2022

선급 및 강선규칙

제1편 선급등록 및 검사

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제1편 선급등록 및 검사

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

규칙 제 1 편

선급등록 및 검사

RA-01-K

한 국 선 급

제 1 편 “선급등록 및 검사”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 검사 신청되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 2월 1일

제 1 장 선급등록

제 1 절 일반사항
- 101. 8항과 9항를 개정함.

제 3 절 제조중등록검사
- 309.를 새롭게 추가함.

제 2 장 선급검사

제 1 절 일반사항
- 113.의 1항을 개정하고 2항을 새롭게 추가함.

적용일자 : 2021년 7월 1일 (건조 계약일 기준)

제 1 장 선급등록

제 3 절 제조중등록검사
- 306.을 개정함.

제 2 장 선급검사

제 2 절 연차검사
- 202. 1항의 (34)호를 새롭게 추가함.

제 4 절 정기검사(선체, 의장 및 소방설비)
- 403. 1항의 (18)호를 새롭게 추가함.

적용일자 : 2021년 7월 1일

제 2 장 선급검사

제 4 절 정기검사(선체, 의장 및 소방설비)
- 403. 1항의 (1)호를 개정함.

제 11 절 원격검사
- 1101.을 개정함.

적용일자 : 2021년 8월 1일

제 1 장 선급등록

제 9 절 선급정지, 탈급 및 재등록
- 901. 6항의 (4)호를 개정함.

제 2 장 선급검사

제 1 절 일반사항
- 112. 1항을 개정함.

제 19 절 대한민국 선박안전법 또는 어선법 적용대상선박에 대한 특별규정
- 1902. 3항을 개정함.

적용일자 : 2022년 1월 1일

제 2 장 선급검사

제 9 절 기관장치의 계속검사
- 902. 2항을 개정함.

적용일자 : 2022년 3월 22일

제 2 장 선급검사

제 9 절 기관장치의 계속검사
- 902. 2항을 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 선급등록

제 1 절 일반사항
- 101. 5항, 6항, 17항에서 22항을 새롭게 추가함

제 3 절 제조중등록검사
- 309.를 삭제함.

제 12 절 정부규정 및 국제협약 등 요건과 검사
- 1201.을 개정함.

제 2 장 선급검사

제 1 절 일반사항

- 101의 5항 및 6항을 개정하고 7항을 새롭게 추가함.
- 109. 3항 (5)호에 (바)를 개정함.
- 110.의 3항을 개정함.

제 2 절 연차검사
- 202. 1항을 개정함.
- 203. 28항을 개정함.
- 204. 3항의 (7)호를 개정함.

제 3 절 중간검사
- 301. 1항을 개정함.
- 303. 10항을 개정함.

제 4 절 정기검사(선체, 의장 및 소방설비)
- 401. 4항 및 5항을 개정함.
- 403.의 표 1.2.3, 표 1.2.4의 1.과 2. 및 표 1.2.6을 개정함.

제 5-1 절 정기검사(기관, 전기 및 추가설비)
- 501. 1항 (2)호를 개정함.
- 502. 2항의 (15)호를 개정함.

제 5-2 절 정기검사(선종별 추가요건)
- 1항 (2)호를 개정함.

제 6 절 입거검사
- 601. 2항을 개정함.
- 604. 3항의 (2)호 (라)를 개정함.

제 10 절 임시검사
- 1001.을 개정함.

제 15 절 일반건화물선의 선체검사
- 1502. 1항의 (2)호를 개정함.

제 16 절 액화가스 산적운반선의 선체검사
- 1602. 1항의 (2)호를 개정함.
- 1602.의 3항을 개정함.

제 19 절 대한민국 선박안전법 또는 어선법 적용대상선박에 대한 특별규정
- 1901. 6항을 추가함.

제 3 장 검사강화제도 적용대상 선박의 선체검사

제 2 절 산적화물선
- 202. 1항 (2)호를 개정함.
- 203. 4항 (4)호를 삭제함.

제 3 절 유조선
- 302. 1항 (2)호를 개정함.

제 4 절 위험화학품 산적운반선
- 402. 1항 (2)호를 개정함.
- 404. 4항 (1)호를 개정함.

제 5 절 이중선체 유조선

- 502. 1항 (2)호를 개정함.

제 6 절 이중선체 산적화물선

- 602. 1항 (2)호를 개정함.
- 604.의 표 1.3.13의 1)과 2)를 개정함.

차 례

제 1 장 선급등록 ····· 1
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 선급부호 ····· 4
제 3 절 제조중등록검사 ····· 6
제 4 절 제조후등록검사 ····· 8
제 5 절 증서 및 보고서 ····· 9
제 6 절 검사신청 ····· 10
제 7 절 선박소유자의 책임 및 협력의무 ····· 11
제 8 절 검사원의 권한과 의무 및 선급의 책임과 업무 범위 ····· 12
제 9 절 선급정지, 탈급 및 재등록 ····· 13
제 10 절 수수료 ····· 15
제 11 절 불복신청 ····· 15
제 12 절 정부규정 및 국제협약 등 요건과 검사 ····· 15
제 13 절 기타의 장치 또는 설비의 등록 ····· 16
제 14 절 외부감사 ····· 16
제 15 절 기타 ····· 16
제 2 장 선급검사 ····· 17
제 1 절 일반사항 ····· 17
제 2 절 연차검사 ····· 29
제 3 절 중간검사 ····· 38
제 4 절 정기검사(선체, 의장 및 소방설비) ····· 41
제 5-1 절 정기검사(기관, 전기 및 추가설비) ····· 50
제 5-2 절 정기검사(선종별 추가요건) ····· 52
제 6 절 입거검사 ····· 54
제 7 절 프로펠러축 및 선미관축 등의 검사 ····· 59
제 8 절 보일러검사 ····· 66
제 9 절 기관장치의 계속검사 ····· 67
제 10 절 임시검사 ····· 68
제 11 절 원격검사 ····· 68
제 12 절 개조검사 ····· 69
제 13 절 위험물 기타 특수화물을 적재하는 선박 ····· 69
제 14 절 추가설비검사 ····· 69
제 15 절 일반건화물선의 선체검사 ····· 70
제 16 절 액화가스 산적운반선의 선체검사 ····· 78
제 17 절 로로선의 현측문 및 내측문 등에 대한 검사요건 ····· 83
제 18 절 추가요건 ····· 86
제 19 절 대한민국 선박안전법 또는 어선법 적용대상선박에 대한 특별규정 ····· 87

제 3 장 검사강화제도 적용대상선박의 선체검사 ····· 89
제 1 절 일반사항 ····· 89
제 2 절 산적화물선 ····· 99
제 3 절 유조선 ····· 111
제 4 절 위험화학품 산적운반선 ····· 117
제 5 절 이중선체 유조선 ····· 124
제 6 절 이중선체 산적화물선 ····· 130

제 1 장 선급등록

제 1 절 일반사항

101. 용어의 정의 *(2020)*

별도의 명문규정이 없는 한 **1장**, **2장** 및 **3장**에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. **선급등록**(classification)이라 함은 우리 선급기술규칙에 따라 등록검사를 받고 합격한 선박을 선급위원회의 승인 후 선명록(전산등록)에 등재하는 것을 말한다.
2. **선명록**(register of ships)이라 함은 우리선급에 등록된 모든 선박들의 선명과 주요요목을 수록한 문서를 말한다.
3. **선급기술규칙**(Classification Technical Rules)이라 함은 규칙 및 지침을 포함한다. *(2021)*
   (1) **규칙**(Rules)이라 함은 우리 선급에서 선박, 해양구조물 및 관련기기 등에 대한 선급등록 및 검사를 시행하기 위하여 제정/개정된 제 규칙을 말한다.
   (2) **지침**(Guidances)이라 함은 규칙에 대한 적용지침, 기타 지침 및 기준을 말한다.
4. **선급부호**(class notations)란 선박의 특성을 선종을 포함한 문자나 번호 등으로 나타낸 표기법으로서 특정규칙요건을 만족함을 의미하며, 이는 해당선종에 한정되거나 또는 이에 추가하여 표준선급요건을 초과하는 부가적인 자발적인 요건을 만족하고 있음을 나타낸다. 선급부호는 등록부호, 선체/기관부호, 의장부호, 선종, 특기사항, 추가특기사항 및 추가설비부호로 구성된다.
5. **건조계약일**(the date of contract for construction) *(2022)*
   (1) 건조계약일은 예정된 선박소유자와 선박제조자가 건조계약서에 서명한 일자를 의미하며, 검사신청자는 검사신청 시 선급에 건조계약일 및 계약서에 포함된 모든 선박의 건조번호(즉, 선번)를 통보하여야 한다.
   (2) 최종적으로 이루어진 특정 옵션 계약선박(optional vessel)을 포함한 시리즈선의 건조계약일은 예정된 선박소유자와 선박제조자가 시리즈선의 건조계약서에 서명한 일자를 의미한다.
   (3) (2)호에서 건조를 위한 단일계약 하에 선급등록을 목적으로 동일한 내용으로 승인된 도면에 따라 건조되는 선박인 경우 시리즈선으로 본다. 다만, 시리즈선에서는 다음을 조건으로 본래설계로부터 설계변경이 있을 수 있다.
      (가) 이러한 변경이 선급관련사항에 영향을 주지 아니하거나 또는
      (나) 선급요건에 적용을 받아야 하는 경우 이러한 변경은 예정된 선박소유자와 선박제조자가 변경을 계약한 일자에 유효한 선급요건에 적합하여야 하며, 변경계약이 없는 경우에는 그 변경이 승인을 위하여 우리 선급에 제출된 일자에 유효한 선급요건에 적합하여야 한다. 옵션계약선박의 경우 시리즈선의 건조계약일 이후 1년 이내에 최종계약이 이루어져야 시리즈선으로 간주한다.
   (4) 다만, 건조계약서에 선박을 추가하거나 추가 옵션선박에 대한 수정계약을 하는 경우 건조계약일은 수정계약일이 된다. 이러한 계약의 변경은 1항부터 3항의 적용에 있어서 새로운 계약으로 취급한다.
   (5) 만일 건조계약이 선종을 변경하기 위하여 개정되는 경우 선종이 변경된 이 선박의 건조계약일은 선박소유자와 선박제조자가 개정된 건조계약서 또는 새로운 건조계약서에 서명한 일자를 의미한다.
6. **동형선**(sister ship)이라 함은 동일한 내용으로 승인된 도면에 따라 동일 건조자가 건조하는 선박으로서 우리 선급이 동일 또는 유사하다고 인정하는 선박을 말한다. *(2022)*
7. **제조중등록검사**(classification survey during construction)라 함은 우리선급에 등록을 목적으로 최초 건조단계부터 선급기술규칙에 따라 건조되는 신조선에 대한 검사를 말한다.
8. **중복선급선**(double classed vessel)이라 함은 두 개의 선급에 등록된 선박으로서 각 선급이 마치 그 선박의 유일한 선급인 것처럼 모든 검사를 각 선급의 요건과 일정에 따라서 시행하는 선박을 말한다. *(2021)*
9. **공동선급선**(dual classed vessel)이라 함은 두 개의 선급에 등록된 선박으로서 업무의 분담에 대하여 문서화된 협정을 맺은 선박을 말한다. *(2021)*
10. **선박소유자**(the Owner)라 함은 선박임차인, 선박소유자의 대리인 또는 선박임차인의 대리인 및 선장을 포함한다.
11. **정기적(인) 검사**(periodical survey)라 함은 정기검사, 중간검사 및 연차검사를 말한다.
12. **검증**(verification)이라 함은 특정 요구 사항이 충족되었다는 객관적인 증거(분석, 관찰, 측정, 테스트 또는 기록 또는 기타 증거)를 제공함으로써 확인하는 서비스.

13. **지적사항**(Condition(s) of Class)이라 함은 선급을 유지하기 위하여 제한된 특정기간 내에 수행해야 하는 특정 조치, 수리 및 검사가 요구되는 사항을 말한다.
14. **대체설계**(alternatives)라 함은 선급기술규칙의 규정에 적합하지 않은 설계를 말한다.
15. **신기술**(novel features)이라 함은 사용하고자 하는 환경에서 사용 경험이 없는 기술로서 선급기술규칙을 직접적으로 적용할 수 없는 설계원칙 또는 특징에 기초한 기술을 말한다.
16. **불가항력**(force majeure)이라 함은 선박의 손상, 사람의 접근이나 이동의 권리에 대한 정부의 제한 등으로 인하여 예상치 못하게 우리 선급이 본선에 입회할 수 없는 경우, 예상치 못하게 항구에서의 지연 또는 비정상적인 장기간의 악천후, 노동쟁의 또는 시민항쟁으로 인하여 양하를 할 수 없는 경우, 전쟁 또는 기타의 불가항력(예, 감염병 대 확산 등(Pandemic))을 말한다. *(2021)*
17. **수/유밀**(water/oil-tight)이라 함은 어떤 구조가 지탱하여야 하는 최대수두에 상응하는 압력 하에서 적당한 저항 여유를 갖고 그 구조의 어느 방향으로도 물이 통과되는 것을 방지할 수 있음을 말한다. *(2022)*
18. **풍우밀**(weathertight)이라 함은 어떠한 해상상태에서도 물이 선내에 침입하지 않는 것을 말한다. *(2022)*
19. **기밀**(air/gas-tight)**이**라 함은 인접 구역(또는 경계)간의 공기나 가스가 통과되지 않는 것을 말한다. *(2022)*
20. **구조시험 또는 압력시험**(structural testing or tank testing)이라 함은 일반적으로 탱크의 구조적합성 및 탱크 경계의 밀폐성을 검증하기 위한 시험을 말한다. *(2022)*
21. **화물구역**(cargo space)**이**라 함은 화물을 위하여 사용되는 장소, 화물유탱크, 기타 액체화물 탱크 및 그 장소에 이르는 트렁크를 말한다. *(2022)*
22. **해양사고**(sea casualty)라 함은 우리선급 등록선의 충돌, 좌초, 화재, 기관과 의장품의 고장 및 해양오염 등의 사고를 말한다. *(2022)*
23. **코퍼댐**(Cofferdam)이라 함은 양측의 구획이 공통경계를 갖지 아니 하도록 배치된 빈 공간을 말하며 다음의 액체를 적재하는 탱크들이 서로 인접할 때는 코퍼댐을 설치하여 분리시켜야 한다. 다만, 연료유 탱크와 윤활유 탱크 사이의 격벽을 완전용입 용접하는 경우에는 코퍼댐의 설치를 면제할 수 있다. *(2021)*
    (1) 연료유
    (2) 윤활유
    (3) 식물성 기름
    (4) 청수
    코퍼댐에는 공기관 장치를 설치하여야 하며 검사가 용이하도록 적절한 크기의 맨홀을 설치하여야 한다.
24. **보이드 스페이스** 또는 **공소**(Void space or Void)라 함은 선박에서 폐위된 빈 공간을 말한다. *(2021)*

102. 등록 및 선급의 유지 *(2021)*

1. 우리 선급의 규칙 또는 이와 동등하다고 인정되는 기준에 따라서 건조되고 검사를 받은 선박은 선급을 부여하고 선명록에 등록한다.
2. 우리 선급기술규칙에 규정된 시험 및 검사는 특별히 규정된 경우를 제외하고는 검사원의 입회하에 시행하여야 한다. *(2021)*
3. 우리 선급에 등록된 선박이 계속 선급을 유지하기 위해서는 우리 선급 규칙에 정하는 바에 따라 선급검사를 받고 유효한 상태로 유지되어야 한다.
4. 우리 선급에 등록된 선박이 선박의 성능에 영향을 주는 개조를 하고자 할 때는 공사 착수 전에 설계도면을 제출하여 승인을 얻어야 하며 개조공사 중에는 우리 선급 검사원의 검사를 받아야 한다.

103. 규칙의 표준

1. 우리 선급의 규칙은 선박이 적당하게 적하되고 취급되며, 선급부호에 명시되지 않는 한. 특수하게 분포되거나 집중된 하중을 받지 않는다는 것을 전제로 한다.
2. 특수한 상태 또는 모양의 선박으로 설계된 선박에 대하여는 우리 선급의 승인을 얻어야 한다.

104. 제외사항

우리 선급은 트림(trim), 선체진동 또는 규칙에 명시되지 않은 기타 기술적인 특성에 대하여는 책임을 지지 아니한다. 다만, 위의 사항에 대하여 신청이 있을 때는 자문에 응할 수 있다.

105. 동등효력 *(2021)*

이 규칙에 만족하지 않거나 적용할 수 없는 대체설계 및 신기술이 “이 규칙과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우”, 이에 대한 허용을 고려할 수 있다.

비고 : “이 규칙과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우”라 함은 다음의 경우 등을 포함한다. *(2021)*

(1) 우리 선급이 인정하는 공인된 국제 기준(ISO, IEC 등) 또는 국가 기준(KS, JIS, ASME 등)으로서, 선급기술규칙에서 각각 인용하고 있는 경우

(2) **위험도기반 선박설계 승인지침**에 따라 승인된 경우, 또는

(3) 우리 선급이 인정하는 검증된 사용실적이 있는 경우, 여기서 검증된 사용실적이라 함은 충분한 기간 동안 손상 없이 요구되는 성능을 유지한 사용기록을 가지고 있음을 말한다.

(4) 국제선급연합회(IACS)의 QSCS(Quality System Certification Scheme)에 적합함이 검증된 선급에서 이미 승인한 실적선의 동형선인 경우

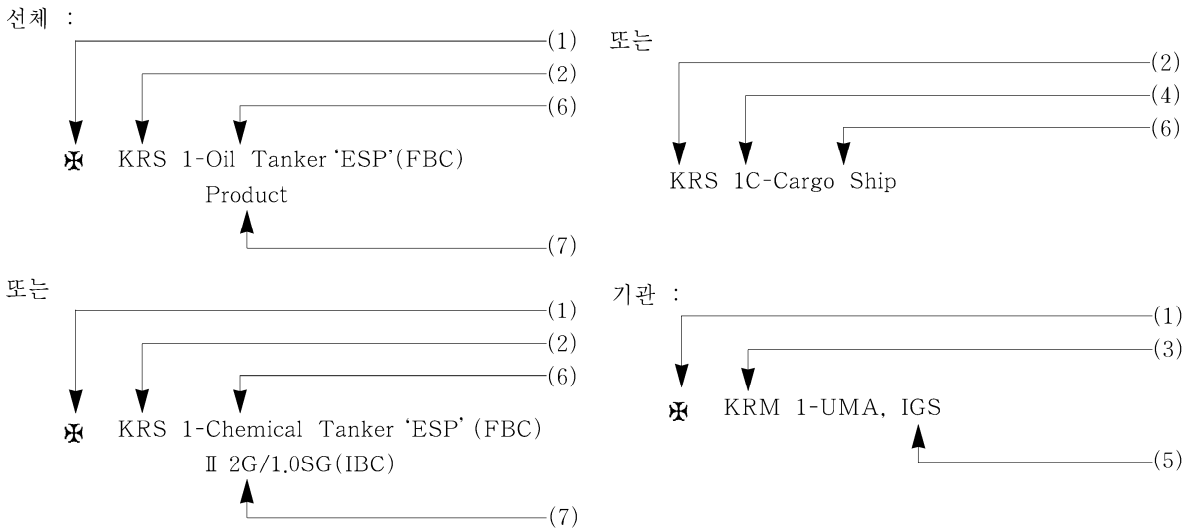
제 2 절 선급부호

201. 선급부호 【지침 참조】

우리 선급에 등록된 선박에 부여하는 선급부호는 다음에 따른다. *(2020)*

1. 선급부호는 신청자(선박소유자 또는 건조자)의 신청에 따라 관련규정의 적합여부를 검토하고 만족하는 경우에 부여하며, 아래 (7)호 및 (8)호에 추가하여 신청자가 특정화물이나 용도 등에 대하여 특기사항을 신청하고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에도 이를 특기사항으로 부기 할 수 있다.

2. 우리 선급은 이미 부여된 선급부호가 의도한 서비스(선종 및 용도), 항해 및/또는 그 외의 요구된 규칙 등에 적합하지 않다는 것을 인지한 경우, 신청자와 협의해서 언제든지 선급부호를 변경하거나 최신화 할 수 있다.



(1) 등록부호

등록검사의 구분에 따라 부여하는 부호로서 다음에 따른다.

✠ : 우리 선급의 제조중등록검사를 받고 등록하는 선박

무부호 : 상기 이외의 경우로서 우리 선급의 제조후등록검사를 받고 등록하는 선박

(2) 선체부호

선체구조 및 강도가 다음의 조건으로 우리 선급 규칙에 적합한 선박에 부여하는 부호

KRS 1 : 항해구역에 제한을 받지 않는 선박

KRS 0 : 항해구역에 제한을 받는 선박

(3) 기관부호 (주 추진기관을 갖는 선박에만 적용한다) *(2021)*

기관장치 및 전기설비가 다음의 조건으로 우리 선급 규칙에 적합한 선박에 부여하는 부호

KRM 1 : 항해구역에 제한을 받지 않는 선박

KRM 0 : 항해구역에 제한을 받는 선박

(4) 의장부호

선체 또는 기관의장이 다음의 조건으로 우리 선급 규칙에 적합한 선박에 부여하는 부호

무부호 : 항해구역에 제한을 받지 않는 선박

C : 연해구역을 조건으로 하는 선박

S : 평수구역을 조건으로 하는 선박

(5) 추가설비부호

(가) 추가설비에 대한 부기부호로서 LI, LG, HMS, HMS1 등과 같은 선체사항은 선체부호 다음에, CMA, UMA, DPS, NBS, IGS, COW, STCM, RMC 등과 같은 기관사항은 기관부호 다음에 부기한다. *(2018)*

(나) 이러한 부호는 선박제조자 또는 선박소유자의 신청이 있는 경우, 관련 요건에 만족함을 확인 후 부여할 수 있다. 다만, 선원 및 선박의 안전에 영향을 미치는 설비는 관련 요건을 만족함을 확인 후 해당부호를 부여하여야 한다. *(2021)*

(6) 선종부호
선박의 종류에 대한 부기부호로서 Oil Tanker 'ESP'(FBC), Bulk Carrier 'ESP', Cargo Ship, Passenger Ship, Tug Boat, Barge 등을 부기한다.

(7) 특기사항 *(2020)*
해당 선종부호에 적용 가능한 경우 부여되며 화물의 종류 또는 화물특성에 따른 선박의 구조, 탱크의 형식, 적재조건, 설계온도, 압력 및 화물의 겉보기 비중 등을 표시하는 부기부호로서 선종부호 아래에 부기하며. 또한 선박의 특정한 항해구역 또는 항해조건에 대하여도 특기사항으로 부기할 수 있다.

(8) 추가특기사항 *(2020)*
특정 선종에 관계없이 요건에 적합하면 부여되며, 구조강도평가, 피로강도평가, 선체건조감시, 대빙구조, 수중검사, 산적화물선의 침수상태 종강도/허용적재하중/파형횡격벽 등을 표시하는 부기부호로서 특기사항 다음의 위치에 부기한다.

(9) 선급부호의 선종, 특기사항, 추가설비부호의 부기상세는 **지침 부록 1-1**에 따른다. *(2021)*

202. 대형요트의 선급부호

우리 선급에 등록된 대형요트의 선급부호는 201.의 규정에 관계없이 **대형요트 지침 1편 1장 103.**의 규정에 따른다.

203. 해양레저선박의 선급부호

우리 선급에 등록된 해양레저선박의 선급부호는 201.의 규정에 관계없이 **해양레저선박 지침 1장 103.**의 규정에 따른다.

제 3 절 제조중등록검사 *(2020)*

301. 제조중등록검사 *(2021)*

제조중등록검사를 받고자 하는 선박은 선체, 기관, 의장 및 비품의 구조, 재료, 치수 및 공작 등에 관하여 제조과정 시에 규정에 정하는 바에 따라 정밀한 검사를 받아야 하며 해당 규정에 적합하여야 한다. 또한, **지침 부록** 1-12 적용대상선박에 대한 제조중등록검사 시의 선체검사는 **지침 부록** 1-12에 따른다.

302. 도면승인 【지침 참조】

제조중등록검사를 받고자 하는 선박은 공사 착수 전에 해당 규정에 정하는 바에 따라 선체, 기관, 의장 및 비품의 구조, 치수, 재질 및 요목을 명기한 도면 및 서류 3부를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 승인된 도면 또는 서류를 변경하고자 할 때에도 또한 같다.

303. 재료 및 의장품

제조중등록검사를 받고자 하는 선박에 사용하는 모든 재료는 승인된 제조법 또는 이와 동등하다고 인정되는 과정에 의하여 제조된 것으로서 해당 규정에 적합한 것이어야 한다. 사용된 의장품 또는 재료의 확인을 위하여 우리 선급은 재료 또는 의장품증서 등 필요한 자료를 요구할 수 있다.

304. 기관장치 등 【지침 참조】

우리 선급에 등록하고자 하는 선박에 설치할 주기관, 축계, 보일러, 압력용기, 전기설비, 중요한 용도에 사용되는 보기 및 관장치는 제조검사를 받아야 한다. 제작 완성 후에는 선박에 설치되는 조건 또는 가능한 한 그와 가까운 상태 하에서 육상시운전을 하여야 한다. 또한 자동(또는 원격)제어장치 및 계측장치 중 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것에 대하여는 제조공장에서 별도의 시험을 요구할 수 있다.

305. 공작

제조중등록검사에 있어서는 선박건조의 착수 시부터 완성될 때까지, 그리고 기계의 운전상태에 있어서의 최종시험이 끝날 때까지 재료, 공작 및 배치에 대하여 우리 선급 검사원의 입회하에 검사를 받아야 한다. 규칙 또는 승인된 도면에 부적합한 사항이 발견되거나 재료, 공작 및 배치에 불만족한 점이 발견될 경우에는 이를 교정하여야 한다.

306. 제반시험 【지침 참조】

제조중등록검사에 있어서는 해당 규정에 정하는 바에 따라 수압시험, 수밀시험 및 효력시험을 한다. 또한 제어장치 및 계측장치는 선내에 설치한 후 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험을 하여야 한다. 이에 추가하여 케이블 수밀 관통부 검사는 다음에 따른다. *(2021)*

1. 케이블 수밀 관통부 검사 *(2021)*

(1) 케이블 수밀 관통부는 제조자의 요건 및 관련 형식승인 요건에 따라 설치 및 정비되어야 한다.

(2) 케이블 관통부 밀봉시스템 기록부

(가) 선박에 장착된 모든 케이블 수밀 관통부에 대해 조선소측에서 케이블 관통부 밀봉시스템 기록부를 제공해야 한다. 기록부의 예는 **부록** 1-12-4 “케이블 관통부 밀봉시스템 기록부 작성 예"를 참조한다. 기록부는 인쇄물 또는 전자파일 형태로 제공할 수 있다. 여기에는 선박에서 최종 검사 후 설치된 상태를 문서화하는 마크/식별 시스템, 설치된 각 케이블 관통부 형식에 대한 제조자 매뉴얼을 참조하는 문서, 관통부 형식에 대한 형식승인 증서, 적용 가능한 설치 도면 및 조선소에서 최종 설치 및 검사가 완료된 상태의 각 관통부에 대한 기록을 포함한다. 추가하여 검사, 변경, 수리 및 정비를 기록하기 위한 조항이 포함되어야 한다.

(나) 검사원은 기록부를 검토하여 케이블 수밀 관통부 목록, 적용된 케이블 관통부 정보 및 운항 중 정비 및 검사 기록을 유지하기 위한 조항이 포함되어 있는지 확인해야 한다.

(다) 유인 선박의 경우, 기록부는 선박의 선내에 보관하고, 무인 선박의 경우, 선내에 적당한 보관 장소가 없는 경우에는 육상에 보관할 수 있다. 기록부는 검사원이 쉽게 이용할 수 있어야 한다.

(3) 케이블 수밀 관통부의 설치 및 정비 시 다음을 확인해야 한다.

(가) 케이블 관통부가 설치되거나 수리 후 다시 복구된 경우, 제조자의 요건 및 형식승인의 요건에 따라야 한다.

(나) 특별히 언급된 경우, 적절한 전문 공구를 사용하여야 한다.

307. 복원성 *(2020)* 【지침 참조】

1. 여객선 및 여객선 이외의 길이 24 m 이상인 선박에 대하여는 복원성시험을 실시하고 그 결과에 근거하여 운항하고자 하는 항해구역에 적합한 완성 복원성자료를 작성하여 우리 선급의 승인을 받은 후 선장에게 제공하여야 한다. 다만, 일정기간에 한하여 우리 선급의 승인을 받은 임시 복원성자료로 대체 제공할 수 있다.
2. 1항의 복원성자료의 작성 및 승인은 이들 선박의 비손상복원성이 의도하는 운항에 적절한지를 증명하는 것이다. 비손상 복원성이 적절하다고 함은 선박의 크기 및 종류에 따르는 해당 기국의 기준 또는 우리 선급의 기준에 적합하다는 것을 말한다. 길이 24 m 이상인 선박에 대한 비손상 복원성의 수준은 고려하는 선박의 종류에 따라 국제해사기구결의(Part A of IMO Res.MSC.267(85) Adoption of the international code on intact stability, 2008)에서 제시하는 기준보다 낮아서는 아니 된다. 해당 기국이 다른 기준을 인정한 경우 이 기준을 선급등록의 목적으로 사용할 수 있다. 해당 기국의 승인에 관한 증거는 선급등록의 목적으로 인정될 수 있다. *(2020)*
3. 1항에 의한 복원성자료의 보조수단으로서 복원성 계산기능을 갖는 복원성 적하지침기기가 설치되는 경우 대표적인 운항상태에 대한 계산결과를 제출하여 승인을 받아야 하며, 동 복원성 적하지침기기는 비손상, 손상 및 곡류적재복원성 등 해당 선박에 적용되는 모든 복원성 관련규정을 계산할 수 있어야 한다. 다만, 복원성자료가 그 선박에서 발생할 수 있는 충분한 적하상태를 반영하고 있는 경우 일부 기능을 생략할 수 있다. 또한 본선 설치 후에는 승인된 계산결과에 따라 우리 선급 검사원 입회하에 확인을 받아야 한다. 이와 관련하여 복원성 적하지침기기를 설치하는 경우, 승인절차는 **지침 부록** 1-10에 따른다. *(2021)*

308. 시운전

선박을 완성한 후에는 선박의 모든 설비, 기계 및 전기설비에 대하여 운전상태 하에서 시운전을 실시하고 그 성능을 확인한다. 해상시운전에 있어서는 속력시험, 후진시험, 조타시험, 비상조타시험, 선회력시험 및 기관의 작동상태와 운전 중에 있어서의 선박의 상태를 검사한다.

309. 공동선급선의 경우 *(2021)*

1. 각 선급은 양 선급과 조선소가 채택한 3자 협정에 따라 다른 선급을 대신하여 활동한다. 이 협정에는 도면의 제출, 적용할 규칙, 선급간 도면승인 지적사항의 조율 및 결정 등 세부 원칙이 명확하게 정해져야 한다.
2. 각 선급은 3자 협정에 따라 적절하게 도면의 검토 및 승인을 수행해야 한다.
3. 각 선급은 3자 협정 및/또는 두 선급이 채택한 양자 협정(있는 경우)에 따라 선박의 제작, 건조 및 시험 중 검사를 수행해야 한다.
4. 각 선급은 규정에 따라 검사를 수행하고 관련 요건에 적합한지 검증하기 위하여 지적사항의 후속 조치 및 종료를 포함한 도면승인, 검사(입회, 시험 등) 등 제조중등록검사와 관련된 정보와 기록을 공유해야 한다. 그리고
5. 각 선급은 제조중등록검사가 만족하게 완료되면 단기선급증서를 발급하여야 한다.

제 4 절 제조후등록검사

401. 제조후등록검사 【지침 참조】

제조후등록검사에 있어서는 등록하고자 하는 선박의 선령에 따라 그 선령에 해당하는 정기검사와 동등한 정도로 선체, 기관, 의장 및 비품의 구조, 재료, 공사 및 현상을 검사하고 필요에 따라 주요부분의 현재치수를 실측한다.

402. 도면의 제출 【지침 참조】

제조후등록검사에 있어서는 제조중등록검사에 준한 주요도면 및 서류를 제출하여야 한다. 만약 도면의 제출이 불가능할 때는 우리 선급 검사원이 선박에서 필요한 사항을 얻을 수 있도록 모든 편의를 제공하여야 한다.

403. 타선급선의 등록검사 또는 선급이전(TOC(Transfer of Classification)) *(2017)* 【지침 참조】

국제선급연합회(IACS)의 QSCS(Quality System Certification Scheme)에 적합함이 검증된 선급에 등록되어 있는 선박을 우리 선급에 등록하고자 하는 경우 제출하여야 할 도면의 종류 및 검사사항 등은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. 다만, 여객선 및 어선의 경우, 타선급선의 등록검사(TOC) 절차를 적용하지만 검사항목은 401. 제조후등록검사 요건을 적용한다.

404. 제반시험

제조후등록검사에 있어서는 규칙에 정하는 바에 따라 압력시험, 수밀시험 및 효력시험 등을 하고 해상시운전을 한다. 다만, 해상시운전에 대한 자료를 보유하고 있고 또한 이들의 성적에 영향을 주는 변경사항이 없는 선박에 대하여는 이를 생략할 수 있다.

405. 복원성시험 【지침 참조】

여객선 및 길이 24 m 이상의 선박에 대하여는 복원성시험을 실시하고 그 결과에 근거하여 운항하고자 하는 항해구역에 적합한 완성 복원성자료를 작성하여 우리 선급의 승인을 받은 후 선장에게 제공하여야 한다. 다만, 일정기간에 한하여 우리 선급의 승인을 받은 임시 복원성자료로 대체 제공할 수 있으며, 우리 선급이 인정할 수 있는 복원성시험에 대한 자료를 보유하고 있고 복원성에 영향을 주는 변경이 없는 선박에 대하여는 복원성시험을 생략할 수 있다.

제 5 절 증서 및 보고서

501. 선급증서

1. 제조중등록검사를 받고 합격한 선박 및 제조후등록검사를 받고 합격한 선박은 선급위원회의 승인을 받은 후에 우리 선급의 선명록에 등록하고 선급증서를 발급한다.
2. 정기검사를 받고 합격한 선박에 대하여는 새로운 선급증서를 발급한다.

502. 단기선급증서 *(2020)*

제조중등록검사 또는 제조후등록검사를 받고 이에 합격한 때는 선급증서 발행하기 전까지 유효한 단기선급증서를 발급한다.

503. 조건부 선급증서 *(2020)*

1. 수리/검사장소/또 다른 계선장소 또는 폐선장소까지의 단일직항 등을 허용하는 경우 선급증서를 대신하여 조건부 선급증서를 발행한다. 여기서, 단일직항 등을 허용하는 경우라 함은 901. 5항 및 7항의 요건에 해당되는 경우를 말한다.
2. 그 외 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우로서, 이는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 조건부 선급증서를 발행한다.

504. 제조검사증서

선급등록을 목적으로 하지 아니하는 선박의 제조중검사 또는 선박용 기관, 보일러, 기타 보기 및 기자재의 제조중검사를 받고 합격한 것에 대하여는 제조검사증서를 발급한다.

505. 검사보고서

선박의 등록검사와 선급유지를 위한 지정된 검사를 받은 선박에 대하여는 선박검사보고서를 발급한다. 선박검사보고서에는 선박의 요목, 검사결과, 차기검사의 종류 및 시기 등을 기재한다. 선박소유자는 “KR e-Fleet"(Website)에서 관련 정보를 확인할 수 있다.

506. 증서 및 보고서의 보관 *(2020)*

선급증서(단기선급증서 또는 조건부 선급증서 포함), 건명서 및 검사보고서 등은 선장이 항시 선내에 보관하고 우리 선급 검사원이 요구할 경우에는 이를 제시하여야 한다. 선내보관 방법으로는 전자파일 또는 인쇄물 형태로 보관할 수 있다.

507. 증서상의 기재

1. 우리 선급 검사원은 선급에 등록된 선박에 대하여 연차, 중간 또는 정기검사를 시행하고 합격한 경우, 검사기준일이 변경된 경우 또는 증서의 효력을 연장시킨 경우에는 선급증서의 부록 또는 단기선급증서의 이면에 기록 서명한다.

2. 건조일의 지정
   (1) 제조중등록검사가 완료된 년도, 월 및 일을 “건조일”로서 명시한다. 제조중등록검사 완료 후 선박의 운항개시가 상당히 지연되는 경우 운항개시일도 명시할 수 있다.
   (2) 선박이 개조되는 경우 선박에 지정된 건조일은 그대로 유지하고 개조부분에 대하여는 2장 11절에 따른다.

508. 증서의 재발행 및 반환 *(2020)*

1. 선급증서(단기선급증서 또는 조건부 선급증서 포함), 건명서 및 검사보고서를 분실 또는 손상하였거나 기재사항에 변경이 생겼을 경우에는 즉시 재발행 신청을 하여야 한다.

2. 단기선급증서 또는 조건부 선급증서를 가진 선박이 선급증서를 받은 때, 증서가 분실된 때를 제외하고 증서재교부를 받은 때 또는 등록이 취소된 때는 선급증서, 구선급증서(단기선급증서 또는 조건부 선급증서 포함)를 즉시 우리 선급에 반환하여야 한다.

509. 관련설비의 증명서

우리 선급은 신청에 따라 선박에 관련되는 원동기, 축계, 보일러, 압력용기, 보조기계, 전기장치 및 기타의 기계설비에 대하여 검사를 하고, 이에 합격한 때는 해당증명서를 발급할 수 있다.

510. 선급유지증명서

우리 선급은 선박소유자 또는 선박소유자의 동의를 얻은 자가 신청할 경우 선급유지증명서를 발급한다.

제 6 절 검사신청

601. 등록검사 *(2021)*

제조중등록검사를 받고자 하는 선박에 있어서는 선박제조자가, 제조후등록검사를 받고자 하는 선박에 있어서는 선박소유자가 검사신청을 하여야 한다. 검사신청은 문서로 우리 선급에 접수 되어야 한다. 다만, 다음의 경우 우리 선급은 검사신청을 거절할 수 있다.

1. 우리 선급은 검사신청서가 접수된 후 신청된 검사가 계속하여 진행되지 않는 등 수검의사가 불명확한 경우
2. 검사수수료가 지불되지 아니한 경우
3. 본선이 우리 선급의 요건에 맞지 아니한 경우 등 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우

602. 등록 후 검사 *(2021)*

선급유지를 위하여 행하는 선박의 검사는 선박소유자가 검사신청을 하여야 한다. 검사신청은 문서로 우리 선급에 접수 되어야 한다. 다만, 다음의 경우 우리 선급은 검사신청을 거절할 수 있다.

1. 우리 선급은 검사신청서가 접수된 후 신청된 검사가 계속하여 진행되지 않는 등 수검의사가 불명확한 경우
2. 검사수수료가 지불되지 아니한 경우
3. **규칙 9절**의 선급정지/탈급절차에 따라야 하는 경우 등 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우

603. 증서의 재교부 *(2020)*

선급증서(단기선급증서 또는 조건부 선급증서 포함), 건명서 및 검사보고서의 재교부 신청과 반환은 선박소유자가 조치하여야 한다.

제 7 절 선박소유자의 책임 및 협력의무

701. 일반 *(2020)*

1. 선박소유자는 등록된 선박이 환경, 적재, 운항 및 그 외 선급규칙을 기본으로 한 요건에 따라 능력이 있고 자격을 갖춘 선원 또는 운항관리자에 의해 적합하게 선적, 운항 및 유지되도록 하여야 한다.
2. 선박소유자는 등록된 선박에 적용되는 모든 협약증서의 유효성의 보장을 포함하여 국제만재흘수선협약, 해상인명안전협약 및 기타 관련 협약 등이나 그 외 정부의 관계 제 규정이 준수되는 적절한 상태로 항상 유지되도록 해야 한다.
3. 선박소유자는 등록된 선박에 대한 선급증서의 유효성 보장을 포함하여 선급규칙에 요구되는 차기 검사 시까지 등록된 선박의 적절한 유지관리를 보장할 책임이 있다.

702. 보고사항

선급에 등록된 선박에 대하여 다음의 경우가 발생한 경우에는 지체 없이 우리 선급에 보고하여야 한다.

(1) 선급유지에 영향을 주는 해양사고 *(2020)*
(2) **2장 107. 2**항에서 언급하는 "신속하고 완전한 수리"에 해당되는 부위가 발견되는 경우(쇠모 허용한도를 초과한 경우) *(2020)*
(3) 수밀 또는 풍우밀의 보전성에 영향을 줄 수 있는 선체구조 손상이 식별된 경우 *(2020)*
(4) 선박의 입거 또는 상가
(5) 선박의 계선 또는 해체
(6) 선박의 소유자 변경
(7) 탈급
(8) 기타 선급에 영향을 미치는 변경사항

703. 검사협력

1. 선급의 등록검사 또는 선급유지를 위한 검사를 받고자 할 때는 규칙에 정하는 바에 따라 검사 신청자는 검사준비를 하여야 한다. 이러한 검사준비는 안전하고 효과적인 검사를 위한 적합한 조명, 환기 및 접근설비의 업무환경과 안전조치를 포함하여야 한다.
2. 검사를 받을 때는 검사사항에 따라 선박의 소유자, 선장, 기관장 또는 그 대리인이 검사에 입회하고 필요한 지원을 하여야 한다.
3. 검사를 받고자 하는 경우 신청자는 미리 우리 선급의 검사원에게 정확한 수검 장소와 수검사항을 통보하여야 한다.
4. 선박검사에 전문공급자를 사용하고자 하는 경우 원칙적으로 우리 선급의 승인을 받은 전문공급자를 사용하여야 하고, 승인절차 및 항목에 대하여는 **전문공급자 승인 지침**에 따른다. *(2021)*
5. 검사신청자는 신청서에 기재한 사항과 우리 선급에 고지한 사항 및 제출한 자료 등에 일체의 허위가 없음을 보증한다.

704. 협력의무

806.의 규정에 따라 고객에 대하여 우리 선급이 갖는 기밀유지의 일반적인 의무에도 불구하고, 우리 선급의 고객은 각 선급이 관련선급(사고와 관련된 선박과 유사한 선박 또는 동형선을 등록하고 있는 선급)에게 조기경보제도(국제선급연합회(IACS)의 절차요건(PR) No.2A Procedure for Hull Failure Incident Reporting과 No.2B Procedure for Early Warning of Serious Hull Failure Incidents - "Early Warning Scheme - EWS" 참조)에 정의된 중대한 선체구조 및 기관장치결함에 관한 관련기술정보(다른 기관의 특정 자산일 수 있는 선박의 도면은 제외)를 제공하도록 요구하는 조기경보제도에 우리 선급이 참여하는 것을 허용하여야 한다. 이는 이러한 유용한 정보가 공유 및 활용되어 조기경보제도가 제대로 가동될 수 있도록 하기 위함이다. 우리 선급은 관련선급에게 제공된 정보의 상세를 고객에게 서면으로 제공되어야 한다.

제 8 절 검사원의 권한과 의무 및 선급의 책임과 업무 범위 *(2021)*

801. 검사원의 권한 【지침 참조】

1. 우리 선급 검사원은 검사신청이 접수된 경우, 합리적인 시간에 임검할 수 있다. *(2021)*
2. 우리 선급 검사원은 선급기술규칙에 정하는 검사준비를 하지 아니할 때 또는 입회자가 없을 때는 검사를 중지할 수 있다. *(2021)*
3. 우리 선급 검사원이 선박의 상태에 따라 필요하다고 인정할 때는 해당 검사 종류에 따라 필요한 사항 이외의 사항에 대하여도 검사를 요구할 수 있다.
4. 우리 선급 검사원은 선박의 선체, 기관, 기타 설비가 우리 선급기술규칙의 규정에 저촉되거나, 손상 또는 마모되었을 때는 수리 또는 새 것으로 교환할 것을 검사 신청자에게 통고하고, 신청자는 이에 대한 검사를 받아야 한다. *(2021)*

802. 검사원의 의무

1. 우리 선급 검사원은 선급 등록검사 또는 등록된 선박, 재료, 의장품 및 기관장치 등에 대한 검사신청이 있을 때는 관련 검사에 임하여야 한다. *(2021)*
2. 우리 선급 검사원은 검사 집행에 있어서 선박소유자의 편의를 위하여 불필요하고 이중으로 되는 검사 또는 공사를 피하여야 한다.

803. 선급의 책임

1. (선급의 책임) 우리 선급의 과실로 인하여 선박소유자가 입은 손해 또는 손실에 대하여 우리 선급은 손해배상을 한다. 이때 손해배상액은 해당 검사수수료의 10배 또는 미화 100만 달러 중에서 큰 것으로 제한한다.
2. 1항의 손해배상액의 제한은 고의 또는 손해가 발생할 염려가 있음을 인식하면서 무모하게 행한 작위 또는 부작위로 인한 경우에는 적용하지 아니한다.
3. (시효) 우리 선급이 제공한 검사 또는 용역 기타 관련업무로 발생한 손해에 대한 손해배상 청구권은 그 손해를 안 날로부터 6개월이 지나면 소멸한다.
4. (전속관할 및 준거법) 우리 선급이 제공한 검사 또는 용역 기타 관련업무로 인하여 발생한 다툼은 대한민국의 법원이 전속적인 관할을 가지고 대한민국의 법률을 준거법으로 한다.

804. 선급의 범위 *(2021)*

1. 우리 선급은 선박과 그 선박에 설치된 의장품이나 기관장치 등의 무결성이나 안전을 보증하는 보증인이 아니다. 증서, 보고서, 도면 또는 문서의 검토나 승인에 대한 유효성, 적용 및 해석은 전적으로 우리 선급기술규칙에 따라 결정되며, 이에 대한 유일한 판단 권한은 우리선급이 가진다.
2. 우리 선급기술규칙의 적용 및 해석은 우리 선급이 한다. 우리선급을 배제한 상태에서 규칙에 대한 어떠한 언급도 유효하지 않다.
3. 우리 선급은 우리 선급이 제공하지 아니한 서비스 또는 관련된 정보의 사용에 대한 책임을 지지 아니한다.

805. 선급의 독립성

우리 선급 또는 우리 선급의 임직원은 그 서비스에 속한 항목의 설계자, 제조자, 공급자, 설치자, 구매자, 소유자, 사용자, 정비관리자 및 기타 어떠한 사람으로부터 영향을 받지 않고 독립된 입장에서 고객에게 제공하는 업무를 공정하게 수행하여야 한다.

806. 기밀유지

우리 선급 또는 우리 선급의 임직원은 기록의 취급 과정에서 인지한 기밀 사항을 해당 고객의 동의 없이 제3자에게 열람, 인도 또는 누설하여서는 아니 된다. 다만, 정부, 수사기관 또는 법원 등의 요청이 있는 경우에는 예외로 할 수 있다.

807. 선박정보의 활용

우리 선급은 선급 및 정부대행 증서발급의 상태와 관련된 특정 정보를 공개할 수 있다. 이 정보는 우리 선급의 웹사이트 또는 다른 미디어에 발표될 수 있으며, 선박의 선급, 우리 선급이 시행한 모든 검사의 종류, 일자 및 장소, 우리 선급이 발행한 모든 선급 및 정부대행증서의 만료일자, 검사지정일, 선급이전, 선급정지, 탈급, 회복에 관련된 정보를 포함할 수 있다.

808. 제출된 도면 및 서류의 제공

우리 선급에 제출된 도면 및 서류는 선박소유자의 사본교부 신청이 있고 선박의 유지 관리에 필요하다고 우리 선급이 인정하는 경우 제공할 수 있다.

제 9 절 선급정지, 탈급 및 재등록

901. 선급정지 및 회복

1. 다음의 경우 자동적으로 선급이 정지된다.

(1) 지정일까지 또는 2장 401.의 1항에 따라 허용된 연장의 만료일까지 정기검사를 완료하지 아니한 경우. 다만, 운항을 재개하기 전에 정기검사를 완료하기 위하여 지정일까지 또는 2장 401.의 1항에 따라 허용된 연장의 만료일까지 검사원의 입회하에 있는 경우에는 그러하지 아니하다.
(2) 해당 검사기간의 만료시점까지 연차검사 또는 중간검사를 완료하지 아니한 경우. 다만, 연차검사 또는 중간검사를 완료하기 위하여 해당 검사기간의 만료시점까지 검사원의 입회하에 있는 경우에는 그러하지 아니하다.

상기 지정된 검사를 만족하게 완료한 경우 선급은 회복된다. 이러한 검사의 차기 지정일은 원래 지정일로부터 산정한다. 다만 선급이 정지된 일자부터 회복된 일자까지 그 선박의 선급은 정지된 것으로 인정한다.
선급을 회복하기 위하여 시행하여야 하는 정기검사는 그 검사를 시행하는 시기의 선령에 기초하는 것이 아니라 기한이 지난 원래 검사지정일의 검사요건에 기초하여야 한다. *(2021)*

2. 다음의 경우 우리 선급의 선급정지절차에 따라 선급이 정지될 수 있다. *(2020)*
선급정지사유가 해소된 경우 또는 기한이 지난 검사가 만족하게 조치되었다고 확인한 경우 선급은 회복된다. 우리 선급이 결정한 선급정지는 선급정지사유가 발생한 일자부터 발효되며 지정된 항목 및/또는 검사가 조치되어 선급이 회복될 때까지는 유효하다.

(1) 선급부호에 포함되지 아니한 용도나 조건 또는 지정된 항해구역을 넘어선 운항 등 규칙 요건에 적합하게 운항되지 아니한 경우
(2) 우리 선급 규칙에서 정한 기준에 미달된다고 인정한 때
(3) 선급유지에 영향을 주는 손상을 입고 우리 선급의 규정에 적합하게 수리하지 아니하거나 또는 선박을 우리 선급의 승인 없이 개조한 때
(4) 지정된 만재흘수선 이상으로 적하하여 운항하거나 또는 건현표시를 지정된 것보다 높이 표기한 때
(5) 연차검사, 중간검사 및 정기검사를 제외하고 선급유지를 위한 지정된 검사를 지정일까지 받지 아니하거나 또는 지정일까지 합의에 의하여 연기되지 아니한 경우
(6) 연차검사 시 지정된 또는 기한이 지난 계속검사항목이 검사되지 아니하거나 또는 합의에 의하여 연기되지 아니한 경우
(7) 1장, 702. 선박소유자의 책임 및 협력의무 중 “보고사항”에 언급된 항목에 대하여 지체 없이 우리 선급에 보고하지 않은 경우 *(2020)*
(8) 항만국통제(PSC) 검사에서 심각한 결함사항으로 인하여 출항정지된 선박 *(2021)*
(9) 기국으로부터 협약증서가 회수된 선박 또는 특별한 사유 없이 무국적 상태로 운항하는 선박 *(2021)*
(10) UN 안전보장이사회의 결의 등을 포함한 국제적으로 승인된 제재규정을 위반한 것으로 국제기구 또는 국가기관으로부터 공표(또는 공지)된 선박 *(2021)*
(11) 검사 수수료를 지불하지 아니한 경우 *(2020)*

3. 검사의 기한을 넘기기 전에 우리 선급의 규정에 따라서 계선된 선박인 경우 검사를 받지 않아 기한이 지났을지라도 선급이 정지되지는 아니한다. 그러나 검사를 받지 아니하여 선급이 정지된 후에 계선된 선박인 경우 기한이 지난 검사를 완료하기 전까지는 선급이 정지된 상태로 유지된다.
4. 공동선급선으로서 상대선급의 선급이 기술적인 이유로 정지됨을 통보받은 경우 이러한 선급정지가 적합하지 아니하다고 문서화하지 않는 한 우리 선급도 이 선박에 대하여 선급정지절차에 따라 선급을 정지시킨다.
5. 정기적 검사의 기한을 넘긴 선박이 폐선을 위한 항해를 하고자 하는 경우 선박에 대한 선급정지는 보류될 수 있고 계선 또는 최종양하항에서 폐선장소까지 단일직항의 평형수항해를 허용할 수 있다. 이 경우 선박이 의도하는 항해에 만족한 상태임을 검사원이 인정하는 조건으로 관련 항해조건이 명시된 조건부 선급증서를 발행할 수 있다.

6. **불가항력**(force majeure) *(2020)*
선박소유자 또는 우리 선급의 통제한계를 정당하게 넘어서는 불가항력의 상황으로 인하여 선박이 허용된 기간의 만료시점에 기한이 지난 검사를 완료할 수 있는 항구에 있지 아니한 경우 우리 선급은 다음의 조건으로 합의된 양하항까지의 직항을 선급유지상태로 허용할 수 있다. 또한 필요한 경우 검사를 완료할 수 있는 합의된 항구까지의 평형수항해를 허용할 수 있다.

(1) 선박기록의 검토
(2) 현재 항구에서 예상치 못하게 검사원이 본선에 입회할 수 없는 경우 첫 번째 도착항에서 지정된 검사 및/또는 기한이 지난 검사 그리고 지적사항에 대한 검사 *(2020)*
(3) 선박이 양하항까지의 단일항해 및 필요시 수리시설까지의 연이은 평형수항해를 할 수 있는 상태인지에 대한 우리 선급의 만족(현재 항구에서 예상치 못하게 검사원이 본선에 입회할 수 없는 경우 선장은 선박이 가장 가까운 도착항까지의 항해를 할 수 있는 상태인지를 확인하여야 한다.)
(4) 감염병 대 확산 등(Pandemic)과 같은 불가항력의 상황으로 인하여 선박이 허용된 기간의 만료시점에 검사를 완료할 수 없는 경우, 우리 선급은 다음의 모든 조건으로 합의된 기한(최대 6개월, 최초 연기/연장시 최대 3개월, 추가 연기/연장시 최대 3개월)까지 선급유지상태를 허용할 수 있다. *(2021)*
(가) 기국의 승인(해당되는 경우)
(나) 선박기록의 검토
(다) 검사원이 정당하게 참석할 수 있는 이용 가능한 시설을 갖춘 첫 번째 도착항에서 지정된 검사 및/또는 기한이 지난 검사 그리고 지적사항에 대한 검사
(라) 선박의 합의된 연기 기간 동안 만족스럽게 선급을 유지할 수 있는 상태임을 확인하는 선박소유자가 제출한 증거에 대한 검토(여기서, 우리 선급은 원격검사나 수용 가능한 사진, 비디오 또는 기타 구조물/장비 상태에 대한 증거의 제출을 요구할 수 있다)
(마) 선박이 합의된 기간 동안 우리 선급의 규칙 및 규정을 준수하고, 만족스럽게 서비스를 계속할 수 있는 상태임을 알리는 선장의 진술서

이때 시행하여야 하는 검사는 그 검사를 시행하는 시기의 선령에 기초하는 것이 아니라 기한이 지난 원래 검사지정일의 검사요건에 기초하여야 하며 이후 차기 검사지정일자는 원래의 지정일로부터 산정한다. *(2021)*
만일 이러한 불가항력으로 이미 선급이 자동적으로 정지된 경우 상기조건으로 선급이 회복될 수 있다.

7. 계선 중인 선박이 기한을 지난 정기적 검사가 있는 상태에서 계선위치로부터 수리/검사/또 다른 계선장소까지 항해를 하고자 하는 경우 선박에 대한 선급정지는 보류될 수 있고, 우리 선급이 기한이 지난 검사 및 계선기간을 고려한 범위에 대하여 검사를 하고 만족한 상태에 있다는 조건으로, 계선위치로부터 수리/검사/또 다른 계선장소까지 단일직항의 평형수항해를 허용할 수 있다. 이 경우 의도하는 항해에 대한 조건이 명시된 조건부 선급증서를 발행할 수 있다. 이 요건은 계선되기 전에 이미 선급이 정지된 선박에는 적용할 수 없다. *(2020)*

8. 선택적 부기부호와 관련된 요구사항을 만족시키지 못하는 경우, 해당 부기부호에 한해서만 정지 또는 철회시킬 수 있으며, 이 경우 선급은 계속 유지된다. *(2018)*

902. 탈급 *(2021)*

1. 다음의 경우 선급위원회의 승인을 거쳐 해당선박을 탈급시킬 수 있다.
(1) 6개월 동안 선급이 정지된 경우. 다만, 계선, 해양사고에 따른 처분대기 또는 선급회복을 위한 입회 등의 경우와 같이 선박이 운항을 하지 아니하는 경우, 보다 긴 선급정지 기간을 인정할 수 있다.
(2) 선박이 전손된 것으로 보고된 경우
(3) 선박이 행방불명된 경우
(4) 선박이 폐선된 것으로 보고된 경우
(5) **2장 102.**에 규정된 선급유지를 위한 지정된 검사 시 우리 선급의 규칙에 적합하지 아니하다고 검사원이 보고한 경우
(6) 항만국통제(PSC) 검사에서 심각한 결함사항으로 인하여 출항정지된 선박
(7) 기국으로부터 협약증서가 회수된 선박 또는 특별한 사유 없이 무국적 상태로 운항하는 선박
(8) UN 안전보장이사회의 결의 등을 포함한 국제적으로 승인된 제재규정을 위반한 것으로 국제기구 또는 국가기관으로부터 공표(또는 공지)된 선박

2. 1항의 규정에도 불구하고, 선박소유자의 신청이 있는 경우 우리 선급은 해당선박을 탈급시킬 수 있다.

903. 탈급 유예 (Deferment for Class Withdrawal) *(2021)*

1. 장기간 조업 중인 어선의 경우, 검사계획서 및 조업 중임을 증명할 수 있는 서류 등을 제출할 시, 선급위원회의 승인을 거쳐 해당선박의 탈급을 유예할 수 있다.

904. 재등록

선급의 등록을 받은 선박이 탈급하였다가 재차 등록하고자 할 경우에는 선령, 선박의 현상 및 기타 사정을 고려하여 등록검사에 준한 검사를 하고 우리 선급이 합격을 인정한 때는 재등록 할 수 있다.

제 10 절 수수료

1001. 검사 수수료

1. 우리 선급의 검사원이 검사나 시험에 입회한 때는 별도로 정하는 수수료 규정에 따라 모든 검사와 재료시험 및 증서 발급에 대한 검사 수수료를 받는다.
2. 검사를 위하여 출장한 때는 여비, 검사로 인한 통신료 등 모든 경비를 받는다.
3. 정상 근무시간외 및 휴일에 검사를 한 때는 시간외 수당을 받는다.

1002. 도면심사 수수료

설계도면 및 기타 서류의 심사를 한 경우에는 별도로 정하는 수수료 규정에 따라 도면심사 수수료를 받는다.

제 11 절 불복신청

1101. 불복신청

우리 선급이 행한 검사에 대하여 선박소유자 및 조선소와 검사원간에 규정의 적용, 재료, 공작, 수리범위 등의 불복이 있을 때는 이의를 신청할 수 있다.

1102. 재검사

검사에 대한 불복이 있을 때는 우리 선급은 재검사를 실시하여야 한다.

1103. 재검사료

재검사를 한 경우의 검사 수수료는 불복신청을 한 측에서 부담한다.

제 12 절 정부규정 및 국제협약 등 요건과 검사 *(2022)*

1201. 정부규정 *(2022)*

우리 선급기술규칙에 규정되어 있지 아니한 사항에 대하여 정부의 관계 제 규정의 적용을 요구할 수 있다.

1202. 국제협약 등

1. 대한민국 및 기타 정부에 등록된 선박으로서 우리 선급에 등록된 선박 또는 등록하고자 하는 선박 중 다음의 선박은 국제만재흘수선협약, 해상인명안전협약 및 기타 관련 협약 등의 규정에 따라야 하며 우리 선급은 해당 정부의 권한의 위임에 따라 관련증서를 발행한다.
   (1) 대한민국 국적선으로서 위 협약의 적용을 받는 선박
   (2) 우리 선급이 위 협약에 의한 증서발급의 권한을 부여받은 나라의 국적을 가진 선박으로서 위 협약의 적용을 받는 선박에 대하여 협약증서 발급의 신청이 있는 경우
2. 별도의 명문규정이 없는 한 해상인명안전협약, 국제만재흘수선협약, 해양오염방지협약 및 이들 협약의 강제적인 코드에 규정된 거리는 형치수를 사용하여 계측되어야 한다.

1203. 국제선급연합회(IACS)의 통일해석(UI)

1. 우리 선급에 등록된 선박은 우리 선급이 기국을 대신하도록 위임된 인정기관인 경우 기국으로부터 다른 해석을 적용하여야 한다는 서면지시가 없는 한 국제선급연합회(IACS)의 통일해석(UI)에 명시된 시행일자 및 규정에 따라서 해당 선박, 기관 및 의장에 적용되는 국제선급연합회(IACS)의 통일해석(UI)에 적합하여야 한다.
2. 1항에 규정된 요건은 국제선급연합회(IACS)의 통일해석(UI)이 명백히 소급적용을 요구하는 경우 이외에는 소급하여 적용하지 아니한다.

제 13 절 기타의 장치 또는 설비의 등록

1301. 등록 *(2021)*

우리 선급은 신청에 따라 선박 이외에 이동식 해양굴착구조물, 이동식 해양구조물, 고정식 해양구조물, 준설선, 플로팅·독 및 기타의 장치 또는 설비에 대하여 검사를 하고 이에 합격하면 선명록에 등록하고 선급증서를 발급할 수 있다. 이 경우 표시하는 선급부호는 **지침 부록** 1-1에 따른다.

1302. 증서 및 보고서

1301.의 규정에 따라 제조중 또는 제조후등록검사를 받고 합격한 장치 또는 설비에 대한 증서 및 보고서는 **5절**의 규정을 준용한다.

1303. 제조 및 검사 【지침 참조】

이 절의 규정에 따라 우리 선급에 등록하고자 하는 장치 또는 설비에 대한 제조 및 검사에 관한 규정은 별도로 정하는 바에 따른다.

1304. 등록의 유지 【지침 참조】

이미 우리 선급에 등록된 장치 또는 설비가 우리 선급의 등록을 계속 유지하기 위하여 별도로 정하는 규정에 따라 선급 유지를 위한 지정된 검사를 받아야 한다. 이때의 검사신청은 장치 또는 설비의 소유자나 이의 관리책임자로서 소유자를 대신할 수 있는 사람이 하여야 한다.

1305. 관련규정

이 절에 따른 장치 또는 설비에 대하여는 **7절**부터 **12절**의 규정을 준용한다.

제 14 절 외부감사

1401. 외부감사

1. 기국 등 외부기관의 감사자는 우리 선급이 수행하는 선급업무가 해당 감사요건에 적합한지 여부를 평가하기 위한 감사를 할 수 있다.
2. 1항의 감사자는 감사와 관련된 선박, 조선소 또는 제조공장에의 출입을 요구할 수 있으며 이러한 경우 우리 선급은 해당 장소에 대한 감사자의 출입허가 및 필요한 지원을 요청할 수 있다.

제 15 절 기타

1501. 석면을 함유한 재료의 새로운 설치

1. 이 규정은 구조, 기계류, 전기장치 및 설비에 사용되는 재료에 적용한다.
2. 모든 선박에 대하여 석면을 함유한 재료의 새로운 설치는 금지되어야 한다. ⚓

제 2 장 선급검사

제 1 절 일반사항

101. 용어의 정의

별도의 명문규정이 없는 한 **2장** 및 **3장**에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. **검사기준일**(anniversary date)이라 함은 등록검사 또는 정기검사 완료일로부터 차기 정기검사 지정일까지의 기간 중에서 차기 정기검사를 받아야 할 날짜에 해당되는 매년의 월·일을 말한다.

2-1. **산적화물선**(bulk carrier)이라 함은 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저, 톱사이드탱크 및 호퍼사이드탱크를 가지는 구조로서 주로 건화물을 산적하여 운송하는 선박을 말하며 겸용선(combination carrier)을 포함한다. *(2020)*

2-2. **이중선체 산적화물선**(double skin bulk carrier)이라 함은 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저, 톱사이드탱크 및 호퍼사이드탱크를 가지는 구조로, 화물창은 윙탱크의 너비에 관계없이 이중선측으로 이루어지고 주로 건화물을 산적하여 운송하는 선박을 말하며 광석운반선(ore carrier) 및 겸용선(combination carrier)과 같은 형태의 선박을 포함한다. *(2020)*

단일선체/이중선체 겸용선의 경우 **3장 3절** 또는 **3장 5절**의 규정에도 따라야 한다. 광석운반선 및 겸용선은 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(규칙 11편) 적용대상에는 포함되지 않는다.

다음의 선박은 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(규칙 13편) 적용대상에는 포함되지 않는다.

- 광석운반선
- 겸용선
- 우드칩운반선
- 10톤 이상의 그랩, 동력삽(power shovel) 또는 화물창구조에 손상을 줄 수 있는 다른 수단에 의하여 하역을 하지 않는 시멘트운반선, 비산회(fly ash)운반선 및 설탕운반선
- 자체 하역기능을 가진 내저판구조의 선박 *(2020)*

2-3. **자가 하역 산적화물선**(self-unloading bulk carrier)이라 함은 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저, 톱사이드탱크, 호퍼사이드탱크 및 단일 또는 이중선측구조를 가지고 건화물을 산적하여 운송하고 화물의 하역을 위하여 본선에 컨베이어시스템을 갖추고 **규칙 7편 3장**의 요건을 만족하는 선박을 말한다. *(2021)*

3-1. **유조선**(oil tanker)이라 함은 주로 기름을 산적하여 운송하기 위하여 건조된 선박을 말하며 광석 등과 기름을 겸용하여 운송하는 선박도 포함된다.

3-2. **이중선체 유조선**(double hull oil tanker)이라 함은 주로 기름을 산적하여 운송하기 위하여 건조된 선박으로 화물탱크가 화물지역의 전 길이에 걸쳐 보이드 스페이스용 또는 평형수용의 이중선측 및 이중저로 구성된 이중선체에 의하여 보호되는 선박을 말한다. *(2020)*

4. **기름**(Oil)이라 함은 원유, 연료유, 슬러지, 폐유 및 정제유를 포함한 모든 형태의 석유를 말하며 **7편 6장 17절**에 규정된 석유화학물질은 제외한다. *(2020)*

5. **위험화학품 산적운반선**(chemical tanker)라 함은 **7편 6장 17절**에 규정된 액체화물을 산적하여 운송하는 선박을 말한다. *(2022)*

6. **탱커**(tanker)라 함은 인화성이 있는 액체화물을 산적하여 운송하는 선박을 말하며, 유조선, 광석 등과 기름을 겸용하여 운송하는 겸용선, 위험화학품 산적운반선 및 액화가스 산적운반선이 이 범주에 포함된다. *(2022)*

7. **일반건화물선**(general dry cargo ship)이라 함은 고체화물을 운송하는 총톤수 500톤 이상의 모든 일반건화물선으로서, 대상선박은 **제15절 1501. 1.** (1)항의 "적용"에 따른다. *(2022)*

8. **액화가스 산적운반선**(liquefied gas carrier)이라 함은 **7편 5장 19절**에 규정된 액체화물을 산적하여 운송하는 선박을 말한다.

9. **평형수탱크**(ballast tank)라 함은 주로 해수평형수용으로 사용하는 탱크를 말한다.

3장 2절 및 **6절**의 적용을 받는 산적화물선 및 이중선체 산적화물선의 경우, 평형수탱크라 함은 전적으로 해수평형수용으로 사용하는 탱크를 말하며 평형수겸용 화물창에 과도한 부식이 있는 경우 평형수겸용 화물창도 평형수탱크로 취

급한다. 이중선측탱크는 톱사이드탱크 또는 호퍼사이드탱크와 연결되어 있을지라도 별개의 탱크로 간주한다.
또한 **3장 3절, 4절** 및 **5절**의 적용을 받는 유조선, 위험화학품 산적운반선 및 이중선체 유조선의 경우, 평형수탱크라 함은 전적으로 해수평형수용으로 사용하는 탱크를 말한다. *(2020)*

10. **구역**(space)이라 함은 화물창, 탱크를 포함한 각각의 독립된 구획(compartment)을 말한다.
3장 2절 및 **6절**의 적용을 받는 산적화물선 및 이중선체 산적화물선의 경우, **구역**(Space)이라 함은 화물창, 탱크, 화물창에 인접하는 코퍼댐 및 보이드 스페이스, 갑판 및 선체외부를 포함한 각각의 독립된 구획(compartment)을 말한다. *(2020)*
11. **횡단면**(transverse section)에는 갑판, 선측외판, 선저외판, 내저판, 호퍼경사판, 톱사이드 경사판, 및 종격벽과 이들판에 붙어있는 종늑골 및 거더 등 종강도에 기여하는 모든 종통부재를 포함한다. 횡식 늑골구조의 선박인 경우 횡단면은 횡단면을 따라 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함한다. 화물창의 대표적인 횡단면의 예는 **그림** 1.2.1과 같다. *(2020)*

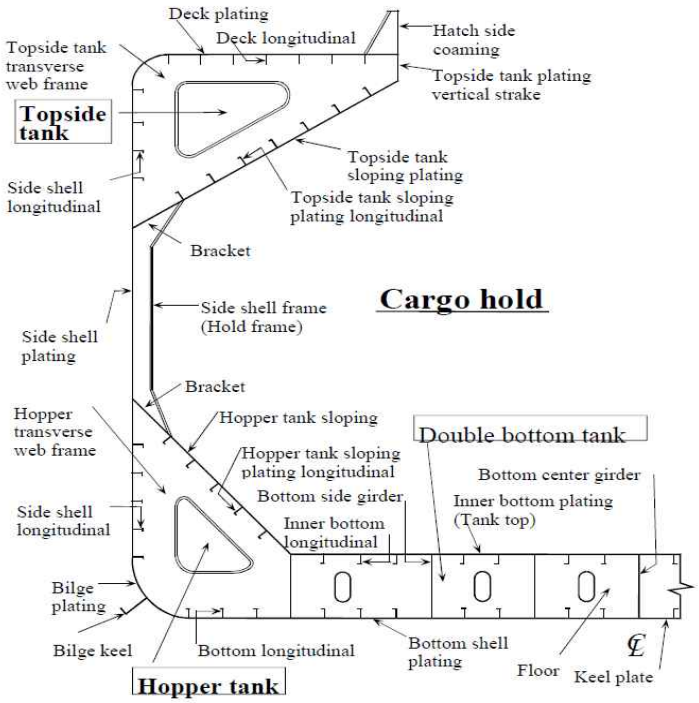


그림 1.2.1 화물창의 대표적인 횡단면 (from IACS Rec. 76)

12. **대표적인 구역/탱크**(representative space/tank)라 함은 유사한 형식과 용도를 가지며, 유사한 부식방지시스템을 하고 있는 다른 구역/탱크의 상태를 반영할 수 있는 대표적인 구역/탱크를 말한다. 대표적인 구역/탱크를 선정할 때에는 본선의 운항 및 수리기록과 식별된 구조적으로 취약한 지역 및/또는 의심지역을 고려하여 선정한다. *(2019)*
13. **의심지역**(suspect area)이라 함은 과도한 부식이 있는 지역이나 급격한 부식을 일으킬 가능성이 있다고 검사원이 인정하는 지역을 말한다. **【지침 참조】**
14. **과도한 부식**(substantial corrosion)이라 함은 두께계측에 따른 부식의 유형을 평가한 결과 부식의 정도가 우리 선급이 정한 쇠모한도 이내에 있으나 쇠모한도의 75%를 초과하여 부식된 상태를 말한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 12편** 또는 **13편**)에 의하여 건조된 선박인 경우 과도한 부식이라 함은 두께계측에 따른 부식의 유형을 평가한 결과 계측된 두께가 t_{ren}+ 0.5 mm와 t_{ren} 사이에 있는 부식된 상태를 말한다. 신환두께(t_{ren})라 함은 신환되어야 하는 구조부재의 최소허용두께(mm)를 말한다.
15. **쇠모한도를 초과한 부식**(excessive corrosion)이라 함은 두께계측에 따른 부식의 유형을 평가한 결과 부식의 정도가 우리 선급이 정한 쇠모한도를 넘어서 부식된 상태를 말하며 해당 강재는 신환되어야 한다. *(2020)*
16. **광범위한 부식**(extensive corrosion)이라 함은 고려하는 부위 중 강제 표면의 70% 이상이 피팅부식을 포함하여 심한부식(hard scale)이나 느슨한 스케일의 부식으로 얇아지는 증거를 수반한 부식된 영역을 말한다. *(2020)*
17. **현상검사**(overall survey)라 함은 선체구조의 일반적인 현상을 파악하기 위한 검사이며, 검사결과에 따라 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다.

18. **정밀검사(close-up survey)**라 함은 통상 검사원의 손이 닿을 수 있는 거리에서 선체 구조부재의 상태를 육안검사에 의하여 시행하는 세밀한 검사를 말한다.

19. **부식방지시스템(corrosion prevention system)**이라 함은 통상 전경화보호도장(full hard protective coating)을 말한다. 경화보호도장(hard protective coating)은 통상 에폭시(epoxy)도장 또는 이와 동등한 것을 말한다. 다른 도장시스템(연화도장이나 반경화도장을 말하는 것은 아님)은 제조자의 사양에 적합하게 적용되고 유지, 보수할 경우 인정할 수 있다. 여기서 연화도장이라 함은 통상 (식물성이나 석유)기름 또는 라놀린(lanolin : sheep wool grease)에 기초한 것으로서 접촉되거나 작은 기계적 충격에도 쉽게 벗겨지는 연질의 도장을 말하며, 반경화도장이라 함은 비록 접촉되거나 도장 위를 걸어 다닐 수 있을 정도로 충분히 단단하지만 건조되거나 고화된 후에도 계속하여 유연성을 가지는 도장을 말한다. *(2019)*

20. **도장상태(coating condition)**[1] 에 대한 구분은 다음과 같다. *(2020)*
   (1) 양호(good) : 점식(spot rusting)이 없거나 작은 점식만 있는 상태
   (2) 보통(fair) : 휨보강재의 가장자리와 용접 결합부에 대하여 국부적인 도막의 탈락이 있거나 또는 고려하는 부위 중 20 % 이상에 대하여 가벼운 부식(light rusting)이 있는 상태로 불량에서 정의한 것을 제외한 상태
   (3) 불량(poor) : 고려하는 부위 중 20 % 이상에 대하여 도막의 탈락이 있거나 10% 이상에 심한 부식(hard scale)이 있는 상태

   (비고) [1] 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec. 87(Guidelines for Coating Maintenance & Repairs for Ballast Tanks and Combined Cargo/Ballast Tanks on Oil Tanker) 참조. *(2020)*

21. **신속하고 완전한 수리(prompt and thorough repair)**라 함은 해당 검사 시 완료하는 영구수리로서, 검사원이 만족하고 수리와 관련하여 어떠한 지적사항도 남기지 않는 수리를 말한다. *(2020)*

22. **검사강화제도(enhanced survey programme)**라 함은 **2장**의 규정에 추가하여 화물지역 내에 있는 화물창/탱크, 펌프실, 코퍼댐, 파이프터널 및 보이드 스페이스와 모든 평형수탱크에 대한 선체구조 및 배관장치에 대하여 **3장**의 규정에 따라 강화된 검사방법을 적용하는 제도를 말한다. 또한, 해당 제도는 **3장**의 선종 중 화물지역 내에 일체형탱크를 가지는 선박에만 적용되며 **3장 102. 1**에 따라 검사를 시작하기에 앞서 선박소유자는 우리 선급과 협의하여 상세한 검사계획서(Survey Programme)를 작성하여야 한다. 추가하여 대한민국 선박안전법을 적용받는 선박의 경우 **19절 1901.**의 요건도 만족해야 한다. *(2021)*

23. **구조적으로 취약한 지역(critical structural area)**이라 함은 계산으로부터 감시가 요구되는, 또는 본선이나 이용가능한 경우 유사한 선박 또는 동형선의 운항기록으로부터 선박의 구조적 보전성을 해칠 수 있는 균열, 좌굴, 변형 또는 부식에 민감하다고 식별된 위치를 말한다.

24. **특별고려(special consideration or specially considered)**라 함은 (정밀검사 및 두께계측과 관련하여) 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기 위하여 충분한 정밀검사 및 두께계측을 시행하는 것을 말한다.

25. **공기관헤드(air pipe head)**
   노출갑판 상에 설치된 공기관헤드라 함은 건현갑판 또는 선루갑판 상부로 연장된 공기관헤드를 말한다.

26-1. **건화물을 운반하는 선박의 화물지역 (Cargo length area, ship carrying dry cargo)**이라 함은 모든 화물창과 화물창에 인접하는 연료유탱크, 코퍼댐, 평형수탱크, 파이프터널, 및 보이드 스페이스를 포함한 선박의 부분을 말한다. *(2020)*

26-2. **액체를 산적하여 운반하는 선박의 화물지역(Cargo area, ship carrying liquid cargo in bulk)**이라 함은 화물탱크, 슬롭탱크 및 화물탱크에 인접하는 화물/평형수 펌프실, 압축기실, 코퍼댐, 평형수탱크 및 보이드 스페이스 그리고 이들 장소가 있는 갑판구역을 포함한 선박의 부분을 말한다. *(2020)*

27. **일반부식**(general corrosion or overall corrosion or uniform corrosion)이라 함은 코팅되지 않은 탱크 내부 표면 또는 코팅이 완전히 열화된 탱크 표면에서 균일하게 발생할 수 있는 비보호 녹으로 나타난다. 녹의 스케일은 끊어짐으로써 신선한 금속이 부식에 노출되지만 과도한 손실이 발생할 때까지 두께를 육안으로 판단 할 수 없다. 일반부식은 **그림** 1.2.2과 같다. *(2020)*

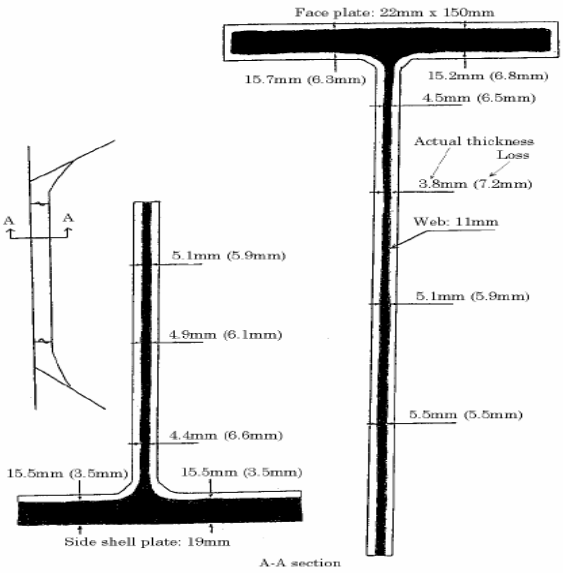


그림 1.2.2 **일반부식** (from IACS Rec. 76)

28. **피팅부식**(pitting corrosion)은 주위의 일반부식보다 많이 국부적으로 쇠모된 산재한 부식점 및/또는 부식된 부분을 말한다. 피팅강도는 **그림** 1.2.3과 같다. *(2020)*

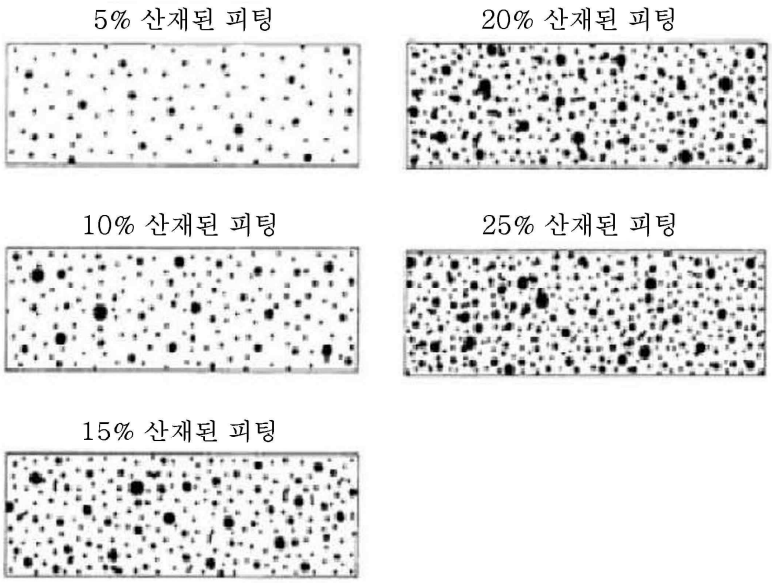


그림 1.2.3 **피팅강도**

29. **단부부식(edge corrosion)**은 판, 보강재 및 1차 지지부재의 자유변과 개구 주위의 국부적인 부식을 말한다. 단부부식의 예는 **그림 1.2.4**와 같다. *(2020)*

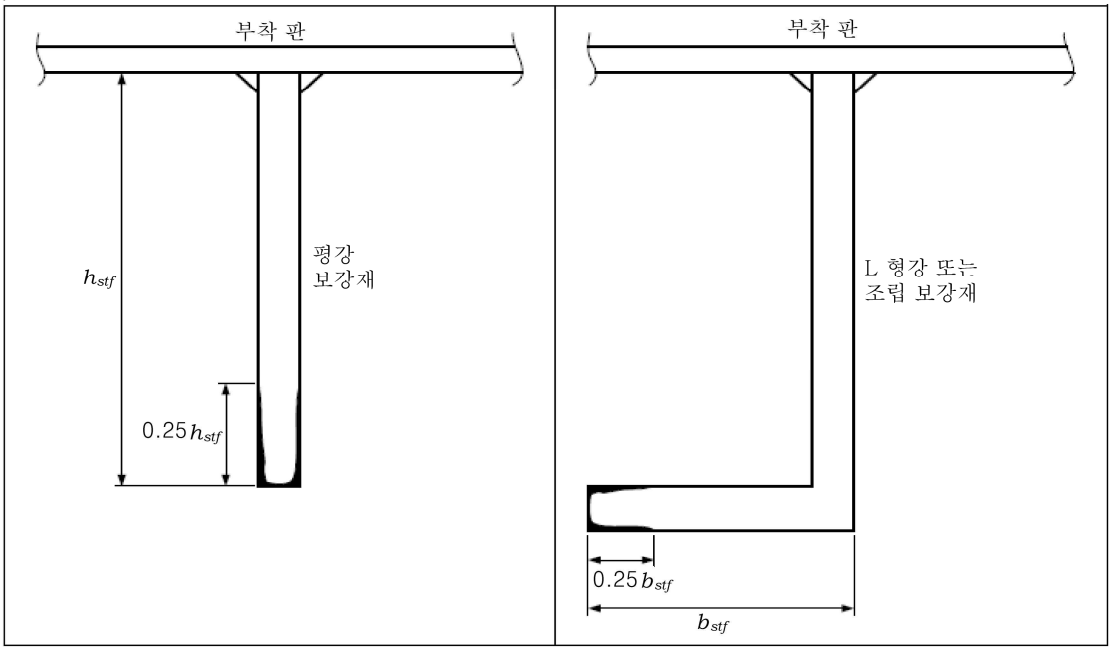


그림 1.2.4 단부부식

30. **홈부식(grooving corrosion)**은 보강재나 판의 버트(butt)나 심(seam)에 있거나 인접한 보강재와의 용접연결부 주위에 있는 전형적인 국부쇠모를 말한다. 홈부식의 예는 **그림 1.2.5**과 같다. *(2020)*

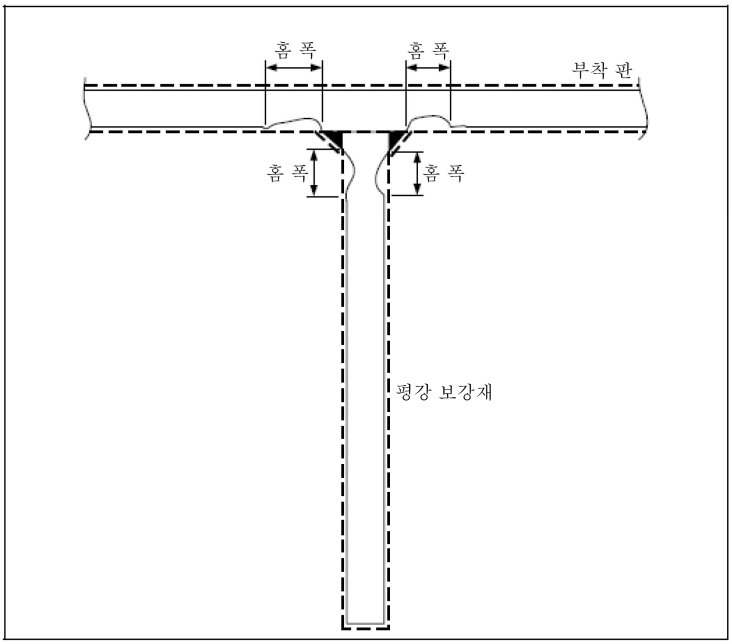


그림 1.2.5 홈부식

31. **선박의 길이(L)**라 함은 만재흘수선 상에서 선수재의 전단으로 부터 타주가 있는 선박은 타주의 후단까지, 타주가 없는 선박에서는 타두재의 중심까지의 거리(m)를 말한다. L은 만재흘수선상 최대 길이의 96% 미만이어서는 아니 되며 97%를 넘을 필요는 없다.(**규칙 3편 1장 1절 102.** 참조) *(2017)*

32. **원격검사기술**(Remote Inspection Techniques, RIT) *(2019)*
원격검사기술이라 함은 검사원의 직접적이고 물리적인 접근 없이 구조물의 모든 부분을 검사할 수 있는 기술을 말한다.(국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec.42 참조)

33. **원격검사**(Remote Survey)라 함은 검사원이 선박에 직접 입회하여 검사하는 대신에 우리 선급이 선박 소유자가 제출한 전자파일 형태(사진, 비디오, 문서 사본 등)의 자료를 검토하고, 필요한 경우 실시간 영상으로 해당 선박과 통신하여 수행하는 검사를 말한다. 이러한 원격검사를 인정하는 제도를 원격검사제도라 한다. *(2019)*

34. **평형수겸용 화물탱크**(combined cargo /ballast tank)라 함은 선박운항의 일상적인 부분으로서 화물 또는 평형수의 운송에 사용되는 탱크를 말하며 평형수탱크로 취급한다. 해양오염방지협약(MARPOL) 부속서 I 제4장 18.3규칙에 따라서 예외적인 경우에 한하여 평형수를 운송할 수 있는 화물탱크는 화물탱크로 취급한다. *(2020)*

35. **일체형탱크**(integral tank or tank of integral(structural) type)라 함은 선체구조의 일부를 구성하고, 인접하는 선체구조에 응력을 주는 하중에 의하여 인접하는 구조와 같은 영향을 받는 탱크를 말한다. *(2020)*

36. **독립형탱크**(independent tank)라 함은 자기지지형 탱크로서 선체구조를 구성하지 아니하고 또한 선체강도상 필요로 하지 않는 것을 말한다. *(2020)*

37. **멤브레인탱크**(membrane tank)라 함은 인접하는 선체구조에 의하여 단열재를 통하여 지지된 얇은 막으로 구성되는 비자기지지형의 탱크를 말한다. *(2020)*

38. **세미멤브레인탱크**(semi-membrane tank)라 함은 적재상태에 있어서 비자기지지형의 탱크로서 인접하는 선체구조에 의하여 단열재를 통하여 지지되는 부분과 하나의 막으로 구성되는 탱크를 말한다. *(2020)*

39. **강력갑판**(strength deck)이라 함은 선박의 길이의 어느 곳에서나 외판이 달하는 최상층의 갑판을 말한다. 다만, 저선수미루를 제외하고는 길이가 0.15L이하인 선루가 있는 곳에서는 선루갑판 바로 아래의 갑판을 그 곳의 강력갑판으로 간주한다. 설계상의 형편에 따라서 길이가 0.15L을 넘는 선루가 있는 곳에서도 선루갑판의 바로 아래의 갑판을 강력갑판으로 간주할 수 있다. *(2020)*

40. **건현갑판**(freeboard deck)라 함은 일반적으로 최상층 전통갑판을 말한다. 다만, 최상층 전통갑판의 노출부에 상설 폐쇄장치를 갖지 아니한 개구가 있는 경우에는 그 갑판 바로 아래의 전통갑판을 말한다. 일반적이지 않은 형상의 건현갑판에 대하여는 **규칙 3편 1장 114.**를 참조한다. *(2020)*

41. **현측후판**(sheer Strake)이라 함은 선측외판의 최상부판을 말한다. *(2020)*

42. **선루**(superstructure)라 함은 건현갑판 상에 설치되고 상부에 갑판을 갖는 구조물로서 선측으로부터 선측까지 이르거나 또는 선측외판으로부터 0.04 B_f 넘지 아니하는 위치에 그 측판을 가지고 있는 것을 말하며 저선미루는 선루로 간주한다. *(2020)*

43. **갑판실**(deck house)이라 함은 건현갑판 또는 선루갑판에 상에 설치된 상부에 갑판을 가지고 있는 구조물로서 선루의 정의에 맞지 않는 구조를 말하다. *(2020)*

44. **스트레이크**(Strake)라 함은 종/횡 방향으로 이어진 외판, 갑판, 격벽 등의 단위 판을 말한다. *(2021)*

45. **바람 및 물막이 스트레이크** (Wind and Water Strakes)라 함은 평형수 흘수선과 만재흘수선 사이에 있는 선측외판의 스트레이크로서 통상 만재 흘수선(load waterline) 부근에 위치한 2개의 스트레이크 이며, 선박의 트림으로 인해서 스트레이크는 선박 길이에 따라 다를 수 있다. 바람 및 물박이 스트레이크의 예는 **그림 1.2.6**와 같다. *(2020)*

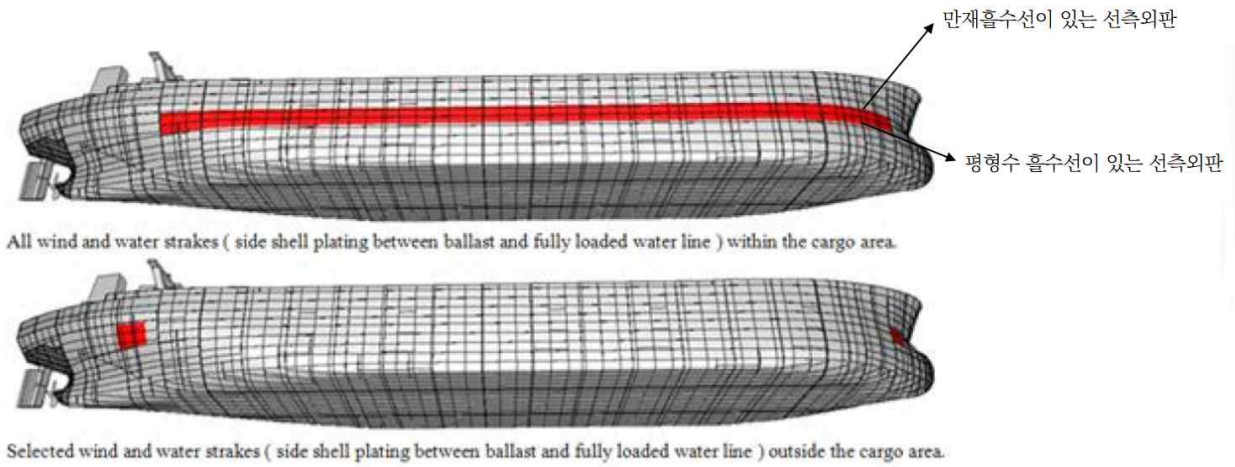


그림 1.2.6 바람 및 물막이 스트레이크(from the IACS Rec. 96)

46. **터릿계류(turret mooring)**라 함은 선박이 바람 및 파도의 방향에 따라 터릿을 중심으로 회전운동을 할 수 있는 계류방식이다. 펼침방식의 계류장치(spread mooring system)에 의해 해저에 정박된다. *(2020)*
47. **터릿구획(turret compartments)**이라 함은 분리 가능한 터릿계류장치의 회수 및 분리를 위한 설비와 기기, 고압용 유압조작장치, 화재방화설비 및 화물이송용 밸브를 포함하는 구역 및 트렁크를 말한다. *(2020)*

102. 검사구분

선급에 등록한 후 선급을 계속 유지하기 위하여 다음의 검사를 받는 것을 조건으로 한다.

(1) 정기검사
(2) 중간검사
(3) 연차검사
(4) 입거검사
(5) 프로펠러축 및 선미관축 등의 검사
(6) 보일러검사
(7) 계속검사(예방정비제도에 따른 검사 포함)
(8) 임시검사
(9) 개조검사

103. 검사의 중복

정기적인 검사를 받아야 하는 경우 해당검사 종류보다 상위의 검사를 해당검사의 검사시기 또는 그 전에 받을 때는 해당검사는 하지 아니한다.

104. 상위의 검사 【지침 참조】

정기적인 검사에 있어서 특히 검사원이 필요하다고 인정하는 사항 또는 선박소유자의 신청이 있는 사항에 대하여는 상위의 검사에 준한 검사를 할 수 있다.

105. 계선 *(2018)*

1. 등록된 선박을 계선을 하고 우리 선급에 통보를 하는 경우, 계선기간 동안 선급유지를 위한 통상의(normal) 정기적 검사는 하지 아니한다.
2. 계선을 시작할 때에는 **지침 부록** 1-17에 따라 계선 검사를 받아야 한다. *(2021)*
3. 계선하였던 선박을 다시 운항하고자 할 때에는 **지침 부록** 1-17에 따라 재운항 검사를 받아야 한다. *(2021)*
4. 만약 선박소유자가 선박이 계선상태임 통지하지 않거나 이 조의 검사를 받지 않을 경우, **1장 9절** 901.의 요건에 따라서 지정일까지 지정된 검사를 받지 않을 경우 선급 정지 또는 탈급될 수 있다.
5. 선주의 요청이 있는 경우, **지침 부록** 1-17에 따라 승인된 계선유지 프로그램에 따른 검사를 시행하고 계선증명서를 발급할 수 있다. *(2021)*

106. 시험

1. 정기적인 검사에 있어서 선박의 속력 또는 안전에 관한 사항에 영향을 주는 수리 또는 변경이 생겼을 때는 속력시험 및 경사시험을 한다.
2. 주기 및 보기 또는 조타장치에 대하여 "중대한 수리"를 하였을 때는 검사원이 해상시운전을 요구할 수 있다. *(2021)*

   비고 : "중대한 수리"라 함은 주기관 또는 보조기관의 교체, 주기관 또는 보조기관 출력의 10% 이상 변경, 프로펠러의 형상 또는 주요치수 변경 및 조타장치 교체 또는 조타능력 변경 등과 같이 선속 또는 조타성능에 영향을 줄 수 있는 수리를 말한다.

3. 2항에서 명시한 중대한 수리가 추진장치의 응답특성에 영향을 미친다고 우리 선급이 판단한 경우, 해상 시운전의 범위는 장비 또는 장치가 신조선에 설치되는 경우에 요구되는 것에 기반한 후진 응답특성에 대한 시험계획을 포함하여야 한다. 후진 시험요건은 **규칙 5편 1장** 103.의 5항을 적용한다. 시험은 최소한 추진장치의 조종 범위에 걸쳐 그리고 모든 제어위치로부터 전진 및 후진 방향에 대하여 실제 운전조건에서의 장비 또는 장치에 대해 만족스러운 운전을 검증하여야 한다. 수리의 실제 범위에 따라서 선급은 시험 계획의 감소를 인정할 수 있다. *(2018)*

107. 수리

1. 검사원이 검사결과 수리의 필요를 지적할 때는 검사원은 신청자에게 그 사유를 통고하며, 이 통지를 받은 신청자는 수리 중 검사원의 임검을 받아야 한다.
2. 허용한도를 넘어선 쇠모에 의해서 좌굴, 홈, 이탈 또는 파괴 등의 손상이 있는 경우 또는 광범위한 지역(areas)의 쇠모가 허용한도를 초과하여 "선체구조, 수밀 또는 풍우밀의 보전성에 영향을 주거나 영향을 줄 수 있다고 검사원이 판단하는 경우"에는 신속하고 완전한 수리를 하여야 한다. 이 경우 고려하여야 하는 지역(areas)은 다음을 포함하여야 하며, 보다 구체적인 지역(areas)은 **부록 1-18**을 참조한다. *(2021)*

(1) 선측외판 늑골, 그 단부고착부재 및 인접외판
(2) 갑판구조와 갑판
(3) 선저구조와 선저외판
(4) 수밀 또는 유밀격벽
(5) 창구덮개 및 창구코밍
(6) 202.의 1항 (1)호 (바), (사) 및 (6)호에 규정된 항목
(7) 산적화물선 및 이중선체 산적화물선인 경우;
- 선저구조와 선저외판
- 선측구조와 선측외판
- 갑판구조와 갑판
- 내저판구조와 내저판
- 내측구조와 내측판
- 수밀 또는 유밀격벽
- 창구덮개 및 창구코밍
- 통풍통을 포함하여 연료유 및 통풍관장치

(8) 유조선, 위험화학품 산적운반선 및 이중선체 유조선인 경우;
- 선저구조와 선저외판
- 선측구조와 선측외판
- 갑판구조와 갑판
- 수밀 또는 유밀격벽
- 창구덮개 및 창구코밍, 있는 경우

비고 : "선체구조, 수밀 또는 풍우밀의 보전성에 영향을 주거나 영향을 줄 수 있다고 검사원이 판단하는 경우"라 함은 선체구조에 좌굴, 홈, 이탈 또는 파괴 등의 손상이 발생하거나 수밀 또는 풍우밀 보전성을 상실하여 본선이 의도하는 항해나 운용을 안전하게 수행할 수 없다고 검사원이 판단하는 경우를 말한다.

3. 적절한 수리 시설이 없는 지역인 경우 수리 항까지의 항해를 허용할 수 있다. 이러한 경우에 화물의 양하 또는 이러한 항해를 위한 임시수리를 요구할 수도 있다.
4. 또한 검사 결과 구조적 결함 또는 부식이 발견되어 "검사원이 판단하기에 이러한 결함이 본선의 항행적합성을 저해한다고 인정되는 경우" 본선의 운항 전에 보수조치가 수행되어야 한다. *(2021)*

비고 : "검사원이 판단하기에 이러한 결함이 본선의 항행적합성을 저해한다고 인정되는 경우"라 함은 검사결과 발견된 결함 및/또는 부식으로 인하여 본선이 의도하는 항해나 운용을 안전하게 수행할 수 없다고 검사원이 판단하는 경우를 말한다.

5. 2항에 명시된 선체구조에서 발견된 손상이 격리된 것이고 선체구조의 보전성에 영향을 미치지 아니하는 국부적인 것인 경우(예를 들면, 크로스데크스트립 내의 작은 구멍), 검사원은 주위구조에 대하여 평가를 한 후 국제선급연합회(IACS)의 절차요건(PR) No.35(Procedure for Imposing and Clearing Condition of Class)에 따라 풍우밀 또는 수밀보전성을 다시 확보하기에 적합한 임시수리를 하고 이후 영구수리를 완료하고 선급을 계속 유지할 수 있도록 기한을 정하여 이와 관련된 지적사항을 지정할 수 있다. *(2020)*
6. **항해 중 수리**

(1) 선급유지에 영향을 주거나 줄 수 있는 선체, 기관장치 또는 설비 등에 대한 수리를 선원이 항해 중에 실시하고자 할 경우에는 사전에 계획되어야 하고 수리의 범위 및 검사원의 입회 등을 포함한 수리절차를 우리 선급에 제출하

여 승인을 받아야 하며, 수리절차에 대하여는 우리 선급에서 별도로 정하는 바에 따른다. 다만, "긴급을 요하는 위급상황"인 경우 즉시 비상수리를 하여야 한다. 이러한 수리는 본선의 항해일지에 기록되어야 하고 추가 검사여부를 판단하기 위하여 우리 선급에 제출되어야 한다. *(2021)*

비고 : "긴급을 요하는 위급상황"이라 함은 선박의 조종, 생존, 해양오염 및 화물의 보호에 직접적인 영향을 주거나 줄 수 있는 경우를 말한다.

(2) 선급의 승인을 요구하지 아니하는 선체, 기관 및 의장에 대하여 제조자의 권고절차 및 해운관례에 따라서 정비보수 또는 개방을 하는 경우에는 그러하지 아니하다. 그러나 이러한 정비보수 또는 개방에 따른 수리가 선급유지에 영향을 주거나 줄 수 있는 경우 본선의 항해일지에 기록되어야 하고 추가검사여부를 판단하기 위하여 입회 검사원에게 제출되어야 한다.

108. 부재의 쇠모한도

선체 각 부재의 두께나 의장품의 치수 등이 쇠모한도를 넘는 경우에는 그 부재의 건조 당시의 치수 또는 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 치수"의 새 것으로 교체하여야 한다. 다만, 건조 시에 규정을 상회하는 치수를 사용하는 경우 또는 "우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우"에는 쇠모의 위치, 범위 및 종류 등에 따라서 적절히 참작할 수 있다. *(2021)*

비고 : "우리 선급이 적절하다고 인정하는 치수" 또는 "우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우"라 함은 **규칙 2편** 및 **3편 등의 선급기술규칙** 요건을 만족하는 경우를 말한다.

109. 검사계획회의 및 안전회의 *(2018)*

1. 검사 전 및 검사 중 본선에서의 검사원과 선박소유자간의 긴밀한 협조 및 적절한 준비는 안전하고 효과적인 검사를 위하여 기본적인 사항이다. 본선에서 검사를 하는 동안 안전회의를 정기적으로 개최하여야 한다.
2. 안전하고 효과적인 검사를 위하여 정기, 중간 또는 연차검사를 시작하기에 앞서 검사원, 선박소유자, 해당되는 경우 두께계측요원/그 외의 전문공급자 및 선장 또는 선장이나 회사에 의하여 지명되고 "적절히 자격을 갖춘 대리인"은 검사계획서(ESP 선박만 해당됨) 또는 해당 검사와 관련하여 계획된 모든 준비가 제대로인지 확인하기 위하여 검사계획회의를 개최하여야 한다. *(2021)*

   비고 : "적절히 자격을 갖춘 대리인"이라 함은 본선의 사관을 말한다.

3. 검사계획회의에서 다루어야 하는 항목은 다음과 같다.
   (1) 본선일정(예를 들면, 출항, 입거 및 하거, 접안기간, 하역 및 평형수작업, 등)
   (2) 검사 범위 및 내용, 검사종류에 따른 본선 준비사항 등 확인
   (3) 본선 책임자로부터 선체, 기관, 의장 전반에 대한 이상 유무 등 검사 참고사항 청취
   (4) 검사의 진행 순서, 검사 요구사항 및 필요시 단계별 검사입회 항목 협의
   (5) 두께계측 관련(해당되는 경우)
      (가) 두께계측을 위한 설비 및 준비(예를 들면, 접근, 청소/녹제거, 조명, 환기, 개인안전)
      (나) 두께계측범위
      (다) 허용쇠모한도
      (라) 도장상태 및 의심지역/과도한 부식지역을 고려한 정밀검사 및 두께계측 범위
      (마) 두께계측의 시행
      (바) 전반적 및 비균일 부식/피팅이 발견된 경우 대표적인 계측값의 선정 *(2022)*
      (사) 과도한 부식지역의 도해
      (아) 발견사항과 관련하여 검사원, 두께계측요원 및 선박소유자 사이의 연락
   (6) 그 외 필요한 항목

110. 두께계측 절차 *(2021)*

1. 우리 선급이 자체적으로 두께계측을 하지 않는 경우 검사원이 승선하여 계측과정을 통제하기 위하여 필요한 범위까지 입회하여야 한다. 이 경우 두께계측과정의 통제방법에 대하여는 **지침 부록 1-5**에 따른다.

2. 두께계측은 통상적으로 초음파 계측기를 이용하여 시행하며, 검사원이 요구하는 경우 장비의 정확성이 입증되어야 한다. 두께계측은 검사강화제도 적용대상이 아닌 총톤수 500톤 미만의 선박 및 모든 어선에 대한 두께계측을 제외하고 **전문공급자 승인 지침**에 따라 우리 선급의 승인을 받은 두께계측업자에 의하여 시행되어야 한다. *(2019)*
3. **두께계측 및 정밀검사**
   모든 종류의 검사, 즉 정기, 중간, 연차 또는 이와 같은 검사사항을 가지는 기타검사에서 정밀검사가 요구되는 지역의 구조에 대한 두께계측은, **표 1.2.9, 표 1.2.11, 표 1.3.2, 표 1.3.5, 표 1.3.8, 표 1.3.11** 및 **표 1.3.14**에서 요구되는 경우, 정밀검사와 동시에 시행하여야 한다. *(2019)*
   검사원은 정밀검사의 대체수단으로 원격검사기술(RIT)을 고려할 수 있다. 원격검사기술을 이용하여 실시된 검사결과는 규칙에서 요구하는 요건에 만족하여야 한다. *(2017)*
   정밀검사의 대체수단으로 원격검사기술을 이용 시 요구되는 두께계측을 실시할 수 없을 경우, **표 1.2.9, 표 1.2.11, 표 1.3.2, 표 1.3.5, 표 1.3.8, 표 1.3.11** 및 **표 1.3.14**에서 요구하는 두께계측을 위한 임시접근수단이 제공되어야 한다. *(2019)*
   우리 선급은 강 이외의 재료인 FRP, Aluminum Alloy, 스테인리스강(다만, 클래드강판은 제외) 등과 같은 내식성 재료로 건조된 선체구조 부재 및 파이프에 대하여는 두께계측을 생략할 수 있다. *(2022)*
4. 모든 경우에 있어서 두께계측의 범위는 실제평균상태를 나타내기에 충분해야 한다.
5. 두께계측기록을 제출하여야 한다. 두께계측기록에는 계측위치, 해당 계측점의 원래두께 및 계측된 두께가 포함되어야 한다. 또한 계측일자와 계측장비의 형식, 계측자의 이름 및 자격, 계측자의 서명이 있어야 한다. 두께계측기록은 **지침 부록1-5**의 규정에 따라야 한다.
6. 검사원은 최종두께계측기록을 검토하고 해당페이지에 서명하여야 한다.

111. 두께계측에 대한 허용기준 *(2019)*

두께계측의 허용기준은 지침 부록 1-5의 표 1 및/또는 별도의 요건이 있는 경우 해당 요건(예를 들면, 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S21A(Evaluation of Scantlings of Hatch Covers and Hatch Coamings and Closing Arrangements of Cargo Holds of Ships, S21A applies for ships contracted for construction on or after 1 July 2012, Rev.1 of UR S21A applies for ships contracted for construction on or after 1 July 2016.)에 따른다.

112. 원격검사기술 (Remote Inspection Techniques, RIT) *(2019)*

1. 원격검사기술(RIT)은 일반적으로 정밀검사에서 얻을 수 있는 정보를 제공하여야 한다. 원격검사기술에 의한 검사는 아래의 요건을 포함하여 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec42(Guidelines for Use of Remote Inspection Techniques for surveys) 및 **원격검사기술 지침**의 요건에 따라 수행되어야 한다. 이러한 요건들은 검사에 앞서 제출되어야 하는 원격검사기술의 시행계획서에 포함되어야 하며 이 계획서는 선급에 의하여 승인되어야 한다. *(2021)*
2. 원격검사기술과 관련된 검사를 관찰하고 보고하는 장비와 절차는 원격검사기술의 검사에 앞서 관련 당사자들과 논의하고 합의해야 하며, 모든 장비가 설정, 교정 및 점검될 수 있도록 적절한 시간이 허용되어야 한다.
3. 원격검사기술을 정밀검사의 대체수단으로 이용 시, 우리 선급이 자체적으로 원격검사기술을 실시하지 않는 경우 **전문공급자 승인 지침**에 따라 우리선급의 승인을 받은 원격검사기술에 종사하는 전문공급자에 의하여 시행되어야 하며 담당검사원이 입회하여야 한다.
4. 원격검사기술에 의하여 검사할 선체구조는 실질적인 검사가 되도록 충분히 깨끗해야 하며, 시야(Visibility) 또한 실질적인 검사가 되기에 충분해야 한다. 구조에 대한 방향설정 방법은 검사원이 양호하다고 인정해야 한다.
5. 그림 표현을 포함한 자료제시 방법 또한 검사원이 양호하다고 인정해야 하며 검사원과 원격검사기술 작업자 사이에 양호한 양방향 통신수단이 제공되어야 한다.
6. 만약 원격검사기술에 의한 검사 시 주의를 요하는 손상이나 결함이 식별되는 경우, 담당검사원은 원격검사기술이 아닌 전통적인 검사방법을 요구할 수 있다.

113. 공동선급선의 경우 *(2021)*

1. 각 선급은 공동선급간에 채택된 양자 협정에 따라 다른 선급을 대신한다. 이 협정에는 각 선급의 업무 범위가 명확하게 정해져야 한다. *(2021)*
2. 각 선급은 협정대로 다른 선급이 대신하여 수행한 업무가 완료되었는지 검토해야 한다. *(2021)*
3. 공동선급선의 유지(정기적 검사 등)시 업무절차는 별도로 정하는 지침에 따른다.
4. 공동선급선이라고 할지라도 문서화된 협정이 없는 선박은 중복선급선으로 취급한다. *(2021)*

114. 검사준비 *(2019)*

1. 검사조건(Conditions for survey)

(1) 선박소유자는 검사 시 안전을 위하여 필요한 설비를 제공하여야 한다.

(2) 탱크 및 구역들은 가스를 제거하고 환기 및 조명을 하여 출입에 안전하도록 하여야 한다.

(3) 검사 및 두께계측을 위한 그리고 상세한 시험을 위한 검사준비에 있어서 모든 구역은 표면의 모든 부식침전물제거를 포함하여 청소되어야 한다. 구역들은 부식, 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함 등이 노출되도록 물, 녹, 오물, 기름잔류물 등을 충분히 제거하여야 한다. 그러나 이미 선박소유자가 신환하기로 결정한 구조지역은 신환 부위 결정에 필요한 범위만 청소하고 부식을 제거할 수 있다.

(4) 검사 시 부식, 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함 등이 잘 보이도록 충분한 조명설비를 하여야 한다.

(5) 연화도장 또는 반경화도장을 적용한 곳에는 검사원이 도장의 유효성을 검증할 수 있도록 또한 도장의 탈락(spot removal)을 포함한 내부구조의 현상을 파악하기 위한 안전한 접근설비를 제공하여야 한다. 만일 안전한 접근설비를 제공할 수 없다면 연화도장 또는 반경화도장은 제거되어야 한다.

(6) 케이싱, 내장판 또는 라이닝 및 헐거워진 방열재가 있는 경우 판 및 늑골을 검사하기 위하여 검사원이 요구하는 만큼 떼어내야 한다. 갑판콤퍼지션은 두드려서 검사하여야 하고 판에 만족스럽게 접착되어있다면 떼어낼 필요는 없다. **【지침 참조】**

(7) 냉장화물구역의 대표적인 위치에서 방열재 뒤의 도장상태를 검사하여야 한다. 이 검사는 보호도장의 유효성 및 육안으로 구조적 결함이 없음을 확인하는 것으로 축소할 수 있다. 도장이 불량한 상태인 경우 "검사원이 필요하다고 인정하는 범위"까지 검사를 확대하여야 한다. 도장의 상태는 보고되어야 한다. 만일 검사 도중 변형, 스크래치 등이 외판의 바깥쪽으로부터 발견된 경우 판 및 인접한 늑골까지 검사를 확대하기 위하여 검사원이 요구하는 만큼 그 부위의 방열재를 떼어내야 한다. *(2021)* **【지침 참조】**

비고 : "검사원이 필요하다고 인정하는 범위"라 함은 방열재 뒤 불량한 상태인 도장의 범위를 결정하기 위하여 필요한 방열재의 범위를 말한다.

2. 선체구조부재로의 접근(Access to structures)

(1) 검사 시 검사원이 안전하고 실질적인 방법으로 선체구조에 대한 검사를 할 수 있는 수단을 제공하여야 한다.

(2) 화물창 및 평형수탱크의 검사를 위하여 다음 중 한 가지 이상의 검사원이 적합하다고 인정하는 접근설비를 제공하여야 한다.

(가) 영구적으로 설치한 발판 및 통로
(나) 임시발판 및 통로
(다) 전통적인 체리피커와 같은 유압승강장치, 승강기 및 이동식 플랫폼
(라) 보트 또는 뗏목
(마) 기타 동등한 장비

(3) 검사가 원격검사기술에 의하여 실행될 경우, 검사원이 승인한 다음의 하나 또는 그 이상의 접근을 위한 장비가 제공되어야 한다. *(2017)*

(가) 무인 로봇 팔(Unmanned robot arm)
(나) 무인잠수정(Remote Operated Vehicles, ROV)
(다) 무인비행장치(Unmanned Aerial Vehicles) / 드론(Drones)
(라) 그 외 선급에서 인정하는 장비

3. 검사장비 *(2018)*

(1) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 결함 부위를 찾아낼 수 있도록 다음 중 한 가지 이상의 방법에 대한 검사준비를 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

(가) 방사선투과시험
(나) 초음파탐상시험
(다) 자분탐상시험
(라) 액체침투탐상시험

4. 해상 부양상태에서의 검사[1] *(2020)*

(1) 검사원이 선내에 있는 사람으로부터 필요한 지원을 받을 수 있는 경우 해상 부양상태에서의 검사를 인정할 수 있다. 검사를 시행하는 데 필요한 주의 및 절차는 1항, 2항 및 3항에 따른다.

(2) 검사 시 탱크 또는 구역 내에 있는 검사원과 갑판상의 책임사관 사이에 서로 연락할 수 있는 통신장비를 준비하여야 한다. 보트와 뗏목을 이용하여 검사하는 경우 평형수펌프 취급자와도 연락할 수 있는 통신장비가 있어야 한다.

(3) 검사 시 보트 또는 뗏목을 사용할 경우에는 검사에 직접 관련되는 모든 인원에게 구명동의를 제공하여야 한다. 보트와 뗏목은 한쪽의 공기실이 파손된 경우에도 충분한 여유 부력과 복원성을 가지는 것으로서 안전 점검표에 따라 점검이 된 것이어야 한다.

(4) 보트 또는 뗏목을 이용한 탱크검사는 일기예보와 예상되는 해상상태에 따른 선체운동을 감안하고 안전장비 등을 고려하여 검사원이 충분히 안전하다고 인정하는 경우에 한하여 실시할 수 있다. **【지침 참조】**

(비고) [1] 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec. 39(Safe Use of Rafts or Boats for Survey) 참조. *(2020)*

115. 군용상선에 대한 특별고려 *(2019)*

정부가 소유 또는 임차하여 군사작전 또는 병역의 지원에 사용되는 상선에 대하여는 이 장의 관련 조항을 적용함에 있어서 특별고려를 할 수 있다.

116. 반경화도장이 적용된 평형수탱크에 대한 내부검사 *(2019)*

반경화도장과 관련된 요건에 있어서 평형수탱크에 반경화도장이 이미 적용된 경우 2010년 7월 1일 이후 시행되는 정기검사 또는 중간검사 중 빠른 검사 시부터는 이러한 평형수탱크에 대하여 매년 시행하여야 하는 내부검사를 면제하는 것을 허용하지 아니한다.

제 2 절 연차검사

201. 검사시기

1. 연차검사는 매 검사기준일의 전후 3개월 이내에 시행한다.
2. 선박소유자의 요청에 따라 연차검사를 검사기준일로부터 3개월 보다 앞당겨 받은 경우에는 해당검사 완료일로부터 3개월이 되는 날을 새로운 검사기준일로 설정하고 새로운 검사기준일에 의거 차기 검사일을 지정한다.
3. 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다. *(2018)*

202. 선체, 의장 및 소방설비

1. 검사는 가능한 범위까지 선체, 창구덮개, 창구코밍, 폐쇄장치, 의장 및 관련 배관장치 등이 해당 규칙요건에 따라 유지된다는 것을 검증하기 위한 검사로 이루어진다. *(2022)*

(1) 노천갑판, 수선상부 선측외판, 창구덮개 및 코밍의 검사

(가) 전회 검사 이후 창구덮개, 창구코밍, 고박설비 및 폐쇄장치에 대하여 변경사항이 있는지의 여부

(나) 기계식 강재 창구덮개가 설치된 경우 다음 해당항목에 대하여 만족한 상태인지의 점검

(a) 창구덮개
(b) 폐쇄장치(개스킷, 개스킷립, 압축봉, 배수로 등)
(c) 클램핑장치, 지지대, 클리트, 체인 또는 로프풀리
(d) 가이드, 가이드레일 및 트랙휠, 스토퍼 등
(e) 와이어, 체인, 집시(gypsy), 장력장치
(f) 폐쇄 및 고박에 필요한 유압장치
(g) 안전 잠금장치 및 지지장치

(다) 이동식 창구덮개, 목재 창구덮개 또는 강재 폰툰덮개가 설치된 경우 다음 해당항목에 대하여 만족한 상태인지의 점검

(a) 목재 창구덮개 및 이동식 보, 이동식 보의 해치빔받침(carrier) 또는 소켓 및 그 고박장치
(b) 강재 폰툰, 타폴린
(c) 클리트, 배튼 및 웨지
(d) 창구덮개 고정 바(bar)와 고박장치
(e) 로딩패드 및 바(bar), 측판 모서리
(f) 가이드플레이트 및 촉(chock)
(g) 압축봉, 배수로 및 배수관(있는 경우)

(라) 해당되는 경우 창구코밍판 및 보강재의 상태

(마) 다음을 포함하여 기계식 창구덮개는 임의로 선택하여 작동검사

(a) 개방상태에서의 적재 및 고박상태
(b) 폐쇄상태에서의 고정 및 폐쇄상태의 유효성
(c) 와이어, 체인, 연결장치, 유압 및 동력장치의 작동검사

(바) 공기관과 갑판사이 용접연결에 대한 검사

(사) 노출갑판 상에 설치된 모든 공기관헤드에 대한 외관검사

(아) 모든 연료유탱크 공기관 개구단의 플레임스크린에 대한 검사

(2) 선체 또는 선루가 만재흘수선 위치에 영향을 주는 변경된 사항이 있는지 여부에 대한 점검

(3) 갑판선 및 만재흘수선의 표시위치를 점검하고, 필요한 경우 재 표시 또는 페인트칠을 한다.

(4) 건현갑판이나 선루갑판에 있는 화물창구를 비롯한 각종 창구 및 개구부의 풍우밀 폐쇄장치에 대한 검사

(5) 건현갑판 하방의 선체외판에 있는 개구의 폐쇄장치의 수밀 보전성에 대한 검사

(6) 코밍과 폐쇄장치를 포함하여 통풍통, 공기관에 대한 검사

(7) 배수구, 흡입구, 배출구에 대한 검사

(8) 쓰레기배출구에 대한 검사

(9) 스플링관 및 체인로커를 통하여 해수가 유입되는 것을 최소화하기 위한 장치에 대한 검사

(10) 현창 및 데드라이트의 검사

(11) 불워크, 방수구, 방수구에 부착된 셔터 등에 대한 검사

(12) 선원의 보호 및 선원의 거주구와 업무구역 출입을 위해 설치된 보호난간, 갱웨이, 워크웨이 및 기타 장치에 대한 검사
(13) 갑판에 목재 화물을 적재하는 경우 그 장치들에 대한 검사
(14)
(가) 건현갑판 상에 있는 폐위된 화물구역으로부터 배수가 잘 되는지 확인
(나) 폐위된 차량구역, 로로구역 및 특수분류구역에 대하여 고정식 가압수분무장치가 사용되는 경우, 배수장치에 막힘이나 기타 손상이 있는지 육안검사 그리고 배수장치의 막힘을 방지하기 위한 수단이 마련되어 있는지 확인 (SOLAS 08, Reg.II-2/20.6.1.5)
(15) 기관실 노출 주위 벽과 여기에 설치된 출입문, 기관실 천창, 통풍통구 및 그 폐쇄장치를 포함하여 기관실 및 보일러실에 대한 검사
(16) 평갑판구 및 맨홀과 덮개에 대한 검사
(17) 흘수선 상부의 선체에 대한 외부검사(노출갑판을 포함한다), 배수, 계류, 양묘의 각 장치(주위의 선체구조를 포함한다) 및 이들의 속구의 현상을 가능한 범위 내에서 검사한다. 2007년 1월 1일 이후 건조된 해상인명안전협약(SOLAS) 적용대상선박인 경우 예인 및 계류장치에 안전작동과 관련된 제한사항이 명백하고 적절히 표시되었는지 확인한다.
(18) 선루단 격벽에 대하여 검사하고 선수격벽 및 나머지 수밀격벽에 대하여는 가능한 범위 내에서 검사한다.
(19) 수밀격벽에 있는 모든 수밀문에 대한 검사 및 시험(기계측 및 원격)
(20) 수밀격벽에 있는 각종 관통부와 밸브 및 선루단 격벽에 있는 개구의 폐쇄장치에 대한 검사, 또한 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 선루단 격벽에 있는 개구의 폐쇄장치에 대한 효력시험 **【지침 참조】**
(21) 해당되는 경우 감소된 건현으로 항해하는 것이 허용된 선박의 특별요건에 대한 검사
(22) 각 빌지펌프에 대한 검사 및 각 수밀구획의 빌지펌핑장치가 만족한지의 확인
(23) 유조선 및 산적화물선의 내부구역에 대한 검사를 하는 경우 적절하고 가능한 범위 내에서 화물 및 기타 구역으로의 접근설비가 양호한 상태로 유지되는지의 확인 (SOLAS 74/00/02, Reg.II-1/3-6)
(24) 모든 화물창 및 컨베이어터널의 빌지웰경보 기능에 대한 시험 (SOLAS 74/97/04, Reg.XII/9)
(25) 산적화물선인 경우 화물창, 평형수탱크 및 건조구역의 수위감지기와 이들의 가시가청경보에 대한 검사 (SOLAS 74/02, Reg.XII/12)
(26) 산적화물선인 경우 선수격벽 전방의 배수 및 펌핑시스템의 가용성을 위한 배치에 대한 점검 (SOLAS 74/02, Reg.XII/13)
(27) **7편 4장 1002.**의 컨테이너 고박설비를 갖춘 선박의 컨테이너 고박설비
(가) 고박설비에 대한 일반적인 현상검사
(나) 고박설비에 대한 선내기록부 조사
(28) **3편 3장 104.**에 규정된 종강도 적하지침기기를 선내에 비치하여야 할 선박은 그 기기에 대한 비치 상태의 확인 및 효력시험. **1장 307.**에 규정된 복원성 계산기능을 가진 기기가 설치된 경우에는 그 기기에 대한 효력시험을 한다.
(29) 우리 선급이 승인한 복원성자료 등 선내에 비치하여야 할 자료의 비치상태의 확인
(30) 화물구역, 차량구역, 로로구역에서 방화구조를 검사 하고, 압축 수소 또는 천연가스를 자주용 연료탱크에 보유한 차량을 화물로서 운송하는 차량운반선에 대해서는 화재안전장치가 **규칙 8편 13장 6절**에 적합한지 검사하여야 한다. 또한 실행 가능하고 적합한 경우 여러 개구를 폐쇄하는 제어수단의 작동을 확인한다. *(2020)*
(31) 의심지역 *(2017)*

전회 검사 시 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 과도한 부식지역에 대하여는 두께계측을 시행하여야 하고 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 **표 1.2.5**에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 다만, 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 산적화물선에서 식별된 과도한 부식지역은 단일선측 산적화물선인 경우에는 **3장 202.**의 5항, **203.**의 4항 (다), **204.**의 5항 (2)에 따르고 이중선체 산적화물선인 경우에는 **3장 602.**의 5항, **603.**의 4항 (다), **604.**의 5항 (2)에 따른다.

비고 : 이 규정은 **3장 3절, 4절** 및 **5절**에 따라 검사되는 유조선, 위험화학품 산적운반선 및 이중선체 유조선의 화물탱크에는 적용하지 아니한다.

(32) 평형수탱크 검사 *(2017)*

정기검사 및 중간검사의 결과에 따라 요구되는 경우 평형수탱크 검사를 시행하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 **표 1.2.5**에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. **【지침 참조】**

(33) 길이 150 m이상인 산적화물선에 대하여, 해당되는 경우, 선박건조철에 특별한 주의가 필요하다고 식별된 부분을 고려한 선체구조에 대한 검사 (SOLAS 10, Reg.II-1/3-10 and MSC.287(87)) *(2017)*

(34) 케이블 수밀 관통부 검사 *(2021)*

(가) 케이블 수밀 관통부는 제조자의 요건 및 관련 형식승인 요건에 따라 설치 및 정비되어야 한다.

(나) 선박소유자는 케이블 관통부에 대한 수리, 변경 또는 개폐 시 또는 새로운 케이블 관통부의 설치 시 기록하여 기록부를 유지해야 한다.

(다) 케이블 관통부가 설치되거나 수리 후 다시 복구된 경우, 제조자의 요건 및 형식승인의 요건에 따라야 한다.

(라) 특별히 언급된 경우, 적절한 전문 공구를 사용하여야 한다.

(마) 기록부가 잘 유지되고 있는지를 확인하기 위하여 기록부를 검토하고, 가능한 한 관통부가 만족스러운 상태인지 확인하기 위하여 검사한다.

(바) 마지막 연차검사 이후 케이블 관통부에 어떤 문제점이나 새로운 케이블 관통부 설치가 기록부에 기록된 경우, 해당 관통부가 만족스러운 상태인지 여부가 기록부 검토를 통해 확인되어야 하며, 필요하다고 판단되는 경우, 검사를 통해 확인되어야 한다. 이러한 각각의 케이블 관통부에 대한 검사 결과는 기록부에 기록되어야 한다.

(35) **4편 10장 101.**의 7항에 규정된 일점계류용 계류장치를 설치하고 추가설비부호 "EQ-SPM"을 갖는 선박인 경우 일점계류용 계류장치 및 선체지지구조에 대하여 일반적인 작동 및 변형상태를 점검한다. *(2017)*

2. 소방설비에 대한 검사는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**
3. 산적화물선, 유조선 및 위험화학품 산적운반선 등 검사강화제도 적용대상선박은 1항부터 2항에 추가하여 **3장**의 규정에도 적합하여야 한다. 다만, 중복되는 검사사항이 있는 경우 이를 이중으로 적용하지 아니한다.
4. 단일화물창 화물선에 설치된 수위감지기에 적용하는 추가요건에 대하여는 **15절**에 따른다.
5. 1항부터 2항에 추가하여 일반건화물선인 경우에는 **15절,** 액화가스 산적운반선인 경우에는 **16절**의 규정에도 적합하여야 한다. 다만, 중복되는 검사사항이 있는 경우 이를 이중으로 적용하지 아니한다.
6. 1항부터 2항에 추가하여 로로선의 현측문 및 내측문 등에 대하여는 **17절**의 규정에도 적합하여야 한다. 다만, 중복되는 검사사항이 있는 경우 이를 이중으로 적용하지 아니한다.
7. 1항부터 2항에 추가하여 해당되는 경우 **18절** 및/또는 **19절**의 관련규정에도 적합하여야 한다.

203. 기관, 전기 및 추가설비

1. 가동부분, 고온표면, 기타위험을 감안하여 기관, 보일러, 기타 압력용기, 관련 배관 및 부착품이 사람에게 어떠한 위험도 최소화하도록 보호 및 설치되었는지 확인한다.
2. 중요보기 중 한 개가 작동이 불가능하더라도 추진기관이 통상 운전을 유지 또는 복귀될 수 있는지 확인한다.
3. 데드쉽상태에서 외부 도움 없이 기관장치가 작동할 수 있도록 수단을 갖추고 있는지 확인한다.
4. 기관, 보일러, 압력용기, 관련 배관장치 및 부착품 그리고 증기, 유압, 공기압, 기타장치 및 부착품이 적합하게 유지되고 있는지 일반적인 검사를 행하며 특히 화재와 폭발위험에 대하여 유의한다.
5. 주, 보조조타장치 및 관련설비와 제어장치의 작동검사 및 시험을 행한다.
6. 선교와 조타기실사이 통신수단과 조타기의 각도를 표시하는 수단이 만족하게 작동하는지 확인한다.
7. 비상조타장소가 있는 선박에서 선수방위정보의 전달수단이 있고 적합할 경우 비상조타장소에서 볼 수 있는 콤파스가 있는지 확인한다.
8. 유압작동식, 전기식, 전자유압식의 조타기에서 요구하는 여러 경보가 만족하게 작동하고 유압작동식 조타기의 재충전 배치가 유지되고 있는지 확인한다.
9. 선박의 안전과 추진에 필요한 주기관 및 보조기관의 작동수단에 대하여 검사한다. 또한 해당되는 경우 선교로부터 추진기관을 원격조정하기 위한 수단(제어, 감시, 보고, 경보 및 안전조치 포함)과 기관제어실로부터 주·보조기관을 작동하기 위한 장치를 검사한다.
10. 기관구역 통풍의 작동을 확인한다.
11. 기관실 텔레그래프, 선교와 기관구역의 2차 통신수단 그리고 기관을 운전하는 기타 장소사이에 통신수단이 만족하게 작동하는지 확인한다.
12. 기관사의 거주실에서 기관사 경보가 명확히 가청되는지 확인한다.
13. 실행가능한 한 주전원 및 조명장치를 포함하여 전기설비의 육안검사와 작동검사를 한다.
14. 실행가능한 한 시동장치를 포함한 비상전원의 작동과 급전장치를 확인하고 적합할 경우 자동작동을 확인한다.
15. 일반적으로 전기적 원인으로 생기는 충격, 화재, 기타 위험에 대한 예방조치의 유지 여부를 검사한다.

16. 기관장치, 전기설비 또는 화재안전장치에 대하여 대체 설계 및 배치가 적용된 경우, 관련 승인문서에 명시된 시험, 검사 및 정비요건이 있다면 이에 따라서 검사한다.
17. 실행가능한 한 방화구조의 변경이 없는지 확인하고, 수동 및 자동 방화문을 검사하고 그 작동을 확인한다. 모든 통풍장치의 주요 흡입 및 배출구의 폐쇄수단을 시험하고 통풍되는 구역의 외부로부터 동력통풍장치를 정지하는 수단을 시험한다.
18. 거주구역, 기관 및 기타 장소로부터 탈출수단이 만족하는지 확인한다.
19. 선내 가스연료장치를 검사한다.
20. 해수관장치에서 모든 팽창 연결부의 상태에 대한 육안검사를 한다.
21. 보일러 및 열매체유가열기의 외관검사, 안전 및 보호장치의 작동검사 및 분출장치(relieving gear)를 사용한 안전밸브의 작동검사를 하여야 한다. 배기가스 이코노마이저인 경우 연차검사 시기 이내에 기관장이 해상에서 안전밸브를 시험하여야 한다. 이 시험내용을 항해일지에 기록하여 연차검사를 완료하기 전에 입회검사원이 확인하도록 한다.
22. **5편 6장 12절**에서 정하는 냉동장치의 압력도출장치를 검사한다. 다만, 본선 측의 시험결과 등을 검토하여 검사원이 만족하는 경우 이 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**
23. 워터제트 추진장치 및 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thruster)에 대한 검사는 **지침 부록 1-9**에 따른다. *(2021)*
24. 추가설비(냉장설비, 하역설비, 자동화설비, 자동위치제어설비, 항해선교설비, 선체감시장치, 잠수설비, 고전압 선외수전설비, 화물증기 배출제어장치 및 평형수관리 등)에 대한 검사는 **9편** 등의 각 해당 규정에 따른다.
25. 액화가스 산적운반선 및 압축천연가스(CNG) 산적운반선 이외에 가스를 연료로 사용하는 선박은 이 절의 요건에 추가하여 **저인화점연료선박 규칙 4장 301.**의 요건에도 만족하여야 한다.
26. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 상기 항목의 개방검사를 요구할 수 있다. **【지침 참조】**
27. 선내 배전시스템의 주모선에 고조파필터가 설치되는 선박의 경우, 주모선에 가해지는 고조파 왜곡 수준에 대한 계측기록을 확인한다. 다만, 펌프용 전동기와 같이 단일 용도의 주파수 드라이브에 설치되는 고조파필터는 제외한다. *(2020)* **【지침 참조】**
28. 배기가스 배출 저감장치(SCR, EGR 및 EGCS)에 대한 검사는 **선박의 환경 보호 설비에 관한 지침**의 각 해당 규정에 따른다. *(2022)*
29. 1항부터 28항에 추가하여 해당되는 경우 **19절**의 관련규정에도 적합하여야 한다. *(2021)*
30. **7편 9장 8절**에서 규정하는 예인 윈치의 비상풀림장치에 대해서는 다음과 같은 검사를 한다. *(2021)*
    (1) 제조자가 제공하는 문서화된 검사지침서를 참고하여 예인 윈치의 비상풀림장치의 작동을 확인하여야 한다. 무부하 상태에서 비상풀림장치의 작동을 확인하여야 한다. 실행 가능한 경우, 윈치 브레이크를 관찰함으로서 비상풀림장치의 작동을 확인 할 수 있다.
    (2) 실행가능하고 합리적인 한, 비상풀림장치와 관련된 경보의 기능을 확인하여야 한다.
    (3) 비상풀림장치의 상태를 육안으로 검사하여 만족스러운 상태를 확인하여야 한다.
    (4) 블랙아웃 시에 예인삭을 비상으로 풀 수 있는 장치를 검사하여야 한다. 이러한 장치에 추가의 동력원이 사용된다면 이러한 에너지원을 육안으로 검사하고 작동시험을 하여야 한다.
    (5) 비상풀림장치의 성능 및 운전 지침은 문서화되어야 하며 윈치가 설치된 선박에 비치되어 있음을 확인하여야 한다.

204. 선종별 추가요건 【지침 참조】

1. **유조선(탱커 포함)** :

추가로 다음과 같이 가능한 범위에서 전반적인 현상을 검사하여야 한다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 효력시험 및 개방검사를 요구할 수 있다.

(1) 갑판포말장치 및 포말용액 공급장치를 점검하고 시스템이 작동하는 상태에서 소화전에서 요구되는 압력으로 최소 요구 개수의 물분사가 가능한지 시험한다.
(2) 불활성가스장치 검사 특히,
    (가) 가스 또는 액의 누설 흔적이 있는지 외관검사한다.
    (나) 양쪽 불활성가스송풍기의 적합한 작동상태를 확인한다.
    (다) 가스세정기실의 통풍장치 작동을 관찰한다.
    (라) 역류방지장치에 대해서는 다음을 검사한다. *(2020)*
        (a) 데크 씰(deck seal) 및 역류방지밸브의 외관을 검사한다. 또한, 데크 씰의 자동공급 및 배출을 점검하고 결빙을 방지하기 위한 장치를 점검한다.

(b) 이중차단 배출밸브가 설치된 경우에는 이중차단 배출밸브 및 역류방지밸브의 외관을 검사한다. 또한, 동력상실 시 자동작동을 포함한 이중차단 배출밸브의 작동을 점검하고, 역류방지밸브의 작동을 점검한다.
(c) 역류방지장치로서 직렬로 된 2개의 차단 밸브 및 그 중간에 벤트 밸브를 설치하는 경우, 벤트밸브의 자동작동 및 밸브의 오작동에 대한 경보를 점검한다.

(마) 모든 원격작동 또는 자동조절밸브 특히 연도가스차단밸브의 동작을 검사한다.
(바) 그을음 송풍기의 연동안전장치 시험을 관찰한다.
(사) 불활성가스송풍기의 사용을 마칠 때 가스압력조절밸브가 자동으로 닫히는지 관찰한다.
(아) 실행가능한 한 불활성가스장치의 다음 경보와 안전장치를 점검하고 필요시에는 모의시험을 한다.
(a) 불활성가스주관의 산소 고농도
(b) 불활성가스주관의 가스저압
(c) 데크 씰로 공급 저압 *(2019)*
(d) 불활성가스주관의 가스 고온
(e) 공급수 저압 또는 저유량
(f) 교정용 가스에 의한 휴대식 또는 고정식 산소측정기의 정확성
(g) 세정기의 고수위
(h) 불활성가스송풍기의 실패
(i) 가스조절밸브의 자동제어장치에 전원공급실패 그리고 불활성가스주관에서 압력과 산소농도의 연속적인 표시와 기록을 하는 측정기기에 전원공급실패
(j) 불활성가스주관의 가스 고압

(자) 불활성 가스주관으로부터 불활성화 되지 않는 화물탱크를 분리하는 수단을 점검한다. *(2020)*
(차) 불활성 가스장치가 설치된 구역 내에 위치한 2개의 산소검지기의 경보 기능을 점검한다. *(2020)*

(3) 실행가능한 한 상기에 열거된 점검 완료시 불활성가스의 적합한 동작을 점검한다. 이때 불활성가스장치로써 배기가스를 이용하는 방식이외에 저장탄산가스 사용방식이나 연료유 연소방식 등인 경우에도 검사하여 작동상태가 양호한지 확인한다.
(4) 화물펌프실의 고정식 소화장치를 검사하고 실행가능한 한 여러 가지 개구의 원격폐쇄수단의 작동을 확인한다.
(5) 적어도 하나의 휴대식 산소농도측정기 및 하나의 휴대식 가연성증기 농도측정기를 비치하였는지 확인하여야 한다. 측정기는 충분한 예비품을 갖추어야 하고 교정을 위한 적절한 수단을 갖추어야 한다. (SOLAS 10 Reg.II-2/4.5.7.1)
(6) 이중선측구역 및 이중저구역의 가스측정을 위한 장치(해당되는 경우, 영구적인 가스시료채취관을 포함)를 검사하여야 한다. (SOLAS 10 Reg.II-2/4.5.7.2)
(7) 가능한 한 이중선측구역 및 이중저구역의 고정식 탄화수소가스 탐지장치의 검사 및 시험을 하여야 한다. (SOLAS 10 Reg. II-2/4.5.7.3 and FSSC Ch.16)
(8) 화물펌프실의 보호상태를 점검한다. 특히,
(가) 격벽글랜드의 온도감지장치와 경보를 점검한다.
(나) 조명장치와 통풍사이의 인터록을 점검한다.
(다) 가스탐지장치를 점검한다.
(라) 빌지수위 감시장치와 경보를 점검한다.

(9) 단일고장이 발생할 경우 조타능력을 회복할 수 있는 필수적인 장치가 유지되고 있는지 확인한다.
(10) 화물탱크의 개구(개스킷, 덮개, 코밍, 스크린 포함)를 검사한다.
(11) 화물탱크의 압력/진공 밸브 및 화염의 통과를 방지하기 위한 장치를 검사한다.
(12) 연료유탱크, 화물유탱크에 인접한 평형수탱크, 슬롭탱크 및 화물유탱크에 인접한 보이드 스페이스의 공기관 개구단에 설치된 플레임스크린을 검사한다.
(13) 화물탱크의 벤트장치, 퍼지, 가스프리 및 기타 통풍장치를 검사한다.
(14) 갑판상 및 화물펌프실에서 화물유, 원유세정(COW), 평형수와 스트리핑장치를 검사하고 갑판상에서 연료유수급장치 검사한다.
(15) 위험구역 내에 있는 모든 전기설비가 상태 양호하고 적절하게 유지되고 있는지 확인한다.
(16) 화물펌프실 내 또는 근처에서 하역장구(loose gear), 가연성 물질 등과 같이 잠재적 발화원이 없는지 확인하고, 예기치 못한 누설 흔적이 없으며, 접근 사다리의 상태가 양호한지 확인한다.
(17) 펌프실 격벽에서 누유, 균열 흔적에 대한 검사를 하며, 특히 화물펌프실 격벽의 모든 관통부 밀봉장치를 검사한다.

(18) 실행가능한 한 화물유, 빌지, 평형수 및 스트리핑펌프의 글랜드시일에서 예기치 못한 누설을 검사한다. 화물펌프실 빌지장치의 작동과 전기적, 기계적 원격조작 및 차단장치의 작동을 점검하고, 펌프 거치부에 손상이 없는지 점검한다.
(19 펌프실 통풍장치가 작동하고, 덕트에 손상이 없으며, 댐퍼가 작동하고, 스크린이 깨끗한지 확인한다.
(20) 화물유 배출라인에 설치된 압력게이지와 액면지시장치가 작동하는지 점검한다.
(21) 선수로 접근설비를 검사한다.
(22) 재화중량 2만톤 이상인 탱커의 경우 예인장치를 검사한다.
(23) 2002년 7월 1일 이후에 건조된 탱커의 화물펌프실에 있는 비상등을 검사한다.
(24) **7편 1장 1104.**에 규정된 접지접속도체에 대하여 선체에 전기적으로 접지되었는지 확인하여야 한다.
(25) 가능한 한 전용 평형수탱크에 설치된 부식방지시스템이 유지되는지 확인한다. (SOLAS 74/00 Reg.II-1/3-2)
(26) 해당되는 경우, 원유운반선 화물탱크의 도장시스템이 유지되고 운항 중 유지 및 보수작업이 도장기술파일에 기록되는지를 확인한다.
(27) 길이 150 m이상인 유조선에 대하여, 해당되는 경우, 선박건조철에 특별한 주의가 필요하다고 식별된 부분을 고려하여 선체구조에 대한 검사 (SOLAS 10, Reg.II-1/3-10 and MSC.287(87))

2. 위험화학품 산적운반선 :

추가로 다음과 같이 전반적인 현상을 검사하여야 한다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 효력시험 및 개방검사를 요구할 수 있다.

(1) 단일고장이 발생할 경우 조타능력을 회복할 수 있는 필수적인 장치가 유지되고 있는지 확인한다.
(2) 화물탱크의 개구(개스킷, 덮개, 코밍, 스크린 포함)를 검사한다.
(3) 화물탱크의 압력/진공 밸브 및 화염의 통과를 방지하기 위한 장치를 검사한다.
(4) 연료유탱크, 화물탱크에 인접한 평형수탱크, 슬롭탱크 및 화물탱크에 인접한 보이드 스페이스의 공기관 개구단에 설치된 플레임스크린을 검사한다.
(5) 화물탱크의 벤트장치, 퍼지, 가스프리 및 기타 통풍장치를 검사한다.
(6) 갑판상 및 화물펌프실에서 화물, 탱크 세정, 평형수와 스트리핑장치를 검사하고 갑판상에서 연료유수급장치 검사한다.
(7) 실행가능한 한 화물, 빌지, 평형수 및 스트리핑 펌프의 글랜드시일에서 비정상적인 누설을 검사한다. 화물펌프실 빌지장치의 작동과 전기적/기계적 원격조작 및 차단장치의 작동을 점검하고, 펌프 거치부에 손상이 없는지 점검한다.
(8) 펌프실 통풍장치가 작동하고 덕트에 손상이 없으며, 댐퍼가 작동하고 스크린이 깨끗한지 확인한다.
(9) 화물 배출라인에 설치된 압력게이지와 액면지시장치가 작동하는지 점검한다.
(10) 화물지역에 인접하는 선교문과 창문, 선루와 갑판실의 현창과 창문이 만족한 상태인지 확인한다.
(11) 화물펌프실 내 또는 근처에서 하역장구(loose gear), 가연성 물질 등과 같이 잠재적 발화원이 없는지 확인하고, 예기치 못한 누설 흔적이 없으며, 접근 사다리의 상태가 양호한지 확인한다.
(12) 펌프실에서 화물 분리용으로 필요시 떼어낼 수 있는 배관이나 기타 설비를 이용할 수 있고 만족한 상태인지 확인한다.
(13) 펌프실의 격벽에서 화물누설이나 균열 흔적을 검사하고 특히 펌프실 격벽의 모든 관통부 밀봉장치를 검사한다.
(14) 화물펌프실 빌지장치의 원격작동이 만족하는지 확인한다.
(15) 빌지 및 평형수장치를 검사하고 펌프와 배관이 식별되는지 확인한다.
(16) 적용되는 경우 선수미하역장치가 양호한지 확인하고 통신수단과 화물펌프의 원격차단을 시험한다.
(17) 화물 이송장치를 검사하고 모든 호스가 의도하는 목적에 적합하고 적절히 형식승인되거나 시험일자가 표시되어 있는지 확인한다.
(18) 적용되는 경우 샘플링장치를 포함하여 화물 가열 및 냉각장치를 검사하고 온도측정장치 및 관련경보가 만족하게 동작하는지 확인한다.
(19) 실행가능한 한 과부압 방지를 위한 압력/부압 밸브 및 2차수단과 프레임스크린을 포함하여 화물탱크 벤트장치를 검사한다. 또한 적용되는 경우, 불활성가스로 화물탱크를 퍼징하는 장치를 검사한다. *(2020)*
(20) 넘침제어와 관련된 계측장치, 고액면 경보장치 및 밸브를 검사한다.
(21) 통상의 손실을 보상하기 위해 충분한 가스를 저장하거나 생산하기 위한 장치 및 얼리지 공간을 감시하는 수단이 양호한지 확인한다.
(22) 건조매체가 화물탱크의 공기입구에 사용되는 경우 충분한 매체를 저장할 수 있는 장치가 되어 있는지 확인한다.
(23) 위험구역에서 전기설비가 적합하게 설치되고 양호한 상태이며 적절히 유지되고 있는지 확인한다.

(24) 화물펌프실의 고정식소화장치와 화물지역의 갑판포말장치를 검사하고 그 작동수단이 명확히 표시되어 있는지 확인한다.
(25) 화물지역에서 운송되는 화물용도의 휴대식 소화장치 상태가 양호한지 확인한다.
(26) 실행가능한 한 화물을 취급하는 동안 통상 출입하는 구역과 화물지역의 기타구역의 통풍장치를 검사하고 작동이 양호한지 확인한다.
(27) 실행가능한 한 모든 위험장소에서 측정, 감시, 제어와 통신목적으로 사용하는 본질안전형 장치와 회로가 적절히 유지되고 있는지 확인한다.
(28) 인신보호장구. 특히 아래 사항을 검사하여야 한다.
(가) 적양하 작업에 종사하는 선원의 보호복과 보관상태가 양호하여야 한다.
(나) 안전장구와 관련 호흡구 및 관련 공기공급 그리고 비상탈출호흡구와 눈보호구의 상태가 양호하게 보관되어야 한다.
(다) 들것 및 산소소생기를 포함한 응급의료기구가 만족한 상태이어야 한다.
(라) 본선에 실제로 운송하는 화물의 해독제를 갖추어야 한다.
(마) 세척장치 및 세안기가 작동하여야 한다.
(바) 가스탐지지침을 본선에 갖추고 적합한 증기 탐지관을 공급하기 위한 장치가 갖추어져 있어야 한다.
(사) 화물시료의 보관 장치가 만족하여야 한다.

(29) 화물펌프실에 설치된 가연성 증기의 농도를 연속적으로 감시하기 위한 장치가 양호한지 확인한다. 또한 잠재적으로 위험한 누설을 쉽게 탐지하기 위하여 시료 채취구 또는 탐지단이 적절한 위치에 배치되어 있는지 확인한다.
(30) 펌핑, 배관장치 및 스트리핑장치 그리고 관련된 설비가 승인된 상태로 있는지 외관검사하고 확인한다.
(31) 탱크세정 관을 외관검사하고 탱크세정기의 형식, 용량, 개수 및 배치가 승인된 상태인지 확인한다.
(32) 세정수 가열장치를 외관검사한다.
(33) 수면하배출장치를 실행가능한 한 외관검사한다.
(34) 잔류물 배출율 제어수단이 승인된 상태인지 확인한다.
(35) 유량지시장치가 작동하는지 확인한다.
(36) 잔류물제거를 위한 통풍장치가 승인된 상태인지 확인한다.
(37) 고형화 및 고점성물질의 가열장치를 접근가능한 한 외관검사한다.
(38) 모든 화물탱크의 고액면경보가 작동하는지 확인한다.
(39) 관련 증서에 등재된 화물의 운송에 대한 모든 추가요건을 확인한다.
(40) 선수로 접근설비를 검사한다.
(41) 재화중량 2만톤 이상인 탱커의 경우 예인장치를 검사한다.
(42) 2002년 7월 1일 이후에 건조된 탱커의 화물펌프실에 있는 비상등을 검사한다.
(43) **7편 1장 1104.**에 규정된 접지접속도체에 대하여 선체에 전기적으로 접지되었는지 확인하여야 한다.
(44) 가능한 한 전용 평형수탱크에 설치된 부식방지시스템이 유지되는지 확인한다. (SOLAS 74/00 Reg.II-1/3-2)

3. 액화가스 산적운반선 :

추가로 화물적재 또는 배출하는 동안 다음과 같이 전반적인 현상을 검사한다. 화물탱크 및 불활성 화물창 구역에 대하여 특별히 요구하지 않는 한 검사할 필요 없다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 효력시험 및 개방검사를 요구할 수 있다.

(1) 단일고장이 발생할 경우 조타능력을 회복할 수 있는 필수적인 장치가 유지되고 있는지 확인한다.
(2) 화물탱크의 개구(개스킷, 덮개, 코밍, 스크린 포함)를 검사한다.
(3) 연료유탱크, 화물탱크에 인접한 평형수탱크 및 화물탱크에 인접한 구획의 공기관 개구단에 설치된 플레임스크린을 검사한다.
(4) 화물탱크의 벤트장치, 퍼지, 가스프리 및 기타 통풍장치를 검사한다.
(5) 갑판상 및 화물압축기실에서 화물관장치를 검사하고 갑판상에서 연료유수급장치를 검사한다.
(6) 위험구역 내에 있는 모든 전기설비가 상태 양호하고 적절하게 유지되고 있는지 확인한다.
(7) 화물압축기실 내 또는 근처에서 하역장구(loose gear), 가연성 물질 등과 같이 잠재적 발화원이 없는지 확인하고, 비정상적인 누설 흔적이 없으며 접근 사다리의 상태가 양호한지 확인한다. *(2022)*
(8) 화물압축기실 격벽에서 누유, 균열 흔적에 대한 검사를 하며 특히 화물압축기실 격벽의 모든 관통부 밀봉장치를 검사한다.

(9) 압축기실, 전기모터실의 통풍장치가 올바른 방향으로 작동하고 덕트에 손상이 없으며, 댐퍼가 작동하고 스크린이 깨끗한지 확인한다. *(2018)*
(10) 화물 배출라인에 설치된 압력게이지와 액면지시장치가 작동하는지 점검한다.
(11) 손상시 생존 요건에 대한 특별한 배치가 양호한지 확인한다.
(12) 화물지역의 격리에 대하여 대체설계 및 배치가 적용된 경우, 관련 승인문서에 명시된 시험, 검사 및 정비요건이 있다면 이에 따라서 검사한다. *(2020)*
(13) 화물지역에 있는 선교문과 창문, 선루와 갑판실의 현창과 창문이 만족한 상태인지 확인한다.
(14) 탈출로를 포함하여 화물기기구역 및 터렛구획(turret compartment)을 검사한다. *(2020)*
(15) 화물펌프와 압축기의 수동 비상차단 및 자동차단장치가 양호한지 확인한다.
(16) 화물제어실을 검사한다.
(17) 화물제어실의 가스탐지장치를 검사하고 그러한 구역이 가스 안전 구역이 아닐 경우 점화원을 배제하는 조치가 되어 있는지 검사한다.
(18) 에어록장치가 적절히 유지하고 있는지 확인한다.
(19) 실행가능한 경우 빌지, 평형수, 연료유장치를 검사한다.
(20) 적용되는 경우 선수미하역장치, 특히 전기설비, 소화장치 그리고 화물제어실과 육상과 통신수단을 검사한다.
(21) 가스돔에서 밀폐장치가 양호한지 확인한다.
(22) 가스누설용도의 이동식이나 고정식 드립트레이(drip-tray) 또는 갑판방열이 양호한지 확인한다.
(23) 화물과 프로세스배관 및 팽창장치, 선체구조방열, 압력도출과 드레인장치를 검사한다.
(24) 화물탱크와 방벽간구역의 압력과 도출밸브 그리고 안전장치와 경보가 양호한지 확인한다.
(25) 모든 액체와 증기의 호스가 그 목적에 적합하고 적절히 형식승인되거나 또는 시험일자가 표시되어 있는지 확인한다.
(26) 화물 압력/온도 제어와 설치된 냉각장치를 검사하고 관련경보가 양호한지 확인한다.
(27) 실행 가능한 한 화물, 연료유, 평형수 및 벤트 관장치와 압력/진공 도출밸브, 벤트마스트 및 보호망을 검사한다. 압력도출밸브가 형식승인을 받았거나 시험 일자가 표기되어 있는지 확인하여야 한다. *(2021)*
(28) 통상의 손실을 보상하기 위해서 충분한 불활성가스를 저장하기 위한 장치가 되어 있는지 확인하고 불활성화된 구역을 감시하는 수단을 갖추고 있는지 확인한다.
(29) 불활성가스 사용기록 점검을 통하여 불활성가스의 사용량이 통상의 손실을 보상하기 위하여 필요한 양보다 증가하지 않았는지 확인한다.
(30) 건조공기장치와 방벽간 구역 및 화물구역을 퍼징하는 불활성가스장치가 양호한지 확인한다.
(31) 위험구역 및 영역에 있는 전기설비가 안전한 상태이고 적절히 유지되는지 확인한다.
(32) 방화 및 소화장치를 검사하고 한 개의 주 소화펌프를 원격시동으로 시험하여야 한다.
(33) 화물펌프실의 고정식 소화장치를 검사하고 그 작동수단을 명확히 표시하고 있는지 확인한다.
(34) 냉각, 소방, 선원보호를 위해 물분무장치를 검사하고, 그 작동수단을 명확히 표시하고 있는지 확인한다.
(35) 화물지역의 드라이케미컬 분말소화장치를 검사하고 그 작동 수단을 명확히 표시하고 있는지 확인한다.
(36) 가스위험구역의 고정식소화장치를 검사하고 그 작동 수단을 명확히 표시하고 있는지 확인한다.
(37) 실행가능한 경우 화물을 취급하는 동안 통상 사람이 출입하는 화물지역에서 기계적 통풍장치가 양호하게 작동하는지 확인하고 검사한다.
(38) (36)호에 포함되지 아니하고 통상 사람이 출입하는 구역에서 기계적 통풍장치가 양호하게 작동하는지 확인하고 검사한다.
(39) 실행가능한 경우, 화물탱크의 액위지시기, 넘침제어, 압력게이지, 고압(적용될 경우 저압) 경보장치, 온도지시장치를 검사하고 적절히 시험한다. *(2018)*
(40) 가스탐지장치를 검사하고 적절히 시험한다.
(41) 운송화물에 적합한 휴대식 가스탐지기 2조와 산소측정기구를 갖추고 있는지 확인한다.
(42) 인신보호장구 특히 아래 사항을 조사한다.
(가) 사람이 가스가 있는 구역에 들어가서 작업할 수 있도록 안전장구 2조를 갖추고 적절히 보관한다.
(나) 필수적인 압축공기가 공급되고 적용가능한 모든 특별공기압축기장치와 저압공기관계통를 검사한다.
(다) 응급의료기구와 들것 그리고 산소소생기, 적용상 운송하는 화물의 해독제를 공급한다.
(라) 비상탈출 목적에 적합한 호흡구 및 눈보호구를 갖추어야 한다.
(마) 적용가능한 경우 거주구역내 특별히 적합하게 계획하여 설치된 구역에서 중요한 화물방출로부터 사람을 보호하기 위한 장치를 검사한다.

(바) 화물을 연료로 사용하기 위한 배치와 시험이 적용가능한 경우 만약 배기통풍이 정확히 작동하지 아니한다면, 기관구역으로 가는 가스공급을 차단하고 기관구역내에서 주가스연료밸브를 원격차단할 수 있는지 검사한다.

(43) 화물격납설비와 화물취급시스템의 정확한 기능에 대하여 항해일지를 검사하여야 한다. 재액화장치 또는 보일오프 비율의 일일 사용시간을 고려하여야 한다.

(44) 가스밀축의 밀봉장치를 포함하여 모든 접근가능한 가스밀 격벽 관통부를 육안검사하여야 한다. *(2018)*

(45) 선교문과 창문의 가스밀을 형성하는 수단을 시험하여야 한다. 고정식(비개폐식)을 요구하는 장소내에 있는 모든 창문과 현창에 대하여 가스밀 시험을 하여야 한다. 거주구역, 업무구역, 기관구역, 제어장소로 통하는 모든 공기흡입구와 개구의 잠금장치, 그리고 화물구역 또는 선수미하역장치와 인접하는 선루 및 갑판에서 승인된 개구의 잠금장치를 시험하여야 한다.

(46) 화물취급시스템

화물취급배관 및 기관 예를 들면, 화물 및 프로세스배관, 화물열교환기, 증발기, 펌프, 압축기, 화물호스들은 일반적으로 가능한 한 작동 중에 육안검사를 하여야 한다.

(47) 화물격납설비의 벤트장치

화물탱크, 방벽간 구역, 화물창구역에 대한 벤트장치의 외부를 육안 검사를 하여야 한다. 보호스크린이 있는 경우 이를 포함한다. 화물탱크도출밸브의 봉인상태와 도출밸브의 열림/닫힘에 관한 증서가 본선이 있는지 확인하여야 한다.

(48) 화물측정기기와 안전장치

(가) 압력, 온도, 액위에 관한 화물측정기기의 양호한 상태를 다음 중 한 개 이상의 방법으로 확인하여야 한다.

- 외관 육안검사
- 다른 지시값과 비교
- 실제화물 또는 실제 조건에서 판독
- 화물플랜트 측정기기의 관리메뉴얼에 대한 관리기록을 검사
- 측정장비의 교정상태 검증

(나) 항해일지에서 비상차단장치 시험이 실시되었는지 확인하여야 한다. *(2018)*

(49) 화물격납설비의 환경제어

(가) 화물증기가 가스안전구역으로 역류하는 것을 방지하는 수단을 포함하여 불활성가스/건조공기 장치가 만족한 작동상태임을 확인하여야 한다. *(2018)*

(나) 멤브레인 격납설비에 대해서 검사원은 방열 및 방벽간 구역용 질소제어장치가 정상작동상태임을 선장으로부터 확인하여야 한다.

(50) 기타사항

(가) 모든 접근가능한 화물배관 장치가 선체외판에 전기적으로 접지되도록 확인하여야 한다.

(나) 실행가능한 한 연소용 메탄 보일오프의 장치를 육안검사를 하여야 한다. 측정기기와 안전장치는 전 (47)호 (가)에 따라 작동상태가 양호한지 확인하여야 한다.

(다) 화물취급계획, 적재제한정보, 냉각절차등과 같이 관련된 지침과 정보자료가 본선에 있는지 확인하여야 한다.

(라) 가스위험구역의 기계적 통풍팬을 육안 검사하여야 한다.

(51) 선수로 접근하기 위한 설비를 검사한다.

(52) 재화중량 2만톤 이상인 탱커의 경우 예인장치를 검사한다.

(53) 2002년 7월 1일 이후에 건조된 탱커의 화물펌프실에 있는 비상등을 검사한다.

(54) 가능한 한 전용 평형수탱크에 설치된 부식방지시스템이 유지되는지 확인한다. (SOLAS 74/00 Reg.II-1/3-2)

4. 압항예부선 :

추가로 예선과 부선의 결합장치에 대하여 다음 사항을 검사한다.

(1) 결합장치 작동절차에 따른 작동상태 확인

(2) 결합된 상태에서 결합장치 지지구조에 대한 검사 및 결합상태 유지여부에 대한 검사

(3) 유압장치의 누설여부 및 작동상태에 대한 검사(설치된 경우)

(4) 힌지암 및 연결핀 상태에 대한 검사(설치된 경우)

(5) 기계식 잠금 및 풀림장치의 상태 및 작동상태 검사(설치된 경우)

제 3 절 중간검사

301. 검사시기

1. 중간검사는 등록검사 또는 전회 정기검사 완료일로부터 2번째 또는 3번째 검사기준일의 전후 3개월 이내에 시행한다. 다만, 여객선, 잠수선, 원자력선, 고속선*, 및 여객용 수면비행선박은 매 검사기준일 전후 3개월 이내에 중간검사를 시행한다. *(2022)*

   * 비고 : 여기서 고속선이란 HSC Code 적용선박이나 대한민국 선박안전법 대상 선박 중 고속선 기준 대상선박을 말한다.

2. 선박소유자의 요청에 따라 중간검사를 검사기준일로부터 3개월 보다 앞당겨 받은 경우에는 해당검사 완료일로부터 3개월이 되는 날을 새로운 검사기준일로 설정하고, 새로운 검사기준일에 의거 차기 검사일을 지정한다.
3. 연차검사의 요건에 추가된 "중간검사 사항의 일부" 항목은 2번째 또는 3번째 연차검사 시기 또는 그 사이에 검사를 할 수 있다. 다만, 1항에서 정하는 매년 중간검사를 받아야 하는 선박은 제외한다. *(2021)*

   비고 : "중간검사 사항의 일부"라 함은 중간검사에서 요구하는 검사사항 중 다음의 검사를 말한다.
   1) 구획검사 사항(다만, 매 정기적 검사 시 마다 검사를 시행하여야 하는 구획은 제외한다)
   2) 두께계측
   3) 중간검사사항의 일부로서의 입거검사
      (다만, 매 정기적 검사 시 마다 입거검사를 시행하여야 하는 선박은 제외한다)
   4) 기관장치 개방검사(다만, CMS 또는 PMS 대상선박은 제외한다)

4. 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다.
5. 구역에 대한 검사 및 두께계측을 중간검사 및 정기검사로서 양쪽에 동시에 인정하는 것은 허용되지 아니한다.

302. 선체, 의장 및 소방설비

중간검사는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항에 대하여 검사한다.

1. 평형수탱크 및 화물구역에 대한 내부검사는 **표 1.2.1**에 따른다.

표 1.2.1 평형수탱크 및 화물구역 내부검사

	5년 < 선령 ≤ 10년	10년 < 선령 ≤ 15년	15년 < 선령
평형수탱크	대표적인 평형수탱크[1), 2), 3), 4)]	모든 평형수탱크[2), 3), 4)]	모든 평형수탱크[2), 3), 4)]
화물창	-	1. 원목을 적재하는 선박 : 선수와 선미단에서 각 1개의 화물창을 임의로 선정	1. 원목을 적재하는 선박 : 선수와 선미단에서 각 1개의 화물창을 임의로 선정 2. 건화물을 적재하는 선박[5)] : 화물창을 임의로 선정
화물탱크[6)]	-	화물탱크를 임의로 선정	화물탱크를 임의로 선정

(비고)
1) 경화보호도장을 하지 않았거나, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 도장상태가 불량한 경우 추가로 같은 형식의 다른 평형수탱크까지 확대하여 검사한다.
2) 내부검사 시 육안으로 구조적 결함이 발견되지 않을 경우 부식방지시스템 유효성을 확인하는 것으로 검사의 범위를 축소할 수 있다. *(2019)*
3) 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크에 대하여 경화보호도장을 하지 않았거나, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 내부검사를 하여야 한다. *(2020)*
4) 이중저 평형수탱크에서 3)과 같은 상태가 발견되는 경우 해당탱크는 매년 내부검사를 할 수 있다. *(2020)*
5) **15절**의 적용을 받는 일반건화물선 또는, **3장 2절** 또는 **6절**의 적용을 받는 산적화물선 또는 이중선체 산적화물선은 제외하고 각 해당규정에 따른다.
6) **16절**의 적용을 받는 액화가스 산적운반선 또는, **3장 3절, 4절** 또는 **5절**의 적용을 받는 유조선, 위험화학품 산적운반선 또는 이중선체 유조선은 제외하고 각 해당규정에 따른다.

2. 소방설비에 대한 검사는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**
3. 산적화물선, 유조선 및 위험화학품 산적운반선 등 검사강화제도 적용대상선박은 1항부터 2항에 추가하여 **3장**의 규정에도 적합하여야 한다. 다만, 중복되는 검사사항이 있는 경우 이를 이중으로 적용하지 아니한다.
4. 1항부터 2항에 추가하여 일반건화물선인 경우에는 **15절**, 액화가스 산적운반선인 경우에는 **16절**의 규정에도 적합하여야 한다. 다만, 중복되는 검사사항이 있는 경우 이를 이중으로 적용하지 아니한다.
5. 1항부터 2항에 추가하여 해당되는 경우 **18절** 및/또는 **19절**의 관련규정에도 적합하여야 한다.

303. 기관, 전기 및 추가설비

연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항에 대하여 검사를 한다.

1. 주기관용 증기터빈

(1) 터빈 케이싱의 상반 및 로터축 베어링의 상반을 떼어내고 로터를 회전하여 검사한다. 다만, 검사원이 지장이 없다고 인정하는 경우 로터의 검사를 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 클러치 커플링을 검사한다.

2. 주기관용 내연기관

(1) 일반적으로 한 개의 실린더분에 대하여 부분개방검사(partial open-up)를 다음과 같이 행하여야 한다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 그 범위를 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(가) 실린더의 내부 및 실린더커버의 연소실측을 검사한다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고는 피스톤을 떼어낼 필요는 없다.

(나) 주베어링의 상반 및 크랭크핀 베어링을 분해하고 크랭크축을 회전하여 검사하고, 또한 크랭크암(arm)의 개폐량을 측정하고 필요하다고 인정하는 경우 베어링 중심선의 조정을 한다.

(2) 특수한 구조의 고속내연기관도 (1)호의 검사를 실시하여야 하며 크랭크암 개폐량의 측정을 생략할 수 있다. 다만, 검사원이 내연기관의 운전시간기록을 확인하고 만족하는 경우 검사시기를 전회 분해검사 완료일로부터 엔진제조자가 권장하는 차기 분해검사 시간까지 (1)호의 검사를 연장할 수 있다. **【지침 참조】**

(3) 여객선에 대한 검사는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

3. 주기관용 가스터빈 【지침 참조】

주기관용 가스터빈의 검사는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. *(2018)*

4. 보조기관

발전기(비상용을 제외) 및 추진에 관계있는 보기를 구동하는 보조기관은 주기관에 준하여 검사한다.

5. 기타 중요보기 【지침 참조】

기타 중요보기에 대하여는 일반적인 검사를 한다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 상세한 검사를 요구할 수 있다.

6. 전기설비【지침 참조】

검사원이 필요하다고 인정하는 경우 전기설비의 절연저항시험을 한다.

7. 워터제트 추진장치 및 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thruster) 에 대한 검사는 **지침 부록 1-9**에 따른다. *(2021)*
8. 추가설비(냉장설비, 하역설비, 자동화설비, 자동위치제어설비, 항해선교설비, 선체감시장치, 잠수설비, 고전압 선외수전설비, 화물증기 배출제어장치 및 평형수관리 등)에 대한 검사는 **9편** 등의 각 해당 규정에 따른다.
9. 액화가스 산적운반선 및 압축천연가스(CNG) 산적운반선 이외에 가스를 연료로 사용하는 선박은 이 절의 요건에 추가하여 **저인화점연료선박 규칙 4장 302.**의 요건에도 만족하여야 한다.
10. 배기가스 배출 저감장치(SCR, EGR 및 EGCS)에 대한 검사는 **선박의 환경 보호 설비에 관한 지침**의 각 해당 규정에 따른다. *(2022)*
11. 1항부터 10항에 추가하여 해당되는 경우 **19절**의 관련규정에도 적합하여야 한다. *(2021)*

304. 선종별 추가요건

연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 검사를 하여야 한다.

1. 유조선(탱커 포함) : *(2020)*

다음과 같이 가능한 범위에서 추가로 검사하여야 한다.

(1) 다양한 배관장치의 검사 시 그 상태에서 의심이 생기면 압력시험 및 측정을 요구할 수 있다. 예를 들면 이중판 용

접과 같은 수리에 대하여 특히 유의한다.

(2) 위험구역(화물펌프실 및 화물탱크의 인접지역 등)에 있는 전기설비의 절연저항시험. 다만, 적절한 시험기록을 유지하고 있는 경우 최근 기록을 인정할 수 있다.

2. 위험화학품 산적운반선 :

추가로 다음과 같이 검사하여야 한다.

(1) 펌핑 및 스트리핑 장치로 탱크를 효과적으로 비우고 작동상태가 양호한지 화물기록부를 확인한다.

(2) 가능한 배출구가 양호한지 확인한다.

(3) 기록장치의 적합한 상태를 확인하고 실제 유통시험을 하여 ±15 % 또는 보다 나은 정확성을 검증하여야 한다.

(4) 잔류물제거를 위한 통풍장치가 양호한지 확인하고 잔류물제거용 이동식 통풍팬의 구동매체 압력은 최소 팬 능력을 낼 수 있는지 확인한다.

(5) 벤트관의 드레인장치를 검사한다.

(6) 적용가능한 경우 배관 및 독립형탱크는 선체에 전기적으로 접지되었는지 확인한다.

(7) 일반적으로 위험구역(화물펌프실 및 화물탱크의 인접지역 등)에서 설비, 시설, 전선의 결함을 조사하기 위해 전기설비와 케이블을 검사하고 회로선의 절연저항을 측정한다. 이때 적절한 시험기록을 유지하고 있으면 최근 기록을 인정할 수 있다.

3. 액화가스 산적운반선 :

추가로 다음과 같이 검사하여야 한다. 또한 가스프리상태에서 실시하여야 하며 통상 화물적재 또는 배출시 할 수 없는 시험범위이어야 한다. 또한 화물취급설비 및 정확한 성능을 위해 자동제어, 경보, 안전장치를 포함하여야 한다.

(1) 적용가능한 경우 배관 및 독립형탱크는 선체에 전기적으로 접지되었는지 확인한다.

(2) 일반적으로 위험구역(화물기기구역 및 화물탱크의 인접지역 등)에서 설비, 시설, 전선의 결함을 조사하기 위해 전기설비와 케이블을 검사하고 회로선의 절연저항을 측정한다. 이때 적절한 시험기록을 유지하고 있으면 최근 기록을 인정할 수 있다. *(2020)*

(3) 해당되는 경우 강구조물의 가열장치가 만족한지 확인한다.

(4) 압력, 온도, 액위에 관한 화물 측정기기를 육안검사를 하여야 하며 적용가능한 압력, 온도, 액위를 변화시키면서 시험하여야 한다. 접근할 수 없는 감지기 또는 화물탱크나 불활성 화물창 구역 내 설치된 감지기에 대해서는 모의시험을 인정할 수 있다. 이때 경보와 안전 성능을 포함하여야 한다.

(5) 가스탐지장치 배관에 대하여 실행가능한 한 부식과 손상을 육안검사하여야 한다. 흡입점과 분석장치사이에 있는 흡입관의 보전성을 가능한 한 확인하여야 한다. 가스탐지기는 교정되거나 표본가스로 확인되어야 한다. *(2018)*

(6) 비상차단장치는 이 장치가 화물펌프와 압축기의 정지를 유발하는지 확인하기 위하여, 배관에 유동이 없는 상태에서 시험되어야 한다. *(2018)*

(7) 가스위험구역에 있는 전기설비를 검사하여야 하고 실행가능한 한 다음 사항을 특별히 검사하여야 한다.

(가) 보호 접지(스팟점검)

(나) 폐위 보전성

(다) 케이블 외장 손상

(라) 가압된 설비와 관련 경보의 성능시험

(마) 전기모터실, 화물제어실등과 같이 에어록으로 보호되는 구역에 설치된 비검사품의 안전형 전기설비에서 무통전 시스템을 시험

(바) 절연저항의 측정. 이러한 측정은 선박이 가스프리된 후에 시행하여야 한다. 적절한 기록을 유지하고 있는 경우 본선 선원에 의한 최근 기록을 인정할 수 있다.

(8) 화물 연료 연소를 위한 계측기기와 안전장치는 (5)호에 따라 검사하여야 한다. 위험구역에 설치된 전기설비는 IEC 60079-17, 제17편을 준용한다.

(9) 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 화물탱크용 압력도출밸브의 비금속 멤브레인에 대한 검사를 한다. **【지침 참조】**

제 4 절 정기검사(선체, 의장 및 소방설비)

401. 검사시기

1. 첫 번째 정기검사는 최초 등록검사 완료일로부터 5년 이내에 시행되어야 하며, 그 이후의 정기검사는 전회 정기검사 지정일의 다음날로부터 5년 이내에 시행되어야 한다. 예외적인 경우 우리 선급은 다음 사항을 시행한 후 지적을 할 수 있도록 검사원이 본선에 입회하는 조건으로 정기검사를 완료하기 위하여 3개월 이내의 연장을 허용할 수 있다. 여기서 '예외적인 경우(exceptional circumstance)'라 함은 입거시설을 이용할 수 없는 경우, 수리시설을 이용할 수 없는 경우, 필요한 자재, 장비 또는 예비품이 없는 경우 또는 악천후를 피하기 위한 조치로 인하여 지연된 경우를 말한다.

(1) 연차검사에 준하는 검사
(2) 지적사항에 대한 재확인 *(2020)*
(3) 시행 가능한 범위까지 정기검사의 진행
(4) 입거검사 지정일이 선급검사연장의 마지막 일자 이전에 도래하는 경우 승인된 수중검사업자에 의한 수선하부 선체에 대한 검사를 시행하여야 한다. 입거검사의 연장이 전회 입거검사 완료일로부터 36개월을 넘지 아니하는 경우 수면하부에 대한 미결된 지적사항이 선박에 없는 조건으로 승인된 수중업자에 의한 수선하부 선체에 대한 검사는 면제될 수 있다. *(2020)*

이 경우 차기 정기검사의 지정일은 원래 지정된 정기검사일로부터 산정하여 지정한다.

2. 선박의 항해 중에 선급증서가 만료되는 것이 예상되는 경우 증서의 만료일 이전에 이러한 연장에 대한 문서화된 합의가 있고, 첫 번째 도착항에서의 검사원입회를 위한 적극적인 조치가 취하여지고, 이러한 연장이 기술적으로 정당하다고 우리 선급이 만족하는 조건으로 정기검사완료의 연장을 허용할 수 있다. 이러한 연장은 증서의 만료일 이후 첫 번째 도착항에 도착할 때까지만 인정된다. 그러나 '예외적인 경우'로 인하여 첫 번째 도착항에서 정기검사를 완료할 수 없는 경우 1항에 따를 수 있지만, 어떠한 경우에도 연장의 전체기간은 정기검사의 원래 지정일로부터 3개월보다 길어서는 아니 된다.
3. 정기검사 지정일전 3개월 이내에 정기검사를 시행한 경우 차기 정기검사 시기는 원래의 정기검사 지정일의 다음 날로부터 산정하며, 정기검사 지정일로부터 3개월 이상 앞당겨 정기검사를 시행한 경우에는 해당 정기검사 완료일로부터 5년이 되는 날을 차기 정기검사 일로 지정한다. 계선되었거나, 수리 또는 개조로 인하여 상당한 기간 동안 운항을 하지 아니한 선박에 대하여 선박소유자가 기한이 지난 검사만을 시행할 것을 선택한 경우, 차기 정기검사 시기는 원래의 정기검사 지정일의 다음 날로부터 산정하며, 만일 선박소유자가 차기 도래하는 정기검사를 시행할 것을 선택한 경우에는 해당 정기검사 완료일로부터 5년이 되는 날을 차기 정기검사 일로 지정한다. *(2019)*
4. 정기검사는 4번째 연차검사 시기부터 입거검사, 구획검사 및 두께계측 등을 포함한 검사를 시작하여 정기검사 지정일까지 검사를 완료할 수 있도록 시행할 수 있다. *(2022)*
   비고 : 1) 4항을 적용함에 있어서 여객선, 잠수선, 원자력선, 고속선 및 여객용 수면비행선박은 제외한다.
   2) 상기 비고 1)을 적용함에 있어서 고속선이란 HSC Code 적용 선박이나 대한민국 선박안전법 대상선박 중 고속선 기준 대상선박을 말한다.
5. "정기검사 사항의 일부"를 4번째 연차검사 시기보다 앞당겨 검사를 시행하는 경우 그 시행일자로부터 15개월 이내에 해당 정기검사 사항을 모두 완료하여야 한다. *(2022)*
   비고 : 1) 5항을 적용함에 있어서 여객선, 잠수선, 원자력선, 고속선 및 여객용 수면비행선박은 제외한다.
   2) 상기 비고 1)을 적용함에 있어서 고속선이란 HSC Code 적용 선박이나 대한민국 선박안전법 대상 선박 중 고속선 기준 대상 선박을 말한다.
   3) "정기검사 사항의 일부"라 함은 정기검사에서 요구하는 검사 사항 중 다음의 검사를 말한다.
      (1) 구획검사 사항(다만, 매 정기적 검사 시 마다 검사를 시행하여야 하는 구획은 제외한다)
      (2) 두께계측
      (3) 입거검사(다만, 매 정기적 검사 시 마다 입거검사를 시행하여야 하는 선박은 제외한다)
      (4) 기관장치 개방검사(다만, CMS 또는 PMS 대상선박은 제외한다)
      (5) **규칙 403.**의 1항 (3)호의 검사
      (6) **규칙 5-2절 3**항의 검사
6. 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다.
7. 구역에 대한 검사 및 두께계측을 중간검사 및 정기검사로서 양쪽에 동시에 인정하는 것은 허용되지 아니한다.

8. 선체계속검사

3장 검사강화제도 적용대상선박의 선체검사 및 **15절 일반건화물선의 선체검사**의 적용을 받는 선박을 제외한 선박에 대하여,

(1) 선박소유자의 신청에 따라 우리 선급이 승인하는 경우 정기검사의 일부 선체항목에 대하여 계속검사방식으로 시행할 수 있다. 여기서 정기검사의 일부 선체항목(즉, 선체계속검사항목)이라 함은 내부검사, 두께계측, 입거검사, 앵커/체인 배열검사, 탱크압력시험 및 창구덮개/코밍에 대한 검사를 말한다. 이 계속검사방식을 시행하는 선박이 다른 정기적 검사로부터 면제되는 것은 아니다.

(2) 이러한 방식을 채택하는 경우 해당 정기검사의 모든 선체계속검사항목은 5년의 정기검사기간 내에 완료되어야 한다.

(3) 각 검사주기 동안 모든 선체계속검사항목은 가능한 한 5년의 정기검사기간 내에 매년 균등하게 나누어서 정기적으로 순환되며 검사되어야 하고 요구되는 경우 시험되어야 한다. 일반적으로 정기검사의 선체계속검사항목 전체 수의 약 20%를 매년 완료하여야 한다.

(4) 5년의 정기검사기간 끝에는 정기검사를 완료하기 위하여 최소한 연차검사 범위의 검사를 시행하여야 하고 검사원은 검사되어야할 모든 항목이 만족한 결과로 빠짐없이 검사되었음을 확인하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 개별적인 부분에 대하여 재검사를 시행할 수 있다. **【지침 참조】**

(5) 선박소유자는 각 선체계속검사항목들에 대하여 검사를 받고자 하는 순서를 정해야 한다. 그러나 각 검사주기 내의 순서는 각 선체계속검사항목별로 검사 사이의 간격이 두 검사주기 내에서 일반적으로 5년을 넘지 아니하도록 이전의 검사와 연계되어야 한다. 입거검사는 **6절**의 모든 규정에 적합하는 것을 조건으로 5년의 정기검사기간 내에 언제든지 시행될 수 있다. 선령이 10년을 넘는 선박인 경우 평형수탱크에 대하여는 매 5년의 정기검사기간 내에 두 번의 내부검사를 시행하여야 한다. 즉, 한 번은 중간검사의 항목으로서 시행하고 나머지 한 번은 정기검사에 대한 선체계속검사의 항목으로서 시행하여야 한다.

(6) 검사원은 검사 시 어떠한 결함을 발견한 경우 판단에 따라 다른 항목으로 검사를 확대할 수 있다.

(7) 계속검사방식으로 시행하는 검사에 대한 승인은 우리 선급의 판단에 따라 취소될 수 있다. **【지침 참조】**

402. 정기검사의 구분

제조중등록검사를 받은 선박의 최초의 정기검사를 제1차 정기검사로 하고 그 후부터 제2차, 제3차 등 차수를 순차적으로 부여한다. 제조후등록검사를 받은 선박의 정기검사는 선박의 선령에 따라 그 등록검사의 정도가 몇 차 정기검사에 해당하는가를 정하고 이를 기준으로 하여 상기 요령과 같이 순차적으로 적용한다.

403. 검사사항 *(2018)*

1. 정기검사에서는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 선체, 의장 및 (9)호에서 요구하는 관련 배관이 만족한 상태에 있으며, 본선이 적절하게 정비와 운항을 하고 정기적 검사를 정해진 기한 내에 받는 조건으로 지정되는 5년의 새로운 선급기간 동안 의도하는 목적에 적합함을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 검사, 시험 및 점검을 하여야 한다. 선체에 대한 검사는 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 (12)호 및 (13)호에서 요구하는 두께계측 및 탱크 압력시험에 의하여 보충되어야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 발견하는 것이다. 정기검사는 다음 사항을 포함한다. *(2021)* **【지침 참조】**

(1) 입거 또는 상가를 하여 **603.**에서 정하는 검사. 다만, **605.**에 규정된 "입거주기 연장제도"의 적용을 받는 선박인 경우 이 검사는 **605.**의 규정에 따라 시행할 수 있다. *(2021)* **【지침 참조】**

(2) 창구덮개 및 코밍

창구덮개 및 코밍은 다음 사항에 대하여 검사한다.

(가) 창구덮개판 및 창구코밍판에 대한 정밀검사를 포함하여, **202.**의 1항 (1)호 및 (6)호의 항목에 대한 상세한 검사. 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 정밀검사를 하여야 한다.

(나) 모든 기계식 창구덮개의 작동검사 및 다음 사항 등의 검사

(a) 개방상태에서의 적재 및 고박상태

(b) 폐쇄상태에서의 고정 및 폐쇄상태의 유효성

(c) 와이어, 체인, 연결장치, 유압 및 동력장치의 작동검사

(다) 사수시험 또는 이와 동등한 방법에 의한 모든 창구덮개의 폐쇄장치의 유효성 검사

(3) 앵커 및 체인을 배열하여 검사한다. 체인로커 및 고정장치, 호저파이프 및 체인스토퍼를 검사하고, 체인로커의 펌핑장치를 시험한다. 다만, 제2차 및 그 이후의 정기검사 시에는 앵커체인을 계측하고 계측결과 평균 지름이 규정에 의한 원래의 지름에서 12%를 초과하여 쇠모된 경우에는 교환한다. *(2020)* **【지침 참조】**

(4) 선체내부검사 시 선체에 고착되어 있지 아니한 물품은 가능한 한 정리하고, 림버보드, 머드박스, 빌지흡입관의 여과기 등을 개방하여, 선체내부를 청소한 후 검사한다.

(5) 각 갑판을 검사하고 특히 강력갑판의 용접부, 구조의 불연속부 및 창구 등의 개구의 모서리를 주의해서 검사한다. 또한 갑판 피복재와 강판과의 부착상태를 검사한다.

(6) **표 1.2.2**에서 정하는 보호된 선체구조에 대하여 검사를 한다. **【지침 참조】**

표 1.2.2 정기검사 시 보호된 선체구조의 검사

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 및 이후 정기검사
1) 단저구조 부분은 선체중심선의 양측 및 만곡부에서 선저내장판을 적어도 1조씩 들어내고 기관실에서는 필요에 따라 바닥판을 들어내어 저부구조를 검사한다. 특히 선저외판 내면에 피복된 시멘트 등의 접착상태를 확인할 필요가 있다.	제1차 정기검사사항에 추가하여, 1) 선수미를 통하여 단저구조 부분에서는 측내용골 부근에서 내장판 1조씩을 떼어내고, 이중저 및 디프탱크 부분에서는 선체빌지부(림버구멍 포함)와 중심선부, 필러의 하부, 격벽판의 하부, 축로부 및 기타 검사원이 필요하다고 인정하는 곳의 내장판을 떼어 내고 하부 강재를 검사한다.	제2차 정기검사사항에 추가하여, 1) 모든 내장판, 선창내장재, 목재복판, 창내 주위 벽, 기관실 바닥판을 그 하부의 강재를 검사하는데 지장이 없을 만큼 충분한 양을 떼어내고, 선체 내외부의 녹을 충분히 제거한 후 선체 각부의 강재를 검사하는 동시에 배출관, 공기관, 측심관 등을 검사한다.
2) 이중저 구조부분은 검사원이 필요하다고 인정하는 곳의 내장판을 들어내고 이중저판 상면의 상태를 검사한다.	2) 현창부분의 외판을 특히 주의하여 검사하고 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 그 부분 및 기타 부식이 심한 부분에 대하여 두께를 계측한다.	2) 강갑판 상면의 목갑판, 기타 피복재료는 검사원의 지시에 따라 떼어내고 검사한다. 만곡부 및 갑판의 선측에 있는 시멘트 촉(chock)을 검사하고, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 그 일부를 제거해서 외판 및 인접 강재를 검사한다.
	3) 강갑판 상면의 목갑판 마모부분에 시험구멍을 뚫어 강갑판의 상태를 검사한다.	3) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 선실부분에서는 현창 하부의 내장판을 검사원 지시에 따라 떼어내고 외판의 상태를 검사한다.
		4) 냉장을 위하여 방열장치를 시공한 부분은 림버보드 및 덮개를 들어내고 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 방열장치를 떼어내고 해당 부분의 늑골 및 강판을 검사한다.

(7) 구역의 내부검사 *(2020)*

(가) **표 1.2.3**에서 정하는 선체 및 선루내의 모든 구역에 대하여 내부검사를 한다. *(2020)*

(나) 탱크 내부검사 시에는 판 및 늑골, 빌지웰, 측심관, 통풍관, 흡입 및 배출장치도 검사한다.

(다) 평형수탱크에 방식조치가 되어있는 경우 그 상태를 검사하여야 한다. 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크에 대하여 경화보호도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**

(라) 이중저 평형수탱크에서 이러한 경화보호도장의 탈락이 발견되었으나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**

표 1.2.3 정기검사 시 구역의 내부검사 최소범위 *(2020)*

구역 \ 정기검사 구분		제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
화물창(이중갑판이 있는 경우 이를 포함), 화물탱크		○	○	○	○
이중저탱크, 디프탱크, 평형수탱크, 피크탱크		○	○	○	○
펌프실, 파이프터널, 덕트킬, 기관구역, 드라이스페이스, 코퍼댐, 보이드 스페이스		○	○	○	○
선박의 구조물에 통합된 해수유입 덕트, 통풍용 덕트 (설치된 경우)[3] *(2022)*		-	-	O	O
연료유탱크 △	기관실	-	-	1개	1개
	화물지역	-	1개	2개	절반, 최소한 2개
	기관실 및 화물지역 외(설치된 경우)	-	1개	1개	2개
윤활유탱크 △		-	-	-	1개
청수탱크 △		-	1개	○	○
빌지저장탱크 (Bilge Holding Tank) *(2022)*		○	○	○	○
기관실내 기타 탱크 (ex, waste-/sludge-/drain-/bilge- etc.) *(2022)*		-	-	1개	○

(비고)

1. 적용은 탱크의 용도에 의한 분류를 우선으로 한다.
   ○ : 모든 구역에 대하여 내부검사를 시행한다.
   △ : 다음에 따른다.
   1) 이 요건은 (구조적)일체형탱크에 적용한다.
   2) 검사할 탱크를 선택하는 경우 순환적으로 매 정기검사 시 다른 탱크를 검사한다.
   3) (모든 용도의)피크탱크는 매 정기검사 시 내부검사를 하여야 한다.
   4) 제3차 및 이후 정기검사 시 설치된 경우 화물지역 내 한 개의 연료유디프탱크를 포함하여야 한다.
2. 선체의 일부를 형성하지 아니하는 연료유탱크의 경우는 502.의 2항 (9)호 (다)에 따라 검사한다. *(2020)*
3. 용어의 정의 : 선박의 구조물에 통합된 해수유입 덕트 및 통풍용 덕트 (IACS Rec. 111 참조). *(2019)*
   1) **해수유입 덕트(Downflooding ducts)**
   SOLAS의 손상복원성 기준을 충족시키기 위해 설치되며, 설치의 목적은 침수시 물을 낮은 구획으로 옮겨서 손상 상태에서 복원성을 향상시키는 것이다. 해수유입 덕트는 일반적으로 선박의 측면에 설치되며 덕트의 경계(boundary)중 한 면은 외판(Side shell plating)으로 구성되어 선박의 구조물에 통합 된다.
   2) **통풍용 덕트(Structural ventilation ducts)**
   선체구조와 통합되거나 자체 지지되는 방식으로 주변이 보강된 통풍용 덕트를 말한다. 이 통풍용 덕트는 수밀격벽을 통과하게 되는 경우 또는 선박에 대한 손상 시나리오에 따른 손상 시 물로 채워질 수 있는 구역에 사용 될 수 있다. (예, 선종부호가 RoRo Ship, Passenger Ship-RoRo나 Passenger Ship-Car Ferry 등의 차량을 운송하기 위한 화물구역에 설치된 통풍용 덕트로 그 경계(boundary) 중 한 면은 외판(side shell plating)으로 구성되어 선박의 구조물에 통합) *(2021)*

(8) 계류장치 및 양묘장치를 검사하고 효력시험을 한다. 다만, 검사원이 지장이 없다고 인정하는 경우 효력시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

(9) 수동 빌지펌프의 효력에 대하여 검사한다. 모든 빌지 및 평형수관장치에 대하여 밀폐성 및 만족한 상태로 유지되는지를 확인하기 위하여 검사를 하고 사용압력으로 작동시험을 하여 검사원이 만족하여야 한다.

(10) 방화구조 및 소방설비에 관한 사항을 검사한다. 또한 해당설비에 대하여는 작동시험을 한다. *(2018)*

(11) **7편 4장 1002.**의 컨테이너 고박설비를 갖춘 선박의 컨테이너 고박설비에 대하여는 다음의 검사를 하여야 한다. *(2018)*

(가) 셀가이드 및 고박설비에 대한 정밀 확인(용접부의 균열유무 등)

(나) 고박설비와 선내기록부의 비교 확인

(12) 두께계측 *(2018)* **【지침 참조】**

(가) **표 1.2.4**에서 정하는 위치에 대하여 두께를 계측한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 확대할 수 있다. 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 과도한 부식지역을 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 **표 1.2.5**에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다.

(나) (가)호에 따른 두께계측 후 우리 선급이 별도로 정하는 선박에 대하여는 종강도평가를 시행하여야 한다. 다만, 종강도평가를 위한 두께계측 결과는 종강도평가 시행 전 1년 이내에 계측된 것만 유효하다.

표 1.2.4 정기검사 시 두께계측 최소범위

1. 일반선박

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 선박 전체에 걸친 의심지역	1. 선박 전체에 걸친 의심지역 2. 중앙부 0.5 L 내의 화물구역에 있어서 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판	1. 선박 전체에 걸친 의심지역 2. 중앙부 0.5 L 내의 화물구역에 있어서 2개의 횡단면(서로 다른 화물구역에서 1개씩 취한다)[4), 5), 6), 7)] 3. 모든 화물창의 창구덮개 및 코밍(판 및 보강재)[9)] 4. 선수 및 선미피크 평형수탱크 내부재 *(2020)* 5. 모든 화물탱크 내의 모든 횡격벽[8)] 6. 모든 평형수탱크 내의 모든 횡격벽[8)]	1. 선박 전체에 걸친 의심지역 2. 중앙부 0.5 L 내의 화물구역에 있어서 최소한 3개의 횡단면[5), 6), 7)] 3. 모든 화물창의 창구덮개 및 코밍(판 및 보강재)[9)] 4. 선수 및 선미피크평형수탱크 내부재 *(2020)* 5. 선박의 전 길이에 대한 노출된 상갑판의 각 판 6. 대표적인 노출된 선루갑판(선미루, 선교루 및 선수루)의 각 판 7. 관련 내부재와 함께 화물구역 내 모든 횡격벽의 최하부판 및 이중갑판과 접하는 횡격벽판 8. 선박의 전 길이에 대한 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 9. 선박의 전 길이에 대한 평판용골, 코퍼댐 및 기관실의 선저외판과 모든 탱크 후단부의 선저외판 10. 해수흡입구의 판 및 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 선외배출관 주위의 선체외판 11. 모든 화물탱크 내의 모든 횡격벽 및 각 1개의 웨브프레임링[8)] 12. 모든 평형수탱크 내의 모든 횡격벽 및 모든 웨브프레임링[8)]

(비고)

1) 이 표의 적용상 일반선박*이라 함은 **표 1.2.4**의 **2.**의 기타선박을 제외한 선박을 말한다. *(2022)*
(* : 해당 선급기술규칙에 별도의 두께계측 요건이 있는 경우, 관련 선급기술규칙을 적용한다.)
2) 두께계측 위치는 화물 및 평형수 사용기록과 보호도장 상태를 고려하여 가장 부식이 심하다고 간주되는 대표적인 부위를 선정한다.
3) 내부재에 대한 두께계측의 범위는 경화보호도장의 상태가 양호하다고 검사원이 인정하는 경우 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*
4) 길이 100 m를 넘는 선박인 경우 제3차 정기검사에서 중앙부 0.5 L 이내 노출갑판의 두께계측을 요구할 수 있다.
5) 길이 100 m 미만인 선박은 제3차 정기검사에서 요구하는 횡단면의 개수는 1개, 제4차 및 이후 정기검사에서 요구하는 횡단면의 개수는 2개로 할 수 있다.
6) 자동차전용운반선의 경우 횡단면 계측은 노출갑판, 선측외판, 선저외판, 내저판 및 내저판 하방에 있는 종통부재를 계측하는 것으로 할 수 있다.
7) 종강도평가 대상선박인 경우 해당 위치에서의 모든 종통부재를 포함하여 계측하여야 한다.
8) 이 규정은 액체화물을 운송하는 선박(강재부선 포함)에 대하여만 적용한다.
9) 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 두께계측을 하여야 한다.

표 1.2.4 정기검사 시 두께계측 최소범위 (계속)
2. 기타선박

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 선박 전체에 걸친 의심지역	1. 선박 전체에 걸친 의심지역 2. 중앙부 0.5 L 내의 1개의 횡단면에서, 노출된 상갑판[5], 선측외판 및 선저외판의 각 판	1. 선박 전체에 걸친 의심지역 2. 중앙부 0.5 L 내의 2개의 횡단면에서, 노출된 상갑판[5], 선측외판 및 선저외판의 각 판 3. 선수 및 선미피크 평형수탱크 내부재 *(2020)*	1. 선박 전체에 걸친 의심지역 2. 중앙부 0.5 L 내의 2개의 횡단면에서 선측외판의 각 판 3. 선박의 전 길이에 대하여, 1) 노출된 상갑판의 각 판[5] 2) 대표적인 노출된 선루갑판(선미루, 선교루 및 선수루)의 각 판 3) 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판 4) 선저외판 5) 평판용골 4. 선수 및 선미피크 평형수탱크 내부재 *(2020)*

(비고)
1) 이 표의 적용상 기타선박* 이라 함은 다음 선종을 말한다. 다만, 폐기물운반선은 제외한다. *(2022)*
지침 부록 1-1, 1.1의 선종 중
- 12, 13의 선종
- 15, 16, 17, 19, 20 및 26부터 30 및 31부터 32의 선종 중 총톤수 500톤 미만이고 국제항해를 하지 아니하는 선박
(* : 해당 선급기술규칙에 별도의 두께계측 요건이 있는 경우에는 관련 선급기술규칙에 따른다.)

2) 두께계측 위치는 가장 부식이 심하다고 간주되는 대표적인 부위를 선정한다.
3) 내부 구조부재의 두께계측 범위는 경화보호도장의 상태가 양호하다고 검사원이 인정하는 경우 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*
4) 종강도평가 대상선박인 경우 해당위치에서의 모든 종통부재를 포함하여 계측하여야 한다.
5) 어선의 경우 갑판의 두께계측은 갑판외부에 목갑판이 설치되어 있고 이 사이에 콜타르가 시공되어 해수의 침입이 방지된다고 검사원이 인정하는 경우 갑판 폭의 양쪽 끝단부 거터배수로와 창구코밍 주위에 대하여만 계측하는 것으로 할 수 있다.

표 1.2.5 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건

구조부재	계측범위	계측점의 수
판재	의심지역 및 인접하는 판	판의 1 m^2 마다 5점
보강재	의심지역	웨브 : 각 3점 면재 : 각 3점

(13) 탱크 압력시험 *(2018)*

(가) **표 1.2.6**에서 정하는 탱크에 대하여 압력시험을 한다.

(나) 부양상태에서 선저부의 내부검사를 한 탱크는 압력시험을 부양상태에서 하여도 좋다.

표 1.2.6 정기검사 시 탱크 압력시험 범위

정기검사 구분 / 탱크	제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
모든 물탱크(평형수 겸용 화물창 포함 및 청수탱크 제외) 및 모든 화물탱크 *(2018)*	○	○	○	○
연료유탱크, 윤활유탱크, 청수탱크, 빌지저장탱크(Bilge Holding Tank), 기관실 내 기타 탱크(ex, waste-/sludge-/drain-/bilge- etc.) *(2022)*	△	△	△	△

(비고)

1. 적용은 탱크의 용도에 의한 분류를 우선으로 한다.
2. 탱크의 주위 벽은 공기관상단 또는 평형수겸용 화물창인 경우 창구상단 근처까지의 수두로 시험하여야 한다. 연료유탱크, 윤활유탱크 및 청수탱크의 주위 벽은 사용상태에서 일어날 수 있는 최고액면의 수두로 시험하여야 한다.
3. ○ : 모든 탱크의 주위 벽에 대하여 압력시험을 시행한다.
   △ : *(2020)*
   1) 이 요건은 일체형 탱크에 대하여 적용한다.
   2) 연료유탱크, 윤활유탱크 및 청수탱크 등의 압력시험은 탱크경계에 대한 외부검사가 만족스럽고, 선장으로부터 압력시험이 규정에 따라 만족한 결과로 시행되어 왔다는 것이 확인되는 경우 특별히 고려할 수 있다. *(2022)*
   3) 선체의 일부를 형성하지 아니하는 연료유탱크는 **502.**의 **2**항 (9)호 (다)에 따라 검사한다.
4. 화물탱크(액화가스 산적운반선의 화물탱크 제외)의 경우 내부 및 외부 검사를 하고 검사원이 양호하다고 인정하는 경우 생략할 수 있다.
5. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 탱크 압력시험을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(14) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 외판, 수밀격벽, 축로 및 수밀문과 선루단 격벽에 있는 개구의 폐쇄장치에 대하여 유효성을 확인한다. *(2018)* **【지침 참조】**

(15) 기관실의 선체구조에 대하여 검사한다. 특히 탱크정판, 탱크정판 주위의 선체외판, 선측늑골과 탱크 정판을 연결하는 브래킷, 탱크정판 및 빌지웰 주위의 기관실격벽에 대하여 주의하여 검사한다. 또한 해수흡입구, 해수냉각관과 선외배출관밸브 및 이들과 선체외판의 연결 상태에 대하여 주의하여 검사 한다. 쇠모된 또는 쇠모된 것으로 의심이 되는 경우 두께계측을 시행하고 쇠모한도를 초과한 경우 수리 또는 새 것으로 교체하여야 한다. *(2018)*

(16) 여객선을 제외한 모든 선박의 자동공기관헤드에 대하여 **표 1.2.7**과 같이 외관 및 내부검사를 하여야 한다. 외부에서 내부를 적절히 검사할 수 없는 구조인 경우에는 공기관헤드를 개방하여야 하며, 아연도금이 된 헤드인 경우 도금의 상태에 특히 주의하여야 한다. *(2018)*

표 1.2.7 정기검사 시 자동공기관헤드의 검사요건

제1차 정기검사[1), 2)]	제2차 정기검사[1), 2)]	제3차 및 이후 정기검사[3)]
· 선수 0.25 L 전방의 노출갑판상에 위치한 각 현에서 1개씩 2개의 공기관헤드(가능한 한 평형수탱크용) · 선수 0.25 L 후방구역의 노출갑판상에 위치한 각 현에서 1개씩 2개의 공기관헤드(가능한 한 평형수탱크용)	· 선수 0.25 L 전방의 노출갑판상에 위치한 모든 공기관헤드 · 선수 0.25 L 후방구역의 노출갑판상에 위치한 최소한 20%의 공기관헤드 (가능한 한 평형수탱크용)	· 노출갑판상에 위치한 모든 공기관헤드
(비고) 1) 검사대상 공기관헤드의 선정은 검사원이 한다. 2) 검사원은 검사결과에 따라 노출갑판상에 위치한 다른 헤드의 검사를 요구할 수 있다. 3) 최근 정기검사 이후 신환되었다는 확실한 증거가 있는 공기관헤드에 대하여는 생략할 수 있다.		

(17) 복원성 적하지침기기가 설치된 경우 승인된 모든 시험적하상태에 대하여 검사한다. *(2018)*

(18) 케이블 수밀 관통부 검사 *(2021)*

(가) 정기검사 요건은 검사원 또는 **전문공급자 승인 지침**에 따른 전문공급자에 의해서 수행될 수 있다.

(나) 모든 관통부는 만족스러운 상태를 확인하기 위해 검사되어야 하고, 관통부가 잘 정비되고 있는지를 확인하기 위하여 기록부를 검토한다. 정기검사의 결과는 기록부에 기록되어야 하며, 한 번의 기록으로 모든 관통부에 대한 검사의 기록으로 간주할 수 있다.

(다) 마지막 정기검사 이후 케이블 관통부에 어떤 문제점(any disruption)이나 새로운 케이블 관통부 설치가 기록부에 기록된 경우(이전의 연차검사에서 검토 및 검사된 경우는 제외), 관통부가 만족스러운 상태인지 여부가 기록부 검토 및 관통부 검사를 통해 검사원에 의해 확인되어야 하며, 이러한 각각의 케이블 관통부에 대한 검사 결과는 기록부에 기록되어야 한다.

(라) 승인된 전문공급자에 의해 케이블 관통부가 검사된 경우, 검사원은 기록부를 검토하여 소유자에 의해 적절히 정비되고 전문공급자에 의해 올바르게 이서 되었는지 확인해야 한다.

(19) **4편 10장 101.**의 7항에 규정된 일점계류용 계류장치를 설치하고 추가설비부호 "EQ-SPM"을 갖는 선박인 경우 일점계류용 계류장치 및 선체지지구조에 대하여 작동 및 변형상태를 정밀하게 점검하고, 만족한 상태로 유지하고 있는지를 확인하여야 한다. 필요시 비파괴 검사를 요구할 수 있다. *(2018)* **【지침 참조】**

2. 1항에 추가하여 산적화물선, 유조선 및 위험화학품 산적운반선 등 검사강화제도 적용대상선박은 **3장**의 규정에도 적합하여야 한다. 다만, 중복되는 검사사항이 있는 경우 이를 이중으로 적용하지 아니한다.
3. 단일화물창 화물선에 설치된 수위감지기에 적용하는 추가요건에 대하여는 **15절**에 따른다.
4. 1항에 추가하여 일반건화물선인 경우에는 **15절**, 액화가스 산적운반선인 경우에는 **16절**의 규정에도 적합하여야 한다. 다만, 중복되는 검사사항이 있는 경우 이를 이중으로 적용하지 아니한다.
5. 1항에 추가하여 로로선의 현측문 및 내측문 등에 대하여는 **17절**의 규정에도 적합하여야 한다. 다만, 중복되는 검사사항이 있는 경우 이를 이중으로 적용하지 아니한다.
6. 1항에 추가하여 해당되는 경우 **18절** 및/또는 **19절**의 관련규정에도 적합하여야 한다.

404. 소방설비 【지침 참조】

소방설비에 대한 검사는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

제 5-1 절 정기검사(기관, 전기 및 추가설비)

501. 검사시기

정기검사(기관, 전기 및 추가설비)의 시기에 관하여는 401.의 규정을 준용한다.

502. 검사사항

정기검사(기관, 전기 및 추가설비)는 중간검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항에 대하여 검사를 한다.

1. 주기관 및 보조기관의 검사사항

(1) 주기관은 그 종류에 따라 다음 사항을 검사하며 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 조종장치, 조속장치 및 안전장치에 대하여 작동시험을 한다. **【지침 참조】**

(가) 내연기관에 대하여는 실린더, 실린더커버, 피스톤, 피스톤로드, 연접봉, 크로스헤드(핀, 베어링 및 가이드 포함), 크랭크 축 및 모든 베어링, 탄성커플링, 캠축 및 구동장치, 밸브 및 밸브장치, 연료펌프 및 연료분사관, 소기펌프, 소기송풍기, 과급기, 공기냉각기, 여과기 또는 기름분리기와 안전장치, 클러치, 역전장치, 부속펌프, 냉각장치, 크랭크실 및 폭발안전장치를 개방하여 검사하고 크랭크암의 개폐량을 측정한다. 또한 진동감쇠장치의 유효성을 확인하고 밸런서에 대하여도 검사한다. 다만, 전회 분해검사 이후 운전시간이 제조자의 분해 권고시간에 미치지 못하는 내연기관에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(나) 검사를 하기 위해서 기관 전부를 분해하여야 하는 특수한 구조의 고속내연기관에 대한 검사는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(다) 추진증기터빈이 잘 알려진 형식이며, 증기공급의 적절한 위치에서 증기압 측정장치는 물론 승인된 로터위치표시기와 진동표시기를 갖추고 비상운전 시 쉽게 전환할 수 있는 경우 제1차 정기검사 시 로터베어링, 추력베어링, 플렉시블커플링만을 검사할 수 있다. 다만, 그 검사 이후 작동기록과 시운전출력으로부터 그 터빈 상태가 양호함을 검사원이 만족하여야 한다. 터빈케이싱은 그 다음 제2차 및 이후 정기검사부터 개방하여야 한다.

(라) 주기관용 가스터빈의 검사는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. *(2018)* **【지침 참조】**

(2) 보조기관에 대하여는 주기관에 준하여 검사한다.

2. 주기관 및 보조기관 이외의 기관장치 검사사항 *(2018)*

(1) 프로펠러축을 제외한 모든 축과 스러스트 블록, 축베어링 및 커플링을 검사한다. 다만, 축의 중심선과 마모상태가 양호할 경우에는 하부베어링은 개방하지 않아도 좋다.

(2) 감속장치를 검사한다. 또한 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 개방하여 기어휠, 피니온, 축 및 베어링을 검사한다. **【지침 참조】**

(3) 중간냉각기, 여과기, 기름분리기 및 안전장치를 포함한 공기압축기와 중요한 용도에 사용되는 모든 펌프를 검사한다. 또한 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 개방하여 검사한다. **【지침 참조】**

(4) 조타기의 작동상태를 검사한다. 또한 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 주요부를 개방하여 검사한다. **【지침 참조】**

(5) 윈들러스, 무어링윈치 및 하역윈치의 작동상태를 검사한다. 또한 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 주요부를 개방하여 검사한다. **【지침 참조】**

(6) 증발기를 개방하여 검사한다. 또한 안전밸브의 작동상태를 점검한다.

(7) 주기관, 보조기관, 기어케이싱, 스러스트블록의 설치 볼트와 촉(chock) 및 탄성지지를 검사한다.

(8) 중요 용도에 사용되는 공기탱크 및 기타 압력용기와 그 부착품 및 안전장치를 개방하여 내·외부를 검사한다. 다만, 내부검사를 할 수 없는 경우에는 승인된 사용압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 한다. 또한 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 이들의 안전밸브에 대하여 효력시험을 한다. **【지침 참조】**

(9) 펌프 및 관장치

(가) 비상 빌지흡입밸브를 포함하여 빌지계통의 밸브, 콕 및 여과기를 검사하고 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 개방검사를 하거나 빌지계통의 효력시험을 한다. **【지침 참조】**

(나) 연료유, 급수 및 윤활유 계통, 평형수겸용 화물창의 평형수관 연결 및 차단장치 그리고 중요한 용도에 사용되는 모든 여과기, 가열기, 냉각기 및 복수기를 개방하여 검사하고 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 한다. 또한 이들의 안전장치를 검사한다. **【지침 참조】**

(다) 선체의 일부를 형성하지 아니하는 연료유탱크는 내·외부를 검사하고 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험 및 원격폐쇄장치의 작동시험을 한다. 제1차 정기검사 시에는 외부검사 결과 양호하다고 인정되면 내부검사를 생략할 수 있다. 또한 모든 부착품과 원격제어장치를 가능한 한 검사한다. **【지침 참조】**

(10) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 각종 압력계, 회전계, 온도계의 효력시험을 한다. **【지침 참조】**

(11) 중요기기에 자동 및 원격제어장치가 설치되었을 경우에는 이들의 작동상태를 점검한다.

(12) 주 증기관은 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 검사원이 지정하는 부분의 래깅을 떼어내어 검사한다. 또한 필요할 경우에는 관의 두께를 계측한다. **【지침 참조】**

(13) **5편 6장 1201.**의 1항에 규정하는 냉동장치에 대하여는 다음 사항에 대하여 안전검사를 한다.

(가) 기기를 운전상태에서 검사하는 동시에 냉매의 누설유무를 시험한다.

(나) 코일형 콘덴서와 증발기의 코일 및 셀 튜브형 콘덴서 및 리시버의 동체를 적어도 승인된 사용압력의 90 %의 압력으로 압력시험을 한다. 다만, 이 기기에 부착된 도출밸브가 상기의 승인된 사용압력보다 낮은 압력으로 작동하도록 조정되어 있을 때는 시험압력을 도출밸브 조종압력의 90 %까지 낮출 수 있다. 또한 암모니아 및 염화메틸을 냉매로 사용하는 것을 제외하고는 상기 압력시험을 생략할 수 있다.

(14) **7편 9장 8절**에서 규정하는 예인 윈치의 비상풀림장치에 대해서는 다음과 같은 검사를 한다. *(2021)*

(가) 정기검사에 대한 제조자의 추가적인 지침을 적절히 따르면서 연차검사에서 요구하는 검사를 하여야 한다.

(나) 비상풀림장치의 최대 성능을 시험하여야 한다. 시험은 볼라드 풀(bollard pull) 시험 중에 시행하거나 또는 예인선 갑판의 보강된 부분 또는 육상에 적절한 하중으로 증명된 예인하중을 가함으로서 시행될 수 있다.

(다) 비상풀림장치는 최대 설계 하중의 30% 미만의 하중 또는 정상 전원 상태 및 블랙아웃 시의 전원상태 모두에서 볼라드 풀(bollard pull) 하중의 80% 중 적은 것으로, 검사원이 만족할 수 있게 예인 하중을 시험하여야 한다.

(15) 배기가스 배출 저감장치(SCR, EGR 및 EGCS)에 대한 검사는 **선박의 환경 보호 설비에 관한 지침**의 각 해당 규정에 따른다. *(2022)*

3. 전기설비

전기설비에 대하여는 다음 사항에 대하여 검사한다.

(1) 주배전반과 비상배전반, 구전반, 분전반을 검사하고 각 회로에 대하여 적절한 보호가 되어 있는가를 확인하기 위하여 과전류 보호장치와 퓨즈를 검사한다.

(2) 발전기를 부하상태에서 단독 또는 병렬로 운전하여 조속기, 스위치, 회로차단기의 효력시험을 한다.

(3) 발전기, 배전반, 전동기, 케이블 및 기타 전기기계에 대하여 절연저항시험을 하고 그 값이 **6편 1장 1701.**의 1항에 만족하지 않은 경우에는 조정하여야 한다. 다만, 적절한 계측기록이 있고 그 값이 **6편 1장 1701.**의 1항에 만족하다고 인정되는 경우에는 이 시험을 생략할 수 있다.

(4) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 조명장치, 선내통신 및 신호설비, 기계 통풍장치, 기타 전기기계 및 기구에 대하여 효력시험을 한다. **【지침 참조】**

4. 워터제트 추진장치 및 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thruster)에 대한 검사는 **지침 부록 1-9**에 따른다. *(2021)*

5. 추가설비(냉장설비, 하역설비, 자동화설비, 자동위치제어설비, 항해선교설비, 선체감시장치, 잠수설비, 고전압 선외수전설비, 화물증기 배출제어장치 및 평형수관리 등)에 대한 검사는 **9편** 등의 각 해당 규정에 따른다.

6. 액화가스 산적운반선 및 압축천연가스(CNG) 산적운반선 이외에 가스를 연료로 사용하는 선박은 이 절의 요건에 추가하여 **저인화점연료선박 규칙 4장 303.**의 요건에도 만족하여야 한다.

7. **9절**에 규정된 기관계속검사(CMS)를 적용하는 경우 CMS항목 이외의 기관사항을 포함하여 각종 안전장치의 효력시험에 대해서 검사하여야 한다.

8. 주기 및 보기의 만족할 만한 운전상태를 확인하기 위하여 검사원 입회 하에 안벽시운전을 하여야 한다.

9. 1항부터 8항에 추가하여 해당되는 경우 **19절**의 관련규정에도 적합하여야 한다.

제 5-2 절 정기검사(선종별 추가요건)

정기검사(선종별 추가사항)는 중간검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 검사를 한다.

1. 유조선(탱커 포함) :

다음의 검사사항을 추가로 검사를 하여야 한다.

(1) 펌프실에서 펌프의 고정상태, 축 스터핑박스, 격벽 관통부 및 통풍장치의 상태를 검사하여야 한다.
(2) 화물탱크의 내저판에서 과도한 피팅이 없는지 확인하기 위해서 검사하여야 한다. *(2022)*
(3) 화물탱크의 화물유 흡입관에서 벨마우스를 떼어내고 그 부근의 외판 및 격벽을 검사한다.
(4) 구역의 모든 배관장치, 노출갑판상 화물유관, 브리더밸브, 벤트의 플레임스크린, 퍼지장치, 가스프리장치, 불활성가스장치, 기타 모든 관장치를 검사한다. 또한 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 배관의 압력시험이나 계측을 실시하여야 한다. *(2020)* **【지침 참조】**
(5) 불활성가스장치 중 아래사항을 검사하여야 하며 필요할 경우 개방검사를 시행한다. **【지침 참조】**
(가) 가스세정기의 중요부
(나) 불활성가스 송풍기의 중요부
(다) 워터시일 장치의 중요부
(라) 배기가스 차단밸브 및 불활성가스 제어밸브의 중요부
(마) 압력/진공 밸브의 중요부

2. 위험화학품 산적운반선 :

다음의 검사사항을 추가로 검사하여야 한다.
(1) 지지부재, 키, 횡/종경사 방지장치를 포함하여 화물격납설비의 기반을 검사한다.
(2) 갑판을 관통하는 화물격납 돔의 폐쇄장치 및 밀폐장치를 검사한다.
(3) 화물펌프를 개방하여 검사한다.

3. 액화가스 산적운반선 :

다음의 검사사항을 추가로 검사하여야 한다.

(1) 화물격납설비검사
(가) 모든 화물탱크의 내부검사를 하여야 한다.
(나) 탱크의 기반을 이루는 촉(chock), 지지대, 키 및 기타 부위의 방열과 화물탱크에 대하여 특별히 주의하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 방열재를 떼어내어 검사한다. 만약 항해계측기록을 검토하여 방열보전성이 충분히 입증되지 아니한다면 화물탱크 방열상태를 검사할 수 없는 윙탱크, 이중저탱크, 코퍼댐의 주위 구조부재에 대하여 화물탱크가 냉각될 때 콜드스폿검사를 하여야 한다. **【지침 참조】**
(다) 비파괴검사 **【지침 참조】**
검사원이 필요하다고 인정하는 경우 화물탱크시험에 추가하여 주요 구조부재, 탱크외판, 고응력이 작용하는 부위 및 용접연결부에서 비파괴시험을 하여야 한다. 다만, 독립형탱크 형식 C에 대하여는 비파괴시험이 전체적으로 면제될 수는 없다. 특히 다음 항목을 고응력부위로 간주한다.
- 화물탱크 지지구조와 횡동요 방지장치
- 늑골 또는 보강링
- 제수격벽 경계면
- 탱크외판과 접한 상부덮개 및 밑동부의 연결부
- 펌프, 펌프타워, 사다리 등의 기반대
- 배관 연결부

독립형탱크 형식 B의 비파괴시험범위는 화물탱크의 설계에 대하여 특별히 마련된 프로그램에 따른다.

(라) 모든 화물탱크의 밀폐시험을 적절한 절차로써 확인하여야 한다. 만약 본선 가스탐지장치의 유효성이 확인될 경우 독립형탱크의 갑판 하부를 그 장치를 이용하여 밀폐시험으로 인정할 수 있다.
(마) (가)부터 (라)의 시험 또는 항해기록상 화물탱크 구조 보전성에 대해서 의심이 생길 경우 수압이나 수압-공기압 시험을 하여야 한다. 이때 일체형탱크나 독립형탱크 형식 A 및 B에서는 각 탱크의 설계압기준으로 시험하여야 하며 독립형탱크 형식 C에서는 도출밸브의 최대허용압력의 1.25배 이상으로 하여야 한다.

(바) 독립형탱크의 형식 C에 대하여는 2차, 4차, 6차 정기검사 등과 같이 격차로 하여 다음 중 하나로 시험되어야 한다.

(a) 최대허용설정압력의 1.25배 이상의 압력시험과 (다)에서 규정하는 비파괴시험 또는

(b) 철저히 계획된 비파괴시험 조건하에 탱크 설계용으로 특별히 준비된 프로그램에 따라 시험하여야 한다. 만약 특별히 결정된 프로그램이 없는 경우에는 다음을 적용한다.

- 화물탱크 지지구조 및 횡동요 방지장치
- 보강링
- 탱크외판과 탱크의 종통격벽 사이의 Y형 연결부
- 제수격벽 경계면
- 탱크외판과 접한 상부덮개 및 밑동부의 연결부
- 펌프, 펌프타워, 사다리 등의 기반
- 배관 연결부

상기 각 용접부길이 중 최소 10%를 시험하여야 한다. 이 시험은 적용할 수 있는 내외부에서 실시하여야 한다. 비파괴시험을 위해서 필요한 경우 방열재 등을 제거하여야 한다.

(2) 실행 가능한 한 모든 화물창 구역 및 외판방열(만약 해당되는 경우), 2차 방벽과 탱크지지구조를 육안검사하여야 한다. 또한 압력/ 진공시험, 육안검사 또는 기타 적절한 방법으로써 2차 방벽의 유효성을 확인하여야 한다.

(3) 멤브레인탱크 및 세미멤브레인탱크

(가) 멤브레인탱크 및 세미멤브레인탱크에 대해서 각 탱크장치의 승인된 방법에 따른 특별히 마련된 프로그램으로 시험 및 검사하여야 한다.

(나) 멤브레인 격납설비에 대해서 우리 선급이 승인한 설비설계자의 절차 및 허용기준에 따라 1차 및 2차 방벽의 밀폐시험을 하여야 한다. 저차압시험(low differential pressure test)은 화물격납설비의 성능을 감시하기 위해 사용할 수 있으나, 2차 방벽의 밀폐시험으로서 인정하여서는 아니 된다.

(다) 접착형 2차 방벽(glued secondary barriers)으로 구성된 멤브레인 격납설비에 대하여 설계자의 허용치(threshold values)를 넘을 경우 조사를 하여야 하고 온도기록시험 또는 음향방출시험과 같은 추가시험이 수행되어야 한다.

(4) 방벽간 구역 및 화물창구역의 압력/진공 도출밸브, 파열판, 기타 압력도출장치에 대하여 필요한 경우 개방검사를 하고 설계조건에 따라 조정하여야 한다. **【지침 참조】**

(5) 화물탱크의 압력도출밸브를 개방하여 시험 및 재조정하며 성능시험을 하고 봉인하여야 한다. 만약 비금속멤브레인을 갖춘 도출밸브를 설치하였으면 그 비금속멤브레인을 교체하여야 한다. 이때 각각 도출밸브를 연속적으로 분해하고 재시험한 기록을 유지하고 있을 경우 대표적인 밸브를 개방하고 내부검사와 시험을 근거로 인정할 수 있다. 또한 액화가스 또는 증기도출밸브의 각 크기와 형식을 포함하여야 한다. 다만, 나머지 밸브들은 전번 정기검사이후 분해하고 시험한 증거로 항해일지가 있어야 한다.

(6) 화물관장치

(가) 필요한 경우 밸브, 작동장치, 조정장치를 포함하여 화물유, 질소액체, 프로세스배관장치의 개방검사를 하여야 한다. 이때 배관상태를 확인하기 위하여 필요한 경우 방열을 떼어내어야 한다. 만약 육안검사로써 완전한 배관상태에 대한 의심이 생기면 도출밸브의 최대허용압력의 1.25배 이상으로 압력시험을 하여야 한다. 조립 후 전체 배관장치의 누설시험을 하여야 한다. **【지침 참조】**

(나) 압력도출밸브의 성능시험을 하여야 한다. 이때 임의로 선택된 밸브를 개방하여 시험하고 재조정하여야 한다.

(7) 관련 구성품

화물 취급과 관련된 화물유펌프, 압축기, 프로세스압력용기, 액체질소탱크, 열교환기, 기타 구성품 및 원동기를 포함하여 메탄 보일오프의 연소장치를 검사하여야 한다.

(8) 기타 사항

(가) 필요한 경우 방벽간 구역 및 화물창으로부터 수분이나 화물을 제거하기 위한 장치를 검사하고 시험하여야 한다. **【지침 참조】**

(나) 모든 가스밀 격벽을 검사하여야 한다. 가스밀축의 유효성을 확인하여야 한다.

(다) 화물유, 질소가스, 빌지장치를 위한 호스 및 배관을 분리하는 스풀피스를 검사하여야 한다.

(라) 화물유관장치가 선체외판에 전기적으로 접지되는지 확인하여야 한다.

제 6 절 입거검사

601. 검사시기 *(2022)* 【지침 참조】

1. 선박은 5년의 정기검사기간 이내에 적어도 2회의 입거검사를 시행하여야 한다. 한 번의 입거검사는 정기검사와 연계하여 시행하여야 하며, 모든 경우에 있어서 두 입거검사 사이의 간격은 36개월을 넘어서는 아니 된다.

2. 1항에도 불구하고 여객선, 잠수선, 원자력선, 고속선* 및 여객용 수면비행선박에 대한 입거검사는 정기적 검사의 일부로 시행되어야 한다. 다만, 우리 선급이 별도로 정하는 경우는 이에 따른다. *(2022)*
   * 비고 : 여기서 고속선이란 HSC Code 적용 선박이나 대한민국 선박안전법 대상 선박 중 고속선 기준 대상 선박을 말한다.

3. 1항부터 2항에 추가하여 해당되는 경우 **19절**의 관련규정에도 적합하여야 한다.

602. 검사시기의 연장

입거검사는 선박소유자의 신청이 있는 경우 다음과 같이 연장할 수 있다.

1. 401.의 1항 및 2항에 의거 정기검사가 연장되는 경우 입거검사 시기의 연장은 401.의 1항 (4)호에 따른다.
2. 401.의 1항에 정의된 예외적인 경우 입거검사는 우리 선급의 승인을 받아 지정일로부터 3개월 이내의 범위에서 연장할 수 있다.

603. 검사사항

1. 선박을 입거 또는 상가하여 선저외판, 선측외판, 선수외판, 선미골재, 타, 해수흡입구 및 밸브, 프로펠러 등을 검사할 수 있도록 충분한 높이에 있어야 하고 또한 필요한 경우 접근설비를 마련하여야 한다.
2. 외판에 대하여는 과도한 부식, 결함이나 좌초 시 접촉으로 인한 결함, 변형 및 좌굴 등을 검사한다. 빌지킬은 “특히 주의”해서 검사한다. *(2021)*

   비고 : “특히 주의”라 함은 빌지외판과 빌지킬의 연결부에 대하여 주의하여 검사하는 것을 말한다.
3. 타, 타 핀틀, 타두재, 커플링, 선미 골재 등을 검사한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 타는 들어 올리거나 또는 검사용 판을 떼어내어 핀틀을 검사한다. 타 베어링의 틈새간격을 계측하여 다음의 허용틈새 이상인 경우에는 베어링을 조정하여야 한다. 또한 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 타의 압력시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

핀틀 (핀틀 지름 : d_p)	허용틈새
$d_p \leq$ 50 mm	3.0 mm
50 mm $< d_p \leq$ 100 mm	5.0 mm
100 mm $< d_p$	0.01 d_p + 4.0 mm
넥 베어링 (타두재 지름 : d_s)	0.01 d_s + 2.0 mm

4. 해수흡입구 및 격자, 선외로 통하는 모든 개구, 해수 흡입밸브, 선외 배출밸브 및 콕, 선체 또는 해수흡입구와의 결합부 등을 검사한다. 밸브와 콕은 검사원이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고는 정기검사시의 입거검사에 개방하여도 좋다. **【지침 참조】**

5. 프로펠러를 검사하고 또한 밀봉장치(설치된 경우)의 상태를 확인하고 선미관 베어링틈새 또는 마모량을 계측한다. 또한 가변피치 프로펠러 및 기타 특수한 구조를 가진 프로펠러장치에 대하여는 밀봉장치의 조임과 수밀 상태를 검사하고 변절기구가 있는 경우에는 작동상태를 확인한다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 분해하여 검사한다. **【지침 참조】**

6. 사이드스러스터 및 횡요감쇠장치는 육안으로 보이는 부분에 대하여 검사한다. (워터제트 추진장치, 선회식 추진장치, 수직축 프로펠러와 같이) 조종특성을 갖는 기타의 추진장치에 대하여 기어하우징, 프로펠러날개, 볼트잠김 및 기타 조임장치의 상태에 주목하여 외관검사를 하고 프로펠러날개, 프로펠러축 및 조타컬럼(steering column)의 밀봉장치를 검증하여야 한다. 또한 **지침 부록 1-9**에 따라 검사하여야 한다. *(2021)*

7. 해수윤활방식의 선미관에 대하여는 선미관 후단 및 축브래킷이 있는 경우 축브래킷 후단의 베어링부와 슬리브를 포함한 프로펠러축과의 틈새를 측정하여 다음의 허용틈새 이상인 경우에는 베어링을 교체하거나 수리하여야 하며 선미관축이 있는 경우에도 이에 따른다.

프로펠러축 지름 D_p	허용틈새
$D_p \leq 230$ mm	6.0 mm
230 mm 〈 $D_p \leq 305$ mm	8.0 mm
305 mm 〈 D_p	9.5 mm

8. IWS 부호를 가진 선박인 경우 604.의 3항 (8)호에 규정된 IWS 부호를 부기하기 위한 요건에 대하여 계속하여 만족한지 확인하여야 한다.

9. EDD 부호를 가진 선박인 경우 605.의 2항에 규정된 EDD 부호를 부기하기 위한 요건에 대하여 계속하여 만족한지 확인하여야 한다. *(2020)* **【지침 참조】**

604. 수중검사

1. 선령 15년 미만인 선박의 경우에는 5년의 정기검사 기간 이내의 2회의 입거검사 중 정기검사 사이의 중간에 해당되는 입거검사를 우리 선급이 적절하다고 인정하는 수중검사로 대신할 수 있다.
선령 15년 이상인 선박에 대하여 이러한 수중검사를 받고자 하는 경우에는 사전에 우리 선급으로부터 "별도의 승인"을 받아야 한다. 선령이 15년 이상인 검사강화제도(ESP) 부호를 갖는 선박인 경우에는 이러한 수중검사를 허용하지 아니한다. *(2021)*

비고 : "별도의 승인"을 하는 경우 검사현황, 전회 입거검사 보고서 및 두께계측기록 등을 고려하여야 한다.

2. 수중검사는 수선하의 외판, 타, 프로펠러, 프로펠러축, 해수흡입밸브 또는 선외배출밸브에 대하여 비정상적인 열화의 기록이나 징후, 미결된 수리지적사항 또는 손상이 있는 경우에는 우리 선급의 판단에 따라 제한될 수 있다.
3. 입거검사를 수중검사로 대신하는 경우에는 다음에 따른다.
(1) 도면 및 자료
다음의 도면 및 자료를 검사원 및 잠수부에게 제공하여야 한다.
(가) 이중판이나 덧판이 있는 경우 그 위치를 포함하여 수선하에 있는 외판개구의 위치 및 크기, 선저플러그의 위치, 부가물의 위치, 항해계기의 계측부의 위치, 빌지킬의 위치, 격벽의 위치 및 용접선(seam 및 butt)의 위치가 표시된 도면.
(나) (2)호의 내용이 포함된 각종구조, 장치 등의 상세도면.

(2) 구조 및 배치 등
입거검사를 대신하는 방법으로서 수중검사를 하는 선박은 다음의 구조 및 배치가 되어 있어야 한다.
(가) 타의 베어링틈새를 쉽게 확인하고 계측을 할 수 있는 구조이어야 한다.
(나) 로프가드는 프로펠러 부착부와 선미재 보스 사이의 프로펠러축을 검사할 수 있는 구조이어야 한다.
(다) 해수윤활방식의 선미관 베어링에 대하여는 프로펠러축과 베어링 사이의 틈새를 확인하고 계측을 할 수 있는 구조이어야 한다.
(라) 기름윤활방식의 선미관 베어링에 대하여는 선미관 밀봉장치의 성능을 확인할 수 있는 적절한 수단이 구비되어 있어야 한다. *(2022)*

(3) 검사조건
(가) 가능한 한 경하상태일 것.
(나) 수선하의 선체외판 및 선저의 상태를 확인할 수 있을 것.
(다) 해상상태(조류, 해류, 파고 등)가 평온하고 해수중의 시계 및 수선하 선체의 청결상태는 검사원 및 "선박 및 이동식해양구조물에 대한 수중검사를 잠수부 또는 무인잠수정(ROV)에 의하여 시행하는 회사"가 외판, 부가물 및 용접의 상태를 판단할 수 있을 만큼 충분히 깨끗하여 실질적인 검사가 되도록 할 것. *(2019)*

(라) 선저와 해저의 간격은 충분한 상태일 것.
(마) 수중검사는 우리 선급의 승인을 받은 "선박 및 이동식해양구조물에 대한 수중검사를 잠수부 또는 무인잠수정(ROV)에 의하여 시행하는 회사"에 의하여 시행할 것. *(2019)*

(4) 검사사항
(가) 수중검사결과 입거검사를 통하여 통상적으로 얻을 수 있는 정보를 얻을 수 있어야 한다. 타의 베어링 틈새 및 기름윤활방식 선미관의 베어링 틈새계측은 운항기록, 본선시험 및 선미관 윤활유 샘플기록을 검토하여 확인하는 것으로 특별히 고려할 수 있다. 이러한 고려는 검사의 시행에 앞서 제출되어야 하는 수중검사신청에 포함되어 우리 선급이 만족하는 협의가 이루어질 수 있도록 하여야 한다.
(나) 해수흡입밸브와 선외배출밸브에 대한 현상검사를 선내에서 시행한다.

(5) 수중검사 요령
(가) 수중검사는 검사원 입회하에 시행하고 선박소유자도 참여하여야 한다.
(나) 수중검사에 대한 모든 검사준비는 선박소유자가 하여야 한다.
(다) 검사원은 검사준비 및 사용 장비에 대한 작동상태를 확인하여야 한다.
(라) 검사원은 본선에 대한 상황을 사전에 청취하고 잠수부가 잠수하기 전에 확인하여야 할 사항 및 계측사항 등 검사사항에 대하여 지시하여야 한다.
(마) 검사원과 잠수부 사이에는 서로 통신을 할 수 있는 통신수단을 갖추고 검사원은 필요한 사항을 지시하여야 한다.
(바) 검사사항은 수중사진촬영, 수중비디오촬영 또는 모니터 등에 의하여 확인한다.
(사) 검사결과는 현장에서 선박소유자에게 알리고 잠수부 보고서에는 선박소유자 및 잠수부가 서명한다.

(6) 잠수부 보고서
잠수부 보고서에 기재하여야 할 사항은 다음과 같다.
(가) "선박 및 이동식해양구조물에 대한 수중검사를 잠수부 또는 무인잠수정(ROV)에 의하여 시행하는 회사" 명칭 *(2019)*
(나) 잠수부의 성명 및 자격증 또는 교육수료증 번호
(다) 검사일자 및 장소
(라) 사용한 수중검사장비의 명칭
(마) 선명, 선급번호, 총톤수, 선적항, 선박소유자
(바) 흘수(선수미)
(사) 검사내용 및 결과(손상여부 및 상태 등)

(7) 수중검사 결과
(가) 수중검사 결과 필요하다고 인정하는 경우 검사원은 내부검사, 두께계측 등 추가의 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**
(나) 수중검사 결과 수리를 요하는 손상 또는 결함이 있는 경우 검사원은 선박을 입거하도록 하여 상세한 검사 및 수리를 요구할 수 있다.

(8) 선급부호의 추가특기사항 중 IWS 부호를 갖고자 하는 선박은 상기의 규정에 추가하여 다음의 구조 및 배치가 되어 있어야 한다.
(가) (1)호의 도면 및 자료와 (나)호부터 (라)호의 내용이 포함된 도면을 제출하여 승인을 받은 후 본선에 비치하여야 한다.
(나) 아노드(anode)는 필요시 쉽게 교환할 수 있도록 부착하여야 한다.
(다) 만재흘수선 아래의 외판에는 횡격벽의 위치를 쉽게 식별할 수 있는 표시를 하여야 한다.
(라) 2011년 7월 1일 이후 건조계약되는 선박 또는 새로이 IWS 부호를 갖고자 하는 선박인 경우에는 다음의 요건을 추가로 만족하여야 한다.
(a) 프로펠러 각 날개의 위치 및 번호를 확인할 수 있는 적절한 수단이 제공되어야 한다.
(b) 해수흡입구에는 잠수부가 개방 및 폐쇄하기 용이한 구조의 힌지식 격자를 설치하여야 한다.
(c) 잠수부가 선박에 대한 자신의 위치를 올바르게 알 수 있도록 만재흘수선 아래의 외판에는 종격벽과 횡격벽의 위치 및 내부구역, 해수흡입 및 선외배출용 개구의 명칭을 나타내는 표시를 하여야 한다. 이러한 표시는 용접비드나 중심펀치, 그리고 대비되는 색상의 도장으로 할 수 있다. "우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우" 이와 다른 적절한 장치나 수단도 동등한 것으로 고려할 수 있다. *(2021)*

비고 : "우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우"라 함은 잠수부가 선박에 대한 자신의 위치를 올바르게 알 수 있도록 하는 명판, 신호장치 및/또는 위치정보장치 등이 제공되는 경우를 말한다.

605. 입거주기 연장제도

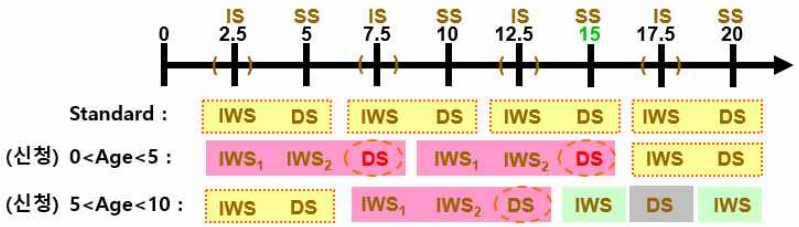
1. 일반

(1) "입거주기 연장제도"는 어떠한 경우이든 관련된 기국의 승인을 받아야 한다. 다만, 관련된 기국이 이 규칙을 승인 또는 인정한 것이 해당 선박에 대한 입거주기 연장제도의 적용을 승인한 것은 아니며, 입거주기 연장제도의 적용에 대하여는 별도로 개별 기국의 승인을 받아야 한다.

(2) "입거주기 연장제도"는 다음의 선종에 적용한다. *(2019)*
(가) Liquefied Gas Carrier,
(나) RoRo Ship,
(다) Container Ship,
(라) Cargo Ship(**2장 15절**에 규정된 일반건화물선 포함)
(마) Barge

(3) **601.**의 **1**항을 적용함에 있어서 선박소유자의 신청에 따라 검사기록, 손상기록 및 도장상태 등을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 선령 15년까지 제조중등록검사 완료일 또는 전회 입거검사 완료일로부터 첫 번째 및 두 번째 도래하는 입거검사를 수중검사로 시행하고, 세 번째 도래하는 입거검사는 제조중등록검사 완료일 또는 전회 입거검사 완료일로부터 7.5년 이내에 반드시 입거 또는 상가를 하여 시행하도록 할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 선박소유자는 선령이 10년을 넘기 전까지 "입거주기 연장제도"에 따를 것을 신청할 수 있다. 제1차 정기검사 이후에 "입거주기 연장제도"에 따를 것을 신청하여 선령 10년부터 15년 사이에 지정된 입거검사를 입거 또는 상가하여 시행한 경우 이후 입거검사는 수중검사부터 시작하여 입거검사와 수중검사를 번갈아 가며 시행하도록 할 수 있다. *(2021)* (아래 그림 참조)



비고 : 여기서 IS는 중간검사, SS는 정기검사, IWS는 수중검사 및 DS는 입거검사를 의미한다.

(5) 선박소유자 또는 국적이 변경되는 경우에는 "입거주기 연장제도"의 적용에 대하여 다시 고려되어야 하고 입거검사가 지정되거나 즉시 요구될 수 있다.

(6) 우리 선급은 입거가 필요하다고 인정하는 경우 언제든지 "입거주기 연장제도"를 정지시킬 권한을 가진다. **【지침 참조】**

(7) "입거주기 연장제도"를 시행하는 선박에 대하여는 추가특기사항으로 EDD 부호를 부기한다.

2. 필수요건

"입거주기 연장제도"를 이행하기 위한 필수요건은 다음과 같다.

(1) **지침 부록 1-13**에 따른 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램의 적용을 받을 것

(2) 2011년 7월 1일 이후 건조계약되어 제조중등록검사를 받고 등록되는 선박은 **604.**의 **3**항 (8)호에 따른 IWS 부호를 가질 것. 그 외의 선박은 **604.**의 **2**항 및 **3**항에 따라 수중검사를 시행할 수 있을 것

(3) STCM(Stern tube condition monitoring) 부호를 가질 것. STCM 부호가 없는 선박인 경우 승인된 설계의 축베어링 및 밀봉장치를 설치하고 정기적인 감시절차를 시행할 것

(4) 2011년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박인 경우 방오도료를 제외하고 만재흘수선 아래 외판에 대한 도장시스템의 건도막 두께(DFT)는 300 μm 이상이고 그 외의 선박은 250 μm 이상일 것. 이에 추가하여 아노드(anode) 및/또는 외부전원식음극방식장치(impressed current cathodic protection system)가 설치되고 유지될 것

(5) (4)호를 대신하여 적용된 도장시스템이 7.5년간 지속되도록 설계된 것임을 도장제조자가 관련자료를 제출하여 입증하는 경우 우리 선급은 다른 도장시스템을 인정할 수 있다.

(6) 평형수탱크는 부식방지시스템이 되어있고 양호한 도장상태를 유지할 것 *(2019)*

(7) 만재흘수선 아래의 선체에 대하여는 지적사항이 없을 것

3. 승인 및 검사

(1) 제출문서 및 승인

"입거주기 연장제도"의 시행을 위해서는 다음의 문서를 우리 선급에 제출하여야 한다. 우리 선급은 제출된 문서를 검토 후 "입거주기 연장제도"에 대한 승인문서를 발급한다. 이 승인문서는 본선에 비치되어야 한다.

(가) "입거주기 연장제도" 신청서

(나) "입거주기 연장제도"를 위한 회사 내의 조직도를 포함한 설명서

(다) 다음을 포함하여 선박이 2항에 규정된 "입거주기 연장제도"를 위한 필수요건에 만족함을 나타내는 도면 및/또는 자료

(a) **지침 부록 1-13**에 따른 선박소유자 선체 점검 및 정비 매뉴얼

(b) 수중검사절차

(c) 선미관상태감시절차

(d) 만재흘수선 아래 외판에 대한 도장시스템

(라) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 문서

(2) 확인검사

(가) (1)호에 따른 승인에 추가하여 "입거주기 연장제도"가 승인문서에 따라서 시행되는지를 검증하기 위하여 "입거주기 연장제도"가 승인된 날로부터 1년 이내에 확인검사를 시행하여야 한다.

(나) 입회검사원은 확인검사 중 다음사항을 점검한다.

(a) "입거주기 연장제도"에 대한 승인문서

(b) 3항 (1)호 (나)부터 (라)에 규정된 문서

(c) 선장이 "입거검사 연장제도"에 익숙한지의 여부

(d) 다음을 포함하여 2항에 규정된 필수요건의 이행에 대한 임의의 점검

- **지침 부록 1-13**에 따른 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램이 만족하게 운용되었는지에 대한 점검
- 선미관상태감시에 대한 점검
- 설치된 경우 외부전원식음극방식장치(impressed current cathodic protection system)에 대한 점검

(3) 연차심사

(가) 정기적 검사 시 "입거주기 연장제도"의 운영을 점검하기 위하여 연차심사를 시행하여야 한다.

(나) 입회검사원은 연차심사 시 다음사항을 점검한다.

(a) "입거주기 연장제도"에 대한 승인문서

(b) 3항 (1)호 (나)부터 (라)에 규정된 문서

(c) 선장이 "입거검사 연장제도"에 익숙한지의 여부

(d) 다음을 포함하여 2항에 규정된 필수요건의 이행에 대한 점검

- **지침 부록 1-13**에 따른 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램이 만족하게 운용되었는지에 대한 점검 및 임의의 구획에 대한 확인
- 선미관상태감시에 대한 점검
- 설치된 경우 외부전원식음극방식장치(impressed current cathodic protection system)에 대한 점검

제 7 절 프로펠러축 및 선미관축 등의 검사

701. 일반 【지침 참조】

1. 프로펠러축의 상태를 확인할 수 있는 대체수단이 없는 한, 이 절의 요건은 프로펠러가 부착된 전통적 방식의 축이 설치된 모든 선박에 적용한다. *(2018)*
2. 워터제트 추진장치 및 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thruster)에 대한 검사는 **지침 부록 1-9**에 따른다. *(2021)*
3. 용어의 정의
   (1) **축(shaft)**이라 함은 프로펠러축 및 선미관축을 말하며 선내 설치된 추진축계의 일부로 고려되는 중간축은 포함하지 않는다.
   (2) **프로펠러축(propeller shaft)**이라 함은 프로펠러가 부착된 축을 말한다.
   (3) **선미관축(stern tube shaft)**이라 함은 중간축과 프로펠러축사이에 있는 축을 말하며 통상 선미관내에 위치하거나 해수(또는 담수)에 노출되어 있다.
   (4) **선미관(stern tube)**이라 함은 선박의 수선하부 선미 외판에 설치되어 선미관축 또는 프로펠러축의 끝단부가 통과하는 관을 말한다.
   (5) **기름윤활베어링(oil lubricated bearing)**이라 함은 베어링의 윤활을 위해 기름을 사용하고 적절한 밀봉장치에 의해 해수 등의 환경으로부터 밀폐된 윤활방식의 베어링을 말한다.
   (6) **물윤활베어링(water lubricated bearing)**이라 함은 물(청수 또는 해수)에 의해 냉각 및 윤활되는 베어링을 말한다.
   (7) **폐회로형 청수윤활베어링(closed loop system fresh water lubricated bearing)**이라 함은 베어링의 윤활을 위해 청수를 사용하고 적절한 밀봉장치에 의해 해수 등의 환경으로부터 밀폐된 윤활방식의 베어링을 말한다.
   (8) **개방형 물윤활베어링(open system water lubricated bearing)**이라 함은 베어링의 윤활을 위해 해수 또는 담수를 사용하여 해수 등의 환경에 노출된 윤활방식의 베어링을 말한다.
   (9) **부식으로 부터의 보호를 위한 적절한 수단(adequate means for protection against corrosion)**이라 함은 우리 선급이 형식승인한 방식 수단을 말한다.
   (10) **내식성 축(corrosion resistant shaft)**이라 함은 승인된 내식성 재료를 사용하는 축을 말한다.
   (11) **선미관축 밀봉장치(stern tube sealing system)**라 함은 윤활시스템의 밀폐를 위하여 설치된 장치를 말하며 다음의 선내밀봉장치와 선외밀봉장치로 구성된다.
      (가) 선내밀봉장치는 선미관의 선수쪽에 설치되어 윤활유체의 선내로의 누설을 막는 장치이다.
      (나) 선외밀봉장치는 선미관의 선미쪽에 설치되어 해수의 유입 및 윤활유체의 누설을 막는 장치이다.
   (12) **운전기록(service record)**이라 함은 축의 운전상태를 나타내는 정보를 주기적으로 기록한 것을 말한다. 기름윤활방식의 베어링에서는 윤활유 온도, 베어링온도 및 윤활유 소모량을 포함하고, 폐회로형 청수윤활방식의 베어링에서는 물의 흐름, 물의 온도, 염도(salinity), 산화도(pH value), 보충수 및 수압을 포함한다.
   (13) **기름시료검사(oil sample examination)**라 함은 검사원의 입회하에 채취한 선미관 윤활유 시료에 대한 육안 검사를 말하며 물의 함유 여부를 확인한다.
   (14) **윤활유분석(lubricating oil analysis)**이라 함은 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec.36(Recommended procedure for the determination of contents of materials and other contaminants in stern tube lubrication oil)을 고려하여 6개월을 초과하지 않는 간격으로 윤활유를 분석하는 것을 말한다. 윤활유분석자료는 선내에 비치하여야 하고 분석에 사용되는 시료는 운전상태에서 채취하여야 한다.
   (15) **청수시료시험(fresh water sample test)**이라 함은 다음에 따른 시험을 말한다.
      (가) 청수시료시험은 6개월을 초과하지 않는 간격으로 시행하여야 한다.
      (나) 시료는 운전상태에서 채취하여야 하고, 선미관을 순환하는 물의 표본이어야 한다.
      (다) 분석결과를 선내에 비치하여야 하고 검사원이 확인할 수 있어야 한다.
      (라) 검사 시의 시험을 위한 시료는 검사원의 입회하에 채취하여야 한다.
      (마) 시료시험은 다음 항목을 포함하여야 한다.
         (a) 염화물 함량
         (b) 산화도(pH value)
         (c) 베어링 마모입자 또는 기타 불순입자의 존재여부(실험실에서 분석하는 경우에만 요구되고 검사원의 입회 하에 시행되는 시험에서는 요구되지 않는다)

(16) **키없는 연결**(keyless connection)이라 함은 축과 프로펠러를 키를 사용하지 않고 프로펠러보스를 축 테이퍼 끝단부에 강제로 압입하여 연결하는 방법을 말한다.

(17) **키 연결**(keyed connection)이라 함은 축과 프로펠러를 키와 키홈을 이용하여 프로펠러보스를 축 테이퍼 끝단부에 강제로 압입하여 연결하는 방법을 말한다.

(18) **플랜지 연결**(flanged connection)이라 함은 프로펠러보스를 축 끝단부에 부착된 플랜지와 볼트로 체결하여 축과 프로펠러를 연결하는 방법을 말한다.

(19) **대체수단**(Alternative means)이라 함은 프로펠러축, 베어링, 밀봉장치 및 선미관 윤활장치를 감시하고 평가하기 위한 승인된 상태감시계획 또는 신뢰할 수 있는 기타의 승인된 수단을 말한다. 이 수단은 이 절의 검사방법과 동등한 수준의 안전성을 확보할 수 있도록 프로펠러 축 장치의 상태를 확인할 수 있어야 한다. *(2017)* **【지침 참조】**

702. 기름윤활 축 또는 폐회로형 청수윤활 축

1. 축검사 방법 【지침 참조】

(1) 방법1

(가) 축을 발출하여 전체 축, 밀봉장치 및 베어링을 검사한다.

(나) 키연결 및 키없는 연결에 대해서는 프로펠러를 분리한 후, 키홈을 포함한 테이퍼부의 전단부 근처의 축의 모든 둘레에 대하여 승인된 표면결함 탐상법으로 검사하여야 한다. 라이너가 부착된 축에 대하여는 라이너의 후부 끝단까지 비파괴검사를 하여야 한다. 키없는 연결의 경우, 프로펠러를 압입 시 압입량에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(다) 플랜지연결에 대하여는 다음의 경우 마다 부착볼트 및 플랜지 반경부(flange radius)를 승인된 표면결함 탐상법으로 검사하여야 한다.

(a) 분해 또는 수리와 관련하여 플랜지가 부착된 축의 부착볼트를 제거하거나 플랜지 반경부에 접근 가능해 질 때 마다

(b) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우

(라) 베어링 틈새를 점검하고 기록하여야 한다.

(마) 프로펠러에 프로펠러의 불균형(out of balance)을 야기하는 손상이 없음을 확인하여야 한다.

(바) 축 및 프로펠러를 다시 설치하는 동안, 선내밀봉장치 및 선외밀봉장치의 상태가 양호한지 확인하여야 한다.

(사) 재설치 후에는 베어링 마모량을 기록하여야 한다.

(2) 방법2

(가) 키연결 및 키없는 연결에 대해서는 프로펠러를 분리한 후, 키홈을 포함한 테이퍼부의 전단부 근처의 축의 모든 둘레에 대하여 승인된 표면결함 탐상법으로 검사하여야 한다. 키없는 연결의 경우, 프로펠러를 압입 시 압입량에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(나) 플랜지연결에 대하여는 다음의 경우 마다 부착볼트 및 플랜지 반경부(flange radius)를 승인된 표면결함 탑상법으로 검사하여야 한다.

(a) 분해 또는 수리와 관련하여 플랜지가 부착된 축의 부착볼트를 제거하거나 플랜지 반경부에 접근 가능해 질 때 마다

(b) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우

(다) 베어링 마모량을 점검하고 기록하여야 한다.

(라) 축계장치의 접근 가능한 모든 부분을 육안으로 검사한다.

(마) 프로펠러에 프로펠러의 불균형(out of balance)을 야기하는 손상이 없음을 확인하여야 한다.

(바) 밀봉라이너의 상태가 양호한지 확인하여야 한다.

(사) 선내 및 선외밀봉장치의 상태를 포함하여 프로펠러의 재설치 상태가 양호한지 확인하여야 한다.

(아) 방법2를 적용하기 위한 조건으로 다음이 양호함을 확인하여야 한다.

(a) 운전기록의 검토

(b) 다음 시험기록의 검토

(i) 윤활유분석(기름윤활 축) 또는

(ii) 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)

(c) 기름시료검사(기름윤활 축), 또는 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)

(d) 축 및 프로펠러에 대하여 보고된 그라인딩보수 또는 용접보수가 없음을 확인

(3) 방법3
(가) 베어링 마모량을 점검하고 기록하여야 한다.
(나) 축계장치의 접근 가능한 모든 부분을 육안으로 검사한다.
(다) 프로펠러에 프로펠러의 불균형(out of balance)을 야기하는 손상이 없음을 확인하여야 한다.
(라) 밀봉라이너의 상태가 양호한지 확인하여야 한다.
(마) 선내 및 선외밀봉장치의 상태가 양호한지 확인하여야 한다.
(바) 방법3을 적용하기 위한 조건으로 다음이 양호함을 확인하여야 한다.
(a) 운전기록의 검토
(b) 다음 시험기록의 검토
(i) 윤활유분석(기름윤활 축) 또는
(ii) 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)

(c) 기름시료검사(기름윤활 축), 또는 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)
(d) 축 및 프로펠러에 대하여 보고된 그라인딩보수 또는 용접보수가 없음을 확인

2. 축검사의 연장
(1) 1항에서 요구하는 검사 대신에 다음 사항을 검사한 후 2.5년의 범위 내에서 검사기간을 연장할 수 있다.
(가) 실행 가능한, 베어링 마모량을 점검하고 기록하여야 한다.
(나) 축계장치의 접근 가능한 모든 부분을 육안으로 검사한다.
(다) 프로펠러에 프로펠러의 불균형(out of balance)을 야기하는 손상이 없음을 확인하여야 한다.
(라) 선내 및 선외밀봉장치의 유효성을 확인하여야 한다.

(마) 2.5년 연장을 위한 조건으로 다음이 양호함을 확인하여야 한다.
(a) 운전기록의 검토
(b) 다음 시험기록의 검토
(i) 윤활유분석(기름윤활 축) 또는
(ii) 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)

(c) 기름 시료검사(기름윤활 축), 또는 청수 시료시험(폐회로형 청수윤활 축)
(d) 축 및 프로펠러에 대하여 보고된 그라인딩보수 또는 용접보수가 없음을 확인
(e) 축계장치의 운전상태가 양호함을 기관장이 확인

(2) 1항에서 요구하는 검사 대신에 다음 사항을 검사한 후 1년의 범위 내에서 검사기간을 연장할 수 있다.
(가) 축계장치의 접근 가능한 모든 부분을 육안으로 검사한다.
(나) 프로펠러에 프로펠러의 불균형(out of balance)을 야기하는 손상이 없음을 확인하여야 한다.
(다) 선내 및 선외밀봉장치의 유효성을 확인하여야 한다.

(라) 1년 연장을 위한 조건으로 다음이 양호함을 확인하여야 한다.
(a) 마모 및 틈새에 대한 이전 기록의 검토
(b) 운전기록의 검토
(c) 다음 시험기록의 검토
(i) 윤활유분석(기름윤활 축) 또는
(ii) 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)

(d) 기름시료검사(기름윤활 축의 경우), 또는 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)
(e) 축 및 프로펠러에 대하여 보고된 그라인딩보수 또는 용접보수가 없음을 확인
(f) 축계장치의 운전상태가 양호함을 기관장이 확인

(3) 1항에서 요구하는 검사 대신에 다음 사항을 검사한 후 3개월의 범위 내에서 검사기간을 연장할 수 있다.
(가) 축계장치의 접근 가능한 모든 부분을 육안으로 검사한다.
(나) 선내밀봉장치의 유효성을 확인하여야 한다.

(다) 3개월 연장을 위한 조건으로 다음이 양호함을 확인하여야 한다.
(a) 마모 및 틈새에 대한 이전 기록의 검토

(b) 운전기록의 검토
(c) 다음 시험기록을 검토
(i) 윤활유분석(기름윤활 축) 또는
(ii) 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)

(d) 기름시료검사(기름윤활 축), 또는 청수시료시험(폐회로형 청수윤활 축)
(e) 축 및 프로펠러에 대하여 보고된 그라인딩보수 또는 용접보수가 없음을 확인
(f) 축계장치의 운전상태가 양호함을 기관장이 확인

3. 기름윤활 축

(1) 검사시기
(가) 축검사 지정일전 3개월 내에 완료된 검사에 대하여 차기 검사시기는 축검사 지정일로부터 계산된다.
(나) 프로펠러의 연결방식에 따른 검사방법 및 검사시기는 다음과 같다.
(a) 플랜지 연결방식인 경우 방법1, 방법2 또는 방법3에 따라 검사할 수 있으며 각 방법에 따른 검사주기는 5년으로 한다.
(b) 키없는 연결방식인 경우 방법1, 방법2 또는 방법3에 따라 검사할 수 있으며 각 방법에 따른 검사주기는 5년으로 한다. 다만, 방법3은 연속 2회를 초과할 수 없으며, 방법1 또는 방법2에 따라 시행되는 두 검사의 최대 간격은 15년을 초과할 수 없다. 다만 3개월 이하 연장은 1회에 한하여 허용할 수 있다. *(2018)*
(c) 키 연결방식인 경우 방법1, 방법2에 따라 검사할 수 있으며 각 방법에 따른 검사주기는 5년으로 한다.

(2) 검사의 연장
(가) 모든 프로펠러 연결방식에 대하여 2항에 규정된 축검사의 연장은 다음에 따른다.
(a) 2항 (1)호에 따른 연장(2.5년 연장)은 1회만 허용되며, 2항 (2)호 및 (3)호에 따른 추가의 연장은 허용되지 않는다.
(b) 2항 (2)호에 따른 연장(1년 연장)은 연속으로 2회까지만 허용되며, 추가적인 연장을 위해서는 2항 (1)호에 따른 검사가 시행되어야 한다. 이 경우 축검사 지정일은 이전의 연장기간을 포함해서 2.5년의 범위 내에서 연장될 수 있다. *(2017)*
(c) 2항 (3)호에 따른 연장(3개월 연장)은 1회만 허용되며, 추가적인 연장을 위해서는 2항 (2)호 또는 (1)호에 따른 검사가 시행되어야 한다. 이 경우, 축검사 지정일은 이전의 연장기간을 포함해서 1년 또는 2.5년의 범위 내에서 연장될 수 있다. *(2017)*

(나) 연장된 검사의 시기
(a) 연장검사는 통상 축검사 지정일전 1개월 이내에 시행하며, 이 경우 연장기간은 축검사 지정일로 부터 계산된다.
(b) 연장검사를 축검사 지정일로 부터 1개월 이상 앞당겨 시행한 경우, 연장기간은 연장검사의 완료일로부터 계산된다.

4. 폐회로형 청수윤활 축

(1) 검사시기
(가) 축검사 지정일전 3개월 내에 완료된 검사에 대하여 차기 검사시기는 축검사 지정일로부터 계산된다.
(나) 프로펠러의 연결방식에 따른 검사방법 및 검사시기는 다음과 같다.
(a) 플랜지 연결은 방법1, 방법2 또는 방법3에 따라 검사할 수 있으며 각 방법에 따른 검사주기는 5년으로 한다.
(b) 키없는 연결은 방법1, 방법2 또는 방법3에 따라 검사할 수 있으며 각 방법에 따른 검사주기는 5년으로 한다.
(c) 키 연결은 방법1, 방법2에 따라 검사할 수 있으며 각 방법에 따른 검사주기는 5년으로 한다.

(2) 검사의 연장
(가) 모든 프로펠러 연결방식에 대하여 2항에 규정된 축검사의 연장은 다음에 따른다.
(a) 2항 (1)호에 따른 연장(2.5년 연장)은 1회만 허용되며, 2항 (2)호 및 (3)호에 따른 추가의 연장은 허용되지 않는다.
(b) 2항 (2)호에 따른 연장(1년 연장)은 연속으로 2회까지만 허용되며, 추가적인 연장을 위해서는 2항 (1)호에 따른 검사가 시행되어야 한다. 이 경우 축검사 지정일은 이전의 연장기간을 포함해서 2.5년의 범위 내에서 연장될 수 있다. *(2017)*
(c) 2항 (3)호에 따른 연장(3개월 연장)은 1회만 허용되며, 추가적인 연장을 위해서는 2항 (2)호 또는 (1)호에 따른 검사가 시행되어야 한다. 이 경우, 축검사 지정일은 이전의 연장기간을 포함해서 1년 또는 2.5년의 범위 내에서 연장될 수 있다. *(2017)*

(나) 연장된 검사의 시기

(a) 연장검사를 축검사 지정일전 1개월 이내에 시행한 경우, 연장기간은 축검사 지정일로 부터 계산된다.

(b) 연장검사를 축검사 지정일로 부터 1개월 이상 앞당겨 시행한 경우, 연장기간은 연장검사의 완료일로부터 계산된다.

(3) (1)호 및 (2)호의 적용에 있어서 방법1에 따라 시행된 두 검사사이의 최대 간격은 15년을 초과해서는 안 된다. 다만, 3개월을 넘지 않는 1회의 연장은 허용할 수 있다.

5. 1항부터 4항에서 규정한 기름윤활 축 또는 폐회로형 청수윤활 축의 검사시기 및 검사방법을 요약하면 다음과 같다.

기름윤활 축 *(2017)*			
프로펠러 연결방식 / 검사시기	플랜지 연결	키없는 연결	키 연결[b]
5년 마다[a]	방법1, 방법2 또는 방법3	방법1, 방법2 또는 방법3[c]	방법1 또는 방법2
2.5년 연장	가능[d]	가능[d]	가능[d]
1년 연장	가능[e]	가능[e]	가능[e]
3개월 연장	가능[f]	가능[f]	가능[f]
폐회로형 청수윤활 축			
프로펠러 연결방식 / 검사시기	플랜지 연결	키없는 연결	키 연결[b]
5년 마다[a]	방법1[g], 방법2 또는 방법3	방법1[g], 방법2 또는 방법3	방법1[g] 또는 방법2
2.5년 연장	가능[d]	가능[d]	가능[d]
1년 연장	가능[e]	가능[e]	가능[e]
3개월 연장	가능[f]	가능[f]	가능[f]

(비고)

(1) 축검사 지정일전 3개월 내에 완료된 검사(방법1, 방법2 또는 방법3)에 대하여 차기 검사시기는 축검사 지정일로부터 계산된다.

(2) 연장검사를 축검사 지정일전 1개월 이내에 시행한 경우, 연장기간은 축검사 지정일로 부터 계산된다. 연장검사를 축검사 지정일로 부터 1개월 이상 앞당겨 시행한 경우, 연장기간은 연장검사의 완료일로부터 계산된다.

(주석)

(a) 검사의 연장(2.5년 연장, 1년 연장 또는 3개월 연장)을 하지 않는 경우

(b) 방법3은 허용되지 않는다.

(c) 방법1 또는 방법2에 따라 시행된 두 검사 사이의 최대간격은 15년을 넘어서는 안 된다. 다만 3개월 이하의 1회 연장은 허용된다.

(d) 2.5년 연장은 1회만 허용되며, 다른 방식의 연장은 허용되지 않는다.

(e) 1년 연장은 연속으로 2회까지만 허용되며, 추가적인 연장을 위해서는 2.5년 연장에 따른 검사가 시행되어야 한다. 이 경우 축검사 지정일은 이전의 연장기간을 포함해서 2.5년의 범위 내에서 연장될 수 있다.

(f) 3개월 연장은 1회만 허용되며, 추가적인 연장을 위해서는 1년 또는 2.5년 연장에 따른 검사가 시행되어야 한다. 이 경우, 축검사 지정일은 이전의 연장기간을 포함해서 1년 또는 2.5년의 범위 내에서 연장될 수 있다.

(g) 방법1에 따라 시행된 두 검사사이의 최대간격은 15년을 초과해서는 안 된다.

703. 개방형 물윤활 축

1. 축검사방법

(1) 방법4 **【지침 참조】**

(가) 축을 발출하여 전체 축(설치되는 경우 라이너, 부식방지장치 및 응력감소장치 포함), 선내밀봉장치 및 베어링에 대한 검사

(나) 키연결 및 키없는 연결에 대해서는 프로펠러를 분리한 후, 키홈을 포함한 테이퍼부의 전단부 근처의 축의 모든 둘레에 대하여 승인된 표면결함 탐상법으로 검사하여야 한다. 라이너가 부착된 축에 대하여는 라이너의 후부 끝단까지 비파괴검사를 하여야 한다. 키없는 연결의 경우, 프로펠러를 압입 시 압입량에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(다) 플랜지연결에 대하여는 다음의 경우 마다 부착볼트 및 플랜지 반경부(flange radius)를 승인된 표면결함 탐상법으로 검사하여야 한다.

(a) 분해 또는 수리와 관련하여 플랜지가 부착된 축의 부착볼트를 제거하거나 플랜지 반경부에 접근 가능해 질 때 마다.

(b) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우

(라) 베어링 틈새를 점검하고 기록하여야 한다.

(마) 프로펠러에 프로펠러의 불균형(out of balance)을 야기하는 손상이 없음을 확인하여야 한다.

(바) 축 및 프로펠러를 다시 설치하는 동안, 선내밀봉장치의 상태가 양호한지 확인하여야 한다.

2. 축검사의 연장

(1) 1항에서 요구하는 검사 대신에 다음 사항을 검사한 후 1년의 범위 내에서 검사기간을 연장할 수 있다.

(가) 축계장치의 접근 가능한 모든 부분을 육안으로 검사한다.

(나) 프로펠러에 프로펠러의 불균형(out of balance)을 야기하는 손상이 없음을 확인하여야 한다.

(다) 베어링 틈새를 점검하고 기록하여야 한다. *(2017)*

(라) 선내밀봉장치의 유효성을 확인하여야 한다.

(마) 1년 연장을 위한 조건으로 다음이 양호함을 확인하여야 한다.

(a) 틈새에 대한 이전 기록의 검토 *(2017)*

(b) 운전기록의 검토

(c) 축 및 프로펠러에 대하여 보고된 그라인딩보수 또는 용접보수가 없음을 확인

(d) 축계장치의 운전상태가 양호함을 기관장이 확인

(바) 1년 연장은 1회만 허용되며, (2)호에 따른 추가의 연장은 허용되지 않는다.

(2) 다음 사항을 검사한 후 3개월의 범위 내에서 1항에서 요구하는 검사의 검사기간을 연장할 수 있다.

(가) 축계장치의 접근 가능한 모든 부분을 육안으로 검사한다.

(나) 프로펠러에 프로펠러의 불균형(out of balance)을 야기하는 손상이 없음을 확인하여야 한다.

(다) 선내밀봉장치의 유효성을 확인하여야 한다.

(라) 3개월 연장을 위한 조건으로 다음이 양호함을 확인하여야 한다.

(a) 틈새에 대한 이전 기록의 검토 *(2017)*

(b) 운전기록의 검토

(c) 축 및 프로펠러에 대하여 보고된 그라인딩보수 또는 용접보수가 없음을 확인

(d) 축계장치의 운전상태가 양호함을 기관장이 확인

(마) 3개월 연장은 1회만 허용되며, 추가적인 연장을 위해서는 (1)호에 따른 검사가 시행되어야 한다. 이 경우, 축검사 지정일은 이전의 연장기간을 포함해서 1년의 범위 내에서 연장될 수 있다.

(3) 연장된 검사의 시기

(가) 연장검사를 축검사 지정일전 1개월 이내에 시행한 경우, 연장기간은 축검사 지정일로 부터 계산된다.

(나) 연장검사를 축검사 지정일로 부터 1개월 이상 앞당겨 시행한 경우, 연장기간은 연장검사의 완료일로부터 계산된다.

3. 검사시기

방법4에 따른 축검사의 시기는 다음에 따른다.

(1) 축검사 지정일전 3개월 내에 완료된 검사에 대하여 차기 검사시기는 축검사 지정일로부터 계산된다.
(2) 키없는 연결에 대하여, 프로펠러를 분리하여 시행하는 축 테이퍼부에 대한 비파괴검사의 최대 간격은 15년을 초과해서는 안 된다.
(3) 다음 어느 하나의 경우에는 검사주기를 5년으로 한다.
(가) 담수에서만 운전하는 축
(나) 우리 선급이 형식승인한 방식 조치를 한 축 또는 승인된 내식성 재료를 사용한 축
(다) 모든 종류의 다축 배치(multiple shaft arrangements)
(4) 상기 (3)호에 해당되지 않는 배치의 축검사는 검사주기를 3년으로 한다.

4. 1항부터 3항에서 규정한 개방형 물윤활 축의 검사시기 및 검사방법을 요약하면 다음과 같다.

- 담수에서만 운전하는 축 - 우리 선급이 형식승인한 방식 조치를 한 축 또는 승인된 내식성 재료를 사용한 축 - 모든 종류의 다축 배치(multiple shaft arrangements)		이외의 축 배치	
모든 프로펠러 연결방식[d]		모든 프로펠러 연결방식[d]	
5년마다[a]	방법4	3년마다[a]	방법4
1년 연장	가능[b]	1년 연장	가능[b]
3개월 연장	가능[c]	3개월 연장	가능[c]

(비고)
(1) 축검사 지정일전 3개월 내에 완료된 검사(방법4)에 대하여 차기 검사시기는 축검사 지정일로부터 계산된다.
(2) 연장검사를 축검사 지정일전 1개월 이내에 시행한 경우, 연장기간은 축검사 지정일로 부터 계산된다. 연장검사를 축검사 지정일로 부터 1개월 이상 앞당겨 시행한 경우, 연장기간은 연장검사의 완료일로부터 계산된다.

(주석)
(a) 검사의 연장(1년 연장 또는 3개월 연장)을 하지 않는 경우
(b) 1년 연장은 1회만 허용되며, 다른 방식의 추가 연장은 허용되지 않는다.
(c) 3개월 연장은 1회만 허용되며, 추가적인 연장을 위해서는 1년 연장에 따른 검사가 시행되어야 한다. 이 경우, 축검사 지정일은 이전의 연장기간을 포함해서 1년의 범위 내에서 연장될 수 있다.
(d) 키없는 연결에 대하여, 프로펠러를 분리하여 시행하는 축 테이퍼부에 대한 비파괴검사의 최대 간격은 15년을 초과해서는 안 된다.

제 8 절 보일러검사

801. 검사시기

1. 다음의 보일러(열매체유가열기 포함)는 5년의 정기검사기간 이내에 적어도 2회의 내부검사를 시행하여야 한다. 모든 경우에 있어서 두 검사 사이의 간격은 36개월을 넘어서는 아니 된다. 예외적인 경우, 보일러 내부검사는 802.의 2항의 검사를 시행하는 조건으로 지정된 날짜보다 3개월까지 연장할 수 있다. 여기서 "예외적인 경우"라 함은 수리시설을 이용할 수 없는 경우, 필요한 자재, 장비 또는 예비품이 없는 경우 또는 악천후를 피하기 위한 조치로 인하여 지연된 경우를 말한다.
   (1) 주추진장치 용도로 사용하는 수관식 보일러(재열 보일러 포함)
   (2) 모든 형식의 중요보조보일러
   (3) 사용압력이 3.5 bar를 초과하고 전열면적이 4.5 m^2를 초과하는 기타 용도의 보일러
2. 연관식 주보일러 또는 1대의 수관식 주보일러만 갖춘 선박으로서 제조 후 7.5년을 초과 시 매 1년마다 전후 3개월 범위 내에서 검사를 받아야 한다.

802. 검사사항

1. 보일러는 다음 사항에 대하여 검사하여야 한다. 필요시 래깅을 떼어내고 검사하며 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 검사를 추가할 수 있다. **【지침 참조】**
   (1) 매 검사 시 보일러, 과열기 및 이코노마이저의 물-증기측과 화염측을 내부 검사하여야 한다. 보일러부착품과 안전밸브를 검사하여야 하며 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 개방하여야 한다. 소형 보일러 또는 작은 내부 공간을 가지는 보일러에 대하여 내부공간의 제한된 크기로 인하여 보일러의 내부를 육안으로 직접 검사하기가 불가능한 경우, 수압시험 또는 우리선급이 인정하는 대체방법으로 대신할 수 있다. *(2017)* **【지침 참조】**
   (2) 각 보일러의 내부검사 시 마다 안전밸브의 조정을 확인하여야 한다. 보일러 안전밸브와 분출장치를 검사하고 만족하게 작동하는지 확인 시험하여야 한다. 다만, 만약 배기가스 이코노마이저로서 항내에서 증기를 상승시킬 수 없을 경우에는 해상에서 기관장이 그 안전밸브를 조정할 수 있으며 검사원이 검토할 수 있도록 그 결과를 항해일지에 기록하여야 한다.
   (3) 이전 보일러 검사 이후 다음 기록의 검토사항을 검사의 일부로 실시하여야 한다.
      (가) 작동상태
      (나) 유지관리
      (다) 수리내역
      (라) 급수화학처리
2. 801.의 1항에 따른 검사의 연장을 하기 위해서는 다음 검사를 시행하여야 한다.
   (1) 보일러 외관검사
   (2) 보일러 안전밸브 분출장치의 검사 및 작동시험
   (3) 보일러 안전장치의 작동시험
   (4) 이전 보일러 검사 이후 다음 기록검토
      (가) 작동상태
      (나) 유지관리
      (다) 수리내역
      (라) 급수화학처리
3. 1항의 내부검사 요건에 추가하여 원통형 배기가스 이코노마이저인 경우 접근이 가능한 모든 용접부위의 결함을 육안으로 검사하여야 한다. 또한 필요한 경우 검사원은 비파괴검사를 요구할 수 있다. **【지침 참조】**
4. 열매체유가열기는 다음 사항에 대하여 검사하며, 검사원은 필요하다고 인정하는 검사 사항을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**
   (1) 플랜지연결부, 밸브 및 펌프패킹에 대한 동 설비의 조임 상태
   (2) 노통 내 코일의 외관검사
   (3) 조절 및 안전장치를 포함한 동 설비기구의 시험 및 검사
   (4) 도출밸브를 검사하고, 분출압력의 조정
   (5) 배기가스에 의한 열매체유가열기의 관에 대하여는 설계압력에 의한 압력시험
   (6) 연료유설비의 검사

803. 보일러 상태감시가 되는 선박의 검사 【지침 참조】

지침에서 규정하는 요건에 따라서 BCM 부호를 부여받은 선박에 대해서는 801.의 1항에 규정된 2회의 검사 중 1회에 한하여 일부 검사를 본선 기관장이 수행할 수 있으나 연속으로 적용할 수는 없다. *(2021)*

제 9 절 기관장치의 계속검사

901. 검사시기

1. 선박소유자의 신청에 의거하여 우리 선급이 승인하는 경우 정기검사 시 검사하여야 할 기관장치 항목에 대하여 계속검사(이하 "CMS"라 한다)를 실시할 수 있다. 이를 채택할 경우 정기검사의 모든 항목을 5년 내에 나누어서 검사 완료되도록 한다.
2. CMS는 정기적 검사 시에 시행하여야 한다. 다만, 선박소유자의 요청에 따라 임시검사를 시행할 수 있다.

902. 검사사항 【지침 참조】

1. CMS의 검사절차는 **지침 부록 1-7**에 따른다. *(2021)*
2. **지침 부록 1-7**에 따라 기관장치를 개방하여 자격이 인정된 기관장이 확인 점검한 경우에는 그 개방검사를 CMS로 인정할 수 있다. 다만, 대한민국 선박안전법 적용 대상 선박에 대해서는 기관장점검 대상 중 주내연기관의 각 부품 및 주발전기 구동용 내연기관에 대하여 2순회 중 최소 1회는 우리 선급 검사원에 의한 개방검사를 실시하여야 한다. *(2022)*
3. 만약 CMS 검사항목 중 어떠한 결함이 발견되어 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 그 개방검사를 확대 실시하여야 한다.
4. 여객선에 대해서는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.
5. CMS 수검 시작은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 우리 선급으로 등록한 이후부터 실시하여야 한다.
6. CMS를 취소하는 경우에는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

903. 예방정비제도

1. 선박소유자의 신청에 따라 **지침 부록 1-8**에 따라 적절하다고 인정하는 경우 CMS 대신에 예방정비제도(이하 "PMS"라 한다)를 적용할 수 있다. 그러나 여객선은 PMS를 적용하지 아니하며, 선령이 15년을 넘는 선박에 대하여 본선 현상에 따라 PMS 검사를 특별히 적용할 수 있다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 그 개방 검사를 요구할 수 있다. *(2021)* **【지침 참조】**
2. PMS 승인증서를 발급하여야 하고, 자격 인정된 기관장이 PMS 점검을 실시하여야 한다. 또한 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 확인검사 및 연차심사를 하여야 한다. **【지침 참조】**
3. PMS를 승인받은 선박으로 승인한 상태감시장치(이하 "CM"이라 한다)를 설치한 경우 및 상태 기반 정비(이하 "CBM"이라 한다)를 시행하는 경우, **지침 부록 1-8**에 따른다. *(2021)*
4. PMS의 손상 및 수리에 대해서는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**
5. PMS를 취소하는 경우에는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**
6. 선박소유자 또는 선박관리자의 변경이 있는 경우 기승인 된 PMS를 재검토하여야 한다.

제 10 절 임시검사

1001. 임시검사 【지침 참조】

임시검사는 우리 선급에 등록된 선박이 정기적 검사를 받을 시기 이외에 다음에 해당하는 검사를 받고자 하는 경우에 실시한다. *(2022)*

(1) 선급유지에 영향을 주는 선체, 기관, 의장품 또는 비품에 손상을 받은 때 및 수리 또는 변경을 하고자 할 때 *(2022)*
(2) 기관의 일부 또는 전부를 이동하고자 할 때
(3) 보일러의 안전밸브를 개방하거나 또는 조정을 다시 하고자 할 때
(4) 프로펠러축을 발출하거나 입거 또는 상가하여 선박소유자로부터 신청이 있을 때
(5) 만재흘수선을 변경하거나 또는 새로 표시할 때
(6) 계선관련 검사시 *(2022)*
(7) 검사기일을 연기하고자 할 때
(8) 그 외 검사의 지정을 받았거나 검사의 필요성이 있다고 인정할 때 *(2022)*

1002. 검사사항

임시검사에서는 1001.의 규정에 따라 필요한 사항을 검사하거나 시험한다. *(2022)*

제 11 절 원격검사 *(2019)*

1101. 원격검사 *(2021)*

(1) 적용 *(2021)*
(가) 선박소유자의 신청 및 관련 기국이 승인한 경우에만 원격검사를 실시할 수 있으며 보다 자세한 요건은 **원격검사 지침**에 따른다. 다만 선박의 용도, 상태 등에 따라 적용이 제한될 수 있다.
(나) 대한민국 선박안전법 적용대상 선박의 경우, 해양수산부 장관의 승인을 득하여야 한다.
(다) 원격검사시 요구되는 자료나 조건이 충족되지 못하거나 주의를 요하는 손상이나 결함이 식별되거나 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 원격검사가 취소되며 전통적인 검사가 시행되어야 한다.
(2) 원격검사의 조건 *(2021)*
(가) 일반적으로 허용한도를 넘어서는 쇠모에 의한 좌굴, 홈, 이탈 및 파괴 등의 손상이 있는 경우 또는 광범위한 지역의 쇠모가 허용한도를 초과하여 선체구조, 수밀 또는 풍우밀의 보전성에 영향을 주거나 줄 수 있다고 판단되는 경우에는 우리 선급 검사원의 임검이 요구된다.
(나) 선박소유자는 선급에서 요구하는 자료를 제출하여야 한다.
(다) 선박은 원격검사를 수행하는 동안 최소한 인터넷 연결이 가능하여야 한다.
(라) 필요한 경우, 우리 선급과 선박 사이에 실시간 양방향 통신(영상 및 음성)이 원활히 이루어질 수 있는 환경이 제공되어야 한다.

제 12 절 개조검사

1201. 개조검사

선급의 등록을 받은 선박이 선체, 기관 또는 설비를 개조하고자 할 때는 우리 선급의 개조검사를 받아야 한다.

1202. 도면승인

개조검사를 받고자 할 때는 공사 착수 전에 제조중등록검사에 준하여 도면 또는 기타 서류를 미리 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.

1203. 검사사항

1. 개조검사에 있어서는 개조부분에 대하여 제조중등록검사에 준한 사항을 검사한다.
2. 개조 시 선체주요부분이 전면교체 또는 추가되는 경우(아래의 각주 참조) 이러한 새로운 구조에 대하여 별도의 검사주기를 갖기로 선박소유자와 우리 선급이 합의하였다면 선급증서에 지정되어있는 원래의 선박 건조일에 추가하여 개조된 각 선체주요부분과 그 건조일(즉, 개조검사가 완료된 년도, 월 및 일)을 명시하고, 개조된 각 선체주요부분에 대한 검사요건은 이 건조일에 기초하여야 한다. 우리 선급의 판단에 따라 이러한 검사지정일을 선박의 검사지정일과 일치시킬 수 있다. **【지침 참조】**

〈각주〉

예를 들면, 선체주요부분에는 선수나 선미부분 전체, 주화물창부분 전체(화물선의 화물창/화물탱크 전체가 포함될 수 있다), 여객선에 있어서 하나의 갑판구조블록 전체 또는 단일선체로부터 이중선체 선박으로의 구조변경이 포함될 수 있다.

제 13 절 위험물 기타 특수화물을 적재하는 선박

1301. 검사기준 【지침 참조】

위험물 및 기타 특수화물을 적재하는 선박에 대하여는 이 규칙의 해당규정 이외에 선박안전법규, 관련 국제협약 및 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 규정에 따라 검사한다.

제 14 절 추가설비검사

1401. 검사기준

추가설비(냉장설비, 하역설비, 자동화설비, 자동위치제어설비, 항해선교설비, 선체감시장치, 잠수설비, 고전압 선외수전설비, 화물증기 배출제어장치 및 평형수관리 등)에 대한 검사는 **9편** 등의 각 해당 규정에 따른다.

제 15 절 일반건화물선의 선체검사

1501. 일반

1. 적용

(1) 이 규정은 **2장**의 다른 규정에 추가하여 자항으로 고체화물을 운송하는 총톤수 500톤 이상의 모든 일반건화물선에 대하여 적용한다. 다만, 다음 선박은 적용을 제외한다.

- 검사강화제도 적용대상 산적화물선 및 이중선체 산적화물선
- 컨테이너전용운반선
- 로로운반선
- 냉동운반선
- 우드칩전용운반선
- 시멘트전용운반선
- 가축운반선
- 갑판화물선(갑판 상부에만 화물을 적재하도록 설계된 선박)
- 상갑판(이중선측 구조를 갖는 선박임에도 불구하고 최전방 화물창의 선수단에서 여러 프레임의 단일선체를 갖는 선박에 대하여는 특히 주의하여 검사를 해야 한다.)까지 화물창의 높이 및 화물지역의 길이에 걸쳐 연장된 이중선측을 가지는 이중선측 구조의 일반건화물선 *(2020)*

그러나 이 규정의 적용으로부터 제외되는 상기 나열된 선박의 경우라 할지라도 단일화물창 화물선에 대하여는 **1502.**의 **7**항 및 **1504.**의 **7**항의 요건을 적용한다. *(2019)*

일반건화물선의 선체검사와 관련하여, 단일선측 화물창 및 이중선측 화물창이 혼합된(hybrid) 화물창 배치를 가지는 일반건화물선의 경우, 단일선측 화물창 구역에만 이 규정을 적용한다. *(2019)*

(2) 이 규정은 다음 사항에 대한 선체구조 및 배관장치의 검사에 적용한다.

(가) 화물지역 내에 있는 화물창, 코퍼댐, 파이프터널, 보이드 스페이스 및 연료유탱크
(나) 모든 평형수탱크

(3) 이 규정은 검사, 두께계측 및 탱크시험에 대한 최소한의 범위를 포함하고 있다. 과도한 부식 또는 구조적 결함이 발견되면 검사 범위를 확대할 수 있고, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사를 추가할 수 있다. **【지침 참조】**

2. 용어의 정의

(1) **2장 1절 101.** 용어의 정의를 참조한다. *(2020)*

3. 두께계측 절차

(1) **2장 1절 110.** 두께계측 절차에 따른다. *(2018)*

1502. 연차검사

1. 일반

(1) 연차검사 시기는 201.에 따른다.

(2) 검사는 가능한 범위까지 선체, 창구덮개, 코밍 및 배관장치 등이 해당 규칙요건에 따라 유지된다는 것을 검증하기 위한 검사로 이루어진다. *(2022)*

(3) 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다. *(2018)*

2. 선체검사

(1) 볼 수 있는 한 선체의 판과 그 폐쇄장치를 검사한다.

(2) 실행가능한 한 수밀 관통부를 검사한다.

3. 노천갑판, 창구덮개 및 코밍의 검사

(1) 전회 검사 이후 창구덮개, 창구코밍, 고박설비 및 폐쇄장치에 대하여 변경사항이 있는지 여부를 확인한다.

(2) 기계식 강재 창구덮개가 설치된 경우 다음 해당항목에 대하여 만족한 상태인지의 점검

(가) 창구덮개(덮개 판에 대한 정밀검사 포함)

(나) 폐쇄장치(개스킷, 개스킷립, 압축봉, 배수로 등)

(다) 클램핑장치, 지지대, 클리크, 체인 또는 로프풀리

(라) 가이드, 가이드레일 및 트랙휠, 스토퍼 등

(마) 와이어, 체인, 집시(gypsy), 장력장치

(바) 폐쇄 및 고박에 필요한 유압장치

(사) 안전 잠금장치 및 지지장치

(3) 이동식 창구덮개, 목재 창구덮개 또는 강재 폰툰덮개가 설치된 경우 다음 해당항목에 대하여 만족한 상태인지의 점검

(가) 목재 창구덮개 및 이동식 보, 이동식 보의 해치빔받침(carrier) 또는 소켓 및 그 고박장치

(나) 강재 폰툰

(다) 타폴린

(라) 클리트, 배튼 및 웨지

(마) 창구덮개 고정 바(bar)와 고박장치

(바) 로딩패드 및 바(bar), 측판 모서리

(사) 가이드플레이트 및 촉(chock)

(아) 압축봉, 배수로 및 배수관(있는 경우)

(4) 창구코밍판 및 보강재에 대한 정밀검사

(5) 다음을 포함하여 기계식 창구덮개는 임의로 선택하여 작동검사

(가) 개방상태에서의 적재 및 고박상태

(나) 폐쇄상태에서의 고정 및 폐쇄상태의 유효성

(다) 와이어, 체인, 연결장치, 유압 및 동력장치의 작동검사

비고 : 공기관, 공기관 개구단의 플레임스크린 및 통풍통의 검사는 202.의 1항 (1)호 (바)부터 (아) 및 (6)호에 따른다.

4. 의심지역

전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 과도한 부식지역에 대하여는 두께계측을 시행하여야 하고 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 표 1.2.5에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다.

5. 화물창 검사

연차검사 시기의 화물창에 대한 현상검사 및 정밀검사는 다음에 따른다.

	10년<선령≤15년[3]	15년<선령[1], [2], [3]
현상검사	· 1개의 선수부 화물창 (이중갑판이 있는 경우 이를 포함) · 1개의 선미부 화물창 (이중갑판이 있는 경우 이를 포함)	모든 화물창(이중갑판이 있는 경우 이를 포함)
정밀검사	-	1. 화물창 : · 1개의 선수부 하부 화물창 · 1개의 다른 하부 화물창 2. 범위 : · 선측늑골 중 충분한 범위(최소한 늑골 25% 이상)에 대하여, 인접한 외판 및 하부 브래킷을 포함하여 늑골 하부로부터 1/3까지의 범위
기타	-	선외배출관을 포함한 화물창 내의 모든 관장치 및 관통부를 검사한다.

(비고)

1) 화물창내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

2) 정밀검사 결과 상태가 불량하여 수리를 요하는 경우에는 해당 화물창(이중갑판이 있는 경우 이를 포함)의 인접 외판을 포함한 모든 선측늑골과 나머지 모든 화물창(이중갑판이 있는 경우 이를 포함)에 대한 충분한 범위까지 정밀검사를 확대하여야 한다.

3) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 **표 1.2.5**에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행하여야 한다. **【지침 참조】**

6. 평형수탱크 검사 *(2021)* **【지침 참조】**

전회 정기검사 및 중간검사 결과에 따라 "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"에 대한 검사를 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 **표 1.2.5**에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행하여야 한다.

비고 : "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"라 함은 중간검사 또는 정기검사 결과 매년 내부검사를 하도록 지정된 평형수탱크를 말한다.

7. 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 25규칙에 만족한 후의 단일화물창 화물선에 대한 추가 연차검사요건 (1501.의 1항 (1)호 참조) *(2020)*

화물창의 수위감지기에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 25규칙의 요건에 적합한 선박[1]의 경우, 연차검사는 임의의 수위감지장치 및 그 경보에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

비고

[1] 산적화물선 이외의 화물선으로서 건현갑판 아래에 단일의 화물창을 가지는 선박 또는 건현갑판 아래에 여러 개의 화물창이 있지만 건현갑판까지 달하는 최소한 1개 이상의 수밀격벽에 의하여 구분되지 아니하는 화물창을 가지는 선박(이하「단일화물창의 화물선」이라 한다)으로서 다음에 해당되는 선박은 규칙 **7편 3장 14절 1403.**의 3항에서 정하는 요건에 따라 관련 장치를 설치하여야 한다.

(1) 1998년 7월 1일 이후 건조된 길이 80미터 미만의 선박

(2) 1998년 7월 1일 전에 건조된 길이 100미터 미만의 선박

다만, 화물창 양쪽에 내저판에서 건현갑판에 달하는 적당한 폭을 가진 수직의 수밀구획을 가진 선박은 규칙 **7편 3장 14절 1403.**의 3항에서 요구되는 수위감지기를 설치하지 아니할 수 있다.

1503. 중간검사

1. 일반

(1) 중간검사 시기는 301.에 따른다.

(2) 중간검사는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다. 연차검사의 요건에 추가된 항목은 2번째 또는 3번째 연차검사 시기 또는 그 사이에 검사를 할 수 있다.

(3) 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다.

(4) 선령이 15년을 넘는 선박은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 표 1.2.9의 제4차 및 이후 정기검사 란의 2. 3) 항목을 제외하고, 1504.에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 1504.에서 별도로 요구하지 않는 한 403.의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 1504.의 6항에 규정된 탱크압력시험, 자동공기관헤드의 검사(1504.의 1항 (6)호 및 1504.의 4항 (4)호의 비고 참조) 및 연료유탱크, 윤활유탱크 및 청수탱크의 내부검사(1504.의 4항 (1)호 참조)는 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, 401.의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) 1504.의 1항 (7)호의 규정을 대신하여 604.의 1항에 따르는 수중검사를 동등한 것으로 고려할 수 있다.

2. 평형수탱크 검사

중간검사 시기의 평형수탱크에 대한 검사는 다음에 따른다.

5년 < 선령 ≤ 10년[1), 2), 3)]	10년 < 선령 ≤ 15년[1), 3)]	15년 < 선령
· 대표적인 평형수탱크를 선정하여 현상검사 · 전회 검사 시에 식별된 의심지역에 대하여 1502.의 4항에 따른 검사	· 모든 평형수탱크에 대하여 현상검사 · 전회 검사 시에 식별된 의심지역에 대하여 1502.의 4항에 따른 검사	1503.의 1항 (4)호에 따른다.
(비고) 1) 현상검사 시 육안으로 구조적 결함이 발견되지 않았을 경우 부식방지시스템의 유효성을 확인하는 것으로 검사의 범위를 축소할 수 있다. *(2019)* 2) 평형수탱크의 도장이 불량한 상태, 연화도장 또는 반경화도장, 부식이나 기타 결함이 발견된 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 아니한 경우 추가로 같은 형식의 다른 평형수탱크까지 확대하여 검사한다. 3) 이중저 평형수탱크를 제외하고, 평형수탱크의 경화보호도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 하여야 하고 필요시 두께계측을 시행하여야 한다. 이중저 평형수탱크에서 이러한 경화보호도장의 탈락이 발견되는 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**		

3. 화물창 검사

중간검사 시기의 화물창에 대한 검사는 다음에 따른다.

5년 < 선령 ≤ 10년	10년 < 선령 ≤ 15년[1)]	15년 <선령
· 1개의 선수부 화물창 및 1개의 선미부 화물창에 대하여 현상검사 (이중갑판이 있는 경우 이를 포함) · 전회 검사 시에 식별된 의심지역에 대하여 1502.의 4항에 따른 검사	· 모든 화물창에 대하여 현상검사 (이중갑판이 있는 경우 이를 포함) · 전회 검사 시에 식별된 의심지역에 대하여 1502.의 4항에 따른 검사	1503.의 1항 (4)호에 따른다.
(비고) 1) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 표 1.2.5에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. **【지침 참조】**		

1504. 정기검사

1. 일반

(1) 정기검사 시기는 401.에 따른다.

(2) 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다.

(3) 정기검사는 연차검사에 추가하여 선체 및 (5)호에서 요구하는 관련 배관이 만족한 상태에 있으며, 본선이 적절하게 정비와 운항을 하고 정기적 검사를 정해진 기간 내에 받는 조건으로 지정되는 5년의 새로운 선급기간 동안 의도하는 목적에 적합함을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 검사, 시험 및 점검을 하여야 한다.

(4) 모든 화물창, 평형수탱크(이중저탱크 포함), 파이프터널, 화물창에 인접하는 코퍼댐 및 보이드 스페이스, 갑판 및 선체외부를 검사하고, 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 5항 및 6항에서 요구하는 두께계측 및 시험에 의하여 보충되어야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 발견하는 것이다.

(5) (4)호에서 정하는 구역 내의 모든 관장치에 대하여 밀폐성 및 만족한 상태로 유지되는지를 확인하기 위하여 검사를 하고 사용압력으로 작동시험을 하여 검사원이 만족하여야 한다.

(6) 보이드 스페이스로 개조된 평형수탱크의 정밀검사 및 두께계측은 평형수탱크 요건에 따라 검사한다. 구역 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

비고 : 자동공기관헤드의 검사에 대하여는 403.의 1항 (17)호를 참조.

(7) 입거검사는 정기검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물창 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 정기검사의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물창 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

다만, 605.에 규정된 “입거주기 연장제도”의 적용을 받는 선박인 경우 이 입거검사는 605.의 규정에 따라 시행할 수 있다.

2. 탱크 보호(tank protection)

(1) 평형수탱크에 부식방지시스템이 되어있는 경우 그 상태를 검사하여야 한다. 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크에 대하여 경화보호도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】** *(2019)*

(2) 이중저 평형수탱크에서 이러한 경화보호도장의 탈락이 발견되었으나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 탱크내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2020)*

3. 창구덮개 및 코밍

1502.의 3항에서 요구하는 연차검사 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다.

(1) 모든 기계식 창구덮개는 작동검사를 하고 다음 사항을 검사한다.
(가) 개방상태에서의 적재 및 고박상태
(나) 폐쇄상태에서의 고정 및 폐쇄상태의 유효성
(다) 와이어, 체인, 연결장치, 유압 및 동력장치의 작동검사

(2) 사수시험 또는 이와 동등한 방법에 의한 모든 창구덮개의 폐쇄장치의 유효성을 검사한다.

(3) 창구덮개와 코밍의 판 및 휨보강재에 대하여 표 1.2.8 및 표 1.2.9에 따라서 정밀검사 및 두께계측*을 하여야 한다.

* 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 정밀검사/두께계측을 하여야 한다.

4. 현상검사 및 정밀검사 범위

(1) 각 정기검사 시에는 연료유탱크, 윤활유탱크 및 청수탱크를 제외한 모든 구역에 대하여 현상검사를 하여야 한다. *(2020)*

비고 : 연료유탱크, 윤활유탱크 및 청수탱크에 대하여는 표 1.2.3을 참조.

(2) 정기검사 시 정밀검사 최소범위는 표 1.2.8과 같다.

(3) 검사대상구역의 정비, 부식방지시스템의 상태 및 이용가능한 정보에 따라 유사한 구역이나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 경우를 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다. *(2019)*

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 구역 내의 지역인 경우 표 1.2.8에 따른 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

비고 : 자동공기관헤드의 검사에 대하여는 표 1.2.7을 참조.

5. 두께 계측의 범위 *(2017)*

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 두께계측의 최소범위는 표 1.2.9와 같다.

(2) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측의 범위를 확대할 수 있다. 과도한 부식이 있는 경우 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 표 1.2.5에 따를 수 있다. *(2017)* **【지침 참조】**

(3) 경화보호도장이 양호한 상태인 구역은 표 1.2.9에 따른 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(4) 횡단면의 위치는 부식이 심하게 발생할 의심이 되는 부위 또는 갑판의 판 계측결과 부식이 심하게 발생된 부위를 선정한다. *(2017)*

6. 탱크 압력시험 범위

(1) 화물지역 내의 평형수탱크 및 평형수용 디프탱크의 모든 주위 벽에 대하여 압력시험을 하여야 하며, 화물지역 내의 연료유탱크인 경우 대표적인 탱크에 대하여 압력시험을 한다.

(2) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(3) 연료유탱크는 사용상태에서 일어날 수 있는 최고액면의 수두로 시험하여야 한다. 연료유탱크의 압력시험은 탱크 주위 벽에 대한 외부검사가 만족스럽고, 선장으로부터 압력시험이 규정에 따라 만족한 결과로 시행되어 왔다는 것이 확인되는 경우 특별히 고려할 수 있다.

7. 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 25규칙에 만족한 후의 단일화물창 화물선에 대한 추가 연차검사요건 (1501.의 1항 (1)호 참조) *(2020)*

화물창의 수위감지기에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 25규칙의 요건에 적합한 선박(1502. 7항 참조)의 경우, 정기검사는 모든 수위감지장치 및 그 경보에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

표 1.2.8 일반건화물선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 1개의 선수부 및 1개의 선미부 화물창(이중갑판이 있는 경우 이를 포함) 내의 선택된 선측늑골 (*1)	1. 모든 화물창(이중갑판이 있는 경우 이를 포함) 내의 선택된 선측늑골 (*1)	1. 선수부 하부 화물창 내의 모든 선측늑골 및 나머지 화물창(이중갑판이 있는 경우 이를 포함) 내의 선측늑골 중 25%(상·하부의 단부 브래킷 및 인접외판 포함) (*1)	1. 모든 화물창(이중갑판이 있는 경우 이를 포함) 내의 모든 선측늑골(상·하부의 단부 브래킷 및 인접외판 포함) (*1)
2. 선택된 화물창 내의 1개의 횡격벽 (*2)	2. 모든 화물창 내의 1개의 횡격벽 (*2)	2. 모든 화물창 횡격벽 (*2)	2. 모든 화물창 횡격벽 (*2)
	3. 1개의 선측 평형수탱크 내의 전후부 횡격벽 (횡보강재 포함) (*2)	3. 평형수탱크 내의 모든 횡격벽(횡보강재 포함) (*2)	3. 평형수탱크 내의 모든 횡격벽(횡보강재 포함) (*2)
	4. 각 탱크 형식(예 : 톱사이드, 호퍼사이드, 선측탱크 또는 이중저탱크)마다 2개의 대표적인 평형수탱크 내의 1개의 트랜스버스웨브(판 및 늑골 포함) (*3)	4. 각 평형수탱크 내의 모든 트랜스버스웨브(판 및 늑골 포함) (*3)	4. 각 평형수탱크 내의 모든 트랜스버스웨브(판 및 늑골 포함) (*3)
3. 모든 화물창의 창구덮개 및 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)	5. 모든 화물창의 창구덮개 및 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)	5. 모든 화물창의 창구덮개 및 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)	5. 모든 화물창의 창구덮개 및 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)
	6. 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하구조의 선택된 부분 (*5)	6. 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하구조 (*5)	6. 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하구조 (*5)
	7. 내저판의 선택된 부분 (*6)	7. 내저판의 모든 부분 (*6)	7. 내저판의 모든 부분 (*6)

(비고)

1) 상기 표에서 정밀검사 최소범위인 (*1)부터 (*6)은 **지침 부록 1-6, 1**항 (1)호에 개략적인 그림으로 표시되어 있다. *(2021)*

(*1) 화물창 횡늑골
(*2) 화물창 횡격벽의 격벽판, 횡보강재 및 거더
(*3) 평형수탱크 내의 트랜스버스웨브 또는 수밀횡격벽
(*4) 화물창구덮개 및 코밍. 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 정밀검사/두께계측을 하여야 한다.
(*5) 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 갑판의 판 및 갑판하구조
(*6) 내저판의 판

2) 화물창 횡격벽의 정밀검사는 다음의 위치에 대하여 시행하여야 한다.
· 내저판 직상부 및 이중갑판이 있는 경우 이중갑판의 직상부
· 이중갑판이 없는 화물창 횡격벽의 중간높이 부분
· 상갑판 직하부 및 이중갑판이 있는 경우 이중갑판의 직하부

표 1.2.9 일반건화물선의 정기검사 시 두께계측 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 의심지역	1. 의심지역 2. 중앙부 0.5 L 내의 화물지역에 있어서 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 3. 표 1.2.8의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	1. 의심지역 2. 중앙부 0.5 L 내의 화물지역에 있어서 2개의 횡단면(서로 다른 화물지역에서 1개씩 취한다)[2)] 3. 표 1.2.8의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 5. 화물지역 내에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 6. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 중앙부 0.5 L 내의 최소한 3개의 횡단면[2)] 2) 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 3) 선저외판의 각 판(빌지플레이트의 하부 포함) 4) 덕트킬 또는 파이프터널의 판 및 내부재 3. 표 1.2.8의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 선박의 전 길이에 대한 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판

(비고)
1) 두께계측의 위치는 화물 및 평형수 기록과 보호도장의 상태를 고려하여 가장 부식이 심하게 발생할 것 같은 가장 대표적인 부위를 선정한다.
2) 길이 100 m 미만의 선박은 제3차 정기검사에서 요구하는 횡단면의 개수는 1개, 제4차 및 이후 정기검사에서 요구하는 횡단면의 개수는 2개로 할 수 있다.

제 16 절 액화가스 산적운반선의 선체검사

1601. 일반

1. 적용

(1) 이 규정은 2장의 다른 규정에 추가하여 자항으로 액화가스를 산적하여 운송하는 선박에 적용한다.

(2) 이 규정은 204.의 3항, 304.의 3항 및 5-2절의 3항에 규정된 관을 제외하고, 다음 사항에 대한 선체구조 및 배관장치의 검사에 적용한다.

(가) 화물지역 내에 있는 펌프실, 압축기실, 코퍼댐, 파이프터널, 보이드 스페이스 및 연료유탱크

(나) 모든 평형수탱크

화물운반 및 이송설비에 대한 정기적 검사는 204.의 3항, 304.의 3항 및 5-2절의 3항의 규정에 따른다.

(3) 이 규정은 검사, 두께계측 및 탱크시험에 대한 최소한의 범위를 포함하고 있다. 과도한 부식 또는 구조적 결함이 발견되면 검사 범위를 확대할 수 있고, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사를 추가할 수 있다. **【지침 참조】**

2. 용어의 정의

(1) 2장 1절 101. 용어의 정의를 참조한다. *(2020)*

3. 두께계측 절차

(1) 2장 1절 110. 두께계측 절차에 따른다. *(2018)*

1602. 연차검사

1. 일반

(1) 연차검사 시기는 201.에 따른다.

(2) 검사는 가능한 범위까지 선체 및 배관장치 등이 해당 규칙요건에 따라 유지된다는 것을 검증하기 위한 검사로 이루어진다. *(2022)*

(3) 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다. *(2018)*

2. 선체검사

(1) 볼 수 있는 한 선체의 판과 그 폐쇄장치를 검사한다.

(2) 실행가능한 한 수밀 관통부를 검사한다.

3. 노천갑판의 검사 *(2022)*

(1) 모든 연료유탱크에 있는 공기관 개구단의 플레임스크린에 대한 검사

(2) 연료유 및 벤트의 관장치에 대한 검사

4. 화물펌프실과 압축기실 및 실행가능한 한 파이프터널(설치된 경우)의 검사

(1) 펌프실 및 압축기실 내의 모든 격벽에 있어서 누출 및 균열의 흔적에 대한 검사와 특히 모든 관통부의 밀폐에 대한 상태검사

(2) 204.의 3항, 304.의 3항 및 5-2절의 3항에 규정된 것을 제외한, 모든 관장치에 대한 상태검사

비고 : 공기관, 공기관 개구단의 플레임스크린 및 통풍통의 검사는 202.의 1항 (1)호 (바)부터 (아) 및 (6)호에 따른다.

5. 의심지역

전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 과도한 부식지역에 대하여는 두께계측을 시행하여야 하고 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 **표** 1.2.5에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다.

6. 평형수탱크 검사 *(2021)* 【지침 참조】

전회 정기검사 및 중간검사 결과에 따라 "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"에 대한 검사를 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 **표** 1.2.5에 따를 수 있다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행하여야 한다.

비고 : "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"라 함은 중간검사 또는 정기검사 결과 매년 내부검사를 하도록 지정된 평형수탱크를 말한다.

1603. 중간검사

1. 일반

(1) 중간검사 시기는 301.에 따른다.

(2) 중간검사는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다. 연차검사의 요건에 추가된 항목은 2번째 또는 3번째 연차검사 시기 또는 그 사이에 검사를 할 수 있다.

(3) 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다.

2. 평형수탱크 검사

(1) 중간검사 시기의 평형수탱크에 대한 현상검사는 다음에 따른다.

5년 < 선령 ≤ 10년[1), 2), 3)]	10년 < 선령 [1), 3)]
대표적인 평형수탱크를 선정하여 현상검사	모든 평형수탱크에 대하여 현상검사

(비고)

1) 현상검사 시 육안으로 구조적 결함이 발견되지 않았을 경우 부식방지시스템의 유효성을 확인하는 것으로 검사의 범위를 축소할 수 있다. *(2019)*

2) 경화보호도장을 하지 않았거나, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 도장상태가 불량한 경우 추가로 같은 형식의 다른 평형수탱크까지 확대하여 검사한다.

3) 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크에 대하여 경화보호도장을 하지 않았거나, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 내부검사를 하여야 한다.

4) 이중저 평형수탱크에서 3)과 같은 상태가 발견되는 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다.

(2) 중간검사 시기의 평형수탱크에 대한 정밀검사 최소범위는 다음에 따른다.

10년 < 선령 ≤ 15년	15년 <선령
다음에 대한 정밀검사: 1. 1개의 대표적인 평형수탱크 내 모든 웨브프레임 및 양측 횡격벽 (*1) 및 (*2) 2. 1항 이외의 다른 1개의 대표적인 평형수탱크 내 1개의 웨브프레임 상부 3. 1항 이외의 다른 1개의 대표적인 평형수탱크 내 1개의 횡격벽 (*2)	다음에 대한 정밀검사: 1. 2개의 대표적인 평형수탱크 내 모든 웨브프레임 및 양측 횡격벽 (*1) 및 (*2)

(비고)

1) 상기 표에서 (*1) 및 (*2)는 다음을 의미한다.
(*1) : 인접하는 구조부재를 포함한 트랜스버스 웨브프레임 전체
(*2) : 거더와 인접하는 구조부재 및 인접하는 종격벽구조를 포함한 횡격벽 전체

2) 평형수탱크는 톱사이드, 이중선측, 이중저, 호퍼사이드 또는 이들이 연결된 구조 및 피크탱크(있는 경우)를 포함한다.

3) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 우리 선급은 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

4) 중앙횡단면이 일반적인 화물선과 유사하고 독립형탱크 형식C를 갖는 선박인 경우 우리 선급은 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

5) 검사대상탱크의 정비, 부식방지시스템의 상태 및 다음의 경우를 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다. *(2019)*

- 특히 이용가능한 정보에 따라 유사한 탱크나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 탱크
- 치수를 경감하여 승인받은 구조를 가지는 탱크

1604. 정기검사

1. 일반

(1) 정기검사 시기는 401.에 따른다.

(2) 검사계획회의는 검사를 시작하기에 앞서 개최하여야 한다.

(3) 정기검사는 연차검사에 추가하여 선체 및 (5)호에서 요구하는 관련 배관이 만족한 상태에 있으며, 본선이 적절하게 정비와 운항을 하고 정기적 검사를 정해진 기간 내에 받는 조건으로 지정되는 5년의 새로운 선급기간 동안 의도하는 목적에 적합함을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 검사, 시험 및 점검을 하여야 한다.

(4) 평형수탱크(이중저탱크 포함), 펌프실, 압축기실, 파이프터널, 화물탱크에 인접하는 코퍼댐 및 보이드 스페이스, 갑판 및 선체외부를 검사하고, 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 4항 및 5항에서 요구하는 두께계측 및 시험에 의하여 보충되어야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 발견하는 것이다.

(5) 204.의 3항, 304.의 3항 및 5-2절의 3항에 규정된 것을 제외하고, (4)호에서 정하는 구역 내의 모든 관장치에 대하여 밀폐성 및 만족한 상태로 유지되는지를 확인하기 위하여 검사를 하고 사용압력으로 작동시험을 하여 검사원이 만족하여야 한다.

(6) 보이드 스페이스로 개조된 평형수탱크의 정밀검사 및 두께계측은 평형수탱크 요건에 따라 검사한다. 구역 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

비고 : 자동공기관헤드의 검사에 대하여는 403.의 1항 (17)호를 참조.

(7) 입거검사는 정기검사의 일부로서 시행하여야 한다. 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 정기검사의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 탱크 보호(tank protection)

(1) 평형수탱크에 부식방지시스템이 되어있는 경우 그 상태를 검사하여야 한다. 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크에 대하여 경화보호도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. *(2019)* **【지침 참조】**

(2) 이중저 평형수탱크에서 이러한 경화보호도장의 탈락이 발견되었으나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 평형수탱크 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

3. 현상검사 및 정밀검사 범위

(1) 각 정기검사 시에는 연료유탱크, 윤활유탱크 및 청수탱크를 제외한 모든 구역에 대하여 현상검사를 하여야 한다. *(2020)*

비고 : 연료유탱크, 윤활유탱크 및 청수탱크에 대하여는 표 1.2.3을 참조.

(2) 정기검사 시 정밀검사 최소범위는 표 1.2.10과 같다.

(3) 검사대상탱크의 정비, 방식조치의 상태 및 이용가능한 정보에 따라 유사한 구역이나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 경우를 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다.

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 표 1.2.10에 따른 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

비고 : 자동공기관헤드의 검사에 대하여는 표 1.2.7을 참조.

4. 두께계측 범위

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 두께계측의 최소범위는 **표 1.2.11**과 같다.

(2) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측의 범위를 확대할 수 있다. 과도한 부식이 있는 경우 과도한 부식지역의 범위를 결정하기 위하여 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이러한 추가 두께계측은 **표 1.2.5**에 따를 수 있다. **【지침 참조】**

(3) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 **표 1.2.11**에 따른 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제 평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(4) 횡단면의 위치는 부식이 심하게 발생할 의심이 되는 부위 또는 갑판의 판 계측결과 부식이 심하게 발생된 부위를 선정한다.

5. 탱크 압력시험 범위

(1) 화물지역 내의 평형수탱크 및 평형수용 디프탱크의 모든 주위 벽에 대하여 압력시험을 하여야 하며, 화물지역 내의 연료유탱크인 경우 대표적인 탱크에 대하여 압력시험을 한다.

(2) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(3) 연료유탱크는 사용상태에서 일어날 수 있는 최고액면의 수두로 시험하여야 한다. 연료유탱크의 압력시험은 탱크 주위 벽에 대한 외부검사가 만족스럽고, 선장으로부터 압력시험이 규정에 따라 만족한 결과로 시행되어 왔다는 것이 확인되는 경우 특별히 고려할 수 있다.

표 1.2.10 액화가스 산적운반선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 및 이후 정기검사
1. 톱사이드, 호퍼사이드 및 이중선측 형식마다 1개의 대표적인 평형수탱크 내 1개의 웨브프레임 (*1)	1. 1개의 평형수탱크(이중선측탱크 또는 톱사이드탱크) 내 모든 웨브프레임. 이러한 탱크가 없는 경우 다른 평형수탱크를 선택한다. (*1) 2. 1항 이외의 나머지 평형수탱크 내 각 1개의 웨브프레임 (*1)	1. 모든 평형수탱크 내 모든 웨브프레임 (*1)
2. 1개의 평형수탱크 내 1개의 횡격벽 (*3)	3. 각 평형수탱크 내 1개의 횡격벽 (*2)	2. 모든 평형수탱크 내 모든 횡격벽 (*2)

(비고)

1) 상기 표에서 (*1)부터 (*3)은 다음을 의미하고, 액화가스 산적운반선의 전형적인 중앙횡단면은 **지침 부록 1-6**에 그림으로 표시되어 있다.
(*1) : 인접하는 구조부재를 포함한 트랜스버스 웨브프레임 전체
(*2) : 거더와 인접하는 구조부재 및 인접하는 종격벽구조를 포함한 횡격벽 전체
(*3) : 거더와 인접하는 구조부재를 포함한 횡격벽 하부

2) 평형수탱크는 톱사이드, 이중선측, 이중저, 호퍼사이드 또는 이들이 연결된 구조 및 피크탱크(있는 경우)를 포함한다.

3) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 우리 선급은 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

4) 중앙횡단면이 일반적인 화물선과 유사하고 독립형탱크 형식C를 갖는 선박인 경우 우리 선급은 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

5) 검사대상탱크의 정비, 부식방지시스템의 상태 및 다음의 경우를 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다. *(2019)*
- 특히 이용가능한 정보에 따라 유사한 탱크나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 탱크
- 치수를 경감하여 승인받은 구조를 가지는 탱크

표 1.2.11 액화가스 산적운반선의 정기검사 시 두께계측 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 의심지역	1. 의심지역	1. 의심지역	1. 의심지역
2. 중앙부 0.5 L 내에 있는 1개의 평형수탱크(있는 경우)의 위치에 있어서, 선박의 전폭에 걸친 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판	2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 중앙부 0.5 L 내에 있는 1개의 평형수탱크(있는 경우)의 위치에 있어서, 1개의 횡단면	2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 2개의 횡단면[1)] 3) 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판	2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 3개의 횡단면[1)] 3) 선저외판의 각 판 4) 덕트킬의 판 및 내부재
	3. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	3. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	3. 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판
3. 표 1.2.10의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	4. 표 1.2.10의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	4. 표 1.2.10의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	4. 표 1.2.10의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)

(비고)

1) 최소한 1개의 횡단면은 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크(있는 경우)를 포함하여야 한다.

2) 중앙횡단면이 일반적인 화물선과 유사하고 독립형탱크 형식C를 갖는 선박인 경우 검사원의 판단에 따라 탱크정판을 포함하는 것 까지 두께계측의 범위를 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

3) 경화보호도장이 양호한 상태인 구역 내의 지역인 경우 우리 선급은 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

4) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측의 범위를 확대할 수 있다. 과도한 부식이 있는 경우 검사원이 만족하는 범위까지 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. **【지침 참조】**

제 17 절 로로선의 현측문 및 내측문 등에 대한 검사요건

1701. 일반

1. 적용

이 규정은 **2장**의 다른 규정에 추가하여 로로여객선 및 로로화물선의 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문의 검사에 대하여 각 선박의 배치 및 장치에 적합한 범위까지 적용한다.

2. 용어의 정의

(1) **로로선**(RoRo ship)이라 함은 바퀴가 있는 차량이 선박에 화물을 싣고 내릴 수 있도록 하역램프를 사용하는 선박을 말한다.

(2) **로로여객선**(RoRo passenger ship)(Ro-Pax)이라 함은 로로구역 또는 특수분류구역을 가지는 여객선을 말한다.

(3) **로로구역**(RoRo space)이라 함은 통상 여하한 방법으로도 구획됨이 없이 선박의 상당한 길이 또는 전장에 걸쳐 연장되어 있고 자주용 연료를 탱크에 보유한 자동차 및/또는 화물(도로 또는 철도 차량, 자동차(도로 또는 철도 유조차량을 포함한다), 트레일러, 컨테이너, 팔레트, 떼어낼 수 있는 탱크, 유사한 보관장치 또는 다른 용기 속에 넣거나 위에 적재된 포장된 화물 또는 산적화물)이 통상 수평방향으로 적양하될 수 있는 장소를 말한다.

(4) **특수분류구역**(Special category space)이라 함은 격벽갑판의 상방 또는 하방의 폐위된 장소로서 자동차를 운전해서 출입할 수 있으며 여객이 출입할 수 있는 구역을 말한다. 특수분류구역은 자동차를 위한 전체 통과 높이가 10 m를 넘지 않는 것을 조건으로 한 층 이상의 갑판으로 구성될 수 있다.

(5) **잠금장치**(Securing device)라 함은 힌지에 대하여 문의 회전을 방지하여 문을 폐쇄한 상태로 유지하는 장치를 말한다.

(6) **지지장치**(Supporting device)라 함은 문에 작용하는 외부하중 또는 내부하중을 문으로부터 잠금장치로, 또한 잠금장치로부터 선체구조로 전달하는 장치를 말하며 문으로부터 선체구조로 하중을 전달하는 것 중 잠금장치가 아닌 힌지, 스토퍼 등을 포함한다.

(7) **고정장치**(Locking device)라 함은 문을 폐쇄한 상태에서 잠금장치를 고정하는 장치를 말한다.

3. 전형적인 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문의 예는 **지침 부록 1-14**에 그림으로 표시되어 있다.

1702. 연차검사

1. 검사는 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문이 만족한 상태로 유지되고 있음을 실행가능한 한 검증하기 위한 시험으로 이루어져야 한다.
2. 전회 검사 이후 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문에 대하여 승인되지 않은 변경사항이 있었는지의 여부를 확인하여야 한다.

3. **문서**

작동 및 정비지침서가 요구되는 경우, 승인된 사본이 본선에 비치되어있고 모든 변경 사항이 반영되어 있음을 검증하여야 한다. 문의 폐쇄 및 잠금을 위한 작동절차가 문서화되어 본선에 비치되어 있고 적합한 위치에 게시되어 있음을 검증하여야 한다. 검사원은 검사를 위한 기초로서 점검기록 및 그 내용에 대하여 특별히 주의하여 작동 및 정비지침서를 확인하여야 한다.

4. **구조에 대한 시험**

선수문, 내측문, 현측문 및 선미문은 다음에 특히 주의하여 검사하여야 한다.

(1) 판, 2차 보강재, 1차 구조부재, 힌지암 및 용접을 포함한 문의 구조적 배치
(2) 문의 개구 주위를 이루는 외판구조와 외판, 2차 보강재, 1차 구조부재 및 용접을 포함한 잠금장치, 지지장치 및 고정장치
(3) 힌지 및 베어링, 추력베어링
(4) 잠금장치, 지지장치 및 고정장치를 위한 선체와 문 측의 지지구조
(5) 용접을 포함한 잠금장치, 지지장치 및 고정장치에 대한 정밀검사, **표** 1.2.12 참조

균열이 발견된 경우 그 주위에 대하여 비파괴시험을 하여야 하고, "검사원이 필요하다고 인정하는 유사한 부분"에 대하여도 비파괴시험을 하여야 한다. *(2021)*

비고 : "검사원이 필요하다고 인정하는 유사한 부분"이라 함은 균열이 발견된 부위와 유사한 구조 또는 배치를 가지고 있어서 유사한 균열이 의심되는 부분을 말한다.

5. **틈새계측** *(2021)*

힌지, 베어링 및 추력베어링의 틈새를 계측하여야 한다. 다만, 작동 및 정비지침서 또는 제조자의 권고에 틈새계측을 위하여 힌지, 베어링 및 추력베어링의 분해가 필요하다면 틈새의 계측은 하지 않아도 된다. 기능시험이 만족스럽지 못한 경우 틈새계측을 위하여 분해할 것이 요구될 수 있다. 만일 분해된 경우라면 힌지핀 및 베어링에 대한 육안검사 및 힌지핀에 대한 비파괴시험을 하여야 한다. 작동 및 정비지침서에 표시된 경우 잠금장치, 지지장치 및 고정장치의 틈새를 계측하여야 한다.

6. **밀봉장치**

용접을 포함한 패킹재료/고무개스킷과 잠금바(retaining bar) 또는 홈(channel)을 검사하여야 한다.

7. **배수장치**

설치된 경우 빌지웰 및 배수관을 포함한 배수장치에 대하여 검사하여야 한다. 내측문과 외측문 사이의 빌지장치에 대하여 시험을 하여야 한다.

8. **문에 대한 기능시험**

완전한 개방 및 폐쇄 작동을 하는 동안에 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문의 작동이 만족스러운지 해당되는 경우 다음을 포함하여 점검하여야 한다.

(1) 힌지암 및 힌지의 올바른 작동
(2) 추력베어링의 올바른 맞물림
(3) 개방위치에서 문을 고정시키는 장치
(4) 잠금장치, 지지장치 및 고정장치
(5) 개방/폐쇄장치와 잠금 및 고정장치 사이 연동안전장치의 올바른 연동
(6) 잠금장치의 기계적 고정
(7) 유압이 상실된 경우 작동 및 정비지침서의 절차에 따른 유압잠금장치의 올바른 고정
(8) 항해선교 및 다른 제어위치에서 문의 개방/폐쇄위치 및 잠금/고정장치에 대한 정확한 표시
(9) 다른 유압장치로부터 유압 잠금/고정장치의 차단

(10) 작동반은 허가되지 않은 사람이 접근할 수 없음에 대한 확인

(11) 출항 전에 모든 잠금장치가 폐쇄되고 고정되어야 한다는 취지의 지침을 주는 지시판이 각 작동반에 위치하고 경고 표시등으로 보충되는지의 검증

(12) 문을 개방, 폐쇄하고 잠그기 위한 전기설비에 대한 검사

9. 표시장치에 대한 기능시험

설치된 경우 표시장치의 작동이 만족스러운지 해당되는 경우 다음을 포함하여 점검하여야 한다.

(1) "항내/항해"의 선택된 기능에 따라 항해선교의 제어반 및 작동반 상에 올바른 표시 및 가청경보
(2) 항해선교의 제어반 및 작동반 상의 램프시험기능
(3) 항해선교의 제어반 및 작동반 상의 표시등은 끌 수 없음을 검증
(4) 작동 및 정비지침서의 절차에 따라 고장대비성능에 대한 검증

(5) 표시장치를 위한 전력은 비상전원 또는 별도로 확보된 전원으로부터 급전되고 문의 작동을 위한 전원과는 독립되어 있음을 확인

(6) 센서의 올바른 상태와 파도, 결빙 및 기계적 손상으로부터의 보호

10. 누수탐지장치에 대한 시험

설치된 경우 항해선교 제어반 및 기관제어실 제어반 상의 올바른 가청경보를 포함하여 작동 및 정비지침서의 절차에 따라 누수탐지장치에 대하여 시험하여야 한다.

11. 텔레비전 감시장치에 대한 시험

설치된 경우 항해선교 모니터 및 기관제어실 모니터 상의 올바른 표시를 포함하여 텔레비전 감시장치에 대하여 시험하여야 한다.

12. 밀폐성시험 【지침 참조】

사수시험 또는 이와 동등한 시험을 하여야 한다. 만일 육안검사 및 기능시험 결과가 만족스러운 경우 로로화물선의 현측문에 대한 밀폐성시험은 입회검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 시행할 필요가 없다.

13. 비파괴시험 및 두께계측 【지침 참조】

검사원이 필요하다고 인정하는 경우 육안검사 및 기능시험 후에 비파괴시험 및 두께계측이 요구될 수 있다.

표 1.2.12 문, 고정장치, 잠금장치, 지지장치 및 부속품의 정밀검사 최소범위

다음은 입회검사원이 정밀검사를 하여야 하는 장치, 부속품 및 관련 용접부에 대한 목록이다.

실린더 잠금핀, 지지브래킷, 백업브래킷(설치된 경우) 및 이들의 용접연결부
힌지핀, 지지브래킷, 백업브래킷(설치된 경우) 및 이들의 용접연결부
로킹훅, 잠금핀, 지지브래킷, 백업브래킷(설치된 경우) 및 이들의 용접연결부
로킹핀, 지지브래킷, 백업브래킷(설치된 경우) 및 이들의 용접연결부
격납장치, 멈춤장치 및 이들의 용접연결부

1703. 정기검사

1. 정기검사는 1702.에서 요구하는 연차검사에 추가하여, 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문이 만족한 상태에 있으며, 정비 및 작동지침서 또는 제조자의 권고에 따라 적절하게 정비와 작동을 하고 다음 정기검사까지 5년의 기간 동안 정기적 검사를 정해진 기간 내에 받는 조건으로 해당 요건에 적합하게 유지될 수 있음을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 시험 및 점검을 하여야 한다.
2. 문에 대한 검사는 해당 요건에 적합함을 확인하기 위하여 두께계측 및 시험에 의하여 보충되어 구조적 보전성 및 풍우밀 보전성이 유효하게 유지되도록 하여야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 식별하는 것이다.
3. 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문에 대하여 다음 사항을 검사하여야 한다.

(1) 용접과 잠금장치, 지지장치 및 고정장치에 대한 정밀검사를 포함하여 **1702.**의 **4**항에 나열된 항목에 대한 검사를 한다. **표 1.2.12** 참조

(2) 용접을 포함하여 잠금장치, 지지장치 및 고정장치에 대하여 "검사원이 필요하다고 인정하는 범위"[1)]까지 비파괴시험 및 두께계측을 하여야 한다. 균열이 발견된 경우 그 주위에 대하여 비파괴시험을 하여야 하고, "검사원이 필요하다고 인정하는 유사한 부분"[2)]에 대하여도 비파괴시험을 하여야 한다. *(2021)*

비고 : 1) "검사원이 필요하다고 인정하는 범위"라 함은 정밀검사 결과 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함이 있거나 의심되는 잠금장치, 지지장치 및 고정장치를 말한다.

2) "검사원이 필요하다고 인정하는 유사한 부분"이라 함은 균열이 발견된 부위와 유사한 구조 또는 배치를 가지고 있어서 유사한 균열이 의심되는 부분을 말한다.

(3) 힌지암, 잠금장치, 지지장치 및 고정장치의 최대쇠모한도는 우리 선급이 1차 구조부재에 대하여 정하는 바에 따른다. 그러나 건조두께의 15% 또는 "우리 선급이 별도로 정하는 최대쇠모한도" 중 적은 것을 초과할 수 없다. 우리 선급은 특정 설계에 대하여 특별히 고려할 수 있다. *(2021)*

비고 : "우리 선급이 별도로 정하는 최대쇠모한도"는 제조자의 요건에 따른다.

(4) 사수시험 또는 이와 동등한 시험으로 밀봉장치의 유효성에 대하여 점검하여야 한다.

(5) 힌지, 베어링 및 추력베어링의 틈새를 계측하여야 한다. 작동 및 정비지침서 또는 제조자의 권고에 별도로 명시되지 않는 한, 로로화물선에 대한 틈새계측은 틈새를 계측하기 위하여 분해하여야 하는 경우 대표적인 베어링에 국한될 수 있다. 만일 분해된 경우라면 힌지핀 및 베어링에 대한 육안검사 및 힌지핀에 대한 비파괴시험을 하여야 한다.

(6) 배수장치의 체크밸브를 분해하고 검사하여야 한다.

제 18 절 추가요건

1801. 선수갑판 작은 창구, 설비 및 의장품의 강도 및 잠금장치

1. **4편 9장 101.**의 **1**항에 규정된 2004년 1월 1일 이후 건조계약된 선박은 인도시기까지 **4편 9장**의 규정에 적합하여야 한다.

2. **4편 9장 101.**의 **2**항에 규정된 2004년 1월 1일 전에 건조계약된 선박은 다음 기간 내에 **4편 9장**의 규정에 적합하여야 한다.

(1) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 15년 이상인 선박의 경우 2004년 1월 1일 이후 지정된 첫 번째 중간검사 또는 정기검사의 지정일

(2) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 10년 이상인 선박의 경우 2004년 1월 1일 이후 지정된 첫 번째 정기검사 지정일

(3) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 10년 미만인 경우 선령이 10년이 되는 날.

3. **4편 9장 101.**에 규정된 선박이 2007년 7월 1일 전에 건조계약된 경우에는 **1**항 또는 **2**항에 규정된 해당 적용일자, 또는 2007년 7월 1일 이후 지정된 첫 번째 정기검사 지정일 중 늦은 시기까지 **지침 4편 9장 201.**의 규정에도 적합하여야 한다. 이 규정의 적용을 연기하기 위하여 2007년 7월 1일 이후에 지정된 정기검사를 2007년 7월 1일 전에 완료하는 것은 허용되지 아니한다.

1802. 산적화물선 이외의 단일화물창 화물선의 수위감지기

7편 3장 1402.의 **2**항의 규정을 적용받는 선박 중 2007년 1월 1일 전에 건조된 선박은 2007년 1월 1일 이후 도래하는 첫 번째 중간검사 또는 정기검사 중 빠른 검사 시까지, 그러나 늦어도 2009년 12월 31일까지 **7편 3장 1403.**의 **3**항에 적합하여야 한다.

제 19 절 대한민국 선박안전법 또는 어선법 적용대상선박에 대한 특별규정

1901. 대한민국 선박안전법 적용대상 선박에 대한 특별규정 【지침 참조】

1. 202.의 2항(연차검사 시의 소방설비), 302.의 2항(중간검사 시의 소방설비) 및 404.(정기검사 시의 소방설비)의 적용에 있어, 소방설비는 선박안전법의 관련규정에 따른다.

2. 203.(연차검사 시의 기관, 전기 및 추가설비)의 적용에 있어 전기설비의 절연저항시험 및 효력시험을 한다. 절연저항에 대한 적절한 계측기록이 있고 그 값이 6편 1장 1701.의 1항에 만족한다고 인정되는 경우에는 이 시험을 생략할 수 있다. 다만, 국내항해에만 종사하는 여객선은 절연저항시험 및 효력시험을 생략할 수 없다. *(2017)*

3. 301.(중간검사 시기)의 적용에 있어 선령 30년(산정은 진수일로 부터 기산) 이상의 선박으로서 길이 24 m 이상인 선박은 매 검사 기준일 전후 3개월 이내에 3절(중간검사)에 따른 중간검사 및 입거검사(수중검사 불가)를 시행한다. *(2020)*

4. 3항의 규정에 따른 중간검사 시 다음 각 호의 해당 규정은 301.(중간검사 시기)에 따라 전회 정기검사 완료일로부터 2번째 또는 3번째 검사기준일의 전후 3개월 이내에 시행하는 중간검사 시에만 적용한다. *(2020)*

(1) 1503. (일반건화물선의 선체 중간검사)
(2) 1603. (액화가스 산적운반선의 선체 중간검사)
(3) 3장 201.의 1항 (3)호, (4)호, (6)호 및 203. (산적화물선의 일반 및 선체 중간검사)
(4) 3장 303. (유조선의 선체 중간검사)
(5) 3장 403. (위험화학품 산적운반선의 선체 중간검사)
(6) 3장 503. (이중선체 유조선의 선체 중간검사)
(7) 3장 603. (이중선체 산적화물선의 선체 중간검사)

5. 3항의 규정에 따른 중간검사 시 303.(중간검사 시의 기관, 전기 및 추가설비)의 1항부터 4항의 검사는 301.에 따라 전회 정기검사 완료일로부터 2번째 또는 3번째 검사기준일의 전후 3개월 이내에 시행하는 중간검사 시에만 적용한다.

6. 303. 2. (2)호 및 502. 1. (1)호를 적용함에 있어서, 국내항해에만 종사하는 선박에 설치된 내연기관의 개방검사 시기는 선박안전법의 관련규정에 따른다. *(2022)*

7. 선령 15년 이상의 선박은 중간검사시 입거(또는 상가)검사를 수중검사로 대체할 수 없다. *(2021)*

8. 303.(중간검사 시의 기관, 전기 및 추가설비)의 적용에 있어 선박의 예비품 등을 검사한다.

9. 아스팔트 운반선 등 화물탱크가 일체형탱크가 아닌 독립형탱크에 기름을 운송하는 유조선의 경우, 선급기술규칙상 검사강화제도(ESP) 적용 대상은 아니지만 「선박안전법」 적용대상선박은 「강화검사 등에 관한 기준」이 적용되므로 이 선박은 유조선으로 분류되어 강화검사(Enhanced Survey)를 실시해야 한다. *(2021)*

10. 3장 1절 101. 2항(특정 검사강화제도 적용대상선박의 선체검사에 대한 절차요건)의 적용에 있어, 재화중량이 100,000톤 이상인 유조선 및 이중선체 산적화물선으로 선령 10년과 15년 사이에 시행하는 중간검사시 과도한 부식 또는 구조적 결함이 발견된 경우 최소한 2명의 정검사원에 의하여 시행하여야 한다. *(2019)*

11. 9편 2장(하역설비)의 적용에 있어 1톤 이상의 하역설비를 포함한다. 다만, 하역램프는 제외한다. *(2019)*

1902. 대한민국 어선법 적용대상선박에 대한 특별규정

1. 대한민국 어선법 적용 대상선박은 관련 법규를 적용해야 한다. 또한 다음의 2항에서 9항까지의 사항이 적용되어야 한다. *(2020)*

2. 대한민국 국적으로 원양어업의 허가를 받은 원양어선(가공 또는 운반선 제외)의 경우 연차검사 또는 중간검사 시기에 해외수역에서의 조업으로 인하여 검사를 받을 수 있는 장소에 있지 아니한 경우에는 해당 검사기준일로부터 12개월의 범위 내에서 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 우리 선급의 승인을 거쳐 그 검사시기를 연기할 수 있다.

3. 진수일로부터 선령 5년 미만이고 길이 24미터 이상인 어선에 대하여는 대한민국 정부대행 제2종 중간검사를 생략할 수 있다. *(2021)*

4. 대한민국 어선법 적용대상 선박의 두께계측 범위, 두께계측 방법, 쇠모한도, 두께계측 결과의 조치 및 기록 등은 어선법 시행규칙 제 55조 제 2항, 3항 및 별표 14에 따라서 실시한다. *(2019)*

5. 진수일로부터 선령 30년 이상이고 길이 24미터 이상인 어선에 대하여 중간검사 시의 두께계측 요건은 전회 정기검사와 동일한 범위로 하여야 한다.

6. **203., 303. 및 502.**(연차검사, 중간검사 및 정기검사 시의 기관, 전기 및 추가설비)의 적용에 있어 전기설비의 절연저항시험 및 효력시험을 한다.

7. 선령 15년 이상의 선박은 중간검사 시 입거(또는 상가)검사를 수중검사로 대체할 수 없다. *(2021)*

8. **303.**(중간검사 시의 기관, 전기 및 추가설비)의 적용에 있어 **303.**의 2항 및 3항의 기관에 대하여는 경보장치 및 안전장치의 작동시험을 한다. 다만, 본선에 거치된 지 5년 미만의 기관에 대하여는 이 시험을 생략할 수 있다.

9. **9편 2장**(하역설비)의 적용에 있어, 총톤수 300톤 이상 선박에 설치된 1톤 이상의 하역설비를 포함한다. *(2019)* ⚓

제 3 장 검사강화제도 적용대상선박의 선체검사

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 **2장**의 규정에 추가하여 산적화물선, 유조선 및 위험화학품 산적운반선 등 검사강화제도 적용대상선박의 선체검사에 대하여 적용한다.

2. **특정 검사강화제도 적용대상선박의 선체검사에 대한 절차요건**
이 요건의 목적은 검사의 질을 향상시키고자 함이다. 이 요건은 화물지역 내에 있는 화물창/탱크, 펌프실, 코퍼댐, 파이프터널 및 보이드 스페이스와 모든 평형수탱크에 대한 선체구조 및 배관장치에 대한 검사에 적용한다. 산적화물선의 경우, 화물지역 내에 있는 임의로 선정된 연료유탱크는 **3장 2절** 산적화물선과 **3장 6절** 이중선체 산적화물선에 적용되는 조항에 따라서 검사되어야 한다. 아래에 명시된 선박크기 및 검사범위를 고려하여, 1명 이상의 검사원이 요구되는 구역, 화물창 또는 탱크 검사를 시행하는 것이 보다 효과적이며, 지적된 수리에 대한 검사 및 지적사항에 따라 요구되는 조치를 취하는 동안에 서로 협력하고 협의하는 것이 보다 더 효과적이다. *(2020)*

(1) 재화중량이 20,000톤 이상인 검사강화제도(ESP) 부호를 갖는 선박에 대하여 제3차 정기검사부터 시행하는 모든 정기검사 및 중간검사의 선체검사사항인 이 요건이 적용되는 선체구조와 배관장치의 검사는 최소한 2명의 정검사원에 의하여 시행하여야 한다. 재화중량이 100,000톤 이상인 산적화물선(이중선체 산적화물선 제외)인 경우 선령 10년과 15년 사이에 시행하는 중간검사의 선체사항인 이 요건이 적용되는 선체구조와 배관장치의 검사는 최소한 2명의 정검사원에 의하여 시행하여야 한다. *(2017)*

(2) (1)호는 최소한 2명의 정검사원이 요구되는 검사(항해 중 검사(voyage survey)에도 적용됨)를 수행하기 위해 동시에 본선에 입회해야 함을 의미한다. 공동선급선에 대한 2명의 정검사원 요건은 기국의 관련법규에 적합한 경우 각 선급으로부터 1명의 검사원이 입회하는 것으로 충족할 수 있다. *(2020)*

(3) 각 입회검사원이 요구되는 검사의 모든 검사항목을 시행하여야 하는 것은 아니지만, 이들은 서로 협의하여 요건이 적용되는 검사 부위의 상태를 파악하기 위하여 필요한 범위까지 공동으로 현상검사 및 정밀검사를 시행하여야 한다. 이러한 검사의 범위는 신환, 수리 및 기타 지적사항과 관련하여 검사를 완료하기 위하여 요구되는 조치에 대하여 검사원간에 충분히 합의되어야 한다. 각 검사원은 검사보고서에 공동서명을 하거나 동등한 방식으로 그들이 해당검사를 공동으로 수행하였음을 표시하여야 한다. *(2020)*

(4) 다음의 검사에 대하여는 한명의 검사원이 입회 할 수 있다.

- **2장 110.**에 따른 두께계측
- **3장**에 따른 탱크압력 시험
- 중간검사 및 정기검사를 진행하는 동안, 요구된 2명의 검사원이 합의한 범위의 선체검사사항과 관련하여 시행되는 수리

(5) 이 요건을 수행하는 검사원들은 관련된 검사절차에 따라 자격을 갖추어야 한다.

(6) 검사원들의 본선입회는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 문서화 되어야 한다.

102. 검사준비

1. 검사계획서(survey programme)

(1) 다음의 검사를 시작하기에 앞서 선박소유자는 우리 선급과 협의하여 상세한 검사계획서를 작성하여야 한다.

- 정기검사
- 선령이 10년을 넘는 검사강화제도 적용대상선박의 중간검사

검사계획서는 **지침 부록 1-3**의 **표 1**에 기초한 문서로 작성하여야 한다. 검사계획서가 합의되기 전에 검사를 시작하여서는 아니 된다.

중간검사 시의 검사계획서는 전회 정기검사 시의 선체검사요약서 및 이후 관련 검사보고서에 의하여 보충되는 전회 정기검사 시의 검사계획서로 이루어질 수 있다. 검사계획서는 최근에 시행된 정기검사 이후 개정된 검사요건을 고려하여 작성하여야 한다.

검사계획서의 작성에 앞서 선박소유자는 **지침 부록 1-3**의 **표 2**에 기초한 검사계획질의서를 작성하여 우리 선급에 제출하여야 한다.

(2) 검사계획서를 작성할 때는 검사하여야 할 화물창/화물탱크, 탱크, 지역 및 구조부재 등을 선정하기 위하여 다음의 자료들을 수집하고 협의하여야 한다.

(가) 산적화물선 및 이중선체 산적화물선

(a) 검사현황(survey status) 및 본선의 요목
(b) **103.**의 **2**항 및 **3**항에서 정하는 선내 비치서류
(c) 주요 구조도면(고장력강 사용에 대한 자료 포함)
(d) 우리 선급 및 선박소유자의 전회 검사보고서
(e) 화물창 및 탱크의 사용기록, 대표적인 화물 및 기타 관련 자료
(f) 신조 당시 부식방지시스템에 대한 자료 *(2019)*
(g) 운항 중 본선의 유지보수에 관한 자료

(나) 유조선, 위험화학품 산적운반선 및 이중선체 유조선

(a) 검사현황(survey status) 및 본선의 요목
(b) **103.**의 **2**항 및 **3**항에서 정하는 선내 비치서류
(c) 화물탱크 및 평형수탱크의 주요 구조도면(고장력강 사용에 대한 자료 포함, 위험화학품 산적운반선인 경우 클래드강 및 스테인리스강 사용에 대한 자료도 포함)
(d) 선체검사요약서(executive hull summary)
(e) 전회 손상 및 수리 관련기록
(f) 우리 선급 및 선박소유자의 전회 검사보고서
(g) 유조선 및 이중선체 유조선인 경우 가열된 상태의 화물운송을 포함하여, 최근 3년간의 화물 및 평형수 기록, 위험화학품 산적운반선인 경우 탱크의 사용기록, 대표적인 화물 및 기타 관련 자료
(h) 불활성가스장치 및 탱크세정절차의 상세
(i) 건조 이후 선박의 화물탱크 및 평형수탱크의 개조 또는 수정에 관한 정보 및 기타 관련자료
(j) 해당되는 경우 부식방지시스템의 명세 및 기록 *(2019)*
(k) 일반적인 구조적 결함, 탱크경계 및 관의 누설과 해당되는 경우 부식방지시스템의 상태에 대한 최근 3년간의 선박소유자 검사기록. 보고서 작성을 위한 지침은 **부록 1-4** "선박소유자 검사기록부"를 참조한다. *(2019)*
(l) 관련 시정조치사항을 포함하여, 선체 유지보수에 대한 안전경영시스템의 부적합사항과 선체관련 결함사항에 대한 항만국통제(PSC) 검사보고서 등 운항 중 유지보수에 관한 자료
(m) 의심지역 및 구조적으로 취약한 지역을 식별하는데 유용한 기타 자료

(3) 검사계획서에는 다음 자료들을 첨부하여야 한다.

(가) 산적화물선 및 이중선체 산적화물선

(a) 본선의 주요 요목
(b) 주요 구조도면(고장력강 사용에 대한 자료 포함)
(c) 탱크 및 화물창 배치도
(d) 탱크 및 화물창의 목록(용도, 보호도장 및 도장상태에 대한 자료 포함)
(e) 검사조건(화물창 및 탱크 청소상태, 가스 프리, 환기, 조명 등)

(f) 구조물에 접근할 수 있는 접근설비
(g) 검사장비
(h) 정밀검사 대상 범위의 선정
(i) 두께계측 대상 범위의 선정
(j) 탱크압력시험 대상 탱크 선정
(k) 본선의 손상 관련 자료

(나) 유조선, 위험화학품 산적운반선 및 이중선체 유조선
(a) 본선의 주요 요목
(b) 화물탱크 및 평형수탱크의 주요 구조도면(고장력강 사용에 대한 자료 포함, 위험화학품 산적운반선인 경우 클래드강 및 스테인리스강 사용에 대한 자료도 포함)
(c) 탱크 배치도
(d) 탱크 목록(용도, 부식방지시스템의 범위와 도장상태 포함) *(2019)*
(e) 검사조건(탱크 청소상태, 가스 프리, 환기, 조명 등)
(f) 구조물에 접근할 수 있는 접근설비
(g) 검사장비
(h) 정밀검사 대상 탱크 및 지역의 선정
(i) 두께계측 대상 지역 및 횡단면의 선정
(j) 탱크압력시험 대상 탱크의 선정, 위험화학품 산적운반선인 경우 404.의 6항에 따른 압력시험 대상 관도 포함
(k) 두께계측업자의 식별
(l) 본선의 손상 관련 자료
(m) 관련이 있는 경우 구조적으로 취약한 지역 및 의심지역

(4) 우리 선급은 선박소유자에게 선박에 적용되는 구조부재의 최대 허용 쇠모한도를 알려주어야 한다.
(5) 검사계획서의 작성과 관련하여 **지침 부록** 1-3의 1항에 규정된 절차를 이용할 수도 있다. 이 절차는 권고사항으로서 "우리 선급이 필요하고 적절하다고 인정하는 경우" 우리 선급의 판단에 따라 요구될 수 있다. *(2021)*

비고 : "우리 선급이 필요하고 적절하다고 인정하는 경우"라 함은 구조적으로 취약한 지역의 식별, 의심지역의 선정 및 쇠모 또는 손상을 받기 쉽거나 그 사례가 입증된 구조부재 또는 구조부재의 일부분에 주의를 집중하는데 도움을 줄 수 있는 경우를 말한다.

2. 검사조건(conditions for survey)

(1) 선박소유자는 검사 시 안전을 위하여 필요한 설비를 제공하여야 한다.

(가) 입회검사원이 검사를 시행할 수 있도록, 적당하고 안전한 접근을 위한 설비가 선박소유자와 우리 선급 간에 합의되어야 하며, 국제선급연합회(IACS)의 절차요건(PR) No.37(Procedural Requirement for Confined Space Safe Entry)에 따라야 한다.
(나) 접근설비의 상세는 검사계획질의서에 명시되어야 한다.
(다) 안전설비 및 요구되는 접근설비가 적당하지 아니하다고 입회검사원이 판단하는 경우 해당 구역의 검사를 진행하여서는 아니 된다.

(2) 구역(화물창, 탱크 포함)들은 출입에 안전하도록 하여야 한다. 구역(화물창, 탱크 포함)들은 가스프리를 시키고 적절히 환기시켜야 한다. 탱크, 보이드 스페이스 또는 폐위구역에 들어가기에 앞서 그 구역 내의 공기에는 위험한 가스가 없고 충분한 산소가 있음이 검증되어야 한다. *(2020)*

(3) 검사 및 두께계측을 위한 그리고 상세한 시험을 위한 검사준비에 있어서, 모든 구역은 표면의 모든 부식침전물제거를 포함하여 청소되어야 한다. 구역들은 도장상태 뿐만이 아니라 부식, 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함 등이 노출되도록 물, 녹, 오물, 기름잔류물 등을 충분히 제거하여야 한다. 그러나 이미 선박소유자가 신환하기로 결정한 구조지역은 신환 부위결정에 필요한 범위만 청소하고 부식을 제거할 수 있다.

(4) 검사 시 도장상태 뿐만이 아니라 부식, 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함 등이 잘 보이도록 충분한 조명설비를 하여야 한다.

(5) 연화도장 또는 반경화도장을 적용한 곳에는 검사원이 도장의 유효성을 검증할 수 있도록 또한 도장의 탈락(spot removal)을 포함한 내부구조의 현상을 파악하기 위한 안전한 접근설비를 제공하여야 한다. 만일 안전한 접근설비를 제공할 수 없다면 연화도장 또는 반경화도장은 제거되어야 한다.

3. 선체구조부재로의 접근(access to structures)

(1) 현상검사 시 검사원이 안전하고 실질적인 방법으로 선체구조에 대한 검사를 할 수 있는 수단을 제공하여야 한다.

(2) 정밀검사(산적화물선(이중선체 산적화물선 제외)의 경우는 화물창 선측늑골을 제외한 선체구조에 대한 정밀검사)를 위하여 다음 중 한 가지 이상의 검사원이 적합하다고 인정하는 접근설비를 제공하여야 한다.

(가) 영구적으로 설치한 발판 및 통로
(나) 임시 발판 및 통로
(다) 전통적인 체리피커와 같은 유압승강장치, 승강기 및 이동식 플랫폼
(라) 보트 또는 뗏목
(마) 휴대식 사다리
(바) 기타 동등한 장비

(3) 재화중량 100,000톤 미만의 산적화물선(이중선체 산적화물선 제외)의 화물창 선측늑골에 대한 정밀검사인 경우 다음 중 한 가지 이상의 검사원이 적합하다고 인정하는 접근설비를 제공하여야 한다.

(가) 영구적으로 설치한 발판 및 통로
(나) 임시 발판 및 통로
(다) 길이 5 m 이하로 제한되는 휴대식 사다리가 브래킷을 포함한 선측늑골의 하부에 대한 검사에 허용될 수 있다.
(라) 전통적인 체리피커와 같은 유압승강장치, 승강기 및 이동식 플랫폼
(마) 화물창의 구조가 모든 수위의 정하중에 충분히 견딜 수 있다는 조건으로 보트 또는 뗏목
(바) 기타 동등한 장비

(4) 재화중량 100,000톤 이상의 산적화물선(이중선체 산적화물선 제외)의 화물창 선측늑골에 대한 정밀검사인 경우 휴대식 사다리의 사용이 허용되지 아니하고, 다음 중 한 가지 이상의 검사원이 적합하다고 인정하는 접근설비를 제공하여야 한다.

(가) 연차검사, 선령 10년 미만의 중간검사 및 제1차 정기검사

(a) 영구적으로 설치한 발판 및 통로
(b) 임시 발판 및 통로
(c) 전통적인 체리피커와 같은 유압승강장치, 승강기 및 이동식 플랫폼
(d) 화물창의 구조가 모든 수위의 정하중에 충분히 견딜 수 있다는 조건으로 보트 또는 뗏목
(e) 기타 동등한 장비

(나) 이후 중간검사 및 정기검사

(a) 최소한 화물창늑골의 상부에 대한 정밀검사를 위하여 영구 또는 임시 발판 및 통로
(b) 발판을 대신하여 선측늑골의 하부 및 중간부분의 검사를 위하여 전통적인 체리피커와 같은 유압승강장치
(c) 승강기 및 이동식 플랫폼
(d) 화물창의 구조가 모든 수위의 정하중에 충분히 견딜 수 있다는 조건으로 보트 또는 뗏목
(e) 기타 동등한 장비

상기 요건에도 불구하고:

(a) 사다리의 상단부를 고정하는 기계장치를 갖춘 휴대식 사다리는 202.의 4항에서 요구하는 연차검사 시의 "선측늑골 중 충분한 범위(최소한 늑골 25% 이상)에 대하여, 인접한 외판 및 하부 브래킷을 포함하여 늑골 하부로부터 1/3까지의 범위"에 대한 정밀검사 시에 사용할 수 있다. *(2019)*
(b) 최대작업높이가 17m 이하의 경우, 화물창 선측늑골 또는 그 외 구조부재의 상부에 대한 정밀검사시 담당검사원은 체리피커와 같은 유압승강장치나 승강기의 사용을 허용할 수 있다. *(2019)*

4. 검사장비

(1) 두께계측은 통상적으로 초음파 계측기를 이용하여 시행하며, 검사원이 요구하는 경우 장비의 정확성이 입증되어야 한다.

(2) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 결함 부위를 찾아낼 수 있도록 다음 중 한 가지 이상의 방법에 대한 검사준비를 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

(가) 방사선투과시험

(나) 초음파탐상시험

(다) 자분탐상시험

(라) 액체침투탐상시험

(3) 작동지침서 및 사용안내서를 포함하여 가연성가스측정기, 산소농도측정기, 호흡구, 구명줄, 로프와 훅이 달린 안전띠 및 호각을 검사 중에 사용할 수 있도록 준비하여야 하며, 안전점검표가 제공되어야 한다.

(4) 안전하고 효과적인 검사시행을 위하여 적절하고 안전한 조명이 제공되어야 한다.

(5) 적절한 보호장구(예를 들면, 안전모, 장갑, 안전화, 등)를 검사 중에 사용할 수 있도록 준비하여야 한다.

5. 구조 및 비상대응 설비

만일 호흡구 및/또는 기타 설비가 '구조 및 비상대응 설비'로 사용된다면, 그 설비는 검사를 시행하는 구역에서 사용하는데 적합하여야 한다.

6. 해상 부양상태에서의 검사

(1) 검사원이 선내에 있는 사람으로부터 필요한 지원을 받을 수 있는 경우 해상 부양상태에서의 검사를 인정할 수 있다. 검사를 시행하는 데 필요한 주의 및 절차는 1항, 2항, 3항 및 4항에 따른다.

(2) 검사 시 탱크 또는 구역 내에 있는 검사원과 갑판상의 책임사관 사이에 서로 연락할 수 있는 통신장비를 준비하여야 한다. 보트와 뗏목을 이용하여 검사하는 경우 평형수펌프 취급자와도 연락할 수 있는 통신장비가 있어야 한다.

(3) 보트 또는 뗏목을 이용한 탱크 또는 해당 화물창검사는 탱크 또는 화물창 내의 예상되는 수위상승이 0.25 m를 초과하지 아니하는 조건으로, 일기예보와 예상되는 해상상태에 따른 선체운동을 감안하고 안전장비 등을 고려하여 충분히 안전하다고 검사원과 합의한 경우에 한하여 실시할 수 있다.

(4) 보트 또는 뗏목이 정밀검사에 사용되는 경우 다음조건에 적합하여야 한다.

(가) 개략적인 사항으로서, 한쪽의 공기실이 파손된 경우에도 충분한 여유 부력과 복원성을 가지는 팽창식 보트 또는 뗏목을 사용하여야 한다.

(나) 보트 또는 뗏목은 잘 보이도록 하여 접근사다리에 계류시키고 접근사다리 아래쪽에 추가의 인원을 배치하여야 한다.

(다) 모든 인원에게 적절한 구명동의를 제공하여야 한다.

(라) 탱크 또는 화물창내의 수면은 잔잔하여야 하고(예상되는 모든 상태에 대하여 탱크 또는 화물창 내의 예상되는 수위상승이 0.25 m를 초과하지 않아야 한다) 수위는 변화하지 않아야 한다. 보트 또는 뗏목을 사용하는 중에는 절대로 수위를 상승시켜서는 아니 된다.

(마) 탱크, 화물창 또는 구역에는 청정평형수만을 채워야 하며 수면상에 있는 소량의 화물 또는 기름기도 허용되지 아니한다.

(바) 탱크창구로 연결되는 직접 탈출경로에서부터 검사팀이 격리되지 아니하도록 어떠한 경우에도 가장 깊은 수위는 갑판웨브면재의 하방으로 1m 내에 있어서는 아니 된다. 갑판트랜스버스 상부로까지 평형수를 채우는 것은 검사팀이 언제든지 탈출경로로 탈출할 수 있도록 검사를 시행하는 베이 내의 갑판에 출입용 맨홀이 설치되어 개방된 경우에 한하여 고려되어야 한다. 이와 동등한 갑판으로의 탈출수단이 고려될 수 있다

(사) 탱크 또는 구역들이 공통의 통풍장치 또는 불활성가스장치로 연결되어 있는 경우 보트 또는 뗏목을 사용하는 탱크 또는 구역은 다른 탱크 또는 구역으로부터 가스가 이송되는 것을 방지되도록 격리되어야 한다.

(5) 탱크 또는 구역의 갑판하부의 검사에 보트 또는 뗏목을 사용하고자 하는 경우 웨브의 깊이가 1.5 m 이하인 경우에 허용할 수 있다.

(6) 웨브의 깊이가 1.5 m를 초과하는 경우에는 다음 중 하나에 적합하는 조건으로 보트 또는 뗏목을 사용할 수 있다.

(가) 갑판하부 도장상태가 양호하고 쇠모현상이 없는 경우

(나) 각 베이 내에 안전하게 출입할 수 있는 상설접근설비가 설치되는 경우. 즉,

(a) 각 베이 내에서 수직사다리 및 갑판 아래 약 2 m 지점에 설치된 소형플랫폼을 통한 갑판으로부터의 직접접근, 또는

(b) 탱크의 양단에 갑판으로 연결되는 사다리를 가지는 종방향 상설 플랫폼으로부터 갑판으로의 접근. 이 플랫폼은 탱크의 전 길이에 걸쳐 갑판하부구조를 뗏목을 사용하여 검사하기에 필요한 최대수위 또는 그 상부에 설치되어야 한다. 이를 위하여 최대수위에 상응하는 얼리지는 갑판트랜스버스의 중간 및 탱크길이의 중간에서 계측하여 갑판으로부터 3 m 미만으로 가정되어야 한다.(유조선, 위험화학품 산적운반선 및 이중선체 유조선인 경우 **그림 1.3.1** 참조)

상기의 조건에 적합하지 않는 경우에는 갑판하부의 검사를 위한 발판 또는 이와 동등한 수단을 설치하여 탱크검사를 할 수 있다.

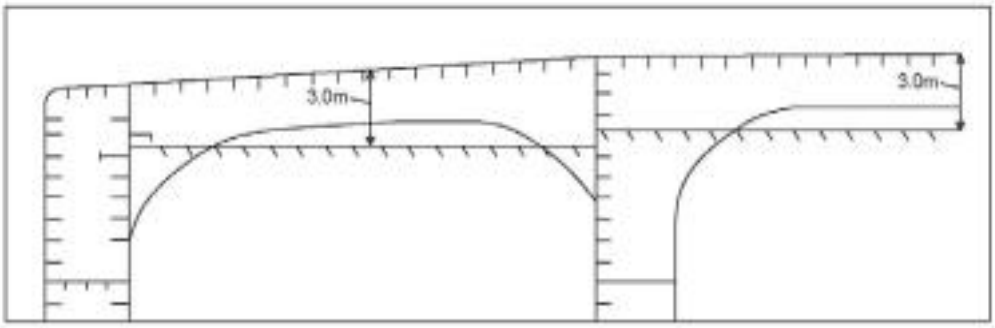


그림 1.3.1 탱크안에서 최대수위 *(2019)*

(7) (5)호 및 (6)호의 규정은 검사 중에 보트 또는 뗏목을 탱크 내에서 이동하며 사용하는 것을 규제하는 것은 아니다.

7. 검사계획회의

2장 109. "검사계획회의"의 절차에 따른다. *(2018)*

103. 선내 비치서류(documentation on board)

1. 일반

(1) 선박소유자는 **2**항 및 **3**항에서 정하는 서류들을 선내에 비치하여야 하며, 검사원이 쉽게 이용할 수 있도록 하여야 한다.

(2) 이 서류들은 항상 선내에 비치되어야 한다.

(3) 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙 적용대상 유조선 및 산적화물선인 경우, 선박소유자는 선박의 일생에 걸쳐 선박건조철에 포함된 문서가 수정될 때마다 선박건조철을 최신화하도록 하여야 한다. 선박건조철의 최신화에 대한 문서화된 절차는 안전관리시스템 내에 포함되어야 한다.

2. 검사보고서철

(1) 검사보고서철은 선내에 비치하는 서류 중 일부로서 다음과 같다.

(가) 구획검사 보고서

(나) 선체검사 요약서(executive hull summary)

(다) 두께계측기록

(2) 검사보고서철은 선박소유자의 사무실에서도 이용할 수 있어야 한다.

3. 기타 서류(supporting documents)

(1) 선내에는 다음의 자료들을 비치하여 이용할 수 있도록 하여야 한다.

(가) 화물창/화물탱크 및 평형수탱크의 주요 구조도면(국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 12편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 이들 도면은 각 구조요소에 대한 건조두께 및 신환두께를 포함하여야 한다. 모든 자발적인 추가두께에 대하여도 도면상에 명확히 표시되어야 한다. 본선에 제공되어야 하는 중앙횡단면도는 모든 화물창/화물탱크 내의 화물창/화물탱크 횡단면에 대한 최소 허용선체거더 단면특성값을 포함하여야 한다.)

(나) 전회 수리기록
(다) 화물 및 평형수 기록
(라) 불활성가스장치 사용범위 및 탱크세정 절차
(라) 불활성가스장치 사용범위 및 탱크세정 절차
(마) 다음 사항에 대한 선박소유자의 검사기록부 (작성에 대한 지침은 **지침 부록 1-4** "선박소유자 검사기록부" 참조) *(2021)*
(a) 일반적인 구조결함
(b) 격벽 및 관장치의 누설
(c) 있는 경우 부식방지시스템의 상태 *(2019)*

(바) 검사가 요구되는 구조적으로 취약한 지역 및/또는 의심지역으로 식별하는데 도움이 될 수 있는 기타 자료
(사) 해당 정기검사 또는 중간검사의 완료시점까지 **102.**의 **1**항에서 요구하는 검사계획서

(2) 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙 적용대상 유조선 및 산적화물선인 경우, 본선에 보관되어야 하는 항목에 대한 선박건조철을 본선에서 사용할 수 있어야 한다.

4. 선내 비치서류에 대한 검토

(1) 검사원은 검사 전에 선내에 비치된 서류가 완전한지와 검사 시 참고할 내용을 검토하여야 한다.

(2) 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙 적용대상 유조선 및 산적화물선인 경우, 검사원은 검사를 완료할 때 선박건조철에 포함된 문서가 수정될 때마다 선박건조철이 최신화되었는지 검증하여야 한다.

(가) 본선에 비치된 선박건조철의 경우, 검사원은 본선의 정보를 조사하여야 한다. 이는 선박의 구조와 관련된 대폭적인 수리, 개조, 또는 변경에 국한되지는 않지만 이를 포함하여 주요 사건 또는 선체구조에 대한 변경이 발생된 경우, 검사원은 또한 관련 작업이 선박건조철에 최신화가 되었는지 검증하여야 한다. 만약 해당 정기적검사 완료시점에 관련정보가 최신화가 되지 않았을 경우, 검사원은 다음 정기적검사시 관련 내용이 확인될 수 있도록 검사보고서에 유의사항(Note)으로 기록하여야 한다. *(2018)*

(나) "선박건조철 육상보관소"에 비치된 선박건조철의 경우, 검사원은 선박건조철 육상보관소의 정보목록을 조사하여야 한다. 이는 선박의 구조와 관련된 대폭적인 수리, 개조, 또는 변경에 국한되지는 않지만 이를 포함하여 주요 사건 또는 선체구조에 대한 변경이 발생된 경우, 검사원은 또한 관련 작업이 선박건조철에 최신화하여 반영되었는지를 선박건조철 육상보관소의 선박건조철 정보목록 또는 본선에 보관중인 선박건조철 정보 목록을 조사하여 이를 검증하여야 한다.
추가하여, 검사원은 선박건조철 육상보관소와의 계약서가 유효 한지 확인하여야 한다. 만약 해당 정기적검사 완료시점에 육상보관소에만 비치된 선박건조철의 관련 정보가 최신화가 되지 않았을 경우, 검사원은 다음 정기적검사시 관련 내용을 확인될 수 있도록 검사보고서에 유의사항(Note)로 기록하여야 한다. *(2018)*

(3) 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙 적용대상 유조선 및 산적화물선인 경우, 검사원은 검사를 완료할 때 선체구조에 재료가 추가 및/또는 신환되었다면 이것이 모두 선박건조철의 재료목록에 문서화되었는지 검증하여야 한다.

104. 두께계측 절차 *(2021)*

1. 일반

(1) **2장 1절 110.** 두께계측 절차에 따른다. *(2018)*

2. 계측위치 및 계측점의 수

(1) 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 12편** 또는 **13편**)에 따라 건조되지 아니한 선박의 두께계측위치 및 계측점의 수에 대한 요건은 **지침 부록 1-5**의 **표 3-1** 및/또는 별도의 요건이 있는 경우 해당요건(예를 들면, 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31(Renewal Criteria for Side Shell Frames and Brackets in Single Side Skin Bulk Carriers and Single Side Skin OBO Carriers not Built in accordance with UR S12 Rev.1 or subsequent revisions))에 따른다.

(2) 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 12편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박의 두께계측위치 및 계측점의 수에 대한 요건은 다음에 따른다.

(가) 상이한 선박의 구조요소 및 검사(정기검사, 중간검사 및 연차검사)에 따른 두께계측의 범위를 고려할 때, 계측되어야 할 지점의 위치는 구조의 가장 중요한 부재들이다.

(나) 선체거더강도계산을 위한 체계적인 두께계측과 정밀검사에 따른 특정 두께계측 요건의 적용을 위한 설명 및/또는 해석은 **지침 부록 1-5**의 **표 3-2**에 따른다.

(다) **지침 부록 1-5**의 **표 3-2**에 나타낸 그림들은 이러한 설명 및/또는 해석의 이해를 돕고 전형적인 구조적 배치를 보여준다.

3. 두께계측기록

(1) **2장 1절 110.** 두께계측 절차에 따른다. *(2018)*

105. 쇠모에 대한 허용기준

1. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 12편** 또는 **13편**)에 따라 건조되지 아니한 선박인 경우 쇠모에 대한 허용기준은 **지침 부록 1-5**의 **표 1** 및/또는 별도의 요건이 있는 경우 해당요건(예를 들면, 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S18(Evaluation of Scantlings of Corrugated Transverse Watertight Bulkheads in Bulk Carriers Considering Hold Flooding), S19(Evaluation of Scantlings of the Transverse Watertight Corrugated Bulkhead between Cargo Holds Nos. 1 and 2, with Cargo Hold No. 1 Flooded, for Existing Bulk Carriers), S21(Evaluation of Scantlings of Hatch Covers and Hatch Coamings of Cargo Holds of Bulk Carriers, Ore carriers and Combination Carriers) 및 S31(Renewal Criteria for Side Shell Frames and Brackets in Single Side Skin Bulk Carriers and Single Side Skin OBO Carriers not Built in accordance with UR S12 Rev.1 or subsequent revisions))에 따른다. *(2019)*

2. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 12편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 쇠모에 대한 허용기준은 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) **13장**, 이중선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편**) **12장**, 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 **13장** 및 다음에 따른다.

(1) 피팅부식에 대한 허용기준

(가) 선측구조: 산적화물선 및 이중선체 산적화물선인 경우

산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 3장 5절 또는 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 3장 4절에 따라 도장이 요구되는 지역의 피팅강도가 15 %를 초과하는 경우(**2장**, **그림 1.2.3** 참조) 피팅부식의 범위를 파악하기 위하여 두께계측을 시행한다. 이 15 %는 판의 한쪽 면에 대한 피팅 또는 홈부식에만 기초한다.

피팅이 상기와 같이 15 %를 초과하는 경우 판의 가장 심하게 피팅된 부분에서 300 mm 이상의 범위에 대하여 모재가 보이도록 청소한 후 피팅이 가장 깊은 5점에 대하여 두께계측을 시행한다. 이러한 피팅에 대하여 계측된 최소두께를 기록하여야 한다.

피팅, 홈파기 또는 기타 국부적인 지역의 최소잔류두께는 다음 값보다 커야 한다. 다만, 신환두께(t_{ren})보다 클 필요는 없다.

- 건조두께의 75 % : 늑골과 끝단브래킷의 웨브 및 플랜지에 있는 경우(단일선체 산적화물선인 경우만 해당)
- 건조두께의 70 % : 각 면으로 30 mm 폭에 걸쳐서 각 선측늑골에 부착된 선측외판, 호퍼탱크 및 톱사이드 탱크의 판에 있는 경우

(나) 기타구조

피팅강도가 20 % 미만인 판의 경우(**2장**, **그림 1.2.3** 참조) 개별적으로 측정된 모든 계측두께 t_m은 다음 기준 중에서 작은 값을 만족하여야 한다.

$$t_m \geq 0.7\left(t_{as-built} - t_{vol\,add}\right) \quad \text{mm}$$

$$t_m \geq t_{ren} - 1 \quad \text{mm}$$

여기서,

$t_{as-built}$: 부재의 건조두께 (mm)

$t_{vol\,add}$: 자발적 두께추가; t_c에 추가하여 부식쇠모에 대한 선박소유자의 추가적인 여유로서 자발적으로 더해지는 두께 (mm)

t_{ren} : 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 13장 2절, 이중 선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편**) 12장 12절 또는 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급 연합회(IACS)의 공통구조규칙 (**규칙 13편**) 1부 13장 2절에 정의된 신환두께(신환되어야 하는 구조부재의 최소허용두께 (mm)) *(2019)*

t_c : 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 3장 3절, 이중선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편**) 6장 또는 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 3장 3절에 정의된 총 부식추가 (mm)

t_m : 한 개의 부재에 대하여 계측된 두께, 즉 운항중인 선박의 정기적 검사 동안 그 한 개의 부재에 대하여 시행된 여러 계측을 평균한 두께 (mm)

해당 판 내에서 모든 단면에 걸친 평균두께는 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 13장, 이중선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편**) 12장 또는 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 13장에 주어진 일반부식에 대한 해당 신환기준 이상이어야 한다.

(2) 단부부식에 대한 허용기준

(가) 면재 또는 평강 보강재의 경우에는 웨브의 단부부식의 전체부식 높이가 해당 보강재 면재의 폭 또는 웨브의 높이의 25 % 미만인 경우(**2장**, **그림 1.2.4** 참조) 계측두께 t_m은 다음 기준 중에서 작은 값을 만족하여야 한다.

$$t_m \geq 0.7\left(t_{as-built} - t_{vol\,add}\right) \quad \text{mm}$$
$$t_m \geq t_{ren} - 1 \quad \text{mm}$$

여기서,
$t_{as-built}$, $t_{vol\,add}$, t_{ren}, t_c 및 t_m 은 **3장 105. 2.** (1), (나) 참조 *(2019)*

(나) 보강재의 폭 또는 높이에 걸친 평균 계측두께는 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 13장, 이중선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편**) 12장 또는 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 13장에 정의된 해당 신환기준 이상이어야 한다.

(다) 다음 조건이 충족되는 경우 맨홀, 경감구멍 등 개구에서 판의 단부는 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 13장, 이중선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편**) 12장 또는 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 13장에 주어진 해당 최소두께보다 작을 수 있다.

(a) 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 13장, 이중선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편**) 12장 또는 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 13장에 주어진 해당 최소값보다 작게 감소된 판두께의 개구단으로부터의 최대 범위가 개구 최소치수의 20 %이하이고 100 mm 이하인 경우

(b) 개구의 최대치수가 10 % 이상 증가하지 않고 새로운 단부의 남아있는 두께가 $t_{ren} - 1$ mm 이상인 경우 울퉁불퉁하거나 평탄하지 않은 단부를 깎아낼 수 있다.

(3) 홈부식에 대한 허용기준

(가) 홈의 폭이 웨브높이의 최대 15 % 이지만 30 mm 이하인 경우 (**2장**, **그림 1.2.5** 참조) 홈 부위 내의 계측두께 t_m은 다음 기준 중에서 작은 값을 만족하여야 한다.

$$t_m \geq 0.75\left(t_{as-built} - t_{vol\,add}\right) \quad \text{mm}$$
$$t_m \geq t_{ren} - 0.5 \quad \text{mm}$$

다만, 다음 값 이상이어야 한다.

$t_m = 6$ mm

여기서,

$t_{as-built}$, $t_{vol\,add}$, t_{ren}, t_c 및 t_m 은 **3장 105. 2.** (1), (나) 참조 *(2019)*

(나) (가)에 규정된 것보다 큰 홈부식을 갖는 구조부재는 판/보강재에 걸친 평균계측두께를 사용하여 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 13장, 이중선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편**) 12장 또는 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 13장에 정의된 일반부식에 대한 해당 기준에 기초하여 평가되어야 한다.

106. 검사보고서 및 평가

1. 검사보고서 평가

(1) 검사를 수행하는 동안 수집된 선박의 구조상태에 관한 자료는 선박 구조의 보전성을 계속 유지할 수 있는지에 대하여 평가되어야 한다.

(2) (**3편 1장 103.**에 정의된) 건현용 길이(L_f)가 130 m 이상인 유조선(이중선체 유조선 포함)인 경우 선령이 10년을 넘은 후에 시행되는 정기검사 동안에 계측, 신환 및 보강된 구조부재의 두께를 사용하여 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 선박의 종강도를 평가하여야 한다. 다만, 종강도평가를 위한 두께계측 결과는 종강도평가 시행 전 1년 이내에 계측된 것만 유효하다.

(3) 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**)에 따라 건조된 산적화물선(이중선체 산적화물선 포함)인 경우 선령이 15년을 넘은 후에 시행되는 정기검사 동안(또는 선령이 15년이 되기 전에 제3차 정기검사가 시행된다면 제3차 정기검사 동안)에 계측, 신환 및 보강된 구조부재의 두께를 사용하여 산적화물선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편**) 13장에 규정된 선체거더의 종강도기준에 따라 선박의 종강도를 평가하여야 한다. 다만, 종강도평가를 위한 두께계측 결과는 종강도평가 시행 전 1년 이내에 계측된 것만 유효하다.

(4) (2)호 및 (3)호에도 불구하고, 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 선령이 10년을 넘은 후에 시행되는 정기검사 동안에 계측, 신환 및 보강된 구조부재의 두께를 사용하여 산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**) 1부 13장에 규정된 선체거더의 종강도기준에 따라 선박의 종강도를 평가하여야 한다. 다만, 종강도평가를 위한 두께계측 결과는 종강도평가 시행 전 1년 이내에 계측된 것만 유효하다.

(5) (2)호부터 (4)호에서 요구하는 선박의 종강도평가의 최종결과는 검사요약서의 일부로서 보고되어야 한다. 초기평가의 결과에 따라 구조부재의 신환 또는 보강작업이 시행된 경우에는 그 작업 후의 최종결과가 보고되어야 한다.

2. 보고서

선체검사요약서 및 검사결과는 선박소유자에게 발행하여야 하며, 차기 검사 시 참고하기 위하여 선내에 비치하여야 한다. 선체검사요약서는 우리 선급에서 이서하여야 한다.

3. 검사가 두개 이상의 지부에서 실시되는 경우에 해당 검사보고서를 각 지부에서 작성하여야 하며, 먼저 검사를 실시하는 검사원이 완료한 검사 또는 시험의 항목 및 완료여부는 나중에 검사를 실시하는 검사원이 검사 시작 전에 인지할 수 있어야 한다.

제 2 절 산적화물선

201. 일반

1. 적용

(1) 이 규정은 **2장**의 규정에 추가하여 **601.**의 **2**항 (1)호에 정의된 이중선체 산적화물선 이외의 검사강화제도(ESP) 부호를 갖는 모든 산적화물선에 대하여 다음 사항에 대한 선체구조 및 배관장치의 검사에 적용한다.

(가) 화물지역 내에 있는 화물창, 코퍼댐, 파이프터널, 보이드 스페이스 및 연료유탱크
(나) 모든 평형수탱크

(2) 이 규정은 검사, 두께계측 및 탱크시험에 대한 최소한의 범위를 포함하고 있다. 과도한 부식 및/또는 구조적 결함이 발견되면 검사 범위를 확대할 수 있고, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사를 추가할 수 있다. **【지침 참조】**

(3) 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S19(Evaluation of Scantlings of the Transverse Watertight Corrugated Bulkhead between Cargo Holds Nos. 1 and 2, with Cargo Hold No.1 Flooded, for Existing Bulk Carriers)에 적합할 것이 요구되는 **지침 7편 부록 7-5, 1**항에 규정된 선박은 통일규칙(UR) S23(Implementation of IACS UR S19 and S22 for Existing Single Side Skin Bulk Carriers)에 따라 아래에 규정된 해당기한 전에 통일규칙(UR) S19에 적합한지를 결정하기 위하여, 그리고 이후 중간검사(선령이 10년을 넘는 선박인 경우) 및 정기검사 시에 계속해서 통일규칙(UR) S19에 적합한지를 검증하기 위하여 제1번과 제2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽에 대하여 **지침 부록1-5**의 **표 9**에 따라 추가의 두께계측을 시행하여야 한다.

(가) 1998년 7월 1일을 기준으로 선령이 20년 이상인 선박의 경우에는 1998년 7월 1일 후로 지정된 첫 번째 중간검사 또는 첫 번째 정기검사 중 빠른 검사 시까지 **지침 7편 부록 7-5**의 규정에 적합함을 확인하여야 한다.
(나) 1998년 7월 1일을 기준으로 선령이 15년 이상 20년 미만인 선박의 경우에는 1998년 7월 1일 후로 지정된 첫 번째 정기검사 시까지, 그러나 2002년 7월 1일 이전까지 **지침 7편 부록 7-5**의 규정에 적합함을 확인하여야 한다.
(다) 1998년 7월 1일을 기준으로 선령이 10년 이상 15년 미만인 선박의 경우에는 선령이 15년이 되는 날짜 후로 지정된 첫 번째 중간검사 또는 첫 번째 정기검사 시까지, 그러나 선령이 17년이 되는 날짜 이전까지 **지침 7편 부록 7-5**의 규정에 적합함을 확인하여야 한다.
(라) 1998년 7월 1일을 기준으로 선령이 5년 이상 10년 미만인 선박의 경우에는 2003년 7월 1일 후로 지정된 첫 번째 중간검사 또는 선령이 10년이 되는 날짜 후로 지정된 첫 번째 정기검사 중 빠른 검사 시까지 **지침 7편 부록 7-5**의 규정에 적합함을 확인하여야 한다.
(마) 1998년 7월 1일을 기준으로 선령이 5년 미만인 선박인 경우에는 선령이 10년이 되는 날짜까지 **지침 7편 부록 7-5**의 규정에 적합함을 확인하여야 한다.
(바) (가)부터 (마)의 적용을 연기하기 위하여 2003년 7월 1일 후에 지정된 중간검사 또는 정기검사를 2003년 7월 1일 전에 완료하는 것은 허용되지 아니한다. 다만, 2003년 7월 1일이 검사시기 내에 포함되는 중간검사를 2003년 7월 1일 전에 완료하는 것은 허용할 수 있다.

(4) 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31(Renewal Criteria for Side Shell Frames and Brackets in Single Side Skin Bulk Carriers and Single Side Skin OBO Carriers not Built in accordance with UR S12 Rev.1 or subsequent revisions)에 적합할 것이 요구되는 **7편 3장 17절**에 규정된 선박은 통일규칙(UR) S31에 따라 아래에 규정된 해당기한 전에 통일규칙(UR) S31에 적합한지를 결정하기 위하여, 그리고 이후 중간검사 및 정기검사 시에 계속해서 통일규칙(UR) S31에 적합한지를 검증하기 위하여 선측늑골 및 브래킷에 대하여 **7편 3장 17절** 및 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 추가의 두께계측을 시행하여야 한다.

(가) **7편 3장 17절**의 규정을 적용받는 산적화물선은 이 규정에 의하여 평가를 받아야 하며, 이 규정에서 요구하는 강재 교체, 보강 또는 도장을 시행하여야 한다. 이것은 다음의 일정에 따라 완료하여야 되고 또한 그 후의 매 중간검사 및 정기검사 시에 수행되어야 한다.

(a) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 15년 이상이 되는 산적화물선인 경우 2004년 1월 1일 이후 지정된 첫 번째 중간검사 또는 정기검사의 지정일
(b) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 10년 이상이 되는 산적화물선인 경우 2004년 1월 1일 이후 지정된 첫 번째 정기검사 지정일

(c) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 10년 미만인 산적화물선인 경우 선령이 10년이 되는 날까지 완료하여야 한다.

(d) 다만, 이 규정의 적용을 연기하기 위하여 2004년 1월 1일 이후에 지정된 중간검사 또는 정기검사를 2004년 1월 1일 전에 완료하는 것은 허용되지 않는다. 다만, 2004년 1월 1일이 검사시기 내에 포함되는 중간검사를 2004년 1월 1일 전에 완료하는 것은 허용할 수 있다.

(나) **7편 3장 17절**의 규정을 적용받는 OBO 운반선은 이 규정에 의하여 평가를 받아야 하며, 이 규정에서 요구하는 강재 교체, 보강 또는 도장을 시행하여야 한다. 이것은 다음의 일정에 따라 완료하여야 되고 또한 그 후의 매 중간검사 및 정기검사 시에 수행되어야 한다.

(a) 2005년 7월 1일을 기준으로 선령이 15년 이상이 되는 OBO 운반선인 경우 2005년 7월 1일 이후 지정된 첫 번째 중간검사 또는 정기검사의 지정일

(b) 2005년 7월 1일을 기준으로 선령이 10년 이상이 되는 OBO 운반선인 경우 2005년 7월 1일 이후 지정된 첫 번째 정기검사 지정일

(c) 2005년 7월 1일을 기준으로 선령이 10년 미만인 OBO 운반선인 경우 선령이 10년이 되는 날까지 완료하여야 한다.

(d) 다만, 이 규정의 적용을 연기하기 위하여 2005년 7월 1일 이후에 지정된 중간검사 또는 정기검사를 2004년 1월 1일 전에 완료하는 것은 허용되지 않는다. 다만, 2005년 7월 1일이 검사시기 내에 포함되는 중간검사를 2005년 7월 1일 전에 완료하는 것은 허용할 수 있다.

(5) 단일선측 화물창과 이중선측 화물창이 혼합된 화물창배치를 가지는 산적화물선인 경우 이중선측 화물창 및 관련 윙탱크구역에 대하여는 **6절**의 규정을 적용한다.

(6) 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S30(Cargo Hatch Cover Securing Arrangements for Bulk Carriers not Built in accordance with UR S21(Rev.3))에 적합할 것이 요구되는 **7편 3장 9절**에 따라 건조되지 않은 모든 산적화물선은 아래 기간 내에 **7편 3장 18절**의 규정에 적합하여야 한다.

(가) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 15년 이상이 되는 경우 2004년 1월 1일 이후 지정된 첫 번째 중간검사 또는 정기검사의 지정일

(나) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 10년 이상이 되는 경우 2004년 1월 1일 이후 지정된 첫 번째 정기검사 지정일

(다) 2004년 1월 1일을 기준으로 선령이 10년 미만인 경우 선령이 10년이 되는 날

(라) 이 규정의 적용을 연기하기 위하여 2004년 1월 1일 이후에 지정된 중간검사 또는 정기검사를 2004년 1월 1일 전에 완료하는 것은 허용되지 아니한다. 다만, 2004년 1월 1일이 검사시기 내에 있는 중간검사를 2004년 1월 1일 전에 완료하는 것은 허용할 수 있다.

2. 용어의 정의

(1) **2장 1절 101.** 용어의 정의를 참조한다. *(2020)*

202. 연차검사

1. 일반

(1) 연차검사 시기는 **2장 201.**에 따른다.

(2) 검사는 가능한 범위까지 선체, 노천갑판, 창구덮개, 코밍 및 배관장치 등이 해당 규칙요건에 따라 유지된다는 것을 검증하기 위한 검사로 이루어지고 정비기록 및 이전 검사보고서에서 식별된 평형수탱크나 지역(areas)의 부식방지 시스템의 상태와 범위에 대하여 고려하여야 한다. *(2022)*

2. 선체검사

(1) 볼 수 있는 한 선체의 판과 그 폐쇄장치를 검사한다.

(2) 실행가능한 한 수밀 관통부를 검사한다.

3. 노천갑판, 창구덮개 및 코밍의 검사

(1) 전회 검사 이후 창구덮개, 창구코밍, 고박설비 및 폐쇄장치에 대하여 변경사항이 있는지 여부를 확인한다.

(2) 창구덮개 및 코밍에 대한 상세한 검사는 폐쇄상태뿐만이 아니라 개방상태에서도 검사를 하여야하고 적절한 개방 및 폐쇄작동에 대한 검증을 포함하여야 한다. 따라서 매 연차검사 시 다음을 포함하여 선박길이의 25% 전방에 위치한 창구덮개와 이에 추가하여 최소한 1 조의 창구덮개에 대하여 검사를 하는 방식으로 모든 창구덮개가 5년의 기간 동안 최소한 한번은 평가되도록 하여, 개방 및 폐쇄상태에서 검사하고 각 방향으로 전 작동범위까지 작동시험을 하여야 한다.

(가) 개방상태에서의 적재 및 고박상태

(나) 폐쇄상태에서의 고정 및 폐쇄상태의 유효성

(다) 와이어, 체인, 연결장치, 유압 및 동력장치의 작동검사

창구덮개의 폐쇄에는 모든 주변잠금장치 및 크로스조인트 클리트 또는 기타 고박장치를 잠그는 것을 포함하여야 한다. 통상 파랑하중이 최대로 걸리는 선박길이의 25% 전방에 위치한 창구덮개의 상태에 각별히 주의하여야 한다.

(3) 창구덮개의 작동 및 고박에 이상이 있는 경우 검사원의 판단에 따라 (2)호에서 요구하는 추가의 창구덮개에 대하여 작동시험을 하여야 한다.

(4) 창구덮개의 고박장치가 올바르게 작동하지 아니하는 경우 우리 선급과 협의하여 수리를 하여야 한다. 창구덮개 및 창구코밍이 대대적으로 수리된 경우, 고박장치의 강도는 **규칙 7편 3장 9절 905.** 폐쇄설비에 따라서 최신화되어야 한다. *(2019)*

(5) 연차검사 시 각 창구덮개에 대하여 다음 사항을 검사하여야 한다.

(가) 개방되어 있어 접근이 가능한 덮개 판(측판 포함) 및 보강재에 대하여 정밀검사(부식, 균열 및 변형 점검)

(나) 창구주위 및 크로스조인트의 폐쇄장치(개스킷의 상태 및 영구변형, 겸용선의 플렉시블시일, 개스킷립, 압축봉, 배수로 및 체크밸브)

(다) 클램핑장치, 지지대, 클리트(쇠모, 조정상태 및 고무부분의 상태 점검)

(라) 폐쇄 격납장치(변형 및 부착물)

(마) 체인 또는 로프풀리

(바) 가이드

(사) 가이드레일 및 트랙휠

(아) 스토퍼

(자) 와이어, 체인, 장력장치 및 집시(gypsy)

(차) 유압장치, 전기안전장치 및 인터록장치

(카) 설치된 경우 패널끝단 및 내부의 힌지, 핀 및 스툴

(6) 연차검사 시 판의 보강재 및 브래킷을 포함하여 각 창구 및 코밍에 쇠모, 균열 및 변형이 있는지를 점검하고, 특히 코밍상단에 주의하여, 정밀검사를 시행한다.

(7) 필요한 경우 폐쇄장치의 유효성에 대하여 사수시험 또는 폐쇄를 위해 압축되는 부분에 대한 치수계측으로 보완되어야 하는 분필시험(chalk test)을 시행하여 검증하여야 한다. **【지침 참조】**

(8) 이동식 창구덮개, 목재 창구덮개 또는 강재 폰툰덮개가 설치된 경우 다음 해당항목에 대하여 만족한 상태인지의 점검

(가) 목재 창구덮개 및 이동식 보, 이동식 보의 해치빔받침(carrier) 또는 소켓 및 그 고박장치

(나) 강재 폰툰(덮개 판에 대한 정밀검사 포함)

(다) 타폴린
(라) 클리트, 배튼 및 웨지
(마) 창구덮개 고정 바(bar)와 고박장치
(바) 로딩패드 및 바(bar), 측판 모서리
(사) 가이드플레이트 및 촉(chock)
(아) 압축봉, 배수로 및 배수관(있는 경우)

(9) 모든 연료유탱크 공기관 개구단의 플레임스크린에 대한 검사
(10) 통풍통을 포함하여 연료유 및 통풍관장치에 대한 검사

4. 화물창 검사 *(2021)*
연차검사 시기의 화물창에 대한 현상검사 및 정밀검사는 다음에 따른다.

	10년<선령≤15년[2), 3)]	15년<선령[2), 3)]
현상검사	모든 화물창	모든 화물창
정밀검사	1. 화물창 : . 선수부 화물창 2. 범위 : . 선측늑골 중 충분한 범위(최소한 늑골 25 % 이상)에 대하여, 인접한 외판 및 하부 브래킷을 포함하여 늑골 하부로부터 1/3 까지의 범위[1)]	1. 화물창 : . 선수부 화물창 . 1개의 다른 화물창 2. 범위 : . 선측늑골 중 충분한 범위(최소한 늑골 25 % 이상)에 대하여, 인접한 외판 및 하부 브래킷을 포함하여 늑골 하부로부터 1/3 까지의 범위[1)]
기타	선외 배출관을 포함한 화물창 내의 모든 관장치 및 관통부를 검사한다.	선외 배출관을 포함한 화물창 내의 모든 관장치 및 관통부를 검사한다.

(비고)
1) 정밀검사 결과 상태가 불량하여 수리를 요하는 경우 해당 화물창의 인접외판을 포함한 모든 선측늑골과 나머지 모든 화물창에 대한 충분한 범위까지 정밀검사를 확대하여야 한다.

2) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 하여야 한다. 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록 1-5**의 **표 14**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 도장제조자의 요건에 따른 경화보호도장을 하고 양호한 상태를 유지한다면 매년 시행하여야 하는 두께계측을 생략할 수 있다. *(2021)* **【지침 참조】**

3) 화물창 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

5. 평형수탱크 검사 *(2021)* **【지침 참조】**
전회 정기검사 및 중간검사 결과에 따라 "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"에 대한 검사를 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 검사 시 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 지침 **부록 1-5**의 **표 14**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 도장제조자의 요건에 따른 경화보호도장을 하고 양호한 상태를 유지한다면 매년 시행하여야 하는 두께계측을 생략할 수 있다.

비고 : "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"라 함은 중간검사 또는 정기검사 결과 매년 내부검사를 하도록 지정된 평형수탱크를 말한다.

6. 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 9.1규칙 적용대상선박의 최전방 화물창에 대한 추가 연차검사요건

(1) 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 9.1규칙 적용대상선박은 다음의 조건을 모두 만족하는 선박이다.
- 길이 150 m 이상의 단일선측구조의 산적화물선으로서,
- 밀도 1780 kg/m^3 이상의 고체산적화물을 운송하고,
- 1999년 7월 1일 전에 건조계약되었고,
- 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 4.3규칙에 규정된 바와 같이 모든 적하상태에서 최전방 화물창의 침수를견딜 수 있고, 만족할 만한 평형상태로 떠 있을 수 있도록 횡수밀격벽의 수가 충분하지 못하게 건조된 것.

(2) 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 9.1규칙에 따라서 이러한 선박의 최전방 화물창에 대한 추가 검사요건은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

7. 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 12규칙 및 13규칙에 만족한 후의 추가 연차검사요건

(1) 화물창, 평형수탱크 및 건조구역의 수위감지기에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 12규칙의 요건에 적합한 선박의 경우 연차검사는 임의의 수위감지장치 및 그 경보에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

(2) 배수펌핑장치의 가용성에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 13규칙의 요건에 적합한 선박의 경우 연차검사는 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크 및 건조구역의 어떤 부분이라도 최전방 화물창의 전방으로 연장되었다면 그 건조구역의 빌지를 배수 및 배출할 수 있는 수단 및 그 제어에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

203. 중간검사

1. 일반

(1) 중간검사 시기는 2장 301.에 따른다.

(2) 중간검사는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다. 연차검사의 요건에 추가된 항목은 2번째 또는 3번째 연차검사 시기 또는 그 사이에 검사를 할 수 있다.

(3) 선령이 10년을 넘고 15년 이하인 산적화물선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 102.의 1항 및 204.에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 2장 403.의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 연료유탱크의 내부검사 및 모든 탱크의 압력시험은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, 2장 401.의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, 204.의 1항 (6)호의 규정을 대신하여 수중검사를 고려할 수 있다.

(4) 선령이 15년을 넘는 산적화물선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 102.의 1항 및 204.에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 2장 403.의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 연료유탱크의 내부검사 및 모든 탱크의 압력시험은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, 2장 401.의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, 입거검사는 중간검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물창 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 중간검사(즉, 전회 정기검사)의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물창 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 평형수탱크 검사

중간검사 시기의 평형수탱크에 대한 검사는 다음에 따른다.

5년〈선령≤10년[1), 2), 3)]	10년〈선령≤15년	15년〈선령
1. 대표적인 평형수탱크를 선정하여 현상검사 2. 전회 검사 시에 식별된 의심지역에 대한 현상검사 및 정밀검사	203.의 1항 (3)호에 따른다.	203.의 1항 (4)호에 따른다.

(비고)

1) 탱크의 선정에는 평형수탱크의 총수와 형식을 고려하여 선수미 피크탱크 및 일부의 기타탱크를 포함하여야 한다. 현상검사 시 육안으로 구조적 결함이 발견되지 않았을 경우 부식방지시스템의 유효성을 확인하는 것으로 검사의 범위를 축소할 수 있다. *(2019)*

2) 평형수탱크의 도장이 불량한 상태, 부식이나 기타 결함이 발견된 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 아니한 경우 추가로 같은 형식의 다른 평형수탱크까지 확대하여 검사한다.

3) 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크의 경화보호도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 하여야 하고 필요시 두께계측을 시행하여야 한다. 이중저 평형수탱크에서 이러한 경화보호도장의 탈락이 발견되는 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**

3. 화물창 검사

중간검사 시기의 화물창에 대한 현상검사 및 정밀검사는 다음에 따른다.

	5년〈선령≤10년[1)]	10년〈선령≤15년	15년〈선령
현상검사	모든 화물창	203.의 1항 (3)호에 따른다.	203.의 1항 (4)호에 따른다.
정밀검사 *(2019)*	1. 화물창 : · 선수부 화물창 · 1개의 다른 화물창 2. 범위 : · 선측늑골 중 충분한 범위(최소한 늑골 25 % 이상)에 대하여, 늑골과 상·하부 브래킷, 인접 외판 및 횡격벽) 3. 전회 검사에서 식별된 의심지역	203.의 1항 (3)호에 따른다.	203.의 1항 (4)호에 따른다.

(비고)

1) 현상검사 및 정밀검사 결과에 따라 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 해당 화물창의 인접외판을 포함한 모든 선측늑골과 나머지 모든 화물창에 대해서도 충분한 범위의 정밀검사를 하여야 한다. **【지침 참조】**

4. 두께계측 범위 *(2022)*

(1) 선령이 5년을 넘고 10년 이하인 산적화물선은 다음에 따른다.

(가) 3항에서 정하는 정밀검사 부위에 대하여 전반적이고 국부적인 부식 정도를 알기 위하여 충분한 범위에 대하여 두께계측을 실시하고 전회 정기검사에서 의심지역으로 지정된 곳이 있는 경우, 의심지역에 대하여 추가적으로 두께계측을 실시한다. *(2017)*

(나) 정밀검사 결과 구조적 결함이 없고 경화보호도장의 상태가 양호하다고 검사원이 만족하는 경우 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(다) 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록 1-5**의 **표 14**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 식별된 과도한 부식지역은 다음에 따를 수 있다. *(2021)*

(a) 도장제조자의 요건에 따른 경화보호도장을 하고 양호한 상태를 유지하는지를 확인하기 위하여 매년 검사를 하거나, 또는 이를 대신하여

(b) 매년 두께계측을 시행

(라) 화물창 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

비고 : 현존 산적화물선에 대하여 선박소유자가 화물창을 도장 또는 재도장하기로 결정한 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위에 대하여 고려할 수 있다. 화물창의 도장에 앞서 부재치수에 대하여는 검사원 입회 하에 확인하여야 한다.

(2) 선령이 10년을 넘고 15년 이하인 산적화물선은 1항 (3)호에 따른다.

(3) 선령이 15년을 넘는 산적화물선은 1항 (4)호에 따른다.

204. 정기검사

1. 일반

(1) 정기검사 시기는 **2장 401.**에 따른다.

(2) 정기검사는 연차검사에 추가하여, 선체 및 (4)호에서 요구하는 관련 배관이 만족한 상태에 있으며, 본선이 적절하게 정비와 운항을 하고 정기적 검사를 정해진 기간 내에 받는 조건으로 지정되는 5년의 새로운 선급기간 동안 의도하는 목적에 적합함을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 검사, 시험 및 점검을 하여야 한다.

(3) 모든 화물창, 평형수탱크(이중저탱크 포함), 파이프터널, 화물창에 인접하는 코퍼댐 및 보이드 스페이스, 갑판 및 선체외부를 검사하고, 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 5항 및 6항에서 요구하는 두께계측 및 시험에 의하여 보충되어야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 발견하는 것이다.

(4) (3)호에서 정하는 구역 내의 모든 관장치에 대하여 밀폐성 및 만족한 상태로 유지되는지를 확인하기 위하여 검사를 하고 사용압력으로 작동시험을 하고 검사원이 만족하여야 한다.

(5) 보이드 스페이스로 개조된 평형수탱크의 정밀검사 및 두께계측은 평형수탱크 요건에 따라 검사한다. 구역 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(6) 입거검사는 정기검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물창 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 정기검사의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물창 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 탱크 보호

(1) 평형수탱크에 부식방지시스템이 되어있는 경우 그 상태를 검사하여야 한다. 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크의 경화보호도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. *(2019)* **【지침 참조】**

(2) 이중저 평형수탱크에서 이러한 경화보호도장의 탈락이 발견되었으나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 화물창에 경화보호도장이 되어있고 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

3. 창구덮개 및 코밍

202.의 3항에서 요구하는 연차검사 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다.

(1) 모든 기계식 창구덮개는 작동검사를 하고 다음 사항을 검사한다.
(가) 개방상태에서의 적재 및 고박상태
(나) 폐쇄상태에서의 고정 및 폐쇄상태의 유효성
(다) 와이어, 체인, 연결장치, 유압 및 동력장치의 작동검사

(2) 사수시험 또는 이와 동등한 방법에 의한 모든 창구덮개의 폐쇄장치의 유효성을 검사한다.

(3) 창구덮개와 코밍의 판 및 휨보강재에 대하여 **표 1.3.1** 및 **표 1.3.2**에 따라서 정밀검사 및 두께계측*을 하여야 한다.

* 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 정밀검사/두께계측을 하여야 한다.

4. 현상검사 및 정밀검사 범위

(1) 각 정기검사 시에는 201.의 1항 (1)호 (가) 및 (나)에서 정하는 모든 구역에 대하여 현상검사를 하여야 한다. 화물지역 내의 연료유탱크는 다음에 따라 검사를 하여야 한다. *(2020)*

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
-	1개	2개	절반, 최소한 2개

(비고)
1. 이 요건은 (구조적)일체형탱크에 적용한다.
2. 검사할 탱크를 선택하는 경우 순환적으로 매 정기검사 시 다른 탱크를 검사한다.
3. (모든 용도의)피크탱크는 매 정기검사 시 내부검사를 하여야 한다.
4. 제3차 및 이후 정기검사 시 설치된 경우 화물지역 내 한 개의 연료유디프탱크를 포함하여야 한다.

(2) 정기검사 시 정밀검사 최소범위는 **표 1.3.1**과 같다.

(3) 검사대상구역의 정비, 부식방지시스템의 상태 및 이용가능한 정보에 따라 유사한 구역이나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 경우를 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다. *(2019)*

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 구역 내의 지역인 경우 **표 1.3.1**에 따른 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. (204.의 2항 (3)호 참조) *(2019)*

5. 두께계측 범위

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 두께계측의 최소범위는 **표 1.3.2**와 같다. 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S19 및 S23 적용대상선박의 제1번과 제2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽에 대한 추가 두께계측에 대하여는, 201.의 1항 (3)호 및 **지침 부록 1-5**의 **표 9**를 참고하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31 적용대상선박의 선측늑골 및 브래킷에 대한 추가 두께계측에 대하여는, 201.의 1항 (4)호 및 **7편 3장 17절**과 우리 선급이 별도로 정하는 바를 참고하여야 한다.

(2) 과도한 부식지역에 대하여 증가된 계측요건은 **지침 부록 1-5**의 **표 14**에 따르고, 102.의 1항에서 요구하는 검사계획서에 추가로 명시될 수 있는 바에 따른다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 식별된 과도한 부식지역은 다음에 따를 수 있다. *(2021)*

(가) 도장제조자의 요건에 따른 경화보호도장을 하고 양호한 상태를 유지하는지를 확인하기 위하여 매년 검사를 하거나, 또는 이를 대신하여
(나) 매년 두께계측을 시행

(3) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 **표 1.3.2**에 따른 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. (204.의 2항 (3)호 참조) *(2019)*

(5) 횡단면의 위치는 부식이 심하게 발생할 의심이 되는 부위 또는 갑판의 판 계측결과 부식이 심하게 발생된 부위를 선정한다. 그 중 한 개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다.

(6) 모든 화물창 및 평형수탱크 내의 선측늑골과 단부 브래킷의 전반적, 국부적 부식정도를 파악하기 위하여 검사원이 필요하다고 인정하는 부위에 대하여 대표적인 두께계측을 시행하여야 하며, 또한 횡격벽판의 부식정도를 파악하기 위하여 두께계측을 시행하여야 한다. 정밀검사 결과, 구조적 결함이 없고, 경화보호도장을 하였다면 "도장상태가 유효하게 유지된다고 검사원이 인정하는 경우" 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2021)*

비고 : "도장상태가 유효하게 유지된다고 검사원이 인정하는 경우"라 함은 도장상태가 양호한 경우를 말한다.

6. 탱크 압력시험 범위

각 정기검사 시에 시행하는 화물창 및 탱크 압력시험의 최소범위는 **표 1.3.3**과 같다.

7. 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 12규칙 및 13규칙에 만족한 후의 추가 정기검사요건

(1) 화물창, 평형수탱크 및 건조구역의 수위감지기에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 12규칙의 요건에 적합한 선박의 경우 정기검사는 모든 수위감지장치 및 그 경보에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

(2) 배수펌핑장치의 가용성에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 13규칙의 요건에 적합한 선박의 경우 정기검사는 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크 및 건조구역의 어떤 부분이라도 최전방 화물창의 전방으로 연장되었다면 그 건조구역의 빌지를 배수 및 배출할 수 있는 수단 및 그 제어에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

표 1.3.1 산적화물선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 선수부 화물창 내의 선측늑골 중 대표적인 위치에서의 25%와 나머지 모든 화물창 내의 선택된 선측늑골 (*1)	1. 선수부 화물창 내의 모든 선측늑골과 나머지 모든 화물창 내에서 선측늑골 중 25 %(상·하부 브래킷 및 인접 외판 포함) 재화중량 100,000톤 이상의 산적화물선인 경우 선수부 화물창 내의 모든 선측늑골과 나머지 모든 화물창 내에서 선측늑골 중 50 %(상·하부 브래킷 및 인접 외판 포함) (*1)	1. 선수부 화물창 및 선택된 다른 하나의 화물창내의 모든 선측늑골과 나머지 모든 화물창 내에서 선측늑골 중 50 % (상·하부 브래킷 및 인접 외판 포함) (*1)	1. 모든 화물창 내의 모든 선측늑골(상·하부 브래킷 및 인접 외판 포함) (*1)
2. 각 탱크 형식(예 : 톱사이드 또는 호퍼사이드탱크)마다 2개의 대표적인 평형수탱크 내에 있는 1개의 트랜스버스웨브(부근의 종늑골 및 판 포함) (*2)	2. 모든 평형수탱크 내의 각 1개의 트랜스버스웨브 (부근의 종늑골 및 판 포함) (*2) 3. 1개의 평형수탱크 내의 전후부 횡격벽 (횡보강재 포함) (*2)	2. 모든 평형수탱크 내의 모든 트랜스버스웨브 (부근의 종늑골 및 판 포함) (*2) 3. 평형수탱크 내의 모든 횡격벽 (횡보강재 포함) (*2)	2. 모든 평형수탱크 내의 모든 트랜스버스웨브 (부근의 종늑골 및 판 포함) (*2) 3. 평형수탱크 내의 모든 횡격벽 (횡보강재 포함) (*2)
3. 임의로 선정된 2개의 화물창 횡격벽(상·하부스툴의 내부구조 포함) (*3)	4. 모든 화물창 횡격벽 (상·하부스툴의 내부 구조 포함) (*3)	4. 모든 화물창 횡격벽 (상·하부스툴의 내부 구조 포함) (*3)	4. 모든 화물창 횡격벽 (상·하부스툴의 내부 구조 포함) (*3)
4. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)	5. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4) 6. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부구조 (*5)	5. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4) 6. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부구조 (*5)	5. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4) 6. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부구조 (*5)

(비고)

1. 상기 표에서 정밀검사 최소범위인 (*1)부터 (*5)는 **지침 부록 1-6, 1**항 (2)호에 개략적인 그림으로 표시되어 있다. *(2021)*
   (*1) : 화물창 횡늑골
   (*2) : 평형수탱크 내의 트랜스버스웨브 또는 수밀횡격벽
   (*3) : 화물창 횡격벽의 격벽판, 횡보강재 및 거더
   (*4) : 화물창구덮개 및 코밍. 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 정밀검사/두께계측을 하여야 한다.
   (*5) : 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 갑판의 판 및 갑판하구조
2. 횡격벽에 대한 정밀검사는 다음의 4부위에 대하여 시행한다.
   Level(a) : 하부스툴이 없는 선박에 대하여 내저판의 직상부와 거싯판(있는 경우) 및 쉐더판의 직상부
   Level(b) : 하부스툴이 있는 선박에 대하여 하부스툴정판의 직상하부 및 쉐더판의 직상부
   Level(c) : 격벽의 중간높이부위
   Level(d) : 상갑판의 직하부와 상부윙탱크에 인접하는 부위 및 상부스툴이 있는 선박에 대하여 상부스툴 하단판의 직하부 또는 톱사이드탱크의 직하부

표 1.3.2 산적화물선의 정기검사 시 두께계측 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 의심지역	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 화물창구 측선 밖에 있는 갑판에 있어서 2개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 3. 1) 2항에서 규정된 횡단면에 해당하는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선측외판 2) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판 4. **표 1.3.1**의 정밀검사 대상 부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 5. 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31 적용대상선박의 선측늑골 및 브래킷에 대한 추가 두께계측에 대하여는 201.의 1항 (4)호, **7편 3장 17절** 및 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 2) 화물창구 측선 밖에 있는 2개의 횡단면(그 중 1개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다) 3) 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 3. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대해서 각 현마다 1조의 각 판 4. **표 1.3.1**의 정밀검사 대상 부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 5. 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S19 및 S23 적용대상선박의 제1번과 제2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽에 대한 추가 두께계측에 대하여는 201.의 1항 (3)호 및 **지침 부록1-5**의 **표 9**에 따른다. 6. 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31 적용대상선박의 선측늑골 및 브래킷에 대한 추가 두께계측에 대하여는 201.의 1항 (4)호, **7편 3장 17절** 및 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 2) 화물창구 측선 밖에 있는 3개의 횡단면(그 중 1개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다) 3) 선저외판의 각 판 3. 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 4. **표 1.3.1**의 정밀검사 대상 부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 5. 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S19 및 S23 적용대상선박의 제1번과 제2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽에 대한 추가 두께계측에 대하여는 201.의 1항 (3)호 및 **지침 부록1-5**의 **표 9**에 따른다. 6. 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31 적용대상선박의 선측늑골 및 브래킷에 대한 추가 두께계측에 대하여는 201.의 1항 (4)호, **7편 3장 17절** 및 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

표 1.3.3 산적화물선의 정기검사 시 압력시험 최소범위

정기검사 구분 / 탱크 또는 화물창	제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
화물지역 내의 평형수탱크, 디프탱크 및 평형수겸용 화물창의 모든 주위 벽	○	○	○	○

(비고)

1. 화물지역 내의 연료유탱크인 경우 대표적인 탱크에 대하여만 압력시험을 시행한다.
2. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**
3. 평형수탱크의 주위 벽은 공기관 상단까지의 수두로 시험하여야 한다.
4. 평형수화물창의 주위 벽은 창구상단 근처까지의 수두로 시험하여야 한다.
5. 연료유탱크의 주위 벽은 사용 상태에서 일어날 수 있는 최고액면의 수두로 시험하여야 한다. 연료유탱크의 압력시험은 탱크 주위 벽에 대한 외부검사가 만족스럽고, 선장으로부터 압력시험이 규정에 따라 만족한 결과로 시행되어 왔다는 것이 확인되는 경우 특별히 고려할 수 있다.
6. 액체운송을 위하여 설계되지 아니한 이중저구역 및 기타구역의 시험은 탱크정판에 대한 검사와 내부검사가 만족스러운 경우 생략할 수 있다.

제 3 절 유조선

301. 일반

1. 적용

(1) 이 규정은 **2장**의 규정에 추가하여 **501.**의 2항 (1)호에 정의된 이중선체 유조선 이외의 검사강화제도(ESP) 부호를 갖는 모든 유조선에 대하여 다음 사항에 대한 선체구조 및 배관장치의 검사에 적용한다.

(가) 화물지역 내에 있는 화물탱크, 펌프실, 코퍼댐, 파이프터널 및 보이드 스페이스
(나) 모든 평형수탱크

(2) 이 규정은 검사, 두께계측 및 탱크시험에 대한 최소한의 범위를 포함하고 있다. 과도한 부식 및/또는 구조적 결함이 발견되면 검사 범위를 확대할 수 있고, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사를 추가할 수 있다. **【지침 참조】**

2. 용어의 정의

(1) **2장 1절 101.** 용어의 정의를 참조한다. *(2020)*

302. 연차검사

1. 일반

(1) 연차검사 시기는 **2장 201.**에 따른다.
(2) 검사는 가능한 범위까지 선체 및 배관장치 등이 해당 규칙요건에 따라 유지된다는 것을 검증하기 위한 검사로 이루어지고 정비기록 및 이전 검사보고서에서 식별된 평형수탱크나 지역(areas)의 부식방지시스템의 상태와 범위에 대하여 고려하여야 한다. *(2022)*

2. 선체검사

(1) 볼 수 있는 한 선체의 판과 그 폐쇄장치를 검사한다.
(2) 실행가능한 한 수밀 관통부를 검사한다.

3. 노출갑판의 검사

(1) 화물탱크의 개구에 대한 검사(개스킷, 덮개, 코밍, 플레임스크린 포함)
(2) 화물탱크의 압력/진공밸브 및 플레임스크린에 대한 검사
(3) 모든 연료유탱크에 있는 공기관 개구단의 플레임스크린에 대한 검사
(4) 화물, 원유세정, 연료유 및 벤트의 관장치에 대한 검사(벤트마스트 및 헤더 포함)

4. 화물펌프실 및 파이프터널의 검사(설치된 경우)

(1) 펌프실 내의 모든 격벽에 있어서 기름유출 및 균열의 흔적에 대한 검사와 특히 모든 관통부의 밀폐에 대한 상태검사
(2) 모든 관장치에 대한 상태검사

5. 평형수탱크 검사 *(2021)*

전회 정기검사(**304.**의 2항 참조) 및 중간검사(**303.**의 3항 참조) 결과에 따라 "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"에 대한 검사를 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 검사 시 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록 1-5**의 **표 15**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다.

비고 : "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"라 함은 중간검사 또는 정기검사 결과 매년 내부검사를 하도록 지정된 평형수탱크를 말한다.

303. 중간검사

1. 일반

(1) 중간검사 시기는 **2장 301.**에 따른다.

(2) 중간검사는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다. 연차검사의 요건에 추가된 항목은 2번째 또는 3번째 연차검사 시기 또는 그 사이에 검사를 할 수 있다.

(3) 선령이 10년을 넘고 15년 이하인 유조선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 **102.**의 1항 및 **304.**에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 **2장 403.**의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 화물탱크와 평형수탱크의 압력시험 및 **106.**의 1항 (2)호에서 요구하는 선체거더의 종강도평가에 대한 요건은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, **2장 401.**의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, **304.**의 1항 (5)호의 규정을 대신하여 수중검사를 고려할 수 있다.

(4) 선령이 15년을 넘는 유조선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 **102.**의 1항 및 **304.**에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 **2장 403.**의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 화물탱크와 평형수탱크의 압력시험 및 **106.**의 1항 (2)호에서 요구하는 선체거더의 종강도평가에 대한 요건은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, **2장 401.**의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, 입거검사는 중간검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물탱크 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 중간검사(즉, 전회 정기검사)의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물탱크 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 노출갑판의 검사

(1) 화물, 원유세정, 연료유, 평형수, 증기 및 벤트의 관장치에 대한 검사(벤트마스트 및 헤더 포함)

(2) 검사 결과 의심이 되는 관장치에 대하여는 압력시험이나 두께계측 또는 두 종류의 시험을 모두 요구할 수 있다.

3. 검사범위

중간검사 시기의 검사는 다음에 따른다.

5년<선령≤10년[1), 2)]	10년<선령≤15년	15년<선령
1. 모든 평형수탱크 2. 전회 검사 시에 식별된 의심지역	**303.**의 1항 (3)호에 따른다.	**303.**의 1항 (4)호에 따른다.
(비고) 1) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 두께계측 및 시험을 시행하여야 한다. **【지침 참조】** 2) 다음의 경우 평형수탱크는 이후 매년 검사를 하여야 한다. - 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 또는 - 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우 또는 - 탱크 내에 과도한 부식이 있는 경우 또는 - 경화보호도장이 양호한 상태 미만이나 검사원이 만족하는 수리를 하지 않은 경우		

304. 정기검사

1. 일반

(1) 정기검사 시기는 2장 401.에 따른다.

(2) 정기검사는 연차검사에 추가하여, 선체 및 (4)호에서 요구하는 관련 배관이 만족한 상태에 있으며, 본선이 적절하게 정비와 운항을 하고 정기적 검사를 정해진 기간 내에 받는 조건으로 지정되는 5년의 새로운 선급기간 동안 의도하는 목적에 적합함을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 검사, 시험 및 점검을 한다.

(3) 모든 화물탱크, 평형수탱크(이중저탱크 포함), 펌프실, 파이프터널, 화물탱크에 인접하는 코퍼댐 및 보이드 스페이스, 갑판 및 선체외부를 검사하고, 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 4항 및 5항에서 요구하는 두께계측 및 시험에 의하여 보충되어야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 발견하는 것이다.

(4) 갑판상의 화물관장치(원유세정장치(COW)의 관장치 포함) 및 (3)호에서 정하는 구역 내의 화물 및 평형수 관장치에 대하여 밀폐성 및 만족한 상태로 유지되는지를 확인하기 위하여 검사를 하고 "사용압력으로 작동시험"을 하여 검사원이 만족하여야 한다. 화물탱크 내의 평형수관장치와 평형수탱크 및 보이드 스페이스 내의 화물관장치에 대하여는 특히 주의하여야 하고, 수리기간 동안 이러한 관장치(밸브 및 관부착품 포함)를 개방하는 모든 경우 검사원에게 알려서 내부검사를 할 수 있어야 한다. *(2021)*

비고 : "사용압력으로 작동시험"을 할 때는 누설이나 과도한 진동 등을 확인하는 것을 말한다.

(5) 입거검사는 정기검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물탱크 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 정기검사의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물탱크 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 탱크 보호 【지침 참조】

화물탱크에 부식방지시스템이 되어있는 경우 그 상태를 검사하여야 한다. 다음의 경우 평형수탱크는 이후 매년 검사를 하여야 한다. *(2019)*

- 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 또는
- 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우 또는
- 탱크 내에 과도한 부식이 있는 경우 또는
- 경화보호도장이 양호한 상태 미만이나 검사원이 만족하는 수리를 하지 않은 경우

검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 시행하여야 한다.

3. 현상검사 및 정밀검사 범위

(1) 각 정기검사 시에는 301.의 1항 (1)호 (가) 및 (나)에서 정하는 모든 구역에 대하여 현상검사를 하여야 한다. *(2020)*

(2) 각 정기검사 시에 시행하는 정밀검사의 최소범위는 표 1.3.4와 같다.

(3) 검사대상 탱크의 정비, 부식방지시스템의 상태 및 다음의 경우를 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다. *(2019)*

(가) 특히 이용가능한 정보에 따라 유사한 탱크나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 경우

(나) 승인된 방식제어시스템에 의거 강도경감을 허용한 구조부재를 가지는 탱크

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 표 1.3.4에 따른 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

4. 두께계측 범위

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 두께계측의 최소범위는 표 1.3.5와 같다.

(2) 과도한 부식지역에 대하여 증가된 두께계측요건은 지침 부록 1-5의 표 15에 따르고, 102.의 1항에서 요구하는 검사계획서에 추가로 명시될 수 있는 바에 따른다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. *(2021)*

(3) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 **표 1.3.5**에 따른 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(5) 횡단면의 위치는 부식이 심하게 발생할 의심이 되는 부위 또는 갑판의 판 계측결과 부식이 심하게 발생된 부위를 선정한다.

(6) 두 개 또는 세 개의 횡단면을 측정하는 경우 최소한 한 개는 중앙부 $0.5L$ 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다. (**3 편 1장 103.**에 정의된) 건현용 길이(L_f) 가 130 m 이상이고 선령이 10년을 넘는 유조선인 경우 **106.**의 **1**항 (2)호에서 요구하는 선박의 종강도평가를 위한 두께계측의 샘플링방법은 **지침 부록 1-5**의 **6**항에 따른다. *(2021)*

5. 탱크 압력시험 범위 【지침 참조】

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 탱크 압력시험의 최소범위는 **표 1.3.6**과 같다.

(2) 검사원은 다음 사항을 만족하는 조건으로 선장의 관리 하에 본선 선원에 의하여 시행된 화물탱크 압력시험에 대하여 인정할 수 있다.

(가) 탱크 압력시험을 시행하기에 앞서 선박소유자가 주입되는 탱크, 적재높이 및 시험하고자 하는 격벽 등을 명시한 탱크시험절차를 제출하여 우리 선급의 검토를 받을 것

(나) 해당 탱크의 구조보전성에 영향을 주는 누설, 변형 또는 과도한 부식에 대한 기록이 없을 것

(다) 탱크 압력시험이 정기검사 시기 내에서 현상검사 또는 정밀검사가 완료된 일자 전 3개월 이내에 만족하게 시행되었을 것

(라) 탱크 압력시험의 만족결과가 본선의 항해일지에 기록되었을 것

(마) 해당 탱크 및 관련 구조의 내부 및 외부상태에 대하여 현상검사 및 정밀검사 시에 검사원이 만족하였을 것

표 1.3.4 유조선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위[1] 【지침 참조】

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 1개의 윙 평형수탱크 (평형수탱크가 없는 경우에는 평형수겸용 윙 화물유탱크) 내 웨브프레임링 1개 (*1)	1. 1개의 윙 평형수탱크 (평형수탱크가 없는 경우에는 평형수겸용 윙 화물유탱크) 내 모든 웨브프레임링 (*1)	1. 모든 평형수탱크 내 모든 웨브프레임링 (*1)	1. 모든 평형수탱크 내 모든 웨브프레임링 (*1)
2. 1개의 화물유탱크 내 갑판트랜스버스 1개 (*2)	2. 1항 이외의 나머지 평형수탱크 내 각 1개의 갑판트랜스버스 (*2)	2. 1개의 윙 화물유탱크 내 모든 웨브프레임링 (*1)	2. 1개의 윙 화물유탱크 내 모든 웨브프레임링 (*1)
3. 1개의 평형수탱크 내 횡격벽 1개 (*4)	3. 1개의 윙 화물유탱크 내 갑판트랜스버스 1개 (*2)	3. 2항 이외의 나머지 각 윙 화물유탱크 내 최소 30 % 의 웨브프레임링 (*1)[2]	3. 2항 이외의 나머지 각 윙 화물유탱크 내 최소 30 % 의 웨브프레임링 (*1)[2]
4. 1개의 윙 화물유탱크 내 횡격벽 1개 (*4)	4. 2개의 중앙 화물유탱크 내 각 1개의 갑판트랜스버스 (*2)	4. 모든 화물유탱크 및 평형수탱크 내 모든 횡격벽 (*3)	4. 모든 화물유탱크 및 평형수탱크 내 모든 횡격벽 (*3)
5. 1개의 중앙 화물유탱크 내 횡격벽 1개 (*4)	5. 1개의 윙 평형수탱크 (평형수탱크가 없는 경우에는 평형수겸용 윙 화물유탱크) 내 양쪽 횡격벽 (*3)	5. 모든 중앙 화물유탱크 내 최소 30%의 갑판 및 선저트랜스버스 및 인접한 구조강도부재 (*5)	5. 모든 중앙 화물유탱크 내 최소 30%의 갑판 및 선저트랜스버스 및 인접한 구조강도부재 (*5)
	6. 5항 이외의 나머지 평형수탱크 내 각 1개의 횡격벽 (*4)	6. 상기 이외의 검사원이 필요하다고 인정하는 부분 (*6)	6. 상기 이외의 검사원이 필요하다고 인정하는 부분 (*6)
	7. 1개의 윙 화물유탱크 내 횡격벽 1개 (*4)		7. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가의 트랜스버스
	8. 2개의 중앙 화물유탱크 내 각 1개의 횡격벽 (*4)		

(비고)

1) 상기 표에서 정밀검사 최소범위인 (*1)부터 (*6)는 **지침 부록 1-6, 1**항 (3)호에 개략적인 그림으로 표시되어 있다. *(2021)*

(*1) : 인접하는 구조부재를 포함한 웨브프레임링 전체
(*2) : 인접하는 갑판 구조부재를 포함한 갑판트랜스버스
(*3) : 거더 및 인접하는 구조부재를 포함한 격벽 전체
(*4) : 거더 및 인접하는 구조부재를 포함한 격벽의 하부
(*5) : 인접하는 구조부재를 포함한 갑판 및 선저트랜스버스
(*6) : 추가의 웨브프레임링(추가로 검사하는 웨브프레임링은 인접하는 구조부재를 포함한 웨브프레임링 전체)

2) 상기의 30%로 정해지는 검사수량은 소수 첫째자리에서 올림으로 계산한다.

표 1.3.5 유조선의 정기검사 시 두께계측 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 의심지역 2. 화물지역 내에 있는 1개의 평형수탱크(평형수탱크가 없는 경우에는 평형수겸용 화물유탱크)의 위치에 있어서, 선박의 전폭에 걸친 1개 횡단면에 대한 갑판의 각 판 3. **표 1.3.4**의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 1개의 횡단면 3. **표 1.3.4**의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 2개의 횡단면[1)] 3) 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 3. **표 1.3.4**의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 3개의 횡단면[1)] 3) 선저외판의 각 판 3. **표 1.3.4**의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판
(비고) 1) 최소한 1개의 횡단면은 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다.			

표 1.3.6 유조선의 정기검사 시 탱크 압력시험 최소범위

제1차 정기검사	제2차 및 이후 정기검사
1. 모든 평형수탱크 주위 벽 2. 화물탱크 주위 벽 중 평형수탱크, 보이드스페이스, 파이프터널, 펌프실 또는 코퍼댐과 접하는 화물탱크 주위 벽	1. 모든 평형수탱크 주위 벽 2. 모든 화물탱크 격벽
(비고) 1. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 확대할 수 있다. **【지침 참조】** 2. 평형수탱크의 주위 벽은 공기관 상단까지의 수두로 시험하여야 한다. 3. 화물탱크의 주위 벽은 사용상태에서 일어날 수 있는 최고액면의 수두로 시험하여야 한다.	

제 4 절 위험화학품 산적운반선

401. 일반

1. 적용

(1) 이 규정은 **2장**의 규정에 추가하여 검사강화제도(ESP) 부호를 갖는 일체형탱크로 된 모든 위험화학품 산적운반선에 적용한다. 일체형탱크와 독립형탱크 등 두 가지 형식으로 건조된 위험화학품 산적운반선인 경우에는 일체형탱크가 있는 화물지역 길이 범위에 대해서만 이 규정을 적용한다. 선체내에 독립형 탱크를 가진 겸용선(액화가스 산적운반선/위험화학품 산적운반선)의 경우, 액화가스 산적운반선의 요건에 따라 검사한다. *(2021)*

(2) 이 규정은 다음 사항에 대한 선체구조 및 배관장치의 검사에 적용한다. 갑판상의 독립형탱크에 대하여는 이 규정을 적용하지 아니한다.

(가) 화물지역 내에 있는 화물탱크, 펌프실, 코퍼댐, 파이프터널 및 보이드스페이스
(나) 모든 평형수탱크

(3) 이 규정은 검사, 두께계측 및 탱크시험에 대한 최소한의 범위를 포함하고 있다. 과도한 부식 및/또는 구조적 결함이 발견되면 검사 범위를 확대할 수 있고, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사를 추가할 수 있다. **【지침 참조】**

2. 용어의 정의

(1) **2장 1절 101.** 용어의 정의를 참조한다. *(2020)*

402. 연차검사

1. 일반

(1) 연차검사 시기는 **2장 201.**에 따른다.
(2) 검사는 가능한 범위까지 선체 및 배관장치 등이 해당 규칙요건에 따라 유지된다는 것을 검증하기 위한 검사로 이루어지고 정비기록 및 이전 검사보고서에서 식별된 평형수탱크나 지역(areas)의 부식방지시스템의 상태와 범위에 대하여 고려하여야 한다. *(2022)*

2. 선체검사

(1) 볼 수 있는 한 선체의 판과 그 폐쇄장치를 검사한다.
(2) 실행가능한 한 수밀 관통부를 검사한다.

3. 노출갑판의 검사

(1) 화물탱크의 개구에 대한 검사(개스킷, 덮개, 코밍, 플레임스크린 포함)
(2) 화물탱크의 압력/진공밸브 및 플레임스크린에 대한 검사
(3) 모든 연료유탱크에 있는 공기관 개구단의 플레임스크린에 대한 검사
(4) 화물, 연료유 및 벤트의 관장치에 대한 검사(벤트마스트 및 헤더 포함)

4. 화물펌프실 및 파이프터널의 검사(설치된 경우)

(1) 펌프실 내의 모든 격벽에 있어서 화물유출 및 균열의 흔적에 대한 검사와 특히 모든 관통부의 밀폐에 대한 상태검사
(2) 모든 관장치에 대한 상태검사

5. 평형수탱크 검사 *(2021)* 【지침 참조】

전회 정기검사(404.의 2항 참조) 및 중간검사(403.의 3항 참조) 결과에 따라 "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"에 대한 검사를 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 검사 시 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록 1-5의 표 16**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다.

비고 : "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"라 함은 중간검사 또는 정기검사 결과 매년 내부검사를 하도록 지정된 평형수탱크를 말한다.

403. 중간검사

1. 일반

(1) 중간검사 시기는 2장 301.에 따른다.

(2) 중간검사는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다. 연차검사의 요건에 추가된 항목은 2번째 또는 3번째 연차검사 시기 또는 그 사이에 검사를 할 수 있다.

(3) 선령이 10년을 넘고 15년 이하인 위험화학품 산적운반선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 102.의 1항 및 404.에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 2장 403.의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 화물탱크와 평형수탱크의 압력시험은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, 2장 401.의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, 404.의 1항 (5)호의 규정을 대신하여 수중검사를 고려할 수 있다.

(4) 선령이 15년을 넘는 위험화학품 산적운반선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 102.의 1항 및 404.에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 2장 403.의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 화물탱크와 평형수탱크의 압력시험은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, 2장 401.의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, 입거검사는 중간검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물탱크 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 중간검사(즉, 전회 정기검사)의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물탱크 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 노출갑판의 검사

(1) 화물, 연료유, 평형수, 증기 및 벤트의 관장치에 대한 검사(벤트마스트 및 헤더 포함)

(2) 검사 결과 의심이 되는 관장치에 대하여는 압력시험이나 두께계측 또는 두 종류의 시험을 모두 요구할 수 있다.

3. 검사범위

중간검사 시기의 검사는 다음에 따른다.

5년 〈 선령 ≤ 10년[1), 2)]	10년 〈 선령 ≤ 15년	15년 〈 선령
1. 대표적인 평형수탱크를 선정하여 현상검사 2. 전회 검사 시에 식별된 의심지역에 대한 검사	403.의 1항 (3)호에 따른다.	403.의 1항 (4)호에 따른다.
(비고) 1) 현상검사 시 육안으로 구조적 결함이 발견되지 않았을 경우 경화보호도장이 양호한 상태인지를 확인하는 것으로 검사의 범위를 축소할 수 있다. *(2019)* 2) 다음의 경우 평형수탱크는 이후 매년 검사를 하여야 한다. - 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 또는 - 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우 또는 - 탱크 내에 과도한 부식이 있는 경우 또는 - 경화보호도장이 양호한 상태 미만이나 검사원이 만족하는 수리를 하지 않은 경우		

404. 정기검사

1. 일반

(1) 정기검사 시기는 2장 401.에 따른다.

(2) 정기검사는 연차검사에 추가하여, 선체 및 (4)호에서 요구하는 관련 배관이 만족한 상태에 있으며, 본선이 적절하게 정비와 운항을 하고 정기적 검사를 정해진 기간 내에 받는 조건으로 지정되는 5년의 새로운 선급기간 동안 의도하는 목적에 적합함을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 검사, 시험 및 점검을 한다.

(3) 모든 화물탱크, 평형수탱크(이중저탱크 포함), 펌프실, 파이프터널, 화물탱크에 인접하는 코퍼댐 및 보이드스페이스, 갑판 및 선체외부를 검사하고, 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 4항 및 5항에서 요구하는 두께계측 및 시험에 의하여 보충되어야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 발견하는 것이다.

(4) 갑판상의 화물관장치 및 (3)호에서 정하는 구역 내의 화물 및 평형수 관장치에 대하여 밀폐성 및 만족한 상태로 유지되는지를 확인하기 위하여 검사를 하고 "사용압력으로 작동시험"을 하여 검사원이 만족하여야 한다. 화물탱크 내의 평형수관장치와 평형수탱크 및 보이드스페이스 내의 화물관장치에 대하여는 특히 주의하여야 하고, 수리기간 동안 이러한 관장치(밸브 및 관부착품 포함)를 개방하는 모든 경우 검사원에게 알려서 내부검사를 할 수 있어야 한다. *(2021)*

비고 : "사용압력으로 작동시험"을 할 때는 누설이나 과도한 진동 등을 확인하는 것을 말한다.

(5) 입거검사는 정기검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물탱크 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 정기검사의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물탱크 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 탱크 보호 【지침 참조】

화물탱크에 부식방지시스템이 되어있는 경우 그 상태를 검사하여야 한다. 다음의 경우 평형수탱크는 이후 매년 검사를 하여야 한다. *(2019)*

- 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 또는
- 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우 또는
- 탱크 내에 과도한 부식이 있는 경우 또는
- 경화보호도장이 양호한 상태 미만이나 검사원이 만족하는 수리를 하지 않은 경우

검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 시행하여야 한다.

3. 현상검사 및 정밀검사 범위

(1) 각 정기검사 시에는 401.의 1항 (2)호 (가) 및 (나)에서 정하는 모든 구역에 대하여 현상검사를 하여야 한다. *(2020)*

(2) 각 정기검사 시에 시행하는 정밀검사의 최소범위는 표 1.3.7과 같다. 스테인리스강탱크에 대하여는 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 현상검사에 추가하여 정밀검사를 할 수 있다. **【지침 참조】**

(3) 검사대상탱크의 정비, 부식방지시스템의 상태 및 다음의 경우를 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다. *(2019)*

(가) 특히 이용가능한 정보에 따라 유사한 탱크나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 경우
(나) 승인된 방식제어시스템에 의거 강도경감을 허용한 구조부재를 가지는 탱크

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 표 1.3.7에 따른 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

4. 두께계측 범위

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 두께계측의 최소범위는 표 1.3.8과 같다. *(2022)*

(2) 과도한 부식지역에 대하여 증가된 두께계측요건은 **지침 부록** 1-5의 표 16에 따르고, 102.의 1항에서 요구하는 검사계획서에 추가로 명시될 수 있는 바에 따른다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전

회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. *(2021)*

(3) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 **표 1.3.8**에 따른 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(5) 횡단면의 위치는 부식이 심하게 발생할 의심이 되는 부위 또는 갑판의 판 계측결과 부식이 심하게 발생된 부위를 선정한다.

(6) 두 개 또는 세 개의 횡단면을 측정하는 경우 최소한 한 개는 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다.

5. 탱크 압력시험 범위 【지침 참조】

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 탱크 압력시험의 최소범위는 **표 1.3.9**와 같다.

(2) 검사원은 다음 사항을 만족하는 조건으로 선장의 관리 하에 본선 선원에 의하여 시행된 화물탱크 압력시험에 대하여 인정할 수 있다.

(가) 탱크 압력시험을 시행하기에 앞서 선박소유자가 주입되는 탱크, 적재높이 및 시험하고자 하는 격벽 등을 명시한 탱크시험절차를 제출하여 우리 선급의 검토를 받을 것
(나) 해당 탱크의 구조보전성에 영향을 주는 누설, 변형 또는 과도한 부식에 대한 기록이 없을 것
(다) 탱크 압력시험이 정기검사 시기 내에서 현상검사 또는 정밀검사가 완료된 일자 전 3개월 이내에 만족하게 시행되었을 것
(라) 탱크 압력시험의 만족결과가 본선의 항해일지에 기록되었을 것
(마) 해당 탱크 및 관련 구조의 내부 및 외부상태에 대하여 현상검사 및 정밀검사 시에 검사원이 만족하였을 것

6. 선령 10년을 넘는 위험화학품 산적운반선

(1) 화물탱크 외부에 있는 강재 화물관과 화물탱크를 관통하는 평형수관을 선정하여 다음과 같이 검사한다.

(가) 무작위로 두께를 계측하거나 또는 관의 어느 한 부분을 선택하여 개방하고 내부검사를 한다.
(나) 최대 사용압력에서의 압력시험

(2) 평형수탱크 또는 보이드스페이스를 지나가는 화물/슬롭 배출관에 대해서는 특별히 유의하여야 한다.

표 1.3.7 위험화학품 산적운반선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위[1)] 【지침 참조】

1) 단일선체 위험화학품 산적운반선

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 1개의 윙 평형수탱크 내의 웨브프레임링 1개(*A)	1. 1개의 윙 평형수탱크 또는 이중저 평형수탱크 내의 모든 웨브프레임링(*A)	1. 모든 평형수탱크 내 모든 웨브프레임링 (*A)	1. 모든 평형수탱크 내 모든 웨브프레임링 (*A)
2. 1개의 화물유탱크 내 또는 갑판상에 있는 갑판트랜스버스 1개(*B)	2. 1항 이외의 나머지 평형수탱크 내 또는 갑판상에 있는 각 1개의 갑판트랜스버스(*B)	2. 1개의 윙 화물유탱크 내 모든 웨브프레임링 (*A)	2. 1개의 윙 화물유탱크 내 모든 웨브프레임링 (*A)
3. 1개의 평형수탱크 내 1개의 횡격벽 하부(*D)	3. 1개의 윙 화물유탱크 내 또는 갑판상에 있는 갑판트랜스버스 1개(*B)	3. 2항 이외의 나머지 화물유탱크 내 각 1개의 웨브프레임링(*A)	3. 2항 이외의 나머지 화물유탱크 내 각 1개의 웨브프레임링 (*A)
4. 1개의 윙 화물유탱크 내 1개의 횡격벽 하부(*D)	4. 2개의 중앙 화물유탱크 내 또는 갑판상에 있는 각 1개의 갑판트랜스버스(*B)	4. 모든 화물유탱크 내 모든 횡격벽(*C)	4. 모든 화물유탱크 내 모든 횡격벽(*C)
5. 1개의 중앙 화물유탱크[2)] 내 1개의 횡격벽 하부 (*D)	5. 1개의 윙 평형수탱크 내의 양쪽 횡격벽(*C)	5. 모든 평형수탱크 내 모든 횡격벽(*C)	5. 모든 평형수탱크 내 모든 횡격벽(*C)
	6. 5항 이외의 나머지 평형수탱크 내 각 1개의 횡격벽 하부 (*D)		6. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가의 횡방향부재
	7. 2개의 중앙 화물유탱크[2)] 내 각 1개의 횡격벽 하부(*D)		
	8. 1개의 윙 화물유탱크 내 1개의 횡격벽 하부(*D)		

(비고)

1) 상기 표에서 정밀검사 최소범위인 (*A)부터 (*D)는 **지침 부록 1-6, 1항** (4)호에 개략적인 그림으로 표시되어 있다. *(2021)*

(*A) : 인접하는 구조부재를 포함한 트랜스버스 전체

(*B) : 인접하는 갑판 구조부재를 포함한 갑판트랜스버스

(*C) : 거더 및 인접하는 구조부재를 포함한 격벽 전체

(*D) : 거더 및 인접하는 구조부재를 포함한 격벽의 하부

2) 중앙종격벽이 있고 중앙 화물유탱크가 없는 경우 윙탱크 내의 횡격벽을 검사하여야 한다.

표 1.3.7 위험화학품 산적운반선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위[1] (계속) **【지침 참조】**

2) 이중선체 위험화학품 산적운반선

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 1개의 이중선체 평형수탱크[2] 내의 웨브프레임링 1개(*1)	1. 1개의 윙 평형수탱크 또는 이중선체 평형수탱크[2] 내의 모든 웨브프레임링 (*1)	1. 모든 평형수탱크 내 모든 웨브프레임링(*1)	1. 모든 평형수탱크 내 모든 웨브프레임링(*1)
2. 1개의 화물유탱크 내 또는 갑판상에 있는 갑판트랜스버스 1개(*2)	2. 1항 이외의 나머지 평형수탱크 내 각 1개의 웨브프레임에 대하여 너클지역 및 상부(약 3미터)(*6)	2. 1개의 윙 화물유탱크 내 모든 웨브프레임링 (*7)	2. 1개의 윙 화물유탱크 내 모든 웨브프레임링 (*7)
3. 1개의 평형수탱크[2] 내 횡격벽 1개(*4)	3. 2개의 화물유탱크 내 각 1개의 갑판트랜스버스(*2)	3. 2항 이외의 나머지 화물유탱크 내 각 1개의 웨브프레임링(*7)	3. 2항 이외의 나머지 화물유탱크 내 각 1개의 웨브프레임링(*7)
4. 1개의 윙 화물유탱크 내 횡격벽 1개(*5)	4. 각 평형수탱크[2] 내 각 1개의 횡격벽(*4)	4. 모든 화물유탱크 내 모든 횡격벽(*3)	4. 모든 화물유탱크 내 모든 횡격벽(*3)
5. 1개의 중앙 화물유탱크[3] 내 횡격벽 1개(*5)	5. 2개의 중앙 화물유탱크[3] 내 각 1개의 횡격벽(*5)	5. 모든 평형수탱크 내 모든 횡격벽(*4)	5. 모든 평형수탱크 내 모든 횡격벽(*4)
	6. 1개의 윙 화물유탱크 내 횡격벽 1개(*5)		6. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가의 횡방향부재

(비고)

1) 상기 표에서 정밀검사 최소범위인 (*1)부터 (*7)는 **지침 부록 1-6, 1**항 (4)호에 개략적인 그림으로 표시되어 있다. *(2021)*

(*1) 평형수탱크 내 웨브프레임이라 함은 인접하는 구조부재를 포함한 선측탱크에서는 수직웨브, 호퍼탱크에서는 호퍼웨브, 이중저탱크에서는 늑판 및 이중갑판탱크(있는 경우)에서는 갑판트랜스버스를 말한다. 선수와 선미탱크 내 웨브프레임이라 함은 인접하는 구조부재를 포함한 트랜스버스 웨브프레임링 전체를 말한다.

(*2) 인접하는 갑판구조부재를 포함한 갑판트랜스버스(또는, 있는 경우 탱크 주위의 갑판상의 외부구조)

(*3) 화물유탱크 내 거더, 종격벽과 같은 인접하는 구조부재 및 하부/상부스툴(있는 경우)의 내부구조부재를 포함한 횡격벽 전체

(*4) 평형수탱크 내 거더 및 종격벽, 이중저 내의 거더, 내저판, 호퍼사이드, 연결브래킷과 같은 인접하는 구조부재를 포함한 횡격벽 전체

(*5) 화물유탱크 내 거더, 종격벽과 같은 인접하는 구조부재 및 하부스툴(있는 경우)의 내부구조부재를 포함한 횡격벽 하부

(*6) 인접하는 구조부재를 포함한 너클지역 및 상부(약 3 m). 너클지역이라 함은 슬롭호퍼판과 내부격벽 및 내저판과의 연결부위에 있는 웨브프레임의 부분으로써 슬롭호퍼판의 양쪽 모서리로부터 격벽 및 이중저 양쪽으로 각각 2 m까지의 범위를 말한다.

(*7) 화물유탱크 내 웨브프레임이라 함은 인접하는 구조부재를 포함한 갑판트랜스버스, 종격벽 구조부재 및 크로스타이(있는 경우)를 말한다.

2) 이중선체 평형수탱크라 함은 그 탱크들이 서로 분리되어 있을지라도 이중저탱크에 이중선측탱크 및 이중갑판탱크(있는 경우)를 합한 것을 말한다.

3) 중앙종격벽이 있고 중앙 화물유탱크가 없는 경우 윙탱크 내의 횡격벽을 검사하여야 한다.

표 1.3.8 위험화학품 산적운반선의 정기검사 시 두께계측 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 의심지역 2. 화물지역 내에 있는 1개의 평형수탱크(평형수탱크가 없는 경우에는 평형수겸용 화물유탱크)의 위치에 있어서, 선박의 전 폭에 걸친 1개 횡단면에 대한 갑판의 각 판 3. **표 1.3.7**의 1) 또는 2) 중 해당되는 표에 따른 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 1개의 횡단면 3. **표 1.3.7**의 1) 또는 2) 중 해당되는 표에 따른 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 화물지역을 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 2개의 횡단면[1)] 3) 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 3. **표 1.3.7**의 1) 또는 2) 중 해당되는 표에 따른 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 화물지역을 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 3개의 횡단면[1)] 3) 선저외판의 각 판 3. **표 1.3.7**의 1) 또는 2) 중 해당되는 표에 따른 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판
(비고) 1) 최소한 1개의 횡단면은 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다.			

표 1.3.9 위험화학품 산적운반선의 정기검사 시 탱크 압력시험 최소범위

제1차 정기검사	제2차 및 이후 정기검사
1. 모든 평형수탱크 주위 벽 2. 화물탱크 주위 벽 중 평형수탱크, 보이드스페이스, 파이프터널, 펌프실 또는 코퍼댐과 접하는 화물탱크 주위 벽	1. 모든 평형수탱크 주위 벽 2. 모든 화물탱크 격벽
(비고) 1. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 확대할 수 있다. **【지침 참조】** 2. 평형수탱크의 주위 벽은 공기관 상단까지의 수두로 시험하여야 한다. 3. 화물탱크의 주위 벽은 사용 상태에서 일어날 수 있는 최고액면의 수두로 시험하여야 한다. 4. 액체운송을 위하여 설계되지 아니한 이중저구역 및 기타구역의 시험은 탱크정판에 대한 검사와 내부검사가 만족스러운 경우 생략할 수 있다.	

제 5 절 이중선체 유조선

501. 일반

1. 적용

(1) 이 규정은 **2장**의 규정에 추가하여 검사강화제도(ESP) 부호를 갖는 모든 이중선체 유조선에 대하여 다음 사항에 대한 선체구조 및 배관장치의 검사에 적용한다.

(가) 화물지역 내에 있는 화물탱크, 펌프실, 코퍼댐, 파이프터널 및 보이드스페이스
(나) 모든 평형수탱크

(2) 이 규정은 검사, 두께계측 및 탱크시험에 대한 최소한의 범위를 포함하고 있다. 과도한 부식 및/또는 구조적 결함이 발견되면 검사 범위를 확대할 수 있고, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사를 추가할 수 있다. **【지침 참조】**

2. 용어의 정의

(1) **2장 1절 101.** 용어의 정의를 참조한다. *(2020)*

502. 연차검사

1. 일반

(1) 연차검사 시기는 **2장 201.**에 따른다.
(2) 검사는 가능한 범위까지 선체 및 배관장치 등이 해당 규칙요건에 따라 유지된다는 것을 검증하기 위한 검사로 이루어지고 정비기록 및 이전 검사보고서에서 식별된 평형수탱크나 지역(areas)의 부식방지시스템의 상태와 범위에 대하여 고려하여야 한다. *(2022)*

2. 선체검사

(1) 볼 수 있는 한 선체의 판과 그 폐쇄장치를 검사한다.
(2) 실행가능한 한 수밀 관통부를 검사한다.

3. 노출갑판의 검사

(1) 화물탱크의 개구에 대한 검사(개스킷, 덮개, 코밍, 플레임스크린 포함)
(2) 화물탱크의 압력/진공밸브 및 플레임스크린에 대한 검사
(3) 모든 연료유탱크에 있는 공기관 개구단의 플레임스크린에 대한 검사
(4) 화물, 원유세정, 연료유 및 벤트의 관장치에 대한 검사(벤트마스트 및 헤더 포함)

4. 화물펌프실 및 파이프터널의 검사(설치된 경우)

(1) 펌프실 내의 모든 격벽에 있어서 기름유출 및 균열의 흔적에 대한 검사와 특히 모든 관통부의 밀폐에 대한 상태검사
(2) 모든 관장치에 대한 상태검사

5. 평형수탱크 검사 *(2021)* 【지침 참조】

전회 정기검사(**504.**의 **2**항 참조) 및 중간검사(**503.**의 **3**항 참조) 결과에 따라 "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"에 대한 검사를 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 검사 시 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 만일 이러한 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록 1-5**의 **표 17**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다.

비고 : "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"라 함은 중간검사 또는 정기검사 결과 매년 내부검사를 하도록 지정된 평형수탱크를 말한다.

6. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 식별된 과도한 부식지역은 검사를 하여야 하고 추가의 두께계측을 시행하여야 한다.

503. 중간검사

1. 일반

(1) 중간검사 시기는 **2장 301.**에 따른다.

(2) 중간검사는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다. 연차검사의 요건에 추가된 항목은 2번째 또는 3번째 연차검사 시기 또는 그 사이에 검사를 할 수 있다.

(3) 선령이 10년을 넘고 15년 이하인 이중선체 유조선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 **102.**의 1항 및 **504.**에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 **2장 403.**의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 화물탱크와 평형수탱크의 압력시험 및 **106.**의 1항 (2)호에서 요구하는 선체거더의 종강도평가에 대한 요건은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, **2장 401.**의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, **504.**의 1항 (5)호의 규정을 대신하여 수중검사를 고려할 수 있다.

(4) 선령이 15년을 넘는 이중선체 유조선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 **102.**의 1항 및 **504.**에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 **2장 403.**의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 화물탱크와 평형수탱크의 압력시험 및 **106.**의 1항 (2)호에서 요구하는 선체거더의 종강도평가에 대한 요건은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. **【지침 참조】**

(나) (가)를 적용함에 있어서, **2장 401.**의 4항 및 5항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, 입거검사는 중간검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물탱크 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 중간검사(즉, 전회 정기검사)의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물탱크 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

(5) 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 식별된 과도한 부식지역은 검사를 하여야 하고 추가의 두께계측을 시행하여야 한다.

2. 노출갑판의 검사

(1) 화물, 원유세정, 연료유, 평형수, 증기 및 벤트의 관장치에 대한 검사(벤트마스트 및 헤더 포함)

(2) 검사 결과 의심이 되는 관장치에 대하여는 압력시험이나 두께계측 또는 두 종류의 시험을 모두 요구할 수 있다.

3. 검사범위

중간검사 시기의 검사는 다음에 따른다.

5년 < 선령 ≤ 10년[1), 2)]	10년 < 선령 ≤ 15년	15년 < 선령
1. 대표적인 평형수탱크를 선정하여 현상검사 2. 전회 검사 시에 식별된 의심지역에 대한 검사	**503.**의 1항 (3)호에 따른다.	**503.**의 1항 (4)호에 따른다.
(비고) 1) 현상검사 시 육안으로 구조적 결함이 발견되지 않았을 경우 경화보호도장이 양호한 상태인지를 확인하는 것으로 검사의 범위를 축소할 수 있다. 2) 다음의 경우 평형수탱크는 이후 매년 검사를 하여야 한다. - 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 또는 - 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우 또는 - 탱크 내에 과도한 부식이 있는 경우 또는 - 경화보호도장이 양호한 상태 미만이나 검사원이 만족하는 수리를 하지 않은 경우		

504. 정기검사

1. 일반

(1) 정기검사 시기는 **2장 401.**에 따른다.

(2) 정기검사는 연차검사에 추가하여, 선체 및 (4)호에서 요구하는 관련 배관이 만족한 상태에 있으며, 본선이 적절하게 정비와 운항을 하고 정기적 검사를 정해진 기간 내에 받는 조건으로 지정되는 5년의 새로운 선급기간 동안 의도하는 목적에 적합함을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 검사, 시험 및 점검을 한다.

(3) 모든 화물탱크, 평형수탱크(이중저탱크 포함), 펌프실, 파이프터널, 화물탱크에 인접하는 코퍼댐 및 보이드스페이스, 갑판 및 선체외부를 검사하고, 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 **4**항 및 **5**항에서 요구하는 두께계측 및 시험에 의하여 보충되어야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 발견하는 것이다.

(4) 갑판상의 화물관장치(원유세정장치(COW)의 관장치 포함) 및 (3)호에서 정하는 구역 내의 화물 및 평형수 관장치에 대하여 밀폐성 및 만족한 상태로 유지되는지를 확인하기 위하여 검사를 하고 "사용압력으로 작동시험"을 하여 검사원이 만족하여야 한다. 화물탱크 내의 평형수관장치와 평형수탱크 및 보이드 스페이스 내의 화물관장치에 대하여는 특히 주의하여야 하고, 수리기간 동안 이러한 관장치(밸브 및 관부착품 포함)를 개방하는 모든 경우 검사원에게 알려서 내부검사를 할 수 있어야 한다. *(2021)*

비고 : 사용압력으로 작동시험"을 할 때는 누설이나 과도한 진동 등을 확인하는 것을 말한다.

(5) 입거검사는 정기검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물탱크 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 정기검사의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물탱크 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 탱크 보호 【지침 참조】

화물탱크에 부식방지시스템이 되어있는 경우 그 상태를 검사하여야 한다. 다음의 경우 평형수탱크는 이후 매년 검사를 하여야 한다. *(2019)*

- 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 또는
- 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우 또는
- 탱크 내에 과도한 부식이 있는 경우 또는
- 경화보호도장이 양호한 상태 미만이나 검사원이 만족하는 수리를 하지 않은 경우

검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 시행하여야 한다.

3. 현상검사 및 정밀검사 범위

(1) 각 정기검사 시에는 **501.**의 **1**항 (1)호 (가) 및 (나)에서 정하는 모든 구역에 대하여 현상검사를 하여야 한다. *(2020)*

(2) 각 정기검사 시에 시행하는 정밀검사의 최소범위는 **표 1.3.10**과 같다

(3) 검사대상 탱크의 정비, 부식방지시스템의 상태 및 다음의 경우를 고려하여, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다. *(2019)*

(가) 특히 이용가능한 정보에 따라 유사한 탱크나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 경우
(나) 승인된 방식제어시스템에 의거 강도경감을 허용한 구조부재를 가지는 탱크

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 **표 1.3.10**에 따른 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제 평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

4. 두께계측 범위

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 두께계측의 최소범위는 **표 1.3.11**과 같다.

(2) 과도한 부식지역에 대하여 증가된 두께계측요건은 **지침 부록 1-5**의 **표 17**에 따르고, **102.**의 **1**항에서 요구하는 검사계획서에 추가로 명시될 수 있는 바에 따른다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하

여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 식별된 과도한 부식지역은 연차검사 및 중간검사 시에 검사되고 추가의 두께계측이 시행되도록 요구되어야 한다. *(2021)*

(3) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 **표 1.3.11**에 따른 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제 평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(5) 횡단면의 위치는 부식이 심하게 발생할 의심이 되는 부위 또는 갑판의 판 계측결과 부식이 심하게 발생된 부위를 선정한다.

(6) 두 개 또는 세 개의 횡단면을 측정하는 경우 최소한 한 개는 중앙부 $0.5L$ 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다. (**3편 1장 103.**에 정의된) 건현용 길이(L_f)가 130 m 이상이고 선령이 10년을 넘는 유조선인 경우 **106.**의 1항 (2)호에서 요구하는 선박의 종강도평가를 위한 두께계측의 샘플링방법은 **지침 부록 1-5**의 6항에 따른다.
산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 **106.**의 1항 (4)호에서 요구하는 선박의 종강도평가를 위한 두께계측의 샘플링방법은 **지침 부록 1-5**의 6항에 따른다. *(2021)*

5. 탱크 압력시험 범위 【지침 참조】

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 탱크 압력시험의 최소범위는 **표 1.3.12**와 같다.

(2) 검사원은 다음 사항을 만족하는 조건으로 선장의 관리 하에 본선 선원에 의하여 시행된 화물탱크 압력시험에 대하여 인정할 수 있다.

(가) 탱크 압력시험을 시행하기에 앞서 선박소유자가 주입되는 탱크, 적재높이 및 시험하고자 하는 격벽 등을 명시한 탱크시험절차를 제출하여 우리 선급의 검토를 받을 것
(나) 해당 탱크의 구조보전성에 영향을 주는 누설, 변형 또는 과도한 부식에 대한 기록이 없을 것
(다) 탱크 압력시험이 정기검사 시기 내에서 현상검사 또는 정밀검사가 완료된 일자 전 3개월 이내에 만족하게 시행되었을 것
(라) 탱크 압력시험의 만족결과가 본선의 항해일지에 기록되었을 것
(마) 해당 탱크 및 관련 구조의 내부 및 외부상태에 대하여 현상검사 및 정밀검사 시에 검사원이 만족하였을 것

표 1.3.10 이중선체 유조선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위[1] 【지침 참조】

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 1개의 평형수탱크[2] 내 웨브프레임 1개 (*1) 2. 1개의 화물유탱크 내 갑판트랜스버스 1개 (*2) 3. 1개의 평형수탱크[2] 내 횡격벽 1개 (*4) 4. 1개의 중앙 화물유탱크[3] 내 횡격벽 1개 (*5) 5. 1개의 윙 화물유탱크 내 횡격벽 1개 (*5)	1. 1개의 평형수탱크[2] 내 모든 웨브프레임 (*1) 2. 1항 이외의 나머지 평형수탱크 내 각 1개의 웨브프레임에 대하여 너클지역 및 상부(약 5m) (*6) 3. 2개의 화물유탱크 내 각 1개의 갑판트랜스버스 (*2) 4. 각 평형수탱크[2] 내 각 1개의 횡격벽 (*4) 5. 2개의 중앙 화물유탱크[3] 내 각 1개의 횡격벽 (*5) 6. 1개의 윙 화물유탱크 내 횡격벽 1개 (*5)	1. 모든 평형수탱크 내 모든 웨브프레임 (*1) 2. 1개의 화물유탱크 내 모든 웨브프레임(있는 경우 갑판트랜스버스 및 크로스타이 포함) (*7) 3. 2항 이외의 나머지 화물유탱크 내 웨브프레임 1개 (있는 경우 갑판트랜스버스 및 크로스타이 포함) (*7) 4. 모든 화물유탱크 (*3) 및 평형수탱크 (*4) 내 모든 횡격벽	1. 제3차 정기검사 사항 2. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가의 횡방향부재

(비고)

1) 상기 표에서 정밀검사 최소범위인 (*1)부터 (*7)은 **지침 부록 1-6, 1**항 (5)호에 개략적인 그림으로 표시되어 있다. *(2021)*

(*1) 평형수탱크 내 웨브프레임이라 함은 인접하는 구조부재를 포함한 선측탱크에서는 수직웨브, 호퍼탱크에서는 호퍼웨브, 이중저탱크에서는 늑판 및 이중갑판탱크(있는 경우)에서는 갑판트랜스버스를 말한다. 선수와 선미탱크 내 웨브프레임이라 함은 인접하는 구조부재를 포함한 트랜스버스 웨브프레임링 전체를 말한다.

(*2) 인접하는 갑판구조부재를 포함한 갑판트랜스버스(또는, 있는 경우 탱크 주위의 갑판상의 외부구조)

(*3) 화물유탱크 내 거더, 종격벽과 같은 인접하는 구조부재 및 하부/상부스툴(있는 경우)의 내부구조부재를 포함한 횡격벽 전체

(*4) 평형수탱크 내 거더 및 종격벽, 이중저 내의 거더, 내저판, 호퍼사이드, 연결브래킷과 같은 인접하는 구조부재를 포함한 횡격벽 전체

(*5) 화물유탱크 내 거더, 종격벽과 같은 인접하는 구조부재 및 하부스툴(있는 경우)의 내부구조부재를 포함한 횡격벽 하부

(*6) 인접하는 구조부재를 포함한 너클지역 및 상부(약 5 m). 너클지역이라 함은 슬롭호퍼판과 내부격벽 및 내저판과의 연결부위에 있는 웨브프레임의 부분으로써 슬롭호퍼판의 양쪽 모서리로부터 격벽 및 이중저 양쪽으로 각각 2 m까지의 범위를 말한다.

(*7) 화물유탱크 내 웨브프레임이라 함은 인접하는 구조부재를 포함한 갑판트랜스버스, 종격벽 구조부재 및 크로스타이(있는 경우)를 말한다.

2) 평형수탱크(ballast tank)라 함은 선수 및 선미피크탱크와는 별도로 평형수탱크는 다음과 같음을 의미한다. *(2019)*

- 종방향 중앙거더가 수밀이 되지 않아서 이중저탱크가 좌현에서 우현까지의 독특한 구획일 경우, 좌현 또는 우현에 위치한 모든 평형수구획(호퍼탱크, 선측탱크 및 이중갑판탱크(이중저 탱크와 분리된 경우)에 추가하여 좌현 및 우현이 합쳐진 이중저탱크
- 종방향 중앙거더가 수밀이 되서 우현 이중저탱크가 좌현 이중저탱크와 분리될 경우, 좌현 또는 우현에 있는 모든 평형수구획(이중저탱크, 호퍼탱크, 선측탱크 및 이중갑판탱크)

3) 중앙종격벽이 있고 중앙 화물유탱크가 없는 경우 윙탱크 내의 횡격벽을 검사하여야 한다.

표 1.3.11 이중선체 유조선의 정기검사 시 두께계측 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 선박의 전폭에 걸친 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 3. 표 1.3.10의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 1개의 횡단면 3. 표 1.3.10의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서 : 1) 갑판의 각 판 2) 2개의 횡단면[1)] 3) 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 3. 표 1.3.10의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서, 1) 갑판의 각 판 2) 3개의 횡단면[1)] 3) 선저외판의 각 판 3. 표 1.3.10의 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다) 4. 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판
(비고) 1) 최소한 1개의 횡단면은 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다.			

표 1.3.12 이중선체 유조선의 정기검사 시 탱크 압력시험 최소범위

제1차 정기검사	제2차 및 이후 정기검사
1. 모든 평형수탱크 주위 벽 2. 화물탱크 주위 벽 중 평형수탱크, 보이드스페이스, 파이프터널, 펌프실 또는 코퍼댐과 접하는 화물탱크 주위 벽	1. 모든 평형수탱크 주위 벽 2. 모든 화물탱크 격벽
(비고) 1. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 확대할 수 있다. **【지침 참조】** 2. 평형수탱크의 주위 벽은 공기관 상단까지의 수두로 시험하여야 한다. 3. 화물탱크의 주위 벽은 사용상태에서 일어날 수 있는 최고액면의 수두로 시험하여야 한다. 4. 액체운송을 위하여 설계되지 아니한 이중저구역 및 기타구역의 시험은 탱크정판에 대한 검사와 내부검사가 만족스러운 경우 생략할 수 있다.	

제 6 절 이중선체 산적화물선

601. 일반

1. 적용

(1) 이 규정은 **2장**의 규정에 추가하여 검사강화제도(ESP) 부호를 갖는 모든 이중선체 산적화물선에 대하여 다음 사항에 대한 선체구조 및 배관장치의 검사에 적용 한다.

(가) 화물지역 내에 있는 화물창, 코퍼댐, 파이프터널, 보이드스페이스 및 연료유탱크
(나) 모든 평형수탱크

(2) 이 규정은 검사, 두께계측 및 탱크시험에 대한 최소한의 범위를 포함하고 있다. 과도한 부식 및/또는 구조적 결함이 발견되면 검사 범위를 확대할 수 있고, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사를 추가할 수 있다. **【지침 참조】**

(3) 일부의 화물창이 단일선측구조인 경우 이 부분과 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S19 또는 S30에 적합할 것이 요구되는 경우 해당 부분에 대하여는 **2절**을 적용하여야 한다.

2. 용어의 정의

(1) **2장 1절 101.** 용어의 정의를 참조한다. *(2020)*

602. 연차검사

1. 일반

(1) 연차검사 시기는 **2장 201.**에 따른다.

(2) 검사는 가능한 범위까지 선체, 노천갑판, 창구덮개, 코밍 및 배관장치 등이 해당 규칙요건에 따라 유지된다는 것을 검증하기 위한 검사로 이루어지고 정비기록 및 이전 검사보고서에서 식별된 평형수탱크나 지역(areas)의 부식방지 시스템의 상태와 범위에 대하여 고려하여야 한다. *(2022)*

2. 선체검사

(1) 볼 수 있는 한 선체의 판과 그 폐쇄장치를 검사한다.

(2) 실행가능 한 한 수밀 관통부를 검사한다.

3. 노천갑판, 창구덮개 및 코밍의 검사

(1) 전회 검사 이후 창구덮개, 창구코밍, 고박설비 및 폐쇄장치에 대하여 승인받지 않은 변경사항이 있는지 여부를 확인한다.

(2) 창구덮개 및 코밍에 대한 상세한 검사는 폐쇄상태뿐만이 아니라 개방상태에서도 검사를 하여야하고 적절한 개방 및 폐쇄작동에 대한 검증을 포함하여야 한다. 따라서 매 연차검사 시 다음을 포함하여 선박길이의 25% 전방에 위치한 창구덮개와 이에 추가하여 최소한 1조의 창구덮개에 대하여 검사를 하는 방식으로 모든 창구덮개가 5년의 기간 동안 최소한 한번은 평가되도록 하여, 개방 및 폐쇄상태에서 검사하고 각 방향으로 전 작동범위까지 작동시험을 하여야 한다.

(가) 개방상태에서의 적재 및 고박상태
(나) 폐쇄상태에서의 고정 및 폐쇄상태의 유효성
(다) 와이어, 체인, 연결장치, 유압 및 동력장치의 작동검사

창구덮개의 폐쇄에는 모든 주변잠금장치 및 크로스조인트 클리트 또는 기타 고박장치를 잠그는 것을 포함하여야 한다. 통상 파랑하중이 최대로 걸리는 선박길이의 25% 전방에 위치한 창구덮개의 상태에 각별히 주의하여야 한다.

(3) 창구덮개의 작동 및 고박에 이상이 있는 경우 검사원의 판단에 따라 (2)호에서 요구하는 추가의 창구덮개에 대하여 작동시험을 하여야 한다.

(4) 창구덮개의 고박장치가 올바르게 작동하지 아니하는 경우 우리 선급과 협의하여 수리를 하여야 한다. 창구덮개 및 창구코밍이 대대적으로 수리된 경우, 고박장치의 강도는 **규칙 7편 3장 9절 905.** 폐쇄설비에 따라서 최신화되어야 한다. *(2019)*

(5) 연차검사 시 각 창구덮개에 대하여 다음 사항을 검사하여야 한다.

(가) 개방되어 있어 접근이 가능한 덮개 판(측판 포함) 및 보강재에 대하여 정밀검사(부식, 균열 및 변형 점검)

(나) 창구주위 및 크로스조인트의 폐쇄장치(개스킷의 상태 및 영구변형, 겸용선의 플렉시블시일, 개스킷립, 압축봉, 배수로 및 체크밸브)
(다) 클램핑장치, 지지대, 클리트(쇠모, 조정상태 및 고무부분의 상태 점검)
(라) 폐쇄 격납장치(변형 및 부착물)
(마) 체인 또는 로프풀리
(바) 가이드
(사) 가이드레일 및 트랙휠
(아) 스토퍼
(자) 와이어, 체인, 장력장치 및 집시(gypsy)
(차) 유압장치, 전기안전장치 및 인터록장치
(카) 설치된 경우 패널끝단 및 내부의 힌지, 핀 및 스툴

(6) 연차검사 시 판의 보강재 및 브래킷을 포함하여 각 창구 및 코밍에 쇠모, 균열 및 변형이 있는지를 점검하고, 특히 코밍상단에 주의하여, 정밀검사를 시행한다.
(7) 필요한 경우 폐쇄장치의 유효성에 대하여 사수시험 또는 폐쇄를 위해 압축되는 부분에 대한 치수계측으로 보완되어야 하는 분필시험(chalk test)을 시행하여 검증하여야 한다. **【지침 참조】**
(8) 이동식 창구덮개, 목재 창구덮개 또는 강재 폰툰덮개가 설치된 경우 다음 해당항목에 대하여 만족한 상태인지의 점검

(가) 목재 창구덮개 및 이동식 보, 이동식 보의 해치빔받침(carrier) 또는 소켓 및 그 고박장치
(나) 강재 폰툰(덮개 판에 대한 정밀검사 포함)
(다) 타폴린
(라) 클리트, 배튼 및 웨지
(마) 창구덮개 고정 바(bar)와 고박장치
(바) 로딩패드 및 바(bar), 측판 모서리
(사) 가이드플레이트 및 촉(chock)
(아) 압축봉, 배수로 및 배수관(있는 경우)

(9) 모든 연료유탱크 공기관 개구단의 플레임스크린에 대한 검사
(10) 통풍통을 포함하여, 연료유 및 통풍관장치에 대한 검사

4. 화물창 검사 *(2021)*

연차검사 시기의 화물창에 대한 검사는 다음에 따른다.

	10년<선령≤15년	15년<선령
현상검사	2개의 화물창	모든 화물창
기타	선외 배출관을 포함한 화물창 내의 모든 관장치 및 관통부를 검사한다.	선외 배출관을 포함한 화물창 내의 모든 관장치 및 관통부를 검사한다.

(비고)
1. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 하여야 한다. 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록 1-5**의 **표 18**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 연차검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 도장제조자의 요건에 따른 경화보호도장을 하고 양호한 상태를 유지한다면 매년 시행하여야 하는 두께계측을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

5. 평형수탱크 검사 *(2021)* 【지침 참조】

전회 정기검사 및 중간검사 결과에 따라 "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"에 대한 검사를 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 검사 시 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. 두께계측 결과 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록 1-5**의 **표 18**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 도장제조자의 요건에 따른 경화보호도장을 하고 양호한 상태를 유지한다면 매년 시행하여야 하는 두께계측을 생략할 수 있다.

비고 : "검사가 필요하다고 인정되는 평형수탱크"라 함은 중간검사 또는 정기검사 결과 매년 내부검사를 하도록 지정된 평형수탱크를 말한다.

6. 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 12규칙 및 13규칙에 만족한 후의 추가 연차검사요건

(1) 화물창, 평형수탱크 및 건조구역의 수위감지기에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 12규칙의 요건에 적합한 선박의 경우 연차검사는 임의의 수위감지장치 및 그 경보에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

(2) 배수펌핑장치의 가용성에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 13규칙의 요건에 적합한 선박의 경우 연차검사는 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크 및 건조구역의 어떤 부분이라도 최전방 화물창의 전방으로 연장되었다면 그 건조구역의 빌지를 배수 및 배출할 수 있는 수단 및 그 제어에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

603. 중간검사

1. 일반

(1) 중간검사 시기는 **2장 301.**에 따른다.

(2) 중간검사는 연차검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다. 연차검사의 요건에 추가된 항목은 2번째 또는 3번째 연차검사 시기 또는 그 사이에 검사를 할 수 있다.

(3) 선령이 10년을 넘고 15년 이하인 산적화물선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 **102.**의 **1**항 및 **604.**에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 **2장 403.**의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 연료유탱크의 내부검사 및 모든 탱크의 압력시험은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. 【지침 참조】

(나) (가)를 적용함에 있어서, **2장 401.**의 **4**항 및 **5**항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, **604.**의 **1**항 (6)호의 규정을 대신하여 수중검사를 고려할 수 있다.

(4) 선령이 15년을 넘는 산적화물선은 다음에 따른다.

(가) 중간검사의 요건은 **102.**의 **1**항 및 **604.**에서 요구하는 전회 정기검사와 동일한 범위로 한다. (주의 : 이 경우 **2장 403.**의 요건을 적용하는 것은 아니다) 그러나 연료유탱크의 내부검사 및 모든 탱크의 압력시험은 검사원이 필요하다고 인정하지 않는 한 요구되지 아니한다. 【지침 참조】

(나) (가)를 적용함에 있어서, **2장 401.**의 **4**항 및 **5**항의 적용을 대신하여 중간검사는 2번째 연차검사 시기부터 시작하여 3번째 연차검사 시기까지 완료할 수 있도록 진행할 수 있다.

(다) (가)를 적용함에 있어서, 입거검사는 중간검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물창 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 중간검사(즉, 전회 정기검사)의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물창 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 평형수탱크 검사

중간검사 시기의 평형수탱크에 대한 검사는 다음에 따른다.

5년<선령≤10년[1), 2), 3)]	10년<선령≤15년	15년<선령
1. 대표적인 평형수탱크를 선정하여 현상검사 2. 전회 정기검사 시에 식별된 의심지역에 대한 현상검사 및 정밀검사	603.의 1항 (3)호에 따른다.	603.의 1항 (4)호에 따른다.
(비고) 1) 탱크의 선정에는 평형수탱크의 총수와 형식을 고려하여 선수미피크탱크 및 일부의 기타탱크를 포함하여야 한다. 현상검사 시 육안으로 구조적 결함이 발견되지 않았을 경우 부식방지시스템의 유효성을 확인하는 것으로 검사의 범위를 축소할 수 있다. *(2019)* 2) 평형수탱크의 도장이 불량한 상태, 부식이나 기타 결함이 발견된 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 아니한 경우 추가로 같은 형식의 다른 평형수탱크까지 확대하여 검사한다. *(2019)* 3) 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크의 경화보호도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당 탱크는 매년 검사를 하여야 하고 필요시 두께계측을 시행하여야 한다. 이중저 평형수탱크에서 이러한 경화보호도장의 탈락이 발견되는 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**		

3. 화물창 검사

중간검사 시기의 화물창에 대한 검사는 다음에 따른다.

5년<선령≤10년[1)]	10년<선령≤15년	15년<선령
모든 화물창에 대한 현상검사	603.의 1항 (3)호에 따른다.	603.의 1항 (4)호에 따른다.
(비고) 1) 현상검사 결과에 따라 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 선택된 화물창의 구조부재에 대한 정밀검사를 포함하여 그 검사를 확대한다. **【지침 참조】**		

4. 두께계측 범위

(1) 선령이 5년을 넘고 10년 이하인 이중선체 산적화물선은 다음에 따른다.

(가) 2항 및 3항에서 정하는 정밀검사 부위에 대하여 전반적, 국부적인 부식 정도를 알기 위하여 충분한 범위에 대하여 두께계측을 한다.

(나) 정밀검사 결과 구조적 결함이 없고 경화보호도장의 상태가 양호하다고 검사원이 만족하는 경우 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(다) 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록 1-5**의 **표 18**에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 식별된 과도한 부식지역은 다음에 따를 수 있다. *(2021)*

(a) 도장제조자의 요건에 따른 경화보호도장을 하고 양호한 상태를 유지하는지를 확인하기 위하여 매년 검사를 하거나, 또는 이를 대신하여

(b) 매년 두께계측을 시행

(라) 화물창 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

비고 : 현존 산적화물선에 대하여 선박소유자가 화물창을 도장 또는 재도장하기로 결정한 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위에 대하여 고려할 수 있다. 화물창의 도장에 앞서 부재치수에 대하여는 검사원 입회하에 확인하여야 한다.

(2) 선령이 10년을 넘고 15년 이하인 이중선체 산적화물선은 1항 (3)호에 따른다.
(3) 선령이 15년을 넘는 이중선체 산적화물선은 1항 (4)호에 따른다.

604. 정기검사

1. 일반

(1) 정기검사 시기는 2장 401.에 따른다.

(2) 정기검사는 연차검사에 추가하여, 선체 및 (4)호에서 요구하는 관련 배관이 만족한 상태에 있으며, 본선이 적절하게 정비와 운항을 하고 정기적 검사를 정해진 기간 내에 받는 조건으로 지정되는 5년의 새로운 선급기간 동안 의도하는 목적에 적합함을 확인하기에 충분한 범위에 대하여 검사, 시험 및 점검을 하여야 한다.

(3) 모든 화물창, 평형수탱크(이중저 및 이중선측탱크 포함), 파이프터널, 화물창에 인접하는 코퍼댐 및 보이드스페이스, 갑판 및 선체외부를 검사하고, 선체구조의 보전성이 유효함을 확인하기 위하여 5항 및 6항에서 요구하는 두께계측 및 시험에 의하여 보충되어야 한다. 검사의 목적은 존재할 수 있는 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함을 발견하는 것이다.

(4) (3)호에서 정하는 구역 내의 모든 관장치에 대하여 밀폐성 및 만족한 상태로 유지되는지를 확인하기 위하여 검사를 하고 사용압력으로 작동시험을 하여 검사원이 만족하여야 한다.

(5) 보이드스페이스로 개조된 평형수탱크의 정밀검사 및 두께계측은 평형수탱크 요건에 따라 검사한다. 구역 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

(6) 입거검사는 정기검사의 일부로서 시행하여야 한다. 화물창 및 평형수탱크의 하부에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 아직 시행하지 않았을 경우 정기검사의 해당요건에 따라서 시행하여야 한다.

비고 : 화물창 및 평형수탱크의 하부라 함은 경하평형수흘수선 하방의 부분을 말한다.

2. 탱크 보호

(1) 평형수탱크에 부식방지시스템이 되어있는 경우 그 상태를 검사하여야 한다. 이중저 평형수탱크를 제외하고 평형수탱크의 경화보호도장이 불량한 상태이나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. *(2019)* **【지침 참조】**

(2) 이중저 평형수탱크에서 이러한 경화보호도장의 탈락이 발견되었으나 재도장을 하지 않은 경우, 연화도장 또는 반경화도장을 한 경우, 또는 건조 시부터 경화보호도장을 하지 않은 경우 해당탱크는 매년 검사를 할 수 있다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 또는 광범위한 부식이 있는 경우 두께계측을 시행하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 화물창에 경화보호도장이 되어있고 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

3. 창구덮개 및 코밍

602.의 3항에서 요구하는 연차검사 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다.

(1) 모든 기계식 창구덮개는 작동검사를 하고 다음 사항을 검사한다.
(가) 개방상태에서의 적재 및 고박상태
(나) 폐쇄상태에서의 고정 및 폐쇄상태의 유효성
(다) 와이어, 체인, 연결장치, 유압 및 동력장치의 작동검사

(2) 사수시험 또는 이와 동등한 방법에 의한 모든 창구덮개의 폐쇄장치의 유효성을 검사한다.

(3) 창구덮개와 코밍의 판 및 휨보강재에 대하여 **표** 1.3.13 및 **표** 1.3.14에 따라서 정밀검사 및 두께계측*을 하여야 한다.

* 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 정밀검사/두께계측을 하여야 한다.

4. 현상검사 및 정밀검사 범위

(1) 각 정기검사 시에는 601.의 1항 (1)호 (가) 및 (나)에서 정하는 모든 구역에 대하여 현상검사를 하여야 한다. 화물지역 내의 연료유탱크는 다음에 따라 검사를 하여야 한다. *(2020)*

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
-	1 개	2 개	절반, 최소한 2 개

(비고)
1. 이 요건은 (구조적)일체형탱크에 적용한다.
2. 검사할 탱크를 선택하는 경우 순환적으로 매 정기검사 시 다른 탱크를 검사한다.
3. (모든 용도의)피크탱크는 매 정기검사 시 내부검사를 하여야 한다.
4. 제3차 및 이후 정기검사 시 설치된 경우 화물지역 내 한 개의 연료유디프탱크를 포함하여야 한다.

(2) 각 정기검사 시에 시행하는 정밀검사의 최소범위는 광석운반선 이외 이중선체 산적화물선인 경우에는 **표** 1.3.13의 1)에, 광석운반선인 경우에는 **표** 1.3.13의 2)에 따른다.

(3) 검사대상구역의 정비, 부식방지시스템의 상태 및 이용가능한 정보에 따라 유사한 구역이나 유사한 선박에 결함이 있는 구조적 배치 또는 상세를 가지는 경우를 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사의 범위를 확대할 수 있다. *(2019)*

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 구역 내의 지역인 경우 **표** 1.3.13에 따른 정밀검사의 범위를 도장하부구조의 실제 평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. (604.의 2항 (3)호 참조) *(2019)*

5. 두께계측 범위

(1) 각 정기검사 시에 시행하는 두께계측의 최소범위는 **표** 1.3.14와 같다.

(2) 과도한 부식지역에 대하여 증가된 계측요건은 **지침 부록** 1-5의 **표** 18에 따르고, 102.의 1항에서 요구하는 검사계획서에 추가로 명시될 수 있는 바에 따른다. 이 증가된 두께계측은 검사가 완료되기 전에 시행되어야 한다. 전회 검사 시에 식별된 의심지역은 검사를 하여야 한다. 전회 검사 시에 식별된 과도한 부식지역은 두께계측을 시행하여야 한다. 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편** 또는 **13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 식별된 과도한 부식지역은 다음에 따를 수 있다. *(2021)*

(가) 도장제조자의 요건에 따른 경화보호도장을 하고 양호한 상태를 유지하는지를 확인하기 위하여 매년 검사를 하거나, 또는 이를 대신하여

(나) 매년 두께계측을 시행

(3) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측의 범위를 확대할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 경화보호도장이 양호한 상태인 탱크 내의 지역인 경우 **표** 1.3.14에 따른 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제 평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. (604.의 2항 (3)호 참조) *(2019)*

(5) 횡단면의 위치는 부식이 심하게 발생할 의심이 되는 부위 또는 갑판의 판 계측결과 부식이 심하게 발생된 부위를 선정한다. 그 중 한 개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다.

(6) 모든 평형수탱크 내의 트랜스버스 웨브프레임의 전반적, 국부적 부식정도를 파악하기 위하여 검사원이 필요하다고

인정하는 부위에 대하여 대표적인 두께계측을 시행하여야 하며, 또한 횡격벽판의 부식정도를 파악하기 위하여 두께계측을 시행하여야 한다. 정밀검사 결과, 구조적 결함이 없고, 경화보호도장을 하였다면 "도장상태가 유효하게 유지된다고 검사원이 인정하는 경우" 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2021)*

비고 : "도장상태가 유효하게 유지된다고 검사원이 인정하는 경우"라 함은 도장상태가 양호한 경우를 말한다.

6. 탱크 압력시험 범위

각 정기검사 시에 시행하는 화물창 및 탱크 압력시험의 최소범위는 **표 1.3.15**와 같다.

7. 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 12규칙 및 13규칙에 만족한 후의 추가 정기검사요건

(1) 화물창, 평형수탱크 및 건조구역의 수위감지기에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 12규칙의 요건에 적합한 선박의 경우 정기검사는 모든 수위감지장치 및 그 경보에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

(2) 배수펌핑장치의 가용성에 대한 해상인명안전협약(SOLAS) 제12장 13규칙의 요건에 적합한 선박의 경우 정기검사는 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크 및 건조구역의 어떤 부분이라도 최전방 화물창의 전방으로 연장되었다면 그 건조구역의 빌지를 배수 및 배출할 수 있는 수단 및 그 제어에 대한 검사 및 시험을 포함하여야 한다.

표 1.3.13 이중선체 산적화물선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위 *(2022)*

1) 광석운반선 이외

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 각 탱크 형식마다 2개의 대표적인 평형수탱크(최전방 양현의 톱사이드 및 이중선측 평형수탱크 포함) 내에서 1 개의 트랜스버스웨브(부근의 종늑골 및 판 포함) (*1)	1. 모든 평형수탱크 내에서 각 1개의 트랜스버스웨브(부근의 종늑골 및 판 포함) (*1)	1. 모든 평형수탱크 내의 모든 트랜스버스웨브(부근의 종늑골 및 판 포함) (*1)	1. 모든 평형수탱크 내의 모든 트랜스버스웨브(부근의 종늑골 및 판 포함) (*1)
2. 임의로 선정된 2 개의 화물창 횡격벽(상·하부 스툴의 내부 구조포함)(*3)	2. 1 개의 횡단면(선박의 좌현 또는 우현의 한 쪽 현에서 톱사이드, 호퍼사이드 및 이중선측 평형수탱크 포함) 내의 전후부 횡격벽(횡보강재 포함) (*1)	2. 모든 평형수탱크 내의 모든 횡격벽(횡보강재 포함) (*1)	2. 모든 평형수탱크 내의 모든 횡격벽(횡보강재 포함) (*1)
3. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)	3. 최전방 양현 이중선측 평형수탱크 내의 선수, 중앙 및 선미부에서 선측외판 및 내측판에 대하여 횡늑골 방식인 경우 횡늑골 25% 또는 종늑골방식인 경우 종늑골 25% (*2)	3. 모든 이중선측 평형수탱크 내의선수, 중앙 및 선미부에서 선측외판 및 내측판에 대하여 횡늑골방식인 경우 횡늑골 25% 또는 종늑골 방식인 경우 종늑골 25% (*2)	3. 모든 이중선측 평형수탱크 내의 선수, 중앙 및 선미부에서 선측외판 및 내측판에 대하여 횡늑골방식인 경우 모든 횡늑골 또는 종늑골 방식인 경우 모든 종늑골 (*2)
	4. 각 화물창 내의 1개의 횡격벽(상·하부스툴의 내부구조 포함) (*3)	4. 모든 화물창 횡격벽(상·하부스툴의 내부구조 포함) (*3)	4. 모든 화물창 횡격벽(상·하부스툴의 내부구조 포함) (*3)
	5. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)	5. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)	5. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 횡보강재 포함) (*4)
	6. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부구조 (*5)	6. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부구조 (*5)	6. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부구조 (*5)

(비고)

1. 상기 표에서 정밀검사 최소범위인 (*1)부터 (*5)는 **지침 부록 1-6, 1**항 (6)호에 개략적인 그림으로 표시되어 있다. *(2021)*
   (*1) : 톱사이드. 호퍼사이드 및 이중선측 평형수탱크의 트랜스버스웨브 또는 수밀횡격벽. 선수미피크탱크 내의 트랜스버스웨브는 인접하는 구조부재를 포함한 트랜스버스웨브링 전체를 말한다.
   (*2) : 이중선측탱크 내의 횡늑골
   (*3) : 화물창 횡격벽판, 횡보강재 및 거더
   (*4) : 화물창구덮개 및 코밍. 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 정밀검사/두께계측을 하여야 한다.
   (*5) : 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 갑판의 판 및 갑판하구조

2. 횡격벽에 대한 정밀검사는 다음의 4부위에 대하여 시행한다.
   Level(a) : 하부스툴이 없는 선박에 대하여 내저판의 직상부와 거싯판(있는 경우) 및 쉐더판의 직상부
   Level(b) : 하부스툴이 있는 선박에 대하여 하부스툴정판의 직상하부 및 쉐더판의 직상부
   Level(c) : 격벽의 중간높이부위
   Level(d) : 상갑판의 직하부와 상부윙탱크에 인접하는 부위 및 상부스툴이 있는 선박에 대하여 상부스툴하단판의 직하부 또는 톱사이드탱크의 직하부

표 1.3.13 이중선체 산적화물선의 정기검사 시 정밀검사 최소범위 (계속)

2) 광석운반선 *(2022)*

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 1개의 윙 평형수탱크 내 1개의 웨브프레임링 전체(인접하는 구조부재 포함) (*1)	1. 1개의 윙 평형수탱크 내 모든 웨브프레임링 전체(인접하는 구조부재 포함) (*1)	1. 모든 평형수탱크 내모든 웨브프레임링 전체(인접하는 구조부재 포함) (*1)	1. 모든 평형수탱크 내모든 웨브프레임링 전체(인접하는 구조부재 포함) (*1)
2. 1개의 평형수탱크 내 1개의 횡격벽 하부(거더 및 인접하는 구조부재 포함) (*1)	2. 1항 이외의 나머지 평형수탱크 내 각 1개의 갑판 트랜스버스(인접하는 갑판 구조부재 포함) (*1)	2. 모든 평형수탱크 내 모든 횡격벽 전체(거더 및 인접하는 구조부재 포함) (*1)	2. 모든 평형수탱크 내 모든 횡격벽 전체(거더 및 인접하는 구조부재 포함) (*1)
3. 임의로 선정된 2 개의 화물창 횡격벽(상·하부 스툴의 내부구조 포함) (*3)	3. 1개의 윙 평형수탱크 내 전후부 횡격벽 전체(거더 및 인접하는 구조부재 포함) (*1)	3. 모든 윙 보이드스페이스 내 1개의 웨브프레임링 전체(인접하는 구조부재 포함) (*1)	3. 모든 윙 보이드스페이스 내 1개의 웨브프레임링 전체(인접하는 구조부재 포함) (*1)
4. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 휨보강재 포함) (*4)	4. 3항 이외의 나머지 평형수탱크 내 각 1개의 횡격벽 하부(거더 및 인접하는 구조부재 포함) (*1)	4. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 보이드스페이스 내 추가의 웨브프레임링 (*1)	4. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 보이드스페이스 내 추가의 웨브프레임링 (*1)
	5. 각 화물창 내 1개의 횡격벽(상·하부스툴의 내부구조 포함) (*3)	5. 모든 화물창 횡격벽(상·하부스툴의 내부구조 포함) (*3)	5. 모든 화물창 횡격벽(상·하부스툴의 내부구조 포함) (*3)
	6. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 휨보강재 포함) (*4)	6. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 휨보강재 포함) (*4)	6. 모든 화물창의 창구덮개와 코밍(판 및 휨보강재 포함) (*4)
	7. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부 구조 (*5)	7. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부 구조 (*5)	7. 모든 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 모든 갑판 및 갑판하부 구조 (*5)

(비고)

1. 상기 표에서 정밀검사 최소범위인 (*1), (*3), (*4) 및 (*5)는 **지침 부록 1-6, 1**항 (6)호에 개략적인 그림으로 표시되어 있다. *(2021)*
   (*1) : 윙 평형수탱크 및 보이드스페이스의 트랜스버스 웨브프레임 또는 수밀횡격벽. 선수미 피크탱크 내의 트랜스버스웨브는 인접하는 구조부재를 포함한 트랜스버스웨브링 전체를 말한다.
   (*3) : 화물창 횡격벽판, 휨보강재 및 거더
   (*4) : 화물창구덮개 및 코밍. 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 정밀검사/두께계측을 하여야 한다.
   (*5) : 화물창구 사이 화물창구 측선 내에 있는 갑판의 판 및 갑판하구조

2. 횡격벽에 대한 정밀검사는 다음의 4부위에 대하여 시행한다.
   Level(a) : 하부스툴이 없는 선박에 대하여 내저판의 직상부와 거싯판(있는 경우) 및 쉐더판의 직상부
   Level(b) : 하부스툴이 있는 선박에 대하여 하부스툴정판의 직상하부 및 쉐더판의 직상부
   Level(c) : 격벽의 중간높이부위
   Level(d) : 상갑판의 직하부와 상부윙탱크에 인접하는 부위 및 상부스툴이 있는 선박에 대하여 상부스툴하단판의 직하부 또는 톱사이드탱크의 직하부

표 1.3.14 이중선체 산적화물선의 정기검사 시 두께계측 최소범위

제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
1. 의심지역	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서, 1) 화물창구 측선 밖에 있는 갑판에 있어서 2개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 3. 2항에서 규정된 횡단면에 해당하는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선측외판 4. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판 5. **표 1.3.13**의 1) 또는 2) 중 해당되는 표에 따른 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서, 1) 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 2) 화물창구 측선 밖에 있는 2개의 횡단면(그 중 1개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다) 3) 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 3. 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판 4. **표 1.3.13**의 1) 또는 2) 중 해당되는 표에 따른 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)	1. 의심지역 2. 화물지역 내에서, 1) 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 2) 화물창구 측선 밖에 있는 3개의 횡단면(그 중 1개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다) 3) 선저외판의 각 판 3. 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 4. **표 1.3.13**의 1) 또는 2) 중 해당되는 표에 따른 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측한다)

표 1.3.15 이중선체 산적화물선의 정기검사 시 압력시험 최소범위

정기검사 구분 / 탱크 또는 화물창	제1차 정기검사	제2차 정기검사	제3차 정기검사	제4차 및 이후 정기검사
화물지역 내의 평형수탱크, 디프탱크 및 평형수겸용 화물창의 모든 주위 벽	○	○	○	○

(비고)
1. 화물지역 내의 연료유탱크인 경우 대표적인 탱크에 대하여만 압력시험을 시행한다.
2. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 확대할 수 있다. **【지침 참조】**
3. 평형수탱크의 주위 벽은 공기관 상단까지의 수두로 시험하여야 한다.
4. 평형수화물창의 주위 벽은 창구상단 근처까지의 수두로 시험하여야 한다.
5. 연료유탱크의 주위 벽은 사용상태에서 일어날 수 있는 최고액면의 수두로 시험하여야 한다. 연료유탱크의 압력시험은 탱크 주위 벽에 대한 외부검사가 만족스럽고, 선장으로부터 압력시험이 규정에 따라 만족한 결과로 시행되어 왔다는 것이 확인되는 경우 특별히 고려할 수 있다.
6. 액체운송을 위하여 설계되지 아니한 이중저구역 및 기타구역의 시험은 탱크정판에 대한 검사와 내부검사가 만족스러운 경우 생략할 수 있다.

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

지침 제 1 편

선급등록 및 검사

GA-01-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 1 편 "선급등록 및 검사"의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 검사 신청되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 7월 1일

제 2 장 선급검사

제 4 절 정기검사(선체, 의장 및 소방설비)
- 403.의 3항을 새롭게 추가함.

〈부록〉

부록 1-1 선급부호의 선종, 특기사항, 추가설비부호의 부기상세
- 추가특기사항 중 Ice II 및 Remote를 새롭게 추가함.

적용일자 : 2021년 7월 1일 (건조 계약되는 선박)

〈부록〉

부록 1-12 제조중 등록검사시의 선체검사
- 부록 1-12-3의 4항을 개정함.

적용일자 : 2021년 8월 1일

제 2 장 선급검사

제 2 절 연차검사
- 202.의 3항 (6)호를 개정함.

적용일자 : 2022년 1월 1일

〈부록〉

부록 1-7 기관장치의 계속검사 절차(CMS)
- 표 2를 개정함.

적용일자 : 2022년 2월 20일

제 1 장 선급등록

제 4 절 제조후등록검사
- 401.의 3항을 개정함.

적용일자 : 2022년 3월 22일

〈부록〉

부록 1-7 기관장치의 계속검사 절차(CMS)
- 표 2를 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 선급등록

제 3 절 제조중등록검사
- 302.의 2항 (1)호를 개정함.

제 2 장 선급검사

제 10 절 임시검사
- 1001. 4항을 개정함.

제 17 절 대한민국 선박안전법 또는 어선법 적용대상선박에 대한 특별규정
- 1901. 2항을 삭제함.

〈부록〉

부록 1-1 선급부호의 선종, 특기사항, 추가설비부호의 부기상세
- 1항 1.1의 선종 No. 2-1, No. 3-1, No. 5, No. 6, No. 11, No. 18을 개정하고 No. 8-3을 새롭게 추가함.
- 추가특기사항 중 CEmN 관련 부호를 개정함.
- 추가특기사항 중 CEmS 관련 부호를 개정함.
- 추가특기사항 중 CLEAN 관련 부호의 적용규정을 개정함.
- 추가특기사항 중 EEDI 관련 부호를 신설함.
- 추가특기사항 중 ES-Wind 관련 부호를 신설함.
- 추가특기사항 중 URN 관련 부호를 신설함.
- 추가특기사항 중 LNG Ready D(A)를 신설함.
- 추가특기사항 중 LNG Ready 관련 부호를 개정함.
- 추가특기사항 중 PID를 신설함.
- 추가특기사항 중 ESA 관련 부호를 신설함.
- 추가특기사항 중 Methanol and/or Ethanol Ready 관련 부호를 신설함.
- 추가설비부호 중 GCU, Reliquefaction, DFDE (LNG, LPG)의 적용규정을 개정함.
- 추가설비부호 중 PMS-CBM 을 신설함.
- 추가설비부호 중 Smart(INFRA) 을 신설함.

부록 1-3 검사계획서 및 검사계획질의서 양식 작성의 예
- 표 1 검사계획서의 작성 예 중 7항을 개정함.

부록 1-5 선체구조부재의 두께계측 방법
- 1항 (1)호 (나)를 삭제함.
- 표 1번을 개정함.
- 표 9번을 개정함.

부록 1-7 기관장치의 계속검사 절차(CMS)
- 표 2의 4항 (9)호를 추가함.
- 표 3의 대상기기를 추가함.

부록 1-8 예방정비제도 절차(PMS)
- 표 2의 보조기관 및 기타 요건을 개정함.
- 3항 (3)호의 (나) 및 (4)호의 (다)를 개정함.

부록 1-12 제조중 등록검사 시의 선체검사
- 7항 (6)호를 개정함.

부록 1-16 탱크 및 밀폐경계에 대한 시험절차
- B편 2항 (5)호 (나)를 개정함.

부록 1-17 선박의 계선 및 재운항
- 202. 2항의 (2)호 및 (3)호를 개정함.

차 례

제 1 장 선급등록 ····· 1
제 2 절 선급부호 ····· 1
제 3 절 제조중등록검사 ····· 2
제 4 절 제조후등록검사 ····· 4
제 8 절 검사원의 권한 및 의무 ····· 10
제 13 절 기타의 장치 또는 설비의 등록 ····· 11

제 2 장 선급검사 ····· 13
제 1 절 일반사항 ····· 13
제 2 절 연차검사 ····· 13
제 3 절 중간검사 ····· 15
제 4 절 정기검사(선체, 의장 및 소방설비) ····· 16
제 5-1 절 정기검사(기관, 전기 및 추가설비) ····· 17
제 5-2 절 정기검사(선종별 추가요건) ····· 18
제 6 절 입거검사 ····· 19
제 7 절 프로펠러축 및 선미관축 등의 검사 ····· 20
제 8 절 보일러검사 ····· 21
제 9 절 기관장치의 계속검사 ····· 23
제 10 절 임시검사 ····· 25
제 12 절 개조검사 ····· 25
제 13 절 위험물 기타 특수화물을 적재하는 선박 ····· 25
제 15 절 일반건화물선의 선체검사 ····· 26
제 17 절 로로선의 현측문 및 내측문 등에 대한 검사요건 ····· 27
제 19 절 대한민국 선박안전법 또는 어선법 적용대상선박에 대한 특별규정 ····· 27

제 3 장 검사강화제도 적용대상선박의 선체검사 ····· 29
제 1 절 일반사항 ····· 29
제 2 절 산적화물선 ····· 29
제 3 절 유조선 ····· 30
제 4 절 위험화학품 산적운반선 ····· 32
제 5 절 이중선체 유조선 ····· 33
제 6 절 이중선체 산적화물선 ····· 33

〈부록〉
부록 1-1 선급부호의 선종, 특기사항, 추가설비부호의 부기상세 ····· 35
부록 1-2 비손상 복원성 지침 - 〈Void〉 ····· 55
부록 1-3 검사계획서 및 검사계획질의서 작성 예 ····· 56
부록 1-4 선박소유자 검사기록부 ····· 79
부록 1-5 선체구조부재의 두께계측 방법 ····· 80
부록 1-6 정밀검사 대상부위 ····· 161

부록 1-7 기관장치의 계속검사 절차(CMS) ····· 172
부록 1-8 예방정비제도 절차(PMS) ····· 182
부록 1-9 워터제트 추진장치 및 선회식 추진장치에 대한 검사기준 ····· 190
부록 1-10 복원성 적하지침기기 ····· 192
부록 1-11 전문공급자 승인지침 - 〈Void〉 (2019) ····· 200
부록 1-12 제조중등록검사 시의 선체검사 ····· 201
부록 1-12-1 조선소 검토 기록 ····· 222
부록 1-12-2 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙(산적화물선 및 유조선에 대한 목표기반 선박건조기준) 적용대상 유조선 및 산적화물선에 대한 요건 ····· 230
부록 1-12-3 선박건조철 양식 예 ····· 239
부록 1-12-4 선종별 대표적인 취약한 지역 ····· 246
부록 1-12-5 케이블 관통부 밀봉시스템 기록부 작성 예 ····· 255
부록 1-13 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램 ····· 256
부록 1-14 전형적인 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문의 예 ····· 258
부록 1-15 CLEAN 부여를 위한 요건 - 〈Void〉 ····· 274
부록 1-16 탱크 및 밀폐경계에 대한 시험절차 ····· 275
부록 1-17 선박의 계선 및 재운항 ····· 287
부록 1-18 신속하고 완전한 수리의 경우 고려하여야 하는 지역(구조부재) ····· 294

제 1 장 선급등록

제 2 절 선급부호

201. 선급부호 *(2021)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 201.의 (2)호부터 (4)호의 규정 중 연해구역 및 평수구역에 대한 구분은 다음에 따른다. 다만, 각 기국정부에서 명시된 정의가 있을 경우에는 기국정부의 정의에 따른다.

(가) 연해구역 : 해안으로부터 20마일(1마일을 1852 m로 한다) 이내의 수역.
(나) 평수구역 : 호수, 하천 및 항내의 수역.

2. **규칙** 201.의 (2)호부터 (4)호의 규정 중 항해구역에 제한을 받는 선박의 선체부호, 기관부호 및 의장부호에 적용하는 규정은 다음에 따른다.

(1) 선체부호
KRS 0 : 다음의 규정에 따라 선체구조 및 강도를 경감하여 항해구역에 제한(연해구역 또는 평수구역)을 받는 선박.
(가) **지침 3편 1장** 201.의 (1)호
(나) **강재부선 규칙 23장** 202. 또는 302.
(다) **지침 10편 1장** 201.의 1항 (1)호부터 (3)호 및 2항 (1)호부터 (3)호

(2) 기관부호
KRM 0 : 다음의 규정에 따라 기관장치 및 전기설비를 경감하여 항해구역에 제한을 받는 선박
(가) **지침 5편 3장** 203. 및 204.의 2항
(나) **지침 6편 1장** 101.의 1항 (4)호 및 (5)호

(3) 의장부호
다음의 규정에 따라 선체의장 또는 기관의장을 경감한 선박에 대하여는 선체부호 및 기관부호에 C 또는 S를 부기한다.

(가) C : 연해구역을 조건으로 하는 선박에 부여한다.
(a) 선체의장:
(i) **지침 3편 1장** 201.의 (2)호 및 (3)호
(ii) **지침 10편 1장** 201.의 1항 (4)호 및 (5)호
(iii) **강재부선 규칙 23장** 203.

(b) 기관의장:
(i) **지침 5편 1장** 401.의 1항, **지침 8편 부록 8-3**의 1항 (3)호 (다) (b), **지침 5편 6장** 702.의 2항 (2)호, 802.의 1항 (2)호, 804.의 1항 (2)호 및 2항 (1)호, 903.의 1항 (1)호 및 (3)호, **지침 5편 7장** 204.의 1항 (2)호, 206.의 1항 (2)호, 207.의 2항 (2)호, 209.의 2항 (2)호, 301.의 6항 (2)호 및 **지침 5편 8장** 101.의 1항 (1)호

(나) S : 평수구역을 조건으로 하는 선박에 부여한다.
(a) 선체의장:
(i) **지침 3편 1장** 201.의 (2), (3)호 및 **지침 4편 8장** 101.의 1항
(ii) **지침 10편 1장** 201.의 2항 (4)호부터 (7)호
(iii) **강재부선 규칙 23장** 303., 304., 305. 및 306.

(b) 기관의장:
(i) **지침 5편 1장** 401.의 1항, **지침 5편 6장** 702.의 2항 (1)호, 802.의 1항 (1)호, 901.의 5항 (2)호, 903.의 1항 (1)호, **지침 5편 7장** 201.의 1항, 409. 및 **지침 5편 8장** 101.의 1항 (1)호
(ii) **강재부선 규칙 23장** 307.

제 3 절 제조중등록검사 *(2021)*

302. 도면승인 【규칙 참조】

1. 선체관계의 승인신청 도면에는 다음의 사항도 명시하여야 한다.

(1) 중앙횡단면도

(가) 강도상의 흘수(scantling draft : ds), 또는 ds - d(**3편 1장 111.**에 정의된 만재흘수) 〉 300mm의 경우는 ds에 대응하는 선박의 길이(L)(기타 주요도면에도 명시한다) *(2017)*

(나) 건현의 종류(기타 건현의 지정조건에 관계가 있는 도면에도 명시한다)

(다) 다층 갑판선에서는 건현 갑판의 위치

(라) 목재 만재흘수선을 표시하는 선박에서는 그것에 대응하는 흘수

(마) 갑판상에 특수한 화물(목재를 포함)을 적재하는 선박에서는 그 갑판하중(kN/m^2)

(바) 산적화물선에는 그 적재조건(화물의 비중 등)

(사) **규칙 1편 2장 101.**에서 정하는 선박의 길이(L) *(2017)*

(2) 강재배치도

Lf(**3편 1장 103.**에 정의된 건형용 길이) 및 Lf의 전후단점 또는 Lf의 최단점에서 1/4 Lf의 점 *(2017)*

(3) 외판전개도

표준 현호와 노출갑판의 웰 부의 현호와의 비교표

(4) 배수관 장치도

(가) 계획 만재흘수선상 0.01 L_f 및 0.02 L_f의 선

(나) 계획 만재흘수선상 600 mm의 선

(다) 건현 갑판 하 450 mm의 선

2. **제출도면의 생략 및 추가**

(1) 동형선을 건조하는 경우 제출도면을 생략할 때에는 승인도면 생략 신청서와 다음의 도면을 각 3부 제출하여야 한다. *(2022)*

(가) 일반배치도

(나) 중앙횡단면도

(다) 강재배치도

(라) 외판전개도

(마) 기관실 전체장치도

(바) 축계장치도

(사) 기관실 배관계통도

(아) 동력계통도

(자) 원도면과 개정이 있는 부분의 개정도

(차) 승인도면에 대한 적용규칙이 변경되었을 경우에는 그 변경에 관한 도면

(2) (1)호의 도면 중 (자) 및 (차)에 대하여는 계산서 등의 참고자료도 제출하여야 한다. 또한 제출도면의 일부 생략이 승인된 경우에 생략된 도면은 최종적으로 승인된 원도면과 동일한 것으로 취급한다.

(3) (1)호 이외의 경우에도 우리 선급으로부터 이미 승인된 도면으로 건조하고자 하는 경우에는 (1)호 및 (2)호에 따라 제출도면을 생략할 수 있다.

(4) 검사원의 입회가 두 개 이상의 지역에서 이루어져야 할 것이 예상되는 경우에는 추가부수의 도면제출을 요구할 수 있다.

3. **건현을 변경하는 경우의 도면 재조사**

도면 승인을 끝낸 선박으로 건현 계산을 시행한 결과, 형상건현에 여유가 있기 때문에 d에 대응하는 건현보다 작은 건현지정을 희망할 경우에는 다음의 서류에 희망하는 흘수(d_f)와 d_f에 대한 선체 각 부재 및 종강도계산서를 첨부하여 미리 신청하여야 한다.

(1) $d_f - d \leq 300$ mm경우
흘수 증가를 위한 도면 재조사 신청서
다만, $d_s \geq d_f$ 인 경우에는 제외한다.

(2) $d_f - d > 300$ mm경우
계획 변경에 따른 도면 재조사 신청서

(3) 계획 변경에 따른 도면 재조사 신청서에는 d_f 에 대응하는 선박의 길이를 기재하고, 선체 주요치수를 정정한 주요 도면을 제출한다.

(4) 의장수 및 의장품에 대하여는 **지침 4편 8장**에 따른다.

4. **검사 및 시험방안서** *(2020)*

조선소는 다음을 포함한 검사 및 시험을 받고자 하는 항목에 대한 방안서를 해당 검사 및 시험에 앞서 검사원에게 승인용 또는 참고용으로 제출하여야 한다.

(1) 승인용
(가) 검사 및 시험 방안서(ITP : Inspection and Test Plan)
(나) 용접 전 조립검사 방안 (필요한 경우)
(다) 모든 수밀 및 풍우밀 폐쇄장치를 포함한 구조시험(누설 및 사수시험 포함) 방안서
(라) 비파괴 검사방안
(마) 복원성시험 방안서
(바) 시운전 방안서
(사) 도장시공 사양서 및 품질관리방안(PSPC 부기부호를 갖는 선박인 경우 표면처리에 대한 검사 및 도장절차 포함)
(아) 하역설비 검사 방안서 (해당되는 경우)
(자) 선상검사 방안서(Onboard Test Procedure)
(차) 선체건조감시 계획서 (해당되는 경우)
(카) 특정 선박형식 또는 정부대행요건에 대한 기타 방안 (해당되는 경우)

(2) 참고용
(가) 완결된 강재작업의 검사를 위한 방안 - 일반적으로 블록분할도를 말하며 선행탑재 및 탑재 또는 기타 관련단계에서 블록 상호간의 연결에 대한 상세를 포함

304. 기관장치 【규칙 참조】

규칙 304.에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험"이라 함은 **규칙 6편 2장 301.**의 1항 및 2항(**규칙 9편**에서 정의하는 CMA선 또는 UMA선에 대하여는 **규칙 9편 3장 203.**)의 시험을 말한다.

306. 제반시험 *(2021)* 【규칙 참조】

규칙 306.에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험"이라 함은 **규칙 6편 2장 302.** 및 **303.**(**규칙 9편**에서 정의하는 CMA선 또는 UMA선에 대하여는 **규칙 9편 3장 204.** 및 **205.**)의 시험을 말한다.

307. 복원성 *(2021)* 【규칙 참조】

1. **규칙 307.**의 1항을 적용함에 있어서 국제항해에 종사하지 아니하는 선박으로서 선박길이가 24 m 미만인 다음 각 호에 해당되는 선박은 적용을 제외한다.

(1) 예인, 해난구조, 준설 또는 측량에 사용되는 선박
(2) 부선
(3) 여객선이 아니거나 카페리선이 아닌 선박으로서 호수, 하천, 항만 안에서만 항해하는 선박
(4) 기름 또는 폐기물 등을 산적하여 저장하는 해상구조물
(5) 위험물을 산적하여 저장하는 해상구조물

2. 복원성시험이라 함은 경사시험과 동요시험을 말한다. 다만, 2008 IS Code Part A에 규정된 계산식에 의하여 선박의 횡요주기를 산출할 수 있는 경우에는 특별히 요구되는 경우를 제외하고 동요시험을 생략할 수 있다. *(2020)*

제 4 절 제조후등록검사

401. 제조후등록검사 【규칙 참조】

1. 우리 선급에 등록하고자 하는 선박이 우리 선급에서 정하는 사전검사 대상선박인 경우에는 등록검사를 착수하기 전에 사전검사를 실시하고 그 결과에 따라 등록검사 여부를 결정한다. 검사사항에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

2. **규칙 401.**에서 선체, 기관 및 의장 등에 대하여 필요에 따라 현재치수를 실측하는 주요부분은 등록 자료를 검토하여 건명서의 기재에 필요한 사항을 말한다.

3. **규칙 401.**을 적용함에 있어서 "정기검사와 동등한 정도"라 함은 선박의 선령 및 선종에 따라 두께계측을 포함한 선체 및 기관에 대한 정기검사, 입거검사, 프로펠러축 및 선미관축 등의 검사와 보일러검사의 해당 검사를 시행하는 것을 말한다. 단, 국제선급연합회(IACS)의 QSCS(Quality System Certification Scheme)에 적합함이 검증된 선급으로부터 개조나 변경이 없이 선급이전(TOC)되는 선령 5년 미만의 여객선의 경우 아래의 검사를 적용할 수 있다. *(2022)*
   (1) 입거검사
   선령, 운항기록, 선박 수리 기록 등을 검토 후 수중검사로 대신할 수 있다.
   (2) 주기관 및 보조기관 개방검사
   전회 개방검사 이후 제조자가 권고하는 개방시기를 넘지 않는 경우 **규칙 2장 303.**의 1~4항에 따라 검사하여야 한다.
   (3) 프로펠러 축 및 선미관 축검사
   (가) 기름윤활 방식 축이나 폐회로형 청수윤활 축인 경우 **규칙 2장 702.**의 2항 (2) 호에 따라 검사하여야 한다.
   (나) 개방형 물윤활 방식의 축인 경우 **규칙 2장 703.**의 2항 (2)호에 따라 검사하여야 한다.
   (4) 보일러검사
   규칙 2장 802.의 2항에 따라 검사하여야 한다.

4. 우리 선급은 재료시험, 비파괴시험, 수압시험 및 해상시운전 등을 포함한 추가적인 검사, 시험 및 측정을 요구할 수 있다.

5. 등록신청을 하기 전 5년의 어느 일부 기간 동안에 선박이, 우리선급 또는 국제선급연합회(IACS)의 품질시스템 인증체계(QSCS)의 적합함이 검증된 선급에 등록되었었고 탈급 후 개조나 변경이 없을 경우, 검사요건은 특별히 고려 할 수 있으나 다음에서 요구하는 것 보다 작아서는 아니 된다. *(2019)*
   (1) 우리선급에 등록되었던 선박의 경우, 기한이 지난 모든 검사 및 기한이 지난 지적사항
   (2) 국제선급연합회(IACS)의 품질시스템 인증체계(QSCS)의 적합함이 검증된 선급에 등록되었던 선박의 경우, 적용지침 **403.**(선급이전) 요건과 동일한 검사

6. 선급이전(TOC)되는 여객선 및 어선의 경우, 검사항목은 상기 항목중 **1, 2, 3** 및 **4**항까지만 적용한다. *(2017)*

402. 도면의 제출 【규칙 참조】

1. 제조후등록검사 시에는 다음의 (1) ~ (5)의 도면 및 자료((1)의 (자) 및 (타) 는 제외)를 승인용으로 제출하여야 하며, 아래 (1)의 (자), (타) 및 (6)은 참고용으로 제출하여야 한다. 또한 선박의 특성 및 용도에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료의 목록을 추가로 선박소유자에게 통보하여 제출받아야 한다. *(2020)*

(1) 선체관계 : 각 3부씩 제출(다만, (자), (차), (타), (하) 및 (거)는 2부 제출)
(가) 일반배치도
(나) 중앙횡단면도
(다) 강재배치도
(라) 외판전개도
(마) 횡격벽 구조도
(바) 타 및 타두재 구조도
(사) 선미재 구조도
(아) 창구덮개 구조도 (해당 선박에 한함)
(자) 용적도 - 참고용 *(2020)*
(차) 적하지침서 (해당 선박에 한함)
(카) 적하지침기기 시험성적서 (해당 선박에 한함)
(타) 선체선도 또는 이와 동등한 자료 (해당선박에 한함) - 참고용 *(2020)*
(파) 목재 적재 장치도 (목재 만재흘수선의 지정을 희망하는 경우)
(하) 복원성자료 (배수량등곡선도 또는 표 포함)
(거) 손상복원성자료 (해당 선박에 한함)

(2) 기관관계 : 각 3부씩 제출
(가) 기관실 전체 장치도
(나) 축계장치도
(다) 전로계통도
(라) 동력전달장치, 중간축, 추력축 및 프로펠러축의 도면
(마) 프로펠러 도면
(바) 제관장치도
(사) 주기관, 추진용 기어 및 클러치장치(또는 제조자 사양, 형식 및 출력에 대한 자료)
(아) 조타장치 배관 및 배치도와 조타장치 제조자 사양 및 형식에 대한 자료
(자) 증기터빈선인 경우 주보일러, 과열기 및 이코노마이저(또는 제조자 사양, 형식 및 출력에 대한 자료) 및 증기관장치도
(차) 선령 2년 미만의 선박에 대하여 주축계 비틀림 진동계산서
(카) 무인자동화 설비선박에 대한 추가자료
- 설비 및 경보목록
- 화재경보장치
- 자동안전장치 (예를 들면, 감속, 비상차단 등)의 목록
- 작동시험방안서

(3) 대빙구조 부기부호를 가진 선박인 경우 신축이음 및/또는 추진계통 축의 비틀림 제한장치에 대한 도면(또는 제조자의 사양, 형식 및 출력에 대한 자료)을 제출하여야 한다.
(4) 유조선인 경우 선수미단의 펌핑장치도 및 코퍼댐과 펌프실의 배수장치도
(5) 기국정부 또는 협약에서 요구하는 도면 (해당 선박에 한함) : 3부
(6) 기타
(가) 검사보고서(건명서 및 최초기록부 포함)의 사본 : 1부
(나) 본선이 보유하는 선급, 검사, 협약 등에 관한 증서의 사본 : 1부
(다) 필요한 경우 본선의 경력, 현상을 구체적으로 표시하는 자료 : 1부

2. 1항에 규정된 도면 및 자료에 상응하는 도면 또는 자료가 제출되는 경우 이를 해당도면 또는 자료로서 인정할 수 있다.
3. **도면, 자료 등의 심사 결과의 통지**
우리 선급은 1항에 정하는 도면 및 자료를 심사한 후 그 결과를 신청자에게 통지한다. 다만, 이들의 자료로서 심사가 곤란한 경우에는 본선에 대하여 현상조사를 할 수 있다.

403. 타선급선의 등록검사 또는 선급이전(TOC(Transfer of Classification)) *(2020)* 【규칙 참조】

국제선급연합회(IACS)의 QSCS(Quality System Certification Scheme)에 적합함이 검증된 선급에 등록되어 있는 선박을 우리 선급에 등록하고자 할 경우에 제출하여야 할 도면의 종류 및 검사사항은 다음과 같으며, 선박의 특성 및 용도에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료의 목록을 추가로 선박소유자에게 통보하여 참고용으로 제출받아야 한다.

1. 제출도면 및 자료 *(2020)*

(1) 선체관계 : 각 1부씩 제출
(가) 일반배치도
(나) 중앙횡단면도
(다) 강재배치도
(라) 외판전개도
(마) 횡격벽 구조도
(바) 타 및 타두재 구조도
(사) 창구덮개 구조도 (해당 선박에 한함)
(아) 용적도
(자) 적하지침서 (해당 선박에 한함)
(차) 목재 적재 장치도(목재 만재흘수선의 지정을 희망하는 경우)
(카) 복원성자료(배수량등곡선도 또는 표 포함)
(타) 손상복원성자료 (해당 선박에 한함)
(파) 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(규칙 11편, 12편 또는 13편)에 따라 건조된 선박인 경우 각 구조요소에 대한 건조두께, 신환두께 및 모든 자발적인 추가두께를 나타내는 도면

(2) 기관관계 : 각 1부씩 제출
(가) 기관실 전체 장치도
(나) 축계장치도
(다) 전로계통도
(라) 동력전달장치, 중간축, 추력축 및 프로펠러축의 도면
(마) 프로펠러도면
(바) 제관장치도
(사) 주기관, 추진용 기어 및 클러치장치(또는 제조자 사양, 형식 및 출력에 대한 자료)
(아) 조타장치 배관 및 배치도와 조타장치 제조자 사양 및 형식에 대한 자료
(자) 증기터빈선인 경우 주보일러, 과열기 및 이코노마이저(또는 제조자 사양, 형식 및 출력에 대한 자료) 및 증기관 장치도
(차) 선령 2년 미만의 선박에 대하여 주축계 비틀림 진동계산서
(카) 무인자동화 설비선박에 대한 추가자료
- 설비 및 경보목록
- 화재경보장치
- 자동안전장치(예들 들면, 감속, 비상차단, 등)의 목록
- 작동시험방안서

(3) 대빙구조 부기부호를 가진 선박인 경우 신축이음 및/또는 추진계통 축의 비틀림 제한장치에 대한 도면 (또는 제조자의 사양, 형식 및 출력에 대한 자료)을 제출하여야 한다.
(4) 유조선인 경우 선수미단의 펌핑장치도 및 코퍼댐과 펌프실의 배수장치도
(5) 기국정부 또는 협약에서 요구하는 도면 (해당선박에 한함) : 각 1부씩 제출
(6) 타선급선의 선급이전 (TOC) 업무협정에 따라 타선급의 Survey Status 및 자료를 입수하는데 선박소유자가 동의한다는 공문형식의 선박소유자 동의서. 선박소유자 동의서는 우리 선급에 등록신청한 선박소유자가 작성하여도 된다.

(7) 기타
(가) 검사보고서(건명서 및 최초기록부 포함)의 사본 : 1부
(나) 본선이 보유하는 선급, 검사, 협약 등에 관한 증서의 사본 : 1부
(다) 필요한 경우 본선의 경력, 현상을 구체적으로 표시하는 자료 : 1부
(라) 선체검사요약서 (해당선박에 한함) : 1부

(8) 대체설계 및 배치의 승인을 위하여 요구되는 추가 문서
(가) 대체설계 및 배치에 대한 승인문서가 있는 경우 제출하여야 한다.

2. 1항에 규정된 도면 및 자료에 상응하는 도면 또는 자료가 제출되는 경우 이를 해당도면 또는 자료로서 인정할 수 있다.

3. 타선급선의 등록검사 시 다음 각 호에 해당되는 경우 관련도면에 대하여는 402.에 따른다. *(2018)*
(1) 상위 항해구역으로 변경되는 경우
(2) 개조사항이 있는 경우
(3) 선박의 용도가 변경되는 경우
(4) 국적이 변경되어 추가의 규정이 적용되는 경우

4. 등록검사
등록검사는, 선급유지를 위한 정기적 검사로 시행하도록 요구되는 것은 아니지만, 선급유지를 위한 정기적 검사로서 시행할 수 있다. 선급유지를 위한 특정 정기적 검사 시까지 적합하여야 하는 지적사항은 등록검사를 선급유지를 위한 특정 정기적 검사로 시행하지 아니하는 이상, 또는 지적사항이 기한이 지나지 아니하는 이상 등록검사 시에 시행/적합할 필요는 없다. *(2020)*

(1) 선급이전으로 우리 선급에 등록하는 경우

(가) 모든 검사가 최신화되었다는 기록에도 불구하고, 다음과 같이 선령 및 탈급선급의 선급현황에 기초하여 범위가 정해져야 하는 등록검사를 최소 기술요건으로써 시행하여야 한다. 다만, 우리 선급은 선박의 상태에 따라 필요하다고 인정할 때에는 다음에서 요구하는 것보다 더 엄격한 범위의 검사를 요구할 수 있다.

(a) 선체 등록검사
(i) 선령 5년 미만의 선박은 연차검사와 동등한 정도로 검사한다.
(ii) 선령 5년 이상 10년 미만의 선박은 연차검사 항목 및 대표적인 평형수구역에 대하여 검사한다.
(iii) 선령 10년 이상 20년 미만의 선박은 다음을 제외하고 연차검사 항목, 대표적인 평형수구역 및 대표적인 화물구역에 대하여 검사한다. *(2019)*

① 가스운반선인 경우, 화물구역에 대한 내부검사를 대신하여 다음에 따른다.
- 가능한 범위까지 독립형 화물탱크와 관련지지 구조에 대한 외부검사를 포함하여, 주위의 평형수 탱크 및 보이드스페이스에 대한 검사
- 화물격납설비가 올바르게 작동하는지를 검증하기 위하여 화물일지 및 작업기록에 대한 검토

② 선령이 10년 이상 15년 미만의 위험화학품 산적운반선의 경우, 내부 보강재와 늑골이 없는 화물탱크의 내부검사를 대신하여 주위의 평형수탱크, 보이드스페이스 및 갑판구조에 대하여 검사한다.

(iv) 선령 15년 이상 20년 미만인 산적화물선, 유조선 및 케미컬탱커 등 검사강화제도(ESP) 적용대상선박은 차기검사 중 먼저 도래하는 정기검사 또는 중간검사 항목을 검사한다.
(v) 선령 20년 이상인 모든 선박은 정기검사 항목을 검사한다. 이 요건은 선체계속검사를 시행하는 선박에도 적용한다.
(vi) (i)부터 (v)의 요건을 대신하여 특정지역에서 운용될 목적으로 건조된 부유식 생산 및/또는 저장 선박은 다음에 따른다.
① 선령 5년 미만의 선박은 연차검사 항목을 검사를 한다.
② 선령 5년 이상 10년 미만의 선박은 연차검사 항목 및 평형수탱크 중 20 %에 대하여 검사한다.
③ 선령 10년 이상 20년 미만의 선박은 연차검사 항목, 평형수탱크 중 20 % 및 화물구역 중 20%에 대하여 검사한다.
④ 선령 20년 이상의 선박은 정기검사 항목을 검사한다.

(vii) 특정지역에서 운용될 목적으로 건조된 부유식 생산 및/또는 저장 선박 중 다른 선종으로부터 개조된 경우는 다음에 따른다.

① 개조 후 20년이 경과될 때 까지는 연차검사 항목, 평형수탱크 중 20% 및 화물구역 중 20%에 대하여 검사한다.

② 개조 후 20년이 경과된 후에는 정기검사 항목을 검사한다.

(viii) (iv) 및 (v)를 적용함에 있어서, 타선급선의 등록검사를 시행하는 시점이 선박의 입거검사 시기가 아닌 경우 입거검사(선체검사항목)를 대신하여 승인된 수중검사업자에 의한 수선하부 선체에 대한 검사를 시행할 수 있다. *(2018)*

(ix) (iv) 및 (v)를 적용함에 있어서, 선령이 15년을 넘는 선박에 대한 앵커와 앵커체인의 배열 및 계측은 등록검사를 선급유지를 위한 정기적 검사로 시행하지 않는 이상 등록검사의 일부로서 시행될 것이 요구되지 않는다. 만일, 등록검사를 선급유지를 위한 정기적 검사로 시행하는 경우 탈급선급에 의해 시행된 앵커와 앵커체인의 배열 및 계측이 해당 정기적 검사의 검사기한 내에 시행되었다는 것을 조건으로 우리 선급은 탈급선박에 의해 시행된 앵커와 앵커체인의 배열 및 계측을 인정하는 것에 대하여 고려할 수 있다.

(x) (i)부터 (viii)를 적용함에 있어서, 해당되는 경우 우리 선급은 탈급선급에 의해 시행된 두께계측을 인정하는 것에 대하여 다음과 같이 고려할 수 있다.

① 등록검사를 선급유지를 위한 정기적 검사로서 시행하는 경우 탈급선급의 두께계측은 해당 정기적 검사의 검사기한 내에 계측된 것이어야 한다.

② 등록검사를 선급유지를 위한 정기적 검사로서 시행하지 아니하는 경우 탈급선급의 두께계측은 다음의 기한 내에 계측된 것이어야 한다.

- 정기검사 항목을 시행하는 등록검사를 시행하는 경우 등록검사 완료 전 15개월 이내
- 중간검사 항목을 시행하는 등록검사를 시행하는 경우 등록검사 완료 전 18개월 이내

상기 ① 및 ②의 두 경우에 있어서, 탈급선급의 두께계측은 해당 검사요건에 적합함이 우리 선급에 의하여 검토되어야 하며, 우리 선급이 만족하는 확인계측을 시행하여야 한다.

(xi) (iii)부터 (viii)를 적용함에 있어서, 선령이 15년을 넘는 선박에 대한 탱크 압력시험은 등록검사를 선급유지를 위한 정기적 검사로 시행하지 아니하는 이상 등록검사의 일부로서 시행될 것이 요구되지 아니한다. 만일, 등록검사를 선급유지를 위한 정기적 검사로 시행하는 경우 탈급선급에 의해 시행된 압력시험이 해당 정기적 검사의 검사기한 내에 시행되었다는 것을 조건으로 우리 선급은 탈급선급에 의해 시행된 압력시험을 인정하는 것에 대하여 고려할 수 있다.

(xii) (i)부터 (viii)를 적용함에 있어서, 해당되는 경우 (S26(Strength and Securing of Small Hatches on the Exposed Fore Deck) 및 S27(Strength Requirements for Fore Deck Fittings and Equipment)과 같이) 이후 도래하는 정기적 검사 시에 만족할 것을 요구하는 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR)은 등록검사를 선급유지를 위한 정기적 검사로 시행하지 아니하는 이상 등록검사의 일부로서 시행/완료될 것이 요구되지 아니한다.

(b) 기관 등록검사

모든 주요 기관장치에 대하여 전반적인 검사를 시행하여야 하며 이 검사는 다음의 사항을 포함하는 것이어야 한다.

(i) 모든 보일러, 이코노마이저 및 증기 발생장치의 안전밸브 조정을 확인하고 연료 연소장치는 실제 작동상태에서 검사하여야 한다.

(ii) 모든 압력용기는 제출된 도면 또는 증서로서 확인하여야 한다.

(iii) 절연저항, 발전기 보호용 차단기, 우선차단 장치, 발전기 원동기의 조속기를 시험하고 병렬 및 부하분담이 확인되어야 한다.

(iv) 모든 경우에 있어서 항해등 및 지시기는 그 작동상태를 확인하여야 하고 비상전원의 급전 상태를 확인하여야 한다.

(v) 빌지 배출장치 및 연료유 연소장치들은 연료유밸브, 연료유펌프, 윤활유펌프 및 강제 환풍장치에 대한 폐쇄장치 및 비상소화펌프를 포함하여 작동상태에서 검사 및 시험을 하여야 한다.

(vi) 재순환 및 결빙 제거장치가 해당 규칙의 요건에 적합한지 확인하여야 한다.(대빙구조에 대한 선급부호를 요구한 경우)

(vii) 주요제어 및 조타장치를 포함하여 선박이 해상에서 운항하는데 필요한 주 및 모든 보조기관장치를 작동상태에서 시험하여야 하며 보조 조타장치를 시험하여야 한다. 만일 선박이 장기간 계선하고 있었다면 검사원의 판단에 따라 짧은 해상 시운전을 시행하여야 한다.

(viii) 시동장치를 확인하여야 한다.

(ix) 유조선의 경우 화물유 장치 및 위험구역내의 전기장치에 대하여 해당규칙의 요건에 적합한지 확인하여야 한다. 방폭형 전기설비가 설치되어 있는 경우 검사원은 이 장치들이 인정된 기관 에 의해 승인된 것인지 확인하여야 한다. 불활성가스장치의 안전장치, 경보장치 및 기타 주요장치들에 대하여 검사하고 이 장치가 선박에 위험을 초래하지 아니하는 것을 확인하기 위하여 전반적인 검사를 시행하여야 한다.

비고 : 타선급의 제조중등록검사를 받은 후 선박의 인도 시 선급이전으로 또는 중복선급선이나 공동선급선으로 우리 선급에 등록하는 경우 (iii) 및 (ix)항목은 선박의 기록을 검토하는 것으로 검증될 수 있다.

(나) 선령이 15년 미만인 선박의 경우 (가)에 규정된 모든 해당검사를 만족하게 완료하기 전까지, 그리고 기한이 지난 모든 검사 및 기한이 지난 모든 지적사항을 선박소유자에게 탈급선급이 명시한 바대로 완료 및 시정하기 전까지는 단기선급증서 또는 화물을 운송할 수 있게 하는 다른 문서를 발급하여서는 아니 된다.
선령이 15년 이상인 선박의 경우 (가)에 규정된 모든 해당검사를 만족하게 완료하기 전까지, 그리고 기한이 지난 모든 검사 및 기한이 지난 모든 지적사항을 탈급선급이 완료 및 시정하기 전까지는 단기선급증서 또는 화물을 운송할 수 있게 하는 다른 문서를 발급하여서는 아니 된다.
검사를 시행하는 첫 번째 항구에서 시설을 이용할 수 없는 경우 (가)에서 요구하는 검사의 완료를 위하여 시설을 이용할 수 있는 항구까지의 직항을 허용하는 단기선급증서를 발급할 수 있다. 이러한 경우 (가)에 규정된 검사는 검사를 시행하는 첫 번째 항구에서 시행가능한 최대한의 범위까지 시행하되, 어떠한 경우에도 연차검사 선체항목 및 (가) (b)에서 요구하는 기관 검사항목보다 작아서는 아니 된다. *(2020)*

(다) 단기선급증서 및 선급증서의 유효성은 탈급선급이 지정한 날짜 및 명시한 바대로 완료하여야 하는 미결된 모든 지적사항에 따라 제약을 받는다. 미결된 모든 지적사항은 그 검사지정일과 함께 다음에 명시되어야한다. *(2020)*
(a) 단기선급증서 및/또는 선급검사보고서 및
(b) 선급증서가 발급되는 경우 검사현황

(라) 탈급선급으로부터 추가의 미결된 검사 또는 지적사항이 접수되는 경우에도 해당되는 경우 (나) 및 (다)에 따라야 한다. 만일 이러한 추가의 정보가 단기선급증서를 발급한 후에 접수되는 경우 기한이 지난 모든 검사 또는 지적사항에 대하여 첫 번째 도착항에서 다음에 따라 처리되어야 한다. *(2020)*
(a) 선령이 15년 미만인 경우 우리 선급에 의하여 또는
(b) 선령이 15년 이상인 경우 탈급 선급에 의하여

(2) 중복선급선으로 우리 선급에 등록하는 경우 *(2020)*
(가) 첫 번째 선급에 의하여 제공된 선급현황의 지적사항을 고려하여 (1) (가)의 요건에 따라서 등록검사를 시행한다.

(3) 공동선급선으로 우리 선급에 등록하는 경우 *(2020)*
(가) 최소한 연차검사 수준의 등록검사를 시행한다.

(4) 타선급의 제조중등록검사를 받은 후 선박의 인도 시 중복선급선 또는 공동선급선으로 우리 선급에 등록하는 경우 (1) (가)에 규정된 모든 해당 검사를 시행하고 만족하게 완료하여야 한다.

5. 우리 선급의 중복선급선으로서 상대선급에서 탈급하는 경우 *(2020)*
(1) 선령이 15년 미만인 선박의 경우 상대선급의 기한이 지난 모든 지적사항에 대하여 검사가 가능한 첫 번째 도착항에서 완료하고 상대선급의 미결된 모든 지적사항에 대하여는 상대선급의 지정일까지 완료하여야 한다.
선령이 15년 이상인 선박의 경우 상대선급의 기한이 지난 모든 지적사항은 상대선급에 의하여 완료되어야 하고 상대선급의 미결된 모든 지적사항에 대하여는 상대선급의 지정일까지 완료하여야 한다.

(2) 선급증서의 유효성은 상대선급이 지정한 날짜 및 명시한 바대로 완료하여야 하는 미결된 모든 지적사항에 따라 제약을 받는다. 미결된 모든 지적사항은 그 검사지정일과 함께 다음에 명시되어야 한다.
(a) 선급검사보고서 및
(b) 검사현황

(3) 상대선급으로부터 추가의 지적사항이 접수되는 경우에도 해당되는 경우 (1) 및 (2)에 따라야 한다. 만일 이러한 추가의 지적사항이 단기선급증서를 발급한 후 또는 선급증서에 이서한 후에 접수되는 경우 기한이 지난 모든 지적사항에 대하여 검사가 가능한 첫 번째 도착항에서 선박의 선령에 따른 해당선급에 의하여 처리되어야 한다.

(4) 검사를 시행하는 첫 번째 항구에서 시설을 이용할 수 없는 경우 상대선급이 기한이 지난 지적사항에 대한 검사를 완료하기 위하여 시설을 이용할 수 있는 항구까지의 직항을 허용할 수 있다.

405. 복원성시험 【규칙 참조】

1. 비손상 시의 복원성기준 및 복원성자료 작성기준은 **지침 307.**의 규정에 따른다.

2. **규칙 405.**에서 "우리 선급이 인정할 수 있는 복원성시험에 대한 자료"라 함은 국제선급연합회(IACS)의 QSCS (Quality System Certification Scheme)에 적합함이 검증된 선급 또는 해당 기국(해당 기국이 검사권을 위임한 단체 포함)이 승인한 복원성시험에 대한 자료를 말한다.

제 8 절 검사원의 권한 및 의무

801. 검사원의 권한 【규칙 참조】

1. 추가검사의 요구

검사원은 다음 사항 등을 고려하여 필요하다고 인정하는 경우 해당 검사종류에 따른 검사항목 이외의 사항에 대하여도 추가의 검사를 요구하거나 해당 검사범위를 확대할 수 있다.

(1) 해당 검사종류에 따른 검사항목에 대한 검사결과 이상상태가 감지된 경우
(2) 비정상적인 열화의 기록이나 징후 등 이상상태가 감지된 경우
(3) 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 결함이 있거나 의심되는 경우
(4) 운항, 운전, 정비, 계측기록 등의 정보 및 본선(승무원, 선원)이나 제조자로부터 입수한 정보
(5) 이용가능한 정보에 따라 유사한 선박이나 유사한 검사대상으로부터의 결함에 대한 관련기술정보

2. 비파괴시험의 요구

검사원은 다음 사항 등을 고려하여 필요하다고 인정하는 경우 비파괴시험을 요구하거나 확대할 수 있다.

(1) 재료, 용접 또는 보수한 결함 등의 표면 및/또는 내부에 유해한 결함이 있거나 의심되는 경우
(2) 제작품질이 의심되는 부위, 새로운 제작법/용접법을 채용한 부위, 결함이 발생하기 쉬운 부위 및 접근성과 같은 작업조건이 나쁜 부위 등
(3) 전 1항 (1)호부터 (5)호에 규정된 사항

3. 두께계측의 요구

검사원은 다음 사항 등을 고려하여 필요하다고 인정하는 경우 두께계측을 요구하거나 확대할 수 있다.

(1) 쇠모된 또는 쇠모된 것으로 의심되는 경우
(2) 쇠모의 진행이 현저하다고 판단되는 경우
(3) 경화보호도장을 하지 아니하였거나 도막의 탈락 등 경화보호도장 상태에 이상이 있거나 의심되는 경우 *(2019)*
(4) 전 1항 (1)호부터 (5)호에 규정된 사항

4. 압력시험의 요구

검사원은 다음 사항 등을 고려하여 필요하다고 인정하는 경우 압력시험을 요구하거나 확대할 수 있다.

(1) 외부검사 결과 이상상태가 감지된 경우
(2) 압력시험을 대신하여 시행하는 누설시험에 대하여 검사신청자가 충분한 자체검사를 하지 않은 경우
(3) 전 1항 (1)호부터 (5)호에 규정된 사항

5. 정밀검사의 요구

검사원은 다음 사항 등을 고려하여 필요하다고 인정하는 경우 정밀검사를 요구하거나 확대할 수 있다.

(1) 현상검사 결과 과도한 부식 또는 구조적 결함 등 이상상태가 감지된 경우
(2) 해당구역의 정비 및 부식방지시스템의 상태 *(2019)*
(3) 전 1항 (1)호부터 (5)호에 규정된 사항

6. 개방검사, 내부검사 및/또는 효력시험의 요구

검사원은 다음 사항 등을 고려하여 필요하다고 인정하는 경우 개방검사, 내부시험 및/또는 효력시험을 요구하거나 확대할 수 있다.

(1) 외부검사 및/또는 작동검사 결과 이상상태가 감지된 경우
(2) 전 1항 (1)호부터 (5)호에 규정된 사항

7. 우리 선급 검사원은 업무환경이 안전하지 않거나 검사원의 안전을 저해할 수 있는 경우, 안전한 검사를 시행할 수 있을 때 까지 즉시 검사를 중지하거나 거절할 수 있다.

제 13 절 기타의 장치 또는 설비의 등록 *(2021)*

1303. 제조 및 검사 【규칙 참조】

규칙 1303.에서 “별도로 정하는 바”라 함은 우리 선급의 해당 기술규칙 등에서 정한 요건을 말한다.

1304. 등록의 유지 【규칙 참조】

규칙 1304.에서 “별도로 정하는 규정”이라 함은 우리 선급의 해당 기술규칙 등에서 정한 요건을 말한다. ⚓

제 2 장 선급검사

제 1 절 일반사항 *(2021)*

101. 용어의 정의 【규칙 참조】

규칙 101.의 13항에서 "급격한 부식을 일으킬 가능성이 있는 지역"이라 함은 **지침 부록** 1-5의 **표** 2의 내용 중 다음 중 어느 하나에 해당되는 경우를 말한다.

(1) 빌지가 고이기 쉬운 곳
(2) 가열하는 연료유 탱크에 접하는 벽면

104. 상위의 검사 【규칙 참조】

규칙 104.에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 사항"이라 함은 **지침 1장** 801.에 해당되는 경우를 말한다.

114. 검사의 준비 *(2021)*

1. **규칙** 114.의 1항 (6)호 및 (7)호를 적용함에 있어서 검사원은 케이싱, 내장판이나 라이닝 및/또는 방열재를 떼어낼 것을 요구하는 경우 다음 사항 등을 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 비정상적인 열화의 기록이나 징후 등 이상상태가 감지된 경우
(2) 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함이 있거나 의심되는 경우
(3) 쇠모된 또는 쇠모된 것으로 의심되는 경우
(4) 쇠모의 진행이 현저하다고 판단되는 경우

2. **규칙** 114.의 3항 (1)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 2항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

3. **규칙** 114.의 4항 (4)호에서 "검사원이 충분히 안전하다고 인정하는 경우"라 함은 **규칙 3장** 102.의 6항 (3)호에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

제 2 절 연차검사

202. 선체, 의장 및 소방설비

1. **규칙** 202.의 1항 (20)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

2. **규칙** 202.의 1항 (32)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

3. **규칙** 202.의 2항을 적용함에 있어서 다음을 검사하여야 한다. *(2017)* **【규칙 참조】**

(1) 소화펌프, 소화주관, 소화전, 호스 및 노즐, 국제육상시설연결구를 검사하고, 비상소화펌프를 포함한 각 소화펌프가 개별적으로 작동될 수 있고 소화주관에 요구되는 압력이 유지되면서 다른 소화전으로부터 동시에 두 줄기 사수가 선박의 어느 부분에도 도달 할 수 있음을 점검한다.
(2) 휴대식과 비휴대식 소화기의 비치상태를 점검하고 임의로 선택하여 그 상태를 검사한다.
(3) 소방원장구와 비상탈출용 호흡구가 완전하고 양호한 상태인지 확인하고 예비실린더를 포함하여 모든 자장식 호흡구의 실린더가 적절히 충전되어 있는지를 확인하고 훈련에 사용된 호흡구의 공기병을 충전할 수 있는 수단이 제공되거나 사용된 호흡구의 공기병을 대체할 수 있는 적절한 개수의 예비 공기병이 본선에 제공되어야 한다. 또한 방폭형 또는 본질안전형의 쌍방향 휴대식 무전기가 본선에 제공되어야 한다. (SOLAS 74/00/12, Reg.II-2 /10.10) *(2017)*

(4) 소화장치의 작동준비와 유지상태를 점검한다. (SOLAS 74/00 Reg. II-2/14) (SOLAS 74/88/91 Reg.II-2/21) *(2021)*
(5) 고정식 소화장치(기관구역, 화물구역, 차량구역, 특수분류구역과 로로구역)를 검사하고 작동방법이 명확하게 표시되어 있는지를 확인한다.
(6) 기관구역의 소화장치와 특별배치를 검사하고, 실행가능하고 적합한 경우 천창개폐, 연기방출, 연돌과 통풍개구의 폐쇄(내부 검사를 시행하고 우리 선급 검사원이 필요하다고 인정할 때는 분해 검사를 실시), 동력으로 작동되는 문과 기타 문의 폐쇄, 통풍 및 보일러 강제유도팬의 정지, 가연성액체용 펌프와 연료유펌프의 정지에 대한 원격제어수단의 작동을 확인한다.
(7) 해당되는 경우, 기관구역 및 화물 펌프실의 보호를 위한 고정식 탄산가스 소화장치에 두 개의 독립된 제어장치가 제공되어 그 중 하나는 가스배관을 열기 위하여 사용되고 다른 하나는 저장용기로부터 가스를 배출하기 위하여 사용되며 이 들은 대상구역을 명확히 식별한 방출제어함 안에 설치되었는지 점검한다.
(8) 가능한 한 모든 화재탐지 및 경보장치와 모든 시료채취연기탐지장치를 검사하고 실행 가능한 한 시험한다.
(9) 페인트 및/또는 가연성액체가 있는 구역과 거주 및 업무구역의 튀김 기름을 사용하는 요리설비가 있는 구역의 소화장치를 검사한다.
(10) 헬리콥터 설비를 검사한다.
(11) 연료유, 윤활유 및 기타 가연성기름의 원격차단밸브를 검사하고, 실행 가능하고 적합한 경우 그 작동을 확인한다.
(12) 총비상경보장치를 검사하고 시험한다.
(13) 화재안전 설비 및 장비에 대하여 대체 설계 및 장치가 적용된 경우, 관련 승인문서에 명시된 시험, 검사 및 정비 요건이 있다면 이에 따라서 검사한다. *(2017)*
(14) 적합한 경우 전기설비 및 전선, 통풍, 보호복 및 휴대장비의 준비상태에 대한 점검과 급수, 빌지배출 및 물분무장치의 시험을 포함하여 위험물 운송을 위한 특별배치를 검사한다. *(2017)*
(15) 노출갑판 상부에 컨테이너를 운송하도록 설계된 선박에 대해서는, 해당되는 경우, 물분무 창(water mist lance)을 검사하고 ,적합한 경우, 이동식 물모니터, 모든 필요한 호스, 장치 및 요구되는 고정 장구를 검사한다. *(2020)*
(16) 압축 수소 또는 천연가스를 자주용 연료탱크에 보유한 차량을 화물로서 운송하는 차량운반선에 대하여 가스연료의 탐지에 적합한 휴대용 가스탐지기를 점검하고 시험한다. *(2020)*

203. 기관, 전기 및 추가설비 *(2021)*

1. **규칙** 203.의 22항에서 "검사원이 만족하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에서 정하는 경우가 아닌 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

2. **규칙** 203.의 26항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

3. **규칙** 203.의 27항을 적용함에 있어서 선내 배전시스템에 고조파필터가 포함되었으나 주모선에 가해지는 고조파 왜곡 수준을 지속적으로 감시하는 장치가 설치되지 않은 경우, 고조파 왜곡 수준의 계측은 다음 사항을 따른다. *(2017)* **【규칙 참조】**

(1) 고조파 왜곡 수준은 전체 설비의 명확한 상태를 검사원에게 제공하도록 가능한 한 연차검사에 가까운 시기에 계측한다. *(2017)*
(2) 고조파 왜곡 기록은 계측장비에 왜곡량의 최대값이 표시될 때 시행한다. *(2017)*
(3) 운전 중인 설비 및 사용 중인 필터의 항목은 다음의 연차검사에서도 반복 이용될 수 있도록 로그에 기록되어야 한다. *(2017)*
(4) 선내 배전시스템 또는 관련 전력소모기기의 개조 후에도 적절히 훈련된 선내 담당자 또는 공인된 외부 공급자에 의해 고조파 왜곡 수준이 계측되어야 한다. *(2017)*

204. 선종별 추가요건 【규칙 참조】

1. **규칙** 204.의 1항부터 3항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다.

2. **규칙** 204.의 1항 (2)호 (아)에서 "필요시"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다.

제 3 절 중간검사 *(2021)*

302. 선체, 의장 및 소방설비 【규칙 참조】

규칙 302.의 2항에서 "우리 선급이 별도로 정하는 지침"이라 함은 **지침** 202.를 말한다. 또한 이 경우 포말소화장치에 대하여는 원액을 포말제조자 또는 인정된 시험소에서 시험하고 그 성적서를 제출하여야 한다.

303. 기관, 전기 및 추가설비 *(2021)*

1. **규칙** 303.의 1항 (1)호에서 "검사원이 지장이 없다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에서 정한 경우가 아닌 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 303.의 2항 (1)호 및 (1)호 (가)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 303.의 2항 (2)호에서 "특수한 구조의 고속내연기관"이라 함은 다음의 조건식을 동시에 만족하는 기관을 말하며, 기관을 들어내어 전부를 개방하지 아니하고는 크랭크축 및 베어링 등의 검사를 시행하기 곤란하게 되어있는 구조를 말한다. **【규칙 참조】**

$$C_s = \frac{S \cdot n^2}{1.8 \times 10^6} \geq 90, \qquad V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{6 \times 10^4} \geq 6$$

여기서,
S : 행정(mm)
n : 연속최대회전수(rpm)
d : 크랭크축 저널의 지름(mm)

4. **규칙** 303.의 2항 (3)호에서 "우리 선급이 별도로 정하는 지침"이라 함은 902.의 2항을 적용하고 있는지 확인하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
5. **규칙** 303.의 3항을 적용함에 있어서 다음 항목을 개방하여 검사하여야 한다. 다만 제조자의 정비지침을 참고하여 검사항목을 적절히 가감할 수 있다. *(2018)* **【규칙 참조】**
   (1) 터빈의 케이싱, 로터, 디스크, 임펠러 및 블레이드, 압축기, 연소챔버, 버너
   (2) 축 및 플렉시블 커플링
6. **규칙** 303.의 5항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**
7. **규칙** 303.의 6항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

304. 선종별 추가요건 【규칙 참조】

규칙 304.의 3항 (9)호를 적용함에 있어서 액화가스 산적운반선용 화물탱크 압력도출밸브의 비금속 멤브레인 검사 시 원칙적으로 비금속재료의 멤브레인의 경화 또는 이상이 발생할 우려가 있는 경우에는 반드시 3년마다 교체하여야 한다. 다만, 아래의 조건을 만족하는 경우에는 이후 3년까지 연장하여 사용할 수 있다.

(1) 해당 압력도출밸브의 작동시험을 실시하여 이상이 없음을 확인한다. 다만, **지침 1장** 801.에 따라 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 개방검사를 실시한다.
(2) 항해일지 또는 선원으로부터 항해 중에 해당 압력도출밸브의 누설이 없음을 확인한다.
(3) (1) 및 (2)의 검사 결과 압력도출밸브의 외관 및 작동특성상 이상이 없어야 한다.

제 4 절 정기검사(선체, 의장 및 소방설비)

401. 검사시기 *(2021)*

1. **규칙** 401.의 8항 (4)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 1항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

2. **규칙** 401.의 8항 (7)호에서 우리 선급의 판단에 따라 선체계속검사방식의 승인을 취소하고자 하는 경우 우리 선급은 다음 사항 등을 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 선체계속검사가 만족스럽게 시행되지 않은 경우
(2) 연차검사 시 지정된 또는 기한이 지난 선체계속검사항목이 검사되지 않거나 또는 합의에 의하여 연기되지 아니한 경우
(3) 선박소유자가 선체계속검사 방식의 취소를 요청한 경우
(4) 선박소유자가 변경되어 기 승인된 선체계속검사 방식의 채택을 재검토한 결과

403. 검사사항

1. **규칙 표** 1.2.2를 적용함에 있어서 검사원은 내장판, 선창내장재, 목재복판/목갑판, 바닥판 및/또는 방열재 등을 떼어낼 것을 요구하는 경우 다음 사항 등을 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 비정상적인 열화의 기록이나 징후 등 이상상태가 감지된 경우
(2) 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함이 있거나 의심되는 경우
(3) 쇠모된 또는 쇠모된 것으로 의심되는 경우
(4) 쇠모의 진행이 현저하다고 판단되는 경우

2. **규칙 표** 1.2.2에서 두께계측과 관련하여 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

3. **규칙** 403.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서 아래의 모든 조건을 만족하는 경우, 입거 또는 상가하여 선저검사를 실시하는 대신 수중검사로 대체할 수 있다. *(2021)* **【규칙 참조】**
(1) 기국의 승인이 있는 경우
(2) 이전 정기검사 사이 및 이후 정기검사 사이 중간에 실시하는 선저검사는 입거검사로 실시
(3) 그 외 구획검사, 두께계측, 앵커 및 앵커체인 배열 및 계측과 결함이 발견되면 수리를 포함 등 모든 정기검사 사항 완료

Note : 다만 아래의 선박의 경우는 제외한다.
1) 매 정기적검사시 입거검사를 실시해야 하는 선박
2) 일반건화물선, 액화가스 산적운반선 및 검사강화제도 적용선박
3) 대한민국 선박안전법 적용대상 선박

4. **규칙** 403.의 1항 (7)호 (다) 및 (라)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

5. **규칙** 605.에 규정된 "입거주기 연장제도"의 적용대상 선박으로서 정기검사시 입거검사를 대신하여 수중검사를 실시하는 경우, **규칙** 403.의 1항 (3)호 항목 중 가능한 범위까지 육안검사 및 작동검사를 실시하여 상태가 만족하다면, 앵커/체인 배열 및 검사(해당되는 경우, 계측 포함), 체인로커 내부검사 및 체인로커의 펌핑장치 시험은 다음에 계획된 입거검사시에 실시할 수 있다. *(2020)* **【규칙 참조】**

6. **규칙** 403.의 1항 (8)호에서 "검사원이 지장이 없다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에서 정한 경우가 아닌 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

7. **규칙** 403.의 1항 (12)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

8. **규칙 표** 1.2.6의 비고 5에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 4항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

9. **규칙** 403.의 1항 (14)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

10. **규칙** 403.의 1항 (18)호에서 "필요시"라 함은 **지침 1장** 801.의 2항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

11. **규칙** 403.의 1항을 적용함에 있어서 고강도 극후강판을 사용한 컨테이너선에 대한 안전조치로서 지침 부록 7-8의 3항에 적합해야 하는 선박인 경우, 제2차 정기검사 및 이후 매 짝수 정기검사(즉, 제4차, 제6차 정기검사 등)시에 지침 부록 7-8의 3항 및 표 1에 따라서 비파괴검사를 하여야 한다.
(다만, 2020년 1월 1일 이후 건조계약되는 선박의 경우에는 적용하지 않는다.) *(2020)*

404. 소방설비 【규칙 참조】

규칙 404.에서 "우리 선급이 별도로 정하는 지침"이라 함은 **지침** 302.를 말한다.

제 5-1 절 정기검사(기관, 전기 및 추가설비)

502. 검사사항 *(2021)*

1. **규칙** 502.의 1항 (1)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원이 내연기관의 운전시간기록을 확인하고 만족하는 경우 검사시기를 전회 분해검사 완료일로부터 엔진제조자의 분해 권고시간까지 연장할 수 있다. 다만, 전회 분해검사 완료일로부터 5년을 초과할 수 없다. 또한 밸브 및 밸브장치에는 **규칙 5편 2장** 203.의 7항에 규정된 시동공기주관의 폭발방지용 체크밸브를 포함한다. **【규칙 참조】**

2. **규칙** 502.의 1항 (1)호의 (나)를 적용함에 있어서 "우리 선급이 별도로 정하는 지침"은 다음을 말한다. **【규칙 참조】**

(1) 특수한 구조의 고속내연기관의 정의는 **지침** 303.의 3항에 따르며 검사시기는 전 1항에 따른다.
(2) 특수한 구조의 고속내연기관은 **규칙** 502.의 1항 (1)호의 (가)의 검사를 실시하여야 한다. 다만, 크랭크암 개폐량의 측정은 생략할 수 있다.

3. **규칙** 502.의 1항 (1)호 (라)를 적용함에 있어서 다음 항목을 개방하여 검사하여야 한다. 다만 제조자의 정비지침을 참고하여 검사항목을 적절히 가감할 수 있다. 또한 여객선에 대한 기관의 개방검사 시기는 902.의 2항 (2)호를 적용할 수 있다. *(2018)* **【규칙 참조】**

(1) 터빈의 케이싱, 로터, 디스크, 임펠러 및 블레이드, 압축기, 연소챔버, 버너
(2) 축 및 플렉시블 커플링

4. **규칙** 502.의 1항 (1)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

5. **규칙** 502.의 2항 (2)호부터 (5)호, (8)호, (10)호 및 (12)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

6. **규칙** 502.의 2항 (9)호 (가) 및 (다)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 4항 및/또는 6항에 해당되는 경우를 말한다. 또한 **규칙** 502.의 2항 (9)호 (나)에서 필요하다고 인정하는 경우의 적용은 개방할 경우에 **규칙 5편 6장** 1305.를 적용한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

7. **규칙** 502.의 2항 (9)호 (나)를 적용함에 있어서, 냉각기가 원통 튜브형이 아닌 개방된 형식의 공냉식인 경우에는 개방검사 대신에 외관검사를 한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

8. **규칙** 502.의 2항 (12)호에서 "필요할 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

9. **규칙** 502.의 3항 (4)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

제 5-2 절 정기검사(선종별 추가요건)

1. **규칙 5-2절**의 1항 (4)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항 및/또는 4항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

2. **규칙 5-2절**의 1항 (5)호에서 "필요할 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다.**【규칙 참조】**

3. **규칙 5-2절**의 3항 (1)호 (나)를 적용함에 있어서 검사원은 방열재를 떼어낼 것을 요구하는 경우 다음 사항 등을 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 비정상적인 열화의 기록이나 징후 등 이상상태가 감지된 경우
(2) 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함이 있거나 의심되는 경우
(3) 쇠모된 또는 쇠모된 것으로 의심되는 경우
(4) 쇠모의 진행이 현저하다고 판단되는 경우

4. **규칙 5-2절**의 3항 (1)호 (다)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 2항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

5. **규칙 5-2절**의 3항 (4)호에서 "필요한 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다.**【규칙 참조】**

6. **규칙 5-2절**의 3항 (6)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 방열재를 떼어낼 것을 요구하는 경우 다음 사항 등을 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 비정상적인 열화의 기록이나 징후 등 이상상태가 감지된 경우
(2) 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함이 있거나 의심되는 경우
(3) 쇠모된 또는 쇠모된 것으로 의심되는 경우
(4) 쇠모의 진행이 현저하다고 판단되는 경우

7. **규칙 5-2절**의 3항 (8)호 (가)에서 "필요한 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 1항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

제 6 절 입거검사

601. 검사시기 【규칙 참조】

국제항해에 종사하는 여객선의 입거검사 시기는 해상인명안전협약(SOLAS)의 관련규정에 따른다. 다만, 5년의 정기검사 기간 이내에 36개월을 초과하지 않는 2회의 입거검사를 하고, 그 외의 3회는 **규칙** 604.에 따르는 수중검사로 대신할 수 있다. 선박 선적국의 별도 규정이 있는 경우에는 해당 규정에 따라야 한다.

603. 검사사항 *(2021)*

1. **규칙** 603.의 3항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우 타를 들어 올리거나 또는 검사용판을 떼어내어 핀들을 검사한다." 중에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 1항에 해당되는 경우를 말한다.

2. **규칙** 603.의 3항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우 타에 대한 압력시험을 요구할 수 있다."중에서 "필요한 경우"라 함은 타의 기밀에 영향을 주는 수리를 한 경우 및/또는 **지침 1장** 801.의 1항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

3. **규칙** 603.의 4항 및 5항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

4. **규칙** 603.의 9항에 추가하여 입거주기 연장제도 적용대상 선박으로서 이전의 정기검사시 입거검사를 대신하여 수중검사를 실시한 선박의 경우, **규칙** 403.의 1항 (3)호에 따른 검사를 하여야 한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

604. 수중검사 *(2021)*

1. **규칙** 604.의 3항 (7)호 (가)에서 "필요하다고 인정하는 경우"라 함은 내부 구조부재의 손상이 있거나 의심되는 경우, **지침 1장** 801.의 3항 및/또는 6항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

605. 입거주기 연장제도

1. **규칙** 605.의 1항 (3)호에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우"라 함은 **규칙** 605.의 모든 요건에 만족하는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

2. **규칙** 605.의 1항 (6)호에서 "우리 선급은 입거검사가 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 다음에 해당되는 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**

   (1) **규칙** 605.의 2항의 입거주기 연장제도에 대한 필수요건에 만족하지 않은 경우
   (2) 수중검사 결과 만재흘수선 아래에 항행적합성에 영향을 주는 수리를 요하는 손상 또는 결함이 있어 입거검사가 필요한 경우 *(2021)*
   (3) 선박소유자가 입거주기 연장제도 적용의 취소를 요청한 경우
   (4) 선박소유자 또는 국적이 변경되어 기 승인된 입거주기 연장제도의 적용에 대하여 재검토한 결과 입거검사가 필요한 경우

제 7 절 프로펠러축 및 선미관축 등의 검사

701. 일반 *(2021)* 【규칙 참조】

1. **규칙 701.**의 3항 (15)호를 적용함에 있어서 청수시료시험은 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec.143(Recommended procedure for the determination of contents of metals and other contaminants in a closed fresh water system lubricated stern tube)을 참조한다.

2. **규칙 701.**의 3항 (19)호를 적용함에 있어서 승인된 상태감시계획을 적용하는 기름윤활방식의 축을 갖춘 선박은 다음을 만족하여야 하고 추가설비부호로서 STCM부호를 부기한다. *(2017)* **【규칙 참조】**

(1) 다음의 설비를 갖추고 관련 도면을 승인 받아야 한다.

(가) 선미관 후부 베어링에는 2개의 온도감지기를 설치하거나 또는 1개만 설치하는 경우에는 사용 중인 감지기가 고장이 난 경우 쉽게 대체하여 사용할 수 있는 예비온도감지기를 갖출 것.
(나) 선미관 베어링의 마모량 측정장치를 갖출 것.
(다) 선미관 밀봉장치를 프로펠러를 발출하지 않고 교환할 수 있을 것

(2) **규칙 702.**의 3항 (1)호에 따른 축검사 시기에 다음을 시행하여야 한다.

(가) 방법2에 따른 검사를 시행할 시, **규칙 702.**의 1항 (2)호 (가) 또는 (나)에 따른 검사 및 (다), (라), (마), (바), (사)에 따른 검사를 한다. *(2021)*
(나) 방법3에 따른 검사를 시행할 시, **규칙 702.**의 1항 (3)호 (가), (나), (다), (라) 및 (마)에 따른 검사를 한다. *(2021)*

(3) 정기적 검사 시 다음의 상태감시기록이 양호함을 확인하여야 한다.

(가) **규칙 701.**의 3항 (14)호에 따른 윤활유분석
(나) 윤활유의 소모량
(다) 선미관 후부 베어링의 온도
(라) 선미관 베어링의 마모량

702. 기름윤활 축 또는 폐회로 청수윤활 축 【규칙 참조】

1. **규칙 702.**의 1항에서 "표면결함 탐상법"이라 함은 원칙적으로 자분탐상법을 말한다. 비자성체로 된 축 등의 부득이한 경우에는 액체침투탐상법으로 할 수 있다.

2. **규칙 702.**의 1항 (2)호를 적용함에 있어서, 완전한 축발축이 요구되지 아니하고 또한 프로펠러를 가능한 범위까지만 밀어낸 상태로 검사가 가능하다면 프로펠러를 완전히 떼어내지 않을 수 있다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정할 경우에는 완전한 분리를 요구할 수 있다. *(2017)*

3. **규칙 702.**의 1항 (1)호 및 (2)호에서 프로펠러를 키 없이 압입하여 프로펠러축에 부착시키는 경우에는 검사원 입회하에 그 압입량이 **지침 5편 3장 305.**에서 규정하는 허용범위 내에 있음을 확인하여야 한다. *(2017)*

703. 개방시스템 물윤활축 *(2017)* 【규칙 참조】

1. **규칙 703.**의 1항에서 "표면결함 탐상법"이라 함은 원칙적으로 자분탐상법을 말한다. 비자성체로 된 축 등의 부득이한 경우에는 액체침투탐상법으로 할 수 있다.

2. **규칙 703.**의 1항 (1)호에서 프로펠러를 키 없이 압입하여 프로펠러축에 부착시키는 경우에는 검사원 입회하에 그 압입량이 **지침 5편 3장 305.**에서 규정하는 허용범위 내에 있음을 확인하여야 한다. *(2017)*

제 8 절 보일러검사

802. 검사사항

1. **규칙** 802.의 1항 및 4항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 1항에 해당되는 경우를 말하며 아래 사항을 포함한다. **【규칙 참조】**

(1) 보일러판의 두께, 지주의 지름 및 관의 두께계측
(2) 보일러를 수리한 후 허용압력에서 수압시험
(3) 화염에 닿지 아니하는 증기발생장치, 배기가스가열기 및 어획물처리 등에 사용되는 압력용기로서 내부에 증기를 저장하는 경우 보일러에서 정한 요건과 같은 검사

2. **규칙** 802.의 1항을 적용함에 있어서 검사원은 래깅을 떼어낼 것을 요구하는 경우 다음 사항 등을 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 비정상적인 열화의 기록이나 징후 등 이상상태가 감지된 경우
(2) 과도한 부식, 심각한 변형, 파괴, 손상 또는 기타 구조적 결함이 있거나 의심되는 경우
(3) 쇠모된 또는 쇠모된 것으로 의심되는 경우
(4) 쇠모의 진행이 현저하다고 판단되는 경우

3. **규칙** 802.의 1항 (1)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

4. **규칙** 802.의 3항에서 "필요한 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 2항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

803. 보일러 상태감시가 되는 선박의 검사 *(2021)*

1. **일반사항**

(1) 우리 선급의 승인된 PMS를 운영하는 선박은 2항에서 요구하는 감시장치 및 경보장치를 설치하고 정비를 함으로서 추가특기사항으로서 BCM 부호를 부여할 수 있다.
(2) BCM 부호는 기름/가스 보일러, 배기가스 보일러에 대하여 제조 중 등록검사 시에 또는 운항중인 선박에 부여할 수 있다.
(3) BCM 부호를 부여받은 선박은 **규칙** 803.에서 규정한 1회의 보일러검사에 대하여 물-증기측 검사를 기관장이 점검하는 대체검사를 인정할 수 있다.
(4) 다음의 도면 및 자료를 제출하여야 한다.
(가) 공급수 및 응축수의 염도측정기, 유분측정기, 시료채취구의 배치도 및 시료채취의 시기 및 방법 (승인용)
(나) 배기가스보일러의 경우, 배기가스 차압 감시 장치의 배치도(승인용)
(다) 보일러수, 급수 및 복수의 감시 및 처리 지침서 (승인용)
(라) 예방정비제도에서 적용해야할 정비작업 (승인용)
(마) 보일러가 가동정지 상태 동안의 보일러 수 감시계획 및 유지계획 (참조용)

2. **BCM 부호를 부여 받고자 하는 선박은 다음의 요건을 만족하여야 한다.**

(1) 등록검사 시 보일러의 상태
(가) 보일러는 건전한 구조보존성을 가져야 한다.
(나) 보일러에 영구적으로 막아논 튜브(plugged tube)가 없어야 하고, 변형 또는 다른 손상 징후가 없어야 한다.
(다) 보일러는 화염축에 그을음, 수측에 스케일(scale) 및 슬러지가 없어야 한다.
(라) PMS정비기록에 보일러의 손상 또는 정비누락이 없을 것
(2) 장치요건
(가) 급수 및 복수장치의 적절한 위치에 적절한 간격으로 화학품을 주입할 수 있는 장치를 마련하여야 한다.
(나) 적합한 시료채취구로부터 적절한 온도로 시료를 채취할 수 있는 수단(예를 들면, 시료 냉각기의 설치)을 갖추어야 한다.
(다) 응축수의 염분을 탐지하고 경보하는 수단을 갖추어야 한다.
(라) 응축수의 유분을 탐지하고 경보하는 수단을 갖추어야 한다.

(3) 정비요건

(가) 보일러의 급수 및 복수는 24시간 마다 감시하고 제조자의 권고에 따라 화학처리를 하여야 한다. 선박의 제조 중에 사용된 보일러 수는 제조자의 권고에 따라 유지되고 문서화 되어야 한다.

(나) 보일러 및 급수의 감시 기록을 최신화하여 선내 비치하여야 한다. 또한 보일러 급수 및 응축수의 분석 기록을 12개월을 초과하지 않는 주기로 보일러수 분석업체에게 보내야 한다. 분석에 대한 제조자의 검토결과 및 권고 사항을 따라야 하며 이를 선내에 비치하여 검사원이 검토할 수 있도록 하여야 한다.

(다) 기관장은 최소 12개월 마다 보일러의 물-증기측의 내부 검사를 시행하여야 하고 예방정비제도에 포함된 작업이 시행되어야 한다. 내부검사에 거울, CCTV, 내시경, 카메라를 사용할 수 있다. 소형 보일러 또는 작은 내부 공간을 가지는 보일러에 대하여 내부공간의 제한된 크기로 인하여 보일러의 내부를 육안으로 검사하기가 불가능한 경우, 수압시험으로 대신할 수 있다.

(라) 기관장은 연소실 및 화염 측의 검사를 최소 6개월 마다 시행하여야 하고 예방정비제도에 포함된 작업이 시행되어야 한다.

(마) 제조자가 권고하는 보일러, 버너 및 제어장치의 정비가 예방정비제도에 포함되어 시행되어야 한다.

(바) 2대 이상의 보일러가 설치되는 경우, 운전하지 않는 보일러에 대하여 보일러수(boiler water) 감시를 위한 절차를 마련하고 시행하여야 한다.

(사) 배기가스 보일러의 배기가스 차압을 감시하는 장치가 마련되어야 한다 배기가스 차압을 측정하는 수단으로 U-튜브 압력계를 사용할 수 있다.

(4) 등록검사

(가) 다음의 검사를 하여야 한다.

(a) **규칙 2장 8절**에 따른 완전한 보일러 검사

(b) 보일러에 막힌 튜브, 변형 및 다른 손상 흔적 확인

(c) 보일러에 그을음, 스케일 및 슬러지가 없음을 확인

(d) 공급수 및 응축수 감시 및 처리가 시행되었는지 확인

(e) 예방정비제도에서 적용할 수 있는 예방작업을 확인

(나) 경우에 따라, 우리 선급은 (가)에서 요구하는 보일러의 상태를 확인하는 방법에 대하여 다음과 같은 동등 방법을 고려할 수 있다.

(a) BCM부호를 부여하기 전에 (1)호에서 요구하는 보일러의 만족스러운 상태를 확인할 수 있도록 최소한 다음을 확인 하여야 한다.

(i) 보일러의 증기측 및 수측의 상태를 보여주는 사진/비다오 증빙자료의 검토와 함께 우리 선급이 만족하는 보일러 검사

(ii) 내부검사, 수리, 정비에 대하여 문서화된 기록

(iii) 보일러수의 관리 기록 및 보일러수 분석업체의 지적사항의 검토

(b) 보호층을 형성하는 화학처리 효과의 이전 기록을 제출하여야 한다.

(c) 보일러가 결함이 없음을 확인하는 기관장의 진술서가 제출되어야 한다.

(다) BCM 기록철

기록철을 선내 비치하여야 하고 검사사진, 조치요구사항 및 수리 기록을 최신화하여야 한다.

3. 정기적 검사

(1) BCM을 부여받은 선박은 정기검사 시에 수행하는 보일러 검사에 한하여 보일러의 수/증기측 검사를 기관장이 수행하고 문서화하는 것을 허용할 수 있다. 문서는 보일러를 검사하는 입회한 검사원이 확인할 수 있도록 준비되어야 한다.

(2) 연차검사

(가) 예방정비제도에서 계획된 보일러 정비작업이 수행되었는지 확인하여야 한다.

(나) BCM 기록철을 확인하여야 한다.

(다) 염분 및 유분 오염을 탐지하는 경보장치의 만족스러운 기능을 확인하여야 한다.

(3) BCM에 따른 대체 보일러 검사

(가) 보일러의 물-증기 측 내부검사는 기관장이 수행할 수 있다. 다만, 다음을 만족하여야 한다.

(a) (2)호의 연차검사가 만족스럽게 수행되었음을 확인하여야 한다.

(b) 검사원의 입회 전에 보일러의 물-증기측 내부검사를 기관장이 수행하였음을 확인하여야 한다. 보일러의 검사

는 선박의 항해일지에 기록하여야 한다.

(c) 물-증기측의 만족스러운 상태를 확인할 수 있는 적절한 문서가 검사원에게 제출되어야 한다. 날짜와 시간이 표시된 선명한 사진 또는 비디오가 문서에 포함될 수 있다.

(d) 물-증기측의 검사가 만족스럽고, 손상, 스케일 또는 슬러지가 발견되지 않았음이 명시된 기관장이 서명한 선언서를 확인하여야 한다.

(e) 기관장의 자격이 만족스러움을 확인하여야 한다.

(나) 물-증기측 검사를 제외하고 **규칙 2장 8절**에서 요구하는 검사를 검사원 입회하에 시행하여야 한다.

(4) 대체 보일러검사 이외의 보일러 검사

규칙 2장 8절에 따른 검사를 시행하여야 한다.

제 9 절 기관장치의 계속검사

902. 검사사항 *(2021)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 902.의 3항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 6항에 해당되는 경우를 말한다.

2. **규칙** 902.의 4항에서 여객선의 CMS 적용 시 다음에 적합하여야 한다.

(1) **부록** 1-7의 **표** 2를 적용함에 있어 주 및 보조기관에 대하여 본선 기관장의 점검은 인정되지 않으며 검사원의 입회하에 검사를 실시하여야 한다. *(2020)*

(2) 여객선의 주 및 보조기관의 개수별 개방검사 시기는 아래 표를 따를 수 있다. 다만, 특수한 구조의 고속내연기관에 대하여는 **규칙** 303.의 2항 (2)호 및 **규칙** 502.의 1항 (1)호 (나)에 따를 수 있다.

여객선의 주 및 보조기관의 개방검사 시기

주기관/보조기관수	개방검사 시기
1대	정기검사 시
2대	1대는 정기검사 시, 다른 1대는 세 번째 중간검사 시
3대	1대는 정기검사 시, 다른 1대는 두 번째 중간검사 시, 나머지 1대는 세 번째 중간검사 시
4대	1대는 정기검사 시, 나머지 3대는 각각 첫 번째, 세 번째, 네 번째 중간검사 시

여객선의 주기관 및 보조기관 개방검사 범위 적용 예(정기적 검사 시)

주기관/보조기관수		S	I_1	I_2	I_3	I_4	S
E×1의 경우		○	△	△	△	△	○
E×2의 경우	E_1	△	△	△	○	△	△
	E_2	○	△	△	△	△	○
E×3의 경우	E_1	△	△	△	○	△	△
	E_2	○	△	△	△	△	○
	E_3	△	△	○	△	△	△
E×4의 경우	E_1	△	○	△	△	△	△
	E_2	△	△	△	○	△	△
	E_3	△	△	△	△	○	△
	E_4	○	△	△	△	△	○

(비고)

○ : 완전개방(**규칙 2장** 502.에 따름)

△ : 연소실 검사, 크랭크축 베어링부 검사 및 크랭크 암 개폐량 계측(**규칙 2장** 303.에 따름)

I_1, I_2, I_3, I_4,: 정기검사 사이의 기간 중 각각 첫 번째, 두 번째, 세 번째 및 네 번째 중간검사

3. **규칙 902.**의 5항에서 "우리 선급이 별도로 정하는 지침"이란 다음 요건을 만족하여야 한다.
(1) 제조중등록검사 이후부터 CMS를 실시한다.
(2) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 제조후등록검사 이후부터 CMS를 실시하거나 또는 선급이전 시 타선급에서 실시한 CMS 검사사항을 연속하여 실시할 수 있다.
(3) 선박소유자의 요청이 의거 이미 등록된 선박에서 CMS를 적용하고자 할 경우 정기검사 완료 후 차회 정기검사일까지 모든 CMS 수검항목을 일회 순환하는 조건이어야 한다.

4. **규칙 902.**의 6항에서 CMS를 취소하는 경우에 다음 요건을 만족하여야 한다.
(1) 선박소유자가 CMS 취소를 요청하거나 또는 CMS가 시행되지 않을 경우에 CMS 적용을 취소할 수 있다.
(2) CMS 취소 후 만약 CMS 대상 중 검사예정일이 차기 정기검사 시에 5년을 초과하는 경우에는 이전 검사일로부터 5년째 이내에 검사 실시되도록 지적한다.
(3) 차기 정기검사 부터 정기검사에서 요구되는 모든 항목을 검사하도록 한다.

903. 예방정비제도

1. "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장 801.**의 6항에 해당되는 경우를 말한다. *(2021)* **【규칙 참조】**

2. **규칙 903.**의 2항을 적용함에 있어서 확인검사 및 연차심사는 다음과 같다. **【규칙 참조】**
(1) 확인검사
(가) PMS를 승인한 후 12개월 이내에 우리 선급에서 확인검사를 하여야 한다. *(2019)*
(나) 확인검사를 하는 동안 검사원은 다음 사항을 검증하여야 한다.
(a) PMS가 승인된 자료에 따라 실행되고 있으며 본선에 있는 구성품과 시스템의 형식 및 복잡성이 적합하여야 한다.
(b) PMS는 연차심사에서 요구하는 서류를 제출하여야 하고 선급 유지를 위한 검사와 시험요건을 만족하여야 한다.
(c) 본선 선원이 PMS을 숙지하여야 한다.
(d) 기관장이 해당 국가가 발행한 최상급 면허를 소지하고 있는지 확인하여야 한다.
(다) 검사를 실시하고 확인 상태가 양호할 경우 PMS을 기술한 보고서를 우리 선급에 제출하고 승인된 PMS는 CMS를 대체할 수 있다. *(2019)*
(라) 확인검사 시 PMS 승인증서를 확인하여야 한다.
(2) 연차심사
(가) PMS 연차심사를 우리 선급 검사원이 실시하여야 하며 되도록 기관의 연차검사와 동시에 실시하여야 한다.
(나) 검사원이 연차보고서를 검토하거나 또는 우리 선급에 의해 검토되었는지 확인하여야 한다.
(다) 이 검사의 목적으로서 그 계획이 정확히 실행되고, 전번검사 이후로 기관의 성능이 양호한지 확인하여야 한다. 해당되는 항목의 일반적인 검사를 실시하여야 한다.
(라) 이행 및 관리유지의 기록을 검사하며 전번검사이후 기관의 성능이 양호한지를 확인하거나, 허용범위를 벗어난 기관 운전변수에 대하여 조치가 취하여졌는지 확인하며, 기관 개방 간격을 유지하고 있는지 확인하도록 한다.
(마) 기기의 고장 및 작동불능에 대하여 상세한 기록을 이용할 수 있어야 한다.
(바) 정비 보수 기록을 검사하여야 한다. 손상으로 인해 예비품으로 교체된 모든 기관부품은 가능한 우리 선급 검사원이 검사하기 전까지 본선에 비치하여야 한다.
(사) 기관장이 해당 국가가 발행한 최상급 면허를 소지하고 있는지 확인하여야 한다.
(아) 상기 요건을 만족하게 완료하면 PMS를 유지하도록 한다.

3. **규칙 903.**의 4항을 적용함에 있어서 PMS의 손상 및 수리에 대해서는 다음사항을 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**
(1) 기관 또는 그 구성품에 손상이 발생한 경우 우리 선급에 보고하여야 하며, 그 손상에 대한 수리결과는 검사원이 만족하는 것이어야 한다.
(2) PMS의 기관에 대한 모든 수리 및 시정조치는 PMS기록부에 기재하여야 하고, 연차심사 시 검사원이 수리를 확인하여야 한다.
(3) 검사지정일이 지난 중요한 지적사항인 경우 또는 PMS에 영향을 줄 수 있는 미수리된 손상에 대한 기록이 있을 경우 지적사항이 완료되거나 또는 수리가 실시될 때까지 PMS로부터 해당 항목을 정지시켜야 한다.

4. **규칙 903.**의 5항을 적용함에 있어서 PMS 취소에 대해서는 다음 사항을 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**
(1) 만약 PMS 관리유지기록이나 기관의 일반상태가 만족하게 이행되지 아니하거나 또는 허용된 개방 간격을 초과하는 경우 우리 선급에서 PMS의 기관검사를 취소할 수 있다.
(2) 선박소유자는 언제든지 우리 선급으로 서류 통보하면 PMS의 기관검사를 취소할 수 있다. 이 경우 지난 연차심사 이후 시행된 PMS에 의한 검사항목을 우리 선급에서 인정할 수 있다.

제 10 절 임시검사

1001. 임시검사 *(2022)* 【규칙 참조】

1. **디프탱크(물, 기름)겸 화물창의 용도변경**
겸용 창을 화물창 전용으로 변경하는 경우에는 선박소유자는 용도변경 신청서를 우리 선급에 제출한다. 그 이후에는 수압시험은 행하지 않으며 탱크 흡입관은 일부를 떼어내고 단부에 맹판을 부착한다.

2. **각 탱크의 용도변경**
각 탱크의 용도를 변경할 경우에는 종강도를 다시 계산하고 경우에 따라서는 보강할 필요가 있으므로 그 취지를 우리 선급에 통고한다. 다만, **규칙 3편 3장 101.**에 따라 처리한 선박은 제외한다.

3. **적재조건의 변경**
도면승인 시의 조건과 현저하게 다른 적재를 할 경우에는 종강도, 전단력 및 국부강도를 계산하여 우리 선급의 승인을 받을 필요가 있다.

4. **규칙 1001.**의 (8)호에서 "필요성이 있다고 인정할 때"라 함은 **지침 1장 801.**의 1항에 해당되는 경우를 말한다. *(2022)*

제 12 절 개조검사

1203. 검사사항 【규칙 참조】

규칙 1203.의 2항을 적용함에 있어서, "개조 시 선체주요부분이 전면교체 또는 추가되는 경우"라 함은 하나 이상의 구획 전체가 전면교체 또는 추가된 경우를 말하며, 그 구획에 대하여 적용한다.

제 13 절 위험물 기타 특수화물을 적재하는 선박

1301. 검사기준 【규칙 참조】

규칙 1301.에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 규정"이라 함은 다음의 요건 등을 말한다.
(1) 국제위험화학품 산적운반선의 구조 및 설비에 관한 규칙(International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk : IBC Code)
(2) 국제액화가스 산적운반선의 구조 및 설비에 관한 규칙 (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk : IGC Code)
(3) 국제해상위험물규칙 (International Maritime Dangerous Goods Code : IMDG Code)
(4) 포장된 형태의 폐핵연료, 플루토늄 및 고준위 방사능 폐기물의 안전한 선박운송에 관한 국제코드 (International Code for the Safe Carriage of Packaged Irradiated Nuclear Fuel, Plutonium and High-level Radioactive Wastes on Board Ships : INF Code)

제 15 절 일반건화물선의 선체검사

1501. 일반 【규칙 참조】

규칙 1501.의 1항 (3)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다.

1502. 연차검사 *(2021)*

1. **규칙** 1502.의 5항 표 비고 3)에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 1502.의 6항에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

1503. 중간검사

1. **규칙** 1503.의 1항 (4)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 내부검사를 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 6항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 1503.의 2항 표 비고 3)에서 “필요시” 및 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 1503.의 3항 표 비고 1)에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

1504. 정기검사 *(2021)*

1. **규칙** 1504.의 2항 (1)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 1504.의 2항 (2)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 1504.의 5항 (2)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. *(2017)* **【규칙 참조】**
4. **규칙** 1504.의 6항 (2)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 4항에 해당되는 경우를 말한다. *(2017)* **【규칙 참조】**

제 16 절 액화가스 산적운반선의 선체검사

1601. 일반 【규칙 참조】

규칙 1601.의 1항 (3)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다.

1602. 연차검사 *(2021)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 1602.의 6항에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다.

1604. 정기검사

1. **규칙** 1604.의 2항 (1)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 1604.의 2항 (2)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 1604.의 4항 (2)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙** 1604.의 5항 (2)호에서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 **지침 1장** 801.의 4항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

5. **규칙 표** 1.2.11의 비고 2)를 적용함에 있어서 검사원은 두께계측의 확대를 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 3항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
6. **규칙 표** 1.2.11의 비고 4)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

제 17 절 로로선의 현측문 및 내측문 등에 대한 검사요건

1702. 연차검사

1. **규칙** 1702.의 12항을 적용함에 있어서 검사원은 밀폐성시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 1항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 1702.의 13항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 2항 및/또는 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

제 19 절 대한민국 선박안전법 또는 어선법 적용대상선박에 대한 특별규정

1901. 대한민국 선박안전법 적용선박에 대한 특별규정 *(2022)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 301.(중간검사의 검사시기)의 3항 및 **규칙** 401.(정기검사의 검사시기)의 4항 및 5항을 적용함에 있어서, **규칙** 1901.의 3항의 선박은 적용하지 아니한다.

2. 내수면 안에서만 항해하는 선박의 입거검사는 정기검사와 연계하여 시행하여야 하는 경우를 제외하고 수중검사로 대신할 수 있으나, 여객선에 대하여는 연속하여 3회를 대신할 수 없다.

3. **규칙** 1901.의 2항을 적용함에 있어서, 계측기록에는 계측자의 회사명 및 회사 직인과 계측자의 서명, 계측장비, 측정한 설비 목록, 측정값, 계측장비의 유효성 확인(교정 기록 등) 및 기관장의 서명 등이 포함되어야 한다. *(2017)*

4. **규칙** 1901.의 3항을 적용함에 있어서, 중간검사 시에 입거 또는 상가를 하여 **규칙** 603.에 규정된 검사사항에 대하여 검사를 하여야 한다. 다만, 해수윤활방식의 선미관 베어링 및 타의 베어링 틈새계측은 생략할 수 있으나 연속하여 3회를 생략할 수 없다.

5. 902.의 3항 (1)을 적용함에 있어서, 대한민국 선박안전법 적용 여객선에는 원칙적으로 CMS를 적용하지 아니한다. 다만, 주 및 보조기관 이외의 보기에 대하여는 CMS 제도를 적용할 수 있다. *(2019)* ⚓

제 3 장 검사강화제도 적용대상선박의 선체검사

제 1 절 일반사항 *(2021)*

102. 검사준비 *(2021)*

1. **규칙** 102.의 4항 (2)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 2항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

제 2 절 산적화물선

201. 일반 【규칙 참조】

규칙 201.의 1항 (2)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다.

202. 연차검사 *(2021)*

1. **규칙** 202.의 3항 (7)호를 적용함에 있어서 검사원은 밀폐성시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 1항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 202.의 4항 표 비고 2)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 202.의 5항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙** 202.의 6항 (2)호에서 "우리 선급이 별도로 정하는 지침"이라 함은 다음을 말한다. **【규칙 참조】**

(1) 일반

(가) 선령이 5년을 넘는 산적화물선인 경우 연차검사는 **규칙** 202.에 규정된 연차검사의 요건에 추가하여, 다음 항목의 검사를 포함하여야 한다.

(나) 검사범위

(a) 선령이 5년 이상 15년 이하의 산적화물선인 경우

(i) 다음의 상태를 파악하기 위하여 충분한 범위(최소한 늑골의 25%)에 대한 정밀검사를 포함하여 최전방화물창에 대하여 현상검사를 시행하여야 한다.

- 외판에 인접한 상하부 끝단 브래킷을 포함하여 선측늑골 및 횡격벽
- 전회 검사 시에 식별된 의심지역

(ii) (i)에 규정된 현상검사 및 정밀검사 결과에 따라 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 검사는 해당 화물창의 모든 선측늑골 및 인접외판에 대한 정밀검사를 포함하여 확대되어야 한다.

(b) 선령이 15년을 넘는 산적화물선인 경우

(i) 다음의 상태를 파악하기 위하여 정밀검사를 포함하여 최전방화물창에 대하여 현상검사를 시행하여야 한다.

- 외판에 인접한 상하부 끝단 브래킷을 포함하여 모든 선측늑골 및 횡격벽
- 전회 검사 시에 식별된 의심지역

(다) 두께계측범위 *(2018)*

(a) (나) (a) (i) 및 (b) (i)에서 정하는 정밀검사 대상지역에 대하여 전반적이고 국부적인 부식 정도를 알기 위하여 충분한 범위에 대하여 두께계측을 실시하고 전회 검사에서 의심지역으로 지정된 곳이 있는 경우, 의심지역에 대해서도 추가적으로 두께계측을 실시한다. 과도한 부식이 있는 경우 **지침 부록** 1-5의 **표** 14에 따라 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다.

(라) 특별고려

(a) 최전방 화물창 내의 경화보호도장이 양호한 상태인 경우 정밀검사 및 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제 평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*

비고 : 현존 산적화물선에 대하여 선박소유자가 화물창을 도장 또는 재도장하기로 결정한 경우 정밀검사 및

두께계측의 범위에 대하여 고려할 수 있다. 화물창의 도장에 앞서 부재치수에 대하여는 검사원 입회 하에 확인하여야 한다.

203. 중간검사 *(2021)*

1. **규칙** 203.의 1항 (3)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 내부검사 또는 압력시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 6항 또는 4항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 203.의 1항 (4)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 내부검사 또는 압력시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 6항 또는 4항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 203.의 2항 표 비고 3)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙** 203.의 3항 표 비고 1)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

204. 정기검사 *(2021)*

1. **규칙** 204.의 2항 (1)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 204.의 2항 (2)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 204.의 5항 (3)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙 표** 1.3.3의 비고 2에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 4항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

제 3 절 유조선

301. 일반 【규칙 참조】

규칙 301.의 1항 (2)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다.

302. 연차검사 *(2021)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 302.의 5항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다.

303. 중간검사

1. **규칙** 303.의 1항 (3)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 압력시험 또는 선체거더의 종강도평가를 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 4항 또는 1항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 303.의 1항 (4)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 압력시험 또는 선체거더의 종강도평가를 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 4항 또는 1항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 303.의 3항 표 비고 1)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

304. 정기검사 *(2021)*

1. **규칙** 304.의 2항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 304.의 4항 (3)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 304.의 5항을 적용함에 있어서 선장의 관리 하에 시행하는 화물탱크 주위 벽에 대한 압력시험은 다음의 지침에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 선박이 조선소 내에 있거나 또는 검사원의 입회 하에 있는 경우 화물탱크 압력시험은 검사원의 참석 및 관리 하에

시행되어야 한다. 화물탱크에 인접한 모든 평형수탱크에 대한 압력시험은 검사원에 의하여 시행되어야 함에 주의하여야 한다.

(2) 이 지침에 따라 시행된 화물탱크 압력시험은 선장이 만족하는 것이어야 한다.

(3) "실패한 압력시험": 화물탱크 압력시험의 결과 구조적 손상 또는 누설이 발견된 경우 즉시 우리 선급에 통보되어야 하고 검사원의 본선 입회가 준비되어야 한다.

(4) 화물을 이용한 압력시험

(가) 의도된 적하상태 및 복원성상태가 선장에 의하여 점검되고 확인되는 것을 조건으로 해당 주위 벽을 시험하기 위하여 각 화물탱크 내부격벽에 만재압력이 걸리도록 선박이 체커보드패턴(checker board pattern)으로 적하될 수 있다(**그림 1**).

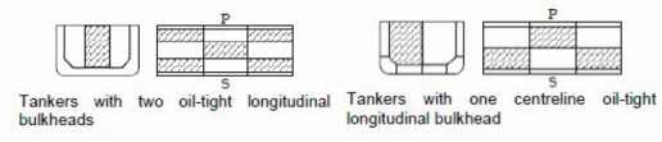


그림 1 지그재그시험(stagger test) - 체커보드패턴

(나) 본선의 항해일지로부터 상기 (가) 및 아래 (5)호가 성공적으로 시행되었고 선장에 의하여 서명되었음을 확인할 수 있어야 한다.

(5) 평형수를 이용한 압력 및 누설시험

선박의 운항측면을 고려하여 실행할 수 있는 경우 상기 (4)호의 관련 요건에 적합하고 관련 탱크의 주위 벽을 점검하기 위하여 접근할 수 있다는 것을 조건으로 평형수를 이용한 압력 및 누설시험을 병행하여 시행할 수 있다. 주위 벽을 통과하여 누설된 흔적이 없음을 보장하기 위하여 시험을 하는 화물탱크와 인접한 화물탱크 사이의 주위 벽 및 관련 용접은 모두 점검되어야 한다.

(6) 화물탱크에 면하는 주위 벽을 가지는 평형수탱크는 관련 규칙에 따라 시험되어야 한다. 이들 시험에는 검사원이 입회하여야 하며 모든 주위 벽은 입회 검사원에 의하여 시험되어야 한다.

(7) 선장의 점검, 평가 및 보고

(가) 일반

다음 요건은 정수압시험을 하고자 제출되어야 하는 화물탱크 주위 벽들에 대한 점검을 수행할 때 선장에게 요구되는 활동을 나타낸다. 모든 안전예방책 및 시설(조명, 환기 등)은 본선의 안전관리시스템(SMS)문서 및 우리 선급이 승인한 화물탱크 압력시험방안서에 따라 제공되어야 한다.

(나) 점검되어야 하는 부분

(a) 시험하고자 하는 화물탱크의 모든 주위 벽은 화물탱크 주위 벽 외부의 장소로부터 시험되어야 한다. 일반적인 모양의 탱크 주위 벽은 다음으로 구성된다.

(i) 한 개의 선미 횡격벽 및 관련 구조
(ii) 한 개의 선수 횡격벽 및 관련 구조
(iii) 두 개의 종격벽 및 해당 관련 구조, 그리고
(iv) 한 개의 내저판 및 관련 구조

(b) 이들 각 주위 벽은 시험하고자 하는 화물탱크와 다음의 다른 구획 사이의 공통경계이다.

(i) 화물탱크 또는
(ii) 평형수탱크/이중저 또는
(iii) 연료유탱크 또는
(iv) 보이드 스페이스 또는 펌프실

(c) 이 점검은 다음을 검증하는 것이다.

(i) 각 주위 벽의 판 및 구조는 정수압이 가해졌을 때 주위 벽의 판을 지지하는 구조의 처짐/변형과 같은 분명한 기하학적 결함이 없어야 한다. 그리고
(ii) 각 주위 벽의 밀폐성이 손상되어서는 안 된다. 즉, 각 주위 벽의 표면상 어디에서도, 특히 주위 벽 자체를 구성하는 판을 연결하는 용접부에서, 누설이 있어서는 안 된다.

(d) 각 주위 벽은 정밀하게 점검되어야 하고 상기 두 분류의 어느 결함사항도 있어서는 안 된다.

(다) 보고서

(a) 시험하고자 하는 화물탱크의 모든 주위 벽에 대하여 점검을 한 후 선장은 점검의 결과를 간략하게 보고하여야 한다. 이 보고는 본선의 항해일지에 기록되어야 하고 다음에 관련된 모든 자료가 포함되어야 한다.

(i) 시험된 화물탱크에 대한 식별

(ii) 시험된 화물탱크 주위 구획에 대한 식별

(iii) 시험일자, 시간 및 장소

(iv) 본선의 트림을 포함하여 시험 중 본선의 적하상태

(v) 시험 중 시행된 점검의 결과

보고서는 검사원의 주의를 위하여 본선에 보관되어야 한다.

(b) 아무런 결함도 발견되지 않거나 인지되지 않은 경우 화물탱크 압력시험이 만족스러운 결과로 수행되었다고 인정될 수 있다.

4. **규칙 표** 1.3.4에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 부분" 및 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1 장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
5. **규칙 표** 1.3.6의 비고 1에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 4항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

제 4 절 위험화학품 산적운반선

401. 일반 【규칙 참조】

규칙 401.의 1항 (3)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다.

402. 연차검사 *(2021)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 402.의 5항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다.

403. 중간검사

1. **규칙** 403.의 1항 (3)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 압력시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 4항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 403.의 1항 (4)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 압력시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 4항의 경우를 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**

404. 정기검사 *(2021)*

1. **규칙** 404.의 2항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 404.의 3항 (2)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 404.의 4항 (3)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙** 404.의 5항을 적용함에 있어서 선장의 관리 하에 시행하는 화물탱크 주위 벽에 대한 압력시험은 304.의 5항에 규정된 지침에 따라야 한다. **【규칙 참조】**
5. **규칙 표** 1.3.7에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
6. **규칙 표** 1.3.9의 비고 1에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 4항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

제 5 절 이중선체 유조선

501. 일반 【규칙 참조】

규칙 501.의 1항 (2)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다.

502. 연차검사 *(2021)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 502.의 5항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다.

503. 중간검사

1. **규칙** 503.의 1항 (3)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 압력시험 또는 선체거더의 종강도평가를 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 4항 또는 1항의 경우를 고려하여야 한다. 【규칙 참조】
2. **규칙** 503.의 1항 (4)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 압력시험 또는 선체거더의 종강도평가를 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 4항 또는 1항의 경우를 고려하여야 한다. 【규칙 참조】

504. 정기검사 *(2021)*

1. **규칙** 504.의 2항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. 【규칙 참조】
2. **규칙** 504.의 4항 (3)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. 【규칙 참조】
3. **규칙** 504.의 5항을 적용함에 있어서 선장의 관리 하에 시행하는 화물탱크 주위 벽에 대한 압력시험은 304.의 5항에 규정된 지침에 따라야 한다. 【규칙 참조】
4. **규칙 표** 1.3.10에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다. 【규칙 참조】
5. **규칙 표** 1.3.12의 비고 1에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 4항에 해당되는 경우를 말한다. 【규칙 참조】

제 6 절 이중선체 산적화물선

601. 일반 【규칙 참조】

규칙 601.의 1항 (2)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다.

602. 연차검사 *(2021)*

1. **규칙** 602.의 3항 (7)호를 적용함에 있어서 검사원은 밀폐성시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 1항의 경우를 고려하여야 한다. 【규칙 참조】
2. **규칙** 602.의 4항 표 비고 1에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. 【규칙 참조】
3. **규칙** 602.의 5항에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. 【규칙 참조】

603. 중간검사 *(2021)*

1. **규칙** 603.의 1항 (3)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 내부검사 또는 압력시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 6항 또는 4항의 경우를 고려하여야 한다. 【규칙 참조】
2. **규칙** 603.의 1항 (4)호 (가)를 적용함에 있어서 검사원은 내부검사 또는 압력시험을 요구하고자 하는 경우 **지침 1장** 801.의 6항 또는 4항의 경우를 고려하여야 한다. 【규칙 참조】
3. **규칙** 603.의 2항 표 비고 3)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. 【규칙 참조】

4. **규칙** 603.의 3항 표 비고 1)에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

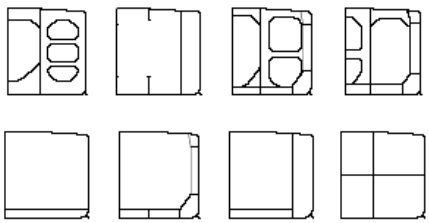
604. 정기검사 *(2021)*

1. **규칙** 604.의 2항 (1)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 604.의 2항 (2)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 604.의 5항 (3)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 3항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙 표** 1.3.13에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 5항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
5. **규칙 표** 1.3.15의 비고 2에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1장** 801.의 4항에 해당되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】** ⚓

부록 1-1 선급부호의 선종, 특기사항, 추가설비부호의 부기상세 *(2020)*

1. 선급부호

1.1 선종 및 특기사항

선종	특기사항	비고
1. Oil Tanker(2-0) 'ESP'(2-1) *(2021)* (Double Hull)(2-2) (Double Hull)(EXP) (2-3) (FAC)(1) (FAO)(1) (FBC)(1) (CSR)(2-4)	Crude Product Crude/Product Product/Asphalt Asphalt	(1) : 선종 중 1, 3, 4, 8, 9 및 18란에서의 FA, FB, FAC, FAO 및 FBC의 의미는 각각 다음과 같다. FA : Flash point above 60°C FB : Flash point of 60°C and below FAC : FA with controlled tank vents FAO : FA with open tank vents FBC : FB with controlled tank vents (2-0) : 2.0의 기재요령 참조 (2-1) : 일반적으로 일체형탱크를 가지고 주로 기름을 산적하여 운송하기 위하여 건조된 선박으로 중간갑판과 같은 특이한 구조적배치를 가지는 경우를 포함하여 단일 및 이중선체구조의 탱커에 부기한다.(**그림 1** 참조) *(2021)* 주의: 1) 해양오염방지협약(MARPOL) 부속서 I 제19규칙에 적합하지 아니한 Oil Tanker는 해양오염방지협약(MARPOL) 부속서 I 제20규칙 및/또는 제21규칙에 의하여 단계적으로 퇴출될 것을 요구하는 국제 및/또는 국내 법규에 따라야 할 수 있다. 2) 아스팔트 운반선과 같이 화물탱크가 일체형탱크가 아닌 독립형탱크에 기름을 운반하는 유조선은 검사강화제도(ESP)의 적용 범위에 포함되지 않는다. *(2021)*  **그림 1 Oil Tanker 'ESP'의 중앙횡단면 예** (2-2) : 주로 기름을 산적하여 운송하기 위하여 건조된 선박으로 화물탱크가 화물지역의 전 길이에 걸쳐 보이드 스페이스용 또는 평형수용의 이중선측 및 이중저로 구성된 이중선체의 배치가 1973/78 해양오염방지협약(Marpol) Annex 1 Reg. 19.3 및 관련규정에 적합한 선박에 부기한다. *(2021)* (2-3) : (2-2)에 해당되지 않는 선박으로서, 주로 기름을 산적하여 운송하기 위하여 건조된 선박으로 화물탱크가 화물지역의 전 길이에 걸쳐 보이드 스페이스용 또는 평형수용의 이중선측 및 이중저로 구성된 이중선체의 배치가 1973/78 해양오염방지협약(Marpol) Annex 1 Reg. 19.6 및 관련규정에 적합한 선박에 부기한다. *(2021)* (2-4) : **규칙 12편** 또는 **규칙 13편**의 요건에 적합한 선박에 부기한다.

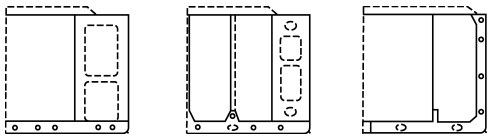
<table>
<tr><th>선종</th><th colspan="5">특기사항</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">2-1. Liquefied Gas Carrier (2022)</td><td>A</td><td>B</td><td>(C)</td><td>D or P</td><td>IMO Code(5)</td><td rowspan="3">(4) : IGC 또는 GC Code에 적합하지 않은 현존선으로서 Propane 및 Butane만을 운송하는 선박에 부기한다. 다만, Propane 및 Butane 이외의 화물을 운송하고자 하는 경우에는 우리 선급의 승인을 득한 후 LPG 대신에 다음과 같이 특정화물명을 부기할 수 있다.
(예) : Ammonia, Butadiene, Propylene, VCM, Ethylene Oxide, Ethylene 등

(5) : 다음에 따른다.
1) NIGC : 2016.7.1. 이후 개정된 규칙 7편 5장에 적합한 선박에 부기한다.(2021)
2) IGC : 1986.7.1 이후 건조된 선박으로서 규칙 7편 5장에 적합한 선박에 부기한다.
3) GC : IMO Res.A328(IX)에 적합한 선박에 부기한다.
4) GCX : IMO Res.A329(IX)에 적합한 선박에 부기한다.
5) 상기 이외의 선박은 별도의 부호를 부기하지 않는다.</td></tr>
<tr><td>1G
2G
2PG
3G</td><td>2I
3M
3S
1A
1B
1C
1NV</td><td>(R)
(P)
(RP)</td><td>Maximum Vapour Pressure, Minimum Temperature and Specific Gravity(SG)

Name of Liquefied Gas when exclusively carried</td><td>(NIGC)
(IGC)
(GC)
(GCX)</td></tr>
<tr><td colspan="5">LPG(4)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2-2. Compressed Natural Gas Carrier</td><td colspan="2">A</td><td colspan="3">B</td><td rowspan="2">CNG 산적운반선 지침에 적합한 선박에 부기한다.

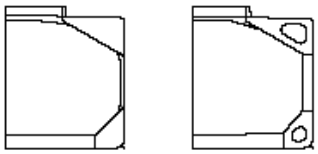
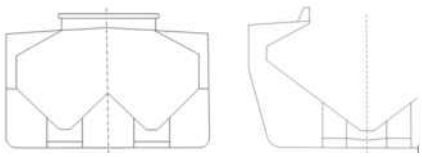
(3-3) : CNG 산적운반선 지침 3장 402.의 1항 (2)호 (가)에 따른 코일형 화물탱크를 갖는 선박에 부기한다.

(3-4) : CNG 산적운반선 지침 3장 402.의 1항 (2)호 (나)에 따른 실린더형 화물탱크를 갖는 선박에 부기한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">CO(3-3)
CY(3-4)</td><td colspan="3">Design Pressure, Minimum Temperature</td></tr>
</table>

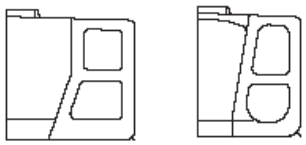
<table>
<tr><th colspan="2">선종</th><th colspan="4">특기사항</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">'ESP'(7-1)</td><td>A</td><td>B</td><td>D or P</td><td>IMO Code(8)</td><td rowspan="4">(7-1) : 일반적으로 일체형탱크를 가지고 주로 위험화학품(규칙 7편 6장 17절에 규정된 액체화물)을 산적하여 운송하기 위하여 건조된 선박으로 특이한 구조적배치를 가지는 경우를 포함하여 단일 및 이중선체구조의 탱커에 부기한다.(그림 2 참조)
 
그림 2 Chemical Tanker 'ESP'의 중앙횡단면 예</td></tr>
<tr><td>I
II
III
II&III (9)</td><td>1G
2G
1P</td><td>Apparent Specific Gravity (SG)</td><td>(IBC)
(BCH)
(BCX)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Name of Chemical when exclusively carried</td></tr>
<tr><td colspan="2">3-1. Chemical Tanker (2022)
(FAC)(1)
(FAO)(1)
(FBC)(1)</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">3-2. NLS Tanker</td><td colspan="4">Category Z(18)(7-2)</td><td>(7-2) : 규칙 7편 6장 17절에 규정된 액체화물을 제외한 규칙 7편 6장 18절에 규정된 IBC Code의 적용을 받지 않는 Category Z로 분류된 물질만을, 또는 Category Z로 분류된 물질과 Category OS로 분류된 물질을 산적하여 운송하는 선박에 부기한다.

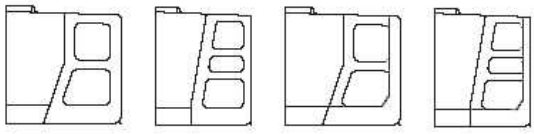
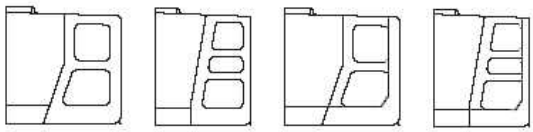
(8) : 다음에 따른다.
1) IBC : 1986.7.1 이후 건조된 선박으로서 규칙 7편 6장에 적합한 선박에 부기한다.
2) BCH : 1972.4.12부터 1986.6.30 사이에 건조된 선박으로서 규칙 7편 6장에 적합한 선박에 부기한다.
3) BCX : 1972.4.11 이전에 건조된 선박으로서 BCH Code 1.7.3에 적합한 선박에 부기한다.

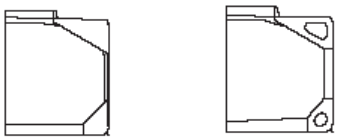
(9) : 선박소유자의 신청에 따라 Type II 선박 및 Type III 선박에 대한 요건을 동시에 만족하는 경우에 부기할 수 있으며, 예를 들어 아래와 같은 경우에 해당된다 (2022)
1) Type II와 Type III의 화물탱크 배치가 혼합되어 있는 선박
2) Type II 선박 중 각 탱크 volume 3000 m^3 초과하는 선박</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Oil/Chemical Tanker (2020)
(Double Hull)(2-2)
(Double Hull)(EXP)(2-3)
'ESP'(2-1)(7-1)
(FAC)(1)
(FAO)(1)
(FBC)(1)
(CSR)(2-4)</td><td colspan="4">선종 1란 및 3란의 특기사항</td><td></td></tr>
</table>

선종	특기사항		비고
	A		
5-1. *(2017)* Bulk Carrier (Double Skin)(11-1) 'ESP'(11-2) 'ESP'(EXP)(11-2) (CSR)(11-4) 5-2. *(2017)* Bulk Carrier(14) (Double Skin)(11-1) (CSR)(11-4) 5-3. *(2017)* Self-Unloading Bulk Carrier 'ESP'(11-3) (Double Skin)(11-1)	- HC(12-1) HC/E(13) BC-A*1 BC-B*2 BC-C*3	GRAB[X]*4 max cargo density (t/m3)*5 no MP*6 Holds Nos. ,... may be empty*7 Block loading*8	(11-1) : 다음의 경우에 부기한다. (주의: Double Skin부호를 갖지 아니하더라도 해당되는 경우 **규칙 1편 3장 6절**의 이중선체 산적화물선에 대한 관련 규정을 적용하여야 한다.) (1) 1999년 7월 1일 전에 건조된 선박으로 이중선측구조인 경우 (2) 2000년 1월 1일 전에 건조된 선박으로 선측외판에서 수직으로 측정한 거리가 화물창 길이 내의 어느 위치에서나 폭이 760 mm 이상인 이중선측구조를 갖는 경우 (3) 2000년 1월 1일 이후에 건조된 선박으로 선측외판에서 수직으로 측정한 거리가 화물창 길이 내의 어느 위치에서나 폭이 1000 mm 이상인 이중선측구조를 갖는 경우 (11-2) : 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저, 톱사이드탱크, 호퍼사이드탱크 및 단일 또는 이중선측구조를 가지는 선박으로서 주로 건화물을 산적하여 운송하는 선박에 'ESP'부호를 부기한다. 다만, 2010년 7월 1일 이후 건조되는 선박인 경우 상기 기술된 구조적 특성의 일부 또는 전부가 상기 구조에 부합하지 않는 선박에도 'ESP'를 부기하며 이에 추가하여 (EXP)를 부기한다.(**그림 3-1** 참조)  **그림 3-1 Bulk Carrier 'ESP'의 중앙횡단면 예** (11-3) : 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저, 톱사이드탱크, 호퍼사이드탱크 및 단일 또는 이중선측구조를 가지는 선박으로서 건화물을 산적하여 운송하고 자체 하역하는 선박에 'ESP'부호를 부기한다.(**그림 3-2** 참조)  **그림 3-2 Self-Unloading Bulk Carrier 'ESP'의 중앙횡단면 예** (11-4) : **규칙 11편** 또는 **규칙 13편**의 요건에 적합한 선박에 부기한다. (12-1) : HC라 함은 화물밀도가 1.0(t/m^3) 이상인 화물을 싣고자 화물창 내 이중저구조가 보강된 경우를 말함. *(2022)* (13) : HC/E라 함은 상기 (12-1)에 추가하여 격창적하를 하고자 하는 경우를 말함. *(2022)* (14) : 단면형상이 상기 (11-2)에 규정된 구조형상과는 상이한 구조를 가지는 선박으로서 2010년 7월 1일 전에 건조된 선박에 한하여 선박소유자가 Bulk Carrier 부호의 지정을 신청하고 **규칙 7편 3장**의 규정에 만족하는 경우에 있어서, 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에는 Bulk Carrier 부호를 부여할 수 있다. 다만, 이 경우에 있어서 **규칙 1편**의 적용 시 산적화물선 또는 이중선체 산적화물선에 대한 부가적 요건(ESP 요건)은 적용하지 아니한다.

선종	특기사항		비고 (계속)
	A		*1 : **규칙 7편 3장 2절, 규칙 11편 1장 1절** 또는 **규칙 13편 1부 1장 1절**에 따라 BC-B의 조건에 추가하여 최대흘수에서 화물밀도가 1.0 t/m^3 이상인 건화물을 지정된 화물창을 공창으로 하여 화물을 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호
	-	GRAB[X]*4	
	HC(12-1)	max	
	HC/E(13)	cargo	
	BC-A*1	density	
	BC-B*2	(t/m3)*5	*2 : **규칙 7편 3장 2절, 규칙 11편 1장 1절** 또는 **규칙 13편 1부 1장 1절**에 따라 BC-C의 조건에 추가하여 화물밀도가 1.0 t/m^3 이상의 건화물을 모든 화물창에 균일적재하여 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호
	BC-C*3	no MP*6	
		Holds Nos. ,... may be empty*7	
		Block loading*8	*3 : **규칙 7편 3장 2절, 규칙 11편 1장 1절** 또는 **규칙 13편 1부 1장 1절**에 따라 화물밀도가 1.0 t/m^3 미만의 건화물을 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호
			*4 : **규칙 11편 12장 1절** 또는 **규칙 13편 2부 1장 6절**에 따라 최대무게 [X]톤의 그랩으로 양하/적하 하도록 설계된 화물창을 가지는 선박에 부여하는 부호로서, **규칙 11편 1장 1절** 또는 **규칙 13편 1부 1장 1절**에 따라 BC-A 또는 BC-B를 갖는 선박은 의무적으로 GRAB[X] 부호를 가져야 하며 이러한 선박은 20톤 이상인 그랩으로의 하역에 적합하여야 한다. 다른 모든 선박에 대하여 GRAB[X]는 선택사항이다.
			*5 : **규칙 7편 3장 2절** 또는 **규칙 11편 4장 7절** 또는 **규칙 13편 1부 4장 8절**에 따라 최대 화물밀도가 3.0 t/m3미만인 경우, 특기사항 BC-A 및 BC-B에 대하여 부여하는 부호.
			*6 : **규칙 7편 3장 2절** 또는 **규칙 11편 4장 7절** 또는 **규칙 13편 1부 4장 8절**에 규정하는 조건에 따라 여러 항구에서의 적하 및 양하에 대한 설계를 하지 않는 선박인 경우, 모든 특기사항에 대하여 부기한다.
			*7 : **규칙 7편 3장 2절** 또는 **규칙 11편 4장 7절** 또는 **규칙 13편 1부 4장 8절**에 따라 특기사항 BC-A에 대하여 부기한다.
			*8 : **규칙 13편 1부 4장 8절**에 따라 특기사항 BC-A에 대하여 격창블록 적재조건이 있는 경우에 부기한다.

선종	특기사항	비고
6. Cargo Ship *(2017)*	- HC(12-2) General Dry Cargo(15-1) Wood Chip Carrier(15-2) Cement Carrier(15-3) Livestock Carrier(15-4) Deck Cargo Ship(15-5) General Dry Cargo(Double Skin)(15-6) Liquid Cargo(Category OS only)(15-7) Container(15-8) *(2019)*	(12-2) : HC라 함은 **규칙 3편 7장 101.**의 7항에 따른 겉보기 비중, γ 가 1.25(t/m^3) 이상인 화물을 싣고자 화물창 내 이중저구조가 보강된 경우를 말함. *(2022)* (15-1) : 자항으로 고체화물을 운송하는 총톤수 500톤 이상의 모든 일반건화물선에 부기하며, **규칙 1편 2장 14절**의 일반건화물선에 대한 부가적인 규정을 적용하여야 한다. 다만, 다음의 선박은 적용을 제외한다. - 검사강화제도 적용대상 산적화물선 및 이중선체 산적화물선 - 컨테이너전용운반선 - 로로운반선 - 냉동운반선 - 우드칩전용운반선 (우드칩을 전용으로 운반하기 위하여 특별히 설계된 선박)(15-2) - 시멘트전용운반선 (시멘트를 전용으로 운반하기 위하여 특별히 설계된 선박)(15-3) - 가축운반선 (가축을 운반하기 위하여 특별히 설계된 선박)(15-4) - 갑판화물선 (갑판 상부에만 화물을 적재하도록 설계된 선박)(15-5) - 상갑판까지 화물창의 전 높이 및 화물지역의 전 길이에 걸쳐 연장된 이중선측을 가지는 이중선측 구조의 일반건화물선(15-6) (15-7) : **규칙 7편 6장 18절**에 규정된 IBC Code의 적용을 받지 않는 Category OS로 분류된 액체화물만을 산적하여 운송하는 선박에 부기한다. (15-8) : 본선에 셀가이드가 설치되어 있지는 않으나 **지침 7편 부록 7-2**에 따라 승인된 컨테이너 고박설비 및 적재방법에 의해 컨테이너를 전반적으로 적재하는 선박에 부기한다. (예, 다목적선(Multi-Purpose Ship)
7. Ore Carrier 'ESP'(16) *(2018)*	A no MP*1 / GRAB[X]*2	(16) : 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저 및 2열 종격벽을 가지는 선박으로서 주로 광석을 중앙화물창에 산적하여 운송하는 선박에 부기한다. (**그림 4** 참조)  **그림 4 Ore Carrier 'ESP'의 중앙횡단면 예** *1 : **지침 7편 부록7-10**에 규정하는 조건에 따라 여러 항구에서의 적하 및 양하에 대한 설계를 하지 않는 선박에 부여한다. *2 : **지침 7편 2장 101.**의 2항에 따라 최대무게 [X]톤의 그랩으로 양하/적하 하도록 설계된 화물창을 가지는 선박에 부여한다.

선종	특기사항	비고
8-1. Ore/Oil Carrier 'ESP'(17-1) (FAC)(1) (FAO)(1) (FBC)(1) *(2017)*	선종 1란 및 7란의 특기사항	(17-1) : 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저 및 2열 종격벽을 가지는 선박으로서 주로 광석은 중앙화물창에, 유류는 중앙화물창 및 윙탱크에 산적하여 운송하는 선박에 부기한다. 다만, 유류와 광석을 동시에 운송하지 않는다. (**그림 5-1** 참조) 주의: 해양오염방지협약 (MARPOL) 부속서 I 제19규칙에 적합하지 아니한 Ore/Oil Carrier는 단계적으로 퇴출될 것을 요구하는 국제 및/또는 국내 법규에 따라야 할 수 있다.  **그림 5-1 Ore/Oil Carrier 'ESP'의 중앙횡단면 예**
8-2. Ore/Chemical Carrier 'ESP'(17-2) (FAC)(1) (FAO)(1) (FBC)(1) *(2017)*	선종 3란 및 7란의 특기사항	(17-2) : 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저 및 2열 종격벽을 가지는 선박으로서 주로 광석은 중앙화물창에, 위험화학품은 중앙화물창 및 윙탱크에 산적하여 운송하는 선박에 부기한다. 다만, 위험화학품과 광석을 동시에 운송하지 않는다.(**그림 5-2** 참조)  **그림 5-2 Ore/Chemical Carrier 'ESP'의 중앙횡단면 예**
8-3. Oil/Liquefied Gas Carrier*(2022)* 'ESP''* (Double Hull) (Double Hull)(EXP) (FAC) (FAO) (FBC) (CSR)	선종 1란 및 2-1란의 특기사항	* 선체내에 독립형 탱크를 가진 겸용선(이중선체 유조선/액화가스 산적운반선)의 경우, 독립형 탱크에 대하여는 액화가스 산적운반선의 요건에 따라 검사하고, 일체형탱크가 있는 화물지역에 대하여만 이중선체 유조선의 요건을 적용한다.

선종	특기사항	비고
9. Oil/Bulk/Ore Carrier 'ESP'(18) 'ESP'(EXP)(18) (FAC)(1) (FAO)(1) (FBC)(1) *(2017)*	선종 1란, 5란 및 7란의 특기사항	(18) : 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저, 톱사이드탱크, 호퍼사이드탱크 및 단일 또는 이중선측구조를 가지는 선박으로서, 유류, 건화물 및 광석을 산적하여 운송하는 선박에 'ESP'부호를 부기한다. 다만, 유류, 광석 및 건화물을 동시에 운송하지 않는다. 2010년 7월 1일 이후 건조되는 선박인 경우 상기 기술된 구조적 특성의 일부 또는 전부가 상기 구조에 부합하지 않는 선박에도 'ESP'부호를 부기하며 이에 추가하여 (EXP)를 부기한다. (**그림 6** 참조) 주의: 해양오염방지협약 (MARPOL) 부속서 I 제19규칙에 적합하지 아니한 Oil/Bulk/Ore Carrier는 단계적으로 퇴출될 것을 요구하는 국제 및/또는 국내 법규에 따라야 할 수 있다.  **그림 6 Oil/Bulk/Ore Carrier 'ESP'의 중앙횡단면 예**
10. RoRo Ship	- Car Carrier(19-1) Car/Cargo(19-2)(19-4) Car/Container(19-2)(19-4) Car/Bulk(19-2)(19-4) Car Ferry(19-3)(19-4) Cassette(19-5)	- : 차량을 운송하지 않는 경우 별도 기재 불요 (19-1): **지침 7편 부록 7-3**을 적용받는 국내항해 카페리선박 이외의 선박으로서 주로 차량을 차량갑판에 로로방식으로 하역하여 운송하는 선박에 부기한다. 주로 차량을 건현갑판 하방 및 선박의 너비 전체에 걸친 전통폐위선루 내 여러 층의 차량갑판에 로로방식으로 하역하여 운송하는 자동차 또는 자동차/트럭 전용운반선인 경우 Car Carrier 부호 뒤에 PCC를 추가로 부기한다. (19-2): 주로 차량을 로로방식으로 하역하여 운송할 뿐만이 아니라 해당 화물을 일반화물선, 컨테이너선 또는 산적화물선과 같이 로로방식 이외의 방식으로도 하역하여 운송하는 선박에 부기한다. 이들 선박이 **지침 7편 부록 7-3**을 적용받는 국내항해 카페리선박인 경우 이들 부호를 대신하여 Car Ferry/Cargo, Car Ferry/Container 또는 Car Ferry/Bulk로 부기한다. (19-3): (19-2)에 해당하지 않는 선박으로서 **지침 7편 부록 7-3**을 적용받는 국내항해 카페리선박에 부기한다. (19-4): 국내항해 카페리선박의 차량구역이 모두 개방된 차량구역인 경우 Car Ferry부호 뒤에 (open space)를 추가로 부기한다. (19-5): 주로 cassette를 이용하여 화물을 로로방식으로 하역하여 운송하는 선박에 부기한다.

선종	특기사항	비고
11. Container Ship(20)	LS(20-1) LS(CL)(20-2) LS(CL, RS)(20-3) LS(CL, RS+)(20-4) LS(CL, RS, HHS 또는 HHT)(20-5)	(20) : Container만을 전용으로 운송하도록 계획된 선박에 부기한다. (20-1) : **지침 7편 부록 7-2**에 따라 설계 및 제작된 컨테이너 고박설비가 설치된 선박에 부기한다. (20-2) : 상기 (20-1)에 추가하여, **지침 7편 부록 7-2**에 따라 우리 선급에 의하여 승인된 고박강도계산프로그램이 설치 및 유지되는 선박에 부기한다. (20-3) : 상기 (20-2)에 추가하여, **지침 7편 부록 7-2**에 따라 화물고박지침서에 우리 선급에서 제공한 항로별 경감계수의 적용과 관련된 내용이 포함되어 있고 설치된 고박강도계산프로그램에 항로별 경감계수가 반영된 선박에 부기한다. (20-4) : 상기 (20-2)에 추가하여, **지침 7편 부록 7-2**에 따라 화물고박지침서에 우리 선급에서 제공한 임의의 항로에 대한 경감계수의 적용과 관련된 내용이 포함되어 있고, 임의의 항로에 대한 경감계수를 산출 할 수 있는 기능이 포함된 고박강도계산프로그램이 설치된 선박에 부기한다. *(2019)* (20-5) : **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제3장 제25절 2504** 또는 **2505**에 따라 설계 및 제작된 컨테이너 고박설비를 적용한 선박에 부기한다. *(2022)*

<table>
<tr><th>선종</th><th colspan="3">특기사항</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>12. Fishing Vessel</td><td colspan="3">Long Liner(연승)
Stern Trawler(선미트롤)
Side Trawler(선측트롤)
Whaler(포경선)
Purse Seiner(선망)
Gill Net(유자망)
Angling(채낚기)
Stick-held Dip Net(봉수망)
Bottom Long Liner(저연승)
Trap(통발)
Stow Net(안강망)
Lift Net(부망)
Dredge Net(형망)
Seiner(인망)
Stab Net
Lighting(등선)
Pole and Line(대낚기) (2021)</td><td></td></tr>
<tr><td>13. Fish Carrier</td><td colspan="3">Fresh and Live Fish(활선어운반선)
Fresh Fish(빙장운반선)
Live Fish(활어운반선)
Fish Factory(어획물가공선)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">14. Passenger Ship</td><td>A
(형태)</td><td>B
(부가사용목적)</td><td>C</td><td rowspan="2">- : 여객운송 전용의 경우 별도기재 불요
(23-1) : 지침 7편 부록 7-3에 의한 차량구역을 갖는 선박 또는 SOLAS 적용대상 선박 중 SOLAS Ch.II-2에 의한 특수분류구역이나 로로구역이 아닌 차량을 적재하는 구역을 갖는 선박
(23-2) : SOLAS Ch.II-2 또는 IMO HSC Code(고속선의 안전에 관한 국제 코드)에 의한 특수분류구역을 갖는 선박
(23-3) : SOLAS Ch.II-2 또는 IMO HSC Code(고속선의 안전에 관한 국제 코드)에 의한 로로구역을 갖는 선박</td></tr>
<tr><td>-
Hydrofoil
Side Wall
Air Cushion
Vehicle
Hover Craft
Catamaran
Submersible</td><td>-
Cargo
Container
Leisure
Car Ferry(19-4)(23-1)
Car Ferry(SCS)(23-2)
RoRo(23-3)</td><td>형태가 Submersible의 경우 최대 사용 잠수깊이 및 최대 잠수시간</td></tr>
<tr><td>15-1.
Tug Boat
(2020)</td><td colspan="3">A*
(용도)
-
Salvage
Supply
Anchor
Fire-Fighting(GA 또는 GC)(24)
Oil Recovery(GA, GB 또는 GC)(25)</td><td rowspan="2">A* : 특기사항, A(용도),와 관련하여, 해양작업지원선 지침 제 8장 “소방선”의 요건을 만족하면서 Offshore Support Vessel(OSV)의 특기사항 부호인 FFS1, FFS2, FFS3 또는 FF의 요건을 만족하는 경우, OSV의 특기사항 부호를 부여할 수 있다. (2021)
- : Tug 또는 Pusher 전용의 경우 별도 기재 불요
(24) : “선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 시행규칙 별표2 소화설비 등 시설기준”에 적합한 경우 “Fire-Fighting” 특기사항을 부여하며 GA 또는 GC는 다음에 따른다.
1) GA : 타선소화설비와 관련하여 노출갑판상에 요구되는 방폭요건을 만족하는 선박에 부기한다.
2) GC : 타선소화설비와 관련하여 노출갑판상에 방폭요건을 적용하지 않는 선박에 부기한다.
Type A : permanent connection 형식
Type B : removable connection 형식</td></tr>
<tr><td>15.2
Pusher
(2018)</td><td colspan="3">-
(Type A)
(Type B)
Pusher/Tug
(Type A)
(Type B)</td></tr>
</table>

선종	특기사항	
16. Work Vessel	A* (용도)	A* : **해양작업지원선 지침 제 8장** "소방선"의 요건을 만족하면서 Offshore Support Vessel(OSV)의 특기사항 부호인 FFS1, FFS2, FFS3 또는 FF의 요건을 만족하는 경우, OSV의 특기사항 부호를 부여할 수 있다. *(2021)* - : Work 전용인 경우에는 기재불요 (25) : 다음에 따른다. 1) GA : 누출유를 수거, 저장하고 누출유 처리작업 구역, 저장구역 및 노출 갑판 상에 요구되는 방폭요건을 만족하는 선박에 부기한다. 2) GB : 누출유를 수거, 저장하고 누출유 처리작업 구역 및 저장구역에 요구되는 방폭요건을 만족하는 선박에 부기한다. 3) GC : 누출유를 수거, 저장하고 방폭요건을 적용하지 않는 선박에 부기한다.
	- Launch Cable Layer Crane Anchor Ice Breaker Supply Oil Recovery(GA, GB 또는 GC)(25) Salvage Repair Work Tender Dredging *(2019)*	
17. Special Purpose Ship	A* (용도)	A* : **해양작업지원선 지침 제 8장** "소방선"의 요건을 만족하면서 Offshore Support Vessel(OSV)의 특기사항 부호인 FFS1, FFS2, FFS3 또는 FF의 요건을 만족하는 경우, OSV의 특기사항 부호를 부여할 수 있다. *(2021)* - : Special Purpose Ship 전용인 경우에는 기재불요
	- *(2019)* Soil Geological Survey Boat Submersible Support Diving Support Hopper/Waste Waste(폐기물 운반선) Hospital(병원선) Hydro Survey(수로측량선) Seismic Survey(해저탐사선) Fire-Fighting(소방선)(GA 또는 GC)(24) Buoy Laying(항로표지선) Fishery Training(어업 실습선) Fishery Patrol(어업 감시·지도선) Fishery Research(어업 조사선) Patrol(감시·지도선) Pilot(Pilot선) Observation(해양조사선) Training(연습선) Research(해양조사선)	

<table>
<tr><th>선종</th><th colspan="2">특기사항</th><th></th></tr>
<tr><td rowspan="2">18. Barge
(FAC)[1]
(FAO)[1]
(FBC)[1]</td><td>A(형태)</td><td>B(적재 화물명 및 부가사용목적)</td><td rowspan="2">- : 3가지 형태이외의 부선 즉 갑판에 창구를 갖고 화물창에 화물을 적재하는 부선으로서 기재불요
[26] : 선종 중 3란 Chemical Tanker의 특기사항 참조
[27] : 선종 중 2-1란 Liquefied Gas Carrier의 특기사항 참조 (2022)

Type A : permanent connection 형식
Type B : removable connection 형식</td></tr>
<tr><td>-
Pontoon
Integrated
Pusher Barge
(Type A)
(Type B)
Hopper
(또는 Dump)</td><td>Chemical[26]
Liquefied Gas[27]
Oil
Container
Sand
Crane
Pipe-Laying
Piling
Cable-Laying
Salvage
Submersible
Accommodation
Waste
Log
Heavy Cargo
Oil Recovery(GA, GB 또는 GC)[25]
Power Plant (2019)
Wind Turbine Transportation (2019)</td></tr>
<tr><td>19-1. Dredger</td><td colspan="2" rowspan="2">Trailing Suction
Cutter Suction
Grab
Bucket
Dipper
Suction/Dump
Reduced Freeboard</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>19-2. Dredger
(Self-propelled)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>선종</th><th colspan="4">특기사항</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="2">20. Special Purpose Submersible</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td rowspan="2">(28) : 승객 13인 미만에 한함.</td></tr>
<tr><td>Manned
Unmanned</td><td>Self-propelled
Non-propelled</td><td>Research
Rescue
Leisure(28)
Special
Work</td><td>최대사용
잠수깊이
및 최대
잠수시간</td></tr>
<tr><td rowspan="2">21. Fixed Offshore Structure</td><td colspan="2">A(형식)</td><td colspan="2">B(용도)</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Jacket
GBS
Compliant Tower
Articulated Tower</td><td colspan="2">Drilling
Production</td></tr>
<tr><td rowspan="2">22. Mobile Offshore Unit</td><td colspan="2">A(형식)</td><td colspan="2">B(용도)</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Self-elevating
Column-stabilized
Ship Type
Barge Type</td><td colspan="2">Crane
Accommodation
Floating Pier</td></tr>
<tr><td rowspan="2">23. Mobile Offshore Drilling Unit</td><td colspan="4">A(형식)</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Self-elevating
Column-stabilized
Ship Type
Barge Type</td></tr>
<tr><td rowspan="3">24-1. Floating Production, Storage and Offloading Unit</td><td colspan="2">A(형식)</td><td colspan="2">B</td><td>C</td><td rowspan="3">(C) : 현존선을 부유식 생산구조물로 개조하여 우리 선급에 등록하는 경우에 부기한다.

Disconnectable : 계류장치와 라이저로부터 구조물을 분리하는 수단을 갖춘 자항 부유식 생산구조물인 경우에 부기한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Ship Type
Barge Type
Column-stabilized
Spar
TLP</td><td colspan="2" rowspan="2">(C)
Disconnectable</td><td rowspan="2">Production
Import
Export
Import-Export</td></tr>
<tr><td>24-2. Floating Production and Offloading Unit

24-3. Floating Storage and Offloading Unit</td></tr>
<tr><td rowspan="5">25-1-1. Floating LNG Storage and Regasification Unit (2019)</td><td colspan="2">A</td><td colspan="3">B</td><td rowspan="5">(C) : 현존선을 부유식 액화가스구조물로 개조하여 우리 선급에 등록하는 경우에 부기한다.

Disconnectable : 계류장치와 라이저로부터 구조물을 분리하는 수단을 갖춘 자항 부유식 액화가스구조물인 경우에 부기한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">(C)
Disconnectable</td><td colspan="3">Regasification
Export</td></tr>
<tr><td>25-1-2. Floating LNG Regasification Unit (2019)</td><td colspan="2">(C)
Disconnectable</td><td colspan="3">Regasification
Export</td></tr>
<tr><td>25-1-3. Floating LNG Storage Unit (2019)</td><td colspan="2">(C)
Disconnectable</td><td colspan="3">Export</td></tr>
<tr><td>25-2. Floating LNG Production, Storage and Offloading Unit</td><td colspan="2">(C)
Disconnectable</td><td colspan="3">Process
Import</td></tr>
</table>

선종	특기사항		비고
26. Offshore Support Vessel	A	B	
	Supply AH Tow HL WTIMR FFS1 FFS2 FFS3 FF Oil Spill Recovery	HDC(P, Locations) HLC(ρ, Tanks)	
27-1. Floating Dock 27-2. Dock Gate 27-3. Launching Skid Barge			
28. Refrigerated Cargo Carrier			
29. Single Point Mooring *(2017)* (31)	A (형식)	B (기자재)	(31) : **일점계류장치 지침 1장 103. 1항**의 기재요령 참조
	CALM SALM VALM SPMT	Buoy Body Sub-sea Pipeline Anchor Leg PLEM Floating Hose	
30. Floating Structure	Hotel Restaurant Leisure		
31. Shiplift and Transfer System *(2018)* (32)	A (설치될 항구)	B (설비의 총 순수 인양 능력)	(32) : **상가대 지침 1장 1절 및 2절**의 기재요령 참조
	(port to be specified)	MDL x effective platform length	
32. WIG Craft *(2019)*	A (형식)(33)	B (용도)(34)	(33) : WIG선 형식은 **WIG선 기준의 1장 104.**를 참조. (34) : WIG선 용도는 **WIG선 기준의 1장 103. 11, 12 및 13항**을 참조
	A-type B-type	Passenger General Small(Commercial) Small(Non-commercial)	
33. Floating LNG Bunkering Terminal *(2018)*			**부유식 액화천연가스 벙커링 터미널 지침**의 요건에 적합한 부선

(비고) (35) : 다음의 추가특기사항은 해당 규정에 적합한 경우 부기한다. 추가특기사항은 선체사항인지 기관사항인지에 관계없이 선체부호 아래 특기사항 다음의 위치에 부기한다.

추가특기사항		적용규정
SeaTrust (DSA1, DSA2, FSA1, FSA2, FSA3, SPR1, SPR2, HCM) *(2020)*	DSA1, DSA2, FSA1, FSA2, FSA3	**지침 3편 부록 3-2** 및 **3-3**에서 규정하는 선박의 구조강도평가, 피로강도평가에 대한 지침에 따라 건조된 선박. 다만, (CSR)부호를 갖는 선박은 SeaTrust(DSA1, FSA2[NA]를 포함하며 추가로 부기하지 않는다. **규칙 14편**에 따라 건조되는 컨테이너선은 **규칙 14편 7장** 및 **9장**의 규정을 만족하는 경우, SeaTrust(DSA1, FSA2)을 부기한다. FSA1 ~ FSA3 부호는 다음의 피로강도평가 해역 부호를 포함하여 부기한다. [NA] : 북대서양 해역, [WW] : 세계 전역의 해역 (예: SeaTrust(FSA1[NA]), SeaTrust(FSA1[WW])) FSA1 ~ FSA3 부호는 다음을 초과하는 설계 피로 수명을 갖는 선박에 대하여 [XX years]를 추가로 부기할 수 있다. **규칙 13편** 및 **14편** 적용 대상선박 : 25년, 그 외의 선박 : 20년 (예: SeaTrust(FSA1[WW, 30 years])
	SPR1, SPR2,	**스프링잉을 고려한 피로강도 평가 지침**에서 규정하는 선박의 피로강도 평가 기준에 적합한 선박
	HCM	**지침 3편 부록 3-4**에서 규정하는 선체건조감시에 대한 지침에 따라 건조된 선박. 다만, **산적화물선 및 유조선 공통규칙(규칙 13편)**에 따라 건조되는 선박에는 선체건조감시 부기부호 SeaTrust(HCM)을 강제로 부기한다.
WHIP *(2017)*		**휘핑을 고려한 컨테이너선의 강도평가 지침**에서 규정하는 강도평가 기준에 적합한 선박
IA Super		**빙해운항선박 지침 1장**에서 규정하는 IA Super 등급의 대빙구조를 가지는 선박
IA		**빙해운항선박 지침 1장**에서 규정하는 IA 등급의 대빙구조를 가지는 선박
IB		**빙해운항선박 지침 1장**에서 규정하는 IB 등급의 대빙구조를 가지는 선박
IC		**빙해운항선박 지침 1장**에서 규정하는 IC 등급의 대빙구조를 가지는 선박
ID		**빙해운항선박 지침 1장**에서 규정하는 ID 등급의 대빙구조를 가지는 선박
Ice II *(2021)*		**빙해운항선박 지침 1장**에서 규정하는 II 등급의 대빙구조를 가지는 선박
PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7		**빙해운항선박 지침 2장**에서 규정하는 극지등급에 적합한 선박
Icebreaker3, Icebreaker4, Icebreaker5, Icebreaker6		**빙해운항선박 지침 3장**에서 규정하는 Icebreaker등급에 적합한 쇄빙선
Arctic4 Arctic5, Arctic6, Arctic7, Arctic8, Arctic9 *(2017)*		**빙해운항선박 지침 3장**에서 규정하는 Arctic등급에 적합한 쇄빙기능을 갖는 선박. 주기적으로 쇄빙작업을 하고 쇄빙선의 요건에 적합한 경우 Icebreaker3 또는 Icebreaker4 부호를 추가하여 부기할 수 있다.
Winterization (H(t), M(t), E1(t), E2(t), E3(t), S(A), S(B), S(C), D(t), IR) *(2018)*	H(t)	선체구조의 재료가 외부설계 대기온도(t)와 연관하여 **빙해운항선박 지침 4장 2절**의 요건에 적합한 선박
	M(t)	선체구조의 의장품 및 구성품의 재료가 외부설계 대기온도(t)와 연관하여 **빙해운항선박 지침 4장 3절**의 요건에 적합한 선박
	E1(t), E2(t), E3(t),	의장품 및 구성품이 외부설계 대기온도(t)와 연관하여 **빙해운항선박 지침 4장 4절, 5절 및 6절**의 요건에 적합한 선박
	S(A), S(B), S(C)	선박의 복원성이 **빙해운항선박 지침 4장 7절**에 명시된 착빙값과 연관하여 **빙해운항선박 지침 4장 7절**의 요건에 적합한 선박
	D(t)	외부설계 대기온도(t)와 연관하여 **빙해운항선박 지침 4장 8절**에 따라 대안설계가 적용된 선박
	IR	빙 제거수단 요건과 연관하여 **빙해운항선박 지침 4장 9절**의 요건에 적합한 선박

<table>
<tr><th>추가특기사항</th><th colspan="2">적용규정</th></tr>
<tr><td>PL10, Icebreaker PL10,
PL20, Icebreaker PL20,
PL30, Icebreaker PL30</td><td>2015년 1월 1일 전까지 규정되어 있던 지침 3편 22장에서 규정하는 극지등급 (POLAR 등급)에 적합한 선박</td><td rowspan="2">1. 다만, 중간얼음 조건값이 적합한 특별업무를 하는 극지등급선박은, 특별히 고려하여, 중간부호 (예를 들어, PL25)를 받을 수 있다.
2015년 1월 1일 전까지 규정되어 있던 지침 3편 22장에 따라 해당되는 경우 설계대기온도, 최대운항속력 및/또는 최대중앙부흘수를 부기할 수 있으며, 설계대기온도는 DAT(-x°C)로 부기한다.
2. 2015년 1월 1일 전에 이들 부호를 부여받은 선박에 한하여 이들 부호를 계속 유지할 수 있으나, 2015년 1월 1일 이후에는 어떤 선박에도 이들 부호를 새로이 부기하지 아니한다.</td></tr>
<tr><td>ICE05, Icebreaker ICE05,
ICE10, Icebreaker ICE10,
ICE15, Icebreaker ICE15</td><td>2015년 1월 1일 전까지 규정되어 있던 지침 3편 22장에서 규정하는 극지등급 (ICE 등급)에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>FH</td><td colspan="2">규칙 7편 3장 10절부터 12절에서 규정하는 산적화물선에 대한 침수상태에서의 종강도, 허용적재하중 및 파형횡수밀격벽에 대한 규정을 적용한 선박</td></tr>
<tr><td>IWS</td><td colspan="2">규칙 2장 604.의 규정에 따라 입거검사를 대신하여 수중검사를 시행하는 선박으로 규칙 2장 604.의 3항 (8)호에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>ERS</td><td colspan="2">우리 선급의 선박긴급응답서비스 (Emergency Response Service)에 등록한 선박</td></tr>
<tr><td>CDG</td><td colspan="2">규칙 8편 12장의 요건에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>AFP-A</td><td colspan="2">규칙 8편 부록 8-9의 2절 요건에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>AFP-M</td><td colspan="2">규칙 8편 부록 8-9의 3절 요건에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>AFP-C
AFP-C(1)
AFP-C(2)
AFP-C(3)
AFP-C(FSC)</td><td colspan="2">AFP-C: 화물구역에 규칙 8편 부록 8-9의 4절의 선종별 해당 요건이 추가 적용된 선박.
AFP-C(1): 화물구역에 규칙 8편 부록 8-9의 405.의 2항의 요건이 추가적용된 컨테이너선
AFP-C(2): 화물구역에 규칙 8편 부록 8-9의 405.의 3항의 요건이 추가적용된 컨테이너선
AFP-C(3): 화물구역에 규칙 8편 부록 8-9의 405.의 4항의 요건이 추가적용된 컨테이너선
AFP-C(FSC): 화물구역에 규칙 8편 부록 8-9의 405.의 5항의 요건이 추가적용된 컨테이너선</td></tr>
<tr><td>SPS</td><td colspan="2">특수목적선코드 (SPS Code)에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>Grab</td><td colspan="2">지침 7편 부록 7-7의 2항의 규정에 따라 양하역 장비로부터 화물창이 보호된 선박</td></tr>
<tr><td>PCP</td><td colspan="2">지침 7편 1장 1002.의 4항의 규정에 따라 화물유관이 보호된 선박</td></tr>
<tr><td>IHM</td><td colspan="2">안전하고 친환경적인 선박재활용을 위한 홍콩 국제협약에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>CLEAN1,
CLEAN2,
CLEAN3</td><td colspan="2">선박의 환경보호 설비에 관한 지침 1장에서 규정하는 환경보호 설비를 갖춘 선박</td></tr>
<tr><td>PSPC</td><td colspan="2">지침 3편 1장 801.에서 규정하는 보호도장성능기준에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>BLU</td><td colspan="2">지침 3편 부록 3-1의 3항 (3)호에서 규정하는 안전한 적하 및 양하를 위한 추가요건에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>EDD</td><td colspan="2">규칙 2장 605.에서 규정하는 입거주기 연장제도를 시행하는 선박</td></tr>
<tr><td>OHIMP</td><td colspan="2">지침 부록 1-13에서 규정하는 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>(LC), (LC-G),
(HSLC-SA0, SA1, SA2, SA3, SA4, SA5)
(2018)</td><td colspan="2">LC : 고속경구조선규칙 1편 1장 103.의 (1)호에 정의된 경구조선
LC-G : 고속경구조선규칙 적용지침 (1998년판)의 부록1 및 부록2에 따라 건조된 선박
HSLC : 고속경구조선규칙 1편 1장 103.의 (2)호에 정의된 고속경구조선
SA0, SA1, SA2, SA3, SA4, SA5 : 고속경구조선규칙 3편 1장 121.에 따른 항해범위제한</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>추가특기사항</th><th>적용규정</th></tr>
<tr><td>(HSC),
(HSC-A),
(HSC-B),
(FGHSC)</td><td>(HSC) : IMO HSC Code (고속선의 안전에 관한 국제 코드)를 적용받는 고속 여객선 이외의 고속선
(HSC-A) : IMO HSC Code (고속선의 안전에 관한 국제 코드)를 적용받는 A류 고속여객선
(HSC-B) : IMO HSC Code (고속선의 안전에 관한 국제 코드)를 적용받는 B류 고속여객선
(FGHSC) : IMO HSC Code (고속선의 안전에 관한 국제 코드)를 적용받지 않고 기국의 국내 고속선 관련법을 적용받는 국내항해 고속선</td></tr>
<tr><td>LFFS
(DF-LNG, SF-LNG)
(2020)</td><td>액화가스 산적운반선 이외의 선박 중 저인화점 연료를 사용하는 기관을 설치한 선박으로서 저인화점연료선박 규칙의 요건에 적합한 선박
<table>
<tr><td>DF-LNG</td><td>LNG를 연료로 사용하는 이중연료기관을 설치한 선박</td></tr>
<tr><td>SF-LNG</td><td>LNG를 연료로 사용하는 가스전용기관을 설치한 선박</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>LNG Ready D(A)
(2022)</td><td>액화천연가스연료 준비선박 지침 2장 2절에 따라 액화천연가스연료의 사용을 위하여 개념설계를 수행한 선박</td></tr>
<tr><td>LNG Ready D</td><td>액화천연가스연료 준비선박 지침 2장 3절에 따라 액화천연가스연료의 사용을 위하여 기본설계를 수행한 선박</td></tr>
<tr><td>LNG Ready I
(SR, FT, TV, FS, BS, ME, AE, B, ME-C, AE-C, B-C) (2017)</td><td>액화천연가스연료 준비선박 지침 2장 4절에 따라 액화천연가스연료의 사용을 위하여 부분적으로 상세설계를 수행하고 설치를 한 선박</td></tr>
<tr><td>FC, FC-PWR</td><td>보조 또는 주전원으로 사용하는 선박용 연료전지 시스템을 설치한 선박으로서 선박용 연료전지 시스템 지침의 요건에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>RP1, RP2,
RP1-S, RP2-S</td><td>지침 5편 부록 5-10에서 규정하는 복수 추진 및 조타장치를 위한 추가요건에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>CEmN-SCR (2021)</td><td>선박의 환경보호 설비에 관한 지침 2장 2절에서 규정하는 선택적 촉매환원장치를 위한 요건에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>CEmN-EGR(R, S)
(2021)</td><td>선박의 환경보호 설비에 관한 지침 2장 3절에서 규정하는 배기가스 재순환장치를 위한 요건에 적합한 선박
EGR : 배기가스 재순환장치를 위한 기본요건에 적합한 선박
EGR(R) : 기본요건에 추가하여 이중화 요건에 적합한 선박
EGR(S) : 기본요건에 추가하여 형식승인 또는 시험 및 검사 요건에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>CEmN-E&F
(2021)</td><td>선박의 환경보호 설비에 관한 지침 2장 1절에서 규정하는 질소산화물 배출 저감 설비 없이 기관에 사용되는 연료와 연소 환경 조정을 통해 질소산화물 배출을 저감한 선박</td></tr>
<tr><td>CEmS-EGC(R, S)
-D, O, C, H (2021)</td><td>선박의 환경보호 설비에 관한 지침 3장 2절에서 규정하는 배기가스 세정장치를 위한 요건에 적합한 선박
EGC : 배기가스 세정장치를 위한 기본요건에 적합한 선박
EGC(R) : 기본요건에 추가하여 이중화 요건에 적합한 선박
EGC(S) : 기본요건에 추가하여 형식승인 또는 시험 및 검사 요건에 적합한 선박
배기가스 세정장치 종류별로 부호를 추가로 부기한다.
<table>
<tr><td>-D</td><td>Dry type</td></tr>
<tr><td>-O</td><td>Wet open type</td></tr>
<tr><td>-C</td><td>Wet closed type</td></tr>
<tr><td>-H</td><td>Wet hybrid type</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>CEmS-EGC(R)-
D, O, C, H (2021)</td><td>선박의 환경보호 설비에 관한 지침 3장 2절에서 규정하는 배기가스 세정장치를 위한 추가요건에 적합한 선박 (이중화 요건) (2021)</td></tr>
<tr><td>CEmS-EGC(S)-
D, O, C, H (2021)</td><td>선박의 환경보호 설비에 관한 지침 3장 2절에서 규정하는 배기가스 세정장치를 위한 추가요건에 적합한 선박 (형식승인 및 기자재 검사) (2021)</td></tr>
</table>

추가특기사항	적용규정
EGC Ready D-D, O, C, H *(2019)*	**선박의 환경보호 설비에 관한 지침 3장 3절**에 따라 배기가스 세정장치의 사용을 위하여 기본설계를 수행한 선박
EGC Ready I(SR, EX, WR, CH, SD, EG)-D, O, C, H *(2019)*	**선박의 환경보호 설비에 관한 지침 3장 3절**에 따라 배기가스 세정장치의 사용을 위하여 부분적으로 상세설계를 수행하고 설치를 한 선박
CEmS-LSF *(2021)*	배기가스 세정장치가 설치되지 않은 상태에서 **선박의 환경보호 설비에 관한 지침 3장 4절**에 적합하게 저유황 연료를 사용하는 선박
EEDI-P3, EEDI-ER[x] *(2022)*	**선박의 환경보호 설비에 관한 지침 4장**에서 규정하는 에너지 효율설계지수(EEDI)에 대한 추가요건에 적합한 선박
ES-Wind, ES-Wind1 *(2022)*	**선박의 환경보호 설비에 관한 지침 5장**에 따라 선박의 추진 성능을 도와주는 추진보조풍력장치를 설치한 선박 ES-Wind : 추진보조풍력장치의 기본요건을 준수하는 선박 ES-Wind1 : 기본요건과 함께 추가요건을 준수하는 선박
NVH-N1, NVH-N2, NVH-N3 *(2017)*	**소음 및 진동 지침 3장**에서 규정하는 소음기준에 대한 추가요건에 적합한 선박
NVH-V1, NVH-V2, NVH-V3 *(2017)*	**소음 및 진동 지침 4장**에서 규정하는 진동기준에 대한 추가요건에 적합한 선박
URN-T(XX), URN-Q(XX) *(2022)*	**수중 방사 소음 지침 3장**에서 규정하는 수중방사소음에 대한 추가요건에 적합한 선박
CS1, CS2, CS3, *(2020)*	**해상 사이버보안 시스템 지침**에서 규정하는 해상 사이버보안 시스템을 운용하는 선박
CS READY *(2019)*	**해상 사이버보안 시스템 지침**에서 규정하는 해상 사이버보안 시스템을 갖춘 선박
AL1, AL2, AL3, AL4, AL5 *(2019)*	**자율운항선박 지침**에서 규정하는 자율화시스템을 갖춘 선박
CSAP *(2019)*	**지침 7편 부록 7-11**에서 규정하는 갑판 상 컨테이너 고박을 위한 안전한 작업조건 제공에 대한 기준을 만족하는 선박
FTS *(2019)*	**지침 5편 6장 부록 5-13**의 요건에 따라 연료유처리시스템을 설치한 선박
ISPM(0), ISPM(1), ISPM(2), ISPM(3) *(2020)*	**통합 소프트웨어 프로세스 관리 지침**에서 규정하는 통합 소프트웨어 프로세스를 갖춘 선박
PID *(2022)*	**감염병 확산 방지 설계 선박 지침**에서 규정하는 선내 감염병 발생시 감염병 확산을 방지하기 위한 요건을 만족하는 선박 (Prevention of the spread of Infectious Disease)
ESA1, ESA2 *(2022)*	**지침 5편 부록 5-12-1**에서 규정하는 강화된 축계정렬 요건을 만족하는 선박 (Enhanced Shaft Alignment)
Remote *(2021)*	**원격검사 지침 4장**에서 규정하는 요건에 적합한 선박

<table>
<tr><th>추가특기사항</th><th>적용규정</th></tr>
<tr><td>Methanol and/or Ethanol Ready D(A)
(2022)</td><td>저인화점연료선박 규칙 적용지침 부록 5 18절에 따라 메틸 알코올 및/또는 에틸 알코올의 사용을 위하여 개념설계를 수행한 선박 (Approval in principle)
<table>
<tr><td>Methanol and Ethanol Ready D(A)</td><td>메틸 알코올 및 에틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>Methanol Ready D(A)</td><td>메틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>Ethanol Ready D(A)</td><td>에틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Methanol and/or Ethanol Ready D
(2022)</td><td>저인화점연료선박 규칙 적용지침 부록 5 18절에 따라 메틸 알코올 및/또는 에틸 알코올의 사용을 위하여 기본설계를 수행한 선박 (Design)
<table>
<tr><td>Methanol and Ethanol Ready D</td><td>메틸 알코올 및 에틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>Methanol Ready D</td><td>메틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>Ethanol Ready D</td><td>에틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Methanol and/or Ethanol Ready I
(SR, FT, TV, FS, BS, ME, AE, ME-C, AE-C)
(2022)</td><td>저인화점연료선박 규칙 적용지침 부록 5 18절에 따라 메틸 알코올 및/또는 에틸 알코올의 사용을 위하여 부분적으로 상세설계를 수행하고 설치한 선박
(I : partail Installation)
<table>
<tr><td>Methanol and Ethanol Ready I</td><td>메틸 알코올 및 에틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>Methanol Ready I</td><td>메틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
<tr><td>Ethanol Ready I</td><td>에틸 알코올 연료 준비수준에 적합한 선박</td></tr>
</table>
(SR : hull Structure Reinforcement for fuel tank
FT : Fuel Tank
TV : fuel Tank Venting systems
FS : Fuel Supply systems
BS : fuel Bunkering Systems
ME : Methyl alcohol and/or Ethyl alcohol fired Main Engines
AE : Methyl alcohol and/or Ethyl alcohol fired Auxiliary Engines
ME-C : Methyl alcohol and/or Ethyl alcohol fired Main Engine - Conversion
AE-C : Methyl alcohol and/or Ethyl alcohol fired Auxiliary Engines - Conversion)</td></tr>
</table>

1.2 추가설비부호

다음의 추가설비부호는 해당 규정에 적합한 경우 부기할 수 있다.

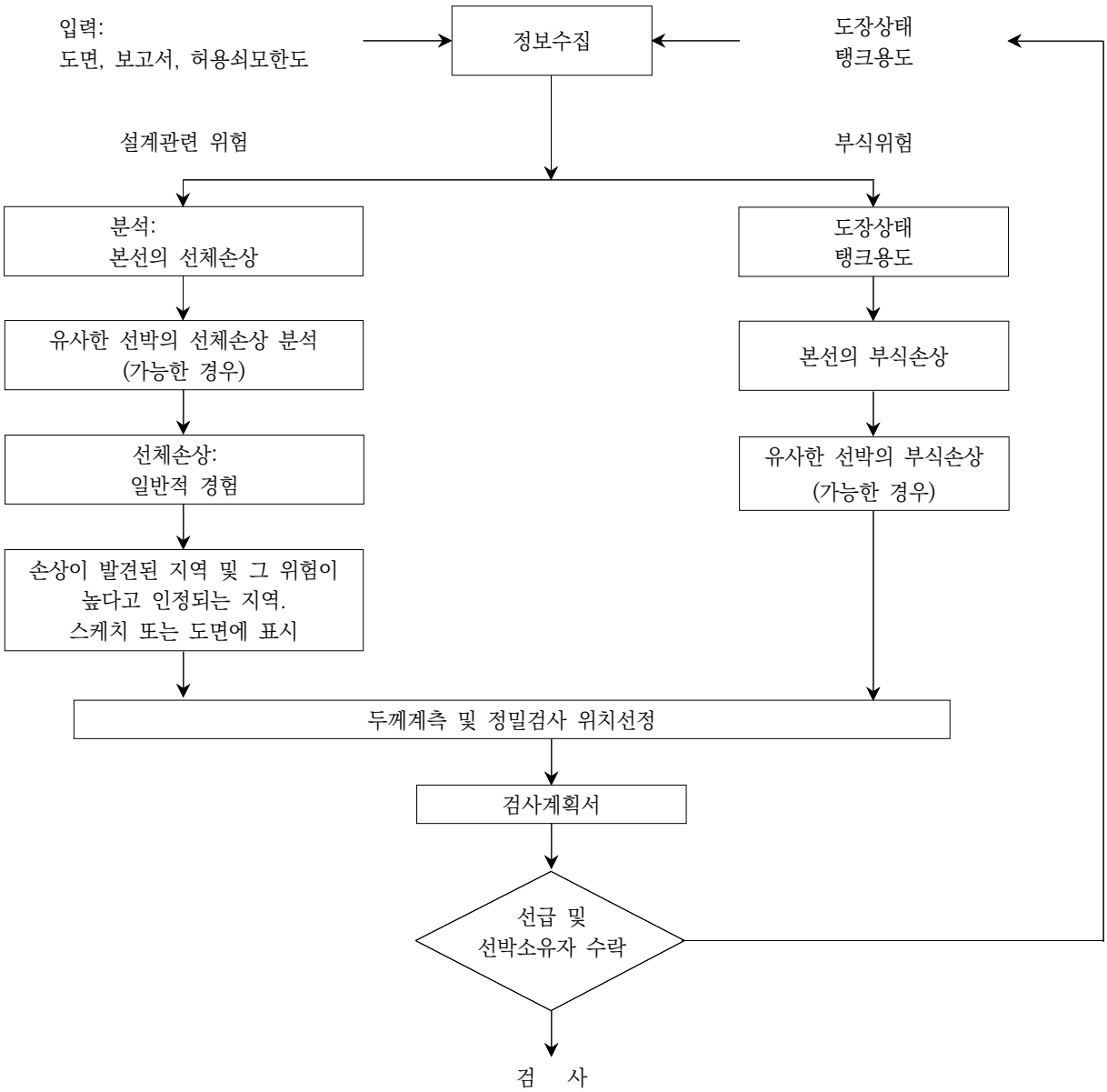
추가설비부호		적용규정
선체사항	HMS, HMS1	**규칙 9편 6장**에서 규정하는 선체감시장치를 설치한 선박
	LG *(2017)*	**규칙 9편 2장**에서 규정하는 하역설비를 설치한 선박
	PA *(2017)*	**규칙 9편 2장**에서 규정하는 인원용 승강장치를 설치한 선박
	LI	**규칙 1장 307.**에서 규정하는 "복원성 적하지침기기" 또는 **규칙 3편 3장 104.**에서 규정하는 "종강도 적하지침기기"를 설치한 선박
	EQ-SPM	**규칙 4편 10장 101.**의 7항에서 규정하는 일점계류용 계류장치를 설치한 선박
	PKS	**이동식 해양구조물 규칙 4장 6절** 또는 **이동식 해양굴착구조물 규칙 3장415.**에서 규정하는 위치유지장치를 설치한 해양구조물
	SUR, BOU, SAT	**규칙 9편 7장 602.**의 1항에서 규정하는 잠수설비를 설치한 선박
	ADUW *(2019)*	**지침 4편 부록 4-3**의 심해 및 비보호수역에서 규정하는 묘박설비를 설치한 선박
기관사항	UMA	**규칙 9편 3장**에서 규정하는 기관구역을 정기적으로 무인화하기 위한 설비를 설치한 선박
	UMA1, UMA2, UMA3	**규칙 9편 3장**에서 규정하는 자동화설비를 설치한 선박
	CMA	**규칙 9편 3장**에서 규정하는 주추진기관 등의 집중감시 제어설비를 설치한 선박
	PMS	**규칙 1편 2장 903.**에서 규정하는 예방정비제도를 적용한 선박
	PMS-CBM *(2022)*	**규칙 1편 2장 903.**의 3항에서 규정하는 상태 기반 정비를 적용한 선박
	STCM *(2017)*	**지침 2장 701.**의 3항에서 규정하는 선미관 상태감시가 이루어지는 선박
	DPS(0), DPS(1), DPS(2), DPS(3)	**규칙 9편 4장**에서 규정하는 자동위치 제어설비를 설치한 선박
	NBS, NBS1, NBS2	**규칙 9편 5장**에서 규정하는 선교배치 및 작업환경, 항해기기, 사고예방시스템 및 선교작업지원시스템을 설치한 선박
	HVSC	**규칙 9편 8장**에서 규정하는 고전압 선외수전설비를 설치한 선박
	HVSC-Partial	**지침 9편 8장**에서 규정하는 고전압 선외수전설비의 일부 설비만 설치한 선박
	BWE	**규칙 9편 10장 2절**의 요건에 따라 평형수를 교환하는 장치를 설치한 선박 다만, **규칙 9편 10장 2절**을 적용받지 아니하는 선박에 대하여는 2015년판 **지침 1편 부록 1-1**의 1.1항의 BWE에 대한 적용규정을 따른다. 다만, 선박소유자의 신청에 따라 "선박의 평형수 및 침전물의 통제 및 관리를 위한 국제협약"의 발효 전에 한하여 IBWM적합확인서를 발급받지 아니한 선박이 2007년판 **규칙 9편 7장**에 적합한 경우 BWMP(T, F, S, D)를 부기할 수 있다.
	BWT	**규칙 9편 10장 3절**의 요건에 따라 평형수를 처리하는 장치를 설치한 선박 다만, **규칙 9편 10장 3절**을 적용받지 아니하는 선박에 대하여는 2015년판 **지침 1편 부록 1-1**의 1.1항의 BWT에 대한 적용규정을 따른다.
	VEC1	**규칙 9편 9장 2절**의 요건에 따라 화물증기배출제어장치를 설치한 선박 다만, VEC2를 부여받은 선박에 대하여는 VEC1을 부여하지 아니한다. (Vapor Emission Control system)
	VEC2	**규칙 9편 9장 3절**의 요건에 따라 화물증기배출제어장치를 설치한 선박 다만, VECL을 부여받은 선박에 대하여는 VEC2를 부여하지 아니한다.

추가설비부호		적용규정
기관사항	VECL	육상시설과 다른 선박 간에 화물을 운송하는 선박으로서 선박대 선박 화물이송 작업을 위하여 **규칙 9편 9장 4절**에 적절한 증기균형(vapour balancing) 설비를 설치한 선박 (Vapor Emission Control system - Lightering operation)
	IGS	**규칙 8편 2장 405.**에서 규정하는 불활성가스장치를 설치한 선박. 다만, 액화가스 산적운반선은 **지침 7편 5장 905.**의 1항에서 규정하는 불활성가스장치를 설치한 선박 (Inert Gas System)
	COW	"해양오염방지협약(MARPOL) 부속서 1"에서 규정하는 원유세정장치를 설치한 선박 (Crude Oil Washing)
	RMC	**규칙 9편 1장**에서 규정하는 냉장설비를 설치한 선박 (Refrigerating Machinery for Cargo)
	ns-NH3	**지침 5편 6장 1201.**의 1항 (14)호 (나)의 요건에 따라 암모니아 냉동장치를 기관실에 설치한 어선
	GCU	**지침 7편 5장 701.**의 1항에서 규정하는 화물증기를 연소하여 처리하는 가스 연소장치를 설치한 액화가스 산적운반선 (Gas Combustion Unit)
	Reliquefaction	**지침 7편 5장 703.**의 2항에서 규정하는 화물증기의 재액화장치를 설치한 액화가스 산적운반선 (Reliquefaction plant)
	DFDE (LNG, LPG)	**지침 7편 5장 1607.** 또는 **지침 7편 5장 부록 7A-5 207.**의 4항에서 규정하는 이중연료 디젤기관을 설치한 액화가스 산적운반선 (Dual Fuel Diesel Engine)
	Drilling System	**이동식 해양굴착구조물 규칙 적용지침 부록** 1에서 규정하는 굴착장치를 설치한 선박
	Battery-M, Battery-A	**선박용 배터리시스템 지침**에서 규정하는 50kWh 이상의 용량을 가진 배터리 시스템을 설치한 선박 (M : Main, A : Additional)
	LNG Bunker	**선급 및 강선규칙 적용지침 부록 7A-3**에서 규정하는 LNG벙커링 장치를 설치한 선박
	VRS	**선급 및 강선규칙 적용지침 부록 7A-3 203.**의 2항 및 **부유식 액화천연가스 벙커링 터미널 지침 1장 102.**의 2항에서 규정하는 과잉증기를 처리할 수 있는 장치를 갖춘 선박 (Vapour Recovery System)
	Smart(INFRA) *(2022)*	**스마트선박 인프라에 대한 지침**에서 요구하는 스마트 인프라를 갖춘 선박 (INFRAstructure)

부록 1-2 비손상 복원성 지침 - 〈Void〉 *(2020)*

부록 1-3 검사계획서 및 검사계획질의서 작성 예

1. 검사계획서의 작성과 관련하여 구조적으로 취약한 지역의 식별, 의심지역의 선정 및 쇠모 또는 손상을 받기 쉽거나 그 사례가 입증된 구조부재 또는 구조부재의 일부분에 주의를 집중하는데 도움을 주고자 다음의 절차를 고려할 수 있으며, 검사계획서의 작성 예는 **표** 1과 같다.
(필요시 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) Z10's Annex I을 참조할 수 있다.)



2. 검사계획서의 작성에 앞서 선박소유자는 **표** 2에 기초한 검사계획질의서를 작성하여 우리 선급에 제출하여야 한다.

표 1 검사계획서 작성 예

SURVEY PROGRAMME

For Special Survey No. / Intermediate Survey at years of age,
scheduled from to
at .
(If the commencement-completion survey system is applied, outlines of each survey are to be listed in the next page)

Basic information and particulars

Name of ship :	
Class No. :	IMO No. :
Class Notation :	
Flag State :	
Port of registry :	
Gross tonnage :	
Deadweight(metric tones) :	
Length between perpendiculars(m) :	
Shipbuilder :	
Hull number :	
Date of delivery of the ship :	
Date of build / major conversion :	/
Owner :	
Thickness measurement firm *(2019)* :	

Prepared by the Owner in co-operation with the Society;

Owner's representative :	Classification Society :
Signature Name (Place / Date)	Signature Name (Place / Date)

SURVEY PROGRAMME

Outlines of each commencement-completion survey

Date	Place	Docking (Yes/No)	Overall Survey	Close-up Survey	Thickness measurement	Tank Testing	Suspect Area

1. Preamble

1.1 Scope

1.1.1 The present survey programme covers the minimum extent of Overall Surveys, Close-up Surveys, thickness measurements and pressure testing within the cargo (length) area, cargo holds/tanks, ballast tanks, including fore and aft peak tanks, required by the Rules.

1.1.2 The arrangements and safety aspects of the survey are to be acceptable to the attending Surveyor(s).

1.2 Documentation

All documents used in the development of the survey programme are to be available onboard during the survey as required by the relevant requirements specified in the Rules.

SURVEY PROGRAMME

2. Arrangement of cargo holds, tanks and spaces

This section of the survey programme is to provide information(either in the form of plans or text) on the arrangement of cargo holds, tanks and spaces that fall within the scope of the survey.

SURVEY PROGRAMME

3. List of cargo holds, tanks and spaces with information on their use, extent of coatings and corrosion prevention system

This section of the survey programme is to indicate any changes relating to (and is to update) the information on the use of the holds and tanks of the ship, the extent of coatings and the corrosion prevention system provided in the survey planning questionnaire.

SURVEY PROGRAMME

4. Conditions for survey

This section of the survey programme is to provide information on the conditions for survey, e.g. information regarding cargo hold and tank cleaning, gas freeing, ventilation, lighting, etc.

Hold/Tank/Space	Cleaning	Gas freeing	Ventilation	Lighting	Etc.

SURVEY PROGRAMME

5. Provisions and method of access to structures

This section of the survey programme is to indicate any changes relating to (and is to update) the information on the provisions and methods of access to structures provided in the survey planning questionnaire.

SURVEY PROGRAMME

6. List of equipment for survey

This section of the survey programme is to identify and list the equipment that will be made available for carrying out the survey and the required thickness measurements.
(e.g. thickness measurement equipment, fracture detection equipment, explosimeter, oxygen-meter, breathing apparatus, lifelines, riding belts with rope and hook, whistles, safe lighting, protective clothing(safety helmet, gloves, safety shoes, etc.), etc.)

Equipment	Sets	Description	Used for

SURVEY PROGRAMME

7. Survey requirements

7.1 Overall Survey *(2022)*

This section of the survey programme is to identify and list the spaces that are to undergo an Overall Survey for the ship in accordance with the Rules.

Hold/Tank/Space	Remarks	Extent of Joint Survey

SURVEY PROGRAMME

7.2 Close-up Survey *(2022)*

This section of the survey programme is to identify and list the hull structures that are to undergo a Close-up Survey for the ship in accordance with the Rules.

Hold/Tank/Space	Areas for Close-up Survey	Extent of Joint Survey

SURVEY PROGRAMME

8. Identification of tanks for tank testing and pipes for pipe testing

This section of the survey programme is to identify and list the cargo holds and tanks that are to undergo tank testing for the ship and the pipes that are to undergo pipe testing(for chemical tankers) in accordance with the Rules.

Hold/Tank/Pipe	Remarks

SURVEY PROGRAMME

9. Identification of areas and sections for thickness measurements

This section of the survey programme is to identify and list the areas and sections where thickness measurements are to be taken in accordance with the Rules.

Hold/Tank	Areas and sections for thickness measurement

SURVEY PROGRAMME

10. Minimum thickness of hull structures

This section of the survey programme is to specify the minimum thickness for hull structures of the ship that are subject to survey. (indicate either (a) or preferably (b), if such information is available):

(a) ☐ Determined from the attached wastage allowance table and the original thickness to the hull structure plans of the ship;

(b) ☐ Given in the following table(s):

Area or location	Original as-built thickness(mm)	Minimum thickness(mm)	Substantial corrosion thickness(mm)

Note: The wastage allowance tables are to be attached to the survey programme.

For vessels built under IACS Common Structural Rules(Pt 11, Pt 12 or Pt 13), the renewal thickness of the hull structure elements is indicated in the appropriate drawings.

SURVEY PROGRAMME

11. Thickness measurement firm *(2019)*

This section of the survey programme is to identify changes, if any, relating to the information on the thickness measurement firm provided in the survey planning questionnaire.

SURVEY PROGRAMME

12. Damage experience related to the ship

This section of the survey programme is to, using the tables provided below, provide details of the hull damages for at least the last three years in way of the cargo holds/tanks, ballast tanks and void spaces within the cargo (length) area. These damages are subject to survey.

Hull damages sorted by location for the ship

Cargo hold, tank or space number or area	Possible cause, if known	Description of the damages	Location	Repair	Date of repair

Hull damages for sister or similar ships (if available) in the case of design related damage

Cargo hold, tank or space number or area	Possible cause, if known	Description of the damages	Location	Repair	Date of repair

SURVEY PROGRAMME

13. Areas identified with substantial corrosion from previous surveys

This section of the survey programme is to identify and list the areas of substantial corrosion from previous surveys.

Hold/Tank/Space	Areas of substantial corrosion	Date and kind of survey

SURVEY PROGRAMME

14. Critical structural areas and suspect areas

This section of the survey programme is to identify and list the critical structural areas and the suspect areas, when such information is available.

Hold/Tank/Space	Critical structural areas	Suspect areas

SURVEY PROGRAMME

15. Other relevant comments and information

This section of the survey programme is to provide any other comments and information relevant to the survey.

SURVEY PROGRAMME

16. Appendices

Appendix 1 - List of plans

The Rules require that main structural plans of cargo holds/tanks and ballast tanks (scantling drawings), including information regarding use of high tensile steel (HTS), clad steel and stainless steel(for chemical tankers) are to be available. This appendix of the survey programme is to identify and list the main structural plans which form part of the survey programme.

Appendix 2 - Survey planning questionnaire

The survey planning questionnaire, which has been submitted by the Owner, is to be appended to the survey programme.

Appendix 3 - Other documentation

This part of the survey programme is to identify and list any other documentation that forms part of the plan.

표 2 검사계획서질의서 작성 예

SURVEY PLANNING QUESTIONNAIRE

The following information will enable the Owner in co-operation with the Society to develop a survey programme complying with the requirements of the Rules. It is essential that the Owner provides, when completing the present questionnaire, up-to-date information. The present questionnaire, when completed, is to provide all information and material required by the Rules.

Basic information and particulars *(2019)*

Name of ship :	
Class No. :	IMO No. :
Class Notation :	
Flag State :	
Port of registry :	
Gross tonnage :	
Deadweight(metric tones) :	
Length between perpendiculars(m) :	
Shipbuilder :	
Hull number :	
Date of delivery of the ship :	
Date of build / major conversion :	/
Owner :	
Thickness measurement firm *(2019)* :	

Owner's representative :
Signature _____ Name (Place / Date)

SURVEY PLANNING QUESTIONNAIRE

1. Information on access provisions for Close-up Surveys and thickness measurement

The Owner is to indicate, in the table below, the means of access to the structures subject to Close-up Survey and thickness measurement. A Close-up Survey is an examination where the details of structural components are within the close visual inspection range of the attending Surveyor, i.e. normally within reach of hand.

Hold/Tank /Space	Structure	C(Cargo)/ B(Ballast)	Access provisions					
			Permanent Means of Access	Temporary staging	Rafts/Boats	Ladders	Direct access	Other means (please specify)

* Each structural components which have different type of access provisions are to be specified. (e.g. Fore peak/Aft peak/Under deck/Side shell/Bottom transverse/Longitudinal/Transverse/Hatch side coamings/Topside slopping plate/Upper stool plating/Cross deck/Side shell, frames & brackets/Transverse bulkhead/Hopper slopping plating/Lower stool/Tank top/Double bottom structure/Upper stool internal structure/Lower stool internal structure, etc.)

History of bulk cargoes of a corrosive nature(e.g. high sulphur content) / History of cargo with H_2S content or heated cargo for the last 3 years together with indication as to whether cargo was heated and, where available, Marine Safety Data Sheets(MSDS)*

* Refer to resolution MSC.150(70) on Recommendation for material safety data sheets for MARPOL Annex I cargoes and marine fuel oils.

SURVEY PLANNING QUESTIONNAIRE

2. Owner's inspections

Using a format similar to that of the table below (which is given as an example), the Owner is to provide details of the results of their inspections for the last 3 years on all cargo holds/tanks, ballast tanks and void spaces within the cargo (length) area, including peak tanks.

Hold/Tank/Space	Use	Corrosion prevention system (1)	Coating extent (2)	Coating condition (3)	Structural deterioration (4)	Hold/tank/space history (5)

(1) HC=hard coating, SC=soft coating, SH=semi-hard coating, NP=no prevention
(2) U=upper part, M=middle part, L=lower part, C=complete
(3) G=good, F=fair, P=poor, RC=recoated(during the last 3 years)
(4) N=no findings recorded,
Y=findings recorded, description of findings is to be attached to the questionnaire
(5) DR=damage & repair, L=leakages,
CV=conversion(description is to be attached to the questionnaire)

Owner's representative :
Signature _____ Name (Place / Date)

SURVEY PLANNING QUESTIONNAIRE

3. Reports of Port State Control inspections

List the reports of Port State Control inspections containing hull structural related deficiencies and relevant information on rectification of the deficiencies:

4. Safety Management System

List non-conformities related to hull maintenance, including the associated corrective actions:

5. Name and address of the approved thickness measurement firm *(2019)*

Name	Address	Approved by

부록 1-4 선박소유자 검사기록부

산적화물선, 유조선 및 위험화학품 산적운반선 등 검사강화제도(ESP) 적용대상선박의 경우 선박소유자는 **규칙 3장 103.**의 규정에 따라 선박소유자 검사기록부를 작성, 선내에 비치하여야 하며 작성 예는 **표 1**과 같다.

표 1 선박소유자 검사기록부 작성 예

선박소유자 검사기록부(구조현상)
Owners Inspection Report(Structural Condition)

○ 선 명 :_____ ○ 탱크번호/화물창번호 :_____
(Ship's Name) (Tank No./Hold No.)

○ 강재의 등급(Grade of Steel) :
· 갑판(Deck) :_____ · 선측(Side) :_____
· 선저(Bottom) :_____ · 종격벽(Longi. BHD) :_____
· 횡격벽(Trans. BHD) :_____

구조부재 (Elements)	균열 (Cracks)	좌 굴 (Buckling)	부 식 (Corrosion)	도장상태 (Coating Cond.)	피 팅 (Pitting)	수리, 개조 (Rep., Mod.)	기타 (Other)
갑 판 (Deck)							
선 저 (Bottom)							
선 측 (Side)							
종격벽 (Longi. BHD)							
횡격벽 (Trans BHD)							

○ 수리원인(Repairs carried out due to) :

○ 두께계측(Thickness measurements carried out) :
· 일자(Date) :
· 결과(Result in General) :

○ 지연된 검사(Overdue Survey) :

○ 선급지적사항(Outstanding Conditions of Class) :

○ 의견(Comments) :

○ 검사일자(Date of Inspection) :_____
○ 검사수행자(Inspected by) :_____
○ 서명(Signature) :_____

부록 1-5 선체구조부재의 두께계측 방법

1. 일반

(1) 두께계측의 목적 *(2022)*

(가) 선체구조부재의 부식, 쇠모가 심하게 진행되면 그 부재의 강도가 열화에 의한 중대한 손상을 일으켜 선체, 화물은 물론 인명 등의 안전을 위협하게 된다. 선급 및 강선규칙 (이하 "**규칙**" 이라 한다)에서 규정하는 두께계측의 목적은 이와 같은 사고를 미연에 방지하기 위하여, 취항 후의 선박의 선체 구조부재의 부식, 쇠모에 관하여 선급계속검사 시에 주요 구조부재의 두께 계측을 실시하여 선박의 전체강도 및 국부강도의 저하정도를 알기 위한 자료를 얻는데 있다. 한편, 이 자료로부터 얻은 결과에 따라 필요한 경우 부재를 신환하는 수리를 하게 된다. 이와 같은 두께계측 자료는 선체강도(또한 일부는 수밀성)에 대한 안정성의 확인을 정량적으로 평가할 수 있을 뿐만 아니라, 선박소유자가 선박의 보수관리를 계획적으로 수행하는데 유효하게 이용할 수 있으므로 신중히 취급하는 것이 바람직하다.

(2) 두께계측 범위

규칙을 만족하기 위한 표준 두께계측의 범위는 **표** 4부터 **표** 13에 따른다. 다만, 도장상태 및 부식상태에 따라 두께계측 범위를 증감할 수 있다.

(3) 두께계측 기록

(가) 우리 선급에 제출되어야 할 두께계측 기록에는 **표** 19와 같은 일반요목 및 계측위치, 계측위치를 나타내는 상세스케치, 원래 두께, 최대허용 쇠모량, 현재의 쇠모량 및 쇠모율 등이 포함되어야 한다. 이들 중 계측위치, 원래 두께, 최대허용 쇠모량, 계측치, 쇠모량 및 쇠모율 등은 **표** 20과 같은 양식에 기록하여 제출하여야 한다.

(나) 두께계측 기록은 검사원이 서명을 하여야 하며, 이 기록은 본선과 선급이 유지하고 있어야 한다.

2. 쇠모한도

(1) 일반

(가) 이 부록은 쇠모된 선체 주요 구조부재의 보수 여부를 판단할 때의 쇠모한도 기준치를 나타내는 것이며, 쇠모한도 또는 허용 쇠모량이라 함은 허용되는 쇠모 한계치를 나타낸다.

(나) 두께계측 결과 구조부재에 허용 쇠모량을 넘는 쇠모가 발생한 경우에는 상세한 조사를 시행하고 검사원이 지시하는 기일까지 신환하여야 한다.

(다) 이 부록에서의 쇠모한도는 특이한 것 이외에는 그 부재의 건조 시 규정 및 도면치수에 대한 것을 기준으로 한다. 따라서 건조 시에 규정치수를 대폭 상회한 치수의 것이 사용되어 있는 등 강도에 여유가 있는 부재는 쇠모한도를 적절히 참작할 수 있다.

(라) 이 부록에 규정되어 있지 않은 선체 구조부재에 관한 쇠모한도는 검사원이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(2) 선체 주요 구조부재의 쇠모한도

(가) 선체 구조부재에 대한 쇠모한도는 **표** 1에 따른다. 다만, 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 규칙 12편** 또는 **규칙 13편**)에 따라 건조된 선박인 경우 **규칙 3장 105.**의 2항에 따른다.

(나) 쇠모한도의 값은 부재의 균등 쇠모시의 한계치를 표시한다.

(다) 응력 집중부(브래킷 끝부분 등)에 국부적인 부식이 있을 때는 **표** 1과 관계없이 부분적인 신환 또는 보강을 하여야 한다.

표 1 부재별 쇠모한도

<table>
<tr><th rowspan="2">국부 쇠모한도</th><th rowspan="2">부재명칭</th><th colspan="3">쇠모한도</th></tr>
<tr><th>분류 I [1)]</th><th>분류 II [1)]</th><th>분류 III [1)]</th></tr>
<tr><td rowspan="5"></td><td>강력갑판과 현측후판 및 이들 부재에 붙어있는 종통부재, 외판, 선저외판, 디프탱크[4)]의 격벽판, 톱사이드 경사판, 호퍼사이드 경사판, 내저판</td><td>원래두께의 20 %</td><td>(원래두께의 20%) + 1 mm</td><td rowspan="5">1 mm</td></tr>
<tr><td>이중저의 늑판 및 거더, 1차 지지부재의 웨브 및 면재</td><td>원래두께의 20 %</td><td>원래두께의 25 %</td></tr>
<tr><td>유효갑판[5)], 선루갑판, 화물창구 측선 내의 갑판, 디프탱크의 격벽판 이외의 수밀격벽판, 창구덮개(휨보강재 포함), 창구코밍(휨보강재 포함), 2차 보강재[3)]의 웨브, 면재 및 브래킷</td><td>원래두께의 25 %</td><td>원래두께의 30 %</td></tr>
<tr><td>화물창/탱크 늑골의 웨브, 면재 및 브래킷</td><td>원래두께의 20 % 또는 1.5 mm 중 큰 값</td><td>원래두께의 25 % 또는 2.5 mm 중 큰 값</td></tr>
<tr><td>피팅 등의 국부적인 부식 (2022)</td><td>원래두께의 30 %</td><td>원래두께의 35 %</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">(비고)
1) 제조중등록선박인 경우 : 분류Ⅰ, 분류Ⅱ 및 분류Ⅲ에 대한 적용구분은 다음과 같다.
(가) 분류Ⅰ: 다음사항 중 어느 하나에 해당되는 선박을 말한다.
(a) 선박의 길이가 90 m 이상인 선박으로서 1998년 7월 1일 이후의 규칙에 의하여 제조중등록검사를 받고 등록된 선박
(b) 액체화물을 운송하는 모든 선박으로서 1998년 7월 1일 이후의 규칙에 의하여 제조중등록검사를 받고 등록된 선박
(나) 분류Ⅱ : 분류Ⅰ 및 분류Ⅲ에 속하지 않는 선박
(다) 분류Ⅲ : 고속경구조선규칙 및 고속경구조선규칙 적용지침을 적용한 선박 중에서 강재로 되어 있는 선박
2) 제조후등록선박인 경우 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.
3) 2차 보강재라 함은 1차 지지부재에 의하여 지지되는 보강재를 말하며 다른 보강재를 지지하지 않는 부재를 말한다.
4) 디프탱크의 정의는 규칙 3편 15장 101.에 따른다.
5) 유효갑판의 정의는 규칙 3편 5장 103.에 따른다.</td></tr>
<tr><td>전단강도관련 쇠모</td><td colspan="4">우리 선급이 별도로 정하는 종강도평가를 위한 두께계측 시 다음 중 하나에 해당되는 경우 전단강도평가를 시행하여야 한다.
1) 유조선(위험화학품 산적운반선 포함)에 대하여 선체외판 및 종격벽판 중 어느 한 판의 평균쇠모가 다음을 초과하는 경우
분류 I 선박 : 2.0 mm
분류 II 선박 : 3.0 mm
2) 액화가스 산적운반선에 대하여 선체외판 중 어느 한 판의 평균쇠모가 다음을 초과하는 경우 또는
분류 I 선박 : 1.5 mm
분류 II 선박 : 2.5 mm
3) 격창적하를 하는 산적화물선(광석운반선 포함)에 대하여 선체외판 및 종격벽판 중 어느 한 판의 평균쇠모가 다음을 초과하는 경우
분류 I 선박 : 1.5 mm
분류 II 선박 : 2.5 mm</td></tr>
</table>

(3) 1998년 7월 1일 이후 2004년 1월 1일 전에 건조계약된 산적화물선으로서 **규칙 7편 3장 9절**에 따라 설계된 화물창의 창구덮개에 대한 쇠모한도 적용요령은 다음에 따른다.

(가) 단판 창구덮개와 폰툰형 창구덮개판

(a) 계측된 판의 두께가 원래두께로부터 1.5 mm 이상 쇠모된 경우($t_{net}+0.5$ mm 미만인 경우)에 대하여는 강재신환을 하여야 한다. 여기에서 t_{net}는 부식여유두께를 제외한 강도요구두께를 말한다.

(b) 계측된 판의 두께가 원래두께로부터 1.0 mm이상 1.5 mm 내에서 쇠모된($t_{net}+0.5$ mm 부터 $t_{net}+1.0$ mm 내에 있는) 경우에는 강재신환을 하거나 강재신환을 하지 않을 경우 도료제조자의 요건에 따른 도장을 한 후 방식도장의 유효성을 매 정기적 검사 시 확인하여야 한다. 방식도장을 하지 않는 경우 매 정기적 검사 시 두께계측을 하여야 한다.

(나) 폰툰형 창구덮개판의 내부부재

(가)에 따라 폰툰형 창구덮개판이 신환되거나 판의 부식 및 변형에 따라 판의 신환이 필요하다고 인정하는 경우 내부부재에 대한 두께계측을 하여야 하며, 두께계측 결과 원래두께로부터 1.5 mm 이상 쇠모된(t_{net} 미만인) 내부부재는 신환하여야 한다.

(4) 2004년 1월 1일 이후 건조계약된 모든 산적화물선, 광석운반선 및 겸용선으로서 **규칙 7편 3장 9절**에 따라 설계된 화물창의 창구덮개 및 창구코밍에 대한 쇠모한도 적용요령은 다음에 따른다.

(가) 단판 창구덮개와 복판 창구덮개의 판

(a) 계측된 판의 두께가 원래두께로부터 1.5 mm 이상 쇠모된 경우($t_{net}+0.5$ mm 미만인 경우)에 대하여는 강재신환을 하여야 한다.

(b) 계측된 판의 두께가 원래두께로부터 1.0 mm이상 1.5 mm 내에서 쇠모된($t_{net}+0.5$ mm 부터 $t_{net}+1.0$ mm 내에 있는) 경우에는 도료제조자의 요건에 따른 도장을 하거나 매 정기적 검사 시 두께계측을 하여야 한다. 도장은 **규칙 2장 101.**의 16항에 정의된 "양호" 상태를 유지하여야 한다.

(나) 복판 창구덮개의 내부부재

(가)에 따라 복판 창구덮개의 판이 신환되거나 판의 부식 및 변형에 따라 판의 신환이 필요하다고 인정하는 경우 내부부재에 대한 두께계측을 하여야 하며, 두께계측 결과 원래두께로부터 1.5 mm 이상 쇠모된(t_{net} 미만인) 내부부재는 신환하여야 한다.

(다) 창구코밍

(a) 계측된 판의 두께가 원래두께로부터 1.0 mm 이상 쇠모된 경우($t_{net}+0.5$ mm 미만인 경우)에 대하여는 강재신환을 하여야 한다.

(b) 계측된 판의 두께가 원래두께로부터 0.5 mm이상 1.0 mm 내에서 쇠모된($t_{net}+0.5$ mm 부터 $t_{net}+1.0$ mm 내에 있는) 경우에는 도료제조자의 요건에 따른 도장을 하거나 매 정기적 검사 시 두께계측을 하여야 한다. 도장은 **규칙 2장 101.**의 16.항에 정의된 "양호" 상태를 유지하여야 한다.

(5) 2005년 1월 1일 이후 용골거치된 산적화물선 이외의 선박으로서, **규칙 4편 2장**의 적용을 받는 노출갑판상 위치 I 및 II에 있는 창구덮개, 창구전방 및 측면의 코밍에 대한 신환두께($t_{renewal}$)는 다음에 따른다.
(**규칙 4편 2장 107.**의 2항 참조)

$$t_{renewal} = t_{as-built} - t_c + 0.5 \qquad \text{(mm)}$$

여기서,

$t_{as-built}$: 건조시의 두께

t_c : **규칙 4편 2장 105.**의 **표 4.2.1**에 따른 부식추가

다만, t_c를 1.0 mm로 한 경우에는 $t_{renewal} = t_{as-built} - t_c$ (mm)로 하여도 좋다.

(6) 1998년 7월 1일 이후 건조계약되고 **규칙 7편 3장 1201.**의 적용을 받는 산적화물선의 수직파형 횡수밀격벽에 대한 쇠모한도 적용요령은 다음에 따른다.

(가) 계측된 판의 두께가 원래 두께로부터 3.0 mm이상 쇠모한 경우($t_{net}+0.5$ mm 미만인 경우)에 대하여는 강재신환을 하여야 한다.

(나) 계측된 판의 두께가 원래두께로부터 2.5 mm 이상 3.0 mm 내에서 쇠모된($t_{net}+0.5$ mm 부터 $t_{net}+1.0$ mm 내에 있는) 경우에는 강재신환을 하거나 강재신환을 하지 않을 경우 도료제조자의 요건에 따른 도장을 한 후 방식도장의 유효성을 매 정기적 검사 시 확인하여야 한다. 방식도장을 하지 않는 경우 매 정기적 검사 시 두께계측을 하여야 한다.

(7) **지침 7편 부록 7-5**의 1항 (1)호 (가)의 적용을 받는 산적화물선의 1번과 2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽에 대한 쇠모한도 적용요령은 **지침 7편 부록 7-5**의 1항 (6)호에 따른다.

(8) 2007년 1월 1일 이후 용골거치된 선박으로서, **규칙 4편 10장**의 적용을 받는 예인 및 계류관련 선체지지구조의 쇠모허용치는 **규칙 4편 10장 201.**의 6항 및 **202.**의 6항에 따른 부식추가를 초과하여서는 아니 된다.

3. 두께계측 방법

두께계측의 방법에 대하여는 현재 일반적으로 널리 사용되는 비파괴검사에 의한 방법으로서 펄스반사식 초음파 계측기의 아날로그방식 또는 시험구멍에 의한 방법도 인정할 수 있다. 초음파 계측기로 두께를 계측할 경우 주된 문제점은 다음과 같으며 현장 입회 시 주의를 요한다.

(1) 계측면의 표면상태

스케일의 들뜬 상태 또는 떨어짐, 이물질의 부착, 도장 및 부식에 의한 표면의 요철은 탐촉자와 계측물 사이의 초음파 전달에 영향을 미쳐 계측결과에 직접 영향을 주므로 계측면을 평활하게 하는 등의 사전처리를 할 필요가 있다. 특수한 예는 특정의 초음파 계측기와 탐촉자를 조합하여 피막의 위에서 계측하는 방법도 있다.

(2) 접촉매질의 선정

탐촉자와 계측면과의 사이에 초음파 통과를 양호하게 하기 위하여 사용하는 접촉매질로서는 초음파의 전달 특성을 고려하여 글리세린 75 % 이상의 것이 효과적이나, 녹이 생길 우려가 있는 경우에는 기계유를 사용하여도 좋다. 계측면이 수직방향 또는 상방향일 때는 적절한 점도를 가지는 페이스트나 액체를 사용하여 접촉매질이 흐르지 않도록 할 필요가 있다.

(3) 초음파 계측기의 교정

계측에 사용하는 장치는 사전에 교정용 시험편으로 그의 성능이 확인된 것을 사용하여야 하며, 계측을 하기 전·후 또는 계측 도중에도 교정을 할 필요가 있다.

4. 두께계측 위치

(1) 의심지역의 두께계측

검사원은 각 탱크 및 구획의 정밀검사 시 부식이 현저하거나 또는 쇠모의 진행이 현저하다고 생각되는 부분에 대하여 두께계측을 요구할 수 있으며, 이들의 예는 **표 2**와 같다.

(2) 계측위치 및 계측점의 수

두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수에 대한 표준은 **표 3**과 같다. 이 그림들은 산적운반선과 유조선 등의 전형적인 선박 형태를 나타낸 것으로 이를 그림이 없는 다른 종류의 선박에 대한 지침으로 사용할 수 있다. 이 부록에 별도로 명시되지 아니한 기타 선체구조부재에 대한 두께계측위치 및 계측점의 수는 선령 및 선체구조 등을 고려하여 검사원이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(3) 정기검사 시의 두께계측

각 정기검사 시의 계측 위치는 **표 4**부터 **표 13**에 따른다.

5. 추가 두께계측 요건

산적화물선, 유조선 및 위험화학품 산적운반선 등 검사강화제도(ESP) 적용대상선박의 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가적인 두께계측은 **표 14**부터 **표 18**에 따른다.

6. 검사강화제도 적용대상 유조선 또는 이중선체 유조선의 종강도평가를 위한 두께계측의 샘플링방법 및 수리방법

(1) 종강도평가의 범위

탱크를 포함하는 선체거더길이의 범위에 대하여 중앙부 0.4L 이내, 중앙부 0.4L을 넘어서 연장될 수 있는 인접한 탱크에 대하여는 중앙부 0.5L 이내에서 종강도가 평가되어야 한다. 이때 탱크는 평형수탱크 및 화물탱크를 말한다.

(2) 두께계측의 샘플링방법

(가) **규칙 3장 304.**의 4항 또는 **504.**의 4항의 해당규정에 따라서, 히팅코일이 설치된 화물탱크와 공통 경계면을 가지는 평형수탱크, 해수로 채워지는 것이 허용된 화물탱크 및 기타탱크와 같이 부식환경에 놓여있는 가능한 많은 다른 탱크에 대하여 두께계측을 할 수 있도록 횡단면이 선정되어야 한다. 히팅코일이 설치된 화물탱크와 공통 경계면을 가지는 평형수탱크 및 해수로 채워지는 것이 허용된 화물탱크가 있는 경우에는 이들 탱크가 선정되어야 한다.

(나) 선정되어야 하는 횡단면의 최소수는 **규칙 3장 표 1.3.5** 또는 **표 1.3.11**의 해당규정에 따라야 한다. 횡단면은 부식이 가장 심하게 발생할 의심이 되는 부위 또는 (다)에 규정된 갑판 및 선저외판의 판 계측결과 부식이 가장 심하게 발생된 부위를 선정하여야 하고, 국부 신환 또는 보강된 부위와 떨어져 있어야 한다.

(다) **규칙 3장 표 1.3.5** 또는 **표 1.3.11**의 해당규정에 따라서 계측되어야 하는 화물지역 내의 각 갑판 및/또는 선저외판에 대하여 최소한 2점이 계측되어야 한다.

(라) **규칙 3장 표 1.3.5** 또는 **표 1.3.11**의 해당규정에 따라서 계측되어야 하는 각 횡단면에서 갑판 및 선저외판의 0.1 D(여기서 D는 선박의 형깊이를 말한다) 이내의 모든 종통재 및 거더의 웨브 및 면재가 계측되어야 하고, 모든 판은 종통재 사이에서 1점이 계측되어야 한다.

(마) **규칙 3장 표 1.3.5** 또는 **표 1.3.11**의 해당규정에 따라서 각 횡단면에서 계측되어야 하는 (라)에 규정된 것 이외의 종통재인 경우 모든 종통재 및 거더의 웨브 및 면재가 계측되어야 하고, 모든 판은 판당 최소한 1점이 계측되어야 한다.

(바) 각 부재의 두께는 그 횡단면의 각 부재에 대하여 계측된 모든 계측값을 평균함으로써 결정되어야 한다.

(3) 종강도가 부족한 경우의 추가계측

(가) 한 개 또는 그 이상의 횡단면이 종강도 요건 상 부족한 경우 두께계측을 위한 횡단면의 수는 중앙부 0.5 L 이내의 각 탱크가 선정되도록 증가시켜야 한다. 그 일부가 중앙부 0.5 L 이내에 있으나 이를 넘어서 연장된 탱크 구역도 선정되어야 한다.

(나) 수리된 단면의 경계부분도 규칙에 적합함을 확인하기 위하여 각 수리지역의 전방에 한 개 및 후방에 한 개의 횡단면에 대하여 필요한 범위까지 추가두께계측을 시행하여야 한다.

(4) 유효한 수리방법

(가) 규칙에 적합하기 위하여 시행된 신환 또는 보강의 범위는 (나)에 따라야 한다.

(나) 신환 또는 보강된 구조부재의 최소연속길이는 인접한 일차부재간격의 두 배보다 적어서는 아니 된다. 추가하여, 교체된 부재(판, 보강재, 거더 웨브 및 플랜지, 등)의 전방 및 후방의 각 연결부재의 맞대기이음에 대한 두께감소는 과도한 부식범위(각 특정부재와 관련하여 허용쇠모량의 75%) 내에 있어서는 아니 된다. 맞대기이음의 두께차가 얇은 두께의 15%를 초과하는 경우 테이퍼를 주어야 한다.

(다) 스트랩 설치를 포함한 대체수리방법 또는 구조부재 변경은 특별히 고려되어야 한다. 스트랩의 설치는 다음 경우로 제한되어야 한다.

(a) 종강도 복구 및/또는 증가를 위하여

(b) 보강되어야 하는 갑판 또는 선저외판의 두께감소는 과도한 부식범위(갑판에 대한 허용쇠모량의 75%) 내에 있어서는 아니 된다.

(c) 스트랩의 끝을 포함하여 얼라인먼트 및 배치는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라야 한다.

(d) 스트랩은 중앙부 0.5 L 길이의 전체에 걸쳐 연속되어야 한다.

(e) 맞대기이음 및 스트랩의 폭에 따라서 슬롯용접에는 연속필렛용접 및 완전용입용접을 사용하여야 한다. 적용하는 용접법은 우리 선급이 인정하는 것이어야 한다.

(라) 신환부위에 인접한 기존의 구조 및 설치된 스트랩 등에 연결된 기존의 구조는 좌굴저항 및 종통부재와 선체외판 사이의 용접상태를 고려하여 작용하는 하중에 견딜 수 있어야 한다.

표 2 의심지역의 두께계측

구분	계측위치	
갑판 및 상부구조	강력갑판의 선수부(중앙부 0.5 L 사이보다 전방의 부분)와 다음에 명시하는 장소에 쇠모가 발생하기 쉽다. 특히 빌지가 고이기 쉬운 곳은 쇠모의 진행이 빠르다. 또한 원래 두께가 얇은 부재는 쇠모에 의한 영향이 크므로 주의를 요한다.	
	선수루, 선미루, 갑판실	선루전후단벽, 갑판실 주위 벽의 하단부, 파이프 관통부 주변, 드레인 플러그 부근, 선루갑판, 갑판실 정판의 빌지통로 부근, 갑판기계(윈치, 윈들러스 등), 페어리더 및 볼라드의 하부
	창구측선내, 선루내 및 갑판실내의 상갑판	창구측선내, 선루내 및 갑판실내의 상갑판 창구측선내 갑판, 선루 전후단벽 부근 및 갑판실 주위 벽 주변 및 통로 부근
	창구코밍 및 창구코밍 스테이	상갑판과 만나는 부분. 특히 증기 파이프가 근접하는 장소
	불워크판 및 불워크 스테이	상갑판과 만나는 부분. 특히 선루와 갑판실 전단 및 방수구 주변
	윈치 받침대	특히 증기 윈치의 받침대 주위
	강재 창구덮개	폰툰창구덮개(클리트 등을 포함)
외판	평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선측외판	특히 선수미부에 원래 두께가 얇은 위치
	외측브래킷 부근의 외판	특히 림버보드 및 시멘트촉(chock)를 떼어내고 선박의 내측에서 정밀검사를 할 필요가 있음
	창내 늑골에서 그 부근의 외판	특히 그루빙(grooving)발생 유무 확인
	체인로커의 외판	-
	내부부재와 관련하여 하드스폿(hard spot)된 외판	특히 평형수탱크 내의 위치
내부부재	다음 위치에 쇠모가 심하며 특히 습기가 차고 공기의 유통이 나쁜 위치와 빌지가 고이기 쉬운 위치에는 쇠모의 진행이 빠르다	
	창내늑골과 외측브래킷이 접하는 부분	노령선에서 제일 문제가 되는 위치이기 때문에 반드시 림버보드를 떼어내고 응력부식에 의한 이상 쇠모와 결손의 유무를 확인 요함
	횡격벽과 내저판이 만나는 부분	여기도 창내늑골과 같이 문제가 되는 위치이므로 반드시 내장재를 들어내어 검사를 요함
	평형수탱크로서 사용하는 이중저탱크 및 디프탱크의 정판	-
	창내늑골과 외판의 용접선 부분	특히 단속 용접된 늑골은 주의를 요함
	빌지웰	특히 기관실 내의 빌지웰 및 빌지웰 내에 파이프가 배치된 경우에는 주의를 요함
	내저판과 필러가 접하는 부분	-
	기관실 내 해수펌프 부근의 부재	-
	기관실 내 해수흡입구 부근	-
	샤프트터널과 내저판이 만나는 부분	-
	갑판사이의 늑골 또는 갑판사이의 횡격벽과 하층갑판과의 접하는 부분	노령선에서 문제가 되는 위치이므로 정밀검사를 요함

표 2 의심지역의 두께계측 (계속)

구분	계측위치	
내부부재	선수격벽의 하단부와 체인로커 바닥판	-
	팬팅스트링거와 선측스트링거의 전후단, 늑골과 접합부 및 슬롯 주변	-
탱크내부	다음 위치에 쇠모가 심하고 특히 평형수탱크 및 연료유와의 겸용 탱크는 쇠모의 진행이 빠르다	
	기관실 전방의 평형수탱크 전반	특히 외판, 갑판을 겸용하지 않는 탱크정판, 저판 및 격벽 등의 정밀검사 필요. 또한 내부재에는 늑골과 브래킷과 만나는 부분, 거더의 양단 브래킷부와 경감구멍 및 슬롯 주변에 주의 요함
	이중저의 평형수탱크와 샤프트터널, 양현 평형수탱크	특히 격벽 하의 저판, 늑판 뒷면에 연한 정판, 늑판과 거더의 경감구멍과 슬롯 주변에 주의 요함
	고온의 벽면	기관실에 접하는 벽면과 가열하는 연료유탱크에 접하는 벽면에 주의
	측심관 하부	특히 기관실 내 빌지탱크에 주의
	선수탱크 내 체인로커	체인로커 바닥판 및 주위 벽에 주의 요함

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박

표 3-1은 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 규칙 12편** 또는 **규칙 13편**)에 따라 건조되지 아니한 선박(즉, Non-CSR 선박)에 적용한다.

항목	계측위치 및 계측점의 수
횡단면	1. 검사강화제도 적용대상 유조선, 위험화학품 산적운반선 또는 이중선체 유조선인 경우 (**그림 1** 및 **그림 2** 참조) (1) 각 횡단면에서 갑판 및 선저외판의 0.1D(여기서 D는 선박의 형깊이를 말한다) 이내의 모든 판은 종통부재 사이에서 1점을 계측하고 그 외의 모든 판은 각 판마다 최소한 1점을 계측한다. (2) 횡단면 계측이 모든 종통부재를 포함해야 하는 경우에는 모든 종늑골의 웨브와 면재에 대해서도 각각 1점을 계측한다. 2. 단일선체 산적화물선, 이중선체 산적화물선 또는 일반건화물선인 경우 (**그림 3** 및 **그림 4** 참조) (1) 각 횡단면에서 갑판 및 내저판의 모든 판은 종통부재 사이에서 1점을 계측하고 그 외의 모든 판은 각 판마다 최소한 1점을 계측한다. (2) 횡단면 계측이 모든 종통부재를 포함해야 하는 경우에는 모든 종늑골의 웨브와 면재에 대해서도 각각 1점을 계측한다. 3. 1항 및 2항 이외의 일반선박인 경우 (**그림 5** 참조) (1) 각 횡단면에서 각 판마다 최소한 2점을 계측한다. (2) 횡단면 계측이 모든 종통부재를 포함해야 하는 경우에는 모든 종늑골의 웨브와 면재에 대해서도 각각 1점을 계측한다. 4. 횡식 늑골구조의 선박인 경우 횡단면은 횡단면을 따라 인접한 늑골 및 그 단부브래킷을 포함한다. (검사강화제도 적용대상 유조선, 위험화학품 산적운반선 또는 이중선체 유조선인 경우 **그림 1** 및 **그림 2** 참조, 단일선체 또는 이중선체 산적화물선인 경우 **그림 6** 및 **그림 8** 참조, 이외의 선박인 경우 **그림 7** 참조)
횡단면에 대한 갑판, 선측외판 및 선저외판	고려하는 횡단면 내의 각 판(판의 각 1/4 끝단 또는 평균부식을 대표하는 지역)에서 최소한 2점을 계측한다.
선택된 판: 갑판(화물창구 측선 안쪽에 있는 갑판 포함), 탱크정판, 선저외판, 내저판 등의 판 및 평형수흘수선과 만재흘수선 사이 선측외판의 선택된 판	평균부식을 대표하는 지역에서 각 판에 대하여 최소한 2점을 계측한다. 판 길이가 6 m를 초과하는 경우에는 6 m 또는 그 단수마다 2점을 추가한다. 계측하여야 하는 판이 평형수탱크와 화물탱크 또는 화물창의 경계에 걸쳐있는 경우에는 각 구획에 대해 별도의 계측을 시행하여야 한다. 선측외판의 계측은 정기검사의 종류에 따라 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 1 스트레이크 또는 2 스트레이크의 계측을 한다. 계측장소의 선택에 대하여는 각 판의 쇠모상태에 따라 검사원이 적절하다고 인정하는 스트레이크를 계측한다.
모든 판: 갑판(화물창구 측선 안쪽에 있는 갑판 포함), 탱크정판, 선저외판, 내저판 등의 판 및 평형수흘수선과 만재흘수선 사이 선측외판의 모든 판	각 판(판의 각 1/4 끝단 또는 평균부식을 대표하는 지역)에서 최소한 2점을 계측한다. 판 길이가 6 m를 초과하는 경우에는 6 m 또는 그 단수마다 2점을 추가한다. 계측하여야 하는 판이 평형수탱크와 화물탱크 또는 화물창의 경계에 걸쳐있는 경우에는 각 구획에 대해 별도의 계측을 시행하여야 한다.
선택된 내부재: 늑판, 종늑골, 횡늑골, 웨브프레임, 갑판보, 거더 등과 같은 선택된 내부재	내부검사를 하는 각 구역에서 계측되는 내부구조부재는 1. 화물지역 밖에서 최소한 10%, 2. 화물지역 내에서 최소한 20%를 계측한다. (검사강화제도 적용대상 유조선, 케미컬탱커 또는 이중선체 유조선인 경우 **그림 1** 및 **그림 2** 참조, 단일선체 또는 이중선체 산적화물선인 경우 **그림 6** 참조, 이외의 선박인 경우 **그림 7** 참조)

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)

항목	계측위치 및 계측점의 수
단일선체 산적화물선 또는 일반건화물선의 화물창 내 선측늑골	1. 선측늑골, 상하부 단부브래킷 및 인접한 선측외판을 포함 2. 늑골 25% : 각 현에서 화물창 길이에 걸쳐 4개 중 1개의 늑골 3. 늑골 50% : 각 현에서 화물창 길이에 걸쳐 2개 중 1개의 늑골 4. “선택된 늑골”이라 함은 화물창 각 현에서 적어도 3개의 늑골 (단일선체 산적화물선인 경우 **그림** 6 참조, 일반건화물선인 경우 **그림** 7 참조)
단일선체 산적화물선, 이중선체 산적화물선 또는 일반건화물선의 평형수탱크의 트랜스버스웨브	선수부에서 각 종류(즉, 톱사이드 또는 호퍼 또는 선측탱크)마다 대표적인 탱크 하나를 선정 (단일선체 또는 이중선체 산적화물선인 경우 **그림** 6 참조, 일반건화물선인 경우 **그림** 7 참조)
이중선체 산적화물선의 이중선측탱크의 횡늑골	횡늑골 25% : 이중선측탱크 길이에 걸쳐 4개 중 1개의 횡늑골 (**그림** 8 참조)
횡격벽	1. 검사강화제도 적용대상 유조선, 위험화학품 산적운반선 또는 이중선체 유조선인 경우: **그림** 1 및 **그림** 2 참조 2. 단일선체 산적화물선, 이중선체 산적화물선 또는 일반건화물선인 경우 (**그림** 9부터 **그림** 11 참조) (1) 화물창의 횡격벽 - 상하부스툴이 있는 경우 그 내부재를 포함하여 격벽판, 보강재 및 거더를 포함 - 두 개의 선택된 격벽 : 최전방 두 개의 화물창 사이 격벽과 다른 위치에서 선택된 격벽 (2) 각 화물창에서 한 개의 횡격벽 - 정밀검사 및 관련두께계측은 양측에 대한 전반적인 현상검사결과에 따라 선택된 한쪽 격벽에 대하여 실시한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 다른 쪽도(부분적으로) 정밀검사 및 관련두께계측을 실시한다. (3) 1 개의 평형수탱크 내의 횡격벽 - 평형수적재이력에 따라 최악의 상태인 평형수탱크를 선정한다.
화물창 창구덮개 및 코밍	**그림** 12 참조
화물창구 사이 화물창구 측선안쪽에 있는 모든 갑판하부구조	각 짧은 종거더에 대하여 웨브에서 3점(선수/중앙/선미), 면재에서 1점 그리고 인접한 갑판보의 웨브에서 1점, 면재에서 1점. 각 갑판보의 끝단에 대하여 웨브에서 1점, 면재에서 1점 (**그림** 13 참조)

(비고)
1. ⬭ 표시는 계측위치를 나타낸다.
2. ×, ∨ 표시는 계측점을 나타낸다.

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)

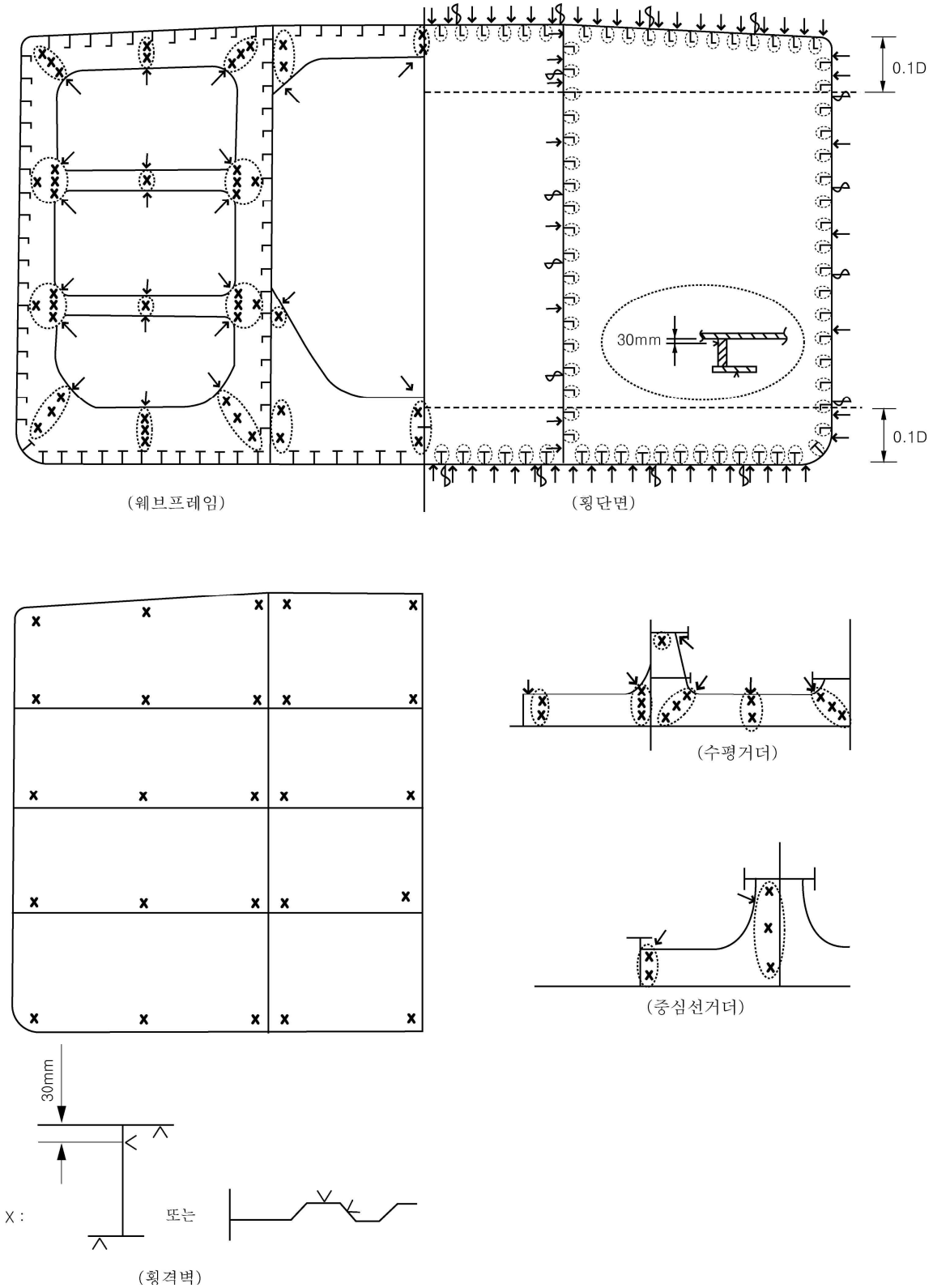


그림 1 유조선 및 위험화학품 산적운반선의 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)

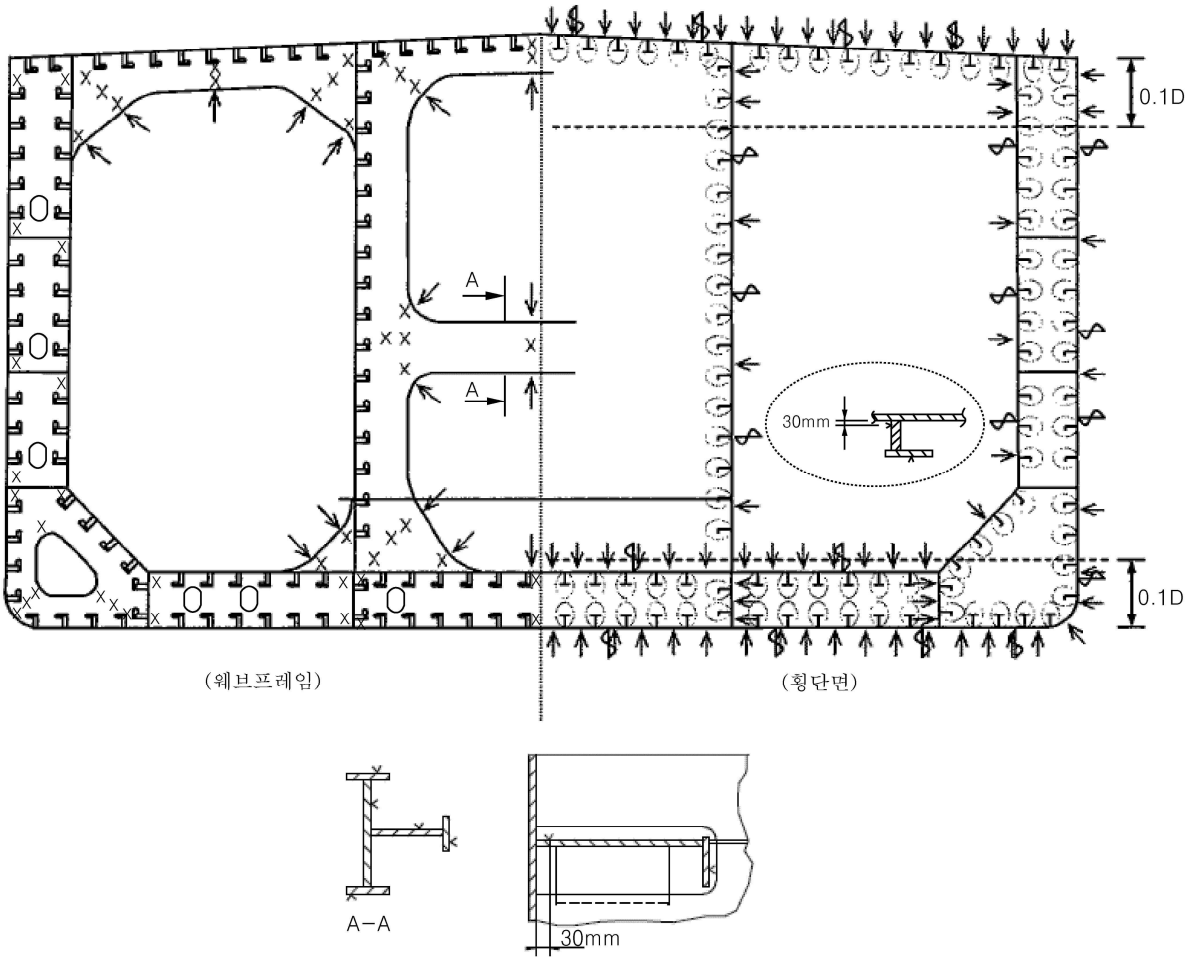


그림 2 이중선체 유조선의 계측위치

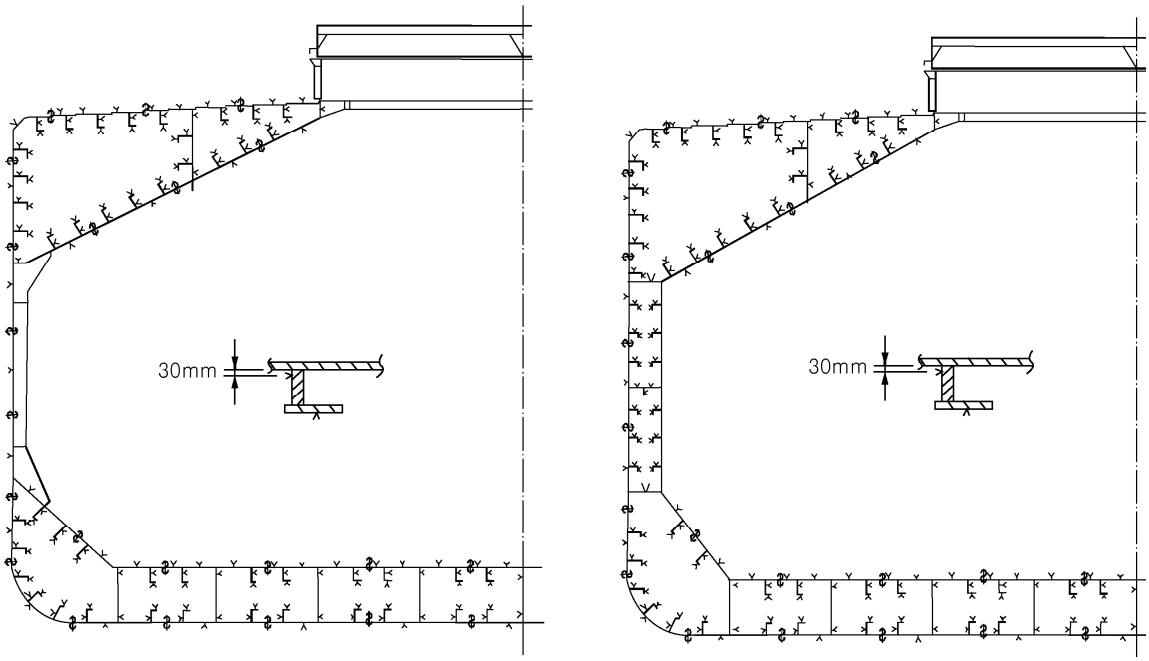


그림 3 단일선체 또는 이중선체 산적화물선의 횡단면에 대한 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)

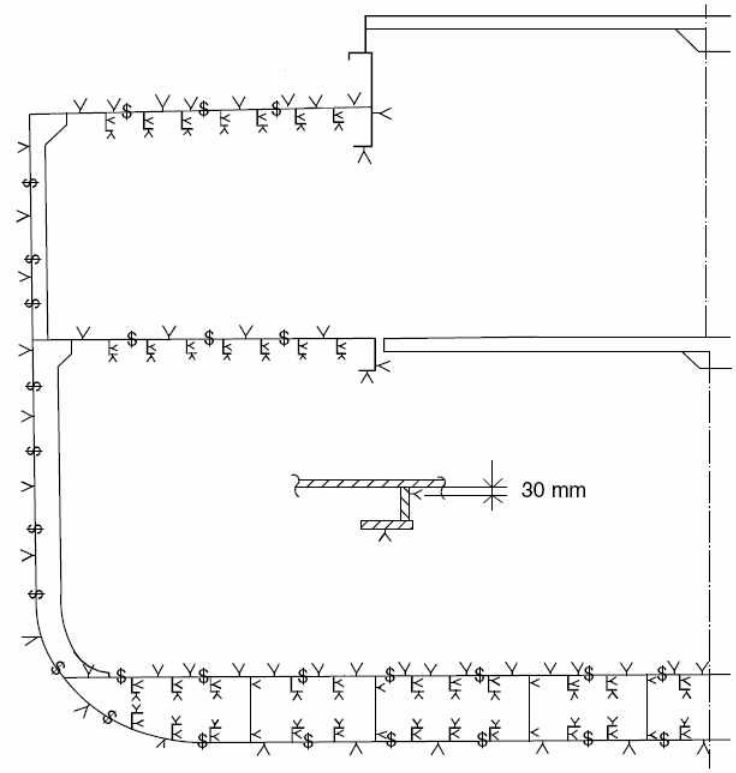
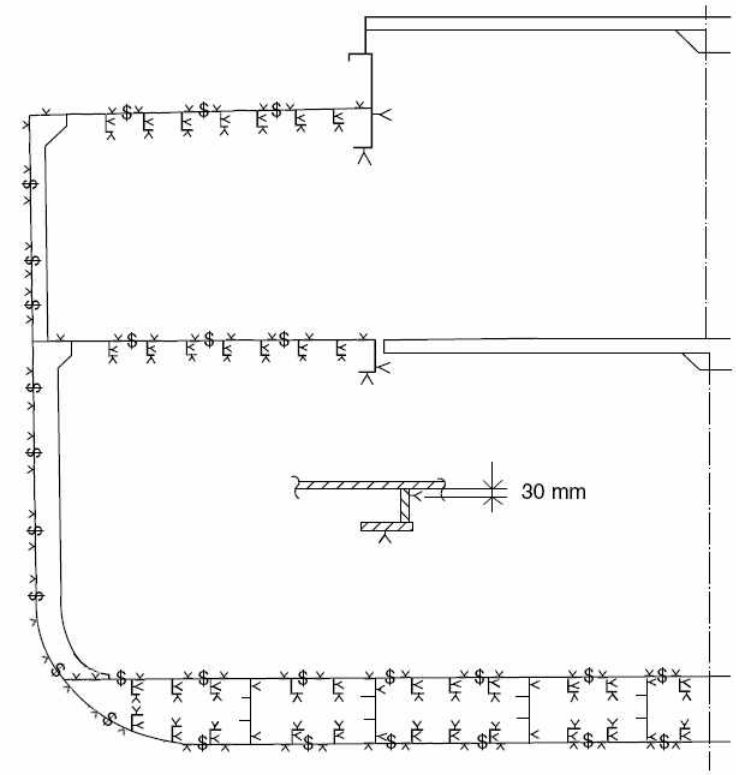


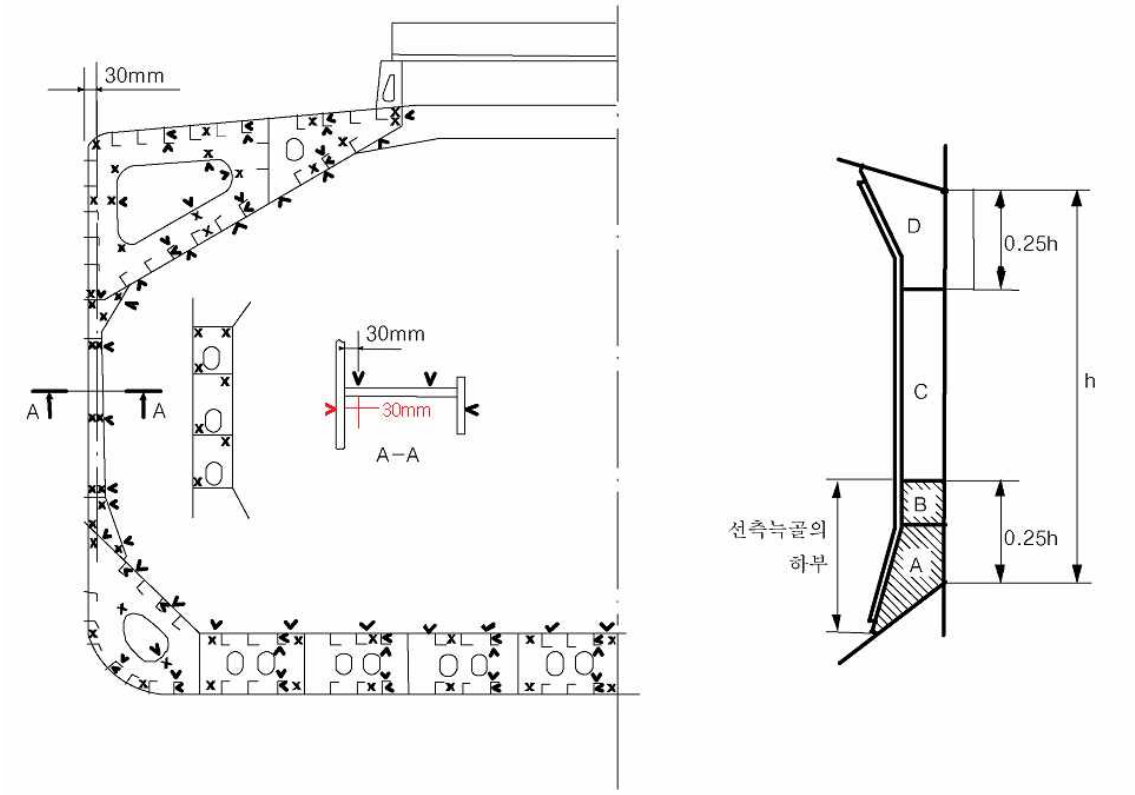
그림 4 일반건화물선의 횡단면에 대한 계측위치



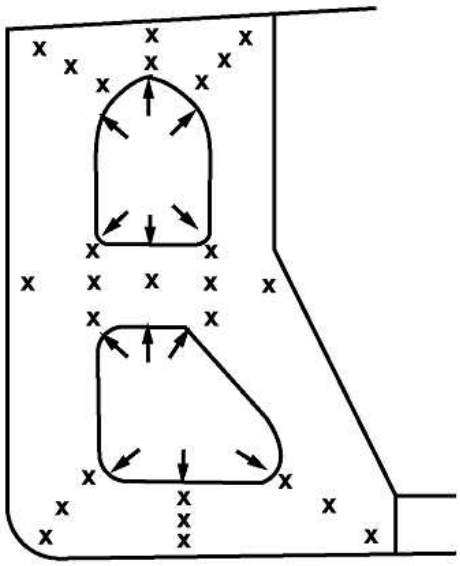
(비고) 다른 형태의 횡단면에도 적용할 수 있다.

그림 5 일반선박의 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)



산적화물선

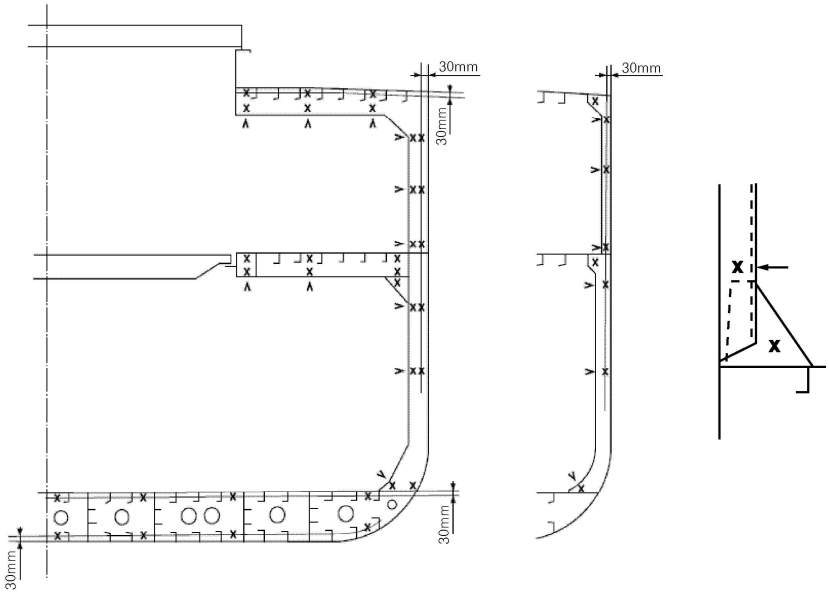


광석운반선

(비고) 웨브판에 대한 계측은 A, C 및 D지역에서 3점씩, B지역에서는 2점씩이어야 한다(그림 참조). 계측기록에는 평균값을 반영하여야 한다. 평균값은 허용두께와 비교하여야 한다. 웨브에 전반적인 부식이 있는 경우 계측점을 5점씩으로 증가시켜야 한다.

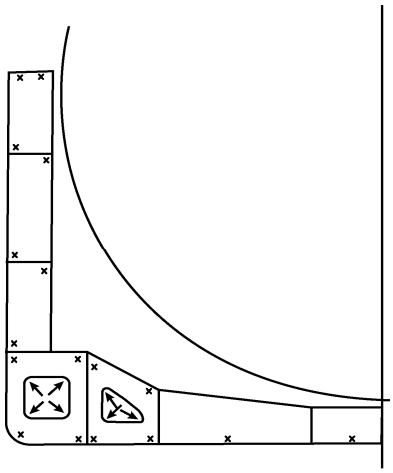
그림 6 단일선체 또는 이중선체 산적화물선의 화물창 및 평형수탱크의 구조부재에 대한 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)



(일반건화물선)

(비고) 다른 종류의 선박에도 적용할 수 있다.



(액화가스 산적운반선)

그림 7 선택된 내부재에 대한 계측위치

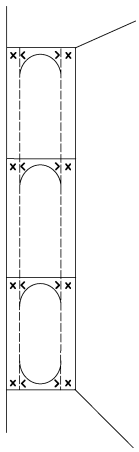
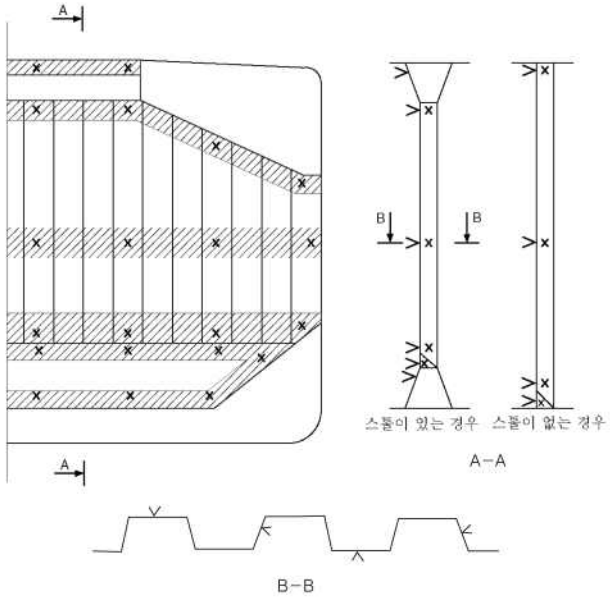
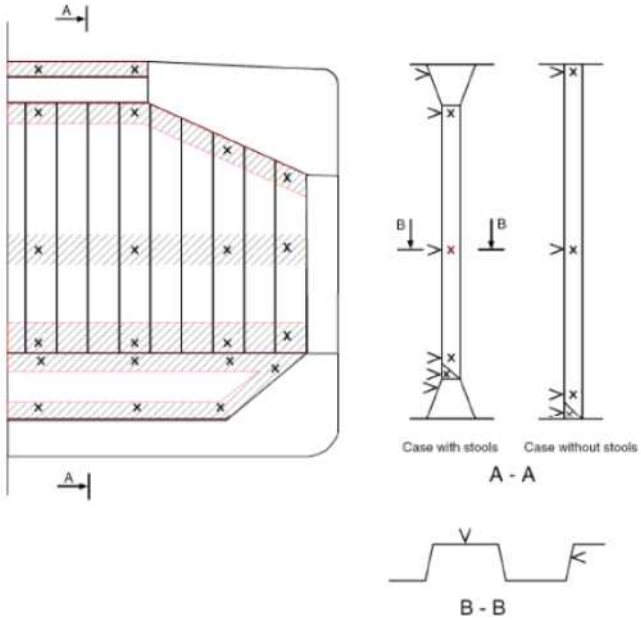


그림 8 이중선체 산적화물선의 이중선측탱크 횡늑골에 대한 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)



단일선체 산적화물선

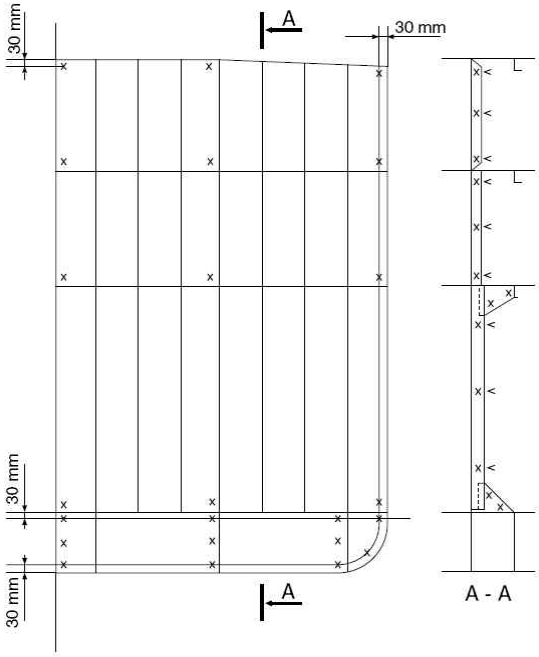


이중선체 산적화물선

(비고) 단면 A-A와 B-B에서 각 빗금 친 구역에 대하여 계측하여야 한다.
상부 및 하부스툴의 내부구조에 대하여 추가로 계측하여야 한다. 예들 들면, 단면 A-A에 표시된 바와 같이 상부스툴에 2점 및 하부스툴에 2점.

그림 9 단일선체 또는 이중선체 산적화물선의 화물창 횡격벽에 대한 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)

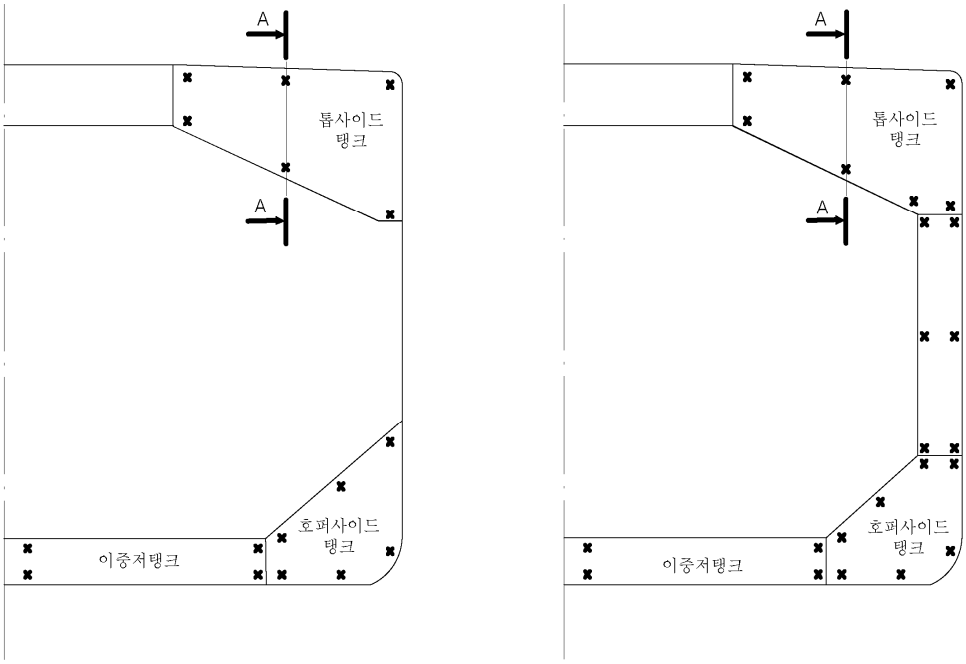


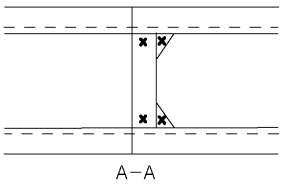
(비고)

1. 화물창 횡격벽/수밀늑판에 대하여 그림과 같이 계측한다.
2. 매 보강재 3개 중 1개에 대하여 A-A와 같이 계측한다.
3. 다른 종류의 선박에도 적용할 수 있다.

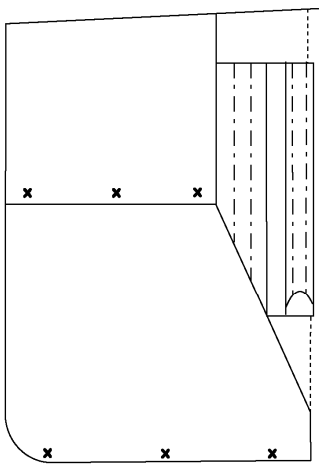
그림 10 일반건화물선의 횡격벽에 대한 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)





(산적화물선)

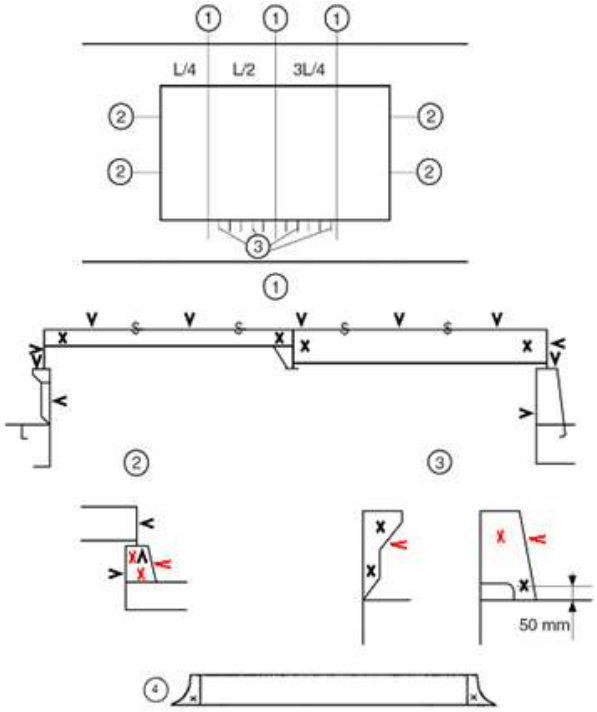


(광석운반선)

(비고) 단면 A-A처럼 각 수직단면에 대하여 계측한다.

그림 11 단일선체 또는 이중선체 산적화물선의 톱사이드, 호퍼, 이중선체 및 이중저 평형수탱크 횡격벽에 대한 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)



(비고)

① 각 창구덮개에 대하여 다음을 포함한 창구덮개길이의 L/4, L/2과 3L/4에서 3개의 횡단면:
- 각 창구덮개판 및 측판에 대하여 1점
- 인접한 보 또는 거더(보강재 포함)에 대하여 계측
- 양측의 코밍판 및 코밍상판에 대하여 1점

② 각 창구덮개에 대하여 창구덮개 측판, 코밍판 및 코밍상판에 대하여 선수미 양단에서 각 1점

③ 양현과 선수미 양단에서 창구코밍브래킷 및 바(bar) 3개중 1개에 대하여 1점

④ 모든 창구코밍 단부브래킷에 대하여 각 1점

그림 12 화물창 창구덮개 및 코밍에 대한 계측위치

표 3-1 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - Non-CSR 선박 (계속)

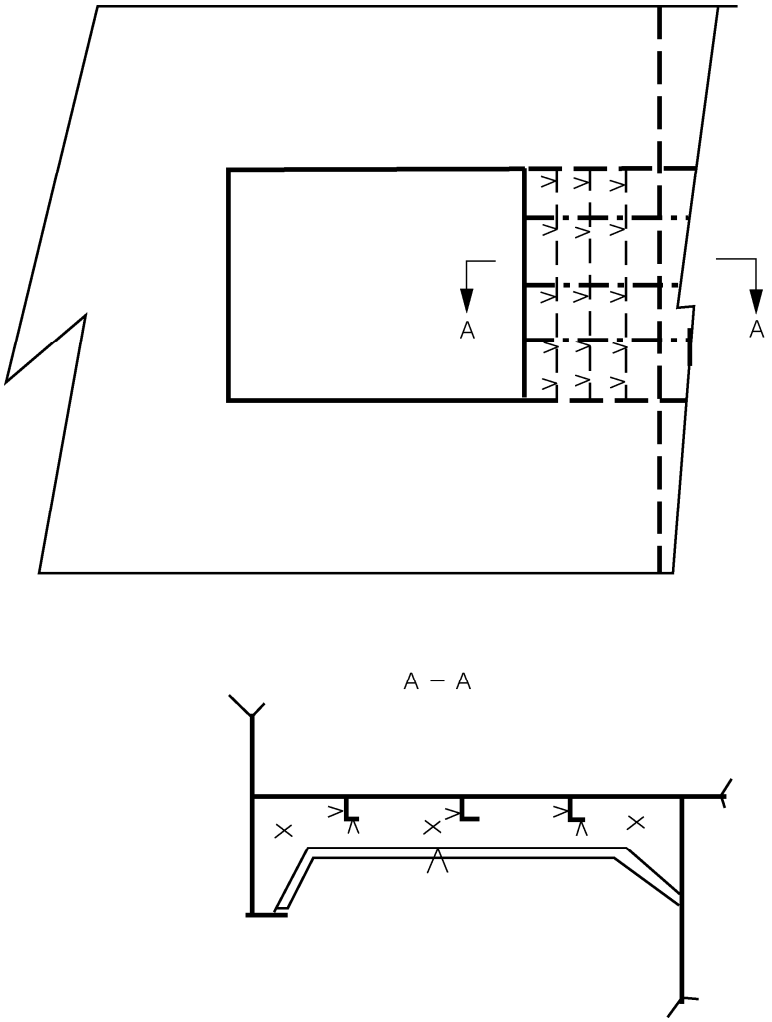


그림 13 갑판하부구조에 대한 계측위치

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박

표 3-2는 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 규칙 12편** 또는 **규칙 13편**)에 따라 건조된 선박(즉, CSR 선박)에 적용한다.

1) CSR 산적화물선

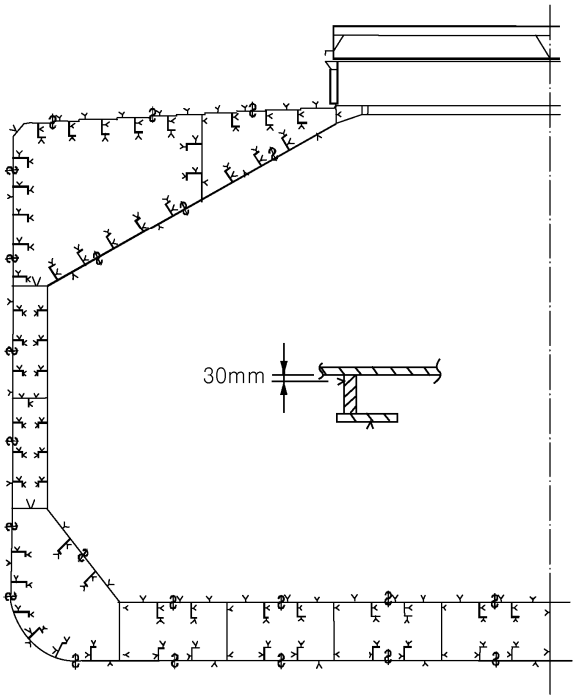
항목	계측위치 및 계측점의 수	그림 참조
갑판, 탱크정판, 선저외판, 내저판 및 평형수흘수선과 만재흘수선 사이 선측외판의 선택된 판	"선택된"이라 함은 평균부식을 대표하는 지역에서 판 3장중 1장에서 적어도 1점	
갑판, 탱크정판, 선저외판 및 평형수흘수선과 만재흘수선 사이 선측외판의 모든 판	각 판(판의 각 1/4 끝단 또는 평균부식을 대표하는 지역)에서 적어도 2점	
횡단면	- 단일선체 산적화물선: 횡단면에는 갑판, 선측외판, 선저외판, 내저판 및 호퍼사이드판, 종격벽 및 톱윙탱크의 하부판에 있는 판, 종늑골, 거더 등과 같은 모든 종통부재를 포함한다. - 이중선체 산적화물선: 횡단면에는 갑판, 선측외판, 선저외판, 내저판 및 호퍼사이드판, 내측판 및 톱윙내측판에 있는 판, 종늑골, 거더 등과 같은 모든 종통부재를 포함한다.	**그림 1**
모든 화물창 창구덮개 및 코밍	판 및 보강재를 포함	계측점의 위치는 **그림 2**
화물창구 측선밖에 있는 갑판의 횡단면	고려하는 횡단면 내의 선측과 창구코밍사이의 각 갑판(판의 각 1/4 끝단 또는 평균부식을 대표하는 지역)에서 2점	
화물창구 사이 화물창구 측선안쪽에 있는 모든 갑판 및 갑판하부구조	"모든 갑판"이라 함은 각 판(판의 각 1/4 끝단 또는 평균부식을 대표하는 지역)에서 적어도 2점 "갑판하부구조": 각 짧은 종거더에 대하여 웨브에서 3점(선수/중앙/선미), 면재에서 1점 그리고 인접한 갑판보의 웨브에서 1점, 면재에서 1점. 각 갑판보의 끝단에 대하여 웨브에서 1점, 면재에서 1점	지역의 범위는 지침 **부록 1-6**의 1항 (2)호 또는 (6)호 계측점의 위치는 **그림 6**

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)

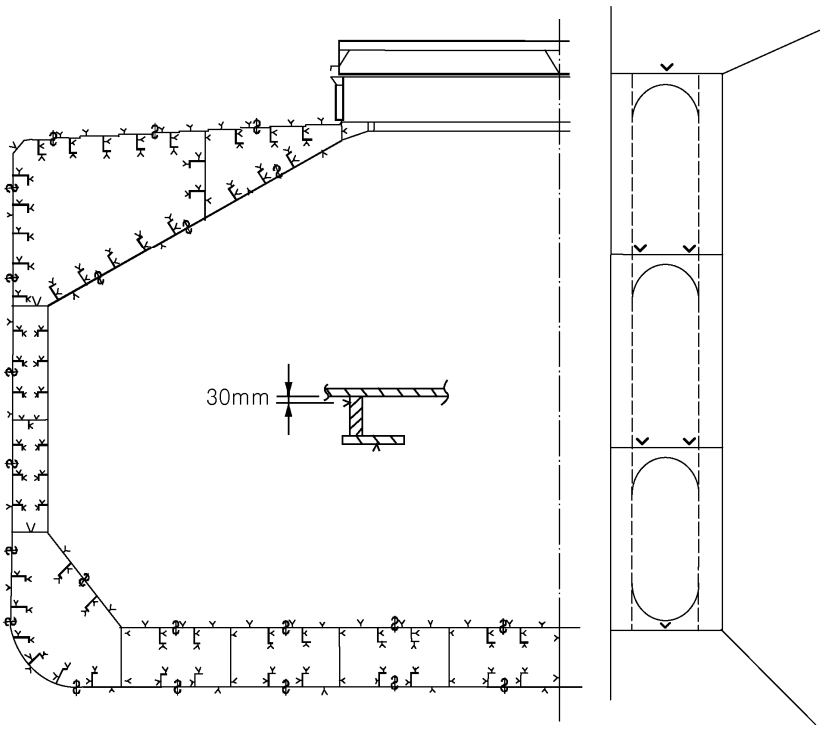
항목	계측위치 및 계측점의 수	그림 참조
단일선체 산적화물선: 화물창 내 선측늑골	선측늑골, 상하부 단부브래킷 및 인접한 선측외판을 포함 늑골 25 %: 각 현에서 화물창 길이에 걸쳐 4개 중 1개의 늑골 늑골 50 %: 각 현에서 화물창 길이에 걸쳐 2개 중 1개의 늑골 “선택된 늑골”이라 함은 화물창 각 현에서 적어도 3개의 늑골	지역의 범위는 지침 **부록 1-6**의 1항 (2)호 *(2019)* 계측점의 위치는 **그림 3**
이중선체 산적화물선: 이중선측탱크 내 횡늑골		지역의 범위는 지침 **부록 1-6**의 1항 (6)호 *(2019)* 계측점의 위치는 **그림 3** *(2019)*
화물창의 횡격벽	상하부스툴이 있는 경우 그 내부재를 포함하여 격벽판, 보강재 및 거더를 포함 두개의 선택된 격벽: 최전방 두 개의 화물창 사이 격벽과 다른 위치에서 선택된 격벽	계측지역은 지침 **부록 1-6**의 1항 (2)호 또는 (6)호 계측점의 위치는 **그림 4**
각 화물창에서 한 개의 횡격벽	정밀검사 및 관련두께계측은 양측에 대한 전반적인 현상검사결과에 따라 선택된 한쪽 격벽에 대하여 실시한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, 다른 쪽도(부분적으로) 정밀검사 및 관련두께계측을 실시한다.	계측지역은 지침 **부록 1-6**의 1항 (2)호 또는 (6)호 계측점의 위치는 **그림 4**
톱사이드, 호퍼 및 이중저 평형수탱크 내의 횡격벽	격벽 및 보강재를 포함 평형수적재이력에 따라 최악의 상태인 평형수탱크를 선정한다.	계측점의 위치는 **그림 5**
평형수탱크의 트랜스버스 웨브	웨브, 면재, 보강재 및 인접한 판과 종통부재를 포함 선수부에서 각 종류(즉, 톱사이드 또는 호퍼 또는 선측탱크) 마다 대표적인 탱크중의 하나를 선정	계측지역은 지침 **부록 1-6**의 1항 (2)호 또는 (6)호 계측점의 위치는 **그림 3**

(비고)
1. ⬭ 표시는 계측위치를 나타낸다.
2. ×, ∨ 표시는 계측점을 나타낸다.

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)



단일선체 산적화물선

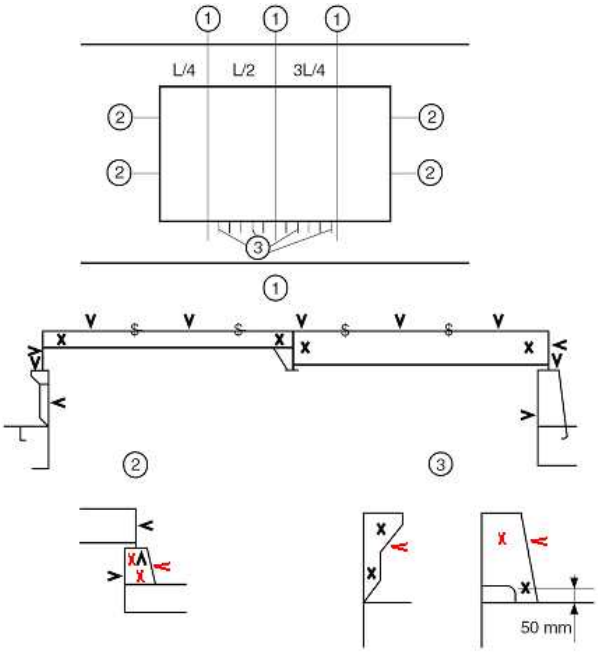


이중선체 산적화물선

(비고) 계측은 선택된 횡단면 양현에 대하여 시행하여야 한다.

그림 1 단일선체 또는 이중선체 산적화물선의 횡단면에 대한 계측위치

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)



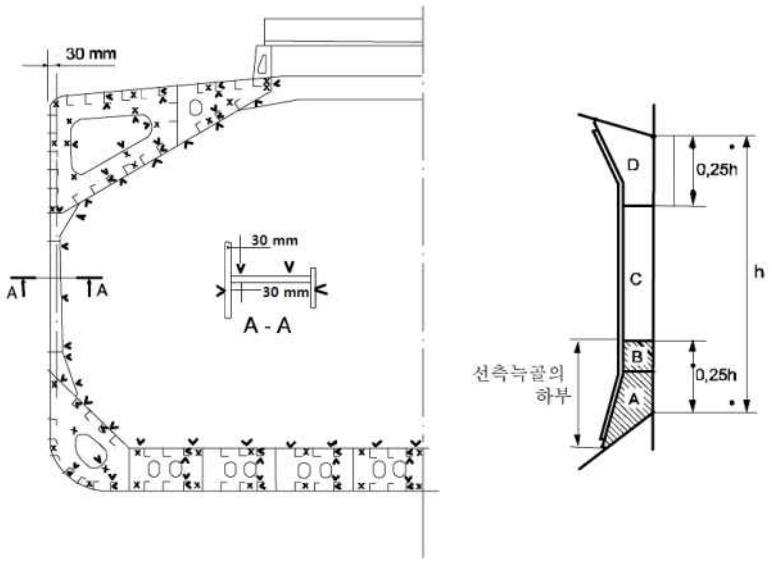
(비고)

1. 다음을 포함한 창구덮개길이의 L/4, L/2과 3L/4에서 3개의 횡단면
- 각 창구덮개판 및 측판에 대하여 1점
- 인접한 보와 보강재에 대하여 계측
- 양측의 코밍판 및 코밍상판에 대하여 1점

2. 창구덮개 측판, 코밍판 및 코밍상판의 양단에 대하여 계측
3. 양현과 선수미 양단에서 창구코밍브래킷 및 바(bar) 3개 중 1개에 대하여 1점(웨브에서 2점 및 면재에서 1점)

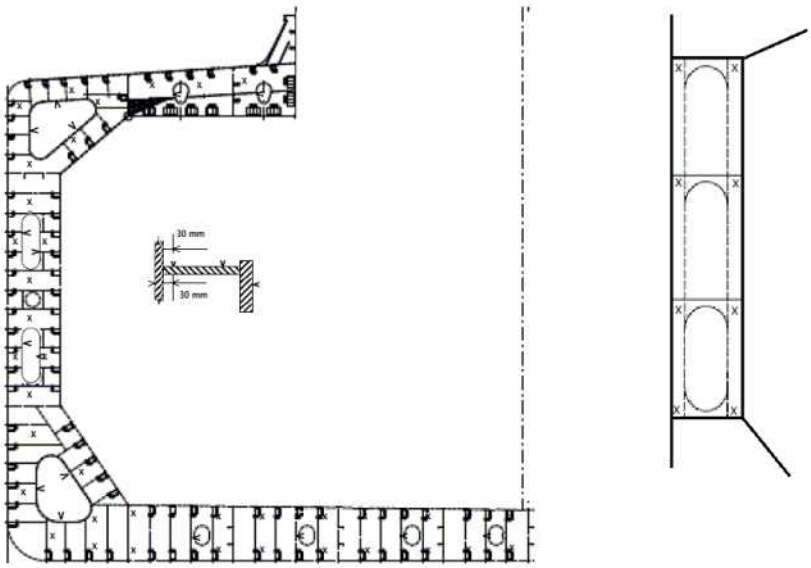
그림 2 화물창 창구덮개 및 코밍에 대한 계측위치

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)



(비고) 웨브판에 대한 계측은 A, C 및 D지역에서 3점씩, B지역에서는 2점씩이어야 한다(그림 참조). 계측기록에는 평균값을 반영하여야 한다. 평균값은 허용두께와 비교하여야 한다. 웨브에 전반적인 부식이 있는 경우, 계측점을 5점씩으로 증가시켜야 한다.

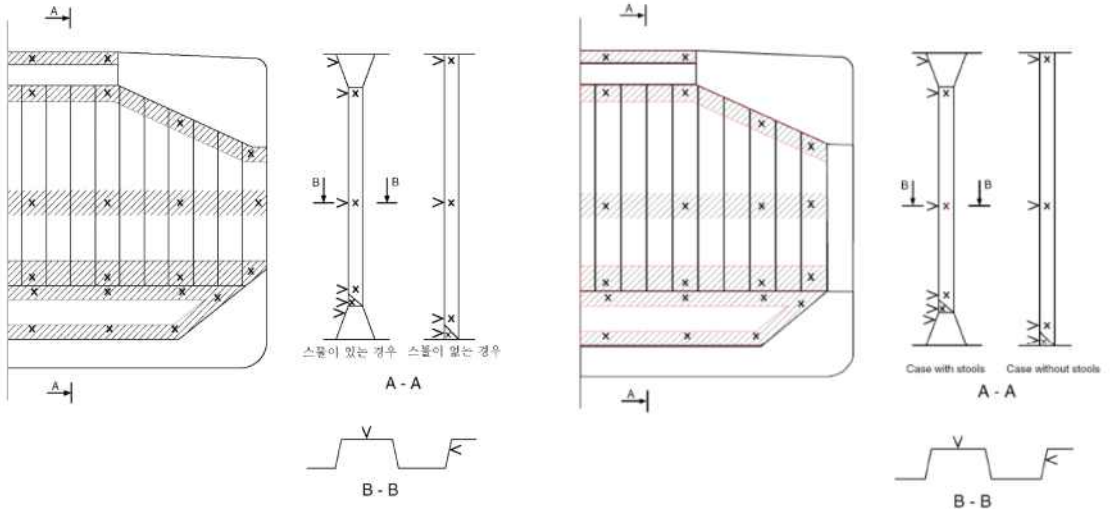
단일선체 산적화물선



이중선체 산적화물선

그림 3 단일선체 산적화물선의 화물창 및 평형수탱크의 구조부재와 이중선체 산적화물선의 평형수탱크(톱사이드 또는 호퍼 또는 선측탱크)의 구조부재에 대한 계측위치

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)

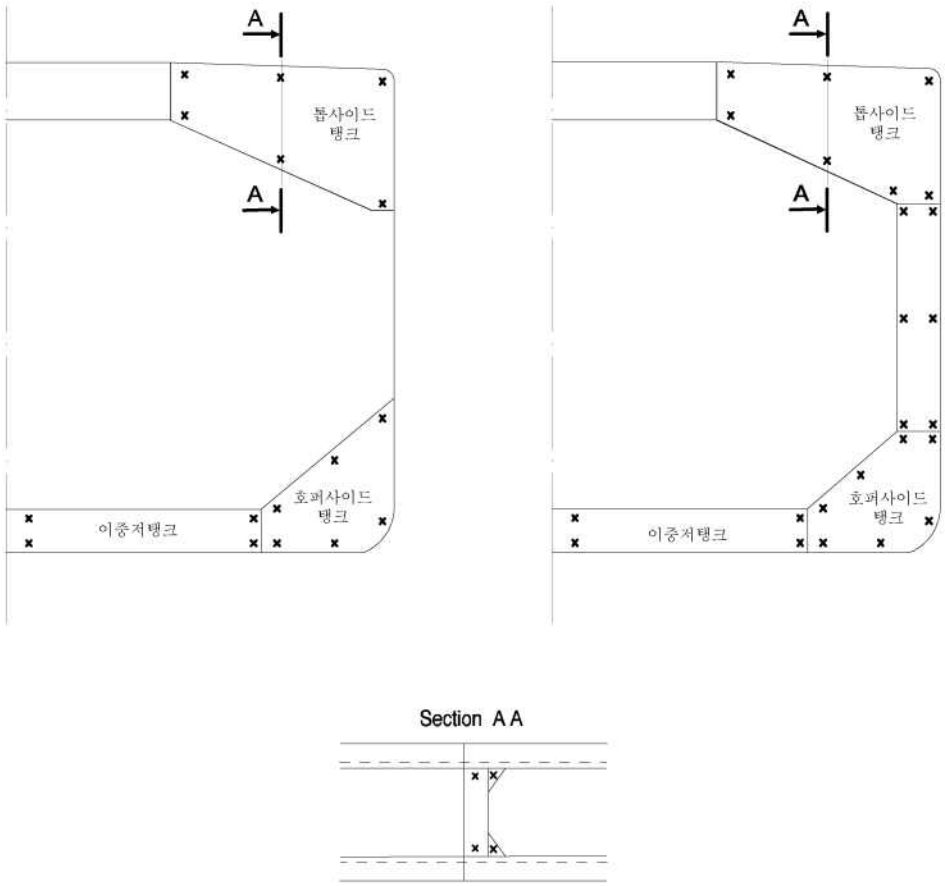


단일선체 산적화물선 **이중선체 산적화물선**

(비고) 단면 A-A와 B-B에서 각 빗금 친 구역에 대하여 계측하여야 한다.
상부 및 하부스툴의 내부구조에 대하여 추가로 계측하여야 한다. 예들 들면, 단면 A-A에 표시된 바와 같이 상부스툴에 2점 및 하부스툴에 2점.

그림 4 단일선체 또는 이중선체 산적화물선의 화물창 횡격벽에 대한 계측위치

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)



(비고) 단면 A-A처럼 각 수직단면에 대하여 계측하여야 한다.
이중저탱크의 내부구조에 대하여 중간스팬에서 추가로 2점씩 계측하여야 한다.

그림 5 단일선체 또는 이중선체 산적화물선의 톱사이드, 호퍼, 이중선체 및 이중저 평형수탱크 횡격벽에 대한 계측위치

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)

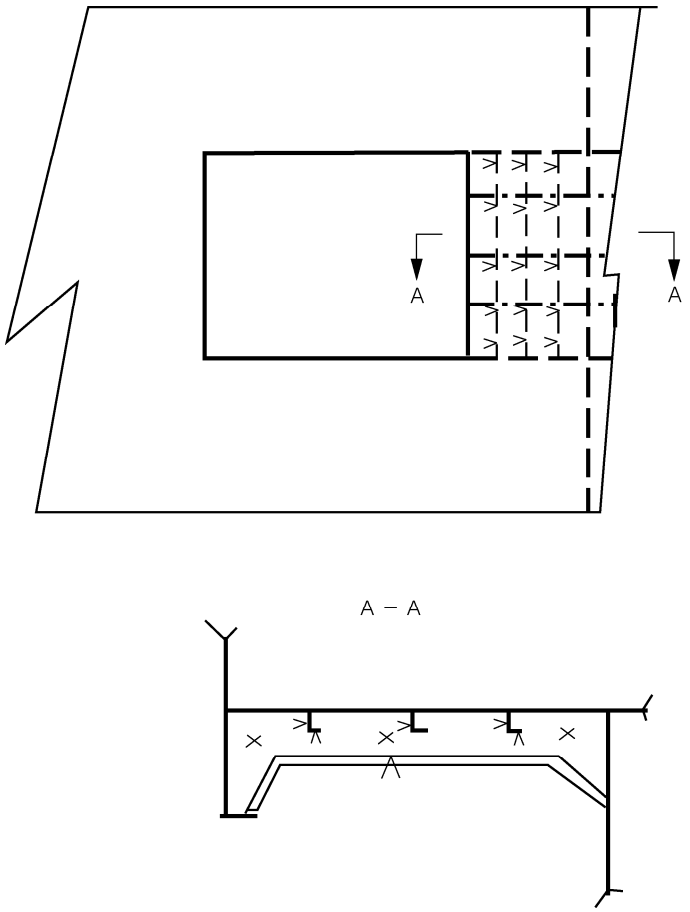


그림 6 갑판하부구조에 대한 계측위치

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)

2) CSR 이중선체 유조선

항목	계측위치 및 계측점의 수	그림 참조
선택된 판	"선택된"이라 함은 평균부식을 대표하는 지역에서 판 3장중 1장에서 적어도 1점	
갑판, 선저외판 및 평형수흘수선과 만재흘수선 사이 선측외판의 모든 판	각 판(판의 각 1/4 끝단 또는 평균부식을 대표하는 지역)에서 적어도 2점	
횡단면	갑판, 선측외판, 선저외판, 종격벽, 내저판 및 호퍼판에 있는 판, 종늑골 및 거더 등과 같은 모든 종통부재를 계측한다. 각 판에 대하여 1점을 계측한다. 종늑골의 웨브와 면재에 대해서도 계측한다. 선령이 10년을 넘는 유조선인 경우; 각 횡단면에서 갑판 및 선저외판의 0.1D(여기서 D는 선박의 형깊이를 말한다) 이내의 모든 종늑골 및 거더의 웨브와 면재를 계측하고 모든 판은 종통부재 사이에서 1점을 계측한다.	**그림 1**
화물탱크 및 평형수탱크의 트랜스버스링	각 판에 대하여 서로 엇갈리는 방식으로 적어도 2점 및 인접한 면재에서 2점. 갑판 아래 첫 번째 판에서는 적어도 4점. 굽은 부분에서는 추가로 계측. 스트링거/종거더 사이 보강재 2개마다 적어도 1점	**그림 2**

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)

항목	계측위치 및 계측점의 수	그림 참조
화물탱크의 횡격벽	각 판에서 적어도 2점. 주갑판 아래 첫 번째 판에서는 적어도 4점 각 스트링거 사이 보강재 3개마다 적어도 1점 스트링거 및 거더의 각 판에서 적어도 2점 및 인접한 면재에서 2점. 굽은 부분에서는 추가로 계측 설치된 경우 스툴의 각 칸막이판(diaphragm plate)에서 2점	**그림 3**
평형수탱크의 횡격벽	스트링거/종거더 사이 판에서 또는 스트링거/종거더가 설치되지 않은 경우 각 판에서 적어도 4점 스트링거 및 거더의 각 판에서 적어도 2점 및 인접한 면재에서 2점. 굽은 부분에서는 추가로 계측 각 스트링거/종거더 사이 보강재 2개마다 적어도 1점	**그림 4**
인접한 구조부재	인접한 구조부재에 대하여 판에서 1점 및 보강재/종늑골 3개마다 1점	

(비고)
1. ⬭ 표시는 계측위치를 나타낸다.
2. ×, ∨ 표시는 계측점을 나타낸다.
3. 트랜스버스링이라 함은 선박의 횡단면을 형성하는 이중저늑판, 수직웨브 및 갑판트랜스버스와 같은 모든 횡부재를 말한다.(이중선체 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 12편** 또는 **규칙 13편**)의 정의)

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)

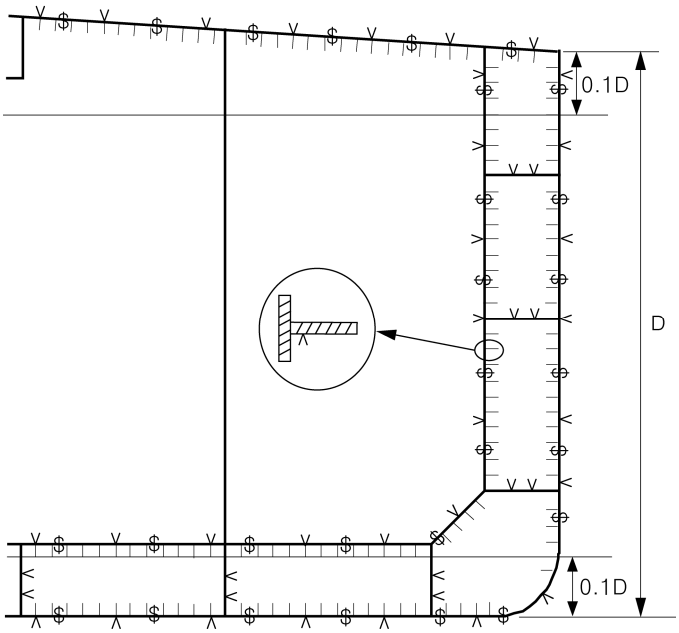


그림 1 이중선체 유조선의 횡단면에 대한 계측위치

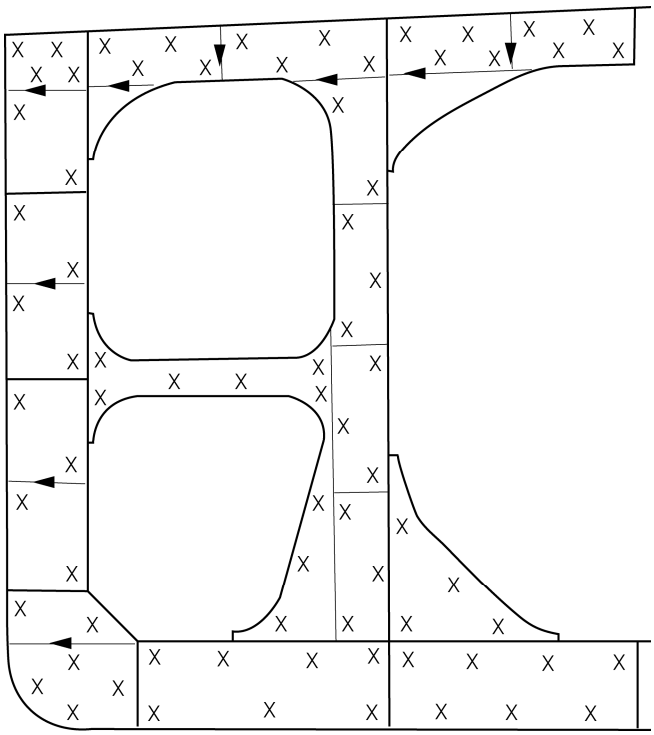


그림 2 이중선체 유조선의 화물탱크 및 평형수탱크의 트랜스버스링에 대한 계측위치

표 3-2 두께계측 시 계측위치 및 계측점의 수 - CSR 선박 (계속)

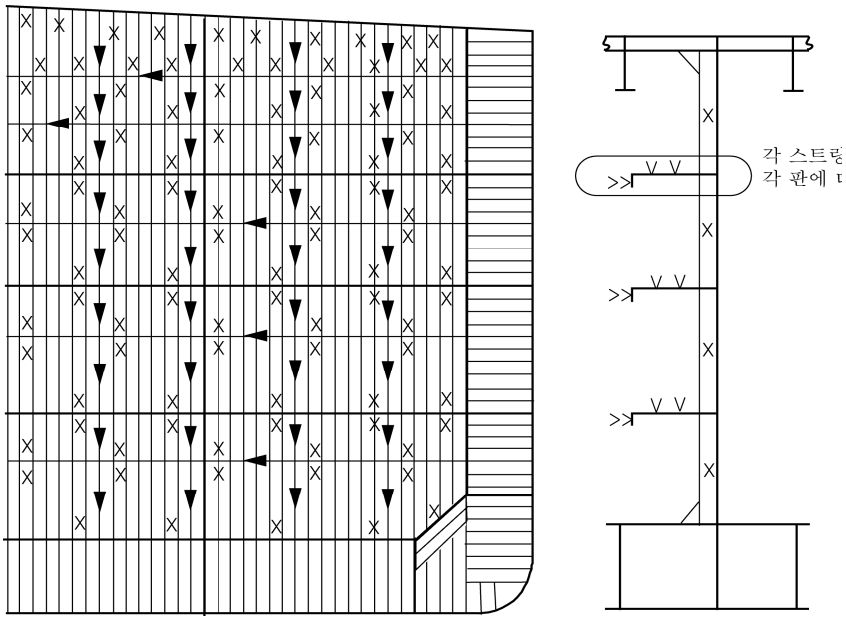


그림 3 이중선체 유조선의 화물탱크의 횡격벽에 대한 계측위치

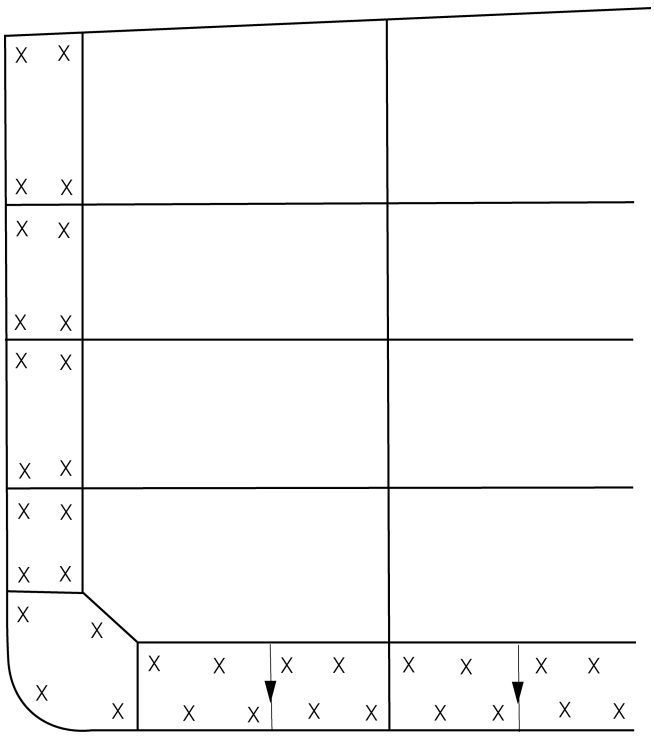


그림 4 이중선체 유조선의 평형수탱크의 횡격벽에 대한 계측위치

표 4 정기검사 시의 두께계측 - 일반선박

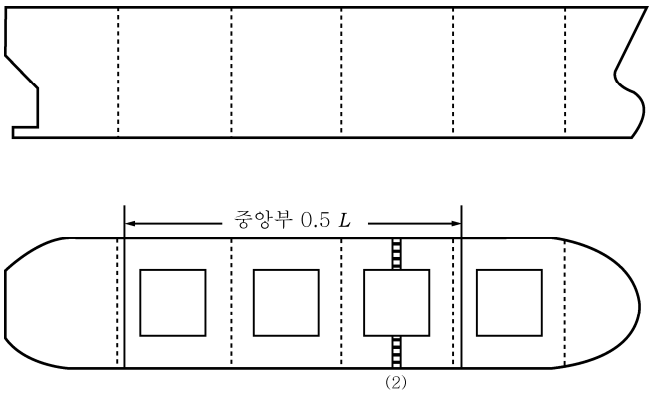
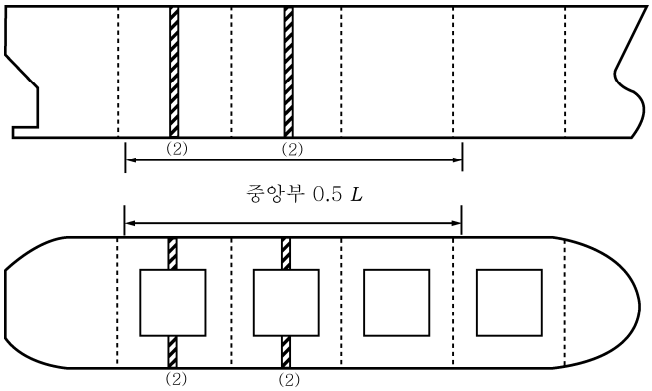
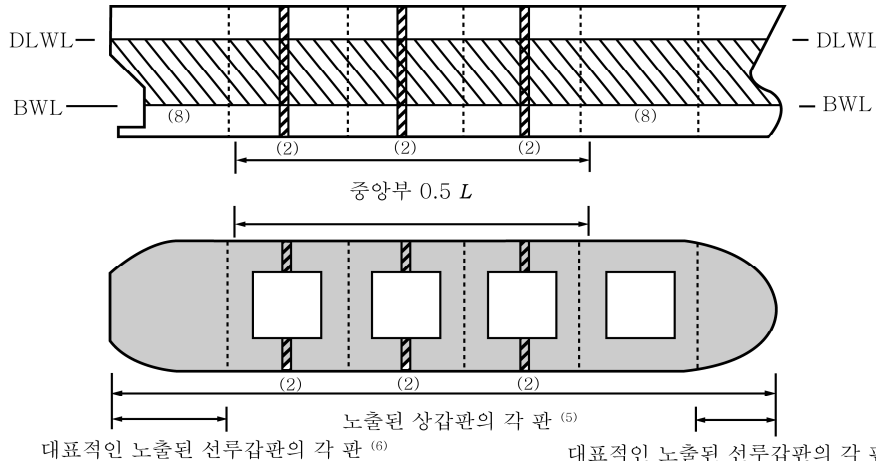
정기검사	계측범위 및 위치
제1차	(1) 선박 전체에 걸친 의심지역
제2차	 (1) 선박 전체에 걸친 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L 내의 화물구역에 있어서 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판
제3차	 (1) 선박 전체에 걸친 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L 내의 화물구역에 있어서 2개의 횡단면(서로 다른 화물구역에서 1개씩 취한다)[4), 5), 6), 7)] (3) 모든 화물창의 창구덮개 및 코밍(판 및 보강재)[9)] (4) 선수 및 선미피크탱크 내부재 (5) 모든 화물탱크 내의 모든 횡격벽[8)] (6) 모든 평형수탱크 내의 모든 횡격벽[8)]

표 4 정기검사 시의 두께계측 - 일반선박 (계속)

정기검사	계측범위 및 위치
제4차 및 이후	 (1) 선박 전체에 걸친 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L 내의 화물구역에 있어서 최소한 3개의 횡단면[5), 6), 7)] (3) 모든 화물창의 창구덮개 및 코밍(판 및 보강재)[9)] (4) 선수 및 선미피크탱크 내부재 (5) 선박의 전 길이에 대한 노출된 상갑판의 각 판 (6) 대표적인 노출된 선루갑판(선미루, 선교루 및 선수루)의 각 판 (7) 관련 내부재와 함께 화물구역의 모든 횡격벽의 최하부판 및 이중갑판과 접하는 횡격벽판 (8) 선박의 전 길이에 대한 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (9) 선박의 전 길이에 대한 평판용골, 코퍼댐 및 기관실의 선저외판과 모든 탱크 후단부의 선저외판 (10) 해수흡입구의 판 및 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 선외배출관 주위의 선체외판 (11) 모든 화물탱크 내의 모든 횡격벽 및 각 1개의 웨브프레임링[8)] (12) 모든 평형수탱크 내의 모든 횡격벽 및 모든 웨브프레임링[8)]

(비고)

: 갑판의 계측

: 선측외판의 계측

: 횡단면 계측(판에 대해서만 계측)

: 횡단면 계측(종통부재 포함, 횡식 늑골구조의 선박인 경우 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함)

1) 이 표의 적용상 일반선박이라 함은 **규칙 표 1.2.4**의 **2.**의 기타선박을 제외한 선박을 말한다.
2) 두께계측 위치는 화물 및 평형수 사용기록과 보호도장 상태를 고려하여 가장 부식이 심하다고 간주되는 대표적인 부위를 선정한다.
3) 내부 구조부재의 두께계측의 범위는 경화보호도장의 상태가 양호하다고 검사원이 인정하는 경우 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜서 시행 할 수 있다. *(2019)*
4) 길이 100 m를 넘는 선박인 경우 제3차 정기검사에서 중앙부 0.5L 이내 노출갑판의 두께계측을 요구할 수 있다.
5) 길이 100 m 미만인 선박은 제3차 정기검사에서 요구하는 횡단면의 개수는 1개, 제4차 및 이후 정기검사에서 요구하는 횡단면 개수는 2개로 할 수 있다.
6) 자동차전용운반선의 경우 횡단면 계측은 노출갑판, 선측외판, 선저외판, 내저판 및 내저판 하방에 있는 종통부재를 계측하는 것으로 할 수 있다.
7) 종강도평가 대상선박인 경우 해당 위치에서의 모든 종통부재를 포함하여 계측하여야 한다.
8) 이 규정은 액체화물을 운송하는 선박(강재부선 포함)에 대하여만 적용한다.
9) 내부재로 접근할 수 없는 구조로 승인된 설계의 화물창구덮개인 경우 창구덮개구조의 접근 가능한 부분에 대하여 두께계측을 하여야 한다.

표 5 정기검사 시의 두께계측 - 기타선박

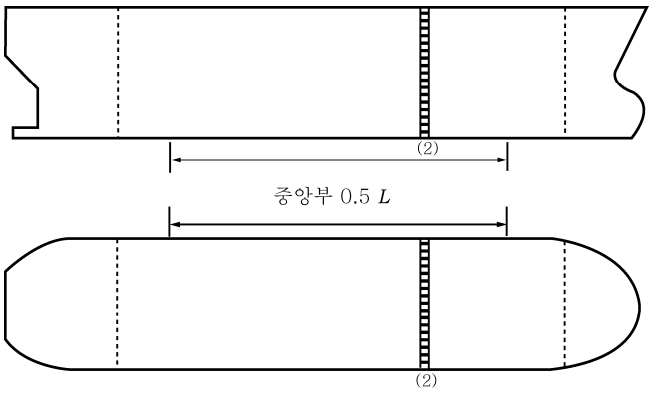
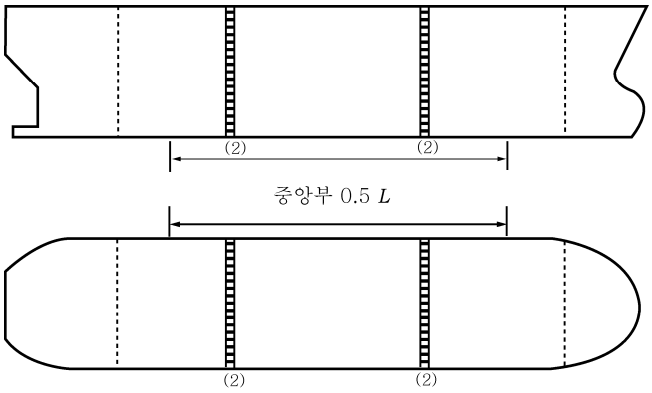
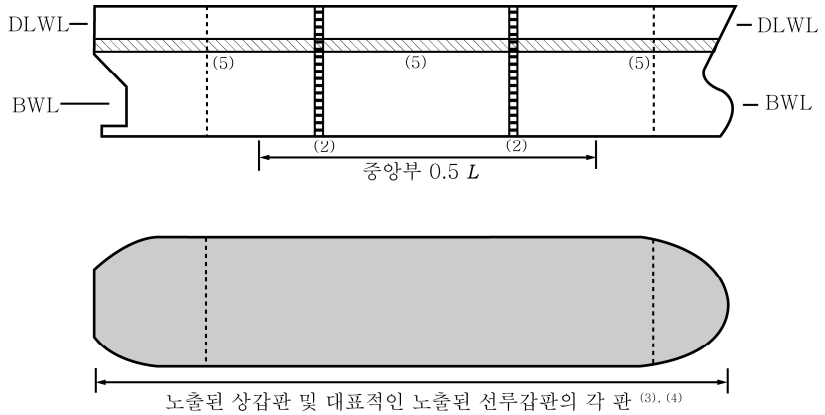
정기검사	계측범위 및 위치
제1차	(1) 선박 전체에 걸친 의심지역
제2차	 (1) 선박 전체에 걸친 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L 내의 1개의 횡단면에서, 노출된 상갑판[5], 선측외판 및 선저외판의 각 판
제3차	 (1) 선박 전체에 걸친 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L내의 2개 횡단면에서 노출된 상갑판[5], 선측외판 및 선저외판의 각 판 (3) 선수 및 선미피크탱크 내부재

표 5 정기검사 시의 두께계측 - 기타선박 (계속)

정기검사	계측범위 및 위치
제4차 및 이후	 (1) 선박 전체에 걸친 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L 내의 2개의 횡단면에서 선측외판의 각 판 (3) 선박의 전 길이에 대하여, 노출된 상갑판의 각 판[5)] (4) 선박의 전 길이에 대하여, 대표적인 노출된 선루갑판(선미루, 선교루 및 선수루)의 각 판 (5) 선박의 전 길이에 대하여, 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판 (6) 선박의 전 길이에 대하여, 선저외판 및 평판용골 (7) 선수 및 선미피크탱크 내부재

(비고)

: 갑판의 계측

: 선측외판의 계측

: 횡단면 계측(판에 대해서만 계측)

1) 이 표의 적용상 기타선박이라 함은 다음 선박을 말한다. 다만, 폐기물운반선은 제외한다.
지침 부록 1-1, 1.1의 선종 중
- 12, 13의 선박
- 15, 16, 17, 19, 20 및 26부터 30의 선박 중 총톤수 500톤 미만이고 국제항해를 하지 아니하는 선박

2) 두께계측 위치는 가장 부식이 심하다고 간주되는 대표적인 부위를 선정한다.
3) 내부 구조부재의 두께계측은 경화보호도장의 상태가 양호하다고 검사원이 인정하는 경우 특별히 고려할 수 있다.
4) 종강도평가 대상선박인 경우 해당위치에서의 모든 종통부재를 포함하여 계측하여야 한다.
5) 어선의 경우 갑판의 두께계측은 갑판외부에 목갑판이 설치되어 있고 이 사이에 콜타르가 시공되어 해수의 침입이 방지된다고 인정하는 경우 갑판 폭의 양쪽 끝단부 거터배수로와 창구코밍 주위에 대하여만 계측하는 것으로 할 수 있다.

표 6 정기검사 시의 두께계측 - 일반건화물선

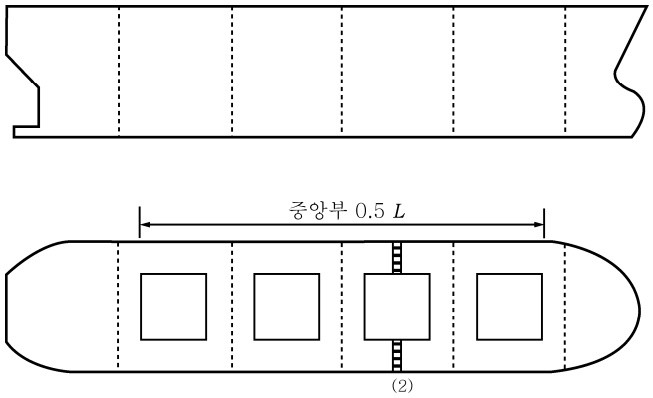
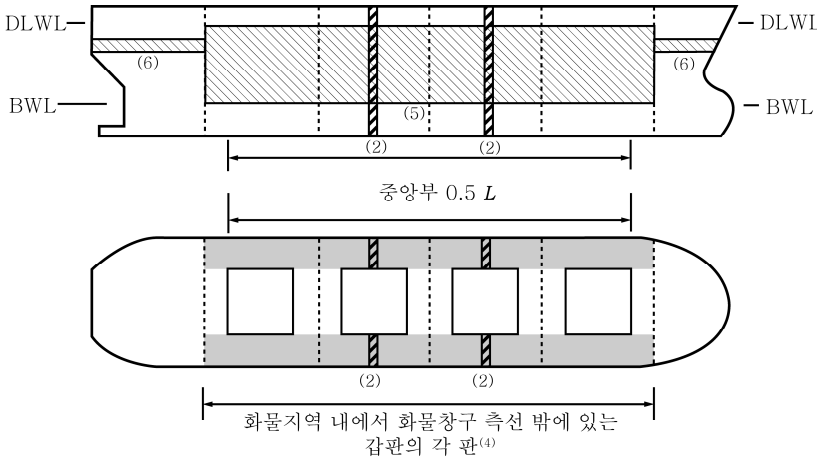
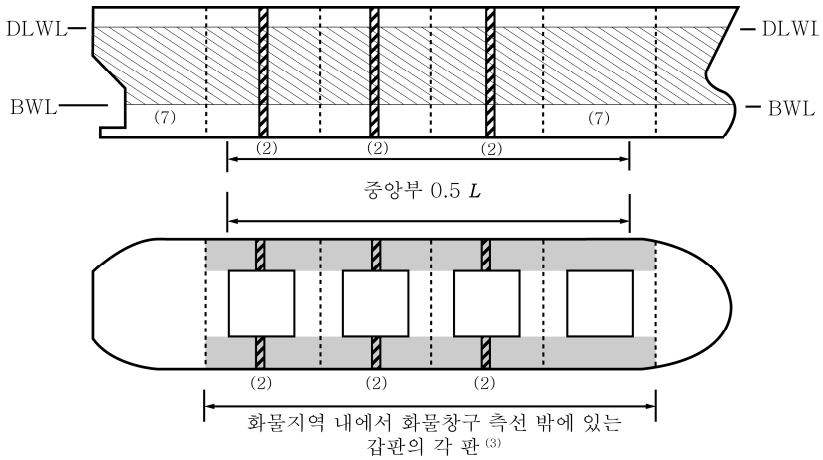
정기검사	계측범위 및 위치
제1차	(1) 의심지역
제2차	 (1) 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L 내의 화물지역에 있어서 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 (3) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)
제3차	 (1) 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L 내의 화물지역에 있어서 2개의 횡단면(서로 다른 화물지역에서 1개씩 취한다)2) (3) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (4) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 (5) 화물지역 내에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (6) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판

표 6 정기검사 시의 두께계측 - 일반건화물선 (계속)

정기검사	계측범위 및 위치
제4차 및 이후	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 중앙부 0.5 L 내의 최소한 3개의 횡단면[2)] (3) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 (4) 화물지역 내에서 선저외판의 각 판(빌지플레이트의 하부 포함) (5) 화물지역 내에서 덕트킬 또는 파이프터널의 판 및 내부재 (6) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (7) 선박의 전 길이에 대한 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판

(비고)

: 갑판의 계측
: 선측외판의 계측
: 횡단면 계측(판에 대해서만 계측)
: 횡단면 계측(종통부재 포함, 횡식 늑골구조의 선박인 경우 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함)

1) 두께계측의 위치는 화물 및 평형수 기록과 보호도장의 상태를 고려하여 가장 부식이 심하게 발생할 것 같은 가장 대표적인 부위를 선정한다.
2) 길이 100 m 미만의 선박은 제3차 정기검사에서 요구하는 횡단면의 개수는 1개, 제4차 및 이후 정기검사에서 요구하는 횡단면의 개수는 2개로 할 수 있다.

표 7 정기검사 시의 두께계측 - 액화가스 산적운반선

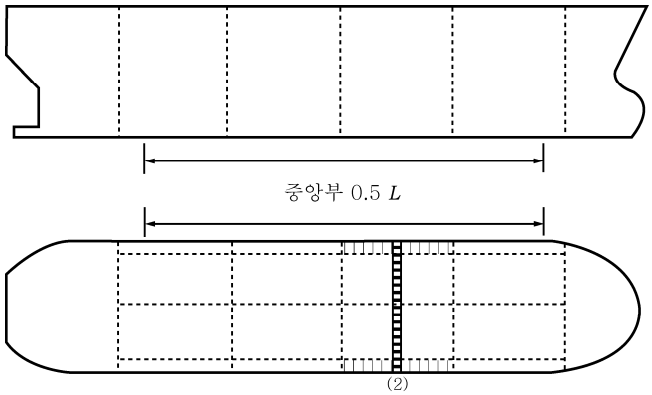
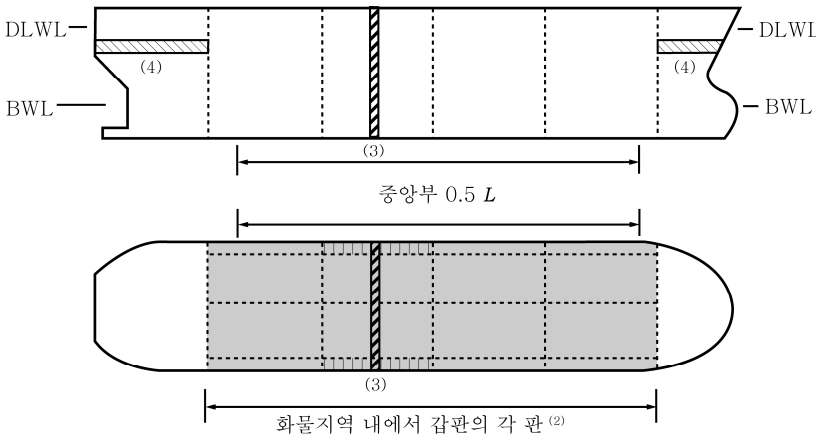
정기검사	계측범위 및 위치
제1차	 (1) 의심지역 (2) 중앙부 0.5 L 내에 있는 1개의 평형수탱크(있는 경우)의 위치에 있어서, 선박의 전폭에 걸친 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 (3) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)
제2차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 중앙부 0.5 L 내에 있는 1개의 평형수탱크(있는 경우)의 위치에 있어서, 1개의 횡단면 (4) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)

표 7 정기검사 시의 두께계측 - 액화가스 산적운반선 (계속)

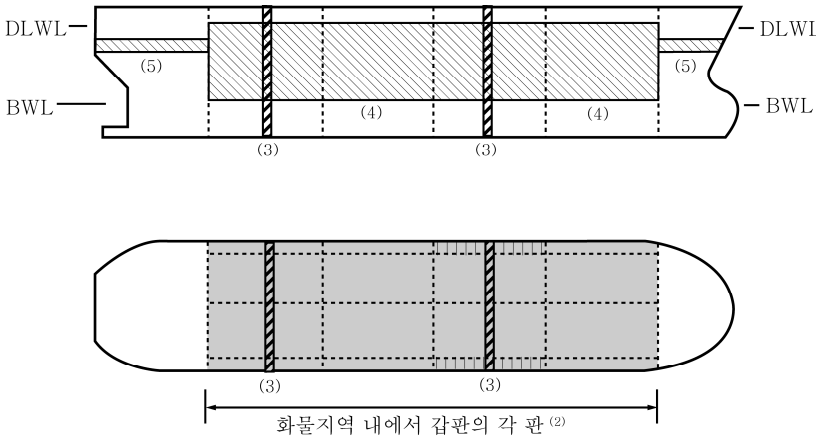
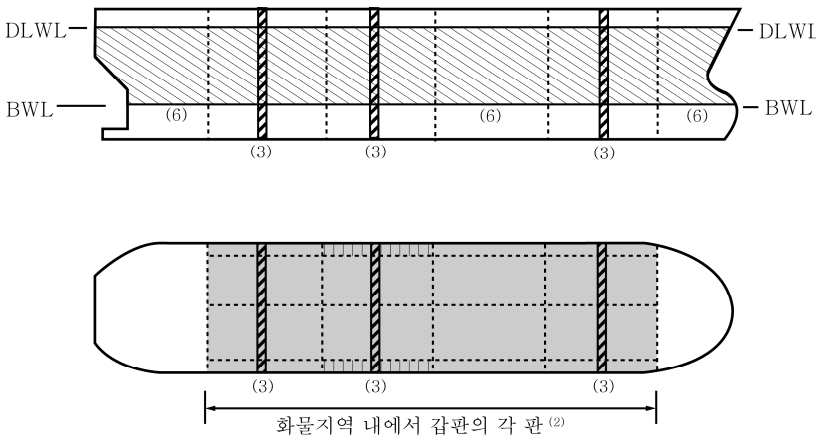
정기검사	계측범위 및 위치
제3차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 2개의 횡단면[1)] (4) 화물지역 내에서 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (5) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판 (6) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)
제4차 및 이후	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 3개의 횡단면[1)] (4) 화물지역 내에서 선저외판의 각 판 (5) 화물지역 내에서 덕트킬의 판 및 내부재 (6) 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (7) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)

표 7 정기검사 시의 두께계측 - 액화가스 산적운반선 (계속)

(비고)

: 갑판의 계측

: 선측외판의 계측

: 횡단면 계측(판에 대해서만 계측)

: 횡단면 계측(종통부재 포함, 횡식 늑골구조의 선박인 경우 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함)

1) 최소한 1개의 횡단면은 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크(있는 경우)를 포함하여야 한다.
2) 중앙횡단면이 일반적인 화물선과 유사하고 독립형탱크 형식C를 갖는 선박인 경우 검사원의 판단에 따라 탱크정판을 포함하는 것 까지 두께계측의 범위를 확대할 수 있다.
3) 경화보호도장이 양호한 상태인 구역 내의 지역인 경우 두께계측의 범위를 도장하부구조의 실제평균상태를 확인하기에 충분한 정도로 감소시켜 시행할 수 있다. *(2019)*
4) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측의 범위를 확대할 수 있다. 과도한 부식이 있는 경우 검사원이 만족하는 범위까지 두께계측의 범위를 증가시켜야 한다.

표 8 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 산적화물선

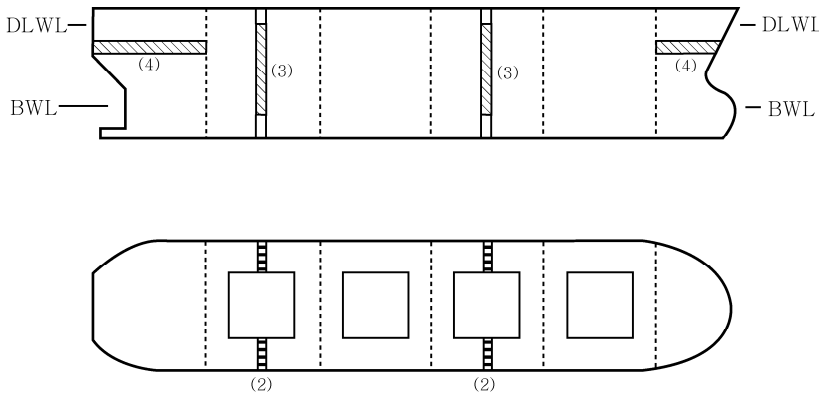
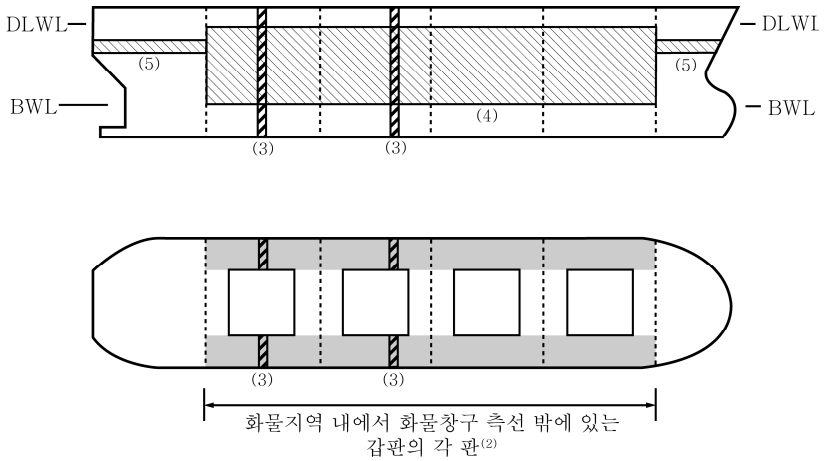
정기검사	계측범위 및 위치
제1차	(1) 의심지역
제2차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판에 있어서 2개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 (3) (2)에서 규정된 횡단면에 해당하는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선측외판 (4) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (6) 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31 적용대상선박의 선측늑골 및 브래킷에 대한 추가 두께계측에 대하여는 **규칙 201.**의 1항 (4)호, **규칙 7편 3장 17절** 및 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.
제3차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 2개의 횡단면(그 중 1개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다) (4) 화물지역 내에서 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (5) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대해서 각 현마다 1조의 각 판 (6) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (7) 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S19 및 S23 적용대상선박의 제1번과 제2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽에 대한 추가 두께계측에 대하여는 **규칙 3장 201.**의 1항 (3)호 및 **지침 부록 1-5**의 **표 9**에 따른다. (8) 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31 적용대상선박의 선측늑골 및 브래킷에 대한 추가 두께계측에 대하여는 **규칙 3장 201.**의 1항 (4)호, **규칙 7편 3장 17절** 및 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

표 8 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 산적화물선 (계속)

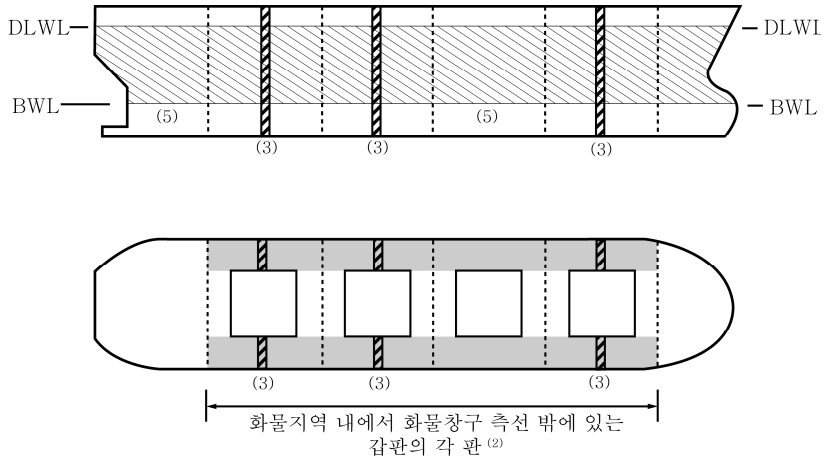
정기검사	계측범위 및 위치
제4차 및 이후	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 3개의 횡단면(그 중 1개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다) (4) 화물지역 내에서 선저외판의 각 판 (5) 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (6) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (7) 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S19 및 S23 적용대상선박의 제1번과 제2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽에 대한 추가 두께계측에 대하여는 **규칙 3장 201.**의 1항 (3)호 및 **지침 부록 1-5**의 **표 9**에 따른다. (8) 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S31 적용대상선박의 선측늑골 및 브래킷에 대한 추가 두께계측에 대하여는 **규칙 3장 201.**의 1항 (4)호, **규칙 7편 3장 17절** 및 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.
(비고) : 갑판의 계측 : 선측외판의 계측 : 횡단면 계측(판에 대해서만 계측) : 횡단면 계측(종통부재 포함, 횡식 늑골구조의 선박인 경우 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함)	

표 9 제1번과 제2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽에 대한 추가 두께계측 (IACS UR S19 적용대상 선박에만 해당) *(2022)*

계측범위	제1번과 제2번 화물창 사이의 수직파형 횡수밀격벽
계측위치	1. 두께계측 위치는 다음과 같다. 정확한 두께 계측을 위하여 두께 계측위치에 있는 면재, 웨브, 쉐더판 및 거싯판 등 모든 구조부재를 계측해야 한다. (1) A구역 : 하부스툴이 없는 경우(**그림 1** 참조) (가) 쉐더판 상방 200 mm에서 면재의 횡방향 범위 부위 (나) 설치되어 있는 경우 면제사이의 거싯판 중간 부위 (다) 쉐더판의 중간 부위 (라) 쉐더판 상방 200 mm에서 웨브의 횡방향 범위 부위 (2) B구역 : 하부스툴이 있는 경우(**그림 2** 참조) (가) 쉐더판 상방 200 mm에서 면재의 횡방향 범위 부위 (나) 설치되어 있는 경우 면재 사이의 거싯판 중간 부위 (다) 쉐더판의 중간 부위 (라) 쉐더판 상방 200 mm에서 웨브의 횡방향 범위 부위 (3) C구역 : 모든 경우(**그림 1** 및 **그림 2** 참조) (가) 격벽의 중간부위에서 면재, 웨브의 횡방향 범위 부위 2. 수평방향으로 두께가 일정하지 않는 경우는 더 얇은 판을 계측해야 한다.

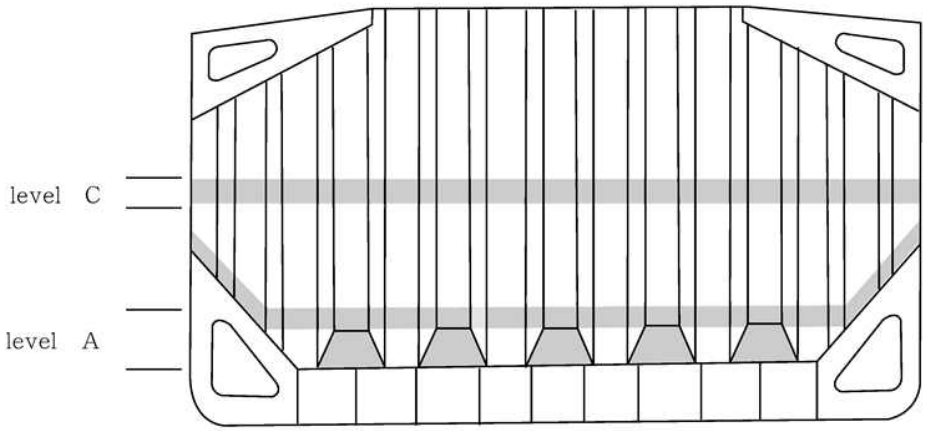


그림 1 하부스툴이 없는 경우

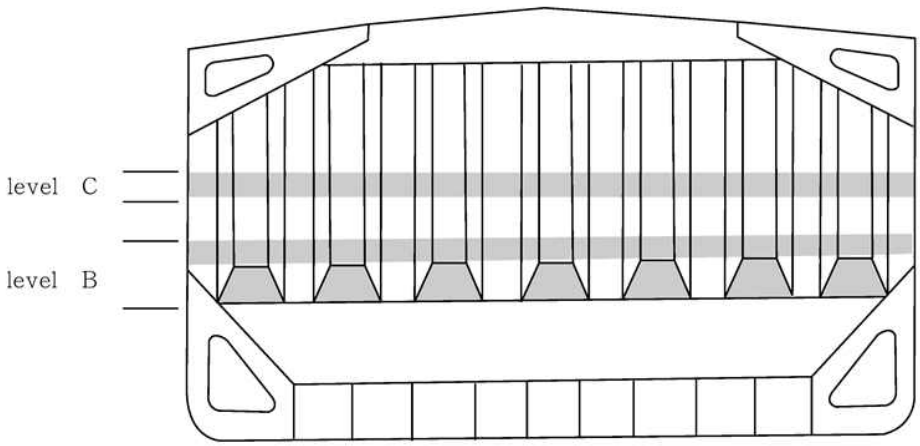


그림 2 하부스툴이 있는 경우

표 10 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 유조선

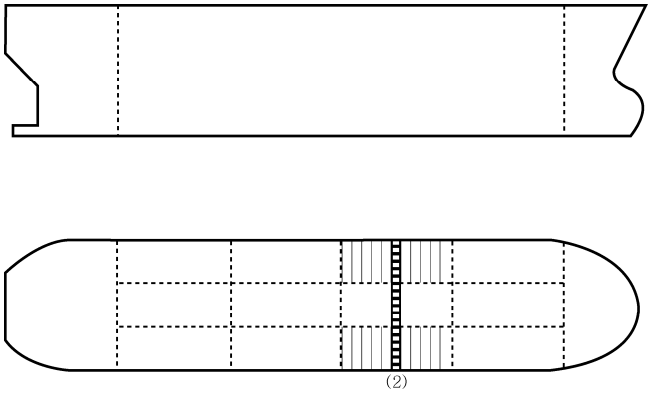
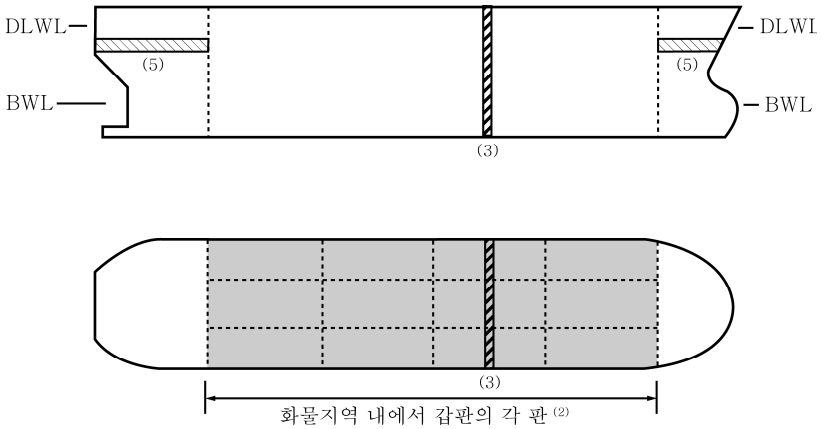
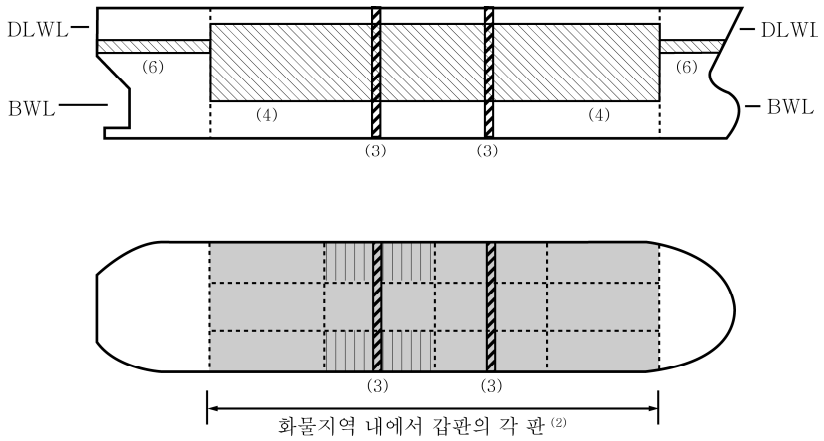
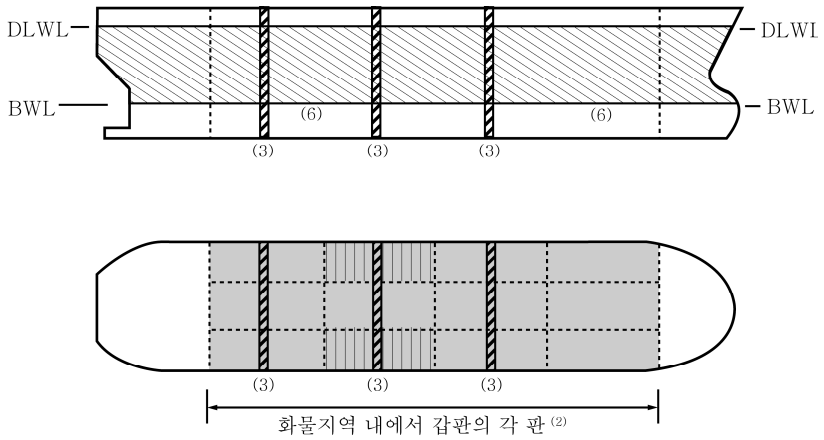
정기 검사	계측범위 및 위치
제1차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에 있는 1개의 평형수탱크(평형수탱크가 없는 경우에는 평형수겸용 화물유탱크)의 위치에 있어서, 선박의 전 폭에 걸친 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 (3) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)
제2차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 1개 횡단면 (4) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (5) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판

표 10 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 유조선 (계속)

정기검사	계측범위 및 위치
제3차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 2개의 횡단면[1)] (4) 화물지역 내에서 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (6) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판
제4차 및 이후	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 3개의 횡단면[1)] (4) 화물지역 내에서 선저외판의 각 판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (6) 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판

(비고)

: 갑판의 계측

: 선측외판의 계측

: 횡단면 계측(판에 대해서만 계측)

: 횡단면 계측(종통부재 포함, 횡식 늑골구조의 선박인 경우 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함)

: 평형수탱크

1) 최소한 1개의 횡단면은 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다.

표 11 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 위험화학품 산적운반선

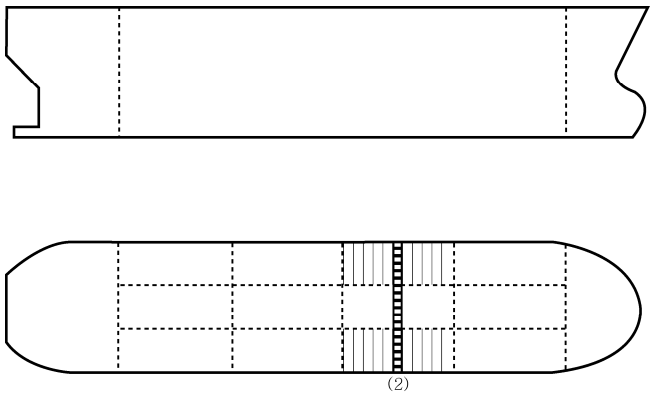
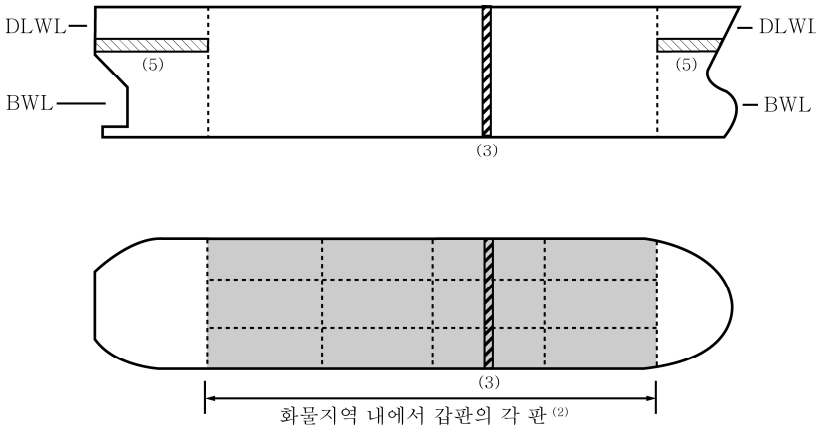
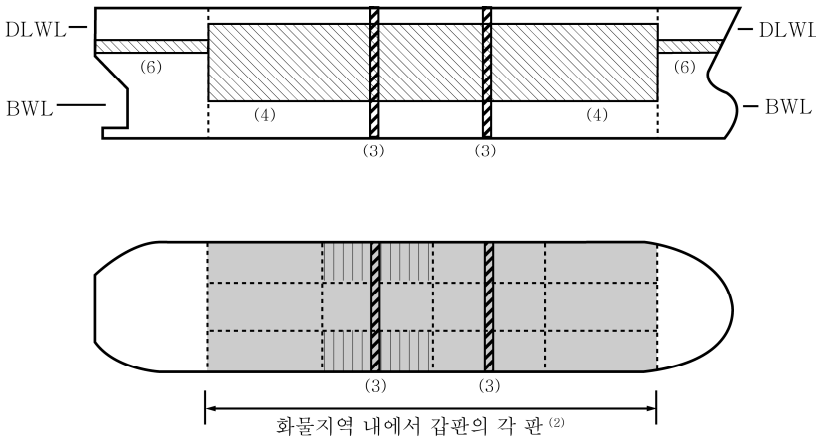
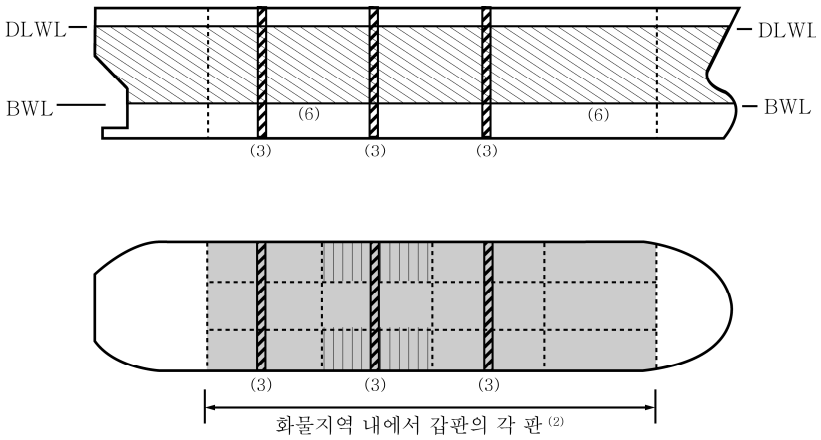
정기검사	계측범위 및 위치
제1차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에 있는 1개의 평형수탱크(평형수탱크가 없는 경우에는 평형수겸용 화물유탱크)의 위치에 있어서, 선박의 전 폭에 걸친 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 (3) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)
제2차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 1개 횡단면 (4) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (5) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판

표 11 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 위험화학품 산적운반선 (계속)

정기검사	계측범위 및 위치
제3차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 2개의 횡단면[1)] (4) 화물지역 내에서 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (6) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판
제4차 및 이후	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 3개의 횡단면[1)] (4) 화물지역 내에서 선저외판의 각 판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (6) 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판

(비고)

: 갑판의 계측

: 선측외판의 계측

: 횡단면 계측(판에 대해서만 계측)

: 횡단면 계측(종통부재 포함, 횡식 늑골구조의 선박인 경우 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함)

: 평형수탱크

1) 최소한 1개의 횡단면은 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다.

표 12 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 이중선체 유조선

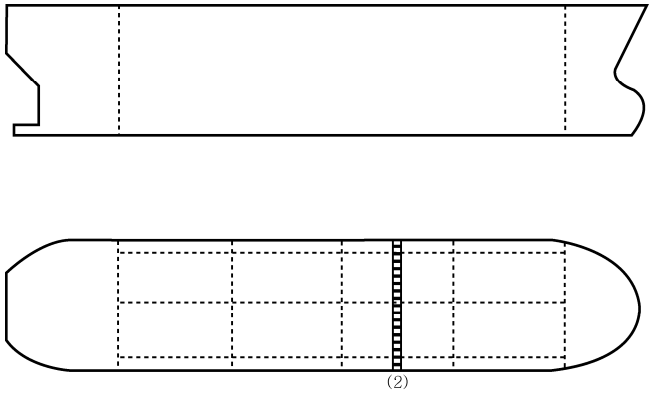
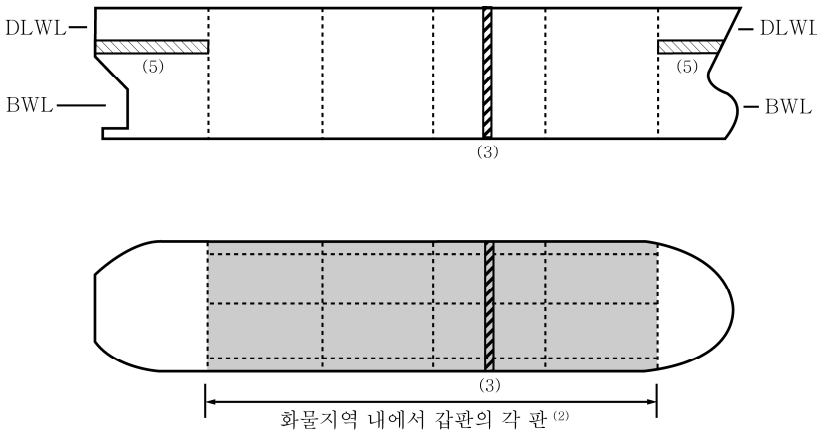
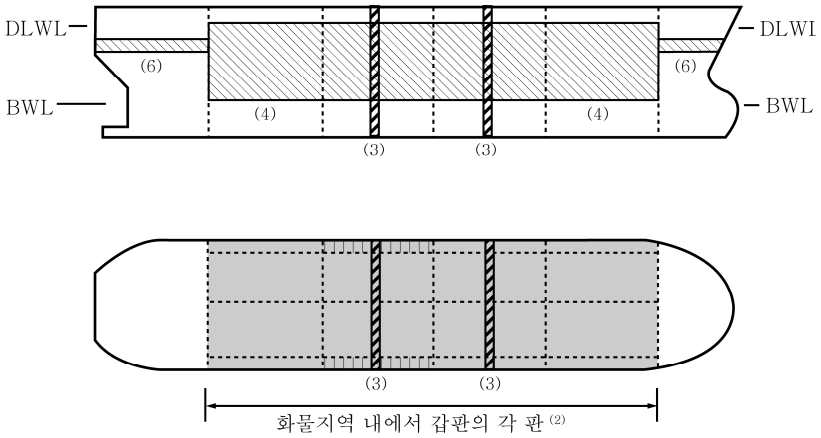
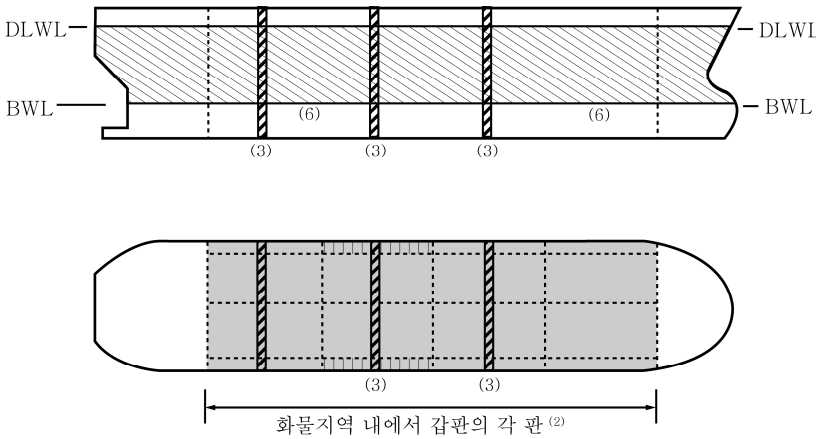
정기검사	계측범위 및 위치
제1차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 선박의 전폭에 걸친 1개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 (3) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)
제2차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 1개의 횡단면 (4) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (5) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판

표 12 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 이중선체 유조선 (계속)

정기검사	계측범위 및 위치
제3차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 2개의 횡단면[1)] (4) 화물지역 내에서 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (6) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현마다 1조의 각 판
제4차 및 이후	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 3개의 횡단면[1)] (4) 화물지역 내에서 선저외판의 각 판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측) (6) 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판

(비고)

: 갑판의 계측

: 선측외판의 계측

: 횡단면 계측(판에 대해서만 계측)

: 횡단면 계측(종통부재 포함, 횡식 늑골구조의 선박인 경우 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함)

: 평형수탱크

1) 최소한 1개의 횡단면은 중앙부 0.5 L 내의 평형수탱크를 포함하여야 한다.

표 13 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 이중선체 산적화물선

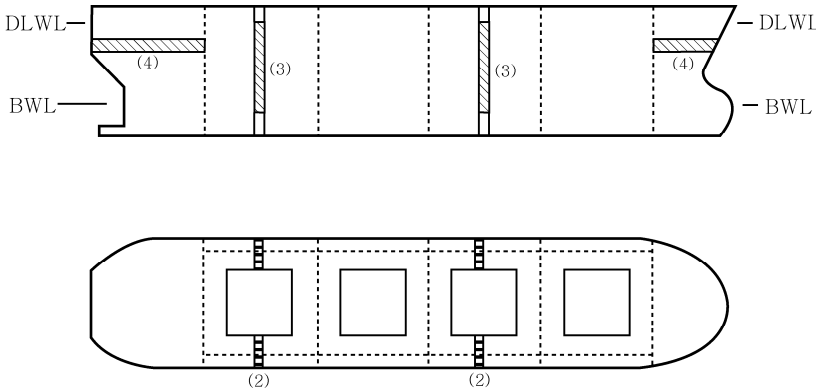
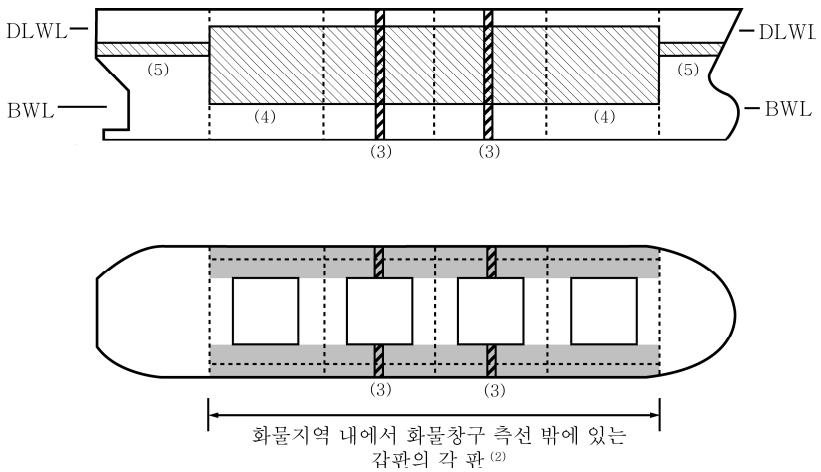
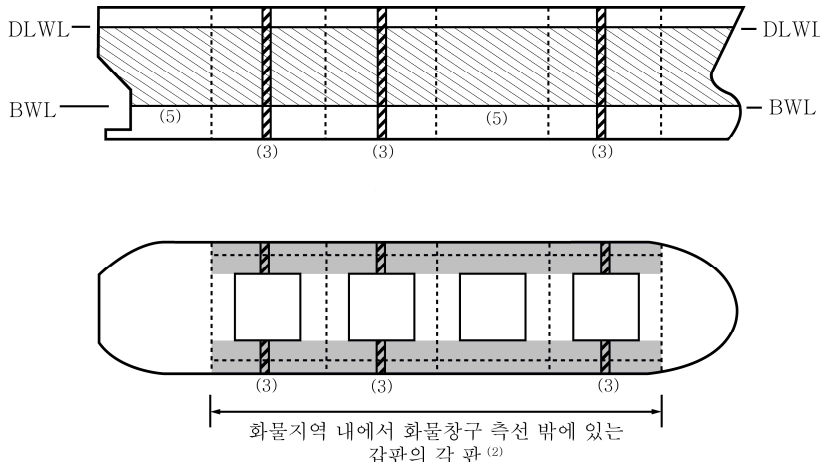
정기검사	계측범위 및 위치
제1차	(1) 의심지역
제2차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판에 있어서 2개의 횡단면에 대한 갑판의 각 판 (3) (2)에 규정된 횡단면에 해당하는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선측외판 (4) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현 마다 1조의 각 판 (5) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)
제3차	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 2개의 횡단면(그 중 1개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다) (4) 화물지역 내에서 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (5) 화물지역 밖에 있는 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 선택된 선측외판에 대하여 각 현 마다 1조의 각 판 (6) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)

표 13 정기검사 시의 두께계측 - ESP 부호를 갖는 이중선체 산적화물선 (계속)

정기검사	계측범위 및 위치
제4차 및 이후	 (1) 의심지역 (2) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 갑판의 각 판 (3) 화물지역 내에서 화물창구 측선 밖에 있는 3개의 횡단면(그 중 1개는 선체의 중앙부에 있는 횡단면으로 한다) (4) 화물지역 내에서 선저외판의 각 판 (5) 선박의 전 길이에 대하여 평형수흘수선과 만재흘수선 사이의 모든 선측외판 (6) 정밀검사 대상부재(구조부재의 쇠모상태 및 그 경향을 파악하기 위하여 계측)

(비고)

: 갑판의 계측

: 선측외판의 계측

: 횡단면 계측(판에 대해서만 계측)

: 횡단면 계측(종통부재 포함, 횡식 늑골구조의 선박인 경우 인접한 늑골 및 그 단부 브래킷을 포함)

표 14 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 산적화물선

1) 외판구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 선저 및 선측외판	1) 의심되는 판 및 인접하는 4조의 판 2) 탱크 또는 화물창 내의 경우 해당되는 별도의 표를 참조	1) 종늑골로 둘러싸인 각 판에 대하여 5점
2. 선저 종늑골 및 선측 종늑골	의심지역 부근에서 최소한 3개의 종늑골	웨브 : 동일 단면 내 각 3점 면재 : 각 3점

2) 화물창 내 횡격벽

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 하부스툴	1) 내저판과 용접된 부위로부터 25 mm 범위 내에서 횡방향 밴드(band) 2) 하부스툴의 상판과 용접된 부위로부터 25 mm 범위 내에서 횡방향 밴드(band)	1) 보강재 사이에서 1 m 마다 5점 2) 보강재 사이에서 1 m 마다 5점
2. 횡격벽	1) 중간높이 정도에서 전폭에 걸친 횡방향 밴드(band) 2) 상갑판 또는(상부스툴이 있는 경우) 상부스툴에 인접하는 격벽판의 전폭에 걸친 횡방향 밴드(band)	1) 판의 1 m^2 에 대하여 5점 2) 판의 1 m^2 에 대하여 5점

3) 갑판구조(크로스데크, 화물창구, 창구덮개, 코밍 및 톱사이드탱크 포함)

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 화물창구 측선 내에 있는 갑판	의심되는 갑판의 판	갑판하 보강재 사이에서 1 m 마다 5점
2. 갑판하 보강재	1) 횡보강재 2) 종보강재	1) 양단 및 스팬의 중앙부에 있어서 5점 2) 웨브 : 각 5점 면재 : 각 5점
3. 창구덮개	1) 전·후 및 양측의 측벽에 있어서의 각 3개소 2) 양단 및 중앙부에 있어서 종통하는 각 1조의 판	1) 각 위치에 있어서 5점 2) 각 조의 판에 있어서 5점
4. 창구코밍	코밍의 전·후 및 양측에서 각각 하부 1/3 및 상부 2/3	각 위치에 있어서 5점
5. 톱사이드 평형수탱크	1) 수밀횡격벽 a) 격벽의 하부 1/3 b) 격벽의 상부 2/3 c) 보강재 2) 2개의 대표적인 제수격벽 a) 격벽의 하부 1/3 b) 격벽의 상부 2/3 c) 보강재 3) 경사판에서 대표적인 3 베이(bay) a) 탱크의 하부 1/3 b) 탱크의 상부 2/3 4) 의심되는 종보강재 및 인접하는 종보강재	1) a) 판의 1 m^2 마다 5점 b) 판의 1 m^2 마다 5점 c) 1 m 마다 5점 2) a) 판의 1 m^2 마다 5점 b) 판의 1 m^2 마다 5점 c) 1 m 마다 5점 3) a) 판의 1 m^2 마다 5점 b) 판의 1 m^2 마다 5점 4) 웨브 : 1 m 마다 5점 면재 : 1 m 마다 5점
6. 갑판	의심되는 판 및 인접하는 4조의 판	판의 1 m^2 마다 5점
7. 갑판 종늑골	전 6에 의하여 계측되는 판에서 최소 3개의 종늑골	웨브 : 1 m 마다 5점 면재 : 1 m 마다 5점
8. 특설늑골/ 트랜스버스	의심되는 판	판의 1 m^2 마다 5점

표 14 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 산적화물선 (계속)

4) 이중저 및 빌지호퍼탱크

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 내저판	의심되는 판 및 인접하는 모든 판	종늑골 사이에서 각 판 1 m 마다 5점
2. 내저 종늑골	전 1에 의하여 계측되는 판에서 3개의 종늑골	웨브 : 각 3점 면재 : 각 1점
3. 종방향 거더 또는 늑판	의심되는 판	판의 약 1 m^2마다 5점
4. 수밀격벽(수밀늑판)	1) 탱크의 하부 1/3 2) 탱크의 상부 2/3	1) 판의 1 m^2 마다 5점 2) 하나 걸러서 판의 1 m^2 마다 5점
5. 특설늑골	의심되는 판	판의 1 m^2 마다 5점
6. 선저 종늑골	의심되는 종늑골 최소한 3개	웨브 : 각 3점 면재 : 각 3점

5) 화물창

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 창내늑골	의심되는 늑골 및 인접한 늑골	a) 양단 및 스팬의 중앙부에 있어서, 웨브 : 각 5점 면재 : 각 5점 b) 선측외판과 빌지호퍼 경사판과의 용접된 부위로부터 25 mm 범위 내에서 5점

표 15 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 유조선

1) 선저구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 선저외판	해당 탱크에 있어서 가장 선미 쪽에 있는 1개의 베이(bay)를 포함하여 최소한 베이(bay) 3개(모든 벨마우스의 주위 및 하부에 대한 계측 포함)	종늑골과 웨브로 둘러싸인 각 판에서 5점
2. 선저 종늑골	전 1의 계측범위에서 정하는 각 베이(bay)마다 최소한 3개	웨브 : 깊이방향으로 각 3점 면재 : 동일 단면 내 각 3점
3. 선저 거더 및 브래킷	전·후단 횡격벽 부근, 브래킷의 끝단 및 탱크의 중앙	웨브 : 해당되는 계측범위의 위치에서 각 1점 및 각 판의 보강재 사이마다 각 1 점 또는 최소한 3점 이상 면재 : 각 2개 거더 및 브래킷 : 각 5점
4. 선저 트랜스버스웨브	전 1의 계측범위에서 정하는 각 베이(bay)마다 3개(계측위치는 해당 선저 트랜스버스웨브의 양단 및 중앙부로 한다)	웨브 : 해당위치의 판면적 2 m^2 마다 5점 면재 : 각 1점
5. 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

2) 갑판구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 갑판	해당 탱크에 있어서 2개의 밴드(band)	각 밴드(band)의 각 판마다 3점 이상
2. 갑판 종늑골	전 1의 계측범위에서 정하는 2개의 밴드(band)에서 각 밴드(band)마다 최소한 3개	웨브 : 깊이방향으로 각 3점 면재 : 각 2점(있는 경우)
3. 갑판 거더 및 브래킷	전·후단 횡격벽 부근, 브래킷의 끝단 및 탱크의 중앙	웨브 : 해당되는 계측범위의 위치에서 각 1점 및 각 판의 보강재 사이마다 각 1점 또는 최소한 3점 이상 면재 : 각 2개 거더 및 브래킷 : 각 5점
4. 갑판 트랜스버스웨브	2개 이상 (계측위치는 해당 갑판 트랜스버스웨브의 양단 및 중앙부로 한다)	웨브 : 해당위치의 판면적 2 m^2 마다 5점 면재 : 각 1점
5. 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

표 15 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 유조선 (계속)

3) 외판 및 종격벽

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 상단 및 하단의 각 판, 스트링거 플랫폼위치의 판	최소한 3개의 베이(bay)에서 종늑골 사이의 각 판	각 1점
2. 기타 모든 판	전 1의 계측범위에서 정하는 3개의 베이(bay)에서 종늑골 3개의 간격마다 1개소	각 1점
3. 상단 및 하단의 판에 부착된 종늑골	전 1의 계측범위에서 정하는 3개의 베이(bay)에 있는 모든 종늑골	웨브 : 각 3점 면재 : 각 1점
4. 기타 모든 판에 부착된 종늑골	전 1의 계측범위에서 정하는 3개의 베이(bay)에서 종늑골 3개당 각 1개	웨브 : 각 3점 면재 : 각 1점
5. 종늑골에 부착된 브래킷	전 1의 계측범위에서 정하는 3개의 베이(bay)에 있는 탱크의 상단, 하단 및 중앙에서 최소한 3개소	각 브래킷 마다 5점
6. 특설늑골 및 크로스타이	3개의 특설늑골(각 특설늑골 당 3개소 크로스타이의 연결부 포함)	웨브 : 해당위치의 판면적 2 m^2 마다 5점 면재 : 특설늑골 및 크로스타이의 각 면재마다 각 1점

4) 횡격벽 및 제수격벽

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 상단 및 하단의 각 판, 스트링거 플랫폼위치의 판	해당 탱크의 횡방향으로 1/4, 1/2 및 3/4의 3개소 부근의 보강재 사이의 각 판	보강재 사이의 각판 1 m 마다 5점
2. 기타 모든 판	폭방향 중앙부의 보강재 사이의 각 판	각 1 점
3. 파형격벽의 각 판	판의 두께가 다른 각각의 부분에서 중앙부 면재 그리고 플랜지 또는 조립격벽판	약 1 m^2 의 면적마다 5점
4. 보강재	최소한 대표적인 보강재 3개 이상	웨브 : 브래킷 사이의 각 스팬마다 5점 (브래킷의 양쪽 고착부에서 각 2 점, 스팬의 중앙에서 1 점) 면재 : 각 브래킷의 끝단 및 보강재 스팬의 중앙에서 각 1 점
5. 브래킷	해당 탱크의 상단, 하단 및 중앙에서 최소한 3개소	각 브래킷 마다 5 점
6. 디프웨브 및 거더	브래킷 끝단 및 거더 스팬의 중앙에서 계측	웨브 : 웨브 면적 1 m^2 마다 5 점 면재 : 각 3 점
7. 스트링거 플랫폼	모든 스트링거 (계측위치는 해당 스트링거의 양단 및 중앙부로 한다)	면적 1 m^2 마다 각 5 점, 부근에 있는 브래킷의 끝단 및 면재마다 각 1 점

표 16 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 위험화학품 산적운반선

1) 선저외판, 내저판 및 호퍼구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 선저외판, 내저판 및 호퍼구조의 판	해당 탱크에 있어서 가장 선미 쪽에 있는 1개의 베이(bay)를 포함하여 최소한 3개의 베이(bay)(모든 벨마우스의 주위 및 하부에 대하여 계측)	종늑골 및 늑판 사이의 각 판에서 5점
2. 선저외판, 내저판 및 호퍼구조의 종늑골	선저외판이 계측되는 각 베이(bay)마다 최소한 3개의 종늑골	· 웨브 : 수직웨브에서 각 3점 · 면재 : 동일단면 내 각 3점
3. 선저거더(수밀선저거더 포함)	전·후단 수밀늑판 및 탱크의 중앙	거더판에서 수직으로 각 보강재 사이마다 각 1점 또는 최소한 3점 면재(있는 경우) : 각 2점
4. 선저늑판(수밀선저늑판 포함)	선저외판이 계측되는 베이(bay)에서 3개의 늑판(계측위치는 해당 늑판의 양단 및 중앙부로 한다)	판면적 2 m^2 마다 5점
5. 호퍼구조 웨브프레임링	선저외판이 계측되는 베이(bay)에서 3개의 늑판	웨브 : 판면적 1 m^2 마다 5점 면재 : 각 1점
6. 호퍼구조 횡수밀격벽 또는 제수격벽	·격벽 하부 1/3	· 판면적 1 m^2 마다 5점
	·격벽 상부 2/3	· 판면적 2 m^2 마다 5점
	·보강재(최소한 3개)	· 웨브 : 스팬마다 각 5점(각 끝단에서 2점 및 중앙에서 1점) · 면재 : 스팬의 끝단 및 중앙에서 각 1점
7. 판의 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

2) 갑판구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 갑판	해당 탱크에 있어서 2개의 횡방향 밴드(band)	각 밴드(band)의 각 판마다 최소한 3점
2. 갑판종늑골	각 2개의 밴드(band)에서 매 3번째 종늑골(최소한 1개의 종늑골)	웨브 : 깊이방향으로 각 3점 면재(있는 경우) : 각 2점
3. 갑판거더 및 브래킷	전·후단, 횡격벽, 브래킷의 끝단 및 탱크의 중앙	웨브 : 수직으로 각 보강재 사이마다 각 1점 또는 최소한 3점 면재 : 각 2점 거더/격벽 브래킷 : 각 5점
4. 갑판 트랜스버스웨브	최소한 2개의 웨브(계측위치는 양단 및 스팬의 중앙부로 한다)	웨브 : 판면적 1 m^2 마다 5점 면재 : 각 1점
5. 이중선체인 경우 윙 평형수탱크 내의 수직웨브 및 횡격벽(갑판으로부터 2 m)	최소한 2개의 웨브 및 양단의 횡격벽	판면적 1 m^2 마다 5점
6. 판의 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

표 16 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 위험화학품 산적운반선 (계속)

3) 선측외판 및 종격벽

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 선측외판 및 종격벽판 · 상단 및 하단의 각 판, 수평거더 주위의 판 · 기타 모든 판	· 최소한 3개의 베이(bay)에서 각 종늑골 사이의 판(해당 탱크 내) · 동일한 3개의 베이(bay)에서 매 3번째 종늑골 사이의 판	· 각 1점 · 각 1점
2. 다음 위치에서 선측외판 및 종격벽의 종늑골 : · 상단 및 하단의 판 · 기타 모든 판	· 동일한 3개의 베이(bay)에서 각 종늑골 · 동일한 3개의 베이(bay)에서 매 3번째 종늑골	· 웨브 : 각 3점, 면재 : 각 1점 · 웨브 : 각 3점, 면재 : 각 1점
3. 종늑골에 부착된 브래킷	동일한 3개의 베이(bay)에서 탱크 상단, 중앙 및 하단에서 최소한 3개	각 브래킷 마다 5점
4. 이중선측탱크의 수직웨브 및 횡격벽(상단부위는 제외): · 수평거더 주위의 판 · 기타의 판	· 최소한 2개의 웨브 및 양단의 횡격벽 · 최소한 2개의 웨브 및 양단의 횡격벽	· 판면적 약 2 m^2 마다 5점 · 각 수직보강재 사이마다 2점
5. 이중선측탱크 이외의 탱크내의 웨브프레임 및 크로스타이	3개의 웨브(각 웨브 당 최소한 3개소, 크로스타이 연결부 및 하부 끝단브래킷 포함)	웨브 : 판면적 약 2 m^2 마다 5점 면재 : 웨브프레임 및 크로스타이의 각 면재마다 각 1점
6. 수평거더	최소한 3개의 베이(bay)에서 각 거더의 판	각 종거더보강재 사이마다 2점
7. 판의 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

4) 횡수밀격벽 및 제수격벽

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 상부 및 하부스툴 (있는 경우)	· 내저판/갑판과 용접된 부위로부터 25 mm범위 내의 횡방향 밴드(band) · 스툴정판과 용접된 부위로부터 25 mm 범위 내에서 횡방향 밴드(band)	보강재 사이에서 1 m 마다 5점
2. 상단 및 하단의 각 판, 수평스트링거 주위의 판	해당 탱크의 횡방향으로 약 1/4, 1/2 및 3/4의 3개소에서 보강재 사이의 판	보강재 사이에서 1 m 마다 5점
3. 기타 모든 판	중앙부에서 보강재 사이의 판	각 1점
4. 파형격벽의 판	판의 중앙부 및 조립연결부의 플랜지에서 판의 두께가 다른 각 판	판면적 약 1 m^2 마다 5점
5. 보강재	최소한 3개의 대표적인 보강재	웨브 : 브래킷 사이의 각 스팬마다 5점 (브래킷 양쪽 연결부에서 각 2점, 스팬의 중앙에서 1점) 면재 : 각 브래킷의 끝단 및 스팬의 중앙부에서 각 1점
6. 브래킷	해당 탱크의 상단, 하단 및 중앙에서 최소한 3개소	각 브래킷마다 5점
7. 수평스트링거	모든 스트링거(계측위치는 양단 및 중앙부로 한다)	면적 1 m^2 마다 5점, 브래킷의 끝단 주위 및 면재에서 각 1점
8. 디프웨브 및 거더	브래킷 끝단 및 스팬의 중앙에서 계측	웨브 : 웨브 면적 1 m^2 마다 5점 면재 : 각 3점

표 17 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 이중선체 유조선

1) 선저외판, 내저판 및 호퍼구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 선저외판, 내저판 및 호퍼구조의 판	이중저탱크에 있어서 가장 선미 쪽에 있는 1개의 베이(bay)을 포함하여 최소한 3개의 베이(bay)(모든 벨마우스의 주위 및 하부에 대하여 계측)	종늑골 및 늑판 사이의 각 판에서 5점
2. 선저외판, 내저판 및 호퍼구조의 종늑골	선저외판이 계측되는 각 베이(bay)마다 최소한 3개의 종늑골	웨브 : 수직웨브에서 각 3점 면재 : 동일단면 내 각 3점
3. 선저거더(수밀선저거더 포함)	전·후단 수밀늑판 및 탱크의 중앙	거더판에서 수직으로 각 보강재 사이마다 각 1점 또는 최소한 3점
4. 선저늑판(수밀선저늑판 포함)	선저외판이 계측되는 베이(bay)에서 3개의 늑판(계측위치는 해당 늑판의 양단 및 중앙부로 한다)	판면적 2 m^2 마다 5점
5. 호퍼구조 웨브프레임링	선저외판이 계측되는 베이(bay)에서 3개의 늑판	웨브 : 판면적 1 m^2 마다 5점 면재 : 각 1점
6. 호퍼구조 횡수밀격벽 또는 제수격벽	·격벽 하부 1/3	·판면적 1 m^2 마다 5점
	·격벽 상부 2/3	·판면적 2 m^2 마다 5점
	·보강재(최소한 3개)	·웨브 : 스팬마다 각 5점(각 끝단에서 2점 및 중앙에서 1점) ·면재 : 스팬의 끝단 및 중앙에서 각 1점
7. 판의 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

2) 갑판구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 갑판	해당 탱크에 있어서 2개의 횡방향 밴드(band)	각 밴드(band)의 각 판마다 최소한 3점
2. 갑판 종늑골	각 2개의 밴드(band)에서 매 3번째 종늑골(최소한 1개의 종늑골)	웨브 : 깊이방향으로 각 3점 면재(있는 경우) : 각 2점
3. 갑판 거더 및 브래킷 (일반적으로 화물탱크 내에서만 계측)	전·후단, 횡격벽, 브래킷의 끝단 및 탱크의 중앙	웨브 : 수직으로 각 보강재 사이마다 각 1점 또는 최소한 3점 면재 : 각 2점 거더/격벽 브래킷 : 각 5점
4. 갑판 트랜스버스웨브	최소한 2개의 웨브(계측위치는 양단 및 스팬의 중앙부로 한다)	웨브 : 판면적 1 m^2 마다 5점 면재 : 각 1점
5. 윙 평형수탱크 내의 수직웨브 및 횡격벽(갑판으로부터 2 m)	최소한 2개의 웨브 및 양단의 횡격벽	판면적 1 m^2 마다 5점
6. 판의 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

표 17 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 이중선체 유조선 (계속)

3) 윙 평형수탱크구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 선측외판 및 종격벽판 · 상단의 각 판 및 수평거더 주위의 판 · 기타 모든 판	· 최소한 3개의 베이(bay)에서 각 종늑골 사이의 판(해당 탱크 내) · 동일한 3개의 베이(bay)에서 매 3번째 종늑골 사이의 판	· 각 1점 · 각 1점
2. 다음 위치에서 선측외판 및 종격벽의 종늑골 : · 상단의 판 · 기타 모든 판	· 동일한 3개의 베이(bay)에서 각 종늑골 · 동일한 3개의 베이(bay)에서 매 3번째 종늑골	· 웨브 : 각 3점, 면재 : 각 1점 · 웨브 : 각 3점, 면재 : 각 1점
3. 종늑골에 부착된 브래킷	동일한 3개의 베이(bay)에서 탱크 상단, 중앙 및 하단에서 최소한 3개	각 브래킷 마다 5점
4. 수직웨브 및 횡격벽 (상단부위는 제외) : · 수평거더 주위의 판 · 기타 모든 판	· 최소한 2개의 웨브 및 양단의 횡격벽 · 최소한 2개의 웨브 및 양단의 횡격벽	· 판면적 약 2 m^2 마다 5점 · 각 수직보강재 사이마다 2점
5. 수평거더	최소한 3개의 베이(bay)에서 각 거더의 판	각 종거더보강재 사이마다 2점
6. 판의 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

4) 화물탱크 내의 종격벽

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 상단 및 하단의 각 판, 횡격벽의 수평스트링거 주위의 판	최소한 3개의 베이(bay)에서 각 종늑골 사이의 판	각 1점
2. 기타 모든 판	동일한 3개의 베이(bay)에서 매 3번째 종늑골 사이의 판	각 1점
3. 상단 및 하단의 판에 부착된 종늑골	동일한 3개의 베이(bay)에서 각 종늑골	웨브 : 각 3점 면재 : 각 1점
4. 기타 모든 종늑골	동일한 3개의 베이(bay)에서 매 3번째 종늑골	웨브 : 각 3점 면재 : 각 1점
5. 종늑골에 부착된 브래킷	동일한 3개의 베이(bay) 내 탱크 상단, 중앙 및 하단에서 최소한 3개	각 브래킷 마다 5점
6. 웨브프레임 및 크로스타이	3개의 웨브(각 웨브 당 3개소, 크로스타이의 연결부 포함)	웨브 : 판면적 약 2 m^2 마다 5점 면재 : 웨브프레임 및 크로스타이의 각 면재마다 각 1점
7. 최하단 브래킷 (웨브프레임의 반대편)	최소한 3개의 브래킷	브래킷면적 약 2 m^2 마다 5점, 브래킷의 면재에서 각 1점

표 17 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 이중선체 유조선 (계속)

5) 화물탱크 내의 횡수밀격벽 및 제수격벽

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 상부 및 하부스툴 (있는 경우)	· 내저판/갑판과 용접된 부위로부터 25 mm범위 내에서 횡방향 밴드(band) · 스툴정판과 용접된 부위로부터 25 mm 범위 내에서 횡방향 밴드(band)	보강재 사이에서 1 m 마다 5점
2. 상단 및 하단의 각 판, 수평스트링거 주위의 판	해당 탱크의 횡방향으로 약 1/4, 1/2 및 3/4의 3개소에서 보강재 사이의 판	보강재 사이에서 1 m 마다 5점
3. 기타 모든 판	중앙부에서 보강재 사이의 판	각 1점
4. 파형격벽의 판	판의 중앙부 및 조립연결부의 플랜지에서 판의 두께가 다른 각 판	판면적 약 1 m^2 마다 5점
5. 보강재	최소한 3개의 대표적인 보강재	웨브 : 브래킷 사이의 각 스팬마다 5점 (브래킷 양쪽 연결부에서 각 2점, 스팬의 중앙에서 1점) 면재 : 각 브래킷의 끝단 및 스팬의 중앙부에서 각 1점
6. 브래킷	해당 탱크의 상단, 하단 및 중앙에서 최소한 3개소	각 브래킷마다 5점
7. 수평스트링거	모든 스트링거(계측위치는 양단 및 중앙부로 한다)	면적 1 m^2 마다 5점, 브래킷의 끝단 주위 및 면재에서 각 1점

표 18 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 이중선체 산적화물선

1) 선저외판, 내저판 및 호퍼구조

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 선저외판, 내저판 및 호퍼구조의 판	이중저탱크에 있어서 가장 선미 쪽에 있는 1개의 베이(bay)를 포함하여 최소한 3개의 베이(bay)(모든 벨마우스의 주위 및 하부에 대하여 계측)	종늑골 및 늑판 사이의 각 판에 대하여 5점
2. 선저외판, 이중저 및 호퍼구조의 종늑골	선저외판이 계측되는 각 베이(bay)마다 최소한 3개의 종늑골	· 웨브 : 수직웨브에서 각 3점 · 면재 : 동일단면 내 각 3점
3. 선저거더 (수밀선저거더 포함)	전·후단 수밀늑판 및 탱크의 중앙	거더판에서 수직으로 각 보강재 사이마다 각 1점 또는 최소한 3점
4. 선저늑판 (수밀선저늑판 포함)	선저외판이 계측되는 베이(bay)에서 3개의 늑판(계측위치는 해당 늑판의 양단 및 중앙부로 한다)	판면적 2 m^2 마다 5점
5. 호퍼구조 웨브프레임링	선저외판이 계측되는 베이(bay)에서 3개의 늑판	· 웨브 : 판면적 1 m^2 마다 5점 · 면재 : 각 1점
6. 호퍼구조 횡수밀격벽 또는 제수격벽	· 격벽 하부 1/3	· 판면적 1 m^2 마다 5점
	· 격벽 상부 2/3	· 판면적 2 m^2 마다 5점
	· 보강재(최소한 3개)	· 웨브 : 스팬마다 각 5점 (양단에서 2점 및 스팬의 중앙에서 1점) · 면재 : 양단 및 스팬의 중앙에서 각 1점
7. 판의 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

표 18 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 이중선체 산적화물선 (계속)

2) 갑판구조(크로스데크, 화물창구, 창구덮개, 코밍 및 톱사이드탱크 포함)

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 크로스데크	의심되는 크로스데크	갑판하 보강재 사이에서 1 m 마다 5점
2. 갑판하 보강재	1) 횡부재 2) 종부재	1) 양단 및 스팬의 중앙에서 5점 2) 웨브 : 각 5점 면재 : 각 5점
3. 창구덮개	1) 전·후 및 양측의 측벽에 있어서 각 3개소 2) 양단 및 중앙부에 있어서 종통하는 각 1조의 판	1) 각 위치에 있어서 5점 2) 각 조의 판에 있어서 5점
4. 창구코밍	코밍의 전·후 및 양측에서 각각 하부 1/3 및 상부 2/3	각 위치에 있어서 5점
5. 톱사이드 평형수탱크	1) 수밀횡격벽 a) 격벽의 하부 1/3 b) 격벽의 상부 2/3 c) 보강재 2) 2개의 대표적인 제수격벽 a) 격벽의 하부 1/3 b) 격벽의 상부 2/3 c) 보강재 3) 경사판에서 대표적인 3 베이(bay) a) 탱크의 하부 1/3 b) 탱크의 상부 2/3 4) 의심되는 종보강재 및 인접하는 종보강재	1) a) 판의 1 m^2 마다 5점 b) 판의 1 m^2 마다 5점 c) 1 m 마다 5점 2) a) 판의 1 m^2 마다 5점 b) 판의 1 m^2 마다 5점 c) 1 m 마다 5점 3) a) 판의 1 m^2 마다 5점 b) 판의 1 m^2 마다 5점 4) 웨브 : 1 m 마다 5점 면재 : 1 m 마다 5점
6. 갑판	의심되는 판 및 인접하는 4조의 판	판의 1 m^2 마다 5점
7. 갑판 종늑골	의심되는 판	웨브 : 1 m 마다 5점 면재 : 1 m 마다 5점
8. 특설늑골/트랜스버스	의심되는 판	판의 1 m^2 마다 5점

표 18 과도한 부식이 있는 지역에 대한 추가 두께계측 요건 - ESP 부호를 갖는 이중선체 산적화물선 (계속)

3) 이중선측구역(광석운반선의 윙 보이드 스페이스 포함)

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 선측외판 및 내측판 : · 상단의 각 판 및 수평거더 주위의 판 · 기타 모든 판	· 최소한 3개의 베이(bay)에서 각 횡늑골/종늑골 사이의 판(해당 탱크 내) · 동일한 3개의 베이(bay)에서 매 3번째 종늑골 사이의 판	· 각 1점 · 각 1점
2. 다음 위치에서 선측외판 및 이중선측 횡늑골/종늑골 · 상단의 판 · 기타 모든 판	· 동일한 3개의 베이(bay)에서 각 횡늑골/종늑골 · 동일한 3개의 베이(bay)에서 매 3번째 횡늑골/종늑골	· 웨브 : 각 3점, 면재 : 각 1점 · 웨브 : 각 3점, 면재 : 각 1점
3. 횡늑골/종늑골에 부착된 브래킷	동일한 베이(bay) 내 탱크 상단, 중앙 및 하단에서 최소한 3개	각 브래킷마다 5점
4. 수직웨브 및 횡격벽 : · 수평거더 주위의 판 · 기타 모든 판	· 최소한 2개의 웨브 및 양단의 횡격벽 · 최소한 2개의 웨브 및 양단의 횡격벽	· 판면적 약 2 m^2 마다 5점 · 각 수직보강재 사이마다 2점
5. 수평거더	최소한 3개의 베이(bay)에서 각 거더의 판	각 종거더보강재 사이마다 2점
6. 판의 보강재	보강재가 있는 경우	각 1점

4) 화물창 내의 횡격벽

구조부재	계측범위	계측점의 수
1. 하부스툴	· 내저판과 용접된 부위로부터 25 mm 범위 내에서 횡방향 밴드(band) · 하부스툴정판과 용접된 부위로부터 25 mm 범위 내에서 횡방향 밴드(band)	· 보강재 사이에서 1 m 마다 5점 · 보강재 사이에서 1 m 마다 5점
2. 횡격벽	· 중간높이 정도에서 전폭에 걸친 횡방향 밴드(band) · 상갑판 또는 상부스툴하단판(상부스툴이 있는 경우)에 인접하는 격벽판의 전폭에 걸친 횡방향 밴드(band)	· 판의 1 m^2 마다 5점 · 판의 1 m^2 마다 5점

표 19 일반요목

GENERAL PARTICULARS *(2019)*

Ship's name :
IMO Number :
Class Identification number :
Port of registry :
Gross tons :
Deadweight :
Date of build :
Classification society :

Name of firm performing thickness measurement :
Thickness measurement firm certified by :
Certificate No. :
Certificate valid from to
Place of measurement :
First date of measurement :
Last date of measurement :
Special survey/intermediate survey due :*
Details of measurement equipment :
Qualification of operator :

Report Number : consisting of Sheets

Name of operator :
Signature of operator :
Firm official stamp :

Name of surveyor :
Signature of surveyor :
Classification Society
Official Stamp :

* Delete as appropriate

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박

표 20-1은 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 규칙 12편** 또는 **규칙 13편**)에 따라 건조되지 아니한 선박(즉, Non-CSR 선박)에 사용한다.

TM1-T/DHT/BC/DSBC/GE*

Report on THICKNESS MEASUREMENT of ALL DECK PLATING / ALL BOTTOM SHELL PLATING / ALL SIDE SHELL PLATING*

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

STRAKE POSITION																		
PLATE POSITION	No. or Letter	Org. Thk. mm	Forward Reading						Aft Reading						Mean Diminution %		M.A.D
			Gauged		Diminution P		Diminution S		Gauged		Diminution P		Diminution S				
			P	S	mm	%	mm	%	P	S	mm	%	mm	%	P	S	mm
15th forward																	
14th																	
13th																	
12th																	
11th																	
10th																	
9th																	
8th																	
7th																	
6th																	
5th																	
4th																	
3rd																	
2nd																	
1st																	
Amidships																	
1st aft																	
2nd																	
3rd																	
4th																	
5th																	
6th																	
7th																	
8th																	
9th																	
10th																	
11th																	
12th																	
13th																	
14th																	
15th																	

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurement of :
   All strength deck plating within the cargo (length) area
   All keel, bottom shell plating and bilge plating within the cargo (length) area
   Side shell plating including selected wind and water strakes outside cargo (length) area
   All wind and water strakes within cargo (length) area
2. The strake position is to be clearly indicated as follow :
   2.1 For strength deck indicate the number of the strake of plating inboard from the stringer plate.
   2.2 For bottom plating indicate the number of the strake of plating outboard from the keel plate.
   2.3 For side shell plating give number of the strake of plating below sheerstrake and letter as shown on shell expansion.
3. For the ships which have no wide cargo openings i.e oil tankers all deck plating strakes are to be recorded, for the ships which have wide cargo openings i.e ore/oil ships and bulk carriers only the deck plating strakes outside line of openings are to be recorded.
4. Measurements are to be taken at the forward and aft areas of all plates and where plates cross ballast and cargo tank /hold boundaries separate measurements for the area of plating in way of each type of tank/hold are to be recorded.
5. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.
6. The maximum allowable diminution could be stated in an attached document.

* : delete as appropriate
T : Oil Tankers and Chemical Tankers with ESP notation
DHT : Double Hull Oil Tankers with ESP notation
BC : Bulk Carriers with ESP notation
DSBC : Double Skin Bulk Carriers with ESP notation
GE : Others
M.A.D : Maximum Allowable Diminution

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박 (계속)

TM2-T/DHT/BC/DSBC/GE(i)*

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF SHEERSTRAKE AND DECK PLATING AT TRANSVERSE SECTIONS
(one, two or three transverse sections)

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

STRENGTH DECK AND SHEERSTRAKE PLATING																												
	FIRST TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									SECOND TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									THIRD TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :								
STRAKE POSITION	No. or Letter	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S		No. or Letter	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S		No. or Letter	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S	
		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%
Stringer Plate																											
1st strake inboard																											
2nd																											
3rd																											
4th																											
5th																											
6th																											
7th																											
8th																											
9th																											
10th																											
11th																											
12th																											
13th																											
14th																											
centre strake																											
sheer strake																											
TOPSIDE TOTAL																											

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurements of :
   - Strength deck plating and sheerstrake plating transverse sections :
     One, two or three sections within the cargo (length) area comprising of the following structural items :

     (1) Strength deck plating
     (2) Stringer plate
     (3) Sheerstrake
2. For the ships which have no wide cargo openings i.e oil tankers all deck plating strakes are to be recorded, for the ships which have wide cargo openings i.e ore/oil ships and bulk carriers only the deck plating strakes outside line of openings are to be recorded.
3. The topside area comprises deck plating, stringer plate and sheerstrake (including rounded gunwales)
4. The exact frame station of measurement is to be stated.
5. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.
6. The maximum allowable diminution could be stated in an attached document.

* : delete as appropriate

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박 (계속)

TM2-T/DHT/BC/DSBC/GE(ii)*

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF SHELL AND BOTTOM PLATING AT TRANSVERSE SECTIONS
(one, two or three transverse sections)

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

SHELL AND BOTTOM PLATING																											
	FIRST TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									SECOND TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									THIRD TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :								
STRAKE POSITION	No. or Letter	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S		No. or Letter	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S		No. or Letter	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S	
		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%
1st below sheer strake																											
2nd																											
3rd																											
4th																											
5th																											
6th																											
7th																											
8th																											
9th																											
10th																											
11th																											
12th																											
13th																											
14th																											
15th																											
16th																											
17th																											
18th																											
19th																											
20th																											
keel strake																											
BOTTOM TOTAL																											

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurements of :
   - Shell and bottom plating transverse sections :
     One, two or three sections within the cargo (length) area comprising of the following structural items :

     (1) Side shell plating
     (2) Bilge plating
     (3) Bottom shell plating
     (4) Keel plate

2. The bottom area comprises keel, bottom and bilge plating.

3. The exact frame station of measurement is to be stated.

4. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.

5. The maximum allowable diminution could be stated in an attached document.

* : delete as appropriate

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박 (계속)

TM3-T/DHT/BC/DSBC/GE*

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF LONGITUDINAL MEMBERS AT TRANSVERSE SECTIONS
(one, two or three transverse sections)

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

	FIRST TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									SECOND TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									THIRD TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :								
STRUCTURE MEMBER	Item No.	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S		Item No.	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S		Item No.	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S	
		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%		mm	mm	P	S	mm	%	mm	%

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurements of :
   - Longitudinal members at transverse sections :
     One, two or three sections within the cargo (length) area comprising of the following structural items :

     (1) Deck longitudinals
     (2) Deck girders
     (3) Sheerstrake longitudinals
     (4) Longitudinal bulkhead top strake
     (5) Bottom longitudinals
     (6) Bottom girders
     (7) Bilge longitudinals
     (8) Longitudinal bulkhead lower strake
     (9) Side shell longitudinals
     (10) Longitudinal bulkhead plating (remainder)
     (11) Longitudinal bulkhead longitudinals
     (12) Inner bottom plating
     (13) Inner bottom longitudinals
     (14) Topside tank sloping plating
     (15) Topside tank sloping plating longitudinals
     (16) Hopper side plating
     (17) Hopper side longitudinals
     (18) 2nd deck plating (including all lower decks)
     (19) 2nd deck plating longitudinals (including all lower decks)
     (20) 2nd deck girders (including all lower decks)
     (21) Horizontal girders in wing ballast tanks
     (22) Inner side plating
     (23) Inner side longitudinals

2. The exact frame station of measurement is to be stated.
3. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.
4. The maximum allowable diminution could be stated in an attached document.

* : delete as appropriate

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박 (계속)

TM4-T/DHT/BC/DSBC/GE*

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF TRANSVERSE STRUCTURAL MEMBERS
in the cargo oil and ballast tanks within the cargo tank length /
in the double bottom, hopper side and topside ballast tanks*

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

TANK DESCRIPTION :

LOCATION OF STRUCTURE :

STRUCTURAL MEMBER	ITEM	Org. Thk. (*mm*)	M.A.D (*mm*)	Gauged		Diminution P		Diminution S	
				P	S	*mm*	%	*mm*	%

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurements of transverse structural members comprising of the following structural items :

   (1) Deck transverses centre tank
   (2) Bottom transverses centre tank
   (3) Deck transverses wing tank
   (4) Side shell vertical webs
   (5) Longitudinal bulkhead vertical webs
   (6) Bottom transverses wing tank
   (7) Struts
   (8) Transverse web face plates
   (9) Doble bottom tank floors
   (10) Topside tank transverses
   (11) Hopper side tank transverses
   (12) Vertical web in wing ballast tank
   (13) Longitudinal bulkhead vertical web
   (14) Cross ties

2. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.

3. The maximum allowable diminution could be stated in an attached document.

* : delete as appropriate

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박 (계속)

TM5-T/DHT/BC/DSBC/GE*

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF W.T/O.T TRANSVERSE BULKHEADS within the cargo tanks/holds and ballast tanks

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

TANK/HOLD DESCRIPTION :

LOCATION OF STRUCTURE : FRAME NO:

STRUCTURAL COMPONENT (PLATING/STIFFENER)	Org. Thk. (*mm*)	M.A.D (*mm*)	Gauged		Diminution P		Diminution S	
			P	S	*mm*	%	*mm*	%

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurement of W.T / O.T transverse bulkheads or cargo hold transverse bulkheads including bulkhead stiffeners and internal stiffeners of upper and lower stools.
2. The single measurements recorded are represent the average of multiple measurements.
3. The maximum allowable diminution could be stated in an attached document.

* : delete as appropriate

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박 (계속)
TM6-T/DHT/BC/DSBC/GE*
Report on THICKNESS MEASUREMENT OF MISCELLANEOUS STRUCTURAL MEMBERS

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

STRUCTURAL MEMBER :									SKETCH
LOCATION OF STRUCTURE :									
Description	Org. Thk. (*mm*)	M.A.D (*mm*)	Gauged		Diminution P		Diminution S		
			P	S	*mm*	%	*mm*	%	

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurement of miscellaneous structural members including the following structural items :

   (1) Hatch coamings (including stiffeners)
   (2) Deck plating between hatches
   (3) Hatch covers (including stiffeners)
   (4) Inner bulkhead plating
   (5) Superstructure deck plating
   (6) Forepeak tank internal members
   (7) Aftpeak tank internal members

2. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.

3. The maximum allowable diminution could be stated in an attached document.

* : delete as appropriate

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박 (계속)

TM7-BC/GE*

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF CARGO HOLD TRANSVERSE FRAMES

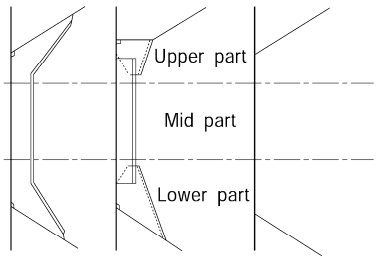
Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

CARGO HOLD NO. :																								
	UPPER PART								MID PART								LOWER PART							
FRAME NUMBER	Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S		Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S		Org. Thk.	M.A.D	Gauged		Diminution P		Diminution S	
	mm	mm	P	S	mm	%	mm	%	mm	mm	P	S	mm	%	mm	%	mm	mm	P	S	mm	%	mm	%

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurement of :
   Cargo hold transverse frames or diaphragms
2. The location and pattern of measurements is to be indicated on the sketches of hold frames shown below.



Typical transvers frames in cargo hold Thickness gauging area

Non-typical transverse frames in cargo hold Thickness gauging area

3. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.
4. The maximum allowable diminution could be stated in an attached document.

* : delete as appropriate

표 20-1 두께계측 기록표 - Non-CSR 선박 (계속)

TM8-BC/S31

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF CARGO HOLD SIDE SHELL FRAMES

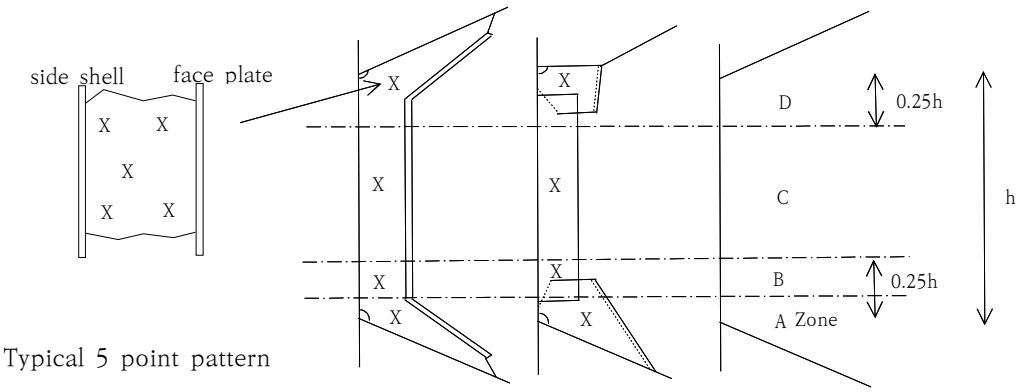
Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

CARGO HOLD NO. :																								
	ZONE A						ZONE B						ZONE C						ZONE D					
Frame No.	Org. Thk.	t_{REN}	t_{COAT}	t_M	Diminution		Org. Thk.	t_{REN}	t_{COAT}	t_M	Diminution		Org. Thk.	t_{REN}	t_{COAT}	t_M	Diminution		Org. Thk.	t_{REN}	t_{COAT}	t_M	Diminution	
	mm	mm	mm	mm	mm	%	mm	mm	mm	mm	mm	%	mm	mm	mm	mm	mm	%	mm	mm	mm	mm	mm	%

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report is to be used for recording the thickness measurement of Cargo Hold Transverse Frames for application of UR S31
2. The gauging pattern for zones A, B & D are to be a five point pattern and for zone C may be measured by taking 3 reading over the length of zone C. If the web plating of zone C has general corrosion then it should be expanded to a five pattern. The gauging pattern is to be over the depth web and the same area vertically. The gauging report is to reflect the average reading.



Typical 5 point pattern

Typical Transverse Frame

Non - Typical Transverse Frame

표 20-2 두께계측 기록표 - CSR 선박

표 20-2는 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(**규칙 11편, 규칙 12편** 또는 **규칙 13편**)에 따라 건조된 선박(즉, CSR 선박)에 사용한다.

TM1-DHT/BC/DSBC*(CSR)

Report on THICKNESS MEASUREMENT of ALL DECK PLATING / ALL BOTTOM PLATING / ALL SIDE SHELL PLATING*

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

STRAKE POSITION																		
PLATE POSITION	No. or Letter	As Built Thk. mm	Voluntary Thickness Addition mm	Renewal Thickness mm (a)	Forward Reading						Aft Reading						Mean Remaining Corr. Addition, mm [(c1)+(c2)]/2	
					Gauged Thk. mm (b1)		Remaining Corr. Addition, mm (c1)=(b1)-(a)				Gauged Thk. mm (b2)		Remaining Corr. Addition, mm (c2)=(b2)-(a)					
					P	S	P		S		P	S	P		S		P	S
15th forward																		
14th																		
13th																		
12th																		
11th																		
10th																		
9th																		
8th																		
7th																		
6th																		
5th																		
4th																		
3rd																		
2nd																		
1st																		
Amidships																		
1st aft																		
2nd																		
3rd																		
4th																		
5th																		
6th																		
7th																		
8th																		
9th																		
10th																		
11th																		
12th																		
13th																		
14th																		
15th																		

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurement of :
   All strength deck plating within the cargo (length) area
   All keel, bottom shell plating and bilge plating within the cargo (length) area
   Side shell plating including selected wind and water strakes outside cargo (length) area
   All wind and water strakes within cargo (length) area
2. The strake position is to be clearly indicated as follow :
   2.1 For strength deck indicate the number of the strake of plating inboard from the stringer plate.
   2.2 For bottom plating indicate the number of the strake of plating outboard from the keel plate.
   2.3 For side shell plating give number of the strake of plating below sheerstrake and letter as shown on shell expansion.
3. For BC/DSBC(CSR), only the deck plating strakes outside line of openings are to be recorded.
4. Measurements are to be taken at the forward and aft areas of all plates and where plates cross ballast and cargo tank /hold boundaries separate measurements for the area of plating in way of each type of tank/hold are to be recorded.
5. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.
6. The remaining corrosion addition is to be recorded with result of gauged thickness minus renewal thickness. If the result is negative, the structure in way shall be renewed, and the mark "R" is to be indicated in the right-hand column. If the result is between 0 and 0.5 mm (0 included), the structure in way shall be additional gauged, and the mark "S" is to be indicated in the right-hand column.

* : delete as appropriate
DHT : Double Hull Oil Tankers with ESP notation
BC : Bulk Carriers with ESP notation
DSBC : Double Skin Bulk Carriers with ESP notation

표 20-2 두께계측 기록표 - CSR 선박 (계속)

TM2-DHT/BC/DSBC*(CSR)(i)

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF SHEERSTRAKE AND DECK PLATING AT TRANSVERSE SECTIONS
(one, two or three transverse sections)

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

STRENGTH DECK AND SHEERSTRAKE PLATING																														
	FIRST TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :										SECOND TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :										THIRD TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									
STRAKE POSITION	No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)				No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)				No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)			
					P	S	P		S						P	S	P		S						P	S	P		S	
Stringer Plate																														
1st strake inboard																														
2nd																														
3rd																														
4th																														
5th																														
6th																														
7th																														
8th																														
9th																														
10th																														
11th																														
12th																														
13th																														
14th																														
centre strake																														
sheer strake																														
TOPSIDE TOTAL																														

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurements of :
   - Strength deck plating and sheerstrake plating transverse sections :
     One, two or three sections within the cargo (length) area comprising of the following structural items :

     (1) Strength deck plating
     (2) Stringer plate
     (3) Sheerstrake

2. For BC/DSBC(CSR), only the deck plating strakes outside line of openings are to be recorded.
3. The topside area comprises deck plating, stringer plate and sheerstrake (including rounded gunwales)
4. The exact frame station of measurement is to be stated.
5. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.
6. The remaining corrosion addition is to be recorded with result of gauged thickness minus renewal thickness. If the result is negative, the structure in way shall be renewed, and the mark "R" is to be indicated in the right-hand column. If the result is between 0 and 0.5 mm (0 included), the structure in way shall be additional gauged, and the mark "S" is to be indicated in the right-hand column.

* : delete as appropriate

표 20-2 두께계측 기록표 - CSR 선박 (계속)

TM2-DHT/BC/DSBC*(CSR)(ii)

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF SHELL AND BOTTOM PLATING AT TRANSVERSE SECTIONS
(one, two or three transverse sections)

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

SHELL AND BOTTOM PLATING																														
	FIRST TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									SECOND TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :										THIRD TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									
STRAKE POSITION	No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)			No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)				No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)			
					P	S	P		S					P	S	P		S						P	S	P		S	
1st below sheer strake																													
2nd																													
3rd																													
4th																													
5th																													
6th																													
7th																													
8th																													
9th																													
10th																													
11th																													
12th																													
13th																													
14th																													
15th																													
16th																													
17th																													
18th																													
19th																													
20th																													
keel strake																													
BOTTOM TOTAL																													

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurements of :
   - Shell and bottom plating transverse sections :
     One, two or three sections within the cargo (length) area comprising of the following structural items :

     (1) Side shell plating
     (2) Bilge plating
     (3) Bottom shell plating
     (4) Keel plate

2. The bottom area comprises keel, bottom and bilge plating.
3. The exact frame station of measurement is to be stated.
4. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.
5. The remaining corrosion addition is to be recorded with result of gauged thickness minus renewal thickness. If the result is negative, the structure in way shall be renewed, and the mark "R" is to be indicated in the right-hand column. If the result is between 0 and 0.5 mm (0 included), the structure in way shall be additional gauged, and the mark "S" is to be indicated in the right-hand column.

* : delete as appropriate

표 20-2 두께계측 기록표 - CSR 선박 (계속)

TM3-DHT/BC/DSBC*(CSR)

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF LONGITUDINAL MEMBERS AT TRANSVERSE SECTIONS
(one, two or three transverse sections)

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

	FIRST TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :										SECOND TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :										THIRD TRANSVERSE SECTION AT FRAME NUMBER :									
STRUCTURAL MEMBER	No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)				No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)				No. or Letter	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)			
					P	S	P		S						P	S	P		S						P	S	P		S	

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurements of :
   - Longitudinal members at transverse sections :
     One, two or three sections within the cargo (length) area comprising of the following structural items :

For DHT(CSR)

(1) Deck longitudinals
(2) Sheerstrake longitudinals
(3) Side shell longitudinals
(4) Bilge longitudinals
(5) Bottom longitudinals
(6) Deck girders
(7) Horizontal girders in wing ballast tanks
(8) Bottom girders
(9) Longitudinal bulkhead top strake
(10) Longitudinal bulkhead bottom strake
(11) Longitudinal bulkhead plating (remainder)
(12) Longitudinal bulkhead longitudinals
(13) Inner side plating
(14) Inner side longitudinals
(15) Hopper plating
(16) Hopper longitudinals
(17) Inner bottom plating
(18) Inner bottom longitudinals
(19) Topside tank plating
(20) Topside tank longitudinals

For BC/DSBC(CSR)

(1) Deck longitudinals
(2) Deck girders
(3) Sheerstrake longitudinals
(4) Topside tank sloping plate
(5) Topside tank sloping plate longitudinals
(6) Bottom longitudinals
(7) Bottom girders
(8) Bilge longitudinals
(9) Side shell longitudinals, if any
(10) Inner bottom plating
(11) Inner bottom longitudinals
(12) Hopper plating
(13) Hopper longitudinals
(14) Inner side plating
Inner side longitudinals, if any
Horizontal girders in wing ballast tanks

2. The exact frame station of measurement is to be stated.
3. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.
4. The remaining corrosion addition is to be recorded with result of gauged thickness minus renewal thickness. If the result is negative, the structure in way shall be renewed, and the mark "R" is to be indicated in the right-hand column. If the result is between 0 and 0.5 mm (0 included), the structure in way shall be additional gauged, and the mark "S" is to be indicated in the right-hand column.

* : delete as appropriate

표 20-2 두께계측 기록표 - CSR 선박 (계속)

TM4-DHT/BC/DSBC*(CSR)

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF TRANSVERSE STRUCTURAL MEMBERS
in the cargo oil and ballast tanks within the cargo tank length /
in the double bottom, hopper side and topside ballast tanks*

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

TANK DESCRIPTION :

LOCATION OF STRUCTURE :

STRUCTURAL MEMBER	ITEM	As Built Thickness mm	Voluntary Thickness Addition mm	Renewal Thickness mm (a)	Gauged Thickness mm (b)		Remaining Corr. Addition mm (b)-(a)			
					P	S	P		S	

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurements of transverse structural members comprising of the following structural items :

   For DHT(CSR)

   (1) Deck transverses - centre tank
   (2) Deck transverses - wing tank
   (3) Vertical web in wing ballast tank
   (4) Doble bottom floors - wing tank
   (5) Doble bottom floors - centre tank
   (6) Longitudinal bulkhead vertical webs
   (7) Cross ties

   For BC/DSBC(CSR)

   (1) Doble bottom tank floors
   (2) Topside tank transverses
   (3) Hopper side tank transverses
   (4) Transverse web frame
   Ordinary transverse frame in double skin tank

2. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.

3. The remaining corrosion addition is to be recorded with result of gauged thickness minus renewal thickness. If the result is negative, the structure in way shall be renewed, and the mark "R" is to be indicated in the right-hand column. If the result is between 0 and 0.5 mm (0 included), the structure in way shall be additional gauged, and the mark "S" is to be indicated in the right-hand column.

* : delete as appropriate

표 20-2 두께계측 기록표 - CSR 선박 (계속)

TM5-DHT/BC/DSBC*(CSR)

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF W.T/O.T TRANSVERSE BULKHEADS
within the cargo tanks/holds and ballast tanks

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

TANK/HOLD DESCRIPTION :

LOCATION OF STRUCTURE : FRAME NO:

STRUCTURAL COMPONENT (PLATING/STIFFENER)	As Built Thickness mm	Voluntary Thickness Addition mm	Renewal Thickness mm (a)	Gauged Thickness mm (b)		Remaining Corr. Addition mm (b)-(a)			
				P	S	P		S	

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurement of W.T / O.T transverse bulkheads within the cargo tanks/holds and ballast tanks including bulkhead stiffeners and internal stiffeners of upper and lower stools.
2. The single measurements recorded are represent the average of multiple measurements.
3. The remaining corrosion addition is to be recorded with result of gauged thickness minus renewal thickness. If the result is negative, the structure in way shall be renewed, and the mark "R" is to be indicated in the right-hand column. If the result is between 0 and 0.5 mm (0 included), the structure in way shall be additional gauged, and the mark "S" is to be indicated in the right-hand column.

* : delete as appropriate

표 20-2 두께계측 기록표 - CSR 선박 (계속)

TM6-DHT/BC/DSBC*(CSR)

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF MISCELLANEOUS STRUCTURAL MEMBERS

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

STRUCTURAL MEMBER :										SKETCH
LOCATION OF STRUCTURE :										
Description	As Built Thk. mm	Voluntary Thickness Addition mm	Renewal Thickness mm (a)	Gauged Thickness mm (b)		Remaining Corr. Addition mm (b)-(a)				
				P	S	P		S		

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurement of miscellaneous structural members including the following structural items :

   (1) Hatch coamings (including stiffeners)
   (2) Deck plating between hatches
   (3) Hatch covers (including stiffeners)
   (4) Inner bulkhead plating
   (5) Superstructure deck plating
   (6) Forepeak tank internal members
   (7) Aftpeak tank internal members

2. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.

3. The remaining corrosion addition is to be recorded with result of gauged thickness minus renewal thickness. If the result is negative, the structure in way shall be renewed, and the mark "R" is to be indicated in the right-hand column. If the result is between 0 and 0.5 mm (0 included), the structure in way shall be additional gauged, and the mark "S" is to be indicated in the right-hand column.

* : delete as appropriate

표 20-2 두께계측 기록표 - CSR 선박 (계속)

TM7-BC(CSR)

Report on THICKNESS MEASUREMENT OF CARGO HOLD TRANSVERSE FRAMES

Ship's Name : Class Identity No. : Report No. :

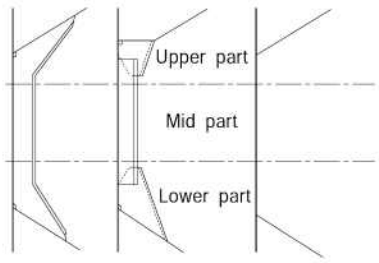
CARGO HOLD NO. :																												
	UPPER PART									MID PART									LOWER PART									
FRAME NUMBER	As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)				As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)				As Built Thk. mm	Vol. Thk. Add. mm	Ren. Thk. mm (a)	Gauged Thk. mm (b)		Remaining Corr. Addition, mm (b)-(a)			
				P	S	P		S					P	S	P		S					P	S	P		S		

Operators Signature :

(NOTES)

1. This report form is to be used for recording the thickness measurement of :
   Cargo hold transverse frames or diaphragms

2. The location and pattern of measurements is to be indicated on the sketches of hold frames shown below.



Typical transvers frames in cargo hold Thickness gauging area

Non-typical transverse frames in cargo hold Thickness gauging area

3. The single measurements recorded are to represent the average of multiple measurements.

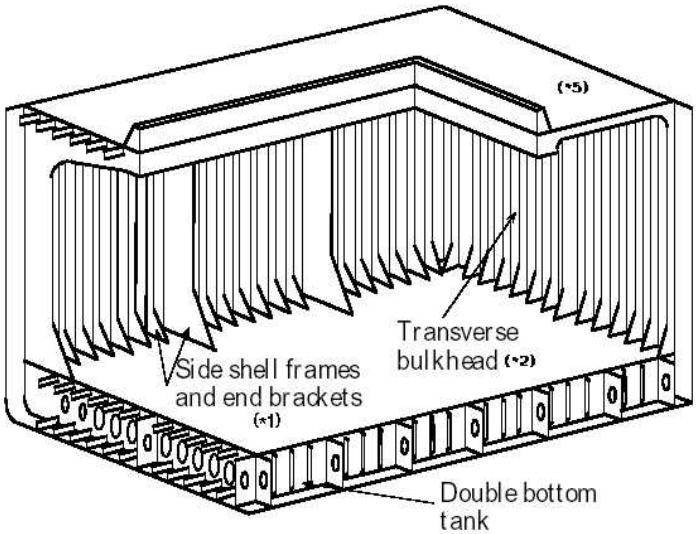
4. The remaining corrosion addition is to be recorded with result of gauged thickness minus renewal thickness. If the result is negative, the structure in way shall be renewed, and the mark "R" is to be indicated in the right-hand column. If the result is between 0 and 0.5 mm (0 included), the structure in way shall be additional gauged, and the mark "S" is to be indicated in the right-hand column.

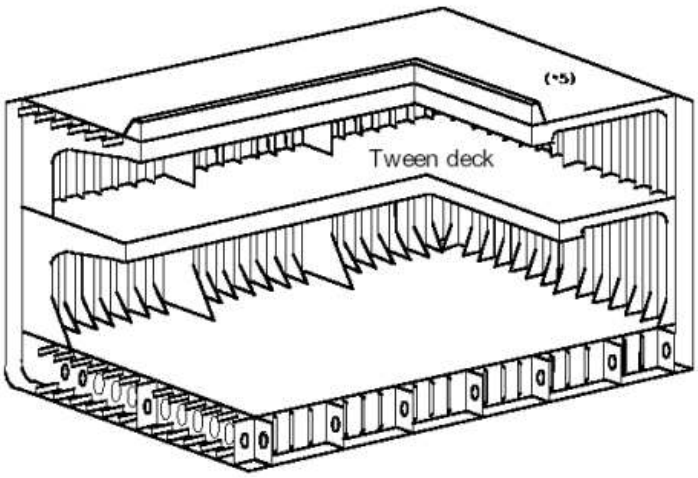
* : delete as appropriate

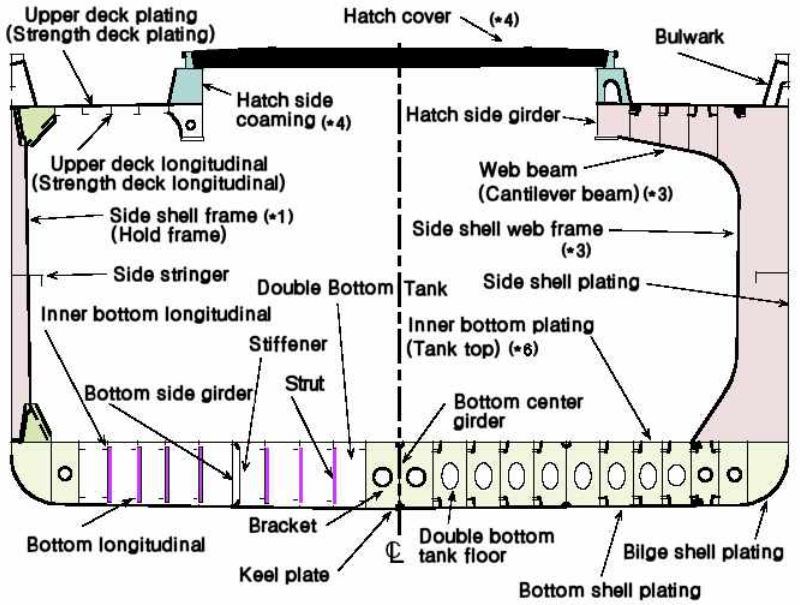
부록 1-6 정밀검사 대상부위

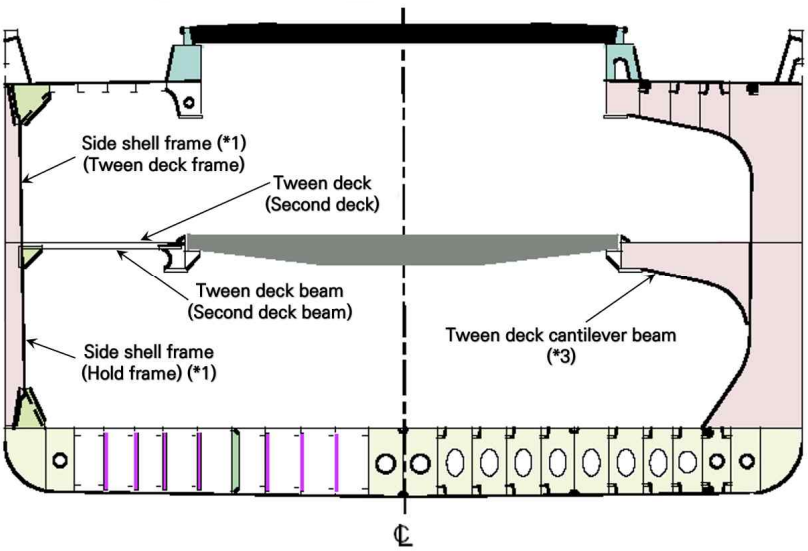
1. 규칙 표 1.2.8, 표 1.3.1, 표 1.3.4, 표 1.3.7, 표 1.3.10 및 표 1.3.13에서 정하는 일반건화물선, 산적화물선, 유조선, 위험화학품 산적운반선, 이중선체 유조선 및 이중선체 산적화물선의 정밀검사 부위를 개략적인 그림으로 나타내면 다음과 같다.

(1) 일반건화물선의 정밀검사 대상부위





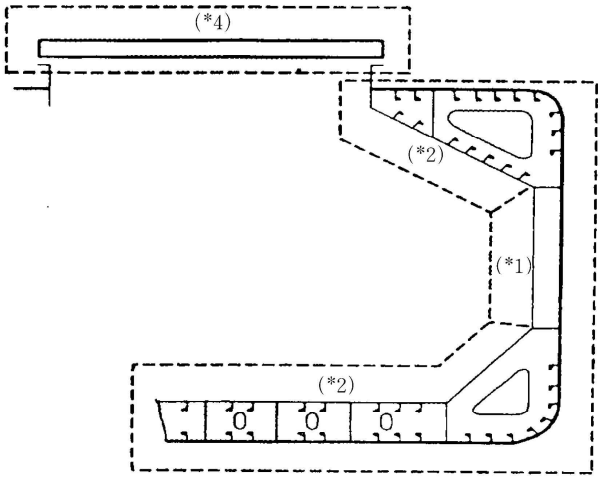




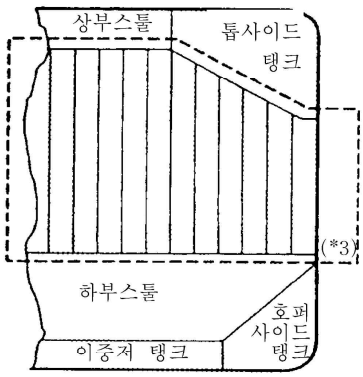
비고 (*1)부터 (*6)은 **규칙 표 1.2.8** 참조

(2) ESP 부호를 갖는 산적화물선의 정밀검사 대상부위

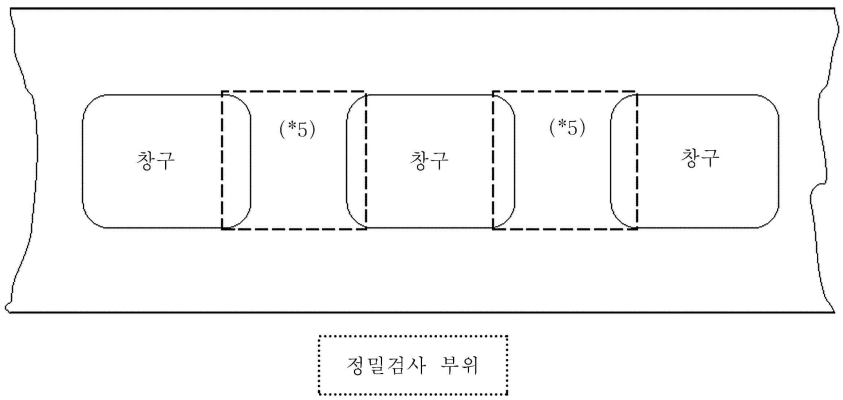
(횡단면 형상)



(화물창, 횡격벽 형상)



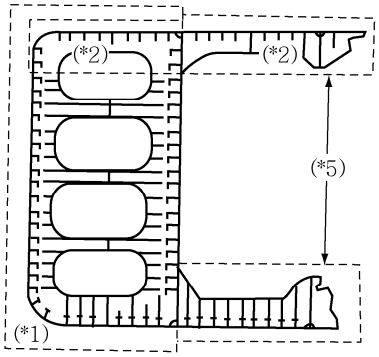
(화물창구 측선내에 있는 갑판의 판)



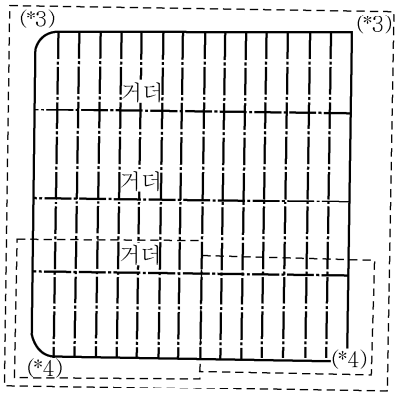
비고 (*1)부터 (*5)는 **규칙 표 1.3.1** 참조

(3) ESP 부호를 갖는 유조선의 정밀검사 대상부위

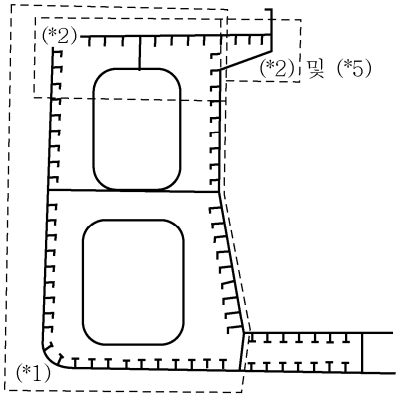
유조선
(횡단면 형상)



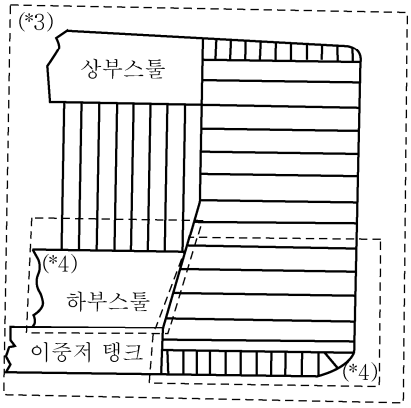
유조선
(횡격벽 형상)



광석운반겸용 유조선
(횡단면 형상)



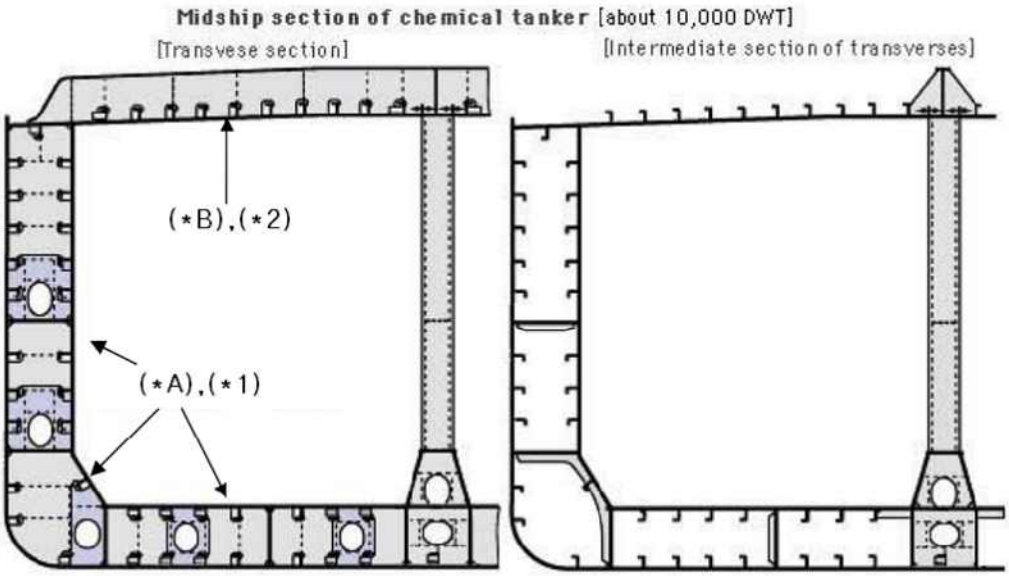
광석운반겸용 유조선
(횡격벽 형상)

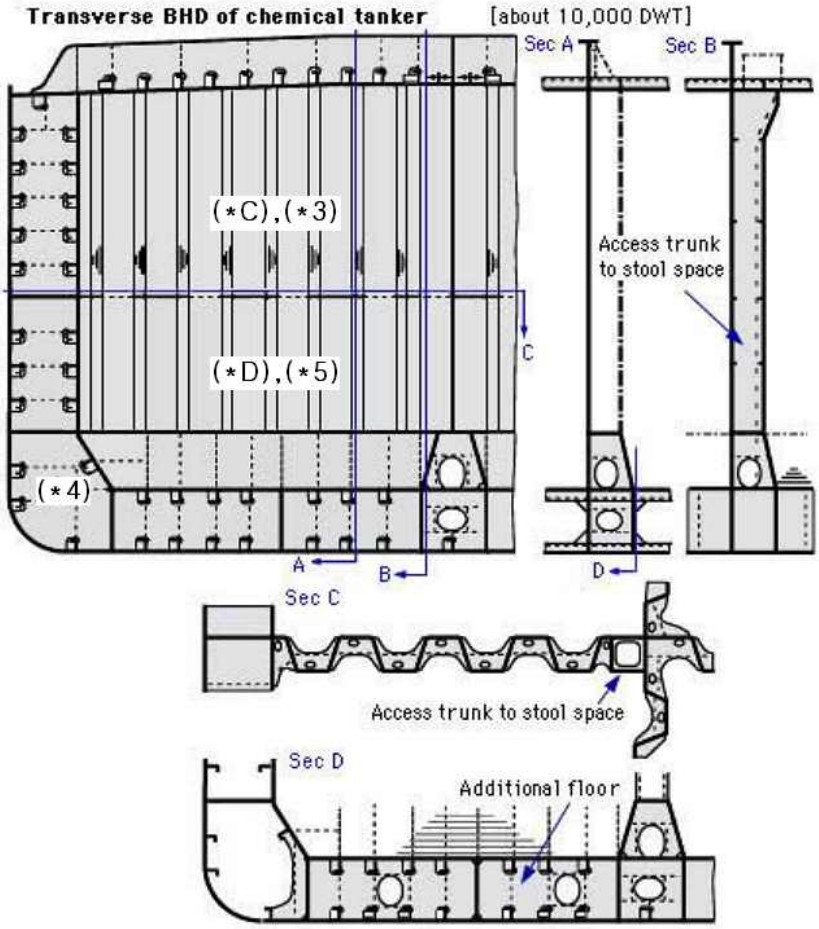


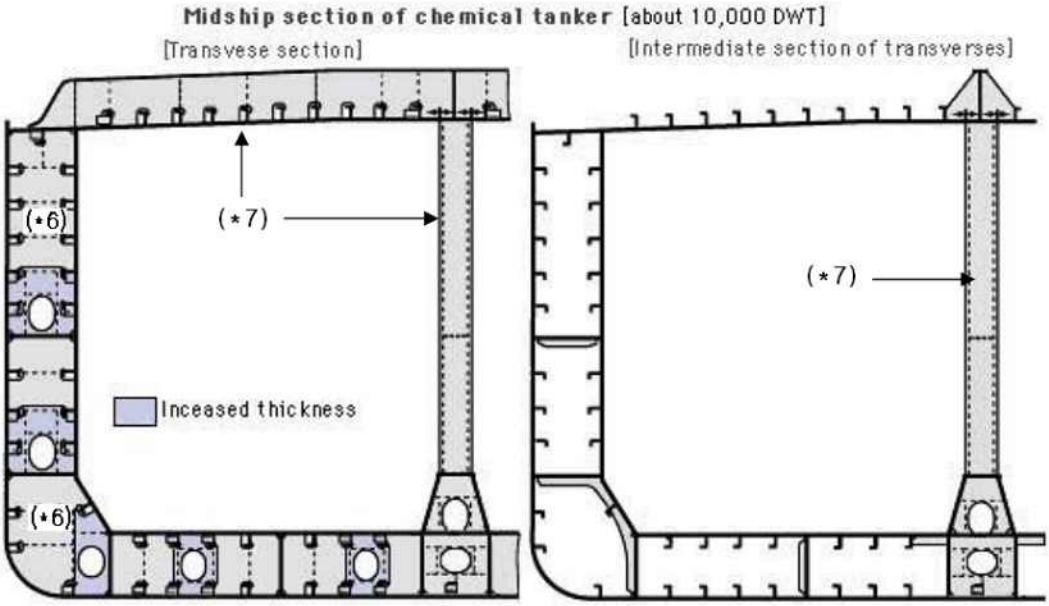
정밀검사 부위

비고 (*1)부터 (*5)는 **규칙 표 1.3.4** 참조

(4) ESP 부호를 갖는 케미컬탱커의 정밀검사 대상부위

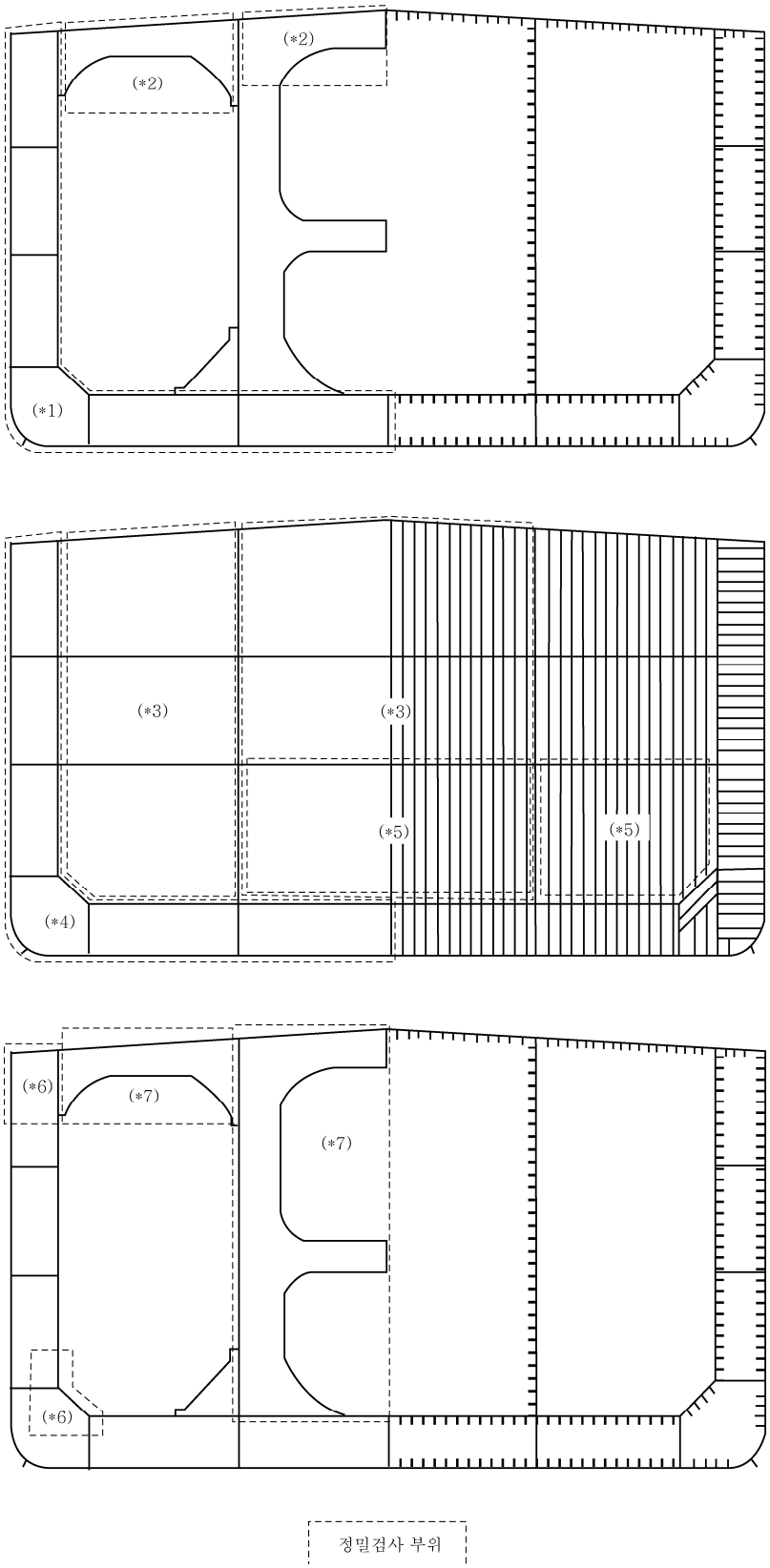






비고 (*1)부터 (*7) 및 (*A)부터 (*D)는 **규칙 표** 1.3.7 참조

(5) ESP 부호를 갖는 이중선체 유조선의 정밀검사 대상부위

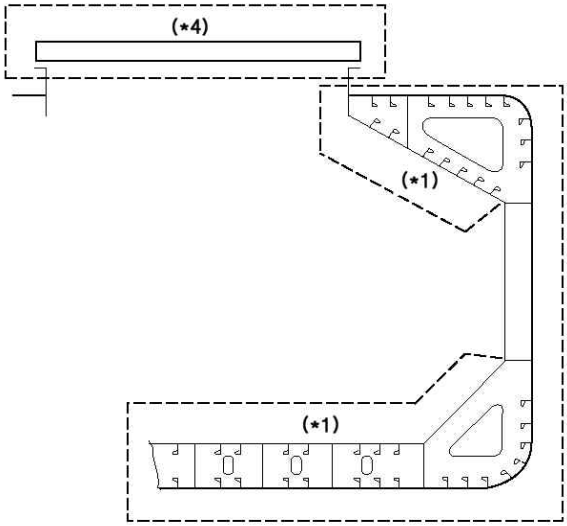


비고 (*1)부터 (*7)은 **규칙 표 1.3.10** 참조

(6) ESP 부호를 갖는 이중선체 산적화물선의 정밀검사 대상부위

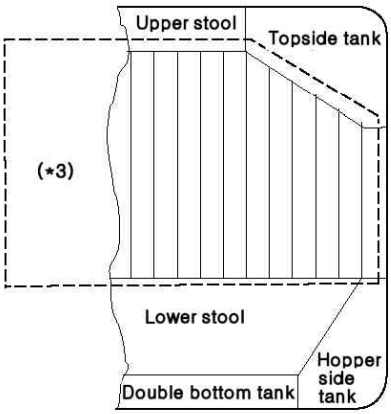
Typical transverse section

Areas (*1) and (*4)



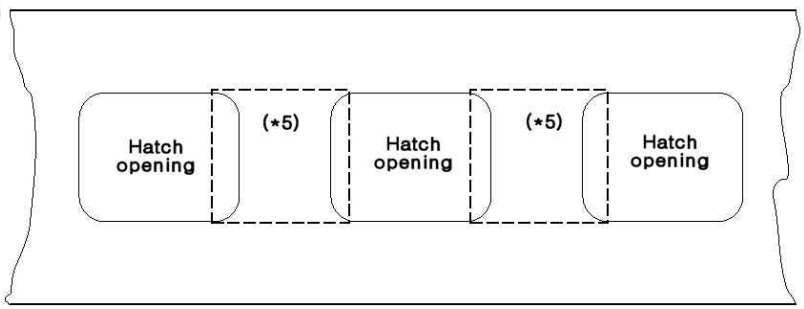
A cargo hold, transverse bulkhead

Area (*3)



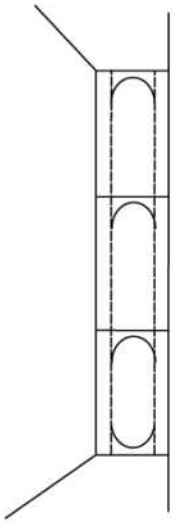
Typical areas of deck plating and underdeck structure inside line of hatch openings between cargo hold hatches

Area (*5)

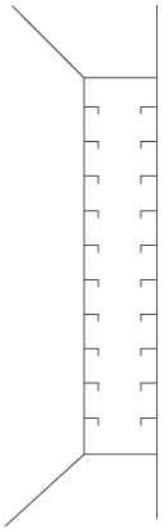


Area(*2)

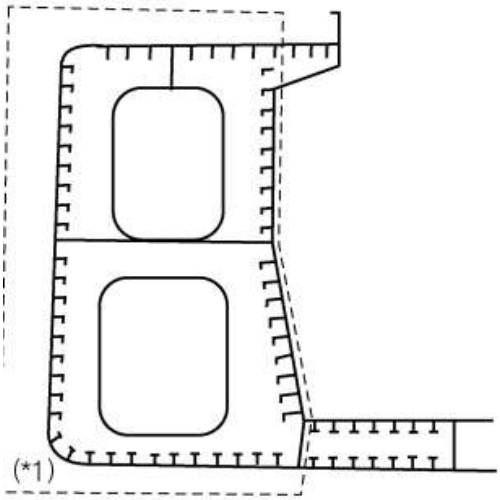
Ordinary transverse frame in double skin tank



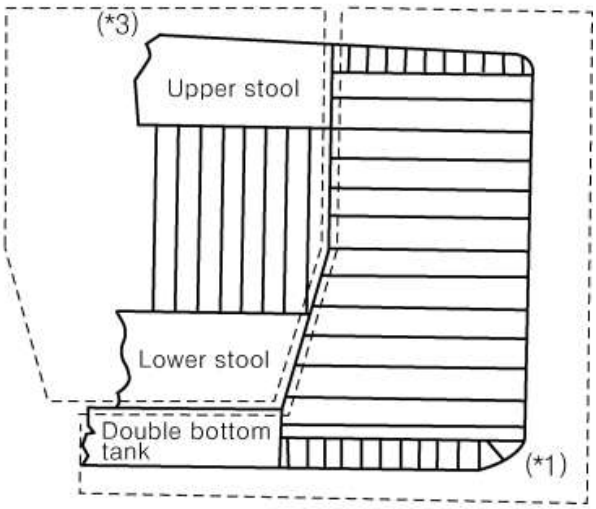
Ordinary longitudinal structure in double skin tank



Typical transverse section



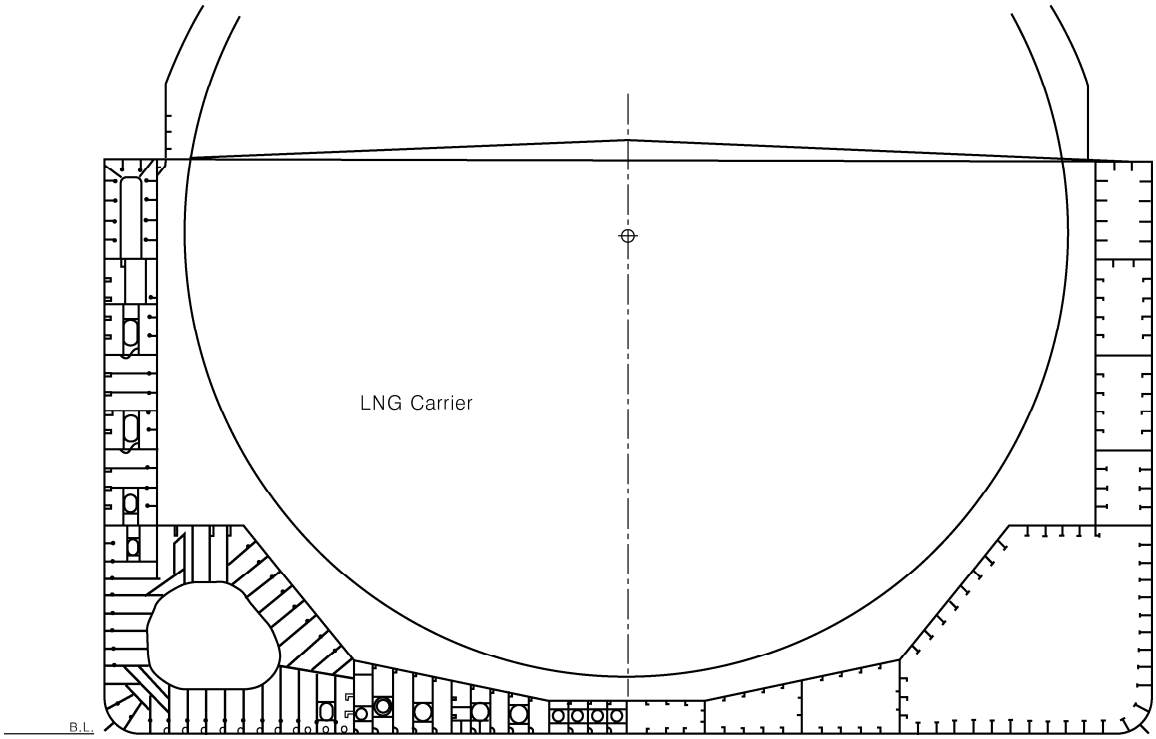
Typical transverse bulkhead

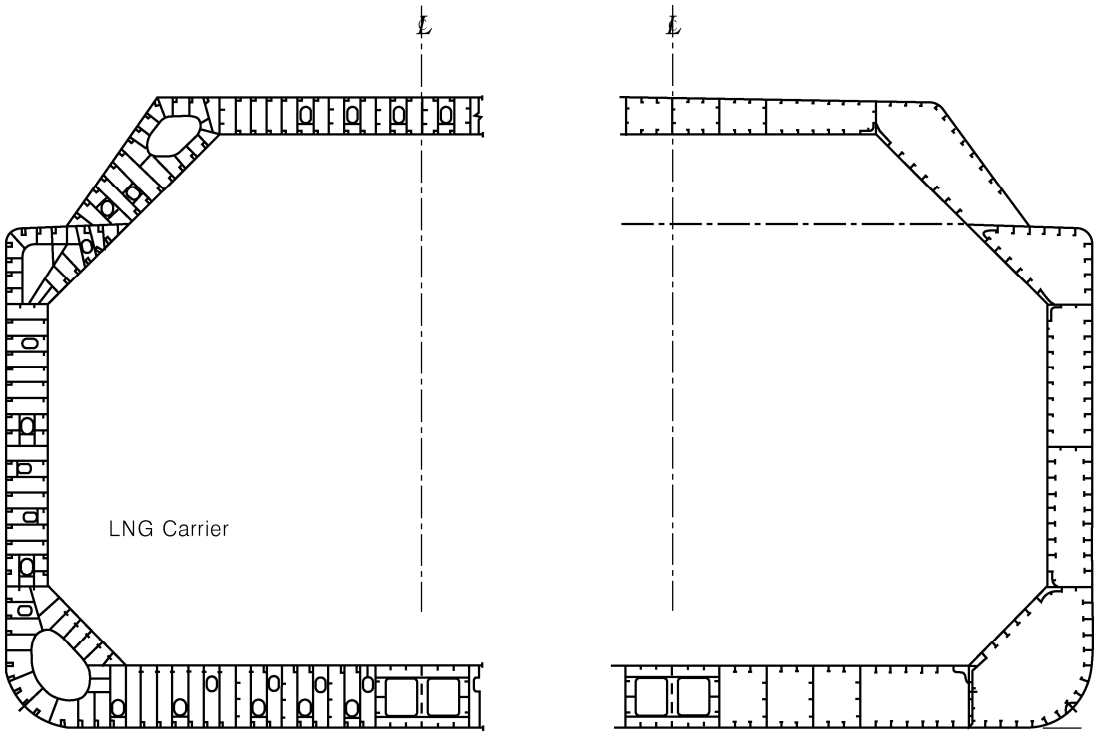


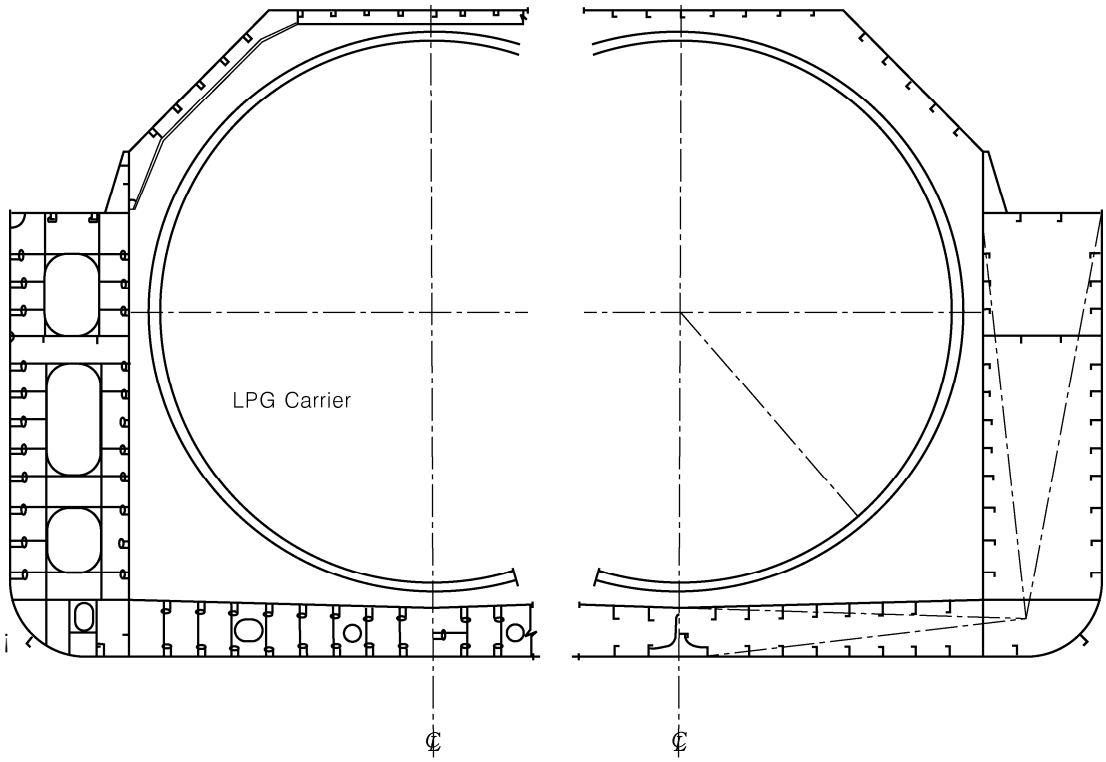
Close-up Survey area

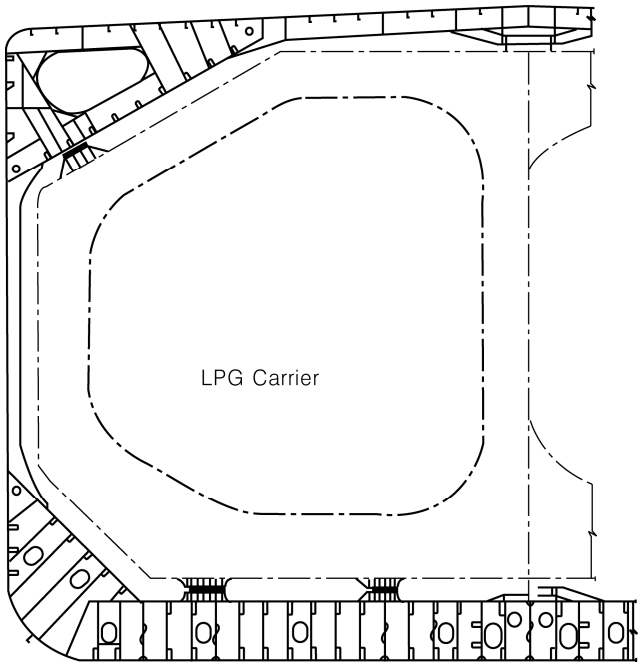
비고 (*1)부터 (*5)는 **규칙 표 1.3.13** 참조.

2. 규칙 표 1.2.10에서 정하는 액화가스 산적운반선의 전형적인 중앙횡단면을 그림으로 나타내면 다음과 같다.






LPG Carrier
℄
℄


LPG Carrier

부록 1-7 기관장치의 계속검사 절차(CMS)
(Continuous Machinery Survey Procedure : CMS)

1. CMS 검사 일반

(1) CMS을 적용하고자 하는 선박소유자는 CMS수검계획서를 포함하여 우리 선급에 CMS신청서를 제출하여야 한다. 이때 CMS는 원칙적으로 실적이 있는 기관장치에 적용하지만, 비자항선의 기관장치에 대하여는 우리 선급이 특별히 승인한 것을 제외하고 적용하지 아니한다. 또한 수검계획서에는 아래 사항이 포함되어야 한다.

(가) 원칙적으로 CMS대상 전체항목이 포함되어야 함.
(나) 대상기기별 검사주기는 5년을 초과하지 않게 분할하여 검사함.
(다) 일부 기기를 개방함으로써 다른 부분을 추정할 수 있는 개방계획을 세울 것.
(라) 수검계획서대신 본선의 기관보수정비계획서를 이용할 수 있다. 또 이 수검계획서는 시행과정에 보수정비계획의 변경이 생긴 때에는 그 일부 또는 전부를 변경할 수 있다.

(2) 우리 선급은 CMS수검계획서를 근거로 CMS수검목록을 작성하고, 이후 CMS검사가 완료되면 선박소유자에게 송부한다. 또한 선박소유자는 최근의 CMS수검목록을 본선에 보관하고 검사원이 요구할 때에는 이를 제시하여야 한다.

(3) CMS적용대상기기는 **표 1**과 같다.

(4) 중요보기가 2대 이상 설치되어 있는 경우에는 같은 간격으로 교대로 검사함을 원칙으로 하고 특히 발전기 구동 내연기관 및 빌지펌프 등은 가능한 한 정기 및 중간검사 시에 시행토록 한다.

(5) 검사한 개소에 결함이 발견되었을 때는 수검계획서에도 불구하고 다른 유사기기에 대하여 상세한 검사를 요구할 수 있다.

2. CMS 기관장 점검의 확인검사

(1) 기관장의 자격 요건
(가) 등록국이나 선적국의 최상급면허를 소지하거나 또는 기관장으로서 3년 이상 승선경력이 있는 자 및
(나) 동형 추진기관(주내연기관 또는 주터빈을 말한다)을 갖는 선박에 최소 1년 이상 승선 경력이 있어야한다

(2) **표 2**에서 정한 기관장 점검 대상 기기에 대하여 항해 중에 보수유지상태를 점검한 경우 CMS를 위한 개방검사로 인정할 수 있다. 또한 입항 중에 개방한 기기에 대하여도 그 항구에서 우리 선급 검사원에 의한 검사가 대단히 곤란한 경우에는 이와 동일한 방법으로 취급할 수 있다.

(3) CMS기관장 점검항목은 원칙적으로 차기 정기적 검사 시까지 우리 선급의 검사원에 의하여 다음과 같이 확인검사를 받아야 한다.

(가) 작동상태에서 기기를 검사한다.

(나) 기관 Log book의 관련 기재사항 또는 정비기록(인정 가능한 전산기록 등)을 조사하고 기관장의 의견을 청취한다. 특히 아래 기기의 검사 시 여과기, 기름의 성분상태, Log book 등의 조사 및 운전검사에 의하여 이상이 없는 것으로 확인되면 CMS개방검사를 대신할 수 있다. 이때 그 내용을 보고서에 기재하여야 한다.

(a) 유펌프(화물유펌프 제외) 및 유가열기
(b) 갑판보기용 유압펌프 및 모터
(c) 유탱크(용량이 1 m^3미만인 것)

(다) 기관장이 작성한 점검 결과보고서로써 아래 사항을 포함한다.
(a) 기관장의 서명, 면허장번호
(b) 점검 년월일 및 장소
(c) 점검항목 및 결과

(라) 기관장보고서 및 기기 현상을 조사한 결과 검사원이 필요가 있다고 인정하는 경우에는 해당 기기에 대하여 개방검사를 요구할 수 있다.

3. CMS 기기의 통일명칭 및 일련번호

(1) 각 선박별 유사한 용도로 사용하는 CMS기기가 있을 경우 **표 3**에 따라 같이 명칭을 통일하여야 한다.

(2) CMS기기가 동일용도로 2대 이상이며 기기 일련번호가 미정이거나 불분명한 경우에는 소유자 또는 조선소에게 아래와 같은 순서로 배열하도록 권장한다. 다만, 현존선인 경우 가능한 CMS기기의 Name Plate번호 또는 본선에서 사용하는 번호와 일치시킨다.

(가) Stb'd에서 Port로
(나) Fore에서 Aft로
(다) Upper에서 Lower로

(3) CMS대상선박이 아닌 경우에도 (2)호와 동일하게 적용할 수 있다.

표 1 CMS 적용대상기기

검사항목	세부사항
1. 주기 디젤기관	(a) 실린더커버, 실린더라이너, 피스톤(피스톤핀 및 피스톤로드 포함), 크로스헤드(핀, 베어링 및 가이드 포함), 연접봉, 크랭크 축 및 베어링, 캠축 및 구동장치, 과급기, 소기펌프 또는 블로어, 공기냉각기, 부속 중요펌프(빌지, 윤활유, 연료유, 냉각수)
2. 주기 증기터빈	(a) 터빈 로터, 블레이드, 베어링, 케이싱, 노즐, 노즐밸브, 조종밸브
3. 동력전달장치 및 축계장치	(a) 감속장치, 역전장치, 클러치, 탄성커플링 (b) 중간축, 추력축 및 그 베어링
4. 보조기관	(a) 발전기(비상용 제외) 및 중요보기를 구동하는 보조기관을 주기에 준하여 검사
5. 보기	(a) 압축기, 송풍기 : 주기관 및 보조기관 시동용 공기압축기(비상용 제외), 제어용 공기압축기, 주보일러용 송풍기, 가스압축기 및 가스블로어 (b) 중요한 용도에 사용되는 펌프 : - 주·보조기관용 냉각청수펌프, 냉각해수펌프, 연료유펌프 및 윤활유펌프 - 주보일러용 연료유펌프, 급수펌프 및 순환수펌프 - 보조보일러 급수펌프 및 순환수펌프 - 열매체유 펌프 - 복수펌프(주기용) - 해수 서비스펌프 - 감속기 윤활유펌프 - 선미관 윤활유펌프 - 가변피치 프로펠러 작동유펌프 - 조타기용 작동유펌프 - 양묘기 및 계류기용 작동유펌프 - 빌지펌프(유수분리기용 제외), 평형수펌프, 소화펌프(비상용 제외) - 화물유펌프(케미컬펌프, 액화가스펌프 포함), 스트리핑펌프, 스프레이펌프, 탱크 클리닝펌프 (c) 양묘기, 계류기 (d) 냉동기기(식품창고용 제외) : 압축기, 펌프, 증발기 및 응축기 (e) 주보일러용 조수장치 (f) 연료유 가열기(청정기용 제외), 탱크 클리닝가열기 (g) 복수기, 급수가열기 (h) 냉각기(공기압축기용 제외) (i) 불활성가스장치 (j) 배기가스 배출 저감장치(SCR, EGR 및 EGCS) - 펌프, 배기 팬, 송풍기, 환원제 또는 케미컬 저장탱크 및 잔류물 탱크 및 SCR chamber/스크러버 내부 (k) 중요 용도에 사용되는 공기탱크(비상용 제외) 및 기타 압력용기 (l) 선체 일부를 형성하지 않는 연료유탱크 (m) 그 밖의 우리 선급이 기관계속검사 대상으로 인정하는 것

표 2 CMS 기관장 점검대상

구분	항목	비고
본선 기관장 점검 대상기기	1. 주내연기관 2. 보조내연기관(비고) 3. 주보일러의 송풍기 및 분연펌프 4. 보조기기 (1) 공기압축기 (2) 보조 Blower (3) 펌프류 (4) 열교환기 (5) 자기지지형 연료유탱크 (6) 조수장치 (7) 갑판기계 (8) 조타기의 유압펌프 (9) 배기가스 배출 저감장치(SCR, EGR 및 EGCS) *(2022)* ※ 다만, 대한민국 선박안전법 적용 대상 선박에 대해서는 기관장점검 대상 중 주내연기관의 각 부품 및 주발전기 구동용 내연기관에 대하여 2순회 중 최소 1회는 우리 선급 검사원에 의한 개방검사를 실시하여야 한다.	- 보조내연기관의 기관장 점검사항 - • 기관을 개방하고 모든 실린더, 라이너, 커버, 부속밸브, 피스톤, 피스톤링, 연접봉과 상하베어링, 피스톤핀, 캠축구동장치, 과급기, 공기냉각기, 크랭크케이스와 도어, 기관거치볼트, 크랭크케이스 과압방지장치에 대하여 검사되어 있을 것. • 모든 메인베어링의 상반부를 개방하고 하반부 메탈은 1, 2개를 발출하여 검사되어 있을 것. • 크랭크 핀 및 저널의 균열의 유무가 검사되어 있을 것. 특히 필릿부와 유공, 오일 그루브의 부근을 주의하고 필요하면 액체침투탐상법에 의한 점검을 시행할 것. • 크랭크암의 개폐량을 계측하고 기록되어 있을 것. • 실린더라이너는 마모량을 계측하고 기록되어 있을 것. • 부속의 윤활유 냉각기, 기관부착의 윤활유펌프나 냉각수펌프 등이 개방점검되어 있을 것. • 안전장치의 작동이 양호하다고 확인되어 있을 것. • 크랭크 핀볼트의 사용시간이 기록되어 있을 것.
기관장 점검불가 대상기기	1. 주내연기관의 크랭크축 및 크랭크핀 베어링, 저널베어링, 크랭크핀 볼트 및 캠축 구동장치(비고) 2. 증기터빈(주, 보조 및 기타) 3. 동력전달장치 4. 축계장치 5. 공기탱크 6. 기타 CMS적용제외 대상기기 (1) 식품창고용 냉동기기 (2) 전기장치 (3) 보일러 (4) 갑판기계 중 하역장치 (5) 예비품 (6) 비상공기압축기, 비상공기탱크 비상발전기, 비상소화펌프 등 (7) 조타기 (8) 유수분리기용 빌지펌프 (9) 청정기용 가열기 (10) 공기압축기용 냉각기 (11) 기타 우리 선급이 계속검사의 대상으로 인정하지 아니하는 기기	• 주기관의 크랭크 개폐량의 계측 및 거치볼트의 점검

표 3 CMS 대상기기의 통일명칭

* 우리 선급의 CMS 대상기기 중 선박별로 여러 가지 명칭이지만 같은 목적을 갖는 경우 다음의 통일명칭을 사용한다.

계통구분	CMS 통일명칭	선박에서 실제로 사용하는 다양한 명칭
Cooling Sea Water System	Main Cooling S.W. Pump	- Main Cooling S.W. Pump - Main Condenser Cooling S.W. Pump
	Reserve Cooling S.W. Pump	- Reserve Cooling S.W. Pump - Stand-by Cooling S.W. Pump
	A/E Cooling S.W. Pump	- A/E Cooling S.W. Pump - Aux. Machinery Cooling S.W. Pump - Aux. G/T Cooling S.W. Pump
	Aux. Condenser Cooling S.W. Pump	- Aux Condenser Cooling S.W. Pump - Dumping Condenser Cooling S.W. Pump - Vacuum Condenser Cooling S.W. Pump - Atmospheric Condenser Cooling S.W. Pump - Drain Cooler Cooling S.W. Pump
	M/E F.W. Generator(Cooling) S.W Pump	
	S.W. Circulating Pump	
	I.G.G Cooling Water Pump	
Sea Water Service System	S.W. Service Pump	
Cooling Fresh Water System	M/E Cooling F.W. Pump	- M/E Cooling F.W. Pump - Main Cooling F.W. Pump
	M/E Reserve Cooling F.W. Pump	- Reserve Cooling F.W. Pump - Cooling F.W. Service Pump
	Aux. Cooling F.W. Pump	- Aux Cooling F.W. Pump - Air Intercooler Cooling F.W. Pump - Turbo Charger Cooling F.W. Pump
	M/E Jacket Cooling F.W. Pump	
	M/E Piston Cooling F.W. Pump	
	Central Cooling F.W. Pump	
	A/E Cooling F.W. Pump	- A/E Cooling F.W. Pump - Harbour Cooling F.W. Pump
Fuel Oil System	M/E F.O.V. Cooling Pump	- M/E F.O.V. Cooling Pump - M/E F.O.V. Cooling F.W (or Oil) Pump
	A/E F.O.V. Cooling Pump	
	M/E F.O. Supply/Booster Pump	
	M/E F.O. Supply pump	- M/E F.O. Supply Pump - Main H.F.O. Supply pump - Main I.F.O. Supply pump - Main M.D.O. Supply pump - Reserve F.O. Supply pump - F.O. Feed pump - Res. F.O. Supply & F.O. Valve Cooling pump - F.O. Supply & F.O. Transfer pump - Stand-by F.O. Supply Pump
	M/E F.O. Booster Pump	
	M/E F.O. Service Pump	- M/E F.O. Service Pump - M/E C Oil Service Pump
	A/E F.O. Supply Pump	
	A/E F.O. Service Pump	- A/E F.O. Service Pump - A/E C Oil Service Pump

표 3 CMS 대상기기의 통일명칭 (계속)

계통구분	CMS 통일명칭	선박에서 실제로 사용하는 다양한 명칭
Fuel Oil System (Cont'd)	D.O. Service Pump	- D.O. Service Pump - A Oil Service Pump
	F.O. Transfer Pump	- F.O. Transfer Pump - C Oil Transfer Pump - H.F.O. Transfer Pump - I.F.O. Transfer Pump - F.O. Shift Pump - F.O. Transfer & Shift Pump - H.F.O. & M.D.O. Transfer Pump
	D.O. Transfer Pump	- D.O. Transfer Pump - A Oil Transfer Pump - M.D.O. Transfer Pump
	M/E F.O. Circulating Pump	- F.O. Circulating Pump - F.O. Recycle Pump
	Main Boiler F.O. Service Pump	- Boiler F.O. Service Pump - Boiler F.O. Feed Pump - Boiler F.O. Supply Pump - Boiler F.O. Transfer Pump
	Main Boiler D.O. Service Pump	- Boiler D.O. Service Pump - Boiler D.O. Feed Pump - Boiler D.O. Supply Pump - Boiler D.O. Transfer Pump
	Main Boiler Burning Pump	- Boiler Burning Pump - Boiler Pilot Burner F.O. Pump
Lub. Oi System	M/E L.O. Pump	
	A/E L.O. Pump	- A/E L.O. Pump - A/E Reserve L.O. Pump - A/E L.O. Service Pump
	M/E Reserve L.O. Pump	- Reserve L.O. Pump - Aux. L.O. Pump - Stand-by L.O. Pump
	M/E L.O. Service Pump	- L.O. Service Pump - Rocker Arm L.O. Pump - Priming L.O. Pump
	M/E Crosshead L.O. Pump	
	M/E Camshaft L.O. Pump	
	M/E Piston rod Stuffing Box L.O. Pump	
	M/E Turbo-charger L.O. Pump	
	Reduction Gear L.O. Pump	
	L.O. Transfer Pump	- L.O. Transfer Pump - L.O. Shift Pump
	Stern Tube L.O. Pump	- Stern Tube L.O. Pump - Forward Seal Cooling L.O. Pump - After Seal Cooling L.O. Pump
	C.P.P. Hyd. Oil Pump	
Bilge System	Bilge Pump	- Bilge Pump - Aux. Bilge Pump - Bilge & Sanitary Pump - Bilge Transfer Pump

표 3 CMS 대상기기의 통일명칭 (계속)

계통구분	CMS 통일명칭	선박에서 실제로 사용하는 다양한 명칭
Bilge System (Cont'd)	Fire & Bilge Pump	- Bilge & Fire Pump - Bilge, Fire & G.S. Pump - Bilge, Fire & Cooling S.W. Pump - Fire, G.S. & S.W. Service Pump - G.S. (& Fire) & Pump
	Bilge & Ballast (& Fire) Pump	- Bilge & Ballast Pump - Bilge, Ballast & Fire Pump - Bilge, Ballast (& Fire) & Cooling S.W. Pump
Ballast System	Ballast Pump	- Ballast Pump - Ballast & Cooling S.W. Pump - Ballast & G.S. Pump - Ballast & S.W. Service Pump
	Stripping Pump	
	Heeling Pump	- Heeling Pump - Heeling & Trimming Pump
Feed Water System	Main Boiler Feed Water Pump	- Main Boiler Feed Water Pump - Exh. Gas Boiler Feed Water Pump - Exh. Gas Economizer Feed Water Pump - L.P. Steam Generator Feed Water Pump
	Aux. Boiler Feed Water Circulating Pump	- Aux. Boiler Feed Water Pump - Aux. Exh. Gas Economizer Feed Water Pump - Aux. L.P. Steam Generator Feed Water Pump
	Main Boiler Water Circulating Pump	- Main Boiler Water Circulating Pump - Exh. Gas Boiler Water Circulating Pump - Exh. Gas Economizer Water Circulating Pump - Hot Water Circulating Pump
	Aux. Boiler Water Circulating Pump	- Aux. Boiler Water Circulating Pump - Aux. Exh. Gas Boiler Water Circulating Pump - Aux. Exh. Gas Economizer Water Circulating Pump - Hot Water Circulating Pump
	Main Condensate Pump	
	Condensate Pump for Aux. Turbine	
	Reserve Condensate Pump	- Reserve Condensate Pump - Aux. Condensate Pump - Condensate & Drain Transfer Pump
	Dump drain Transfer Pump	
	Condenser Circulating Pump	- Condenser Circulating Pump - Vacuum Condenser Circulating Pump - Atmospheric Condenser Circulating Pump - Drain Cooler Circulating Pump - Aux. Condenser Circulating Pump
Fresh Water System	F.W. Generator for Main Boiler	
Air System	Main Air Compressor	- Main Air Compressor - Main Engine Starting Air Compressor
	Reserve Air Compressor	- Aux. Air Compressor - Working Air Compressor - Topping up Air Compressor - Instrument Air Compressor - Reserve Air Compressor
	Control Air Compressor	

표 3 CMS 대상기기의 통일명칭 (계속)

계통구분	CMS 통일명칭	선박에서 실제로 사용하는 다양한 명칭
Fresh Water Cooler	M/E Main Cooling F.W. Cooler	- M/E Main Cooling F.W. Cooler - Central F.W. Cooler
	M/E Jacket Cooling F.W. Cooler	
	M/E Piston Cooling F.W. Cooler	
	A/E F.O.V. Cooling F.W. Cooler	- F.O.V. F.W. Cooler - Fuel Valve & Turbo Charger F.W. Cooler - F.O.V. & Exh. V. Cooling F.W. Cooler
	A/E F.O.V. Cooling F.W. Cooler	
	A/E Cooling F.W. Cooler	
	A/E Turbo-charger Cooling F.W. Cooler	
	Exh. Valve Cooling F.W. Cooler	
	F.W. Cooler for Air Compressor	
Oil Cooler	M/E F.O.V. Cooling Oil Cooler	
	A/E F.O.V. Cooling Oil Cooler	
	M/E L.O. Cooler	- M/E L.O. Cooler - Main Turbine L.O. Cooler
	A/E L.O. Cooler	- A/E L.O. Cooler - Aux. Turbine L.O. Cooler
	M/E Turbo-charger L.O. Cooler	
	A/E Turbo-charger L.O. Cooler	
	Stern Tube L.O. Cooler	
	Reduction Gear L.O. Cooler	
	M/E Camshaft L.O. Cooler	
	C.P.P. Hyd. Oil Cooler	
Feed Water Cooler	Aux. Turbine Condenser	- Aux. Turbine Condenser - G/T Condenser
	Atmospheric Condenser	- Aux. Atmospheric Condenser - Aux. Condenser - Aux. Condenser & Drain Cooler
	Vacuum Condenser	- Vacuum Condenser
	Dump Condenser	- Dump Condenser
	Drain Cooler	- Drain Cooler - Oil Heating Drain Cooler
	Main Condenser	
Oil Heater	M/E F.O. Heater	
	A/E F.O. Heater	
	Main Boiler F.O. Heater	- Boiler F.O. Heater (Steam) - Boiler F.O. Heater (Electric)
	Aux. Boiler F.O. Heater	
Thermal Oil Heater	Thermal Oil Heater	
Feed Water Heater	Main Boiler Feed Water Heater	
	Aux. Boiler Feed Water Heater	- Aux. Feed Water Heater - Aux. Boiler Feed Water Heater
	Deaerator	- Deaerator
	Deaerating Feed Water Heater	- Deaerating Feed Water Heater
L.P. Feed Water Heater	1st Feed Water Heater	
	2nd Feed Water Heater	
	3rd Feed Water Heater	
	4th Feed Water Heater	

표 3 CMS 대상기기의 통일명칭 (계속)

계통구분	CMS 통일명칭	선박에서 실제로 사용하는 다양한 명칭
Fresh Water Heater	Hot Water Heater	- Hot Water Heater - Calorifier
	Main Engine F.W. Heater	
Other Heat Exchanger	F.W. Generator for Main Boiler	
	Refrigerator Condenser	
Air Reservoir	Main Air Reservoir	- Main Air Reservoir - Main Engine Starting Air Reservoir
	A/E Air Reservoir	- Aux. Air Reservoir - Working Air Reservoir - Aux. Engine Starting Air Reservoir - Cargo Pump Engine Starting Air Reservoir - Em'cy Air Reservoir
	Service Air Reservoir	
	Control Air Reservoir	
F.O. Tank	M/E F.O. Settling Tank	- M/E F.O. Settling Tank - M/E H.F.O. Settling Tank - M/E I.F.O. Settling Tank - M/E M.D.O. Settling Tank
	M/E F.O. Service Tank	- M/E F.O. Service Tank - M/E H.F.O. Service Tank - M/E I.F.O. Service Tank - M/E M.D.O. Service Tank
	A/E F.O. Settling Tank	- A/E F.O. Settling Tank - A/E A Oil Settling Tank
	A/E F.O. Service Tank	- A/E F.O. Service Tank - A/E A Oil Service Tank - A/E F.O. Tank
	Boiler F.O. Settling Tank	- Boiler F.O. Settling Tank - Boiler H.F.O. Settling Tank - Boiler M.D.O. Settling Tank
	Boiler F.O. Service Tank	- Boiler F.O. Service Tank - Boiler H.F.O. Service Tank - Boiler M.D.O. Service Tank
	D.O. Settling Tank	
	D.O. Service Tank	
Cargo System	Cargo Pump	- Cargo (Oil) Pump - Cargo Pump (Motor) - Aux. Cargo Pump - Cargo & Ballast Pump
	Stripping Pump	
	Spray Pump	
Pump in Pump Room	Ballast Pump in Pump Room	
	Clean Ballast Pump in Pump Room	
	Ballast Pump in FWD. Pump Room(or F'CLE)	- Ballast Pump in FWD. Pump Room - Ballast Pump in F'CLE
	Bilge Pump	
	S.W. Service Pump	

표 3 CMS 대상기기의 통일명칭 (계속)

계통구분	CMS 통일명칭	선박에서 실제로 사용하는 다양한 명칭
Tank Cleaning System	Tank Cleaning Pump	- Tank Cleaning Pump - Butterworth Pump - Tank Cleaning & Fire Pump - Butterworth & Tank Cleaning Pump - Tank Cleaning & Bilge, Fire, (G.S.) Pump - Butterworth & Bilge, Fire, (G.S.) Pump
	Tank Cleaning Heater	- Tank Cleaning Heater - Butterworth heater
	Tank Cleaning Drain Cooler	- Tank Cleaning Drain Cooler - Butterworth Drain Cooler
Other Machinery in Pump Room	Ventilation Fan	
Deck Machinery	Hyd. Pump for Steering Gear	
	Windlass	
	Mooring Winch	- Mooring Winch - Auto Tension Winch
	Hyd. Pump for Deck Machinery	
	Capstan	
Refrigerating Machinery	Compressor	
	Condenser Cooling Pump	- Condenser Cooling Pump - Ref. Cooling S.W. (or F.W.) Pump - Ref. & Aux. Cooling S.W. (or F.W.) Pump
	Brine Pump	
	Refrigerant Pump	
	Condenser	
	Evaporator	
	Evaporator Cooling S.W. Pump	
Machinery for Gas Carrier	Gas Compressor	
	High Duty Compressor	
	Low Duty Compressor	
	Vacuum Pump	
	Main Vaporizer	
	Forced Vaporizer	
	Boil-off/Warm-up Heater	
	Vent Gas Heater	
	N2 Generator Unit	
	N2 Buffer Tank	
	Inert Gas Generator	
	Cargo Heating Drain Cooler	
	Glycol Water Steam Heater	
	Glycol Water Electric Heater	
	Glycol Water Circulating pump	

표 3 CMS 대상기기의 통일명칭 (계속)

계통구분	CMS 통일명칭	선박에서 실제로 사용하는 다양한 명칭
SCR	SCR Chamber	
	Air Compressor for SCR	
	S.W. Pump for SCR	
	Air Blower for SCR	
EGR	S.W. Pump for EGR	
	EGR Sludge Discharge Pump	
	EGR Sludge Tank	
EGCS	S.W. Pump for EGCS	
	Seal Air Fan for EGCS	
	S.W. Booster Pump for EGCS	
	Scrubber Wash Water Discharge Pump	
	Scrubber Wash Water Sludge Pump	
	Scrubber Wash Water Discharge Tank	
	Scrubber Wash Water Sludge Tank	
	EGCS Scrubber (Body)	
Chemical for SCR, EGR, EGCS	Urea Supply Pump	
	Urea Tank	
	NaOh Dosing Pump	
	NaOh Pump	
	NaOh Tank	
	Chemical Injection Pump	
	Make-up Pump	
	Process Tank	
	Mixing Tank	

부록 1-8 예방정비제도 절차(PMS)
(Planned Maintenance System Procedure : PMS)

1. 일반사항

(1) 선박소유자의 요청에 의거 **그림 1 승인절차 흐름도**에 따라 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 또한 다음 서류를 포함하여 **표 1**에 의한 자료를 제출하여야 한다. *(2019)*

(가) 책임을 식별한 조직도
(나) 문서 기재 절차
(다) 우리 선급에서 검토할 PMS 설비 목록
(라) 기관 식별 절차
(마) 검토하여야 할 각 기기의 예방정비서
(바) 예방정비절차의 목록 및 계획

(2) 상기 서류에 추가하여 본선에 다음 서류를 활용하여야 한다. *(2019)*
(가) (1)의 최신판
(나) 보수유지검사(제조자 또는 조선소)
(다) 참고 문서(동향 조사 절차 등)
(라) 수리 및 신환을 포함한 보수유지 기록

(3) (1)호 (다) 및 (마)에 따라 요구되는 정보와 (1)호의 나머지 항목의 변경사항에 대한 정보를 포함하여, 해당 연도 운전을 포함하는 연간 보고서는 우리 선급에서 검토하여야 한다. *(2019)*

(4) 일반적으로 PMS의 간격은 CMS의 간격을 초과하지 아니하여야 한다. 다만, 긴 시간의 보수유지를 요구하는 부품은 제조자의 권고사항을 근거로 연장할 수 있다. *(2019)*

(5) PMS는 컴퓨터시스템으로 프로그램화하고 유지 관리하여야 한다. 다만, 현재 이미 승인된 제도에는 적용하지 아니할 수 있다. 컴퓨터시스템은 디스크/테이프, CD와 같은 백업장치를 포함하여야 하며 일정한 간격으로 최신화하여야 한다.

2. PMS 기관장 책임

(1) 선박소유자(또는 선박관리회사)는 기관장이 PMS 대상 기기를 유지 보수할 자격이 있는지 확인해야할 책임이 있으며, 기관장은 최상급 면허를 소지하고 있어야 한다.

(2) 기관장이 PMS의 본선 책임자이어야 한다.

(3) 기관장이 PMS에 있는 개방 항목의 문서를 작성하고 서명하여야 한다.

(4) 보수유지 문서와 관리프로그램의 최신용 컴퓨터시스템으로 접속할 경우 기관장 또는 다른 위임자만 허용되어야 한다.

(5) 승인된 PMS에 따른 기관장 정비보수의 항목은 **표 2**에 따르며 개방 검사한 항목을 기록 유지하여야 한다. 다만, **표 2**에서 기관장의 정비보수점검을 인정할 수 없는 항목은 검사원 입회하에 가능한 한 연차검사 시기에 검사하여야 한다.

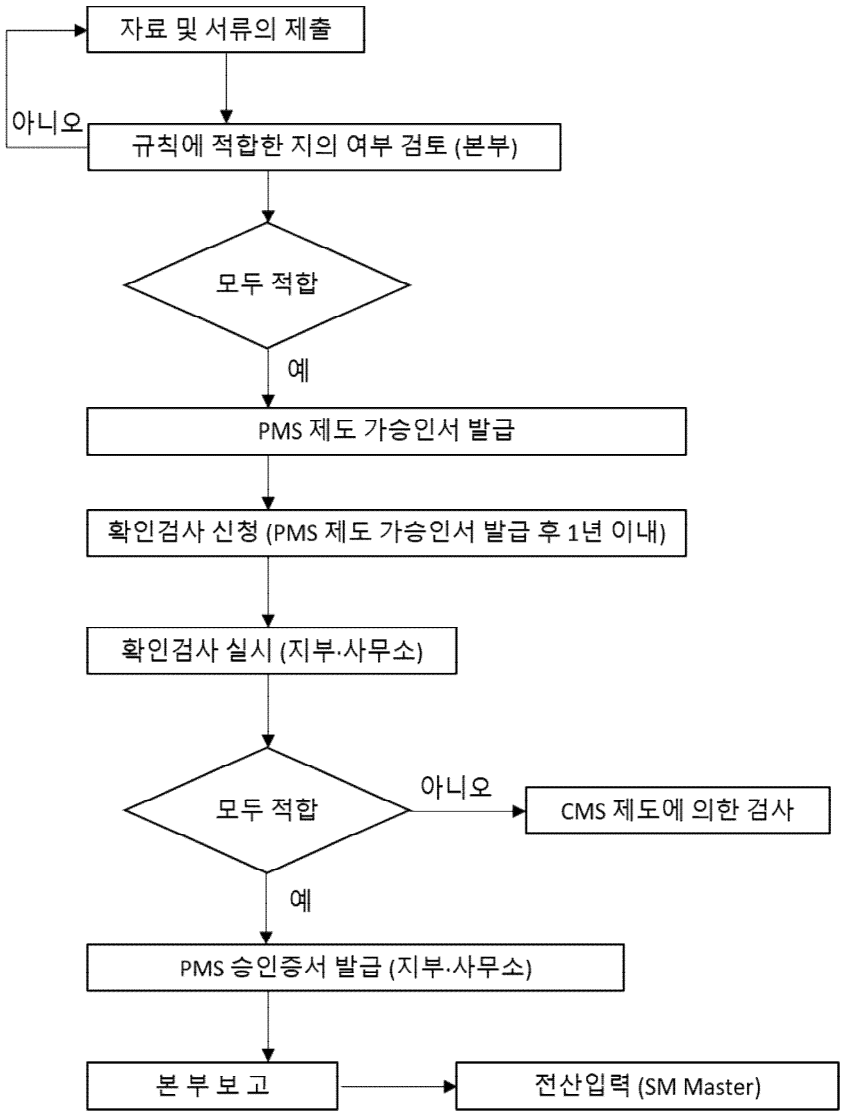

자료 및 서류의 제출
아니오
규칙에 적합한 지의 여부 검토 (본부)
모두 적합
예
PMS 제도 가승인서 발급
확인검사 신청 (PMS 제도 가승인서 발급 후 1년 이내)
확인검사 실시 (지부·사무소)
모두 적합
아니오
CMS 제도에 의한 검사
예
PMS 승인증서 발급 (지부·사무소)
본 부 보 고
전산입력 (SM Master)

그림 1 승인절차 흐름도

표 1 제출자료

제출자료	비고
(1) 정비기기 항목 : 선박에 설치된 모든 정비대상 기기명 및 기기별 목록 또는 코드	● 기기 명칭을 선급의 통일된 명칭으로 가능한 일치시킬 것 ● 기기 목록 또는 코드는 CMS 코드와 상호 참고할 것 ● 기관장 점검할 수 없는 항목에 대한 구분 표시 및 확인할 것
(2) 정비보수계획서 (가) PMS에 대하여 다음 사항이 각 기기별로 기술되어 있을 것 - 개방검사 구분, 시험의 종류, 계측기록 내용 - 개방검사, 시험 및 계측 시기의 간격 (나) 상태감시장치(CM)에 대하여는 다음 사항이 기술되어 있을 것. - 상태감시장치의 배치, 제조자명 및 모델, 사양 - 기기별 계측 위치, 사용 계측 장비명 계측 파라메타 - 기기별 계측 간격 - 기기별 감시 조건에 대한 허용한계치 - 입력 및 출력 자료의 대표적인 예	● 각 기기는 규칙에 의한 개방검사, 시험 및 계측 등의 요건에 충족할 것 ● 개방검사 간격이 5년을 초과하지 않을 것 ● 매년의 검사기기 수량이 모든 PMS 대상기기의 약 20 % 이상이 되는지를 확인할 것. ● 상태감시장치의 배치, 계측 파라메타의 실행가능성을 검토할 것 ● 출력 형식은 본선 기관장이 판단하기 쉽도록 되어 있을 것 ● 허용한계치의 실행가능성 검토할 것
(3) 보고서 시스템 (가) 다음 사항이 프로그램에 수록되어 있을 것. - 보수 정비기록 - 예비품 (나) 정기적으로 본선과 선사(육상 지원부서)간의 보고체제 등이 기술되어 있을 것.	● 모든 보고서 및 기록 절차는 PMS가 정확히 실시되고 있음을 확인하기 쉽도록 되어 있을 것.
(4) 기관장 자격 요건에 관한 서류 (가) 기관장 면허장 사본 (나) 기관장의 경력 사항	● 기관장 자격 요건에 만족할 것.

표 2 PMS의 기관장 정비보수점검 항목

항목	기관장 정비보수점검 항목	기관장 정비보수점검 불인정되고 검사원 입회하여야 하는 항목
디젤주기관	1. 실린더커버 2. 밸브 및 밸브구동장치 3. 실린더블록 및 실린더라이너 4. 피스톤 및 피스톤로드 5. 연접봉, 크로스헤드, 상부베어링, 가이드, 거젼핀 및 부시 6. 크랭크축 및 베어링 7. 소기펌프, 소기송풍기, 공기냉각기 8. 캠축 및 캠축구동장치	1. 도출밸브(크랭크실, 소기실, 캠축구동실 등) 2. 기관시운전 3. 죔볼트 및 촉(chock)
주터빈	케이싱, 로터, 블레이드, 베어링, 노즐, 노즐밸브 및 조종밸브 - 다만, 상태감시장치가 설치되어 있는 선박으로 검사원 입회하에 운전 파라메타를 감시하고 진동 계측결과가 만족한 상태임이 확인될 경우에 한함.	1. 죔볼트 및 촉(chock) 2. 상태감시장치가 설치되어 있지 않은 경우에는 터빈의 상부케이싱을 개방하고 검사함.
보조기관	보조기관. 보조터빈 및 부속 냉각기와 펌프 - 다만, 발전기 구동용의 경우 1대의 정비중에도 정비중이지 않은 나머지 발전기(들)에 의하여 선박의 추진과 안전 및 냉동화물의 냉각유지에 필요한 보기에 전력을 공급할 수 있는 경우에 한함. *(2022)*	발전기 구동용 보조 내연기관 또는 보조 증기기관 - 다만, 기관장 검사 인정 조건의 좌측 단서 조항에 만족할 경우에는 기관장의 검사를 인정할 수 있음.
축계	1. 중간축 및 베어링 2. 추력축 및 베어링	1. 감속/증속장치 2. 탄성커플링 및 클러치
원격제어 및 자동시스템	오작동, 이상 경보 등에 대한 기록 작성 및 우리 선급에 제출	1. 선교, 집중 또는 자동용 주기관제어장치 2. 집중제어 또는 기관실무인화의 최소요건
압력용기 및 보기류	1. 주기붙이펌프(빌지, 윤활유, 연료유, 냉각수용) 2. 독립구동펌프(빌지, 평형수, 청수냉각, 해수냉각, 윤활유, 연료유이송용) 3. 냉각기 및 복수기(주기의 청수 및 윤활유냉각기, 주 및 보조 복수기, 드레인 냉각기용) 4. 가열기(연료유, 윤활유, 급수용) 5. 기타 보기(공기압축기-안전장치 포함, 윈들러스 및 무어링윈치, 강제통풍팬, 독립형 연료유탱크) 6. 공기탱크	1. 1차 시동장치 시운전 2. 배관장치 증기관 시동공기관, 해수연결 및 밸브, 조작밸브, 격벽스톱밸브, 빌지역지밸브(foot 밸브포함) 3. 조타장치 4. 전기설비
기타	불활성가스장치의 스크라버장치, 송풍기, 독립가스발생장치 배기가스 배출 저감장치(SCR, EGR 및 EGCS) *(2022)*	기관장 검사 항목 제외한 불활성가스장치의 모든 구성품

3. 상태 감시(CM) 및 상태 기반 정비(CBM) *(2019)*

(1) 일반사항

(가) 적용

(a) 이 항은 상태 감시(Condition Monitoring) 결과가 선급 검사의 범위 또는 주기에 사용되는 경우 승인된 상태 감시 및 상태 기반 정비(Condition Based Maintenance) 절차에 적용한다.

(b) 이 항은 CMS(Continuous survey of machinery)가 적용되는 장비 및 시스템과 선박 소유자가 요청하는 다른 장비 및 시스템에 적용될 수 있다. 유지 보수 절차에 포함될 상태 기반 정비 및 관련 감시 장비의 범위는 선박 소유자에 의해 결정된다.

(c) 이 항은 승인된 PMS 검사 절차를 운영하는 선박에 적용할 수 있다.

(d) 이 항은 모든 개별 항목과 시스템에 적용될 수 있다. 이 항에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **규칙**의 관련 규정에 따른다.

(2) 정의

(가) 다음의 표준 용어는 ISO 13372에 정의되어 있다.

(a) 상태 감시(CM) : 시간 경과에 따른 기계의 상태를 나타내는 정보 및 데이터의 수집과 처리

(b) 진단 : 결함 또는 고장의 본질을 결정하기 위한 증상과 징후 검사

(c) 상태 기반 정비(CBM) : 상태 감시 프로그램에 의한 정비

(3) 상태 감시(CM)

(가) 승인된 상태 감시(CM)시스템이 설치된 경우, 검사에 대한 신뢰도는 허용 가능한 상태 감시 결과에 기초할 수 있다. 상태 감시(CM) 결과는 연차 심사에서 검토되어야 한다.

(나) 제한 파라메타는 원 장비 제조자 지침(OEM) 또는 인정된 국제 표준을 기반으로 해야 한다. 이 때, **표 3**의 파라메타를 고려할 수 있다. *(2022)*

(다) 상태 감시시스템은 기관장치의 상태에 대한 기존의 검사 기술과 동등 이상 수준의 신뢰를 제공해야 한다.

(라) 시스템은 우리 선급의 절차에 따라 승인되어야 한다.

(마) 장비의 상태를 잘 감시하기 위해 상태 감시시스템을 사용할 수 있으며, 정비에 대한 효율을 높이기 위해 상태 기반 정비 절차를 사용할 수 있다. 선박 소유자가 CM/CBM을 기준으로 검사 주기를 변경하는 경우 선급 승인이 필요하다.

(바) 소프트웨어 시스템은 복잡한 알고리즘, 기계 학습 및 종합적인 장비/결함 데이터를 사용하여 지속적인 서비스에 대한 수용 가능성 또는 유지 보수 요건을 식별할 수 있다. OEM에서 권장하는 정비 및 상태 감시 제한과는 독립적일 수 있다. 이러한 유형의 소프트웨어 승인은 OEM 권장사항, 산업계 표준 및 선급 경험을 기반으로 한다.

(사) 우리 선급은 CM 결과와 관계없이 필요하다고 인정되는 경우 기관장치를 시험 또는 개방할 수 있다.

(4) 상태 기반 정비(CBM)

(가) 선박 소유자가 CBM 접근법을 기반으로 설비 유지 보수를 원할 경우, 이는 ISM CODE의 요구 사항에 만족해야 한다.

(나) 합의된 계획 정비(planned maintenance) 및 CBM 절차를 운용하는 경우, CMS 및 기타 검사 간격은 OEM 유지 보수 권장 사항 및 수용 가능한 상태감시 결과에 따라 연장될 수 있다.

(다) 제한 파라메타 (경보 및 경고)는 OEM 지침 또는 인정된 국제 표준을 기반으로 해야 한다. 이 때, **표 3**의 파라메타를 고려할 수 있다. *(2022)*

(라) CBM 절차는 전통적인 정비 기술에 대한 기관장치의 상태에 대해 동등하거나 더 높은 정도의 신뢰성을 제공해야 한다.

(마) 절차는 우리 선급 절차에 따라 승인되어야 한다.

(바) 소프트웨어 시스템은 복잡한 알고리즘, 기계 학습 및 종합적인 장비/결함 데이터를 사용하여 지속적인 서비스에 대한 수용 가능성 또는 유지 보수 요건을 식별할 수 있다. OEM에서 권장하는 정비 및 상태 감시 제한과는 독립적일 수 있다. 이러한 유형의 소프트웨어 승인은 OEM 권장사항, 산업계 표준 및 선급 경험을 기반으로 한다.

(5) 상태 감시(CM) 및 상태 기반 정비(CBM)의 승인 절차 및 조건

(가) 선박 책임

(a) 기관장은 CM 및 CBM을 담당하는 선박의 책임자이어야 한다.

(b) CM 및 CBM 절차에 다루어지는 항목의 개방 검사에 대한 문서는 기관장에 의해 보고되어야 한다.
(c) 정비 문서 및 정비 프로그램을 업데이트하기 위한 전산 시스템에 대한 접근은 기관장 또는 다른 인가된 사람에 의해서만 허용되어야 한다.
(d) CM 및 CBM에 관련된 모든 인원은 적절한 훈련과 능력을 갖추어야 한다.
(e) CM은 일상적인 감시 또는 그의 판단에 따라 결정을 내리는 기관장의 책임을 대체하지 않는다.

(나) 장비 및 시스템 요구사항
(a) CM 장비 및 시스템은 우리 선급 절차에 따라 승인되어야 한다.
(b) CM / CBM 절차와 그 범위는 우리 선급의 승인을 받아야한다.
(c) CBM 절차는 상태의 보고 및 정비에 대한 권고를 작성할 수 있어야 한다.
(d) 절차의 운영 중에 제한 파라메타(경보 및 경고)가 수정되는 곳을 식별하기 위한 시스템이 제공되어야 한다.
(e) 상태감시 및 상태기반 정비 절차가 원격 감시 및 진단을 사용하는 경우 (즉, 데이터가 선박에서 전송되고 원격으로 분석되는 경우) 시스템은 사이버 안전 및 보안에 대한 해당 표준을 충족해야 한다. 이러한 유형의 시스템을 작동시키는 선박은 통신 기능이 상실된 경우 선박을 운영하고 유지할 수 있어야 한다
(f) CBM 절차는 CM 시스템에 의해 예방되지 않은 결함과 예기치 않은 고장을 식별해야 한다.
(g) 시스템은 일정한 간격으로 데이터를 백업하는 방법을 포함해야 한다.

(다) 문서 및 정보
(a) 절차의 승인을 위해 다음의 문서가 제출되어야 한다.
(i) 소프트웨어 시스템 및 CM 매개 변수 변경 절차
(ii) 절차에 포함될 장비의 목록
(iii) 수용 가능한 상태 모니터링 매개 변수
(iv) CBM 절차에 대한 설명
(v) 상태 감시 장비의 리스팅, 사양 및 유지 보수 절차
(vi) 상태 모니터링 기능이 있는 장비의 기준 데이터
(vii) CM 결과 분석 책임자 및 회사 자격

(b) 상기 문서 이외에도 다음 정보가 선내에 제공되어야 한다.
(i) 상기 (가)의 모든 문서에 대한 최신화
(i) 유지 보수 지침 (제조업체 및 조선소);
(ii) 기계의 이전 개방 이후의 모든 데이터와 원본 기본 데이터를 포함하는 상태 감시 데이터
(iii) 참조 문서 (추세 조사 절차 등)
(iv) 보수 및 갱신을 포함한 유지 보수 기록
(v) 소프트웨어 시스템 및 매개 변수 변경 기록
(vi) 센서 교정 기록 / 인증 / 상태

(라) 승인 유효성
(a) 연차 심사는 CM / CBM 절차의 유효성을 유지하기 위하여 수행되어야 한다.
(b) 이 절차가 유지 보수 기록 또는 기관장치의 일반적인 상태로부터 만족스럽게 수행되지 않는 경우 CM/ CBM 검사는 우리 선급이 취소할 수 있다.
(c) 선박의 매매, 선박 관리자의 변경 또는 선급의 변경이 있는 경우에는 본 절차에 대해 재승인되어야 한다.
(d) 선박 소유자는 서면으로 선급에 통보함으로써 CM/CBM의 기관 검사를 취소할 수 있다. 그리고, 이 경우 지난 연차 심사 이후 절차에 따라 검사된 항목은 검사원의 입회하에 확인을 받은 후 인정될 수 있다.

(6) 검사
(가) 설치 검사
상태 감시 장치는 우리 선급 규칙에 따라 설치 및 검사되어야 하며, 일련의 기준 계측 값이 설치 검사 시에 확보되어야 한다.

(나) 확인 검사
(a) 설치 검사 후 6 개월 이후에 우리 선급 검사원의 입회하에 확인 검사를 실시하여야 하며 늦어도 첫 번째 연차 검사 때까지 실시하여야 한다.
(b) 확인 검사중에 다음 사항이 검사원에 의해 확인되어야 한다.

(i) 기준 데이터와의 비교를 포함하여 승인 문서에 따라 CM / CBM 절차가 확인되어야 한다.
(ii) 본 절차는 연차 심사에 필요한 문서를 작성하고, 선급 유지를 위한 검사 및 시험에 만족하여야 한다.
(iii) 승선 선원은 본 절차의 운영에 익숙해야 한다.
(iv) 절차의 운영 중에 변경된 모든 제한 매개 변수(경보 및 경고)의 기록
(v) 감시 장비의 고장 기록은 상태 감시 체계가 효과적/ 충분함을 보장하기 위해 검토되어야 한다.

(c) 확인 검사가 실시되고 순서대로 확인이 되면 그 절차를 기술한 보고서를 우리 선급에 제출하여 시스템을 운영할 수 있다.

(다) 연차 심사

(a) CM 및 CBM 절차에 대한 연차 심사는 연차 검사와 동시에 수행해야 한다.
(b) 이 심사의 목적은 절차가 올바르게 작동하고 기관장치가 만족스럽게 기능을 발휘했는지 확인하는 것이다. 여기에는 마지막 심사 이후 수정된 모든 제한 파라메타 (경보 및 경고)가 포함된다. 해당 항목의 일반적인 검토가 수행되어야 한다.
(c) 성능 및 유지 관리 기록은 이전 조사 이후 기관장치가 만족스럽게 기능했는지 또는 허용 공차를 초과하는 기관장치 작동 매개 변수에 대한 조치가 취해 졌는지 확인하기 위해 검사해야 한다.
(d) 고장 또는 오작동에 대한 상세 정보가 제공되어야 한다.
(e) 검사원의 재량에 따라, 상태 감시 / 상태 기반 유지 보수 장비가 사용되는 기능 검사, 확증 검사 및 무작위 검사 판독은 가능한 한 합리적으로 수행되어야 한다.
(f) CM시스템과 관련된 기관장 및 기타 선원의 친밀도가 검증되어야 한다.
(g) 센서와 장비의 교정 상태가 검증되어야 한다.
(h) 결함 및 고장 이후 CM / CBM 시스템의 적합성이 검토되었는지 확인

(라) 손상 및 수리

(a) 구성 부품 또는 기관장치의 손상은 선급에 보고되어야 한다. 그러한 손상된 부품 또는 기관장치의 수리는 검사원이 만족할 때까지 하여야 한다.
(b) 수행된 수리 및 유지 보수에 대한 세부 사항을 조사해야 한다. 예비품으로 교체된 모든 기관장치의 부품은 우리 선급 검사원이 검사할 때까지 가능한 한 선상에 비치하여야 한다.
(c) 결함 및 고장 데이터는 시스템 출력이 적절함을 보장하기 위해 검토되어야 한다. 필요하다면 고장 데이터를 검토 한 후 CM 및 CBM 체계를 개정할 수 있는 방법이 있어야 한다.

표 3 상태감시장치를 위한 기관 운전파라메타

항목	운전파라메타
디젤주기관	1. 축마력 2. 기관 및 축 회전수 3. 실린더 압력-시간 곡선 4. 연료유 분사압력-시간곡선 5. 연료유 온도 및 점도 6. 급기압력 7. 배기온도 8. 기관냉각계통 : 온도 및 압력 9. 엔진 윤활유계통: 온도 및 압력 10. 과급기 회전수 및 진동 11. 윤활유 분석자료 12. 크랭크축 암 개폐량 13. 주베어링 온도
증기주터빈	1. 터빈 로터 진동 2. 터빈 로터 횡축방향 변위 3. 축마력 4. 축 및 터빈로터 회전수 5. 성능 자료 (1) 각 터빈의 입, 출구 증기상태 (2) 보일러 성능자료 (3) 복수기 진공 (4) 해수 온도 (5) 기타 주요 증기용 보조기관의 증기 상태
보조증기터빈	증기주터빈과 동일
보조기관	1. 배기가스온도 2. 엔진 냉각계통 : 온도 및 압력 3. 엔진 윤활유 계통 : 온도 및 압력 4. 과급기 회전수 및 진동 5. 윤활유 분석자료 6. 크랭크축 암 개폐량
보기류	1. 냉각기 효율, 입출구 온도 2. 가열기 온도 3. 펌프 및 통풍팬 : 진동 및 성능 4. 여과기의 차압

부록 1-9 워터제트 추진장치 및 선회식 추진장치에 대한 검사기준 (azimuth or rotatable thruster)

1. 워터제트 추진장치 및 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thruster)에 대한 검사는 다음에 따른다.

(1) 워터제트 추진장치

(가) 연차검사
(a) 추진장치 전반에 대한 현상을 검사한다.
(b) 조타성능에 대한 확인검사를 한다.
(c) 리버서에 대한 작동검사를 한다.
(d) 임펠러의 현상을 검사한다.
(e) 디플렉터 위치, 리버서 위치 및 임펠러 속도에 대한 경보, 안전장치 및 지시기, 및 유압동력장치용 전동기의 운전지시기에 대한 성능시험을 한다. *(2017)*
(f) 선교와 보조조타실 사이 간 제어장치의 전환시험, 수동조타와 자동조타 간 전환시험을 포함하는 조타 및 역전장치의 제어 작동검사를 한다. *(2017)*
(g) **지침 5편 부록 5-1** 1항 (4)호 (바)에 따라 대체동력원이 설치되는 경우, 대체동력원의 효력시험을 한다. *(2017)*
(h) 유압관장치 및 윤활유관장치의 외관을 검사한다. *(2017)*

(나) 중간검사
연차검사에서 요구하는 사항에 대하여 검사한다. *(2017)*

(다) 정기검사 *(2017)*
(a) 중간검사에서 요구하는 사항에 대하여 검사한다.
(b) 유압펌프의 주요부분에 대한 개방검사를 한다.
(c) 디플렉터 및 리버서의 지지부와 핀을 개방하여 상태를 확인한다.

(라) 입거검사 *(2017)*
(a) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 베어링의 상태를 검사한다.
(b) 주축의 선수측 밀봉장치를 검사한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 개방검사를 요구할 수 있다. *(2017)*
(c) 디플렉터 및 리버서를 검사한다. *(2017)*
(d) 물 흡입관로부가 양호한 상태임을 확인하여야 한다. *(2017)*
(e) 워터제트 펌프의 상태를 검사한다. *(2017)*
(f) **규칙 2장 603.**의 6항에서 요구하는 검사를 한다. *(2017)*

(마) 주축검사 *(2017)*
(a) 검사시기는 전회검사 완료일로부터 5년으로 한다.
(b) 주축을 발출한 후 주축의 상태를 검사한다. 여기서, 발출이란 주축의 상태를 충분히 검사할 수 있도록 준비하는 것을 말한다.
(c) 커플링볼트의 상태를 점검한다.
(d) 주축의 선수측 및 선미측 베어링상태를 점검한다.
(e) 주축 선수측 밀봉장치의 주요부분을 개방하여 검사한다.
(f) 스러스트 베어링을 개방하여 검사한다.
(g) 임펠러 보스와 주축의 접촉부분을 검사한다.(키 및 스플라인으로 부착한 경우)

(바) 연장검사 *(2021)*
(a) 선사가 요청하는 경우, (e)항목을 검사한 후 검사지정일로부터 최대 3개월까지 연장 할 수 있다.
(b) 연장검사는 통상 축검사 지정일전 1개월 이내에 시행하며, 이 경우 연장기간은 축검사 지정일로부터 계산된다.
(c) 연장검사를 축검사 지정일로부터 1개월 이상 앞당겨 시행한 경우, 연장기간은 연장검사의 완료일로부터 계산된다.
(d) (a)항에 추가하여, **규칙 2장 6절 602.**에 따라 입거검사의 연기가 가능한 경우, 입거검사의 연기가 가능한 범위 내에서 추가 연장을 고려 할 수 있다.
(e) (a) 및 (d)에 따른 검사 연장시 (가)항의 연차검사 항목에 추가하여, 아래의 항목이 만족스럽게 확인되어야 한다.
(i) 운전기록의 검토

(ii) 축 및 임펠러에 대하여 보고된 그라인딩 보수 또는 용접보수가 없음을 확인
(iii) 축계장치의 운전상태가 양호함을 기관장이 확인

(2) 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thruster) *(2017)*

(가) 연차검사
(a) 스러스터의 전반에 대한 현상을 검사한다.
(b) 선회식 조타장치에 대한 성능검사를 한다.
(c) 선회각, 프로펠러 속도, 회전방향 및 프로펠러 날개각에 대한 지기기를 포함한 경보 및 안전장치의 작동시험 및 선회식 조타장치 용 전동기의 운전지시기의 성능시험을 한다.

(d) 다음을 포함하는 조타용 제어장치의 작동시험을 하여야 한다.
(i) 선교와 선회식 추진장치 구획 간 제어장치의 전환시험
(ii) 자동조타장치를 설치한 경우, 자동조타와 수동조타 간의 전환시험

(e) **지침 5편 부록 5-1** 2항 (4)호 (바)에 따라 대체동력원이 설치되는 경우, 대체동력원의 효력시험을 한다.

(f) 포드에 전동기가 설치된 경우, 다음 장치의 성능시험을 한다.
(i) 포드로의 해수유입 감지장치
(ii) 추진모터용 냉각 송풍기를 설치하는 경우, 송풍기, 송풍기 의 제어장치 및 송풍 입출구의 폐쇄수단의 제어장치

(나) 중간검사
연차검사에서 요구하는 사항에 대하여 검사한다.

(다) 정기검사
(a) 중간검사에서 요구하는 사항에 대하여 검사한다.
(b) 선회식 조타장치의 지지부를 검사한다.

(라) 입거검사
(a) **규칙 2장 603.**의 6항에서 요구하는 검사를 한다.

(마) 프로펠러 축검사 및 기어장치 검사 *(2019)*
(a) 검사주기는 전회검사일로부터 5년으로 한다.
(b) 프로펠러축의 밀봉장치를 개방하여 검사한다.
(c) **규칙 2장 702.**의 1항 (1)호 (나) 및 (다)에 따라 표면결함 탐상법에 의한 검사를 한다.
(d) 다음을 포함하는 운전기록을 검토하여야 한다. *(2019)*
(i) 윤활유 분석 기록 (이 때, 윤활유 분석에 대한 기준은 제조사의 지침 또는 이와 동등한 표준을 따를 수 있다.) *(2021)*
(ii) 운전상태에 대한 기관장 진술서

(e) 분해하지 않고도 확인 가능한 기어장치의 내부를 검사한다. 다만, (d)의 검토결과가 만족스럽지 않거나 검사원이 필요하다고 판단하는 경우, 기어장치를 개방하여 검사하여야 한다. *(2019)*

(바) 연장검사 *(2021)*
(a) 선사가 요청하는 경우, (e)항목을 검사한 후 검사지정일로부터 최대 3개월까지 연장 할 수 있다.
(b) 연장검사는 통상 축검사 지정일전 1개월 이내에 시행하며, 이 경우 연장기간은 축검사 지정일로부터 계산된다.
(c) 연장검사를 축검사 지정일로부터 1개월 이상 앞당겨 시행한 경우, 연장기간은 연장검사의 완료일로부터 계산된다.
(d) (a)항에 추가하여, **규칙 2장 6절 602.**에 따라 입거검사의 연기가 가능한 경우, 입거검사의 연기가 가능한 범위 내에서 추가 연장을 고려 할 수 있다.
(e) (a) 및 (d)에 따른 검사 연장시 (가)항의 연차검사 항목에 추가하여, 아래의 항목이 만족스럽게 확인되어야 한다.
(i) 운전기록의 검토 (윤활유 분석 기록 포함)
(ii) 축 및 프로펠러에 대하여 보고된 그라인딩 보수 또는 용접보수가 없음을 확인
(iii) 축계장치의 운전상태가 양호함을 기관장이 확인

2. 1항에서 특별히 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **규칙 2장 2절**부터 **7절**의 프로펠러축, 프로펠러, 조타장치 및 선미관 밀봉장치에 대한 관련규정을 준용한다. ⚓

부록 1-10 복원성 적하지침기기

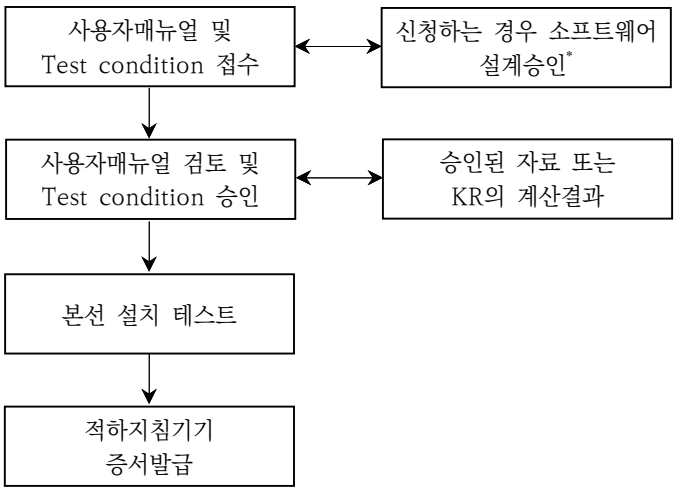
1. 적용

(1) 이 규정은 **규칙 1장 307.**의 요건에 따라 선박의 길이가 24 m 이상인 선박으로서 복원성을 계산할 수 있는 능력을 갖춘 적하지침기기(복원성 적하지침기기)를 신선에 설치하는 경우 또는 현존선에 새로 설치되는 경우에 적용한다.

(2) 이 지침의 적용상 2021년 7월 1일 이후에 제조중등록검사 신청된 선박은 신선으로 간주하고 그 이전에 제조중등록검사 신청된 선박은 현존선으로 간주한다. *(2021)*

2. 승인절차 *(2017)*

(1) 복원성 적하지침기기의 승인을 받기 위한 절차는 **그림 1**과 같다.



* 소프트웨어의 승인은 제조법 및 형식승인 등에 관한 기준에 따른다.

그림 1 특정선박에 대한 복원성 적하지침기기의 승인에 관한 절차

(가) 사용자 매뉴얼 및 test condition 3부를 우리 선급의 본부로 제출하여야 한다. 다만, 복원성자료가 임시자료로 승인된 경우 test condition은 이에 따라 임시자료로 승인될 수 있으며 본선 설치검사에 따른 증서도 PROVISIONAL로 발급될 수 있다.

(나) 사용자 매뉴얼 검토 및 test condition의 승인 시 검토되는 요건은 다음과 같다.
- 예시된 test conditions에 대한 기기의 복원성 출력결과는 정확함.
- 사용자 매뉴얼의 기술적 내용과 형식은 적합함.

(2) 복원성 기기가 육상 사무실에서 사용될 목적인 경우(이 경우 여러 척의 다른 선박의 복원성 계산에 사용될 수 있을 것임) 다음 조건들을 만족해야 한다.

- 본 부록의 절차가 만족스럽게 완결되어야 한다.
- 기기가 사용되는 각 선박에 대한 사용자 매뉴얼의 검토 및 test condition들이 승인되어야 한다.
- 하드웨어의 작동성능은 테스트되어야 하나 환경테스트는 통상 요구되지 않는다.
- 설치 테스트를 실시하고 이에 적합하면 증서를 발행한다.

(3) 우리 선급으로부터 설계승인을 받은 적하지침기기 소프트웨어의 경우 별도로 요구하지 않는 한 사용자 매뉴얼의 제출은 면제된다.

3. 선박의 복원성 계산을 위한 소프트웨어 *(2021)*

(1) 적용

(가) 우리선급에 등록 예정인 또는 등록된 선박 및 해양구조물(예, MODU)에 설치되는 실제 적재조건의 복원성을 계산하는 소프트웨어에 적용한다.

(나) 복원성 계산을 위해 본선에 설치되는 컴퓨터가 형식승인된 기기인 경우에는 1대, 형식승인 기기가 아닌 경우에는 2대를 설치하여야 한다.

(다) 복원성 소프트웨어는 선박에 적용되는 선급기술규칙, 협약의 손상/비손상 복원성 요건을 다루어야 한다. 이 요건은 복원성 계산을 수행 할 수 있는 본선의 컴퓨터에 설치된 소프트웨어의 승인을 득 하여야한다.

(라) 능동 및 수동 시스템은 (3)호에 정의되어 있다. 이 요건은 수동시스템 및 능동시스템의 오프라인 작동모드에만 적용된다.

(2) 일반

(가) 복원성 계산 소프트웨어의 범위는 우리 선급이 승인한 복원성자료에 따르며, 적용 가능한 복원성요건을 확인하기 위해 계산에 필요한 최소한의 모든 정보를 포함하여야 한다.

(나) 승인된 복원성 소프트웨어는 승인된 복원성자료를 대체하지 않으며 복원성 계산을 용이하게 하고 승인된 복원성자료를 보완한다.

(다) 입력/출력 정보는 사용자가 혼동하거나 오해의 가능성을 피할 수 있도록 승인된 복원성자료와 쉽게 비교할 수 있어야 한다.

(라) 본선에 설치된 복원성 소프트웨어에 대한 사용자 매뉴얼이 제공되어야 한다.

(마) 화면에 나타나고 인쇄되는 복원성정보의 언어와 사용자 매뉴얼에 쓰여진 언어는 승인된 복원성자료에 사용된 언어와 동일해야 한다. 단, 적하지침기기상의 언어가 영어일 경우에는 사용된 언어가 동일하지 않더라도 인정할 수 있다. 우리 선급은 적절한 언어로 번역을 요구할 수 있다.

(바) 선박에 따라 복원성계산을 위하여 본선의 컴퓨터에 관련 소프트웨어를 설치하며 계산 결과는 승인된 선박에만 적용 할 수 있다.

(사) 선박의 주요 정보의 변경을 가져오거나 내부 배치가 변경되는 경우, 기존의 승인된 복원성 계산 소프트웨어는 유효하지 않으며 수정 후 우리 선급에 재승인을 득해야 한다.

(3) 계산 체계

(가) 수동시스템에는 수동으로 데이터 입력이 필요하다.

(나) 능동시스템은 센서가 탱크의 내용물을 읽고 입력하는 것으로써 수동입력을 대체한다.

(다) 세 번째 시스템인 통합시스템은 센서 제공 입력을 기반으로 작업을 제어하거나 시작하며 이 요건에서 규정하지는 않는다.

(4) 복원성 소프트웨어의 형식

선박의 복원성 요건에 따라 복원성 소프트웨어로 수행되는 4가지 형식의 계산이 인정된다.

(가) 형식 1(Type 1)

비손상 복원성만 계산하는 소프트웨어 (손상복원성 기준을 충족하지 않아도 되는 선박)

(나) 형식 2(Type 2)

비손상 복원성을 계산하고 한계곡선 (예 : SOLAS Part B-1 손상복원성 계산에 적용되는 선박 등)을 기준으로 손상복원성을 확인하는 소프트웨어 또는 한계곡선(a limit curve)을 기준으로 모든 복원성요건 (손상 및 비손상 복원성)을 인하는 소프트웨어

(다) 형식 3(Type 3)

비손상 복원성을 계산하고 각 적재조건(일부 유조선 등)에 대한 관련협약 또는 Code에 따른 사전에 정의된 손상사례를 직접 적용하여 손상복원성을 계산하는 소프트웨어

(라) 형식 4(Type 4)

안전귀항(SRtP)을 위한 운영정보를 제공하기 위해 사용자가 정의한 손상을 직접 적용하여 실제 적재조건 및 실제 침수사례와 관련된 손상복원성을 계산하는 소프트웨어.

형식 3과 형식 4의 복원성 소프트웨어의 손상복원성은 선형모델을 기반으로 해야 한다, 즉 완전한 3차원 기하모델로부터 직접계산 되어야 한다.

(5) 기능적 요건

(가) 모든 형식의 복원성 소프트웨어에 대한 일반 요건

(a) 계산 프로그램은 선박이 승인된 적재조건 내에서 적재되는지의 여부에 대하여 선장의 판단을 돕기 위해 각각의 적재상태와 관련된 매개변수를 표시해야 한다. 주어진 적재상태에 대해 다음의 파라미터가 표시되어야한다.
- 재화중량 데이터
- 경하화중량 데이터
- 트림
- draft mark와 수선에서의 흘수
- 적재상태 배수량, 수직방향 무게중심(VCG), 종방향 무게중심(LCG) 및 해당되는 경우, 횡방향 무게중심(TCG)
- 해수유입(Downflooding) 각도 및 해당되는 해수유입 개구부 (모든 복원성 요건을 확인하기 위해 한계곡선을 사용하는 형식 2 소프트웨어에는 해당되지 않는다. 그러나 한계곡선에 추가하여 비손상 복원성 기준이 제시 되면 해수유입 각도 및 해당되는 해수유입 개구부가 표시 되어야 한다.)
- 복원성 기준 만족 :
  모든 계산된 복원성 기준, 한계 값, 결과값 및 결론(기준이 충족되었거나 충족되지 않은)의 목록 (모든 복원성 요건을 확인하기 위해 한계곡선을 사용하는 형식 2 소프트웨어에는 해당되지 않는다. 그러나 한계곡선에 추가하여 비손상복원성 기준이 제시되면 한계 값, 획득된 값 및 결론이 표시되어야한다)

(b) 적재조건이 기준에 만족되지 않으면 화면과 인쇄본에 명확한 경고가 표시되어야 한다. 적재조건에는 다음이 포함되지만 이에 국한되지는 않는다.
- 트림, 흘수, 액체 밀도, 탱크 레벨, 초기 횡경사
- 형식 2에 대해 상기 (1)과 관련된 제한 KG/GM 곡선 사용
- 목재만재흘수선이 지정된 경우 목재의 적재높이 제한

(c) 형식 3 소프트웨어는 주어진 적재조건에서 적용되는 규칙에 따른 자동점검을 위해 선박의 양쪽에 대해 사전에 정의된 손상사례가 포함되어야 한다.

(d) 저장된 계산과 관련된 날짜 및 시간은 화면 디스플레이 및 하드카피 출력물의 일부이다.

(e) 각각의 하드카피 출력물에는 소프트웨어의 버전번호 및 식별정보가 포함되어야 한다.

(f) 측정단위는 loading 계산 시 명확하게 식별되고 일관되게 사용되어야 한다.

(g) 형식 3 및 형식 4 소프트웨어의 경우 시스템은 부속물을 포함한 완전한 선체, 모든 구획, 탱크 및 손상복원성 계산에 고려되는 선루부분에 대해 모델링 되어야 하고 적용될 경우 wind profile, down-flooding 및 up-flooding 개구부, cross flooding 배치, 내부 구획 연결과 탈출경로 등이 모델링 되어야 한다.

(h) 형식1 및 형식 2 소프트웨어와 관련하여, 전체 3차원 모델이 복원성 계산에 사용되는 경우, 컴퓨터 모델의 요건은 상기 (g)의 적용 가능한 범위까지와 복원성 소프트웨어의 형식에 따른다.

(나) 형식 4 복원성 소프트웨어에 대한 추가 요건

(a) 일반(형식 1, 2 및 3) 소프트웨어와 안전귀항(SRtP, 형식 4) 소프트웨어는"완전히 분리"될 필요는 없다. 일반 소프트웨어와 안전귀항 소프트웨어가 완전히 분리되지 않은 경우:
- 일반 소프트웨어와 안전귀항 소프트웨어 간 변환 기능이 제공되어야 한다.
- 실제 비손상 적재조건은 두 기능 (정상 작동 및 안전귀항)에 대해 동일해야 한다. 그리고
- 안전귀항 모듈은 사고가 발생한 경우에만 활성화해야 한다.

안전귀항(형식 4)의 소프트웨어는 복원성만 승인한다.

(b) 안전귀항이 적용되는 여객선에서 본선에 설치된 복원성 컴퓨터 소프트웨어와 육상-기반지원 소프트웨어는 동일할 필요는 없다.

(c) 승인된 복원성자료에 보다 정확한 침수율이 반영되지 않는 한, 각 내부구역에는 아래와 같은 침수율이 적용되어야한다.

구역	침수율(Permeability)			
	Default(고정)	Full	Partially filled	Empty
컨테이너 구역	0.95	0.70	0.80	0.95
건화물 구역	0.95	0.70	0.80	0.95
Ro-Ro 구역	0.95	0.90	0.90	0.95
액체화물 구역	0.95	0.70	0.80	0.95
소모성 액체용 구역	0.95	0.95	0.95	0.95
저장용품 구역	0.95	0.60	(0.60)	0.95
기관이 있는 구역	0.85			
보이드 스페이스	0.95			
거주설비가 있는 구역	0.95			

(d) 이 시스템은 바람, 구명정 진수, 화물 이동 및 승객 재배치 등에 따른 모멘트(moment)를 고려할 수 있어야한다.

(e) 이 시스템은 기본적으로 SOLAS II-1/7-2.4.1.2의 방법을 사용하여 바람의 영향을 고정값으로 고려해야 하지만, 현장에서의 상황이 확연히 다를 경우 풍속/풍압을 수동으로 입력 할 수 있다. (P = 120 N/m^2는 Beaufort 6과 같으며 약 13.8m/s 또는 27 노트 임).

(f) 이 시스템은 개방된 주 수밀문이 복원성에 미치는 영향을 평가할 수 있어야 한다. (예 : 검증을 위해 제공된 각각의 손상 사례와 관련하여, 손상된 구획 내에 위치한 수밀문을 고려한 추가의 손상복원성 계산이 수행되고 제시 되어야 한다)

(g) 이 시스템은 최근의 승인된 경화중량 및 무게중심정보를 이용할 수 있어야 한다.

(h) 소프트웨어의 출력물은 실제손상에 대한 선박의 복원성, 탈출수단에 대한 침수의 영향 및 선박의 복원성을 관리 및/또는 통제하는데 필요한 장치의 제어를 신속하고 정확하게 평가할 수 있도록 충분히 명확한 정보를 선장에게 제공하여야 한다.

안전귀항 소프트웨어에 실제 적재조건이 입력되면 다음과 같은 출력물(비손상 복원성)을 이용할 수 있어야 한다.
- 재화중량 데이터
- 경하중량 데이터
- 트림
- 횡 경사
- draft mark와 수선에서의 흘수
- 적재조건 배수량, VCG, LCG 및 해당되는 경우, TCG
- Downflooding 각도 및 대응하는 downflooding 개구부
- 자유 표면
- 메타센터높이(GM) 값
- 다음 간격으로 표시 할 수 있는 적절한 범위의 횡경사 (60° 이상)와 관련된 복원정(GZ) 값 :
  0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 deg.
- 적절한 비손상 복원성 기준 (즉, 2008 IS 코드) 만족여부 :
  모든 계산된 비손상 복원성 기준, 한계 값, 획득된 값 및 평가 (기준이 충족되는지 또는 충족되지 않은지) 관련 목록
- SOLAS II-2/Reg. 5-1에 따른 GM/KG 한계곡선

사고로 인한 실제 하중조건에서의 손상사례와 관련하여, 다음 출력물 (손상 복원성)을 사용할 수 있어야 한다.
- 트림
- 횡 경사
- draft mark와 수선에서의 흘수
- 점진적인 침수 각도 및 대응하는 점진적인 침수 개구부
- 메타센터높이(GM) 값
- 다음 간격으로 표시 할 수 있는 적절한 범위의 횡경사 (60° 이상)와 관련된 복원정(GZ) 값 :
  0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 deg.
- 복원성 기준 준수 :
  모든 계산된 복원성 기준, 한계 값, 획득된 값 및 결론 (기준이 충족되는지 또는 충족되지 않은지) 관련 목록
- 형식 4 소프트웨어(안전귀항)의 생존성 기준은 기국이 인정한는 바에 따른다.
- 손상시 수선에서 침수지점(비보호 또는 풍우밀)까지의 각 거리
- 침수율이 고려된 모든 침수된 구획의 목록
- 각 침수된 구획의 수량(amount of water)
- 탈출경로 몰입 각도
- 침수된 수선면(water-plane) 및 손상된 구획을 나타내는 선박의 측면도, 평면도, 단면도.

(i) 로로 여객선의 경우 갑판상에 축척된 물(WOD)의 영향을 평가하기 위한 소프트웨어 내에 알고리즘이 있어야 한다.
(예 : 승인된 복원성자료에서 취한 사전에 정의된 유의파고에 추가하여,
- 승조원이 시스템 내에 본선 항해구역의 유의파고를 수동으로 입력 할 수 있어야 하며,
- 갑판상에 축척된 물의 영향을 평가하는 소프트웨어 알고리즘의 정확성을 점검하기 위하여 2개의 추가 유효파고에 대한 계산서 제출)*

* (i)항은 스톡홀름 협정에 따라 Ro-Ro 여객선에 적용된다.(IMO Circular Letter No. 1891)

(6) 허용 범위

(가) 프로그램의 형식과 범위에 따라 허용 범위는 (6) 나.호 또는 (6) 다.호에 따라 결정된다. 허용범위로 부터의 편차는 충분한 설명이 있고 선박의 안전에 악영향을 미치지 않는다고 우리 선급이 인정하는 경우 허용될 수 있다.

(a) 사전 프로그래밍 된 입력 데이터의 예는 다음과 같다.
- Hydrostatic 데이터 : 배수량, LCB, LCF, VCB, KMt 및 흘수에 따른 MCT.
- 복원성 데이터 : 적절한 횡경사/트림 각도에서의 배수량별 KN 또는 MS 값. 복원성 제한
- 구획 데이터 : Volume, LCG, VCG, TCG 및 FSM/구획 높이별에 따른 곡물적재 횡경사 모멘트

(b) 출력 데이터의 예는 다음과 같다.
- Hydrostatic 데이터 : 흘수에 해당하는 배수량, LCB, LCF, VCB, KMt 및 MCT, 실제 흘수 및 트림
- 복원성 데이터 : 자유 표면 보정(FSC), 복원정 값, KG, GM, KG/GM 한계, 허용 가능한 곡물적재 횡경사 모멘트, 관련 복원성 기준 (예 : 복원정(GZ) 곡선하 면적, 풍압 기준)
- 구획 데이터 : 구획의 레벨에 따른 계산된 볼륨, LCG, VCG, TCG 및 FSM/곡물적재 횡경사 모멘트

계산 프로그램 결과의 계산 정확도는 독자적인 프로그램 또는 동일한 입력으로 승인된 복원성자료를 사용한 결과의 허용범위((6) 나.호와 (6) 다.호에 명시된) 내에 있어야 한다.

(나) 복원성 계산에 대한 근간으로 승인된 복원성자료로부터 사전 프로그래밍 된 데이터만 사용하는 프로그램은 입력데이터의 출력물에 대해서는 허용범위가 0이다. 출력 데이터의 허용범위는 0에 가까워야 하지만 계산 반올림 또는 요약된 입력데이터와 관련된 작은 차이는 허용된다. 승인된 복원성자료에 있는 것과 다른 트림에 대한 hydrostatic 및 복원성 데이터의 사용과 관련된 추가의 차이는 우리 선급의 검토를 받는 것을 조건으로 인정될 수 있다.

(다) 복원성 계산의 기초로 선형모델을 사용하는 프로그램의 출력물은 승인된 복원성자료 또는 승인된 모델을 사용하여 얻은 데이터와 허용범위의 오차를 가져야한다. 허용 범위는 **표 1**에 따른다.

표 1

선형 부가물	
배수량 (Displacement)	+/- 2%
종부심(Longitudinal center of buoyancy), from AP	+/- 1% / 50 cm
수직부심(Vertical center of buoyancy)	+/- 1% / 5 cm
횡부심(Transverse center of buoyancy)	+/- 0.5% of B / 5 cm
Longitudinal center of flotation, from AP	+/- 1% / 50 cm
Moment to trim 1cm	+/- 2%
횡메타센터 높이 (Transverse metacentric height)	+/- 1% / 5 cm
종메타센터 높이 (Longitudinal metacentric height)	+/- 1% / 50 cm
복원성 교차곡선도 (Cross curves of stability)	+/- 5 cm
독립된 구획	
용적(Volume) or 재화중량(deadweight)	+/- 2%
종중심(LCG), from AP	+/- 1% / 50 cm
수직중심(VCG)	+/- 1% / 5 cm
횡중심(TCG)	+/- 0.5% of B / 5 cm
자유표면 모멘트	+/- 2%
Shifting moment	+/- 5%
레벨(Level of contents)	+/- 2%
트림 및 복원성	
흘수(선수, 선미, 평균)	+/- 1% / 5 cm
GMt (both solid and corrected for free surfaces)	+/- 1% / 5 cm
복원정(GZ) 값	+/- 5% / 5 cm
Downflooding 각도	+/- 2^0
평형 각도(Equilibrium angles)	+/- 1^0
WL에서 비보호 및 풍우밀 개구부 또는 기타 해당지점까지의 거리 (해당되는 경우)	+/- 5% / 5 cm
복원정 곡선하의 면적	+/- 5% / 0.0012mrad

비고:
1. 편차(%) = {(기본 값-제출 값)/기본 값} * 100
   여기서 “기본 값”은 승인된 복원성자료 또는 우리 선급의 컴퓨터 모델로부터 나온 것일 수 있다.
2. **표 1**의 허용 범위를 적용할 때, 2개의 값 중에서 큰 값을 적용한다.
3. 비교에 사용된 프로그램 사이에 계산 방법론의 차이가 존재하는 경우, 소프트웨어 검사가 기술적으로 정당하다는 것을 명확하게 문서화할 수 있을 정도로 충분히 상세하게 수행된다면 이는 **표 1**에 명시된 것보다 큰 편차를 인정하는 근거가 될 수 있다.
4. 우리 선급은 충분한 설명이 있고 이 편차가 고려하는 선박에 요구되는 복원성기준의 준수에 영향을 미치지 않는 것이 우리 선급의 복원성 계산으로부터 명확하게 입증되었다고 우리 선급이 간주하는 경우 허용범위로 부터의 편차는 인정될 수 있다.

(7) 승인 절차

(가) 복원성 계산을 위하여 본선에 설치된 소프트웨어 승인 조건

복원성 계산에 사용되는 본선에 설치되는 소프트웨어는 승인을 받아야 하며 여기에는 다음이 포함된다.

(a) 설계승인의 검증, 적용되는 경우

(b) 사용된 데이터가 선박의 현재 상태와 일치하는지 확인 ((7.2)항 참조)

(c) Test conditions 검증 및 승인

(d) 요구되는 선종 및 복원성 계산에 적합한 소프트웨어의 검증

(e) (5) (가), (b)에 따른 기능적 요구사항의 검증

복원성 계산을 위해 본선의 컴퓨터에 설치된 소프트웨어가 제대로 작동하는지는 설치시 테스트하여 확인해야 한다. ((9)항 참조). 승인된 test condition 사본과 컴퓨터/소프트웨어의 사용자 매뉴얼이 본선에서 이용할 수 있어야 한다.

(7.1) 일반 승인 (선택 사항)

(가) 계산 프로그램의 일반적인 승인을 위해 우리 선급에 신청할 때, 우리 선급은 2개 이상의 설계데이터 세트로 구성된 시험데이터를 신청자에게 제공 할 수 있으며, 각각은 선박 및 적재조건을 정확하게 정의하기에 충분히 상세한 선형 데이터, 구획 데이터, 경하상태 특성 및 재화중량 데이터를 포함한다.

(나) 허용 가능한 선형과 구획 데이터는 선형과 구획경계를 모델링하기 위한 표면 좌표 형태, 예를 들어 off-sets 테이블 또는 사전에 계산된 테이블 형식 데이터 (예 : hydro 테이블, 용량 테이블 등) 일 수 있으며 이는 승인을 위해 제출된 소프트웨어에서 사용하는 데이터 형식에 따른다.

(다) 대안으로는 신청자와 우리선급 사이에 합의된 적어도 2개의 시험선에 기초하여 일반승인이 제공 될 수 있다.

(라) 일반적으로, 소프트웨어는 승인이 요청된 2가지 유형의 선박에 대해 테스트 되어야하며, 2가지 유형 각각에 대해 최소한 하나의 설계 데이터 세트가 있어야한다. 한 유형의 선박에 대해서만 승인이 요청되는 경우, 해당 유형의 선박의 다른 선형에 대한 최소 2개의 데이터 세트를 테스트해야한다.

(마) 선형데이터의 입력을 기반으로 하는 계산 소프트웨어의 경우, 소프트웨어가 승인될 3가지 유형의 선박에 대해 설계데이터 세트가 제공되거나 만약 한 종류의 선박에만 승인이 요청 될 경우 다른 선형에 대해 최소 3개의 데이터 세트가 제공되어야 한다.

(바) 선형, 전형적인 배열 및 화물의 특성으로 인해 다른 설계데이터 세트가 필요한 대표적인 선종으로는 탱커, 산적화물선, 컨테이너선 및 기타 건화물선 및 여객선이 포함된다.

(사) 시험데이터 세트는 시험선박에 대한 계산 프로그램을 실행하기 위해 신청자가 사용해야한다. 얻어진 결과(적절한 경우 프로그램에 의해 개발된 정수압 데이터 및 교차곡선 데이터와 함께)는 프로그램의 계산 정확도 평가를 위해 우리 선급에 제출되어야한다.

(아) 우리 선급은 동일한 데이터 세트를 사용하여 병렬계산을 수행하고, 이 결과를 신청자가 제출한 프로그램 결과와 비교해야 한다.

(7.2) 특정 승인

(가) 우리 선급은 프로그램이 설치될 특정 선박에 대한 계산 프로그램에 의해 사용된 계산결과 및 실제 선박 데이터의 정확성을 검증해야한다.

(나) 데이터 검증을 위해 우리 선급에 신청할 때, 신청자는 선박의 승인된 복원성자료에서 test condition으로 사용될 최소 4개의 적재조건이 있어야 한다.

액체를 산적하여 운반하는 선박의 경우, 조건 중 적어도 하나는 부분적으로 채워진 탱크가 포함되어야 한다. 곡물을 산적하여 운송하는 선박의 경우, 곡물 적재조건 중 하나는 곡물이 부분적으로 채워진 화물창을 포함해야 한다. Test condition 내에서 각 구획은 적어도 한 번은 적재되어야한다. Test condition은 일반적으로 만재상태에서 경하상태 조건에 이르기까지 흘수의 범위를 포함하며, 최소 하나의 출항 및 입항 condition을 포함해야 한다. 안전귀항을 위한 형식 4 복원성 소프트웨어의 경우, 우리 선급은 최소 3개의 손상사례를 조사해야하며, 각각의 경우는 선박의 승인된 복원성자료와 관련된 3개 이상의 적재조건이어야 한다. 소프트웨어의 출력은 승인된 손상 복원성자료 또는 대체 소프트웨어 소스의 해당 로드/손상 사례 결과와 비교해야 한다.

(다) 우리 선급은 신청자가 제출한 다음 자료가 우리 선급에 제출된 현재의 도면 및 문서에 따라 선박의 배치 및 가장 최근에 승인된 경하중량 특성과 일치하는지를 본선에서 추가의 검증이 가능하다는 조건으로 검증해야 한다.

(a) 프로그램 버전번호를 포함한 계산 프로그램의 식별;
(b) 주요 치수, hydrostatic 특성 및 해당되는 경우 선박의 profile
(c) 선수수선 및 선미수선의 위치, 그리고 해당되는 경우, 선박 흘수표시의 실제 위치에서 선수 및 선미흘수를 도출하기 위한 계산 방법
(d) 가장 최근에 승인된 경사시험 또는 경하중량시험에서 얻어진 경량중량 및 무게 중심
(e) 선체선도, off-set 테이블 또는 우리 선급이 선박을 모델링하기 위해 필요한 선형 데이터
(f) 용량표(사운딩/얼리지 테이블), 해당된다면, 자유 표면효과 수정과 함께 프레임 간격 및 볼륨중심을 포함한 구

획 정의

(g) 각 적재조건에 대한 화물 및 소모품 분포

우리 선급의 검증은 본선 컴퓨터 소프트웨어에 프로그래밍 된 정보가 선박의 현재 상태와 일치하는지 확인하는 데에 대한 신청자 및 선주의 책임을 면제하는 것은 아니다.

(8) 사용자 매뉴얼

최소한 다음에 대한 설명과 지시사항이 포함된 간단하고 쉬운 사용자 매뉴얼이 제공되어야 한다.

(가) 설치
(나) 기능 키
(다) 메뉴 표시
(라) 입력 및 출력 데이터
(마) 소프트웨어를 작동하는데 필요한 하드웨어 최소사양
(바) test loading condition의 사용
(사) 컴퓨터 안내 대화 단계
(아) 경고 목록

(9) 설치 시험

(가) 최종 또는 업데이트된 소프트웨어가 설치된 후 컴퓨터의 정확한 작동을 보장하기 위해, 현장 검사원의 입회하에 다음에 따라 시험계산을 수행하는 것은 선장의 책임이다.

승인된 test condition으로부터 최소 하나의 loading case(경하중량 제외)가 계산되어야 한다.
비고 : 실제 적재상태에 대한 결과는 컴퓨터가 바르게 작동하는지 확인하는 데 적합하지 않다.
일반적으로 test condition은 컴퓨터에 영구적으로 저장된다.

수행해야할 단계 :

(a) Test load case를 검색하고 계산실행을 시작한다. 계산된 복원성 결과 와 문서내의 복원성 결과를 비교한다.

(b) 흘수나 배수량을 최소한 10% 변경하기에 충분한 재화중량(탱크 중량 및 화물 중량)의 항목들을 변경한다. 승인된 test condition과 다른 결과가 나오는지 검토해야 한다.

(c) 위의 변경된 적재조건을 수정하여 초기 시험조건을 복원하고 결과를 비교 한다. 승인된 test condition관련 입력 및 출력 데이터가 복귀되었는지 확인 한다.

(d) 대안으로, 1개 이상의 test condition이 선택되고 시험계산은 선택된 각 test condition에 대한 모든 재화중량 데이터를 동일하게 프로그램에 입력한다. 그 결과를 test condition의 승인된 사본 결과와 동일한지 검증한다.

(10) 정기적 테스트

(가) 최소한 1개의 승인된 test condition을 이용하여 연차검사 시 복원성계산을 위해 본선에 설치된 컴퓨터의 정확성을 점검하는 것은 본선 선장의 책임이다. 현장 검사원이 본선 컴퓨터 시험에 참석하지 않을 경우, 컴퓨터 시험으로 부터 얻은 test condition 결과의 사본은 현장 검사원의 검증을 위한 충분한 test 문서로서 본선에 보관되어야 한다.

(나) 정기검사 시 승인된 모든 test loading condition에 대한 검증은 현장 검사원의 입회하에 실시해야 한다.

(다) 시험절차는 (9)호에 따라 수행되어야한다.

(11) 기타 요건

(가) 의도하지 않거나 무단으로 프로그램 및 데이터를 수정하지 못하도록 보호되어야 한다.

(나) 프로그램은 프로그램이 잘못 또는 비정상적으로 사용될 때 작동을 모니터링하고 경보를 발하여야 한다.

(다) 시스템에 저장된 프로그램 및 데이터는 전력손실로 인해 손상되지 않도록 보호되어야 한다.

(라) 용량을 초과하여 구획이 채워지거나 지정된 만재흘수선을 초과하는 등의 제한과 관련된 오류 메시지가 포함되어야 한다. ⚓

부록 1-11 전문공급자 승인지침 - 〈Void〉 *(2019)*

(별책 - 전문공급자 승인 지침 참조)

부록 1-12 제조중등록검사 시의 선체검사

1. 범위

이 부록의 범위는 다음 주요활동을 포함한다.

(1) 선체구조에 대한 선급규칙 및 관련 정부규정에 적용받는 선박의 부분에 대한 시험. 이는 승인된 관련도면에 따라 선급규칙 및 관련 정부규정에 적합하게 건조되었다는 적절한 증거를 확보하기 위함이다.

(2) 관련 승인시험의 표시를 통하여 용접용재료, 용접절차, 용접이음 및 조립을 포함한 제작, 건조, 관리 및 자격절차에 대한 평가

(3) 재료, 용접 및 조립을 포함한 선박건조에 적용되는 선급규칙에서 요구하는 검사/시험의 입회, 그리고 검사/시험항목, 방법 (예를 들면, 구조시험, 사수시험 또는 누설시험, 비파괴시험, 치수검증) 및 담당자의 설정

(4) 선박건조를 위한 재료 및 의장에 대한 평가와 이들에 대한 공장에서의 검사는 이 부록에 포함되지 아니한다. 선체/기관용 주조품, 단강품 및 선체구조용 일반강/고장력강에 대한 상세요건은 각각 국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) W7(Hull and Machinery Steel Forging), W8(Hull and Machinery Steel Casting) 및 W11(Normal and High Strength Hull Structural Steels)에 따른다. 이들 항목에 대한 인정은 제조자의 공장에서 시행되는 검사절차 및 적절한 증서의 발급을 통하여 검증된다.

(5) (1)호부터 (4)호에 추가하여, 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙(산적화물선 및 유조선에 대한 목표기반 선박건조기준) 적용대상 유조선 및 산적화물선인 경우 **부록 1-12-2**를 참조할 것.

2. 정의

(1) 선체구조는 다음과 같이 정의된다.

(가) 모든 내부 및 외부구조를 포함한 선체
(나) 선루, 갑판실 및 케이싱
(다) 용접된 거치대, 예를 들면, 주기거치대
(라) 창구코밍, 불워크
(마) 격벽, 갑판 및 외판에 설치되고 용접된 모든 관통부
(바) 공기관 및 선외밸브와 같이 갑판, 격벽 및 외판에 연결되는 모든 설비 - 개정된 국제만재흘수선협약(ILLC) 1966의 모든 항목
(사) 크레인거치대, 비트 및 볼라드와 같이 외판, 갑판 및 일차부재에 용접된 부착물. 다만, 선체구조에 대한 이들의 상호작용에 대하여만 고려한다.

(2) 문서에 대한 참조는 전자송부된 것 또는 저장된 것을 포함한다.

(3) 검사원이 직접 관여되는 검사방법의 정의 : 패트롤, 검토, 입회

(가) **패트롤** : **표 1**에 식별된 선박건조기능의 해당절차, 활동 및 관련문서가 계속해서 선급 및 정부요건에 적합한지를 독립적이고 예정에 없이 시행하는 것을 기본으로 하여 점검하는 행위.
(나) **검토** : 추적성 및 식별을 위하여, 그리고 공정이 지속적으로 선급 및 정부대행요건에 적합한지를 확인하기 위하여 문서를 검토하는 행위.
(다) **입회** : 검사요건에 적합한지를 점검하기 위하여 필요한 범위까지 합의된 검사 및 시험방안서에 따른 예정된 검사에의 참관.

3. 적용

(1) 이 부록은 다음을 제외하고 우리 선급에 등록하고 국제항해를 하고자 하는 모든 강선의 제조중등록검사에 적용한다.
(가) 해상인명안전협약(SOLAS) 제1장 3규칙에 정의된 선박
(나) 고속선의 안전에 관한 국제 코드(HSC) 2000 제1장 1.3.1에 정의된 고속선
(다) MODU 코드 제1장 1.2.1에 정의된 이동식 해저자원 시추선

(2) 이 부록은 국제만재흘수선협약(ILLC) 및 해상인명안전협약(SOLAS)의 안전구조 등 선체구조 및 도장에 관련된 모든 정부대행항목을 포함한다.

(3) 이 부록은 조선소 내부 또는 외부에서 제작되었는지에 관계없이 의장, 설비 및 부가물의 제작은 포함하지 아니하며, 그 예는 다음과 같다. 인정의 증거는 검사원의 관련문서에 의하여 제조자에게 제공되어야 하고 조선소에서 검증되어야 한다.

(가) 창구덮개
(나) 외판 또는 격벽을 구성하는 문 또는 램프
(다) 타 및 타두재
(라) 선체를 구성하는 모든 주조품 및 단강품

(4) 이 부록은 다음을 선박에 설치, 용접 및 시험하는데 적용한다.
(가) (3)호에 나열된 항목
(나) 선박의 수밀 및 풍우밀보전성을 구성하는 설비

(5) 이 부록은 다음 중 어느 한 곳에서 건조되는 선체구조 및 도장에 적용한다.
(가) 조선소의 시설
(나) 외주업체가 조선소의 시설에서
(다) 외주업체가 그들의 시설 또는 떨어진 다른 장소에서

4. 요원의 자격 및 감시

(1) 선박이 승인도면을 사용하여 관련규칙 및 정부대행요건에 적합하게 건조되었는지는 국제선급연합회(IACS)의 절차요건 PR5(Definition of Exclusive Surveyor and Non-Exclusive Surveyor and Procedure for Employment and Control of Non-Exclusive Surveyors)에 정의된 정검사원이 2항 (3)호에 정의된 패트롤, 검토 및 입회를 통하여 확인하여야 한다. 검사원은 임무를 수행할 수 있는 자격을 갖추어야 하며, 그들의 활동이 감시되는지를 확인할 수 있도록 관련 절차를 적소에 갖추고 있어야 한다. 상세는 국제선급연합회(IACS)의 절차요건 PR6 (Procedure for Activity Monitoring of Surveyors/ISM Code Auditor) 및 PR7(Procedure for Qualification and Training of Surveyors)에 따른다.

5. 선체구조 검사

(1) **표 1**은 이 부록에 포함되는 선체구조 및 도장에 대한 검사항목의 목록을 제공하며, 다음을 포함한다.

(가) 선박건조기능의 설명
(나) 선급 및 정부대행검사요건
(다) 선급 검사방법
(라) 관련 국제선급연합회(IACS) 및 정부대행요건에 관한 문서

(마) 건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서
(a) 조선소는 우리 선급이 요구하는 문서에 검사원이 접근할 수 있도록 제공하여야 하며, 여기에는 조선소 또는 다른 제3자가 보유한 문서를 포함한다.

(b) 특정 신조를 위하여 우리 선급의 승인 또는 검토를 받아야 하는 문서목록은 다음과 같다.
(i) 도면 및 관련문서
(ii) 검사 및 시험방안서
(iii) 비파괴시험 방안서
(iv) 용접용재료 상세
(v) 용접절차 시방서
(vi) 용접도면 또는 상세
(vii) 용접사기량자격 기록
(viii) 비파괴시험요원의 자격 기록

(바) 선박건조철에 포함되어야 하는 문서. 상세는 10항을 참조.

(사) 선박건조기능에 관련되는 특정활동에 대한 목록. 이 목록은 전부를 총망라한 것은 아니며 건조시설 또는 특정선박형식을 반영하기 위하여 수정될 수 있다.

(2) 조선소는 선박에 공급되는 재료 및 의장이 관련 선급규칙 및 정부대행요건에 따른 검사를 받고 건조 또는 제작되었다는 것을 증명하기 위한 근거자료를 건조공정이 진행되는 동안 검사원이 요구하는 대로 제공하여야 한다.

6. 건조시설의 검토

(1) 다음의 경우 우리 선급은 어떠한 강재작업 또는 건조가 이루어지기에 앞서 **부록 1-12-1**의 "조선소 검토 기록" 또는 이와 동등한 것을 사용하고 **표 1**의 요건에 따라야 하는 것을 고려하여 조선소의 생산시설, 관리절차 및 안전에 익숙해져야 한다.

(가) 우리 선급이 그 건조시설에 대하여 경험이 없거나 최근(대략 1년 이내)에 경험이 없는 경우 또는 중대한 새 산업기반이 추가된 경우

(나) 선박건조과정에 영향을 주는 중대한 경영상의 변동 또는 인원변동이 있는 경우

(다) 조선소가 다른 형식의 선박 또는 전혀 다른 설계의 선박건조를 계약한 경우

7. 신조검사계획

(1) 모든 신조업무에 대한 검사를 시작하기에 앞서, 우리 선급은 시작회의에서 조선소와 **표 1**에 나열된 항목들에 대하여 협의하여야 한다. 이 회의의 목적은 **표 1**에 규정된 특정활동의 처리방법에 대하여 검토 및 합의하는데 있다. 이 회의는 사용하고자 하는 외주업체의 목록을 포함하여 조선소의 건조시설과 선박의 형식을 고려하여야 한다. **표 1**의 내용에 기초한 회의기록이 작성되어야 한다. **표 1**의 적절한 칸에 지적사항을 기재하여 회의기록으로 사용할 수 있다. 우리 선급이 특정신조업무에 대하여 검사원을 지정한 경우 그 검사원은 시작회의에 참석하여야 한다. 조선소는 우려되는 사항이 발생한 경우에 우리 선급에 의하여 요구될 수 있는 건조 중 특별조사를 시행하는 것과 조사의 진행상황을 우리 선급에게 지속적으로 알리는 것에 동의하여야 한다. 언제든 조사가 착수된 경우 문제가 심각하다면 관련 건조활동을 중지하는 것에 동의할 것을 원칙적으로 조선소에 요구하여야 한다.

(2) 발행된 특정 정부요건 및 정부대행요건의 해석에 주의하여 회의기록을 작성하여야 한다.

(3) 시작회의에서 합의된 활동에 어떠한 변경사항이 있는 경우 이를 알리도록 조선소에 요구하여야 하며 이들 변경사항은 검사계획서에 문서화되어야 한다. 예를 들면, 조선소가 외주업체의 사용 또는 변경을 선택하거나, 또는 생산이나 검사방법, 규칙 및 규정, 구조변경에 따른 변경사항에 대하여 상응하기 위하여, 또는 심각한 부적합이나 기타 결과에 따라 검사요건을 확대할 필요가 있는 경우이다.

(4) 신조를 하는 동안의 선체구조에 대한 건조품질기준이 시작회의에서 검토되고 합의되어야 한다. 선체구조의 제작은 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec 47 "건조 및 수리 품질기준(Shipbuilding and Repair Quality Standard)" 또는 제작/건조를 시작하기에 앞서 우리 선급이 인정한 제작기준(Recognized Fabrication Standard, RFS)에 따라 시행되어야 한다. 작업은 규칙에 적합하게 시행되어야 하며 우리 선급의 검사를 받아야 한다. *(2021)*

우리선급은 (4.1) 또는 (4.2)에 해당되는 경우, 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec. 47 "건조 및 수리 품질기준(Shipbuilding and Repair Quality Standard)"의 대안으로 우리 선급이 인정한 제작기준을 인정할 수 있다. *(2021)*

(4.1) 인정한 제작기준이 잘 확립되어 있고 신조선과 유사한 설계에 성공적으로 적용한 기록(신조선 건조계약 전 3년 이상)이 잘 문서화 되어 있고 해당기록이 신조선과 동일한 조선소에 대한 경우.
조선소는 건조에 사용할 인정한 제작기준을 참조하고 선택한 인정한 제작기준의 사용에 대한 제한사항을 강조하는 요약 문서를 작성해야 한다. 이 요약문서는 선박의 "시작회의 기록"에 포함되어야 한다.
해당되는 경우, 요약문서는 선박건조철에 포함되어야 한다. (해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 제3-10규칙 적용대상 유조선 및 산적화물선의 경우, 부록 12-2-2, 표 A Tier II항목 11에 포함").

(4.2) 인정한 제작기준이 신설 또는 개정 또는 (4.1)에 따르지 않은 경우, 다음 단계를 수행해야 한다.

(a) 인정한 제작기준의 허용오차 및 구성기준은 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec 47 "건조 및 수리 품질기준(Shipbuilding and Repair Quality Standard)"의 허용오차 및 구성기준과 비교해야 한다. 그리고 Rec 47의 요건보다 덜 엄격한 조항은 식별되어야 한다.

(b) (4.2) (a)에서 식별된 인정한 제작기준의 허용오차 및 제작 표준을 평가하여 관련(또는 제안된) 설계에 대한 사용 제한 및/또는 사용 허용 가능성을 결정한다.
사용 및/또는 제한에 대한 허용 가능성에 대한 세부정보는 기록되어져야 한다. 그리고

(c) 상기 (a)와 (b)의 결과를 포함한 요약문서를 작성되어야 한다. 이 문서는 또한 인정한 제작기준에 대한 참조, (4.2) (b)의 일부로 분석되지 않은 허용오차 및 제작 표준의 상세 및 인정한 제작기준의 사용에 대한 모든 제한사항이 포함되어야 한다.

요약문서는 선박의 "시작회의" 기록에 포함되어야 한다. 또한 요약문서는 해당하는 경우 선박건조철에 포함되어야 한다. (해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 제3-10규칙 적용대상 유조선 및 산적화물선의 경우, 부록 12-2-2, 표 A Tier II항목 11에 포함"). *(2021)*

(5) 시작회의에는 조선소의 합의에 따라 국제선급연합회(IACS)의 절차요건 PR3(Transparency of Classification and Statutory Information)에 정의된 다른 기관(선박소유자, 정부 등)이 참석할 수 있다.

(6) 시리즈선 건조*하는 경우*, 첫 번째 선박에 대한 시작회의에서 합의된 특정활동에 어떠한 변경사항도 없다는 것을 조건으로 두 번째 및 이후의 후속호선들에 대하여는 (1)호에 규정된 시작회의에 관한 요건이 면제될 수 있다. 만일 어떠한 변경사항이 있는 경우 이들은 새로운 회의를 통하여 합의되어야 하며 이 회의기록에 문서화되어야 한다.

* 시리즈선 건조 : *(2022)*
첫 번째 선박(모선) 이후의 시리즈 선박, 즉 동일한 조선소에서 건조된 동형선

8. 신조활동에 대한 검사 및 시험방안서

(1) 조선소는 검사 및 시험을 받고자 하는 항목에 대한 방안서를 제공하여야 한다. 이들 방안서를 시작회의 때 검토 및 승인을 위하여 제출할 필요는 없다. 이 방안서는 다음을 포함하여야 한다. *(2020)*

(가) 완결된 강재작업의 검사를 위한 방안 - 일반적으로 블록분할도를 말하며 선행탑재 및 탑재 또는 기타 관련단계에서 블록 상호간의 연결에 대한 상세를 포함한다. (참고용)
(나) 필요한 경우 용접 전 조립검사방안 (승인용)
(다) 모든 수밀 및 풍우밀폐쇄장치 뿐만이 아니라 구조시험(누설 및 정수압)방안 (승인용)
(라) 비파괴 검사방안 (승인용)
(마) 특정 선박형식 또는 정부대행요건에 대한 기타 방안 (승인용)

(2) 방안서 및 이 방안서에 대한 모든 변경사항은 해당 검사활동이 진행되기 전에 검토할 수 있도록 충분한 시간을 두고 검사원에게 제출되어야 한다.

(3) (1)호 및 (2)호에 추가하여, 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙 적용대상 유조선 및 산적화물선인 경우 **부록 1-12-2**를 참조할 것.

9. 검사의 견실함에 대한 증명

(1) 우리 선급은 검사원이 신조검사계획의 요건에 적합하고 조선소의 검사 및 시험방안서의 관련 활동에 정히 참여하였다는 증거, 예를 들면 기록, 점검표, 검사 및 시험기록 등을 제공할 수 있어야 한다.

(2) 이에 추가하여, 우리 선급은 **표 1**에서 요구되고 2항 (3)호 (가)에 규정된 패트롤활동을 하는 동안에 발견된 결함에 대하여 기록을 유지하여야 한다. 이 기록에는 결함의 발견일자, 결함에 대한 설명 및 결함이 해결된 일자가 포함되어야 한다.

10. 선박건조철(Ship Construction File)

이 항의 목적은 **부록 1-12-2**의 3항을 적용하여야 하는 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙 적용대상 유조선 및 산적화물선을 제외한 모든 선박에 적용하고자 함이다.

(1) 조선소는 선박건조철에 대한 문서를 전달하여야 한다. 선박소유자와 같은 다른 기관에 의하여 항목이 제공되는 경우 및 조선소를 제외시킨 문서전달에 관한 별도의 조치가 있는 경우 그 기관에 책임이 있다. 검사원은 선박건조철에 (2)호의 요건에 따르는 항목들이 포함되었는지를 검토하여야 한다.

(2) 본선의 선박건조철에 보관되는 문서의 목적은 검사, 수리 및 정비를 원활하게 하는 것이고, 따라서 다음에 국한되는 것은 아니지만 **표 1**에 나열된 문서에 추가하여 다음을 포함하여야 한다.

(가) 치수상세, 재료상세 및 실행가능한 경우 쇠모허용치, 버트와 시임의 위치, 횡단면상세 및 모든 부분/완전용입용접위치, 정밀검사가 필요하다고 식별된 지역 (일반건화물선, 액화가스 산적운반선 및 검사강화제도 적용대상선박인 경우) 및 타를 포함한 선체구조 완성도

(나) 선급 및 정부대행요건에서 요구되는 지침서, 예를 들면 적하 및 복원성, 선수문/내측문/선측문/선미문 - 작동 및 정비보수지침서(국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S8(Bow Doors and Inner Doors) 및 S9(Side Shell Doors and Stern Doors))

(다) 해당되는 경우 선체구조 접근지침서

(라) 선체에 용접된 단강품 및 주조품 증서사본(국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) W7(Hull and Machinery Steel Forging) 및 W8(Hull and Machinery Steel Casting))

(마) 선박의 수밀 및 풍우밀보전성의 일부를 형성하는 설비의 상세 *(2021)*

케이블 수밀 관통부 밀봉시스템 기록부는 조선소측에서 준비해야 하며 인쇄물 또는 전자파일 형태로 제공될 수 있다. 기록부 예는 부록 1-12-5 "케이블 관통부 밀봉시스템 기록부 작성 예"를 참조한다.

여기에는 선박에서 최종 검사 후 설치된 상태를 문서화하는 마크/식별 시스템, 설치된 각 케이블 관통부 형식에 대한 제조자 매뉴얼을 참조하는 문서, 관통부 형식에 대한 형식승인 증서, 적용 가능한 설치 도면 및 조선소에서 최종 설치 및 검사가 완료된 상태의 각 관통부에 대한 기록을 포함한다.

추가하여, 기록부에는 검사, 변경, 수리 및 정비를 기록하기 위한 조항이 포함되어야 한다.

(바) 시험요건의 상세를 포함한 탱크시험방안서(국제선급연합회(IACS)의 통일규칙(UR) S14(Testing Procedures of Watertight Compartments))

(사) 부식방지시스템의 사양(국제선급연합회(IACS)의 통일규 (UR) Z8(Corrosion Protection Coating for Salt Water Ballast Spaces) 및 Z9(Corrosion Protection Coatings for Cargo Hold Spaces on Bulk Carriers))

(아) 해당되는 경우 수중검사를 위한 상세, 잠수부를 위한 정보, 틈새계측지침 등, 탱크/구획경계

(자) 입거계획서 및 입거 시 통상적으로 시험되는 모든 관통부의 상세

(차) 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙에 따른 선급요건으로서 국제해사기구(IMO)의 도장성능기준(Performance Standard for Protective Coatings: PSPC) 적용대상선박인 경우 도장기술파일(Coating Technical File)

표 1 선체검사항목활동 표

부록 1-12-1 조선소 검토 기록

부록 1-12-2 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙(산적화물선 및 유조선에 대한 목표기반 선박건조기준) 적용대상 유조선 및 산적화물선에 대한 요건

부록 1-12-3 선박건조철 양식 예

부록 1-12-4 선종별 대표적인 취약지역 *(2018)*

부록 1-12-5 케이블 관통부 밀봉시스템 기록부 작성 예 *(2021)*

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
	건조품질관리 기능								
1	용접								
1.1	용접용재료	제조지에서 우리 선급의 별도 승인	승인현황의 검토 및 제조자의 요건에 따라 보관, 사용 및 취급되는지에 대한 패트롤 및 검증	UR W17		용접용재료의 상세 및 승인현황	요구 안함	승인목록에 따른 용접용재료의 식별	
								임시 및 영구보관시설에 대한 검증	예를 들면, 건조, 포장, 필요시 가열
								추적성에 대한 검증	예를 들면, 임의의 묶음번호 점검
1.2	용접사 기량자격	자격이 있는 용접사	용접사기량자격증의 검토 및 패트롤	Rec 47		개인 신분증과 조선소의 기록	요구 안함	용접사기량자격 기준에 대한 검증, 예를 들면, 선급 또는 인정된 기준에 따라 승인되었는가?	
								용접자세에 따라 승인된 용접사에 대한 검증	
								자격증서 유효기간에 대한 검증	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
1.3	용접-기계특성 (용접절차)	모든 용접이음상세, 자세 및 재료는 우리 선급 또는 다른 IACS정회원 선급에 승인된 용접절차에 포함되어야 한다.	검토 및 패트롤	UR W28		선박 또는 공정에 관련되는 승인된 용접절차의 상세 및 용접도면	요구 안함	관련 작업장에서 용접절차가 사용가능한지에 대한 검증	
		우리 선급이 조선소 내에서 검사를 하고 있을 때 우리 선급은 언제나 조선소 내에서 시행되는 모든 새로운 용접절차 시험에 입회하여야 한다.	입회					선급 또는 인정된 기준에 따라 용접절차 기록이 승인되었으며 모든 용접법 및 자세를 포함하는지 그리고 검사원 참고용으로 사용가능한지에 대한 검증	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
1.3a	**용접 설비**	정확한 교정 및 유지	패트롤 및 검토			조선소의 유지 및 교정기록	요구 안함	기계 및 설비 상태에 대한 검증	
								설비는 적절한 요원에 의하여 교정되었는지에 대한 검증	
								교정은 제조자의 권고에 따라 시행되었는지에 대한 검증	
								교정은 정비계획에 따라 시행되었는지에 대한 검증	
1.3b	**용접 환경**	만족스런 환경	패트롤	Rec 47			요구 안함	용접장소는 양호하게 청소, 건조, 조명되었는지에 대한 검증	
								용접에 앞서 예열 또는 후열처리, 표면의 건조를 위한 관련 조치가 취해졌는지의 확인	
								피복가스, 플럭스가 보호되는지의 확인	
1.3c *(2021)*	**용접 감독**	자격이 있는 감독자의 충분한 수	검토 및 패트롤	UR W33, Rec 47				감독이 효과적인지에 대한 검증	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
1.4 *(2021)*	**용접-표면의 불연속성**	사실상 중대한 결함이 없음, 단면 및 크기에 대한 만족	육안검사, 표면탐상기술, 문서의 검토 및 작업자에 대한 패트롤	UR W33, Rec 47		해당 조선소기준 및 인정된 기준 및 규칙, 용접 및 NDE 방안서, NDE 보고서, 작업자 기량자격	요구 안함	NDE가 시행되는 작업장의 식별, 예를 들면, 판의 맞대기용접선, 선체구조와 주조품의 용접선	
								해당되는 경우, NDE가 승인된 방안서에 따라 시행되었는지에 대한 검증	
								NDE방법의 적적성에 대한 검증	
								특히 외주업체가 고용된 경우, 작업자는 적절히 자격을 갖추었는지에 대한 검증	
								NDE가 인정되는 절차에 따라 시행되었는지에 대한 검증	
								NDE기록의 검토	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
1.5 *(2021)*	**용접-불연속성**	NDE는 용접에 사실상 중대한 결함이 없음을 확신할 수 있는 유자격 작업자에 의하여 시행되어야 한다.	방사선투과시험 및 초음파탐상시험, 문서의 검토 및 작업자에 대한 패트롤, 필름검사	UR W33, Rec 47		해당 조선소기준 및 인정된 기준 및 규칙, 용접 및 NDE방안서, NDE보고서, 작업자 기량자격	요구 안함	NDE가 시행되는 작업장의 식별, 예를 들면, 판의 맞대기용접선, 선체구조와 주조품의 용접선	
								해당되는 경우, NDE가 승인된 방안서에 따라 시행되었는지에 대한 검증	
								NDE방법의 적적성에 대한 검증	
								특히 외주업체가 고용된 경우, 작업자는 적절히 자격을 갖추었는지에 대한 검증	
								기록이 작성되었고 이는 상질계(Image Quality Indicator)와 같이 인정된 기준에 적합함과 기록된 감광도에 대한 검증	
								보고서 및 방사선사진이 조선소에 의하여 정확히 평가되어 왔는지에 대한 검증. 방사선사진에 대한 규칙적인 검사원 검토	
								제조자 및 인정되는 기준요건에 따라 설비가 만족하게 교정되었는지에 대한 검증	
								NDE가 인정되는 절차에 따라 시행되었는지에 대한 검증	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
2	강재준비 및 조립								
2.1	표면준비, 표시 및 절단	재료의 추적성 및 허용성, 강판 및 형강 재료의 형식, 치수식별, 시험표시의 확인	패트롤	Rec 47		재료증서, 작업장에서의 조선소 표시/절단 작업 문서 - 그 시설에 보관되는 문서	요구 안함	야적장에의 보관이 만족한지에 대한 검증	
								재료의 추적성에 대한 검증, 예를 들면, 재료증서에 스탬핑하여 식별, 기록 확보	
								처리공정 후 전송표시에 대한 검증	
								숏블라스팅 및 프라이머도장 기준에 대한 검증	
								프라이머의 적정성에 대한 검증	
								강재등급이 식별될 수 있는지에 대한 검증	
								기계가 IACS 또는 제조자의 권고 내에 유지되도록 조정되었는지에 대한 검증	
								표시 및 절단의 정확성에 대한 검증	
								절단된 부재의 보관에 대한 검증	
2.2	곡직	변형에 대한 곡직방법/절차에 대한 승인	패트롤 및 검토	Rec 47		인정된 기준, 승인된 절차	요구 안함	예를 들어 TMCP강, Z강 등의 강재의 등급 및 형식에 따라 곡직절차가 승인되었는지에 대한 검증	
								판 및 형강이 인정된 허용기준 내에 있음을 검증	
2.3	성형	재료특성의 유지. 적합하지 아니한 변형방지를 위한 성형법의 인정	패트롤	Rec 47		열간성형을 위한 조선소의 절차	요구 안함	온도제어가 작업자에 의하여 이행되었는지에 대한 검증	
								특수강 및 재료를 성형하는 경우, 적합한 온도제어법이 사용가능한지에 대한 검증	
								성형절차가 인정가능한지에 대한 검증	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
2.4	**정렬/조립/간격에 대한 기준의 적합성**	참조기준에 따라 정렬/조립/간격 점검	패트롤	Rec 47		해당 조선소기준 및 인정된 기준 및 규칙	요구 안함	모든 작업장에서 만족한 조립 및 정렬을 확보하기 위한 공정에 대한 검증	
								조립작업 중에 끝단가공이 없어진 경우, 다시 가공되는지에 대한 검증	
								큰 간격 및 정렬의 차이를 보상하기위한 수정절차가 정위치에 있는지에 대한 검증	
2.5 *(2018)*	**정렬/조립 또는 용접배치 에 취약한 지역[1], (정의된 경우), 에 대한 적합성**	승인된 도면에 따라 정렬/조립/간격의 점검	입회 및 검토	Rec 47		해당 조선소기준 및 인정된 기준 및 규칙, 승인된 도면 또는 기준, 조선소검사기록	해당되는 경우, 취약지역에 대한 승인도면	최신 승인도에 관련된 정보가 작업장에서 사용가능한지에 대한 검증	
								모든 작업장에서 만족한 조립 및 정렬을 확보하기 위한 공정에 대한 검증	
								조립작업 중에 끝단가공이 없어진 경우, 다시 가공되는지에 대한 검증	
								큰 간격 및 정렬의 차이를 보상하기위한 수정절차가 정위치에 있는지에 대한 검증	

(비고)

[1] 취약한 지역에 대하여는 다음의 자료를 이용할 수 있다. *(2018)*

a) 선체건조감시 부기부호 “Sea Trust(HCM)”를 부여받은 선박의 경우 승인된 선체건조감시계획서 또는,

b) 해당되는 경우, 승인된 선체구조접근 지침서 또는,

c) 기타 참고 자료 *(2020)*

I) 선종별 대표적인 취약부위(부록 1-12-4) 또는,

ii) 다음의 인쇄물을 참고한다.

- 유조선 : Guidance Manual for Tanker Structures by TSCF나 Double Hull Oil Tankers - Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structures By IACS(Rec 96) 또는 최신 IMO 총회 결의 A1047(27)(2011 ESP Code)
- 산적화물선 : Bulk Carriers Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structure by IACS(Rec 76) 또는 최신 IMO 총회 결의 A1047(27)(2011 ESP Code)
- 일반건화물선 : General Dry Cargo Ships - Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structure By IACS(Rec. 55)
- 컨테이너선 : Container Ship - Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structure By IACS(Rec. 84) 등

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
3	**강재작업공정, 예를 들면, 소조립, 블록, 대조립 및 메가블록조립, 선행탑재 및 탑재, 덮개판**	승인도에의 적합, 용접 및 재료에 대한 육안검사, 정렬 및 변형에 대한 점검	공정 패트롤 및 완결된 항목에 대한 입회	Rec 47		승인도, 조선소 검사기록, 해당 조선소기준 및 인정된 기준 및 규칙, 작업도(강재작업 부서용)		최신 승인도에 관련된 정보가 작업장에서 사용가능한지에 대한 검증	
								정확한 용접크기가 채택되었는지에 대한 검증	
								다른 작업 단계에서 용접공정의 작업이 만족한지에 대한 검증	
								절단된 부재의 식별에 대한 검증	
								조립이 인정된 허용기준 내에 있는지에 대한 검증	
								이 표의 참조 1에 명시된 정확한 용접요건이 채택되었는지에 대한 검증	
								덮개판 등을 위한 공정이 인정가능한지에 대한 검증	
								강재작업이 승인도에 적합한지에 대한 확인	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
4	**보수작업 및 개조**	용접, 변형에 대한 점검, 정렬	기록검토 및 입회	Rec 47		조선소 검사항목의 영구기록		개구오작, 의장항목의 변경 등의 상황에 대하여, 승인도의 중요한 변경사항의 기록이 유지되는지에 대한 검증	
								조선소가 시행하여 우리 선급의 주목을 받은 모든 변경사항이 인정가능한지에 대한 검증	
5	**누설 및 사수시험을 포함한 밀폐성시험, 수압-공기압 시험**	누설이 없음	검토 및 시험입회	UR S14	Reg. II-1/11 of SOLAS as amended	승인된 탱크시험방안서, 조선소검사기록	승인된 탱크시험방안서	탱크시험이 승인된 방안서에 따라 시행되었는지에 대한 확인	
								누설시험의 시행에 사용된 방법에 대한 확인	
								누설, 사수, 정수압 및 수압-공기압시험을 위한 정확한 시험압력이 만족하게 유지되었는지에 대한 확인	
								탱크시험의 적절한 기록이 유지되었는지에 대한 검증	
6	**구조시험**	설계의 구조적적합성	검토 및 시험입회	UR S14	Reg. II-1/11 of SOLAS as amended	승인된 탱크시험방안서, 조선소검사기록	승인된 탱크시험방안서	탱크시험이 승인된 방안서에 따라 시행되었는지에 대한 확인	
								시험을 위한 정확한 시험압력이 만족하게 유지되었는지에 대한 확인	
								탱크시험의 적절한 기록이 유지되었는지에 대한 검증	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
7	PSPC에 따른 도장시스템을 제외한 부식보호시스템, 예를 들면, 도장, 음극방식, 외부전원식 *(2019)*	선체외부를 형성하는 평형수탱크의 경계 및 산적화물선 화물창내부표면, 창구덮개 및 코밍에는 유효한 보호도장이 되어야 한다. 음극방식장치의 안전성은 별도로 취급되어야 한다.	조선소 및 제조자의 문서에 대한 검토 및 보고	UR Z8 및 Z9, UI SC122, UR F1	Reg. II-1/3-2 of SOLAS as amended	제조자 및 조선소의 사양	부식방지사양서	적용된 도장이 승인되었는지에 대한 검증 및 시공기록에 대한 검토	
								적절한 기록이 유지되었으며 선박건조철에 사본이 보관되었는지에 대한 검증	
	방오시스템의 적용		검토		AFS 협약	도장사양서	도장사양서 및 제조자 선언서	적절한 기록이 유지되었으며 선박건조철에 사본이 보관되었는지에 대한 검증	
7.1	PSPC 적용대상인 모든 형식의 선박의 전용 평형수탱크 및 산적화물선의 이중선측 공간에 대한 경화보호도장 *(2019)*	도장검사요건의 이행을 감시	패트롤 및 검토	UI SC223	Reg. II-1/3-2 of SOLAS as amended	서명되고 검증된 삼자합의서	도장기술파일	적용된 도장이 승인되었는지에 대한 검증 및 MSC.215(82) 부록 7장을 적용한 기록에 대한 검토	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
8	다음의 설치, 용접 및 시험								
8.1	창구덮개	밀폐성 및 고정	입회	UR S14 및 Rec 14	Reg. 13-14-15 and 16 of ILLC '66	승인된 탱크시험방안서, 조선소검사기록	상세가 요구됨, 구조도면	창구덮개 누설시험에 대한 확인	
								작동 및 고정시험에 대한 확인	
8.2	외판 및 격벽의 일부를 형성하는 문 및 램프	밀폐성 및 고정	입회	UR S14	Reg. II-1/18 of SOLAS as amended, Reg. 12 and 21 of ILLC '66	승인된 탱크시험방안서, 조선소검사기록	상세가 요구됨	누설시험에 대한 확인	
								작동 및 고정시험에 대한 확인	
								안전장치작동에 대한 확인	
								선박건조철에 정확한 정비일지/지침서가 제공되었는지에 대한 확인	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
8.3	타	설치	입회	UR S14		승인도, 조선소검사기록	상세가 요구됨, 구조도면	틸러와의 연결을 위한 정렬, 거치 및 조립에 대한 확인	
								작동시험에 대한 확인	
								핀틀 및 모든 고정볼트 설치에 대한 검증	
								모든 틈새계측기록을 포함하여 모든 설치기록이 유지되고 선박건조철에 포함되었는지에 대한 검증	
8.4	주조품 및 단강품	승인도에의 적합, 용접 및 재료의 육안검사, 정렬 및 변형에 대한 점검	공정 패트롤 및 완성된 항목의 입회	UR W7 및 W8		승인도, 조선소검사기록, 해당 조선소기준 및 인정된 기준 및 규칙, 작업도(강재작업부서용)	주조품 및 단강품 증서사본	재료증서에 따라 단강품 및 주조품에 대한 검증	
								이 표의 참조 1, 2.4 및 2.5에 명시된 정확한 용접 및 조립요건이 채택되었는지에 대한 검증	
								선박건조철에 재료증서가 포함되었는지에 대한 검증	
	부가물							이 표의 참조1, 2.4 및 2.5에 명시된 정확한 용접 및 조립요건이 채택되었는지에 대한 검증	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
8.5	**선박의 수밀 및 풍우밀 보전성을 형성하는 설비, 예를 들어, 선외배출관, 공기관, 통풍통**	밀폐성 및 고정	입회		Reg. II-1/16 and Reg. II-1/16-1 of SOLAS as amended; Reg. 17-18-19-20-22-23 of ILLC '66	승인된 탱크시험방안서, 조선소검사기록	상세가 요구됨	이 표의 참조1, 2.4 및 2.5에 명시된 정확한 용접 및 조립요건이 채택되었는지에 대한 검증	
								개정된 ILL 1966에 적합한지에 대한 검증, 즉, 건현지정기록부에 따르는 모든 설비	
				UR P3				공기관, 벤트 등의 폐쇄장치가 승인된 형식인지에 대한 검증	
								해당되는 경우, 선외밸브의 재료증서에 대한 검증	
								건현지정기록부 및 선박건조철에 포함된 모든 재료증서에 대한 검증	
	건현표시 및 흘수표시	허용치 내에 있고 건현지정서에 따라야 함	입회	UI LL4	Reg. 4-5-6-7 and 8 of ILLC '66		상세가 요구됨	건현지정서에 따라 건현표시에 대한 검증	
								보다 엄격한 기국의 요건이 있지 아니하는 한, 흘수표시가 조선소가 규정하여 합의된 허용치 내에 있음에 대한 검증	

표 1 선체검사항목활동 표

참조	건조기능	선급 검사요건	선급 검사방법	IACS 문서*	정부대행요건 및 관련 문서	건조 중 검사원이 사용가능하여야 하는 문서	선박건조철을 위한 문서	특정활동	이 신조업무를 위한 선급의 제안
	주요치수	허용치 내에 있음	검토 및 입회	Rec 47			상세가 요구됨	인정된 기준에 따라 주요치수에 대한 검증	
								선박건조철에 포함된 주요치수에 대한 검증	
	안전구조증서	미결된 결점 또는 결함이 없음	입회		Reg. I/7 or Reg. I/10 of SOLAS as amended, as appropriate			기국요건이 선체구조에 적용되었음에 대한 검증	
8.6 *(2021)*	**케이블 수밀 관통부 밀봉시스템**	(형식)승인된 도면 준수, 조립에 대한 육안 검사, 정렬 및 고정 확인	공정 중 패트롤 및 완료된 시스템의 입회		Reg. II-1/13 and 13-1 of SOLAS as amended	조선소의 검사 기록, 제조업체의 시방서	케이블 관통부 밀봉시스템 기록부	이 표의 참조 1, 2.4 및 2.5에 명시된 것을 포함하여 올바른 용접 및 조립 요건의 적용 여부 검증	
								케이블 수밀 관통부 밀봉시스템의 형식승인 여부 검증	
								기록부의 형식과 내용 검증	

조선소명칭	
프로젝트	
프로젝트 기간	
시작회의 일자	
조선소대표	
선급대표	

* IACS Recommendations는 필수요건이 아님.

〈 표 1 의 추 록 〉

- 모든 신조업무에 대한 검사를 시작하기에 앞서, 우리 선급은 시작회의에서 조선소와 **표** 1에 나열된 항목들에 대하여 협의하여야 한다. 이 회의의 목적은 **표** 1에 규정된 특정활동의 처리방법에 대하여 검토 및 합의하는데 있다. 이 회의는 사용하고자 하는 외주업체의 목록을 포함하여 조선소의 건조시설과 선박의 형식을 고려하여야 한다.

- **표** 1의 내용에 기초한 회의기록이 작성되어야 하며, **표** 1의 적절한 칸에 지적사항을 기재하여 회의기록으로 사용할 수 있다.

- 시작회의에서 합의된 활동에 어떠한 변경사항이 있는 경우 이를 알리도록 조선소에 요구하여야 하며 이들 변경사항은 검사계획서에 문서화되어야 한다.(예를 들면, 조선소가 외주업체의 사용 또는 변경을 선택하거나, 또는 생산이나 검사방법, 규칙 및 규정, 구조변경에 따른 변경사항에 대하여 상응하기 위하여, 또는 심각한 부적합이나 기타결과에 따라 검사요건을 확대할 필요가 있는 경우이다.)

- 시리즈선을 건조하는 경우* 첫 번째 선박에 대한 시작회의에서 합의된 특정활동에 어떠한 변경사항도 없다는 것을 조건으로 두 번째 및 이후의 후속호선들에 대하여는 시작회의에 관한 요건이 면제될 수 있다. 만일 어떠한 변경사항이 있는 경우 이들은 새로운 회의를 통하여 합의되어야 하며 이 회의기록에 문서화되어야 한다.

  * 시리즈선: **규칙 1편 1장 309.** 참조.

- 추가 협의사항 등 :

번호	항목	결과	
1	담당 검사원이 지정된 경우, 그 검사원은 시작회의에 참석하여야 한다.	담당 검사원이 지정되었고 참석하였음.	(Yes / No)
2	시작회의에는 조선소의 합의에 따라 선박소유자, 정부 등이 참석할 수 있다.	선박소유자, 정부 등이 참석하였음. 참석자 :	(Yes / No)
3	조선소는 우려되는 사항이 발생한 경우에 우리 선급에 의하여 요구될 수 있는 건조 중 특별조사를 시행하는 것과 조사의 진행상황을 우리 선급에게 지속적으로 알리는 것에 동의하여야 한다. (문제가 심각하다면 관련 건조활동을 중지할 것에 동의하는지 요구되어야 한다.)	요구되었고 동의하였음.	(Yes / No)
4	신조를 하는 동안의 선체구조에 대한 건조품질기준이 검토되고 합의되어야 한다.	선체구조에 대한 건조품질기준이 검토되고 합의됨. 건조품질기준 :	(Yes / No)
5	발행된 특정 정부요건 및 정부대행요건의 해석에 주의하여 회의기록을 작성하여야 한다.	주의하여야 하는 특정 정부요건 및 정부대행요건의 해석이 있고 관련문서를 첨부함.	(Yes / No)

부록 1-12-1 조선소 검토 기록

조선소명	일자

1. 경영시스템의 상세(Details of any management systems)

취득한 승인	승인기관	만료일자	비고(범위, 등)
ISO-9001			
ISO 14001			
ISO 45001			
기타:			

2. 건조시설(Construction Equipment): (이 항을 작성하는 대신 조선소의 브로슈어와 같은 문서를 첨부할 수 있다)

2.1 선대 (B) 또는 독 (D) * 선대인 경우, 깊이는 해당 없음.

B / D	명칭	길이 (m)	폭 (m)	깊이* (m)	건조 능력 (Gross Tonnage)	크레인 (톤 x 개수)

2.2 의장안벽(Outfitting Quays)

명칭	길이 (m)	폭 (m)	깊이 (m)	접안 능력 (Gross Tonnage)	크레인 (톤 x 개수)

2.3 주요 제조 및 탑재시설(Main Fabrication and Erection Facilities)

(1) 강판의 표시 및 절단(내부재 포함)
- 표시방법 (Manual, Photo x _____, EPM x _____, NC x _____ others _____)
- NC 절단기계 (Gas x _____, Plasma x _____, Laser x _____)
  NC 관리절차 (On-line, other)
- 절단설비 (Edge planer x _____, Roll-shear x _____)

(2) 형강(section bar)의 표시 및 절단
- 표시방법 (Manual, NC) - 참조곡선의 표시 (Manual, NC)
- 절단방법 (Manual, NC) - NC의 경우 (Gas x _____, Plasma x _____)

(3) 일면 자동용접기 (Yes, No)
- 용접기의 형식 (Flax Backing x _____, Flux and Copper Backing x _____ other _____)
- 판 용접을 위한 특수표면판의 유무 (Yes, No)

(4) 필릿용접기 (Gravity, Automatic) 중력식을 제외한 자동화 비율 : 약 _____%
- 선 용접기 (No, Yes: submerged arc x _____ heads, CO_2 x _____ heads)
- 소형 자동필릿용접기 (No, Yes: 명칭: _____ x _____)
- 용접로봇 (No, Yes: Portal x _____, Rectangular x _____, Articulated x _____)

(5) 도장설비
- 판 숏블라스팅/프라이머 도장기계 (No, Yes: 최대폭 _____ m, 길이 _____ m)
- 형강 숏블라스팅/프라이머 도장기계 (No, Yes: 최대길이 _____ m)
- 특수도장 공장 (No, Yes: _____ m x _____ m x _____ sections)

(6) 수직자동용접기 (No, Yes: EG x _____, SEG x _____, ES x _____)
EG: Electrogas SEG: Simplified Electrogas ES: Electroslag

(7) 기타 주요제조시설

3. 유자격 용접사에 대한 조선소의 관리(Shipyard control of Qualified Welders)
(1) 일반강재(Normal steel)

		증서	추적성	감독	기량자격의 유지
조선소 작업자	confirm system in place	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
외주 작업자	confirm system in place	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No

4. 건조절차의 특징(Feature of Construction Procedure)

(1) 선체블록의 외주(중량)
- 조립부재 (No, Yes: 외주작업비율 _____ %, 외주업체 수 _____)
- 블록 (No, Yes: 외주작업비율 _____ %, 외주업체 수 _____)

(2) 판블록 조립방법
- 연결된 패널 상에 종통재 및 트랜스버스웨브를 조립하고 용접하는 방법
- 트랜스버스웨브의 조립 및 용접 전에 연결된 패널 상에 종통재를 용접하는 방법
- 연결된 패널 상에 종통재 및 트랜스버스웨브로 구성된 프레임을 조립하고 용접하는 방법
- 트랜스버스웨브를 조립하고 용접하기 전에 선행 조립된 종통재와 함께 패널을 용접으로 연결하는 방법
- 기타(상세는 아래 (5)에 명기할 것)

(3) - 선행의장 시행
그랜드블록/메가블록 채택

선대/독에서 탑재하는 방법
- 탑재블록의 최대 무게 : 톤
- 선대/독/육상(land) 내 건조방법 (1척, 1.5척: Semi-tandem, dual entrance)
- 블록탑재절차 (single starting block, multi starting blocks, inserting block : No, Yes)

(4) 최종입거 (No, Yes: In-house, Other place of the same company, Use other company)

(5) 건조절차의 기타특징

5. 품질관리체계(Quality Control System): (사용가능한 경우, 품질매뉴얼 참조)

항목 및 설명	결과	비고
(1) 설계, 구매, 생산 및 품질보증부서를 포함한 조직도의 유무 - 조직의 기능, 책임 및 권한이 명확한가?		
(2) 품질관리조직 - 품질관리조직의 유무 - 이 조직의 인원수 - 시험 및 검사와 관련된 절차 또는 방안서의 유무	부서장을 포함한 인원수 _____ 명	
(3) 조선소의 자체검사체계 - 선급검사 전에 자체검사가 시행되는가? - 자체검사자가 지명되었는가? (목록 점검) - 자체검사자의 수 (선체관련 전담) - 검사결과가 검사대상에 표시 및/또는 점검표에 기록되는가?	_____ 명	
(4) 검사 및 시험의 기록 - 기록이 적절히 작성되고 유지되는가? - 책임자가 기록을 검증하는가? - 발생된 부적합사항에 대하여 필요한 시정조치를 취하는 것이 점검되는가?		
(5) 검사원 입회검사 시의 상태 - 검사계획이 자주 변경되는가? - 자체검사, 조선소검사 및 수리가 미리 종결되는가? - 발판, 조명, 청소 등 검사를 위한 충분한 준비가 이루어지는가?		
(비고) (3) 및 (4)는 외주된 항목에 대한 검사에도 적용한다.		

6. 안전 및 위생조치(Measures for Safety and Health)

항목 및 설명	결과	비고
(1) 발판, 안전망, 안전벨트, 조명 및 환기상태가 양호한가?		
(2) 방사선투과시험 및 체리피커운행에 충분한 주의가 기울여지는가?		
(비고)		

7. 비파과검사의 관리체계(Control System of Non-Destructive Testing(NDT))

항목 및 설명	결과	비고
(1) 조선소의 NDT 감독자 수(판정결과 책임자 포함)	_____ 명	
(2) 외주된 NDT 작업 의존도 - 조선소 작업자의 수 - 외주 작업자의 수	 _____ 명 _____ 명	
(3) NDT 외주업체 명칭 및 공식기술자격	명칭 _____ (승인기관) _____ 명칭 _____ (승인기관) _____	
(4) 조선소 NDT 요원의 공식기술자격 등급 및 수 방사선투과시험 전문 초음파탐상시험 전문 표면탐상시험 전문	 _____ 등급 _____ 명 _____ 등급 _____ 명 _____ 등급 _____ 명	
(5) 만일 비파괴시험이 외주된다면, 공식기술자격요원의 등급 및 수 방사선투과시험 전문 초음파탐상시험 전문 표면탐상시험 전문	 _____ 등급 _____ 명 _____ 등급 _____ 명 _____ 등급 _____ 명	
(6) 비파괴시험장비(조선소 보유) - 방사선투과시험 장비의 수 - 초음파탐상시험 장비의 수	 _____ _____	
(비고) 모든 작업이 외주된 경우에도, 작업을 검증할 수 있는 자격요원을 배정할 것을 권고한다.		

8. 생산라인의 품질관리(Quality Control on Production Line)

항목 및 설명	결과	비고
8.1 잘못된 재료사용에 대한 방지책		
(1) 주문강판과 입고강판의 대조 및 재료시험성적서 검토의 감독관 및 담당자의 직책	감독관의 직책: _____ 담당자의 직책: _____	
(2) 높은 등급의 강으로 넘겨지는 재료의 등급을 확인하는 방법이 규정되었는가?		
(3) 고장력강 및 저온용강의 재료등급을 확인하는 규정이 명시되었는가? 고장력강의 표면에 고장력강임을 표시하는 규정 및 저온용강에 특정 표시를 하는 규정이 있는가?		
(4) 절단하고 남은 연강의 재사용을 위한 절차가 규정되었는가?		
(5) 절단하고 남은 고장력강의 재사용을 위한 절차가 규정되었는가?		
(6) (4) 및 (5)의 경우, 연강과 대조를 할 수 있는가?		
(7) 절단하고 남은 강재의 목록을 관리하는 부서는?	부서명: _____	
(비고) - 고장력강의 경우, 다른 등급을 식별하는 방법은? - (3) 및 (4)의 경우, 타선급에 의하여 승인된 재료도 유사하게 관리되는가?		
8.2 숏블라스팅/프라이머 도장		
(1) 표면처리기준의 유무		
(2) 도장두께관리기준의 유무 - 두께계측기록의 유무		
(비고) - 기준에는 숏블라스팅 및 프라이머 도장 이후의 추적성과 관련된 설명이 포함되어야 한다.		

8.3 표시 및 절단(조립작업)		
(1) 줄자, 줄, 형판 등의 정확성 및 정기적 검사에 대한 기준의 유무		
(2) 절단치수 및 끝단가공의 정확성에 대한 기준의 유무		
(3) 절단면의 마감에 대한 기준의 유무		
(4) NC 절단기 및/또는 플레임플레이너의 정확성을 보증하기 위하여 시행되는 정비 및 검사의 범위 및 주기는?		
(5) NC의 경우에 디스크, 테이프 등은 양호한 상태로 유지되는가?		
(6) 정확성을 유지하기 위하여 작업자가 절단작업의 기준에 정통하도록 채택된 조치 및 주어진 지침은 무엇인가?		
(비고) - (2) 및 (3)의 경우, 점검항목에는 관통구멍(piercing hole)이 없도록 끝단가공이 되었는지에 대한 확인이 포함되어야 한다. - 형강의 NC에 대하여도 이를 준용한다.		

8.4 굽힘 및 변형방지(Bending and strain free)		
(1) 수냉 중 및 급속가열/냉각으로 강의 굽힘 및 변형을 제거할 때의 최대가열온도에 대한 기준의 유무		
(2) 판두께 및 플랜지가공 시 굽힘곡률에 대한 규정의 유무		
(3) 굽힘가공 중에 작업자가 품질과 정확성을 유지하는데 정통하도록 채택된 조치 및 주어진 지침은 무엇인가?		
(비고)		

8.5 용접절차의 관리(Control of Welding Procedure)		
(1) 본선에 적용되는 모든 용접절차는 우리 선급 또는 다른 IACS 정회원선급의 승인을 득하였는가?		
(비고)		
8.6 중대 부적합사항의 취급(Treatment of serious non-conformities)		
(1) 중대한 부적합사항이 발생한 경우, 수리방안서가 우리 선급에 제출되는가?		
(2) 비파괴시험방안서(NDT(RT/UT))는 적절한 시기에 제출되는가?		
(3) 시험결과에 따라 시험의 범위는 확대되는가?		
(비고)		
8.7 정수압 및 수밀시험(Hydrostatic and Watertight Tests)		
(1) 시험방안서는 우리 선급에 제출되는가?		
(2) 진공시험(vacuum test)이 적용되는가?		
(3) 소조립 작업 중에 부분 공기주입 시험(local air injection test)이 적용되는가?		
(4) (2) 또는 (3)이 적용되는 경우, 시험절차는 우리 선급의 승인을 득하였는가?		
(비고)		

부록 1-12-2 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장 A-1편 3-10규칙(산적화물선 및 유조선에 대한 목표기반 선박건조기준) 적용대상 유조선 및 산적화물선에 대한 요건

1. 신조활동에 대한 검사 및 시험방안서

1.1 조선소는 선박의 종류 및 설계를 고려하여 우리 선급의 규칙에 따라 검사 및 시험을 받고자 하는 항목에 대하여 검사계획서로 알려져 있는 문서화된 계획을 제공하여야 한다. 이 검사계획서는 시작회의에서 검토되어야 하며 다음을 포함하여야 한다.

1.1.1 강제적으로 따라야 하는 선박건조기준에 적합하게 건조됨을 확실히 하기 위하여, 건조 중 검사의 범위와 항목의 명시 및 검사 동안에 특별한 주의가 필요한 부분의 식별을 포함한 일련의 요건

.1 위치, 재료, 용접, 주조, 도장 등에 따른 검사의 종류(육안검사, 비파괴검사 등).
.2 시작회의부터 모든 주요건조단계를 걸쳐 인도까지의 모든 조립단계에 대한 건조 중 검사일정의 설정
.3 설계도면을 승인하는 동안에 식별된 취약지역에 대한 조항을 포함한 시험/검사 계획
.4 검사합격에 대한 판정기준
.5 검사결과에 대한 통보 및 문서화를 포함한 조선소와의 상호교류
.6 건조결함을 고치기 위한 수정절차
.7 일정이나 공식적인 검사를 요구하는 항목에 대한 목록
.8 결정하는데 사용되는 판정기준을 포함하여, 선박의 일생동안 특별한 주의가 필요한 부분에 대한 결정 및 문서화

1.1.2 시험 판정기준을 포함하여, 검사 동안의 모든 종류의 시험을 위한 요건에 대한 설명.

2. 설계투명성

2.1 국제해사기구결의 IMO Res.MSC.287(87)(Adoption of the international goal-based ship construction standards for bulk carriers and oil tankers), IMO Res.MSC.290(87)(Adoption of amendments to the international convention for the safety of life at sea, 1974, as amended), IMO Res.MSC.296(87)(Adoption of the guidelines for verification of conformity with goal-based ship construction standards for bulk carriers and oil tankers) 및 IMO MSC.1/Circ.1343(Guidelines for the information to be included in a ship construction file)에 적합하여야 하는 선박인 경우, 즉시 사용할 수 있어야 하는 문서에는 주요 목적기반 변수 및 선박의 운항을 제한할 수 있는 모든 관련 설계변수를 포함하여야 한다.

3. 선박건조철(SCF)

3.1 산적화물선 및 유조선에 대한 목표기반 선박건조기준의 기능적 요건이 선박설계 및 건조에 어떻게 적용되었는지에 대한 구체적인 정보가 포함된 선박건조철(SCF)은 신조선의 인도 시에 제공되어야 하며, 선박이 운항하는 동안 선박 및/또는 육상에 보관되고 적절히 최신화되어야 한다. 선박건조철의 내용은 다음 요건에 적합하여야 한다.

3.1.1 다음의 설계특정정보가 선박건조철(SCF)에 포함되어야 한다:

.1 선박의 일생동안 특별한 주의가 필요한 부위.(구조적으로 취약한 지역 포함)
.2 선박의 운항을 제한하는 모든 설계변수.
.3 구조상세 및 계산서를 포함하여 규칙을 대체한 방안.
.4 치수상세, 재료상세, 버트와 시임의 위치, 횡단면상세 및 모든 부분/완전 용입용접위치를 포함하고 건조공정 중에 인정기관 또는 기국에 의하여 승인된 모든 개조가 포함되었음이 검증된 완성도 및 정보.
.5 모든 구조요소부분에 대한 순(신환)치수, 건조치수 및 자발적인 추가두께.
.6 중립축구역의 신환치수, 갑판구역 및 선저구역의 면적 값과 같은 횡단면 상세를 포함하여 선박의 일생동안 유지되어야 하는 선박의 길이에 걸친 최소 선체거더 단면계수.
.7 선체구조의 건조에 사용된 재료의 목록 및 선박운항의 일생동안 상기 사항의 변경을 문서화하기 위한 조항.
.8 선체에 용접된 단강품 및 주조품 증서사본(국제선급연합회(IACS)의 통일규칙 (UR) W7(Hull and Machinery Steel Forging) 및 W8(Hull and Machinery Steel Casting)).

.9 선박의 수밀 및 풍우밀보전성의 일부를 형성하는 설비의 상세.

9.1 케이블 수밀 관통부 밀봉시스템 기록부는 조선소측에서 준비해야 하며 인쇄물 또는 전자파일의 형태로 제공 될 수 있다. 기록부의 예는 **부록 1-12-5** "케이블 관통부 밀봉시스템 기록부 작성 예"를 참조한다.
여기에는 선박에서 최종 검사 후 설치된 상태를 문서화하는 마크/식별 시스템, 설치된 각 케이블 관통부 형식에 대한 제조자 매뉴얼을 참조하는 문서, 관통부 형식에 대한 형식승인 증서, 적용 가능한 설치 도면 및 조선소에서 최종 설치 및 검사가 완료된 상태의 각 관통부에 대한 기록을 포함한다.
추가하여 기록부에는 검사, 변경, 수리 및 정비를 기록하기 위한 조항이 포함 되어야 한다. *(2021)*

.10 시험요건의 상세를 포함한 탱크시험방안서(국제선급연합회 (IACS)의 통일규칙 (UR) S14 (Testing Procedures of Watertight Compartments)).

.11 해당되는 경우 수중검사를 위한 상세, 잠수부를 위한 정보, 틈새계측지침 등, 탱크/구획경계.

.12 입거검사계획서 및 입거 시 통상적으로 시험되는 모든 관통부의 상세.

.13 국제해사기구(IMO)의 보호도장 성능기준(Performance Standard for Protective Coatings: PSPC2)) 적용 대상선박인 경우 도장기술파일(Coating Technical File).

3.1.2 이에 추가하여 포함되어야 하는 정보의 상세는 이 부록의 **표 A**에 따른다. 이 정보는 안전운항, 정비, 검사, 수리 및 비상조치를 원활하게 하기 위하여 선박의 일생동안 선박 및/또는 육상에 보관되고 적절히 최신화 되어야 한다.

3.1.3 선박건조철 내용의 일부는 여러 등급으로 접근에 제한을 받을 수 있으므로 이러한 문서는 적절히 육상에 보관될 수 있다.

3.1.4 선박건조철에는 선박건조철을 구성하는 문서 및 선박의 안전운항, 정비, 검사, 수리와 비상상황을 위하여 요구되는 이 부록의 **표 A**에 나열된 모든 정보의 목록이 포함되어야 한다. 안전에 특별히 영향을 미치지 않는다고 여겨지는 특정 정보의 상세는 직접적으로 포함되거나 또는 다른 문서를 참조하도록 하여 포함될 수 있다.

3.1.5 선박건조철을 개발할 때는 모든 필요한 정보가 제공되었는지 확인하기 위하여 이 부록 **표 A**의 모든 칸에 대하여 검토되어야 한다.

3.1.6 둘 이상의 Tier II[1] 기능적 요건에 대하여 이 부록에 나열된 정보는 선박건조철 내에서 하나의 항목으로서 제공될 수 있다. 예를 들어, 보호도장 성능기준(PSPC[2]) 에서 요구하는 도장기술파일은 "도장수명" 및 "건조중 검사"의 양쪽에 해당된다.

3.1.7 선박건조철은 선박의 일생동안 본선에 보관되어야 하고, 이에 추가하여 우리 선급 및 기국에서 사용가능하여야 한다. 본선에 보관될 필요가 없다고 여겨지는 정보가 육상에 보관되는 경우, 이러한 정보에 접근하기 위한 절차가 본선의 선박건조철에 명시되어야 한다. 선박건조철의 범위 안에서 지적소유권에 대한 규정은 정히 적용되어야 한다.

3.1.8 선박건조철은 선박의 일생동안 대폭적인 수리나 개조에 국한되지는 않지만 이를 포함하여 주요 사건 또는 선체구조에 대한 변경이 있는 경우 최신화되어야 한다.

3.2 선박건조철은 신조시 3.1.1 및 3.1.2의 요구사항에 따라 검토[3] 되어야 하며 통상의 보관장소는 식별되어져야 한다. *(2018)*

3.2.1 본선에 비치된 선박건조철의 경우, 검사원은 선박건조 완료시 해당정보가 본선에 비치된 선박건조철 내에 포함되어 있는지 검증하여야 한다.

3.2.2 선박건조철 육상보관소에 비치된 선박건조철의 경우, 검사원은 또한 선박건조 완료시 육상보관소의 선박건조철 정보목록을 검사하여 해당정보가 포함되어 있는지 검증하여야 한다.

(비고)

1) Tier II 항목이라 함은 국제해사기구결의(IMO Res. MSC.287(87))로 채택된 산적화물선 및 유조선에 대한 목표기반 선박건조기준(GBS)에 포함된 기능적 요건을 말한다.

2) 국제해사기구결의(IMO Res.MSC.215(82))로 채택된 모든 형식의 선박의 전용 해수평형수탱크 및 산적화물선의 이중선측구역의 보호도장에 대한 성능기준 및 국제해사기구결의(IMO Res.MSC.288(87))로 채택된 원유탱커 화물유탱크의 보호도장에 대한 성능기준

3) **검토**란 신조검사의 마지막 절차로 다음의 항목을 확인하기 위하여 검사원이 실시하는 선박건조철의 검사를 의미한다.

- 이 부록 3.항 "선박건조철(SCF)"에서 요구하는 도면 과 서류 및
- 선박건조철의 도면/문서 목록에 따라 조선소가 본선 및 선박건조철 육상보관소에 사본의 형태로 추가 제공한 도면 및 서류

검토는 적용되는 규칙이나 규정이 적합한지를 검증하기 위하여 도면/문서를 평가하는 것은 아니다. *(2018)*

4. **검사원의 수에 대한 결정**

우리 선급은 신조업무에 대하여 검사계획에서 합의된 검사 및 시험의 적절한 범위에 대응하기 위하여 각 선박의 건조 절차에 따라서 적절한 수의 유자격 검사원을 선정한다.

표 A 선박건조철(SCF)에 포함되어야 하는 정보의 목록

Tier II 항목		포함되어야 하는 정보	내용에 대한 추가 설명	문서 예	통상 보관 위치
설계					
1	설계수명	• 가정된 설계수명 연수	• 중앙횡단면도 상의 서술 또는 메모	• 선박건조철-상세	본선
				• 중앙횡단면도	본선
2	환경조건	• 가정된 환경조건	• 데이터 출처 또는 규칙을 참조하는 서술(특정 규칙 및 데이터) 또는; • 규칙에 따름(일자 및 개정판)	• 선박건조철-상세	본선
3	구조강도				
3.1	일반설계	• 적용된 규칙(일자 및 개정판)	• 규칙을 대체하여 적용된 설계방법 및 대상구조	• 선박건조철-상세	본선
		• 규칙을 대체하여 적용된 요건		• 용적도	본선
3.2	변형 및 파괴 모드	• 계산 조건 및 결과;	• 허용 적재방식	• 적하지침서	본선
		• 가정된 적하상태	• 최대 허용 선체거더 굽힘모멘트 및 전단력	• 트림 및 복원성 자료	본선
3.3	최종강도	• 구조강도에 기인한 운항제한	• 최대 허용 화물밀도 또는 적재계수	• 적하지침기기 사용 매뉴얼 • 작동 및 정비 매뉴얼	본선 본선

3.4	안전여유	• 강도계산결과	• 강도계산의 대량산출물	• 강도계산	육상기록보관소
			• 높은 응력을 받아 항복 및/또는 좌굴이 일어나기 쉬운 지역(예를 들면, 구조적으로 취약한 지역)을 나타내는 도면	• 항복 및/또는 좌굴이 일어나기 쉬운 지역	본선
		• 총 선체거더 단면계수			
		• 중립축구역의 신환치수, 갑판구역 및 선저구역이 면적 값과 같은 횡단면 상세를 포함하여 선박의 일생동안 유지되어야 하는 선박길이에 걸친 최소 선체거더 단면계수		• 일반배치도	본선
		• 구조요소부분의 총치수	• 구조도면	• 기본구조도	본선
		• 구조요소부분의 순치수, 건조치수 및 자발적인 추가두께	• 타 및 선미재		
			• 전형적인 부재의 구조상세	• 타 및 타두재 도면	본선
				• 구조상세	본선
				• 작업도	육상기록보관소
				• 위험지역도면	본선
		• 선형	• 기본구조도에 나타난 선형정보	• 선체선도	육상기록보관소
			• 트림과 복원성 및 종강도 계산에 필요한 본선의 적하지침기기 내에 저장된 선형자료	또는	
				이를 대체하는 동등한 것	본선

4	피로수명	• 적용된 규칙(일자 및 개정판) • 규칙을 대체하여 적용된 요건 • 계산 조건 및 결과; • 가정된 적하상태 • 피로수명계산결과	• 규칙을 대체하여 적용된 설계방법 및 대상구조 • 가정된 적하상태 및 적하속도 • 피로수명계산의 대량산출물 • 피로가 일어나기 쉬운 지역(예를 들면, 구조적으로 취약한 지역)을 나타내는 도면	• 선박건조철-상세 • 구조상세 • 피로수명계산 • 피로가 일어나기 쉬운 지역	본선 본선 육상기록보관소 본선
5	잔존강도	• 적용된 규칙(일자 및 개정판)		• 선박건조철-상세	본선
6	부식방지				
6.1 6.2	도장수명 부식추가	• 화물창, 화물 및 평형수탱크, 기타 일체형 디프탱크 및 보이드 스페이스 내의 도장된 지역과 목표도장수명 및 부식방지를 위한 기타조치 • 화물창, 화물 및 평형수탱크, 기타 일체형 디프탱크 및 보이드 스페이스 내의 도장 및 부식방지를 위한 기타조치에 대한 사양 • 구조요소부분의 총치수 • 구조요소부분의 순치수, 건조치수 및 자발적인 추가두께	• 쇠모한도를 초과한 부식이 일어나기 쉬운 지역(예를 들면, 구조적으로 취약한 지역)을 나타내는 도면	• 선박건조철-상세 • PSPC(국제해사기구결의(IMO Res.MSC.215(82))로 채택된 모든 형식의 선박의 전용 해수평형수탱크 및 산적화물선의 이중선측구역의 보호도장에 대한 성능기준, 그리고 국제해사기구결의(IMO Res.MSC.288(87))로 채택된 원유탱커의 화물탱크의 보호도장을 위한 성능기준)에 따라 요구되는 도장기술파일 • 쇠모한도를 초과한 부식이 일어나기 쉬운 지역 • 기본구조도	본선 본선 본선 본선

7	구조잉여성	• 적용된 규칙(일자 및 개정판)		• 선박건조철-상세	본선
8	수밀 및 풍우밀 보전성	• 적용된 규칙(일자 및 개정판) • 수밀 및 풍우밀 보전성에 대한 주요요인	• 수밀 및 풍우밀 보전성의 부분을 형성하는 설비의 상세	• 선박건조철-상세 • 외판이나 격벽의 일부를 형성하는 창구덮개, 문 및 기타폐쇄장치의 구조상세	본선 본선
9	인적요인에 대한 고려	• 선박의 운항, 검사 및 정비 중의 안전을 향상시키기 위하여 선박구조설계에 적용된 인간공학설계원칙의 목록		• 선박건조철-상세	본선
10	설계투명성	• 적용된 규칙(일자 및 개정판) • 설계투명성 및 IP 보호에 대하여 적용할 수 있는 산업표준 • 육상에 보관된 선박건조철의 해당 부분에 대한 참조		• 지적소유권에 대한 규정 • 육상에 보관된 선박건조철의 해당 부분에 대한 요약, 위치 및 접근절차	본선 본선
건조					
11	건조품질절차	• 적용된 건조품질기준	• 인정된 국내 또는 국제 건조품질기준	• 선박건조철-상세	본선
12	건조중 검사	• 건조중 적용된 검사체제(선박소유자 및 선급의 모든 예정된 건조중 검사를 포함) • 비파괴시험에 대한 정보	• 적용된 규칙(일자 및 개정판) • 선체에 용접된 단강품 및 주조품 증서사본	• 선박건조철-상세 • 탱크시험방안서 • 비파괴시험방안서 • PSPC에 따라 요구되는 도장기술파일	본선 본선 본선 본선

운항중 고려					
13	검사 및 정비	• 높은 수준의 주의를 필요로 하는 선체구조에 특화된 정비계획	• 높은 응력을 받아 항복, 좌굴, 피로 및/또는 쇠모한도를 초과한 부식이 일어나기 쉬운 지역(예를 들면, 구조적으로 취약한 지역)을 나타내는 도면	• 선박건조철-상세 • 작동 및 정비지침서(예를 들면, 창구덮개 및 문)	본선 본선
		• 검사를 위한 준비	• 입거 시 통상적으로 시험되는 모든 관통부의 배치 및 상세	• 입거계획도	본선
		• 총 선체거더 단면계수	• 입거를 위한 상세	• 위험지역도면	본선
		• 중립축구역의 신환치수, 갑판구역 및 선저구역이 면적 값과 같은 횡단면 상세를 포함하여 선박의 일생동안 유지되어야 하는 선박길이에 걸친 최소 선체거더 단면계수	• 수중검사를 위한 상세	• 선체구조접근매뉴얼	본선
				• 기타 일체형 디프탱크로의 접근설비	본선
				• PSPC에 따라 요구되는 도장기술파일	본선
		• 구조요소부분의 총치수		• 기본구조도	본선
		• 구조요소부분의 순치수, 건조치수 및 자발적인 추가두께		• 타 및 타두재	본선
				• 구조상세	본선
				• 작업도	육상기록보관소
			• 기본구조도에 나타난 선형정보	• 선체선도	육상기록보관소
		• 선형		또는 이를 대체하는 동등한 것	본선
14	구조접근성	• 화물창, 화물 및 평형수탱크 및 기타 일체형 디프탱크로의 접근설비	• 접근설비의 배치 및 상세를 나타내는 도면	• 선체구조접근매뉴얼	본선
				• 기타 일체형 디프탱크로의 접근설비	본선

재활용 고려					
15	재활용	• 환경 및 안전과 관련하여 특별한 취급을 필요로 할 수 있는[9] 건조에 사용된 모든 물질에 대한 식별	• 선체구조의 건조에 사용된 물질목록[9]	• 선박건조철-상세	본선

(비고)

1. "선박건조철-상세"라 함은 이들 GBS guideline(MSC.1/Circ.1343)의 요건에 적합하기 위하여 특별히 마련되어야 하는 문서를 말한다.

2. "기본구조도" 라 함은 중앙횡단면도, 주요 유밀 및 수밀 횡격벽도, 강재배치도, 외판전개도, 화물탱크(화물창)구역의 전방 및 후방단면도, 기관실구조도, 선수 및 선미구조도와 같은 도면을 말한다.

3. "작업도"라 함은 모든 구조부재의 치수정보를 포함하는 구조도면일체를 말한다.

4. "선형"이라 함은 선체형상에 대한 도식적 또는 수치적 표현을 말한다. 이에 대한 예로서 선체선도로 제공되는 도식적 설명 및 본선의 적하지침기기 내에 저장된 선형자료로 제공되는 수치적 설명을 포함한다.

5. "선체선도"라 함은 선박의 전체선형을 나타내려는 목적만을 위한 특별한 도면을 말한다.

6. "(선체선도를 대체하는) 동등한 것"이라 함은 선박건조철을 위하여 기본구조도에 포함되어야 하는 선형정보일체를 말한다. 선체구조의 어떤 부분에 대한 수리라도 이를 원활하게 하기 위하여 기하학적 정의를 제공하는 도면에 충분한 정보가 포함되어야 한다.

7. "통상보관위치"라 함은 선박건조철정보의 각 항목이 보관되어야 하는 표준위치를 말한다. 그러나 선박소유자가 변경되는 경우 선박과 함께 전달되는 것을 확실히 할 수 있도록 최소한 상기 표 내에 본선이라고 표시된 항목은 본선에 보관되어야 한다.

8. "육상기록보관소"는 적용가능한 국제기준에 따라 운영되어야 한다.

9. “선체구조의 건조에 사용된 물질목록”은 다음에 따른다.
   1) “환경 및 안전과 관련하여 특별한 취급을 필요로 할 수 있는 물질”이라 함은 선박재활용협약의 부록 1 및 2에 나열된 유해물질을 말한다.

   2) 물질목록은 최소한 선체구조의 명칭, 위치, 물질명, 물질이 사용된 부분 및 대략적인 양에 대한 정보를 포함하여야 한다.

부록 1-12-3 선박건조철 양식 예

Ship Construction File

M / V	" "
IMO No.:	
Hull No.:	

Shipbuilder :

The shipbuilder is to deliver documents for the Ship Construction File. In the event that items have been provided by another party such as the shipowner and where separate arrangements have been made for document delivery which excludes the shipbuilder, that party has the responsibility.

It is recognized that the purpose of documents held in the Ship Construction File on board the ship, is to facilitate inspection(survey) and repair and maintenance, and therefore, is to include but not to limited to:

* : requirements for tankers and bulk carriers subject to SOLAS Ch II-1 Pt A-1 Reg.3-10(Goal-based ship construction standards for bulk carriers and oil tankers) only

1. Final Drawings:

As-built structural drawings including scantling details, material details, and, as applicable, wastage allowances, location of butts and seams, cross section details and locations of all partial and full penetration welds, areas identified for close attention(for general dry cargo ships, liquefied gas carriers and ships subject to the enhanced survey programme) and rudders

And the followings are to be included.

(1) Approved plans of critical areas if applicable
(2) Hatch cover structural drawings and details if applicable
(3) Rudder structural drawings and details
(4) Freeboard marks and draft marks details
(5) Principal dimensions details
(6) Areas requiring special attention throughout the ship's life(including critical structural areas)*
(7) All design parameters limiting the operation of a ship*
(8) Any alternatives to the Rules, including structural details and equivalency calculations*
(9) Plan showing highly stressed area(e.g. critical structural area) prone to yielding, buckling, fatigue and/or excessive corrosion*
(10) Dangerous area plan*
(11) Non-destructive testing plan*

List of Final Drawings

Serial No.	DWG No.	Title of DWG	DWG Box No.

2. Manuals required for classification and statutory requirements, e.g. loading and stability, bow doors and inner doors and side shell doors and stern doors - operations and maintenance manuals(IACS UR S8(Bow Doors and Inner Doors) and S9(Side Shell Doors and Stern Doors)), including ship structures access manual, as applicable.

List of Manuals

Serial No.	Manual No.	Title of Manual	Manual Box No.

3. Copies of certificates of forgings and castings welded into the hull(IACS UR W7(Hull and Machinery Steel Forging) and W8(Hull and Machinery Steel Casting))

List of Copies of Certificates

Serial No.	Cert. No.	Title of Certificate	Remarks

(Note: Copies of Certificates are attached)

4. Details of equipment forming part of the watertight and weather tight integrity of the ship(e.g. overboard discharges, air pipes, ventilators, cable transit sealing systems) *(2021)*

1) List of Drawings or Copies of Certificates

Serial No.	DWG/Cert. No.	Title of DWG/Certificate	Box No.

(Note: Details(drawings, copies of certificates, etc.) of the relevant equipments are attached, or kept at specified box)

2) A cable transit sealing systems register (refer to Appendix 1-12-5) *(2021)*

5. Tank testing plan including details of the test requirements(IACS UR S14 (Testing Procedures of Watertight Compartments))

6. Corrosion prevention specifications(IACS UR Z8(Corrosion Protection Coating for Salt Water Ballast Spaces) and Z9(Corrosion Protection Coatings for Cargo Hold Spaces on Bulk Carriers))

7. Details for the in-water survey, if applicable, information for divers, clearances measurements instructions etc., tank and compartment boundaries.

8. Docking plan and details of all penetrations normally examined at drydocking.

9. Coating Technical File, for ships subject to compliance with the IMO Performance Standard for Protective Coatings(PSPC)

10. Lines plan or equivalent(hull form data stored within an onboard computer necessary for trim and stability and longitudinal strength calculations)*

11. Intellectual property provisions*

12. Summary, location and access procedure for part of Ship Construction File (SCF) information on shore*

13. Documents required by Table A in Annex 1-12 of KR Guidance Relating to the Rules for the Classification of Steel Ships, Pt 1 as "SCF-specific" (see, NOTE 1 of the Table A)*

〈For on shore archive〉*

A. Strength calculation

B. Yard plans

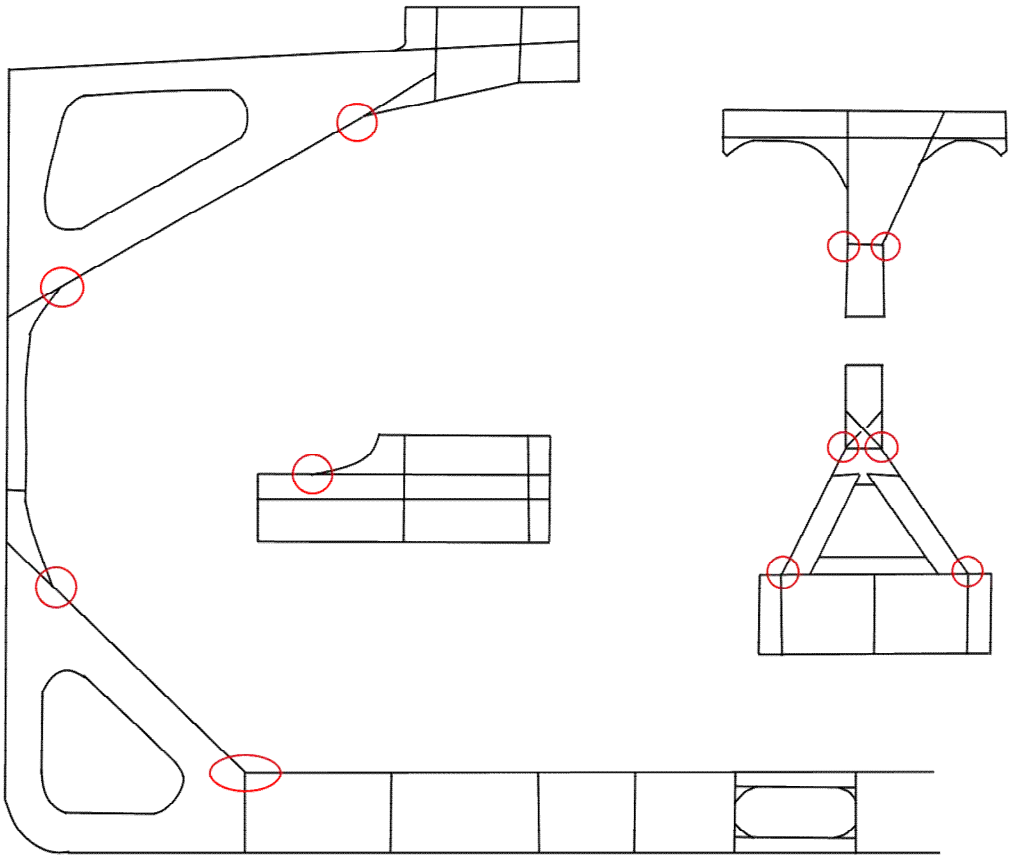
C. Lines plan if applicable(see para 10. above)

D. Fatigue life calculation

부록 1-12-4 선종별 대표적인 취약한 지역 *(2018)*

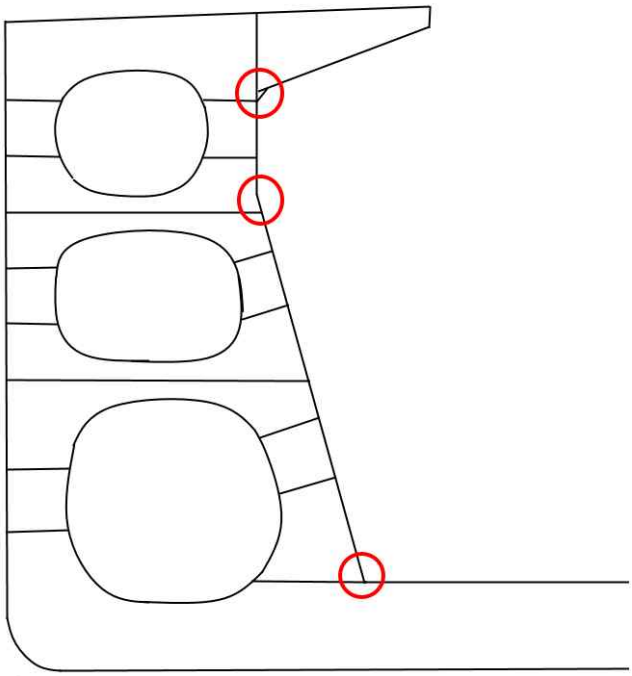
1. **지침 1-12 표 1**에서 언급하는 산적화물선, 광석운반선, 유조선/케미컬 탱커, 초대형 유조선 및 액화가스 산적운반선, 자동차운반선 및 컨테이너선의 대표적인 취약한 부위의 예를 개략적인 그림으로 나타내면 다음과 같다.

(1) 산적화물선

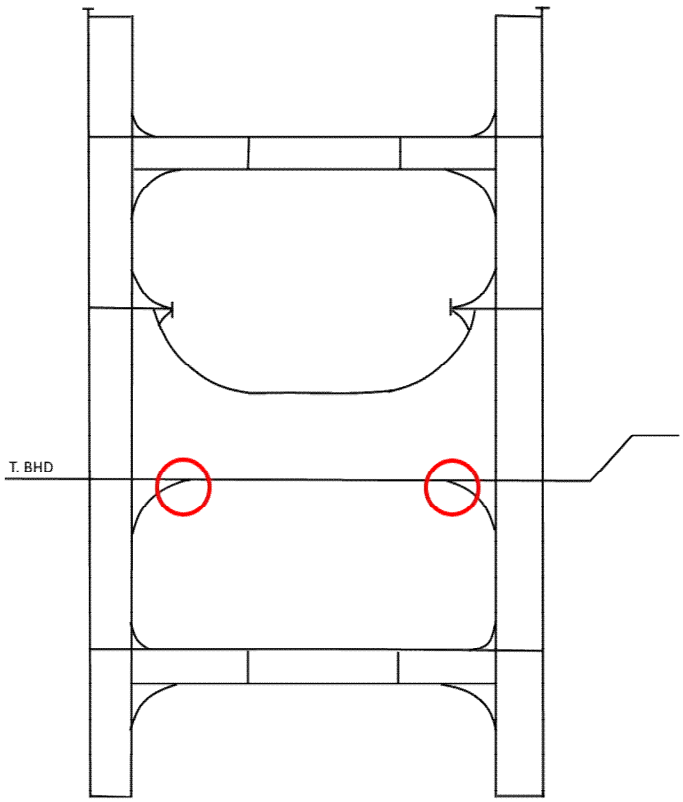


(2) 광석운반선

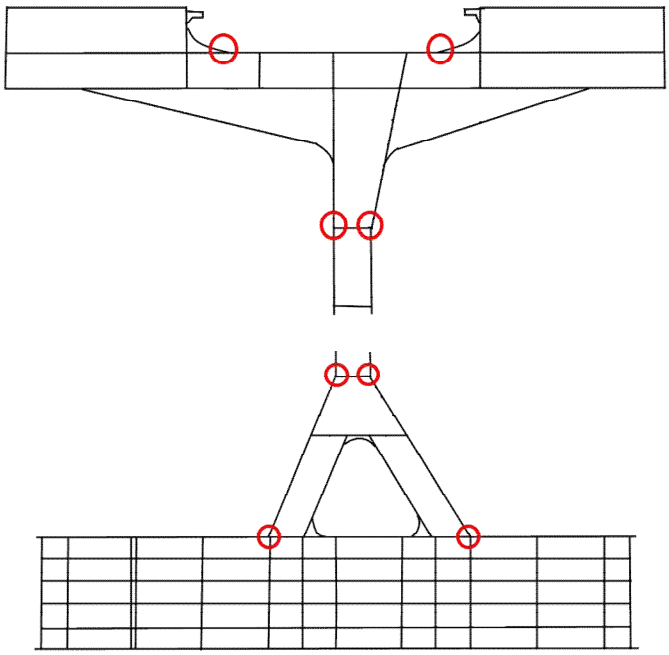
1. Critical Web Section



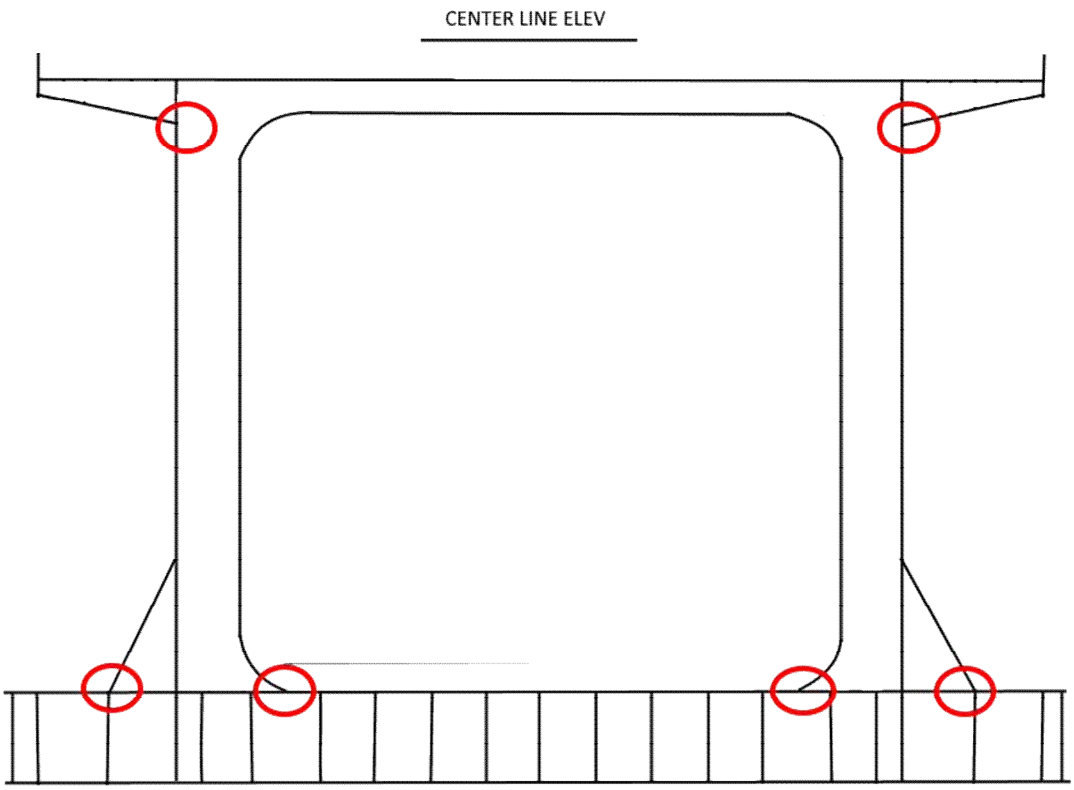
2. Stringer



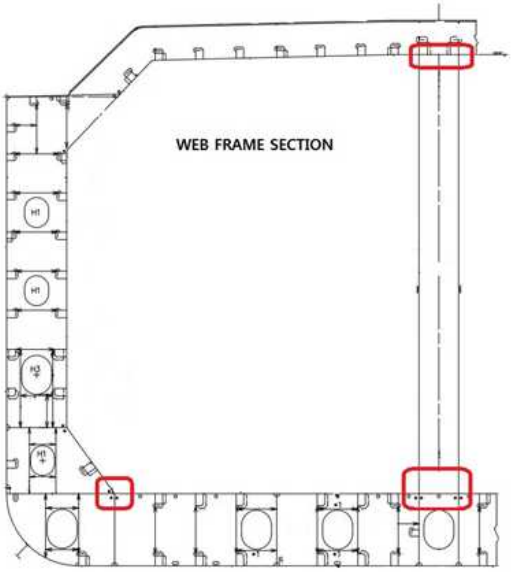
3. Hatch Coming, Upper Stool and Lower Stool



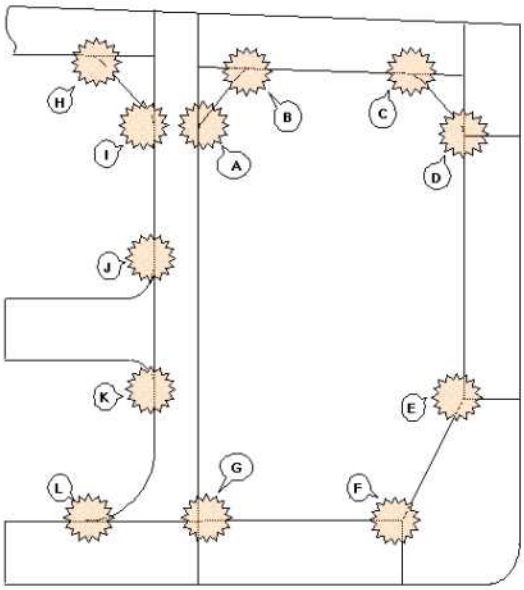
4. Typical Girder Elevation



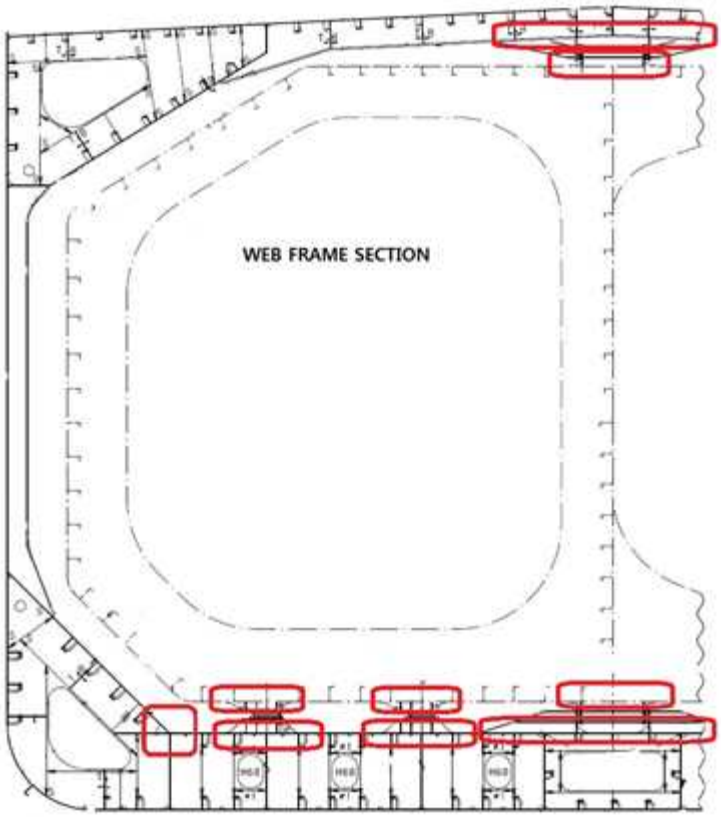
(3-1) 유조선/케미컬탱커



(3-2) 초대형 유조선(VLCC)

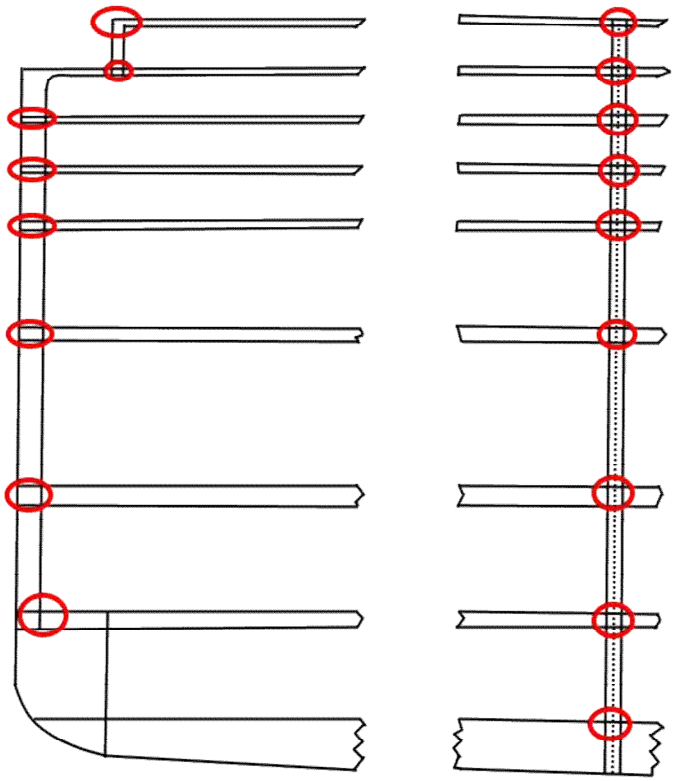


(4) 액화가스 산적운반선

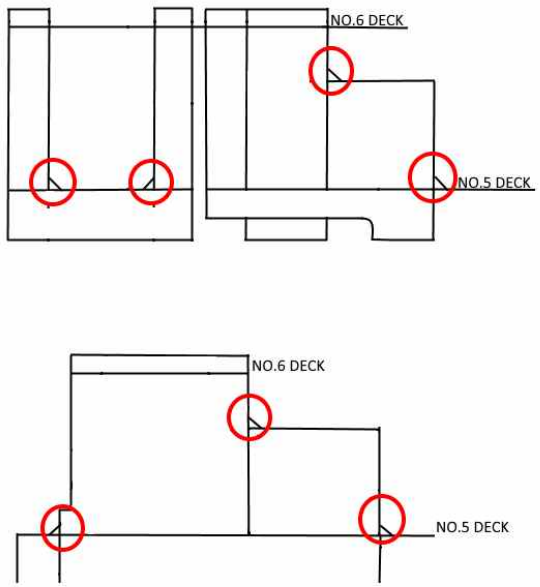


(5) 자동차 운반선

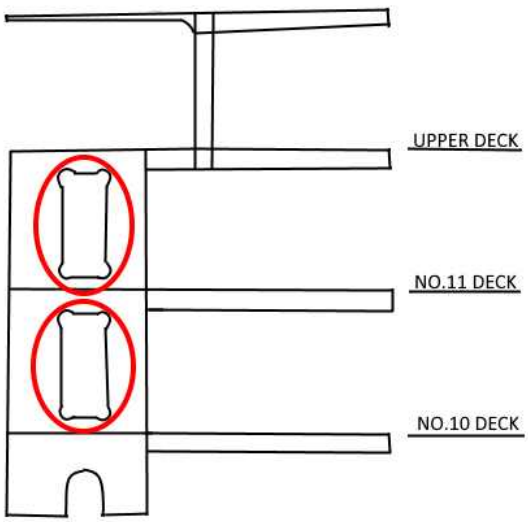
1. Typical Web Section



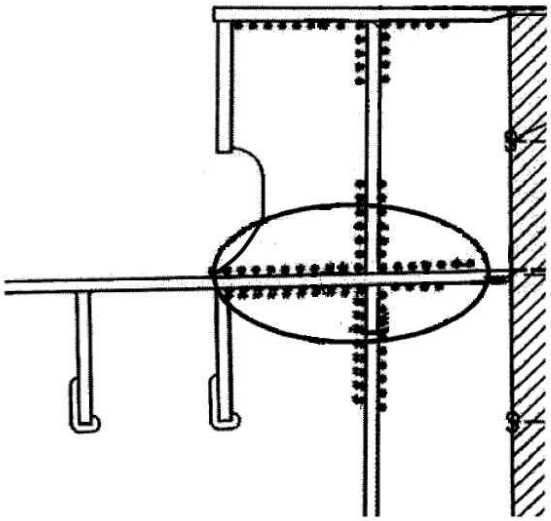
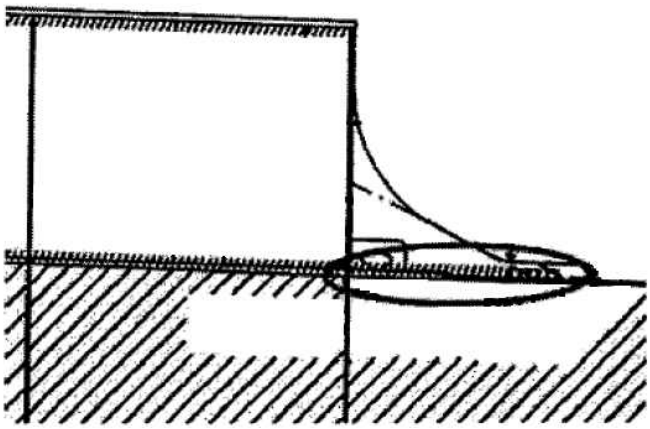
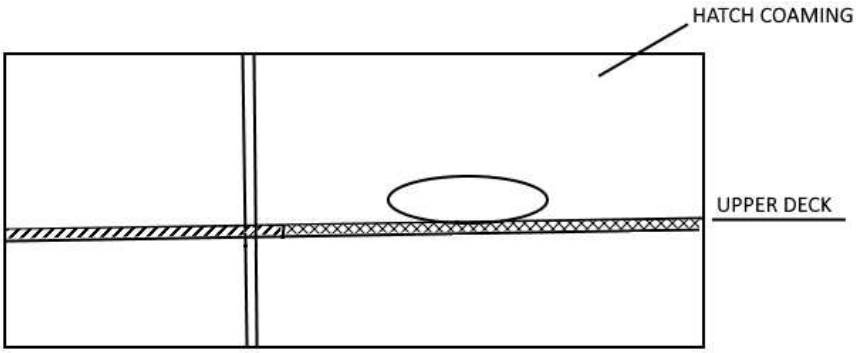
2. Side Girder Elevation

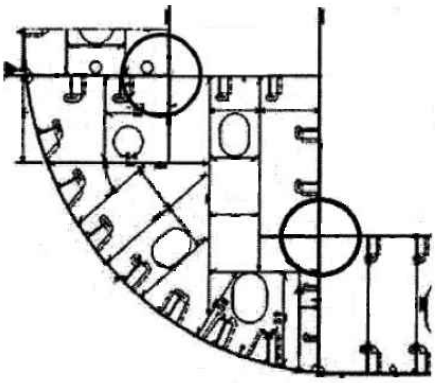
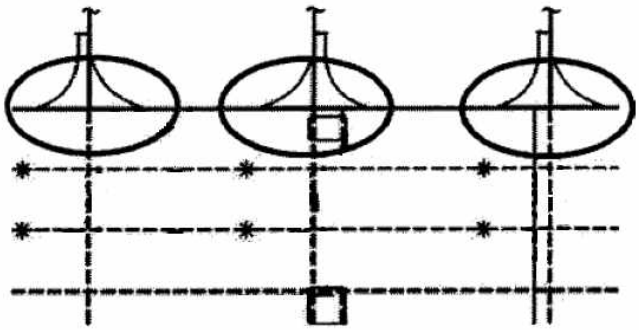
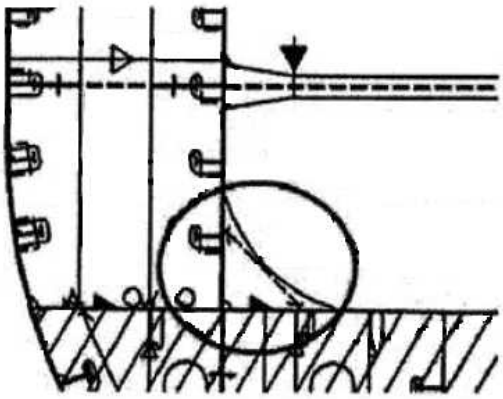
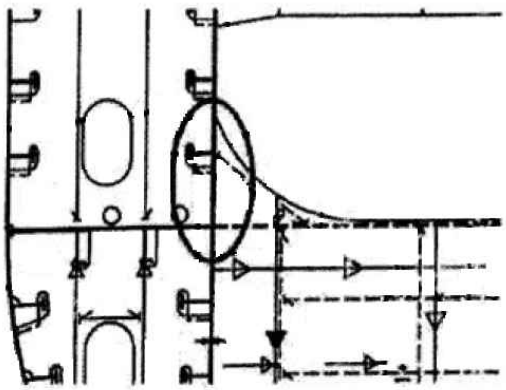


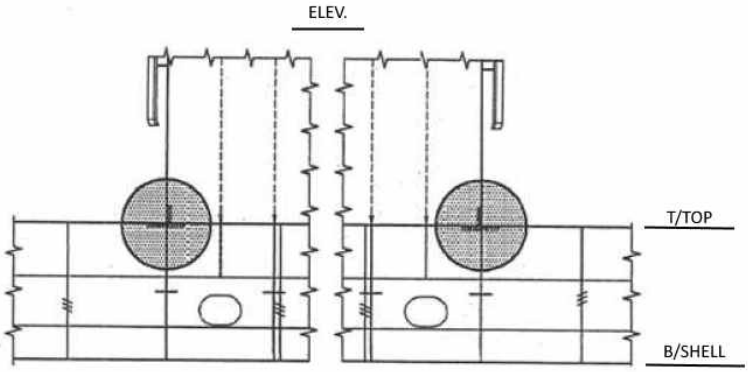
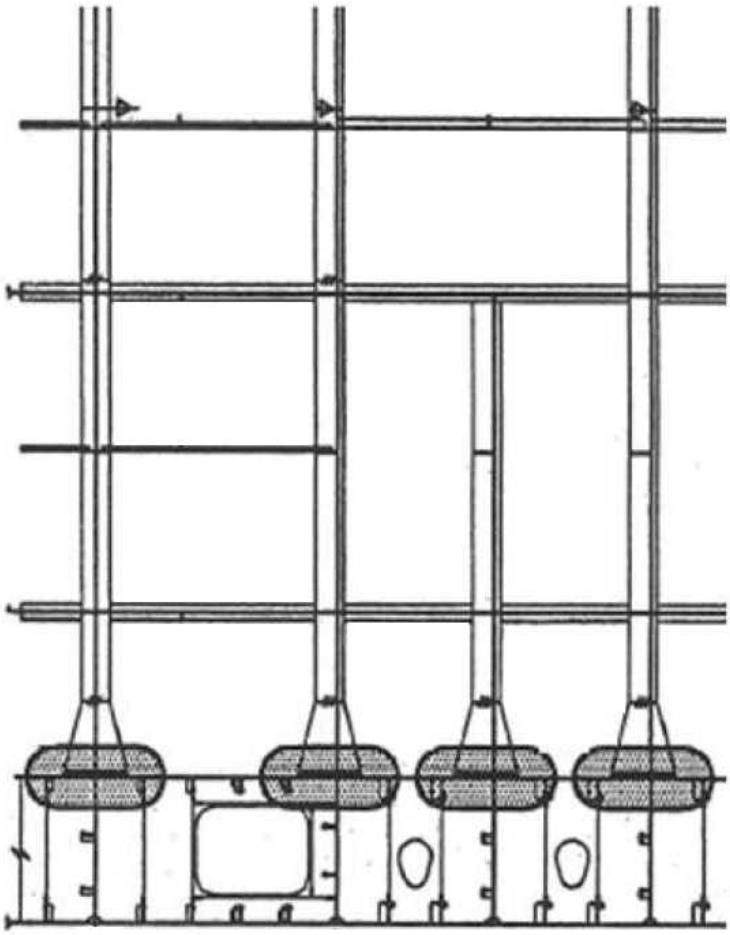
3. Web Section in Engine Room Area

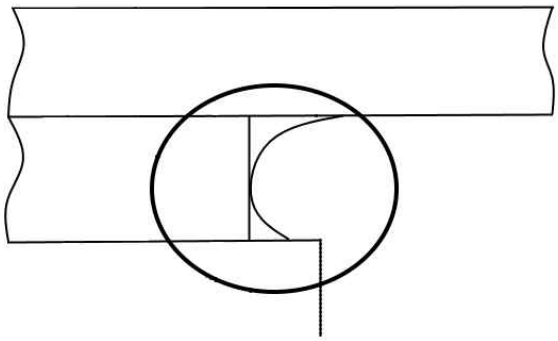
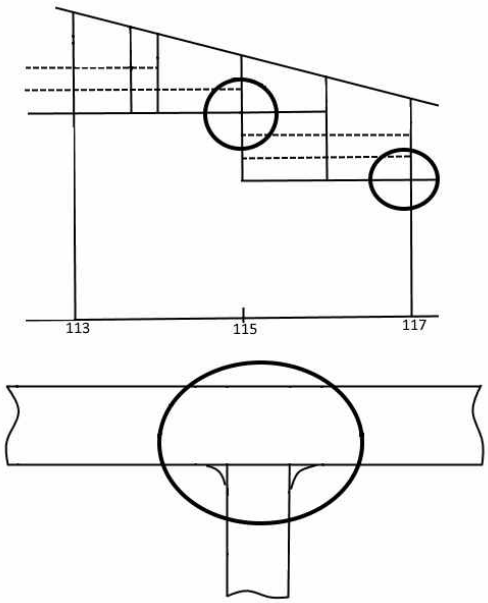
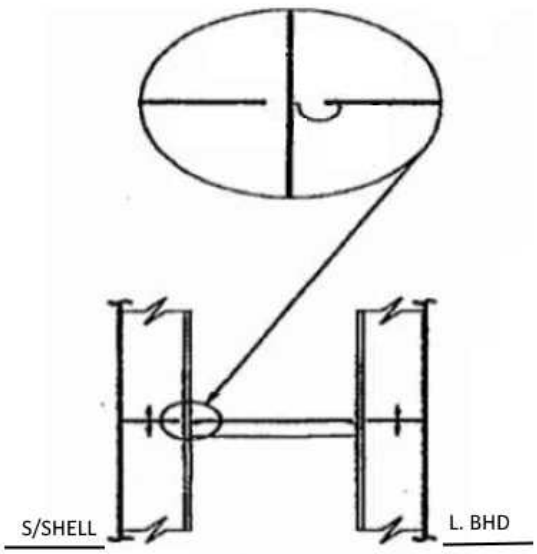


(6) 컨테이너선

1. Hatch Coaming	
Continuous both side welding area of extremely thick steel plates	
Hatch Coaming Extension Bracket Area	
Hatch Coaming Drain Hole	

2. Trans Web Section	
Joint between Inner Bottom and Hopper or Joint between Longi. BHD and Bench Deck	
Bench구조 이면의 Web보강 Bracket (Web Reinforcement Bracket Behind Bench Structure)	
3. Bracket + Bulkhead	
Bracket provided between Longi. BHD and Transverse BHD	
Bracket provided between Longi. BHD and Transverse BHD	

4. Double Bottom Girder & Vertical Web (W. T. BHD)	
Double Bottom Girder + Vertical Web (W. T. BHD)	
5. W. T. BHD + Double Bottom Floor	
Support Bulkhead	

6. Upper Deck + Hatch End Coaming (Cargo Hatch Corners)	
Cargo Hatch Corners	
7. Upper Deck + Cross Deck	
Upper Deck + Cross Deck	
8. Side shell Longitudinal + Transverse Web	
Side Shell Longitudinal + Transverse Web	

부록 1-12-5 케이블 관통부 밀봉시스템 기록부 작성 예 *(2021)*

Name of Ship:	Sample
IMO No:	12345
Place:	Hamburg
Date:	XX/XX/2017

Inspected by: Smith

Transits 4

Total Openings 4

TRANSIT			Inspected side		BRAND	FRAME		Type Approved	CONDITION(G、F、P)	INSPECTED	REPAIRED	MODIFIED	MAINTAINED	NOTES:	Checked by	DATE
Drawing number	ID	Location				Type	Opening number									
			F	B												
GIA-07-1047-000-883	TT-MCT-011				C	d= 50	x							NVD	PTO	2015-02-26
GIA-07-1047-000-883	TT-MCT-012				C	450x200	x							NVD	PTO	2015-02-26
GIA-07-1047-000-883	TT-MCT-013				C	550x200	x							NVD	PTO	2015-02-26
GIA-07-1047-000-883	TT-MCT-014				C	750x200	x							Open, drilled hole not closed	PTO	2015-02-26

NOTES:
C = Compound (not known brand)
R = Smith Blocks
B = MCT Williams
H = Heavy corrosion
N= Nelson, Terasaki
MB=Mixed brands
MM=Mixed module sizes
NVD=No Visible Defects
CPA=Checkpoints rectangular frames
CPB=Checkpoints round frames

부록 1-13 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램

1. 일반

(1) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램은 선박소유자가 선체구조 및 방식조치에 대한 점검 및 정비를 규칙적으로 수행함으로써 우리 선급의 정기적 검사 사이에도 선급요건에 적합함을 계속 유지하기 위한 보조수단으로 권고된다. 이 프로그램이 선급유지를 위한 정기적 검사를 대신할 수는 없다.

(2) 이 프로그램은 선박소유자의 신청에 따라 모든 종류의 선박에 적용할 수 있다. 다만, 현존선이 이 프로그램의 적용을 신청하는 경우 선박의 검사기록, 손상기록, 도장상태 등을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 이 프로그램을 적용할 수 있다.

(3) 이 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 적합한 선박에 대하여는 추가특기사항으로 OHIMP 부호를 부기한다.

(4) 우리 선급은 이 프로그램이 만족하게 시행되지 않거나, 정비기록 또는 선체구조의 일반적인 상태가 적절하지 못하다고 판단하는 경우 OHIMP 부호 및 이 프로그램의 적용을 취소할 수 있다.

(5) 선박소유자가 변경되는 경우에는 이 프로그램의 적용에 대하여 다시 고려되어야 한다.

(6) 이 프로그램은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 컴퓨터시스템에 의하여 보조되고 유지될 수 있다.

2. 요건

(1) 선체에 관련된 미결된 지적사항은 이 프로그램의 적용을 받기 전에 완료되어야 한다. *(2020)*

(2) 선급유지를 위한 정기적인 검사는 이 프로그램에 영향을 주는 선체구조 및 방식조치에 관련된 미결된 지적사항이 없이 최신화되어야 한다. *(2020)*

(3) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 따른 규칙적인 점검 및 정비에 추가하여, 선급유지에 영향을 줄 수 있는 손상이 선체구조 또는 방식조치에 있는 경우 임시 또는 추가의 점검을 하고 기회가 있는 대로 즉시 검사원의 검사를 받아야 한다. 만일 항해 중 수리가 필요한 경우 **규칙 2장 107.**의 **6**항에 따라야 한다. 이와 관련된 상세는 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 따른 보고서의 일부로 기록되어야 한다.

3. 승인 및 검사

(1) 제출문서 및 승인

선박소유자는 다음의 내용을 포함하는 상세한 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램 매뉴얼을 제출하여야 한다. 우리 선급은 제출된 문서를 검토 후 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 대한 승인증서를 발급한다.

(가) 회사의 안전정책 및 폐위구역 출입절차 (참고용)
(나) 일반배치도
(다) 중앙단면도
(라) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 포함되는 각 구역 및 지역의 총목록(즉, 화물창, 화물탱크, 평형수탱크, 보이드 스페이스, 코퍼댐, 파이프터널, 등)

(마) (라)에 규정된 각 구역 및 지역에 대한 방식조치 및 도장상태에 대한 상세
(바) (라)에 규정된 각 구역 및 지역 또는 각 구역 및 지역의 그룹에 대한 점검주기
(사) 각 구역 및 지역의 만족한 점검에 필요한 최소작업의 상세를 명시한 정비설명서

(아) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램이 본선에서 원활히 운용되고 있음을 확인하기 위한 보고서샘플 및 보고절차. 다음의 정보를 선박소유자 사무실 및 본선보관용으로 보고할 수 있는 시스템이 있어야 한다.
  (a) 시행된 점검의 상세(상세에는 본선의 도면상에 식별된 대로 탱크/창의 정보, 늑골번호, 갑판, 외판, 스트링거, 격벽 및 종통부재에 대한 적절한 구조적 식별을 포함하여야 한다)
  (b) 점검 상태
  (c) 발견사항, 시행된 수리 또는 정비

(자) 성명, 직위 및 최근 관련교육일자를 포함하여 점검을 시행하도록 지정된 점검자의 선정
(차) 점검을 시행하기 위한 점검자의 교육에 대한 정보
(카) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 문서

(2) 확인검사

(가) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 대한 승인이 본선에서 유효함을 검증하기 위하여 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램이 승인된 날로부터 1년 이내에 확인검사를 시행하여야 한다.

(나) 입회검사원은 확인검사 중 다음사항을 점검한다.

(a) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 대한 승인증서

(b) (1)호에 규정된 문서

(c) 선장 및 지정된 점검자가 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 익숙한지의 여부

(d) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램이 만족하게 운용되었는지에 대한 점검

(3) 연차심사

(가) 정기적 검사 시 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램의 운영을 점검하기 위하여 연차심사를 시행하여야 한다.

(나) 입회검사원은 연차심사 시 다음사항을 점검한다.

(a) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 대한 승인증서

(b) 검토된 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램 매뉴얼

(c) 선장 및 지정된 점검자가 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 익숙한지의 여부

(d) 본선의 검사현황 및 이력

(e) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램의 세부사항을 요건대로 유지할 책임이 있는 점검자에 의하여 이 프로그램에 대한 정보가 최신화되고 계획된 점검이 시행되며 보고되었는지

(f) 이전 1년 내에 시행된 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 따른 점검에 대하여 일반적인 검토를 시행하여야 한다.

(g) 만일 점검보고서에 선급유지에 영향을 주거나 줄 수 있는 손상 또는 다른 결함이 있는 경우 그 부위를 검사하여야 한다.

4. 점검자 교육

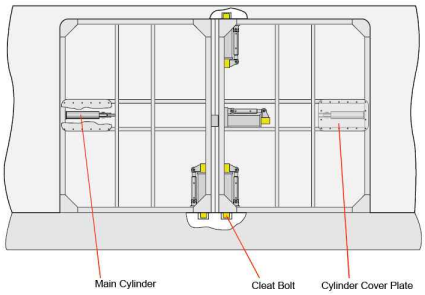
(1) 선박소유자 선체 점검 및 정비 프로그램에 따른 점검을 시행하도록 지정된 본선의 점검자는 이 프로그램에 대한 점검자로 인정되기 전에 우리 선급이 적절하다고 인정하는 교육을 받아야 한다. 다만, 항해사관이 점검자로 지정되는 경우 이러한 교육을 이미 받은 것으로 고려할 수 있다.

(2) 교육은 선박소유자의 결정에 따라 내부 또는 외부교육으로 시행될 수 있다. 교육프로그램에는 최소한 접근설비, 도장평가, 선체구조용어, 선급검사, 선박 종류에 따른 대표적인 선체결함 및/또는 구조적으로 취약한 지역, 허용 및 평가기준, 보고 등이 포함되어야 한다. ⚓

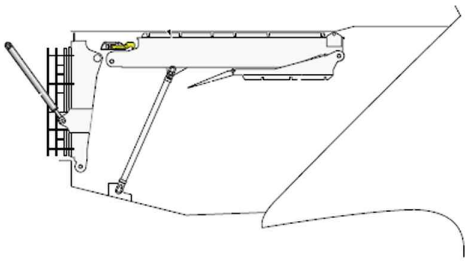
부록 1-14 전형적인 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문의 예

규칙 2장 16절에서 규정하는 선수문, 내측문, 현측문 및 선미문의 전형적인 예를 그림으로 나타내면 다음과 같다.

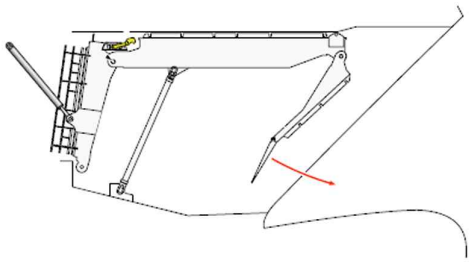
1. 내측선수문 - 측면힌지 쌍립문



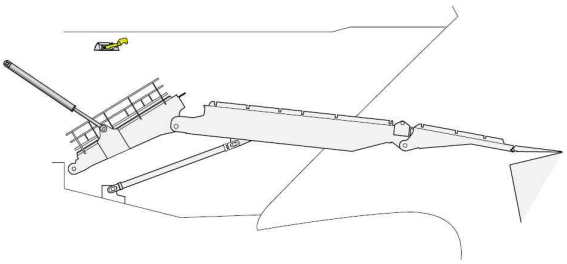
2. 선수램프 - 격납위치, 선미부(내측문) 연결 안 됨



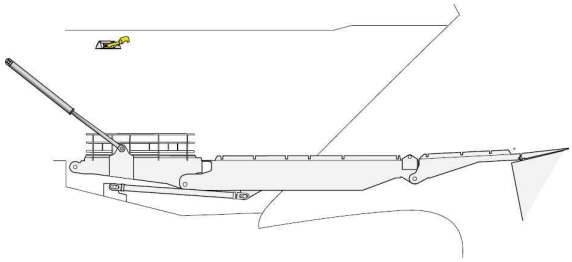
3. 선수램프 - 개방의 시작, 유압힌지핀에 의하여 선미부(내측문) 연결됨



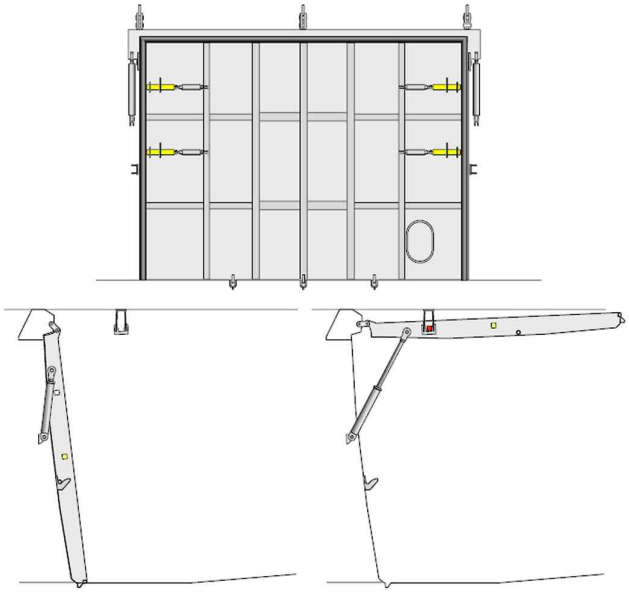
4. 선수램프 - 안벽으로 일부 전개됨



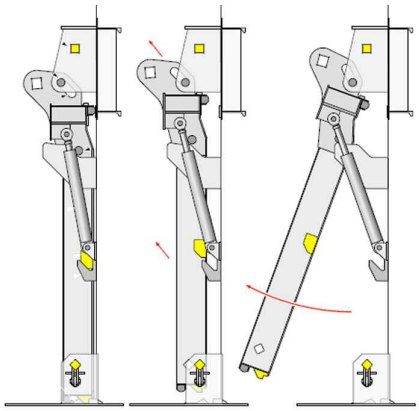
5. 선수램프 - 안벽으로 완전히 전개됨



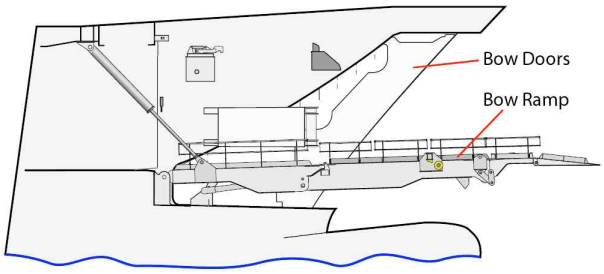
6. 내측선수문 - 상부힌지 단일문, 형식 1



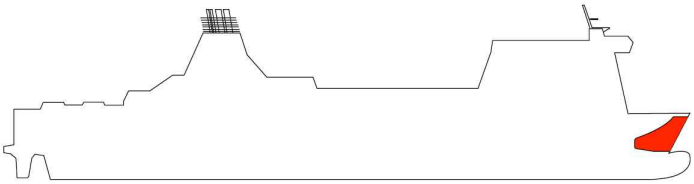
7. 내측선수문 - 상부힌지 단일문, 형식 2



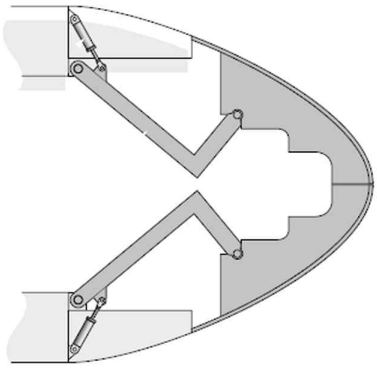
8. 선수램프 - 현측개방형 선수문



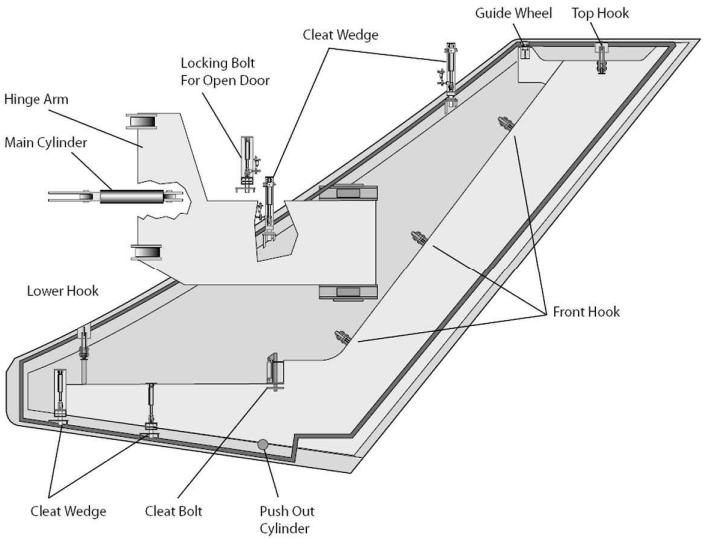
9. 현측개방형 선수문 - 폐쇄됨, 측면도



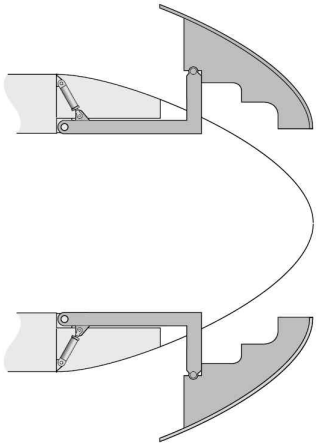
10. 현측개방형 선수문 - 폐쇄됨, 평면도



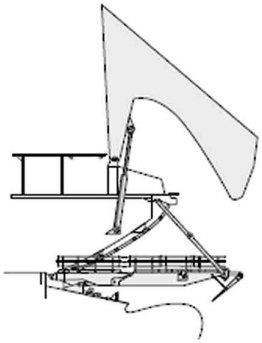
11. 현측개방형 선수문 - 문의 판에 대한 상세



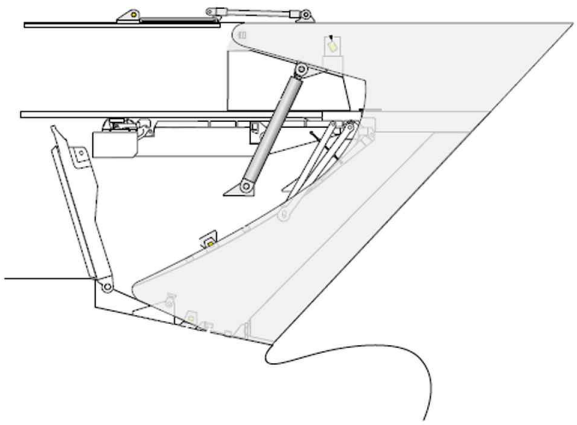
12. 현측개방형 선수문 - 개방됨, 평면도



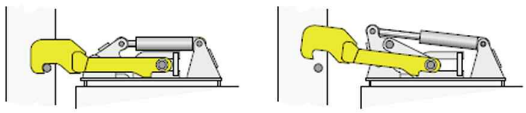
13. 선수램프 - 바이저형 선수문, 일반배치



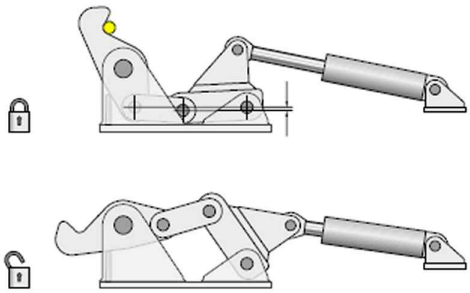
14. 바이저형 선수문 - 일반배치



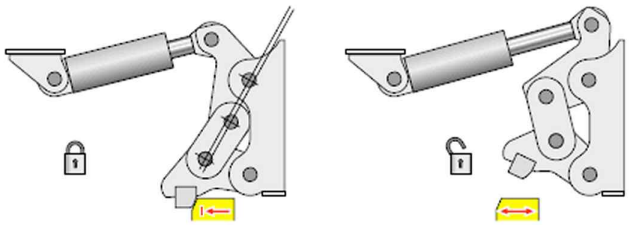
15. 클리팅훅 1



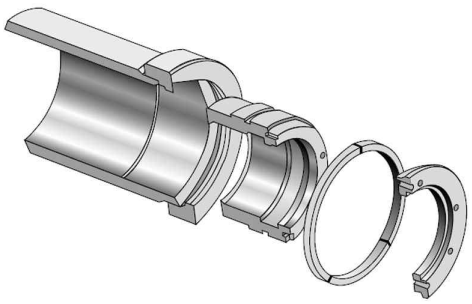
16. 클리팅훅 2



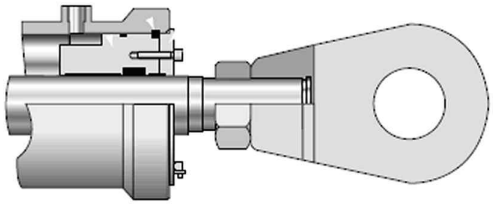
17. 클리팅웨지



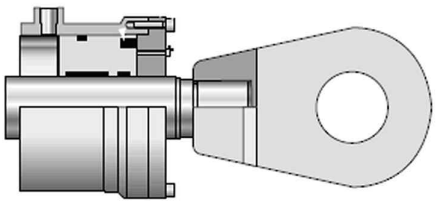
18. 유압구동기 1



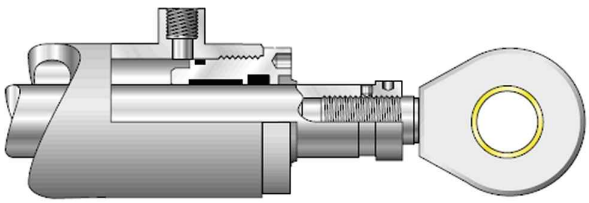
19. 유압구동기 2



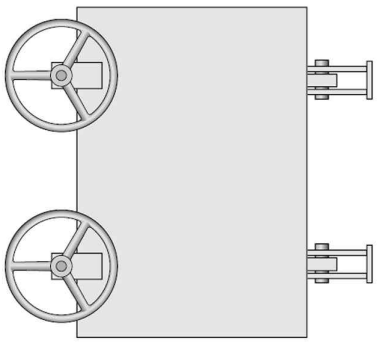
20. 유압구동기 3



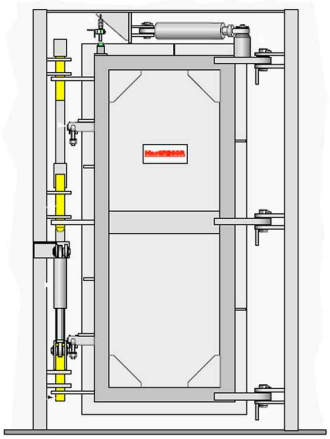
21. 유압구동기 4



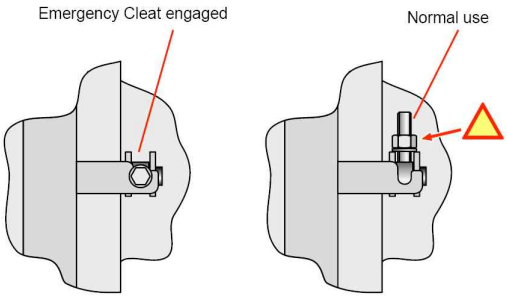
22. 제어반 - 폐쇄문



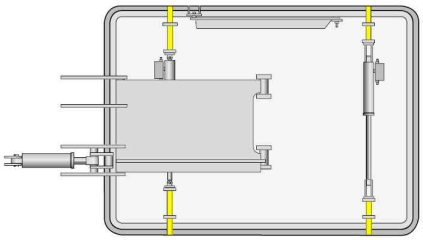
23. 연료문(Bunker Door) - 폐쇄, 내측



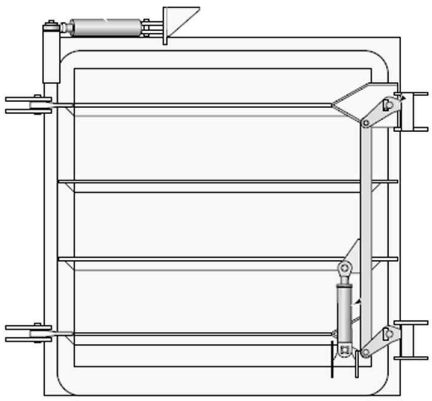
24. 연료문(Bunker Door) - 비상 클리트



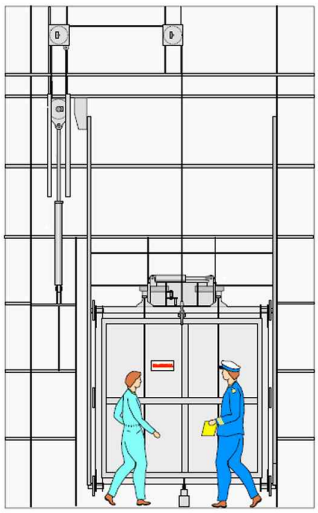
25. 연료구(Bunker Port) - 형식 1, 폐쇄, 내측



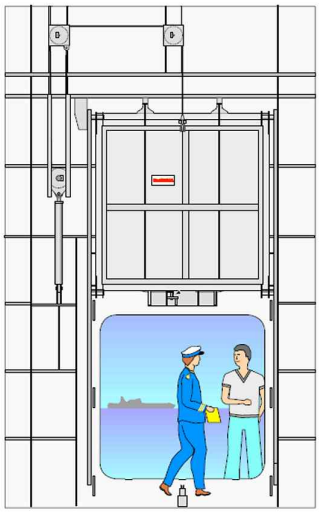
26. 연료구(Bunker Port) - 형식 2, 폐쇄, 내측



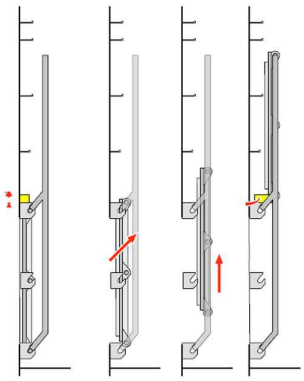
27. 재화문 - 폐쇄, 내측



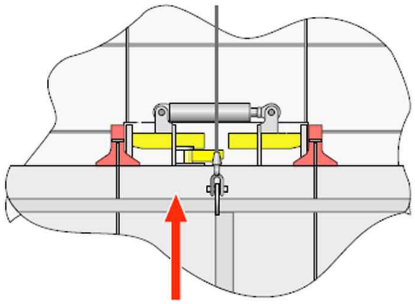
28. 재화문 - 개방, 내측



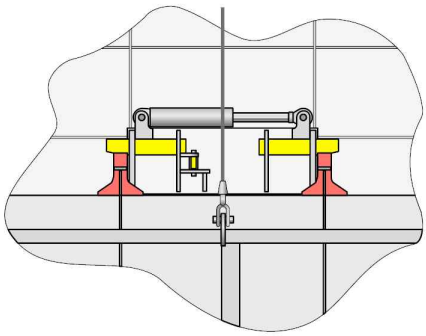
29. 재화문 - 기본 기능



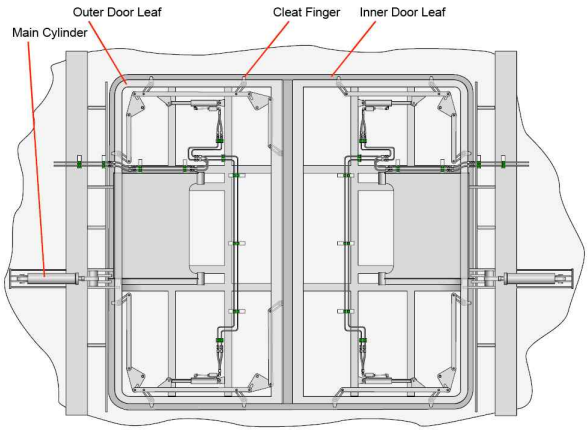
30. 재화문 - 유압잠금장치 풀림



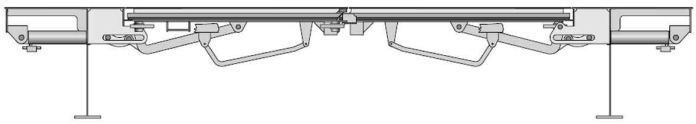
31. 재화문 - 유압잠금장치 닫힘



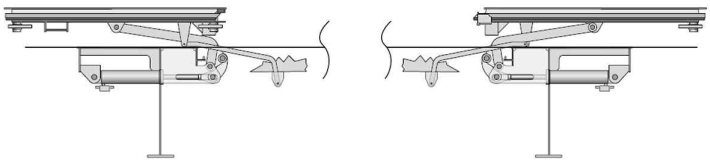
32. 현측문 - 쌍립문, 폐쇄, 내측



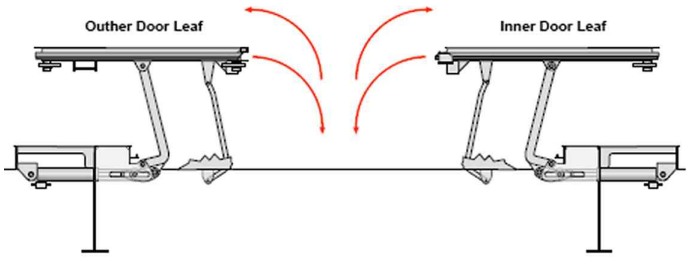
33. 현측문 - 쌍립문, 폐쇄, 평면도



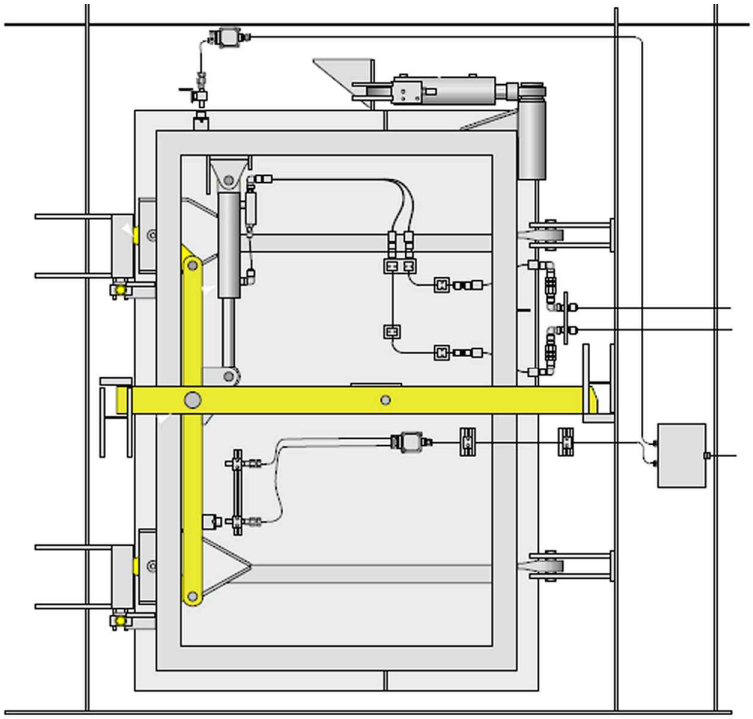
34. 현측문 - 쌍립문, 완전개방, 평면도



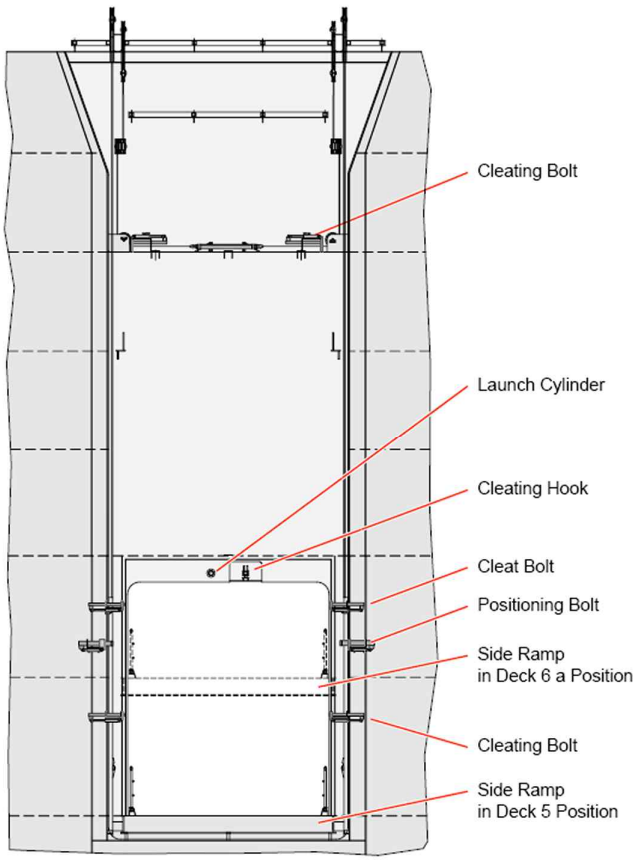
35. 현측문 - 쌍립문, 1/2 개방, 평면도



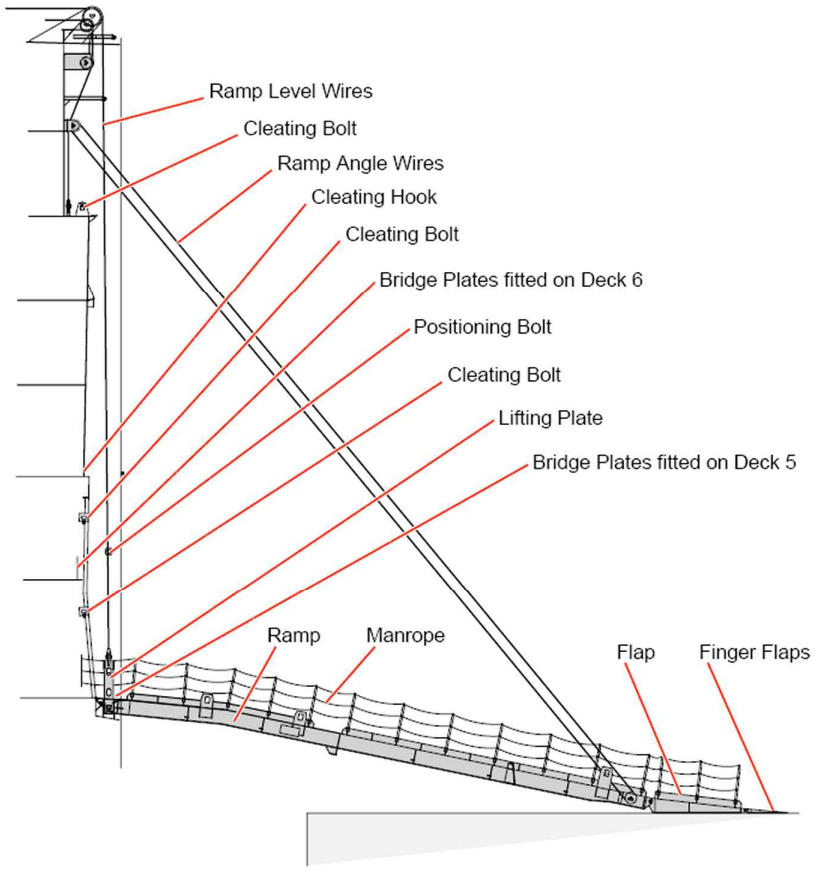
36. 도선사문 - 내측



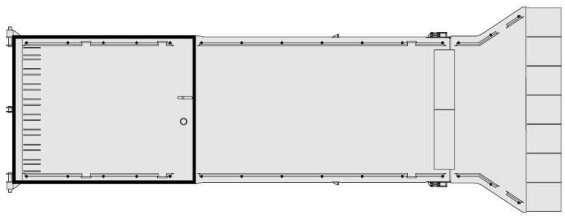
37. 현측램프 - 외측



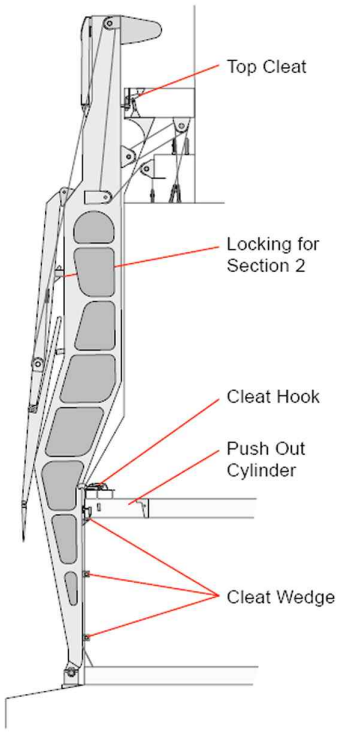
38. 현측램프 - 측면도



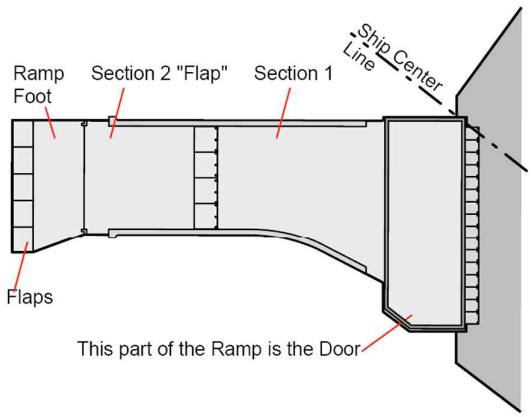
39. 현측램프 - 평면도



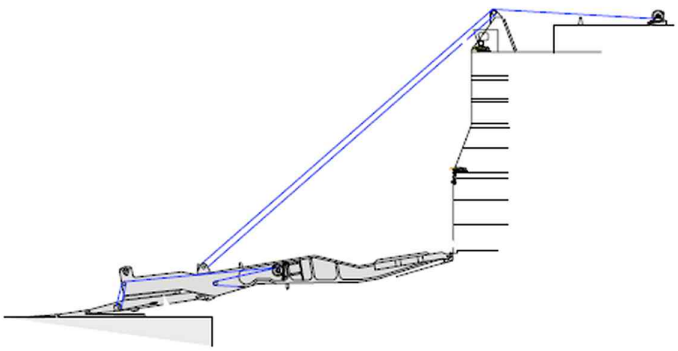
40. 선미문 - 단일문, 폐쇄, 자동차운반선 형식



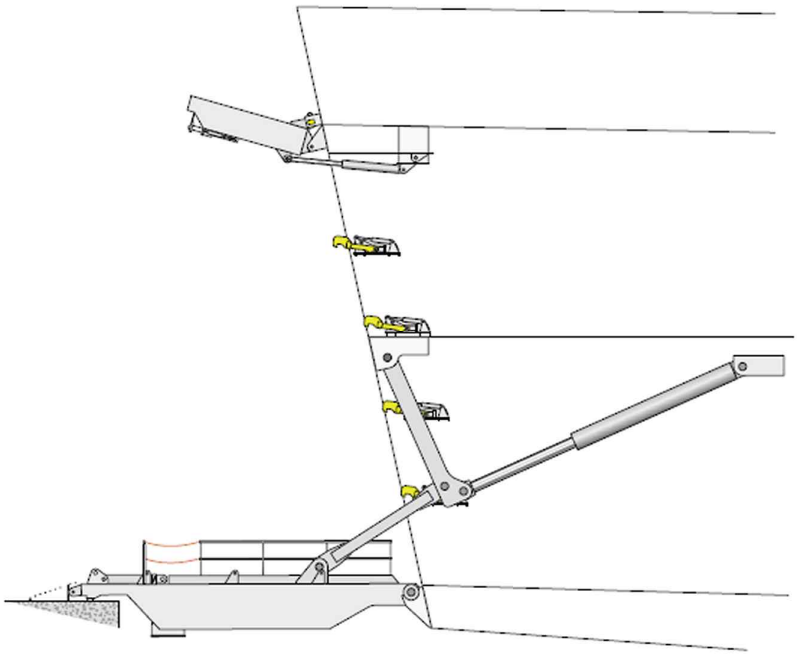
41. 선미문 - 단일문, 개방, 자동차운반선 형식, 평면도



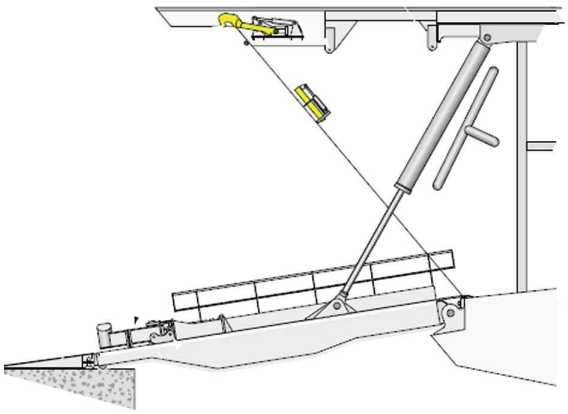
42. 선미문 - 단일문, 개방, 자동차 운반선 형식



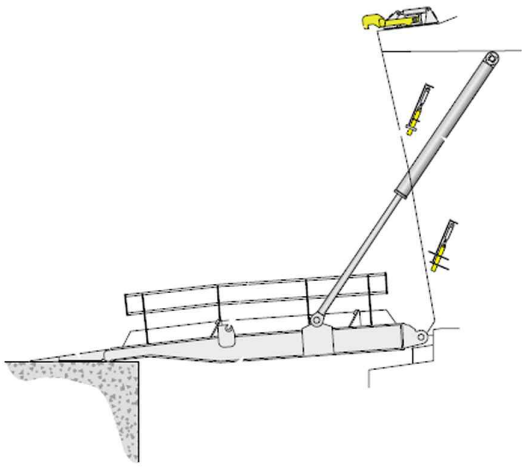
43. 선미문 - 쌍립문, 개방, 전형적인 클리팅 배치



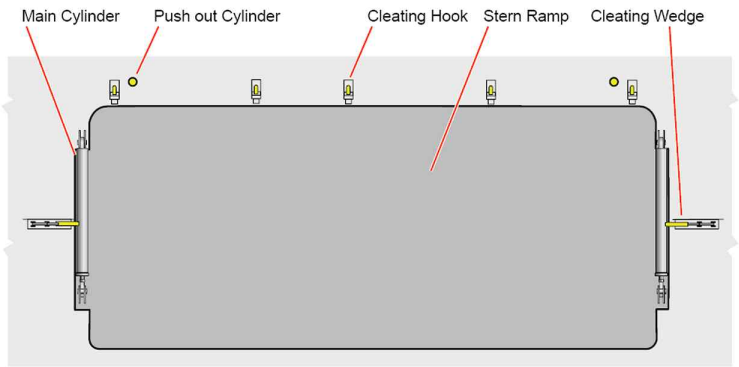
44. 선미문 - 단일문, 개방, 전형적인 클리팅 배치, 형식 1



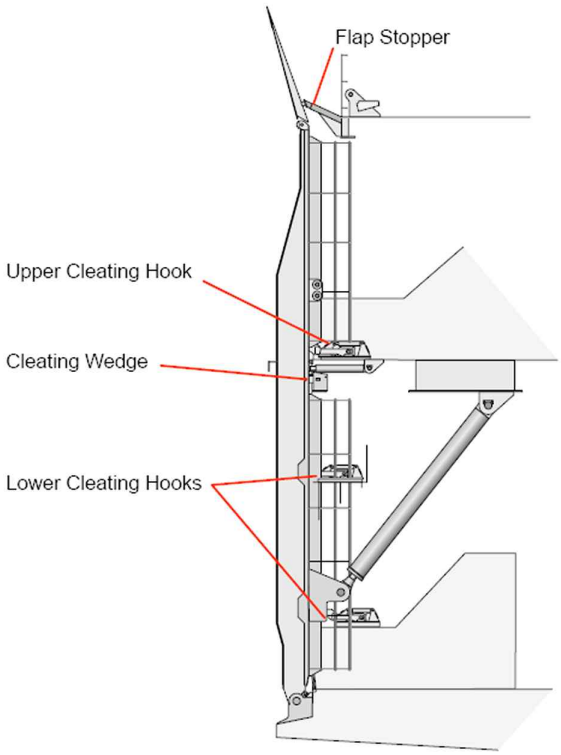
45. 선미문 - 단일문, 개방, 전형적인 클리팅 배치, 형식 2



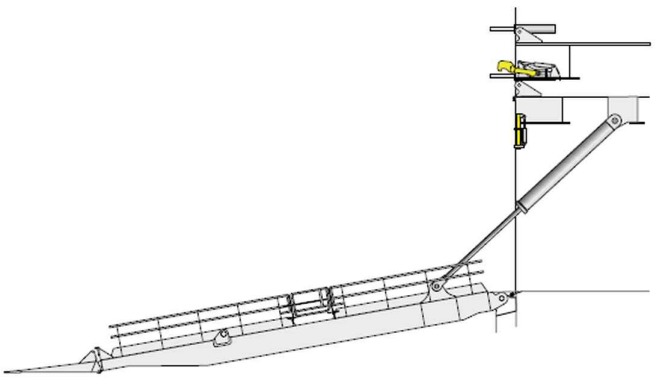
46. 선미문 - 단일문, 폐쇄, 내측, 전형적인 클리팅 배치, 형식 3



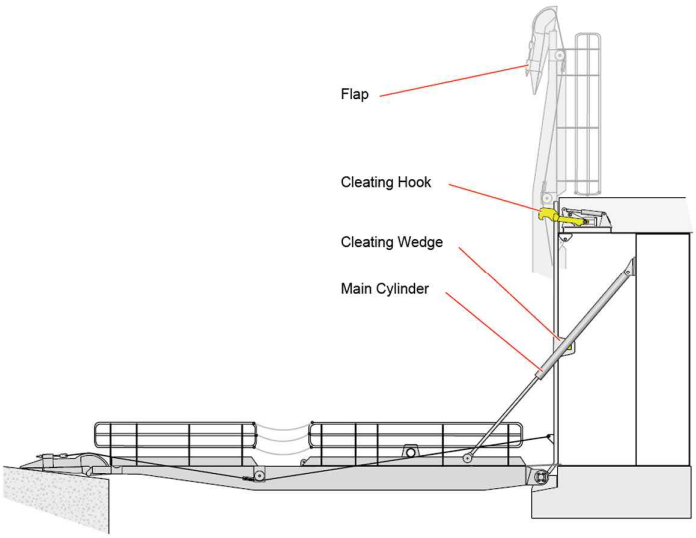
47. 선미문 - 단일문, 폐쇄, 전형적인 클리팅 배치, 형식 3



48. 선미문 - 단일문, 개방, 실린더 배치



49. 선미문 - 단일문, 개방, 전형적인 클리팅 배치, 형식 3



부록 1-15 CLEAN 부여를 위한 요건 - 〈Void〉 *(2021)*

(별책 - 선박의 환경보호 설비에 관한 지침 참조)

부록 1-16 탱크 및 밀폐경계에 대한 시험절차 *(2018)*

제조중 등록검사에 있어서 구조시험, 누설시험 및 사수시험은 다음에 따른다.

1. 일반사항

(1) 탱크 및 밀폐경계에 대한 시험절차는 아래와 같이 A편 및 B편으로 구분한다.

(가) A편 - 해상인명안전협약(SOLAS) 적용대상선박(산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS) 공통구조규칙(규칙 13편) 포함))

(나) B편 - 해상인명안전협약(SOLAS) 비 적용대상선박 및 해상인명안전협약(SOLAS) 면제 또는 동등물 규정이 적용되는 선박.

(2) 해상인명안전협약(SOLAS) 적용대상선박(산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS) 공통구조규칙(규칙 13편) 포함))에 대한 수밀구획(watertight compartments)의 시험절차는 다음의 경우를 제외하고는 A편에 따른다. *(2021)*

(가) 선주가 기국에 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장, 11 규칙 적용의 면제를 기국으로 요청하는 것에 동의하거나 또는 B편의 내용이 해상인명 안전협약(SOLAS) 제2-1장, 11 규칙과 동등하다는 것에 대하여 기국으로 동등물의 인정을 요청하는 것에 관한 선주동의서를 조선소가 제출하고

(나) 위에서 언급한 면제 또는 동등물 규정과 관련하여 기국이 승인한 경우

(3) 해상인명안전협약(SOLAS) 비 적용대상선박 및 아래의 조건에 포함되는 해상인명안전협약(SOLAS) 적용대상선박(산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS) 공통구조규칙(규칙 13편 포함)은 B편에 따라 수밀구획(watertight compartments)의 시험절차가 시행되어야 한다. *(2021)*

(가) 선주가 기국에 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장, 11규칙 적용의 면제를 기국으로 요청하는 것에 동의하거나 또는 B편의 내용이 해상인명 안전협약(SOLAS) 제2-1장, 11규칙과 동등하다는 것에 대하여 기국으로 동등물의 인정을 요청하는 것에 관한 선주동의서를 조선소가 제출하고

(나) 위에서 언급한 면제 또는 동등물 규정과 관련하여 기국이 승인한 경우

A편 - 해상인명안전협약(SOLAS) 적용대상선박

1. 일반사항

(1) 이 시험절차의 목적은 탱크와 수밀경계의 수밀성 및 선박의 수밀구획(watertight subdivisions, 여기서 수밀구획(watertight subdivision)은 SOLAS 제2-1장의 구획요건에 만족하기 위하여 요구되어지는 주 횡격벽과 종격벽을 의미한다.)을 구성하는 탱크의 구조적 적합성을 확인하기 위함이다. 이 시험 절차는 구조 및 갑판의장의 풍우밀성을 검증하는데도 적용될 수 있다. 신조선 및 주요 개조 또는 주요 수리(구조건전성에 영향을 주는 수리)에 해당하는 선박의 모든 탱크와 수밀경계의 밀폐성은 선박의 인도전에 이 시험절차에 따라 확인되어야 한다.*(2021)*

(2) 해상인명안전협약(SOLAS) 적용대상선박(산적화물선 및 유조선 에 대한 국제선급연합회(IACS) 공통구조규칙(규칙 13편) 포함)에 대한 수밀구획(watertight compartments)의 시험절차는 다음의 경우를 제외하고는 **A편**에 따른다.*(2021)*

(가) 선주가 기국에 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장, 11규칙 적용의 면제를 기국으로 요청하는 것에 동의하거나 또는 B편의 내용이 해상인명 안전협약(SOLAS) 제2-1장, 11규칙과 동등하다는 것에 대하여 기국으로 동등물의 인정을 요청하는 것에 관한 선주동의서를 조선소가 제출하고

(나) 위에서 언급한 면제 또는 동등물 규정과 관련하여 기국이 승인한 경우

2. 적용

(1) 모든 중력식 탱크(70 kPa을 넘지 않는 증기압을 받는 탱크)와 수밀 또는 풍우밀이 요구되는 경계는 이 절차에 따라 시험되어야 하고, 다음의 밀폐성과 구조적합성이 확인되어야 한다.

- 중력식 탱크에 대한 밀폐성 및 구조적합성
- 탱크경계가 아닌 수밀경계에 대한 수밀성
- 풍우밀 경계에 대한 풍우밀성

(2) 액화가스 산적운반선의 화물격납설비의 시험은 **7편 5장 420.**에서 **426.**의 시험요건에 따른다.

(3) **표 3.1.1** 또는 **표 3.1.2**에 명시되지 않은 구조의 시험은 특별히 고려되어야 한다.

3. 시험의 종류 및 정의

(1) 시험 유형

(가) 구조시험 : 탱크의 구조적합성을 검증하기 위한 시험이며 수압시험 또는 수압-공기압시험(상황이 보증되는 경우)으로 할 수 있다.

(나) 누설시험 : 경계의 밀폐성을 검증하기 위한 시험으로 특정시험이 지정되지 않은 경우, 수압시험, 수압-공기압시험 또는 공기압시험으로 할 수 있다. 사수시험은 **표 3.1.1**의 비고 (3)에 규정된 바와 같이, 특정 경계에 대한 누설시험의 허용 가능한 형식으로 고려 될 수 있다.

(2) 각 시험의 정의는 다음에 따른다.

시험방법	시험유형	정의
수압시험 (hydrostatic)	누설 및 구조	구역에 특정 수두(water head)까지 액체를 채우는 시험
수압-공기압시험 (hydropneumatic)	누설 및 구조	구역에 부분적으로 액체를 채우고 공기압을 부가하는, 수압시험과 공기압시험을 조합한 시험
사수시험(hose)	누설	물분사하는 반대편에서 용접이음부를 육안으로 확인하여 용접이음부의 밀폐성을 검증하기 위한 시험
공기압시험(air)	누설	공기압 차이와 누설 탐지 용액을 사용하여 밀폐성을 검증하는 시험으로 탱크 공기압시험 및 용접이음부 공기압시험 (압축공기압 필릿용접부 시험과 진공상자시험)을 포함한다.
압축공기압 필릿용접부 시험 (compressed air fillet weld)	누설	필릿용접부상에 누설 탐지 용액을 적용하는 필릿용접 이음부의 공기압시험
진공상자시험 (vacuum box)	누설	용접부에 누설 탐지 용액을 도포하고 용접이음부를 상자로 덮는 시험. 누설을 탐지하기 위하여 상자 내부는 진공을 형성한다.
초음파시험 (ultrasonic)	누설	초음파 탐지기술을 이용하여 창구덮개와 같은 폐쇄장치의 밀폐를 검증하는 시험
침투시험 (penetration)	누설	저 표면장력 유체(low surface tension liquids)를 사용하여 구획의 경계에 존재하는 연속적인 누설을 액체침투지시가 없음을 육안으로 확인하여 검증하는 시험(즉, 액체침투탐상검사)

4. 시험절차

(1) 일반

시험은 모든 창구, 문, 창문 등이 설치되고 관의 연결부를 포함한 모든 관통부가 설치되어 작업이 거의 완료된 단계에서, 그리고 용접이음부 위로 어떠한 내장(ceiling) 및 시멘트 작업이 적용되기 전에 검사원이 현장에 입회하여 진행되어야 한다. 특정 시험 요건은 (4)호 및 **표 3.1.1**에 따른다. 도장 적용 시기와 용접이음부로의 안전한 접근설비의 준비에 대하여는 (5)호, (6)호 및 **표 3.1.2-1**을 참조한다.

(2) 구조시험 절차

(가) 시험의 유형 및 시기

(a) **표 3.1.1** 또는 **표 3.1.2**에 구조시험이 명시되어있는 경우, (4)호 (가)에 따른 수압시험을 할 수 있다. 실제적인 제한(선대의 강도, 액체의 밀도 등)으로 수압시험의 시행이 어려운 경우, (4)호 (나)에 따른 수압-공기압시험으로 대신 할 수 있다.

(b) 선박이 진수되기 전에 누설시험이 만족스러운 것으로 확인된 경우, 구조적합성을 확인하기 위한 수압시험 또는 수압-공기압시험은 선박이 진수된 상태에서 수행할 수 있다.

(c) **규칙 13편 1부 2장 3절 1.2.4**에 따라 코퍼댐이 면제된 경우, **규칙 13편 1부 2장 3절 1.2.4**에 따라 1 m 증가된 시험 압력으로 구조시험이 실시되어야 한다.

(나) 신조선 또는 주요 구조개조에 대한 시험일정

(a) 액체를 넣을 것을 목적으로 하는 탱크로서 선박의 수밀구획(watertight compartments)의 일부를 형성하는 것은 수밀 및 구조강도의 확인을 위하여 **표 3.1.1** 및 **표 3.1.2.**에 따른 시험을 실시해야 한다. *(2021)*

(b) 탱크경계는 최소한 한쪽면을 시험하여야 한다. 구조시험에서는 예상되는 인장과 압축에 대하여 대표적인 구조부재가 모두 시험될 수 있도록 탱크를 선택하여야 한다.

(c) 탱크가 아닌 구역의 수밀경계의 경우 구조시험은 면제될 수 있으며, 면제된 구역의 경계에 대하여는 누설시험 및 검사로써 수밀성이 검증되어야 한다. 평형수화물창, 체인로커 및 항내에서 평형수를 적재하도록 지정된 화물창 중에서 하나의 화물창은 구조시험이 면제되지 않으며 (a)에서 (b)까지의 탱크 구조시험 요건을 적용하여야 한다.

(d) 수밀구획(watertight compartments)의 일부를 형성하지 않는 탱크의 경우, 면제된 구역의 수밀경계면을 누설시험과 검사로 확인이 되었다면 구조시험은 면제될 수도 있다. *(2021)*

(3) 누설시험 절차

(가) **표 3.1.1**에 명시된 누설시험의 경우, (4)호 (라)부터 (바)까지에 따른 탱크 공기압시험, 압축공기압 필릿용접부 시험, 진공상자시험 또는 이 시험들의 조합이 적용 가능하다. 수압시험 또는 수압-공기압시험이 (5)호, (6)호 및 (7)호를 따르는 경우, 누설시험으로 적용가능하다. **표 3.1.1**에서 비고 (3)이 부기된 위치의 경우 (4)호 (다)에 따른 사수시험도 가능하다. 각 형상별 용접이음부에 대한 누설시험의 적용에 대하여는 **표 3.1.2-1.**에 명시되어 있다.

(나) 용접이음부의 밀폐성에 영향을 미칠 수 있는 블록에 대한 모든 작업이 시험 이전에 완결된다면, 용접이음부의 공기압시험은 블록 단계에서 시행할 수 있다.(최종 도장 적용에 관하여는 (5)호 (가), 용접이음부로의 안전한 접근설비에 관하여는 (6)호, 그리고 **표 3.1.2-1**의 요약 참조)

(4) 시험방법

(가) 수압시험

(a) 승인된 다른 액체가 없는 한, 수압시험은 시험구역에 적절한 청수 또는 해수를 **표 3.1.1** 또는 **표 3.1.2**에 규정한 수위까지 채워서 시행한다. 또한 **4.** (7) "수압 또는 수압-공기압 밀폐성 시험"을 참조한다.

(b) 해수보다 더 큰 화물밀도를 가지는 탱크로 설계된 경우, 청수 또는 해수로서 시험을 하여야 하며, 시험 압력 높이는 가능한 한 큰 화물밀도에 대한 실제 하중에 가깝게 시험을 한다.

(c) 시험구역의 모든 외부표면은 구조적인 변형, 팽창, 좌굴, 기타의 관련된 손상 및 누출의 유무를 확인 하여야 한다.

(나) 수압-공기압시험

(a) 수압-공기압시험은 승인된 액체의 수두에 공기압을 추가한 시험 조건이 실행 가능한 한 실제 하중을 나타낼 수 있어야 한다. (라)의 규정은 수압-공기압 시험에도 적용한다. 또한 **4.** (7) "수압 또는 수압-공기압 밀폐성 시험"을 참조한다.

(b) 시험구역의 모든 외부표면은 구조적인 변형, 팽창, 좌굴, 기타의 관련된 손상 및 누출의 유무를 확인 하여야 한다.

(다) 사수시험

(a) 사수시험은 시험 동안에 호스 노즐압력을 최소한 0.2 MPa로 유지하여야 한다. 노즐은 내부 지름이 최소 12 mm이어야 하며 용접이음부와의 수직거리는 1.5 m를 넘지 않아야 한다. 물분사는 용접부에 직접 사수하여야 한다.

(b) 기 설치된 기관, 전기설비 절연재 또는 의장품에 손상을 주지 않고 사수시험을 할 수 없는 경우, 용접 연결부에 대한 주의 깊은 육안검사로 대체 할 수 있다. 필요한 경우 침투탐상시험 또는 초음파 누설시험 이나 동등한 시험을 요구할 수 있다.

(라) 탱크 공기압 시험

(a) 모든 경계의 용접부, 탑재용접이음부 및 관의 연결부를 포함한 관통부는 승인된 절차에 따르며, 대기압과의 차이가 +15 kPa 이상의 안정된 압력 하에 비눗물/세제 또는 전용제품과 같은 누설탐지용액을 도포하여 검사하여야 한다.

(b) 시험압력에 해당하는 수두를 유지하기 위하여 충분한 높이의 U자관을 설치하여야 한다. U자관의 횡단면적은 탱크에 공기를 공급하는 관의 횡단면적보다 커야한다. U자관 대신에 두 개의 압력게이지를 사용하는 경우, 요구되는 시험압력을 검증하기 위해 두 개의 교정된 압력게이지의 배치는 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec. No.140(Recommendation for Safe Precautions during Survey and Testing of Pressurized Systems)의 조항 F5.1과 F7.4를 고려해서 인정할 수 있다. *(2020)*

(c) 시험 용접부는 이중검사를 실시하여야 한다. 첫 번째 검사는 누설탐지용액을 도포하는 즉시 실시하며, 두 번째 검사는 나타나는데 시간이 걸릴 수 있는 작은 누설을 검출하기 위하여 약 4~5분 후에 실시하여야 한다.

(마) 압축공기압 필릿용접부 시험

이 공기압 시험에서, 압축공기를 필릿 용접이음부의 한쪽 끝단에서 주입하며. 용접이음부의 다른 쪽 끝단에서 압력게이지로서 검증한다. 압력게이지는 시험되는 부분내의 모든 공기통로의 각 끝단에서의 공기압이 최소 15 kPa 이상인지를 검증할 수 있도록 배치되어야 한다.

(비고) 누설시험이 부분용입용접부에 요구되고 루트면이 큰(6~8 mm) 경우, 압축공기압 시험이 필릿용접부에서와 동일한 방식으로 적용되어야 한다.

(바) 진공상자시험

공기연결부, 게이지와 검사창을 가진 상자(진공 시험상자)를 누설탐지액을 도포한 용접이음부 위에 설치한다. 배출기로 상자 내부의 공기를 제거하여 상자 내부를 20 kPa ~ 26 kPa의 진공상태로 만들어야 한다.

(사) 초음파시험

초음파 반향 전달장치(ultrasonic echo transmitter)는 구획의 내부에, 수신장치는 외부에 배치되어야 한다. 구획의 수밀/풍우밀 경계는 초음파 누설 결함지시를 찾아내기 위하여 수신장치로 탐상하여야 한다. 수신장치에 의하여 음향이 탐지된 위치는 구획의 밀폐에 누설이 있음을 나타낸다.

(아) 침투시험

맞대기 용접부 또는 기타 용접이음부의 시험은 저 표면장력 유체를 구획 경계 또는 구조배치의 한쪽에 도포하는 방법을 사용한다. 규정된 시간 이후에 경계의 반대쪽에서 액체가 발견되지 않는 경우, 구획 경계의 밀폐성이 검증된 것으로 본다. 특정한 경우, 누설검출을 돕기 위하여 반대쪽에 현상액을 칠하거나 뿌릴 수 있다. (그림 1 참조) *(2020)*

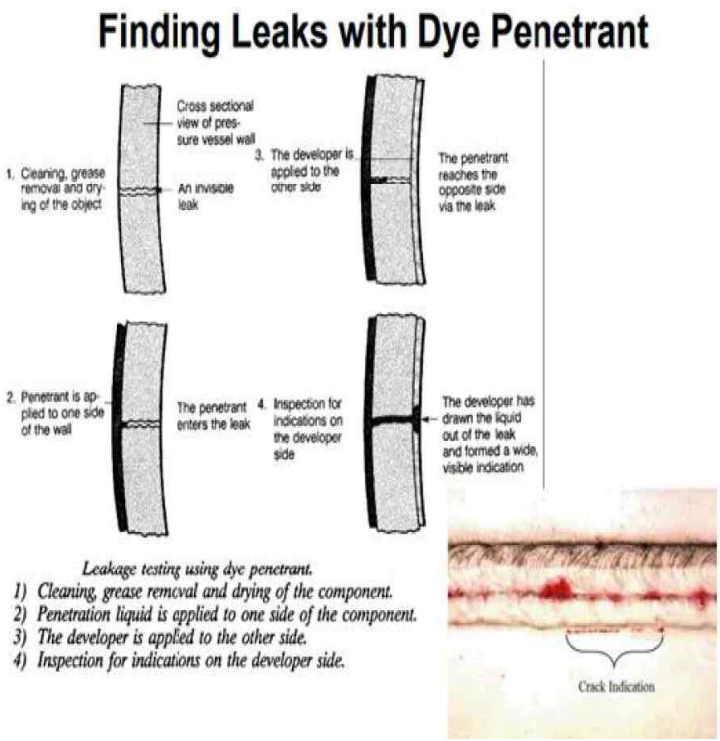


그림 1 침투시험 방법 (from IACS Hull Panel)

(자) 기타 시험 *(2020)*

(a) 시험 시작 전에 상세 명세서를 제출하면, 우리 선급은 그 외 기타의 시험방법을 고려할 수 있다.

(5) 도장의 적용

(가) 최종도장

(a) 자동용접에 의한 맞대기 용접이음부 및 FCAW(flux cored arc welding) 반자동 맞대기 용접부(완전용입)의 경우, 검사원이 육안으로 주의 깊게 검사한 용접이음부로 구획된 구역에 대한 최종도장은 누설시험 완료 이전에도 가능하다.

(b) 검사원은 자동 탑재 맞대기 용접부의 최종도장 적용 이전에 누설시험을 요구할 수 있다.

(c) 다른 모든 용접이음부의 경우, 최종도장은 용접이음부의 누설시험이 완료된 이후에 적용되어야 한다. (표 3.1.2-1 참조)

(나) 임시도장

결함이나 누설을 감출 수 있는 모든 임시도장은 최종도장으로 지정된 시점에 적용되어야 한다.((가) 참조) 숍프라이머에는 이 요건을 적용하지 않는다.

(6) 용접이음부로의 안전한 접근설비

누설시험의 경우, 시험되는 모든 용접이음부로의 안전한 접근설비가 제공되어야 한다. (표 3.1.2-1 참조)

(7) 수압 또는 수압-공기압 밀폐성 시험

특정한 누설시험 대신에 수압 또는 수압-공기압 시험을 실시한 경우, 작은 누설을 확인하기 위하여 검사 경계는 물기가 없어야 한다.

표 3.1.1 탱크 및 경계에 대한 시험요건

번호	시험대상	시험유형	시험 수두 또는 압력	참고
1	이중저 탱크(4)	누설 및 구조(1)	다음 중 큰 값 : - 넘침관 상단 - 탱크정부에서 상방 2.4 m(2) - 격벽갑판	-
2	이중저 공소 (void)(5)	누설	**4항** (4)호 (라)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	펌프룸 이중저 및 MARPOL Annex Ⅰ에서 요구하는 연료유탱크 보호용 이중선체를 포함한다.
3	이중선측 탱크	누설 및 구조(1)	다음 중 큰 값 : - 넘침관 상단 - 탱크정부에서 상방 2.4 m(2) - 격벽갑판	-
4	이중선측 공소	누설	**4항** (4)호 (라)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-
5	이 표에서 명시하지 않은 디프탱크	누설 및 구조(1)	다음 중 큰 값 : - 넘침관 상단 - 탱크정부에서 상방 2.4 m(2)	
6	화물유 탱크	누설 및 구조(1)	다음 중 큰 값 - 넘침관 상단 - 탱크정부에서 상방 2.4 m(2) - 탱크정부(2)에 압력도출밸브의 정격 압력을 더한 값	-
7	산적화물선의 평형수창	누설 및 구조(1)	- 창구코밍 상단	-
8	피크탱크	누설 및 구조(1)	다음 중 큰 값 - 넘침관 상단 - 탱크정부에서 상방 2.4 m (2)	선미피크는 선미관 설치 이후에 시험한다.
9	1. 의장품이 설치되어 있는 선수 피크 구역	누설	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-
	2. 선수 피크 공소	누설	**4항** (4)호 (라)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	
	3. 의장품이 설치되어 있는 선미 피크 구역	누설	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	
	4. 선미 피크 공소	누설	**4항** (4)호 (라)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	선미피크는 선미관 설치 이후에 시험한다.
10	코퍼댐	누설	**4항** (4)호 (라)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-
11	1. 수밀격벽	누설(8)	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용(7)	-
	2. 선루단격벽	누설	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-

표 3.1.1 일반적인 시험규정(계속)

번호	시험대상	시험유형	시험 수두 또는 압력	참고
12	건현 또는 격벽갑판 하방의 수밀문	누설(6),(7)	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-
13	복판 타	누설	**4항** (4)호 (라)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-
14	디프탱크와 접하고 있지 아니하는 축로 (shaft tunnel)	누설(3)	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-
15	현문(Shell doors)	누설(3)	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-
16	풍우밀 창구덮개 및 기타 폐쇄장치	누설(3),(7)	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	타폴린과 배튼으로 폐쇄되는 창구덮개는 제외
17	이중 목적 탱크/건화물 창구덮개	누설(3),(7)	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	항목 6 또는 7에 명시된 구조시험에 추가하여 실시
18	체인로커	누설 및 구조(1)	체인파이프 상단	-
19	주기관 하부의 L.O. sump 탱크와 기타의 유사탱크/구역	누설(9)	**4항** (4)호 (다)부터 (바)까지 참조하여 해당 시험방법에 따라 적용	-
20	평형수 덕트	누설 및 구조 (1)	다음 중 큰 값 - 평형수 펌프 최대 압력 - 압력도출밸브의 정격 압력	-
21	연료유 탱크	누설 및 구조 (1)	다음 중 큰 값 - 넘침관 상단 - 탱크정부에서 상방 2.4 m(2) - 탱크정부(2)에 압력도출밸브의 정격 압력을 더한 값 - 격벽갑판	-

(비고):

(1) **4항** (2)호 (나) 참조.

(2) 탱크정부라 함은 모든 창구를 제외한 탱크의 상단을 구성하는 갑판을 말한다.

(3) 사수시험은 누설시험의 한 방법으로 고려될 수 있다. **3항** (2)호 참조

(4) SOLAS Ch.II-1/9.4의 규정에 따라 배치된 탱크를 포함한다.

(5) SOLAS Ch.II-1/11.2와 II-1/9.4의 규정에 따라 배치된 덕트킬과 건구획을 포함한다. 그리고/또는 MARPOL Annex I, Ch 3, Part A Reg. 12A와 Ch 4, Part A Reg. 22의 규정에 따라 배치된 연료유 탱크와 펌프룸 선저의 보호 구역을 포함한다.

(6) 수밀문의 수밀성이 원형시험에서 검증되지 않은 경우, 수밀구역을 물로 채우는 시험이 수행되어야 한다. SOLAS Ch.II-1/16.2 및 MSC/Circ.1176 참조.

(7) 사수시험의 대안으로서, 시험방법의 적합성이 검증된 **4항** (4)호 (사)부터 (자)까지에 명시된 다른 시험방법을 적용할 수 있다. SOLAS Ch.II-1/11.1 참조. 수밀격벽(번호 11의 1)의 경우, 사수시험에 대한 대안은 사수시험이 불가능할 경우에만 사용될 수 있다.

(8) 항내에서 평형수를 적재하도록 지정된 화물창 중에서 하나의 화물창은 "누설 및 구조시험" (**4항** (2)호 (나) 참조)을 실시하여야 한다. 항내에서 평형수를 적재하도록 지정된 화물창 중에서 하나의 화물창의 시험을 위한 수위의 요구치는 적하지침서에 규정된 항내에서 발생하는 최대 하중으로 한다.

(9) 액체를 넣을 것을 목적으로 선박의 수밀 구획(watertight subdivision)의 일부를 이루고 있는 주기관 하부의 L.O. sump 탱크와 기타의 유사한 구역의 경우, 이들은 특별히 명시하지 않는 한 5번인 '이표에서 명시하지 않은 디프탱크'의 요건에 따라 시험되어야한다.

표 3.1.2 전용 선박/탱크에 대한 부가적인 시험규정

번호	선박/탱크의 종류	시험대상	시험유형	시험수두 또는 압력	참고
1	액화가스 산적운반선	일체형탱크	누설 및 구조	7편 5장 420. 부터 426. 참조	-
		맴브레인 또는 세미맴브레인탱크를 지지하는 선체구조			
		독립형탱크 형식 A			
		독립형탱크 형식 B			
		독립형탱크 형식 C			
2	식용액체 운반 탱크	독립형 탱크	누설 및 구조(1)	다음 중 큰 값 - 넘침관 상단 - 탱크정부에서 상방 0.9 m(2)	-
3	케미컬 탱커	일체형 탱크 또는 독립형 탱크	누설 및 구조(1)	다음 중 큰 값 - 탱크정부에서 상방 2.4 m(2) - 탱크정부(2)에 압력도출밸브의 정격 압력을 더한 값	비중이 1.0 이상인 화물을 적재토록 설계된 화물탱크의 경우, 적절한 추가수두를 고려하여야 한다.(3)

비고: (1) 4. (2) (나) 참조

(2) 탱크정부라 함은 모든 창구를 제외한 탱크의 상단을 구성하는 갑판을 말한다.

(3) 비중이 1.0이상인 화물을 적재토록 설계된 중력식 탱크의 경우, 탱크정부로부터 아래의 수식에서 얻어진 높이의 수두로 수압시험을 실시해야 한다.

$$\frac{H}{2}(\gamma-1)+2.4\ (m)$$

H : 해당 탱크 격벽판의 하단으로부터 탱크정부까지 측정한수직거리 (m)
γ : 해당 탱크에 실린 화물의 비중

여기서 선박의 길이(L)이 150m를 초과하거나, H가 선박의 길이(L)와 비교하여 예외적으로 큰 경우, 수압시험의 방법은 선급에 의하여 고려되어져야 한다.

표 3.1.2-1 누설시험, 도장 및 용접이음부 유형에 따른 안전한 접근설비의 적용

용접이음부의 유형		누설시험	도장[1]		안전한 접근설비[2]	
			누설시험 이전	누설시험 이후이고 구조시험 이전	누설시험	구조시험
맞대기	자동 및 FCAW 반자동[4]	비요구	허용[3]	N/A	비요구	비요구
	수동 및 FCAW를 제외한 반자동	요구	비허용	허용	요구	비요구
필릿	관통부를 포함한 경계	요구	비허용	허용	요구	비요구

비고:

(1) 도장은 적용된 경우의 내부(탱크/화물창 도장)와 외부(외판/갑판) 페인팅을 의미한다. 숍 프라이머는 포함하지 않는다.

(2) 누설시험의 검증을 위한 임시 접근수단을 의미한다.

(3) 검사원에 의해 용접부가 육안으로 검사되어야 한다.

(4) FCAW 반자동 맞대기 용접부는 연속적이고 일정한 용접부 형상이 육안검사로 확인되고, 보수가 필요 없고, 현저한 결함이 없음을 보여주는 비파괴검사 결과가 있다면 시험을 하지 않아도 된다.

B편 - 해상인명안전협약(SOLAS) 비 적용대상선박 및 해상인명안전 협약(SOLAS) 면제 또는 동등물 규정이 적용되는 선박

1. 일반사항

(1) 이 시험절차의 목적은 탱크와 수밀경계의 수밀성 및 선박의 수밀구획(watertight subdivisions, 여기서 수밀구획(watertight subdivision)은 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장의 구획요건에 만족하기 위하여 요구되어지는 주 횡구획과 종구획을 의미한다)을 구성하는 탱크의 구조적 적합성을 확인하기 위함이다. 이 시험 절차는 구조 및 갑판의장의 풍우밀성을 검증하는데도 적용할 수 있다. 신조선 및 주요 개조 또는 주요 수리(구조건전성에 영향을 주는 수리)에 해당하는 선박의 모든 탱크와 수밀경계의 밀폐성은 선박을 인도하기 전에 이 시험절차에 따라 확인되어야 한다. *(2021)*

(2) 해상인명안전협약(SOLAS) 비적용 선박 및 아래의 조건에 포함되는 해상인명안전협약(SOLAS) 선박(산적화물선 및 유조선에 대한 국제선급연합회(IACS) 공통구조규칙(규칙 13편) 포함)은 B편에 따라 시행되어야 한다.

(가) 선주가 기국에 해상인명안전협약(SOLAS) 제2-1장, 11규칙 적용의 면제를 기국으로 요청하는 것에 동의하거나 또는 B편의 내용이 해상인명 안전협약 (SOLAS) 제2-1장, 11규칙과 동등하다는 것에 대하여 기국으로 동등물의 인정을 요청하는 것에 관한 선주동의서를 조선소가 제출하고

(나) 위에서 언급한 면제 또는 동등물 규정과 관련하여 기국이 승인한 경우

2. 적용

(1) 시험절차는 A편 4. (2) (나)의 "신조선 또는 주요 구조개조에 대한 시험일정"에 대한 다음의 대체절차와 관련한 A편의 요건과 A편, **표 3.1.1**의 대체시험요건에 따라 수행되어야 한다.

(2) 탱크경계는 최소한 한쪽면을 시험하여야 한다. 구조시험에서는 예상되는 인장과 압축에 대하여 대표적인 구조부재가 모두 시험될 수 있도록 탱크를 선택하여야 한다.

(3) 각 선박에서 구조적 유사성(즉, 동일 설계조건, 입회 검사원이 인정하는 소규모의 국부적인 차이가 있는 구조적 배치)을 가지는 탱크 그룹 중 적어도 하나의 탱크에 대하여는 구조시험을 시행하여야 하며, 이 경우 나머지 모든 탱크는 공기압시험으로 누설을 확인하여야 한다.

다음의 경계에 대하여는 구조시험 대신에 공기압시험에 의한 누설시험은 허용되지 않는다.
(가) 탱커와 겸용선에 있어서, 다른 구획과 접하는 화물구역 경계
(나) 기타 다른 형식의 선박에 있어서, 분리화물탱크 또는 오염화물탱크의 경계

(4) 첫 번째 탱크에 대한 구조시험에서 필요성이 발견된 경우, 추가 탱크에 대하여 구조시험을 요구할 수 있다.

(5) 어느 한 선박의 탱크의 구조적합성이 A편, **표 3.1.1**에서 요구하는 구조시험으로 검증되었다면, 시리즈선박의 후속호선(즉, 동일 조선소에서 동일 도면으로 건조되는 동형선)은 다음에 적합한 경우 탱크의 구조시험이 면제될 수 있다:
(가) 모든 탱크 경계의 수밀성이 누설시험에 의해 검증되고 상세한 검사가 시행되어야 한다.
(나) 동형선의 모든 탱크에 대하여 "각 탱크 형식" 중 최소한 하나의 탱크에 대한 구조시험을 시행하여야 한다. *(2022)*
비고 : "각 탱크 형식(tank of each type)"이라 함은 **표 3.1.1**의 각 시험대상 중 시험유형으로 구조시험이 요구되는 탱크를 말한다.
(다) 첫 번째 탱크에 대한 구조시험에서 필요성이 발견된 경우 또는 입회 검사원이 필요하다고 인정한 경우, 추가 탱크에 대하여 구조시험을 요구할 수 있다.

탱커와 겸용선에서의 다른 구획과 접하는 화물구역경계 또는 다른 형식의 선박에서의 분리화물 또는 오염화물탱크 경계의 경우, B편의 2. (5) (나) 규정이 아닌 2. (3) 규정이 적용되어야 한다.

(6) 시리즈의 마지막 선박이 인도되고 2년 이후에 건조되는(즉, 용골거치) 동형선은 B편의 2. (5)에 따라 시험을 할 수 있으며, 다음을 시행하여야 한다:

(가) 제작품질이 유지되고 있어야 한다.(즉, 선박건조의 중단 또는 조선소의 건조공법이나 기술에 현저한 변화가 없어야 하며, 조선소 건조자는 적합한 자격과 제작품질이 적절한 수준임을 증명하여야 한다.)

(나) 구조시험을 받지 않는 탱크에 대하여는 비파괴검사방안이 시행되어져야 하며 우리선급에 의하여 평가되어져야 한다. 제조중등록검사 중 선체구조에 대한 건조품질기준은 시작회의(Kick-off meeting)시 검토되고 합의되어야 한다.

구조물의 제작은 국제선급연합회(IACS) 권고사항 Rec. No. 47(Shipbuilding and Repair Quality Standard) 또는 제작/건조 개시 전에 우리선급이 인정하는 제작표준에 따라 수행하여야 한다. 이는 우리선급 규칙에 따라서 건조되고 우리선급의 검사를 받아야 한다.

부록 1-17 선박의 계선 및 재운항 *(2018)*

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. **규칙 2장 105.**에서 요구하는 선박의 계선 동안의 선급 유지 및 선박의 계선 해제 시 재 운항을 위한 요건은 이 부록을 따른다.
2. 계선의 상태는 **5절**에 따라 콜드 계선(cold laid-up)과 핫 계선(hot laid-up)으로 구분된다.
3. 이 부록의 요건은 통상적으로 12개월 이상으로 계선하는 선박(즉, 콜드 계선)에 대하여 정하는 것이므로 12개월 미만으로 계선하는 선박(즉, 핫 계선)에 대해서는 그 선박의 계선 상황을 고려하여 적절히 적용되어야 한다.
4. 이 부록에서는 선급유지에 대한 최소요건만을 다루며 보험이나 항만 당국에서 추가로 요구하는 사항이 있을 수도 있다.

제 2 절 검사

201. 계선검사

1. 계선을 시작할 때 다음의 검사를 시행하여야 한다.

(1) 흘수선 상부 선체의 일반적인 상태
(2) 계선 상태 및 양묘 설비
특히 계선에 직접 영향을 주는 지적사항 등에 대하여는 유의하여 검사하고 계선에 지장이 없는 범위 내에서 처리한다.
(3) 비상시를 위한 주 추진기관 사용 가능 여부에 대한 검사
(4) 충돌방지를 위한 조명 설비 및 무중신호 설비
(5) 승무원을 위한 거주 및 위생설비
(6) 소방설비 및 구명설비
(7) 배수설비
(8) 육지와의 통신을 위한 적당한 설비
(9) 기관실 시체스트 부위 및 이중저 맨홀덮개의 폐쇄상태 등을 유의하여 검사한다.

202. 재운항 검사

1. 재운항 검사 전에 선박소유자는 보존 조치를 위해 임시로 설치한 계선장치, 보호 재료 및 코팅(그리스, 반응억제물질, 건조제)을 제거해야 한다. 선급의 범위를 벗어나는 선박의 장비들이 만족스러운 운전상태에서 재가동되는 것을 확인하는 것은 선주의 책임이다.

2. 재운항 검사의 범위는 다음을 포함하여야 한다. *(2022)*
(1) 선체, 갑판의장, 안전장치 및 기관장치
(2) 재운항 검사 시, 검사시기가 지난 모든 검사 (단, 2종류 이상 정기적 검사의 검사시기가 지난 경우에는 그 중 상위의 검사)
(3) 재운항 검사 시, 기한이 지난 지적사항에 대한 검사

3. 모든 선체에 대하여 다음을 수행하여야 한다.

(1) 수선상부의 선체외판, 갑판, 해치커버 및 코밍 등의 검사
(2) 만재흘수선 항목의 검사
(3) 화물탱크/화물창의 전반적인 검사
(4) 계선기간이 2년을 초과하지 않은 경우 대표적인 평형수 탱크의 전반적인 검사
(5) 계선기간이 2년 이상인 경우 모든 평형수 탱크의 전반적인 검사
(6) 빌지 및 평형수 장치의 기능시험

4. 갑판의장에 대해서는 다음을 수행하여야 한다.

(1) 사용압력 하에서 주소화관의 검사
(2) 가능한 경우 사용압력 하에서 갑판 배관의 검사
(3) 선급 항목의 기능검사
(4) 해당되는 경우, 데크 씰의 검사, 갑판 역류방지밸브 및 PV밸브의 기능시험을 한 후에 불활성가스 장치를 사용상태에서 점검

5. 기관장치는 다음을 점검하여야 한다.

(1) 주기관, 보조기관, 감속기어, 주 추진 베어링, 보일러 및 선미관의 윤활유
(2) 디젤기관의 크랭크케이스, 크랭크축, 피스톤 로드 및 커넥팅 로드의 전반적 상태
(3) 디젤기관의 크랭크암의 개폐량
(4) 검사 도어(inspection door)를 통한 터빈 블레이드의 상태
(5) 응축기 및 열교환기의 물측 공간의 상태
(6) 신축장치의 상태
(7) 검사 도어(inspection door)를 통한 감속기어의 상태
(8) 압력도출장치를 분해한 후 상태
(9) 설치된 경우, 빌지 경보장치의 검사

6. 주 전기설비 및 비상전기설비를 시험하여야 한다. 주 발전기의 병렬운전 및 주 배전반 안전장치가 점검되어야 한다. 전기장치의 절연저항시험을 시행하여야 한다.

7. 방화, 탐지 및 소화장치에 대해서는 다음을 검사하거나 시험하여야 한다.

(1) 연료유 밸브의 신속차단을 위한 원격제어, 연료유 펌프 및 통풍장치의 정지, 방화문 및 수밀문의 닫힘
(2) 화재탐지 및 경보
(3) 소화설비

8. 자동화 장비가 정상적으로 작동하는지 점검하여야 한다.

9. 냉동설비가 입급된 경우, 냉동화물에 대한 냉동장치를 사용상태에서 시험하여야 한다. 계선기간이 2년을 초과한 경우 장치의 대표적인 구성품을 분해하여야 한다.

10. 그 외의 특정 선급대상 장치에 대해서는 선주가 선급에 검사프로그램을 제출하여야 한다.

11. 상기 검사 완료한 후 다음의 시험을 하여야 한다.

(1) 여객선의 경우, 계선 해제 시 반드시 해상시운전을 실시하여야 한다. 상세 검사내용은 **선급검사요령 2편 4장 605. "여객선 시운전 지침"**을 참조한다.
(2) 기관 개개의 작동시험에 추가하여, 엔진시운전 및 필요하다고 판단될시 선급검사원 입회 하에 해상시운전 실시한다.

203. 계선증명서 발급 신청이 있는 경우

1. **규칙 2장 105.**의 5항에 따라 선주의 요청으로 계선 증명서 발급 신청이 있을 경우, 계선검사를 시행하고 만족하는 경우 계선증명서를 발급할 수 있다. 계선검사 시에는 안전조건, 유지수단, 계선장소 및 계류설비가 **3절**에 따른 선급이 승인한 계선유지 프로그램에 따르고 있는지를 확인하여야 한다.

2. **3절**에 따른 유지보수 프로그램에 의한 계선이 계속해서 만족된 상태로 유지되고 있는 지를 확인하기 위하여, 통상의 정기적 검사를 대신하여 연차 계선상태 검사를 시행하여야 한다. 연차 계선상태 검사 시에는 계선을 위해 설치된 장치가 변경이 없고 안전조건, 보존조치 및 유지보수가 우리 선급이 승인한 유지보수 프로그램에 따라 수행되고 계선기록부에 기록되는지를 점검하여야 한다.

제 3 절 계선유지 프로그램

301. 일반

규칙 2장 105.의 5항에서 요구하는 계선유지 프로그램의 세부 내용은 이 절의 요건을 따른다.

302. 안전조건

1. 계선기간 전반에 걸쳐 유지해야 할 안전조건은 다음과 같다.

(1) 전원공급
선내에 이동식 발전기를 설치하여 전원을 공급하거나 육상으로부터 적절한 전원이 공급되어야 한다. 또는 그러한 방법으로 전원의 공급이 즉시 가능하여야 한다.

(2) 인원배치
당직자가 선내에 있어야 한다. 당직자의 수는 선박의 크기, 계선 장소 및 계류설비, 화재, 누수 또는 침수 시 가능한 육상의 지원, 적절한 보존을 제공하기 위해 요구되는 유지보수에 따라 정해진다.

(3) 안전
(가) 화재경보장치에 대해서는 계선에 앞서 그 효력을 확인하고, 계선기간 중에는 당직을 하고 있는 장소에 경보가 가능토록 설비한다.
(나) 비상용소화펌프에 대해서는 계선 전에 그 효력을 확인하고, 계선기간 중에는 1주일에 1번 그 효력을 확인한다.
(다) 그 외 안전설비 및 장비에 대해서는 계선 기간 중에도 본선 선원의 안전을 유지하기 위해 필요하다고 인정되는 것은 준비되어야 한다.

303. 계선에 대한 보존조치 및 유지보수

1. 계선 기간 동안 수행된 유지보수 작업 및 각종 시험항목 등이 수행된 날짜와 함께 기록된 계선기록부가 본선에 비치되어야 한다. 계선기록부에는 선주의 안전관리체제 하에 수립된 유지보수, 검사 및 시험의 종류 및 주기가 또한 정의되어져야 한다.

2. 선박소유자는 선박의 형식, 선체의장, 기관장치 및 계선조건의 특정경우에 따라 보존과 유지보수에 대한 다음의 조치를 취해야 한다.

(1) 선체의 노출 부분
(가) 선체의 수선하부는 부식에 대해 보호되어야 한다.
(나) 내부구역으로 들어가는 모든 출입구는 닫혀있어야 한다.
(다) 모든 벤트관 및 통풍통은 닫혀있어야 한다.

(2) 내부 구역
(가) 화물탱크와 화물창은 비워지고, 청소되고, 건조되어 있어야 한다.
(나) 평형수 탱크는 가득 차있거나 비워져 있어야 한다. 평형수 탱크가 해수로 차있는 경우, 그러한 공간이 가득차 있는 상태를 유지하고 부식으로부터 보호하기 위하여 특별한 조치를 하여야 한다.
(다) 체인로커는 배수, 청소되고 건조상태를 유지하여야 한다. 역청(bituminous)도료로 코팅할 것을 권고한다.
(라) 사용되는 연료유 및 윤활유 탱크는 정기적으로 드레인 되어야 한다.
(마) 비워진 연료유 및 윤활유 탱크는 청소되고 건조상태를 유지해야 한다.
(바) 청수 또는 증류수 탱크는 가득 채워져 있거나 비워져 있어야 한다. 비워진 탱크는 청소되고 건조상태를 유지해야 한다.
(사) 기관실의 빌지 및 탱크정부는 청소되고 건조 상태를 유지해야 한다.
(아) 사용되지 않는 해수 입/출구의 선체붙이 밸브는 잠겨져 있어야 한다.

(3) 갑판 의장품
(가) 윈드라스, 캡스턴 및 윈치는 정기적으로 그리스를 발라주고 일주일에 한번 씩 돌려주어야 한다.
(나) 화물배관은 드레인되고 필요한 경우, 전체를 블로우 하여야 한다. 그리고 드레인 플러그를 개방하여 건조된 상태를 유지하여야 한다.
(다) 전기기기 및 항해장비는 정기적으로 보존상태를 점검한다.

(4) 기관

(가) 기관구역

(a) 기관구역의 내부공기온도는 통상 0°C 이상을 유지하여야 한다.

(b) 습도는 가능한 낮게 유지하여야 하고 수용한계치 내에 있어야 한다.

(나) 기관- 일반

(a) 기관의 노출된 기계부분은 그리스를 발라야 한다.

(b) 디젤기관, 왕복형 기관, 펌프, 터빈 전기 모터 및 발전기와 같은 모든 회전기기는 주기적 간격으로 제한된 회전수만큼 돌려줘야 한다.(윤활유 장치가 정상적인 작동상태이거나 적절한 프라이밍이 적용되어야 한다.) 장치는 이전과 같은 위치에서 정지해 있지 않아야 한다.

(다) 주터빈

(a) 터빈은 건조된 상태를 유지하여야 한다.

(b) 신축장치는 그리스를 적절히 발라야 한다.

(라) 보조터빈 구동기관

(a) 고정자는 드레인되고 건조상태를 유지하여야 한다.

(b) 축 밀봉 글랜드는 윤활되어야 한다.

(c) 배출증기 배관은 건조상태를 유지하여야 한다.

(마) 응축기 및 열교환기

(a) 응축기 및 열교환기는 드레인되고 건조상태를 유지하여야 한다.

(바) 보기

(a) 공기탱크는 드레인 되고 개방되고 청소되어야 한다. 압력도출밸브는 청소되고 약하게 윤활되어야 한다.

(b) 공기압축기의 크랭크케이스는 드레인 되고 청소된 후 깨끗한 윤활유로 채워져야 하고 실린더 및 밸브는 윤활되어야 한다. 압축기의 냉각기는 드레인 되고 건조되어야 한다. 압축기의 공기 드레인은 개방되고 드레인 장치는 건조되어야 한다.

(c) 시동공기관은 드레인되고 건조되어야 한다.

(d) 증기, 급수 및 응축수 장치는 드레인 되고 건조되어야 한다.

(e) 회전기계의 회전부분에는 그리스 또는 윤활유를 공급하고 적어도 1개월에 한번은 회전시킨다.

(사) 배관

사용되지 않는 배관은 드레인 되고 건조상태를 유지하여야 한다.

(아) 디젤기관

(a) 해수냉각 배관은 드레인 되어야 한다.

(b) 시동밸브는 내/외부로 윤활되어야 한다.

(c) 실린더 및 부식될 수 있는 외부에 방청제를 뿌려야 한다.

(d) 과급기의 볼베어링에 기름을 뿌려야 하고, 정수의 회전수에 1/4을 더한 만큼 회전시켜야 한다.

(e) 소기구역은 청소되어야 한다.

(f) 기관은 매주 회전 시켜야 한다.

(자) 축

(a) 축은 그리스로 코팅되어야 한다.

(b) 축베어링 냉각 배관은 드레인 되어야 한다.

(c) 해수윤활 프로펠러 축의 경우 기관실 스터핑박스의 글랜드패킹은 밀폐되어야 한다.

(d) 기름윤활 선미관의 경우 윤활유 중에 해수가 침입하지 아니했는가를 정기적으로 확인한다. 탱크 내 윤활유의 액면이 정기적으로 검증되어야 한다.

(e) 프로펠러 축은 정수의 회전수에 1/4을 더한 만큼 회전시켜야 한다.

(f) 베어링 박스는 비워져야 하고 청소되고 새로운 오일로 교체하여야 한다.

(5) 전기설비

(가) 배전판, 구전반, 분전반 및 시동기는 밀폐식이어야 하며 건조제가 비치되어야 한다,

(나) 각 장치의 전기절연은 최소 200 kΩ을 유지하여야 하고 일반적인 절연은 50 kΩ 이상이어야 한다. 절연의 수준을 향상시키기 위하여, 특히 발전기 및 대형모터에서, 부분(local) 전기히팅이 필요할 수도 있다.
(다) 절연저항 측정은 정기적으로 수행되어야 한다.

(6) 조타장치
(가) 조타장치를 매월 작동하는 것을 권고한다.

(7) 보일러
(가) 계선기간 중에 보일러를 사용하는 경우에는 보일러의 안전장치를 양호한 상태로 보존한다.
(나) 보일러는 건조보관법, 만수보관법, 불활성가스를 봉입하는 등의 보관방법으로 보관하여야 한다.
(다) 장기간 계선할 경우에는 탈습제 등을 사용한 건조보관법을 채택하는 것이 바람직하다. 또한, 탈습제는 정기적으로 새것으로 바꾸든지 재 건조를 시켜야 한다.
(라) 만수보관법을 채용하는 경우에는 과열기, 이코노마이저를 포함하여 방청제를 첨가한 증류수를 가득 채울 수 있다. 단, 동결의 가능성이 있는 경우에는 만수보관법을 채용하여서는 아니 된다.

(8) 자동화 장치
(가) 전자기기의 권고사항은 전기설비에서 권고한 바와 동일하다.
(나) 공압장치에 대해서는 제조자의 권고를 따라야 하고 장치는 주기적으로 점검되어야 한다.
(다) 압력, 온도 및 액면감지기는 일반적으로 사용 중이 아닐 때에는 손상에 의한 영향은 없다. 다만, 가능하다면 제조자의 권고를 따라야 한다.

제 4 절 계선 장소 및 계류장치

401. 일반

계선기간 동안 계선장소의 선택 및 적합성뿐만 아니라 계선의 형식, 계선배치 및 관련 효과성은 선박소유자의 책임이다. 다만, 선박소유자의 요청에 따라 선급이 계류장치에 대하여 검토할 수 있다.

402. 계선장소에 대한 권고

1. 계선장소의 선택 및 적합성과 관련하여 선주가 고려해야할 권고사항은 다음과 같다.

(1) 외해, 강한 조류 및 파도로부터 보호되어야 한다.
(2) 소용돌이 바람 또는 해일에 노출되어서는 아니 된다.
(3) 움직이는 해빙에 노출되어서는 아니 된다.
(4) 부식성의 폐수로부터 떨어져 있어야 한다.
(5) 적합한 선박/육상 통신장치를 갖추어야 한다.

403. 계류장치에 대한 권고사항

1. 계류장치와 관련하여 선주가 고려해야할 권고사항은 다음과 같다.

(1) 해저면 지지가 적합하여야 한다.
(2) 부이 또는 앵커로 계선하는 선박은 통상의 바람 및 조수의 변화로 흔들리는 것을 방지하도록 계류하여야 한다.
(3) 체인케이블은 상호 접촉하거나 비틀어 져서는 아니 되고 일반적으로 선미 정박지가 제공되어야 한다.
(4) 계선된 선박은 바람의 영향을 줄이기 위하여 평형수적재 상태이어야 한다. 정수 굽힘모멘트에 대하여 적절한 고려를 하여야 한다. 안내를 하자면, 통상의 평형수 흘수는 최대 흘수에서 대략 30%에서 50% 사이가 되어야 한다.

2. 선박은 통상 단독으로 계류된다. 다만, 몇 척의 선박이 같이 계류되는 경우에는 다음을 따라야 한다.

(1) 선박들은 선수에서 선미로 계류되어야 한다.
(2) 선박들은 대략 같은 크기이어야 한다.
(3) 함께 계류되는 선박의 수는 원칙적으로 6척을 초과해서는 아니 된다.
(4) 계류삭들은 비슷한 탄성을 가져야 한다.
(5) 펜더가 설치되어야 한다.

404. 계류장치(mooring arrangements)의 검토

1. 선주의 요구에 따라 계류장치를 우리 선급이 검토할 수 있다. 그러한 경우, 선주는 다음 정보를 포함하는 계류장치의 제안서를 제출하여야 한다.

(1) 계류장소
(가) 지리학적 지역(지도에 표시되어야 한다.)
(나) 해저면의 특성
(다) 수심
(라) 통계연구에 따라 나타나는 바람/조수/조류의 영향
(마) 파도 특성(진폭, 주기)

(2) 계류장치의 기하학적 구조
(가) 선박의 위치 및 방향
(나) 육상 정박지
(다) 계류설비(선수 및 선미)를 나타내는 계통도
(라) 체인 케이블과 선박 중심선의 각도

(3) 계류설비의 특성
(가) 각 앵커의 최대지지 강도
(나) 계류삭의 형식(체인, 케이블, 싱커, 등)
(다) 각 섹션의 길이, 무게 및 기계적 특성(절단하중)
(라) 싱커의 무게

2. 설치가 완료된 후에 계류장치는 선급의 검사를 받아야 한다. 선박이 앵커를 내린 경우, 수선 하부의 장치는 잠수부에 의해 검사되어야 하고 보고서를 우리 선급에 제출하여야 한다.

3. 계선기간 동안 계류장치의 효율성을 확인하는 것은 선주의 책임이다. 계류설비는 주기적 간격 (선박이 앵커로 정박된 경우 1년 단위로)으로 재검사되어야 하고 계선지역에 비정상적인 기상조건이 발생하는 경우에도 재검사되어야 한다.

제 5 절 계선의 상태

501. 일반

1. **계선의 상태의 선택**

(1) 선박 소유자는 다음과 같은 다양한 요인을 고려하여 선박의 계선 상태를 선택한다.
(가) 예상되는 계선 기간
(나) 간접비 및 운영비용 점감 필요
(다) 운항재개 예상 시간
(라) 재운항에 필요한 시간과 비용
(마) 재운항 후 의도된 상황(운항, 수리장소, 폐선장소)
(바) 선령
(사) 폐선 또는 재활용관점에서의 선박의 가치

2. **계선의 상태**

(1) 502. 및 503.에 설명된 핫 계선 또는 콜드 계선에 따라 관련 위험도가 다양하며 반환신청(return of calls)에 대한 보험사의 정책이 이 두 종류의 계선조건에 따라 다르다. 화물의 부재 및 아래에 열거된 기준이 이외에, 선원들의 본선 승선유무는 계선종류의 결정, 보험위험의 연속되는 증가 또는 감소에 대한 중요한 차이점이다.

502. 핫 계선

1. **기간**

이 계선의 조건은 통상적으로 최대 12개월 까지다. 보험사(P&I) 정책은 통상적으로 계선을 위한 자격을 얻기 위해서는 선박이 최소한 30일 동안 계선되어야 한다.

2. 선내인원
선박은 일반적으로 기국의 최소승무원증서와 지방당국 및 보험회사와 같은 다른 관련 당사자의 적용가능한 요구사항에 따라 요구되는 승조원 수보다 낮아짐에 따라 승조원 수를 줄일 수 있다.

3. 기관 작동
선박의 일부 장비는 작동상태로 유지되어야 하며 최소한도의 승조원에 의하여 운전될 수 있어야 한다.

4. 재 운항(re-commissioning)
선박은 절감된 비용, 시간 및 노력으로 다시 재운항 될 수 있다. 통상적으로 재 운항(re-commissioning) 시간은 1 주일보다 작은 범위에 있다.

503. 콜드 계선

1. 기간
이 계선 조건은 통상적으로 12개월 이상 경과한 경우에 적합하다.

2. 선내인원
(1) 소화, 침수, 계선 및 보안등의 주요관점과 관련된 비상요건을 다루기 위한 계선에 특정화된 한명 또는 그 이상의 선원이 아닌 당직자를 고용할 수도 있다.

(2) 최종 승조원배치에 대하여 결정하기 전에 선박소유자는 기국, 항만당국 및 보험사의 요건 및 지침(guidance)에 대하여 조사하고 그 요건 등에 적합해야 한다.

3. 기관 작동
기관은 통상적으로 정지(shutdown)시킨다.

4. 재 운항
(1) 선박은 통상적으로 계선의 유효기간 또는 선박소유자에 실시된 유지보수 및 보존조치의 범위 및 단계에 따라서 3 주 또는 그 이상의 기간 내에 재 운항(re-commissioned) 된다.

(2) 계선기간 동안의 선체보존의 효과성, 선체의 상태의 하락(degradation) 가능성에 따라서 및 계선기간 동안 입거검사의 기한이 지난 경우 선급의 유지위한 선급 요구사항에 따라서, 선박이 운항 전에 바로 입거검사가 요구될 수도 있다.

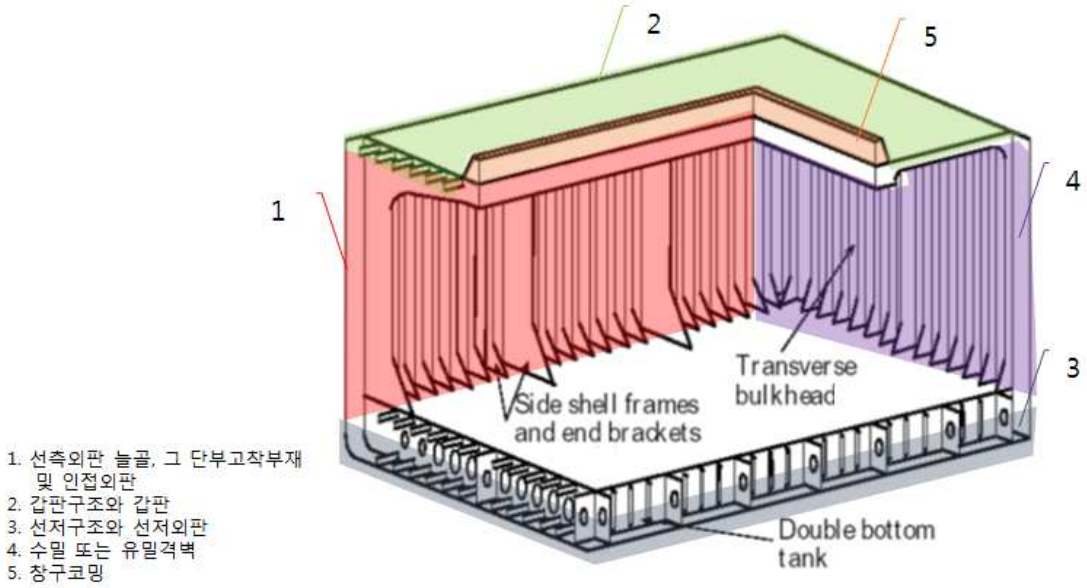
(3) 최신 선박의 자동화시스템, 컴퓨터 장비와 전자식기어의 효율적인 유지관리는 이 정교한 시스템이 악화되지 않고 정확히 재 시동될 수 있게 하기 위하여 선박소유자가 신중하게 계획하고 고려해야 한다.

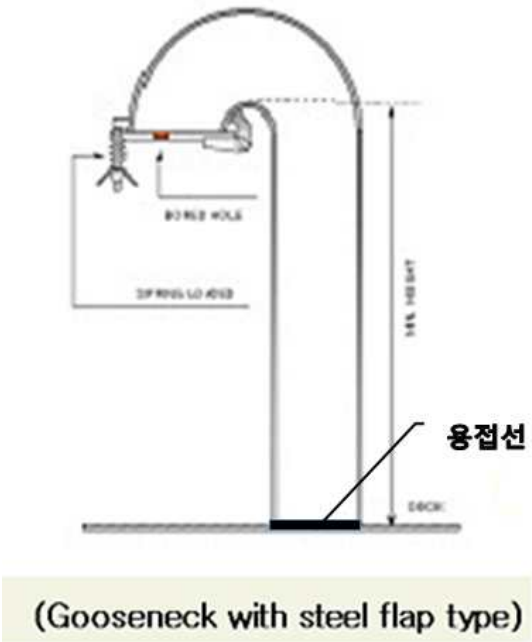
(4) 보다 일반적으로 말하면, 콜드 계선조건은 기관 및 선체의 품질하락, 기관의 장기간 손상 및 그로 인한 많은 비용과 장기간의 재운항 등을 피하기 위하여, 승조원배치, 계선장소, 계선 배치, 안점 및 보안조건, 보존, 유지보수 및 검사방법 및 선급의 검사요건 등의 측면에서 선박소유자가 모든 다른 당사국과 협의하여 신중하게 준비해야 한다.

부록 1-18 신속하고 완전한 수리의 경우 고려하여야 하는 지역(구조부재) *(2019)*

1. **규칙 2장 107.의 2항**에서 언급하는 일반선박, 산적화물선, 이중선체 산적화물선 및 이중선체 유조선의 대표적인 "신속하고 완전한 수리의 경우 고려하여야 하는 지역, 구조부재 등의 예를 개략적인 그림 또는 사진으로 나타내면 다음과 같다.

(1) 일반선박

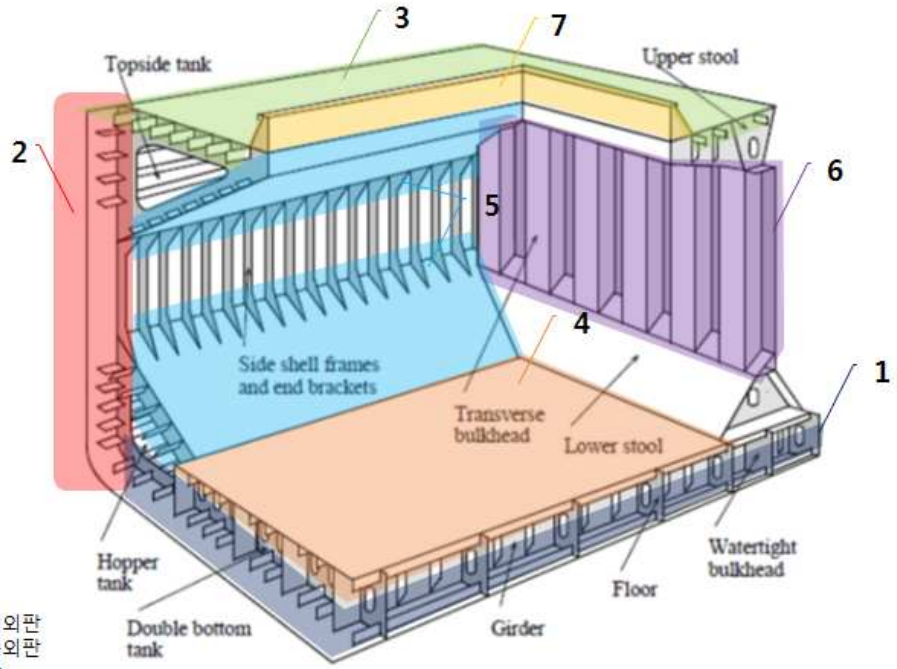


 (Gooseneck with steel flap type)	
6. 공기관과 갑판사이 용접연결에 대한 검사 (**규칙 2장 202.**의 1항 (1)호 (바))	

7. 노출갑판 상에 설치된 모든 공기관헤드에 대한 외관검사 (**규칙 2장 202.**의 1항 (1)호 (사))

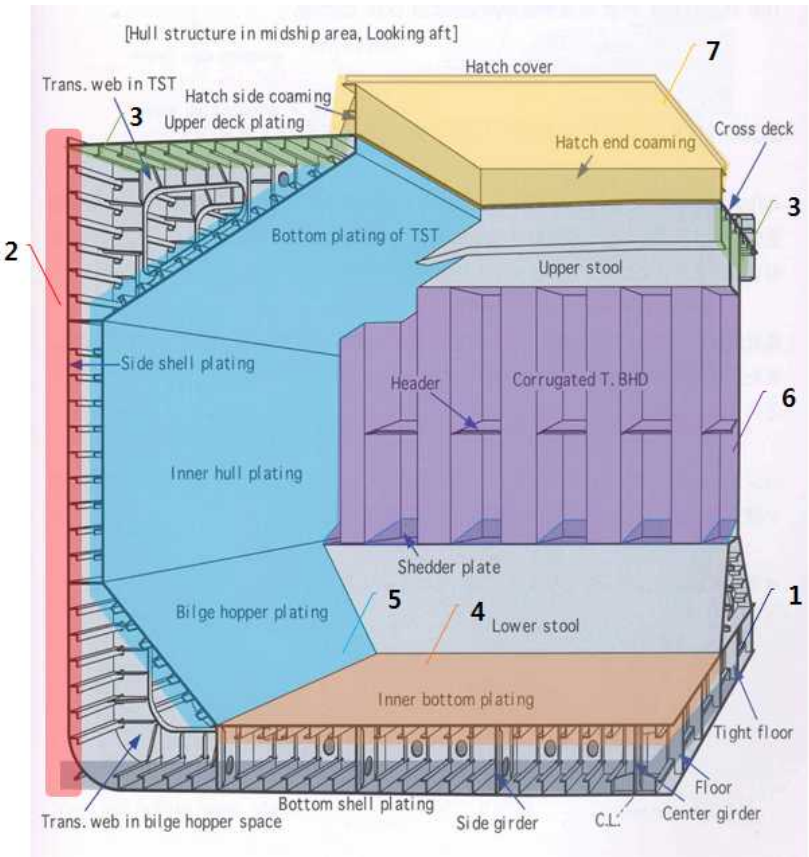
8. 코밍과 폐쇄장치를 포함하여 통풍통, 공기관에 대한 검사 (**규칙 2장 202.**의 1항 (6)호)

(2) 산적화물선



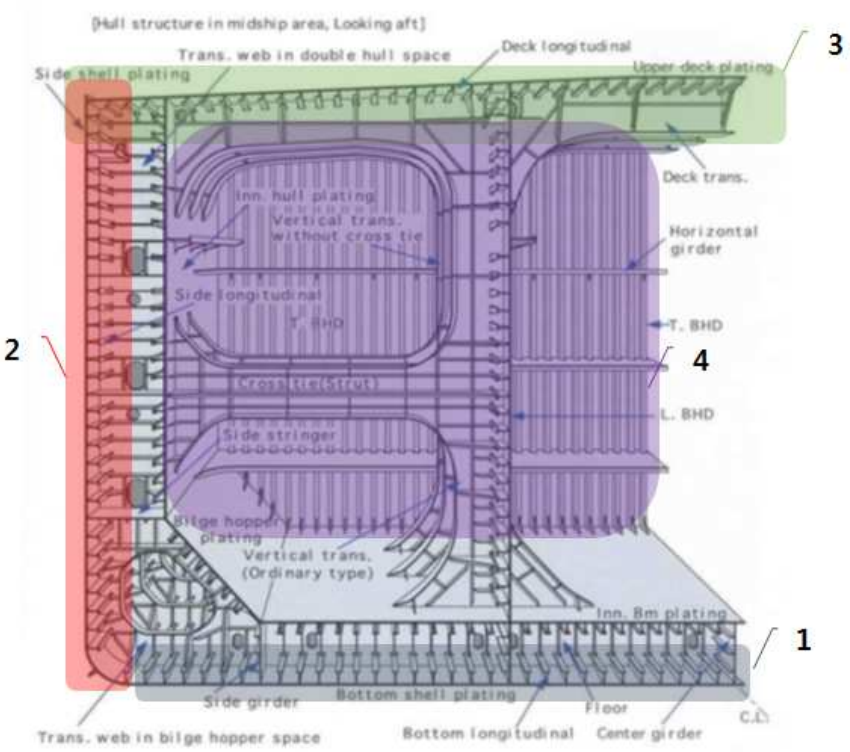
1. 선저구조와 선저외판
2. 선측구조와 선측외판
3. 갑판구조와 갑판
4. 내저판구조와 내저판
5. 내측구조와 내측판
6. 수밀 또는 유밀격벽
7. 창구코밍

(3) 이중선체 산적화물선



1. 선저구조와 선저외판
2. 선측구조와 선측외판
3. 갑판구조와 갑판
4. 내저판구조와 내저판
5. 내측구조와 내측판
6. 수밀 또는 유밀격벽
7. 창구덮개 및 창구코밍

(4) 이중 선체 유조선



1. 선저구조와 선저외판
2. 선측구조와 선측외판
3. 갑판구조와 갑판
4. 수밀 또는 유밀격벽

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제1편 선급등록 및 검사

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제2편 재료 및 용접

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제2편 재료 및 용접

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

제 2 편

재료 및 용접

RA-02-K

한 국 선 급

선급 및 강선규칙 중 “제 2 편 재료 및 용접”의 개정부분 및 시행일자

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박/해양구조물 또는 2022년 7월 1일 이후 승인 신청되는 재료 및 용접에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 1월 1일 (승인 신청되는 용접 기준, 관련 회보번호 : 2021-10-E)

제 2 장 용접

제 5 절 용접사 기량자격제도

- 501.의 6항을 개정함.
- 502.의 표 2.2.19를 개정함.
- 503.의 3항 (1)호 (나)를 개정함.
- 503.의 3항 (4)호 (가)를 개정함.
- 503.의 3항 (5)호 (가) 및 (다)를 개정함.
- 503.의 5항 (1)호를 개정함.
- 504.의 2항 (1)호를 개정함.
- 504.의 2항 (1)호 (가) 및 (다)를 개정함.
- 504.의 2항 (3)호를 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 재료

제 2 절 시험편 및 시험방법

- 202.의 1항 그림 2.1.1을 개정함.

제 4 절 강관

- 403.의 4항 표 2.1.62를 개정함.

제 5 절 주조품

- 501.의 5항 (1)호 및 (2)호를 개정함.

제 6 절 단강품

- 601.의 4항 (4)호를 개정함.
- 601.의 18항 표 2.1.90을 개정함.

제 8 절 알루미늄 합금재

- 801.의 5항 표 2.1.105 및 표 2.1.106을 개정함.

제 2 장 용접

제 3 절 용접시공 및 검사

- 303.의 표 2.2.3을 개정함.

제 4 절 용접절차 인정시험

- 404.의 3항 그림 2.2.6을 개정함.

- 404.의 5항 표 2.2.5를 개정함.
- 404.의 8항 (5)호를 개정함.
- 405.의 4항 (4)호를 개정함.
- 405.의 7항을 개정함.

제 5 절 용접사 기량자격제도

- 502.의 6항 표 2.2.22-2를 개정함.
- 502.의 7항 표 2.2.23-1을 개정함.
- 503.의 3항 표 2.2.24를 개정함.
- 503.의 3항 (2)호 (나)를 개정함.
- 503.의 3항 (4)호 (가)를 개정함.
- 503.의 3항 (5)호 (가) 및 (다)를 개정함.
- 504.의 2항 (1)호 (나)를 개정함.

차 례

제 1 장 재료 ····· 1

제 1 절 일반사항 ····· 1

101. 적용 ····· 1
102. 제조법 승인 및 제조관리 ····· 1
103. 화학성분 ····· 1
104. 시험 및 검사 ····· 1
105. 시험 및 검사의 시행 ····· 2
106. 재료의 확인 ····· 2
107. 시험증명서 등 ····· 2
108. 품질 및 결함의 보수 ····· 2
109. 재시험 ····· 3
110. 합격재의 표시 ····· 3

제 2 절 시험편 및 시험방법 ····· 4

201. 일반사항 ····· 4
202. 시험편의 모양 및 치수 ····· 4
203. 시험방법 ····· 9

제 3 절 압연강재 ····· 10

301. 선체 구조용 압연강재 ····· 10
302. 보일러용 압연강판 ····· 20
303. 압력용기용 압연강판 ····· 22
304. 저온용 압연강재 ····· 25
305. 압연 스테인리스 강재 ····· 29
306. 체인용 봉강 ····· 31
307. 보일러용 압연봉강 ····· 34
308. 용접구조용 초고장력 압연강재 ····· 36
309. 스테인리스강 클래드 강판 ····· 44
310. 두께방향 특성에 관한 특별규정 ····· 46
311. YP47강 ····· 48
312. 취성균열 정지강 ····· 49

제 4 절 강관 ····· 51

401. 보일러 및 열교환기용 강관 ····· 51
402. 압력배관용 강관 ····· 55
403. 스테인리스 강관 ····· 60
404. 저온용 강관 ····· 63
405. 헤더용 재료 ····· 65

제 5 절 주조품 ····· 67

501. 주강품 ····· 67
502. 체인용 주강품 ····· 72
503. 스테인리스강 주강품 ····· 73
504. 저온용 주강품 ····· 74
505. 프로펠러용 스테인리스 주강품 ····· 75
506. 회주철품 ····· 78

507. 구상흑연주철품 ····· 80
제 6 절 단강품 ····· 84
601. 단강품 ····· 84
602. 스테인리스강 단강품 ····· 95
603. 체인용 단강품 ····· 96
604. 저온용 단강품 ····· 98
제 7 절 동 및 동합금 ····· 100
701. 동관 및 동합금관 ····· 100
702. 동합금 주물 ····· 101
제 8 절 알루미늄 합금재 ····· 105
801. 알루미늄 합금재 ····· 105

제 2 장 용접 ····· 110

제 1 절 일반사항 ····· 110
101. 적용 ····· 110
102. 승인사항 ····· 110
103. 특수용접 ····· 110
104. 용어의 정의 ····· 110
제 2 절 시험편 및 시험방법 ····· 111
201. 일반사항 ····· 111
202. 시험편의 채취 ····· 111
203. 시험편의 모양 및 치수 ····· 111
204. 시험방법 ····· 111
제 3 절 용접시공 및 검사 ····· 116
301. 이음의 상세 ····· 116
302. 용접표준(welding practice) ····· 116
303. 용접용재료의 사용구분 ····· 116
304. 용접준비 ····· 118
305. 용접순서 및 그 진행방향 ····· 118
306. 본용접 ····· 119
307. 자동용접 ····· 119
308. 고장력강의 용접 ····· 119
309. 용접부의 품질 ····· 119
310. 용접부의 보수 ····· 119
311. YP47강의 용접 ····· 120
312. 취성균열정지강의 용접 ····· 120
제 4 절 용접절차 인정시험 ····· 121
401. 일반사항 ····· 121
402. 용접절차 시방서 ····· 121
403. 용접절차 인정시험 ····· 122
404. 맞대기용접 이음시험 ····· 122
405. 필릿용접 이음시험 ····· 133
406. 재시험 및 인정시험 기록서 ····· 135
407. 승인된 용접절차 시방서의 허용범위 ····· 136
제 5 절 용접사 기량자격제도 ····· 141

501. 일반사항 ····· 141
502. 기량자격의 구분 및 승인범위 ····· 141
503. 기량자격시험 ····· 149
504. 기량자격의 유지 및 취소 ····· 153
제 6 절 용접용재료 ····· 155
601. 일반사항 ····· 155
602. 연강, 고장력강 및 저온용강의 피복아크 용접봉 ····· 157
603. 연강, 고장력강 및 저온용강의 자동용접용재료 ····· 166
604. 연강, 고장력강 및 저온용강의 반자동 용접용재료 ····· 176
605. 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용재료 ····· 181
606. 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면 자동용접용재료 ····· 185
607. 스테인리스강 용접용재료 ····· 191
608. 알루미늄합금재의 용접용재료 ····· 200
609. 용접구조용 초고장력강의 용접용재료 ····· 204

제 1 장 재료

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 규정은 선체구조, 의장품 및 기관장치 등의 각 편에서 규정하는 재료에 대하여 적용한다.
2. 이 장에 규정한 규격과 다른 재료는 설계와 관련하여 특별히 승인한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 이 경우에는 해당 재료의 제조법, 화학성분 및 기계적 성질 등에 대한 상세한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. FRP선 및 복합용기 등의 제조 또는 수리에 사용되는 강화플라스틱 재료 등에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. *(2017)*

102. 제조법 승인 및 제조관리

1. **제조법 승인**
   (1) 이 장에 규정하는 철강재료는 특별히 규정한 것을 제외하고 우리 선급의 승인을 받은 제조공장에서 평로, 전기로, 순산소전로 또는 기타 제조법에 따라 제조한 것이어야 한다. 이 경우, 철강재료의 제조법(제강, 조괴, 압연, 주조, 단조, 열처리 등)에 대하여는 우리 선급이 별도로 정한 지침에 따라 승인을 받아야 한다.
   (2) 선체구조용 압연강재의 압연 또는 단조 등에 사용되는 강괴, 슬래브, 블룸 및 빌릿 등 반제품의 제조법에 대하여는 우리 선급이 별도로 정한 지침에 따라 제조법승인을 받아야 한다.
   (3) 다른 제조공장으로부터 강괴 등 반제품을 공급받아 압연을 하는 압연공장 또는 열연코일을 공급받아 가공하는 가공공장의 경우에는 (1)호의 규정을 준용한다.
   (4) 이 장에 규정하는 비철재료에 대하여는 전 각 호의 규정을 준용한다.
2. **제조관리**
   (1) 제조자는 제품의 제조사양을 준수하고 제조공정에 대한 관리가 유효함을 보장하여야 할 책임이 있다.
   (2) 제조자는 제조공정관리의 불안정으로 제품의 품질이 저하할 가능성이 있는 경우 그에 대한 원인을 조사하고 재발방지 대책을 수립하여야 한다. 또한, 관련 조사 보고서를 검사원에게 제출하여야 한다. **【지침 참조】**
   (3) (2)호에 의해 영향을 받은 제품을 사용하고자 하는 경우에는 추가적인 시험을 하고 검사원이 만족하여야 한다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 후속제품에 대하여 시험의 빈도를 증가시킬 수 있다. **【지침 참조】**
   (4) 강재가 그것을 압연한 제조공장이 아닌 다른 제조공장에서 최종 생산되는 경우, 압연공장에서는 제조공정, 그것을 공급한 제조자의 명칭, 주조 식별번호 또는 기호 및 화학성분(레이들분석치)을 기재한 제조증명서를 검사원에게 제출하여야 한다.

103. 화학성분

1. 화학성분의 분석은 적절한 설비와 숙련된 기술자를 갖춘 제조자의 실험실에서 원칙적으로 각 용탕에 대한 레이들마다 하고 이 장에 규정하는 화학성분에 관한 규격에 적합하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 제조자가 발행한 레이들 화학성분 분석보고서는 인정이 가능하다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 주기적인 확인 점검을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**
3. **최종 제품의 화학성분이 레이들의 화학성분과 상이한 경우와 같이** 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 제품분석 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

104. 시험 및 검사

1. 이 장에 규정한 재료는 특별히 규정한 것을 제외하고, 이 장의 규정에 따라 우리 선급 검사원의 입회하에 시험 및 검사를 하고 이에 합격하여야 한다.
2. 이 장에 규정한 규격과 다른 재료의 시험 및 검사는 101.의 2항에 따라 우리 선급이 승인한 시험규격에 따라야 한다.
3. 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험증명서를 가진 재료에 대하여는 해당 재료의 재료시험을 생략할 수 있다.
4. 우리 선급이 별도로 정하는 품질보증제도의 승인을 받고 제조한 재료에 대하여는 우리 선급 검사원의 입회하에 실시하는 시험 및 검사의 일부 또는 전부를 제조자에게 위임할 수 있다. **【지침 참조】**

105. 시험 및 검사의 시행

1. 제조자는 검사원이 제조공장에서 승인을 받은 제조법을 제조자가 준수하고 있는지의 여부를 확인할 수 있도록 모든 편의를 제공함과 동시에 이 장의 규정에 따라 요청되는 시험재의 선정, 시험의 입회 및 시험기의 정밀도 등의 확인을 위해 공장 내의 필요하다고 생각되는 곳에 출입하는 것을 인정하여야 한다.
2. 재료의 시험 및 검사는 그 제조공장에서 재료의 발송전에 하여야 한다. 시험편 및 시험방법은 이 장 **2절**에 따르고, 별도로 규정하는 경우와 특히 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고, 검사원이 부호를 각인하기 전 에 시험재를 모재로부터 떼어 내어서는 안 된다.
3. 제조자는 주문자의 특별한 요구사항이 있는 경우에는 재료의 시험 및 검사에 앞서 이를 검사원에게 제시하여야 한다.
4. 별도로 규정하는 경우를 제외하고, 재료의 표면검사 및 치수의 확인은 제조자의 책임하에 하는 것을 원칙으로 한다. 검사원에 의한 승인이 이러한 제조자의 책임을 면제하는 것은 아니다.

106. 재료의 확인

1. 제조자는 재료에 적절한 번호 또는 기호를 붙이고 제품의 용해, 압연, 열처리 등의 관련사항을 명백히 하는 조치를 취하여야 한다.
2. 제조자는 모든 최종 제품에 대하여 최초 레이들 용강(또는 용탕)을 추적할 수 있는 식별시스템을 적용하여야 한다. 검사원이 요구하는 경우 재료를 추적하기 위한 모든 정보 및 기회가 제공되어야 한다.
3. 소형 주철품과 같이 다량으로 생산되는 경우, 우리 선급의 승인을 받아 수정된 재료의 확인 방법이 사용될 수 있다.

107. 시험증명서 등 *(2017)* 【지침 참조】

1. 이 장의 규정에 따라 우리 선급은 시험 및 검사를 받아 합격한 재료에 대하여는 재료검사증서를 발급한다.
2. 전항의 규정에도 불구하고 압연강재 등과 같이 대량 생산되는 제품의 경우, 시험에 합격한 재료에 대하여는 그 재료기호별로 시험증명서(mill sheets)를 제출받아 검사원이 서명함으로서 1항의 재료검사증서 발급을 생략할 수 있다. 이 경우 제조자는 시험증명서에 제조자의 명칭 또는 기호 및 그 강재가 승인된 방법에 따라 제조되고 각 규정의 시험에 합격한 것을 나타내는 아래의 내용을 국문 또는 영문으로 기재하여야 하며 또한, 제조공장의 품질보증 또는 검사 책임자가 이 시험증명서에 서명하여야 한다.

   「이 재료는 승인된 방법으로 제조되고 시험결과가 사단법인 한국선급의 규칙에 적합하다는 것을 증명한다.」
3. 제조자가 발행하는 시험증명서에는 적어도 다음의 사항을 기재하여야 한다.
   (1) 시험증명서번호
   (2) 발주자의 명칭
   (3) 발주번호
   (4) 재료가 사용될 선박명 혹은 공사명(확정된 경우)
   (5) 제조자의 명칭 및 주소
   (6) 재료 기호
   (7) 제품의 치수 및 수량
   (8) 용해 또는 용강까지 추적할 수 있는 식별번호
   (9) 화학성분(잔류원소를 포함한 규정된 모든 성분 및 의도적으로 첨가된 성분)
   (10) 기계적 성질
   (11) 열처리 상태 또는 조건(해당되는 경우)
   (12) 기타 관련 표준에서 요구하는 정보
4. 제조자는 시험증명서의 식별, 관리 등을 고려하여 공급일로부터 10년 이상 보관하여야 한다. *(2019)*

108. 품질 및 결함의 보수

1. 재료는 품질이 균일하고 사용에 유해한 표면 또는 내부결함이 없는 것이어야 한다. 또한 표면 마무리 상태는 사용목적에 적합해야 한다.
2. 시험 및 검사에 합격한 재료라도 후속의 가공공정이나 시험중에 재료에 기인한 결함을 발견하였을 때에는 이전의 시험결과나 증서의 발급 여부에 관계없이 검사원의 재량에 따라 불합격으로 할 수 있다.
3. 결함을 보수할 목적으로 용접 및 기타의 가공을 할 경우에는 보수개소, 보수방법(용접법 및 열처리 등 포함)에 대하여 검사원의 승인을 받아야 한다. 특히 검사원의 동의를 얻은 경우를 제외하고 이 보수공사는 검사원의 입회하에 하여야 한다.

4. 그라인딩으로 보수를 하는 경우, 그라인딩후의 잔존 두께는 치수허용차 범위 내에 있어야 한다.

109. 재시험

1. **충격시험 이외의 기계시험** 시험성적의 일부가 규격에 합격하지 아니하더라도 기타의 성적이 양호할 경우에는 그 시험편을 채취한 시험재로부터 규격에 합격하지 못한 시험마다 소정의 시험편수의 2배수의 시험편을 채취하여 다시 시험을 할 수 있다. 이 경우의 성적이 모두 규격에 합격하였을 때에는 합격으로 한다.
2. **충격시험**
   (1) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 다음 (가) 또는 (나)의 경우를 제외하고 그 시험편을 채취한 시험재로부터 다시 1조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.
   (가) 시험편 3개 모두가 규정의 평균흡수에너지값에 미치지 못한 경우
   (나) 시험편 중 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우
   (2) 재시험은 최초 불합격한 시험편의 값을 포함하여 합계 6개의 시험편의 흡수에너지 평균치가 규정의 평균흡수에너지값 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균흡수에너지값보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이고 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 시험편의 수가 1개 이하이면 동일 로트에 속한 재료는 전부 합격으로 한다.
3. 열처리를 한 시험재의 성적이 불량할 경우에는 그 재료에 2회(최초 포함 3회)까지를 한도로 열처리 및 재시험을 할 수 있다. 이 경우에는 기계시험의 전부를 최초 시험과 동일한 시험편 수로 다시 하여야 한다. *(2018)*
4. 인장시험의 경우 시험편이 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4을 초과하는 곳에서 절단되고 연신율에 대한 성적이 규정에 합격하지 아니하였을 경우에는 그 시험을 무효로 하고 최초의 시험편을 채취한 시험재에서 소정의 시험편을 채취하여 다시 시험을 할 수 있다. **【지침 참조】**

110. 합격재의 표시

1. 규정의 시험 및 검사에 합격한 모든 재료에는 제품마다 우리 선급 소정의 합격인 KR 및 재료기호를 각인하고, 또한 다음의 사항을 제조자가 명확히 표시하여야 한다.
   (1) 제조자의 명칭 또는 그 기호
   (2) 식별번호 또는 그 기호
   (3) 발주자의 명칭 또는 그 기호(발주자가 요구할 경우)
2. 전 101.의 2항에 따라 특별히 승인된 재료에 대하여는 재료기호 뒤에 "*S*"를 각인 또는 적절히 표시하여야 한다.
3. 각인하기에 적당하지 아니한 재료에 대하여는 재료의 종류에 따라 소인(燒印), 압인(押印) 등 적절한 방법으로 표시를 하여도 좋다.
4. 최종제품에 양각되는 제조자의 명칭 또는 등록상표를 제외한 각인 및 표시내용들은 페인트로 외곽선을 둘러싸거나 다른 방법으로 표시하여 쉽게 확인할 수 있도록 해야 한다.
5. 치수가 작기 때문에 전 각 항의 규정과 같이 표시할 수 없는 재료는 일괄하여 적절히 표시를 하여도 좋다.
6. 무게가 가벼운 다수의 재료들을 한 개의 번들로 견고하게 묶을 경우, 제조자는 우리 선급의 승인을 받아, 각 번들의 최상위 판에만 합격표시를 하거나 또는 각각의 번들에 합격표시가 된 라벨을 견고하게 부착할 수 있다.
7. 우리 선급의 합격표시가 부착된 어떠한 재료가 108.의 2항에 따라 불합격된 경우, 제조자는 합격표시를 빠짐없이 제거하여야 한다.

제 2 절 시험편 및 시험방법

201. 일반사항

1. 적용

(1) 이 장에 규정하는 재료에 대한 시험편 및 시험방법에 대하여는 각 절에서 별도로 규정한 경우를 제외하고 이 절의 규정에 따른다.

(2) 이 장에서 규정하지 않는 시험편 또는 시험방법을 적용할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

2. 시험기

(1) 이 장에 따라서 시험에 사용하는 모든 시험기는 숙련된 기술자에 의해 취급되어야 한다.

(2) 인장/압축시험기는 *ISO* 7500-1 또는 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 교정되어야 한다. **【지침 참조】**

(3) 충격시험기는 *ISO* 148-2 또는 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 교정되어야 한다. **【지침 참조】**

(4) 인장시험기의 하중 정밀도는 ±1% 이내이어야 한다.

3. 시험편의 채취

(1) 이 장에 규정하는 재료에 대한 시험편의 채취방법은 각 절의 규정에 따른다.

(2) 별도로 규정하는 경우와 특히 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고, 검사원이 부호를 각인하기 전에 시험재를 모재로부터 떼어 내어서는 안 된다. **【지침 참조】**

(3) 시험재를 가스가공 또는 전단가공으로 모재에서 절단할 경우에는 충분한 가공여유를 주어야 한다.

(4) 시험편의 가공은 과도한 냉간변형 또는 가열을 하여서는 안 된다.

(5) 시험편의 가공이 불량하든지 또는 재질에 관계가 없다고 인정되는 결함이 있을 때에는 시험 전에 이것을 폐기하고 다른 시험편으로 바꾸든지 또는 그 재료에서 시험재를 다시 채취할 수 있다.

202. 시험편의 모양 및 치수

1. 인장시험편

(1) 인장시험편은 그 모양 및 치수에 따라 다음 **표 2.1.1**과 같이 비례시험편 및 정형시험편으로 분류한다.

표 2.1.1 시험편의 종류

시험편의 모양	판 모 양	봉 모 양	관 모 양
비례시험편	*R*14*B*호	*R*14*A*호	*R*14*B*호, *R*14*C*호
정형시험편	*R*1*A*호, *R*1*B*호 *R*5호, *R*13*B*호	*R*4호, *R*8*C*호 *R*10호	-

(2) 인장시험편은 재료의 종류에 따라 **그림 2.1.1**의 모양 및 치수로 가공하여야 한다. **【지침 참조】**

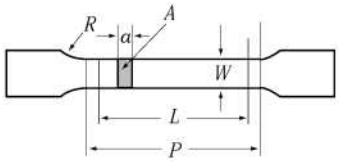
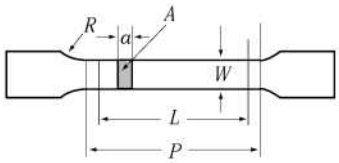
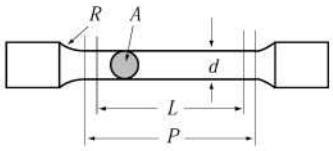
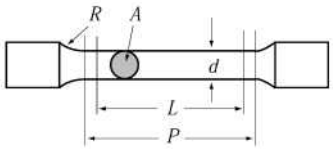
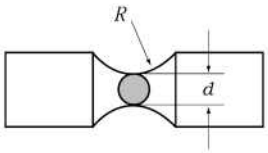
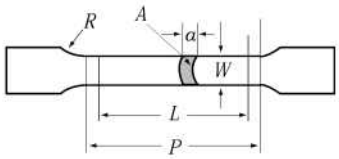
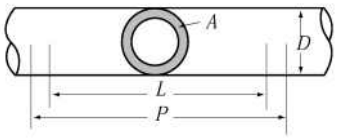
구분	종류	기호	시험편의 모양(1)	시험편의 치수(2)	적용재료
판모양(3)	비례 시험편	$R14B$		$a = t$ W = 25 mm $L = 5.65\sqrt{A}$ (4) $P \cong L + 2\sqrt{A}$ R = 25 mm	두께 3mm 이상의 압연강재
	정형 시험편	$R1A$		$a = t$ W = 40 mm L = 200 mm $P \cong$ 220 mm R = 25 mm	보일러용 압연강판 압력용기용 압연강판
		$R1B$		$a = t$ W = 25 mm L = 200 mm $P \cong$ 212.5 mm R = 25 mm	두께 3mm 이상의 압연강재

그림 2.1.1 인장시험편의 모양 및 표시기호 (계속) (단위 : mm) *(2022)*

구분	종류	기호	시험편의 모양	시험편의 치수	적용재료
판모양(3)		$R5$		$a = t$ W = 25 mm L = 50 mm $P \cong$ 60 mm R = 15 mm	압력용기용 압연강판 두께 12.5mm 이하의 알루미늄 합금
		$R13B$		$a = t$ W = 12.5 mm L = 50 mm $P \cong$ 60 mm R = 25 mm	두께 3 mm 미만의 압연강재 두께 12.5mm 이하의 알루미늄 합금
봉모양	비례 시험편	$R14A$		$L = 5\,d$(5) $P \cong L + 0.5d$ R = 10 mm(6)	압연강재, 주강품, 단강품, 구상흑연주철품, 동합금, 두께 12.5mm를 넘는알루미늄 합금
	정형 시험편	$R4$		d = 14 mm L = 50 mm $P \cong$ 60 mm R = 15 mm	압력용기용 압연강판 두께 12.5mm 이하의 알루미늄 합금
		$R10$		d = 12.5 mm L = 50 mm $P \cong$ 60 mm R = 15 mm	보일러용 압연강판 두께 12.5mm 이하의 알루미늄 합금
		$R8C$		d = 20 mm R = 25 mm	회주철품
관모양		$R14B$		$a = t$ $W \geq 12$ mm $L = 5.65\sqrt{A}$ $P \cong L + 2W$ R = 25 mm	강관, 동관
		$R14C$		$L = 5.65\sqrt{A}$ $P \cong L + 0.5D$ 이때 P는 처크 사이의 거리로 한다.	

(비고)

(1) 그림의 기호는 다음에 따른다.

d : 지름, A : 단면적, a : 시험편의 두께, R : 어깨의 반지름, W : 너비, D : 관의 바깥지름

L : 표점거리, t : 원재료의 두께, P : 평행부의 길이

(2) 시험편의 양단은 시험기에 따라서 적합한 모양으로 가공할 수 있다.

(3) 원재료의 두께가 시험기의 용량을 초과할 경우에는 한쪽면만을 가공하여 그 두께를 경감할 수 있다.

(4) 표점거리 L은 20 mm보다 커야 한다.

(5) 지름 d는 10 mm 이상, 20 mm 미만의 범위로 하고, 14 mm를 원칙으로 한다.

(6) 구상흑연주철 및 규정된 연신율이 10 % 이하인 재료에 대하여는 R을 1.5 d 이상으로 한다.

그림 2.1.1 인장시험편의 모양 및 표시기호 (단위 : mm) *(2022)*

(3) 전호에서 산출된 표점거리 L은 5 mm 단위의 정수값으로 할 수 있다. 이 경우 정수값과 L과의 차는 0.1 L 이상이어서는 안 된다.

(4) 제조자는 우리 선급의 승인을 받아 (2)호의 시험편 이외에 임의의 시험편을 사용할 수 있다. 이 경우 연신율 n에 대하여는 다음 식에 따라서 보정하여야 한다. **【지침 참조】**

$$n = a \cdot E \cdot \left(\frac{\sqrt{A}}{L}\right)^b$$

n : 임의의 시험편을 사용할 경우의 연신율.
E : (1)호에 규정한 비례치수 시험편을 사용할 경우의 상당 연신율.
A : 임의의 시험편의 단면적.
L : 임의의 시험편의 표점거리.
a 및 b : 재료에 따른 계수로서 다음에 따른다.

재료 \ 계수	a	b
재료 1	2.0	0.40
재료 2	2.6	0.55

(비고)
(1) 재료 1은 인장강도 590 N/mm^2 이하의 탄소강 및 저합금강으로 열간 압연한 것 또는 어닐링, 노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링을 하는 것으로 한다.
(2) 재료 2는 탄소강 및 저합금강으로서 담금질 후 템퍼링을 하는 것으로 한다.
(3) 재료 1 및 재료 2에 해당되지 아니하는 재료에 대한 a 및 b의 값은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(5) 기계가공을 한 평행부는 전체 길이에 걸쳐 균일하여야 하며, 허용편차(최대와 최소값의 차이)는 **표 2.1.2**에 따른다.

표 2.1.2 평행부의 허용편차 (단위 : mm)

원형단면시험편		두께 6 이상의 직사각형 단면시험편				두께 6 미만의 직사각형 단면시험편			
호칭지름	허용편차	호칭두께	허용편차	호칭너비	허용편차	호칭두께	허용편차	호칭너비	허용편차
10이상 12미만	0.025	6이상 12미만	0.02	25이상 40미만	0.05	0.6이상 1.2미만	0.002	12.5이상 25미만	0.02
12이상 16미만	0.03	12이상 20미만	0.04	40이상	0.10	1.2이상 2.5미만	0.004	25이상	0.04
16이상	0.04	20이상	0.05			2.5이상 6미만	0.01		

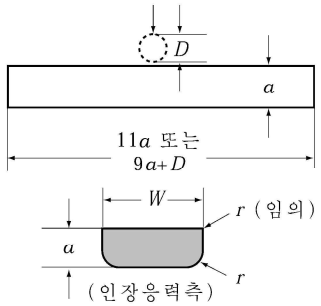
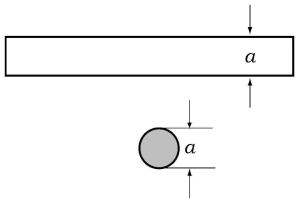
2. 굽힘시험편 굽힘시험편은 **그림 2.1.2**에 규정하는 모양 및 치수로 가공하여야 한다.

3. 충격시험편

(1) 충격시험편은 1조를 3개로 하며 제품의 단면두께(section thickness)가 12 mm보다 작지 않는 한 **그림 2.1.3** 및 **표 2.1.3**에 표시한 모양 및 치수로 가공하여야 한다.

(2) 충격시험편은 노치(notch) 길이가 재료의 종류에 따라 압연면, 단조면 또는 주조면에 수직이 되도록 시험편의 면에서 잘라낸다. 노치의 위치는 가스절단면 또는 전단면에서 25 mm 이상 떨어져야 한다.

(3) (1)호에서 규정한 치수의 충격시험편을 채취할 수 없는 압연강재 및 강관의 경우에는 시험편의 너비 W를 **표 2.1.4**에 규정한 서브사이즈 시험편의 너비로 하여도 좋다. 이 경우의 압연강재 및 강관의 흡수에너지는 규정의 흡수에너지에 시험편의 너비에 따라 각각 **표 2.1.4**에 정한 값을 곱한 것(소수점 2째 자리 이하는 반올림) 이상으로 한다. **【지침 참조】**

종 류	모 양	치 수	적 용 재 료
$R1$호		$a = 20$ $W = 25$ $r = 1 \sim 2$	헤더용 재료 (4절 405.)
		$a = t$ $W = 30$ $r = 1 \sim 2$ 원재료의 두께 t가 25 mm를 넘는 경우에는 한쪽면(압축응력을 받는 쪽)만을 기계가공하여 시험편의 두께를 25 mm까지 경감할 수 있다.	압연강재(강판) (3절)
$R2$호		$a = d$ 원재료의 지름 또는 대변거리 d가 35 mm를 넘는 경우에는 기계가공하여 시험편의 지름을 35 mm까지 경감할 수 있다.	봉강(3절)

(비 고)
그림의 기호는 다음에 따른다.
a : 시험편의 두께, 지름 또는 대변거리
W : 시험편의 나비.
t : 원재료의 두께.
d : 원재료의 지름 또는 대변거리
r : 시험편 모서리의 둥금새의 반지름.
D : 맨드릴의 지름

그림 2.1.2 굽힘시험편의 모양 및 치수 (단위 : mm)

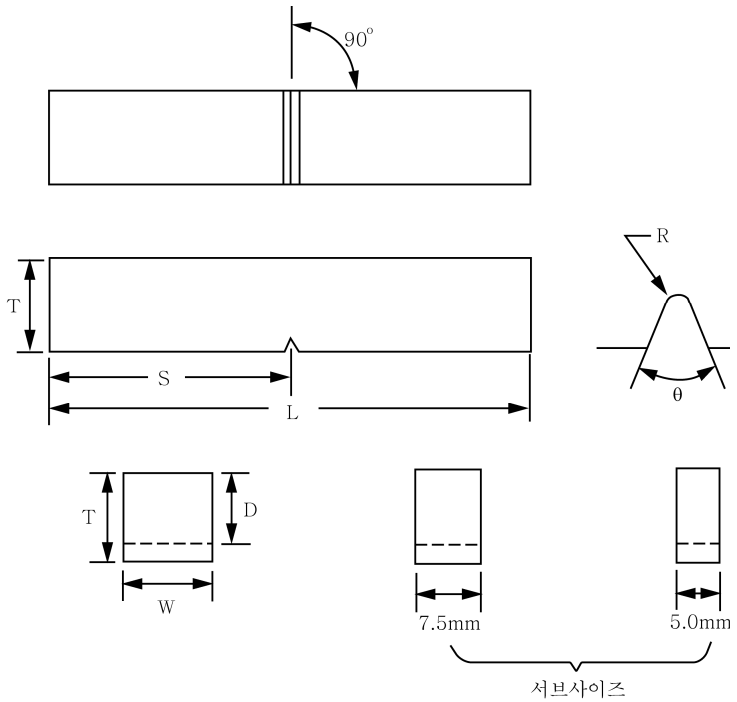


그림 2.1.3 충격시험편의 모양

표 2.1.3 충격시험편의 치수

치수 \ 종류		샤르피 V-노치 시험편
길 이	L	55 ± 0.6
너 비	W	10 ± 0.11
두 께	T	10 ± 0.06
노치의 각도(deg)	θ	45 ± 2
노치 아래 단면두께	D	8 ± 0.06
노치 밑부분의 반지름	R	0.25 ± 0.025
시험편 한쪽 끝에서 노치 중심까지 거리	S	27.5 ± 0.42
노치부의 대칭평면과 시험편의 길이방향 중심 축선과의 각도(deg)		90 ± 2

표 2.1.4 규정의 흡수에너지에 곱하는 값

서브사이즈 시험편의 두께와 너비 $T \times W$ (mm)	흡수에너지의 곱수
	평균흡수 에너지 값
10 × 5 ± 0.06	2/3
10 × 7.5 ± 0.11	5/6

(4) 시험재의 두께가 6 mm 미만인 경우와 강관의 용접부에서 **표 2.1.4**에 규정된 서브사이즈 시험편을 채취할 수 없는 경우에는 충격시험을 생략할 수 있다.

(5) 어떠한 경우라도 재료두께에 대하여 가능한 한 가장 큰 크기의 충격시험편을 채취 및 가공하여야 한다. **【지침 참조】**

4. **시험편 치수의 확인** 시험편의 모양 및 치수는 시험을 하기 전에 적절한 방법으로 검사하고 확인하여야 한다.

203. 시험방법 【지침 참조】

1. **인장시험**

(1) 항복현상이 명료하게 나타나는 경우의 항복강도(항복응력)는 상항복점으로 하고, 항복현상이 명료하게 나타나지 아니하는 경우의 항복강도(내력)는 0.2 % 영구 변형시의 강도($Rp0.2$)로 한다. 다만, 오스테나이트계 스테인리스강 및 듀플렉스 스테인리스강의 경우 우리 선급의 승인을 받아 0.2% 내력($Rp0.2$) 대신 1% 내력($Rp1$)을 적용할 수 있다.

(2) 항복점 또는 항복강도를 측정할 경우의 응력증가율은 다음에 따른다.

재료의 탄성율(E) (N/mm^2)	응력증가율 ($N/mm^2 \cdot s^{-1}$)	
	최소	최대
<150,000	2	20
≥150,000	6	60

(3) 항복점 또는 항복강도에 도달한 이후 연성재료의 인장강도를 측정할 경우 인장속도는 변형증가율이 $0.008s^{-1}$이하에 상당하는 속도로 하여야 한다. 다만, 주철 등과 같이 연성이 없는 재료인 경우에는 응력증가율이 초당(per second) 10 N/mm^2 이하로 하여야 한다.

2. **충격시험** 충격시험은 용량이 150 J 이상인 샤르피 충격시험기를 사용하고 충격속도는 4.5~6 m/sec로 하며, 규정된 온도의 ± 2℃로 조절된 온도에서 하여야 한다.

제 3 절 압연강재

301. 선체 구조용 압연강재

1. 적용

(1) 이 규정은 선체구조에 사용하는 두께 100 mm 이하의 선체 구조용 압연강재(이하 강재라고 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 또한 이 규정은 SOLAS 협약 II-1장, A-1부, 제3-11규칙(원유운반선의 화물유탱크의 방식)의 성능기준 MSC.289(87)에 규정된, 화물유탱크에 대한 방식 대체방법으로서 연강 및 고장력강 내식강(이하 "내식강"이라 한다)이 사용되는 두께 50mm까지의 강판 및 평강, 형강에 적용한다. 이 규정 내에 정의되는 내식강은 선체구조용 강재, 구조강도 및 건조에 대한 기타 관련 요건에 추가하여 화물유탱크 저부 및 상부에서 그 내식성능이 MSC.289(87)의 요건에 만족스럽게 시험 및 승인된 강을 의미한다.

(3) 내식강을 SOLAS 협약 II-1장, A-1부, 제3-11규칙의 성능기준 MSC.289(87)에 규정된 이외의 선박의 다른 영역에 적용하고자 하는 경우에는 우리 선급의 별도 승인을 받아야 한다.

(4) **표 2.1.5**에 규정된 적용두께를 넘는 강재에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(5) 사용용도에 따라 특별히 두께방향의 기계적 성질을 요구하는 두께 15 mm 이상의 강재(이하 두께방향특성 강재라고 한다)에 대하여는 **301.**의 규정에 따르는 이외에 **310.**에 규정한 두께방향특성시험에도 합격하여야 한다.

(6) 취성균열 정지특성을 가지는 취성균열 정지강은 추가로 **312.**의 요건을 만족해야 한다. *(2021)*

(7) **301.**에 규정하지 아니한 강재에 대하여는 **101.**의 **2**항에 따른다.

2. 종류 강재의 종류는 **표 2.1.5**에 따른다.

표 2.1.5 강재의 종류

종 류		재 료 기 호	적용두께 t(mm)
연강 (1)	강판(3)	*A, B, D, E*	$t \le 100$
	형강 및 봉강		$t \le 50$
고장력강 (2)	강판(3)	*AH* 32, *DH* 32, *EH* 32, *FH* 32 *AH* 36, *DH* 36, *EH* 36, *FH* 36 *AH* 40, *DH* 40, *EH* 40, *FH* 40	$t \le 100$
	형강 및 봉강	*AH* 32, *DH* 32, *EH* 32, *FH* 32 *AH* 36, *DH* 36, *EH* 36, *FH* 36 *AH* 40, *DH* 40, *EH* 40, *FH* 40	$t \le 50$

(비고)
(1) 충격시험 여부 및 충격시험 온도규정에 따라 *A, B, D, E*의 4종류로 구분한다.
(2) 항복강도에 따라 3등급(315, 355, 390 N/mm^2)으로 구분하며, 동일 강도내에서도 충격시험 온도규정에 따라 4개의 종류(예 : *AH* 32, *DH* 32, *EH* 32, *FH* 32)로 구분한다.
(3) 강판에는 너비 600 mm 이상의 평강을 포함한다.

3. 제조법

(1) 연속주조 슬래브를 압연한 강재의 압연비는 원칙적으로 6:1 이상이어야 한다. 다만, 제조법을 감안하여 압연비를 4:1(판두께 50 mm 초과하는 강재의 경우는 3:1)까지로 할 수 있다

(2) 강재의 탈산방법 및 화학성분은 **표 2.1.6**에 따른다. 다만, 두께가 50 mm를 넘는 강판(너비 600 mm 이상의 평강을 포함)과 열처리가 열가공제어법(이하 *TMCP* 라고 한다)인 경우의 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아 **표 2.1.6**의 규격과 다르게 할 수 있다. **【지침 참조】**

4. 열처리 강재의 열처리는 **표 2.1.8** 및 **표 2.1.9**에 따른다. **【지침 참조】**

5. 기계적 성질 강재의 기계적 성질은 **표 2.1.7**에 따른다.

6. 시험재의 채취

(1) 시험재는 동일한 주조의 것이고 또한 동일한 열처리를 한 강판, 평강, 형강 등과 같이 동일한 제품형상이어야 하며, 열처리가 완료되기 전까지는 채취되어서는 안 된다.

(2) 인장시험편을 채취하는 시험재는 특히 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고 50 톤을 넘지 않는 강재(동일 용강에 속하고 제조공정이 같은 것으로서 두께 또는 지름의 차이가 10 mm 이내의 것)를 1로트로 하고 로트마다 1개씩 채취한다.

표 2.1.6 탈산방법 및 화학성분(%) *(2021)*

종류	재료기호	두께 t (mm)	탈산방법	화학성분(%) (5)													
				C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	Al (8)	Nb	V	Ti	N
연강 (1)	A	$t \le 50$	킬드 및 세미킬드 (1)	0.21 이하 (3)(4)	0.50 이하	2.5×C 이상(4)	0.035 이하	0.035 이하	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$t > 50$	킬드														
	B	$t \le 50$	킬드 및 세미킬드	0.21 이하 (4)	0.35 이하	0.8이상 (4)(6)											
		$t > 50$	킬드														
	D	$t \le 25$	킬드	0.21 이하 (4)	0.35 이하	0.6이상 (4)											
		$t > 25$	세립킬드 (2)										0.015 이상 (2)(9)				
	E	$t \le 100$	킬드 및 세립킬드	0.18 이하 (4)	0.35 이하	0.7이상 (4)							0.015 이상(9)				
고장력강 (13)	$AH32$	$t \le 100$	킬드 및 세립킬드	0.18 이하	0.50 이하	0.90~1.60(7)	0.035 이하	0.035 이하	0.35 이하	0.20 이하	0.40 이하	0.08 이하	0.015 이상 (10)	0.02~0.05 (10)(11)	0.05~0.10 (10)(11)	0.02 이하 (11)	-
	$DH32$																
	$EH32$																
	$AH36$																
	$DH36$																
	$EH36$																
	$AH40$	$t \le 100$															
	$DH40$																
	$EH40$																
	$FH32$			0.16 이하		0.90~1.60	0.025 이하	0.025 이하			0.80 이하						0.009 이하 (12)
	$FH36$																
	$FH40$																

(비고)

(1) 두께가 12.5 mm 이하인 형강에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 림드강으로 할 수 있다.
(2) 두께가 25 mm를 넘을 경우에는 알루미늄 처리에 따른 세립킬드강으로 한다. 다만, 두께 50 mm까지는 우리 선급의 승인을 받아 킬드강으로 할 수 있다.
(3) 형강의 경우 탄소의 함유량은 0.23 % 이하로 할 수 있다.
(4) $C+Mn/6$의 함유량은 0.40 %를 넘어서는 안 된다.
(5) 기타의 원소가 제강과정에서 첨가되는 경우 함량을 표시하여야 한다.
(6) 킬드강으로서 충격시험을 하는 경우 Mn의 최소함유량을 0.60 %까지 감소시켜도 좋다.
(7) 두께가 12.5 mm 이하인 강재에 대하여는 Mn의 최소함유량을 0.70 %까지 감소시켜도 좋다.
(8) Al의 함유량은 산에 용해되는 Al의 양으로 하지만 전 함유량으로 하여도 좋다. 다만, 이 경우에는 Al의 전 함유량은 0.020 % 이상이어야 한다.
(9) 우리 선급의 승인을 받아 기타의 세립화원소를 사용할 수 있다.
(10) 강재에는 Al, Nb, V 또는 기타의 세립화 원소를 단독 또는 조합으로 함유시켜야 한다. 다만, 단독으로 함유시키는 경우에는 세립화 원소성분의 하한 규정을 적용하지만 조합하여 함유시키는 경우에는 각각의 세립화 원소성분의 하한 규정은 적용하지 아니한다.
(11) Nb, V 및 Ti의 합계 함유량은 0.12 % 이하이어야 한다.
(12) 알루미늄 처리에 따른 세립킬드강은 0.012 % 이하로 할 수 있다.
(13) 고장력강이 $TMCP$로 제조되는 경우의 각 강재에 대한 탄소당량(Ceq.) 또는 균열감수성지수(Pcm)는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

표 2.1.7 기계적 성질 *(2021)*

재료 기호	인 장 시 험			충 격 시 험						
	항복강도 (N/mm²)	인장강도 (N/mm²)	연신율[6] ($L=5.65\sqrt{A}$) (%)	시험 온도 (℃)	평균흡수에너지[1](J) 두께, t (mm)					
					$t \le 50$		$50 < t \le 70$		$70 < t \le 100$	
					L[2]	T[2]	L[2]	T[2]	L[2]	T[2]
A	235이상	400~520[3]	22이상	+20	-	-	[4]	[4]	[4]	[4]
B				0[5]	27이상	20이상	34이상	24이상	41이상	27이상
D				-20						
E				-40						
AH 32	315이상	440~570	22이상	0	31이상	22이상	38이상	26이상	46이상	31이상
DH 32				-20						
EH 32				-40						
FH 32				-60						
AH 36	355이상	490~630	21이상	0	34이상	24이상	41이상	27이상	50이상	34이상
DH 36				-20						
EH 36				-40						
FH 36				-60						
AH 40	390이상	510~660	20이상	0	39이상	26이상	46이상	31이상	55이상	37이상
DH 40				-20						
EH 40				-40						
FH 40				-60						

(비고)

(1) 1조의 시험편 중에서 2 개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 하나라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(2) L 및 T는 시험편의 길이 방향이 압연방향과 평행 또는 직각인 경우를 나타낸다.

(3) *A*급 형강에 대한 인장강도는 규격상한치를 넘어도 좋다.

(4) 열처리가 *ARS* 또는 *CRS*이고, 두께가 50 mm를 넘는 *A*급 연강에 대하여는 충격시험을 하여야 한다. 이 경우 평균흡수에너지값은 *B*급 연강의 기준과 동일하게 적용한다.

(5) 두께가 25 mm 이하인 *B*급 연강의 경우에는 충격시험을 생략하여도 좋다.

(6) *R*1*B*호 시험편(L=200mm)에 대한 연신율의 최소값은 다음에 따른다.

재료기호 \ 두께 t (mm)	$3 \le t \le 5$	$5 < t \le 10$	$10 < t \le 15$	$15 < t \le 20$	$20 < t \le 25$	$25 < t \le 30$	$30 < t \le 40$	$40 < t \le 50$
A, *B*, *D*, *E* *AH* 32, *DH* 32, *EH* 32, *FH* 32	14	16	17	18	19	20	21	22
AH 36, *DH* 36, *EH* 36, *FH* 36	13	15	16	17	18	19	20	21
AH 40, *DH* 40, *EH* 40, *FH* 40	12	14	15	16	17	18	19	20

표 2.1.8 연강의 열처리 및 충격시험의 로트

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th rowspan="2">탈산방법</th><th rowspan="2">제품[4]</th><th colspan="4">열처리 및 충격시험의 로트[1][2][3]</th></tr>
<tr><th colspan="4">두께(mm)
0 12.5 25 35 50 100</th></tr>
<tr><td rowspan="4">A</td><td>림드[5]</td><td>형강</td><td colspan="3">AR 〈-〉</td><td></td></tr>
<tr><td>세미킬드</td><td>전제품</td><td colspan="3">AR 〈-〉</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">킬드</td><td>강판</td><td colspan="3">AR 〈-〉</td><td>N〈-〉 TMCP 〈-〉 CRS〈50〉[6]
ARS〈50〉[6]</td></tr>
<tr><td>형강 및 봉강</td><td colspan="3">AR 〈-〉</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">B</td><td>세미킬드</td><td>전제품</td><td rowspan="3">AR 〈-〉</td><td colspan="2" rowspan="3">AR 〈50〉</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">킬드</td><td>강판</td><td>N〈50〉 TMCP 〈50〉 CRS〈25〉
ARS〈25〉</td></tr>
<tr><td>형강 및 봉강</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">D</td><td>킬드</td><td>전제품</td><td>AR 〈50〉</td><td colspan="2">TMCP 〈50〉 N〈50〉 CR 〈50〉</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">세립킬드</td><td>강판</td><td colspan="2" rowspan="2">AR 〈50〉</td><td>TMCP 〈50〉 N〈50〉
CR 〈50〉</td><td>TMCP 〈50〉 N〈50〉 CRS〈25〉</td></tr>
<tr><td>형강 및 봉강</td><td>TMCP 〈50〉 N〈50〉
CR 〈50〉 ARS〈25〉</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">E</td><td rowspan="2">킬드 및
세립킬드</td><td>강판</td><td colspan="4">TMCP 〈P〉 N〈P〉</td></tr>
<tr><td>형강 및 봉강</td><td colspan="3">TMCP 〈25〉 N〈25〉 CRS〈15〉 ARS〈15〉</td><td></td></tr>
</table>

(비고)

(1) 열처리 표시기호는 다음에 따른다. (이하 동일하다)

AR : 압연 그대로

CR : 온도제어압연

N : 노멀라이징

TMCP : 열가공제어법

ARS : 우리 선급에 의해 특별히 승인된 압연 그대로

CRS : 우리 선급에 의해 특별히 승인된 온도제어압연

(2) 표 중 열처리 기호 다음의 부호는 로트의 크기를 나타내는 것으로 〈 〉 표시 안의 숫자는 각각 50 *t*, 25 *t* 및 15 *t*을 넘지 아니하는 강재(동일용강에 속하고 열처리 및 제조공정이 같은 것)를 1 로트로, 〈*P*〉는 1 피스(piece)를 1 로트로 하는 것을 표시하며 〈-〉는 충격시험이 요구되지 않는 것을 표시한다. 피스라 함은 1개의 강편(slab), 1개의 빌릿 또는 1개의 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판, 형강 또는 봉강 전체를 말한다.

(3) *AR* 대신에 *TMCP*, *N* 또는 *CR*을 적용할 수 있으며 이들 강재에 대한 로트는 *AR*과 동일한 것으로 한다.

(4) 강판에는 너비 600 mm 이상의 평강을 포함한다.

(5) 두께가 12.5 mm 이하의 형강에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 림드강으로 할 수 있다.

(6) 표 2.1.7의 비고 (4) 참조

표 2.1.9 고장력강의 열처리 및 충격시험 로트

재료 기호	탈산방법 및 세립화 원소		제품[4]	열처리 및 충격시험의 로트[1][2][3] 두께 (mm) 0 – 12.5	12.5 – 20	20 – 25	25 – 35	35 – 50	50 – 100
AH 32 *AH* 36	킬드 및 세립 킬드	*Nb* 및/또는 *V*처리[5]	강판	*AR*〈50〉	*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉				*TMCP*〈50〉 N〈50〉 *CR*〈25〉
			형강 및 봉강	*AR*〈50〉	*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉 *ARS*〈25〉				
		Al 또는 *Al*+ *Ti* 처리	강판	*AR*〈50〉		*ARS*〈50〉			
						TMCP〈50〉 N〈50〉 *CR*〈50〉			*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈25〉
			형강 및 봉강	*AR*〈50〉		*TMCP*〈50〉 N〈50〉 *CR*〈50〉 *ARS*〈25〉			
DH 32 *DH* 36	킬드 및 세립 킬드	*Nb* 및/또는 *V*처리[5]	강판	*AR*〈50〉	*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉				*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈25〉
			형강 및 봉강	*AR*〈50〉	*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉 *ARS*〈25〉				
		Al 또는 *Al*+ *Ti* 처리	강판	*AR*〈50〉		*ARS*〈25〉			
						TMCP〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉			*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CRS*〈25〉
			형강 및 봉강	*AR*〈50〉		*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉 *ARS*〈25〉			
EH 32 *EH* 36	킬드 및 세립 킬드	모든 세립화 원소	강판	*TMCP*〈P〉 *N*〈P〉					
			형강 및 봉강	*TMCP*〈25〉 *N*〈25〉 *CR*〈15〉 *ARS*〈15〉					
FH 32 *FH* 36			강판	*TMCP*〈P〉 *N*〈P〉 *QT*〈P〉					
			형강 및 봉강	*TMCP*〈25〉 *N*〈25〉 *QT*〈25〉 *ARS*〈15〉					
AH 40			강판	*AR*〈50〉	*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉				*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *QT*〈P〉
			형강 및 봉강	*AR*〈50〉	*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉				
DH 40			강판	*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉					*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *QT*〈P〉
			형강 및 봉강	*TMCP*〈50〉 *N*〈50〉 *CR*〈50〉					
EH 40			강판	*TMCP*〈P〉 *N*〈P〉 *QT*〈P〉					
			형강 및 봉강	*TMCP*〈25〉 *N*〈25〉 *QT*〈25〉					
FH 40			강판	*TMCP*〈P〉 *N*〈P〉 *QT*〈P〉					
			형강 및 봉강	*TMCP*〈25〉 *N*〈25〉 *QT*〈25〉					

(비고)

(1) 열처리 표시기호는 다음에 따른다. (이하 동일하다) **【지침 참조】**

AR : 압연 그대로 *CR* : 온도제어압연

N : 노멀라이징 *TMCP* : 열가공제어법

QT : 담금질 후 템퍼링

ARS : 우리 선급에 의해 특별히 승인된 압연 그대로

CRS : 우리 선급에 의해 특별히 승인된 온도제어압연

(2) 표 중 열처리 기호 다음의 부호는 로트의 크기를 나타내는 것으로 〈 〉 표시 안의 숫자는 각각 50 *t*, 25 *t* 및 15 *t*을 넘지 아니하는 강재(동일용강에 속하고 열처리 및 제조공정이 같은 것)를 1 로트로, 〈*P*〉는 1 피스(piece)를 1 로트로 하는 것을 표시하며 〈-〉는 충격시험이 요구되지 않는 것을 표시한다. 피스라 함은 1개의 강편(slab), 1개의 빌릿 또는 1개의 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판, 형강 또는 봉강 전체를 말한다.

(3) *AR* 대신에 *TMCP*, *N*또는 *CR*을 적용할 수 있으며 이들 강재에 대한 로트는 *AR*과 동일한 것으로 한다.

(4) 강판에는 너비 600 mm 이상의 평강을 포함한다.

(5) 세립화를 위해 함유량에 관계없이 단독 또는 조합으로 *Nb*를 첨가하는 것을 말한다.(표 2.1.6의 비고 (10)참조)

(3) 별도로 규정하는 경우와 특히 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고 충격시험편을 채취하는 시험재는 탈산방법, 제품의 종류 및 열처리 방법에 따라 **표 2.1.8** 및 **표 2.1.9**에 규정하는 로트마다 해당 로트의 최대 두께의 것에서 1개를 채취한다. **【지침 참조】**

(4) 별도로 규정하는 경우를 제외하고 시험재는 다음 (가)부터 (다)까지의 규정에 따라 **그림 2.1.4**와 같이 채취한다.

(가) **강판 및 너비 600 mm 이상의 평강** : 모서리로부터 너비의 대략 1/4의 위치로 한다.

(나) **형강 및 너비 600 mm 미만의 평강** : 플랜지 모서리로부터 플랜지 너비의 대략 1/3(*H*형강의 경우 1/6)의 위치로 한다. 다만, ㄷ형강, 구평형강 및 *H*형강에 대하여는 웨브의 중심선으로부터 웨브깊이의 대략 1/4의 위치로 할 수 있다.

(다) **봉강** : 시험편의 중심선이 가능한 한 다음에 규정하는 위치가 되도록 시험재를 채취한다. 다만, 단면치수가 작아서 해당 로트 중 최대지름의 제품에서 적당한 길이로 절단한 것을 그대로 인장시험편으로 하는 경우에는 제외한다.

(i) 단면이 원형이 아닌 것에 대하여는 외면으로부터 장지름선상의 해당 길이의 대략 1/6의 위치로 한다.

(ii) 단면이 원형인 것에 대하여는 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치로 한다.

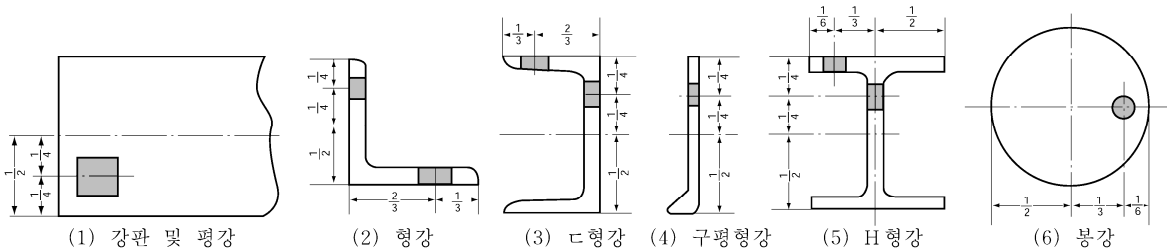


그림 2.1.4 시험재의 채취위치

7. 시험편의 채취

(1) 시험편은 본체와 별도로 열처리를 하여서는 안 된다.

(2) 인장시험편은 다음 (가)부터 (다)까지에 따라 채취한다.

(가) 1개의 시험재로부터 1개를 채취한다.

(나) 시험편의 길이방향을 압연방향에 직각 (*T*방향)으로 채취한다. 다만, 형강, 봉강, 너비가 600 mm 미만인 평강 및 우리 선급이 특별히 승인한 경우에는 길이방향을 압연방향에 평행(*L*방향)으로 채취할 수 있다.

(다) 시험편은 일반적으로 판모양의 인장시험편을 사용하지만, 봉강 또는 두께 40 mm를 넘는 강판 및 형강에 대하여는 봉모양의 인장시험편을 사용할 수 있다. 강판 및 형강으로부터 봉모양 인장시험편을 채취하는 경우, 채취위치는 표면으로부터 두께의 대략 1/4에 위치하도록 한다.

(3) 충격시험편은 다음 (가)부터 (다)까지에 따라 채취한다.

(가) 1개의 시험재로부터 1조(3개)를 채취한다.

(나) 시험편의 길이방향을 압연 방향에 평행(*L*방향)으로 채취한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 길이방향을 압연방향에 직각(*T*방향)으로 채취한다.

(다) 시험편은 강재의 두께가 40 mm 이하의 경우에는 강재의 표면과 시험편의 표면과의 간격이 2 mm 이하가 되도록 채취하고, 강재의 두께가 40 mm를 넘는 경우에는 강재의 표면으로부터 두께의 대략 1/4의 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 채취한다. 다만, 봉강의 경우에는 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

8. 치수허용차 【지침 참조】

(1) 일반사항

(가) **8항**의 규정은 두께 5mm 이상의 강판(너비 600mm 이상의 평강 포함)의 두께 허용차에 대하여 적용한다. 두께 5mm 미만의 강판의 두께 허용차는 ISO 7452의 B등급 또는 이와 동등한 국가 또는 국제표준에 따르며, 음의 허용차는 0.3 mm를 넘을 수 없다. 너비 600mm 미만의 평강은 주문자와 제조자간의 협의에 따를 수 있다. *(2019)*

(나) 강판(평강 포함)의 두께 허용차에 대하여 ISO 7452:2013의 C등급 또는 이와 동등한 국가 또는 국제표준을 적용하는 경우에는 (4)호 및 (5)호의 요건을 적용하지 않을 수 있다. *(2019)*

(다) 두께 이외의 길이, 너비 및 편평도에 대한 치수허용차에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 따른다.

(라) 강판(평강 포함)이외의 강재의 두께 허용차에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(2) 책임

(가) 제조자는 강판(평강 포함)의 치수를 허용차 이내에서 유지하고 검증할 책임이 있다. 검사원은 필요한 경우 확인을 요구할 수 있다.

(나) 조선소(사용자)는 입고된 강판(평강 포함)의 표면상태를 제작에 사용하기 전까지 적합한 수준으로 유지하고 보관할 책임이 있다.

(3) 두께 허용차

(가) 두께 허용차와 관련한 용어의 정의는 다음에 따른다. 다만 호칭두께는 발주시 구매자에 의해 결정되는 두께이다.

① 음의 허용차는 호칭두께 미만의 허용 하한을 말한다.

② 양의 허용차는 호칭두께를 넘는 허용 상한을 말한다.

(나) 강판(평강 포함)의 개별 측정값의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 호칭두께에 관계없이 0.3 mm로 한다.

(다) 우리 선급 또는 구매자가 특별히 요구하는 규격이 없다면, 강판(평강 포함)의 호칭두께에 대한 양의 허용차는 국가 또는 국제표준에 따른다. *(2019)*

(라) 우리 선급 또는 구매자가 특별히 요구하는 규격이 없다면, 그라인더로 보수한 부위에 대하여는 두께허용차를 적용하지 않고 301. 9항 (2)호에 따른다. *(2019)*

(4) 평균두께

(가) 강판(평강 포함) 또는 피스의 평균두께는 (5)호에 따라 측정된 값의 산술평균으로 정의된다.

(나) 강판(평강 포함) 또는 피스의 평균두께는 호칭두께보다 작아서는 안된다.

(5) 두께측정

(가) 두께는 **그림 2.1.4-1**에 규정한 위치에서 적어도 2열 이상 그리고 각 열에 대하여 3점 이상 선정하여 자동 또는 수동으로 측정하여야 한다.

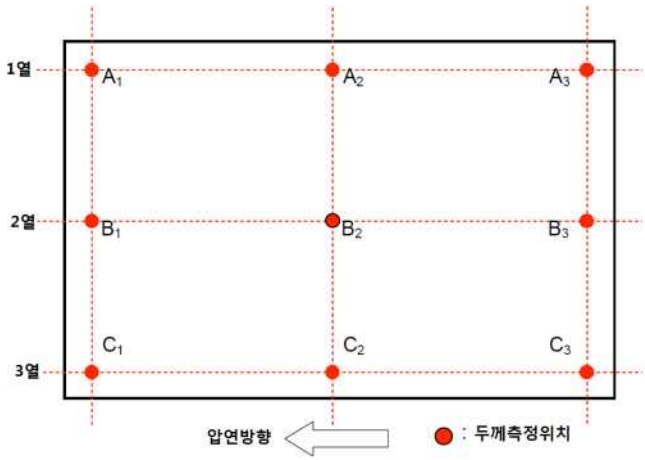


그림 2.1.4-1 두께 측정 위치

(나) 가장자리로부터의 두께측정 위치는 자동측정의 경우 모서리로부터 10mm이상 300mm미만, 수동측정의 경우 모서리로부터 10mm이상 100mm미만 떨어진 위치이어야 한다.

(다) 각 열에 대하여 3점 이상 측정한 경우에는 나머지 열에서도 동일한 수량만큼 측정하여야 한다.

(라) **그림 2.1.4-2**와 같이 강판(평강 포함)이 추후 절단되어 공급되는 경우에도, 두께 측정위치는 (가)부터 (다)까지와 같이 한다.

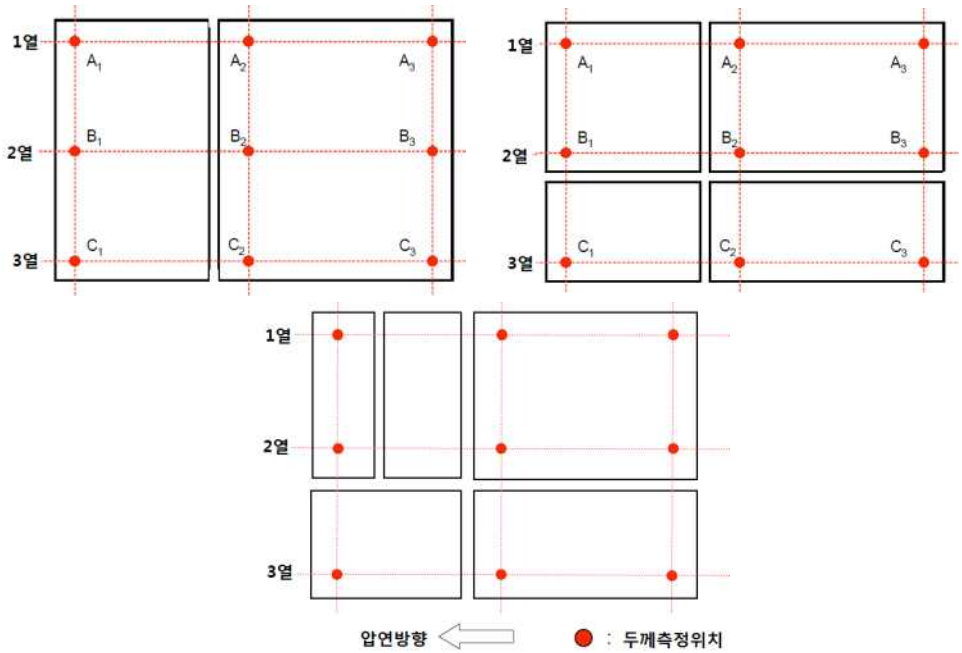


그림 2.1.4-2 추후 절단될 강판의 두께측정위치

(마) 제조자는 검사원이 요청하는 경우, 측정절차 및 기록을 제공하여야 한다.

9. 품질 및 결함의 보수 *(2018)*

(1) 강재의 품질에 대하여는 108.의 1항, 2항 및 다음에 따른다.

(가) 강재는 선박 건조에 유해한 표면 결함이 없어야 한다. 9항에서 별도로 규정하는 요구조건을 제외하고 최종 제품은 EN 10163의 1,2 및 3편(PART)또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 국제/국가표준에 따른 표면 품질을 만족해야 한다.

(나) 강재의 최종 표면 품질에 대한 책임은 제조자에게 있으며, 제조자는 제조과정에서 필요한 예방조치를 취하고 인도 전에 검사해야 한다. 그러나 강재의 인도 전 검사 과정에서 압연 또는 열처리에 따른 흑피 등으로 표면의 불연속부 및 결함이 확인되지 않을 수도 있다. 따라서 흑피 제거 공정 등 후속 공정에서 강재의 결함이 발견된다면, 우리 선급은 그 강재의 불합격 또는 보수를 요구할 수 있다.

(다) 표면검사 방법은 우리 선급이 인정하고 주문자와 제조자 간에 협의된 국제 또는 국가 표준에 따라 실시해야 한다.

(라) 주문자와 제조자의 협의에 따라 이러한 요구조건을 상회하는 표면 품질로 발주될 수 있다.

(마) 표면결함의 판정기준

(a) 불완전부

피팅, 흑피, 자국, 압연 자국, 스크래치 및 홈과 같이 제조과정에서 발생할 수 있고 강재의 사용 목적에 유해하지 않는 불완전부는 개수와 상관없이 EN 10163-2의 A등급 또는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 국제/국가 표준의 최대 허용치를 초과해서는 안 된다. 그리고 강판(평강 포함) 두께의 음의 허용차 및 평균두께는 8항에 따른다. 불완전부를 포함하는 면적은 해당 강판의 전체 면적의 15 %를 초과해서는 안 된다.

(b) 결함

EN 10163-2의 A등급 또는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 국제/국가 표준의 최대 허용치를 초과하는 깊이의 불완전부는 개수와 상관없이 보수되어야 한다. 강판의 표면 및/또는 모서리에 육안으로 발견되는 균열, 유해한 표면 결점, 껍질(비금속 개재물을 동반한 오버랩), 샌드패치(sand patches), 층상흠(lamination) 및 날카로운 솔기(가늘고 긴 결함)를 결함으로 간주하며, 그 크기와 개수에 상관없이 불합격 또는 보수해야 한다.

(2) 표면결함의 보수

(가) 그라인딩 보수

표면결함을 그라인더로 부분적으로 제거할 수 있으며, 다음에 따른다.

(a) 보수의 깊이는 어떠한 장소에도 결함을 제거한 후의 강재의 두께가 호칭두께의 93 % 이하이어서는 아니 되며 또한 어떠한 경우에도 보수의 깊이가 3 mm를 넘어서는 아니 된다.

(b) 결함을 제거한 후의 개개의 보수 넓이는 0.25 ㎡ 이하이어야 하며, 보수 넓이의 총 합계는 강판 표면적의 2 %

를 넘어서는 안 된다.

(c) 그라인더로 보수한 두 지역 간의 거리가 평균 너비보다 작은 경우에는 하나의 보수지역으로 간주한다.

(d) 강판 양면의 서로 반대쪽에 위치한 표면결함을 그라인더로 보수하는 경우, 양면의 결함을 제거 한 후의 잔여두께는 전 (a)에 규정하는 값 이상으로 판두께를 감소시켜서는 안 된다.

(e) 결함의 완전한 제거를 확인하기 위하여 제조자는 자분탐상검사 또는 액체침투탐상검사를 해야 한다. *(2020)*

(f) 결함을 그라인딩으로 완전히 제거하고 남은 강판(평강 포함)의 두께는 **8항**에 따른 평균두께를 만족해야 한다. 그라인더로 보수한 영역은 주위 표면과 매끄럽게 연결되어야 한다.

(나) 용접 보수

전 (가)호의 보수로써 제거할 수 없는 결함은 우리 선급 검사원의 승인을 받고 다음에 따라 결함을 제거한 후에 용접으로 보수할 수 있다. 허용되지 않는 불완전부, 균열, 껍질(shells) 또는 돌기(seams)와 같은 결함의 보수 후에 자분탐상검사 또는 액체침투탐상검사를 실시한다.

(a) 어느 한 용접보수의 넓이는 0.125 ㎡ 이하이어야 하며, 용접보수 넓이의 총 합계는 강판 표면적의 2%를 넘어서는 안된다. 또한 두 용접보수 사이의 거리는 그들의 평균 너비보다 작아서는 안된다.

(b) 용접전의 상태에 있어서 결함을 제거한 깊이가 호칭두께의 20 %를 넘어서는 안 된다. 20 %를 넘는 경우에는 검사원이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(c) 용접보수 깊이가 3 mm를 초과하는 경우에는 우리 선급이 초음파탐상검사를 요구할 수 있다. 초음파탐상검사는 승인된 절차에 따라 실시한다.

(d) 용접은 알맞은 강재등급으로 미리 승인된 방법에 따라서 우리 선급이 승인한 기량자격을 가진 용접사가 승인된 용접봉으로 하여야 한다. 용접봉은 저수소계의 적절히 건조된 것으로 용접 전 및 용접 중에 흡습되지 않도록 보호하여야 한다.

(다) 형강에서의 결함의 보수는 다음에 따른다.

(a) 두께 9.5 mm 미만의 경우, 보수깊이가 0.8 mm 이하인 표면결함은 그라인더로 부분적으로 제거할 수 있다.

(b) 두께 9.5 mm 이상의 경우, 보수깊이가 1.6 mm 이하인 표면결함은 그라인더로 부분적으로 제거할 수 있다.

(c) 전 (a) 또는 (b)의 보수로써 제거할 수 없는 결함은 우리 선급 검사원의 승인을 받고 다음에 따라 결함을 제거한 후 용접으로 보수할 수 있다. 이 보수는 특별히 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고는 검사원의 입회하에 하여야 한다.

① 용접보수 넓이의 총 합계는 형강 표면적의 2%를 넘어서는 안 된다.

② 용접전의 상태에 있어서 결함을 제거한 깊이는 호칭두께의 30% 또는 12.5 mm를 넘어서는 안 된다.

(라) 전 (나)호 또는 (다)호 (c)의 규정에 따라 용접보수를 하기 전에, 제조자는 다음의 자료를 제출하고 그 보수방법에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. *(2020)*

(a) 보수대상 결함의 종류, 제거방법 및 용접방법 등을 포함하는 용접보수절차서

(b) 전 (a)호의 절차서에 기재된 용접보수 방법에 따라 시험재에 보수를 하고 그 부분에 대한 인장시험, 굽힘시험, 충격시험, 매크로시험 및 경도시험의 성적서 *(2020)*

(3) 내부결함

(가) 강재에 대하여 초음파탐상검사를 하도록 발주된 경우 또는 우리 선급이 요구하는 경우, 초음파탐상검사 방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다. 다만, 탐촉자의 주파수는 일반적으로 4 MHz를 사용한다. **【지침 참조】**

(나) 강재의 내부 건전성을 보증할 책임은 제조자에게 있다. 검사원에 의한 합격 결과가 제조자의 이러한 책임을 면제하는 것은 아니다.

10. 재시험

(1) 인장시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 그 시험편을 채취한 피스에서 다시 2개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우에 시험성적이 모두 규격에 합격하였을 때에는 동일 로트에 속한 피스는 전부 합격으로 한다.

(2) 전 호의 시험에서 2개 중 1개 이상이 불합격된 경우에는 시험편을 채취한 피스는 불합격으로 하지만 남은 피스에 대하여는 다시 2개의 피스를 선정하여 각각 1개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우의 성적이 모두 규격에 합격하였을 때에는 동일 로트에 속하는 나머지 피스는 합격으로 한다.

(3) (가) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 다음 (i) 또는 (ii)의 경우를 제외하고 그 시험편을 채취한 피스로부터 다시 1조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.

(i) 시험편 3개 모두가 규정의 평균흡수에너지값에 미치지 못한 경우

(ii) 시험편 중 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우

(나) 재시험은 최초 불합격한 시험편의 값을 포함하여 합계 6개의 시험편의 흡수에너지 평균치가 규정의 평균흡수에너지값 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균흡수에너지값보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이고 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 시험편의 수가 1개 이하이면 동일 로트에 속한 피스는 전부 합격으로 한다.

(4) (3)호의 시험에서 불합격한 경우에는 시험편을 채취한 피스는 불합격으로 하지만 동일 로트에 속하는 두께가 최대인 2개의 피스로부터 다시 2조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있으며 각조에 대한 시험결과가 모두 규격을 만족할 때는 동일 로트에 속하는 나머지 피스에 대하여는 합격으로 한다. 다만, 2조 중 어느 1조라도 불합격일 때에는 그 로트에 속하는 피스는 불합격으로 한다.

(5) 시험이 시험편 가공의 잘못이나 눈에 보이는 결함 또는 인장시험의 경우에서와 같이 시험편이 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4을 초과하는 곳에서 절단되고 연신율에 대한 성적이 규정에 합격하지 아니하였을 경우에는 그 시험을 무효로 하고 동일 로트에 속하는 피스로부터 소정의 시험편을 채취하여 다시 시험을 할 수 있다.

(6) 전 각호의 재시험에도 불합격한 경우에는 그 시험편을 채취한 피스는 불합격으로 하나 주문자와 제조자의 협의에 따라 대표된 로트의 각 피스에 대하여 피스마다 따로 규정된 모든 시험을 하고 그 성적이 규격에 합격하였을 경우에는 그 피스에 한해서 합격으로 할 수 있다.

(7) 주문자와 제조자의 협의에 따라 불합격된 피스를 열처리하거나 또는 재열처리를 하고 시험을 다시 하든지 또는 낮은 등급으로 사용하고자 하는 경우 그 성적이 규격에 적합하면 그 피스를 합격으로 할 수 있다.

11. 표시

(1) 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 **110.**에 따른다.

(2) 열처리가 TMCP인 경우에는 재료기호의 뒤에 "*TM*"을 부기한다.(예 : *EH*40 *TM*)

(3) 내식강의 강판에는 재료기호의 뒤에 내식성능에 관한 표시기호(이하 "내식기호"라 한다)를 부기하여야 한다. 또한 화물유탱크에서 승인이 요구되는 내식강의 적용 영역에 따라서 다음과 같이 내식기호를 부여한다.(예 : AH32 TM RCU Z35)

(가) 강력 갑판 하부 및 주위 구조 : RCU

(나) 내저판의 상부 및 주위 구조 : RCB

(다) 강력 갑판과 내저판의 양쪽 모두 : RCW

12. 가공 선체구조용 압연강재의 냉간 가공 한계에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 기준에 따른다. **【지침 참조】**

13. 시험증명서 제조자는 모든 시험에 합격한 재료의 시험증명서를 검사원에게 제출해야 한다. 우리 선급은 각 재료기호별로 시험증명서를 요구할 수 있다. 시험증명서에는 재료의 치수 이외에 적어도 다음의 사항을 기재하여야 한다. *(2017)*

(1) 발주자의 명칭 또는 구매번호 및 재료가 사용될 선박명 또는 그 공사번호(확정된 경우)

(2) 주조 및 압연 식별번호 또는 기호

(3) 제조자의 명칭 또는 그 기호

(4) 재료 기호

(5) 화학성분(규정된 성분의 레이들분석치)

(6) 내식강의 경우, 내식성 향상을 위하여 첨가되거나 의도적으로 제어되는 각 합금원소의 중량비

(7) 기계적 성질

(8) 열처리 상태(예, 노멀라이징, 온도제어압연 등. 다만, 압연 그대로인 경우는 제외한다.)

(9) 탈산방법(림드강인 경우에만 표시)

(10) **310.**에 따른 두께방향 특성(해당되는 경우)

302. 보일러용 압연강판

1. 적용

(1) 이 규정은 보일러용 및 고온에서 사용하는 압력용기용 압연강판(이하 **강판**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 302.에 규정하지 아니한 강판에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종류 강판의 종류는 표 2.1.10에 따른다.

표 2.1.10 강판의 종류 *(2019)*

재료기호	적용두께 (mm)
RSP 24	6~200
RSP 30	
RSP 32	
RSP 30*A*	6~150
RSP 32*A*	

3. 열처리

(1) 두께 50 mm 이하의 *RSP* 24, *RSP* 30 및 *RSP* 32 강판과 두께 38 mm 이하인 *RSP* 30*A* 및 *RSP* 32*A* 강판은 압연 그대로 한다. 다만, 필요에 따라 노멀라이징 또는 응력제거 어닐링의 열처리를 하여도 좋다. *(2019)*

(2) 두께 50 mm를 넘는 *RSP* 24, *RSP* 30 및 *RSP* 32 강판과 두께 38 mm를 넘는 *RSP* 30*A* 및 *RSP* 32*A* 강판은 정상적인 결정립도를 얻을 수 있는 노멀라이징을 하든가 또는 열간성형 가공시에 노멀라이징과 같은 효과를 얻을 수 있는 온도로 균일한 가열을 하여야 한다. 이 경우 노멀라이징은 원칙적으로 제조자가 하는 것으로 한다. *(2019)*

4. 화학성분 강판의 화학성분은 표 2.1.11에 따른다.

표 2.1.11 화학성분 *(2019)*

<table>
<tr><th rowspan="2">재료
기호</th><th colspan="7">화학성분(%)</th></tr>
<tr><th>두께 t (mm)</th><th>C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th><th>Mo</th></tr>
<tr><td rowspan="2">*RSP* 24</td><td>$t \le 25$
$25 < t \le 50$
$50 < t \le 200$</td><td>0.24 이하
0.27 이하
0.30 이하</td><td rowspan="6">0.15
~
0.40</td><td rowspan="2">0.90
이하</td><td rowspan="2">0.030
이하</td><td rowspan="2">0.030
이하</td><td rowspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">*RSP* 30</td><td>$t \le 25$
$25 < t \le 50$
$50 < t \le 200$</td><td>0.28 이하
0.31 이하
0.33 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="2">*RSP* 32</td><td>$t \le 25$
$25 < t \le 50$
$50 < t \le 200$</td><td>0.31 이하
0.33 이하
0.35 이하</td><td>1.20
이하</td><td>0.025
이하</td><td>0.025
이하</td></tr>
<tr><td rowspan="2">*RSP* 30*A*</td><td>$t \le 25$
$25 < t \le 50$
$50 < t \le 100$
$100 < t \le 150$</td><td>0.18 이하
0.21 이하
0.23 이하
0.25 이하</td><td rowspan="2">0.90
이하</td><td rowspan="2">0.020
이하</td><td rowspan="2">0.020
이하</td><td rowspan="2">0.45
~
0.60</td></tr>
<tr><td rowspan="2">*RSP* 32*A*</td><td>$t \le 25$
$25 < t \le 50$
$50 < t \le 100$
$100 < t \le 150$</td><td>0.20 이하
0.23 이하
0.25 이하
0.27 이하</td></tr>
<tr><td colspan="8">(비고)
(1) *RSP* 30 (두께 25 mm 이하는 제외)은 C를 0.30 %이하, Mn을 1.00 % 이하로 할 수 있다.</td></tr>
</table>

5. **기계적 성질** 강판의 기계적 성질은 **표 2.1.12**에 따른다.

표 2.1.12 기계적 성질 *(2019)*

재료기호	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%)	
			*R*1*A*호	*R*10호
RSP 24	235이상	410~550	21이상	25이상
RSP 30	295이상	450~590	19이상	23이상
RSP 32	315이상	490~620	17이상	21이상
RSP 30*A*	295이상	450~590	19이상	23이상
RSP 32*A*	315이상	490~620	17이상	21이상

(비고)
(1) 인장시험편은 두께 50mm 이하의 강판의 경우는 *R*1*A*호 시험편, 두께 50mm를 넘는 강판의 경우는 *R*10호 시험편을 사용한다. 다만, 두께 40mm를 넘는 것은 *R*10호 시험편을 사용할 수 있다.
(2) 두께 8mm 미만의 강판의 연신율은 두께 1mm 또는 그 단수를 감할 때마다 이 표의 연신율 값에서 1%를 감소시킬 수 있다.
(3) 두께가 90 mm를 넘는 강판의 연신율은 90 mm를 초과하는 두께 12.5 mm 또는 그 단수마다 이 표의 연신율 값에서 0.5 %를 감소시킬 수 있다. 다만, 감소한도는 3 %로 한다.
(4) 두께 6 mm 초과 20 mm 미만의 *RSP* 30*A* 및 *RSP* 32*A* 강판의 연신율이 이 표의 연신율 값에서 3 % 이내로 부족한 경우, 파단부를 포함하는 표점거리 50 mm의 연신율 값이 25% 이상이면 합격으로 간주할 수 있다.

6. **시험재의 채취 【지침 참조】**
(1) 열처리를 하지 아니한 강판에 대하여는 1개의 강편 또는 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.
(2) 열처리를 한 강판에 대하여는 1개의 강편 또는 강괴로부터 직접 압연되고 또한 동일한 열처리를 한 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.
(3) 주문자가 용접 후 또는 가공 과정에서 응력제거 어닐링을 하는 경우, 제조자는 전 각호에 따라 채취한 시험재에 대하여 주문자의 지시(주문자는 주문서에 응력제거 어닐링 상세를 명시하여야 한다)에 따라 해당 응력제거 어닐링에 대응하는 열처리를 하여야 한다. 다만, 주문자로부터 응력제거 어닐링 방법에 대한 지시가 없는 경우에는 시험재를 600℃~650℃로 서서히 가열하고 두께 25 mm 마다 1시간 이상의 비율로 온도를 유지시킨 다음 300℃까지 노중에서 냉각시킨 후 대기 중에서 냉각한다.
(4) 시험재는 강판의 모서리로부터 너비의 대략 1/4의 위치에서 채취한다.

7. **시험편의 채취** 인장시험편은 다음 (1)부터 (3)까지에 따른다.
(1) 1개의 시험재로부터 1개를 채취한다.
(2) 시험편의 길이방향을 압연방향에 직각(*T*방향)으로 채취한다.
(3) 봉모양 인장시험편을 채취하는 경우에는 시험편의 축을 표면으로부터 두께의 대략 1/4에 위치하도록 한다.

8. **치수허용차** 치수허용차에 대하여는 **301.**의 **8**항에 따른다. 다만, 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.25 mm로 한다.

9. **재시험** 인장시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 **109.**에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. **표시**
(1) 규정의 시험에 합격한 강판의 표시는 **110.**에 따르는 이외에 다음 (2)호에 규정하는 열처리에 관한 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다.
(2) 열처리에 관한 표시기호는 다음에 따른다. *(2019)*
(가) 강판에 노멀라이징을 한 경우 : *N* (예 : *RSP* 30*N*)
(나) 시험편에만 노멀라이징을 한 경우 : *TN* (예 : *RSP* 30*TN*)
(다) 시험편에 용접후열처리에 상당하는 열처리를 한 경우 : *SR* (예 : *RSP* 30*N*-*SR*, *RSP* 30*TN*-*SR*)

303. 압력용기용 압연강판

1. 적용

(1) 이 규정은 주로 상온에서 사용하는 압력용기용 압연강판(이하 **강판**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 303.에 규정하지 아니한 강판에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종류 강판의 종류는 **표 2.1.13**과 같이 6종류로 한다.

표 2.1.13 강판의 종류

재료기호	적용두께 (mm)
*RPV*24	6~200
*RPV*32, *RPV*36, *RPV*42, *RPV*46, *RPV*50	6~150

3. 열처리

(1) *RPV*24 강판은 압연 그대로 한다. 다만, 필요에 따라 노멀라이징을 할 수 있다.

(2) *RPV* 32 및 *RPV*36 강판은 압연 그대로 하거나 필요에 따라 노멀라이징을 할 수 있다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 *TMCP* 또는 담금질 후 템퍼링을 할 수 있다.

(3) *RPV* 42 강판은 *TMCP*로 한다. 다만, 또한 우리 선급의 승인을 받아 노멀라이징 또는 담금질 후 템퍼링을 할 수 있다.

(4) *RPV*46 및 *RPV*50 강판은 담금질 후 템퍼링을 하는 것으로 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 TMCP로 할 수 있다.

4. 화학성분

(1) 강판의 화학성분은 **표 2.1.14**에 따른다.

(2) 강판의 열처리에 따른 탄소당량(Ceq) 및 용접균열감수성(Pcm)은 **표 2.1.14-1**에 따른다.

표 2.1.14 화학성분

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th colspan="6">화학성분 (%)</th></tr>
<tr><th colspan="2">C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th></tr>
<tr><td rowspan="2">RPV24</td><td>$t \le 100$ mm</td><td>0.18 이하</td><td rowspan="2">0.35 이하</td><td rowspan="2">1.40 이하</td><td rowspan="7">0.030 이하</td><td rowspan="7">0.030 이하</td></tr>
<tr><td>$t > 100$ mm</td><td>0.20 이하</td></tr>
<tr><td>RPV32</td><td colspan="2">0.18 이하</td><td rowspan="2">0.55 이하</td><td rowspan="5">1.60 이하</td></tr>
<tr><td>RPV36</td><td colspan="2">0.20 이하</td></tr>
<tr><td>RPV42</td><td colspan="2" rowspan="3">0.18 이하</td><td rowspan="3">0.75 이하</td></tr>
<tr><td>RPV46</td></tr>
<tr><td>RPV50</td></tr>
<tr><td colspan="7">(비고)
(1) 필요에 따라 이 표에 규정한 것 이외의 원소를 첨가할 수 있다. 이 경우에는 이것을 시험성적서에 기재하여야 한다.
(2) 담금질 후 템퍼링 열처리를 하지 않는 RPV46 및 RPV50 강판의 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아 이 표와 다르게 할 수 있다.</td></tr>
</table>

표 2.1.14-1 탄소당량(Ceq) 및 용접균열감수성(Pcm)

재료기호	열처리	탄소당량(%)					용접균열감수성(%)			
		$t \le 50$ (mm)	$50 < t \le 75$ (mm)	$75 < t \le 100$ (mm)	$100 < t \le 125$ (mm)	$125 < t \le 150$ (mm)	$t \le 50$ (mm)	$50 < t \le 75$ (mm)	$75 < t \le 100$ (mm)	$100 < t \le 150$ (mm)
RPV 32	TMCP(1)	0.39 이하	0.41 이하		0.43 이하		0.24 이하	0.26 이하		0.28 이하
RPV 36		0.40 이하	0.42 이하		0.44 이하		0.26 이하	0.27 이하		0.29 이하
RPV 42		0.43 이하	0.45 이하		-		0.27 이하	0.28 이하	0.29 이하	-
RPV 46	담금질 후 템퍼링(2)	0.44 이하	0.46 이하	0.49 이하	0.52 이하	0.54 이하	0.28 이하	0.30 이하		
RPV 50		0.45 이하	0.47 이하	0.50 이하	0.53 이하	0.55 이하				

(비고)
(1) 담금질 후 템퍼링 열처리를 한 *RPV* 32, *RPV* 36 및 *RPV* 42 강판의 탄소당량 및 용접균열감수성은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
(2) 담금질 후 템퍼링 열처리를 하지 않는 *RPV* 46 및 *RPV* 50 강판의 탄소당량 및 용접균열감수성은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

5. **기계적 성질** 강판의 기계적 성질은 **표 2.1.15**에 따른다.

표 2.1.15 기계적 성질

재료 기호	인장시험							충격시험		
	항복강도 (N/mm²) 강판의 두께 t (mm)			인장강도 (N/mm²)	연신율(%) 강판의 두께 t (mm)			시험 온도 (℃)	평균흡수 에너지 (J)	개개의 흡수 에너지 (J)
	$t \le 50$	$50 < t \le 100$	$100 < t \le 200$		$t \le 16$(2)	$16 < t \le 40$(2)	$40 < t$(3)			
RPV 24	235이상	215이상	195이상	400~510	17이상	21이상	24이상	0	47이상	27이상
RPV 32	315이상	290이상	275이상(1)	490~610	16이상	20이상	23이상			
RPV 36	355이상	335이상	315이상(1)	520~640	14이상	18이상	21이상			
RPV 42	410이상	390이상	370이상(1)	550~670	12이상	16이상	18이상	-10		
RPV 46	450이상	430이상	410이상(1)	570~700	19이상(4)	26이상(4)	20이상			
RPV 50	490이상	470이상	450이상(1)	610~740	18이상(4)	25이상(4)	19이상			

(비고)
(1) 두께 150 mm 이하에 적용한다.
(2) *R1A*호 시험편으로 시험한다.
(3) *R1A*호 시험편으로 한다. 재료의 두께가 시험기의 용량을 초과할 경우 *R4*호 시험편으로 시험할 수 있다.
(4) *R5*호 시험편으로 시험한다.
(5) *TMCP로 제조된 RPV* 32, *RPV* 36 및 *RPV* 42 강판은 시험온도를 -20 ℃로 한다.

6. 시험재의 채취 【지침 참조】

(1) 열처리를 하지 않은 강판에 대하여는 1개의 강편 또는 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.

(2) 열처리를 한 강판에 대하여는 1개의 강편 또는 강괴로부터 직접 압연되고 또한 동일한 열처리를 한 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.

(3) 주문자가 용접후 또는 가공 과정에서 응력제거 어닐링을 하는 경우의 시험재에 대한 열처리는 302.의 6항 (3)호에 따른다.

(4) 시험재는 강판의 모서리로부터 너비의 대략 1/4의 위치에서 채취한다.

7. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 다음 (가)부터 (다)까지에 따른다.

(가) 1개의 시험재로부터 1개를 채취한다.

(나) 시험편의 길이방향을 압연방향에 직각(*T*방향)으로 채취한다.

(다) 봉모양 인장시험편을 채취하는 경우에는 시험편의 축을 표면으로부터 두께의 대략 1/4에 위치하도록 한다.

(2) 충격시험편은 다음 (가)부터 (다)까지에 따른다. 【지침 참조】

(가) 1개의 시험재로부터 1조(3개)를 채취한다.

(나) 시험편의 길이방향을 압연방향에 평행(*L*방향)으로 채취한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 길이방향을 압연방향에 직각(*T*방향)으로 채취한다.

(다) 시험편은 표면으로부터 두께의 대략 1/4의 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 채취한다.

8. 치수허용차 치수허용차에 대하여는 301.의 8항에 따른다. 다만, 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.25 mm로 한다.

9. 재시험 인장 및 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표시

(1) 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따르는 이외에 다음 (2)호에 규정하는 열처리에 관한 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다.

(2) 열처리에 관한 표시기호는 다음에 따른다.

(가) 강판에 노멀라이징을 한 경우 : *N* (예 : *RPV32N*)

(나) 강판에 담금질후 템퍼링을 한 경우 : *QT* (예 : *RPV46QT*)

(다) 강판을 *TMCP*로 제조한 경우 : *TM* (예 : *RPV36TM*)

(라) 강판을 압연한 그대로 하고 시험편에만 노멀라이징을 한 경우 : *TN* (예 : *RPV32TN*)

(마) 강판에 노멀라이징을 하고 시험편에 응력제거 어닐링에 대응하는 열처리를 한 경우 : *NSR* (예 : *RPV32NSR*)

11. 동등 규격재

(1) 전 301.에 규정한 선체용 압연강재 중 *D*, *E*급 연강판 및 고장력 강판으로서 6항 및 7항의 규정에 따라서 시험편을 채취하여 301.에 규정한 시험을 하고 합격한 것은 303.에 규정하는 강판과 동등한 것으로 간주한다. 이 경우 재료의 종류를 나타내는 표시기호는 301.에 규정하는 재료기호의 뒤에 [-*PV*]를 부기한다.

(2) (1)호에 규정한 강판의 열처리 방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

304. 저온용 압연강재

1. 적용

(1) 이 규정은 액화가스 산적운반선의 탱크, 탱크 주위 선체구조 및 냉동운반선 등의 저온에 노출되는 장소에 사용하는 두께가 40 mm 이하인 저온용 압연강재(이하 **강재**라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 두께가 40 mm를 넘는 강재에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 304.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(4) 304.에 규정하지 아니한 강재에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 강재의 종류는 **표** 2.1.16에 따른다.

표 2.1.16 종류 및 화학성분 *(2017)*

종류	재료기호	탈산 방법	화학성분(%)												
			C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Cu*	*Mo*	*Al*(3)	*Nb*	*V*	*Ti*
탄소강	*RL* 235*A*	세립 킬드 (Al처리)	0.15 이하	0.15 ~0.30	0.70 ~1.50	0.035 이하	0.035 이하	0.8 이하	(1)			0.02 이상	-		
	RL 235*B*														
	RL 325*A*		0.16 이하	0.15 ~0.50	0.80 ~1.60										
	RL 325*B*														
	RL 360		0.16 이하	0.15 ~0.50	0.80 ~1.60										
니켈 합금강	*RL* 1*N*355	세립 킬드	0.18 이하	0.35 이하	0.80 ~1.50	0.025 이하	0.010 이하	1.30 ~1.70	(2)			-	-	0.05 이하	-
	RL 2*N*255		0.17 이하	0.30 이하	0.70 이하		0.020 이하	2.10 ~2.50	0.30 이하	0.40 이하	0.12 이하		0.02 이하		0.03 이하
	RL 3*N*355		0.15 이하	0.35 이하	0.30 ~0.80	0.020 이하	0.005 이하	3.25 ~3.75	(2)				-		-
	RL 5*N*390		0.15 이하					4.75 ~5.25							
	RL 9*N*490		0.10 이하					8.50 ~10.00							

(비고)

(1) 소량을 첨가할 수 있으며, 첨가된 화학성분은 성적서에 기재해야 한다.

(2) *Cr*+*Cu*+*Mo*의 함유량은 0.50 %를 넘을 수 없으며, *RL* 9*N*490의 *Mo* 함유량은 0.10 %를 넘을 수 없다.

(3) *Al* 함유량은 전함유량으로 한다. 다만, 산에 용해되는 *Al* 함유량일 때는 최소 0.015 %로 한다.

3. **열처리** 강재의 열처리는 **표** 2.1.17에 따른다.

표 2.1.17 **강재의 열처리** *(2017)*

종류	재료기호	열처리
탄소강	*RL* 235*A*	노멀라이징 또는 *TMCP*
	RL 235*B*	
	RL 325*A*	
	RL 325*B*	담금질 후 템퍼링 또는 *TMCP*(1)
	RL 360	
니켈 합금강	*RL* 1*N*355	노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링(2)
	RL 2*N*255	노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링(2)
	RL 3*N*355	노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링(2)
	RL 5*N*390	
	RL 9*N*490	2회 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링(2)

(비고)
(1) 우리 선급의 승인을 받아 노멀라이징으로 할 수 있다. *(2018)*
(2) 우리 선급의 승인을 받아 *TMCP*로 할 수 있다.

4. **탈산방법 및 화학성분**
(1) 강재의 탈산방법 및 화학성분은 **표** 2.1.16에 따른다. 다만, 필요에 따라 **표** 2.1.16에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다.
(2) 열처리를 *TMCP*로 하는 경우의 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아 **표** 2.1.16의 규격과 다르게 할 수 있다.

5. **기계적 성질** 강재의 기계적 성질은 **표** 2.1.18에 따른다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 노치인성을 확인하기 위한 시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.18 기계적 성질 *(2017)*

종류	재료기호	인장시험						충격시험[(4)(5)]		
		항복강도 (N/mm²)		인장강도 (N/mm²)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)			시험온도[(6)] (℃)	평균흡수 에너지(J)	
		강판의 두께 t (mm)			강판의 두께 t (mm)					
		$6<t\leq30$	$30<t$		$6<t\leq16$[(2)]	$16<t\leq40$[(2)]	$40<t$[(3)]		L	T
탄소강	*RL* 235*A*	235 이상[(1)]		400~510	18 이상	22 이상	24 이상	-40	41 이상	27 이상
	RL 235*B*							-50		
	RL 325*A*	325 이상		440~560	22 이상	30 이상	22 이상			
	RL 325*B*							-60		
	RL 360	360 이상		490~610	20 이상	28 이상	20 이상			
니켈 합금강	*RL* 1*N*355	355 이상	345 이상	490~640	22 이상			-80		
	RL 2*N*255	255 이상		450~590	21 이상			-70		
	RL 3*N*355	355 이상	345 이상	490~640	22 이상			-100		
	RL 5*N*390	390 이상	380 이상	530~710	20 이상			-120		
	RL 9*N*490	490 이상	480 이상	640~840	18 이상			-196		

(비고)

(1) 두께가 40 mm를 넘는 경우에는 215 N/mm² 이상으로 한다.
(2) 탄소강은 *R*5호 시험편으로 시험한다. 다만, *RL* 235*A* 및 *RL* 235*B* 강재의 경우에는 *R*1*A*호 시험편으로 시험한다.
(3) 탄소강은 *R*4호 시험편으로 시험한다.
(4) *L* 및 *T*는 시험편의 길이방향이 압연방향과 각각 평행 또는 직각인 경우를 나타낸다.
(5) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균 흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
(6) **규칙 7편 5장**의 규정이 적용되는 강재의 충격시험 온도는 **표 2.1.18-1**에 따른다.

표 2.1.18-1 규칙 7편 5장의 규정이 적용되는 강재의 충격시험온도 *(2017)*

재료기호	두께 t (mm)	시험온도 (℃)(1)
RL 235*A* *RL* 235*B* *RL* 325*A* *RL* 325*B* *RL* 360	$t \le 25$	-20 또는 (Td - 5) (2)
	$25 < t \le 30$	-20 또는 (Td - 10) (2)
	$30 < t \le 35$	-20 또는 (Td - 15) (2)
	$35 < t \le 40$	(Td - 20)
	$40 < t$	(3)
RL 1*N*355	$t \le 25$	-65
	$25 < t \le 30$	-65 또는 (Td - 10) (2)
	$30 < t \le 35$	-65 또는 (Td - 15) (2)
	$35 < t \le 40$	-65 또는 (Td - 20) (2)
RL 2*N*255	$t \le 25$	-70
	$25 < t \le 30$	-70 또는 (Td - 10) (2)
	$30 < t \le 35$	-70 또는 (Td - 15) (2)
	$35 < t \le 40$	-70 또는 (Td - 20) (2)
RL 3*N*355	$t \le 25$	-95
	$25 < t \le 30$	-95 또는 (Td - 10) (2)
	$30 < t \le 35$	-95 또는 (Td - 15) (2)
	$35 < t \le 40$	-95 또는 (Td - 20) (2)
RL 5*N*390	$t \le 25$	-110
	$25 < t \le 30$	-110 또는 (Td - 10) (2)
	$30 < t \le 35$	-110 또는 (Td - 15) (2)
	$35 < t \le 40$	-110 또는 (Td - 20) (2)
RL 9*N*490	$t \le 40$	-196

(비고)
(1) Td는 설계온도(℃)를 표시한다.
(2) 낮은 쪽을 시험온도로 한다.
(3) 우리 선급의 승인을 받아 사용할 수 있으며, 시험온도는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

6. 시험재의 채취

(1) 강판에 대하여는 1개의 강편 및 강괴로부터 직접 압연된 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.
(2) 강판 이외의 강재에 대하여는 10톤을 넘지 않는 강재(동일 용강에 속하고 제조공정을 같이 하는 것으로 단면치수가 동일한 것)를 1로트로 하고 로트마다 1개의 시험재를 채취한다.
(3) 시험재의 채취위치는 301.의 6항 (4)호에 따른다.

7. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 301.의 7항 (2)호에 따라 채취한다.
(2) 충격시험편은 다음 (가) 및 (나)에 따라 채취한다.
(가) 301.의 7항 (3)호에 따른다.
(나) 강판에 대하여는 시험편의 길이방향을 압연방향과 직각(*T*방향)으로, 강판 이외의 강재에 대하여는 시험편의 길이방향을 압연방향과 평행(*L*방향)으로 채취한다.

8. 치수허용차 치수허용차에 대하여는 301.의 8항에 따른다. 다만, 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.25 mm로 한다.

9. 재시험 인장시험 및 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표시 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따른다. 또한, 표 2.1.17의 비고 (2) 및 표 2.1.18의 비고(6)을 적용한 강재에는 재료기호의 뒤에 각각 "*TM*" 및 "충격시험 온도 *T*"를 부기한다.(예 : *RL*325*ATM*-50 *T*)

305. 압연 스테인리스 강재

1. 적용

(1) 이 규정은 액화가스 산적운반선의 탱크 또는 내식성을 필요로 하는 탱크에 사용하는 압연 스테인리스 강재(이하 **강재**라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 판두께 75 mm 이하의 오스테나이트-페라이트계 스테인리스강(이하 듀플렉스 스테인리스강이라 한다)에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 305.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(4) 305.에 규정하지 아니한 강재에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종류 강재의 종류는 **표** 2.1.19에 따른다.

3. 열처리 강재는 원칙적으로 고용화열처리를 하여야 한다.

4. 화학성분 강재의 화학성분은 **표** 2.1.19에 따른다.

표 2.1.19 종류 및 화학성분 *(2020) (2021)*

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th colspan="10">화학성분(%)</th></tr>
<tr><th>C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th><th>Ni</th><th>Cr</th><th>Mo</th><th>N</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>RSTS 304</td><td>0.08 이하</td><td rowspan="6">1.00 이하</td><td rowspan="2">2.00 이하</td><td rowspan="13">0.040 이하</td><td rowspan="13">0.030 이하</td><td>8.00~10.50</td><td rowspan="4">18.00~20.00</td><td rowspan="7">-</td><td rowspan="2">-</td><td rowspan="4">-</td></tr>
<tr><td>RSTS 304L</td><td>0.030이하</td><td>8.00~13.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 304N1</td><td rowspan="2">0.08 이하</td><td rowspan="2">2.50 이하</td><td>7.00~10.50</td><td>0.10~0.25</td></tr>
<tr><td>RSTS 304N2</td><td>7.50~10.50</td><td>0.15~0.30</td><td>Nb≤0.15</td></tr>
<tr><td>RSTS 304LN</td><td>0.030이하</td><td rowspan="9">2.00 이하</td><td>8.50~11.50</td><td>17.00~19.00</td><td>0.12~0.22</td><td rowspan="9">-</td></tr>
<tr><td>RSTS 309S</td><td rowspan="3">0.08 이하</td><td>12.00~15.00</td><td>22.00~24.00</td><td rowspan="4">-</td></tr>
<tr><td>RSTS 310S</td><td>1.50 이하</td><td>19.00~22.00</td><td>24.00~26.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 316</td><td rowspan="6">1.00 이하</td><td>10.00~14.00</td><td rowspan="3">16.00~18.00</td><td rowspan="4">2.00~3.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 316L</td><td>0.030이하</td><td>10.00~15.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 316N</td><td>0.08 이하</td><td>10.00~14.00</td><td>0.10~0.22</td></tr>
<tr><td>RSTS 316LN</td><td>0.030이하</td><td>10.50~14.50</td><td>16.50~18.50</td><td>0.12~0.22</td></tr>
<tr><td>RSTS 317</td><td>0.08 이하</td><td rowspan="3">11.00~15.00</td><td rowspan="3">18.00~20.00</td><td rowspan="3">3.00~4.00</td><td rowspan="2">-</td></tr>
<tr><td>RSTS 317L</td><td rowspan="2">0.030이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 317LN</td><td>0.10~0.20</td></tr>
<tr><td>RSTS 321</td><td rowspan="2">0.08 이하</td><td rowspan="2">9.00~13.00</td><td rowspan="2">17.00~19.00</td><td rowspan="2">-</td><td rowspan="2">-</td><td>Ti≥5×C</td></tr>
<tr><td>RSTS 347</td><td>Nb≥10×C</td></tr>
</table>

5. 기계적 성질

(1) 강재의 기계적 성질은 **표** 2.1.20에 따른다.

(2) 우리 선급의 승인을 받아 최소 항복강도를 **표** 2.1.20에서 정하는 값보다 크게 할 수 있다. 이 경우 재료기호 뒤에 최소항복강도 및 301.의 4항에 따른 열처리기호를 부기하여야 한다. (예 : RSTS 316LN - 400TM) *(2019)*

(3) 경도시험의 결과는 그 시험방법에 따라 **표** 2.1.20에 따른다.

(4) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 강재의 용도에 따라 내식성시험 및 충격시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

6. 시험재의 채취

(1) 시험재는 1개의 강편, 빌릿 또는 강괴로부터 직접 압연되고 또한 동일한 열처리를 한 강재마다 1개의 시험재를 채취한다.

(2) 시험재의 채취 위치는 301.의 6항 (4)호에 따른다.

표 2.1.20 기계적 성질

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th colspan="3">인장시험</th><th colspan="3">경도시험</th></tr>
<tr><th>항복강도
(N/mm^2)</th><th>인장강도
(N/mm^2)</th><th>연신율(%)
($L=5.65\sqrt{A}$)</th><th>브리넬
H_{BW}</th><th>로크웰
H_{RB}</th><th>비커스
H_V</th></tr>
<tr><td>RSTS 304</td><td>205이상</td><td>520이상</td><td rowspan="2">40이상</td><td rowspan="2">187이하</td><td rowspan="2">90이하</td><td rowspan="2">200이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 304L</td><td>175이상</td><td>480이상</td></tr>
<tr><td>RSTS 304N1</td><td>275이상</td><td>550이상</td><td rowspan="2">35이상</td><td>217이하</td><td>95이하</td><td>220이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 304N2</td><td>345이상</td><td>690이상</td><td>248이하</td><td>100이하</td><td>260이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 304LN</td><td>245이상</td><td>550이상</td><td rowspan="4">40이상</td><td>217이하</td><td>95이하</td><td>220이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 309S</td><td rowspan="3">205이상</td><td rowspan="3">520이상</td><td rowspan="4">187이하</td><td rowspan="4">90이하</td><td rowspan="4">200이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 310S</td></tr>
<tr><td>RSTS 316</td></tr>
<tr><td>RSTS 316L</td><td>175이상</td><td>480이상</td></tr>
<tr><td>RSTS 316N</td><td>275이상</td><td rowspan="2">550이상</td><td>35이상</td><td rowspan="2">217이하</td><td rowspan="2">95이하</td><td rowspan="2">220이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 316LN</td><td>245이상</td><td rowspan="6">40이상</td></tr>
<tr><td>RSTS 317</td><td>205이상</td><td>520이상</td><td rowspan="2">187이하</td><td rowspan="2">90이하</td><td rowspan="2">200이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 317L</td><td>175이상</td><td>480이상</td></tr>
<tr><td>RSTS 317LN</td><td>245이상</td><td>550이상</td><td>217이하</td><td>95이하</td><td>220이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 321</td><td rowspan="2">205이상</td><td rowspan="2">520이상</td><td rowspan="2">187이하</td><td rowspan="2">90이하</td><td rowspan="2">200이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 347</td></tr>
</table>

7. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 301.의 7항 (2)호에 따라 채취한다.

(2) 경도시험편은 인장시험편의 일부로서 대신할 수 있다.

8. **치수허용차** 치수허용차에 대하여는 301.의 8항에 따른다. 다만, 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.25 mm로 한다.

9. **표시** 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따른다.

10. **가공** 압연 스테인리스 강재의 냉간 가공 한계에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 기준에 따른다. **【지침 참조】**

306. 체인용 봉강

1. **적용**

(1) 이 규정은 **4편 8장 4절**에 규정하는 체인의 제조에 사용하는 압연봉강(이하 **봉강**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 해양구조물용 체인의 제조에 사용하는 봉강에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 306.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(4) 306.에 규정하지 아니한 봉강에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 체인용 봉강의 종류는 **표** 2.1.21에 따른다.

표 2.1.21 종류

종류	재료기호	적용	용도
제 1 종 체인용 봉강	*RSBC* 31	스터드가 없는 체인 제 1 종 체인	선박용 체인
제 2 종 체인용 봉강	*RSBC* 50	제 2 종 체인	
제 3 종 체인용 봉강	*RSBC* 70	제 3 종 체인	

3. **탈산방법 및 화학성분** 탈산방법 및 화학성분은 **표** 2.1.22에 따른다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 **표** 2.1.22에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다.

표 2.1.22 탈산방법 및 화학성분 (%)

재료기호	탈산방법	*C*	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Al* (1)
RSBC 31	킬드	0.20 이하	0.15~0.35	0.40 이상	0.040 이하	0.040 이하	-
RSBC 50(2)	세립킬드	0.24 이하	0.15~0.55	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.020 이상
RSBC 70(2)		0.36 이하	0.15~0.55	1.00~1.90	0.035 이하	0.035 이하	0.020 이상

(비고)

(1) *Al*의 함유량은 전 함유량으로 하며 일부를 기타의 세립화 원소로 치환할 수 있다.

(2) 우리 선급의 승인을 받은 경우, 합금원소를 추가로 첨가할 수 있다.

4. **열처리** 봉강은 압연한 그대로 한다.

5. **기계적 성질**

봉강의 기계적 성질은 **표** 2.1.23에 따른다.

표 2.1.23 기계적 성질

재료기호	인장시험				충격시험[1]	
	항복강도 (N/mm^2)[3]	인장강도 (N/mm^2)[3]	연신율(%) ($L=5d$)	단면수축률 (%)	시험온도(℃)	평균흡수에너지(J)
RSBC 31	-	370~490[4]	25 이상	-	-	-
RSBC 50	295이상	490~690	22 이상	-	0	27 이상[2]
RSBC 70	410 이상	690 이상	17 이상	40 이상	0[4]	60 이상[4]

(비고)
(1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
(2) **규칙 4편 8장 406.**에 따라 열처리를 한 *RSBC* 50에 대하여는 충격시험을 생략할 수 있다.
(3) *RSBC* 70의 경우 우리 선급의 승인을 받아 -20℃에서 충격시험을 실시할 수 있다. 이 경우 평균 흡수에너지는 35 J 이상이어야 한다.
(4) *RSBC* 31은 우리 선급의 승인을 받아 인장강도의 하한값을 300 N/mm^2 이상으로 할 수 있다.

6. 시험재의 채취
(1) 시험재는 50 톤을 넘지 않는 봉강(동일 용강에 속하고 제조공정을 같이하는 것)을 1로트로 하고 로트마다 최대지름의 봉강에서 1개씩 채취한다.
(2) 제조자는 (1)호에 따라 채취한 시험재에 대하여 주문자의 지시(주문자는 주문서에 시험재의 열처리 상세를 명시하여야 한다)에 따라 체인과 동일한 열처리를 하여야 한다. 다만, 주문자로부터 열처리방법에 대한 지시가 없는 경우에는 **규칙 4편 8장 406.**에 따라 시험재를 열처리 하여야 한다.

7. 시험편의 채취
(1) 시험편의 채취는 **표 2.1.24**에 따른다.

표 2.1.24 시험편의 수

재료기호	인장시험편의 수	충격시험편의 수
RSBC 31	1개	-
RSBC 50	1개	1조(3개)[1]
RSBC 70	1개	1조(3개)

(비고)
(1) **표 2.1.23**의 비고 (2)를 적용하는 경우는 제외

(2) 시험편의 길이방향을 압연방향에 평행(L방향)으로 채취한다.
(3) 시험편은 **그림 2.1.5**와 같이 시험재의 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치에서 채취한다.
(4) 충격시험편의 노치는 봉강의 반지름 방향과 대략 일치시킨다.

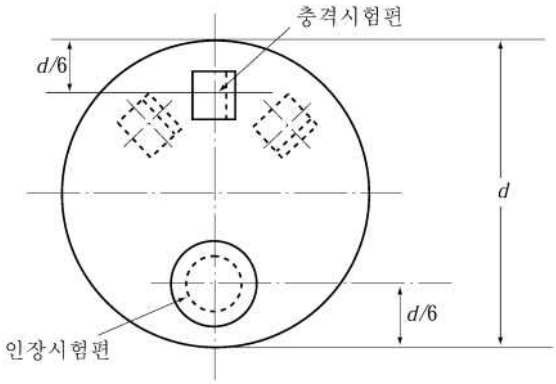


그림 2.1.5 시험편의 채취위치

8. 표면검사 및 치수 허용차

(1) 모든 봉강에 대하여는 표면검사를 실시하여야 하며 유해한 결함이 없어야 한다.

(2) 봉강의 치수 허용차는 표 2.1.25에 따른다.

9. 재시험

(1) 인장시험 또는 충격시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

(2) 시험재에 대한 부적절한 열처리 때문에 인장시험 또는 충격시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 동일 로트에 속하는 봉강에서 새로운 시험재를 채취하여 열처리를 한 후 모든 시험을 다시 할 수 있다.

10. 표시 규정의 시험에 합격한 봉강의 표시는 110.에 따른다.

표 2.1.25 치수 허용차

호칭치수 (mm)(1)	지름에 대한 허용차 (mm)	진원도($d_{max} - d_{min}$) (mm)(2)
25미만	-0, +1.0	0.6이하
25이상 35이하	-0, +1.2	0.8이하
36이상 50이하	-0, +1.6	1.1이하
51이상 80이하	-0, +2.0	1.50이하
81이상 100이하	-0, +2.6	1.95이하
101이상 120이하	-0, +3.0	2.25이하
121이상 160이하	-0, +4.0	3.00이하

(비고)

(1) 호칭치수 161 mm 이상인 경우는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(2) d_{max} 및 d_{min}은 봉강의 최대 및 최소 지름이다.

307. 보일러용 압연봉강

1. **적용**
(1) 이 규정은 보일러용 스테이볼트에 사용하는 열간압연봉강(이하 **봉강**이라 한다)에 대하여 적용한다.
(2) 307.에 규정하지 아니한 봉강에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 봉강의 종류는 **표** 2.1.26에 따른다.

3. **열처리** 봉강의 열처리는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

4. **화학성분** 봉강의 화학성분은 **표** 2.1.26에 따른다.

표 2.1.26 종류 및 화학성분

재료기호	화학성분(%)		
	C	*S*	*P*
RSB 42	0.30 이하	0.04 이하	0.05 이하
RSB 46	0.33 이하		

5. **기계적 성질** 봉강의 기계적 성질은 다음에 따른다.
(1) 인장시험 규격치는 **표** 2.1.27에 따른다.

표 2.1.27 인장시험

재료기호	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)
RSB 42	225 이상	410~490	24 이상
RSB 46	245 이상	450~540	22 이상
(비고) 지름이 100 mm를 넘는 봉강의 항복강도 규격치는 상기 표에 관계없이 *RSB* 42에 대하여는 205 N/mm^2이상, *RSB* 46에 대하여는 225 N/mm^2이상으로 할 수 있다.			

(2) 굽힘시험은 시험편을 상온에서 **표** 2.1.28에 정하는 안쪽 반지름으로 180° 굽혀도 바깥쪽에 홈 또는 균열이 생겨서는 안 된다.

표 2.1.28 굽힘 안쪽 반지름의 시험편 지름에 대한 비율

봉강의 지름 d(mm)	굽힘 안쪽 반지름의 시험편 지름에 대한 비율	
	RSB 42	*RSB* 46
$d \le 25$	0.75	1
$25 < d \le 50$	1	1.25
$50 < d \le 75$	1.25	
$75 < d$		1.5

6. **시험재의 채취** 시험재는 동일 용강에 속하고 제조공정을 같이 하는 것으로서 지름의 차이가 10 mm 미만인 것을 1로트로 하고 해당로트의 크기에 따라 **표** 2.1.29와 같이 채취한다.

표 2.1.29 시험재의 수

1로트의 중량(ton)	시험재의 수
25이하	각 1 개
25를 넘고 30이하	각 2 개
30을 넘는 것	각 2개+초과분 10톤 또는 그 단수마다 각1개

7. **시험편의 채취**

(1) 1개의 시험재에서 인장시험편 및 굽힘시험편을 각각 1개씩 채취한다.

(2) 시험편의 길이방향을 압연방향에 평행(L방향)으로 채취한다.

(3) 인장시험편은 **그림 2.1.5**와 같이 시험재의 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치에서 채취한다.

8. **치수의 허용차** 봉강의 지름의 허용차는 **표 2.1.30**에 따른다.

표 2.1.30 치수의 허용차

봉강의 지름 d(mm)	허 용 차
$d < 16$	± 0.4 mm
$16 \leq d < 28$	± 0.5 mm
$28 \leq d$	± 1.8 %

9. **표시** 규정의 시험에 합격한 봉강의 표시는 110.에 따른다.

308. 용접구조용 초고장력 압연강재 *(2017)*

1. 적용

(1) 이 규정은 해양구조물, 액화가스산적운반선의 탱크 및 프로세스용 압력용기 등에 사용하는 열간압연 및 세립화 처리된 용접구조용 초고장력 압연강재(이하 **강재**라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 두께가 **표 2.1.32**의 최대 두께를 넘는 강재에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 이음매 없는 관과 같이 압연강재 이외의 제품의 경우에도 이 요건을 적용할 수 있다.

(4) 308.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(5) 308.에 규정하지 아니한 강재는 101.의 2항에 따른다.

2. 종류 강재의 종류는 **표 2.1.31**에 따른다.

표 2.1.31 강재의 종류

종 류		재 료 기 호
용접구조용 초고장력강	강판, 평강, 형강, 봉강 및 이음매 없는 관	*AH* 43, *AH* 47, *AH* 51, *AH* 56, *AH* 63, *AH* 70, *AH* 90, *AH* 97 *DH* 43, *DH* 47, *DH* 51, *DH* 56, *DH* 63, *DH* 70, *DH* 90, *DH* 97 *EH* 43, *EH* 47, *EH* 51, *EH* 56, *EH* 63, *EH* 70, *EH* 90, *EH* 97 *FH* 43, *FH* 47, *FH* 51, *FH* 56, *FH* 63, *FH* 70

3. 제조법

(1) 연속주조로 제조하는 슬래브(slab), 빌릿 혹은 블룸의 최대 두께는 제조자가 정하는 바에 따른다. 슬래브(slab), 빌릿, 블룸 혹은 강괴(ingot)를 압연한 강재의 압연비는 특별히 승인을 받지 않는 한 3:1 이상이어야 한다.

(2) 열처리 및 강재 종류에 따른 최대 두께는 **표 2.1.32**에 따른다.

(3) 두께방향 특성이 요구되는 강재 및 규격 최소항복강도 690 N/mm^2, 890 N/mm^2 및 960 N/mm^2 강재는 진공탈가스법으로 제조하여야 한다.

(4) 강재는 세립화 처리 및 세립 결정구조를 가져야 한다. 세립화 방법은 승인된 제조사양에 따라야 한다. **【지침 참조】**

(5) 질소 결합원소의 상세는 강재의 승인된 제조사양에 따라야 하며, **표 2.1.33**의 비고 (4)를 참조한다.

(6) 가공 및 제작에 필요한 열처리의 제조법 승인을 받은 강재는 취성파괴의 위험 감소, 피로수명 향상 및 가공 시 치수 안정성을 위해 냉간 가공 후에 실시되는 응력제거열처리 및 용접후열처리 등에 적합해야 한다. **【지침 참조】**

표 2.1.32 열처리 및 강재 종류에 따른 최대 두께

열처리(1)	최대두께(mm)			
	강판	형강	봉강	관
N	250(3)	50	250	65
CR	150	(2)		
TMCP	150	50	-	-
QT	150(3)	50	-	50

(비고)

(1) 열처리 표시기호의 정의는 301.의 **표 2.1.9** 비고 (1)에 따른다.

(2) *CR*로 제조되는 형강, 봉강 및 관의 최대두께는 노멀라이징으로 제조되는 각 제품의 최대두께보다 작아야 하며, 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

(3) 두께가 250 mm 보다 큰 노멀라이징 강판 및 두께가 150 mm 보다 큰 *QT* 강판의 승인은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

4. 탈산방법 및 화학성분

(1) 강재의 탈산방법 및 화학성분은 **표 2.1.33**에 따른다. 다만, 필요에 따라 **표 2.1.33**에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다. 합금, 질소결합 및 세립화로 사용된 화학성분들과 잔류원소들은 우리 선급에 승인된 제조사양에 따라 첨가되어야 한다.

(2) 탄소당량(*Ceq* 또는 *CET*) 및 용접균열감수성(*Pcm*)의 최대값은 **표 2.1.34**에 따른다.

5. 열처리 강재는 **표 2.1.33**에 따라 우리 선급의 승인을 받은 다음의 열처리에 따라 제조해야 한다.

(1) 노멀라이징(*N*)

(2) 온도제어압연(*CR*)

(3) 열가공제어(*TMCP*)

(가) 열가공압연(*TM*)

(나) 열가공압연 후 가속냉각(*TM+AcC*)

(다) 열가공압연 후 직접소입 및 템퍼링(*TM+DQ+T*)

(4) 퀜칭 후 템퍼링(*QT*)

표 2.1.33 열처리, 탈산방법 및 화학성분

열처리 (1)	재료기호	탈산방법	화학성분(2)(8)														
			C (%)	*Si* (%)	*Mn* (%)	*P*(3) (%)	*S*(3) (%)	*Cu* (%)	*Cr* (5) (%)	*Ni* (6) (%)	*Mo* (5) (%)	*Al* 전함유량 (4) (%)	*Nb* (5) (%)	*V* (5) (%)	*Ti* (5) (%)	*N* (%)	*O* (7) (*ppm*)
N, *CR*	*AH*43 , *AH*47, *DH*43, *DH*47	세립킬드	0.20 이하	0.6 이하	1.0~1.70	0.03 이하	0.025 이하	0.55 이하	0.30 이하	0.80 이하	0.10 이하	0.02 이상	0.05 이하	0.20 이하	0.05 이하	0.025 이하	-
	*EH*43, *EH*47		0.18 이하			0.025 이하	0.02 이하										
TMCP	*AH*43 , *AH*47, *AH*51, *AH*56, *AH*63, *AH*70, *AH*90, *DH*43, *DH*47, *DH*51, *DH*56, *DH*63, *DH*70		0.16 이하	0.60 이하	1.0~1.70	0.025 이하	0.015 이하	0.55 이하	0.50 이하	2.0 이하	0.50 이하	0.02 이상	0.05 이하	0.12 이하	0.05 이하	0.025 이하	-
	*DH*90, *EH*43, *EH*47, *EH*51, *EH*56, *EH*63, *EH*70, *EH*90, *FH*43, *FH*47, *FH*51, *FH*56, *FH*63, *FH*70		0.14 이하			0.02 이하	0.01 이하										50 이하
QT	*AH*43 , *AH*47, *AH*51, *AH*56, *AH*63, *AH*70, *AH*90, *AH*97, *DH*43, *DH*47, *DH*51, *DH*56, *DH*63, *DH*70		0.18 이하	0.80 이하	1.70 이하	0.025 이하	0.015 이하	0.50 이하	1.50 이하	2.0 이하	0.70 이하	0.018 이상	0.06 이하	0.12 이하	0.05 이하	0.015 이하	-
	*DH*90, *DH*97, *EH*43, *EH*47, *EH*51, *EH*56, *EH*63, *EH*70, *EH*90, *EH*97, *FH*43, *FH*47, *FH*51, *FH*56, *FH*63, *FH*70					0.02 이하	0.01 이하										30 이하

(비고)

(1) 열처리 표시기호의 정의는 301.의 표 2.1.9 비고 (1)에 따른다.
(2) 화학성분은 레이들분석값이며, 승인된 제조사양의 범위에 적합해야 한다.
(3) 형강의 경우, *P*와 *S* 의 최대 함유량은 이 표의 값보다 0.005% 높게 적용할 수 있다.
(4) *Al* 전함유량과 *N* 함유량의 비율은 2:1 이상이어야 한다. *N*결합원소가 첨가되는 경우에는 *Al* 최소값과 *Al*/*N* 비율 요건은 적용하지 않는다.
(5) $Nb+V+Ti \leq 0.26\%$ 및 $Mo+Cr \leq 0.65\%$이어야 한다. 단, *QT*강재는 제외한다.
(6) 우리 선급의 승인을 받아 Ni함유량을 증가시킬 수 있다.
(7) 최대 산소량 요건은 *DH*90, *EH*90, *DH*97 및 *EH*97 에만 적용한다.
(8) 붕소(*B*)를 강재의 경화능 향상을 위해 첨가한 경우에는 붕소(*B*)의 최대 함유량이 0.005%이어야 하며 분석 결과는 기재되어야 한다.

표 2.1.34 탄소당량(Ceq 또는 CET) 및 용접균열감수성(Pcm)

재료기호	열처리	탄소당량(%)							용접균열감수성(%)
		Ceq(1)						CET(1)(2)	Pcm(1)(3)
		강판			형강	봉강	관	전 종류	전 종류
		$t \le 50$ (mm)	$50 < t \le 100$ (mm)	$100 < t \le 250$ (mm)	$t \le 50$ (mm)	$t \le 250$ (mm)	$t \le 65$ (mm)	전 두께	전 두께
AH43, DH43, EH43, FH43	N, CR	0.46 이하	0.48 이하	0.52 이하	0.47 이하	0.53 이하	0.47 이하	-	-
	$TMCP$	0.43 이하	0.45 이하	0.47 이하	0.44 이하	-	-	-	-
	QT	0.45 이하	0.47 이하	0.49 이하	-	-	0.46 이하	-	-
AH47, DH47, EH47, FH47	N, CR	0.50 이하	0.52 이하	0.54 이하	0.51 이하	0.55 이하	0.51 이하	0.25 이하	-
	$TMCP$	0.45 이하	0.47 이하	0.48 이하	0.46 이하	-	-	0.30 이하	0.23 이하
	QT	0.47 이하	0.48 이하	0.50 이하	-	-	0.48 이하	0.32 이하	0.24 이하
AH51, DH51, EH51, FH51	$TMCP$	0.46 이하	0.48 이하	0.50 이하	-	-	-	0.32 이하	0.24 이하
	QT	0.48 이하	0.50 이하	0.54 이하	-	-	0.50 이하	0.34 이하	0.25 이하
AH56, DH56, EH56, FH56	$TMCP$	0.48 이하	0.50 이하	0.54 이하	-	-	-	0.34 이하	0.25 이하
	QT	0.56 이하	0.60 이하	0.64 이하	-	-	0.56 이하	0.36 이하	0.28 이하
AH63, DH63, EH63, FH63	$TMCP$	0.50 이하	0.52 이하	-	-	-	-	0.34 이하	0.26 이하
	QT	0.56 이하	0.60 이하	0.64 이하	-	-	0.58 이하	0.38 이하	0.30 이하
AH70, DH70, EH70, FH70	$TMCP$	0.56 이하	-	-	-	-	-	0.36 이하	0.30 이하
	QT	0.64 이하	0.66 이하	0.70 이하	-	-	0.68 이하	0.40 이하	0.33 이하
AH90, DH90, EH90	$TMCP$	0.60 이하	-	-	-	-	-	0.38 이하	0.28 이하
	QT	0.68 이하	0.75 이하	-	-	-	-	0.40 이하	-
AH97, DH97, EH97	QT	0.75 이하	-	-	-	-	-	0.40 이하	-

(비고)

(1) Ceq, CET 및 Pcm은 각각 다음 식에 따라 계산한다.

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}(\%), \qquad CET = C + \frac{(Mn+Mo)}{10} + \frac{(Cr+Cu)}{20} + \frac{Ni}{40}(\%),$$

$$Pcm = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

(2) 규격 최소항복강도 460 N/mm^{2}이상의 강재는 제조자가 필요하다고 인정하는 경우에 Ceq를 대신하여 CET를 사용할 수 있다.

(3) 탄소 함유량이 0.12 % 이하인 $TMCP$ 및 QT 강재는 제조자가 필요하다고 인정하는 경우에 탄소당량(Ceq 혹은 CET) 대신에 용접성을 평가하기 위한 Pcm을 사용할 수 있다.

6. 기계적 성질

(1) 강재의 기계적 성질은 **표 2.1.35**에 따른다.

(2) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 **표 2.1.35**의 시험 이외에 용접성 또는 노치인성을 확인하기 위한 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

7. 시험재의 채취

(1) 인장시험편을 채취하는 시험재는 25톤을 넘지 않는 강재(동일 용강에 속하고 제조공정이 같은 것으로서 동일 두께의 것)를 1로트로 하고 로트마다 임의로 선정된 강재에서 채취한다. **【지침 참조】**

(2) 충격시험편을 채취하는 시험재는 아래에 따라 채취한다.

(가) *N/CR* 혹은 *TMCP*로 열처리된 강판은 각 피스마다 시험재를 채취한다.

(나) *QT*로 열처리된 강재는 개별 열처리 단위마다 시험재를 채취한다.

(다) 형강, 봉강 및 관은 25톤마다 혹은 그 단수마다 시험재를 채취한다. **【지침 참조】**

(3) 시험재의 채취위치는 301.의 6항 (4)호에 따른다.

8. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 다음에 따른다.

(가) 시험편의 길이방향은 압연방향에 직각(T방향)으로 채취한다. 형강, 봉강, 관 및 너비 600 mm 이하의 평강은 시험편을 압연방향(L방향)에 평행하게 채취한다.

(나) 시험편은 일반적으로 전체 두께를 가지는 판 모양의 인장시험편을 적어도 한쪽면에 압연 스케일을 유지하는 방식으로 가공한다.

(다) 시험편의 두께가 시험기의 용량을 초과하는 경우, 압연된 한쪽면을 남겨두고 전체 두께 혹은 제품 두께의 반을 대표하는 서브사이즈 판모양의 인장시험편을 사용해야 한다. 이 경우에 봉모양의 인장시험편도 사용 가능하며, 채취위치는 표면으로부터 두께의 대략 1/4에 위치하도록 하고 두께가 100 mm가 넘는다면 표면으로부터 두께의 대략 1/2에 위치하는 시험편을 추가로 채취한다.

(2) 충격시험편은 다음에 따른다.

(가) 강판 및 너비가 600 mm가 넘는 평강의 샤르피 V-노치 시험편은 최종 압연방향과 직각(T방향)으로 채취하고, 그 외 제품들의 샤르피 V-노치 시험편은 최종 압연방향과 평행(L방향)하게 채취한다.

(나) 충격시험편은 강재의 표면과 시험편의 표면과의 간격이 2 mm 이하가 되도록 채취하며, 두께 50 mm가 넘는 제품은 표면으로부터 두께의 1/4 위치 및 1/2 위치에 충격시험편 중심선이 각각 일치하도록 채취한다.

(다) 호칭두께가 6 mm 미만인 제품은 충격시험을 생략한다.

9. 시험 및 검사

(1) 강판(평강 포함)의 치수 허용차에 대하여는 301.의 8항에 따른다.

(2) 우리 선급이 요구하는 경우, 제조자는 승인된 표준에 따라 초음파탐상검사를 하여야 하고 301.의 9항 (2)호에 따라 판정해야 한다.

(3) 두께방향 특성이 요구되는 강재는 두께방향 인장시험을 310.에 따라 하여야 한다. 이 때 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에 두께방향 인장강도는 요구되는 최소 인장강도의 80%를 최소값으로 요구할 수 있다.

10. 재시험

(1) 인장시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우의 재시험에 대하여는 109.의 1항에 따른다.

(2) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우의 재시험에 대하여는 109.의 2항에 따른다.

표 2.1.35 기계적 성질

재료 기호	열처리	인장시험[1]							충격시험[1][2]		
		항복강도 (N/mm²)			인장강도 (N/mm²)		연신율(%)[3] ($L=5.65\sqrt{A}$)		시험 온도[4] (℃)	평균흡수 에너지 (J)	
		호칭두께 t(mm)[5]			호칭두께 t(mm)[5]						
		3≤t≤50	50<t≤100	100<t≤250	3≤t≤100	100<t≤250	*L*	*T*[6]		*L*	*T*
AH 43	*N*, *CR*, *TMCP*, *QT*	420이상	390이상	365이상	520~680	470~650	21이상	19이상	0	42이상	28이상
DH 43									-20		
EH 43									-40		
FH 43									-60		
AH 47	*N*, *CR*, *TMCP*, *QT*	460이상	430이상	390이상	540~720	500~710	19이상	17이상	0	46이상	31이상
DH 47									-20		
EH 47									-40		
FH 47									-60		
AH 51	*TMCP*, *QT*	500이상	480이상	440이상	590~770	540~720	19이상	17이상	0	50이상	33이상
DH 51									-20		
EH 51									-40		
FH 51									-60		
AH 56	*TMCP*, *QT*	550이상	530이상	490이상	640~820	590~770	18이상	16이상	0	55이상	37이상
DH 56									-20		
EH 56									-40		
FH 56									-60		
AH 63	*TMCP*, *QT*	620이상	580이상	560이상	700~890	650~830	17이상	15이상	0	62이상	41이상
DH 63									-20		
EH 63									-40		
FH 63									-60		
AH 70	*TMCP*, *QT*	690이상	650이상	630이상	770~940	710~900	16이상	14이상	0	69이상	46이상
DH 70									-20		
EH 70									-40		
FH 70									-60		
AH 90	*TMCP*, *QT*	890이상	830이상	-	940~1100	-	13이상	11이상	0	69이상	46이상
DH 90									-20		
EH 90									-40		
AH 97	*QT*	960이상	-	-	980~1150	-	12이상	10이상	0	69이상	46이상
DH 97									-20		
EH 97									-40		

(비고)

(1) *L* 및 *T*는 시험편의 길이방향이 압연방향과 각각 평행 및 직각인 경우를 나타낸다.
(2) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
(3) *R*1*B*호 시험편(*L*=200mm)을 사용하는 경우의 연신율 최소값은 **표 2.1.36**에 따른다.
(4) **규칙 7편 5장**의 규정을 적용하는 강재의 충격시험 온도는 **표 2.1.37**에 따른다.
(5) 해양 플랫폼의 랙(rack) 등과 같이 설계에서 두께방향 인장특성을 요구하는 강판 및 형강의 경우, 두께 증가에 따른 최소항복강도 및 최소인장강도의 감소는 허용하지 않는다.
(6) 강판 및 평강을 제외하고, 인장시험편을 압연방향에 평행(*L*방향)하게 채취하는 제품의 경우, 연신율 값은 *T*방향 값보다 2% 더 큰 값이어야 한다.

표 2.1.36 *R*1*B*호 시험편(*L*=200 mm)의 최소 연신율(1)

재료기호	두께 t(mm)						
	$t \le 10$	$10 < t \le 15$	$15 < t \le 20$	$20 < t \le 25$	$25 < t \le 40$	$40 < t \le 50$	$50 < t \le 70$
*AH*43, *DH*43, *EH*43, *FH*43	11	13	14	15	16	17	18
*AH*47, *DH*47, *EH*47, *FH*47	11	12	13	14	15	16	17
*AH*51, *DH*51, *EH*51, *FH*51	10	11	12	13	14	15	16
*AH*56, *DH*56, *EH*56, *FH*56	10	11	12	13	14	15	16
*AH*63, *DH*63, *EH*63, *FH*63	9	11	12	12	13	14	15
*AH*70, *DH*70, *EH*70, *FH*70	9(2)	10(2)	11(2)	11	12	13	14

(비고)
(1) 이 표의 최소 연신율은 강재의 압연방향과 직각(T)방향인 인장시험편에 사용한다. 규격 최소항복강도 890 N/mm^2, 960 N/mm^2 강재 및 이 표에 없는 강재 등급의 인장시험편은 $L = 5.65\sqrt{A}$ 의 비례시험편을 사용한다.
(2) 두께 20 mm 이하의 규격 최소항복강도 690 N/mm^2 강재는 판모양의 인장시험편 대신에 봉모양인 *R*14*A*의 비례시험편을 사용할 수 있다. 이때에 압연방향과 직각(T)방향인 인장시험편을 사용하여 연신율이 14% 이상이어야 한다.

표 2.1.37 규칙 7편 5장의 규정을 적용하는 강재의 충격시험 온도

재료기호	두께 *t* (mm)	충격시험		
		시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)	
			L	*T*
*AH*43, *DH*43, *AH*47, *DH*47 *AH*51, *DH*51, *AH*56, *DH*56 *AH*63, *DH*63, *AH*70, *DH*70	$t \le 20$	0	41이상	27이상
	$20 < t \le 40$	-20		
	$40 < t \le 50$	-30		
	$50 < t$	(1)		

(비고)
(1) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

11. **표시** 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따른다. 또한, **표 2.1.35**의 비고 (4)를 적용한 강재에는 재료기호 뒤에 "충격시험온도 *T*" 를 부기한다.(예 : *DH*63-30*T*)

12. **시험증명서** 제조자는 합격재의 시험증명서 2부를 검사원에게 제출해야 한다. 시험증명서에는 재료의 치수 이외에 적어도 다음의 사항을 기재하여야 한다.
(1) 구매번호
(2) 주조 및 강재 식별번호 또는 기호
(3) 제조자 명칭 또는 기호
(4) 재료기호
(5) 화학성분
(6) 탄소당량(*Ceq* 혹은 *CET*) 혹은 용접균열감수성(*Pcm*)
(7) 열처리 상태 또는 조건
(8) 시험편 번호 및 시험결과

(9) 표면품질의 검사결과
(10) 초음파탐상검사 결과(해당되는 경우)
(11) 310.에 따른 두께방향 특성(해당되는 경우)

309. 스테인리스강 클래드 강판

1. 적용

(1) 이 규정은 위험화학품 산적운반선의 탱크 및 탱크주위 선체구조와 내식성을 필요로 하는 탱크 등에 사용하는 두께 50 mm 이하의 스테인리스강 클래드 강판(이하 **강판**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 309.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(3) 두께가 50 mm를 초과하는 강판 및 309.에 규정하지 아니한 강판에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 제조방법

(1) 강판의 제조방법은 다음 (가)부터 (마)까지에 따른다.

(가) 압연법

(나) 폭착압연법

(다) 육성압연법

(라) 주입압연법

(마) 폭착법

(2) 전 호에 규정한 것 이외의 제조방법에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

3. 구성재료

(1) 강판의 모재 및 접합재는 각각 301.에 규정한 선체용 압연강재의 연강판 및 305.에 규정하는 압연스테인리스 강재의 강판으로 한다. 다만 육성압연 및 주입압연법의 경우에는 표면으로부터의 규정 두께에 대하여 접합재에 해당하는 스테인리스 주강 및 용접재료 규격의 화학성분에 따른다.

(2) 강판의 기호는 모재와 접합재의 재료기호를 조합하여 나타낸다. (예 : A + $RSTS$ 316)

4. 열처리

강판의 열처리는 모재의 규정에 따른다.

5. 기계적 성질 【지침 참조】

(1) 강판의 기계적 성질은 **표 2.1.38**에 따른다.

표 2.1.38 기계적 성질

모재	인장시험(1)			전단강도시험(3)	충격시험
	항복강도(N/mm^2)	인장강도(N/mm^2)	연신율(%)	전단강도(N/mm^2)	
A, B, D, E	235이상	σ_B 이상(2)	모재의 규격에 적합할 것	200 이상	모재의 규격에 적합할 것

(비고)

(1) 인장시험편은 R 1B호 시험편(L=200mm)으로 한다.

(2) σ_B는 다음 식에 따라 산출한다.

$$\sigma_B = \frac{t_1\sigma_1 + t_2\sigma_2}{t_1 + t_2}$$

σ_B : 강판의 인장강도 (N/mm^2)

σ_1 : 모재 인장강도의 규격최소치 (N/mm^2)

σ_2 : 접합재 인장강도의 규격최소치 (N/mm^2)

t_1 : 모재의 두께 (mm)

t_2 : 접합재의 두께 (mm)

(3) 전단강도 시험방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 다만, 육성압연법의 경우에는 전단강도시험을 생략할 수 있다.

(2) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 강재의 용도에 따라 내식성 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

6. 시험재의 채취

(1) 시험재는 동일 압연원판에 속하고 제조공정이 같은 것을 1 로트로 하고 로트마다 1개씩 채취한다. 다만, 육성압연법의 경우에는 제조공정과 동일한 조건으로 별도의 시험재를 제작할 수 있다.

(2) 시험재의 채취위치는 301.의 6항 (4)호에 따른다.

7. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 301.의 7항 (2)호에 따라 채취한다.

(2) 충격시험편은 301.의 7항 (3)호에 따라 접합재를 제거한 모재로부터 채취한다. 이 경우 접합재를 제거한 모재의 두께를 판두께로 한다.

(3) 전단시험편은 다음 (가)부터 (나)까지에 따라 채취한다.

(가) 1개의 시험재에서 1개를 채취한다.

(나) 시험편의 치수 및 모양은 **그림 2.1.6**에 따른다.

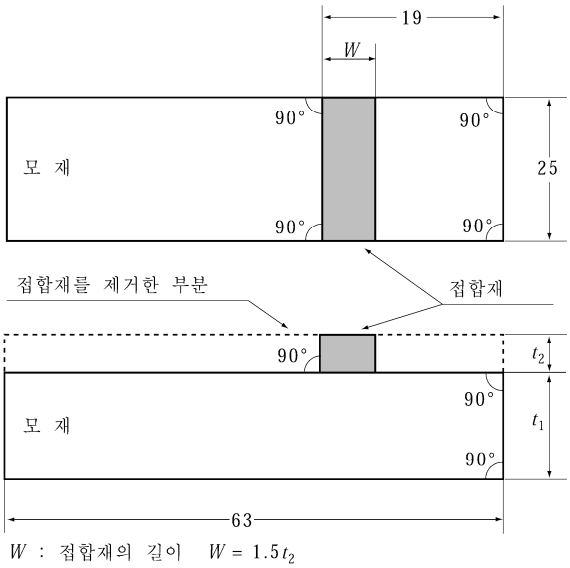


그림 2.1.6 전단강도시험편의 치수 및 모양(단위: mm)

8. 치수허용차 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

9. 품질 및 결함의 보수 【지침 참조】

(1) 강판의 접합상태를 확인하기 위하여 강판마다 초음파탐상검사를 하여야 한다. 검사방법에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(2) 1개의 비접합부의 길이는 50 mm, 면적은 20 ㎠ 이하이어야 하며, 비접합부의 총 면적은 강판 표면적의 1.5 % 이내이어야 한다.

(3) (2)호의 규정을 초과하는 비접합부는 301.의 9항 (3)호에 따라 우리 선급의 승인을 받고 용접보수 할 수 있다.

10. 표시 등

(1) 시험 증명서는 107.에 따르는 이외에 강판의 제조방법 및 접합재의 두께를 기재하여야 한다.

(2) 규정의 시험에 합격한 강판의 표시는 110.에 따르는 이외에 제조방법에 관한 다음의 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다. (예 : *A* + *RSTS* 316 - *R*)

압연법 : [-*R*]
폭착압연법 : [-*BR*]
육성압연법 : [-*WR*]
주입압연법 : [-*ER*]
폭착법 : [-*B*]

310. 두께방향 특성에 관한 특별규정

1. 적용

(1) 이 규정은 제조중 라멜라균열의 발생 가능성을 최소화하기 위하여 두께방향의 특성이 특별히 요구되는 두께 15 mm 이상의 선체용 압연강재와 용접구조용 초고장력 압연강재의 강판 및 평강 (이하 **두께방향 특성강재**라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 (1)호 이외의 강재에 대하여도 이 규정을 적용할 수 있다. **【지침 참조】**

2. 두께방향 특성 등 두께방향 특성강재는 두께방향 인장시험을 하고 등급별로 **표 2.1.39**의 규격에 적합하여야 한다.

표 2.1.39 두께방향 특성

두께방향 특성등급	적용	두께방향 인장시험(1)	
		3개의 단면수축률의 평균치 (%)	개개의 단면수축률 (%)
Z25	일반적인 사용 환경	25 이상	15 이상
Z35	가혹한 사용 환경	35 이상	25 이상

(비고)
(1) 3개의 단면수축률의 평균치가 규정의 평균치 이상이고 동시에 해당시험편 중 규정의 평균치보다 작은 시험편의 수가 1개 이하이면 합격으로 한다. 다만 개개의 단면수축률 값보다 작은 것이 있어서는 안된다.

3. **탈산방법 및 화학성분** 두께방향 특성강재의 탈산방법 및 화학성분은 강재의 종류별로 각각 **301.** 및 **308.**에 따른다. 다만 S의 함유량은 0.008% 이하이어야 한다.

4. 시험재의 채취

(1) 두께방향인장시험편을 채취하는 시험재는 제품의 종류별로 **표2.1.40**에 정한 로트마다 1개씩 채취한다.

표 2.1.40 두께방향 인장시험의 로트

제품의 종류	S>0.005%	S≤0.005%
강판	〈*P*〉	〈50〉
두께 25 mm 이하의 평강	〈*10*〉	〈50〉
두께 25 mm 초과의 평강	〈*20*〉	〈50〉

(비고)
(1) 표 중 〈 〉 표시 안의 숫자는 각각 50 *t*, 20 *t* 및 10 *t*을 넘지 아니하는 강재(동일용강에 속하고 열처리 및 두께가 같은 것)를 1 로트로, 〈*P*〉는 1 피스(piece)를 1 로트로 하는 것을 표시한다. 피스라 함은 한 개의 강편(slab) 또는 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판 제품 전체를 말한다.

(2) 시험재는 **그림 2.1.7**과 같이 주 압연방향의 중앙단부에서 채취한다.

5. 시험편의 채취

(1) 두께방향 인장시험편은 우리 선급이 인정하는 규격에 따른 봉모양 시험편으로 하고, 1개의 시험재에서 3개를 채취한다. **【지침 참조】**

(2) 시험편의 치수는 **표 2.1.41**에 따른다.

(3) 강재의 두께에 따라 시험편의 단부(접합부)를 용접으로 접합할 수 있다. 이 경우 시험편의 평행부가 용접에 의한 영향을 받아서는 안 된다.

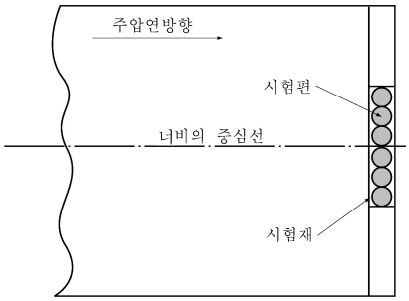


그림 2.1.7 시험재의 채취위치

표2.1.41 두께방향 인장시험편의 치수

재료 두께 t (mm)	시험편 지름 d (mm)	평행부 길이 P (mm)
$15 \le t \le 25$	$d = 6$	$P \ge 2d$
$t > 25$	$d = 10$	$P \ge 2d$

6. 재시험

(1) 두께방향 인장시험의 합부 판정방법 및 재시험 허용기준은 **그림 2.1.8**에 따른다.

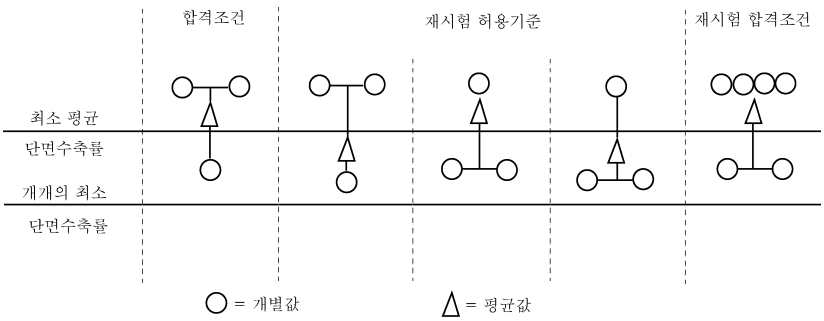


그림 2.1.8 두께방향 인장시험의 합부 판정방법 및 재시험 허용기준

(2) 두께방향 인장시험에 불합격하였으나 **그림 2.1.8**의 재시험 허용기준을 충족하는 경우에는 시험재의 남은 부분 또는 동일 피스의 나머지 부분으로부터 다시 3개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우 최초 불합격한 시험편의 값을 포함하여 합계 6개의 시험편의 단면수축률의 평균치가 규정의 평균치 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균치보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이면 동일 로트에 속한 강재는 합격으로 한다.

(3) (2)호의 재시험에도 불합격된 경우에는 시험편을 채취한 피스는 불합격으로 하지만 동일 로트에 속하는 각 피스마다 시험편을 채취하여 시험을 하고 그 성적이 규격에 합격하였을 때에는 그 피스에 한해서 합격으로 할 수 있다.

(4) 시험편이 용접부나 용접열영향부에서 파단되고, 단면수축률에 대한 성적이 규정에 합격하지 아니하였을 경우에는 그 시험을 무효로 하고 동일 로트에 속하는 피스로부터 소정의 시험편을 채취하여 다시 시험을 할 수 있다.

7. 초음파탐상검사 【지침 참조】

(1) 두께방향 특성강재에 대하여는 최종 열처리 후 매 피스마다 초음파탐상검사를 실시하여야 한다.

(2) 초음파탐상검사 방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다. 다만, 탐촉자의 주파수는 일반적으로 4 MHz를 사용한다.

8. **표시** 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 재료기호의 뒤에 "*Z25*" 또는 "*Z35*"를 부기한다.(예 : *EH36Z25*, *EH36Z35*)

311. YP47강

1. 적용

(1) 이 규정은 컨테이너선의 상부갑판 영역의 종방향 구조부재(해치사이드 코밍, 해치코밍 정판 및 그에 연결되는 종통부재 등)에 사용되는 두께 50mm를 넘고 100mm이하인 최소 항복강도가 460 N/mm²인 강재에 대하여 적용한다.

(2) 선체구조용 이외의 용도에 사용하거나 상기 (1)의 두께 범위를 벗어난 YP47강에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. *(2021)*

(3) 311.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(4) 취성균열 정지특성을 가지는 취성균열 정지강은 추가로 312.의 요건을 만족해야 한다. *(2017) (2021)*

2. 종류 강재의 종류는 표 2.1.42에 따른다.

3. 열처리 강재의 열처리는 표 2.1.43에 따른다.

4. 화학성분 강재의 화학성분은 표 2.1.42에 따른다.

표 2.1.42 종류 및 화학성분 *(2021)*

강종	탈산 방법	화학성분(%)(1)(2)														
		C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Cu*	*Mo*	*Al*(3)(4)	*Nb*(4)(5)	*V*(4)(5)	*Ti*(5)	C_{eq}(6)	P_{cm}(7)
EH47-H	킬드 및 세립킬드	0.18 이하	0.55 이하	0.90 ~ 2.00	0.020 이하	0.020 이하	1.0 이하	0.25 이하	0.35 이하	0.08 이하	0.015 이상	0.02 ~ 0.05	0.05 ~ 0.10	0.02 이하	0.49 이하	0.22 이하

(비고)

(1) 우리 선급의 승인을 받아 다른 화학성분을 첨가할 수 있으며, 첨가된 화학성분은 성적서에 기재해야 한다.

(2) 규정된 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아 변경할 수 있다.

(3) 산에 용해되는 *Al* 함유량으로 한다. 다만, *Al* 함유량이 전함유량일 때는 최소 0.020%로 한다.

(4) 강재에는 *Al, Nb, V* 또는 기타의 세립화 원소를 단독 또는 조합으로 함유시켜야 한다. 다만, 단독으로 함유시키는 경우에는 세립화 원소성분의 하한 규정을 적용하지만 조합하여 함유시키는 경우에는 각각의 세립화 원소성분의 하한 규정은 적용하지 아니한다.

(5) *Nb, V* 및 *Ti*의 합계 함유량은 0.12 % 이하이어야 한다.

(6) 탄소당량 C_{eq}는 레이들 분석치로 다음 식에 따라 계산한다.

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} (\%)$$

(7) 저온균열 감수성 지수값 P_{cm}은 다음 식에 따라 계산한다.

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B\,(\%)$$

5. 기계적 성질 강재의 기계적 성질은 표 2.1.43에 따른다.

표 2.1.43 열처리 및 기계적 성질

강종	기계적 성질			충격시험				열처리
	항복 강도 (N/mm²)	인장 강도 (N/mm²)	연신율 (%)	시험 온도 (°C)	평균 흡수에너지 (J) L			
					$50 < t^{(1)} \le 70$	$70 < t^{(1)} \le 85$	$85 < t^{(1)} \le 100$	
EH47-H	460 이상	570~720	17 이상	-40	53 이상	64 이상	75 이상	TMCP(2)

(비고)

(1) t : 두께 (mm)

(2) TMCP 이외의 열처리를 적용하고자 하는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

312. 취성균열 정지강 *(2021)*

1. 적용

(1) 이 규정은 취성균열 정지특성을 추가적으로 가지는 취성균열 정지강(*EH36-BCA*, *EH40-BCA* 및 *EH47-H-BCA*)에 대하여 적용한다.

(2) **적용지침 7편 부록 7-8**에서 규정하는 컨테이너선의 상부갑판 영역인 종방향 구조부재(해치사이드 코밍, 상부갑판 등)에 사용되는 두께 50mm를 넘고 100mm이하인 취성균열 정지강에 대하여 적용한다.

2. 정의

취성균열 정지강이란 K_{ca}(취성균열 정지인성, brittle crack arrest toughness) 또는 CAT(균열정지온도, crack arrest temperature)를 측정하여 규정된 취성균열 정지특성을 보유하는 강재를 말한다.

3. 화학성분

취성균열 정지강의 화학성분은 **표 2.1.44**에 따른다.

표 2.1.44 종류 및 화학성분

강종	탈산 방법	화학성분(%)(1)(2)(3)														
		C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Cu*	*Mo*	*Al*(4)(5)	*Nb*(5)(6)	*V*(5)(6)	*Ti*(6)	C_{eq}(7)	P_{cm}(8)
EH36-BCA	킬드 및 세립 킬드	0.18 이하	0.50 이하	0.90 ~ 2.00	0.020 이하	0.020 이하	2.0 이하	0.25 이하	0.50 이하	0.08 이하	0.015 이상	0.02 ~ 0.05	0.05 ~ 0.10	0.02 이하	0.47 이하	-
EH40-BCA															0.49 이하	
EH47-H-BCA		0.18 이하	0.55 이하	0.90 ~ 2.00	0.020 이하	0.020 이하	2.0 이하	0.50 이하	0.50 이하	0.08 이하	0.015 이상	0.02 ~ 0.05	0.05 ~ 0.10	0.02 이하	0.55 이하	0.24이하

(비고)

(1) 취성균열 정지강은 **301.** 및 **311.**의 화학성분을 배제하고 이 표의 규정을 따라야 한다.

(2) 우리 선급의 승인을 받아 다른 화학성분을 첨가할 수 있으며, 첨가된 화학성분은 성적서에 기재해야 한다.

(3) 규정된 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아 변경할 수 있다.

(4) 산에 용해되는 *Al* 함유량으로 한다. 다만, *Al* 함유량이 전함유량일 때는 최소 0.020 %로 한다.

(5) 강재에는 *Al*, *Nb*, *V* 또는 기타의 세립화 원소를 단독 또는 조합으로 함유시켜야 한다. 다만, 단독으로 함유시키는 경우에는 세립화 원소성분의 하한 규정을 적용하지만 조합하여 함유시키는 경우에는 각각의 세립화 원소성분의 하한 규정은 적용하지 아니한다.

(6) *Nb*, *V* 및 *Ti*의 합계 함유량은 0.12 % 이하이어야 한다.

(7) 탄소당량 C_{eq}는 레이들 분석치로 다음 식에 따라 계산한다.

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} (\%)$$

(8) 저온균열 감수성 지수값 P_{cm}은 다음 식에 따라 계산한다.

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B\ (\%)$$

4. 취성균열 정지특성

(1) 취성균열 정지강은 **301.** 및 **311.**에서 요구하는 기계적 성질에 추가하여 **표 2.1.45**의 취성균열 정지특성을 만족해야 한다.

(2) 우리 선급이 승인한 절차에 따라 **표 2.1.45**에 명시된 강재의 취성균열 정지특성을 평가한다. 우리 선급이 별도 동의하지 않는 한, 시험편은 각 피스(piece)마다 채취한다. 이 때 피스(piece)란 슬래브(slab) 또는 강괴(ingot)로부터 바로 압연하여 만들어진 강판을 말한다.

표 2.1.45 추가 부기되는 재료기호 및 취성균열정지 특성

추가 부기되는 재료기호(1)	두께 범위(mm)	취성균열정지 특성(2)(6)	
		-10℃에서의 균열정지 파괴인성 K_{ca} $(N/mm^{3/2})$(3)	균열정지온도 CAT (℃)(4)
BCA1	$50 < t \leq 100$	최소 6,000	-10 이하
BCA2	$80 < t \leq 100$	최소 8,000	(5)

(비고)
(1) 재료기호 뒤에 추가로 부기한다. (예 *EH40-BCA1*, *EH47-H-BCA1*, *EH47-H-BCA2* 등)
(2) 취성균열 정지특성은 균열정지 파괴인성 K_{ca} 또는 균열정지온도 CAT 로 취성균열 정지강을 검증한다.
(3) K_{ca}값은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른 방법으로 구한다. **【지침 참조】**
(4) CAT는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른 방법으로 구한다. **【지침 참조】**
(5) K_{ca}=8,000$N/mm^{3/2}$에 대응하는 CAT는 우리 선급의 승인을 받아 결정한다.
(6) 소형화 대체 시험(배치(batch)별 시험)을 사용하는 경우, 시험방법은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

5. 표시

4항의 취성균열 정지특성을 보유한 강재의 표시는 재료기호의 뒤에 "*BCA*(Brittle Crack Arrest)"를 부기한다. (예 : *EH47-H-BCA1*)

제 4 절 강관

401. 보일러 및 열교환기용 강관

1. 적용

(1) 이 규정은 보일러의 연관, 수관, 지주관, 과열기의 관 및 기타 고온용 열교환기의 관 등 주로 관의 내외에서 열교환을 목적으로 하는 장소에 사용하는 강관(이하 **관**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 401.에 규정하지 아니한 관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 관의 종류는 **표** 2.1.46에 따른다.

표 2.1.46 관의 종류

관의 종류	재 료 기 호
보일러 및 열교환기용 탄소강 강관	*RSTH* 35 *RSTH* 42 *RSTH* 52
보일러 및 열교환기용 합금강 강관	*RSTH* 12 *RSTH* 22 *RSTH* 23 *RSTH* 24

3. **열처리** 관의 열처리는 **표** 2.1.47에 따른다.

표 2.1.47 열처리 【지침 참조】

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th colspan="2">이음매 없는 강관</th><th colspan="3">전기저항 용접강관</th></tr>
<tr><th>열간가공</th><th>냉간가공</th><th>열간·냉간가공 이외</th><th>열간가공</th><th>냉간가공</th></tr>
<tr><td>RSTH 35</td><td rowspan="2">제조한 그대로</td><td rowspan="2">저온어닐링
노멀라이징 또는
완전어닐링</td><td rowspan="2">노멀라이징</td><td>제조한 그대로</td><td rowspan="3">노멀라이징(1)</td></tr>
<tr><td>RSTH 42</td><td>저온어닐링</td></tr>
<tr><td>RSTH 52</td><td colspan="4">노멀라이징</td></tr>
<tr><td>RSTH 12</td><td colspan="5">저온어닐링, 등온어닐링, 완전 어닐링, 노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링(2)</td></tr>
<tr><td>RSTH 22</td><td colspan="5">저온어닐링, 등온어닐링, 완전 어닐링 또는 노멀라이징 후 템퍼링(2)</td></tr>
<tr><td>RSTH 23
RSTH 24</td><td colspan="2">등온어닐링, 완전 어닐링 또는
노멀라이징 후 650 ℃이상의 템퍼링</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td colspan="6">(비고)
(1) 냉간가공 전에 노멀라이징을 하는 것은 어닐링으로 마무리 할 수 있다.
(2) 전기저항 용접강관에는 저온어닐링을 적용하지 않는다.</td></tr>
</table>

4. **화학성분** 관의 화학성분은 **표** 2.1.48에 따른다. **【지침 참조】**

표 2.1.48 화학성분

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th colspan="7">화학성분(%)</th></tr>
<tr><th>C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th><th>Cr</th><th>Mo</th></tr>
<tr><td>RSTH 35</td><td>0.18 이하</td><td rowspan="3">0.10~0.35</td><td>0.30~0.60</td><td rowspan="6">0.035 이하</td><td rowspan="6">0.035 이하</td><td rowspan="4">-</td><td rowspan="3">-</td></tr>
<tr><td>RSTH 42</td><td>0.32 이하</td><td>0.30~0.80</td></tr>
<tr><td>RSTH 52</td><td>0.25 이하</td><td>1.00~1.50</td></tr>
<tr><td>RSTH 12</td><td>0.10~0.20</td><td>0.10~0.50</td><td>0.30~0.80</td><td rowspan="4">0.45~0.65</td></tr>
<tr><td>RSTH 22</td><td rowspan="3">0.15 이하</td><td>0.50 이하</td><td rowspan="3">0.30~0.60</td><td>0.80~1.25</td></tr>
<tr><td>RSTH 23</td><td>0.50~1.00</td><td rowspan="2">0.030 이하</td><td rowspan="2">0.030 이하</td><td>1.00~1.50</td></tr>
<tr><td>RSTH 24</td><td>0.50 이하</td><td>1.90~2.60</td><td>0.87~1.13</td></tr>
<tr><td colspan="8">(비고)
RSTH 35 및 RSTH 42는 우리 선급의 승인을 받은 경우 Si가 0.10% 미만인 킬드강으로 할 수 있다.</td></tr>
</table>

5. **기계적 성질** 관의 기계적 성질은 다음 각 호의 규정에 따른다. **【지침 참조】**

(1) **인장시험** : 관의 인장시험 규격치는 **표 2.1.49**에 따른다.

표 2.1.49 인장시험

종 류	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)
RSTH 35	175 이상	340 이상	26(22) 이상
RSTH 42	255 이상	410 이상	21(17) 이상
RSTH 52	295 이상	510 이상	
RSTH 12	205 이상	380 이상	
RSTH 22 *RSTH* 23 *RSTH* 24		410 이상	

(비고)

(1) 연신율의 괄호내의 값은 시험편을 압연방향과 직각으로 채취한 경우에 적용한다. 이 경우 시험편을 편평하게 한 후 600℃~650℃로 가열하여 응력제거 어닐링을 하여야 한다.

(2) 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 시험편을 채취할 경우에는 용접선을 포함하지 아니하는 부분에서 채취하여야 한다.

(2) **편평시험** : 관의 끝에서 관모양 그대로의 시험편을 채취하여 상온에서 2개의 평판 사이에 끼워 평판의 거리가 다음 식의 값 H가 될 때까지 편평하게 눌러도 관의 벽에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 이 경우 시험편의 길이 L은 50 mm 이상으로 하나 100 mm를 넘을 필요는 없다. 또한 전기저항 용접강관의 경우에는 **그림 2.1.9 (a)**와 같이 용접선을 압축방향에 직각이 되도록 하여야 한다. 다만, 두께가 바깥지름의 15 % 이상인 관에 대하여는 **그림 2.1.9 (b)와** 같이 관모양 시험편의 원주의 일부를 절단한 C형 시험편으로 할 수 있다.

$$H=\frac{(1+e)t}{e+\frac{t}{D}}$$

H : 2개의 평판 사이의 거리(mm)
t : 관의 두께(mm)
D : 관의 바깥지름(mm)
e : 계수로서 관의 종류에 따라 **표 2.1.50**에 정하는 값

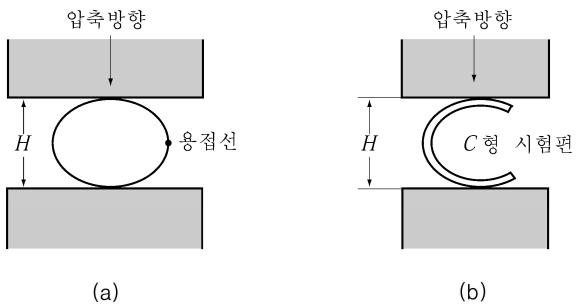


그림 2.1.9 관의 편평시험

표 2.1.50 계수 e

재 료 기 호	e 값
RSTH 35	0.09
RSTH 42 *RSTH* 12 *RSTH* 22 *RSTH* 23 *RSTH* 24	0.08
RSTH 52	0.07

(3) **확관시험**

관의 끝에서 관모양 시험편을 채취하고, 상온에서 각도가 60 ° 인 원추형 공구로 관끝의 바깥지름이 **표 2.1.51**의 값이 될 때까지 50 mm/min을 넘지 않는 속도로 확관 시켜도 흠 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 이 경우 시험편의 길이 L은 1.5 D로 하든가 50 mm 이상이어야 한다.

표 2.1.51 확관후의 관 끝의 바깥지름

종 류	관 끝의 바깥지름
RSTH 35, *RSTH* 42, *RSTH* 52	관의 바깥지름의 1.2배
RSTH 12, *RSTH* 22, *RSTH* 23, *RSTH* 24	관의 바깥지름의 1.14배

(4) **전개시험**

관의 끝에서 길이 100 mm의 관모양 시험편을 채취하고 용접선의 반대쪽을 용접선에 평행하게 관의 길이방향으로 절단하고 시험편을 벌려서 편평하게 되도록 눌러도 용접선 내면에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 안 된다. 또한 용접 이음의 어긋남, 용입불량 및 겹침 등의 불량이 있어서는 안 된다. 다만, 이 시험은 전기저항 용접강관에만 적용한다.

6. **수압시험**

(1) 관은 제조소에서 최고 사용압력의 2배 이상의 압력으로 수압시험을 하고 이에 합격하여야 한다. 다만, 최저수압 시험압력은 7 *MPa*로 한다.

(2) (1)의 수압시험압력 P는 다음 식의 압력을 넘을 필요는 없다.

$$P = \frac{2.0St}{D}\,(\mathrm{MPa})$$

t : 관의 두께(mm)
D : 관의 바깥지름(mm)
S : 항복강도 규격치(최소값)의 60 % ($\mathrm{N/mm^2}$)

(3) 제조자가 여러 개의 관을 연속하여 제조하고, 그 제조과정에서 각 관마다 수압시험을 하고 그 성적서를 제출하는 경우에는 검사원의 입회시험을 생략할 수 있다.

(4) (1)의 수압시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴검사로 대신할 수 있다. **【지침 참조】**

7. **시험편의 채취** 시험편은 열처리를 한 관에 대하여는 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서, 열처리를 하지 아니한 관에 대하여는 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 각각 다음 각 호의 규정에 따라 채취한다. 동일치수라 함은 바깥지름과 두께가 동일한 것을 말한다. **【지침 참조】**

(1) **이음매 없는 강관**

관 50개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편, 편평시험편 및 확관 시험편을 1개씩 채취한다.

(2) **전기저항 용접강관**

전기저항 용접강관은 (1)호에 규정하는 시험편 외에 관 100개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용관을 추가로 채취하고 여기에서 전개시험편 각 1개를 채취한다.

8. **치수허용차** 관의 바깥지름 허용차는 **표 2.1.52**에 따르고, 두께의 허용차는 **표 2.1.53**에 따른다.

9. **품질**

(1) 관마다 수압시험 또는 비파괴검사를 실시하고 누설이나 유해한 결함이 없어야 한다.

(2) 관은 다듬질이 양호하여야 한다. 특히 전기저항 용접강관의 경우, 그 용접부 바깥면의 용접돌기는 평탄하고 매끈하게 제거하여야 하며 용접부 내면의 돌기는 그 높이가 0.25 mm 이하로 가공하여야 한다.

10. **재시험** 관의 인장시험, 편평시험, 확관시험 또는 전개시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 **109.**에 따라 재시험을 할 수 있다.

표 2.1.52 관의 바깥지름 허용차

바깥지름의 구분 (mm)	바깥지름의 허용차 (mm)			
	이음매 없는 강관		전기저항 용접강관	
	열간가공	냉간가공	냉간가공 이외	냉간가공
$D < 25$	+0.4 -0.8	±0.10	±0.15	±0.10
$25 \le D < 40$		±0.15	±0.20	±0.15
$40 \le D < 50$		±0.20	±0.25	±0.20
$50 \le D < 60$		±0.25	±0.30	±0.25
$60 \le D < 80$		±0.30	±0.40	±0.30
$80 \le D < 100$		±0.40	+0.40, -0.60	±0.40
$100 \le D < 120$	+0.4 -1.2	+0.40, -0.60	+0.40, -0.80	+0.40, -0.60
$120 \le D < 160$		+0.40, -0.80	+0.40, -1.00	+0.40, -0.80
$160 \le D < 200$	+0.4 -1.6	+0.40, -1.20	+0.40, -1.20	+0.40, -1.20
$200 \le D$	+0.4 -1.8	+0.40, -1.60	+0.40, -1.60	+0.40, -1.60

표 2.1.53 두께의 허용차

구 분	두께 t (mm) / 바깥지름 D (mm)	$t<2$	$2 \le t < 2.4$	$2.4 \le t < 3.8$	$3.8 \le t < 4.6$	$4.6 \le t$
열간가공이음매 없는 강관	$D < 100$	-	+40 % 0 %	+35 % 0 %	+33 % 0 %	+28 % 0 %
	$D \ge 100$		-			
냉간가공 이음매 없는 강관 및 냉간가공 전기저항 용접강관	$D < 40$	+0.4 mm 0 mm	+22 % 0 %			
	$D \ge 40$	+22 % 0 %				
냉간가공 이외의 전기저항용접강관	$D < 40$	+0.3 mm 0 mm	+18 % 0 %			
	$D \ge 40$	+18 % 0 %				

(비고)
열간가공 이음매 없는 강관의 편심의 허용차는 두께의 22.8 % 이하로 한다. 다만, 두께 5.6 mm 미만의 강관에는 적용하지 아니한다.

11. 표시

(1) 규정의 시험에 합격한 관에는 출하에 앞서 바깥지름 30 mm 이상의 관은 매 관마다, 바깥지름 30 mm미만의 관은 묶음 또는 용기마다 제조자의 명칭 또는 상표, 관의 종류 및 치수를 표시하여야 하며 다음 (2)호에 규정하는 제조방법에 관한 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다. 또한, 우리 선급의 합격각인은 상기의 표시근처에 하여야 한다.

(2) 제조방법에 관한 표시기호는 다음에 따른다.
열간가공 이음매 없는 강관 : *-S -H*
냉간가공 이음매 없는 강관 : *-S -C*
열간가공 및 냉간가공 이외의 전기저항 용접강관 : *-E -G*
열간가공 전기저항 용접강관 : *-E -H*
냉간가공 전기저항 용접강관 : *-E -C*

402. 압력배관용 강관

1. 적용

(1) 이 규정은 주로 **규칙 5편 6장**에서 규정하는 배관에 사용하는 이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관(이하 **관**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) **규칙 5편 6장 102.**의 2항 (4)호에 규정하는 배관용 탄소강관은 *KS D* 3507 (*SPP*) 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것이어야 한다. 다만, 검사원의 입회시험은 필요하지 아니하다.

(3) 402.에 규정하지 아니한 관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 관의 종류는 **표 2.1.54**에 따른다.

표 2.1.54 관의 종류

관의 종류	재 료 기 호	적용 스케줄
제1종 압력 배관용 탄소강관	*RST* 138 *RST* 142	Sch.10~Sch.80
제2종 고압 배관용 탄소강관	*RST* 238 *RST* 242 *RST* 249	Sch.40~Sch.160
제3종 고온 배관용 탄소강관	*RST* 338 *RST* 342 *RST* 349	Sch.10~Sch.160
제4종 배관용 합금강관	*RST* 412 *RST* 422 *RST* 423 *RST* 424	

3. **열처리** 관의 열처리는 **표 2.1.55**에 따른다.

표 2.1.55 열처리

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">종류 및 재료기호</th><th colspan="2">이음매 없는 강관</th><th colspan="3">전기저항 용접강관</th></tr>
<tr><th>열간가공</th><th>냉간가공</th><th>제조한 그대로</th><th>열간가공</th><th>냉간가공</th></tr>
<tr><td rowspan="2">제1종</td><td>*RST* 138
RST 142</td><td rowspan="2">제조한 그대로(1)</td><td>어닐링</td><td>제조한 그대로</td><td>제조한 그대로</td><td>어닐링</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제2종</td><td>*RST* 238</td><td rowspan="2">저온어닐링 또는 노멀라이징</td><td colspan="3" rowspan="3">-</td></tr>
<tr><td>*RST* 242</td></tr>
<tr><td>*RST* 249</td><td colspan="2">노멀라이징</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제3종</td><td>*RST* 338
RST 342</td><td rowspan="2">제조한 그대로(1)</td><td rowspan="2">저온어닐링 또는 노멀라이징</td><td>저온어닐링 또는 노멀라이징</td><td>제조한 그대로</td><td>저온어닐링 또는 노멀라이징</td></tr>
<tr><td>*RST* 349</td><td colspan="3" rowspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제4종</td><td>*RST* 412</td><td colspan="2">저온어닐링, 등온어닐링, 완전 어닐링, 노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링</td></tr>
<tr><td>*RST* 422</td><td colspan="2">저온어닐링, 등온어닐링, 완전 어닐링 또는 노멀라이징 후 템퍼링</td></tr>
<tr><td>*RST* 423
RST 424</td><td colspan="2">등온어닐링, 완전 어닐링 또는 노멀라이징 후 650°C 이상의 템퍼링</td></tr>
<tr><td colspan="7">(비고)
(1) 제2종 및 제3종의 경우, 필요에 따라 저온어닐링 또는 노멀라이징을 할 수 있다. *(2021)*</td></tr>
</table>

4. **화학성분** 관의 화학성분은 **표 2.1.56**에 따른다.

표 2.1.56 화학성분

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">종류 및 재료기호</th><th colspan="7">화학성분 (%)</th></tr>
<tr><th>C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th><th>Cr</th><th>Mo</th></tr>
<tr><td rowspan="2">제1종</td><td>RST 138</td><td>0.25이하</td><td rowspan="2">0.35 이하</td><td>0.30~0.90</td><td rowspan="2">0.040 이하</td><td rowspan="2">0.040 이하</td><td rowspan="9">-</td><td rowspan="9">-</td></tr>
<tr><td>RST 142</td><td>0.30이하</td><td>0.30~1.00</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제2종</td><td>RST 238</td><td>0.25이하</td><td rowspan="6">0.10~0.35</td><td>0.30~1.10</td><td rowspan="6">0.035 이하</td><td rowspan="6">0.035 이하</td></tr>
<tr><td>RST 242</td><td>0.30이하</td><td>0.30~1.40</td></tr>
<tr><td>RST 249</td><td>0.33이하</td><td>0.30~1.50</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제3종</td><td>RST 338</td><td>0.25이하</td><td>0.30~0.90</td></tr>
<tr><td>RST 342</td><td>0.30이하</td><td rowspan="2">0.30~1.00</td></tr>
<tr><td>RST 349</td><td>0.33이하</td></tr>
<tr><td rowspan="4">제4종</td><td>RST 412</td><td>0.10~0.20</td><td>0.10~0.50</td><td>0.30~0.80</td><td rowspan="3">0.45~0.65</td></tr>
<tr><td>RST 422</td><td rowspan="3">0.15이하</td><td>0.50 이하</td><td rowspan="3">0.30~0.60</td><td>0.80~1.25</td></tr>
<tr><td>RST 423</td><td>0.50~1.00</td><td rowspan="2">0.030 이하</td><td rowspan="2">0.030 이하</td><td>1.00~1.50</td></tr>
<tr><td>RST 424</td><td>0.50이하</td><td>1.90~2.60</td><td>0.87~1.13</td></tr>
</table>

5. **기계적 성질** 관의 기계적 성질은 다음 각 호에 따른다.

(1) **인장시험** : 관의 인장시험 규격치는 **표 2.1.57**에 따른다.

표 2.1.57 인장시험

<table>
<tr><th colspan="2">종류 및 기호</th><th>항복강도(N/mm^2)</th><th>인장강도(N/mm^2)</th><th>연신율(%)($L=5.65\sqrt{A}$)</th></tr>
<tr><td>제1종
제2종
제3종</td><td>RST 138
RST 238
RST 338</td><td>215 이상</td><td>370 이상</td><td>24(20) 이상</td></tr>
<tr><td>제1종
제2종
제3종</td><td>RST 142
RST 242
RST 342</td><td>245 이상</td><td>410 이상</td><td>21(17) 이상</td></tr>
<tr><td>제2종
제3종</td><td>RST 249
RST 349</td><td>275 이상</td><td>480 이상</td><td>19(15) 이상</td></tr>
<tr><td>제4종</td><td>RST 412</td><td rowspan="2">205 이상</td><td>380 이상</td><td rowspan="2">21(17) 이상</td></tr>
<tr><td>제4종</td><td>RST 422
RST 423
RST 424</td><td>410 이상</td></tr>
<tr><td colspan="5">(비고)
(1) 연신율의 괄호내의 값은 시험편을 압연방향과 직각으로 채취한 경우에 적용한다. 이 경우 시험편을 편평하게 한 후 600 ℃ ~ 650 ℃로 가열하여 응력제거 어닐링을 하여야 한다.
(2) 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 시험편을 채취할 경우에는 용접선을 포함하지 아니하는 부분에서 채취하여야 한다.</td></tr>
</table>

(2) **편평시험** :

(가) 제1종 전기저항 용접강관 이외의 강관 : 관의 끝에서 관 모양 그대로의 시험편을 채취하여 상온에서 2개의 평판 사이에 끼워 평판의 거리가 다음 식의 값 H가 될 때까지 편평하게 눌러도 관의 벽에 흠 또는 균열이 생겨서는

안 된다. 이 경우 시험편의 길이 L은 401.의 5항 (2)호에 따른다. 다만, 두께가 바깥지름의 15 % 이상인 관에 대하여는 **그림 2.1.9 (b)와** 같이 상기의 관 모양 시험편의 원주의 일부를 절단한 C형 시험편으로 할 수 있다.

$$H = \frac{(1+e)t}{e + \frac{t}{D}}$$

H : 두 평판 사이의 거리(mm).
t : 관의 두께(mm).
D : 관의 바깥지름(mm).
e : 계수로서 관의 종류에 따라 **표 2.1.58**에 정하는 값.

표 2.1.58 계수 e

재료기호	RST 142, RST 242, RST 249, RST 342, RST 349	RST 138, RST 238, RST 338, RST 412 RST 422, RST 423, RST 424
e	0.07	0.08

(나) 제1종 전기저항 용접강관의 경우에는 용접부를 압축방향에 직각으로 놓고, **그림 2.1.10**과 같이 $H = \frac{2}{3}D$ 에서 용접부를, $H = \frac{1}{3}D$ 에서는 용접부 이외의 상태를 조사한다.

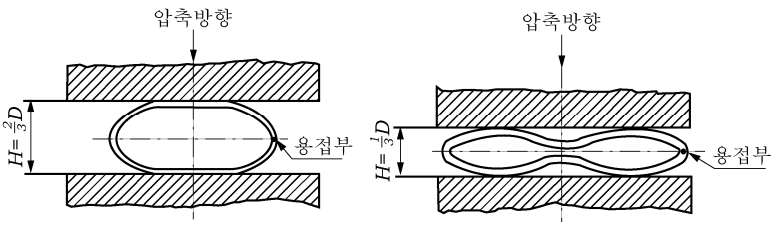


그림 2.1.10 제1종 전기저항 용접강관의 편평시험

(3) **굽힘시험** : 관의 바깥지름이 50 mm 이하인 관에서는 편평시험 대신에 굽힘시험으로 할 수 있다. 이 경우, 관의 끝에서 적절한 길이의 관 모양 시험편을 채취하고 상온에서 **표 2.1.59**에 정하는 값까지 굽혀도 관의 벽에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 안 된다. 다만, 제4종의 관에 대하여는 이 시험을 하지 아니한다.

표 2.1.59 굽힘 각도 및 굽힘 안쪽 반지름

종 류	굽힘 각도	굽힘 안쪽 반지름
제1종, 제2종, 제3종	90 °	관의 바깥지름의 6배
(비고) 전기저항 용접강관에 대하여는 용접선이 제일 바깥에 오도록 위치시킨 후 굽혀야 한다.		

6. 수압시험

(1) 관은 제조소에서 **표 2.1.60**에 정하는 압력으로 수압시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

표 2.1.60 스케줄 및 수압시험

호칭지름 (A)	바깥지름 (mm)	호칭두께 (mm)									
		Sch.10 (10S)	Sch.20 (20S)	Sch.30	Sch.40	Sch.60	Sch.80	Sch.100	Sch.120	Sch.140	Sch.160
6	10.5	(1.2)	(1.5)	-	1.7	2.2	2.4	-	-	-	-
8	13.8	(1.65)	(2.0)	-	2.2	2.4	3.0	-	-	-	-
10	17.3	(1.65)	(2.0)	-	2.3	2.8	3.2	-	-	-	-
15	21.7	(2.1)	(2.5)	-	2.8	3.2	3.7	-	-	-	4.7
20	27.2	(2.1)	(2.5)	-	2.9	3.4	3.9	-	-	-	5.5
25	34.0	(2.8)	(3.0)	-	3.4	3.9	4.5	-	-	-	6.4
32	42.7	(2.8)	(3.0)	-	3.6	4.5	4.9	-	-	-	6.4
40	48.6	(2.8)	(3.0)	-	3.7	4.5	5.1	-	-	-	7.1
50	60.5	(2.8)	3.2(3.5)	-	3.9	4.9	5.5	-	-	-	8.7
65	76.3	(3.0)	4.5(3.5)	-	5.2	6.0	7.0	-	-	-	9.5
80	89.1	(3.0)	4.5(4.0)	-	5.5	6.6	7.6	-	-	-	11.1
90	101.6	(3.0)	4.5(4.0)	-	5.7	7.0	8.1	-	-	-	12.7
100	114.3	(3.0)	4.9(4.0)	-	6.0	7.1	8.6	-	11.1	-	13.5
125	139.8	(3.4)	5.1(5.0)	-	6.6	8.1	9.5	-	12.7	-	15.9
150	165.2	(3.4)	5.5(5.0)	-	7.1	9.3	11.0	-	14.3	-	18.2
200	216.3	(4.0)	6.4(6.5)	7.0	8.2	10.3	12.7	15.1	18.2	20.6	23.0
250	267.5	(4.0)	6.4(6.5)	7.8	9.3	12.7	15.1	18.1	21.4	25.4	28.6
300	318.5	(4.5)	6.4(6.5)	8.4	10.3	14.3	17.4	21.4	25.4	28.6	33.3
350	355.6	6.4	7.9	9.5	11.1	15.1	19.0	23.8	27.8	31.8	35.7
400	406.4	6.4	7.9	9.5	12.7	16.7	21.4	26.2	30.9	36.5	40.5
450	457.2	6.4	7.9	11.1	14.3	19.0	23.8	29.4	34.9	39.7	45.2
500	508.0	6.4	9.5	12.7	15.1	20.6	26.2	32.5	38.1	44.4	50.0
550	558.8	6.4	9.5	12.7	15.9	22.2	28.6	34.9	41.3	47.6	54.0
600	609.4	6.4	9.5	14.3	17.5	24.6	31.0	38.9	46.0	52.4	59.5
650	660.4	7.9	12.7	-	18.9	26.4	34.0	41.6	49.1	56.6	64.2
시험압력 (Mpa)	1종관	2.0	3.5	5.0	6.0	9.0	12.0	-	-	-	-
	2종관	-	-	-	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	20.0	20.0
	3종관 및 4종관	2.0	3.5	5.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	20.0	20.0

(비고)
호칭두께 난의 ( )의 값은 스테인리스 강관에만 적용한다.

(2) 주문자에 의해 특히 (1)의 시험압력 이상의 압력이 지정된 2종부터 4종관까지의 경우에는 그 압력으로 시험을 한다. 다만, 다음 식에 의한 압력을 넘을 필요는 없다.

$$P = \frac{2.0St}{D} \text{(MPa)}$$

t : 관의 두께(mm).
D : 관의 바깥지름(mm).
S : 항복강도 규격치의 60% (N/mm^2)

(3) 제조자가 여러 개의 관을 연속하여 제조하고, 그 제조과정에서 각 관마다 수압시험을 하고 그 성적서를 제출하는 경우에는 검사원의 입회시험을 생략할 수 있다.
(4) (1)의 수압시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴검사로 대신할 수 있다. **【지침 참조】**

7. **시험편의 채취** 시험편은 열처리를 한 관에 대하여는 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서, 열처리를 하지 아니한 관에 대하여는 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 각각 다음 각 호의 규정에 따라 채취한다.

(1) **제1종 관** : **표 2.1.60**에 정하는 관의 호칭지름에 따라 다음과 같이 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편 또는 굽힘시험편을 1개씩 채취한다.

(가) 호칭지름이 50*A* 이하인 것 : 동일치수의 관 1000 개 또는 그 단수마다 1 개

(나) 호칭지름이 65*A* 이상 125*A* 이하인 것 : 동일치수의 관 500 개 또는 그 단수마다 1 개

(다) 호칭지름이 150*A* 이상 300*A* 이하인 것 : 동일치수의 관 250 개 또는 그 단수마다 1 개

(라) 호칭지름이 350*A* 이상인 것 : 동일치수의 관 150 개 또는 그 단수마다 1 개

(2) **제2종 관** : 열처리를 한 관에 대하여는 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관 50개 또는 그 단수마다, 제조한 그대로의 관에 대하여는 동일종류, 동일치수의 관 50개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편 또는 굽힘시험편을 1개씩 채취한다.

(3) **제3종 관** : (2)호의 규정에 따른다.

(4) **제4종 관** : 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관 50개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편을 1개씩 채취한다.

8. **치수허용차** 관의 바깥지름 및 두께의 허용차는 **표 2.1.61**에 따른다.

표 2.1.61 치수허용차

구 분	관의 바깥지름 D (mm)	바깥지름의 허용차	두께의 허용차					
			제1종			제2종, 제3종, 제4종		
열간가공이음매 없는 강관	$D < 50$	± 0.5 mm	관의 두께	4 mm미만	+0.6 mm -0.5 mm	관의 두께	4 mm미만	± 0.5mm
	$D \geq 50$	± 1 %		4 mm 이상	+15 % -12.5%		4 mm이상	± 12.5 %
냉간가공이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관	$D < 40$	± 0.3 mm		3 mm미만	±0.3mm		2 mm미만	± 0.2mm
	$D \geq 40$	± 0.8 %		3 mm이상	± 10 %		2 mm이상	± 10%

(비고)
제2종, 제3종 및 제4종의 열간가공 이음매 없는 강관에 대한 두께의 편차는 두께의 20 % 이하로 한다. 다만, 두께 5.6 mm 미만의 관에는 적용하지 아니한다.

9. **품질**

(1) 관마다 수압시험 또는 비파괴검사를 실시하고 누설이나 유해한 결함이 없어야 한다.

(2) 관은 다듬질이 양호하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

10. **재시험** 관의 인장시험, 편평시험 또는 굽힘시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 **109.**에 따라 재시험을 할 수 있다.

11. **표시**

(1) 규정의 시험에 합격한 관에는 출하에 앞서 바깥지름 60 mm 이상의 관은 매 관마다, 바깥지름 60 mm 미만의 관은 묶음마다 제조자의 명칭 또는 상표, 관의 종류 및 치수를 표시하여야 하며 다음 (2)호에 규정하는 제조방법에 관한 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다. 또한, 우리 선급의 합격각인은 상기의 표시 근처에 하여야 한다.

(2) 제조방법에 관한 표시기호는 **401.**의 **10**항 (2)호에 따른다.

403. 스테인리스 강관

1. 적용

(1) 이 규정은 저온용 또는 내식용의 배관에 사용하는 스테인리스 강관(이하 **관**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 듀플렉스 스테인리스 강관에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. *(2018)* **【지침 참조】**

(3) 403.에 규정하지 아니한 관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종류 관의 종류는 **표** 2.1.62에 따른다.

3. 열처리 관은 원칙적으로 **표** 2.1.62에 따라 고용화 열처리를 하여야 한다. 또한 *RSTS* 321*TP* 및 *RSTS* 347*TP*에 대하여는 안정화 열처리를 요구할 수 있다. 이 경우 열처리온도는 850℃ ~ 930℃로 한다.

4. 화학성분 관의 화학성분은 **표** 2.1.62에 따른다.

표 2.1.62 종류 및 화학성분 *(2020) (2022)*

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th rowspan="2">고용화열처리
(℃)</th><th colspan="9">화학성분(%)</th></tr>
<tr><th>C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th><th>Ni</th><th>Cr</th><th>Mo</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>RSTS 304TP</td><td>1010이상, 급랭</td><td>0.080이하</td><td rowspan="2">1.00이하</td><td rowspan="8">2.00
이하</td><td rowspan="8">0.040
이하</td><td rowspan="8">0.030
이하</td><td>8.00~11.00</td><td rowspan="2">18.00~20.00</td><td rowspan="4">-</td><td rowspan="8">-</td></tr>
<tr><td>RSTS 304LTP</td><td>1010이상, 급랭</td><td>0.030이하</td><td>8.00~13.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 309STP</td><td>1030이상, 급랭</td><td rowspan="3">0.080이하</td><td rowspan="2">1.50이하</td><td>12.00~15.00</td><td>22.00~24.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 310STP</td><td>1030이상, 급랭</td><td>19.00~22.00</td><td>24.00~26.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 316TP</td><td>1010이상, 급랭</td><td rowspan="6">1.00이하</td><td>10.00~14.00</td><td rowspan="2">16.00~18.00</td><td rowspan="2">2.00~
3.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 316LTP</td><td>1010이상, 급랭</td><td>0.030이하</td><td>10.00~16.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 317TP</td><td>1010이상, 급랭</td><td>0.080이하</td><td rowspan="2">11.00~15.00</td><td rowspan="2">18.00~20.00</td><td rowspan="2">3.00~
4.00</td></tr>
<tr><td>RSTS 317LTP</td><td>1010이상, 급랭</td><td>0.030이하</td></tr>
<tr><td>RSTS 321TP</td><td>920이상, 급랭</td><td rowspan="2">0.080이하</td><td rowspan="2">9.00~13.00</td><td rowspan="2">17.00~19.00</td><td rowspan="2">-</td><td>Ti≥5×C</td></tr>
<tr><td>RSTS 347TP</td><td>980이상, 급랭</td><td>Nb≥10×C</td></tr>
</table>

5. 기계적 성질

(1) 관의 기계적 성질은 다음에 따른다.

(가) 인장시험 : 관의 인장시험 규격치는 **표** 2.1.63에 따른다.

(나) **편평시험** : 402.의 5항 (2)호에 따른다. 다만, 이 규정을 적용함에 있어 *e*의 값은 0.09로 한다.

(다) **용접부 형굽힘시험** : 200A 이상의 용접강관은 편평시험을 대신하여 형굽힘시험을 할 수 있다. *(2019)*

(2) 우리 선급은 관의 용도에 따라 충격시험 및 내식성 시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.63 인장시험

재료기호	항복강도(N/mm^2)	인장강도(N/mm^2)	연신율(%)($L=5.65\sqrt{A}$)	
			L	T
RSTS 304 *TP*	205 이상	520 이상	26 이상	22 이상
RSTS 304*L TP*	175 이상	480 이상		
RSTS 309*STP*	205 이상	520 이상		
RSTS 310*STP*				
RSTS 316 *TP*				
RSTS 316*L TP*	175 이상	480 이상		
RSTS 317 *TP*	205 이상	520 이상		
RSTS 317*L TP*	175 이상	480 이상		
RSTS 321 *TP*	205 이상	520 이상		
RSTS 347 *TP*				

(비고)
(1) T는 시험편의 길이방향이 압연방향과 직각인 경우를, L은 시험편의 길이방향이 압연방향과 평행인 경우를 표시한다.
(2) 호칭지름 200 mm 이상인 관에 대하여는 T방향에서 시험편을 채취할 수 있다.
(3) 자동 아크용접 강관 및 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 인장시험편을 채취할 경우에는 용접선을 포함하지 아니한 부분에서 채취하여야 한다.

6. 수압시험

(1) 관은 제조소에서 **표 2.1.64**에 정하는 압력으로 수압시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

표 2.1.64 수압시험압력

스케줄 번호	Sch.10S	Sch.20S	Sch.40	Sch.80	Sch.120	Sch.160
시험압력 (*MPa*)	2.0	3.5	6.0	12.0	18.0	20.0

(2) 주문자가 특히 (1)의 시험압력 이상의 압력으로 지정한 경우에는 그 압력으로 시험을 한다. 다만, 다음 식에 의한 압력을 넘을 필요는 없다.

$$P=\frac{2.0St}{D}\text{(Mpa)}$$

P : 수압시험압력
t : 관의 두께(mm)
D : 관의 바깥지름(mm)
S : 항복강도 규격치의 60 % (N/mm^2)

(3) 제조자가 여러 개의 관을 연속하여 제조하고 그 제조 과정에서 각 관마다 수압시험을 하고 그 성적서를 제출하는 경우에는 검사원의 입회시험을 생략할 수 있다.
(4) (1)의 수압시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴검사로 대신할 수 있다.

7. 시험편의 채취

시험편은 동일 용강에 속하고 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 50개 또는 그 단수마다 1개의 시험용관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편을 1개씩 채취한다.

8. 치수의 허용차 관의 바깥지름 및 두께의 허용차는 **표 2.1.65**에 따른다.

표 2.1.65 치수의 허용차

구 분	바깥지름의 허용차	두께의 허용차
열간가공 이음매 없는 강관	50 mm미만 : ± 0.5 mm	4 mm미만 : ± 0.5 mm
	50 mm이상 : ± 1 %	4 mm이상 : ± 12.5%
냉간가공 이음매 없는 강관, 자동 아크 용접 강관 및 전기저항 용접강관	30 mm미만 : ± 0.3 mm	2 mm미만 : ± 0.2 mm
	30 mm이상 : ± 1 %	2 mm이상 : ± 10 %
(비고) 열간가공 이음매 없는 강관의 편심의 허용차는 두께의 20 % 이하로 한다. 다만, 두께 5.6 mm 미만의 관에는 적용하지 아니한다.		

9. 품질

(1) 관마다 수압시험 또는 비파괴검사를 실시하고 누설이나 유해한 결함이 없어야 한다.

(2) 관은 다듬질이 양호하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

10. **재시험** 관의 인장시험 또는 편평시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

11. **표시** 규정의 시험에 합격한 관의 표시는 402.의 10항에 따른다. 다만, 자동 아크 용접강관의 제조방법에 관한 표시기호는 다음에 따른다.

자동 아크 용접강관 : *-A*

냉간가공 자동 아크 용접강관 : *-A -C*

용접부 가공 다듬질 자동 아크 용접강관 : *-A -B*

404. 저온용 강관

1. 적용

(1) 이 규정은 액화가스산적운반선에 사용되는 설계온도가 0℃보다 낮은 온도에서 사용하는 강관으로서 두께가 25 mm 이하인 이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관(이하 **관**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 두께가 25 mm를 넘는 관에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 404.에 규정하지 아니한 관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 관의 종류는 **표** 2.1.63에 따른다.

3. **탈산방법 및 화학성분** 관의 탈산방법 및 화학성분은 **표** 2.1.66에 따른다.

표 2.1.66 종류 및 화학성분

재료기호	탈산방법	*C*	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*
RLPA	세립킬드	0.23 이하	0.35 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	-
RLPB		0.18 이하	0.35 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	-
RLPC		0.18 이하	0.35 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	-
*RLP*2		0.19 이하	0.10~0.35	0.90 이하	0.035 이하	0.035 이하	2.00~2.60
*RLP*3		0.16 이하	0.10~0.35	0.90 이하	0.030 이하	0.030 이하	3.20~3.80
*RLP*9		0.10 이하	0.10~0.35	0.90 이하	0.030 이하	0.030 이하	8.40~9.50

4. **열처리** 관의 열처리는 **표** 2.1.67에 따른다.

5. **기계적 성질**

(1) 관의 기계적 성질은 다음 (가)부터 (라)까지의 규정에 따른다.

(가) **인장시험** : 관의 인장시험 규격치는 **표** 2.1.67에 따른다.

표 2.1.67 열처리 및 기계적 성질

재료기호	열처리	인장시험(1)(2)(3)				굽힘시험		충격시험	
		항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$) *L*	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$) *T*	굽힘 반지름	굽힘 각도 (°)	시험 온도 (℃)	평균흡수 에너지(J)(4)
RLPA	노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링	205 이상	380 이상	26 이상	19 이상	관의 바깥 지름의 6배	90	-40(5)	27 이상
RLPB								-50(5)	
RLPC								-60(5)	
*RLP*2		245 이상	450 이상	20 이상	14 이상			-70	34 이상
*RLP*3								-95	
*RLP*9	2회 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링	520 이상	690 이상	15 이상	11 이상			-196	41 이상

(비고)

(1) *L* 및 *T*는 각각 시험편의 길이방향이 압연방향과 평행 또는 직각인 경우를 나타낸다.

(2) 호칭지름 200 mm 이상의 관에 대하여는 *T*방향에서 인장시험편을 채취할 수 있다.

(3) 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 인장시험편을 채취하는 경우에는 용접선을 포함하지 아니하는 부분에서 채취하여야 한다.

(4) 1조의 시험편 중에서 2 개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(5) **규칙 7편 5장**의 규정이 적용되는 관에 대한 충격시험 온도는 설계온도보다 5℃ 낮은 온도 또는 -20℃ 중 낮은 온도로 한다.

(나) **충격시험** : 관의 충격시험 규격치는 **표 2.1.64**에 따른다.

(다) **편평시험** : 편평시험은 **402.**의 **5**항 (2)호에 따른다. 다만, 이 규정을 적용함에 있어 e의 값은 0.08로 한다. 다만, 관의 바깥지름이 50 mm 이하인 관에서는 편평시험 대신에 굽힘시험으로 할 수 있다. 이 경우, 관의 끝에서 적절한 길이의 관모양 시험편을 채취하고 상온에서 **표 2.1.64**에 정하는 값까지 굽혀도 관의 벽에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 안 된다. 또한 전기저항 용접강관에 대하여는 용접선이 제일 바깥쪽에 오도록 굽혀야 한다.

(2) 우리 선급은 관의 용도에 따라 다른 종류의 시험을 요구할 수 있다.

6. 수압시험 : 수압시험은 **402.**의 **6**항에 따라 모든 관에 대하여 한다.

7. 시험편의 채취

(1) 시험편은 동일용강에 속하고 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 50개 또는 그 단수마다 1개의 시험용관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편을 1개씩 채취한다.

(2) 시험용관으로부터 **그림 2.1.11**과 같이 충격시험편 1조(3개)를 채취한다. 또한 전기저항 용접강관인 경우에는 추가로 **그림 2.1.12**와 같이 용접부에서 충격시험편 1조(3개)를 채취한다.

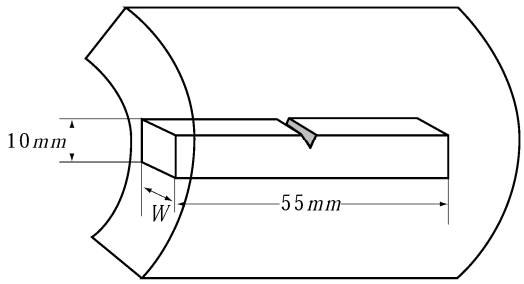


그림 2.1.11 이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관의 용접부 이외의 충격시험편 채취위치

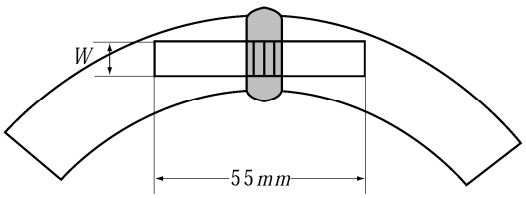


그림 2.1.12 전기저항 용접강관의 용접부에서의 충격시험편 채취위치

8. 치수허용차 관의 바깥지름 및 두께의 허용차는 **표 2.1.68**에 따른다.

표 2.1.68 치수 허용차

구 분	바깥지름 D (mm)	두께 t (mm)
열간가공 이음매 없는 강관	$D<50$: ± 0.5 mm $50 \le D < 250$: ± 1 % (다만, 최대치는 2.0 mm) $250 \le D$: ± 0.8 %	$t<4$: ± 0.5 mm $t \ge 4$: ± 12.5%
냉간가공 이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관	± 0.8% (다만, 최대치는 0.3 mm)	$t<2$: ± 0.2 mm $t \ge 2$: ± 10%
(비고) 열간가공 이음매 없는 강관의 편심의 허용차는 두께의 20 % 이하로 한다. 다만, 두께 5.6 mm 미만의 강관에는 적용하지 아니한다.		

9. 품질 관은 다듬질이 양호하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

10. 재시험

(1) 충격시험 이외의 기계시험에 불합격한 경우에는 **109.**의 규정에 따라 재시험을 할 수 있다.

(2) 충격시험의 재시험은 **301.**의 **10**항 (3)호에 따른다.

11. 표시 규정의 시험에 합격한 관의 표시는 **402.**의 **10**항에 따른다. 또한, **표 2.1.64**의 비고 (5)를 적용한 관에는 재료 기호의 뒤에 "충격시험온도 T"를 부기한다. (예 : *RLPA*-25 T)

405. 헤더용 재료

1. 적용

(1) 이 규정은 보일러에 사용하는 헤더용 재료(이하 **재료**라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 405.에 규정하지 아니한 재료에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 재료의 종류는 **표** 2.1.69에 따른다.

표 2.1.69 종류

종 류	제 1 종	제 2 종	제 3 종	제 4 종	제 5 종	제 6 종
재료기호	*RBH* 1	*RBH* 2	*RBH* 3	*RBH* 4	*RBH* 5	*RBH* 6

3. **열처리** 재료는 어닐링 또는 노멀라이징을 하는 것으로 한다.

4. **화학성분** 재료의 화학성분은 **표** 2.1.70에 따른다.

표 2.1.70 화학성분

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th colspan="7">화학성분 (%)</th></tr>
<tr><th>C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th><th>Cr</th><th>Mo</th></tr>
<tr><td>RBH 1</td><td>0.25 이하</td><td rowspan="2">0.10~0.35</td><td rowspan="3">0.30~0.80</td><td rowspan="2">0.040이하</td><td rowspan="3">0.040이하</td><td rowspan="3">-</td><td rowspan="2">-</td></tr>
<tr><td>RBH 2</td><td>0.30 이하</td></tr>
<tr><td>RBH 3</td><td rowspan="2">0.10~0.20</td><td rowspan="4">0.10~0.50</td><td rowspan="4">0.030이하</td><td>0.45~0.65</td></tr>
<tr><td>RBH 4</td><td rowspan="3">0.30~0.60</td><td rowspan="3">0.030이하</td><td rowspan="2">0.80~1.20</td><td>0.20~0.45</td></tr>
<tr><td>RBH 5</td><td rowspan="2">0.15 이하</td><td>0.45~0.65</td></tr>
<tr><td>RBH 6</td><td>2.00~2.50</td><td>0.90~1.10</td></tr>
</table>

5. **기계적 성질** 재료의 기계적 성질은 다음 각 호에 따른다.

(1) **인장시험** : 인장시험은 **표** 2.1.71에 따른다.

표 2.1.71 인장시험

<table>
<tr><th>재료기호</th><th>항복강도(N/mm^2)</th><th>인장강도(N/mm^2)</th><th>연신율(%)($L=5.65\sqrt{A}$)</th><th>단면수축률 (%)</th></tr>
<tr><td>RBH 1</td><td>205 이상</td><td>410 이상</td><td>24 이상</td><td>38 이상</td></tr>
<tr><td>RBH 2</td><td>225 이상</td><td>450 이상</td><td>23 이상</td><td rowspan="5">40 이상</td></tr>
<tr><td>RBH 3</td><td rowspan="4">205 이상</td><td>380 이상</td><td>22 이상</td></tr>
<tr><td>RBH 4</td><td rowspan="3">410 이상</td><td rowspan="3">21 이상</td></tr>
<tr><td>RBH 5</td></tr>
<tr><td>RBH 6</td></tr>
<tr><td colspan="5">(비고)
시험편을 압연방향과 직각으로 채취할 경우에는 항복강도 및 인장강도의 값은 표와 같이 하고 연신율의 값은 표의 값에서 5 % 감한 것으로 한다. 또한 단면수축률의 값은 단지 참고사항으로 기록한다.</td></tr>
</table>

(2) **굽힘시험** : 시험편을 상온에서 안쪽 반지름 20 mm로 180° 굽혀도 바깥쪽에 흠 또는 균열이 생겨서는 안 된다. 다만, 시험편의 두께를 20 mm로 할 수 없을 경우에는 원재료의 두께를 사용하여도 좋다. 이 경우 시험편의 너비는 두께의 1.5 배 이상으로 하고 굽힘 안쪽 반지름은 두께와 같도록 하여야 한다.

6. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 압연방향 또는 이와 직각방향으로, 굽힘시험편은 압연방향과 직각으로 각각 재료의 개구단에서 채취하여야 한다.

(2) 인장시험편 및 굽힘시험편은 동일 용강에 속하고 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일치수의 것 중에서 **표 2.1.72**에 따라 채취하여야 한다.

표2.1.72 시험편의 수

종류	길이 l (mm)	시험편의 수
RBH 1 *RBH* 2	$3000 \le l$	1개마다 1조
	$2000 \le l < 3000$	3개마다 1조
	$2000 > l$	5개마다 1조
RBH 3 *RBH* 4 *RBH* 5 *RBH* 6	$3000 \le l$	1개마다 양끝에서 1조
	$3000 > l$	1개마다 1조

(3) 재료의 양쪽 끝을 밀폐한 것은, 오므리기 전에 개구 끝에서 적절한 시험재를 채취할 수 있다.

(4) 원통형 재료 등에서 편평하게 할 필요가 있을 때에는 열처리 전에 시험재를 채취하여 편평하게 한 후 본체와 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 시험재에서 시험편을 채취하든지 또는 열처리 후에 시험재를 채취하여 상온에서 편평하게 한 후 600℃~650℃로 가열하여 편평가공에 의한 응력을 제거한 시험재에서 소정의 시험편을 채취하여야 한다.

7. **치수허용차** 두께의 허용차는 ± 12.5 %로 한다. 다만, 원통형 또는 각형 재료의 밀폐부, 각형 재료의 필릿부 및 파형 재료에 대하여는 예외로 한다.

8. **품질** 재료는 품질이 균일하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

9. **표시** 규정의 시험에 합격한 재료의 표시는 401.의 10항에 따른다.

제 5 절 주조품

501. 주강품

1. 적용

(1) 이 규정은 선체구조, 의장품, 기관장치 등의 각 편에 규정된 부분에 사용하는 주강품(다만, 502, 503. 및 504.에 규정한 것은 제외)에 대하여 적용한다.

(2) 501.에 규정하지 아니한 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종류 주강품의 종류는 **표 2.1.73**에 따른다.

표 2.1.73 종류 및 기계적 성질 *(2019)*

종 류	재료기호	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)	단면수축률 (%)
탄소강 주강품	*RSC* 410	205 이상	410 이상	24 이상	38 이상
	RSC 450	225 이상	450 이상	22 이상	29 이상
	RSC 480	245 이상	480 이상	20 이상	27 이상
	RSC 520	265 이상	520 이상	18 이상	25 이상
	RSC 560	305 이상	560 이상	15 이상	20 이상
	RSC 600	325 이상	600 이상	13 이상	20 이상
저합금강 주강품	*RSC* 440*A*	245 이상	440 이상	22 이상	40 이상
	RSC 480*A*	275 이상	480 이상	17 이상	35 이상
	RSC 550*A*	345 이상	550 이상	16 이상	35 이상

(비고)
(1) 이 표의 중간에 해당하는 인장강도 값에 대한 항복강도, 연신율 및 단면수축률은 보간법에 의한다. 다만, 소수점 한자리에서 반올림한다.

3. 제조법

(1) 주강품의 압탕, 여유치수를 제거하기 위한 가스절단, 스카핑 또는 아크 가우징은 공인된 방법에 따라 최종 열처리 전에 하여야 한다. 주강품의 화학성분 또는 치수에 따라 필요한 경우, 예열처리를 하여야 한다. 또한, 필요하다고 인정된 경우, 영향을 받은 부분에 대하여는 기계가공 또는 그라인딩으로 매끈하게 가공하여야 한다.

(2) 주강품의 표면을 고주파담금질, 질화, 냉간롤 가공 등의 방법으로 경화 처리할 경우에는 제조방법에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(3) 2개 이상의 주강품을 용접으로 조립하고자 하는 경우에는 적용하는 용접절차시방서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 하며, 용접절차 인정시험이 요구될 수 있다.

4. 화학성분 【지침 참조】

(1) 주강품은 킬드강으로 제조하여야 하며 화학성분은 **표 2.1.74**에 따른다.

(2) 각 용강에 대한 화학성분은 제조자가 주입과정에서 적당하게 채취한 시험재를 사용하여 결정하여야 한다. 여러 개의 용강을 하나의 레이들에 합하여 제조하는 경우 레이들분석치를 적용한다.

(3) 제조자는 *Al* 등과 같은 적절한 세립화 원소를 첨가할 수 있다. 이때 이들 원소의 레이들 분석결과를 성적서에 기록하여야 한다.

5. 열처리

(1) 주강품은 완전 어닐링, 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링의 열처리를 하여야 한다. 완전 어닐링의 경우 455℃ 이하가 될 때까지 노냉하여야 하며, 템퍼링 온도는 550 °C 이상이어야 한다. *(2022)*

(2) 주강품을 최종 열처리 후 국부적으로 재가열 또는 교정하는 경우, 유해한 잔류 응력의 가능성을 피하기 위하여 응력제거 열처리가 요구될 수 있다. *(2022)*

(3) 크랭크 축 및 기관거치대와 같이 치수의 안정성과 내부응력이 중요한 주강품에 대하여는 응력제거 열처리를 하여야 한다. 이때 가열온도 550℃ 이상이어야 하고 300℃ 이하로 될 때까지 노랭하여야 한다.

표 2.1.74 화학성분 *(2017)*

종 류	용 도	화 학 성 분 (%)										
		C	*Si*	*Mn*	*S*	*P*	*Cu*	*Cr*	*Ni*	*Mo*	*W*	잔류원소 합계
탄소강 주강품	일반구조용 주강품	0.40 이하	0.60 이하	0.50~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	0.30 이하(2)	0.30 이하(2)	0.40 이하(2)	0.15 이하(2)	-	0.80 이하
	용접구조용 주강품	0.23 이하(1)	0.60 이하	1.60 이하	0.040 이하	0.040 이하	0.30 이하(2)	0.30 이하(2)	0.40 이하(2)	0.15 이하(2)	-	0.80 이하
저합금강 주강품		0.25 이하	0.60 이하	0.50~ 0.80	0.030 이하	0.030 이하	0.50 이하(2)	0.3~ 1.50 (3)	0.50 이하(2)	0.15~ 1.20(3)	0.10 이하(2)	1.00 이하

(비고)
(1) 탄소당량(*Ceq.*)이 0.41%이하인 경우 우리 선급의 승인을 받아 탄소량을 이 표의 값 이상으로 증가시킬 수 있다. **【지침 참조】**
(2) 이들 성분은 잔류원소로 고려한다.
(3) 최소한 한 개 이상의 원소 함량이 규정치를 만족해야 한다.

(4) 열처리는 효율적으로 유지되고 적합한 온도조절 및 기록 장치를 가진 열처리로에서 행하여야 한다. 열처리로는 주강품 전체를 필요로 하는 온도까지 균일하게 가열할 수 있는 크기의 것이어야 한다. 대형 주강품의 경우, 우리 선급의 승인을 받아 적절한 방법으로 열처리할 수 있다. 노내의 온도가 균일하다는 것을 일정한 주기로 검증할 수 없는 경우, 온도의 균일성을 확인하기 위하여 충분한 수의 열전대를 노내 주강품에 연결하여 온도를 측정 하고 기록하여야 한다.
(5) 제조자는 각 주강품에 대하여 사용한 가열로, 노내 주강품, 일자, 온도 및 가열시간을 식별할 수 있도록 열처리 기록을 유지하여야 하며, 검사원이 요구하는 경우 이를 제시하여야 한다.

6. 기계적 성질
(1) 주강품의 기계적 성질은 **표 2.1.73**에 따른다.
(2) 선미재, 러더혼 및 슈피스 등의 용접구조용 주강품의 경우에는 충격시험을 추가로 실시하여야 한다. 이 경우 충격시험 규격치는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

7. 시험편의 채취
(1) 본체에 붙여 주조(본체와 별도로 주조하더라도 탕구가 동일한 경우를 포함)한 시험재에서 1개의 인장시험편을 채취하며 특별히 인정하는 경우를 제외하고 시험재의 두께는 30 mm 이상이어야 한다. 또한 시험재는 요구되는 시험편의 수와 재시험을 감안한 충분한 크기의 것이어야 한다.
(2) 시험편은 본체와 동시에 열처리한 것이어야 하며, 최종 열처리가 끝나고 적절히 식별될 때까지 본체에서 떼어내서는 안 된다.
(3) 3항 (2)호에 따라 주강품의 표면처리방법에 대하여 우리 선급의 승인을 받은 경우, 사용된 제조방법을 감안한 시험재의 수와 채취위치에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(4) 시험편의 수는 **표 2.1.75**에 따른다.

표 2.1.75 인장시험편 채취수

주강품의 상태	시험편의 수
단위중량이 1톤을 넘고 10톤 이하의 주강품	제품마다 1개(1)
모양이 복잡한 주강품 또는 1개의 중량이 10톤을 넘는 주강품	제품마다 2개(1)
대형주강품을 1개의 레이들에서 합하지 아니하고 2개 이상의 용강으로 주입할 때	각 용강마다 1개(1)
동일용강에 속하고 동시에 열처리한 비슷한 모양 및 치수의 것으로 단위중량이 1톤 이하의 주강품을 여러 개 생산할 때	용강마다 1개(2)
(비고) (1) 시험재는 본체에 붙여 주조하여야 하며, 그 위치는 가능한 한 서로 멀리 떨어져 있도록 하여야 한다. (2) 시험재는 본체와 별도로 주조할 수 있으며, 시험재의 치수는 적절한 것이어야 한다.	

8. 육안검사 및 치수검사 【지침 참조】

(1) 주강품은 열처리 후 및 최종 다듬질 가공 후 또는 필요하다면 중간가공 공정의 적절한 때에, 가능하다면 내면 및 구멍을 포함하여 육안검사를 하여야 한다. 검사방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(2) 모든 주강품에 대하여 검사 전에 산세처리(pickling), 소작세척(caustic cleaning), 와이어 브러싱, 국부적인 그라인딩, 쇼트블라스팅 또는 샌드블라스팅을 포함하는 적절한 방법으로 세정 및 검사를 위한 준비를 하여야 한다. 다만, 주강품의 표면에는 햄머링이나 피닝 또는 결함을 가릴 수 있는 방법을 적용해서는 안 된다.

(3) 특별히 규정하는 경우를 제외하고, 주강품의 치수검사는 제조자의 책임 하에 하는 것으로 한다.

9. 품질

(1) 주강품은 품질이 균일하고 사용에 유해한 표면 또는 내부결함이 없는 것이어야 한다.

(2) 주강품의 후속가공 또는 시험중에 유해한 결함이 발견된 경우에는 이전의 시험 결과에 관계없이 불합격으로 처리한다.

10. 비파괴 검사

(1) 제조자는 선미재, 타골재, 선체의 중요한 구조부재로 사용되는 주강품 및 규칙 **5편 2장 201.**의 1항에 규정하는 주강품에 대하여 적절한 공정에서 초음파탐상검사를 하고 그 성적서를 검사원에게 제시 또는 제출하여야 한다. 검사방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(2) 다음 주강품의 중요부분에 대하여는 적절한 공정에서 자분탐상검사를 하여야 한다. 다만, 기계가공면에 대하여는 액체침투 탐상검사로 대신할 수 있다. 검사방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(가) 선미재, 타골재 및 선체의 중요한 구조부재에 사용하는 주강품

(나) **규칙 5편 2장 201.**의 1항에 규정하는 주강품

(다) 프로펠러

(라) 터빈 케이싱

(3) 우리 선급은 관련 규칙에 규정된 경우 최종 판정 전에 수압시험을 요구할 수 있다. 수압시험은 검사원의 입회하에 실시하여야 한다.

(4) 우리 선급은 전 각호의 시험방법에 관계없이 적절하다고 인정하는 비파괴검사 방법의 채용을 승인할 수 있다.

(5) 우리 선급은 (1)호 및 (2)호에 규정하는 주강품 이외에 우리 선급이 필요하다고 인정하는 주강품에 대하여 방사선투과검사, 초음파탐상검사, 자분탐상검사, 액체침투 탐상검사 등의 비파괴검사를 요구할 수 있다.

(6) 용접구조에 사용하는 주강품의 용접부에 대하여는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 비파괴검사를 하여야 한다.

11. 결함의 보수

(1) **일반사항**

(가) 결함을 제거한 주강품을 그대로 사용하거나 또는 용접보수를 하여 사용하고자 하는 경우에는 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 결함의 제거 및 용접보수절차에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(다) 용접보수를 필요로 하는 부분은 그라인딩 등으로 용접보수에 적합한 모양으로 수정하여야 한다. 또한 홈을 매끈하게 그라인딩하고 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사로 결함이 완전히 제거되었는가를 확인하여야 한다.

(라) 결함을 제거한 부분의 얕은 홈 또는 함몰부가 주강품의 강도 감소에 영향을 주지 않는다고 검사원이 인정하는

경우에는 그대로 사용할 수 있다. 홈 또는 함몰부는 매끈하게 그라인딩하여야 하며 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사로 결함이 완전히 제거되었는가를 확인하여야 한다.

(마) 제조자는 각 주강품마다 보수 범위 및 위치, 용접절차 및 보수에 적용한 열처리 방법에 대한 상세한 기록을 유지하여야 한다. 검사원이 요구하는 경우 이를 제출하여야 한다.

(2) **용접보수**

주강품을 용접보수하는 경우 다음의 규정을 따른다.

(가) 용접을 시작하기 전에 용접보수의 범위 및 위치, 적용 용접절차, 열처리 및 그에 따른 검사절차에 대한 상세한 사항을 제출하여 승인을 받아야 한다.

(나) 모든 저합금강주강품 및 크랭크축용 주강품은 용접보수 전에 적절한 예열처리를 하여야 한다. 탄소강 주강품에 대하여도 그 화학성분, 치수 및 용접보수 부위를 고려하여 예열처리를 요구할 수 있다.

(다) 보수용접은 적합한 감독하에 기량자격을 가진 용접사가 외풍 및 용접에 나쁜 영향을 미치는 기후조건을 피하여 실내에서 실시하여야 한다. 가능한 한 모든 용접은 아래보기 자세로 실시하여야 한다.

(라) 용접용재료는 용착금속의 기계적 성질이 모재와 동등이상의 것을 가질 수 있는 조성을 가져야 한다. 제조자는 5항에 따라 열처리를 실시한 후 만족스러운 기계적 성질을 나타낼 수 있는 용접절차 인정시험을 실시하여야 한다.

(마) 용접보수가 끝난 주강품은 5항 (1)호에 정한 열처리를 하든지 또는 550℃ 이상의 온도에서 응력제거 열처리를 하여야 한다. 이때 열처리의 종류는 주강품의 화학성분과 결함의 치수, 위치, 및 특성 종류에 따라 정한다.

(바) 보수범위가 작고 주강품에 대한 기계가공이 상당히 진행된 단계에 있는 경우, 미리 우리 선급의 승인을 받아 후 열처리를 생략하거나 또는 국부 응력 제거 열처리의 실시를 특별히 고려할 수 있다.

(사) 열처리가 끝난 후 용접보수부와 그 주변 모재부는 매끄럽게 그라인딩 하고 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사를 하여야 한다. 또한, 최초 결함의 상태, 치수에 따라 초음파탐상 또는 방사선투과검사를 추가로 요구할 수 있다. 이 경우 적용된 모든 비파괴검사에 합격하여야 한다.

12. **재시험**

(1) 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

(2) 재시험을 위한 시험편은 최초의 시험편을 채취한 부분과 인접한 부분에서 채취하는 것이 바람직하다. 다만, 부득이한 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 주강품 또는 주강 로트를 대표할 수 있는 다른 위치 또는 시험재에서 채취할 수 있다.

(3) 주강품 또는 주강 로트에 대한 시험결과가 불합격인 경우, 제조자는 재열처리하여 시험을 다시 요청할 수 있다.

13. **표시**

(1) 규정의 시험에 합격한 주강품에는 그 재료기호, 제조자의 명칭 또는 상표를 주조하든가 또는 각인하여야 한다. 또한, 1개당 250 kg 이상의 주강품에 대하여는 해당제품의 용해번호를 각인하여야 하며 우리 선급의 합격각인은 상기의 표시 근처에 하여야 한다.

(2) **표 2.1.73**의 비고 (1)이 적용되는 경우, 재료기호 표시는 *RSC*-(또는 *RSC-A*)의 -에 요구되는 인장강도값을 기입한다.

(예 : 요구되는 인장강도가 420 N/mm^{2}인 탄소강 주강품 : *RSC* 420)

(3) **표 2.1.74**의 규정에서 용접구조에 사용하는 탄소강 주강품에 대하여는 재료기호의 뒤에 "*W*"를 부기한다. (예 : *RSC* 420-*W*)

14. **시험증명서** 제조자는 모든 시험에 합격한 주강품에 대해 개별 혹은 배치별로 다음의 사항이 기재된 시험증명서를 검사원에게 제출해야 한다. *(2017)*

(1) 구매자 명칭 및 구매번호
(2) 주조 상세 및 강재 품질
(3) 식별번호
(4) 강재 제조법, 주조 번호 및 화학성분(레이들 분석치)
(5) 시험편 번호 및 시험결과
(6) 비파괴검사 결과(해당되는 경우)
(7) 열처리 상세(온도 및 유지시간 등)
(8) 시험 압력(해당되는 경우)

15. **크랭크스로우(crank throw)에 대한 특별규정**

(1) 디젤기관에 사용하는 반조립형 크랭크스로우를 주강으로 제조할 때에는 제조자는 그 제조방법에 대하여 우리 선급의

승인을 받아야 한다.

(2) 크랭크스로우의 치수를 경감하기 위하여 특수한 제조방법을 택할 경우(규칙 **5편 2장 208.**)에는 미리 우리 선급이 지정하는 시험을 받아야 한다.

502. 체인용 주강품

1. **적용**
(1) 이 규정은 **규칙 4편 8장**에 규정하는 체인케이블 및 체인용 부품에 사용하는 주강품(이하 **주강품**이라 한다)에 대하여 적용한다.
(2) 해양구조물용 체인의 제조에 사용하는 주강품에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**
(3) 502.에 규정하지 아니한 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 주강품의 종류는 **표 2.1.76**에 따른다.

표 2.1.76 종류

종 류	재료기호	용 도
제 2 종 체인용 주강품	*RSCC* 50	제 2 종 체인
제 3 종 체인용 주강품	*RSCC* 70	제 3 종 체인

3. **열처리**
(1) 주강품은 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 우리 선급의 승인을 받은 방법에 따라 열처리를 하여야 한다.
(2) 열처리를 한 후 주강품에 국부가열 또는 냉간 중에 과도한 교정을 한 경우에는 우리 선급의 승인을 받은 방법에 따라 응력제거를 위한 처리를 하여야 한다.
(3) 주강품의 압탕, 여유두께 등을 제거하기 위한 가스가공 등은 열처리 전의 적절한 시기에 하여야 한다.

4. **화학성분** 주강품의 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

5. **기계적 성질** 주강품의 기계적 성질은 **표 2.1.77**에 따른다.

표 2.1.77 기계적 성질

재료기호	인 장 시 험				충 격 시 험[(1)]	
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5d$)	단면수축률 (%)	시험온도 (℃)	평균흡수 에너지(J)
RSCC 50	295 이상	490~690	22 이상	-	-	-
RSCC 70	410 이상	690 이상	17 이상	40 이상	0	60 이상

(비고)
(1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

6. **시험편의 채취**
(1) 주강품의 시험재는 동일 용강, 동일 열처리 조건의 주강품 본체 또는 본체에 부착하여 주조한 본체와 동일한 단면적 이상의 시험재에서 **그림 2.1.5**와 같이 시험재의 외주로부터 대략 지름의 1/6의 위치에서 채취한다.
(2) *RSCC 50*은 인장시험편 1개, 기타 체인용 주강품은 인장시험편 1개와 충격시험편 1조(3개)를 채취한다.

7. **표면검사** 주강품은 열처리 후 표면검사를 하여야 한다.

8. **품질** 주강품은 품질이 균일하고 유해한 결함이 없어야 한다.

9. **비파괴 검사** 체인용 주강품은 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 초음파탐상검사와 같은 비파괴검사를 요구할 수 있다.

10. **결함의 보수** 주강품의 결함 보수방법은 501.의 11항에 따른다.

11. **재시험** 인장시험 또는 충격시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 306.의 9항에 따라 재시험을 할 수 있다.

12. **표시** 규정의 시험에 합격한 주강품의 표시는 501.의 13항 (1)호에 따른다.

503. 스테인리스강 주강품

1. **적용**

(1) 이 규정은 설계온도 -165℃ 이상의 저온용 또는 내식용 관장치의 밸브, 부착품 등에 사용하는 스테인리스강 주강품(이하 **주강품**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 503.에 규정하지 아니한 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 주강품의 종류는 **표** 2.1.78에 따른다.

표 2.1.78 종류 및 화학성분

<table>
<tr><th rowspan="2">재료
기호</th><th colspan="9">화 학 성 분 (%)</th></tr>
<tr><th>C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th><th>Ni</th><th>Cr</th><th>Mo</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>RSSC 13</td><td rowspan="2">0.08 이하</td><td>2.00 이하</td><td rowspan="7">2.00
이하</td><td rowspan="7">0.040
이하</td><td rowspan="7">0.030
이하</td><td>8.00~11.00</td><td>18.00~21.00</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>RSSC 14</td><td rowspan="2">1.50 이하</td><td>10.00~14.00</td><td rowspan="2">17.00~22.00</td><td rowspan="2">2.00~3.00</td><td>—</td></tr>
<tr><td>RSSC 16</td><td>0.030 이하</td><td>12.00~16.00</td><td>—</td></tr>
<tr><td>RSSC 17</td><td rowspan="2">0.08 이하</td><td rowspan="4">2.00 이하</td><td>12.00~15.00</td><td>22.00~26.0</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>RSSC 18</td><td>19.00~22.00</td><td>23.00~27.0</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>RSSC 19</td><td>0.030 이하</td><td>8.00~12.00</td><td>17.00~21.0</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>RSSC 21</td><td>0.08 이하</td><td>9.00~12.00</td><td>18.00~21.0</td><td colspan="2">1.35≥Nb+Ta≥10×C</td></tr>
</table>

3. **열처리** 주강품은 원칙적으로 고용화 열처리를 하여야 한다.

4. **화학성분** 주강품의 화학성분은 **표** 2.1.78에 따른다.

5. **기계적 성질**

(1) 주강품의 기계적 성질은 **표** 2.1.79에 따른다.

(2) 우리 선급은 주강품의 용도에 따라 충격시험 또는 내식성시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.79 기계적 성질

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th colspan="3">인장시험</th><th>경도시험</th></tr>
<tr><th>항복강도(N/mm²)</th><th>인장강도(N/mm²)</th><th>연신율(%)($L=5.65\sqrt{A}$)</th><th>브리넬 H_{BW}</th></tr>
<tr><td>RSSC 13</td><td rowspan="2">185 이상</td><td rowspan="2">440 이상</td><td rowspan="2">26 이상</td><td rowspan="7">183 이하</td></tr>
<tr><td>RSSC 14</td></tr>
<tr><td>RSSC 16</td><td>175 이상</td><td>390 이상</td><td>31 이상</td></tr>
<tr><td>RSSC 17</td><td>205 이상</td><td rowspan="2">440 이상</td><td rowspan="2">26 이상</td></tr>
<tr><td>RSSC 18</td><td rowspan="2">185 이상</td></tr>
<tr><td>RSSC 19</td><td>390 이상</td><td>31 이상</td></tr>
<tr><td>RSSC 21</td><td>205 이상</td><td>440 이상</td><td>26 이상</td></tr>
</table>

6. **시험편의 채취**

(1) 1개의 중량이 500 kg 이상의 것은 주강품 1개마다 인장시험편 및 경도시험편을 1개씩 채취한다.

(2) 1개의 중량이 500 kg 미만으로서 비슷한 치수 및 모양의 것을 동일 용강에서 여러 개 주조하는 것은 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 것들에 대하여 인장시험편 및 경도시험편을 2개씩 채취한다.

(3) 경도시험편은 인장시험편의 일부로서 대용할 수 있다.

7. **표시** 규정의 시험에 합격한 주강품의 표시는 110.에 따른다.

504. 저온용 주강품

1. 적용

(1) 이 규정은 설계온도가 0℃보다 낮은 온도에서 사용하는 액화가스 탱크선의 관장치의 밸브 및 관부착품 등에 사용하는 주강품(이하 **주강품**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 504.에 규정하지 아니한 주강품 또는 전 호 이외의 장소에 사용하는 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 주강품의 종류는 **표 2.1.80**에 따른다.

3. **열처리** 주강품은 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 등의 열처리를 하여야 한다.

4. **탈산방법 및 화학성분** 주강품의 탈산방법 및 화학성분은 **표 2.1.80**에 따른다.

표 2.1.80 종류 및 화학성분

종류	탈산방법	화 학 성 분 (%)						
		C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Mo*
RLCA	세립킬드	0.30 이하	0.60 이하	1.00 이하	0.035 이하	0.035 이하	-	-
RLCB		0.25 이하		0.50~0.80				0.45~0.65
RLC 2		0.25 이하			0.030 이하	0.030 이하	2.00~3.00	-
RLC 3		0.15 이하					3.00~4.00	

5. 기계적 성질

(1) 주강품의 기계적 성질은 **표 2.1.81**에 따른다.

(2) 우리 선급은 주강품의 용도에 따라 다른 시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.81 기계적 성질

재료기호	인 장 시 험				충 격 시 험(2)	
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5d$)	단면수축률 (%)	시험온도 (℃)	평균흡수 에너지(J)
RLCA	245 이상	450 이상	21 이상	35 이상	- 40(1)	27 이상
RLCB					- 50(1)	
RLC 2	275 이상				- 70	34 이상
RLC 3					- 95	

(비고)

(1) **규칙 7편 5장**의 규정이 적용되는 주강품에 대한 충격시험 온도는 설계온도보다 5℃ 낮은 온도 또는 -20℃ 중 낮은 온도로 한다.

(2) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70% 미만인 경우는 불합격으로 한다.

6. 시험편의 채취

(1) 1개의 중량이 500 kg 이상의 것은 주강품 1개마다 인장시험편 1개 및 충격시험편 1조를 채취한다.

(2) 1개의 중량이 500 kg 미만으로서 비슷한 치수 및 모양의 것을 동일 용강에서 여러 개 주조하는 것은 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 것들에 대하여 인장시험편 2개 및 충격시험편 2조를 채취한다.

7. 재시험

(1) 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

(2) 충격시험에 대하여는 301.의 10항 (3)호에 따라 재시험을 할 수 있다.

8. **표시** 규정의 시험에 합격한 주강품의 표시는 501.의 13항 (1)호에 따른다. 또한 **표 2.1.81**의 비고 (1)을 적용한 주강품에는 재료기호의 뒤에 "충격시험온도 *T*"를 부기한다.(예 : *RLCA*-25 *T*)

505. 프로펠러용 스테인리스 주강품

1. 적용

(1) 이 규정은 프로펠러, 프로펠러 블레이드 및 보스에 사용하는 스테인리스 주강품(이하 **프로펠러 주강품**이라 한다.)의 제조, 검사 및 보수 절차에 대하여 적용한다. 또한 우리 선급이 적당하다고 인정하는 경우, 사용 중 손상을 입은 프로펠러 주강품의 보수에도 적용할 수 있다. *(2021)* **【지침 참조】**

(2) 505.에 규정하지 아니한 프로펠러 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 프로펠러 주강품의 종류는 **표 2.1.82**에 따른다.

3. **화학성분** *(2021)*

(1) 프로펠러 주강품의 화학성분은 다음 **표 2.1.82**에 따른다. 화학성분이 **표 2.1.82**와 다른 프로펠러 주강품은 특별히 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(2) 제조자는 프로펠러 주강품의 화학성분이 규정된 범위 내에 만족되는 것을 검사원이 확인할 수 있도록, 화학성분을 분석한 기록을 보관해야 한다.

표 2.1.82 종류 및 화학성분

종류 및 재료기호		화 학 성 분 (%)				
		C	*Mn*	*Cr*	*Mo*(1)	*Ni*
12*Cr*1*Ni*	마르텐사이트계	0.15 이하	2.0 이하	11.5 - 17.0	0.5 이하	2.0 이하
13*Cr*4*Ni*		0.06 이하	2.0 이하	11.5 - 17.0	1.0 이하	3.5 - 5.0
16*Cr*5*Ni*		0.06 이하	2.0 이하	15.0 - 17.5	1.5 이하	3.5 - 6.0
19*Cr*11*Ni*	오스테나이트계	0.12 이하	1.6 이하	16.0 - 21.0	4.0 이하	8.0 -13.0

(비고)
(1) 최소값은 우리 선급의 승인을 받아 공인된 국가 또는 국제규격을 따를 수 있다.

4. **열처리** 마르텐사이트계 주강품은 담금질 후 템퍼링을 하며 오스테나이트계 주강품은 고용화 열처리를 하여야 한다.

5. **기계적 성질** 프로펠러 주강품의 기계적 성질은 **표 2.1.83**에 따른다. 이 표의 값은 프로펠러 블레이드 또는 허브와 일체로 주조한 시험재로부터 채취한 시험편에 대하여 적용한다. 시험재의 두께는 우리 선급이 인정하는 표준에 따른다. *(2021)*

표 2.1.83 기계적 성질

종 류	인 장 시 험				충 격 시 험
	항복강도 (1) (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%)	단면수축률 (%)	평균흡수에너지(J) (3)
12*Cr*1*Ni*	440 이상	590 이상	15 이상	30 이상	20 이상
13*Cr*4*Ni*	550 이상	750 이상	15 이상	35 이상	30 이상
16*Cr*5*Ni*	540 이상	760 이상	15 이상	35 이상	30 이상
19*Cr*11*Ni*	180 이상 (2)	440 이상	30 이상	40 이상	-

(비고)
(1) 0.2 % 내력으로 한다.
(2) 1.0 % 내력인 경우에는 205 N/mm^2이상으로 한다.
(3) 대빙구조의 선급부호를 가지는 선박에 대하여만 적용하며 이 경우 충격시험을 -10℃에서 실시한다. 단, 일반용도 및 가장 낮은 대빙구조 선급부호(ID등급)를 가지는 선박에는 요구되지 않는다.

6. **시험재 및 시험편의 채취**

(1) 시험재는 가능한 한 0.5~0.6*R*(*R*은 프로펠러의 반지름)에 위치한 블레이드에 부착하여 주조하여야 한다.

(2) 시험재는 최종 열처리가 완료된 후 프로펠러 주강품에서 분리하여야 하며 이때 열영향을 받지 않는 방법을 이용하여야 한다.
(3) 시험재를 별도로 주조하는 경우에는 사전에 우리 선급의 승인을 받아야 하며 시험재는 대표하는 프로펠러 주강품과 동일 용탕으로 주조하며 동일한 열처리를 하여야 한다.
(4) 시험재는 프로펠러 주강품마다 1개씩 채취한다. 다만. 동일 용강으로 부터 지름이 1 m 미만인 동일 크기의 소형 프로펠러를 여러 개 주조하고 동일 열처리로에서 동시에 열처리하는 경우에는 5개의 프로펠러 주강품을 1로트로 하고 로트마다 1개씩 채취한다.

7. 주강품의 품질 *(2021)*

(1) 모든 주강품은 정교하게 마무리되어야 하며, 사용상의 지장을 주는 결함이 없어야 한다.
(2) 작은 모래 및 슬래그 개재물, 작은 탕경계(cold shut) 및 스캡(scab)과 같이 기계가공 후에도 여전히 보일 수 있는 사소한 주조결함들은 **10항**에 따라 제조자에 의해 다듬어져야 한다.
(3) 주강품의 사용 중에 손상시킬 수 있는 주조 결함(예 : 주요 비금속 개재물, 수축공, 기공 및 균열)은 허용되지 않는다. 이러한 결함들은 **10항**에 따라 제거할 수 있으며, 검사 영역별 제한 범위 내에서 보수할 수 있다. 보수에 대한 전체적인 설명을 문서화하여 검사원에게 제공해야 한다.

8. 육안검사 및 치수검사

(1) 제조자는 최종 가공 후의 프로펠러 주강품에 대하여 육안으로 100% 표면검사를 하여야 한다. 검사원은 일반적인 육안검사를 실시한다. *(2021)*
(2) 프로펠러 주강품에는 균열, 고온터짐(hot tear) 또는 기타 사용상 지장을 줄 수 있을 정도의 유해한 결함이 없어야 한다.
(3) 프로펠러 주강품의 치수검사 및 치수/기하학적 형상의 허용범위 확인은 제조자의 책임으로 하되, 그 결과를 검사원에게 제출하여야 한다. 검사원은 그 결과의 확인을 위해 입회를 제조자에게 요구할 수 있다. *(2021)*

9. 비파괴 검사

(1) 프로펠러 주강품의 중요부분에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른 액체침투 탐상검사를 실시하여야 한다. **【지침 참조】**
(2) 비파괴 검사자의 자격은 **전문공급자 승인지침 부록 B편**의 **1.4, 1.5** 및 **1.9**를 따른다. *(2021)*
(3) 프로펠러 주강품의 영역별 중요도에 따른 구분은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**
(4) 프로펠러 주강품의 내부품질이 의심스러운 경우, 검사원은 초음파탐상검사 및/또는 방사선투과검사를 추가로 요구할 수 있다. 이 경우, 합격기준은 제조자와 우리 선급간의 협의에 따른다.
(5) 제조자는 각각의 프로펠러 주강품에 대하여 추적 가능한 검사기록을 유지하여야 하며, 이 기록은 검사원에 의해 검토되어야 한다. 또한, 제조자는 비파괴 검사 결과가 만족하였음을 확인 할 수 있는 기록을 검사원에게 제시하여야 한다.

10. 결함의 보수

(1) 프로펠러 주강품의 결함은 그라인딩, 치핑(chipping) 또는 밀링과 같은 기계적인 방법으로 제거할 수 있다. 다만, 결함의 제거 후에도 치수 요건을 만족하여야 하며 또한 그 사용 여부에 대하여 우리 선급 검사원의 승인을 받아야 한다. *(2021)*
(2) 결함을 제거한 부분은 주위의 표면과 매끄럽게 가공되어 날카로운 형상을 피해야 하며 또한 결함이 완전히 제거되었는지를 확인하기 위해 액체침투 탐상검사 또는 자분탐상검사(가능한 경우)를 하여야 한다. *(2021)*
(3) 결함 제거부의 용접보수는 필요한 경우에 한하여 우리 선급 검사원의 승인을 받은 경우에는 허용될 수 있다. 다만, 용접 보수부의 단면적이 5 cm^2 미만인 경우는 피하여야 한다.
(4) 용접보수방법에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 미리 우리 선급 검사원의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**
(5) 제조자는 각 주강품의 검사, 용접 및 후속 열처리에 대해 추적 가능하도록 관련 기록을 보관해야 한다. 용접 전에 보수 범위와 위치, 제안된 용접 절차, 열처리 및 후속 검사 절차에 대한 상세를 승인을 위해 우리 선급에게 제출해야 한다. *(2021)*

11. 재시험 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 **109.**에 따라 재시험을 할 수 있다.

12. 식별 및 표시 *(2021)*

(1) 제조자는 모든 주강품을 식별하는 시스템을 적용하여 주물의 재료를 추적할 수 있어야 한다. 검사원이 주물을 추적할 수 있도록 모든 편의를 제공해야 한다.

(2) 규정의 시험에 합격한 프로펠러 주강품의 표시는 110.에 추가하여 다음을 표시해야 한다.
(가) 용강(heat) 번호 또는 주강품의 전체 이력을 추적할 수 있는 기호
(나) 주물의 재료기호 또는 이에 대응하는 기호
(다) 대빙구조 선급부호(적용되는 경우)
(라) 하이 스큐우(high skew) 프로펠러인 경우, 스큐우 각
(마) 최종 검사일자

13. **시험증명서** 제조자는 모든 시험에 합격한 주강품마다 다음의 사항이 기재된 시험증명서를 검사원에게 제출해야 한다. *(2017)*

(1) 구매자 명칭 및 구매번호
(2) 선박명(확정된 경우)
(3) 주조 상세 및 도면 번호
(4) 치수, 블레이드 및 피치 수, 회전 방향
(5) 하이 스큐우 프로펠러의 스큐우 각
(6) 최종 중량
(7) 재료 기호, 열처리번호 및 화학성분
(8) 주조 식별번호
(9) 열처리 상세(온도 및 유지시간 등)
(10) 시험편 번호 및 시험결과
(11) 비파괴검사 결과 및 검사 절차 상세(해당되는 경우) *(2021)*

506. 회주철품

1. 적용

(1) 이 규정은 프로펠러 및 기관장치의 중요부분에 사용하는 회주철품(이하 **주철품**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 우리 선급이 인정할 경우, *KS*규격 또는 이와 동등 이상의 규격을 적용할 수 있다. **【지침 참조】**

(3) 소형의 주철품을 다량으로 생산하는 경우, 제조자는 우리 선급의 승인을 받아 이 규정에서 정하는 요건과 동등한 시험 및 검사방법을 적용할 수 있다.

2. 제조법

(1) 주철품의 제조자는 적절한 제조설비와 시험설비를 갖추어야 하며, 그 제조법에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(2) 주철품의 잉여(surplus) 덧살을 제거할 때에는 적절한 기계가공 방법으로 하여야 하며, 기계가공 전의 예비적인 처리 이외의 열적 절단방법을 사용해서는 안된다.

(3) 다량생산방식으로 생산되는 소형 주철품의 시험 및 검사에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 검사원의 입회하에 정기적인 품질확인 등으로 대체할 수 있다.

3. 종류 및 기계적 성질 주철품의 종류 및 기계적 성질은 *ISO* 185에 따른다. 다만, 최소인장강도는 200 N/mm^2 이상이어야 한다.

4. 화학성분

(1) 주철품의 화학성분은 제조자가 정하는 바에 따른다. 다만, 제조자는 주철품의 화학성분이 당해 주철품에 대하여 규정된 기계적 성질을 얻는데 적합함을 보증하여야 한다.

(2) 제조자는 화학분석(레이들 분석) 결과를 우리 선급 검사원에게 제출하여야 한다.

5. 열처리

(1) 다음 (2)호에서 요구되는 경우를 제외하고, 주철품은 주조그대로 또는 열처리를 한 상태로 공급될 수 있다.

(2) 고온에서 사용되는 주철품 또는 치수의 안정성이 요구되는 경우에는, 적절한 템퍼링 또는 응력제거열처리가 요구될 수 있다.

6. 시험편의 채취

(1) 주철품의 각 용탕 또는 배치에 대하여 요구되는 시험과 예상되는 재시험에 충분한 시험재가 준비되어야 한다.

(2) 시험재는 본체와 별도로 주조하는 것을 원칙으로 하며, 주물 본체의 주조에 사용하는 것과 동일한 주형재료를 사용하여 동일 레이들의 탕에서 채취하여야 한다.

(3) 회주철품의 시험재는 지름 30 mm의 봉모양을 적절한 길이로 주조하여야 한다.

(4) 회주철품의 시험재를 동일 주형으로 2개 이상 동시에 주조하는 경우, 시험재의 간격은 적어도 50 mm이상이어야 한다.(**그림 2.1.13** 참조)

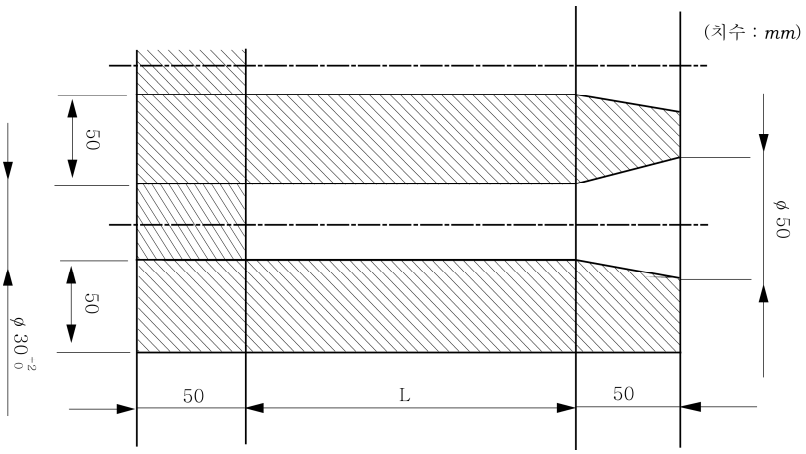


그림 2.1.13 회주철품 시험재의 간격

(5) 시험재는 주입 후 온도가 500℃ 이하가 될 때까지 주형에서 빼어내어서는 안 된다.

(6) 주조품의 중량이 200 kg을 넘고 두께가 20 mm 이상인 경우로서, 구매자가 동의한 경우에는 시험재를 본체와 일체로 주조할 수 있다. 시험재의 모양과 위치는 본체와 동일한 냉각조건을 갖도록 선택되어야 한다.

(7) 시험편의 수는 다음에 따른다.

(가) 다음 (라)호에 규정한 경우를 제외하고는, 각 배치에 대하여 적어도 1개의 시험재를 주조하여야 한다.

(나) 다음 (다)호에 규정한 경우를 제외하고는, 배치는 동일 레이들로부터 주조된 주철품으로 구성된다. 다만, 모양 및 치수가 비슷하여야 한다. 배치는 통상적으로 2톤을 넘어서는 안되며, 단일 주철품의 무게가 2톤 이상인 경우에는 하나의 배치로 간주한다.

(다) 동일한 등급의 주철품을 연속적으로 다량 주조하는 경우, 배치의 중량은 2시간동안 주조한 량으로 증가될 수 있다.

(라) 동일한 등급의 주철품을 다량 주조하고, 또한 생산 공정을 백선화시험(chill test), 화학성분 분석 또는 열분석과 같은 시스템적인 점검방법으로 적절하게 관리하는 경우, 시험재는 좀 더 긴 간격으로 채취될 수 있다.

【지침 참조】

(8) 모든 시험재에는 그들이 대표하는 주철품을 식별할 수 있도록 적절히 표시하여야 한다.

(9) 주조품에 대하여 열처리를 하는 경우, 시험재에 대하여도 동일한 열처리를 하여야 한다. 본체와 일체로 주조한 시험편의 경우에는 열처리를 완료한 후에 시험편을 본체로부터 분리하여야 한다.

(10) 각 시험재에서 1개의 인장시험편을 기계가공하여 채취한다. 다른 치수의 시험재가 특별히 요구되는 경우, 인장시험편은 요구되는 치수로 가공하여야 한다.

(11) 모든 인장시험은 203.의 1항에 규정된 시험방법에 따라 실시되어야 한다.

7. 시험 및 검사

(1) 모든 주철품은 청결하여야 하며, 검사를 위하여 적절히 가공되어야 한다. 모든 표면은 망치질을 하거나 피닝을 하거나 또는 결함을 가릴 수 있는 방법으로 처리되어서는 안된다.

(2) 회주철품에 대하여는 설계와 관련하여 특히 지정하는 것을 제외하고 시험 및 검사시 검사원의 입회가 필요 없다.

(3) 프로펠러용 주철품의 시험 및 검사에는 검사원이 입회하여야 한다.

(4) 관련 구조규칙에 의해 요구되는 경우, 주철품은 최종 합격 전에 압력시험이 되어야 한다.

(5) 특별히 규정하는 경우를 제외하고, 주조품의 치수검사는 제조자의 책임하에 하는 것으로 한다.

(6) 주철품에 대한 비파괴검사는 주철품의 건전성에 의문이 있는 경우를 제외하고는 일반적으로 요구되지 않는다.

8. 결함의 보수

(1) 국부적인 작은 결함은 검사원의 승인을 받아 연마기로 제거할 수 있다.

(2) 국부적인 기공(porosity)결함으로서 이 기공이 연장되어도 주철품의 강도상 문제가 없다고 인정될 경우, 검사원의 사전승인을 받아 플라스틱 충진제(plastic filler)로 충진하여 보수할 수 있다.

(3) 주철품의 용접보수는 원칙적으로 인정하지 아니한다.

9. 재시험 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표시 규정의 시험에 합격한 주철품의 표시는 110.에 따른다.

11. 시험증명서 제조자는 모든 시험에 합격한 주철품에 대해 개별 혹은 배치별로 다음의 사항이 기재된 시험증명서를 검사원에게 제출해야 한다. *(2017)*

(1) 구매자 명칭 및 구매번호

(2) 주조 상세 및 주철품 품질

(3) 주조 식별번호

(4) 시험편 번호 및 시험결과

(5) 열처리 상세(해당되는 경우)

(6) 화학성분(레이들 분석치)

(7) 시험 압력(해당되는 경우)

507. 구상흑연주철품

1. 적용

(1) 이 규정은 프로펠러 및 기관장치의 중요부분에 사용하는 구상흑연주철품(이하 **주철품**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 이 규정은 설계 및 승인시험이 상온에서의 기계적 성질과 관련된 경우에만 적용한다. 다른 용도 특히, 저온 또는 고온에서 사용되는 주철품에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 우리 선급이 인정할 경우, *KS*규격 또는 이와 동등 이상의 규격을 적용할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 소형의 주철품을 다량으로 생산하는 경우, 제조자는 우리 선급의 승인을 받아 이 규정에서 정하는 요건과 다른 시험 및 검사방법을 적용할 수 있다.

2. 제조법

(1) 주철품의 제조자는 적절한 제조설비와 시험설비를 갖추어야 하며, 그 제조법에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(2) 주철품의 잉여(surplus) 덧살을 제거할 때에는 적절한 기계가공 방법으로 하여야 하며, 기계가공 전의 예비적인 처리 이외의 열적 절단방법을 사용해서는 안된다.

(3) 다량생산방식으로 생산되는 소형 주철품의 시험 및 검사에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 검사원의 입회하에 정기적인 품질확인 등으로 대체할 수 있다.

3. 종류 및 기계적 성질 주철품의 종류 및 기계적 성질은 **표 2.1.84**에 따른다. 다만, 브리넬 경도값은 참고로 한다.

표 2.1.84 기계적 성질

인장강도 (N/mm^2)		항복강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($5.65\sqrt{A}$)	브리넬 경도	충격시험		금속조직
					시험온도 (℃)	평균흡수 에너지(2)(J)	
보통 품질	370 이상	230 이상	17 이상	120-180	-	-	페라이트
	400 이상	250 이상	12 이상	140-200	-	-	페라이트
	500 이상	320 이상	7 이상	170-240	-	-	페라이트/펄라이트
	600 이상	370 이상	3 이상	190-270	-	-	페라이트/펄라이트
	700 이상	420 이상	2 이상	230-300	-	-	펄라이트
	800 이상	480 이상	2 이상	250-350	-	-	펄라이트 또는 템퍼드
고급 품질	350 이상	220 이상	22 이상(3)	110-170	+20	17(14)	페라이트
	400 이상	250 이상	18 이상(3)	140-200	+20	14(11)	페라이트

(비고)

(1) 이 표의 중간에 해당하는 인장강도 값에 대한 항복강도(0.2% 내력) 및 연신율은 보간법에 의한다.

(2) 3개의 샤르피 V-노치 시험편으로 측정한 평균값. 한 개의 결과는 평균값보다 작을 수 있으나 표의 ( ) 안에 나타낸 최소값보다 작아서는 안된다.

(3) 본체에 붙여 주조하는 경우, 연신율 값을 2% 낮게 할 수 있다.

4. 화학성분

(1) 주철품의 화학성분은 제조자가 정하는 바에 따른다. 다만, 제조자는 주철품의 화학성분이 당해 주철품에 대하여 규정된 기계적 성질을 얻는데 적합함을 보증하여야 한다.

(2) 제조자는 화학분석(레이들 분석) 결과를 우리 선급 검사원에게 제출하여야 한다.

5. 열처리

(1) 다음 (2)호에서 요구되는 경우를 제외하고, 주철품은 주조그대로 또는 열처리를 한 상태로 공급될 수 있다.

(2) 고온에서 사용되는 주철품 또는 치수의 안정성이 요구되는 경우에는, 적절한 템퍼링 또는 응력제거열처리가 요구될 수 있다.

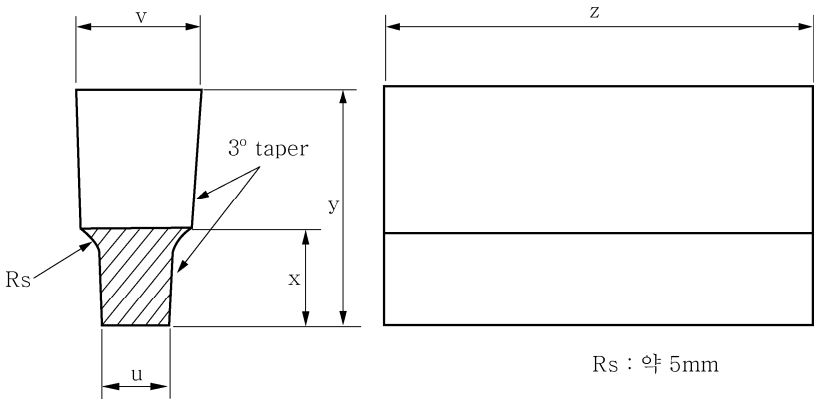
(3) 열처리는 입자미세화 열처리 후에 그리고 기계가공 전에 실시하여야 한다. 350 N/mm^2 및 400 N/mm^2의 공칭 인장강도를 가지고 충격시험을 해야 하는 고품질의 주철품에 대하여는 페라이트화 열처리를 하여야 한다.

(4) 국부적으로 표면경화처리를 하는 경우에는 시공 및 시험방안에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

6. 시험편의 채취

(1) 주철품의 각 용탕 또는 배치에 대하여 요구되는 시험과 예상되는 재시험에 충분한 시험재가 준비되어야 한다.

(2) 시험재는 일반적으로 **그림** 2.1.14부터 **그림** 2.1.16까지에 규정된 두께 25 mm의 표준시험편중의 어느 하나로 한다. 25 mm 이외의 치수를 사용하는 경우에는 **그림** 2.1.14 또는 **그림** 2.1.16에 규정된 치수로 채취하여야 한다.



	표준치수	표준치수 이외의 것을 사용하는 경우의 치수		
		경우 1	경우 2	경우 3
u(mm)	25	12	50	75
v(mm)	55	41	90	125
x(mm)	40	30	60	65
y(mm)	100	80	150	165
z	시험기에 따른 적당한 길이			

그림 2.1.14 U형 시험재

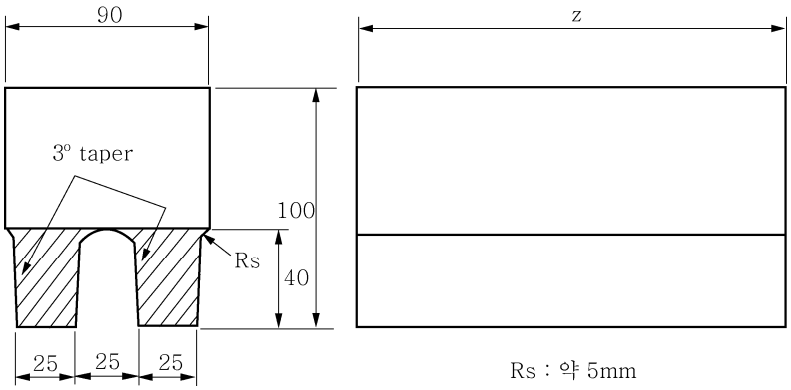
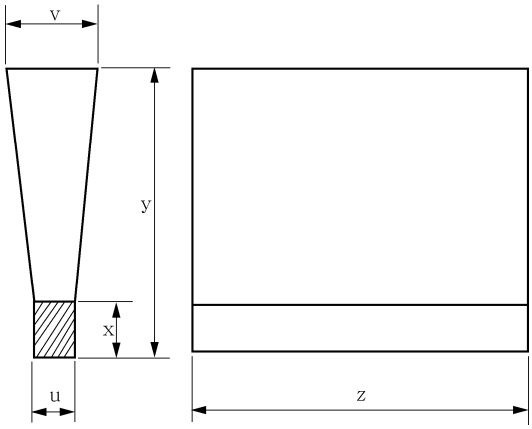


그림 2.1.15 Double U형 시험재



	표준치수	표준치수 이외의 것을 사용하는 경우의 치수		
		경우 1	경우 2	경우 3
u(mm)	25	12	50	75
v(mm)	55	40	100	125
x(mm)	40	25	50	65
y(mm)	140	135	150	175
z	시험기에 따른 적당한 길이			

그림 2.1.16 Y형 시험재

(3) 각 주철에 대하여 적어도 하나의 시험재를 채취하며, 별도로 요구하지 않는 한 시험재는 본체와 별도로 또는 본체와 일체로 주조할 수 있다. 대안으로 다른 적절한 치수의 시험재를 본체와 일체로 주조할 수 있다.

(4) 본체와 별도로 시험재를 주조하는 경우, 주물 본체의 주조에 사용하는 것과 동일한 주형재료를 사용하여 주조하여야 하며, 주조의 용탕주입 단부를 향하여 채취되어야 한다.

(5) 시험재는 주입 후 온도가 500℃ 이하가 될 때까지 주형에서 빼어내어서는 아니 된다.

(6) 대형 주철품으로 1개 이상의 레이들의 용탕을 주입할 경우, 사용된 각 레이들을 대표할 수 있도록 레이들수마다 시험재가 주조되어야 한다.

(7) (3)호의 대안으로, 단위중량이 1톤 이하인 주철품을 여러 개 생산할 경우 배치시험절차를 적용할 수 있다. 배치에 속하는 모든 주철품은 동일 레이들의 용탕으로서 모양 및 치수가 비슷하여야 한다. 배치에 속하는 주철품 2톤마다 한 개의 시험재를 본체와 별도로 주조하여야 한다.

(8) 모든 시험재에는 그들이 대표하는 주철품을 식별할 수 있도록 적절히 표시하여야 한다.

(9) 주철품에 대하여 열처리를 하는 경우, 시험재에 대하여도 동일한 열처리를 하여야 한다.

(10) 각 시험재에서 1개의 인장시험편을 기계가공하여 채취한다.

(11) 모든 인장시험은 **203.**의 **1**항에 규정된 시험방법에 따라 실시되어야 한다. 별도로 동의되지 않는 한 모든 시험은 검사원의 입회하에 실시되어야 한다.

(12) 구상흑연주철에 대하여 충격시험이 요구되는 경우에는 1조 3개의 충격시험편을 추가로 채취한다. 샤르피 V-노치 시험편이 사용되는 경우 시험편의 치수 및 시험절차는 **규칙 2편 1장 제2절**에 따른다.

7. 시험 및 검사

(1) 모든 주철품은 청결하여야 하며, 검사를 위하여 적절히 가공되어야 한다. 모든 표면은 망치질을 하거나 피닝을 하거나 또는 결함을 가릴 수 있는 방법으로 처리되어서는 안된다.

(2) 승인전에 모든 주철품에 대하여 가능하면 내부를 포함하여 외관검사를 하여야 한다. 또한 특별히 규정하는 경우를 제외하고, 주조품의 치수검사는 제조자의 책임하에 하는 것으로 한다.

(3) 관련 구조규칙에 의해 요구되는 경우, 주철품은 최종 합격 전에 압력시험이 되어야 한다.

(4) 주철품에 대한 비파괴검사는 주철품의 건전성에 의문이 있는 경우를 제외하고는 일반적으로 요구되지 않는다. 다만, 주철제 크랭크축에 대하여는 자분탐상검사를 실시하여야 한다. 균열과 같은 지시는 허용되지 않는다.

(5) 주철제 크랭크축에 대하여는 다음에 따라 조직시험을 실시하여야 한다.

(가) 조직시험이 요구되는 경우, 각 레이들 용탕을 대표하는 샘플을 준비하여야 한다. 이 샘플들은 편의를 위하여 인

장시험편으로부터 채취될 수 있다. 그러나 샘플의 준비를 위한 대체 방법이 적용될 수 있다. 다만, 그 샘플들은 주조기간의 끝 무렵의 레이들로부터 채취되어야 한다.

(나) 샘플에 대한 시험은 적어도 90% 이상의 흑연이 분산된 구상으로 나타나야 한다. 전형적인 조직을 **표 2.1.81**에 나타낸다. 이는 참고 목적으로만 사용되어야 한다.

8. 결함의 보수

(1) 국부적인 작은 결함은 검사원의 승인을 받아 연마기로 제거할 수 있다.

(2) 국부적인 기공(porosity)결함으로서 이 기공이 연장되어도 주철품의 강도상 문제가 없다고 인정될 경우, 검사원의 사전승인을 받아 플라스틱 충진제(plastic filler)로 충진하여 보수할 수 있다.

(3) 주철품의 용접보수는 원칙적으로 인정하지 아니한다.

9. 재시험 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 **109.**에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표시 규정의 시험에 합격한 주철품의 표시는 **110.**에 따른다.

11. 시험증명서 제조자는 모든 시험에 합격한 주철품에 대해 개별 혹은 배치별로 다음의 사항이 기재된 시험증명서를 검사원에게 제출해야 한다. *(2017)*

(1) 구매자 명칭 및 구매번호

(2) 주조 상세 및 주철품 품질

(3) 주조 식별번호

(4) 시험편 번호 및 시험결과

(5) 열처리 상세(해당되는 경우)

(6) 화학성분(레이들 분석치)

(7) 시험 압력(해당되는 경우)

제 6 절 단강품

601. 단강품

1. 적용

(1) 이 규정은 선체구조, 의장품, 기관장치 등의 각 편에 규정된 부분에 사용하는 단강품(다만, 602., 603. 및 604.에 규정한 것은 제외)에 대하여 적용한다. 또한, 단순한 형상의 부품에 사용되는 압연봉강 및 기타 단강품(이하 **단강품**이라 한다)에 대하여도 적용한다.

(2) 601.에 규정하지 아니한 단강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종류 단강품의 종류는 **표 2.1.85** 및 **표 2.1.86**에 따른다.

3. 제조법

(1) 단강품은 킬드강으로 제조하여야 한다.

(2) 강괴는 유해한 파이프 및 편석을 제거하기 위하여 상·하부를 적절히 제거하여야 한다.

(3) 단강품은 강괴, 강괴를 단조 또는 압연한 강재 또는 강괴를 단조와 압연을 조합하여 제조한 강재로부터 프레스, 해머 등으로서 열간가공을 하여야 한다.

(4) 열간가공은 각부가 중심까지 균일하게 가공되도록 하고 단강품의 사용응력 조건에 적합한 금속유동(metal flow)을 얻을 수 있도록 최종 모양 및 치수에 될 수 있는 한 가까워야 한다.

(5) 단강품의 단조비는 다음에 따른다.

(가) 금속유동(metal flow)이 길이 방향인 단강품 단조비는 **표 2.1.85**에 정한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

표 2.1.85 단면수축률

제조방법	제품의 모양(1)	단조비(2)(3)
직접 강괴로부터 또는 단조블룸(bloom)이나 단조빌릿(billet)으로부터 제조할 경우	$L > D$ $L \leq D$	3 : 1 1.5 : 1
압연품으로부터 제조할 경우	$L > D$ $L \leq D$	4 : 1 2 : 1

(비고)
(1) L 및 D는 각각 단강품 주요부의 길이 및 지름을 나타낸다.
(2) 단조비는 강괴의 단면적에 대한 비로 계산한다. 다만, 이미 업세팅 방법으로 가공된 재료를 사용할 경우에는 업세팅 가공 후의 평균단면적을 기준으로 하여 계산한다.
(3) 단순모양의 부품에 사용되는 봉강의 단조비는 6:1 이상이어야 한다.

(나) 업세팅(upsetting) 방법으로 제조하는 디스크형 단강품

(i) 디스크의 어느 부위의 두께도 단련전의 빌릿길이의 1/2 이하이어야 한다. 다만, 이 빌릿은 1.5 이상의 단조비를 가진 것이어야 한다.

(ii) 전 (i)에서 다만 강괴를 절단만을 한 재료 또는 1.5 미만의 단조비를 가진 빌릿을 사용하여 제조할 경우에는 디스크의 어느 부위의 두께도 단련전의 빌릿(또는 재료) 길이의 1/3 이하이어야 한다.

(6) 단강품을 가스절단, 스카핑 또는 아크 가우징 하는 경우, 공인된 방법에 따라 하여야 하며, 특별히 승인을 받지 않는 한 최종 열처리 전에 하여야 한다. 단강품의 화학성분 및 두께에 따라 필요하다고 인정될 때에는 예열처리를 하여야 한다. 또한 특정부품에 대하여는 가스절단부의 표면에 대하여 기계가공을 추가로 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

(7) 2개 이상의 단강품을 용접으로 결합하고자 하는 경우에는 적용하는 용접절차시방서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 하며, 용접절차 인정시험이 요구될 수 있다.

4. 열처리

(1) 단강품은, 다음 (5)호에 정하는 경우를 제외하고, 모든 열간가공을 완료한 후 적절한 제조단계에서 입자미세화 및 요구되는 기계적 성질을 얻기 위하여 **표 2.1.86**와 같은 열처리를 하여야 한다. 어닐링의 경우 455℃ 이하가 될 때까지 노냉하여야 하며, 템퍼링 온도는 550 °C 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

(2) 합금강 단강품으로 노멀라이징 후 템퍼링 열처리를 하는 경우에는 그 기계적 성질에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 2.1.86 열처리 *(2017)*

종 류	열 처 리
탄소강단강품	어닐링, 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링
합금강단강품	담금질 후 템퍼링

(3) 단강품에 열처리를 한 후 열간가공을 한 경우에는 재열처리를 하여야 한다.
(4) 단강품을 최종 열처리 후 국부적으로 재가열 또는 교정하는 경우에는 응력제거를 위한 열처리를 고려하여야 한다. *(2022)*
(5) 단강품에 고주파 침탄, 질화의 표면경화처리를 할 때에는 적절한 단계에서 이에 적합한 열처리를 하여야 한다.
(6) 단강품에 침탄 처리를 할 경우, 기계가공 및 침탄처리를 위해 적절한 단계에서 적당한 조건으로 열처리(일반적으로 완전어닐링 또는 노멀라이징 후 템퍼링중 하나)를 하여야 한다.
(7) 단강품에 표면경화 처리를 하는 경우, 제조방법 및 사양에 대한 상세한 자료를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 이 승인을 위해서 제안된 제조방법이 요구되는 경도 및 깊이를 가진 균일한 표면층을 이루며, 단강품의 특성 및 건전성에 해가 없다는 것을 나타내는 시험을 요구할 수 있다.
【지침 참조】
(8) 열처리는 효율적으로 유지되고 적합한 온도조절 및 기록 장치를 가진 열처리로에서 행하여야 한다. 열처리로는 노내 단강품을 필요로 하는 온도까지 균일하게 가열할 수 있는 크기의 것이어야 한다. 대형단강품의 경우, 우리 선급의 승인을 받아 적절한 방법으로 처리할 수 있다. 노내의 온도가 균일하다는 것을 일정한 주기로 검증할 수 없는 경우, 충분한 수의 열전대를 노내 단강품에 연결하여 온도를 측정하고 기록하여 온도의 균일성을 확인하여야 한다.
(9) 각 단강품에 대하여 사용한 가열로, 노내 장입물, 온도, 일자 및 가열시간을 식별할 수 있는 열처리 기록을 유지하여야 하며, 검사원이 요구하는 경우 이를 제시하여야 한다.

5. 화학성분

(1) 단강품의 화학성분은 표 2.1.87에 따른다.

표 2.1.87 화학성분 *(2021)*

종 류		화학성분 (%)									
		C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Cr*	*Mo*	*Ni*	*Cu*(3)	잔류원소 합계
선체 및 일반용 단강품(4)	탄소강	0.23(1)(2) 이하	0.45 이하	0.30-1.50	0.035 이하	0.035 이하	0.30(3) 이하	0.15(3) 이하	0.40(3) 이하	0.30 이하	0.85 이하
	합금강	0.23 이하	0.45 이하	0.30-1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.40(6) 이상	0.15(6) 이상	0.40(6) 이상	0.30 이하	-
기관용 단강품	탄소강	0.65(1) 이하	0.45 이하	0.30-1.50	0.035 이하	0.035 이하	0.30(3) 이하	0.15(3) 이하	0.40(3) 이하	0.30 이하	0.85 이하
	합금강(5)	0.45 이하	0.45 이하	0.30-1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.40(6) 이상	0.15(6) 이상	0.40(6) 이상	0.30 이하	-

(비고)
(1) 용접구조물에 사용하고자 하는 탄소강 단강품의 탄소량은 0.23% 이하이어야 한다. 다만, 탄소당량(*Ceq.*)이 0.41 %이하인 경우 탄소량을 이 표의 값 이상으로 증가시킬 수 있다.
(2) 용접구조물에 사용하지 않는 탄소강 단강품의 탄소량은 0.65 %이하로 할 수 있다.
(3) 이들 성분은 잔류원소로 고려한다.
(4) 타두재와 핀틀은 용접성이 좋은 품질이어야 한다.
(5) 합금강단강품을 용접용구조물에 사용하고자 하는 경우 상세한 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아야 한다. *(2017)*
(6) 최소한 한개 이상의 원소 함량이 규정치 이상이어야 한다.

(2) 각 용강에 대한 화학성분은 제조자가 제강공정에서 적당하게 채취한 시험재를 사용하여 결정하여야 한다. 여러 개의 용강을 하나의 레이들에 합하여 제조하는 경우 레이들분석치를 적용한다.
(3) 제조자는 *Al*, *Nb* 또는 *V* 등과 같은 적합한 세립화 원소를 첨가할 수 있다. 이때 이들 원소의 레이들 분석결과를 성적서에 기록하여야 한다.

6. 기계적 성질

(1) 단강품의 기계적 성질은 **표 2.1.88** 및 **2.1.89**에 따른다.

표 2.1.88 선체 및 일반용 단강품의 종류 및 기계적 성질 *(2017)*

종 류	재료기호	인 장 시 험					
		인장강도(1)(2)(3) (N/mm²)	항복강도 (N/mm²)	연신율(%) ($L = 5.65\sqrt{A}$)		단면수축률(%)	
				L(4)	T(4)	L(4)	T(4)
탄소강 단강품	*RSF* 400*H*	400 이상	200 이상	26 이상	19 이상	50 이상	35 이상
	RSF 440*H*	440 이상	220 이상	24 이상	18 이상	50 이상	35 이상
	RSF 480*H*	480 이상	240 이상	22 이상	16 이상	45 이상	30 이상
	RSF 520*H*	520 이상	260 이상	21 이상	15 이상	45 이상	30 이상
	RSF 560*H*	560 이상	280 이상	20 이상	14 이상	40 이상	27 이상
	RSF 600*H*	600 이상	300 이상	18 이상	13 이상	40 이상	27 이상
합금강 단강품	*RSF* 550*AH*	550 이상	350 이상	20 이상	14 이상	50 이상	35 이상
	RSF 600*AH*	600 이상	400 이상	18 이상	13 이상	50 이상	35 이상
	RSF 650*AH*	650 이상	450 이상	17 이상	12 이상	50 이상	35 이상

(비고)

(1) 이 표의 중간에 해당하는 최소인장강도를 갖는 재료를 사용하고자 할 경우 그 재료의 기계적 성질은 보간법에 따른다. 다만, 소수점 이하는 소수점 한자리에서 반올림한다.

(2) 인장강도의 상한값은 각 최소 인장강도로부터 다음에 정하는 범위이내일 것을 추가로 요구할 수 있다.

최소인장강도(N/mm²)	상한범위(N/mm²)
600 미만	120
600 이상	150

(3) 2개의 인장시험편이 요구되는 대형 단강품의 경우, 최대와 최소 인장강도의 차이는 70 N/mm²를 넘어서는 안된다.

(4) L 및 T는 각각 단조방향 및 접선방향을 말한다.

(5) 대빙구조의 선급부호를 가지는 선박[가장 낮은 등급(ID등급)은 제외]에 사용하는 타두재에 대하여는 충격시험을 -10℃에서 실시하여야 하며 평균흡수 에너지는 27 J이상이어야 한다. 이 경우, 시험편의 길이방향을 단조방향에 평행하게 채취한다.

(2) 다음의 경우에 대하여 경도시험을 요구할 수 있다. 시험결과를 기록하여 보고하여야 하며 참고값으로서 브리넬 경도값은 **표2.1.89**에 따른다.

(i) 열처리 완료하고 톱니를 가공하기 전의 기어용 단강품에 대하여는 톱니가공 표면의 원주부를 동일한 간격으로 4등분하여 경도를 측정한다. 톱니 가공부의 계획가공지름이 2.5 m를 초과하는 경우 측정위치를 8 개소로 증가시켜야 한다. 기어림의 폭이 1.25 m를 초과하는 경우에는 기어 단강품의 양쪽 끝부분을 8등분한 위치에서 경도를 측정하여야 한다.

(ii) 로트단위로 시험을 실시하는 기어용 단강품 및 소형 크랭크축에 대하여는 각 단강품에 대하여 최소한 1개 이상의 경도시험을 실시하여야 한다.

(3) 단강품의 표면을 고주파 담금질, 질화, 탄화 처리하는 경우에도 경도시험을 요구할 수 있다. 기어용 단강품의 경우, 최종 가공이 끝난 톱니면에 대하여 가능하다면 표면경화처리 후 경도시험을 실시하여야 한다. 시험의 결과는 승인된 기준에 만족하여야 한다.

표 2.1.89 기관용 단강품의 종류 및 기계적 성질 *(2017)*

종 류	인 장 시 험							경도시험
	재료기호	인장강도 (N/mm²)	항복강도 (N/mm²)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)		단면수축률(%)		경 도 (H_{BW})
				L	T	L	T	
탄소강 단강품	*RSF* 400*M*	400 이상	200 이상	26 이상	19 이상	50 이상	35 이상	110 - 150
	RSF 440*M*	440 이상	220 이상	24 이상	18 이상	50 이상	35 이상	125 - 160
	RSF 480*M*	480 이상	240 이상	22 이상	16 이상	45 이상	30 이상	135 - 175
	RSF 520*M*	520 이상	260 이상	21 이상	15 이상	45 이상	30 이상	150 - 185
	RSF 560*M*	560 이상	280 이상	20 이상	14 이상	40 이상	27 이상	160 - 200
	RSF 600*M*	600 이상	300 이상	18 이상	13 이상	40 이상	27 이상	175 - 215
	RSF 640*M*	640 이상	320 이상	17 이상	12 이상	35 이상	27 이상	185 - 230
	RSF 680*M*	680 이상	340 이상	16 이상	12 이상	35 이상	24 이상	200 - 240
	RSF 720*M*	720 이상	360 이상	15 이상	11 이상	35 이상	24 이상	210 - 250
	RSF 760*M*	760 이상	380 이상	14 이상	10 이상	35 이상	24 이상	225 - 265
합금강 단강품	*RSF* 600*AM*	600 이상	360 이상	18 이상	14 이상	50 이상	35 이상	175 - 215
	RSF 700*AM*	700 이상	420 이상	16 이상	12 이상	45 이상	30 이상	205 - 245
	RSF 800*AM*	800 이상	480 이상	14 이상	10 이상	40 이상	27 이상	235 - 275
	RSF 900*AM*	900 이상	630 이상	13 이상	9 이상	40 이상	27 이상	260 - 320
	RSF 1000*AM*	1000 이상	700 이상	12 이상	8 이상	35 이상	24 이상	290 - 365
	RSF 1100*AM*	1100 이상	770 이상	11 이상	7 이상	35 이상	24 이상	320 - 385

(비고)

(1) 이 표의 중간에 해당하는 최소인장강도를 갖는 재료를 사용하고자 할 경우 그 재료의 기계적 성질은 보간법에 따른다. 다만, 소수점 이하는 소수점 한자리에서 반올림한다.

(2) 인장강도의 상한값은 각 최소 인장강도로부터 다음에 정하는 범위이내일 것을 추가로 요구할 수 있다.

최소인장강도(N/mm²)	상한범위(N/mm²)
900 미만	150
900 이상	200

(3) L 및 T는 각각 단조방향 및 접선방향을 말한다.

(4) 대빙구조의 선급부호를 가지는 선박[가장 낮은 등급(ID등급)은 제외]에 사용하는 프로펠러축에 대하여는 충격시험을 -10℃에서 실시하여야 하며 평균흡수 에너지는 27 J이상이어야 한다. 이 경우, 시험편의 길이방향을 단조방향에 평행하게 채취한다. 또한, 기관용 중요부품에 대한 충격시험은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(5) 경도값은 참고로 한다.

7. 시험편의 채취

(1) 단강품의 시험편은 열처리 후 다음 (10)호 및 (11)호에 규정된 것을 제외하고 본체보다 작지 아니한 단면적을 가진 연장부(prolongations) 또는 볼트구멍 관통부(through bolt hole)에서 채취하여야 한다. (10)호에 따라 로트단위로 시험하는 경우, 시험편은 제품 본체에서 또는 별도로 단조한 시험체에서 채취할 수 있다. 다만 별도로 단조한 시험체는 본체와 동일한 단조비를 가져야 한다.

(2) 1조의 시험편이란 인장시험편 1개 및 규정된 경우, 충격시험편 1조를 말한다.

(3) 시험편은 일반적으로 단조방향(L방향) 또는 접선방향(T방향)으로 채취하여야 한다.

(4) 특별히 협의된 경우를 제외하고 단조방향 시험편의 축이 다음에 위치하도록 한다. 다만, 접선방향 시험편의 경우에는 시험편의 길이방향이 가능한 한 단조표면에 가깝게 채취한다.

(가) 지름 또는 두께가 50 mm 이하인 경우, 시험편의 축이 단면의 중심부 또는 두께의 1/2부에 오도록 한다.

(나) 두께 또는 지름이 50 mm를 넘는 경우, 열처리된 표면으로부터 두께 또는 지름의 1/4부 또는 80 mm 중 작은 쪽에 위치하도록 한다.

(5) 다음 (10)호에 규정된 경우를 제외하고 시험편의 수 및 방향은 다음 (가)부터 (아)까지에 따른다.

(가) **타두재, 핀틀 등의 선체부품 및 축, 연접봉 등의 일반기계부품** : 단강품의 한쪽 끝에서 1조의 시험편을 길이방향으로 채취한다. 다만, 1개의 열처리 후 본체의 중량(이하 **중량**이라 한다)이 4톤 이상이고 본체의 길이가 3 m이상인 경우에는 단강품의 양쪽 끝에서 각각 1조의 시험편을 채취하여야 한다. 또한 제조자의 요청이 있는 경우에는 **그림 2.1.17** 부터 **그림 2.1.19** 까지 등과 같이 시험편을 채취할 수 있다.

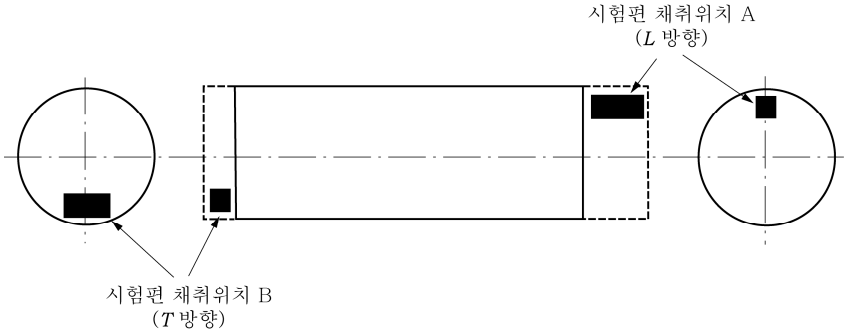


그림 2.1.17 평 축

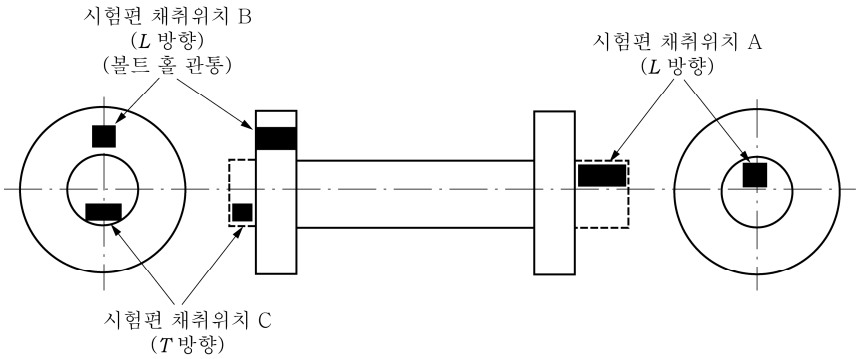


그림 2.1.18 플랜지 축

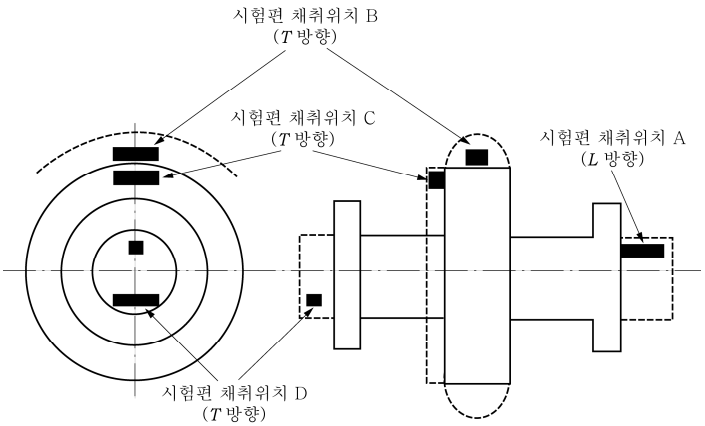
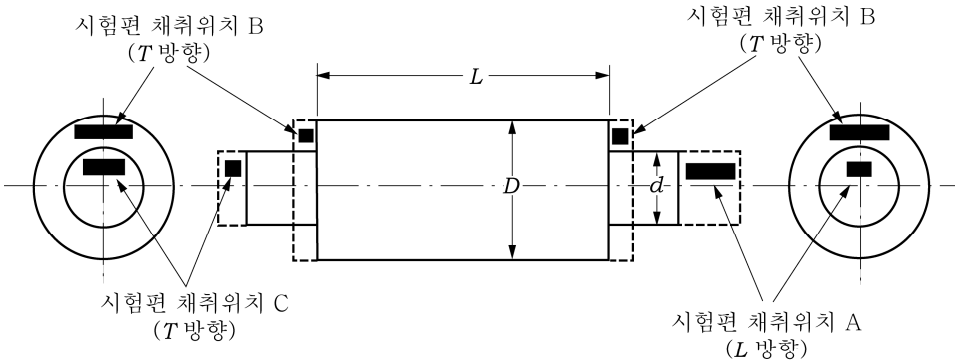


그림 2.1.19 칼라가 있는 플랜지 축

(나) **피니언** : 톱니가공부의 계획가공 지름이 200 mm를 넘는 경우에는 톱니가공부에 근접하는 위치에서 접선방향으로 1조의 시험편을 채취한다. (**그림 2.1.20** B 참조) 다만, 축부(저널)의 크기로 인하여 톱니가공부에서 시험편의 채취가 곤란할 경우에는 축의 한쪽 끝에서 접선방향으로 1조의 시험편을 채취한다. (**그림 2.1.20** C 참조) 그러나 축부의 지름이 200 mm 이하의 경우에는 축의 한쪽 끝에서 길이 방향으로 1조의 시험편을 채취한다. (**그림 2.1.20** A 참조) 계획가공 길이가 1.25 m를 넘을 때에는 양쪽 끝에서 각각 1조씩 채취한다.



L = 톱니가공부의 계획 가공길이
D = 톱니가공부의 계획 지름
d = 축부(저널) 지름

그림 2.1.20 피니언

(다) **소형 피니언** : 톱니가공부의 계획가공 지름이 200 mm 이하의 경우에는 기어축부에서 길이방향으로 1조의 시험편을 채취한다. (**그림 2.1.20** A 참조)

(라) **기어 휠** : 단강품의 한쪽 끝에서 1조의 시험편을 접선방향으로 채취한다. (**그림 2.1.21** A 또는 B 참조)

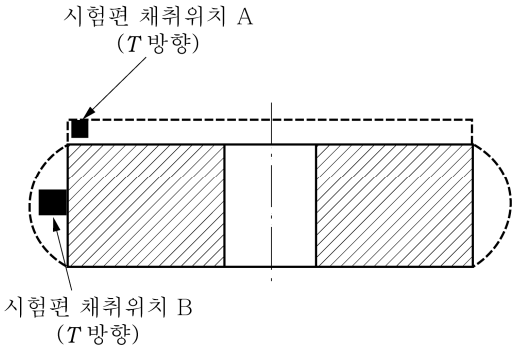


그림 2.1.21 기어 휠

(마) **감속기어에 사용되는 기어림 및 디젤기관의 캠축구동장치에 사용되는 기어림**(**규칙 5편 2장 201.**의 **1**항 참조)은 다음의 규정에 따른다.

(i) 중량이 3톤 또는 계획가공 지름이 2.5 m를 넘는 림은 지름방향의 반대위치에서 각각 1조의 시험편을 채취한다. (**그림 2.1.22** A 및 B 참조) 이 경우, 기계적 성질은 단조방향에 평행하게 채취한 경우의 규정을 적용한다.

(ii) 중량 및 계획가공 지름이 (i)에 해당되지 아니하는 경우에는 (i)의 규정 중 어느 한 위치에서 1조의 시험편을 채취한다.

(바) **피니언 슬리브** : 단강품의 한쪽 끝에서 1조의 시험편을 접선방향으로 채취한다. (**그림 2.1.23** A 또는 B 참조) 다만 계획가공 길이가 1.25 m를 넘을 때에는 양쪽 끝에서 각각 1조씩 채취한다.

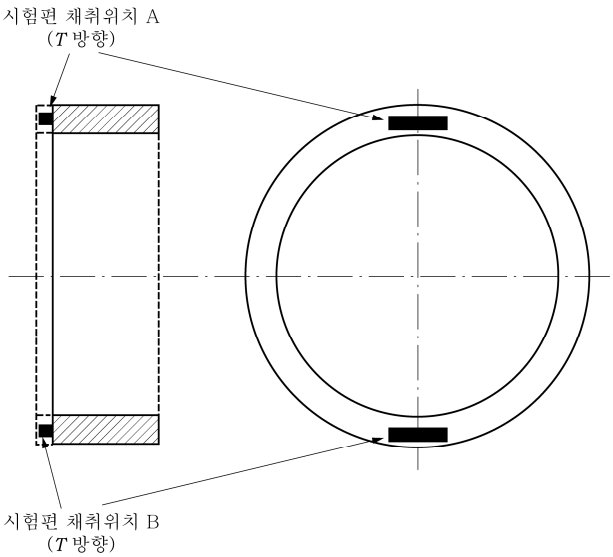


그림 2.1.22 기어 링

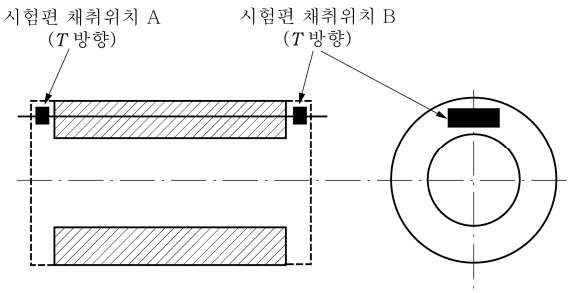


그림 2.1.23 피니언 슬리브

(사) **크랭크 웨브** (crank web) : 단강품의 한쪽 끝에서 1조의 시험편을 접선방향으로 채취한다.

(아) **자유단조 크랭크축** (solid open die forged crankshaft) : 단강품의 회전축 쪽 끝부에서 1조의 시험편을 길이방향으로 채취한다. (**그림 2.1.24** (a) 참조) 또한 중량이 3톤을 넘는 경우에는 축의 양끝에서 축의 길이방향으로 각각 1조씩의 시험편을 채취한다. (**그림 2.1.24** A 및 B 참조) 다만, 크랭크스로우(crankthrows)를 가스절단이나 기계가공으로 제작하는 경우, 한 조의 시험편은 회전축 반대쪽 끝부의 가공으로 제거될 부분에서 접선방향으로 채취한다.(**그림 2.1.24** C 참조)

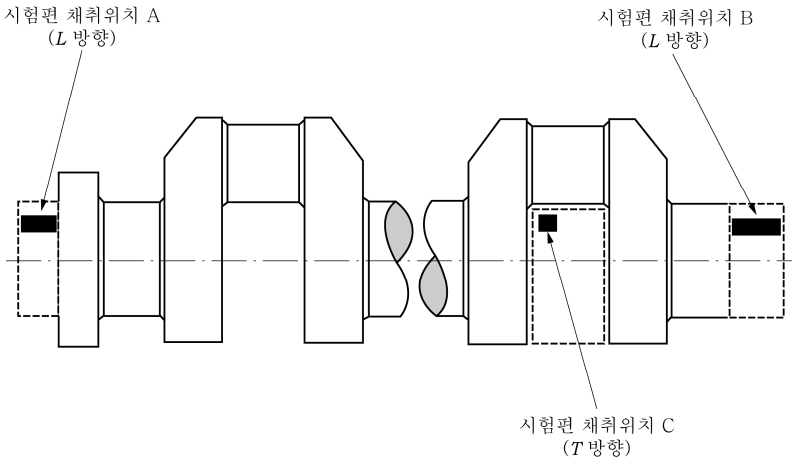


그림 2.1.24 자유단조 크랭크축

(6) 형단조 크랭크축 및 우리 선급의 승인을 받은 특별한 제조방법에 따라 제조되는 크랭크축 단강품에 대한 시험편의 수 및 채취위치는 제조방법과 관련하여 우리 선급의 별도 승인을 받아야 한다.

(7) 하나의 단조품이 후속 공정에서 여러 개의 부품으로 나누어지고, 이들 모든 부품들이 가열로에서 동시에 열처리 되는 경우에는 시험목적상 한 개의 단조품으로 `간주하고 이들 모든 부품들의 총 길이 및 합계중량에 따라 시험편의 수를 결정한다.

(8) 시험편은 최종 열처리가 끝날 때까지 본체에서 떼어내서는 아니 된다. 다만, 형단조나 표면경화처리를 하는 경우 등 검사원이 부득이하다고 인정하는 경우에는 최종열처리 전에 적절한 단계에서 떼어낼 수 있다.

(9) 단조품을 침탄처리 하는 경우에는 단조상태에서의 예비시험과 침탄처리 완료 후의 최종 시험 모두를 위하여 충분한 시험재를 준비하여야 한다. 이러한 목적으로 (5)호에 규정한 위치에서 규정된 시험편의 수의 2배를 채취한다. 다만, 단조품의 치수나 중량에 관계없이 시험편은 한 쪽 위치에서만 채취한다. 또한 일체형 저널을 가진 단조품의 경우, 시험편은 길이방향으로 채취한다. 시험재는 톱니가공부의 계획가공지름의 1/4 또는 60 mm 중 작은 수치까지 기계가공되어야 한다. 단조상태에서의 예비시험에서는 1조의 시험재를 공침탄(blank carburizing, 침탄제 대신에 중성제 또는 보호 도포제를 사용하여 침탄할 때와 같은 조작을 하는 처리) 및 단조품에 대하여 적용되는 것과 같은 열처리 사이클을 적용하여야 한다. 최종인정시험에서는 두 번째의 시험재를 공침탄 및 단조품과 함께 열처리한다. 제조자의 사정에 따라 시험재의 큰 단면부는 공침탄 또는 침탄처리를 할 수 있다. 그러나 이들 시험재는 최종 담금질 및 템퍼링 열처리 전에 요구되는 지름까지 기계가공되어야 한다. 침탄 처리되는 단조품에 대한 다른 시험방법에 대하여는 우리 선급의 특별한 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

(10) 단위질량이 1000 kg 이하인 노멀라이징 처리 단조품 및 각각의 질량이 500 kg 이하인 담금질 후 템퍼링 처리 단조품에 대하여는 로트단위로 시험할 수 있다. 이 때 로트는 동일한 형상과 치수의 것으로, 동일 용강에서 만들어지고 또한 동일 가열로에서 동시에 열처리한 것으로 노멀라이징 처리 단조품의 경우는 6톤 이하, 담금질 후 템퍼링 처리 단조품의 경우에는 3톤 이하로 한다.

(11) 단순모양의 부품에 사용하는 압연봉강에 대한 로트는 다음에 따른다.

(가) 동일 슬래브에 속하고 동일 가열로에서 동시에 열처리한 것, 또는

(나) 동일 용강에 속하고 동일 지름이며, 동일 가열로에서 동시에 열처리한 것으로 총중량 2.5톤 또는 그 단수

8. 육안검사 및 치수검사 【지침 참조】

(1) 단강품은 열처리 후 및 최종다듬질 가공 후 또는 필요하면 중간가공 공정 중에서 적절한 때에, 가능하다면 내면 및 구멍을 포함하여 육안검사를 하여야 한다. 검사방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(2) 특별히 규정하는 경우를 제외하고 단강품의 치수검사는 제조자의 책임 하에 하는 것으로 한다.

9. 품질

(1) 단강품은 품질이 균일하고 사용에 유해한 표면 또는 내부결함이 없는 것이어야 한다.

(2) 4항 (7)호에 따라 단강품에 표면처리를 하는 경우, 단강품을 대표하는 시험재를 추가로 준비하여 단강품과 동시에 표면처리한 후 단면을 절단하여 국부경화역의 모양, 깊이 및 경도를 측정하고, 승인된 사양의 요건에 적합한지를 확인하여야 한다.

(3) 단강품을 후속 가공 중 또는 시험 중 유해한 결함이 발견된 경우에는 이전의 시험 결과에 관계없이 불합격으로 처리한다.

10. 비파괴 검사

(1) 제조자는 다음의 단강품에 대하여 적절한 공정에서 초음파탐상검사를 하고 그 성적서를 검사원에게 제시 또는 제출하여야 한다. 검사방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(가) 타두재, 핀틀

(나) 규칙 **5편 2장 201.**의 1항에 규정하는 단강품

(다) 추력축, 중간축, 프로펠러축

(라) 감속기어, 감속기어축

(마) 터빈 로터, 터빈 디스크, 터빈 블레이드

(2) 다음 단강품의 중요부분에 대하여는 적절한 공정에서 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사를 하여야 한다. 검사방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(가) 규칙 **5편 2장 201.**의 1항에 규정하는 단강품

(나) 프로펠러축

(다) 감속기어

(라) 터빈 로터, 터빈 디스크, 터빈 블레이드

(3) 우리 선급은 기어의 톱니부에 상당하는 부분에 대하여 유황프린트의 채취를 요구할 수 있다.

(4) 우리 선급은 전 각호의 시험방법에 관계없이 적절하다고 인정하는 비파괴검사 방법의 채용을 승인할 수 있다. **【지침 참조】**

(5) 우리 선급은 (1)호 및 (2)호에 규정하는 단강품 이외에 우리 선급이 필요하다고 인정하는 단강품에 대하여 비파괴검사를 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

(6) 용접구조에 사용하는 단강품의 용접부에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴검사를 하여야 한다. **【지침 참조】**

11. 결함의 보수

(1) 단강품의 결함은 그라인딩으로 제거할 수 있다. 다만 결함 제거 후에도 치수 요건을 만족하여야 한다.

(2) 결함 제거부는 적절한 비파괴검사 방법으로 결함이 완전히 제거되었는지를 확인하여야 한다.

(3) 결함을 제거한 부분은 그 밑면이 깊이의 대략 3배 정도의 곡률반경을 가져야 하며, 또한 주위의 표면과 매끄럽게 가공되어 날카로운 형상을 피해야 한다. 또한 그 사용 여부에 대하여 우리 선급 검사원의 승인을 받아야 한다.

(4) 크랭크축 이외의 단조품에 대한 결함제거부의 용접보수는 우리 선급의 사전 승인을 받는 경우 허용될 수 있다. 이 경우 용접보수부의 위치 및 범위에 대한 상세, 용접시공방법, 열처리 및 후속의 검사방법 등에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

(5) 제조자는 보수를 실시한 단강품에 대한 보수내용 및 후속검사결과를 기록하여 유지하여야 하며, 검사원이 요구하는 경우, 이를 제시하여야 한다.

12. 재시험

(1) 인장시험 또는 경도시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 **109.**에 따라 재시험을 할 수 있다.

(2) 충격시험에 대하여는 **301.**의 **10**항 (3)호에 따라 재시험을 할 수 있다.

(3) 재시험을 위한 시험편은 최초의 시험편을 채취한 부분과 인접한 부분에서 채취하는 것이 바람직하다. 다만, 부득이한 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 단조품 또는 단조 로트를 대표할 수 있는 다른 위치 또는 시험재에서 채취할 수 있다.

(4) 단조품 또는 로트에 대한 시험결과가 불합격인 경우, 제조자는 재열처리하여 시험을 다시 요청할 수 있다.

13. 표시

(1) 규정의 시험에 합격한 단강품의 표시는 **110.**에 따른다.

(2) **표 2.1.88** 및 **2.1.89**의 비고 (1)이 적용되는 경우, 재료기호 표시는 *RSF*-(또는 *RSF-A*)의 -에 요구되는 인장강도값을 기입한다. (예 : 요구되는 인장강도가 420 N/mm^{2}인 선체 및 일반용 탄소강 단강품 : *RSF* 420H)

(3) 용접구조에 사용하는 단강품은 재료기호 뒤에 "*W*"를 부기한다. (예 : *RSF* 440H-*W*, *RSF* 440M-*W*)

(4) 압연봉강의 재료기호의 표시는 「*RSF*」 다음에 "*B*"를 부기한다. (예 : 요구되는 인장강도가 440 N/mm^{2}인 기관용 압연봉강 : *RSFB* 440M)

(5) 중간축에 사용하는 단강품 중에서 **18항**에 따라 승인된 단강품의 재료기호 뒤에는 "*I*"를 부기한다. (예 : *RSF* 900*AM-I*) *(2017)*

14. 시험증명서 제조자는 모든 시험에 합격한 단강품에 대해 개별 혹은 배치별로 다음의 사항이 기재된 시험증명서를 검사원에게 제출해야 한다. *(2017)*

(1) 구매자 명칭 및 구매번호

(2) 단조 상세 및 강재 품질

(3) 식별번호

(4) 강재 제조법, 단조 번호 및 화학성분(레이들 분석치)

(5) 시험편 번호 및 시험결과

(6) 비파괴검사 결과(해당되는 경우)

(7) 열처리 상세(온도 및 유지시간 등)

15. 크랭크축에 대한 특별규정

(1) 일반적인 제조방법으로 제조된 축의 계획가공 지름이 250 mm 이상인 일체형 크랭크축은 원칙적으로 크랭크부를 다듬질 모양에 가까운 상태로 가공한 후 열처리를 하여야 한다. **【지침 참조】**

(2) 일반적인 제조방법과 다른 특수한 방법으로 제조한 일체형 크랭크축 및 반조립형 크랭크축의 크랭크스로우 및 전조립형 크랭크암의 제조방법 및 시험편의 채취요령에 대하여는 미리 우리 선급이 지정하는 시험을 받아야 한다. **【지침 참조】**

(3) 크랭크축의 치수를 경감하기 위하여 특수한 제조방법을 적용하고자 할 경우(규칙 **5편 2장 208.** 참조)에는 미리 우리 선급이 지정하는 시험을 받아야 한다.

16. 터빈 로터 등에 대한 특별규정

(1) 터빈 로터는 다음 각 호의 규정에 따라 시험편을 채취하여야 한다.

(가) 중량이 3톤을 넘는 경우 : 축의 양끝에서 축의 길이방향 및 동체부에서 접선방향으로 각각 1조씩의 시험편을 채취한다. (**그림 2.1.25** 참조)

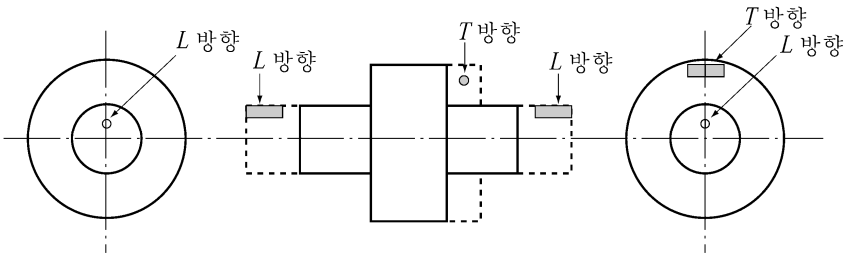
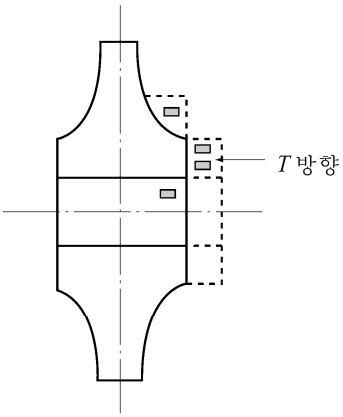


그림 2.1.25 터빈로터에서 시험편을 채취하는 방법

(나) 중량이 3톤 이하의 경우 : 축의 한쪽 끝에서 축의 길이방향 및 동체부에서 접선방향으로 각각 1조씩의 시험편을 채취한다.

(2) 터빈 디스크는 그 보스부에서 접선방향으로 1조의 시험편을 채취하여야 한다. (**그림 2.1.26** 참조)

(3) 증기의 입구온도가 400℃를 넘는 추진용 일체형 터빈 로터(용접구조를 포함)는 황삭, 열처리 후 또는 그 후의 적절한 시기에 적어도 1회의 가열계측 시험을 하여야 한다. 가열계측 시험방법에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.



(비고) 시험편은 상기 어느 곳에서 채취하여도 좋다.

그림 2.1.26 터빈 디스크에서의 시험편의 채취방법

17. 터빈 블레이드에 대한 특별규정 터빈 블레이드는 승인된 시험규격으로 시험을 하여야 한다.

18. 중간축에 대한 특별규정 *(2017)*

(1) 중간축 재료로 규격 최소인장강도가 800 N/mm^{2}를 넘고 950 N/mm^2 미만인 합금강 중에서 중간축의 치수 경감 및 허용 비틀림진동 응력을 높이고자 할 경우(**규칙 5편 3장 203.** 및 **4장 202.** 참조)에는 다음을 따른다.

(가) 미리 우리 선급이 지정하는 비틀림 피로시험을 제조법 승인 시에 실시하여 재료의 피로수명을 입증해야 한다.

(나) 청정도(cleanliness)시험을 실시하고 **표 2.1.90**의 요건을 만족해야 한다. 시험재는 단조 또는 압연 제품의 각 용강마다 채취해야 한다. 청정도 요건을 만족하기 위하여 황, 인, 산소의 국부 집중이 최소화되도록 제조하여야 한다. 화학성분도 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 2.1.90 청정도 요건(ISO 4967:2013 방법 A 적용) *(2022)*

개재물 그룹	계열	도표 그림 지수 *I*
A	얇음	1 이하
	두꺼움	1 이하
B	얇음	1.5 이하
	두꺼움	1 이하
C	얇음	1 이하
	두꺼움	1 이하
D	얇음	1 이하
	두꺼움	1 이하
DS	-	1 이하

602. 스테인리스강 단강품

1. 적용

(1) 이 규정은 설계온도 -165℃ 이상의 저온용 또는 내식용의 관장치의 밸브, 부착품 등에 사용하는 스테인리스강 단강품(이하 **단강품**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 602.에 규정하지 아니한 단강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 단강품의 종류는 **표 2.1.91**에 따른다.

3. **열처리** 단강품은 원칙적으로 고용화 열처리를 하여야 한다.

4. **화학성분** 단강품의 화학성분은 **표 2.1.91**에 따른다.

표 2.1.91 종류 및 화학성분

<table>
<tr><th rowspan="2">종 류</th><th colspan="8">화학성분 (%)</th></tr>
<tr><th>C</th><th>Si</th><th>Mn</th><th>P</th><th>S</th><th>Cr</th><th>Ni</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>RSSF 304</td><td>0.08 이하</td><td rowspan="10">1.00 이하</td><td rowspan="10">2.00 이하</td><td rowspan="10">0.040 이하</td><td rowspan="10">0.030 이하</td><td rowspan="2">18.00~20.00</td><td rowspan="2">8.00~12.00</td><td rowspan="4">-</td></tr>
<tr><td>RSSF 304 L</td><td>0.030 이하</td></tr>
<tr><td>RSSF 309 S</td><td rowspan="3">0.08 이하</td><td>22.00~24.00</td><td>12.00~15.00</td></tr>
<tr><td>RSSF 310 S</td><td>24.00~26.00</td><td>19.00~22.00</td></tr>
<tr><td>RSSF 316</td><td rowspan="2">16.00~18.00</td><td rowspan="2">10.00~14.00</td><td>Mo 2.00~3.00</td></tr>
<tr><td>RSSF 316 L</td><td>0.030 이하</td><td>Mo 2.00~3.00</td></tr>
<tr><td>RSSF 317</td><td rowspan="3">0.08 이하</td><td>18.00~20.00</td><td>10.00~15.00</td><td>Mo 3.00~4.00</td></tr>
<tr><td>RSSF 321</td><td rowspan="2">17.00~19.00</td><td>9.00~12.00</td><td>Ti≥5×C</td></tr>
<tr><td>RSSF 347</td><td>9.00~13.00</td><td>Nb+Ta≥10×C</td></tr>
</table>

5. 기계적 성질

(1) 단강품의 기계적 성질은 **표 2.1.92**에 따른다.

(2) 우리 선급은 단강품의 용도에 따라 충격시험 또는 내식성 시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.92 기계적 성질

<table>
<tr><th rowspan="2">재료기호</th><th colspan="4">인 장 시 험</th></tr>
<tr><th>항복강도(N/mm²)</th><th>인장강도(N/mm²)</th><th>연신율(%)($L=5.65\sqrt{A}$)</th><th>단면수축률(%)</th></tr>
<tr><td>RSSF 304 L</td><td rowspan="2">175 이상</td><td rowspan="2">450 이상</td><td rowspan="2">37 이상</td><td rowspan="2">50 이상</td></tr>
<tr><td>RSSF 316 L</td></tr>
<tr><td>상기 이외</td><td>205 이상</td><td>520 이상</td><td>37 이상</td><td>50 이상</td></tr>
</table>

6. 시험편의 채취

(1) 인장시험편의 수는 601.의 7항에 따른다.

(2) 인장시험편은 우리 선급이 특히 지정하는 경우를 제외하고 그 길이방향을 단조방향과 평행으로 채취한다.

(3) 601.의 7항 (5)호의 (다) 및 (라)의 대표제품에 대하여 시험을 할 경우 검사원은 제품마다 경도시험을 요구할 수 있다.

7. **표시** 규정의 시험에 합격한 단강품의 표시는 110.에 따른다.

603. 체인용 단강품

1. **적용**

(1) 이 규정은 규칙 **4편 8장**에 규정하는 체인케이블 및 체인용 부품에 사용하는 단강품(이하 **단강품**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 해양구조물용 체인의 제조에 사용하는 단강품에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 603.에 규정하지 아니한 단강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

(4) 본 규정 이외의 사항에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

2. **종류** 단강품의 종류는 **표 2.1.93**에 따른다.

표 2.1.93 종류

종 류	재료기호	용 도
제 2 종 체인용 단강품	*RSFC* 50	제 2 종 체인
제 3 종 체인용 단강품	*RSFC* 70	제 3 종 체인

3. **열처리** 단강품은 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 우리 선급의 승인을 받은 방법에 따라 열처리를 하여야 한다.

4. **탈산방법 및 화학성분** 단강품의 탈산방법 및 화학성분은 **표 2.1.94**에 따른다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 **표 2.1.92**에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다.

표 2.1.94 탈산방법 및 화학성분 (%)

재료기호	탈산방법	*C*	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*A*1(1)
RSFC 50	세립킬드	0.24 이하	0.15~0.55	1.60 이상	0.035 이하	0.035 이하	0.020 이상
RSFC 70		0.36 이하	0.15~0.55	1.00~1.90	0.035 이하	0.035 이하	0.020 이상

(비고)
(1) Al의 함유량은 전함유량으로 하며 일부를 세립화 원소로 치환할 수 있다.

5. **기계적 성질** 단강품의 기계적 성질은 **표 2.1.95**에 따른다.

표 2.1.95 기계적 성질

재료기호	인장시험				충격시험(1)	
	항복강도 (N/mm^2)(2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5d$)	단면수축률 (%)	시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)
RSFC 50	295 이상	490~690	22 이상	-	-	-
RSFC 70	410 이상	690 이상	17 이상	40 이상	0	60 이상

(비고)
(1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 %미만인 경우는 불합격으로 한다.

6. **시험편의 채취**

(1) 단강품의 시험재는 동일 용강에 속하는 제품 25개마다 본체에서 채취하며 작은 지름을 갖는 단강품에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 그 수를 감할 수 있다. 다만, 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 단조 공정 중의 적절한 시기에 채취하거나 또는 제품 본체와 같은 정도의 단조효과를 가진 것으로 할 수 있다. 이때 시험재의 열처리는 제품 본체에 한 것과 같은 조건이어야 한다.

(2) 시험편은 (1)호의 시험재로부터 단조방향으로, 제 1 종 및 제 2 종 체인용 단강품에 대하여는 인장시험편 1개, 기타 체인용 단강품에 대하여는 인장시험편 1개와 충격시험편 1조를 채취한다.

(3) 시험편은 **그림 2.1.5**와 같이 외주로부터 지름의 대략 1/6의 위치에서 채취한다.

7. **표면검사** 단강품은 열처리 후 표면검사를 실시하여야 하며 유해한 결함이 없어야 한다.

8. **재시험** 인장시험 또는 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 306.의 9항에 따라 재시험을 할 수 있다.

9. **표시** 규정의 시험에 합격한 단강품의 표시는 110.에 따른다.

604. 저온용 단강품

1. **적용**
(1) 이 규정은 저온용 관장치의 밸브, 부착품 등에 사용하는 단강품(이하 **단강품**이라 한다)에 대하여 적용한다.
(2) 604.에 규정하지 아니한 단강품 또는 전호 이외의 장소에 사용되는 단강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 단강품의 종류는 **표** 2.1.96에 따른다.

3. **열처리** 단강품은 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 2회 노멀라이징 후 템퍼링 등의 열처리를 하여야 한다.

4. **탈산방법 및 화학성분** 단강품의 탈산방법 및 화학성분은 **표** 2.1.96에 따른다.

표 2.1.96 종류 및 화학성분

종류	탈산방법	화 학 성 분 (%)								
		C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Cu*	*A*1
RLFA	세립킬드	0.23 이하	0.15~0.35	1.10 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	-	-	-
RLFB		0.20 이하	0.15~0.35	1.60 이하						
RLFC		0.12 이하	0.10~0.35	0.55~1.00			0.50~0.95	0.50~0.95	0.40~0.75	0.04~0.30
*RLF*3		0.20 이하	0.15~0.35	0.90 이하			3.25~3.75	-	-	-
*RLF*9		0.10 이하	0.10~0.35	0.90 이하			8.50~9.60			

5. **기계적 성질**
(1) 단강품의 기계적 성질은 **표** 2.1.97에 따른다.
(2) 우리 선급은 단강품의 용도에 따라서 기타의 시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.97 기계적 성질

재료기호	인장시험				충격시험(2)	
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)	단면수축률 (%)	시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)
RLFA	205 이상	410 이상	23 이상	40 이상	- 40(1)	27 이상
RLFB	275 이상	490 이상	20 이상		- 50(1)	
RLFC	205 이상	410 이상	23 이상		- 60(1)	
*RLF*3	275 이상	490 이상	23 이상	50 이상	- 95	34 이상
*RLF*9	520 이상	680 이상	19 이상	45 이상	- 196	41 이상

(비고)
(1) **규칙 7편 5장**의 규정이 적용되는 단강품에 대한 충격시험온도는 설계온도보다 5 ℃ 낮은 온도 또는 -20℃ 중 낮은 온도로 한다.
(2) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 하나라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

6. **시험편의 채취**
(1) 시험편의 수는 601.의 7항에 따른다.
(2) 인장시험편 및 충격시험편은 특별히 인정하는 경우를 제외하고 그 길이방향을 단조방향에 평행으로 채취한다.
(3) 601.의 7항 (5)호의 (다) 및 (라)의 대표제품에 대하여 시험을 할 경우에는 검사원은 제품마다 경도시험을 요구할 수 있다.

7. **재시험**
(1) 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

(2) 충격시험에 대하여는 304.의 9항에 따라 재시험을 할 수 있다.

8. **표시** 규정의 시험에 합격한 단강품의 표시는 601.의 13항 (1)호에 따른다. 또한, **표** 2.1.97의 비고 (1)을 적용한 단강품에는 재료기호의 뒤에 "충격시험온도 *T*"를 부기한다. (예 : *RLFA*-25 *T*)

제 7 절 동 및 동합금

701. 동관 및 동합금관

1. 적용
(1) 이 규정은 동관 및 동합금관에 대하여 적용한다.
(2) 동관 및 동합금관은 *KS D*5301의 규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합하여야 한다.
(3) 701.에 규정하지 아니한 동관 및 동합금관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 동관 및 동합금관의 종류는 **표 2.1.98**에 따른다.

표 2.1.98 종류

구 분	종 류	재 료 기 호
동 관	이음매 없는 인탈산 동관	*C* 1201, *C* 1220
동합금관	이음매 없는 황동관	*C* 2600, *C* 2700, *C* 2800
	이음매 없는 복수기용 황동관	*C* 4430, *C* 6870, *C* 6871, *C* 6872
	이음매 없는 복수기용 백동관	*C* 7060, *C* 7100, *C* 7150

3. **기계적 성질** 동관 및 동합금관의 기계적 성질은 **표 2.1.99**에 따른다.

표 2.1.99 기계적 성질

종 류	재료기호	인장시험(1)	
		인장강도(N/mm^2)	연신율(%)
이음매 없는 인탈산 동관	*C* 1201, *C* 1220	206 이상	40 이상
이음매 없는 황동관	*C* 2600	275 이상	45 이상
	C 2700	294 이상	40 이상
	C 2800	314 이상	35 이상
이음매 없는 복수기용 황동관	*C* 4430	314 이상	30 이상
	C 6870, *C* 6871, *C* 6872	373 이상(2)	40 이상
		353 이상(3)	
이음매 없는 복수기용 백동관	*C* 7060	275 이상	30 이상
	C 7100	314 이상	30 이상
	C 7150	363 이상	30 이상

(비고)
(1) 어닐링으로 열처리를 한 동관 및 동합금관의 기계적 성질
(2) 관의 바깥지름이 5~50(mm)인 것.
(3) 관의 바깥지름이 51~200(mm)인 것.

4. **시험 및 검사** 시험 및 검사는 *KS D* 5301의 규정에 따른다. 다만, 최고사용압력이 1 *MPa* 이하의 것에 대하여는 검사원의 입회를 필요로 하지 아니한다.

5. **표시** 규정의 시험에 합격한 동관 및 동합금관의 표시는 110.에 따른다.

702. 동합금 주물

1. 적용

(1) 이 규정은 프로펠러, 프로펠러 블레이드 및 보스부에 사용하는 동합금주물(이하 **프로펠러 주물**이라 한다)의 제조, 검사 및 보수 절차에 대하여 적용한다. 또한, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 사용 중 손상을 입은 프로펠러 주물의 보수 및 검사에도 적용할 수 있다. *(2021)* **【지침 참조】**

(2) 프로펠러 이외의 중요부분에 사용하는 동합금 주물은 한국산업규격(*KS*) 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것이어야 한다. 이 경우 설계와 관련하여 특별히 지정한 것에 대하여는 검사원의 입회하에 시험 및 검사를 실시하여야 한다.

(3) 702.에 규정하지 아니한 프로펠러 주물에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. **종류** 프로펠러 주물의 종류는 **표** 2.1.100에 따른다.

표 2.1.100 종류

종 류	재료기호
고강도 황동주물 제 1 종	*CU* 1
고강도 황동주물 제 2 종	*CU* 2
알루미늄 청동주물 제 3 종	*CU* 3
알루미늄 청동주물 제 4 종	*CU* 4

3. 제조법

(1) 용탕은 가스가 제거된 용융 금속을 사용하여 건조된 주형에 주입되어야 한다.

(2) 용탕주입은 액체의 흐름을 교반하지 않도록 잘 제어되어야 하며, 주형내로 슬래그가 혼입되지 않도록 특별한 장치 및/또는 방법이 사용되어야 한다.

(3) 잔류응력을 감소시키기 위하여 응력완화 열처리를 할 수 있다. 이 경우 제조자는 열처리의 상세에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 응력완화 열처리온도 및 유지시간은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.
【지침 참조】

4. 화학성분

(1) 프로펠러 주물의 화학성분은 **표** 2.1.101에 따른다.

표 2.1.101 화학성분

재료기호	*Cu*(%)	*A*1(%)	*Mn*(%)	*Zn*(%)	*Fe*(%)	*Sn*(%)	*Ni*(%)	*Pb*(%)
CU 1	52~62	0.5~3.0	0.5~4.0	35~40	0.5~2.5	1.5 이하	1.0 이하	0.5 이하
CU 2	50~57	0.5~2.0	1.0~4.0	33~38	0.5~2.5	1.5 이하	3.0~8.0	0.5 이하
CU 3	77~82	7.0~11.0	0.5~4.0	1.0 이하	2.0~6.0	0.1 이하	3.0~6.0	0.03 이하
CU 4	70~80	6.5~9.0	8.0~20.0	6.0 이하	2.0~5.0	1.0 이하	1.5~3.0	0.05 이하

(2) 제조자는 검사원이 확인할 수 있도록, 화학성분을 분석한 기록을 보관해야 한다. *(2021)*

(3) *CU* 1 및 *CU* 2에 대하여는 다음 각 호에도 적합하여야 한다.

(가) 다음에서 정하는 아연당량(%)은 45 %를 초과하여서는 아니 된다.

$$\text{아연당량}(\%) = 100 - \frac{100 \times Cu(\%)}{100 + A}$$

이 경우

$$A = Sn + 5Al - 0.5Mn - 0.1Fe - 2.3Ni(\%)$$

(나) 미세 구조를 α상의 비율 결정에 의해 검증해야 한다. 이를 위해 적어도 하나의 시험편을 각 용강(heat)마다 채취해야 한다. α상의 비율은 5개소의 평균값으로 결정된다. *(2021)*

(다) 각 시험봉(test bar)에 대하여 동일 단면상 5개소의 α상을 측정하여 이로부터 평균치가 25 % 이상이어야 한다.

5. **기계적 성질** 프로펠러 주물의 기계적 성질은 **표 2.1.102**에 따른다. 다만, 이 표의 값은 본체와 별도로 주조한 시험재에 대하여 적용하며 본체에 붙여 주조한 시험재의 기계적 성질에 대하여는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

표 2.1.102 기계적 성질

재료기호	항복강도(1) (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5d$)
$CU1$	175 이상	440 이상	20 이상
$CU2$	175 이상	440 이상	20 이상
$CU3$	245 이상	590 이상	16 이상
$CU4$	275 이상	630 이상	18 이상

(비고)
(1) 항복강도는 0.2% 내력으로 측정되며, 설계와 관련하여 우리 선급이 요구하는 경우에 대하여 적용한다. **【지침 참조】**
(2) 대빙구조의 선급부호를 가지는 선박에 사용하는 프로펠러에 대하여는 $R14A$호 시험편에 의한 연신율이 19% 이상이어야 하며, 샤르피 V노치 충격시험편에 의한 흡수에너지는 -10℃에서 21 J이상이어야 한다.

6. **시험재 및 시험편의 채취**

(1) 시험재는 프로펠러 주조용 주형과 동일한 재질로 만든 주형으로, 프로펠러 주물과 별도로 주조하는 것을 원칙으로 하며, 주물 본체를 주조하는데 사용하는 레이들의 용탕을 사용하여 주조하고 동일 조건으로 냉각 및 열처리를 하여야 한다.

(2) 시험재의 형상 및 치수는 **그림 2.1.27**의 실선 또는 점선모양의 시험재로 하여도 좋다.

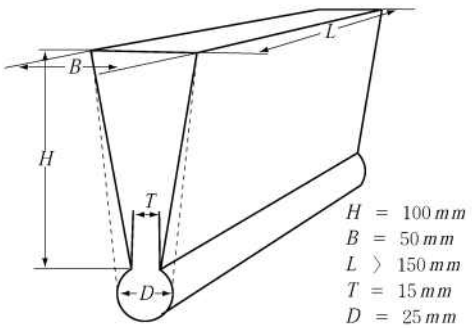


그림 2.1.27 시험재의 모양

(3) 인장시험편은 시험재를 본체와 일체로 주조한 경우에는 제품마다 1개 또는 별도 주입한 경우에는 각 레이들에서 채취한 시험재마다 1개를 채취하여야 한다.

(4) $CU1$ 및 $CU2$의 α상을 측정하기 위하여 각 레이들마다 1개의 시험봉을 채취하여야 한다. 다만, 인장시험편으로 대체할 수 있다.

(5) 시험재를 본체와 일체로 주조한 경우 시험재의 채취위치는 블레이드의 중심으로부터 0.5 ~ 0.6 R사이로 (R은 프로펠러의 반지름) 한다. 또한, 시험재를 프로펠러 주물로부터 제거하고자 하는 경우에는 열영향을 받지 않는 방법을 사용하여야 한다.

7. **표면검사 및 치수검사**

(1) 제조자는 최종 가공 후의 프로펠러 주물에 대하여 육안으로 100% 표면검사를 하여야 한다. 검사원은 일반적인 육안검사를 실시한다. *(2021)*

(2) 프로펠러 주물에는 균열, 고온터짐(hot tear) 또는 기타 사용상 지장을 줄 수 있을 정도의 유해한 결함이 없어야 한다. *(2021)*

(3) 제조자는 프로펠러 주물의 치수검사를 하고, 치수검사 성적서를 검사원에게 제출하여야 한다. 검사원은 치수검사의 입회를 요구할 수 있다. 또한 교정을 하는 경우, 교정방법에 대하여는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(4) 검사원은 용접보수를 조사할 목적으로 에칭(예 : 염화철)을 요구할 수 있다.

8. 품질 프로펠러 주물은 품질이 균일하고 사용상 문제를 일으킬 수 있는 유해한 결함이 없는 것이어야 한다. 모래 및 슬래그 혼입이 적고, 탕경계(cold shut) 및 스캐브(scab)가 작은 것과 같은 기계가공 후에도 여전히 보일 수 있는 사소한 주조결함들은 **10항** (5)호에 따라 제조자에 의해 다듬어져야 한다.

9. 비파괴검사

(1) 프로펠러 주물의 중요부분에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른 액체침투 탐상검사를 실시하여야 한다. **【지침 참조】**

(2) 비파괴 검사자의 자격은 **전문공급자 승인지침 부록 B편**의 **1.4, 1.5** 및 **1.9**를 따른다. *(2021)*

(3) 프로펠러 주물의 영역별 중요도에 따른 구분은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

(4) 우리 선급이 요구하거나 제조자가 필요하다고 판단한 경우, 추가 비파괴검사(예 : 방사선투과검사 및/또는 초음파 탐상검사)를 실시해야 한다. 합격기준 또는 적용되는 품질수준은 인정되는 표준(recognized Standards)에 따라 제조자와 우리 선급이 협의하여 결정한다. *(2021)*

(5) 프로펠러 주물에 용접보수를 실시하는 경우, 모든 결함에 대하여 그 위치 및 치수를 도면상에 표시하여야 한다. 또한, 제조자는 추가로 검사 절차서를 작성하여야 하며 용접보수를 실시하기 전에 이를 검사원에게 제출하여야 한다.

10. 결함의 보수

(1) 프로펠러 주물에 결함을 발견하였을 경우에는 이것을 그라인딩 등으로 제거할 수 있다. 또한, 결함을 제거한 부분은 액체침투 탐상검사로 결함이 완전히 제거되었는가를 확인하여야 한다.

(2) 결함을 제거한 부분을 그대로 사용할 경우에는 그 사용여부에 대하여, 결함을 제거한 부분에 용접보수를 할 경우에는 그 여부에 대하여 우리 선급 검사원의 승인을 받아야 한다.

(3) 용접보수부는 용접 후 응력제거를 위한 처리를 하여야 한다.

(4) 용접보수부는 액체침투 탐상검사 등의 비파괴검사 방법으로 유해한 결함이 없는가를 확인하여야 한다.

(5) 용접보수방법에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 미리 우리 선급 검사원의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

(6) 제조자는 각 프로펠러 주물의 검사, 용접 및 후속 열처리에 대해 추적 가능하도록 관련 기록을 보관해야 한다. 용접 전에 보수 범위와 위치, 제안된 용접 절차, 열처리 및 후속 검사 절차에 대한 상세를 승인을 위해 우리 선급에게 제출해야 한다. *(2021)*

11. 재시험 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 **109.**에 따라 재시험을 할 수 있다.

12. 식별 및 표시

(1) 제조자는 모든 프로펠러 주물을 식별하는 시스템을 적용하여 주물의 재료를 추적할 수 있어야 한다. 검사원이 주물을 추적할 수 있도록 모든 편의를 제공해야 한다. *(2021)*

(2) 제조자는 완성된 각 프로펠러 주물에 대하여 적어도 다음의 사항들을 표시하여야 한다.

(가) 주물 재료의 종류 또는 이에 대응하는 기호 *(2021)*

(나) 제조자의 표시

(다) 열처리번호, 주조번호 또는 제조공정을 추적할 수 있도록 해주는 기타 표시

(라) 최종검사일

(마) 선급의 시험증서번호

(바) 대빙구조 선급부호(적용되는 경우)

(사) 하이 스큐우(high skew) 프로펠러인 경우, 스큐우 각

13. 시험증명서

제조자는 각 프로펠러 주물에 대하여 다음의 상세를 포함하는 성적서를 검사원에게 제출하여야 한다.

(1) 구매 또는 발주번호

(2) 알려진 경우 신조번호

(3) 도면번호와 함께 프로펠러 주물의 상세

(4) 지름, 블레이드의 수, 피치, 회전 방향

(5) 화학성분
(6) 열처리 또는 주조번호
(7) 최종 중량
(8) 해당되는 경우, 비파괴검사방법 및 결과의 상세
(9) $CU1$ 및 $CU2$ 합금의 경우, 알파(α)상의 비율
(10) 기계적 시험의 결과
(11) 프로펠러 주물의 식별번호
(12) 하이 스큐우 프로펠러의 경우, 스큐우 각

제 8 절 알루미늄 합금재

801. 알루미늄 합금재

1. 적용

(1) 이 규정은 선체구조, 선루, 해상구조물 및 액화가스 산적 운반선의 탱크에 사용하는 알루미늄 합금 압연재 및 압출형재(이하 **알루미늄 합금재**라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) **표 2.1.104** 및 **표 2.1.105**에 규정한 최대치수를 넘는 알루미늄 합금재를 제조하는 경우에는 별도로 우리 선급의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

(3) 801.에 규정하지 아니한 알루미늄 합금재에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종류 알루미늄 합금재의 종류는 **표 2.1.103**에 따른다.

표 2.1.103 종류

제 품		재료기호	열처리
압연재	5000 계열	5083*P*, 5086*P*, 5383*P* 5059*P*, 5754*P*, 5456*P*	*O*, *H*111, *H*112, *H*116, *H*321
압출형재	5000 계열	5083*S*, 5383*S*, 5059*S*, 5086*S*	*O*, *H*111, *H*112
	6000 계열	6005*AS*(1), 6061*S*(1), 6082*S*	*T*5, *T*6

(비고)
(1) 희생양극이나 방식도장으로 보호되지 않는 한 해수와 직접 접촉하는 곳에 사용하여서는 안된다.

3. 화학성분

(1) 알루미늄 합금재의 화학성분은 **표 2.1.104**에 따른다.

(2) 알루미늄 합금이 반제품으로 제조되는 동일한 공장에서 주조되지 않는 경우, 제조자는 열처리번호와 화학성분을 나타내는 증서를 검사원에게 제출하여야 한다.

표 2.1.104 화학성분

재료기호	화학성분(%)										
	Si	*Fe*	*Cu*	*Mn*	*Mg*	*Cr*	*Zn*	*Ti*	불순물(1) 각각	불순물(1) 합계	Al
5083 *P* 5083 *S*	0.40 이하	0.40 이하	0.10 이하	0.40~1.0	4.0~4.9	0.05~0.25	0.25 이하	0.15 이하	0.05 이하	0.15 이하	나머지
5383 *P* 5383 *S*	0.25 이하	0.25 이하	0.20 이하	0.70~1.0	4.0~5.2	0.25 이하	0.40 이하	0.15 이하	0.05 이하(4)	00.15 이하(4)	
5059 *P* 5059 *S*	0.45 이하	0.50 이하	0.25 이하	0.60~1.2	5.0~6.0	0.25 이하	0.4~0.90	0.20 이하	0.05 이하(5)	00.15 이하(5)	
5086 *P* 5086 *S*	0.40 이하	0.50 이하	0.10 이하	0.20~0.7	3.5~4.5	0.05~0.25	0.25 이하	0.15 이하	0.05 이하	0.15 이하	
5754 *P*(2)	0.40 이하	0.40 이하	0.10 이하	0.50 이하	2.6~3.6	0.30 이하	0.20 이하	0.15 이하	0.05 이하	0.15 이하	
5456 *P*	0.25 이하	0.40 이하	0.10 이하	0.50~1.0	4.7~5.5	0.05~0.2	0.25 이하	0.20 이하	0.05 이하	0.15 이하	
6005 *AS*(3)	0.50~0.9	0.35 이하	0.30 이하	0.50 이하	0.40~0.7	0.30 이하	0.20 이하	0.10 이하	0.05 이하	0.15 이하	
6061 *S*	0.40~0.8	0.7 이하	0.15~0.40	0.15 이하	0.8~1.2	0.04~0.35	0.25 이하	0.15 이하	0.05 이하	0.15 이하	
6082 *S*	0.7~1.3	0.50 이하	0.10이하	0.40~1.0	0.6~1.2	0.25 이하	0.20 이하	0.10 이하	0.05 이하	0.15 이하	

(비고)
(1) 불순물은 Ni, Ga, V 등을 포함하며, 통상의 분석과정에서 함유된 것으로 추정되는 경우에 한하여 분석한다.
(2) $0.10 \le Mn + Cr \le 0.60$
(3) $0.12 \le Mn + Cr \le 0.50$
(4) %Zr는 최대 0.20 %. 단, 불순물의 합계에는 포함하지 않는다.
(5) %Zr는 0.05 ~ 0.250 %. 단, 불순물의 합계에는 포함하지 않는다.

4. **열처리** 알루미늄 합금재의 열처리는 **표 2.1.105** 및 **표 2.1.106**에 따른다.

5. **기계적 성질**

(1) 알루미늄 합금재의 기계적 성질은 **표 2.1.105** 및 **표 2.1.106**에 따른다.

(2) 우리 선급은 알루미늄 합금재의 용도에 따라 다른 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

표 2.1.105 압연재의 기계적 성질(1) *(2021) (2022)*

재료기호	열처리(2)	두께 t (mm)	인장시험			
			항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%)(4)	
					($L=50$)	($L=5d$)
5083 *P*	*O*	$3 \le t \le 50$	125 이상	275~350	16 이상	14 이상
	H 111	$3 \le t \le 50$	125 이상	275~350	16 이상	14 이상
	H 112	$3 \le t \le 50$	125 이상	275 이상	12 이상	10 이상
	H 116	$3 \le t \le 50$	215 이상	305 이상	10 이상	10 이상
	H 321	$3 \le t \le 50$	215~295	305~385	12 이상	10 이상
5383 *P*	*O*	$3 \le t \le 50$	145 이상	290 이상	-	17 이상
	H 111	$3 \le t \le 50$	145 이상	290 이상	-	17 이상
	H116 또는 *H321*	$3 \le t \le 50$	220 이상	305 이상	10 이상	10 이상
5059 *P*	*O*	$3 \le t \le 50$	160 이상	330 이상	24 이상	24 이상
	H 111	$3 \le t \le 50$	160 이상	330 이상	24 이상	24 이상
	H116 또는 *H321*	$3 \le t \le 20$	270 이상	370 이상	10 이상	10 이상
		$20 < t \le 50$	260 이상	360 이상	-	10 이상
5086 *P*	*O*	$3 \le t \le 50$	95 이상	240~305	16 이상	14 이상
	H 111	$3 \le t \le 50$	95 이상	240~305	16 이상	14 이상
	H 112	$3 \le t \le 12.5$	125 이상	250 이상	8 이상	-
		$12.5 < t \le 50$	105 이상	240 이상	-	9 이상
	H 116	$3 \le t \le 50$	195 이상	275 이상	10 이상(3)	9 이상
5754 *P*	*O*	$3 \le t \le 50$	80 이상	190~240	18 이상	17 이상
	H 111	$3 \le t \le 50$	80 이상	190~240	18 이상	17 이상
5456 *P*	*O*	$3 \le t \le 6.3$	130~205	290~365	16 이상	-
		$6.3 < t \le 50$	125~205	285~360	16 이상	14 이상
	H116	$3 \le t \le 30$	230 이상	315 이상	10 이상	10 이상
		$30 < t \le 40$	215 이상	305 이상	-	10 이상
		$40 < t \le 50$	200 이상	285 이상	-	10 이상
	H321	$3 \le t \le 12.5$	230~315	315~405	12 이상	-
		$12.5 < t \le 40$	215~305	305~385	-	10 이상
		$40 < t \le 50$	200~295	285~370	-	10 이상

(비고)

(1) 우리 선급의 승인을 얻은 경우 이 표와 다른 규격값을 적용할 수 있다.

(2) 열처리 표시기호는 다음과 같다. **【지침 참조】**

O: 어닐링, *H* 111, *H* 112, *H* 116 : 가공경화, *H* 321 : 가공경화 후 안정화 처리

(3) 두께 6.3 mm 이하인 경우 연신율은 8%로 한다.

(4) 두께 12.5 mm 이하인 경우에는 $L=50$을 적용하고, 두께 12.5 mm를 넘는 경우에는 $L=5d$를 적용한다.

표 2.1.106 압출형재의 기계적 성질[1] *(2022)*

재료기호	열처리[2]	두께 t (mm)	인장시험			
			항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%)[3][4]	
					($L=50$)	($L=5d$)
5083 S	O	$3 \le t \le 50$	110 이상	270~350	14 이상	12 이상
	$H111$	$3 \le t \le 50$	165 이상	275 이상	12 이상	10 이상
	$H112$	$3 \le t \le 50$	110 이상	270 이상	12 이상	10 이상
5383 S	$O/H111$	$3 \le t \le 50$	145 이상	290 이상	17 이상	17 이상
	$H112$	$3 \le t \le 50$	190 이상	310 이상	-	13 이상
5059 S	$H112$	$3 \le t \le 50$	200 이상	330 이상	-	10 이상
5086 S	O	$3 \le t \le 50$	95 이상	240~315	14 이상	12 이상
	$H111$	$3 \le t \le 50$	145 이상	250 이상	12 이상	10 이상
	$H112$	$3 \le t \le 50$	95 이상	240 이상	12 이상	10 이상
6005 AS	$T5$	$3 \le t \le 50$	215 이상	260 이상	9 이상	8 이상
	$T6$	$3 \le t \le 10$	215 이상	260 이상	8 이상	6 이상
		$10 < t \le 50$	200 이상	250 이상	8 이상	6 이상
6061 S	$T6$	$3 \le t \le 50$	240 이상	260 이상	10 이상	8 이상
6082 S	$T5$	$3 \le t \le 50$	230 이상	270 이상	8 이상	6 이상
	$T6$	$3 \le t \le 5$	250 이상	290 이상	6 이상	-
		$5 < t \le 50$	260 이상	310 이상	10 이상	8 이상

(비고)
(1) 우리 선급의 승인을 얻은 경우 이 표와 다른 규격값을 적용할 수 있다.
(2) 열처리 표시기호는 다음과 같다. **【지침 참조】**
O : 어닐링, $H111$: 가공경화, $H112$: 가공경화
$T5$: 고온가공에서 냉각 후 인공시효경화처리,
$T6$: 용체화처리 후 인공시효경화처리
(3) 이 값은 가로방향 및 길이방향 인장시험편에 대하여 모두 적용한다.
(4) 두께 12.5 mm 이하인 경우에는 $L=50$을 적용하고, 두께 12.5 mm를 넘는 경우에는 $L=5d$를 적용한다.

6. 시험재의 채취

(1) 압연재에 대한 시험재는 우리 선급이 특별히 지정한 경우를 제외하고 2톤을 넘지 않는 압연재(동일합금 및 용탕에 속하고, 제조공정이 같은 것으로 열처리 및 두께가 동일 한 것)를 1 로트로 하고 로트마다 1개씩을 채취한다. 단, 중량이 2톤을 넘는 단일 압연재나 단일 코일의 경우에는 개개의 제품을 1 로트로 하고 로트마다 1개씩을 채취한다.

(2) 압출형재에 대한 시험재는 우리 선급이 특별히 지정한 경우를 제외하고 단위길이당 호칭중량이 1 kg/m 미만인 경우에는 1톤을 넘지 않는 압출형재 (동일합금 및 용해에 속하고, 제조공정이 같은 것으로 열처리 및 치수가 동일 한 것)를, 단위길이당 호칭중량이 1 kg/m 이상 5 kg/m 이하인 경우에는 2톤을 넘지 않는 압출형재를, 단위길이당 호칭중량이 5 kg/m을 넘는 경우에는 3톤을 넘지 않는 압출형재를 1 로트로 하고 로트마다 1개씩을 채취한다.

(3) 시험재의 채취위치는 압연재의 경우에는 모서리로부터 너비의 대략 1/3의 위치 또한 압출형재의 경우에는 가장 두꺼운 부분의 모서리로 부터 너비의 1/3~1/2의 위치로 한다.

(4) 시험재를 채취한 후 시험재에는 각 시험편을 표시하여 시험편의 동일성과 위치 및 방향성을 유지하도록 하여야 한다.

7. 시험편의 채취

인장시험편의 채취는 다음 (1)부터 (4)에 따른다.

(1) 1개의 시험재로부터 1개를 채취한다.

(2) 압연재의 시험편은 시험편의 길이 방향을 압연방향과 직각으로 채취한다. 다만, 압연재의 너비가 작기 때문에 시험편을 채취할 수 없는 경우나 가공경화형 압연재의 경우에는 압연방향에 평행으로 채취할 수 있다.
(3) 압출형재의 경우 시험편의 길이 방향을 압출방향과 평행하게 채취한다.
(4) 시험편의 채취위치는 시험재의 두께가 40 mm 이하의 경우에는 표면에서 두께의 대략 1/2의 위치에서 또한 40 mm를 넘는 경우에는 표면에서 두께의 대략 1/4의 위치로 한다.

8. 확관시험

폐위된 형상을 가지는 제품(이하 폐위형상제품이라 한다)에 대하여는 각 배치에 대하여 매크로조직시험 또는 다음 각 호에 따라 확관시험을 실시하여 프레스 용접부에 융합부족이 없음을 입증하여야 한다.

(1) 폐위형상제품에 대한 시험재의 채취를 위하여 최종 열처리 후 매 다섯 번째 제품을 선정한다. 다만, 제품의 수가 5개 이하인 경우에는 1개를 선정하고, 길이가 6m를 넘는 경우에는 매 제품마다로 한다. 최초 3~5 제품에 대한 시험결과가 적합한 경우에는 시험의 수를 경감할 수 있다.
(2) 선정된 폐위형상제품마다 제품의 전단 및 후단부에서 시험재를 2개 채취한다.
(3) 시험편의 양 끝은 제품의 축에 수직이어야 한다. 시험편 끝의 가장자리는 줄질(filing)하여 둥글게 할 수 있다.
(4) 시험편의 길이는 (KS B) ISO 8493에 따라 시험편 바깥지름(D)의 1.5배로 한다. 확관 후 시험편의 남아있는 원통 길이가 0.5D 이상이면 시험편의 길이는 이보다 짧아도 좋다.
(5) 시험은 상온에서 행하여야 하며 60° 이상의 원추각을 가지고 충분한 경도를 가진 원추형 심봉으로 요구되는 바깥지름에 도달할 때까지 충격 없이 시험편 내부로 밀어 넣는다.
(6) 시험편의 용접선을 따라 융합부족으로 간주되는 갈라짐이 발생한 경우 불합격으로 간주되어야 한다.

9. 부식저항시험

(1) 시험방법
(가) 표 2.1.103 의 열처리 표시기호가 *H*116 및 *H*321 이며 재료기호가 5083, 5383, 5059, 5086 및 5456인 알루미늄합금 압연재를 해수와 직접적으로 빈번하게 접촉되는 해양구조물이나 선박에 사용하는 경우, 제조자는 부식저항시험을 실시하고 현미경조직과 부식에 대한 저항 사이의 관계를 확립하여야 한다.
(나) ASTM B928의 9.4.1에 규정된 조건에 따라 500배율로 촬영한 기준 현미경사진은 열처리 및 두께범위 별로 작성되어야 한다.
(다) ASTM G66(ASSET)에 따라 부식시험을 하는 경우, 기준 현미경사진은 부식에 의한 박리(exfoliation)가 없고, 점식의 등급이 ASTM G66에서 규정하는 PB 이하인 시험재로 촬영되어야 한다.
(라) ASTM G67(NAMLT)에 따라 부식시험을 하는 경우, 시험재는 입계부식으로 인한 질량 손실이 15 mg/cm^2 보다 커서는 안 된다
(마) 현미경조직과 부식에 대한 저항 사이의 관계가 만족스럽게 확립되면, 현미경 조직사진과 부식시험 결과를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 기준 현미경사진의 승인 후에는 제품검사방법이 변경되어서는 안된다.
(바) 우리 선급의 인정을 받는 경우, 다른 시험방법의 적용이 가능하다.

(2) 판정기준
(가) 표 2.1.105의 열처리 표시기호가 *H*116 및 *H*321인 알루미늄 합금에 대하여는 6항 (1)호에서 정하는 로트마다 코일의 한 끝단 또는 임의의 시트 또는 판의 너비의 중앙부에서 1개의 시험재를 채취하여 ASTM B928 또는 우리 선급이 인정하는 방법에 따라 현미경조직시험을 실시하고, 검사원의 입회하에 기준 현미경조직사진과 비교 및 판정되어야 한다. **【지침 참조】**
(나) 현미경조직사진의 결정립계에 알루미늄-마그네슘 석출물의 연속적인 망(network)이 기준 현미경조직사진을 초과하는 경우 그 로트는 불합격 처리되거나 또는 검사원의 동의를 받아 박리부식 및 입계부식 시험을 하여야 한다.
(다) 부식 시험은 ASTM G66 및 G67 또는 우리 선급이 인정하는 방법으로 실시하고 판정기준은 다음에 따른다. **【지침 참조】**
(i) ASTM G66에 따라 부식시험을 하는 경우, 시험재에는 부식에 의한 박리(exfoliation)가 없어야 하며, 점식의 등급은 ASTM G66에서 규정하는 PB 이하이어야 한다.
(ii) ASTM G67에 따라 부식시험을 하는 경우, 시험재는 입계부식으로 인한 질량 손실이 15 mg/cm^2 보다 커서는 안 된다.
시험결과가 합격으로 판정되면 그 로트는 합격으로 인정되나 그렇지 않은 경우에는 불합격으로 처리되어야 한다.
(라) 현미경조직시험에 대한 대안으로, 각각의 배치에 대하여 ASTM B928 또는 동등 표준에 규정된 조건하에 ASTM G66 및 G67에 따라 박리 및 입계부식 저항성에 대한 시험을 실시할 수 있으며, 시험의 결과는 (다)의 판정기준을 만족하여야 한다.

10. 표면검사 및 치수 허용차

(1) 표면검사 및 치수검사는 원칙적으로 제조자의 책임하에 한다.

(2) 압연재의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 **표 2.1.107**에 따른다. 다만, 압출재의 호칭두께에 대한 음의 허용차 및 그 외의 치수허용차에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

표 2.1.107 압연재의 호칭두께에 대한 음의 허용차

호칭두께 t (mm)	호칭너비 W (mm)		
	$W \le 1500$	$1500 < W \le 2000$	$2000 < W \le 3500$
	음의 허용차 (mm)		
$3 \le t < 4$	0.10	0.15	0.15
$4 \le t < 8$	0.20	0.20	0.25
$8 \le t < 12$	0.25	0.25	0.25
$12 \le t < 20$	0.35	0.40	0.50
$20 \le t < 50$	0.45	0.50	0.65

(3) (2) 이외의 치수 허용차는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

11. 품질

(1) 알루미늄 합금재는 품질이 균일하고 사용상 유해하다고 생각되는 내부결함 및 표면결함이 없는 것이어야 한다.

(2) 표면결함은 연마기에 의해 부분적으로 제거하여도 좋다. 다만, 연마기에 의한 결함제거부의 깊이는 **표 2.1.106**에 규정하는 두께의 허용차 이내로 한다.

12. 재시험

(1) 인장시험 결과가 **표 2.1.106** 및 **표 2.1.107**에 합격하지 아니한 경우에는 그 시험편을 채취한 알루미늄 합금재로부터 다시 2개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우에 시험 성적이 규격에 합격하였을 때에는 동일 로트에 속하는 알루미늄 합금재는 합격으로 한다.

(2) (1)호의 시험에서 2개중 1개 또는 모두 불합격된 경우에는 시험편을 채취한 알루미늄 합금재는 불합격으로 하지만 나머지의 알루미늄 합금재에 대하여는 다시 2개의 알루미늄합금재를 선정하여 각각 1개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우의 성적이 모두 합격하였을 때에는 동일 로트에 속하는 나머지의 알루미늄 합금재는 합격으로 한다.

13. 표시

(1) 규정의 시험에 합격한 알루미늄 합금재의 표시는 **110.**의 **1**항에 따른다. 이 경우 재료기호의 뒤에 열처리의 표시기호를 부기 한다. (예 : 5083 *PH* 321)

(2) **9**항에 규정한 부식저항시험을 하고 이에 합격한 경우에는 (1)호의 표시기호 뒤에 [*M*]을 부기한다. (예 : 5083 *PH* 321 *M*)

14. **시험증명서** 제조자는 모든 시험에 합격한 제품에 대해 각 배치마다 다음의 사항이 기재된 시험증명서를 검사원에게 제출해야 한다. *(2017)*

(1) 구매자 명칭 및 구매번호

(2) 선박명 또는 공사번호(확정된 경우)

(3) 제품 치수 및 중량, 번호

(4) 재료기호 및 열처리

(5) 화학성분

(6) 제조 배치번호 또는 식별기호

(7) 시험이력을 확인할 수 있는 기계적 성질

(8) 부식시험 결과(필요 시) ⚓

제 2 장 용접

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 선체구조 및 중요한 의장품에 사용되는 용접은 별도로 규정된 경우를 제외하고 이 장의 규정에 따른다.
2. 보일러 및 압력용기, 주기관 및 보조기관 그리고 관장치 등의 용접에 대하여는 이 장의 규정에 따르는 이외에 각각 규칙 **5편 2장, 5장** 및 **6장**의 규정에 따른다.

102. 승인사항

1. 용접은 미리 승인을 받은 용접법에 따라 승인된 용접봉, 용접와이어 및 플럭스(이하 **용접용재료**라 한다) 또는 이와 동등하다고 인정되는 것을 사용하고 우리 선급의 기량자격을 가진 용접사에 의하여 실시하여야 한다.
2. 이 장의 규정 대신에 우리 선급이 적당하다고 인정하는 경우에는 국가규격, 공인된 국제규격 또는 이와 동등하다고 인정하는 규격을 적용할 수 있다. **【지침 참조】**

103. 특수용접

이 장에 규정하지 아니한 특수한 용접을 하거나 또는 특수한 재료에 용접을 할 때에는 용접법을 포함하는 용접절차 및 용접용재료 등에 대하여 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

104. 용어의 정의

1. **수동용접** : 수동용접이란 피복 아크 용접과 같이 용접은 손으로 하고 용접봉도 수동으로 공급하는 것을 말한다.
2. **반자동용접** : 반자동용접이란 메탈아크용접 또는 플럭스 코어드 아크용접과 같이 용접은 손으로 하고 용접와이어만을 자동으로 공급하는 것을 말한다.
3. **자동용접** : 자동용접이란 서브머지드 아크용접 또는 일렉트로 가스용접 등과 같이 용접과 용접용재료의 공급이 자동인 것을 말한다.

제 2 절 시험편 및 시험방법

201. 일반사항

1. 이 장에서 규정하는 용접절차 인정시험, 용접사 기량시험, 용접용재료의 승인시험과 정기검사시에 사용하는 시험편 및 시험방법은 이 절의 규정에 따른다.
2. 이 절에서 규정하지 아니하는 시험편 및 시험방법을 적용하는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

202. 시험편의 채취

1. 시험편의 채취요령은 각 절의 규정에 따른다.
2. 특히 검사원의 동의를 얻은 경우를 제외하고 검사원이 각인한 후에 시험재에서 시험편을 절단하여야 한다.
3. 시험재에서 시험편을 절단할 경우에는 충분한 가공여유를 갖도록 하여야 한다.
4. 시험편을 가공할 때에는 과도한 냉각 또는 가열을 하여서는 안 된다.
5. 시험편의 다듬질이 불량하거나 또는 용접에 관계가 없다고 인정되는 흠이 있는 경우에는 시험 전에 이들을 폐기하고 다른 시험편으로 바꾸든가 또는 그 재료에서 시험재를 다시 채취할 수 있다.

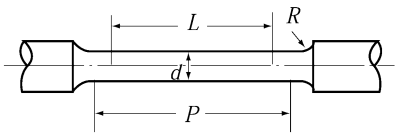
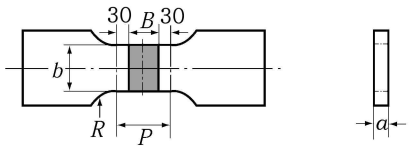
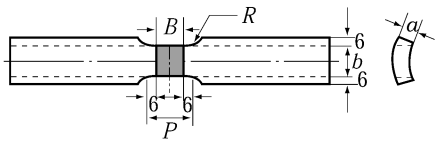
203. 시험편의 모양 및 치수

1. **인장시험편**
   (1) 인장시험편의 모양과 치수는 **표** 2.2.1에 따른다. 이 경우 시험편의 양단은 시험기에 적합한 모양으로 가공할 수 있다.
   (2) 용접이음부는 모재면까지 다듬질한다.
   (3) 시험기의 용량을 초과하는 두꺼운 시험편의 경우에는 시험편의 두께방향으로, 분할된 두 개 이상의 시험편으로 시험을 실시할 수 있다. 이 경우에는 분할된 모든 시험편이 규정의 인장강도값을 만족하여야 한다.
2. **굽힘시험편**
   (1) 굽힘시험편의 모양과 치수는 **표** 2.2.2에 따른다.
   (2) 앞면굽힘시험편, 뒷면굽힘시험편에서 시험편의 두께가 시험재의 두께와 다를 때에는 굽히는 안쪽부를 가공한다.
   (3) 용접이음부는 모재면까지 다듬질한다.
3. **충격시험편** 충격시험편은 **1장** 202.의 3항의 샤르피 V-노치 시험편으로 하고 그 모양 및 치수는 **그림** 2.1.3, **표** 2.1.3 및 **표** 2.1.4에 따른다.
4. **시험편 치수의 확인** 시험편의 모양 및 치수는 시험을 하기 전에 적절한 방법에 따라 확인하여야 한다.

204. 시험방법

1. **인장시험 및 충격시험** 인장시험 및 충격시험 방법은 **1장** 203.의 규정에 따른다.
2. **굽힘시험**
   (1) 특히 형굽힘시험이 요구되는 경우를 제외하고 굽힘시험은 각 절에 규정하는 굽힘반지름을 가진 플런저(plunger)와 적절히 그 스팬이 조정될 수 있는 지지롤러를 가진 롤러굽힘시험으로 한다.
   (2) 형굽힘시험용 지그(Jig)는 **그림** 2.2.1 및 **그림** 2.2.2에 따른다.
   (3) 롤러굽힘시험용 지그는 **그림** 2.2.3에 따른다.

표 2.2.1 인장시험편의 모양 및 치수(단위 : mm)

기 호	시험편의 모양	시험편의 치수	적 용
R 14A호		d = 10 L = 50 P = 55 $R \geq 10$ 원칙적으로 상기의 시험편을 사용하나 다음과 같은 수의 시험편을 사용하여도 좋다. $L = 5d$ $P \cong L+0.5d$ R = 10	용착금속인장시험 세로방향인장시험
R 10호		t = 12 d = 6.0 L = 24 P = 32 $R \cong 6$	용착금속인장시험 (스테인리스강용 용접용재료)
		t = 19~25 d = 12.5 L = 50 P = 60 $R \cong 15$	
R 2A호		$a = t$, b = 12 ($t \leq 2$) b = 25 ($t > 2$) $P = B + 60$ $R > 25$	판의 맞대기 용접 인장시험
R 2B호		$a = t$ b = 38 ($t \leq 25$) b = 25 ($t > 25$) $P = B + 12$ $R \geq 50$	관의 맞대기 용접 인장시험

(비고)

이 표의 기호는 다음에 따른다.

d : 시험편의 지름	a : 시험편의 두께	b : 시험편의 너비	L : 표점거리
P : 평행부의 거리	B : 용접부의 너비	R : 턱의 반지름	t : 시험재의 두께

표 2.2.2 굽힘시험편의 모양 및 치수(단위 : mm)

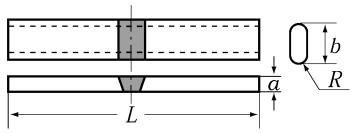
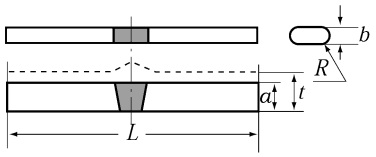
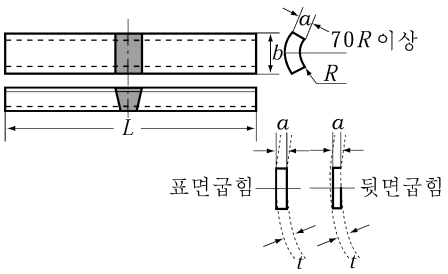
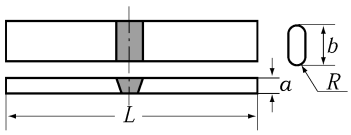
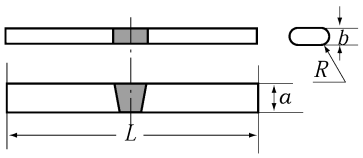
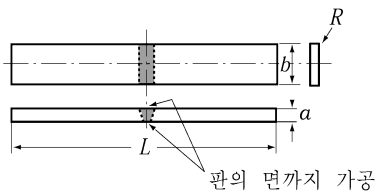
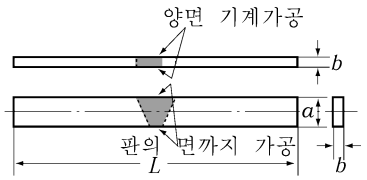
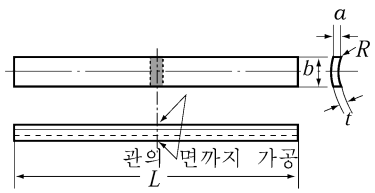
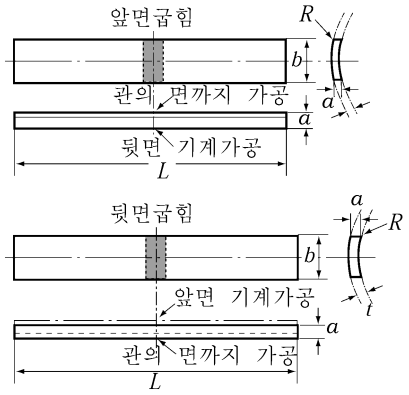
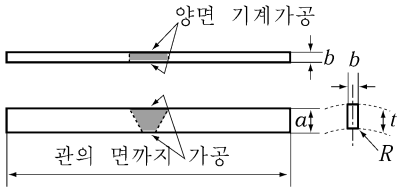
용 도		기호	시험편의 모양	시험편의 치수(1)	적 용
용접절차인정시험	앞면·뒷면 굽힘시험편	*RB* 1호		t〈12인 경우 $a = t$ $b = 30$ $L \geq 200$ $R = 1 \sim 2$	판의 맞대기 용접 굽힘시험 판의 맞대기 용접의 세로 방향 굽힘시험(2)
	측면 굽힘시험편	*RB* 2호		12≤t인 경우 $a = t$ (3) $b = 10$ $L \geq 200$ $R = 1 \sim 2$	판 및 관의 맞대기 용접 굽힘시험
	앞면·뒷면 굽힘시험편	*RB* 3호		① $0<t<9$인 경우 $a = t$ $b = t + D/10$ $L \fallingdotseq 250$ $R \leq a/6$ ② 9≤t〈12인 경우 $a = 9$ $b = 40$ $L \fallingdotseq 250$ $R \leq 1.5$	관의 맞대기 용접 굽힘시험
용접용재료의승인시험및정기검사	앞면·뒷면 굽힘시험편	*RB* 4호		$a = t$ $b = 30$ $L \geq 200$ $R \leq 1.5$ 시험재의 두께 t가 25 mm를 넘는 경우에는 압축응력측을 기계가공하여 두께를 25 mm로 한다.	맞대기 용접시험
	측면 굽힘시험편	*RB* 5호		$a = t$ $b = 10$ $L \geq 200$ $R \leq 1.5$	일렉트로슬래그 및 일렉트로가스 용접의 굽힘시험
		RB 6호		$a = t$ $b = 9$ $L \geq 200$ $R \leq 1.5$	맞대기 용접의 굽힘시험(알루미늄합금 용접용재료의 MIG 양면 각 1층 용접)
용접사기량시험	앞면·뒷면 굽힘시험편	*RB* 7호		t〈12인 경우 $a = t$ $b = 40$ $L \fallingdotseq 150$ $R \leq 1.5$	판의 맞대기 용접 굽힘시험

표 2.2.2 굽힘시험편의 모양 및 치수(단위 : mm)(계속)

용 도		기호	시험편의 모양	시험편의 치수[1]	적 용
용접사기량시험	측면굽힘 시험편	*RB* 8호		$12 \le t$인 경우 $a = t^{(3)}$ $b = 10$ $L \fallingdotseq 150$ $R \le 1.5$	판의 맞대기 용접 굽힘시험
	앞면·뒷면 굽힘시험편	*RB* 9호		$t \le 9.5$인 경우 $a = t$ $L \fallingdotseq 150$ $R \le 1.5$ $b = 40(D \rangle 100)$ 또는 $25(D \le 100)$	관의 맞대기 용접 굽힘시험
		RB 10호		$t \rangle 9.5$인 경우 $a = 10$ $L \fallingdotseq 150$ $R \le 1.5$ $b = 40(D \rangle 100)$ 또는 $25(D \le 100)$	
	측면굽힘 시험편	*RB* 11호		$12 \le t$인 경우 $a = t^{(3)}$ $b = 10$ $L \fallingdotseq 150$ $R \le 1.5$	

(비고)

(1) 이 표의 기호는 다음에 따른다.

a : 시험편의 두께, b : 시험편의 너비, L : 시험편의 길이, R : 모서리의 반지름,
t : 시험재의 두께, D : 관의 시험재의 바깥지름

(2) 9 % *Ni*강 용접용재료의 세로방향굽힘시험에도 적용한다. 다만 용접부의 너비 B가 26 mm 이상인 경우에는 $b = B + 12$(한쪽면 6 mm)로 한다.

(3) 시험재의 두께 t가 40 mm를 넘는 경우에는 시험편을 최소 20 mm의 두께로 분할하고 각 시험편마다 시험을 실시할 수 있다.

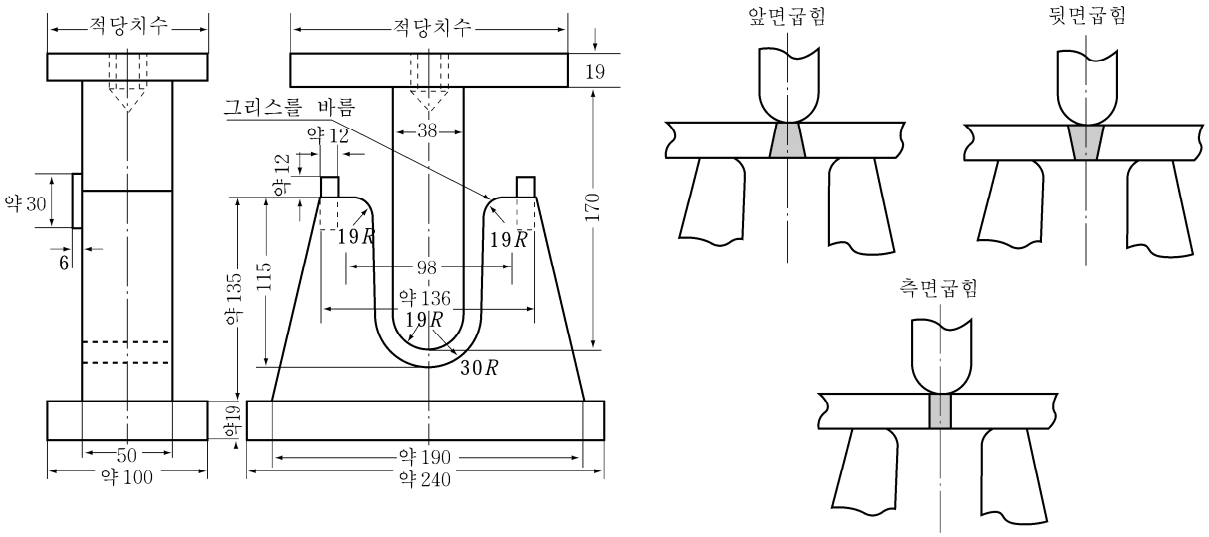


그림 2.2.1 형굽힘시험용 지그 (두께 9 mm의 굽힘시험편용, 단위 : mm)

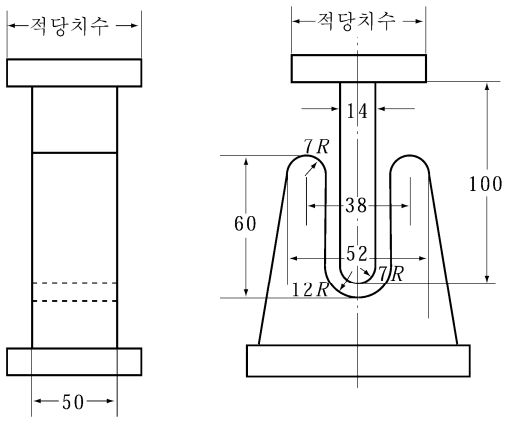


그림 2.2.2 형굽힘시험용 지그
(두께 3.2 mm용, 단위 : mm)

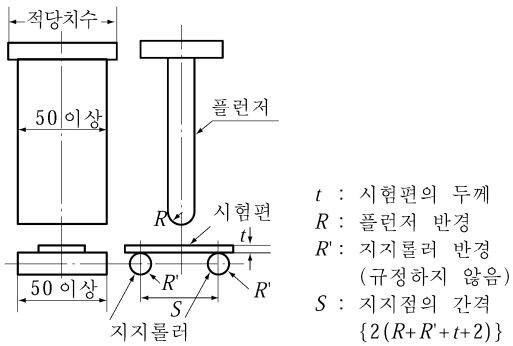


그림 2.2.3 롤러 굽힘시험용 지그
(단위 : mm)

제 3 절 용접시공 및 검사

301. 이음의 상세

1. **적용** 수동용접 이음의 상세는 다음의 각 항에 따라야 한다. 자동용접 등 다른 용접법에 대한 이음의 상세는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. **맞대기이음**
   (1) 맞대기이음의 모양 및 치수는 **그림 2.2.4**에 따르는 것을 원칙으로 한다.
   (2) 판두께의 차가 4 mm를 넘는 판의 맞대기이음에 대하여는 두꺼운 판 쪽에 적절한 경사를 주어야 한다.

3. **두꺼운 부재의 맞대기이음** 주강품과 같은 매우 두꺼운 부재의 홈(groove)은 **그림 2.2.5**에 따르는 것을 원칙으로 한다.

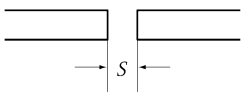
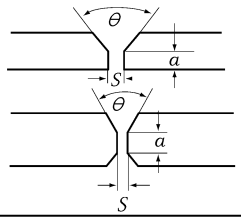
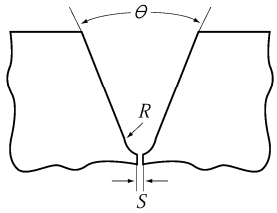
판두께(mm)	이음의 모양	치 수(mm)
$t \le 6.0$		$S \le 3.0$
$t > 6.0$		$S \le 5.0$ $a \le 3.0$ $\theta \ge 50°$

그림 2.2.4 이음의 모양



θ : 20° 이상
R : 6 mm 이상
S : 5 mm 이하

그림 2.2.5 두꺼운 부재의 이음

4. **겹이음**
   (1) 겹이음에 있어서 굽힘을 고려하여야 할 때에는 겹쳐지는 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다. 다만, 50 mm를 넘을 필요는 없다.

$$b = 2t + 25 \quad \text{(mm)}$$

t : 판의 얇은 쪽의 두께(mm)

   (2) 판을 조글링한 겹이음의 겹쳐지는 너비 b는 굽힘을 고려하여야 할 때에는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다. 다만, 40 mm를 넘을 필요는 없다.

$$b = t + 25 \quad \text{(mm)}$$

t : 판의 얇은 쪽의 두께(mm)

302. 용접표준(welding practice)

1. 용접표준은 선체구조에 적용하는 용접작업에 대한 전반적인 사항을 상세하게 기술한 것으로서 적용 용접법, 용접용재료의 사용구분, 용접작업표준, 시공관리, 용접절차 시방서(WPS) 및 선체의 주요 구조부의 용접순서 등을 기재하고 우리 선급에 제출하여야 한다.
2. 전 항에 규정하는 용접절차 시방서는 **4절**에 규정하는 용접절차 인정시험에 합격한 것이어야 한다.

303. 용접용재료의 사용구분

선체구조의 용접이음에 대하여는 다음 각 호의 규정에 따라서 **6절**에 규정하는 용접용재료를 사용하여야 한다.
(1) 각종 강재의 용접이음에 대한 용접용재료의 사용구분은 **표 2.2.3**에 따른다.

표 2.2.3 용접용재료의 사용구분 *(2019) (2022)*

강재의 종류 및 재료기호			용접용재료의 기호 [1]
선체용압연강재	연강	*A*	1, 2, 3, 1*Y*, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, *L*1, *L*2, *L*3
		B, *D*	2, 3, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, *L*1, *L*2, *L*3
		E	3, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, *L*1, *L*2, *L*3
	고장력강	*AH*32, *AH*36	1*Y*[2], 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, *L*2[3], *L*3, 2*Y*42, 3*Y*42, 4*Y*42, 5*Y*42
		*DH*32, *DH*36	2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, *L*2[3], *L*3, 3*Y*42, 4*Y*42, 5*Y*42
		*EH*32, *EH*36	3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, *L*2[3], *L*3, 4*Y*42, 5*Y*42
		*FH*32, *FH*36	4*Y*, 5*Y*, 4*Y*40, 5*Y*40, *L*2[3], *L*3, 4*Y*42, 5*Y*42
		*AH*40, *DH*40	2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, 3*Y*42, 4*Y*42, 5*Y*42, 2*Y*46, 3*Y*46, 4*Y*46, 5*Y*46, 3*Y*47
		*EH*40	3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, 3*Y*42, 4*Y*42, 5*Y*42, 3*Y*46, 4*Y*46, 5*Y*46, 3*Y*47
		*FH*40	4*Y*40, 5*Y*40, 4*Y*42, 5*Y*42, 4*Y*46, 5*Y*46
		*EH*47-*H*	3*Y*47, 4Y46[6], 5Y46[6]
저온용압연강재		*RL*235*A*	4*Y*, 4*Y*40, *L*1, *L*2, *L*3
		*RL*235*B*, *RL*325*A*, *RL*325*B*	5*Y*42[4], *L*2, *L*3
		*RL*360	5*Y*42, *L*3
		*RL*5*N*390	*L*51, *L*91
		*RL*9*N*490	*L*91
용접구조용초고장력압연강재[5]		*AH*43	2*Y*42, 3*Y*42, 4*Y*42, 5*Y*42, 2*Y*46, 3*Y*46, 4*Y*46, 5*Y*46, 2*Y*50, 3*Y*50, 4*Y*50, 5*Y*50
		*DH*43	3*Y*42, 4*Y*42, 5*Y*42, 3*Y*46, 4*Y*46, 5*Y*46, 3*Y*50, 4*Y*50, 5*Y*50
		*EH*43	4*Y*42, 5*Y*42, 4*Y*46, 5*Y*46, 4*Y*50, 5*Y*50
		*FH*43	5*Y*42, 5*Y*46, 5*Y*50
		*AH*47	2*Y*46, 3*Y*46, 4*Y*46, 5*Y*46, 2*Y*50, 3*Y*50, 4*Y*50, 5*Y*50
		*DH*47	3*Y*46, 4*Y*46, 5*Y*46, 3*Y*50, 4*Y*50, 5*Y*50
		*EH*47	4*Y*46, 5*Y*46, 4*Y*50, 5*Y*50
		*FH*47	5*Y*46, 5*Y*50
		*AH*51	2*Y*50, 3*Y*50, 4*Y*50, 5*Y*50, 2*Y*55, 3*Y*55, 4*Y*55, 5*Y*55
		*DH*51	3*Y*50, 4*Y*50, 5*Y*50, 3*Y*55, 4*Y*55, 5*Y*55
		*EH*51	4*Y*50, 5*Y*50, 4*Y*55, 5*Y*55
		*FH*51	5*Y*50, 5*Y*55
		*AH*56	2*Y*55, 3*Y*55, 4*Y*55, 5*Y*55, 2*Y*62, 3*Y*62, 4*Y*62, 5*Y*62
		*DH*56	3*Y*55, 4*Y*55, 5*Y*55, 3*Y*62, 4*Y*62, 5*Y*62
		*EH*56	4*Y*55, 5*Y*55, 4*Y*62, 5*Y*62
		*FH*56	5*Y*55, 5*Y*62
		*AH*63	2*Y*62, 3*Y*62, 4*Y*62, 5*Y*62, 2*Y*69, 3*Y*69, 4*Y*69, 5*Y*69
		*DH*63	3*Y*62, 4*Y*62, 5*Y*62, 3*Y*69, 4*Y*69, 5*Y*69
		*EH*63	4*Y*62, 5*Y*62, 4*Y*69, 5*Y*69
		*FH*63	5*Y*62, 5*Y*69
		*AH*70	2*Y*69, 3*Y*69, 4*Y*69, 5*Y*69
		*DH*70	3*Y*69, 4*Y*69, 5*Y*69
		*EH*70	4*Y*69, 5*Y*69
		*FH*70	5*Y*69

표 2.2.3 용접용재료의 사용구분 *(2019) (2022)* (계속)

강재의 종류 및 재료기호		용접용재료의 기호 (1)
용접구조용 초고장력 압연강재(5)	*AH*90	2*Y*89, 3*Y*89, 4*Y*89, 2*Y*96, 3*Y*96, 4*Y*96
	*DH*90	3*Y*89, 4*Y*89, 3*Y*96, 4*Y*96
	*EH*90	4*Y*89, 4*Y*96
	*AH*97	2*Y*96, 3*Y*96, 4*Y*96
	*DH*97	3*Y*96, 4*Y*96
	*EH*97	4*Y*96

(비고)
(1) 용접용재료의 기호에 대하여는 **표 2.2.25, 표 2.2.35, 표 2.2.43, 2.2.49** 및 **표 2.2.77**에 따른다.
(2) 1*Y* 용접용재료로 고장력강을 용접하는 경우, 강재의 두께는 25 mm를 넘어서는 안된다.
(3) "*L* 2" 용접용재료는 *AH* 32, *DH* 32, *EH* 32 또는 *FH* 32에만 적용한다.
(4) *"5Y42"* 용접용재료는 *RL* 325B에만 적용한다.
(5) 설계에서 언더매치(undermatching) 용접부를 인정하는 경우에는 용접용재료 제조자의 의견을 고려하여 609.에서 규정하는 범위 내의 용접용재료를 선택할 수 있다.
(6) 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 사용할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 동일강도로서 인성이 다른 강재 상호간의 이음에 사용하는 용접용재료는 인성이 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.
(3) 강도가 다른 강재 상호간의 이음에 대한 용접용재료에는 균열의 발생을 방지하는 대책을 고려할 것을 조건으로 하여 강도가 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.
(4) 고장력강재 상호간의 용접 또는 고장력강과 연강재의 피복아크 용접에는 저수소계 용접용재료를 사용하여야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하고 또한 강의 탄소당량(*Ceq*)이 0.41 % 이하일 때에는 보통의 용접봉을 사용할 수 있으며, 이 경우 우리 선급은 수소균열에 대한 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

304. 용접준비

1. 홈 가공

(1) 홈 가공은 그 모양을 도면과 같은 것으로 하고 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물은 제거하여야 한다.
(2) 홈 가공면은 평탄하고 균일해야 하며 노치, 층상흠(lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.
(3) 홈 가공면에 결함이 있는 경우에는 이를 제거하여야 하며 살붙임 용접은 가능한 한 저수소계 용접용재료로 시행한 후 평탄하고 균일하게 연마하여야 한다.

2. 가용접

(1) 가용접은 우리 선급의 기량자격을 보유한 자가 시행하여야 한다.
(2) 가용접은 강력갑판, 현측후판, 외판 또는 기타 중요한 맞대기이음에 있어서는 본용접 전에 제거하든가 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며 가용접에 사용되는 용접용재료는 본용접에 사용되는 용접용재료와 동급 이상의 것이어야 한다.
(3) 가용접의 용접비드 길이 및 피치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
(4) 가용접부에 유해한 결함이 있을 때에는 충분히 제거하여야 하며 가용접으로 인한 홈, 형상의 변화로 본용접에 영향을 미칠 때에는 본용접에 지장이 없도록 제거되어야 한다.
(5) 고장력강, 용접구조용 초고장력강 및 잔류응력이 클 것으로 예상되는 부위에는 가용접 전에 적절히 예열하여야 한다.

3. 고정구(fixture)

(1) 용접이음의 조립에 쓰이는 고정구는 용접부에 균열 등의 결함을 남기지 아니할 정도의 구속을 주는 것으로 한다.
(2) 고정구를 붙이기 위한 것 등의 가용접은 떼고 난 후 모재에 상처를 남기지 아니하여야 한다.

305. 용접순서 및 그 진행방향

1. 용접순서 및 그 진행방향은 용접부에 결함이 생기지 아니하도록 하고 가능한 한 용접에 따른 변형이 적게 되도록 택하여야 한다.

2. 용접에 의한 수축이 큰 이음은 가능한 한 수축이 작은 이음보다 먼저 용접하여야 한다.
3. 용접은 가능한 한 자유단을 향하여 진행하도록 하여야 하며 특별한 경우를 제외하고는 수직하진용접을 하여서는 안 된다. **【지침 참조】**

306. 본용접

1. 용접은 그 내부에 유해하다고 인정되는 결함이 남지 아니하도록 시공하여야 한다.
2. 용접은 습기, 비, 바람, 눈을 피하여 실시하고 한냉시에는 필요에 따라 예열하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 중요한 맞대기이음의 끝부분에는 붙임편(run-off tabs)을 붙이든지 또는 용접부의 길이에 여유를 두고 모든 용접이 완료된 후에는 이들을 절단하여야 한다.
4. 맞대기이음은 일면용접 등 특히 승인된 것을 제외하고 원칙적으로 뒷면 다듬질을 실시하여 표면 용접부의 결함을 제거한 후 뒷면용접을 하여야 한다.
5. 과대한 구속상태에서의 용접, 매우 두꺼운 강판이나 주·단강품 등의 용접에 대하여는 균열의 발생을 방지하기 위하여 필요에 따라 예열이나 저수소계 용접봉 사용 등의 특별한 고려를 하여야 한다.
6. 응력집중이 현저한 부분의 필릿용접 끝부분은 용접을 돌려야 하며 기타 개소의 필릿용접의 끝부분은 크레이터를 메워 처리할 수 있다.
7. 맞대기이음의 홈의 틈이 과다할 때에는 홈 면을 용접으로 살붙임(weld up)하든가, 뒷댐판(backing strip)을 붙이고 용접하든지 또는 모재를 일부 바꾸어 용접하여야 하며 그대로 용접하여 메우거나 쇳조각을 넣어서는 안 된다.
8. 필릿이음으로서 모재 사이에 틈이 있을 경우, 틈의 크기가 2 mm 이하일 때에는 규정의 각장으로 용접할 수 있다. 틈이 2 mm를 넘을 때에는 필릿용접의 각장을 틈의 크기에 따라서 적절히 증가하여 용접할 수 있으나 틈이 5 mm를 넘을 때에는 적당한 라이너를 넣어 용접하든지, 뒷댐판을 대고 용접하든지 또는 모재의 일부를 바꾸어 용접하여야 한다. **【지침 참조】**
9. 예열처리, 층간온도 및 후열처리는 승인된 용접법 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

307. 자동용접

1. 자동용접의 홈의 모양은 특히 정확하게 시공하여야 한다.
2. 자동용접은 용접절차 인정시험시에 승인된 경사 내에서 실시하여야 한다.
3. 두께가 16 mm를 넘고 강판이 교차하는 맞대기이음에서는 원칙적으로 한방향의 맞대기이음의 앞면 및 뒷면의 자동용접 종료 후 다른 방향의 맞대기이음의 자동용접을 실시하여야 한다.
4. 림드강의 자동용접에서 균열 발생의 우려가 있는 것에 대하여는 특별한 고려를 하여야 한다.

308. 고장력강의 용접

1. 아크 스트라이크(arc strike)는 극력 피하여야 한다.
2. 쇼트 비드(short bead), 용접보수 최소길이, 선상가열온도 등에 대하여는 우리 선급이 인정하는 용접관리기준에 따른다.

309. 용접부의 품질

1. 용접부의 표면은 모양이 일정하여야 하며 과대한 용접, 유해하다고 인정되는 언더컷(under-cut), 겹침(over-lap) 등의 결함이 있어서는 안 된다.
2. 용접 구조부에는 용접에 의한 현저한 변형이 있어서는 안 된다.
3. 용접이음에 대하여는 별도로 정하는 지침에 따라 비파괴검사를 하여야 한다. **【지침 참조】**
4. 외관검사를 포함하여 적절한 비파괴검사 및 수압검사 등으로 발견된 용접결함 중 검사원이 유해하다고 인정한 것은 떼어내고 보수하여야 한다.

310. 용접부의 보수

1. 유해한 용접 결함의 제거는 가우징, 그라인딩, 치핑 등의 적절한 방법으로 모재에 손상을 주지 않도록 하여야 한다. 다만 용접구조용 초고장력강에는 산소가우징을 하여서는 안 된다.
2. 결함제거 부위는 깨끗이 다듬질하여 보수용접에 나쁜 영향을 주지 않도록 하여야 한다. 또한 보수용접은 가능한 한 저수소계 용접봉을 사용하고 본용접에 사용한 것보다 크기가 작은 용접봉을 사용하여야 한다.
3. 용접으로 인하여 변형된 부재의 수정은 기계적인 방법이나 국부가열에 의하여 수정하여야 한다. 다만, 국부가열을 하는

경우의 가열 부위의 온도는 모재의 기계적 성질을 열화시키지 않는 범위 내에서 하여야 한다.

311. YP47강의 용접 *(2021)*

1. 짧은 비드(Short bead)

가용접이나 용접보수 시의 용접비드 길이는 50mm 이상이어야 한다. 다만, P_{cm}이 0.19% 이하인 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 용접비드의 길이를 25mm 이상으로 할 수 있다.

2. 예열

대기온도가 5°C 이하인 경우, 50°C 이상으로 예열을 하여야 한다. 다만, P_{cm}이 0.19% 이하이며 대기온도가 0°C보다 높고 5°C미만인 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 다른 예열 규정을 적용할 수 있다.

3. 기타

(1) 최종 층 용접시에는 해로운 결함이 남지 않도록 특별한 주의를 기울여야 한다.

(2) 일반적으로 장착된 지그(Jig)들은 결함 없이 완전히 제거되어야 한다. 그렇게 하지 않는 경우, 장착된 부위(mounting)의 처리에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

312. 취성균열정지강의 용접 *(2021)*

취성균열정지강의 용접사 기량자격, 짧은 비드(Short bead), 예열, 용접용재료 선택 등과 관련된 요구사항은 재료기호에 *BCA1* 또는 *BCA2*를 제외한 재료와 동일하게 적용한다.

제 4 절 용접절차 인정시험

401. 일반사항

1. 적용

(1) 이 절의 규정은 선체구조, 기관용 재료 및 관장치에 적용하는 용접의 용접절차 인정시험에 대하여 적용한다. *(2019)*

(2) 액화가스 산적운반선의 화물탱크, 프로세스용 압력용기 및 저인화점연료탱크의 용접절차 인정시험의 요건은 **규칙 7 편 5장 6절** 및 **저인화점연료선박 규칙**을 각각 따른다. *(2019)*

2. 용어의 정의

(1) **용접절차 시방서(WPS)** : 특정 용접이음부에 적용하는 용접특성, 용접방법 및 재료 등을 상세히 기술한 것을 말한다.

(2) **용접절차 인정시험(WPQT)** : 규정된 용접절차 시방서에 따라 만들어진 용접이음부가 주어진 요구조건에 만족함을 확인하기 위하여 실시되는 시험을 말한다.

(3) **인정시험 기록서(PQR)** : (2)호의 규정에 따라 승인용 시험재를 용접하는 동안 적용되는 실제 용접특성에 대한 기록과 비파괴검사 및 기계적 시험에 대한 결과를 말한다.

3. 용접절차 인정시험의 요건

(1) 제조자는 다음 (가)부터 (나)에 해당하는 경우, 용접시공을 하기 전에 해당 용접절차에 대하여 승인을 받아야 한다.

(가) 해당 용접방법이 1항에 규정한 장소 및 다음에 규정한 용접시공에 처음 적용되는 경우 *(2019)*

(i) 용접구조의 보일러, 제1급 및 제2급 압력용기의 용접시공

(ii) 기관 주요부품(**규칙 5편 2장 표 5.2.4** 및 **3장**에 규정된 주요부품을 말한다.) 및 관 장치의 용접시공

(iii) 특수한 재료를 사용한 용접시공

(iv) 특수한 용접법을 채용한 용접시공

(나) 402.의 2항 (1)호부터 (11)호에 규정된 용접변수가 승인된 용접절차 시방서에 기재되어 있는 범위를 넘어 변경되는 경우

(2) 용접절차 승인을 위해서는 402.에 규정하는 예비 용접절차 시방서에 대하여 우리 선급의 검토를 받은 후 404. 또는 405.에 규정하는 용접절차 인정시험에 합격하여야 한다. 또한 승인된 용접절차 시방서에는 시험재를 용접하는 동안 적용되는 실제 용접특성에 대한 기록과 비파괴검사 및 기계적 시험에 대한 결과를 기록한 인정시험 기록서가 첨부되어야 한다.

402. 용접절차 시방서

1. 용접절차 인정시험을 하고자 하는 조선소 또는 제조자는 용접절차 인정시험을 실시하기 전에 용접절차 시방서를 우리 선급에 제출하여 검토를 받아야 하며, 이 시방서는 예비 용접절차 시방서로 간주된다.

2. 용접절차 시방서에는 최소한 다음의 용접변수를 기재하여야 하며, 필요한 경우 용접절차 인정시험중에 수정 또는 개정될 수 있다.

(1) 모재의 종류

(2) 모재두께 및 바깥지름의 범위

(3) 용접법

(4) 용접이음의 상세(허용오차 포함)

(5) 용접자세 및 진행방향

(6) 용접용재료(종류, 봉/와이어 지름, 보호가스, 플럭스 등)

(7) 용접전기 특성(전류, 전압 및 극성 등)

(8) 용접속도 및 용접입열 범위

(9) 예열 및 최대 층간온도

(10) 후열처리 온도(필요시)

(11) 기타 해당 용접절차에 필요한 사항

3. 용접절차 인정시험에 사용되는 용접용재료는 **6절**에 규정된 요건에 따라 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.

4. 예비용접절차 시방서에 따라 용접한 시험재가 시험에 불합격한 경우, 조선소 또는 제조자는 예비 용접절차 시방서를 수정하여 새로운 예비 용접절차 시방서를 작성하고 그에 따라 시험을 하여야 한다.

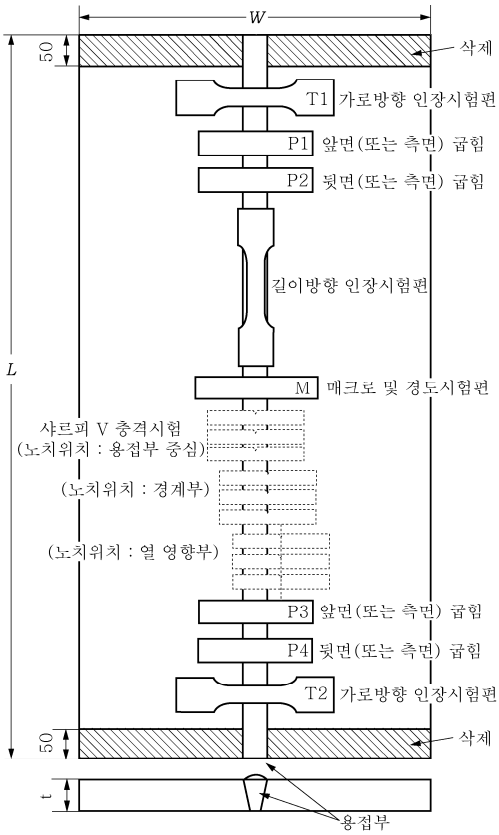
5. 용접절차 시방서는 제품용접을 위한 근거로 사용되어야 하며, 예비 용접절차 시방서에 따른 시험결과가 적합한 경우, 우리 선급은 예비 용접절차 시방서를 용접절차 시방서로 승인할 수 있다. 우리 선급이 용접절차 시방서를 승인한 경우, 승인 범위는 407.에 따른다.

403. 용접절차 인정시험

1. 용접절차 인정시험이 요구되는 경우, 시험재의 용접은 실제 시공과 동일한 환경에서 실시되어야 하며 또한, 예비 용접절차 시방서에 기재되어 있는 용접조건 내에서 실시하여야 한다.
2. 용접절차 인정시험(시험재의 용접 및 시험편에 대한 시험)은 우리 선급 검사원의 입회하에 실시하여야 한다.
3. 시험실 및 시험기는 용접절차 인정시험을 수행하기에 적절해야 하며 **규칙 2편 1장 201.**을 만족해야 한다. *(2019)*
4. 실제 용접시공에 있어서 가용접 및/또는 용접의 멈춤 및 재시작 부위가 본용접에 포함되는 경우, 시험재의 용접에서도 이들이 포함되어야 한다.
5. 스테인리스 클래드강의 용접절차 인정시험은 **404.** 및 **405.**의 규정을 준용한다. 다만, 스테인리스 클래드강의 모재에 대하여 동일한 용접시공조건으로 이미 용접절차를 승인받은 경우에는 충격시험을 생략할 수 있다.
6. 이 절에 규정하지 아니한 재료에 대한 용접절차 인정시험은 우리 선급이 승인한 시험규격에 따라서 실시되어야 한다. 다만 듀플렉스 스테인리스강의 용접절차 인정시험에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**
7. 재료의 사용조건을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 이 절의 규정과 다른 시험조건의 시험 또는 이 절에 규정하지 아니한 시험을 요구할 수 있다.
8. 취성균열 정지강(BCA강)을 50 kJ/cm가 넘는 입열량으로 용접할 때에는 별도의 용접절차 인정시험이 요구된다. 이 때 인정시험의 요구사항은 재료기호에 *BCA1* 또는 *BCA2*를 제외한 재료와 동일하게 적용한다. 다만, 경도시험은 **404.**의 **9항** 및 **405.**의 **6항**을 따른다. *(2021)*

404. 맞대기용접 이음시험

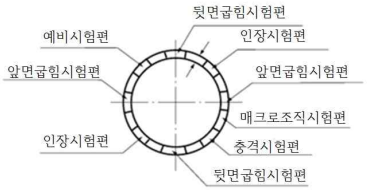
1. **적용** 이 규정은 수동용접, 반자동 또는 자동용접에 의한 맞대기용접 이음시험에 적용한다.
2. **시험의 종류** 시험의 종류는 시험재에 따라서 **표 2.2.4**에 따른다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정할 때에는 이들 이외의 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**
3. **시험재**
   (1) 시험재는 실제 시공에 사용하는 재료와 동일하든지 또는 이와 동등한 것으로 한다.
   (2) 시험재의 치수 및 모양은 **그림 2.2.6**에 따른다.



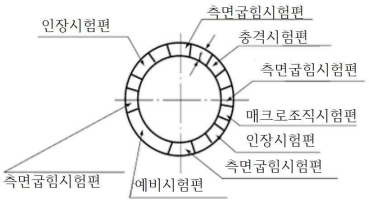
(비고) 시험재의 길이는 다음에 따른다.
(1) 수동 및 반자동 용접
너비(W) : 300 mm 이상
길이(L) : 350 mm 이상
(2) 자동 용접
너비(W) : 400 mm 이상
길이(L) : 1000 mm 이상

(a) 선체구조용 압연강재, 용접구조용 초고장력 압연강재, 스테인리스강, 알루미늄 합금재, 저온용 압연강재 또는 보일러용 및 압력용기용 강판의 시험재 *(2019)*

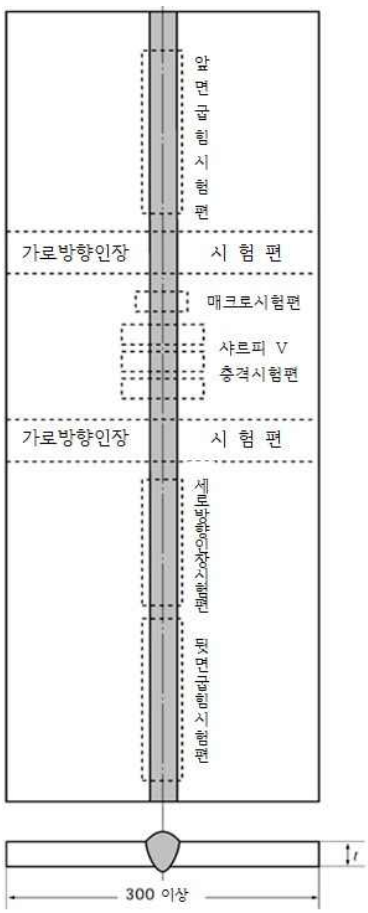
그림 2.2.6 용접절차 인정시험의 시험재의 모양 및 치수 (단위 : mm) (계속)



(b) 두께가 12mm 미만인 관의 시험재



(c) 두께가 12mm 이상인 관의 시험재



(비고)

1. 모재와 용접용재료의 강도 특성이 현저히 다르지 않다면, 세로방향 굽힘시험편을 가로방향 굽힘시험편으로 대체할 수 있다. *(2019)*

(d) *RI9N*490의 시험재

그림 2.2.6 용접절차 인정시험의 시험재의 모양 및 치수 (단위 : mm) ***(2022)***

(3) 시험재의 용접은 실제 공사에서 적용하는 각각의 용접자세로서 한다.

(4) 판의 용접절차 인정시험이 승인된 경우에는 바깥지름이 500 mm를 넘는 관의 용접도 허용된다. 또한 바깥지름이 25 mm를 넘는 관의 용접절차 인정시험이 승인된 경우에는 판 용접도 허용된다. *(2019)*

(5) 판의 시험재의 맞대기 용접의 경우 시험재의 압연방향에 따른 용접방향은 다음에 따른다.

(가) 모재의 충격시험시 충격시험편의 길이방향을 압연방향과 평행(*L*방향)하게 채취하도록 규정되어 있는 강재를 시험재로 사용하는 경우에는 시험재의 용접방향을 시험재의 압연방향과 직각으로 한다.

(나) 모재의 충격시험시 충격시험편의 길이방향을 압연방향과 직각(*T*방향)으로 채취하도록 규정되어 있는 강재(예:용접구조용 초고장력 강판)를 시험재로 사용하는 경우에는 시험재의 용접방향을 시험재의 압연방향과 평행하게 한다.

4. 인장시험

(1) 시험재로부터 채취하는 인장시험편의 수는 재료의 종류에 따라서 **표 2.2.4** 및 **표 2.2.5**에 따른다. *(2019)*

표 2.2.4 맞대기용접 이음시험의 종류 *(2019)*

시험재의 종류 및 재료기호			시험의 종류 및 시험편의 수(개)(1)							
			외관검사	인장시험	굽힘시험	충격시험	매크로시험	경도시험	비파괴검사 (4)	취성파괴시험
선체구조용 압연강재	연강	*A*, *B*, *D*, *E*	용접부 전장	2	4(2)	(3)	1	-	용접부 전장	-
	고장력강	*AH* 32, *DH* 32, *EH* 32, *FH* 32, *AH* 36, *DH* 36, *EH* 36, *FH* 36, *AH* 40, *DH* 40, *EH* 40, *FH* 40						1(10)		
		EH 47-*H*								1 (13)
저온용 압연강재		*RL* 235*A*, *RL* 235*B*, *RL* 325*A*, *RL* 325*B*, *RL* 360, *RL* 1*N*355, *RL* 2*N*255, *RL* 3*N*355, *RL* 5*N*390			2			1		-
		RL 9*N*490		3(5)						
용접구조용 초고장력 압연강재		*AH* 43, *DH* 43, *EH* 43, *FH* 43, *AH* 47, *DH* 47, *EH* 47, *FH* 47, *AH* 51, *DH* 51, *EH* 51, *FH* 51, *AH* 56, *DH* 56, *EH* 56, *FH* 56, *AH* 63, *DH* 63, *EH* 63, *FH* 63, *AH* 70, *DH* 70, *EH* 70, *FH* 70, *AH* 90, *DH* 90, *EH* 90, *AH* 97, *DH* 97, *EH* 97		2	4(2)			1		
용접구조용 주강품 및 선체용 단강품		*RSC* 410, *RSC* 450, *RSC* 480, *RSC* 520, *RSC* 560, *RSC* 600, *RSC* 440*A*, *RSC* 480*A*, *RSC* 550*A*, *RSF* 400*H*, *RSF* 440*H*, *RSF* 480*H*, *RSF* 520*H*, *RSF* 560*H*, *RSF* 600*H*, *RSF*550*AH*, *RSF*600*AH*, *RSF*650*AH*				(3)(9)		-		
스테인리스 압연강재		*RSTS* 304, *RSTS* 304*L*, *RSTS* 304*N*1, *RSTS* 304*N*2, *RSTS* 304*LN*, *RSTS* 309*S*, *RSTS* 310*S*, *RSTS* 316, *RSTS* 316*L*, *RSTS* 316*N*, *RSTS* 316*LN*, *RSTS* 317, *RSTS* 317*L*, *RSTS* 317*LN*, *RSTS* 321, *RSTS* 347			2	-				
알루미늄 합금재(6)	5000계열	5083*P*, 5383*P*, 5059*P*, 5086*P*, 5754*P*, 5083*S*, 5383*S*, 5059*S*, 5086*S*(7)			4(2)	-				
	6000계열	6005*AS*, 6061*S*, 6082*S*(8)								
보일러용 압연강판 및 압력용기용 압연강판	보일러 및 제1급 압력용기(11)	*RSP* 24, *RSP* 30, *RSP* 32, *RSP* 30*A*, *RSP* 32*A*, *RPV* 24, *RPV* 32, *RPV* 36, *RPV* 42, *RPV* 46, *RPV* 50				3조 (12)		1		
	제2급 압력용기(11)					-				
	제3급 압력용기(11)		용접법 및 모재의 종류 등을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 외에는 생략할 수 있다.							

(비고)

(1) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 마이크로 조직시험 등 기타 다른 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 2개의 앞면굽힘시험과 2개의 뒷면굽힘시험을 한다. 두께가 12 mm 이상인 경우에는 4개의 측면굽힘시험으로 할수 있다. 다만 보일러용 및 압력용기용 압연강판은 19mm 이상인 경우에 4개의 측면굽힘시험으로 할 수 있다.

(3) 시험재로부터 채취하는 시험편의 수 및 노치의 위치는 **그림 2.2.8**에 따른다.

(4) 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상검사에 의한 내부결함 탐상과 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사에 의한 표면결함 탐상검사를 실시하여야 한다. 단, 보일러용 압연강판 및 압력용기용 압연강판은 내부결함 탐상을 위해 방사선 투과검사를 실시한다.

(5) 가로방향 2개와 세로방향 1개의 시험편을 채취한다.(**그림 2.2.6** 참조)

(6) 알루미늄 합금재의 재료기호에는 열처리 표시기호를 포함하여야 한다.

(7) 동일한 재료기호와 열처리 표시기호를 가지는 알루미늄 합금 압연재를 사용할 수 있다.

(8) 인장강도가 260 N/mm^2 이상인 6000 계열의 다른 알루미늄 합금 압연재를 사용할 수 있다.

(9) 용접구조용 주강품 및 단강품에 대하여 충격치가 규정된 경우에만 적용한다.

(10) 항복강도가 355 N/mm^2 이상인 선체구조용 압연강재에 대하여는 경도(H_V10)시험을 하여야 한다.

(11) 압력용기의 분류는 **규칙 5편 5장**을 따른다.

(12) 노치의 위치는 **그림 2.2.8**의 a, b, c로 한다.

(13) 디프노치시험(Deep notch test) 또는 균열선단 개구변위(CTOD)시험을 한다. 다만, 용접입열량이 200 kJ/cm 이하인 경우에는 취성파괴시험을 생략할 수 있다.

표 2.2.5 관의 맞대기용접 이음시험의 종류 *(2019)*

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">시험재의 종류 및 재료기호</th><th colspan="7">시험의 종류 및 시험편의 수 (개) (1)(2)(3)</th></tr>
<tr><th>외관 검사</th><th>인장 시험</th><th>굽힘 시험(5)</th><th>충격 시험(6)</th><th>매크로 조직 시험</th><th>경도 시험</th><th>비파괴 검사</th></tr>
<tr><td>배관용 강관</td><td rowspan="3">RSTH 35, RSTH 42, RSTH 52, RSTH 12, RSTH 22, RSTH 23, RSTH 24, RST 138, RST 142, RST 238, RST 242, RST 249, RST 338, RST 342, RST 349, RST 412, RST 422, RST 423, RST 424, RBH 1, RBH 2, RBH 3, RBH 4, RBH 5, RBH 6</td><td rowspan="4">용접부 전장</td><td rowspan="4">2</td><td rowspan="4">4</td><td>-</td><td rowspan="4">1</td><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">용접부 전장(9)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">고온· 고압용 강관(4)</td><td rowspan="2">(7)</td></tr>
<tr><td>저온용 강관</td><td>RLPA, RLPB, RLPC, RLP 2, RLP 3, RLP 9</td><td>(8)</td><td rowspan="2">용접부 전장(10)</td></tr>
<tr><td>스테인리스 강관</td><td>RSTS 304TP, RSTS 304LTP, RSTS 309STP, RSTS 310STP, RSTS 316TP, RSTS 316LTP, RSTS 317TP, RSTS 317LTP, RSTS 321TP, RSTS 347TP</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

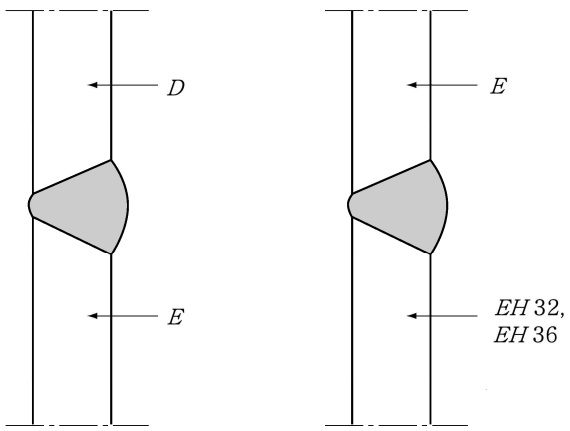
(비고)
(1) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 마이크로 조직시험 등 기타 다른 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**
(2) 바깥지름 50 mm 미만의 관의 경우에는 2개의 시험재를 제작하여 상기의 시험 종류에 관계없이 1개에 대해서는 인장시험을 하고 또 다른 1개에 대해서는 매크로 및 경도시험을 할 수 있다.
(3) 고온에서 사용되는 재료에 대하여는 크리프 시험 또는 고온인장시험을 요구할 수 있다.
(4) 설계압력이 30 kgf/cm^2 이상으로 설계온도가 400 ℃ 를 넘는 장소에 사용되는 증기관과 플랜지의 용접에 적용한다.
(5) 관지름에 따라 상기 시험편의 채취가 불가능한 경우, 두께 12 mm 이하의 것에 대해서는 앞면굽힘시험편 및 뒷면굽힘시험편을 각 1조를, 또한 두께 12 mm를 넘는 것에 대해서는 측면굽힘시험편 1조를 경감할 수 있다. *(2022)*
(6) 충격치의 규격이 없는 모재를 용접하는 경우 또는 관의 치수에 따라 충격시험편의 채취가 불가능한 경우에는 우리 선급의 승인을 얻어 충격시험을 생략할 수 있다.
(7) 노치의 위치는 **그림 2.2.8**의 a로 한다.
(8) 시험재로부터 채취하는 시험편의 수 및 노치의 위치는 **그림 2.2.8**에 따른다.
(9) 바깥지름이 130 mm 이상이고 설계압력이 30 kgf/cm^{2}이상으로서 설계온도가 400 ℃ 를 넘는 관에 대하여 방사선투과검사를 실시한다. 단, 바깥지름이 130 mm 미만의 관이라도 사용재료, 사용조건에 따라서는 방사선투과검사를 요구할 수 있다.
(10) 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상검사에 의한 내부결함 탐상과 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사에 의한 표면결함 탐상검사를 실시하여야 한다.

(2) 시험편의 모양은 **표 2.2.1**에 따른다. 인장강도는 **표 2.2.6**에 규정하는 이외의 것에 대하여는 모재에 규정하는 인장강도의 최소값 이상이어야 한다. 다만, 강도가 다른 강재 상호간의 맞대기용접이음에서의 인장강도는 강도가 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다. 이때 "강도가 낮은 강재" 라 함은 **그림 2.2.7** (2)의 경우 *E급* 연강재를 말한다. *(2019)*

표 2.2.6 맞대기용접 인장시험 규격치

시험재의 종류	재료기호	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)
저온용 강재	*RL* 9*N*490	590 이상(1)	315 이상
		630 이상(2)	-
저온용 강관	*RLP* 9	630 이상	-
알루미늄 합금재	5754	190 이상	-
	5086	240 이상	-
	5083	275 이상	-
	5383	290 이상	-
	5059	330 이상	-
	6005A, 6061, 6082(3)	170 이상	-

(비고)
(1) 세로방향 인장시험편 (2) 가로방향 인장시험편 (3) 표 2.2.4의 비고 (9) 참조.



(1) 동일강도의 재료를 용접하는 경우 (2) 동일 인성(동일한 충격시험온도)의 재료를 용접하는 경우

그림 2.2.7 이종금속간의 맞대기 용접 *(2019)*

(3) 아래의 경우와 같이 부득이하게 우리 선급의 승인을 받지 못한 용접용재료에 대하여는 용접부에서 표 2.2.1의 *R* 14*A*호 세로방향 인장시험편 1개를 추가로 채취하고, 기계적성질은 사용된 용접용재료에 대하여 규정하는 최소값 이상이어야 한다. *(2019)*
(가) 공정이 긴박한 경우
(나) 향후 적용 빈도가 희박할 것으로 예상되는 소규모 용접용재료인 경우
해당 용접용재료가 우리 선급의 승인을 받지 않는 한. 승인된 용접절차 시방서는 사용된 용접용재료의 로트(lot)에 한해서 유효한 것으로 간주되며, 해당 로트를 용접절차 시방서에 기재해야 한다.
(4) 시험재의 용접에 두 개 이상의 용접법 또는 용접용재료를 사용하는 경우에는 시험편을 각각의 용접부마다 채취하여야 한다. 다만, 첫 번째 층의 용접 또는 이면 루트부에 사용된 용접법 또는 용접용재료의 경우에는 시험편 채취를 생략한다. *(2017)*

5. 굽힘시험
(1) 시험재로부터 채취하는 시험편의 수는 재료의 종류에 따라 표 2.2.4 및 표 2.2.5에 따르고 시험편의 채취위치는 그림 2.2.6에 따른다.
(2) 앞면굽힘시험편 및 뒷면굽힘시험편 또는 측면굽힘시험편의 모양과 치수는 표 2.2.2의 *RB* 1호, *RB* 2호 및 *RB* 3호에 따른다. 굽힘시험방법 및 안쪽 지름은 표 2.2.7에 따른다. 시험편을 굽힌 후 표면에는 어떠한 방향으로도 길이 3 mm 초과의 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 안 된다. *(2018)*
(3) 서로 종류가 다른 모재들을 맞대기용접하는 경우, 가로방향 굽힘시험편 대신에 길이방향의 앞면 및 뒷면굽힘시험편을 사용할 수 있다.

표 2.2.7 굽힘시험의 안쪽지름 *(2018)*

시험재의 종류	재료기호	안쪽지름 (mm)(1)	굽힘 각도
저온용 강관	*RLP* 9	$\frac{20}{3}t$	180°
용접구조용 초고장력강	*AH* 43, *DH* 43, *EH* 43, *FH* 43, *AH* 47, *DH* 47, *EH* 47, *FH* 47, *AH* 51, *DH* 51, *EH* 51, *FH* 51	$5t$	
	AH 56, *DH* 56, *EH* 56, *FH* 56, *AH* 63, *DH* 63, *EH* 63, *FH* 63, *AH* 70, *DH* 70, *EH* 70, *FH* 70	$6t$	
알루미늄 합금재	5754, 5086, 5083, 5383, 5059, 6005*A*, 6061, 6082(2)	(3)	
상기 이외의 재료		$4t$	

(비고)
(1) t는 시험편의 두께
(2) **표 2.2.4**의 비고 (9) 참조.
(3) 알루미늄합금재에 대한 굽힘시험편은 아래의 식으로 주어지는 최대 지름을 가지는 맨드렐로 굽혀야 한다.

$$d = \frac{100 \times t_s}{A} - t_s$$

d : 최대 굽힘지름
t_s : 굽힘시험편의 두께(측면굽힘을 포함)
A : 알루미늄합금의 종류, 열처리조건 및 두께에 의해 요구되는 최소 인장 연신율(서로 종류가 다른 알루미늄합금들의 경우에는 가장 값이 낮은 것을 사용한다)

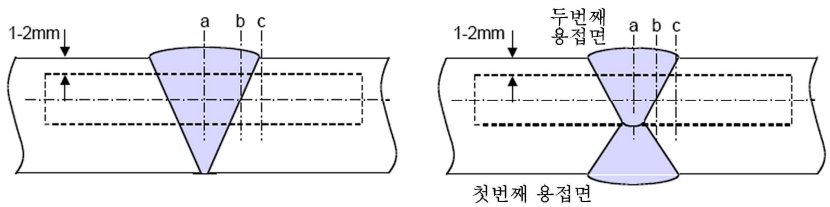
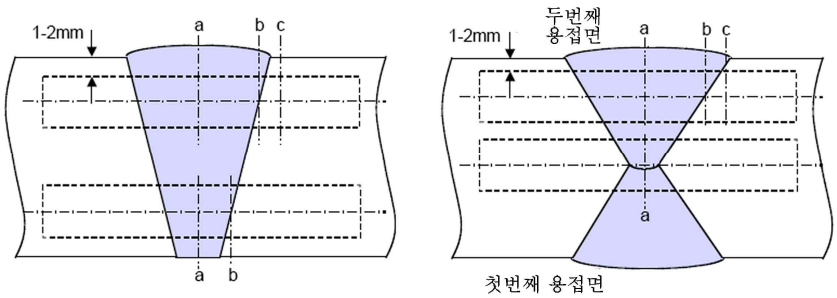
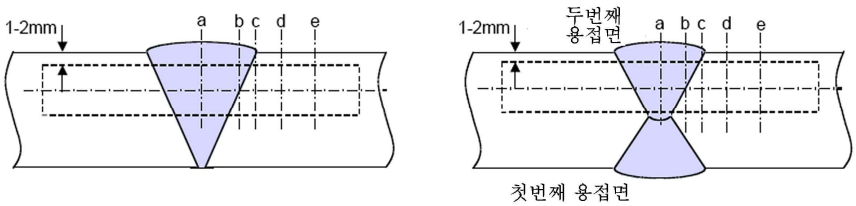
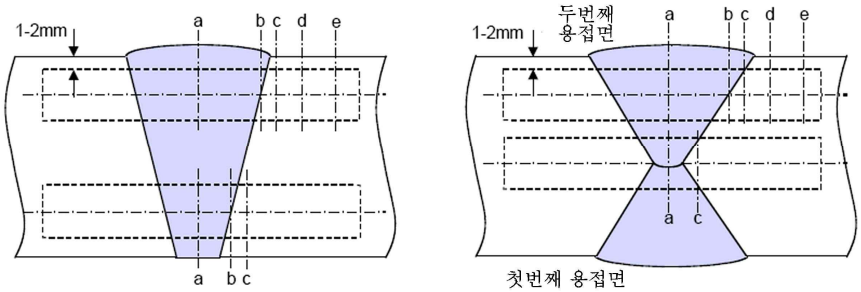
6. 충격시험

(1) **선체구조용 압연강재**

(가) 충격시험편은 **1장 표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 시험편으로 하고 그 채취위치는 **그림 2.2.6**에 따른다.

(나) 시험재로부터 채취하는 시험편의 수 및 노치의 위치는 **그림 2.2.8**에 따른다.

(다) 충격시험편은 모재의 표면으로부터 1~2 mm 아래에서 용접부에 직각으로, 그리고 측면이 용접 최종층을 포함하도록 채취한다.

입열량	두께	노치의 위치[3]
통상의 용접입열 ≤50 kJ/cm	t ≤ 50mm[1]	
	t 〉 50mm	
대입열 〉50 kJ/cm	t ≤ 50mm[2]	
	t 〉 50mm	

(비고)
(1) 두께 20 mm를 넘는 일면 일층용접의 경우에는 이면측에 대하여도 “a" 노치 위치를 추가하여야 한다.
(2) 두께 20 mm를 넘는 일면 용접의 경우에는 이면측에 대하여도 “a", ”b" 및 “c" 노치 위치를 추가하여야 한다.
(3) 노치위치:
a : 용접부 중심 "WM"
b : 용융선상 "FL"
c : 용융선으로부터 2 mm의 용접열영향부
d : 용융선으로부터 5 mm의 용접열영향부
e : 용접입열이 200 kJ/cm를 넘는 경우, 용융선으로부터 10 mm의 용접열영향부

그림 2.2.8 시험재로부터 채취하는 시험편의 수 및 노치의 위치

(라) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.8**에 따른다.

표 2.2.8 맞대기용접 이음의 충격시험 합격기준 (t≤50mm)(1)(2) *(2019)*

강재의 종류	시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J) (4)		
		수동 및 반자동 용접이음		자동용접 이음
		아래보기, 수평	수직상진, 수직하진	
A(3)	20	47 이상	34 이상	34 이상
B(3), *D*	0			
E	-20			
AH 32, *AH* 36	20			
DH 32, *DH*36	0			
EH 32, *EH* 36	-20			
FH 32, *FH* 36	-40			
AH 40	20		39 이상	39 이상
DH 40	0			
EH 40	-20			
FH 40	-40			
EH 47-*H* (50mm 〈*t*)	-20	64 이상		

(비고)
(1) 모재의 두께가 50 mm 초과인 경우(*EH-47-H* 제외), 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
(2) 이 규격은 시험재의 맞대기용접이 판의 압연방향과 직각인 경우에 적용한다.
(3) 용융선 및 열영향부에서의 충격시험의 평균흡수에너지값은 27 J 이상으로 한다.
(4) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개의 시험편이라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(마) 서로 종류가 다른 강판들을 맞대기 용접하는 경우, 시험편은 인성이 낮은 강의 이음부 측에서 채취하여야 한다. 시험온도 및 평균흡수에너지값은 인성이 낮은 강에 대한 규격값에 따른다. 이 때, "인성이 낮은 강재" 라 함은 **그림 2.2.7**의 (1)의 경우 *D*급 연강재를 말한다. (2019)

(바) 시험재의 용접에 두 개 이상의 용접법 또는 용접용재료를 사용하는 경우, 시험편은 각각을 대표하는 위치에서 각각 채취하여야 한다. 다만, 첫 번째 층의 용접 또는 이면 루트부에 사용된 용접법 또는 용접용재료의 경우에는 시험편 채취를 생략한다. (2017)

(사) 용착금속부의 크기나 형상 때문에 표준 샤르피 V-노치 충격시험편을 채취할 수 없는 경우에는 **1장 202.**의 **3**항을 준용한다.

(2) **용접구조용 초고장력 압연강재**

(가) 충격시험편, 채취위치, 시험편의 수 및 노치의 위치는 (1)호에 따른다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 모재의 규정에 따른다.

(3) **용접구조용 주강품 및 선체용 단강품**

용접구조용 주강품 및 선체용 단강품에 대하여 충격치가 규정된 경우, 시험온도 및 평균흡수에너지값은 모재의 규정에 따른다.

(4) **저온용 압연강재 및 저온용 강관**

(가) 충격시험편은 **1장 표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 시험편으로 하고 그 채취위치는 **그림 2.2.8**에 따른다.

(나) 시험재로부터 채취하는 시험편의 수, 노치의 위치, 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.9**에 따른다.

(5) **보일러 및 제1급 압력용기용 압연강판** *(2019)*

(가) 충격시험편, 채취위치, 시험편의 수는 (1)호에 따른다. 노치의 위치는 **그림 2.2.8**의 a,b,c로 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 모재의 규정에 따른다.

(6) **고온·고압용 강관** *(2019)*

(가) 충격시험편, 채취위치, 시험편의 수는 (1)호에 따른다. 노치의 위치는 **그림 2.2.8**의 a로 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 모재의 규정에 따른다.

표 2.2.9 맞대기용접 이음의 충격시험 (저온용강) *(2019)*

재료기호	시험온도 (℃)	*A*(1)	*B, C, D, E*(1)	
		평균흡수에너지 (J)(3)	평균흡수에너지 (J)(3)	
			L(2)	*T*(2)
RL 235*A*	- 40	27 이상	41 이상	27 이상
RL 235*B*	- 50			
RL 325*A*	- 50			
RL 325*B*	- 60			
RL 360	- 60			
RL 1*N*355	- 80			
RL 2*N*255	- 70			
RL 3*N*355	- 100			
RL 5*N*390	- 120			
RL 9*N*490	- 196			
RLPA	- 40		27 이상	-
RLPB	- 50			
RLPC	- 60			
RLP 2	- 70		34 이상	
RLP 3	- 95			
RLP 9	- 196		41 이상	

(비고)

(1) **그림 2.2.8**에 표시한 시험편의 노치의 위치

(2) *L*은 시험재의 압연방향이 용접방향과 직각인 경우, *T*는 시험재의 압연방향이 용접방향과 평행인 경우를 표시한다.

(3) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개의 시험편이라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

7. 매크로조직 시험

(1) 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 부식시킨다. 또한 용접열영향을 받지 않은 모재부의 약 10 mm를 포함하여야 한다.

(2) 시험은 모재와 용접층간의 용융 형상을 드러내어야 하며, 균열, 용입불량, 융합(融合)불량 또는 기타 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 안 된다.

8. 외관검사 및 비파괴검사 *(2019)*

(1) 시험편을 채취하기 전에 시험재 용접부의 전 길이(**그림 2.2.6**의 시험재의 제거부분 제외)에 대하여 외관검사 및 비파괴검사를 하여야 한다. 외관검사 및 비파괴검사는 어떠한 요구되는 후열처리, 자연 또는 인공시효 후에, 그리고 시험편을 절단하기 전에 실시하여야 한다.

(2) 항복강도 420 N/mm^2 이상의 용접구조용 초고장력강의 경우에는 열처리를 하지 않는 한 용접완료 후 최소한 48시간 후에 외관검사 및 비파괴검사를 하여야 한다.

(3) 비파괴검사 방법에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 용접부의 전 길이에 대한 외관검사 및 비파괴 검사 결과 균열 또는 기타의 유해한 결함이 없어야 한다.

(4) 판정기준은 아래 각 규칙의 관련 규정에 따른다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우에는 (KS B) ISO 5817을 적용할 수 있으며, 판정기준은 B등급으로 한다. 이 경우, 과잉용접(excess weld metal), 과잉용입(excess penetration)은 C등급으로 평가한다.

(가) 선체용 압연강재 - **부록 2-7**

(나) 용접구조용 초고장력강재 - **부록 2-7** 또는 **규칙 7편 5장**

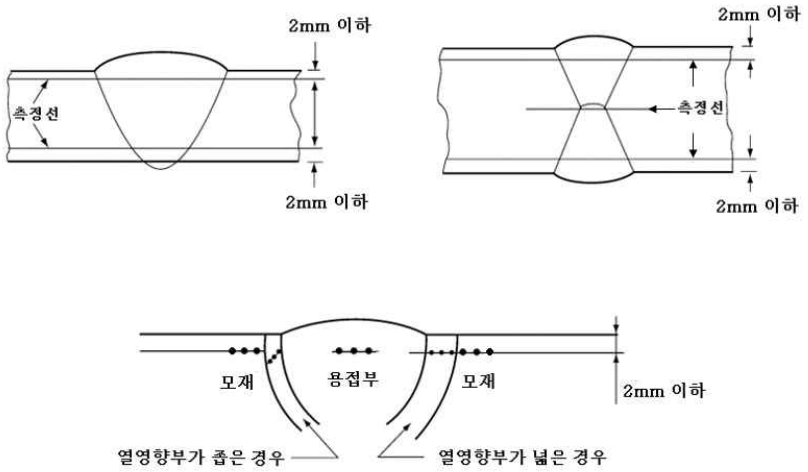
(다) 저온용 강재 - **규칙 7편 5장**

(라) 기관용(보일러, 압력용기 및 관장치)재료 - **규칙 5편 5장** 또는 **6장**

(5) 알루미늄 합금의 경우, 외관 검사 및 비파괴검사에서 검출된 불완전부는 ISO 10042의 B등급에 따라 평가하며, 과잉용접(excess weld metal), 과잉용입(excess penetration)은 C등급으로 평가한다. *(2022)*

9. **경도시험** *(2019)*

(1) **그림 2.2.9**에 가리키는 부위에서 경도분포를 측정한다.



(비고)

1. 측정하중은 비커스 10 kg, 측정간격은 1 mm로 한다.
2. *EH47-H* 및 취성균열정지강(BCA강)은 두께 중앙부를 추가해야 한다. *(2021)*

그림 2.2.9 맞대기용접부의 경도시험

(2) 경도 값은 **표 2.2.10**에 따른다.

표 2.2.10 맞대기용접 이음의 경도시험 합격기준 *(2019) (2021)*

시험재의 종류	재료기호	경도 ($Hv10$)
선체구조용 압연강재	*AH*36, *DH*36, *EH*36, *FH*36, *AH*40, *DH*40, *EH*40, *FH*40, *EH47-H*	350 이하
	EH47-H-BCA1/2	380 이하
용접구조용 초고장력강	*AH*43 ~ *FH*70	420 이하
	*AH*90, *DH*90, *EH*90, *AH*97, *DH*97, *EH*97	450 이하
저온용 압연강재 및 저온용 강관	*RL*235*A*, *RL*235*B*, *RL* 325*A*, *RL* 325*B*, *RLPA*, *RLPB*, *RLPC*	380 이하
	*RL*360	450 이하
	*RL*1*N*355, *RL*2*N*255, *RLP*2	350 이하
	*RL*3*N*355, *RL*5*N*390, *RLP*3	450 이하
	*RL*9*N*490, *RLP*9	
보일러용 압연강판, 압력용기용 압연강판, 배관용 강관, 고온· 고압용 강관		380 이하

10. **취성파괴시험**(*EH47-H*) *(2019)*

(1) 시험재는 가장 입열이 큰 용접자세와 가장 입열이 작은 용접자세에서 각각 용접되어야 하며, 이들 시험재로 모든 시험을 하여야 한다.

(2) **시험방법 및 결과**

(가) 디프노치시험(Deep notch test) 또는 균열선단 개구변위(CTOD)시험 후, 그 결과는 기록되어야 한다.

(나) 균열선단 개구변위(CTOD) 시험은 ISO 15653 또는 이와 동등한 방법에 따른다.

(다) 디프노치시험(Deep notch test)를 하는 경우, 제조자는 시험절차를 우리 선급에 제출해야 한다.

(라) 제조자는 시험편의 치수, 시험조건 등에 대하여 우리 선급과 미리 협의해야 한다.

405. 필릿용접 이음시험

1. **적용** 이 절의 규정은 수동용접, 반자동용접 또는 자동용접 등에 의한 각 용접자세의 필릿 용접이음부 시험에 적용한다.

2. **시험의 종류** 시험의 종류는 외관검사, 표면균열 검출시험, 매크로 조직시험, 경도시험 및 파면시험으로 한다. 다만 기관용 재료의 시험 종류는 **표** 2.2.11을 따른다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정할 때에는 이들 이외의 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

표 2.2.11 기관용 재료의 시험 종류 및 시험편의 수 *(2019)*

구 분		시험의 종류 및 시험편의 수 (개) (1)(2)		
		매크로 조직시험	외관검사	파면검사
보일러 및 압력용기의 용접	보일러 및 제1급 압력용기	1	용접부	2
	제2급 압력용기			
	제3급 압력용기	우리 선급이 특히 필요하다고 인정하는 경우 이외에는 생략할 수 있다.		
관의 용접	배관용 강관	1	-	2
	고온· 고압용 강관(3)			

(비고)

(1) 특수한 재료 또는 용접법이 적용되는 경우 또는, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 이 절의 규정과 다른 시험조건의 시험 또는, 이 절에 규정하지 아니한 시험을 요구할 수 있다.

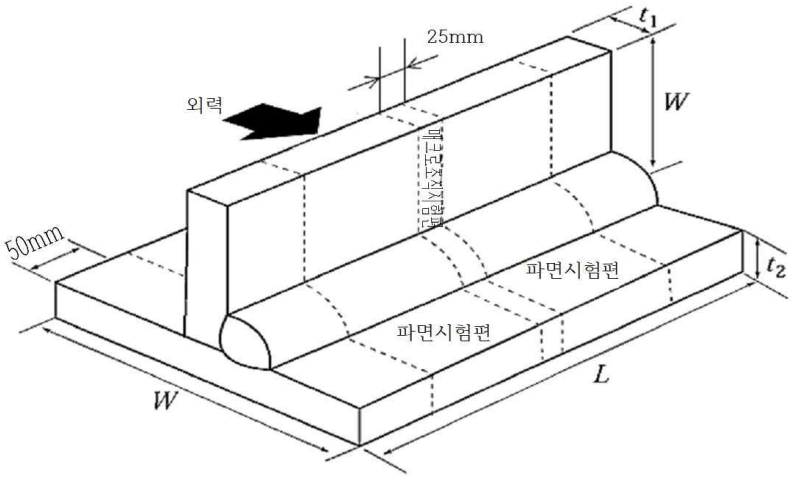
(2) 고온에서 사용되는 재료에 대하여는 크리프 시험 또는 고온인장시험을 요구할 수 있다.

(3) 설계압력이 30 kgf/cm^2 이상으로 설계온도가 400℃ 를 넘는 장소에 사용되는 증기관과 플랜지의 용접에 적용한다.

3. **시험재 및 용접**

(1) 시험재는 실제시공에 사용되는 재료와 동일하든지 또는 이와 동등한 것으로 한다.

(2) 시험재의 모양 및 치수는 **그림** 2.2.10에 따른다.



(비 고)
1. 시험재의 길이는 다음에 따른다
(1) 수동 및 반자동 용접의 경우: 너비(W) : $3\times t$. 단 150 mm이상
길이(L) : $6\times t$. 단 350 mm이상
(2) 자동용접의 경우: 너비(W) : $3\times t$. 단 150 mm이상
길이(L) : 1000 mm이상
2. 시험재의 웨브 및 플랜지의 판두께 t_1 및 t_2는 실제공사에 사용되는 보통의 판두께의 것으로 한다.
3. 시험재에는 가용접을 하여도 좋다.
4. 필릿의 각장은 실제공사에서 사용되는 보통의 것으로 한다.

그림 2.2.10 필릿용접이음 시험재 (단위 : mm)

(3) 용접은 실제시공에서 적용하는 각각의 용접자세에 따라서 한다.
(4) 시험재는 검사원이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 한쪽면 만을 용접한다.
(5) 일층 수동용접 및 반자동 용접의 경우 시험재 길이의 중앙부에 용접의 멈춤 및 재시작 부위를 만들어야 하며, 다음 시험을 위하여 그 위치를 분명히 표시하여야 한다.

4. 외관검사 및 비파괴 검사 *(2019)*

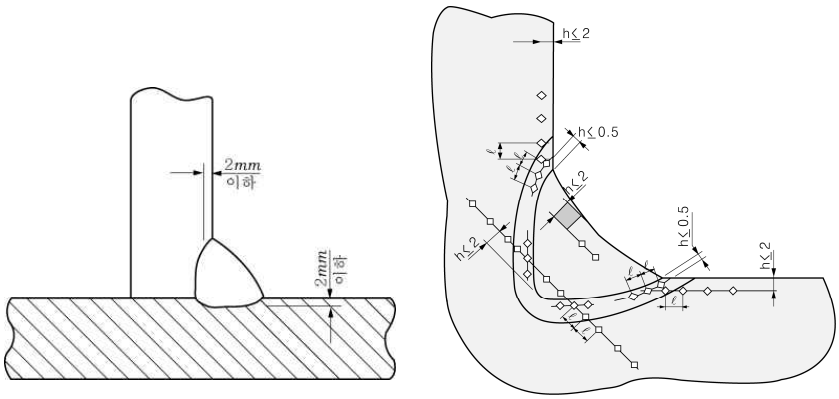
(1) 시험편을 채취하기 전에 시험재 용접부의 전 길이에 대하여 표면균열 검출을 위한 외관검사 및 비파괴검사(액체침투탐상 또는 자분탐상검사)를 하여야 한다. 후열처리가 요구되거나 규정된 경우, 외관검사 및 비파괴검사는 열처리 후에 하여야 한다.
(2) 항복강도 420 N/mm^2 이상의 용접구조용 초고장력강의 경우에는 열처리를 하지 않는 한 용접완료 후 최소한 48시간 후에 외관검사 및 비파괴검사를 하여야 한다.
(3) 비파괴검사 방법에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 용접부의 전 길이에 대한 외관검사 및 비파괴 검사 결과 균열 또는 기타의 유해한 결함이 없어야 한다.
(4) 판정기준은 (KS B) ISO 5817의 B등급을 적용한다(알루미늄 합금의 경우, ISO 10042의 B등급). 이 경우, 과잉 용접비드(excessive convexity), 과잉 목두께(excessive throat thickness)는 C등급을 적용한다. *(2022)*

5. 매크로 조직시험

(1) 매크로 조직시험편의 채취위치는 **그림 2.2.10**에 따른다. 다만, 선체구조용 압연강재, 용접구조용 초고장력강 및 알루미늄 합금재의 경우에는 2개의 매크로 조직시험편을 채취한다. 또한, 수동용접 및 반자동 용접의 경우 매크로 조직시험편 중 한 개는 용접의 멈춤 및 재시작 부위에서 채취하여야 한다.
(2) 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 부식시킨다. 또한 용접열영향을 받지 않은 모재부의 약 10 mm를 포함하여야 한다.
(3) 시험은 모재와 용접층간의 용융 형상을 드러내어야 하며, 균열, 용입불량, 융합(融合)불량 또는 기타 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 안 된다.

6. 경도시험 *(2019)*

(1) **그림 2.2.11**에 가리키는 부위에서 경도분포를 측정한다.



(비고)
1. 측정하중은 비커스 10 kg, 측정간격은 1 mm로 한다.

그림 2.2.11 필릿용접부의 경도시험

(2) 경도 값은 **표 2.2.10**을 따른다.

7. **파면시험** 매크로 조직시험편을 채취한 후 나머지 시험재를 **그림 2.2.10**에 표시한 방향으로 외력을 가해 파단하고 파면에 균열, 기공(blow hole), 용입불량 등의 유해하다고 인정되는 결함을 평가한다. 다만, 평가기준은 (KS B) ISO 5817의 품질등급 B 기준을 따른다(알루미늄 합금의 경우, ISO 10042의 B등급). *(2022)*

406. 재시험 및 인정시험 기록서

1. 재시험

(1) 외관검사 또는 비파괴검사에 불합격한 경우에는 동일 용접조건으로 새로이 용접된 시험재에 대하여 재시험을 실시하고 이에 합격하여야 한다. 재시험에도 불합격한 경우, 예비 용접절차 시방서는 수정을 하지 않는 한 이 규칙의 요건에 부적합한 것으로 간주한다.

(2) 인장시험 또는 굽힘시험에 불합격한 경우 그 해당 시험에 대하여 2배수의 시험편을 채취하여 재시험을 하고 모든 시험편이 시험에 합격할 경우에 합격으로 한다.

(3) 허용 최대 경도값을 초과하는 부위가 1개소인 경우에는 시험편의 반대쪽 또는 시험면을 충분히 연마한 후 재시험을 할 수 있다. 재시험 결과 측정된 경도값들은 요구되는 최대경도값을 초과해서는 안된다.

(4) (가) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 다음 (i) 또는 (ii)의 경우를 제외하고 그 시험편을 채취한 시험재로부터 다시 1조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.

(i) 시험편 3개 모두가 규정의 평균흡수에너지값에 미치지 못한 경우

(ii) 시험편 중 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우

(나) 재시험은 최초 불합격된 시험편의 값을 포함하여 합계 6개의 시험편의 흡수에너지 평균치가 규정의 평균흡수에너지값 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균 흡수에너지 값보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이고 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 시험편의 수가 1개 이하이면 합격으로 한다.

(5) 남은 시험재에서 재시험용 시험편을 채취할 수 없는 경우에는 새로운 시험재를 동일 용접조건으로 용접하여 재시험용 시험편을 채취하여야 한다.

(6) 재시험에도 불합격한 경우에는 용접조건을 변경하여 다시 시험을 받을 수 있다. 이때에는 그 시험재에 대하여 모든 시험을 하고 이에 합격할 경우에 합격으로 한다.

2. 인정시험기록서

(1) 시험재에 대한 용접조건 및 시험의 결과를 종합한 인정시험 기록서 3부를 우리 선급에 제출하여야 한다. 용접절차 인정시험 기록서의 서식은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(2) 각 용접절차 인정시험에 대하여 재시험을 포함하는 각 시험재를 평가한 결과가 기록되어야 한다. 이 절에서 용접절차 시방서에 대하여 규정한 항목도 포함되어야 한다.

(3) 시험재가 예비용접절차서에 따라 용접되었다는 기록은 입회한 검사원에 의해 서명되어야 하며, 우리 선급의 승인표

시가 되어야 한다.

407. 승인된 용접절차 시방서의 허용범위

1. 일반

(1) 제조자에 대하여 승인된 용접절차 시방서는 동일한 용접기술과 품질관리를 적용받는 제조자의 다른 공장에도 적용할 수 있다.

(2) 승인된 용접절차 시방서에 기재되어 있는 용접변수는 실제 용접시공시 허용된 범위 내에서 적용되어야 한다. 이미 승인된 용접절차 시방서의 내용 중 다음 2항에 정한 한 개 이상의 용접 필수변수가 규정된 허용범위를 넘어 변경되는 경우에는 용접절차 인정시험을 다시 실시하고 용접절차 시방서를 재승인 받아야 한다.

(3) 숍프라이머는 필릿용접의 품질에 영향을 미칠 수 있으므로 고려되어야 한다. 숍프라이머를 한 강재에 대한 용접절차 승인은 숍프라이머를 하지 않은 강재에 대하여도 승인한 것으로 본다. 그러나 그 반대는 허용되지 않는다.

2. 용접절차 시방서의 재승인이 필요한 용접변수의 허용범위는 다음의 규정에 따른다. 단 국제적으로 공인된 규격(*AWS, ASME, ISO, EN* 등)에 따른 사항일 경우 이를 동등하게 인정할 수 있다.

(1) **모재** 모재의 종류 및 허용범위는 다음에 따른다. 다만, 여기에 규정되지 아니한 재료에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(가) 선체구조용 압연강재

(i) 연강(*A, B, D* 및 *E*) 또는 이와 동등한 인장강도 400 ~ 520 N/mm^{2}에 상당하는 구조용 강재

(ii) 고장력강, YP47강 및 취성균열정지강(*AH*32, *DH*32, *EH*32, *FH*32, *AH*36, *DH*36, *EH*36, *FH*36, *AH*40, *DH*40, *EH*40, *FH*40, *EH*47-*H*, *EH*36-*BCA*1, *EH*40-*BCA*1/2 및 *EH*47-*H*-*BCA*1/2) 또는 이와 동등한 최소 항복강도 315~460 N/mm^{2}에 상당하는 구조용 강재 *(2018) (2021)*

(a) 각 강도그룹에 대하여 승인된 용접절차는 그보다 인성이 같거나 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(b) 각 인성 그룹에 대하여 승인된 용접절차는 그보다 강도가 같거나 두 단계 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(c) (a) 및 (b)의 규정을 자동 또는 반자동 2층 용접법, 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스용접과 같이 50 kJ/cm을 넘는 대입열용접에 적용하는 경우, 승인된 용접절차는 인성이 같고 또한 강도레벨이 한 단계 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(d) *EH*47-*H*로 승인된 용접절차는 그보다 강도가 같거나 한 단계 낮은 강(규격 최소항복강도 390 N/mm^2) 및 그보다 인성이 같거나 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다. (적용 예시 : *AH*40, *DH*40, *EH*40) *(2019)*

(e) 취성균열정지강(BCA강)을 50 kJ/cm가 넘지 않는 입열량으로 용접하는 경우, non-BCA강(재료기호에 *BCA1* 또는 *BCA2*를 제외한 강재)에 대하여 승인된 용접절차는 해당 재료기호의 BCA강에 적용할 수 있다. *(2021)*

(나) 용접구조용 초고장력 압연강재 (**규칙 2편 1장 308.**의 용접구조용 초고장력강재 또는 이와 동등한 최소 항복강도 365~960 N/mm^{2}에 상당하는 구조용 강재)

(a) 각 강도그룹에 대하여 승인된 용접절차는 그보다 인성이 같거나 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(b) 각 인성레벨에 대하여 승인된 용접절차는 그보다 강도가 같거나 한 단계 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(c) (a) 및 (b)의 규정을 자동 또는 반자동 2층 용접법, 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스용접과 같이 50 kJ/cm을 넘는 대입열용접에 적용하는 경우, 승인된 용접절차는 인성이 같고 또한 강도레벨이 한 단계 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(d) 각 열처리마다 각각 별도로 승인되어야 한다. (2017)

(다) C 및 C-Mn계 용접구조용 주강품

(a) 승인된 용접절차는 그보다 규격 강도가 같거나 낮은 주강품에 대하여 적용할 수 있다.

(b) 조질처리한 용접구조용 주강품에 대한 승인은 다른 열처리의 용접구조용 주강품에 대하여 적용할 수 없으며, 반대도 역시 같다.

(라) C 및 C-Mn계 선체 및 일반용 단강품

(a) 승인된 용접절차는 그보다 규격 강도가 같거나 낮은 단강품에 대하여 적용할 수 있다.

(b) 조질처리한 선체 및 일반용 단강품에 대한 승인은 다른 열처리의 선체 및 일반용 단강품에 대하여 적용할 수 없으며, 반대도 역시 같다.

(마) 저온용 압연강재 및 강관 (2019)

(a) 탄소강의 승인된 용접절차는 그보다 규격 강도 및 인성이 같거나 낮은 탄소강에 대하여 적용할 수 있다.

(b) 니켈합금강의 승인된 용접절차는 그보다 규격 강도 및 인성이 같거나 낮은 니켈합금강에 대하여 적용할 수 있다.

(바) 오스테나이트계 스테인리스 압연강재 및 강관 (2019)

승인된 용접절차는 그보다 규격 강도 및 합금성분이 동등하거나 낮은 오스테나이트계 스테인리스강에 대하여 적용할 수 있다.

(사) 알루미늄 합금재 (2019)

(i) **그룹 A** : *Mg* 합금의 함유량이 3.5%인 *Al-Mg*계 합금(5754 합금)

(ii) **그룹 B** : *Mg* 합금의 함유량이 4% 이상, 5.6% 이하인 *Al-Mg*계 합금(5059, 5083, 5086, 5383 및 5456 합금)

(iii) **그룹 C** : *Al-Mg-Si*계 합금(6005*A*, 6061 및 6082 합금)

(a) 각각의 그룹에 있어서, 한 합금에 대하여 승인된 용접절차는 동일 그룹 내의 그보다 강도가 같거나 낮은 합금에 대하여 적용할 수 있다.

(b) **그룹 B**에 대하여 승인된 용접절차는 **그룹 A**에 대하여 적용할 수 있다.

(아) 보일러용 압연강판(*RSP*24, *RSP*30, *RSP*32, *RSP*30*A*, *RSP*32*A*) (2019)

승인된 용접절차는 그보다 규격 강도가 같거나 낮은 보일러용 압연강판에 대하여 적용할 수 있다.

(자) 압력용기용 압연강판(*RPV*24, *RPV*32, *RPV*36, *RPV*42, *RPV*46, *RPV*50) *(2019)*

(a) 승인된 용접절차는 그보다 규격 강도 및 인성이 같거나 낮은 압력용기용 압연강판에 대하여 적용할 수 있다.

(b) QT로 열처리된 강판의 승인된 용접절차는 다른 열처리의 강판에 적용할 수 없으며, 그 반대도 마찬가지이다.

(2) **모재두께 및 바깥지름**

(가) 두께 *t*의 판 및 관의 시험재에 대하여 수행한 용접절차 시방서에 대한 허용 두께 범위는 **표 2.2.12** 및 **표 2.2.13**에 따른다.

표 2.2.12 관 및 판의 맞대기용접 이음, T-이음 및 필릿용접이음의 모재두께 승인범위 *(2019)*

시험재의 두께, *t*(mm) (1)	승인 두께범위, *t*(mm)(2)	
	맞대기 용접이음 및 T-이음의 일층용접 또는 양면 일층용접	맞대기 용접이음 및 T-이음의 다층용접 및 필릿용접이음
$t \le 3$	$0.7t \sim 1.1t$	$0.7t \sim 2t$까지
$3 < t \le 12$	$0.7t \sim 1.1t$	$3 \sim 2t$까지
$12 < t \le 100$	$0.7t \sim 1.1t$(3)	$0.5t \sim 2t$ (최대 150)
$100 < t$	$0.7t \sim 1.1t$(3)	$0.5t \sim 2t$

(비고)

(1) 여러 용접법을 사용하는 용접절차의 경우, 각 용접법에 대하여 기록된 두께를 기초로 각 용접법에 대한 승인두께범위를 정한다.

(2) 수직하진 용접에서 승인범위의 상한은 시험재의 두께 "*t*"로 한다.

(3) 50 kJ/cm를 넘는 대입열용접의 경우, 승인두께범위의 상한은 1.0 *t* 로 한다.

표 2.2.13 알루미늄 합금재의 모재두께 승인범위 *(2019)*

시험재의 두께 *t*(mm)	승인 두께 범위
$t \le 3$	$0.5t \sim 2t$
$3 < t \le 20$	$3 \sim 2t$
$t > 20$	$\ge 0.8t$

(나) 승인 범위를 정하는 모재 두께 *t*의 기준은 다음을 따른다. *(2019)*

(a) 맞대기 용접

두께가 얇은 모재를 기준으로 한다.

(b) T-이음 완전 용입 용접

개선 가공을 실시한 모재를 기준으로 한다.

(c) 필릿 용접 및 T-이음 부분 용입 용접

양쪽 모재를 모두 기준으로 한다. 단, 알루미늄 합금재는 두께가 두꺼운 모재를 기준으로 한다.

(다) **표 2.2.12** 및 **표 2.2.13**의 요건에 추가하여 필릿용접의 목두께(a)에 대한 승인의 범위는 **표 2.2.14**에 따른다.

표2.2.14 필릿용접의 목두께 허용 범위 *(2019)*

구분(a=시험재의 목두께)		승인 범위(mm)
알루미늄 합금재 이외의 모재	일층용접	$0.75a \sim 1.5a$
	다층용접	다층용접의 맞대기 용접이음과 같이 한다 (즉 $a=t$)
알루미늄 합금재(1)	$a < 10$	$0.75a \sim 1.5a$
	$a \geq 10$	≥ 7.5
(비고) (1) 맞대기용접 시험으로 필릿용접이 인정된 경우, 목두께의 허용범위는 용착금속의 두께를 기준으로 한다.		

(라) 관의 시험재에 대하여 수행한 용접절차 시방서에 대한 허용 바깥지름 범위는 **표 2.2.15**에 따른다.

표 2.2.15 관의 바깥지름 승인범위 *(2019)*

시험재의 바깥지름 D (mm)	승인 범위 (mm)(1)
$D \leq 25$	$0.5D \sim 2D$
$D > 25$	$\geq 0.5D$ (최소 25 mm)
(비고) (1) 바깥지름이 500 mm가 넘는 관의 용접은 판 용접의 승인으로 허용된다.	

(마) 위의 규정에도 불구하고, 열영향부에서의 3개의 경도값이 **404.**의 **9**항 (2)호 및 **405.**의 **6**항 (2)호에 규정한 허용 최대값의 25 Hv 이내인 경우(예, 허용최대값 : 350 Hv, 결과 : 325~350 Hv), 승인최대두께는 시험재의 두께로 제한한다. *(2017) (2019)*

(3) **용접자세**

(가) 어떠한 자세로 용접된 시험에 대한 승인은 당해 자세로 한정된다. (**규칙 표 2.2.23-2** 및 **표 2.2.23-3** 참조) 다만 알루미늄 합금재의 승인 범위는 **표 2.2.16**에 따른다. *(2019)*

표 2.2.16 알루미늄 합금재의 맞대기용접 자세 승인범위

시험 자세	인정되는 용접자세
PA(아래보기)	PA
PC(수평)	PA, PC
PE(위보기)	PA, PC, PE
PF(수직상진)	PA, PC, PF
(비고) (1) 맞대기 용접에 대하여 승인된 용접자세는 전 (2)호 (가)에 규정된 모재 두께 승인범위 내에서 필릿용접에 대하여도 승인된 것으로 간주한다. 그러나 그 반대는 허용되지 않는다.	

(나) 여러 자세를 승인받기 위해서는 시험재는 가장 입열이 큰 용접자세와 가장 입열이 작은 용접자세에서 각각 용접

되어야 하며, 또한 각 자세로 용접된 시험재에 대하여 모든 시험을 하여야 한다. 완전용입되는 판의 맞대기용접에서는 일반적으로 가장 입열이 큰 용접자세로 수직상진을 선택하고, 가장 입열이 작은 용접자세로 수평을 선택한다. 또한 완전용입되는 관의 맞대기용접에서의 경사원주상진(PH-45)으로 승인된 용접절차 시방서는 여러 자세를 허용한다. 다만 수직하진(PG), 원주하진(PJ) 및 경사원주하진(PJ-45) 용접자세는 별도의 시험이 요구된다. *(2019)*

(다) 맞대기 용접으로 승인된 용접자세는 **표 2.2.17**에 따라 필릿, T-이음(완전 용입 및 부분 용입)의 용접자세에 대해 승인된 것으로 한다. *(2019)*

표 2.2.17 맞대기 용접에 따른 필릿 및 T-이음(완전용입 및 부분용입)의 자세 승인범위 *(2019)*

맞대기 용접 자세	필릿 및 T-이음(완전용입 및 부분용입)
PA(아래보기)	PA(아래보기), PB(수평수직)
PC(수평)	PB(수평수직), PC(수평)
PE(위보기)	PD(수평위보기), PE(위보기)
PF(수직상진)	PF(수직상진)
PG(수직하진)	PG(수직하진)

(4) **용접법**

(가) 승인은 용접절차 인정시험에 사용된 용접법에 대하여만 유효하다. 다층용접법에서 일층용접법으로의 변경은 인정되지 않는다.

(나) 둘 이상의 용접법을 사용하는 경우, 용접절차 승인은 각 용접법에 대하여 별도의 용접절차 인정시험을 하여야 한다. 둘 이상의 용접법을 사용하여 용접절차 인정시험을 할 수 있으나, 승인은 용접절차 인정시험동안 행해진 용접순서를 유지하는 경우에 한해 유효하다.

(5) **용접용재료**

(가) 시험된 용접재료와 관련하여 **6절**에 규정된 모든 부기기호를 포함하는 동일 용접재료기호의 우리 선급의 승인을 받은 다른 용접용재료에 대하여 인정이 가능하다. 50 kJ/cm를 넘는 대입열용접의 경우, 용접절차 인정시험에 사용된 용접재료의 재료기호 및 상표의 변경은 허용되지 않는다. 다만 선체구조용 및 용접구조용 용접절차 인정시험이 아닌 경우, 용접용재료의 승인범위는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. *(2019)*

(나) **표 2.2.3** 용접용재료의 사용구분에 규정된 용접용재료 외의 변경은 인정되지 않는다. *(2017)*

(다) **603.**의 **3**항 (4)호에 규정하는 이외의 보호가스의 변경은 인정되지 않는다.

(6) **용접조건**

(가) 전류의 종류(교류, 직류, 펄스) 변경 및 극성의 변경은 새로운 용접절차 인정시험이 요구된다. *(2019)*

(나) 최저 예열온도는 인정시험에 사용된 온도로 하며, 최대 층간온도는 인정시험에 사용된 온도로 한다. *(2019)*

(다) 인정시험에 사용된 후열처리는 제조동안에도 유지되어야 한다. 유지시간은 두께에 따라 적절히 조정되어야 한다. 6000계열 알루미늄 합금재의 인정시험에서 승인된 인공시효는 장시간의 상온(자연)시효를 허용한다. *(2019)*

(7) **용접입열량**

(가) 승인된 입열량의 상한은 시험재의 용접에 사용된 것보다 25% 큰 값 또는 55 kJ/cm 중 작은 값으로 한다. 다만 50 kJ/cm을 넘는 대입열용접의 경우에는 상한값을 10% 큰 값으로 한다.

(나) 승인된 입열량의 하한은 시험재의 용접에 사용된 것보다 25% 작은 값으로 한다.

(8) **이음의 형태**

(가) 시험재의 용접이음의 형태에 따른 승인의 범위는 **표 2.2.18**에 따른다.

(나) 맞대기용접에 대하여 승인된 용접절차는 (2)호 (가)에 규정된 승인두께 범위 내에서 필릿용접, T-이음 완전용입/부분용입 용접에 대하여도 승인된 것으로 간주한다. 그러나 그 반대는 허용되지 않는다. *(2019)*

표 2.2.18 용접이음의 형태에 따른 승인의 범위

시험재의 용접이음의 형태				승인의 범위
맞대기용접	일면용접	뒷댐판이 있는 경우	A	A, C
		뒷댐판이 없는 경우	B	A, B, C, D
	양면용접	뒷면 다듬질을 하는 경우	C	C
		뒷면 다듬질을 하지 않는 경우	D	C, D(1)
(비고) (1) 알루미늄 합금재의 경우에는 A를 승인의 범위에 포함한다. *(2019)*				

(다) 용접부의 용입 및 용융 등에 중대한 영향을 미칠 수 있는 용접 홈 및 개선형상의 변경은 허용되지 않는다. 다만, 홈 개선각도, 루트 간격 및 루트면에 대한 허용오차는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

【지침 참조】

(9) **기타**

(1)부터 (8)호에 규정되지 아니한 필수 용접변수에 대한 용접 허용범위는 공인된 국제, 국가규격(*AWS, ASME, ISO, EN* 등)에 따를 수 있다.

3. 2항 이외의 사항이 변경되는 경우에는 용접절차 인정시험을 생략할 수 있으며, 이 경우 관련 인정시험기록서가 첨부된 용접절차 시방서를 재승인 받아야 한다.

제 5 절 용접사 기량자격제도 *(2018)*

501. 일반사항

1. 선박 건조 및 보수에 종사하는 용접사는 적용하는 용접방법 및 재료에 대하여 각각 정하여진 기량자격시험에 합격하고 그 기량자격을 가진 자이어야 한다.
2. 가용접에 종사하는 가용접사(tack welder)는 이 절의 규정에 따라 기량자격시험에 합격하고 그 기량자격을 가진 자이어야 한다. 다만 맞대기용접 또는 필릿 용접의 기량자격을 가진 자는 그 승인범위에 대응되는 가용접에 대해서도 기량자격을 가진 것으로 인정한다.
3. 서브머지드 아크(submerged arc) 용접, 그래비티(gravity) 용접, 일렉트로가스(electro-gas) 용접 및 자동 이송장치(auto-carriage)를 탑재한 *MAG* 용접 등과 같이 완전 기계화 및 자동화 장치를 작동하거나 조정에 책임이 있는 자동 용접사는 장치의 작동과 관련된 기량자격을 가진 자이어야 한다. 다만, 장치의 작동이나 조정에 책임이 없는 자동 용접사는 기량자격을 보유할 필요는 없지만 종사하는 작업에 대하여 숙련된 자이어야 하며, 생산된 용접부가 요구되는 품질을 만족해야 한다.
4. 이 절에 규정되지 아니하는 특수한 재료 및/또는 용접에 종사하는 용접사의 기량자격시험에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. 용접사의 교육, 훈련, 자격관리 및 기량 유지에 관한 책임은 해당 용접사를 고용한 회사에게 있다. 검사원은 용접사의 자격이 적절한지를 확인하고 판정해야 한다.
6. 국가 또는 국제 표준에 따른 용접사 기량자격을 보유한 용접사는 해당 표준이 검사, 승인 범위, 기량자격시험 요건을 포함하는 기술적인 관점에서 이 절과 동등하다고 우리 선급이 인정한 경우에는 기량자격시험을 생략하고 용접 공사에 종사할 수 있다. 표준에 규정된 요건이 적용되더라도 용접사 기량자격의 갱신 요건은 **504.**의 **2**항을 따른다. 또한 대체되는 용접 표준 또는 규격의 전체가 자격 인정에 적용되어야 하며, 교차/혼합 적용은 허용되지 않는다. *(2022)*

502. 기량자격의 구분 및 승인범위

1. 용접사는 모재, 용접법, 용접용재료, 용접이음의 형태, 모재두께 및 용접자세별로 기량자격이 인정되어야 한다.
2. **용접법의 종류**

(1) 용접사 기량자격을 위한 용접법의 종류는 **표 2.2.19**에 따른다.

표 2.2.19 용접사 기량자격을 위한 용접법의 종류 *(2019) (2022)*

기호	실제 용접공사에서의 용접법(1)(2)		ISO 4063:2009
M	수동용접	피복아크용접(*SMAW*)	111
G	가스용접	가스용접(*GA*)	31
S	반자동용접	(1) 메탈불활성가스용접(*MIG*) (2) 메탈활성가스용접(*MAG*) (3) 플럭스코어드 아크용접(*FCAW*)	131 135(solid wire), 138(metal cored wire) 136
T	TIG용접	텅스텐 불활성가스용접(*GTAW*)	141
A	자동용접	(1) 서브머지드 아크용접(*SAW*) (2) 그래비티 용접(*GRW*) (3) 일렉트로가스용접(*EGW*) (4) 일렉트로슬래그용접(*ESW*)	12 112 73 72

(비고)
(1) 승인된 용접법의 승인범위는 기량자격시험에서 사용한 용접법만을 인정한다. 단, 반자동용접 및 TIG용접으로 승인된 기량자격은 해당 용접법에 자동 이송장치(auto-carriage)를 탑재한 자동용접도 인정할 수 있다.
(2) 다수의 용접법을 사용하는 경우, 용접사는 다수의 용접법을 적용한 한 번의 기량자격시험 또는 각 용접법별로 별개의 기량자격시험에 의해 승인될 수 있다. 다만 시험재에 적용한 용접법의 순서가 변경될 수 없다.

3. 용접용재료
(1) 용접용재료의 승인범위는 **5항**에 따라 인정되는 재료그룹과 알맞은 용접용재료로 한다.
(2) 피복아크용접의 기량자격시험에는 베이직계(basic), 엑시드계(acid) 및 루틸계(rutile)의 피복 용접봉이 사용되어야 한다.
(3) 용가재를 사용한 용접의 자격이 부여되면 용가재 없이 용접하는 것이 허용되지만 그 반대의 경우는 허용되지 않는다.

4. 용접이음의 형태
(1) 용접사 기량자격을 위한 용접이음의 형태는 **표** 2.2.20에 따른다.

표 2.2.20 용접기량자격을 위한 용접이음의 형태

기량자격시험을 위한 시험재에 사용되는 용접이음의 형태				인정되는 용접이음의 형태
맞대기용접	일면용접 (SS)	뒷댐판이 있는 경우	SS MB	SS MB, DS MB, SL, ML
		뒷댐판 대신 가스를 사용하는 경우	SS GB	SS MB, SS GB, DS MB, SL, ML
		뒷댐판이 없는 경우	SS NB	SS MB, SS NB, SS GB, DS MB, DS NB, SL, ML
	양면용접 (DS)	가우징을 하는 경우	DS MB	SS MB, DS MB, SL, ML
		가우징을 하지 않는 경우	DS NB	SS MB, DS MB, DS NB, SL, ML
필릿용접	단층용접	-	SL	SL
	다층용접	-	ML	SL, ML

(2) T자 이음형태의 용접에서 완전용입/부분용입으로 용접하는 용접사는 해당 용접법 및 용접자세의 맞대기용접 자격을 보유해야 한다.

(3) 맞대기용접으로 승인된 가용접사는 필릿용접이 허용되지만 그 반대는 허용되지 않는다. *(2019)*

5. 모재

(1) 용접사 기량자격 인정을 위한 재료그룹은 표 2.2.21에 따른다.

표 2.2.21 용접기량자격을 위한 재료그룹

기량자격시험을 위한 시험재에 사용되는 재료[1]				인정되는 재료그룹[1][2]
탄소강[1]	선체구조용 압연강재 보일러용 압연강판 압력용기용 압연강판 저온용 압연강재(니켈합금강 제외) 체인용 봉강 보일러용 압연봉강 용접구조용 초고장력 압연강재 YP47강판 보일러 및 열교환기용 강관 압력배관용 강관 저온용 강관(니켈합금강 제외) 탄소강 주강품 저합금강 주강품 체인용 주강품 저온용 주강품(*RLC*2 및 *RLC*3 제외) 탄소강 단강품 합금강 단강품 체인용 단강품 저온용 단강품(*RLF*3 및 *RLF*9 제외)	*A* ~ *FH* 40 *RSP* 42 ~ *RSP* 49*A* *RPV* 24 ~ *RPV* 50 *RL* 235*A* ~ *RL* 360 *RSBC* 31 ~ *RSBC* 70 *RSB* 42 ~ *RSB* 46 *AH* 43 ~ *FH* 70 *EH*47-*H* *RSTH* 12 ~ *RSTH* 52 *RST* 138 ~ *RST* 424 *RLPA* ~ *RLPC* *RSC* 410 ~ *RSC* 600 *RSC* 440*A* ~ *RSC* 550*A* *RSCC* 50, *RSCC* 70 *RLCA*, *RLCB* *RSF* 400 ~ *RSF* 760(*H*/*M*) *RSF* 550*AM* ~ *RSF* 1100*AM* *RSFC* 50, *RSFC* 70 *RLFA* ~ *RLFC*	CS	CS
스테인리스강	스테인리스 압연강재 스테인리스 강관 스테인리스강 주강품 프로펠러용 스테인리스 주강품 스테인리스강 단강품 듀플렉스 스테인리스강	*RSTS* 304 ~ *RSTS* 347 *RSTS* 304*TP* ~ *RSTS* 347*TP* *RSSC* 13 ~ *RSSC* 21 12*Cr*1*Ni*, 19*Cr*11*Ni* *RSSF* 304 ~ *RSSF* 347 *S*31803, *S*32750	STS	STS
니켈합금강	저온용 압연강재(탄소강 제외) 저온용 강관(탄소강 제외) 저온용 주강품(*RLCA* 및 *RLCB* 제외) 저온용 단강품(*RLFA* ~ *RLFC* 제외)	*RL* 1*N*355 ~ *RL* 9*N*490 *RLP* 2 ~ *RLP* 9 *RLC* 2, *RLC* 3 *RLF* 3, *RLF* 9	NI	NI
동 및 동합금	동관 및 동합금관 동합금 주물	*C* 1201 ~ *C* 7150 *CU* 1 ~ *CU* 4	CU	CU
알루미늄 합금	알루미늄 합금재	5083 ~ 6082 (*P*/*S*)	AL	AL

(비고)
(1) 선체구조용으로 사용되며 규격 최소항복강도 460 N/mm^{2}을 초과하는 재료에 대해서는 이 표의 재료그룹과 다른 그룹으로 간주되어 새로운 용접사 기량자격을 보유해야 한다.
(2) 2개의 서로 다른 재료그룹에 속하는 재료를 용접하는 경우에는 별개의 그룹으로 자격인정을 요구할 수 있다.

6. 모재두께 및 바깥지름

(1) 모재두께 T의 판 및 관의 시험재에 대하여 수행한 기량자격시험에 대한 허용두께 범위는 **표 2.2.22-1**에 따른다. 가용접의 모재두께 승인범위는 3 mm 이상으로 한다.

표 2.2.22-1 판 및 관의 모재두께 승인 범위 *(2020)*

구분	시험재의 두께 T(mm)	승인두께범위 t(mm)
판의 맞대기/필릿 용접, 관의 맞대기 용접	T 〈 3	T ≤ t ≤ 2T
	3 ≤ T 〈 12	3 ≤ t ≤ 2T
	12 ≤T	3 ≤ t
관의 필릿 용접	T 〈 3	T ≤ t ≤ 2T 또는 3mm 중 큰값
	3≤T	3 ≤ t

(2) 관의 시험재에 대하여 수행한 기량자격시험에 대한 허용 바깥지름 범위는 **표 2.2.22-2**에 따른다.

표 2.2.22-2 관의 바깥지름 승인 범위

시험재의 바깥지름 D(mm)(1)(2)	승인 범위 d(mm)
D ≤ 25	D ≤ d ≤ 2D
25 〈 D	0.5D ≤ d(최소 25 mm)

(비고)
(1) 관의 바깥지름이 500 mm를 넘을 때의 기량자격 시험재는 강판에 대한 시험재로 할 수 있다. 단, 관의 가용접은 관의 바깥지름과 상관없이 강판에 대한 시험재로 할 수 있다. *(2022)*
(2) 비원형 단면인 경우에 바깥지름의 측정은 가장 짧은 거리를 선택하여 측정한다.

7. 용접자세

기량자격시의 시험자세와 실제 용접공사 시의 인정자세는 **표 2.2.23-1**에 따른다.

표 2.2.23-1 용접기량자격의 자세

시험자세(1)(2)				실제 용접시공에 인정되는 용접자세(1)(2)																								
				판의 용접(3)												관의 용접(4)												
				맞대기이음					필릿이음							맞대기이음						필릿이음						
				PA	PC	PE	PF	PG	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PA	PC	PH	PJ	PH -45	PJ -45	PA	PB	PD	PH	PJ	PH -45	PJ -45
판의 용접(4)	맞대기이음	아래보기	PA	◉					◉	◉						◉						◉	◉					
		수평	PC	◉	◉				◉	◉	◉					◉	◉					◉	◉					
		위보기	PE	◉	◉	◉			◉	◉	◉	◉	◉			◉	◉					◉	◉	◉				
		수직상진	PF	◉			◉		◉	◉				◉		◉						◉	◉					
		수직하진	PG					◉							◉													
	필릿이음	아래보기	PA						◉													◉						
		수평수직	PB						◉	◉												◉	◉					
		수평	PC						◉	◉	◉											◉	◉					
		수평위보기	PD						◉	◉	◉	◉	◉									◉	◉	◉				
		위보기	PE						◉	◉	◉	◉	◉									◉	◉	◉				
		수직상진	PF						◉	◉				◉								◉	◉					
		수직하진	PG												◉													
관의 용접(3)	맞대기이음	아래보기	PA	◉					◉	◉						◉						◉	◉					
		수평	PC	◉	◉				◉	◉	◉					◉	◉					◉	◉					
		원주상진	PH	◉		◉	◉		◉	◉		◉	◉	◉		◉		◉				◉	◉	◉	◉			
		원주하진	PJ	◉		◉		◉	◉	◉		◉	◉		◉	◉			◉			◉	◉	◉		◉		
		경사 원주상진	PH -45	◉	◉	◉	◉		◉	◉	◉	◉	◉	◉		◉	◉	◉		◉		◉	◉	◉	◉		◉	
		경사 원주하진	PJ -45	◉	◉	◉		◉	◉	◉	◉	◉	◉		◉	◉	◉		◉		◉	◉	◉	◉		◉		◉
	필릿이음	아래보기	PA						◉													◉						
		수평수직	PB						◉	◉												◉	◉					
		수평위보기	PD						◉	◉	◉	◉	◉									◉	◉	◉				
		원주상진	PH						◉	◉		◉	◉	◉								◉	◉	◉	◉			
		원주하진	PJ						◉	◉		◉	◉		◉							◉	◉	◉		◉		
		경사 원주상진	PH -45						◉	◉	◉	◉	◉	◉								◉	◉	◉	◉		◉	
		경사 원주하진	PJ -45						◉	◉	◉	◉	◉		◉							◉	◉	◉		◉		◉

(비고)

(1) ◉는 실제 용접시공에 인정되는 용접자세를 나타낸다.

(2) 표 2.2.23-2 및 표 2.2.23-3에 따른다.

(3) 바깥지름이 25 mm를 넘는 관의 용접으로 합격한 용접기량자격의 경우에 판의 용접을 인정한다.

(4) 판의 용접기량자격으로 인정되는 관의 용접 범위는 관의 바깥지름이 500 mm 이상인 경우에 인정한다. 단, 관의 가용접은 관의 바깥지름과 상관없이 판의 용접기량자격으로 인정된다. *(2022)*

표 2.2.23-2 판용접의 자세

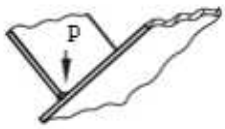
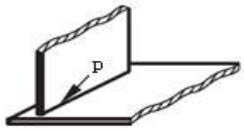
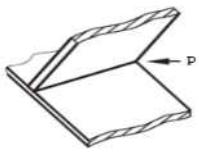
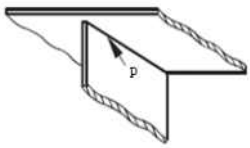
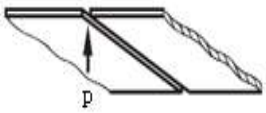
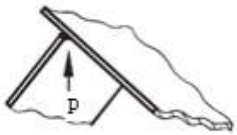
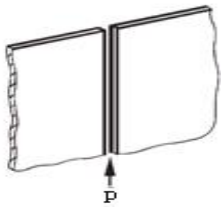
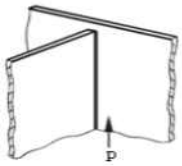
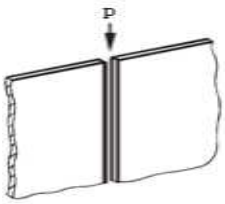
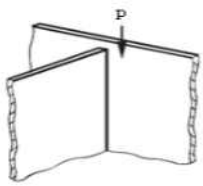
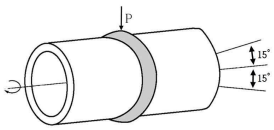
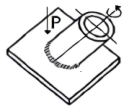
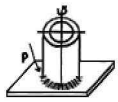
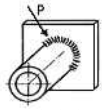
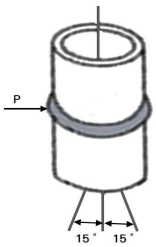
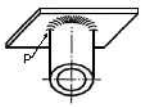
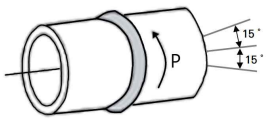
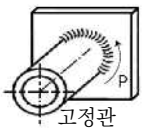
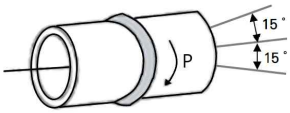
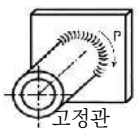
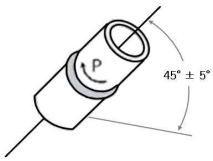
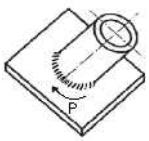
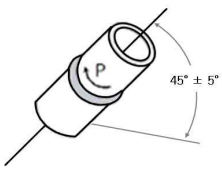
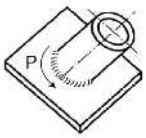
용접자세		판용접의 자세상세	
		맞대기이음	필릿이음
아래보기	PA		
수평수직	PB	-	
수평	PC		
수평위보기	PD	-	
위보기	PE		
수직상진	PF		
수직하진	PG		
원주상진	PH	-	-
원주하진	PJ	-	-
경사원주상진	PH-45	-	-
경사원주하진	PJ-45	-	-

표 2.2.23-3 관용접의 자세

용접자세		관용접의 자세상세	
		맞대기이음	필릿이음
아래보기	PA	 회전관	 회전관
수평수직	PB	-	 회전관 또는 고정관  회전관
수평	PC	 회전관 또는 고정관	-
수평위보기	PD	-	 회전관 또는 고정관
위보기	PE	-	-
수직상진	PF	-	-
수직하진	PG	-	-
원주상진	PH	 고정관	 고정관
원주하진	PJ	 고정관	 고정관
경사원주상진	PH-45	 고정관	 고정관
경사원주하진	PJ-45	 고정관	 고정관

503. 기량자격시험

1. 일반사항

(1) 용접을 시작하여 완료할 때까지 시험재의 상하좌우의 방향을 바꾸어서는 안 된다.

(2) 시험재는 모든 용접의 전후를 통하여 열처리, 피닝(peening) 등을 하여서는 안 된다.

(3) 시험재에 사용하는 뒷댐판으로는 관련 용접절차 시방서 또는 예비 용접절차 시방서에 사용된 것과 동일한 강판, 동판, 세라믹 또는 충분한 용입을 얻을 수 있는 유사한 재료 또는 뒷댐판용 가스를 사용할 수 있다.

(4) 검사원은 시험재의 용접 및 시험편의 시험에 입회하여야 한다.

2. 시험재

(1) 각 기량자격시험에서 맞대기 및 필릿용접 시험재는 **그림** 2.2.12 부터 **그림** 2.2.19 까지에 따라 준비되어야 한다.

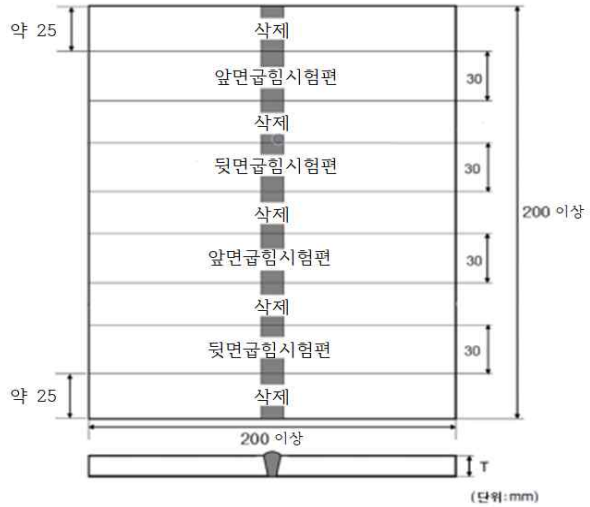


그림 2.2.12 판의 맞대기 용접시험재의 치수 및 형상(T<12mm)

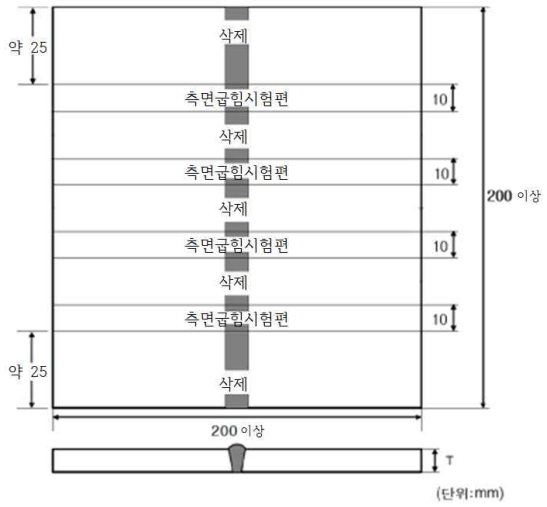


그림 2.2.13 판의 맞대기 용접시험재의 치수 및 형상(T≧12mm)

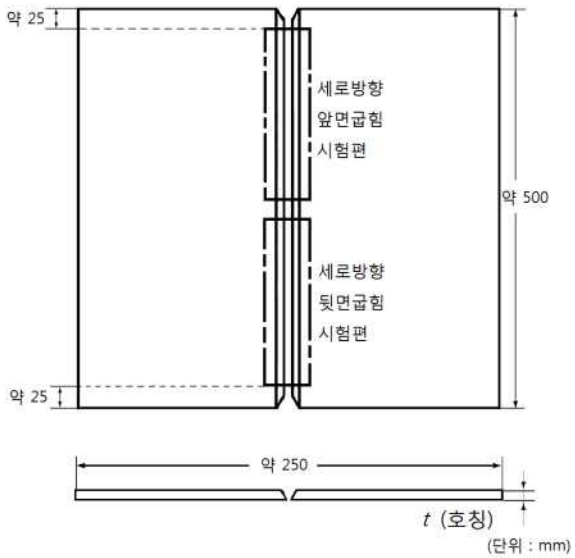


그림 2.2.14 판의 맞대기 용접시험재의 치수 및 형상 (9%니켈합금강)

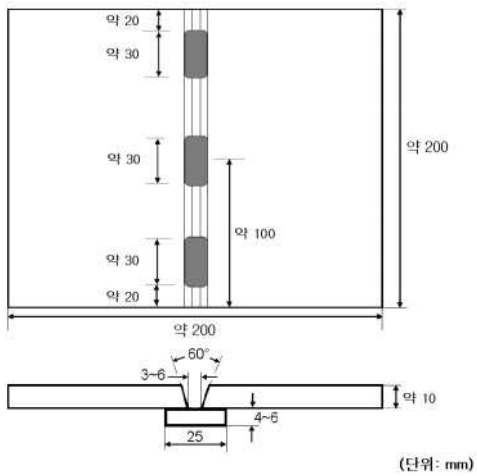


그림 2.2.15 판의 맞대기 가용접시험재의 치수 및 형상

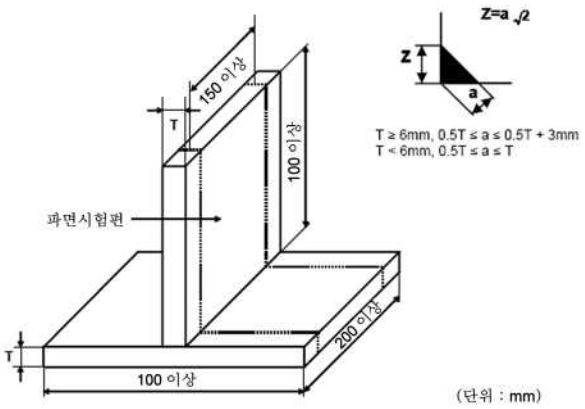


그림 2.2.16 판의 필릿 용접시험재의 치수 및 형상

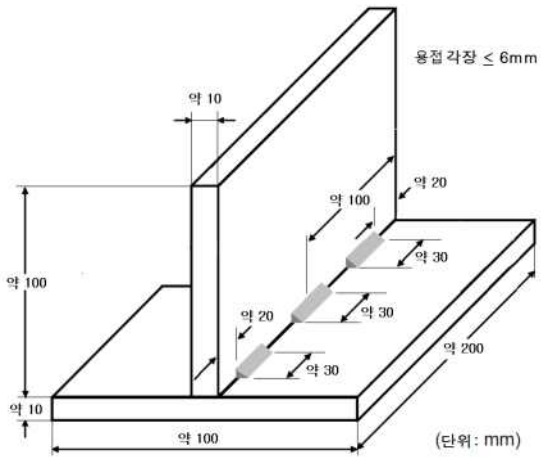


그림 2.2.17 판의 필릿 가용접시험재의 치수 및 형상

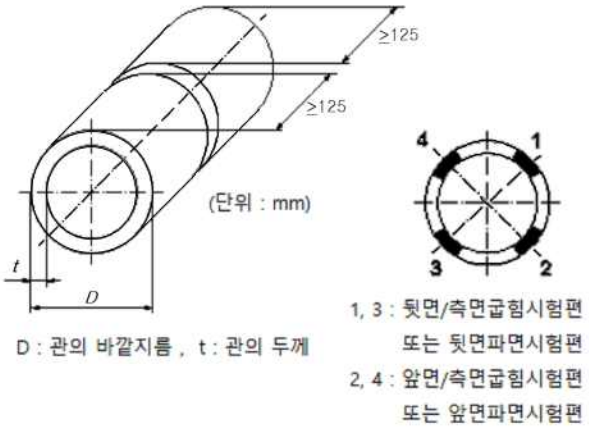


그림 2.2.18 관의 맞대기 용접시험재의 치수 및 형상

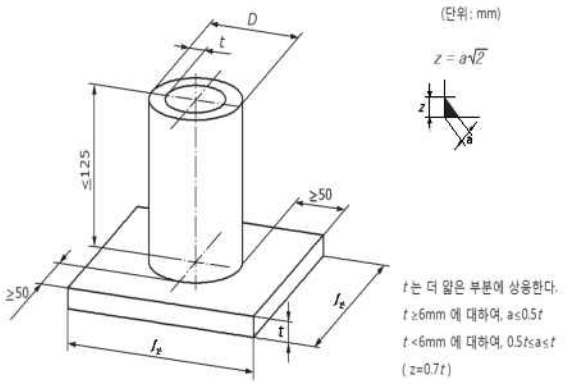


그림 2.2.19 관의 필릿 용접시험재의 치수 및 형상

(2) 강재는 502.의 5항에 규정하는 재료이거나 또는 우리선급이 동등하다고 인정하는 등급의 것이어야 한다.
(3) 용접이음부의 개선형상 및 치수는 실제 용접공사에 적용하는 용접절차 시방서 또는 예비 용접절차 시방서에 따라 준비되어야 한다.
(4) 시험에 사용하는 용접용재료는 우리 선급의 승인을 받은 것 또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 것이어야 한다.
(5) 수동 및 반자동용접 시험재의 루트 용접부 및 표면 마지막 용접부는 각각 최소 한 번씩 용접을 멈추고 다시 시작하여야 한다. 용접사들은 용접 재시작 전에 용접이 멈췄던 부위의 작은 결함에 대해서만 그라인딩으로 제거할 수 있다. *(2019)*
(6) 자동용접의 시험재는 404.의 3항 및 405.의 3항에 따른다. 다만, 판의 맞대기용접 시험재의 너비는 최소 300 mm 이상, 길이는 최소 400 mm 이상으로 하고 판의 필릿용접 시험재의 너비는 최소 150 mm 이상, 길이는 최소 400 mm 이상으로 할 수 있다.
(7) 가스용접 기량자격시험의 시험재는 뒷댐판을 사용하지 않으며, 가스용접봉은 KS D 7005(연강용 가스 용접봉) 또는 EN 12536에 따른 것 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것으로 한다.

3. 시험 및 검사

(1) 시험재의 시험 및 검사는 표 2.2.24에 따른다.

표 2.2.24 시험 및 검사항목 *(2022)*

구분	시험 및 검사[(6)]
맞대기용접	외관검사, 굽힘시험[(1)(2)(3)(4)]
필릿용접	외관검사, 파면시험[(5)]
가용접	외관검사, 파면시험

(비 고)

(1) 아래표의 용접법을 제외하고 굽힘시험을 대신하여 방사선투과검사 또는 파면시험을 실시할 수 있다.

재료	용접법(규칙 표 2.2.19 참조)
탄소강, 스테인리스강	131, 135, 138, 311(산소아세틸렌 용접)
니켈합금강	131, 135
알루미늄 합금	131
동 및 동합금	모든 용접법

또한 두께 8 mm 이상인 페라이트강(탄소강 등)에 대해서는 방사선투과검사를 대신하여 초음파 탐상검사로 실시할 수 있다.

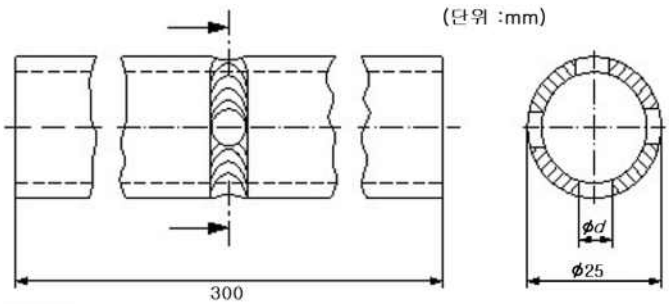
(2) 9%니켈합금강의 판용접에서는 **그림 2.2.14**와 같이 세로방향앞면굽힘시험 및 세로방향뒷면굽힘시험을 할 수 있다.

(3) 상기 (1)에도 불구하고 니켈합금강의 관용접에서는 굽힘시험을 대신하여 방사선투과검사 또는 파면시험을 할 수 있다.

(4) 관의 바깥지름이 25 mm 이하인 경우에는 굽힘시험 또는 파면시험을 대신하여 노치인장시험을 **그림 2.2.20**과 같이 실시할 수 있다.

(5) 파면시험 대신에 2개의 매크로 단면시험을 할 수 있다.

(6) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가의 시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**



(비고)

1. d의 크기는 다음을 따른다.
   (1) t ≥ 1.8 mm인 경우, d = 4.5 mm
   (2) t 〈 1.8 mm인 경우, d = 3.5 mm
   d: 용접부의 홀 직경
   (홀들은 용접부 멈춤 및 재시작 부위에 위치해선 안 된다)
2. ISO 9017의 s 및 q 형상 노치도 허용된다.

그림 2.2.20 바깥지름이 25 mm 이하인 관의 노치인장시험편의 치수 및 형상

(2) **외관검사**

(가) 굽힘시험을 위하여 시험편을 절단하기 전에 외관검사를 하여야 한다.

(나) 용접부에는 균열이나 기타 심각한 결함이 없어야 하며, 검출된 결함은 (KS B) ISO 5817:2014의 품질등급 B에 따라 평가되어야 한다(알루미늄 합금의 경우, ISO 10042의 품질등급 B). 다만, 과잉용접(excess weld metal), 과잉용입(excess penetration), 과잉용접비드(excessive convexity) 및 과잉 목두께(excessive throat thickness)

에 대하여는 품질등급 C를 적용한다. *(2022)*

(3) **굽힘시험**

(가) 최초 기량자격시험은 판 또는 관의 시험재에서 앞면굽힘시험편과 뒷면굽힘시험편을 각각 2개씩 채취하여 굽힘시험을 한다. 다만, 두께가 12 mm 이상인 경우에는 너비 10 mm를 가지는 4개의 측면굽힘시험편으로 시험할 수 있다.

(나) 기량자격의 갱신을 위해서는 판 또는 관의 시험재에서 앞면굽힘시험편과 뒷면굽힘시험편을 각각 1개씩 채취하여 굽힘시험을 한다. 다만, 두께가 12 mm 이상인 경우에는 너비 10 mm를 가지는 2개의 측면굽힘시험편으로 시험할 수 있다.

(다) 최소한 굽힘시험편 한 개는 루트부 또는 표면 마지막 용접부의 멈춤 및 재시작 부위를 포함해야 한다.

(라) 굽힘시험편의 모양과 치수는 **표 2.2.2**에 따른다.

(마) 두께에 대한 맨드릴 지름의 비(D/t)는 **규칙 2편 2장 6절**의 각 조에서 규정하는 값 +1로 한다. 다만, 알루미늄 합금의 경우에는 **규칙 2편 2장 608.**의 **표 2.2.74**에 따른다.

(바) 시험편을 180°로 굽힌 후 시험편의 표면에는 어떠한 방향으로든 길이 3 mm를 넘는 균열 또는 현저한 결함이 있어서는 안된다. 시험중에 시험편의 모서리에 나타나는 결함은 사안별로 조사 및 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(사) 가스용접 시험편의 굽힘시험은 롤러 굽힘시험용 지그를 사용하며, 플런저(plunger) 및 지지롤러의 반지름은 10 mm로 하고, 지지롤러의 간격은 53 mm로 한다.

(4) **비파괴검사**

(가) 맞대기용접에 대하여 굽힘시험 대신 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사를 적용하는 경우, 판정기준은 (KS B) ISO 5817:2014의 품질등급 B를 따른다(알루미늄 합금의 경우, ISO 10042의 품질등급 B). *(2022)*

(나) 용접 후 외관검사 시 용접입열량이 많다고 인정될 때에는 방사선 투과검사와는 별도로 굽힘시험을 할 수 있다.

(5) **파면시험**

(가) 맞대기용접의 파면시험은 ISO 9017:2017 및 ISO 9606-1:2012,9606-2/3/4에 따라 실시하며 전길이 시험편을 사용한다. 판정기준은 (KS B) ISO 5817:2014의 품질등급 B를 따른다(알루미늄 합금의 경우, ISO 10042의 품질등급 B). *(2022)*

(나) 필릿용접의 파면시험에 대하여는 **규칙 2편 2장 405.**의 7항을 준용한다.

(다) 파면에서 검출된 균열, 기공, 개재물, 융합부족 및 용입불량 등의 결함은 (KS B) ISO 5817:2014의 품질등급 B에 따라 평가되어야 한다(알루미늄 합금의 경우, ISO 10042의 품질등급 B). *(2022)*

(6) **매크로시험**

필릿용접에 대하여 파면시험대신 매크로시험을 적용하는 경우, 검사방법 및 판정기준은 다음에 따른다.

(가) 2 개의 매크로시험편들을 서로 다른 부위에서 채취해야 하며, 최소한 1 개의 시험편은 루트부 또는 표면 마지막 용접의 멈춤 및 재시작이 된 부위에서 채취해야 한다.

(나) 시험편은 용접금속, 용융선, 루트용입 및 열영향부를 분명히 드러낼 수 있도록 한 쪽에서 가공 및 부식시켜야 한다.

(다) 매크로 단면은 열영향을 받지 않은 모재부 10 mm를 포함하여야 한다.

(라) 용접부 횡단면의 매크로 조직을 표시하는 시험편에는 과대한 상하 각 장의 차이, 용입불량 및 균열, 기타 유해한 결함이 있어서는 안 된다.

4. 재시험

(1) 용접사가 기량자격시험에 불합격한 경우 다음에 따른다.

(가) 시험의 일부에 불합격한 용접사는 불합격한 용접이음 및 자세와 동일한 조건으로 다른 시험재를 바로 용접한 후에 재시험을 할 수 있다. 이 경우에 2배수의 시험편을 채취하여 시험해야 한다. 모든 재시험용 시험편들은 관련 요건을 모두 만족해야 한다.

(나) 최초 시험의 전부 또는 (가)호의 재시험에 불합격한 용접사는 재훈련되어야 한다.

(다) 용접사의 기량이 의심되는 명확한 증거가 발견되거나 자격의 효력이 만료된 경우에 해당 용접사는 재시험이 아닌 자격을 재취득해야 한다.

(2) 시험편이 가공 부적합으로 치수 요건에 부적합한 경우, 다른 시험재로 다시 용접하고 시험하여야 한다.

5. 기량자격증서

(1) 용접사가 이 규정에 따라 기량자격시험이 합격한 경우, 용접사의 기량자격증명서는 발급된다. 각 조선소 또는 제조자는 용접사 기량자격의 승인 범위 및 자격 유효성을 관리할 책임이 있다. *(2022)*

(2) 기량자격증명서에는 다음의 항목이 규정되어야 한다:
(가) 재료, 용접법, 용접용재료, 용접이음부 형식, 판두께 및 용접자세에 대한 승인 범위
(나) 기량자격증명서 발급일 및 만료일
(다) 용접사의 성명, 생년월일, 식별번호 및 사진
(라) 조선소 또는 제조자 명
(3) 기량자격증명서를 발급할 때에는 기량자격시험 및 갱신시험과 관련된 보고서/기록서를 증명서의 사본과 함께 보관해야 한다.

504. 기량자격의 유지 및 취소

1. 최초 승인의 효력 및 유지

(1) 용접사기량자격 승인의 효력은 요구되는 모든 기량자격시험들을 합격한 후에 기량자격증명서가 발급된 날로부터 시작된다.
(2) 용접사가 해당직종에서 6개월을 넘겨 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다. 따라서 기량자격의 유지를 위해서는 다음의 모든 조건을 충족해야 하며, 하나라도 충족되지 않는다면 우리 선급으로 통보해야 하며 해당 증명서는 취소된다.
(가) 용접사는 승인된 범위 내에서 용접작업에 연속적으로 종사해야 하며, 용접사의 작업은 원칙적으로 승인시험이 수행된 기술적인 조건에 따른 것이어야 한다.
(나) 조선소/제조자의 품질책임자는 용접사의 기량자격 유지상황을 6개월 간격으로 확인하고 기량자격증명서에 서명해야 한다.
(다) 검사원이 요청하는 경우 조선소/제조자는 개별 용접기량자격에 대한 승인 상황을 제출하여야 한다.
(라) 용접사의 기량과 지식에 의문을 제기할 특별한 이유가 없어야 한다.
(3) 용접사가 다음과 같이 우리 선급기준에 미달한다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 그 용접사의 기량자격은 정지된다.
(가) 용접사가 기량자격을 취득한 회사에서 이직하였을 때
(나) 기량자격자의 용접능력에 의문이 생겼을 때
(4) 다만 전 (3)호 (가)의 경우에 이직한 용접사의 기량자격 유효성은 다음 각 호의 모든 조건을 만족할 때 계속 유지되며, 새로운 조선소 또는 제조자 명으로 기량자격증명서를 재발급할 수 있다.
(가) 용접사는 이직 전의 회사에서 기량자격을 보유하고 있었음을 입증할 것
(나) 용접조건은 이직 전 회사에서 종사했던 용접 분야에서의 조건과 유사해야 하며 기 보유한 용접자격에 대응하는 분야의 용접에 종사함을 입증할 것
(다) 이직 전 6개월간 계속해서 동 자격분야의 용접에 종사한 경력을 입증할 수 있을 것

2. 자격의 갱신

(1) 기량자격의 갱신은 우리 선급이 실시한다. 이를 위해 용접사의 기량자격은 다음 (가) ~ (다) 중 한 가지를 선택하여 정기적으로 갱신되어야 한다. 선택된 자격 갱신 방법은 기량자격증명서 발급 시에 명시되어야 한다. *(2022)*
(가) 용접사는 3년마다 용접사 기량자격시험을 재실시해야 한다. 용접사는 유효기간인 3년의 마지막 6개월 이내에 갱신을 위한 용접사 기량자격시험을 실시해야 한다. 이 시험을 합격하면 만료일로부터 3년을 더 연장할 수 있다.
(나) 매 2년마다 유효기간인 2년의 마지막 6개월 이내에 두 개의 용접부에 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사 또는 파괴시험을 실시하고 기록하여 검사원에게 제출하여야 한다. 해당 용접부는 두께 및 바깥지름 조건을 제외하고 최초 승인시험의 조건에 따라 용접되어야 한다. 이러한 시험을 통해 용접사의 기량자격은 만료일로부터 2년을 더 연장할 수 있다. *(2022)*
(다) 모든 기량자격증명서의 용접사 기량자격은 아래 (a) ~ (c) 조건이 모두 충족된다는 것에 대해 상기 1항 (2)호에 따라 서명하는 한 유지된다. 모든 조건의 충족은 우리 선급에 의해 확인되어야 한다. 우리 선급의 확인 주기는 3년 이내로 하며, 우리 선급과 조선소/제조자 간에 합의해야 한다. 이는 우리 선급이 인정하는 방법으로 대체될 수 있다. *(2022)* **【지침 참조】**
(a) 용접사는 기량자격증명서에 기재되어 있는 생산 용접 품질에 책임 있는 동일한 조선소/제조자를 위해 종사해야 한다.
(b) 우리 선급은 최소한 다음 조건을 포함하는 용접사 품질 관리 시스템을 확인해야 한다.
(i) 용접사 품질 관리 시스템의 조정(coordination)에 책임 있고 해당 업무에 임명된 사람
(ii) 조선소/제조자의 용접사 및 용접 감독자 명단

(iii) 해당되는 경우, 협력업체 용접사 명단
(iv) 용접사 기량자격증명서 및 관련 관리 시스템에 대한 설명
(v) 용접사 자격 프로그램을 위한 교육 요구사항
(vi) 용접에 적용되는 WPS 및 용접사 식별 시스템
(vii) 재시험 없이 용접사 기량자격 유지를 허용하는 기준을 포함하여, 용접 검사 기록(예: 보수율 등)의 결과를 기반으로 각 용접사 기량을 모니터링하기 위한 시스템 절차

(c) 조선소/제조자는 용접사가 기량자격증명서의 자격 범위 내의 용접 자세, 용접 종류 및 뒷댐판(backing) 조건으로 합격품질의 용접을 시공품질표준 및 우리 선급의 요구 사항에 따라 생산했음을 적어도 연 1회 문서화해야 한다. 요구되는 문서 및 증빙 문서화 방법은 우리 선급과 조선소/제조자 간에 합의해야 한다.

(라) 전 (가)부터 (다)에도 불구하고 만료일 이후 1개월 이내에 기량자격의 갱신을 완료한다면, 만료일로부터 갱신을 완료할 때까지의 기간에 한해 승인을 유지하고 있는 것으로 간주할 수 있다. 갱신이 완료되면 기량자격의 유효기간은 전 (가)부터 (다)에 따른다.

(2) 검사원은 전 (1)호의 준수 여부를 확인하고 자격 유지의 확인을 위해 용접사 기량자격증명서에 서명한다.

(3) 선체구조용 판 용접에 종사하지 않는 용접사는 자격의 갱신을 생략할 수 있다. 이 때 조선소/제조자는 선체구조용 판 용접에 종사하는 용접사와 그 외 용접사를 구별하여 관리해야 한다. *(2019) (2022)*

제 6 절 용접용재료

601. 일반사항

1. 적용

(1) 이 절에서 규정하는 각종 구조물의 용접에 사용되는 수동 및 그래비티 용접용 피복용접봉, 가스실드(gas shield) 아크 용접용재료(용접와이어/보호가스), 이층 또는 다층 서브머지드(submerged) 아크 용접용재료(용접와이어/플럭스), 플럭스코어드(flux cored) 아크 용접용재료(플럭스코어드 와이어), 일렉트로슬래그(electro slag) 및 일렉트로가스(electro gas) 용접용재료는 이 절에서 규정하는 승인된 용접용재료이어야 한다.

(2) 전 호에 규정하는 이외의 용접법에 사용하는 용접용재료 또는 전 호의 규정을 적용하는 것이 적절하지 아니하다고 생각되는 특수한 용접용재료는 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.

(3) 이 절에서 규정하지 아니한 용접용재료에 대한 승인시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

【지침 참조】

2. 제조법 승인용접용재료는 우리 선급의 승인을 받은 제조공장에서 승인을 받은 방법으로 제조자의 책임하에서 품질이 균일하게 제조되는 것이어야 한다.

3. 시험재

(1) 시험재의 준비 및 모든 시험은 검사원의 입회하에 하여야 한다.

(2) 용접이음이 수행되는 경우, 판의 가장자리는 기계적인 가공이나 또는 산소절단의 어느 한 가지 방법으로 개선가공되어야 한다. 산소절단의 경우에는 개선면에 대하여 스케일 제거처리를 할 필요가 있다.

(3) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.

4. 승인시험

(1) 용접용재료의 승인시험에 대하여는 602. 부터 609.의 규정에 따라 승인시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 용접용재료는 각각의 제품에 대하여 각 제조공장마다 승인을 받아야 한다. 다만, 다음 (가) 부터 (나)까지의 경우로서, 사용되는 재료와 제조공정이 승인을 받은 용접용재료에 대한 것과 동일함을 입증할 수 있는 경우, 우리 선급의 승인을 받아 정기검사와 동등한 수준으로 시험을 경감할 수 있다. 그러나 어떠한 의문이라도 있는 경우에는 전체적인 시험이 요구될 수 있다.

(가) 승인을 받은 용접용재료의 제조자가 다른 제조공장에서 해당 용접용재료를 제조하는 경우

(나) 승인을 받은 용접용재료의 제조자와 기술제휴에 의하여 해당 용접용재료를 제조하는 경우

(3) 서브머지드 아크 용접용재료의 경우로서, 동일한 회사에 속하는 여러 공장에서 공급된 다른 용접와이어들과 한 종류의 플럭스를 조합해서 사용하는 경우, 우리 선급의 승인을 받아 하나의 용접와이어-플럭스 조합에 대해서만 시험할 수 있다. 다만, 서로 다른 용접와이어들은 동일한 기술사양에 적합한 것이어야 한다.

(4) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 규정의 시험검사 이외에 또 다른 시험검사를 요구할 수 있다.

5. 정기검사 용접용재료의 제조자는 매년 우리 선급 검사원 입회하에 각 용접용재료마다 정해진 시험 및 검사를 받아야 한다.

6. 승인내용의 변경

(1) 승인내용의 변경에 대하여 그 종류, 용접자세, 용접봉 또는 와이어의 최대지름 및 가스의 종류 등 승인증서에 기재된 사항을 변경한 경우에 제조자는 형식승인 변경신청을 하여야 한다. 이때 우리 선급은 변경내용에 따라 추가의 승인시험을 요구할 수 있다.

(2) 승인용접용 재료에 대하여 와이어, 플럭스 등의 성분변경, 제조공정의 변경 및 제조공장이 이전된 경우에 제조자는 형식승인 변경신청을 하여야 한다. 이때 우리 선급은 변경 내용에 따라 필요한 공장조사 및 확인시험을 요구할 수 있다.

(3) 제조자의 요청이 있는 경우, 이미 승인을 받은 용접용재료에 대하여 강도나 인성 또는 수소함량에 관한 종류를 변경할 수 있다. 다만, 변경 시기는 원칙적으로 정기검사 시에 한다. 강도 또는 인성에 관한 종류 변경 시에는 일반적으로 통상적인 정기검사에 추가하여 맞대기 용접이음에 대한 시험이 추가로 요구된다. 수소함량을 변경 시에는 일반적으로 통상적인 정기검사에 추가하여 수소시험이 추가로 요구된다. *(2017)*

7. 재시험

(1) **인장 및 굽힘시험**

(가) 인장시험 또는 굽힘시험에 불합격한 경우 그 해당 시험에 대하여 2배수의 시험편을 채취하여 재시험을 하고 모

든 시험편이 시험에 합격하였을 때에는 합격으로 한다.

(나) 최초의 용접시험재로부터 시험편 채취가 어려운 경우에는 동일 배치의 용접용재료를 사용하여 새로운 시험재를 준비하여야 한다.

(다) 새로운 시험재가 최초의 시험재와 동일한 방법(특히 용접층수)으로 용접된 경우, 그 해당 시험에 대하여만 2배수의 시험편을 채취하여 재시험을 한다. 그렇지 않은 경우에는 모든 시험에 대하여 재시험을 하여야 한다.

(2) **충격시험**

(가) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 다음 (i) 또는 (ii)의 경우를 제외하고 그 시험편을 채취한 시험재로부터 다시 1조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.

(i) 시험편 3개 모두가 규정의 평균흡수에너지값에 미치지 못한 경우

(ii) 시험편 중 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우

(나) 재시험은 최초 불합격된 시험편의 값을 포함하여 합계 6개의 시험편의 흡수에너지 평균치가 규정의 평균흡수에너지값 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균흡수에너지값보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이고 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 시험편의 수가 1개 이하이면 합격으로 한다.

(3) 재시험에서도 불합격이 되는 경우에는 용접조건을 변경하고 다시 시험을 받을 수 있다. 이때에는 그 시험재에 관한 모든 시험을 하고 이것에 합격하였을 때에 합격으로 한다.

8. 승인의 취소 승인받은 용접용재료가 다음 각 호의 어느 것에 해당할 때에는 제조자에 통지하고 승인을 취소할 수 있다.

(1) 품질이 승인할 때보다 현저하게 저하 또는 균일하지 아니하다고 인정될 때

(2) 소정의 정기검사에 합격하지 아니하였을 때

(3) 소정의 정기검사를 받지 아니하였을 때

9. 자료 우리 선급이 필요할 때에는 용접용재료의 특성에 관한 자료의 제출을 요구할 수 있다.

10. 승인용접용재료의 포장 및 표시

(1) 용접용재료는 수송 및 저장에 대하여 품질을 보장할 수 있도록 적절히 포장되어야 한다.

(2) 포장에는 다음의 사항을 표시하여야 한다. *(2019)*

(가) 상표

(나) 등급(specification and classification)

(다) 제조공장 및 공급자명

(라) 제조년월일 및 제조번호(lot, control or heat number)

(마) 특별히 주의를 요하는 사항

602. 연강, 고장력강 및 저온용강의 피복아크 용접봉

1. 적용

(1) 다음 (가) 및 (나)의 연강, 고장력강 및 저온용강용 피복아크 용접봉(이하 **용접봉**이라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 602.의 규정에 따른다.

(가) 수동용접봉

(i) 맞대기용접 전용

(ii) 필릿용접 전용

(iii) 맞대기용접 및 필릿용접 겸용

(나) 그래비티 또는 이와 유사한 용접 기구를 사용하는 경우의 용접봉

(i) 필릿용접 전용

(ii) 맞대기용접 및 필릿용접 겸용

(2) 이파 용접봉에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

2. 종류 및 기호

(1) 용접봉의 종류 및 기호는 **표** 2.2.25에 따른다.

(2) 저수소계 용접봉으로서 6항에 규정하는 수소시험에 합격한 것에는 해당 용접봉의 기호 뒤에 **표** 2.2.32의 표시기호를 부기한다. (예 : 2*Y H5*)

표 2.2.25 **종류 및 기호** *(2017) (2021)*

연강용	고장력강용	저온용강용
1, 2, 3	2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, 3*Y*47	*L* 1, *L* 2, *L* 3, *L* 51, *L* 91

3. 시험일반

(1) 1항 (1)호 (가)의 (i) 및 (iii)의 용접봉에 대한 시험의 종류, 시험재의 개수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 용접봉의 지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 **표** 2.2.26에 따른다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 이 표에 규정하는 시험 외에 우리 선급이 적절하다고 인정하는 고온균열시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 1항 (1)호 (가) (ii)의 용접봉에 대한 시험의 종류, 시험재의 개수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 용접봉의 지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 개수는 **표** 2.2.27에 따른다.

(3) 1항 (1)호 (나)의 용접봉에 대한 시험은 다음 (가) 및 (나)의 규정에 따른다.

(가) 1항 (1)호 (나) (i)의 용접봉에 대하여는 (2)호에 규정하는 **표** 2.2.27의 시험을 한다.

(나) 1항 (1)호 (나) (ii)의 용접봉에 대하여는 (가)의 시험 및 (1)호에 규정하는 **표** 2.2.26의 맞대기용접 시험을 한다.

(4) 1항 (1)호 (가) 및 (나)에 대하여 겸용 승인을 받고자 하는 경우에는 각각에 규정하는 모든 시험을 하여야 한다. 다만, 1항 (1)호 (나)의 용접봉에 대한 용착금속시험은 생략할 수 있다.

(5) 시험재로 사용되는 강판은 용접봉의 종류에 따라서 **표** 2.2.28에 따른다.

(6) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.

(7) 용접봉의 승인시험은 품목마다 (1)호 부터 (4)호까지에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(8) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 안 된다.

(9) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선의 전반에 걸쳐 방사선투과검사를 할 수 있다.

표 2.2.26 피복아크 용접봉의 시험의 종류

시험의 종류	시험재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	용접자세	봉의 지름 (mm)	개수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
용착금속 시험	아래보기	4	1(1)	**그림 2.2.18**	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		최대지름	1(1)			
맞대기 용접시험	아래보기	최초의 층 : 4 최종 2개 층 : 최대지름 나머지 층 : 5이상	1	**그림 2.2.20**	15~20	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)(5)
		최초의 층 : 4 두번째 층 : 5 또는 6 나머지 층 : 최대지름	1(2)			
	수 평(4)	최초의 층 : 4 또는 5 나머지 층 : 5	1			
	수직상진	최초의 층 : 3.2 나머지 층 : 4 또는 5	1			
	수직하진	(3)	1			
	위보기	최초의 층 : 3.2 나머지 층 : 4 또는 5	1			
필릿용접 시험(6)	수 평	편 측 : 최대지름 반대측 : 최소지름	1	**그림 2.2.21**	20	매크로조직시험편 : 3개(8) 경도시험편 : 3개(8) 파면시험편 : 2개
수소시험(7)	아래보기	4	4	(9)	12	수소시험편 : 1개

(비고)
(1) 제조하는 봉의 지름이 1종류뿐인 경우의 시험재는 1개로 한다. 제조하는 최대 지름이 4 mm인 경우에는 4 mm 외의 최대 지름을 포함하여 2개의 시험재가 요구된다. *(2019)*
(2) 아래보기 용접자세에만 대하여 시험을 하는 경우에는 이 종류의 시험재를 추가한다.
(3) 제조자가 지정하는 봉지름의 용접봉을 사용한다.
(4) 아래보기 및 수직상진의 맞대기 용접시험에 합격한 용접봉은 우리 선급의 승인을 받아 수평자세의 시험을 생략할 수 있다.
(5) 위보기용접에 대하여는 충격시험을 생략한다.
(6) 맞대기용접 및 필릿용접 겸용의 용접봉에만 이 시험을 추가한다.
(7) 저수소계 용접봉의 경우에만 이 시험을 한다.
(8) 매크로조직시험 및 경도시험에 사용하는 시험편은 동일한 것으로 한다.
(9) 모양 및 치수는 602.의 6항에 따른다.

표 2.2.27 필릿용접용 용접봉의 시험의 종류

시험의 종류	시험재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	용접자세	봉의 지름 (mm)	갯수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
용착금속 시험	아래보기	4	1	**그림 2.2.18**	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		최대지름	1			
필릿용접 시험	아래보기	편측 : 최대지름 반대측 : 최소지름	1	**그림 2.2.20**	20	매크로조직시험편 : 3개(1) 경도시험편 : 3개(1) 파면시험편 : 2개
	수 평		1			
	수직상진		1			
	수직하진		1			
	위보기		1			
수소시험(2)	아래보기	4	4	(3)	12	수소시험편 : 1개

(비고)
(1) 매크로시험 및 경도시험은 동일 시험편으로 한다.
(2) 저수소계 용접봉의 경우에만 이 시험을 한다.
(3) 모양 및 치수는 602.의 6항에 따른다.

표 2.2.28 시험재로 사용되는 강판의 종류 *(2017) (2021)*

용접봉의 종류	*시험재로 사용되는 강판의 종류*[(1)(2)]
1	*A*
2	*A, B 또는 D*
3	*A, B, D 또는 E*
2Y	*AH 32, AH 36, DH 32 또는 DH 36*
3Y	*AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32 또는 EH 36*
4Y	*AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32 또는 FH 36*
5Y	*AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32 또는 FH 36*
2Y40	*AH 40 또는 DH 40*
3Y40	*AH 40, DH 40 또는 EH 40*
4Y40	*AH 40, DH 40, EH 40 또는 FH 40*
5Y40	*AH 40, DH 40, EH 40 또는 FH 40*
3Y47	*EH 47-H*
L 1	*E 또는 RL 235A*
L 2	*E, RL 235A, RL 235B, RL 325A 또는 RL 325B*
L 3	*RL 325A, RL 325B 또는 RL 360*
L 51	*RL 5N390*
L 91	*RL 9N490*

(비고)

(1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 *L* 91 의 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.

(2) 맞대기용접 시험재로 사용되는 *AH* 32, *DH* 32, *EH* 32 및 *FH* 32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다.

4. 용착금속 시험

(1) 용착금속 시험재의 용접

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.21**에 따르며 아래보기 용접자세에서 보통의 방법으로 용접한다.

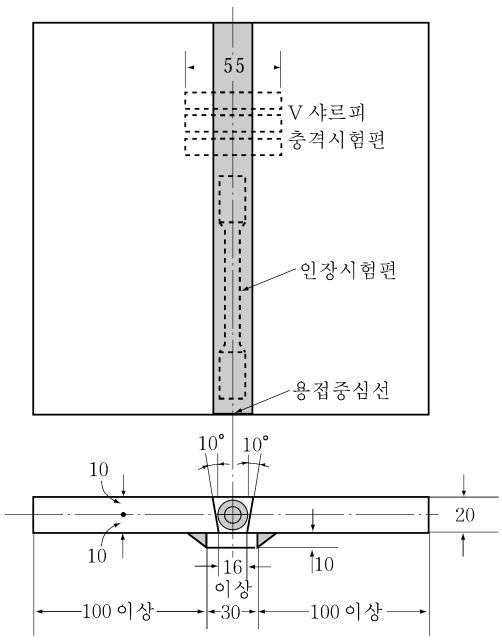


그림 2.2.21 피복아크 용접의 용착금속 시험재 (단위:mm)

(나) 각 층은 1패스 또는 여러 패스 중 어느 방법으로 용접하여도 좋으나 각 층의 용접진행방향은 시험재의 끝에서 층마다 서로 바꾸어야 한다. 또한 각 층의 두께는 2 mm 이상으로 하고 4 mm를 넘어서는 안 된다.

(다) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음 표면에서 계측한 온도가 100℃ 이상 250℃ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(2) **화학성분** 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 또한 화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다.

(3) **용착금속 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 14A호 인장시험편 1개를 채취한다. 시험편의 다듬질은 기계다듬질로 하고 시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.

(나) 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250℃를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(다) 각 시험편의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 **표 2.2.29**에 따른다. 다만, 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

(4) **용착금속 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고 **그림 2.2.22**에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

(나) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.

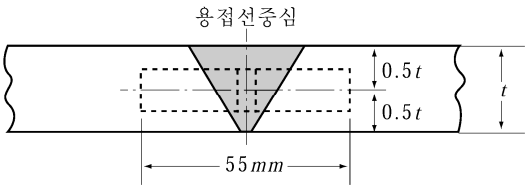


그림 2.2.22 이음부의 충격시험편 채취위치 (*t* : 판두께)

(다) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.29**에 따른다.

표 2.2.29 용착금속 인장시험 및 충격시험의 규격치 *(2021)*

용접봉의 종류	인장강도 (N/mm²)	항복강도 (N/mm²)	연신율 (%)	충격시험	
				시험온도(℃)	평균흡수에너지(J)
1	400 ~ 560	305 이상	22 이상	20	47 이상
2				0	
3				-20	
2*Y*	490 ~ 660	375 이상	22 이상	0	
3*Y*				-20	
4*Y*				-40	
5*Y*				-60	
2*Y*40	510 ~ 690	400 이상	22 이상	0	
3*Y*40				-20	
4*Y*40				-40	
5*Y*40				-60	
3*Y*47	570 ~ 720	460 이상	19 이상	-20	64 이상
L 1	400 ~ 560	305 이상	22 이상	-40	34 이상
L 2	440 ~ 610	345 이상	22 이상	-60	
L 3	490 ~ 660	375 이상	21 이상	-60	
L 51	530 이상	375 이상(1)	25 이상	-120	27 이상
L 91	590 이상	375 이상(1)	25 이상	-196	27 이상

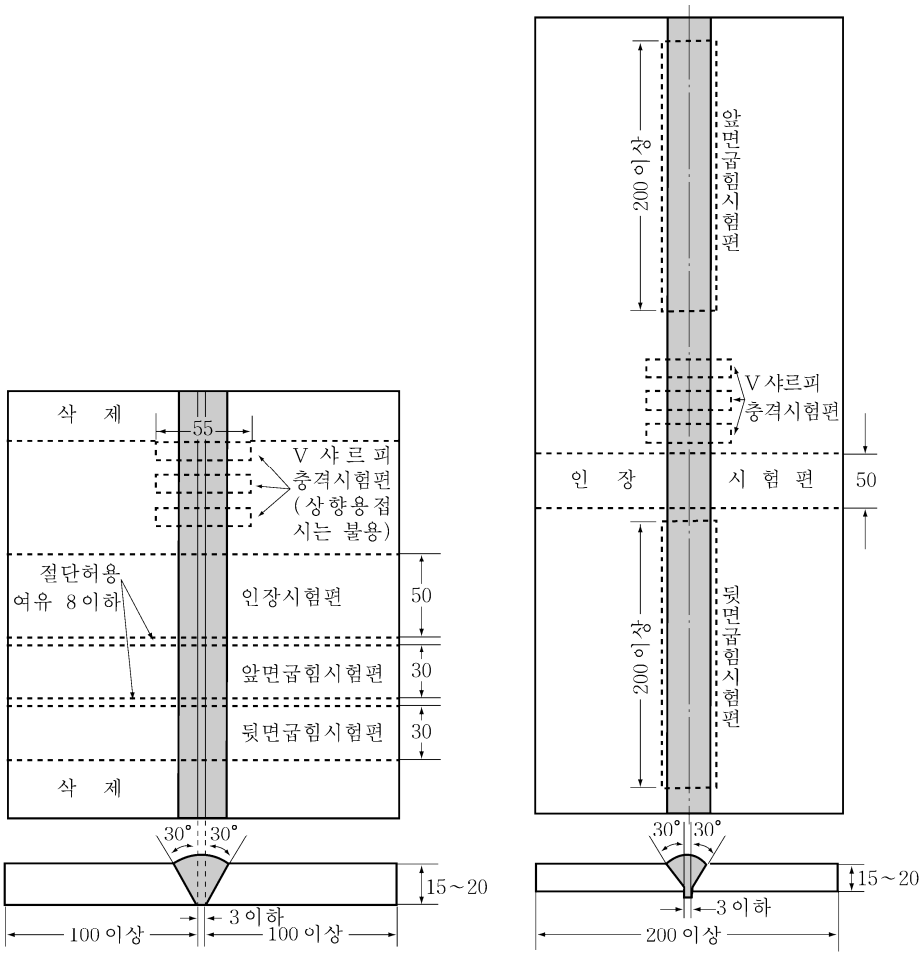
(비고)
(1) 0.2 % 항복강도로 한다.

(라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

5. 맞대기용접 시험

(1) **맞대기용접 시험재의 용접**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.23**에 따르고 제조자가 지정하는 각 용접자세(아래보기, 수평, 수직상진, 수직하진 및 위보기)에서 보통의 방법으로 용접한다.



(a) 그림 (b) 이외의 시험재 (b) *L* 91, *L* 92 용 시험재

그림 2.2.23 피복아크 용접의 맞대기용접 시험재 (단위 : mm)

(나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음 표면에서 계측한 온도가 100℃ 이상 250℃ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(다) 모든 시험재는 루트부에 건전한 용접금속이 확보되도록 뒷면다듬질을 한 후 지름 4 mm의 용접봉으로 그 시험재에 대응한 용접자세로 뒷면용접을 한다. 아래보기 용접에만 사용하는 용접봉인 경우에는 시험재를 뒤집어서 뒷면용접을 할 수 있다.

(2) **맞대기 용접의 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 2*A*호 인장시험편 1개를 채취한다.

(나) 용접부는 모재면까지 다듬질한다.

(다) 시험편의 인장강도는 **표 2.2.30**에 따른다. 또한 인장강도는 파단위치와 함께 기록하여야 한다.

표 2.2.30 맞대기용접 인장시험 및 충격시험의 규격치 *(2017) (2021)*

용접봉의 종류	인장강도 (N/mm^2)	충격시험		
		시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)	
			아래보기, 수평, 위보기	수직상진, 수직하진
1	400 이상	20	47 이상	34 이상
2		0		
3		- 20		
2 *Y*	490 이상	0		
3 *Y*		- 20		
4 *Y*		- 40		
5 *Y*		-60		
2 *Y*40	510 이상	0		39 이상
3 *Y*40		- 20		
4 *Y*40		- 40		
5 *Y*40		-60		
3 *Y*47	570 이상	- 20	64 이상	64 이상
L 1	400 이상	- 40	27 이상	27 이상
L 2	440 이상	- 60		
L 3	490 이상	- 60		
L 51	530 이상	-120		
L 91	630 이상	- 196		

(3) **맞대기용접 굽힘시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.2**의 *RB* 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 1개를 채취한다. 다만, *L* 91에 대하여는 **표 2.2.2**의 *RB* 1호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘시험편 각 1개를 세로방향으로 채취한다. (2017)

(나) 용접부는 모재면까지 편평하게 다듬질한다. 또한 시험편의 모서리는 반경이 2 mm를 넘지 않도록 곡면가공한다.

(다) 시험편은 판두께의 1.5배(3 *Y*47은 2배)에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 및 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 120 ° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 3 mm를 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 안 된다. 다만, *L* 91에 대한 굽힘의 안쪽반지름은 판두께의 2배로 하고 굽힘각도는 180 ° 로 한다. *(2017) (2021)*

(4) **맞대기용접 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다.

(나) 시험편의 채취위치는 **그림 2.2.22**에 따르고 그 모양, 치수, 노치의 위치 및 방향은 **4**항 (4)호의 용착금속 충격시험의 규정에 따른다.

(다) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.30**에 따른다.

(라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

6. **수소시험**

수소시험은 수은법 또는 열전도도검출기법(thermal conductivity detector method)으로 할 수 있으며 시험방법은 다음에 따른다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우에는 글리세린치환법을 사용할 수 있다. *(2017)*

(1) **수은법** 수은법에 대하여는 ISO 3690의 규정에 따른다. *(2017)*

(2) **열전도도 검출기법** 열전도도검출기법의 시험방법은 ISO 3690의 규정에 따른다. 이때 4개의 용접 시험편을 **표 2.2.31**의 시험 온도 및 유지시간별로 각각 준비해야 한다. *(2017)*

표 2.2.31 열전도도 검출기법의 시험온도 및 유지시간 *(2017)*

측정방법		시험온도	최소 유지시간
열전도도 검출기법(1)	가스크로마토그라프 장치 사용	45 ℃	72 시간
		150 ℃	6 시간
(비고) (1) 고온전달가스검출법(hot carrier gas extraction method)은 모든 확산수소가 방출되기까지 포집 및 측정이 원활히 이루어지는 것이 증명되는 경우에 한하여 특별히 고려될 수 있다.			

(3) **글리세린 치환법**

(가) **시험재**

(a) 시험재는 원칙적으로 연강 또는 고장력강으로 하며, 두께 12 mm, 너비 25 mm, 길이 125 mm의 것을 4개로 하고 용접하기 전에 0.1 g의 정도(精度)로서 그 질량을 측정한다. 너비 25 mm의 시험편의 표면상에 지름 4 mm의 용접봉을 약 150 mm 용융하여 길이 100 mm의 비드를 만든다. 용접은 아크 길이를 가능한 한 짧게 하고 약 150 *A*의 전류로써 용접한다.

(b) 용접봉은 용접 전에 제조자가 지정하는 보통의 방법으로 건조(dry)할 수 있다.

(나) (가)에 따라 제작된 각 시험편은 비드 용착 완료 후 30초 이내에 슬래그를 제거하여 약 20 ℃의 물로서 급냉한다. 다시 30초 후에 세척하여 치환법에 의한 수소 포집기 중에 봉입한다. 글리세린은 시험을 하는 중에는 약 45 ℃를 유지한다. 4개의 전 시험편을 용접하여 수소 포집기 중에 봉입될 때까지 요하는 시간은 30분 이내로 한다. 시험편은 글리세린에 48시간 담근 후 물과 알코올로 세척하고, 건조 후 0.1 g의 정도(精度)에서 그 질량을 측정하여 용착금속의 질량을 구한다. 포집된 수소가스의 양은 0.05 cm^3의 정도(精度)에서 측정하고, 온도 20℃ 및 대기압(760 mmHg)으로 하여 그 양을 환산한다.

(4) 4개의 시험편의 용착금속에서 얻어진 수소량의 평균치는 전 각 호에서 규정하는 시험방법 및 기호의 종류에 따라 **표 2.2.32**의 규격에 합격하여야 한다.

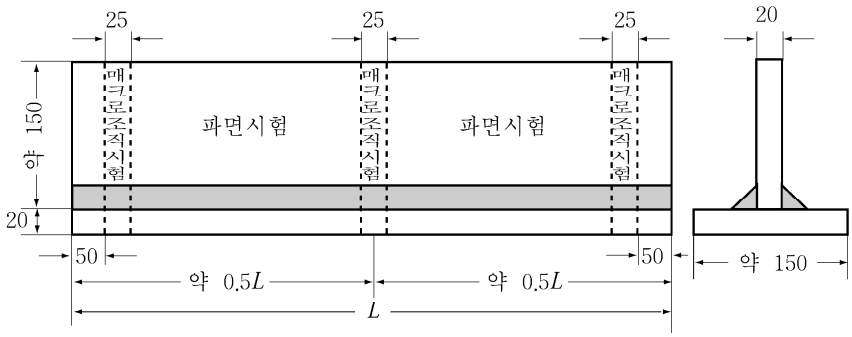
표 2.2.32 수소량의 규격치 ($ml/100g$) *(2017)*

표시기호	수은법	열전도도검출기법	글리세린 치환법
H15	15 이하	15 이하	10 이하
H10	10 이하	10 이하	5 이하
H5	5 이하	5 이하	-

7. **필릿용접 시험**

(1) **필릿용접 시험재**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.24**에 따르고 제조자가 지정하는 각 용접자세(아래보기, 수평, 수직상진, 수직하진 및 위보기)에 대하여 각 1개씩 용접한다.



(시험재의 길이 L은 적어도 용접봉 1개를 전부 사용하여 용접한 용접길이 이상이어야 한다.)

그림 2.2.24 필릿용접 시험재 (단위 : mm)

(나) 최초의 필릿용접은 최대지름의 용접봉을 반대편 필릿용접에는 최소지름의 용접봉을 사용한다.

(다) 각 장의 크기는 용접봉의 지름과 시험중에 사용되는 용접전류에 따라 적절히 한다.

(라) 그래비티 또는 이와 유사한 용접 기구를 사용하는 경우의 필릿용접은 신청된 용접법에 따라 최대길이의 용접봉을 사용하여야 한다. 또한 연강 및 고장력강 겸용의 용접봉으로 신청된 경우, 시험재는 고장력강으로 한다.

(2) **필릿용접의 매크로조직시험**

(가) 매크로조직시험편은 **그림 2.2.21**과 같이 3곳에서 너비 25 mm의 것을 채취한다.

(나) 용접부 횡단면의 매크로 조직을 표시하는 시험편에는 과대한 상하 각 장의 차이, 용입불량 및 균열, 기타 유해한 결함이 있어서는 안 된다.

(3) **필릿용접의 경도시험** 경도는 (2)호에 규정하는 매크로시험을 한 각 시험편의 용접금속, 열영향부 및 모재에 대하여 **그림 2.2.25**와 같이 측정하고 각각의 경도는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

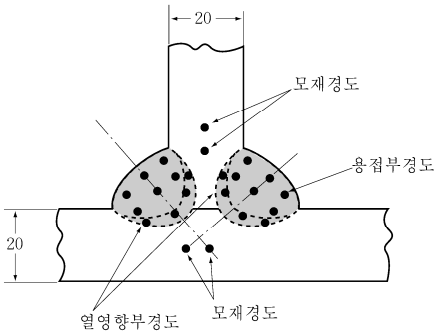


그림 2.2.25 경도시험 (단위 : mm)

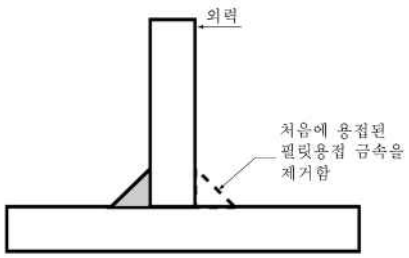


그림 2.2.26 파면시험

(4) **필릿용접의 파면시험**

(가) 매크로조직시험편을 채취한 나머지의 시험재 중 하나에 대하여는 필릿용접의 파단을 쉽게 하기 위하여 처음에 용접된 필릿용접금속을 제거하고 **그림 2.2.26**과 같이 필릿용접의 루트부에 인장이 걸리도록 반대쪽에 힘을 가하여 파단시킨 후 파단면을 검사한다. 다른 또 하나의 시험재에 대하여는 나중에 용접된 필릿용접 금속을 제거하고 동일하게 파면시험을 한다.

(나) 파단면에는 불완전 용입 및 기타 유해한 결함이 있어서는 안 된다.

8. 정기검사

(1) 정기검사는 승인된 품목마다 다음 (2)호 및 (3)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 수동용접봉에 대한 정기검사의 시험 종류 등은 **표 2.2.33**에 따른다.

표 2.2.33 시험의 종류 *(2019)*

시험의 종류(2)	시 험 재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	용접자세	봉의지름(mm)	개수	모양 및 치수	판두께(mm)	
용착금속시험	아래보기	4(1)	1	**그림 2.2.21**	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		최대지름(1)	1			

(비고)
(1) 제조하는 봉의 지름이 1종류뿐인 경우의 시험재는 1개로 한다. 제조하는 최대 지름이 4 mm인 경우에는 4 mm 외의 최대 지름을 포함하여 2개의 시험재가 요구된다.
(2) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 저수소계 용접봉에 대하여는 수소시험을 요구할 수 있다.

(3) 그래비티 또는 이와 유사한 용접 기구를 사용하는 경우의 용접봉에 대한 정기검사의 시험 종류 등은 **표 2.2.34**에 따른다.

표 2.2.34 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	용접자세	봉의지름(mm)	개수	모양 및 치수	판두께(mm)	
용착금속 시험	아래보기	4이상	1	**그림 2.2.21**	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)

(4) (2)호 및 (3)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 4항에 따른다.

9. 종류의 변경

(1) 승인된 용접봉의 강도나 인성 또는 수소함량에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 6항 (3)호의 규정에 따라 다음 각 호의 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다. (2017)
(2) 강도에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험을 한다.
(3) 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험 중 충격시험만을 한다.
(4) 수소함량에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 3항 (1)호에 규정하는 수소시험을 한다. (2017)

603. 연강, 고장력강 및 저온용강의 자동용접용재료

1. 적용

(1) 다음 (가)부터 (다)까지의 연강, 고장력강 및 저온용강용 자동용접용 재료(이하 **자동용접용재료**라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 603.의 규정에 따른다.

(가) 서브머지드 아크 자동용접용 재료(와이어-플럭스 조합)

(나) 가스실드아크 자동용접용 재료(가스를 사용하는 플럭스코어드 와이어 또는 솔리드 와이어 자동용접용 재료)

(다) 셀프실드아크 자동용접용 재료(가스를 사용하지 않는 플럭스코어드 와이어 또는 플럭스피복 와이어 자동용접용 재료)

(2) 2전극 이상의 자동용접용재료는 별도의 승인시험을 받아야 한다. 일반적으로 603.의 규정에 따라 시험하여야 한다.

(3) 우리 선급이 인정하는 경우에는 604.에 따라 반자동 다층용접용으로 승인된 가스실드 아크용접용 재료 또는 셀프실드 아크용접용 재료는 추가적인 시험 없이 자동 다층용접용으로 승인될 수 있다. 다만, 용접전류 및 입열조건이 동일하여야 한다.

2. 종류 및 기호

(1) 자동용접용재료의 종류 및 기호는 **표 2.2.35**에 따른다.

표 2.2.35 종류 및 기호 *(2017) (2021)*

연강용	고장력강용	저온용강용
1, 2, 3	2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, 3*Y*47	*L*1, *L*2, *L*3, *L*51, *L*91

(2) **표 2.2.39**의 각 용접법의 시험에 합격한 자동용접용재료에는 그 기호의 뒤에 **표 2.2.36**의 표시기호를 부기한다.

표 2.2.36 표시기호

용 접 법	표 시 기 호
다층용접법(1)	*M*
양면 일층용접법(2)	*T*
다층 및 양면일층 겸용 용접법	*TM*
(비고) (1) 다층용접법이란 용접봉의 패스를 여러 번에 걸쳐 완성하는 용접방법을 말한다. (2) 양면 일층용접법이란 용접봉의 패스를 양쪽에서 각각 한 번씩 하는 용접방법을 말한다.	

(3) 가스실드아크 자동용접용 재료에는 (2)호의 표시기호 뒤에 *G*를, 셀프실드아크 자동용접용 재료에는 *N*을 부기한다. 또한 사용하는 보호가스의 종류는 **표 2.2.37**에 따르고 구분기호는 표시기호 *G* 다음에 부기한다. (예 : 3*YTMG*(*M*1))

3. 시험일반

(1) 시험재로 사용되는 강판은 용접용재료의 종류에 따라서 **표 2.2.38**에 따른다.

(2) 자동용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 개수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 개수는 **표 2.2.39**에 따른다.

(3) 자동용접용재료의 승인시험은 품목마다 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(4) 가스실드아크 자동용접용 재료는 **표 2.2.37**의 가스 종류 중에서 제조자가 지정하는 것마다 (3)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 **표 2.2.37**의 구분기호 *M*1, *M*2 또는 *M*3 또는 *C*에 포함되는 가스를 지정한 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 (3)호의 시험을 하고 이에 만족하면 동일 구분내 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.

(5) 최초 승인시험시 사용된 것과 다른 보호가스를 사용하고자 하는 경우, (4)호에 따라 우리 선급이 인정하지 않는 한 (3)호의 시험을 하여야 한다.

표 2.2.37 보호가스의 종류

구분기호	종류	성 분			
		CO_2	O_2	H_2	Ar[(1)(2)]
M 1	M 11	1~5	-	1~5	나머지
	M 12	1~5	-	-	나머지
	M 13	-	1~3	-	나머지
	M 14	1~5	1~3	-	나머지
M 2	M 21	6~25	-	-	나머지
	M 22	-	4~10	-	나머지
	M 23	6~25	1~8	-	나머지
M 3	M 31	26~50	-	-	나머지
	M 32	-	11~15	-	나머지
	M 33	6~50	9~15	-	나머지
C	C 1	100	-	-	-
	C 2	나머지	1~30	-	-
I	I 1	-	-	-	100
E	E 1	상기제외			

(비고)
1) Ar은 Ar 함량의 95% 까지 He으로 대체될 수 있다.
2) 승인은 동등 이상의 He 함량을 가지는 혼합가스에만 적용된다.

표 2.2.38 시험재로 사용되는 강판의 종류 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류[(1)(2)]
1	A
2	A, B 또는 D
3	A, B, D 또는 E
1 Y	AH 32 또는 AH 36
2 Y	AH 32, AH 36, DH 32 또는 DH 36
3 Y	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32 또는 EH 36
4 Y	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32 또는 FH 36
5 Y	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32 또는 FH 36
2 Y40	AH 40 또는 DH 40
3 Y40	AH 40, DH 40 또는 EH 40
4 Y40	AH 40, DH 40, EH 40 또는 FH 40
5 Y40	AH 40, DH 40, EH 40 또는 FH 40
3 Y47	EH 47-H
L 1	E 또는 RL 235A
L 2	E, RL 235A, RL 235B, RL 325A 또는 RL 325B
L 3	RL 325A, RL 325B 또는 RL 360
L 51	RL 5N390
L 91	RL 9N490

(비고)
(1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 L 91의 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.
(2) 맞대기용접 시험재로 사용되는 AH 32, DH 32, EH 32 및 FH 32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다.

표 2.2.39 자동용접용 재료의 시험의 종류 *(2017) (2021)*

용접법[7]	시험의 종류[8]		용접용재료의 종류	시험재 개수	시험재 모양 및 치수	시험재 판두께 (mm)[3]	각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 개수
다층 용접법	용착금속시험		1, 2, 3, 1*Y*, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, *L*1, *L*2, *L*3 *L*51, *L*91	1	**그림 2.2.27**	20	인장시험편 : 2개 충격시험편 : 1조(3개)
	맞대기 용접시험			1[4]	**그림 2.2.28**	20~25	인장시험편 : 2개[4] 앞면굽힘시험편 : 2개[4][6] 뒷면굽힘시험편 : 2개[4][6] 충격시험편 : 1조(3개)
양면 일층 용접법[9]	맞대기 용접 시험	서브머지드 아크 자동용접	1, 1*Y*	1	**그림 2.2.29**	12~15	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개[5] 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		20~25	
			2, 3, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40	1		20~25	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개[5] 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		30~35	
		가스실드 아크 및 셀프실드 아크 자동용접	1, 2, 3, 1*Y*, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40	1		12~15[1]	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개[5] 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
						20[2]	
				1		20~25[1]	
						적용 최대두께[2]	
	맞대기 용접시험		*L*1, *L*2, *L*3, *L*51, *L*91	1		12~15	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개[5] 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		20 또는 적용 최대두께	

(비고)

(1) 적용최대 판두께가 25 mm 이하인 경우의 시험재 두께.

(2) 적용최대 판두께가 25 mm를 넘는 경우의 시험재 두께.

(3) 용접법과 관련하여 용접되는 최대 판두께를 중간 정도로 제한할 필요성이 있는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 시험재의 두께를 변경할 수 있다. 이 경우, 시험재는 승인을 받고자 하는 등급에 관계없이 12~15 mm 및 20~25 mm 강판을 사용한다.

(4) 가스실드아크 및 셀프실드아크 다층용접법에 대한 맞대기용접 시험재의 개수는 승인받고자 하는 각 용접자세마다 1개씩으로 한다. 다만, 용접자세가 두 가지 이상인 경우에는 각 용접자세의 시험재로부터 채취하는 인장시험편, 앞면굽힘시험편 및 뒷면굽힘시험편의 개수는 규정의 1/2로 할 수 있다.

(5) 2개의 시험재 중 판 두께가 두꺼운 쪽의 시험재에서 채취한다.

(6) *L*91의 맞대기용접 시험재에서 채취하는 앞면 및 뒷면굽힘시험편의 개수는 각 1개를 채취한다.

(7) 다층 및 양면일층용접법 겸용의 자동용접용 재료에 대하여는 다층 및 양면일층용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 하고 시험재의 개수, 모양 및 치수, 판두께 그리고 각 시험편의 종류와 개수는 각각의 용접법의 규정에 따른다. 다만, 다층용접법의 용착금속시험의 인장시험편은 1개로 한다.

(8) 제조자의 신청에 따라 수소시험을 할 수 있다.

(9) 용접용재료가 연강 및 고장력강 겸용으로 승인 신청된 경우, 고장력강을 사용하여 2개의 시험재를 준비한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 연강을 사용한 두개의 시험재를 요구할 수 있다.

(6) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.

(7) 용접 후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 안 된다.

(8) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선의 전반에 걸쳐 방사선투과검사를 할 수 있다.

4. 다층용접법의 용착금속시험

(1) **다층 용접법의 용착금속 시험재**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.27**에 따르며 보통의 방법으로 아래보기 자세에서 다층 용접을 하고 각 패스의 용접진행 방향은 층마다 서로 바꾸어야 한다. 또한 각층의 용접을 완료한 후 플럭스와 용접슬래그를 제거하여야 한다.

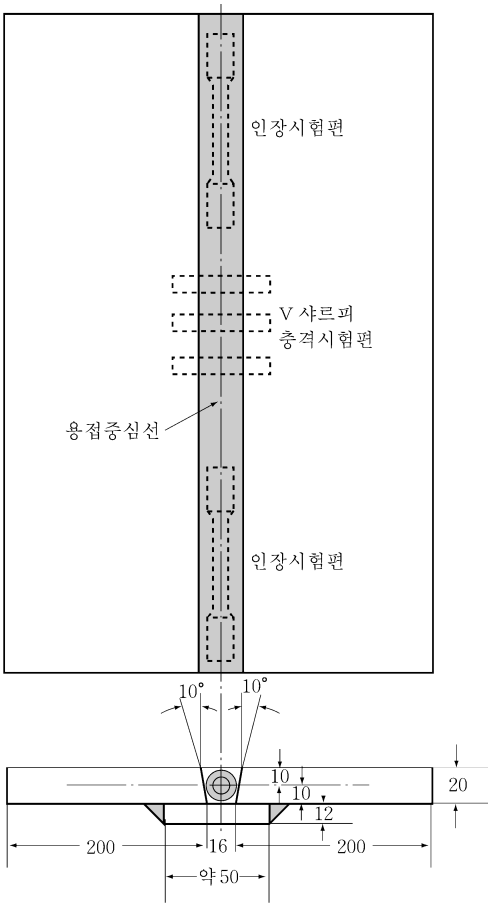


그림 2.2.27 다층 용접법의 용착금속 시험재 (단위 : mm)

(나) 각 층의 두께는 서브머지드 아크 자동용접용 재료에 대하여는 와이어의 지름 또는 4 mm 중 큰 쪽 이상으로, 가스실드아크 및 셀프실드아크 자동용접용 재료에 대하여는 3 mm 이상으로 하여야 한다.

(다) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 계측한 온도가 100℃ 이상 250℃ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(2) **화학성분** 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 또한 화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다.

(3) **다층용접법의 용착금속 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 14A호 인장시험편 2개를 채취한다. 시험편의 다듬질은 기계다듬질로 하고 시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.

(나) 용착금속 인장시험의 규격치는 **표 2.2.40**에 따른다. 다만, 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

표 2.2.40 용착금속 인장시험 및 충격시험의 규격치 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm²)	항복강도 (N/mm²)	연 신 율 (%)	충격시험	
				시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)
1	400 ~ 560	305 이상	22 이상	20	34 이상
2				0	
3				- 20	
1 *Y*	490 ~ 660	375 이상	22 이상	20	
2 *Y*				0	
3 *Y*				- 20	
4 *Y*				- 40	
5 *Y*				-60	
2 *Y*40	510 ~ 690	400 이상	22이상	0	39 이상
3 *Y*40				- 20	
4 *Y*40				- 40	
5 *Y*40				-60	
3 *Y*47	570 ~ 720	460 이상	19 이상	- 20	64 이상
L 1	400 ~ 560	305 이상	22 이상	- 40	27 이상
L 2	440 ~ 610	345 이상	22 이상	- 60	
L 3	490 ~ 660	375 이상	21 이상	- 60	
L 51	530 이상	375 이상(1)	25 이상	- 120	
L 91	590 이상	375 이상(1)	25 이상	- 196	

(비 고)
(1) 0.2 % 항복강도로 한다.

(다) 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위 내에서 250℃를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(4) **다층용접법의 용착금속 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이 방향을 용접선에 직각으로 하고 **그림 2.2.22**에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.40**에 따른다.

(다) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이 방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.

(라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

5. **다층용접법의 맞대기용접시험**

(1) **다층용접법의 맞대기용접 시험재**

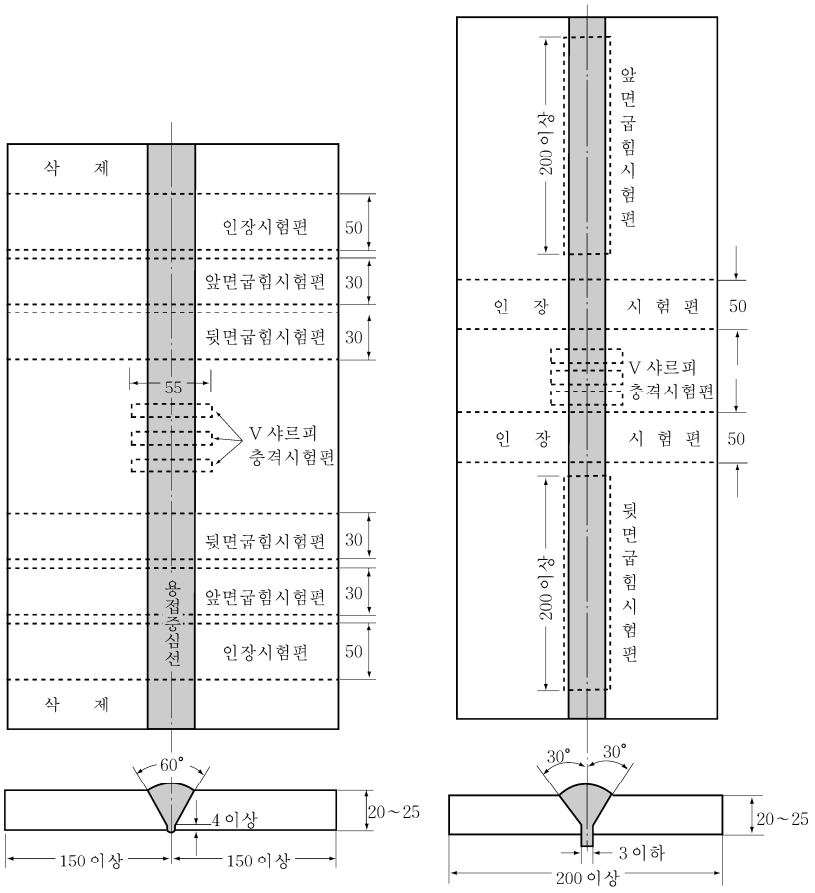
(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.28**에 따르며 아래보기 자세에서 다층 용접으로 하고 그 용접방법은 **4**항 (1)호의 규정에 따른다. 다만, 가스실드아크 및 셀프실드아크 자동용접용 재료의 경우에는 제조자가 지정하는 각 용접자세로 용접한다.

(나) 시험재는 아래보기 자세에서 앞면용접 후 뒷면용접을 한다. 또한 루트부에 건전한 용접금속이 얻어지도록 뒷면다듬질을 하여도 좋다.

(2) **다층 용접법의 맞대기용접 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 2*A*호 인장시험편 2개를 채취한다.

(나) 용접부는 모재면까지 다듬질한다.
(다) 시험편의 인장강도는 **표 2.2.41**에 따른다.



(a) 그림 (b) 이외의 시험재 (b) *L*91, *L*92 용 시험재

그림 2.2.28 다층 용접법의 맞대기용접 시험재 (자동용접, 단위 : mm)

표 2.2.41 맞대기용접 인장시험 및 충격시험의 규격치 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm^2)	충격시험	
		시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)
1	400 이상	20	34 이상
2		0	
3		- 20	
1 *Y*	490 이상	20	
2 *Y*		0	
3 *Y*		- 20	
4 *Y*		- 40	
5 *Y*		-60	
2 *Y*40	510 이상	0	39 이상
3 *Y*40		- 20	
4 *Y*40		- 40	
5 *Y*40		-60	
3 *Y*47	570 이상	- 20	64 이상
L 1	400 이상	- 40	27 이상
L 2	440 이상	- 60	
L 3	490 이상	- 60	
L 51	530 이상	- 120	
L 91	630 이상	- 196	

(3) **다층 용접법의 맞대기용접 굽힘시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.2**의 *RB* 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘시험편 각 2개를 채취한다. 다만, *L* 91에 대하여는 **표 2.2.2**의 *RB* 1호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘시험편 각 1개를 세로방향으로 채취한다. *(2017)*

(나) 시험편은 판두께의 1.5배(3 *Y*47은 2배)에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 또는 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 120° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 3 mm를 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 안 된다. 다만, *L* 91에 대한 굽힘의 안쪽반지름은 판두께의 2배로 하고 굽힘각도는 180°로 한다. *(2017) (2021)*

(4) **다층 용접법의 맞대기용접 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이 방향을 용접선에 직각으로 하고 **그림 2.2.22**에 따라 시험재 두께의 1/2위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

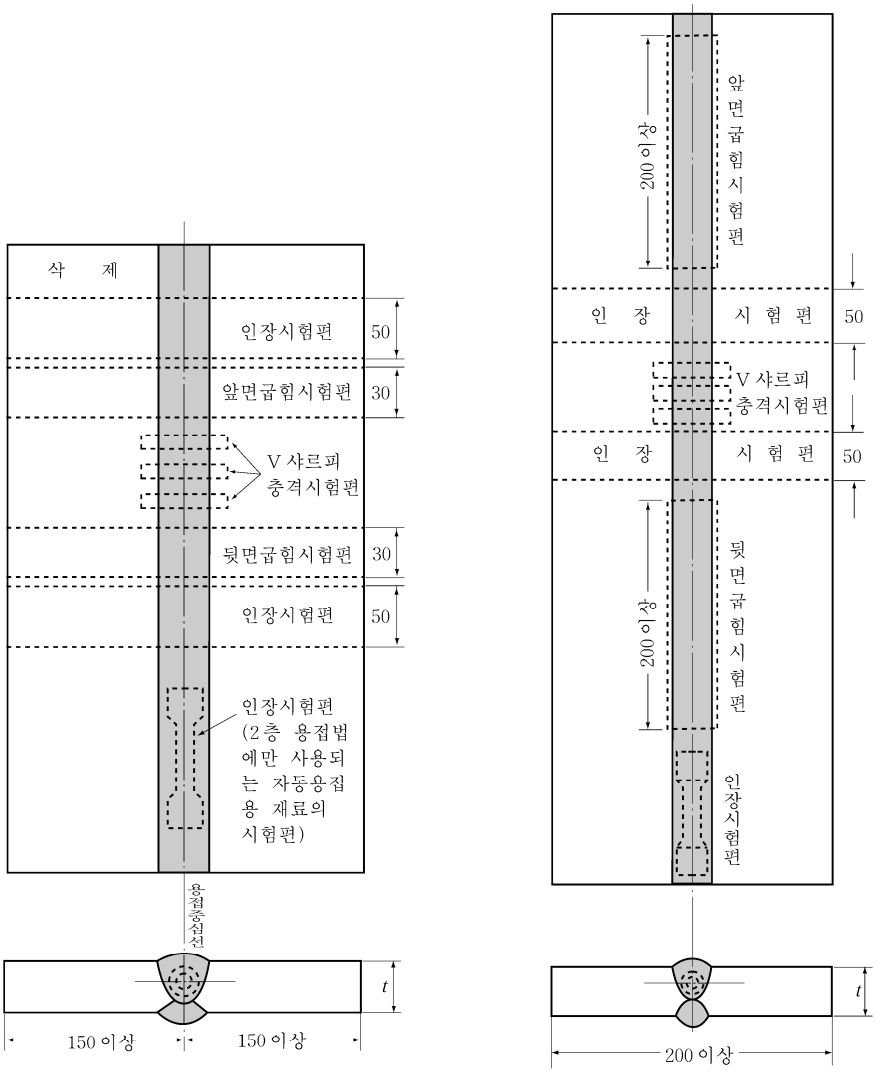
(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.41**에 따른다.

(다) 4항 (4)호 (다) 및 (라)의 규정을 이 항에도 적용한다.

6. **양면 일층용접법의 맞대기용접시험**

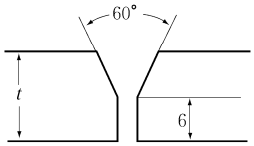
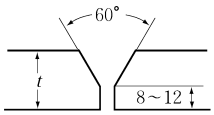
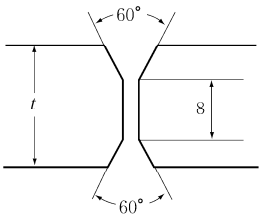
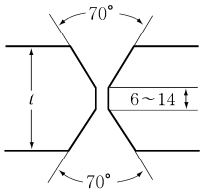
(1) **양면 일층용접법의 맞대기용접 시험재**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.29**에 따르고 개선형상 및 사용하는 용접와이어의 지름은 **그림 2.2.30**에 따른다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 이를 변경할 수 있다.



(a) 그림 (b) 이외의 시험재 (b) *L*91, *L*92 용 시험재

그림 2.2.29 양면 일층용접법의 맞대기용접 시험재 (자동용접, t : 판두께, 단위: mm)

(A) 서브머지드 자동용접용 재료의 경우			(B) 가스실드아크 자동용접용 재료 및 셀프실드아크 자동용접용 재료의 경우		
시험재의 판 두 께	홈 의 모 양(1)	와이어의 최대지름	시험재의 판 두 께(2)	홈 의 모 양(2)	와이어의 최대지름
12～15		5	12～15		제조자의 지정에 따른다.
20～25		6	20～25		
30～35		7			

(비 고)
(1) 루트 간격은 1.0 *mm*를 초과하여서는 아니된다.
(2) 판두께가 25 *mm*를 넘는 경우의 개선형상은 제조자가 지정하는 것으로 하며 시험재의 두께는 **표 2.2.28**의 비고 (2)에 따른다.

그림 2.2.30 양면 일층용접법의 홈의 모양 (t : 판두께, 단위 : mm)

(나) 시험재의 용접은 보통의 방법으로 아래보기 자세에서 양측에서 각각 1패스씩 용접하고 첫 번째 층의 용접 종료 후 용접선의 중앙의 이음부 표면에서 계측한 온도가 100℃ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(2) **화학성분** 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 또한 화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다.

(3) **양면 일층용접법의 맞대기용접 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 2*A*호 인장시험편 2개를 채취한다.

(나) 용접부는 모재면까지 다듬질한다.

(다) 시험편의 인장강도는 **표 2.2.41**에 따른다.

(라) **표 2.2.38**의 2개의 시험재 중 판 두께가 두꺼운 쪽의 시험재에서 다시 **표 2.2.1**의 *R* 14A호 세로방향 인장시험편 1개를 채취한다. 또한 이 시험편의 세로축 중심선은 시험재의 용접중심선과 최종 층의 두께중심에 일치하여야 한다.

(마) (라)에 규정하는 세로방향의 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위 내에서 250℃를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(바) (라) 및 (마)에 규정하는 인장시험의 규격치는 **표 2.2.40**에 따른다. 다만, 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

(4) **양면 일층용접법의 맞대기용접 굽힘시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.2**의 *RB* 4 또는 *RB* 5호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘시험편을 각각 1개씩 채취한다. 다만, *L* 91에 대하여는 **표 2.2.2**의 *RB* 1호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘시험편 각 1개를 세로방향으로 채취한다. (2017)

(나) 5항 (3)호 (나)의 규정을 이 항에도 적용한다.

(5) **양면 일층용접법의 맞대기용접 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고 **그림 2.2.31**과 같이 시험재의 표면으로부터 2 mm 떨어진 위치와 시험편의 표면이 일치하도록 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.41**에 따른다.

(다) 4항 (4)호 (다) 및 (라)의 규정을 이 항에도 적용한다.

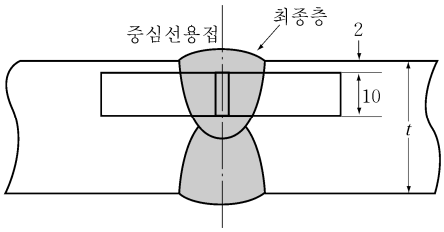


그림 2.2.31 양면 일층용접법의 맞대기용접 충격시험편 채취 위치 (t : 판두께, 단위 : mm)

7. **수소시험** 수소시험은 602.의 6항에 따른다.

8. **정기검사**

(1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 **표 2.2.42**에 따른다.

(3) (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 4항부터 6항까지에 따른다.

표 2.2.42 시험의 종류 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	용접법(1)	시험의 종류		시험재			각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
				개수	모양 및 치수	판두께(mm)	
1, 2, 3 1*Y*, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y* 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, 3*Y*47 *L*1, *L*2, *L*3 *L*51, *L*91	다층용접법	용착금속시험		1	**그림 2.2.27**	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
	양면 일층 용접법	맞대기 용접시험	서브머지드 아크 자동용접	1	**그림 2.2.29**	20	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
			가스실드 아크 및 셀프실드 아크 자동용접	1		20~25	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)

(비고)

(1) 다층 및 양면 일층용접법 겸용의 자동용접용재료에 대하여는 다층 및 이층 용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 한다. 다만, 양면 일층용접법의 세로방향 인장시험은 생략한다.

9. **종류의 변경**

(1) 승인된 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 6항 (3)호의 규정에 따라 다름 각 호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 다층 서브머지드 아크 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 다음 (가) 및 (나)에 따른다.

(가) 강도에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험을 한다.

(나) 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험 중 충격시험만을 한다.

(3) 양면 일층서브머지드 아크 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 다음 (가) 및 (나)에 따른다.

(가) 강도에 관한 종류의 변경에 대하여는 3항 (1)호에 규정하는 모든 시험을 한다.

(나) 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 전 (가)에 규정한 맞대기용접 시험 중 충격시험만을 한다.

(4) 다층 및 양면 일층용접 겸용의 서브머지드 아크 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경은 (2)호 및 (3)호의 규정에 따른다.

604. 연강, 고장력강 및 저온용강의 반자동 용접용재료

1. 적용

다음 (가) 및 (나)의 연강, 고장력강 및 저온용강용 반자동 용접용재료(이하 **반자동 용접용재료**라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 604.의 규정에 따른다.

(가) 가스실드아크 반자동 용접용재료(보호가스를 사용하는 플럭스코어드 와이어 또는 솔리드 와이어)

(나) 셀프실드아크 반자동 용접용재료(보호가스를 사용하지 않는 플럭스코어드 와이어 또는 플럭스피복 와이어)

2. 종류 및 기호

(1) 반자동 용접용재료의 종류 및 기호는 **표 2.2.43**에 따른다.

표 2.2.43 종류 및 기호 *(2017) (2021)*

연강용	고장력강용	저온용강용
1, 2, 3	1*Y*, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y*, 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, 3*Y*47	*L*1, *L*2, *L*3, *L*51, *L*91

(2) **표 2.2.37**의 시험에 합격한 반자동 용접용재료에는 승인되었음을 나타내기 위하여 그 기호의 뒤에 *S*를 부기한다. 또한 자동 및 반자동 겸용 와이어의 경우에는 각각의 기호를 조합해서 부기한다.(예 : 3*YSM*)

(3) 가스를 사용하는 가스실드 아크 용접용재료는 그 기호의 뒤에 *G*, 가스를 사용하지 아니하는 셀프실드 아크 용접용재료에는 *N*을 부기한다. 또한, 사용하는 가스의 종류는 **표 2.2.37**에 따르고 그에 속하는 구분기호를 표시기호 *G* 다음에 부기한다. (예 : 3*YSG*(*M*1))

(4) 저수소계 용접용재료로서 602.의 6항에 규정하는 수소시험에 합격한 것에는 해당 용접용재료의 기호 뒤에 **표 2.2.32**의 표시기호를 부착한다. (예 : 3*YS H5*)

3. 시험일반

(1) 맞대기용접 전용 또는 맞대기 및 필릿용접 겸용 반자동 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 반자동 용접용재료의 와이어지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 개수는 **표 2.2.44**에 따른다.

표 2.2.44 반자동용접용재료의 시험의 종류

시험의 종류[8]	시험재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	용접자세	용접와이어의 지름(mm)	개수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
용착금속 시험	아래보기	최대지름	1[1]	**그림 2.2.21**	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		최소지름	1[1]			
맞대기 용접시험	아래보기	최초의 층 : 최소지름 나머지 층 : 최대지름[4]	1[2]	**그림 2.2.23**	15~20	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)[3]
	수평[5]		1			
	수직상진		1			
	수직하진		1			
	위보기		1			
필릿용접시험[6]	수평	편측 : 최대지름 반대측 : 최소지름	1	**그림 2.2.24**	20	매크로조직시험편 : 3개[7] 경도시험편 : 3개[7] 파면시험편 : 2개

(비고)
(1) 제조하는 용접와이어의 지름이 1종류뿐인 경우 시험재는 1개로 한다.
(2) 아래보기 용접자세만으로 시험을 하는 경우에는 다른 지름의 용접와이어로 용접한 시험재 1개를 추가한다. 또한 제조하는 용접와이어의 지름이 1종류뿐인 경우 시험재는 1개로 한다.
(3) 위보기 용접자세에 대하여는 충격시험을 생략한다.
(4) 아래보기 이외의 용접자세에서의 맞대기용접시험재는 첫 번째 층은 최소지름의 용접와이어로, 나머지는 용접자세와 관련하여 제조자가 권고하는 최대지름의 용접와이어로 용접한다.
(5) 아래보기 및 수직상진의 맞대기용접 시험에 합격한 반자동용접용재료는 우리 선급의 승인을 받아 수평자세의 시험을 생략할 수 있다.
(6) 맞대기 및 필릿용접 겸용의 반자동용접용재료에 대해서만 이 시험을 추가한다.
(7) 매크로조직시험 및 경도시험에 사용하는 시험편은 동일한 것으로 한다.
(8) 저수소계 용접용재료의 경우 제조자의 신청에 따라 수소시험을 할 수 있으며 시험재는 602.의 6항 (1)호에 따른다.

(2) 필릿용접 전용의 반자동용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 개수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 와이어의 지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 개수는 **표 2.2.27**에 따른다.
(3) 시험재로 사용되는 강판은 반자동용접용재료의 종류에 따라서 **표 2.2.45**에 따른다.

표 2.2.45 시험재로 사용되는 강판의 종류 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류(1)(2)
1*S*	*A*
2*S*	*A*, *B* 또는 *D*
3*S*	*A*, *B*, *D* 또는 *E*
1*YS*	*AH*32 또는 *AH*36
2*YS*	*AH*32, *AH*36, *DH*32 또는 *DH* 36
3*YS*	*AH*32, *AH*36, *DH* 32, *DH*36, *EH*32 또는 *EH*36
4*YS*	*AH*32, *AH*36, *DH*32, *DH*36, *EH*32, *EH*36, *FH*32 또는 *FH*36
5*YS*	*AH*32, *AH*36, *DH*32, *DH*36, *EH*32, *EH*36, *FH*32 또는 *FH*36
2*Y*40*S*	*AH*40 또는 *DH*40
3*Y*40*S*	*AH*40, *DH*40 또는 *EH*40
4*Y*40*S*	*AH*40, *DH*40, *EH*40 또는 *FH*40
5*Y*40*S*	*AH*40, *DH*40, *EH*40 또는 *FH*40
3*Y*47*S*	*EH*47-*H*
*L*1*S*	*E* 또는 *RL*235*A*
*L*2*S*	*E*, *RL*235*A*, *RL*235*B*, *RL*325*A* 또는 *RL*325*B*
*L*3*S*	*RL*325*A*, *RL*325*B* 또는 *RL*360
*L*51*S*	*RL*5*N*390
*L*91*S*	*RL*9*N*490

(비고)
(1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 *L*91의 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.
(2) 맞대기용접 시험재로 사용되는 *AH*32, *DH*32, *EH*32 및 *FH*32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다.

(4) 반자동용접용재료의 승인시험은 품목마다 (1)호 및 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
(5) 가스를 사용하는 반자동용접용재료는 **표 2.2.37**의 가스의 종류 중 제조자가 지정하는 것마다 (4)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 **표 2.2.37**의 구분기호 *M*1, *M*2, *M*3 또는 *C*에 포함되는 가스를 지정하는 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 (4)호의 시험을 하고 이에 만족하면 동일 구분내 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.
(6) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.
(7) 용접 후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 안 된다.
(8) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선의 전반에 걸쳐 방사선투과검사를 할 수 있다.

4. 용착금속 시험

(1) **용착금속 시험재**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.21**에 따르며 아래보기 용접자세에서 보통의 방법으로 용접한다.

(나) 각 층은 1패스 또는 여러 패스 중 어느 방법으로 용접하여도 좋으나 각 층의 용접진행방향은 층마다 서로 바꾸어야 한다. 또한 각 층의 두께는 2 mm 이상으로 하고 6 mm를 넘어서는 안 된다.

(다) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 계측한 온도가 100℃ 이상 250℃ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(2) **화학성분** 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 또한 화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다.

(3) **용착금속 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 14A호 인장시험편 1개를 채취한다. 시험편의 다듬질은 기계다듬질로 하고 시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.

(나) 인장시험편은 수소 제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250℃를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(다) 각 시험편의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 **표 2.2.46**에 따른다. 다만, 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

표 2.2.46 용착금속 인장시험 및 충격시험의 규격치 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연 신 율 (%)	충격시험	
				시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)
1*S*	400 ~ 560	305 이상	22 이상	20	47 이상
2*S*				0	
3*S*				- 20	
1*YS*	490 ~ 660	375 이상	22 이상	20	
2*YS*				0	
3*YS*				- 20	
4*YS*				- 40	
5*YS*				-60	
2*Y*40*S*	510 ~ 690	400 이상	22이상	0	
3*Y*40*S*				- 20	
4*Y*40*S*				- 40	
5*Y*40*S*				-60	
3*Y*47*S*	570 ~ 720	460 이상	19 이상	- 20	64 이상
L 1*S*	400 ~ 560	305 이상	22 이상	- 40	34 이상
L 2*S*	440 ~ 610	345 이상	22 이상	- 60	
L 3*S*	490 ~ 660	375 이상	21 이상	- 60	
L 51*S*	530 이상	375 이상(1)	25 이상	- 120	27 이상
L 91*S*	590 이상	375 이상(1)	25 이상	- 196	27 이상

(비고)
(1) 0.2 % 항복강도로 한다.

(4) **용착금속 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이

방향을 용접선에 직각으로 하고 **그림 2.2.22**에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.46**에 따른다.

(다) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.

(라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

5. 맞대기용접 시험

(1) 맞대기용접 시험재

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.23**에 따르고 제조자가 지정하는 각 용접자세(아래보기, 수평, 수직상진, 수직하진 및 위보기)로 용접한다.

(나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 계측한 온도가 100℃ 이상 250℃ 이하가 될 때까지 대기 중에서 냉각한다.

(2) 맞대기용접 인장시험

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 2*A*호 인장시험편 1개를 채취한다.

(나) 용접부는 모재면까지 다듬질한다.

(다) 시험편의 인장강도는 **표 2.2.47**에 따른다.

표 2.2.47 맞대기용접 인장시험 및 충격시험의 규격치 *(2017) (2021)*

<table>
<tr><th rowspan="3">용접용재료의 종류</th><th rowspan="3">인장강도 (N/mm²)</th><th colspan="3">충격시험</th></tr>
<tr><th rowspan="2">시험온도 (℃)</th><th colspan="2">평균흡수에너지 (J)</th></tr>
<tr><th>아래보기, 수평, 위보기</th><th>수직상진, 수직하진</th></tr>
<tr><td>1S</td><td rowspan="3">400 이상</td><td>20</td><td rowspan="12">47 이상</td><td rowspan="9">34 이상</td></tr>
<tr><td>2S</td><td>0</td></tr>
<tr><td>3S</td><td>- 20</td></tr>
<tr><td>1YS</td><td rowspan="5">490 이상</td><td>20</td></tr>
<tr><td>2YS</td><td>0</td></tr>
<tr><td>3YS</td><td>- 20</td></tr>
<tr><td>4YS</td><td>- 40</td></tr>
<tr><td>5YS</td><td>-60</td></tr>
<tr><td>2Y40S</td><td rowspan="4">510 이상</td><td>0</td><td rowspan="4">39 이상</td></tr>
<tr><td>3Y40S</td><td>- 20</td></tr>
<tr><td>4Y40S</td><td>- 40</td></tr>
<tr><td>5Y40S</td><td>-60</td></tr>
<tr><td>3Y47S</td><td>570 이상</td><td>- 20</td><td>64 이상</td><td>64 이상</td></tr>
<tr><td>L 1S</td><td>400 이상</td><td>- 40</td><td rowspan="5">27 이상</td><td rowspan="5">27 이상</td></tr>
<tr><td>L 2S</td><td>440 이상</td><td>- 60</td></tr>
<tr><td>L 3S</td><td>490 이상</td><td>- 60</td></tr>
<tr><td>L 51S</td><td>530 이상</td><td>- 120</td></tr>
<tr><td>L 91S</td><td>630 이상</td><td>- 196</td></tr>
</table>

(3) 맞대기용접 굽힘시험

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.2**의 *RB* 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 1개를 채취한다. 다만, *L* 91에 대하여는 **표 2.2.2**의 *RB* 1호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 1개를 세로방향으로 채취한다. *(2017)*

(나) 시험편은 판두께의 1.5배(3*Y*47은 2배)에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 또는 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 120° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 3 mm를 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 안 된

다. 다만, *L* 91에 대한 굽힘의 안쪽반지름은 판두께의 2배로 하고 굽힘각도는 180°로 한다. *(2017) (2021)*

(4) **맞대기용접 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표** 2.1.3의 샤르피 V-노치 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이 방향을 용접선에 직각으로 하고 **그림** 2.2.22에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표** 2.2.47에 따른다.

(다) 4항 (4)호 (다) 및 (라)의 규정을 이 항에도 적용한다.

6. **필릿용접 시험**

(1) **필릿용접 시험재** 시험재는 602.의 7항 (1)호의 규정을 준용한다.

(2) **필릿용접의 매크로조직시험** 매크로조직시험은 602.의 7항 (2)호의 규정을 준용한다.

(3) **필릿용접의 경도시험** 경도시험은 602.의 7항 (3)호의 규정을 준용한다.

(4) **필릿용접의 파면시험** 파면시험은 602.의 7항 (4)호의 규정을 준용한다.

7. **수소시험** 용접용재료 기호 2S, 2YS, 2Y40S, 3S, 3YS, 3Y40S, 4YS 또는 4Y40S의 요건에 적합한 플럭스코어드 와이어 또는 플럭스피복 와이어는 제조자의 요청이 있는 경우, 제조자가 권고하는 용접조건을 사용해서 그리고 수동용접봉을 사용할 때 용착된 것과 유사하게 용착금속의 무게를 주기 위하여 용착속도를 조정하여 602.의 6항에 따라 수소시험을 할 수 있다.

8. **정기검사**

(1) 정기검사 시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 **표** 2.2.48에 따른다.

표 2.2.48 **시험의 종류**

시험의 종류	시 험 재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	용접자세	와이어의 지름 (mm)	개수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
용착금속 시험	아래보기	(1)	1	**그림** 2.2.21	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
(비고) (1) 와이어의 지름은 제조자가 지정하는 범위내로 한다.						

(3) (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 4항에 따른다.

9. **종류의 변경**

(1) 승인된 용접용재료의 강도나 인성 또는 수소함량에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 6항 (3)호의 규정에 따라 다음 각 호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다. (2017)

(2) 강도에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험을 한다.

(3) 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험중 충격시험만을 한다.

(4) 수소함량에 관한 종류의 변경에 대하여는 8항의 정기검사 및 3항 (1)호에 규정하는 수소시험을 한다. *(2017)*

605. 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용재료

1. **적용** 연강 및 고장력강의 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용재료(이하 **용접용재료**라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 605.의 규정에 따른다.

2. **종류 및 기호** 용접용재료의 종류 및 기호는 **표 2.2.49**에 따른다.

표 2.2.49 종류 및 기호 *(2021)*

연강용	고장력강용
1 *V*, 2 *V*, 3 *V*	1 *YV*, 2 *YV*, 3 *YV*, 4 *YV*, 5 *YV*, 2 *Y*40 *V*, 3 *Y*40 *V*, 4 *Y*40 *V*, 5 *Y*40 *V*, 3 *Y*47 *V*

3. **시험일반**

(1) 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 **표 2.2.50**에 따른다.

표 2.2.50 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용재료의 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재[1]			각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	개수	모양 및 치수	판두께(mm)[2]	
맞대기 용접시험	1	**그림 2.2.32**	20 ~ 25	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 2개 충격시험편 : 2조(6개) 측면굽힘시험편 : 2개 매크로조직시험편 : 2개
	1		35 ~ 40	

(비고)
(1) 연강 및 고장력강 겸용으로 승인 신청된 경우, 시험재는 고장력강으로 한다. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 연강을 사용할 수 있다.
(2) 용접법과 관련하여 판두께에 제한이 있는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 시험재의 판두께를 변경할 수 있다. 이때에는 그 시험재의 두께를 최대두께로 한다.

(2) 시험재로 사용되는 강판은 용접용재료의 종류에 따라서 **표 2.2.51**에 따른다.

표 2.2.51 시험재로 사용되는 강판의 종류 *(2021)*

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류[1][2]
1 *V*	*A*
2 *V*	*A*, *B* 또는 *D*
3 *V*	*A*, *B*, *D* 또는 *E*
1 *YV*	*AH*32 또는 *AH*36
2 *YV*	*AH*32, *AH*36, *DH*32 또는 *DH* 36
3 *YV*	*AH*32, *AH*36, *DH* 32, *DH*36, *EH*32 또는 *EH*36
4 *YV*	*AH*32, *AH*36, *DH*32, *DH*36, *EH*32, *EH*36, *FH*32 또는 *FH*36
5 *YV*	*AH*32, *AH*36, *DH*32, *DH*36, *EH*32, *EH*36, *FH*32 또는 *FH*36
2 *Y*40 *V*	*AH*40 또는 *DH*40
3 *Y*40 *V*	*AH*40, *DH*40 또는 *EH*40
4 *Y*40 *V*	*AH*40, *DH*40, *EH*40 또는 *FH*40
5 *Y*40 *V*	*AH*40, *DH*40, *EH*40 또는 *FH*40
3 *Y*47 *V*	*EH*47-*H*

(비고)
(1) 시험재로 사용되는 *AH*32, *DH*32, *EH*32 및 *FH*32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다.
(2) 입자미세화원소의 함유량과 관련하여 특정한 고장력강에만 사용이 제한되는 경우, *Nb* 처리강이 승인시험에 사용된다.

(3) 용접용재료의 승인시험은 품목마다 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
(4) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.
(5) 용접 후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 안 된다.
(6) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선의 전반에 걸쳐 방사선투과검사를 할 수 있다.

4. 맞대기용접 시험

(1) **맞대기용접 시험재**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.32**에 따르며 수직상진 자세에서 1패스 용접한다.

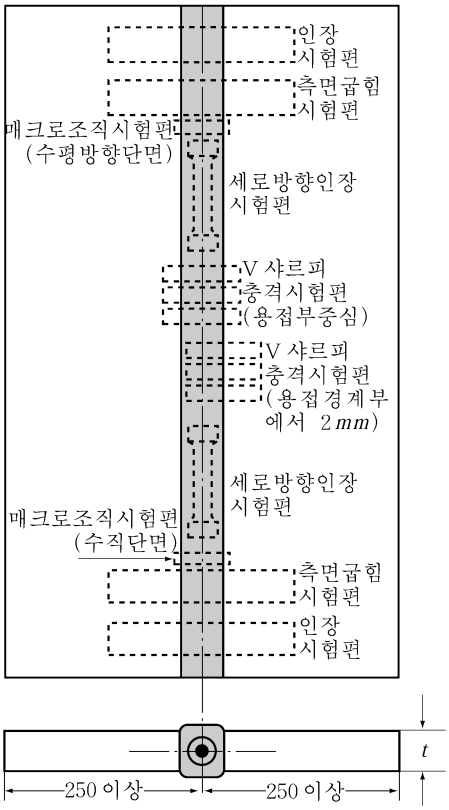


그림 2.2.32 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용 맞대기용접 시험재 (t : 판두께)

(나) 시험재의 용접조건, 홈의 모양 등은 제조자가 지정하는 범위내로 한다.

(2) **맞대기용접 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 $R2A$호 인장시험편 2개와 $R14A$호 세로방향 인장시험편 2개를 채취한다. 또한, 세로방향 인장시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.

(나) 세로방향 인장시험편은 수소 제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250 ℃를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(다) $R2A$호 인장시험편의 인장강도 및 $R14A$호 세로방향 인장시험편의 인장강도, 항복점 및 연신율은 **표 2.2.52**에 따른다. 다만, 세로방향 인장시험편의 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

표 2.2.52 맞대기용접 인장시험 및 충격시험의 규격치 *(2021)*

용접용재료의 종류	가로방향 인장시험	세로방향 인장시험			충격시험	
	인장강도 (N/mm²)	인장강도 (N/mm²)	항복강도 (N/mm²)	연신율 (%)	시험온도 (℃)	평균흡수 에너지 (J)
1 *V*	400 이상	400 ~ 560	305 이상	22 이상	20	34이상
2 *V*					0	
3 *V*					-20	
1 *YV*	490 이상	490 ~ 660	375 이상	22 이상	20	
2 *YV*					0	
3 *YV*					-20	
4 *YV*					-40	
5 *YV*					-60	
2 *Y*40 *V*	510 이상	510 ~ 690	400 이상	22 이상	0	39이상
3 *Y*40 *V*					-20	
4 *Y*40 *V*					-40	
5 *Y*40 *V*					-60	
3 *Y*47 *V*	570 이상	570 ~ 720	460 이상	19 이상	-20	64이상

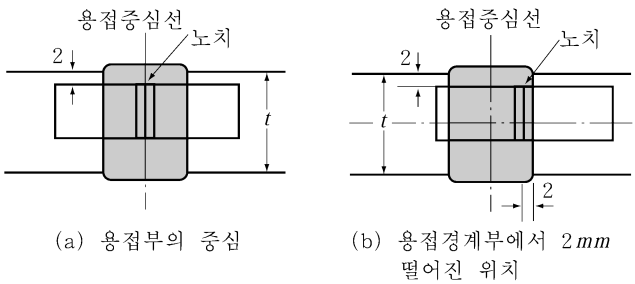
(3) **맞대기용접 굽힘시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.2**의 *RB* 6호 측면굽힘시험편 2개를 채취한다.

(나) 시험편은 판두께의 2배에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 측면굽힘을 하고 굽힘각도가 180° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 3 mm가 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 안 된다.

(4) **맞대기용접 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 2조(6개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고, **그림 2.2.33**에 따라 시험재 표면에서 2 mm 떨어진 위치와 시험편의 표면이 일치하도록 한다.



(a) 용접부의 중심 (b) 용접경계부에서 2 *mm* 떨어진 위치

그림 2.2.33 충격시험편의 노치위치 (*t*: 판두께, 단위:mm)

(나) 시험편의 노치 위치는 각 조마다 **그림 2.2.33**의 (a) 및 (b)에 따르며 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.

(다) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.52**에 따른다.

(라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(5) **맞대기용접 매크로조직시험**

(가) 매크로조직시험편은 **그림 2.2.32**와 같이 2곳에서 채취한다. 2개의 매크로조직시험편 중 하나는 시험재 표면에 수

직한 면, 다른 하나는 시험재 표면에 평행한 중심면을 피검면으로 한다.

(나) 용접부 및 용접경계부는 완전한 용입을 나타내고 유해한 결함이 있어서는 안 된다.

5. **정기검사**

(1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 **표 2.2.53**에 따른다.

표 2.2.53 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재			각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	개수	모양 및 치수	판두께(mm)(1)	
맞대기 용접시험	1	**그림 2.2.32**	20 ~ 25	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개)(1) 측면굽힘시험편 : 2개
(비고) (1) 우리 선급의 승인을 득한 경우 용접부 중심에서의 충격시험편 1조(3개)로 할 수 있다.				

(3) (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 전 4항에 따른다.

6. **종류의 변경** 승인된 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 6항 (3)호의 규정에 따라 3항 (1)호에 규정하는 모든 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

606. 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면 자동용접용재료

1. 적용

(1) 다음 (가)부터 (다)까지의 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면자동용접용재료(이하 **일면자동용접용재료**라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 606.의 규정에 따른다.

(가) 서브머지드 아크 일면자동용접용재료

(나) 가스실드아크 일면자동용접용재료(보호가스를 사용하는 솔리드 와이어 또는 플럭스코어드 와이어)

(다) 셀프실드아크 일면자동용접용재료(보호가스를 사용하지 않는 플럭스코어드 와이어 또는 플럭스피복 와이어)

(2) 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면 피복아크 용접봉 및 일면 반자동용접용재료의 승인시험 및 정기검사는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 2전극 이상의 일면자동용접용재료의 승인시험 및 정기검사는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

2. 종류 및 기호

(1) 일면자동용접용재료의 종류 및 기호는 603.의 2항에 따른다. 다만, **표 2.2.55**의 각 용접법의 시험에 합격한 일면자동용접용재료에는 그 기호의 뒤에 **표 2.2.54**의 표시기호를 부기한다.

표 2.2.54 표시기호

용 접 층 수(1)	표 시 기 호
일층용접법	*SR*
다층용접법	*MR*
일층 및 다층용접법	*SMR*
(비고) (1) 일층 용접법 또는 다층 용접법이란 전극수에 관계없이 1회 또는 2회 이상의 패스로 이루어지는 용접을 말한다.	

(2) 가스실드아크 일면자동용접용재료에는 (1)호의 표시기호 끝에 *G*를, 셀프실드아크 일면자동 용접용재료에는 *N*을 부기한다. 또한 사용하는 보호가스의 종류는 **표 2.2.37**에 따르고 구분기호는 표시기호 *G* 다음에 부기한다. (예 : 3*Y SMR G*(*M*1))

3. 시험일반

(1) 일면자동용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 개수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수는 **표 2.2.55**에 따른다.

(2) 시험재로 사용되는 강재는 **표 2.2.56**에 따른다.

(3) 일면자동용접용재료의 승인시험은 품목마다 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(4) 가스실드아크 일면자동용접용재료는 **표 2.2.37**의 가스 종류 중에서 제조자가 지정하는 것마다 (3)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 **표 2.2.37**의 구분기호 *M*1, *M*2, *M*3 또는 *C*에 포함되는 가스를 지정한 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 (3)호의 시험을 하고 이에 만족하면 동일 구분내 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.

(5) 일면자동용접용재료의 조합은 적용하는 용접방법에 따라 **표 2.2.57**에 따른다.

(6) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.

(7) 용접 후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 안 된다.

(8) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선 전반에 걸쳐 방사선투과검사를 할 수 있다.

표 2.2.55 일면자동용접용재료의 시험종류 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	용접법	시험의 종류(4)	시험재			각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
			개수	판두께(mm)(1)	모양 및 치수	
1, 2, 3 1*Y*, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y* 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40, 5*Y*40, 3*Y*47 *L* 1, *L* 2, *L* 3 *L* 51, *L* 91	일층용접법	맞대기 용접시험	1	12~15	그림 2.2.34	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개
			1	적용 최대두께		
	다층용접법		1	15~25		인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개
			1	35		
	일층 및 다층 겸용 용접법		1	적용최대두께(2)		인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개
			1	35(3)		

(비고)
(1) 용접법과 관련하여 판두께에 제한이 있는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 시험재의 판두께를 변경할 수 있다. 이때에는 그 시험재의 두께를 적용최대두께로 한다.
(2) 일층용접법으로 하는 시험재의 두께.
(3) 다층용접법으로 하는 시험재의 두께.
(4) 제조자의 신청에 따라 수소시험을 할 수 있다.

표 2.2.56 시험재로 사용되는 강판의 종류 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류(1)
1	*A*
2	*A*, *B* 또는 *D*
3	*A*, *B*, *D* 또는 *E*
1*Y*	*AH*32 또는 *AH*36
2*Y*	*AH*32, *AH*36, *DH*32 또는 *DH* 36
3*Y*	*AH*32, *AH*36, *DH* 32, *DH*36, *EH*32 또는 *EH*36
4*Y*	*AH*32, *AH*36, *DH*32, *DH*36, *EH*32, *EH*36, *FH*32 또는 *FH*36
5*Y*	*AH*32, *AH*36, *DH*32, *DH*36, *EH*32, *EH*36, *FH*32 또는 *FH*36
2*Y*40	*AH*40 또는 *DH*40
3*Y*40	*AH*40, *DH*40 또는 *EH*40
4*Y*40	*AH*40, *DH*40, *EH*40 또는 *FH*40
5*Y*40	*AH*40, *DH*40, *EH*40 또는 *FH*40
3*Y*47	*EH*47-*H*
*L*1	*E* 또는 *RL*235*A*
*L*2	*E*, *RL*235*A*, *RL*235*B*, *RL*325*A* 또는 *RL*325*B*
*L*3	*RL*325*A*, *RL*325*B* 또는 *RL*360
*L*51	*RL*5*N*390
*L*91	*RL*9*N*490

(비고)
(1) 맞대기용접 시험재로 사용되는 *AH*32, *DH*32, *EH*32 및 *FH*32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다.

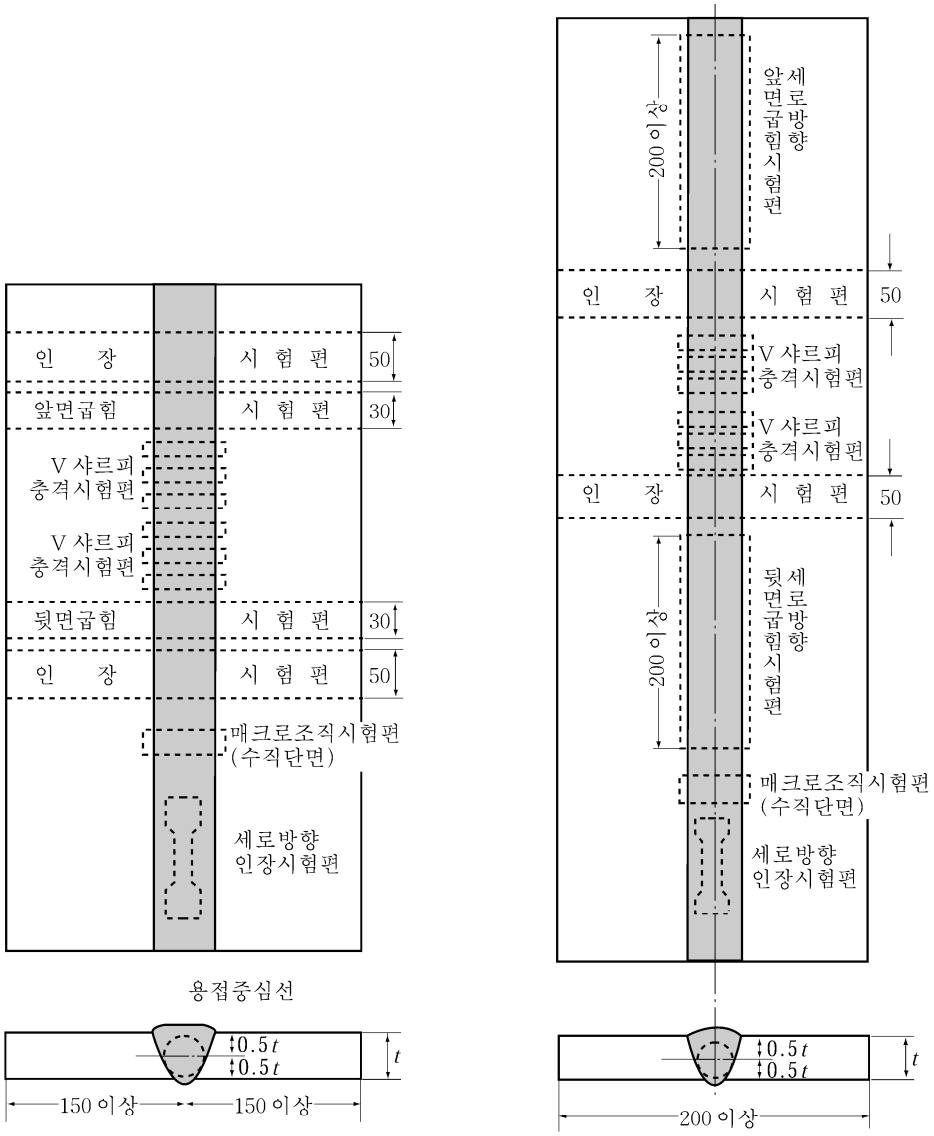
표 2.2.57 일면자동용접용재료의 조합

용 접 방 법	용접용재료의 조합
서브머지드 일면자동용접	용접와이어+플럭스+충진제+뒷댐판재
가스실드아크 일면자동용접	용접와이어+보호가스+충진제+뒷댐판재
셀프실드아크 일면자동용접	용접와이어+충진제+뒷댐판재
(비고) 충진제를 사용하지 아니하는 경우에는 충진제를 제외한다.	

4. 일층 및 다층용접법의 맞대기용접 시험

(1) 일층 및 다층용접법의 맞대기용접 시험재

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.34**에 따르고 개선형상 및 루트 간격과 사용하는 와이어의 지름 등은 제조자가 지정하는 범위내로 한다.



(a) 그림 (b) 이외의 시험재

(b) $L91$, $L92$용 시험재

그림 2.2.34 일층 및 다층용접법의 맞대기용접 시험편 (t : 판두께, 단위 : mm)

(나) 시험재는 제조자가 지정하는 방법에 따라 아래보기 용접자세로 1패스 또는 여러 패스로 일면용접을 한다. 다만, 가스실드아크 및 셀프실드아크 일면자동용접용재료의 경우에는 제조자가 지정하는 각 용접자세로 용접한다.

(다) 여러 패스 용접의 경우 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 계측한 온도가 100℃ 이상 250℃ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(2) **일층 및 다층용접법의 맞대기용접 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 $R2A$호 인장시험편 2개와 $R14A$호 세로방향 인장시험편 1개를 채취한다. 또한 세로방향 인장시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.

(나) 세로방향 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250℃를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(다) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 $R2A$호 인장시험편의 인장강도는 **표 2.2.41**에 따르며, $R14A$호 세로방향인장 시험편의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 **표 2.2.40**에 따른다. 다만, 세로방향 인장시험편의 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적 성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

(3) **일층 및 다층용접법의 맞대기용접 굽힘시험** 굽힘시험은 603.의 6항 (4)호에 따른다.

(4) **일층 및 다층용접법의 맞대기용접 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 2조(6개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이

방향을 용접선에 직각으로 하고 **그림** 2.2.35에 따라 채취한다.

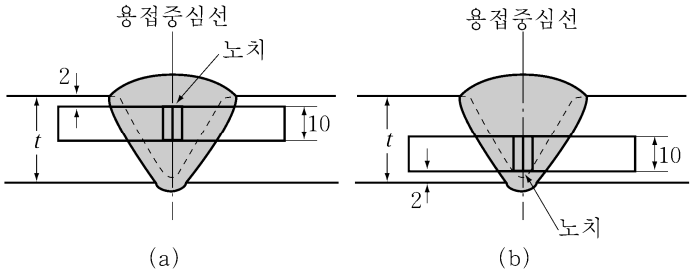


그림 2.2.35 일층 및 다층용접법의 맞대기용접 충격시험편의 채취위치 (t : 판두께, 단위 : mm)

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표** 2.2.41에 따른다.

(다) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.

(라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(5) **일층 및 다층용접법의 맞대기용접 매크로조직시험**

(가) 매크로조직시험편은 **그림** 2.2.34에 표시하는 위치에서 피검면이 시험재 표면에 수직이 되도록 채취한다.

(나) 용접부 및 용접경계부는 완전한 용입을 나타내고 유해한 결함이 있어서는 안 된다.

5. **수소시험** 수소시험은 602.의 6항에 따른다.

6. **정기검사**

(1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 **표** 2.2.58에 따른다.

(3) (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 4항에 따른다.

7. **종류의 변경** 승인된 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 6항 (3)호의 규정에 따라 3항 (1)호에 규정하는 모든 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

표 2.2.58 시험의 종류 *(2017) (2021)*

용접용재료의 종류	용접법	시험의 종류	시험재			각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
			개수	모양 및 치수	판두께 (mm)(1)	
1, 2, 3 1*Y*, 2*Y*, 3*Y*, 4*Y*, 5*Y* 2*Y*40, 3*Y*40, 4*Y*40 5*Y*40, 3*Y*47 *L* 1, *L* 2, *L* 3 *L* 51, *L* 91	일층 용접법	맞대기 용접시험(2)	1	**그림 2.2.34**	20	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)(3)
	다층 용접법		1		20~25	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)(3)
	일층 및 다층 겸용 용접법		1		20~25	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)(3)

(비고)
(1) **표 2.2.55**의 비고 (1)에 따라 시험재의 두께를 변경하여 승인된 용접용재료에 대하여는 승인시험시의 최대두께를 적용한다.
(2) 일층 및 다층 겸용용접법에 대한 맞대기용접 시험은 일층용접법으로 한다.
(3) 충격시험편의 노치 및 채취위치는 **그림 2.2.35**의 (b)로 한다.

607. 스테인리스강 용접용재료

1. 적용

(1) 1장 3절에 규정된 압연 스테인리스 강재의 용접용재료(이하 용접용재료라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 607.의 규정에 따른다.

(2) 듀플렉스 스테인리스강 용접용재료에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

2. 종류 및 기호

(1) 용접용재료의 종류 및 기호는 **표 2.2.59**에 따른다.

표 2.2.59 종류 및 기호

피복아크 용접봉	TIG 및 MIG 용접용재료	플럭스코어드 와이어 반자동 용접용재료	서브머지드 아크자동용접용재료
RD 308	*RY* 308	*RW* 308	*RU* 308
RD 308L	*RY* 308*L*	*RW* 308*L*	*RU* 308*L*
RD 309	*RY* 309	*RW* 309	*RU* 309
RD 309L	*RY* 309*L*	*RW* 309*L*	-
RD 309*Mo*	*RY* 309*Mo*	*RW* 309*Mo*	*RU* 309*Mo*
RD 309*MoL*	-	*RW* 309*MoL*	-
RD 310	*RY* 310	*RW* 310	*RU* 310
-	*RY* 310*S*	-	-
RD 310*Mo*	-	-	-
RD 316	*RY* 316	*RW* 316	*RU* 316
RD 316*L*	*RY* 316*L*	*RW* 316*L*	*RU* 316*L*
RD 317	*RY* 317	*RW* 317	*RU* 317
RD 317*L*	*RY* 317*L*	*RW* 317*L*	*RU* 317*L*
-	*RY* 321	-	-
RD 347	*RY* 347	*RW* 347	*RU* 347

(2) **표 2.2.61**에 규정한 각 용접법의 시험에 합격한 서브머지드 아크 자동용접용재료에는 그 기호의 뒤에 **표 2.2.60**의 표시기호를 부기한다.

표 2.2.60 표시기호

용 접 법	표 시 기 호
다층용접법	*M*
양면일층 용접법	*T*
다층 및 양면일층 겸용용접법	*TM*

(3) (1)호의 플럭스코어드 와이어 반자동용접용재료에 있어서 가스를 사용하는 용접용재료에는 그 기호 뒤에 *G*를, 가스를 사용하지 않는 용접용재료에는 *N*을 부기한다. 또한 사용하는 보호가스의 종류는 **표 2.2.37**에 따르고 그에 속하는 구분기호는 표시기호 *G* 다음에 부기한다. (예 : *RW* 308*G*(*C*))

3. 시험일반

(1) 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 용접용재료의 봉지름이나 와이어지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 개수는 **표 2.2.61**에 따른다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 강재의 용도에 따라 표 2.2.61에 규정하는 시험 외에 우리 선급이 적절하다고 인정하는 내식성시험, 충격시험 및 매크로시험 등을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**

표 2.2.61 스테인리스강 용접용재료의 시험 종류

시험종류			시험재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
			판두께 (mm)	개수	용접자세	봉 또는 와이어의 지름[1] (mm)	모양 및 치수	
피복아크 용접봉		용착금속시험	12	1	아래보기	3.2	그림 2.2.36	인장시험편 : 1개
			20	1		4.0		
		맞대기용접 시험	15~20	1	아래보기	3.2 또는 4.0	그림 2.2.37	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개
				1	수평			
				1	수직상진			
				1	수직하진			
				1	위보기			
TIG 용접용재료		용착금속시험	12	1	아래보기	2.4	그림 2.2.36	인장시험편 : 1개
			20	1		3.2		
		맞대기용접 시험	15~20	1	아래보기	2.0~3.2	그림 2.2.37	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개
				1	수평			
				1	수직상진			
				1	수직하진			
				1	위보기			
MIG 용접용재료		용착금속시험	12	1	아래보기	1.2	그림 2.2.36	인장시험편 : 1개
			20	1		1.6		
		맞대기용접 시험	15~20	1	아래보기	1.2~2.0	그림 2.2.37	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개
					수평			
					수직상진			
					수직하진			
					위보기			
플럭스코어드 와이어 반자동 용접용재료		용착금속시험	12	1	아래보기	1.2~2.4	그림 2.2.36	인장시험편 : 1개
			20	1		3.2 또는 최대지름		
		맞대기용접 시험	15~20	1	아래보기	1.2~3.2	그림 2.2.37	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개
					수평			
					수직상진			
					수직하진			
					위보기			
서브머지드아크 자동용접 용재료[2]	다층용접	용착금속시험	19~25	1	아래보기	1.2~4.0	그림 2.2.33	인장시험편 : 1개
		맞대기용접 시험	19	1	아래보기	1.2~4.0	그림 2.2.38(a)	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개
	양면일층용접	맞대기용접 시험	12	1	아래보기	1.2~2.4	그림 2.2.38(b)	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개
			19	1	아래보기	4.0		인장시험편 : 1개 세로방향 인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개

(비고)

(1) 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 봉지름 또는 와이어지름을 변경할 수 있다.

(2) 다층 및 양면일층 겸용용접용재료에 대하여는 다층 및 양면일층용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 하고 시험재의 갯수, 모양 및 치수, 판두께 그리고 각 시험편의 종류와 갯수는 각각의 용접법의 규정에 따른다. 다만, 양면일층 용접법의 세로방향 인장시험은 생략한다.

(2) 시험재로 사용되는 강판은 용접용재료의 종류에 따라 **표 2.2.62**에 따르거나, 우리 선급이 인정하는 재료를 사용할 수 있다. *(2020)*

표 2.2.62 시험재로 사용되는 강재의 종류

용접용재료의 종류	적용강종(1)
RD 308, *RY* 308, *RW* 308, *RU* 308	*RSTS* 304
RD 308L, *RY* 308*L*, *RW* 308L, *RU* 308L	*RSTS* 304*L*
RD 309, *RY* 309, *RW* 309, *RU* 309	*RSTS* 309*S*
RD 309*L*, *RY* 309*L*, *RW* 309*L*	
RD 309*Mo*, *RY* 309*Mo*, *RW* 309*Mo*, *RU* 309*Mo*	
RD 309*MoL*, *RW* 309*MoL*	
RD 310, *RY* 310, *RW* 310, *RU* 310	*RSTS* 310*S*
RY 310*S*	
RD 310*Mo*	
RD 316, *RY* 316, *RW* 316, *RU* 316	*RSTS* 316
RD 316*L*, *RY* 316*L*, *RW* 316*L*, *RU* 316*L*	*RSTS* 316*L*
RD 317, *RY* 317, *RW* 317, *RU* 317	*RSTS* 317
RD 317*L*, *RY* 317*L*, *RW* 317*L*, *RU* 317*L*	*RSTS* 317, *RSTS* 317*L*
RY 321	*RSTS* 321
RD 347, *RY* 347, *RW* 347, *RU* 347	*RSTS* 321, *RSTS* 347

(비고)
(1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.

(3) 용접용재료의 승인시험은 품목마다 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
(4) 가스를 사용하는 플럭스코어드 용접와이어 반자동용접용재료는 **표 2.2.37**의 가스의 종류 중 제조자가 지정하는 것마다 (3)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 **표 2.2.37**의 구분기호 *M* 1, *M* 2 또는 *M* 3에 포함되는 가스를 지정하는 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 (3)호의 시험을 하고 이에 만족하면 동일구분내 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.
(5) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.
(6) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 안 된다.
(7) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선 전반에 걸쳐 방사선투과검사를 할 수 있다.

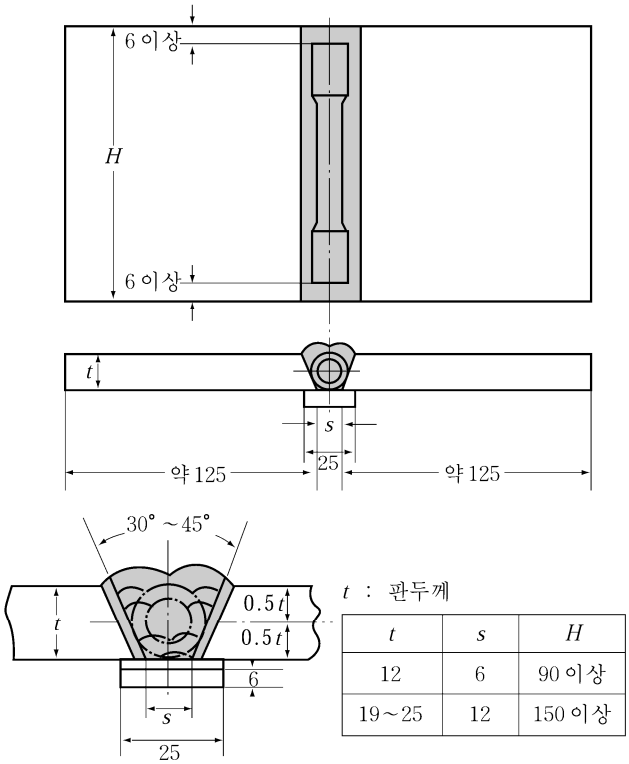
4. **용착금속시험**

(1) **용착금속 시험재**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.36**에 따르고 제조자가 지정하는 방법에 따라 아래보기자세로 용접한다.
(나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 계측한 온도가 15℃ 이상 150℃ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(2) **화학성분**

(가) 피복아크 용접봉, 플럭스코어드와이어 반자동용접용재료 및 서브머지드 아크 자동용접용 와이어의 화학성분은 용착금속의 분석치로 하고 각각 **표 2.2.63, 표 2.2.65** 및 **표 2.2.66**에 따른다.
(나) *TIG* 및 *MIG용접용재료*의 화학성분은 용강분석치로 하고 **표 2.2.64**에 따른다.



t	s	H
12	6	90 이상
19 ~ 25	12	150 이상

그림 2.2.36 스테인리스강의 용착금속 시험재 (단위 : mm)

표 2.2.63 피복아크 용접봉의 용착금속 화학성분

종류	화학성분(%)								
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Mo*	기타
RD 308	0.08이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	-	-
RD 308*L*	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	9.0~12.0	18.0~21.0	-	-
RD 309	0.15이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	-	-
RD 309*L*	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~16.0	22.0~25.0	-	-
RD 309*Mo*	0.12이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	-
RD 309*MoL*	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	-
RD 310	0.20이하	0.75이하	2.50이하	0.03이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	-	-
RD 310*Mo*	0.12이하	0.75이하	2.50이하	0.03이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	2.0~3.0	-
RD 316	0.08이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	17.0~20.0	2.0~2.75	-
RD 316*L*	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	11.0~16.0	17.0~20.0	2.0~2.75	-
RD 317	0.08이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	18.0~21.0	3.0~4.0	-
RD 317*L*	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~16.0	18.0~21.0	3.0~4.0	-
RD 347	0.08이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	-	Nb8×C (%)~1.0

표 2.2.64 TIG 및 MIG 용접용재료의 화학성분

종류	화학성분(%)								
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Mo*	기타
*RY*308	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	9.0~11.0	19.0~22.0	-	-
*RY*308*L*	0.03이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	9.0~11.0	19.0~22.0	-	-
*RY*309	0.12이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.0	-	-
*RY*309*L*	0.03이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.0	-	-
*RY*309*Mo*	0.12이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.0	2.0~3.0	-
*RY*310	0.15이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	20.0~22.5	25.0~28.0	-	-
*RY*310*S*	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	20.0~22.5	25.0~28.0	-	-
*RY*316	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	11.0~14.0	18.0~20.0	2.0~3.0	-
*RY*316*L*	0.03이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	11.0~14.0	18.0~20.0	2.0~3.0	-
*RY*317	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	13.0~15.0	18.5~20.5	3.0~4.0	-
*RY*317*L*	0.03이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	13.0~15.0	18.5~20.5	3.0~4.0	-
*RY*321	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	9.0~10.5	18.5~20.5	-	Ti9×C(%)~1.0
*RY*347	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	9.0~11.0	19.0~21.5	-	Nb10×C(%)~1.0

표 2.2.65 플럭스코어드와이어 반자동용접용재료의 용착금속 화학성분

(a) 가스를 사용하는 경우

종류	화학성분(%)								
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Mo*	기타
*RW*308	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	-	-
*RW*308*L*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~12.0	18.0~21.0	-	-
*RW*309	0.10이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	-	-
*RW*309*L*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	-	-
*RW*309*Mo*	0.12이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	-
*RW*309*MoL*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	-
*RW*310	0.20이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	-	-
*RW*316	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	17.0~20.0	2.0~3.0	-
*RW*316*L*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	17.0~20.0	2.0~3.0	-
*RW*317	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	18.0~21.0	3.0~4.0	-
*RW*317*L*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~16.0	18.0~21.0	3.0~4.0	-
*RW*347	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	-	Nb8×C (%)~1.0

(b) 가스를 사용하지 않는 경우

종류	화학성분(%)								
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Mo*	기타
*RW*308	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	19.5~22.0	-	-
*RW*308*L*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~12.0	19.5~22.0	-	-
*RW*309	0.10이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.5	-	-
*RW*309*L*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.5	-	-
*RW*309*Mo*	0.12이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	-
*RW*309*MoL*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	-
*RW*310	0.20이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	-	-
*RW*316	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	18.0~20.5	2.0~3.0	-
*RW*316*L*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	18.0~20.5	2.0~3.0	-
*RW*317	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	13.0~15.0	18.5~21.0	3.0~4.0	-
*RW*317*L*	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	13.0~15.0	18.5~21.0	3.0~4.0	-
*RW*347	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	19.0~21.5	-	Nb8×C (%)~1.0

표 2.2.66 서브머지드 아크 자동용접용재료의 용착금속 화학성분

종류	화학성분(%)								
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Mo*	기타
*RU*308	0.08이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	-	-
*RU*308*L*	0.04이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	9.0~12.0	18.0~21.0	-	-
*RU*309	0.15이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	-	-
*RU*309*Mo*	0.12이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	-
*RU*310	0.20이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	-	-
*RU*316	0.08이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	17.0~20.0	2.0~2.75	-
*RU*316*L*	0.04이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	11.0~16.0	17.0~20.0	2.0~2.75	-
*RU*317	0.08이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	18.0~21.0	3.0~4.0	-
*RU*317*L*	0.04이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	12.0~16.0	18.0~21.0	3.0~4.0	-
*RU*347	0.08이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	-	Nb8×C (%)~1.0

(3) **용착금속 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R*10호 인장시험편 1개를 채취한다. 다만, 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 *R*14A호 인장시험편 1개로 할 수 있다. 또한 시험편의 세로축 중심선은 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.

(나) 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250℃를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(다) 용착금속 인장시험의 규격치는 **표 2.2.67**에 따른다.

표 2.2.67 용착금속 인장시험의 규격치

피복아크 용접봉	TIG 및 MIG 용접용재료	플럭스코어드와이어반자동용접용재료	서브머지드아크자동용접용재료	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연신율 (%)
RD 308	*RY* 308	*RW* 308	*RU* 308	550이상	225이상	35이상
RD 308*L*	*RY* 308*L*	*RW* 308*L*	*RU* 308*L*	510 이상	205 이상	35 이상
RD 309	*RY* 309	*RW* 309	*RU* 309	550 이상	225 이상	30 이상
RD 309*L*	*RY* 309*L*	*RW* 309*L*	-	510 이상	205 이상	30 이상
RD 309*Mo*	*RY* 309*Mo*	*RW* 309*Mo*	*RU* 309*Mo*	550 이상	225 이상	30 이상
RD 309*MoL*	-	*RW* 309*MoL*	-	510 이상	205 이상	30 이상(1)
RD 310	*RY* 310	*RW* 310	*RU* 310	550 이상	225 이상	30 이상
-	*RY* 310*S*	-	-	550 이상	225 이상	30 이상
RD 310*Mo*	-	-	-	550 이상	225 이상	30 이상
RD 316	*RY* 316	*RW* 316	*RU* 316	550 이상	225 이상	30 이상
RD 316*L*	*RY* 316*L*	*RW* 316*L*	*RU* 316*L*	510 이상	205 이상	35 이상
RD 317	*RY* 317	*RW* 317	*RU* 317	550 이상	225 이상	30 이상
RD 317*L*	*RY* 317*L*	*RW* 317*L*	*RU* 317*L*	510 이상	205 이상	30 이상
-	*RY* 321	-	-	550 이상	225 이상	30 이상
RD 347	*RY* 347	*RW* 347	*RU* 347	550 이상	225 이상	30 이상

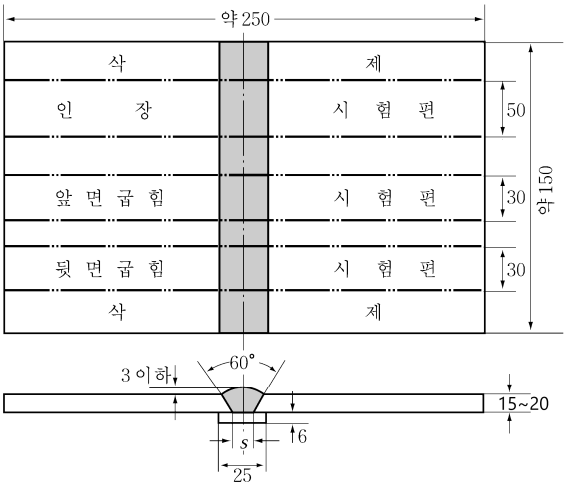
(비 고)
(1) *RW* 309*MoL*에 대한 연신율은 20% 이상으로 한다.

5. 맞대기용접시험

(1) 맞대기용접 시험재

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.37** 및 **그림 2.2.38**에 따르고 제조자가 지정하는 각 용접자세(아래보기, 수평, 수직상진, 수직하진 및 위보기)로 용접한다.

(나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 계측한 온도가 15℃ 이상 150℃ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.



용접용재료의 종류	피복아크용접봉	TIG 용접봉	MIG 용접용와이어	플럭스코어드반자동용접용재료
s(*mm*)	봉지름이하	5 이하	5 이하	6 이하

그림 2.2.37 스테인리스강의 맞대기용접 시험재 (단위 : mm) (서브머지드 아크 자동용접은 제외) *(2021)*

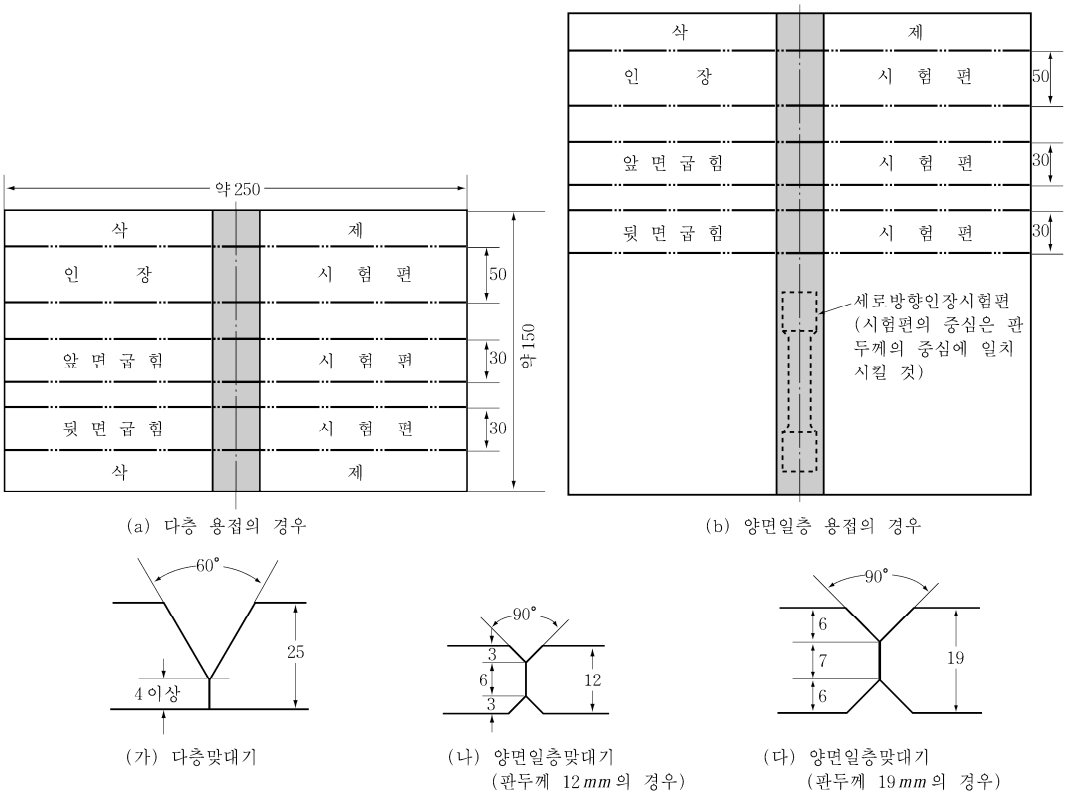


그림 2.2.38 스테인리스강의 서브머지드 아크 자동용접의 맞대기용접 시험재 (단위 : mm)

(2) **맞대기용접 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 2*A*호 인장시험편 1개를 채취한다.

(나) 시험편의 인장강도는 **표 2.2.68**에 따른다.

표 2.2.68 맞대기용접 인장시험의 규격치

피복아크용접봉	TIG 및 MIG 용접용재료	플럭스코어드와이어반 자동용접용재료	서브머지드아크 자동용접용재료	인장강도 (N/mm^2)
RD 308	*RY* 308	*RW* 308	*RU* 308	520 이상
RD 308*L*	*RY* 308*L*	*RW* 308*L*	*RU* 308*L*	480 이상
RD 309	*RY* 309	*RW* 309	*RU* 309	520 이상
RD 309*L*	*RY* 309*L*	*RW* 309*L*	-	520 이상
RD 309*Mo*	*RY* 309*Mo*	*RW* 309*Mo*	*RU* 309*Mo*	520 이상
RD 309*MoL*	-	*RW* 309*MoL*	-	520 이상
RD 310	*RY* 310	*RW* 310	*RU* 310	520 이상
-	*RY* 310*S*	-	-	520 이상
RD 310*Mo*	-	-	-	520 이상
RD 316	*RY* 316	*RW* 316	*RU* 316	520 이상
RD 316*L*	*RY* 316*L*	*RW* 316*L*	*RU* 316*L*	480 이상
RD 317	*RY* 317	*RW* 317	*RU* 317	520 이상(1)
RD 317*L*	*RY* 317*L*	*RW* 317*L*	*RU* 317*L*	520 이상(1)
-	*RY* 321	-	-	520 이상
RD 347	*RY* 347	*RW* 347	*RU* 347	520 이상

(비고)

(1) 시험재로 *RSTS* 317L을 사용한 경우에는 480 N/mm^2 이상으로 한다.

(다) 서브머지드 아크 자동용접용재료로서 이층용접법에 대하여만 시험을 하는 경우에는 2개의 시험재중 판두께가 두꺼운 쪽의 시험재에서 **표 2.2.1**의 *R*14A호 세로방향 인장시험편 1개를 채취한다. 또한, 시험편의 세로축중심선은 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.

(라) (다)에 규정하는 세로방향 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250℃를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(마) (다) 및 (라)에 규정하는 시험편의 인장강도, 항복점 및 연신율은 **표 2.2.60**에 따른다.

(3) **맞대기용접 굽힘시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.2**의 *RB* 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편을 1개씩 채취한다.

(나) 시험편은 판두께의 1.5배에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 또는 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 120° 이상에 도달하여도 시험편에 3 mm를 넘는 균열, 기타의 결함이 생겨서는 아니된다.

6. 정기검사

(1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 **표 2.2.69**에 따른다.

(3) (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 4항부터 5항까지에 따른다.

표 2.2.69 시험의 종류

용접용재료의 종류		시험의 종류	시험재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
			용접자세	봉 또는 와이어 지름(mm)	갯수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
피복아크용접봉		용착금속 시험	아래보기	3.2~4.0	1	**그림 2.2.36**	12~19	인장시험편 : 1개
TIG 용접용재료				2.4~3.2				
MIG 용접용재료				1.2~1.6				
플럭스코어드 와이어반자동 용접용재료				1.2~3.2				
서브머지드아크자동용접용재료(1)	다층 용접법	용착금속 시험	아래보기	1.2~4.0	1	**그림 2.2.36**	19~25	인장시험편 : 1개
	양면 일층 용접법	맞대기 용접시험	아래보기	2.4~4.0	1	**그림 2.2.38**(b)	12~19	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1 개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개

(비고)

(1) 다층 및 양면일층 겸용용접용재료에 대하여는 다층 및 양면일층 용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 하고 시험재의 개수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험편의 종류와 개수는 각각의 용접법의 규정에 따른다. 다만, 양면일층 용접법의 세로방향 인장시험편은 생략한다.

608. 알루미늄합금재의 용접용재료

1. 적용

(1) 다음 (가) 및 (나)의 알루미늄 합금재의 용접용재료(이하 **용접용재료**라 한다.)에 대한 승인시험 및 정기검사는 608.의 규정에 따른다.

(가) *TIG* 용접 또는 플라즈마 아크 용접용 용접봉

(나) *MIG* 용접, *TIG*용접 또는 플라즈마 아크 용접용 와이어

(2) 608.에서 특별히 규정되지 아니한 사항에 대하여는 601.부터 605.까지의 규정을 준용한다.

2. 종류 및 기호

(1) 용접용재료의 종류 및 기호는 **표** 2.2.70에 따른다.

표 2.2.70 종류 및 기호

용접용재료의 종류	종류 및 기호
용접봉	*RA*, *RB*, *RC*, *RD*
용접와이어	*WA*, *WB*, *WC*, *WD*

(2) He, Ar 또는 그 혼합가스를 보호가스로 사용하는 용접용재료는 표시기호 뒤에 "*G*"를 부기하고 **표** 2.2.71에 따른 보호가스 구분기호를 용접용재료의 표시기호 뒤에 부기한다.(예: *RB G*(I-3)) 그 외의 가스를 보호가스로 사용하는 경우에는 표시기호 뒤에 "S" 및 가스의 성분 또는 순도를 부기한다.(예: *RB S*(CO2 100%)) 특정한 보호가스를 사용하여 승인된 용접와이어 또는 용접봉을 동일 구분기호 내의 다른 가스조성으로 적용하고자 하는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 2.2.71 가스의 종류

구분기호	종류	가스조성(%)	
		He	Ar
I	I-1	-	100
	I-2	100	-
	I-3	〉0 - 33	나머지
	I-4	〉33 - 66	나머지
	I-5	〉66 - 95	나머지
S		상기제외	

3. 시험일반

(1) 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 개수는 **표** 2.2.72에 따른다.

(2) 시험재로 사용되는 알루미늄 합금재는 용접용재료의 종류에 따라서 **표** 2.2.73에 따른다.

(3) 용접용재료의 승인시험은 품목마다 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(4) 가스실드 용접용재료는 **표** 2.2.71의 가스 종류 중에서 제조자가 지정하는 것마다 (1)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 **표** 2.2.71의 구분기호 I에 포함되는 가스를 지정한 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 (1)호의 시험을 하고 이에 만족하면 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.

(5) 제조자가 (4)호에 규정된 시험에 구분기호 S에 포함되는 가스를 지정한 경우에는 보호가스의 조성을 우리 선급에 제출하여야 한다.

(6) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리 또는 피닝을 하여서는 안 된다.

(7) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선 전반에 걸쳐 방사선투과검사를 할 수 있다.

표 2.2.72 용접용재료의 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재				각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	용접자세	개수	모양 및 치수	판두께(mm)	
용착금속 시험(화학성분 분석시험)	아래보기	1	**그림 2.2.39**	-	-
맞대기 용접시험	아래보기	1	**그림 2.2.40**	10~12	인장시험편 : 2 앞면굽힘시험편 : 2 뒷면굽힘시험편 : 2 매크로조직시험편 : 1
	수평	1(1)			
	수직상진	1			
	위보기	1			
	아래보기	1	**그림 2.2.41**	20~25	인장시험편 : 2 앞면굽힘시험편 : 2 뒷면굽힘시험편 : 2 매크로조직시험편 : 1

(비고)
(1) 아래보기 및 수직상진의 맞대기 용접시험에 합격한 용접용재료는 우리 선급의 승인을 얻어 수평자세의 시험을 생략할 수 있다.

표 2.2.73 시험재로 사용하는 알루미늄 합금재의 종류

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 알루미늄 합금재의 재료기호	
RA, *WA*	5000 계열	5754
RB, *WB*		5086
RC, *WC*		5083, 5383, 5456, 5059
RD, *WD*	6000 계열	6005*A*, 6061, 6082

(비고)
(1) 5000계열의 합금 중 고강도의 알루미늄합금에 대하여 승인된 용접용재료는 그보다 낮은 강도를 가지는 동일 계열의 알루미늄합금에 대하여도 승인된 것으로 간주한다.

4. **용착금속시험**

(1) **용착금속 시험재**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.39**에 따르며 제조자가 지정한 용접법에 따라 아래보기자세로 용접한다.

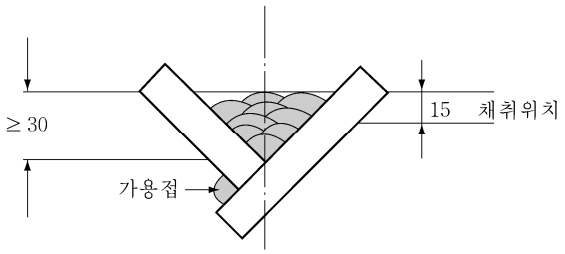


그림 2.2.39 용착금속 시험용 시험재 (단위: mm)

(나) 용접법과 용접용재료에 따른 화학성분 분석을 위한 충분한 크기의 시험재를 채취하여야 한다.

(2) **화학성분** 용접용재료의 화학성분은 **그림 2.2.39**에 규정된 용착금속을 분석하고 그 결과는 제조자가 규정한 값에 따른다.

5. 맞대기용접시험

(1) **맞대기 용접 시험재**

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.40** 및 **그림 2.2.41**에 따르며 **그림 2.2.40**의 경우, 제조자가 지정하는 각 용접자세(아래보기, 수평, 수직상진 및 위보기)로 용접하고 **그림 2.2.41**의 경우 아래보기자세로 용접한다.

(나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음 표면에서 계측한 온도가 상온이 될 때까지 대기중에서 냉각한다. 단, *RD* 및 *WD*의 시험재는 용접이 완료된 후 시험을 시작하기 전에 최소 72시간동안 자연시효를 할 수 있다.

(2) **맞대기 용접 인장시험**

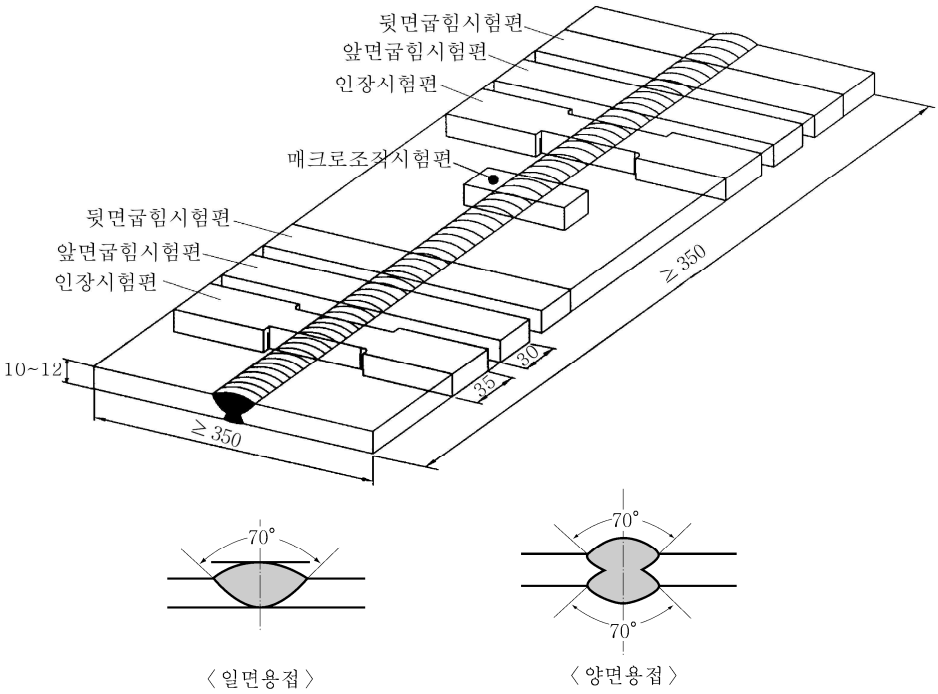
(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.1**의 *R* 2*A*호 인장시험편 2개를 채취한다.

(나) 시험편의 인장강도는 **표 2.2.74**에 따른다.

표 2.2.74 기계적 성질

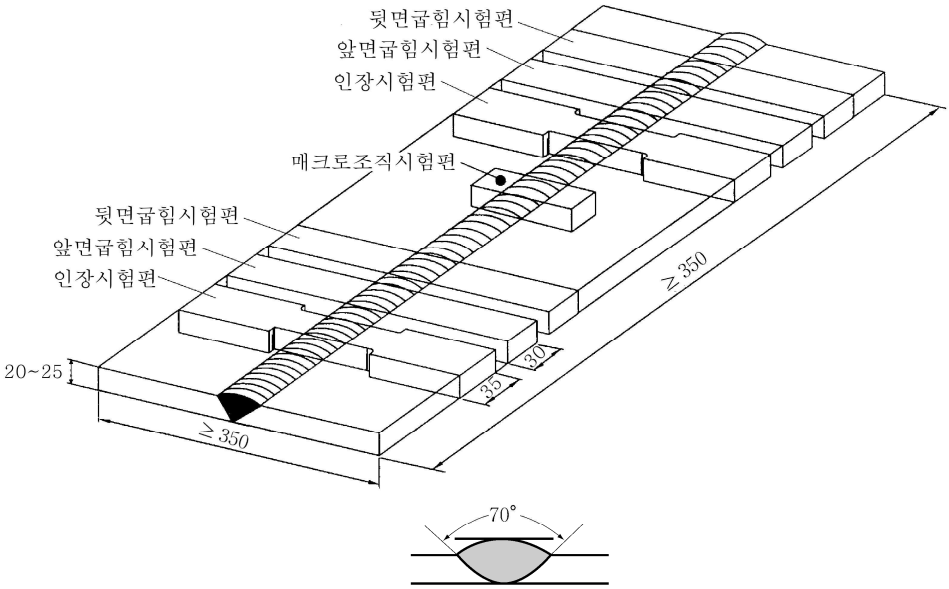
용접용재료의 기호	시험재의 재료기호	인장강도(N/mm^2)	굽힘시험	
			안쪽 지름(mm)	굽힘각도
RA/WA	5754	190 이상	3 t(1)	180°
RB/WB	5086	240 이상	6 t(1)	
RC/WC	5083	275 이상		
	5383, 5456	290 이상		
	5059	330 이상		
RD/WD	6061, 6005*A*, 6082	170 이상		

(비고)
(1) t : 시험편의 두께



(비고)
(1) 일면용접의 경우 뒷면용접을 할 수 있다.
(2) 양면용접의 경우 동일한 용접자세로 양쪽면을 용접하여야 한다.

그림 2.2.40 알루미늄합금재의 맞대기용접 시험재 (두께 10~12 mm의 경우, 단위 : mm)



(비고)
(1) 뒷면용접을 할 수 있다.

그림 2.2.41 알루미늄합금재의 맞대기용접 시험재 (두께 20~25 mm의 경우, 단위 : mm)

(3) **맞대기 용접 굽힘시험**

(가) 각 시험재로부터 **표 2.2.2**의 *RB* 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 2개를 채취한다.

(나) 시험편은 **표 2.2.74**에 나타낸 안쪽지름을 갖는 플런저로 앞면 및 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 180° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 길이가 3 mm를 넘는 어떠한 결함도 생겨서는 안 된다.

(4) **맞대기 용접 매크로 조직시험**

(가) **그림 2.2.40** 및 **그림 2.2.41**에 따라 1개의 매크로 조직시험편을 맞대기 용접 시험재로부터 채취한다.

(나) 용접부 횡단면의 매크로 조직을 표시하는 시험편에는 융합불량, 용입불량 또는 균열, 기타 유해한 결함이 있어서는 안 된다.

6. **정기검사**

(1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 **표 2.2.75**에 따른다.

(3) (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 4항 및 5항에 따른다.

표 2.2.75 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재				각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 개수
	용접자세	개수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
용착금속 시험 (화학성분 분석)	아래보기	1	**그림 2.2.39**	-	-
맞대기 용접시험	아래보기	1	**그림 2.2.40**	10 - 12	인장시험편 : 2 앞면굽힘시험편 : 2 뒷면굽힘시험편 : 2 매크로조직시험편 : 1

609. 용접구조용 초고장력강의 용접용재료

1. 적용

다음 (가)부터 (다)까지의 용접구조용 초고장력강의 용접용재료(이하 609.에서는 **용접용재료**라고 한다.)에 대한 승인시험 및 정기검사는 609.의 규정에 따른다.

(가) 피복아크 용접봉(602.의 1항 (1)호 및 (2)호에 규정한 것.)

(나) 자동 용접용재료(603.의 1항 (1)호 및 (2)호에 규정한 것. 다만, 원칙적으로 다층용접법에 사용하는 것으로 한정한다.)

(다) 반자동 용접용재료

2. 종류 및 기호

(1) 용접용재료의 종류 및 기호는 **표** 2.2.77에 따른다.

(2) 다음 3항 (1)호의 시험에 합격한 용접용재료에는 그 기호의 뒤에 603.의 2항 (2)호 및 (3)호 또는 604.의 2항 (2)호 및 (3)호의 규정에 준하여 표시기호를 부기한다.

(3) 저수소계 용접용재료로서 6항에 규정하는 수소시험에 합격한 것에는 해당 용접용재료의 기호 뒤에 **표** 2.2.80의 표시기호를 부기한다. (예 : 3*Y*46*S H*5)

3. 시험일반

(1) 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 개수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용되는 용접봉의 지름 또는 와이어의 지름, 용접자세 및 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 개수는 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 3항, 603.의 3항 또는 604.의 3항의 규정을 준용한다. 다만, **표** 2.2.26의 비고 (4) 및 **표** 2.2.44의 비고 (5)의 규정은 준용하지 않는다. 또한, 자동용접용재료는 원칙적으로 다층용접법에 대한 규정을 준용한다.

(2) 시험에 사용되는 강재는 용접용재료의 종류에 따라서 **표** 2.2.76에 나타낸 강판의 종류, 또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 것으로 한다.

표 2.2.76 시험재로 사용하는 강판의 종류 *(2019)*

용접용재료의 종류	시험재로 사용하는 강판의 종류
2*Y*42, 2*Y*46, 2*Y*50, 2*Y*55, 2*Y*62, 2*Y*69, 2*Y*89, 2*Y*96	*AH* 43~*AH* 97
3*Y*42, 3*Y*46, 3*Y*50, 3*Y*55, 3*Y*62, 3*Y*69, 3*Y*89, 3*Y*96	*AH* 43~*AH* 97, *DH* 43~*DH* 97
4*Y*42, 4*Y*46, 4*Y*50, 4*Y*55, 4*Y*62, 4*Y*69, 4*Y*89, 4*Y*96	*AH*43~*AH*97, *DH* 43~*DH* 97, *EH* 43~*EH* 97
5*Y*42, 5*Y*46, 5*Y*50, 5*Y*55, 5*Y*62, 5*Y*69	*AH* 43~*AH* 70, *DH* 43~*DH* 70, *EH* 43~*EH* 70, *FH* 43~*FH* 70
(비고) 용착금속의 시험재에는 본 표의 규정에 관계없이 연강 또는 다른 고장력강을 사용할 수 있지만 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.	

(3) 용접용재료의 승인시험은 품목마다 602., 603. 또는 604.에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 하며, 603.에 따른 일층 자동용접 시험 시에는 와이어 및 플럭스의 조합을 특별히 고려해야 한다. (2019)

(4) 용접 후 시험재에는 어떠한 열처리를 하여서는 안 된다.

(5) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선 전반에 걸쳐 방사선투과검사를 할 수 있다.

4. 용착금속시험

(1) **용착금속시험재** 시험재 및 시험재의 용접방법은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 4항 (1)호, 603.의 4항 (1)호 또는 604.의 4항 (1)호의 규정을 준용한다.

(2) **화학성분**

(가) 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 또한 화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다.

(나) 화학성분을 분석한 결과는 표준 또는 제조자에 의해 규정된 제한값을 넘어서는 안 된다.

(3) **용착금속 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 채취하는 인장시험편의 종류, 개수 및 채취방법 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 4항 (3)호, 603.의 4항 (3)호 또는 604.의 4항 (3)호의 규정을 준용한다.

(나) 각 시험편의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 **표 2.2.77**에 따른다.

표 2.2.77 용착금속 시험의 규격치 *(2019)*

용접용재료의 종류	인장시험			충격시험	
	인장강도(N/mm^2)(1)	항복강도(N/mm^2)	연신율(%)	시험온도(℃)	평균흡수에너지(J)
2 *Y*42	520 ~ 680	420 이상	21 이상	0	47이상
3 *Y*42				-20	
4 *Y*42				-40	
5 *Y*42				-60	
2 *Y*46	540 ~ 720	460 이상	20 이상	0	
3 *Y*46				-20	
4 *Y*46				-40	
5 *Y*46				-60	
2 *Y*50	590 ~ 770	500 이상	19 이상	0	50이상
3 *Y*50				-20	
4 *Y*50				-40	
5 *Y*50				-60	
2 *Y*55	640 ~ 820	550 이상	18 이상	0	55이상
3 *Y*55				-20	
4 *Y*55				-40	
5 *Y*55				-60	
2 *Y*62	700 ~ 890	620 이상	18 이상	0	62이상
3 *Y*62				-20	
4 *Y*62				-40	
5 *Y*62				-60	
2 *Y*69	770 ~ 940	690 이상	17 이상	0	69이상
3 *Y*69				-20	
4 *Y*69				-40	
5 *Y*69				-60	
2 *Y*89	940 ~ 1100	890 이상	14 이상	0	69이상
3 *Y*89				-20	
4 *Y*89				-40	
2 *Y*96	980 ~ 1150	960 이상	13 이상	0	69이상
3 *Y*96				-20	
4 *Y*96				-40	

(비고)
(1) 인장강도는 우리 선급의 승인을 받아 본 표에 나타낸 규격과 다른 것으로 할 수 있다.

(다) 602.의 4항 (3)호 (나)의 규정을 준용한다.

(4) **용착금속 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 채취하는 충격시험편의 종류, 개수, 채취방법 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 4항 (4)호, 603.의 4항 (4)호 및 604.의 4항 (4)호의 규정을 준용한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 **표 2.2.77**에 따른다.

(다) 602.의 4항 (4)호 (나) 및 (라)의 규정을 준용한다.

5. 맞대기용접시험

(1) **맞대기용접시험재** 시험재 및 시험재의 용접방법은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 5항 (1)호, 603.의 5항 (1)호 또는 604.의 5항 (1)호의 규정을 준용한다.

(2) **맞대기용접 인장시험**

(가) 각 시험재로부터 채취하는 인장시험편의 종류, 갯수 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 5항 (2)호, 603.의 5항 (2)호 또는 604.의 5항 (2)호의 규정을 준용한다.

(나) 시험편의 인장강도는 **표 2.2.78**에 따른다.

표 2.2.78 맞대기 용접 인장시험의 규격치 *(2019)*

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm^2)
2 *Y*42, 3 *Y*42, 4 *Y*42, 5 *Y*42	520 이상
2 *Y*46, 3 *Y*46, 4 *Y*46, 5 *Y*46	540 이상
2 *Y*50, 3 *Y*50, 4 *Y*50, 5 *Y*50	590 이상
2 *Y*55, 3 *Y*55, 4 *Y*55, 5 *Y*55	640 이상
2 *Y*62, 3 *Y*62, 4 *Y*62, 5 *Y*62	700 이상
2 *Y*69, 3 *Y*69, 4 *Y*69, 5 *Y*69	770 이상
2 *Y*89, 3 *Y*89, 4 *Y*89	940 이상
2 *Y*96, 3 *Y*96, 4 *Y*96	980 이상

(3) **맞대기용접 굽힘시험**

(가) 각 시험재로부터 채취하는 굽힘시험편의 종류, 개수 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 5항 (3)호, 603.의 5항 (3)호 또는 604.의 5항 (3)호의 규정을 준용한다.

(나) 시험편은 **표 2.2.79**에 규정하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 및 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도 120 ° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 3 mm를 넘는 균열, 또는 기타의 결함이 생겨서는 안 된다.

표 2.2.79 맞대기 용접 굽힘시험의 굽힘 반지름 *(2019)*

용접용재료의 종류	안쪽 반지름
2 *Y*42~50, 3 *Y*42~50, 4 *Y*42~50, 5 *Y*42~50	2.0 *t*
2 *Y*55~69, 3 *Y*55~69, 4 *Y*55~69, 5 *Y*55~69	2.5 *t*
2 *Y*89, 3 *Y*89, 4 *Y*89	3 *t*
2 *Y*96, 3 *Y*96, 4 *Y*96	3.5 *t*

(다) 굽힘각도가 120°에 도달하지 못하는 경우 굽힘시험 후 **그림 2.2.42**에 나타낸 표점거리 *Lo*로 측정한 굽힘 연신율이 표 2.2.67에 규정한 연신율 값을 만족하는 경우에는 굽힘시험에 합격한 것으로 간주할 수 있다.

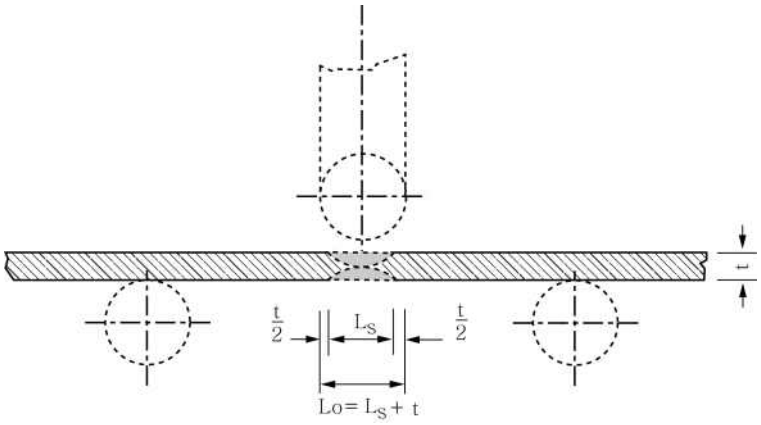


그림 2.2.42 굽힘 연신율의 표점거리(Lo)

(4) **맞대기용접 충격시험**

(가) 각 시험재로부터 채취하는 충격 시험편의 종류, 개수, 채취방법 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 5항 (4)호, 603.의 5항 (4)호 또는 604.의 5항 (4)호의 규정을 준용한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.77에 따른다.

(다) 602.의 5항 (4)호 (나) 및 (라)의 규정을 준용한다.

6. **수소시험**

(1) 수소시험은 우리 선급이 적당하다고 인정하는 글리세린치환법, 수은법, 열전도도검출기법 또는 기타 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다. (2017)

(2) 수소량의 평균치는 (1)호에서 규정하는 시험방법 및 용접용재료의 종류에 따라서 표 2.2.80의 규격에 합격하여야 한다.

표 2.2.80 수소량의 규격치 *(2017) (2019)*

용접용재료의 종류	표시기호	수소량의 규격치(cm^3/g)		
		글리세린 치환법	수소법	열전도도검출 기법
2 *Y*42~50, 3 *Y*42~50, 4 *Y*42~50, 5 *Y*42~50	*H* 10	0.05 이하	0.10 이하	0.10 이하
2 *Y*55~96, 3 *Y*55~96, 4 *Y*55~96, 5 *Y*55~96	*H* 5	-	0.05 이하	0.05 이하

7. **필릿용접 시험**

(1) **필릿용접 시험재** 시험재는 602.의 7항 (1)호의 규정을 준용한다.

(2) **필릿용접의 매크로조직시험** 매크로조직시험은 602.의 7항 (2)호의 규정을 준용한다.

(3) **필릿 용접의 경도시험** 경도시험은 602.의 7항 (3)호의 규정을 준용한다.

(4) **필릿용접의 파면시험** 파면시험은 602.의 7항 (4)호의 규정을 준용한다.

8. **정기검사**

연차검사는 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 8항, 603.의 8항 또는 604.의 8항의 규정을 준용한다. 단, 자동용접용재료는 일반적으로 다층용접법에 대한 규정을 준용한다. 또한 *Y*89 및 *Y*96 강도 등급의 용접용재료는 수소시험을 해야 한다. (2019)

9. **종류의 변경**

승인된 용접용재료의 강도나 인성 또는 수소함량에 관한 종류를 변경하는 경우에는 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 9항, 603.의 9항 또는 604.의 9항의 규정을 준용한다. *(2017)* ⚓

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제 2 편

재료 및 용접

GA-02-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다. 다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

선급 및 강선규칙 적용지침 중
“제2편 재료 및 용접” 의 개정부분 및 시행일자

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박/해양구조물 또는 2022년 7월 1일 이후 승인 신청되는 재료 및 용접에 적용한다.
2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 1월 1일 (승인 신청되는 용접 기준, 관련 회보번호 : 2021-10-E)

제 2 장 용접

제 5 절 용접사 기량자격제도

- 504.의 1항을 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 2 장 용접

제 4 절 용접절차 인정시험

- 403.의 1항 (4)호 (나)를 개정함.

부록 2-5 단강품 비파괴검사기준

- 1항 (3)호 및 (7)호를 신설함.
- 2항 (1)호 (가) 및 (다)를 개정함.
- 2항 (2)호 및 (3)호를 개정함.
- 2항 (5)호 (가) 및 (나)를 개정함.
- 2항 (6)호 (나)호를 개정함.
- 표 1, 표 2, 표 3 및 표 5를 개정함.
- 2항 (6)호 (다)호 (a)를 개정함.
- 2항 (6)호 (다)호 (a) (iv) 및 (v)를 개정함.
- 2항 (6)호 (다)호 (a) (vi)를 신설함.
- 2항 (6)호 (다)호 (d)를 개정함.
- 2항 (7)호를 개정함.
- 3항 (1)호 및 (2)호를 개정함.
- 3항 (4)호 (나)를 개정함.
- 표 4 및 표 6을 신설함.
- 3항 (6)호를 개정함.

차 례

제 1 장 재료 ····· 1

제 1 절 일반사항 ····· 1

101. 적용 ····· 1

102. 제조법 승인 및 제조관리 ····· 1

103. 화학성분 ····· 1

104. 시험 및 검사 ····· 1

107. 시험증명서 등 ····· 1

109. 재시험 ····· 1

제 2 절 시험편 및 시험방법 ····· 3

201. 일반사항 ····· 3

202. 시험편의 모양 및 치수 ····· 3

203.시험방법 ····· 4

제 3 절 압연강재 ····· 27

301. 선체 구조용 압연강재 ····· 27

302. 보일러용 압연강판 ····· 29

303. 압력용기용 압연강판 ····· 29

304. 저온용 압연강재 ····· 30

305. 압연 스테인리스 강재 ····· 30

306. 체인용 봉강 ····· 30

307. 보일러용 압연봉강 ····· 30

308. 용접구조용 초고장력 압연강재 ····· 30

309. 스테인리스강 클래드 강판 ····· 31

310. 두께방향 특성에 관한 특별규정 ····· 31

312. 취성균열 정지강 ····· 31

제 4 절 강관 ····· 32

401. 보일러 및 열교환기용 강관 ····· 32

402. 압력 배관용 강관 ····· 33

403. 스테인리스 강관 ····· 33

404. 저온용 강관 ····· 34

제 5 절 주조품 ····· 35

501. 주강품 ····· 35

502. 체인용 주강품 ····· 35

505. 프로펠러용 스테인리스 주강품 ····· 35

506. 회주철품 ····· 40

507. 구상흑연주철품 ····· 40

제 6 절 단강품 ····· 41

601. 단강품 ····· 41

603. 체인용 단강품 ····· 42

제 7 절 동 및 동합금 ····· 43

702. 동합금 주물 ····· 43

제 8 절 알루미늄 합금재 ····· 44

801. 알루미늄 합금재 ····· 44

제 2 장 용접 ····· 47
제 1 절 일반사항 ····· 47
102. 승인사항 ····· 47
103. 특수용접 ····· 47
제 3 절 용접시공 및 검사 ····· 49
303. 용접용재료의 사용구분 ····· 49
304. 용접준비 ····· 49
305. 용접순서 및 그 진행방향 ····· 49
306. 본용접 ····· 51
309. 용접부의 품질 ····· 51
제 4 절 용접절차 인정시험 ····· 52
403. 용접절차 인정시험 ····· 52
404. 맞대기용접 이음시험 ····· 54
405. 필릿 용접 이음시험 ····· 55
406. 재시험 및 인정시험 기록서 ····· 55
407. 승인된 용접절차 시방서의 용접 허용범위 ····· 55
제 5 절 용접사 기량자격제도 ····· 56
503. 기량자격시험 ····· 56
504. 기량자격의 유지 및 취소 ····· 56
제 6 절 용접용재료 ····· 57
601. 일반사항 ····· 57
602. 연강, 고장력강 및 저온용강의 피복아크 용접봉 ····· 57
606. 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면 자동용접용재료 ····· 58
607. 스테인리스강 용접용재료 ····· 58

〈부 록〉

부록 2-1 강재의 이음매 없는 단조동체 검사기준 ····· 60
부록 2-2 주강품 비파괴검사 기준 ····· 61
부록 2-3 주강재 크랭크축의 표면검사 기준 ····· 71
부록 2-4 주강재 크랭크스로우의 용접보수 검사기준 ····· 74
부록 2-5 단강품 비파괴검사기준 ····· 77
부록 2-6 동합금재 프로펠러주물의 액체침투 탐상검사 및 결함 보수기준 ····· 90
부록 2-7 선체 용접이음부의 비파괴검사 기준 ····· 99
부록 2-8 강화플라스틱 재료 ····· 115
부록 2-9 해양구조물용 체인 ····· 120
부록 2-10 내피로강 ····· 126
부록 2-11 고망간강 ····· 130
부록 2-12 향상된 비파괴검사 기준 ····· 134

제 1 장 재료

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. 보일러용 이음매 없는 단조동체에 대하여는 **부록** 2-1에 따른다.
2. FRP선 및 복합용기 등의 제조 또는 수리에 사용되는 강화플라스틱 재료에 대하여는 **부록** 2-8에 따른다. *(2017)*
3. 피로성능을 향상시킨 선체구조용 압연강재에 대하여는 **부록** 2-10에 따른다.
4. **규칙** 101.의 2항의 적용은 다음에 따른다. *(2019)*
   (1) **규칙 2편 1장**에서 규정된 재료와 동등하다고 판단되는 재료(ISO, ASTM 등과 같이 국제/국가표준에 따른 재료)에 있어서 특별히 규정된 것을 제외하고, 화학성분, 기계적 성질 및 열처리는 해당 표준 및 규격을 따를 수 있다.
   (2) 상기 (1)호에서 "동등하다고 판단되는 재료"의 제조법 승인, 시험 및 검사 등은 **규칙 2편 1장**의 규정을 준용하며, 우리 선급에 의한 승인 및 검사를 면제하는 것은 아니다.
   (3) 상기 (1)호의 "특별히 규정된 것"이라 함은, 일반적으로 용도에 따른 요구사항을 의미한다.
5. 액화천연가스 운반선의 화물탱크 또는 액화천연가스 연료추진선의 연료탱크의 제조에 사용되는 고망간강에 대하여는 **부록** 2-11에 따른다. *(2020)*

102. 제조법 승인 및 제조관리

1. **규칙** 102. 2항 (2)호의 "제조공정관리의 불안정"에는 제어압연, 노멀라이징 또는 퀜칭후 템퍼링 공정에 편차가 발생한 경우를 포함한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 102. 2항 (3)호의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 조사 보고서상의 재발방지 대책의 이행여부를 확인할 필요가 있는 경우를 포함한다. **【규칙 참조】**

103. 화학성분

1. **규칙** 103.의 1항의 적용은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 레이들마다의 화학분석 시험은 철강재료에 적용한다.
   (2) 용탕마다의 화학분석 시험은 비철재료에 적용한다.
2. **규칙** 103. 2항의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 제조자가 발행한 레이들 화학성분 분석보고서의 신뢰성이 낮다고 판단되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 103.의 3항의 적용은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 분석시료 채취방법
   분석시료는 기계시험편 또는 기계시험편을 채취한 인접한 곳에서 채취한다.
   (2) 강재의 제품분석 허용 변동치
   철강재료의 화학성분 허용 변동치는 *KS D*0228(강재의 제품 분석 방법 및 그 허용 변동치) 또는 우리선급이 적절하다고 인정하는 공인된 국제표준에 따른다.

104. 시험 및 검사

규칙 104.의 4항의 "우리 선급이 별도로 정하는 품질보증제도의 승인" 이란 **제조법 및 형식승인 등에 관한 기준 5장**의 규정에 따라 재료 제조자의 품질보증제도를 승인한 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

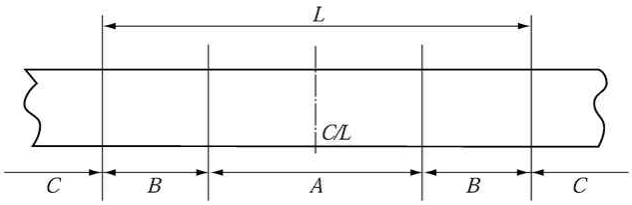
107. 시험증명서 등 *(2019)*

재료의 화학성분 및 기계적 시험의 결과는 유효 숫자의 최하위 자릿수의 다음 자릿수까지 측정되어야한다. 그 이후에 측정된 결과값은 ISO 80000-1의 부속서 B에 따라 반올림하여 유효숫자와 동일한 자릿수가 되도록 표시한다. 그 외 다른 방법이 이용될 경우, 우리 선급과 미리 협의하여야 한다. **【규칙 참조】**

109. 재시험

규칙 109.의 4항의 적용에 있어서, "시험편이 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4을 초과하는

곳에서 절단”이라 함은 **지침 그림 2.1.1**의 “B” 및 “C” 부분에서 절단되는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**



L : 표점거리
A : 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4 이내
B : 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4을 초과하고 표점이내
C : 표점 초과

그림 2.1.1 인장시험편의 절단위치 구분

제 2 절 시험편 및 시험방법

201. 일반사항

1. **적용** **규칙** 201.의 1항 (2)호의 규정에서 ISO 또는 KS 규격에 따른 시험편 또는 시험방법을 적용할 경우에는 우리 선급의 승인을 받을 필요가 없다. **【규칙 참조】**
2. **시험기** **규칙** 201.의 2항 (2)호 및 (3)호의 "우리 선급이 인정하는 기준" 이라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
3. **시험편의 채취** **규칙** 201.의 3항 (2)호의 "승인된 경우" 라 함은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 기준 제2장**의 규정에 따라 해당재료가 제조법 승인을 받은 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

202. 시험편의 모양 및 치수

1. **인장시험편**

(1) **규칙 그림** 2.1.1에 규정하는 $R14B$호 시험편은 **규칙** 201.의 1항 (2)호의 규정에 따라서 **지침 표** 2.1.1에 규정된 표점 거리를 가진 시험편을 사용하여도 좋다. **【규칙 참조】**

표 2.1.1 표점거리를 구하는 방법

시험편의 두께 t (mm)	시험편의 나비 W (mm)	표점거리 L (mm)
$3 \le t \le 4$	25	50
$4 < t \le 5$		60
$5 < t \le 7$		70
$7 < t \le 10$		80
$10 < t \le 15$		100
$15 < t \le 20$		120
$20 < t \le 30$		140
$30 < t \le 40$		160

(2) **규칙** 202.의 1항 (4)호의 적용은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(가) 스테인리스강 및 알루미늄합금은 재료 1로 한다. 한편 동합금의 경우에는 **규칙** 202.의 1항 (4)호에 규정된 보정은 필요하지 아니하다.

(나) 시험편의 수가 많아서 **규칙** 202.의 1항 (4)호에 정하는 보정을 하기가 복잡할 경우에는 연신율 규격치를 다음 식에 따라서 보정하여도 좋다. 이때 재료시험의 성적서에는 보정한 규격치를 기재하여야 한다.

$$E = n \cdot F$$

E : **규칙 그림** 2.1.1에서 규정하는 비례치수 시험편($L = 5.65\sqrt{A}$)을 사용할 경우에 상당하는 연신율.

n : 임의의 시험편을 사용할 경우의 연신율.

F : 연신율의 보정계수로서 비례치수 시험편에 대한 F의 값은 시험편의 표점거리에 따라 **지침 표** 2.1.2에 따른다.

표 2.1.2 F의 값

시험편의 표점거리(L)	재료 1	재료 2
8 D	1.21	1.29
$8\sqrt{A}$	1.15	1.21
4 D	0.91	0.88
$4\sqrt{A}$	0.87	0.82
D : 시험편의 지름, A : 시험편의 단면적		

2. 충격시험편

(1) **규칙 202.**의 3항 (3)호의 적용에 있어서 강재의 두께에 따라 허용되는 서브사이즈 시험편은 다음에 따른다.
【규칙 참조】

강재의 두께	서브사이즈 시험편의 너비
6 mm ≤ t < 9 mm	5 mm
9 mm ≤ t < 12 mm	7.5 mm

(2) **규칙 202.**의 3항 (5)호의 적용에 있어서, 충격시험기의 용량관계로 부득이하게 서브사이즈 시험편을 사용하고자 하는 경우, 서브사이즈 시험편의 충격 흡수에너지값이 10 mm 시험편에 대하여 규정된 값을 충족하는 것을 조건으로 인정할 수 있다. **【규칙 참조】**

203. 시험방법 *(2017) (2021)*

1. $K_{\alpha\alpha}$**(취성균열 정지인성) 시험방법 【규칙 참조】**

(1) 적용

(가) **규칙 203.**의 시험방법과 관련하여, 두께 50 mm가 넘고 100 mm 이하의 선체구조용 압연강판의 $K_{\alpha\alpha}$(취성균열 정지인성)을 평가하기 위한 시험방법이다.

(나) 시험편의 너비 방향으로 온도 구배를 설정하고, 시험편에 균일 한 응력을 가하고, 시험편에 충격을 가해 시험편 측면의 가공된 노치에서 취성 균열이 발생하여 균열 정지하는 시험을 온도 구배 형식의 정지시험이라 한다. 응력 확대 계수를 사용하여, 가해진 응력과 정지균열 길이로부터 $K_{\alpha\alpha}$(취성균열 정지인성)을 계산한다. 이 값은 균열 정지 지점 온도 (정지 온도)에서의 취성균열 정지인성이다. 특정 온도에서 $K_{\alpha\alpha}$를 얻은 후 필요한 평가를 하기 위해 **2항**에 명시된 방법을 사용할 수 있다.

(다) 취성균열을 개시하는 방법으로 2차 하중 방법을 사용할 수도 있다(**3항**의 "이중장력 형식 정지시험" 참조).

(2) 기호

표 2.1.3 ESSO 시험의 표시기호

기호	단위	의미
a	mm	균열 길이 또는 정지균열 길이
E	N/mm^2	종방향 탄성계수
E_i	J	충격에너지
E_s	J	시험편의 변형률 에너지
E_t	J	탭판(tab plate) 및 핀척(pin chuck)의 총변형률 에너지
F	MN	하중
K	$N/mm^{3/2}$	응력확대계수
K_{ca}	$N/mm^{3/2}$	정지인성 값
L	mm	시험편의 길이
L_p	mm	핀(pin) 간 거리
L_{pc}	mm	핀척(pin chuck)의 길이
L_{tb}	mm	탭판(tab plate)의 길이
T	℃	온도 또는 정지온도
t	mm	시험편의 두께
t_{tb}	mm	탭판(tab plate)의 두께
t_{pc}	mm	핀척(pin chuck)의 두께
W	mm	시험편의 너비
W_{tb}	mm	탭판(tab plate)의 너비
W_{pc}	mm	핀척(pin chuck)의 너비
x_a	mm	너비 방향으로 주(main)균열 선단의 좌표
x_{br}	mm	너비 방향으로 가장 긴 분기(branch)균열 선단의 좌표
y_a	mm	응력 하중 방향으로 주(main)균열 선단의 좌표
y_{br}	mm	응력 하중 방향으로 분기(branch)균열 선단의 좌표
σ	N/mm^2	응력
σ_{Y0}	N/mm^2	상온에서의 항복응력

(3) 시험장비

다음의 규정은 취성균열 정지시험을 수행하는데 필요한 시험 장비에 대한 사항이다. 시험기는 통합 시험편에 인장력을 가하기 위해 사용되며, 충격장치는 시험편에 취성 균열을 발생시키기 위해 사용된다.

(가) 시험기

(a) 하중 방법

통합 시험편의 인장 하중은 유압식으로 가해진다. 시험기를 사용하여 통합 시험편에 가해지는 하중 방법은 핀(pin) 형식이어야 한다. 판 너비 방향으로의 하중 분포는 통합 시험편의 중립축과 양쪽 하중 핀들의 중심을 나란히 함으로써 균일하게 만들어야 한다.

(b) 하중 방향

하중 방향은 수직 또는 수평이어야 한다. 수평 방향인 경우에는 시험편 표면이 지면에 수직으로 놓여야 한다.

(c) 하중 핀 간 거리

하중 핀 간 거리는 대략 3.4W 이상이어야 한다.(W는 시험편의 너비) 하중 핀 간 거리는 때때로 균열 전파와 관련하여 하중 강하에 영향을 주기 때문에, 시험 결과의 유효성은 (7)호 (가)에 기술된 판정 방법에 따른다.

(나) 충격장치

(a) 충격 방법

통합 시험편에 충격하중을 가하는 방법은 하중 낙하(drop weight)형식 또는 에어건(air gun)형식이어야 한

다. 쐐기는 충격으로 인해 발생하는 상당한 소성 변형을 예방하기 위해 충분히 단단해야 한다. 쐐기 두께는 시험편의 두께보다 크거나 같아야 하고, 쐐기 각도는 시험편에 형성된 노치의 각도보다 커야 하고 시험편의 노치를 열 수 있는 형상이어야 한다.

(4) 시험편

(가) 시험편 형상

표준시험편의 형상은 **지침 그림** 2.1.2에 따른다. **지침 표** 2.1.4는 시험편의 두께, 너비 및 너비 대 두께 비율에 대한 범위를 나타낸다. 시험편 길이는 시험편의 너비와 같거나 길어야 한다.

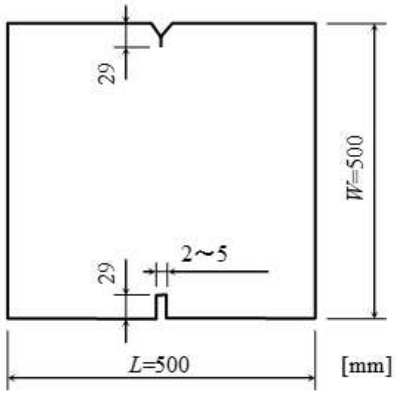


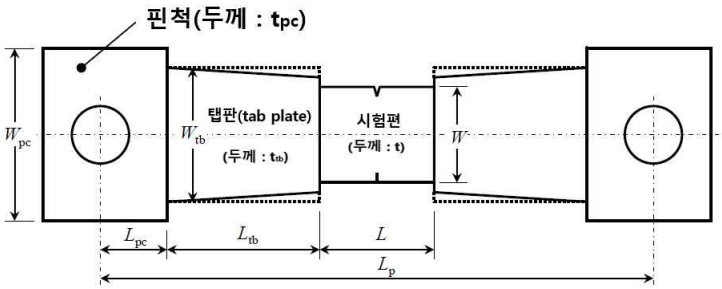
그림 2.1.2 시험편의 형상

표 2.1.4 시험편의 치수

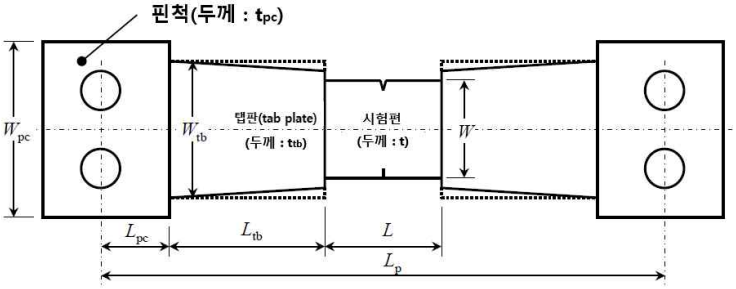
시험편의 두께, t	50 mm ≤ t ≤ 100 mm
시험편의 너비, W	350 mm ≤ W ≤ 1000 mm (표준 너비 : W=500 mm)
시험편의 너비/두께, W/t	5 ≤ W/t

(나) 탭판(tab plate) 및 핀척(pin chuck)의 형상

탭판(tab plate) 및 핀척(pin chuck)의 치수에 대한 정의는 **지침 그림** 2.1.3에 나타나 있다. 형상의 예시는 **지침 그림** 2.1.4를 참조한다.

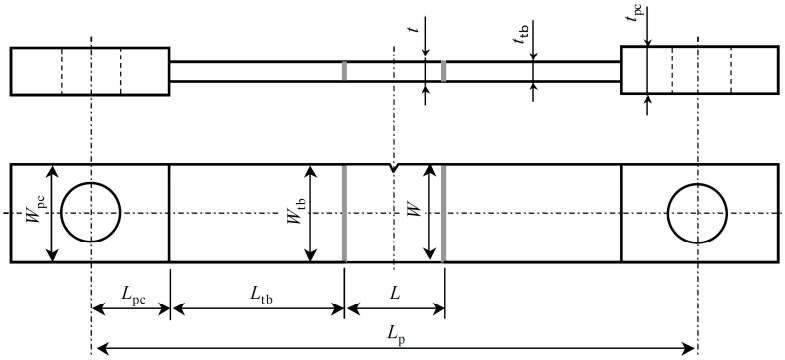


(a) 단일핀 형식

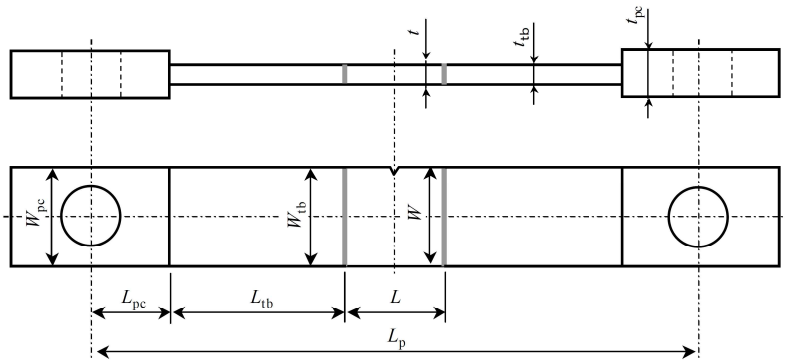


(b) 이중핀 형식

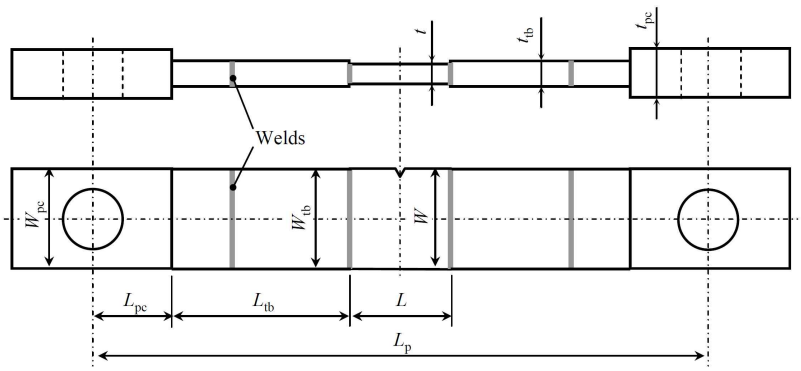
그림 2.1.3 탭판(tab plate)와 핀척(pin chuck)의 치수 정의



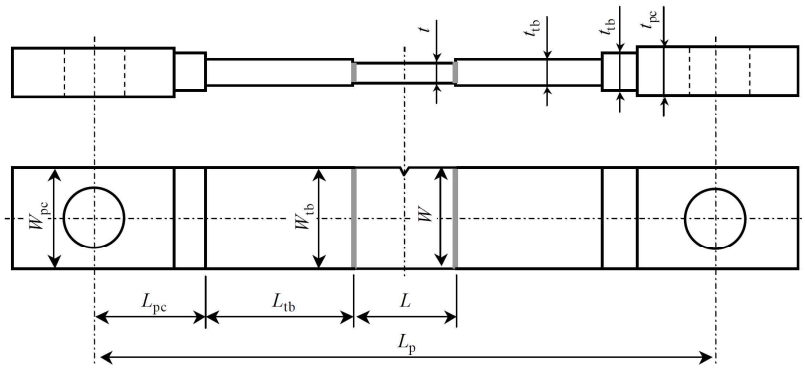
(a) 예시 1



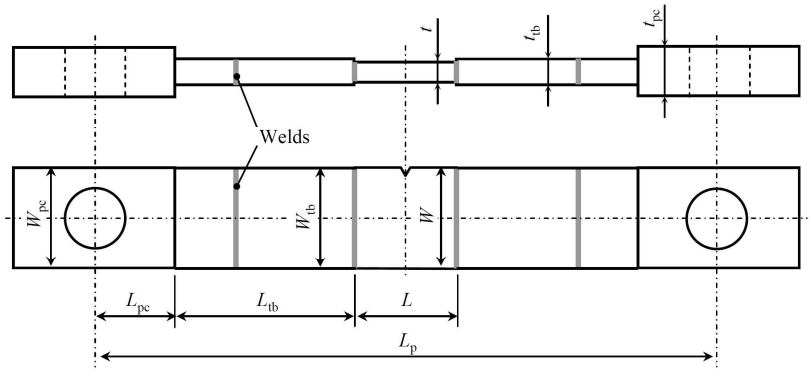
(b) 예시 2



(c) 예시 3



(d) 예시 4



(e) 예시 5

그림 2.1.4 탭판(tab plate) 및 핀척(pin chuck)의 형상 예시

(a) 탭판(tab plate)

탭판(tab plate) 치수의 허용오차는 **지침 표 2.1.5**에 따른다. 시험편의 양 끝단에 설치되는 탭판(tab plate)들의 길이가 다를 때에는 짧은 탭판(tab plate) 길이를 L_{tb}로 적용한다.

표 2.1.5 탭판(tab plate) 치수의 허용오차

탭판의 두께, t_{tb}	$0.8t \le t_{tb} \le 1.5t$
탭판의 너비, W_{tb}	$W \le W_{tb} \le 2.0W$
시험편 및 탭판의 전체 길이, $L+2L_{tb}$ (시험편 및 단일탭판의 전체 길이, $L+L_{tb}$)	$3.0W \le L+2L_{tb}$ $(2.0W \le L+L_{tb})$
탭판의 길이(L_{tb})/탭판의 너비(W_{tb})	$1.0 \le L_{tb}/W_{tb}$

(b) 핀척(pin chuck)

핀척(pin chuck)의 너비(W_{pc})는 원칙적으로 탭판(tab plate)의 너비(W_{tb}) 이상이어야 한다. 핀척(pin chuck)은 충분한 하중 지지강도를 갖도록 설계되어야 한다. 핀척(pin chuck)이 통합 시험편의 양쪽 끝에 비대칭으로 설치된 경우에는 짧은 핀척(pin chuck)의 길이가 핀척(pin chuck)의 길이인 L_{pc}로 사용된다. 핀 간 거리(L_p)는 아래 식으로 구한다. **지침 그림 2.1.5**의 **(e) 예시 5**인 경우에는 L_{pc}=0으로 하고 L_p를 구한다.

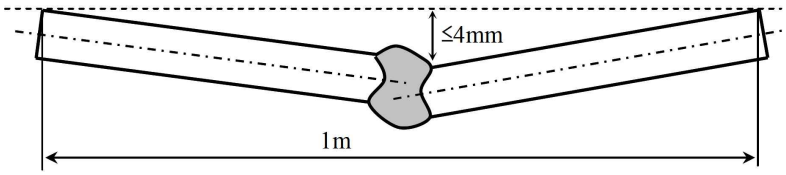
$$L_p = L + 2L_{tb} + 2L_{pc}$$

(다) 시험편과 탭판(tab plate)의 용접

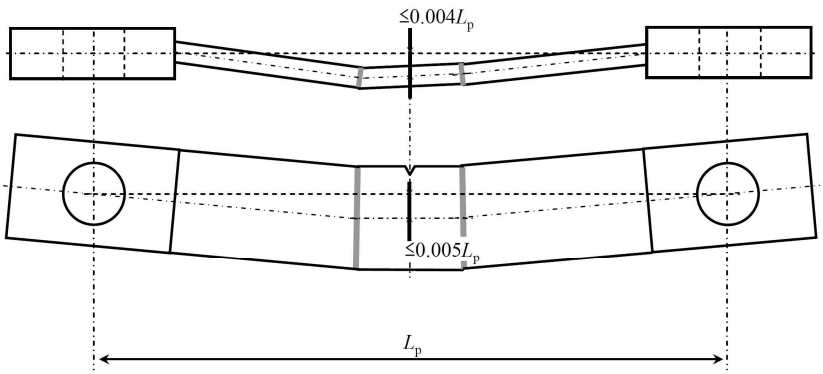
(a) 시험편, 탭판(tab plate) 및 핀척(pin chuck)은 용접으로 연결되어야 한다. 용접부는 충분한 하중 지지강도를 가져야 한다.

(b) **지침 그림 2.1.5**의 (a)에서와 같이 시험편과 탭판(tab plate) 용접의 평탄도(각 변형, 단차)는 1m당 4 mm이하이어야 한다. 선행 하중이 가해지는 경우에는 선행 하중 이후에 이 평탄도가 만족되어야 한다.

(c) **지침 그림 2.1.5**의 (b)에서와 같이 하중 축방향의 면내 정확도는 핀 간 거리의 0.5%이하이어야 하며, 면외 정확도는 핀 간 거리의 0.4%이하이어야 한다.



(a) 시험편과 탭판(tab plate)의 용접 평탄도



(b) 하중 축방향으로의 면내 및 면외 정확도

그림 2.1.5 시험편과 탭판(tab plate) 용접부의 치수 정확도

(5) 시험방법

(가) 온도 제어방법

(a) 온도 측정 및 제어를 위해 9개 이상의 열전대를 시험편에 납땜하여 시험편 너비에 걸쳐 미리 결정된 온도구배를 설정해야 한다.

(b) 온도구배는 다음의 (i)~(iii) 조건에 따라 설정해야 한다.

(i) 온도구배는 시험편 너비의 0.3 W_s~0.7 W_s 범위에서 0.25~0.35 °C/mm 범위로 제어되어야 한다. 시험편 두께의 중심 위치에서 온도를 측정 할 때에는 10분 이상 ±2 °C 이내로 유지해야하며, 시험편의 전면 및 후면 위치에서 온도를 측정 할 때에는 중심까지 온도 전달이 걸리는 시간을 고려하여 (10 ± 0.1t [mm]) 분 이상 ±2 °C 이내로 유지해야 한다. 0.3 W_s~0.7 W_s범위에서의 온도 구배가 0.25 °C/mm 미만인 경우에는 균열 정지가 어려워질 수 있으며, 온도 구배가 0.35 °C/mm보다 큰 경우에는 도출한 정지인성값이 너무 보수적일 수 있다.

(ii) 시험편 너비 중심 위치(즉, 0.5W) 및 시험편 길이 방향에서 ±100 mm의 범위에서, 길이 방향에서 중심 위치에서의 온도와의 편차는 ±5 °C 내에서 제어되어야 한다. 단, 길이 방향 중심 위치에서 온도 측정을 하지 않는 경우에는 가장 가까운 위치의 평균 온도를 길이 방향 중심 위치의 온도로 사용해야 한다.

(iii) 너비 방향의 동일한 위치에서 전면 및 후면 표면의 온도 편차는 ±5 °C 내에서 제어해야 한다.

(나) 균열 개시 방법

(a) 균열을 개시하기 위해서는 시험편에 충격 에너지를 가해야 한다. 하지만 에너지가 과도하면 시험 결과에 영향을 줄 수 있다. 이 경우, 결과는 (7)호 (나)에 명시된 판정기준에 따라 유효하지 않은 데이터로 취급되어야 한다.

(b) 유효한 데이터를 얻기 위한 방법으로 아래 식과 **지침 그림 2.1.6**을 사용하는 것이 바람직하다.

$$\frac{E_i}{t} \le \min(1.2\sigma - 40,\ 200)$$

단위 : E_i[J], t[mm], $\sigma[N/mm^2]$,
정의 : min[두 값 중 작은 값]

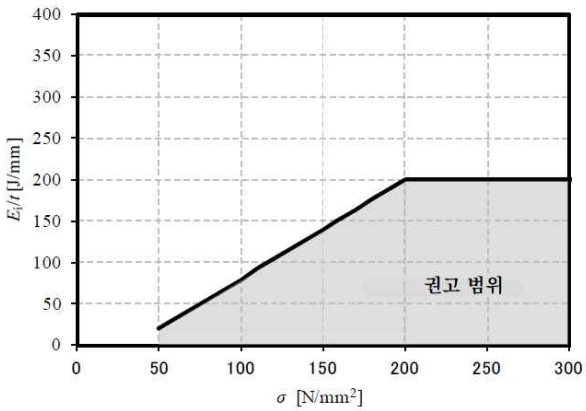


그림 2.1.6 충격에너지의 권고 범위

(6) 시험 절차

(가) 예비 시험 절차

(a) 시험기에 통합시험편을 설치한다.

(b) 시험편에 냉각장치를 장착한다. 시험편에 가열장치를 장착할 수도 있다.

(c) (3)호 (나)에 명시된 충격장치를 시험기에 설치한다. 필요하다면 적절한 반력 수신기를 설치한다.

(d) 상기 (a)~(c)의 절차는 순서를 반드시 지킬 필요가 없으며, 시험 전에 완료해도 된다.

(e) 열전대의 모든 측정값이 상온을 나타내는지 확인한 후에 냉각을 시작한다. 온도 분포 및 유지 시간은 (5)호 (가)에 따른다.

(f) 시험편에 미리 결정된 에너지를 가할 수 있도록 (3)호 (나)에 명시된 충격장치를 설치한다.

(g) 시험편이 미리 결정된 값에 도달할 때까지 힘을 가한다. 이 힘은 힘이 증가하는 동안 자동적으로 균열이 개시되는 것을 방지하기 위해 온도 제어 후에 가한다. 그 대신에, 하중을 가한 후에 온도 제어를 실시할 수 있다. 하중과 가해지는 응력은 각각 아래의 조건 (ⅰ)와 (ⅱ)를 만족해야 한다.

(ⅰ) 하중 속도

하중 속도에 대한 상세는 없지만, 너무 느린 하중 속도는 온도 제어 기간을 연장하여 온도 분포가 원하는 조건에서 벗어날 수 있고 너무 빠른 하중 속도는 하중의 오버 슈팅을 유발할 수 있다는 점을 고려하여 결정해야 한다.

(ⅱ) 응력/항복응력 비

응력은 아래 식으로 특정되는 범위 내에 있어야 한다.

$$\sigma \le \frac{2}{3}\sigma_{Y0}$$

σ_{Y0}의 1/6 이상인 값이 바람직하다. 가해진 응력이 상기 식에 의해 특정된 값보다 큰 경우, 시험에서 보수적이지 않은 결과가 도출될 수 있다.

(h) 균열 개시를 위해서, 충격을 가하기 직전에 노치를 더 냉각할 수 있으며, 냉각이 0.3W-0.7W 범위의 온도를 방해하지 않는 조건이어야 한다. 이 경우 시험 온도는 노치를 추가로 냉각하기 직전에 온도 기록기에서 얻은 온도이어야 한다.

(i) 힘 기록기로 측정된 힘 값을 기록해야 한다.

(나) 하중 절차

(a) 30초 이상 미리 결정된 힘을 유지한 후, 충격 장치를 사용하여 쐐기에 충격을 가한다. 만약 균열이 자동적으로 개시되고 균열이 개시될 때의 정확한 힘 값을 얻을 수 없다면, 시험은 유효하지 않다.

(b) 충격 후에 힘 기록기로 측정된 힘 값을 기록해야 한다.

(c) 충격 후의 힘이 시험에 가해진 힘보다 작을 때, 균열이 개시된 것으로 간주된다.

(d) 충격 횟수를 증가시키면 시험편의 노치 형상을 변형시킬 수 있다. 충격 횟수가 취성균열 정지인성에 영향을 미치지 않기 때문에 충격 횟수에 대한 제한은 없다. 그러나 온도 구배는 종종 충격에 의해 왜곡되기 때문에 쐐기에 반복적인 충격을 가할 때는 온도 제어부터 시작하여 시험을 다시 실시해야 한다.

(e) 균열 발생, 전파 및 정지가 관찰되면, 힘은 제거되어야 한다.

(다) 시험 후 절차

(a) 충격장치를 제거한다.

(b) 냉각장치, 열전대 및 변형률 게이지를 제거한다.

(c) 시험편의 온도를 상온으로 되돌린다. 이를 위해, 시험편을 가스 버너 등을 사용해 가열할 수 있다. 만약 파단면의 가열을 방지할 필요가 있는 경우라면 이 방법을 피해야 한다.

(d) 균열이 없는 리가먼트(ligament)를 가스 절단한 후, 필요하다면 연성파괴를 발생시키기 위해 시험기를 사용할 수 있다.또는 시험기로 연성균열을 적절한 길이만큼 진전시킨 후 리가먼트(ligament)를 가스 절단한다.

(라) 파단면의 관찰

(a) 파단면 및 전파 경로를 사진 촬영한다.

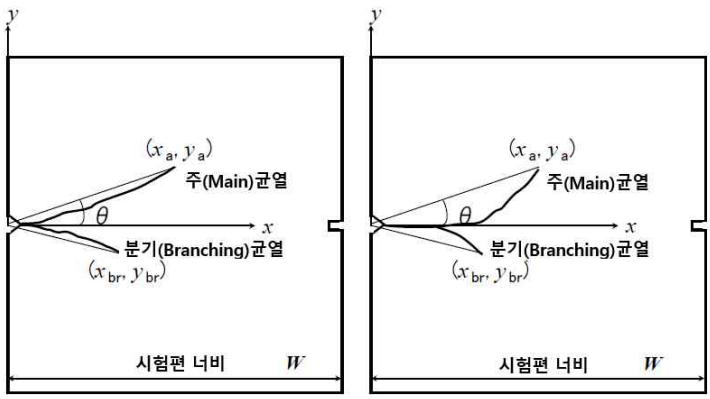
(b) 판 두께 방향으로 정지균열 선단의 가장 긴 길이를 측정하고, 그 결과를 정지균열 길이로 기록한다. 정지균열 길이는 노치 길이를 포함해야 한다. 균열이 하중 방향과 수직인 방향에서 벗어나는 경우, 하중선(loading line)에 수직인 면으로 투영된 길이를 정지균열 길이로 정의한다. 그러나 다음과 같은 경우에는 각 사례별로 설명된 방법에 따라 결과를 판단한다.

(i) 균열 재개시

정지균열에서 취성균열이 재개시된 경우, 기존의 정지 위치가 정지균열 위치로 결정된다. 여기서, 재개시란 균열 및 재 개시된 균열이 신장(stretched) 영역에 의해 완전히 분리되고 신장(stretched) 영역으로부터 취성균열 개시가 명확하게 관찰될 수 있는 경우로 정의된다. 균열이 두께 방향으로 부분적으로 연속 전파되는 경우, 가장 긴 취성균열의 위치가 정지 위치로 결정된다.

(ii) 균열 분기(branching) 현상

균열이 하중 방향에 수직인 방향에서 벗어나는 경우, 하중선(loading line)에 수직인 면으로 투영된 길이는 정지균열 길이로 정의한다. 유사하게, 분기균열의 경우, 하중선(loading line)에 수직인 면으로 투영된 가장 긴 분기균열의 길이를 분기균열 길이로 정의한다. 보다 구체적으로, **지침 그림 2.1.7**에 나타난 정지균열 선단 위치의 좌표(x_a, y_a)와 분기균열 선단 위치의 좌표(x_{br}, y_{br})에서 x축으로부터의 각도 θ를 구하고 x_a는 정지균열 길이 a가 된다. 여기서, x는 시험편 너비 방향의 좌표이고, 충격면의 측면이 x =0, y=[시험편의 길이 방향 좌표]로 설정되고 노치 위치는 y=0인 것으로 설정된다.



(a) 노치로부터 분기균열 발생된 경우 (b) 취성균열 전파 중 분기균열 발생된 경우

그림 2.1.7 주균열 및 분기균열 길이 측정 방법

(c) 열전대 측정 결과로부터 온도 분포 곡선(온도와 시험편 상단으로부터의 거리 관계를 나타내는 선도)을 작성하고 정지균열 길이에 따른 정지온도 T를 구한다.

(7) 정지인성값의 결정

(가) 정지균열의 판정

정지균열이 **그림** 2.1.8에 따라 아래 (a)~(d)의 모든 조건을 만족하면 (6)호 (라)에 의해 결정된 정지균열의 길이가 유효하다. 조건 중 하나라도 만족되지 않으면 (7)호 (다)에서 계산된 정지인성값이 유효하지 않다.

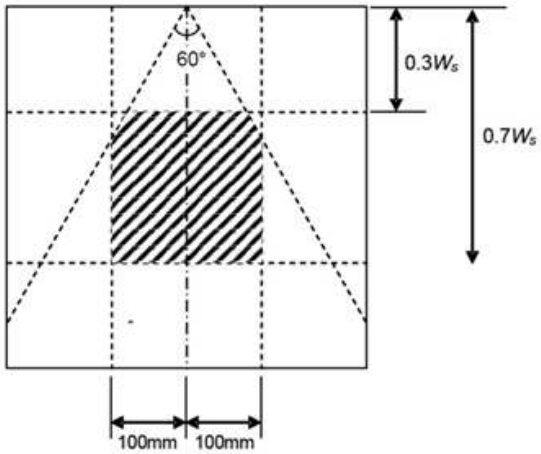


그림 2.1.8 정지균열 위치의 필요 조건

(a) 균열전파 경로 조건

균열 발생에서 정지까지의 모든 균열 경로는 **그림** 2.1.9에 표시된 범위 내에 있어야 한다. 하지만 주(main)균열 선단이 이 범위 내에 있지만 주(main)균열의 일부가 이 범위를 벗어나는 경우, 만약 y방향에서 주(main)균열의 가장 편향된 위치의 온도가 y=0에서의 온도보다 낮으며, 또한 주(main)균열에 대한 K가 직선 균열 a에 대한 K의 ±5% 내에 속한다면 정지인성값이 유효하다고 평가할 수 있다. 주(main)균열 및 직선 균열에 대한 K의 계산 방법은 아래 식으로부터 얻어진다.

$$K = K_{\mathrm{I}} \cos^3\left(\frac{\Phi}{2}\right) + 3K_{\mathrm{II}} \cos^2\left(\frac{\Phi}{2}\right) \sin\left(\frac{\Phi}{2}\right)$$

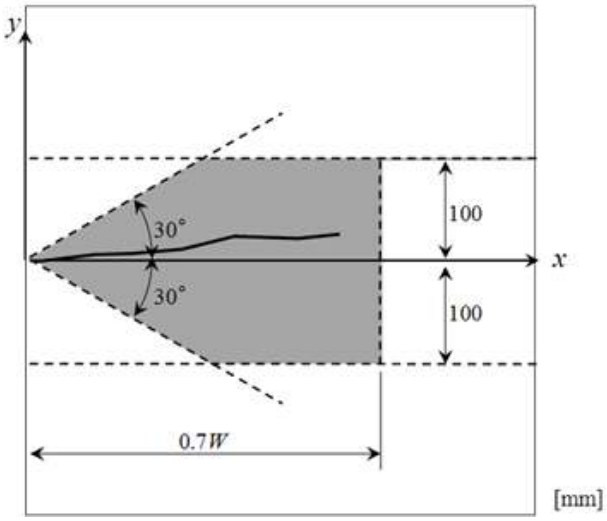


그림 2.1.9 주(main)균열 전파 경로의 허용 범위

(b) 정지균열 길이 조건

아래 식 (3)은 시험편의 양단에서 응력파의 반사 및 균열 전파에 의해 발생될 수 있는 시험편 중앙에서의 힘 강하의 영향을 최소화한 것을 보장한다. 그러나 변형률 및 균열 길이가 동적으로 측정되고 정지시 변형률 값이 균열 개시 직전의 정적 변형률의 90% 이상인 경우, 식 (3)의 적용이 반드시 필요한 것은 아니다.

$0.3 \le (\frac{a}{W}) \le 0.7$ ---------- (1)

$(\frac{a}{W}) \ge 1.5$ ---------- (2)

$(\frac{a}{L_p}) \le 0.15$ ---------- (3)

(c) 균열 직진성 조건

$|y_a| \le 50mm$ ----------(4)

$50mm < |y_a| \le 100mm$ 및 $|\theta| \le 30^\circ$ 인 경우, x=0.5W 및 y=± 100 mm에서의 온도가 x=0.5W 및 y=0에서의 온도의 ± 2.5 ℃ 이내에 있는 경우에만 결과가 유효하다.

(d) 분기균열 조건

$(\frac{x_{br}}{x_a}) \le 0.6$ ----------(5)

(나) 충격에너지의 평가

충격에너지는 아래 식을 만족해야 한다. 아래 식을 만족시키지 않으면, (다)의 식으로부터 계산된 정지인성값은 유효하지 않다.

충격에너지 조건 :

$$\frac{E_i}{E_s + E_t} \le \frac{5a - 1050 + 1.4W}{0.7W - 150} \quad , \quad 0.3 \le (\frac{a}{W}) \le 0.7 \text{ --------(6)}$$

단위: a[mm], W[mm],
E_i[식(7)로부터 계산된 충격에너지, J],
E_s[식(8)로부터 계산된 에너지, J],
E_t[식(9)로부터 계산된 에너지, J]

식 (6)이 만족되지 않으면, 응력확대계수에 대한 충격에너지의 영향이 너무 크기 때문에 정확한 정지인성값을 얻을 수 없다.

그림 2.1.4 (b)와 같이 탭판(tab plate)이 여러 개인 경우에는 식 (8)을 사용하여 각 탭판(tab plate)의 변형에너지를 계산하고 합산한다.

그림 2.1.4 (d)와 같이 탭판(tab plate)의 너비가 점점 좁아지는 경우에는 탄성정역학(elastostatics)에 따른 변형에너지를 계산한다.

$E_i = mgh$ ----------(7)

$$E_s = \frac{10^9 F^2}{2E}\frac{L}{W_t} \quad \text{----------(8)}$$

$$E_t = \frac{10^9 F^2}{E}\left(\frac{L_{tb}}{W_{tb}t_{tb}} + \frac{L_{pc}}{W_{pc}t_{pc}}\right) \quad \text{----------(9)}$$

단위: E_s[J], E_t[J], F[MN], E[N/mm^2], L[mm], W[mm], t[mm]

(다) 정지인성값 계산

온도 T에서의 정지인성값 K_{ca}는 정지균열 길이 a와 (가)에 의해 결정되는 응력 σ를 사용하여 식 (10)으로 계산되어야 한다. σ는 식 (11)로 계산된다.

$$K_{ca} = \sigma\sqrt{\pi a}\left[\frac{2W}{\pi a}tan\left(\frac{\pi a}{2W}\right)\right]^{1/2} \quad \text{----------(10)}$$

$$\sigma = \frac{10^6 F}{Wt} \quad \text{----------(11)}$$

단위: F[MN], W[mm], t[mm]

(가) 및 (나)의 조건이 만족되지 않는다면, 식 (10)으로 계산된 K_{ca}는 유효하지 않다.

(8) 보고서

지침 표 2.1.6을 사용하여 아래 항목들을 기재해야 한다.

(가) 시험 재료 : 강재 종류 및 상온에서의 항복강도

(나) 시험기 : 시험기의 용량

(다) 시험편 치수 : 두께, 너비, 길이, 각 변형 및 단차

(라) 통합시험편 치수 : 탭판(tab plate)의 두께 및 너비, 탭판(tab plate)를 포함하는 통합시험편 길이, 하중 핀 간 거리

(마) 시험 조건 : 힘, 응력, 온도 구배, 충격에너지, 통합시험편의 충격에너지와 변형률에너지 간의 비율(시험편의 변형률에너지와 탭판의 변형률에너지 합계)

(바) 시험 결과

(a) 정지 판정 : 균열 길이, 분기(branching)균열의 유무, 주(main)균열 각도, 균열 재개시의 유무, 정지 온도

(b) 정지인성값

(사) 충격 순간의 온도 분포 : 열전대 위치, 온도, 온도 분포

(아) 시험편 사진 : 균열 전파 경로(한쪽 면), 취성균열의 파단면(양쪽 면)

(자) 동적 측정 결과(필요시 기재) : 균열 전파 속도 및 핀척(pin chuck)에서의 변형률 변화

표 2.1.6 취성균열 정지시험 보고서 양식

항목	상세		기호	조건/결과	단위	유효/무효
(1) 시험 재료	강재 종류		-		-	-
	상온에서의 항복강도		σ_{Y0}		N/mm^2	-
(2) 시험 장비	시험기 용량		-		MN	-
(3) 시험편 치수	두께		t		mm	
	너비		W		mm	
	길이		L		mm	
	각 변형 + 단차		-		mm/m	
(4) 통합시험편 치수	탭판(tab plate) 두께		t_{tb}		mm	
	탭판(tab plate) 너비		W_{tb}		mm	
	탭판(tab plate)를 포함하는 시험편 길이		L+L_{tb}		mm	
	핀 간 거리		L_p		mm	
(5) 시험 조건	힘		F		MN	
	응력		σ		N/mm^2	
	온도 구배		-		℃/mm	
	충격에너지		E_i		J	
	통합시험편의 충격에너지와 변형률에너지 비율		$E_i/(E_s+E_t)$		-	
(6) 시험 결과	균열 전파/정지의 판정	균열 길이	a		mm	
		분기균열의 유무	-		-	-
		주균열과 분기균열간의 비	x_{br}/x_a		-	
		주균열 각도	θ		각도( )	
		균열 재개시의 유무	-		-	
		균열정지 위치에서의 온도	T		℃	
	정지인성값		K_{ca}		$N/mm^{3/2}$	
(7) 충격 순간의 온도 분포	온도 측정 위치		-	첨부	-	-
	각 온도 측정 위치에서의 온도		-	첨부	℃	-
	온도 분포 곡선		-	첨부	-	
(8) 시험편 사진	균열 전파 경로		-	첨부	-	
	취성균열 파단면(양쪽 면)		-	첨부	-	
(9) 동적 측정 결과	균열 전파 속도 이력		-	첨부	-	
	핀척에서의 변형률 변화		-	첨부	-	

2. 특정온도에서의 K_{ca} 계산법 및 평가방법

(1) 적용

이 규정은 특정 온도 T_D에서의 K_{ca}값을 얻기 위해 **1항**에 명시된 여러 가지 시험 방법에 적용 가능하다.

(2) 방법

다수의 시험 데이터는 아래 식과 같이 정지온도에 대한 K_{ca}의 의존성을 나타내며, 여기서 T_K[K](=T[°C]+273), c 및 K_0는 상수이다.

$$K_{ca} = K_0 \exp\left(\frac{c}{T_k}\right)$$

요구되는 온도 T_D[K]에서의 정지인성값은 아래 절차에 따라 얻을 수 있다.

(가) 최소한 4개의 유효한 K_{ca}값을 구한다.

(나) $1/T_K$의 일차식에 의해 $\log K_{ca}$를 근사화하는 경우, 최소자승법을 사용하여 (가)의 값을 위한 계수 $\log K_0$ 및 c를 결정한다.

$$\log K_{ca} = \log K_0 + c\frac{1}{T_K}$$

(다) 각 데이터 항목에 대한 $(K_{ca}/K_0)\exp(c/T_K)$값을 구한다. 0.85~1.15 범위를 벗어난 데이터 수가 초과하지 않으면, (나)에서 사용된 최소자승법이 유효한 것으로 간주된다. 이것은 모든 데이터 수를 6으로 나눈 값을 내림하여 얻은 정수이다. 이 조건이 만족되지 않으면 추가 시험을 통해 두 개 이상의 데이터를 추가하고 (나)의 절차를 데이터에 적용한다.

(라) $K_0\exp(c/T_D)$의 값은 T_D에서의 K_{ca}의 평가값으로 정의된다. K_{ca}의 특정값에 대응하는 온도의 평가값은 $T_K = c/\log(K_{ca}/K_0)$로부터 얻을 수 있다. (다)에 규정된 조건이 만족되지 않으면, 이 평가값은 참고로 활용된다.

(3) 평가

보간법에 의한 유효한 K_{ca} 데이터의 아레니우스표(arrhenius plot)의 직선 근사(straight-line approximation)는 다음 (가) 또는 (나)를 따른다.

(가) K_{ca}의 평가온도(-10 °C)는 정지온도의 상한과 하한 사이에 있어야 하며, **지침 그림 2.1.10**과 같이 평가온도에 대응하는 K_{ca}는 요구되는 K_{ca}(예 : 6,000 $N/mm^{3/2}$ 또는 8,000 $N/mm^{3/2}$)보다 낮으면 안 된다.

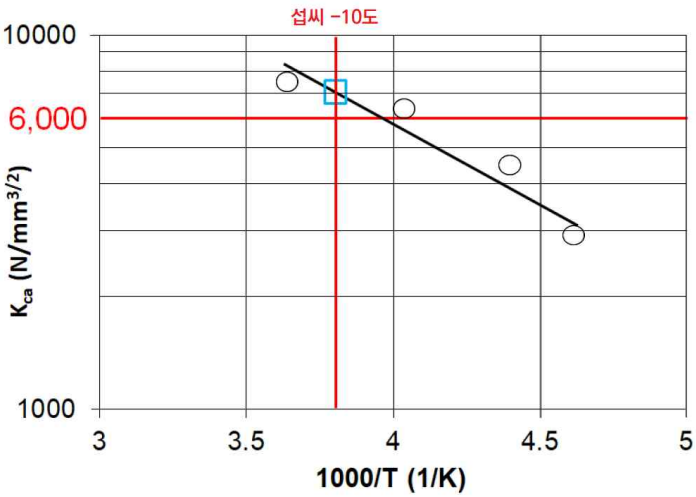


그림 2.1.10 -10 ℃에서의 K_{ca} 평가 예시

(나) 요구되는 K_{ca}(예 : 6,000 $N/mm^{3/2}$ 또는 8,000 $N/mm^{3/2}$)에 대응하는 온도는 정지온도의 상한과 하한 사이에 있어야 하며, **지침 그림 2.1.11**와 같이 요구되는 K_{ca}에 대응하는 온도는 평가온도(-10 °C)보다 높지 않아야 한다.

(다) 만약 (가)와 (나)를 모두 만족시키지 않는다면, 이 조건을 충족시키기 위해 추가 시험을 한다.

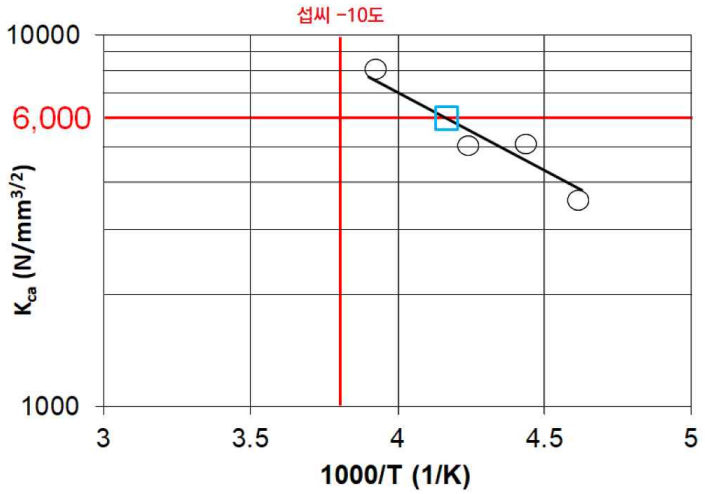


그림 2.1.11 요구되는 K_{ca}에 대응하는 온도 평가 예시

3. 이중장력(double tension) 형식 정지시험

(1) 적용

(가) 이 시험방법으로 얻은 정지인성값은 **1항**에 명시된 취성균열 정지인성 시험에서 얻은 결과와 동일한 것으로 간주한다.

(나) **3항**에서 별도 규정하지 않은 사항은 **1항**을 따른다.

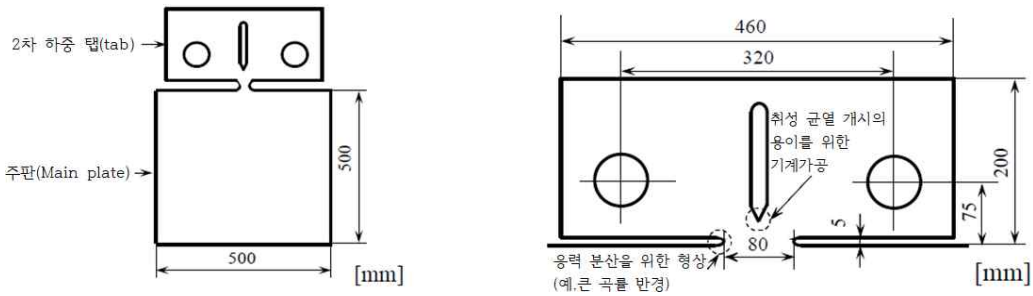
(2) 시험방법의 특징

이중장력 형식 정지시험의 시험편은 주판(main plate)과 2차하중탭(secondary loading tab)으로 구성된다. 주판은 취성균열 정지인성을 평가하기 위한 시험판이다. 2차하중탭은 취성균열이 주판으로 전파하는 것을 돕는 균열 기동판(starter plate)이다. 주판에 미리 결정된 인장력 및 온도구배를 인가한 후, 2차하중장치(secondary loading device)에 의해 2차 하중이 2차하중탭에 인가되어 취성균열이 주판으로 전파하게 한다. 정지인성은 정지온도 및 주판의 균열 길이로부터 평가된다.

이 시험에서 주판과 2차하중탭의 좁은 연결부분은 2차하중탭의 인장응력이 주판으로 유입되는 것을 억제한다.

(3) 시험편 형상

이중장력 형식 정지시험의 전체 시험편 및 2차하중탭의 권장되는 형상은 각각 **지침 그림** 2.1.12의 (a) 및 (b)에 따른다. 탭판(tab plate) 및 핀척(pin chuck)의 형상은 **1항**의 (4)호 (나)를 따른다.



(a) 전체 시험편의 형상 예시 (b) 2차하중탭의 형상 예시

그림 2.1.12 이중장력 형식 정지시험의 시험편 형상

(4) 온도 조건 및 온도 제어방법

취성균열 정지인성을 평가하기 위해 주판에 온도구배를 설정한다. 온도구배 사양 및 온도구배 설정 방법은 **1항** (5)호를 따른다. 또한 이중장력 형식 정지시험에서 2차하중탭을 냉각해야 한다. 2차하중탭은 주판의 온도구배에 영

향을 주지 않도록 냉각한다. **1항**의 시험편 냉각방법과 같이, 냉각상자와 냉각수를 사용할 수 있다. 2차하중탭의 온도는 **1항**에 명시된 열전대를 사용하여 측정할 수 있다.

(5) 2차 하중 방법

2차 하중 장치는 2차하중탭에 힘을 가하기 위해 사용된다. 2차 하중 장치는 다음 조건을 만족해야 한다.

(가) 2차 하중 장치의 고정방법

통합시험편에 불필요한 힘을 가하지 않으려면 2차 하중 장치를 적절한 방식으로 고정해야 한다. 서스펜션(suspension) 형식 또는 플로어(floor) 형식 고정방법을 사용할 수 있다. 서스펜션(suspension) 형식 방법에서, 2차 하중 장치는 크레인 또는 유사한 장치를 사용하여 매달아 고정된다. 플로어(floor) 형식 방법에서, 2차 하중 장치는 프레임(frame) 또는 유사한 장치를 이용해 들어 올려 고정된다.

(나) 하중 시스템

유압식 하중 시스템은 2차하중탭에 힘을 가하는 데 가장 적합하다. 하지만 다른 방법도 사용될 수 있다. 탭판(tab plate) 및 핀척(pin chuck)의 형상은 **1항**의 (4)호 (나)를 따른다.

(다) 하중 방법

2차하중탭에 하중을 가하는 방법은 핀 형식 하중방법이어야 한다. 핀 형식 이외의 하중방법은 우리 선급과 협의하여 사용할 수 있다. 하중 속도는 주판의 균열정지 동작에 직접적인 영향을 미치지 않기 때문에 구체적으로 규정하지 않는다.

4. CAT(균열정지온도) 등온시험 수행을 위한 요구사항 개요

(1) 적용

(가) 이 규정은 **규칙 2편 1장 312.**에서 정의된 범위에 따라 적용된다.

(나) 이 규정은 등온 조건에서 유효한 시험 결과를 결정하고 CAT(균열정지온도)를 수립하기 위한 등온균열정지시험을 실시할 때의 시험 절차 및 시험 조건에 대한 요구 사항을 명시한다. 이 규정은 두께가 50 mm 이상 100 mm 이하인 강재에 적용한다.

(다) 이 방법은 평가되는 시험편에서 등온 온도를 사용한다. 이 규정에서 명시되지 않은 시험 기준은 **1항**에 따른다.

(라) **규칙 2편 1장 312.**의 **표 2.1.35**는 CAT(균열정지온도)로 설명된 취성균열 정지특성에 대한 관련 요구사항을 제공한다.

(마) 제조자는 검토용으로 우리 선급에 시험 절차를 시험 전에 제출해야 한다.

(바) 필요한 경우, (8)호 (다)에 따라 강재가 재료 물성으로써 전파하는 취성균열(결정된 CAT)을 정지시킬 수 있는 최저 온도를 결정하는 용도로 이 시험 방법이 사용될 수 있다.

(2) 기호

지침 표 2.1.3의 기호에 추가하여 등온시험에 대한 기호는 **지침 표 2.1.7**을 따른다.

표 2.1.7 추가 기호

기호	단위	의미
t	mm	시험편의 두께
L	mm	시험편의 길이
W	mm	시험편의 너비
a_{MN}	mm	시험편 가장자리의 가공된 노치 길이
L_{SG}	mm	시험편 가장자리에서 측면 홈 길이. L_{SG}는 측면 홈 끝에서 곡선부분의 깊이를 제외하고 일정한 깊이를 가진 홈 길이로 정의된다.
d_{SG}	mm	일정한 깊이를 가진 단면의 측면 홈 깊이
$L_{EB-\min}$	mm	시험편 가장자리와 전자빔(electron beam) 재용융 영역 앞면 사이의 최소 길이
$L_{EB-s1,-s2}$	mm	시험편 가장자리와 시험편 두 측면에 있는 전자빔(eletron beam) 재용융 영역 사이의 길이
L_{LTG}	mm	취성균열 전파경로의 온도구배 영역 길이
a_{arrest}	mm	정지균열 길이
T_{target}	℃	목표 시험온도
T_{test}	℃	정의된 시험온도
T_{arrest}	℃	유효한 취성균열 정지 거동이 관찰되는 목표 시험 온도
σ	N/mm^2	Wxt의 단면에 가해지는 시험응력
SMYS	N/mm^2	승인받고자 하는 시험강종의 규격 항복강도
CAT	℃	전파하던 취성균열을 정지시키는 최저온도 T_{arrest}인 균열정지온도

(3) 시험장비

(가) 사용되는 시험장비는 승인받고자 하는 강종의 SMYS의 ⅔에 해당하는 인장하중을 가하기에 충분한 유압 용량을 보유해야 한다.

(나) 온도 제어 시스템은 시험편의 지정된 영역에 온도를 T_{target}의 ± 2℃ 이내로 유지할 수 있어야 한다.

(다) 취성균열을 개시하는 방법으로는 하중 낙하(drop weight) 형식, 에어건(air gun) 형식 또는 이중장력탭판(double tension tab plate) 형식을 선택할 수 있다.

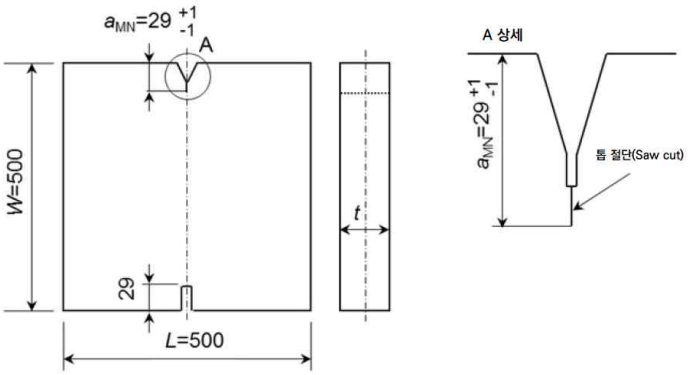
(라) 시험 장비에 대한 상세 요구사항은 **1항**의 (3)호에 따른다.

(4) 시험편

(가) 균열개시의 충격 형식

(a) 시험편에 대한 별도 규정하지 아니한 사항에 대해서 **1항**의 (4)호에 따른다.

(b) 시험편의 치수는 **지침 그림** 2.1.13에서 나타낸다. 시험편의 너비 W는 500 mm이어야 한다. 시험편의 길이 L은 500 mm 이상이어야 한다.



비고 : 시험시 취성균열 개시를 제어하기 위해 0.1mmR 및 1mmR 범위에서 톱 절단되는 노치 반경을 가공할 수 있다.

그림 2.1.13 충격 형식 시험편의 치수

(c) 취성균열 개시를 위한 V형 노치는 충격 면의 시험편 가장자리에 가공된다. 가공된 전체 노치 길이는 29 mm 이어야 하며, ± 1mm의 공차 범위를 가진다.

(d) 측면 홈의 요구사항은 (라)에 따른다.

(나) 균열개시의 이중장력 형식

(a) 2차하중탭의 형상과 크기 및 취성균열 발생을 위한 2차하중 방법에 대해서는 **3항**을 참조한다.

(b) 이중장력 형식 시험에서, 2차하중탭판은 취성균열 개시를 용이하도록 향상시키기 위해 추가로 냉각될 수 있다.

(다) 취성영역 설정

(a) 취성균열 전파 개시를 보증할 수 있는 취성영역이 설정되어야 한다. 취성영역을 용이하도록 하기 위해 전자빔 용접(EBW) 또는 국부온도구배(LTG)가 선택될 수 있다.

(b) EBW 취성부에서, 전자빔용접은 가공된 V노치 앞의 시험편 중심선인 예상되는 초기 균열 전파 경로를 따라 실시된다.

(c) 취성영역은 시험편 두께에 걸쳐 완전용입되어야 한다. EBW는 일면 용입이 추천되지만, 일면 용입으로 완전 용입이 어려운 경우에는 양면 용입도 실시될 수 있다.

(d) EBW 취성부는 시험편의 윤곽 가공 전에 완료되는 것이 추천된다.

(e) EBW 취성부는 적절한 품질이어야 한다.

(f) EBW는 시종단부에서 불안정한 거동을 나타낸다. 따라서 안정된 EBW를 유지하기 위해 시단부에서 전력을 증가시켜 제어하거나 이동/복귀(go/return) 방식을 사용하여 취성영역 팁 측면에서부터 시험편 가장자리로 시작하는 것을 추천한다.

(g) LTG시스템에서, 가공된 노치팁과 등온 시험 영역 사이에 지정된 국부온도구배는 등온 온도 제어 후에 조절한다. 취성균열이 개시되기 직전에 LTG 온도 제어가 실시되어야 하지만, 두께에 걸쳐 안정된 온도 구배가 보장되어야 한다.

(라) 측면 홈

(a) 취성균열 전파를 직선으로 유지하기 위해 취성 영역을 따라 측면의 측면 홈을 가공 할 수 있다. 측면 홈은 이 규정에서 명시된 경우에 가공한다.

(b) EBW 취성부에서 측면 홈이 반드시 필요한 것은 아니다. EBW의 사용은 쉬어립스(shear lips)를 피할 수 있다. 그러나 파단된 시험편에 쉬어립스(shear lips)가 뚜렷한 경우(예 : 양쪽 측면에서 두께 1 mm가 넘는 쉬어립스(shear lips))에는 쉬어립스(shear lips)를 억제하기 위해 측면 홈을 가공한다.

(c) LTG 취성부에서 측면 홈은 필수이다. 형상과 크기가 같은 측면 홈을 양쪽 측면에 가공해야 한다.

(d) 측면 홈의 길이 L_{SG}는 요구되는 취성영역 길이 150mm의 합보다 짧으면 안 된다.

(e) 측면 홈이 사용될 때, 측면 홈 깊이, 팁 반경 및 개구 각도를 조절하면 안 되지만, 어느 한 쪽에서 두께 1 mm 이상의 쉬어립스(shear lips)가 발생하는 것을 피하기 위해서는 적절히 조절 가능하다. 측면 홈 치수의 예시는 **지침 그림 2.1.14**에서 나타낸다.

(e) 측면 홈 종단부는 홈 깊이 d_{SG} 이상의 곡률을 가지고 점진적으로 홈 깊이를 얕게 가공해야 한다. 측면 홈 길

이 L_{SG}는 측면 홈 종단부에서 깊이의 곡선부를 제외하고 일정한 깊이를 가진 홈 길이를 말한다.

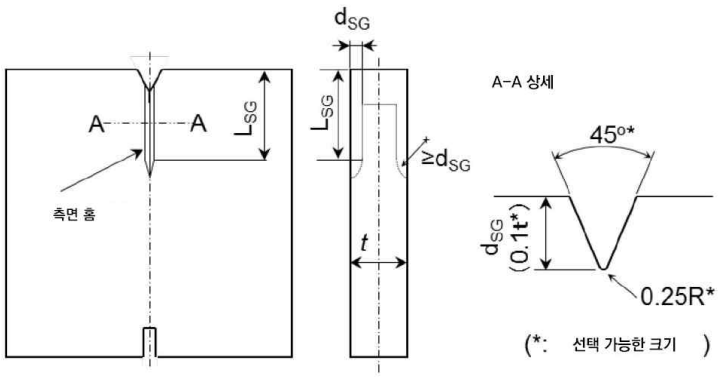
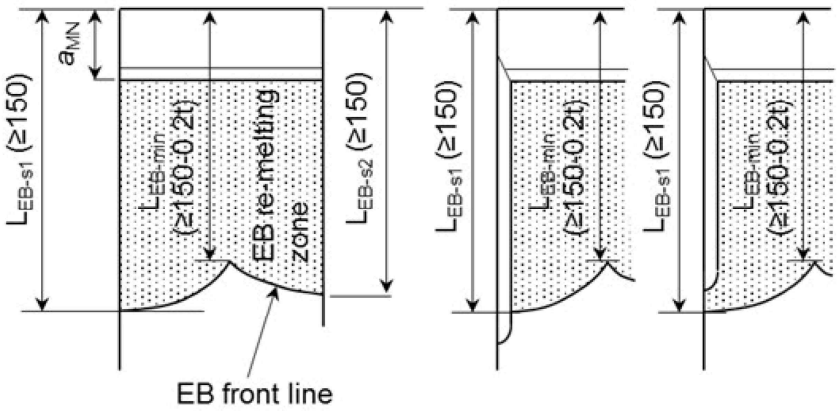


그림 2.1.14 측면 홈 형상 및 치수

(마) 취성영역의 공칭 길이

(a) 취성영역의 길이는 EBW 및 LTG 시스템 모두 150 mm로 같아야 한다.



(a) 측면 홈이 없는 경우 (b) 측면 홈이 있는 경우

그림 2.1.15 EBW 길이의 정의

(b) EBW영역 길이는 **지침 그림 2.1.15**에서처럼 시험편 가장자리와 EBW 최전선(front line) 사이의 3가지인 $L_{EB-\min}$, L_{EB-s1}과 L_{EB-s2} 를 시험 후 파단면에서 측정하여 구한다.

(c) 시험편 가장자리와 EBW 최전선(front line) 사이의 최소 길이 $L_{EB-\min}$은 150 mm 이상이어야 한다. 그러나 $L_{EB-\min}$이 150 mm-0.2t 이상이면 허용할 수 있다(t=시험편 두께). $L_{EB-\min}$이 150mm보다 작은 경우, 온도 안전 여유치(margin)가 T_{test}에 고려되어야 한다((8)호 (가) (b) 참조).

(d) 또 다른 두 가지는 L_{EB-s1} 및 L_{EB-s2}로 표시되는 것처럼 시험편 가장자리와 EBW 최전선(fron line) 사이의 길이가 양쪽 측면에 나타난다. L_{EB-s1}과 L_{EB-s2}는 모두 150 mm 이상이어야 한다.

(e) LTG 시스템에서 L_{LTG}는 150mm으로 한다.

(바) 탭판/핀척 상세 및 시험편과 탭판간의 용접

탭판 및 핀척의 구성 및 크기는 **1항** (4)호 (나)를 참조한다. 또한 시험편, 탭판 및 핀척으로 용접된 통합시험편의 용접 변형은 **1항** (4)호 (다)의 요구사항 범위 내에 있어야 한다.

(5) 시험 방법

(가) 선행 하중(preloading)

시험시 예기치 않은 취성균열 발생을 피하기 위해 실온에서 선행 하중을 가할 수 있다. 가해진 하중 값은 시험 응력보다 크지 않아야 한다. 선행 하중은 취성균열 발생이 예상되는 온도보다 높은 온도에서 가해져야 한다. 그러나 시험편에 100℃ 이상의 온도를 가해서는 안 된다.

(나) 온도 측정 및 제어

(a) 열전대의 수와 위치를 포함하는 온도제어계획은 이 규정에 따른다.

(b) 열전대는 시험편 너비 방향으로 최대 50 mm 간격으로 양면에 부착해야 하며, 중심선으로부터 ± 100 mm 범위 내에 시험편 중심부(0.5W)에서 길이 방향으로 양면에 부착해야 한다. (**지침 그림** 2.1.16 참조)

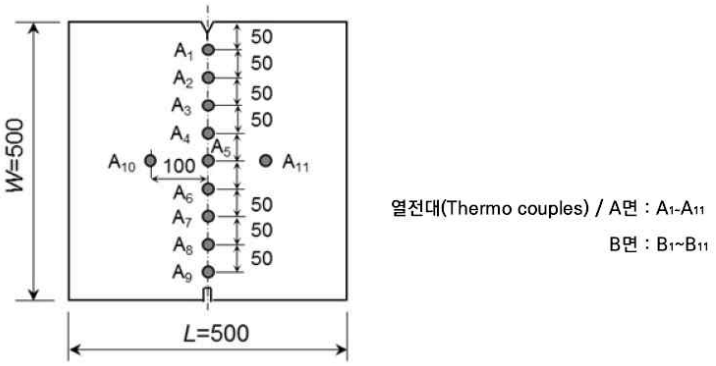


그림 2.1.16 온도 측정 위치

(c) EBW 취성부

(i) 너비와 길이 방향으로 0.3W~0.7W 범위 내의 열전대 온도는 목표 시험온도 T_{target}의 ±2℃ 이내에서 제어되어야 한다.

(ii) 0.3W~ 0.7W범위의 모든 측정 온도가 T_{target}에 도달한 경우, 시험 하중을 가하기 전에 두께 중심부로 균일한 온도 분포를 보장하기 위해 지속적인 온도 제어가 최소 10+0.1xt[mm]분 동안 유지되어야 한다.

(iii) 가공된 노치 팁은 취성균열을 쉽게 개시하기 위해 국부적으로 냉각될 수 있다. 하지만 국부 냉각은 0.3W~0.7W 범위의 온도 제어를 방해하지 않아야 한다.

(d) LTG 취성부

(i) LTG 시스템에서는 **지침 그림** 2.1.16의 온도 측정 외에도 가공된 노치 팁의 추가 온도 측정부인 A_0 및 B_0에서 온도 측정이 필요하다. LTG 영역 내의 열전대 위치는 **지침 그림** 2.1.17에서 나타낸다.

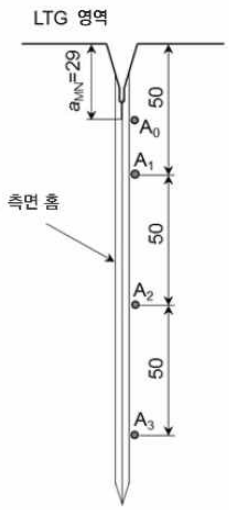


그림 2.1.17 LTG 영역과 추가 열전대 Ao 의 상세

(ii) 너비와 길이 방향으로 0.3W~0.7W 범위 이내의 열전대 온도는 목표 시험 온도 T_{target}의 ±2℃ 내에서 제어되어야 한다. 그러나 0.3W(A_3 및 B_3 위치)에서의 온도 측정은 아래 (f)에 따른다.

(iii) 0.3W~0.7W 범위의 모든 측정 온도가 T_{target}에 도달하면 두께 중심부로 균일한 온도 분포를 보장하기 위해 지속적인 온도 제어가 최소 10+0.1xt[mm]분 동안 유지되어야 한다. 이후에 시험 하중이 가해진다.

(iv) LTG는 가공된 노치 팁 주변의 국부 냉각에 의해 제어된다. LTG 프로파일(profile)은 **지침 그림** 2.1.19에

표시된 A_0에서 A_3까지의 온도 측정으로 기록되어야 한다.

(v) LTG 영역은 영역 I, 영역 II 및 영역 III의 세 영역에서 온도 구배로 수립된다. 각 온도 구배에 허용되는 범위는 **지침 표 2.1.8**에 따른다.

(vi) A_2, B_2 및 A_3, B_3에서의 두 온도 측정값들은 다음을 만족해야 한다.

T at A_3, T at B_3 〈 T_{target} - 2℃
T at A_2 〈 T at A_3 - 5℃
T at B_2 〈 T at B_3 - 5℃

(vii) A_3의 T와 A_2의 T가 위의 요구 사항을 만족할 때 A_0의 T 및 A_1의 T에 대한 온도 요구 사항은 없다. B 면도 마찬가지이다.

(viii) A_0, B_0에서 A_3, B_3까지의 온도는 **지침 표 2.1.8**이 적용된 시험 계획 단계에서 결정되어야 하며, **지침 표 2.1.8**은 LTG 영역의 영역 I, 영역 II 및 영역 III 이 세 영역에서 권장되는 온도 구배를 제공한다.

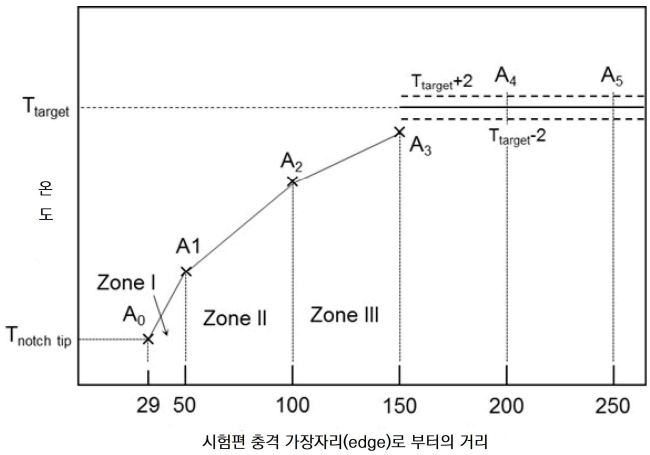


그림 2.1.18 LTG 영역의 도식화된 온도구배 프로파일

표 2.1.8 LTG 허용 범위

영역	가장자리로부터의 위치	온도구배의 허용범위
영역 I	29 mm~50 mm	2.00 ℃/mm ~ 2.30 ℃/mm
영역 II	50 mm~100 mm	0.25 ℃/mm ~ 0.60 ℃/mm
영역 III(1)	100 mm~150 mm	0.10 ℃/mm ~ 0.20 ℃/mm
(비고) (1) 영역III의 배치는 필수이다.		

(ix) 취성균열 개시 전에 두께 중심부로 균일한 온도 분포를 보장하기 위해 상기 언급된 LTG 구역의 온도 프로파일은 적어도 10+0.1xt[mm] 분 동안 유지한 후에도 보장되어야 한다.

(x) 시험에서 LTG의 수용은 A_0에서 A_3까지 측정된 온도에 기초한 **지침 표 2.1.8**로부터 결정되어야 한다.

(e) 이중장력 형식 균열 개시 시험편

정상 상태(steady state)에서의 온도 제어 및 유지 시간은 (c)에 명시된 EBW 취성부의 경우 또는 (d)에 명시된 LTG 취성부의 경우와 동일해야 한다.

(다) 하중 및 취성균열 개시

(a) 시험 전에 목표 시험 온도(T_{target})를 선택한다.

(b) 가해지는 응력이 시험되는 강종의 SMYS의 2/3이어야 되는 것을 제외하고, 시험 절차는 **1항** (6)호를 따른다.

(c) 시험 하중은 균열이 개시되기 전 최소 30초 동안 시험 목표 하중 이상으로 유지되어야 한다.

(d) 모든 온도 측정 및 가해진 힘이 기록된 후에 충격 또는 2차탭판장력(secondary tab plate tension)으로 취성균열을 개시시킬 수 있다.

(6) 시험 이후 측정 및 시험 유효성 판정

(가) 취성균열 개시 및 유효성

(a) 만약 시험 힘에 도달하기 전 또는 시험 힘을 유지하는 명시된 시간을 달성하기 전에 취성균열이 자발적으로 시작되면, 시험은 무효가 된다.

(b) 만약 시험 힘에서 지정된 시간이 달성된 후에 충격 또는 2차탭장력 없이 취성균열이 자발적으로 개시된다면, 시험은 유효한 균열 개시로 간주된다. 균열 경로 및 파단 형상에 대한 유효성 판정은 다음에 이어지는 규정에 따라 검토된다.

(나) 균열 경로 검사 및 유효성

(a) 취성영역의 취성 균열 경로가 균열 변형 및/또는 균열 분기로 인해 LTG 시스템의 측면 홈 또는 EBW 선(line)에서 벗어날 경우, 시험은 유효하지 않은 것으로 간주해야 한다.

(b) 취성영역 끝단으로부터 모든 균열 경로는 **지침 그림 2.1.19**에 표시된 범위 내에 있어야 한다. 그렇지 않은 경우, 시험은 유효하지 않은 것으로 간주된다.

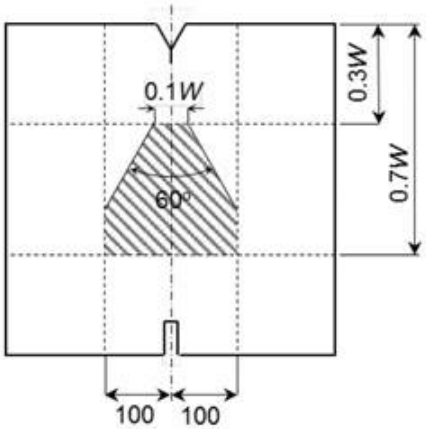


그림 2.1.19 주(main)균열 전파 경로의 허용 범위

(다) 파단면 검사, 균열 길이 측정 및 유효성

(a) 파단면을 관찰하고 검사해야 한다. 균열 “개시"및 “전파"는 기록된 유효성 및 판정에 대해 검토되어야 한다. 균열 “정지”위치를 측정하고 기록해야 한다.

(b) V노치 팁 이외의 측면 홈 루트(root)에서 균열 개시 트리거(trigger) 포인트가 명확하게 탐지되면 시험은 유효하지 않다.

(c) EBW 취성부 설정시, EBW영역 길이는 (4)호 (마)에 정의된 L_{EB-s1}, L_{EB-s2} 및 $L_{EB-\min}$의 3 가지 측정으로 정량화된다. L_{EB-s1}과 L_{EB-s2} 중 하나 또는 둘 모두가 150 mm보다 작은 경우, 시험은 유효하지 않다. $L_{EB-\min}$이 150 mm-0.2t보다 작 으면 시험은 유효하지 않다.

(d) 취성 영역의 파단면 양쪽에서 두께 1 mm가 넘는 쉽어립(shear lip)이 측면 홈이 있거나 없는 시험편들과 구별되도록 시각적으로 관찰되면 시험은 무효가 된다.

(e) EBW 취성부 설정시, EBW 최전선(front line)을 넘어 취성 균열이 침투하는지 육안으로 검사해야 한다. EB 최전선(front line)으로부터 연속적인 취성파괴 형성 영역이 발견되지 않으면 시험은 유효하지 않다.

(f) EBW 취성영역의 용접 결함을 육안으로 검사해야 한다. 결함이 검출되면 정량화해야 한다. 취성균열 경로를 따라 EB 용접 영역을 통해 두께 선(line)에서 결함의 투영된 길이를 측정하고, 총 두께에 걸쳐 투영된 결함 부분의 총 점유 비율을 결함 선(line) 부위로 정의한다(**지침 그림 2.1.20** 참조). 결함 선(line) 부위가 10 %보다 크면 시험은 유효하지 않다.

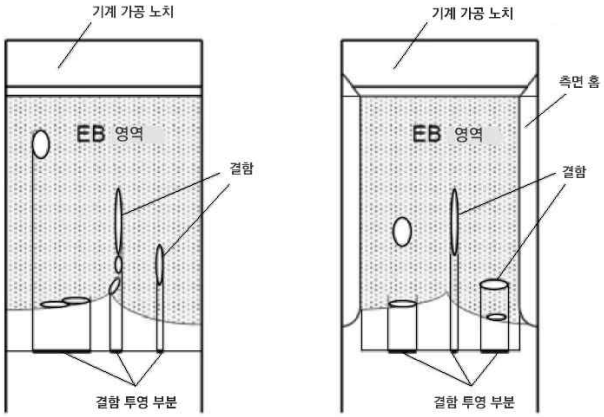


그림 2.1.20 결함 선 부위의 집계 절차

(g) 양면 침투에 의한 EBW 취성부에서, 이중 용융선이 잘못 만나 유발되는 취성영역 파단면의 갭(gap)이 양면 침투의 겹친 선(line)에서 육안으로 검출되면, 시험은 유효하지 않다.

(7) “정지” 또는 “전파”의 판정

“정지", “전파" 또는 “무효"의 최종 시험 판정은 아래 (가)~ (마)의 규정에 따른다.

(가) 취성균열이 시작되고 시험편이 두 부분으로 쪼개지지 않으면 파단면은 **1항**의 (6)호 (다)와 (라)에 명시된 절차에 따라 노출되어야 한다.

(나) 시험하는 동안 시험편이 두 부분으로 쪼개지지 않았을 때, 정지된 균열 길이 a_{arrest}는 파단면에서 측정되어야 한다. 충격 면의 시험편 가장자리로부터 정지된 균열 팁(가장 긴 위치)까지의 길이를 a_{arrest}로 정의한다.

(다) LTG 및 EBW의 경우, a_{arrest}는 L_{LTG} 및 L_{EB-s1}, L_{EB-s2} 또는 $L_{EB-\min}$보다 커야 한다. 그렇지 않은 경우, 시험은 유효하지 않은 것으로 간주된다.

(라) 시험 중 시험편이 두 부분으로 쪼개져도 취성균열 재개시가 분명하게 확인될 때 “정지"로 간주될 수 있다. 취성파괴에 의해 모든 파단면이 형성되더라도 취성영역으로부터 취성균열 표면의 일부가 얇은 연성 파열선(tear line)으로 연속적으로 둘러싸여 있을 때, 시험은 재개시 거동으로 판단될 수 있다. 그렇다면 파열선(tear line)으로 둘러싸인 부분의 최대 균열 길이를 a_{arrest}로 측정할 수 있다. 재개시가 육안으로 명백하게 확인되지 않으면, 시험은 "전파"로 판정된다.

(마) a_{arrest}값이 0.7W 이하인 경우, 시험은 “정지"로 판정된다. 그렇지 않은 경우, 시험은 “전파"로 판정된다.

(8) T_{test}, T_{arrest} 및 CAT 결정

(가) T_{test} 결정

(a) 너비와 길이 방향으로 0.3W~0.7W 범위의 모든 온도 측정들이 취성균열 개시 시점에 T_{target}±2℃ 범위에 있다는 것이 열전대 측정 기록에서 보장되어야 한다. 그렇지 않은 경우, 시험은 유효하지 않다. 그러나 LTG 시스템에서 0.3W(A_3 및 B_3 위치)에서의 온도 측정은 이 요건에서 제외된다.

(b) EBW 취성부에서 $L_{EB-\min}$이 150 mm이상이면, T_{test}는 T_{target}과 동일하게 정의될 수 있다. 그렇지 않으면, T_{test}는 T_{target}+5℃와 같아야 한다.

(c) LTG 취성부에서 T_{test}는 T_{target}과 동일하게 볼 수 있다.

(d) T_{test}에서의 최종 정지 판정은 “정지"로 판단되는 동일한 시험 조건에서 두 번 이상의 시험에 의해 결정된다.

(나) T_{arrest} 결정

동일한 T_{target}에 적어도 두 번의 “정지"시험이 반복되면 T_{target}에서 취성균열 정지 거동이 결정된다(T_{arrest}= T_{target}). “전파" 시험 결과가 T_{target}와 같은 온도에서 여러 시험 결과를 포함하면 T_{target}을 T_{arrest}로써 결정할 수 없다.

(다) CAT 결정

(a) CAT를 결정할 때, 2개의 “정지"시험과 1개의 “전파"시험이 필요하다. “전파”시험의 목표 시험 온도 T_{target}은 T_{arrest}보다 5℃ 낮은 온도로 선택하는 것을 추천한다. T_{arrest}의 최소 온도는 CAT로써 결정된다.

(b) “전파"시험이 없이 “정지"시험만으로는, CAT가 두 번의 “정지”시험에서의 T_{test}보다 낮다는 것만이 결정된다(즉, 결정적 CAT가 아님).

(9) 보고서

아래의 항목들을 기재해야 한다.

(가) 시험 재료 : 강종 및 두께

(나) 시험기 용량

(다) 시험편 치수 : 두께(t), 너비(W) 및 길이(L) 노치 상세 및 길이(a_{MN}), 측면 홈 상세(가공된 경우)

(라) 취성영역 형식 : EBW 또는 LTG 취성부

(마) 통합시험편 : 탭판(tab plate)의 두께 및 너비, 탭판(tab plate)를 포함하는 통합시험편 길이, 하중 핀 간 거리, 각 변형 및 단차

(바) 취성균열 트리거(trigger) 정보 : 충격 형식 또는 이중장력, 충격 형식인 경우는 하중 낙하(drop weight) 형식 또는 에어건(에어 건) 형식 및 가해지는 충격에너지

(사) 시험 조건 : 가해지는 하중(예비하중 응력, 시험 응력)

- 정상(steady) 시험 응력에서의 예비하중 응력 한계치, 유지시간 요구사항에 대한 판정

(아) 시험 온도 : 측정된 온도(그림 및/또는 표) 및 목표 시험 온도를 위한 열전대 위치별 완전한 온도 이력

- 등온 영역의 온도 산포 한계치(scatter limit)에 대한 판정
- LTG 시스템을 사용하는 경우, 취성균열 트리거(trigger) 전에 국부 온도 구배 요구 사항에 대한 판정 및 일정한 국부 온도 구배 후 유지 시간 요구 사항에 대한 판정

(자) 균열 경로 및 파단면 : 양면 및 균열 경로 측면에서 파단면을 보여주는 시험편 사진("취성 영역 팁" 및 "정지" 위치 표시)

- 균열 경로에 대한 요구사항 판정
- 벽개(cleavage) 트리거(trigger) 위치에 대한 판정(측면 홈 가장자리 또는 V노치인지 확인)

(차) 취성영역 정보

(a) EBW 사용 : L_{EB-s1}, L_{EB-s2} 및 $L_{EB-\min}$

- 쉬어립(shear lip) 두께 요구사항에 대한 판정
- EBW 최전선(front line)으로부터 취성파괴 영역이 지속적인지에 대한 판정
- EBW 결함 요구사항에 대한 판정
- EBW 길이, L_{EB-s1}, L_{EB-s2}, $L_{EB-\min}$ 요구사항에 대한 판정

(b) LTG 사용 : L_{LTG}

- 쉬어립(shear lip) 두께 요구사항에 대한 판정

(c) 시험 결과 :

(i) 취성균열 트리거(trigger) 후에 시험편이 두 부분으로 쪼개어지지 않은 경우의 정지균열 길이 a_{arrest}

(ii) 취성균열 트리거(trigger) 후에 시험편이 두 부분으로 쪼개어 진 경우, 취성균열 재개시 여부의 판정

(iii) 재개시된 경우, 정지균열 길이 a_{arrest}

- 유효범위 내의 a_{arrest} 판정($0.3W < a_{arrest} \le 0.7W$)
- "정지", "전파" 또는 "무효"인지에 대한 최종 판정

(카) 동적 측정 결과(요구되는 경우) : 균열 전파 속도 및 핀척에서의 변형률 변화 이력

제 3 절 압연강재

301. 선체 구조용 압연강재

1. 적용 규칙 301. 1항 (4)호의 "우리 선급이 절절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

2. 제조법

(1) **규칙 301.**의 3항 (2)호에서 "열가공제어법(TMCP)"의 정의는 다음 3항에 따른다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙 301.**의 3항, **표 2.1.6**의 비고 (13)에서 규정한 TMCP로 제조한 고장력강에 대한 탄소당량(Ceq)값은 **지침 표 2.1.9**에 따른다. **【규칙 참조】**

표 2.1.9 TMCP로 제조한 고장력강의 탄소당량(*Ceq*) *(2017)*

강재의 종류	탄소당량(*Ceq*)(1)	
	$t \le 50$ mm	$50 < t \le 100$ mm
AH 32, *DH* 32, *EH* 32, *FH* 32	0.36 이하	0.38 이하
AH 36, *DH* 36, *EH* 36, *FH* 36	0.38 이하	0.40 이하
AH 40, *DH* 40, *EH* 40, *FH* 40	0.40 이하	0.42 이하
(비고) (1) $Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$ (%)		

(3) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 전 (2)의 탄소당량 대신 아래 식에 의하여 구한 강재의 균열감수성 지수값(*Pcm*)의 제출을 요구할 수 있다.

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

3. 열처리 규칙 301.의 4항 **표 2.1.8** 및 **표 2.1.9**의 비고 (1)에서 규정한 열처리의 정의는 다음에 따른다.(**지침 그림 2.1.21** 참조) **【규칙 참조】**

(1) **압연 그대로,** *AR (2018)*
압연그대로란, 강재를 압연한 후 추가 열처리 없이 냉각시키는 압연법을 말한다. 일반적으로 압연 및 최종 압연을 노멀라이징 온도이상 및 오스테나이트 재결정 온도구역에서 실시한다. 이 공정으로 생산된 강재의 강도 및 연성은 압연 후 열처리를 실시한 강재 또는 개선된 공정으로 생산된 강재의 것보다 낮다.

(2) **노멀라이징,** *N (2018)*
노멀라이징이란, 압연된 강재를 Ac_3 임계온도 이상의 오스테나이트 재결정 온도구역에서 규정된 시간동안 가열하고 공기 중에 냉각시키는 열처리 공정을 말한다. 이 공정으로 생산된 압연 그대로인 강재는 입자의 크기가 미세화되고 균질화된 미세조직으로 되어 기계적 성질이 개선된다.

(3) **온도제어압연 (노멀라이징 압연),** *CR*(*NR*) *(2018)*
온도제어압연이란, 최종압연온도를 노멀라이징 열처리 구간내로 제어하고 그 이후에 공기 중에 냉각할 수 있는 압연법을 말하며 이 압연법으로 생산된 강재의 기계적 성질은 일반적으로 노멀라이징 열처리를 실시한 강재와 동등하다.

(4) **퀜칭 후 템퍼링 :** *QT (2018)*
퀜칭이란 A_{C3} 이상의 적당한 온도로 규정된 시간동안 가열한 후 강재의 미세조직을 경화시키기 위하여 적당한 냉각제를 이용하여 냉각하는 열처리 공정을 말한다. 퀜칭 후 실시하는 템퍼링이란 강재의 미세조직을 개선하고 퀜칭으로 인한 잔류응력을 해소함으로써 인성을 회복하기 위하여 A_{C1} 이하의 적당한 온도로 규정된 시간 동안 유지하면서 재가열하는 열처리 공정을 말한다.

(5) **열가공압연 (열가공제어법),** *TM*(*TMCP*)
제어압연의 일종으로서 압연 온도뿐만 아니라 압하량을 엄격히 제어하는 것으로서 일반적으로 대부분의 압연을 오

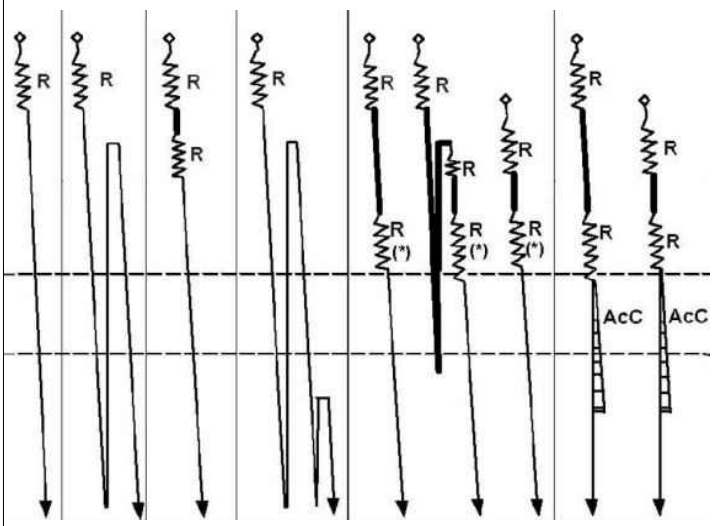
스테나이트 비재결정 구역에서 실시하고 Ar_3 근방의 온도구역(오스테나이트와 페라이트의 이상(dual-phase) 복합구간 포함)에서 압연을 종료하는 압연법을 말한다.

열가공압연이 완료된 후 가속냉각, 직접소입법(direct quenching) 또는 템퍼링 처리는 별도로 선급의 승인을 얻은 후 적용할 수 있다.

(6) **가속냉각, AcC** *(2018)*

가속냉각이란, 최종압연 후 Ar_3 이하의 온도구역을 냉각할 때 냉각속도를 공기 냉각보다 빠른 냉각속도로 제어하여 강재의 기계적성질을 개선하기 위한 공정을 말한다. 직접소입(Direct quenching)은 가속냉각에 해당되지 않는다.

조 직	온 도	종 류				
		종래의 제조법				열가공제어법
		AR	*N*	*CR (NR)*	*QT*	*TM*
재결정 오스테나이트	슬래브 가열온도					
	노멀라이징 또는 담금질온도					
비재결정 오스테나이트						
오스테나이트 + 페라이트	Ar_3 또는 Ac_3					
펄라이트+페라이트 또는 페라이트+베이나이트	Ar_1 또는 Ac_1					
	템퍼링온도					



(비고)

◆ : 압연온도 시작 지점

▬ : 압연 종료 전에 냉각을 위한 대기(delay)

R : 압연(reduction)

AR : 압연그대로(as rolled)

N : 노멀라이징(normalising)

CR(*NR*) : 온도제어압연(노멀라이징 압연) : controlled rolling(normalising rolling)

AcC : 가속냉각(accelerated cooling)

TM(*TMCP*) : 열가공압연(thermal-mechanical rolling)
(열가공제어법(thermal-mechanical controlled process))

(*) : 오스테나이트와 페라이트의 2상(dual-phase) 온도구역에서 압연을 종료하는 경우를 말한다.

그림 2.1.21 선체용 압연강재의 압연 프로세스 *(2018)*

4. **시험재의 채취**

규칙 301.의 6항 (3)호의 규정에서 "우리 선급이 승인한 경우" 에 대하여는 다음에 따라도 좋다. **【규칙 참조】**

(가) 제조법 승인시 특별히 지정된 경우를 제외하고 *AH*32 및 *AH*36의 충격시험은 우리 선급 검사원의 입회하에 정기적 검사를 하는 것으로 생략할 수 있다.

(나) 전 (가)의 정기적 검사라 함은 1개월에 1회 하는 것을 말한다. 이때 임의의 시험재로부터 채취한 1조(3개)의 시험편에 대하여 충격시험을 하여 합격되는 것을 확인하는 검사를 말한다.

(다) 충격시험의 결과가 불합격된 경우, 이에 대응하는 대표 로트의 강재를 채취하여 **규칙 301.**의 10항에 따라서 재

시험을 할 수 있다.

(라) 재시험에서도 불합격된 경우에는 그 이후 제조된 강재는 **규칙** 301.의 6항 **표** 2.1.9에 따라서 충격시험을 하여야 한다. 다만, 그 기간은 6개월로 하고 이 기간 중의 결과가 양호할 경우에는 전 (나)에 따라서 취급하여도 좋다.

(마) 제조자는 매년 1회 충격시험의 결과를 종합하여 우리 선급에 제출하여야 한다.

5. **표면검사 및 치수허용차** **규칙** 301.의 8항의 적용은 다음 각 호에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 우리 선급은 강재의 품질이 승인 당시와 동일하다는 것을 확인하기 위하여 표면검사를 할 수가 있다.

(2) 강판의 표면결함 중 기포 및 흠에 대한 표면검사기준은 *KS D*0208(강의 소지흠 육안 시험 방법)을 표준으로 한다.

(3) 강재의 치수허용차는 강판의 호칭두께에 대한 마이너스 허용차를 제외하고는 KS D3051(열간 압연 봉강 및 코일 봉강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차), KS D3052(열간압연 평강의 모양. 치수 및 무게와 그 허용차), KS D3500(열간압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차), KS D3502(열간압연 형강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차)를 표준으로 한다.

6. **품질 및 결함의 보수** *(2018)*

(1) **규칙** 301.의 9항 (3)호의 초음파탐상검사방법 및 판정기준은 *EN*10160 *Level S1/E1* 또는 *ASTM A*578의 *Level C* 또는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 기준에 따른다. **【규칙 참조】**

7. **가공** **규칙** 301.의 12항의 냉간가공 한계는 다음의 각 호에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 구조용 부재에 사용되는 강재에 대한 최대 소성변형률은 10 % 미만(내부 굽힘 반경이 판 두께의 4.5배 이상)이어야 한다.

(2) 소성변형률이 10 %를 초과할 경우, 우리선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 추가로 시험을 요구할 수 있다.

(3) 어떠한 경우에도 해머링을 하여서는 아니된다.

302. 보일러용 압연강판

1. **시험재의 채취** **규칙** 302.의 6항을 적용함에 있어서 주문자가 자기 공장에서 **규칙** 302.의 3항 (2)호에 규정하는 노멀라이징을 하는 경우의 시험재의 채취는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 제조자는 주문자의 요구에 따라 시험재에 한하여 노멀라이징을 한다. 다만, 주문자의 요구가 없는 경우에는 제조자가 적절히 노멀라이징을 하여도 좋다. 이 경우에 제조자는 시공한 노멀라이징 조건을 주문자에게 통고하도록 한다.

(2) 시험재는 주문자의 공장에서 노멀라이징을 한 강판에서 채취하든가 또는 강판과 동시에 노멀라이징을 행한 것으로 한다.

(3) 전 각호의 시험편의 기계적성질은 **규칙 표** 2.1.12에 따른다.

2. **표시** **지침** 302.의 1항의 규정에 따라 시험재에 노멀라이징을 한 경우에는 재료기호 끝에 "TN"을 부기한다.

303. 압력용기용 압연강판

1. **시험재의 채취** **규칙** 303.의 6항을 적용함에 있어서 주문자가 자기 공장에서 **규칙** 303.의 3항 (2)호에 규정하는 노멀라이징을 하는 경우의 시험재의 채취는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 제조자는 주문자의 요구에 따라 시험재에 한하여 노멀라이징을 한다. 다만, 주문자의 요구가 없는 경우에는 제조자가 적절한 노멀라이징을 하여도 좋다. 이 경우에 제조자는 시공한 노멀라이징 조건을 주문자에게 통고하도록 한다.

(2) 시험재는 주문자의 공장에서 노멀라이징을 한 강판에서 채취하든가 또는 강판과 동시에 노멀라이징을 하여야 한다.

(3) 전 각호의 시험편의 기계적성질은 **규칙 표** 2.1.15에 따른다.

2. **규칙** 303.의 7항 (2)호에서 "다만 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"의 적용은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 압력용기용 압연강판을 상온액화가스를 저장하는 구형탱크 또는 원통형탱크의 경판 등에 사용하는 경우 충격시험편은 압연방향과 직각으로 채취하여야 한다.

(2) 전 호에 따라 채취한 경우의 충격시험 규격치에 대하여는 **규칙 표** 2.1.15에 따른다.

3. **표시** **지침** 303.의 1항의 규정에 따라 시험재에 노멀라이징을 한 경우에는 재료기호 끝에 "TN"을 부기한다.

4. **화학성분** **규칙** 303.의 4항 **표** 2.1.14-1 비고 (1) 및 (2)의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙** 1편 1장 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

304. 저온용 압연강재

규칙 304. 1항 (2)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바” 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

305. 압연 스테인리스 강재

1. **적용** **규칙 305.**의 1항 (2)호의 적용에 있어서 판두께 75 mm 이하의 오스테나이트-페라이트계 스테인리스강(이하 듀플렉스 스테인리스강이라 한다)의 종류, 화학성분 및 기계적 성질은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) **종류 및 화학성분** 듀플렉스 스테인리스강의 종류 및 화학성분은 **지침 표 2.1.10**에 따른다.

표 2.1.10 종류 및 화학성분 *(2018)*

재료기호	화학성분(%)								
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Mo*	*N*
RSTS31803	0.030이하	1.00 이하	2.00 이하	0.035 이하	0.015 이하	4.5~6.5	21.0~23.0	2.5~3.5	0.10~0.22
RSTS32750						6.0~8.0	24.0~26.0	3.0~4.5	0.24~0.35

   (2) **기계적성질** 듀플렉스 스테인리스강의 기계적성질은 **지침 표 2.1.11**에 따른다.

표 2.1.11 기계적 성질 *(2017) (2018)*

재료기호	인장시험			충격시험		
	항복강도 (N/mm²)	인장강도 (N/mm²)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)	시험온도 (℃)	평균흡수에너지(J)	
					L	*T*
RSTS31803	460이상	640이상	25이상	- 20	41이상	27이상
RSTS32750	530이상	730이상	25이상			

2. **가공** **규칙 305.**의 10항의 냉간가공 한계는 다음의 각 호에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 구조용 부재에 사용되는 강재에 대한 최대 소성변형률은 20 % 미만(내부 굽힘 반경이 판 두께의 2배 이상)이어야 한다.
3. **규칙 305.**의 5항 (3)호의 “우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우” 라 함은 사용환경의 특성에 따라 내식성 또는 저온인성을 필요로 하는 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**

306. 체인용 봉강

해양구조물용 체인용 봉강에 대해서는 이 **지침 부록 2-9**의 2항에 따른다. **【규칙 참조】**

307. 보일러용 압연봉강

규칙 307. 3항의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바” 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

308. 용접구조용 초고장력 압연강재

1. **규칙 308.** 1항 (2)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바” 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **제조법** *(2017)*
   (1) **규칙 308.**의 3항 (4)호와 관련하여, 세립 결정구조는 ISO 643 또는 동등 규격에 따른 미세조직시험에서 환산지표 6 이상이어야 한다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙 308.**의 3항 (6)호와 관련하여, 잘못된 용접후열처리 또는 적절하지 않은 가열온도 및 유지시간을 사용한 불꽃 교정, 재압연과 같은 처리는 강재의 강도 및 인성을 악화시킬 수 있으므로 주의해야 한다. **【규칙 참조】**

3. **규칙 308.** 6항 (2)호의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우" 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

4. **시험재의 채취** *(2017)* **【규칙 참조】**

(1) **규칙 308.**의 7항 (1)호, (2)호의 (다)를 적용함에 있어서 만약 최종 제품의 중량이 25톤보다 크다면, 각 25톤 및/또는 그 단수마다 1조의 시험편을 채취해야 한다.(예로 화물중량이 60톤이라면 3개의 강재를 시험해야 한다)

(2) 연속 열처리 제품의 시험편 수 및 위치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

309. 스테인리스강 클래드 강판

1. **기계적성질** 전단강도 시험방법은 원칙적으로 KS D0234 (클래드강의 시험 방법)에 따른다. **【규칙 참조】**

2. **품질 및 결함의 보수** 초음파 탐상검사방법은 원칙적으로 KS D3693 (스테인리스 클래드강) 및 KS D 0234에 따른다. **【규칙 참조】**

3. **규칙 309.** 2항 (2)호 및 8항의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바" 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

4. **규칙 309.** 5항 (2)호의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우" 라 함은 사용환경의 특성에 따라 내식성을 필요로 하는 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**

310. 두께방향 특성에 관한 특별규정

1. **적용** **규칙 310.** 1항 (2)호의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우" 라 함은 **규칙 310.** 1항 (1)호 이외의 강재라 할지라도 두께방향의 특성이 특별히 요구되는 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**

2. **시험편의 채취** **규칙 310.** 5항 (1)호의 "우리 선급이 인정하는 규격" 이라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 규격을 말한다. **【규칙 참조】**

3. **초음파탐상검사**

(1) **규칙 310.**의 7항 (2)호의 초음파탐상검사방법 및 판정기준은 *EN*10160 *Level S1/E1* 또는 *ASTM A*578의 *Level C* 또는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 기준에 따른다. **【규칙 참조】**

312. 취성균열 정지강 *(2021)*

1. **취성균열 정지특성**

(1) **규칙 312.**의 **표 2.1.45** (비고) (3)의 K_{ca}값은 **적용지침 2편 1장 203.**의 **1항**에 따라 취성균열정지시험을 하여 구한다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙 312.**의 **표 2.1.45** (비고) (4)의 CAT는 **적용지침 2편 1장 203.**의 **4항**에 따라 시험을 실시하여 구한다. **【규칙 참조】**

제 4 절 강관

401. 보일러 및 열교환기용 강관

1. **열처리** 규칙 401.의 3항 표 2.1.47에서 규정한 열처리의 정의는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) **저온어닐링**(low temperature annealing)
상온가공 등에 의한 내부응력(스트레스)을 제거해서 연화시키거나 또는 담금질의 변형을 적게 하기 위한 전처리에 이용하는 어닐링. 450~600℃가 적당하다. 스트레스는 450℃ 이상으로 가열되지 않으면 제거되지 않는다.

(2) **노멀라이징**(normalizing)
Ac_3 임계온도 이상의 오스테나이트 재결정 온도구역에서 가열한 후 공기 중에서 냉각하는 열처리. 그 목적은 앞 가공의 영향을 제거하고 결정립자를 미세화 하여 기계적성질을 개선하는 데 있다.

(3) **완전어닐링**(full annealing)
A_3점(아공석강) 또는 A_1점(과공석강) 이상의 온도로 가열하고, 그 온도에서 충분한 시간을 유지한 다음 극히 천천히 냉각시켜 연화시키는 어닐링.

(4) **등온어닐링**(isothermal annealing)
A_3점(아공석강) 또는 A_1점(과공석강) 이상의 온도로 가열한 후, A_1점 이하의 비교적 빠르게 펄라이트 변태가 일어나는 온도까지 급랭하고 그 온도로 유지하여 오스테나이트를 페라이트와 탄화물로 변태시켜 비교적 단시간에 연화시키는 어닐링. 사이클 어닐링(cycle annealing)이라고도 한다.

2. **화학성분** RSTH33의 화학성분은 **지침 표 2.1.12**에 따른다. **【규칙 참조】**

표 2.1.12 화학성분

재료기호	화학성분(%)				
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*
RSTH 33	0.18 이하	0.35 이하	0.25~0.60	0.035 이하	0.035 이하

3. **열처리 및 기계적성질** **【규칙 참조】**

(1) RSTH 33의 열처리는 RSTH 35와 같이 한다.

(2) RSTH 33의 기계적성질은 다음 각 호의 규정에 따른다.

(가) **인장시험** : RSTH 33의 인장시험 규격치는 **지침 표 2.1.13**에 따른다.

표 2.1.13 인장시험

종 류	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)
RSTH 33	175 이상	325 이상	26(22) 이상
(비고) 1. 연신율의 괄호내의 값은 시험편을 압연방향과 직각으로 채취한 경우에 적용한다. 이 경우의 시험관은 편평하게 한 후 600℃~650℃로 가열하고 응력을 제거하기 위하여 어닐링을 하여야 한다. 2. 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 시험편을 채취할 경우에는 용접선을 포함하지 아니하는 부분에서 채취하여야 한다.			

(나) **편평시험** : RSTH 33의 편평시험은 **규칙 401.**의 5항 (2)호에 따른다. 다만, 계수 e 값은 0.09로 한다.

(다) **플랜징 시험**
관의 끝에서 관모양의 시험편을 채취하고 상온에서 관축에 직각이 되도록 플랜지 모양으로 만들어 그 플랜지의 바깥지름을 **지침 표 2.1.14**의 크기로 하여도 플랜지에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 이 경우 시험편의 길이 L은 플랜징 후 플랜지부 이외의 길이가 0.5 D 이상이 되도록 하여야 한다. 다만, 이 시험은 *RSTH* 33 중에서 두께가 바깥지름의 1/10 이하이고 또한 5 mm 이하의 관에 대하여만 적용한다.

표 2.1.14 플랜징 후의 플랜지 바깥지름

관의 바깥지름 (mm)	플랜지의 바깥지름 (mm)
63 미만	관의 바깥지름의 1.3배
63 이상	관의 바깥지름 + 20

(라) **종압축시험**

검사원은 *RSTH* 33의 관에 대하여 종압축시험을 요구할 수 있다. 이 시험에서 길이 65 mm의 관 모양 시험편을 채취하고 상온에서 관의 축방향으로 압력을 가하여 **지침 표 2.1.15**에 정하는 높이까지 압축하여도 흠 또는 균열이 생겨서는 아니 된다.

표 2.1.15 압축후의 높이

관의 두께 t (mm)	압축후의 높이
$t \le 3.4$	19 mm 또는 바깥쪽의 접히는 부분이 서로 닿을 때까지
$t > 3.4$	32 mm

(마) **전개시험** : RSTH 33의 전개시험은 **규칙 401.**의 5항 (4)호에 따른다.

(바) **수압시험** : RSTH 33의 수압시험은 **규칙 401.**의 5항 (5)호에 따른다.

(3) **규칙 401.**의 6항 (4)호에 규정한 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴검사"라 함은 초음파 탐상검사 또는 와류탐상검사를 말한다. **【규칙 참조】**

(가) 초음파 탐상검사는 KS D0250(강관의 초음파 탐상 검사 방법)에 따라 시행하고 탐상감도 구분 UD로부터 대비시험편의 인공홈에서의 신호와 동등 이상의 신호가 검출되지 아니한 관은 합격으로 한다.

(나) 와류탐상시험은 KS D0251(강관의 와류탐상 검사 방법)에 따라 시행하고 탐상감도 구분 EY로부터 대비시험편의 인공홈에서의 신호와 동등 이상의 신호가 검출되지 아니한 관은 합격으로 한다.

4. **시험편의 채취** *RSTH* 33 강관의 시험편 채취는 열처리를 한 관에 대하여는 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서, 열처리를 하지 아니한 관에 대하여는 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 각각 다음 각 호의 규정에 따라 채취한다. **【규칙 참조】**

(1) **이음매 없는 강관** : 100개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편, 편평시험편 1개씩과 플랜징시험편 또는 확관시험편 1개를 채취한다.

(2) **전기저항 용접강관** : 전기저항 용접강관은 전 호에 규정하는 시험편 외에 100개미만은 50개 또는 그 단수마다, 100개 이상은 100개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용관을 채취하고 여기에서 전개시험편 각 1개를 채취한다.

402. 압력 배관용 강관

1. **기계적성질** **규칙 402.**의 6항 (4)호에 규정한 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험"이라 함은 **지침 401.**의 3항 (3)호에 따른다. **【규칙 참조】**

403. 스테인리스 강관 *(2018)*

1. **적용** **규칙 403.** 1항 (2)호의 적용에 있어서 듀플렉스 스테인리스강관의 종류, 화학성분 및 기계적 성질은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) **종류 및 화학성분** 듀플렉스 스테인리스강관의 종류 및 화학성분은 **지침 표 2.1.16**에 따른다.

표 2.1.16 종류 및 화학성분

재료기호	화학성분(%)									
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Ni*	*Cr*	*Mo*	*N*	*Cu*
RSTS 31803TP	0.030 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.030 이하	0.020 이하	4.5~6.5	21.0~23.0	2.5~3.5	0.08~0.20	-
RSTS 32750TP	0.030 이하	0.80 이하	1.20 이하	0.035 이하	0.020 이하	6.0~8.0	24.0~26.0	3.0~5.0	0.24~0.32	0.5 이하

(2) **기계적성질** 듀플렉스 스테인리스강관의 기계적 성질은 **지침 표 2.1.17**에 따른다.

표 2.1.17 기계적 성질

재료기호	인장시험			경도시험
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)	브리넬 H_{BW}
RSTS 31803TP	450이상	620이상	25이상	290이하
RSTS 32750TP	550이상	800이상	15이상	300이하

404. 저온용 강관

1. **적용** **규칙** 404. 1항 (2)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바” 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 규격을 말한다. **【규칙 참조】**

제 5 절 주조품

501. 주강품

1. 화학성분 【규칙 참조】

(1) **규칙** 501.의 4항을 적용함에 있어서 고파지력 앵커용 등과 같이 높은 인성이 요구되는 특수 주강품의 화학성분은 **지침 표** 2.1.18에 따른다. 제조자는 Al 등과 같은 적절한 세립화 원소를 첨가하여야 한다. 이때 이들 원소의 레이들 분석결과를 성적서에 기록하여야 한다.

표 2.1.18 화학성분

재료	화학성분(%)						
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Al*	기타
특수 주강품 (탄소강 주강품)	0.23 이하	0.60 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.015~0.08	**규칙 표** 2.1.72에 따른다.

(2) **규칙** 501.의 4항 **표** 2.1.74의 비고 (1)을 적용함에 있어서 "우리 선급의 승인을 받아"는 동일한 화학성분을 가지는 용접구조용 주강품에 대하여 용접절차 인정시험에 합격한 경우를 말한다. 【규칙 참조】

2. 기계적성질 【규칙 참조】

(1) **규칙** 501.의 6항 (2)호를 적용함에 있어서 "우리 선급이 별도로 정하는" 충격시험 규격치는 **지침 표** 2.1.19에 따른다.

표 2.1.19 용접구조용 주강품의 평균흡수에너지

종류의 기호	충격시험	
	시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)
RSC 410, *RSC* 450, *RSC* 480, *RSC* 560, *RSC* 600	0	27 이상

(2) **규칙** 501.의 6항 (2)호를 적용함에 있어서 충격시험이 요구되는 용접구조용 주강품에는 상부 주강재 등과 같은 러더에 사용되는 용접구조용 주강품을 포함한다.

3. **육안검사 및 치수검사** **규칙** 501.의 8항을 적용함에 있어서 선미재, 타골재 및 크랭크축의 검사는 다음 각 호의 규정에 따른다. 【규칙 참조】

(1) 선미재 및 타골재의 표면검사는 **부록** 2-2에 따른다.

(2) 주강재 크랭크축의 표면검사는 **부록** 2-3에 따른다.

4. **비파괴검사** **규칙** 501.의 10항 (1)호 및 (2)호의 규정을 적용함에 있어서 선미재, 타골재 및 크랭크축의 비파괴검사에 대하여는 다음 각 호에 따른다. 【규칙 참조】

(1) 선미재 및 타골재의 비파괴검사는 **부록** 2-2에 따른다.

(2) 주강재 크랭크축의 비파괴검사는 **부록** 2-3에 따른다.

5. **결함의 보수** **규칙** 501.의 11항 (1)호 (나)를 적용함에 있어 주강품의 용접 보수방법은 다음에 따른다. 【규칙 참조】

(1) 주강재 크랭크스로우의 용접보수는 **부록** 2-4에 따른다.

(2) 합금강 주강품의 용접보수는 **부록** 2-4의 7항(예비시험)을 준용한다.

(3) 선미재, 타골재 및 선체의 중요한 구조부재가 되는 주강품의 보수는 **부록** 2-2의 8항(결함의 보수)에 따른다.

502. 체인용 주강품

해양구조물용 체인용 주강품에 대해서는 이 **지침 부록** 2-9의 4항에 따른다. 【규칙 참조】

505. 프로펠러용 스테인리스 주강품

1. **적용** **규칙** 505. 1항 (1)호의 "우리 선급이 적당하다고 인정하는 경우" 라 함은 프로펠러 주강품의 보수를 통해 선박의 정상적인 운항이 가능하다고 판단되는 경우 등을 포함한다. 【규칙 참조】

2. 비파괴검사

(1) **규칙** 505.의 9항 (1)호의 프로펠러 주강품의 액체침투탐상검사는 **부록** 2-6에 따른다. 다만 액체침투탐상검사를 대신하여 자분탐상검사를 할 수 있다. 이 때 자분탐상검사 절차서를 우리 선급으로 제출해야 하며, ISO 9934-1:2016 또는 동등 표준에 따라 자분탐상검사를 실시해야 한다. 합격기준은 **부록** 2-6에 따른다. *(2021)* **【규칙 참조】**

(2) **규칙** 505.의 9항 (3)호의 프로펠러 주강품의 영역별 중요도에 따른 구분은 **부록** 2-6의 **그림** 1 및 **그림** 2를 적용한다. **【규칙 참조】**

3. 결함의 보수

규칙 505.의 10항 (4)호를 적용함에 있어서, 용접보수방법은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 용접보수의 범위는 **부록** 2-6의 3항 (2)호 내지 (4)호의 규정에 따른다.

(2) **용접보수절차** 전 (1)호의 규정에 따라 용접보수를 하는 경우에는 다음에 따른다.

(가) 용접을 시작하기 전에 다음 사항을 포함한 상세한 용접절차시방서를 우리 선급에 제출하고 다음 (3)호의 규정에 따라 용접절차인정시험을 실시하여야 한다.

- 용접부 가공, 용접자세, 용접변수, 용접용재료, 예열, 후열 및 검사방법

(나) 모든 용접보수는 검증된 절차서에 따라 실시하고, 우리 선급이 적당하다고 인정하는 표준에 따라 자격을 가진 용접사에 의하여 실시하여야 한다. 용접절차 인정시험은 (3)호에 따라 검사원 입회 하에 실시한다. *(2021)*

(다) 용접 보수해야 할 결함은 **규칙** 505.의 10항에 따라 그라인딩하여 제거해야 한다. *(2021)*

(라) 용접홈은 용접 초층부까지 용접융합이 잘 될 수 있도록 준비를 잘 해야 한다. *(2021)*

(마) 그리인딩 부위는 검사원 입회 하에 액체침투탐상검사를 하여 결함을 완전히 제거하였는지 확인해야 한다. *(2021)*

(바) 용접은 외풍 및 용접에 나쁜 영향을 미치는 기후조건을 피할 수 있는 조건하에서 실시하여야 한다.

(사) 보수용접에 사용되는 용접용재료는 용접절차인정시험에 사용하였던 것과 같은 것을 사용하여야 한다. 또한 용접용재료는 제조자의 권장사항에 따라 보관되고 다루어져야 한다.

(아) 마르텐사이트계 스테인리스 프로펠러 주강품은 용접보수 후에 노내 템퍼링을 실시하여야 한다. 다만, 우리 선급의 사전 승인을 받은 경우 경미한 보수부에 대하여는 국부적인 응력제거 열처리를 할 수 있다.

(자) 열처리가 끝난 후 용접보수부와 그 주변 모재부를 매끄럽게 그라인딩하고 액체침투탐상검사를 실시하여야 한다.

(차) 제조공장에서는 보수된 주강품의 검사, 열처리 및 용접에 대한 기록을 유지하여야 한다. 이들 기록은 검사원에 의하여 검토되어야 한다.

(3) **보수 용접절차 인정시험** *(2021)*

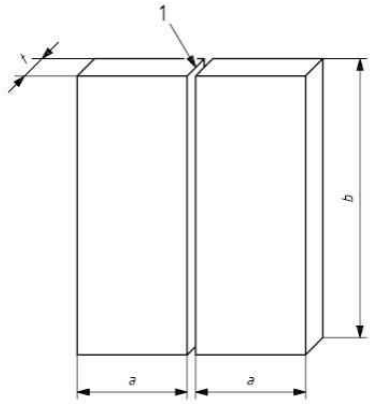
(가) **일반사항**

(a) 용접절차 승인을 위해 용접절차 인정시험은 만족스러운 결과가 도출되어야 한다. 인정시험은 실제 보수 작업에 적용되는 것과 동일한 용접법, 용가재, 예열 및 응력 완화 처리로 수행되어야 한다. 용접절차 시방서는 용접절차 인정시험 중에 도출된 시험 결과를 포함해야 한다.

(b) 제조자의 승인된 용접절차는 동일한 용접기술 및 품질 관리가 적용되는 작업장들에서 유효하다.

(나) **용접 시험재**

(a) 주강 시험재는 적절한 열 분포를 보장하기에 충분한 크기이어야 하고 최소 치수를 가진 **지침 그림** 2.1.22을 따른다. 용접홈의 형상 및 치수는 실제 보수작업을 대표해야 한다.



(비고) 1 : 예비 용접절차 시방서에 기재된 이음형상 및 용접준비상태
a : 최소 150 mm
b : 최소 350 mm
t : 모재 두께

그림 2.1.22 용접보수절차 시험재

(b) 시험재의 준비 및 용접은 실제 보수용접 작업을 대표하는 일반적인 조건에 따라 수행되어야 한다.
(c) 시험재의 용접과 시험편의 시험은 검사원 입회 하에 실시해야 한다.

(다) **시험 및 검사**

(a) 시험재의 파괴 및 비파괴 시험/검사는 **지침 표** 2.1.20 및 **지침 그림** 2.1.23을 따른다.

표 2.1.20 시험종류 및 시험범위

시험종류	시험범위
외관검사	(b)호에 따른 100% 실시
액체침투 탐상검사(1)	(b)호에 따른 100% 실시
가로방향 인장시험	(c)호에 따른 2개의 시험편
굽힘시험(2)	(d)호에 따른 2개의 앞면굽힘시험편 및 2개의 뒷면굽힘시험편
매크로시험	(e)호에 따른 3개의 시험편
충격시험	(f)호에 따른 2조(1조당 3개의 시험편)의 시험편
경도시험	(g)호에 따라 실시
비고 (1) 마르텐사이트계 주강품은 액체침투 탐상검사를 대신하여 자분탐상검사를 실시할 수 있다. (2) 두께가 12 mm이상인 경우, 앞면/뒷면굽힘시험편을 대신하여 측면굽힘시험편 4개로 시험할 수 있다.	

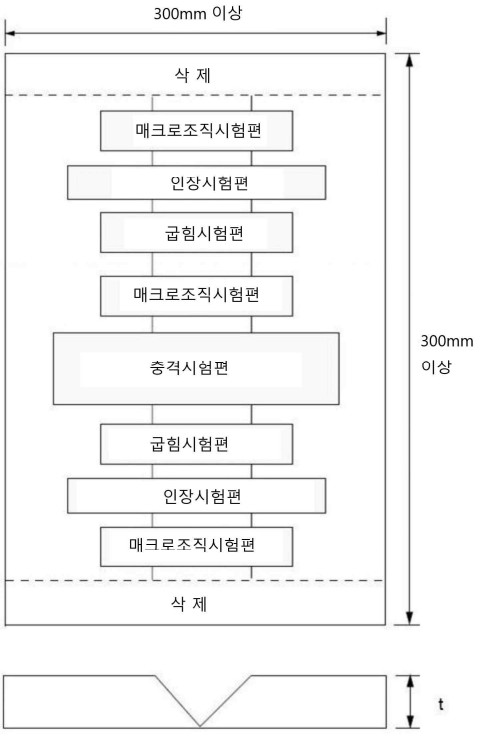


그림 2.1.23 용접보수절차 시험편

(b) **비파괴검사**

(i) 시험편을 절단하기 전에 외관검사 및 액체침투탐상검사 또는 해당되는 경우 자분탐상검사로 시험재를 검사해야 한다. 용접 후열처리가 필요하거나 명시된 경우에는 열처리 후 비파괴검사를 실시한다.

(ii) 균열은 허용되지 않는다. 액체침투탐상검사 또는 해당하는 경우 자분탐상검사로 탐상된 결함은 **부록 2-6**에 따라 평가한다.

(c) **인장시험**

(i) 가로인장시험편 2개를 준비한다. 시험 절차는 **규칙 2편 1장 203.**을 따른다. 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따른 인장시험편을 사용할 수 있다.

(ii) 인장강도는 모재의 규격 최소인장강도를 만족해야 한다. 파단 부위가 용접부, 열영향부, 모재 중 어느 부위인지 기록해야 한다.

(d) **굽힘시험**

(i) 맞대기 이음의 가로 굽힘시험은 **규칙 2편 2장 204.** 또는 인정되는 표준을 따른다. 맨드릴 지름은 두께의 4배로 하며, 오스테나이트계 강은 두께의 3배로 한다.

(ii) 굽힘 각도는 180 °로 한다. 시험 후, 시험편에는 3 mm보다 큰 열린 결함이 발견되지 않아야 한다. 시험 도중 시험편 모서리부에 나타나는 결함은 사례별로 조사되어야 한다.

(iii) 2개의 앞면 및 2개의 뒷면 굽힘시험편으로 시험한다. 두께가 12 mm이상인 경우에 측면굽힘시험편으로 대체할 수 있다.

(e) **매크로시험**

세 개의 매크로시험편을 준비하고 한면을 에칭하여 용접 금속, 용융선 및 열영향부가 명확하게 나타나야 한다. 균열 및 융합 불량(LF)은 허용되지 않는다. 슬래그 혼입과 같은 불완전부 및 3 mm보다 큰 기공도 허용되지 않는다.

(f) **충격시험**

(i) 충격시험은 모재가 충격시험이 요구되는 경우에 실시한다. 샤르피V노치 시험편은 **규칙 2편 1장 202. 3**항을 따른다. 2조의 시험편을 채취하며, 한 조는 용접부 중앙에 노치가 있도록 하고 다른 한 조는 HAZ부(즉, 노치의 중간 지점은 용융선에서 1 mm ~ 2 mm 떨어진 곳)에 노치가 있도록 한다.

(ii) 시험 온도 및 요구되는 충격흡수에너지는 모재의 요구사항을 따른다.

(g) **경도시험**

용접 시단부에서 채취한 매크로시험편을 사용하여 비커스경도(Hv 10) 시험을 실시한다. 압흔은 표면 아래 2 mm에서 가로방향으로 위치해야 한다. 용접 금속, HAZ(양쪽) 및 모재(양쪽)에 최소 3개의 개별 압흔을 만들어야 한다. 결과값은 기록되어야 한다.

(h) **재시험**

시험편이 요구사항을 만족하지 않는 경우에는 **규칙 2편 2장 406. 1**항에 따라 재시험을 실시한다.

(라) **시험 기록**

(a) 시험재의 용접 조건 및 시험 결과는 용접절차 인정시험 기록서에 기록되어야 한다. 용접절차 인정시험 기록서의 형식은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다..

(b) 재시험을 포함하여 각 시험편을 평가한 결과는 각 용접절차 인정시험 기록서에 작성되어야 한다. WPS에 기재된 관련 항목을 포함해야 한다.

(c) 용접절차 인정시험 기록서에는 입회한 검사원의 서명과 우리 선급 표시가 있어야 한다.

(마) **승인범위**

(a) 일반사항

(i) 아래 명시된 모든 합격 조건은 서로 독립적으로 충족되어야 한다. 규정된 범위를 벗어난 변경은 새로운 용접절차 인정시험이 요구된다.

(ii) 제조자의 승인된 WPS는 해당 제조자와 동일한 기술 및 품질 관리 하에 있는 작업장 또는 현장에서 유효하다.

(b) **모재**

프로펠러용 스테인리스 주강품의 모재 승인범위는 시험된 모재로 한정한다.

(c) **두께**

두께 t의 시험재로 수행된 WPS의 두께 승인범위는 **지침 표 2.1.21**을 따른다.

표 2.1.21 두께의 승인범위

시험재의 두께, t(mm)	승인범위, T(mm)
15 < t ≤ 30	3 ≤ T ≤ 2t
30 < t	0.5t ≤ T≤ 2t 또는 200 mm(둘 중 큰 것)

(d) **용접자세**

용접자세의 승인범위는 용접절차 인정시험 시의 용접자세에 한하여 허용된다.

(e) **용접법**

용접법의 승인범위는 용접절차 인정시험에 사용된 용접법에 한하여 허용된다. 다층 맞대기용접으로 시험된 경우에는 단층 용접은 허용되지 않는다.

(f) **용가재**

용가재의 승인범위는 용접절차 인정시험에 사용된 용가재에 한하여 허용된다.

(g) **입열량**

입열량의 상한은 용접절차 인정시험에 사용된 입열량보다 15 % 더 큰 것으로 한다. 입열량의 하한은 용접절차 인정시험에 사용된 입열량보다 15 % 낮은 것으로 한다.

(h) **예열 및 층간온도**

예열온도는 용접절차 인정시험에 사용된 온도보다 높아야 한다. 최대 층간온도는 용접절차 인정시험에 사용된 온도보다 높지 않아야 한다.

(i) **용접 후열처리**

용접절차 인정시험에 사용되는 열처리는 pWPS에 명시되어야 한다. 유지 시간은 두께에 따라 조정될 수 있다.

506. 회주철품

1. **적용** **규칙** 506.의 1항 (2)호의 “우리 선급이 인정할 경우” 라 함은 **규칙 2편**에서 규정하지 아니하는 재료의 적용이 필요한 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **시험편의 채취** **규칙** 506.의 6항 (7)호 (라)의 백선화시험(chill test)은 ASTM A367-60(Standard test methods of chill tests of cast iron)에 따른다. **【규칙 참조】**

507. 구상흑연주철품

1. **적용**
   (1) **규칙** 507.의 1항 (2)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바” 라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 규격을 말한다. **【규칙 참조】**
   (2) **규칙** 507.의 1항 (3)호의 “우리 선급이 인정할 경우” 라 함은 **규칙 2편**에서 규정하지 아니하는 재료의 적용이 필요한 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**

제 6 절 단강품

601. 단강품

1. 제조법

(1) **규칙 601.**의 3항 (5)호 (가)의 적용은 다음에 따른다.

(가) 크랭크축에 대하여 금속유동이 사용중의 응력발생 양상과 관련하여 가장 선호하는 방향을 가지도록 요구되는 경우, 제조법은 우리 선급의 별도 승인을 받아야 한다. 이 경우, 적절한 구조와 금속유동이 획득됨을 입증하도록 시험이 요구될 수 있다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙 601.**의 3항 (6)호의 적용은 다음에 따른다.

(가) 이 규정은 크랭크축의 절단부분 등 응력을 받는 중요한 부분을 가스 가공할 경우에 적용하고 가공방법(예열을 포함) 및 가공에 따른 재질변화 등에 관한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. **【규칙 참조】**

2. 열처리

(1) **규칙 601.**의 4항 (1)호의 적용은 다음에 따른다.

(가) 제품치수와 열처리 설비와의 관련으로서, 제품의 전 길이를 동일 노에서 동시에 열처리가 불가능할 경우에는 미리 검사원의 승인을 받아야 하며, 시험편은 제품의 양단부에서 각각 1조씩 채취한다. 또한 열처리가 겹치는 부분에 대하여는 초음파 탐상검사 등 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 조직의 균일한 정도를 확인하여야 한다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙 601.** 4항 (7)호의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우" 라 함은 표면경화 처리 방법이 일반적이지 않거나 제조자의 경험 부족이 고려되는 경우 등을 포함한다. **【규칙 참조】**

3. 기계적성질

규칙 601.의 6항 **표 2.1.89**의 비고 (4)를 적용함에 있어서, 기관용 중요 부품에 사용되는 합금강 단강품 중 충격시험을 요구할 수 있는 단강품의 종류 및 이들의 평균흡수에너지는 **지침 표 2.1.22**에 따른다. **【규칙 참조】**

표 2.1.22 합금강 단강품의 종류 및 평균흡수에너지

재료기호	적용부분	샤르피 *V*노치 충격시험 평균흡수에너지(*J*)	
		L	*T*
RSF 600AM	- 크랭크 축 - 기어용 단강품	41 이상	24 이상
RSF 700AM		32 이상	22 이상
RSF 800AM		32 이상	20 이상
RSF 1000AM		25 이상	16 이상
RSF 1100AM		21 이상	13 이상
(비고) 충격시험은 상온(18~25℃)에서 실시한다.			

4. 시험재의 채취 **규칙 601.**의 7항 (9)호에 규정된 침탄처리이외의 표면경화처리를 하는 단강품의 시험편 채취방법 및 경도시험 등은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) **고주파 담금질 또는 질화처리 기어**

(가) **인장 및 충격시험편** 표면경화처리 전의 최후 열처리 후에 단강품 본체로 부터 **규칙 601.**의 7항 (3)호 (나) 내지 (마)의 규정에 따라서 소정의 시험편을 채취한다.

(나) **경화층 깊이**

(a) **고주파 담금질의 경우** 최초 제품의 본체에 대하여 고주파 담금질에 의한 경화층 깊이를 측정한다. 다만, 그 후의 제품에 대하여 측정할 필요는 없다.

(b) **질화처리의 경우**

(i) **시험재의 채취** 시험재는 제품과 동일조건으로 처리한 동일강종의 것이어야 한다.

(ii) **시험재의 크기** 적절한 크기로 한다.

(iii) **시험재의 열처리** 시험재에는 제품과 동시에 열처리 및 질화처리를 하여야 한다.

(iv) **경화층 깊이의 측정** 동일 질화처리 로트마다 한다.

(2) 표면경화처리를 하는 단강품의 경도시험에 대한 적용은 다음에 따른다.

(가) 경도 측정은 **규칙 5편 3장**의 규정에 따르고, 경도값은 제조법 승인과 관련하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 단강품의 치수, 모양 등의 이유로 제품 개개마다 경도측정이 곤란한 경우에는 (가)의 제조법 승인시험의 결과로부터 단강품의 경도를 대표할 수 있는 적절한 위치를 선정하여 경도를 측정한다.

5. 육안검사 및 치수검사 **규칙 601.**의 8항에 대한 적용은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 단강품의 표면검사는 **부록 2-5**의 2항(표면검사)에 따른다.

6. 비파괴검사

(1) **규칙 601.**의 10항 (1)호 및 (2)호에 대한 적용은 다음에 따른다.

(가) 단강품의 비파괴검사는 **부록 2-5**의 2항(표면검사) 및 **부록 2-5**의 3항(초음파탐상검사)에 따른다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙 601.** 10항 (4)호의 "적절하다고 인정하는 비파괴검사" 라 함은 제품의 형상 및 검출 부위 등을 고려한 비파괴검사를 말한다. **【규칙 참조】**

(3) **규칙 601.** 10항 (5)호의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 단강품" 이라 함은 육안 검사 등으로 결함 검출이 어렵다고 판단되는 단강품 등을 말한다. **【규칙 참조】**

(4) **규칙 601.** 10항 (6)호의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴검사" 라 함은 용접부의 형상 및 검출 부위 등을 고려한 비파괴검사를 말한다. **【규칙 참조】**

7. 결함의 보수 **규칙 601.**의 11항 (4)호에 대한 적용은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 단강품의 응력정도에 중요하지 아니하다고 판단되는 부분은 모양 보수 목적으로 용접보수를 할 수 있다.

8. 크랭크축에 대한 특별규정

(1) **규칙 601.**의 15항 (1)호를 적용함에 있어서 일체형 크랭크축의 크랭크부를 절단 제거하지 아니하고 열처리하는 경우에는 열처리 후, **지침 그림 2.1.24**와 같이 절단부분 중에서 핀에 근접하는 위치에서 1조의 시험편을 채취한다. 이때 시험편은 중앙의 크랭크스로우에서 채취한다. **【규칙 참조】**

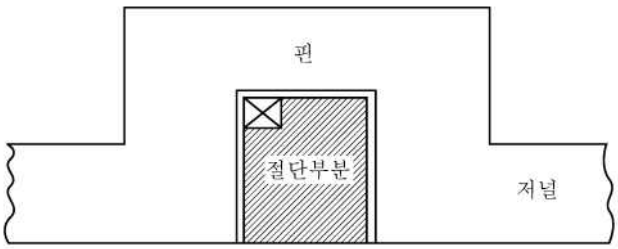


그림 2.1.24 시험편의 채취위치

(2) **규칙 601.**의 15항 (2)호에 규정된 반조립형 크랭크축의 크랭크스로우에 대한 적용은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(가) 시험편은 통상 암의 양단에서 길이방향으로 1조씩 채취한다.

(나) 승인된 제조방법을 변경하는 경우 또는 종래보다 대형 크랭크축을 제조할 경우에는 제조자는 다시 우리 선급이 지정하는 시험을 다시 받아야 한다.

603. 체인용 단강품

1. 적용

(1) **규칙 603.** 1항 (2)호의 해양구조물용 체인용 단강품에 대해서는 이 **지침 부록 2-9**의 3항에 따른다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙 603.** 1항 (4)호의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바" 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 규격을 말한다. **【규칙 참조】**

제 7 절 동 및 동합금

702. 동합금 주물

1. **적용** **규칙** 702.의 1항 (1)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우” 라 함은 프로펠러 주물의 보수를 통해 선박의 정상적인 운항이 가능하다고 판단되는 경우 등을 포함한다. **【규칙 참조】**
2. **제조법**
   규칙 702.의 3항 (3)호를 적용함에 있어 프로펠러 주물의 응력완화 열처리온도 및 유지시간에 대하여는 **부록** 2-6에 따른다. **【규칙 참조】**
3. **기계적성질**
   (1) **규칙** 702.의 5항의 “우리 선급이 적당하다고 인정하는 바” 라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 규격을 말한다. **【규칙 참조】**
   (2) **규칙** 702.의 5항 **표** 2.1.102 비고 (1)의 설계와 관련하여 우리 선급이 요구하는 경우란 **선급 및 강선규칙 적용지침 제5편 3장** 305. 2. (가) (g)에 해당하는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
4. **표면검사 및 치수검사**
   규칙 702의 7항 (2)호를 적용함에 있어 프로펠러 주물의 교정방법에 대하여는 **부록** 2-6에 따른다. **【규칙 참조】**
5. **비파괴 검사**
   (1) **규칙** 702.의 9항 (1)호의 프로펠러 주물의 액체침투 탐상검사는 **부록** 2-6에 따른다. **【규칙 참조】**
   (2) **규칙** 702.의 9항 (2)호의 프로펠러 주물의 영역별 중요도에 따른 구분은 **부록** 2-6의 **그림** 1 및 **그림** 2에 따른다. **【규칙 참조】**
6. **결함의 보수** **규칙** 702.의 10항 (5)호를 적용함에 있어서 프로펠러 주물의 용접보수기준은 **부록** 2-6에 따른다. **【규칙 참조】**

제 8 절 알루미늄 합금재

801. 알루미늄 합금재

1. 기계적성질

(1) **규칙 801.**의 1항 (2)호의 규정과 관련하여 **규칙 표 2.1.104** 및 **표 2.1.105**에 규정한 최대치수를 넘는 알루미늄 합금재에 대한 기계적 성질은 아래 **지침 표 2.1.23**과 같다. **【규칙 참조】**

표 2.1.23 알루미늄 합금재의 기계적 성질(1)

제 품	재료기호	열처리(2)	두께 t (mm)	인장시험		
				항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)
압연재	5083 P	O	$50<t\leq80$	115~200	270~345	14 이상
			$80<t\leq100$	110 이상	260 이상	12 이상
		H321	$50<t\leq80$	200~295	285~385	11 이상
압출형재	5083 S	O	$50<t\leq130$	110 이상	275~355	10 이상(3)

(비고)
(1) 우리선급의 승인을 얻은 경우 이 표와 다른 규격값을 적용할 수 있다.
(2) 열처리 표시기호는 다음과 같다. 이와 관련하여 **지침 표 2.1.24**를 참조한다.
O: 어닐링, H321 : 가공경화 후 안정화 처리
(3) 이 값은 가로방향 및 길이방향 인장시험편에 대하여 모두 적용한다.

(2) **규칙 801.**의 5항 (2)호의 규정과 관련하여 중공 압출형재에 대하여는 압접부 용융상태를 확인하기 위하여 다음에 따라 확관시험을 하여야 한다. **【규칙 참조】**
(가) 중공 압출형재 5개 또는 그 단수마다 1개를 샘플링하고 제품의 양단에서 각 1개씩 총 2개의 확관시험편을 채취한다.
(나) 중공 압출형재의 길이가 6 m를 넘는 경우에는 매 제품마다 압접이 시작되는 부분에서 확관시험편 1개를 채취한다. 다만, 처음 3~5개의 제품에 대한 확관시험 결과가 양호한 경우에는 전 (가)와 같이 5개 또는 그 단수마다 1개로 시험수를 감소할 수 있다.
(다) 시험편의 크기 및 시험방법은 **규칙 2편 1장 401.**의 5항 (3)호를 준용한다.
(라) 시험편을 확관시켜도 융합부족으로 간주될 수 있는 벌어짐이 생겨서는 아니 된다.

2. 열처리

규칙 801.의 4항 **표 2.1.105** 및 **표 2.1.106**의 비고 (2)에 규정된 열처리의 정의는 다음 **지침 표 2.1.24**에 따른다. **【규칙 참조】**

표 2.1.24 열처리의 정의

열처리 기호	정 의[1]	뜻[1]
O	어닐링	가장 연질상태를 얻도록 어닐링 한 것
*H*111, *H*112 및 *H*116	가공경화	소정의 기계적성질을 얻기 위하여 추가 열처리를 하지 않고 가공경화(냉간가공)만 한 것
*H*321	가공경화 후 안정화 처리[2]	가공경화 한 제품을 저온 가열하여 안정화처리 한 것. 그 결과 강도는 약간 저하하나 연신율은 증가한다.
*T*5	고온가공에서 냉각 후 인공시효경화처리[3]	압출형재와 같이 고온의 제조공정에서 냉각 후 적극적인 냉간가공을 하지 않고 인공시효 경화처리 한 것
*T*6	용체화처리[4] 후 인공시효경화처리[3]	용체화처리 후 적극적인 냉간가공을 하지 않고 인공시효 경화처리 한 것

(비고)
(1) *KS D*0049(철강제품 - 열처리용어) 및 *KS D*0004(알루미늄 및 알루미늄 합금의 질별 기호) 참조
(2) 안정화 처리라 함은 저온 가열하여 조직을 안정화시키는 열처리를 말한다.
(3) 인공시효 경화처리라 함은 급냉, 냉간가공 등을 한 후에 실온 이상의 적당한 온도에서 가열하여 강도를 향상시키는 처리를 말한다.
(4) 용체화처리라 함은 강의 합금성분을 고용체에 용해하는 온도 이상으로 가열하여 충분한 시간을 유지하고 급냉시켜 그 석출을 저지하여 강도를 향상시키는 처리를 말한다.

3. **부식저항시험** **규칙** 801.의 9항 (2)호 (가) 및 (다)의 “우리 선급이 인정하는 방법” 이라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 방법을 말한다. **【규칙 참조】**

4. **표면검사 및 치수허용차**

(1) **규칙** 801.의 10항 (2)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는바” 라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙** 801.의 10항 (3)호를 적용함에 있어서 “전 (2) 이외의 치수 허용차"에 대하여는 우리 선급이 인정하는 국제 또는 국가 규격을 적용할 수 있다. **【규칙 참조】** ⚓

제 2 장 용접

제 1 절 일반사항

102. 승인사항

규칙 102. 2항의 "우리 선급이 적당하다고 인정하는 경우" 라 함은 **규칙 2편**에서 규정하지 아니하는 재료 및 용접의 적용이 필요한 경우 등을 포함한다. **【규칙 참조】**

103. 특수용접

액화가스 산적운반선의 탱크 및 그 주위의 선체구조에 대한 용접시공시험은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

1. **적용** 독립형 탱크를 용접할 때는 **규칙 2장 4절**에서 규정하는 용접절차 인정시험 이외에 다음 각 호의 규정에 따라 각 용접자세마다 용접시공시험을 하여야 한다.
   (1) A형 독립형 탱크는 적어도 주요 구조부재의 맞대기 용접의 용접길이 50 m마다 1개의 시험재에 대하여 용접시공시험을 하는 것으로 한다. 단, 제조소의 실적 및 품질관리의 실태를 고려하여 시험재의 수를 감하든지 또는 용접시공시험을 생략할 수가 있다.
   (2) B형 독립형 탱크는 적어도 주요 구조부재의 맞대기 용접의 용접길이 50 m마다 1개의 시험재에 대하여 용접시공시험을 하여야 한다. 단, 제조소의 실적 및 품질관리의 실태를 고려하여 시험재의 수를 용접길이 100 m마다 1개까지 감할 수 있다. 단, 적어도 하나의 탱크에 대하여 1개 이상의 시험재를 채취하여야 한다.
   (3) C형 독립형 탱크는 적어도 주요 구조부재의 맞대기용접의 용접길이 30 m마다 1개의 시험재에 대하여 용접시공시험을 하는 것으로 한다. 단, 제조소의 실적 및 품질관리의 실태를 고려하여 시험재의 수를 용접길이 50 m마다 1개로 감할 수가 있다.
   비 고 : A, B 및 C형 독립형 탱크의 정의는 **규칙 7편 5장** 401.의 규정에 따른다.
2. **시험절차**
   (1) 용접시공시험은 동일한 용접법, 용접자세 및 용접조건의 이음에 대하여 전 항에 규정된 용접길이마다 행한다.
   (2) 시험편은 원칙으로 본체의 용접이음과 동일선상에 있도록 부착하고 본체와 동시에 용접하는 것으로 한다.
3. **시험 종류** 시험 종류는 **지침 표** 2.2.1과 같이 한다.

표 2.2.1 시험의 종류

재 료	시험의 종류
9 % Ni강	인장시험, 굽힘시험 및 충격시험
스테인리스강	인장시험 및 굽힘시험
알루미늄합금재	인장시험 및 굽힘시험
저온용강(9 % Ni강 제외)	인장시험, 굽힘시험 및 충격시험

4. **시험재** 시험재의 모양 치수는 **지침 그림** 2.2.1에 따른다. 단, A형 및 B형 독립형 탱크의 경우 인장시험은 할 필요가 없다.
5. **시험편**
   (1) 인장시험편의 모양 및 치수는 **규칙 표** 2.2.1의 *R*2*A*호 시험편으로 한다.
   (2) 굽힘시험편의 모양 및 치수는 **규칙 표** 2.2.2의 *RB*1호 또는 *RB*2호 시험편으로 한다. 또한 시험재의 두께가 19 mm를 넘는 것에 대하여는 앞면 및 뒷면 굽힘시험편 대신에 측면 굽힘시험편으로 한다.
   (3) 충격시험편은 **규칙 표** 2.1.3의 샤르피 V노치 시험편으로 한다. 충격시험은 각 시험재마다 1조(3개)의 시험편을 채취하여 시험한다. 또한 시험편은 **규칙 그림** 2.2.7의 a의 위치와 b, c, d, e 중 용접절차 인정시험에서 최저치를 나타낸 위치로 부터 교대로 채취한다. 즉 어떤 시험재로부터 a의 위치에서 3개 1조의 시험편을 채취하고, 다음의 시험재로부터는 b로부터 e까지의 중에서 최저치를 나타낸 위치에서 3개 1조의 시험편을 채취하며, 순서적으로 이를 반복한다. 단, 스테인리스강 및 알루미늄합금의 경우는 충격시험편을 채취할 필요는 없다.

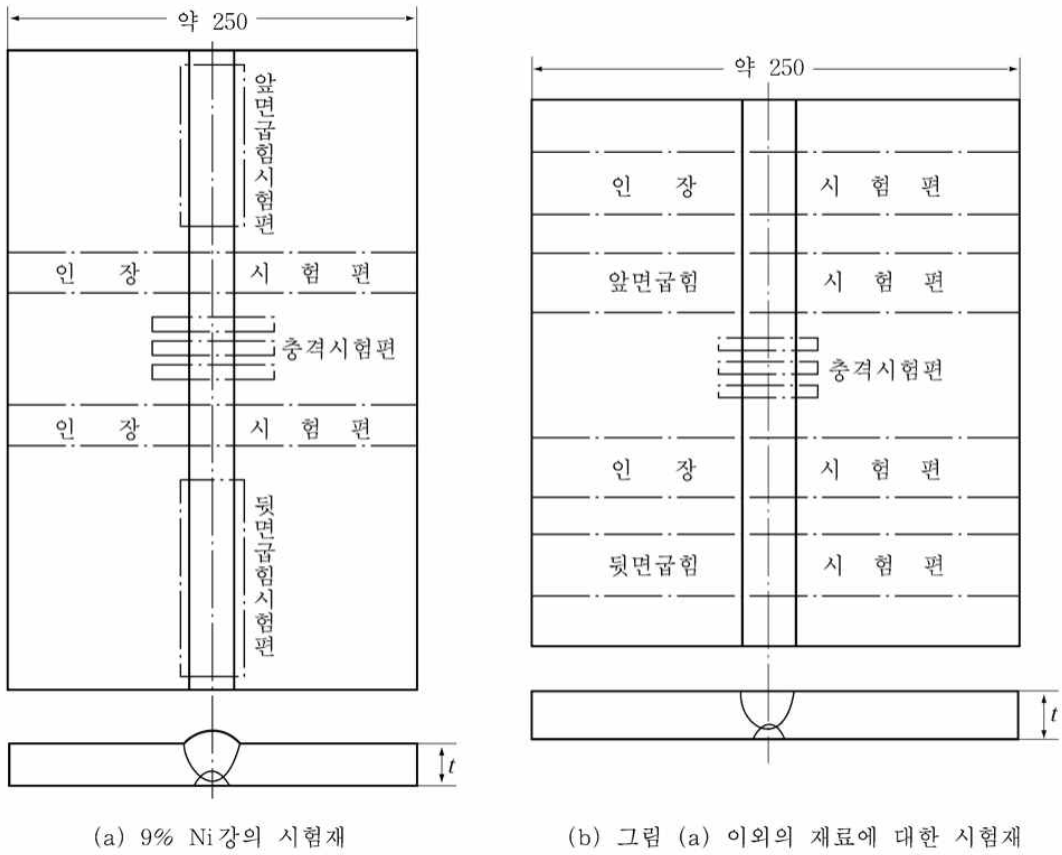


그림 2.2.1 용접시공시험의 시험재 (단위 mm, 두께 t)

6. 인장시험

(1) 9 % Ni강의 인장강도는 630 N/mm^2 이상으로 한다.

(2) 스테인리스강, 알루미늄합금재 및 저온용강(9 % Ni강은 제외)의 인장강도는 모재의 규격치 이상으로 한다.

7. 굽힘시험

(1) 시험편은 판두께의 2배(알루미늄합금재의 경우 $3\frac{1}{3}$배)에 상당하는 안쪽반지름으로 굽힘 각도 180°까지굽힌다.

(2) 굽힘시험의 결과 굽혀진 바깥표면에 어떠한 방향으로도 길이 3 mm를 넘는 균열 또는 기타의 현저한 결함이 없어야 한다.

8. **충격시험** 충격시험의 규격치는 **규칙 표 2.2.8**에 따른다.

제 3 절 용접시공 및 검사

303. 용접용재료의 사용구분

1. **규칙 303.**의 (4)호에 규정하는 수소균열에 대한 시험은 *KS B ISO* 17642-2(y형 용접 균열시험 방법) 또는 동등이상의 국제기준에 따른다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 303.**의 **표 2.2.3** 비고 (6)에서 규정하는 *4Y46* 및 *5Y46*을 사용하기 위해서는, 용접용재료 제조자가 *EH47-H*에 사용 가능함을 보증해야 하며 조선소/제조자가 **규칙 2편 2장 4절**에 따라 용접절차 인정시험을 합격해야 한다. *(2021)* **【규칙 참조】**

304. 용접준비

1. 가용접
   (1) **규칙 304.**의 2항 (3)호의 적용은 다음 각 호에 따른다. **【규칙 참조】**
   (가) 가용접의 용접비드 길이는 다음 **표 2.2.2**에 따른다.

표 2.2.2 가용접의 용접비드 길이

강종	구분	용접비드 길이	비고
고장력강, 주강	Ceq 〉 0.36%	≥ 50 mm	TMCP 포함
	Ceq ≤ 0.36%	≥ 30 mm	
E급 연강		≥ 30 mm	

(나) 가용접의 용접비드의 피치는 400 mm 이하이어야 한다.

305. 용접순서 및 그 진행방향

1. **규칙 305.**의 3항에 규정한 "특별한 경우"라 함은 아래 조건을 만족하는 필릿용접의 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
   (1) **규칙 4절**에 규정된 용접절차 인정시험(WPQT)에 합격하여야 한다.
   (2) 용접용 재료는 우리 선급의 승인을 받은 하진 용접용 재료이어야 한다.
   (3) 수직하진용접이 제한되는 강재의 이음은 원칙적으로 **지침 표 2.2.3-1**에 따른다.

표 2.2.3-1 수직하진용접이 제한되는 강재의 이음부

강재의 구분	용접이음
선체용 압연강재	E급 (*E*, *EH*32 및 *EH*36) 상호간의 이음
저온용 강재	저온용강재 상호간의 이음, 저온용강재와 전 강종의 이음
용접구조용 초고장력 강재	용접구조용 초고장력강재 상호간의 이음, 용접구조용 초고장력강재와 전 강종의 이음
스테인리스 클래드 강재	클래드강재 상호간의 이음, 클래드 강재와 전 강종의 이음
스테인리스 강재	스테인리스강재 상호간의 이음, 스테인리스강재와 전 강종의 이음

(4) 선체구조에 수직하진용접이 제한되는 부위는 원칙적으로 **지침 표 2.2.3-2**에 따른다.

2. 전 1항의 (3)호 및 (4)호의 규정에도 불구하고 조선소 또는 제조자가 이와 다른 방안을 제시하는 경우, 우리 선급 검사원은 해당 조선소의 품질관리 상태 및 해당 용접이음의 중요도 등을 감안하여 적절하다고 인정하는 경우에는 그 방안을 인정할 수 있다.

표 2.2.3-2 수직하진용접이 제한되는 부위

구 분	위치 및 부재
1차 구조부재(primary strength)의 필릿용접 연결부	- 격벽(BHD) 용접부(**지침 그림 2.2.2**의 (a) 참조) - 실체 늑판(solid floor)과 거더(girder) 연결부위 중 **지침 그림 2.2.2**의 (c)에 해당하는 부위 - 1차 구조부재와 선저외판(bottom shell), 선측외판(side shell), 상갑판(upper deck) 및 이중저 탱크 정부(double bottom tank top)의 연결부
수밀, 유밀 및 기밀이 요구되는 부위	- 수밀, 유밀 및 기밀이 요구되는 경계선 - 타이트 칼라 플레이트(tight collar plate)의 단부에서 최소 50 mm에 해당되는 부위(**지침 그림 2.2.2**의 (d) 참조)
구조의 연속성이 요구되거나, 응력 집중이 높다고 판단되는 부위	- 헤비 브래킷(heavy bracket) 단부 (**지침 그림 2.2.2**의 (b) 참조) - 종강도 부재(**지침 그림 2.2.2**의 (e) 참조)
집중하중이 작용하는 부위	- 크레인 포스트(crane post) 하부 - 크레인 지지대(crane pedestal) 하부
특정부위	- 주기관(main engine) 하부 : 주기관(main engine) 거더(girder)와 늑판(floor) 간의 연결부 - 창구덮개(hatch cover) : 사이드 플레이트(side plate)와 엔드 플레이트(end plate) 연결부 - 창구코밍(hatch coaming) : 주기관(main plate)과 탑 플레이트(top plate) 간의 연결부, 메인 플레이트(main plate) 상호간의 연결부 - 샤프트 베드(shaft bed) - 러더 혼(rudder horn) : 주강과 연강의 연결부 - 타(rudder) : 타심재와 타골재간의 연결부, 주·단강과 연강의 연결부 - 브래킷 토우(bracket toe) 부분
(비고) 필요시 자분탐상검사 또는 액체침투탐상검사 등의 방법으로 균열 등 유해한 결함이 있는지 확인할 수 있으며, 그 정도가 심할 경우에는 개선 대책이 수립되기 전까지 그 시공을 전면 중단하여야 한다.	

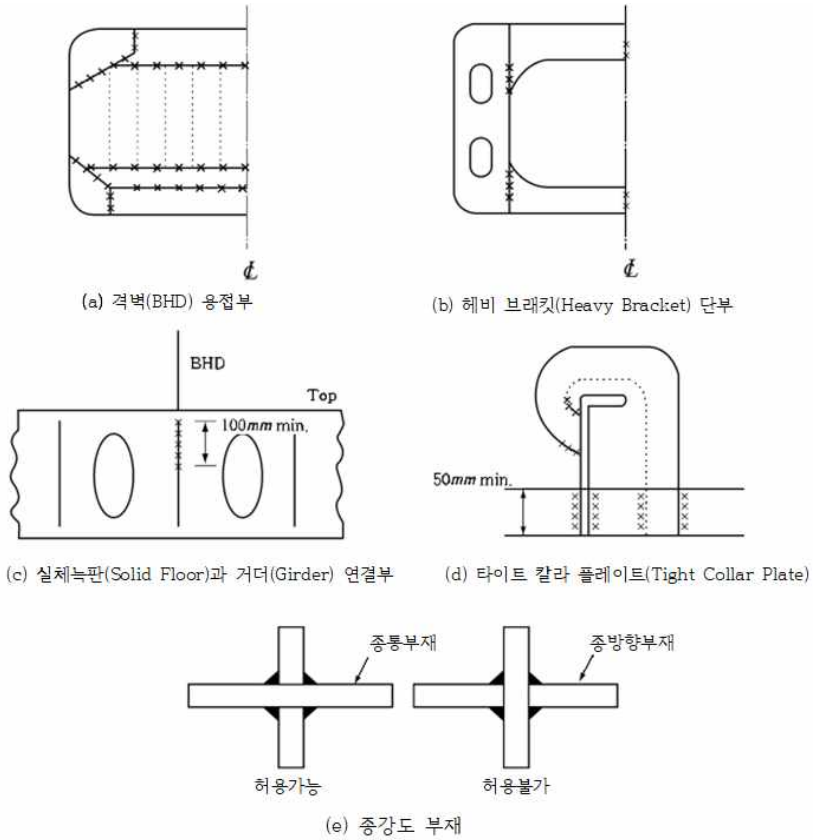


그림 2.2.2 수직하진 용접이 제한되는 부위(그림의 xxxxx 표시부위)

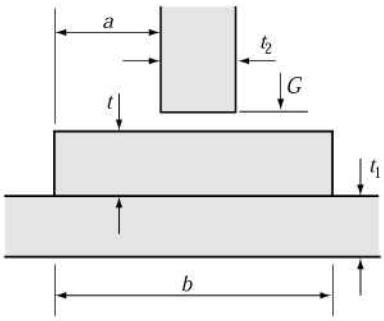
306. 본용접

1. **규칙** 306.의 2항을 적용함에 있어서 선체용압연강재에 대한 저온에서의 예열기준은 **지침 표**2.2.4에 따른다. **【규칙 참조】**

표 2.2.4 선체용 압연강재에 대한 예열기준

강재의 종류	예 열 기 준	
	예열이 필요한 모재의 온도	예열온도
연강 (*A*, *B*, *D*, *E*)	0℃ 이하	20 ℃ 이상(1)
고장력강 (*AH*32, *DH*32, *EH*32, *AH*36, *DH*36, *EH*36)		
(비고) (1) 승인된 용접절차시방서에 규정된 예열온도가 이보다 높게 규정되어 있는 경우를 제외하고 이 온도를 적용한다.		

2. **규칙** 306.의 8항에 규정한 "적당한 라이너를 넣은 용접"이란 **지침 그림** 2.2.3을 따른다. **【규칙 참조】**



(비 고)
1. 용접치수는 다음에 따른다.
$t_2 \le t \le t_1$
$G \le 2mm$
$a = 5mm$ + 필릿 다리길이(leg length)
2. 화물구역 또는 인장응력이 라이너에 수직으로 작용하는 부위에는 적용하지 않아야 한다

그림 2.2.3 라이너를 사용한 필릿용접

3. **규칙** 306.의 9항의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 규격을 말한다. **【규칙 참조】**

309. 용접부의 품질

규칙 309.의 3항에 규정한 "별도로 정하는 비파괴 검사"는 **부록** 2-7에 따른다. **【규칙 참조】**

제 4 절 용접절차 인정시험

403. 용접절차 인정시험

1. 듀플렉스 스테인리스강의 용접절차 인정시험

규칙 403.의 5항을 적용함에 있어 듀플렉스 스테인리스강에 대한 용접절차 인정시험은 다음의 규정을 따른다.

【규칙 참조】

(1) **일반**

(가) 이 규정 이외의 승인시험 항목, 시험방법 및 판정기준에 대하여는 **규칙 2편 2장 4절**의 스테인리스 압연강재 및 강관에 따른다.

(나) 승인 범위에 대하여는 **규칙 2편 2장 407.**에 따른다. 다만, 승인된 입열량의 상한 및 하한은 시험재의 용접에 사용된 것보다 각각 ±15%의 범위로 한다.

(2) **충격시험**

충격시험에 대하여는 **규칙 2편 2장 4절**에 따른다. 시험편의 수 및 노치의 위치는 **규칙 그림 2.2.7**에 따른다. 시험온도 -20℃에서 요구되는 평균흡수에너지는 용접부 중심(WM)에서 27J 이상이어야 하며, 용융선 및 열영향부에서는 모재의 규격치를 따른다. *(2017)*

(3) **부식저항시험**

(가) 25Cr 형식 이상으로 부식저항성을 가지는 듀플렉스 스테인리스강은 **ASTM G48**의 Method A에 따라 부식시험을 하여야 한다. 다만, 부식환경에 노출되지 않는 이종금속간 용접부에는 적용하지 않는다.

(예 : 25Cr 듀플렉스 + 탄소강, 25Cr 듀플렉스 + 오스테나이계 스테인리스강 등)

(나) 시험 온도는 40℃로 유지하며, 최소 24시간 동안 노출되어야 한다.

(다) 시험편의 크기는 시편 전체 두께로 하며, 용접 길이방향 25mm와 수직 방향 50mm로 결정된다. 시험시에는 시편 전체 두께에 걸친 용접 단면, 앞면 및 뒷면이 노출되어야 한다.

(라) 무게 측정 및 시험 전에 HNO_3 20% 와 HF 5%를 가지는 60℃의 용액에서 5분간 산세처리를 실시한다.

(마) **판정기준**

(a) 20배율의 현미경 조직 시험편에서 점식이 발견되지 않아야 한다.

(b) 무게 감소는 4.0 g/m^2를 넘지 않아야 한다.

(4) **마이크로조직 시험**

(가) 듀플렉스 스테인리스강의 용접시험편은 용접부, 열영향부, 모재를 포함하는 단면부에 대한 마이크로조직 시험을 해야 한다.

(나) 시험편은 에칭 후, 400~500배율의 마이크로조직 시험을 용접 루트부, 마지막 용접부의 비드면 및 열영향부의 각각 2곳인 총 6곳에서 해야 하며 연속적인 침전물이나 금속간 화합물이 없어야 한다. 또한 질화물과 탄화물은 전체 면적의 0.5%를 넘지 않아야 한다. *(2017) (2022)*

(다) 용접 루트부, 마지막 용접부의 비드면 및 열영향부의 각각 2곳인 총 6곳은 **ASTM E 562**에 따라 페라이트 함량이 30%에서 70%이내이어야 한다. *(2017)*

(5) **완전용입 T 용접이음** *(2017)*

(가) 이 규정은 수동용접, 반자동용접 또는 자동용접 등에 의한 각 용접자세별 듀플렉스 스테인리스강의 완전용입 T 용접이음 용접절차 인정시험에 적용한다.

(나) **시험의 종류 및 시험편의 수** 시험의 종류 및 시험편의 수는 **지침 표 2.2.5**에 따른다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정할 때에는 이들 이외의 시험을 요구할 수 있다.

표 2.2.5 완전용입 T 용접이음시험의 종류

시험재의 종류 및 재료기호		시험의 종류 및 시험편의 수(개)			
		외관 검사	마이크로조직 시험	매크로조직 시험	비파괴검사(1)
듀플렉스 스테인리스 압연강재	*RSTS*31803, *RSTS*32750	용접부 전장	1 (6곳)(2)	2	용접부 전장

(비고)
(1) 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상검사에 의한 내부결함 탐상과 자분탐상검사 또는 액체침투탐상검사에 의한 표면결함 탐상검사를 실시하여야 한다.
(2) 단면의 양쪽 용접부가 모두 마이크로조직 시험이 될 수 있도록 부위를 선택한다.

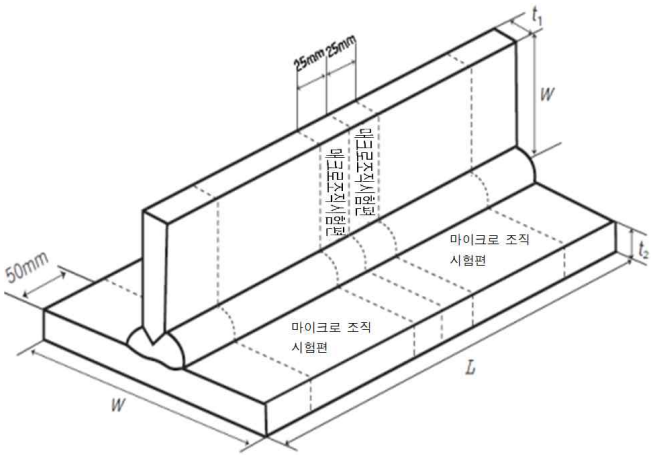
(다) **시험재**
(a) 시험재는 실제 시공에 사용하는 재료와 동일하든지 또는 이와 동등한 것으로 한다.
(b) 시험재의 치수 및 모양은 **지침 그림 2.2.4**에 따른다.
(c) 용접은 실제 시공에서 적용하는 각각의 용접자세에 따라서 한다.

(라) **외관검사** 용접부의 표면은 균일하여야 하고 균열, 언더컷, 겹침 등 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 안 된다.

(마) **마이크로조직 시험** 마이크로조직 시험은 (4)호를 따른다.

(바) **매크로조직 시험**
(a) 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 부식시킨다. 또한 용접열영향을 받지 않은 모재부의 약 10 mm를 포함하여야 한다.
(b) 시험은 모재와 용접층간의 용융 형상을 드러내어야 하며, 균열, 용입불량, 융합(融合)불량 또는 기타 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 안 된다.

(사) **비파괴 검사**
(a) 시험편을 채취하기 전에 시험재 용접부의 전 길이에 대하여 비파괴검사를 하여야 한다. 비파괴검사는 어떠한 요구되는 후열처리, 자연 또는 인공시효 후에, 그리고 시험편을 절단하기 전에 실시하여야 한다.
(b) 비파괴검사 방법에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 용접부 전 길이의 비파괴 검사 결과에 균열 또는 기타의 유해한 결함이 없어야 하며 판정기준은 **부록 2-7**에 따른다.



(비 고)

1. 시험재의 길이는 다음에 따른다.

(1) 수동 및 반자동 용접의 경우: 너비(W) : $3\times t$. 단 150 mm이상
길이(L) : $6\times t$. 단 350 mm이상

(2) 자동용접의 경우: 너비(W) : $3\times t$. 단 150 mm이상
길이(L) : 1000 mm이상

2. 시험재의 웨브 및 플랜지의 판두께 $t1$ 및 $t2$는 실제공사에 사용되는 보통의 판두께의 것으로 한다.
3. 시험재에는 가용접을 하여도 좋다.
4. 수동용접 및 반자동 용접의 경우 시험재 길이의 중앙부에 용접의 멈춤 및 재시작 부위를 만들어야 하며, 다음 시험을 위하여 그 위치를 분명히 표시하여야 한다. 다층용접은 용접의 멈춤 및 재시작 부위가 길어서 매크로조직시험편을 2개 만들어 시험한다.

그림 2.2.4 듀플렉스 스테인리스강의 완전용입 T 용접이음 시험재 (단위 : mm)

404. 맞대기용접 이음시험

1. **시험의 종류** **규칙** 404. 2항의 “우리 선급이 필요하다고 인정할 때” 라 함은 **규칙 표** 2.2.4에 규정된 시험 종류로는 확인하고자 하는 물성에 대한 규명이 어려운 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **인장시험**
   (1) **규칙** 404.의 5항 **표** 2.2.4 비고 (1)의 “우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우” 라 함은 **규칙 표** 2.2.4에 규정된 시험 종류로는 확인하고자 하는 물성에 대한 규명이 어려운 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**
3. **충격시험** **규칙** 404. 6항 **표** 2.2.8 비고 (1)에서처럼 모재의 두께가 50mm 초과인 경우에는 **지침 표** 2.2.6에 따른다. *(2019)*

표 2.2.6 맞대기용접 이음의 충격시험 규격치 (50mm < t ≤ 70mm) *(2019)*

강재의 종류	시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)		
		수동 및 반자동 용접이음		자동용접 이음
		아래보기, 수평	수직상진, 수직하진	
A(1)	20	47 이상	41 이상	41 이상
B(1), *D*	0			
E	-20			
AH 32, *AH* 36	20			
DH 32, *DH*36	0			
EH 32, *EH* 36	-20			
FH 32, *FH* 36	-40			
AH 40	20		46 이상	46 이상
DH 40	0			
EH 40	-20			
FH 40	-40			

(비고)
(1) 용융선 및 열영향부에서의 충격시험의 평균흡수에너지값은 27 J 이상으로 한다.

405. 필릿 용접 이음시험

1. **시험의 종류** **규칙 405.** 2항의 "우리 선급이 필요하다고 인정할 때" 라 함은 규칙에서 규정된 시험 종류로는 확인하고자 하는 물성 및 결함 유무에 대한 규명이 어려운 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**

406. 재시험 및 인정시험 기록서

1. **인정시험기록서** **규칙 406.**의 2항 (1)호의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바" 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

407. 승인된 용접절차 시방서의 용접 허용범위

1. **규칙 407.** 2항 (1)호 및 (8)호 (다)의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바" 라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2019)* **【규칙 참조】**

제 5 절 용접사 기량자격제도 *(2018)*

503. 기량자격시험

1. 시험 및 검사

(1) **규칙** 503.의 3항 **표** 2.2.17 비고 (6)의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우" 라 함은 **규칙 표** 2.2.17의 검사 항목으로는 시험재의 건전성 확보 및 용접사기량자격 검증이 어렵다고 판단되는 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙** 503.의 3항 (3)호 (바)의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바" 라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

504. 기량자격의 유지 및 취소

1. 자격의 갱신 *(2019) (2022)* 【규칙 참조】

(1) **규칙** 504.의 2항 (1)호 (다)를 용접사 기량자격 갱신 방법으로 선택한 경우에 다음의 방법으로 대체할 수 있다.

(가) 조선소/제조자의 품질시스템은 ISO 3834-2 또는 동등 요구사항을 만족해야 하며, 해당 품질시스템에 대한 승인을 제3자로부터 유지하여야 한다. 이러한 사항은 우리 선급에 의해 확인되어야 한다.

(나) 우리 선급은 **규칙** 504.의 2항 (1)호 (다) (a) 및 (c)를 만족하는지 확인한다.

(다) 상기 (가) 및 (나)의 확인을 통해 용접사 기량자격은 3년을 더 연장할 수 있다.

제 6 절 용접용재료

601. 일반사항

1. **적용** **규칙** 601. 1항 (3)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바” 라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

602. 연강, 고장력강 및 저온용강의 피복아크 용접봉

1. **적용** **규칙** 602.의 1항 (2)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바” 라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **시험일반** **규칙** 602.의 3항 (1)호에서 규정하는 고온균열시험에 대하여는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 시험재는 **지침 그림** 2.2.5과 같이 T이음으로 한다. 수직판의 하면은 곧게 다듬질하여 아래판의 표면에 밀착시킨다. 용접을 하기 전에 판 표면의 요철(凹凸)은 모두 제거하여야 한다. 필릿용접의 준비를 위한 가용접은 판의 양단면에서 하여야 한다. 아래판은 용접에 의한 변형을 방지하기 위하여 3개의 휨 보강재로 보강한다.

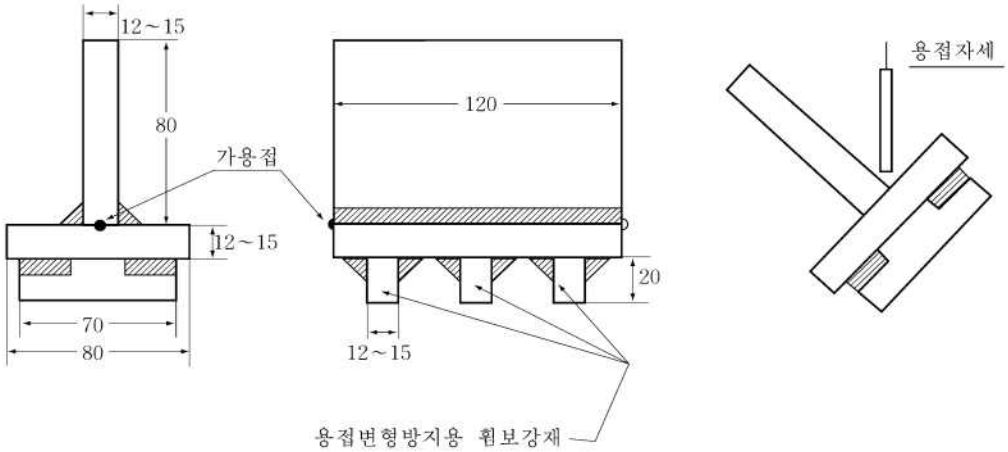


그림 2.2.5 고온균열 시험재 (단위 : mm)

(2) 시험재의 수는 용접봉의 지름(4 mm, 5 mm 및 6 mm)마다 각 1개씩 채취한다.
(3) 필릿용접은 아래보기 자세로서 양측에 각 1패스씩 용접한다. 용접전류는 사용하는 용접봉의 지름에 대하여 제조자가 지정하는 범위 내의 최대의 것으로 한다.
(4) 나중에 용접하는 측의 필릿용접은 처음의 필릿용접 종료 즉시 처음 용접을 종료한 단부로부터 한다. 용접은 모두 일정한 속도로 하고 위빙(weaving)을 하여서는 아니 된다.
(5) 각 필릿이음의 모든 길이(120 mm)를 용접할 때에는 **지침 표** 2.2.7에 정하는 길이만큼 용접봉을 용융하여야 한다.

표 2.2.7 고온균열시험시의 용접봉의 용융길이(단위 : mm)

용접봉의 지름	용접봉의 용융길이	
	처음에 하는 필릿용접	나중에 하는 필릿용접
4	약 200	약 150
5	약 150	약 100
6	약 100	약 75

(6) 용접 후 슬래그(slag)를 제거하고 완전히 냉각된 후 확대경 또는 액체침투탐상법으로 균열의 유무를 조사한다.
(7) 처음에 용접된 필릿용접을 제거하고 **지침 그림** 2.2.6에 표시한 것과 같이 힘을 가하여 파단시킨 뒤 나중에 용접한 필릿용접부의 고온균열의 유무를 조사한다.

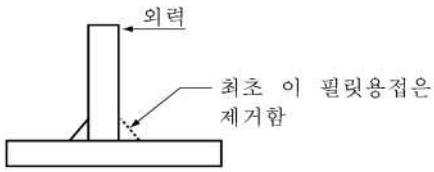


그림 2.2.6 고온균열시험

(8) 고온균열시험에서는 크레이터(crater) 균열을 제외하고 필릿용접의 내부 및 표면에 균열이 있어서는 아니 된다.

3. **필릿용접 시험** **규칙** 602.의 7항 (3)호의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바" 라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

606. 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면 자동용접용재료

1. **적용** **규칙** 606.의 1항 (2)호 및 (3)호의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바" 라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

607. 스테인리스강 용접용재료

1. **듀플렉스 스테인리스강의 용접용재료**

규칙 607.의 1항의 (2)호를 적용함에 있어 듀플렉스 스테인리스강 용접용재료(이하 용접용재료라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 다음의 규정을 따른다. **【규칙 참조】**

(1) **일반** 이 규정 이외의 승인시험 항목, 시험방법 및 판정기준에 대하여는 **규칙 2편 2장** 607.을 준용한다.

(2) **종류 및 기호**

(가) 용접용재료의 종류 및 기호는 **지침 표** 2.2.8에 따른다.

표 2.2.8 종류 및 기호

피복아크 용접봉	TIG 및 MIG 용접용재료	플럭스코어드 와이어 반자동 용접용재료	서브머지드 아크자동 용접용재료
RD 31803	*RY* 31803	*RW* 31803	*RU* 31803
RD 32750	*RY* 32750	*RW* 32750	*RU* 32750

(나) 전 (가) 이외의 종류 및 기호에 대해서는 **규칙 2편 2장** 607.의 2항을 준용한다.

(3) **시험일반**

(가) 시험에 관한 일반적인 사항에 대해서는 **규칙 2편 2장** 607.의 3항을 준용한다.

(나) 시험재로 사용되는 강판은 용접용재료의 종류에 따라 **지침 표** 2.2.9에 따른다.

표 2.2.9 시험재로 사용되는 강재의 종류

용접용재료의 종류	적용강종(1)
RD 31803, *RY* 31803, *RW* 31803, *RU* 31803	*RSTS* 31803
RD 32750, *RY* 32750, *RW* 32750, *RU* 32750	*RSTS* 32750
(비고) (1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.	

(4) **용착금속시험**

(가) 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 또한

화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다. 화학성분을 분석한 결과는 표준 또는 제조자에 의해 규정된 제한값을 넘어서는 안된다.

(나) 용착금속 인장시험의 규격치는 모재에서 규정한 최소 인장강도 이상이어야 한다.

(다) **용착금속 충격시험**

(a) 각 시험재로부터 **규칙 표 2.1.3**의 샤르피 V-노치 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고 **규칙 그림 2.2.22**에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

(b) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.

(c) 시험온도 -20℃에서 흡수에너지는 27J 이상이어야 한다.

(d) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(5) **맞대기용접 시험**

(가) 맞대기용접 인장시험의 규격치는 모재에서 규정한 최소 인장강도 이상이어야 한다.

(나) 맞대기용접 굽힘시험에 대해서는 **규칙 2편 2장 607.**의 5항을 준용한다.

(다) **맞대기용접 충격시험**

(a) 각 시험재로부터 채취하는 충격 시험편의 종류, 개수, 채취방법 등은 용접용재료의 종류에 따라서 **규칙 2편 2장 602.**의 5항 (4)호, **603.**의 5항 (4)호 또는 **604.**의 5항 (4)호의 규정을 준용한다.

(b) 시험온도 -20℃에서 흡수에너지는 27J 이상이어야 한다.

(c) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(6) **부식저항시험**

(가) 부식저항시험은 맞대기용접 시험의 아래보기 자세에서 용접한 시편을 **ASTM G48**의 Method A에 따라 실시한다. 22Cr 듀플렉스 스테인리스강 용접용재료의 시험 온도는 20℃로 유지하며, 최소 24시간 동안 노출되어야 한다. 또한 25Cr 듀플렉스 스테인리스강 용접용재료의 시험 온도는 40℃로 유지하며, 최소 24시간 동안 노출되어야 한다. *(2020)*

(나) **판정기준**

(a) 20배율의 현미경 조직 시험편에서 점식이 발견되지 않아야 한다.

(b) 무게 감소는 4.0 g/m^2를 넘지 않아야 한다. *(2020)*

(7) **마이크로조직시험** 용접부는 **ASTM E 562**에 따라 페라이트 함량이 25%에서 70%이내이어야 한다.

(8) **정기검사** 정기검사에 대해서는 **규칙 2편 2장 607.**의 6항을 준용한다.

2. **시험일반** **규칙 607. 3**항 (1)호의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우" 라 함은 **규칙 표 2.2.51**에 규정된 시험 종류로는 확인하고자 하는 물성 및 건전성 확인에 대한 규명이 어려운 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】** ⚓

부록 2-1 강재의 이음매 없는 단조동체 검사기준

1. 강재의 이음매 없는 단조동체

1.1 적용

(1) 이 규정은 보일러에 사용하는 강재의 이음매 없는 단조동체(이하 **단조동체**라 한다)에 적용한다.

(2) 이 규정 이외의 사항에 대하여는 **규칙 2편 1장 1절** 및 **2절**에 따른다.

1.2 종류

단조동체의 종류는 **표 1**에 따른다.

표 1 종류

재료기호
RSFB 410
RSFB 520

1.3 기계적성질

단조동체는 다음과 같은 기계적 시험에 합격하여야 한다.

(1) **인장시험**

인장시험의 규격치는 **표 2**에 따른다.

표 2 인장시험

재료기호	항복강도(N/mm^2)	인장강도(N/mm^2)	연신율(%)(L=5D)	단면수축률(%)
RSFB 410	205 이상	410 이상	24 이상	38 이상
RSFB 520	255 이상	520 이상	22 이상	40 이상

(2) **굽힘시험**

시험편을 상온에서 **표 3**에서 정하는 안쪽 반지름으로 180°굽혀도 바깥쪽에 홈 또는 균열이 생겨서는 아니 된다.

표 3 굽힘 안쪽반지름

재료기호	*RSFB* 410	*RSFB* 520
굽힘 안쪽 반지름	인장강도가 490 N/mm^2 이하의 것: 6 mm	인장강도가 560 N/mm^2 이하인 것: 9.5 mm
	인장강도가 490 N/mm^{2}를 넘는 것: 9.5 mm	인장강도가 560 N/mm^{2}를 넘는 것: 16 mm

1.4 시험편의 채취

(1) 동체의 각 단부에서 인장시험편 및 굽힘시험편 1조씩을 동체의 중심선과 직각으로 채취한다. 이때 동체의 중심선의 서로 반대 측에서 각각 채취한다.

(2) 동체의 단부를 기계가공 후 재 단조하여 밀폐하는 경우에 한하여 시험재를 재 단조하기 전에 본체에서 채취하고 본체와 동시에 열처리를 하여 재료시험을 할 수 있다. 이 경우 재 단조 후 본체를 다시 열처리한다. 이 열처리는 시험재와 동시에 한 열처리가 어닐링일 경우에는 강재의 변태온도 이상에서 하고(다만, 당초의 어닐링 온도 이하의 온도에서 어닐링 한다) 당초의 열처리가 노멀라이징 후 템퍼링일 경우에는 당시의 열처리와 동일 열처리를 한다. ⚓

부록 2-2 주강품 비파괴검사 기준

1. 적용

(1) 이 기준은 **규칙 2편 1장 501.**의 8항 및 10항의 규정에 따른 선용 주강품(이하 **주강품**이라 한다)의 자분탐상, 액체 침투탐상 및 외관검사 방법에 의한 표면검사와 초음파탐상검사에 적용한다. 다만, 별도로 규정되거나 승인을 받은 경우에는 다른 비파괴검사방법을 적용할 수 있다.

(2) 이 기준에서 규정하는 이외의 주강품(기관부품으로 사용되는 주강품)에 대하여는 그 재료, 종류, 형상 및 적용되는 응력조건 등을 감안하여 이 기준을 준용할 수 있다.

(3) 주강품은 최종 열처리 후에 검사한다. *(2021)*

(4) 중간 검사가 수행된 경우, 제조자는 검사원의 요청에 따라 결과 보고서를 제공해야 한다. *(2021)*

(5) 주강품이 반제품 상태로 공급되는 경우, 제조자는 최종 가공하여 완성된 제품의 품질 수준을 고려해야 한다. *(2021)*

(6) 향상된 초음파검사 방법이 적용되는 경우(예 : PAUT 또는 TOFD)는 해당 방법을 채택하고 적용하는 일반적인 접근 방식에 대해 **부록 2-12**를 참조한다. 합격/불합격 기준은 이 기준을 따른다. *(2021)*

2. 검사자 요건 *(2021)*

(1) 외관검사에 종사하는 검사자는 충분한 지식과 경험을 가지고 있어야 하지만 이 기준에 명시된 자격을 요구하는 것은 아니다.

(2) NDT를 수행하는 검사자는 ISO 9712:2012 또는 고용주 기반 체계인 SNT-TC-1A:2016 또는 ANSI/ASNT CP-189:2016과 같은 공인된 국내 또는 국제 인증 체계에 대한 인증을 받아야 한다. 고용주 기반 체계가 적용되는 경우, 서면 지침서가 우리 선급으로부터 검토 및 허용된 이후 인정될 수 있다. 서면 지침서는 ISO 9712의 주요 요구 사항과 일치해야 한다(인증 기관의 공정성 요구사항은 제외).

(3) 절차의 승인을 포함하는 비파괴검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level 3에 해당하는 자격을 가진 자이어야 한다.

(4) NDT 검사자의 증서와 역량은 제조자 또는 하청업체가 적용하는 모든 산업 부문 및 기술을 망라해야 한다. 증서는 요청시 검증을 위해 우리 선급에 제공되어야 한다.

(5) NDT를 수행하고 지시(indication)를 해석하는 검사자는 최소한 해당 NDT방법의 레벨 II에 대한 자격을 갖추고 인증을 받아야 한다. 하지만 NDT방법을 사용하여 데이터 수집만 수행하고 데이터 해석 또는 데이터 분석을 수행하지 않는 검사자는 레벨 I의 자격으로 만족된다. 검사자는 관련 NDT방법을 적절하게 적용하기에 충분한 재료, 용접, 구조 또는 구성품, NDT 장비 및 제한사항에 대한 적절한 지식을 가지고 있어야 한다.

3. 주조상태

(1) 주강품의 최종 승인을 위한 합부판정 목적으로 적용되는 비파괴검사는 주강품에 대한 최종 열처리 후 실시되어야 한다. 중간에 검사를 수행한 경우, 제조자는 검사원의 요청에 따라 그 시험성적서를 제출하여야 한다. *(2021)*

(2) 주강품은 검사의 효율성에 나쁜 영향을 미칠 수 있는 스케일, 먼지, 그리스 또는 페인트가 없는 최종 인도조건에서 검사되어야 한다. 자분탐상검사를 하는 경우, 색대비를 좋게 하는 얇은 도막의 페인트는 허용된다. 표면검사 NDT 방법을 실시하는 경우, 표면 품질은 Ra≤6.3 μm의 최소값이어야 한다. *(2021)*

(3) 초음파탐상검사는 주강품을 그라인딩, 기계가공 또는 쇼트 블라스팅으로 검사에 적합한 상태인 Ra≤12.5 μm의 표면품질 최소값으로 한 후 실시하여야 한다. 검사하고자 하는 주강품의 표면은 탐촉자와 주강품 사이에 적절한 접촉상태를 만들어, 탐촉자의 지나친 마모를 방지할 수 있어야 한다. *(2021)*

4. 시험의 범위

(1) **시험대상 주강품** 비파괴검사방법에 의한 검사대상 주강품은 **그림 1** 내지 **그림 3**에 따른다. 그림에 나타내지 않은 다른 주강품에 대한 판정은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(2) **시험영역**

(가) 지정된 주강품에서의 검사영역은 **그림 1** 내지 **그림 3**에 따른다. 검사는 우리 선급 검사원이 승인한 검사계획에 따라 실시되어야 하며, 검사계획에는 시험의 범위, 시험절차, 품질수준 및, 필요한 경우, 주강품의 다른 위치에 대한 품질수준이 규정되어야 한다.

(나) **그림 1** 및 **그림 2**에 규정한 영역에 추가하여, 다음의 위치에는 표면검사를 하여야 한다.

(a) 모든 접근 가능한 필릿부 및 단면 변화부

(b) 제작용접을 위한 개선 부근, 30 mm의 너비로

(c) 코어받침(chaplet) 부근

(d) 용접보수부 부근

(e) 잉여덧살이 화염절단, 스카핑 또는 아크-에어 가우징으로 제거된 장소

(다) **그림 1** 및 **그림 3**에 규정한 영역에 추가하여, 다음의 위치에는 초음파탐상검사를 하여야 한다.

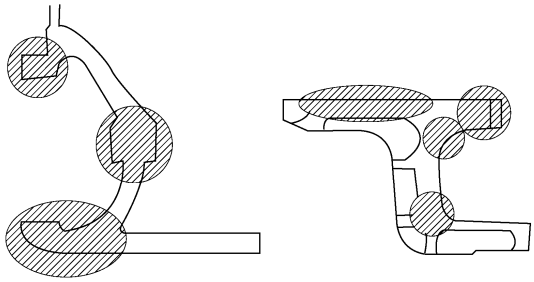
(a) 모든 접근 가능한 필릿부 및 단면 변화부

(b) 제작용접을 위한 개선 부근, 가장자리로부터 50 mm 거리 이내

(c) 초음파탐상으로 검출된 최초 결함 용접보수부 부근

(d) 라이저 위치 부근

(e) 볼트구멍 가공위치와 같이 후속 기계가공이 되는 특정한 기계가공부 부근

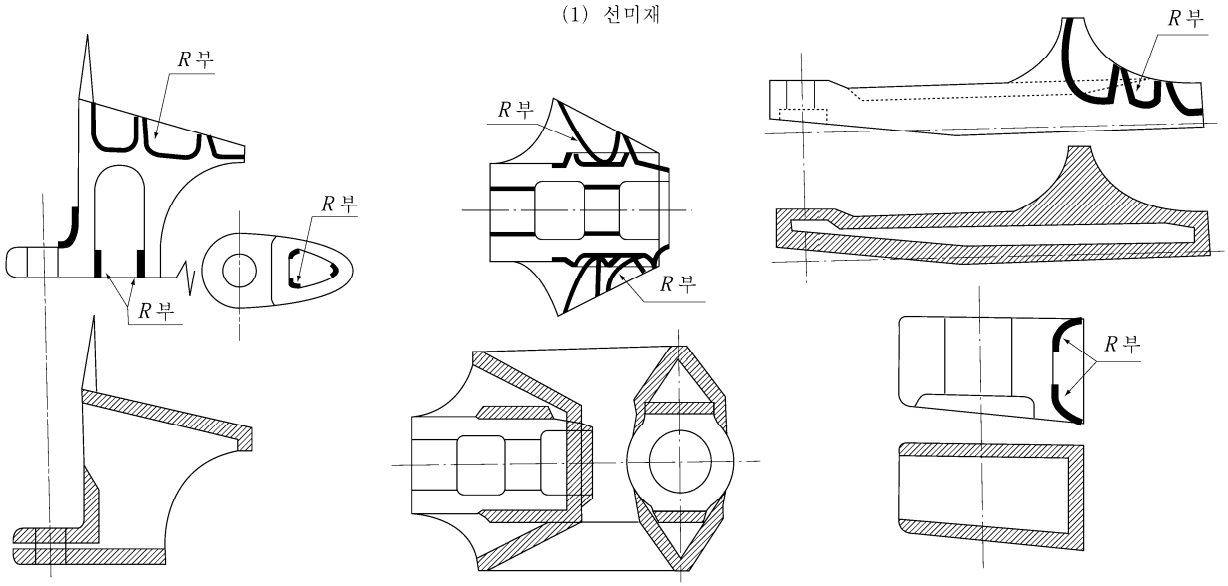


(a) 선미재 (b) 타골재

(사선부는 개략도를 나타낸 것이다)

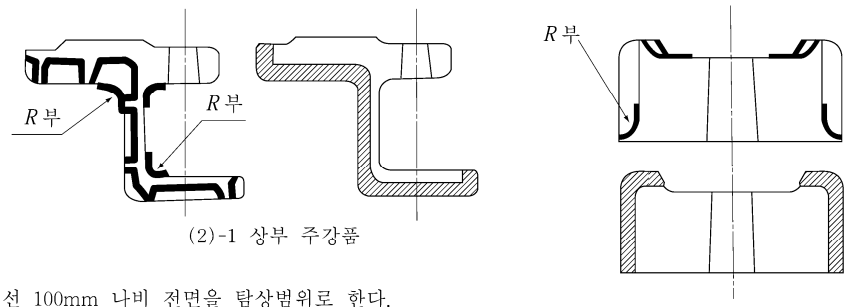
그림 1 비파괴검사의 탐상범위

(1) 선미재



(1)-1 상부 주강품 (1)-2 보스 주강품 (1)-3 저부 주강품

(2) 타골재



(2)-1 상부 주강품 (2)-2 저부 주강품

(비 고)
1. 사선부 개선선 100mm 나비 전면을 탐상범위로 한다.
2. 검게 칠한 R 부도 탐상범위로 한다.
3. 압탕부 및 탕구부에도 탐상한다.

그림 2 자분탐상검사의 적용예

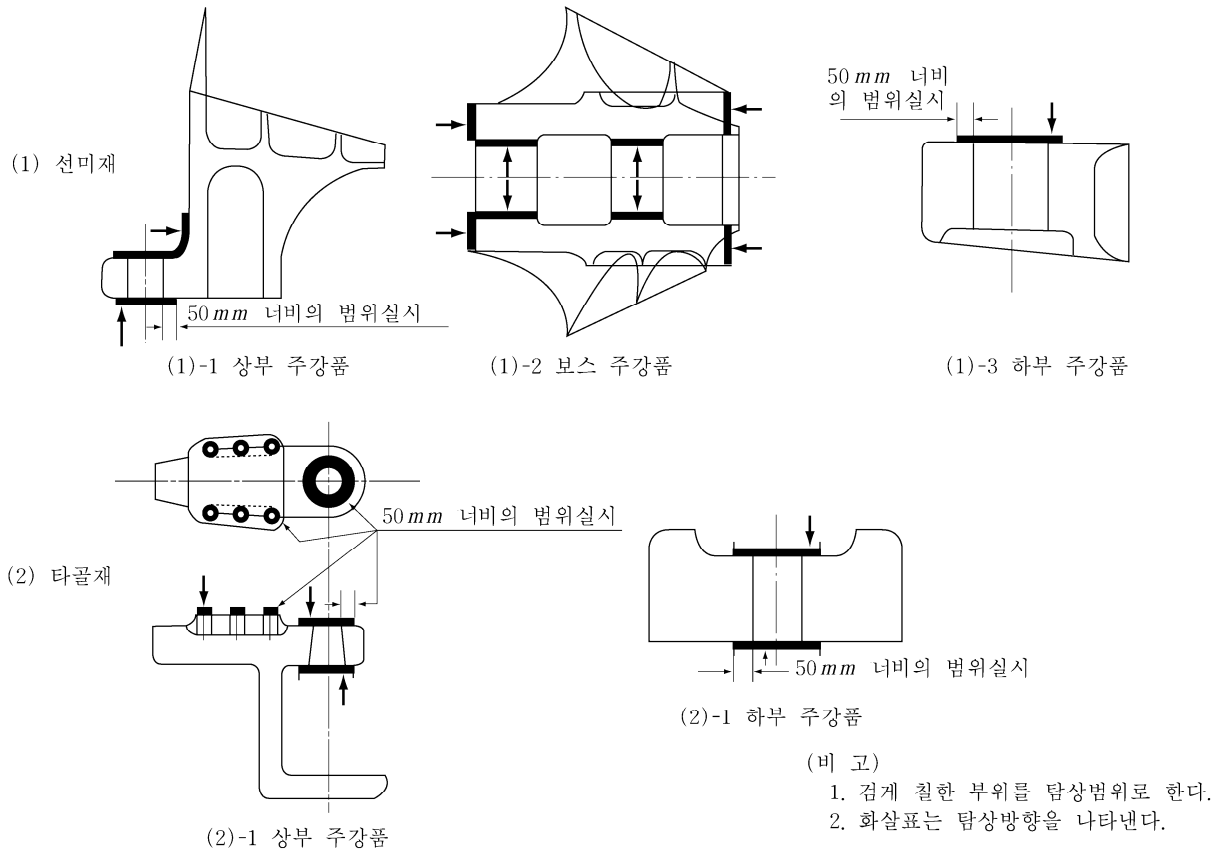


그림 3 초음파 탐상검사의 적용예

5. 검사절차

(1) **외관검사** 제조자는 비파괴검사가 지정된 주강품에 대하여는 접근이 가능한 모든 표면에 대하여 외관검사를 실시하여야 하고, 검사원이 확인 가능하도록 해야 한다. 검사표면에서의 관찰 조건는 우리 선급이 인정하는 국내 또는 국제표준에 따른다. 별도로 동의되지 않는 한 외관 및 표면결함 검출검사는 검사원의 입회하에 실시하여야 한다. *(2021)*

(2) **표면검사**

(가) 표면결함의 검출은 자분탐상검사를 원칙으로 한다. 다만, 다음의 경우에는 액체침투탐상검사를 한다.

(a) 오스테나이트 스테인리스강

(b) 외관검사 또는 자분탐상검사로 드러난 결함지시의 해석

(c) 액체침투탐상검사의 특정 필요성이 식별되어 검사원이 지시하는 경우 *(2021)*

(나) 이 기준에서 별도로 규정하는 이외의 자분탐상검사 및 액체침투탐상검사 절차, 장비 및 상태는 우리 선급이 인정하는 국내 또는 국제표준에 따른다.

(다) AC 자화방법은 표면 지시(indication)를 감지하는 데 더 민감하므로 일반적으로 사용해야 한다. DC 자화방법을 사용하는 경우 우리 선급이 동의해야 하며 사용 이유를 명확하게 명시해야한다. *(2021)*

(라) 자분탐상검사는 건식 또는 습식 프로드법 또는 극간법으로서 자장의 방향이 서로 직각이 되도록 두 개의 방향에서 한다. 자화방법은 프로드법의 경우 프로드 간격은 200~300 mm 자화전류는 *DC* 800~1,200*A*, 극간법의 경우 교류극간식은 4.5 kg, 직류극간식은 18 kg 이상의 자화력(lifting power)을 가져야 한다.

(마) 자분탐상검사에 있어서는 주강품 표면에서의 국부적인 과열 또는 연소에 의한 손실을 방지하기 위하여 자화용 고정 작업대의 조임장치와 주강품 간의 접촉상태에 유의해야 한다. 최종 기계가공 완료부품에 대하여는 자화 프로드를 사용해서는 안된다. 프로드 선단에 동판을 사용하는 것은 구리오염물이 주강품에 혼입될 위험이 있기 때문에 피해야 한다. 자석의 극(pole)은 검사체에 밀접하게 접촉해야 한다. *(2021)*

(바) 표면검사의 결과로서 결함지시가 검출된 경우에는 6항에 따라 합격 또는 불합격을 판정하여야 한다.

(3) **내부검사**

(가) 이 기준에서 내부 검사는 일반적으로 초음파탐상검사의 수직 또는 경사각 접촉법으로 하여야 한다. 초음파탐상검사의 시험방법, 장비 및 시험조건은 우리 선급이 인정하는 국내 또는 국제표준에 적합하여야 한다. *(2021)*

(나) 모양, 특성, 주조의 복잡성, 결함 종류 또는 방향으로 인해 방사선투과검사가 필요한 경우가 있다. 이 경우 우리 선급이 사전 동의하여 방사선투과검사를 실시할 수 있다. 방사선투과검사가 적용되는 경우, 시험방법과 적용할 품질 또는 심각도 등급에 대한 국내 또는 국제 표준은 우리 선급이 동의해야 한다. 아래의 국가 또는 국제 표준 예시는 주강품 및 주강품 두께의 방사선투과검사에 적합하다.

- ASTM E446-15
- ASTM E186-15(2019)e1
- ASTM E280-15(2019)e1
- ISO 4993:2015

선박 주강품에 적합한 품질등급은 일반적으로 검사 영역 및 주강품 종류에 따라 심각도 등급 2 또는 3(위 표준)으로 분류된다. 다른 심각도 등급이 적용될 수 있으며 우리 선급이 이를 동의해야 한다. *(2021)*

(다) 우리 선급이 승인한 검사계획에 규정된 검사개소에 대해서만 시험해야 하지만 검사를 통해 추가 평가 또는 검사 확장이 필요한 명확한 지시(indication)들이 나타날 수 있다. 이 경우 우리 선급과 협의해야 한다. 검사계획은 **그림 1** 내지 **그림 3**의 관련 주강품에 대하여 규정된 탐상영역과 함께 **4**항 (2)호 (다)에 지정된 위치들을 포함하여야 한다. *(2021)*

(라) 초음파탐상은 1 ~ 4 MHz (통상 2 MHz)의 수직 탐촉자 및 필요한 경우 경사각 탐촉자를 사용한다. 가능한 한 탐상은 주강품의 양면에서 각각에 대해 수직인 표면에서 실시한다. *(2021)*

(마) 평형단면에서 얻어지는 저면반사에코는 탐촉자 접촉 윤활과 재료 감쇄의 변수를 모니터하는데 사용되어야 한다. 재료 물성으로 인해 저면반사에코의 증폭이 감소하는 것은 보정되어야 한다. 30dB를 넘는 감쇄는 부적절한 어닐링 열처리를 나타내는 것일 수 있고, 검사 효과를 부적절하게 만들 수 있다. 이러한 과도한 감쇠의 경우에는 이를 조사해야 하며 가능한 경우 효과적인 초음파탐상검사를 계속하기 위해 적절한 완화 조치를 수행해야 한다. *(2021)*

(바) 기계가공 표면 특히 스턴 보스 주강품의 구멍 안 및 라이저 위치 부근은 분할수직탐촉자를 사용하여 표면 근거리(약 25 mm) 탐상을 하여야 한다. 기계가공 표면에 대한 추가적인 탐상은 볼트 구멍을 뚫거나 패딩과 같은 잉여금속을 기계가공으로 제거한 결과 탐상 표면이 수축공이 가능한 구역에 가까워지는 것과 같은 경우에는 특히 중요하다. 또한 주강품의 기계가공된 구멍부 둘레에 대하여는 고온터짐과 같이 축반경 방향으로 편평한 결함을 검출할 수 있도록 하기 위하여 70° 경사각 탐촉자로 탐상하는 것은 바람직하다. 필릿 반경부는 가장 좋은 반사파를 얻을 수 있도록 45°, 60°, 또는 70° 경사각탐촉자를 사용하여 검사하여야 하고, 주로 탐상 반경 내에서 균열이 발견되면 이 영역 내에서 수직탐촉자를 추가로 사용하여 다른 결함지시들을 탐지해야 한다. *(2021)*

(사) 초음파탐상검사가 지정된 영역의 검사에서, 수직탐촉자의 기준감도는 6 mm의 반사체로 설정되어야 한다. 감도는 주강품의 두께에 대응하는 대비시험편(reference block 또는 series of blocks)의 지름 6 mm 평저구멍으로 *DAC*(Distance Amplitude Correction)선도를 작성하고 전이보상(transfer correction)을 하거나, 또는 *DGS*(Distance Gain Size)선도를 사용해서 보정될 수 있다. *(2021)*

(아) 경사각탐촉자의 기준감도(검사에 필요한 경우)는 DAC방법을 사용하여 적절한 6mm 반사체(예 : 초음파빔에 수직인 기준반사체)로 보정하거나 DGS방법으로 동일하게 보정할 수 있다. *(2021)*

(자) 탐촉자의 제조자가 제공하는 *DGS* 선도로 저면반사에코의 진폭과 지름 6 mm의 디스크 반사체로부터 기대되는 진폭 사이의 dB 차이를 식별하고, 처음 저면반사에코를 기준 높이 즉, 80 %로 조정하여 설정된 감도레벨에 이 차이를 더한 값을 기준레벨로 한다. 이 수정된 기준레벨은 지름 6 mm의 디스크 반사체를 대표한다. 지름 12 mm 및 15 mm 디스크 반사체에 대하여도 동일한 방법으로 기준감도를 설정할 수 있다.

(차) 대비시험편과 주강품 사이의 감쇄 또는 표면상태의 차이에 대하여 필요한 보정을 하여야 한다.
주강품의 지정된 영역으로부터 수신된, 6 mm 기준레벨을 초과하는 모든 결함지시 신호는 표시되고, **6**항 (3)호에 규정한 판정기준에 따라 평가되어야 한다. 평가는 불연속의 전 범위를 플로트하기 위해 경사각 탐촉자를 이용한 추가적인 탐상을 포함하여야 한다.

6. 판정기준

(1) **외관검사**

(가) 모든 주강품에는 균열, 유사균열지시, 고온터짐, 콜드샷 또는 기타 유해한 결함지시가 없어야 한다. 탕구 또는 라이저의 잔류 두께는 주강품의 치수 허용공차 범위내이어야 한다.

(나) 표면 불연속에 대한 상세 평가를 위해 검사원의 요청이 있는 경우, 자분탐상검사, 액체침투탐상검사 또는 초음파탐상검사가 추가로 요구될 수 있다.

(2) **표면결함 검출**

(가) 결함지시와 관련한 정의는 다음에 따른다. *(2021)*

(a) 선형결함지시 : 가장 긴 길이가 가장 짧은 길이의 3배 이상인 결함지시 (예 I≥3w)

(b) 비선형결함지시 : 가장 긴 길이가 가장 짧은 길이의 3배 미만인 결함지시 (예 I<3w)

(c) 연속결함지시 : 선상에 존재하는 3개 이상의, 결함지시의 가장자리 간 거리가 2 mm 이하로, 다음과 같이 정의되는 하나의 결함지시

(i) 결함지시들 사이의 거리가 2 mm 미만이고 결함지시들이 3개 이상 연속적으로 형성되는 비선형결함지시들. 연속된 결함지시는 하나의 결함지시로 간주되며 그 길이는 연속된 전체 길이와 같다.

(ii) 두 결함지시들 사이의 거리가 가장 긴 결함지시의 길이보다 작게 형성되는 선형결함지시들

(d) 열린결함지시 : 자분을 제거한 후에도 보이는 결함지시 또는 액체침투탐상검사를 이용하여 검출될 수 있는 결함지시

(e) 닫힌결함지시 : 자분을 제거한 후에는 보이지 않는 결함지시 또는 액체침투탐상검사를 이용하여 검출될 수 없는 결함지시

(f) 관련지시 : 평가를 요하는 불연속의 상태 또는 모양에 기인하는 결함지시. 어떠한 치수든 1.5 mm를 넘는 경우에만 결함지시 범주와 관련 있는 것으로 간주한다.

(나) 결함지시의 평가 목적상, 표면은 레벨 MT1/PT1에 대하여는 150 mm의 기준 대역 길이로, 레벨 MT2/PT2에 대하여는 225 cm^2의 기준 면적으로 분할되어야 한다. 이 기준 면적 및 대역은 평가될 지시와 관련하여 가장 불리한 지역에서 선택되어야 한다.

(다) 자분탐상검사와 액체침투탐상검사를 위하여 권고되는 다음의 품질 수준은 ;

(a) 레벨 MT1/PT1 : 제작 용접개선 및 용접보수

(b) 레벨 MT2/PT2 : **그림 1** 및 **그림 2**에서 표면결함검출을 위해 지정된 다른 위치

기준 면적 및 대역에서 허용되는 결함지시의 수 및 크기는 **표 1**에 따른다. 요구되는 품질수준은 제조자의 검사계획에 나타나야 한다. 균열 및 고온터짐은 허용되지 않는다.

표 1 기준 면적 및 대역에서 허용되는 결함지시의 수 및 크기 *(2021)*

품질레벨	결함지시의 총 최대수	결함지시의 모양	결함지시의 각 모양에 대한 최대수	단독 결함의 최대 치수(mm)(2)
MT1/PT1	150 mm 길이에서 4개	비선형 선형 연속	4(1) 4(1) 4(1)	5 3 3
MT2/PT2	22500 ㎟ 면적에서 20개	비선형 선형 연속	10 6 8	7 5 5

(비고)
(1) 연관지시 사이의 거리는 최소한 30 mm 이상(어떤 반향으로든 측정된)일 것.
(2) 보수용접의 경우 최대 치수는 2 mm

(3) **내부검사**

(가) UT1 및 UT2에 대한 초음파탐상검사 판정기준은 **표 2**에 따른다. 4항 (2)호 (가)에 규정한 바와 같이 검사영역에 적용되는 품질레벨은 검사계획상에 식별되어야 한다. 다음의 품질레벨이 **그림 1** 및 **그림 3**에 식별된 주강품에 대하여 지정된다.

표 2 주강품에 대한 초음파탐상검사 판정기준 *(2021)*

품질레벨	DGS(1)에 따른 허용 디스크 모양 (mm) 또는 DAC(2)(3)에 따른 FBH의 직경(mm)	검사대상 결함지시의 최대 수(4)	모든 관련 결함지시의 허용크기(mm)(5)(6)
UT1	>6	0	0
UT2	12-15 >15	5 0	50 0

(비고)
(1) DGS : 거리감도크기 선도
(2) DAC : 거리진폭특성
(3) 각 FBH 반사체에서 측정된 DAC레벨을 100% DAC로 한다.
(4) 300 x 300 mm 측정면적에서 군집내의 수
(5) 탐상 표면에서 측정
(6) 탐상절차 내에서 측정된 가장 긴 치수가 결함지시의 크기이다.

(나) UT1 레벨은 다음에 적용한다.
(a) 50 mm 거리에 대한 제작용접개선
(b) 깊이 50 mm 까지 그리고 반경 단부에서 50 mm 이내의 필릿반경
(c) 러더혼, 러더주강품 및 타두재와 같은 반복굽힘응력을 받는 주강품(**그림 1** 및 **그림 3**에 의해 초음파탐상검사를 하도록 지정된 영역에서 두께의 1/3 바깥쪽)
(d) 균열 또는 고온터짐으로 해석되는 시험영역내의 불연속결함.

(다) UT2 레벨은 다음에 적용한다.
(a) **그림 1** 및 **그림 3** 또는 검사계획상에 초음파탐상을 하도록 지정된 기타 지역
(b) 피더 또는 게이트가 제거된 경우, UT1 검사레벨로 지정된 위치 바깥쪽의 장소
(c) 반복굽힘응력을 받는 주강품(**그림 1** 및 **그림 3**에 의해 초음파탐상검사를 하도록 지정된 영역에서 두께의 1/3 중앙쪽)

(라) 근접 표면검사(약 25 mm 깊이까지)의 경우, 잔여 체적까지도 검사하기 위해 분할형 탐촉자(수직빔)와 함께 수직탐촉자(25 mm 깊이 이상을 검사할 수 있는 보통 단일 진동자 사용)를 더불어 사용해야 한다. *(2021)*

(마) **그림 1** 및 **그림 3**에 지정되지 아니한 기타 주강품 면적에 대한 초음파탐상검사 판정기준은 예상되는 응력레벨 및 결함의 모양, 크기 및 위치를 근거로 하여 특별히 고려되어야 한다.

(바) 감도를 결정하기 위해 DGS 및 DAC방법을 사용할 수 있다. 수직탐촉자를 위한 DAC방법은 6.0 mm 직경의 반사체 또는 평저공(FBH)을 사용하여 결정할 수 있다. DAC곡선은 전이 및 감쇠 손실을 조정한 후 검사 두께를 나타내는 범위에 걸쳐 6.0 mm FBH 반사체를 포함하는 대비시험편을 사용하여 생성해야한다. *(2021)*

(사) 품질레벨 UT1의 경우, 6.0 mm DAC곡선을 초과하는 신호 진폭을 생성하는 모든 불연속부를 허용하지 않는다. *(2021)*

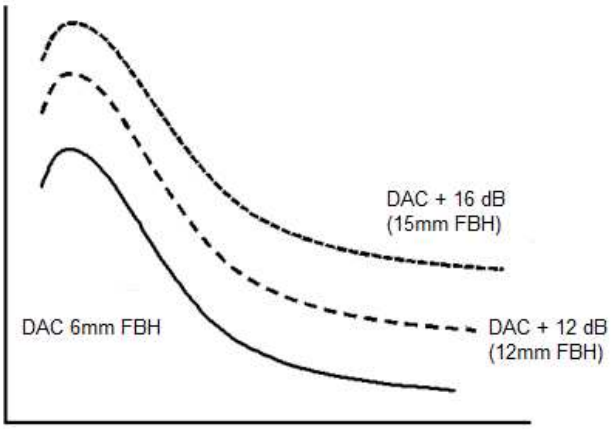
(아) 품질레벨 UT2의 경우, 감도는 실제 크기 FBH(12 mm 및 15 mm) 또는 동등 6 mm FBH를 기반으로 할 수 있으며 (자)에 기재된 것과 같이 등가 진폭을 얻기 위해 조정된 감도를 사용할 수도 있다. *(2021)*

(자) 감도 설정을 위해 6 mm의 FBH를 사용하는 경우, 12 mm 및 15 mm FBH 반사체에 대한 신호 진폭 조정(6 mm DAC 이상에서 dB로 측정됨)을 결정할 수 있다 : DAC + 12dB 및 DAC + 16dB (전이 및 감쇠 손실에 대한 보상 포함). 이는 **그림 4**에 설명되어 있다. 표시된 감도까지의 dB 증가는 동등한 FBH 크기 (12 mm 및 15 mm)와 각각의 해당 초음파 응답 진폭을 나타낸다. *(2021)*

(차) 검사대상 결함지시의 최대수와 품질레벨UT2에 허용되는 결함지시의 최대 길이(**표 2** 참조)는 수직탐촉자를 사용하여 결정한다. *(2021)*

(카) 품질레벨 UT2의 경우, 15.0 mm DAC 곡선을 초과하는 신호 진폭이 생성되는 불연속부는 허용되지 않는 것으로 간주한다. *(2021)*

(타) 12+15 곡선 사이의 모든 신호는 결함 길이에 대해 평가되어야하며 불합격 여부는 **표 2**를 따른다. *(2021)*



(비고)

(1) 하단 곡선(DAC)은 6 mm FBH를 기준으로 한 감도를 나타내며, 그 위에 있는 두 개의 추가 곡선 (DAC+12dB 및 DAC+16dB)은 더 큰 FBH(12 mm 및 15 mm)에 대해 변환된 등가 감도를 나타낸다.
(2) 이 곡선을 사용하여 스캔하고 **표 2**의 판정기준을 적용할 때 UT2에 대해 DAC+12 mm 미만의 지시(indication)는 무시해야 하며 DAC+16 mm 이상의 지시(indication)는 불합격 처리해야 한다.
(3) 이 두 곡선 사이의 모든 지시(indication)는 **표 2**와 같이 크기에 따라 평가되어야 한다.

그림 4 6.0 mm FBH 반사체에서 생성된 DAC곡선과 동등한 12.0 mm 및 15.0 mm FBH 반사체를 나타내도록 조정된 DAC곡선 *(2021)*

7. 보고서

(1) 모든 비파괴검사 보고서에는 다음의 항목들을 포함하여야 한다.
(a) 시험일
(b) 검사자의 성명, 서명 및 자격 수준 *(2021)*
(c) 제품의 종류
(d) 제품번호 및 고유 식별번호 *(2021)*
(e) 강재기호
(f) 열처리
(g) 검사 단계
(h) 검사 위치
(i) 표면상태
(j) 사용된 검사표준-승인 목적을 위한 적절한 표에 대한 참조 포함 *(2021)*
(k) 검사결과, 보수 및 검사내역에 관한 문서 포함(해당되는 경우) *(2021)*
(l) 합격/불합격 판정
(m) 기록된 결함지시의 위치
(n) 그림을 포함한 용접보수의 상세(해당되는 경우) *(2021)*

(2) 표면결함 검출검사 보고서에는 7항 (1)호에 기술한 항목에 추가하여 적어도 다음의 항목을 추가하여야 한다.
(a) 액체침투탐상검사의 경우, 사용된 침투탐상 시스템 *(2021)*
(b) 자분탐상검사의 경우, 자화방법, 자분의 종류, 자화력 및 자장지시계(해당되는 경우) *(2021)*
(c) 관찰조건(액체침투탐상검사 또는 자분탐상검사의 기법 및 매개체에 적합한 조건) *(2021)*
(d) 검사 상세 및 절차서 번호 *(2021)*
(e) 검사 제한사항에 대한 세부정보 *(2021)*

(3) 초음파탐상검사 보고서에는 7항 (1)호에 기술한 항목에 추가하여 적어도 다음의 항목을 추가하여야 한다.
(a) 사용된 탐상기, 탐촉자 종류, 크기, 각도 및 주파수(그리고 곡면에 사용하기 위한 탐촉자의 조정), 표준/대비시험편, 감도 설정방법(반사체 크기, 전이 보상 포함), 최대 주사율(mm/s) 및 접촉매질 *(2021)*

8. 결함의 보수

(1) **일반사항**

(가) **표 1** 및 **표 2**의 요구사항을 만족하지 않는 지시(indication)들은 결함으로 분류되며, 보수 또는 불합격되어야 한다. *(2021)*

(나) 결함을 제거한 부분을 그대로 사용할 경우 또는 결함을 제거한 부분에 용접보수를 할 경우에는 검사원의 승인을 받아야 한다. 다만 결함을 제거한 후의 홈의 깊이가 15 mm 이하 또는 두께의 10 % 중 작은 값을 넘지 않고 또한 그 길이가 100 mm 이하인 경우에는 용접보수를 하지 아니하고 사용하여도 좋다.

(다) 보수된 주강품은 초기 검사와 동일한 방법으로 검사해야 하며, 검사원이 요청한 추가 방법으로 검사해야 한다. *(2021)*

(2) **결함의 보수**

주강품의 결함부분은 그라인딩, 치핑 및 그라인딩 또는 에어가우징 및 그라인딩 등으로 제거하여야 하며, 열적인 제거방법은 최종 열처리 전에만 허용된다. 또한 결함 제거부분의 보수방법은 다음에 따른다. 다만 이와 다른 방법으로 보수하여 선박에 탑재된 실적이 있거나 국가 또는 국제 표준에 따른 보수방법을 검사원이 인정하는 경우에는 다음을 따르지 않을 수 있다. *(2021)*

(가) 용접보수를 하지 않을 경우 결함을 제거한 후에 용접보수를 필요로 하지 않는 장소에는 그라인딩 등으로 다음과 같이 수정 가공하여야 한다.

(a) 모든 홈 바닥은 홈 깊이의 약 3배 이상의 둥금새를 주어야 한다.

(b) 홈 부와 그 주변부는 특별한 모양의 변화가 없도록 가공하여야 한다.

(c) 결함 제거부는 수정 후 액체침투 탐상검사 또는 자분탐상검사를 하여 유해한 결함이 없는가를 확인하여야 한다.

(나) 용접보수를 할 경우 용접보수를 필요로 하는 부분은 그라인딩 등으로 용접보수에 적합한 모양으로 수정한 후 전 (2)호 (가)의 (c)에 규정된 비파괴검사에 따라서 결함이 없는가를 확인하여야 한다. 또한 용접보수부의 등급 분류는 다음에 따르고, 용접보수 방법은 다음 (3)호에 따른다.

(a) **주요 용접보수**

(i) 보수깊이가 두께의 25 % 또는 25 mm 중 작은 값보다 큰 경우

(ii) 주강품의 총 보수용접 면적이 주강품 표면의 2%를 넘는 경우. 다만, 두 보수용접부 사이의 거리가 그들의 평균너비보다 작은 경우에는 하나의 보수용접부로 간주한다.

(iii) 주요보수부에 대하여는 보수용접을 하기 전에 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 보수용접은 최종 열처리 전에 실시하여야 한다.

(b) **경미한 용접보수**

(i) 총 보수용접부 면적(길이 x 너비)이 500 ㎟를 넘는 경우

(ii) 경미한 보수의 경우에는 우리 선급의 승인을 요구하지는 않으나, 용접보수에 대한 상세는 기록 및 유지되어야 하며, 검사원의 요청이 있는 경우에는 제출되어야 한다. 보수용접은 최종 열처리전에 실시하여야 한다.

(c) **외관을 위한 용접보수**

(i) 모든 기타 용접부

(ii) 외관을 위한 용접보수의 경우에는 우리 선급의 승인을 요구하지는 않으나, 용접보수에 대한 상세는 기록 및 유지되어야 한다. 보수용접은 최종열처리 후에 실시할 수 있으나 용접 후 국부응력완화열처리를 하여야 한다.

(3) **용접보수 방법**

용접보수 방법은 다음에 따른다.

(가) **용접사** 보수에 종사하는 용접사는 우리 선급의 용접사 기량시험에 합격한 자이어야 한다.

(나) **용접용재료** 용접용재료는 우리 선급의 승인을 받은 저수소계의 것 또는 이것과 동등 이상의 것으로 한다.

(다) **예열**

(a) 탄소당량이 0.44 %를 초과할 경우에는 원칙적으로 용접보수부 및 그 주변을 200℃이상의 온도로 예열하여야 한다. 이때의 탄소당량은 다음 식에 따른다.

$$C_{eq}(\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

(b) 탄소당량이 0.44 % 이하의 경우에도 모양, 치수 등을 고려하여 용접작업상 필요하다고 인정되는 경우에는

예열을 하여야 한다.

(라) **용접자세** 용접자세는 원칙적으로 **표 3**에 따른다.

표 3 용접자세

종 류 \ 용접자세	아래보기	수 직	수 평	위보기
수동용접	○	○	○	○
자동용접	○	—	○	—

(마) **후열처리**

(a) 다음과 같은 경우에는 후열처리를 생략하여도 좋다. 다만, 탄소당량이 0.44%를 초과하는 경우에는 후열처리를 하여야 한다.

(i) 결함제거 후의 파낸 홈의 깊이가 25 mm 이하(또는 두께의 20 % 이하 중의 작은 쪽)이고 또한 길이가 200 mm이하의 경우

(ii) 표면결함에서 결함제거 후의 깊이가 15 mm 이하 또한 그 면적이 250,000 mm^2 이하의 경우

(b) 후열처리는 노내에서 하여야 한다. 가열온도는 550~650℃, 유지시간은 용접 깊이 25 mm당 1시간 이상으로 한다. 다만 제품의 가공 상태나 기타의 이유에서 노중 어닐링이 불가능할 경우 또는 용접 깊이가 50 mm 이하이고 길이가 300 mm 이하의 것은 국부적인 후열처리를 할 수가 있다. 국부적인 후열처리를 할 수가 있다. 국부적인 후열처리는 용접부 및 주위 100 mm 이내의 범위를 600℃ 이상으로 가열하여 서냉하여야 한다. 유지시간은 용접 깊이 25 mm당 10분 이상으로 한다.

(바) **용접보수 후의 가공** 용접보수부는 그라인더 등으로 검사를 할 수 있을 정도까지 가공하여야 한다.

(사) **용접보수 후의 검사** 용접보수부 및 그 주위는 최초 검사와 같은 방법 뿐 아니라 검사원이 요구하는 추가적인 방법으로 검사되어야 한다. ⚓

부록 2-3 주강재 크랭크축의 표면검사 기준

1. 적용

(1) 주강재 크랭크축은 기계가공 완료 후(다만 열박음부는 열박음하기 전에)에 표면검사를 받아야 한다.

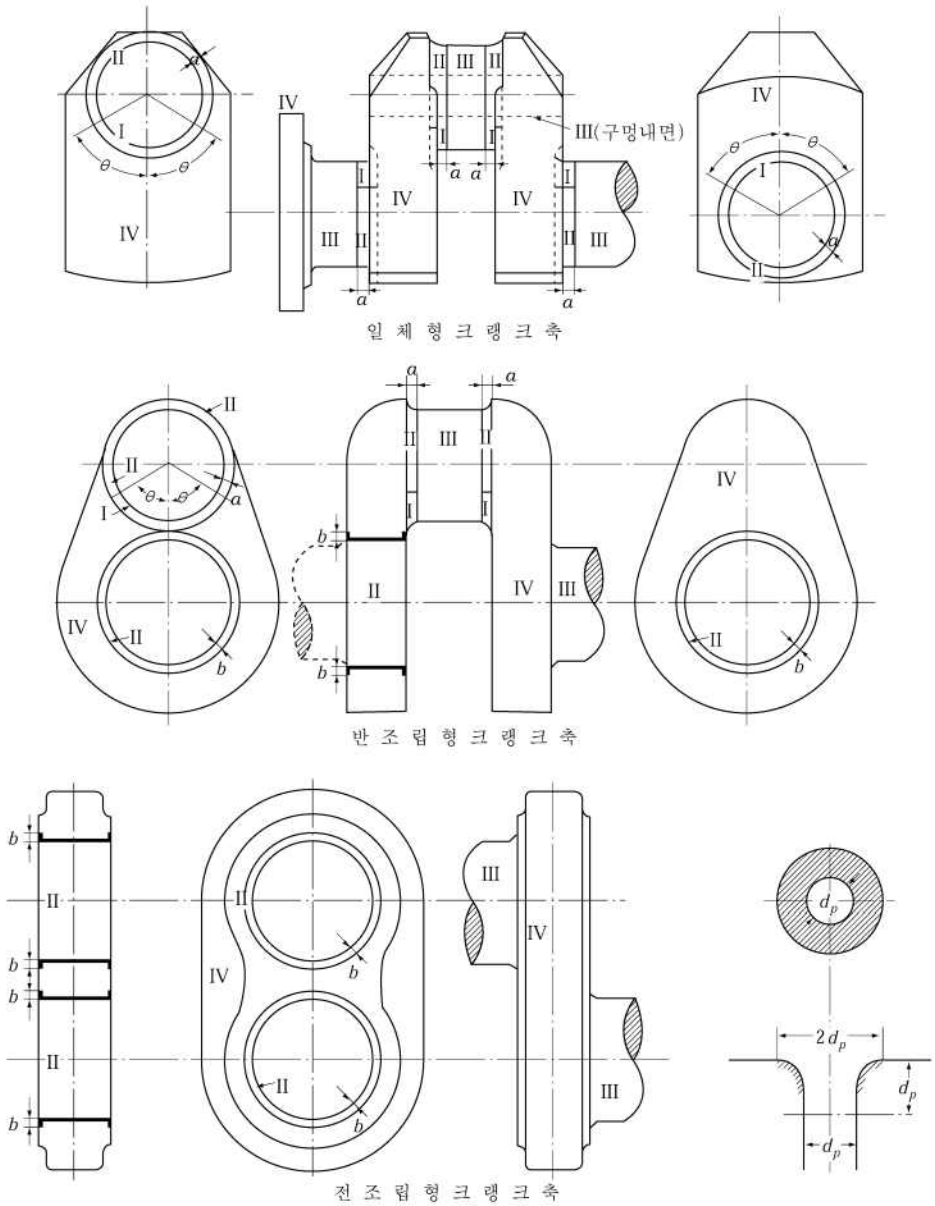
(2) 표면검사는 3항에서 정하는 검사방법에 따라서 행하고 이 검사의 결과 결함이 검출된 경우에는 6항에서 정하는 판정기준에 따라서 판정한다.

(3) 제조중 중간공정에서의 검사는 제조자의 책임하에서 하는 것으로 하나 그 검사방법은 4항에 따른다.

(4) 비파괴검사를 수행하는 검사자의 자격 및 검사계획에 대하여는 이 **지침 부록 2-2**의 2항 및 4항 (2)호 (가)에 따른다.

2. 검사표면의 구분

크랭크축의 검사표면을 **그림 1**의 I부터 IV까지 4개로 구분하여 각각 검사방법 및 판정기준을 정한다.



(비 고)

1. 핀 또는 저널에 기름구멍을 가진 경우에는 기름구멍의 주변(그림 참조)은 구분 II로 한다.
2. d는 크랭크축의 지름.

$\theta = 60°$, $a = 0.1d$, $b = 0.05d$ (다만 25 mm 이상)

그림 1 크랭크축의 표면검사 구분

3. 검사방법

(1) 표면검사는 2항에서 규정한 검사표면의 구분에 따라서 다음과 같이 행한다. 다만 검사 결과 CC종 결함(**표 1** 참조)이 검출되었을 경우에는 초음파 탐상검사를 요구할 수 있다.

구 분	검사종류
I 및 II	자분 탐상검사 또는 액체침투 탐상검사
III 및 IV	육안검사

(비 고)

1. 흑피 그대로 사용하는 부분은 위의 규정에 관계없이 자분탐상검사를 한다.
2. 담금질 후 템퍼링을 하는 크랭크축 및 표면경화 처리를 하는 크랭크축의 구분 III은 위의 규정에 관계없이 자분탐상 또는 액체침투 탐상검사를 한다.

(2) 자분탐상검사, 액체침투 탐상검사 및 육안검사의 방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

4. 중간공정에서의 검사

(1) 제조자는 제조공정중의 적절한 시기에 초음파탐상검사를 하여 내부에 유해한 결함이 없는가를 자체적으로 확인하여야 한다.

(2) 제조자는 제조과정의 각 단계에서 자체적으로 표면검사를 하여야 한다. 이 결과 유해한 재료결함이 발견된 경우에는 지체 없이 검사원에게 통고하여 지시를 받아야 한다. 주강재 크랭크스로우에 대하여는 검사원의 승인을 받아 **부록 2-4**에 따라서 결함부의 용접보수가 가능하다.

(3) 표면경화처리를 하는 크랭크축에 대하여 제조자는 경화처리 전에 자체적으로 표면검사를 하여야 한다. 표면검사의 결과는 검사원의 요구가 있을 경우 제출하여야 한다.

5. 표면검사에 대한 판정

(1) 3항에서 규정한 표면검사의 결과 결함이 검출된 경우에는 4항의 검사결과를 감안하여 6항에서 정한 판정기준에 따라서 합격, 불합격을 판정한다. 다만 6항에서 규정한 판정기준에 합격되지 아니한 것에 대하여도 결함의 위치, 방향 및 모양 외에 크랭크스로우의 모양, 치수 등을 고려하여 참작할 수 있다. 또 이 판정기준에 합격한 것이라도 결함의 수가 많고 결함의 모양, 분포, 방향 등이 크랭크축으로서 부적합하다고 인정되는 경우에는 이것을 불합격으로 할 수 있다.

(2) 표면검사의 판정을 위한 결함의 취급은 다음에 따른다.

(가) 결함의 길이는 육안검사로 확인되는 결함의 최대 실제 길이로 한다.
(나) 결함은 검사원의 승인을 받아 제거할 수 있다.
(다) 결함의 제거는 그라인딩에 의한다.
(라) 두개 이상의 결함의 상호거리가 5 mm 이내에 있을 경우에는 이것을 한 개의 결함으로 간주하여 제거한다.
(마) 결함을 제거한 오목부와 축 표면과의 접속부의 모서리는 가능한 한 큰 둥금새를 주어야 한다.
(바) 결함을 제거한 경우의 오목부의 크기는 열가공 이전의 크기로 정한다.
(사) 주강재 크랭크스로우에 대하여는 검사원의 승인을 받아 **부록 2-4**에 따라서 결함부를 용접보수할 수가 있다.
(아) 결함을 제거할 경우 자분탐상검사 또는 액체침투탐상검사를 하여 검사원의 확인을 받아야 한다.
(자) 검사의 결과 결함이 아직 남아있는 것과 결함을 제거한 것에 대하여 제조자는 상세한 검사기록서를 작성하여 검사원에게 제출하여야 한다. 이 기록서에는 피검사면에 존재하는 결함의 위치, 크기, 방향 및 모양 외에 결함을 제거한 오목부의 위치 및 치수를 기재한다.

6. 표면검사에 대한 판정기준

(1) **적용**

(가) 이 기준은 주강재 반조립형 크랭크축 및 전조립형 크랭크축에 적용한다.
(나) 이 기준에 기재되어 있는 결함이라 함은 다음 (2)호에 정한 CC종 결함을 말한다.

(2) **재료결함의 분류**

표면에 나타나는 결함을 **표 1**과 같이 분류한다. 다만 CA종 및 CB종 결함은 결함으로 취급하지 아니한다.

표 1 결함의 분류

분 류	결함의 명칭
CA종 결함	현미경으로 확인한 비금속개재물
CB종 결함	길이가 0.2 mm 이하인 핀홀, 개재물
CC종 결함	· 길이가 0.2 mm를 넘는 핀홀, 기공 모래개입, 슬래그개입 · 수축공, 수축균열 · 열간균열, 냉간균열

(3) **판정기준**

판정기준은 **표 2**에 따른다.

표 2 판정기준

구 분	판 정 기 준
I	검출된 결함은 제거할 것. 결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 0.01 d 이하로 하고 암필릿부의 R부에 대하여는 원래의 모양이 손상되지 아니하도록 조심스럽게 가공할 것. 또한 평행부에 대하여는 홈의 밑면에 홈 깊이의 3배 이상의 둥금새를 주어 가공하여야 한다.
II	검출된 결함은 제거할 것. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 특히 밀집되어 있지 아니한 1 mm 이하의 결함. (ii) 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 3 mm 미만의 결함. 결함을 제거한 후 홈의 깊이는 0.01 d 이하로 하고 홈의 밑면은 홈 깊이의 3배 이상의 둥금새를 주어서 가공하는 것을 원칙으로 하고 어떠한 경우에도 홈 깊이의 2배 미만이어서는 아니 된다.
III	검출된 결함은 제거할 것. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 특히 밀집되어 있지 아니한 3 mm 이하의 결함. (ii) 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 5 mm 미만의 결함. 결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 0.01 d 이하로 하고 홈의 밑면에는 홈 깊이의 2배 이상의 둥금새를 주어 가공할 것.
IV	검출된 결함은 제거할 것. 다만, 8 mm 미만의 결함은 존재하여도 좋다. 결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 그 부분의 강도에 지장이 없는 것으로 하고 검사원의 승인을 받아야 한다

부록 2-4 주강재 크랭크스로우의 용접보수 검사기준

1. 적용

(1) 제조중의 주강재 크랭크축의 크랭크스로우(전조립형 크랭크암을 포함한다. 이하 **크랭크스로우**라 한다)에 결함이 발견된 경우에는 이 기준에 따라서 용접보수를 할 수 있다. 다만, 결함을 제거한 후의 홈의 깊이가 0.05 t(t는 암의 두께) 미만의 경우에는 용접보수를 하지 아니하고 사용하여도 좋다. 이때 홈의 밑면에는 홈 깊이의 2배 이상의 둥금새를 주고 홈과 표면과의 이루는 각에는 충분한 R를 주어 가공하여야 한다.

(2) 용접보수를 하는 경우에는 검사원의 승인을 받아야 한다. 검사원은 용접보수가 적절하지 아니하다고 인정되는 경우 또는 용접보수 장소가 부적합하다고 인정되는 경우에는 용접보수를 인정하지 아니하고 크랭크스로우를 불합격으로 처리할 수 있다.

(3) 용접보수를 하는 경우에는 미리 7항에 규정하는 예비시험을 하여 합격하여야 한다.

2. 용접보수를 하는 범위와 조건

(1) 핀과 암과의 주위 등 : **그림 1**의 빗금(cross hatching)친 범위는 용접보수를 하여서는 아니 된다.

(2) 결함을 제거한 후 홈의 깊이는 0.1 t 이하로 한다.

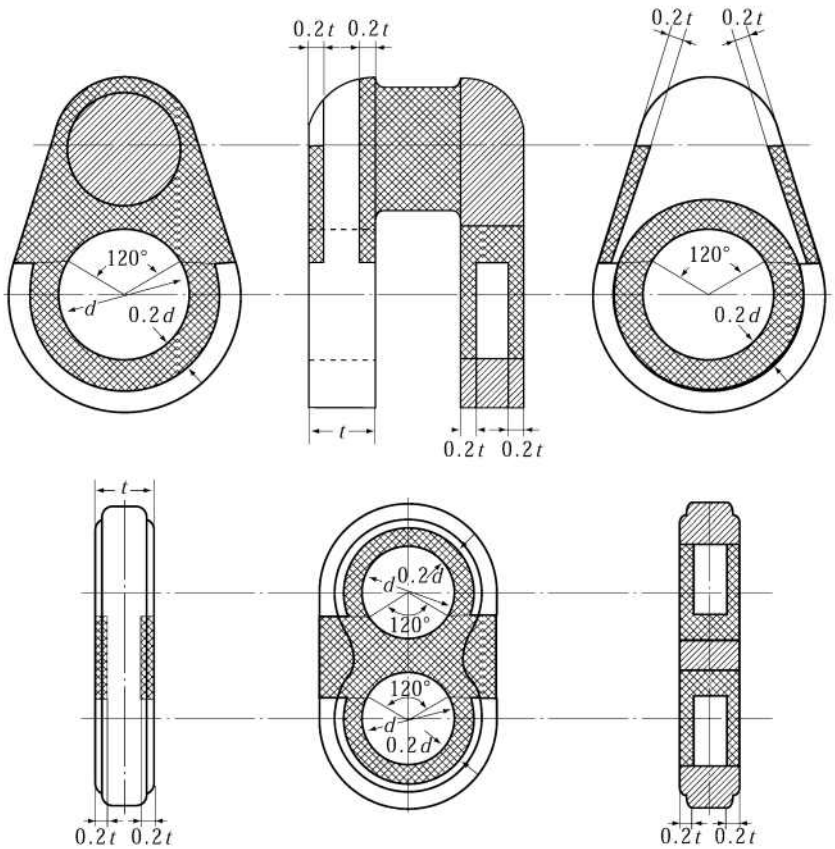


그림 1 용접보수 금지범위 (빗금(Cross Hatching) 범위)

3. 보수의 시기

용접보수는 크랭크스로우의 열처리 전에 하여야 한다. 다만 검사원의 승인을 받을 경우 비교적 작은 결함의 용접보수는 열처리 후에도 할 수 있다.

4. 보수의 방법

용접보수의 방법은 다음에 따른다.

(1) **용접사** 보수에 종사하는 용접사는 우리 선급의 용접사기량시험에 합격한 자로서 7항에 규정하는 예비시험시의 용접에 종사한 자라야 한다.

(2) **결함의 제거** 결함은 그라인딩 또는 가우징으로 제거한 후에 용접에 적합한 홈을 만든다. 이때 검사원은 자분탐상

또는 액체침투탐상검사를 하여 결함이 완전히 제거된 것을 확인하여야 한다.

(3) **예열** 용접보수 장소 및 그 주위는 200℃ 이상의 온도로 예열하여야 한다.

(4) **용접방법** 용접은 아래보기로 수동 아크용접을 한다.

(5) **용접봉** 우리 선급의 승인을 받은 저수소계의 것을 사용한다.

(6) **후열** 용접완료 후 크랭크스로우는 규정된 열처리를 하여야 한다. 또한 검사원의 승인을 받아서 열처리 후에 용접보수를 하는 것에 대하여는 600~650℃에서 응력제거 열처리를 하여야 한다.

(7) **보수후의 가공** 보수부는 그라인딩으로 평탄하게 가공하여야 한다.

5. 보수 후의 검사

용접부 및 그 주위는 자분탐상검사를 하여 유해한 결함이 없는가를 확인하여야 한다.

6. 기록

제조자는 용접보수 부분의 위치 및 치수에 대하여 스케치, 보수방법, 열처리의 상세, 검사성적 등을 기재한 기록서를 작성하여 검사원에게 제출하여야 한다.

7. 예비시험

제조자는 용접보수를 하기에 앞서 다음과 같은 예비시험을 할 필요가 있다. 다만 사용재료, 용접조건, 용접시공자 등의 변경이 있을 경우 우리 선급이 특별히 필요하다고 인정되는 경우를 제외하고는 그 때마다 시험을 할 필요는 없다.

(1) **결함보수 용접시험**

(가) **시험재** 크랭크스로우와 동등의 재료로 한다.

(나) **시험재의 모양 및 용접보수 요령** 시험재의 치수는 **그림** 2와 같이 하고 그림과 같이 홈을 만들어 살붙임용접을 한다.

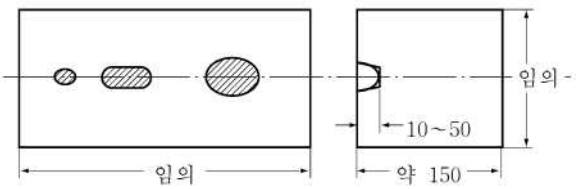


그림 2 시험재의 치수 및 모양 (단위: mm)

(a) **홈의 크기** 운봉이 충분히 가능한 범위 내에서 적절한 크기로 한다.

(b) **홈의 배열** 배열 및 홈에서 시험재의 단부까지의 거리는 실물의 용접에 가까운 조건으로 한다.

(c) **용접방법** 실제의 경우와 동등한 방법으로 한다.

(d) **용접봉** 실제로 사용되는 용접봉을 사용한다.

(e) **예열 및 후열** 크랭크스로우와 동등한 열처리를 한다.

(다) **시험**

(a) **매크로조직시험** 열처리 후 용접부를 포함한 면에서 시험재를 절단하여 용접밑면의 용접상태, 균열의 유무를 확인한다.

(b) **경도시험** 용착금속부, 모재부 및 그 경계부의 경도의 변화에 이상이 없는가를 확인한다.

(c) **현미경조직** 용착금속부, 모재부 및 그 경계부의 조직을 조사하여 이상이 없는가를 확인한다.

(2) **맞대기용접 이음시험**

(가) **시험재** 크랭크스로우와 동등의 재료로 한다.

(나) **시험재의 모양 및 용접보수 요령** 시험재의 치수 및 모양은 **그림** 3과 같이 한다. 또한 용접조건 및 열처리는 (1)호에 정하는 바에 따른다.

(다) **시험** **그림** 3의 시험재로부터 **그림** 4와 같이 인장시험편 및 굽힘시험편 각 2개를 채취한다.

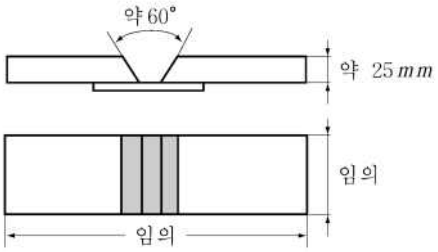


그림 3 시험재의 치수 및 모양

그림 4 시험편의 채취

(a) **인장시험** 용착금속부를 시험편의 표점거리의 중앙부가 되도록 하여 인장시험을 한다. 또한 그 성적은 모재의 규격 최저값 이상이어야 한다. (시험편 치수 : 14 mmϕ× 70 mm)

(b) **굽힘시험** 용착금속부를 시험편의 중앙부가 되도록 하여 안쪽 반지름 25 mm로서 180° 굽혀도 용접부 및 열영향부에 균열이나 흠이 생겨서는 아니 된다.(시험편 치수 : 25 mm × 19 mm × 임의의 길이) ⚓

부록 2-5 단강품 비파괴검사기준

1. 적용

(1) 이 기준은 **규칙 2편 1장 601.**의 8항 및 10항의 규정에 따른 **선체 및 일반용 단강품과 기관용 단강품**(이하 **단강품**이라 한다)의 자분탐상, 액체침투탐상 및 외관검사 방법에 의한 표면검사와 초음파탐상검사에 적용한다.

(2) 이 기준에서 규정하는 이외의 단강품(커플링, 기어, 보일러 및 압력용기의 부품 등)에 대하여는 그 재료, 종류, 형상 및 적용되는 응력조건 등을 감안하여 이 기준을 준용할 수 있다.

(3) 이 기준은 오스테나이트 스테인리스강 및 듀플렉스 스테인리스강 단강품의 검사에도 적용할 수 있다. *(2022)*

(4) 단강품은 최종 인도조건에서 검사되어야 하며, 중간에 검사를 수행한 경우 제조자는 검사원의 요청에 따라 그 시험 성적서를 제출하여야 한다.

(5) 단강품이 반제품상태로 공급되는 경우, 제조자는 최종 가공부품의 품질수준에 대하여 고려하여야 한다.

(6) 비파괴검사를 수행하는 검사자의 자격 및 검사계획에 대하여는 이 **지침 부록 2-2**의 2항 및 4항 (2)호 (가)에 따른다.

(7) 향상된 초음파검사 방법이 적용되는 경우(예 : PAUT 또는 TOFD)는 해당 방법을 채택하고 적용하는 일반적인 접근 방식에 대해 **부록 2-12**를 참조한다. 합격/불합격 기준은 이 기준을 따른다. *(2022)*

2. 표면검사

(1) **일반사항**

(가) 이 기준에서 표면검사는 관련 지시(indication)를 탐상하고 이 기준의 합격/불합격 기준으로 관련 지시들을 평가하기 위한 목적으로 외관검사 및 자분탐상검사 또는 액체침투탐상검사로 실시되어야 한다. 외관검사에 종사하는 검사자는 충분한 지식과 경험을 가지고 있어야 하지만 이 기준에 명시된 자격을 요구하는 것은 아니다. *(2022)*

(나) 자분탐상검사 및 액체침투탐상검사의 검사방법, 검사장비 및 검사조건은 우리 선급이 인정하는 국내 또는 국제 표준에 적합하여야 한다.

(다) 우리 선급은 지시(indication)의 존재 유무 및 문서화되지 않은 용접 보수의 존재 유무 등을 확인하기 위한 보충 검사 방법으로 기타 표면검사 방법(예: 와류탐상검사)을 요구할 수 있다. 이 기준은 이러한 목적에 대한 합격/불합격 기준을 포함하지 않으며 단지 정보용으로만 활용하기 위해 규정하고 있다. *(2022)*

(2) **제품**

(가) 제조자는 **규칙 2편 1장 601.**에서 규정하는 단강품의 접근 가능한 표면에 대하여는 100 % 외관검사를 하여야 하고 검사원이 이를 확인할 수 있어야 한다. 다량생산되는 단강품에 대한 검사의 범위는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. *(2022)*

(나) **규칙 2편 1장 601.**에는 선급품 대상이 될 수 있는 모든 단강품들이 포함되어 있지 않다(예: 단조 선회 링). **규칙 2편 1장 601.**또는 이 기준에 특정 제품 또는 유형이 포함되지 않은 경우, 적절한 검사방법 및 결함의 합격 기준을 결정하기 위해 적절한 국가/국제 표준 또는 규칙이 적용될 수 있다. *(2022)*

(다) 오스테나이트 스테인리스강 및 듀플렉스 스테인리스강 단강품의 합격기준에 대한 세부사항은 이 기준의 표면 및 초음파탐상검사에 대한 규정에 포함되어 있지만, 다른 합격기준과 국가 또는 국제 표준을 우리 선급이 인정한다면 적용할 수 있다. *(2022)*

(라) 그러한 표준이 합격 및 불합격 기준의 기초로 사용되거나 참조되는 경우, 품질 등급은 이 기준의 적절한 표에 명시된 허용 기준과의 합리적인 동등성을 제공해야 한다. 품질 등급은 일반적으로 이 기준과 합리적인 동등성을 제공하기 위해 가장 높거나 가장 엄격해야 한다. *(2022)*

(마) 자분탐상검사 및/또는 액체침투탐상검사에 의한 표면검사는 일반적으로 다음의 단강품에 적용한다.

(a) 모든 크랭크축 *(2022)*

(b) 최소 지름이 100 mm 이상인 프로펠러축, 중간축, 스러스트축, 타두재

(c) **규칙 5편**의 엔진 형식 및 크기 요구사항에 따른 실린더헤드, 연접봉, 피스톤봉 및 크로스헤드 *(2022)*

(d) 실린더 커버볼트, 크랭크축의 커플링 볼트, 타이로드, 크랭크 핀 볼트, 메인 베어링 볼트 등 및 **규칙 5편**의 엔진 형식 및 크기 요구사항에 따른 다른 부품과 같은 동적 응력을 받는, 지름이 50 mm 이상인 볼트 *(2022)*

(e) 동적 응력을 받는 프로펠러 블레이드 고정 볼트 *(2022)*

(3) **표면검사 영역** **그림 1** 내지 **그림 4**에 나타내는 영역 I, II 및 III(해당되는 경우)에 대하여는 자분탐상검사 또는 허용되는 경우, 액체침투탐상검사를 실시하여야 한다. *(2022)*

(4) **표면조건** 검사하고자 하는 단강품의 표면은 스케일, 먼지, 그리스 또는 페인트가 없어야 한다.

(5) **표면검사**

(가) **그림 1** 내지 **그림 4**에 지정된 경우로서, 다음에 해당하는 경우에는 자분탐상검사대신 액체침투탐상검사를 실시한다.

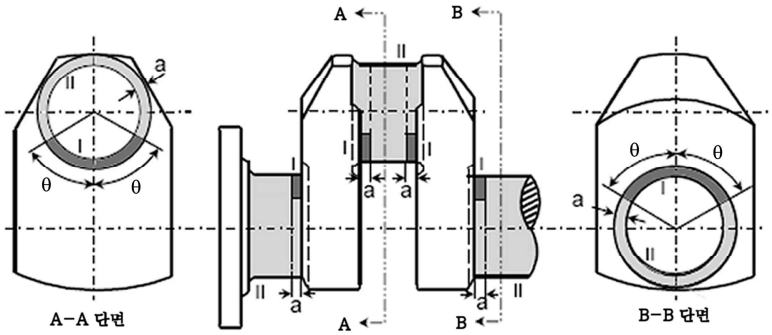
- 오스테나이트 스테인리스강 및 듀플렉스 스테인리스강 *(2022)*
- 외관검사 또는 자분탐상검사로 드러난 결함지시의 해석
- 검사원의 지시

(나) 주문서에 별도로 규정되어있지 아니하는 한, 자분탐상검사는 단강품의 최종가공 표면조건 및 최종 열처리 조건이 완료된 상태에서 실시하여야 한다. *(2022)*

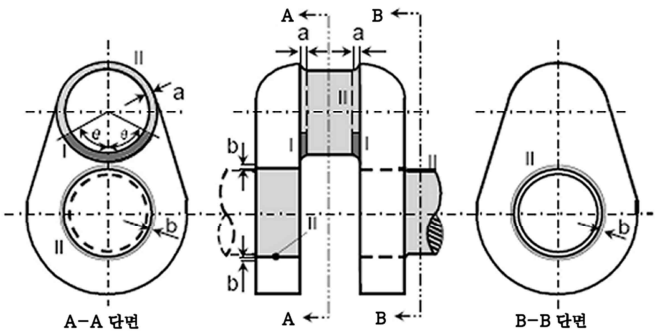
(다) 별도로 동의되지 않는 한 표면검사는 검사원의 입회하에 실시하여야 한다. 표면검사는 가능한 한 열박음 전에 실시하여야 한다.

(라) 자분탐상검사에 있어서는 단강품 표면에서의 국부적인 과열 또는 연소에 의한 손실을 방지하기 위하여 자화용 고정 작업대의 조임장치와 단강품 간의 접촉상태에 유의해야 한다. 최종 기계가공 완료 부품에 대하여는 자화 프로드를 사용해서는 안된다.

(마) 표면검사의 결과로서 결함지시를 검출한 경우에는 (6)호에 따라 합격 또는 불합격이 판정되어야 한다.



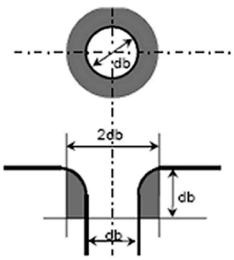
(a) 일체형 크랭크축



(b) 반조립형 크랭크축

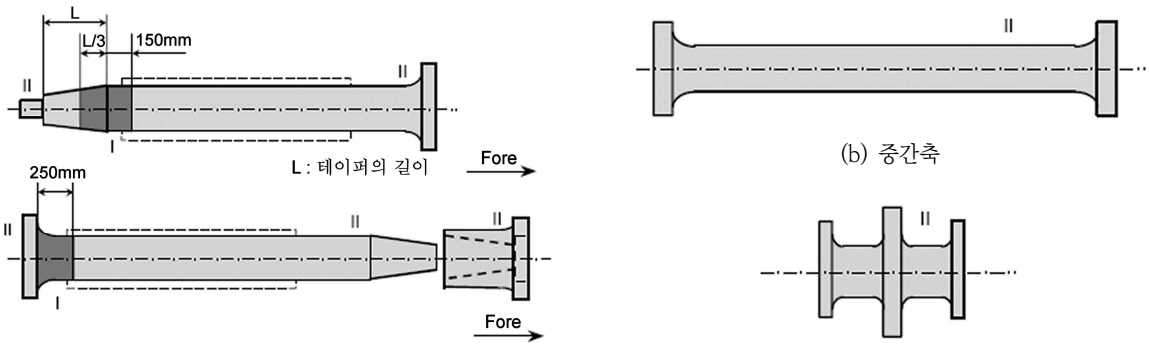
(비고)

1. 핀 또는 저널에 기름구멍을 가진 경우에는 기름구멍의 주변표면(그림참조)은 영역 I로 한다.
2. 그림에서 "θ", "a" 및 "b"는
   θ = 60°
   a = 1.5 r
   b = 0.05 d (수축끼워맞춤의 주변표면)
   여기서,
   r : 필릿 반경
   d : 저널 지름
3. 영역표시 (그림 1 내지 4 동일)
   : 영역 I
   : 영역 II



db : 기름구멍의 지름

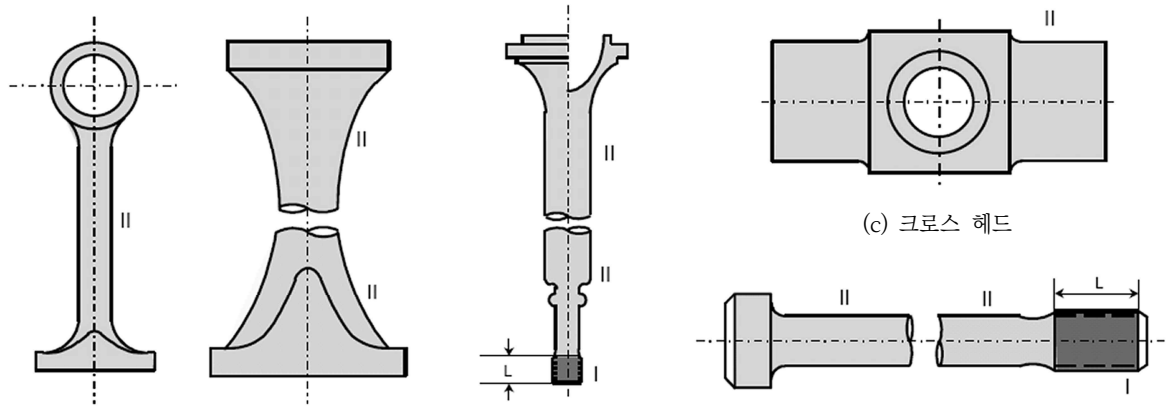
그림 1 크랭크축의 표면검사 영역



(a) 프로펠러축 (b) 중간축 (c) 스러스트축

(비고) 프로펠러축, 중간축 및 스러스트축에 있어서 축심에 수직방향인 구멍(radial holes), 슬롯(slots) 및 키홈(key ways)과 같이 응력이 발생하는 모든 부위는 영역 I로 한다.

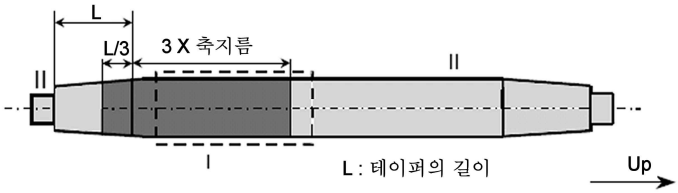
그림 2 축의 표면검사 영역



(비고) 나사부, 구멍 및 그 주변은 영역I로 한다.

(a) 연접봉 (b) 피스톤 로드 (c) 크로스 헤드 (d) 볼트

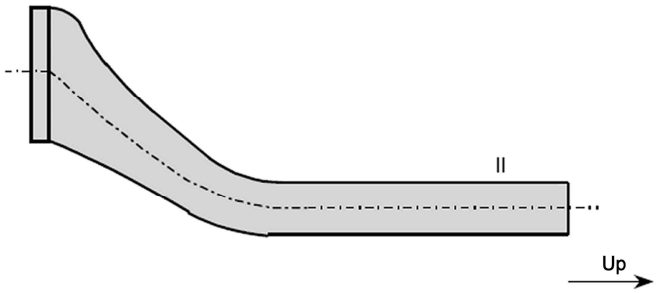
그림 3 엔진 부품의 표면검사 영역



(a) A 형식

(비고) 용접부는 영역I로 한다.

(b) B 형식



(c) C 형식

그림 4 타두재의 표면검사 영역

(6) **판정기준 및 결함의 보수**

(가) **외관검사의 판정기준**

(a) 모든 단강품에는 균열, 유사균열 지시, 겹침(laps), 심(seams), 포개짐(folds) 또는 기타 유해한 결함이 없어야 한다. 표면 불연속에 대한 상세 평가를 위해 검사원의 요청이 있는 경우, 자분탐상검사에 추가하여 액체침투탐상검사 및 초음파탐상검사가 요구될 수 있다.

(b) 중공 프로펠러축의 구멍부는 기계가공에 의해 드러난 결함에 대하여 외관검사를 하여야 한다. *(2022)*

(나) **자분탐상 및 액체침투탐상검사의 판정기준** ***(2022)***

(a) 결함지시와 관련한 정의는 다음에 따른다.

(i) 선형결함지시 : 가장 긴 길이가 가장 짧은 길이의 3배 이상인 결함지시 (예 I≥3w)

(ii) 비선형결함지시 : 가장 긴 길이가 가장 짧은 길이의 3배 미만인 결함지시 (예 I<3w)

(iii) 연속결함지시 :

- 결함지시들 사이의 거리가 2 mm 미만이고 결함지시들이 3개 이상 연속적으로 형성되는 비선형결함지시들. 연속된 결함지시는 하나의 결함지시로 간주되며 그 길이는 연속된 전체 길이와 같다.
- 두 결함지시들 사이의 거리가 가장 긴 결함지시의 길이보다 작게 형성되는 선형결함지시들

(iv) 열린결함지시 : 자분을 제거한 후에도 보이는 결함지시 또는 액체침투탐상검사를 이용하여 검출될 수 있는 결함지시

(v) 닫힌결함지시 : 자분을 제거한 후에는 보이지 않는 결함지시 또는 액체침투탐상검사를 이용하여 검출될 수 없는 결함지시

(vi) 관련지시 : 평가를 요하는 불연속의 상태 또는 모양에 기인하는 결함지시. 어떠한 치수든 1.5 mm를 넘는 경우에만 결함지시 범주와 관련 있는 것으로 간주한다.

(b) 결함지시의 평가 목적상, 표면은 225 cm^2의 기준 면적으로 분할되어야 한다. 이 기준면적은 평가될 지시와 관련하여 가장 불리한 지역에서 선택되어야 한다.

(c) 기준 면적에서 허용되는 결함지시의 수 및 크기는 크랭크축 단강품에 대하여는 **표 1**, 기타 단강품(오스테나이

트 스테인리스강 및 듀플렉스 스테인리스강을 포함하는)에 대하여는 **표 2**에 따른다. 다만, 균열은 허용되지 않으며, 결함지시의 총 수가 과도한 경우에는 검사원은 비파괴검사의 결과에 관계없이 단강품을 불합격으로 할 수 있다.

표 1 크랭크축 단강품 : 기준 면적 225cm^{2}에서 허용되는 표면 결함지시의 수 및 크기

검사영역	결함지시의 최대수	결함지시의 모양	각 모양에 대한 최대수	최대 치수 (mm)
I (아주 중요한 필릿부)	0	선형 비선형 연속	0 0 0	- - -
II (중요한 필릿부)	3	선형 비선형 연속	0 3 0	- 3.0 -
III (저널부 표면)	3	선형 비선형 연속	0 3 0	- 5.0 -

표 2 크랭크축이외의 단강품 : 기준 면적 225cm^{2}에서 허용되는 표면 결함지시의 수 및 크기

검사영역	결함지시의 최대수	결함지시의 모양	각 모양에 대한 최대수	최대 치수 (mm)
I	3	선형 비선형 연속	0(1) 3 0(1)	- 3.0 -
II	10	선형 비선형 연속	3(1) 7 3(1)	3.0 5.0 3.0
(비고) (1) 선형 또는 연속결함은 주베어링 볼트, 연접봉 볼트, 크로스헤드 베어링 볼트, 실린더 커버볼트와 같이 변동하중을 직접적으로 받는 볼트에 대하여는 허용되지 않는다.				

(다) **결함의 보수**

(a) 결함 및 불합격된 결함지시는 다음 및 (b) 내지 (f)의 규정에 따라 보수되어야 한다. 일반적으로 얕은 지시를 제거하기 위해 최대 1.5 mm 깊이까지 가벼운 그라인딩이 허용될 수 있다. *(2022)*

(i) 재료의 결함부는 그라인딩 또는 칩핑 및 그라인딩으로 제거될 수 있다. 모든 홈은 바닥의 반경이 홈 깊이의 약 3배이어야 하며, 표면에 완만하게 인근의 표면과 동일하게 마무리되어야 한다.

(ii) 갈아내기는 닫힌결함지시의 가장자리를 끝이 뾰쪽한 연마석으로 표면하 깊이가 최저 0.08 mm, 최대 0.25 mm 정도로 제한해서 편평하게 또는 완화시키고 또한 인근의 표면과 동일하게 마무리하는 것이다. 갈아낸 면은 홈으로 간주되어서는 안되며, 다만 베어링의 마모를 방지하기 위한 것이다.

(iii) 편석으로 평가되는 닫힌결함지시는 보수하지 않아도 좋다.

(iv) 결함의 완전한 제거는 가능한 한 자분탐상검사 또는 액체침투탐상으로 확인되어야 한다. *(2022)*

(v) 크랭크축 또는 비틈림 피로를 받는 회전 부품(예: 프로펠러축)에 대하여는 용접보수를 해서는 안된다. 기타 단강품에 대한 용접보수는 우리 선급의 사전 승인을 받아야 한다. *(2022)*

(vi) 마무리 가공된 나사산 부근에는 그라인딩이 허용되지 않는다. *(2022)*

(b) **크랭크축 단강품의 영역 I** 이 영역에서는 어떠한 결함지시나 보수도 허용되지 않는다.

(c) **크랭크축 단강품의 영역 II**

(i) 결함지시는 보수깊이가 1.5 mm를 넘지 않도록 그라인딩으로 제거하여야 한다.

(ii) 저널 베어링 표면에서 검출된 결함지시는 보수깊이가 3.0 mm를 넘지 않도록 그라인딩으로 제거하여야 한다. 총 그라인딩 면적은 당해 총 베어링 표면적의 1% 미만이어야 한다.

(iii) 편석으로 평가된 이외의 닫힌 결함지시는 갈아내어야 한다. 그러나 제거할 필요는 없다.

(d) **기타 단강품의 영역 I** 결함지시는 보수깊이가 1.5 mm를 넘지 않도록 그라인딩으로 제거하여야 한다. *(2022)*

(e) **기타 단강품의 영역 II** 결함지시는 보수깊이가 지름의 2% 또는 4.0 mm 중 작은 값을 넘지 않도록 그라인딩으로 제거하여야 한다.

(f) **모든 단강품의 영역 I 및 II 이외의 영역** 외관검사로 검출된 결함은 보수깊이가 지름의 5% 또는 10 mm 중 작은 값을 넘지 않도록 그라인딩으로 제거하여야 한다. 총 그라인딩 면적은 당해 총 베어링 표면적의 2% 미만이어야 한다.

(7) **보고서** *(2022)*

표면검사의 시험결과는 적어도 다음 항목이 기록되어야 한다.

(a) 시험일
(b) 검사자의 성명, 서명 및 자격 수준
(c) 검사방법의 종류 및 절차서 번호를 포함하는 검사 상세
- 액체침투탐검사 : 사용된 침투 시스템 및 관찰 조건(사용된 침투제 및 침투 기법이 적절하도록)
- 자분탐상검사 : 자화방법, 자분의 종류, 자화력, 자장지시계(적절한) 및 관찰 조건(사용된 자화 장치/자분 및 자화 기법이 적절하도록)

(d) 제품의 종류
(e) 제품번호 및 고유 식별번호
(f) 강재기호
(g) 열처리
(h) 검사 단계
(i) 검사 위치(영역)
(j) 표면상태
(k) 사용된 검사표준(합격 목적을 위한 적절한 표에 대한 참조 포함)
(l) 검사 조건
(m) 보수 및 검사 이력(적절한)에 대한 문서를 포함하는 검사 결과
(n) 합격/불합격 판정
(o) 스케치를 포함한 용접보수 상세(해당하는 경우)

3. 초음파탐상검사

(1) **일반사항** *(2022)*

(가) 이 기준에서 초음파탐상검사는 수직 또는 경사각 접촉법으로 하여야 한다. 향상된 초음파탐상검사(예: PAUT 또는 TOFD) 방법은 **지침 부록 2-12**의 일반적인 요구사항을 만족해야 한다.

(나) 초음파탐상검사의 검사방법, 장비 및 검사조건은 우리 선급이 인정하는 국내 또는 국제표준에 적합하여야 한다. 일반적으로 검사 감도 설정 및 검사 평가 방법은 DAC(거리진폭특성) 또는 DGS(거리감도크기 선도) 방법을 사용한다. 적용된 방법은 2 ~ 4 MHz의 수직 및/또는 경사각 탐촉자를 사용해야 한다. 가까운 표면용(최대 깊이 25 mm까지) 검사를 위해서는 2진동자 수직 탐촉자를 써야 하며, 추가하여 나머지 체적에 대해서는 수직 탐촉자(일반적으로 깊이 25 mm를 초과하는 영역을 위한 단일 진동자)를 사용해야 한다. 선택한 감도 방법에 따라 적절한 합격기준 표를 사용해야 한다.

(다) 필릿부는 주로 검사 반경 영역 내 균열의 존재를 확인하기 위해 45°, 60° 또는 70°의 경사각 탐촉자를 사용하고, 이 영역 내에서 다른 지시를 확인하기 위해 수직 탐촉자로 추가적으로 탐상을 할 수 있다.

(라) 제작된 단조품 및 용접 보수의 경우, 용접 검사는 적절한 표준에 따라 수행되어야 하며 이 기준에 포함된 합격기준 표를 용접의 합격 기준으로 사용해서는 안 된다.

(마) 수직 탐촉자에 대한 DAC 곡선의 구성은 검사 두께에 걸쳐 적절한 크기의 평저공(FBH)을 포함하는 대비시험편을 사용하여 수행해야 한다. 대비시험편은 검사 대상과 유사한 표면 상태 및 유사한 재료로 제조되어야 한다. 필요한 경우 전이 보상 및 DAC곡선 조정을 통해 감쇠 손실을 허용해야 한다. 적용된 전이 보상(데시벨(dB)로 측정)은 이 기준의 적절한 표에 따라 지시들이 평가되는 새로운 기준 감도가 되어야 한다.

(2) **제품** *(2022)*

(가) 초음파탐상검사는 일반적으로 다음의 단강품에 적용된다.

(a) 모든 크랭크축

(b) 최소 지름이 200 mm 이상인 프로펠러축, 중간축, 스러스트축, 타두재

(c) **규칙 5편**의 엔진 형식 및 크기 요구사항에 따른 실린더헤드, 연접봉, 피스톤봉 및 크로스헤드

(나) **규칙 2편 1장 601.**에는 선급품 대상이 될 수 있는 모든 단강품들이 포함되어 있지 않다(예: 단조 선회 링). **규칙 2편 1장 601.** 또는 이 기준에 특정 제품 또는 유형이 포함되지 않은 경우, 적절한 검사방법 및 결함의 합격기준을 결정하기 위해 적절한 국가/국제 표준 또는 규칙이 적용될 수 있다. *(2022)*

(다) 그러한 표준이 합격 및 불합격 기준의 기초로 사용되거나 참조되는 경우, 품질 등급은 이 기준의 적절한 표에 명시된 허용 기준과 합리적인 동등성을 제공해야 한다. 품질 등급은 일반적으로 이 기준과 합리적인 동등성을 제공하기 위해 가장 높거나 가장 엄격하다. *(2022)*

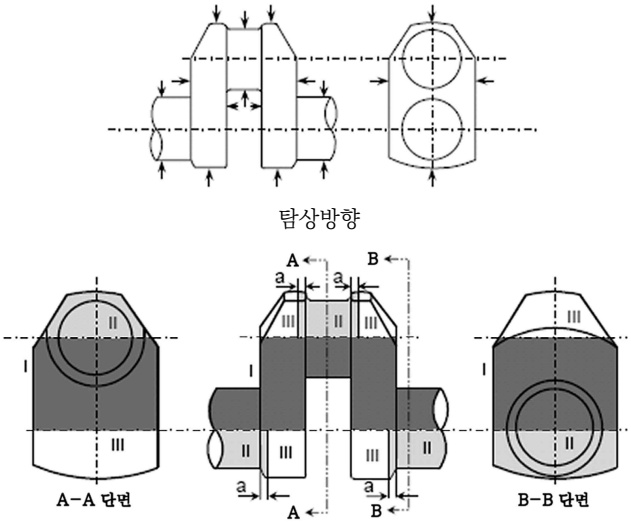
(라) **표 3 ~ 6**에 명시된 초음파탐상검사 합격 기준은 C, C-Mn 및 합금강 단조품을 위한 것이며 오스테나이트 스테인리스강 또는 듀플렉스 스테인리스강 단조품에는 적용되지 않는다. 스테인리스강 또는 듀플렉스 스테인리스강 단조품의 합격 기준에 대한 표준의 예는 아래에 명시되어 있으며 품질 등급은 우리 선급이 동의해야 한다. 우리 선급의 동의함에 따라 다른 국내 또는 국제 표준을 사용할 수 있다.

(a) ASTM A745/A745M-20

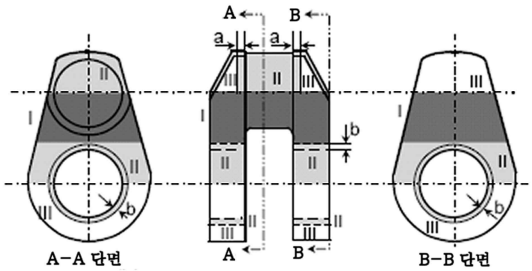
(b) EN 10228-4:2016

(3) **초음파탐상검사 영역**

(가) **그림 5** 내지 **그림 8**에 나타내는 영역 I 내지 III에 대하여는 초음파탐상검사를 실시하여야 한다. 검사원의 재량에 따라 검사영역의 등급을 올릴 수 있다.



(a) 일체형 크랭크축



(b) 반조립형 크랭크축

(비고)

1. 그림에서, “a" 및 ”b"는

   a = 0.1 d 또는 25mm중 큰 값

   b = 0.05 d 또는 25mm중 큰 값 (수축끼워맞춤의 주변)

   여기서,

   d : 핀 또는 저널의 지름

2. 웨브사이의 반경 0.25 d 이내의 크랭크 핀 및/또는 저널의 중심부는 일반적으로 영역 II로 한다.

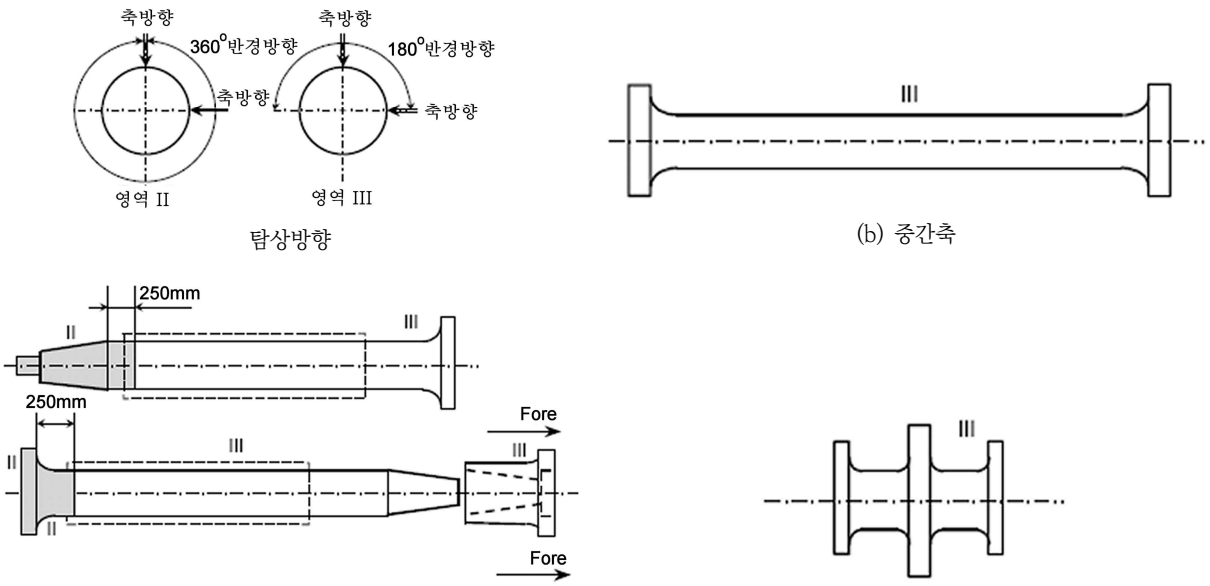
3. 영역표시 (그림 5 내지 8 동일)

:영역 I

:영역 II

:영역 III

그림 5 크랭크축의 초음파 탐상검사 영역



(비고)
1. 중공축의 경우, 영역 III에 대하여도 반경방향으로 360° 탐상을 하여야 한다.
2. 플랜지의 볼트구멍 주변은 영역 II로 간주한다.

그림 6 축의 초음파탐상검사 영역

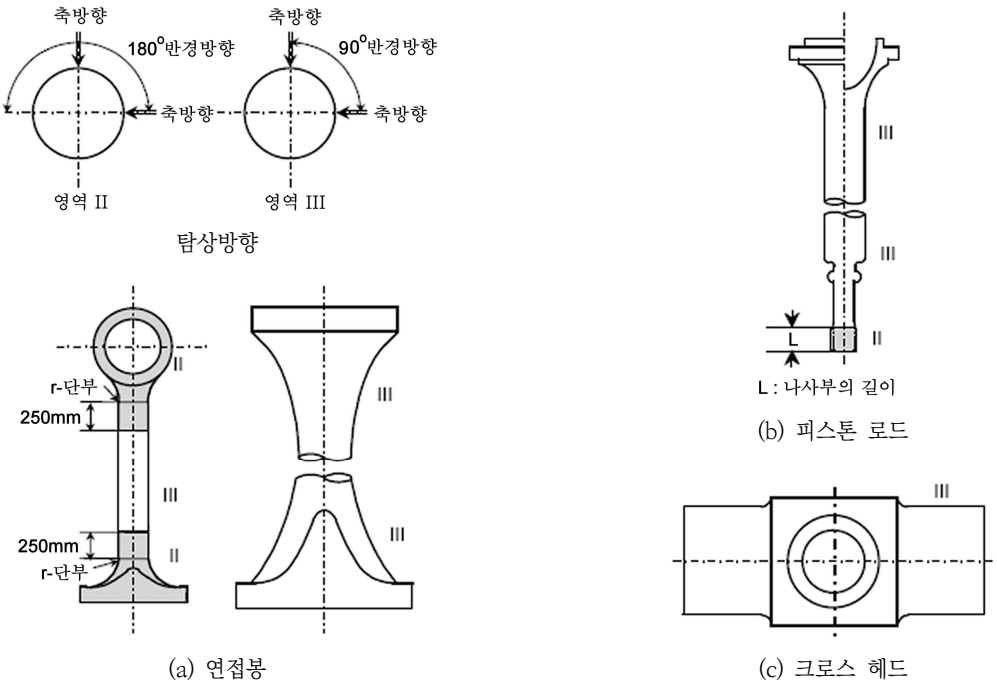
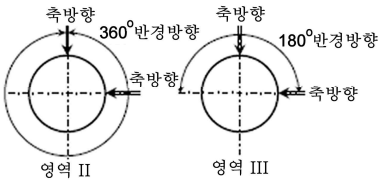
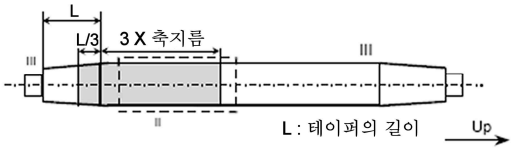


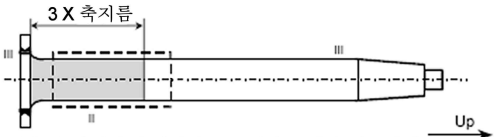
그림 7 엔진부품의 초음파탐상검사 영역



A 및 B 형식의 탐상방향

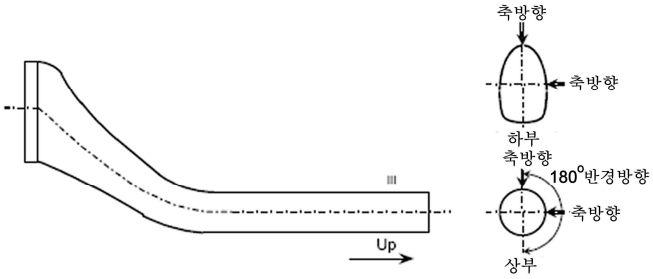


(a) A 형식



(비고) 용접부에 대하여는 특별한 고려가 필요하다.

(b) B 형식



(c) C 형식 C 형식의 탐상방향

그림 8 타두재의 초음파탐상검사 영역

(4) **표면조건**

(가) 검사하고자 하는 단강품의 표면은 탐촉자와 단강품 사이에 적절한 접촉상태를 만들어, 탐촉자의 지나친 마모를 방지할 수 있어야 한다. 표면에는 스케일, 먼지, 그리스 또는 페인트가 없어야 한다.

(나) 초음파탐상검사는 최종 열처리후 초음파탐상검사에 적합한 상태로 가공한 후, 그러나 오일구멍의 가공 전이나 표면경화처리 및 볼트 나사산의 기계가공 전에 실시하여야 한다. 기계가공을 하지 않는 단강품의 경우에는 불꽃스케일제거 또는 쇼트 블라스팅으로 산화 스케일을 제거한 후 검사를 하여야 한다. *(2022)*

(5) **판정기준**

(가) 초음파탐상검사 판정기준은 **표 3 ~ 표 6**에 따른다.

표 3 크랭크축의 초음파탐상검사 판정기준: DGS 방법-수직 탐촉자 *(2022)*

종류	영역	*DGS*(1)에 따른 허용 원형결함의 크기	결함지시의 허용 길이(2)	두 결함지시 사이의 허용 거리(3)
크랭크축	I II III	d ≤ 1.0 mm(4) d ≤ 2.0mm d ≤ 4.0mm	해당없음(5) ≤ 10mm ≤ 15mm	해당없음 ≥ 20mm ≥ 20mm

(비고)
(1) *DGS* : Distance Gain Size
(2) 결함지시의 길이는 결함 에코의 높이가 판정기준선(*DGS*)의 50%를 넘는 탐촉자의 이동거리로 한다.
(3) 평가대상이 되는 개별 결함이 2 이상 군집된 경우, 이웃하는 2 결함간의 최소 거리는 적어도 큰 결함의 길이이어야 한다. 이 요건은 깊이에 대한 거리로서 축방향의 거리에도 적용된다. 이 거리보다 근접하게 존재하는 단독 결함들은 하나의 결함으로 간주된다.
(4) 영역 I 검사의 경우, 탐촉자 선택시에 탐촉자 빔 경로길이 및 빔 침투깊이 제한을 고려해야 하며 일반적으로 최소 탐촉자 주파수인 4 MHz로 수행해야 한다.
(5) 영역 I 검사의 경우, 에코 높이가 1.0 mm 원형반사체보다 큰 지시는 허용되지 않는다. 에코 높이가 1.0 mm 반사체 이하인 지시들은 길이 측정이 불가능한 점 반사체로 간주된다면 허용된다.

표 4 크랭크축의 초음파탐상검사 판정기준: DAC 방법-수직 탐촉자 *(2022)*

종류	영역	3.0 mm 평저공(FBH)의 *DAC* 기준감도(1)(2)(3)	결함지시의 허용 길이	두 결함지시 사이의 허용 거리(5)
크랭크축	I II III	3.0 mm DAC - 19 dB 3.0 mm DAC - 7 dB 3.0 mm DAC + 5 dB	해당없음(4) ≤ 10.0 mm ≤ 15.0 mm	해당없음 ≥ 20 mm ≥ 20 mm

(비고)
(1) 3mm 평저공(FBH)의 요구사항은 명확성과 일관성을 위해 DAC 대비시험편을 표준화하는 것이다. 평저공(FBH)/DAC 설정에 대한 dB값은 해당 영역에 해당하는 **표 3**에 명시된 원형 반사체와 동등하다.
(2) 다른 크기의 평저공(FBH)이 DAC 방법에서 사용될 수 있다(그리고 명시된 평저공(FBH)/원형 반사체와 동등하기 위해 dB값이 조정된다). 다른 크기의 평저공(FBH)이 사용되는 경우, 초음파탐삼검사 절차는 적절한 계산 공식을 사용하여 동등성을 나타내야 한다.
(3) 영역 I 검사의 경우, 탐촉자 선택시에 탐촉자 빔 경로길이 및 빔 침투깊이 제한을 고려해야 하며 일반적으로 최소 탐촉자 주파수인 4 MHz로 수행해야 한다.
(4) 영역 I 검사의 경우, 에코 높이가 DAC 기준감도보다 큰 지시는 허용되지 않는다. 에코 높이가 DAC 기준감도보다 작은 지시들은 길이 측정이 불가능한 점 반사체로 간주된다면 허용된다.
(5) 평가대상이 되는 개별 결함이 2 이상 군집된 경우, 이웃하는 2 결함간의 최소 거리는 적어도 큰 결함의 길이이어야 한다. 이 요건은 깊이에 대한 거리로서 축방향의 거리에도 적용된다. 이 거리보다 근접하게 존재하는 단독 결함들은 하나의 결함으로 간주된다.

표 5 크랭크축이외의 초음파탐상검사 판정기준: DGS 방법-수직 탐촉자 *(2022)*

종류	영역	*DGS*(1)(2)에 따른 허용 원형결함의 크기	결함지시의 허용 길이(3)	두 결함지시 사이의 허용 거리(4)
프로펠러축 중간축 추력축 타두재	II	바깥쪽: d≤2mm 안쪽 : d≤4mm	≤10mm ≤15mm	≥20mm ≥20mm
	III	바깥쪽: d≤3mm 안쪽 : d≤6mm	≤10mm ≤15mm	≥20mm ≥20mm
연접봉 피스톤봉 크로스헤드	II	d≤2.0mm	≤10mm	≥20mm
	III	d≤4.0mm	≤10mm	≥20mm

(비고)
(1) *DGS* : Distance Gain Size
(2) 바깥쪽이란 중심에서 축반경의 1/3지점 바깥쪽 부분을 의미하며, 안쪽이란 중심에서 축반경의 1/3지점 이내를 의미한다.
(3) 결함지시의 길이는 결함 에코의 높이가 판정기준선(*DGS*)의 50%를 넘는 탐촉자의 이동거리로 한다.
(4) 평가대상이 되는 개별 결함이 2 이상 군집된 경우, 이웃하는 2 결함간의 최소 거리는 적어도 큰 결함의 길이이어야 한다. 이 요건은 깊이에 대한 거리로서 축방향의 거리에도 적용된다. 이 거리보다 근접하게 존재하는 단독 결함들은 하나의 결함으로 간주된다. 이 요건은 깊이에 대한 거리로서 축방향의 거리에도 적용된다. 이 거리보다 근접하게 존재하는 단독 결함들은 하나의 결함으로 간주된다.

표 6 크랭크축이외의 초음파탐상검사 판정기준: DAC 방법-수직 탐촉자 *(2022)*

종류	영역	3.0 mm 평저공(FBH)의 *DAC* 기준감도(1)(2)	결함지시의 허용 길이(3)	두 결함지시 사이의 허용 거리(3)
프로펠러축 중간축 추력축 타두재	II	바깥쪽: DAC - 7 dB 안쪽 : DAC + 5 dB	≤ 10.0 mm ≤ 15.0 mm	≥20mm ≥20mm
	III	바깥쪽: +0 DAC 안쪽 : DAC + 12 dB	≤ 10.0 mm ≤ 15.0 mm	≥20mm ≥20mm
연접봉 피스톤봉 크로스헤드	II	DAC - 7 dB	≤ 10.0 mm	≥20mm
	III	DAC + 5 dB	≤ 10.0 mm	≥20mm

(비고)
(1) 3mm 평저공(FBH)의 요구사항은 명확성과 일관성을 위해 DAC 대비시험편을 표준화하는 것이다. 평저공(FBH)/DAC 설정에 대한 dB값은 해당 영역에 해당하는 **표 3**에 명시된 원형 반사체와 동등하다.
(2) 다른 크기의 평저공(FBH)이 DAC 방법에서 사용될 수 있다(그리고 명시된 평저공(FBH)/원형 반사체와 동등하기 위해 dB값이 조정된다). 다른 크기의 평저공(FBH)이 사용되는 경우, 초음파탐삼검사 절차는 적절한 계산 공식을 사용하여 동등성을 나타내야 한다.
(3) 평가대상이 되는 개별 결함이 2 이상 군집된 경우, 이웃하는 2 결함간의 최소 거리는 적어도 큰 결함의 길이이어야 한다. 이 요건은 깊이에 대한 거리로서 축방향의 거리에도 적용된다. 이 거리보다 근접하게 존재하는 단독 결함들은 하나의 결함으로 간주된다.

(6) **보고서** *(2022)*

초음파탐상검사의 시험결과는 적어도 다음 항목이 기록되어야 한다.

(a) 검사일
(b) 검사자의 성명, 서명 및 자격 수준
(c) 다음 항목의 상세 및 절차서 번호를 포함하는 검사방법
- 사용된 장비(장치, 탐촉자(곡면용 탐촉자 포함), 교정 및 대비시험편)
- 검사 감도 설정을 위해 사용된 기법(전이 보상, 반사체 크기, 특정 대비시험편, 감도 설정 방법 포함)
- 최대 주사율(mm/s)

- 검사 제한사항의 상세

(d) 제품의 종류

(e) 고유 식별번호 및 제품번호

(f) 강재기호

(g) 열처리

(h) 검사 단계

(i) 검사 위치(영역)

(j) 표면상태

(k) 사용된 검사 표준(승인 목적을 위한 적절한 표에 대한 참조 포함)

(l) 검사 조건

(m) 검사 결과(해당되는 경우, 보수 및 검사 이력과 관련된 문서 포함)

(n) 합격/불합격 판정

(o) 스케치를 포함한 용접 보수의 상세 (해당되는 경우) ⚓

부록 2-6 동합금재 프로펠러주물의 액체침투 탐상검사 및 결함 보수기준

1. 적용

이 기준은 일반적으로 동합금재 프로펠러의 액체침투탐상검사 및 결함보수 등에 적용한다. 이 기준과 상이한 프로펠러의 보수방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

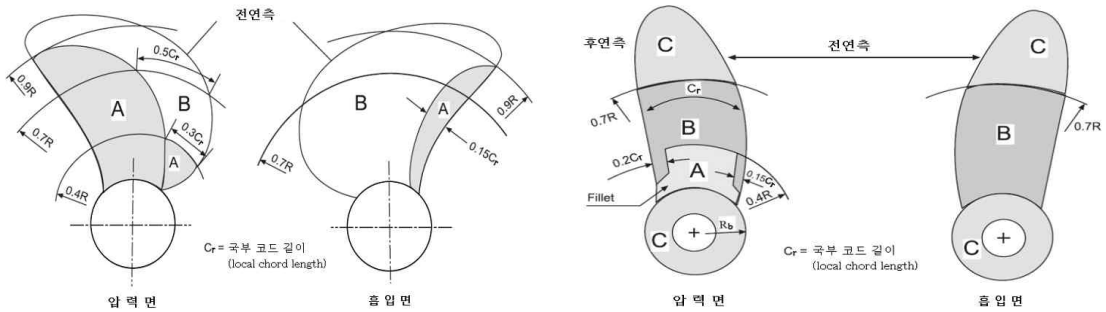
2. 액체침투 탐상검사

(1) 검사영역(탐상범위)

(가) 프로펠러 블레이드에서의 검사영역의 구분은 결함의 위험성에 대한 검사의 정도를 식별하고, 보수후의 피로균열에 의한 파손의 위험을 감소시키기 위하여 **그림 1**과 **그림 2**에 따라 A, B 및 C의 3가지 검사영역으로 구분한다.

(나) 검사영역 A에 대하여는 검사원의 입회하에 액체침투탐상검사를 하여야 한다. 검사영역 "B" 및 "C"에서는 제조자가 액체침투탐상검사를 하고, 성적서를 검사원에게 제출하여야 한다. 검사원은 액체침투탐상검사의 입회를 요구할 수 있다.

(다) 프로펠러를 그라인딩, 날개교정(straightening) 또는 용접으로 보수를 하는 경우, 보수작업의 위치 및 검사영역에 관계없이 수리부위에 대하여 액체침투 탐상검사를 하여야 한다. *(2021)*

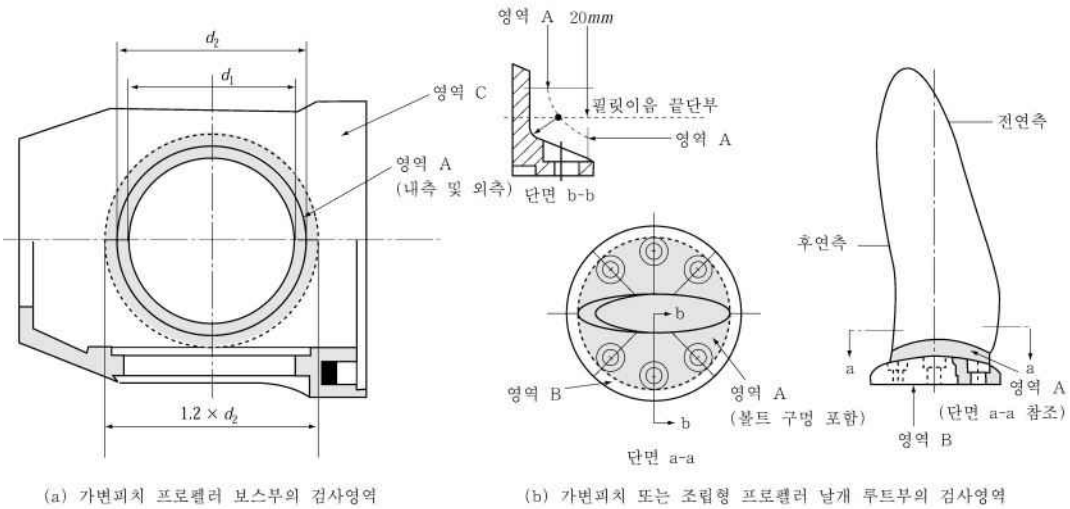


(a) 하이 스큐우 프로펠러(스큐우 각>25°) (b) 로우 스큐우 프로펠러(스큐우 각≤25°)

* 스큐우 각의 정의는 **적용지침 5편 3장 303.**의 규정에 따른다.

(비고)
(1) R : 프로펠러 반지름
(2) 일체형 프로펠러의 보스부는 영역 C로 한다.
(3) 응력분포 등에 대하여 상세한 검토를 실시한 경우, 우리선급의 승인을 받아 상기 그림과 다른 검사 영역으로 할 수 있다.

그림 1 프로펠러 주물의 검사영역



(a) 가변피치 프로펠러 보스부의 검사영역 (b) 가변피치 또는 조립형 프로펠러 날개 루트부의 검사영역

그림 2 가변피치프로펠러 보스부 및 가변피치 또는 조립형 프로펠러 날개 루트부의 검사영역

(2) **시험방법**

(가) 시험방법은 우리 선급으로 제출되어야 하며, *ISO 3452-1*:2013 또는 이와 동등한 기준에 따른다. 판정기준은 (4)호를 따른다. *(2021)*

(나) 결함침투지시모양이 나타난 경우에는 결함의 종류와 그 지시모양의 치수 등에 대한 상세한 내용을 기록하고 검사원에게 제시하여야 한다. 또한, 참고로 결함의 실제치수를 확인한다.

(3) **지시(indication)의 정의** (**그림 3** 참조) *(2021)*

(가) **지시** : 액체침투 탐상검사에서 현상제를 도포한 지 10분 이상 경과한 후에 프로펠러 주물의 불연속부로부터 배어나오는 결함침투지시를 말한다.

(나) **관련 지시** : 1.5mm보다 큰 길이를 가진 지시들만이 지시 범주에 관련된 것으로 간주한다.

(다) **비선형 지시** : 지시의 가장 긴 길이가 가장 짧은 길이의 3배보다 작은 지시(l 〈 3w).

(라) **선형 지시** : 지시의 가장 긴 길이가 가장 짧은 길이의 3배 이상인 지시(l ≥ 3w).

(마) **연속지시**

(a) 최소 3개 이상의 비선형 지시들이 서로 2 mm 미만의 간격으로 연속적으로 놓여 있을 때에 연속지시로 간주한다. 이러한 연속지시는 하나의 지시로 간주하며, 그 연속지시의 전체 길이가 지시의 길이이다.

(b) 가장 긴 선형지시의 길이보다 짧은 간격으로 선형지시들이 놓여 있을 때에 연속지시로 간주한다.

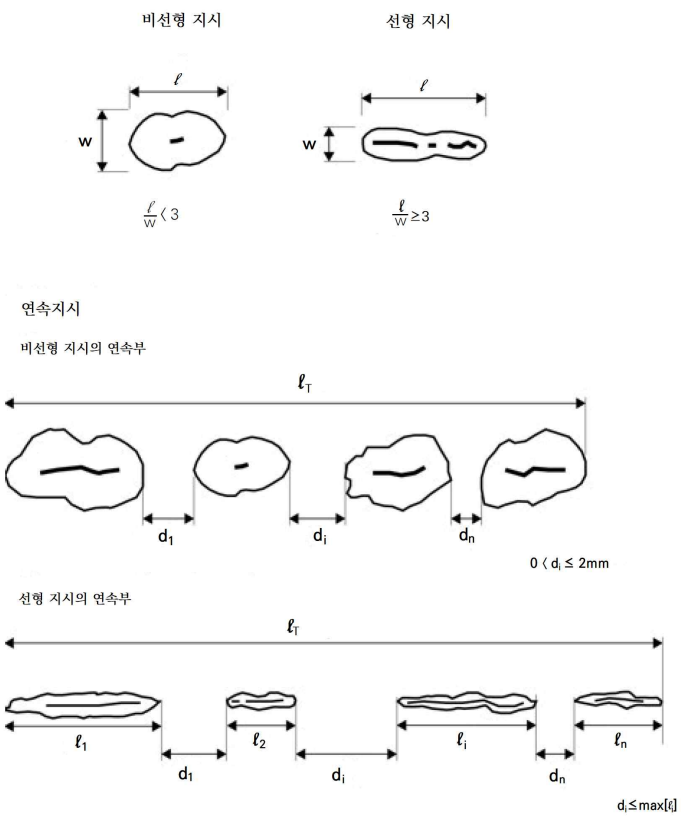


그림 3 지시(indication)의 형상

(4) **판정기준**

(가) 액체침투 탐상검사로 검출된 결함의 판정기준은 **표 1**에 따른다.

표 1 지시(indication)의 허용기준 *(2021)*

검사영역	지시의 종류 (균열은 제외)	허용기준		
		모든 지시의 합계수(I)	동일 종류의 지시	
			지시의 종류별 최대 허용 개수(II)	개별 지시의 최대 허용길이(III) (mm)
영역 A	비선형지시	7	5	4
	선형지시		2	3
	연속지시		2	3
영역 B	비선형지시	14	10	6
	선형지시		4	6
	연속지시		4	6
영역 C	비선형지시	20	14	8
	선형지시		6	6
	연속지시		6	6

(비고)
(1) 결함의 보수는 허용기준(I) 부터 (III) 중 어느 하나 이상의 허용기준을 초과하는 경우에 실시한다.
(2) 지시의 합계수의 산정은 지시 밀집도가 가장 높은 개소에서 한다. 검사시야는 면적 100 ㎠으로 한다. 각 검사시야는 한 변의 길이가 250 mm를 넘지 않는 정사각형 또는 직사각형 형태로 할 수 있다.
(3) 단독의 비선형지시로서 영역 A에서 지시모양의 지름이 2 mm 미만인 경우 및 그 외의 영역에서 3 mm 미만인 경우에는 지시의 합계수에 포함하지 않는다.
(4) 비선형지시만이 존재하는 경우, 모든 지시의 합계수(I)에 의해 보수여부를 결정한다.

(나) 보수용접을 위하여 개선되는 부위는 위치에 관계없이 **표 1**에 규정하는 영역 A에 대한 결함 허용기준을 적용하여야 한다. 또한 용접 후 마무리 기계가공 또는 그라인딩되는 용접부에도 동일하게 적용한다.

(다) **표 1**에 나타내는 허용기준을 넘는 결함, 균열, 수축공동(shrinkage cavities), 모래흠, 슬래그 및 비금속 개재물, 기공(blow hole) 및 기타 프로펠러의 안전 사용에 해가 되는 결함들은 다음 **3**항의 규정에 따라 보수하여야 한다.

3. 결함의 보수

(1) **보수절차**

(가) 결함은 그라인딩, 밀링 또는 치핑(chipping)에 의하여 제거되어야 한다. 밀링이나 치핑으로 결함을 제거할 경우, 밀링이나 치핑 후에 그라인딩을 하여야 한다. 그라인딩 작업은 적절한 그라인딩 압력으로 하고 고속 그라인더를 사용하는 것이 좋다.

(나) 결함 제거부의 모양은 응력집중이나 캐비테이션 침식(cavitation corrosion)이 발생하지 아니하도록 가능한 한 매끈하게 하여야 한다.

(다) 결함의 보수가 완료되면 액체침투탐상검사로 결함 유무를 다시 확인해야 한다. *(2021)*

(2) **영역 A의 결함보수**

(가) **그림 1** 및 **그림 2**의 영역 A는 용접보수를 하여서는 아니 된다.

(나) 결함의 제거는 승인도면상의 블레이드의 두께를 유지하는 범위까지 허용될 수 있다.

(다) 전 (나)에서 허용하는 것보다 더 깊은 결함의 보수에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(라) 프로펠러 설계자는 상세한 유체역학적 하중 및 응력 해석을 기반으로 수정된 영역 A를 제안하기 위한 기술 문서를 우리 선급으로 제출 할 수 있다. *(2021)*

(3) **영역 B의 결함보수**

(가) **그림 1** 및 **그림 2**의 영역 B에서의 결함의 깊이가 규칙에서 규정하는 최소국부두께(min. local thickness)보다 t/40(t는 규칙에 따른 최소국부두께) 또는 2 mm중 큰 값보다 깊지 않은 경우에는 그런 결함들을 전 **3**항 (1)호에 따라 제거할 수 있다.

(나) 전 **3**항 (2)호 (나)에서 허용하는 것보다 더 깊은 결함은 우리선급의 승인을 받아 **4**항에 따라 용접보수를 할 수 있다.

(다) 전 (나)의 규정에 따라 영역 B를 용접보수하는 경우의 보수 범위는 **표 2**에 규정된 값 이하이어야 한다.

표 2 용접보수의 범위 [(2)(3)] *(2021)*

구 분	압 력 면	흡 입 면
개개의 용접보수 면적[(1)]	75 ㎠ 또는 0.006 S 중 큰 값	150 ㎠ 또는 0.01 S 중 큰 값
용접보수부의 전체면적	200 ㎠ 또는 0.02 S 중 큰 값	
용접 깊이(cm)	원칙적으로 0.1 t	원칙적으로 0.15 t

(비고)

(1) 점용접등과 같이 1개의 용접면적이 5 ㎠ 미만의 극히 적은 용접은 피하여야 한다.

(2) $S=\dfrac{\pi D^2 \cdot B}{4n}(\mathrm{cm}^2)$

D : 프로펠러의 바깥지름(cm)

n : 프로펠러 날개의 수

B : 전개 면적비

(3) t는 용접보수부의 두께를 말한다.(cm)

(4) **영역 C의 결함보수**

그림 1 및 **그림 2**의 영역 C는 4항에 따라 용접보수를 할 수 있다.

4. 보수용접

전 3항 (3)호 및 (4)호의 규정에 따라 용접보수를 하는 경우에는 다음에 따른다.

(1) **일반사항**

(가) 제조자는 용접 시작 전에 용접 준비, 용접 변수들, 용가재, 예열, 후열 처리 및 검사 절차를 포함하는 상세 용접 절차 시방서를 우리 선급으로 제출해야 한다. *(2021)*

(나) 모든 보수용접은 승인된 절차에 따라 실시하고 인정되는 표준에 따른 자격을 가진 용접사에 의해 실시해야 한다. 용접절차 인정시험은 (5)호에 따라 실시하며, 검사원이 입회해야 한다. *(2021)*

(다) 모든 용접은 외풍이 없고 날씨의 영향이 없는 작업장 내에서 실시하여야 한다.

(2) **용접사** 용접사는 우리 선급의 기량자격을 가진 자이어야 한다.

(3) **용접개선**

(가) 용접보수될 결함은 전 3항 (1)호에 따라 제거되어야 하며, 검사원이 입회하여 액체침투탐상검사로 결함의 제거가 확인되어야 한다. *(2021)*

(나) 용접개선은 개선하층부도 용접이 잘 될 수 있도록 준비되어야 한다. *(2021)*

(다) 결함을 제거한 후의 용접 홈 형상은 **그림 4** 및 **그림 5**에 따른다.

(4) **용접보수절차**

(가) 피복아크용접은 동합금재 프로펠러주물 보수용접의 모든 방식에 사용된다. *(2021)*

(나) 용접의 종류는 원칙적으로 피복아크용접 또는 가스메탈 아크용접($GMAW$)으로 한다. 아르곤을 보호가스로 하는 가스텅스텐 아크용접($GTAW$)의 경우에는 열이 집중되므로 주의해야 한다.

(다) 용접용재료는 원칙적으로 **표 3**에 따른다. 다만, 다음 (5)호의 용접절차 인정시험에 따라 승인된 것이어야 한다.

(라) 용접자세는 아래보기 자세로 한다. 아래보기 자세의 용접이 곤란한 경우에는 가스메탈 아크용접으로 용접하여야 한다.

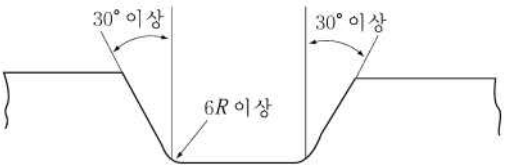


그림 4 결함을 제거한 후의 홈 형상

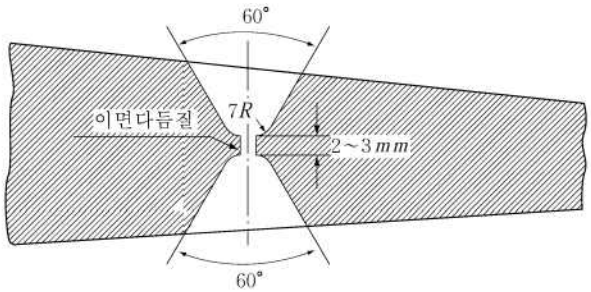


그림 5 날개 끝부분의 용접 보수를 위한 이음모양

(마) 용접개선면은 청결하여야 하며, 피복아크용접봉은 제조자의 권고에 따라 용접전에 건조되어야 한다.

표 3 열처리의 온도

재료기호	용접용재료	예열온도(℃)	층간온도(℃)	응력제거온도(℃)
*CU*1	*Al*-청동계(1) *Mn*-청동계	150 이상	300 이하	350~500
*CU*2	*Al*-청동계 *Ni-Mn*-청동계	150 이상	300 이하	350~550
*CU*3	*Al*-청동계 *Ni-Al*-청동계(2) *Mn-Al*-청동계	50 이상	250 이하	450~550
*CU*4	*Mn-Al*-청동계	100 이상	300 이하	450~600

(비고)
(1) *Ni-Al*-청동계 및 *Mn-Al*-청동계 용접용재료를 사용할 수 있다.
(2) *Ni-Al*-청동계 용접용재료를 사용하는 경우에는 응력제거열처리를 생략할 수 있다.

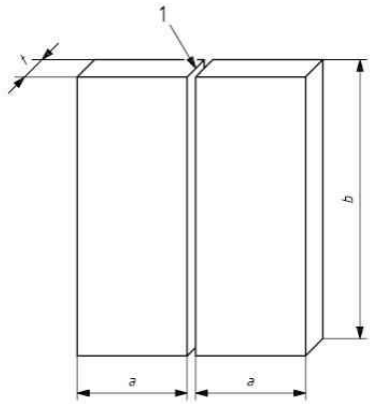
(바) 다음 층을 용접하기 전에 슬래그, 언더컷 및 기타 결함을 제거하여야 한다.
(사) 변형 및 균열방생 가능성을 방지하기 위하여 층간온도를 **표 3**에 따라 낮게 유지하여야 한다.
(아) CU3 동합금주물을 Ni-Al-청동계 용접용재료로 용접한 경우외의 모든 용접보수부에 대하여는 용접후 응력부식균열의 방지를 위하여 **표 3**에 따라 응력제거열처리를 하여야 한다. 다만, 영역 B의 주요부 및 영역 A(특별히 승인된 경우에 한한다)에 대한 용접보수 또는 응력부식균열이 발생할 가능성이 높은 용접용재료를 사용한 경우에는 응력제거열처리를 하여야 한다. 이 경우 용접보수의 범위에 따라 450℃~500℃에서 응력제거열처리를 하거나 또는 650℃~800℃에서 어닐링처리를 하여야한다.
(자) 응력제거시의 유지시간은 **표 4**에 따른다. 응력제거열처리 후 냉각속도는 온도가 200℃에 달할 때까지는 50℃/h를 넘지 않아야 한다.

표 4 응력제거시의 유지시간

응력제거온도 (℃)	*CU*1 및 *CU*2		*CU*3 및 *CU*4	
	두께 25 mm당 유지시간(*h*)	최대유지시간(*h*)	두께 25 mm당 유지시간(*h*)	최대유지시간(*h*)
350	5	15	-	-
400	1	5	-	-
450	1/2	2	5	15
500	1/4	1	1	5
550	1/4	1/2	1/2	2
600	-	-	1/4	1

(5) **용접절차 인정시험**
영역 B 또는 C에 대하여 용접보수를 하는 프로펠러 제조자는 다음에 규정하는 용접절차 인정시험에 합격하여야 한다. 이 승인시험은 해당 규정에 따르는 이외에 **규칙 2편 2장 4절**의 규정에 따른다.
(가) **일반사항** *(2021)*
(a) 용절절차 승인을 위해 용접절차 인정시험은 만족스런 결과가 나와야 한다. 용접절차 인정시험은 실제 보수 작업에 적용되는 용접법, 용가재, 예열 및 응력해소 처리가 동일하게 실시되어야 한다. 용접절차 시방서는 용접절차 인정시험에서 도출된 시험 결과를 토대로 작성된다.
(b) 제조자의 승인된 용접절차는 동일한 용접기술 및 품질 관리가 적용되는 작업장들에서 유효하다.
(나) **맞대기용접 이음시험** *(2021)*
(a) **시험재**

(i) 맞대기 용접시험재의 치수는 열분포를 고려하여 최소한의 치수인 **그림 6**을 따른다.
(ii) 시험재의 두께는 최소 30 mm로 한다.
(iii) 용접 개선부 등 용접조건은 보수용접 작업을 대표할 수 있는 일반적인 조건을 따른다.
(iv) 시험재의 용접 및 시험편의 시험은 검사원이 입회하여 실시한다.



(비고) 1 : 예비 용접절차 시방서에 기재된 이음형상 및 용접준비상태
a : 최소 150 mm
b : 최소 300 mm
t : 모재 두께

그림 6 시험재

(b) **용접방법** 용접방법은 전 (4)호에 따른다.
(c) **시험종류** 시험종류 및 그 범위는 **표 5**를 따르며, 시험편은 **그림 7**을 따른다.

표 5 시험종류 및 시험범위

시험종류(1)	시험범위
외관검사	(d)호에 따른 100% 실시
액체침투 탐상검사	(f)호에 따른 100% 실시
가로방향 인장시험	(e)호에 따른 2개의 시험편
매크로시험	(g)호에 따른 3개의 시험편
비고 (1) 굽힘시험 또는 파괴시험은 우리 선급이 필요하다고 판단할 때에 할 수 있다.	

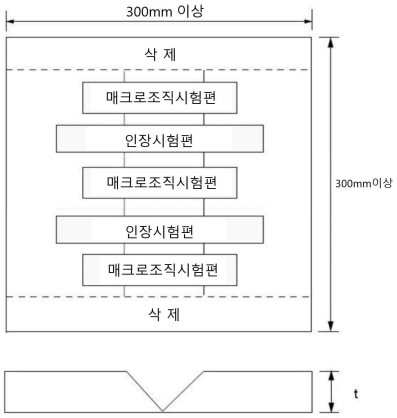


그림 7 시험편

(d) **외관검사** 외관검사는 시험편을 채취하기 전에 실시한다. 후열처리를 하는 경우에는 후열처리 후에 외관검사를 실시한다. 용접부의 표면은 모양이 일정하여야 하며 유해하다고 인정되는 균열 및 언더컷 등의 결함이 있어서는 아니 된다.

(e) **인장시험** 인장시험은 **그림** 6과 같이 2개의 인장시험편을 채취하고 인장강도는 **표** 6에 따르며 그 모양 및 치수는 **그림** 8에 따른다. 우리 선급이 인정하는 표준에 따른 대체 인장시험편도 사용할 수 있다.

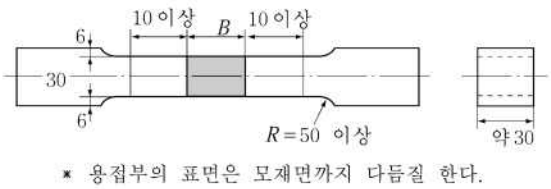


그림 8 인장시험편의 모양 및 치수 (단위 : mm)

표 6 용접절차 인정시험의 인장강도

재 료	인장강도(N/mm^2)
CU 1	370 이상
CU 2	410 이상
CU 3	500 이상
CU 4	550 이상

(f) **비파괴 검사** 액체침투탐상검사는 시험편을 채취하기 전에 실시한다. 후열처리를 하는 경우에는 후열처리 후에 비파괴 검사를 실시한다. 용접부 전 길이에 대한 액체침투 탐상검사 결과는 **2항** (4)호에 따라 판정하며, 균열이 없어야 한다.

(g) **매크로시험** 매크로시험편 3개를 **그림** 6과 같이 준비하고 열영향부, 용융선, 용접부가 선명하게 구별되도록 시험편의 한면을 에칭한다. 에칭에 사용되는 용액은 아래와 같다. *(2017)*

- 염화철 5 g

- 염산 30 ml
- 물 100 ml

시험편의 용접부 및 열영향부에 나타나는 불완전부를 검사해야 한다. 균열 및 융합불량은 없어야 한다. 3 mm 이상의 기공또는 슬래그 개재물과 같은 불완전부도 없어야 한다. *(2017) (2020)*

(다) **살붙임 용접시험**(test of mold cavity welding)

(a) **시험재 및 시험재의 치수** 시험재는 실제프로펠러와 동등한 재료를 사용한다.
시험재의 치수는 **그림 9**와 같이 하고 그림과 같이 홈을 만들어 실제의 경우와 같은 용접조건으로 용접한다.

(b) **홈의 크기** 운봉이 충분히 가능한 범위 내에서 적절한 크기로 한다.

(c) **홈의 배열** 홈의 배열 및 홈에서 시험재의 단부까지의 거리는 실제용접과 가까운 조건으로 한다.

(d) **용접방법** 실제용접과 동일한 조건으로 용접한다.

(e) **매크로 조직시험** 용접부를 포함하는 면에서 시험재를 절단하여 용접면의 상태 및 균열 등 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 아니 된다.

(f) **경도시험** 용착금속, 모재 및 열영향부의 경도값을 측정하고 각각의 경도치는 과대한 차이가 있어서는 아니 된다.

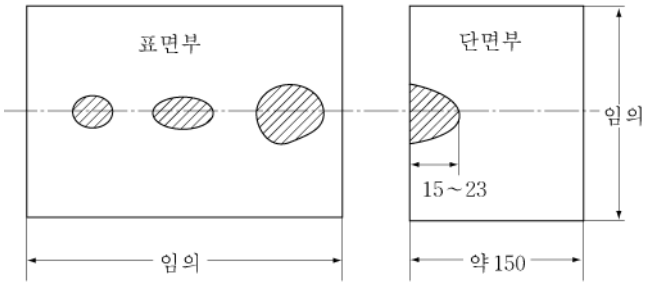


그림 9 살붙임 용접시험 (단위 : mm)

(g) **비파괴 검사** 용접부에 대하여 액체침투 탐상검사를 실시하고 시험결과 균열 또는 유해한 결함이 없어야 한다. *(2017) (2020)*

(라) **기타** 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기타의 시험을 요구할 수 있다.

(마) **승인범위** *(2021)*

(a) **일반사항**

(i) 다음에서 규정하는 항목들은 서로 독립적으로 승인범위를 만족해야 한다. 각 항목별 승인 범위를 벗어난 경우는 용접절차 시험이 새롭게 요구된다.

(ii) 제조자의 승인된 WPS는 동일한 용접기술과 품질관리가 제조자에 의해 관리되는 작업장에서 유효하게 적용된다.

(b) **모재** 모재의 승인범위는 **표 7**을 따른다.

표 7 모재의 승인범위

시험에 사용된 모재	승인범위
CU 1	*CU* 1
CU 2	*CU* 1, *CU* 2
CU 3	*CU* 3
CU 4	*CU* 4

(c) **두께** WPS의 두께 범위는 **표 8**을 따른다.

표 8 두께의 승인범위

시험재의 두께, t(mm)	승인범위, T(mm)
30≤ t	3 ≤ T

(d) **용접자세** 용접자세의 승인범위는 용접절차 인정시험 시의 용접자세에 한하여 허용된다.

(e) **용접법** 용접법의 승인범위는 용접절차 인정시험에 사용된 용접법에 한하여 허용된다. 다층 맞대기용접으로 시험된 경우에는 단층 용접은 허용되지 않는다.

(f) **용가재** 용가재의 승인범위는 용접절차 인정시험에 사용된 용가재에 한하여 허용된다.

(g) **입열량** 입열량의 상한은 용접절차 인정시험에 사용된 입열량보다 25 % 더 큰 것으로 한다. 입열량의 하한은 용접절차 인정시험에 사용된 입열량보다 25 % 낮은 것으로 한다.

(h) **예열 및 층간온도** 예열온도는 용접절차 인정시험에 사용된 온도보다 높아야 한다. 최대 층간온도는 용접절차 인정시험에 사용된 온도보다 높지 않아야 한다.

(i) **용접 후열처리** 용접절차 인정시험에 사용되는 열처리는 pWPS에 명시되어야 한다. 유지 시간은 두께에 따라 조정될 수 있다.

5. 날개교정(Straightening)

(1) **열간교정**

(가) 보수용접 영역은 열간교정 작업에 의해 용접 물성이 손상되지 않음을 입증할 수 있는 경우, 열간교정이 적용될 수 있다. *(2021)*

(나) 휜 프로펠러 날개를 교정할 경우 휜 부분에서 양쪽 약 500 mm 너비까지 **표 9**에서 정하는 적당한 온도범위에서 가열한 후 교정하여야 한다. 이 경우 가열은 서서히 균일하게 하고, 산소-아세틸렌이나 산소-프로판 같은 열이 집중되는 불꽃은 사용하지 말아야 한다.

표 9 열간교정시의 온도범위

재 료	*CU* 1	*CU* 2	*CU* 3	*CU* 4
열간교정 온도(℃)	500~800	500~800	700~900	700~850

(다) 날개단면의 전체 두께에 걸쳐 온도가 균일하게 분포되도록 충분한 시간동안 가열하여야 하며, 교정작업 중 온도는 **표 6**의 온도 범위 내를 유지하여야 한다.

(라) 온도를 계측하기 위하여 열전대 또는 온도를 지시하는 크레용을 사용하여 측정한다.

(마) 교정작업 후 냉각속도를 늦추기 위하여 가열부분은 석면포 기타 유사한 것으로 둘러싸야 한다.

(2) **냉간교정**

날개 끝이나 가장자리부의 경미한 휨은 냉간교정 할 수 있다. *CU*1, *CU*2 및 *CU*4 재질을 교정작업 후 재료의 응력부식 균열 때문에 응력제거 열처리를 하여야 한다.(**표 3** 및 **표 4** 참조)

(3) **하중을 가하는 방법**

열간 교정 작업시는 정적하중은 물론 동적하중도 사용할 수 있으나 냉간교정 작업시는 정적인 하중만을 사용하여야 한다. ⚓

부록 2-7 선체 용접이음부의 비파괴검사 기준

1. 일반사항

(1) 적용

(가) 이 기준은 원칙적으로 길이가 30 m를 넘는 선박의 선체 용접이음부의 품질을 확인하기 위한 비파괴검사에 대하여 적용하며, 시행일은 건조계약일 기준으로 한다.

(나) 길이 30 m 미만의 선박에 있어서의 검사범위(검사대상 부재 및 검사수 등)는 검사원이 제조자와 협의하여 결정한다.

(다) 이 기준에서 규정하는 선체 용접이음부의 품질등급은 용접 품질에 대한 것으로 검사되는 용접부가 사용 목적에 적합한지의 여부를 가리는 것은 아니다.

(라) 비파괴검사는 이 기준에 따라 조선소 또는 조선소의 하청업체에 의해 수행된다. 검사원은 시험의 입회를 요구할 수 있다.

(마) 조선소는 검사규격 및 절차가 이 기준의 요건에 적합함을 보증할 책임이 있으며, 비파괴검사 중 발견된 사항들에 대하여 성적서를 작성하고 선급에 제출하여야 한다.

(바) 검사 범위와 검사수는 조선소와 우리 선급이 협의하여 결정한다. 구조의 중요도에 대해서는 **규칙 3편 1장 4절**의 구조부재 범주 및 **규칙 13편**을 참조한다. *(2021)*

(사) 이 기준은 철 및 비철 재료의 용접부에도 적용할 수 있으며 우리 선급의 승인을 받을 경우 해상구조물 등에도 적용할 수 있다. 다만, 초음파탐상검사의 경우에는 사용하는 탐촉자의 규격과 감도표준시험편이 초음파탐상검사에 적합하다는 것이 인정되어야 한다.

(아) 이 기준은 전통적인 비파괴검사 방법을 규정한다. 위상배열 초음파탐상검사(PAUT), 회절파시간측정법(TOFD), 디지털 방사선투과검사(RT-D ; Digital radiography), 디지털영상수집 방사선투과검사(RT-S; Radioscopic testing) 및 컴퓨터 방사선투과검사(RT-CR)와 같은 향상된 비파괴검사 방법은 **부록 2-12**에 따른다. *(2021)*

(2) 용어 정의 *(2021)*

이 기준에서의 용어 정의는 다음을 따른다.

(가) 비파괴검사(NDT;Non-Destructive Testing) - 기하학적 특성을 측정하고 결점(flaw)을 탐지, 위치, 측정 및 평가하기 위해 미래의 유용성과 서비스 가능성을 손상시키지 않는 방식으로 재료 또는 구성품을 검사하는 기술적 방법의 개발 및 적용. 비파괴검사(NDT)는 NDE(Non-Destructive Examination), NDI(Non-Destructive Inspection) 및 NDE(Non-Destructive Evaluation)라고도 한다.

(나) RT - 방사선투과검사(Radiographic Testing)

(다) UT - 초음파탐상검사(Ultrasonic Testing)

(라) MT - 자분탐상검사(Magnetic Particle Testing)

(마) PT - 액체침투검사(Dye or Liquid Penetrant Testing)

(바) PWHT - 용접후열처리(Post Weld Heat Treatment)

(사) VT - 외관검사(Visual Testing)

(3) 용접법 *(2021)*

이 기준은 피복아크용접(shielded metal arc welding, 111), 메탈가스용접(gas metal arc welding, FCAW 포함, 13x), 텅스텐불활성가스용접(gas tungsten arc welding, 14x), 서브머지드 아크용접(12x), 일렉트로슬래그용접(72x) 및 일렉트로가스용접(73)을 사용하여 형성되는 용융 용접부에 적용한다. 용어 및 번호는 ISO 4063:2009에 따른다. 그 외 용접법에 대해서도 우리 선급이 인정하면 이 기준을 적용할 수 있다.

(4) 용접 이음 *(2021)*

이 기준은 완전용입 맞대기 용접부, 완전용입 또는 부분용입의 T, 모서리, 십자 용접이음, 그리고 필릿 용접이음에 적용한다.

(5) 검사방법

(가) 용접이음부의 비파괴검사에 적용되는 검사방법은 **표 1**에 따른다.

표 1 용접이음부의 시험에 적용되는 방법 *(2021)*

용접이음	모재두께(mm)	적용 시험방법
완전용입 맞대기 용접부	t 〈 8(1)	VT, PT, MT, RT
	t ≥ 8	VT, PT, MT, UT, RT
완전용입 T, 모서리 및 십자 용접이음	t 〈 8(1)	VT, PT, MT, RT(3)
	t ≥ 8	VT, PT, MT, UT, RT(3)
부분용입 T, 모서리 및 십자 용접이음 및 필릿 용접이음	모든 두께	VT, PT, MT, UT(2), RT(3)

비고
(1) 모재두께가 8 mm보다 작은 경우에 우리 선급은 적절한 향상된 초음파탐상검사(UT)의 적용을 고려할 수 있다.
(2) UT는 T, 모서리 및 십자 용접이음에서 용입의 범위를 감시하기 위하여 사용될 수 있다. 이 경우, 우리 선급이 동의해야 한다.
(3) RT를 수행할 수 있지만 제한사항이 따른다.

(나) 전 길이에 걸친 모든 용접부는 조선소에서 지정한 검사자에 의해 외관검사되어야 한다. 하지만 이 검사자는 (7)호의 자격 요구사항이 면제될 수 있다. *(2021)*

(다) 가능한 한 용접의 외부 표면을 검사하거나, 후속 용접 전의 백가우징부 및 용접 패스부를 검사할 때에는 PT 또는 MT를 사용해야 한다. MT는 우리 선급이 달리 동의하지 않는 한, 강자성 재료의 용접에 사용해야 한다. 중요한 T 또는 모서리 이음의 표면 검사는 승인된 MT 또는 PT 방법을 사용하여 검사원이 만족하도록 실시되어야 한다. *(2021)*

(라) 선체용접이음부의 내부결함의 검출은 3항에서 정하는 방사선투과검사를 원칙으로 한다. 다만 아래 (마)를 만족하는 경우, 우리 선급이 동의하여 비파괴검사방법을 선택할 수 있다. 사용되는 방법은 불연속부의 특정 유형과 방향성을 감지하는 데 적합해야 한다. RT와 UT는 내부 불연속부을 감지하는 데 사용되며 본질적으로는 상호 보완적이다. RT는 일반적으로 체적 불연속부(예: 기공 및 슬래그)를 탐지하는 데 가장 효과적이며 UT는 평면 불연속부(예: 라미네이션, 융합 부족 및 균열)를 탐지하는 데 더 효과적이다. 한 방법이 다른 방법과 직접적으로 관련 없을 수 있지만, 둘 중 한 방법은 용접법의 부적절한 제어 조건을 확인할 수 있다. *(2021)*

(마) 모재두께 8 mm 이상의 선체 용접이음부에 대하여 방사선투과검사 대신에 4항에서 정하는 초음파탐상검사를 비파괴 검사방법으로 채택하고자 하는 경우에는 다음 (a)부터 (c)의 규정을 만족하여야 한다.

(a) **검사요령서의 제출** 초음파탐상검사에 앞서 다음 사항을 기재한 검사요령서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.
(i) 초음파탐상장치의 형식, 탐촉자의 종류(공칭주파수, 공칭굴절각, 진동자의 재료, 치수 및 형식) 및 시험의 적용범위(두께, 용접법 등)
(ii) 탐상장치의 조정을 위한 표준시험편 및 대비시험편
(iii) 초음파탐상검사 방법의 종류(경사각 탐상법을 표준으로 한다) 및 당해 방법에 대한 측정범위와 감도 조정 방법
(iv) 초음파탐상검사 판정기준(경사각 탐상법에 대한 판정기준은 **표 14**에 따른다. 경사각 탐상 이외의 탐상법에 대하여는 판정기준을 상세히 기술하여야 한다.)
(v) 초음파탐상검사 결과의 기록
(vi) 검사자 및 판정자의 명단(공인된 기술자격의 명시)

(b) **조선소의 능력** 초음파탐상검사 방법의 신뢰성에 대한 조선소의 능력을 다음 사항에 의거하여 판단하여야 한다.
(i) 기술자의 자격
(ii) 품질관리 상태
(iii) 신뢰도
(iv) 표준규격 비치와 이의 적합한 적용능력
(v) 결함의 형상 및 정도와 보수에 관한 자료

(c) **방사선투과검사에 의한 확인** 초음파탐상검사의 초기에는 적어도 3척의 선박에 대하여 검사결과가 전 (a), (iv)의 판정기준과 일치하는지를 확인하기 위하여 검사원의 지시에 따라 전 검사대상 용접이음부 중 1/10에 상당하는 동일 용접부에 대하여 방사선투과검사를 병행하고, 초음파탐상검사에 대한 계속적인 사용에 대하여

선급의 승인을 받아야 한다. 다만, 이 기준의 개정 시행일 이전에 3척이상의 선박에 대하여 방사선투과검사를 병행하여 검사한 실적이 있는 경우에는 방사선투과검사의 병행을 생략할 수 있다.

(바) 전 (마)에 따라 초음파탐상검사를 비파괴검사방법으로 채택하는 경우에는 다음에 따른다.

(a) 전체 검사수의 일정 부분(조선소별 및 선종별로 우리 선급과 협의하여 결정한다.)에 대하여는 방사선투과검사 방법 또는 우리 선급의 승인을 받은 대체방법으로 검사하여야 하며, 해당 검사부위 및 검사개소는 (5)호에서 정하는 비파괴검사계획에 표시되어야 한다.

(b) 검사원이 중요하다고 인정하는 부위에 대하여는 방사선투과검사를 추가로 요구할 수 있다.

(사) 조선소가 방사선투과검사 대신 위상배열 초음파 검사(Phased array UT, PAUT) 또는 회절파시간측정법(Time of Flight Diffraction, TOFD)과 같은 새로운 비파괴검사방법을 적용하고자 하는 경우에는 **부록 2-12**를 따른다. *(2021)*

(아) 기존 결함에 대한 기록 없이 NDT 위치가 보수되었음을 검사원이 알게 된 경우, 조선소는 보수 영역의 인접한 영역까지 추가 검사를 해당 검사원이 만족하도록 해야 한다. **적용지침 1편 부록 1-12**를 참조한다. *(2021)*

(자) 컨테이너선의 상부갑판 및 해치코밍 영역에 사용되는 후판 강재(〉50mm)의 용접은 **적용지침 7편 부록 7-8**의 추가 요구사항에 따라 검사한다. *(2021)*

(차) 검사 방법, 장비 및 조건은 우리 선급이 인정하는 국가 또는 국제 표준 또는 기타 문서에 따라야 한다. *(2021)*

(카) 각 비파괴검사 기법별 충분한 세부 사항이 명시된 절차서를 승인을 위해 우리 선급으로 제출해야 한다. *(2021)*

(타) 검사 체적은 용접의 양옆으로 각각 최소 10mm 또는 열영향부(HAZ)의 폭 중 더 큰 영역으로써 용접 및 모재를 포함하는 영역이어야 한다. 모든 경우에 검사는 전체 검사 체적을 포함해야 한다. *(2021)*

(파) 검사원이 요청시에 검사, 보고서 및 기록들(예: 방사선 사진)을 확인할 수 있어야 한다. *(2021)*

(하) 선체 용접이음부의 시공관리를 위하여 추가적으로 요구되는 비파괴검사에 대하여는 3항 (2)호 (다)의 규정에 따른다. *(2021)*

(6) **검사장비**

방사선투과검사, 초음파탐상검사 및 판정에 사용되는 장비는 우리 선급이 인정하는 국내 또는 국제기준의 요건에 따라 적절히 교정 및/또는 보정된 것이어야 한다.

(7) **검사자의 자격** *(2021)*

(가) 조선소 또는 하청업체는 *ISO 9712:2012* 기반의 인증 체계에 따른 감독자 및 검사자의 자격 및 제3자 인증에 대한 책임이 있다.

(나) 조선소 또는 하청업체가 작성한 절차서를 우리 선급이 검토하여 승인한 경우에는 *SNT-TC-1A*(2016) 또는 *ANSI / ASNT CP-189*(2016)와 같은 고용주 기반의 자격 제도에 따라 부여된 검사자 자격이 인정될 수 있다. 조선소 또는 하청업체가 작성한 절차서는 인증기관 및/또는 권한 기관의 공정성 요구사항 항목을 제외하고 *ISO 9712:2012*를 최소한 따라야 한다.

(다) 감독자 및 검사자의 자격증서 및 숙련도는 조선소 또는 하청 업체가 적용하는 모든 산업 부문 및 기술을 포함해야 한다. NDT Level 3 검사자(감독자)는 공인 인증 기관으로부터 자격을 받아야 한다.

(라) 조선소 또는 하청업체는 NDT 작업의 적절한 실행과 작업 절차의 전문적인 관리를 포함하여 검사자 및 장비의 전문적인 표준에 대한 책임이 있는 감독자를 1명 이상 고용해야 한다. 조선소 또는 하청업체는 상기 (가)~(다)호와 관련된 비파괴검사방법의 NDT Level 3를 독립된 인증기관으로부터 자격 부여받은 정규직 감독자를 최소 1명 고용해야 한다. NDT Level 3 검사자(감독자)를 고용주가 임명하는 것은 허용되지 않으며 공인된 인증 기관으로부터 자격을 받아야 한다. 조선소 또는 하청 업체는 모든 비파괴검사 방법의 NDT Level 3를 직접 고용하지 않아도 된다. 이러한 경우, 조선소 또는 하청업체의 정규직 NDT Level 3(들)가 보유하지 않는 비파괴검사 방법에 대해 독립된 인증 기관으로부터 부여된 NDT Level 3를 외부에서 고용하는 것이 허용된다.

(마) 감독자는 NDT 장비 및 도구의 교정과 NDT 절차, NDT 보고서를 승인하고 검토하는 것에 직접 관여해야 한다. 감독자는 조선소 또는 하청업체를 대신하여 매년 검사자의 자격을 재평가해야 한다.

(바) NDT를 수행하고 지시(indication)을 해석하는 검사자는 최소한 해당 비파괴검사 방법에서 상기 (가)~(다)호에 따른 NDT Level 2 자격을 보유해야 한다. 하지만 비파괴검사 방법을 사용하여 데이터 수집만 수행하고 데이터 해석 또는 데이터 분석을 수행하지 않는 검사자는 NDT Level 1 자격으로 적절히 부여 받을 수 있다.

(사) 검사자는 재료, 용접, 구조 또는 구성품, NDT 장비 및 각 응용 분야의 관련 NDT 방법을 적절하게 적용하기에 충분한 제한사항과 관련된 적절한 지식을 보유해야 한다.

(8) **비파괴검사계획(NDT plan)**

(가) 조선소는 선박설계, 선박형식 및 사용되는 용접법에 따라 검사범위 및 품질등급을 계획해야 한다. 신조의 경우, **적용지침 1편 부록 1-12**의 NDT 요구 사항과 **적용지침 1편 부록 1-12**의 **표 1** 및 부록들(appendices)의 해당 부분을 참조해야 한다. *(2021)*

(나) 각 선박 건조에 대해, 조선소는 사용할 NDT 절차를 참조하여 검사 영역과 검사 범위(3항 (2)호 (가) 내지 (다)에 규정하는 검사대상 및 검사수의 배분) 및 품질 등급을 명시한 비파괴검사 계획을 우리 선급으로 승인을 위해 제출해야 한다. **규칙 3편 1장 4절**에 명시된 1차 및 특수 구조의 용접부와 응력이 높은 부위에 대한 용접 검사에 특별한 주의가 요구된다. NDT 절차(들)는 이 기준에 명시된 요구 사항을 만족해야 한다. 비파괴검사계획은 비파괴검사를 담당하는 검사자 및 감독자에게만 공개되어야 한다. *(2021)*

(a) 검사 위치를 선택할 때, 아래 검사 위치를 강조해야 한다.
- 높은 응력 부위의 용접
- 피로 민감 영역
- 기타 중요 구조적 요소들
- 검사 및 접근이 어려운 용접부
- 탑재 용접부
- 문제가 예상되는 영역

(b) 조선소 또는 하청업체에서 제작되는 블록(block)의 용접부는 검사 위치를 선택할 때 고려되어야 한다.

(c) 해양구조물의 경우, 우리 선급과 협의하여 검사 범위를 결정한다.

(d) 납득할 수 없을 정도의 지시(indication)들이 발견된 경우, 비파괴검사 범위를 증가해야 한다.

(다) 검사되는 용접이음부의 정확한 위치를 식별할 수 있는 식별시스템을 적용하여야 한다.

(라) 대형 주강품 또는 단강품(stern frame, stern boss, rudder parts, shaft brackets 등)의 용접 연결부는 전 길이에 걸쳐 자분탐상검사(더욱 선호되는 방법) 또는 액체침투탐상검사(비철금속에 적용)를 하여야 하며, 별도로 지정된 검사개소에는 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사를 하여야 한다. *(2021)*

(마) 자동 또는 완전기계식 용접을 사용하여 만들어진 용접부에서의 일반적인 시작/정지 부분은 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사를 하여야 한다. 다만, 내부재의 경우 검사범위는 협의에 따른다.

(바) 파형격벽이 하부스툴 없이 이중저 내저판에 바로 이음되는 완전용입 T 용접 영역 중에서 파형격벽이 가지는 전체 모서리 중 최소 10%의 검사개소에는 비파괴검사를 해야 한다. 그 비파괴검사 범위는 파형의 모서리부로부터 좌우 200 mm 길이에 걸쳐 자분탐상검사 또는 액체침투탐상검사를 하여야 하며, 조선소와 협의한 범위 내에서 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사를 병행한다. 다만, 검사원은 조선소의 품질상태에 따라 비파괴 검사를 추가로 요구할 수 있다. *(2017)*

(9) **비파괴검사의 시기**

(가) 비파괴검사는 용접부가 실온까지 냉각된 후 그리고, 해당되는 경우, 용접후열처리 후 수행되어야 한다.

(나) 규정 최소 항복강도가 420 N/mm^2 이상 690 N/mm^2 이하의 강재인 경우 비파괴검사는 용접완료 후 48시간 이후에 수행되어야 한다. 규정 최소 항복강도가 690 N/mm^2 를 넘는 강재인 경우 비파괴검사는 용접완료 후 72시간 이후에 수행되어야 한다. 항복강도와 상관없이, 용접부에서 저온균열이 발견되면 검사를 더욱 지연시킬 것이 요구된다. *(2021)*

(다) 검사원의 재량에 따라, 더 긴 간격 및/또는 이후 추가 무작위 검사가 요구될 수 있다.(예, 후판 용접부의 경우) *(2021)*

(라) 저온균열 지시(indication)가 발견되지 않는다면, 검사원의 재량에 따라 방사선투과검사(RT) 또는 초음파탐상검사(UT)에 대해 72시간 후에 시험을 하는 요건을 48시간 후에 시험하도록 완화할 수 있다. 이 때, 용접을 완료하여 상온이 되고 72시간 후에 전체 외관검사를 하고 무작위 자분탐상검사(MT) 또는 액체침투탐상검사(PT)를 하여 검사원이 만족해야 한다. *(2021)*

(마) 용접후열처리(PWHT)를 하는 경우에는 검사원의 재량에 따라 지연 시간 관련 요건을 완화할 수 있다. *(2021)*

(10) **비파괴검사의 수행 및 책임**

(가) 비파괴검사는 우리 선급의 승인을 받은 검사요령서 및 비파괴검사계획에 따라 조선소 또는 조선소가 지정하는 비파괴검사업체에 의해 수행되어야 한다. 검사원은 필요하다고 인정하는 비파괴검사에 대하여 입회를 요구할 수 있다.

(나) 조선소는 선박의 건조 동안에 비파괴검사규격 및 절차가 적합함을 보증할 책임이 있으며, 비파괴검사중 발견된 사항들에 대하여는 성적서를 작성하여 우리 선급에 제출하여야 한다.

(11) **표면상태**

(가) 검사할 부위에는 비파괴검사 방법의 민감도에 영향을 줄 수 있는 스케일, 슬래그, 녹, 용접 스패터, 기름 그리고 먼지 또는 페인트가 없어야 한다. *(2021)*

(나) 비파괴검사를 위한 용접의 준비 및 청소는 승인된 비파괴검사 절차에 따라야 하며, 검사원이 만족해야 한다. 적절한 해석을 방해하는 표면 조건으로 인해 검사할 용접 영역이 거부될 수 있다. *(2021)*

(다) 방사선 투과검사의 검사대상 용접이음부의 비드 표면은 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 한다.

(라) 초음파탐상검사를 하는 경우, 표면용접부 가장자리로부터 1 스킵 거리까지의 강재표면에는 탐촉자와 시험대상강재 간의 적절한 접촉상태를 방해하는 모든 용접스패터, 먼지, 스케일 등이 없어야 한다.

2. 외관검사 *(2021)*

외관검사의 검사자는 검사를 실시하기 전에 표면 상태의 준비 여부를 확인해야 한다. 외관검사는 조선소와 우리 선급이 협의한 기준에 따라 실시되어야 한다.

3. 자분탐상검사

(1) 자분탐상검사는 *ISO 17638:2016* 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따라 실시한다. *(2021)*

(2) 조선소는 최소한 표면처리, 자화장비, 보정방법, 검출매체 및 적용, 관찰조건 및 후 탈자처리 등의 상세를 검사원에게 제출하여야 한다.

(3) 시험되는 표면은 스케일, 용접스패터, 기름, 그리스, 먼지 또는 페인트가 없어야 하며, 청결하고 건조해야 한다. 일반적으로 검사할 용접부의 내외부는 해석을 가리거나 방해할 수 있는 불규칙성이 충분히 없어야 한다. *(2021)*

(4) 자분탐상검사의 범위는 담당 검사원과 협의된 계획에 따라야 하며 검사원이 만족해야 한다. *(2021)*

(5) 어떠한 방향의 불연속도 검출할 수 있음을 입증하기 위하여 용접부는 최대 30°의 편자 내에서 대략 직각으로 두 방향으로 자화되어야 한다. 시험 전 영역에 걸쳐 적절히 중첩 시험되어야 한다.

(6) 어느 한 검사개소의 시험길이는 500 mm 이상이어야 한다.

4. 액체침투탐상검사

(1) 액체침투탐상검사는 *(KS B) ISO 3452-1:2013* 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따라 실시한다. *(2021)*

(2) 조선소는 최소한 보정장비, 표면처리, 시험 전 세정 및 건조, 온도범위, 사용되는 침투제, 세정제 및 현상제의 종류, 침투제의 적용 및 제거, 침투시간, 현상제의 적용 및 현상시간 그리고 시험 중의 관찰 조건 등의 상세를 검사원에게 제출하여야 한다.

(3) 검사 대상의 침투를 방해할 수 있는 오염물 및 갇힌 물질이 없어야 하므로 시험되는 표면은 청결해야 하며 스케일, 기름, 그리스, 먼지 또는 페인트가 없어야 한다. *(2021)*

(4) 시험되는 부분의 온도는 5°C에서 50°C 사이이다. 이 온도범위 밖의 경우 특수한 저온-고온용 침투제 및 대비시험편이 사용되어야 한다.

(5) 액체침투탐상검사의 범위는 담당 검사원과 협의된 계획에 따라야 하며 검사원이 만족해야 한다. *(2021)*

(6) 어느 한 검사개소의 시험길이는 500 mm 이상이어야 한다.

5. 방사선 투과검사

(1) **투과검사방법**

(가) 방사선투과검사는 *ISO17636-1:2013* 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따라 실시한다. *(2021)*

(나) 방사선투과검사의 시험범위는 250 mm 또는 검사되는 용접부의 전체 길이 중 작은 값보다 커야 한다. 단, 선체 용접이음부에 실시하는 방사선 투과검사의 최소 길이는 300 mm로 실시한다. 각 검사 부위의 최소 용접 길이를 비파괴검사계획에 기재해야 한다. *(2021)*

(다) 방사선투과검사의 범위는 (2)호에 따라 승인된 비파괴검사계획에 따라야 하며 검사원이 만족해야 한다. *(2021)*

(라) 방사선투과검사에 있어서, 투과사진에는 선체번호, 프레임번호, 검사부위, 좌현/우현 위치(또는 필름 일련번호) 및 검사일자가 방사선 이미지로 나타나야 한다.

(마) 만족스러운 품질을 일관되게 유지하는 품질보증기술이 확인되는 자동 또는 완전기계식 용접부에 대해서는 검사 빈도를 감소할 수 있다. 부적합 지시(indication)들의 비율이 비정상적으로 높으면 검사 수를 증가시켜야 한다. *(2021)*

(바) 방사선 촬영할 용접부의 내부 및 외부 표면은 해석을 가리거나 방해할 수 있는 불규칙성이 충분히 없어야 한다. 방사선 사진의 적절한 해석을 방해하는 표면 상태로 인해 검사되는 용접 영역이 거부될 수 있다. *(2021)*

(2) **검사범위**

(가) **선박의 외판 및 강력갑판 등의 용접이음부**

(a) **검사수** 선박의 외판 및 강력갑판 등의 용접이음부에 적용하는 검사수는 다음 식으로부터 구한 검사수 또는

선박의 길이(L) 중 큰 값으로 한다.(소수점이하 4사5입)

$$N = \frac{L(B+D)}{46.5}$$

여기서 N = 최소 검사수
L = **규칙 3편 1장 102.**에 규정된 선박의 길이 (m)
B = **규칙 3편 1장 104.**에 규정된 선박의 너비 (m)
D = **규칙 3편 1장 106.**에 규정된 선박의 깊이 (m)

(b) **검사대상 및 검사수의 배분**

(i) 검사대상 부재 및 검사수의 배분은 **표 2**에 따른다. 다만, 검사개소는 서로 인접해서는 안된다.

표 2 외판 및 강력갑판 용접이음부의 검사대상 부재 및 검사수

검사대상 부재	각 검사대상 부재에 대한 검사수	
	선체 중앙부 0.6 L 이내 맞대기 이음	선체 중앙부 0.6 L 이외 맞대기 이음 (추가 적용)
강력갑판(창구측 선내 제외), 현측후판, 선측외판, 만곡부 외판 선저외판(평판용골 포함) 창구옆코밍(정판 포함)(1)	N(2)	$\frac{1}{10}N$
(비고) (1) 길이가 0.15 L을 넘는 창구옆코밍의 맞대기 이음부 (2) 검사수의 1/3은 용접선 교차부에 배분하여야 한다.		

(ii) 검사수를 배분하는 경우에는 다음의 사항을 고려하여 검사위치를 선정하여야 한다.
① 응력이 집중되는 용접이음부
② 작업조건이 나쁜 부위
③ 현장 용접이음의 교차부위

(iii) 구조상 정해진 검사부위에 대하여 투과검사를 할 수 없는 경우에는 접근 가능한 인접부위에 대하여 검사한다.

(나) **선박의 내부구조부재의 용접이음부**

(a) 검사대상 부재 및 검사수의 배분은 **표 3**에 따른다. 검사개소는 서로 인접해서는 안된다.

(b) 검사수를 배분하는 경우에는 전 (2) (가) (b) (ii)에 따른다.

표 3 내부구조부재 용접이음부의 검사대상 부재 및 검사수

검사대상 부재	각 검사대상 부재에 대한 검사수(1)(2)	
	선체 중앙부 0.6L 이내	선체중앙부 0.6L 이외
	맞대기 이음	
(1) 강력갑판에 부착된 종통부재(갑판 종통비임, 갑판 종 거더 등)의 웨브 및 면재.(창구측선내의 갑판에 붙는 종통부재는 제외)	$\frac{1}{8}L$	$\frac{1}{40}L$
(2) 종통격벽 최상부 1조의 강판	$\frac{1}{8}L$	$\frac{1}{40}L$
(3) 종통격벽 최하부 1조의 강판	$\frac{1}{16}L$	$\frac{1}{40}L$
(4) 현측후판, 외판, 만곡부 외판 및 평판용골에 붙는 종통부재(종늑골, 중심선 거더 등)의 웨브 및 면재	$\frac{1}{16}L$	$\frac{1}{40}L$
(5) 각종 횡거더, 수평거더의 웨브 및 면재	$\frac{1}{16}L$	$\frac{1}{40}L$
(비고) (1) 검사수는 각 검사대상 부재의 이음부당 반올림하여야 한다. (2) 검사수의 배분은 선박의 형식, 구조배치, 용접법, 이음부의 배치 등을 고려하여 변경될 수 있다.		

(다) **선체용접이음의 시공관리**

(a) 우리 선급은 전 (가) 및 (나)에 추가하여 자동용접이음의 시작부, 중단부 및 끝나는 부위와 해치 코너의 용접이음부, 주강으로 만든 선미재 또는 러더혼과 선체압연강재와의 연결부, 작업구멍 폐쇄판의 용접연결부 그리고 응력집중부 부근의 용접이음부에 대하여 추가로 비파괴검사를 요구할 수 있다.

(b) 우리 선급은 전 (a)에 추가하여 용접 시공상 품질이 의심스러운 부위, 새로운 용접법을 채용한 부위, 결함이 발생하기 쉬운 부위, 작업조건이 나쁜 부위 및 기타 검사원이 필요하다고 인정하는 부위의 용접이음부에 대하여 추가로 비파괴검사를 요구할 수 있다.

(c) 전 (a) 및 (b)에 따라 추가되는 검사대상 및 수는 조선소의 시공 실정에 따라 검사원이 적당히 결정하고 지시하는 개소로 한다.

(라) **검사수의 증감**

(a) 용접이음부에 대한 외관검사 결과 필요하다고 인정되는 경우, 검사원은 전 (가) 내지 (다)에서 정하는 검사대상 부재 이외의 용접부에 대하여 방사선투과검사를 추가로 요구하거나 또는 비파괴검사방법의 변경을 요구할 수 있다.

(b) 이전에 건조한 선박의 검사대상부재에 대한 방사선투과검사 결과, 불합격 판정을 받은 용접부가 전 검사수의 20 %를 초과하는 경우에는 당해 검사대상 부재에 대한 검사수를 2배로 하여야 한다.

(c) 검사대상 이음이 자동용접으로 되어 있고 방사선투과검사 결과, 그 용접법의 품질이 지속적으로 균일하게 유지될 수 있다고 판단되는 경우에는 검사수를 적당히 경감할 수 있다.

(d) 전 (c)에 따라 검사수를 경감한 자동용접이음부에 대한 방사선투과검사 결과 보수가 필요한 용접부가 발견되면 즉시 경감한 검사수만큼을 추가로 방사선투과검사하고 그 후 충분한 기간에 걸쳐서 품질이 양호하다고 인정될 때까지는 검사수를 경감하지 아니한다.

(e) 길이가 120 m 이하의 선박에 대하여는 검사대상 및 검사수를 적당히 경감할 수 있다.

6. 초음파탐상검사

(1) **초음파탐상검사 방법**

(가) 초음파탐상검사는 *ISO 17640:2018*(검사 절차), *ISO 23279:2017*(지시 특성), *ISO 11666:2018*(합격 기준)

또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따라 실시한다. *(2021)*

(나) 각 검사 부위의 최소 용접 길이는 비파괴검사계획에 기재되어야 하고 (2)호의 요구사항을 따른다. *(2021)*

(다) 초음파탐상검사의 범위는 (2)호에 따라 승인된 비파괴검사계획에 따라야 하며 검사원이 만족해야 한다. *(2021)*

(라) 용접부의 탐상은 원칙적으로 펄스 반사법에 의한 경사각법으로 한다. 다만, 경사각법의 적용이 곤란한 개소 및 수직법에 따르는 것이 결함의 검출에 적합한 개소에는 수직법을 사용할 수 있다.

(마) 용접부에 용접 후 열처리 등의 지정이 있는 경우, 탐상은 최종 열처리 후에 하여야 한다.

(바) 모재 중에서 탐상시에 초음파가 통과하는 부위는 사전에 수직탐상법으로 탐상하여 탐상의 장애가 되는 라미네이션 등의 결함유무를 확인하여야 한다.

(사) 피 검사체에 초음파 비임을 적합하게 입사할 수 있도록 탐촉자에 적당한 쐐기를 부착할 수 있다.

(아) 접촉매질로는 원칙적으로 농도 75 % 이상의 글리세린 수용액을 사용한다. 또한 시험재의 검사시에 사용하는 접촉매질의 종류와 온도는 탐상장치의 조정시에 사용한 것과 동일한 조건이어야 한다.

(자) 용접부 덧살의 모양이 시험결과의 해석에 지장을 주는 경우에는 적당히 다듬질 하여야 한다.

(2) **검사범위**

(가) **선박의 외판 및 강력갑판 용접이음부**

(a) 초음파탐상검사의 검사대상 및 검사수의 배분에 대하여는 전 **3**항의 (2)호 (가)의 규정에 따른다.

(b) 초음파탐상검사의 시험범위는 이음의 전장 또는 750 mm 중 작은 쪽으로 한다.

(나) **선박의 내부구조부재의 용접이음부**

(a) 초음파탐상검사의 검사대상 및 검사수의 배분에 대하여는 전 **3**항의 (2)호 (나)의 규정에 따른다.

(b) 초음파탐상검사의 시험범위는 이음의 전장 또는 300 mm중 작은 쪽으로 한다.

(다) **선체용접이음의 시공관리**

(a) 선체용접이음의 시공관리를 위하여 요구되는 초음파탐상검사의 검사대상 및 검사수에 대하여는 전 **3**항의 (2)호 (다)의 규정에 따른다.

(b) 초음파탐상검사의 시험범위에 대하여는 검사대상에 따라 전 (가)(b) 또는 (나)(b)에 따른다.

(라) **검사수의 증감** 검사수의 증감에 대하여는 전 **3**항의 (2)호 (라)의 규정에 따른다.

7. **합격기준** *(2021)*

(1) **일반사항**

(가) 이 **7항**에서는 비파괴검사 결과의 평가를 위한 합격기준에 대해 규정한다. 비파괴검사 기법으로 VT, MT, PT, RT 및 UT가 포함되지만 이에 국한하지는 않는다.

(나) 필요한 경우, 합격 기준에 대한 지시(indication)들의 평가를 용이하게 하기 위해 검사 기법들을 결합하여 사용해야 한다.

(다) 이 부록(**Annex**)에서 규정하지 않는 지시(indication) 평가는 우리 선급이 동의한 표준에 따라야 한다. 이 규정과 동등하다고 확인되는 합격기준은 우리 선급과 협의하여 대체할 수 있다.

(라) 용접부 검사를 위한 일반적인 비파괴검사 기법은 **표 4** 및 **표 5**에서 각각 표면 불연속부와 내부 불연속부를 규정하고 있다.(*ISO 17635:2016* 참조)

표 4 표면 불연속부의 탐지 방법(필릿 용접부를 포함하는 모든 용접부)

모재	검사 방법
페라이트계 강재	VT
	VT, MT
	VT, PT

표 5 내부 불연속부 탐지를 위한 비파괴검사 방법(완전용입 맞대기 및 T 이음)

모재 및 이음형식	용접되는 모재의 호칭두께(t, mm)		
	t〈8	8≤t≤40	t〉40
페라이트계 맞대기이음	RT 또는 UT(1)	RT 또는 UT	UT 또는 RT(2)
페라이트계 T이음	UT(1) 또는 RT(2)	UT 또는 RT(2)	UT 또는 RT(2)

(비고)
(1) 8 mm 미만의 경우, 향상된 UT를 우리 선급과 협의하여 사용할 수 있다.
(2) RT를 사용할 수 있지만, 제한사항이 따른다.

(2) **품질등급**

(가) *ISO 5817:2014*에 따라 용접이음에서 불완전부의 특정 품질등급을 지정해야 한다. 세 가지 품질등급(B, C 및 D)을 선택한다.

(나) 일반적으로 선체 용접이음부는 품질등급 C를 적용해야 한다.

(다) 품질등급 B는 완성된 용접부의 가장 높은 요구사항에 해당하며, 중요 용접부에 적용될 수 있다.

(라) 이 표준(*ISO 5817:2014*)은 두께 0.5 mm를 넘는 강재에 적용한다. *ISO 5817:2014*의 **표 1**은 각 품질등급의 불완전부 허용 한계에 대한 요구 사항을 제공한다. *ISO 5817:2014*의 **부록(Annex) A**는 또한 불완전부를 백분율로 결정하는 예시를 제공한다.(표면 백분율에 대한 기공 수)

(마) 모든 등급(B, C 및 D)은 목적에 대한 적합성(특정 조건에서 정의된 목적을 제공하는 제품, 프로세스 또는 서비스의 능력)이 아니라 생산 품질을 나타낸다. *ISO 5817:2014*에 정의된 품질등급과 검사등급/기술 및 합격기준(각 NDT 기술에 대해) 간의 상관 관계는 특정 조건에서 목적을 정의하는 데 도움이 된다. 검사에 요구되는 합격기준은 우리 선급이 동의해야 한다. 이렇게 선택한 비파괴검사 기술마다 요구되는 품질등급이 결정된다. **표 6 ~ 표 11**를 참조한다.

(3) **검사등급**

(가) 검사범위와 검출확률(POD)은 검사등급 A에서 검사등급 C로 증가한다. 검사등급은 우리 선급이 동의해야 한다. 검사등급 D는 특수 적용을 위한 것으로, 사양에 정의된 경우에만 사용할 수 있다. *ISO 17640:2018* **부록(Annex) A**의 **표 A.1 ~ 표 A.7**은 모재 두께 및 검사 요구사항과 관련하여 모든 유형의 이음에 대한 검사등급 선택에 대한 지침을 제공한다.

(나) 지시(indication) 평가에 사용되는 검사 기술도 명시되어야 한다.

(4) **합격기준**

(가) 합격기준은 검사 수행에 사용되는 각 검사 기술에 대해 지정된다. 적용되는 합격기준은 **표 6 ~ 표 11**에 명시된 각 표준(또는 우리 선급이 인정하는 표준)에 따른다.

(나) 검출확률(POD)이란 주어진 결점(flaw)를 탐지하는 확률을 말한다.

(다) **외관검사(VT)**

외관검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준은 IACS Rec. 47 및 아래 **표 6**를 따른다.

표 6 외관검사

품질등급 (*ISO 5817:2014* 적용)(1)	검사기술/등급 (*ISO 17637:2016* 적용)(1)	합격기준(2)
B	등급 없음	B
C		C
D		D

(비고)
(1) 또는 우리 선급이 인정하고 수용할 수 있는 표준
(2) VT의 합격기준은 *ISO 5817:2014*의 품질등급과 같다.

(라) **액체침투탐상검사(PT)**

액체침투탐상검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준은 아래 **표 7**을 따른다.

표 7 액체침투탐상검사

품질등급 (*ISO 5817:2014* 적용)(1)	검사기술/등급 (*ISO 3452-1:2013* 적용)(1)	합격기준 (*ISO 23277:2015* 적용)(1)
B	등급 없음	2X
C		2X
D		3X
(비고) (1) 또는 우리 선급이 인정하고 수용할 수 있는 표준		

(마) **자분탐상검사(MT)**

자분탐상검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준은 아래 **표 8**을 따른다.

표 8 자분탐상검사

품질등급 (*ISO 5817:2014* 적용)(1)	검사기술/등급 (*ISO 17638:2016* 적용)(1)	합격기준 (*ISO 23278:2015* 적용)(1)
B	등급 없음	2X
C		2X
D		3X
(비고) (1) 또는 우리 선급이 인정하고 수용할 수 있는 표준		

(바) **방사선투과검사(RT)**

방사선투과검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준은 아래 **표 9**를 따른다. 용접 불완전부의 평가를 위한 참조할 방사선 사진은 *ISO 5817:2014* 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따라 제공되어야 한다.

표 9 방사선투과검사

품질등급 (*ISO 5817:2014* 적용)(1)	검사기술/등급 (*ISO 17636-1:2013* 적용)(1)	합격기준 (*ISO 10675-1:2016* 적용)(1)
B	B(등급)	1
C	B(2)(등급)	2
D	최소 A(등급)	3
(비고) (1) 또는 우리 선급이 인정하고 수용할 수 있는 표준 (2) 십자 용접이음 검사의 경우, 최소 노출 횟수는 *ISO 17636-1:2013*의 A등급 요구 사항에 해당 할 수 있다.		

(바) **초음파탐상검사(UT)**

(a) 초음파탐상검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준은 아래 **표 10** 및 **표 11**를 따른다.

표 10 초음파탐상검사

품질등급 (*ISO 5817:2014* 적용)(1)(2)	검사기술/등급 (*ISO 17640:2018* 적용)(1)(2)	합격기준 (*ISO 11666:2018* 적용)(1)
B	최소 B	2
C	최소 A	3
D	최소 A	3(3)

(비고)
(1) 또는 우리 선급이 인정하고 수용할 수 있는 표준
(2) 지시(indication)의 묘사(특성)이 요구되는 경우, *ISO 23279:2017*을 적용한다.
(3) UT가 권장되지 않지만, 품질등급 C와 동일한 요구사항으로 사양서에 정의될 수 있다.

표 11 권장되는 검사등급 및 품질등급(ISO 17640)

검사등급(1)(2)(3) (*ISO 17640:2018* 적용)	품질등급 (*ISO 5817:2014* 적용)
A	C, D
B	B
C	협의하여 결정
D	특수 적용

(비고)
(1) 검출확률(POD)는 등급 A에서 C로 갈수록 검사 범위는 증가하므로 향상된다.
(2) 특수 적용을 위한 검사등급 D는 우리 선급이 동의해야 한다.
(3) 검사등급 A~C의 요구사항은 *ISO 17640:2018* 부록(Annex) A의 다양한 이음 종류에 따른다.

(b) UT의 합격기준은 두께가 8 mm ~ 100 mm인 페라이트계 강재의 완전용입 용접 검사에 적용한다. 사용되는 탐촉자의 공칭주파수는 2 MHz에서 5 MHz 사이여야 한다. 그 이외의 용접, 재료, 100 mm가 넘는 두께 및 검사 조건에 대해서는 검사 절차서를 우리 선급에 제출해야 한다.

(c) 용접부 UT에 대한 합격기준은 *ISO 11666:2018*의 요구사항 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따른다. 이 표준은 품질등급 B 및 C에 해당하는 페라이트계 강재의 완전용입 용접 이음에 대한 합격기준 2 및 3을 제공한다(**표 10** 참조).

(d) **감도 설정 및 등급**

감도 등급은 다음의 기법으로 설정한다.

(i) 기법 1: 3 mm 직경의 측면공 기반

(ii) 기법 2: 평저공(디스크형 반사체)에 대한 DGS(distance gain size) 선도 기반

(iii) 기법 3: 1 mm 높이 및 1 mm 폭을 갖는 직사각형 노치에 대한 DAC(distance -amplitude-corrected) 사용

(iv) 기법 4: 6 mm 직경의 평저공(디스크형 반사체)에 대한 탠덤(tandem) 기법 사용

(e) 평가등급(기준감도, 평가, 레코딩 및 합격기준)은 *ISO 11666:2018*의 부록(Annex) A에 따른다.

(5) **품질등급이 없는 경우의 합격기준**

(가) 품질등급이 지정되지 않아 상기 (4)호에 따라 합격 판정을 할 수 없는 경우에는 이 규정을 따른다.

(나) 외관검사, 자분탐상검사 및 액체침투탐상검사는 **표 12**를 따른다. 다만, 자분탐상검사와 액체침투탐상검사의 경우

에 2 mm를 넘는 지시만 평가한다.

표 12 외관검사, MT 및 PT 합격기준

표면결함	합격기준
균열	허용하지 않음
융합부족	허용하지 않음
일면 맞대기 용접이음에서의 루트부 용입부족	허용하지 않음
표면 기공	맞대기용접에서 단일 기공의 지름 $d \le 0.25t$[(1)](필릿용접에서는 $d \le 0.25a$[(1)]) 단, 최대지름은 3 mm, 인접한 기공간의 거리는 2.5d 이상
맞대기용접부의 언더컷	길이에 관계없이 깊이는 0.5 mm 이하 연속길이[(2)]가 최대 90 mm 이하인 경우 0.8 mm
필릿용접부의 언더컷	길이에 관계없이 깊이는 0.8 mm 이하
(비고) 1. t는 얇은 판의 두께. a는 필릿용접부의 각목 2. 인접한 언더컷 사이의 거리가 짧은 언더컷의 길이보다 짧은 경우에는 단일 연속 언더컷으로 간주한다.	

(다) **방사선투과검사 판정기준**

(a) **결함의 종별**

(i) 결함의 종별구분은 **표 13**에 따른다.

표 13 결함의 종별

종별구분	결 함 의 종 류
제 1 종	둥근 블로우 홀 및 이와 유사한 결함
제 2 종	가늘고 긴 슬래그 혼입, 파이프, 용입불량, 융합불량 및 이와 유사한 결함
제 3 종	터짐 및 이와 유사한 결함

(ii) 제1종의 결함인지 제2종의 결함인지 구별하기 곤란한 경우에는 모두 제1종 결함 및 제2종 결함으로 취급하여 각각에 대하여 평가한다.

(iii) 두께가 다른 판의 맞대기 용접이음의 경우, 얇은 판의 두께를 모재두께로 한다.

(b) **제1종 결함**

(i) 제1종 결함의 크기는 최대결함크기 및 결함점수로 나타낸다. **표 15**에 규정한 시험시야는 최대크기의 결함이 포함되도록 그리고 결함의 점수가 최대가 되게 방사선투과필름에서 선정한다. 결함이 시험시야의 경계선상에 위치한 경우는 시험시야 외의 부분도 포함하여 측정한다.

(ii) 제1종 결함이 1개인 경우의 결함점수는 결함의 긴지름의 치수에 따라 **표 14**의 값을 사용한다. 결함이 2개 이상인 경우의 결함의 점수는 시험시야내의 존재하는 각 결함 점수의 총합으로 한다.

표 14 결함점수 (단위: mm)

결함의 긴지름 (mm)	1.0 이하	1.0초과 2.0이하	2.0초과 3.0이하	3.0초과 4.0이하	4.0초과 6.0이하	6.0초과 8.0이하	8.0 초과
점 수	1	2	3	6	10	15	25

(iii) 결함들의 크기가 **표 15**에 규정한 판정기준 값을 초과하는 경우, 제1종 결함은 불합격으로 판정된다.

표 15 제1종 결함 판정기준

	모재두께(mm)	t ≤ 10	10∠t≤25	25∠t≤50	50∠t≤100
	시험시야	10 mm × 10 mm		10 mm × 20 mm	
판정 기준	최대결함크기(mm)	4	5	t/5	10
	결함점수	6	12	24	30
비고 : 모재두께가 25 mm 이하인 경우 결함길이 0.5 mm, 그리고 모재두께가 25 mm를 넘는 경우 결함길이 0.7 mm 이하는 무시한다.					

(c) **제2종 결함**

(i) 제2종 결함의 크기는 결함의 길이로 나타낸다. 결함들이 줄지어 있고, 결함들 상호간의 거리가 가장 큰 결함의 길이 이하인 경우는 결함과 결함과의 간격을 포함하여 측정한 치수를 그 결함군의 결함길이로 한다.

(ii) 결함의 길이가 **표 16**에 규정한 판정기준 값을 초과하는 경우, 제2종 결함은 불합격으로 판정된다.

(iii) 일면 맞대기용접에서는 용입부족은 허용되지 않는다.

표 16 제2종 결함 판정기준

	모재두께(mm)	t ≤ 12	12∠t≤50	50∠t
판정기준	결함의 합계길이(mm)	6 이하	t/2 이하	24 이하

(d) **제3종 결함** 제3종 결함은 모두 불합격으로 판정한다.

(e) **제1종 및 제2종 결함이 혼재된 경우** 결함의 종별이 둘 이상 혼재된 경우로서, 각 종별의 결함들의 크기가 **표 15** 및 **표 16**에 규정된 크기의 반을 각각 넘을 경우에는 불합격으로 판정한다.

(라) **초음파탐상검사 판정기준**

(a) 초음파탐상검사 방법과 관련하여 *KS B*0896(강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법)에 따른다.

(b) **에코의 높이 구분선 작성**

(i) **에코 높이 구분선** 결함을 평가하기 위하여 에코 높이를 **그림 2**와 같이 4개의 영역으로 구분한다. 이때 거리진폭특성곡선에 의한 에코 높이 구분선 작성을 위한 탐촉자의 위치는 **그림 1**에 따른다.

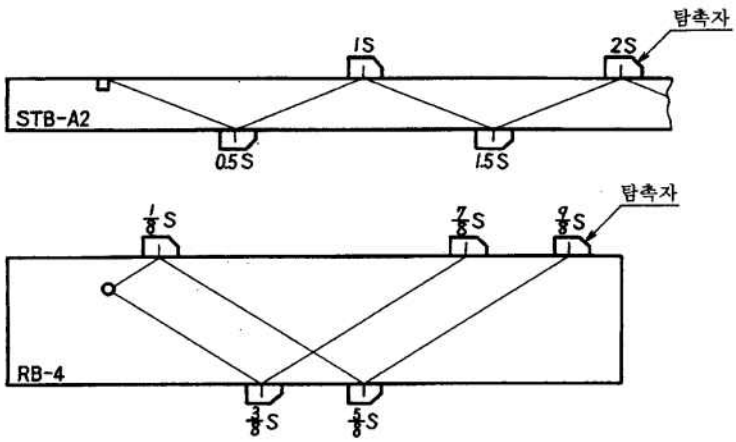
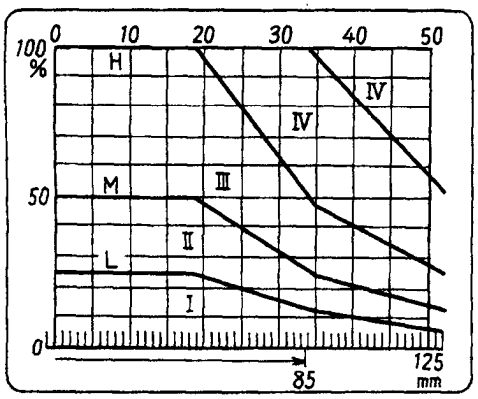


그림 1 에코높이 구분선의 작성을 위한 탐촉자 위치

(a) 측정 범위가 125mm이며 평가하는 빔 노정이 85mm까지인 경우에 밑에서 3 번째의 구분선을 H선으로 한 보기
사용 탐촉자 : 5Z10×10A70



(b) 측정 범위가 125mm이며 평가하는 빔 노정 범위가 75~115mm 정도인 경우에 1번 위의 구분선을 H선으로 한 보기
사용 탐촉자 : 5Z10×10A70

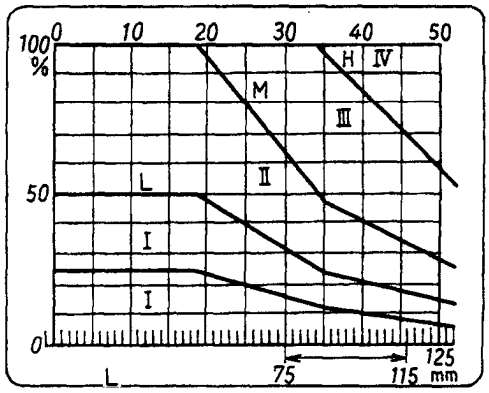


그림 2 에코높이 구분선의 작성

(ii) **H선, M선, L선의 결정** 표준구멍(예로서 KS B0831에 규정하는 A2형 표준시험편의 경우 $\phi 4 \times 4$ mm의 표준 구멍)의 최대에코가 검출된 지점에서 탐촉자를 고정하고 에코 높이가 100%가 되게 감도를 조정하여 H선으로 정하고 H선보다 6 dB 낮은 에코 높이 구분선을 M선으로, 12 dB 낮은 에코 높이 구분선을 L선으로 정한다. 이때 H선은 그 높이가 40 % 이하가 되지 않는 선으로 한다.

(iii) **영 역** H선, M선, L선으로 구획된 영역은 **표 17**에 표시하는 이름을 붙이고, 영역구분의 보기를 **그림 2**에 표시한다.

표 17 영역구분

에코 높이의 범위	에코 높이의 영역
L선 이하	I
L선 초과 M선 이하	II
M선 초과 H선 이하	III
H선 초과	IV

(c) **판정기준**

(i) 초음파탐상검사로 검출된 결함의 판정기준은 **표 18**에 따른다.

표 18 초음파탐상검사로 검출된 결함의 판정기준

	모재두께(mm)	t ≤ 50	50∠t	t ≤ 50	50∠t
	결함의 최대에코 영역	II 및 III		IV	
판정기준	결함의 길이(mm)	t 이하	50 이하	t/2 이하	25 이하

(비고)
1. t는 이음부 끝단의 모재의 두께(mm). 다만, 맞대기 용접에서 맞대는 모재의 판두께가 다를 경우는 얇은 쪽의 판두께로 한다.
2. 이 표의 적용에 있어 동일하다고 볼 수 있는 깊이에 있어 결함과 결함과의 간격이 큰 쪽의 결함지시 길이보다 짧은 경우는 동일 결함군으로 보고, 그들의 간격을 포함한 연속된 결함으로 취급한다. 결함과 결함과의 간격이 양자의 결함지시 길이 중 큰 쪽의 결함지시 길이보다 긴 경우는 각각 독립한 결함으로 본다.

(ii) 용접법, 결함의 위치 등을 감안할 때, 결함의 종류가 균열로 간주되는 경우에는 불합격으로 판정한다.

8. 성적서 *(2021)*

(1) 비파괴검사 성적서는 조선소가 작성해야 하며 우리 선급이 확인할 수 있도록 정리해 두어야 한다.

(2) 비파괴검사 성적서에는 다음의 일반적인 항목이 포함되어야 한다.

(가) 검사일자

(나) 건조번호, 검사되는 용접 위치 및 길이

(다) 검사를 수행하는 검사자의 서명, 자격 등급, 성명

(라) 검사되는 구성품의 식별

(마) 검사되는 용접부의 식별

(바) 강재 등급, 이음 종류, 모재 두께, 용접법

(사) 합격기준

(아) 검사에 사용된 표준

(자) 사용된 검사 장비 및 배치

(차) 모든 제한사항, 관찰(viewing) 조건 및 온도

(카) 지시(indication)들의 위치 및 크기와 합격기준 관련된 검사 결과

(타) 평가자 서명 및 성명, 평가 날짜, 합격 및 불합격 여부

(파) 2회 초과하여 보수된 부위의 보수 횟수

(3) 상기 (2)호의 일반적인 항목에 추가하여 PT**성적서**는 다음의 항목을 포함해야 한다.

(가) 사용된 침투제, 세정제 및 현상제의 종류

(나) 침투시간 및 현상시간

(4) 상기 (2)호의 일반적인 항목에 추가하여 MT**성적서**는 다음의 항목을 포함해야 한다.

(가) 자화의 종류

(나) 자화강도

(다) 검출매질

(라) 관찰조건

(마) 요구되는 경우, 탈자의 상세

(5) 상기 (2)호의 일반적인 항목에 추가하여 RT**성적서**는 다음의 항목을 포함해야 한다.

(가) 방사선 선원의 종류 및 크기(방사선 선원의 폭), X선 전압

(나) 필름/지정 종류 및 각 필름 홀더/카세트의 필름 수

(다) 방사선 사진(노출) 수

(라) 증감스크린 종류

(마) 노출 기법, 노출 시간, 선원과 필름 간 거리((바) 및 (사))

(바) 선원과 용접 간 거리

(사) 용접면 선원에서 필름 간 거리

(아) 용접을 통과하는 방사선 빔의 각도(기준각 대비)

(자) 감도, 투과도계(IQI)의 종류 및 위치(필름면 또는 선원면)

(차) 농도

(카) 기하학적 불선명도(Ug)

(타) RT의 특정 합격등급 기준

용접의 합격 또는 불합격을 결정하는 검사는 허용되는 매체에 기록해야 한다. 서면 기록은 용접의 식별 및 설명, 사용된 절차 및 장비, 기록된 매체 내의 위치 및 결과에 대한 정보를 포함해야 한다. 문서화 처리되지 않은 원본 이미지 및 디지털 처리 이미지의 제어는 검사원이 만족해야 한다.

우리 선급은 현상된 필름의 일부를 보고서와 함께 넘겨받기 위하여 방사선필름의 복제를 요구할 수 있다. 현상된 필름의 복제를 대체할 수 있는 방법에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(6) 상기 (2)호의 일반적인 항목에 추가하여 UT**성적서**는 다음의 항목을 포함해야 한다.

(가) 사용된 초음파탐상 장비의 종류 및 식별(장비 제조자, 모델, 일련번호), 탐촉자(제조자, 일련번호), 진동자 종류(굴절각, 일련번호 및 주파수) 및 접촉매질 종류(상표)

(나) 각 탐촉자에 적용되고 교정된 감도 등급

(다) 결함 탐지에 사용된 응답 신호

(라) 합격기준을 충족하지 못하는 것으로 해석되는 반사

UT성적서의 검토 및 평가 방법은 적절한 품질 관리를 위해 필요하며 검사원이 만족해야 한다.

(7) 조선소는 (2)호 ~ (6)호에 명시된 검사성적서를 최소 5년 동안 보관해야 한다.

9. 불합격 지시(indication) 및 보수 *(2021)*

(1) 불합격 지시는 제거되고 필요한 경우 보수되어야 한다. 보수 용접부는 검사원의 재량에 따라 적절한 NDT 방법을 사용하여 전체 길이에 대해 검사해야 한다.

(2) 불합격 지시가 발견되면, 지시가 독립적으로 격리되었다고 검사원와 제조자가 동의하지 않는 한 동일한 용접 길이의 추가 영역을 검사해야 한다. 자동 또는 완전기계식 용접 이음의 경우, 추가 NDT는 동일한 용접 길이의 모든 영역으로 확장해야 한다.

(3) 부적합 지시를 나타내는 모든 방사선 사진은 검사원에게 확인받아야 한다. 검사원이 요구하는 경우 해당 용접부를 보수 및 검사해야 한다. 방사선 사진 끝에서 부적합 지시가 관찰되면 일반적으로 지시의 범위를 확인하기 위해 추가 RT가 필요하다. 추가 RT 대신에 검사원이 승인하는 경우, 부적합 용접부를 걷어내어 그 범위를 확인할 수 있다.

(4) 불합격 불연속부가 반복적으로 나타나는 경우에 검사원의 요구에 따라 검사 범위를 확장할 수 있다.

(5) 보수 용접에 대한 기록을 **8항**의 검사성적서에 기재해야 한다.

(6) 조선소는 용접 품질을 요구되는 수준으로 모니터링하고 개선하기 위해 적절한 조치를 취해야 한다. 보수율은 조선소에서 기록해야 하며 필요한 시정 조치는 조선소의 QA 시스템에 규정되어야 한다.

10. 품질의 개선

결함용접부가 **표 2** 내지 **표 3**에 규정한 검사수의 10%를 넘는 경우에는 근본적인 원인에 대한 조사 결과와 품질을 향상시킬 방법을 검사원에게 제출하여야 한다. ⚓

부록 2-8 강화플라스틱 재료

1. 일반사항

(1) **적용**

(가) 이 지침은 섬유강화플라스틱(Fiber Reinforced Plastic, 이하 FRP라 한다) 선박 및 복합용기 등의 제조 또는 수리에 사용되는 열경화성 수지, 섬유강화재 및 심재(엔드그레인 발사 또는 경질 폼) 등의 FRP 원재료 (이하 FRP재료라고 한다)에 대하여 규정한다.

(나) 이 지침에 규정하지 아니한 FRP재료 또는 하이브리드재료(금속재료와 FRP재료의 결합) 등은 설계와 관련하여 특별히 승인한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 이 경우에는 해당재료의 제조법, 물리적 특성 등에 대한 상세한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(2) **승인**

(가) 열경화성 수지, 섬유강화재, 심재 등의 FRP재료는 이 지침 및 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.

(나) FRP선 및 복합용기 등의 제조자는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 우리 선급의 제조법승인을 받아야 한다.

(다) FRP재료의 승인을 위하여 제조자는 필요한 제조 및 시험설비를 보유하고 있으며, 자격이 인정된 인원에 의해 감독되고 있음을 입증하여야 한다.

(3) **제조관리**

(가) 제조자는 제조사양을 준수하고 제조공정에 대한 관리가 유효함을 보장하여야 할 책임이 있다.

(나) 제조자는 제조공정관리의 불안정으로 FRP재료의 품질이 저하할 가능성이 있는 경우 원인을 조사하고 재발방지 대책을 수립하여야 한다. 또한, 관련 조사 보고서를 검사원에게 제출하여야 한다.

(다) 전 (나)에 의해 영향을 받은 FRP재료를 사용하고자 하는 경우에는 추가적인 시험을 하고 검사원이 만족하여야 한다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 시험의 빈도를 증가시킬 수 있다.

(라) 제조자는 사용되는 FRP재료가 승인요건 및 제품 사양에 따라 사용되고 있음을 입증하기 위하여 필요한 정보를 FRP재료 사용자에게 제공하여야 한다. 이 정보는 FRP재료에 대한 모든 검사요건을 포함하여야 한다.

(마) 후경화 가열은 온도를 적절히 제어하고 기록하는 장치를 가지고 효율적으로 유지되는 적절하게 제작된 오븐에서 수행되어야 한다. 오븐은 전체가 필요한 온도까지 균일하게 가열될 수 있는 것이어야 한다. 후경화 가열이 요구되는 대형부품의 경우 다른 방안이 특별히 고려될 수 있다.

(4) **재시험**

(가) 시험재료가 규정된 요건에 불합격한 경우 동일한 형식의 2개의 추가 시험편을 만들 수 있다.

(나) 한 그룹(최소 5개)에서의 개별 시험결과가 높거나 낮은 방향으로 두 개 이상의 표준 편차에 의한 평균으로부터 벗어나는 경우, 시험결과는 배제되고 재시험이 되어야 한다. 각각의 시험 그룹에서 하나의 배제만 인정된다.

(5) **품질**

(가) FRP재료는 품질이 균일하고 사용에 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

(나) 시험 및 검사에 합격한 재료라도 후속의 가공공정이나 시험중에 재료에 기인한 결함을 발견하였을 때에는 이전의 시험결과에 관계없이 검사원의 재량에 따라 불합격으로 할 수 있다.

(6) **FRP재료의 확인 및 표시**

(가) FRP재료의 제조자는 원재료에 적절한 번호 또는 기호를 붙이고 배치를 식별하여야 한다.

(나) FRP의 제조자는 모든 최종 제품에 대하여 최초 원재료의 배치를 추적할 수 있도록 하는 식별시스템을 적용하여야 한다. 검사원이 요구하는 경우 재료를 추적하기 위한 모든 정보 및 기회가 제공되어야 한다.

(7) **증서** FRP재료의 제조자는 제품이 이 지침의 요건에 적합함을 입증하는 시험성적서 또는 제조자증서를 발급하여야 한다.

2. 열경화성 수지

(1) 열경화성 수지에 대한 시험방법은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(2) 겔코트용 수지 주형판에 대하여 요구되는 최소 특성값은 **표 1**에 따른다.

표 1 겔코트용 수지에 대하여 요구되는 최소 특성값(주형판)

특성	최소값
인장강도(최대하중에서의 응력)	40 N/mm^2
파단시의 인장응력	40 N/mm^2
최대하중에서의 인장변형률	2.5 %
인장에서의 탄성률	측정값 그대로
굽힘강도(최대하중에서의 응력)	80 N/mm^2
굽힘에서의 탄성율	측정값 그대로
바콜경도	35
하중변형온도	60 ℃
흡수율	60 mg(최대)
수지 주형판의 비중	측정값 그대로

(3) 열경화성 수지 주형판에 대하여 요구되는 최소 특성값은 **표 2**에 따른다.

표 2 열경화성 수지에 대하여 요구되는 최소 특성값(주형판)

특성	최소값
인장강도(최대하중에서의 응력)	40 N/mm^2
파단시의 인장응력	40 N/mm^2
최대하중에서의 인장변형률	2.0 %
인장에서의 탄성률	측정값 그대로
굽힘강도(최대하중에서의 응력)	70 N/mm^2
굽힘에서의 탄성율	측정값 그대로
바콜경도	35
하중변형온도	60 ℃
흡수율	70 mg(최대)
수지 주형판의 비중	측정값 그대로

(4) 접착력을 떨어뜨릴 수 있는 왁스나 기타물질을 포함하고 있는 폴리에스테르 수지는 층간전단시험(KS M ISO 14130)을 추가로 측정하여야 한다. 최소특성 값은 **표 3**에 따른다.

3. 섬유강화재

(1) 탄소섬유강화재를 제외한 각각의 섬유강화재에 대하여 다음의 시험을 하여야 한다. *(2020)*

(가) 인장강도 (최대하중에서의 응력).
(나) 파단시의 인장변형률
(다) 변형률 0.5 % 및 0.25 %에서의 각각의 할선인장탄성계수
(라) 압축강도 (최대하중에서의 응력).
(마) 압축탄성율
(바) 굽힘강도 (최대하중에서의 응력).
(사) 굽힘에서의 탄성율
(아) 층간전단시험
(자) 섬유강화재 함유량
(차) 흡수율

(2) 섬유강화재의 적층판에 대한 시험방법은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(3) 유리섬유강화재의 적층판에 대하여 요구되는 최소 특성값은 **표 3**에 따른다. *(2020)*

(4) 탄소섬유강화재의 적층판에 대하여 요구되는 시험 및 최소 특성값은 **표 4**에 따른다. *(2020)*

표 3 유리섬유강화재의 적층판에 대한 최소 특성값

재료의 종류	특성	최소값
촙스트랜드 매트	인장강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 인장에서의 탄성율(kN/mm^2)	200Gc+30 15Gc+2.4
양방향 섬유강화재	인장강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 인장에서의 탄성율(kN/mm^2)	400Gc-10 30Gc-0.5
무방향 섬유강화재	인장강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 인장에서의 탄성율(kN/mm^2)	$1800Gc^2-1400Gc+510$ $130Gc^2-114Gc+39$
전체	굽힘강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 굽힘에서의 탄성율(kN/mm^2) 압축강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 압축탄성율(kN/mm^2) 층간전단시험(N/mm^2) 흡수율(mg) 유리함량(중량 %)	$502Gc^2+106.8$ $33.4Gc^2+2.2$ 150Gc+72 40Gc-6 22-13.5Gc(15 이상) 70(최대) 측정값 그대로

(비고)
(1) 침수후 최소값은 상기 값의 75 % 이상이어야 한다.
(2) 강화재가 3방향 이상의 다축방향인 경우, 요건은 구조에 따라 개별적으로 고려되어야 한다.
(3) Gc : 유리 함유 중량비

표 4 탄소섬유강화재의 적층판에 대한 최소 특성값 *(2020)*

재료의 종류	특성	최소값
일방향 섬유강화재 0°	인장강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 인장에서의 탄성율(kN/mm^2) 압축강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 압축탄성율(kN/mm^2) 굽힘강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2)	1125 100 750 87.5 900
2축방향 섬유강화재 0°/90° 또는 ±45°	인장강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 인장에서의 탄성율(kN/mm^2) 압축강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 압축탄성율(kN/mm^2) 굽힘강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2)	625 55 415 48 500
3축방향 섬유강화재 0°/±45°	인장강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 인장에서의 탄성율(kN/mm^2) 압축강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 압축탄성율(kN/mm^2) 굽힘강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2)	565 45 375 44 400
4축방향 섬유강화재 0°/90°/±45°	인장강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 인장에서의 탄성율(kN/mm^2) 압축강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2) 압축탄성율(kN/mm^2) 굽힘강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2)	500 42 335 40 365
비고 : (1) 적층판의 탄소함량(체적분율)은 50±5% 이내이어야 한다.		

4. 심재

(1) 엔드그레인 발사에 대한 특별 요건

(가) 공급자는 발사가 엔드그레인으로 절단되고, 좋은 품질의 것이며, 옹이(knot), 구멍, 갈라짐(split), 부패(rot), 골(pitch) 및 코르크(corcho)가 없고, 방균(곰팡이) 및 방충처리를 하였으며, 벌목 후 즉시 균질처리, 살균처리 및 평균 수분 함량이 12 % 이하가 되도록 가마에서 건조처리를 하였음을 서면(제조자증서)으로 제출하여야 한다.

(나) 엔드그레인 발사에 대한 시험방법은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(다) 엔드그레인 발사에 대하여 요구되는 최소 특성값은 **표 5**에 따른다. 다만, **표 5**는 참고로 한다.

표 5 엔드그레인발사의 최소 특성 및 기계적성질(참고치)

겉보기 밀도 (kg/mm^3)	강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2)					압축탄성율 (N/mm^2)		전단 탄성율 (N/mm^2)
	압축		인장		전단			
	응력방향					응력방향		
	그레인에 평행	그레인에 직각	그레인에 평행	그레인에 직각		그레인에 평행	그레인에 직각	
96	5.0	0.35	9.00	0.44	1.10	2300	35.2	105
144	10.6	0.57	14.6	0.70	1.64	3900	67.8	129
176	12.8	0.68	20.5	0.80	2.00	5300	89.6	145

(2) **경질폼(PVC, 폴리우레탄 및 기타)에 대한 특별 요건**

(가) 폼은 폐포형(closed cell)의 것으로, 사용되는 수지계(예 : 폴리에스터, 에폭사이드 등)와 호환성이 있어야 한다.

(나) 폼은 균일한 셀 구조의 것이어야 한다.

(다) 수축률 측정에 의한 치수 안정성에 대한 자료를 제출하여야 한다.

(라) 각 폼의 종류에 따라 다음의 시험자료를 제출하여야 한다.

(a) 밀도

(b) 인장강도 (최대하중에서의 응력).

(c) 인장 탄성률

(d) 압축강도 (최대하중에서의 응력).

(e) 압축 탄성률

(마) 추가적으로, 압축특성[(라)의 (d) 및 (e) 참조]은 상온에서부터 최대 사용 권고온도 또는 70℃중 큰 온도까지의 온도구간에 걸쳐 최소한 5점 이상에서 결정되어야 한다.

(바) 경질 폼에 대한 시험방법은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

(사) 심재용 PVC 또는 폴리우레탄 폐포형 폼에 대하여 요구되는 최소 특성값은 **표 6**에 따른다.

표 6 20℃에서의 경질 발포 폼의 최소 특성 및 기계적성질

재료	겉보기 밀도 (kg/mm^3)	강도(최대하중에서의 응력)(N/mm^2)			탄성율(N/mm^2)	
		인장	압축	전단	압축	전단
폴리우레탄	96	0.85	0.60	0.50	17.20	8.50
폴리비닐클로라이드	60					

(아) 다른 형식의 폼은 개별적으로 고려되어야 한다. 심재의 최소 전단강도는 0.5 N/mm^2 이상이어야 한다.

부록 2-9 해양구조물용 체인

1. 적용

이 지침은 해양구조물용 체인 및 체인부품의 제조에 사용되는 압연강재, 단강품 및 주강품에 대하여 적용한다.

2. 종류 및 기호 *(2017)*

재료의 종류 및 기호는 **표** 1에 따른다.

표 1 종류 및 기호

종류	재료 기호		
	압연강재(봉강)	단강품	주강품
제R 3종	*RSBCR* 3	*RSFCR* 3	*RSCCR* 3
제R 3*S*종	*RSBCR* 3*S*	*RSFCR* 3*S*	*RSCCR* 3*S*
제R 4종	*RSBCR* 4	*RSFCR* 4	*RSCCR* 4
제*R* 4*S*종	*RSBCR* 4*S*	*RSFCR* 4*S*	*RSCCR* 4*S*
제R 5종	*RSBCR* 5	*RSFCR* 5	*RSCCR* 5

3. 압연 봉강

(1) **제강**

(가) 압연 봉강용 강재는 염기성 산소 제강법, 전기로 제강법 또는 우리선급으로부터 승인을 받은 제조법에 의해 제강되어야 한다.

(나) 모든 봉강은 ASTM E112에 따라 측정한 오스테나이트 결정입도가 6 이상이거나 ISO 643에 따른 이와 동등한 결정입도이어야 한다. 원형 단면의 측정은 지름의 1/6 지점에서 실시한다. *(2017)*

(다) *R* 4*S* 및 *R* 5의 제조에 사용되는 강재는 진공 탈가스 처리되어야 한다.

(라) *R* 4*S* 및 *R* 5에 대해서, 봉강의 제조자는 체인 제조자에게 다음 사항에 대한 결과를 제공해야 하며, 그 결과는 체인 자료에 포함되어야 한다.

(a) 각 용강 마다 비금속 개재물 시험을 실시해야 한다. 미세 개재물에 대해서도 국가 또는 국제 기준에 따른 평가 및 정량화가 필요하며 최종제품의 개재물 량은 반드시 허용 범위 내에 있어야 한다. *(2017)*

(b) 각 용강의 시험재는 ASTM E381 또는 동등한 기준에 따라 매크로 조직시험을 실시해야 하며, 유해한 편석 또는 기공이 존재해서는 아니 된다. *(2017)*

(c) 각 용강마다 ASTM A255 또는 동등한 기준에 따라 경화능 시험을 실시해야 한다. *(2017)*

(2) **제조법 승인** 승인 시 인정시험을 통해 허용되는 최대 직경은 시험재의 두께로 한다. 적어도 5:1 이상의 압하비가 적용되어야 하며, 적용된 압하비를 기록해야 한다.

(3) **탈산방법 및 화학성분**

(가) 모든 체인용 봉강의 탈산은 킬드 또는 세립킬드로 해야 하며, 화학성분은 우리선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 제강사는 봉강의 화학조성 사양을 제출해야 하며, 선급과 체인 제조자로부터 승인을 받아야 한다. 제강사는 제출한 사양을 만족하는지 여부를 확인하기 위해 시험 및 분석을 해야 한다. R4, R4S 및 R5 체인용 강은 최소 0.2% 몰리브덴(Mo)을 함유해야 한다. *(2017)*

(4) **기계적성질**

(가) 봉강의 기계적성질은 **표** 2에 따른다.

표 2 해양구조물용 체인 및 체인부품의 기계적 성질 *(2017)*

종류	인장시험				충격시험[1]	
	항복강도 (N/mm²)[2]	인장강도 (N/mm²)[2]	연신율(%) ($L=5d$)	단면수축률 (%)	시험온도(℃)	평균흡수 에너지(J)
R 3	410 이상	690 이상	17 이상	50 이상	-20[3]	40 이상[3]
R 3*S*	490 이상	770 이상	15 이상	50 이상	-20[3]	45 이상[3]
R 4	580 이상	860 이상	12 이상	50 이상	-20	50 이상
R 4*S*	700 이상	960 이상	12 이상	50 이상	-20	56 이상
R 5	760 이상	1000 이상	12 이상	50 이상	-20	58 이상

(비고)
(1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
(2) 항복비(항복강도를 인장강도로 나눈 값)는 0.92 이하이어야 한다.
(3) *R* 3, *R* 3*S*의 충격시험은 우리 선급의 승인을 얻은 후 0℃에서 실시할 수 있고 이 경우 평균흡수에너지는 *R* 3은 60 J 이상, *R* 3*S*는 65 J 이상이어야 한다.
(4) 주강품의 단면감소율에 대해서는 *R* 3 및 *R* 3*S*의 경우는 40 % 이상, *R* 4, *R* 4*S* 및 *R* 5의 경우는 35 % 이상으로 한다.
(5) *R* 4*S* 및 *R* 5의 최대 경도값은 각각 HB330 및 HB340으로 한다.

(나) 수소취성시험은 다음에 따라 실시한다.
(a) 한 개의 시험편은 기계가공 후 3시간(직경 14 mm 시험편의 경우 1.5시간) 이내에 시험을 실시하거나 또는 기계가공 직후 즉시 -60 ℃로 냉각한 후 최대 5일간 동일 온도로 유지한 후 인장시험을 실시한다.
(b) 다른 한 개의 시험편은 기계가공 후 250 ℃로 4시간(직경 14 mm 시험편의 경우 2시간) 가열 유지한 후 인장시험을 실시한다.
(c) 인장시험은 파단까지 낮은 변형증가율(0.0003 s^{-1} 이하)로 시험해야하고 (직경 20 mm 시험편의 경우 대략 10분 정도 소요) 인장강도, 연신율, 단면수축률 등을 측정하여야 한다.
(d) 인장시험 결과는 다음 식을 만족하여야 한다. 만약 다음 식을 만족하지 않는다면, 우리 선급의 승인을 받아 수소 탈가스 처리를 한 후에 새로운 시험을 해야 한다. *(2017)*

$$Z_{(1)} / Z_{(2)} \geq 0.85$$

$Z_{(1)}$: (나)의 (a)에 규정한 시험에 의하여 측정된 단면수축률
$Z_{(2)}$: (나)의 (b)에 규정한 시험에 의하여 측정된 단면수축률

(5) **시험재의 채취**
시험재는 50 톤을 넘지 않는 같은 공칭 직경의 봉강(동일 용강에 속하고 최종 체인과 열처리공정이 같은 것)을 1 로트로 하고 로트마다 1개씩 채취한다. *R* 3*S*, *R* 4, *R* 4*S* 및 *R* 5의 수소취성시험은 각 용강마다 실시한다. *(2017)*

(6) **시험편의 채취**
(가) 모든 체인용 봉강에 대해서 인장시험편 1개 및 충격시험편 3개씩을 각각 채취해야 한다.
(나) *R* 3*S*, *R* 4, *R* 4*S* 및 *R* 5의 경우는 전 (가)의 규정에 추가하여 다음 (a) 내지 (b)에 따라 동일한 열처리를 실시한 봉강의 중앙부에서 수소 취성시험을 위한 지름 20 mm의 인장시험편 2개를 채취한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 직경 14 mm의 인장시험편으로 대체할 수도 있다.
(a) 연속주조재(continuous casting)의 경우 동일용강의 처음과 마지막을 대표할 수 있는 부분(용강혼합부분 제외)에서 각각 1개씩 채취한다.
(b) 조괴재(ingot casting)의 경우 동일 용강의 다른 강괴에서 각각 1개씩 채취한다.
(다) 시험편의 길이방향을 압연방향에 평행(*L*방향)으로 채취한다.
(라) 시험편은 **그림 1**과 같이 시험재의 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치에서 채취한다.
(마) 충격시험편의 노치는 봉강의 반지름 방향과 대략 일치시킨다.

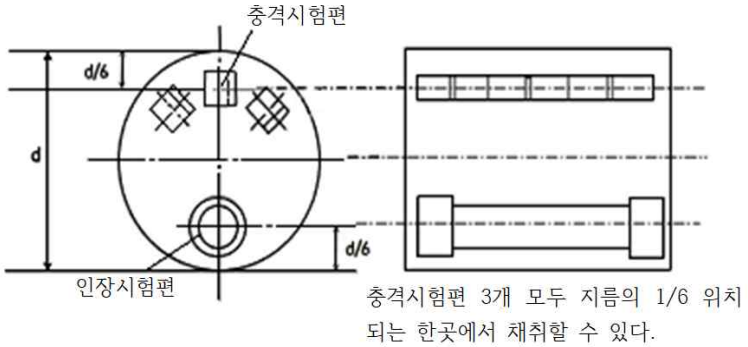


그림 1 시험편의 채취위치 *(2017)*

(7) **표면검사, 비파괴검사, 치수 허용차 및 보수작업** *(2017)*

(가) 비파괴검사는 우리선급이 인정한 아래와 같은 공인된 기준 또는 동등한 기준에 따라서 수행되어야 하며, 합격 및 불합격의 기준이 명확한 절차서를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(a) 봉강의 자분탐상검사(MT) : ASTM E1444 및 ISO 9934

(b) 누설자속탐상검사(MLFT) : JIS Z2319

(c) 봉강의 와류탐상검사(ET) : ISO 15549

(나) 제조자는 비파괴검사 절차를 문서화하여 보유하고 있어야 한다. 비파괴 검사자는 ISO 9712, ACCP 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 자격을 보유해야 한다. SNT-TC-1A에 따른 자격도 인정할 수 있지만, 비파괴 검사자의 고용주는 해당 비파괴검사 방법에 맞는 ASNT Level Ⅲ , ISO 9712 level Ⅲ 또는 ACCP Professional Level Ⅲ의 자격보유자 및 서면화된 절차서를 보유하고 있어야 한다. 비파괴 검사자는 최소 NDT level Ⅱ이상의 자격 보유자이어야 한다.

(다) 기계 가공된 모든 봉강에 대하여는 육안검사를 100 % 실시해야 한다. 또한 우리 선급은 봉강의 길이방향으로 내재하는 결함의 유무를 확인하기 위하여 자분탐상(MT)이나 와류탐상(ET) 또는 누설자분탐상(MLFT)의 방법으로 비파괴검사를 10 % 요구할 수 있다. 각 제조사는 기계 가공의 최대 깊이를 협의하여 승인된 문서에 기재해야 한다.

(라) 모든 부분에 자분탐상(MT)이나 와류탐상(ET) 또는 누설자분탐상(MLFT) 등 적절한 방법으로 비파괴검사를 실시하고 유해한 결함이 없어야 한다. 깊이가 봉 직경의 1 % 이내인 길이방향의 불연속부는 연마 및 융합 등을 통해 제거할 수 있다.

(마) 제조중 적절한 단계에서 우리 선급의 승인을 받은 절차에 따라 100 % 초음파탐상검사를 실시하고 요구되는 판정기준을 만족해야 한다. 봉강은 웜홀, 균열 및 백점의 결함이 없어야 한다. 제강사와 체인 제조자가 봉강의 끝단부를 제거하여 완성품으로 사용하지 않기로 협의된 부분은 초음파탐상검사를 생략할 수 있다. 세부 사항은 각 제강사마다 승인된 문서에 기재해야 한다. 우리 선급의 승인을 받아 위상배열 초음파검사(PAUT)를 실시 할 수 있다.

(바) 제조자의 품질관리 상태 등이 양호하다고 인정하는 경우에는 전 (라) 및 (마)에서 규정한 비파괴검사의 빈도를 경감할 수 있다.

(사) 봉강의 치수 허용차는 표 3에 따른다.

표 3 치수 허용차 *(2017)*

호칭치수 (mm)	지름에 대한 허용차 (mm)	진원도($d_{max} - d_{min}$) (mm)(1)
25미만	-0, +1.0	0.6이하
25이상 35이하	-0, +1.2	0.8이하
36이상 50이하	-0, +1.6	1.1이하
51이상 80이하	-0, +2.0	1.50이하
81이상 100이하	-0, +2.6	1.95이하
101이상 120이하	-0, +3.0	2.25이하
121이상 160이하	-0, +4.0	3.00이하
161이상 222이하	-0, +5.0	4.00이하

(비고)
(1) d_{max} 및 d_{min}은 봉강의 최대 및 최소 지름이다.

(아) 봉강의 용접 보수는 허용되지 않는다.

(8) **표시** 봉강마다 표면의 한쪽 끝부분에 재료 기호 및 용강번호(또는 용강번호를 나타내는 코드)를 표시해야한다. 우리선급이 적절하다고 인정하는 다른 표기법을 적용할 수 있다.

4. **단강품**

(1) **제조**

(가) 체인부품의 제조에 사용되는 단강품은 우리 선급에 승인된 사양서 및 시험 결과서에 따라야 한다.

(나) 강은 염기성 산소 제강법, 전기로 제강법 또는 우리선급으로부터 승인을 받은 제조법에 의해 제강되어야 한다.

(다) 모든 강은 ASTM E112에 따라 측정한 오스테나이트 결정입도가 6 이상이거나 ISO 643에 따른 이와 동등한 결정입도이어야 한다. 원형 단면의 측정은 지름의 1/6 지점에서 실시한다. 비원형 단면의 측정은 두께의 1/4 지점에서 실시한다. *(2017)*

(라) *R*4*S* 및 *R*5 체인용 단강품의 제조에 사용되는 강은 진공 탈가스 처리되어야 한다.

(마) *R*4*S* 및 *R*5 체인부품용 강에 대해서, 제강자는 체인부품의 제조자에게 다음의 정보를 제공하여야하며, 그 결과는 체인부품 자료에 포함되어야 한다.

(a) 각 용강 마다 비금속 개재물 시험을 실시해야 한다. 미세 개재물에 대해서도 국가 또는 국제 기준에 따른 평가 및 정량화가 필요하며 최종제품의 개재물 량은 반드시 허용 범위 내에 있어야 한다. *(2017)*

(b) 각 용강의 시험재는 ASTM E381 또는 동등한 기준에 따라 매크로 조직시험을 실시해야 하며, 유해한 편석 또는 기공이 존재해서는 아니 된다. *(2017)*

(c) 각 용강마다 ASTM A255 또는 동등한 기준에 따라 경화능 시험을 실시해야 한다. *(2017)*

(2) **제조법 승인**

(가) 체인 부품용 단강품은 가공된 미세조직을 함유해야 하고 단조비는 최소 3:1이어야 한다. *(2017)*

(나) 체인 부품용 단강품에 대해서는 승인 시 시험재에 적용된 단조비를 기록해야하며, 제품에 적용되는 단조비는 승인 시의 단조비 보다 낮아서는 안된다.

(다) 승인 시의 업세팅(upsetting)량은 기록되어야 하며 생산 시에 이를 준수해야 한다. *(2017)*

(라) 제조자는 단조 및 재가열에 사용한 열이력을 모니터해야 하며 기록되어 문서화해야 한다. *(2017)*

(마) 제조자는 단조에 사용되는 형(dies) 및 도구의 유지/보수 절차 및 계획을 우리 선급에 제출해야 한다. *(2017)*

(3) **탈산방법 및 화학성분**

(가) 모든 단강품의 탈산은 킬드 또는 세립킬드로 해야 하며, 화학성분은 우리선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 단강품의 제조자는 화학조성에 대한 사양을 제출해야하며, 우리선급으로부터 승인을 받아야 한다. *R*4, *R*4*S* 및 *R*5 체인용 단강품은 최소 0.2 % Mo을 함유해야 한다.

(4) **열처리** 최종 단강품은 우리 선급으로 부터 승인된 사양서에 따라 열처리를 하여야 한다. 또한 담금질 관련 변수들은 문서화된 절차에 따라야 하며 담금질 욕조의 온도 및 이송 시간은 기록되어야 한다. *(2017)*

(5) **기계적성질** 열처리된 단강품의 기계적 성질은 표2에 따른다.

(6) **시험편의 채취**

(가) 동일한 열처리를 한 유사한 치수(직경 차가 25 mm 이내)의 단강품의 경우 용강마다 1개의 시험재를 채취한다.

(나) 시험편은 전 (가)의 시험재로부터 인장시험편 1개와 충격시험편 1조를 채취한다.

(다) 시험편의 채취 위치는 **그림** 1에 따른다.

(7) **표면검사, 비파괴검사 및 보수작업**

(가) 단강품은 열처리 후 표면검사를 실시하여야 하며 유해한 결함이 없어야 한다.

(나) 비파괴검사는 우리선급이 인정한 아래와 같은 공인된 기준 또는 동등한 기준에 따라서 수행되어야 하며, 합격 및 불합격의 기준이 명확한 절차서를 우리선급에 제출하여야 한다. *(2017)*

(a) 단강품의 자분탐상검사(MT) : EN 10228-1 및 ASTM A275, 습식법 및 연속법 사용

(b) 단강품의 초음파탐상검사(UT) : EN 10228-3, ASTM A388, ISO 13588

(다) 비파괴 검사자는 각 비파괴 검사 방법에 대해 3항 (7)호 (나)에 해당하는 자격이 있어야 한다. *(2017)*

(라) 제조중 적절한 단계에서 100 % 초음파탐상검사를 실시하여야 하며 요구되는 판정 기준을 만족해야 한다. *(2017)*

(마) 기계가공되지 않은 표면의 결함은 공칭지름의 5 % 깊이까지 그라인딩으로 제거할 수 있다. 거짓된 지시 여부를 확인하기 위해 실시하는 그라인딩은 표면으로부터 0.8 mm 깊이까지 허용되지만, 그 외의 그라인딩은 기계가공된 표면에 허용되지 않는다. *(2017)*

(바) 용접 보수는 허용되지 않는다. *(2017)*

(8) **표시** 이 부록 3항 (8)호에 따른다.

5. **주강품**

(1) **제조**

(가) 체인부품의 제조에 사용되는 주강품은 우리 선급에 승인된 사양서 및 시험 결과서에 따라야 한다.

(나) 강은 염기성 산소 제강법, 전기로 제강법 또는 우리선급으로부터 승인을 받은 제조법에 의해 제강되어야 한다.

(다) 모든 강은 ASTM E112에 따라 측정한 오스테나이트 결정입도가 6 이상이거나 ISO 643에 따른 이와 동등 결정입도이어야 한다. 원형 단면의 측정은 지름의 1/6 지점에서 실시한다. 비원형 단면의 측정은 두께의 1/4 지점에서 실시한다. *(2017)*

(라) *R* 4*S* 및 *R* 5 체인용 주강품의 제조에 사용되는 강은 진공 탈가스 처리되어야 한다.

(마) *R* 4*S* 및 *R* 5 체인부품용 강에 대해서는 다음과 같은 정보가 체인부품 자료에 포함되어야 한다.

(a) 각 용강 마다 비금속 개재물 시험을 실시해야 한다. 미세 개재물에 대해서도 국가 또는 국제 기준에 따른 평가 및 정량화가 필요하며 최종제품의 개재물 량은 반드시 허용 범위 내에 있어야 한다. *(2017)*

(b) 각 용강의 시험재는 ASTM E381 또는 동등한 기준에 따라 매크로 조직시험을 실시해야 하며, 유해한 편석 또는 기공이 존재해서는 아니 된다. *(2017)*

(c) 각 용강마다 ASTM A255 또는 동등한 기준에 따라 경화능 시험을 실시해야 한다. *(2017)*

(2) **탈산방법 및 화학성분**

(가) 모든 주강품의 탈산은 킬드 또는 세립킬드로 해야 하며, 화학성분은 우리선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 주강품의 제조자는 화학조성에 대한 사양을 제출해야하며, 우리선급으로부터 승인을 받아야 한다. *R* 4, *R* 4*S* 및 *R* 5 체인용 주강품은 최소 0.2 % Mo을 함유해야 한다.

(3) **열처리** 최종 주강품은 우리 선급으로 부터 승인된 사양서에 따라 열처리를 하여야 한다. 또한 담금질 관련 변수들은 작성한 절차에 따라야 하며 담금질 욕조의 온도 및 이송 시간은 기록되어야 한다. *(2017)*

(4) **기계적성질** 열처리된 주강품의 기계적 성질은 **표** 2에 따른다. 다만 단면수축률의 합격기준을 R3 및 R3S은 40 % 이상, R4, R4S 및 R5는 35 % 이상으로 한다. *(2017)*

(5) **시험편의 채취**

(가) 동일한 열처리를 한 유사한 치수의 주강품의 경우 용강마다 1개의 시험재를 채취한다.

(나) 시험편은 전 (가)의 시험재로부터 인장시험편 1개와 충격시험편 1조를 채취한다.

(다) 시험편의 채취 위치는 **그림** 1에 따른다.

(6) **표면검사, 비파괴검사 및 보수작업** *(2017)*

(가) 주강품은 열처리 후 표면검사를 실시하여야 하며 유해한 결함이 없어야 한다.

(나) 비파괴검사는 우리선급이 인정한 아래와 같은 공인된 기준 또는 동등한 국제 또는 국내기준에 따라서 수행되어야 하며, 합격 및 불합격의 기준이 명확한 절차서를 우리선급에 제출하여야 한다.

(a) 주강품의 자분탐상검사(MT) : ASTM E709, 습식법 및 연속법 사용

(b) 주강품의 초음파탐상검사(UT) : ASTM A609, ISO 13588

(다) 비파괴 검사자는 각 비파괴 검사 방법에 대해 2항 (7)호 (나)에 해당하는 자격이 있어야 한다.

(라) 주강품의 모든 부분에 대해 승인된 표준에 따라 초음파탐상검사를 실시하고 요구되는 판정 기준을 만족해야 한다.

(마) 기계가공되지 않은 표면의 결함은 공칭지름의 5 % 깊이까지 그라인딩으로 제거할 수 있다. 거짓된 지시 여부를 확인하기 위해 실시하는 그라인딩은 표면으로부터 0.8 mm 깊이까지 허용되지만, 그 외의 그라인딩은 기계가공된 표면에 허용되지 않는다.

(바) 두께 또는 지름의 5 % 깊이를 초과하여 결함을 제거한 경우에는 그 부위를 용접 보수해야 한다. 결함이 제거된 부위는 용접이 용이한 형상이어야 한다. 용접이 실시될 최종 개선 부위는 매끈하게 그라인딩해야 하며, 결함이 완전히 제거되었는지 확인하기 위해 비파괴검사를 실시해야 한다.

(사) 용접 보수는 주요 보수 부위과 경미한 보수 부위로 분류한다. 주요 보수 부위는 지름이나 두께의 25 % 또는 25 mm를 초과하여 용접 개선 깊이가 만들어진 부위을 말하며, 그 크기가 작더라도 이에 해당된다. 주요 보수 부위를 제외한 용접 보수는 경미한 보수 부위로 간주한다.

(아) 주요 보수 부위는 보수 작업을 하기 전에 검사원의 승인을 받아야 한다. 승인을 위해서는 보수 부위의 위치 및 크기를 나타낼 수 있는 사진이나 그림을 검사원에게 제출해야 한다. 주요 보수 부위를 용접하기 전에는 해당 주강품 전체의 세립화 열처리를 실시해야 한다. 용접 후열처리 또는 재열처리도 실시해야 한다.

(자) 모든 용접 보수는 보수 부위의 위치 및 크기를 나타낼 수 있는 그림이나 사진으로 기록되어야 한다.

(차) 모든 용접 보수는 기량자격을 보유한 용접사가 승인된 절차로 실시해야 한다. 용접사는 ISO 9606, ASME Ⅸ, ASTM A488 또는 동등한 기준에 따라 자격을 보유해야 한다. 용접기량시험 절차는 ISO 15614, ASME Ⅸ, ASTM A488 또는 동등한 기준에 따르며, 추가적으로 아래 부위의 각각에 대해 노치를 가진 샤르피 V노치 충격시험을 해야 한다. 판정 기준은 모재의 판정 기준에 따른다.

- 용접부 중심(Weld metal)
- 용융선상(Fusion line)
- 용융선으로부터 2 mm의 용접열영향부
- 용융선으로부터 5 mm의 용접열영향부

(7) **표시** 이 부록 3항 (8)호에 따른다.

6. 스터드용 재료

(1) 스터드 링크 체인 케이블용 스터드는 체인과 같은 강재를 사용하거나 우리선급으로부터 승인된 사양서에 따라 제조되어야 한다.

(2) 용접용 스터드의 경우 탄소함량은 0.25 %를 넘어서는 안된다. ⚓

부록 2-10 내피로강

1. 적용

(1) 이 지침은 피로 성능을 향상시킨 선체구조용 압연강재(이하 내피로강이라고 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 이 지침에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **규칙 2편 1장 301.**에 따른다.

(3) 규격 최소항복강도가 390 N/mm^{2}를 넘는 내피로강의 승인은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2. 정의

내피로강이라 함은 아래의 조건을 만족하는 선체구조용 압연강재를 말한다.

(1) 선체구조용 압연강재의 요건은 **규칙 2편 1장 301.**에 따른다.

(2) 피로 성능에 대한 요건은 이 **지침 부록 2-10**의 **4항** (2)호를 따른다.

(3) (2)와 관련하여, 가로방향 하중비전달형 필릿용접 시편과 길이방향 필릿용접 거싯 시편의 피로 수명은 IACS Rec.56에 규정된 U.K DEn 의 S-N 곡선을 바탕으로 파단까지의 반복수 N_f가 2x10^{6}일 때와 일치하는 응력 범위에 해당하는 선체구조용 압연강재의 피로 수명보다 2배 이상 길어야 한다.

(4) 이 **지침 부록 2-10**의 **4항** (2)호에 있는 S-N 곡선은 내피로강의 승인에 단지 사용된다. 내피로강을 사용하는 구조의 피로 수명을 결정하는 목적으로 설계(도면) 승인에 사용해서는 안 된다.

3. 용접성

(1) 내피로강의 용접성은 **규칙 2편 1장 301.**에서 규정하는 선체구조용 압연강재와 유사하다.

(2) 하지만 용접부의 건전성은 피로 성능에 영향을 주기 때문에 내피로강의 추가적인 용접절차 인정시험이 **규칙 2편 2장 4절** 및 **6절**에 따라 요구된다.

4. 피로 성능 추가 요건

(1) **제조법 승인**

(가) 내피로강은 우리 선급으로부터 승인 받은 제조자가 생산해야 한다.

(나) 내피로강의 제조법 승인은 **규칙 2편 1장**과 더불어 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**에 따라 승인 받아야 한다.

(2) **피로 성능**

(가) 내피로강의 용접부 피로 성능은 **그림 1**의 S-N 곡선에 따라야 한다. 이 S-N 곡선은 다음처럼 log($\Delta\sigma$)와 log(N_f) 사이의 선형 관계를 나타낸다.

$$\log(N_f) = \log(K) - m \cdot \log(\Delta\sigma)$$

N_f : 파단까지의 반복수
K : **표 1**의 S-N곡선 관련 상수
m : **표 1**의 S-N곡선 음의 기울기
$\Delta\sigma$: 응력 범위(N/mm^2)

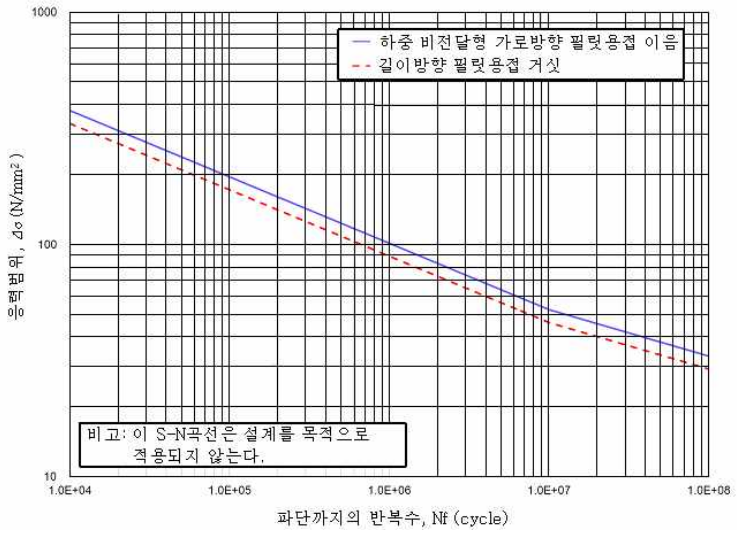


그림 1 요구되는 피로 성능(대기 중의 S-N 곡선)

표 1 대기 중 S-N 곡선의 최소 허용 한도

이음 종류	$N_f \leq 10^7$		$N_f > 10^7$	
	m	K	m	K
하중 비전달형 가로방향 필릿 용접이음(1)	3.5	1.0425×10^{13}	5.0	3.9505×10^{15}
길이방향 필릿 용접 거싯 (2)	3.5	6.6538×10^{12}	5.0	2.0821×10^{15}
(비고) (1) 70 N/mm² 의 $\Delta\sigma$와 상응하는 N_f가 3.63×10^6 일 때와 150 N/mm² 의 $\Delta\sigma$와 상응하는 N_f가 2.50×10^5 일 때 (표 2 참조) (2) 70 N/mm² 의 $\Delta\sigma$와 상응하는 N_f가 2.32×10^6 일 때와 150 N/mm² 의 $\Delta\sigma$와 상응하는 N_f가 1.60×10^5 일 때 (표 2 참조)				

(나) 용접이음의 피로 성능이 설계 및 선박건조와 관련된 사항에 영향을 주는 사실을 시험성적서에 기재해야 한다.

5. 피로성능 관련 시험 및 검사

(1) 시험재

(가) 시험재는 동일한 주조의 것이고 또한 동일한 열처리를 한 강판, 평강, 형강 등과 같이 동일한 제품형상이어야 한다.

(나) 시험재는 최종 제품의 모든 특성을 대표하는 것이어야 한다. 노멀라이징 및 가속냉각(AcC) 후 템퍼링과 같은 오프라인(off-line) 열처리를 실시하는 경우에는 열처리가 완료되기 전까지 시험재를 채취하여서는 안 된다. 제품의 너비에 걸친 시험재 위치는 **규칙 2편 1장 301.**에 따른다.

(다) 시험편의 길이방향을 압연방향에 평행(L방향)으로 채취한다.

(2) 피로시험편

(가) 피로시험편의 치수는 **그림 3**에 따른다.

(나) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 시험편의 용접을 검사원이 입회하여 진행해야 한다.

(다) 용접부의 형상(각목, 세로/가로 각장, 플랑크(flank)각 등)은 피로시험 전에 적절한 방법으로 측정하여 그 측정값을 시험성적서에 기재해야 한다.(**그림 2** 참조)

(라) 강재 두께가 22 mm를 넘는 경우에는 시험편의 두께를 22 mm로 감소시키기 위해 한 면을 가공해야 한다. 피로시험편의 두께를 감소하는 경우에는 가공면에서 피로균열이 발생하는 것을 방지하기 위해서 가공면에 그라인딩을 해야 한다.

(마) 용접재료는 우리 선급에 승인된 것을 사용해야 한다. 저온변태용 용접재료와 같이 피로성능을 향상시킨 용접재료는 사용하면 안 된다. 시편을 제작하는 용접 절차는 해당 강재가 조선소에서 선박 건조에 사용되는 통상적인 용접 방법과 가능한 한 일치하도록 진행해야 한다.

(바) 용접 이음부의 피로 성능을 향상하기 위한 용접 후처리는 허용되지 않는다. 피로 성능을 의도적으로 향상시키기 위하여 과대 플랑크(flank)각을 가진 용접비드 형상을 만드는 것과 같은 행동을 검사원이 발견한 경우에는 시험편의 재용접을 요구할 수 있다.

(사) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 용접 후에 외관 검사, 자분탐상검사 혹은 액체침투 탐상검사를 요구할 수 있다.

(아) 시험편의 각변형으로 인한 굽힘 응력을 감소시키기 위해서는 시험편의 총각변형을 5/1000 이하로 조절해야 한다.(**그림 4** 참조) 시험편의 각변형을 수정해야 하는 경우에는 용접금속 및 그 주변에 변형을 가해서는 안 된다.

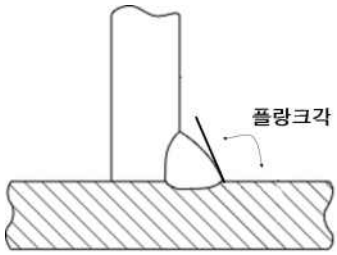
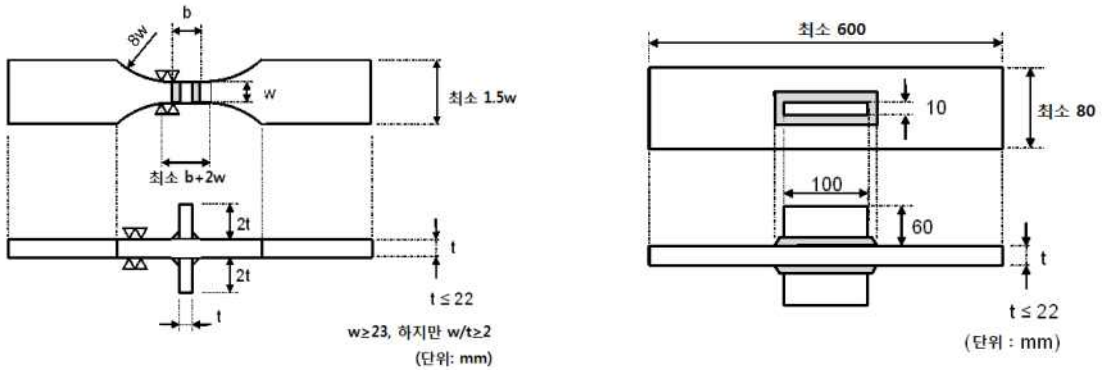


그림 2 플랑크각



(a) 가로방향 하중 비전달형 필릿용접 이음

(b) 길이방향 필릿용접 거싯

그림 3 피로시험편의 길이

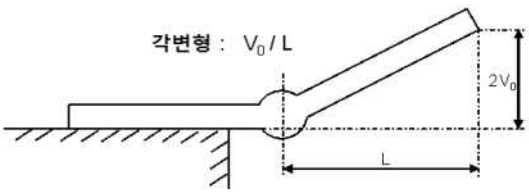


그림 4 시험편의 각변형

(3) **피로시험편의 개수**

(가) 우리 선급이 인정하지 않는 한 시험재는 각 배치마다 채취해야 한다. 또한 하나의 배치는 300톤을 넘지 않는 단위 또는 단수가 된다.

(나) 하나의 시험재에서 두 개의 피로시험편을 1조로 준비해야 한다. **표 2**에 나타낸 두 개의 응력범위 각각에 대해 시험해야 한다.

(다) 시험재 채취를 위한 피스는 각 배치에서 가장 두꺼운 것이어야 한다. 제품에서의 피로시험편 수는 검사원의 재량에 따라 증가할 수 있다.

(4) **피로시험**

(가) 피로시험은 강재가 주문자에게 공급되기 전에 실시해야 한다. 적어도 **표 2**에 나타낸 시험 조건을 만족해야 한다. **표 2** 이외의 시험 조건은 우리 선급이 인정하는 국가 표준 등에 따른다.

표 2 피로시험 조건

이음 종류	응력비 R (= $\sigma_{min}/\sigma_{max}$)	최대응력 σ_{max}	응력범위 $\Delta\sigma$ (N/mm^2)	
가로방향 하중 비전달형 필릿 용접 이음	-	R_{eH}(1)	70(2)	150(2)
길이방향 필릿 용접 거싯	0.1	-		

(비고)
(1) R_{eH} : 시험 강재의 규격 최소항복강도
(2) 이 응력범위에 대한 파단까지의 최소 반복수 N_f는 **표 1**의 비고에 나타낸다.
(3) 열이 발생하지 않는 부하 주파수를 선택해야 한다.

(나) 피로시험은 시험편이 파단 될 때까지 계속 진행해야 한다.

(다) 우리 선급이 인정하는 경우를 제외하고, 모든 시험편은 검사원이 확인해야 하고 표시되어야 하며 피로시험은 검사원이 입회하여 실시되어야 한다.

(라) 피로성능과 관련된 향상 방법으로 고려되는 피로시험 외의 다른 대체 시험은 관련 기술적 배경을 우리 선급에 제출하여 승인을 받아 사용할 수 있다.

(5) **피로시험의 이음종류** 별도로 규정하는 경우를 제외하고, 피로시험에서 사용되는 용접이음 종류는 강재 제조자와 구매자 사이에서 협의하여 결정된다.

(6) **재시험 절차**

(가) 피로시험편 2개가 모두 피로성능 범위를 만족시키지 않는다면, 그 해당 배치는 불합격이다. 또한 피로시험의 파단까지의 반복수 N_f가 명시된 피로성능의 70 %보다 적다면, 재시험 없이 그 배치는 불합격이다.

(나) 만약 피로시험편 중 하나가 명시된 피로성능을 만족하는데 실패한다면, 실패한 응력범위와 관련된 2개의 추가 시험편을 같은 배치에서 채취하여 재시험을 해야 한다. 재시험에서 2개의 추가 시험편이 합격한다면 그 배치는 합격으로 할 수 있다.

6. **합격재의 표시**

규칙 2편 1장 301.에서 정의하는 선체구조용 압연강재의 표시기호 뒤에 “FR"을 부기한다. (예 : EH 36 FR)

7. **시험증명서**

규칙 2편 1장 107.에 명시된 증명서 요건과 더불어, 관련 시험증명서에는 피로시험에서 합격된 용접이음 종류 및 관련 사항을 포함하여야 한다. ⚓

부록 2-11 고망간강 *(2020)*

1. 적용

(1) 이 지침은 액화천연가스 운반선의 화물탱크 또는 액화천연가스 연료추진선의 연료탱크에 사용되는 고망간강판(이하 고망간강이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) (1)호 이외의 목적으로 사용되는 고망간강은 우리 선급의 승인을 받아 이 지침을 준용할 수 있다.

(3) 이 지침에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **규칙 2편 1장 301.**에 따른다.

2. 정의

(1) 고망간강이라 함은 대기 및 사용 온도에서 주상(primary phase)을 오스테나이트 조직으로 유지하기 위해 망간을 다량 함유한 강재를 말한다.

(2) 제어 냉각(controlled cooling)이라 함은 냉각법의 한 방법으로, 설계된 냉각속도에 따라 높은 온도로부터 냉각시키는 방법이다.

3. 제조법

(1) 연속주조 슬래브를 압연한 고망간강의 압연비는 원칙적으로 6:1 이상이어야 한다. 다만, 제조법을 감안하여 압연비를 4:1까지로 할 수 있다.

(2) 고망간강의 재료기호, 두께, 탈산방법 및 화학성분은 **표 1**에 따른다.

표 1 재료기호, 두께, 탈산방법 및 화학성분(%) *(2021)*

재료기호	두께 t (mm)	탈산 방법	화학성분(%)								
			C	Si[(1)]	Mn	P	S	Cu	Cr	N	B
HMN40	$6 \le t \le 40$	킬드 및 세립화	0.35 ~ 0.55	0.10 ~ 0.50	22.50 ~ 25.50	0.030 이하	0.010 이하	0.30 ~ 0.70	3.00 ~ 4.00	0.050 이하	0.005 이하

(비고)

(1) 산에 용해되는 Al의 함유량이 0.025 % 이상이거나 Al의 전 함유량이 0.03 % 이상일 경우, Si의 함유량을 0.10 % 미만으로 할 수 있다.

4. 열처리

(1) 고망간강은 열간압연 후, 필요 시 제어냉각(controlled cooling)을 할 수 있다.

(2) 최종 압연 후에 별도의 열처리는 실시하지 않는다.

5. 시험재의 채취

(1) 시험재는 1개의 강편, 빌릿 또는 강괴로부터 직접 압연되고 또한 동일한 열처리를 한 피스(piece)마다 1개의 시험재를 채취한다.

(2) 시험재의 채취위치는 **규칙 2편 1장 301.**의 6항 (4)호에 따른다.

6. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 다음에 따른다.

(가) 인장시험편은 **규칙 2편 1장 301.**의 7항 (2)호에 따라 채취한다.

(나) 시험편은 일반적으로 판 모양의 인장시험편을 적어도 한쪽면에 압연 스케일을 유지하는 방식으로 가공한다.

(다) 봉모양 인장시험편을 채취하는 경우, 채취위치는 표면으로부터 두께의 대략 1/4에 위치하도록 한다.

(2) 충격시험편은 **규칙 2편 1장 301.**의 7항 (3)호에 따라 채취한다.

7. 기계적 성질

고망간강의 기계적 성질은 **표 2**에 따른다.

표 2 기계적 성질

재료기호	인 장 시 험			충 격 시 험	
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 ($L=5.65\sqrt{A}$) (%)	시험 온도 (℃)	평균흡수에너지(1)(J) T(2)
HMN40	400이상	800~970	22이상	-196	27이상

(비고)
(1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 하나라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
(2) T는 시험편의 길이 방향이 압연방향과 직각인 경우를 나타낸다.

8. 용접용 재료

(1) **8항**에서 특별히 규정되지 아니한 사항에 대하여는 **규칙 2편 2장 607.**의 규정을 준용한다.

(2) 용접용재료의 종류 및 기호는 **표 3**에 따른다.

표 3 종류 및 기호

TIG 용접용재료	플럭스코어드 와이어 용접용재료	서브머지드 아크용접용재료
RY HMN	*RW HMN*	*RU HMN*

(3) 각 용접법의 시험에 합격한 자동용접용재료에는 그 기호의 뒤에 **표 4**의 표시기호를 부기한다.

표 4 표시기호

용 접 법	표 시 기 호
다층용접법	*M*
양면 일층용접법	*T*
다층 및 양면 일층 겸용용접법	*TM*

(4) 용착금속시험 *(2021)*

고망간강 용접용 재료의 용착금속시험의 기계적 성질은 다음 **표 5**에 따른다.

표 5 용착금속의 기계적 성질

인장시험			샤르피 V-노치 충격시험	
항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%)	시험온도 (°C)	평균흡수에너지 (J)
400 이상	660 이상	22 이상	-196	27 이상

(5) 맞대기용접시험

고망간강 용접용 재료의 맞대기용접시험의 기계적 성질은 다음 **표 6**에 따른다.

표 6 맞대기용접시험의 기계적성질

인장강도(N/mm^2)	굽힘시험	샤르피 V-노치 충격시험	
		시험온도 (°C)	최소 평균 흡수에너지 (J)
660이상	시험편에 3 mm를 넘는 균열, 기타 결함이 생겨서는 아니된다.	-196	27

(6) 필릿용접시험
규칙 2편 2장 602. 7항의 규정을 준용한다.

9. 용접사
(1) 고망간강을 용접하는 용접사는 **규칙 2편 2장 5절**에 따라 고망간강 시험편으로 용접사 기량자격 시험을 합격하여 기량자격을 보유해야 한다.
(2) 고망간강 용접에 종사하는 자는 고망간강으로 기량자격 시험을 합격한 용접사이어야 한다.

10. 용접절차인정시험
(1) 고망간강의 용접절차인정시험은 **규칙 7편 5장** 또는 **저인화점연료선박 규칙**에 따른다.
(2) 맞대기용접 이음시험의 종류 및 시험편의 수는 **표 7**에 따른다.

표 7 맞대기용접 이음시험의 종류

시험재의 종류 및 재료기호		시험의 종류 및 시험편의 수(개)(1)(2)						
		외관 검사	인장 시험	굽힘 시험	충격 시험	매크로 시험	경도 시험 (6)	비파괴검사 (7)
고망간강판	*HMN40*	용접부 전장	3(3)	2(4)	(5)	1	1	용접부 전장

(비고)
(1) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 마이크로 조직시험 등 기타 다른 시험을 요구할 수 있다.
(2) **규칙 2편 그림 2.2.6**의 RL9N490 시험재에 따른다.
(3) 가로방향 2개와 세로방향 1개의 시험편을 채취한다.(**규칙 2편 그림 2.2.6** 참조)
(4) **규칙 2편**의 **표2.2.7**에 따른다.
(5) 시험재로부터 채취하는 시험편의 수 및 노치의 위치는 **규칙 7편 5장** 또는 **저인화점연료선박 규칙**에 따른다.
(6) 참고로 한다.
(7) 내부결함 탐상은 방사선 투과검사를 원칙으로 한다. 표면결함 탐상은 액체침투 탐상검사를 실시하여야 한다.

(3) 필릿용접의 경도시험은 참고로 한다.
(4) 아래의 사항을 고려해서 용접절차인정시험을 진행한다.
(가) FCAW의 초층 용접 시에는 전류를 낮추는 등 특별히 주의해야 한다. 또한 FCAW의 보호가스는 아르곤(Ar)과 CO_2를 80:20 비율로 적절히 혼합된 것이 추천된다.
(나) 용접입열량을 최대 30 KJ/cm이하로 관리하여야 한다.

11. 고망간강의 용접시공
(1) 용접부 주변에 산소 유입을 줄일 수 있도록 노즐과 용접부 간의 간격을 최소화하는 것이 추천된다.
(2) 용접 진행 시에 유해 가스 발생에 대비해서 적절한 환기 장치를 구비해야 하며, 특히 밀폐 공간에서 용접 시에는 주의해야 한다.
(3) 홈 가공면에는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물이 없도록 관리해야하며, 홈 가공면은 평탄하고 균일해야 한다.

12. 표시

(1) 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 **규칙 2편 1장 301. 11**항에 따른다.

(2) 제어냉각(Controlled cooling)을 실시한 경우에는 재료기호의 뒤에 "*CC*"를 부기한다.(예 : *HMN40 CC*)

⚓

부록 2-12 향상된 비파괴검사 기준 *(2021)*

1. 일반사항

(1) 적용

(가) 이 기준은 선박을 신조하는 동안 재료 및 용접의 향상된 비파괴검사(이하 ANDT)에 적용되는 방법 및 품질등급에 대한 최소 요구사항을 제공한다. ANDT는 이러한 요구사항에 따라 조선소, 제조업체 또는 그 하청업체가 수행해야 한다. 검사원는 검사 입회를 요구할 수 있다.

(나) 건조 중에 시험 사양 및 절차를 준수하는지 확인하는 것은 조선소 또는 제조자의 책임이며, ANDT의 검사성적서는 우리 선급이 열람 가능해야 한다.

(다) 검사 범위/방법과 검사수는 조선소와 우리 선급이 협의하여 결정한다.

(2) 용어 정의

이 기준에서의 용어 정의는 다음을 따른다.

(가) ANDT : 향상된 비파괴검사(Advanced non-destructive testing)

(나) RT-D : 디지털 방사선투과검사(Digital Radiography)

(다) RT-S : 디지털영상 방사선투과검사(Radioscopic testing with digital image acquisition(dynamic≥12bit))

(라) RT-CR : 컴퓨터 방사선투과검사(Testing with computed radiography using storage phosphor imaging plates)

(마) PAUT : 위상배열 초음파탐상검사(Phased Array Ultrasonic Testing)

(바) TOFD : 회절파시간측정법(Time of Flight Diffraction)

(사) AUT : 자동화된 초음파탐상검사. 기술자가 조정하지 않고 기계적으로 장착 및 유도하고, 원격으로 작동하고, 모터로 제어(구동)하는 장비 및 탐상 장치로 수행되는 초음파검사 기술. 검사를 수행하는데 사용되는 장비는 수집된 데이터의 영상이 구현될 수 있도록 통합 인코딩 장치를 통해 스캔 위치를 포함한 초음파 응답 데이터를 기록할 수 있다.

(아) SAUT : 반자동화된 초음파탐상검사. 기계적으로 장착 및 유도되지만 기술자가 조정할 수 있도록 수동으로 보조(구동)되는 장비 및 탐상 장치로 수행되는 초음파검사 기술. 검사를 수행하는데 사용되는 장비는 수집된 데이터의 영상이 구현될 수 있도록 통합 인코딩 장치를 통해 스캔 위치를 포함한 초음파 응답 데이터를 기록 할 수 있다.

(3) 재료

규칙 2편 1장의 재료에 향상된 비파괴검사를 적용할 수 있다. 그 외 재료에 대해서는 우리 선급과 협의하여 적용 여부를 결정한다.

(4) 용접법

이 기준은 **표 1**에 규정된 용접법에 적용한다. **표 1**에 규정되지 않은 용접법의 ANDT는 우리 선급이 인정하는 경우에 적용한다.

표 1 적용되는 용접법

용접법		*ISO 4063:2009*
수동용접	피복아크용접(SMAW)	111
저항용접	플래시용접(FW)	24
반자동용접	(1) 메탈불활성가스용접(MIG) (2) 메탈활성가스용접(MAG) (3) 플럭스코어드 아크용접(FCAW)	131 135, 138 136
TIG용접	텅스텐 불활성가스용접(GTAW)	141
자동용접	(1) 서브머지드 아크용접(SAW) (2) 일렉트로가스용접(EGW) (3) 일렉트로슬래그용접(ESW)	12 73 72

(5) **용접이음**

이 기준은 완전용입 맞대기 용접에 적용한다. PAUT는 T, 모서리 및 십자 용접이음(완전용입 유무에 관계없이)과 같은 다양한 용접이음에 적용할 수 있다. 용접이음과 관련한 적용 제한은 검사 전에 우리 선급이 인정하고 문서화하고 동의해야 한다.

(6) **ANDT 시기**

(A) ANDT는 용접부가 실온까지 냉각된 후 그리고, 해당되는 경우, 용접후열처리 후 수행되어야 한다.

(B) 강재의 규정 최소 항복강도가 420 N/mm^2 이상 690 N/mm^2 이하인 선체 용접이음부의 ANDT 시기는 **부록 2-7**의 **1항** (9)호를 따른다.

(7) **검사방법**

(A) 이 기준에 규정된 불완전부 탐지 방법은 PAUT(자동/반자동 PAUT), TOFD, RT-D이다.

(B) 재료 및 용접이음별 적용되는 검사 방법은 **표 2**를 따른다.

표 2 재료 및 용접이음별 적용되는 검사방법

재료 및 용접이음	모재 두께(t)	적용되는 검사방법
페라이트계 완전용입 맞대기 용접부	t 〈 6 mm	RT-D
	6 mm ≤ t ≤ 40 mm	PAUT, TOFD, RT-D
	t 〉 40 mm	PAUT, TOFD, RT-D(1)
페라이트계 완전용입 T 및 모서리 용접이음	t ≥ 6 mm	PAUT, RT-D(1)
페라이트계 완전용입 십자 용접이음	t ≥ 6 mm	PAUT(1)
오스테나이트계 스테인리스강 완전용입 맞대기 용접부(2)	t 〈 6 mm	RT-D
	6 mm ≤ t ≤ 40 mm	RT-D, PAUT(1)
	t 〉 40 mm	PAUT(1), RT-D(1)
오스테나이트계 스테인리스강 완전용입 T 및 모서리 용접이음(2)	t ≥ 6 mm	PAUT(1), RT-D(1)
알루미늄 완전용입 T 및 모서리 용접이음	t ≥ 6 mm	PAUT(1), RT-D(1)
알루미늄 완전용입 십자 용접이음	t ≥ 6 mm	PAUT(1)
알루미늄 완전용입 맞대기 용접부	t 〈 6 mm	RT-D
	6 mm ≤ t ≤ 40 mm	RT-D, TOFD, PAUT
	t 〉 40 mm	TOFD, PAUT, RT-D(1)
동합금 주물	모든 두께	PAUT, RT-D(1)
단강품	모든 두께	PAUT, RT-D(1)
주강품	모든 두께	PAUT, RT-D(1)
압연강재, 알루미늄 합금 등의 모재	t 〈 6 mm	RT-D
	6 mm ≤ t ≤ 40 mm	PAUT, TOFD, RT-D
	t 〉 40 mm	PAUT, TOFD, RT-D(1)

(비고)

(1) 제한적으로만 적용되며, 우리 선급의 승인에 따라 사용 가능하다.

(2) 이방성(anisotropic) 재료의 향상된 비파괴검사로써의 초음파탐상검사에는 특정 절차 및 기술이 요구된다. 또한 표면에 가까운 결함을 탐상하기 위해 경사각 압축파 및/또는 크리프(creep)파 탐촉자를 사용하는 것과 같이 추가 기법 및 장비의 사용이 요구될 수 있다.

2. 검사자의 자격

부록 2-7의 **1항** (7)호를 따른다.

3. 기법 및 절차 인정

(1) 일반사항

조선소 또는 제조자는 아래 문서를 우리 선급으로 제출해야 한다.

(가) ANDT 기술 문서

(나) **8항**에 따른 ANDT 구동 방법 및 절차

(다) 소프트웨어 시뮬레이션 결과(적용되는 경우)

(2) 소프트웨어 시뮬레이션

소프트웨어 시뮬레이션은 PAUT 또는 TOFD에 적용하는 경우에 우리 선급이 요구할 수 있다. 시뮬레이션에는 초기 테스트 설정, 스캔 계획, 검사 체적(volume coverage), 인공 결함의 결과 영상 등이 포함될 수 있다. 프로젝트의 경우에 따라 인공 결함 모델링/시뮬레이션이 필요하거나 요구될 수 있다.

(3) 절차인정시험

ANDT의 절차인정시험은 다음 단계들을 포함한다.

(가) 검사 시스템에 대해 사용 가능한 성능 데이터 검토 (검출 능력 및 결함 크기 정확도)

(나) 중요한 파라미터 및 그 가변성의 식별 및 평가

(다) 현장 시연을 포함한 반복성 및 신뢰성 테스트 프로그램 계획 및 실행

(라) 반복성 및 신뢰성 테스트 프로그램의 결과 문서화

(4) 상기 (3)호 (다)의 반복성 및 신뢰성 테스트 프로그램의 데이터는 인정시험편 검사보고서 및 현장 시연을 통해 분석되어야 한다. 인정시험편은 ASME V Article 14 MANDATORY APPENDIX II UT PERFORMANCE DEMONSTRATION CRITERIA를 따르거나 우리 선급이 동의해야 하며, 최소한 중간 수준의 인정시험편이 사용되어야 한다. 높은 수준의 인정시험편은 크기 오류 분포와 정확한 검출확률(PoD)을 평가해야 할 때 사용되어야 한다. 현장 시연 과정은 우리 선급의 검사원이 입회해야 한다.

4. 절차 승인

검사 절차는 절차인정 결과에 따라 평가되어야 하며, 만족할 경우 절차가 승인된 것으로 간주될 수 있다.

5. 현장 시연

(1) 용접부를 검사하기 위해서는 다른 기법과 교차 점검할 합의된 비율의 용접에 대해 추가 NDT를 수행해야 한다. 또는 다른 문서화된 참조 기술을 적용하여 ANDT 결과와 비교할 수 있다.

(2) 데이터 분석은 위의 활동에 따라 수행되어야 한다. 해당되는 경우 검출확률 (PoD) 및 크기 정확도를 설정해야 한다.

(3) 검사 결과가 승인된 절차에 맞지 않을 경우 즉시 검사를 중단해야 한다. 부적합 사항을 설명하기 위한 추가적인 절차 검토를 위해 인정 및 입증 단계가 진행되어야 한다.

(4) 중대한 부적합이 발견되면 우리 선급은 현장 시연을 불합격으로 판단할 수 있다.

6. 표면 상태

(1) 검사할 영역에는 검사 방법의 민감도에 영향을 미칠 수 있는 스케일, 녹, 용접 스패터, 기름, 그리스, 먼지 또는 페인트가 없어야 한다.

(2) 페인트를 통과하여 PAUT 또는 TOFD를 수행해야 하는 경우, 절차에 정의된 적절한 전이 보상 방법을 통해 검사의 적합성 및 민감도를 확인해야 한다. 모든 경우에 전달 손실이 12 dB를 초과하면 그 원인을 파악하고 해당되는 경우 스캔 표면의 추가 준비를 해야 한다. 페인트를 통해 검사를 수행하는 경우에 그 절차는 페인트 된 표면으로 인정 단계를 거쳐야 한다.

(3) 허용 가능한 검사 표면 마감에 대한 요구 사항은 정확하고 신뢰할 수 있는 결함 탐지를 보증해야 한다. 검사 표면이 불규칙하거나 NDT 결과 해석을 방해 할 수 있는 다른 특징이 있는 용접부 검사의 경우에 용접은 그라인딩 또는 기계 가공되어야 한다.

7. 일반적인 검사 계획: NDT 기법 선택

시험 범위는 사용된 선박 설계, 선박 또는 장비 유형 및 용접법에 따라 조선소 또는 제조자가 계획해야 한다. 응력을 많이 받는 부분에 특별한 주의를 기울여야 한다.

8. 검사 요구사항

(1) **일반사항**

(가) 조선소 또는 제조자는 비파괴검사를 수행하거나 비파괴검사 결과를 해석하는 검사자가 **2항**에서 규정하는 적절

한 수준의 자격을 갖추도록 해야 한다.

(나) 절차

(a) 모든 NDT는 검사 대상을 대표하는 절차에 따라 수행되어야 한다.

(b) 절차는 검사할 구성품, NDT 기법, 사용할 장비 및 검사 제한사항을 포함한 검사의 전체 범위를 식별하는 되어야 한다.

(c) 절차에는 검사의 반복성을 보장하기 위해 적용할 데이텀(datum) 시스템 또는 마킹(marking) 시스템과 확실히 식별하기 위한 구성품에 대한 요구 사항이 포함되어야 한다.

(d) 절차에는 검사 대상 구성품에 대한 특정 기술 시트/스캔 계획과 함께 장비 교정 및 기능 검사에 대한 방법 및 요구 사항이 포함되어야 한다.

(e) 절차는 인정된 표준에 따라 적절한 기술로 레벨 3 자격을 갖춘 검사자/감독자에 의해 승인되어야 한다.

(f) 절차는 우리 선급 검사원에 의해 검토되어야 한다.

(다) 검사 방법은 **1항** (7)호에 규정된 방법 내에서 선택한다.

(라) PAUT는 최소한 (2)호를 준수해야 한다. 검사 대상의 복잡성과 표면에 대한 접근성에 따라 검사 대상의 전체 범위를 검사하기 위해 추가 스캔 및/또는 보완 NDT 방법이 필요할 수 있다.

(a) 용접부의 PAUT는 특정 검사 기법에 정의된 다른 스캔과 함께 융합면의 선형 스캔을 포함해야 한다. (2)호 (나) (D)의 선형 스캔 요구사항을 참조한다.

(바) TOFD는 최소한 (3)호를 준수해야 한다. 검사 대상 항목의 복잡성과 표면에 대한 접근성에 따라 검사 대상의 전체 범위를 검사하기 위해 추가 스캔 및/또는 보완 NDT 방법이 필요할 수 있다.

(사) RT-D는 최소한 (4)호를 준수해야 한다. RT-D는 두 가지 주요 RT 방법인 RT-S 및 RT-CR로 구성된다. 다른 방법들(예 : 방사선 검사 시스템)이 포함될 수 있지만, 해당되는 경우 이 규정을 준수해야 하며 특정 요구사항들이 이 규정의 요구사항과 동등함을 입증해야 한다.

(a) 모든 RT-D 방법에서 특정 요구사항 외에도 검출기 출력 품질 관리 방법이 절차서 내에 설명되어야 한다.

(b) 절차서는 최종 평가 및 보고를 위해 확대 수준, 후처리 도구, 이미지/데이터 보안 및 저장을 규정해야 한다.

(2) PAUT

PAUT는 ISO 13588:2019, ISO 18563-1:2015, ISO 18563-2:2017, ISO 18563-3:2015 및 ISO 19285:2017 또는 인정되는 표준 및 우리 선급의 특정 요구사항에 기반한 절차에 따라 수행되어야 한다.

(가) 검사 전 요구되는 정보

절차서는 **표 3**에 표시된 최소한의 정보를 포함하여 작성되어야 한다. **표 3**의 필수 변수가 지정된 값 또는 범위로부터 변경되는 경우에 서면 절차서는 재인정이 요구된다. 비필수 변수가 지정된 값 또는 범위에서 변경되는 경우에 서면 절차서의 재인정은 요구되지 않는다. 서면 절차서에 지정된 값 또는 범위로부터 필수 또는 비필수 변수가 모두 변경되면 서면 절차서의 개정 또는 보완이 요구된다.

표 3 PAUT 절차서 요구사항

요구사항	필수 변수	비필수 변수
제품 유형(주물, 단조, 관, 판 등) 및 두께/치수를 포함하여 검사 할 재료 종류 또는 용접부 형상	√	
검사되는 표면	√	
기법(수직, 경사각, 접촉, 및/또는 침지)	√	
검사체에 투과되는 초음파의 각도 및 모드	√	
탐상 장비 종류, 주파수, 진동자의 크기 및 수, 피치 및 갭 치수, 형상	√	
집속 범위(평면, 깊이 또는 초음파 경로)	√	
가상 애퍼처(aperture) 크기(즉, 진동자 수, 유효 높이(1) 및 진동자 폭)	√	
E스캔 및 S스캔의 집속법(즉, 사용된 진동자 수의 범위, 사용된 각도 범위, 진동자 또는 각도 증분 변경)	√	
특수 탐상 장치, 웨지(wedge), 탐촉자 슈(shoe) 또는 새들(saddle), 사용 시	√	
초음파 장치	√	
교정(교정 시험편 및 기법)	√	
스캔 방향 및 범위	√	
스캐닝(수동 vs 자동)	√	
결점 지시(indication)를 기하학적으로 구별하고 지시의 크기를 조정하는 방법	√	
컴퓨터 기반 데이터 수집(사용 시)	√	
스캔 오버랩(감소 시)	√	
검사자 기량 요구사항(요구 시)	√	
검사 등급, 합격 기준 및/또는 레코딩 등급	√	
검사자 자격 요구사항		√
표면 상태(검사 표면, 교정 시험편 표면)		√
접촉매질(상표명 또는 종류)		√
검사 후 세정 방법		√
자동 알람 및/또는 레코딩 장치(사용 시)		√
기록해야 할 최소 교정 데이터를 포함한 기록 (예 : 장비 설정)		√
환경 및 안전 요인		√

(비고)
(1) 유효 높이는 집속 범위(focal law)에 사용되는 첫 번째 진동자의 외부 가장자리에서 마지막 진동자까지의 거리이다.

(나) 검사

(a) 검사 등급

검사 절차서에 명시된 검사 등급은 우리 선급이 인정한 표준을 따라야 한다. ISO 13588:2019에는 4개의 검사 등급이 지정되어 있으며, 각각은 서로 다른 불완전부 검출 확률을 나타낸다.

(b) 용접 검사

용접 검사는 ISO 13588:2019와 이 기준의 추가 요구사항을 따른다.

(c) 재료 검사

재료 검사는 최소한으로 1항 (3)호 재료에 대해 실시한다.

(d) 검사 체적

(i) 검사의 목적은 시험 절차서에 의해 정의되어야 한다. 이를 바탕으로 검사할 체적이 결정되어야 한다.

(ii) 스캔 계획이 제공되어야 한다. 스캔 계획에는 빔 커버리지(beam coverage), 용접 두께 및 용접 형상이 표시되어야 한다.

(iii) 지시(indication)들의 평가가 진폭만을 기반으로 하는 경우, 'E'스캔(또는 선형 스캔)을 사용하여 용접의 융합면을 스캔하여 초음파 빔이 융합면의 ±°5 이내에서 수직이 되도록 해야 한다. 만약 'S'(또는 섹토리얼) 스캔이 명시된 절차를 사용하여 융합면의 불연속성을 감지하고 크기를 지정할 수 있다면, 이 요구사항은 생략할 수 있다(참고 :융합면에 적절한 반사체를 포함하는 대비시험편을 활용하여 증명할 수 있다).

(e) 대비시험편

검사 등급에 따라 대비시험편을 사용하여 검사의 적절성을 결정해야 한다(예 : 범위, 감도 설정). 대비시험편의 설계 및 제조는 ISO 13588:2019 또는 인정되는 동등한 표준 및 우리 선급의 특정 요구 사항에 따라야 한다.

(f) 지시(indication) 평가

검사 절차를 적용하여 탐지된 지시는 길이와 높이 또는 길이와 최대 진폭으로 평가되어야 한다. 지시 평가는 ISO 19285:2017 또는 인정되는 표준과 우리 선급의 특정 요구사항에 따라야 한다. 크기 조절 기법에는 기준 감도, TCG(Time Corrected Gain), DGS(Distance Gain Size) 및 6dB 드롭이 포함된다. 6dB 드롭 방법은 빔 폭보다 큰 지시를 측정하는 데만 사용해야 한다.

(3) TOFD

TOFD는 ISO 10863:2011, ISO 15626:2018 또는 인정되는 표준 및 우리 선급의 특정 요구사항에 기반한 절차에 따라 수행되어야 한다.

(가) 검사 전 요구되는 정보

절차서는 표 4에 표시된 정보를 포함하여 작성되어야 한다. 표 4의 필수 변수가 지정된 값 또는 범위에서 변경되는 경우에 서면 절차서는 재인정이 요구된다. 비필수 변수가 지정된 값 또는 범위에서 변경되는 경우에 서면 절차서의 재인정은 요구되지 않는다. 서면 절차서에 지정된 값 또는 범위로부터 필수 또는 비필수 변수가 모두 변경되면 서면 절차서의 개정 또는 보완이 요구된다.

표 4 TOFD 절차서 요구사항

요구사항	필수 변수	비필수 변수
제품 유형(주물, 단조, 관, 판 등) 및 두께/치수를 포함하여 검사 할 재료 종류 또는 용접부 형상	√	
검사되는 표면	√	
검사체에 투과되는 초음파의 각도	√	
탐상 장비 종류, 주파수, 진동자의 크기/형상	√	
특수 탐상 장치, 웨지(wedge), 탐촉자 슈(shoe) 또는 새들(saddle), 사용 시	√	
초음파 장치 및 소프트웨어	√	
교정(교정 시험편 및 기법)	√	
스캔 방향 및 범위	√	
스캐닝(수동 vs 자동)	√	
데이터 샘플링 간격(증가 시)	√	
결점 지시(indication)를 기하학적으로 구별하고 지시의 크기를 조정하는 방법	√	
컴퓨터 기반 데이터 수집(사용 시)	√	
스캔 오버랩(감소 시)	√	
검사자 기량 요구사항(요구 시)	√	
검사 등급, 합격 기준 및/또는 레코딩 등급	√	
검사자 자격 요구사항		√
표면 상태(검사 표면, 교정 시험편 표면)		√
접촉매질(상표명 또는 종류)		√
검사 후 세정 방법		√
자동 알람 및/또는 레코딩 장치(사용 시)		√
기록해야 할 최소 교정 데이터를 포함한 기록 (예 : 장비 설정)		√
환경 및 안전 요인		√

(나) 검사

(a) 검사 등급

검사 절차서에 명시된 검사 등급은 우리 선급이 인정한 표준을 따라야 한다. ISO 10863:2011에는 4개의 검사 등급이 지정되어 있으며, 각각은 서로 다른 불완전부 검출 확률을 나타낸다.

(b) 검사 체적

(i) 검사의 목적은 시험 절차서에 의해 정의되어야 한다. 이를 바탕으로 검사할 체적이 결정되어야 한다.

(ii) 스캔 계획이 제공되어야 한다. 스캔 계획에는 탐촉자 위치, 빔 커버리지(beam coverage), 용접 두께 및 용접 형상이 표시되어야 한다.

(c) TOFD 방법의 특성으로 인해 스캔 계획에서 전체 TOFD 커버리지를 받지 못하는 용접 볼륨 영역(일반적으로 크리핑파, 저면 또는 둘 모두에서의 불감대)이 발생할 가능성이 있다. 스캔 계획에서 이러한 불감대가 적절하게 검사되지 않은 것으로 밝혀지면 전체 검사 범위를 보장하기 위해 추가 TOFD 스캔 및/또는 보완 NDT 방법을 적용해야 한다.

(4) RT-D

RT-D는 ISO 17636-2:2013 또는 인정되는 표준 및 우리 선급의 특정 요구사항에 기반한 절차에 따라 수행되어야 한다. 표준 적용에 대한 어떠한 변경(예. IQI 변경)도 우리 선급이 동의해야 한다.

(가) 절차서는 **표 5**에 표시된 정보를 포함하여 작성되어야 한다.

(나) 검사 등급

ISO 17636-2:2013에 따른 검사 등급 선택과 관련하여 **9항** (4)호를 참조한다.

표 5 RT-D 절차서 요구사항

요구사항
제품 유형(주물, 단조, 관, 판 등) 및 두께/치수를 포함하여 검사 할 재료 종류 또는 용접부 형상
디지털 시스템 설명 :
디지털 시스템의 제조자 및 모델 no.
이미지 모니터의 사용 가능한 영역의 물리적 크기
스캐닝 장치의 필름 크기 용량
필름 스캐닝 시스템의 스팟(spot) 크기
모니터의 수직/수평 해상도 제한에 의해 정의되는 이미지 디스플레이 픽셀 크기
비디오 디스플레이의 조도
데이터 저장 매체
디지털 기술 :
사용할 디지타이저 스팟 크기 (마이크론 단위)
무손실 데이터 압축 기술 (사용되는 경우)
이미지 캡처 확인 방법
이미지 처리 작업
시스템 검증 기간
사용된 공간 해상도 :
대비 감도 (획득한 밀도 범위)
사용된 동적 범위
시스템의 공간 직선성
재료 종류 및 두께 범위
사용된 선원 종류 또는 X선 최대 전압
검출기 종류
검출기 교정
선원에서 검사체까지의 최소 거리
검사체와 검출기 사이의 거리
선원 크기
검사체 스캔 계획(해당되는 경우)
상질 측정 도구들
투과도계(IQI)
선형 투과도계
두줄 선형 투과도계
이미지 식별 지시계
검사 등급, 합격 기준 및/또는 레코딩 등급
검사자 자격 요구사항
표면 상태
기록해야 할 최소 교정 데이터를 포함한 기록
환경 및 안전 요인

9. 합격 기준

(1) 일반사항

(가) 이 규정은 NDT 결과의 평가에 따른 합격기준을 나태낸다. NDT 방법에는 위상배열 초음파검사(PAUT), 회절파 시간측정법(TOFD), 디지털 방사선투과검사(RT-D)가 포함되지만 이에 국한하지는 않는다.

(나) 합격기준에 대한 지시(indication)의 평가를 용이하게 하기 위해 다른 검사 방법과 결합하여 실시할 수 있다.

(2) PAUT

(가) 용접 검사

합격기준, 검사등급 및 품질등급 간의 관계는 **표 6**을 따른다. 용접부 PAUT의 품질등급과 합격기준은 ISO 19285:2017 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따른다.

표 6 PAUT 합격기준

품질등급 (*ISO 5817:2014* 적용)	검사등급 (*ISO 13588:2019* 적용)	합격기준 (*ISO 19285:2017* 적용)
C, D	A	3
B	B	2
협의하여 결정	C	1
특수 적용	D	협의하여 결정

(나) 재료 검사

재료 검사의 PAUT에 대한 품질등급 및 합격기준은 우리 선급이 인정하는표준에 따라야 한다. 재료 검사의 합격기준은 선급기술규칙에서 요구하는 수준을 최소한 만족해야 한다.

(3) TOFD

합격기준, 검사등급 및 품질등급 간의 관계는 **표 7**을 따른다. 용접부 TOFD의 품질등급과 합격기준은 ISO 15626:2018 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따른다.

표 7 TOFD 합격기준

품질등급 (*ISO 5817:2014* 적용)	검사등급 (*ISO 10863:2011* 적용)	합격기준 (*ISO 15626:2018* 적용)
B(강화)	C	1
C(중간)	최소 B	2
D(완화)	최소 A	3

(4) RT-D

합격기준, 검사등급 및 품질등급 간의 관계는 **표 8**을 따른다. 용접부 RT-D의 품질등급과 합격기준은 ISO 10675 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따른다.

표 8 RT-D 합격기준

품질등급 (*ISO 5817:2014* 또는 *ISO 10042:2018* 적용)	검사기법/등급 (*ISO 17636-2:2013* 적용)	합격기준 (*ISO 10675-1:2016&ISO 10675-2:2017* 적용)
B(강화)	B (등급)	1
C(중간)	B[1] (등급)	2
D(완화)	A (등급)	3
(비고) (1) 원주용접 검사의 경우, 최소 노출 횟수는 ISO 17636-2:2013의 A등급을 따를 수 있다.		

10. 성적서

(1) 검사 성적서는 적어도 **표 9**에 규정된 항목을 포함해야 한다.

(2) 조선소 또는 제조자는 NDT결과를 기록하고 지속적으로 평가해야 한다. 이 기록은 검사원이 열람할 수 있어야 한다.

(3) 조선소 또는 제조자는 NDT결과에 대한 검토, 해석, 평가 및 합격에 대한 책임이 있다. 검사 절차에 수립된 기준을 준수하였음 등을 나타내는 성적서가 발행되어야 한다.

(4) 위의 일반적인 성적서 요구사항 외에도 지정된 모든 NDT방법에는 성적서에 기재해야 하는 특정 요구사항과 세부 정보가 있어야 한다. 해당 NDT방법의 특정 요구사항은 관련 표준을 참조한다.

(5) 조선소 또는 제조자는 우리 선급이 인정하는 적절한 기간 동안 검사 성적서를 보관해야 한다.

11. 불합격 지시(indication) 및 보수

합격기준을 만족하지 않는 모든 지시들(불연속부들)은 결함으로 분류하며, 관련 재료 및 용접부에서 요구하는 규칙에 따라 제거 및 보수되어야 한다.

표 9 성적서 기재 항목

NDT	관련 분야	기재 항목
공통	표준	준수하는 표준
	검사체	1) 검사체의 식별 2) 두께를 포함한 치수 3) 재료 종류 및 제품 유형 4) 기하학적 형상 5) 검사한 용접이음 위치 6) 용접법 및 열처리 7) 표면상태 및 온도 8) 제조 단계
	장치	장비 제조자 및 종류(요구되는 경우 식별 번호 포함)
	검사 기법	1) 검사등급 및 서면 절차서 2) 검사 목적 및 범위 3) 기준점 및 좌표계의 세부 정보 4) 범위 및 감도 설정에 사용되는 방법 및 값 5) 신호 처리 및 스캔 증분 설정의 세부 정보 6) 접근 제한 및 표준과의 편차(사용 시)
	검사 결과	1) 합격기준 2) 관련 지시(indication)의 분류, 위치, 크기 및 평가 결과를 기록한 표 데이터 3) 사용된 소프트웨어의 데이터를 포함한 검사 결과 4) 검사 날짜 5) 원본 데이터 파일(들) 7) 검사자의 성명, 서명 및 자격 6) 스캔 또는 노출 날짜, 검사성적서 날짜
PAUT	장치	1) 진동자의 수와 크기를 포함한 위상배열 탐촉자의 제조자, 종류, 주파수, 필요한 경우 식별 번호가 있는 웨지의 재질 및 각도 2) 필요한 경우 식별 번호가 있는 대비시험편의 상세 3) 사용된 접촉매질의 종류
	검사 기법	1) 증분(E-scan) 또는 각도 증분(S-scan) 2) 진동자 피치 및 갭 치수 3) 집속(교정은 스캔과 동일해야 함) 4) 가상 애퍼처 크기, 즉 진동자 크기 및 수 5) 집속법을 위해 사용된 진동자 수 6) 제조자의 허용된 웨지각도 범위의 문서 7) 문서화된 교정, TCG 및 각도 게인 보상 8) 스캔 계획
	검사 결과	1) 최소한 하드 카피에서 관련 지시가 검출된 위치의 단계별 배열 영상, 소프트 형식으로 제공되는 모든 영상 또는 데이터 2) 좌표계의 기준점 및 세부사항
TOFD	장치	1) 필요한 경우 식별 번호가 있는 탑촉자의 제조자, 종류, 주파수, 진동자 크기 및 빔 각도 2) 필요한 경우 식별 번호가 있는 대비시험편의 상세 3) 사용된 접촉매질의 종류
	검사 기법	1) TOFD 설정 상세 2) 필요한 경우 오프셋 스캔 상세
	검사 결과	1) 적어도 관련 TOFD 지시(indication)가 검출된 위치의 TOFD 영상
RT-D	장치	1) 사용된 표시 체계 2) 방사선원, 초점 종류 및 크기, 사용된 장비의 식별 3) 검출기, 스크린 및 필터, 검출기 기본 공간 해상도
	검사 기법	1) 검출기 위치 계획 2) 사용된 관전압 및 전류 또는 선원 종류 및 세기 3) 노출 시간 및 선원과 검출기간 거리 4) 투과도계(IQI) 종류 및 위치 5) RT-S에 대해 달성되고 요구되는 SNRN 또는 RT-CR에 대해 달성되고 요구되는 명암도 및/또는 SNRN 6) RT-S : 종류 및 게인, 프레임 시간, 프레임 번호, 픽셀 크기, 교정 절차와 같은 파라미터 7) RT-CR : 스캐너 종류 및 픽셀 크기, 스캔 속도, 게인, 레이저 강도, 레이저 초점 크기 8) 사용된 영상 처리 파라미터 (예 : 디지털 필터)

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제2편 재료 및 용접

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제3편 선체구조

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제3편 선체구조

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

규칙 제 3 편

선체구조

RA-03-K

한 국 선 급

제 3 편 “선체구조”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 7월 1일

제 14 장 수밀격벽

제 4 절 수밀문

- 404. 1을 개정함.
- 407. 1을 개정함.
- 408. 2를 개정함.
- 표 3.14.5를 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 총칙

제 2 절 일반사항

- 201. 4를 신설함.
- 201. 5를 신설함.
- 201. 6을 신설함.

제 4 절 재료

- 표 3.1.8을 개정함.

제 16 장 선루

제 1 절 일반사항

- 101.3을 신설함.

차 례

제 1 장 총칙 ····· **1**
제 1 절 정의 ····· 1
제 2 절 일반사항 ····· 4
제 3 절 도면 및 자료승인 ····· 5
제 4 절 재료 ····· 6
제 5 절 용접구조 ····· 10
제 6 절 치수 ····· 16
제 7 절 공작 ····· 18
제 8 절 방식도장 ····· 19

제 2 장 선수재 및 선미재 ····· **21**
제 1 절 선수재 ····· 21
제 2 절 선미재 ····· 21

제 3 장 종강도 ····· **27**
제 1 절 일반사항 ····· 27
제 2 절 굽힘강도 ····· 28
제 3 절 전단강도 ····· 31
제 4 절 좌굴강도 ····· 34

제 4 장 평판용골 및 외판 ····· **39**
제 1 절 일반사항 ····· 39
제 2 절 평판용골 ····· 39
제 3 절 강력갑판하의 외판 ····· 39
제 4 절 외판에 대한 특별규정 ····· 42
제 5 절 선루측부의 외판 ····· 43
제 6 절 선루단 부분의 보강 ····· 43
제 7 절 외판의 국부보강 ····· 43

제 5 장 갑판 ····· **45**
제 1 절 일반사항 ····· 45
제 2 절 강력갑판의 유효단면적 ····· 45
제 3 절 강갑판 ····· 46
제 4 절 목갑판 및 갑판 피복재료 ····· 47

제 6 장 단저구조 ····· **49**
제 1 절 일반사항 ····· 49
제 2 절 중심선 내용골 ····· 49
제 3 절 측내용골 ····· 49
제 4 절 늑판 ····· 50

제 7 장 이중저구조 ····· **53**
제 1 절 일반사항 ····· 53
제 2 절 중심선거더 및 측거더 ····· 55
제 3 절 실체늑판 ····· 56
제 4 절 종늑골 ····· 58

제 5 절 내저판, 마진판 및 선저외판 ····· 60
제 6 절 늑골브래킷 ····· 62
제 7 절 조립늑판 ····· 62
제 8 절 선수선저 보강부의 구조 ····· 63

제 8 장 늑골 ····· 67
제 1 절 일반사항 ····· 67
제 2 절 늑골간격 ····· 68
제 3 절 선창내 횡늑골 ····· 68
제 4 절 선측 종늑골 ····· 72
제 5 절 갑판사이 늑골 ····· 73

제 9 장 특설늑골 및 선측스트링거 ····· 75
제 1 절 일반사항 ····· 75
제 2 절 특설늑골 ····· 75
제 3 절 선측 스트링거 ····· 76
제 4 절 선측 트랜스버스 ····· 77
제 5 절 외팔보(cantilever) 구조 ····· 78

제 10 장 갑판보 (beams) ····· 83
제 1 절 일반사항 ····· 83
제 2 절 갑판하중 ····· 83
제 3 절 종갑판보 ····· 85
제 4 절 횡갑판보 ····· 86

제 11 장 갑판거더 ····· 87
제 1 절 일반사항 ····· 87
제 2 절 갑판 종거더 ····· 87
제 3 절 갑판 트랜스버스 ····· 89
제 4 절 탱크내의 갑판거더 ····· 90
제 5 절 창구측부의 갑판거더 ····· 90
제 6 절 창구단 횡거더 ····· 90

제 12 장 필러 ····· 91
제 1 절 일반사항 ····· 91
제 2 절 필러의 치수 ····· 91

제 13 장 선수미 보강구조 ····· 93
제 1 절 일반사항 ····· 93
제 2 절 선수격벽 전부구조 ····· 93
제 3 절 선미격벽 후부구조 ····· 98
제 4 절 선수미격벽 사이의 보강구조 ····· 99

제 14 장 수밀격벽 ····· 101
제 1 절 일반사항 ····· 101
제 2 절 수밀격벽의 배치 ····· 101
제 3 절 수밀격벽의 구조 ····· 103
제 4 절 수밀문 ····· 108

제 15 장 디프탱크 ····· **113**
제 1 절 일반사항 ····· 113
제 2 절 디프탱크 격벽 ····· 114
제 3 절 디프탱크의 설비 ····· 119
제 4 절 파형격벽의 용접 ····· 119

제 16 장 선루 ····· **121**
제 1 절 일반사항 ····· 121
제 2 절 선루단 격벽 ····· 121
제 3 절 선루단 격벽에 설치하는 출입구 ····· 123

제 17 장 갑판실 ····· **125**
제 1 절 일반사항 ····· 125
제 2 절 갑판실 구조 ····· 125

제 18 장 기관실 및 기관실 위벽 ····· **127**
제 1 절 일반사항 ····· 127
제 2 절 주기하부의 구조 ····· 127
제 3 절 보일러실의 구조 ····· 127
제 4 절 드러스트블록 지지대 및 그 하부구조 ····· 128
제 5 절 기관실 위벽 ····· 128

제 19 장 축로 및 축로리쎄스 ····· **129**
제 1 절 일반사항 ····· 129

제 1 장 총칙

제 1 절 정의

101. 적용 【지침 참조】

이 규칙에 있어서 용어의 정의 및 기호는 별도로 정하는 것 이외에는 이 절의 규정에 따른다.

102. 규칙길이 *(2020)* 【지침 참조】

규칙길이 (L) 라 함은 강도계산용 흘수(d_s)선상에서 선수재의 전단으로부터 타주가 있는 선박은 타주의 후단까지, 타주가 없는 선박에서는 타두재의 중심까지의 거리 (m) 를 말한다. L 은 강도계산용 흘수선상 최대길이의 96 % 미만이어서는 아니 되며 97 %를 넘을 필요는 없다.

타두재가 없는 선박(예: 선회식 추진장치(azimuth thrusters) 탑재선박)에서, L은 d_s의 흘수선상에서 최대 길이의 97 %로 하여야 한다. 특수한 선수 또는 선미배치를 가진 선박에서, 규칙길이는 별도로 고려하여야 한다.

103. 건현용 길이 【지침 참조】

선박의 건현용 길이 (L_f) 라 함은 용골 상면으로부터 측정한 최소 형깊이의 85 % 위치의 흘수선상에서 선수재의 전단으로부터 선미외판의 후단까지 측정한 거리의 96 % 및 그 흘수선상에 있어서 선수재의 전단으로부터 타두재의 중심선까지 측정한 거리 중 큰 것 (m) 을 말한다. 다만, 구상선수(bulbous bow)와 같이 최소 형깊이의 85 % 위치에 있어서 그 흘수선보다 윗부분의 선수모양이 오목하게 들어간 선박에서는 들어간 곳의 최후단에서 내린 수선과 그 흘수선과의 교점을 선박의 건현용 길이의 전단으로 간주하여 상기의 규정을 적용한다. 타두재가 없는 선박의 경우, 건현용 길이는 용골 상면으로부터 측정한 최소 형깊이의 85 % 위치의 흘수선상에서 선수재의 전단으로부터 선미외판의 후단까지 측정한 거리의 96 %로 한다. 또한, 건현용 길이를 측정하기 위한 흘수선은 110.에 정의된 만재흘수선에 평행한 것으로 한다.

104. 너비 *(2020)* 【지침 참조】

너비 (B) 라 함은 선박 중앙의 강도계산용 흘수(d_s)에서 수평으로 계측한 형폭 (m) (늑골의 외면으로부터 외면까지의 수평거리)을 말한다.

105. 건현용 너비

선박의 건현용 너비 (B_f) 라 함은 L_f 의 중앙에 있어서 늑골의 외면으로부터 외면까지의 최대 수평거리 (m)를 말한다.

106. 깊이(최소 형깊이) 【지침 참조】

선박의 깊이 (D) 라 함은 L 의 중앙에서 용골의 상면으로부터 건현갑판의 보의 선측에 있어서의 상면까지의 수직거리 (m)를 말한다. 수밀격벽이 건현갑판 위의 갑판까지 연장되고 또한 그 격벽이 유효한 것으로서 등록되는 경우에는 그 격벽까지의 수직거리를 말한다.

107. 강도 계산용 깊이 【지침 참조】

선박의 강도 계산용 깊이 (D_s)라 함은 용골 상면으로부터 선루갑판을 강력갑판으로 하는 선루가 있는 곳에서는 선루갑판, 선루가 없는 곳에서는 건현갑판의 보의 선측에 있어서의 상면까지의 수직거리를 L의 중앙에서 측정한 것 (m)을 말한다. 그 갑판이 L의 중앙에 도달하지 않을 때에는 L의 중앙에 있어서 강력갑판에 평행으로 그 갑판의 연장선을 가정하여 L의 중앙에서 측정한 거리로 한다.

108. 중앙부

선박의 중앙부라 함은 중앙부 0.4 L 사이를 말한다.

109. 선수미부

선수미부라 함은 선수미 양단에서 각각 0.1 L 이내의 부분을 말한다.

110. 만재흘수선

만재흘수선이라 함은 만재흘수선의 표시를 필요로 하는 선박은 계획 하기만재흘수선에 대한 흘수선을 말하고, 만재흘수선의 표시를 하지 아니하는 선박은 계획 최대 흘수선에 대한 흘수선을 말한다.

111. 만재흘수

만재흘수(d)라 함은 만재흘수선의 표시를 필요로 하는 선박은 L_f 의 중앙에서, 또 만재흘수선의 표시를 하지 아니하는 선박에서는 L 의 중앙에서 각각 용골의 상면으로부터 만재흘수선까지 측정한 수직거리(m)를 말한다.

112. 만재배수량

만재배수량(△)이라 함은 하기만재흘수선에 대한 배수량 (외판 등 부가물을 포함한 것을 말한다)을 톤(ton) 로 표시한 것을 말한다.

113. 방형계수 *(2020)*

방형계수(C_b)라 함은 강도계산용 흘수(d_s)선에 대한 형배수용적을 $L \times B \times d_s$ 로 나눈 계수를 말한다.

114. 건현갑판

1. 건현갑판이라 함은 일반적으로 최상층 전통갑판을 말한다. 다만, 최상층 전통갑판의 노출부에 상설폐쇄장치를 갖지 아니한 개구가 있는 경우에는 그 갑판 바로 아래의 전통갑판을 말한다.
2. 연속되지 아니한 건현갑판(예: 계단식 건현갑판)을 가진 선박의 경우, 건현갑판은 다음에 따라 결정된다.
   (1) 건현갑판상의 리세스가 선측까지 연장되어 있고 그 길이가 1 m를 넘을 경우에는, 노출갑판의 최하부선과 그 선으로부터 그 갑판의 상부에 평행하게 연장한 선을 건현갑판으로 한다.
   (2) 건현갑판상의 리세스가 선측까지 연장되지 않거나 또는 그 길이가 1 m를 넘지 않는 경우에는, 그 갑판의 상부를 건현갑판으로 한다.
   (3) 노출갑판 하부의 건현갑판으로 지정된 갑판에 있는 선측에서 선측까지 연장되지 아니하는 리세스는 노출갑판의 모든 개구가 풍우밀 폐쇄장치를 설치하는 것을 조건으로 무시할 수도 있다.
3. 다층갑판을 가진 선박의 경우, 1항 또는 2항에 정의된 건현갑판을 만족하는 갑판보다 하부의 갑판을 건현갑판으로 할 수 있다. 다만, 이 하층갑판은 적어도 기관구역과 선수미격벽과의 사이에 전후로 연속되고 횡방향으로도 연속되어 있는 상설의 전통갑판이어야 한다.
   (1) 이 하층갑판이 계단형일 경우에는 그 갑판의 최하부선과 그 선으로부터 그 갑판의 상부 부분에 평행하게 연장한 선을 건현갑판으로 본다.
   (2) 하층갑판을 건현갑판으로 할 경우, 화물구역내에서 최소한 그러한 갑판은 선측에서는 적절하게 형성된 스트링거로 이루어져 있어야 하며 상갑판까지 연장되는 각 수밀 격벽에서는 횡방향으로 적절하게 형성된 스트링거로 이루어져 있어야 한다.

115. 격벽갑판

격벽갑판이라 함은 선수미 격벽을 제외한 횡수밀 격벽이 도달하고 유효한 구조로 된 최상층의 갑판을 말한다.

116. 강력갑판

강력갑판이라 함은 선박의 길이의 어느 곳에서나 외판이 달하는 최상층의 갑판을 말한다. 다만, 저선수미루를 제외하고는 길이가 0.15L 이하인 선루가 있는 곳에서는 선루갑판 바로 아래의 갑판을 그 곳의 강력갑판으로 간주한다. 설계상의

형편에 따라서 길이가 0.15L 을 넘는 선루가 있는 곳에서도 선루갑판의 바로 아래의 갑판을 강력갑판으로 간주할 수 있다.

117. 높인갑판

높인갑판(raised deck)이라 함은 저선루 모양의 갑판으로 그 하방에 갑판이 없는 것을 말한다.

118. 선루

선루라 함은 건현갑판상에 설치되고 상부에 갑판을 갖는 구조물로서 선측으로부터 선측까지 이르거나 또는 선측외판으로부터 0.04 B_f를 넘지 않는 위치에 그 측판을 갖는 것을 말하며, 저선미루는 선루로 간주한다.

119. 둘러싸인 선루

둘러싸인 선루라 함은 다음 각 호에 만족하는 것을 말한다.

(1) 유효한 구조로 된 둘러싸인 격벽을 갖는 선루.

(2) 둘러싸인 격벽에 설치하는 모든 출입구의 폐쇄장치는 **16장 301.**의 규정에 의한 폐쇄장치 또는 이와 동등 이상의 효력을 가진 것.

(3) 선루단 격벽 또는 선루측벽에 설치하는 모든 개구에는 유효한 비바람막이 폐쇄장치를 설치한 것.

(4) 선교루 또는 선미루에서는 단부격벽의 개구를 폐쇄한 경우라도 항상 사용할 수 있는 별도의 출입구에 의하여 내부의 기관실 및 기타 작업장소로 통할 수 있도록 한다.

120. 속력

선박의 속력(V)이라 함은 선저가 깨끗한 상태로 평온한 해상에서 만재흘수 상태로 연속최대 출력시에 얻을 수 있는 선박의 계획속력(kt)을 말한다.

121. 경하배수량 【지침 참조】

경하배수량(LW)이라 함은 화물, 연료유, 윤활유, 탱크내의 평형수 및 청수, 저장물, 승무원 및 그들의 소지품을 제외한 선박의 배수량 *(ton)*을 말한다.

122. 재화중량

재화중량(DW)이라 함은 만재배수량과 경하배수량과의 차(*ton*)를 말한다.

123. 선수단 및 선미단

선수단이라 함은 **102.**에 의한 선박의 길이 L 을 측정함에 있어 선수쪽의 시작점을 말하며, 선미단이라 함은 L 의 선미쪽의 끝점을 말한다.

124. 횡단면계수비

횡단면계수비(f_D 및 f_B)는 각각 다음 식에 따른다. 다만, f_B 는 0.85 또는 $0.0015L+0.5$ 중 작은 값 이상이어야 한다.

$$f_D = \frac{Z_{DM\,req}}{Z_{D\,act}}, \quad f_B = \frac{Z_{BM\,req}}{Z_{B\,act}}$$

$Z_{DM\,req}$ 및 $Z_{BM\,req}$: 각각 **3장 201.**에 규정하는 갑판 및 선저에 대하여 **2편 1장 301.**의 2항에 의한 연강의 기호 A, B, D 및 E를 사용하는 경우의 선체횡단면계수 요구치(cm^3).

$Z_{D\,act}$ 및 $Z_{B\,act}$: 각각 갑판 및 선저에 대한 선박의 실제 횡단면계수(cm^3).

125. 순두께(net thickness)

순두께라 함은 부식 추가 및 기타 추가를 포함하지 아니한 두께를 말한다.

126. 강도계산용 흘수, d_s *(2020)*

강도계산용 흘수(d_s)는 선박의 부재치수에 대한 강도요건을 만족하며, 만재 적하상태를 대표한다. d_s는 지정된 건현에 상응하는 흘수보다 작아서는 아니 된다.

제 2 절 일반사항

201. 적용범위 【지침 참조】

1. 이 편의 규정은 별도로 규정한 경우를 제외하고는 항로를 제한하지 아니하는 조건으로 선급등록을 받은 L이 90 m 이상인 보통 모양의 선박으로서 일반적인 주요 치수비를 갖은 선박의 선체구조의 배치 및 치수에 적용한다.
2. 항로를 제한하는 조건으로 선급의 등록을 받고자 하는 선박의 구조, 의장 및 치수는 그 조건에 따라서 적절히 참작할 수 있다.
3. 만재흘수선의 표시를 하지 아니하는 선박은 규칙 중의 L_f를 L로, B_f를 B로 바꾸어 적용한다.
4. L이 90 m 이상의 산적화물선 또는 L이 150 m 이상의 이중선측 유조선의 경우, 13편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙을 따른다. *(2022)*
5. L이 90 m 이상의 컨테이너선의 경우, 14편 컨테이너선 구조규칙을 따른다. *(2022)*
6. L이 150 m 이상이고 2021년 1월 1일 이후 건조계약되는 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선의 경우, 15편 Structural Rules for Membrane Type Liquefied Natural Gas Carriers을 따른다. *(2022)*

202. 적용범위 이외의 선박 【지침 참조】

201.의 규정에 관계없이 L이 특히 큰 선박이나 특별한 이유로 이 규칙에 따르기 곤란한 선박의 구조, 의장, 배치 및 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

203. 특수한 모양 및 특별한 화물을 운반하는 선박 【지침 참조】

특수모양의 선박, 특수한 주요치수비의 선박 또는 특별한 화물을 운반하는 선박에 대하여는 필요하면 이 규칙의 원칙에 따라 개별적으로 소요의 구조, 의장, 배치 및 치수를 정하고 이것을 이 규칙에 대신하여 적용한다.

204. 여객선

여객선의 구조, 의장, 배치 및 치수는 201. 내지 203.의 규정에 따르고 그 설계 요목에 관련하여 특별히 고려하여야 한다.

205. 동등효력

이 규칙에 만족하지 않거나 적용할 수 없는 대체설계 및 신기술의 동등효력에 대해서는 **1편 1장 105.**를 따른다. *(2021)*

206. 직접강도계산 【지침 참조】

1. 우리 선급의 승인을 얻은 경우에는 직접강도 계산에 따라 각 부재의 치수를 정할 수 있다. 이 때 직접강도 계산에 의한 치수가 이 규칙에 의한 치수 이상인 경우에는 그 결과치로서 부재의 치수를 정하여야 한다.
2. 1항에 규정하는 직접강도 계산에 의할 경우에는 그 계산에 필요한 자료와 그 결과치를 우리 선급에 제출하여야 한다.
3. 선체구조에 대한 직접강도 및 피로강도에 대한 평가는 각각 **부록 3-2「직접강도평가에 관한 지침」**및 **부록 3-3「선체구조의 피로강도평가 지침」**에 따른다. *(2021)*

207. 선박의 복원성

이 규칙은 선박이 어떠한 취역상태에 있어서도 적절한 복원성을 보유할 수 있는 조건하에 정한 것이며 선박의 제조자나 선장은 선박의 제조 및 사용상에 있어서 복원성능 확보를 위하여 특별한 주의와 조치를 취하여야 한다.

208. 기름을 싣는 경우

1. **3편**, **4편** 및 **7편** 중 연료유를 싣는 경우의 구조 및 설비에 관한 규정은 밀폐식 용기시험에 의한 인화점이 60℃를 넘

는 연료유를 적재하는 경우에 적용한다.

2. 인화점이 60℃이하인 연료유를 싣는 경우의 구조 및 설비는 **3편**, **4편** 및 **7편**의 규정을 따라야 한다.
3. 디프탱크에 화물유를 싣는 경우의 구조 및 설비는 **7편 1장** 또는 **7편 10장**의 규정에 따른다.

제 3 절 도면 및 자료승인

301. 승인용도면 및 자료

제조중 등록검사를 받는 선박에 있어서는 공사 단계별 다음의 도면 및 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(1) 중앙단면도
(2) 강재배치도
(3) 외판전개도
(4) 수밀 및 유밀격벽 구조도
(5) 갑판 구조도
(6) 선수재, 선미재 및 타 구조도
(7) 단저 및 이중저 구조도
(8) 선루단 격벽 구조도
(9) 선수, 선미 구조도
(10) 필러, 거더 구조도
(11) 축로 구조도
(12) 보일러대, 주기대, 추력베어링대, 중간축베어링대, 발전기대 및 큰 하중을 받는 보기의 받침대의 구조도와 하부구조도
(13) 기관실주위벽 구조도
(14) 갑판실 구조도
(15) 마스트, 데릭포스트 및 데릭붐의 구조도와 하부구조도
(16) 완성복원성 자료
(17) 적하지침서
(18) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

302. 참고용 도면 및 자료

1. 제조중 등록검사를 받는 선박에 있어서는 301.의 승인용 도면 및 자료 이외에 다음의 도면 및 자료를 참고용으로 제출하여야 한다.

(1) 일반배치도
(2) 사양서
(3) 선체중앙부의 단면계수 계산서 및 부재치수 강도계산서
(4) 특수화물을 적재하는 선박에서는 탑재화물의 배치 및 장치도
(5) 마스트, 데릭붐, 보트대빗 등 강도를 요구하는 장치의 계산서
(6) 초기 복원성 자료
(7) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 서류

2. 선박의 인도 전에는 배수량곡선도, 용적도, 시운전 및 각종 시험성적표 등을 제출하여야 한다.

303. 만재흘수선의 지정을 받는 선박의 제출도면

만재흘수선의 지정을 받고자 할 경우에는 다음의 도면을 제출하여야 한다. 다만, 제조중 등록검사를 위하여 이미 제출된 도면은 이중으로 제출할 필요는 없다.

(1) 일반배치도
(2) 중앙단면도
(3) 강재배치도
(4) 선루단격벽 구조도 및 선루 구조도

(5) 배수량등곡선도
(6) 목재만재흘수선의 지정을 받고자 할 경우에는 갑판 적재 목재화물의 높이, 적재 및 고정에 필요한 장치와 배치도
(7) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 도면 및 서류

제 4 절 재료

401. 재료의 규격 【지침 참조】

선체구조 및 의장에 사용하는 재료는 특별히 규정하는 것을 제외하고는 **2편 1장**에 규정하는 재료를 사용하여야 한다.

402. 규칙에 맞지 않는 재료

이 규칙에 만족하지 아니하는 기타 재료를 사용할 때에는 재질과 치수에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

403. 고장력 강재 【지침 참조】

1. 선체구조에 고장력 강재를 사용하고자 할 때에는 사용범위, 위치, 재질 및 치수를 명기한 도면을 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
2. 선체구조에 고장력 강재를 사용하는 경우 강재에 따른 재료계수 K (이하 이 편 및 **7편**에서는 K라 한다)는 **표 3.1.3**에 따른다.

표 3.1.3 재료계수 K

재료기호	K
A, B, D 및 E	1.0
AH32, DH32 및 EH32	0.78
AH36, DH36 및 EH36	0.72
AH40, DH40 및 EH40	0.68[(1)]

(비고)
[(1)] 지침 **부록 3-3 선체구조의 피로강도평가 지침**에 따라서 선체구조의 피로강도 평가가 수행된다면 재료계수 K는 0.66을 사용할 수 있다. (2018)

404. 제한항로의 선박 【지침 참조】

항로를 제한하는 것을 조건으로 선급의 등록을 받는 선박의 선체구조 및 의장에 사용하는 재료는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

405. 강재의 사용구분 【지침 참조】

1. 선체구조부재에 사용하는 강재는 **표 3.1.4** 내지 **표 3.1.10**에 표시하는 사용구분에 따라 **2편 1장**에 규정하는 강재를 사용하여야 한다. 다만, A 대신에 B, D 또는 E를, B대신에 D 또는 E를, D 대신에 E를, 또한 AH32 대신에 DH32 또는 EH32를, DH32 대신에 EH32를, AH36 대신에 DH36 또는 EH36을, DH36 대신에 EH36을, AH40 대신에 DH40 또는 EH40을, DH40 대신에 EH40을 사용할 수 있다.

표 3.1.4 구조부재에 대한 강재의 사용구분

구조부재 구분	강재의 급별
○ 2차 (secondary): A1 종통격벽의 강판(1차 강도부재 제외) A2 강력갑판이 아닌 노출갑판(1차 강도부재 및 특급부재 제외) A3 선측외판	- 중앙부 0.4 L 이내 : I - 중앙부 0.4 L 이외 : A/AH
○ 1차 (primary): B1 선저외판(평판용골 포함) B2 강력갑판(특급부재 제외) B3 강력갑판 상부의 연속 종강도 판부재(해치코밍 제외) B4 강력갑판에 접합되는 종통격벽판 B5 강력갑판에 접합되는 톱 사이드 탱크판 (해치사이드 거더) 및 경사판의 최상부판	- 중앙부 0.4 L 이내 : II - 중앙부 0.4 L 이외 : A/AH
○ 특수(special): C1 강력갑판의 현측후판(1) C2 강력갑판의 스트링거판(1) C3 이중 선측구조를 구성하는 종통격벽에 접합되는 갑판의 강판은 제외한 종통격벽에 접합되는 갑판의 강판(1)	- 중앙부 0.4 L 이내 : III - 중앙부 0.4 L 이외 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I
C4 컨테이너선 화물창구의 선외측 모서리부의 강판 (유사한 화물창구 형상을 갖는 선박 포함)	- 중앙부 0.4 L 이내 : III - 중앙부 0.4 L 이외 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I - 화물구역 : III급 이상
C5 화물창구 모서리부의 강판 (산적화물선, 광석운반선, 겸용선 및 이와 유사한 화물창구 형상을 갖는 선박) C5-1 멤브레인 타입 액화가스운반선의 액체 및 가스돔(liquid and gas dome)에 대한 개구 모서리부 트렁크갑판 및 내측갑판의 판부재	- 중앙부 0.6 L 이내 : III - 기타구역 : II
C6 만곡부외판 (이중저를 가진 L 이 150 m 미만인 선박)(1)	- 중앙부 0.6 L 이내 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I
C7 만곡부외판(그 외 선박)(1)	- 중앙부 0.4 L 이내 : III - 중앙부 0.4 L 이외 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I
C8 길이가 0.15 L 이상인 종방향 해치코밍 (코밍 정판 및 플랜지 포함) C9 종방향 해치코밍의 끝단 브래킷 및 갑판실 연결부분	- 중앙부 0.4 L 이내 : III - 중앙부 0.4 L 이외 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I - D/DH 이상

(비고)

(1) 선박의 중앙부 0.4 L 사이에 III급의 강판 사용이 요구되는 경우, 1조의 강판(single strake)의 너비는 "$5L+800$ (mm)"이상이어야 하며 1800 mm 를 넘을 필요는 없다.

(2) 표 중의 기호는 다음의 재료기호를 말한다.
AH : AH32, AH36 및 AH40, DH : DH32, DH36 및 DH40, EH : EH32, EH36 및 EH40

표 3.1.5 길이가 150 m를 넘고 단일 강력갑판을 가지는 선박(표 3.1.6에 포함된 액화가스운반선은 제외)에 대한 강재의 최소 등급

구조부재 구분	강재의 등급
종강도에 기여하는 강력갑판 강력갑판 상부의 연속 종강도 판부재	중앙부 0.4 L 이내 : B/AH급
선저와 강력갑판 사이에 내부 종통격벽이 없는 선박의 단일 선측 외판 강판 (single side strake)	화물구역 내 : B/AH급

표 3.1.6 길이가 150 m를 넘는 멤브레인 타입의 액화가스운반선에 대한 강재의 최소 등급(*)

구조부재 구분		강재의 등급
종강도에 기여하는 강력갑판		중앙부 0.4 L 이내 : B/AH급
강력갑판 상부의 연속 종강도 판부재	트렁크갑판	중앙부 0.4 L 이내 : II급
	내측갑판 트렁크갑판 및 내측갑판 사이의 종강도 판부재	중앙부 0.4 L 이내 : B/AH급
(*) **표 3.1.6**은 **그림 3.1.1**의 갑판 배치를 가지는 멤브레인 타입의 액화가스운반선에 적용된다. **표 3.1.6**은 강력갑판 상 "이중갑판(double deck) 배치를 가지는 유사한 선형에 적용할 수 있다.		

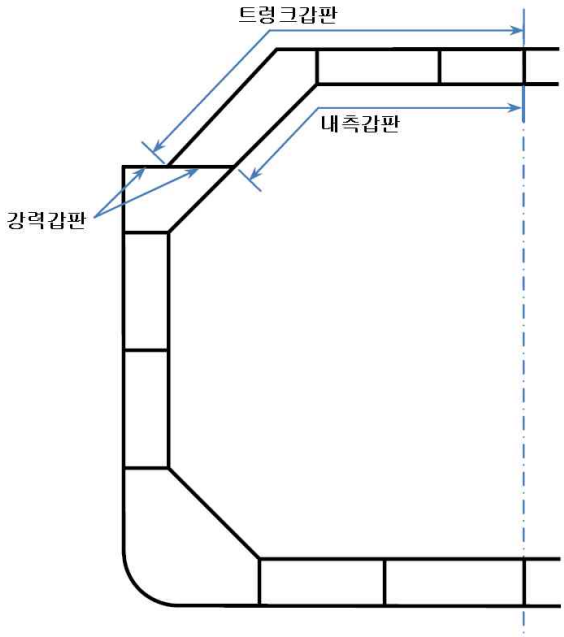


그림 3.1.1 멤브레인 타입 천연가스운반선의 일반적인 갑판 배치

표 3.1.7 길이가 250 m를 넘는 선박에 대한 강재의 최소 등급

구조부재 구분	강재의 등급
강력갑판의 현측후판(1)	중앙부 0.4 L 이내 : *E/EH*급
강력갑판의 스트링거판(1)	중앙부 0.4 L 이내 : *E/EH*급
만곡부외판(1)	중앙부 0.4 L 이내 : *D/DH*급

(비고)
(1) 선박의 중앙부 0.4L 사이에 E/EH급의 강판 사용이 요구되는 경우, 1조의 강판(single strake)의 너비는 "$5L+800$ (mm)"이상이어야 하며 1800 mm 를 넘을 필요는 없다.

표 3.1.8 SOLAS XII/6.4를 적용받는 단일선측 산적화물선에 대한 강재의 최소 등급 *(2022)*

구조부재 구분	강재의 등급
선측 늑골의 하부 브래킷(1), (2)	*D/DH*급
빌지호퍼 경사판 또는 내저판과 외판과의 교차점의 상·하방 0.125 l 위치의 두 점 사이를 전체 또는 일부 포함하는 선체외판(1)	*D/DH*급

(비고)
(1) 여기서 '하부 브래킷'이란 빌지호퍼 경사판 또는 내저판과 외판과의 교차점의 상방 0.125 l 위치까지의 선측 늑골의 하부의 웨브 및 하부 브래킷의 웨브를 의미한다.
(2) 늑골의 스팬 l 은 지지구조간의 거리로 정의한다.

표 3.1.9 대빙구조(ice strengthening) 선박에 대한 강재의 최소 등급

구조부재 구분	강재의 등급
대빙구조 영역 안의 외판	*B/AH*급

표 3.1.10 두께에 따른 사용강재

급별 / 두께(mm)	I		II		III	
	MS	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*
$t \le 15$	*A*	*AH*	*A*	*AH*	*A*	*AH*
$15 < t \le 20$	*A*	*AH*	*A*	*AH*	*B*	*AH*
$20 < t \le 25$	*A*	*AH*	*B*	*AH*	*D*	*DH*
$25 < t \le 30$	*A*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*
$30 < t \le 35$	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*
$35 < t \le 40$	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*
$40 < t \le 50$	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*

(비고)
표 중의 기호는 다음의 재료기호를 말한다.
AH : *AH* 32, *AH* 36 및 *AH* 40, *MS* : 연강재
DH : *DH* 32, *DH* 36 및 *DH* 40, *HT* : 고장력 강재
EH : *EH* 32, *EH* 36 및 *EH* 40

2. **표 3.1.4**에 규정되어 있지 않은 구조부재에 대해서는 일반적으로 *A*, *AH*32, *AH*36 및 *AH*40을 사용할 수 있다. 둥근거널은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
강재등급은 건조 판두께 및 재료의 구분과 일치하여야 한다.
3. 타 및 프로펠러 보스를 지지하는 선미재, 러더혼, 타 및 샤프트브래킷의 강판은 II급 이상의 재료를 사용하여야 한다. 다만, 반 스페이드 타(**규칙 4편1장 그림 4.1.1**의 D 및 E형 타)의 하부 지지대 부분 또는 스페이드 타(**규칙 4편1장 그림 4.1.1**의 C형 타)의 상부와 같이 응력집중이 발생하기 쉬운 타와 타판은 III급 이상의 강재를 사용하여야 한다.
4. 선미재에 두께가 50 mm 초과 100 mm이하인 강재를 사용하는 경우, 강재는 E급 또는 EH급을 사용할 수 있다.
5. **강재급별의 명시** 선체 각부에 사용하는 강재의 급은 선체구조 도면에 명시하여야 한다.

406. 강재사용의 특별규정 【지침 참조】

장기간 저온해역을 취항하는 선박 또는 저온화물을 적재하는 선박의 경우 및 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 **405.**의 규정에 관계없이 인성(toughness)이 높은 강재를 요구할 수 있다.

제 5 절 용접구조

501. 일반사항 *(2021)*

1. **배치** 구조부재의 배치는 용접작업이 곤란하게 되지 아니하도록 고려하여야 한다.
2. **구조상세 【지침 참조】**
(1) 구조상의 불연속이나 급격한 단면변화를 가능한 한 적게 하고 용접의 이음부는 응력이 집중되는 곳으로부터 적절히 피하여야 한다.
(2) 부재의 개구부에는 그 귀퉁이를 적절한 둥근 모양이 되도록 하여야 한다.
(3) 비교적 얇은 강판에 브래킷 등 강성이 풍부하고 단면적이 작은 부재를 용접할 때에는 적어도 그 부재의 끝은 강성이 풍부한 부재 위에 용접되도록 하여야 한다.
(4) 선체 중앙부의 현측후판(sheer strake)의 상단(upper end)은 평활(平滑)하게 시공하고 불워크 및 각종의 의장품을 직접 용접하여서는 아니된다.
3. **T이음** T이음에 있어서의 필릿용접의 종류 및 치수는 **표 3.1.11**의 규정에 따르고 그 선체구조부위에 대한 적용은 **표 3.1.12**의 규정에 따른다.
4. **슬롯용접 【지침 참조】**
(1) 슬롯용접의 슬롯은 적합한 모양의 것으로 하고 슬롯 밑의 모든 주위의 용접이 충분히 용입되도록 하여야 한다.
(2) 슬롯용접의 각장은 F1, 슬롯의 피치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5.
(1) 높은 인장응력이 작용하는 구역 또는 취약하다고 인정되는 구역에는, 완전용입용접 또는 부분용입용접을 하여야 한다. 완전용입용접의 경우, 이면 용접 전 가우징 등으로 루트면을 제거하여야 한다. 부분용입용접의 경우, 루트면(f)은 3 mm와 t/3사이 값이어야 한다. 홈의 루트까지 용접비드가 관통되도록 만들어진 홈 개선각(α)는 보통 40 °에서 60°이다. 완전/부분용입용접의 용접비드는 홈의 루트를 덮어야 한다. 부분용입용접의 예는 **그림 3.1.2**에 따른다.

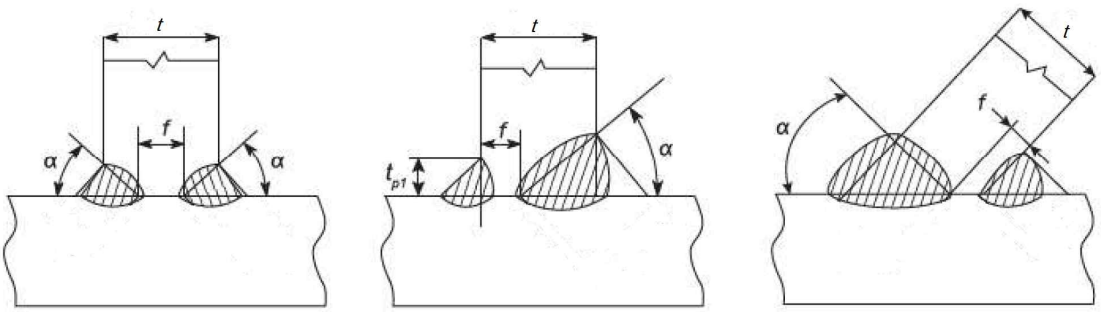


그림 3.1.2 부분용입용접

(2) 부분용입용접의 경우 개선 반대쪽에서의 필릿용접의 각장은 F2로 한다.

(3) 완전/부분용입용접의 최소범위는 특별히 명시하지 않는 한 기준점(즉 구조부재의 교차점, 브래킷 토우부 끝단부 등)으로부터 300 mm이상이어야 한다.

(4) 완전용입용접이 요구되는 위치

(가) 굽힘식 호퍼너클구조에서 호퍼/내저판과 늑판의 용접

(나) 둥근 창구코밍의 모서리부와 갑판의 용접

(다) 크레인 페데스탈과 관련 브래킷 및 지지구조

(라) 외판과 러더혼 및 샤프트 브래킷의 용접

(마) 수직 파형격벽이 하부스툴없이 설치된 경우, 화물창 지역 내에서 하부 호퍼 경사판 및 내저판과 수직 파형격벽의 용접

(바) 하부스툴의 정판과 수직 파형격벽의 용접

(사) 강도계산용 흘수 하부에 있는 해수 흡입구, 러더 트렁크, 및 트랜섬을 포함하는 선체외부를 형성하는 두께 12mm 이하의 판과 인접한 판들의 용접

(5) 부분용입용접이 요구되는 위치

(가) 내측 종격벽(내측선각)과 호퍼 경사판의 용접

(나) 강도계산용 흘수 하부에 있는 해수 흡입구, 러더 트렁크, 및 트랜섬을 포함하는 선체외부를 형성하는 두께 12mm 초과하는 판과 인접한 판들의 용접

(다) 하부스툴 정판과 파형격벽 하부스툴 측판의 용접

(라) 내저판과 파형격벽 하부스툴 측판의 용접

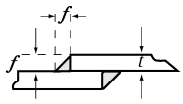
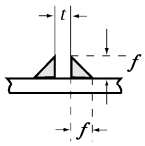
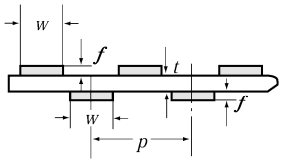
(마) 내저판과 파형격벽 하부스툴 지지늑판의 용접

(바) 파형격벽의 거싯판과 쉐더판의 용접

(사) 조립식 수직파형 격벽의 경우 파형의 하단으로부터 파형길이의 15%

(아) 내저판과 하부호퍼판의 용접

표 3.1.11 필릿용접의 종류 및 치수 (단위 : mm)

필릿용접의 종류 / 모재의 두께 t	겹이음 		T 이음 		용접길이와 피치의 측정방법 	
	연속용접		단속용접			
	각장 f		각장 f	용접길이 w	피치 P	
	F1	F2			F3	F4
5 이하	3	3	3	60	150	250
6	4	3	4	75	200	350
7	5	4	5			
8						
9	6		6			
10						
11						
12	7	5	7			
13						
14						
15	8	6	8			
16						
17						
18	9	7	9			
19						
20						
21						
22	10	7	10			
23						
24						
25						
26 이상 40 이하	11	8	11			

(비고)

1. T이음의 필릿 각장 f는 보, 늑골, 휨보강재 또는 각종 거더판과 갑판, 내저판, 격벽판, 외판 또는 면재와의 용접에서는 웨브의 두께에 따라서 결정하고 기타의 부재에 대하여는 얇은 쪽의 모재의 두께 t에 따라서 정한다.
2. 겹이음의 각장은 F1으로 하고 얇은 쪽의 모재의 두께에 따라서 정한다.
3. 목 두께는 $0.7f$로 한다.
4. F2는 원칙으로 모재의 두께에 대한 최소 각장으로 한다.
5. 단속용접은 지그재그 단속용접으로 하고 그 끝부분의 w간은 양쪽을 용접한다.
6. 필릿용접의 각장의 부족허용차는 10 %로 한다.

표 3.1.12 필릿용접의 적용

난	구분	부재명칭		적용장소		종류
1	타	타골재		타판		F3
2				타심재가 되는 수직타골재		F1
3				타골재(앞 난을 제외)		F2
4	단저구조	늑판		외판	선수선저 보강부, 선미화물창 및 디프탱크	F2
5					앞 난 이외의 장소	F4
6				늑판의 면재	선수선저 보강부 및 주기실	F2
7					앞 난 이외의 장소	F4
8				중심선 내용골 관통판 및 내용골 정판		F1
9		중심선 내용골	관통판 및 단절판	평판용골	선수선저 보강부	F2
10					앞 난 이외의 장소	F3
11				정판		F3
12				늑판		F2
13		측내용골	단절판	외판	선수선저 보강부	F2
14					앞 난 이외의 장소	F4
15				정판	주기실	F2
16					앞 난 이외의 장소	F4
17				늑판		F3
18	횡늑골식 이중저구조	실체늑판		외판	선수선저 보강부	F2
19					앞 난 이외의 장소	F4
20				내저판	주기대 및 드러스트 블록을 부착하는 장소	F2
21					선수선저 보강부 및 주기실(앞 난을 제외)	F2
22					앞 2난 이외의 장소	F4
23				주기대를 부착하는 내저판 하부의 거더		F1
24				중심선 거더판	선수선저 보강부 및 주기실(앞 난을 제외)	F2
25					앞 난 이외의 장소	F3
26				마진판		F2
27		수, 유밀늑판		주위		F1
28		늑판의 휨보강재		수밀 또는 유밀늑판		F3
29				앞 난 이외의 장소		F4
30		조립늑판	정늑재	외판		F4
31			부늑재	내저판		F4
32			브래킷	중심선거더		F3
33				마진판		F2
34			휨보강재	측거더		F4
35		중심선거더		평판용골	수밀 또는 유밀의 장소	F1
36					앞 난 이외의 장소	F3
37				내저판	수밀 또는 유밀의 장소	F1
38					주기대 및 드러스트블록의 거더의 하부	F2
39					앞 2난 이외의 장소	F3
40		측거더 (단절판)		외판	선수선저 보강부	F2
41					앞 난 이외의 장소	F4
42				내저판	주기실	F2
43					앞 난 이외의 장소	F4
44				실체늑판	선수선저 보강부 및 주기실	F2
45					앞 난 이외의 장소	F4
46		주기대거더		내저판		F2
47				외판		F2
48		마진판		외판 또는 거싯판		F1

표 3.1.12 필릿용접의 적용 (계속)

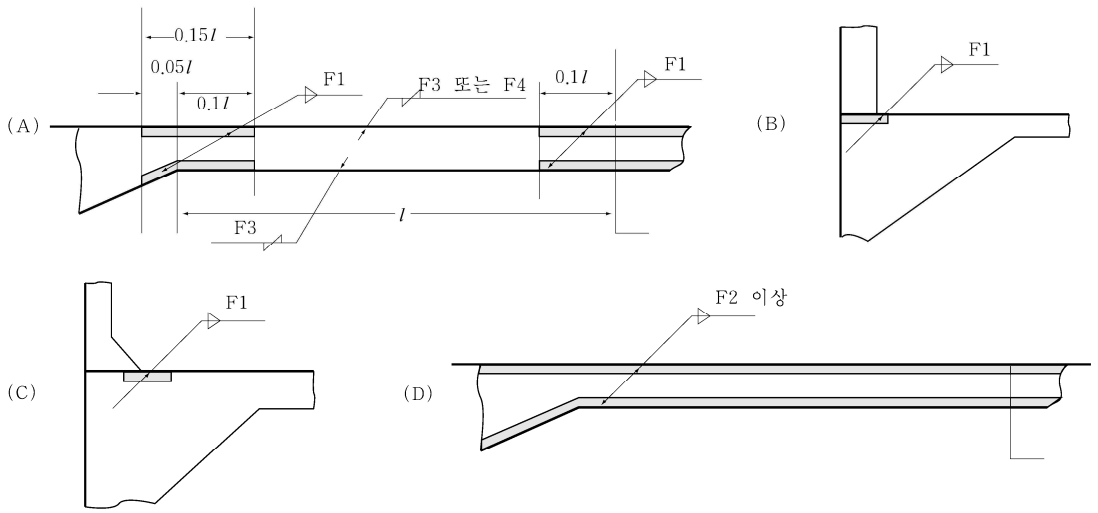
난	구분	부재명칭	적용장소		종류
49		선창늑골 브래킷	마진판		F1
50			거싯판		F2
51		외판 휨보강재	외판과의 고착은 종늑골의 규정을 따른다.		
52		반거더	외판 또는 실체늑판과의 고착은 측거더의 규정에 따른다.		
53	종늑골식 이중저구조	종늑골	선수선저 보강부의 외판		F2
54			외판(앞 난을 제외) 또는 내저판		F4
55		실체늑판	외판 및 내저판	단부 2늑골 간격사이	F2
56				앞 난 이외의 장소	F3
57			중심선거더		F2
58		중심선거더에 부착하는 브래킷	중심선거더, 외판 및 내저판		F3
59		마진판에 부착하는 이중저내의 브래킷	마진판		F2
60			외판 및 내저판		F3
61		측거더의 휨보강재	측거더		F4
62	늑골	늑골	외판	선미피크탱크, 선수단으로부터 0.125L 사이 및 디프탱크	F3
63				앞 난 이외의 장소	F4
64	조립늑골	웨브	외판 또는 면재	선수단으로부터 0.125L 사이 디프탱크	F2
65				앞 난 이외의 장소	F3
66	갑판	스트링거판	외판	강력갑판	F1
67				앞 난 이외의 갑판	F2
68		보	갑판	탱크내	F3
69				앞 난 이외의 장소	F4
70	조립보	웨브	갑판 또는 면재	탱크내	F2
71				앞 난 이외의 장소	F3
72	필러	필러	필러의 상하단의 부재		F1
73			특수모양의 필러의 구성부재 상호		F3
74	창구	코밍	갑판(다음 난을 제외)		F2
75			강력갑판에 있는 귀퉁이 부분의 장소		F1
76		창구보	구성부재 상호		F3
77	격벽	격벽휨보강재	격벽판	갑판 거더와 격벽휨보강재를 연결하는 브래킷의 하단부로부터 상방	F1
78				디프탱크의 격벽	F3
79				앞 2난 이외의 격벽	F4
80		격벽판	주위	수밀 또는 유밀격벽	F1
81				앞 난 이외의 장소	F3
82	대구조	거더 또는 브래킷	대판	주기대, 드러스트블록대, 주 보일러 및 주 발전기대	F1
83			내저판 또는 외판	주기대 및 드러스트블록	F2
84			거더	주기대 및 드러스트블록대	F1

표 3.1.12 필릿용접의 적용 (계속)

85	갑판 종거더 및 격벽 보강거더 특설보, 특설늑골, 선측스트링거	웨브 또는 거더	외판, 갑판 또는 격벽	탱크내, 선수단으로부터 0.125L 사이의 특설늑골 및 선측스트링거		F2
86				앞 난 이외의 장소		F3
87			웨브 또는 거더의 양단과 외판, 갑판, 내저판 또는 격벽판			F1
88			웨브 또는 웨브의 면재	탱크내, 선수단으로부터 0.125L 사이의 특설늑골 및 선측스트링거		F2
89				앞 난 이외의 장소	면재의 단면적이 65 cm^2 를 넘을 때	F2
90					면재의 단면적이 65 cm^2 이하일 때	F3
91		웨브 또는 거더에 설치하는 트리핑 브래킷	주위			F2
92		웨브 또는 거더의 슬롯	늑골, 보 또는 횡보강재의 웨브			F2
93	부재 끝부분의 브래킷		부재와 그 브래킷의 고착(특별히 규정한 것은 제외)			F1

(비고)

1. 종강도에 산입하는 부재를 필릿용접으로 결합할 때에는 그 각장은 **표 3.1.11** 및 이 표의 규정에 따르는 이외에 그 이음의 목두께 면적의 총합계를 그 부재의 최소단면적 미만으로 하여서는 아니된다.
2. 보, 늑골 또는 횡보강재의 끝부분을 갑판, 외판, 내저판 또는 격벽판에 직접 용접할 때의 각장은 그 부재의 웨브 두께의 0.7배 이상으로 한다.
3. 보, 늑골, 횡보강재, 각종 거더와 갑판, 외판, 내저판 및 격벽판 등을 단속용접할 때에는 그림(A)와 같이 그 일부를 연속용접으로 하여야 한다. 다만, 그림(B) 또는 (C)와 같이 브래킷의 반대쪽에 고착부재가 있을 때에는 그 부재의 끝부분에 상당하는 부분 또는 그 부재의 브래킷 끝단에 상당하는 부분을 적절한 길이만큼 연속용접으로 하여야 한다. 이음의 전 길이에 걸쳐 F2 이상의 경연속용접으로 할 때에는 그림(D)와 같이 하여도 좋다.
4. 주기대 등 중요한 대구조에 있어서 정판 또는 내저판이 그 대판을 겸할 때에는 그 필릿의 종류에 대하여는 대구조에 대한 규정에 따른다.
5. 종늑골식 이중저구조에 있어서 규정하는 이외의 장소의 용접에 대하여는 횡늑골식 이중저구조에 대한 규정에 따른다.



제 6 절 치수

601. 일반

1. 이 규칙에서 규정하는 중앙부 및 선수미부의 치수라 함은 각각 **108.**및 **109.**에 규정하는 선박의 중앙부 및 선수미부에 적용하는 모든 부재의 치수를 말한다.
2. 선박의 중앙부와 선수미단 전후로부터 0.1 L 곳까지의 사이에서는 중앙부의 치수를 선수미로 감에 따라 점차로 감소시킬 수 있다.

602. 단면계수 【지침 참조】

부재에 대한 규정의 단면계수는 별도로 규정하는 경우를 제외하고 부재의 양측에 각각 $0.1l$ 의 유효폭을 가지는 강판을 포함한 값으로 한다. 다만, $0.1\,l$ 의 너비는 인접하는 부재까지의 거리의 1/2 을 넘어서는 아니 된다. 여기서 l 은 해당 각 장에 규정하는 부재의 길이로 한다.

603. 조립부재

평강, 형강 또는 플랜지한 강판을 용접하여 단면계수로써 규정하는 보(beam), 늑골 또는 횡보강재 등을 구성할 때에는 그 깊이 및 두께는 단면계수에 따라 적절한 것으로 하여야 한다.

604. 브래킷

1. 2차구조부재(보, 늑골, 종통재, 횡보강재 등)의 단부와 갑판, 외판, 격벽 등과의 고착부에는 특별히 규정하는 것을 제외하고는 다음 식에 의한 t_b 이상의 두께를 갖는 브래킷을 설치하여야 한다. 다만, 구조 및 배치상 브래킷 고착으로 할 수 없는 경우에는 별도로 고려하여야 한다.

$$t_b = C_1\sqrt{Z} + 4.5 \quad \text{(mm)}$$

Z : 단면계수 (cm^3)로서 다음에 따른다.
(가) 1차 구조부재에 2차 구조부재를 고착하는 경우에는 2차 구조부재의 단면계수
(나) 건현갑판하에 설치하는 늑골의 상단에 보, 종통재를 고착하는 경우에는 해당늑골의 단면계수
(다) (가) 및 (나) 이외의 곳에 대하여는 작은 쪽의 단면계수

C_1 : 플랜지의 유무에 따른 계수로서 다음에 따른다.
C_1 = 0.27 : 플랜지가 없을 때
C_1 = 0.23 : 플랜지가 있을 때

2. 플랜지폭 w_f 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 특히 브래킷 암의 길이가 800 mm 이상인 경우는 트리핑 브래킷 등으로 보강하는 경우를 제외하고는 플랜지가 있는 브래킷 또는 동등한 보강이 되어야 한다.

$$w_f = \frac{Z}{33} + 45 \quad \text{(mm)}$$

Z : 1항에 따른다.

3. 브래킷 암의 길이는 **그림 3.1.3**와 같이 측정하여 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 탱크측 및 호퍼측에 부착하는 브래킷의 암의 길이는 규정에 의한 것의 20 %를 증가시켜야 한다.

$$a + b \geq 2.0l$$

$$a \text{ 및 } b > 0.8l$$

l : 다음 식에 따른다. 다만, l 은 해당 횡보강재 웨브 깊이의 2배 미만이어서는 아니 된다.

$$l = 180\sqrt{\frac{Z}{14+\sqrt{Z}}} - 90$$

Z : 1항에 따른다.

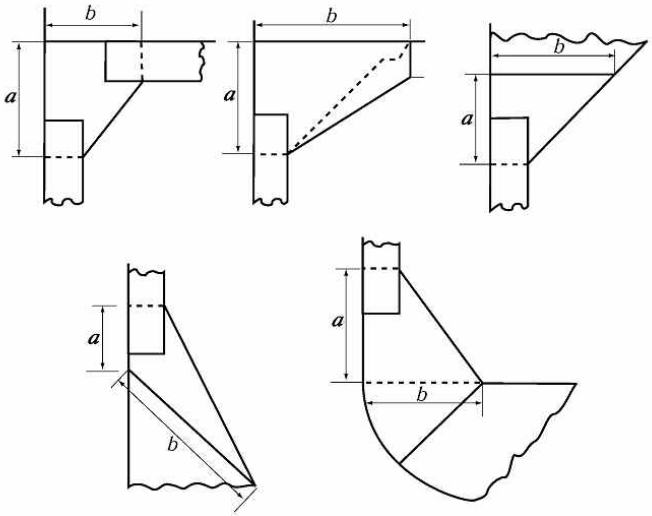


그림 3.1.3 a 및 b 의 측정방법

605. l 의 수정

거더 웨브 두께 이상의 두께의 브래킷을 설치할 때에는 **9장**, **11장**, **12장**, **14장** 및 **15장**에 규정하는 l 의 값은 다음 각 호에 따라 수정하여도 좋다.

(1) 브래킷 면재의 단면적이 거더 면재의 단면적의 1/2 이상이고, 거더의 면재가 격벽판, 갑판, 내저판 등까지 도달할 때에는, l 은 브래킷의 내단으로부터 브래킷 쪽으로 0.15 m 들어간 점까지 측정한다.(**그림 3.1.4** (a) 참조)

(2) 브래킷 면재의 단면적이 거더 면재의 단면적의 1/2 미만이고 거더의 면재가 격벽판, 갑판, 내저판 등까지 도달할 때에는, l 은 거더의 가장자리보다 밖에 있는 부분의 브래킷과 그 면재의 합계 단면적이 거더 면재의 단면적과 동등한 점까지 측정한다. 다만, 브래킷의 내단으로부터 그 점까지의 거리가 0.15 m 미만일 때에는 브래킷의 내단으로부터 브래킷 쪽으로 0.15 m 들어간 점까지 측정한다.(**그림 3.1.4** (b) 참조)

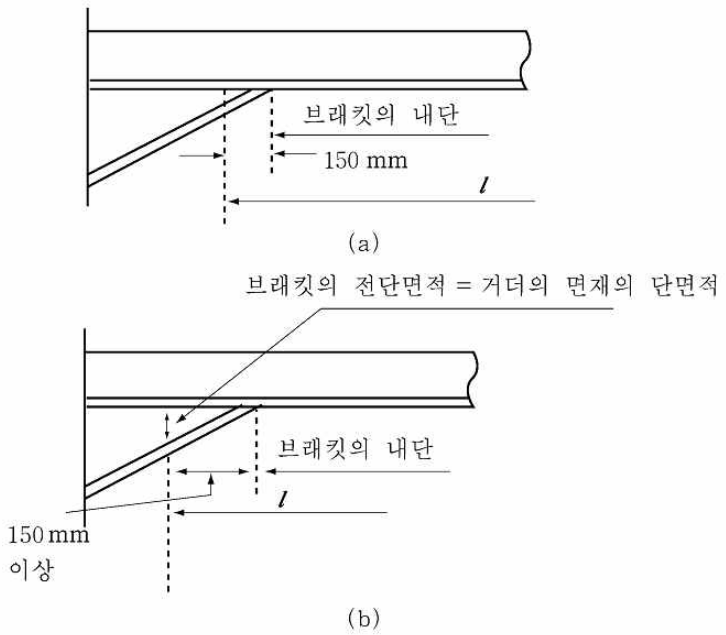


그림 3.1.4 l의 수정

(3) 거더가 브래킷의 자유변에 따라서 격벽판, 갑판 또는 내저판 등에 도달할 때에는 브래킷의 면재나 그 자유변이 곡선 모양일지라도 l 은 브래킷의 내단까지 측정한다.
(4) 브래킷의 거더 쪽의 암의 길이가 격벽판, 갑판 또는 내저판 쪽의 암의 길이의 1.5 배를 넘는 부분의 브래킷은 유효한 것으로 고려하여서는 아니된다.
(5) 거더의 각 끝에 있어서의 상기 각 호에 의한 l 의 수정량이 거더의 각 끝의 고착부를 포함하는 지점간의 거리의 1/4 을 넘을 경우라 하더라도 1/4 을 초과할 수는 없다.

제 7 절 공작

701. 공작 일반

1. 모든 공작은 매끄럽게 잘 수행되어져야 하고 양질이 보장되어야 한다.
2. 제조자는 제조기간 중 내업 및 외업을 막론하고 세밀하게 점검하여야 하며 필요한 사항을 기록하여야 한다.
3. 모든 결함은 페인트, 시멘트 또는 기타 합성물로 도장되기 전에 검사원이 만족하도록 보수되어야 한다.
4. 구조물 제작은 IACS Rec.47 또는 제작/건조 개시 전에 우리 선급의 인정을 받은 공인제작표준에 따라 이루어져야 한다.
5. 선체건조감시 부기부호 "SeaTrust (HCM)"을 부여받기 위해서는, **부록 3-4 「선체건조감시 절차에 관한 지침」**에 따라야 한다. *(2021)*

702. 개구(cut-out), 판의 단부

1. 개구, 창구모서리 등의 자유변(절단면)은 적절히 가공처리 되어야 하며 노치가 없어야 한다. 일반적으로 절단면의 드래그 라인 등은 매끈하게 그라인딩 처리를 하여야 한다.
2. 창구의 모서리는 기계 절단하여야 한다.
3. 늑골 또는 보(beam)가 수밀의 갑판 또는 격벽을 관통하는 때에는 그 갑판 또는 격벽은 구조상 수밀로 하여야 한다.

703. 용접공작

모든 용접은 **2편 2장**에 따라 승인된 용접용 재료를 사용하여 승인된 용접절차에 따라 우리 선급의 기량자격을 보유한 용접사에 의하여 시행되어야 한다. 자동용접기 및 장비를 조작하는 작업자는 충분히 훈련되고 우리 선급에 의해 자격이 증명된 사람이어야 한다.

704. 가열

1. 선상가열 또는 점가열에 의한 곡 가공 또는 곡직은 재료의 특성에 나쁜 영향을 끼치지 않도록 우리 선급이 인정하는 절차에 따라 수행되어야 한다. 표면에서의 가열온도는 해당 강재의 등급에 적용 가능한 최대 허용한계를 초과하지 않도록 조절되어야 한다.
2. 연소된 강재를 사용하여서는 안 된다.

705. 조립 및 정렬

1. 개별 구조부재를 조립하거나 단면을 탑재하는 동안 지나치게 큰 힘을 가하는 것은 피해야 한다. 개별 구조부재에 발생된 주요변형은 다음 조립공정 이전에 수정되어야 한다. 용접완료 후, 곡직과 정렬은 재료의 특성에 심각한 영향을 주지 않는 방법으로 시행되어야 한다. 의심되는 경우, 우리 선급은 절차시험 또는 시공시험을 요구할 수 있다.
2. 구조부재는 IACS Rec.47 **표** 7의 요건에 따라 정렬되거나, 우리 선급이 인정하는 공인제작표준의 요건에 따라 정렬되어야 한다.

706. 지그

공사용 지그는 강도상 유해한 영향을 주지 않도록 작업완료 후 적절히 조치(예: 제거, 그라인딩 처리 등)하여야 한다.

제 8 절 방식도장 *(2018)*

801. 방식도장

1. 선체외판의 일부를 형성하는 모든 해수 평형수 탱크에는 도료 제조자가 정하는 요건에 따라 유효한 방식도장을 하여야 한다.
2. 모든 선박의 해수전용 평형수탱크와 산적화물선의 이중선측공간 및 유조선의 화물유 탱크에 사용되는 보호도장에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
3. 단저구조의 선저 또는 기타 모든 선박의 선저만곡부 및 보일러실의 이중저 내의 선저에는 포틀랜드 시멘트(portland cement) 또는 이와 동등한 도료를 만곡부 상단까지 칠하여 외판과 늑골을 보호하여야 한다. 다만, 주로 유류를 적재하는 곳의 선저에는 예외로 한다. ⚓

제 2 장 선수재 및 선미재

제 1 절 선수재

101. 강판선수재 【지침 참조】

1. 만재흘수선 부근의 강판선수재의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한, 만재흘수선의 상방 및 하방에서는 점차 그 두께를 변화시켜 각각 상단에서는 선수부의 선체외판의 두께, 하단에서는 평판용골의 두께와 같게 한다.

$$t = 1.5\sqrt{L' - 50} + 2.0 \quad \text{(mm)}$$

L' : 선박의 길이 L (m)로서 L 이 230 m 를 넘는 경우에는 230 m 로 한다.

2. 강판선수재에는 1 m 를 넘지 아니하는 간격으로 리브를 설치하고 선단의 곡률반지름이 큰 부분에는 중심선에 휨보강재를 설치하는 등 적절히 보강하여야 한다.

제 2 절 선미재

201. 적용범위

이 규정은 타주가 없는 선미재에 대하여 적용한다.

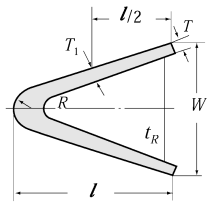
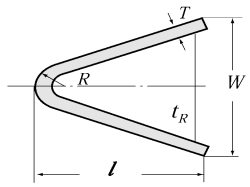
202. 일반 【지침 참조】

1. 선미재는 주강, 단강, 또는 강판으로 제작하고 선미부의 형상에 적합한 모양으로 하여야 한다.
2. 주강 또는 강판 선미재에 있어서는 적절한 간격으로 횡방향의 리브를 설치하고 반지름이 큰 부분에는 그 중심선에 휨보강재를 설치하여야 한다.
3. 선미재 각 부분에는 급격한 두께 또는 단면의 변화가 없도록 주의하여야 하다.

203. 프로펠러포스트 【지침 참조】

1. 프로펠러포스트의 치수는 **표 3.2.1**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 3.2.1 프로펠러 포스트의 치수

주강재	강판재
$W = 30\sqrt{L}$ (mm), $l = 40\sqrt{L}$ (mm) $T = \dfrac{3\sqrt{L}}{\sqrt{K^{(1)}}}$ (mm), $T_1 = \dfrac{3.7\sqrt{L}}{\sqrt{K^{(1)}}}$ (mm) $t_R = 0.6T$ (mm), $R_{\min} = 40$ (mm)	$W = 37\sqrt{L}$ (mm), $l = 53\sqrt{L}$ (mm) $T = \dfrac{2.4\sqrt{L}}{\sqrt{K^{(2)}}}$ (mm) $t_R = 0.55T$ (mm), $R_{\min} = 40$ (mm)
	

(비고)
(1) 주강재의 프로펠러포스트를 사용하는 경우에는 **4편 1장 표 4.1.1**의 재료계수 K 를 사용한다.
(2) 강판재의 프로펠러포스트를 사용하는 경우에는 **4편 1장 표 4.1.2**의 재료계수 K 를 사용한다.

2. 프로펠러포스트 후단부는 강판을 사각형 또는 원형 단면의 봉강에 용접하여 제작하여도 좋다.
3. 프로펠러보싱의 하부에서는 프로펠러포스트의 치수를 슈피스의 강도에 적합하도록 적절히 증가시켜야 한다.
4. L 에 비하여 속력이 특히 큰 선박 및 전적으로 예인 작업에 종사하는 선박은 프로펠러포스트의 각 부의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.

204. 프로펠러보싱

프로펠러보싱의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.23\, d_p + 30 \quad \text{(mm)}$$

d_p : **5편 3장 204.**에 의한 프로펠러축의 지름(mm).

205. 슈피스 【지침 참조】

1. 슈피스의 각 횡단면의 치수는 **4편 1장 201.**의 타력에 의한 슈피스의 굽힘모멘트 및 전단력을 고려하여 다음 (1) 내지 (4)호에 의한 것 이상이어야 한다.

(1) 선박의 깊이 방향축(Z-축)에 대한 단면계수 Z_z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_z = \frac{MK_{sp}}{80} \quad \text{(cm}^3\text{)}$$

M : 고려하는 단면에 작용하는 굽힘모멘트 (N-m)

$$M = B\,x \quad \text{(N-m)}$$
$$M_{\max} = B\,l \quad \text{(N-m)}$$

B : 핀틀 베어링이 지지하는 힘 (N)으로서 **4편 1장 401.**에 따른다.
x : 핀틀 베어링의 중앙으로부터 고려하는 부분까지의 거리 (m).(**그림 3.2.1** 참조)
l : 핀틀 베어링의 중앙으로부터 슈피스의 고착부까지의 거리 (m).(**그림 3.2.1** 참조)
K_{sp} : 슈피스의 재료계수로서 **4편 1장 103.**에 따른다.

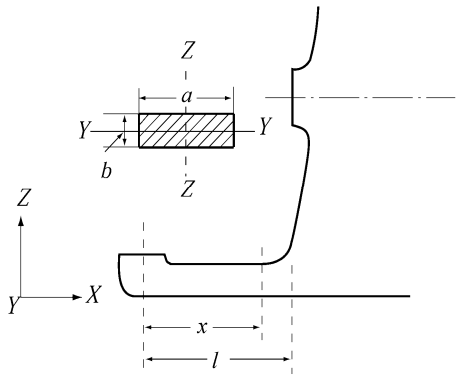


그림 3.2.1 슈피스의 좌표

(2) 선박너비 방향축(Y-축)에 대한 단면계수 Z_y 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_y = 0.5\, Z_z \quad \text{(cm}^3\text{)}$$

Z_z : (1)호에 따른다.

(3) 선박너비 방향의 단면적 A_s 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A_s = \frac{BK_{sp}}{48} \quad (\mathrm{mm}^2)$$

B 및 K_{sp} : (1)호에 따른다.

(4) 슈피스의 전 길이 l 에 걸쳐서 어느 단면에서도 등가응력 σ_e 는 $115/K_{sp}(\mathrm{N/mm}^2)$ 이하이어야 하며 이때 등가응력 σ_e 는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} \quad (\mathrm{N/mm}^2)$$

σ_b : 슈피스에 작용하는 굽힘응력으로 다음 식에 의한다.

$$\sigma_b = \frac{M}{Z_z(x)} \quad (\mathrm{N/mm}^2)$$

τ : 슈피스에 작용하는 전단응력으로 다음 식에 의한다.

$$\tau = \frac{B}{A_s(x)} \quad (\mathrm{N/mm}^2)$$

$Z_z(x)$: 고려하는 위치에서의 슈피스의 선박깊이 방향축에 대한 실제 단면계수 (cm^3).
$A_s(x)$: 고려하는 위치에서 슈피스의 선박너비 방향의 실제단면적 (mm^2).
M 및 B : (1)호에 따른다.

2. 강판 선미재의 슈피스는 그 중요부를 구성하는 강판의 두께를 프로펠러포스트의 중요부를 구성하는 강판의 두께 이상으로 하고 그 내부에는 프로펠러포스트의 바로 아래 및 브래킷과 동일 선상 등 적절한 위치에 리브를 설치하여야 한다.

206. 힐피스 【지침 참조】

선미재의 힐피스는 길이를 적어도 그 곳의 늑골 간격의 3배 이상으로 하고 용골과 견고하게 고착시켜야 한다.

207. 러더혼 【지침 참조】

1. 러더혼의 각 단면의 치수는 **4편 1장**의 하중에 의한 러더혼의 굽힘모멘트, 전단력 및 비틀림모멘트를 고려하여 다음 (1) 내지 (3)호에 적합하여야 한다.

(1) 선박길이 방향축(X-축)에 대한 단면계수 Z_x 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_x = \frac{MK_{rh}}{67} \quad (\mathrm{cm}^3)$$

M : 고려하는 단면에서의 굽힘모멘트 (N-m)로서 다음 식에 의한다.(**그림 3.2.2** 참조)

$$M = Bz \quad (\mathrm{N\text{-}m})$$
$$M_{\max} = Bd \quad (\mathrm{N\text{-}m})$$

B : 핀틀베어링이 지지하는 하중(N)으로서 **4편 1장 401.**에 따른다.
z : 핀틀베어링 길이의 중앙으로부터 고려하는 단면까지의 길이 (m).(**그림 3.2.2** 참조)
d : 핀틀 베어링 길이의 중앙으로부터 러더혼 지지부까지의 거리 (m).(**그림 3.2.2** 참조)
K_{rh} : 러더혼의 재료계수로서 **4편 1장 103.**에 따른다.

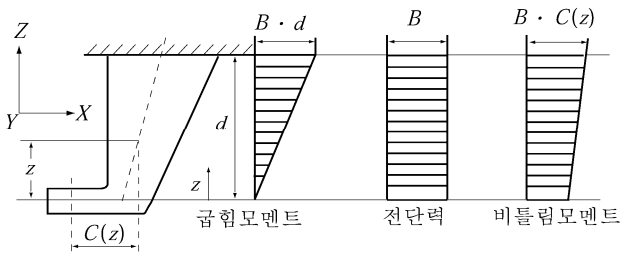


그림 3.2.2 러더혼의 하중

(2) 선박너비 방향의 단면적 A_h 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A_h = \frac{BK_{rh}}{48} \quad (\text{mm}^2)$$

B 및 K_{rh} : (1)호에 따른다.

(3) 러더혼의 전 길이에 걸쳐서 어느 단면에서도 등가응력 σ_e 는 $120/K_{rh}$ (N/mm^2)이하이어야 하며, 이때 등가응력 σ_e 는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\tau^2 + \tau_t^2)} \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_b : 러더혼에 작용하는 굽힘응력으로서 다음 식에 의한다.

$$\sigma_b = \frac{M}{Z_{xa}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

τ : 러더혼에 작용하는 전단응력으로서 다음 식에 의한다.

$$\tau = \frac{B}{A_h(z)} \quad (\text{N/mm}^2)$$

τ_t : 러더혼에 작용하는 비틀림응력으로서 다음 식에 의한다.

$$\tau_t = \frac{1000\,T_h}{2A_t t_h} \quad (\text{N/mm}^2)$$

T_h : 고려하는 단면에서의 비틀림모멘트로서 다음 식에 의한다.

$$T_h = BC(z) \quad (\text{N-m})$$

A_t : 러더혼에 의하여 둘러싸인 부분의 수평단면적(mm^2).
t_h : 러더혼 판재의 두께(mm).
M, B 및 K_{rh} : (1)호에 따른다.
$A_h(z)$: 고려하는 위치에서 러더혼 선박너비 방향의 실제 단면적(mm^2).
Z_{xa} : 고려하는 위치에서 선박길이 방향축에 대한 러더혼의 실제 단면계수(cm^3).
$C(z)$: 고려하는 단면으로부터 타두재 중심까지의 길이(m).

2. 러더혼과 선체구조의 연결부에서는 구조연속성에 대하여 특별히 주의하여야 한다.

208. 늑판과의 고착부

선미재는 프로펠러포스트 위치에서 충분히 상방으로 연장하고 그 두께 t 가 다음 식에 의한 것 이상인 선미늑판에 견고하게 고착시켜야 한다.

$$t = 0.035L + 7.5 \quad (\mathrm{mm})$$

209. 거전(gudgeon) *(2019)*

1. 거전의 깊이는 핀틀 베어링의 길이 이상이어야 한다.
2. 거전의 두께는 $0.25\,d_{po}$ 이상이어야 하며, **4편 1장 104.**에 규정한 선박에 대하여는 그 두께를 적절하게 증가시켜야 한다.

d_{po} : 슬리브의 외면에서 측정한 핀틀의 실제 직경 (mm). ⚓

제 3 장 종강도

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 규정은 항로를 제한하지 아니하는 조건으로 선급등록을 받는 L 이 90 m 이상인 보통모양의 선박으로서 일반적인 주요 치수비를 갖는 선박에 적용한다. 다만, 다음 사항 중 하나 이상에 해당하는 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 특별히 고려되어야 한다.
   (1) 치수비로서 $L/B \leq 5$ 또는 $B/D_s \geq 2.5$인 선박
   (2) L 이 500 m 이상인 선박
   (3) 방형계수 C_b 가 0.6 미만인 선박
   (4) 갑판상에 넓은 개구를 갖는 선박
   (5) 속력이 빠른 선박 또는 큰 플레어(flare)를 갖는 선박
   (6) 고온 화물을 운반하는 선박
   (7) 특수한 선형이나 구조를 갖는 선박
2. 1항의 규정에도 불구하고 103. 및 104.의 규정은 L_f 가 65 m 이상인 선박에도 적용한다.
3. 컨테이너선의 종강도는 **7편 4장 2절**의 규정을 적용한다.

102. 강도의 연속성

종강도 부재는 강도의 연속성이 양호하도록 배치하여야 한다.

103. 적하지침서 【지침 참조】

1. L_f 가 65 m 이상인 선박은 선박구조에 적합하지 않은 응력의 발생을 피하기 위하여 선장이 화물 및 평형수를 조정할 수 있도록 우리 선급이 승인한 적하지침서를 선박에 비치하여야 한다. 다만, 우리 선급이 필요성이 없다고 인정하는 선박에 대하여는 예외로 한다.
2. 1 항에 규정하는 적하지침서에는 적어도 다음 사항이 기재되어야 한다.
   (1) 선박설계시 고려한 적하조건과 정수중 종굽힘모멘트 및 정수중 전단력의 허용값
   (2) 표준적하상태에 대한 정수중 종굽힘모멘트 및 정수중 전단력의 계산서
   (3) 표준적하상태 이외의 적하상태에 대한 정수중 전단력 및 종굽힘모멘트의 계산을 위한 자료 및 계산 예. 다만, 104.의 적하지침기기를 비치한 선박은 생략할 수 있다.
   (4) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 창구덮개, 갑판 및 이중저구조 등에 대한 허용 국부하중.

104. 종강도 적하지침기기 【지침 참조】

1. 103.에 규정하는 적하지침서에 추가하여 L_f 가 100 m 이상인 다음의 선박에는 모든 화물 및 평형수 적하상태에 대하여 해당 선박에 발생하는 정수중 종굽힘모멘트, 정수중 전단력과 필요한 경우에는 비틀림모멘트 등을 신속하고 쉽게 계산할 수 있는 적하지침기기(종강도 적하지침기기) 및 그 사용설명서를 선내에 비치하여야 한다. 다만, 우리 선급이 필요성이 없다고 인정하는 선박은 예외로 한다.
   (1) 큰 개구가 있고 수직 및 수평방향의 선체 종굽힘모멘트와 비틀림모멘트에 의한 조합응력을 고려할 필요가 있는 선박.
   (2) 화물 및 평형수의 적재분포가 불균일한 선박, 다만 L_f 가 120 m 미만인 선박으로서 화물 및 평형수의 불균일한 적재분포가 설계에 반영된 선박은 예외로 한다.
   (3) 케미컬 탱커 및 액화가스 산적운반선.
2. 1항의 적하지침기기는 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 하며, 본선 설치 후 승인된 시험성적서에 따라 우리 선급의 검사원 입회하에 시험을 받아야 한다.

제 2 절 굽힘강도

201. 선박의 중앙부의 굽힘강도 【지침 참조】

1 선박의 길이방향으로 **203.**에 따라 계산한 선체횡단면의 단면계수는 고려하는 선체횡단면의 위치에서 설계적하상태에 대하여 계산을 하고 그 값은 **표 3.3.1**의 식에 의한 Z_1 이상이어야 한다.

2. 1 항의 규정에 관계없이 선박의 중앙부에 있어서 선체횡단면의 단면계수는 **표 3.3.1**의 식에 의한 $Z_{\min}$ 이상이어야 한다.

3. L 의 중앙에 있어서 선체횡단면의 단면2차모멘트는 **표 3.3.1**의 식에 의한 $I_{\min}$ 이상이어야 하고 선박에 의한 단면2차모멘트의 계산방법은 **203.**에 따른다.

4. 2항 및 3항에 의한 모든 종통부재의 치수는 선박의 중앙부에 있어서 동일하게 유지하여야 한다. 다만, 선박의 종류, 선체형상 및 적하상태를 고려하여 L 의 중앙에서 선박의 중앙부 양단으로 점차 감소시킬 수 있다.

202. 선박중앙부 이외의 굽힘강도 【지침 참조】

1. 선박중앙부 이외의 위치에 있어서 선체굽힘강도는 **5장 2절**의 규정에 적합하여야 한다.

2. 그리고 최소한 다음의 위치에서 선체굽힘강도가 검토되어야 한다.
   - 기관실 전방 횡단면
   - 최전방 화물창 전방 횡단면
   - 선체 횡단면에 심각한 변화가 있는 모든 위치
   - 늑골 시스템에 변화가 있는 모든 위치

   특히 늑골시스템에 변화가 있거나 선체 횡단면에 현저한 변화가 발생하는 영역 내에서, 종강도에 기여하고 압축 및 전단응력을 받는 부재는 **4절**에 따라 좌굴강도가 검토되어야 한다.

3. 선박의 전 길이에 걸쳐 구조 연속성이 유지되어야 한다. 구조배치에 현저한 변화가 발생하는 경우, 적절한 변환구조가 제공되어야 한다.

4. 큰 갑판 개구를 가지는 선박의 경우, 0.25 L 및 0.75 L 위치 또는 근처 단면이 검토되어야 한다. 선루, 갑판실 또는 기관실 후방에 화물창을 가지는 선박의 경우, 최후방 창구의 후단 및 갑판실 또는 기관실 후단 부근의 단면에 대한 강도검토가 수행되어야 한다. *(2020)*

203. 선체 횡단면계수의 계산 【지침 참조】

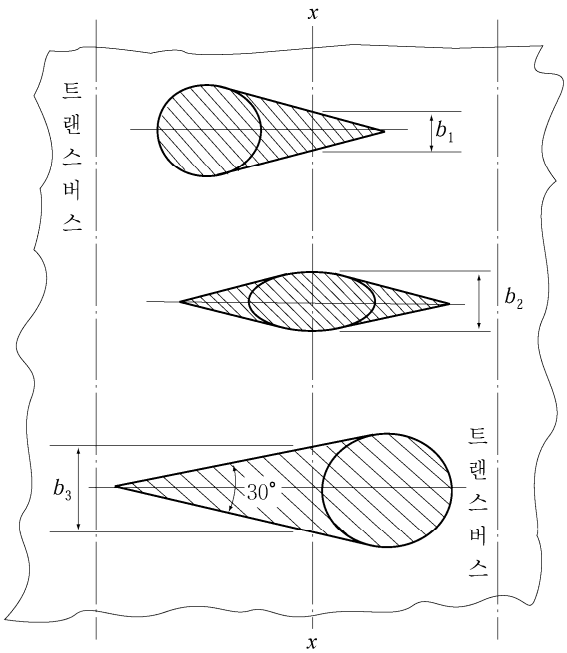
선체 횡단면계수의 계산은 다음 각 호의 규정에 따른다.

(1) 선체 종강도에 고려되는 모든 종통부재를 산입한다.

(2) 강력갑판상의 개구는 선체 단면계수를 계산할 때 갑판의 면적으로부터 감하여야 한다. 다만, 작은 개구(길이 2.5 m 이하, 너비 1.2 m 이하)를 설치할 경우에는 동일 단면적에 있는 작은 개구들의 너비의 합이 $0.06(B-\Sigma b)$ 이하로 되면 이들 개구는 없는 것으로 간주할 수 있다. 여기서 Σb 는 해당 단면에 있는 길이가 2.5 m를 넘는 개구 또는 너비가 1.2 m를 넘는 개구의 너비의 합 (m).(**그림 3.3.3** 참조)

(3) (2)호의 규정에 관계없이 강력갑판의 동일 단면에 있는 작은 개구들의 합이 강력갑판 및 선저에 대한 단면계수를 3 % 이상 감소시키지 않을 경우에는 이들 작은 개구들은 없는 것으로 간주하여도 좋다.

(4) (2)호 및 (3)호의 적용시에 선박의 길이 방향에 그은 작은 개구의 중심을 통하는 선상에 정점을 가지고 정각(頂角) 30° 로서 해당 개구에 접하는 선과 해당 개구로서 둘러싸인 부분도 개구로 간주한다.(**그림 3.3.3** 참조) *(2021)*



$$\Sigma b_i = b_1 + b_2 + b_3$$

그림 3.3.3 강력갑판상의 개구

(5) 연속된 트렁크 및 종통 해치코밍이 종격벽 또는 깊은 거더(deep girder)에 의해서 유효하게 지지되는 구조일 경우, 선체 횡단면계수 계산시 이들 부재를 포함시킨다. 그리고 강력갑판에 대한 횡단면계수는 선체 횡단면의 중립축에 대한 단면2차모멘트를 다음 (가) 및 (나)에 표시한 값 중 큰 것으로 나눈 것으로 한다.

(가) 중립축으로부터 강력갑판 보의 선측에 있어서 상면까지의 수직거리.

(나) 다음 식에 의한 값.

$$Y\left(0.9+0.2\frac{X}{B}\right)$$

Y : 중립축으로부터 강력갑판상의 산입부재 상면까지의 수직거리 (m).

X : 선체 중심선으로부터 강력갑판상의 산입부재 상면까지의 수평거리 (m).

다만, Y 및 X는 식에 의한 값이 최대로 되는 점에서 측정한 것으로 한다.

(6) 선저에 대한 횡단면계수는 선체 횡단면의 중립축에 대한 단면2차모멘트를 중립축으로부터 용골 상면까지의 수직거리로 나눈 것으로 한다.

표 3.3.1 선체 횡단면 계수 등

항목	규정값
단면계수	$Z_1 = \dfrac{\lvert M_s + M_w(+)\rvert}{\sigma} \times 10^3 \quad (\mathrm{cm}^3)$ $Z_1 = \dfrac{\lvert M_s + M_w(-)\rvert}{\sigma} \times 10^3 \quad (\mathrm{cm}^3)$
최소단면계수	$Z_{\min} = C_1 L^2 B(C_b + 0.7)K \quad (\mathrm{cm}^3)$
최소단면2차모멘트	$I_{\min} = 3C_1 L^3 B(C_b + 0.7) \quad (\mathrm{cm}^4)$

M_s : 고려하는 선체횡단면에 있어서의 정수 중 종굽힘 모멘트(kN・m)로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 계산방법에 의하여 정한 값. 다만, M_s 의 값은 하방의 하중을 양(+)으로 하고 선미단에서 선수방향으로 적분하여 구한 양(+)의 값을 양(+)으로 하며 **그림 3.3.1**에 표시하는 방향을 양(+)으로 한다.

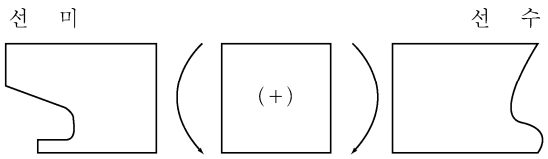


그림 3.3.1 종굽힘 모멘트의 양(+)방향

$M_w(+)$ 및 $M_w(-)$: 고려하는 선체횡단면에 있어서의 파랑 종굽힘 모멘트(kN・m)로서 다음 식에 의한 값.

$$M_w(+) = +0.19 C_1 C_2 L^2 B C_b \quad (\mathrm{kN \cdot m})$$

$$M_w(-) = -0.11 C_1 C_2 L^2 B(C_b + 0.7) \quad (\mathrm{kN \cdot m})$$

σ : 허용굽힘응력(N/mm^2)으로서 $175/K$.

C_1 : 계수로서 다음 표에 의한 값.

L (m)	C_1
$90 \le L \le 300$	$10.75 - \left(\dfrac{300 - L}{100}\right)^{1.5}$
$300 < L \le 350$	10.75
$350 < L \le 500$	$10.75 - \left(\dfrac{L - 350}{150}\right)^{1.5}$

C_2 : 선박의 길이방향에 따른 분포계수로서 **그림 3.3.2**에 의한 값.

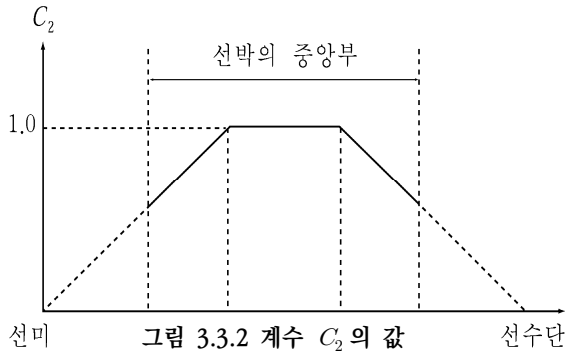


그림 3.3.2 계수 C_2 의 값

C_b : 방형계수로서 0.6 미만인 경우에는 0.6 으로 한다.

제 3 절 전단강도

301. 유효 종격벽이 없는 선박의 선측외판의 두께 【지침 참조】

1. 종격벽이 없는 선박의 선측외판의 두께 t 는 고려하는 선체횡단면의 위치에서 계획시의 모든 적하상태 및 평형수 적재상태 등에 대하여 계산을 하고 그 값은 다음식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = \frac{0.5|F_s + F_w(+)|}{\tau} \times \frac{Q}{I} \times 10^2 \quad \text{(mm)}$$

$$t = \frac{0.5|F_s + F_w(-)|}{\tau} \times \frac{Q}{I} \times 10^2 \quad \text{(mm)}$$

I : 고려하는 선체횡단면의 중립축에 대한 단면2차모멘트 (cm^4)로서, 그 계산방법은 **203.**의 규정을 준용한다.

Q : 고려하는 선체횡단면에 있어서 각각 중립축보다 상방에서는 고려하는 위치를 지나는 수평선보다 상방의 선체횡단면 부분의 중립축에 대한 단면1차모멘트 (cm^3), 중립축보다 하방에서는 고려하는 위치를 지나는 수평선보다 하방의 선체횡단면 부분의 중립축에 대한 단면1차모멘트 (cm^3)로서 그 계산방법은 **203.**의 규정을 준용한다.

τ : 허용전단응력 (N/mm^2)으로서 $110/K$.

F_s : 고려하는 선체횡단면에 있어서 정수중 전단력 (kN)으로서, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 계산방법에 의하여 정한 값. 다만, F_s의 값은 하방의 하중을 양(+)으로 하고 선미단에서 선수방향으로 적분하여 구한 양(+)의 값을 양(+)으로 하며 **그림 3.3.4**에 표시하는 방향을 양(+)으로 한다.

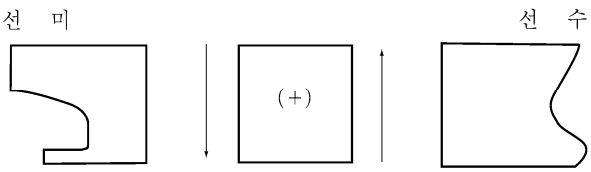


그림 3.3.4 전단력의 양(+) 방향

$F_w(+)$ 및 $F_w(-)$: 고려하는 선체횡단면에 있어서 파랑전단력 (kN)으로서 다음 식에 의한 값.

$$F_w(+) = +0.30 C_1 C_3 L B (C_b + 0.7) \quad \text{(kN)}$$
$$F_w(-) = -0.30 C_1 C_4 L B (C_b + 0.7) \quad \text{(kN)}$$

C_1 및 C_b : **표 3.3.1**에 따른다.

C_3 및 C_4 : 고려하는 선체횡단면이 선박의 길이방향에 있어서 위치하는 장소에 따라 정해지는 계수로서 **그림 3.3.5** 및 **그림 3.3.6**에 따른다.

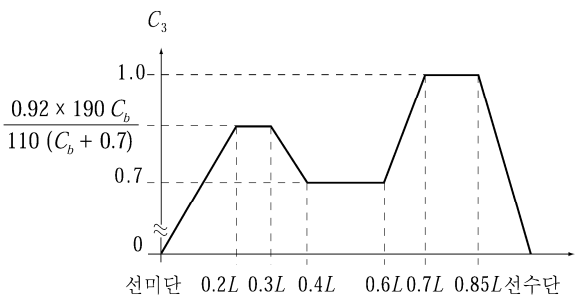


그림 3.3.5 계수 C_3의 값

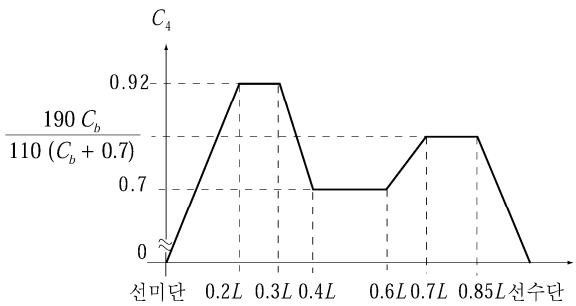


그림 3.3.5 계수 C_4의 값

2. 빌지호퍼탱크 또는 톱사이드탱크를 갖는 선박, 기타 전단력의 일부를 유효하게 분담한다고 인정되는 부재가 강력갑판 하에 있는 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 1항에서 정하는 선측외판의 두께보다 경감할 수 있다.

302. 1열 내지 4열 종격벽을 갖는 선박의 선측외판 및 종격벽판의 두께 【지침 참조】

그림 3.3.7에 규정된 형태의 선박의 선측외판 및 종격벽판의 두께 t 는 고려하는 선체횡단면의 위치에서 계획시의 모든 적하상태 및 평형수 적재상태 등에 대하여 계산을 하고 그 값은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만, 이중선측구조에 빌지호퍼탱크를 갖는 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

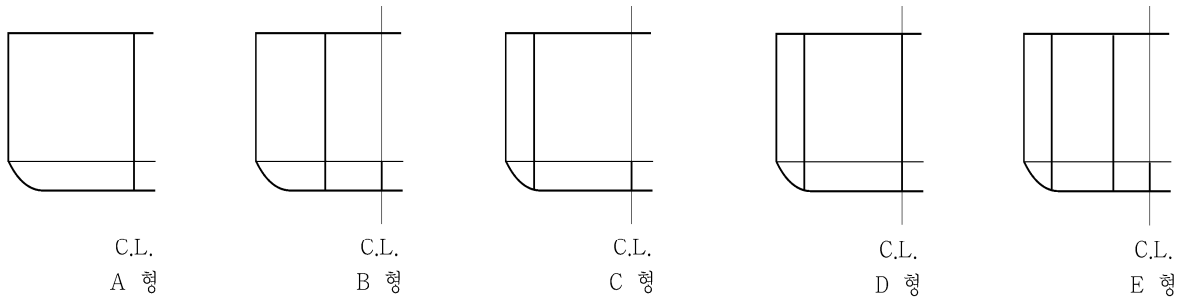


그림 3.3.7 종격벽 배치에 따른 선박의 분류

$$t = \frac{FQ}{\tau I} \times 10^2 \quad \text{(mm)}$$

τ, I 및 Q : 301.에 따른다.

F : 선측외판 또는 종격벽에 작용하는 전단력(kN)으로서 다음 식에 의한 $F(+)$ 또는 $F(-)$ 중 큰 것으로 한다.

$$F(+) = |\alpha(F_s + F_w(+)) + \triangle F|, \qquad F(-) = |\alpha(F_s + F_w(-)) + \triangle F|$$

F_s, $F_w(+)$ 및 $F_w(-)$: 301.에 따른다.

α : 선측외판 또는 종격벽의 전단력 분담률로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 계산방법에 의한 값. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 **표** 3.3.2에 의한 값으로 하여도 좋다.

$\triangle F$: 국부하중에 의하여 선측외판 또는 종격벽에 작용하는 전단력(kN)로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 계산방법에 의하여 계산한 값. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 **표** 3.3.2에 의한 값으로 하여도 좋다.

표 3.3.2 α 및 $\triangle F$ 의 값

선박의 형태	적용부재	$\alpha(=\alpha_1\times\alpha_2)$		$\Delta F(=n_i(R-\alpha f))$	
		α_1	α_2	R	f
A 형	선측외판	$0.5-\dfrac{0.575k_1A_L}{2A_s+A_L}$	1	$4.9\,W_bbS$	$19.6\,W_bbS$
	종격벽판	$\dfrac{0.575k_1A_L}{2A_s+A_L}$	2	$9.8\,W_bbS$	
B 형	선측외판	$0.5-\dfrac{0.55k_1A_L}{A_s+A_L}$	1	$4.9\,W_bbS$	$19.6(W_aa+W_bb)S$
	종격벽판	$\dfrac{0.55k_1A_L}{A_s+A_L}$		$9.8(\beta W_aa+0.5\,W_bb)S$	
C 형	선측외판	0.5	$1-\dfrac{1.06k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	$4.9(\beta W_aa+W_cc)S$	$19.6(W_aa+W_cc)S$
	종격벽판		$\dfrac{1.06k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$		
D 형	선측외판	$0.5-\dfrac{0.675k_1A_L}{2(A_s+A_{DL})+A_L}$	$1-\dfrac{1.05k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	$4.9(0.5\,W_bb+W_cc)S$	$19.6(W_bb+W_cc)S$
	외측 종격벽판		$\dfrac{1.05k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$		
	중심선 종격벽판	$\dfrac{0.675k_1A_L}{2(A_s+A_{DL})+A_L}$	2	$9.8\,W_bbS$	
E 형	선측외판	$0.5-\dfrac{0.615k_1A_L}{A_s+A_{DL}+A_L}$	$1-\dfrac{1.04k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	$4.9(0.5\,W_bb+W_cc)S$	$19.6(W_aa+W_bb+W_cc)S$
	외측 종격벽판		$\dfrac{1.04k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$		
	내측 종격벽판	$\dfrac{0.615k_1A_L}{A_s+A_{DL}+A_L}$	1	$9.8(\beta 0.5\,W_bb+0.5\,W_bb)S$	

(비고)

k_1 및 k_2 : k_1 은 이중선체구조용이 아닌 종격벽에 대한 계수이고, k_2 는 이중선측구조용 종격벽에 대한 계수로서 각각 다음 (가) 내지 (다)에 따른다. 다만, 전단력을 분담하는 구조부재가 있는 경우에는 k_1 또는 k_2 의 값을 적절히 수정할 수 있다.

(가) 종격벽이 없는 곳 : $k_1=k_2=0$

(나) 종격벽이 있는 곳으로서 그 양단으로부터 길이가 각각 $0.5D_s$ 인 곳을 제외한 구간 : $k_1=k_2=1.0$

(다) 상기 이외의 위치에 대하여는 보간법에 따른다.

A_s, A_L 및 A_{DL} : 선박의 중앙부에서 각각 선측외판, 이중선측구조용 이외의 종격벽판 및 이중선측구조용 종격벽판의 단면적 (mm^2).

W_a, W_b 및 W_c : 각각 다음 식에 의한 값.

$$W_a=h_a+h_d-d',\qquad W_b=h_b+h_d-d',\qquad W_c=h_c+h_d-d'$$

d' : 고려하는 적하상태에서의 그곳의 흘수 (m).

h_a , h_b , h_c 및 h_d : 각각 고려하는 적하상태에서의 중앙탱크, 윙탱크, 이중선측탱크(이중저 부분 제외) 및 이중저 탱크의 화물유 또는 평형수의 압력을 수두로 환산한 값 (m). 이중저와 이중선측탱크가 1개의 탱크로 이루어진 경우에는 각각 이중선측탱크 및 이중저 탱크를 분리하여 계산하다. 이중저 탱크가 a, b 또는 c의 범위내에서 분리된 경우에는 h_d 는 분리된 탱크에 대하여 고려한다.

a, b및 c : 각각 중앙탱크너비의 1/2, 윙탱크의 너비 및 이중선측탱크의 너비 (m)를 말한다.

S : 이중저 늑판의 간격 (m).

n_i : 횡격벽 사이의 중앙으로부터 고려하는 곳 까지의 이중저내의 늑판의 수로서 n_i 부호는 선미방향으로 세는 경우는 음(−), 선수방향으로 세는 경우에는 양(+)으로 하며 개구율이 20 % 이상인 제수격벽은 횡격벽으로 간주하지 않는다. 또한 횡격벽 사이의 중앙에 늑판이 있는 경우 그 늑판은 0.5 로 하여 값을 구한다.

횡격벽 사이에 윙탱크 또는 이중선측탱크를 분리하는 부분 격벽이 있는 경우, 해당 위치의 n_i 개수값은 개별적으로 고려 할 수 있다.

예: B형 선박의 윙탱크에 부분격벽이 있는 경우

1) 선측외판:

$$\Delta F=(4.9\,W_bbS\,n_{i_wing})-(\alpha\,19.6(W_aa\,n_{i_centre}+W_bb\,n_{i_wing})S)$$

2) 종격벽판

$$\Delta F = (9.8(\beta\, W_a a n_{i_centre} + 0.5\, W_b b\, n_{i_wing})S) - (\alpha\, 19.6(\, W_a a n_{i_centre} + W_b b\, n_{i_wing})S)$$

n_{i_wing} : 윙탱크 횡격벽 사이의 중앙으로부터 고려하는 곳 까지의 이중저내의 늑판의 수
n_{i_centre} : 중앙탱크 횡격벽 사이의 중앙으로부터 고려하는 곳 까지의 이중저내의 늑판의 수

β : 다음 표에 의한다.

항목		β
이중저 중심선거더	있을 때	0.7
	없을 때	1.0

303. 개구의 보강

외판에 개구를 설치할 때에는 전단력에 대하여 충분히 고려하고 필요에 따라 보강하여야 한다.

제 4 절 좌굴강도

401. 적용 【지침 참조】

이 절의 규정은 선체의 종굽힘에 의한 굽힘응력 또는 전단응력이 작용하는 평판패널과 종늑골의 좌굴강도에 대하여 적용한다.

402. 작용응력

1. 압축응력

고려하는 부재에 작용하는 압축응력 σ_{act}(N/mm^2)은 다음 식에 따른다. 다만, $30/K$ 이상이어야 한다.

$$\sigma_{act} = \frac{(M_s + M_w)}{I} y \times 10^5 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

M_s : 표 3.3.1에 따른다. 다만, 갑판부에 대하여 계산하는 경우에 M_s 값이 항상 양(+)일 경우에는 0으로 한다.
M_w : 표 3.3.1의 $M_w(+)$ 또는 $M_w(-)$ 의 값으로서 선체횡단면 중립축 상부의 부재에 대하여는 $M_w(-)$ 값, 하부의 부재에 대하여는 $M_w(+)$ 로 한다.
y : 중립축으로부터 고려하는 지점까지의 수직거리 (m).
I : 301.의 1항에 따른다.

2. 전단응력

고려하는 부재에 작용하는 전단응력 τ_{act} (N/mm^2)는 다음에 따른다.

(1) 유효 종격벽이 없는 경우

$$\tau_{act} = \frac{0.5|F_s + F_w|}{t} \times \frac{Q}{I} \times 10^2 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

F_s , Q 및 I : 301.의 1항에 따른다.
F_w : 301.의 1항에 의한 $F_w(+)$, $F_w(-)$의 절대값 중 큰 것.
t : 고려하는 판의 실제두께 (mm).

(2) 1열내지 4열 종격벽이 있는 경우

$$\tau_{act} = \frac{FQ}{tI} \times 10^2 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

Q : 301.의 1항에 따른다.
F : 302.에 따른다.
t 및 I : (1)호에 따른다.

403. 탄성좌굴응력 【지침 참조】

1. 평판패널의 좌굴응력

(1) 압축

탄성압축 좌굴응력 σ_E (N/mm^2)는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_E = 0.9kE\left(\frac{t_b}{1000b}\right)^2 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

k : 작용응력의 작용방향에 따라 다음 식에 의한다.

(a) 종늑골식 패널 : $k = \dfrac{8.4}{\varphi + 1.1}$

(b) 횡늑골식 패널 : $k = C\left\{1 + \left(\dfrac{b}{a}\right)^2\right\}^2 \dfrac{2.1}{\varphi + 1.1}$

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우 2.06×10^5 (N/mm^2)으로 한다.
t_b : 표 3.3.3에 의한 공제값을 제외한 판의 두께 (mm).
b : 패널의 짧은 변의 길이 (m).
a : 패널의 긴 변의 길이 (m).
C : 패널 긴 변의 횡보강재에 따른 계수로서 다음에 따른다.

늑판 또는 거더로 보강된 패널	: 1.30
횡보강재가 L 또는 T 형강인 경우	: 1.21
횡보강재가 구평강인 경우	: 1.10
보강재가 평강인 경우	: 1.05

φ : 작용 압축응력 σ_{act} 가 패널의 변에 따라서 선형변화할 때의 최소값과 최대값의 비($0 \le \varphi \le 1$).

표 3.3.3 공제값 (mm)

구조부재	표준공제값	최대, 최소 공제값
- 산적건화물 적재구역 - 한쪽면이 평형수 또는 액체화물에 노출된 면으로서 수평면에 대하여 25° 이상 기울어진 경사면.	$0.05t$	0.5 ~ 1 mm
- 한쪽면이 평형수 또는 액체화물에 노출된 면으로서 수평면에 대하여 25° 미만 기울어진 경사면. - 양면이 평형수 또는 액체화물에 노출된 면으로서 수평면에 대하여 25° 이상 기울어진 경사면.	$0.10t$	2 ~ 3 mm
- 양면이 평형수 또는 액체화물에 노출된 면으로서 수평면에 대하여 25° 미만 기울어진 경사면.	$0.15t$	2 ~ 4 mm

(2) 전단

탄성전단 좌굴응력 τ_E (N/mm^2)는 다음 식에 의한다.

$$\tau_E = 0.9 k_t E \left(\frac{t_b}{1000b} \right)^2 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

k_t : 패널의 종횡비에 따른 계수로서 다음 식에 따른다.

$$k_t = 5.34 + 4\left(\frac{b}{a}\right)^2$$

E, t_b, b 및 a : (1)호에 따른다.

2. 종늑골의 탄성좌굴

종늑골의 탄성좌굴응력은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법에 따라 계산하여야 한다.

404. 임계좌굴응력

1. 압축

압축에 의한 임계좌굴응력 σ_c 는 다음에 따른다.

$\sigma_c = \sigma_E$: $\sigma_E \le 0.5\sigma_y$ 일 때

$\sigma_c = \sigma_y \left(1 - \frac{\sigma_y}{4\sigma_E}\right)$: $\sigma_E > 0.5\sigma_y$ 일 때

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2) 으로서 다음에 따른다.

235 : **2편 1장**에 규정된 연강의 경우

315 : **2편 1장**에 규정된 고장력강(AH32, DH32, EH32 및 FH32)의 경우

355 : **2편 1장**에 규정된 고장력강(AH36, DH36, EH36 및 FH36)의 경우

390 : **2편 1장**에 규정된 고장력강(AH40, DH40, EH40 및 FH40)의 경우

σ_E : 403.의 1항 (1)호에 의한 탄성좌굴응력 (N/mm^2).

2. 전단

전단에 의한 임계좌굴응력 τ_c 는 다음에 따른다.

$\tau_c = \tau_E$: $\tau_E \le 0.5\tau_y$: 일 때

$\tau_c = \tau_y \left(1 - \frac{\tau_y}{4\tau_E}\right)$: $\tau_E > 0.5\tau_y$: 일 때

τ_y : 재료의 전단응력 (N/mm^2)으로서 $\sigma_y / \sqrt{3}$ 로 한다.

τ_E : 403.의 1항 (2)호에 의한 탄성좌굴응력(N/mm^2).

σ_y : 1항에 따른다.

405. 치수 결정 기준

1. 404.의 1항에 따라 계산된 패널 및 종늑골의 압축에 의한 임계좌굴응력 σ_c 는 다음 식을 만족하여야 한다.

$$\sigma_c \ge \beta \sigma_{act}$$

β : 안전계수로서 다음에 따른다.

평판 및 보강재의 웨브인 경우 : β = 1.0

휨보강재인 경우 : β = 1.1

σ_{act} : 402.에 의한 작용응력.

2. 404.의 2항에 따라 계산된 패널의 전단에 의한 임계좌굴응력 τ_c 는 다음을 만족하여야 한다.

$$\tau_c \geq \tau_{act}$$

τ_{act} : 402.에 의한 작용응력. ⚓

제 4 장 평판용골 및 외판

제 1 절 일반사항

101. 부식에 대한 고려

외판의 두께는 사용 장소 및 선박의 용도에 따라 특히 부식이 많다고 인정되는 경우에는 이 장의 규정에 의한 두께보다 증가시켜야 한다.

102. 접촉에 대한 고려 【지침 참조】

선박의 용도에 따라 안벽과의 접촉으로 인하여 외판이 손상될 기회가 많다고 인정되는 경우에는 외판의 두께를 특별히 고려하여야 한다.

103. 건현이 특히 큰 선박에 대한 고려 【지침 참조】

강력갑판까지의 건현이 특히 큰 선박은 이 장의 규정을 적절히 참작할 수 있다.

104. 좌굴에 대한 고려

외판의 좌굴방지는 **3장 4절**의 규정에 따라 충분한 고려를 하여야 한다.

105. 판두께의 연속성

외판 두께의 연속성을 고려하여 인접하는 강판 사이에 현격한 두께의 차가 생기지 않도록 하여야 한다.

제 2 절 평판용골

201. 너비

평판용골의 너비 b 는 전 길이에 걸쳐 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2L + 1000 \quad (mm)$$

202. 두께

평판용골의 두께는 전 길이에 걸쳐 **304.**에 규정하는 선체중앙부의 선저외판의 두께에 2.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 인접하는 선저외판의 두께 미만이어서는 아니 된다.

제 3 절 강력갑판하의 외판

301. 최소두께 【지침 참조】

강력갑판하의 외판의 최소두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = \sqrt{KL} \quad (mm)$$

302. 선측외판의 두께

선박의 중앙부 강력갑판의 현측후판을 제외한 선측외판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 하며, **301.**의 규정에도 적합하여야 한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{d - y + 0.05L' + h_1} + 1.5 \quad (mm)$$

S : 횡늑골 또는 종늑골 간격 (m).
L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m 를 넘을 필요는 없다.
y : 용골상면으로부터 해당 선측외판 하단부까지의 수직거리(다만, $y > d$인 경우, $y = d$로 한다)
h_1 : 다음에 따른다.

(가) 선수단으로부터 0.3 L 사이 : $2.25\ (17 - 20C_b')(1-x)^2$
(나) 상기 이외 : 0

C_b' : 방형계수. 다만, C_b 가 0.85 를 넘을 때에는 0.85 로 한다.
C_1 및 C_2 : 계수로서 **표 3.4.1**에 따른다.
x : **표 3.4.1**에 따른다.

표 3.4.1 계수 C_1 및 C_2

구조방식	C_1	C_2
횡식구조	$L \le 230$ m 인 경우 1.0 $L \ge 400$ m 인 경우 1.07 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 따른다.	$91\sqrt{\dfrac{K}{576-\alpha^2K^2x^2}}$
종식구조		$13\sqrt{\dfrac{K}{24-\alpha Kx}}$ $3.78\sqrt{K}$ 미만이어서는 아니 된다.

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 다만 β 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.0 f_D\left(\frac{y-y_B}{Y'}\right) \quad y_B \le y \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.0 f_B\left(\frac{y_B-y}{y_B}\right) \quad y_B > y \text{ 일 때}$$

β : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$
y : 용골상면으로부터 y_B 보다 상부의 선측외판에 대하여는 해당 선측외판의 상단부까지, y_B 보다 하부의 선측외판에 대하여는 해당 선측외판의 하단부까지의 수직거리 (m).
Y' : **3장 203.**의 (5)호 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 값.
a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$ 로 하며, 기타의 경우에는 1.0 으로 한다.
y_B : 선박의 중앙부에서 용골상면으로부터 선체횡단면의 중립축까지의 수직거리 (m).
x : 다음 식에 의한 값.

$$x = \frac{X}{0.3L}$$

X : 선체중앙보다 전부의 외판은 선수단으로부터, 선체중앙보다 후부의 외판은 선미단으로부터 각각 해당 위치까지의 거리 (m). 다만, X 가 $0.1L$ 미만일 때에는 $0.1L$ 로 하고 $0.3L$ 을 넘을 때에는 $0.3L$ 로 한다.

303. 현측후판 【지침 참조】

선박의 중앙부에서의 현측후판의 두께는 강력갑판의 스트링거판 두께의 75 % 이상이어야 한다. 다만, 인접하는 선측외판의 두께 미만이어서는 아니 된다.

304. 선저외판의 두께

선저외판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{d + 0.035L' + h_1} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 횡늑골 또는 종늑골 간격 (m).
L', C_1 및 h_1 : 302.의 규정에 따른다.
C_2 : 계수로서 **표 3.4.2**에 따른다.

표 3.4.2 계수 C_2

구조방식	C_2
횡식구조	$91\sqrt{\dfrac{K}{576-(15.0 f_B K x)^2}}$
종식구조	$13\sqrt{\dfrac{K}{24-(15.0 f_B K x)}}$ 다만, $3.78\sqrt{K}$ 미만이어서는 아니 된다.
x : **표 3.4.1**에 따른다.	

305. 만곡부의 외판 【지침 참조】

1. 만곡부의 외판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 인접하는 선저외판의 두께 미만이어서는 아니 된다.

$$t = \left\{ 5.22(d + 0.035L')\left(R + \frac{a+b}{2}\right)^{\frac{3}{2}} l \right\}^{\frac{2}{5}} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

R : 만곡부의 반지름 (m).(**그림 3.4.1** 참조)
a 및 b : 각각 선저 및 선측에 있어서 만곡부의 끝점으로부터 가장 가까운 종늑골까지의 거리 (m) 로서 만곡부보다 외측을 양(+)으로 한다. 다만, $(a+b)$가 음(−)일 때에는 $(a+b)$를 0으로 한다.(**그림 3.4.1** 참조)
L' : 302.의 규정에 따른다.
l : 실체늑판, 선저트랜스버스 또는 만곡부 브래킷의 간격 (m).

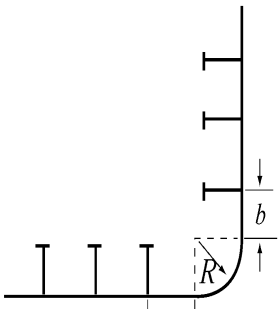


그림 3.4.1 a 및 b 의 측정방법

2. 종늑골식 구조로서 만곡부의 종늑골의 일부를 생략하는 경우에는 가능한 한 만곡부의 끝점 가까이에 종늑골을 설치하고 또한 강도의 연속을 갖도록 적절한 구조로 하여야 한다.
3. 선저종늑골의 간격과 대략 같은 간격으로 만곡부에 종늑골을 설치할 때에는 1항의 규정에 관계없이 304.의 규정을 적용할 수 있다.
4. 빌지킬을 설치하는 경우, 재료와 배치를 특별히 고려하여야 한다. *(2019)*

제 4 절 외판에 대한 특별규정

401. 플레어(flare)가 큰 곳 【지침 참조】

플레어가 특히 큰 곳의 외판은 선수파랑충격 등에 대한 보강에 대하여 충분한 고려를 하여야 한다.

402. 외판횡보강재가 늑골간격과 다른 경우 【지침 참조】

늑골로서 지지되는 외판을 따라서 측정한 횡보강재 간격이 늑골간격에 비하여 현저하게 다를 때에는 그 횡보강재 간격을 고려하여 외판의 두께를 증가시키는 등 보강 조치하여야 한다.

403. 고마력선의 선미외판

선박의 길이에 비하여 특별히 높은 마력을 갖는 선박의 선미외판은 진동에 대한 보강에 대하여 충분한 고려를 하여야 한다.

404. 선수선저부 외판

1. 선수선저 보강부의 외판의 두께 t 는 평형수 적재 상태시의 선수흘수에 따라 **표 3.4.3**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 3.4.3 선수선저부 외판의 두께

선수흘수 d_F	두께 (mm)
$d_F \le 0.025L'$	$t = 0.9CS\sqrt{PK} + 1.5$
$d_F \ge 0.037L'$	$t = 1.34S\sqrt{L'K} + 1.5$

L' : 302.의 규정에 따른다.
S : 늑골간격 및 거더 또는 종통 횡보강재의 간격 중 작은 것 (m).
P : 슬래밍 충격압력으로서 **7장 804.**의 규정에 따른다.
C : 다음 식에 의한 값.

$$C = \left(1.1 - 0.25\frac{S}{l}\right)^2$$

다만, C 의 값은 $\frac{S}{l}$가 0.4 이하일 경우에는 1.0으로, $\frac{S}{l}$가 1.0 일 경우에는 0.72 로 한다.
l : 늑골간격 및 거더 또는 종통 횡보강재의 간격 중 큰 것 (m).

(비고)
평형수 적재상태시의 선수흘수가 상기 규정의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

2. 1항의 규정에 불구하고 L이 150 m 이하인 선박으로서 C_b가 0.7 이하이고 속장비 $V/\sqrt{L}$ (kt/m)가 1.4 이상인 선박의 선수선저 보강부의 범위 및 외판의 두께에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 범위까지 보강하여야 한다. **【지침 참조】**

405. 선미재 부근의 외판 【지침 참조】

선미재에 인접한 외판 및 안경형 보스 부분의 외판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 선미창의 횡늑골 간격이 610 mm 이상이거나, 선박의 길이가 200 m 를 넘는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

$$t = 0.09L + 3.5 \quad \text{(mm)}$$

제 5 절 선루측부의 외판

501. 선루갑판이 강력갑판이 아닌 경우

선루갑판을 강력갑판으로 하지 않을 경우에는 선루측부의 외판의 두께 t 는 **표 3.4.4**의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 5.5 mm 미만이어서는 아니 된다. 또한 선수미부에 있는 것 이외에 길이가 0.15 L 을 넘는 선루측부의 외판은 그 두께를 적절히 증가시켜야 한다.

표 3.4.4 선루측부 외판의 두께

선루측부 외판의 위치	두께 (mm)
선수단으로부터 0.25L 사이	$t = 1.15S\sqrt{KL} + 1.0$
기타	$t = 0.94S\sqrt{KL} + 1.0$
S : 그곳에서의 종 또는 횡늑골 간격 (m)	

제 6 절 선루단 부분의 보강

601. 보강방법 【지침 참조】

선루단 부분은 다음의 규정에 따라서 보강하여야 한다.

(1) 선루외의 강력갑판의 현측후판은 충분히 선루내로 연장되게 하고 선루단의 전후에서는 적절한 길이에 걸쳐 그 두께를 선루가 없는 경우의 그 곳의 현측 후판의 두께보다 20 % 증가한 것이어야 한다.

(2) 선루외판은 선루단에서 모양의 급격한 변화를 피하도록 점차 그 높이를 감소하면서 선루외로 연장하여 현측후판에 연속시켜야 한다. 또한 선루단 부분의 외판의 두께는 그 선루측부 외판의 두께보다 20 % 증가한 것을 표준으로 한다.

(3) 선수미부에 있는 선루단 부분에서는 각 호의 규정을 적절히 참작할 수 있다.

602. 개구

현문, 큰 배수구, 기타 외판 및 불워크에 설치하는 개구는 선루단 부분을 가급적 피하고 부득이 그 부분에 설치하는 경우에는 가능한 한 개구를 작게하고 또한 그 모양을 원형 또는 타원형으로 하여야 한다.

제 7 절 외판의 국부보강

701. 개구 【지침 참조】

외판에 개구를 설치할 경우에는 개구의 귀퉁이에 충분한 둥금새를 주고 필요에 따라 보강하여야 한다.

702. 시 체스트(sea chest)의 두께 【지침 참조】

외판에 해수의 흡입 및 토출 등을 위해 시 체스트를 설치할 경우의 그 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 하고 충분한 강성을 갖도록 휨보강재 등으로 보강하여야 한다. 다만, 그 부분의 요구외판두께 미만이어서는 아니 된다. *(2021)*

$$t = \sqrt{L} + 1.0 \quad \text{(mm)}$$

703. 재화문 등의 위치 【지침 참조】

재화문, 현문 등의 위치는 선각구조의 불연속한 곳을 피하고 이를 설치하는 곳에는 선각의 종 및 횡강도를 유지하기 위하여 국부보강을 하여야 한다.

704. 호스파이프의 위치

호스파이프가 붙는 외판 및 그 하방의 외판은 두께를 증가시키든가 또는 이중판을 설치하고 그 단부가 앵커 및 앵커체인에 의하여 손상되지 않도록 가공하여야 한다. ⚓

제 5 장 갑판

제 1 절 일반사항

101. 강갑판 【지침 참조】

갑판에는 갑판구 등을 제외하고 선측에서 선측까지 강갑판을 깔아야 한다. 다만, 특히 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 스트링거판 및 타이판(tie plate)만으로 하여도 좋다.

102. 갑판의 수밀 【지침 참조】

노출갑판은 수밀구조로 하여야 한다.

103. 갑판 계단부의 연속성

강력갑판 또는 유효갑판(강력갑판하의 갑판으로 선체 종강도 구성 부재가 되는 갑판)에 계단이 있는 경우에는 양쪽 갑판을 완만한 경사로 연결하여야 하며 갑판을 구성하는 부재들은 상호간에 적절히 연장하여 막판(膜板), 거더, 브래킷 등으로 유효하게 결합하여 강도의 연속성을 유지하도록 특별히 주의하여야 한다.

104. 갑판구의 보강 【지침 참조】

강력갑판 또는 유효갑판에 설치하는 창구 등의 갑판구는 귀퉁이에 충분한 둥금새를 주고 필요에 따라 적절하게 보강하여야 한다.

105. 둥근 거널 【지침 참조】

둥근 거널로 할 경우에는 그 곡률 반지름은 판두께에 대하여 충분한 것으로 하여야 한다.

제 2 절 강력갑판의 유효단면적

201. 용어

강력갑판의 유효단면적이라 함은 중앙부 0.5 L 사이 이상을 종통하든가 또는 종통한다고 인정하는 강갑판, 종갑판보, 종거더 등의 선체 중심선의 각 측에 있어서의 단면적을 말한다.

202. 강력갑판의 유효단면적 【지침 참조】

1. 선체 중앙부에서의 강력갑판의 유효단면적은 **3장**의 규정에 의하여 계산되는 선체 횡단면계수를 만족시키는 것 이상이 되도록 정하여야 한다.
2. 선체 중앙부의 전후에서는 점차 그 단면적을 감소시키되 선수미 양단으로부터 각각 0.15 L 의 곳에서는 중앙기관 선박은 중앙부 규정의 유효단면적의 40 %, 선미기관 선박은 50 % 미만으로 하여서는 아니된다.
3. 선수미 양단으로부터 각각 0.15 L 사이의 선체 횡단면의 단면계수를 계산하여 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 2 항의 규정을 적용하지 아니하여도 좋다.

203. 선수미 양단에서 0.15 L 사이

선수미 양단으로부터 각각 0.15 L 을 넘는 전후에서는 유효단면적 및 판두께를 점차 감소시킬 수 있다.

204. 긴 선미루내 【지침 참조】

긴 선미루내의 강력갑판의 유효단면적은 **202.**의 규정에 관계없이 적절히 참작할 수 있다.

205. 선루갑판이 강력갑판인 경우 선루내 【지침 참조】

선루갑판을 강력갑판으로 할 경우에는 선루 밖의 강력갑판은 유효단면적을 감소함이 없이 적어도 0.05 L 의 길이에 걸쳐 선루안으로 연장하고 그 보다 안쪽에서는 점차 두께를 감소시킬 수 있다.

제 3 절 강갑판

301. 강갑판의 두께 【지침 참조】

1. 강력갑판의 강갑판 두께 t 는 **표 3.5.1**의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만 선루, 갑판실 등으로 둘러싸인 곳에서는 1 mm 를 감소시킬 수 있다.

표 3.5.1 강갑판의 두께

갑판	위치	구조방식	두께 (mm)
강력갑판	중앙부 갑판구 측선 밖	종식구조	$t = 1.47SC\sqrt{Kh} + 1.5$
		횡식구조	$t = 1.63SC\sqrt{Kh} + 1.5$
	상기 이외의 곳	$t = 1.25SC\sqrt{Kh} + 1.5$	
강력갑판 이외의 갑판			

S : 종갑판보 또는 횡갑판보의 간격 (m).
C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = 0.905 + \frac{L'}{2430}$$

L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 이하일 때에는 230 m 로 하고 400 m 이상일 때에는 400 m 로 한다.
h : **10장 201.**에 규정하는 갑판하중 (kN/m^2).

2. 강력갑판을 횡식구조로 할 경우 또는 갑판구 측선 안 갑판을 종식구조로 할 경우에는 갑판의 좌굴을 방지할 수 있도록 적절히 조치하여야 한다.

302. 탱크의 정부를 구성하는 갑판

탱크의 정부를 구성하는 강갑판의 두께는 갑판보의 간격을 휨보강재의 간격으로 보았을 때의 **15장 208.**의 규정에 의한 두께 이상이어야 한다.

303. 리쎄스를 구성하는 갑판

축로 및 축로 리쎄스정부 또는 격벽리쎄스를 구성하는 강갑판의 두께는 갑판보의 간격을 휨보강재의 간격으로 보았을 때의 **14장 309.**의 규정에 의한 두께 이상이어야 한다.

304. 보일러 및 냉장창 하부의 갑판

1. 보일러하의 유효갑판의 두께는 규정의 두께에 3 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.
2. 냉장창하의 강갑판의 두께는 규정의 두께에 1 mm 를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 강갑판이 방식조치에 대하여 충분한 고려가 되어 있을 경우에는 특별히 두께를 증가할 필요는 없다.

305. 차량적재갑판

차량을 적재하는 갑판의 두께는 바퀴에서의 집중하중을 고려하여 정하여야 한다.

306. 특별한 화물을 적재하는 갑판

분포하중으로 다룰 수 없는 하중을 받는 갑판의 두께는 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다.

307. 헬기 이착륙을 위한 갑판 【지침 참조】

헬기 이착륙을 위한 갑판이 설치되는 경우, 우리선급이 별도로 고려하는 바에 따른다.

제 4 절 목갑판 및 갑판 피복재료

401. 목갑판의 재료

1. 목갑판은 충분히 건조되고 썩은 곳, 갈라진 곳, 송진 또는 기타 유해한 마디가 없는 양질의 목재를 사용하여야 한다.
2. 견재라 함은 티크 또는 이와 유사한 목재를 말하며, 연재라 함은 삼 또는 이와 유사한 목재를 말한다.

402. 목갑판의 치수

목갑판은 그 두께를 연재인 경우에는 63 mm 이상, 견재인 경우에는 50 mm 이상으로 하고 유효하게 배치 및 고착시켜야 한다. 다만, 전적으로 거주구역이나 항해업무구역에서는 적절히 참작할 수 있다.

403. 갑판 피복재료

갑판 피복재료는 가능한 한 갑판에 무해한 것이어야 한다. 한편, 강재가 부식될 우려가 있을 경우에는 적절한 보호물질에 의하여 유효하게 절연시켜야 하며 또한 갈라지거나 벗겨지지 않도록 유효하게 도장되어야 한다. ⚓

제 6 장 단저구조

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 **7장 101.**의 3항 또는 4항의 규정에 따라 이중저의 일부 또는 전부를 생략하는 선박의 단저구조에 대하여 적용한다. *(2021)*
2. 선수미 창내의 구조는 **13장 201.** 및 **301.**의 규정에 따른다.

제 2 절 중심선 내용골

201. 구조 및 배치

단저구조의 선박에는 중심선 관통판과 정판으로 구성하는 중심선 내용골을 설치하고 가능한 한 선수미로 연장하여야 한다.

202. 중심선 관통판

1. 중심선 내용골의 관통판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 하고 중앙부 전후에서는 점차 그 두께를 감소하여 선수미부에서는 중앙부의 85 %로 하여도 좋다.

$$t = 0.065L + 4.2 \quad \text{(mm)}$$

2. 중심선 관통판은 늑판의 상단까지 도달하여야 한다.

203. 정판

중심선 내용골의 정판은 선수격벽으로부터 선미격벽까지 도달하도록 하고 두께는 중앙부의 중심선 관통판의 두께와 같게 하여야 한다. 정판의 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 400 mm 미만으로 하여서는 아니되며 400 mm 이상인 경우에는 중앙부의 전후에서 점차 그 너비를 감소하여 선수미부에서는 규정의 너비의 80 %로 할 수 있다.

$$b = 16.6L - 200 \quad \text{(mm)}$$

204. 특별고려

보일러실에서는 중심선 내용골을 구성하는 부재의 두께는 1.5 mm 를 증가시켜야 한다.

제 3 절 측내용골

301. 배치

1. 측 내용골은 중심선 내용골과 만곡부 하부와의 사이에 2.15 m 를 넘지 않는 간격으로 가능한 한 선수미로 연장하여야 한다.
2. 중앙부 0.4 L 사이에서는 측 내용골과 중심선 내용골사이, 상호 측 내용골 사이 및 측 내용골과 만곡부 하부와의 사이에는 적어도 1조의 적합한 치수의 외판 종휨보강재를 설치하여야 한다.
3. 선수격벽과 선수선저 보강부의 후방 0.05 L 사이에서는 측 내용골의 간격을 0.9 m 이하로 하여야 한다.

302. 구조

측 내용골은 관통판 또는 단절판과 정판으로 구성하고 가능한 한 선수미로 연장하여야 한다.

303. 관통판 및 단절판

1. 측 내용골의 관통판 및 단절판의 두께 t 는 중앙부에서는 다음 식에 의한 것 이상이어야 하고 중앙부 전후에서는 점차 그 두께를 감소하여 선수미부에서는 중앙부의 85 %로 할 수 있다.

$$t = 0.042L + 4.8 \quad (\text{mm})$$

2. 주기실내 관통판 및 단절판의 두께는 **202.**에서 규정하는 중심선 관통판의 두께 이상이어야 한다.

304. 정판

측 내용골의 정판의 두께는 관통판 또는 단절판 중앙부에서의 두께 이상이어야 하고 그 단면적 A 는 중앙부에서는 다음 식에 의한 것 이상이어야 하며 선수미부에서는 중앙부의 90 %로 할 수 있다.

$$A = 0.454L + 8.8 \quad (\text{cm}^2)$$

305.보일러실의 측 내용골

보일러실에서는 측 내용골의 두께를 **303.** 및 **304.**에서 규정한 두께에 1.5 mm 를 더한 것으로 한다.

제 4 절 늑판

401. 배치 및 치수

1. 늑판은 늑골마다 설치하고 그 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 12 mm 를 넘게 할 필요는 없다.

중심선에서의 높이 : $d_0 = 62.5l \quad (\text{mm})$
두 께 : $t = 0.01\, d_0 + 3 \quad (\text{mm})$

l : L 의 중앙에서 늑골브래킷의 내단 사이의 거리(m)에 0.3을 더한 것. 다만, 상단을 플랜지 한 늑판의 경우에는 l 을 적절히 정하여도 좋다.(**그림 3.6.1** 참조)

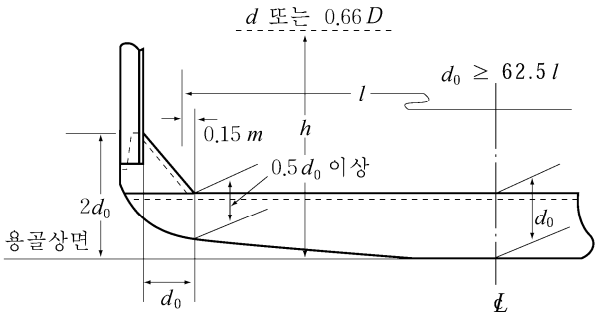


그림 3.6.1 늑판의 모양

2. 중앙부 0.5 L 전후에서는 점차로 늑판의 두께를 감소하여 선수미부에서는 **1** 항의 규정에 의한 것의 90 %로 할 수 있다. 다만, 선수선저의 평평한 부분에서는 예외로 한다.
3. 주기 및 추력받침 하부의 늑판은 충분한 높이로 하고 특히 견고한 구조로 하여야 하며 그 두께는 중심선 관통판의 두께 이상이어야 한다.
4. 보일러 하부의 늑판 두께는 중앙부 늑판의 두께보다 2 mm 를 두껍게 하여야 하며 보일러와 늑판과의 간격이 457 mm 미만일 때에는 그 두께를 더욱 증가시켜야 한다. 다만, 늑판이 보일러에서 멀리 떨어져 있거나 보일러 자체가 부근 구조에 과도한 열을 주지 않는 형식일 때에는 이를 적절히 참작할 수 있다.

402. 늑판의 깊이

1. 늑판의 상단은 어느 부분에 있어서도 선체중심선에 있어서의 상단보다 낮아서는 아니 된다.
2. 중앙부에서는 늑골의 내단에서 늑판의 상단을 따라 측정한 거리가 401.의 1항의 규정에 의한 d_0 와 같은 곳에 있어서의 늑판의 깊이는 0.5 d_0 이상으로 하여야 한다. 다만, 늑골 브래킷을 설치하는 경우에는 그 내단에 있어서의 늑판의 깊이를 0.5 d_0 로 하여도 좋다. (**그림 3.6.1** 참조)
3. 선저기울기가 특히 큰 선박에서는 선체 중심선에 있어서 늑판의 깊이를 적절히 증가시켜야 한다.

403. 면재의 치수

1. 면재를 붙이는 경우에는 그 두께는 그 곳 늑판의 규정의 두께 이상으로 하고 그 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 42.7\frac{Shl^2}{d_0} - \frac{d_0 t}{600} \qquad (\mathrm{cm}^2)$$

l : 401.의 1항에 따른다.
S : 늑골간격 (m).
h : d 또는 $0.66D$ 중 큰 것 (m).
d_0 : 선체 중심선에 있어서의 늑판의 높이 (mm).
t : 늑판의 두께 (mm).

2. 플랜지를 붙이는 경우에는 그 플랜지의 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = \frac{100A}{t} + 1.5t \qquad (\mathrm{mm})$$

A : 1 항에 의한 면재의 단면적(cm^2).
t : 늑판의 두께 (mm).

3. 주기 및 보일러를 받치는 늑판의 면재는 그 단면적을 2배로 증가시켜야 한다. 이 부분에 있어서의 상단은 플랜지를 만들어서는 아니 된다.

404. 선수선저 보강부

선수선저 보강부에서의 늑판은 그 깊이를 증가시키든가 또는 그 면재의 단면적을 2배로 증가시켜야 한다.

405. 늑골브래킷

늑골브래킷의 치수는 다음 각 호의 규정에 의하여 정하고 그 자유변은 플랜지를 주어야 한다.

(1) 용골의 상면으로부터 측정한 브래킷의 상단의 높이는 선체중심선에서의 늑판의 규정높이 이상으로 하여야 한다.(**그림3.6.1** 참조)
(2) 늑골의 내단으로부터 늑판상단을 따라 측정한 브래킷의 암은 선체중심선에서의 늑판의 규정높이 이상으로 하여야 한다.(**그림 3.6.1** 참조)
(3) 두께는 그 곳에 있어서의 늑판의 규정의 두께 이상으로 한다.

406. 배수구멍

선체중심선을 기준으로 하여 양쪽의 늑판과 선저가 평평한 선박의 만곡부 늑판의 하부에는 배수구멍을 뚫어야 한다.

407. 경감구멍

늑판에는 경감구멍을 뚫어도 좋으나 이 경우에는 늑판의 높이를 증가시키거나 또는 적절히 보강하여야 한다.

408. 격벽위치의 늑판

격벽의 위치에 설치하는 늑판에 대하여는 **14장** 및 **15장**의 규정에 따른다. ⚓

제 7 장 이중저구조

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 국제항해에 종사하는 여객선 및 국제항해에 종사하는 총톤수 500톤 이상의 화물선(탱커는 제외)에는 선수격벽으로부터 선미격벽까지 수밀구조의 이중저를 설치하여야 한다. 이 이중저는 종식구조로 할 것을 권장한다. *(2018)*
2. **이중저 설치가 필요한 경우,** 내저판은 선저를 만곡부까지 보호할 수 있도록 선측까지 도달하여야 한다. 그리고 용골선과 평행인 면보다 어느 부분에서도 낮지 아니하고 다음의 식에 의하여 계산된 것처럼 용골선으로부터 측정한 수직거리 h 보다 낮지 않아야 한다. *(2018)*

$$h = B'/20$$

B' : 최대구획만재흘수선 또는 그 하부에서의 최대형폭을 말한다.

그러나 어떤 경우에도 h 의 값은 760 mm보다 작아서는 아니 되지만 2,000 mm보다 클 필요는 없다.

3. 선박의 구조, 형상 및 용도 등으로 인하여 이중저 구조의 일부 또는 전부를 생략하고자 할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 이중저를 생략할 수 있다. *(2018)*
4. **적절한 크기의 건 탱크를 포함하여 수밀탱크의 경우** 우리 선급의 승인을 받아 이중저를 생략할 수가 있다. *(2018)*
5. 경사형선, 이중선측과 같은 특별한 구조 또는 종통격벽을 설치하는 경우 및 선체중앙부 이외의 이중저의 구조치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것에 의한다.
6. 이중저탱크를 디프탱크로 하는 경우의 구조부재의 치수는 이 장의 규정에 따르는 외에 **15장**의 규정에도 만족하여야 한다. 다만, 내저판의 두께에 대하여는 **15장 208.**에서 규정하는 디프탱크 정판에 대한 두께에 1 mm를 더할 필요는 없다.
7. 이 장의 규정은 화물의 겉보기 비중량 γ가 0.9 이하일 때에 적용한다. 다만, γ가 0.9를 넘는 경우, 만재상태에서 공창이 되는 화물창 및 빌지호퍼탱크를 갖는 선박의 이중저구조에 대해서는 **7편 3장**의 규정을 준용한다. γ는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (\mathrm{t/m^3})$$

W : 해당 선창에 대한 화물적재질량 (t).
V : 창구부분을 제외한 해당 화물창의 용적 ($\mathrm{m^3}$).

8. 특히 중량화물을 적재하는 경우 또는 이중저에 작용하는 단위면적당 하중 ($\mathrm{kN/m^2}$)과 d의 비율이 5.40 미만이거나 하중을 분포하중으로 다룰 수 없는 경우에는 특별히 고려하여야 한다. 또한, 단위면적당 하중이 $\mathrm{t/m^2}$ 의 단위인 경우에는 그 값에 9.81을 곱한 것을 단위면적당의 하중 ($\mathrm{kN/m^2}$) 으로 한다.
9. 강재코일(steel coil)을 적재하는 선박의 선체구조는 **부록 3-5 「강재코일을 적재하는 선박의 선체구조」**에 따른다. *(2021)*

102. 맨홀 및 경감구멍

1. 이중저내의 모든 비수밀부재에는 특설 필러가 설치된 곳 또는 규정에 의하여 개구가 제한되는 곳을 제외하고는 맨홀 및 경감구멍을 뚫어 모든 부분의 통행 및 환기에 지장이 없도록 하여야 한다. 모든 구멍의 크기는 일반적으로 그 끝에 보강이 없는 한 그 부분을 이중저 깊이의 50 % 미만으로 하고 승인용 도면에 명시하여야 하며 맨홀의 가장자리는 매끈하게 시공하여야 한다.
2. 내저판에 설치하는 맨홀의 배치에는 가능한 한 주수밀구획이 이중저를 통하여 서로 상통하지 않도록 주의하여야 한다.
3. 내저판에 설치하는 맨홀 덮개는 강재로 하고 내저판에는 볼트 고정을 위한 링판을 설치하여야 하며 내저판상에 내장판이 없을 때에는 화물로 인하여 덮개에 손상이 가지 않도록 적절한 보호를 하여야 한다.

103. 배수

1. 이중저상에는 빌지를 없애기 위하여 적절한 크기의 빌지웰을 설치하여야 한다.
2. 화물창 등의 배수장치와 연결된 이중저에 설치하는 작은 웰은 필요 이상 깊은 것이어서는 아니 된다. 다만, 축로후단에서는 외판까지 도달하는 웰의 설치가 허용된다. *(2018)*
3. 기타의 웰(예: 주기관 밑의 윤활유를 위한 웰)에 대하여는 이 장에 규정하는 이중저와 동등정도의 보호조치가 되어 있다고 우리선급이 인정하는 경우에는 그 설치를 허용 할 수 있다. *(2018)*
4. 2항 및 3항에서 규정하는 웰은 축로후단의 것을 제외하고 용골선으로부터 웰 하부까지의 수직거리는 500 mm 이상이어야 한다. 다만, 이를 만족하지 못하는 경우에는 101. 3항의 요건을 만족하여야 한다. *(2018)*

104. 배수 및 공기구멍

이중저내의 수밀을 요하지 아니하는 부재에는 펌핑용량에 충분한 배수 및 공기구멍을 시공하여 흡입구 및 공기관으로의 유통이 잘 이루어지도록 하여야 한다.

105. 코퍼댐

1. 다음의 액체를 적재하는 탱크들이 서로 인접할 때에는 코퍼댐을 설치하여 분리시켜야 한다. 다만, 연료유 탱크와 윤활유 탱크 사이의 격벽을 완전용입 용접하는 경우에는 코퍼댐의 설치를 면제할 수 있다.
   (1) 연료유
   (2) 윤활유
   (3) 식물성 기름
   (4) 청수
2. 1항에 의한 코퍼댐에는 **5편 6장 201.**에 따른 공기관 장치를 설치하여야 하며 검사가 용이하도록 적절한 크기의 맨홀을 설치하여야 한다.

106. 측심관의 바닥판

측심관 하부의 바닥판은 두께를 증가시키든가, 기타 승인을 받은 구조에 의하여 측심봉으로 인한 손상을 방지하도록 하여야 한다.

107. 보일러 하부의 보강 【지침 참조】

보일러 하부에는 구조부재의 두께를 적절히 증가시켜야 하나 보일러가 내저판으로부터 멀리 떨어져 있거나 보일러 자체가 인근 구조에 과도한 열을 주지 않는 형식의 것일 경우에는 이를 적절히 참작할 수 있다.

108. 강도의 연속성 및 보강

1. 종식구조에서 횡식구조로 바뀌지는 곳 또는 이중저의 높이가 급격히 변하는 곳에서는 거더 또는 늑판을 설치하는 등 강도의 연속이 유지되도록 특히 주의하여야 한다.
2. 특설필러의 하부 또는 격벽휨보강재의 브래킷의 외단하부는 부분 측거더 또는 늑판을 증설하여 적절히 보강하여야 한다.

109. 최소두께

이중저의 모든 구조부재의 두께는 6 mm 이상이어야 한다.

110. 내장판

1. 이중저구조의 선박은 마진판으로부터 만곡부 상부까지 내장판을 깔아야 한다. 이 내장판은 오수로(limber)의 검사시에 쉽게 떼어낼 수 있도록 하여야 한다.
2. 창구 바로 아래의 내저판에는 내장판을 깔아야 한다. 다만, **501.**의 3항 또는 **7편 3장 304.**의 2항에 적합한 경우에는 예외로 한다.
3. 내저판의 상면에 깐 내장판의 하부에는 두께가 13 mm 이상인 받침나무를 설치하여야 한다. 탱크정판에 직접 내장판을 깔 경우에는 정판상에 가열한 시멘트 분말을 살포하여 양질의 타르를 칠하거나 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 피복제를 칠한 뒤에 내장판을 깔아야 한다.
4. 내장판의 두께는 63 mm 이상이어야 한다.

제 2 절 중심선거더 및 측거더

201. 구조 및 배치 【지침 참조】

1. 중심선거더는 가능한 한 선수미쪽으로 길게 연장시켜야 하며 중앙부 0.5 L 사이에서는 연속구조로 하여야 한다.
2. 연료유 또는 청수 적재에 사용되는 구획에서는 중심선거더를 수밀구조로 하여야 한다. 선수미의 협소한 탱크 또는 선체중심선에서 약 0.25 B 이내의 위치에 다른 수밀 종거더를 설치하는 경우 또는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 이를 적절히 수정할 수 있다. *(2020)*
3. 중앙부 0.5 L 사이 및 그 후부에서는 중심선거더와 마진판 사이에 4.6 m 를 넘지 않도록 측거더를 설치하고 가능한 한 선수미쪽으로 길게 연장시켜야 한다.
4. 선수선저 보강부 및 그 전후부에 있어서 측거더 및 반거더 배치는 **802.**의 규정에 따른다.
5. 주기 및 추력베어링 지지대 하부는 측거더 또는 반거더를 증설하여 적절히 보강하여야 한다.

202. 거더의 높이

중심선거더의 높이 d_0 는 특별히 우리 선급의 승인을 얻은 경우를 제외하고 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_0 = 62.5B \text{ (mm)}$$

203. 거더의 두께 【지침 참조】

중심선거더 및 측거더의 두께 t 는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

(1) 화물창내의 위치에 따라 다음 식에 의한 값.

$$t = C_1 K \frac{SBd}{d_0 - d_1}\left(2.6\frac{x}{l_H} - 0.17\right) \times \left\{1 - 4\left(\frac{y}{B}\right)^2\right\} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 고려하는 중심선거더 또는 측거더로부터 인접하는 종거더 또는 외측 브래킷의 내단에 이르는 거리의 중앙사이의 거리 (m).

d_0 : 고려하는 중심선거더의 높이 (mm). 또는 측거더의 깊이 (mm).

d_1 : 고려하는 위치에 있어서 개구의 깊이 (mm).

l_H : 화물창의 길이 (m).

x : 각 화물창 l_H 의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 선박 길이 방향의 거리 (m). 다만 0.2 l_H 미만일 때에는 0.2 l_H 로 하고 0.45 l_H 를 넘을 때에는 0.45 l_H 로 한다.

y : 선체 중심선으로부터 해당 종거더까지의 선박너비 방향의 거리 (m).

C_1 : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, B/l_H 가 1.4 를 넘을 때에는 1.4 로 하고 0.4 미만일 때에는 0.4 로 한다.

종식구조일 때 : $C_1 = \dfrac{\left(3 - \dfrac{B}{l_H}\right)}{0.103}$ 　　횡식구조일 때 : $C_1 = \dfrac{\left(3 - \dfrac{B}{l_H}\right)}{0.09}$

(2) 다음 식에 의한 값.

$$t_2 = \frac{C_1' d_0}{1000\sqrt{K}} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

d_0 : 고려하는 위치의 거더 깊이 (mm). 다만, 거더에 거더의 길이 방향으로 휨보강재를 설치할 때에는 그 휨보강재와 선저외판 및 내저판사이의 거리 (mm) 또는 휨보강재 사이의 거리 (mm).

C_1' : 계수로서 **표 3.7.1**에 의한 값. S_1/d_0 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

S_1 : 고려하는 중심선거더 및 측거더에 설치되는 브래킷 또는 휨보강재의 간격 (mm).

표 3.7.1 계수 C_1'

S_1/d_0	C_1'	
	중심선거더	측거더
0.3 이하	4.4	3.6
0.4	5.4	4.4
0.5	6.3	5.1
0.6	7.1	5.8
0.7	7.7	6.3
0.8	8.2	6.7
0.9	8.6	7.0
1.0	8.9	7.3
1.2	9.3	7.6
1.4	9.6	7.9
1.6 이상	9.7	8.0

204. 브래킷 【지침 참조】

1. 종식구조일 때에는 중심선거더에는 늑판 사이에 1.75 m 를 넘지 않는 간격으로 이에 인접하는 선저종늑골에 도달하는 브래킷을 설치하고 거더, 외판 및 선저종늑골에 고착시켜야 한다. 다만, 브래킷의 간격이 1.25 m 를 넘을 때에는 중심선거더는 횡보강재로 보강하여야 한다.
2. 브래킷의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 그곳의 늑판의 두께를 넘을 필요는 없다.

$$t = 0.6\sqrt{L} + 1.5 \text{ (mm)}$$

3. 횡보강재의 두께는 각각 부착되는 판의 두께와 같게 하고 깊이는 0.08 d_0 이상의 평강 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다. 여기서 d_0 는 중심선거더의 높이 (mm)를 말한다.

205. 반거더의 두께

반거더의 두께는 204.의 2항에 의한 것 이상이어야 한다.

206. 횡보강재

1. 측거더에는 횡식구조의 경우는 각 조립늑판의 위치에, 종식구조의 경우는 적절한 간격으로 수직횡보강재를, 반거더에는 각 조립늑판의 위치에 스트럿을 설치하여야 한다.
2. 1 항의 수직횡보강재의 두께는 그것이 부착되는 판의 두께와 같게 하고, 깊이는 0.08 d_0 이상의 평강 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다. 다만, d_0 는 해당 수직횡보강재가 부착되는 곳의 측거더의 깊이 (m)를 말한다.
3. 1항의 스트럿의 면적은 404.의 규정을 준용하여 정한 것 이상이여야 한다.

제 3 절 실체늑판

301. 배치

1. 이중저에는 3.5 m 를 넘지 않는 간격으로 실체늑판을 설치하여야 한다.
2. 1 항의 규정에 관계없이 다음에 정하는 장소에는 반드시 실체늑판을 설치하여야 한다.
   (1) 주기실내의 매 늑골의 위치. 다만, 종식구조인 경우에는 주기 거더보다 외측에서는 늑골 1개 건너마다의 위치.
   (2) 추력베어링 지지대 및 보일러 지지대 하부에서는 매 늑골의 위치
   (3) 횡격벽의 하부.
   (4) 선수격벽으로부터 선수선저 보강부 후단까지는 803.에 규정하는 곳.

(5) 이중저의 높이가 변화하는 부분에는 매 늑골의 위치.

3. 수밀늑판은 이중저의 구획이 가능한 한 선박의 구획과 일치하도록 배치하여야 한다.

302. 두께 【지침 참조】

실체늑판의 두께 t 는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

(1) 화물창내의 위치에 따라 다음 식에 의한 값.

$$t_1 = C_2 K \frac{SB'd}{d_0 - d_1}\left(\frac{2y}{B''}\right) + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 늑판의 간격 (m).

B' : 선박의 중앙부 내저판 상면에서의 늑골하부 브래킷 내단사이의 거리 (m).

B'' : 해당 늑판의 내저판 상면에서의 늑골하부 브래킷 내단사이의 거리 (m).

y : 해당 늑판에 있어서 선체 중심선으로부터 고려하는 위치까지의 선박 너비방향의 거리 (m). 다만, $B''/4$ 미만일 때에는 $B''/4$ 로 하고 $B''/2$ 를 넘을 때에는 $B''/2$ 로 한다.

d_0 : 고려하는 위치에서의 늑판 깊이 (mm).

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (mm).

C_2 : B/l_H 의 값에 따라 **표 3.7.2**에 의한 값.

l_H : **203.**의 규정에 따른다.

표 3.7.2 계수 C_2

B/l_H			이상		0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
			미만	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	
C_2	종식구조			29	27	24	22	19	17
	횡식구조	실체늑판을 화물창 늑골마다 설치할 때							
		실체늑판을 2늑골 간격 이상으로 설치할 때		20	19	17	15	13	12

(2) 화물창내의 위치에 따라 다음 식에 의한 값.

$$t_2 = 0.086\sqrt[3]{\frac{H^2 d_0^2}{C_2' K}(t_1 - 1.5)} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

t_1 : (1)호의 규정에 의한 두께 (mm).

d_0 : (1)호의 규정에 따른다.

C_2' : 실체늑판의 깊이 방향으로 설치되는 횡보강재의 간격 S_1(mm)과 d_0 와의 비율에 따라 **표 3.7.3**에 정하는 계수.

H : **표 3.7.4**에 따른다.

표 3.7.3 계수 C_2'

S_1/d_0	0.3이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4이상
C_2'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

(비고)
S_1/d_0 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 3.7.4 H의 값

항목	H
(가) 늑판에 보강되지 않은 슬롯(slot)이 설치될 때	$\sqrt{4.0\frac{d_1}{S_1}-1.0}$ 다만, $\frac{d_1}{S_1} \le 0.5$일 때 $H=1.0$
(나) 늑판에 보강되지 않은 개구가 설치될 때	$0.5\frac{\phi}{d_0}+1$
(다) 늑판에 상기 (가) 및 (나)가 동시에 설치될 때	상기 (가) 및 (나)의 값을 곱한 것
(라) 상기 (가), (나) 및 (다) 이외일 때	1.0
d_1 : 늑판상하에 있는 보강되지 않는 슬롯의 깊이 중 큰 것 (mm). ϕ : 개구의 긴 지름 (mm).	

303. 휨보강재

실체늑판은 횡식구조에 있어서는 적절한 간격으로, 종식구조에 있어서는 각 종늑골의 위치마다 각각 휨보강재로 보강하여야 한다. 휨보강재의 두께는 그 곳의 실체늑판의 두께와 같게 하고 깊이는 $0.08d_0$ 이상의 평강 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다. 다만, d_0 는 해당 수직 휨보강재가 부착되는 곳의 늑판의 깊이 (mm).

제 4 절 종늑골

401. 구조

종늑골은 연속구조로 하든가 또는 그 단부에서 굽힘 및 인장에 대하여 충분히 견딜 수 있도록 브래킷으로 늑판에 고착시켜야 한다.

402. 간격

종늑골의 간격 S는 다음 식에 의한 것을 표준으로 하여야 하며 1 m 이하로 할 것을 권장한다.

$$S=2L+550 \quad \text{(mm)}$$

403. 치수 【지침 참조】

1. 선저종늑골의 단면계수 Z_b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_b=\frac{CKSl^2}{24-15.0f_BK}(d+0.026L') \quad \text{(cm}^3\text{)}$$

C : 계수로서 **표 3.7.5**에 따른다.
L' : 선박의 길이. 다만, L이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.
l : 늑판사이의 거리 (m).
S : 종늑골의 간격 (m).

표 3.7.5 계수 C

항목			C
늑판 사이의 중간에 404.에 규정하는 스트럿	없을 때		100
	있을 때	화물창이 디프탱크인 경우	62.5
		상기 이외의 경우	50
(비고) 늑판에 설치하는 형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 적절히 경감할 수 있다.			

2. 내저종늑골의 단면계수 Z_i 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 그 곳에 있어 선저종늑골의 규정 단면계수의 75 % 미만이어서는 아니 된다.

$$Z_i = \frac{CKShl^2}{24-11.4f_BK} \quad (\mathrm{cm}^3)$$

C : 계수로서 표 3.7.6에 따른다.
l 및 S : 1 항의 규정에 따른다.
h : 선체 중심선에 있어서의 내저판 상면으로부터 최하층갑판까지의 수직거리 (m). 다만, 최하층 갑판을 넘어 화물을 적재할 때에는 그 바로위의 갑판까지로 한다.

표 3.7.6 계수 C

항목		C
늑판 사이의 중간에 404.에 규정하는 스트럿	없을 때	90
	있을 때	54
(비고) 늑판에 설치하는 형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 적절히 경감할 수 있다.		

404. 스트럿

1. 스트럿은 평강 또는 구평강(球平鋼) 이외의 형강으로 하고 선저 및 내저종늑골의 웨브와 충분히 겹치도록 하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 스트럿의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.8CKSbh \ (\mathrm{cm}^2)$$

S : 늑골간격 (m).
b : 스트럿으로 지지되는 부분의 너비 (m).
h : 다음 식에 의한 값 (m). 다만, 어떠한 경우에도 d 미만이어서는 아니 된다.

$$h = \frac{d+0.026L'+h_i}{2}$$

L' : 403.의 1항에 따른다.
h_i : 403.의 2항에 의한 h 값의 0.9 배. 다만, 디프탱크의 곳에서는 내저판 상면으로부터 탱크 정판상과 넘침관 상단사이의 1/2 이 되는 곳까지의 거리와 내저판 상면으로부터 넘침관상 2.0 m 까지의 거리에 0.7 을 곱한 값 (m) 중 큰 것.
C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 어떠한 경우에도 1.43 미만이어서는 아니 된다.

$$C = \frac{1}{1 - 0.5\frac{l_s}{\sqrt{K}k}}$$

l_s : 스트럿의 길이 (m).
k : 스트럿의 최소 회전반지름으로 다음 식에 의한 값 (cm).

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 스트럿의 최소 단면2차모멘트 (cm^4).
A : 스트럿의 단면적 (cm^2).

제 5 절 내저판, 마진판 및 선저외판

501. 내저판의 두께 【지침 참조】

1. 내저판의 두께는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = \frac{CKB^2d}{d_0} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_2 = C'S\sqrt{hK} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 중심선거더의 높이 (mm).
S : 종식구조일 때에는 내저종늑골의 간격 (m). 횡식구조일 때에는 화물창내 늑골의 간격 (m).
h : 403.의 2항에 따른다.
C : 계수로서 표 3.7.7에 따른다.
C' : 계수로서 표 3.7.8에 따른다.

2. 특별히 비중량이 작은 화물을 적재할 내저판의 두께는 적절히 참작할 수 있다.
3. 내장판을 깔지 않는 창구 바로 아래의 내저판은 1 항의 두께 t_2 에 의한 것 또는 101.의 5항의 규정에 의한 것 중 큰 것에 2 mm 를 더한 것으로 한다. 다만, 4항의 규정을 적용할 때에는 예외로 한다.
4. 그랩(grab) 또는 기타의 기계적 장치에 의하여 하역하는 선박의 내저판은 1항 또는 101.의 6에 의한 것 중 큰 것에 2.5 mm 를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 내장판을 설치할 때에는 예외로 한다.
5. 주기실내의 내저판 두께는 1항 또는 101.의 5항에 규정하는 것 중 큰 것에 2 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.

502. 마진판의 두께

마진판의 두께는 501.에서 규정하는 두께 t_2 에 1.5 mm 를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 그 곳의 내저판의 두께 미만이어서는 아니된다.

503. 마진판의 배치

1. 마진판은 만곡부까지의 선저를 보호할 수 있도록 적절한 높이로 하여야 하며 선수단에서 0.2 L 이 되는 곳과의 사이에서는 마진판을 가능한 한 수평으로 선측까지 연장할 것을 권장한다.
2. 마진판은 적당한 너비를 가지는 것으로 하고 외측 브래킷의 내단으로부터 내측으로 충분히 연장시켜야 한다.

504. 브래킷

1. 이중저구조가 종식구조인 경우에는 마진판에는 각 화물창늑골의 위치마다 마진판에 인접하는 선저 및 내저종늑골을 고착시켜야 한다.

2. 브래킷의 두께는 204.의 2항에 의한 것 이상이어야 하고 그 자유변은 플랜지를 주거나 적절한 방법으로 보강하여야 한다.

505. 선저외판의 두께 【지침 참조】

화물창의 이중저부에 대한 선저외판의 두께는 4장 304.의 식과 501.의 1항의 두께 t_1 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 두께 t_1 을 계산함에 있어서 α 는 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 15.0 f_B K}$$

표 3.7.7 계수 C

$\frac{B}{l_H}$	C
$\frac{B}{l_H} < 0.8$	b_0
$0.8 \le \frac{B}{l_H} < 1.2$	b_0 또는 αb_1 중 큰 것
$1.2 \le \frac{B}{l_H}$	αb_1

l_H : 203.의 규정에 따른다.

α : 다음 식에 의한 값.

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 10.6 f_B K}$$

b_0 및 b_1 : 다음 표에 정하는 값. 다만 횡식구조일 때의 b_1 은 표에 정하는 값에 1.1배를 한 것으로 한다.

$\frac{B}{l_H}$	b_0	b_1
$\frac{B}{l_H} < 0.4$	4.4	—
$0.4 \le \frac{B}{l_H} < 0.6$	3.9	—
$0.6 \le \frac{B}{l_H} < 0.8$	3.3	—
$0.8 \le \frac{B}{l_H} < 1.0$	2.2	2.2
$1.0 \le \frac{B}{l_H} < 1.2$	1.6	2.1
$1.2 \le \frac{B}{l_H} < 1.4$	—	1.9
$1.4 \le \frac{B}{l_H} < 1.6$	—	1.7
$1.6 \le \frac{B}{l_H}$	—	1.4

표 3.7.8 계수 C'

$\frac{l}{S}$	C'
$1.0 \le \frac{l}{S} < 3.5$	$0.43\frac{l}{S}+2.5$
$3.5 \le \frac{l}{S}$	4.0
l : 종식구조일 때에는 늑판사이의 거리 (m). 횡식구조일 때에는 거더사이의 거리 (m).	

제 6 절 늑골브래킷

601. 두께 및 치수

1. 화물창늑골과 마진판을 고착하는 브래킷의 두께는 204.의 2항에 의한 것에 1.5 mm를 더한 것 이상이어야 하고 그 자유변은 플랜지를 주어야 한다.
2. 선박의 모양에 따라 특히 긴 브래킷을 필요로 할 때에는 브래킷의 두께를 증가시키든가 브래킷의 상면에 선박의 전후 방향으로 형강을 설치하는 등 이와 동등한 방법으로 보강하여야 한다.

602. 거싯판(gusset plate)

늑골브래킷과 마진판과는 마진판과 같은 두께의 거싯판으로 고착시켜야 한다. 다만, 구조상 필요가 없다고 인정되었을 때에는 거싯판을 생략할 수 있다.

제 7 절 조립늑판

701. 배치

횡식구조일 때에 실체늑판을 설치하지 않는 늑골의 위치에는 중심선거더 및 마진판에 설치하는 브래킷과 정늑재 및 부늑재로 구성되는 조립늑판을 설치하여야 한다.

702. 정늑재

정늑재의 단면계수 Z_b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_b = CKShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 중심선거더에 붙는 브래킷과 마진판에 붙는 브래킷과의 거리 (m). 다만, 측거더가 있을 때에는 측거더의 횡보강재와 브래킷과의 거리 (m) 중 큰 것.(그림 3.7.1 참조)

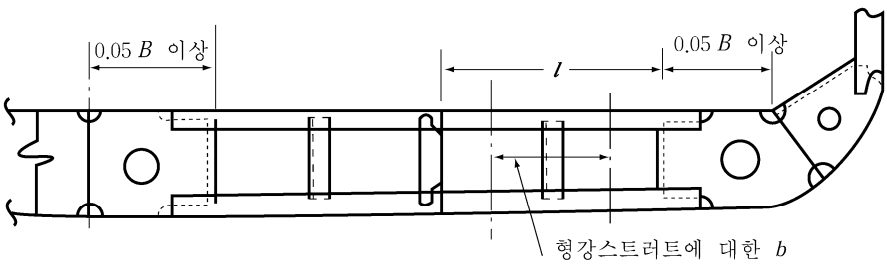


그림 3.7.1 조립늑판

S : 늑골간격 (m).
h : 용골상면으로부터 다음 식에 의한 위치까지의 높이 (m).

$$h = d + 0.026L' \quad (\mathrm{m})$$

L' : 403.의 1항에 따른다.
C : 계수로서 표 3.7.9에 따른다.

표 3.7.9 계수 C

항목		C
705.에 규정하는 스트럿이 없을 때		6.67
705.에 규정하는 스트럿이 있을 때	화물창내를 디프탱크로 할 때, 또는 만재상태에서 화물창내가 빈 화물창이 될 때	4.17
	기 타	3.33

703. 부늑재

부늑재의 단면계수 Z_i는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_i = C'KShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l 및 S : 702.에 따른다.
h : 403.의 2항에 따른다.
C' : 계수로서 표 3.7.10에 따른다.

표 3.7.10 계수 C'

항목		C'
705.에 규정하는 스트럿	없을 때	6.0
	있을 때	3.6

704. 브래킷

1. 정늑재 및 부늑재는 204.의 2항에 의한 것 이상의 두께를 갖는 브래킷으로서 중심선거더 및 마진판에 고착시켜야 한다.
2. 브래킷의 너비는 B의 5 % 이상으로 하고 정늑재 및 부늑재와 충분히 겹치도록 하여야 하며 그 자유변은 플랜지를 주어야 한다.

705. 스트럿

스트럿은 평강 및 구평강 이외의 형강으로 하고 정늑재 및 부늑재와 충분히 겹치도록 하여야 하며 그 단면적은 404.의 규정에 따른다.

제 8 절 선수선저 보강부의 구조

801. 적용 【지침 참조】

1. 이 절의 규정은 평형수 적재상태의 선수흘수가 0.037 L' 미만인 선박에 적용한다. 다만, L'는 403.의 1항에 따른다.
2. 평형수 적재상태의 흘수가 특히 작고 속장비가 큰 선박의 선수선저보강부는 특별히 고려하여야 한다.

3. 평형수 적재상태에서의 선수흘수가 0.037 L' 이상인 선박은 **2절** 내지 **4절**의 규정에 따른다.

802. 범위 【지침 참조】

1. 선수선저 보강부라 함은 **표 3.7.11**에 정하는 위치보다 전방에 있어서 용골상면으로부터 0.05 d_F(d_F :평형수 적재상태 시의 선수흘수) 높이까지의 선저외판 부분을 말한다.

표 3.7.11 선수선저 보강부의 범위

$V/\sqrt{L}(=a)$	선수단으로부터의 위치
$a \le 1.1$	$0.15L$
$1.1 < a \le 1.25$ $1.25 < a \le 1.4$	$0.175L$ $0.2L$
$1.4 < a \le 1.5$ $1.5 < a \le 1.6$	$0.225L$ $0.25L$
$1.6 < a \le 1.7$ $1.7 < a$	$0.275L$ $0.3L$

2. 1항의 규정에도 불구하고 평형수 적재상태의 선수흘수가 작거나, C_b 가 작은 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 그 보강부의 범위를 선미 방향으로 연장하여야 한다.

803. 구조

1. 선수격벽과 선수선저 보강부의 후부 0.05 L 인 곳과의 사이에는 측거더를 2.3 m 를 넘지 않는 간격으로 배치하도록 하고 횡식구조일 때에는 선수격벽과 선수선저 보강부의 후부 0.025 L 인 곳과의 사이에서는 측거더 상호간에 반거더 또는 외판 종휨보강재를 설치하여야 한다.
2. 선수격벽과 선수선저 보강부의 후단간에 있어서 횡식구조일 때에는 각 선창늑골의 위치에, 종식구조일 때에는 각 선창늑골 1개 건너마다 실체늑판을 설치하여야 한다.
3. 늑판에는 반거더가 붙는 곳 또는 외판 종휨보강재가 설치되는 곳에서는 늑판에 수직휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다. 다만, 외판 종휨보강재의 간격이 특히 작고 늑판이 적절히 보강되어 있을 때에는 늑판에 설치되는 휨보강재는 외판 종휨보강재 1개 건너마다 설치할 수 있다.
4. 평형수 적재상태에서 선수흘수가 0.025 L' 를 넘고 0.037 L' 미만인 선박으로서 선수선저 보강부의 구조 배치가 각 항의 규정에 따르기가 곤란할 때에는 늑판 및 측거더를 적절히 보강하여야 한다.

804. 부재치수

1. 평형수 적재상태의 선수흘수가 0.025 L' 이하인 선박은 선수선저 보강부의 외판 종휨보강재 또는 선저종늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.53\,KCPal^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 늑판의 간격 (m).

a : 0.774 l (m). 다만, 외판 종휨보강재 또는 선저종늑골의 간격이 0.774 l 이하일 때에는 그 거리로 한다.

C : 계수로서 $\dfrac{L}{1.9L - 45d_F}$로 한다. 다만, C 가 1.0 이상일 때에는 1.0 으로 한다.

P : 슬래밍(slamming) 충격압력으로 다음 식에 의한 값. 다만, 선박의 길이 L 이 150 m 이상이고, C_b가 0.7 이상인 선박은 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

$$P = 2.48 \times \frac{LC_1C_2C_3C_4}{\beta} \quad (\mathrm{kPa})$$

C_1 : 계수로서 $V/\sqrt{L}$ 에 따라 **표 3.7.12**에서 정하는 것. 다만, C_1 을 정함에 있어 $V/\sqrt{L}$ 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

C_2 : 계수로서 $V/\sqrt{L}$ 에 따라 **표 3.7.13**에서 정하는 것.

표 3.7.12 계수 C_1

$\frac{V}{\sqrt{L}}$	1.0이하	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5이상
C_1	0.12	0.18	0.23	0.26	0.28	0.29

표 3.7.13 계수 C_2

$\frac{V}{\sqrt{L}}$	0.9 미만	0.9이상 1.3미만	1.3이상
C_2	0.333	$0.667\frac{V}{\sqrt{L}}-0.267$	$1.5\frac{V}{\sqrt{L}}-1.35$

C_3 : 계수로서 다음 값에 따른다.

x 가 x_1 이상인 경우 : 1.0

x 가 x_1 미만인 경우 : $0.5+\frac{0.5x}{x_1}$

x : 선수단으로부터 고려하는 횡단면 위치까지의 길이방향의 거리 (m)

$x1$: 다음 값에 따른다.

C_b 가 0.7 미만인 경우 : $0.1L$ (m)

C_b 가 0.7 이상 0.8 미만인 경우 : $(0.1-0.5(C_b-0.7))L$ (m)

C_b 가 0.8 이상인 경우 : $0.05L$ (m)

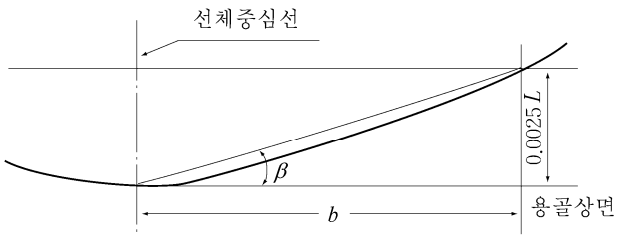
C_4 : $1.9-0.9\left(\frac{d_F}{0.02L}\right)$로 한다. 다만, C_4 가 1.0 미만일 때는 1.0 으로 한다.

d_F : 평형수 적재시의 선수흘수 (m)

β : 다음 식에 의한 값. 다만, C_2/β 가 11.43 이상일 때에는 C_2/β 의 값을 11.43 으로 한다.

$$\beta=\frac{0.0025L}{b}$$

b : 선수단으로부터 0.2 L 인 곳의 선체횡단면에서의 선체 중심선으로부터 용골 상면상 높이 0.0025 L 에서의 수평선과 외판과의 교점까지의 거리 (m). (**그림 3.7.2** 참조)



선수로부터 0.2 L 인 곳의 선체횡단면

그림 3.7.2 b의 측정방법

2. 평형수 적재상태에서 선수흘수가 0.025 L' 를 넘고 0.037 L' 미만인 선박에 있어서 선수선저 보강부의 외판 종휨보강재 또는 선저종늑골의 단면계수는 1 항의 규정 및 **4절**의 규정에 의한 값을 보간법에 따라 정한다.

제 8 장 늑골

제 1 절 일반사항

101. 적용

이 장의 규정은 격벽에 의한 선체의 횡강도가 14장에 규정하는 것 이상의 효력을 갖는 선박에 적용한다. 격벽에 의한 횡강력이 충분하지 않은 경우에는 늑골의 치수를 증가시키든가 특설늑골을 증설하는 등의 방법으로 선체의 횡강도를 적절히 증가시켜야 한다.

102. 디프탱크 부분의 늑골

디프탱크를 구성하는 부분의 늑골은 디프탱크 격벽의 휨보강재에 요구되는 강도 이상이어야 한다.

103. 탱크정부의 늑골

늑골은 탱크의 정부를 관통시켜서는 아니 된다. 다만, 유효한 수밀 또는 유밀구조로 하고, 특히 승인을 받은 경우에는 예외로 한다.

104. 치수의 보강

늑골의 치수를 정함에 있어 그 웨브부분에 큰 구멍을 뚫을 경우에는 늑골의 단면계수가 감소되지 아니하도록 그 치수를 적절히 증가시켜야 한다.

105. 특수한 곳의 늑골 【지침 참조】

1. 보일러실에서는 늑골 및 선측스트링거의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.
2. 보스부분의 늑골의 구조 및 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

106. 작은 각도에 의한 부착 【지침 참조】

늑골의 웨브와 외판과의 각도가 특히 작을 경우에는 늑골의 치수를 이 장의 규정에 의한 것보다 적절히 증가시켜야 하며 필요에 따라 트리핑을 방지하도록 적절한 조치를 하여야 한다.

107. 늑골하단부의 구조

늑골하단부의 구조는 응력집중 등에 대하여 충분한 고려를 하여야 한다.

108. 플레어가 특히 큰 곳에서의 늑골 【지침 참조】

큰 선수충격압력을 받는 선수플레어 위치에 설치되는 횡늑골, 선측종늑골 및 종식구조의 선측종늑골을 지지하는 특설늑골들은 그 끝단 연결부의 유효성에 주의하여 적절히 보강하여야 한다.

109. 직접 강도계산

우리 선급의 승인을 얻은 경우에는 1장 206.에서 정하는 직접강도계산에 따라 늑골의 치수를 정할 수 있다.

제 2 절 늑골간격

201. 횡늑골

1. 횡늑골의 간격 S 는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$S = 2L + 450 \quad (\text{mm})$$

2. 선수미창 및 순양함형 선미의 횡늑골 간격은 610 mm 를 넘어서는 아니 된다.
3. 선수단으로부터 0.2 L 인 곳과 선수격벽과의 사이의 횡늑골 간격은 700 mm 와 1항에서 규정하는 표준간격 중에서 작은 것을 넘어서는 아니 된다.
4. 구조 또는 치수에 대하여 적절한 고려가 되어 있는 경우에는 2항 및 3항의 규정을 적절히 참작할 수 있다.

202. 종늑골

종늑골의 간격 S 는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$S = 2L + 550 \quad (\text{mm})$$

203. 최대 늑골간격

늑골간격은 1 m 를 넘지 아니하도록 하여야 한다.

204. 표준늑골간격을 넘는 경우의 고려

늑골간격이 201. 및 202.에서 규정하는 표준간격보다 250 mm 를 넘는 경우에는 단저부재, 이중저부재 기타 관련 부재의 치수 및 구조에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

제 3 절 선창내 횡늑골

301. 적용

1. 선창내 횡늑골이라 함은 선수격벽으로부터 선미격벽까지 사이의 기관실을 포함한 최하층 갑판하의 늑골을 말한다.
2. 이 규정은 보통 구조의 모양을 갖는 선창내 횡늑골에 적용한다.
3. 선측에 호퍼탱크, 윙탱크 등을 가지는 선박 또는 선측에 이중 선체구조를 가지는 등 특수한 구조를 가지는 선박의 선창내 횡늑골에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
4. 7장 101.의 7항에 규정하는 적하화물창내의 화물의 겉보기 비중량 γ 가 0.9 를 넘을 때에는 화물창내 횡늑골의 치수에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

302. 횡늑골 치수 【지침 참조】

1. 선창내 횡늑골의 단면계수 Z 는 표 3.8.1의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 중심선거더의 높이가 $B/16$ 보다 낮을 때에는 늑골의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.
3. 늑골상단의 갑판에 특별히 긴 화물창구 또는 횡방향으로 여러 개의 화물창구를 설치할 때에는 늑골의 치수 및 그 상단의 구조에 대하여 특별히 고려를 하여야 한다.

303. 특설늑골 및 선측스트링거에 의해 지지되는 횡늑골

1. 선창내 횡늑골이 9장에 규정하는 특설늑골 및 선측스트링거에 의해 지지되는 늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_0 CKSh l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 늑골간격 (m).

h : 302.의 1항에 따른다.

l : 선측에 있어서 내저판 상면으로부터 최하층 선측스트링거까지의 수직거리 (m)로서 301.의 1항에 규정하는 l 의 측정위치에서 측정한다. 다만, 이 거리가 2 m 미만일 때에는 그 거리의 1/2에 1 m 를 더한 것으로 한다.(**그림 3.8.1** 및 **3.8.2** (c) 참조)

C_0 : 계수로서 **표 3.8.2**에 따른다.

C : 다음 식에 의한 값. 다만, 1.0 미만인 경우에는 1.0으로 한다.

$$C=\left\{\alpha_1\left(3-\frac{l_2}{l}\right)-\alpha_2\frac{e}{l}\right\}C_4$$

l_2 : 최하층 선측스트링거로부터 수직상의 선측스트링거 또는 갑판까지의 수직거리 (m).(**그림 3.8.2** (c) 참조)

e : l의 하단으로부터 측정한 늑골하부 브래킷의 높이 (m)로서 0.25 l 을 넘을 때에는 0.25 l (m)로 한다. (**그림 3.8.2** (c) 참조)

α_1 및 α_2 : **표 3.8.3**에 의한 값.

C_4 : 다음 식에 의한 값. 다만, 1.0 이상이어야 하고 2.2 를 넘을 필요는 없다.

$$C_4=2\frac{H}{H_0}-1.5$$

H_0 : 선측에 있어서 내저판 상면으로부터 최하층 갑판하면까지의 수직거리 (m).(**그림 3.8.2** (c) 참조)

H : 선측에 있어서 H_0 의 하단으로부터 건현갑판 하면까지의 수직거리 (m).(**그림 3.8.2** (c) 참조)

2. 1 항의 규정에서 늑골의 스팬은 각각 그 인접 스팬과의 차이가 25 % 미만이 되게 하고 스트링거가 2개 이상 설치되었을 경우에는 최대 스팬과 최소 스팬의 차이는 50 % 미만이 되도록 하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 늑골 하부브래킷의 높이가 1항에 규정하는 l 의 0.05배 미만일 때에는 늑골의 치수 및 하단의 구조에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

304. 고착

1. 횡늑골과 늑골 하부브래킷은 늑골 깊이의 1.5배 이상 겹치도록 하고 견고하게 고착시켜야 한다.
2. 늑골의 상단은 보 브래킷에 의하여 갑판 및 보에 유효하게 고착시켜야 하며 늑골정부의 갑판이 종식구조인 경우에는 보 브래킷을 인접 종갑판보까지 연장하여 고착시켜야 한다.

표 3.8.1 선창내 횡늑골의 치수

위치	단면계수 (cm^3)
(1) 선수단으로부터 0.15 L 인 곳과 선미격벽 사이	$Z = KC_0CShl^2$
(2) 선수단으로부터 0.15 L 인 곳과 선수격벽 사이	$Z = 1.3KC_0CShl^2$
(3) 종식구조의 갑판 트랜스버스를 지지하는 곳	$Z = 2.4Kn\left\{0.17 + \frac{1}{9.81}\frac{h_1}{h}\left(\frac{l_2}{l}\right)^2 - 0.1\frac{l}{h}\right\}Shl^2$

S : 늑골간격 (m).

l : 선측에 있어서 내저판 상면으로부터 최하층 갑판까지의 수직거리 (m)로서, 선수단으로부터 $0.25L$ 보다 후방의 늑골은 L 의 중앙에서, 선수단으로부터 $0.25L$ 과 $0.15L$ 사이의 늑골은 선수단으로부터 L 인 곳에서, 선수단으로부터 $0.15L$ 과 선수격벽 사이의 늑골은 선수단으로부터 $0.15L$ 인 곳에서 각각 측정한다. 다만, 경사가 현저한 외판에 부착되는 늑골의 l 은 늑골지점 사이의 거리로 한다. 또한 최하층 갑판이 불연속인 경우, 이중저의 높이가 변화하는 경우 등으로 늑골의 길이가 그 l 의 측정점에 있어서의 것과 현저하게 다를 때에는 최하층 갑판 또는 이중저 상면 등을 상층의 갑판 또는 용골에 각각 평행하게 연장한 선을 최하층 갑판 또는 이중저 상면 등으로 보아 해당 측정점에 있어서 l 을 측정하는 것으로 한다.(**그림 3.8.1** 및 **3.8.2** 참조)

h : 각각 l 의 측정점에 있어서 l 의 하단으로부터 용골상면상 $d + 0.038L'$ 까지의 수직거리 (m).(**그림 3.8.2** 참조)

L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m 를 넘을 필요는 없다.

C_0 : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 0.85 미만이어서는 아니된다.

$$C_0 = 1.25 - 2\frac{e}{l}$$

e : l 의 하단으로부터 측정한 늑골하부 브래킷의 높이 (m).

n : 갑판 트랜스버스의 간격과 늑골 간격과의 비율.

h_1 : 늑골정부의 갑판 트랜스버스에 대한 **10장 2절**에 규정하는 갑판하중 (kN/m^2).

l_1 : 갑판 트랜스버스의 전 길이 (m).

C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = C_1 + C_2$$

화물창구조	C_1	C_2
톱사이드 탱크가 없는 보통구조	$2.1 - 1.2\frac{l}{h}$	$0.022k\alpha\frac{d}{h}$
톱사이드 탱크가 있는 구조	$3.4 - 2.4\frac{l}{h}$	$0.27\alpha\frac{d}{h}$ (*1)

(*1) $B/l > 4.0$ 인 경우에는 C_2 의 값을 적절히 증가시켜야 한다.

α : 계수로서 다음 표에 정하는 값. 다만, B/l_H 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

l_H : 선창의 길이 (m).

B/l_H	0.5이하	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4이상
α	2.3	1.8	1.0	0.6	0.34	0.2

k : 갑판층수에 따라 정하는 계수로서 다음 표의 값.

갑판층수	k	B/l 의 값 (*2)
1층 갑판선박	13	2.8
2층 갑판선박	21	4.2
3층 갑판선박	50	5.0

(*2) 갑판의 층수에 따라 B/l 의 값이 표의 값을 넘을 때에는 k 의 값을 적절히 증가시켜야 한다.

(비 고)

늑골의 깊이와 늑골정부의 갑판으로부터 늑골하부 브래킷의 선단까지 측정한 늑골길이와의 비율이 상기 (1)에 규정하는 늑골은 1/24, (2)에 규정하는 늑골은 1/22에 미달될 때에는 늑골의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.

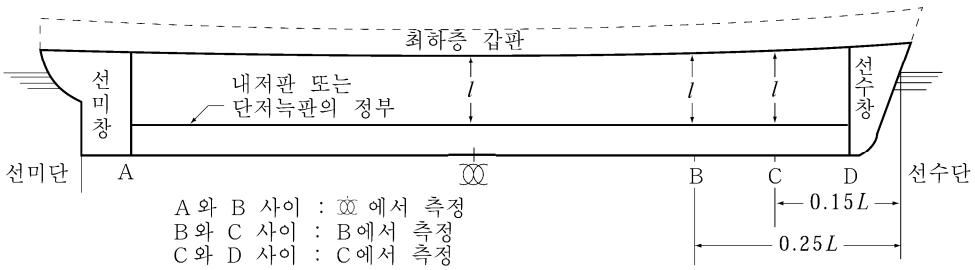
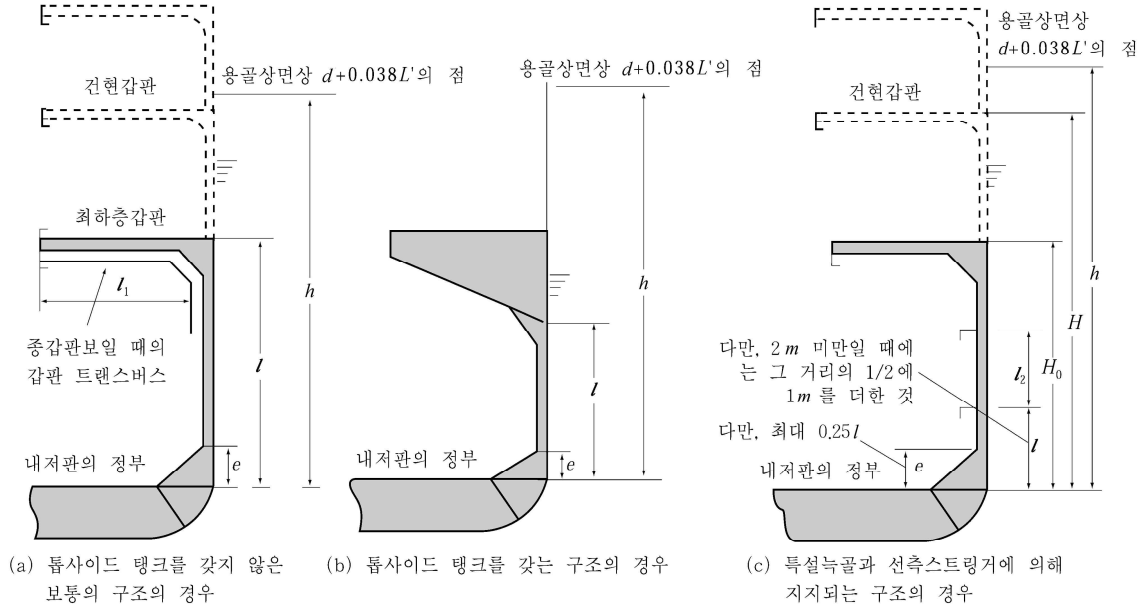


그림 3.8.1 선창내 늑골에 대한 l 의 측정위치



(a) 톱사이드 탱크를 갖지 않은 보통의 구조의 경우
(b) 톱사이드 탱크를 갖는 구조의 경우
(c) 특설늑골과 선측스트링거에 의해 지지되는 구조의 경우

그림 3.8.2 선창내 늑골에 대한 l, h 및 H 등의 측정방법

표 3.8.2 계수 C_0

늑골의 위치	C_0
선수단으로부터 0.15L 과 선미격벽 사이	2.1
선수단으로부터 0.15L 과 선수격벽 사이	3.2

표 3.8.3 α_1 및 α_2 의 값

선측 스트링거의 수	α_1	α_2
1개	0.75	2.0
2개	0.90	1.8
3개 이상	1.25	1.3

제 4 절 선측 종늑골

401. 치수

1. 선박의 중앙부에서의 건현갑판하 만곡부 종늑골을 포함한 선측종늑골의 단면계수 Z 는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$Z_1 = 100 C S h l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

$$Z_2 = 2.9 K \sqrt{L'} S l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 종늑골의 간격 (m).
l : 특설늑골의 간격 또는 횡격벽과 특설늑골 사이의 거리 (m)로서 고착부분의 길이를 포함한다.
h : 해당 늑골로부터 용골 상면상 $d + 0.038L'$ 까지의 거리 (m).
L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.
C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = \frac{K}{24 - \alpha K}$$

α : 계수로서 다음에 의한 α_1 또는 α_2 값. 다만, β 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.0 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right) \qquad y \geq y_B \quad \text{일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.0 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \qquad y < y_B \quad \text{일 때}$$

β : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$
a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$ 로 하며, 기타의 경우에는 1.0 으로 한다.
y : 용골상면으로부터 해당 종늑골까지의 수직거리 (m).
y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 중립축까지의 수직거리 (m).
Y' : 3장 203.의 (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것.

2. 선박의 중앙부의 전후에서는 종늑골의 단면계수를 점차적으로 감소시켜 선수미에서는 1 항의 규정에 의한 것에 85 % 로 할 수 있다. 다만, 선수단으로부터 0.15 L 과 선수격벽 사이에서는 1 항의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 종늑골에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비율이 15를 넘지 아니하는 것이어야 한다.
4. 선박의 중앙부의 현측후판에 붙이는 종늑골은 그 세장비(細長比)가 가능한 한 60을 넘지 아니하도록 하여야 한다.
5. 선저만곡부의 종늑골의 단면계수는 선저종늑골의 단면계수보다 클 필요는 없다.

402. 고착

1. 종늑골은 횡격벽을 관통시키든가 또는 강도의 연속성을 충분히 유지할 수 있는 브래킷으로서 횡격벽에 견고하게 고착시켜야 한다.
2. 종늑골과 특설늑골과는 서로의 웨브가 고착되어야 한다.

제 5 절 갑판사이 늑골

501. 일반

갑판사이 늑골의 치수는 선창내 격벽의 상부에도 유효한 갑판사이 격벽이 설치되어 있거나 또는 특설늑골이 적절한 간격으로 선루의 정부까지 연장 설치되어 선체에 충분한 횡강도를 유지하도록 한 구조를 기준으로 하여 정한 것이다. 갑판사이 늑골은 화물창늑골과 관련시켜 고려하여야 하며 선저로부터 선체상부에 이르기까지 늑골의 강도에 연속성이 유지되도록 주의하여야 한다.

502. 치수 【지침 참조】

갑판사이 늑골의 단면계수는 **표 3.8.4**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

3.8.4 갑판사이 늑골의 치수

위치	단면계수 (cm^3)
(1) 건현갑판하의 갑판사이 늑골	$Z = 6KShl^2$
(2) 상기 이외의 갑판사이 늑골	$Z = CKSlL$
(3) 갑판 트랜스버스를 지지하는 갑판사이 늑골	$Z = 2.4K\left(0.143n\frac{h_1}{h} + 1.0\right)Shl^2$

S : 늑골간격 (m).
l : 갑판사이 높이 (m).
h : l 의 중앙으로부터 용골상면상 $d + 0.038L'$ 까지의 수직거리 (m). 다만, h 는 0.03 L(m) 미만이어서는 아니된다.
L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.
h' 및 n : **표 3.8.1**에 따른다.
C : 계수로서 다음 표에 의한 값.

갑판의 종류	C
선루갑판 사이 (아래 난의 것을 제외)	0.44
선미단으로부터 0.125L 사이의 선루갑판 사이	0.57
선수단으로부터 0.125L 사이의 선루 갑판 사이 및 선수 경사늑골	0.74

(비고)
1. 선수단과 선수단으로부터 0.15 L 사이 및 선미단과 선미단으로부터 0.125 L 사이의 건현갑판 하부의 갑판사이 늑골은 상기 (1)의 규정값보다 적절히 증가시켜야 한다.
2. 갑판 트랜스버스를 지지하는 갑판사이 늑골의 단면계수는 상기 (1)의 식에도 만족하여야 한다.

503. 특별고려 【지침 참조】

1. 선수미부의 갑판사이 늑골은 갑판사이의 높이에만 의하지 아니하고 그 지점사이의 실제 길이에 따라서 강도 및 강성을 증가시키도록 고려하여야 한다.
2. 건현이 특히 큰 선박에 대한 갑판사이 늑골의 치수는 적절히 참작할 수 있다.

504. 선루늑골

1. 선루늑골은 그 아래 늑골의 위치마다 설치하여야 한다.
2. 선교루 및 중앙부 0.5 L 사이에 있는 부분 선루단부의 4늑골 간격 사이에 있는 선루늑골의 단면계수는 **표 3.8.4**에 규정하는 (2)의 식에 있어서 C를 0.74로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
3. 격벽의 상부 및 선루구조에 충분한 횡강성을 주기 위하여 필요하다고 인정되는 곳에 특설늑골 또는 부분격벽을 설치하여야 한다.

505. 순양함형 선미늑골

순양함형 선미늑골의 단면계수는 **13장 302.**의 규정에 의한 것의 86 % 이상이어야 한다. ⚓

제 9 장 특설늑골 및 선측스트링거

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 8장 303.에 규정하는 횡늑골을 지지하는 선측스트링거와 이 선측스트링거를 지지하는 특설늑골은 2절 및 3절의 규정에 따른다.
2. 8장 401.에 규정하는 종늑골을 지지하는 선측트랜스버스는 4절의 규정에 따른다.

102. 배치

1. 특설늑골 및 선측스트링거는 선측이 견고하게 보강되도록 배치하여야 한다.
2. 선측스트링거의 위치는 가능한 한 격벽스트링거가 있을 때에는 이와 일치시켜야 한다.

103. 디프탱크내 부재의 최소강도

디프탱크내의 특설늑골과 선측스트링거의 강도는 디프탱크 격벽의 수직 또는 수평거더에 요구되는 강도보다 작아서는 아니 된다.

104. 플레어가 특히 큰 곳에서의 특설늑골과 선측스트링거 【지침 참조】

큰 선수충격압력을 받는 선수플레어 위치에 설치되는 횡늑골 지지 선측스트링거와 이 선측스트링거를 지지하는 특설늑골들은 그 끝단 연결부의 유효성에 주의하여 적절히 보강하여야 한다.

105. 직접강도계산

우리 선급의 승인을 얻은 경우에는 1장 206.에서 정하는 직접강도계산에 따라 각 부재의 치수를 정할 수 있다.

제 2 절 특설늑골

201. 치수

1. 선측스트링거를 지지하는 특설늑골의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

깊 이 : $d = 125\,l$ (mm)

단면계수 : $Z = C_1 KSh\,l^2$ (cm^3)

웨브의 두께 : 다음 2개의 식 중 큰 값.

$$t_1 = \frac{C_2 KSh\,l}{d_0} + 1.5 \quad (\mathrm{mm}), \qquad t_2 = 0.086\sqrt[3]{\frac{d_0^2(t_1 - 1.5)}{kK}} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 특설늑골의 간격 (m).

l : 특설늑골의 지지점사이의 거리 (m).

h : l 의 하단으로부터 용골상면상 $d + 0.038L'$ 까지의 수직거리 (m).

L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 필요는 없다.

d_0 : 특설늑골의 깊이 (mm). 다만, 수직휨보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할할 때에는 t_2 의 식에 있어서 d_0 를 분할된 깊이로 할 수 있다.

C_1 및 C_2 : 계수로서 표 3.9.1에 정하는 값.

k : 특설늑골의 웨브에 설치되는 브래킷 또는 휨보강재의 간격 S_1 (mm)과 d_0 의 비율에 따라 표 3.9.2에 정하는 계수로서 S_1/d_0 이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

2. 보일러에 인접한 특설늑골은 그 웨브 및 면재 등의 두께를 적절히 증가시켜야 한다.

표 3.9.1 계수 C_1 및 C_2

위치	C_1	C_2
선수단으로부터 $0.15L$ 후부	3.0	23
선수단으로부터 $0.15L$ 과 선수격벽 사이	3.8	28

표 3.9.2 계 수 k

S_1/d_0	k
0.3이하 0.4	60.0 40.0
0.5 0.6	26.8 20.0
0.7 0.8	16.4 14.4
0.9 1.0	13.0 12.3
1.5 2.0이상	11.1 10.2

202. 웨브의 보강

1. 깊은 특설늑골의 웨브에는 필요에 따라 횡보강재 또는 트리핑(tripping) 브래킷을 설치하여야 한다.
2. 트리핑 브래킷은 3 m 간격으로 배치하고 특설늑골의 면재의 너비가 웨브의 한쪽으로 180 mm 를 넘는 경우에는 면재도 지지되는 구조로 하여야 한다.

203. 횡강도의 연속

격벽갑판보다 하방에서는 화물창내 및 기관실내의 특설늑골은 그 횡강도의 연속을 유지시키기 위하여 필요에 따라 화물창 특설늑골 상부에 갑판사이 특설늑골을 설치하여야 한다.

204. 특설늑골 상단의 갑판보

특설늑골 상단에 설치하는 갑판보는 그 강도 및 강성을 적절히 증가시켜야 한다.

제 3 절 선측 스트링거

301. 치수

1. 선측 스트링거의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야한다.

깊 이 : $d_0 = 125l + (\text{늑골이 관통되는 슬롯깊이} \times 1/4)$ (mm)

단면계수 : $Z = C_1 KShl^2$ (cm^3)

웨브의 두께 : 다음 2개의 식 중 큰 값.

$$t_1 = \frac{C_2 KShl}{d_0} + 1.5 \quad (\text{mm}), \qquad t_2 = 0.086\sqrt[3]{\frac{d_0^2(t_1 - 1.5)}{kK}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 해당 선측 스트링거로부터 그 상하의 선측 스트링거 및 내저판 상면 또는 갑판보의 상면에 이르는 각 구간의 중심사이의 거리 (m).

l : 특설늑골의 간격 (m). 다만, 견고한 브래킷을 설치할 때에는 **1장 605.**의 규정에 따라 그 값을 수정할 수 있다.

h : S의 중앙으로부터 용골상면상 $d+0.038L'$ 까지의 수직거리 (m). 다만, 0.05 L 미만일 때에는 0.05 L(m)로 한다.

L' : **201.**의 1항에 따른다.

d_0 : 선측 스트링거의 깊이 (mm). 다만, 면재에 평행으로 휨보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할한 때에는 t_2의 식에 있어서 d_0를 분할된 깊이로 할 수 있다.

C_1 및 C_2 : 계수로서 **표 3.9.3**에 정하는 값.

k : 선측 스트링거의 웨브에 설치되는 브래킷 또는 휨보강재의 간격 S_1(mm)과 d_0의 비율에 따라 **표 3.9.2**에 정하는 계수로서 S_1/d_0이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

2. 보일러에 인접한 선측 스트링거는 그 웨브 및 면재 등의 두께를 적절히 증가시켜야 한다.

표 3.9.3 계수 C_1 및 C_2

위치	C_1	C_2
선수단로부터 0.15 L 후부	5.1	42
선수단로부터 0.15 L과 선수격벽 사이	6.4	52

302. 휨보강재

선측스트링거의 웨브에는 늑골 한개 건너마다 선측 스트링거의 전 깊이에 이르는 휨보강재를 설치하여야 한다.

303. 트리핑 브래킷

1. 선측스트링거에는 약 3 m의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.
2. 트리핑 브래킷은 선측스트링거의 면재 너비가 웨브의 한쪽으로 180 mm를 넘을 때에는 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.

304. 고착

1. 선측 스트링거와 특설늑골은 특설늑골의 깊이 전체에 걸쳐서 고착시켜야 한다.
2. 선측 스트링거와 특설늑골과의 깊이가 같을 때에는 선측 스트링거의 면재를 특설늑골의 면재에 견고하게 고착시켜야 한다.
3. 선측 스트링거는 적절한 크기의 브래킷으로 횡격벽에 견고하게 고착시켜야 한다.

제 4 절 선측 트랜스버스

401. 배치

선측 종늑골을 지지하는 선측 트랜스버스(side transverse)는 실체늑판의 위치에 배치하여야 한다.

402. 치수

선측 트랜스버스의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

깊 이 : $d_0 = 100l$ (mm)과 종늑골 관통부의 슬롯 깊이의 2.5배 중 큰 것.

단면계수 : $Z = C_1KShl^2$ (cm^3)

웨브의 두께 : 다음 2개의 식 중 큰 값.

$$t_1 = \frac{C_2 KSh\,l}{d_0} + 1.5 \quad (\text{mm}), \qquad t_2 = 0.086\sqrt[3]{\frac{d_0^2(t_1 - 1.5)}{kK}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 선측 트랜스버스의 간격 (m).

l : 선측 트랜스버스의 지지점 사이 거리 (m).

d_0 : 선측 트랜스버스의 깊이 (mm). 다만, t_1 의 식에서는 종늑골 관통부의 슬롯 깊이는 뺀 것으로 한다. 또한 수직휨보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할할 때에는 t_2 의 식에서 d_0 를 분할된 깊이로 할 수 있다.

h : l 의 하단으로부터 용골상면상 $d + 0.038L'$ 까지의 수직거리 (m). 다만, 그 거리가 $1.43\,l$ 미만일 때에는 $1.43\,l$(m) 로 한다.

L' : 201.의 1항에 따른다.

C_1 및 C_2 : 계수로서 **표 3.9.4**에 정하는 값.

k : 선측 트랜스버스의 웨브에 설치되는 브래킷 또는 휨보강재의 간격 S_1 (mm)과 d_0 의 비율에 따라, **표 3.9.2**에 정하는 계수로서 S_1/d_0 이 표의 중간일 때에는 보간법에 의한다.

표 3.9.4 계수 C_1 및 C_2

계수	선수단으로부터 $0.15L$ 후부	선수단으로부터 $0.15L$ 과 선수격벽 사이
C_1	$6.6\left(1 - 0.4\frac{l}{h}\right)$	$8.6\left(1 - 0.4\frac{l}{h}\right)$
C_2	$35\left(1.43 - 0.43\frac{l}{h}\right)$	$45.5\left(1.43 - 0.43\frac{l}{h}\right)$

403. 트리핑 브래킷

1. 선측 트랜스버스에는 약 3 m 의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.
2. 트리핑 브래킷은 선측 트랜스버스의 면재 너비가 웨브의 한쪽으로 180 mm 를 넘을 때에는 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.

404. 웨브의 보강 및 고착 【지침 참조】

1. 선측 트랜스버스의 웨브는 종늑골의 관통부마다 휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다. 다만, 선측 트랜스버스의 지지점사이의 중앙부에서는 종늑골 한 개 건너마다 휨보강재를 배치하여도 된다.
2. 종늑골과 선측 트랜스버스는 서로의 웨브를 고착시켜야 한다.

제 5 절 외팔보(cantilever) 구조

501. 외팔보

외팔보는 다음 규정에 따른다.

(1) 브래킷 내단에서의 깊이는 외팔보의 선단으로부터 브래킷 내단까지의 수평거리의 1/5 이상으로 하여야 한다.

(2) 브래킷 내단 이외에 있어서의 외팔보의 깊이는 브래킷 내단으로부터 선단에 이르기까지 서서히 감소시켜 외팔보 선단에서의 깊이는 브래킷 내단에 있어서의 깊이의 1/2 까지 감소시킬 수 있다.

(3) 브래킷 내단에 있어서 외팔보의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.(**그림 3.9.1** 참조)

$$Z = 7.1KSl_0\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right) \quad (\text{cm}^3)$$

S : 외팔보의 간격 (m).

l_0 : 외팔보의 선단으로부터 브래킷 내단까지의 수평거리 (m).

b_1 : 외팔보의 선단으로부터 횡갑판보 또는 갑판 트랜스버스의 선측브래킷 내단까지의 수평거리 (m). 다만, 갑판을 종갑판보로 보강하고, 외팔보 사이에 갑판 트랜스버스를 설치하지 않을 때에는 b_1 을 l_0 로 한다.

b_2 : 외팔보로 지지되는 갑판창구의 반너비 (m).

h_1 : 외팔보로 지지되는 갑판에 대하여 **10장 2절**에 규정하는 갑판 트랜스버스에 대한 갑판하중 (kN/m^2).

h_2 : 외팔보로 지지되는 갑판의 창구덮개상의 갑판하중(kN/m^2) 으로서 외팔보로 지지되는 갑판의 종류에 따라 다음 (가) 내지 (다)의 값 이상으로 하여야 한다.

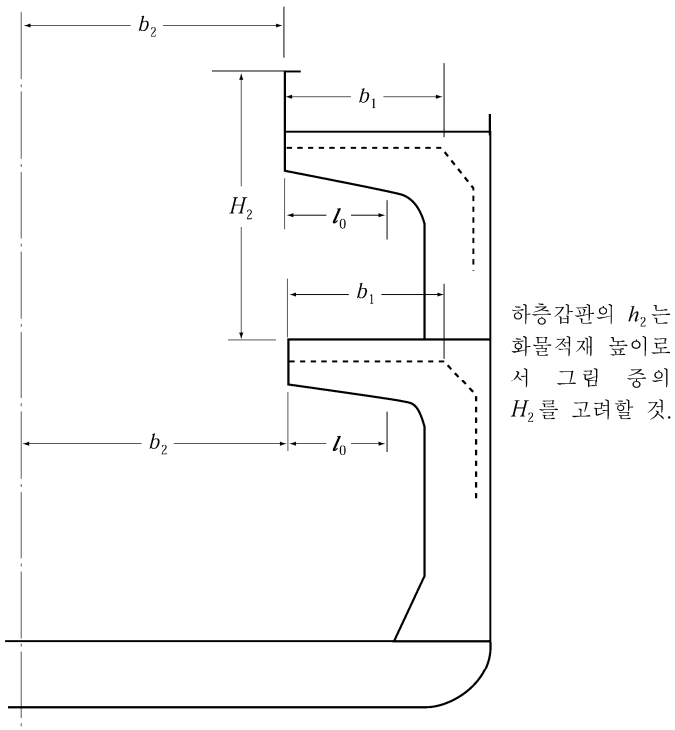


그림 3.9.1 l_0, b_1 및 b_2 등의 측정방법

(가) 노출갑판의 경우는 **10장 201.**의 2항에 규정하는 갑판 트랜스버스에 대한 갑판하중 또는 창구덮개상의 단위면적당 계획최대 화물적재중량 (kN/m^2) 중 큰 것. 또한, **10장 201.**의 2항 (1)에서 y 는 만재흘수선으로부터 창구코밍의 상단까지의 수직거리로 할 수 있다. 다만, 어느 경우에도 h_2 는 **4편 2장**에서 정하는 위치 I에 있는 창구에 대해서는 17.5 (kN/m^2), 위치 II에 있는 창구에 대해서는 12.8 (kN/m^2)미만으로 하여서는 아니된다.

(나) 노출갑판 이외의 갑판으로서 보통의 화물 또는 창고저장품 등을 싣는 갑판의 경우에는 **10장 201.**의 1항에 의한 갑판하중.

(다) (가) 및 (나)에서 규정한 이외의 갑판의 경우에는 h_1 과 같은 값.

(4) 브래킷의 내단 이외에서의 면재의 단면적은 브래킷의 내단으로부터 서서히 감소시켜 외팔보의 선단에서는 브래킷의 내단에서의 값의 60 %로 할 수 있다.

(5) 웨브의 두께는 외팔보의 어느 부분에 있어서도 다음 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 9.5\frac{S\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right)\sqrt{K}}{d_c} + 1.5 \quad (\text{mm}), \qquad t_2 = 0.058\sqrt[3]{\frac{d_c^2(t_1 - 1.5)}{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S, b_1, b_2, h_1 및 h_2 : (3)호의 규정에 의한 값. 다만, 갑판을 종갑판보로 보강하고 외팔보 사이에 갑판 트랜스버스를 설치하지 않을 때에는 t_1 의 식 중에서 $b_1/2$ 을 외팔보의 선단으로부터 해당되는 곳까지의 수평거리 (m)로 한다.

d_c : 해당되는 곳에 있어서 외팔보의 깊이 (mm). 다만, t_1 의 계산에 있어서는 웨브에 종갑판보 관통을 위한 슬롯이 있을 때에는 그 깊이를 감한 것으로 한다. 또한 웨브에 수평 휨보강재를 설치하여 웨브를 상하로 분할할 때에는 t_2 의 식에 있어 d_c 를 분할된 깊이로 할 수 있다.

(6) 외팔보에는 약 3 m 의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 하며 면재의 너비가 웨브의 한쪽으로 180 mm 를 넘을 때에는 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다. 또한 종갑판보의 관통부마다 웨브에 휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다. 다만, 외팔보의 지지점 사이의 중앙부근에서는 종갑판보 한개 건너마다 배치할 수 있다.

(7) 브래킷 내단부 부근의 웨브는 특별히 보강하여야 한다.

502. 특설늑골

외팔보를 지지하는 특설늑골은 다음의 규정에 따른다.

(1) 특설늑골의 깊이는 양단 고착부를 포함하는 길이의 1/8 이상이어야 한다.

(2) 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 그 특설늑골 바로 위에 상층갑판을 지지하는 외팔보 및 특설늑골이 있을 때에는 다음 식에 의한 값의 60 %로 할 수 있다.

$$Z = 7.1KSl_1\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right) \quad (\text{cm}^3)$$

S :특설늑골의 간격 (m).

l_1 :지지되는 외팔보의 선단으로부터 특설늑골 내단까지의 수평거리 (m).

b_1, b_2, h_1 및 h_2 : 지지되는 외팔보에 대하여 501.의 (3)호에 의한 값. 다만, 갑판이 종갑판보로 보강되고, 외팔보 사이에 갑판 트랜스버스를 설치하지 않을 때에는 b_1 을 l_1 로 한다.

(3) 갑판사이 특설늑골의 단면계수 Z는 (2)호의 규정에 따르는 이외에 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7.1KC_1Sl_1\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right) \quad (\text{cm}^3)$$

S, l_1, b_1, b_2, h_1 및 h_2 : (2)호의 규정에 따른다.

C_1 : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C_1 = 0.5\left(\frac{\frac{1}{2}b'_1h'_1 + b'_2h'_2}{\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2}\right) + 0.15$$

b'_1, b'_2, h'_1 및 h'_2 : 해당 특설늑골 하부에 설치되는 외팔보에 대하여 (2)호의 규정에 의한 b_1, b_2, h_1 및 h_2로 한다.

(4) 웨브의 두께 t는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 9.5K\frac{C_2S\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right)}{d_w} \times \frac{l_1}{l} + 1.5 \quad (\text{mm}), \qquad t_2 = 0.058\sqrt[3]{\frac{d_w^2(t_1 - 1.5)}{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S, b_1, b_2, h_1, h_2 및 l_1 : (2)호의 규정에 따른다.

d_w : 특설늑골의 깊이 중 가장 작은 것 (mm). 다만, t_1 을 정함에 있어서 웨브에 종늑골 관통을 위한 슬

롯이 있을 때에는 그 깊이를 감한 것으로 한다. 또한 수직 휨보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할할 때에는 t_2 의 식에 있어서 d_w 를 분할된 깊이로 할 수 있다.

l : 양단의 고착부를 포함한 특설늑골의 길이 (m).

C_2 : 계수로서 **표 3.9.5**에 정하는 값. 다만, 표 중의 C_1 은 (3)호의 규정에 따른다.

표 3.9.5 계수 C_2

위치 및 조건		C_2
화물창 특설늑골	상층갑판을 지지하는 외팔보 및 특설늑골이 바로 위로 접속할 때	0.9
	상기 이외	1.5
갑판사이 특설늑골		$C_1+0.6$

(5) 외팔보를 지지하는 화물창내 특설늑골이 선측종늑골 또는 선측스트링거를 지지하는 경우에는 **2절, 3절** 및 **4절**의 규정에 따르는 이외에 다음 규정에도 적합하여야 한다.

(가) 특설늑골의 단면계수는 (2)호의 규정식에 다음의 계수 α 를 곱한 것 이상이어야 한다.

갑판사이 외팔보 구조가 접속하는 경우: $\alpha = 9.81\left\{\dfrac{0.05hl^2+0.09h_u l_u^2}{1.4\left(\dfrac{1}{2}b_1h_1+b_2h_2\right)l_1}\right\}+0.6$

상기 이외의 경우 : α = 1.0

l : 양단의 고착부를 포함한 화물창 특설늑골의 길이 (m).

l_u : 상부에 접속된 갑판사이 특설늑골의 고착부를 포함한 길이 (m).

h : l 의 중앙으로부터 용골상면상 $D+0.038L'$ 까지의 수직거리 (m).

h_u : l_u 의 중앙으로부터 용골상면상 $D+0.038L'$ 까지의 수직거리 (m). 다만, 이 거리가 l_u 의 중앙보다 하방에 있을 때에는 h_u 는 0으로 한다.

L' : **201.**의 **1**항에 따른다.

b_1, b_2, h_1, h_2 및 l_1 : (2)호의 규정에 따른다.

(나) 웨브의 두께는 (4)호에 규정하는 t_1 의 식에 의한 것에 다음의 계수 β 를 더한 것 이상이어야 한다.

$$\beta = 25.5\frac{Shl}{d_w} \quad \text{(mm)}$$

S : 특설늑골의 간격 (m).

h 및 l : (가)의 규정에 따른다.

d_w : (4)호의 규정에 따른다.

(6) 특설늑골에는 약 3 m 의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 하며, 특설늑골의 면재 너비가 웨브의 한쪽으로 180 mm 를 넘을 때에는 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다. 또한 선측종늑골의 관통부와 웨브에 휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다. 다만, 특설늑골의 지지점 사이의 중앙부근에서는 이 휨보강재는 종늑골 한개 건너마다 배치할 수 있다. 종늑골과 특설늑골은 서로 그 웨브를 고착시켜야 한다.

(7) 특설늑골은 그 하부의 특설늑골 또는 실체늑판과 강도의 연속성을 갖도록 견고하게 고착시켜야 한다.

503. 고착 【지침 참조】

외팔보와 이것을 지지하는 특설늑골과는 다음 규정에 따른 브래킷으로 견고하게 고착시켜야 한다.

(1) 브래킷 자유변의 곡률반지름은 브래킷 끝단에서의 외팔보의 깊이 이상으로 하여야 한다.

(2) 브래킷의 두께는 외팔보 또는 특설늑골 웨브의 두께 중 큰 것 이상으로 하여야 한다.

(3) 브래킷은 휨보강재를 설치하여 적절히 보강하여야 한다.

(4) 브래킷의 자유변에는 외팔보 또는 특설늑골의 면재의 단면적 중 큰 쪽의 단면적을 갖는 면재를 설치하고 외팔보 및 특설늑골의 면재와 연결시켜야 한다. ⚓

제 10 장 갑판보 (beams)

제 1 절 일반사항

101. 노출갑판의 캠버

노출갑판의 캠버는 선박길이의 중앙에 있어서 0.02 B를 표준으로 한다.

102. 보의 단부 고착 【지침 참조】

1. 종갑판보는 연속구조로 하든가 또는 그 단부에서 단면적을 유효하게 유지하고 굽힘 및 인장에 대하여 충분한 강도를 가지도록 브래킷으로써 고착시켜야 한다.
2. 횡갑판보는 브래킷으로써 늑골에 고착시켜야 한다.
3. 갑판사이 또는 선루내에서 늑골이 없는 위치에 설치하는 횡갑판보는 보 브래킷으로써 외판에 고착시켜야 한다.
4. 단정갑판, 유보갑판 등의 횡갑판보의 단부는 러그 고착으로 하여도 좋다.

103. 격벽리쎄스 등의 보

격벽리쎄스, 축로 및 축로리쎄스의 정부를 구성하는 갑판에 설치된 보의 단면계수는 선체중심선에 있어서 보의 상면에서 격벽갑판의 상면까지의 높이 또는 그 높이가 6.0 m 미만일 때에는 그 높이의 0.8배에 1.2를 더한 것을 각각 h로 하고 **14장 309.**의 규정에도 적합하도록 하여야 한다.

104. 디프탱크 정부의 보

디프탱크를 구성하는 갑판에 설치하는 보의 단면계수는 이 장에 따르는 외에 그 갑판보의 상면을 h의 하단으로 하고 보를 휨보강재로 간주하여 **15장 203.**의 규정에도 적합하도록 하여야 한다.

105. 특히 큰 하중을 지지하는 갑판보의 보강

선루 또는 갑판실의 단부, 마스트, 윈치, 윈들러스, 보조기기 기타 특히 큰 중량을 지지하는 갑판보는 치수를 증가시키든가 갑판 거더 또는 필러를 증설하는 등 적절히 보강하여야 한다.

106. 특히 긴 기관실구의 보강 【지침 참조】

기관실구가 특히 긴 경우에는 각 갑판의 위치에 견고한 보를 설치하는 등 적절히 보강하여야 한다.

107. 차량적재갑판의 보

차량을 적재하는 갑판에 설치하는 보의 단면계수는 바퀴로부터의 집중하중 등을 고려하여 정하여야 한다.

108. 강도의 연속성

갑판의 구조가 종식구조에서 횡식구조로 바뀌는 곳에는 강도의 연속성이 유지될 수 있도록 특히 주의하여야 한다.

109. 특별한 화물을 적재하는 갑판보의 단면계수

분포하중으로 다룰 수 없는 하중을 받는 갑판보의 단면계수는 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다.

제 2 절 갑판하중

201. h의 값 【지침 참조】

1. 화물 또는 창고품 등을 적재하는 갑판에 대한 갑판 하중 h(kN/m^2)는 (1)호 내지 (3)호의 규정에 따른다.
   (1) 해당되는 갑판으로부터 바로 위의 갑판까지의 선측에서 측정한 갑판간 높이(m) 또는 갑판의 창구코밍 상단까지의

높이 (m)를 화물의 적재높이로 하여 이것을 7배한 수두압력 (kN/m^2)을 표준으로 한다. 다만, 갑판의 단위면적당 계획최대화물 적재중량 (kN/m^2) 이 정하여지는 경우에는 그 값으로 하여야 하며, 이 경우에는 화물의 적재높이를 충분히 고려하여야 한다.

(2) 노출갑판에 목재 또는 기타의 화물을 적재하는 경우에는 갑판의 단위면적당 화물중량 (kN/m^2) 또는 **2.**항에서 규정하는 값 중 큰 것.

(3) 갑판보에 화물을 매어달 경우 또는 갑판상에 갑판 보기를 설치하는 경우에는 적절히 증가시켜야 한다.

2. 노출갑판에 대한 갑판하중 h (kN/m^2) 는 다음 각 호에 따른다.

(1) 건현갑판, 건현갑판상 선루 및 갑판실 갑판의 h 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$h = a(bf - y) \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

a 및 b : 갑판의 위치에 따라 **표 3.10.1**에 따른다.

C_{b1} : 방형계수. 다만, C_b 가 0.6 이하일 경우에는 0.6 으로 하고 0.8 이상일 경우에는 0.8 로 한다.

f : 계수로서 **표 3.10.2**에 따른다.(**그림 3.16.1** 참조)

y : 만재흘수선으로부터 노출갑판까지의 선측에서 측정한 수직거리 (m)로서 선수단으로부터 0.15 L 의 위치보다 전방에 위치한 갑판은 선수단의 위치에서, 선수단으로부터 0.3 L 의 위치와 선수단으로부터 0.15 L 과의 사이의 갑판은 선수단으로부터 0.15 L 의 위치에서, 선수단으로부터 0.3 L 의 위치와 선미단으로부터 0.2 L 과의 사이의 갑판은 L 의 중앙에서, 선미단으로부터 0.2 L의 위치보다 후방의 갑판은 선미단의 위치에서 각각 측정한다.(**그림 3.10.1** 참조)

표 3.10.1 a 및 b 의 값

난	갑판의 위치	a			b
		보[(1)], 갑판	필러	갑판 거더	
I	선수단으로부터 0.15 L 인 위치보다 전방	14.7	4.90	7.35	$1+\frac{0.338}{(C_{b1}+0.2)^2}$
II	선수단으로부터 0.15 L 인 위치와 선수단에서 0.3 L 인 위치와의 사이	11.8	3.90	5.90	$1+\frac{0.158}{(C_{b1}+0.2)^2}$
III	선수단으로부터 0.3 L 인 위치와 선미단에서 0.2 L 인 위치와의 사이	6.90	2.25	2.25[(2)] 3.45[(3)]	1.0
IV	선미단으로부터 0.2 L 인 위치보다 후방	9.80	3.25	4.90	$1+\frac{0.123}{(C_{b1}+0.2)^2}$

(비고)

(1) 보에 대한 a 의 값은 L 이 150 m 이하인 선박은 다음 식의 값을 곱한 것으로 할 수 있다.

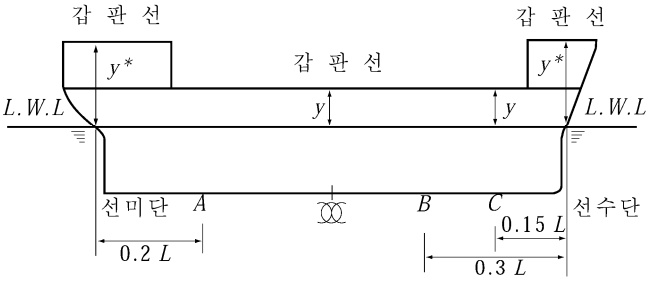
$$C = 0.0055L + 0.175$$

(2) 선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 갑판구 측선 밖에 설치하는 갑판 종거더인 경우.

(3) (2)이외의 갑판 거더인 경우.

표 3.10.2 계수 f

선박의 길이	f
$L < 150$ m	$\frac{L}{10}e^{-\frac{L}{300}} + \left(\frac{L}{150}\right)^2 - 1.0$
150 m $\le L <$ 300 m	$\frac{L}{10}e^{-\frac{L}{300}}$
300 m $\le L$	11.03



* 선루가 없는 경우에는 y는 상갑판까지의 거리.

그림 3.10.1 y의 측정위치

(2) II 란에서 계산된 h는 I 란의 것을 넘을 필요는 없다.
(3) 각 호의 규정에 관계없이 h는 **표 3.10.3**에 의한 것 이상이어야 한다.
(4) 특히 큰 건현을 가진 선박에 대한 h의 값은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

3. 노출되지 않는 갑판 및 플랫폼에 대한 갑판하중 h는 거주구 갑판의 경우 3.0 kN/m^2, 기타 갑판 및 플랫폼의 경우에는 10.0 kN/m^2 이상으로 설계자가 결정한다.

표 3.10.3 h의 최소값

난	갑판의 위치	h(1)	C	
			보(2), 갑판	필러, 갑판거더
I 및 II	선수단으로부터 $0.3L$의 위치보다 전방	$C\sqrt{L'+50}$	4.20	1.37
III	선수단으로부터 $0.3L$의 위치와 선미단으로부터 $0.2L$의 위치와의 사이		2.05	1.18
IV	선미단으로부터 $0.2L$의 위치보다 후방	$C\sqrt{L'}$	2.95	1.47
건현갑판상 제2층까지의 선루갑판			1.95	0.69

(비고)
(1) L' : 선박의 길이 (m). 다만, L이 230 m를 넘는 경우에는 230 m로 한다.
(2) 보에 대한 C의 값은 L이 150 m 이하인 선박은 다음 식의 값을 곱한 것으로 할 수 있다.

$$0.0055L + 0.175$$

제 3 절 종갑판보

301. 간격

1. 종갑판보의 간격 S는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$S = 2L + 550 \quad \text{(mm)}$$

2. 종갑판보의 간격은 1 m 이하로 할 것을 권장한다.

302. 모양

1. 종갑판보는 적절한 간격으로 설치된 갑판 트랜스버스로 지지되는 구조로 하여야 한다. 선박 중앙부 강력갑판의 종갑판보는 세장비가 60을 넘지 아니하는 치수로 하여야 한다. 다만, 좌굴에 대한 강도가 충분한 경우에는 적절히 참작할

수 있다.

2. 종갑판보를 평강으로 사용할 경우에는 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 아니하여야 한다.

303. 단면계수 【지침 참조】

1. 선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 갑판구 측선 밖에 설치되는 종갑판보의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.14KShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 종갑판보의 간격 (m).
h : **2절**에서 규정하는 갑판하중 ($\mathrm{kN/m^2}$).
l : 격벽과 갑판 트랜스버스 사이 또는 갑판 트랜스버스 사이의 수평거리 (m).

2. 선박의 선수미 양단 0.1 L 에서의 강력갑판 갑판구 측선 밖에 설치되는 종갑판보의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.43KShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S, h 및 l : 1 항의 규정에 따른다.

3. 선박의 중앙부 전후에 있어서 강력갑판의 갑판구 측선 밖에 설치되는 종갑판보의 단면계수 Z는 1항에 의한 것을 점차 감소시켜 선수미양단 0.1 L 에서 2항에 의한 것 이상이어야 한다.
4. 각 항 이외의 위치에 설치하는 종갑판보의 단면계수는 2항의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

304. 종갑판보를 지지하는 갑판 트랜스버스

종갑판보를 지지하는 갑판 트랜스버스는 1층 갑판선에서는 이중저의 실체늑판의 위치에 설치하여야 하며, 2층 이상의 갑판을 가진 선박에서도 가능한 한 실체늑판의 위치에 설치하여야 한다.

제 4 절 횡갑판보

401. 배치

횡갑판보는 횡늑골 간격마다 설치하여야 한다.

402. 모양 【지침 참조】

횡갑판보는 길이와 깊이의 비가 가능한 한 강력갑판의 보에서는 30 이하, 유효갑판(강력갑판 하부의 갑판으로서 선체의 종강도의 구성부재로 되는 갑판을 말한다) 및 선루갑판의 보에서는 40 이하의 치수로 할 것을 권장한다.

403. 단면계수

횡갑판보의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상어야 한다.

$$Z = 0.43KShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 횡갑판보의 간격 (m).
h : **2절**에서 규정하는 갑판하중 ($\mathrm{kN/m^2}$).
l : 보(beam) 브래킷의 내단에서 갑판 종거더 사이 또는 갑판 종거더 사이의 수평거리 (m).⚓

제 11 장 갑판거더

제 1 절 일반사항

101. 적용

종갑판보를 지지하는 갑판 트랜스버스 및 횡갑판보를 지지하는 갑판 종거더는 이 장의 규정에 따른다.

102. 배치

격벽리쎄스 및 탱크정부의 위치에는 갑판 거더의 간격이 가능한 한 4.6 m를 넘지 아니하도록 배치하여야 한다.

103. 구조 【지침 참조】

1. 갑판 거더는 면재를 가지는 구조로 하여야 한다.
2. 트리핑 브래킷은 약 3 m 간격으로 설치되어야 하며, 면재의 너비가 거더판의 한쪽 측으로 180 mm 를 넘는 경우에는 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.
3. 거더를 구성하는 면재의 두께는 웨브의 두께 이상으로 하고 그 전 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l} \quad \text{(mm)}$$

d_0 : 웨브의 깊이 (mm).
l : 거더의 지지점 사이의 거리 (m)로서 **201.**의 규정에 따른다.

4. 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 이상으로 하고 종거더는 격벽에서 격벽까지의 구간을 모두 동일하게 하여야 한다.
5. 거더는 충분한 강성을 가진 것으로서 갑판에 과대한 처짐이나 갑판보에 과대한 부가응력이 미치지 아니하도록 주의하여야 한다.

104. 단부의 고착 【지침 참조】

1. 갑판 거더 단부의 고착은 **1장 604.**의 규정에 따른다.
2. 갑판 거더를 고착하는 격벽휨보강재 또는 보강거더는 그 갑판 거더를 충분히 지지할 수 있어야 한다.
3. 갑판 종거더는 연속구조로 하든가 또는 그 단부에서 유효하게 연속성이 유지될 수 있도록 하여야 한다.

제 2 절 갑판 종거더

201. 단면계수

1. 강력갑판의 갑판구 측선 밖의 중앙부에 설치하는 갑판 종거더의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.29Kl(bhl + kW) \quad (\text{cm}^3)$$

l : 거더의 지지점 사이의 거리 (m). 다만, 갑판 종거더를 유효한 브래킷으로 격벽에 고착시키는 경우에는 **1장 605.**의 규정에 따라 수정할 수 있다.(**그림 3.11.1** 참조)
b : 해당 거더로부터 좌우의 거더 또는 늑골의 내면에 이르는 각 구간의 중심사이 거리 (m). (**그림 3.11.1** 참조)
h : 갑판에 따라 **10장 2절**의 규정에 정하는 갑판하중 (kN/m^2).
W : 갑판 사이의 필러가 지지하는 갑판하중 (kN)으로 **12장 201.**의 규정에 따른다.
k : 다음 (가) 및 (나)에 따른다.

(가) 갑판 종거더를 지지하는 필러 또는 격벽으로부터 갑판 사이의 필러에 이르는 수평거리 a (m)와 l 의 비에 따라 다음 식에 의한 계수.(**그림 3.11.1** 참조)

$$12\frac{a}{l}\left(1 - \frac{a}{l}\right)^2$$

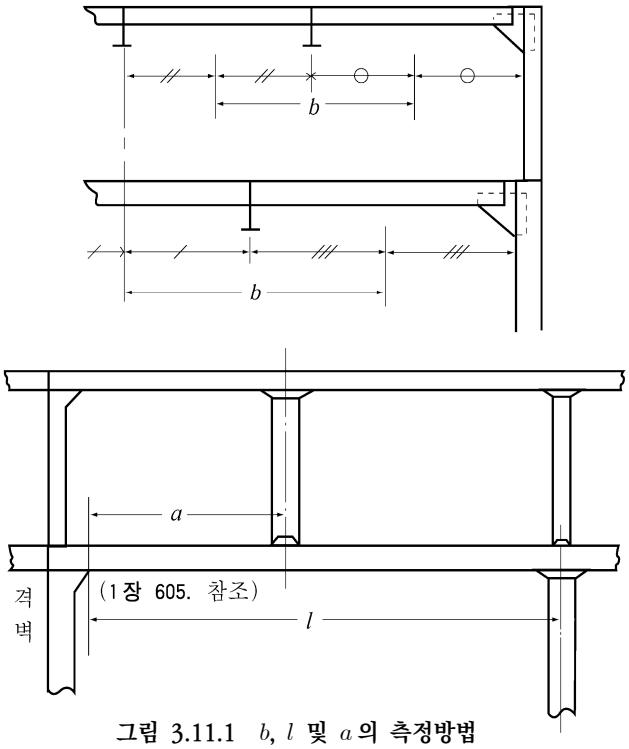


그림 3.11.1 b, l 및 a의 측정방법

(나) 갑판 사이의 필러가 1개인 경우에는 이와 가까운 쪽의 필러나 격벽으로부터 a를 측정하여 k를 정하고, 갑판 사이의 필러가 2개 이상인 경우에는 동일 필러나 격벽으로부터 a를 측정하여 각 갑판 사이의 필러에 대하여 계산한 kW의 합과 기타의 필러 또는 격벽에 대하여 동일하게 계산한 kW의 합 중 큰 쪽의 것을 kW로 사용한다.

2. 강력갑판의 갑판구측선 밖으로 선박의 중앙부 부분 전후에 설치하는 갑판 종거더의 단면계수 Z는 1 항에서 규정하는 식의 값을 점차 감소하여도 좋다. 다만, 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.484\,Kl\,(bhl + kW) \quad (\mathrm{cm}^3)$$

b, h, l, W 및 k : 1 항의 규정에 따른다.

3. 각 항 이외의 위치에 설치하는 갑판 종거더의 단면계수는 2항의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
4. 분포하중으로 다룰 수 없는 화물을 적재하는 갑판의 경우, 필러에 의해 지지되는 갑판하중은 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다. 화물하중이 특정 지점에 집중하중으로 작용하는 경우, 그 집중하중을 상부 갑판사이의 필러가 지지하는 갑판하중(W)으로 간주하여 1항 내지 3항의 규정을 적용할 수 있다.

202. 단면 2차모멘트

거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$I = CZl \quad (\mathrm{cm}^4)$$

C : 계수로서 강력갑판의 갑판구 측선밖의 선박의 중앙부에 설치하는 갑판 종거더의 경우에는 1.6, 기타의 종거더의 경우에는 4.2로 한다.
Z : 201.의 규정에 의한 값.
l : 201.의 1항에 따른다.

203. 웨브 두께

1. 강력갑판의 갑판구 측선밖의 중앙부에 설치하는 종거더의 웨브 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 2항에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 10 S_1 \sqrt{f_D} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S_1 : 거더의 횡보강재 간격 또는 거더의 깊이 중 작은 것(m).

2. 1항 이외 부분의 종거더 및 갑판 트랜스버스의 웨브 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 10 \frac{S_1}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S_1 : 1항에 따른다.

3. 갑판 종거더 및 트랜스버스의 지지점으로부터 $0.2l$ 사이의 웨브두께 t는 1항에 의한 것과 강재의 종류에 따라 다음 각 호에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

(1) 연강을 사용하는 경우

$$t = \frac{4.43 K b h l}{d_0} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm).

b, h 및 l : 201.의 1항에 따른다.

(2) 고장력강재를 사용하는 경우, 다만, (1)호에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 8.13 \sqrt[3]{\frac{b h l S_1^2}{d_0}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S_1 : 1항에 따른다.

d_0, b, h 및 : (1)호에 따른다.

4. 디프탱크내에 설치하는 거더웨브의 두께는 각 항의 식에 1 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

제 3 절 갑판 트랜스버스

301. 단면계수

1. 갑판 트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.484 K l (b h l + k W) \quad (\text{cm}^3)$$

l : 필러의 중심사이 또는 필러의 중심으로부터 보 브래킷의 내단까지의 거리(m).

b : 해당 트랜스버스로부터 전후의 트랜스버스 또는 격벽에 이르는 각 구간의 중심사이 거리(m).

h : 201.의 규정에 따른다.

W 및 k : 201.의 규정에 따른다.

2. 분포하중으로 다룰 수 없는 화물을 적재하는 갑판의 경우, 필러에 의해 지지되는 갑판하중은 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다. 화물하중이 특정 지점에 집중하중으로 작용하는 경우, 그 집중하중을 상부 갑판사이의 필러가 지지하는 갑판하중(W)으로 간주하여 1항의 규정을 적용할 수 있다.

302. 단면2차모멘트

거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$I = 4.2Zl \quad (\mathrm{cm}^4)$$

Z 및 l : 301.의 규정에 따른다.

303. 웨브 두께

거더의 웨브의 두께는 203.의 규정을 준용한다.

제 4 절 탱크내의 갑판거더

401. 단면계수

탱크내의 갑판거더의 단면계수는 201., 301.및 15장 204.의 1항에 적합하여야 한다.

402. 단면2차모멘트

거더의 단면2차모멘트는 15장 204.의 2항을 준용한다.

403. 웨브 두께

거더 웨브의 두께는 203., 303. 및 15장 204.의 3항에 적합하여야 한다.

제 5 절 창구측부의 갑판거더

501. 갑판상 창구코밍이 높은 곳

노출갑판의 창구와 같이 코밍의 갑판상 높이가 높은 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 코밍의 수평횡보강재 이하의 부분 또는 수평횡보강재를 거더의 단면계수에 산입할 수 있다.

502. 창구 귀퉁이 부분의 강도의 연속

창구의 귀퉁이부에는 창구측 갑판 종거더 또는 그 연장부의 면재 및 창구단 보의 창구의 안팎 양쪽 부분의 면재를 유효하게 결합하고 강도의 연속성이 유지될 수 있는 구조로 하여야 한다.

제 6 절 창구단 횡거더

601. 치수

창구단 횡거더는 2절 내지 5절의 규정을 준용한다.⚓

제 12 장 필러

제 1 절 일반사항

101. 갑판사이의 필러

갑판사이의 필러는 가능한 한 그 상하 필러와 동일 수직선상에 설치하든가 또는 그 하중이 하부의 지지구조에 유효하게 전달될 수 있도록 하여야 한다.

102. 선창내 필러 【지침 참조】

선창내 필러는 내용골이나 이중저 거더의 선상 또는 가능한 한 이들의 가까이에 설치하고 그 하단 고착부는 충분한 강도를 가져야 하며 하중이 유효하게 분산될 수 있는 구조로 하여야 한다.

103. 필러단부의 고착

필러의 상하 양단은 두꺼운 이중판 또는 필요에 따라 브래킷으로써 견고하게 고착시켜야 한다. 또한 격벽리쎄스, 축로정부 또는 디프탱크 정부 등을 지지하는 필러로서 인장하중을 받는 곳에 대하여는 그 하중에 견딜 수 있도록 견고하게 고착시켜야 한다.

104. 필러가 부착되는 부재의 보강

갑판, 축로 또는 늑골에 필러를 부착할 경우에는 그 부분을 충분히 보강하여야 한다.

제 2 절 필러의 치수

201. 필러의 단면적 【지침 참조】

1. 필러의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = \frac{0.223KW}{2.72 - \dfrac{l}{k_0\sqrt{K}}} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

l : 필러의 하단이 부착되는 내저판, 갑판 또는 기타의 구조물 상면에서 그 필러에 의하여 지지되는 갑판보 또는 갑판 거더의 하면까지의 거리 (m). (**그림 3.12.1** 참조)

k_0 : 필러의 최소 회전반지름 (cm).

W : 필러가 지지하는 하중 (kN)으로서 다음 식에 의한 값.

$$W = kw_0 + Sbh \quad (\mathrm{kN})$$

S : 해당 필러로부터 전후의 필러 또는 격벽휨보강재 또는 보강거더의 내면에 이르는 각 구간 사이의 중심사이의 거리 (m).(**그림 3.12.1** 참조)

b : 그 필러로부터 좌우의 필러 또는 늑골의 내면에 이르는 각 구간 사이의 중심사이의 거리 (m). (**그림 3.12.1** 참조)

h : 그 갑판에 따라 **10장 2절**의 규정에 정하는 갑판하중 ($\mathrm{kN/m^2}$).

w_0 : 상부갑판사이의 필러가 지지하는 갑판하중 (kN).

k : 해당 필러에서 갑판사이 필러까지의 수평거리 a_i (m)와 해당 필러에서 필러 또는 격벽까지의 거리 l_j (m)에 따라 다음 식에 의한 값. (**그림 3.12.1** 참조)

$$k = 2\left(\frac{a_i}{l_j}\right)^3 - 3\left(\frac{a_i}{l_j}\right)^2 + 1$$

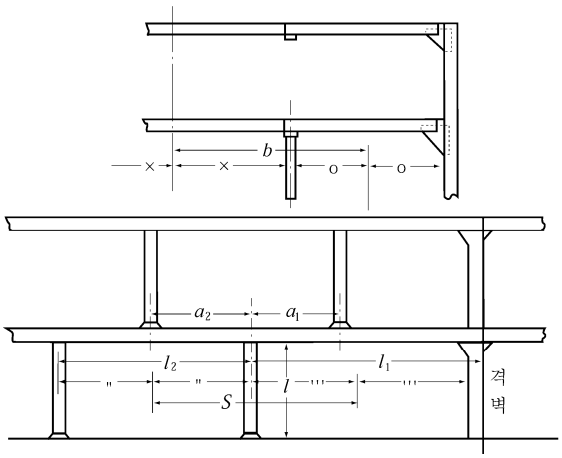


그림 3.12.1 S, b 및 l의 측정방법

2. 상부 갑판사이 필러가 2개 이상이 있는 경우에는 해당 필러에서 전방의 필러 또는 격벽과의 사이에 있는 상부 갑판사이의 각 필러에 대하여 kw_0를 계산하여 그 합을 1 항의 kw_0로 한다.
3. 해당 필러의 위치와 상부 갑판 필러의 위치가 좌우 서로 다른 경우에 대하여서도 각 항의 규정을 준용한다.
4. 분포하중으로 다룰 수 없는 화물을 적재하는 갑판의 경우, 필러에 의해 지지되는 갑판하중은 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다. 화물하중이 특정 지점에 집중하중으로 작용하는 경우, 그 집중하중을 상부 갑판사이의 필러가 지지하는 갑판하중(w_o)으로 간주하여 1항과 2항의 규정을 적용할 수 있다.

202. 판의 두께

1. 원통형 필러의 판두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거주구역에 설치하는 것은 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.022\,d_p + 3.6 \quad \text{(mm)}$$

d_p : 필러의 실제의 바깥지름 (mm).

2. 조립필러의 웨브 및 플랜지의 두께는 국부좌굴에 대하여 충분한 것이어야 한다.

203. 원형 필러의 바깥지름

중실원형 필러 및 원통형 필러의 바깥지름은 50 mm 이상이어야 한다.

204. 디프탱크내에 설치하는 필러

1. 디프탱크내에 설치하는 필러는 원통형 필러를 사용하여서는 아니 된다.
2. 필러의 단면적 A는 201.에 규정하는 것 또는 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.09\,Sbh \quad \text{(cm}^2\text{)}$$

S 및 b : 201.의 규정에 따른다.
h : 디프탱크 정판에서 넘침관 상단상 2 m 까지의 거리에 0.7을 곱한 값 (m).

205. 필러 대신에 설치하는 격벽

갑판 거더를 지지하는 격벽은 필러에 대하여 규정하는 것과 동등 이상의 지지력을 가지도록 보강하여야 한다.

206. 필러 대신에 설치하는 위벽

필러 대신에 설치하는 위벽은 갑판하중 및 측압을 충분히 지지할 수 있어야 한다. ⚓

제 13 장 선수미 보강구조

제 1 절 일반사항

101. 적용

선수미 양단으로부터 선수미격벽을 넘어 적절한 곳까지의 구간에는 그 부분의 선체 모양에 따라 적합한 보강구조로 하여야 한다.

102. 제수판 【지침 참조】

디프탱크로 사용하는 선수미창에는 선체중심선에 유효한 제수판을 설치하든가 또는 모든 구조부재의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.

103. 작은 각도에 의한 부착 【지침 참조】

거더 웨브와 외판과의 각도가 특히 작을 경우에는 거더의 치수는 이 장의 규정에 의한 것 보다 적절히 증가시켜야 하며 필요에 따라 트리핑을 방지하기 위하여 적절한 조치가 강구되어야 한다.

제 2 절 선수격벽 전부구조

201. 구조 및 배치

1. 선수격벽전부에는 깊은 중심선거더 또는 선체 중심선에 종격벽을 설치하여야 한다.
2. 횡식구조에서는 충분한 높이의 늑판을 8장 201.의 2항에 규정하는 늑골간격마다 설치하고, 약 2.5 m 를 넘지 않는 간격으로 측거더를 설치하여야 한다. 또한, 선측 횡늑골은 2.5 m 를 넘지 않은 간격으로 203.의 2항에 규정하는 구조로 지지되어야 한다.
3. 종식구조에서는 약 2.5 m 를 넘지 않는 간격으로 선저종늑골 및 선측종늑골을 지지하는 선저 및 선측트랜스버스를 설치하여야 한다. 선저 및 선측트랜스버스는 견고하게 고착하고, 동일 단면내의 갑판에도 갑판 트랜스버스를 설치하여 링(ring) 구조로 하여야 한다.

202. 늑판 및 중심선거더

1. 선수창내의 늑판 및 중심선거더의 두께 t 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.6\sqrt{L} + 3 \quad \text{(mm)}$$

2. 늑판은 선체에 충분한 강성을 주기 의하여 적절한 높이까지 이르게 하고 필요에 따라 휨보강재를 적절히 설치하여야 한다.
3. 늑판 및 중심선거더의 상단은 플랜지를 주거나 또는 이와 동등한 구조로 보강하여야 한다.
4. 측거더의 두께는 중심선거더의 두께와 같게 하고 그 깊이는 늑판의 높이에 따라 적절히 정하여야 한다.

203. 횡식구조

1. **건현갑판하의 횡늑골** 건현갑판하의 횡늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 8KShl^2 \quad \text{(cm}^2\text{)}$$

S : 늑골간격 (m).
l : 늑골 지지점 사이의 거리 (m). 다만, l 이 2.15 m 미만일 때에는 2.15 m 로 한다.
h : 늑골 지지점 사이의 중앙으로부터 용골상면상 0.12 L 까지의 수직거리 (m). 다만, h 가 0.06 L 미만일 때에는 0.06 L(m) 로 한다.

2. 선측보강구조

(1) 늑골 한개 건너마다 보강보(panting beam)를 설치하고 이 보강보를 외판에 고착시키는 팬팅스트링거(panting stringer)를 설치할 경우.

(가) 보강보는 다음 식에 의한 것 이상의 단면적을 갖는 형강으로 하고, 늑골두께 이상의 두께를 갖는 브래킷으로 늑골과 견고하게 고착시켜야 한다. 또한 스팬을 고려하여 필요에 따라 선체중심선에서 형강으로 상하 및 전후로 견고하게 결합되도록 한다.

$$A = 0.3L \quad (\text{cm}^2)$$

(나) 팬팅스트링거는 다음 식에 의한 것 이상의 치수로 하고 그 내단은 플랜지를 주거나 형강으로 적절히 보강하여야 한다.

너 비 : $b = 2.5L + 500$ (mm)
두 께 : $t = 0.02L + 5.5$ (mm)

(다) 보강보가 없는 위치의 늑골은 (나)에 정하는 팬팅스트링거 너비의 1/2 이상의 암(arm)을 갖고 팬팅스트링거 두께 이상의 두께를 갖는 브래킷으로 팬팅스트링거에 고착시켜야 한다. 이 때 브래킷의 전단으로부터 팬팅스트링거의 내단에 이르기까지 평강을 설치하여 팬팅스트링거를 보강하여야 한다.

(라) 팬팅스트링거는 견고한 브래킷으로 선수브래킷 및 횡격벽의 수평거더와 고착시켜야 한다.

(2) 보강보를 늑골마다 설치하고 이에 경감구멍을 뚫은 강판을 선측에서 선측까지 결합할 경우.

(가) 보강보의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 0.1L + 5 \quad (\text{cm}^2)$$

(나) 보강보 위에 결합되는 강판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.02L + 4.5 \quad (\text{mm})$$

(3) 선측횡늑골을 선측스트링거로서 지지할 경우.

(가) 선측스트링거는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

깊 이 : $d_1 = 200l$ (mm), $d_2 = 2.5L + 500$ (mm) 또는 횡늑골 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 중 가장 큰 값.
단면계수 : $Z = 8KShl^2$ (cm^3)
웨브의 두께 : 다음 2개의 식 중 큰 값.

$$t_1 = 42\frac{Shl}{d_0} + 1.5 \quad (\text{mm}), \qquad t_2 = 0.11\sqrt[3]{\frac{d_0^2(t_1 - 1.5)}{k}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 선측스트링거의 간격 (m).
l : 선측스트링거의 지지점 사이의 수평거리 (m).
h : S의 중앙으로부터 용골상면상 $0.12L$까지의 수직거리 (m). 다만, h가 $0.06L$ 미만일 때에는 $0.06L$ (m)로 한다.
d_0 : 선측스트링거의 깊이 (mm). 다만, t_1의 계산에 있어 웨브에 횡늑골을 관통하기 위한 슬롯이 있을 때에는 그 깊이를 뺀 것으로 한다. 또한 휨보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할할 때에는 t_2 식의 d_0를 분할된 깊이로 할 수 있다.
k : 선측스트링거의 웨브에 설치되는 브래킷 또는 휨보강재의 간격 S_1 (mm)과 d_0의 비율에 따라 **표 3.13.1**에 정하는 계수로서 S_1/d_0가 표의 중간일 때에는 보간법에 의한다.

(나) 선측스트링거에는 약 3 m 의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다. 선측스트링거의 면재너비가 웨브의 한쪽으로 180 mm 를 넘을 때에는 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다. 또한 횡늑골의 관통부마다 웨브에 휨보강재로 보강하여야 한다. 다만, 선측스트링거의 지지점 사이의 중앙부근에서는 횡늑골 한개 건너마다 휨보강재를 배치할 수 있다.

(다) 선측스트링거를 크로스타이(cross tie)로 지지할 경우 크로스타이의 치수는 **표 3.13.2**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 3.13.1 계수 k

S_1/d_0	k
0.3이하 0.4	60.0 40.0
0.5 0.6	26.8 20.0
0.7 0.8	16.4 14.4
0.9 1.0	13.0 12.3
1.5 2.0이상	11.1 10.2

표 3.13.2 크로스타이의 치수

$\frac{l}{k_0}$	단면적 (cm^2)	웨브두께 (mm)
$\frac{l}{k_0} \geq 0.6$	$A = \frac{0.77Sbh}{1-0.5\frac{l}{k_0}}$	$t_w = 0.016\,d_w\sqrt{\frac{Sbh}{A}}$
$\frac{l}{k_0} < 0.6$	$A = 1.1\,Sbh$	

S : 선측스트링거의 간격 (m).
b : 크로스타이가 지지하는 너비 (m).
h : b 의 중앙으로부터 용골상면상 $0.12L$ 까지의 수직거리 (m). 다만, h 가 $0.06L$ 미만일 때에는 $0.06L$(m)로 한다.
l : 크로스타이의 길이 (m).
k_0 : 크로스타이의 최소회전반지름으로 다음 식에 의한 것 (cm).

$$k_0 = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 크로스타이의 최소 단면2차모멘트 (cm^4).
A : 크로스타이의 단면적 (cm^2).
d_w : 크로스타이의 웨브너비 (mm). 다만, 수평휨보강재를 설치할 때에는 그 최대간격으로 한다.

(라) 크로스타이는 브래킷으로써 선측스트링거에 견고하게 고착시키고 크로스타이가 결합되는 위치에서는 선측스트링거에 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.

(마) 크로스타이의 면재너비가 웨브의 한쪽으로 150 mm 를 넘을 때에는 웨브에 적절한 간격으로 휨보강재를 설치하고 이를 면재와 고착시켜 면재를 지지하도록 하여야 한다.

204. 종식구조

1. 건현갑판하의 종늑골은 다음의 규정에 따른다.

(1) 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 용골상면상 $0.05D$와 $0.15D$사이에는 25 %, 용골상면상 $0.05D$ 보다 하부에서는 50 %를 각각 식에 의한 단면계수보다 증가시켜야 한다.

$$Z = 8\,KShl^2 \quad \text{(cm3)}$$

S : 종늑골의 간격 (m).
l : 선측트랜스버스의 간격 또는 선측트랜스버스와 횡격벽과의 간격 (m). 다만, l 이 2.15 m 미만일 때에는 2.15 m 로 한다.
h : 늑골로부터 용골상면상 $0.12L$ 의 점까지의 수직거리 (m). 다만, h 가 0.06 L(m) 미만일 때에는 0.06 L(m) 로 한다.

(2) 종늑골은 견고한 브래킷으로 선수브래킷 및 횡격벽과 고착시켜야 한다.

2. 종늑골을 지지하는 선측트랜스버스는 다음 규정에 따른다. 다만, 이 규정에 따르기 곤란한 때에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(1) 선측트랜스버스에는 다음 식에 의한 것 이하의 상하간격 S로 크로스타이를 설치하여 양현의 선측트랜스버스를 결합시켜야 한다.

$$S = 0.0125L + 2.5 \quad (\mathrm{m})$$

(2) 선측트랜스버스의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

깊 이 : $d_1 = 200l$ (mm), $d_2 = 2.5L + 500$ (mm) 또는 종늑골 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 중 가장 큰 값.

단면계수 : $Z = 8KShl^2$ (cm^3)

웨브두께 : 다음 2개의 식 중 큰 값.

$$t_1 = 42\frac{Shl}{d_0} + 1.5 \quad (\mathrm{mm}), \qquad t_2 = 0.11\sqrt[3]{\frac{d_0^2(t_1 - 1.5)}{k}} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 선측트랜스버스의 간격 (m).

l : 선측트랜스버스의 지지점 사이의 수직거리 (m).

h : 지지점 간의 중앙으로부터 용골상면상 $0.12L$까지의 수직거리 (m). 다만, h가 $0.06L$ 미만일 때에는 $0.06L$(m) 로 한다.

d_0 : 선측트랜스버스의 깊이 (mm). 다만, t_1의 계산에 있어 웨브에 종늑골을 관통하기 위한 슬롯이 있을 때에는 그 깊이를 뺀 것으로 한다. 또한 휨보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할할 때에는 t_2 식의 d_0를 분할된 깊이로 할 수 있다.

k : 선측트랜스버스의 웨브에 설치되는 브래킷 또는 휨보강재의 간격 S_1 (mm)과 d_0의 비율에 따라, **표 3.13.1**에 정하는 계수로서 S_1/d_0이 표의 중간일 때에는 보간법에 의한다.

(3) 선측트랜스버스는 선저트랜스버스와 견고하게 고착시켜야 한다. 이 때 선저트랜스버스에 고착시킬 때에는 최하층 스팬의 선측트랜스버스의 웨브 및 면재의 치수는 선저트랜스버스의 것과 급격한 차이가 없도록 정하고 스팬의 하반부에서는 웨브의 유효단면적과 면재의 단면적과의 합계가 선저트랜스버스의 웨브의 규정 단면적 이상이 되도록 하여야 한다.

(4) 선측트랜스버스에는 약 3 m의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다. 선측트랜스버스의 면재나 비가 웨브 한쪽으로 180 mm를 넘을 때에는 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다. 또한 종늑골의 관통부마다 웨브에 휨보강재로 보강하여야 한다. 다만, 최하층 스팬을 제외한 기타 스팬의 지지점 사이의 중앙부근에서는 종늑골 한개 건너마다 휨보강재를 배치할 수 있다.

3. 2항 (1)호의 크로스타이는 **203.**의 2항 (3)호의 (다), (라) 및 (마)의 규정에 따른다. 이 때 인용조항의 선측스트링거를 선측트랜스버스로 대치한다. 다만, 이 규정에 따르기 곤란할 때에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

4. 선저종늑골을 지지하는 선저트랜스버스는 다음의 규정에 의한 구조 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 구조로 하여야 한다. 다만, 항상 충분히 선수흘수로 거치른 해상을 항해할 수 있는 선박은 다음 (1), (2) 및 (3)의 규정에 의한 부재의 단면계수 및 웨브의 단면적을 각각 10 % 감할 수 있다.

(1) 선저트랜스버스는 치수를 다음 식에 의한 것 이상으로 하고 선체중심선에서 상부 구조물에 이르는 스트럿으로서 지지하고, 선저트랜스버스와 동등한 치수의 중심거더로 전후의 선저트랜스버스와 연결시키든가 특별히 깊은 중심선 거더 또는 종격벽 등에 의하여 지지되어야 한다.

깊 이 : $d_0 = 5.5L + 450$

단면계수 : $Z = 1.2KSLl^2$ (cm^3)

웨브두께 : $t_w = 0.6\sqrt{L} + 3$ (mm)

S : 선저트랜스버스의 간격 (mm).

l : 선저트랜스버스의 지지점 사이의 거리 (m).

(2) 선저트랜스버스 및 중심선거더를 다음 식에 의한 것 이상으로 할 때에는 (1)호의 규정에 관계없이 스트럿을 선저트랜스버스 한개 건너마다 배치할 수 있다.

(가) 중심선거더

깊 이 : $d_0 = 8L + 680$ (mm)

웨브두께 : $t_w = 0.65\sqrt{L} + 3.5$ (mm)

단면계수 : (1)호의 식에 의한 것. 다만, (1)호의 식 중 S 를 지지하는 면적의 평균너비 (m)로 하고, l 을 지지점사이의 거리 (m)로 한다.

(나) 선저트랜스버스

깊 이 : $d_0 = 5.5L + 450$ (mm)

웨브두께 : $t_w = 0.65\sqrt{L} + 3.5$ (mm)

단면계수 : (1)호의 식에 의한 것.

(3) 선저트랜스버스의 치수를 다음 식에 의한 것 이상으로 할 때에는 (1)호의 규정에 관계없이 스트럿 또는 종격벽을 생략할 수 있다. 이 때 중심선거더의 웨브치수는 (1)호의 규정에 의한 선저트랜스버스의 치수 이상으로 하고, 그 자유변은 적절히 보강하여야 한다.

깊 이 : $d_0 = 8L + 680$ (mm)

웨브두께 : $t_w = 0.7\sqrt{L} + 4$ (mm)

단면계수 : (1)호의 식에 의한 것.

(4) 선저트랜스버스 및 중심선거더의 웨브의 두께 t_w 는 웨브의 깊이를 (3)호에 규정하는 것 이상으로 할 때에는 (3)호의 규정에 관계없이 그 두께를 감할 수 있다. 다만, 어떠한 경우에도 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_w = 0.55\sqrt{L} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

(5) 선저트랜버스의 각 선측에 있어서 지지점 사이의 길이가 $0.045L$ 을 넘을 때 또는 선저트랜스버스의 간격이 2.5 m 를 넘을 때에는 (1)호 내지 (4)호의 규정에 의한 선저트랜스버스 및 중심선거더의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.

(6) 선저트랜스버스에는 약 3 m 의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다. 선저트랜스버스의 면재너비가 웨브의 한쪽으로 180 m 를 넘을 때에는 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다. 또한 종늑골의 관통부마다 웨브를 휨보강재로 보강하여야 한다.

5. 4 항의 (1) 및 (2)호의 규정에 의한 스트럿은 다음 규정에 따르거나 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 것이어야 한다.

(1) 스트럿의 치수는 **표 3.13.3**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

(2) 스트럿은 원칙으로 최하층 갑판까지 도달하게 하고 선측트랜스버스를 지지하는 크로스타이와 브래킷에 의하여 유효하게 고착시켜야 한다.

(3) 스트럿 면재의 너비가 웨브의 한쪽에서 150 mm 를 넘는 경우에는 적절한 간격으로 휨보강재를 설치하고 이를 면재와 고착시켜 면재를 지지하도록 하여야 한다.

6. 선저의 평평한 부분에는 선수격벽보다 후부의 측거더 연장선상에 적절한 치수의 측거더를 설치하여 선저의 강성을 증가시켜야 한다.

205. 구상선수 【지침 참조】

구상선수 또는 기타 특수한 선수모양을 가진 선박의 선수부에 대한 구조는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 3.13.3 스트럿의 치수

$\frac{l}{k_0}$	단면적 (cm2)	웨브두께 (mm)
$\frac{l}{k_0} \geq 0.6$	$A = \frac{0.115 S b L}{1 - 0.5 \frac{l}{k_0}}$	$t_w = 0.0062 d_w \sqrt{\frac{SbL}{A}}$
$\frac{l}{k_0} < 0.6$	$A = 0.164 S b L$	

S : 스트럿이 지지하는 전후방향의 길이 (m).
b : 스트럿이 지지하는 너비 (m).
l : 스트럿의 길이 (m).
k_0 : 스트럿의 최소 회전반지름으로 다음 식에 의한 것 (cm).

$$k_0 = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 스트럿의 최소 단면2차모멘트 (cm^4).
A : 스트럿의 단면적 (cm^2).
d_w : 웨브의 너비 (mm). 다만, 웨브에 스트럿의 길이 방향으로 휨보강재를 설치할 때에는 그 최대간격으로 한다.

제 3 절 선미격벽 후부구조

301. 늑판

선미창내의 늑판의 치수 및 구조는 202.의 규정에 따른다. 또한 늑판은 선미관 상방으로 충분한 위치까지 도달하게 하여야 한다.

302. 횡늑골

1. 건현갑판하 횡늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 8 K S h l^2 \quad (cm^2)$$

S : 늑골간격 (m).
l : 늑골 지지점 사이의 거리 (m). 다만, 2.15 m 미만일 때에는 2.15 m 로 한다.
h : 늑골 지지점 사이의 중앙으로부터 용골상면상 $d + 0.038L'$ 까지의 수직거리 (m). 다만, h 가 $0.04\,L$ 미만일 때에는 $0.04\,L$(m) 로 한다.
L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.

2. 선박의 속력이 14 kt 를 넘을 때에는 그 초과 1 kt 에 대하여 2 %의 비율로 늑골의 단면계수를 1 항의 규정에 의한 것보다 증가시켜야 한다. 다만, 12 % 이상 증가시킬 필요는 없다.

303. 보강보(panting beam) 및 스트링거

1. 최하층 갑판하의 구조는 203.의 2항에서 선수화물창에 대하여 규정한 것과 동등한 보강보 및 스트링거판을 설치하여 충분한 강성을 갖도록 하여야 한다.
2. 늑골의 외면을 따라 측정한 늑골의 지지점 사이의 거리가 2.5 m 를 넘는 경우에는 늑골의 치수를 증가시키든가 또는 선측스트링거나 스트럿 등을 증설하여 선측의 강성을 증가시켜야 한다.

304. 순양함형 선미

순양함형 선미에서는 필요에 따라 특설늑골 및 선측스트링거 등을 설치하여 보강하여야 한다.

제 4 절 선수미격벽 사이의 보강구조

401. 선수격벽 후부 【지침 참조】

선수격벽과 선수단으로부터 0.15 L 사이에는 선수화물창내의 스트링거판 또는 선측스트링거의 연장선상에 선측스트링거를 설치하고 또한 적절한 위치에 특설늑골을 설치할 것을 권장한다. 특설늑골 및 선측스트링거를 설치하지 않는 때에도 선수창내의 선측스트링거 또는 경감구멍을 갖는 강판의 위치에는 브래킷 등을 설치하여 연속성을 갖는 구조로 하여야 한다.

402. 선미격벽 전부

선미격벽 전부의 구조는 늑골의 지지점 사이의 거리가 선체 중앙부와 비교하여 특히 큰 경우에는 선수격벽의 후부구조에 준하여 선측스트링거를 설치하든가 또는 늑골의 치수를 적절히 증가시켜 보강하여야 한다. ⚓

제 14 장 수밀격벽

제 1 절 일반사항

101. 적용

모든 선박에는 이 장에서 규정하는 강도를 갖는 수밀격벽을 설치하여야 한다. 특수선형의 선박에 있어서 수밀격벽의 배치가 이 장의 규정에 따르기 어려울 때에는 특별히 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

102. 부호

이 장에서 규정하는 구조로 된 수밀격벽은 부호 WT를 선명록에 부기하고 수밀격벽의 수를 그 앞에 기록한다.

제 2 절 수밀격벽의 배치

201. 선수격벽 【지침 참조】

1. 모든 선박은 구조상 특별한 이유에 의하여 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고, 근해구역을 항해구역으로 하는 총톤수 500톤 미만의 선박, 연해구역 이내를 항해구역으로 하는 선박 및 어선에 있어서는 건현용 길이(L_f)의 전단으로부터 0.05 L_f 와 0.13 L_f 와의 사이에, 그 외의 선박에 있어서는 건현용 길이의 전단으로부터 0.05 L_f 또는 10 m 중 작은 값과 0.08 L_f 또는 0.05 L_f + 3 m 중 큰 값 사이에 선수격벽을 설치하여야 한다. 다만, 구상선수와 같이 최소형깊이의 85 %의 위치에 있어서 흘수선 아래의 선체의 일부가 건현용 길이의 전단보다 전방에 연장되어 있는 경우에는 위의 거리는 다음 각 호 중 작은 쪽에 해당하는 위치로부터 측정하여야 한다.(**그림 3.14.1** 참조)
   (1) 해당연장부 (l)의 중심점.
   (2) 건현용 길이의 전단에서 측정한 거리(a)로서 L_f가 200 m 이하인 선박은 0.015L_f(m), L_f가 200 m 이상인 선박은 3 m 인 곳.
2. 선수격벽에 계단부 또는 리쎄스를 설치하는 경우에는 **그림 3.14.1** (B)와 같이 측정할 수 있다.
3. 선수문을 설치하는 선박의 선수격벽의 배치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 다만, 경사램프가 건현갑판 상방의 선수격벽의 일부를 형성할 경우에는 건현갑판 상방 2.3 m 를 넘는 램프의 부분은 1항에 규정하는 범위를 넘어서 전방에 연장하여도 된다. 이때 램프는 전 길이를 풍우밀로 하여야 한다.

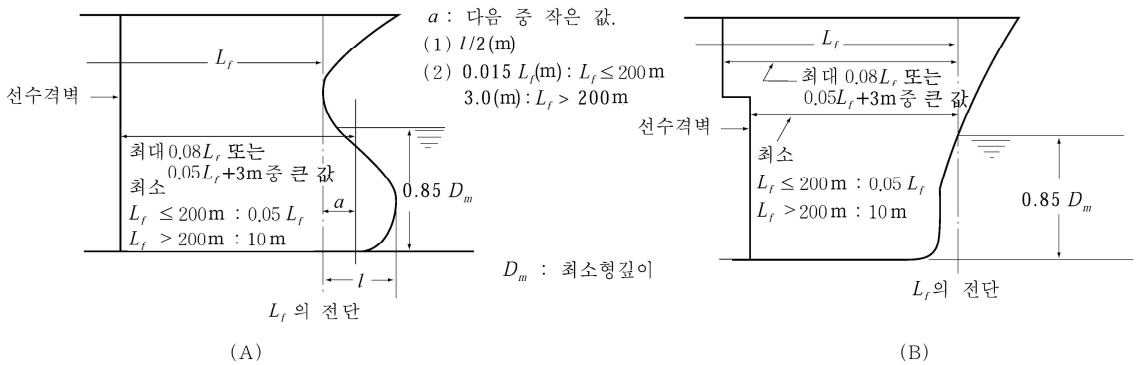


그림 3.14.1 선수격벽의 위치측정방법

202. 선미격벽

1. 모든 선박은 적절한 위치에 선미격벽을 설치하여야 한다.
2. 선미관은 선미격벽 또는 기타 적절한 구조에 의하여 수밀구획 내에 설치하여야 한다.

203. 기관실 격벽

1. 기관실의 전후단에는 수밀격벽을 설치하여야 한다.
2. 선미에 기관실이 배치된 선박의 경우에는 1항의 격벽 중 기관실 후단격벽을 202.의 선미격벽으로 간주할 수 있다.

204. 화물창내 격벽

1. 일반화물선에는 201.내지 203.에 규정하는 수밀격벽이외에 적절한 간격으로 화물창 내에 수밀격벽을 설치하여야 하고 201. 내지 203.에 규정하는 수밀격벽을 포함한 수밀격벽의 합계가 표 3.14.1에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 격벽의 배치는 우리 선급이 인정하는 경우에는 1항의 규정에 따르지 아니할 수 있다. **【지침 참조】**

표 3.14.1 수밀격벽의 수

선박의 길이 (m)	수밀격벽의 총수	
	선미기관실 선박	선미기관실 이외의 선박
$90 \le L < 102$	4	5
$102 \le L < 123$	5	6
$123 \le L < 143$	6	7
$143 \le L < 165$	7	8
$165 \le L < 186$	8	9
$186 \le L$	개별적으로 우리 선급이 인정하는 수	

205. 격벽의 높이

201.내지 204.에 규정하는 수밀격벽은 다음의 각 호에서 규정하는 것을 제외하고는 적어도 건현갑판까지 도달하게 하여야 한다.

(1) 저선수루 및 저선미루의 위치에 있는 수밀격벽은 저선수루 갑판 또는 저선미루 갑판까지 도달하게 하여야 한다.
(2) 건현갑판하의 장소로 통할 수 있도록 폐쇄되지 않는 개구를 내부에 갖는 선수루 또는 0.25 L_f 이상의 긴 선수루를 설치할 때에는 선수격벽은 선루갑판까지 도달하게 하여야 한다. 다만, 그 연장부분은 201.에 규정하는 거리를 넘지 아니하는 범위내에서 계단 모양으로 하고 또한 비바람을 막는 구조로 할 수 있다.
(3) 선미격벽은 건현갑판하에서 만재흘수선상에 있는 갑판까지 도달하여도 좋다. 다만, 그 갑판은 격벽으로부터 선미까지 수밀구조로 하여야 한다.

206. 구조

1. 201.내지 204.에 규정하는 수밀격벽이 강력갑판까지 도달하지 않을 경우에는 그 격벽의 바로위 또는 그 근방에 강력갑판까지 도달하는 특설늑골 또는 부분격벽을 설치하여 선체의 횡강력 및 횡강성을 갖도록 하여야 한다.
2. 화물창내 격벽의 간격이 30 m 를 넘을 때에는 적절한 방법에 의하여 선체의 횡강력 및 횡강성을 갖도록 하여야 한다.

207. 체인로커 【지침 참조】

1. 서퍼링 관(spurling pipes) 및 체인로커는 노출갑판에 이르기까지 수밀이어야 한다. 그러나 분리된 체인로커들 사이에 위치한 격벽이나, 체인로커들의 공통 경계를 이루는 격벽은 수밀일 필요는 없다.
2. 접근설비가 설치된 경우, 견고한 덮개로 폐쇄되어야 하며 좁은 간격의 볼트로 고정이 되어야 한다.
3. 서퍼링 관 또는 체인로커로의 접근설비가 노천갑판 하부에 설치되는 경우, 출입구 덮개와 고정설비는 우리 선급이 인정하는 표준(예:ISO 5894 등)에 따르거나 수밀 맨홀 덮개와 동등한 수준이어야 한다. 출입구 덮개에 대한 고정설비로서 나비형너트(butterfly nuts) 및/또는 경첩식볼트(hinged bolts)는 사용할 수 없다.
4. 앵커체인이 지나가는 서퍼링 관에는 물의 유입을 최소화 할 수 있는 영구적으로 부착된 폐쇄장치를 설치하여야 한다.

제 3 절 수밀격벽의 구조

301. 두께

1. 격벽판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 3.2S\sqrt{hK} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 격벽횡보강재의 간격 (m).

h : 선체중심선에 있어서 각 격벽판의 아래 가장 자리로부터 건현갑판까지의 거리(m)와 손상복원성계산서 상 가장 깊은 평형상태 수선(the deepest equilibrium water line)까지의 거리(m) 중 큰 것. 다만, 3.4 m 미만으로 하여서는 아니 된다.

2. 1항의 규정에도 불구하고 수밀격벽판의 두께 t는 어떠한 경우에도 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_{\min} = 5.9S + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 1항에 따른다.

302. 두께의 증가

1. 격벽의 최하부에 사용하는 판의 두께는 301.에서 규정하는 두께에 1 mm를 더한 것 이상으로 하여야 한다.
2. 격벽의 최하부에 사용하는 판의 높이는 이중저 구조에서는 내저판의 상면으로부터 610 mm 이상, 단저구조에서는 용골의 상면으로부터 915 mm 이상으로 하고 격벽의 한쪽만이 이중저 구조일 경우에는 위의 두가지 경우 중에서 큰 것으로 하여야 한다.
3. 빌지웰(bilge well)이 접하는 격벽판의 두께는 301.에서 규정하는 두께에 2.5 mm를 더한 것 이상으로 하여야 한다.
4. 선미관 또는 추진축이 관통하는 부분의 격벽판은 301.의 규정에 관계없이 이중판으로 하든가 또는 그 두께를 증가시켜야 한다.

303. 횡보강재 【지침 참조】

격벽횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad \text{(cm}^3\text{)}$$

l : 격벽횡보강재의 지지점 사이의 전 길이 (m)로서 그 끝에서는 고착부의 길이를 포함하는 것으로 한다. 다만, 거더를 설치할 때에는 고착부의 끝으로부터 가장 가까운 거더까지의 거리 또는 거더 사이의 거리로 한다.

S : 격벽횡보강재의 간격 (m).

h : 선체중심선에 있어서 수직횡보강재는 l의 중앙으로부터, 수평횡보강재는 상하 격벽횡보강재 사이의 중앙으로부터 각각 건현갑판까지의 거리(m)와 손상복원성계산서 상 가장 깊은 평형상태 수선까지의 거리(m) 중 큰 것. 다만, 그 거리가 6.0 m 미만일 때에는 그 거리의 0.8배에 1.2를 더한 것.

C : 계수로서 격벽횡보강재 끝부분의 고착조건에 따라 표 3.14.2에 정하는 값.

표 3.14.2 C 의 값

	상단 / 하단	러그고착 또는 수평거더에 의한 지지	고착방법		스닙
			A 형	B 형	
수직 휨보강재	거더로 지지 또는 러그 고착	2.80	2.80	3.22	3.78
	브래킷 고착	2.24	2.24	2.52	2.80
	면재 스닙, 웨브 고착	3.22	3.22	3.78	4.48
	스닙	3.78	3.78	4.48	5.60
수평 휨보강재	일단 / 타단	러그고착, 브래킷고착 또는 수직거더에 의한 지지	스닙		
	거더로 지지, 러그 고착 또는 브래킷 고착	2.80	3.78		
	스닙	3.78	5.60		

(비고)
1. '러그 고착'이라 함은 격벽휨보강재의 웨브 및 면재가 격벽판, 갑판 및 내저판 등에 유효하게 고착되고 그 반대측이 유효한 지지재로 보강되어 있는 구조를 말한다.
2. 'A형 고착'이라 함은 해당 격벽휨보강재와 같은 정도 이상의 인접 면내 격벽휨보강재와의 브래킷 고착이든가 또는 이와 동등의 고착을 말한다.(**그림 3.14.2** (a) 참조)
3. 'B형 고착'이라 함은 보 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다.(**그림 3.14.2** (b) 참조)

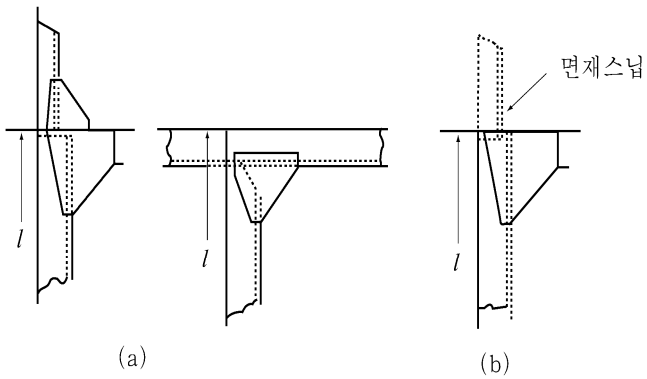


그림 3.14.2 끝부분의 고착

304. 파형격벽 【지침 참조】

1. 파형격벽의 두께 t 는 다음에 의한 t_1 또는 t_2 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 0.0034CS_1\sqrt{hK} + 1.5 \quad \text{(mm)}, \qquad t_2 = 0.0059CS_1 + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

h : 301.의 규정에 따른다.
S_1 : 면재부 및 웨브부에 대한 각각의 너비 (mm)로서 **그림 3.14.3**의 a 또는 b.
C : 계수로서 다음에 의한 값.

면재부 : $C = \dfrac{1.5}{\sqrt{1+\left(\dfrac{t_w}{t_f}\right)^2}}$

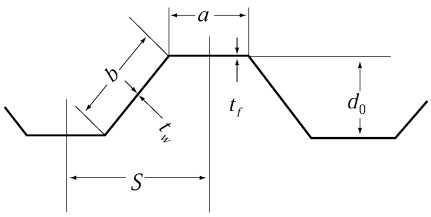
웨브부 : $C = 1.0$

t_f 및 t_w : 면재부 및 웨브부의 두께 (mm).

2. 파형격벽의 1/2피치에 대한 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 3.6CKShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 파형의 1/2피치 (m). (**그림 3.14.3** 참조)
h : 303.의 규정에 따른다.
l : 지지점 사이의 거리 (m)로서, **그림 3.14.4**에 따른다.
C : 계수로서, 단부의 고착조건에 따라 **표 3.14.3**에 정하는 값.



S_1 = a 또는 b
S = 파형의 1/2 피치

그림 3.14.3 S의 측정방법

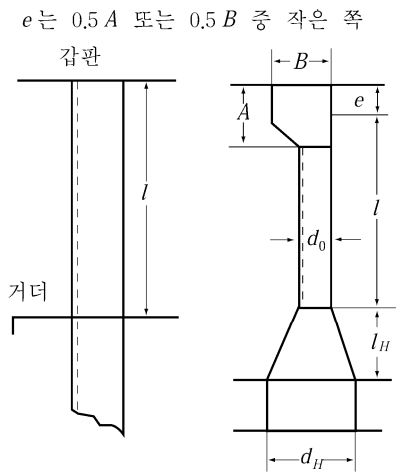


그림 3.14.4 l의 측정방법

표 3.14.3 C 의 값

난	일단 / 타단	거더로 지지	상단을 갑판에 고착	상단을 스툴에 고착
(1)	거더로 지지, 하단을 갑판 또는 이중저에 고착	$\dfrac{4}{2+\dfrac{Z_1}{Z_0}+\dfrac{Z_2}{Z_0}}$	$\dfrac{4}{2.2+\dfrac{Z_2}{Z_0}}$	$\dfrac{4}{2.6+\dfrac{Z_2}{Z_0}}$
(2)	하단을 스툴에 고착	$\dfrac{4.8\left(1+\dfrac{l_H}{l}\right)^2}{2+\dfrac{Z_1}{Z_0}+\dfrac{d_H}{d_0}}$	$\dfrac{4.8\left(1+\dfrac{l_H}{l}\right)^2}{2.2+\dfrac{d_H}{d_0}}$	$\dfrac{4.8\left(1+\dfrac{l_H}{l}\right)^2}{2.6+\dfrac{d_H}{d_0}}$
		다만, (1)란의 값 미만으로 하여서는 아니 된다.		

Z_0 : 해당 파형격벽의 중앙부 0.6l 사이의 1/2피치에 있어서의 최소단면계수 (cm^3).
Z_1 및 Z_2 : 단부의 1/2피치에 대한 단면계수 (cm^3)로서, 수직파형격벽인 경우에는 Z_1을 상단, Z_2를 하단의 단면계수로 한다. 다만, 5항의 규정에 의하여 두께를 증가시킨 부분에 대하여는 단면계수 Z_2는 그 증가분을 뺀 두께에 대한 단면계수로 한다.
l_H : 이중저 상면상의 스툴의 높이 (m).
d_H : 이중저 상면에서의 스툴의 너비 (mm).
d_0 : 파형의 깊이 (mm).

3. 파형격벽 단부의 고착을 특히 견고하게 한 경우에는 2항에 규정하는 C의 값을 적절히 감할 수 있다.

4. 파형격벽의 모선방향단부 $0.2\,l$의 판 두께는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

웨브부 : $t_1 = 41.7\dfrac{CKShl}{d_0} + 1.5$ (mm) 다만, 다음 식에 의한 것 미만이어서는 아니된다.

$$t_{\min} = 0.174\sqrt[3]{\frac{CShlb^2}{d_0}} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

면재부 : 다만, 수직파형격벽의 상단은 제외한다.

$$t_f = \frac{0.012a}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

S, h, l 및 d_0 : 2항에 따른다.
a 및 b : 면재부 및 웨브부의 너비(mm).
C : 계수로서 **표 3.14.4**에 따른다. 다만, 수직 파형격벽으로서 단일 스팬의 경우에는 최상스팬에 대한 계수를 적용한다.

표 3.14.4 C의 값

위치		상단	하단
수직파형격벽	최상스팬	0.4	1.6
	하부스팬	0.9	1.1
수평파형격벽의 양단		1.0	

5. 각 항의 두께에 대하여는 **302.**의 규정을 준용하여야 한다.
6. 파형격벽의 1/2피치에 대한 실제의 단면계수 Z_a는 다음 식에 의하여 정한다.

$$Z_a = \frac{at_f d_0}{2} + \frac{bt_w d_0}{6} \quad (\text{cm}^3)$$

a 및 b : 면재부 및 웨브부의 너비 (m).
t_f 및 t_w : 면재부 및 웨브부의 두께 (mm).
d_0 : 파형의 깊이 (mm).

305. 선수격벽

선수격벽판의 두께 및 휨보강재의 단면계수는 **301.**, **303.** 및 **304.**의 식 중 h를 규정에 의한 것의 1.25배로 하여 정한 것 이상이여야 한다.

306. 보강거더

1. 격벽휨보강재를 지지하는 보강거더(이하 **거더**라고 한다)의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 4.75KShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 거더가 지지하는 면적의 너비 (m).
h : 선체중심선에 있어서 수평거더일 때에는 S의 중앙으로부터, 수직거더일 때에는 l의 중앙으로부터 각각 건현갑판까지의 거리(m)와 손상복원성계산서 상 가장 깊은 평형상태 수선(the deepest equilibrium water line)까지의 거리(m) 중 큰 것. 다만, 그 거리가 6.0 m 미만일 때에는 그 거리의 0.8배에 1.2를 더한 것.

l : 거더의 전 길이(m)로서 **1장 605.**의 규정에 의하여 수정할 수 있다. 다만, 원호모양의 브래킷으로 할 때에는 **그림 3.14.5**에 표시하는 b를 브래킷의 암의 길이로 한다.

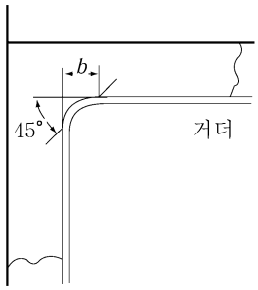


그림 3.14.5 b의 측정방법

2. 거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 미만이어서는 아니 된다.

$$I = 10hl^4 \quad (\mathrm{cm}^4)$$

h 및 l : 1 항의 규정에 따른다.

3. 거더의 웨브 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.01S_1 + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S_1 : 거더의 횡보강재의 간격 또는 거더 깊이 중 작은 것(mm).

4. 거더의 끝부분 $0.2l$ 사이의 거더의 웨브 두께는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 41.7\frac{CKShl}{d_0} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

$$t_2 = 0.174\sqrt[3]{\frac{ChlS_1^2}{d_0}} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S, h 및 l : 1항에 따른다.
d_0 : 거더의 깊이(mm).
S_1 : 3항에 따른다.
C : 304.의 4항에 따른다.

5. 트리핑 브래킷은 약 3 m의 간격으로 설치하고 면재의 한쪽 너비가 180 mm를 넘을 경우에는 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.
6. 거더의 실제의 단면2차모멘트 및 단면계수의 산출에 사용하는 유효강판은 **1장 602.**의 규정에 따른다. 다만, 유효너비 내에 횡보강재가 있을 때에는 이것을 유효강판으로 포함할 수 있다.

307. 브래킷

횡보강재의 양단에 설치하는 유효한 브래킷의 치수는 **1장 604.**에 따라야 하며 이 규정의 보를 횡보강재로 간주한 것으로 한다.

308. 격벽판, 갑판 등의 보강

횡보강재 및 보강거더의 끝부분을 고착하는 곳의 격벽판, 갑판 및 내저판 등은 필요에 따라 그 반대측에 유효한 지지재를 설치하여 보강하여야 한다.

309. 격벽리쎄스의 구조

1. 격벽이 리쎄스로 되어 있을 때에는 상방격벽의 하단 및 계단부의 각 늑골의 위치에 10장 403. 및 보의 간격을 격벽휨보강재의 간격으로 간주하여 303.의 규정에 따라 보를 설치하여야 한다. 다만, 상방격벽의 하단의 보는 격벽의 구조를 특히 견고하게 한 경우에는 생략하여도 좋다.
2. 격벽 계단부의 갑판의 두께는 이와 같은 높이의 격벽판으로 보고 보의 간격을 격벽휨보강재의 간격으로 보았을 때의 301.의 식에 의한 두께에 1 mm 를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 그 부분의 갑판의 두께 미만이어서는 아니된다.
3. 격벽의 계단부를 지지하는 필러의 치수는 계단부의 상면에 작용하는 수압을 고려하여 정하고 그 필러의 고착은 그 하면에 작용하는 수압에 견딜 수 있도록 하여야 한다.

310. 수밀문을 설치할 때의 구조

격벽에 수밀문을 설치하기 위하여 격벽휨보강재를 절단하든가 또는 그 간격을 증가할 때에는 문에 적절한 틀을 붙이고 그 주위에는 충분한 보강을 하여 문을 설치하지 않았을 때의 격벽의 강도 및 강성을 갖도록 충분히 튼튼한 구조로 하여야 한다. 이 경우 개구 주위에 붙이는 틀은 격벽휨보강재로 간주하지 아니한다.

제 4 절 수밀문

401. 일반 *(2020)*

1. 건현갑판하의 선수격벽에는 출입구, 맨홀, 통풍덕트 등을 설치하여서는 아니 된다. 건현갑판상에 설치하는 개구는 필요 최소한으로 줄이고 이들 개구에는 충분한 비바람막이 폐쇄장치를 설치하여야 한다.
2. 수밀문의 설계 및 시험 요건은 침수를 가정한 모든 단계에서의 평형수면(equilibrium waterplane) 또는 중간수면(intermediate waterplane) 및/또는 격벽갑판 또는 건현갑판과 관련한 위치에 따라 달라진다.
3. 정의
   (1) 수밀 : 설계수압(design head)하에서 어느 방향으로든 침수를 방지하는 능력. 구조물에 대한 설계수압은 해당 구획 및 손상복원성 규정에 따라 격벽갑판, 건현갑판 또는 적용가능한 경우, 가장 불리한 평형/중간수면 중 가장 큰 값에 대한 상대적 위치에 따라 결정된다. 따라서 수밀문은 그 문이 위치하는 구획격벽의 수밀 건전성을 유지해야 한다.
   (2) 평형수면(equilibrium waterplane) : 가정된 손상으로 인한 침수를 고려하여, 선박에 작용하는 부력과 무게가 평형을 이루고 있을 때의 수면. 이 수면은 추가적인 침수가 더 이상 발생하지 않거나 교차침수(cross flooding)가 완료된 후의 최종 상태를 의미한다.
   (3) 중간수면(intermediate waterplane) : 가정된 침수 중간단계를 고려할 때, 선박에 작용하는 부력과 무게가 평형을 이루고 있을 때의 수면. 중간단계는 침수의 시작과 완료 사이 어느 중간의 선박의 순간적인 침수상태에 말한다.
   (4) 슬라이딩 문 또는 롤러 문(sliding door or rolling door) : 일반적으로 문의 면에 평행하게 수평 또는 수직 운동을 하는 문.
   (5) 힌지 문(hinged door) : 수직 또는 수평 모서리에 대해 선회 운동을 하는 문.

402. 수밀문의 형식 【지침 참조】

1. 수밀문은 슬라이딩식으로 하여야 한다. *(2019)*
2. 1항의 규정에도 불구하고, 선원이 출입할 정도의 작은 출입구의 경우에는 404.의 3항에 의해 원격폐쇄가 요구되는 경우를 제외하고는 힌지식 또는 롤러식으로 할 수 있다.
3. 1항의 규정에도 불구하고, 큰 화물창 구획에는 항해 중 반드시 폐쇄되는 것에 한하여 슬라이딩 식 이외의 수밀문을 설치할 수 있다.
4. 낙하폐쇄식 또는 중량물의 낙하작용으로 폐쇄되는 형식의 문을 사용하여서는 아니 된다.
5. 수밀문은 작동 모드, 위치 및 의장품 즉, 제어장치, 지시기 등에 관한 모든 요건에 따라 표 3.14.5와 같이 설치되어야 한다. *(2020)*

403. 강도와 수밀성 등

1. 수밀문은 격벽갑판까지의 수두에 의한 압력에 견딜 수 있는 충분한 강도와 수밀성을 갖는 것으로 하고 문틀은 격벽에 유효하게 고착시켜야 한다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 설치 전에 수밀문에 대한 수압시험을 요구할 수 있다. **【지침 참조】**
2. 화물구역에 수밀문이 설치되는 경우, 그 문은 화물 등으로 인한 손상을 받지 않도록 적절한 방법으로 보호되어야 한다.

404. 조작 *(2021)* 【지침 참조】

1. 수밀문은 그 사용 목적과 빈도에 따라 다음의 (1)호부터 (3)호까지로 분류된다.
   (1) 항해 중 통상 폐쇄 : 항해 중 통상 폐쇄되나 당직 사관의 허가에 따라 사용될 수 있으며, 사용 후 즉시 폐쇄되어야 한다.
   (2) 항해 중 반드시 폐쇄 : 항내에서는 개방하지만 출항 전에 폐쇄되는 문으로, 항내에서 개폐 조작의 시간을 항해일지에 기록하여야 한다. 항해 중 접근하기 쉬운 문에는 개방을 방지하기 위한 장치를 설치하여야 한다.
   (3) 항해 중 사용 : 폐쇄 상태로 유지. 그러나 승객이나 선원의 통행을 허용하기 위해 선급이 승인한 경우 또는 문 바로 근처에서 작업할 때 문을 열어야 하는 경우 항해 중에 개방할 수 있다. 문은 사용 후 즉시 폐쇄하여야 한다.
2. 항해 중 반드시 폐쇄되어야 하는 것을 제외한 모든 수밀문은 선박이 어느 현측으로 30° 경사했을 때도 수밀문의 양측에서 수동으로 (해당되는 경우, 동력으로) 조작이 가능하여야 한다.
3. **표 3.14.5**에 표시된 경우, 문은 항해선교에서 동력에 의한 원격폐쇄가 가능하여야 한다.
4. 모든 수밀문은 원격조작으로 개방되어서는 아니 된다. 또한 **402.**의 **3**항의 규정을 적용하는 수밀문은 원격조작 되어서는 아니 된다.

405. 표시장치 *(2020)* 【지침 참조】

1. **표 3.14.5**에 나타낸 바와 같이, 항해 중에 반드시 폐쇄되는 것을 제외한 수밀문에는 표시장치(position indicators)가 모든 원격제어 장소에 설치되어야 한다. 표시장치는 화물선의 내부 문의 양쪽에 설치하여, 문이 개방 또는 폐쇄되어 있는지를(가능하다면, 모든 조임핸들/클리트가 적절하게 작동하는지) 볼 수 있어야 한다.
2. 원격으로 폐쇄되는 수밀문의 경우에는 **1**항의 규정에 추가하여, 해당 수밀문의 위치에 그 수밀문이 원격조작 되고 있음을 나타내는 표시장치를 설치하여야 한다.
3. 표시장치는 자체감시형(self-monitoring type)이어야 하며, 표시장치가 설치된 위치에는 표시장치를 시험하기 위한 수단이 제공되어야 한다.
4. 문이 닫힌 상태(door closed)에 있는 경우, 조작방법을 설명하는 표시판 및 안내서가 문 근처에 배치되어야 한다.

406. 경보장치 【지침 참조】

원격으로 폐쇄되는 수밀문에는 해당 수밀문의 위치에 그 수밀문이 원격 폐쇄되고 있음을 나타내는 가청 경보장치를 설치하여야 한다.

407. 전원

1. **404.**부터 **406.**에서 요구하는 원격 폐쇄장치, 표시장치 및 경보장치는 주전원이 손실된 경우에도 작동 가능하여야 한다. 요구되는 경보장치의 주전원이 손실된 경우, 여객선은 항해선교의 중앙제어콘솔에서, 화물선은 항해선교에서 가시가청경보로 알려야 한다. (2021)
2. **1**항에서 언급한 전기설비가 건현갑판 하부에 설치된 경우, 이 전기설비는 침수에 대한 적절한 보호 등급을 가진 것이어야 한다. **【지침 참조】**
3. **1**항에서 언급한 장치의 케이블은 **규칙 6편 1장 5절**의 규정에 적합 하여야 한다.

408. 경고판 *(2020)*

1. 항해 중에 통상적으로 폐쇄되지만 원격폐쇄수단이 제공되지 않는 수밀문에는 **"항해 중 개방금지** (to be kept closed at sea)"의 경고판을 문의 양측에 부착하여야 한다.
2. 항해 중에 반드시 폐쇄되는 수밀문에는 **"항해 중 사용금지** (not to be opened at sea)"의 경고판을 문의 양측에 부착하여야 한다. *(2021)* **【지침 참조】**

409. 슬라이딩 문 【지침 참조】*(2019)*

1. 슬라이딩 문이 개폐봉으로 조작된다면, 개폐봉의 유도는 가능한 한 직접 되도록 배치하고 나사부에 쓰이는 너트는 청동재 또는 승인된 재료이어야 한다.
2. 수직 슬라이딩식 수밀문틀의 바닥에는 오물이 끼어 문의 폐쇄를 방해할 우려가 있는 홈을 설치하여서는 아니 된다.

410. 힌지 문 및 롤러 문

1. 힌지 및 롤러 수밀문의 경우, 힌지 핀과 바퀴 축은 청동제 또는 승인된 재료이어야 한다.
2. 항해 중에 반드시 폐쇄되는 문을 제외한 힌지 및 롤러 수밀문은 문의 양측에서 조작할 수 있는 급동식(quick acting type) 또는 단동식(single acting type)이어야 한다.

411. 기타

수밀격벽에 밸브 또는 콕을 설치할 경우에는 **5편 6장** 107.의 8항의 규정을, 수밀격벽에 관이 관통하는 경우에는 **5편 6장** 107.의 7항의 규정을, 수밀격벽에 전선이 관통하는 경우에는 **6편 1장** 508.의 1항 내지 3항의 규정을 각각 적용하여야 한다.

412. 시험 【지침 참조】*(2020)*

1. 평형 또는 중간수면에서 물에 잠기게 되는 문은 수압시험을 하여야 한다.
2. 화물구역의 수밀구획 경계에서 사용되는 대형 문의 경우, 압력 시험 대신 구조해석을 인정할 수 있다. 이러한 문이 개스킷 씰을 사용하는 경우, 개스킷 재료의 압축이 구조해석에 의해 드러난 임의의 변형을 수용 할 수 있는지를 확인하기 위하여 원형압력시험 (prototype pressure test)이 수행되어야 한다. ⚓

표 3.14.5 화물선의 내부 수밀격벽 및 외부 수밀경계의 문 *(2021)*

A. 내부 수밀격벽의 문

격벽 및 건현갑판 관련 위치	1. 항해 중 상태	2. 유형	3. 원격폐쇄	4. 원격 표시	5. 가시 또는 가청 경보	6. 경고	8. 규정	7.비고
(1) 하부	사용	POS	Yes	Yes	Yes (local)	No	SOLAS II-1/10, 13-1.2, 16.2 및 22.3 MARPOL I/28.3 ICLL66+A.320 1988 Protocol to ICLL66 IBC, 및 IGC	
	통상 폐쇄	S, H	No	Yes	No	Yes	SOLAS II-1/10, 13-1.3, 16.2, 22.3 및 24.4	Note 1 참조
	반드시 폐쇄	S, H	No	No	No	Yes	SOLAS II-1/10, 13-1.4, 16.2, 24.3, 및 24.4 SOLAS II-1/10, 13-1.4, 13-1.5, 16.2, 22.2, 24.3 및 24.4	Notes 3 + 4 참조
(2) 갑판상 또는 상부	사용	POS	Yes	Yes	Yes (local)	No	SOLAS II-1/10, 13-1.2, 16.2 및 22.3 MARPOL I/28.3 ICLL66+A.320 1988 Protocol to ICLL66 IBC, 및 IGC	Notes 2 + 5 참조
	통상 폐쇄	S, H	No	Yes	No	Yes	SOLAS II-1/10, 13-1.3, 16.2, 22.3 및 24.4	Note 1 참조
	반드시 폐쇄	S, H	No	No	No	Yes	SOLAS II-1/10, 13-1.4, 13-1.5, 16.2, 24.3 및 24.4	Notes 3 + 4 참조

Notes:

* 유형

- 동력으로 조작 가능한, 슬라이딩 또는 롤링 타입 POS
- 동력으로 조작 가능한, 힌지 타입 POH
- 슬라이딩 또는 롤링 타입 S
- 힌지 타입 H

1. 힌지가 있는 문의 경우, 단동식(single action type)이어야 한다.
2. ICLL66에서, 주 기관 구역을 조타장치 구획으로부터 구분하는 문은, 그러한 문의 하부 문틀이 하기건현 상부에 있으며 항해 중 폐쇄하여 사용하지 않는 경우, 힌지가 있는 단동식으로 할 수 있다.
3. 화물 구역을 세분하는 수밀 격벽 문의 경우, 항구에서 그 문이 개방되어 있는 시간과 선박이 출항하기 전에 폐쇄하는 시간을 항해 일지에 기록하여야 한다.
4. 문에는 허가받지 않은 개방을 방지하기 위한 장치가 설치되어야한다.
5. MARPOL에서, 선루에 있는 수밀 격벽에서는 힌지가 있는 수밀문을 사용할 수 있다.

B. 평형수면 또는 중간수면 하의 외부 수밀격벽의 문

격벽 및 건현갑판 관련 위치	1. 항해 중 상태	2. 유형	3. 원격폐쇄	4. 원격 표시	5. 가시 또는 가청 경보	6. 경고	7. 규정	8. 비고
(1) 하부	반드시 폐쇄	S, H	No	Yes	No	Yes	SOLAS II-1/15.9, 15-1.2, 15-1.3, 15-1.4, 22.6, 22.12, 및 24.1	Notes 2 + 3 참조
(2) 갑판상 또는 상부	통상 폐쇄	S, H	No	Yes	No	Yes	SOLAS II-1/15-1.2	Note 1 참조
	반드시 폐쇄	S, H	No	No	No	Yes	SOLAS II-1/15-1.2 및 15-1.4	Notes 2 + 3 참조

Notes:
* 유형
- 동력으로 조작 가능한, 슬라이딩 또는 롤링 타입 POS
- 동력으로 조작 가능한, 힌지 타입 POH
- 슬라이딩 또는 롤링 타입 S
- 힌지 타입 H

1. 힌지가 있는 문의 경우, 단동식(single action type)이어야 한다.
2. 항구에서 그 문이 개방되어 있는 시간과 선박이 출항하기 전에 폐쇄하는 시간을 항해 일지에 기록하여야 한다.
3. 문에는 허가받지 않은 개방을 방지하기 위한 장치가 설치되어야한다.

제 15 장 디프탱크

제 1 절 일반사항

101. 용어

디프탱크라 함은 물, 연료유 또는 기타의 액체를 적재하기 위하여 선체구조의 일부로서 구성된 탱크를 말한다. 기름을 적재하는 탱크로서 표시할 필요가 있는 것은 “디프기름탱크(deep oil tank)"라고 명시한다.

102. 적용

1. 모든 디프탱크의 구조는 이 장의 규정에 따른다. 다만, 수밀격벽을 겸하는 부분에 대하여는 **14장**의 규정에도 적합하여야 한다.
2. 인화점이 60℃ 이하인 기름을 적재하는 탱크의 구조에 대하여는 이 장의 규정 이외에 **7편 1장** 및 **10장**의 규정을 적용한다.

103. 제수격벽 【지침 참조】

1. 디프탱크는 적당한 크기를 가져야 하며 탱크 내에는 항해상태 및 액체 적재 또는 배출시의 선박 안전성능상의 필요에 의하여 수밀 종격벽을 설치하여야 한다.
2. 디프탱크의 너비가 선측에서 선측까지 이르는 경우에는 선박의 안전 성능상 필요에 따라 수밀격벽, 제수격벽 또는 깊은 제수판을 설치하여야 한다.
3. 청수탱크, 연료유탱크 기타 항해시에 만재되지 않는 디프탱크에는 그 구조부재에 걸리는 동적인 힘을 최소한으로 줄이기 위해 필요한 정도의 제수격벽을 증설하든가 깊은 제수판을 적절히 설치하여야 한다.
4. 3항의 규정을 적용하기 힘들 경우에는 본 장에서 규정하는 여러 구조부재의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.
5. 종통수밀 구획격벽이 항해시 항상 만재상태 또는 공창상태에 있는 디프탱크내에 설치되어 양측으로부터 압력을 받는 것은 **14장**에서 규정하는 수밀격벽에 대한 치수로 하여도 좋다. 이 경우 디프탱크내에는 디프상태로 유지되어 있는가를 확인하기 위한 검사플러그 등을 설치하여야 한다.

104. 최소두께 【지침 참조】

톱사이드탱크, 호퍼탱크 및 길이 또는 너비가 $0.1L+5.0$(m)를 넘는 현측탱크, 선창탱크 등의 거더, 스트럿, 단부 브래킷 및 격벽판은 그 두께를 선박의 길이에 따라 **표 3.15.1**에 정하는 것 이상이어야 한다.

표 3.15.1 최소두께

선박의 길이 (m)	두께 (mm)
$90 \le L < 105$	8.0
$105 \le L < 120$	8.5
$120 \le L < 135$	9.0
$135 \le L < 150$	9.5
$150 \le L < 165$	10.0
$165 \le L < 180$	10.5
$180 \le L < 195$	11.0
$195 \le L < 225$	11.5
$225 \le L < 275$	12.0
$275 \le L < 325$	12.5
$325 \le L < 375$	13.0
$375 \le L$	13.5

105. 큰 디프탱크의 격벽보강

큰 디프탱크의 격벽판, 격벽횝보강재, 보강거더 및 크로스타이의 치수는 202. 내지 205. 및 207.의 식들 중 h를 해당 규정에서 정하는 h와 다음 식에 의한 것 중 큰 값을 사용하여 정한 것 이상이어야 한다.

$$H = 0.85(h + \Delta h) \quad (\mathrm{m})$$

h : 202. 및 203.의 h_1에서 정하는 수두

Δh : 부가수압으로서 다음 식에 의한 값.

$$\Delta h = \frac{16}{L}(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10) \quad (\mathrm{m})$$

l_t : 탱크의 길이(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m 로 한다.

b_t : 탱크의 *너비*(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m 로 한다. 또한 톱사이드 탱크를 갖는 산적화물선의 평형수 화물창의 경우에는 $\frac{2}{3}B$로 할 수 있다.

제 2 절 디프탱크 격벽

201. 적용

디프탱크의 격벽 및 주위벽을 구성하는 갑판 등의 구조는 이 장에 규정하는 것 이외에는 14장의 규정에도 적합하여야 한다.

202. 격벽판 *(2020)* 【지침 참조】

격벽판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{h} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 격벽횝보강재의 간격(m).

h : 수두로서 다음의 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값

h_1: 해당 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침관 상단사이의 1/2 이 되는 곳까지의 수직거리(m), 다만, 선측외판에 대하여는 모든 운항상태에 있어서의 최소흘수 $d_{\min}$(m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서는 $d_{\min}$이 되고, $d_{\min}$ 위치에서는 0 이 되며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.

h_2: 105.의 H 값

h_3: 각 격벽판의 하단으로부터 넘침관 상단상 2.0 m 까지의 거리에 0.7 을 곱한 것(m).

해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, h_4 및 h_5의 수두를 추가로 고려하여야 한다.

h_4 : 해당 격벽판 하단으로부터 넘침관(또는 공기관) 상단까지의 높이에 초과수두를 더한 곳까지의 수직거리(m) (평형수 교환 중의 주수 또는 초과주수에 의한 넘침관에서의 초과수두는 설계자에 의해 제시되어야 한다. 단 2.5 m이상이어야 한다.)

h_5 : $0.85(h_4 + \Delta h)$

Δh : 105.의 규정에 따른다.

C_1 : 계수로서 L 의 값에 따라 다음에 따른다.

$L \le 230$ 일 때 : $C_1 = 1.0$

$L \ge 400$ 일 때 : $C_1 = 1.07$

L 이 중간값일 경우, C_1 *값은* 보간법에 의한다.

C_2 : 계수로서 표 3.15.2에 의한다.

다만, 선박 중앙부 $0.4L$ 보다 전후에서의 종격벽판의 두께는 h_1 에 대한 계수 C_2 를 중앙부에서의 것보다 점차 감소시켜 선수미부에서는 C_2 의 값을 $3.6\sqrt{K}$ 로 할 수 있다.

표 3.15.2 계수 C_2

	종늑골식 종격벽	횡늑골식 종격벽
수두 h 가 h_1 일 경우	$C_2 = 13.4\sqrt{\dfrac{K}{27.7-\alpha K}}$	$C_2 = 100\sqrt{\dfrac{K}{767-\alpha^2 K^2}}$
	다만, 어떠한 경우에도 C_2 는 $3.6\sqrt{K}$ 이상이어야 한다.	
수두 h 가 h_2 또는 h_3 일 경우와 횡격벽일 경우	$C_2 = 3.6\sqrt{K}$	

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만 α_3 이상이어야 한다.

$\alpha_1 = 15.0 f_D \left(\dfrac{y-y_B}{Y'}\right)$ $\quad y > y_B$ 일 때

$\alpha_2 = 15.0 f_B \left(\dfrac{y_B-y}{y_B}\right)$ $\quad y \le y_B$ 일 때

$\alpha_3 = \beta\left(\dfrac{B-2b}{B}\right)$

f_D 및 f_B: **1장 124.**의 규정에 따른다.

y : 용골상면으로부터 y_B 보다 상부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 상단부까지, y_B 보다 하부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 하단부까지 수직거리

y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중립축까지의 수직거리(m).

Y' : **3장 203.**의 (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것.

β : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$

L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$

a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$ 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.

b : 고려하는 위치에서의 선측외판으로부터 고려하는 종격벽까지의 수평거리(m).

203. 격벽횡보강재 *(2020)* 【지침 참조】

1. 격벽 횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식의 h 대신에 h_1, h_2 또는 h_3 를 사용하여 계산한 값 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$Z = 125 C_1 C_2 C_3 S h l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

h : 수두로서 **202.**에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 것(m). 다만 h는 수직 횡보강재는 l 의 중앙으로부터, 수평 횡보강재는 해당 횡보강재로부터 각각 측정한 값으로 한다. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, **202.**에 의한 h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다.

C_2 : 다음 식에 의한 값. 다만, h_1 에 대한 C_2 의 값은 **표 3.15.3**에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{18}$$

C_3 : 횡보강재 끝단의 고착조건에 따른 계수로서 **표 3.15.4** 따른다.

C_1 : 202.에 따른다.

S 및 l : 14장 303.에 따른다.

2. 선박 중앙부 보다 전후에서 종늑골 방식의 종격벽 횡보강재 단면계수 Z를 구하는 경우에는 h_1에 대한 계수 C_2는 중앙부에서의 값을 점차 감소시켜 선수미부에서 C_2의 값을 $K/18$로 하여 단면계수 Z를 구할 수 있다.

표 3.15.3 계수 C_2

격벽의 종류 및 늑골방식	C_2
종늑골 방식의 종격벽	$C_2 = \dfrac{K}{24-\alpha K}$, 최소값 $C_2 = \dfrac{K}{18}$
횡늑골 방식의 종격벽 및 횡격벽	$C_2 = \dfrac{K}{18}$
α : 202.에 따른다.	

표 3.15.4 계수 C_3

일단 / 타단	A형 고착	B형 고착	거더지지 또는 러그고착	스닙
A형 고착	0.70	1.15	0.85	1.30
B형 고착	1.15	0.85	1.30	1.15
거더지지 또는 러그고착	0.85	1.30	1.00	1.50
스닙	1.30	1.15	1.50	1.50

(비고)

1. 'A형 고착'이라 함은 이중저 또는 해당 횡보강재와 같은 정도 이상의 인접 면내 횡보강재와의 브래킷 고착 또는 이와 동등한 고착을 말한다. (**그림 3.14.2** (a) 참조)
2. 'B형 고착'이라 함은 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다. (**그림 3.14.2** (b) 참조)

204. 보강거더 【지침 참조】

1. 횡보강재를 지지하는 보강거더(이하 **거더**라고 한다)의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7.13KShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 거더가 지지하는 면적의 너비 (m).

h : 수평거더일 때에는 S의 중앙으로부터, 수직거더일 때에는 l의 중앙으로부터 203.에서 규정하는 h의 상단까지의 수직거리 (m).

l : 거더의 전 길이 (m)로서 14장 306.의 규정에 따른다.

2. 거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 미만이어서는 아니된다.

$$I = 30Khl^4 \quad (\text{cm}^4)$$

h 및 l : 1 항의 규정에 따른다.

3. 거더 웨브의 두께는 다음 3개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 41.7\frac{CKShl}{d_1} + 2.5 \quad (\text{mm}), \qquad t_2 = 0.174\sqrt[3]{\frac{CShlS_1^2}{d_1}} + 2.5 \quad (\text{mm}), \qquad t_3 = 0.01S_1 + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S, h 및 l : 1항에 따른다.
S_1 : 거더의 횡보강재 간격 또는 거더의 깊이 중 작은 값 (mm).
d_1 : 고려하는 곳의 거더의 깊이 (mm)로서 개구의 깊이를 뺀 값.
C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 0.5 미만이어서는 아니된다.

수평거더일 때 : $C = \left|1 - 2\frac{x}{l}\right|$

수직거더일 때 : $C = \left|1 + \frac{1}{5} \times \frac{1}{h} - \left(2 + \frac{l}{h}\right)\frac{x}{l} + \frac{l}{h}\left(\frac{x}{l}\right)^2\right|$

x : l의 끝으로부터 측정한 해당 단면까지의 거리 (m)로서 수직거더일 때에는 하단으로부터 측정한 것.

4. 거더의 실제의 단면2차모멘트 및 단면계수의 계산은 14장 306.의 6항에 따른다.

205. 크로스타이

1. 디프탱크 격벽에 설치된 거더를 유효한 크로스타이로 결합할 경우에는 204.에서 규정하는 거더의 전 길이 (l)는 거더의 끝부분과 크로스타이 중심사이 또는 인접 크로스타이의 중심사이의 거리로 할 수 있다.
2. 크로스타이의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.3Sb_sh \quad (\text{cm}^2)$$

S 및 h : 204.의 규정에 따른다.
b_s : 크로스타이가 지지하는 너비 (m).

3. 크로스타이가 결합되는 부분은 거더와 브래킷으로 고착시켜야 한다.

206. 브래킷

횡보강재의 양단에 설치하는 유효한 브래킷의 치수는 14장 307.의 규정에 따른다.

207. 파형격벽 【지침 참조】

1. 파형격벽의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.0036CS_1\sqrt{hK} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S_1, t_w 및 t_f : 14장 304.의 1항에 따른다.
h : 202.의 규정에 따른다.
C : 계수로서 다음에 따른다.

면재부 : $C = \dfrac{1.4}{\sqrt{1 + \left(\dfrac{t_w}{t_f}\right)^2}}$, 웨브부 : $C = 1.0$

2. 파형격벽의 1/2피치에 대한 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7CKShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 14장 304.의 2항에 따른다.
l : 지지점 사이의 길이 (m)로서 그림 3.15.1에 따른다.
h : 203.의 규정에 따른다.

C : 계수로서 단부의 고착조건에 따라, **표 3.15.5**에 정하는 값. 다만, 하단의 스툴의 이중저 내저판 위치에서의 선박길이 방향의 너비 d_H가 격벽의 스툴 깊이 d_0의 2.5배 미만일 때에는 l 및 C값은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

3. 파형격벽의 모선방향의 단부 $0.2\,l$ 사이의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

웨브부 : $t = 41.7\dfrac{CKShl}{d_0} + 2.5$ (mm) 다만, 다음 식에 의한 것 미만이어서는 아니된다.

$$t_{\min} = 0.174\ \sqrt[3]{\frac{CShlb^2}{d_0}} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

면재부 : 다만, 수직파형격벽의 상단은 제외.

$$t_f = \frac{0.012a}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

h : 203.의 규정에 따른다.
C 및 l : 2항에 따른다.
S, d_0, a 및 b : 14장 304.의 4항에 따른다.

표 3.15.5 C의 값

난	상단 / 하단	거더로 지지	갑판에 고착	스툴에 고착
(1)	거더로 지지, 갑판 또는 이중저에 고착	1.00	1.50	1.35
(2)	스툴에 고착	1.50	1.20	1.00

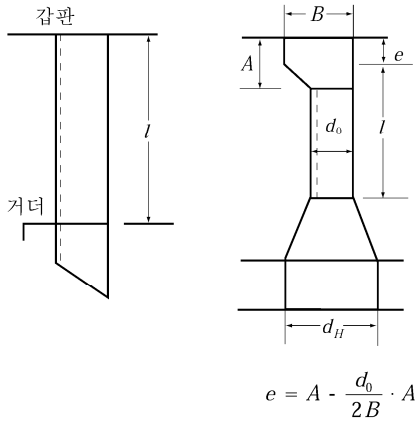


그림 3.15.1 l의 측정방법

208. 정부 및 저부의 구조부재

디프탱크의 정부 및 저부의 구조부재의 치수는 이들을 그 위치에 있는 디프탱크 격벽으로 간주하여 이 장의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 그 곳의 강갑판 등의 규정에 의한 것 미만이어서는 아니된다. 또한, 디프탱크 정판의 두께는 202.의 식에 의한 두께에 1 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 탱크의 정판이 노천갑판(weather deck)이 아닌 내저판 등과 같은 정판에 대하여는 두께에 1 mm를 더할 필요는 없다

209. 치수의 경감 【지침 참조】

항해 중에 해수에 접하지 않는 격벽판 및 거더의 두께는 202. 204. 및 207.의 규정에 의한 두께에서 다음의 값을 감할 수 있다.

한쪽면이 해수에 접하지 않는 판 -------- 0.5 mm
양쪽면이 해수에 접하지 않는 판 -------- 1.0 mm

다만, 선저부 등에 빌지가 고이기 쉬운 곳의 격벽판은 해수에 접하는 것으로 간주한다.

제 3 절 디프탱크의 설비

301. 물 및 공기구멍

디프탱크내의 모든 부재에는 적절한 물 및 공기구멍을 설치하여 물 또는 공기의 일부가 탱크내에 남아있지 않게 하여야 한다.

302. 배수

디프탱크 정부에는 적절한 배수장치를 설치하여야 한다.

303. 검사 플러그(inspection plug)

103.의 5항의 규정에 의하여 디프탱크 정판에 설치하는 검사플러그는 언제나 접근할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.

304. 코퍼댐

1. 다음의 액체를 적재하는 탱크들이 서로 인접할 때에는 코퍼댐을 설치하여 분리시켜야 한다. 다만, 연료유 탱크와 윤활유 탱크사이의 격벽을 완전용입(full penetration) 용접하는 경우에는 코퍼댐의 설치를 면제할 수 있다.
   (1) 연료유
   (2) 윤활유
   (3) 식물성 기름
   (4) 청수
2. 1항에 의한 코퍼댐에는 **5편 6장 201.**에 따른 공기관 장치를 설치하여야 하며, 검사가 용이하도록 적절한 크기의 맨홀을 설치하여야 한다.
3. 선원실 및 여객실은 연료유 탱크의 격벽 또는 정판에 인접하여 설치하여서는 아니된다. 이들의 구획 사이에는 통풍이 잘 되고 또한 사람이 통행할 수 있는 600 mm 이상의 간격을 갖는 코퍼댐을 설치하여야 한다. 다만, 기름탱크 정판에 개구가 없고 38 mm 이상의 불연성 피복재가 시공되어 있는 경우에는 정판의 코퍼댐은 생략할 수 있다.

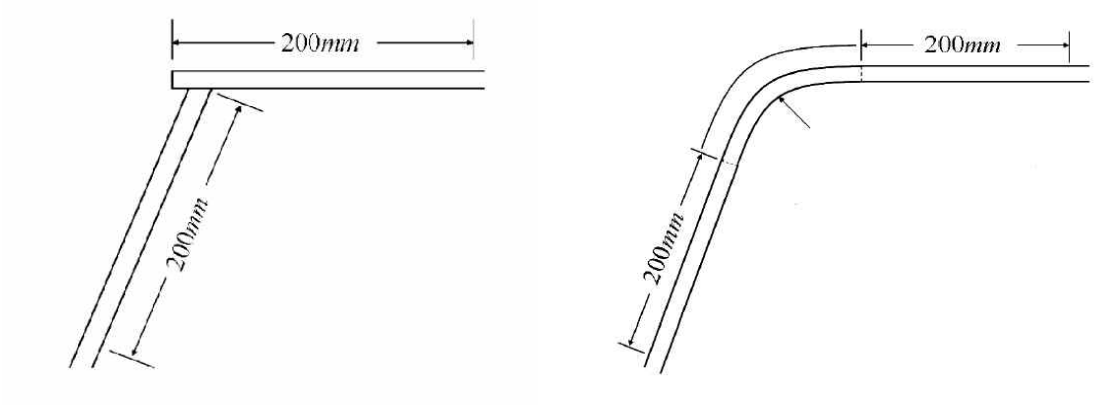
제 4 절 파형격벽의 용접 *(2016)*

401. 일반

1. 파형격벽의 용접은 **표 3.15.6**에 따른다.
2. 늑판, 거더 또는 다른 일차지지부재 및 보강재와 같이 스툴이나 파형격벽을 지지하는 부재의 경우, 필릿용접 각장은 적절히 증가되거나 개선 용접되어야 한다. 하부스툴의 측판과 내저판사이의 각이 상대적으로 작은 경우, 내저판의 지지부재의 필릿용접 각장은 각을 고려하여 적절히 증가시켜야 한다.
3. 스툴이 설치된 경우, 스툴의 정판 및 저판과 스툴의 측판사이의 필릿용접 각장뿐만 아니라 스툴의 측판과 내저판사이의 필릿용접 각장은 적절히 증가되거나 개선 용접되어야 한다.
4. 거싯판 및 쉐더판이 파형격벽의 하부에 설치되는 경우, 용접은 **규칙 7편 3장 1204. 2.** (1) (가) (a) (ii) 및 (b) (iv)에 따른다.

표 3.15.6 파형격벽의 용접 *(2021)*

파형격벽의 종류		적용	용접
수직 파형격벽	스툴이 없는 경우	상갑판	양면연속필릿 용접으로 각장은 파형격벽 두께의 0.7배 이상이어야 한다.
		내저판, 하부호퍼 경사판	(1) L이 150m 이상인 선박 • 완전용입 용접 (2) L이 150m 미만인 선박 • 파형의 모서리 R의 끝단으로부터 200mm 이내 파형격벽의 웨브 및 플랜지는 완전용입 용접(**그림 3.15.2** 참조) • 나머지 부분에는 양면연속필릿 용접으로 각장은 파형격벽 두께의 0.7배 이상이어야 한다.
		파형격벽	완전용입 용접
	하부 스툴	정판	(1) L이 150m 이상인 선박 • 완전용입 용접 (2) L이 150m 미만인 선박 • 파형의 모서리 R의 끝단으로부터 200mm 이내 파형격벽의 웨브 및 플랜지는 완전용입 용접(**그림 3.15.2** 참조) • 나머지 부분에는 양면연속필릿 용접으로 각장은 파형격벽 두께의 0.7배 이상이어야 한다.
	상부 스툴	저판	양면연속필릿 용접으로 각장은 파형격벽 두께의 0.7배 이상이어야 한다.
수평파형격벽		상갑판, 내저판, 파형격벽	양면연속필릿 용접으로 각장은 파형격벽 두께의 0.7배 이상이어야 한다.



(a) 용접 형태 (b) 굽힘 형태

그림 3.15.2 파형의 모서리부로부터 200mm의 범위

제 16 장 선루

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 선박에는 선수루를 설치하거나 또는 현호를 증가시켜 FP의 곳에서 하기만재흘수선으로부터 선측에 있어서의 노출갑판 상부까지 측정한 수직거리 H가 다음의 식에 의한 것 이상이 되도록 하여야 한다. 다만 목재건현이 지정된 선박의 경우, 이 항을 적용함에 있어 하기건현 (목재하기 건현 아님)이 가정되어야 한다.

$$H = (6075\,(L/100) - 1875\,(L/100)^2 + 200\,(L/100)^3) \times (2.08 + 0.609\,C_b - 1.603\,C_{wf} - 0.0129\,(L/d_1))$$

d_1 : 최소 형깊이의 85 %에서의 흘수
C_{wf} : $L/2$ 전방의 수선면적 계수, $C_{wf} = A_{wf}/(L/2) \times B)$
A_{wf} : $L/2$ 전방의 흘수 d_1에서의 수선면적 (m^2)

2. 선수루의 길이는 적어도 FP의 후방 $0.07\,L$의 곳까지 연장되게 하고 선수루 대신에 현호를 증가시키는 경우에는 적어도 현호를 FP의 후방 $0.15\,L$의 곳까지 연장되도록 하여야 한다.
3. 주관청이 특별히 승인한 경우, 1항 및/또는 2항의 요건은 생략 가능하다. *(2022)*

102. 적용 【지침 참조】

1. 선루의 구조 및 치수는 이 장에 규정하는 것 이외에는 해당 각 장의 규정에 따른다.
2. 이 장의 규정은 건현갑판상 제3층까지의 선루에 대하여 적용한다. 제3층보다 상층의 선루의 구조 및 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. 특히 건현이 큰 선박의 선루는 우리 선급의 승인을 얻어 단부격벽의 구조를 적절히 경감할 수 있다.

제 2 절 선루단 격벽

201. 수두

1. 선루단 격벽의 치수를 정하기 위한 수두 h는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$h = a(bf - y) \quad (\mathrm{m})$$

a : **표** 3.16.1에 따른다.
b : **표** 3.16.2에 따른다.
f : **그림** 3.16.1에 의한 값
y : 하기만재흘수선으로부터 격벽휨보강재의 치수를 결정할 때에는 격벽휨보강재 스팬의 중앙까지, 격벽판의 두께를 결정할 때에는 판의 중앙까지의 수직거리 (m).

2. 1 항의 규정에 관계없이 수두 h(m)는 **표** 3.16.3에 의한 것 이상이어야 한다.

표 3.16.1 a 의 값

격벽	선루	a
보호되지 않은 전단벽	제 1 층	$\frac{L'}{120}+2.0$
	제 2 층	$\frac{L'}{120}+1.0$
	제 3 층	$\frac{L'}{150}+0.5$
보호된 모든 전단벽		
후단벽	선박의 중앙부 보다 후방	$\frac{L'}{1000}-0.8\frac{x}{L}+0.7$
	선박의 중앙부 보다 전방	$\frac{L'}{1000}-0.4\frac{x}{L}+0.5$

L' : 선박의 길이(m). 다만, 300 m를 넘을 필요는 없다.
x : 격벽으로부터 후부수선 (AP)까지의 거리 (m).

표 3.16.2 b 의 값

$\frac{x}{L}$	b
$\frac{x}{L}<0.45$	$\left(\frac{0.45-\frac{x}{L}}{C_{b1}+0.2}\right)^2+1.0$
$\frac{x}{L}\geq 0.45$	$1.5\left(\frac{\frac{x}{L}-0.45}{C_{b1}+0.2}\right)^2+1.0$

x : 격벽으로부터 후부수선 (AP) 까지의 거리 (m).
C_{b1} : 방형계수. 다만, C_b가 0.6 이하일 때에는 0.6으로 하고, 0.8 이상일 때에는 0.8로 한다. 또한 선체 중앙보다 전방에 있는 후단벽의 b를 계산하는 경우에는 C_b를 0.8로 한다.

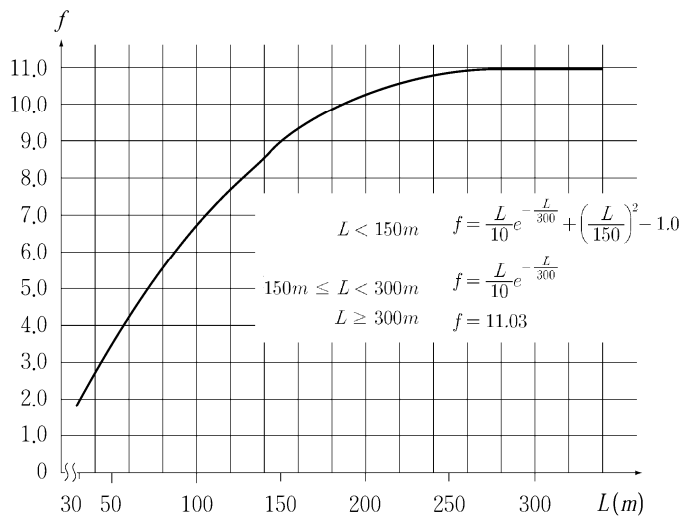


그림 3.16.1 f 의 값

표 3.16.3 수두 h

선박의 길이	수두 h(m)	
	제1층의 보호되지 않은 전단벽	기타
$L\leq 250$ m	$\frac{L}{100}+2.5$	$\frac{L}{200}+1.25$
$L>250$ m	5.0	2.5

202. 격벽판의 두께

1. 선루단 격벽판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 3S\sqrt{hK} \quad (\text{mm})$$

h : 201.에 규정하는 수두(m).
S : 격벽휨보강재의 간격(m).

2. 1 항의 규정에 관계없이 격벽판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

제1층의 격벽판 : $t = \dfrac{L'}{100} + 4.0 \quad (\text{mm})$

기타의 격벽판 : $t = \dfrac{L'}{100} + 3.0 \quad (\text{mm})$

L' : 표 3.16.1의 규정에 따른다.

203. 격벽휨보강재

1. 선루단 격벽의 격벽휨보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 3.5KShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S 및 h : 202.의 규정에 따른다.
l : 그 곳의 갑판사이 거리(m). 다만, 2 m 미만일 때에는 2 m 로 한다.

2. 노출되는 선루 격벽의 격벽휨보강재 양단은 우리 선급의 승인을 얻은 경우를 제외하고 갑판에 용접으로 고착시켜야 한다.

204. 높인 갑판의 단격벽

1. 높인 갑판의 전단에는 격벽을 설치하여야 하며 이 격벽에는 개구를 설치하여서는 아니 된다.
2. 1 항의 격벽판의 두께 및 격벽휨보강재의 치수는 1층의 격벽으로 간주하여 202. 및 203.의 규정에 의한 것 이상이어야 한다.

제 3 절 선루단 격벽에 설치하는 출입구

301. 출입구 폐쇄장치 【지침 참조】

1, 폐위된 선루격벽의 출입구에 설치하는 문은 (1)부터 (5)의 규정에 적합하여야 한다.
(1) 강재 또는 동등한 재료로서 격벽에 항구적이고 견고하게 설치되어야 한다.
(2) 출입문은 개구가 없는 격벽과 동등한 강도를 가지도록 견고하여야 하고 닫았을 때에는 비바람을 막을 수 있어야 한다.
(3) 풍우밀의 확보하는 방법으로는 개스킷 및 클램핑 장치 또는 이와 동등한 방법으로 구성된 것으로 격벽 또는 문에 항구적으로 고착되어야 한다.
(4) 문은 격벽의 양측에서 조작될 수 있어야 한다.
(5) 힌지문은 원칙적으로 밖으로 열려야 한다.

2. 1항의 출입구 문지방 높이는 갑판으로부터 380 mm 이상이어야 한다. 승강구를 보호하는 것에 대하여는 4편 2장 702.에 적합하여야 한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 이상의 높이를 요구할 수 있다.
3. 취외식 문지방은 우리 선급이 인정하는 경우를 제외하고 원칙적으로 인정되지 않는다. ⚓

제 17 장 갑판실

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 갑판실의 구조 및 치수는 이 장에서 규정하는 것 이외에 해당 각 장의 규정에 따른다.
2. 이 장의 규정은 건현갑판상 제3층까지의 갑판실에 대하여 규정한다. 제3층 보다 상층의 갑판실의 구조 및 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. 특히 건현이 큰 선박의 갑판실은 우리 선급의 승인을 얻어 격벽의 구조를 적절히 경감할 수 있다.

제 2 절 갑판실 구조

201. 수두

1. 갑판실 주위벽의 치수를 정하기 위한 수두 h는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$h = ac(bf - y) \quad \text{(m)}$$

a : **표** 3.17.1에 따른다.
b : **표** 3.17.2에 따른다.
f : **16장 그림** 3.16.1에 의한 값.
c : 다음 식에 의한 값. 다만, $\frac{b'}{B'}$ 의 값이 0.25 미만일 때에는 0.25 로 한다.

$$c = 0.7\frac{b'}{B'} + 0.3$$

b' : 고려하는 위치에 있어서 갑판실의 너비 (m).
B' : 고려하는 위치에 있어서 노출 갑판상에서 측정한 선박의 너비 (m).
y : 하기만재흘수선으로부터 격벽횡보강재의 치수를 결정할 때에는 격벽횡보강재 스팬의 중앙까지, 주위벽의 두께를 결정할 때에는 판의 중앙까지의 수직거리 (m).

2. 1 항의 규정에 관계없이 수두 h (m) 는 **16장**의 **표** 3.16.3에 의한 것 이상이어야 한다.

표 3.17.1 a**의 값**

격벽	갑판실	a
보호되지 않은 전단벽	제 1 층	$\frac{L'}{120}+2.0$
	제 2 층	$\frac{L'}{120}+1.0$
	제 3 층	$\frac{L'}{150}+0.5$
측벽 및 보호된 모든 전단벽		
후단벽	선박의 중앙 보다 후방	$\frac{L'}{1000}-0.8\frac{x}{L}+0.7$
	선박의 중앙 보다 전방	$\frac{L'}{1000}-0.4\frac{x}{L}+0.5$
L' 및 x : **표** 3.16.1에 따른다.		

표 3.17.2 b 의 값

$\frac{x}{L}$	b
$\frac{x}{L} < 0.45$	$\left(\frac{0.45-\frac{x}{L}}{C_{b1}+0.2}\right)^2 + 1.0$
$\frac{x}{L} \geq 0.45$	$1.5\left(\frac{\frac{x}{L}-0.45}{C_{b1}+0.2}\right)^2 + 1.0$

x : 위벽으로부터 후부수선까지의 거리 (m). 측벽에서는 측벽의 중앙으로부터 후부수선까지의 거리로 한다. 다만, 측벽의 길이가 0.15 L 을 넘는 경우에는 0.15 L 을 넘지 않도록 대략 같은 구획으로 나누어 각각의 구획의 중앙으로부터 후부수선까지의 거리로 한다.

C_{b1}: 방형계수. 다만, C_b 가 0.6 이하일 때에는 0.6 으로 하고, 0.8 이상일 때에는 0.8로 한다. 또한 선체 중앙보다 전방에 있는 후단벽의 b 를 계산하는 경우에는 C_b 를 0.8로 한다.

202. 주위벽의 판두께 및 격벽휨보강재

1. 주위벽의 판두께 및 격벽휨보강재의 치수는 201.에 규정하는 수두를 h 로 하여 각각 16장 202. 및 203.의 규정에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 갑판실의 노출되는 주위벽의 격벽휨보강재의 양단은 우리 선급의 승인을 얻은 경우를 제외하고 갑판에 용접으로 고착시켜야 한다.

203. 출입구의 폐쇄장치

건현갑판하의 장소 또는 둘러싸인 선루안의 장소로 통하는 승강구를 보호하는 갑판실의 출입구에는 적어도 16장 301.에 규정하는 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 다만, 승강구를 16장 301.에 규정하는 폐쇄장치를 가지는 주위벽으로서 보호된 경우에는 갑판실 주위벽의 문은 비바람막이로 하지 아니하여도 좋다.

204. 갑판실 하부구조의 보강

1. 갑판실의 하부에 횡격벽이 설치되어 있을 때에는 그 바로위 부근의 갑판실의 구조에는 가능한 한 불연속부를 두지 아니하도록 특별히 주의하여야 한다.
2. 큰 갑판실의 측벽 및 단벽에는 하부의 격벽, 특설늑골 또는 특설휨보강재를 약 9 m 를 넘지 않는 간격으로 배치하여야 한다.
3. 긴 갑판실의 전후단 부근에서는 갑판실의 주위벽을 갑판에 고착시킬 때에는 구조에 특별한 주의를 하여야 한다. 또한 측벽은 강도의 연속성을 유지하고 응력집중을 피하는 등 적합한 구조로 하여야 한다.
4. 크레인 포스트를 지지하는 갑판실과 갑판 구조사이 연결부는 응력 집중이 생기지 않도록, 보 또는 종통부재가 갑판실 주변 벽 아래에 배치되는 등의 적절한 구조로 하여야 한다.

205. 무거운 의장품을 적재하는 장소의 하부

보트나 갑판보기 등 특히 무거운 의장품을 적재하는 장소의 하부에 있는 갑판실은 적절히 보강하여야 한다.

206. 상층갑판의 갑판실

상층의 갑판에 있는 갑판실은 진동을 방지하기 위하여 각 층의 갑판실 측벽의 위치 및 필러의 위치는 가능한 한 동일면상에 있도록 배치하는 등 적절한 방법을 강구하여야 한다. ⚓

제 18 장 기관실 및 기관실 위벽

제 1 절 일반사항

101. 적용

기관실의 구조는 특히 이 장에 규정하는 것 이외에는 해당 각장의 규정에 따라야 한다.

102. 보강

기관실에는 횡강도를 유지하기 위하여 특설늑골, 특설갑판보 및 특설필러 등을 설치하거나 기타 다른 적절한 방법으로 보강하여야 한다.

103. 구조

기관 및 축계 등은 유효하게 받치고 그 부근의 구조는 적절히 보강하여야 한다.

104. 특수기관을 가진 선박

프로펠러가 2개 이상 있는 선박 또는 마력이 큰 기관을 가지는 선박에서는 주기의 높이와 너비 또는 길이와의 비율, 중량, 출력 및 종류에 따라 주기하부의 구조 및 고착을 특히 견고하게 하여야 한다.

105. 탈출설비

1. 각 주기실 또는 보일러실에는 기관실 주위벽에 설치된 출입구와 이에 이르는 강재 사다리로 된, 적어도 2조의 탈출설비를 갖추어야 한다. 이들 탈출설비는 가급적 서로 멀리 격리하여 배치하고 또 출입구는 보트갑판으로 통하도록 하여야 한다.
2. 각 주기실 또는 보일러실에서 수밀문을 통하여 다른 구역으로 탈출할 수 있고 이로부터 보트 갑판까지로 통할 수 있을 경우에는 전항의 탈출설비는 1조로 하여도 좋다.
3. 총톤수 2,000톤 미만의 선박에서 2조의 출입구 및 사다리를 격리하여 배치하기 곤란할 경우에는 1항의 규정을 적절히 참작할 수 있다.

제 2 절 주기하부의 구조

201. 단저구조

단저구조의 주기실에서는 브래킷과 휨보강재를 유효하게 붙인 견고한 거더상에 주기의 크기 및 출력에 따라 충분한 강도의 두꺼운 대판을 붙이고 이것에 주기를 거치하여야 한다. 대판은 늑판위치에 트리핑브래킷을 설치하여 횡강도를 갖도록 하여야 한다.

202. 이중저구조 【지침 참조】

이중저구조의 주기실에서는 주기를 주기 거더상의 두꺼운 내저판에 직접 설치하든가 또는 주기의 중량을 유효하게 분포하는 구조로 된 견고한 거더상에 조립된 대판상에 거치하여야 한다. 대판은 늑판 위치에 트리핑 브래킷을 설치하여 횡강도를 갖도록 하여야 한다.

제 3 절 보일러실의 구조

301. 보일러의 지지 【지침 참조】

1. 보일러는 깊은 안장모양의 늑판 또는 보일러의 중량을 유효하게 분포할 수 있는 구조로 된 종거더 또는 횡거더로 받쳐야 한다.

2. 보일러를 횡방향의 안장모양의 늑판 또는 횡거더로 받칠 때에는 그 부분의 늑판의 두께는 적절히 증가시키고 특별히 보강하여야 한다.

302. 배치

1. 보일러는 그 주위 각부에 접근하기 쉽고 또한 적절한 통풍이 될 수 있도록 설치하여야 한다.
2. 보일러는 내저판 등으로부터 457 mm 이상 떨어져야 한다. 부득이 그 간격을 457 mm 미만으로 할 때에는 인접한 부재들의 두께를 적절히 증가시켜야 한다. 이 경우 그 간격을 승인용 도면에 명시하여야 한다.
3. 화물창격벽 및 갑판과 보일러 및 연로(煙路)와는 충분히 격리시키든가 또는 그 사이에 적절한 방열장치를 시공하여야 한다.
4. 보일러에 인접한 격벽의 화물창측에는 적절한 간격을 두고 내장판을 깔아야 한다.

제 4 절 드러스트블록 지지대 및 그 하부구조

401. 드러스트블록 지지대 및 그 하부구조

1. 드러스트블록은 그 전후방으로 충분히 연장시켜 추력을 인접구조에 유효하게 분포시킬 수 있는 견고한 지지대 상에 볼트로서 고착시켜야 한다.
2. 드러스트블록 하부에는 필요에 따라 단절판을 증설하여야 한다.

402. 중간축베어링대 및 보기대

중간축베어링대 및 보기대는 받치는 중량 및 지지대의 높이에 따라 충분한 강도 및 강성을 갖도록 하여야 한다.

제 5 절 기관실 위벽

501. 주위벽의 두께

1. 노출갑판상의 주위벽판 및 둘러싸여 있지 않은 선루안의 주위벽의 판두께는 17장 201. 및 202.의 규정에 있어서 c 의 값을 1.0으로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
2. 둘러싸인 선루안 또는 건현갑판하에서 화물을 적재하는 구역에 면하는 주위벽의 두께는 6.5 mm 이상, 거주실 구역에 면하는 주위벽의 두께는 4.5 mm 이상으로 하여야 하고 격벽휨보강재의 간격이 760 mm 를 넘을 때는 초과 100 mm 에 대하여 0.5 mm 의 비율로 그 두께를 증가시켜야 한다.

502. 주위벽 휨보강재

1. 노출갑판상의 주위벽 및 둘러싸여 있지 않은 선루안의 주위벽 휨보강재의 단면계수는 17장 201. 및 202.의 규정에 있어서 c 의 값을 1.0으로 하여 정한 것 이상이어야 한다. 휨보강재의 양단의 고착은 러그(lug)고착으로 하여야 한다.
2. 둘러싸인 선루안 또는 건현갑판하의 갑판사이에서 화물을 적재하는 구역에 면하는 주위벽의 휨보강재는 갑판보의 위치마다 붙이고 그 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.2Sl^3 \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 갑판사이의 높이 (m).
S : 휨보강재의 간격 (m).

503. 주위벽 정판의 두께

노출되는 주위벽의 정판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

위치 I: $t = 6.3S + 1.5$ (mm)
위치 II : $t = 6.0S + 1.5$ (mm)

S : 격벽 휨보강재의 간격(m). ⚓

제 19 장 축로 및 축로리쎄스

제 1 절 일반사항

101. 구조 및 배치 【지침 참조】

1. 중앙부에 기관을 갖는 선박에는 검사 및 축계의 수리에 적절하고 충분한 크기의 수밀축로를 설치하고 축계를 폐위한 구조로 하여야 한다.
2. 축로 전단의 출입구에는 수밀문을 설치하여야 한다. 수밀문의 구조 및 그 폐쇄장치는 14장의 규정에 따라야 한다.
3. 2항의 규정에 의하여 전단부의 출입구에 수밀문을 설치하는 축로에는 적절한 위치에 탈출트렁크를 설치하고 이는 적어도 격벽갑판상에 도달하도록 하여야 한다.

102. 측판

축로의 평평한 측판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 2.9S\sqrt{h} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 횡보강재의 간격 (m).
h : 선체 중심선에 있어서 각 화물창 길이의 중앙에서 각 측판의 하단으로부터 격벽갑판까지의 수직거리 (m).

103. 정판

1. 축로 및 축로리쎄스의 평평한 정판의 두께는 h를 선체 중심선에 있어서의 그 정판으로부터 격벽갑판까지의 높이 (m)로 하여 102.에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 축로 또는 축로리쎄스의 정판이 갑판을 구성할 경우에는 그 두께를 1 항의 규정에 의한 것에 1 mm를 더한 것 이상이어야 하고 또한 그 위치에 있어서의 강갑판의 규정의 두께 이상으로 하여야 한다.

104. 곡면판

축로의 곡면정판 또는 곡면측판의 두께는 횡보강재의 실제 간격보다 150 mm를 뺀 것을 그 간격으로 하여 102.의 규정에 따라 정한 것 이상이어야 한다.

105. 축로정판의 보호

창구 바로 아래의 축로의 정판두께는 2 mm 이상 증가시키든가 또는 두께 50 mm 이상의 목재로 피복하여야 한다.

106. 내장판 부착

105.에서 규정하는 목재는 화물에 의하여 파손되는 경우에도 축로의 수밀을 손상하는 일이 없도록 부착하여야 한다.

107. 횡보강재

1. 축로의 정판 및 측판에는 915 mm를 넘지 않는 간격으로 횡보강재를 설치하여야 한다.
2. 횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 4Shl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 축로의 하단으로부터 측판의 평평한 부분의 상단까지의 거리 (m).
S : 횡보강재의 간격 (m).
h : 각 선창 길이의 중앙에 있어서 l의 중앙으로부터 격벽갑판까지의 수직거리 (m).

3. 축로의 곡면부분의 반지름과 축로의 하단으로부터 정판까지의 거리와의 비율이 비교적 클 경우에는 횡보강재의 단면계수는 2항의 규정에 의한 것보다 적절히 증가시켜야 한다.
4. 축로의 횡보강재의 하단은 횡보강재의 깊이가 150 mm 를 넘을 경우에는 내저판 등에 러그고착으로 하여야 한다.

108. 마스트, 필러 등의 하부

축로 또는 축로리쎄스 정부에 마스트나 필러 등을 설치하는 경우에는 받쳐야 할 중량에 따라 그 부분을 적절히 보강하여야 한다.

109. 정판 아래의 구조

축로 및 축로리쎄스의 정판이 갑판을 구성할 경우, 그 하부에 부착하는 보, 필러 및 거더는 격벽리쎄스에 대하여 규정하는 부재와 같이 취급하여야 한다.

110. 통풍통 및 탈출트렁크 【지침 참조】

축로 또는 축로리쎄스로 통하는 통풍통 및 탈출트렁크는 격벽갑판까지 수밀로 하고 받을 수 있는 압력에 대하여 충분한 강도의 구조로 하여야 한다.

111. 탱크에 접하는 축로

물탱크 또는 기름탱크에 접하는 축로의 구조 및 강도에 대하여는 디프탱크 격벽에 대한 규정에 따른다.

112. 수밀터널

축로에 유사한 수밀터널을 설치할 때에는 그 구조는 축로에 준하여 정한다.

113. 원통형의 터널

디프탱크내를 통과하는 원통형 터널의 판두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.134\, d_t\, h + 8.1 \quad \text{(mm)}$$

d_t : 터널의 지름 (m).

h : 터널의 바닥으로부터 탱크 정판상 넘침관의 상단까지의 거리의 1/2이 되는 곳까지의 거리 (m)와 넘침관 상단상 2.0 m 까지의 거리에 0.7을 곱한 값 (m) 중 큰 것.

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

지침 제 3 편

선체구조

GA-03-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 3 편 “선체구조”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 7월 1일

제 14 장 수밀격벽

제 2 절 수밀문

- 404. 10을 신설함.
- 406. 3을 개정함.
- 408을 삭제함.
- 412를 개정함.
- 표 3.14.3을 개정함.

적용일자 : 2022년 1월 1일

부록 3-1 적하지침서의 작성 및 검사지침

3. 표준적하상태

- 3.(1) (사)를 개정함.

6. 평형수 탱크에 부분적재를 하는 화물선의 하중조건

- 6.을 신설함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 총칙

제 1 절 정의

- 102. 2를 개정함.
- 102. 3을 개정함.
- 103. 1을 신설함.
- 106. 3을 신설함.

제 14 장 수밀격벽

제 4 절 수밀문

- 404. 8을 개정함.
- 404. 9를 개정함.

차 례

제 1 장 총칙 ····· **1**
제 1 절 정의 ····· 1
제 2 절 일반사항 ····· 2
제 4 절 재료 ····· 6
제 5 절 용접구조 ····· 13
제 6 절 치수 ····· 13
제 8 절 방식도장 ····· 13

제 2 장 선수재 및 선미재 ····· **15**
제 1 절 선수재 ····· 15
제 2 절 선미재 ····· 15

제 3 장 종강도 ····· **21**
제 1 절 일반사항 ····· 21
제 2 절 굽힘강도 ····· 24
제 3 절 전단강도 ····· 26
제 4 절 좌굴강도 ····· 29

제 4 장 평판용골 및 외판 ····· **33**
제 1 절 일반사항 ····· 33
제 3 절 강력갑판하의 외판 ····· 33
제 4 절 외판에 대한 특별규정 ····· 37
제 6 절 선루단 부분의 보강 ····· 39
제 7 절 외판의 국부보강 ····· 39

제 5 장 갑판 ····· **41**
제 1 절 일반사항 ····· 41
제 2 절 강력갑판의 유효단면적 ····· 42
제 3 절 강갑판 ····· 43

제 7 장 이중저구조 ····· **45**
제 1 절 일반사항 ····· 45
제 2 절 중심선거더 및 측거더 ····· 46
제 3 절 실체늑판 ····· 48
제 4 절 종늑골 ····· 49
제 5 절 내저판, 마진판 및 선저외판 ····· 50
제 8 절 선수선저 보강부의 구조 ····· 51

제 8 장 늑골 ····· **57**
제 1 절 일반사항 ····· 57
제 3 절 선창내 횡늑골 ····· 61
제 5 절 갑판사이 늑골 ····· 62

제 9 장 특설늑골 및 선측스트링거 ····· **65**
제 1 절 일반사항 ····· 65
제 4 절 선측 트랜스버스 ····· 68
제 5 절 외팔보 구조 ····· 68

제 10 장 갑판보 (beams) ····· **71**
제 1 절 일반사항 ····· 71
제 2 절 갑판하중 ····· 71
제 3 절 종갑판보 ····· 71
제 4 절 횡갑판보 ····· 71

제 11 장 갑판거더 ····· **73**
제 1 절 일반사항 ····· 73

제 12 장 필러 ····· **75**
제 1 절 일반사항 ····· 75
제 2 절 필러의 치수 ····· 75

제 13 장 선수미 보강구조 ····· **77**
제 1 절 일반사항 ····· 77
제 2 절 선수격벽 전부구조 ····· 77
제 4 절 선수미격벽 사이의 보강구조 ····· 77

제 14 장 수밀격벽 ····· **79**
제 2 절 수밀격벽의 배치 ····· 79
제 3 절 수밀격벽의 구조 ····· 80
제 4 절 수밀문 ····· 83

제 15 장 디프탱크 ····· **89**
제 1 절 일반사항 ····· 89
제 2 절 디프탱크 격벽 ····· 89

제 16 장 선루 ····· **95**
제 1 절 일반사항 ····· 95
제 3 절 선루단 격벽에 설치하는 출입구 ····· 95

제 17 장 갑판실 ····· **97**
제 1 절 일반사항 ····· 97

제 18 장 기관실 및 기관실 위벽 ····· **99**
제 2 절 주기하부의 구조 ····· 99
제 3 절 보일러실의 구조 ····· 99

제 19 장 축로 및 축로리쎄스 ····· **101**
제 1 절 일반사항 ····· 101

〈부록〉
부록 3-1 적하지침서의 작성 및 검사지침 ····· 103
부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침 ····· 131
부록 3-3 선체구조의 피로강도평가 지침 ····· 220
부록 3-4 선체건조감시 절차에 관한 지침 ····· 255
부록 3-5 강재코일을 적재하는 선박의 선체구조 ····· 267

제 1 장 총칙

제 1 절 정의

101. 적용 【규칙 참조】

L, B, D, D_s, d 및 이들에 준하는 주요치수는 소수점 이하 3자리에서 반올림한다. 다만, 건현계산에 사용하는 D 및 d는 소수점 이하 4자리에서 반올림한다.

102. 길이 【규칙 참조】

1. 선박의 길이를 측정하는 선미단은 타주가 선미재의 상부에서 힐부까지 달하지 않는 구조를 가진 경우에는 타주가 없는 것으로 여겨서 타두재의 중심의 위치로 한다. Simplex 타인 경우에는 타두재 중심의 위치를 선미단으로 한다.
2. 강도계산용 흘수선상 최대 길이의 96%에 의해 L이 결정되는 경우, L의 후단은 선수재의 전단으로부터 기선과 평행하게 거리 L에 위치하는 지점으로 한다. *(2022)*
3. 타주 및 타두재 모두 없는 선박(예를 들면 Voith-Schneider propeller를 장비한 선박)의 L은 강도계산용 흘수선상 최대길이의 96 %로 한다. 이때의 선미단의 위치는 2항과 같이 한다. *(2022)*
4. 계획만재흘수선과 지정된 건현에 대응하는 흘수(지정흘수)와의 차이가 300 mm 이하인 경우에는 그 선박의 길이 및 흘수선상 선박의 전 길이는 계획만재흘수선에 대응하는 것으로 한다. 또한 그 차이가 300 mm를 넘는 경우에는 지정흘수에 대응하는 것으로 한다.
5. 강도계산용 흘수(scantling draft : d_s)와 계획만재흘수와의 차이가 300 mm 이하인 경우에는 선박의 길이 및 흘수선상의 선박의 전 길이는 계획만재흘수에 대응하는 것으로 한다. 또한 그 차이가 300 mm를 넘는 경우에는 d_s에 대응하는 것으로 한다.

103. 건현용 길이 【규칙 참조】

1. 경사진 용골을 가진 선박의 경우, 길이를 측정하는 흘수선은 설계흘수선(designed waterline)과 평행해야 한다. (**그림 3.1.2-1** 참조) *(2022)*

104. 너비 【규칙 참조】

경사선형을 가진 선박은 규칙의 각 규정에 사용하는 선박의 너비 B는 다음과 같이 한다.

(1) 이중저
B 대신에 **지침 그림 3.1.1**의 b를 사용한다.

(2) 종강도
B 대신에 **지침 그림 3.1.1**의 만재흘수선상의 너비 B_w를 사용한다.

(3) 의장수
선박의 너비 B를 사용한다.

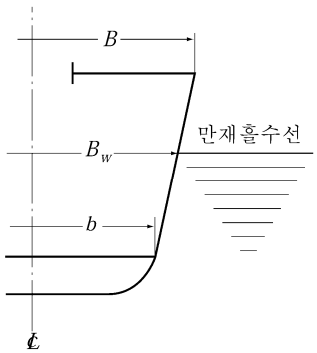


그림 3.1.1

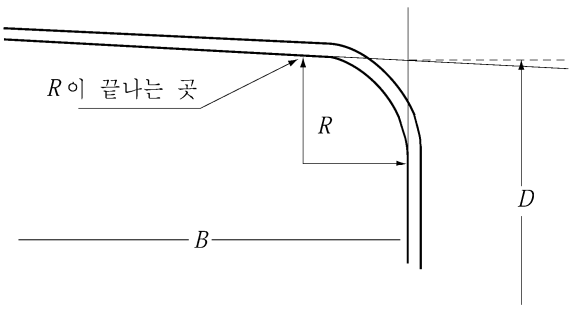


그림 3.1.2

106. 깊이(최소 형깊이) 【규칙 참조】

1. 둥근거널을 가진 선박의 깊이는 둥근거널의 R 이 끝나는 곳에서 그 하면의 연장선과 선측외판의 내면과 만나는 점까지의 깊이로 한다. (**지침 그림** 3.1.2 참조)
2. 다층갑판선으로 **규칙** 114.의 3항에서 정하는 건현갑판이란 어디까지나 규칙에 의한 깊이를 정하는 건현갑판이 되며 만재흘수선 지정을 위한 건현갑판은 상기의 갑판보다 상방의 전통갑판으로 할 수 있다.
3. 경사진 용골을 가진 선박의 경우, 최소 형깊이($D_{\min}$)는 아래의 그림과 같이 건현갑판의 형현호선(moulded sheer line)과 접하도록 선박(스케그 포함)의 용골선과 평행한 선을 그려서 구한다. 최소 형깊이는 용골의 상단으로부터 접선 지점의 건현 갑판 보 상단까지의 수직 거리이다. (**그림** 3.1.2-1 참조) *(2022)*

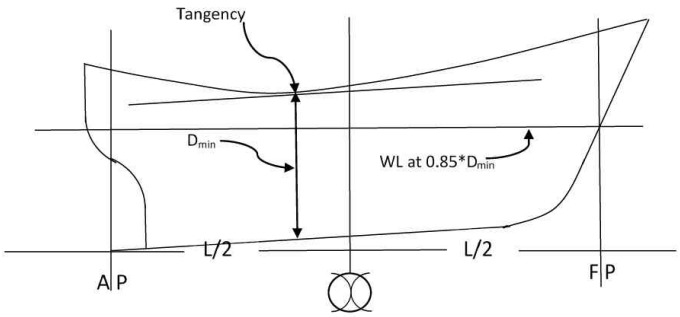


그림 3.1.2-1

107. 강도 계산용의 깊이 【규칙 참조】

현호의 최하점이 L 의 중앙에 있지 않은 선박의 강도계산용의 깊이 D_s 는 중앙부 $0.4L$ 사이에 있어서 강력갑판까지의 최소깊이로 한다.

121. 경하배수량 *(2017)* 【규칙 참조】

고정식 소화장치를 위해 본선에 비치되는 소화제(예를 들면 청수, 탄산가스, 분말소화약제, 포말 등)의 무게는 경하배수량 및 경하상태에 포함되어야 한다.

제 2 절 일반사항

201. 적용범위 【규칙 참조】

항로를 제한하는 조건으로 등록을 받는 선박의 선체구조 및 의장에 관한 사항의 경감에 대하여는 다음에 정하는 바에 따른다.

(1) 구조부재 치수의 경감은 **지침 표** 3.1.1을 준용하며 기타의 부재에 대하여는 동표에 준하여 적절히 감할 수 있다. 다만, 상부에 화물을 적재하는 갑판보(beam), 목재화물을 적재하는 노출갑판의 보, 중량물을 적재하는 내저판 및 내저판에 부착하는 종늑골, 디프탱크 등의 부재는 감소하여서는 아니된다.

표 3.1.1 부재치수의 경감량 및 최소치수

항목		연해	평수	최소치수
종강도	파랑하중(M_w & F_w)	20 %	30 %	—
	$Z_{\min}$	10 %	15 %	—
외판(평판용골을 포함)		5 %	10 %	6 mm, 단 선루는 제외
갑판의 두께		1 mm	1 mm	5 mm
늑골의 단면계수(선저종늑골을 포함)		10 %	20 %	30 cm^3
갑판보의 단면계수		15 %	15 %	—
갑판거더의 단면계수		15 %	15 %	—
이중저부재의 판두께		1 mm	1 mm	5.5 mm
단저부재의 판두께		0.5 mm	10 % 또는 1 mm 중 작은 값	—
선루단 격벽의 판두께 및 벽휨보강재의 단면계수		10 %	10 %	—

(비고)
1. 국제항해에 종사하는 선박에 대하여는 선루단 격벽의 두께 및 격벽휨보강재의 단면계수를 경감하여서는 아니된다.
2. 표 중 $Z_{\min}$ & M_w : **규칙 표 3.3.1** 참조, F_w : **규칙 3장 301.**의 1항 참조.

(2) 출입구 문턱의 높이는 제한된 항로에 따라서 **지침 표 3.1.2**를 준용한다. 다만, 국제항해에 종사하는 선박은 제외한다.

표 3.1.2. 창구코밍 및 각 출입구 등의 문지방 높이

항해구역 \ 위치 \ 종류		일반창구	작은창구(창구면적)		승강구	선루단 출입구	통풍통
			0.45~1.5 m^2	0.45 m^2 미만			
연해	I	600	450	380	450	380	900
	II	450	380	230	300	300	760
평수	I	450	380	230	300	300	760
	II	300	230	180	100	100	450

(3) 의장수 및 의장품에 대하여는 **규칙 4편 8장**에 따른다.

202. 적용범위 이외의 선박 【규칙 참조】

규칙 202.에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 206.**의 직접강도계산에 의한 방법에 따르거나 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다.

203. 특수한 모양 및 특별한 화물을 운반하는 선박 【규칙 참조】

1. 목재운반선

(1) 목재만재흘수선을 표시하는 선박에 대하여는 목재만재흘수선과 **규칙 110.**에 의한 d와의 차이가 300 mm 이하일 때에는 **규칙 110.**의 d에 대응하는 L, Δ 및 C_b의 값으로 사용할 수 있으나 그 차이가 300 mm을 넘는 경우에는 목재만재흘수선에 대응하는 값으로 한다.

(2) 목재만재흘수선은 표시하지 않지만 목재를 적재하도록 계획된 선박은 (3)호의 규정에 따른다.

(3) 목재운반선의 선체구조는 다음에 적합하게 보호하여야 한다. 다만, 포장된 목재만을 운반하는 목재운반선에 대하여는 (아)를 제외하고 기타의 규정은 적절히 참작할 수 있다.

(가) 용접구조(**규칙 1장 5절**)

화물의 충격을 받는 부재의 용접은 연속용접 (적어도 F2)으로 한다. 다만, 내장판을 까는 경우의 창내 내저판의 구조부재의 용접은 그러하지 아니한다.

(나) 갑판거더 및 창구단보(**규칙 11장**)

창구측부의 갑판거더 및 창구단보에는 1.5 m 간격으로 트리핑브래킷을 설치하고 그 자유변을 보강한다.

(다) 수밀격벽보호(**규칙 14장**)

선박의 길이가 130 mm 이하인 선박의 선창내 격벽은 가능한 한 평판형 격벽구조로 할 것을 권장한다. 평판형 격벽의 횝보강재가 없는 쪽 및 파형격벽의 양쪽에는 각목재(250 mm×250 mm) 또는 형강을 적절한 간격으로 설치하여 충분히 보호하여야 하며, 횝보강재의 보호는 (바)에 준한다.

(라) 창구, 기관실구 기타의 갑판구(**규칙 4편 2장**)

창구코밍의 구조는 특히 견고한 것으로 한다.

(마) 불워크(**규칙 4편 4장**)

불워크는 창구측부에서 특히 견고하게 하기 위하여 불워크에 설치하는 방수구는 창구측부에는 반드시 작은 것으로 하고 다른 부분에 대하여는 충분한 방수구 면적을 확보할 것을 권장한다.

(바) 창내늑골의 보호

창내늑골의 보호방법은 다음에 따른다. 다만, L 이 130 m 를 넘는 선박에 대하여는 경감하여도 좋다.

(a) 창내늑골에는 다음 중 어느 한 방법에 의하여 보강을 하여야 한다.

(i) 약 2 m 의 간격으로 선측종통재 또는 트리핑 브래킷을 부착한다.

(ii) 약 1.5 m 의 간격으로 늑골의 면재에 형강을 종방향으로 부착한다.

(iii)약 0.5 m 의 간격으로 늑골의 면재에 150×10 FB 정도의 평강을 종방향으로 부착한다.

(b) 외측브래킷 또는 산적화물선의 창내늑골 하부 브래킷의 자유변에는 형강 또는 평강(평강인 경우에는 적어도 2조)을 종방향으로 부착한다. 다만, 산적화물선형의 늑골이 다음에 적합한 경우에는 이를 생략할 수 있다.

(i) 브래킷의 두께 t 는 **규칙 604.**에 의한다. 다만, 브래킷의 암 길이 l_b 는 **지침 그림3.1.3**에 의한다.

(ii) 브래킷의 자유변의 너비 b 는 다음 식에 의한다.

$$b = 128\sqrt{d_0 l} \quad \text{(mm)}$$

d_0 : 브래킷의 목 깊이(m)로서 **지침 그림 3.1.3**에 의한다.

l : 브래킷의 자유변의 길이(m)로서 **지침 그림 3.1.3**에 의한다.

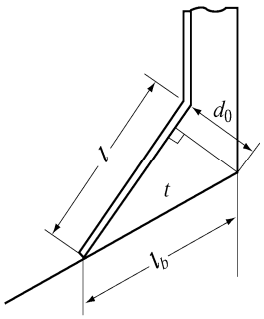


그림 3.1.3 브래킷 암의 측정

(c) 선수미부 등으로서 창구직하에 늑골이 있는 경우에는 적절히 보강을 한다.

(d) 깊은 늑골 등으로서 창내에 돌출하는 부분이 큰 부재는 그 치수 및 트리핑 브래킷의 배치에 충분히 주의한다.

(사) 페인트공사

창내에는 외측브래킷 상단에서 150 mm 상방보다 하부의 모든부재(외판 및 관장치 포함)는 타르(tar) 등의 쉽게 떨어지지 않는 좋은 페인트로 도장하는 것이 바람직하다.

(아) 화물의 충격을 받을 우려가 있는 공기관, 사다리, 비바람막이문, 기타 격벽붙이 기기류에는 충격에 의한 손상을 방지할 수 있는 대책을 강구하여야 한다.

(자) 창구덮개의 보호

창구덮개는 던에이지(dunnage) 등으로 목재로부터 보호하여야 하며, 선박의 운동에 의한 동요를 방지할 수 있

는 장치가 설치되어야 한다. 또한 목재의 하중에 의하여 창구덮개 가스킷이 과도하게 압축되지 않도록 적절한 설비를 갖추어야 한다.

2. 특히 큰 건현을 가진 선박 및 만재흘수선에서 강력갑판까지의 높이가 특히 큰 선박

(1) **"특히 큰 건현을 가진 선박"** 이라 함은 어떤 선박의 실제하기건현 f_s (지정된 만재흘수선에 대응하는 것)이 다음에 의한 방법에 따라 지정된 최소하기건현 f 에 선루의 표준높이 h_s (1966년 국제만재흘수선조약 제33조 참조)를 더한 것 이상인 선박을 말한다. 즉 여기에서 말하는 최소하기건현이란 어느 선박의 건현갑판에서 그 하방으로 상기 선루 높이와 같은 거리를 취하고, 그 위치에 갑판이 있는 것으로 가정하여 그 가상갑판을 건현갑판(이하 **가상건현갑판**이라 한다.)으로 하는 전통선루선으로 간주하여 상기의 조약에 의해 계산한 건현을 말한다. (**지침 그림 3.1.4** 참조)

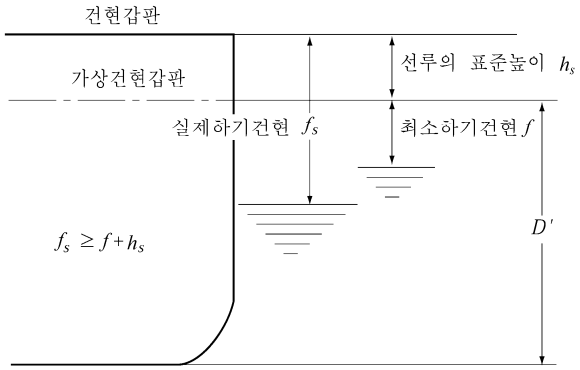


그림 3.1.4 특히 큰 건현을 가진 선박

(2) 부재치수 등에 대하여는 규칙에 따르는 외에 다음에 정하는 바에 따른다. 다만, **1966년 국제만재흘수선조약**의 B 형 선박으로서 건현 표 A 와 표 B 의 차의 60 % 또는 100 % 감소하는 것은 적용하지 아니한다.

(가) 단저구조

늑판의 면재의 단면적은 **규칙 6장 403.**의 식에 있어서 D 대신에 D' 를 사용하여 계산 할 수 있다.

(나) 늑골(**규칙 8장**)

가상건현 갑판보다 상부에 늑골을 지지하는 갑판이 있는 경우에는 그보다 상방의 늑골을 선루늑골로 계산할 수 있다.

(다) 갑판하중(**규칙 10장**)

규칙 10장 표 3.10.3에 규정하는 h를 산정하는 경우에 가상건현갑판으로부터 노출갑판까지의 선측에서 측정한 수직거리, H_D에 따라 해당 노출갑판을 다음과 같이 취급한다. 또한 **규칙 10장** 이외의 규정에서 h 를 인용하는 경우에도 이와 같이 취급한다.

$h_s \leq H_D < 2h_s$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제1층의 선루갑판

$2h_s \leq H_D < 3h_s$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제2층의 선루갑판

$3h_s \leq H_D$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제3층의 선루갑판

(라) 평판용골 및 외판(**규칙 4장**)

건현갑판(가상갑판을 건현갑판으로 하는 선박에서는 가상건현갑판)보다 상방의 선측외판의 두께는 **지침 4장 103.**을 적용한다.

(마) 창구, 불워크 등(**규칙 4편 2장** 및 **4장**)

다음 사항에 대하여는 건현갑판상에 설치하는 것은 선루갑판상에 설치하는 것에 대한 규정까지, 선루갑판상에 설치하는 것은 상층의 갑판실에 대한 규정까지 경감할 수 있다.

(a) 창구코밍의 높이 및 창구덮개의 높이 및 창구덮개의 치수
(b) 노출된 기관실구 주위벽에 설치하는 문지방 높이
(c) 내부에 개구가 있는 갑판실 또는 출입구실 개구의 문지방 높이
(d) 통풍통 코밍의 높이
(e) 공기관의 높이
(f) 현창의 등급

206. 직접강도계산 【규칙 참조】

1. **규칙 206.**에 따른 직접강도계산에 의하여 선체구조 각부재의 치수를 정하는 경우에는 **부록 3-2「직접강도평가에 관한 지침」**에 따른다. 다만, 동 지침에 따르는 것이 곤란할 경우에는 그 해석방법, 하중 및 허용응력에 대하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
2. 직접강도계산에 의하여 얻어진 결과를 근거로 하여, 각 구조부재의 좌굴강도를 검토하여야 하며, 검토방법 및 허용응력 등은 **부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침」**에 따른다.
3. 선체구조부재의 결합부 및 구조의 불연속부 등 응력집중부에 대한 피로강도 검토가 필요하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는, 그 해석방법 및 하중 등에 대한 자료를 제출하여야 한다.

제 4 절 재료

401. 재료의 규격 【규칙 참조】

1. 선체구조부재로서 스테인리스 강재를 사용하는 경우 재료의 사용과 치수는 다음 사항을 따른다.
   (1) 선체구조부재에 사용하는 스테인리스 강재는 **규칙 2편 1장 305.** 및 **309.**의 규정에 따른다.
   (2) 본 조항은 방식조치의 유·무와 무관하게 적용된다.
   (3) 스테인리스 강재가 종강도 부재로 사용되는 경우 **규칙** 및 **지침 3장 4절**에 의한 좌굴강도를 만족하여야 한다.
   (4) 재료계수(K)는 다음 식에 의한다. 다만, 0.63보다 작아서는 아니 되며 소수점 3자리에서 반올림한다. *(2018)*

   - $\sigma_Y \le 355$ (N/mm^2)인 경우

     $K = f_T\{8.81(\sigma_Y/1000)^2 - 7.56(\sigma_Y/1000) + 2.29\}$

   - $\sigma_Y > 355$ (N/mm^2)인 경우

     $K = f_T f_C(235/\sigma_Y)$

     σ_Y : **규칙 2편 1장 305.** 및 **309.**에 명시된 스테인리스 강재 또는 스테인리스 클래드 강재의 항복응력 또는 규격에 규정하는 항복응력(내력)의 최소값(N/mm^2)

     f_C : 다음 식에 의한 값

     $f_C = 3.04(\sigma_Y/1000)^2 - 1.09(\sigma_Y/1000) + 1.09$

     f_T : 온도 영향계수로 다음 식에 의한 값 다만, T가 100℃를 넘는 경우 우리선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.

     $f_T = 0.0025(T - 60) + 1.00$

     T : 해당부재가 접하는 화물의 최고온도(℃). 다만 60℃ 미만인 경우 60℃로 한다.

   (5) (4)의 규정에도 불구하고 응력집중이 예상되는 위치에 대하여 재료계수(K)*의 최소값은* 0.78로 하여야 한다. 다만 **부록 3-3**의 **5**항 유한요소법으로 피로해석을 수행하는 경우 그러하지 아니한다. *(2018)*
   (6) (5)의 응력집중 위치의 예는 다음과 같다. *(2018)*
   - 파형격벽 하단 코너부와 하부스툴 정판 결합부
   - 파형격벽 하단 코너부와 내저판 결합부
   - 내저판과 빌지호퍼 경사판의 결합부
   - 내저판과 하부스툴과의 결합부 등
   - 기타 우리선급이 필요하다고 인정하는 위치

   (7) 관련규정에서 요구하는 부재의 치수에 대하여 해수와 전혀 접하지 않는 경우에만 다음의 값을 감할 수 있다. *(2018)*
   (가) 스테인리스 강재의 경우
   - 판두께 : 1.0 mm
   - 단면계수 : 5 %

   (나) 스테인리스 클래드 강재의 경우
   - 판두께 : 0.5 mm

2. 별도로 규정한 경우를 제외하고, 설계온도가 90 ℃에서 300 ℃인 경우 강재의 최소 항복응력 σ_y' 및 구조부재의 치수 결정을 위한 재료계수 K 는 다음식에 따른다.

(1) 고온환경에서의 항복응력

$$\sigma_y' = \sigma_y(1.04 - \frac{0.75}{1000}\theta)$$

σ_y : **규칙 2편 1장 3절 표 2.1.7**에 명시된 상온에서의 최소 항복응력 (N/mm^2)

θ : 강재의 사용온도(℃)

(2) 재료계수

$$K = \frac{235}{\sigma_y'}$$

403. 고장력 강재 【규칙 참조】

1. 종강도 부재에 고장력강재를 사용하는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 적용

강력갑판 및 선저를 종식구조로 하는 선박으로서 **규칙 403.**에 따라 고장력강을 사용하는 선박의 중앙부에 있어서 선체 횡단면의 단면계수를 감소시키는 경우에 종강도 부재에 대하여는 다음에 따른다.

(2) 고장력강의 사용범위

다음의 범위에는 고장력강을 사용하여야 한다.

(가) 강력갑판 또는 선저로부터 다음에 정하는 점까지의 종강력부재(**지침 그림 3.1.5** 및 **그림 3.1.6** 참조)

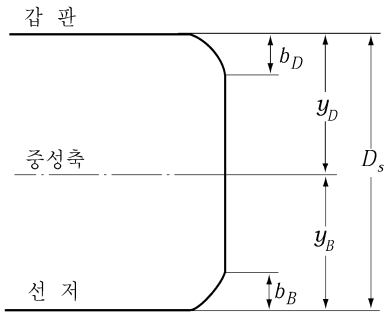


그림 3.1.5 갑판과 선저에 고장력강을 사용하는 경우

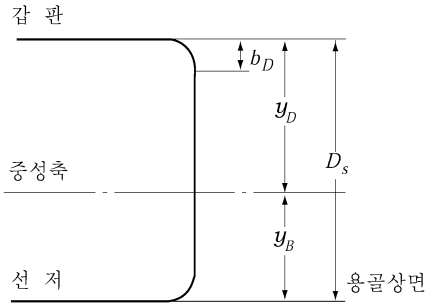


그림 3.1.6 갑판에만 고장력강을 사용하는 경우

(a) 강력갑판부

$$b_D = y_D\left(1 - \frac{1}{f_D}\right) \quad \text{(m)}$$

y_D : 선체 횡단면의 중립축으로부터 강력갑판까지의 거리 (m)

(b) 선저부

$$b_B = y_B\left(1 - \frac{1}{f_B}\right) \quad \text{(m)}$$

y_B : 선체 횡단면의 중립축으로부터 용골 상면까지의 거리 (m)

(나) 강력갑판상의 종강도 부재

(다) 창구측선내의 갑판 중 **지침 그림 3.1.7**에 표시한 범위

(라) 창구코밍과 그 수평 횡보강재 중 **지침 그림 3.1.8**에 표시한 범위

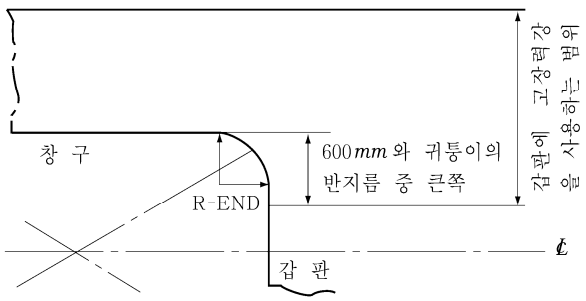


그림 3.1.7 갑판

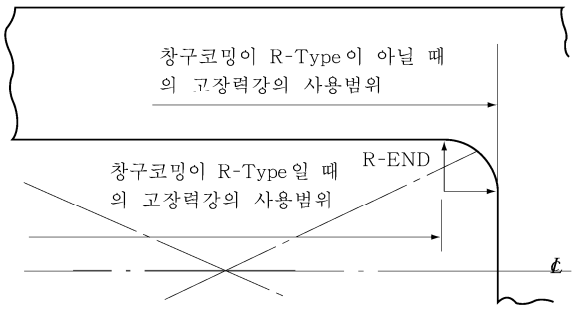


그림 3.1.8 창구코밍

(마) 고장력강에 용접되는 Gutter bar와 빌지킬. 다만, 빌지킬이 리벳구조인 경우는 선체붙이 평강 이외는 고장력강으로 할 필요는 없다.

(바) 개구부를 보상하기 위하여 부착하는 이중판 등으로서 고장력강의 종강도 부재에 대응하는 것.

(사) 선박의 중앙부 $0.5L$ 사이는 고장력강으로 할 것을 권장한다. 선박의 중앙부 $0.5L$ 사이를 고장력강으로 하지 않을 경우는 선박의 중앙부 $0.4L$ 과 $0.5L$ 사이의 선체 횡단면계수의 연속성에 대하여 특별히 주의할 필요가 있다.

(3) 종강도 부재의 테이퍼

(가) 고장력강을 사용하는 종강도 부재의 테이퍼는 선박의 전 길이에 걸쳐서 고장력강으로 건조되는 경우를 가정하여 규칙의 테이퍼에 관한 규정에 따른다.

(나) 선박의 중앙부에 고장력강을 사용하는 경우 선박 중앙부의 전후에 있어서 연강의 부재치수는 **지침 그림 3.1.9** 에 따른다.

(다) 고장력강과 연강의 접합부에서는 양쪽의 판두께가 현저한 차이가 생기지 않도록 하는 등 연속성에 대한 고려를 할 필요가 있다.

2. 고장력강을 사용하는 경우에는 다음 각 호에 주의하여야 한다.

(1) 선체구조에 강도가 다른 강재를 혼용하여 배치할 경우 높은 강도의 강재에 인접하는 낮은 강도의 강재에 발생하는 응력에 대하여는 충분한 고려를 하여야 한다.

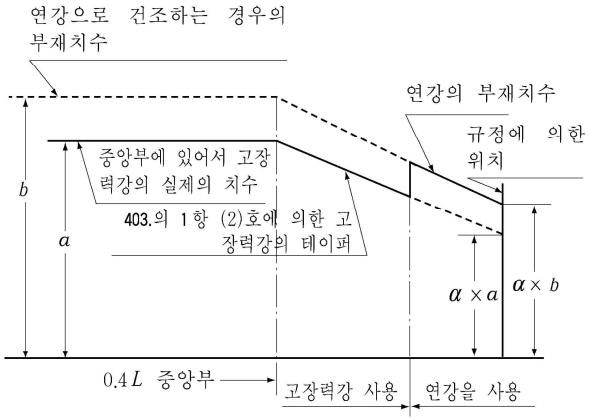
(2) 거더에 고장력강을 사용하고, 거더에 지지되는 휨보강재에 과대한 부가응력이 생기지 않도록 거더의 강성 혹은 휨보강재의 치수에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

(3) 고장력강을 사용할 부재는 현저한 응력집중을 받지 않도록 구조상 특별한 고려를 하여야 한다.

(4) 선체구조의 광범위에 걸쳐 고장력강을 사용할 경우에는 세밀한 강도 검토를 하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다.

표 3.1.3 β

강재 \ 선종	유조선	기타의 선박
$HT32$	1.27	1.34
$HT36$	1.38	1.45



α : 규정의 위치에 있어서 규정의 경감량.
a : 선박의 중앙부에 있어서 고장력강의 실제치수
b : 연강으로 건조하는 경우의 부재치수. 두께 t 및 단면적 A 로서 다음에 따른다.
(a) 외판 및 종격벽판의 두께 t

$$t = \frac{1}{\sqrt{K}}(a - t_c) + t_c \ (mm)$$

t_c : 다음에 따른다.
유조선 : 2.0 mm
기타의 선박 : 1.5 mm

(b) 강력갑판의 종강도부재의 단면적 A

$$A = \beta a$$

β : **지침 표 3.1.3**에 따른다. 다만, 연강으로 건조되는 경우를 가상한 때의 선박의 중앙부에서 강력갑판의 종강도부재의 단면적이 구해지는 경우에는 다음식에 의한 값으로 할 수 있다.

$$\beta = \frac{\text{연강으로 건조되는 경우를 가상한 때의 선박중앙부의 강력갑판의 단면적}}{\text{고강력강의 선박의 선체 중앙부에 있어서 강력갑판의 단면적}}$$

(c) 종늑골, 종갑판보 및 격벽횡보강재의 단면계수 Z

$$Z = a / K$$

그림 3.1.9 선수미부에서 연강의 부재치수

404. 제한항로의 선박 【규칙 참조】

규칙 404에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.

405. 강재의 사용구분 【규칙 참조】

1. 둥근거널에 대한 강재의 사용구분은 현측후판으로 취급한다. 이때 강판 한 장의 너비는 L 이 100 m 이하일 때에는 1,300 mm 이상, L 이 250 m 이상일 때에는 2,600 mm 이상으로 하고 중간의 L 은 보간법에 의한 값 이상으로 한다.

2. 선체구조부재에 두께가 50 mm 초과 100 mm 이하의 강재를 사용하는 경우, **규칙 표 3.1.4** 및 **지침 표 3.1.4**에 표시하는 사용구분에 따라 **규칙 2편 1장**에 규정하는 강재를 사용하여야 한다.

표 3.1.4 두께에 따른 사용강재(50 mm 초과 100 mm 이하)

급별 / 두께(mm)	I		II		III	
	MS	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*
$50 < t \le 60$	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*
$60 < t \le 100$	*E*	*EH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*

(비고)
표 중의 기호는 다음의 재료기호를 말한다.
DH : *DH* 32, *DH* 36 및 *DH 40*, *MS* : 연강재
EH : *EH* 32, *EH* 36 및 *EH 40*, *HT* : 고장력 강재

406. 강재사용의 특별규정 【규칙 참조】*(2019)*

1. 저온해역을 취항하는 선박의 사용강재는 다음 각 호의 규정에 따른다.
(1) 기온 -10 °C 미만의 저온해역을 취항하는 선박, 예를들면 정기적으로 동절기에 북극해나 남극해를 운항하는 선박

의 경우 노출부재의 재료는 다음 2항에 정의된 설계온도(design temperature) t_D에 따라 선택하여야 한다. 최소 평형수 수선(lowest ballast waterline : BWL) 상부에 위치하고 대기중에 노출된 강도부재의 재료(**지침 표 3.1.6**의 비고(5)에 해당되는 구조부재들을 포함) 및 3항에 해당하는 저온 화물에 접하는 화물탱크의 경계판의 재료는 구조부재의 종류에 따라서 **지침 표 3.1.6**에 표기된 등급이상의 강재를 사용하여야 한다. 또한, 대기중에 노출되지 않은 부재(**지침 표 3.1.6**의 비고(5)제외)와 최소 평형수 수선 하부에 위치한 부재는 **규칙 405.**에 따른다. *(2017)*

표 3.1.6 저온에 노출된 구조부재에 대한 강재의 사용구분 *(2019)*

구조부재명	강재의 급별	
	중앙부 $0.4L$ 이내	중앙부 $0.4L$ 이외
o 2차 강도부재(secondary) : · 노출갑판 · 최소 평형수 수선 상부의 선측외판 · 최소 평형수 수선 상부의 횡격벽판(5) · 저온 화물에 접하는 화물탱크의 경계판(6)	I	I
o 1차 강도부재(primary) : · 강력갑판(1) · 강력갑판 상부의 연속된 종통부재(종해치 코밍제외) · 최소 평형수 수선 상부의 종통격벽판(5) · 최소 평형수 수선 상부 톱사이드탱크의 격벽판(5)	II	I
o 특수부재(special) : · 강력갑판의 현측후판(2) · 강력갑판의 스트링거판(2) · 종통격벽에 접합되는 갑판의 강판(3) · 연속된 종 해치코밍(4)	III	II

(비 고)
(1) 큰 창구 모서리부의 강판은 특별히 고려하여야 한다. 높은 국부응력이 발생되는 장소는 III급 또는 E, $EH32$, $EH36$ 및 $EH40$ 이상의 강재를 사용하여야 한다.
(2) L이 250 m를 넘는 선박의 중앙부 $0.4L$ 간은 E, $EH32$, $EH36$ 및 $EH40$ 이상을 사용하여야 한다.
(3) B가 70 m를 넘는 선박에 있어서 적어도 3조의 갑판의 강판은 III급 이상이어야 한다.
(4) D, $DH32$, $DH36$ 및 $DH40$ 이상을 사용하여야 한다.
(5) 저온에 노출된 선체외판과 접하는 판에 적용한다. 적어도 한 판이 노출된 선체외판과 동일하게 고려되어야 하고 판 폭은 600mm 이상이어야 한다.
(6) 액화가스운반선이 아닌 선박이 저온 화물에 접하는 화물탱크의 경계판(3항 참조)

(2) 두께와 설계온도에 따른 선체구조부재의 사용강재는 **지침 표 3.1.7**에 따른다. 설계온도가 -55 °C 미만인 경우는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(3) Ⅲ급 또는 E, $EH32/EH36/EH40$ 및 $FH32/FH36/FH40$의 강판이 사용되는 경우, 1조의 강판(single strakes)의 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 하며 1800 mm를 넘을 필요는 없다.

$$b = 5L + 800 \quad \text{(mm)}$$

(4) 선미재, 러더혼, 타 및 샤프트 브래킷의 강판은 **규칙 405.**의 3항에 규정된 등급 이상이어야 한다.

2. 설계온도 t_D는 선박이 운항하는 구역에서의 최저 통계적 평균의 일일 평균온도(lowest mean daily average air temperature)를 의미한다. 다만, 계절에 따라 제한적으로 운항하는 선박의 경우에는 그 기간 중 가장 낮은 기온을 적용한다.(**지침 그림 3.1.10 참조**) *(2017)*

· 평균(Mean) : 관찰기간동안의 통계적 평균(적어도 20년)
· 평균(Average) : 하루 동안의 평균

· 최저(Lowest) : 연간 최저값
· MDHT : 일일 최고(최대) 온도의 통계적 평균
· MDAT : 일일 산술평균 온도의 통계적 평균
· MDLT : 일일 최저(최소) 온도의 통계적 평균

다만, 계절에 따라 제한적으로 운항하는 선박의 경우에는 그 기간 중 가장 낮은 기온을 적용한다. POLAR Code에 따라서 극지선박증서를 발급하기 위하여 설계온도 t_D는 선박의 극지운항온도(PST)보다 13°C 이상이어서는 아니 된다. 극지역에서 관찰기간동안의 통계적 평균은 적어도 10년 주기로 결정되어야 한다.

표 3.1.7 두께 및 설계온도에 따른 사용강재

Ⅰ 급 강

판두께 (mm)	-11/-15 °C		-16/-25 °C		-26/-35 °C		-36/-45 °C		-46/-55 °C	
	MS	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*
$t \le 10$	*A*	*AH*	*A*	*AH*	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*
$10 < t \le 15$	*A*	*AH*	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*
$15 < t \le 20$	*A*	*AH*	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*
$20 < t \le 25$	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*
$25 < t \le 30$	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*
$30 < t \le 35$	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*
$35 < t \le 45$	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*	-	*FH*
$45 < t \le 50$	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*	-	*FH*	-	*FH*

Ⅲ 급 강

판두께 (mm)	-11/-15 °C		-16/-25 °C		-26/-35 °C		-36/-45 °C		-46/-55 °C	
	MS	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*
$t \le 10$	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*
$10 < t \le 20$	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*	-	*FH*
$20 < t \le 25$	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*	*E*	*FH*	-	*FH*
$25 < t \le 30$	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*	-	*FH*	-	*FH*
$30 < t \le 35$	*E*	*EH*	*E*	*EH*	-	*FH*	-	*FH*	-	-
$35 < t \le 40$	*E*	*EH*	*E*	*FH*	-	*FH*	-	*FH*	-	-
$40 < t \le 50$	*E*	*EH*	-	*FH*	-	*FH*	-	-	-	-

Ⅱ 급 강

판두께 (mm)	-11/-15 °C		-16/-25 °C		-26/-35 °C		-36/-45 °C		-46/-55 °C	
	MS	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*
$t \le 10$	*A*	*AH*	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*
$10 < t \le 20$	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*
$20 < t \le 30$	*D*	*DH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*	-	*FH*
$30 < t \le 40$	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*	-	*FH*	-	*FH*
$40 < t \le 45$	*E*	*EH*	*E*	*EH*	-	*FH*	-	*FH*	-	-
$45 < t \le 50$	*E*	*EH*	*E*	*FH*	-	*FH*	-	*FH*	-	-

(비고)

표 중의 기호는 다음의 재료기호를 말한다.

AH : *AH*32, *AH*36 및 *AH*40
DH : *DH*32, *DH*36 및 *DH*40
EH : *EH*32, *EH*36 및 *EH*40
FH : *FH*32, *FH*36 및 *FH*40
MS : 연강재
HT : 고장력 강

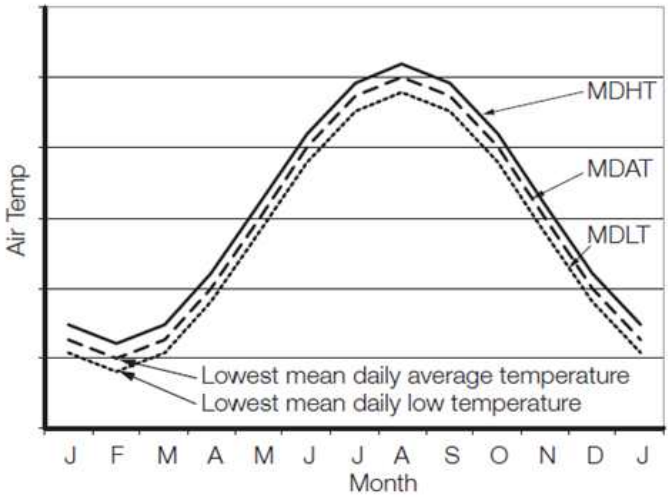


그림 3.1.10 일반적으로 사용되는 온도의 정의

3. **액화가스운반선이 아닌 선박의 저온 화물**

액화가스운반선이 아닌 선박이 -10°C 미만의 액체화물을 적재하는 경우(예: 동절기동안 육상 저온 저장탱크로부터의 적재), 화물탱크 경계판의 재료 등급은 아래를 근거로 **지침 표 3.1.7**에 따라서 정해야 한다.

- 설계 최소 화물 온도, t_c(°C)
- **지침 표 3.1.6**의 I 급강에 해당되는 강재의 등급

설계 최소 화물 온도, t_c(°C)는 적하지침서에 명시되어야 한다.

제 5 절 용접구조

501. 일반사항

1. **구조상세 【규칙 참조】**

창구를 갖는 선박으로서 다음 (1) 에서 (4)에 해당하는 경우에는 창구 귀퉁이부의 강력갑판 및 창구 측 코밍단부의 피로강도에 대한 상세한 검토를 하고, 급격한 단면변화를 피하거나 강력갑판 및 창구 측 코밍의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.

(1) 선박의 중앙부에 있어서 창구의 폭이 $0.7B$를 초과하는 선박
(2) 강력갑판에 **규칙 403.**에 따른 고장력 강재를 사용한 선박
(3) 창구코밍의 높이가 특히 큰 선박
(4) 기타 강력갑판에 특수한 형상 또는 구조의 창구 등을 갖는 선박

4. **슬롯용접 【규칙 참조】**

규칙 501.의 4항 (2)호의 규정을 적용함에 있어서 슬롯의 피치는 **규칙 13편 1부 12장 3절 4.2**에 따른다.

제 6 절 치수

602. 단면계수 【규칙 참조】

1. 본 편의 요건에 근거한 보강재의 구조치수는 지정된 동일치수의 보강재를 연속적으로 배치하는 그룹개념을 기초로 하여 결정할 수 있다. 그룹의 구조치수는 다음 (1)과 (2) 중 큰 것으로 한다. 단, 그룹의 개념은 **206. 3**에 주어진 피로요건에는 적용하지 않는다.

(1) 그룹 내 모든 보강재의 요구치수 평균
(2) 그룹 내 어느 하나 보강재의 최대요구치수의 90 %

제 8 절 방식도장 *(2018)*

801. 방식도장 【규칙 참조】

1. 모든 선박의 해수전용 평형수탱크와 산적화물선의 이중선측공간의 보호도장
(1) 총톤수 500톤 이상의 국제 항해에 종사하는 선박으로서 (가) 또는 (나)에 해당하는 선박에 있어, 모든 해수전용 평형수탱크와 길이 150 m 이상의 산적화물선의 이중선측공간은 IMO Res. MSC. 215(82) 보호도장 성능기준(PSPC : Performance Standard for Protective Coatings)에 따라야 한다. 다만, 1998년 7월 1일 이후부터 (가)의 적용일 전까지 용골 거치된 유조선과 산적화물선의 경우는 IMO Res. A 798(19)에 따른다.
(가) 2008년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박 (만약 계약일이 없다면, 2009년 1월 1일 이후 용골 거치되거나 또는 이와 유사한 건조 단계에 있는 선박) 또는,
(나) 2012년 7월 1일 이후 인도되는 선박
(2) 보호도장 시스템의 관리는 전체선박관리계획서(Overall Ship's Maintenance Scheme)에 포함되어야 한다. 보호도장시스템의 유효성은 국제해사기구(IMO)가 개발한 지침(MSC.1/Circ.1330 참조)을 근거로 주관청 또는 주관청이 인정한 단체에 의하여 선박의 일생에 걸쳐 검증되어야 한다. *(2017)*
2. 유조선의 화물유 탱크(이하 "COT")의 보호도장
(1) 적용대상 : 다음의 (가) 또는 (나)의 어느 하나에 해당하는 경우, 적재중량 5,000톤 이상의 유조선 COT에는 IMO Res. MSC. 288(87) 보호도장 성능기준을 만족하여야 한다.
(가) 2013년 1월 1일 이후 건조 계약되는 선박 (만약 계약일이 없다면, 2013년 7월 1일 이후 용골 거치되거나 또는 이와 유사한 건조 단계에 있는 선박)
(나) 2016년 1월 1일 이후 인도되는 선박
(2) 미적용 대상 : 다음의 선박에는 이 요건을 적용하지 않는다.
(가) MARPOL Res. 73/78 부속서 I, 제1규칙에 규정된 겸용선 (단 화물창에 전적으로 원유를 적재하도록 설계된 겸용선은 제외)
(나) MARPOL Res. 73/78 부속서 II, 제1규칙에 규정된 케미컬 탱커 (기름운반을 허가한 케미컬 탱커 포함)
(다)원유를 운반하지 않는 제품운반선(product carrier)
3. 2항의 원유운반선 화물유탱크의 보호도장에 대한 대체방법으로서 연강 및 고장력강 내식강이 사용될 수 있다. 내식강의 성능기준은 IMO Res. MSC. 289(87)의 요건을 만족하여야 한다.
4. 부식을 발생시키지 않는 화물을 운반 및 양하역 하는 원유운반선에 대해 주관청은 2항의 요건을 면제할 수 있다.(MSC.1/Circ.1421 "부식을 발생시키지 않는 화물을 운반 및 양하역 하는 원유운반선의 면제에 관한 지침" 참조) ⚓

제 2 장 선수재 및 선미재

제 1 절 선수재

101. 강판선수재 【규칙 참조】

1. 강판선수재의 두께는 상갑판 부근에서는 선수부의 선측 외판의 두께로 하고 선수루 부근에서는 선수루 부근의 외판두께로 하여도 좋다.
2. 강판선수재 선단의 곡률반경이 큰 부분에 중심선 횡보강재가 없는 경우 또는 선수재의 두께가 **규칙** 101. 의 1항에 의한 두께 이하인 경우에는 600 mm 이하의 간격으로 수평리브를 설치하여 강판선수재를 보강할 필요가 있다.

제 2 절 선미재

202. 일반 【규칙 참조】

1. **주강선미재의 용접이음**
   (1) 주강선미재를 2개 또는 3개로 분리하여 제작하는 경우의 용접이음의 모양은 **그림** 3.2.1에 의한 것을 원칙으로 한다.
   (2) 주강선미재와 외판과의 고착은 **그림** 3.2.2에 의한 방법에 따른다. 다만, 용접법 승인을 받은 경우에는 그에 따를 수 있다.

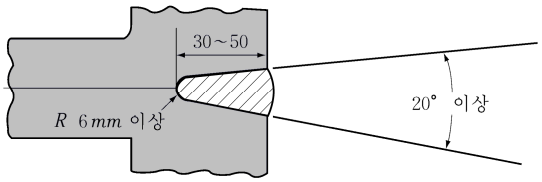


그림 3.2.1 주강선미재의 상호 용접 이음

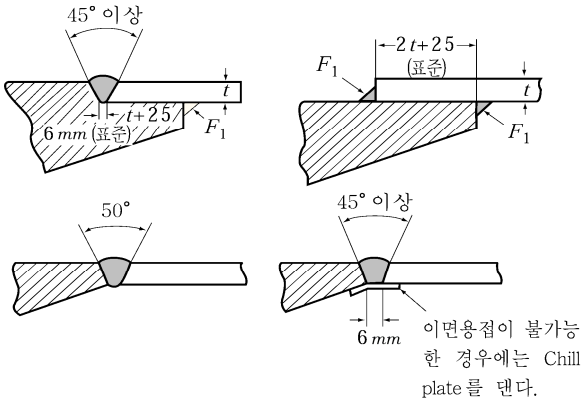


그림 3.2.2 주강선미재와 외판과의 고착

203. 프로펠러포스트 【규칙 참조】

1. **강판선미재의 프로펠러보스와 강판과의 접합**
   강판선미재의 프로펠러보스와 강판과의 접합은 **그림** 3.2.3과 같이 한다.
2. **선미재의 프로펠러보스 길이**
   선미재의 프로펠러보스 길이는 안지름의 1.25배 이상으로 한다. 다만, 보스의 길이가 **규칙 5편 3장** 206.에 규정하는 베어링의 길이에 만족하지 않을 경우는 베어링의 길이와 같게 할 것을 권장한다.
3. **강판선미재의 봉강**(round bar)
   강판선미재의 후단에 봉강을 사용하는 경우에 그 반지름은 **규칙 표** 3.2.1에 규정된 R의 70 % 이상을 표준으로 한다. 봉강과 주강과의 이음 및 봉강 상호 사이의 이음부에서는 봉강지름의 1/3 이상의 깊이로 개선하여 용접할 필요가 있다. 봉강에 설치하는 리브의 두께는 선미재 두께의 75 %를 표준으로 한다.(**그림** 3.2.4 참조)

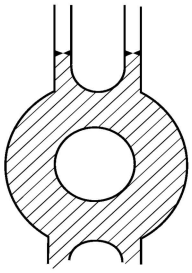


그림 3.2.3 프로펠러 보스와 강의결합

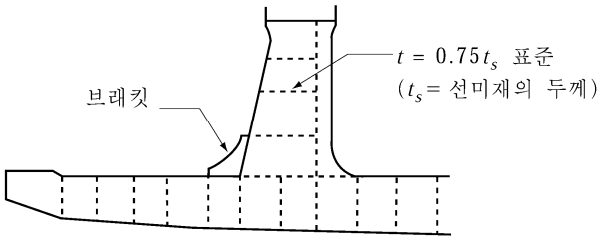


그림 3.2.4

205. 슈피스 【규칙 참조】

1. **슈피스와 프로펠러포스트와의 접합**
   슈피스의 정판은 프로펠러포스트의 후단에서 전방으로 연장하고 프로펠러포스트 후단과의 고착부에는 선미재와 같은 두께의 브래킷을 설치하여 해당 부분의 연속을 충분히 할 필요가 있다.(**그림 3.2.4** 참조)
2. 슈피스에 아연판을 부착하는 경우에는 볼트로 직접고정 시켜서는 아니되며, 볼트를 용접하거나 또는 강판을 용접한 후 이들에 볼트로서 고착시킨다.
3. Built-up 형식의 슈피스는 수밀구조로 하고 유효한 도료를 내면에 도장할 필요가 있다. 다만, 부득이하여 도장을 생략하는 경우에는 판두께를 1.5 mm 이상 증가시킨다.

206. 힐피스 【규칙 참조】

1. **힐피스 길이의 결정방법**
   (1) 강판선미재의 경우 힐피스에 연결되는 평판용골의 두께를 5 mm 정도 증가시킨 경우에는 힐피스의 길이는 그곳의 늑골간격의 2배 이상으로 할 수 있다.
   (2) 힐피스의 길이 l 은 **그림 3.2.5**와 같이 한다.
   (3) 힐피스에 설치하는 리브의 두께는 리브가 설치되는 곳의 두께의 75 %를 표준으로 한다. ⚓

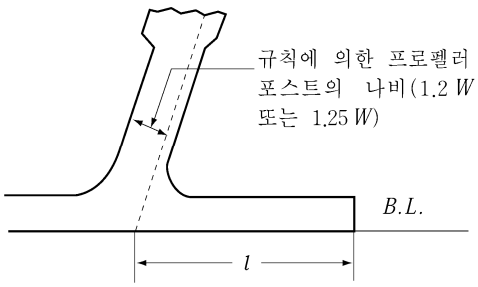


그림 3.2.4 l의 측정방법

207. 러더혼 【규칙 참조】

1. 러더혼과 선체 외판이 접합하는 부분을 곡면으로 연결하는 경우, 굽힘에 대한 러더혼 판의 유효성과 횡방향 웨브의 응력에 특별한 주의가 필요하다.
2. 굽힘모멘트와 전단력은 직접계산법 또는 **지침 4편 1장 401.**의 6항 및 7항에 따라 결정한다.
3. 러더혼 측면판의 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$2.4\sqrt{LK} \quad \text{(mm)}$$

L : **규칙 3편 1장 102.**에 정의된 선박의 길이(m)
K : **규칙 3편 1장 403.**의 2항 또는 **규칙 4편 1장 103.**에 정의된 재료계수

4. 선체구조와의 용접 결합

(1) 하중을 적절히 전달하기 위해 러더혼 판은 선측외판 및 횡방향/종방향 거더에 결합하는 등의 방법에 의해 선미구조와 유효하게 연결되어야 한다.

러더혼 내부에는 브래킷 또는 스트링거가 설치되어야 하고, 이들은 외판과 일직선상에 설치되어야 한다. (**그림 3.2.6** 참조)

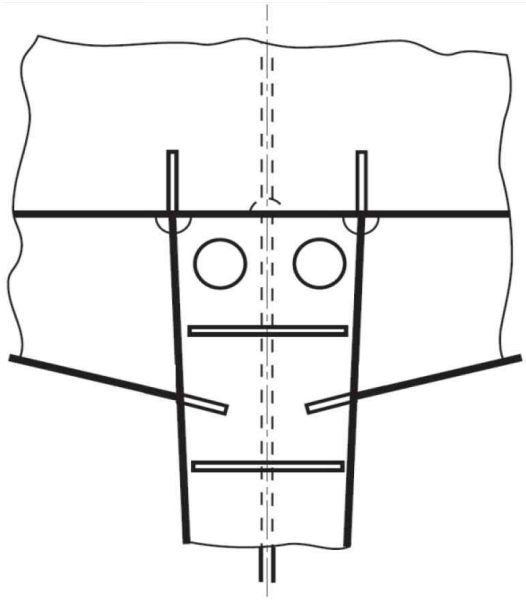


그림 3.2.6 러더혼과 선미구조의 결합

(2) 러더혼의 횡방향 웨브는 충분한 수만큼 인접한 갑판까지 선체에 연결되어야 하고 적당한 두께를 가져야 한다.

(3) 선체와의 충분한 결합을 위하여 러더혼의 횡방향 웨브와 일직선 상에 견고한 늑판을 설치하여야 한다.

(4) 러더혼은 선미탱크내의 중심선 격벽(제수격벽)과 연결되어야 한다.

(5) 횡방향 웨브와 선체 외판과의 연결부에는 스캘롭을 설치하여서는 안 된다.

(6) 러더혼 판과 선측외판은 완전용입용접으로 연결되어야 하며, 용접 곡률반경은 그라인딩 등을 이용하여 가능한 한 크게 하여야 한다.

210. 러더트렁크

이 항의 요건은 트렁크의 형상이 선미재 아래로 연장되며, 타의 작동으로 인하여 트렁크가 응력을 받게 되도록 배치되는 트렁크에 적용된다. *(2021)*

1. 재료, 용접 및 선체와의 결합

(1) 러더트렁크에 사용하는 강재는 용접성이 좋고, 레이들 분석(ladle analysis)에서 탄소성분이 0.23 %를 초과하지 않거나 탄소당량(C_{EQ})이 0.41%를 초과하지 않아야 한다. *(2019)*

(2) 러더트렁크의 판 재료는 **규칙 3편 1장 4절**에 규정된 II 급 이상의 재료를 사용하여야 한다.

(3) 러더트렁크와 외판, 러더트렁크와 스케그 하부는 완전용입용접으로 연결되어야 한다. 용접 곡률반경 r (**그림 3.2.7** 참조)은 가능한 한 커야 하며 다음에 따른다. *(2021)*

$$r = 0.1\,d_l$$

다만, 다음보다 커야한다.

$\sigma \geq \dfrac{40}{K}$ (N/mm^2)인 경우, $r = 60$ (mm)

$\sigma < \dfrac{40}{K}$ (N/mm^2)인 경우, $r = 30$ (mm)

d_l : 타두재의 지름으로서 **규칙 4편 1장 502.**에 따른다.
σ : 러더트렁크의 굽힘응력 (N/mm^2)
K : 207.의 3항에 따른다.

곡률반경은 그라인딩으로 얻을 수 있다. 디스크 그라인딩을 하는 경우, 그라인딩 자국(score marks)은 용접진행방향을 회피하여야 한다. 곡률반경은 템플릿을 사용하여 정확성을 확인하여야 하며, 적어도 4개의 측면형상에 대하여 확인하고 검사원에게 보고서가 제출되어야 한다.

(4) 러더트렁크에 강재 이외의 재료를 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

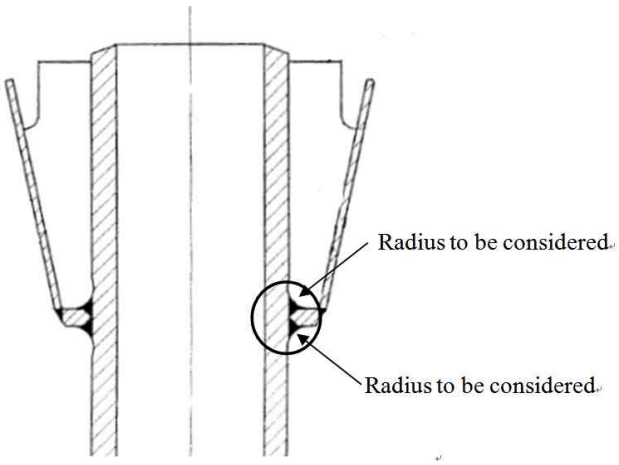


그림 3.2.7 용접 곡률반경

2. 강도

(1) 굽힘 및 전단에 의한 등가응력은 $0.35R_{eH}$이하이어야 하고 용접된 러더트렁크의 굽힘응력은 다음에 따른다. *(2021)*

$$\sigma \le \frac{80}{K} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ : 1항 (4)호에 따른다.
K : 러더트렁크의 재료계수로 207.의 3항에 따른다. 다만 0.7 이상으로 한다.
R_{eH} : 사용된 재료의 지정된 최소항복응력(N/mm^2)

(2) 굽힘응력의 계산에서 고려되는 스팬은 하부타두재 베어링의 중간높이에서 트렁크가 외판 또는 스케그 하단에 고착되는 지점까지의 거리로 한다.

211. 프로펠러 샤프트 브래킷 *(2011)*

1. 일반

(1) 다음 요건은 프로펠러 테일 샤프트 보스를 지지하며, 두 개의 스트럿으로 이루어진 프로렐러 샤프트 브래킷에 적용된다. 스트럿은 솔리드 또는 용접된 형태의 유형일 수 있다.
(2) 스트럿 사이의 각도가 50도 보다 작아서는 아니된다.

2. 배치

(1) 솔리드 스트럿은 외판을 통과하여 연속이여야 하며, 선박 내부구조에 의해 만족스럽게 지지되어야 한다.
(2) 용접된 형태의 스트럿은 외판에 용접될 수 있다. 스트러트가 용접된 외판은 보강되어야 하고, 스트럿과 일직선으로 내부 브래킷이 설치되어야 한다. 스트럿이 중심선이 있는 중앙 외판에 설치되는 경우, 스트럿은 외판을 통과하여 연속적이어야 한다. 스트럿은 선체와 만날 때 앞뒤 끝이 둥글게 하여야 한다.
(3) 프로펠러 샤프트 보스는 스트러트 연결부에 전방 및 후방에 둥근 브래킷이 있어야 한다.

3. 스트럿

(1) 솔리드 또는 용접된 형태의 프로펠러 샤프트 브래킷 스트러트은 다음의 요건을 따라야 한다.

$h \geq 0.4\,d$

$A \geq 0.4\,d^2$

$W \geq 0.12\,d^3$

A = 스트럿 단면의 총 면적 (mm^2)

W = 총 단면계수 (mm^3). W는 **그림 3.2.8**의 중립축을 기준으로 계산된다.

h = 단면의 최대 두께 (mm)

d = 프로펠러 샤프트 직경 (mm)

$$d = \max\left(d_{act},\, d_{req}\sqrt[3]{\frac{T+160}{590}}\right)$$

d_{act} = 프로펠러 샤프트 실제 직경 (mm)

d_{req} = **5편 3장 204.**에 의한 프로펠러축의 지름

T = 재료의 규격최소인장강도(N/mm^2)로서, 600 N/mm^2를 넘을 경우에는 600 N/mm^2로 한다.

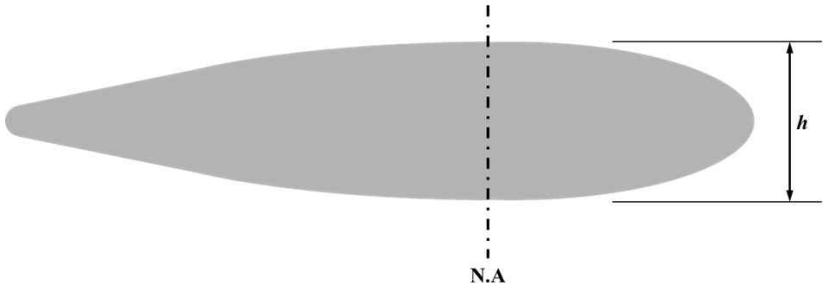


그림 3.2.8 프로펠러 샤프트 브래킷 상세

제 3 장 종강도

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. **특수한 주요치수비를 갖는 선박의 선체횡단면의 단면계수**
   $L/B \le 5$ 또는 $B/D_s \ge 2.5$인 선박은 종강도 외에 선박의 강도 전체에 대하여 충분한 고려를 할 필요가 있다.
2. **창구가 큰 선박에 대한 특별고려**
   선박의 중앙부에 있어서 창구의 폭이 $0.7B$를 넘는 경우에는 **7편 4장 2절**을 준용하여 굽힘 및 비틀림에 의한 부가적인 응력이나 창구변형에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.
3. **속력이 빠르고 큰 플레어(flare)를 갖는 선박**
   다음에 정한 계수 K_v 및 K_f 에 의하여 다음 (1)호 및 (2)호에 따라 파랑종굽힘모멘트 M_w를 증가시킬 필요가 있다.

$$K_v = \frac{0.2V}{\sqrt{L}}, \qquad K_f = \frac{A_d - A_w}{Lh_B}$$

A_d : 선수단으로부터 $0.2L$ 되는 위치보다 전방에 상갑판 및 선수루가 있는 경우에는 그 갑판의 수평면에 대한 투영면적 (m^2)

A_w : 만재흘수선에 있어서 선수단으로부터 $0.2L$ 되는 위치보다 전방에 있는 수선면의 면적 (m^2)

h_B : 선수단의 선측에 있어서 만재흘수선으로부터 상갑판 또는 선수루갑판까지의 수직거리 (m)

(1) K_v의 값이 0.28을 넘는 경우, **규칙 그림 3.3.2**의 선박의 길이방향에 따른 분포계수 C_2의 값은 **표 3.3.1**에 따른다. 다만, K_v의 값 및 선미단으로부터 고려하는 선체횡단면의 위치까지의 거리 x가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

(2) $(K_v + K_f)$의 값이 0.4를 넘는 경우, **규칙 그림 3.3.2**의 선박의 길이방향에 따른 분포계수 C_2 의 값은 M_w (-) 상태에 한하여 **표 3.3.2**에 따른다. 다만, $(K_v + K_f)$의 값 및 선미단으로부터 고려하는 선체횡단면의 위치까지의 거리 x가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 3.3.1 계수 C_2

K_v \ x	$0.65L$	$0.75L$	$1.0L$
0.28	1.0	5/7	0.0
0.32 이상	1.0	0.80	0.0

표 3.3.2 계수 C_2

$K_v + K_f$ \ x	$0.65L$	$0.75L$	$1.0L$
0.4	1.0	5/7	0.0
0.5 이상	1.0	0.80	0.0

103. 적하지침서 【규칙 참조】

1. **규칙 103.**의 1항 "우리 선급이 필요없다고 인정하는 선박"이라 함은 어선(fishing vessel) 또는 L_f가 90 m 미만인 선박으로서 최대 재화중량이 만재배수량의 30 %를 초과하지 않는 선박으로 화물 및 평형수의 적재분포의 변화가능성이 적고 일정한 운항특성을 갖는 선박을 말한다. 다만, 수산업에 관한 시험, 조사, 지도, 단속 또는 교습에 종사하는 선박의 경우 해당 기국의 요건에 따른다. *(2017)*
2. **규칙 103.**에 의하여 우리 선급이 승인한 적하지침서는 **부록 3-1**의 「**적하지침서의 작성 및 검사 지침**」에 따라 선장이 이해할 수 있는 언어로 작성하여야 한다. 만일 그 언어가 영어 이외의 경우에는 영어로 된 번역서를 첨부하여야 한다.
3. 1998년 7월 1일 전 건조계약된 길이 (L_f) 150 m 이상이며, 하나 또는 그 이상의 화물창이 선측외판에 의해서만 화물의 경계를 갖는 산적화물선은 승인된 적하지침서에 추가하여 화물의 적재시작부터 만재상태까지의 균일적재, 격창적재 및 부분적재상태에 대하여 화물의 적하/양하에 대한 승인된 지침을 비치하여야 한다. (**부록 3-1, 표 4** 참조) 이 지침에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

(1) 다음의 적하상태를 포함하는 것을 원칙으로 한다.

(가) 균일적하 만재상태

(나) 격창적하 만재상태
(다) 블록적하(block loading) 또는 이항양하(two port unloading)와 같은 부분적하상태
(2) 특정 항구에서 적용되는 실제의 적하/양하에 대한 지침 또는 특정 항구에 대한 대표적인 지침.
(3) 화물의 적재에서 만재까지 각 단계의 굽힘모멘트와 전단력.
(4) (1)의 적하상태에 대한 각 단계의 요약내용에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
(가) 각 단계에서의 각 화물창의 적재량
(나) 각 단계에서의 각 평형수 탱크의 평형수 배출량
(다) 각 단계별 정수중 굽힘모멘트 및 전단력
(라) 각 단계별 트림 및 흘수
(5) 승인된 적하/양하에 대한 지침은 승인된 적하지침서에 합본하거나 별도의 부록으로 선내에 비치하여야 한다.
(6) 화물의 적하/양하에 대한 지침의 기재 양식은 **부록 3-1**의 **표 4**를 참고한다.

4. 적하지침서의 비치에 대한 적용은 **표 3.3.3**에 따른다.

104. 종강도 적하지침기기 【규칙 참조】

1. **규칙 104.**의 1항 중 “우리 선급이 필요없다고 인정하는 선박” 이라 함은 어선(fishing vessel) 또는 화물 및 평형수의 적재분포의 변화가능성이 적고 일정한 운항특성을 갖는 선박으로서 적하지침서가 충분한 적하지침을 줄 수 있는 선박을 말한다. 다만, 수산업에 관한 시험, 조사, 지도, 단속 또는 교습에 종사하는 선박의 경우 해당 기국의 요건에 따른다. *(2017)*
2. 1998년 7월 1일 전 건조계약된 길이 150 m 이상의 산적화물선, 광석운반선 및 겸용선은 1999년 1월 1일 또는 인도 일중 늦은 시점까지 우리 선급의 요건을 만족하는 종강도 적하지침기기를 비치하여야 한다.
3. 종강도 적하지침기기의 비치에 대한 적용은 **표 3.3.3**에 따른다.
4. 1998년 7월 1일 이후 건조계약 되는 길이 150 m 이상의 산적화물선, 광석운반선 및 겸용선의 종강도 적하지침기기는 다음 사항을 확인할 수 있어야 한다.
(1) 각 화물창의 중앙부에서의 흘수에 대한 함수로서 허용 최대 및 최소 화물창 및 이중저의 적재중량.
(2) 2개의 인접한 화물창의 중앙부에서의 흘수에 대한 함수로서 허용 최대 및 최소 화물창 및 이중저의 적재중량. 다만, 이 경우의 흘수는 두 화물창의 중앙부에서의 평균흘수로 한다.
(3) **규칙 7편 3장 10절**에 따른 각 화물창의 침수시의 정수중 굽힘모멘트 및 전단력.
5. **규칙 104.**의 2항 중 “우리 선급의 승인”이라 함은 다음 각 호를 말한다.
(1) 종강도 적하지침기기 소프트웨어는 설계승인을 받도록 권장한다. 설계승인과 관계없이, 선박에 설치되는 종강도 적하지침기기의 소프트웨어는 대표적인 운항상태에 대한 계산결과(시험성적서)를 제출하여 승인받아야 하며, 본선에 설치되는 소프트웨어는 승인된 시험성적서에 따라 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(2) 하드웨어는 형식승인된 기기가 설치되는 경우에는 1대, 형식승인된 기기가 아닌 경우에는 2대를 설치하여야 한다.

표 3.3.3 적하지침서 및 종강도 적하지침기기 비치대상선박 (2018)

선박의 종류 / 적용구분		분류 1-1		분류 1-2		분류 1-3		분류 2	
		적하지침서	종강도 적하지침기기	적하지침서	종강도 적하지침기기	적하지침서	종강도 적하지침기기	적하지침서	종강도 적하지침기기
①	1992년 11월1일 이전 제조중(후) 검사신청 선박	$L_f \geq 100$ m	비대상	$L_f \geq 100$ m	비대상(다)	$L_f \geq 100$ m	비대상	비대상	비대상
②	1992년 11월1일 이후 제조중(후) 검사신청 선박	$L_f \geq 100$ m	비대상	$L_f \geq 100$ m	비대상(다)	$L_f \geq 65$ m (라)	비대상	비대상	비대상
③	1993년 5월1일 이후 제조중(후) 검사신청 선박	$L_f \geq 100$ m	$L_f \geq 100$ m	$L_f \geq 100$ m	$L_f \geq 120$ m	$L_f \geq 65$ m (라)	$L_f \geq 65$ m (라)	비대상	비대상
④	1998년 7월1일 이후 건조 계약되는 선박	$L_f \geq 65$ m	$L_f \geq 100$ m	$L_f \geq 65$ m	$L_f \geq 100$ m(가)	$L_f \geq 65$ m	$L_f \geq 100$ m	$L_f \geq 65$m (나)	비대상

(비고)

1. 연해구역 이하를 항해구역으로 하는 모든 선박은 적하지침서 및 종강도 적하지침기기를 설치하지 않아도 된다.
2. 선박의 분류
   (1) 분류 1-1 : 갑판에 큰 개구가 있고 수직 및 수평방향의 선체굽힘모멘트와 비틀림모멘트에 의한 조합응력을 고려할 필요가 있는 선박
   (2) 분류 1-2 : 화물 및 평형수의 적재분포가 불균일한 선박
   (3) 분류 1-3 : 케미컬 탱커 및 액화가스 산적운반선
   (4) 분류 2 : 화물 및 평형수 적재분포의 변화가능성이 적고 일정한 적하상태를 갖는 선박으로서 다음과 같은 선박을 말한다.
      (가) 만재흘수선을 표시하지 않는 선박
      (나) 화물을 적재하지 않는 선박
      (다) 화차운송선
      (라) 화물의 적재가 일정한 선박
3. 적용구분 "①②③④⑤"는 제조중등록선인 경우 검사신청일, 제조후등록선은 건조일을 기준으로 적용한다.
4. (가) : 선박의 길이 (L_f)가 120 m 미만인 선박으로서 화물 및 평형수의 불균일한 적재분포가 설계에 반영된 선박은 분류 2 선박으로 분류되며 종강도 적하지침기기의 설치가 면제된다.
5. (나) : 선박의 길이 (L_f)가 90 m 미만인 분류 2 선박으로 재화중량(DWT)이 만재배수량의 30 % 이하인 선박은 적하지침서도 면제된다.
6. (다) : 길이 150 m 이상인 모든 산적화물선, 광석운반선 및 겸용선은 1999년 1월 1일까지 종강도 적하지침기기를 설치하여야 한다.
7. (라) : 길이(L_f)가 100 m 미만인 선박으로서, 우리 선급이 필요성이 없다고 인정하는 선박에 대하여는 예외로 한다.
8. 종강도 적하지침기기 비치 비대상 선박에 종강도 적하지침기기가 비치된 경우에는 대상선박과 동일하게 취급한다.

제 2 절 굽힘강도

201. 선박의 중앙부의 굽힘강도 【규칙 참조】

1. 정수중 종굽힘모멘트

정수중 종굽힘모멘트의 계산은 다음에 의한다.

(1) **규칙 표 3.3.1**에 정하는 정수중 종굽힘 모멘트 M_s를 계산하는 경우, 그 계산법에 필요한 자료를 제출하여 미리 우리 선급의 승인을 득할 필요가 있다.

(2) 제조중 등록검사를 받는 선박에 대하여는 실제의 적하계획에 있어서 정수중의 종강도 계산서 및 그 계산에 필요한 제반자료를 우리 선급에 제출할 필요가 있다.

(3) 등록검사에는 선박의 완성시에 각종의 적하상태에 대하여 정수중 종강도 계산을 하고 이들의 계산에 필요한 제반 자료 및 계산결과를 **규칙 103.**의 적하지침서에 기재할 필요가 있다.

202. 선박중앙부 이외의 굽힘강도 【규칙 참조】

다음의 (1)호 또는 (2)호에 해당되는 선박의 경우, **규칙 표 3.3.1**에 정하는 파랑 종굽힘 모멘트 M_w 식의 계수 C_2는 **규칙 그림 3.3.2** 중의 점선의 값을 사용 동규칙을 준용한다.

(1) C_b가 0.7 미만인 선박

(2) 선박 중앙부 이외의 위치에서의 정수중 종굽힘모멘트가 선박 중앙부에서의 값과 같거나 그 이상되는 선박

203. 선체 횡단면계수의 계산 【규칙 참조】

1. 선체 횡단면계수의 계산단위

단면계수 Z (cm^3)의 유효숫자는 5자리수로 한다.

2. 종강도 산입부재

종강도 산입부재의 산입률은 다음과 같다.

(1) 단절판을 그 필릿용접이 **규칙 1장 표 3.1.7**의 비고 1에 의한 경우에는 100 %를 산입한다.

(2) 이중판은 그 단면적을 신조선인 경우에는 100 %, 개조선인 경우에는 90 %를 산입.

(3) 선측 스트링거는 늑골의 슬롯 부분을 공제한다.

(4) 스캘럽은 다음의 조건을 만족하는 경우에는 단면적에서 공제할 필요는 없다. (**그림 3.3.1** 참조)

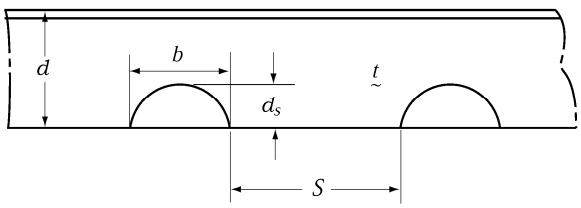


그림 3.3.1 스켈럽의 S, b 및 d_s

(가) d_s가 $d/4$ 이하이고 $7t$ 이하, 다만 최대 75 mm

(나) S가 $5b$ 이상이고 $10d_s$ 이상.

(5) 종늑골 또는 종거더에 있는 경감구멍 및 배수구멍은 그 높이가 웨브깊이의 25 %를 초과하지 않을 경우에는 단면적에서 공제할 필요가 없다.

(6) 2열 또는 3열의 창구를 갖는 선박의 창구사이 종통갑판의 단면적 산입률은 **표 3.3.4**와 같이 한다.

(7) 갑판에 설치하는 작은 개구의 배치 등을 고려하여 종통부재를 연속시키지 않는 경우에도, 인접하는 부재로 단면적을 보충하면 연속하지 않는 부재를 종통부재에 산입하여도 좋다.

(8) 자동차 운반선의 차량갑판중 겹이음으로서 단속용접에 의하여 접합되어 있는 것은 산입하지 않는다.

표 3.3.4 단면적 산입률

화물창수 / l/L / ξ	2			3 이상		
	0.10	0.20	0.30	0.10	0.15	0.20
0.0	0.96	0.85	0.70	0.96	0.91	0.85
0.5	0.65	0.57	0.48	0.89	0.80	0.69
1.0	0.48	0.43	0.36	0.83	0.73	0.62
2.0	0.32	0.29	0.25	0.73	0.63	0.53
3.0	0.24	0.22	0.18	0.65	0.57	0.47
4.0	0.19	0.17	0.14	0.59	0.51	0.43
5.0	0.16	0.14	0.12	0.53	0.47	0.39

(비고)

1. ξ는 다음 식에 따른다.

$$\xi = \frac{ab^3}{lI_c}\left\{\frac{1+2\mu}{6(2+\mu)}\times 10^4 + 2.6\frac{I_c}{a_c b^2}\right\}$$

I_c : 창구단 코밍을 포함한 창구사이 갑판의 단면2차모멘트 (cm^4)
a_c : 창구사이 갑판의 유효전단면적 (cm^2)
a : 창구사이 종통갑판의 단면적 (한쪽 현) (cm^2)
l : 창구의 길이 (m)
μ 및 b : **그림 3.3.2**에 따른다. (m)

2. ξ 또는 l/L이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
3. ξ 값이 5.0을 넘을 때에는 외삽법에 의한다.

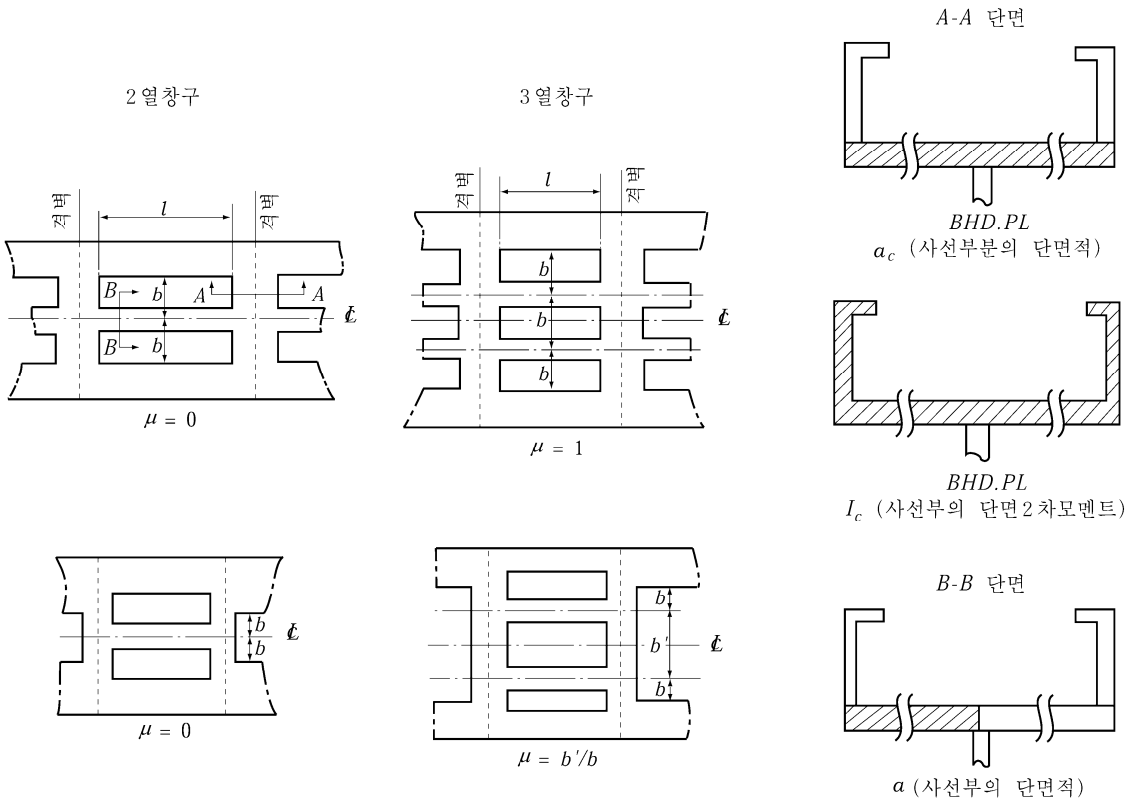


그림 3.3.2 l, b **및** μ

3. 강력갑판에 있는 개구의 취급

강력갑판의 창구측선밖에 있는 개구의 취급은 다음에 따른다.

(1) 개구의 모양 및 크기가 **표 3.3.5**에 만족하지 않을 경우에는 링이나 두께를 증가하는 등의 보강을 한다. (**그림 3.3.3** 및 **3.3.4** 참조)

(2) 개구의 간격이 **그림 3.3.5**를 만족하지 않을 경우에는 (1)호에 따라 보강을 한다.

표 3.3.5 개 구

	타원형	원형
유조선	$\frac{a}{b} \le \frac{1}{2}$, $a \le 0.06B$ (최대 900 mm)	$a \le 0.03B$ (최대 450 mm)
화물선	$\frac{a}{b} \le \frac{1}{2}$, $a \le 0.03B(B-b_H)$ (최대 450 mm)	$a \le 0.015(B-b_H)$ (최대 200 mm)

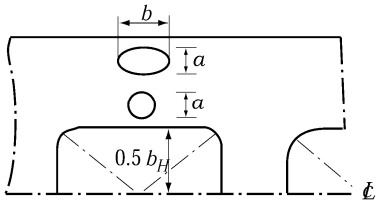


그림 3.3.3 타원형과 원형 개구가 동일단면상에 있는 경우

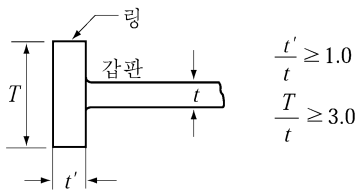


그림 3.3.4 링에 의한 보강

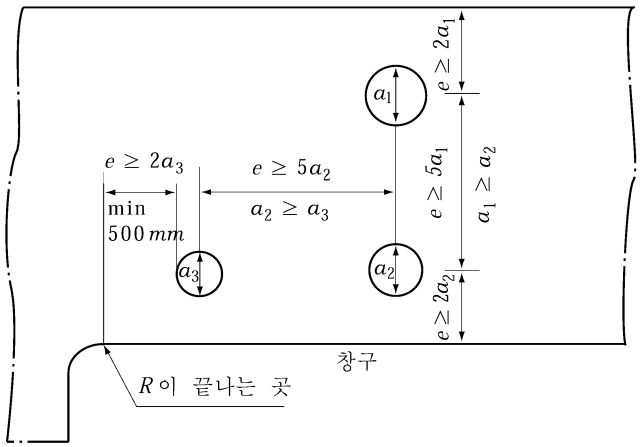


그림 3.3.5 개구의 간격

제 3 절 전단강도

301. 유효 종격벽이 없는 선박의 선측외판의 두께 【규칙 참조】

1. 빌지호퍼탱크 또는 톱사이드탱크를 갖는 선박

빌지호퍼탱크 또는 톱사이드탱크의 경사판이 선측외판에 결합되어 전단력의 일부를 유효하게 분담한다고 인정되는 경우에는 고려하는 선체횡단면에 있어서의 전단흐름을 직접계산하여 빌지호퍼탱크 또는 톱사이드탱크의 일부를 구성하는 선측외판의 두께를 정할 수 있다. 다만, 이와같이 직접계산으로 판두께를 정할때에는 (1)호에 표시하는 전단력을 선체횡단면에 작용시켜 빌지호퍼탱크 또는 톱사이드탱크의 일부를 구성하는 선측외판 및 경사판에 발생하는 전단응력을 구하며 이들의 값이 (2)호에서 정한 허용응력 이하가 되도록 할 필요가 있다.

(1) 선체횡단면에 작용하는 전단력 F는 다음 두 식에 의한 값중 큰 것으로 한다.

$$F = |F_s + F_w(+) - \Delta F_c| \quad \text{(kN)}, \qquad F = |F_s + F_w(-) - \Delta F_c| \quad \text{(kN)}$$

F_s, $F_w(+)$ 및 $F_w(-)$: 각각 **규칙 301.1**에 규정하는 정수중 전단력 및 파랑전단력 (kN)
ΔF_c : 2항의 규정에 따른다.

(2) 빌지호퍼탱크 또는 톱사이드탱크 내의 선측외판 및 경사판의 허용응력

$$90/K \quad (\text{N/mm}^2)$$

2. 격창적하 등을 하는 경우의 정수중 전단력의 수정

횡격벽의 전후에서 적하창 (또는 평형수창)과 공창이 인접하는 경우, 고려하는 선체횡단면에 있어서의 정수중 전단력은 다음의 F_c로 하여도 좋다.

$$F_c = F_s - \Delta F_c \quad \text{(kN)}$$

F_s : **규칙 301.1**에 규정하는 정수중 전단력 (kN)
ΔF_c : 고려하는 선체횡단면과 그 선체횡단면을 포함하는 화물창의 전후단과의 거리에 따라서 정해지는 값 (kN)으로서 다음과 같다.
(1) 화물창의 후단 : $-C(F_{SF} - F_{SA} - F_T)$
(2) 화물창의 전단 : $C(F_{SF} - F_{SA} - F_T)$
(3) 화물창내 : 고려하는 선체횡단면과 이를 포함하는 화물창의 전후단과의 거리에 따라서 상기의 (1)과 (2)의 값으로부터 보간법에 의하여 구한 값.
F_{SF}, F_{SA} : 각각 고려하는 적하상태에서 화물창의 전단 및 후단의 횡격벽위치에서의 정수중 전단력 (F_S)으로서 **규칙 301.**에 의한 계산법을 이용하여 계산된 값. (kN)
F_T : 톱사이드 탱크의 평형수 중량 (kN)으로서 고려하는 선체횡단면을 포함하는 화물창의 범위에 포함된 것.
C : **규칙 7편 3장 301.**의 4항에 의한 k 및 B/l_h 의 값에 따른 계수로서 **표 3.3.6**에 따른다. k의 값이 표의 중간일 때에는 보간법에 의한다.

3. Q/I의 약산식

규칙 301.에 규정하는 Q와 I의 비 Q/I는 $1/(90\,D_s)$로 할 수 있다.

302. 1열 내지 4열 종격벽을 갖는 선박의 선측외판 및 종격벽판의 두께 【규칙 참조】

이중선체 선박으로서 빌지호퍼탱크를 갖는 선박에 대하여는 **규칙 표 3.3.2** 중 α_2 및 R를 **표 3.3.7**에 의한 값으로 한다. 다만, 선측외판 및 빌지호퍼 경사판의 두께는 규칙에 의한 것의 1.2배 이상이어야 한다.

표 3.3.6 계수 C

k \ B/l_h		0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4 이상
	0.4 이하	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	
10.0	0.092	0.115	0.159	0.197	0.230	0.255	0.275	0.289	0.300	0.308	0.314	0.317
5.0	0.088	0.110	0.152	0.190	0.223	0.250	0.270	0.286	0.298	0.307	0.313	0.315
2.0	0.081	0.101	0.140	0.177	0.210	0.238	0.261	0.279	0.293	0.302	0.310	0.312
1.0	0.075	0.094	0.131	0.166	0.200	0.230	0.254	0.273	0.288	0.300	0.307	0.310
0.0	0.063	0.079	0.112	0.145	0.179	0.211	0.238	0.261	0.279	0.291	0.302	0.306

표 3.3.7 빌지호퍼 탱크를 갖는 선박의 α_2 및 R

분류	적용		α_2	R
C형	선측외판		$1-\dfrac{1.08k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	$4.9(W_a(a_1+\beta a_2)+W_c c)S$
	종 격 벽 판	빌지호퍼 경사판	$\dfrac{1.19k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	
		기타	$\dfrac{1.08k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	
D형	선측외판		$1-\dfrac{1.07k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	$4.9(W_b(a_1+\beta a_2)+W_c c)S$
	외측 종격벽판	빌지호퍼 경사판	$\dfrac{1.15k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	
		기타	$\dfrac{1.07k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	
	중심선 종격벽판		2	$9.8W_b b_2 S$
E형	선측외판		$1-\dfrac{1.06k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	$4.9(W_b(b_1+0.5b_2)+W_c c)S$
	외측 종격벽판	빌지호퍼 경사판	$\dfrac{1.11k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	
		기타	$\dfrac{1.06k_2A_{DL}}{A_s+A_{DL}}$	
	내측 종격벽판		1	$9.8(\beta W_a a+0.5W_b b_2)S$

a_1, a_2, b_1 및 b_2 : **지침 그림** 3.3.6에 따른다.
A_s, A_{DL}, W_a, W_b, W_c, S, a, c, β 및 k_2 : **규칙 표** 3.3.2에 따른다.

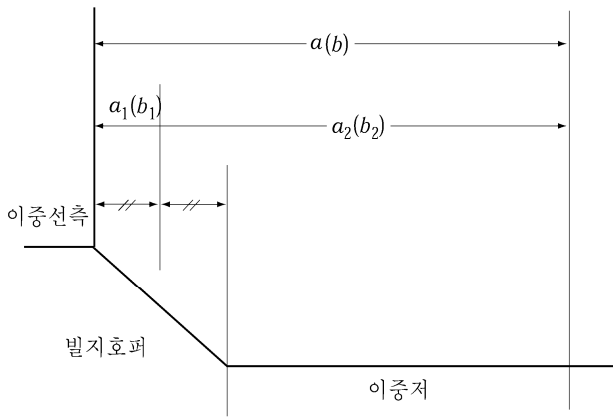


그림 3.3.6 a_1, a_2, b_1 및 b_2의 측정

제 4 절 좌굴강도

401. 적용 【규칙 참조】

선체중앙부에 있어, 횡식구조의 강력갑판과 선저외판 및 강력갑판이 횡식구조로 된 경우의 횡식구조 선측외판에는 다음의 식을 만족하는 정도의 간격으로 종방향의 칼링(100×10 FB를 표준으로 한다)을 설치하여야 한다. 다만 우리 선급의 승인을 얻은 경우에는 다음의 규정을 따르지 않아도 된다.

$$16.6\left(\frac{t}{10S}\right)^2\left(1+\frac{S^2}{C^2}\right)^2 \geq \alpha\gamma$$

t : 갑판 또는 외판의 두께 (mm)
C : 칼링의 간격 (m)
S : 횡갑판보의 간격 (m)
α : 다음에 따른다.

$$\frac{-(M_{S\min}+M_W(-))}{Z_D}\times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2}) \quad : \text{강력갑판}$$

$$\frac{(M_{S\max}+M_W(+))}{Z_B}\times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2}) \quad : \text{선저외판}$$

$M_{S\min}$과 $M_{S\max}$: **규칙** 201.에서 요구하는 정수중 종굽힘모멘트의 최소와 최대값.
$M_W(-)$와 $M_W(+)$: **규칙** 201.에 따른다.
Z_D와 Z_B : **규칙** 203.에 따른 강력갑판과 선저에 대한 선체 횡단면의 실제 단면계수.

γ : 강력갑판과 선저외판에 대해서는 1.0, 선측외판에 대해서는 다음에 따른다.

$\frac{y_1}{y_D}$: 선체횡단면의 중립축 상방에 있는 부재의 경우

$\frac{y_1}{y_B}$: 선체횡단면의 중립축 하방에 있는 부재의 경우

y_D : 중립축으로부터 선측에 있어 갑판까지의 수직거리 (m)
y_B : 기선으로부터 중립축까지의 수직거리 (m)
y_1 : 중립축으로부터 각 스트레이크의 상단모서리까지의 수직거리 (m), 단 y_D보다 클 필요는 없다.
y_2 : 중립축으로부터 각 스트레이크의 하단모서리까지의 수직거리 (m), 단 y_B보다 클 필요는 없다.

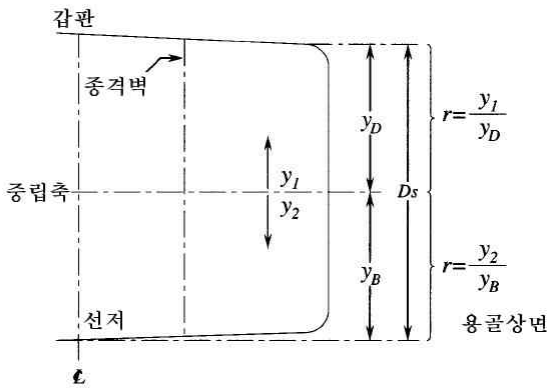


그림 3.3.7

403. 탄성좌굴응력 【규칙 참조】

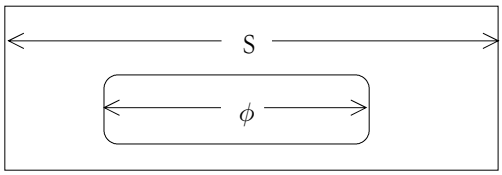
1. 개구를 가진 판의 좌굴응력을 검사할 때는, **규칙 404.** 임계좌굴응력의 산정을 위해 σ_E 또는 τ_E 대신 다음의 식으로부터 얻어진 탄성좌굴응력 σ_E' 또는 τ_E'를 사용한다.

$$\sigma_E' = \gamma \sigma_E \quad (\mathrm{N/mm^2})$$
$$\tau_E' = \gamma \tau_E \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

γ : 개구로 인한 경감계수, 다음의 식으로 주어진다. 개구가 적절히 보강되어 있을 경우는 1.0으로 한다.

$$\gamma = \frac{1}{\{1+\phi/(2S)\}^{\ 2}}$$

ϕ : 개구의 장축의 길이
S : 개구의 장축 방향의 패널의 변 길이



2. 종늑골의 탄성좌굴응력의 계산은 다음에 따른다.

(1) 비틀림이 없는 기둥의 좌굴
기둥좌굴모드에 대한 이상적인 탄성기둥 좌굴응력 σ_E (N/mm²)은 다음 식에 의한다.

$$\sigma_E = 0.001E\frac{I_a}{Al^2} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

I_a 및 A : 각각 종늑골의 이차 모멘트 (cm⁴) 및 단면적 (cm²) 으로서 판의 플랜지를 포함하며, 플랜지너비는 **규칙 1장 602.**의 규정에 따른다.
l : 종늑골의 길이 (m)

(2) 비틀림이 있는 기둥의 좌굴
비틀림 좌굴모드에 대한 이상적인 탄성 비틀림 좌굴응력 σ_E (N/mm²)은 다음 식에 의한다.

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 EI_w}{10^4 I_p l^2}\left(m^2 + \frac{K}{m^2}\right) + 0.385E\frac{I_t}{I_p} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

k : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$k = \frac{Cl^4}{\pi^4 EI_w} \times 10^6$$

m : k 값에 따른 좌굴모드의 반 파장수로서 **표 3.3.8**에 따른다.
I_t : 단면의 산·부난(st. venant) 이차 모멘트(cm⁴)로서 **표 3.3.9**에 의한다. 다만, 평판의 플랜지는 고려하지 않는다.
I_p : 평판과의 연결점에 대한 단면 극 이차모멘트 (polar moment of inertia) (cm⁴)로서 **표 3.3.9**에 의한다. 다만, 평판의 플랜지는 고려하지 않는다.
I_w : 평판과의 연결점에 대한 단면의 섹터 이차모멘트 (sectorial moment of inertia) (cm⁶)로서 **표 3.3.9**에 의한다.

l : 횡보강재의 길이 (m)
S : 횡보강재의 간격 (m)
C : 평판 패널을 지지하는 횡보강재의 스프링 강성계수로서 다음 식에 따른다.

$$C = \frac{k_p E t_p^3}{3S\left(1 + \frac{1.33 k_p h_w t_p^3}{1000 S t_w^3}\right)} \times 10^{-3}$$

k_p : 계수로서 다음 식에 따른다. 다만, 0보다 작아서는 아니되며, 플랜지 보강 형강류에 대해서는 k_p 를 0.1 이하로 할 필요는 없다.

$$k_p = 1 - \frac{\sigma_{act}}{\sigma_E}$$

σ_{act} : 종늑골에 작용하는 압축작용응력으로 **규칙** 402.의 1항에 의한 값으로 한다.
σ_E : 지지하는 평판의 탄성좌굴응력으로 1항 (1)호에 의한 값으로 한다.
t_p : **규칙 표** 3.3.3에 따른 공제값을 제외한 평판의 두께 (mm)

표 3.3.8 좌굴모드의 반파장수 m

	$0 < k \le 4$	$4 < k \le 36$	$36 < k \le 144$	$(m-1)^2 m^2 < k \le m^2(m+1)^2$
m	1	2	3	m

표 3.3.9 I_t, I_p **및** I_w

단면형상		I_t (cm^4)	I_p (cm^4)	I_w (cm^6)
평강		$\frac{h_w t_w^3}{3} \times 10^{-4}$	$\frac{h_w^3 t_w}{3} \times 10^{-4}$	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36} \times 10^{-6}$
형강	T 형강	$\frac{1}{3}\left(h_w t_w^3 + b_f t_f^3\left(1 - 0.63\frac{t_f}{b_f}\right)\right) \times 10^{-4}$	$\left(\frac{h_w^3 t_w}{3} + h_w^2 b_f t_f\right) \times 10^{-4}$	$\frac{t_f b_f^3 h_w^2}{12} \times 10^{-6}$
	L 형강 구형강			$\frac{b_f^3 h_w^2}{12(b_f + h_w)^2}\left[t_f(b_f^2 + 2b_f h_w + 4h_w^2) + 3t_w b_f h_w\right] \times 10^{-6}$

(비고)
h_w : 웨브의 높이 (mm)
t_w : **규칙 표** 3.3.3에 따른 공제값을 제외한 웨브의 두께 (mm)
b_f : 플랜지 너비 (mm)
t_f : **규칙 표** 3.3.3에 따른 공제값을 제외한 플랜지의 두께 (mm)로서 구형강의 경우에는 벌브(bulb)의 평균두께로한다.

(3) 웨브와 플랜지의 좌굴
(가) 종늑골의 웨브에 대한 이상적인 탄성 좌굴응력은 다음 식에 따른다.

$$\sigma_E = 3.8E\left(\frac{t_w}{h_w}\right)^2 \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

(나) 종늑골의 플랜지의 너비 b_f 와 플랜지의 건조 두께 t_f 의 비는 15 이하이어야 한다. 다만, b_f 는 T형 단면에 대하여는 플랜지의 반너비, L형 단면에 대하여는 플랜지의 너비 (mm)로 한다. *(2018)* ⚓

제 4 장 평판용골 및 외판

제 1 절 일반사항

102. 접촉에 대한 고려 *(2020)* 【규칙 참조】

어선의 용도에 따라 어구의 접촉으로 인하여 외판이 손상될 기회가 많다고 인정되는 경우에는 외판의 두께를 특별히 고려하여야 한다. 그러나 방현재 등의 적절한 부가물로 외판이 보호되는 경우, **규칙** 및 **지침 102.**는 적용하지 않을 수 있다.

103. 건현이 특히 큰 선박에 대한 고려 【규칙 참조】

만재흘수선에서 강력갑판까지의 높이가 특히 큰 선박의 경우 선루측부의 외판 및 **1장 203.**의 2항 (1)호에 규정하는 가상건현갑판으로부터 강력갑판까지의 선측외판(이하 **선루측부 외판**이라 한다)의 두께는 다음에 따른다. 다만 건현갑판보다 상방의 외판은 **규칙 301.**의 규정을 적용할 필요는 없다.

(1) 건현갑판(가상의 갑판을 건현갑판으로 하는 선박은 가상건현갑판)으로부터 건현갑판상 $2h_s$ 점까지 사이의 선루측부 외판의 두께는 **규칙 302.**의 식에 있어서 $(d-y+0.05L'+h_1)$ 대신에 $(d-y+0.05L'+h_1)D/(D+2h_s)$ 를 사용하여 계산하여도 좋다. 여기서 h_s 는 L 에 따라서 다음에 정하는 값으로서 중간의 L 에 대하여는 보간법에 의한다.

L 이 90 m 일 때 ---------- 1.95
L 이 125 m 이상일 때 -------- 2.30

(2) 건현갑판상 (1)호에 규정하는 h_s 의 2배 거리인 점의 개소로부터 강력갑판까지 사이의 선루측부 외판의 두께 t 는 다음 식에 따라 정한 값 이상으로 하여야 한다. 다만 (1)호에서 얻어지는 값보다 클 필요는 없다.

$$t = 0.7\sqrt{L+50} \quad \text{(mm)}$$

(3) 건현갑판으로부터 건현갑판상 (1)호에 규정하는 h_s 거리인 점의 개소까지의 사이에서 선수단으로부터 $0.25L$ 사이에 있는 선루측부의 외판 두께는 (1)호의 규정과 **규칙 501.**의 규정에 따라 정하는 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

제 3 절 강력갑판하의 외판

301. 최소두께 【규칙 참조】

멤브레인 형식 액화천연가스 운반선의 외판의 최소두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.85\sqrt{L} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

303. 현측후판 【규칙 참조】

1. 현측후판에 대한 주의사항

(1) 현측후판의 상단은 적절히 가공한다.

(2) 현측후판과 불워크와는 중앙부 $0.6L$ 사이에서 용접하여서는 아니 된다. 또한 현측외판의 상단에는 선수미부를 제외하고는 아이 플레이트 등의 의장품을 용접하여서는 아니 된다.

(3) 둥근 거널부의 굽힘 가공된 곳의 외면에 의장품, Gutter bar 단부 등을 용접할 경우에는 특별히 고려할 필요가 있다.

(4) 현측후판과 갑판 스트링거판의 T형 용접결합부는 최소한 중앙부 $0.6L$ 간은 **그림 3.4.1**을 표준으로 한다. 다만, 갑판 스트링거판의 두께가 13 mm 미만인 경우에는 F1 필릿용접으로 하여도 좋다.

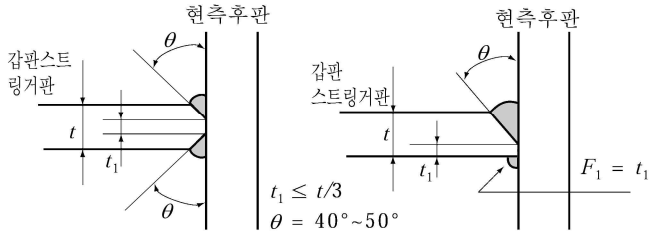


그림 3.4.1 현측후판과 갑판스트링거판 결합부의 용접상세

305. 만곡부의 외판 【규칙 참조】

1. 선박의 중앙부에 있어서 만곡부의 종늑골을 생략하는 경우 만곡부의 끝점과 그 끝점에서 가장 가까운 만곡부 외측의 종늑골과의 거리는 종늑골 간격의 1/2 이내로 한다.
2. 선박의 중앙부에 있어서 만곡부외판의 두께를 규칙 305.의 1항의 식에 따라 정하는 경우에는 다음의 관계를 만족시킬 필요가 있다.

$$\frac{1000R}{t} \geq 2\left(\frac{l}{R}\right)^2$$

R : 만곡부의 반지름 (m)
l : 실체늑판, 선저 트랜스버스 또는 만곡부 브래킷의 간격 (m)
t : 만곡부외판의 두께 (mm)

3. 선박 중앙부에 있어서 만곡부 외판의 Bilge circle에서의 요철의 크기는 만곡부외판의 두께의 1/3 이 되도록 공작에 유의할 필요가 있다.
4. 선박 중앙부에 있어서 빌지 킬은 다음에 따른다. *(2019)*

(1) 재료

그라운드 바와 빌지 킬의 재료는 설치된 외판과 같은 항복 응력을 가진 것이어야 한다. 또한, 빌지 킬의 길이가 0.15L 이상일 경우에는 그라운드 바와 빌지 킬의 재료는 외판과 동일한 등급(grade)이어야 한다.

(2) 설계

단일 웨브 빌지 킬의 설계는 그라운드 바가 손상되기 전에 웨브의 손상이 발생하도록 설계되어야 한다. 이것은 빌지 킬 웨브의 두께가 그라운드 바의 두께보다 두껍지 아니하도록 하는 것이다. **그림 3.4.2**와 다른 설계의 빌지 킬은 우리선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(3) 그라운드 바

빌지 킬은 외판에 직접 용접하여서는 아니 된다. 그라운드 바나 덧댐판은 **그림 3.4.2와 그림 3.4.3**에서와 같이 선측 외판에 설치되어야 한다. 일반적으로 그라운드 바는 연속되어야 한다.

그라운드 바의 총 두께는 만곡부 외판의 총 두께 또는 14mm 중 작은 것 이상이어야 한다.

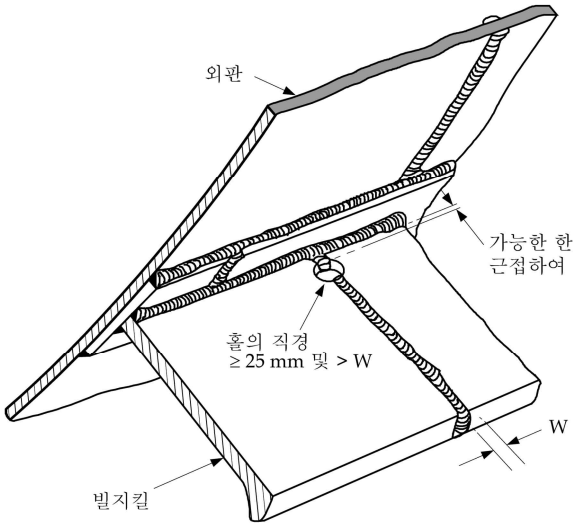


그림 3.4.2 빌지킬 구조

(4) 끝단 상세

빌지 킬과 그라운드 바의 끝단은 테이퍼 시키거나 둥글게 하여야 한다. 테이퍼는 최소 3:1의 비율로 점진적이어야 한다(**그림 3.4.3**의 (a), (b), (d) 및 (e) 참조). 둥근 끝단은 **그림 3.4.3**의 (c)에 따른다. 'A'구역 내에서 빌지 킬 웨브의 개구는 허용되지 아니 한다(**그림 3.4.3**의 (b) 및 (e) 참조).

빌지 킬 웨브의 끝단은 그라운드 바의 끝단으로부터 50 mm 미만이거나 100 mm를 초과하여서는 아니 된다(**그림 3.4.3**의 (a) 및 (d) 참조). 빌지 킬과 그라운드 바의 끝단부는 선체 내부의 횡방향 부재 또는 종방향 부재에 의하여 다음과 같이 지지되어야 한다.

(가) 횡방향 지지부재는 빌지 킬 웨브의 끝단과 그라운드 바의 끝단 간의 중간지점에 설치되어야 한다.(**그림 3.4.3**의 (a), (b) 및 (c) 참조)

(나) 종방향 보강재는 빌지 킬 웨브와 일렬로 설치되어야 하며 최소한 'A'구역 전후방의 가장 가까운 횡방향 부재까지 연장되어야한다.(**그림 3.4.3**의 (b) 및 (e) 참조)

우리 선급이 인정하는 경우 동등한 끝단 상세는 인정될 수 있다.

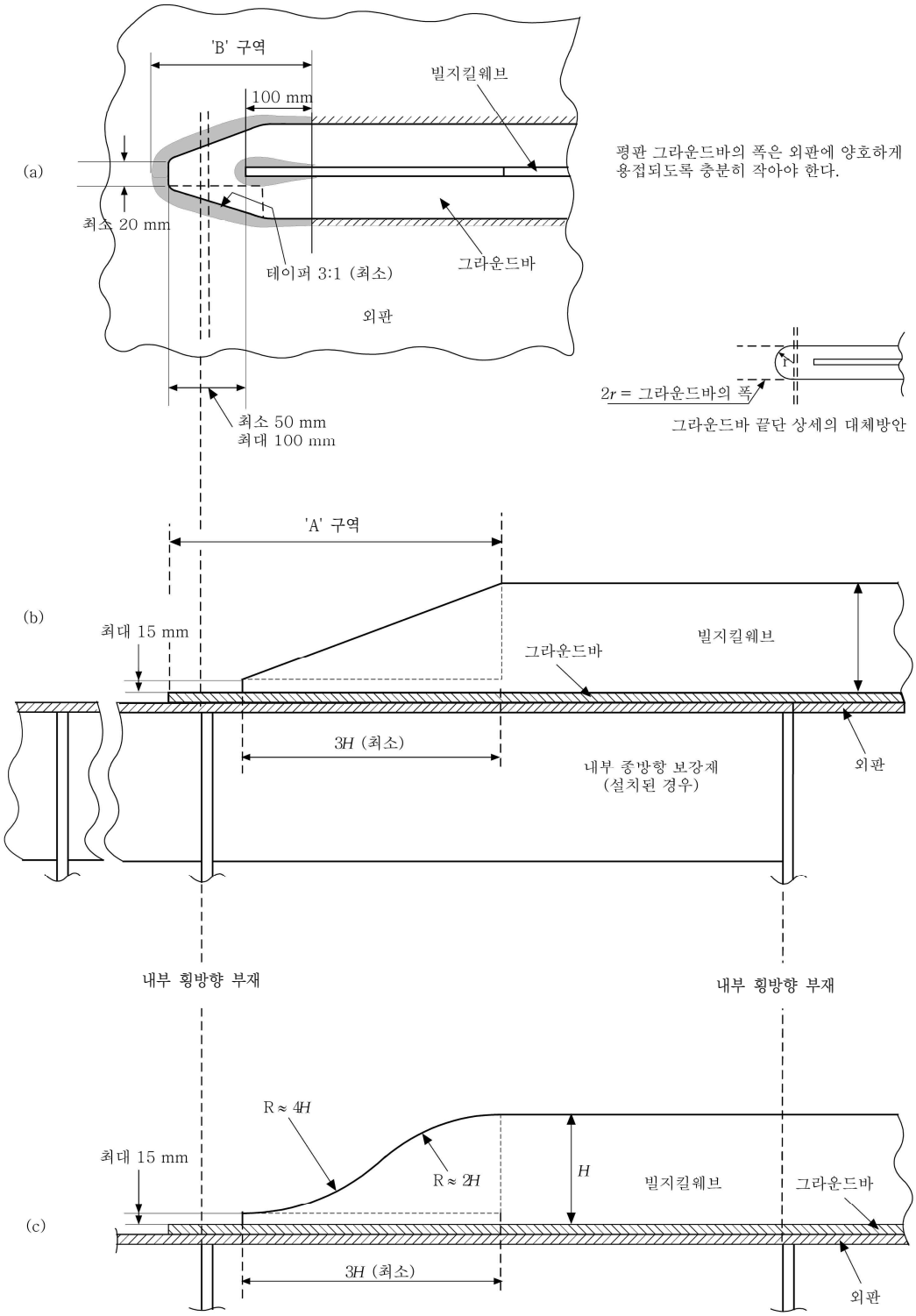


그림 3.4.3 빌지 킬 끝단부 설계

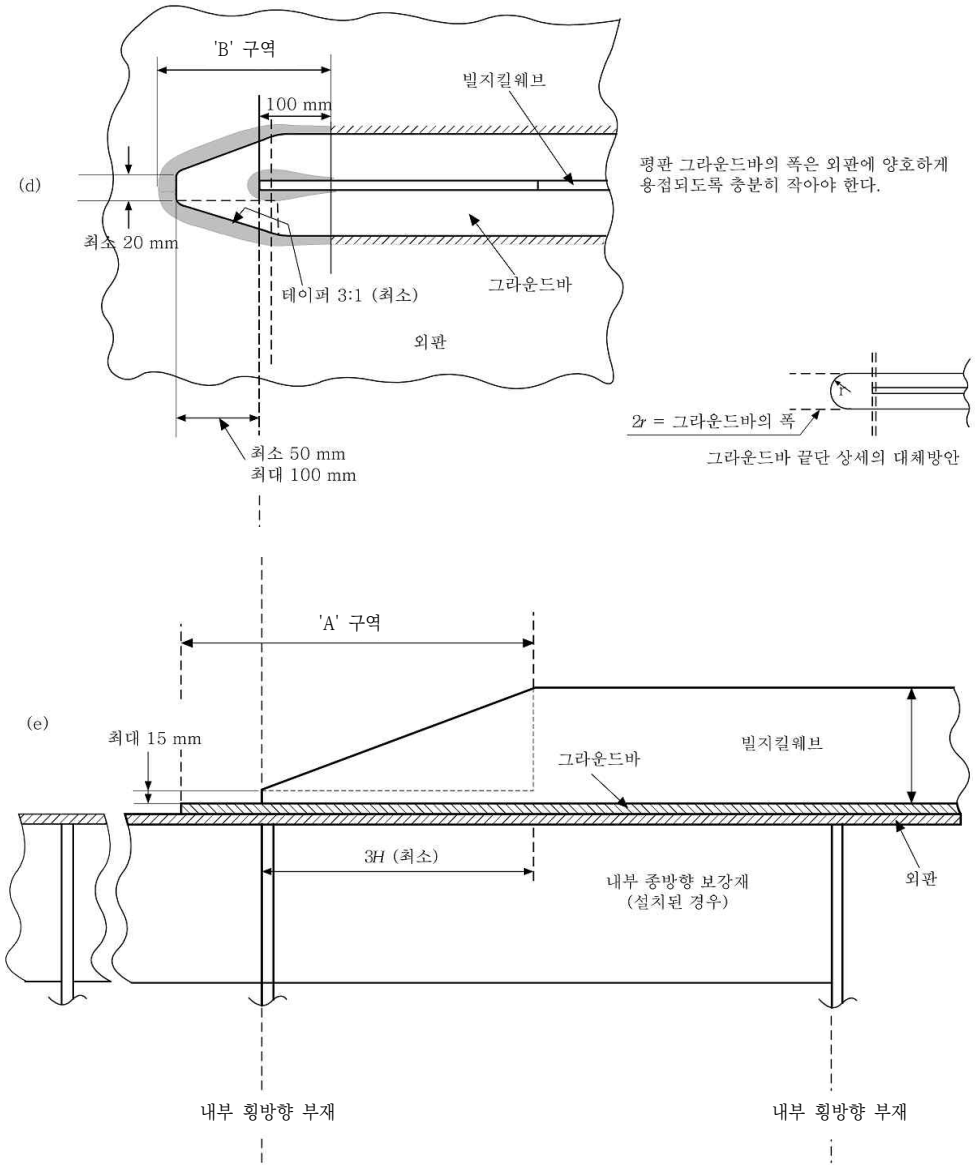


그림 3.4.3 빌지 킬 끝단부 설계(계속)

제 4 절 외판에 대한 특별규정

401. 플레어(flare)가 큰 곳 *(2019)* 【규칙 참조】

1. 플레어가 큰 선박의 경우, 0.2 L 선수부 만재흘수선 상부의 플레어가 특히 큰 부위의 외판 두께(t)는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. *(2020)*

$$t = S\sqrt{\frac{\psi P}{\sigma_y} \times 10^3} \qquad \text{(mm)}$$

S : 늑골 간격과 외판을 따라서 측정한 거더 또는 종방향 외판 보강재의 간격 중 작은 값 (m)
σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2)
ψ : 다음 식에 의한다.

$$\psi = \frac{3\eta^2 - 2\sqrt{1+3\eta^2} + 2}{12\eta^2}$$

η : 늑골 간격과 외판을 따라서 측정한 거더 또는 종방향 외판 보강재의 간격 중 큰 값(m)을 S로 나눈 값

P : **8장 108.**에 명시된 슬래밍 충격압력 (kPa)

2. L 및 C_b 가 각각 250 m 및 0.8 이상인 선박의 경우, **규칙 13편 1부 10장 1절 3.3**을 적용하여야 한다.

402. 외판횡보강재가 늑골간격과 다른 경우 【규칙 참조】

외판의 횡보강재 간격이 늑골간격에 비하여 현저하게 다른 경우의 외판두께는 늑골간격 대신에 횡보강재 간격(S)으로 계산할 수 있다. (**그림 3.4.4** 참조) *(2019)*

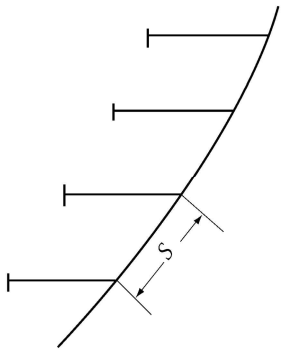


그림 3.4.4 횡보강재 간격 S와 측정방법

404. 선수선저부 외판 【규칙 참조】

L이 150 m 이하, C_b가 0.7 이하인 선박으로서 $V/\sqrt{L}$이 1.4 이상인 냉동운반선의 선수선저부 외판의 두께는 **7장 801.**의 2항 (2)호 (가)에 의한 슬래밍 압력을 이용하여 **규칙 404.**에 따라 구한 값 이상이어야 한다.

405. 선미재 부근의 외판 【규칙 참조】

선미창의 횡늑골 간격이 610 mm 이상이거나, 선박의 길이가 200 m 이상인 경우 선미재 부근 또는 안경형 보스 주위의 외판의 두께 t는 선박의 길이 및 횡늑골간격에 따라 **표 3.4.1**의 값을 표준으로 한다.

표 3.4.1 선미재 부근 또는 안경형 보스 주위의 외판 두께 t (mm)

횡늑골간격 (mm)	선박의 길이 L (m)				
	90	150	200	250	300
610	12.5	18.0	22.5	26.0	29.0
700	14.5	20.0	24.5	27.0	30.0
800	17.0	22.5	27.0	29.5	32.0
900	20.0	25.0	30.0	32.5	35.0

(비고)
횡늑골 간격 또는 선박의 길이가 표의 중간값일 경우에는 보간법에 의한다.

제 6 절 선루단 부분의 보강

601. 보강방법 【규칙 참조】

1. 선루외판은 선루단부를 넘어 충분히 연장하고 단부에는 충분한 둥금새 ($R \geq 900$ mm)를 준다.
2. 상갑판의 현측후판의 맞대기 이음은 R 이 끝나는 곳에서 150 mm 이상 떨어지게 한다.
3. 외판두께의 증가는 중앙부 $0.4L$ 내에서는 각각 **그림 3.4.5** 및 **그림 3.4.6**과 같이 하고 선수미부 $0.2L$ 에서는 0, 중간의 위치에서는 보간법에 의하여 구한 비율로서 증가시킨다.
4. Set-in 선루의 경우에는 외판의 두께를 증가시킬 필요는 없다.

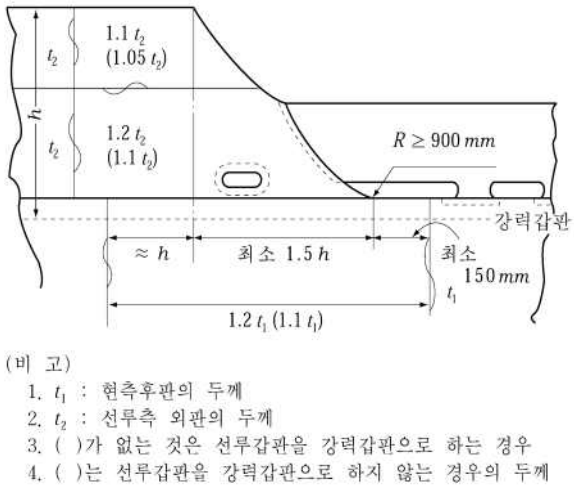


그림 3.4.5 선루단부의 구조(신축이음이 있는 경우)

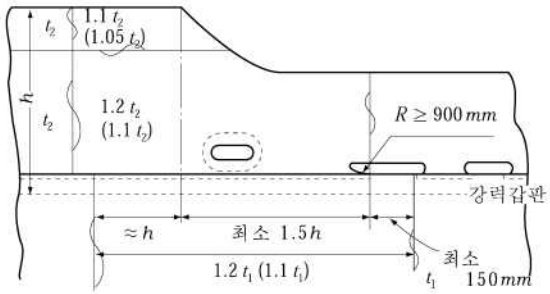


그림 3.4.6 선루단부의 구조(신축이음이 없는 경우)

제 7 절 외판의 국부보강

701. 개구 【규칙 참조】

1. 300 mm 를 넘는 외판의 개구에는 이중판 또는 외판의 두께를 증가시키는 등의 보강을 한다.
2. 선수미부에서의 개구의 보강은 적절히 참작할 수 있다.
3. 개구의 귀퉁이부의 R 의 크기는 최소 100 mm 정도로 한다.

702. 시 체스트 (sea chest)의 두께 【규칙 참조】

해수흡입을 위한 개구부의 보강에 대하여는 701.에 따른다.

703. 재화문 등의 위치 【규칙 참조】

개구부의 보강에 대하여는 701.에 따른다. ⚓

제 5 장 갑판

제 1 절 일반사항

101. 강갑판 【규칙 참조】

강갑판을 깔지 않는 갑판

(1) 스트링거판

강갑판을 깔지 않는 갑판에는 적절한 너비를 갖고 또한 **규칙 3절**에 의하여 산정된 그곳의 강갑판 두께 이상의 스트링거판을 부착하고 유효갑판에서는 외판에 견고하게 고착시켜야 한다.

(2) 타이판(tie plate)

갑판구의 측부, 필러의 위치, 갑판 종거더의 상부 및 갑판실 코밍의 하부에는 적절한 너비를 갖고 규칙 3절의 규정을 준용하여 산정된 그곳의 강갑판 두께 이상의 타이판을 설치하여야 한다.

(3) 횡격벽의 개소 및 갑판구의 단부

횡격벽의 개소 및 갑판구의 단부에는 적절하게 강갑판을 설치하여야 한다.

102. 갑판의 수밀 【규칙 참조】

타두재가 만재흘수선상 1.5 m 보다 하방에 있는 갑판을 관통하는 부분에는 그 수밀성에 특히 주의할 필요가 있다.

104. 갑판구의 보강 【규칙 참조】

창구등의 개구의 네 귀퉁이부에는 충분한 둥금새를 주고 필요에 따라 해당부분의 강갑판의 두께를 증가시키든가 이중판을 설치한다.

(1) 두께를 증가시키거나 또는 이중판을 설치하는 범위

강력갑판 : 중앙부 $0.75L$

유효 제2갑판 : 중앙부 $0.6L$

제3갑판 이하 : 원칙으로 이중판은 필요 없음

선루 또는 긴 갑판실 : 강력강판 바로위의 갑판에는 중앙부 $0.6L$ 이내에 이중판을 설치한다.

(2) 두께를 증가시키든가 또는 이중판의 설치는 개구의 위치에 따라 적절히 참작할 수 있다.(**그림 3.5.1** 참조)

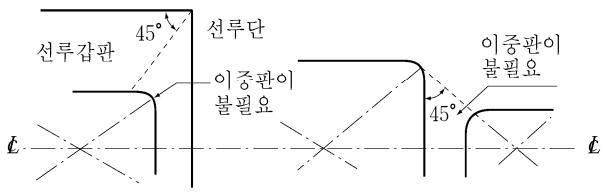


그림 3.5.1

(3) 이중판 또는 삽입판(insert plate)의 크기 및 두께는 개구부의 응력집중을 고려하여 결정하여야 한다.

(4) 네 귀퉁이의 R 의 최소값은 다음에 의한다.

강력갑판의 중앙부 $0.5L$ 이내 : 250 mm

기타의 개소 : 200 mm

소형선 및 개구가 작은 경우에는 네 귀퉁이의 R 은 적절히 참작할 수 있다. 계단 등의 작은 개구의 모서리의 R 은 강력갑판의 창구측선밖에서는 150 mm, 기타의 개소에서는 75 mm 정도가 좋다.

(5) R 이 600 mm이상인 경우 또는 개구 귀퉁이부의 모양을 포물선이나 이와 유사한 모양인 경우에는 이중판 또는 두께를 증가시킬 필요는 없으며, **그림 3.5.2**와 같은 모양으로 할 것을 권장한다.

(6) 강력갑판의 개구 귀퉁이부에는 용접이음부를 두어서는 아니되며 R 이 끝나는 곳에서 충분히 띄운다. (**그림 3.5.3** 참조)

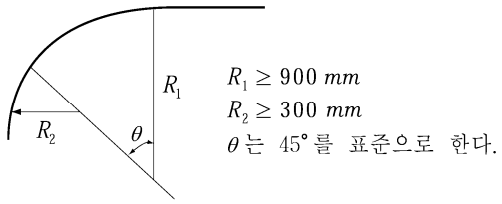


그림 3.5.2

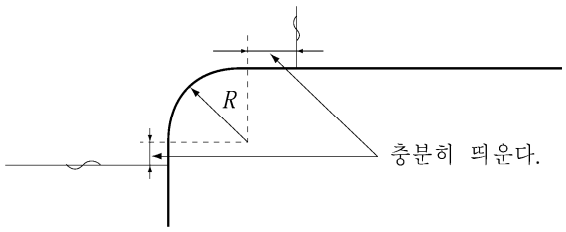


그림 3.5.3

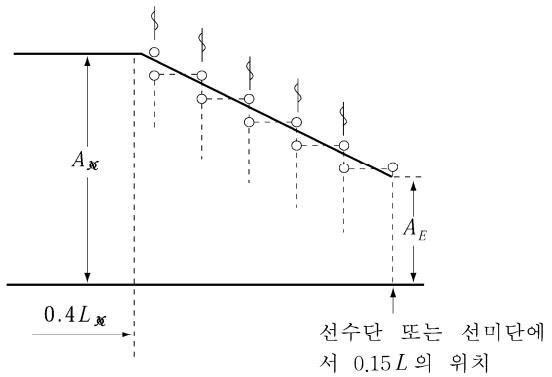
105. 둥근 거널 【규칙 참조】

둥근 거널에 *D*급강 또는 *E*급강을 사용하는 경우의 곡률 반지름은 거널판 두께의 20배 이상으로 한다. 다만, 굽힘 가공선 현측후판의 너비를 **1장 405.**에 규정하는 강판 1장의 너비에 500 mm를 더한 것 이상으로 하거나 굽힘 가공방법에 대하여 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 15배까지 감할 수 있다.

제 2 절 강력갑판의 유효단면적

202. 강력갑판의 유효단면적 【규칙 참조】

1. 강력갑판의 선수미부의 테이퍼는 **그림 3.5.4**와 같이 규정의 단면적의 평균 값으로 테이퍼 시켜도 좋으나, 판두께를 급격히 저하시키지 않도록 하여야 한다.



A_M : 중앙부의 유효단면적
A_E : 중앙부에 기관을 비치하는 선박은 $0.4A_M$
선미에 기관을 비치하는 선박은 $0.5A_M$

그림 3.5.4

2. 둥근거널의 경우는 그 강판의 선측까지 수평으로 연장되어 있는 것으로 하여 단면적을 계산한다.

204. 긴 선미루내 【규칙 참조】

선루를 강력갑판으로 하지 않는 긴 선미루내의 강력갑판의 유효단면적은 **그림 3.5.5**와 같이 한다.

205. 선루갑판이 강력갑판인 경우 선루내 【규칙 참조】

선루갑판을 강력갑판으로 하는 경우, 선루내 갑판의 유효단면적은 **그림 3.5.6**과 같이 한다.

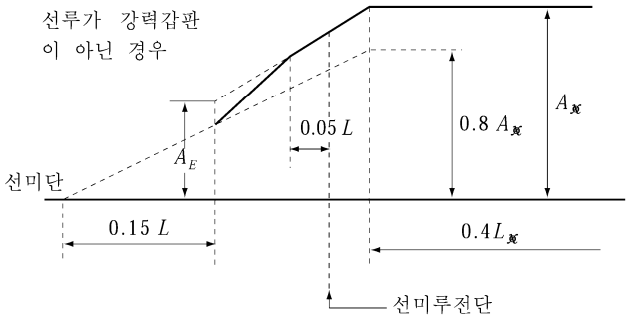


그림 3.5.5

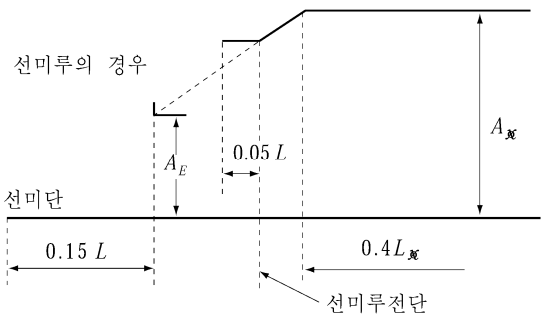


그림 3.5.6

제 3 절 강갑판

301. 강갑판의 두께 【규칙 참조】

강력갑판을 종식구조로 할 경우, 갑판구 측선 내는 **그림 3.5.7**과 같이 횡식구조로 하는 것이 바람직하다.

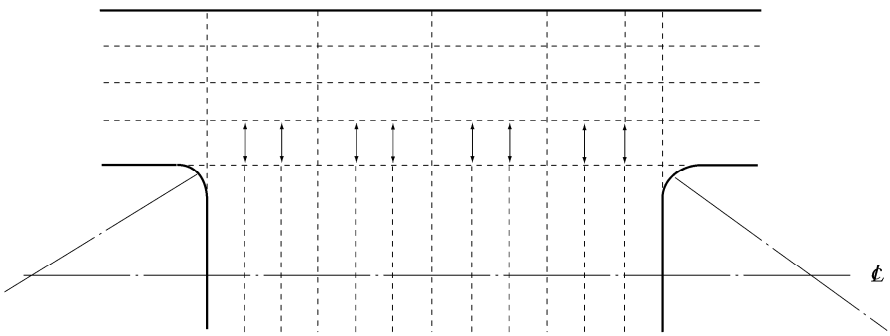


그림 3.5.7

307. 헬기 이착륙을 위한 갑판 【규칙 참조】

1. 헬기 이착륙을 위한 갑판의 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 4.6\sqrt{K}\sqrt{\frac{2S-b}{2S+a}\times\frac{P}{9.81}}+1.5 \qquad \text{(mm)}$$

여기서,

S : 갑판보의 간격 (m)

a, b : 각각 보에 평행 및 직각방향으로 측정한 바퀴의 접지 길이(m)(**7편 7장 그림 7.7.2** 참조)로써, 특별히 정해진 경우를 제외하고는 0.3 m × 0.3 m로 한다.

P : 헬리콥터가 발착하는 구역의 P(kN)는 최대이륙하중(maximum taking off weight)의 75 %의 하중이 접지 면적에 작용하는 것으로 하되, 비상상황이 요구되는 경우에는 최대이륙하중의 100 %가 고려되어야 한다.

K : 재료계수

2. 보강재의 치수는 단순지지보로 가정하고 허용응력은 235/K (N/mm^2), 하중은 1항의 P를 적용하여 계산한다. 단 보강재의 배치 등을 고려하여 연속보 조건을 적용할 수 있다. ⚓

제 7 장 이중저구조

제 1 절 일반사항

101. 적용 *(2018)* 【규칙 참조】

1. 규칙 101.의 3항 또는 4항의 이중저 구조의 일부 또는 전부를 생략하고자 하는 경우에는 다음의 요건을 만족하여야 한다.
   (1) 이중저를 생략하는 구획에 대하여 선저 어느 위치에서 (3)호에서 규정한 손상범위의 가정 선저손상시 해상인명안전협약(SOLAS) 제 2-1장 7-2규칙에 따라 계산된 s_i가 1 이상이어야 한다.
   (2) 그러한 구역의 침수는 선박의 다른 부분의 비상전원 및 조명, 내부통신, 신호 또는 다른 비상장치의 작동을 불가능하게 하여서는 아니 된다.
   (3) 가정손상 범위는 아래와 같다

	선박의 전부수선으로부터 0.3L에 대하여	선박의 기타 부위
종방향범위	1/3 $L^{2/3}$ 또는 14.5m 중 작은 것	1/3 $L^{2/3}$ 또는 14.5m 중 작은 것
횡방향범위	$B/6$ 또는 10m 중 작은 것	$B/6$ 또는 5m 중 작은 것
수직방향범위 (기선으로부터 측정)	$B/20$ 또는 2m 중 작은 것	$B/20$ 또는 2m 중 작은 것

   (4) (3)호에 명시된 최대 손상보다 작은 범위의 손상의 결과가 더 심한 상태를 초래한다면 그러한 손상을 고려하여야 한다.
2. 선박안전법을 적용받는 경우에는 강선구조기준의 관련 요건에 적합하여야 한다.
3. 특수한 구조를 가진 선박은 다음에 따라 구조 치수를 결정한다.
   (1) 이중 선측구조인 선박 (**그림 3.7.1** 참조)
   B 대신에 $0.5(B+b)$를 사용한다.
   (2) 경사선형인 선박
   B 대신에 내저판의 연장선과 외판과의 교점사이의 거리를 사용한다.(**그림 3.1.1** 참조)
   (3) 선수미부에서의 선박의 너비가 중앙부에 비하여 특히 작은 선박
   B 대신에 선창 길이의 중앙에서 내저판과 선측 외판과의 교점간의 거리 b를 사용하여도 좋다.(**그림 3.7.2** 참조)
   (4) (1) 내지 (3)에도 불구하고 직접강도계산에 의하여 구조치수를 결정할 수 있다.

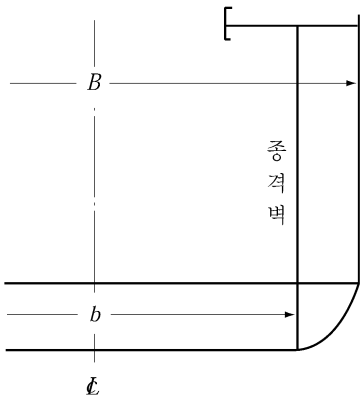


그림 3.7.1

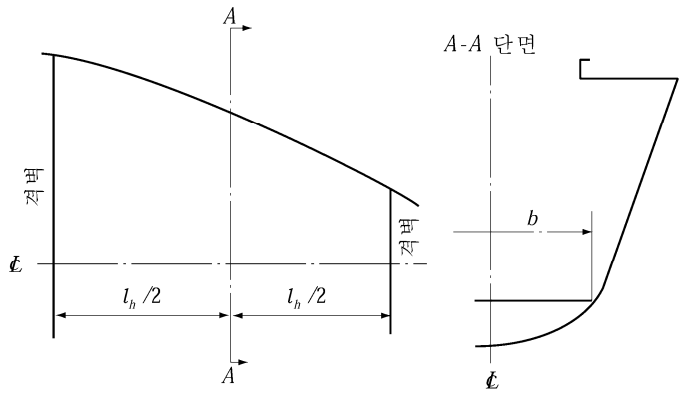


그림 3.7.2 선수미부의 나비가 작을 때 B의 결정방법

4. 선창에 필러가 있는 경우에는 직접강도계산을 하여 중심선거더, 측거더, 실체늑판, 내저판 및 선저외판의 두께를 감할 수 있다.
5. **규칙 101.**의 7항의 조항에 관하여, 이중저의 단위 면적당 화물하중(kN/m^2)과 d의 비가 5.40보다 작을 때 이중저구조는 **203.**의 1항, **302.**의 1항, **501.**의 2항 및 **505.**의 1항에 따라야 한다. 화물하중을 균일분포하중으로 다룰 수 없는 경우, 이중저구조의 치수는 개별화물에 대한 하중분포를 고려하여 결정하여야 한다. 이중저의 특정 지점에 집중하중이 가해지는 경우, 중심선 거더, 측거더, 늑판, 내저판 및 선저외판과 그 보강재의 치수는 직접계산과 같은 적절한 강도평가에 의하여 결정되어야 한다.

107. 보일러 하부의 보강 【규칙 참조】

보일러 하부의 모든 부재에 대한 두께의 증가는 고온에 의한 부식 환경을 고려하여 다음 표와 같이 하는 것을 표준으로 한다. 다만, 유효한 방식 또는 방열조치가 되어있는 경우에는 두께를 증가시킬 필요가 없다. 여기서 유효한 방열조치라 함은 통상 상태에서 내저판 상면의 온도가 40 °C 이하가 되도록 하는 것을 말한다.

구조부재	증가량
중심선거더	3.0 mm
측거더	
실체늑판	
내저판	3.5 mm
조립형강	1.5 mm
부늑재 및 내저종 늑골의 단면계수	15 %
정늑재 및 선저종 늑골의 단면계수	7 %
스트럿의 단면적	10 %

제 2 절 중심선거더 및 측거더

201. 구조 및 배치 【규칙 참조】

1. 선수미부등에서 이중저의 폭이 작고 측거더를 연장할 수 없는 경우에는 강도의 연속성에 주의하고 인접하는 측거더와 충분히 겹치도록 배치한다.
2. 종격벽 하부에는 측거더 또는 반거더를 설치하여 이중저를 적절히 보강한다.

203. 거더의 두께 【규칙 참조】

1. 이중저에 작용하는 단위면적당의 하중(kN/m^2)과 d의 비가 5.40 미만인 경우에는 **규칙 203.**의 (1)호의 식 중 C_1을 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$C_1' = nab$$

n : 계수로서 다음에 따른다.

(1) 동시에 적하되었거나 비어있는 인접된 화물창 : 다만, B/l_H가 1.4 이상일 때는 1.4로 하고, 0.4 미만일 때는 0.4로 한다.

$$n = \frac{1}{1.4}\left(3 - \frac{B}{l_H}\right)$$

(2) 기타 화물창 : n = 1.0

l_H : **규칙 203.**에 따른다.

a : 다음 식에 따른다.

$$a = 1.35 - \frac{h\gamma}{d}$$

h : **규칙 403.**의 2항에 따른다.

γ : **규칙 101.**의 6항에 따른다.

b : 계수로서 종식구조인 경우 : 17

횡식구조인 경우 : 20

2. 이중 선측구조인 경우에는 **규칙 203.**의 (1)호의 식 중 C_1을 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$C_1'' = na(b - \beta b')$$

n : 계수로서 **규칙 7편 표 7.3.2**에 따른다.

a : 1항의 규정에 따른다. 다만, 0.8 미만이어서는 아니 된다.

b : 1항의 규정에 따른다.

b' : 계수로서 종식구조일 때는 4, 횡식구조일 때는 5

β : 계수로서 다음 식에 따른다. 다만, 길이가 특히 긴 화물창 및 선측이 횡식구조로서, 횡거더의 간격이 특히 큰 경우에는 별도로 고려한다.

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{2t_0 d_0^2 H_s}{3t_s d_s^2 B_0}}$$

t_0 : 내저판과 선저외판의 평균두께 (mm)

t_s : 종격벽과 선측외판의 평균두께 (mm)

d_0, d_s, B_0 및 H_s : **지침 그림 3.7.5**에 표시한 거리 (m)

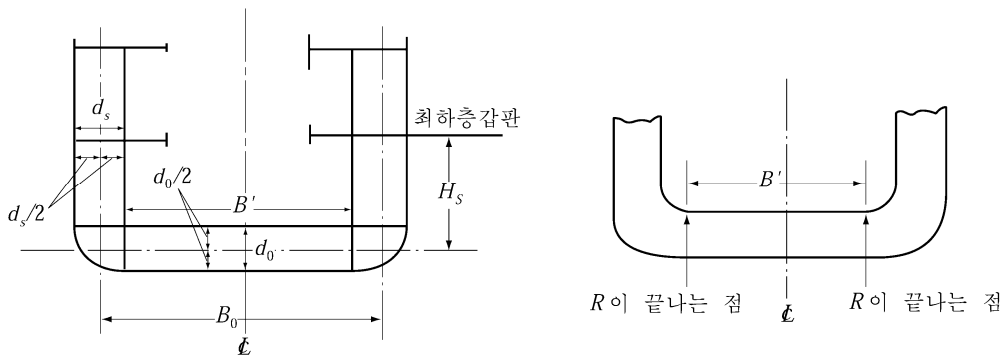


그림 3.7.5 이중 선측구조

204. 브래킷 【규칙 참조】

규칙 7장 204.에 명시된 브래킷의 두께, 크기와 형태 등은 중심선거더의 높이와 그 좌굴강도를 고려하여 결정하여야 한다. (**그림 3.7.6** 참조)

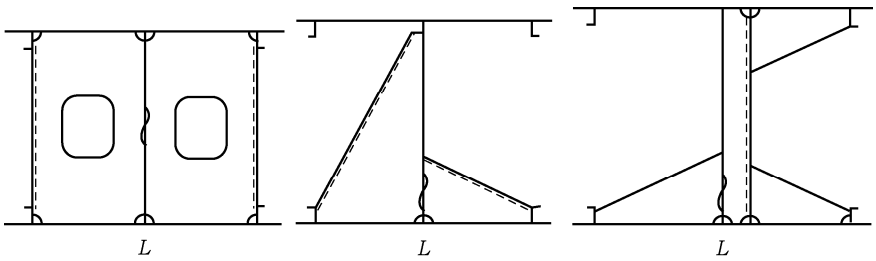


그림 3.7.6 입거 브래킷의 형태

제 3 절 실체늑판

302. 두께 【규칙 참조】

1. 이중저에 작용하는 단위면적당 하중(kN/m^2)과 d의 비가 5.40 미만인 경우에는 **규칙** 302.의 (1)호의 식 중 C_2를 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$C_2' = ab$$

a : 203.의 1항에 따른다.
b : B/l_H의 값에 따라 **표** 3.7.3에 정하는 값.
l_H : **규칙** 203.에 따른다.

2. 이중 선측구조의 실체늑판 두께는 다음에 따른다.
(1) **규칙** 302.의 (1)호의 식 중 B' 및 B''는 다음에 따른다.
B' : 선박의 중앙부에 있어서 내저판 상면에서의 종격벽 사이의 거리(m).(**그림** 3.7.5 참조)
B'' : 해당늑판의 내저판 상면에서의 종격벽 사이의 거리(m).
(2) **규칙** 302.의 (1)호의 C_2는 다음 식에 따른다.

$$C_2 = a(b + \beta b')$$

a : 203.의 1항의 규정에 따른다. 다만, 0.8 미만이어서는 아니된다.
b : B/l_H의 값에 따라 **표** 3.7.3에서 정하는 값.
b' : B/l_H의 값에 따라 **표** 3.7.4에서 정하는 값.
β : 203.의 2항에 따른다.
l_H : **규칙** 203.의 규정에 따른다.

표 3.7.3 계수 b

B/l_H		이상 미만 0.4	0.4 0.6	0.6 0.8	0.8 1.0	1.0 1.2	1.2
종식구조		36	34	31	28	23	21
횡식구조	실체늑판을 각 창내 늑골마다 설치할 때						
	실체늑판을 2늑골간격 이상의 간격으로 설치할 때	25	24	21	20	16	15

표 3.7.4 계수 b'

B/l_H		이상 미만 0.4	0.4 0.6	0.6 0.8	0.8 1.0	1.0 1.2	1.2
종식구조		1	3	6	9	14	15
횡식구조	실체늑판을 각 창내 늑골마다 설치할 때						
	실체늑판을 2늑골간격 이상의 간격으로 설치할 때	1	2	4	6	9	11

제 4 절 종늑골

403. 치수 【규칙 참조】

1. 적하 화물창내의 화물의 겉보기 비중량 γ가 0.9를 넘을 때 **규칙 403.**의 1항의 식의 계수 C는 다음에 따른다.
   (1) 늑판사이의 중간에 **규칙 404.**에 규정하는 스트럿을 설치하지 아니할 때 ····· 100
   (2) 늑판의 중간에 **규칙 404.**에 규정하는 스트럿을 설치할 때
   디프탱크의 하부 ····· 62.5
   기타 ····· $30\gamma + 20$
   다만, 50.0 미만이어서는 아니 된다.
   γ : **규칙 101.**의 7항에 따른다.
2. 늑판에 설치하는 수직형강 및 스트럿의 너비가 특히 넓은 경우에는 **규칙 403.**의 1항 및 2항에 규정하는 계수 C에 각각 다음 식에 의한 값을 곱하여도 좋다.

$$\left(1-\frac{a}{l}\right)^2\left(1-\frac{b}{l}\right)$$

l : 늑판사이의 거리 (m).
a : 늑판에 설치한 수직형강너비 (m). 다만, 수직형강이 종늑골과 러그고착으로 되어 있지 않을 때에는 a는 0으로 한다.
b : 스트럿의 너비 (m)(**그림 3.7.7** 참조).

404. 스트럿 【규칙 참조】

스트럿과 종늑골의 웨브를 겹칠 경우에 겹침길이는 스트럿의 플랜지폭의 1.5배를 표준으로 한다. 용접공사 관계로 인하여 겹침의 길이가 충분하지 않을 때에는 용접각장을 증가시킨다.(**그림 3.7.8** 참조)

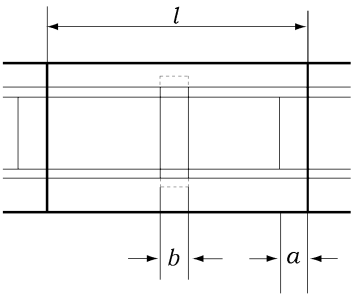
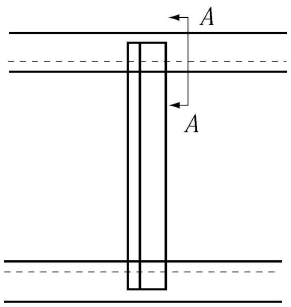
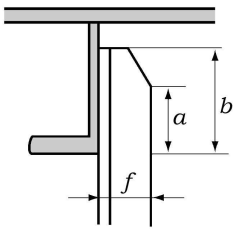


그림 3.7.7





A-A 단면
$a \geq f/2$, $b \geq 1.5f$를 표준으로 한다.

그림 3.7.8 스트럿과 종늑골의 겹침상세

제 5 절 내저판, 마진판 및 선저외판

501. 내저판의 두께 【규칙 참조】

1. 중심선거더판의 실제높이가 $B/16$ 미만일 때에는 다음 식에 의한 이중저의 단면2차모멘트 I 가 중심선거더판의 높이가 규정높이일 때에 계산한 이중저의 단면2차모멘트 값보다 작지 않도록 내저판 및 선저외판의 두께를 증가시켜야 한다.

$$I = 1.23\frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}d_0^2$$

d_0 : 중심선거더판의 실제높이 (m)
t_1 : 선저외판의 실제두께 (mm)
t_2 : 내저판의 실제두께 (mm)

2. 이중저에 작용하는 단위면적당 하중과 d 의 비가 5.40 미만의 경우에는 **규칙 501.**의 1항의 식 중 C 를 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$C' = ab$$

a : 203.의 1항의 규정에 따른다.
b : B/l_H 의 값에 따라 다음에 표시하는 b_0 또는 αb_1
$B/l_H < 0.8$ 일 때 : b_0
$0.8 \le B/l_H < 1.2$ 일 때 : b_0와 αb_1 중 큰 것
$1.2 \le B/l_H$ 일 때 : αb_1
l_H : **규칙** 203.의 규정에 따른다.
b_0 및 b_1 : B/l_H 값에 따라 **표** 3.7.5에서 정한 값. 다만, 횡식구조일 때 b_1 은 표에서 정하는 값에 1.1배를 한 것으로 한다.
α : 다음 식에 따른다.

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 11.4 f_B K}$$

표 3.7.5 계 수 b_0 및 b_1

B/l_H	이상	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
	미만 0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	-
b_0	5.5	4.9	4.1	2.8	2.0	-	-	-
b_1	-	-	-	2.8	2.6	2.4	2.2	1.8

3. 이중선측구조인 경우 **규칙 501.**의 1항의 t_1 식 중 C는 다음 2개의 식 중 큰 것으로 한다.

$$C_1 = a(b_0 - \beta b'_0)$$
$$C_2 = a\alpha(b_1 - \beta b'_1)$$

a : 203.의 1항의 규정에 따른다. 다만, 0.8 미만이어서는 아니된다.
b_0, b_1 및 α : 2항의 규정에 따른다.
b_0' 및 b_1' : B/l_H 의 값에 따라 **표** 3.7.6에서 정하는 값. 다만, 횡식구조일 때 b_1'는 표에서 정한 값에 1.1배 한 것으로 한다.
l_H : **규칙** 203.에 따른다.
β : 203.의 2항의 규정에 따른다.

표 3.7.6 계 수 b_0' 및 b_1'

B/l_H	이상	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
	미만 0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	-
b_0'	3.1	2.5	1.8	1.0	0.5	-	-	-
b_1'	-	-	-	1.1	1.1	0.8	0.7	0.4

4. 지게차(포오크리프트)를 하역에 사용하는 경우 내저판의 두께는 **규칙 5장 305.**의 규정에도 만족하여야 한다.
5. 일반적으로 중앙부 내저판의 맞대기연결은 내저판의 너클선에 배치하지 않아야 한다.

505. 선저외판의 두께 【규칙 참조】

1. 이중저에 작용하는 단위 면적당 하중과 d 의 비가 5.40 미만인 경우 화물창 이중저의 선저외판의 두께는 **규칙 4장 304.**의 식에 의하여 계산된 것과 **규칙 7장 501.**의 1항에서 규정하는 첫번째 식에 있어서 **501.**의 2항에 규정하는 계수 C'를 사용하여 계산한 것 중 큰 것 이상이 되어야 한다. 다만, **규칙 501.**의 1항의 첫번째 식을 적용함에 있어 α 는 다음 식에 따른다.

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 15.0 f_B K}$$

2. 이중 선측구조의 선저외판의 두께는 **규칙 4장 304.**의 식에 따라 계산한 것과 **규칙 501.**의 1항에서 규정하는 첫번째 식에 있어서 **501.**의 3항에 규정한 계수 C를 사용하여 계산한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, **규칙 501.**의 1항의 첫번째 식을 적용함에 있어 α 는 다음 식에 따른다.

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 15.0 f_B K}$$

제 8 절 선수선저 보강부의 구조

801. 적용 【규칙 참조】

1. 규칙 1항 중 평형수적재 상태라 함은 청정평형수 탱크(원유 세정후 평형수적재 적재하도록 계획된 화물유탱크 포함), 분리 평형수 탱크 및 평형수 화물창 등 평형수 탱크에 평형수를 적재 한 상태를 의미하며, 원유를 세정하지 않고 선박의 안전을 확보하기 위하여 화물유 탱크에 평형수를 적재하는 경우를 제외한다.
2. L 이 150 m 이하, C_b 가 0.7 이하인 선박으로서 $V/\sqrt{L}$ 이 1.4 이상인 선박의 선수선저 보강부의 구조에 대하여는 다음에 따른다. 다만 컨테이너선 등 항상 어느 정도의 화물을 수송하는 선박은 **규칙 802.** 내지 **804.**의 규정을 적용할 수 있다.
   (1) 구조
   선수선저 보강부의 구조는 **규칙 803.**의 규정에 따른다. 다만, **규칙 803.**의 3항에 의한 실체늑판의 횡보강재는 모든 외판 종횡보강재마다 설치하여야 한다. 선저종늑골 또는 외판 종횡보강재가 실체늑판을 관통하는 경우에는 슬롯은 칼라판(collar plates)으로 보강하여야 한다.
   (2) 선저종늑골 및 외판 종횡보강재의 단면계수
   (가) 평형수적재시 선수흘수가 0.025 L 이하인 선박의 선저종늑골 및 외판 종횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.53\, Pal^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 실체늑판의 간격 (m)
a : 0.774 l (m) 다만, 외판 종횡보강재 또는 선저 종늑골의 간격이 0.774 l 이하일 때에는 그 거리로 한다.

P : 슬래밍 압력으로 다음 식에 의한 값.

$$P = \frac{2.48 L C_1 C_2 C_3 C_4}{\beta} \quad \text{(kPa)}$$

C_1 : **지침 표 3.7.7**에 의한 값으로서 $V/\sqrt{L}$ 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 3.7.7 계수 C_1

$V/\sqrt{L}$	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
C_1	0.31	0.33	0.36	0.38	0.40

C_2 : 다음 식에 의한 값

$V/\sqrt{L}$ 이 1.0 이하일 경우 : 0.4
$V/\sqrt{L}$ 이 1.0을 넘고 1.3 미만인 경우 : $C_2 = 0.667\, V/\sqrt{L} - 0.267$
$V/\sqrt{L}$ 이 1.3 이상인 경우 : $C_2 = 1.5\, V/\sqrt{L} - 1.35$

β : 다음 식에 의한 값. 다만, C_2/β 가 11.43 이상일 때에는 C_2/β 의 값을 11.43으로 한다.

$$\beta = \frac{0.0025L}{b}$$

b : 선수로부터 $0.2L$ 인 곳의 선체횡단면에서의 선체중심선으로부터 용골상면상 높이 $0.0025L$ 에서의 수평선과 외판과의 교점까지의 거리 (m).(**규칙 그림 3.7.2** 참조)

C_3 : 다음 식에 의한 값

$$C_3 = 1.9 - 0.9\left(\frac{d_f}{0.025L}\right)$$

d_f: 평형수적재시 최소 선수 흘수 (m).

C_4 : 계수로서 다음 값에 따른다.

x 가 x_1 이상인 경우 : 1.0

x 가 x_1 미만인 경우 : $0.5 + \dfrac{0.5x}{x_1}$

x : 선수단으로부터 고려하는 횡단면 위치까지의 길이방향의 거리 (m).

x_1: 다음 값에 따른다.

C_b 가 0.7 미만인 경우 : $0.1L$ (m)
C_b 가 0.7 이상 0.8 미만인 경우 : $(0.1 - 0.5(C_b - 0.7))L$ (m)
C_b 가 0.8 이상인 경우 : $0.05L$ (m)

(나) 평형수적재시 선수흘수가 $0.025L$ 을 넘고 $0.037L$ 이하인 선박의 경우에는, 선저 종늑골 및 외판 종 횡보강재의 단면계수 Z는 **규칙 403.**의 1항에 의한 값과 (가)에 의한 보간법에 의하여 정한다. *(2021)*

(3) 실체늑판의 두께

실체늑판의 두께는 다음 (가) 또는 (나)에 의한 것 중 큰 것 이상으로 하여야 한다.

(가) 선저종늑골(선저종늑골 사이에 있는 외판 종횡보강재는 제외한다) 양쪽으로 선저종늑골 간격의 1/2에 해당하는 실체늑판 패널의 두께 t 는 다음 식에 의한다.(**그림 3.7.9** 참조)

$$t = \frac{PSbK}{196(b-d_1)} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

P : (2)호 (가)에 의한 슬래밍 압력 (kPa) 평형수적재 상태에서의 선수흘수가 $0.025L$ 를 넘고 $0.037L$ 이하인 선박에 대하여는 평형수적재시의 선수흘수를 적용하여 구한 값으로 한다.

S : 실체늑판의 간격 (m)

b : 해당패널의 너비 (m)

d_1 : 해당패널의 모든 개구너비의 합 (m) 개구를 이중판으로 보강한 경우에는 이들의 단면적을 적절히 고려할 수 있다.

(나) 실체늑판의 두께 t 는 다음 식에 의한다.

$$t = 1.1\sqrt[3]{PSb^2} + 1.5 \ \text{(mm)}$$

P 및 S : (가)에 따른다.

b : 선저 종늑골의 간격 (m)

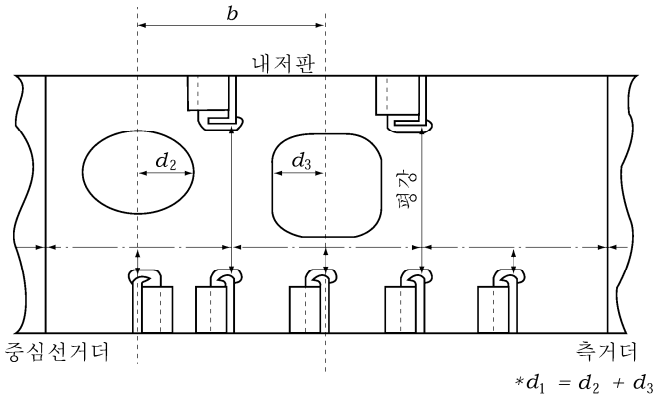


그림 3.7.9 선수선저 보강부의 실체늑판

3. **규칙 제8절**의 적용에 있어서, 선박의 길이 L 이 150 m 이상이고, C_b 가 0.7 이상인 선박은 다음에 따른다.

(1) **규칙 804.**의 1항에서 규정한 슬래밍 충격압력 P는 다음의 식에 의한다. 이 경우, 슬래밍 충격압력은 각 종방향 판보강재 또는 선저 종늑골의 스팬 중앙에서 계산한다.

$$P = 1.14\frac{\nu^2}{\beta} \quad \text{(kPa)}$$

β : 다음에 따른다. 다만 $1/\beta$는 11.43보다 크지 않아야 한다.

$$\beta = \frac{0.0025L}{b}$$

b : 횡단면을 고려할 때, 선체중심선으로부터 용골 상면상 높이 $0.025L$ 에서의 수평선과 외판과의 교점까지의 거리 (m) (**규칙 그림 3.7.2** 참조)

ν : 고려하는 위치의 선저와 해수면 사이의 상대 속도 (m/s)로서 다음 식에 의한다.

$$\nu = C_0\left\{\frac{2\pi}{T_P}(\sqrt{C_4} + 0.45H_W\cos\phi + 0.18\lambda\sin\phi) + 0.51C_7V\sin\phi\right\}$$

C_0 : 다음 식에 의한다.

$$C_0 = 1 - 0.015\left(\frac{L-150}{150}\right)$$

C_4 : 다음 식에 의한다. 다만 0보다 작지 않아야 한다.

$$C_4 = (l + 0.05L)^2\phi_0^2 - (0.025L')^2$$

l : 중앙단면에서 고려하는 위치까지의 종방향 거리 (m)
L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.
ϕ_0 : 피치각도 (rad)로서 다음 식에 의한다.

$$\phi = \frac{3.3\,(C_7 V + 5)^{0.2}}{L^{1.2}\sqrt{C_b}} H_W$$

H_W : 유의파고 (m)로서 다음 식에 의한다. 다만, $H_W \le \max(0.055\,L, 11.5)$

$$H_W = C_5 C_6$$

C_5: 다음 식에 의한다.

$$L \le 300 \;:\; C_5 = 10.75 - \left(\frac{300-L}{100}\right)^{1.5}$$
$$300 < L \le 350 \;:\; C_5 = 10.75$$
$$350 < L \;:\; C_5 = 10.75 - \left(\frac{L-350}{150}\right)^{1.5}$$

C_6: 다음 식에 의한다.

$$C_6 = \sqrt{\frac{L + \lambda - 25}{L}}$$

C_7: 다음 식에 의한다. 다만, $0 \le C_7 \le 1$

$$C_7 = \frac{V/\sqrt{L} - 1.1}{0.4}$$

λ : 파장으로서 다음 식에 의한다.

$$\lambda = 0.6\left(1.5 + \frac{(0.0075\,L + 0.025\,L')}{2d}\right)L \quad \text{(m)}$$

T_P: 피치거동의 고유주기로서 다음 식에 의한다.

$$T_P = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}} \quad \text{(sec)}$$

ϕ : 다음 식에 의한다. 다만, $\phi \le 0.015 + \phi_0$

$$\phi = 0.015 + \tan^{-1}\left(\frac{0.025\,L'}{l + 0.05\,L}\right) \quad \text{(rad)}$$

(2) 평형수적재 조건에서 평형수 탱크 내의 해수로 채워지는 부분에 대한 강도검토 시, 위 (1)호에서 명시한 슬래밍 충격압력 P는 다음의 식에 의한 ΔP만큼 감해줄 수 있다. 이 경우, 그 평형수 탱크는 황천 조건에서 가득 채워지는 것으로 선박의 적하지침서에 명시하여야 한다.

$$\Delta P = 5h \quad \text{(kPa)}$$

h : 평형수 탱크의 깊이 (m)

4. 선수선저보강부에 있어, **규칙 803.**에 명시되지 않은 구조 배치에 대하여는 다음의 (1)호 내지 (3)호를 적용하여야 한다.

(1) 종식구조의 실체늑판 및 횡식구조의 거더 두께는 **801.**의 **2**항 (3)호의 규정에 따라야 한다. 종식구조의 실체늑판의 두께의 경우, 슬래밍 충격압력 P는 다음의 (3)호에 명시된 C_9 계수를 곱하여 수정할 수 있다.

(2) 실체늑판과 거더의 두께는 다음의 (가)와 (나)중 큰 값보다 작지 않아야 한다.

(가) $$t_1 = K\frac{C_8 PSl}{226(d_0 - d_1)} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

P : **규칙 804.**의 **1**항, **지침 801.**의 **2**항 또는 **801.**의 **3**항에 규정된 슬래밍 충격압력. 다만, 평형수적재조건에서 선수흘수가 $0.025\,L'$ 보다 크고 $0.037\,L'$ 보다 작은 선박의 슬레밍 충격압력은 위의 값과 선수흘수가 $0.037\,L'$ 일 때 다음의 식에서 얻어진 압력 값으로부터 선형보간법을 이용하여 얻어진다. 다만, 슬래밍 충격압력은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$P = 1.015L \quad \text{(kPa)}$$

C_8 : 다음 식에 의한다. 다만, $0.1 \le C_8 \le 1$

$$C_8 = \frac{3}{A}$$

A : 강도검토 시 고려하는 면적 (m^2)으로서 다음 식에 의한다.

$$A = S \times l$$

S : 실체늑판 또는 거더의 간격 (m)
l : 실체늑판 또는 거더에 있어서의 지지 부재의 간격 (m)
d_0 : 고려하는 위치에서의 늑판 또는 거더의 깊이 (m)
d_1 : 고려하는 위치에서의 늑판 또는 거더에 있는 개구의 깊이 (m)

(나) **규칙 302.**의 (2)호의 규정에 따른 값 (여기서 t_1은 위의 (가)에서 주어지는 값). 거더에 적용하는 경우, **규칙 302.**의 (2)호의 '실체늑판'은 '거더'로 간주한다.

(3) 종방향 판보강재와 선저종늑골의 치수의 경우, 슬래밍 충격압력 P는 다음 식에 의한 C_9 계수를 곱하여 수정할 수 있다. 다만, $0 \le C_9 \le 1$

$$C_9 = \frac{3}{l}$$

l : **규칙 804.**의 **1**항에 따른다.

802. 범위 【규칙 참조】

선박의 길이 L이 150 m 이하이고 C_b가 0.7 이하인 선박으로서 평형수적재 상태하의 선수 흘수가 $0.025L$ 이하인 선박의 선수선저 보강부는 다음에 따라 그 범위를 연장하여야 한다. *(2021)*

(1) 보강부의 범위를 **규칙 표 3.7.11**에 의한 것보다 다음의 길이 a 만큼 선미 방향으로 연장하여야 한다.

$C_b = 0.7$ 일 때, $a = 0$ (m)
$C_b < 0.6$ 일 때, $a = 0.05L$ (m)

C_b 의 값이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

(2) (1)의 규정에 추가하여 선저외판의 접선이 수평선과 이루는 각이 25° 이하인 경우도 선수선저보강부로 한다. (**지침 그림 3.7.10** 참조) ⚓

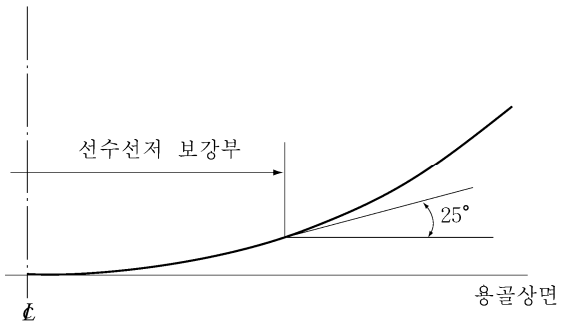


그림 3.7.10 선수선저 보강부의 횡방향 범위

제 8 장 늑골

제 1 절 일반사항

105. 특수한 곳의 늑골 【규칙 참조】

규칙 105.의 2항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.

106. 작은 각도에 의한 부착 【규칙 참조】

규칙 106.의 규정을 적용함에 있어 늑골의 웨브와 외판과의 각도가 특히 작을 경우에는 **규칙 13편 1부 3장 6절** 3.1.2 및 **7절** 1.4.4의 규정을 적용할 수 있다.

108. 플레어가 특히 큰 곳에서의 늑골 *(2019)* 【규칙 참조】

1. 플레어가 큰 선박의 경우, 선수부 0.2 L의 만재흘수선 상부에서 큰 파랑 충격압력을 받는 선수플레어 위치에 설치되는 횡늑골 및 선측 종늑골의 소성단면계수 Z_p 와 웨브판의 두께 t_w 는 다음 식에 의한 값보다 작지 않아야 한다. *(2020)*

요구웨브판 두께 : $t_w = \dfrac{648PSl_s}{h_0\sigma_y\cos\theta_s}$ (mm)

요구소성단면계수 : $Z_p = \dfrac{PSl_s^2}{16\sigma_y\cos\theta_s}\times 10^3$ (cm^3)

여기서,

S : 외판을 따라서 측정한 늑골 간격 (m)

l_s : 늑골의 지지점 사이의 거리 (m)로서 다음 식에 의한다.

$$l_s = l - l_{b1} - l_{b2}$$

l : **그림** 3.8.1 참조

l_{b1} 및 l_{b2} : 브래킷에 의한 수정간격 길이로서 다음 식에 의한다.

$$l_{b1} = b_1(1-\frac{h_0}{h_1})\times 10^{-3}$$

$$l_{b2} = b_2(1-\frac{h_0}{h_2})\times 10^{-3}$$

b_1, b_2, h_0, h_1 및 h_2 : **그림** 3.8.1 참조

σ_y : 재료의 항복응력 (N/m^2)

θ_s : 외판에 대한 늑골의 경사 각도 (deg) (**그림** 3.8.2 참조)

P : 슬래밍 충격 압력 (kPa)으로서 다음 식에 의한다.

$$P = \frac{1}{2}\rho C_e K_P(\frac{\nu_n}{\cos\beta_0})^2$$

ρ : 해수밀도, 1.025 (t/m^3)

β_0 : 선체표면과 파면과의 상대충격각도 (deg)로서 다음 식에 의한다.

$\beta_0 = \phi - \phi_b$

ϕ : 다음 식에 의한다.

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{1}{\tan\beta_k \cos\gamma}\right) \quad \text{(deg)}$$

β_k: 다음 식에 의한다(deg).

$$\beta_k = \beta_{k1} - \sqrt{45-\beta} \qquad (\beta \le 45^o\text{인 경우})$$
$$\beta_k = \beta_{k1} + \sqrt{\beta-45} \qquad (\beta > 45^o\text{인 경우})$$

β : 고려하는 단면에서의 외판 각도 (deg) (**그림 3.8.3** 참조)
β_{k1}: 다음 식에 의한다(deg).

$$\beta_{k1} = 45\{0.95(0.8 - X/L)(1.2 - X/L) + 1\} - 0.02(D_z - d)(D_z - d - 20)$$

X : L의 후단으로부터 고려하는 단면까지의 종방향 거리 (m)
D_z: L의 중심에서의 기선으로부터 고려하는 단면까지의 수직 거리 (m)

γ : 고려하는 단면에서의 외판 각도 (deg) (**그림 3.8.3** 참조)
ϕ_b : 다음 식에 의한다.

$$\phi_b = \left(\frac{\phi_{bF} - 33}{0.15}\right)(X/L - 0.8) + 33 \qquad (0.8 \le X/L < 0.95\text{인 경우})$$
$$\phi_b = \phi_{bF} \qquad (0.95 \le X/L\text{인 경우})$$
$$\phi_{bF} = 35 \qquad (L < 200\text{인 경우})$$
$$\phi_{bF} = -L/25 + 43 \qquad (200 \le L < 400\text{인 경우})$$
$$\phi_{bF} = 27 \qquad (400 \le L\text{인 경우})$$

K_P: 다음의 **표 3.8.1**에 의한 계수
C_e: 다음 식에 의한 계수

$$C_e = \frac{\beta_0}{40} + 0.25 \qquad (\beta_0 \le 30^o\text{인 경우})$$
$$C_e = 1.0 \qquad (\beta_0 > 30^o\text{인 경우})$$

ν_n: 선체표면과 고려하는 포인트에서의 파면과의 최대상대속도 (m/s)로서 다음 식에 의한다.

$$\nu_n = \frac{\nu_x \tan\beta_k + \nu_z \tan\alpha \tan\beta_k}{\sqrt{\tan^2\alpha + \tan^2\beta_k + \tan^2\alpha \tan^2\beta_k}}$$

ν_x: 고려하는 포인트에서의 선체 표면의 종방향 상대속도 (m/s)로서 다음 식에 의한다. 단, 0 보다 작아서는 아니 된다.

$$\nu_x = (1 - C_1)\nu_{xo}$$

C_1: **표 3.8.2**의 식에 의한 계수
ν_{x0}: 수선에서의 종방향 상대속도 (m/s)로서 다음 식에 의한다.

$$\nu_{x0} = \nu_s + C_2\sqrt{Lg}$$

ν_s : 0.36 V (m/s)
V : 선박의 속도 (kt)
g : 중력가속도, 9.81 (m/s^2)
C_2 : 표 3.8.2의 식에 의한 계수

ν_z: 고려하는 포인트에서의 선체의 깊이 방향으로의 상대속도(m/s)로서 다음 식에 의한다. 단, 0 보다 작아서는 아니 된다.

$$\nu_z = (1 - C_3)\nu_{zo}$$

C_3: 표 3.8.2의 식에 의한 계수
ν_{z0}: 수선에서의 선체의 깊이 방향 상대속도 (m/s)로서 다음 식에 의한다.

$$\nu_{z0} = C_4\sqrt{Lg}$$

C_4 : 표 3.8.2의 식에 의한 계수

α: 다음 식에 의한다.

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\beta_k}{\tan\gamma}\right)$$

Z_P: 늑골이 외판에 직각으로 붙는 경우의 늑골의 소성 단면계수 (cm^3)로서 다음 식에 의한다.

$$Z_P = 0.1A_f h + \frac{1}{2000}h^2 t_w$$

A_f : 늑골의 단면적 (cm^2)
h : 웨브의 깊이 (mm)
t_w : 웨브의 두께 (mm)

표 3.8.1 계수 K_p

β_0	K_p
$\beta_0 < 3^0$	255.85
$3^0 \le \beta_0 < 4^0$	$758.60\ e^{-0.3623\beta_0}$
$4^0 \le \beta_0 < 6^0$	$453.91\ e^{-0.2339\beta_0}$
$6^0 \le \beta_0 < 10^0$	$335.41\ e^{-0.1835\beta_0}$
$10^0 \le \beta_0 < 15^0$	$173.61\ e^{-0.1176\beta_0}$
$15^0 \le \beta_0 < 18^0$	$80.523\ e^{-0.0664\beta_0}$
$18^0 \le \beta_0$	$1 + \frac{\pi^2}{4}cot^2\beta_0$

표 3.8.2 계수 C_1, C_2, C_3 및 C_4

C_1	$(4.40\xi - 6.31)\zeta$
C_2	$0.095\xi + 0.191F_n - 0.127$
C_3	$(\frac{11.8}{\xi - 0.459} + 4.96)\zeta^2$
C_4	$(-0.629F_n + 0.338)\xi + 0.666F_n - 0.109$

참고 :

ξ : $x/(L/2)$ 다만, ξ는 0.6보다 커야 한다.

x : 선체중앙으로부터 고려하는 위치까지의 종 방향 거리 (m)

ζ : $z/(L/2)$ 다만, ζ는 0.보다 커야 한다.

z : 만재흘수선으로부터 고려하는 위치까지의 높이 (m)

F_n : $\nu_s/\sqrt{Lg}$

2. 플레어가 큰 선박의 경우, 선수부 0.2 L의 만재흘수선 상부에서 큰 파랑충격압력을 받는 선수플레어 위치에 설치되는 선측종늑골 지지 특설늑골의 치수는 **9장 104.**의 횡늑골 지지 선측스트링거에 대한 요건을 따라야 한다. *(2020)*

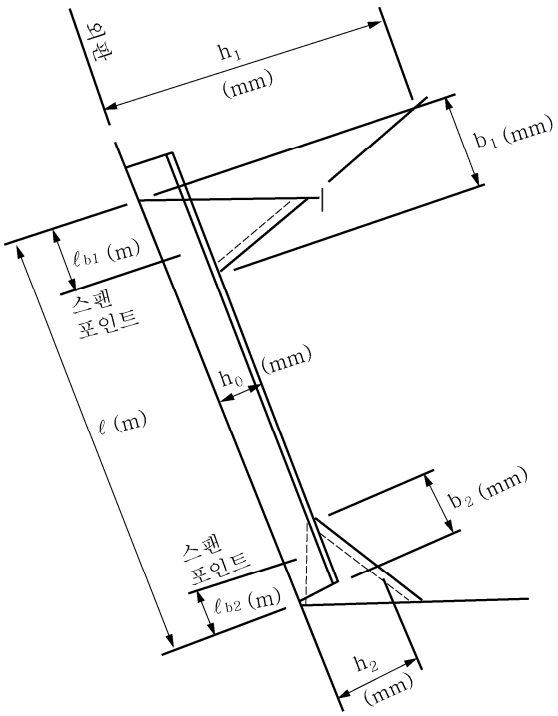


그림 3.8.1 수정된 늑골 간격

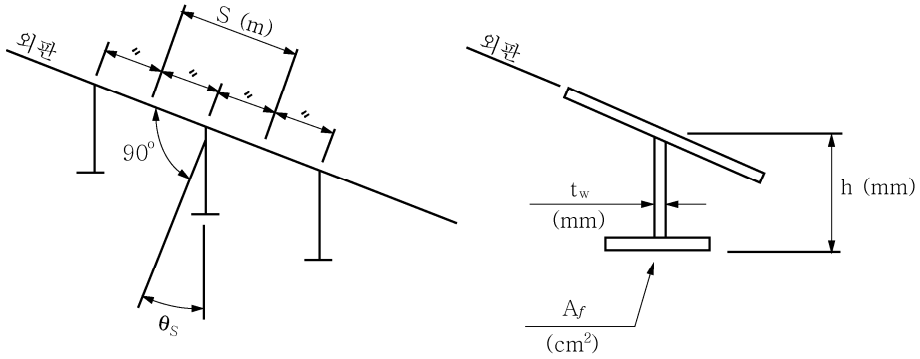


그림 3.8.2

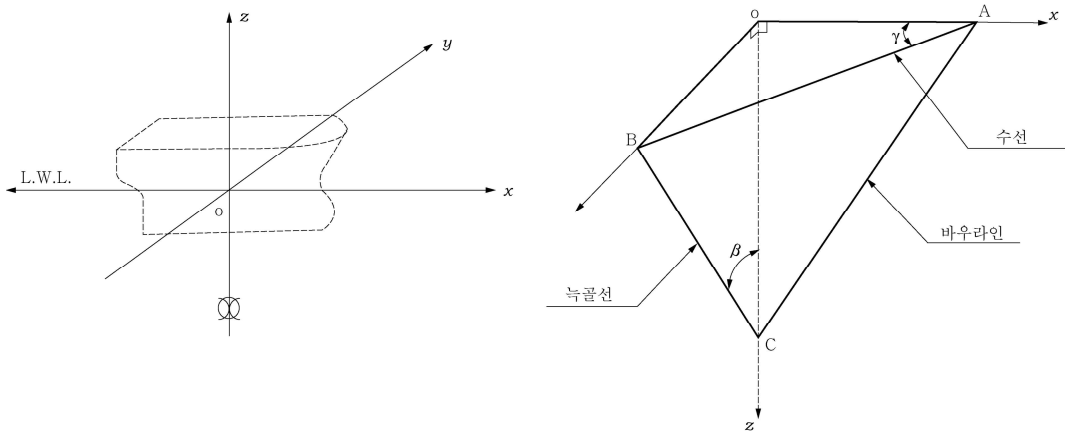


그림 3.8.3 외판각도

제 3 절 선창내 횡늑골

302. 횡늑골 치수 【규칙 참조】

강재코일을 적재하는 선박의 경우에는 선체동요시 강재코일에 의한 하중을 받는다고 예상되는 선창내 횡늑골에 대하여는 **규칙 302.**의 규정에 따르는 이외에 다음 조건에 따라 탄성범위내에서 계산하여 검토할 것을 권장한다.

(1) 경계조건 : 상단(갑판위치)을 단순지지로 하단(내저판 위치)을 고정으로 한다.

(2) 허용응력 : $196/K$ (N/mm^2)

(3) 하중상태 : 다음에 의한 강재코일의 하중 P와 **규칙 표 3.8.1**의 h에 의한 선측수압으로 한다.

(가) 강재코일을 1단 적재할 경우

$$P = C_1 Wk \sin\theta/n \qquad \text{(ton)}$$

W : 강재코일 1개의 질량 (ton).

θ : 선체 횡경사 각도 (deg).

n : 강재코일 1개를 지지하는 늑골의 수.

k : 선체운동시 선측방향의 가속도에 대한 계수로서 통상 1.0으로 한다.

C_1 : 키코일(key coil)의 배치에 따른 계수로 다음에 의한다.

키코일이 선측으로부터 2번째에 배치된 경우 ····· 4.0

상기보다 선체중심선 쪽으로 키코일이 배치된 경우 ····· 2.5

(나) 강재코일을 2단 적재할 경우

$$P = C_2 \, Wm \sin\theta / n \quad \text{(ton)}$$

W, θ, n : (가)에 의한다.

m : 해당 횡단면에 적재되는 강재코일의 총수

C_2 : 계수로서 통상 0.7로 한다. 다만, 하단의 강재코일이 조밀하게 배치되어 강재코일 간의 접촉력이 크다고 생각되는 경우에는 적절히 고려할 수 있다.

303. 특설늑골 또는 선측스트링거에 의해 지지되는 횡늑골 【규칙 참조】

선측스트링거의 배치가 **규칙 303.**의 2항의 규정에 적합하지 않은 경우에는, 다음에 의해 **규칙 303.**의 1항의 규정을 준용한다. 다만, 적당한 방법으로 검토하고 치수를 정한 경우에는 그러하지 아니한다.(**지침 그림 3.8.4** 참조)

(1) 인접하는 늑골의 스팬의 차이가 25 % 이상일 경우

(가) $l_2/l \geq 1.25$ 인 경우, l 을 $l_2/1.25$ 로 수정하여 사용한다.

(나) $l_3/l_2 \geq 1.25$ 이고, $l_2/l < 1.25$ 일 경우는 수정하지 아니한다.

(2) 늑골의 최대 스팬과 최소 스팬의 차가 50 % 이상일 경우

(가) 최하단 늑골의 스팬이 최소가 되는 경우에는 l 을 (최대스팬)/1.5로 수정하여 사용한다.

(나) 기타의 경우는 수정하지 아니한다.

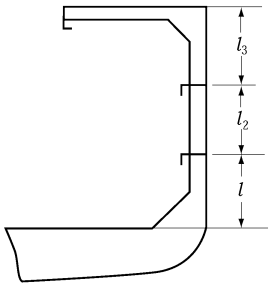


그림 3.8.4 특수한 배치의 선측스트링거에 의해 지지되는 선창내 횡늑골

제 5 절 갑판사이 늑골

502. 치수 【규칙 참조】

갑판사이 늑골의 단부를 견고한 브래킷으로 고착하고 또한 브래킷 암길이가 $l/8$ 이상인 경우에는 **지침 그림 3.8.5**에 따라 **규칙 502.**의 규정을 준용하여도 좋다.

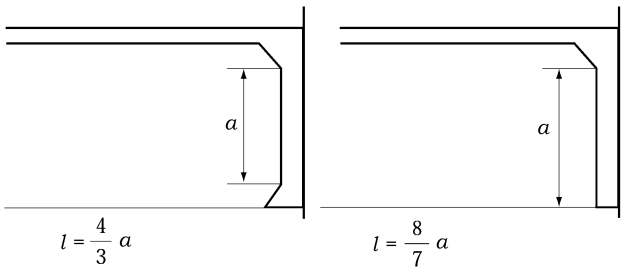


그림 3.8.5 견고한 브래킷으로 고착된 갑판사이 늑골

503. 특별고려 【규칙 참조】

1. 자동차 전용운반선 등과 같이 다층 갑판선에 있어서는 건현이 선박의 길이에 따라 **지침 표 3.8.1**에 의한 값 미만인 경우에는 건현갑판 상부의 갑판사이 늑골은 다음을 표준으로 하여 보강한다.

표 3.8.1 건현의 표준치

선박의 길이 L (m)	$L<75$	$75 \le L<125$	$125 \le L$
건현의 표준치 (m)	0.36	0.40	0.46

(1) 보강범위는 최소한 건현갑판상 제1층 갑판까지로 한다.
(2) 갑판사이 늑골의 단면계수는 해당늑골의 선박의 길이 방향 위치에 따라 다음에 의한다.
(가) 선수격벽보다 전방 : **규칙 13장 204.**의 1항의 규정을 준용한다.
(나) 선미격벽보다 후방 : **규칙 13장 302.**의 규정을 준용한다.
(다) 기타 : **규칙 502.**의 **표 3.8.4** 중 (2)의 규정을 준용한다. 다만, **규칙 표 3.8.4** 중 계수 C를 0.44는 0.57로, 0.57은 0.74로, 0.74는 0.89로 대체한다.

2. 선수부의 플래어(flare)의 영향에 의하여 파랑충격이 크다고 예상되는 부분의 갑판사이 늑골에 대하여는 그 치수를 증가시키고 단부의 고착에 특히 주의한다. ⚓

제 9 장 특설늑골 및 선측스트링거

제 1 절 일반사항

104. 플레어가 특히 큰 곳에서의 특설늑골과 선측스트링거 *(2019)* 【규칙 참조】

1. 플레어가 큰 선박의 경우, 선수부 0.2 L의 만재흘수선 상부에서 큰 파랑 충격압력을 받는 선수플레어 위치에 설치되는 횡늑골 지지 선측스트링거와 이 선측스트링거를 지지하는 특설늑골의 웨브 두께 t_{wG}와 단면계수 Z_G는 다음 식에 의한 값보다 작지 않아야 한다. *(2020)*

웨브의 요구두께 : $t_{wG} = \dfrac{433\,PS_G l_G}{d_{wG}\,\sigma_y \cos\theta_G}$ (mm)

요구단면계수 : $Z_G = \dfrac{PS_G l_G^2}{24\sigma_y \cos\theta_G} \times 10^3$ (cm^3)

여기서,

P : **8장 108.**에 규정된 슬래밍 충격압력 (kPa)

S_G : 거더 간격 (m)

l_G : 거더의 끝단부 형상을 고려한 지지점 사이의 거리 (m), 거더의 끝단부 형상이 **그림 3.8.1**에서와 같이 원호를 이루고 있는 경우, 이 거리는 다음과 같이 삼각형으로 가정하여 수정하여야 한다.

(1) R-END(A)와 R-END(B)를 연결한다.

(2) AB와 평행하게 원호에 대한 접선 $A'B'$를 그린다.

(3) $AA'' = (2/3)AA'$가 되도록 A''점을 잡고, $BB'' = (2/3)BB'$가 되도록 B''점을 잡는다. 삼각형 $OA''B''$를 삼각형의 브래킷으로 고려한다.

$$l_G = l - l_{b1} - l_{b2}$$

l : 외판을 따라서 측정된 거더의 길이 (m), **그림 3.8.1** 참조

l_{b1} 및 l_{b2} : 브래킷에 의한 수정간격 길이 (m)로서 다음 식에 의한다.

$$l_{b1} = b_1\left(1 - \frac{d_{wG}}{h_1}\right) \times 10^{-3}$$

$$l_{b2} = b_2\left(1 - \frac{d_{wG}}{h_2}\right) \times 10^{-3}$$

b_1, b_2, h_1 및 h_2 : **그림 3.9.1** 참조

d_{wG} : 웨브의 깊이 (mm)

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2)

θ_G : 거더와 외판의 수직축 간의 각도 (deg) (**그림 3.9.2** 참조)

Z_G : 거더의 단면계수 (cm^3)서 다음 식에 의한다.

$$Z_G = 0.1\,A_{fG}\,d_{wG} + \frac{1}{3000} d_{wG}^2\,t_{wG}$$

A_{fG} = 플랜지의 단면적 (cm^3)

t_{wG} = 거더 웨브의 두께 (mm)

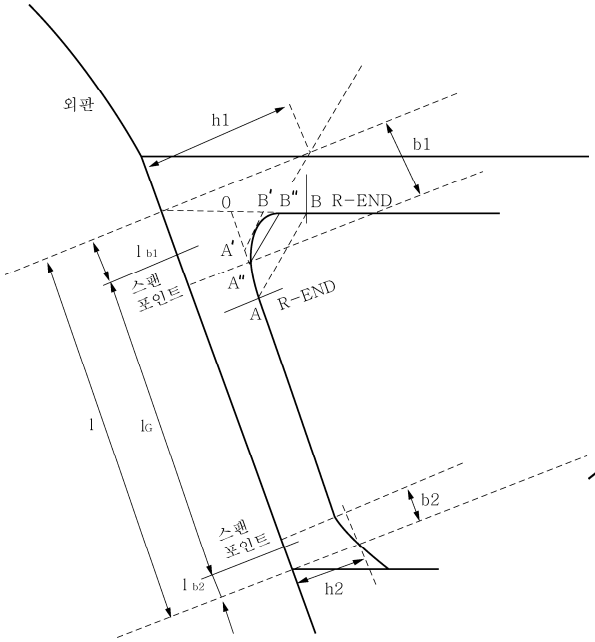


그림 3.9.1

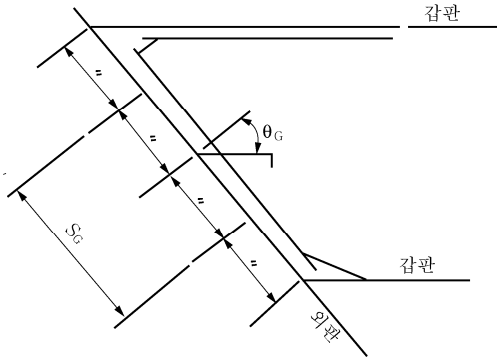


그림 3.9.2

2. 1 항의 늑골을 지지하는 거더 웨브판의 좌굴강도는 다음에 따른다. 웨브판의 압축응력 σ_a는 다음 식에 의한 임계 값 σ^*_{acr}를 넘지 않아야 한다.

$$\sigma^*_{acr} = \sigma_{acr}\,(\mathrm{N/mm^2}) \qquad (\sigma_{acr} \le \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우})$$

$$\sigma^*_{acr} = \sigma_y(1 - \frac{\sigma_y}{4\,\sigma_{acr}})(\mathrm{N/mm^2}) \qquad (\sigma_{acr} > \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우})$$

σ_y : 1항에 따른다.

σ_{acr} : 웨브판의 참조 좌굴응력으로서 다음 식에 의한다.

$$\sigma_{acr} = 3.6\,E(\frac{t^*_{wG}}{S})^2 \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

E : 탄성계수, 2.06×10^5 $(\mathrm{N/mm^2})$

t^*_{wG} : 1항에 따른다.

σ_a : 웨브판에 대한 압축응력으로서 다음 식에 의한다.

$$\sigma_a = \frac{0.5\,P\,S_G}{t_{wG}\cos\theta_G} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

P, S_G 및 θ_G : 1항에 따른다.

3. 1 항의 거더웨브 끝단부의 좌굴강도는 다음의 (1)호와 (2)호를 만족해야 한다.

(1) 거더웨브 끝단부에 대한 전단응력 τ는 다음 식에 의한 임계 값 τ^*_{cr}를 넘지 않아야 한다.

$$\tau^*_{cr} = \tau_{cr} \ (\mathrm{N/mm^2}) \qquad (\tau_{cr} \le \frac{\tau_F}{2} \text{ 인 경우})$$

$$\tau^*_{cr} = \tau_F(1 - \frac{\tau_F}{4\,\tau_{cr}}) \ (\mathrm{N/mm^2}) \qquad (\tau_{cr} > \frac{\tau_F}{2} \text{ 인 경우})$$

$$\tau_F = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$$

σ_y: 재료의 항복응력 (N/mm^2)

τ_{cr}: 거더의 웨브판 끝단부에 대한 전단 좌굴응력으로서 다음 식에 의한다.

$$\tau_{cr} = 0.9 k_s E(\frac{t^*_{wG}}{d^*_{wG}}) \quad (\text{N/mm}^2)$$

k_s : a_G/d^*_{wG}에 대한 **표 3.9.1**의 계수. 중간 값은 선형보간법으로 구한다.

a_G : 웨브판 끝단부의 길이 (mm) (**그림 3.9.3** 참조)

E : 탄성계수, 2.06×10^5 (N/mm^2)

t^*_{wG}: 거더 끝단부 웨브의 두께 (mm)

d^*_{wG}: 거더 끝단부 웨브의 평균깊이 (mm)

τ : 끝단부 웨브에 대한 전단응력으로서 다음 식에 의한다.

$$\tau = \frac{250 P S_G l}{d^*_{wG} t^*_{wG} \cos\theta_G} \quad (\text{N/mm}^2)$$

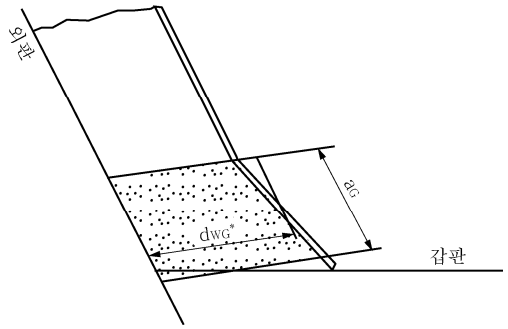


그림 3.9.3

표 3.9.1 계수 k_s

a_G/d^*_{wG}	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
k_s	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

(2) 끝단부 웨브에 대한 굽힘응력 σ_b는 다음 식에 의한 임계 값 σ^*_{bcr}를 넘지 않아야 한다.

$$\sigma^*_{bcr} = \sigma_{bcr} \quad (\text{N/mm}^2) \qquad (\sigma_{bcr} \le \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우})$$

$$\sigma^*_{bcr} = \sigma_y (1 - \frac{\sigma_y}{4\,\sigma_{bcr}}) \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma_{bcr} > \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우})$$

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2)

σ_{bcr}: 웨브의 굽힘 좌굴응력 (N/mm^2)으로서 다음 식에 의한다.

$$\sigma_{bcr} = 0.9 k_b E (\frac{t^*_{wG}}{d^*_{wG}})^2 \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

k_b: a_G/d^*_{wG}에 대한 **표 3.9.2**의 계수. 중간 값은 선형보간법으로 구한다.

σ_b : 웨브에 작용하는 굽힘응력으로서 다음 식에 의한다.

$$\sigma_b = \frac{P S_G l_G^2}{24 Z^*_G \cos\theta_G} \times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

Z^*_G : 끝단부 웨브의 단면계수 ($\mathrm{cm^3}$)

$$Z^*_G = 0.1 A_{fG} d^*_{wG} + \frac{1}{3000} d^{*2}_{wG} t^*_{wg}$$

표 3.9.2 계수 k_b

a_G/d^*_{wG}	0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9 이상
k_b	12	10	8.8	8.0	7.8

4. L 및 C_b 가 각각 250 m 및 0.8 이상인 선박의 경우, **규칙 13편 1부 10장 1절 3.3**을 적용하여야 한다.

제 4 절 선측 트랜스버스 *(2020)*

404. 웨브의 보강 및 고착 【규칙 참조】

1. 규칙 404. 1의 적용에 있어, 선측트랜스버스와 그 주위의 구조 또는 치수가 충분히 보강된 경우, 규칙 404. 1의 규정을 적절히 참작할 수 있다.

제 5 절 외팔보 구조

503. 고착 【규칙 참조】

1. 외팔보와 이것을 지지하는 특설늑골을 고착하는 브래킷에는 좌굴을 방지하기 위하여 **그림 3.9.4**과 같이 적당한 간격으로 휨보강재를 설치하여야 한다.
2. 면재쪽으로부터 브래킷 목깊이의 1/2 범위내에 다음 식에 의한 간격 S_1을 표준으로 압축력 방향으로 형강류의 휨보강재를 설치하여야 한다.(**그림 3.9.4** 참조)

$$S_1 = 35(t - 2.5) \qquad (\mathrm{mm})$$

t : 브래킷의 두께 (mm) ⚓

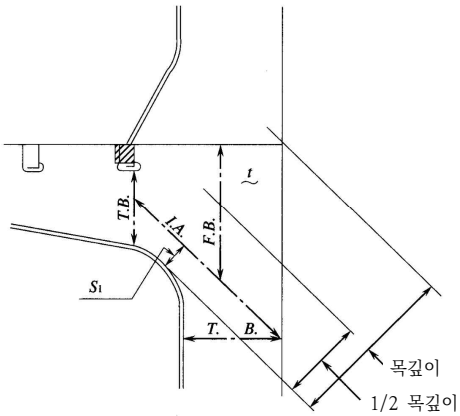


그림 3.9.4 브래킷의 보강

제 10 장 갑판보 (beams)

제 1 절 일반사항

102. 보의 단부 고착 【규칙 참조】

1. 종갑판보의 단부고착은 **그림** 3.10.1을 표준으로 한다.
2. 횡갑판보의 브래킷 고착은 **그림** 3.10.2를 표준으로 한다.

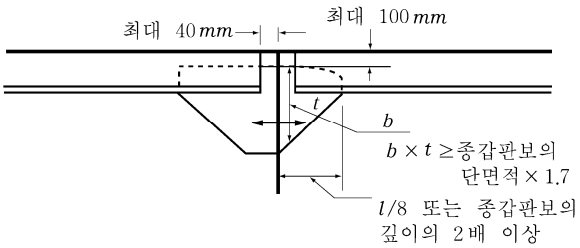
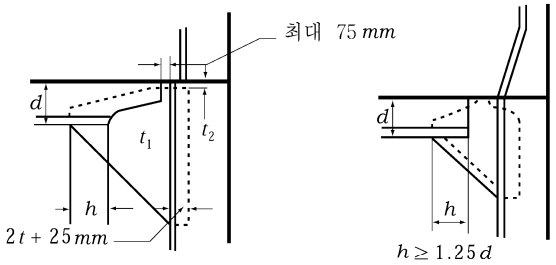


그림 3.10.1



$h \geq 1.5 \times$ 자유변의 플랜지나비(역산형강의 경우)
$h \geq 75\,mm$(Bulb plate의 경우)
t : t_1 또는 t_2 중 작은 것

그림 3.10.2

106. 특히 긴 기관실구의 보강 【규칙 참조】

기관실구의 길이가 약 20 m 넘는 경우에는 개구의 중앙에 특설 횡갑판보를 설치하여야 한다.

제 2 절 갑판하중

201. h 의 값 【규칙 참조】

1. **규칙 3장** 103.에 규정한 적하지침서등에 갑판하중 h 의 값을 선장이 용이하게 알 수 있도록 명기하여야 한다.
2. **규칙** 201.의 2항 (4)호에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 **1장** 203.의 2항 (2)호 (다)를 말한다.

제 3 절 종갑판보

303. 단면계수 【규칙 참조】

선박의 중앙부 전후에 있어서 강력갑판의 갑판구 측선밖에 설치되는 종갑판보의 단면계수에 대하여는 건조블록단위로 선박의 길이 방향으로 **규칙** 303.의 1항 및 2항의 규정을 이용 보간법으로 구하여도 좋다. 다만 건조블록의 길이가 15 m를 초과할 때에는 적절히 분할한다.

제 4 절 횡갑판보

402. 모양 【규칙 참조】

1. 횡갑판보의 길이와 깊이의 비가 강력갑판에서 30 이상, 유효갑판 및 선루갑판에서 40 이상일 경우에는 그 비율에 따라 단면계수를 증가시켜야 한다.
2. 선박의 길이가 200 m 이상인 산적화물선 및 광석운반선 등의 경우 강력갑판 갑판구 측선내에 설치하는 횡갑판보는 좌굴강도를 고려하여 종횡비가 60 이하가 되도록 할 것을 권장한다. ⚓

제 11 장 갑판거더

제 1 절 일반사항

103. 구조 【규칙 참조】

1. 필러 상부 및 하부 등 집중하중을 받는 곳에는 거더에 트리핑 브래킷을 설치하고 슬롯이 있는 곳은 칼라를 부착한다. 선루단 격벽의 하부에는 칼라만 부착하여도 좋으며 브래킷 내단부의 슬롯에도 칼라를 부착한다.
2. 거더 웨브의 맞대기 이음에는 슬롯의 코너부를 피하고 면재의 맞대기 이음은 너클부를 피한다. 다만, 부득이한 경우 너클부에 이음이 올 때에는 **그림 3.11.1**과 같이 밧드 스트립(butt strip)을 설치한다. 슬롯의 깊이는 $0.4d_G$ 이하로 하고 그것을 넘을 경우에는 칼라를 부착한다. 다만, $0.5d_G$를 넘어서는 아니되며 상부구조에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.

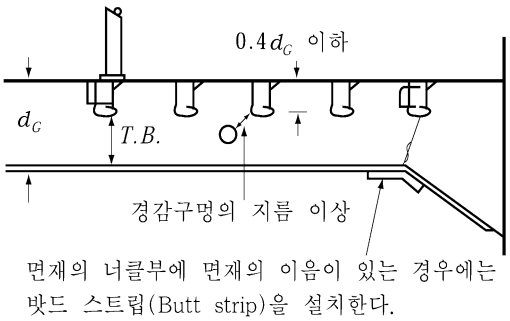


그림 3.11.1

3. 경감 구멍의 크기는 다음에 따른다. 한편 경감 구멍은 브래킷 선단이나 또는 필러 하부의 전단력이 크게 되는 부분에는 설치하지 않는다. 경감구멍과 슬롯과의 거리는 경감구멍의 지름 이상으로 한다.

슬롯이 있는 경우 : $d \le \dfrac{d_G}{4}$

슬롯이 없는 경우 : $d \le \dfrac{d_G}{3}$

d_G : 거더의 깊이

d : 경감구멍의 지름

4. 롤온·롤오프선 등의 거더의 치수는 직접강도계산에 의하여 정하여도 좋다.
5. 다음 식에 의한 값이 1.6 이상인 경우 거더 길이의 중앙부 부근에 있는 선측 또는 격벽측의 보에 대하여는 특별히 고려하여야 한다.

$$\frac{I_b l^4}{I_g S b^3}$$

I_b 및 I_g : 각각 보 및 거더의 실제 단면2차모멘트 (cm^4)

b 및 l : 각각 보 및 거더의 스팬 (m)

S : 보의 간격 (m)

104. 단부의 고착 【규칙 참조】

1. 거더의 단부가 격벽판에서 끝날 경우에는 **그림 3.11.2**와 같이 반대측에 브래킷을 설치한다.
2. **갑판 종거더의 연속성**

(1) 브래킷의 깊이는 웨브 깊이의 2배를 표준으로 하며 이보다 작을 경우에는 적절히 보강할 필요가 있다.(**그림 3.11.3** 참조)

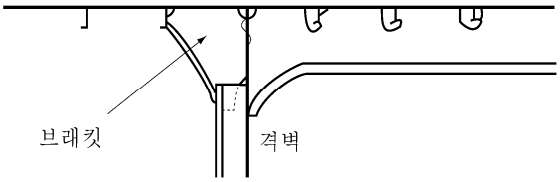


그림 3.11.2

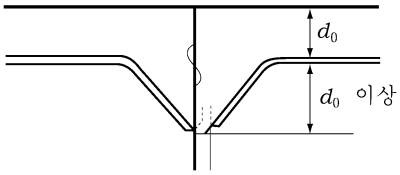


그림 3.11.3

(2) 중앙 횡단면의 단면계수에 산입되는 거더는 **그림 3.11.4**와 같이 웨브 및 면재를 모두 격벽을 관통시키든지, 또는 이와 동등의 효력을 갖도록 고착시킨다.

(3) 갑판 종거더가 불연속으로 되는 경우에는 인접하는 거더와 충분히 겹치도록 한다.(**그림 3.11.5** 참조) ⚓

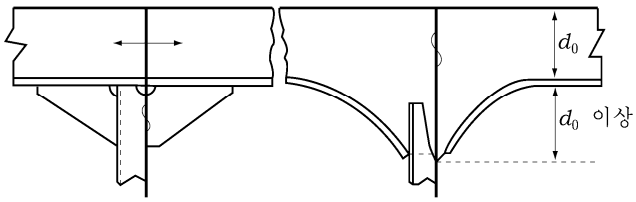


그림 3.11.4

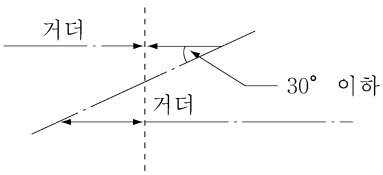


그림 3.11.5

제 12 장 필러

제 1 절 일반사항

102. 선창내 필러 【규칙 참조】

필러 하부의 보강은 **그림** 3.12.1과 같이 한다.

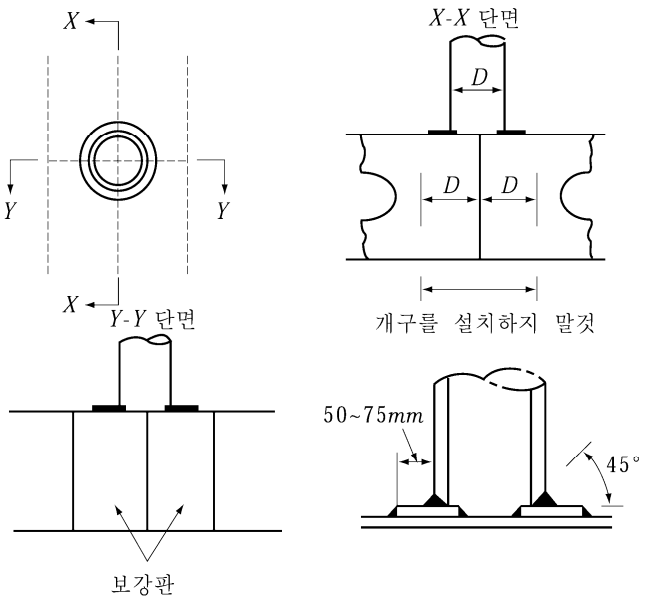


그림 3.12.1 필러 하부의 보강

제 2 절 필러의 치수

201. 필러의 단면적 【규칙 참조】

필러의 양단을 고정으로 간주할 경우의 단면적 A는 다음 식에 의한 값으로 하여도 좋다. ⚓

$$A = \frac{0.223\,W}{2.72 - \dfrac{0.5\,l}{k_0}} \qquad (\mathrm{cm}^2)$$

제 13 장 선수미 보강구조

제 1 절 일반사항

102. 제수판 【규칙 참조】

디프 탱크로 사용되는 선수미창에 설치되는 제수판의 치수는 **규칙** 203.의 2항 (2)호의 규정을 준용한다.

103. 작은 각도에 의한 부착 【규칙 참조】

거더의 웨브와 외판과의 이루는 각도가 75° 미만인 경우에는 원칙적으로 다음 (1) 내지 (2)의 조치를 한다. (**그림** 3.13.1 참조) 또한 거더의 웨브가 외판에 대하여 경사되어 있는 경우 거더의 실제 단면계수는 외판과 평행한 중립축에 대하여 계산한 것으로 한다.

(1) 면재는 웨브와 외판이 이루는 각도가 큰 방향으로 부착한다.

(2) 적절한 간격으로 트리핑 브래킷을 설치한다.

제 2 절 선수격벽 전부구조

204. 종식구조 【규칙 참조】

규칙 204.의 2항 (2)호를 적용함에 있어 선측스트링거 또는 팬팅스트링거 등에 의하여 선측트랜스버스를 지지하는 경우에는 선측트랜스버스의 깊이에 대한 규정중 d_2 에 의한 것은 적용하지 아니한다.

205. 구상선수 【규칙 참조】

규칙 205.에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 13편 1부 10장 1절** 2.5에 따르거나 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.

제 4 절 선수미격벽 사이의 보강구조

401. 선수격벽 후부 【규칙 참조】

규칙에서 정하는 보강방법으로 선수격벽과 선수단으로부터 $0.15L$ 사이에는 선수창내의 스트링거판 또는 선측스트링거의 연장선상에 선측스트링거를 설치하거나 적당한 위치에 특설늑골을 설치할 것을 권장한다. 또한 상기와 같은 구조로 하는 것이 곤란한 경우에는 적어도 다음과 같이 할 필요가 있다.

(1) **그림** 3.13.2과 같이 선수격벽 후방 적절한 범위의 창내늑골의 치수를 **규칙 표** 3.8.1에서 규정하는 값보다 점차 증가시켜 선수격벽 직후의 창내늑골의 치수가 **규칙** 203.의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

(2) 선수격벽과 선수격벽 후방의 선창내늑골을 견고하게 고착하는 브래킷을 선박의 깊이 방향의 적당한 위치에 설치한다. ⚓

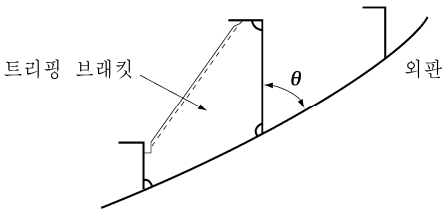
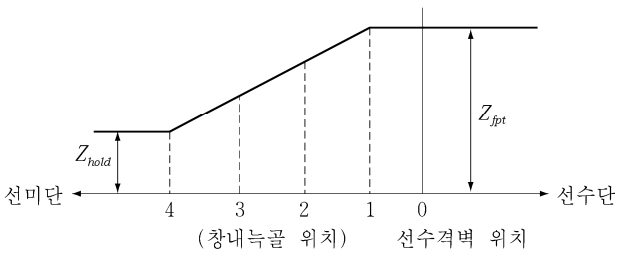


그림 3.13.1 거더 웨브와 외판이 이루는 각이 작은 경우



Z_{hold} : **규칙 표** 3.8.1 에서 규정하는 창내늑골의 단면계수

Z_{fpt} : **규칙** 302.에서 규정하는 창내늑골의 단면계수.

그림 3.13.2

제 14 장 수밀격벽

제 2 절 수밀격벽의 배치

201. 선수격벽 【규칙 참조】

1. 선수문을 설치한 선박의 건현갑판 바로위의 갑판 이하의 선수격벽은 **규칙** 201., 202. 및 205.의 (2)호의 규정에 적합하여야 한다.
2. 규칙중에서 "우리 선급의 승인을 받은 경우" 라 함은 하기만재흘수선에 대응하는 재화상태(트림은 무시)에 있어서 선수격벽보다 전방의 구획이 침수한 경우에 격벽갑판의 어느 부분에도 수몰하지 않음을 입증하는 계산서를 제출하여 우리 선급이 적합하다고 인정하는 경우를 말한다.

204. 화물창내 격벽 【규칙 참조】

1. 격벽사이의 간격이 $0.7\sqrt{L}\,(\mathrm{m})$ 미만인 경우에는 이들의 격벽을 1개로 간주한다.
2. **규칙** 204.의 2항 중 우리 선급이 인정하는 경우란 손상시 복원성 또는 구획기준에 관한 국제협약 또는 선적국의 관련법규를 따르는 선박과 다음의 3항을 따르는 기타의 선박을 말한다.
3. **기타 선박의 생략기준**
   (1) 수밀격벽의 배치는 하기만재흘수까지 적재한 상태에서 기관실을 제외한 어느 한 구획이 침수된 후에도 최종 수선이 격벽갑판의 선측에 있어서 상면을 넘지 아니하는 한, 규칙과 다른 배치로 할 수 있다. 이 경우 침수계산에 사용되는 침수율은 다음과 같이 한다. 다만, 특수한 화물을 적재할 경우에는 화물의 종류에 따라 적절한 값으로 한다.
   화물창 :
   공창인 경우 ····· 0.95
   일반화물을 적재한 경우 ····· 0.60
   목재를 적재한 경우 ····· 0.55
   광석을 적재한 경우 ····· 0.50
   자동차 또는 컨테이너를 적재한 경우 ····· $0.95 - 0.35 \times \dfrac{V_C}{V_0}$
   여기서, V_C는 자동차 또는 컨테이너가 점유하는 용적, V_0는 구획의 형용적
   디프 탱크 :
   액체를 만재한 경우 ····· 0
   공창인 경우 ····· 0.95
4. 선박의 길이가 186 m 이상인 선박의 화물창내 격벽의 수는 3항의 규정을 준용하여 정한 것 이상으로 한다.

207. 체인로커 【규칙 참조】

1. **규칙** 207.의 1항에서의 "분리된 체인로커들 사이에 위치한 격벽이나, 체인로커들의 공통 경계를 이루는 격벽" 은 **그림** 3.14.1을 참조한다.

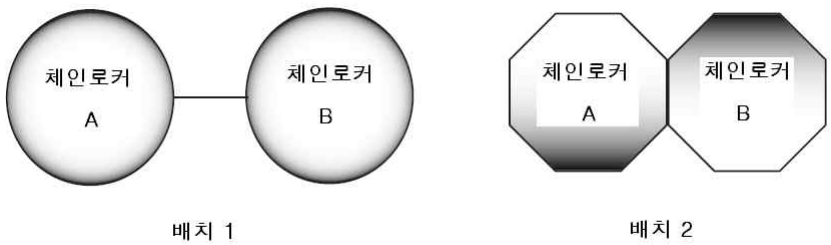


그림 3.14.1 체인로커의 배치

2. **규칙 207.**의 4항에서의 "물의 유입을 최소화 할 수 있는 영구적으로 부착된 폐쇄장치" 의 허용가능한 배치의 예는 다음과 같다.
(1) 체인링크를 수용하기 위한 컷아웃(cutout)을 가진 강판
(2) 잠금위치에서 덮개를 유지하는 라싱 배치를 가진 캔버스 후드

제 3 절 수밀격벽의 구조

303. 횡보강재 【규칙 참조】

1. 갑판 종거더를 지지하는 격벽횡보강재의 치수

갑판 종거더를 지지하는 격벽횡보강재의 치수는 다음 식을 만족할 필요가 있다.

$$C\frac{Z_0}{Z}+\frac{W}{A}\leq C$$

Z_0 : 횡보강재의 규정의 단면계수 (cm^2)
Z : 실제의 단면계수 (cm^3)
A : 횡보강재의 단면적 (cm^2)(유효폭 포함).
W : 횡보강재에 걸리는 축하중으로 다음에 따른다.

$$W=Sbh \quad \text{(kN)}$$

S : 격벽횡보강재가 지지하는 갑판 종거더의 중심 사이의 거리 (m)(**그림 3.14.2** 참조)
C : 17.7
b 및 h : **규칙 11장 201.**의 규정에 따른다. 다만, 이층갑판 이상의 경우에는 상층 갑판에 대한 W는 고려할 필요가 없다.

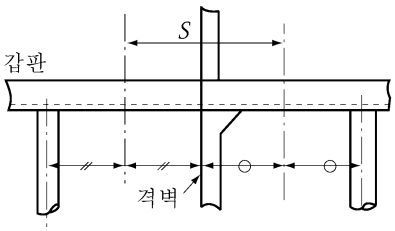


그림 3.14.2 S의 측정방법

2. 하역장치 하부의 갑판 종거더를 지지하는 격벽횡보강재의 치수

데릭 또는 크레인 등 하역장치 하부에 있는 갑판 종거더를 지지하는 격벽횡보강재의 단면계수는 해당 횡보강재에 작용하는 축하중 W을 다음 식의 값으로 하여 1항의 규정을 준용한다. 또한, 해당 횡보강재가 갑판 종거더를 지지하지 않는 경우에는 다음 식의 제 1항을 0으로 하여 1항의 규정을 준용한다.

$$W=Sbh+P \quad \text{(kN)}$$

S, b, h : 1항에 따른다.
P : 해당 하역장치의 중량 (kN). 다만, 데릭장치의 경우에는 그 형식과 붐의 배치에 따라 **표 3.14.1**의 값으로 하여도 좋다.

표 3.14.1 데릭 장치의 자중

데릭의 형식 / 붐의 배치	독립형	문형
선수미 한방향으로만 붐이 있는 경우	2.0w	2.3w
선수미 양방으로 붐이 있는 경우	2.7w	3.0w
(비고) w 는 해당 데릭장치 붐의 제한하중(kN). 다만, 선수미 양방으로 붐이 있는 경우에는 제한하중의 평균치로 한다.		

3. 휨보강재의 브래킷의 치수는 **그림 3.14.3**과 같이 한다.
4. 갑판에 있어서 격벽으로 단절될 때에는 **그림 3.14.4**와 같이 그 갑판의 개소에서 휨보강재에 리브를 설치한다.

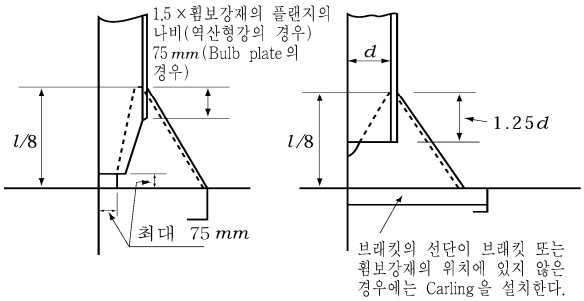


그림 3.14.3

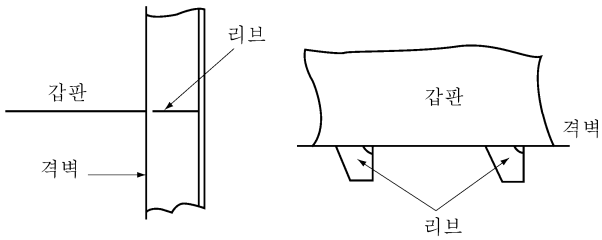


그림 3.14.4 리브

304. 파형격벽 【규칙 참조】

1. 파형격벽의 단면계수

(1) 파형격벽의 단부고착이 특히 견고한 경우 1/2 피치에 대한 단면계수를 계산할 경우에는 **규칙 304.**의 2항의 식 중 계수 C를 **표 3.14.2**에 의한 값으로 할 수 있다. 여기서, 특히 견고한 경우라 함은 다음 중 어느 하나의 경우를 말한다.

(가) 파형격벽의 상단을 갑판에 고착하는 경우로서 **표 3.14.2**의 m_1 의 값이 0.2보다 큰 경우

(나) 파형격벽의 상단을 스툴에 고착하는 경우로서 **표 3.14.2**의 m_2 의 값이 0.6보다 큰 경우

(다) 파형격벽의 하단을 스툴에 고착하는 경우로서 스툴부의 두께가 파형면재의 두께의 1/2 이상인 경우

표 3.14.2 C의 값

난	일단 / 타단	거더로 지지	상단을 갑판에 고착	상단을 스툴에 고착
1	거더로 지지 하단을 갑판 또는 이중저에 고착	규칙에 따름	$\dfrac{4}{2+m_1+\dfrac{Z_2}{Z_0}}$	$\dfrac{4}{2+m_2+\dfrac{Z_2}{Z_0}}$
2	하단을 스툴에 고착	$\dfrac{4.8\left(1+\dfrac{l_H}{l}\right)^2}{2+\dfrac{Z_1}{Z_0}+\dfrac{Z_H}{Z_0}}$	$\dfrac{4.8\left(1+\dfrac{l_H}{l}\right)^2}{2+m_1+\dfrac{Z_H}{Z_0}}$	$\dfrac{4.8\left(1+\dfrac{l_H}{l}\right)^2}{2+m_2+\dfrac{Z_H}{Z_0}}$
		다만, 1란의 값 미만으로 하여서는 아니 된다.		

(비고)

Z_0, Z_1 , Z_2 , l_H 및 l : 규칙에 따른다.

m_1 : 상단에 있어서 다음 식에 의하여 정한 값.

$$\frac{1}{Z_0}\left\{Z_S+\left(\frac{l_L+d_0}{l_L-d_0}+1.0\right)Z_L\right\}$$

다만, Z_1/Z_0 을 넘을 때에는 Z_1/Z_0 으로 한다.

Z_S : 상단의 연속 휨보강재의 단면계수 (cm^3)(**그림 3.14.5** 참조)

l_L, Z_L : 각각 상단에 결합되는 종통재의 스팬 (m) 및 단면계수 (cm^3)(**그림 3.14.5** 참조)

d_0 : 규칙에 따른다.

m_2 : 다음 2개의 식 중 작은 것.

$$\frac{1}{Z_0}\times\frac{1.050At}{n}$$

$$3.6\left(\frac{l}{l_0}\right)^2-3$$

A : 상부 스툴의 주위벽으로 둘러싸인 면적(**그림 3.14.6** 참조)

t : 상부 스툴의 주위벽의 평균두께 (mm)(**그림 3.14.6** 참조)

n : 상부 스툴에 지지되는 파형의 피치 수(**그림 3.14.6** 참조)

l_0 : 상하 스툴의 내단사이의 거리 (m)(**그림 3.14.6** 참조)

Z_H : 하부 스툴 하단의 1/2 피치에 대한 단면계수 (m^3)(**그림 3.14.6** 참조)

2. 파형격벽의 구조

(1) 갑판 종거더의 단부에는 휨보강재를 설치한다.

(2) 브래킷 선단이 격벽판에 붙는 곳에는 Pad 또는 Carling을 붙인다.

(3) 파형의 각도는 45° 이상으로 한다.

(4) 파형격벽에 설치하는 거더는 Balanced girder로 한다. 다만, 거더의 강도를 평판격벽에 설치하는 거더와 동등 이상으로 할 경우에는 예외로 한다. 거더의 실제 단면계수의 계산에서는 거더의 깊이는 **그림 3.14.7**과 같이 하고, 파형격벽은 유효판으로 산입하여서는 아니된다.

(5) 파형격벽의 하부는 **그림 3.14.8**의 (A) 또는 (B)와 같은 구조로 한다. 또한, 상단의 구조는 하단의 구조에 따르는 것이 좋다.

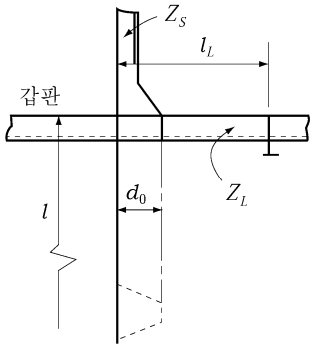


그림 3.14.5

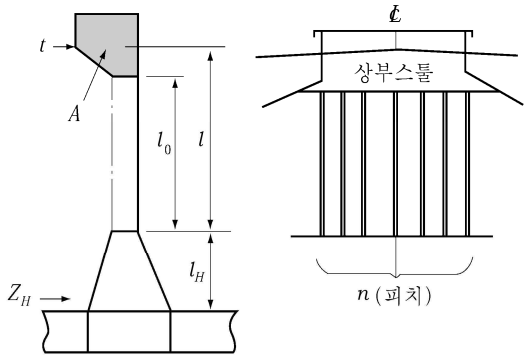


그림 3.14.6

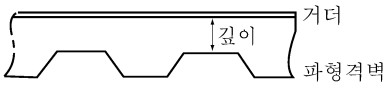


그림 3.14.7 거더의 깊이 측정방법

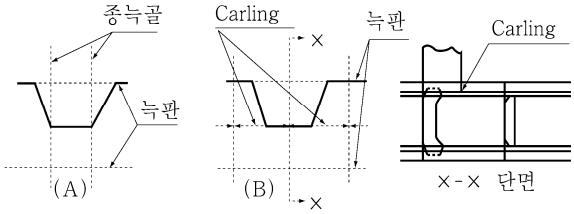


그림 3.14.8

제 4 절 수밀문

402. 수밀문의 형식 【규칙 참조】

1. 수밀격벽에 설치하는 수밀문은 가능한 한 슬라이딩식으로 한다. 만일 힌지식으로 할 경우에는 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하고 화물 등에 의한 손상을 받지 아니하도록 장치하여야 한다.
2. 여객선의 경우, 수밀문 및 그 제어장치는 SOLAS II-1 / 13.5.3 및 II-1 / 13.7.1.2.2에 따른다. *(2020)*

403. 강도와 수밀성 등 【규칙 참조】

규칙 403.의 1항의 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"란 다음의 (1)호 내지 (3)호에서 명시한 것 이외의 경우를 말한다.

(1) 문의 원형(prototype)에 대해 수밀시험을 실시한 경우
(2) 직접구조해석을 통해 충분한 강도와 수밀성을 갖고 있다고 검증된 경우. 다만, 수밀성을 확보하기 위하여 패킹을 사용하는 것에 있어서는 수밀문의 변형을 고려한 원형시험(protype test)에 의해 패킹부분에 대한 수밀성이 확인되어야 한다.
(3) 우리 선급에서 적절하다고 인정하는 기준에 따르는 경우

404. 조작 *(2020)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 404.의 규정에 따라 원격조작이 요구되는 경우에 있어서 원격조작용 동력장치가 필요한 것에 대해서는, 원격제어장소에 동력장치 구동을 위한 수단을 설치하여야 한다. 이러한 원격제어장치의 작동은 SOLAS II-1/13.8.1부터 13.8.3의 규정을 따른다. 파이프 터널로부터 주 펌프실로 접근하기 위한 상설통로가 있는 탱커의 경우, SOLAS II-2/4.5.2.4**에 따라** 수밀문은 상기의 요건에 추가하여 주 펌프실 입구 외부에서 수동으로 폐쇄 할 수 있어야 한다.
2. 규칙 404.의 2항의 적용에 있어, 여객선의 경우, 수동으로 조작 할 수 있는 각도는 15도이다.
3. **표** 3.14.3에 표시된 경우, 여객선의 경우 선교에서 동력에 의한 원격폐쇄가 가능하여야 하며, SOLAS II-1/13 7.1.4에서 요구하는 바에 따라, 격벽갑판 상에 있는 위치에서 수동으로 폐쇄 할 수 있어야 한다.
4. **규칙** 404.의 규정에 따라 원격조작이 요구되는 경우, 제어장치는 다음에 따른다.

(1) 항해선교의 제어장치에는 다음의 두 가지 모드로 전환할 수 있는 마스터 스위치(master switch)가 있어야 한다. 이 스위치는 통상적으로 “국소제어” 모드에 있어야 하며, “원격제어” 모드는 비상시 또는 점검 목적으로만 사용하여야 한다. 또한, 마스터 스위치에 대한 신뢰성에 특별한 주의를 하여야 한다.

(가) 국소제어 모드 : 어떠한 문에 있어서도 설치장소에서 개방하고, 사용 후는 자동 폐쇄장치를 사용하지 않고 설치장소에서 폐쇄하는 제어모드

(나) 원격제어 모드 : 어떠한 문에 있어서도 설치장소에서 개방하는 것이 가능하지만, 사용 후는 자동적으로 폐쇄되는 제어모드

(2) 항해선교에 있는 제어장치에는 각 문의 위치를 표시한 도표 및 각 수밀문의 개폐상태를 가시적으로 나타내는 표시장치를 설치하여야 한다. 이 표시장치는 수밀문이 개방되어 있을 때는 홍등, 완전히 폐쇄되어 있을 때는 녹등이 표시되는 것으로서, 원격폐쇄 작동 중에는 홍등의 점멸로 즉각적인 상태를 나타내어야한다. 표시장치의 회로는 수밀문의 동력제어 장치에 대해 독립적으로 운용되어야 한다. 이 요건은 여객선 및 화물선에 적용되어야 한다.

5. **규칙 404.**의 규정에 따라 원격조작이 요구되는 경우, 해당 수밀문에는 원격제어 모드 중에 국소제어 조작하는 방법을 안내하는 표시판/지침서가 배치되어 있어야 한다.
6. **규칙 404.**의 적용에 있어, 수밀문이 방화문에 근접하여 설치되는 경우, 두 문은 각각 독립적으로 두 문의 양쪽에서 조작 가능하여야 한다. 이때 원격조작이 요구되는 경우도 동일하다. 수밀문은 방화문 역할도 할 수는 있다. 그러나 화물선에 설치되거나 여객선의 격벽 갑판 아래에 설치된 경우 방화시험을 받을 필요는 없다. 여객선의 격벽 갑판 상방에 설치된 문의 경우에는 설치된 위치의 화재등급에 대하여 FTP 코드에 따라 시험되어야 한다. 자동 폐쇄(self closing)를 보장할 수 없는 경우, 문의 개폐 상태를 선교에 알려주는 수단 및 '항해 중 개방금지'의 경고판이 대안으로 설치되어야 한다.
7. **규칙 404.**의 “항해선교”란 항상 당직 사관이 근무하고 있는 장소를 의미하며, 통상적으로 항해선교 갑판실을 의미한다.
8. **규칙 404.**의 2항의 적용에 있어, 경사한 선박의 조작 성능은 원형시험(prototype test) 등으로 검증된다. *(2022)*
9. **규칙 404.**의 2항의 적용에 있어, 동력으로 조작 가능한 문은 동력뿐만 아니라 수동으로도 문의 개폐가 가능해야 한다. *(2022)*
10. **규칙 404.**의 1항에서 요구하는 “개방을 방지하기 위한 장치”는 조작장치 또는 폐쇄장치 자체에 열쇠를 설치하는 등의 조치를 말한다. *(2021)*

405. 표시장치 【규칙 참조】

1. 수밀확보를 위해 조임핸들(dogs) 또는 클리트(cleat)가 장착된 수밀문의 경우, 모든 조임핸들 또는 클리트가 적정한 위치에서 적절히 작동하는지를 보여주기 위하여 **규칙 405.**의 1항의 표시장치를 설치하여야 한다.
2. **규칙 405.**의 1항의 적용에 있어, 모든 조임핸들 또는 클리트가 적정한 위치에서 적절히 작동하는지를 쉽게 확인할 수 있도록 설계된 문에 대하여는 표시장치를 설치할 필요는 없다.
3. **규칙 405.**에서 요구하는 표시장치는 자체 진단형(self monitoring type)이어야 하며, 해당 수밀문의 위치에서 시험 기능을 갖추어야 한다.
4. **규칙 405.**의 2항에서 요구하는 표시장치는 문이 원격폐쇄 작동중임을(예, 홍등) 주의환기 할 수 있는 것이어야 한다.

406. 경보장치 *(2020)*

1. **규칙 406.**의 가청 경보장치는 문이 움직이기 시작하면서부터 완전히 폐쇄될 때까지 폐쇄장치가 작동하는 것을 가청으로 경보하여야 한다. 또한 그 구역의 다른 경보와는 구별되는 가청경보가 제공되어야 한다. 여객선의 경우, 경보는 문이 움직이기 시작하기 전 최소 5초에서 10초 사이에 울리기 시작해서 문이 폐쇄될 때까지 계속해서 경보가 울려야 한다.
2. 수동조작에 의한 원격 폐쇄의 경우, 문이 실제로 움직이는 동안에만 경보가 울리도록 요구된다. 승객 구역과 주변 소음이 높은 구역에서는, 가청경보장치에 더해 문 양쪽에 시각신호로 보완하여야 한다.
3. 독립식 또는 중앙식 유압장치에 의하여 작동되는 슬라이딩 문을 포함한 모든 수밀문에는 저액위 경보 또는 저 가스압력 경보 또는 가능한 한 유압식축압기(hydraulic accumulator)에 축적된 에너지 손실을 모니터링하기 위한 기타 수단이 제공되어야 한다. 이 경보는 가시 및 가청이어야 하며, 여객선의 경우 항해선교의 중앙제어콘솔에 화물선의 경우 항해선교에 있어야 한다. *(2021)*

407. 전원 【규칙 참조】

규칙 407.의 2항의 "전기설비"는 문의 개폐를 위한 전기모터와 제어기, 개폐상태를 표시하는 표시장치, 가청 경보장치, 폐쇄상태를 확인하기 위한 리미트 스위치(limit switch) 및 관련 케이블을 의미한다. 이들 전기설비에 대한 보호 등급은 (KS C) IEC 60529에 따른 IPX6 이상이어야 한다. 다만, 여객선의 경우에는 다음에 적합하여야 한다.

(1) 전기모터, 관련회로 및 제어 구성품 : IPX7

(2) 문 위치 표시장치 및 관련 회로 구성품 : IPX8 (IPX8로 보호된 외피의 수압시험은 해당 선종별로 관련 국가 또는 국제기준에서 규정하는 시간 동안 침수시 해당부품이 위치한 장소에서 생길 수 있는 압력을 기준으로 하여야 한다.)

(3) 문 작동 경보장치 : IPX6

409. 슬라이딩 문 【규칙 참조】

1. 슬라이딩문의 좌우의 휨보강재(**그림 3.14.9**의 ※표시)의 단면계수는 **규칙 15장 203.**의 디프탱크 격벽 휨보강재에 대한 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만 h 의 상단점은 선체 중심선에 있어서 격벽갑판까지로 한다.

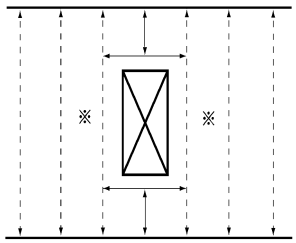


그림 3.14.9

412. 시험 *(2021)* 【규칙 참조】

1. 침수의 평형 또는 중간단계에서 물에 잠기지 않지만, 평형상태를 넘어 요구되는 양의 복원성 범위 내의 경사각도에서 간헐적으로 물에 잠기는 문(건현 또는 격벽 갑판 상부 수밀문)은 사수시험을 하여야 한다.

2. 압력시험

(1) 압력시험에 사용되는 수두는 문이 설치된 위치에서, 최소한 문 개구부의 하단 모서리에서부터 격벽갑판 또는 건현갑판까지의 수두와, 해당되는 경우, 가장 불리한 손상수면까지 계측한 수두 중 가장 큰 값이어야 한다. 시험은 선박에 설치하기 전에 공장 또는 시험설비를 갖춘 안벽에서 수행 될 수 있다.

(2) 허용 가능한 누설 기준은 다음과 같다:

- 가스켓이 있는 문 누설 없음
- 금속 씰이 있는 문 분당 최대 1리터

(3) 컨베이어 터널에 위치한 길로틴 문 또는 개스킷 씰을 사용한 화물구역 내의 대형 문에 대한 시험의 경우, 다음의 식에 따라 누설량이 허용될 수 있다.

$$\text{누설률 (liter / min)} = \frac{(P+4.572)\times h^3}{6{,}568}$$

여기서,

P : 문 개구부의 둘레 (m)

h : 시험 수두 (m)

(4) 구조치수를 결정하기 위해 사용된 수두가 6.10 m를 넘지 않는 문의 경우, 계산된 누설률은 0.375 liter/min보다 클 필요 없다.

(5) 통상적으로 개방되어 있고 항해 중 사용되거나 평형 또는 중간수면에서 물에 잠기게 되는 여객선의 문의 경우, 문의 중심선상의 문턱 상방 최소 1 m 높이의 수두에 해당하는 힘에 대하여 문이 완전히 폐쇄되는지 확인하기 위하여 문의 양쪽에서 원형시험을 수행하여야 한다.

3. 모든 수밀문은 선박에 설치된 후 **적용지침 1편 부록 1-16**에 따라 사수시험을 받아야 한다. 침수에 대한 노출이 한

쪽에서만 예상되는 경우가 아니라면, 사수시험은 문의 양쪽 측면에서 수행되어야 한다. 기관, 전기장치 절연재 또는 의장품에 대해 발생 가능한 손상때문에 사수시험이 실행 불가능한 경우, 초음파 누설시험 또는 이와 동등한 시험으로 대체될 수 있다. ⚓

표 3.14.3 여객선의 내부 수밀격벽 및 외부 수밀경계의 문 *(2022)*

A. 내부 수밀격벽의 문

격벽 및 건현갑판 관련 위치	1. 항해 중 상태	2. 유형	3. 원격폐쇄	4. 원격 표시	5. 가시 또는 가청 경보	6. 경고	7. 규정	8.비고
(1) 하부	사용	POS	Yes	Yes	Yes (local)	No	SOLAS II-1/10, 13.4, 13.5.1, 13.5.2, 13.6, 13.7.1,13.8.1, 13.8.2, 16.2, 22.1, 22.3 및 22.4	For doors that are used, see SOLAS II-1/22.3 및 IMO MSC. 1/Circ.1564
	반드시 폐쇄	S, H	No	No	No	Yes	SOLAS II-1/10, 13.9.1, 13.9.2, 14.2, 16.2, 22.2 및 22.5	Notes 3 + 4 + 6 참조
(2) 갑판상 또는 상부	사용	POS, POH	Yes	Yes	Yes (local)	No	SOLAS II-1/10, 16.2, 17.1 및 22.3	Note 7 참조
		S, H	No	Yes	No	Yes	Note 1 참조	
		S, H	No	Yes	Yes (remote)	Yes	SOLAS II-1/17-1.1.1, 17-1.1.2, 17-1.1.3, 23.6 및 23.8	Ro-Ro 갑판 아래로의 출입문
	반드시 폐쇄	S, H	No	Yes	Yes (remote)	Yes	SOLAS II-1/17-1.1.1, 17-1.1.2, 17-1.1.3, 22.7 및 23.3~23.5	Notes 1 + 3 + 4 참조

Notes:

* 유형

- 동력으로 조작 가능한, 슬라이딩 또는 롤링 타입 POS
- 동력으로 조작 가능한, 힌지 타입 POH
- 슬라이딩 또는 롤링 타입 S
- 힌지 타입 H

1. 힌지가 있는 문의 경우, 단동식(single action type)이어야 한다.
2. ICLL66에서, 주 기관 구역을 조타장치 구획으로부터 구분하는 문은, 그러한 문의 하부 문틀이 하기건현 상부에 있으며 항해 중 폐쇄하여 사용하지 않는 경우, 힌지가 있는 단동식으로 할 수 있다.
3. 화물 구역을 세분하는 수밀 격벽 문의 경우, 항구에서 그 문이 개방되어 있는 시간과 선박이 출항하기 전에 폐쇄하는 시간을 항해 일지에 기록하여야 한다.
4. 문에는 허가받지 않은 개방을 방지하기 위한 장치가 설치되어야한다.
5. MARPOL에서, 선루에 있는 수밀 격벽에서는 힌지가 있는 수밀문을 사용할 수 있다.
6. SOLAS II-1/14.2를 따르는 여객선에는 각 문이 폐쇄되고 모든 문의 잠금 장치가 고정 될 때, 이를 선교에 자동으로 보여주는 표시기가 있어야 한다.
7. 감압 및 슬라이딩 준 수밀문(semi-watertight door)이 있는 슬라이딩 수밀문에 관해서는 Res.MSC.429 (98)의 17.1 규정에 대한 주석을 참고한다.

B. 평형수면 또는 중간수면 하의 외부 수밀격벽의 문

격벽 및 건현갑판 관련 위치	1. 항해 중 상태	2. 유형	3. 원격폐쇄	4. 원격 표시	5. 가시 또는 가청 경보	6. 경고	7. 규정	8. 비고
(1) 하부	반드시 폐쇄	S, H	No	No	No	Yes	SOLAS II-1/15.9, 22.6 및 22.12	Notes 2 + 3 참조
(2) 갑판상 또는 상부	통상 폐쇄	S, H	No	Yes	No	Yes	SOLAS II-1/17.1 및 22.3 MSC Cir 541	Note 1 참조
		S, H	No	Yes	Yes(Remote)	Yes	SOLAS II-1/17-1.1.1, 17-1.1.2, 17-1.3, 23.6 및 23.8	Ro-Ro 갑판 아래로의 출입문
	반드시 폐쇄	S, H	No	Yes	Yes(Remote)	Yes	SOLAS II-1/17-1.1.1, 17-1.2, 17-1.3 23.3 및 23.5	Notes 2 + 3 참조

Notes:
* 유형
- 동력으로 조작 가능한, 슬라이딩 또는 롤링 타입 POS
- 동력으로 조작 가능한, 힌지 타입 POH
- 슬라이딩 또는 롤링 타입 S
- 힌지 타입 H

1. 힌지가 있는 문의 경우, 단동식(single action type)이어야 한다.
2. 항구에서 그 문이 개방되어 있는 시간과 선박이 출항하기 전에 폐쇄하는 시간을 항해 일지에 기록하여야 한다.
3. 문에는 허가받지 않은 개방을 방지하기 위한 장치가 설치되어야한다.

제 15 장 디프탱크

제 1 절 일반사항

103. 제수격벽 【규칙 참조】

1. 디프탱크의 길이는 다음에 정한 길이 이하로 한다. *(2020)*
   (1) 종격벽이 설치되지 않은 경우 또는 선체중심선에만 종격벽을 설치하는 경우 :
   0.15 L_f(m) 또는 10 m 중 큰 것.
   (2) 2열 이상의 종격벽을 설치하는 경우 :
   0.2 L_f(m). 다만, 산적화물선형의 선수미부에는 0.15 L_f(m) 또한 현측탱크의 너비가 $4L + 500$ (mm)보다 좁은 경우에는 내측의 격벽을 종격벽으로 보지 아니한다.
2. 제수격벽
   (1) 선수미창을 제외하고 선박의 전 너비에 걸쳐 있는 디프탱크에는 선체 중심선에 종격벽을 설치한다. 다만, 선박의 안전성능에 관한 자료에 의거 필요없다고 인정하는 경우에는 예외로 한다.
   (2) 선박의 전 너비에 걸쳐 있는 청수탱크, 연료유탱크, 기타 항해시에 만재되지 않는 디프탱크에는 선체중심선 및 선측으로부터 대략 $B/4$ 의 곳에 제수판 또는 디프거더를 설치한다. 다만, 선박의 동요주기 및 탱크내의 액체의 고유주기에 관한 자료에 따라 필요 없다고 인정하는 경우에는 예외로 한다.

104. 최소두께 【규칙 참조】

멤브레인 형식 액화천연가스 운반선의 디프탱크내의 늑판, 거더, 트랜스버스, 스트링거 및 단부브래킷의 최소두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 7.5 + 0.01\,L_2 \quad \text{(mm)}$$

L_2 : 선박의 길이(m). 다만 L 이 300 m 를 넘을 때에는 300 m 로 한다.

제 2 절 디프탱크 격벽

202. 격벽판 【규칙 참조】

1. **규칙 202.**에 규정하는 h를 산정하는 경우에, 선측 및 선저외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소흘수, $d_{\min}$ (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서 $d_{\min}$, 최소흘수 위치에서 0으로 하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.
2. 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선의 화물창내 디프탱크 격벽판의 두께는 **규칙 202.**의 식 중 α 및 h를 다음의 값으로 하여 계산한다.

   α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만 α_3 이상이어야 한다.

   $$\alpha_1 = 17.8\,f_D\left(\frac{y - y_B}{Y'}\right) \qquad y \geq y_B \text{ 일 때}$$

   $$\alpha_2 = 17.8\,f_B\left(\frac{y_B - y}{y_B}\right) \qquad y < y_B \text{ 일 때}$$

   $$\alpha_3 = \beta\left(\frac{B - 2b}{B}\right)$$

   h : 수두(m)로서 **규칙 7편 5장 413. 2**항의 내압과 다음 식에 의한 h_s 중에서 큰 값 *(2018)*

   h_s : 슬로싱 압력 P_s를 10으로 나눈 값.

   $$P_s = P_{static,100\%FL} + P_{slh} \quad (kN/m^2)$$

   $P_{static,100\%FL}$: 액체화물의 높이가 탱크 최대 높이인 경우의 정압력 (kN/m^2)

$P_{static,100\%FL} = \rho g h_{Tank} + P_{PV} \quad (kN/m^2)$

P_{slh} : P_{slh-l} 또는 P_{slh-t}

P_{slh-l} : 종방향 액체운동에 의한 슬로싱 압력으로서 횡격벽에 적용한다.

$$P_{slh-l} = \rho g l_{Tank} f_{slh} \left[0.4 - \left(0.39 - \frac{1.7 l_{Tank}}{L} \right) \frac{L}{350} \right] \quad (kN/m^2)$$

P_{slh-t} : 횡방향 액체운동에 의한 슬로싱 압력으로서 종격벽에 적용한다.

$$P_{slh-t} = 7 \rho g f_{slh} \left(\frac{b_{Tank}}{B} - 0.3 \right) GM^{0.75} \quad (kN/m^2)$$

ρ : 액화천연가스 설계 밀도 (ton/m^3).

GM : 적하지침서에 명시된 해당 적재조건에서의 메타센터 높이(m).

l_{Tank} : 탱크의 길이 (m).

b_{Tank} : 탱크의 폭 (m).

h_{Tank} : 탱크의 높이 (m).

h_{fill} : 탱크 저부로부터 측정한 액체화물의 높이 (m).

P_{PV} : 설계 증기압력(kN/m^2). 다만, 25 kN/m^{2}보다 작아서는 아니된다.

f_{slh} : 계수로써 다음과 같다.

h_{fill}	f_{slh}
$0.0 h_{Tank}$	0.0
$0.1 h_{Tank}$	$f_{slh} = 1.5 \left[1 - 2 \left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2} \right)^2 \right]$
$0.3 h_{Tank}$	$f_{slh} = 2.0 \left[1 - 2 \left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2} \right)^2 \right]$
$1.0 h_{Tank}$	$f_{slh} = 1.5 \left[1 - 2 \left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2} \right)^2 \right]$
h_{fill}이 중간값일 경우 f_{slh}값 은 보간법에 의한다.	

3. 독립형탱크 형식 A를 갖는 가스 운반선의 화물탱크 격벽판의 두께는 규칙 **202.**의 식 중 C_2 및 h 를 다음의 값으로 계산한다.

C_2 : 3.6

h : 수두 (m)로서, **규칙 7편 5장 413.**의 2항의 내압(MPa)에 100을 곱한 값

203. 격벽횡보강재 【규칙 참조】

1. "견고한 브래킷 고착" 의 경우, 브래킷의 암의 길이가 $l/8$ 보다 클 경우에는 격벽횡보강재의 스팬은 $4l'/3$ 로 하여 계산한다.(**그림 3.15.1** 참조)
2. 디프탱크 정부에서 횡보강재가 갑판사이 격벽횡보강재와 서로 일치하지 않을 경우에는 반드시 브래킷 고착으로 할 필요가 있다.
3. 갑판 종거더를 지지하는 격벽횡보강재의 치수는 **14장 303.**의 1항의 식 중 C를 9.81로 하여 정한 것으로 한다.
4. **규칙 203.**에 규정하는 h를 산정하는 경우에, 선측외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소흘수, $d_{\min}$(m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서 $d_{\min}$, 최소흘수 위치에서 0으로 하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.
5. 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선의 화물창내 디프탱크 격벽 횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 따른다.

$$Z = 90 C_1 C_2 C_3 S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

h : 202.의 2항에 따른다.
C_1, S 및 l : **규칙 7편 10장 105.**에 따른다.
C_2 : 다음 식에 의한 값.

$$C_2 = \frac{K}{18}$$

다만, h_1 에 대한 C_2 의 값은 다음 식에 따른다.

종늑골 방식의 종격벽인 경우 : $C_2 = \dfrac{K}{24-\alpha K}$, 최소값 $C_2 = \dfrac{K}{18}$

횡늑골 방식의 종격벽 및 횡격벽인 경우 : $C_2 = \dfrac{K}{18}$

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만 α_3 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 17.8 f_D \left(\frac{y-y_B}{Y'} \right) \qquad y \geq y_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 17.8 f_B \left(\frac{y_B-y}{y_B} \right) \qquad y < y_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_3 = \beta \left(\frac{B-2b}{B} \right)$$

C_3 : 횡보강재 끝단의 고착조건에 따른 계수로서 **규칙 7편 10장 표 7.10.6**에 따른다.

6. 독립형탱크 형식 A를 갖는 가스 운반선의 화물탱크 격벽 횡보강재의 단면계수는 다음 식에 따른다. 다만, 화물이 강재에 대하여 부식을 일으키지 않음이 확인 되는 경우에는 상기 식에 의한 값에 0.85를 곱한 값으로 할 수 있다.

$$Z = 100 C_1 C_2 S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

h : **규칙 7편 5장 413.**의 2항의 내압을 10으로 나눈 값
C_1 : 다음에 따른다.
0.065 : **2편 1장**에 규정된 연강의 경우
0.059 : **2편 1장**에 규정된 고장력강($AH32$, $DH32$, $EH32$ 및 $FH32$)의 경우
0.053 : **2편 1장**에 규정된 고장력강($AH36$, $DH36$, $EH36$ 및 $FH36$)의 경우
S 및 l : **규칙 7편 10장 105.**에 따른다.
C_2 : **규칙 7편 10장 표 7.10.6**에 따른다.

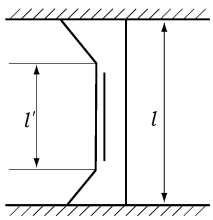


그림 3.15.1

204. 보강거더 【규칙 참조】

1. 파형격벽에 설치되는 거더는 밸런스거더로 한다. 밸런스거더로 하는 것이 곤란한 경우에는 거더의 중립축을 가능한 한 격벽에 가깝게 되도록 설치한다.
2. **규칙 204.**에 규정하는 h를 산정하는 경우에, 선측외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소흘수 $d_{\min}$ (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서 $d_{\min}$, 최소흘수 위치에서 0으로 하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.

207. 파형격벽 【규칙 참조】

1. 파형격벽을 지지하는 상부 및 하부의 구조 *(2016)*

(1) 파형격벽에 스툴이 설치되지 않은 경우, 파형격벽을 지지하는 상부 및 하부 구조의 표준은 **표 3.15.1**에 따른다.

(2) 파형격벽에 스툴이 설치되는 경우, 상부 및 하부 스툴을 지지하는 구조의 표준은 다음의 (a) 및 (b)에 따른다.

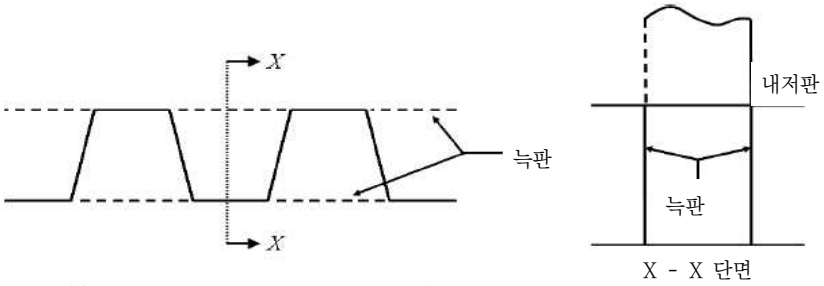
(a) 하부 스툴의 측판 최상부와 정판의 두께는 파형격벽의 하부의 두께와 동일해야 한다.

(b) 하부 스툴의 바닥에서, 이중저의 늑판은 횡 파형격벽의 하부 스툴 측판 아래에 설치하여야 하고 거더(중심선 거더 및 측거더)는 종 파형격벽의 하부 스툴 측판 아래에 설치하여야 한다. 또한, 늑판과 거더의 상부 두께는 하부 스툴의 측판의 두께와 같아야 한다.

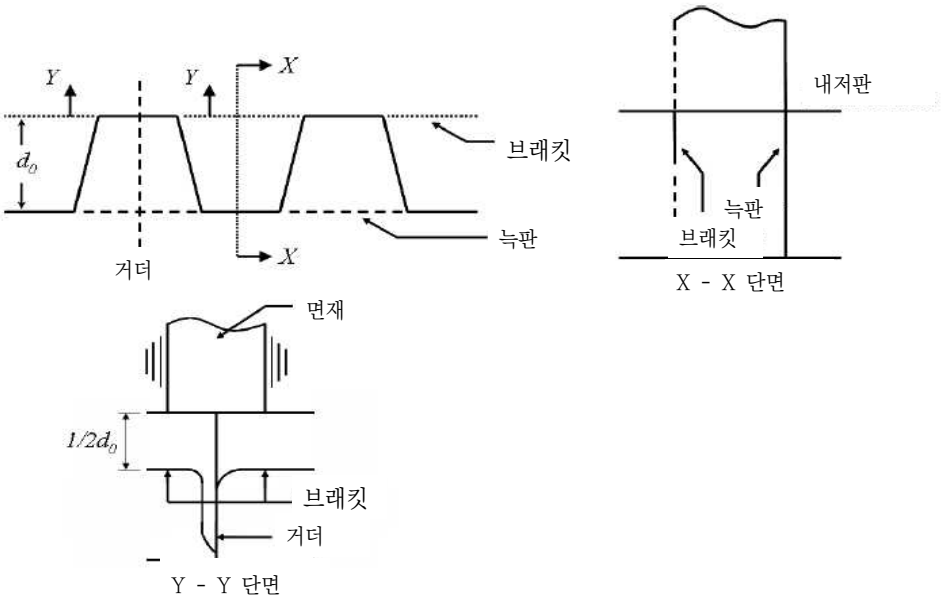
(3) 상기 (1) 및 (2)의 경우, 트랜스버스 또는 거더의 웨브, 늑판에 보강재가 관통하여 슬롯 또는 스캘럽과 같은 개구가 제공된다면, 이들 개구는 없애거나 칼라판이 시공되어야 한다.

표 3.15.1 파형격벽을 지지하는 상부 및 하부 구조(스툴이 설치되지 않은 경우)

파형격벽의 종류		위치	지지구조
수직 파형 격벽	횡방향	하부	늑판의 두께는 파형격벽의 하부 두께와 같아야 하고, 파형격벽의 양쪽 면재 하부에 설치하여야 한다. 또는, 늑판과 브래킷의 두께는 파형격벽의 하부 두께와 같아야 하고, 파형격벽의 한쪽 면재 하부에는 늑판을 설치하고 나머지는 파형 깊이의 0.5배 이상인 웨브 깊이를 갖는 브래킷을 설치하여야 한다. (**지침 그림 3.15.2**) 실행가능한, 호퍼 탱크 경사판 하부와 내저판 하부에는 파형격벽의 웨브와 일치하게 브래킷이 제공되어야 한다.
	종방향	상부	갑판 상부의 종거더 또는 종보강재의 웨브 두께는 파형격벽 상부 두께의 80% 이상이어야 하고, 파형격벽의 양쪽 면재 상부에 설치하여야 한다.
		하부	거더(중심선거더 및 측거더)의 두께는 파형격벽의 하부 두께와 같아야 하고, 파형격벽의 양쪽 면재 하부에 설치하여야 한다. 또는, 거더(중심선거더 및 측거더)의 두께는 파형격벽의 하부 두께와 같아야 하고, 파형격벽의 한쪽 면재 하부에는 거더를 설치하고 나머지는 파형 깊이의 0.5배 이상인 웨브 깊이를 갖는 종보강재 또는 동등한 보강재를 설치하여야 한다. 실행가능한, 내저판 하부에는 파형격벽의 웨브와 일치하게 브래킷이 제공되어야 한다.
수평 파형 격벽	횡방향	하부	늑판의 두께는 파형격벽의 하부 두께와 같아야 하고, 파형격벽의 웨브 하부에 설치하여야 한다.
	종방향	상부	상부 갑판의 종거더의 웨브 두께는 파형격벽의 상부 두께의 80% 이상이어야 하고, 파형격벽의 웨브 상부에 설치하여야 한다.
		하부	거더(중심선거더 및 측거더)의 두께는 파형격벽의 하부 두께와 같아야 하고, 파형격벽의 웨브 하부에 설치하여야 한다.



(a) 양쪽 면재하부에 늑판을 설치하는 경우



(b) 한쪽 면재 하부에는 늑판, 나머지는 브래킷을 설치하는 경우

그림 3.15.2 파형격벽을 지지하는 구조의 예(횡격벽)

2. **파형격벽의 단면계수** *(2016)*

파형격벽의 하부 스툴의 이중저 내저판 위치에서 선박길이방향의 너비 d_H가 파형격벽의 웨브 깊이 d_0의 2.5배 미만일 때는 지지점 사이 길이 l의 측정방법을 **그림** 3.15.3과 같이 하고, 또한 파형격벽의 1/2피치당 단면계수와 하부 스툴의 이중저 내저판 위치에 있어서 단면계수는 **규칙** 207.의 2항의 식 중 C를 각각 **표** 3.15.2에 정한 값을 사용하여 정하는 값 이상으로 하여야 한다.

3. **파형격벽의 구조** *(2016)*

파형격벽의 파형각, ϕ는 55° 이상이어야 한다(**그림** 3.15.4).

4. 파형격벽 평가 시 비중(ρ)이 1.0이상인 액체화물을 운송하는 구역의 파형격벽의 치수는 수두에 비중을 곱한 값 ($h \times \rho$)으로 **규칙** 207.1. 내지 3.을 계산하여야 한다. *(2016)*

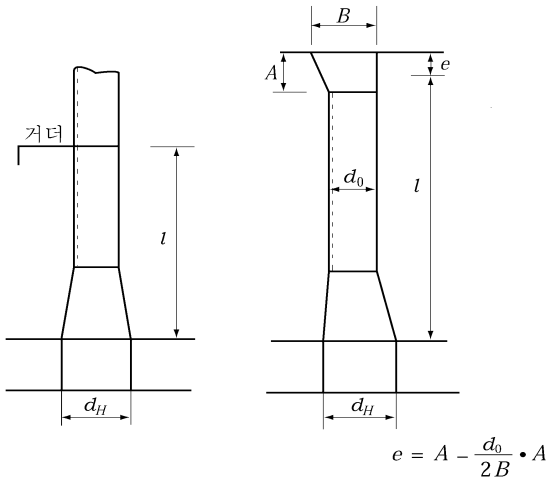


그림 3.15.3 dH/d0〈2.5 일 때 길이 l 의 측정방법

표 3.15.2 계수 C

상단의 지지조건	거더지지	갑판에 고착	스툴에 고착
파형격벽의 단면계수	1.00	0.85	0.78
스툴 하단의 단면계수	1.00	1.50	1.35

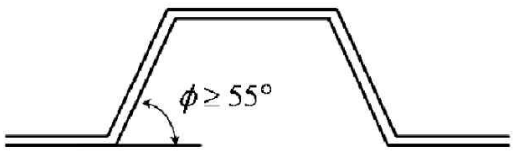


그림 3.15.4 파형격벽의 파형각 정의

209. 치수의 경감 【규칙 참조】

1. **규칙** 203., 204., 207.의 2항 및 **지침** 203.의 5항에 따른 격벽 휨보강재, 보강거더 및 파형격벽의 요구 단면계수는 해당부재가 양면이 해수에 접하지 않는 경우에는 5 %를 감할 수 있다.
2. 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선의 화물창내 내저판, 호퍼판, 내측 종격벽판, 챔퍼판(chamfer plate), 내측갑판 및 횡격벽판(화물격납설비로 보호되는 경우) 두께는 **규칙** 209.의 규정에도 불구하고 202.의 규정에 의한 두께에서 1.5 mm를 감할 수 있다. 또한, 횡격벽판이 코퍼댐 구조일 경우 추가로 0.5 mm를 감할 수 있다. *(2018)*
3. 독립형탱크 형식 A를 갖는 가스 운반선의 화물탱크 격벽판 두께는 화물이 강재에 대하여 부식을 일으키지 않음이 확인 되는 경우 202.의 규정에 의한 두께에서 2.5 mm를 감할 수 있다. ⚓

제 16 장 선루

제 1 절 일반사항

101. 일반 *(2019)*

어선의 경우 어선법, 어선의 구조기준의 관련 요건을 만족한다면 선수루를 생략할 수 있다.

102. 적용 【규칙 참조】

규칙 102.의 2항을 적용함에 있어서 제3층보다 상층의 선루의 구조 및 치수는 3층으로 간주하여 적용한다.

제 3 절 선루단 격벽에 설치하는 출입구

301. 출입구의 폐쇄장치 【규칙 참조】

무거운 예비품 등을 반입 및 반출하는 장소로서 출입구의 문턱이 장애가 되는 경우에는 우리 선급의 승인을 받은 경우에 한하여 취외식의 문턱으로 하여도 좋다. ⚓

제 17 장 갑판실

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

규칙 101.의 2항을 적용함에 있어서 제3층보다 상층의 갑판실의 구조 및 치수는 3층으로 간주하여 적용한다. ⚓

제 18 장 기관실 및 기관실 위벽

제 2 절 주기하부의 구조

202. 이중저구조 【규칙 참조】

1. 기관실의 이중저구조 부재의 치수는 다음을 기준으로 한다. 다만, 다른 적당한 방법으로 검토하여 치수를 정한 경우에는 그러하지 아니한다.

(1) 중심선거더의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$t = 0.05L + 4.7 \quad (\mathrm{mm})$$

(2) 측거더 및 실체늑판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$L < 100\ \mathrm{m}\ \text{일 때 :}\ t = 0.6\sqrt{L} + 3.0 \quad (\mathrm{mm})$$
$$L \geq 100\ \mathrm{m}\ \text{일 때 :}\ t = 0.035L + 5.5 \quad (\mathrm{mm})$$

2. 주기대판 하부의 거더는 내저판을 가능한 한 관통하여야 하며, 내저판을 관통하지 않는 경우에는 내저판의 두께를 규정치보다 적절히 증가시켜야 하며 거더는 개선하여 내저판과 용접하여야 한다. 또한 거더에 맨홀을 설치하는 경우에는 그 수를 최소로 하여야 한다.
3. 주기를 내저판에 직접 설치하는 경우 그 바로 아래의 구획은 코퍼댐으로 할 것을 권장한다. 그 구획이 디프기름 탱크로 사용되는 경우에는 주기의 고착부분의 수밀성이 유지되도록 캡너트 및 패킹 등을 설치하여야 한다.

제 3 절 보일러실의 구조

301. 보일러의 지지 【규칙 참조】

규칙 301.의 2항을 적용함에 있어서 보일러 하부의 보강은 **지침 7장** 107.에 따른다. ⚓

제 19 장 축로 및 축로리쎄스

제 1 절 일반사항 *(2019)*

101. 구조 및 배치 【규칙 참조】

규칙 101.의 3항을 적용함에 있어서 여객선의 탈출 트렁크는 해상인명안전협약(SOLAS) 제 2-1장 13규칙의 10.1에 따른다.

110. 통풍통 및 탈출트렁크 【규칙 참조】

여객선의 탈출 트렁크는 해상인명안전협약(SOLAS) 제 2-1장 13규칙의 10.1에 따른다. ⚓

부록 3-1 적하지침서의 작성 및 검사지침

1. 적하지침서의 구성

적하지침서는 다음 3부분으로 구성한다.

(1) 개요
선장에게 본선의 성능 및 상태를 이해시키고 적하에 따른 선체강도와의 관계를 종합적으로 파악케 하고 적하에 대한 지침을 위한 해설

(2) 표준적하상태
본선의 표준적하상태의 설명

(3) 표준적하상태와 다른 적하를 할 때의 종강도 계산법(5항 참조)
다만, **3장 표 3.3.3**의 분류2에 해당하는 선박은 제외

2. 개요에 개재하는 내용

(1) 주요치수 등 본선의 구조, 배치, 특징에 대한 일반적인 설명

(2) 적하상의 주의사항
표준적하상태에 대해서는 횡강도, 국부강도를 포함한 선체강도 전반의 해석결과 및 이를 토대로 운항상의 주의사항을 명기하고, 표준적하상태와 다른 적하상태에 대해서는 선체에 과대한 응력이 발생하지 않도록 주의해야 할 사항과 표준적하상태 또는 임의의 적하상태를 만들때의 평형수, 화물 등의 중량이동에 관한 주의사항을 명기하여야 하며 구체적인 내용은 선박에 따라 다르나 일반적으로 다음과 같은 점에 주의하여야 한다.

(가) 선수선저 보강부의 강도에 대해서 요구되는 최소선수흘수
(나) 화물창 적하높이에 대한 제한
(다) 격창적하, 2항적하(二港積荷) 등의 여부
(라) 탱크액면높이에 대한 제한
(마) 국부강도 및 횡강도상 문제되는 적하(예를 들면 갑판상 또는 창구덮개상 적하높이의 제한)
(바) 종강도상 문제되는 적하
(사) 평형수 적재시, 입거시 등의 주의사항

(3) 정수중의 종굽힘 모멘트 및 전단력의 허용값과 허용응력
4항에서 계산되는 정수중의 종굽힘모멘트와 전단력의 허용값을 5.2에 명기하여야 한다. 또한 종굽힘 모멘트 및 전단력의 양(+), 음(-) 부호의 정의를 명시하여야 한다.

(4) 길이 (L_f) 150 m 이상의 산적화물선, 광석운반선 및 겸용선은 (1)호 내지 (3)호에 추가하여 다음 사항을 포함하여야 한다.

(가) 산적화물선의 경우 화물창 침수시의 정수중 굽힘모멘트 및 전단력의 허용값 및 계산결과의 포락선 또는 포락표(envelop results).
(나) 만재흘수시 빈 화물창 또는 이들의 조합. 만재흘수시 빈 화물창이 허용되지 않는 경우 적하지침서에 명기하여야 한다.
(다) 각 화물창의 중앙부에서의 흘수에 대한 함수로서 해당 화물창의 최대허용 및 필요최소 적재중량(이중저의 평형수 중량고려)
(라) 2개의 인접한 화물창의 중앙부에서의 흘수에 대한 함수로서 해당 인접화물창의 최대허용 및 필요최소 적재중량(이중저의 평형수 중량고려). 이 경우 흘수는 두 화물창의 중앙부에서의 평균흘수로 한다. 또한 (다)를 포함한 허용 적재중량에 대한 계산방법은 **지침 7편 부록 7-4**의 **「산적화물선에 대한 흘수의 함수로서 화물창의 최대허용 및 필요최소 적재중량 계산지침」**에 따른다.
(마) 산적화물이 아닌 화물의 특성 및 탱크 정부의 허용하중.
(바) 갑판 및 화물 창구덮개의 허용하중. 갑판 및 화물창구덮개에 화물을 적재하지 않도록 승인된 경우 이를 적하지침서에 명기하여야 한다.
(사) 평형수 적재계획은 평형수 교체를 이룰수 있는 비율을 기본으로하여 터미널과 합의되어야 한다는 내용 및 최대 평형수 교체비율.

3. 표준 적하상태

(1) 일반적으로 입항 및 출항시에 연료유, 청수, 창고품을 포함한 다음의 적하상태가 정수중 종굽힘 모우먼트와 전단강도 계산시에 고려되어야 한다. 또한, 항해 중 중간단계에서 소모품의 양과 배치를 고려하여 더 심각한 정도라고 간주될 경우에는 이러한 중간상태에 대한 계산자료를 입항 및 출항상태에 추가하여 제출하여야 하며, 항해도중 평형수를 적재하거나 배출할 경우에는 적재 또는 배출하기 직전 및 직후의 중간과정의 상태에 대한 계산을 적하지침서에 포함하여야 한다.

(가) 화물선, 롤온·롤오프선, 냉동화물선, 산적화물선, 광석운반선 등 *(2020)*

(a) 경하상태
(b) 평형수적재 상태(출항시, 입항시)
(c) 화물을 균일하게 적하한 상태(출항시, 입항시)
(d) 사양서에 지정되어 있는 모든 불균일한 적하상태(출항시, 입항시)
(e) 필요하면 단기항해 또는 평수구역의 항해에 대하여 특별히 승인된 적하상태
(f) 필요하면 화물의 적하 또는 양하 중에 순간적으로 악영향을 유발하는 적하상태
(g) 부상중에 있어서 입거준비상태
(h) 적용되는 경우, 항해중의 평형수 교체에 대한 대표적인 지침
(i) 선급부호 BC-A, BC-B 또는 BC-C를 가지는 산적화물선은 **규칙 7편 3장 2절**에 명시된 모든 하중조건 중 해당되는 사항

(나) 유조선

(a) 경하상태
(b) 평형수적재 상태(출항시, 입항시)
(c) 화물을 균일하게 적하한 상태(출항시, 입항시)
(d) 사양서에 지정되어 있는 모든 불균일한 적하상태(출항시, 입항시)
(e) 항해중에 탱크내 청소 중 또는 작업시의 상태로서 평형수적재 상태와 큰 차이가 있는 것
(f) 필요하면 화물의 적재 및 하역시에 순간적으로 악영향을 유발하는 적하상태
(g) 부상중에 있어서 입거준비상태
(h) 적용되는 경우, 항해중의 평형수 교체에 대한 대표적인 지침.

(다) 케미컬 탱커

(a) 상기 (나)의 유조선에 대한 각 적하상태
(b) Operation manual에 기재되어 있는 적하상태
(c) 승인된 화물적재 List에 포함되어 있는 화물로서 고밀도인 것, 가열을 요하는 것 및 격리할 필요가 있는 것에 대한 적하상태
(d) 적용되는 경우, 항해중의 평형수 교체에 대한 대표적인 지침.

(라) 액화가스 산적운반선

(a) 경하상태
(b) 평형수적재 상태(출항시, 입항시)
(c) 화물을 균일하게 적하한 상태(출항시, 입항시)
(d) 일부 빈(空) 또는 반재(半載) 탱크가 있는 경우의 적하상태
(e) 비중량이 크게 다른 2종 이상의 화물이 혼재(混載)되어 있는 경우의 적하상태
(f) 증기압의 증가가 승인된 평수구역에서의 상태
(g) 필요하면 화물의 적재 및 하역시에 순간적으로 악영향을 유발하는 적하상태
(h) 부상중에 있어서 입거준비상태
(i) 적용되는 경우, 항해중의 평형수 교체에 대한 대표적인 지침.

(마) 겸용선

(a) 상기 (가) 화물선 및 (나) 유조선에 대한 각 적하상태
(b) 적용되는 경우, 항해중의 평형수 교체에 대한 대표적인 지침.

(바) 길이 (L_f) 150 m 이상의 산적화물선, 광석운반선 및 겸용선은 (가) 및 (마)에 규정된 선종별 적하상태에 추가하여 다음의 적하상태를 포함하여야 한다. 다만, 다음 (d) 및 (e)의 적하상태는 선주와 조선소가 합의한 사양서에 따를 수 있다. 또한, 다음의 적하상태중 어느 일부 적하상태가 적하지침서에 포함되어 있지 않은 경우, 그로 인해 예상되는 영향을 주의사항으로서 동 지침서내에 기재하여야 한다.

(a) 적용되는 경우, 최대흘수에서 가벼운 화물 및 무거운 화물의 격창적하상태.
(b) 최대흘수에서 가벼운 화물 및 무거운 화물의 균일적하상태
(c)평형수적재 상태. 다만, 해수평형수용 화물창을 갖는 선박이 톱사이드, 빌지호퍼 및 이중저탱크가 인접한 경우 평형수용 화물창은 톱사이드, 빌지호퍼 및 이중저탱크가 빈 상태에서 구조적으로 문제가 없어야 한다. 설계된 평형수적재 상태에서 선수창의 부분적재는 초과적재를 제한할 수 있는 효과적인 수단이 없는 한 허용되지 않는다.
(d) 제한된 양의 벙커를 싣고 최대흘수까지 적재한 상태의 단기항해 상태
(e) 다수의 항구에서 이루어지는 적하 및 양하상태.
(f) 적용되는 경우, 갑판화물 적하상태.
(g) 화물의 적재의 시작으로부터 만재상태까지의 균일적재, 격창적재 및 부분적재상태에 대한 화물의 적하/양하에 대한 지침을 포함하여야 한다. 이 지침 작성시 적하율(loading rate), 평형수 주입 및 배출률과 적용되는 구조적인 제한사항에 주의하여야 하며, 다음사항을 포함하여야 한다.
(i) 적용되는 경우, 다음의 적하상태를 포함하여야 한다.
① (a), (b), (d), (e) 및 (f)의 적재상태
② 블록적하(block loading)
(ii) 특정항구에서 적용되는 실제의 적하/양하에 대한 지침 또는 특정항구에 대한 대표적인 지침.
(iii)적하/양하 지침은 화물의 적재 시작부터 만재시까지 단계적으로 만들어져야 하며, 적하/양하 장치가 다른 화물창으로 위치를 변경할 때마다 단계를 나누어야 한다. 또한, 각 단계는 종강도 및 화물창의 국부강도를 고려하여야 한다.
(iv)(i)의 적하상태에 대한 각 단계의 요약내용에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
① 각 단계에서의 각 화물창의 적재량
② 각 단계에서의 각 평형수 탱크의 평형수 배출량
③ 각 단계별 정수중 굽힘모멘트 및 전단력
④ 각 단계별 트림과 선수·미 및 평균 흘수
⑤ 제한조건이 있는 경우, 선박의 공기 흘수(air-draft)
(v) 적하/양하 지침의 기재양식은 **표 4**를 참고한다.

(사) 평형수적재 상태의 부분적재 평형수 탱크
(a) 평형수적재 상태의 입항 및 출항 또는 그 중간 운항상태 동안의 선수미 탱크 및 기타 평형수 탱크의 부분적재는 다음 조건을 만족하는 경우를 제외하고는 설계조건으로 사용되어서는 아니 된다.
(i) 평형수 탱크의 공창 및 만재상태 사이의 모든 적재높이에서 설계응력 한계치를 만족하는 경우
(ii) **규칙 7편 3장 10절**이 적용되는 산적화물선은 평형수 탱크의 공창 및 만재상태 사이의 모든 적재높이에서 규칙에 적합한 경우
(b) 공창 및 만재상태 사이의 모든 적재높이에서의 적합성을 확인하기 위하여 출항, 입항 또는 그 중간 운항상태의 각 상태에 있어서 부분적재로 계획된 탱크는 다음과 같이 가정할 수 있다.
(i) 공창상태
(ii) 만재상태
(iii) 계획된 높이까지의 부분적재
(c) 여러 개의 탱크가 부분적재 되는 경우는 공창, 만재 및 계획된 높이까지의 부분적재의 모든 조합이 고려되어야 한다.
(d) 다만, 화물구역에 큰 윙평형수 탱크를 가지는 전형적인 광석운반선에 있어서 한 개 혹은 최대 두 개 탱크조합의 공창 혹은 만재 평형수적재 상태가 다음의 선박 트림조건을 초과하는 경우에 있어서는 이러한 탱크들의 최대, 최소 및 계획된 부분적재 높이 상태가 다음의 트림조건을 초과하지 않는 것을 확인하는 것으로 충분하다. 다른 윙평형수 탱크의 적재높이는 공창 및 만재상태 사이에서 고려되어야 한다. 상기의 트림조건은 다음과 같다.
(i) 선박길이의 3% 선미트림
(ii) 선박길이의 1.5% 선수트림
(iii) 프로펠러 잠김(I/D)을 25% 이상 유지하지 못하는 트림
여기서,

I : 프로펠러 중심선으로부터 수선까지의 거리
D : 프로펠러의 직경 (**그림 1** 참조)

상기에서 언급한 윙평형수 탱크의 최대 및 최소 적재높이는 적하지침서에 명기되어야 한다.

평형수적재 상태에서 부분적재 평형수 탱크에 대한 지침은 6항의 요건에 따른다. *(2022)*

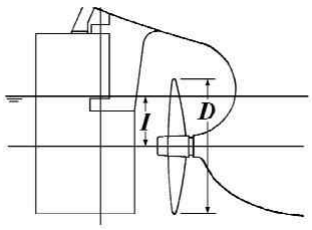


그림 1 프로펠러의 잠김

(아) 화물 적하상태에서의 부분적재 평형수 탱크
화물 적하상태에서의 상기 (사)의 조건은 선수미 탱크에만 적용한다.

(자) 순차적인(sequential) 평형수의 교체
상기 (사) 및 (아)의 조건은 순차적인 방법을 사용한 평형수 교체상태에서는 적용하지 않는다. 그러나, 순차적 평형수 교체방법을 사용하도록 의도된 모든 선박은 각 평형수 교체(평형수 적재 또는 양하)단계에 대한 굽힘모멘트와 전단력의 계산결과를 선박의 적하지침서 또는 평형수 관리계획에 포함시켜야 한다.

(2) 표준적하상태의 표시방법

(가) 선장이 표준적하상태에 있어서 선체강도와 적하상태와의 관계를 쉽게 파악하고 적하계획에 참고가 되도록 각 상태의 정수중 종굽힘모멘트(M_S) 및 정수중 전단력(F_S)의 계산결과를 각각의 허용값과 함께 표시하여야 한다. 또한 M_S 및 F_S는 양(+), 음(-)의 방향을 명시하여야 한다.

(나) 상기 계산결과는 각 상태마다 구획(Tank 및 화물창) 배치도, 구획 적하표, Trim 및 복원성관계의 계산결과와 함께 가능한 한 1 Page 또는 한 번에 볼 수 있는 2 Page에 기술할 것. 이들의 기재에 대한 보기를 5.3에 표시한다. 또한, 표준적하상태에 대해서 사용상의 제한이 있는 경우에는 그 취지를 명기하여야 한다.

(3) 추가 선급부호, BLU

(가) 3항 (1)호 (바)의 (g) 요건에 추가하여 다음의 요건을 만족하는 BC-A 또는 BC-B 산적화물선 및 광석운반선의 경우, 선급부호에 추가특기사항 BLU를 부여할 수 있다. 선박의 평균적하율은 16,000 ton/h으로 하며, 평균적하율이 이 값과 다를 경우, 적하지침서에 명기하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 여기서 평균적하율이란 전체 화물 적재량을 화물 적재의 시작에서 끝까지의 경과시간으로 나눈 비를 말한다. 만약 적하지침서에 두개 이상의 적하장치(loader)를 동시에 사용하도록 명시하는 경우, 특별히 고려하여야 할 사항을 적하지침서에 포함시켜 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

다음의 조건에 따른 적하순서가 정의되어야 한다.
- 균일적재 조건
- 부분적재 조건 (해당되는 경우)
- 격창적재 조건 (해당되는 경우)

화물적하 시작에서부터 만재까지 적하순서의 각 단계는 평형수 배출작업과 단계적(stepwise), 시간순서적(time-wise synchronized)으로 적합하여야 한다. 각 단계는 적하장치가 새로운 화물창으로 이동하는 것으로 구분된다. “시간순서적으로 적합하여야 한다.”의 의미는 각 적하단계의 시간 내에 평형수배출이 완료되어야 함을 뜻한다.대표적인 적하순서는 해당 강도한계를 넘지 않도록 구성되어야 한다. 적하순서를 정함에 있어, 하나 또는 두 개 이상의 적하장치(loader)를 동시에 사용하도록 고려하는 경우, 각 단계에 대한 요약에는 최소한 다음의 내용이 포함되어야 한다.
- 각 단계에서 각 화물창의 적재량
- 각 단계에서 각 평형수탱크의 평형수 배출량
- 각 단계별 최대 정수중 굽힘모멘트 및 전단력

- 각 단계별 선박 트림 및 흘수
- 제한조건이 있는 경우, 선박의 선수/선미 흘수, 트림 및 공기흘수(air-draught)
- 단일 및 인접 화물창 적하에 대한 선박의 국부강도 기준

선장이 평균적하율에 따라 승인된 적하순서와 다르게 운용할 필요가 있다고 판단하는 경우, 선장은 SOLAS Ch.VI, Pt.B, Reg. 7.3에 따르며 새로운 적하계획을 항구로부터 동의 받아서 시행할 수 있다.

(나) 부두에서 적하를 시작하기 전, 평형수를 배출할 수 있는 선박의 능력(즉, 배출시간)은, 평형수탱크의 배치와 관련 배관시스템을 포함하여, 규정된 평균적하율의 요구치를 만족하기 위한 요건에 적합하여야 한다. 평균적하율이 (가)에서 명시한 16,000 ton/h 보다 높은 경우에도, 평형수배출 작업으로 인하여 적하작업이 중단되어서는 아니 된다.

(다) 선박은 별도의 스트리핑 장치를 갖추어야 한다. 평형수 배출과 스트리핑을 원활히 하기 위하여 가능한 한 전체 작업 시간동안 선미트림이 유지되어야 한다.

(라) 선박은 각 화물창의 최대허용적하중량의 최소 100%를 한번에 적하할 수 있도록 설계되어야 한다.

(마) 내저판의 강도는 CSR 산적화물선의 경우는 **규칙 11편 12장 1절**, 광석운반선의 경우는 **규칙 7편 2장 202.** 또는 산적화물선의 경우는 **규칙 7편 3장 304.**의 3항의 요건에 적합하여야 한다.

(바) 평형수 및 연료유 탱크의 측심과 선박의 흘수를 원격으로 측정할 수 있는 장치를 갖추어야 하며, 원격 측정 장치는 선박의 적하지침기기에 온라인(on-line)으로 연결되어야 한다.

(사) 단일 및 인접한 화물창 적하에 대한 국부강도를 확인할 수 있는 적하지침기기가 설치되어야 한다

4. 종강도상의 허용값

적하지침서에 기재되는 정수중 종굽힘모멘트 및 정수중 전단력의 허용값은 그 선박의 설계조건도 고려하여 정하여야 한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 선체횡단면의 위치에서 다음에 규정하는 값을 넘어서는 아니된다.

(1) 정수중 종굽힘모멘트 (M_S) 의 허용값

규칙 3장 104.의 1항 (1)호 선박의 경우 고려하는 선체 횡단면의 위치에서의 정수중 종굽힘모멘트는 양 (+), 음 (-)의 부호 각각에 대하여 다음 (가) 및 (나)에 의한 값중 작은 값으로 한다. 다만, 이것은 **규칙 3장 4절**의 규정에도 만족하여야 한다.

(가) 굽힘강도에 의한 값

$$M_S(+) = 175fZ \times 10^{-3} - M_W(+) \quad \text{(kN-m)}$$

$$M_S(-) = 175fZ \times 10^{-3} - M_W(-) \quad \text{(kN-m)}$$

f : **규칙 1장 124.**의 f_B 또는 f_D 의 값을 사용한 선박에 대하여는 그 값으로, 사용하지 아니한 선박에 대하여는 $1/K$로 한다.

Z : 선박의 고려하는 위치에 있어서 선저 및 강력갑판에 대한 선체횡단면의 단면계수 (cm^3)

$M_W(+)$, $M_W(-)$: **규칙 3장 표 1**에 따른다.

(나) 비틀림 강도에 의한 값

화물의 비대칭 적하에 의한 선체에 비틀림 모멘트가 발생하는 경우에는 **지침 7편 4장 205.**의 규정을 적용할 때 이용한 비틀림모멘트에 따른 워핑응력의 값을 다음식의 [ ]안의 값에서 감할 필요가 있다.

$$M_S(+) = \left[\frac{175}{K} - \sqrt{(0.75\sigma_V(+))^2 + \sigma_H^2 + \sigma_W^2}\right]\frac{Z_V}{1000} \quad \text{(kN-m)}$$

$$M_S(-) = -\left[\frac{175}{K} - \sqrt{(0.75\sigma_V(-))^2 + \sigma_H^2 + \sigma_W^2}\right]\frac{Z_V}{1000} \quad \text{(kN-m)}$$

$\sigma_V(+)$, $\sigma_V(-)$: 각각 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$\sigma_V(+) = \frac{M_W(+)}{Z_V} \times 10^3$$

$$\sigma_V(-) = \frac{M_W(-)}{Z_V} \times 10^3$$

$M_W(+)$, $M_W(-)$: **규칙 3장 표 3.3.1**에 따른다.

σ_H, σ_w, Z_V : **지침 7편 4장 205.**에 따른다.

(2) **규칙 3장 104.**의 1항 (2)호 및 (3)호의 선박과 (1)호 내지 (3)호 이외의 선박의 경우 고려하는 선체횡단면의 위치에서의 정수중 종굽힘 모멘트는 양(+)과 음(-)의 부호 각각에 대하여 (1)호의 (가)에 의한 값으로 한다. 다만 이것은 **규칙 3장 4절**의 규정에도 만족하여야 한다.

(3) 정수중 전단력(F_S)의 허용값

(가) 정수중 전단력(F_S)의 허용값은 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$F_S(+) = \frac{110}{K} \times \frac{t_S I}{0.5Q} \times 10^{-2} - F_W(+) \quad \text{(kN)}$$

$$F_S(-) = -\frac{110}{K} \times \frac{t_S I}{0.5Q} \times 10^{-2} - F_W(-) \quad \text{(kN)}$$

t_S : 고려하는 위치에서의 선측외판의 두께, 단 종격벽을 갖는 선박의 경우는 종격벽판의 두께를 더한 값으로 한다(mm).

I, Q, $F_W(+)$ 및 $F_W(-)$: **규칙 3장 301.**에 따른다.

(나) 선측외판의 두께를 전단흐름을 직접계산하여 결정한 경우에는 (가) 또는 다음 식에 의한 값중 작은 값을 정수중 전단력의 허용값으로 한다.

$$F(+) = F\frac{\tau_P}{\tau} - F_W(+) \quad \text{(kN)}$$

$$F(-) = -F\frac{\tau_P}{\tau} - F_W(-) \quad \text{(kN)}$$

F : 직접강도 계산시 적용한 선체 횡단면에 작용하는 전단력(kN)으로 **지침 3장 301.**에 따른다.

$F_W(+)$, $F_W(-)$: **규칙 3장 301.**에 따른다.

τ_P : **지침 3장 301.**의 1항 (2)호에 규정된 허용 전단응력(N/mm^2)

τ : 직접 계산에 의한 선체 횡단면에 작용하는 전단응력(N/mm^2)으로 선측외판, 빌지호퍼탱크의 값 또는 톱사이드 탱크의 값 중 최대값을 말한다.

(다) (가) 및 (나)에 의한 정수중 전단력의 허용값은 **규칙 3장 4절**의 규정에도 만족해야 한다.

(4) 항내에 있어서 정수중 굽힘모멘트 및 전단력의 허용값, 항내등 파랑의 영향을 받지 않는 수역에 있어서 정수중 종굽힘 모멘트 M_S 및 정수중 전단력의 허용값 F_S은 (1)호 및 (2)호에 있어서 파랑 종굽힘 모멘트 M_W 및 파랑 전단력 F_W을 각각 (1)호 및 (2)호에 규정하는 값의 1/2로 하여 정한 값으로 할 수 있다.

5. 적하지침서의 작성

5.1 표준 적하상태와 다르게 적하하는 경우에 대한 종강도 계산법

(1) 종강도 확인사항

표준 적하상태와 다르게 적하를 할 경우의 종강도 계산 및 확인은 **그림 2**의 흐름도에 따라서 실시하며 각 출력점에 있어서 다음 사항에 대하여 고려하여야 한다.

(가) 정수중 종굽힘 모멘트(M_S)

(나) 정수중 전단력(F_S)

(다) 정수중 격창적하(alternate loading) 전단력(F_C) (F_S에 격창적하수정을 한 전단력). 다만, 이중저에 따른 하중의 분담을 고려하지 않고 설계되어 있는 선박은 격창적하 전단력의 확인은 생략할 수 있다.

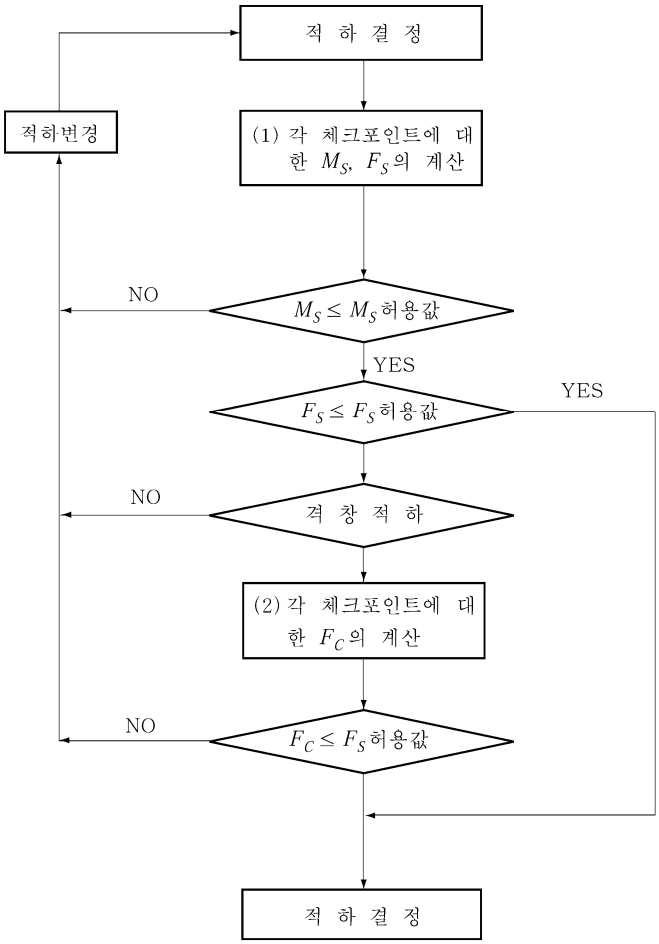


그림 2 종강도 확인순서 흐름도

(2) 종강도 확인을 위한 출력점

(가) 정수중 종굽힘 모멘트의 출력점은 적어도 6개소(중앙부 $0.5L$ 포함)을 선박길이 방향으로 적절하게 배치할 것

(나) 정수중 전단력의 출력점은 화물적재구획의 전후단벽 및 이 사이의 횡격벽위치 및 이들에 준한 개소로 한다. 다만, 코퍼댐 등에서 횡격벽의 간격이 좁은 경우에는 한쪽의 출력점에 대한 확인을 생략할 수 있다. 다만, 전단력이 분명히 적다고 인정되는 개소에 대한 확인은 생략할 수 있다.

(3) 계산상의 적하구분

(가) 양현에 대칭으로 배치되는 탱크의 적재량은 동일항목으로 합계할 수 있다.

(나) 한 화물창에 복수의 창구를 가지는 경우는 창구마다 구분하여 계산할 것. 다만, 적하의 종류에 따라 구분할 필요가 없는 경우에는 각 화물창마다 구분하여도 좋다.

(4) 종강도 확인의 방법

(가) 허용된 적하의 확인을 쉽게하기 위하여 적하와 종강도의 관계 및 종강도 확인의 방법을 프로챠트등의 방법에 따라 설명할 것. 그 기제 예를 5.4에 표시한다.

(나) 선장이 적하상태를 정확히 판단할 수 있도록 (1)호의 계산값에 대응하는 다음의 허용값을 명확히 해 둘 것.

(a) 정수중 종굽힘 모멘트의 허용값(M_S의 허용값)

(b) 정수중 전단력의 허용값(F_S의 허용값)

(다) 설명에 사용하는 계산값 및 허용값의 용어 및 기호는 (1)호 및 (4)호의 (나)에 따를 것.

(5) 계산법

(가) 정수중 종굽힘 모멘트(M_S) 및 정수중 전단력(F_S)의 계산

정수중 종굽힘 모멘트 및 정수중 전단력을 계산하는 경우는 각 적하상태에 있어서 직접 M_S, F_S를 계산하는 방식에 따른다.

(나) 정수중 격창적하 전단력 (F_C) 의 계산

횡격벽의 전후에서 적하창과 빈창이 인접하는 경우의 F_S 의 수정계산은 5.6에 따른다.

(다) 적하지침서에는 이들의 계산 예를 첨부한다.

5.2 정수중 종굽힘 모멘트 및 정수중 전단력의 허용기재예

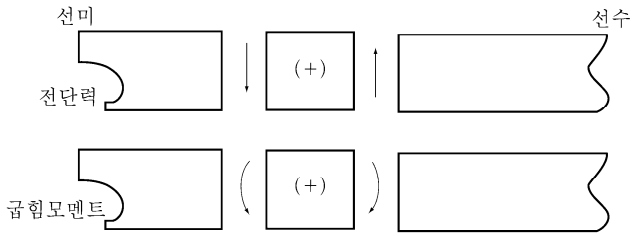
본선의 정수중 종굽힘모멘트 및 정수중 전단력의 허용값은 항해상태(at sea)와 항내상태(harbor)에 대하여 각각 다음과 같은 값이다.

항 해

출 력 점	정수중 굽힘모멘트 허용값		정수중 전단력 허용값	
	(+)	(−)	(+)	(−)

항 내

출 력 짐	정수중 굽힘모멘트 허용값		정수중 전단력 허용값	
	(+)	(−)	(+)	(−)



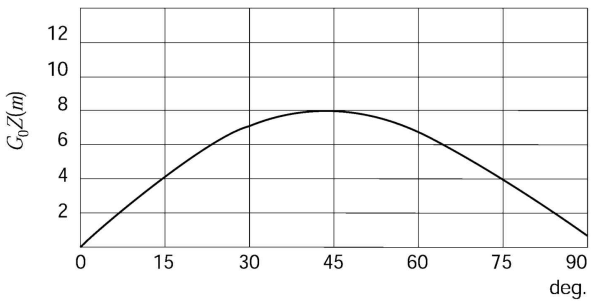
5.3 표준적하상태 기재예

CONDITION NO.11

NORMAL BALLAST CONDITION DEPARTURE

DISPLACEMENT		T	138362
DRAFT AT C.F.		m	10.52
DRAFT	FORE	m	8.87
	AFT	m	12.47
	MEAN	m	10.67
TRIM		m	3.60
℄G		m	–8.65
℄B		m	–5.50
℄F		m	–2.29
MTC		t–m	2629.8
KM		m	25.70
KG		m	12.36
GM		m	13.34
GG_0		m	0.44
G_0M		m	12.90
PROPELLER IMMERSION(I/D)		%	75.41
DETAIL OF DEADWEIGHT			
CARGO OIL		t	0
BALLAST WATER		t	99445
FULL OIL		t	3760
DIESEL OIL		t	
FRESH WATER		t	500
CONSTANT		t	322
OTHERS PROVISIONS		t	
DEADWEGHT TOTAL		t	104027
LONGITUDINAL STRENGTH			
MAX. BENDING MOMENT(AT FR 95)		kN–m	1,740,740
MIN. BENDING MOMENT (AT FR 79)		kN–m	–3,553,630
MAX. SHEAR FORCE(AT FR 88)		kN	138,330
MIN. SHEAR FORCE (AT FR 58)		kN	–78,570
STABILITY			
G_0Z MAX.		m	7.84
ANGLE OF G_0Z(MAX.)		deg.	40.00

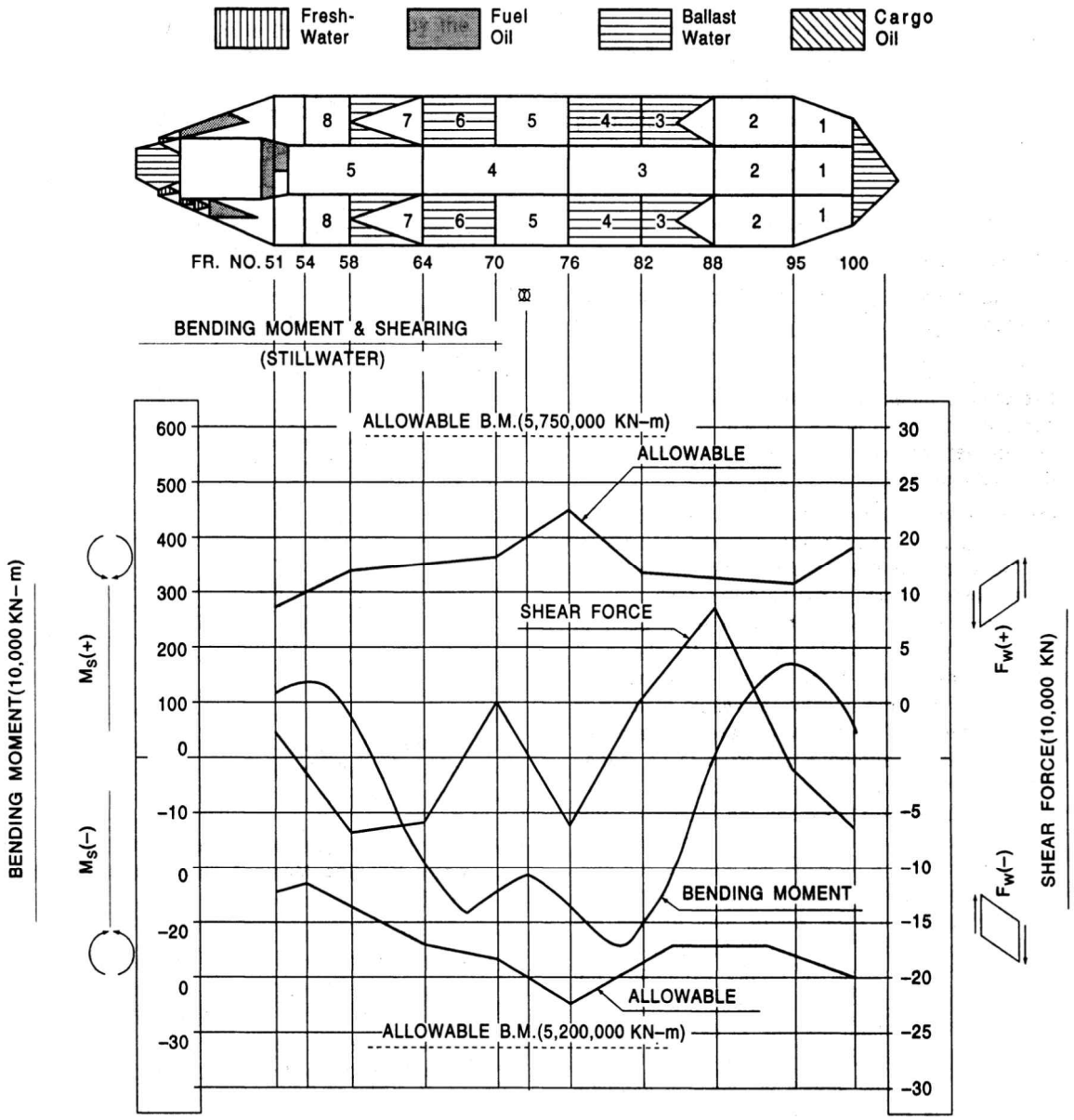
STATICAL STABILITY CURVE



WEIGHT CONDITIONS

	CARGO OIL (BALLAST WATER)												
TANK	NO1CT	NO2CT	NO3CT	NO4CT	NO5CT	NO1WT	NO2WT	NO3WT	NO5WT	NO6WT	NO7WT	NO8WT	SLOPT
WEIGHT (*t*)	0	0	0	0	0	0	0	20000	0	27284	14000	0	0
VOL/CAP (%)	0	0	0	0	0	0	0	74	0	98	53	0	0

	BALLAST WATER				FRESH WATER				FUEL OIL				
TANK	FPT	NO4 WT	APT		FWT	DRWT	DSWT(F)	DSWT(A)	FOT(P)	FOT(S)	FOST(P)	FOST(S)	
WEIGHT (t)	9919	27288	954		200	170	60	70	995	994	1091	680	
VOL/CAP (%)	98	98	98		50	54	53	50	33	33	98	98	



5.4 정수중 종굽힘 모멘트 및 정수중 전단응력 계산순서 기재 예

적하의 조정과 판정방법

표준적하상태와 다르게 적하할 경우에는 다음에 설명한 방법에 따라 정수중 굽힘모멘트(M_S) 및 정수중 전단력(F_S, F_C)를 구하고, 이들의 각각의 허용값 이하가 되도록 적하를 조정하여야 한다. 이 때의 허용값은 대양항해에 있어서 예상되는 파랑종굽힘모멘트 및 파랑전단력이 부가된 경우의 응력이 그 부분의 선체 강도로부터 허용되는 한도내에 들도록 설정되어 있으므로 각 출력점의 M_S, F_S 및 F_C를 각각 대응하는 허용값 이하가 되도록 하면 항해중 강도가 확보된다.

본선의 경우 확인해야 할 종굽힘모멘트 및 전단력은 다음과 같다.

정수중 종굽힘모멘트(M_S)

정수중 전단력(F_S)

정수중 격창전단력(F_C)

계산법의 상세는 5.5 및 5.6에 설명되어 있으나, 계산 및 확인은 **그림 3**의 흐름도에 따른다.

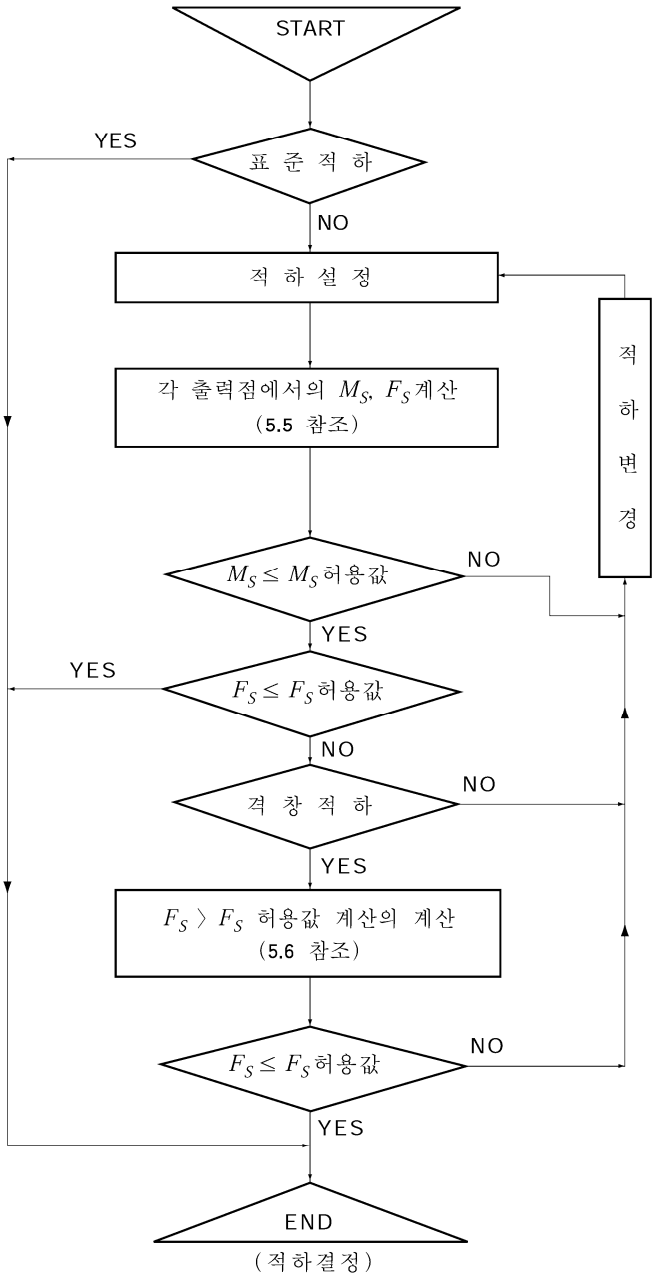


그림 3

(1) 각 화물창 또는 탱크의 적하량을 주어 5.5에 표시한 **표 3**을 사용하여 각 출력점의 M_S 및 F_S를 계산한다.
(2) 각 출력점 M_S의 값이 **그림 3**에 표시한 M_S의 허용값 이하에 있는지를 확인한다. 이하에 있으면 다음으로 진행하고 초과하는 경우는 적하를 변경하여야 한다.
(3) 각 출력점의 (1)에서 얻은 F_S의 값이 **그림 3**에 표시하는 F_S의 허용치 이하에 있는지를 확인한다. 이하이면 그 적하를 적용할 수 있으며 초과하는 경우는 적하를 변경하여야 한다.
(4) F_S 허용치를 초과하는 출력점이 격창적하(격벽전후의 화물창이 적하창 및 빈창인 경우)의 위치에 있는지를 확인한다. 격창적하인 경우에는 다음으로 진행하고 격창적하가 아닌 경우에는 적하를 변경하여야 한다.
(5) F_S의 허용값을 넘는 출력점에 대하여는 **표 5**에 따라 F_C를 계산한다.

5.5 정수중 종굽힘 모멘트 및 정수중 전단력 계산법

(1) 일반설명

종강도 계산법에 따라 본선의 실제 적하상태에서의 선체 각점에 있어서 정수중 종굽힘모멘트 및 정수중 전단력이 얻어지며 종강도 계산방법 및 기호에 대한 설명은 다음과 같다.

$\sum W$: L의 전단 또는 후단으로부터 각 출력점까지의 재화중량에 대한 적분값(재화중량에 따른 전단력)×(1000 ton)

SS : L의 전단 또는 후단으로부터 각 출력점까지의 부력 및 경하중량에 대한 적분값((부력경하중량)에 따른 전단력)×(1000 ton)

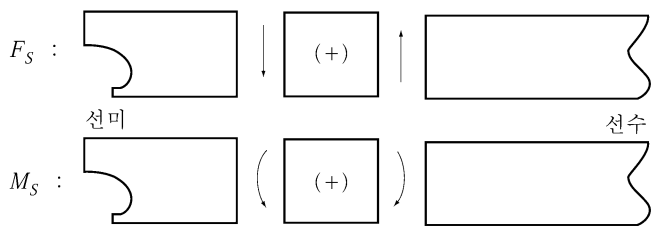
$\sum M_t$: L의 전단 또는 후단으로부터 각 출력점까지의 재화중량에 대한 2회 적분값(재화중량에 따른 굽힘모멘트)×(1000 ton-m)

SB : L의 전단 또는 후단으로부터 각 출력점까지의 부력 및 경하중량에 대한 2회 적분값(부력 및 경하중량에 따른 굽힘모멘트)×(1000 ton-m)

각 출력점의 정수중 전단력(F_S) 및 정수중 종굽힘모멘트(M_S)는 다음과 같이 하여 구한다.

$$F_S = (SS - \sum W) \times 9800 \quad \text{(kN)}$$
$$M_S = (\sum M - SB) \times 9800 \quad \text{(kN-m)}$$

여기서 M_S 및 F_S의 부호는 각각 허용값의 부호와 같으며 다음 그림과 같다.



이 종강도 계산법은 부력 및 경하중량에 따른 전단력(SS) 및 굽힘모멘트(SB)를, 흘수선을 Base로 하여 미리 계산하고 흘수 1 m 마다의 수표(longitudinal strength data)로 한다. **표 4**에 그 1흘수분의 수표에 대한 예를 표시한다. 따라서, 선상에서는 재화중량에 따른 전단력 및 굽힘모멘트만을 계산함에 따라 쉽게 각 출력점의 정수중 전단력(F_S) 및 정수중 종굽힘모멘트(M_S)를 계산할 수 있다.

(2) 종강도 계산의 순서

이 종강도 계산은 **표 3**란을 채워가면서 진행하는 것이 좋다. 다음에 그 순서를 표시한다.

(가) 선미흘수(DA) 및 트림

종강도 계산을 하려는 상태의 선미흘수 및 트림을 각각의 란에 기입한다. 이때 선수트림인 경우는 (-)로 한다.

(나) Base draft(DB) 및 흘수차(ΔD)

선미흘수에 가장 가까운 선미흘수보다 작은 값의 흘수를 Longitudinal strength data에 기입하고 선미흘수와의 차이를 흘수차(ΔD)의 란에 기입한다.

(다) Weight 란

이 란에는 각 구획 재화중량의 1/1000의 값을 기입한다.

(라) W_i 란

이 란은 종강도의 출력점에 하중으로서 가하는 각 구획의 재화중량을 표시한 것으로 재화중량에 Ratio(각 출력에 포함한 구획의 비율)을 곱한 값을 기입한다.

(마) M_i 란

이 란은 각 구획의 재화중량에 따라 Midship 회전모멘트를 표시한 것으로서 $W_i \times$ ⅢG의 값을 기입한다.

(바) ΣW_i 및 ΣM_i

L 의 전단 또는 후단에 따라 각 출력점까지에 포함되는 W_i 및 M_i 의 누적을 각각 기입한다.

(사) SS 및 SB

부력 및 경하중량에 따른 전단력 및 굽힘모멘트를 표시한 것으로서 다음과 같이 산정한다.

(a) Base value, 흘수차 및 트림에 따른 수정계수 (CD 및 CT)

Base value draft로 하여 사용한 흘수를 표시하는 Longitudinal strength data로부터 각 출력점의 Base value(①의 란) 및 각 수정계수 (CD 및 CT)를 각각에 대응하는 개소에 옮겨 기입한다.

(b) 흘수차 (ΔD)에 따른 수정(②의 란)

Base draft와 실제상태와의 흘수차에 따라 수정을 한 것으로서 수정계수 (CD)에 흘수차 (ΔD)를 곱하여 구한다.

(c) 트림에 따른 수정(③란)

트림이 있는 경우에는 수정계수 (CT)에 트림량 (m)을 곱하여 구한다.

(d) 합계 Base value ①, 흘수차에 따른 수정량 ② 및 트림에 따른 수정량 ③을 가산하여 각각 SS, SB의 란에 기입한다.

(아) ΣW 및 ΣM

재화중량에 따른 전단력 및 굽힘모멘트를 표시한 것으로서 다음과 같이 산정한다.

(a) ΣW 란

ΣW은 각 출력점의 재화중량에 대한 누적 (ΣW_i)으로서 이것을 이 란에 옮겨 기입한다.

(b) ΣM 란

각 출력점의 재화중량에 따른 Midship 회전모멘트 (ΣM_i)를 각 출력점에서의 굽힘모멘트에 환산한 값으로 다음 식으로 구해지는 것을 기입한다.

$$\Sigma W \times (\text{수정} \quad \leq ver) + \Sigma M_i$$

(자) 정수중 전단력

각 출력점에 있어서 재화상태의 실제 정수중 전단력(F_S)을 표시하며, 다음 식에 따라 계산한다.

$$F_S = (SS - \Sigma W) \times 9800 \quad \text{(kN)}$$

(차) 정수중 종굽힘모멘트 (M_S)

각 출력점에 있어서 재화상태의 실제 정수중 종굽힘모멘트를 표시하며, 다음 식에 따라 계산한다.

$$M_S = (\Sigma M - SB) \times 9800 \quad \text{(kN-m)}$$

표 3 정수중 종굽힘 모멘트 (M_S) 및 전단력(F_S) 계산표

○ CONDITION

AFT DRAFT (DA) : (m)
BASE DRAFT (DB) : (m)
DIFFERENCE(△D)=DA-DB : (m)
TRIM : (m)

i	D.W.ITEM	WEIGHT 1/1,000	RATIO	LOAD (W_i)	G	MOMENT
1	FORE PEAK TANK		1.000		140.08	
FR. 99		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1	
2	No. 1C.O.T. (C)		1.000		121.30	
3	No. 1C.O.T. (P/S)		1.000		120.20	
FR. 94		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~3			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~3	
4	No. 2C.O.T. (C)		0.500		94.80	
5	No. 2C.O.T. (P/S)		1.000		94.63	
FR. 88		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~5			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~5	
6	No. 2C.O.T. (C)		0.500		64.80	
7	No. 3C.O.T. (P/S)		1.000		64.80	
FR. 82		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~7			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~7	
8	No. 3W.B.T. (C)		0.500		34.80	
9	No. 4C.O.T. (P/S)		1.000		34.80	
FR. 76		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~7			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~9	
10	No. 3W.B.T. (C)		0.500		4.80	
11	No. 5C.O.T. (P/S)		1.000		4.80	
FR. 70		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~7			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~11	
12	No. 4C.O.T. (C)		0.500		-25.20	
13	No. 6C.O.T. (P/S)		1.000		-25.19	
FR. 64		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~7			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~13	
14	No. 4C.O.T. (C)		0.500		-55.20	
15	No. 7C.O.T. (P/S)		1.000		-55.07	
FR. 58		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~7			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~15	
16	No. 5C.O.T. (C)		0.674		-80.17	
17	No. 8C.O.T. (P/S)		1.000		-79.93	
FR. 54		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~7			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~17	
18	No. 5C.O.T. (C)		0.326		-95.08	
19	SLOP TANK (P/S)		1.000		-94.74	
FR. 52		$\Sigma\ W_i$ = ( ) i = 1~7			$\Sigma\ M_i$ = ( ) i = 1~19	

	ITEM	SHEARING FORCE (F_S)			BENDING MOMENT (M_S)		
FR.99	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-132.8) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	110,000~-99,080		ALLOWABLE BENDING MOMENT	2,790,000~-2,183,600	
FR.94	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-109.8) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	129,000~-113,370		ALLOWABLE BENDING MOMENT	4,340,000~-3,321,300	
FR.88	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-79.8) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	128,000~-112,030		ALLOWABLE BENDING MOMENT	6,040,000~-4,449,800	
FR.82	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-49.8) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	122,000~-112,720		ALLOWABLE BENDING MOMENT	6,590,000~-4,459,000	
FR.76	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-19.8) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	113,000~-112,900		ALLOWABLE BENDING MOMENT	6,520,000~-4,159,000	
FR.70	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-10.2) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	113,500~-113,690		ALLOWABLE BENDING MOMENT	6,520,000~-4,459,000	
FR.64	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-40.2) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	102,000~-113,180		ALLOWABLE BENDING MOMENT	6,520,000~-4,159,000	
FR.58	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-70.2) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	93,000~-112,030		ALLOWABLE BENDING MOMENT	6,030,000~-4,422,200	
FR.54	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-90.2) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	100,400~-111,370		ALLOWABLE BENDING MOMENT	1,100,000~-3,358,000	
FR.52	BASE VALUE		①			①	
	DRAFT CORRECTION	CD ( ) × △ D	②		CD ( ) × △ D	②	
	TRIM CORRECTION	CT ( ) × TRIM	③		CT ( ) × TRIM	③	
	BUOYANCY & L.W.	①+②+③	SS		①+②+③	SB	
	DEADWEIGHT	$\Sigma\ Wi$	ΣW		ΣW × (-100.0) + $\Sigma\ Mi$ ( )	ΣW	
	CALCULATED VALUE	(SS-ΣW) × 9,800			(ΣM - SB) × 9,800		
	ALLOWABLE VALUE	ALLOWABLE SHEARING FORCE	102,000~-112,370		ALLOWABLE BENDING MOMENT	3,830,000~-3,321,300	

표 4 LONGITUDINAL STRENGTH DATA (FOR BUOYANCY & LIGHT SHIP WEIGHT)
*** EACH VALUE SHOWS(ACTUAL VALUE/1,000) ***
BASE DRAFT 12.000 METER

SHEAR FORCE (UNIT MT)				BENDING MOMENT (UNIT MT-M)		
CALCULATION POSITION	BASE VALUE (S.F.)	DRAFT CORRECTION (CD)	TRIM CORRECTION (CT)	BASE VALUE (B.M.)	DRAFT CORRECTION (CD)	TRIM CORRECTION (CT)
FRAME (99)	2.876	0.401	-0.398	18.730	2.903	-3.078
FRAME (94)	11.902	1.4031	-1.298	181.011	23.039	-22.151
FRAME (88)	26.933	2.932	-2.545	760.620	87.944	-80.102
FRAME (82)	42.272	4.471	-3.647	1798.719	198.979	-173.183
FRAME (76)	57.510	6.009	-4.594	3295.504	356.179	-297.098
FRAME (70)	72.780	7.548	-5.389	5249.910	559.546	-447.489
FRAME (64)	88.048	9.087	-6.029	7662.468	809.082	-619.135
FRAME (58)	102.735	10.638	-6.515	10528.060	1104.844	-807.690
FRAME (54)	110.924	11.599	-6.740	12667.050	1327.222	-940.344
FRAME (52)	114.087	12.026	-6.818	13770.015	1443.008	-1006.792

표 5 격창 적하 전단력 (F_C) 계산표의 예

		FR. 37	FR. 70	FR. 102	FR. 125	FR. 158	FR. 181	FR. 205
①	정수중 전단력 (F_S) (kN)							

구 획		N0. 6 Cargo Hold	No. 5 Cargo Hold	No. 4 Cargo Hold	No. 3 Cargo Hold	No. 2 Cargo Hold	No. 1 Cargo Hold
②	$F_{SF}-F_{SA}$ (kN)						
Top Side Tank		No. 4 Top Side Tank		No. 3 Top Side Tank		No. 2 Top Side Tank	No. 1 Top Side Tank
③	TST의 중량 (kN)						
④	분담률 C	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
⑤	F_T (③×④)						
⑥	이중저에 작용하는 하중 ($F_{SF}-F_{SA}-F_T$) (②-⑤)						
⑦	계수 C	0.305	0.264	0.264	0.250	0.264	0.302
⑧	전단력 수정량 ΔF_C (⑥×⑦)						

⑨	격벽전단력 (F_{CA} 및 F_{CF})	F_{CA} ①+⑧	F_{CF} ①-⑧	F_{CA} ①+⑧	F_{CF} ①-⑧	F_{CA} ①+⑧	F_{CF} ①-⑧	F_{CA} ①+⑧	F_{CF} ①-⑧	F_{CA} ①+⑧	F_{CF} ①-⑧	F_{CA} ①+⑧	F_{CF} ①-⑧
⑩ 허용전단력 (kN)	+	30,200	25,500	26,300	27,600	27,600	25,200	29,300					
	-	-28,100	-25,200	-25,200	-27,600	-28,700	-28,500	-30,400					

5.6 격창적하전단력 계산법

횡격벽의 전후에 적하창과 공창이 인접하는 경우 **표 5**에 따라 전단력을 수정한다.

(1) 계산법(**그림 4** 참조)

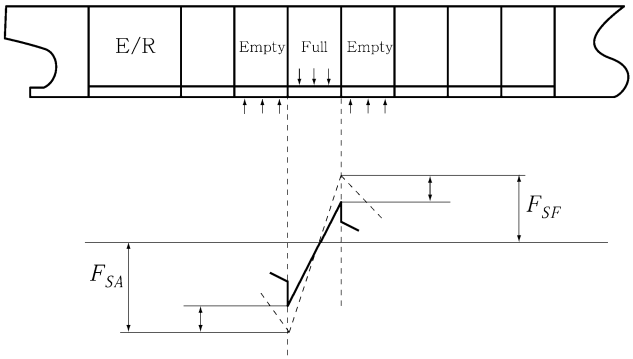


그림 4 격창적하시 정수중 전단력 수정

(가) 정수중 전단력(F_S)(①란)(kN)
5.5에서 얻어진 정수중 전단력을 ①란에 옮겨 기입한다.

(나) 격벽간의 하중($F_{SF}-F_{SA}$)(②란)(kN)
각 구획의 후단격벽 위치에서의 정수중 전단력(F_S)를 F_{SA}, 전단격벽 위치에서의 정수중 전단력을 F_{SF}로 하여 $F_{SF}-F_{SA}$의 값을 ②란에 기입한다.

(다) 톱사이드 탱크의 평형수 중량(③란)(kN)
톱사이드 탱크에 평형수 등을 적재할 때 그 질량($tons$)에 9.8을 곱하여 ③란에 기입한다.

(라) 격벽 간 톱사이드 탱크의 평형수 중량(F_T)(⑤란)(kN)
각 구획에 있어서 전후단 격벽이 지지하는 톱사이드 탱크의 평형수 중량을 의미하며 그 중량에 ④란의 분담률을 곱하여 얻어진다.

(마) 이중저에 작용하는 하중($F_{SA}-F_{SF}-F_T$)(⑥란)(kN)
각 구획에 있어서 이중저에 작용하는 하중을 의미하며 (②-⑤) 값을 기입한다.

(바) 전단력 수정량(ΔF_c)(⑧란)(kN)
각 구획에 있어서 전후단 격벽에서 전단력을 수정하는 량을 말하며 ⑥란의 하중에 **지침 3편 3장 표 3.3.6**에 의한 계수 C(⑦란에 표시)를 곱하여 얻어진다.

(사) 전후단 격벽의 전단력(F_{CA} 및 F_{CF})(⑨란)(kN)
후단격벽의 전부 전단력(F_{CA}) 및 전단격벽의 후부 전단력(F_{CF})으로 다음 (a) 내지 (b)에 따른다.

(a) 후단격벽의 전부 전단력 F_{CA}는 다음 식에 의한다.

$$F_{CA}=F_{SA}+\Delta F_c$$

F_{SA} : 고려하는 구획의 후단격벽 전단력(kN)으로 ①란의 값
ΔF_c : 고려하는 구획의 전단력 수정량(kN)으로 ⑧란의 값

(b) 전단격벽의 후부의 전단력 FCF는 다음 식에 의한다.

$$F_{CF}=F_{SF}-\Delta F_c$$

F_{SF} : 고려하는 구획의 전단격벽 전단력으로 ①란의 값
ΔF_c : (a)에 따른다.

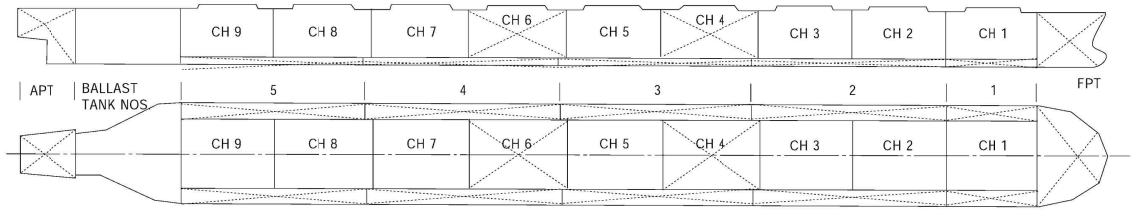
(아) 허용전단력(kN)
허용전단력은 ⑩란에 기입하며, 격창적하시 전단력(⑨란의 값)은 이 값 이하이어야 한다.

표 6 화물의 적하/양하에 대한 지침의 기재양식

표 3.4 화물의 적하/양하에 대한 지침의 기재양식

Vessel Name		Condition at commencement of loading/discharging	Light Ballast Arrival with 10% Bunker	Maximum loading/discharging rate	–
Class No.		Condition at end of loading/discharging	Homogeneous Full Load Departure with 100% Bunker	Maximum ballasting/deballasting rate	–
Port (specific or typical)		Total mass of cargo to be loaded/discharged(t)		Average loading/discharging rate	–
Dock water density (t/m^3)		Number of loaders/dischargers		Average ballasting/deballasting rate	–

Step	Cargo Operations(ton)					Ballast Operation(ton) (+ : charged, - : discharged)												Values at the end of each step						
	No.5	No.4	No.3	No.2	No.1	APT	No.5 WBT		No.4 WBT		No.3 WBT		No.2 WBT		No.1 WBT		FPT	T_{aft} (m)	T_{fwd} (m)	T_{mean} (m)	Trim (m)	S.F (%)	B.M (%)	Remarks
							Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper								
0																								sea limits
1																								harbour limits
2																								harbour limits
3																								harbour limits
4																								harbour limits
5																								harbour limits
Draft Survey	Total Cargo onboard(t) :		Remaining Cargo to be loaded(t) :			Total amount of bunkers onboard(t) :																		
6																								harbour limits
7																								harbour limits
8																								harbour limits
9																								sea limits



Hold/Ballast content at end of loading/discharging(ton)													
Total Cargo	No.5	No.4	No.3	No.2	No.1	APT	No.5 WBT	No.4 WBT	No.3 WBT	No.2 WBT	No.1 WBT	FPT	Total Ballast

*1Maximum occurring values among all conditions above(ton)						
	No.5	No.4	No.3	No.2	No.1	Net Load Double Bottom = M_n - $T \times B \times I_c \times \bullet$ (t)
Net Load						where,
*2 Net Load in 2 Holds						M_n = Mass in hold + Mass in Double Bottom (t), B = Breadth moulded(m) I_c = Length of hold from bulkhead to bulkhead(m), T = Draft(m)

Notes
*1 : This table is not required to existing ships. *2 : Net load in two adjacent holds. The latest date for implementation is 1st. July 1999
Total amount of bunkers onboard at the final stage : 1970 ton

6. 평형수 탱크에 부분적재를 하는 화물선의 하중조건 *(2022)*

6.1 일반

(1) 6항은 평형수적재 상태에서 부분적재 평형수 탱크에 대한 권고사항이다.

(2) Case A 및 B는 부분적재된 1개의 평형수 탱크(또는 1쌍의 평형수 탱크)를 가진 화물선에 대하여 평형수적재 상태에 대하여 적용한다.

(3) Case C는 평형수적재 상태로 항해중 부분적재된 큰 윙평형수 탱크 2쌍을 가진 전통의 광석운반선의 종강도를 검토하기 위해 필요한 적재조건을 보여준다.

(4) 해당되는 경우, 부분적재 평형수 탱크를 포함하는 평형수 적재조건이 선박의 종강도에 대한 우려를 유발할 수 있는 **규칙 3장 1절**이 적용되는 다른 화물선에도 유사하게 고려되어야 한다.

(5) 그림에서 별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

6.2 Case A 및 B

(1) Case A

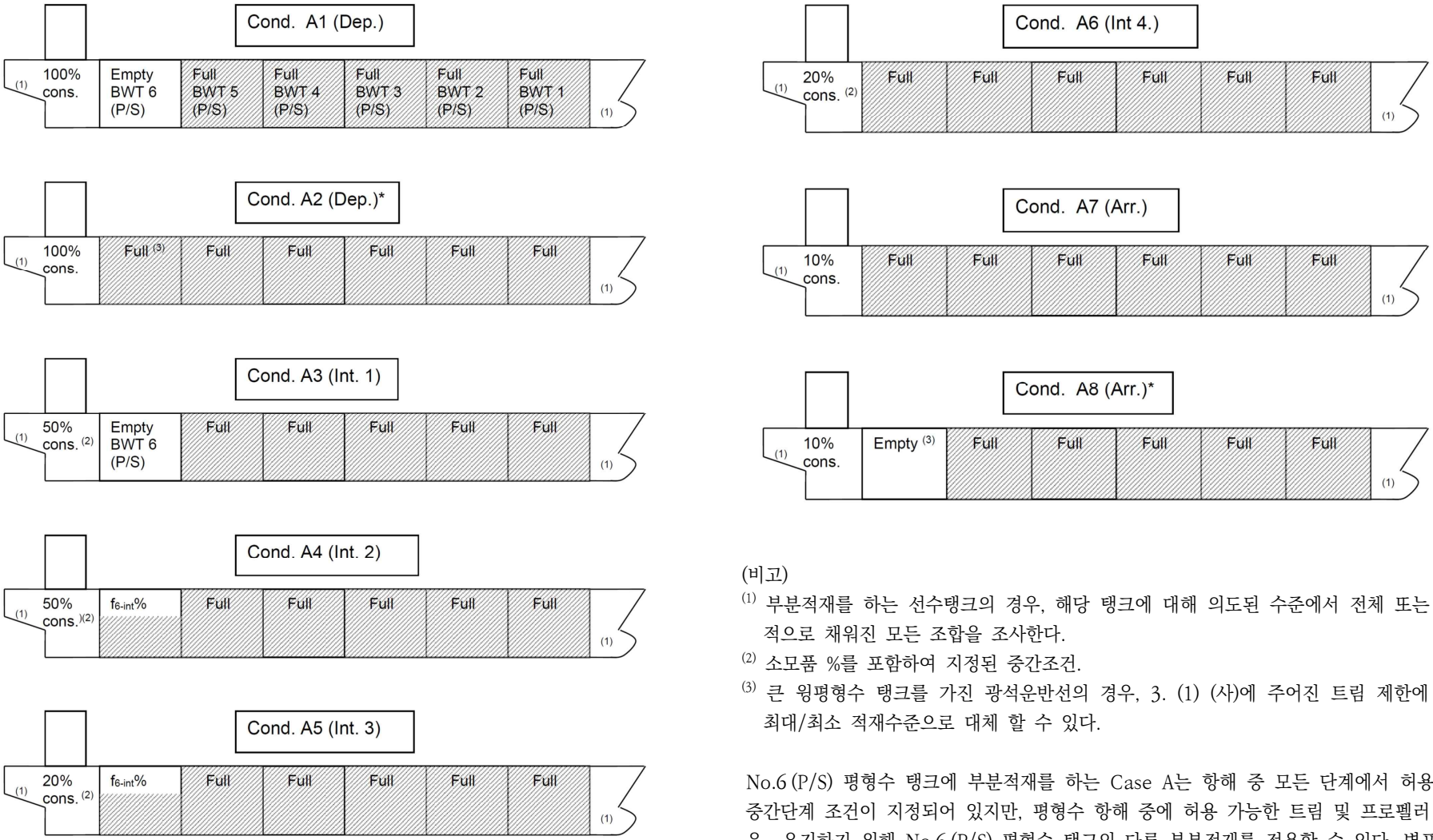
그림 5는 No.6 (P/S) 평형수 탱크에 부분 적재가 허용되고, 평형수 항해 중 언제든지 발생할 수 있는 화물선의 Case A를 보여준다. 중간단계 조건(들)은 그림에 표시된 대로 지정되어야 하지만 No.6 (P/S) 평형수 탱크의 적재/부분적재는 평형수 항해 중에 허용 가능한 트림 및 프로펠러 잠김을 유지하기 위해 어느 단계에서든 수행할 수 있다.

No.6 (P/S) 평형수 탱크의 적재 수준과 관련하여 전체적인 항해 유연성을 얻기 위해, 강도 검증을 위한 적재조건 A2(출발시 완전적재)* 및 A8(도착시 공창)*을 추가해야 한다. 중간단계 조건 A3-A6과 관련된 추가 조건(완전적재 및 공창의 No.6 (P/S) 평형수 탱크)은 A2* 및 A8*이 가장 중요한 조건이므로 필요하지 않다.

(2) Case B

그림 6는 소모품을 지정된 %까지 사용한후, No.6 (P/S) 평형수 탱크를 주어진 수준 ($f_{6\text{-int}}$%)까지 부분적재를 하는 화물선의 Case B를 보여준다.(적재조건 B2 및 B3 참조). 이 소모품이 일정수준 %(그림에서 50 %로 표시)에 도달하기 전에 No.6 (P/S) 평형수 탱크는 비워 두어야 한다. 소모품을 주어진 수준(그림 2에서 20 %로 표시)까지 소모하면 평형수 탱크 No.6 (P/S)는 가득 차 있어야 한다. (조건 B5 및 B6 참조). 종강도 검토을 위해 두 개의 추가 중간 조건(B4* 및 B7*)을 추가한다.

Case B에 따라 선박을 분류하기 위해, **그림 2**에 표시된 소모 수준과 관련하여 평형수 탱크의 부분적재에 대한 명확한 운영 지침이 적하지침서에 제공되어야 한다. 그러한 운영 지침이 제공되지 않으면, Case A가 적용된다. Case A에는 소모품 제한이 없지만 Case B에는 소모품 제한이 있다.



(비고)

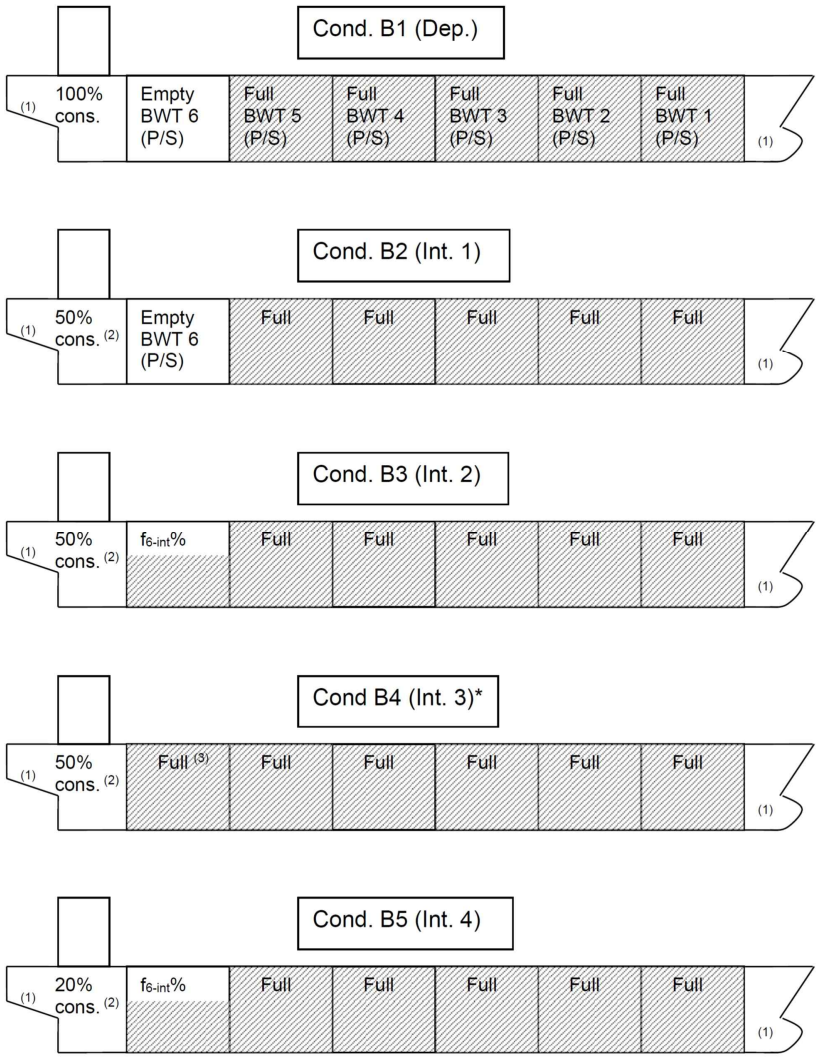
(1) 부분적재를 하는 선수탱크의 경우, 해당 탱크에 대해 의도된 수준에서 전체 또는 부분적으로 채워진 모든 조합을 조사한다.

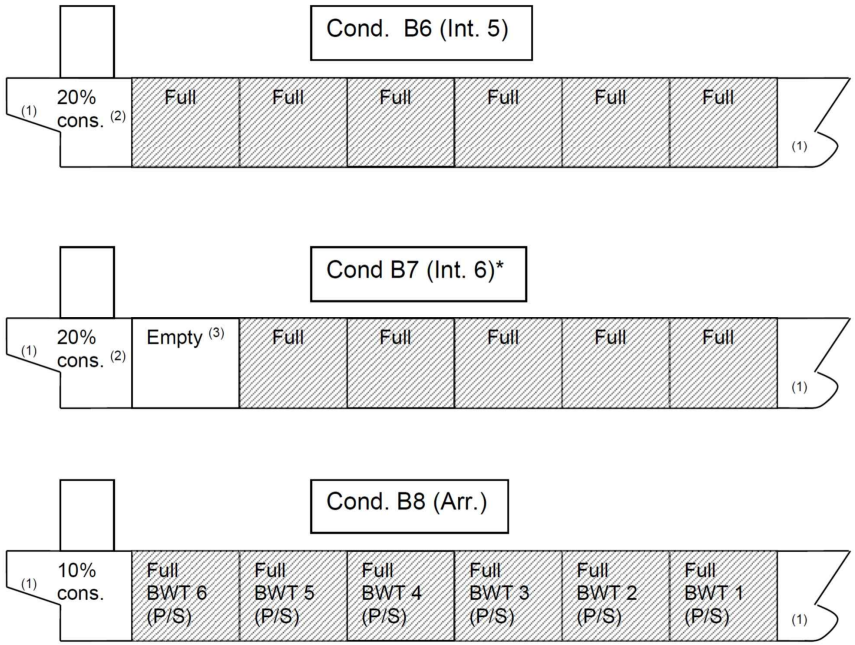
(2) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건.

(3) 큰 윙평형수 탱크를 가진 광석운반선의 경우, 3. (1) (사)에 주어진 트림 제한에 따라 최대/최소 적재수준으로 대체 할 수 있다.

No.6 (P/S) 평형수 탱크에 부분적재를 하는 Case A는 항해 중 모든 단계에서 허용된다. 중간단계 조건이 지정되어 있지만, 평형수 항해 중에 허용 가능한 트림 및 프로펠러 잠김을 유지하기 위해 No.6 (P/S) 평형수 탱크의 다른 부분적재를 적용할 수 있다. 별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

그림 5 평형수 탱크에 부분적재를 하는 화물선의 하중조건 - Case A





(비고)

(1) 부분적재를 하는 선수탱크의 경우, 해당 탱크에 대해 의도된 수준에서 전체 또는 부분적으로 채워진 모든 조합을 조사한다.

(2) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건.

(3) 큰 윙평형수 탱크를 가진 광석운반선의 경우, 3 (1) (사)에 주어진 트림 제한에 따라 최대/최소 적재수준으로 대체 할 수 있다.

No.6 (P/S) 평형수 탱크에 부분적재를 하는 Case B는 중간단계 조건(이 그림에서는 소모품 50-20 % 사이)에서만 허용된다. 별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

그림 6 평형수 탱크에 부분적재를 하는 화물선의 하중조건 - Case B

6.3 Case C

(1) **그림 7(a)**은 항해중 No.1 (P/S) 평형수 탱크와 No.1 7 (P/S) 평형수 탱크 모두 부분 적재를 하는 전통적인 광석운반선의 항해 적하조건으로 출항 조건(C1), 중간단계 조건(C2-C2), 도착조건(C6)을 보여준다.

표 4 평형수 항해상태에서 No.1 (P/S) 및 No.1 7 (P/S) 평형수 탱크의 부분적재 수준

적하조건	소모품	No.1 (P/S) 평형수 탱크 적재수준	No.7 (P/S) 평형수 탱크 적재수준
C1 - 출항	100 %	f_{1dep}%	f_{7dep}%
C2 - 중간단계 1	50 % (i)	f_{1dep}%	f_{7dep}%
C3 - 중간단계 2	50 % (i)	f_{1int}%	f_{7int}%
C4 - 중간단계 3	20 % (i)	f_{1int}%	f_{7int}%
C5 - 중간단계 4	20 % (i)	f_{1arr}%	f_{7arr}%
C6 - 도착	10 %	f_{1arr}%	f_{7arr}%

(비고) 지정되어야 하는 소모품 %로서, 50% 및 20%로 나타내었다.

(2) **그림 7(b)**는 출항조건(C1)의 종강도 검증을 위해 추가되는 12개의 추가 적재조건(C1-1 ~ C1-12)을 보여준다.

(3) **그림 7(c), (d), (e)** 및 **(f)**은 중간단계 조건(C2 ~ C5)의 종강도 검증을 위해 추가되어야 하는 32개의 추가 적재조건(C2-1 ~ C2-12, C3-1 ~ C3-4, C4-1 ~ C4-12 및 C5-1 ~ C5-4)을 보여준다.

(4) **그림 7(g)**는 도착조건(C6)의 종강도 검증을 위해 추가되는 12가지 추가 적재조건(C6-1 ~ C6-12)을 보여준다.

(5) 추가 적재조건의 경우 평형수 탱크의 최대 및 최소 적재 수준은 3. (1) (사)에 주어진 트림 및 프로펠러 잠김 제한에 따른다.

(6) 다만, 화물구역에 큰 윙평형수 탱크를 가지는 전형적인 광석운반선에 있어서 한 개 혹은 최대 두 개 탱크조합의 공창 혹은 만재 평형수적재 상태가 다음의 선박 트림조건을 초과하는 경우에 있어서는 이러한 탱크들의 최대, 최소 및 계획된 부분적재 높이 상태가 다음의 트림조건을 초과하지 않는 것을 확인하는 것으로 충분하다. 다른 윙평형수 탱크의 적재높이는 공창 및 만재상태 사이에서 고려되어야 한다. 상기의 트림조건은 다음과 같다.

(i) 선박길이의 3% 선미트림

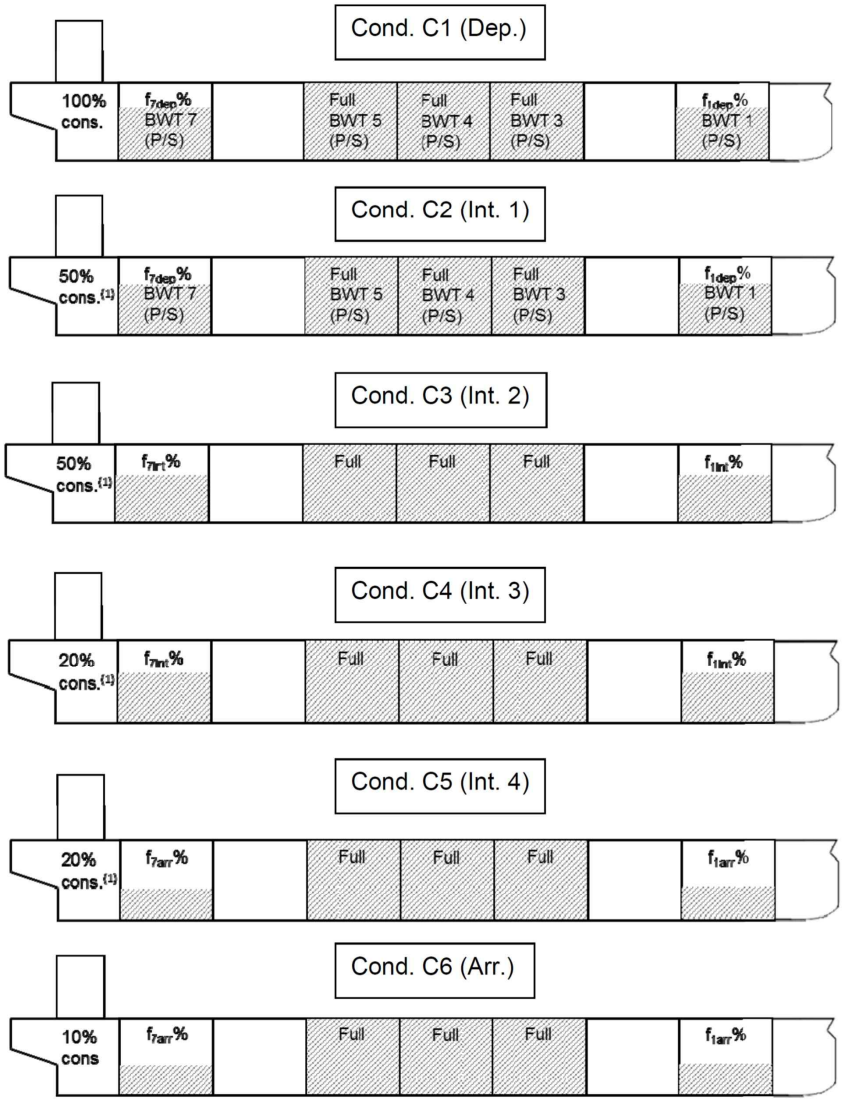
(ii) 선박길이의 1.5% 선수트림

(iii) 프로펠러 잠김(I/D)을 25% 이상 유지하지 못하는 트림

여기서,

I : 프로펠러 중심선으로부터 수선까지의 거리

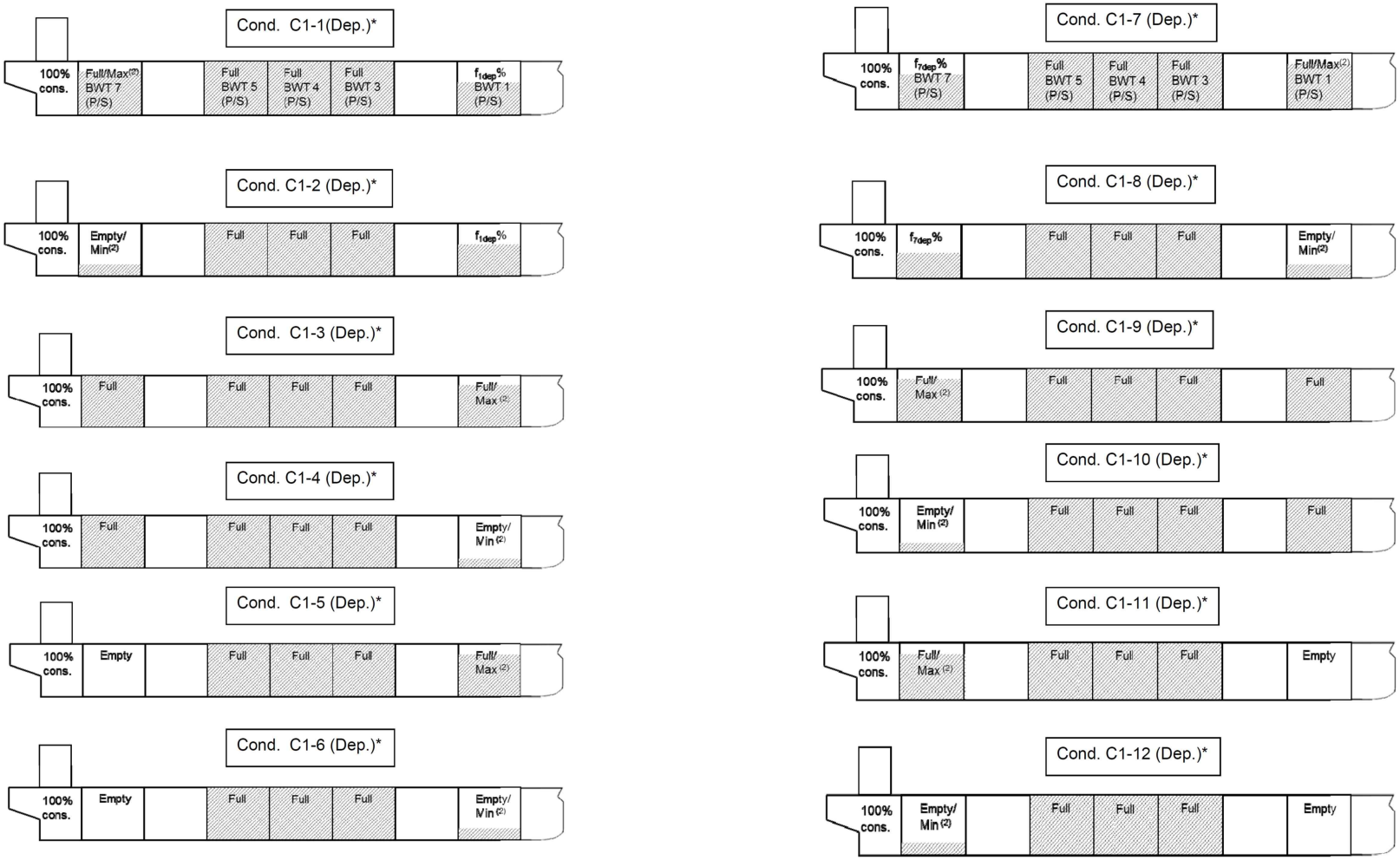
D : 프로펠러의 직경 (**그림 1** 참조)



(비고)

(1) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건

그림 7(a) 평형수 항해중 No.1 (P/S) 평형수 탱크와 No.7 (P/S) 평형수 탱크 모두 부분 적재를 하는 광석운반선의 하중조건 - Case C



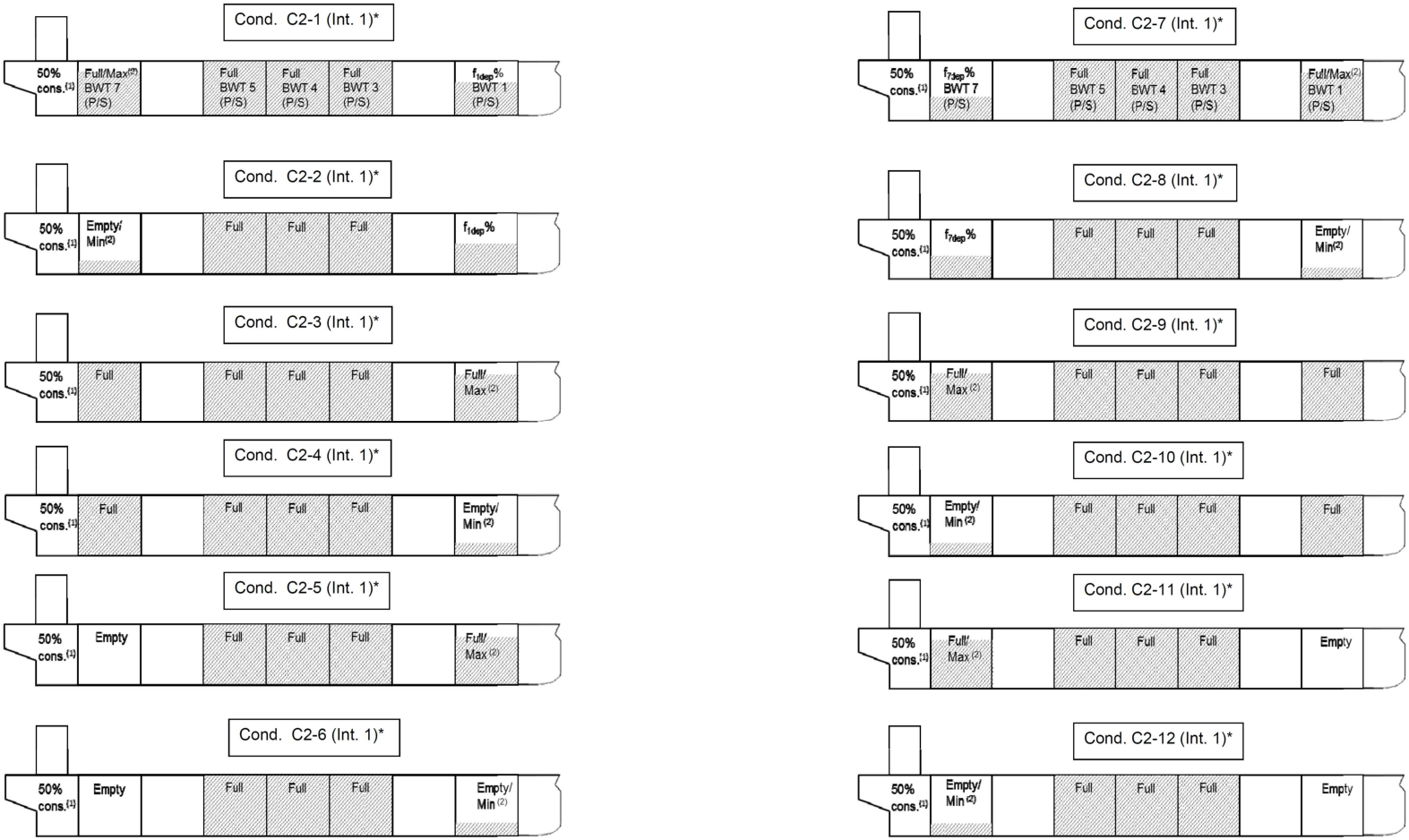
(비고)

(1) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건.

(2) 3. (1) (사)에 주어진 트림과 프로펠러 잠김에 따른 최대 및 최소 적재 높이

별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

그림 7(b) 평형수 항해중 No.1 (P/S) 평형수 탱크와 No.7 (P/S) 평형수 탱크 모두 부분 적재를 하는 광석운반선의 하중조건 - Case C1



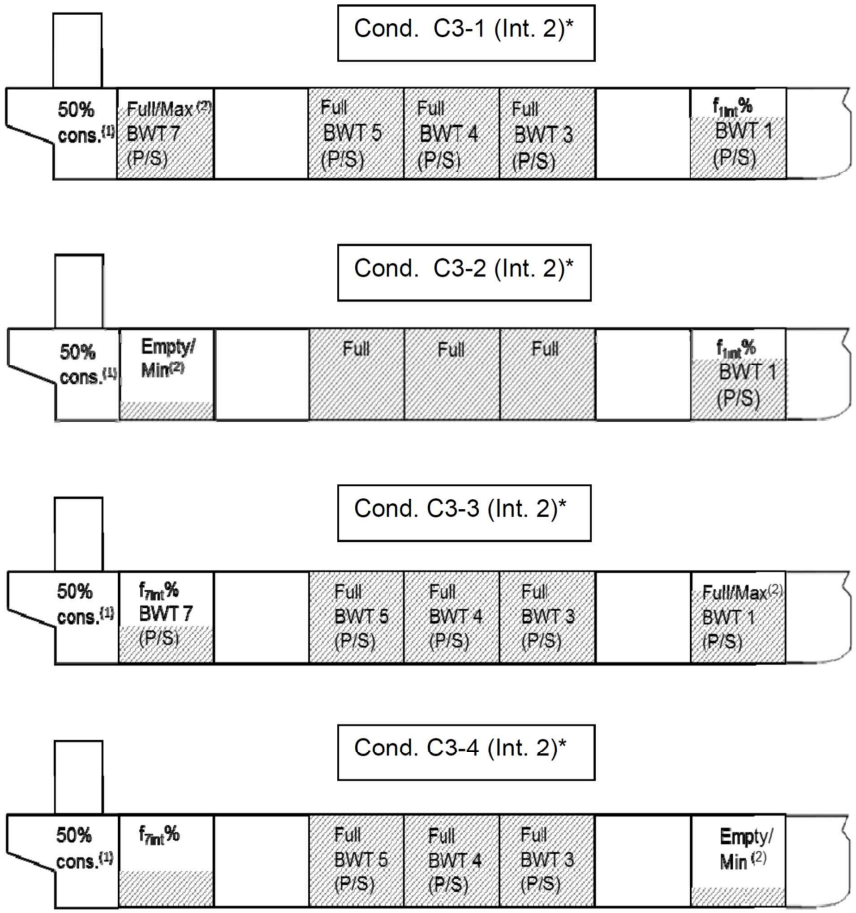
(비고)

(1) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건.

(2) 3. (1) (사)에 주어진 트림과 프로펠러 잠김에 따른 최대 및 최소 적재 높이

별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

그림 7(c) 평형수 항해중 No.1 (P/S) 평형수 탱크와 No.7 (P/S) 평형수 탱크 모두 부분 적재를 하는 광석운반선의 하중조건 - Case C2



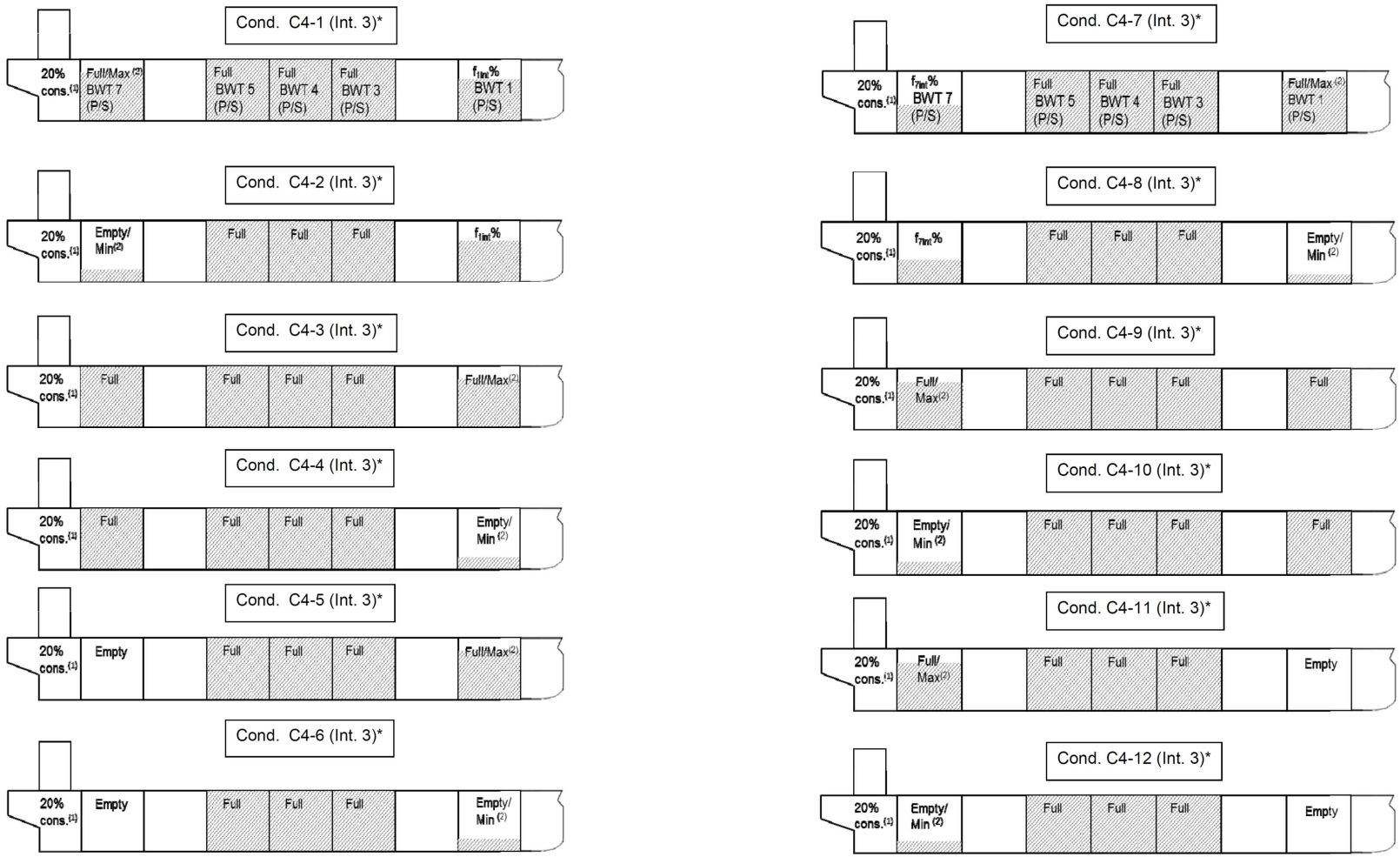
(비고)

(1) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건.

(2) 3. (1) (사)에 주어진 트림과 프로펠러 잠김에 따른 최대 및 최소 적재 높이

별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

그림 7(d) 평형수 항해중 No.1 (P/S) 평형수 탱크와 No.7 (P/S) 평형수 탱크 모두 부분 적재를 하는 광석운반선의 하중조건 - Case C3



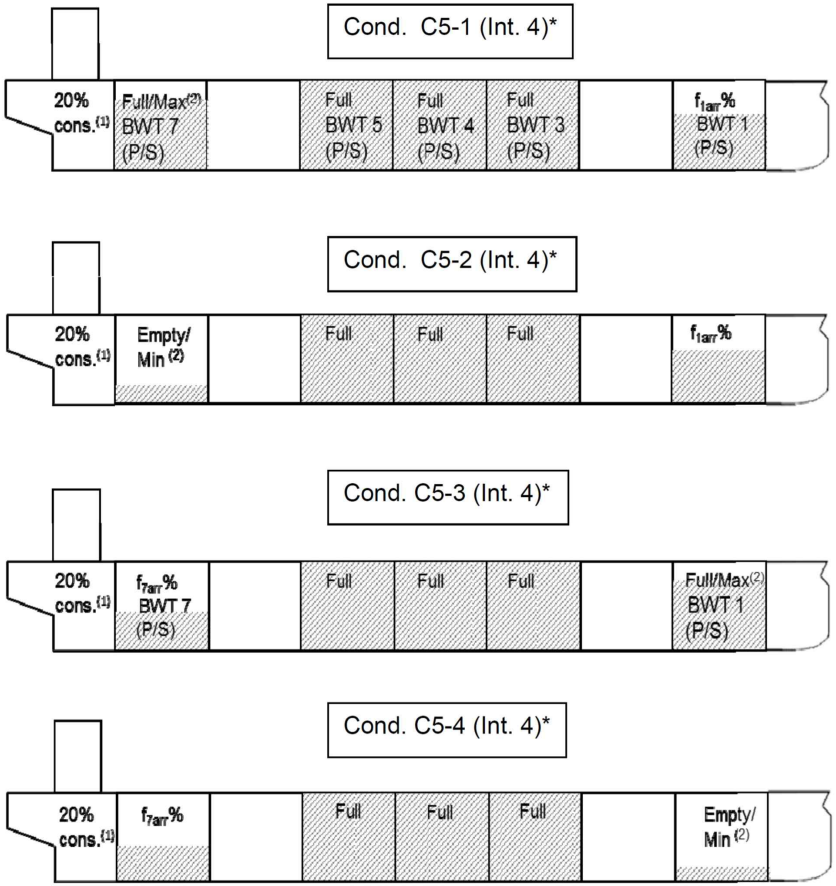
(비고)

(1) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건.

(2) 3. (1) (사)에 주어진 트림과 프로펠러 잠김에 따른 최대 및 최소 적재 높이

별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

그림 7(e) 항해중 No.1 (P/S) 평형수 탱크와 No.7 (P/S) 평형수 탱크 모두 부분 적재를 하는 광석운반선의 하중조건 - Case C4



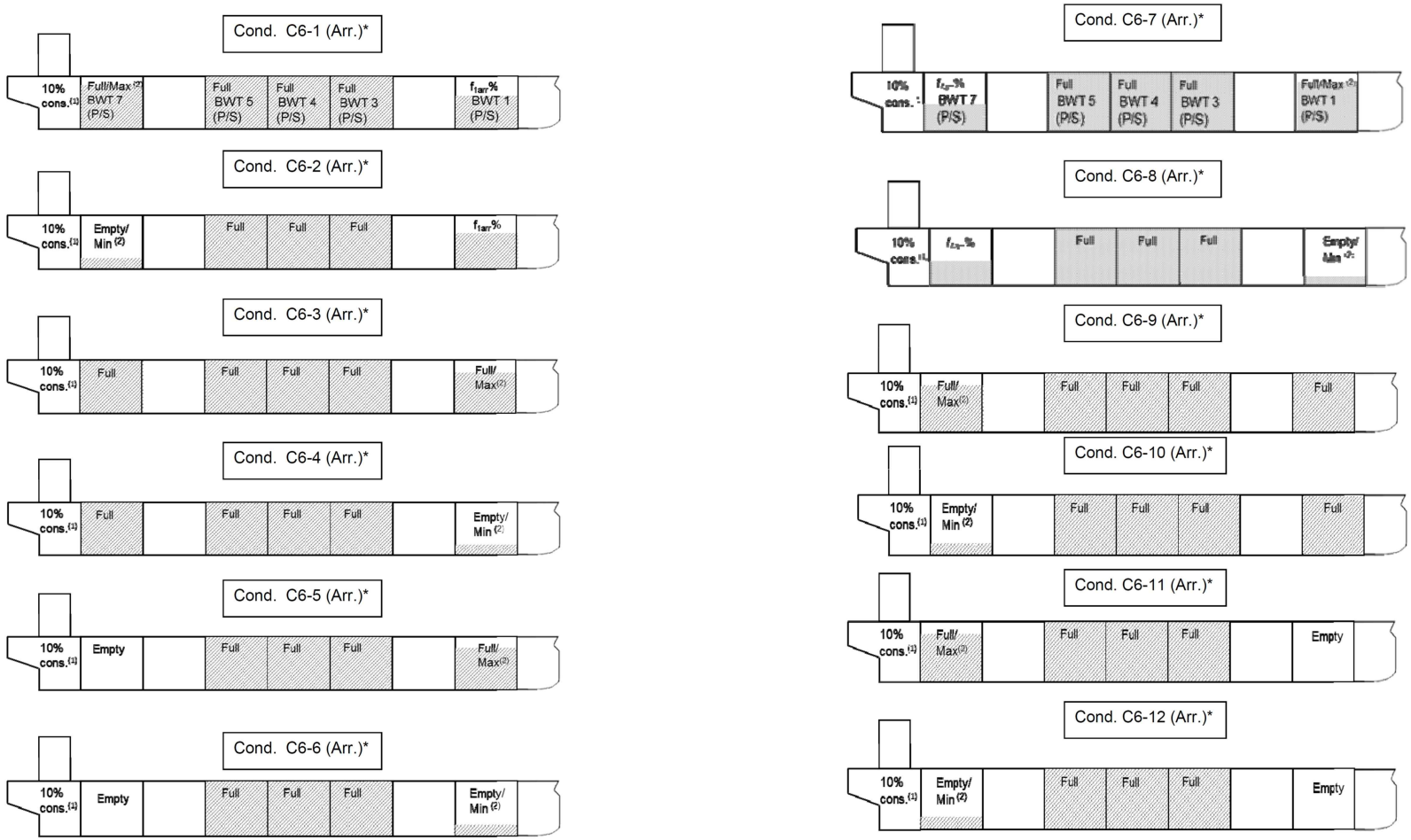
(비고)

(1) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건.

(2) 3. (1) (사)에 주어진 트림과 프로펠러 잠김에 따른 최대 및 최소 적재 높이

별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

그림 7(f) 평형수 항해중 No.1 (P/S) 평형수 탱크와 No.7 (P/S) 평형수 탱크 모두 부분 적재를 하는 광석운반선의 하중조건 - Case C5



(비고)

(1) 소모품 %를 포함하여 지정된 중간조건.

(2) 3. (1) (사)에 주어진 트림과 프로펠러 잠김에 따른 최대 및 최소 적재 높이

별표(*)는 강도 검증(항해조건 아님)만을 위한 조건이다.

그림 7(g) 평형수 항해중 No.1 (P/S) 평형수 탱크와 No.7 (P/S) 평형수 탱크 모두 부분 적재를 하는 광석운반선의 하중조건 - Case C6

부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침

I. 일반

1. 적용

(1) 이 지침은 선체 주요 부재에 대하여 구조모델링, 응력계산, 항복강도 평가 및 좌굴강도 평가과정에 대한 제반 규정을 다룬다.

(2) 이 지침은 구조모델링의 범위에 따라 전선구조해석에 관한 지침과 화물창 구조해석에 관한 지침으로 구분되어진다.

2. 선급부호

신청자(선주 또는 건조자)의 신청에 따라 다음 규정에 적합할 경우 선급부호 추가특기사항 SeaTrust(DSA1) 혹은 SeaTrust(DSA2)를 부여할 수 있다.

(1) 2006년 4월 1일 이후에 건조 계약되는 **규칙 11편, 12편** 적용 대상선박은 해당 각 장의 규정을 따른다.

(2) 산적화물선, 유조선, 컨테이너선, 자동차운반선, 액화천연가스 운반선(멤브레인 형식) 및 액화가스 운반선(독립형탱크 형식 A)은 **Ⅲ. 화물창 구조해석** 규정을 적용하여 선급부호 SeaTrust(DSA1)를 부여한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 **Ⅱ. 전선구조해석** 규정도 적용하여야 하며, 이 경우 선급부호 SeaTrust(DSA2)를 부여한다. 단, SeaTrust(DSA2) 부여시 SeaTrust(DSA1)이 수행되어야 한다. *(2017)*

(3) (1), (2)에 규정되지 아니한 선박의 종류에 대하여 선급부호 SeaTrust(DSA1) 혹은 SeaTrust(DSA2)를 받고자 하는 경우에는 우리 선급과 협의하여 전선 또는 화물창 구조해석에 관한 지침의 관련 규정을 준용하여야 한다.

II. 전선구조해석

1. 일반

(1) 적용

(가) 이 지침은 유체동역학적 해석 및 통계 해석을 통하여 구한 하중을 전선 구조모델에 전달하여 구조해석을 수행함으로써 선박의 구조안전성을 평가하기 위한 것으로 **규칙 3장**에서 규정하는 종강도 대상 선박 중 대양을 항해하는 선박에 대하여 적용한다.

(나) 이 지침을 사용하여 구조 안전성을 검증할 시에도 **규칙 3장**에서 규정하는 최소한의 부재 치수에 대한 조건을 만족해야 하며 이 지침에 따라 계산된 해석 결과를 구조부재의 치수 경감을 목적으로 사용해서는 안 된다.

(다) 선체운동 및 하중 해석은 우리 선급에서 인정한 선형 2D 스트립 이론이나 선형 3D 패널이론에 의한 프로그램을 사용하여 계산할 수 있다. 단 선박형상을 고려하여 비선형 효과의 영향이 중요하다고 판단될 경우 비선형 시간영역 해석 프로그램에 의한 계산을 수행하여야 한다.

(라) 구조해석 방법 및 프로그램은 굽힘 변형, 전단 변형, 축 변형 및 뒤틀림 변형의 영향을 고려할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 자료제출 *(2020)*

전선구조해석에 대한 결과를 승인 받기 위해서는 아래의 목록이 포함된 보고서를 제출하여야 한다.

(가) 전선구조해석에 사용된 도면 목록(날짜 및 개정 번호를 포함)

(나) 운동해석 및 구조해석에 사용된 소프트웨어의 정보(소프트웨어의 이름, 버전 및 참고 자료)

(다) 도면과 대비하여 구조 모델링 과정에서 이상화된 부분에 관한 설명

(라) 강재 등급, 판 두께 및 보강재 치수를 포함하는 구조 모델링 정보(그림 및 표)

(마) 구조 해석에 적용된 경계조건의 상세 정보(그림 및 표)

(바) 운동해석 및 하중해석 결과(전달함수, 설계파 산정결과 등)

(사) 설계파 조건에서의 구조 해석 결과(그림 및 표)

(a) 구조 해석 모델의 변형 양상 및 정도

(b) 모든 부재의 응력 분포 및 허용응력 대비 비율

(c) 판 부재의 좌굴강도

(아) 허용응력 및 좌굴강도 평가를 만족하지 못한 경우, 설계 개정안 및 평가 결과

(3) 전선구조해석의 절차는 **그림 1**과 같다.

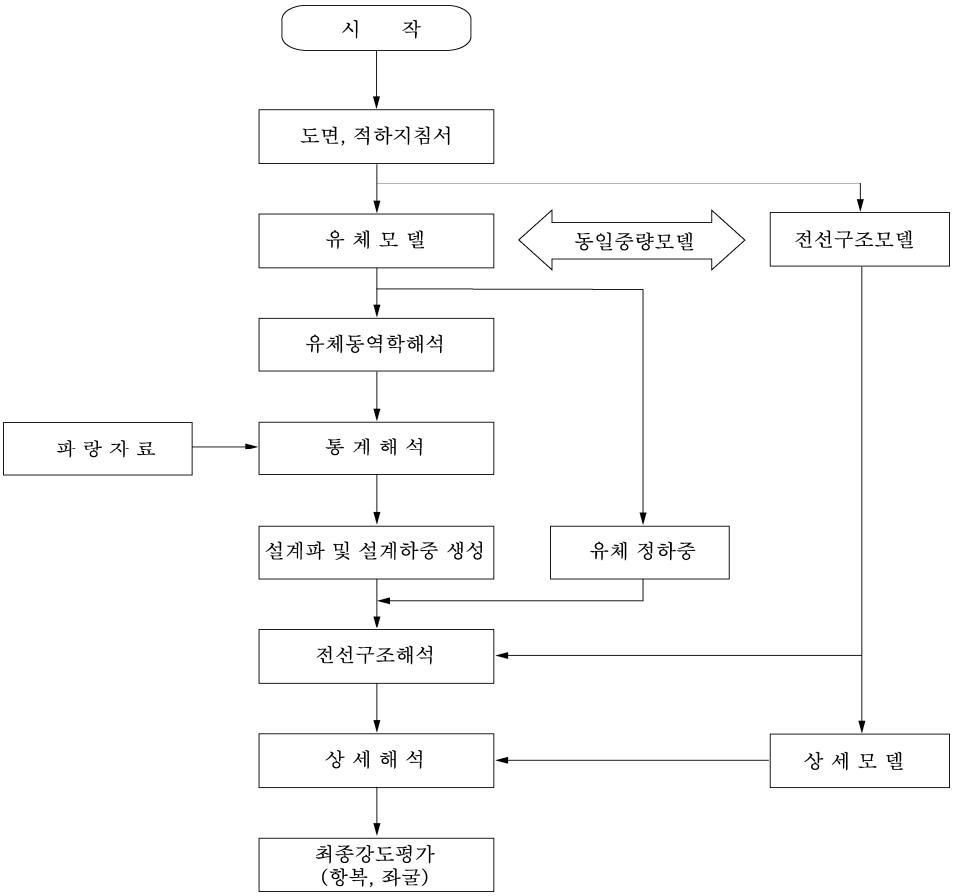


그림 1 전선구조해석 절차

2. 유체모델

(1) 선체 운동 및 파랑하중 계산에 사용되는 유체 모델은 선박의 접수면에 대한 기하학적 형상 및 유체동역학적 특성을 잘 반영할 수 있어야 한다.

(2) 2D 스트립 모델

선박 길이 방향으로 최소 25~30개의 스트립을 사용하며 각 스트립의 한쪽 현을 최소 10개 이상의 좌표점으로 정의하여야 한다. 형상이 복잡한 부위(선수미부 및 빌지부)는 좌표점을 증가시켜 기하학적 형상을 잘 표현하고 형상이 변하지 않는 부위(중앙 횡단면)도 유체 동하중의 구배를 충분히 반영할 수 있도록 적절히 분할해야 한다.

(3) 3D 패널 모델

수치해석상의 오차를 줄이기 위하여 충분히 작은 크기의 패널로 모델링을 해야 한다. 선박 길이 방향으로 최소 30~40개의 단면을 사용하고 각 단면의 한쪽 현을 15~20개의 패널로 정의하여야 한다. 따라서 전체 선박형상을 정의하기 위하여 500~800개의 패널을 사용한다. 형상이 복잡한 부위(선수미부 및 빌지부)는 패널수를 증가시켜 기하학적 형상을 잘 표현하고 형상이 변하지 않는 부위(중앙 횡단면)도 유체 동하중의 구배를 충분히 반영할 수 있도록 적절히 분할해야 한다.

(4) 유체모델과 구조모델은 가능한 한 동일한 기하학적 형상, 배수량 및 부력중심을 갖도록 해야 한다.

3. 전선구조모델

(1) 구조모델링 *(2020)*

(가) 유한요소 모델의 범위는 선박의 전폭과 전체 길이에 대하여 선루를 포함한 모든 선체 구조물이다. 유한요소 모델에는 모든 주요 구조 부재들이 표현되어야 한다. 여기에는 내측판 및 선체외판, 갑판, 이중저 늑판 및 거더, 횡 및 수직 특설 늑골, 스트링거, 횡 및 종격벽 구조, 기타 1차 지지부재 및 선체 거더강도에 기여하는 기타 구조부재가 포함된다.

(나) 유한요소 모델에는 4절점 또는 3절점 쉘 요소 및 2절점 보 요소를 사용한다.

(다) 모든 보강재는 축, 비틀림, 두 방향 전단 및 굽힘 강성을 갖고 있는 보 요소로 모델링하여야 한다. 1차 지지부재 및 브래킷의 면재는 봉 또는 보 요소를 사용하여 모델링하여야 한다.

(라) 쉘 요소의 종횡비는 일반적으로 3을 넘지 않아야 한다. 삼각형 쉘 요소의 사용은 최소화하여야 한다. 가능하면, 높은 응력이나 급격한 응력변화가 예상되는 부위의 요소 종횡비는 1에 가깝게 유지되어야 하고 삼각형 요소의 사용은 피하여야 한다.

(마) 모델링하는 경우 부식에 대한 추가를 포함한 부재치수를 사용한다.

(바) 일반적으로 전선구조해석 시 판요소는 늑골 간격으로 한다.

(사) 이중저거더, 늑판, 횡방향 특설늑골, 수직방향 특설늑골 그리고 횡격벽의 수평스트링거의 깊이방향으로는 적어도 3개의 요소로 분할한다.

(아) 모델검토

선체구조를 이상화한 유한요소모델의 적합함을 다음에 따르거나 또는 이와 동등한 방법으로 검증하여야 한다.

(a) 유한요소모델로부터 계산한 횡단면계수와 중앙횡단면도에 따라 계산한 횡단면계수의 오차가 ±1 % 범위내에 있어야 한다.

(b) 해석모델에 굽힘모멘트를 가하여 발생한 선체 길이방향 굽힘응력이 보이론에 따라서 계산된 값과 대체로 일치해야 한다. 보이론에 의한 선체 길이방향 굽힘응력은 M/Z으로 계산되고, 여기서 M은 정수중 굽힘모멘트와 파랑굽힘모멘트의 총합이고 Z는 고려하는 위치에서의 횡단면계수이다.

(2) 경계조건 *(2021)*

전선구조모델의 경계조건은 구속에 의한 응력이 발생되지 않도록 단순지지의 형태를 반영해야한다. **표 2**와 **그림 2**는 경계조건의 예를 보여주고 있다. 구속점은 가능한 한 응력 관심부에서 떨어져 있어야 하며 강구조 위에 위치해야 한다. 다만, 경계조건 인근 부위의 평가가 필요하거나, 경계조건에서 반력이 크게 발생하는 파랑하중조건의 경우 관성제거기법(Inertia relief method)을 사용하여 경계조건을 대신할 수 있다. 이 경우 하중 전달의 정확성을 확인하기 위하여 불평형력에 관한 자료를 우리선급에 제출하고 협의하여야 한다.

표 2 경계조건

위치	변위		
	δx	δy	δz
점 A	1	1	1
점 B	0	1	1
점 C	0	1	0
비고 1 : 구속 0 : 자유			

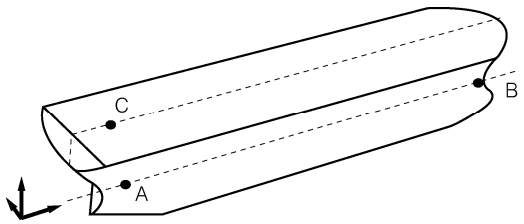


그림 2 경계조건

4. 중량모델

(1) 구조물의 총중량은 구조모델의 용적에 밀도를 곱하여 구하며 구조모델에서 제외된 부분의 중량을 고려하기 위하여 적절히 밀도를 증가시킬 수 있다. 구조모델의 중량과 실제중량과의 차이는 선박 전체에 걸쳐 발생하므로 가능한 한 추가되는 중량이 고르게 분포될 수 있도록 조절해야 한다.

(2) 화물중량은 적하지침서에 따라 길이 방향, 폭 방향 및 높이방향의 정확한 위치를 고려하여야 한다. 다만 액체화물인 경우는 중량 중심에 집중된 절점중량의 형태로 간주할 수 있다.
(3) 유체 동역학적 해석에서 사용되는 중량모델과 구조해석에 사용되는 중량모델은 약간의 중량차이에 의해서도 큰 하중 변화를 초래하므로 가능한 한 크기, 중심 및 분포 형태가 동일하여야 한다.
(4) 유체모델과 중량모델은 정적 평형상태를 유지해야 하며 계산된 정수중 굽힘모멘트의 분포는 가능한 한 적하지침서상의 그것과 일치하여야 하며 다음과 같은 범위 안에 있어야 한다.
- 배수량 : 1%
- LCG : 선박길이의 0.1%
- 정수중 굽힘모멘트 : 3%

5. 하중해석

(1) 적하상태
유체동역학 해석 시 사용하는 적하상태는 선박의 적하지침서를 기초로 가장 운항 비율이 높은 발라스트 및 만재상태를 선택하여야 하며 정수중 종 굽힘 모멘트가 최대 새깅 및 최대 호깅이 되는 조건을 반드시 포함하여야 한다. 그리고 우리선급이 화물 적재 분포가 선박 전체 거동에 영향을 줄 수 있다고 판단하는 경우 추가적인 적하상태를 고려하여야 한다. *(2020)*

(2) 유체정하중
유체정하중은 유체모델과 중량 또는 구조모델과 중량을 사용하여 계산할 수 있다. 부력과 중량은 정확히 평형을 이루어야 하며 특히 트림이 심한 선박에서는 기선과 수선면 간의 각도를 고려하여 x방향 불평형력이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(3) 유체동하중 *(2020)*
(가) 전진속도
전진속도는 강도해석 시 5 노트, 피로해석 시 설계 속도의 2/3을 사용할 것을 권장한다.
(나) 파 입사각
강도해석 시 파 입사각은 0°~360° 걸쳐 전 방향을 고려하여야 하며 최대 30° 간격으로 적용하여야 한다. 선체의 구조 및 적재 조건이 좌,우 대칭이고 우리선급이 인정하는 경우 0°~180° 까지 고려할 수 있으며, 이 경우 횡파 및 사파에 의한 구조보강은 좌우 대칭으로 이루어 져야 한다. 피로해석 시 파 입사각은 0°~360° 전 방향에 대하여 고려하여야 한다.
(다) 파장
장파장은 선박 길이의 최소 4배 이상, 단파장은 유체모델을 구성하는 요소의 최소 5배 이상을 갖는 범위에서 최소 20개 이상의 파장을 고려하여야 한다. 파장의 범위 및 개수는 최대값을 포함하여 하중의 전달함수를 가장 효과적으로 표현할 수 있도록 선택하여야 한다.
(라) 선박 운동 및 파랑하중 해석
(가), (나) 및 (다)의 조건에 대하여 우리 선급이 인정한 프로그램을 사용하여 선박운동 및 파랑하중 해석을 수행하고 6자유도 운동(2D strip일 경우 종운동 제외), 각 단면에 작용하는 전단력 및 모멘트, 특정 위치에서의 가속도 및 압력(2D strip일 경우 x방향 압력 제외)에 대한 전달함수를 계산한다.
(마) 단기해석
(라)에서 계산된 전달함수와 불규칙해상상태를 정의하는 파랑 스펙트럼을 이용하여 단기해석을 수행한다. 파랑 스펙트럼은 다음 식으로 표현되는 "Bretschneider or 2 Parameter Pierson- Moskowitz Spectrum"을 사용할 것을 권장한다.

$$S_\eta(\omega|H_s, T_z) = \frac{H_s^2}{4\pi}\left(\frac{2\pi}{T_z}\right)^4 \omega^{-5} \exp\left[-\frac{1}{\pi}\left(\frac{2\pi}{T_z}\right)^4 \omega^{-4}\right]$$

여기서, H_s : 유의 파고 (m)
ω : 각 주파수 (rad/s)
T_z : 평균 제로 업 크로싱(zero up-crossing) 파랑 주기 (s)

선박의 단기 응답 스펙트럼은 하중 전달함수(load transfer function) $H(\omega|\theta)$를 사용하여 다음과 같이 계산한다.

$$S(\omega|H_s, T_z, \theta) = |H(\omega|\theta)|^2 S_\eta(\omega|H_s, T_z)$$

주어진 입사각에 대한 응답의 n차 스펙트럼 모멘트는 다음을 따른다.

$$m_n = \int_\omega \sum_{\theta_0-90^\circ}^{\theta_0+90^\circ} f_s(\theta) \left|\omega - \frac{\omega^2 V}{g} cos\theta\right|^n S(\omega|H_s, T_z, \theta)$$

보통 $f_s(\theta) = kcos^2(\theta)$로 정의되는 퍼짐 함수(spreading function)를 사용한다. 다만, k는 다음의 값으로 한다.

$$\sum_{\theta_0-90^\circ}^{\theta_0+90^\circ} f_s(\theta) = 1$$

여기서, θ_0 : 주요 파 입사각
θ : 주요 파 입사각 주위의 상대적 퍼짐(relative spreading)

(바) 장기해석

(a) (마)항에서 구한 단기해석 결과와 파랑자료를 사용하여 장기해석을 수행할 수 있다. 강도해석 시 사용하는 파랑자료는 **그림 3**의 8, 9, 15, 16에 해당하는 북대서양 해역에 대한 것으로 **표 3**의 분산표(IACS Rec. No. 34)로 나타내었다. 피로해석 시 사용하는 파랑자료는 대상선박의 항로를 고려한 파랑자료 또는 선급이 인정하는 바에 따른다.

(b) 전선구조해석을 위한 파랑하중은 북대서양 파랑자료 조건에서 계산된 10^{-8} 확률수준 값에 선박운항과 관련된 계수($f_R = 0.85$)를 곱하여 사용할 수 있다.

표 3 영국 해양기술(British Marine Technology)의 글로벌 파랑 통계에서 유도한 북대서양 해역에서의 100000 관찰에 대한 해상상태 확률

H_S / T_Z*	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	SUM
0.5	0.0	0.0	1.3	133.7	865.6	1186.0	634.2	186.3	36.9	5.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3050
1.5	0.0	0.0	0.0	29.3	986.0	4976.0	7738.0	5569.7	2375.7	703.5	160.7	30.5	5.1	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	22575
2.5	0.0	0.0	0.0	2.2	197.5	2158.8	6230.0	7449.5	4860.4	2066.0	644.5	160.2	33.7	6.3	1.1	0.2	0.0	0.0	23810
3.5	0.0	0.0	0.0	0.2	34.9	695.5	3226.5	5675.0	5099.1	2838.0	1114.1	337.7	84.3	18.2	3.5	0.6	0.1	0.0	19128
4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	196.1	1354.3	3288.5	3857.5	2685.5	1275.2	455.1	130.9	31.9	6.9	1.3	0.2	0.0	13289
5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	51.0	498.4	1602.9	2372.7	2008.3	1126.0	463.6	150.9	41.0	9.7	2.1	0.4	0.1	8328
6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	12.6	167.0	690.3	1257.9	1268.6	825.9	386.8	140.8	42.2	10.9	2.5	0.5	0.1	4806
7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	52.1	270.1	594.4	703.2	524.9	276.7	111.7	36.7	10.2	2.5	0.6	0.1	2586
8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	15.4	97.9	255.9	350.6	296.9	174.6	77.6	27.7	8.4	2.2	0.5	0.1	1309
9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.3	33.2	101.9	159.9	152.2	99.2	48.3	18.7	6.1	1.7	0.4	0.1	626
10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	10.7	37.9	67.5	71.7	51.5	27.3	11.4	4.0	1.2	0.3	0.1	285
11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.3	13.3	26.6	31.4	24.7	14.2	6.4	2.4	0.7	0.2	0.1	124
12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	4.4	9.9	12.8	11.0	6.8	3.3	1.3	0.4	0.1	0.0	51
13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	3.5	5.0	4.6	3.1	1.6	0.7	0.2	0.1	0.0	21
14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.2	1.8	1.8	1.3	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	8
15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.6	0.7	0.5	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	3
16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1
SUM	0	0	1	165	2091	9280	19922	24879	20870	12898	6245	2479	837	247	66	16	3	1	100000

* 유의파고(H_S)와 평균 제로업 크로싱 주기(T_Z) 값은 해당구간에서의 중간 값을 의미한다.

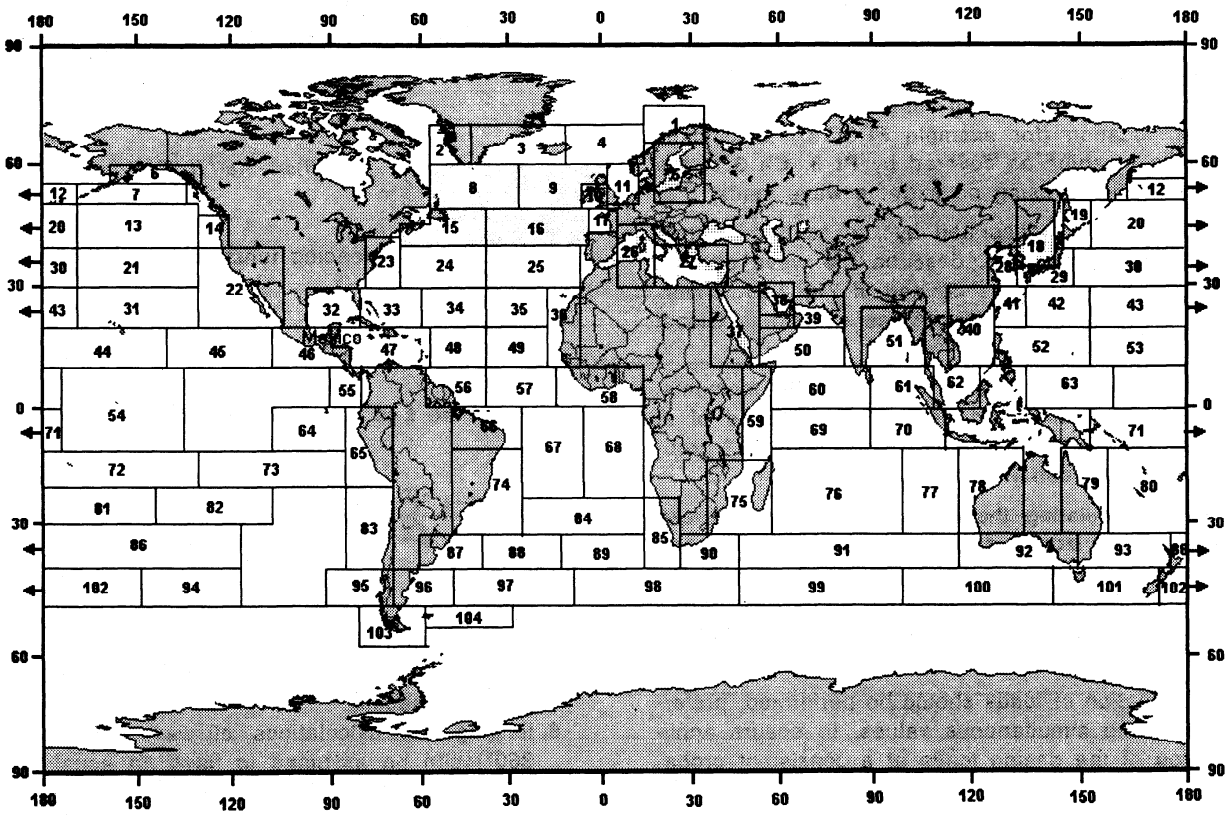


그림 3 북대서양 해역의 구역정의

6. 설계파 산정 *(2020)*

(1) 목표하중은 5항 (3)호의 (바)를 이용하여 계산하며, 규칙이 정한 하중 값으로 대체할 수 있다. 횡파(90° 또는 270°)에 대해서는 파도진행 방향 상관계수($f_\beta = 0.8$)을 추가적으로 적용할 수 있다.

(2) 설계파는 선박으로 하여금 목표하중과 등가의 응답을 줄 수 있도록 작용하는 규칙파로서 입사파와 파장은 전달함수(transfer function)가 최대가 될 때의 값을 사용하고 진폭은 목표하중 값을 전달함수의 최대치로 나눔으로써 구할 수 있다. 만약 선정된 설계파의 경사도가 지나치게 높을 경우(파고/파장〉1/7) 최대치일 때의 파장보다 약간 큰 파장을 선택하고 그에 대응하는 진폭을 적용하여 경사도를 완화시켜야 한다.

(3) 설계파의 산정기준인 주요 하중 인자(dominant loads parameter)는 하중이 최대로 작용하거나 구조적으로 취약하여 구조안전성을 반드시 검증하여야 할 위치에 대하여 선정하여야 하며 최소한 다음을 반드시 포함하여야 한다. 단, 우리선급이 필요하다고 판단하는 경우, 추가적인 주요 하중 인자를 고려하여야 한다.

- 선박 중앙 위치에 작용하는 파랑 종굽힘 모멘트(선수파 및 선미파 조건을 포함)
- 선박 중앙 위치에 작용하는 파랑 수평굽힘 모멘트
- 선박 $L/4$, $L/2$ 및 $3L/4$ 위치에 작용하는 비틀림 모멘트
- 선수 수선 위치에서의 수직가속도
- 횡요
- 선박 중앙 흘수선 위치에 작용하는 파랑 동압력

선박에 따라 대형개구부와 같이 구조적으로 취약하다고 인정되는 부분에 대하여도 주요하중인자를 선정하여야 한다.

7. 하중 전달

(1) 선정된 각각의 주요하중인자에 의해 설계파를 산정하고 각 설계파에 따른 가속도에 기인한 관성력 및 유체동압을 계산하여 구조모델에 합리적으로 분포시켜야 하며 이 과정에서 구조모델의 각 단면에 작용하는 하중과 유체동역학 해석에서 구한 값이 일치하는 지를 확인해야 한다.

(2) 유체동압 분포

유체동역학 해석에서 구한 유체 동압은 힘 또는 압력의 형태로 구조모델로 전달할 수 있으며 이 때 유체모델과 구조모델의 상이함에서 나오는 불평형력이 가능한 한 최소가 되도록 해야 한다.

(3) 관성력 분포

(가) 구조물 중량

유체동역학 해석에서 구한 속도를 이용하여 해당 구조부재의 위치에서의 가속도를 계산하고 부재의 중량을 곱하여 관성력을 계산한 후 해당 부재를 구성하는 노드에 분포시킨다.

(나) 고상화물

컨테이너와 같은 고상화물은 해당 화물의 위치에서의 가속도를 고려하며 가속도의 각 방향에 따라 실제 하중이 전달되는 부위의 노드에 관성력을 분포시킨다.

(다) 액상화물

화물에 작용하는 가속도는 화물창의 무게중심위치에서 계산된 값을 사용할 수 있으며 각 방향별 가속도에 의해 발생하는 내부 압력을 합산하여 내부압력의 형태로 구조모델에 가해준다. 이때 수두의 기준점은 수직가속도는 탱크 경계의 최상단, 수평 및 길이 방향 가속도는 자유표면의 중간 부위가 된다.

(4) 불평형력

구조모델과 유체모델의 차이, 구조해석과 유체동역학 해석 시에 사용된 중량모델의 차이 및 롤운동의 점성 감쇠력(viscous damping force) 등에 의해 일정량의 불평형력이 구조모델의 경계조건에 해당하는 변위의 구속점에서 발생하게 된다. 이때 불평형력의 크기, 원인, 해소방법 등에 대한 적절한 자료를 제출하여야 한다.

8. 구조해석 및 허용응력

(1) 구조해석

(가) 구조해석은 유한요소법을 사용하여 수행하여야 한다.

(나) 해석 시 사용되는 프로그램은 우리 선급에서 인정한 정도 높은 프로그램이어야 한다. 우리 선급이 해석에 사용된 프로그램과 관련된 정보 및 정확도를 입증할 수 있는 자료를 필요시 요청할 경우 이를 제출하여야 한다.

(2) 평가대상 *(2020)*

(가) 구조 안전성 평가는 파랑 하중에 의해 야기되는 전선 거동에 영향을 받는 선체 구조 부재를 대상으로 한다. 선박 길이 방향에서 연속적으로 배치되지 않은 선루 및 갑판실 등은 평가대상에서 제외한다. 다만, 선체와 연결되어 전선 거동에 영향을 받는 부위는 평가대상에 포함한다.

(나) 선수미 구조에서 불평형력에 의해 국부적인 응력집중이 발생하는 경계조건 적용 부위는 평가대상에서 제외한다.

(3) 허용응력

구조해석의 의한 응력은 **표 4**에 허용응력에 의하여 항복 강도를 평가한다.

표 4 허용 응력 *(2020)*

요소 형태	허용 응력
쉘 요소	σ_e (N/mm^2)
	$0.9\beta\sigma_Y/K$ [3.]

(비고)

1. σ_Y : 235 N/mm^2
2. 등가응력 σ_e는 다음에 따른다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2}$$

σ_x : 요소좌표계 x방향 응력
σ_y : 요소좌표계 y방향 응력
τ : 요소좌표계 $x-y$ 평면내의 전단응력

3. β : 요소분할 밀도 계수

종부재 간격의 경우	: 1.0
200 x 200 mm 요소분할 크기 이하의 경우	: 1.15
100 x 100 mm 요소분할 크기 이하의 경우	: 1.25
50 x 50 mm 요소분할 크기 이하의 경우	: 1.5
2t x 2t 요소분할 크기 이하의 경우	: 1.7

여기서, t는 요소의 두께 (mm)

표 5 재료계수 *(2020)*

재료기호	K
A, B, D 및 E	1.0
AH 32, DH 32 및 EH 32	0.78
AH 36, DH 36 및 EH 36	0.72
AH 40, DH 40 및 EH 40	0.68[(1)]
AH 47, DH 47 및 EH 47	0.62[(2)]

(비고)

(1) 지침 **부록 3-3 선체구조의 피로강도평가 지침**에 따라서 선체구조의 피로강도 평가가 수행된다면 재료계수 K는 0.66을 사용할 수 있다.

(2) **지침 7편 부록 7-8**에 따른 컨테이너선의 고강도 극후판 적용에 한함.

9. 국부 구조강도해석 *(2020)*

(1) 적용

아래 (가)부터 (다)까지에 해당하는 경우 우리선급의 판단에 따라 국부 구조강도해석이 요구될 수 있다.

(가) 구조해석 결과 계산된 응력이 허용 응력의 95%를 초과할 때 (요소 크기가 200 × 200 mm를 초과하는 경우)

(나) 응력집중이 예상되나 하중 및 경계조건 적용의 어려움으로 인해 III. **화물창 구조해석**을 통해 평가할 수 없는 부위

(다) 요소의 밀도 때문에 모델이 도면상의 구조를 반영하기 어려운 경우

(2) 모델링

(가) 국부 구조강도 해석 범위는 검토대상 구역으로부터 모든 방향으로 10개 이상의 요소이어야 한다.

(나) 국부 구조강도 해석 범위 내의 모든 판 및 보강재는 쉘요소로 표현되어야 한다.

(다) 요소의 종횡비는 가능한 1에 가깝게 유지되어야 하며 3 이하로 하여야 한다.

(라) 요소 모서리의 각도가 45도 미만이거나 도는 135도를 초과하는 비뚤어진 요소는 피하여야 한다.

(3) 평가

상세 요소분할 해석 결과는 **표 4**의 허용 응력 기준을 만족하여야 한다.

10. **좌굴강도** *(2020)*

구조해석 결과에 대한 좌굴강도계산은 IV. **좌굴강도계산**에 따른다.

III. 화물창 구조해석

1. **일반**

(1) 적용

(가) 화물창구조해석에 의하여 선체구조 각 부재의 치수를 정하는 경우, 그 범위 및 절차는 우리 선급과 협의하여 정할 수 있다.

(나) 화물창구조해석에 의하여 선체구조 각 부재의 치수를 정할 경우에도 **규칙 3장**의 종강도 규정을 만족하여야 한다.

(다) 화물창구조해석에 의하여 강판의 두께를 정할 경우에도 규칙에 규정하는 최소 판두께 미만으로 하여서는 아니 된다.

(라) 해석방법 및 해석프로그램은 굽힘변형, 전단변형, 축변형 및 뒤틀림 변형의 영향을 고려할 수 있는 것이어야 한다.

(마) 해석방법 및 해석프로그램은 평면 또는 입체구조 모델의 거동을 합리적인 경계조건하에서 유효하게 표현할 수 있어야 한다.

(바) 화물창구조해석을 할 때에는 그 계산조건을 명시한 자료 및 계산결과를 정리한 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(사) 이 지침에 규정되어 있지 않은 선박의 종류에 대하여 화물창구조해석을 수행하는 경우에도 이 지침의 관련규정을 준용할 수 있다.

(2) 화물창구조해석 과정

화물창구조해석 과정은 **그림 4**와 같다.

(3) 구조의 모델링

(가) 해석 대상인 구조의 모델은 직접강도계산에 의하여 치수를 정하려는 부재의 거동에 영향을 미친다고 판단되는 주위의 부재도 포함하는 것으로 한다.

(나) 판요소, 보요소, 및 트러스요소 등 적절한 요소를 택하여 구조의 거동을 충실하게 표현할 수 있는 구조로 모델화 하여야 한다.

(다) 모델링하는 경우 부식에 대한 추가를 포함한 부재치수를 사용한다.

(라) 각 구조부재의 모델에 대한 요소분할이 직접강도 계산에 의하여 치수를 정하기에 불충분할 때에는 그 부재에 대한 상세분할 해석을 하고 그 해석결과에 따라 검토를 하여야 한다.

(마) 산적화물선, 이중선체 유조선, 컨테이너선, 자동차운반선, 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선 및 액화가스(LPG) 운반선(독립형탱크 형식 A)에 대한 구조모델에 대하여는 이 규정에 추가하여 3항부터 8항에 따라야 한다. *(2020)*

(바) 유한요소모델의 좌표계는 **표 6**과 같이 사용한다.

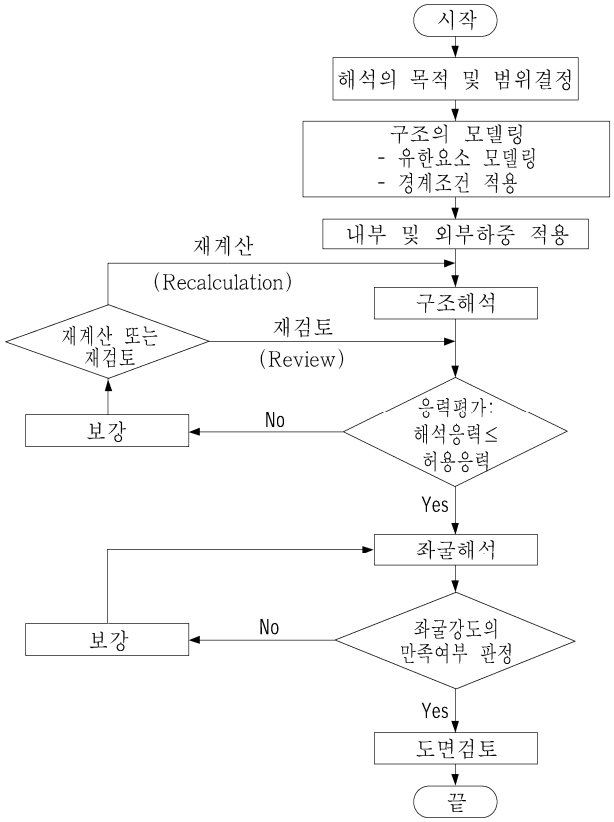


그림 4 화물창 구조해석 흐름도

표 6 좌표계

좌표	방향	비고
x	길이방향	선미에서 선수 (+)
y	폭방향	중심선면에서 좌현 (+)
z	깊이방향	상향 (+)

(사) 선측외판 및 종격벽판 등 큰 전단력을 받는 부재는 판요소로 모델링하는 것이 바람직하다.

(아) 요소분할을 할 때에는 모델내의 응력분포상태를 가상하여 적정 크기로 분할하여 과대한 종횡비가 되는 분할을 피하는 등 합리적으로 하여야 한다.

(자) 거더와 같이 깊이 방향에 응력변화가 있는 것에 대하여는 이것이 판별되도록 요소 분할을 하여야 한다.

(차) 해석모델에 포함되어 있는 출입용 개구 및 경감구멍은 원칙적으로 모두 반영하는 것으로 한다. 만약, 요소크기가 개구를 반영할 수 없는 경우에는 해석결과 발생한 전단응력을 모델면적과 개구가 고려된 실제면적과의 비만큼 증가시킨다. 단, 이중저 거더나 호퍼탱크의 너클부와 같이 전단응력이 크게 발생하는 부위에는 요소분할을 상세히 하여 반드시 개구 및 경감구멍을 반영토록 한다.

(카) 보요소의 유효폭은 부재 양측에 각각 부재길이의 0.1배의 폭을 포함하는 판을 모델링 한다. 단, 포함되는 판은 타부재에 의해 유효하게 보강되어 있거나 충분한 판두께를 갖고 있다고 우리 선급이 인정하는 것이어야 한다. 다만, 부재길이의 0.1배의 폭은 인접한 부재까지 거리의 1/2을 넘어서는 아니 된다.

(타) 보요소의 유효단면적은 늑골 끝부분의 고착조건에 따라 **표 1**과 같이 고려되어 진다.

(4) 모델검토

선체구조를 이상화한 유한요소모델의 적합함을 다음에 따르거나 또는 이와 동등한 방법으로 검증하여야 한다.

(가) 유한요소모델로부터 계산한 횡단면계수와 중앙횡단면도에 따라 계산한 횡단면계수의 오차가 ±1 % 범위내에 있어야 한다.

(나) 해석모델에 굽힘모멘트를 가하여 발생한 선체 길이방향 굽힘응력이 보이론에 따라서 계산된 값과 대체로 일치해야 한다. 보이론에 의한 선체 길이방향 굽힘응력은 M/Z으로 계산되고, 여기서 M은 정수중 굽힘모멘트와 파랑굽힘모멘트의 총합이고 Z는 고려하는 위치에서의 횡단면계수이다.

(5) 경계조건

실제구조와 같은 거동을 표현할 수 있는 적합한 경계조건을 구조모델에 적용하여야 한다. 산적화물선, 이중선체 유조선, 컨테이너선, 자동차운반선, 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선 및 액화가스(LPG) 운반선(독립형탱크 형식 A)에 대하여는 이 규정에 추가하여 3항부터 8항에 따라야 한다. *(2020)*

(6) 하중 일반

(가) 구조모델의 경계부 전단 및 후단에 작용하는 선체종굽힘에 의한 하중은 원칙적으로 고려할 필요가 없다. 다만, 이것을 고려할 때에는 그 해석결과에 대한 허용응력은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(나) 원칙적으로 적재화물 및 평형수 등에 의한 하중, 정수압 및 파랑하중 등을 고려하여야 한다.

(다) (나)에 있어서 우리 선급이 필요하다고 인정할 경우에는 화물의 관성력에 의한 하중도 고려하여야 한다.

(라) 슬로싱과 같은 충격 동하중이 예상되는 화물창에 대하여는 별도로 검토하여 자료를 제출하여야 한다.

(마) 산적화물선, 이중선체 유조선, 컨테이너선, 자동차운반선 및 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선에 대한 하중에 대하여는 이 규정에 추가하여 3항부터 7항에 따라야 한다.

(7) 적재하중

(가) 액체화물 및 평형수 등에 의한 하중

(a) 탱크 수두의 상단은 탱크의 정판상 넘침관의 상단까지의 거리의 1/2의 위치로 하여야 한다.

(b) 큰 디프탱크의 수두는 (a)에 의하는 것 이외에 필요하다고 인정되는 경우 동적 영향에 의한 적절한 부가수압을 고려하여야 한다.

(c) 항내 등 파랑의 영향이 적은 수역에서만 적재되는 액체화물 및 평형수에 대하여는 실제로 적재되는 수두를 사용하여도 좋다.

(d) 특히 필요하다고 인정되는 경우를 제외하고 연료, 청수 등 소비되는 액체에 의한 하중을 고려할 필요가 없다.

(e) 화물의 밀도 및 수두를 승인용 자료에 명시하여야 한다.

(나) 입상화물(광석 및 곡물 등)에 의한 하중

산적화물선에 대한 하중에 대하여는 3항에 따라야 한다.

(8) 정수압

(가) 선저 및 선측에 작용하는 정수압으로서는 각 적재상태에서의 강도계산용 흘수에 있어서의 수두(m)를 고려한다.

(나) 수압 시험상태에서의 하중

(a) 수압시험을 하는 탱크의 수두상단은 탱크의 정판상 2.4 m 의 위치로 한다.

(b) 수압 시험상태에 있어서의 선측 및 선저수압은 강도계산용 흘수의 1/3의 흘수에 상당하는 정수압으로 한다.

(9) 파랑하중

(가) 파랑변동 하중

(a) 파도의 파정 또는 파저에 해당하는 파랑변동 하중으로서 다음 식에 나타난 정수중 흘수에서의 정수압으로부터의 변동분 H_0, H_1 및 H_2에 상당하는 수두(m)를 고려한다. (**그림 5** 참조)

$$H_0 = 0.5 \times H_W \quad \text{(m)}$$
$$H_1 = 0.9 \times H_W \quad \text{(m)}$$
$$H_2 = 0.25 \times H_W \quad \text{(m)}$$

여기서,

$$\begin{aligned} H_W &= 0.61L^{1/2} \text{ ---------- } && L \le 150 \text{ m} \\ &= 1.41L^{1/3} \text{ ---------- } && 150 \text{ m} < L \le 250 \text{ m} \\ &= 2.23L^{1/4} \text{ ---------- } && 250 \text{ m} < L \le 300 \text{ m} \\ &= 9.28 \text{ ---------- } && 300 \text{ m} < L \end{aligned}$$

(b) 항내 등 파랑의 영향이 적은 수역에서의 파랑변동하중은 (a)에 규정하는 H_0, H_1 및 H_2의 값의 1/2로 하여도 좋다.

(c) 파랑변동하중은 선박의 길이 방향에 균일하게 분포하는 것으로 한다.

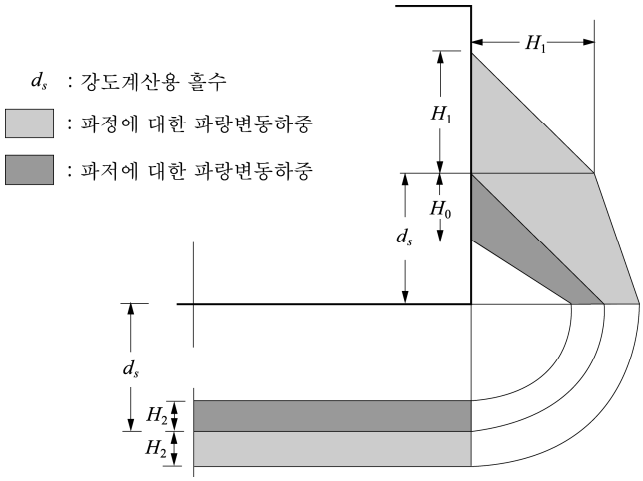


그림 5 파랑변동하중

(10) 허용응력

(3)호에 규정하는 구조모델에 대하여 (5)호에서 (9)호까지 규정된 경계조건과 하중이 작용한 경우 각 구조부재에 생기는 응력의 크기가 다음에 정하는 응력값 이하가 되도록 부재치수를 결정하여야 한다.

(가) 연강재를 사용할 경우의 허용응력

산적화물선, 이중선체 유조선, 컨테이너선, 자동차운반선 및 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선에 대하여는 3항부터 7항에 정하는 것으로 하며, 특별히 규정하지 않은 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(나) 고장력강을 사용할 경우의 허용응력

(가)에 규정되어 있는 값을 **표 7**의 재료계수 K로 나눈 것으로 한다.

표 7 재료계수 K

재료기호	K
A, B, D 및 *E*	1.0
AH32, DH32 및 *EH32*	0.78
AH36, DH36 및 *EH36*	0.72
AH40, DH40 및 *EH40*	0.68

3. 산적화물선의 화물창 구조해석

(1) 일반

(가) 산적화물선의 화물창 내 부재의 치수를 화물창구조해석에 의하여 결정할 때는 화물창구조해석에 필요한 자료를 제출하여 미리 우리 선급의 승인을 받아야 하며, 화물창구조해석 절차는 다음 (2)호부터 (5)호에 따른다.

(나) 여기에서 특별히 언급하지 아니한 사항은 1항을 따른다.

(2) 구조의 모델링

(가) 해석범위

해석대상의 범위는 선체중앙부 평행부의 인접한 3개(1/2+1+1/2)의 화물창의 한쪽 현으로 하며 이때 각 화물창의 길이는 전체 또는 1/2 화물창으로 하며 화물창 사이의 수밀격벽과 디프탱크격벽을 포함해야 한다. 다만, 선체구조의 배치와 화물 및 평형수의 적재방법이 선체중앙면을 기준으로 비대칭일 경우에는 선박의 전폭을 해석범위로 한다. 해석범위의 기준이 되는 화물창의 길이 l_h는 횡격벽 하부스툴의 수평면에 대한 화물창에 면하지 않는 측의 경사각이 60° 미만인 경우는 횡격벽 하부스툴의 상단을 통하여 이 경사각이 60°를 이루는 선과 내저판과의 교점간의 거리(m)를 기준으로 한다. (**그림 8** 참조)

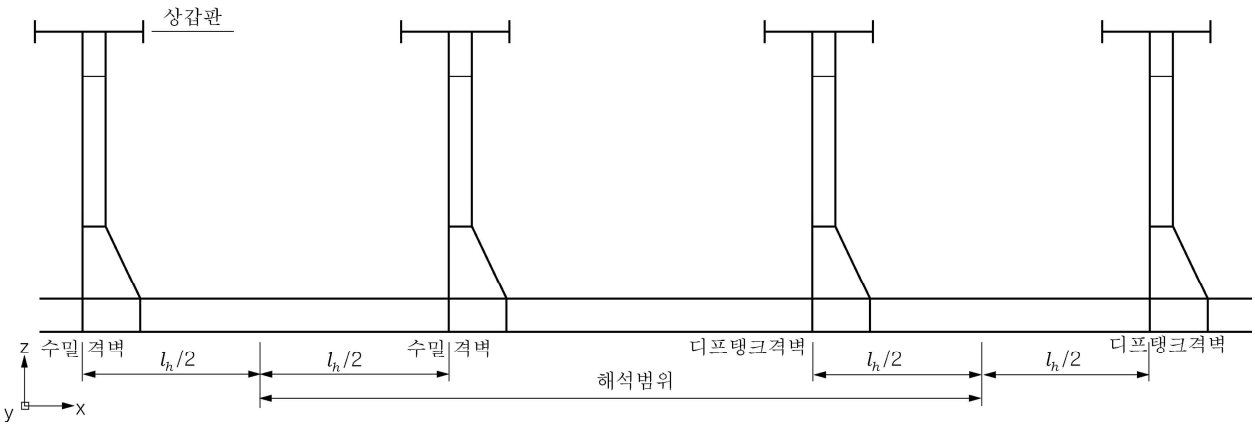


그림 8 화물창 모델의 해석범위

(나) 구조의 모델링

(a) 판구조로 모델링하는 경우에는 요소분할을 길이방향으로는 각 늑골간격으로, 폭방향으로는 종늑골의 간격으로 분할하며 이중저 거더 및 늑판은 깊이방향으로 3개 이상으로 분할함을 원칙으로 한다. 요소분할의 표준 예를 **그림** 9에서 11에 표시하였다.

(b) 상세분할 해석을 하는 경우에 선형요소를 이용한 요소분할의 예를 **그림** 12에 나타내었다. 이 경우 트랜스버스의 깊이 방향으로는 3개 이상의 요소로 분할함을 원칙으로 한다.

(c) 선측외판, 내저판, 상갑판 및 파형격벽판 등 큰 전단력을 받는 부재는 판요소로 모델링하는 것이 바람직하다. 파형격벽에 설치된 쉐더판도 판요소로 모델에 포함되어야 한다.

(d) 거더와 같이 깊이 방향에 응력 변화가 있는 것에 대하여는 이것이 판별되도록 요소 분할을 하여야 한다.

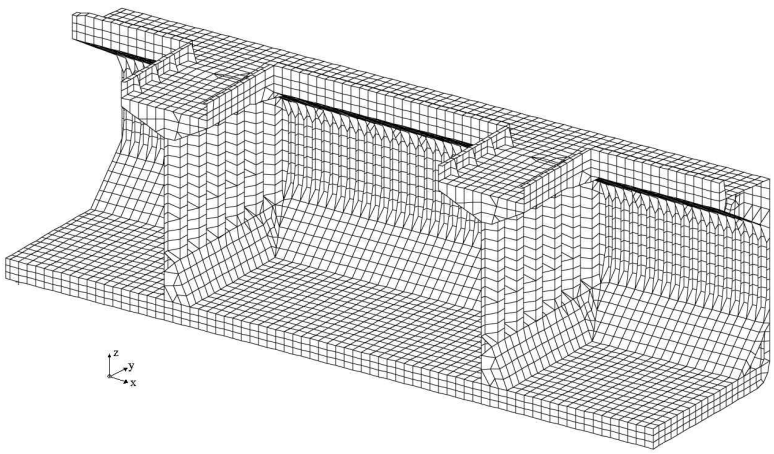


그림 9 화물창 모델의 예

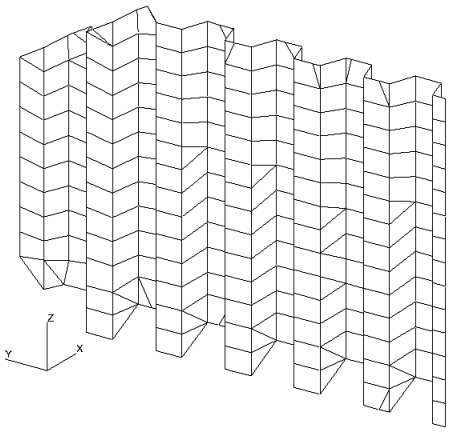


그림 10 파형격벽 모델의 예

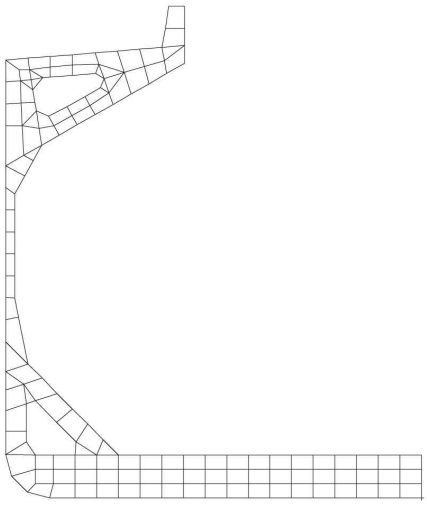


그림 11 Web frame 모델의 예

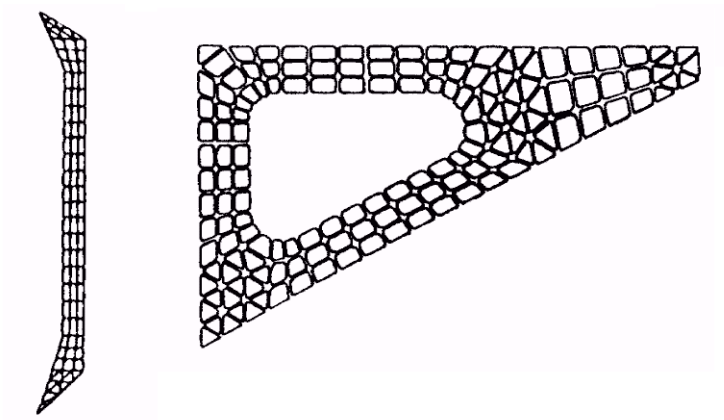


그림 12 상세분할 해석에 의한 모델의 예

(3) 경계조건

해석모델이 반폭일 경우에는 다음의 기준을 따른다. 다만 전폭의 모델일 경우에는 선체중심선면의 경계조건을 적용하지 않는 대신 모델양단의 선저외판과 선체중심선면의 교점에 폭방향의 변위를 구속한다. 경계조건의 예를 **표 14**와 **그림 13**에 표시하였다.

- 모델의 양단면 (①) : 대칭조건
- 선체 중심선면 (②) : 대칭조건
- 상하 방향에 대한 불평형력을 횡격벽과 선측외판의 교점에 상쇄력으로 분포시킨다.(③)

표 14 경계조건

좌표 / 위치	변위			회전변위		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
① 모델의 양단면	1	0	0	0	1	1
② 선체 중심선면	0	1	0	1	0	1
③ 횡격벽과 선측외판과의 교점	0	0	1	0	0	0
(비고) 1 : 구속, 0 : 자유						

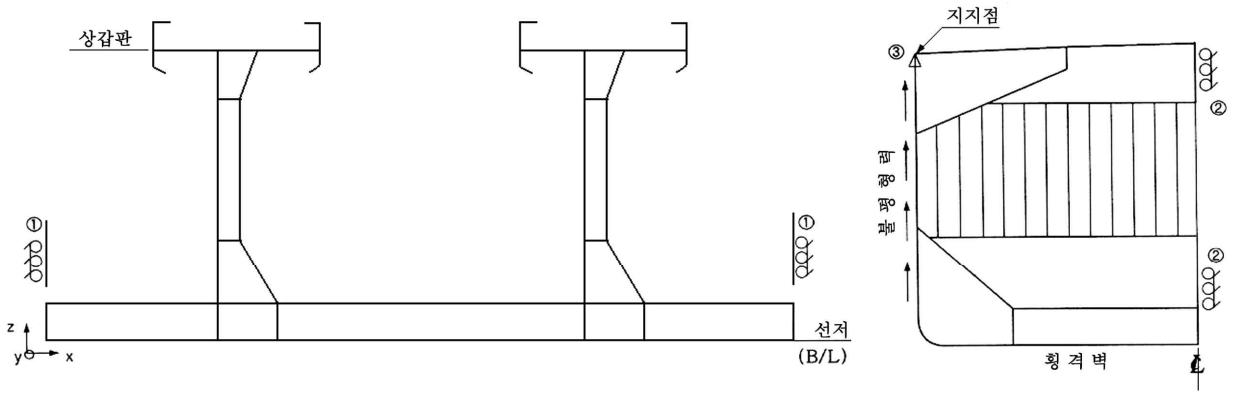


그림 13 경계조건

(4) 하중

(가) 일반

원칙적으로 적재화물 및 평형수 등에 의한 하중, 정수압 및 파랑하중 등을 고려하여야 한다.

(나) 하중조건

고려하는 하중조건은 만재시 및 평형수적재를 기준으로 한다. 격창적하, 2항구(two port) 적하 또는 비중량이 큰 화물의 적하 등과 같이 특수한 적재상태가 예상될 경우 그러한 적하상태도 계산에 포함한다. **표 16**은 각 하중조건의 예를 표시하였다.

(다) 내부하중

(a) 광석 등 입상화물에 의한 하중

(i) 화물의 적재 높이 및 형상은 다음을 기준으로 한다.(**그림 14** 참조)

- 화물의 적재형상은 화물창 중앙부에서는 종횡방향으로 수평하고 선측방향으로는 화물적하각(repose angle) $\phi/2$ 로 하향 경사진다고 가정한다.
- 화물창 중앙부 수평부분의 폭 b 는 화물창폭의 1/4로 가정한다.
- 적재높이 h_{CL} 은 적재되는 화물의 질량, 화물적하각, 밀도에 따라 결정한다. 길이 방향의 적하형상은 폭 방향 형상으로 일정하다고 가정한다.
- 화물의 밀도 및 적하각이 명시되지 않았을 때에는 밀도 3.0 (t/m3) 및 화물적하각 35°로 가정한다.

(ii) 화물창의 내벽에 작용하는 하중은 다음 식에 의한다. 다만, 화물하중은 선측외측에 작용하지 않는다.

$$9.81\gamma h k^2 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

γ : 화물의 밀도 (kg/m^3)
h : 고려하는 패널로부터 직상부 화물의 표면까지의 수직 높이 (m).
k : **표 15**에 따른다.
β : 빌지호퍼 탱크의 경사판과 내저판 사이의 각(**그림 15** 참조)

표 15 계수 k

경사각 β (도)	k
$\beta \le 40^\circ$	1.0
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$1.4 - 0.01\beta$
$\beta \ge 80^\circ$	0.6

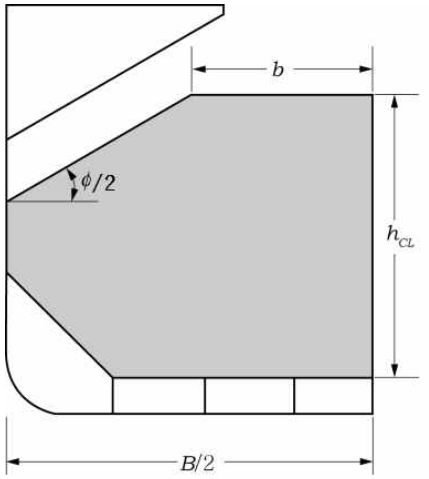


그림 14 화물창의 적재형상

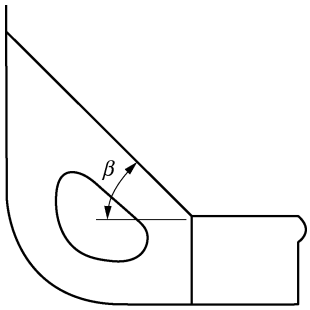


그림 15 경사각 β

(b) 액체화물 및 평형수 등에 의한 하중

평형수 겸용창에 있어서 각 위치에서의 수두는 다음 식에 의한 값과 식중의 h의 값 중 큰 값으로 한다.

$$0.85(h+\Delta h) \quad \text{(m)}$$

h : 고려하는 위치에서 창구코밍까지의 높이 (m).

Δh : 다음 식에 의한다.

$$\Delta h = \frac{16}{L}(l_1 - 10) + 0.25\left(\frac{2}{3}B - 10\right)$$

l_1 : 탱크의 길이 (m)로서 10 m 이하일 때는 10 m 로 한다.

B : 선박의 너비 (m)로서 15 m 이하일 때는 15 m 로 한다.

(라) 외부하중

(a) 정수압

1항 (8)호를 준용한다.

(b) 파랑하중

1항 (9)호를 준용한다.

표 16 하중상태의 예

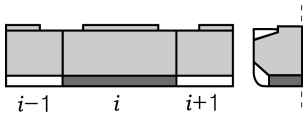
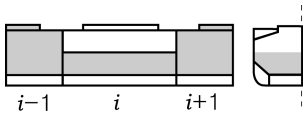
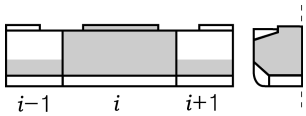
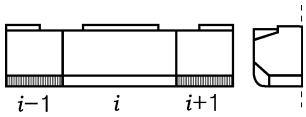
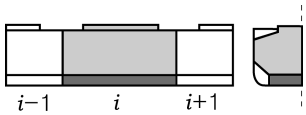
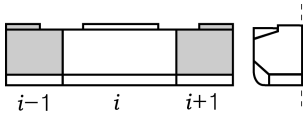
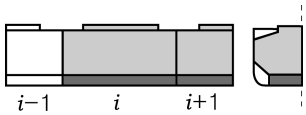
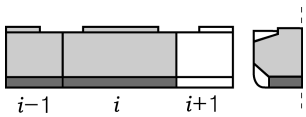
번호	하중상태	흘수	적하경향	질량		
1	만재 적하	T		Cargo Mass	$i-1$	M_{Full}
					i	M_{Full}
					$i+1$	M_{Full}
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	M_{DBFO}
					$i+1$	empty
2	슬랙 적하 1	T		Cargo Mass	$i-1$	M_{Full}
					i	$0.5M_H$
					$i+1$	M_{Full}
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
3	슬랙 적하 2	T		Cargo Mass	$i-1$	$0.5M_H$
					i	M_{Full}
					$i+1$	$0.5M_H$
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
4	통상 평형수적재	T_{BDmax}		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	M_{DBBW}
					i	empty
					$i+1$	M_{DBBW}
5	다항 적하 1	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	M_{Full}
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	M_{DBFO}
					$i+1$	empty
6	다항 적하 2	$0.83T$		Cargo Mass	$i-1$	M_{Full}
					i	empty
					$i+1$	M_{Full}
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
7	다항 블록 적하 3a	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	M_{Full}
					$i+1$	M_{Full}
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	M_{DBFO}
					$i+1$	M_{DBFO}
8	다항 블록 적하 3b	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	M_{Full}
					i	M_{Full}
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	M_{DBFO}
					i	M_{DBFO}
					$i+1$	empty

표 16 하중상태의 예 (계속)

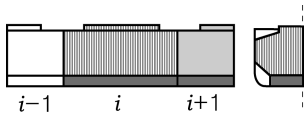
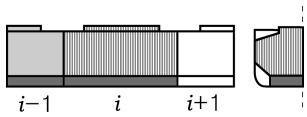
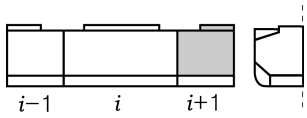
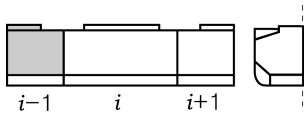
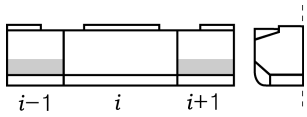
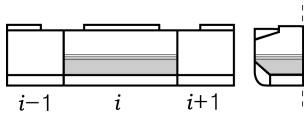
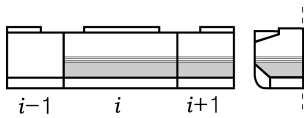
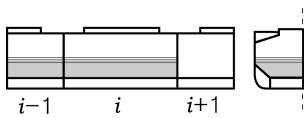
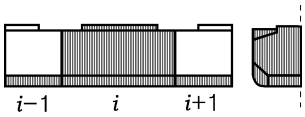
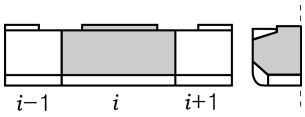
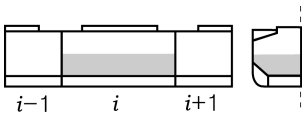
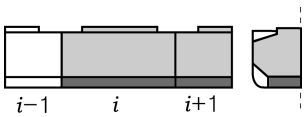
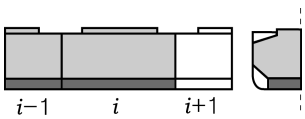
번호	하중상태	흘수	적하경향	질량		
9	다항 블록 적하 3c	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	M_{BW}
					$i+1$	M_{Full}
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	M_{DBFO}
					$i+1$	M_{DBFO}
10	다항 블록 적하 3d	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	M_{Full}
					i	M_{BW}
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	M_{DBFO}
					i	M_{DBFO}
					$i+1$	empty
11	다항 블록 적하 4a	$0.75T$		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	M_{Full}
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
12	다항 블록 적하 4b	$0.75T$		Cargo Mass	$i-1$	M_{Full}
					i	empty
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
13	격창 적하 1	T		Cargo Mass	$i-1$	M_{HD}
					i	empty
					$i+1$	M_{HD}
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
14	격창 적하 2	T		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	$M_{HD}+0.1M_H$
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
15	격창 블록 적하 3a (설계 적하 상태에 따름)	T		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	$M_{Blk}+0.1M_H$
					$i+1$	$M_{Blk}+0.1M_H$
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
16	격창 블록 적하 3b (설계 적하 상태에 따름)	T		Cargo Mass	$i-1$	$M_{Blk}+0.1M_H$
					i	$M_{Blk}+0.1M_H$
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty

표 16 하중상태의 예 (계속)

번호	하중상태	흘수	적하경향	질량		
17	황천 평형수적재	T_{BDmin}		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	M_{BW}
					$i-1$	empty
				DB Mass	$i-1$	M_{DBBW}
					i	M_{DBBW}
					$i+1$	M_{DBBW}
18	항내 1a	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	M_{Full}
					$i-1$	empty
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
19	항내 1b	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	M_{HD}
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	empty
					$i+1$	empty
20	항내 블록 적하 2a	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	empty
					i	M_{Full}
					$i+1$	M_{Full}
				DB Mass	$i-1$	empty
					i	M_{DBFO}
					$i+1$	M_{DBFO}
21	항내 블록 적하 2b	$0.67T$		Cargo Mass	$i-1$	M_{Full}
					i	M_{Full}
					$i+1$	empty
				DB Mass	$i-1$	M_{DBFO}
					i	M_{DBFO}
					$i+1$	empty

T : 강도계산용 흘수, T_{BDmin}: 황천 평형수적재 흘수, T_{BDmax}: 최대 평형수적재 흘수

M_{Full} : 창구 코밍 정부까지 채운 가상 밀도(균일질량/화물창용적, 최소 1.0 ton/m^3)를 갖는 화물에 대한 화물창내의 화물질량(ton). 어떠한 경우에도 M_H보다 작아서는 아니 된다.

M_H : 최대 흘수에서 균일적재상태에 해당하는 화물창 내의 실제 화물질량(ton)

M_{HD} : 최대 흘수에서 지정된 화물창이 공창인 설계하중조건에 따라 운송할 수 있는 최대 허용 화물 질량(ton)

M_{Blk} : 인접한 두개의 화물창에 높은 밀도의 화물을 적재하는 조건이 있는 경우 그에 해당하는 화물창 내의 화물질량 (ton)

M_{BW} : 평형수 창 내의 물의 질량 (ton)

M_{DBFO} : 이중저 평형수 탱크 내의 연료의 질량 (ton)

M_{DBBW} : 이중저 연료유 탱크 내의 물의 질량 (ton)

i : 조사하는 화물창의 번호

$i-1$, $i+1$: 조사하는 화물창의 뒤, 앞의 화물창의 번호

(5) 허용응력

(가) 요소의 종류별 허용응력

각 부재의 허용응력 σ 와 등가응력 σ_e 는 **표** 17에 따른다. 다만, 상세분할해석을 한 경우 횡부재의 허용응력은 **표** 18에 따른다.

표 17 허용응력 (N/mm^2)

해석 대상 부재		σ_l	σ_t, σ_v	σ_e
종강도부재	선저외판, 내저판, 빌지호퍼탱크 또는 톱사이드탱크의 경사판	$110/K$	$145/K$	$145/K$
	거더		—	$175/K$
횡강도부재	스툴의 경사판, 횡격벽판		$145/K$	$175/K$
	늑판		—	$175/K$

(비고)

1. 등가응력 σ_e 는 다음에 따른다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_l^2 - \sigma_l \sigma_t + \sigma_t^2 + 3\tau^2} \quad \text{(종강도 부재)}$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_v^2 - \sigma_v \sigma_t + \sigma_t^2 + 3\tau^2} \quad \text{(횡강도 부재)}$$

σ_l : 선박 길이방향의 직응력
σ_t : 선박 너비방향의 직응력
σ_v : 선박 깊이방향의 직응력
τ : 전단응력

2. 늑판 또는 거더에 개구가 있을 경우에는 응력을 평가할 때 이를 적절히 고려하여야 한다.
3. 응력판별 위치는 요소의 중심으로 한다.
4. K : **표** 7에 규정된 재료계수

표 18 허용응력 (N/mm^2) (상세분할 해석을 한 경우)

해석 대상 부재		σ_a	τ	σ_e
횡늑골환	평행부	—	—	$175/K$
	모서리부	$195/K$	—	$195/K$
선측늑골	평행부의 중앙부	$175/K$	—	$175/K$
	평행부의 상하단부	$215/K$	$70/K$	$195/K$

(비고)

1. σ_a : 면재의 면내 직응력
2. 등가 응력 σ_e 는 다음에 따른다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2}$$

(요소좌표계는 $x-y$ 직교 좌표계로 한다)

σ_x : 요소좌표계 x 방향의 응력
σ_y : 요소좌표계 y 방향의 응력
τ : 요소좌표계 x-y 평면내의 전단응력

3. 응력판별 위치는 요소의 중심으로 한다.
4. K : **표** 7에 규정된 재료계수

(나) 선체횡단면계수에 여유가 있을 때의 허용응력

선저외판 및 내저판의 선체 길이방향의 허용응력(N/mm^2)은 다음 식에 의한다.

$$\frac{145}{K} - 35 f_B$$

(다) 항내에서의 하역/적하 조건에 대한 허용응력

항내에서의 하역/적하 조건에 대한 허용응력은 **표 17** 및 **표 18**에서 주어진 값의 110 %를 적용할 수 있다.

(6) 좌굴 강도 계산

구조해석 결과에 대한 좌굴강도계산은 **IV. 좌굴강도계산**에 따라야 하며, 좌굴 허용기준은 **IV. 좌굴강도계산의** 1항 (5)호에서 정적하중 기준을 적용한다. *(2020)*

(7) 피로강도계산

부록 3-3「선체구조의 피로강도평가 지침」을 적용할 수 있다.

4. 이중선체 유조선

(1) 일반

(가) 이중선체 유조선의 화물유 탱크내 부재의 치수를 직접강도계산에 의하여 결정할 때는 직접강도계산에 필요한 자료를 제출하여 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 여기에서 특별히 언급하지 아니한 사항은 1항을 따른다.

(2) 구조의 모델링

(가) 해석범위

해석대상의 범위는 중앙부 평행부의 인접한 3개의 화물유 탱크의 한쪽 현으로 하며 이때 각 화물유 탱크의 길이는 전체 또는 1/2 화물유 탱크로 하며 화물유 탱크 사이의 횡격벽을 포함한다. 다만, 이중선체구조의 평형수 탱크의 배치, 화물유 및 평형수의 적재방법 및 거더와 격벽의 종·횡방향 대칭성을 고려하여 모든 상태를 재현할 수 있도록 이 범위는 필요에 따라 확장시켜야 한다.

(나) 유한요소모델

(a) 구조의 모델링은 1항에 따른다.

(b) 판구조로 모델링하는 경우에는 요소분할을 길이방향으로는 인접한 특설늑골 사이를 2개 이상의 요소로, 폭방향으로는 종늑골의 간격으로 분할하며 이중저 거더 및 늑판은 깊이방향으로 3개 이상으로 분할함을 원칙으로 한다. 요소분할의 표준 예를 **그림** 16과 17에 표시하였다.

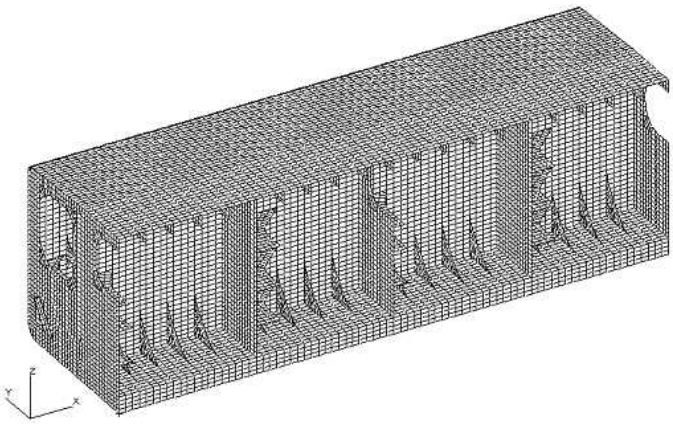


그림 16 화물창 모델의 예

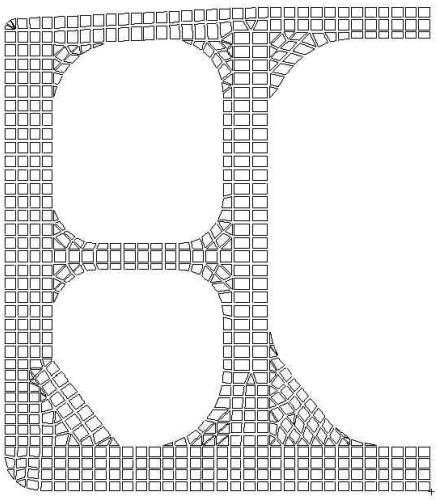


그림 17 Web frame 모델의 예

(3) 경계조건

해석모델에 적용하는 하중이 대칭하중을 경우에는 다음의 기준을 따른다. 경계조건의 예를 **표 19**와 **그림 18**에 표시하였다.

- 모델의 양단면 (①) : 대칭조건
- 선체 중심선면 (②) : 대칭조건
- 상·하 방향에 대한 불평형력을 수밀격벽과 선측외판의 교점에 상쇄력으로 분포시킨다.(③)

표 19 경계조건 (대칭하중)

위치 \ 좌표	변위			회전 변위		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
① 모델의 양단면	1	0	0	0	1	1
② 선체중심선면	0	1	0	1	0	1
③ 유밀격벽과 선측외판과의 교점	0	0	1	0	0	0
(비고) 1 : 구속 0 : 자유						

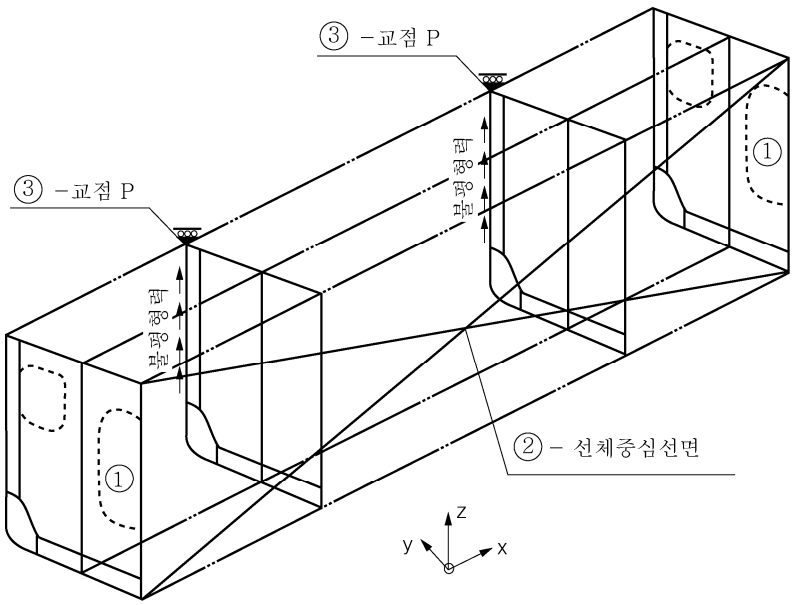


그림 18 경계조건 (대칭하중)

(4) 하중

구조모델에 작용하는 하중은 다음 각 호에 정한 외부하중과 내부하중을 조합한다. 다만, 다음 각 호에 의한 하중보다 큰 하중의 명확한 하중조합 상태가 있을 때에는 다음의 하중 조합대신에 이러한 상태를 고려하여야 한다.

(가) 내부 하중

(a) 수압시험 상태

수두는 선측에서 갑판상 2.4 m 로 하며, 선박형태에 따른 하중상태의 예는 **표 20**부터 **24**와 같다.

(b) 항해 상태

원칙적으로 항해상태시의 하중상태는 만재적재상태 및 평형수적재 상태로 한다. 다만, 2 항구(two port) 적재와 같은 특수한 적재상태가 있는 경우에는 이들 상태도 포함하여야 하며, **표 20**부터 **24**는 이들의 예이다.

(i) 각 화물유 탱크에서의 수두 h' 는 다음 식에 의한다.

$$h' = \rho(h + \Delta h) \quad \text{(m)}$$

ρ : 적하지침서에 명시된 화물유의 최대설계 비중량. 단, 0.85보다 작아서는 아니 된다.
h : 고려하는 위치로부터 창구정부까지의 높이(m). 다만, 중간갑판을 갖는 선박의 하부 화물유 탱크에서는 고려하는 위치로부터 중간갑판까지의 거리.
Δh : 부가 수압으로서 다음 식에 의한 값, 다만 L형 또는 U형 탱크에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값(**지침 7편 10장 2절 201.**의 **그림 7.10.1** 참조)으로 한다.

$$\Delta h = \frac{16}{L}(l_1 - 10) + 0.25(b_t - 10)$$

l_1 : 탱크의 길이(m)로서 10 m 이하일 때는 10 m 로 한다.
b_t : 탱크의 너비(m)로서 10 m 이하일 때는 10 m 로 한다.

(ii) 평형수 탱크의 수두 h' 는 다음 식에 의한다.

$$h' = \rho h \quad \text{(m)}$$

ρ : 해수의 비중량으로 1.025로 한다.
h : 고려하는 위치로부터 탱크의 정부와 넘침관 상단 사이의 1/2 지점 까지의 높이(m).

(iii) 화물유 탱크가 평형수 탱크로 사용되는 경우에는 (ii)의 수두도 고려하여야 한다.
(iv) 항내 등 파랑의 영향이 적은 수역에서의 수두 h' 는 Δh 를 고려하지 않아도 된다.

(나) 외부하중

(a) 수압시험 상태

수압시험 상태하의 선저 및 선측의 수두는 계획만재흘수의 1/3에 해당하는 정수압으로 한다.

(b) 항해 상태

(i) 항해 상태하의 선저 및 선측의 수두는 1항 (9)호의 파랑하중을 적용한다.
(ii) 항해 상태에서 화물유 탱크가 공창이 되고, 파랑하중으로서 파정을 고려한 경우에는 갑판부의 하중도 고려하여야 하며, 이때 갑판부의 하중은 **규칙 10장 표 3.10.1**의 갑판 거더 하중으로 다음 식을 적용한다.

$$h = a(bf - y) \quad \text{(kN/m}^2\text{)}$$

a : 2.25 (선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 갑판구 측선밖에 설치하는 갑판 종거더)
3.45 (그 이외의 갑판 거더인 경우)
b : 1.0
f : 계수로서 다음에 따른다.

선박의 길이	f
$L < 150\text{m}$	$\frac{L}{10}e^{-\frac{L}{300}} + \left(\frac{L}{150}\right)^2 - 1.0$
$150\text{ m} \le L < 300\text{ m}$	$\frac{L}{10}e^{-\frac{L}{300}}$
$300\text{ m} \le L$	11.03

y : 만재흘수선으로부터 노출갑판까지의 선측에서 측정한 수직거리(m)

(다) 하중조건

하중상태의 예는 **표 20**부터 **24**와 같다.

표 20 하중상태의 예 (2열 및 3열 종격벽을 갖는 선박)

하중상태	Case	외부하중		내부하중	
		정수압	파랑변동하중	화물유 탱크	평형수탱크
수압시험상태	T-1	1/3 d_s [1]	-	D + 2.4 m	-
만재적하상태 및 특수한 적재상태	F-1	d_s [1]	W_C [2]	[4]	-
	F-2	d_s [1]	W_T [3]	[4]	-
	F-3	d_s [1]	W_C [2]	[4]	-
	F-4	0.4 D	-	[4]	-
평형수적재상태	B-1	평형수흘수[6]	-	[4]	[5]
	B-2	평형수흘수[6]	-	[4]	[5]

(비고)
[1] d_s : 강도계산용 흘수
[2] W_C : 파정에 해당하는 파랑변동하중
[3] W_T` : 파저에 해당하는 파랑변동하중
[4] 화물유탱크에서의 수두는 (4) (가) (b)의 (i)를 준용한다.
[5] 평형수탱크에서의 수두는 (4) (가) (b)의 (ii)를 준용한다.
[6] 평형수흘수는 적하지침서에 명시된 값을 취한다.

표 21 하중상태의 예 (4열 종격벽을 갖는 선박)

하중상태	Case	외부하중		내부하중	
		정수압	파랑변동하중	화물유 탱크	평형수탱크
수압시험상태	T-1	1/3 d_s [1]	-	D + 2.4 m	-
	T-2	1/3 d_s [1]	-	D + 2.4 m	-
만재적하상태 및 특수한 적재상태	F-1	d_s [1]	W_C [2]	[4]	-
	F-2	d_s [1]	W_T [3]	[4]	-
	F-3	d_s [1]	W_C [2]	[4]	-
	F-4	d_s [1]	W_T [3]	[4]	-
	F-5	d_s [1]	W_C [2]	[4]	-
	F-6	d_s [1]	W_T [3]	[4]	-
	F-7	0.4 D	-	[4]	-
	F-8	0.4 D	-	[4]	-
	F-9	d_s [1]	W_C [2]	[4]	-
	F-10	d_s [1]	W_C [3]	[4]	-
	F-11	d_s [1]	W_C [3]	[4]	-
평형수적재상태	B-1	평형수흘수[6]	-	-	[5]
	B-2	평형수흘수[6]	-	[5]	[5]
	B-3	평형수흘수[6]	-	[5]	[5]

(비고)
[1] d_s : 강도계산용 흘수
[2] W_C : 파정에 해당하는 파랑변동하중
[3] W_T : 파저에 해당하는 파랑변동하중
[4] 화물유탱크에서의 수두는 (4) (가) (b)의 (i)를 준용한다.
[5] 평형수탱크에서의 수두는 (4) (가) (b)의 (ii)를 준용한다.
[6] 평형수흘수는 적하지침서에 명시된 값을 취한다.

표 22 하중상태의 예 (2열 종격벽을 갖는 선박)

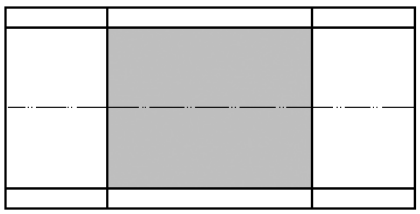
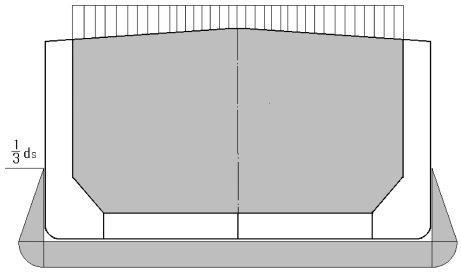
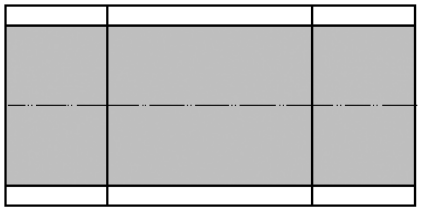
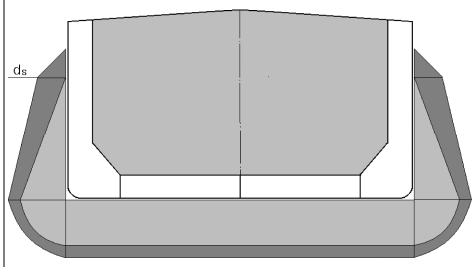
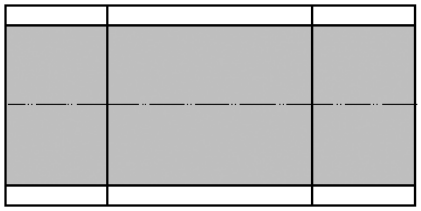
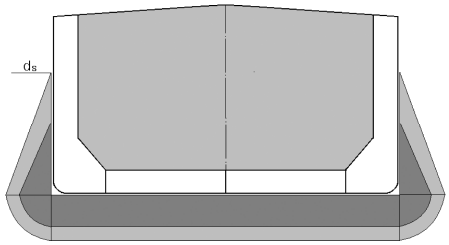
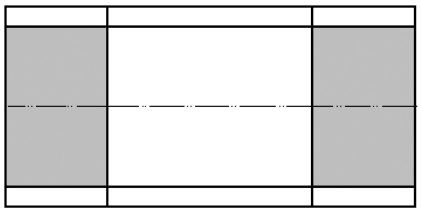
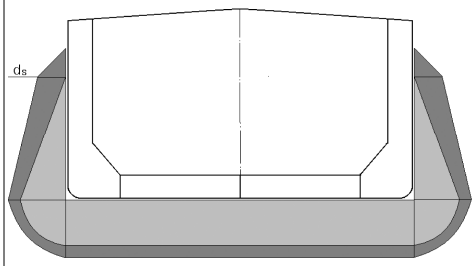
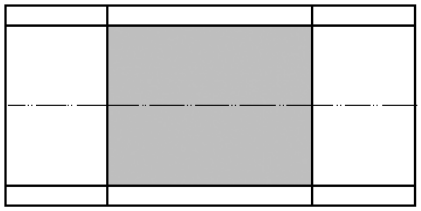
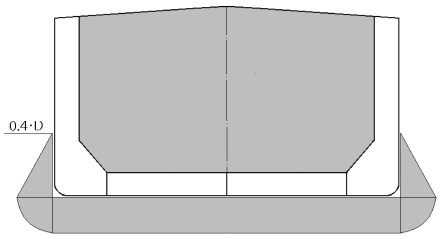
하중상태	Case	적하경향	중앙탱크
수압시험 상태	T-1		
만재적하상태 및 특수한 적하상태	F-1		
	F-2		
	F-3		
	F-4		

표 22 하중상태의 예 (2열 종격벽을 갖는 선박) (계속)

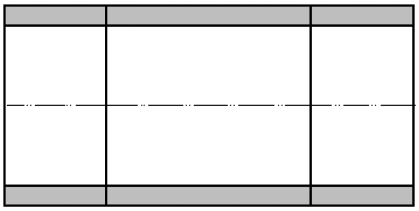
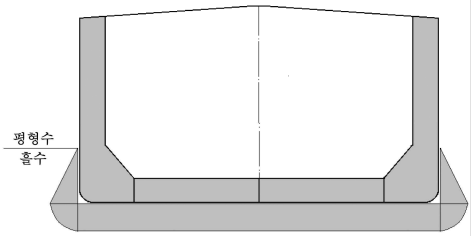
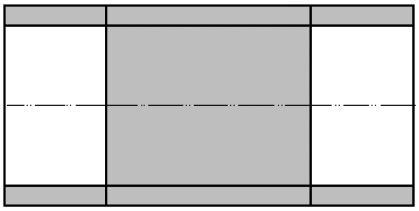
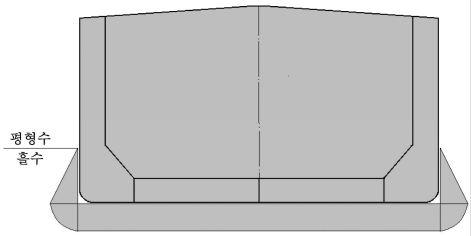
하중상태	Case	적하경향	중앙탱크
평형수적재 상태	B-1		
	B-2		

표 23 하중상태의 예 (3열 종격벽을 갖는 선박)

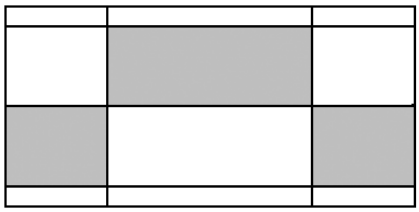
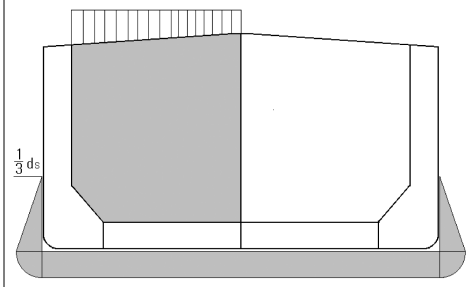
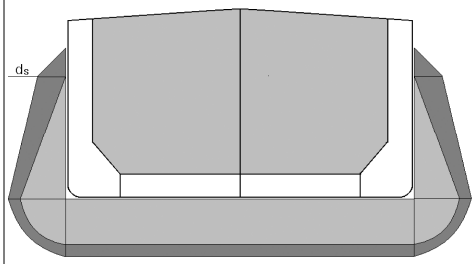
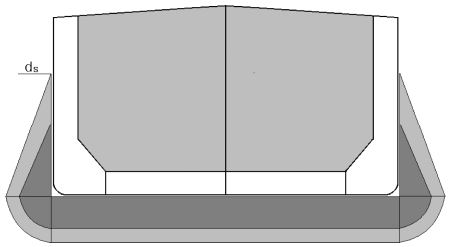
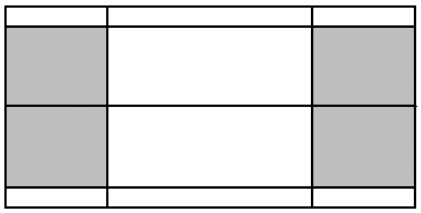
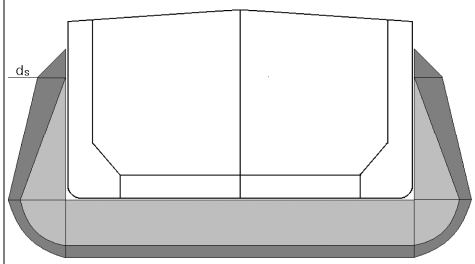
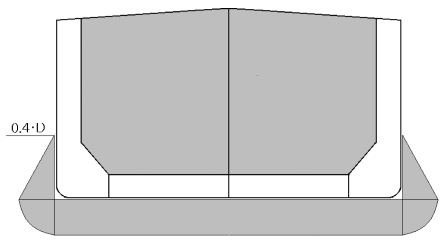
하중상태	Case	적하경향	중앙탱크
수압시험 상태 화물비중: 1.025	T-1		
만재적하상태 및 특수한 적하상태	F-1		
	F-2		
	F-3		
	F-4		

표 23 하중상태의 예 (3열 종격벽을 갖는 선박) (계속)

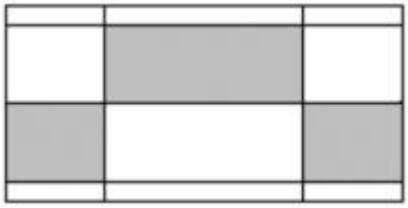
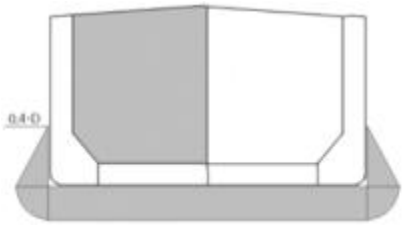
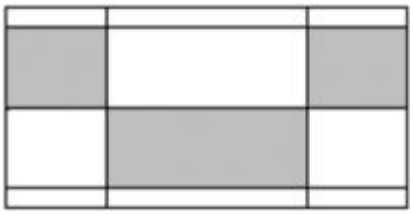
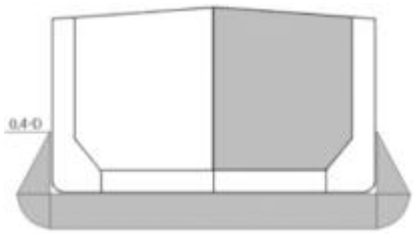
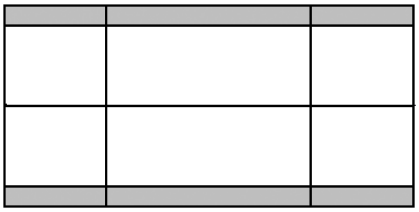
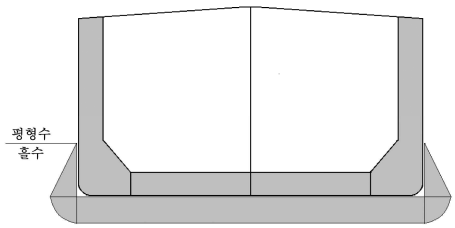
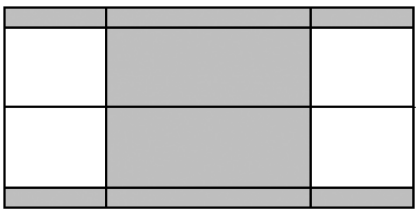
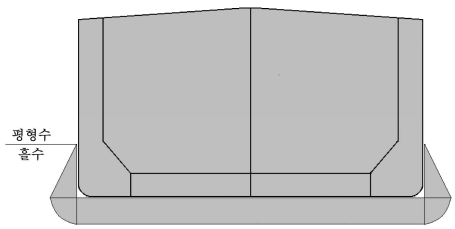
하중상태	Case	적하경향	중앙탱크
만재적하상태 및 특수한 적하상태	F-5		
	F-6		
평형수적재 상태	B-1		
	B-2		

표 24 하중상태의 예 (4열 종격벽을 갖는 선박)

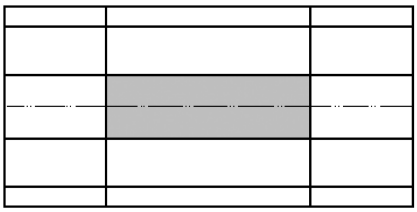
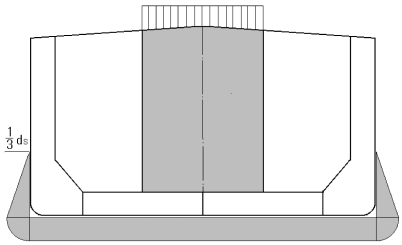
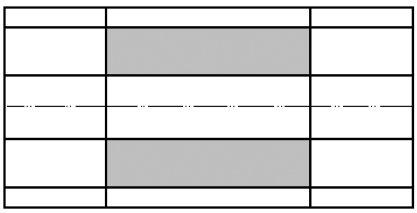
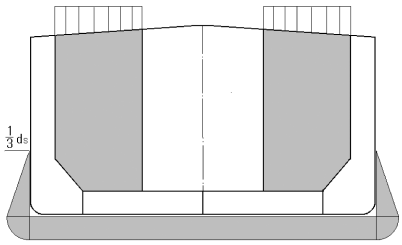
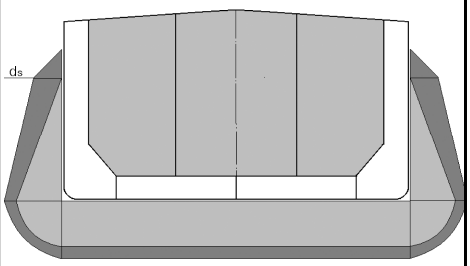
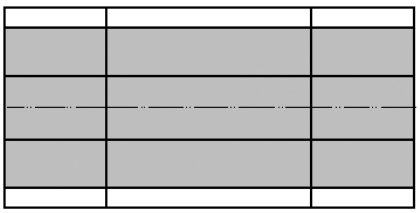
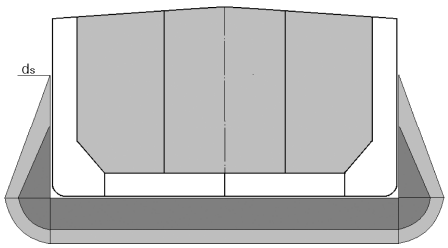
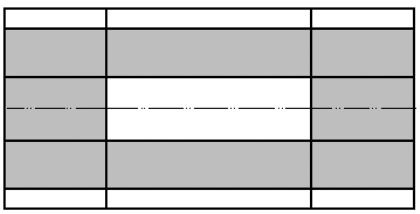
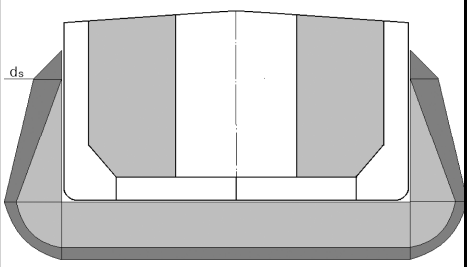
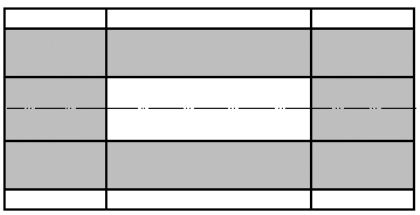
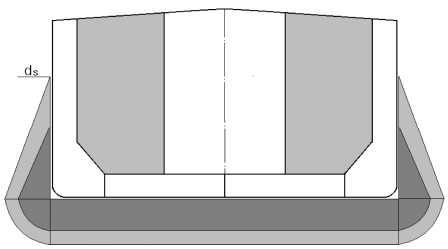
하중상태	Case	적하경향	중앙탱크
수압시험 상태	T-1		
	T-2		
만재적하상태 및 특수한 적하상태	F-1		
	F-2		
	F-3		
	F-4		

표 24 하중상태의 예 (4열 종격벽을 갖는 선박) (계속)

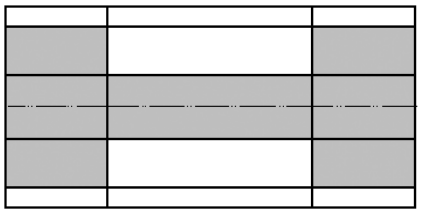
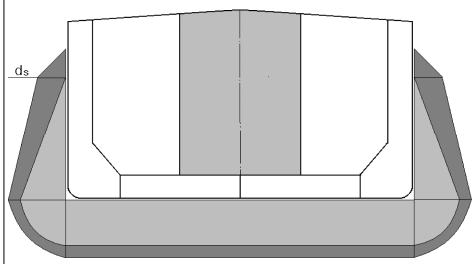
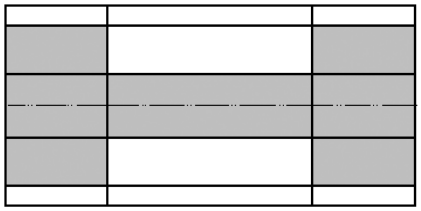
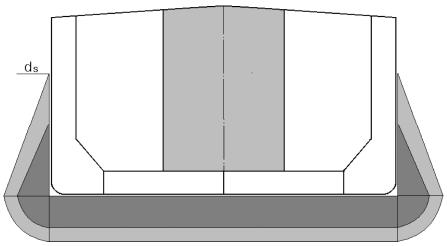
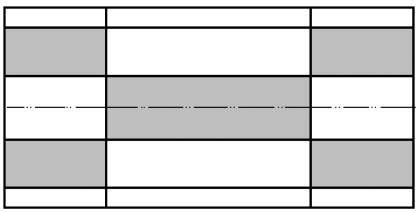
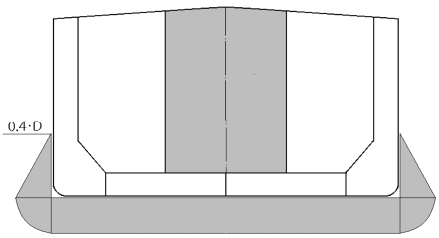
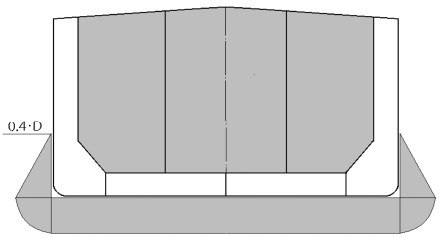
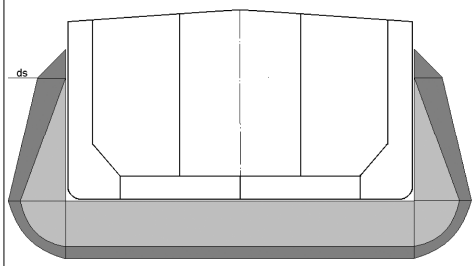
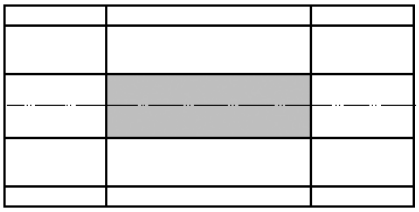
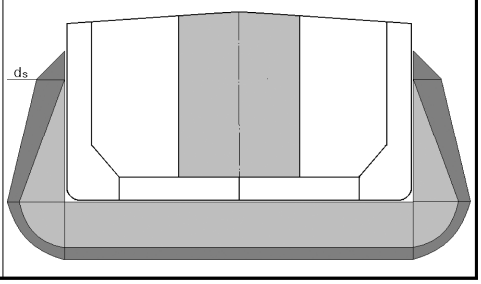
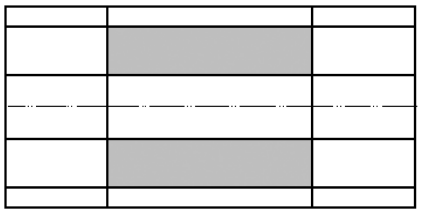
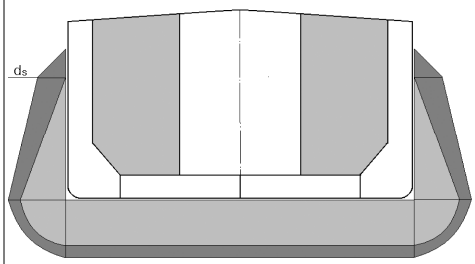
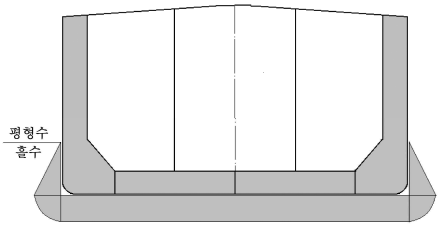
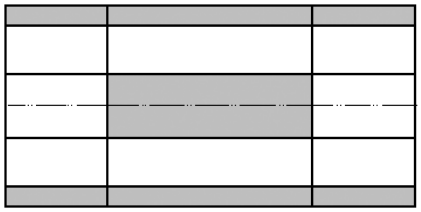
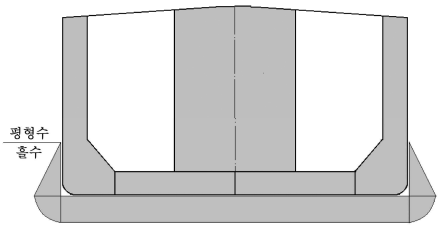
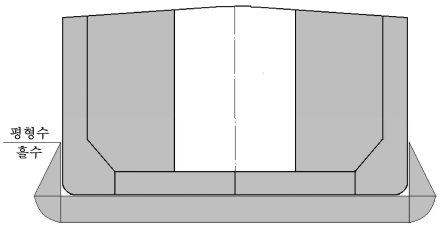
하중상태	Case	적하경향	중앙탱크
만재적하상태 및 특수한 적하상태	F-5		
	F-6		
	F-7		
	F-8		
	F-9		
	F-10		

표 24 하중상태의 예 (4열 종격벽을 갖는 선박) (계속)

하중상태	Case	적하경향	중앙탱크
만재적하상태 및 특수한 적하상태	F-11		
평형수적재 상태	B-1		
	B-2		
	B-3		

(5) 허용응력

요소의 종류별 허용응력은 **표 25**에 표시하였다.

(6) 트랜스버스의 처짐

직접강도계산 결과에서 종늑골, 종갑판보 또는 격벽 횡보강재를 지지하는 트랜스버스 상호간의 상대변위 또는 트랜스버스와 격벽간의 상대변위가 크게 나타날 경우에는 추가로 상세해석을 수행하여야 한다.

(7) 좌굴강도계산

구조해석 결과에 대한 좌굴강도계산은 **IV. 좌굴강도계산**에 따라야 하며, 좌굴 허용기준은 **IV. 좌굴강도계산**의 1항 (5)호에서 정적하중 기준을 적용한다. *(2020)*

(8) 피로강도계산

지침 부록 3-3「선체구조의 피로강도평가 지침」을 적용할 수 있다.

표 25 요소의 종류별 허용응력

	해석대상부재		σ_l	σ_t, σ_v	σ_e
이중선체 내의 주요부재	종강도 부재	외판, 종격벽판, 내저판	$145/K-35f$, 최대 $125/K$	$145/K$	$145/K$
		거더, 스트링거		-	$175/K$
	늑판, 트랜스버스			-	$175/K$

1. 등가응력 σ_e 는 다음에 따른다.

수평 종강도부재 : $\sigma_e = \sqrt{\sigma_l^2 - \sigma_l \sigma_t + \sigma_t^2 + 3\tau^2}$

수직 종강도부재 : $\sigma_e = \sqrt{\sigma_l^2 - \sigma_l \sigma_v + \sigma_v^2 + 3\tau^2}$

횡 강 도 부 재 : $\sigma_e = \sqrt{\sigma_v^2 - \sigma_v \sigma_t + \sigma_t^2 + 3\tau^2}$

σ_l : 선박 길이방향의 직응력(normal stress)
σ_t : 선박 너비방향의 직응력
σ_v : 선박 깊이방향의 직응력
τ : 전단응력

2. 거더 또는 늑판에 개구가 있는 경우에는 이들을 고려하여 응력을 검토하여야 한다.
3. 응력판별 위치는 요소의 중심으로 한다.
4. f 는 선체횡단면의 중립축에서 0, 강력갑판에서 f_D 및 선저외판에서 f_B 로 하며, 중간위치에서는 중립축으로부터 떨어진 거리에 따라 보간법에 의한다.

해석대상부재			σ_a	σ_e
이중선체구조 이외의 주요부재	면재	평행부	$175/K$	-
		모서리부	$195/K$	-
	웨브	평행부	-	$175/K$
		모서리부	-	$195/K$

1. σ_a : 면재의 직응력
2. 등가응력 σ_e 는 다음에 따른다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2}$$

σ_x : 요소좌표계 x 방향의 응력, σ_y : 요소좌표계 y 방향의 응력,
τ : 요소좌표계 x-y 평면내의 전단응력

3. 응력판별 위치는 요소의 중심으로 한다.

5. 컨테이너선

(1) 일반

(가) 컨테이너선의 화물창 내 부재의 치수를 직접강도계산에 의하여 결정할 때는 직접강도계산에 필요한 자료를 제출하여 미리 우리선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 여기에서 특별히 언급하지 아니한 사항은 1항에 따른다.

(2) 구조의 모델링

(가) 해석범위

해석대상의 범위는 선박의 길이방향으로는 중앙부에 인접한 4개의 40 ft 컨테이너 베이(bay)를 포함해야하고 하중 및 구조배치가 대칭일 경우에는 선박의 한쪽 현을, 비대칭일 경우에는 선박의 양쪽 현을 해석대상으로 한다. (**그림 19** 참조)

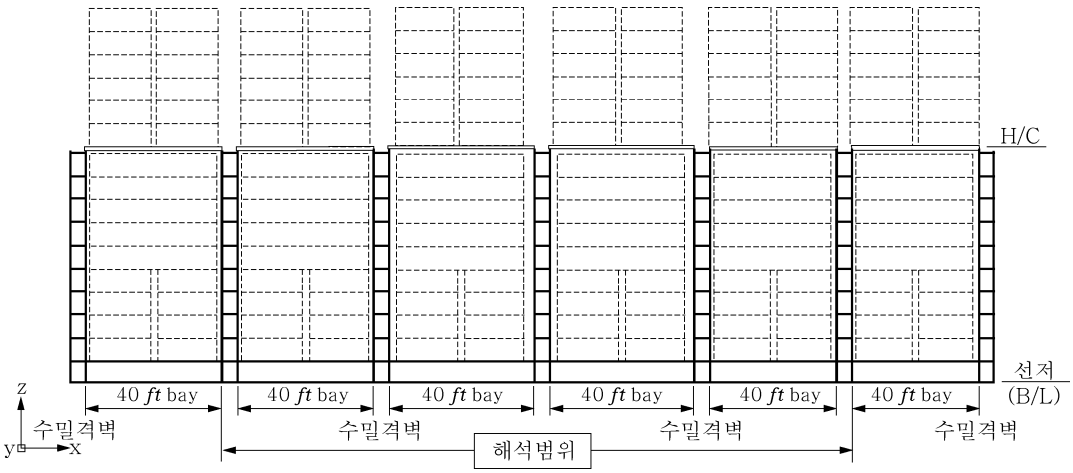


그림 19 해석범위

(나) 유한요소모델

판구조로 모델링하는 경우에는 요소분할을 길이방향으로는 인접한 특설늑골 사이를 2개이상의 요소로, 폭방향으로는 종늑골의 간격으로 분할하며 이중저 거더 및 늑판은 깊이방향으로 3개 이상으로 분할함을 원칙으로 한다. 요소분할의 표준 예를 **그림** 20부터 23에 표시하였다.

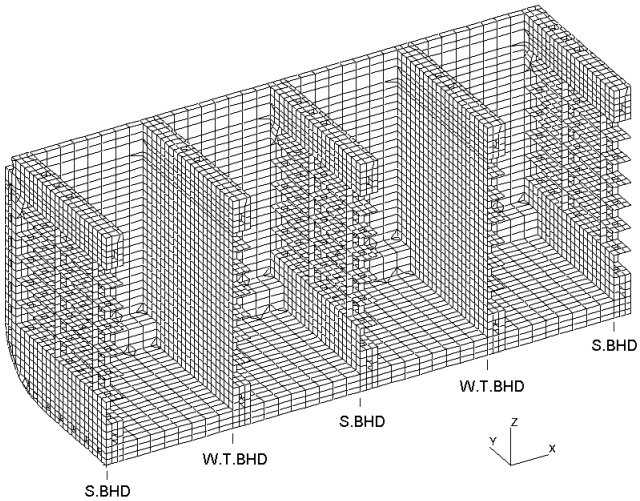


그림 20 Hold 모델의 예

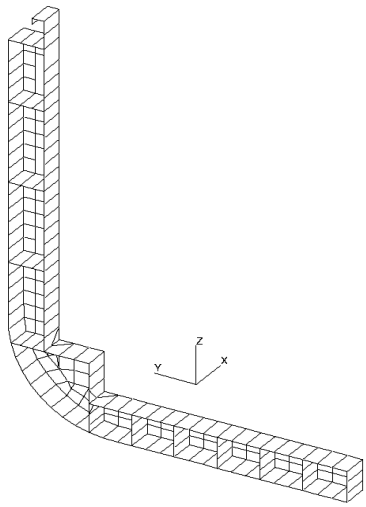


그림 21 특설늑골 모델의 예

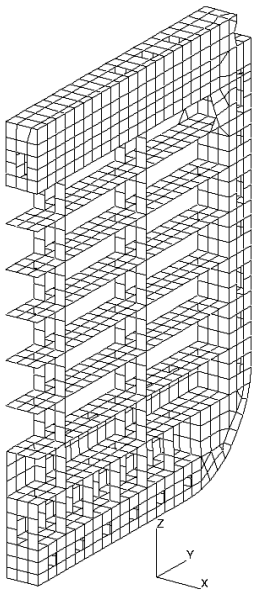


그림 22 지지격벽 모델의 예

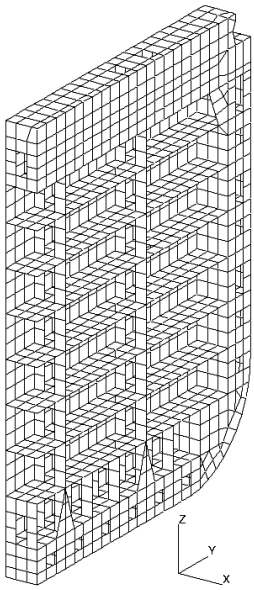


그림 23 수밀격벽 모델의 예

(3) 경계조건

해석모델에 부여하는 경계조건은 실제구조와 같은 거동을 표현할 수 있도록 적용하여야 한다. 해석모델에 적용하는 하중이 대칭하중을 경우에는 다음의 기준을 따른다. 경계조건의 예를 **표 26**과 **그림 24**에 표시하였다.

- 모델의 양단면 (①) : 대칭조건
- 선체 중심선면 (②) : 대칭조건
- 상.하 방향에 대한 불평형력을 횡격벽과 선측외판의 교점에 상쇄력으로 분포시킨다.(③)

표 26 경계조건 (대칭하중)

위치 \ 좌표	변위			회전 변위		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
① 모델의 양단면	1	0	0	0	1	1
② 선체중심선면	0	1	0	1	0	1
③ 수밀격벽과 선측외판 과의 교점 P	0	0	1	0	0	0
(비고) 1 : 구 속 0 : 자 유						

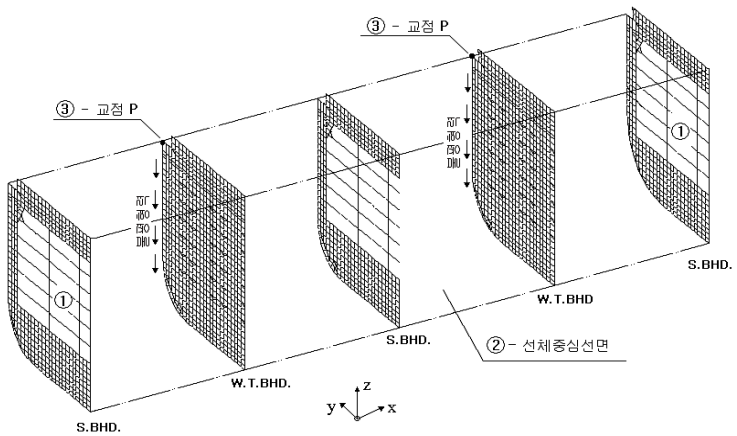


그림 24 경계조건 (대칭하중)

해석모델에 적용하는 하중이 비대칭하중을 경우에는 다음의 기준을 따른다. 경계조건의 예를 **표 27**과 **그림 25**에 표시하였다.

- 모델의 양단면 (①) : 대칭조건
- 수밀격벽과 선저외판이 접하는 선상에 속하는 모든 절점 (②) : 폭방향 변위 구속
- 수밀격벽과 선측외판이 접하는 선상에 속하는 모든 절점 (③) : 상하방향 변위 구속

표 27 경계조건 (비대칭하중)

좌표 / 위치	변위			회전 변위		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
① 모델의 양단면	1	0	0	0	1	1
② 수밀격벽과 선저외판의 접선 L 상의 모든 절점	0	1	0	0	0	0
③ 수밀격벽과 선측외판의 접선 S 상의 모든 절점	0	0	1	0	0	0
(비고) 1 : 구 속 0 : 자 유						

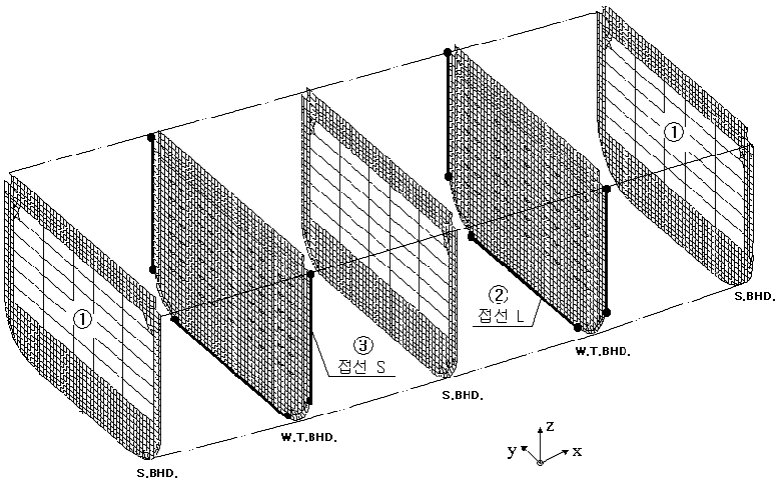


그림 25 경계조건 (비대칭하중)

(4) 하중

(가) 적용하중

고려하는 하중은 컨테이너 적재하중, 정수압, 파랑하중 및 평형수 하중 등이다. 해석에서 고려해야 할 대표적인 하중조건의 예를 **표 28**과 **29**에 표시하였다.

(a) 컨테이너 적재하중

(i) 컨테이너의 적재하중은 설계하중을 기준으로 하고 화물창 내에 적재되어 있는 컨테이너에 대해서는 각 Stack별로 구분하여 해당 컨테이너가 지지되는 위치에 집중하중으로 가하고 해치커버 상부에 적재되어 있는 컨테이너의 Stack 하중은 해치코밍 상단의 해당위치에 합리적인 방법으로 가한다.

(ii) 하중조건에 따라 선박의 선체운동에 의한 가속도 성분이 고려되어야 한다. 가속도 성분의 참고 식은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법에 따라서 적용한다.

(b) 정수압

1항 (8)호를 준용한다.

(c) 파랑하중

1항 (9)호를 준용한다.

(d) 평형수 하중

1항 (7)호를 준용한다.

(나) 하중조건(표 28 참조)

(a) 한 베이 공창 적하 상태 (one bay empty condition, F-1)

(i) 한개의 40 ft 컨테이너베이를 제외한 모든 컨테이너베이와 창구 상부에 20 ft 컨테이너의 적재하중을 고려한다.

(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(b) 한 베이 공창 적하 상태 (one bay empty condition, F-2)

(i) 한개의 40 ft 컨테이너베이를 제외한 모든 컨테이너베이에 40 ft 컨테이너의 적재하중을 고려하고 창구 상부에는 20 ft 컨테이너의 적재하중을 고려한다.

(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(c) 한 베이 공창 적하 상태 (one bay empty condition, F-3)

(i) 한개의 40 ft 컨테이너베이를 제외한 모든 컨테이너베이에 40 ft 컨테이너의 적재하중을 고려하고 한 개의 창구 상부를 제외한 모든 창구 상부에 20 ft 의 컨테이너의 적재하중을 고려한다.

(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(d) 한 베이 공창 적하 상태 (one bay empty condition, F-4)

(i) 한개의 40 ft 컨테이너베이를 제외한 모든 컨테이너베이에 40 ft 컨테이너의 적재하중을 고려하고 한 개의 창구 상부를 제외한 모든 창구 상부에 40 ft 의 적재하중을 고려한다.

(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(e) 균일 적하 상태 (homogeneous loading condition, F-5)

(i) 모든 컨테이너베이와 창구상부에 20 ft 컨테이너의 적재하중을 고려한다.

(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(f) 균일 적하 상태 (homogeneous loading condition, F-6)

(i) 모든 컨테이너베이와 창구상부에 40 ft 컨테이너의 적재하중을 고려한다.

(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(g) 균일 적하 상태 (homogeneous loading condition, F-7)

(i) 모든 컨테이너베이와 창구상부에 40 ft 컨테이너의 적재하중(경감적재하중으로 표 28 참조)을 고려한다.

(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(h) 균일 적하 상태 (homogeneous loading condition, F-8)

(i) 모든 컨테이너베이와 창구상부에 20 ft 컨테이너의 적재하중을 고려한다.

(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 경감된 흘수(d_R, 표 28 참조)에 해당하는 정수압과 파저에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(i) 횡경사 상태 Ⅰ(heelded condition, H-1)

(i) 모든 컨테이너베이에 20 ft 컨테이너의 적재하중과 창구상부에 20 ft 컨테이너의 적재하중을 고려하고 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 건현갑판 침수시의 정수압을 고려하며 파랑변동하중은 고려하지 않는다. 정수압을 고려할 때 평균흘수는 만재흘수선으로 한다.

(ii) 컨테이너에 작용하는 선체운동에 의한 폭방향 가속도 성분이 고려되어야 한다. 가속도 성분의 참고식은 우리선급이 적절하다고 인정하는 방법에 따라서 적용한다.

(j) 횡경사 상태 Ⅱ(heelded condition, H-2)

(i) 모든 컨테이너베이에 40 ft 컨테이너의 적재하중과 창구상부에 20 ft 컨테이너의 적재하중을 고려하고 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 건현갑판 침수시의 정수압을 고려하며 파랑변동하중은 고려하지 않는다. 정수압을 고려할 때 평균흘수는 만재흘수선으로 한다.

(ii) 컨테이너에 작용하는 선체운동에 의한 폭방향 가속도 성분이 고려되어야 한다. 가속도 성분의 참고식은 우리선급이 적절하다고 인정하는 방법에 따라서 적용한다.

(k) 종방향 가속도 상태 (surge loading condition, S-1)

(i) 모든 컨테이너베이에 40 ft 컨테이너의 적재하중과 창구상부에 20 ft 컨테이너의 적재하중을 고려하고 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.

(ii) 컨테이너의 하중은 선체운동에 의한 길이방향 가속도 성분이 고려되어야 한다. 화물창 내에 적재되어 있는 컨테이너의 동적하중은 컨테이너 각각의 중심에서 계산하며 지지격벽의 셀가이드 위치에 적절하게 분포한다. 창구상부로 적재되어있는 컨테이너의 동적하중은 각 Stack의 중앙높이에서 계산하며 다음과 같이 가정한다.

· 컨테이너 Stack에 작용하는 풍압에 의한 하중은 무시한다.

· 동적하중에 의해 Stack에 유발하는 모멘트는 무시한다.

· 창구상부에 적재되어있는 모든 컨테이너에 작용하는 하중은 창구코밍 상부에 적절히 적용한다.

(l) 침수 상태 (flooded condition, A-1)

(i) 두 개의 40 ft 컨테이너베이를 제외한 모든 컨테이너베이에 40 ft 컨테이너의 적재하중을 고려하고 모든 창구 상부에 20 ft 의 적재하중을 고려한다.

(ii) 선박의 충돌이나 사고에 의하여 화물창의 일부에 해수가 유입되었을 때 선체구조의 안전성을 검토하기 위한 하중조건으로 주로 수밀격벽과 스트링거 등의 구조가 검토되어야 한다.

(iii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 만재흘수선에 해당하는 정수압을 고려하고 손상된 화물창의 내부하중은 건현갑판의 90 %에 해당하는 수두를 고려한다.

표 28 하중조건의 예

하중상태	Case	외부하중		컨테이너하중			
		정수압	파랑변동하중	화물창		창구덮개 상부	
1-베이(bay) 공창상태	F-1	d_s 1)	W_C 2)	빈 베이	-	빈 베이 상부	20 ft
				다른 베이	20 ft	다른 베이	20 ft
	F-2	d_s 1)	W_C 2)	빈 베이	-	빈 베이 상부	20 ft
				다른 베이	40 ft	다른 베이	20 ft
	F-3	d_s 1)	W_C 2)	빈 베이	-	빈 베이 상부	-
				다른 베이	40 ft	다른 베이	20 ft
	F-4	d_s 1)	W_C 2)	빈 베이	-	빈 베이 상부	-
				다른 베이	40 ft	다른 베이	40 ft
균일적하상태	F-5	d_s 1)	W_C 2)	모든 베이	20 ft	모든 창구덮개	20 ft
	F-6	d_s 1)	W_C 2)	모든 베이	40 ft	모든 창구덮개	40 ft
	F-7	d_s 1)	W_C 2)	모든 베이	40 ft 6)	모든 창구덮개	40 ft 6)
	F-8	d_R 5)	W_T 3)	모든 베이	20 ft	모든 창구덮개	20 ft
횡경사상태	H-1	4)	-	모든 베이	20 ft	모든 창구덮개	20 ft
	H-2	4)	-	모든 베이	40 ft	모든 창구덮개	20 ft
종방향 가속도상태	S-1	d_s 1)	W_C 2)	모든 베이	40 ft	모든 창구덮개	20 ft
침수상태	A-1	d_s 1)	-	침수 화물창	-	모든 창구덮개	20 ft
				비침수 화물창	20 ft		

(비고)
1) d_s : 강도계산용 흘수
2) W_C : 파정에 해당하는 파랑변동하중
3) W_T : 파저에 해당하는 파랑변동하중
4) 건현 갑판 침수시의 정수압
5) d_R : 경감된 흘수, 강도계산용 흘수의 2/3로 하되, 실제 적하지침서의 값을 사용할 수 있다.
6) 경량적재하중, 실제 적재가 예상되는 40 ft 컨테이너 하중으로 다음과 같다.
- 화물창내에 적재되는 경량적재하중은 설계하중의 55%이하로 한다.
- 갑판상부에 적재되는 경량적재하중은 설계하중의 90% 또는 17톤 중에서 작은 값 이하로 한다.

표 29 하중상태의 예

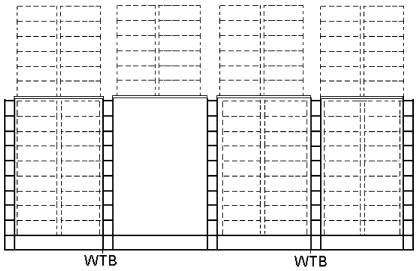
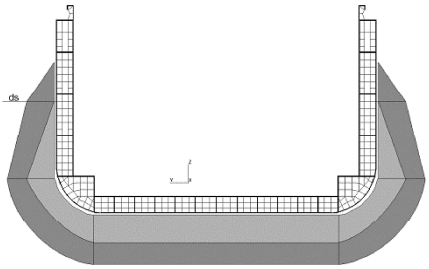
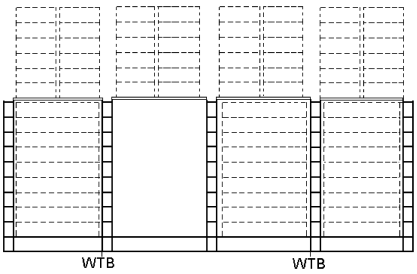
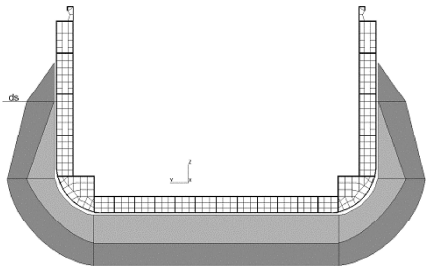
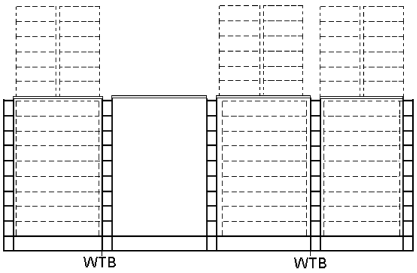
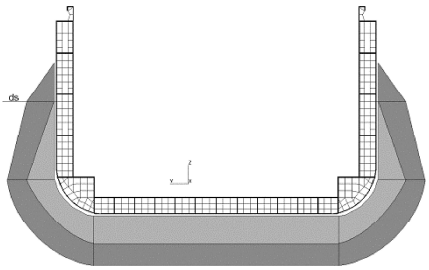
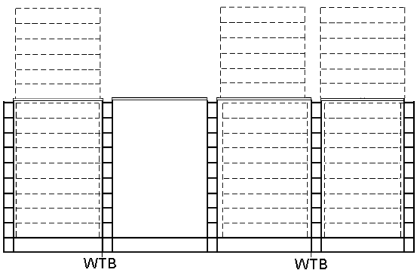
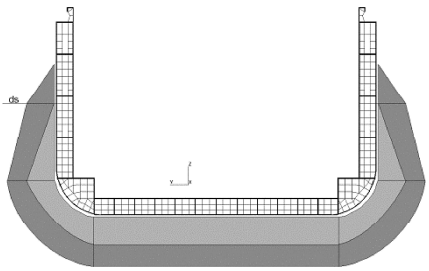
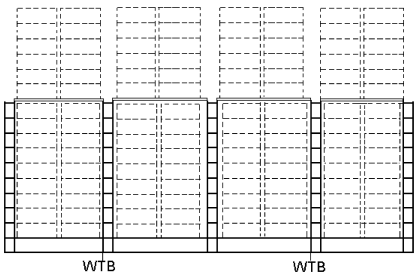
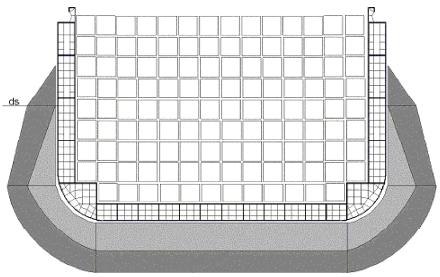
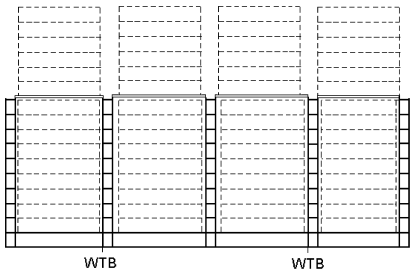
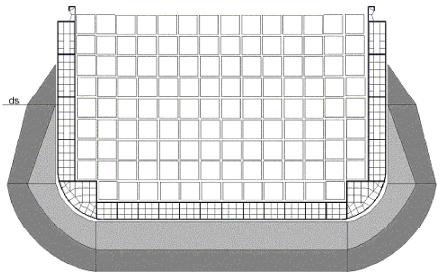
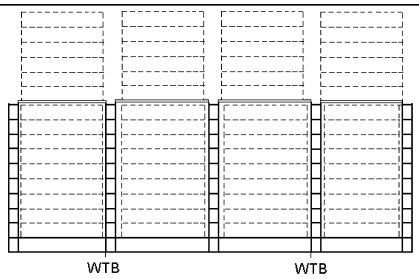
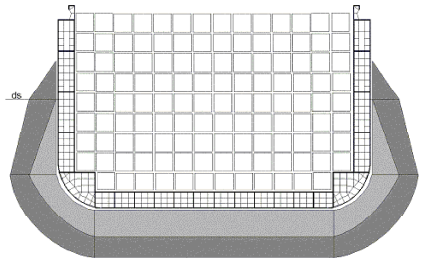
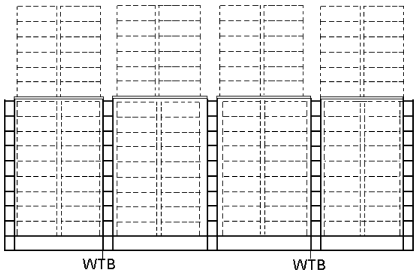
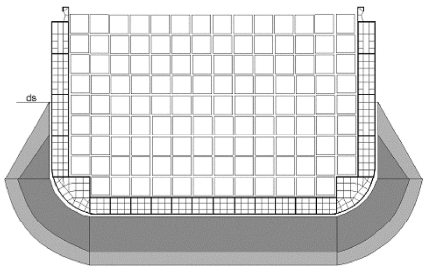
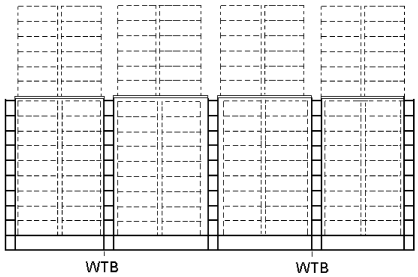
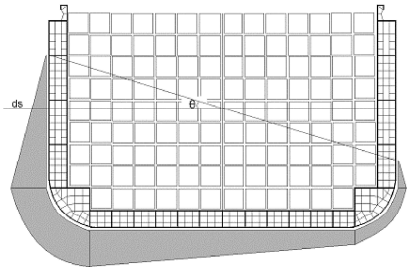
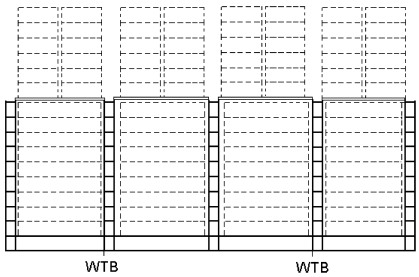
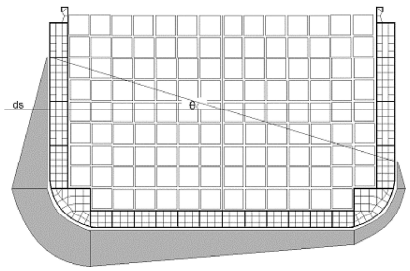
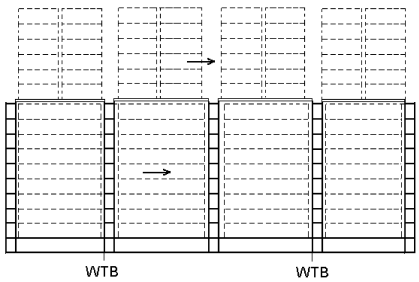
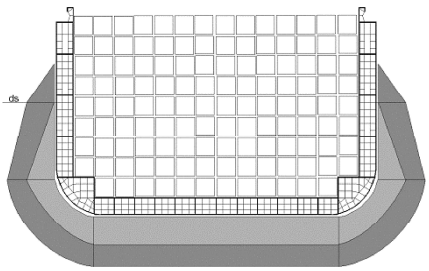
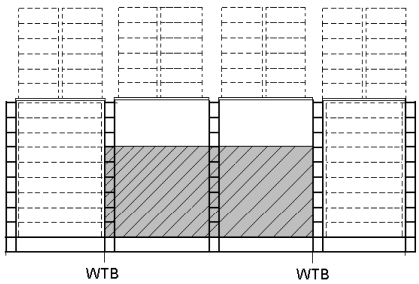
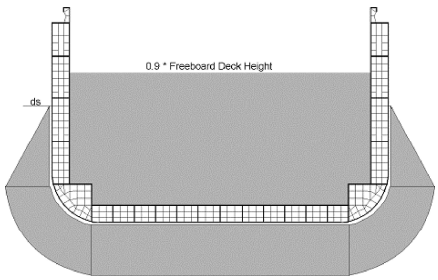
하중상태	Case	적하경향	중앙화물창
1-베이(bay) 공창상태	F-1		
	F-2		
	F-3		
	F-4		
균일적하상태	F-5		
	F-6		

표 29 하중상태의 예 〈계속〉

하중상태	Case	적하경향	중앙화물창
균일적하상태	F-7		
	F-8		
횡경사상태	H-1		
	H-2		
종방향 가속도상태	S-1		
침수상태	A-1		

(5) 허용응력

허용응력은 **표 30**에 따른다. 단, 하중조건 A-1의 허용응력은 **표 31**에 따른다.

(6) 좌굴 강도계산

구조해석 결과에 대한 좌굴강도계산은 **IV. 좌굴강도계산**에 따라야 하며, 좌굴 허용기준은 **IV. 좌굴강도계산**의 1항 (5)호에서 정적하중 기준을 적용한다. 다만 하중조건 A-1에 대하여는 좌굴판정치를 1.0으로 적용한다. *(2020)*

표 30 허용응력

허용응력 / 해석 대상부재	σ_l	σ_t , σ_v	σ_e	τ
선저외판, 내저판	$110/K$	$145/K$	$145/K$	-
종격벽, 선측외판	-	$145/K$	-	$83/K$
거더	-	-	$175/K$	$83/K$
스트링거	$110/K$	-	$175/K$	$83/K$
수밀격벽	-	$145/K$	$175/K$	-
특설늑골, 늑판	-	-	$175/K$	-

(비고)

1. 등가응력 σ_e는 다음에 따른다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_l^2 - \sigma_l \sigma_t + \sigma_t^2 + 3\tau^2} \quad \text{(종강도부재)}$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_v^2 - \sigma_v \sigma_l + \sigma_t^2 + 3\tau^2} \quad \text{(횡강도부재)}$$

σ_l : 선박 길이방향의 직응력
σ_t : 선박 너비방향의 직응력
σ_v : 선박 깊이방향의 직응력
τ : 전단응력

2. 늑판 또는 거더에 개구가 있을 경우에는 응력을 평가할 때 이를 적절히 고려하여야 한다.
3. 응력판별 위치는 요소의 중심으로 한다.

표 31 허용응력 (A-1)

해석대상부재	재료기호	σ_e	τ
수밀격벽, 선측특설늑골 스트링거 및 거더	A, B, D 및 E	235	136
	$AH32$, $DH32$ 및 $EH32$	315	182
	$AH36$, $DH36$ 및 $EH36$	355	205

6. Ro-Ro 선박 *(2021)*

(1) 일반

(가) Ro-Ro 선박의 화물창 내 부재의 치수를 직접강도계산에 의하여 결정할 때는 직접강도계산에 필요한 자료를 제출하여 미리 우리선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 여기에서 특별히 언급하지 아니한 사항은 1항에 따른다.

(2) 구조의 모델링

(가) 해석범위

해석대상의 범위는 선박의 길이방향으로는 선체 중앙부의 2개의 필러 공간(1/2+1+1/2)을 포함하여야하고 하중 및 구조배치가 대칭일 경우에는 선박의 한쪽 현을, 비대칭일 경우에는 선박의 양쪽 현을 해석대상으로 한다. (**그림 26** 참조)

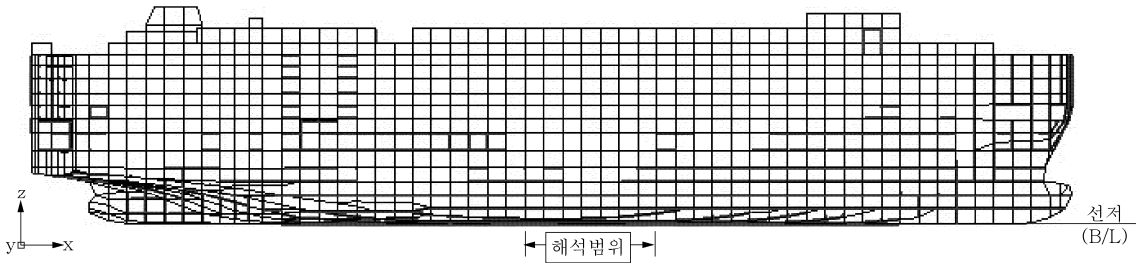


그림 26 해석범위

(나) 유한요소모델

판구조로 모델링하는 경우 요소분할은 길이방향으로는 인접한 특설늑골 사이를 2개 이상의 요소로, 폭 방향으로는 종늑골의 간격으로 분할하며 이중저 거더 및 늑판은 깊이방향으로 3개 이상으로 분할함을 원칙으로 한다. 요소분할의 표준 예를 **그림** 27부터 29에 표시하였다.

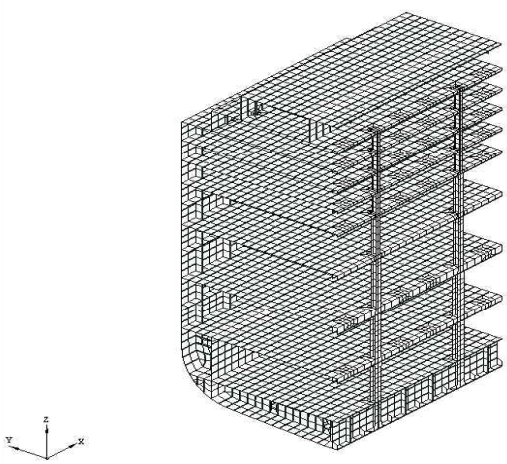


그림 27 화물창 모델의 예

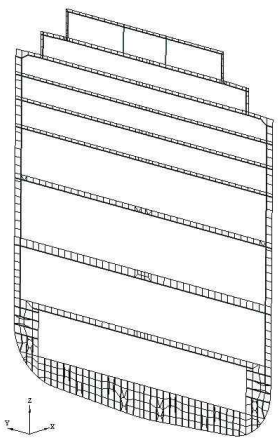


그림 28 특설늑골의 예

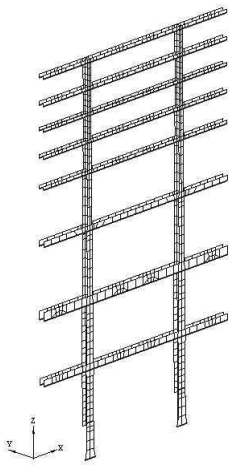


그림 29 필러 모델의 예

(3) 경계조건

해석모델에 부여하는 경계조건은 실제구조와 같은 거동을 표현할 수 있도록 적용하여야 한다. 해석모델에 적용하는 경계조건은 다음의 기준을 따른다. 경계조건의 예를 **표 32**와 **그림 30**에 표시하였다.

- 모델의 양단면 (①) : 대칭조건
- L상의 모든 절점 (②) : 폭방향의 변위구속
- S상의 모든 절점 (③) : 상하방향의 변위구속

표 32 경계조건 (비대칭하중)

좌표 / 위치	변위			회전 변위		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
① 모델의 양단면	1	0	0	0	1	1
② L상의 모든 절점	0	1	0	0	0	0
③ S상의 모든 절점	0	0	1	0	0	0
(비고) 1 : 구속 0 : 자유						

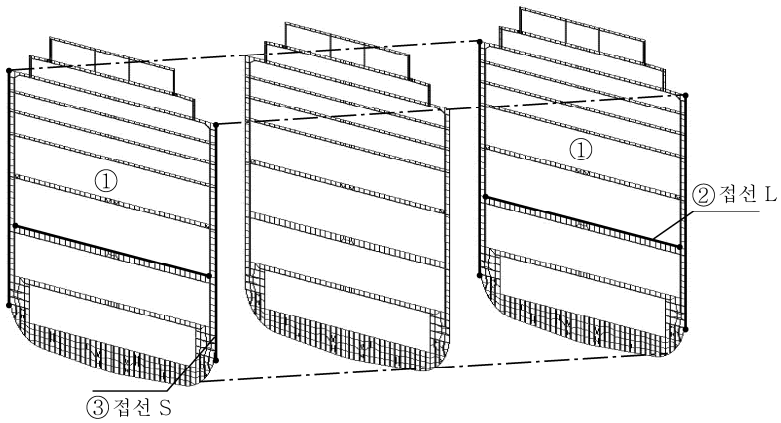


그림 30 경계조건

(4) 하중

(가) 적용하중

고려하는 하중은 화물 적재하중, 정수압, 파랑하중 및 평형수 하중 등이다. 해석에서 고려해야 할 대표적인 하중조건의 예를 **표 33**과 **34**에 표시하였다.

(a) 화물 적재하중

(i) 화물 적재하중은 각 갑판별로 적재하고자 하는 화물(차량, 승객 등)에 따라서 갑판에 규정된 설계균일하중(design uniform load)를 적용한다.

(ii) 하중조건에 따라 선박의 선체운동에 의한 가속도 성분이 고려되어야 한다. 가속도 성분의 참고 식은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법에 따라서 적용한다.

(b) 정수압

1항 (8)호를 준용한다.

(c) 파랑하중

1항 (9)호를 준용한다.

(d) 평형수 하중

1항 (7)호를 준용한다.

(나) 하중조건 *(2021)*

6가지의 하중상태를 고려하여야 하며 각각의 하중상태에 따라서 대상부재를 평가한다.

(a) 하부 갑판의 최대 하중 상태
(i) 화물(차량, 승객 등) 설계균일하중을 하부갑판에 적용하여 하부갑판과 필러의 구조안정성을 평가하기 위한 하중조건이다.
(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 강도계산용 흘수에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.
(b) 상부 갑판의 최대 하중상태
(i) 화물(차량, 승객 등) 설계균일하중을 상부갑판에 적용하여 상부갑판과 선저 및 필러의 구조안정성을 평가하기 위한 하중조건이다.
(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 강도계산용 흘수에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.
(c) 평형수 적재상태
(i) 화물(차량, 승객 등) 설계균일하중은 고려하지 않는다. 단, 평형수 탱크에는 평형수 하중이 고려되어야 한다.
(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 적하지침서상의 실제 흘수에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.
(d) 횡방향 비대칭 하중
(i) 화물(차량, 승객 등) 설계균일하중을 한쪽 현 갑판에만 적용하여 갑판 트랜스버스의 구조안정성을 평가하기 위한 하중조건이다.
(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 강도계산용 흘수에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.
(e) 종방향 비대칭 하중
(i) 화물(차량, 승객 등) 설계균일하중을 각 갑판의 필러 사이에만 적용하여 갑판 종거더의 구조안정성을 평가하기 위한 하중조건이다.
(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 강도계산용 흘수에 해당하는 정수압과 파정에 해당하는 파랑변동하중을 고려한다.
(f) 침수상태
(i) 선박의 충돌이나 사고에 의하여 화물창의 일부에 해수가 유입되었을 때 선체구조의 안정성을 검토하기 위한 하중조건으로 수밀 갑판의 구조가 검토되어야 한다.
(ii) 선저 및 선측에 작용하는 외부하중은 손상복원성 자료상의 흘수를 고려한다.

표 33 하중조건의 예

하중상태	Case	외부하중		화물 적재하중
		정수압	파랑변동하중	화물창
하부 갑판의 최대 하중상태	F-1	d_s [1]	W_C [2]	설계균일하중
상부 갑판의 최대 하중상태	F-2	d_s [1]	W_C [2]	설계균일하중
평형수 적재상태	B-1	평형수 적재흘수[3]	W_C [2]	-
횡방향 비대칭 하중	H-1	d_s [1]	W_C [2]	설계균일하중
종방향 비대칭 하중	H-2	d_s [1]	W_C [2]	설계균일하중
침수상태	A-1	d_s [4]	-	-

(비고)
[1] d_s : 강도계산용 흘수
[2] W_C : 파정에 해당하는 파랑변동하중
[3] 평형수 적재흘수는 적하지침서에 명시된 값을 취한다.
[4] 침수상태의 흘수는 손상복원성 자료에 명시된 값을 취한다.

표 34 하중상태의 예

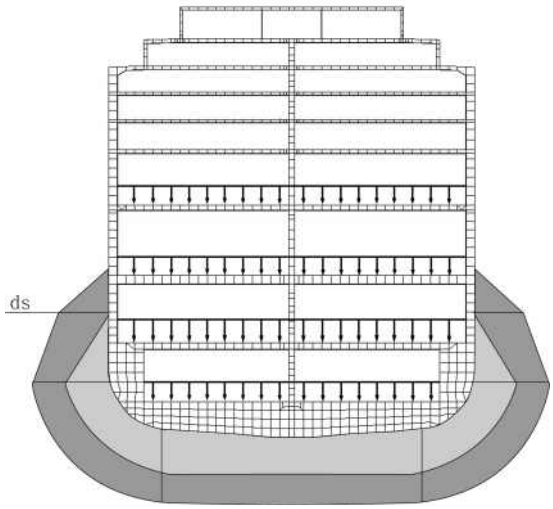
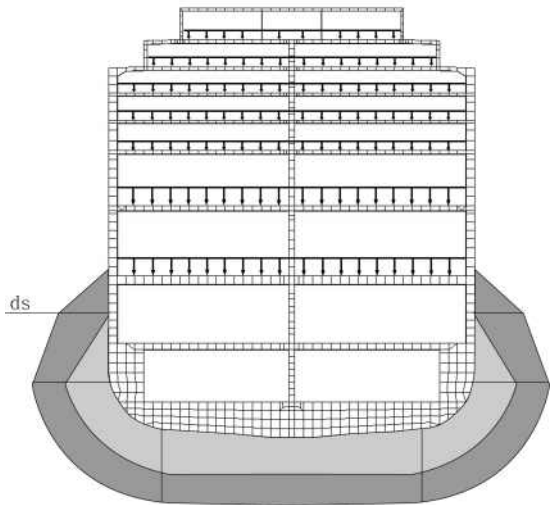
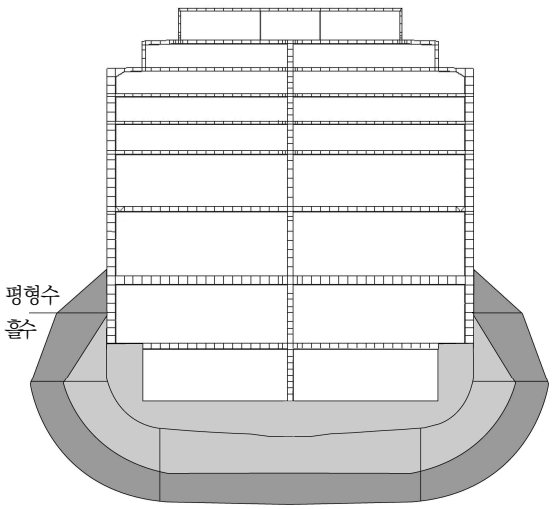
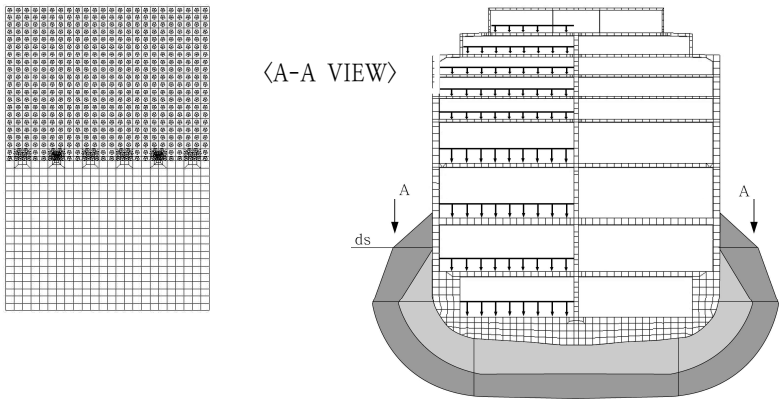
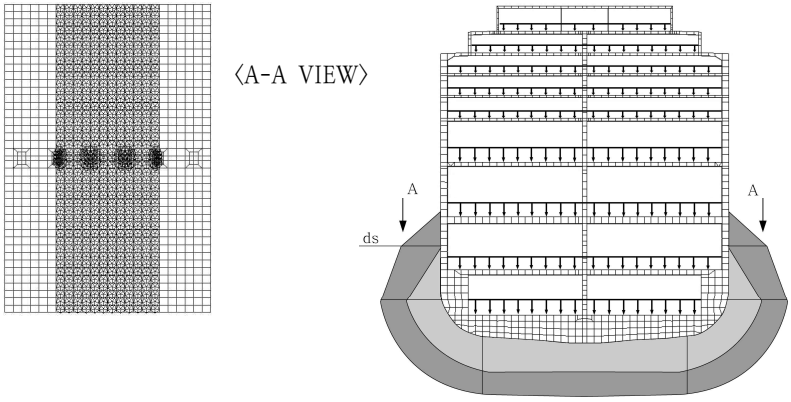
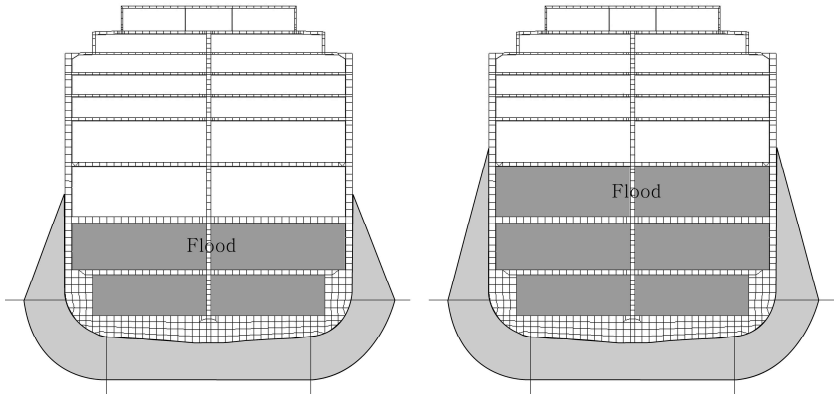
하중상태	Case	중앙화물창
하부 갑판의 최대 하중상태	F-1	
상부 갑판의 최대 하중상태	F-2	
평형수 적재상태	B-1	

표 34 하중상태의 예 (계속)

하중상태	Case	중앙화물창
횡방향 비대칭 하중	H-1	
종방향 비대칭 하중	H-2	
침수상태	A-1	

(5) 허용응력

허용응력은 **표** 35에 따른다. 단, 하중조건 A-1의 허용응력은 **표** 36에 따른다.

(6) 좌굴 강도계산

구조해석 결과에 대한 좌굴강도계산은 IV. **좌굴강도계산**에 따라야 하며, 좌굴 허용기준은 IV. **좌굴강도계산**의 1항 (5)호에서 정적하중 기준을 적용한다. *(2020)*

표 35 허용응력

허용응력 / 해석 대상부재	σ_l	σ_t , σ_v	σ_e	τ
선저외판, 내저판	$110/K$	$145/K$	$145/K$	-
종격벽, 선측외판	-	$145/K$	-	$90/K$
거더	-	-	$175/K$	$90/K$
스트링거	$110/K$	-	$175/K$	$90/K$
수밀격벽	-	$145/K$	$175/K$	-
특설늑골, 늑판	-	-	$175/K$	-

(비고)

1. 등가응력 σ_e 는 다음에 따른다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_l^2 - \sigma_l \sigma_t + \sigma_t^2 + 3\tau^2} \quad \text{(종강도부재)}$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_v^2 - \sigma_v \sigma_t + \sigma_t^2 + 3\tau^2} \quad \text{(횡강도부재)}$$

σ_l : 선박 길이방향의 직응력
σ_t : 선박 너비방향의 직응력
σ_v : 선박 깊이방향의 직응력
τ : 전단응력

2. 늑판 또는 거더에 개구가 있을 경우에는 응력을 평가할 때 이를 적절히 고려하여야 한다.
3. 응력판별 위치는 요소의 중심으로 한다.

표 36 허용응력 (A-1)

해석대상부재	재료기호	σ_e	τ
수밀격벽, 선측특설늑골, 스트링거 및 거더	A, B, D 및 E	235	136
	$AH32$, $DH32$ 및 $EH32$	315	182
	$AH36$, $DH36$ 및 $EH36$	355	205

(7) 래킹 평가 *(2021)*

(가) 래킹(Racking) 평가는 6000 Car Unit (소형차 기준) 이상을 운반하는 자동차운반선 및 길이 130m 이상 카페리 (RoPax) 선박에 대하여 적용 한다.

(나) 래킹 평가는 II.3에 따라 모델링된 전선모델에 대하여 수행하여야 하며 **그림** 30-1에 표시된 경계조건을 따라야 한다. 선체중심선을 기준으로 비대칭 횡단면을 갖는 경우, 래킹 평가는 좌현 및 우현 각각에 대하여 고려하여야 한다.

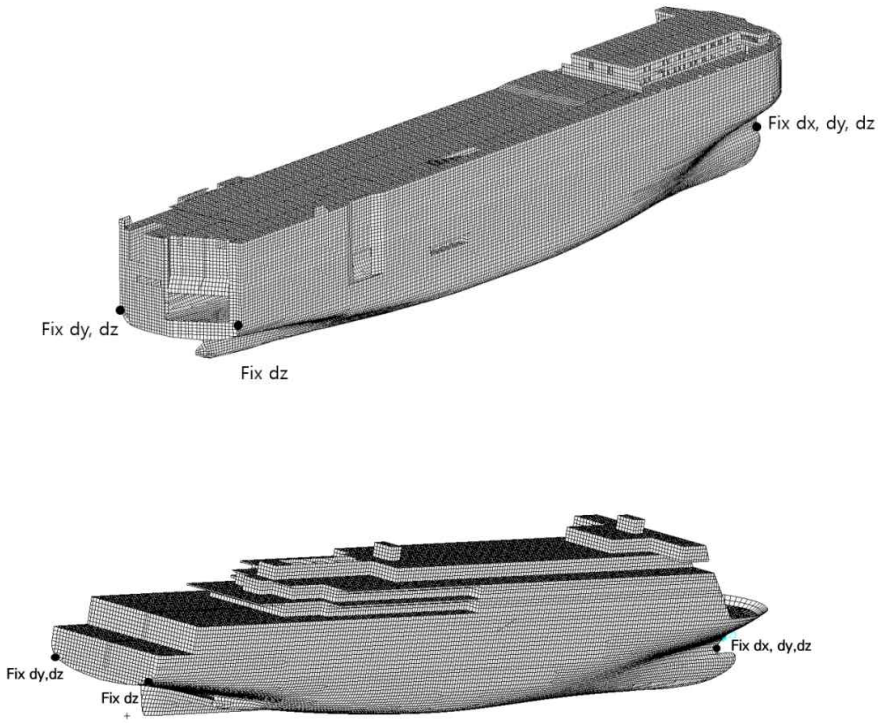


그림 30-1 Ro-Ro 선 (자동차운반선 및 카페리선)의 전선모델

(다) 래킹하중은 적하지침서에 명시된 만재조건에 대하여 평가하여야 한다. 래킹 평가를 위한 하중조건은 다음과 같다.

(a) 선체자중, 각 탱크내 하중 및 화물하중은 중력가속도를 고려하여 수직으로 작용시켜야 한다.

(b) 선체외부에 작용하는 수압은 횡경사각(θ)을 고려하여 중심선을 기준으로 비대칭으로 작용시킨다. (**그림 30-2** 참조)

(c) 각 갑판에 위치한 화물(차량, 승객 등)과 갑판의 자중에 대하여 다음의 횡방향 가속도(a_{y_env})을 고려하여 적용한다. (**그림 30-2** 참조)

$$a_{j_y_env} = \sqrt{a_{sway}^2 + \left\{ g\sin\theta + a_{roll}\left(z_{j_deck} - 0.41\frac{D'}{f_{\sec}}\right)\right\}^2} \quad (m/s^2),$$ j 번째 갑판의 횡방향 가속도

여기서,

$a_{sway} = 0.45\, a_0\, g \ (m/s^2)$, 횡병진가속도

$a_0 = (1.58 - 0.244 f_{\sec})\left(\frac{2.4}{\sqrt{L}} + \frac{34}{L} + \frac{600}{L^2}\right) \ (m/s^2)$, 기본가속도

$a_{roll} = \frac{1.72}{f_{\sec}}\,\theta\,\frac{\pi}{180}\left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2 \quad (rad/s^2)$, 횡동요 가속도

z_{j_deck} : 선저로부터 j 번째 갑판의 높이

$f_{\sec} = \frac{\max(B,\ D')}{\min(B,\ D')}$

D' : 선저로부터 최상층의 화물(차량, 승객 등) 구획의 상면까지의 수직 높이 (m) (**그림 30-2** 참조)

$$\theta = \frac{12150(1.25 - 0.025\,T_\theta)}{f_{\sec}(B+75)\pi} \quad (\deg)$$

$$T_\theta = 2.3\pi\frac{kr}{\sqrt{gGM}} \quad (\sec),\ \text{횡동요 주기}$$

$$kr = 0.42\,B \quad (m),\ \text{관성반경}$$

$$GM = 0.05 f_{\sec}\,B \quad (m)\ ,\ \text{횡메타센터 높이}$$

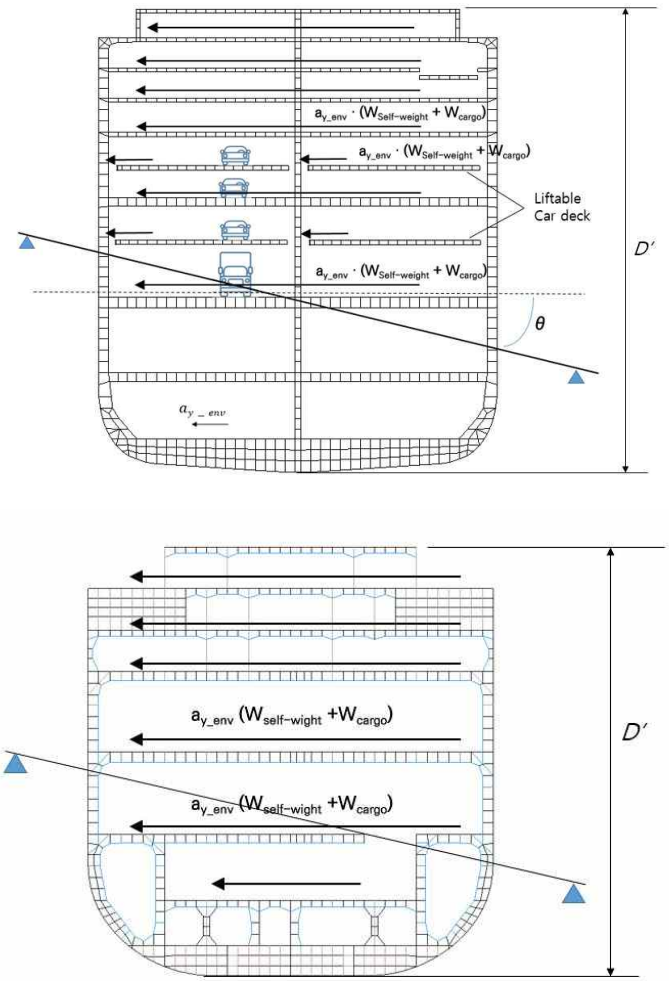


그림 30-2 경사상태에서의 래킹 하중

(라) 래킹평가 시 항구상태로 가정하며, 정수중에서 발생하는 선체거더 하중에 대하여 평형을 고려할 필요는 없으나 (나)의 횡경사와 수평방향 하중에 의하여 발생된 래킹모멘트에 대하여 **그림 30-3**과 같이 불평형력을 제거하기 위한 짝힘(F_i)을 각 늑골 위치에서 강력갑판과 선측판이 교차하는 지점에 수직으로 가하여야 한다. 래킹모멘트는 다음식에 따른다.

$$M_{xx} = \sum_{j}^{n_{decks}} (W_{j_deck_self} + W_{j_deck_cargo})\,\sigma_{j_y_env}\,(z_{j_deck} - z_{bulkhead_deck})$$

$$= \sum_{i}^{n_{web\,frames}} (F_i \bullet b_i)$$

여기서,

$W_{j_deck_self}$: j 번째 갑판의 자중

$W_{j_deck_cargo}$: j 번째 갑판의 화물중량

$a_{j_y_env}$: j 번째 갑판에서의 횡가속도

z_{j_deck}, $z_{bulkhead_deck}$: 선저로부터 j 번째 갑파의 높이 및 격벽갑판의 높이

F_i : i 번째 늑골 위치에서의 짝힘

b_i : i 번째 늑골 위치에서의 강력갑판 폭의 1/2

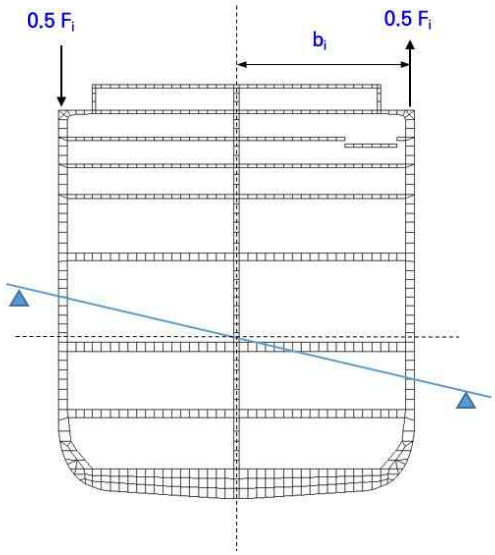


그림 30-3 래킹모멘트에 의한 불평형력 제거

(마) 래킹하중에 대한 주요 평가 대상 부재는 다음과 같다.
- 각 화물적재 갑판과 갑판 트랜스버스와 연결되는 선측 수직보강재 연결부
- 횡부재, 갑판 및 내저판과 연결되는 기둥 지지구조
- 주요지지부재와 연결되는 환기덕트 연결부
- 대형 래킹 지지구조, 부분 격벽, 기관실 지지구조, 램프연결부 및 승강설비 지지부재

(바) 래킹평가를 위한 허용응력 기준은 (5)에 정의된 등가응력의 0.94 • (235/K)로 한다.

(사) 상세분할해석

(a) (바)에 정의된 허용응력의 95% 이상인 위치에 대하여 상세분할해석으로 검증되어야 하며, 허용응력 기준은 0.94 • β • (235/K)로 한다.

β : 요소분할 밀도 계수
- 200 x 200 요소분할 크기 이하의 경우 : 1.15
- 100 x 100 요소분할 크기 이하의 경우 : 1.25
- 50 x 50 요소분할 크기 이하의 경우 : 1.5
- 2t x 2t 요소분할 크기 이하의 경우 : 1.7

(b) 상기 a)에도 불구하고 자동차전용운반선인 경우, 다음 구역에 대하여 십자이음(Cruciform joints)의 형상을 반영한 국부응력집중, 대구조의 이면보강과 관련된 국부응력집중 등을 확인하기 위하여 2t x 2t 이하 요소크기의 상세분할해석을 수행하여야 한다. 다만, 요소분할 밀도 계수 β는 용접부 인근 요소의 경우 1.35, 그 외의 위치의 요소는 1.53으로 한다.
- (바)의 해석결과에서 각 갑판마다 최대응력이 발생한 다음의 위치
  - 기둥지지구조의 면재와 갑판이 만나는 위치
  - 갑판 트랜스버스 면재와 선측트랜스버스 면재가 만나는 위치
- 기관실 전단벽과 고정식 램프가 만나는 위치

7. 액화천연가스 운반선(멤브레인 형식)

(1) 일반

(가) 본 지침은 멤브레인 형식 액화천연가스 운반선에 대하여 적용한다.

(나) 액화천연가스 운반선의 화물창 부재의 치수를 직접강도계산에 의하여 결정할 때는 직접강도계산에 필요한 자료를 제출하여 미리 우리선급의 승인을 받아야 한다.

(다) 여기에서 특별히 언급하지 아니한 사항은 1항에 따른다.

(2) 구조 모델링

(가) 해석 범위

(a) 선체 구조 부재 배치의 변경 및 선박 형상에 따른 화물창 구조의 변화에 의한 영향과 최전방 화물창(이하 No.1 화물창이라 한다)에서의 가속도 영향을 검증하기 위하여, 유한 요소 모델은 중앙부 및 선수부 화물창 영역을 포함하여야 한다.

(b) 유한 요소 모델의 선박 길이 방향 최소 범위는 선수단으로부터 선체 중앙부에 위치하는 화물창의 후단 횡격벽까지이다. 중앙부 화물창 후방의 화물창이 중앙부 화물창과 구조 배치 및 치수가 현저히 다른 경우, 우리선급은 해당 화물창도 모델링에 포함시켜야 한다.

(c) 유한요소모델의 선박 깊이 방향 범위는 선박의 전깊이로 한다.

(d) 선체 중심선에 대하여 화물창 구조가 대칭인 경우에는 선체 중심선에 적절한 경계 조건을 설정하여 선박의 한쪽 현만을 모델링 할 수 있다. 일반적으로 하중 적용이 단순하고 비대칭 하중 해석을 단순하게 하기 위하여 선박의 양현을 모델링하는 것을 권장한다.

(e) 1단계로 (나)의 요소 분할 크기의 모델로 해석을 실시한 후에 필요한 경우 (다)에 따른 상세 요소 분할 해석을 실시하여야 한다.

(나) 구조의 모델링

(a) 화물창 모델 요소 크기는 다음을 원칙으로 한다(**그림 31**에서 **38** 참조).

(i) 종방향으로 모든 특설늑골(web frame)사이를 최소 2개 이상 요소로 분할하여야 한다.

(ii) 횡방향으로 늑골 간격을 1개 요소로 분할하여야 한다.

(iii) 수직방향으로 이중저 거더 및 늑판은 3개 이상의 요소로 분할하여야 한다.

(b) 원칙적으로, 개구는 적절한 요소를 제거함으로 모델에 반영하여야 한다.

(c) 구조부재에 따라 다음의 요소를 적절히 선택하여 구조의 거동을 충실하게 표현할 수 있는 구조로 모델링하여야 한다.

(i) 판 요소 : 선측외판, 선저외판, 늑판, 횡격벽, 종격벽, 갑판, 1차 지지부재의 웨브 등

(ii) 보 요소 : 종/횡보강재, 수밀격벽의 보강재 등

(iii) 트러스 요소 : 1차 지지 부재의 면재 등

(다) 상세 요소 분할하는 경우

(a) 화물창 모델의 요소 분할 크기가 고응력 부위를 충분히 구현하지 못하는 경우에는, 이 부분에 대한 검증은 독립적인 국부 상세요소분할 모델을 주모델에서 유도된 경계 조건을 사용하여 검토하여야 한다. 또는 화물창 모델에 직접 해당 부분을 상세 요소 분할로 모델링하여 검토할 수 있다.

(b) 상기(a)에도 불구하고 상세 요소 분할이 요구되는 영역은 다음과 같다(**그림 39**에서 **41**참조).

(i) 화물창 중앙부에서 늑판과 호퍼탱크 웨브 판을 포함한 경사판 및 내저판 연결부

(ii) 화물창 중앙부에서 호퍼탱크 웨브와 선측 횡판을 포함한 경사판 및 내측판 연결부

(iii) 수직웨브와 거더를 포함한 횡격벽 및 내저판 연결부

(iv) 수직웨브와 거더를 포함한 횡격벽 및 내측 트렁크 갑판 연결부

(v) 수평거더를 포함한 횡격벽 및 내측구조 연결부

(vi) 액체 돔(Liquid dome) 연결부

(c) 일반적으로 상세 요소 분할 영역에서 요구되는 최대 요소 분할 크기는 200×200 mm보다 크지 않아야 한다. *(2018)*

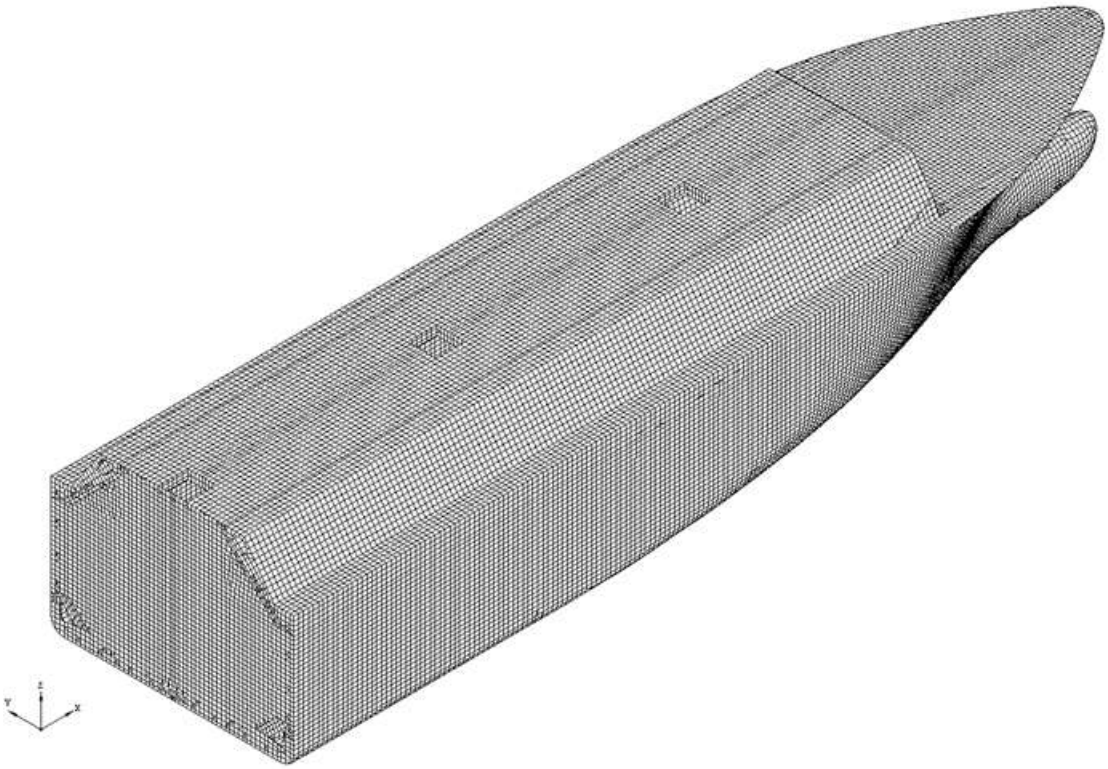


그림 31 화물창 모델의 예(Mark III 형식)

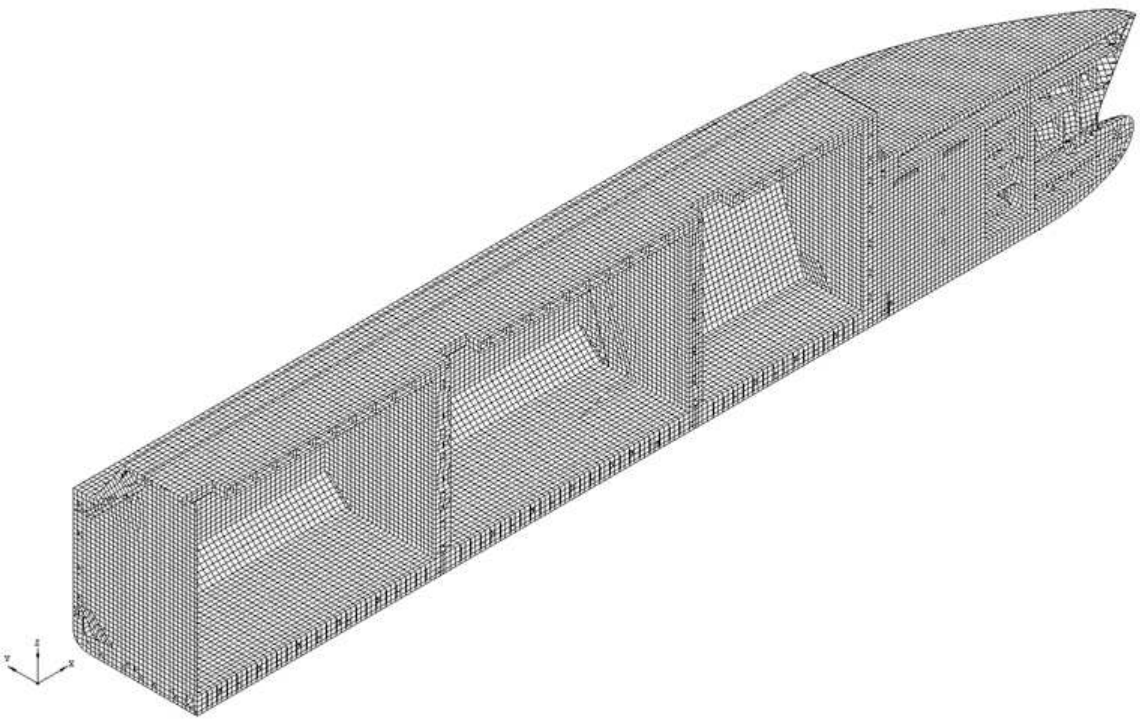


그림 32 화물창 모델의 예(Mark III 형식, 중심선 단면 표시)

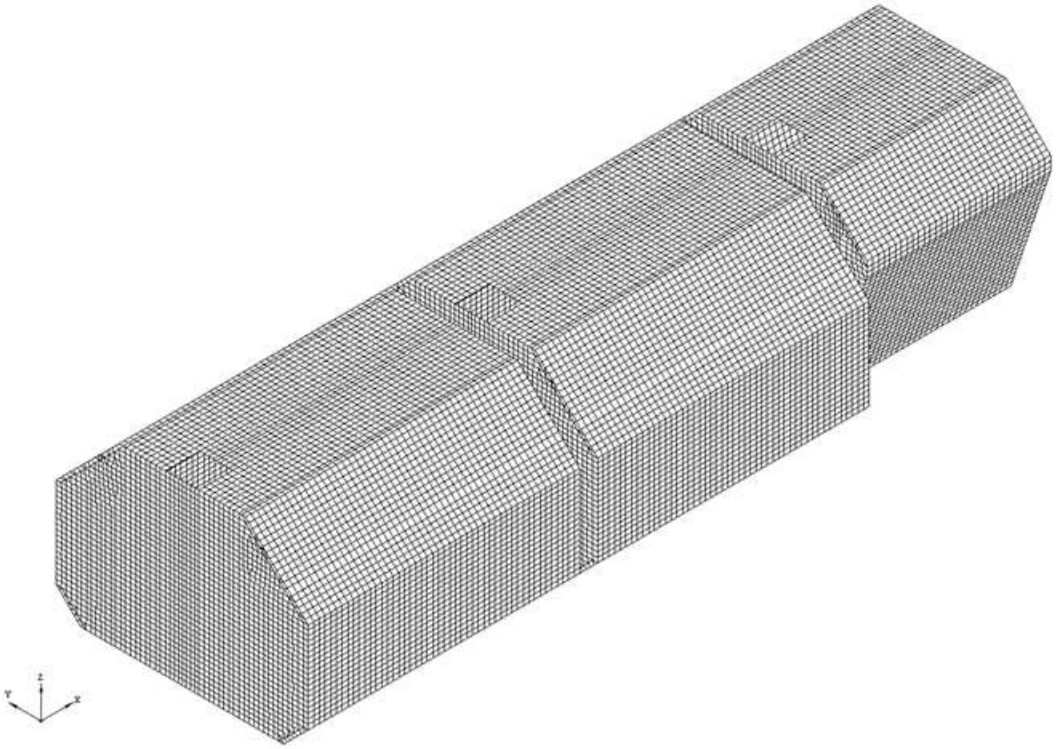


그림 33 화물창 모델의 예(Mark III 형식, 선체외곽부재 제외)

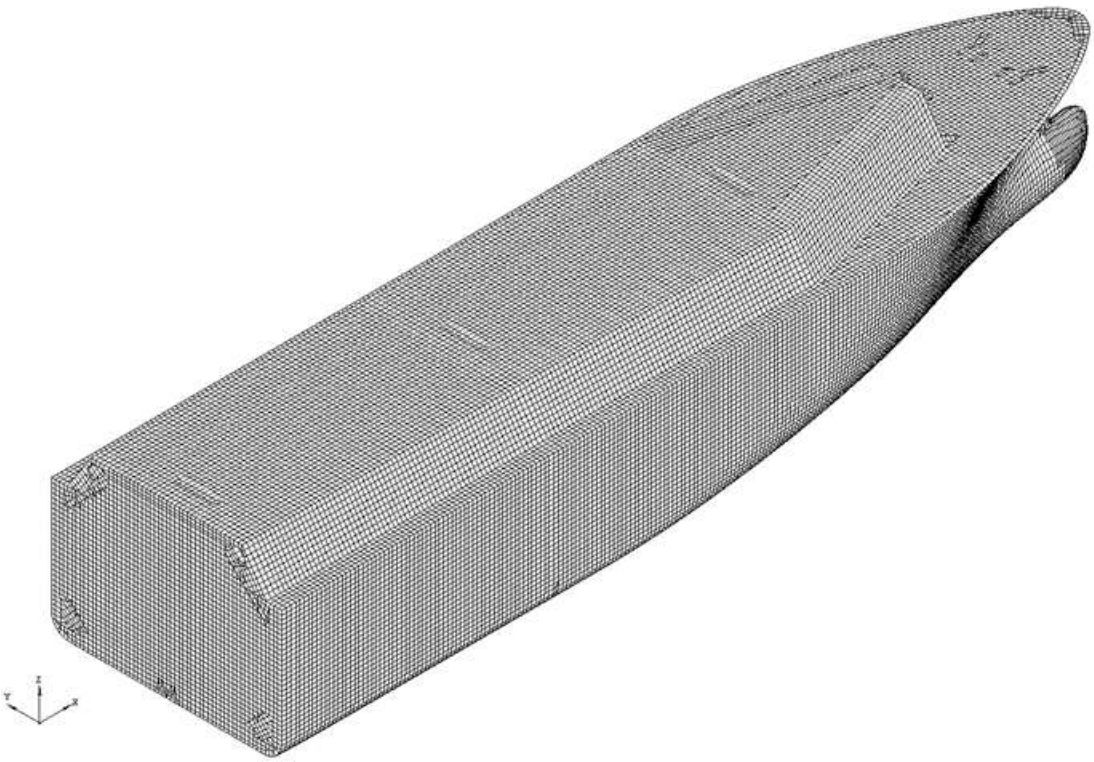


그림 34 화물창 모델의 예(NO 96 형식)

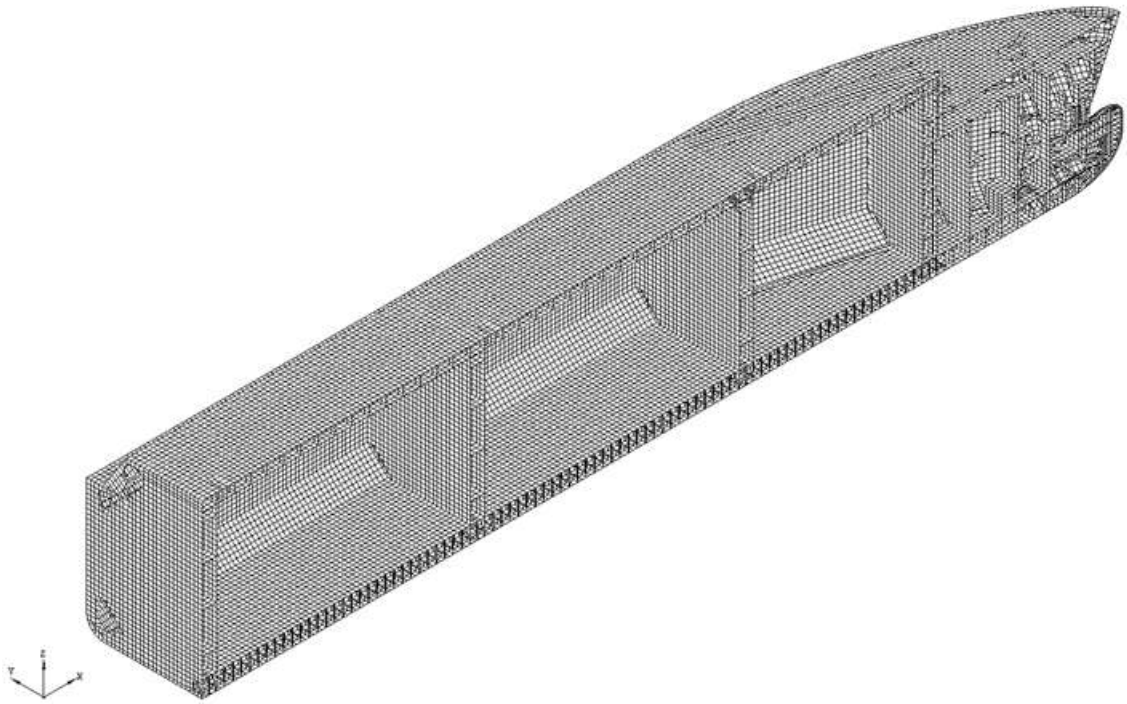


그림 35 화물창 모델의 예(NO 96 형식, 중심선 단면 표시)

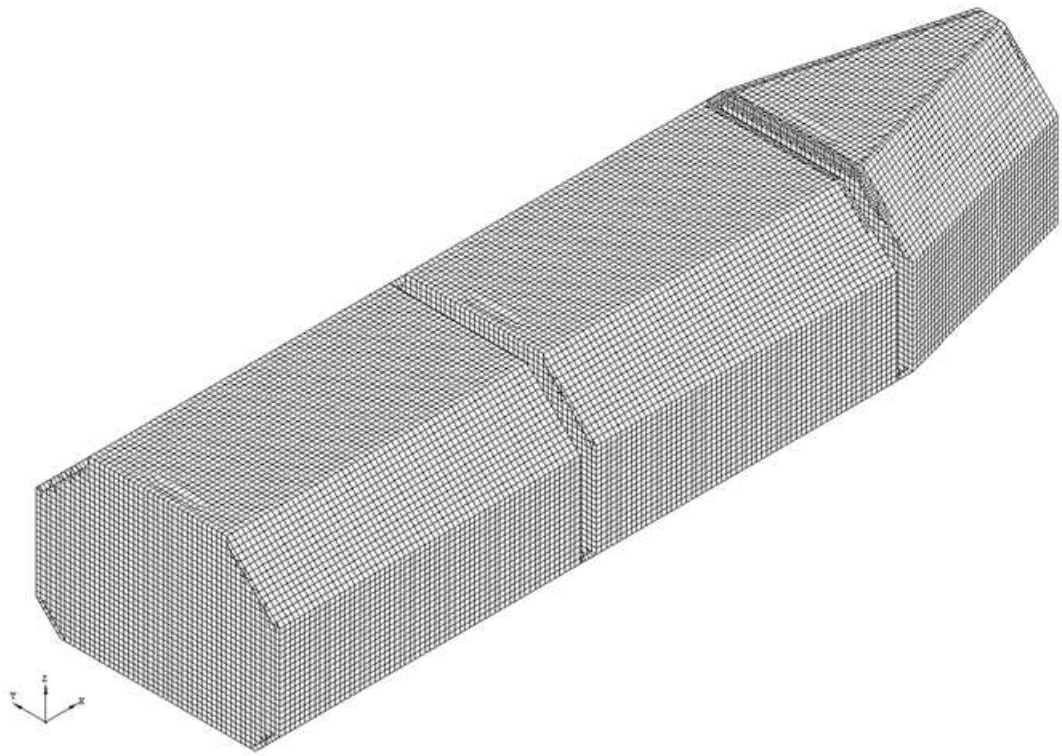


그림 36 화물창 모델의 예(NO 96 형식, 선체외곽부재 제외)

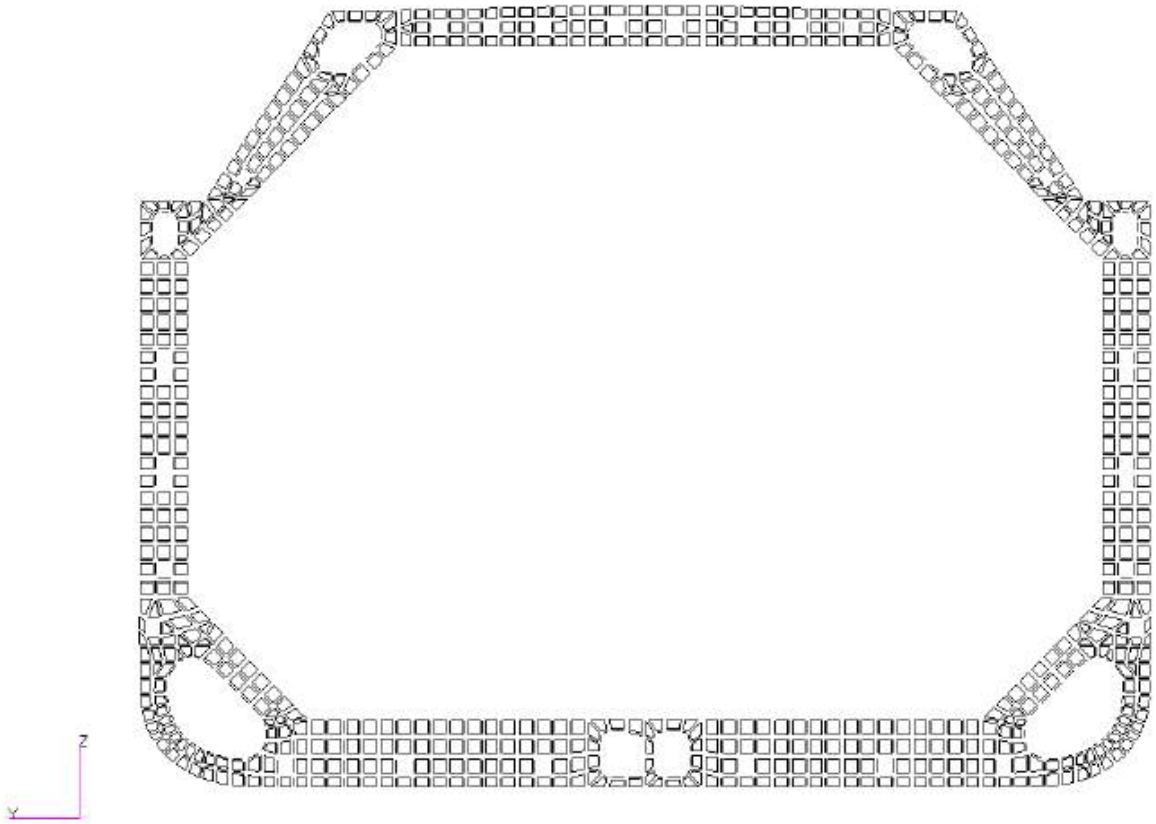


그림 37 특설늑골 모델의 예

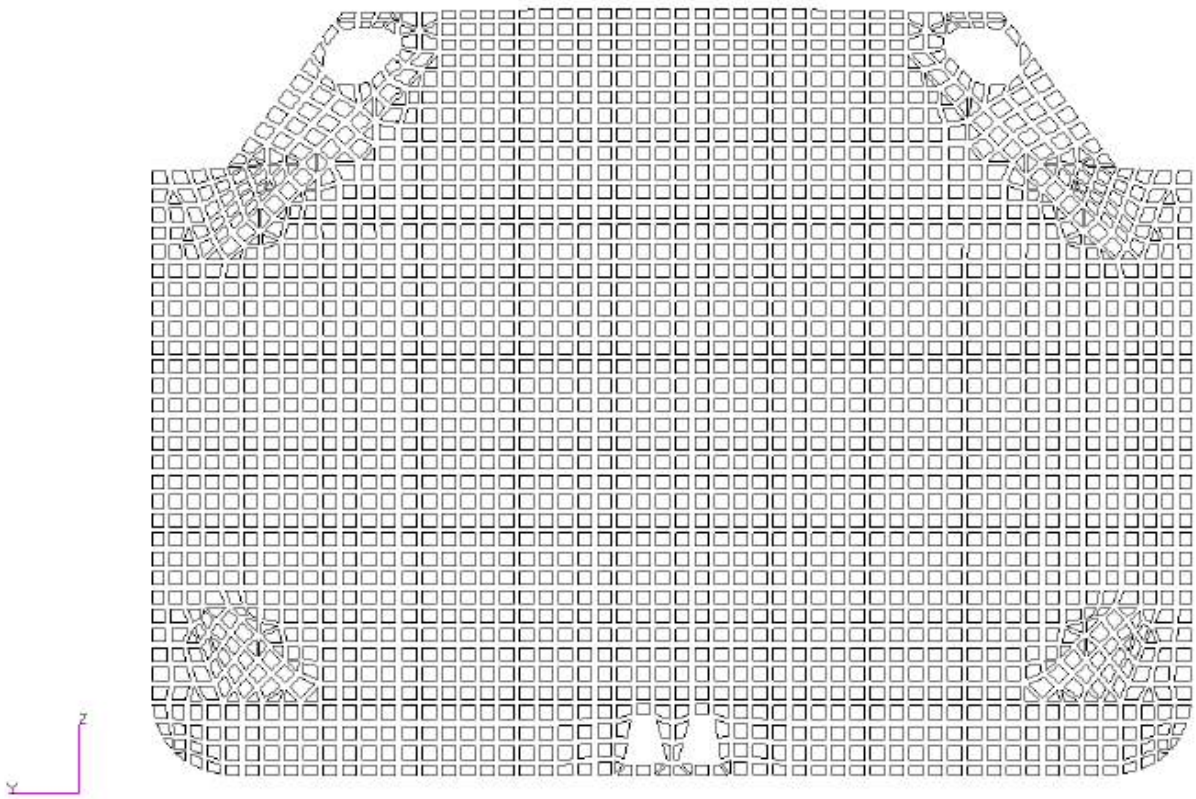


그림 38 수밀 격벽 모델의 예

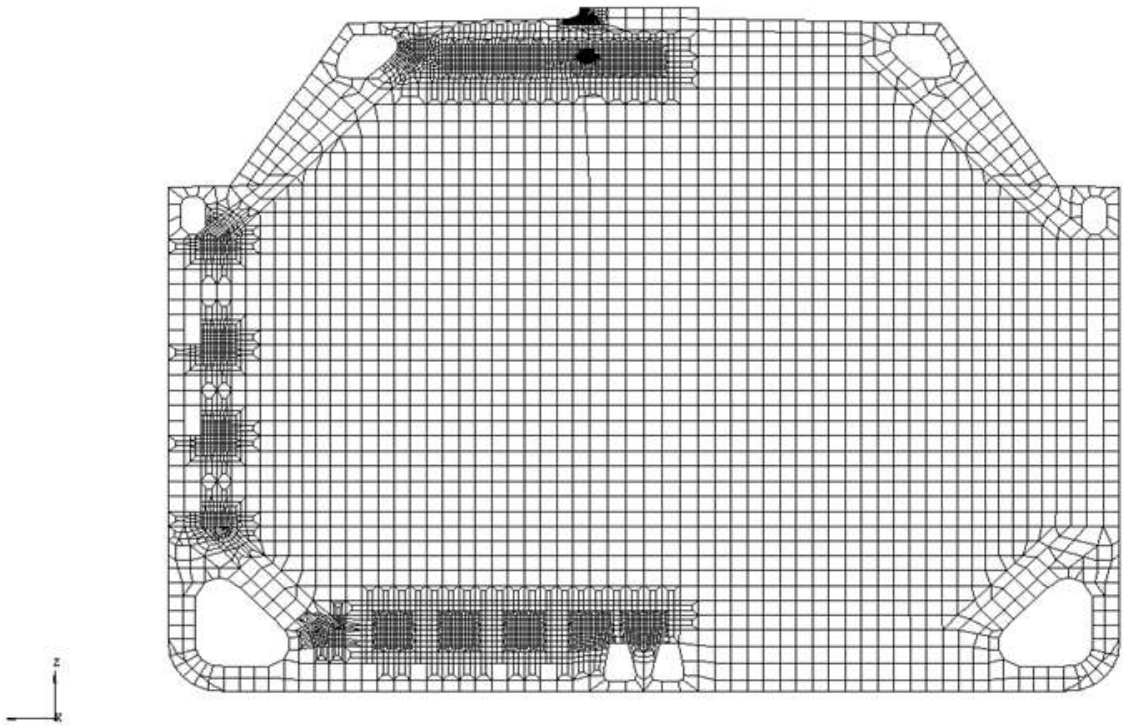


그림 39 상세 요소 분할의 예1

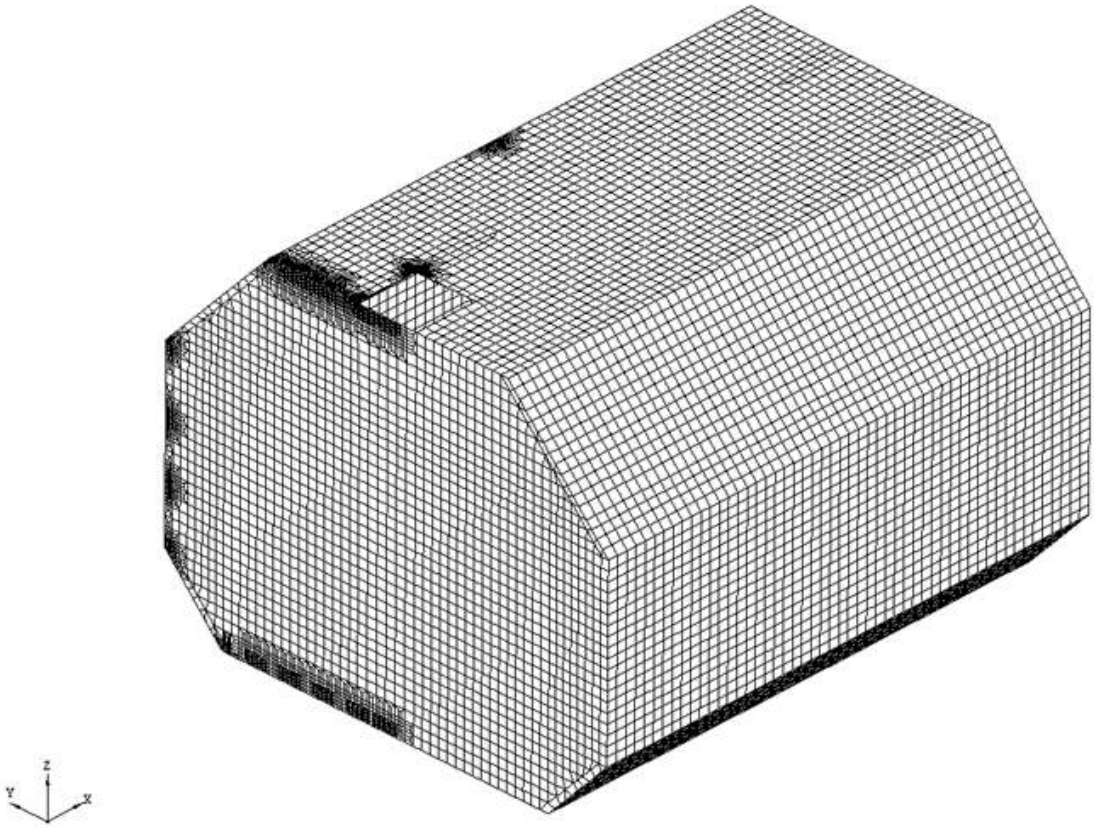


그림 40 상세 요소 분할의 예2

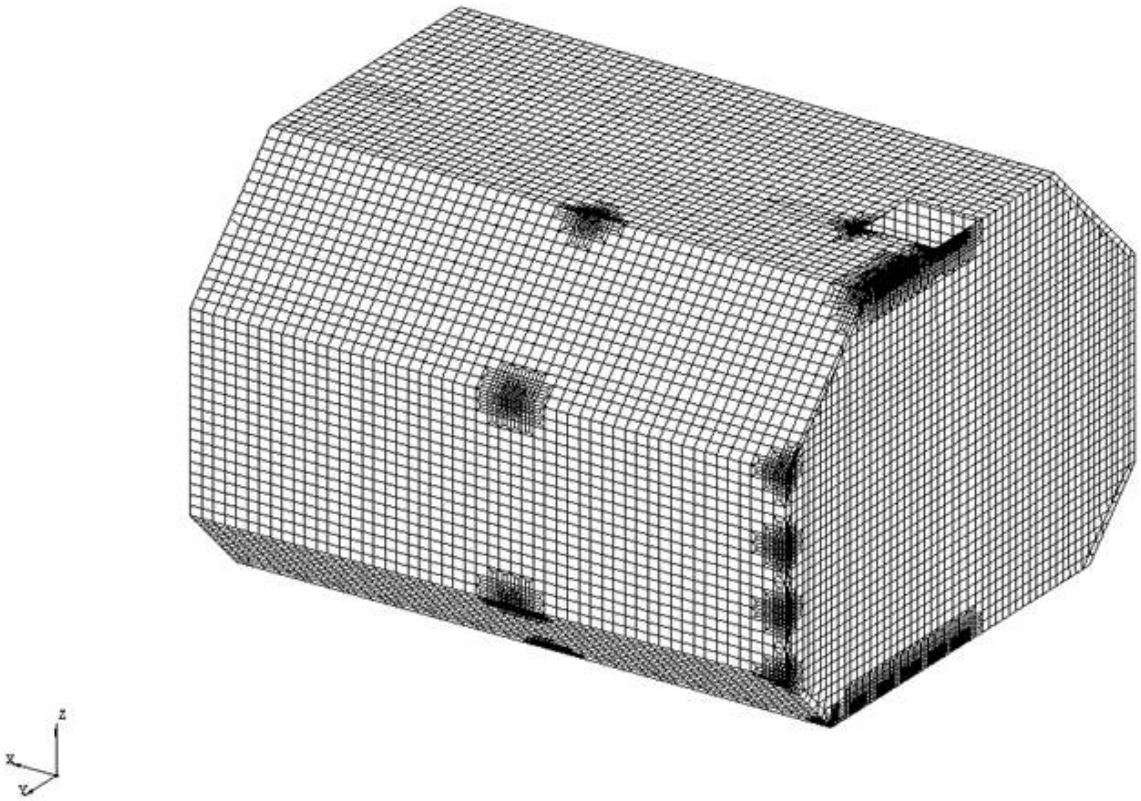


그림 41 상세 요소 분할의 예3

(3) 경계 조건

(가) 수직 동하중 상태의 경계 조건

(a) **표 37**의 경계조건은 **표 40**의 수직 동하중 상태(LC1에서 LC4)에 대하여 적용한다.(**그림 42** 참조)

(b) 경계 조건은 모델이 선체 거더 전단력 및 굽힘 모멘트를 적용한 상태에서 전체적으로 변형할 수 있도록 허용하여야 한다.

표 37 수직 동하중 상태의 경계 조건(전폭 모델의 경우)

위치	변위			회전 변위		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
① 모델 선미단면에서 모든 종부재에 해당하는 절점	1	0	0	0	1	1
② 모델 선미단면에서 용골 및 갑판의 선체 중심선 절점	0	1	0	0	0	0
③ S선의 모든 절점	0	0	1	0	0	0
비고) 1 : 구속, 0 : 자유 S선 : 수밀격벽이 선측외판과 만나는 선과 모델의 선미단면의 선측외판 및 내측 종격벽이 만나는 선						

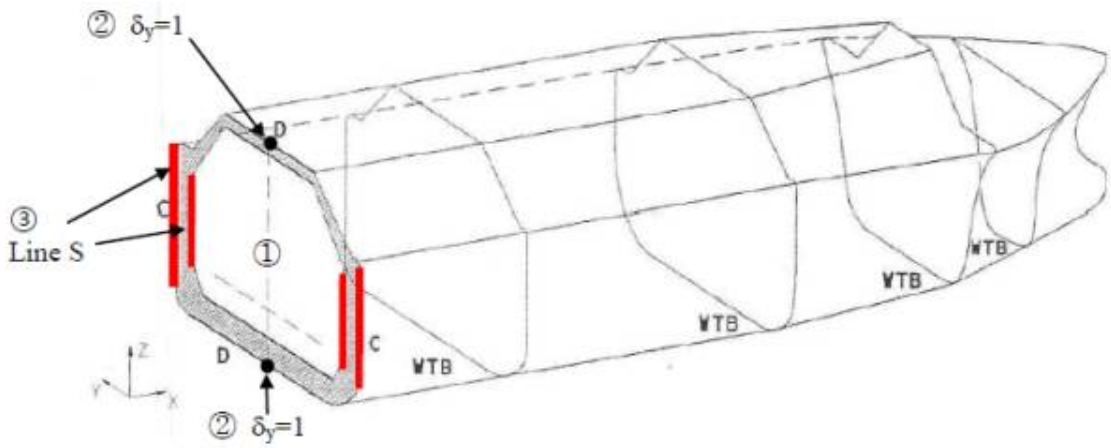


그림 42 수직 동하중 상태의 경계 조건

(나) 충돌 하중 상태의 경계 조건

(a) **표 38**의 경계 조건은 **표 40**의 충돌 하중 상태(LC9 및 LC10)에 대하여 적용한다.(**그림 43** 참조)

(b) 적용한 내부 하중과 부력 사이의 차이로 발생하는 수직 방향의 불평형력을 상세시키기 위하여, 수밀 격벽과 선측 외판의 교점에 상세력을 분포시킨다. 또는 수직방향 스프링요소를 이들 교점에 적용시킬 수 있다.

표 38 충돌 하중 상태의 경계 조건

위치	변위			회전 변위		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
① 모델 선미단면에서 모든 종부재에 해당하는 절점	1	0	0	0	1	1
② 모델 선미단면에서 용골 및 갑판의 선체 중심선 절점	0	1	0	0	0	0
③ 수밀격벽과 선측외판 과의 상부 교점	0	0	1	0	0	0
비고) 1 : 구속, 0 : 자유						

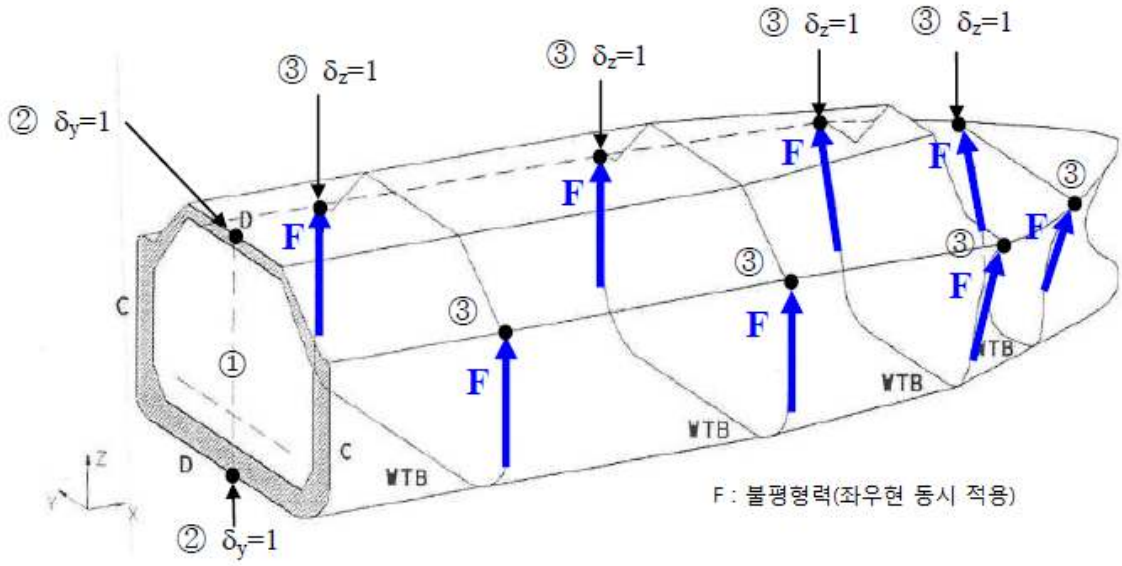


그림 43 충돌 하중 상태의 경계 조건

(다) 비대칭 경계 조건(횡방향 동하중 상태, 정적 횡경사 상태)

표 39의 경계 조건은 **표 40**의 횡방향 동하중 상태 및 정적 횡경사 상태(LC5에서 LC8)에 대하여 적용한다.(**그림 44** 참조).

표 39 횡방향 동하중 상태 및 정적 횡경사 상태의 경계 조건

위치	변위			회전 변위		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
① 모델 선미단면에서 모든 종부재에 해당하는 절점	1	0	0	0	1	1
② L선의 모든 절점	0	1	0	0	0	0
③ S선의 모든 절점	0	0	1	0	0	0
비고) L선 : 수밀격벽이 선저 및 트렁크 갑판과 만나는 선 S선 : 수밀격벽이 선측외판과 만나는 선과 모델의 선미단면의 선측외판 및 내측 종격벽이 만나는 선 1 : 구속, 0 : 자유						

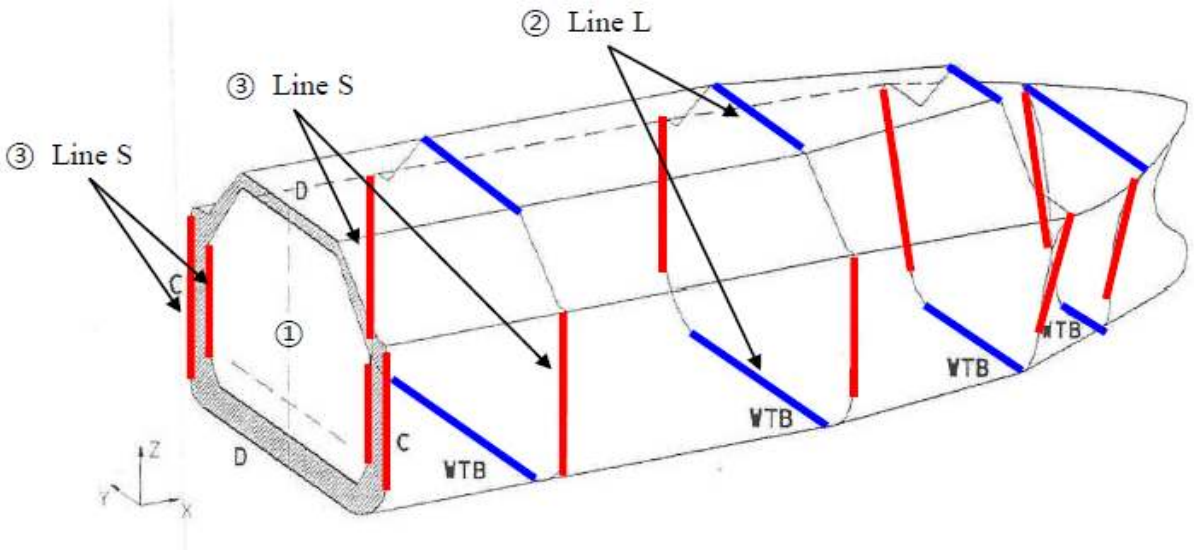


그림 44 횡방향 동하중 상태 및 횡경사 상태의 경계 조건

(4) 하중

(가) 직접강도 해석에 고려하여야 하는 하중 조건은 (나)부터 (라)의 각 하중 성분을 **표 40**에 따라 조합하여 적용하여야 한다.

(나) 내부 하중

(a) 내부하중은 다음의 하중 성분을 고려하여야 한다.

(i) 화물 하중

(ii) 평형수 하중

(iii) 구조모델의 자중

(b) 가속도의 적용

(i) 선체 운동에 의한 가속도는 **규칙 7편 5장 428.**에 따라 구하며, 모든 적하 상태 중 최대의 가속도를 화물하중에 적용한다. 또한 이와 동등한 기타의 계산방법(운동해석에 의한 가속도)도 인정할 수 있으며, 그 가속도를 예측하는 방안은 우리 선급에 제출하여 승인받아야 한다. *(2018)*

(ii) 횡방향 동하중 상태의 경우 횡방향 가속도는 (i)에 의한 값으로 하며, 다만 0.5이상이어야 한다.

(iii) 충돌 하중 상태의 경우 선수방향으로 0.5를 적용한다.

(c) 화물 하중

(i) 화물하중을 적용할 때, 탱크의 설계 화물증기압을 고려하여야 한다.

(ii) 설계증기압, 가속도 성분으로 인한 정적 및 동적 하중을 고려한 하중 조합 조건에 따른 화물 하중 P는 다음 식에 의한다.

① 정수 중 화물하중

$$P = \rho_c g h_z + P_o$$

ρ_c : 액화천연가스 설계 밀도(ton/m^3)

P_o : 화물 탱크의 설계 증기압(MPa)

g : 중력가속도로서 9.81 m/s^{2}로 한다.

h_z : 고려하는 화물창의 가장 높은 점부터 고려하는 점까지 수직 방향 거리(m)

② 수직 동하중 상태의 화물하중

$$P = 0.5\rho_c g h_z a_z + 0.5\rho_c g h_x a_x$$

a_x : (b)에 따라 계산된 x방향 가속도

a_z : (b)에 따라 계산된 z방향 가속도

h_x : 고려하는 화물창 선미끝단에서 고려하는 점까지 선수 방향 거리(m)

③ 횡방향 동하중 상태의 화물하중

$P = P_{asym}$

P_{asym} : 횡방향 가속도에 의한 화물의 관성 하중으로서 다음 식에 의한 값

$P_{asym} = 0.5\rho_c g h_y a_y$

a_y : (b)에 따라 계산된 y방향 가속도

h_y : 우현의 내측 종격판에서 고려하는 점까지 횡방향 거리(m)

④ 충돌 하중 *(2018)*

선수 방향 : $P = 0.5\rho_c g h_x$

선미 방향 : $P = 0.25\rho_c g h_x$

(다) 외부 하중

(a) 외부 하중은 다음의 하중 성분을 고려하여야 한다.

(i) 정수압

(ii) 횡경사 시의 정수압

(iii) 파랑변동 하중

(iv) 선체거더 굽힘모멘트

(b) 횡경사 시의 정수압

(i) 횡경사는 30° 좌현 경사인 경우를 적용하며 하중의 부호는 좌현 경사를 양(+)으로 한다.

(ii) 선체 외판의 임의의 점에서의 횡경사 시 정수압은 다음 식에 따른다.(**그림** 45참조)

$P = \rho g(z\cos\theta + y\sin\theta)$

z : 횡경사 되지 않은 상태의 흘수

y : 선체 중심선으로부터 고려하는 지점까지의 횡방향 거리로서 좌현을 양(+)으로 우현을 음(-)으로 한다.

θ : 선박의 횡경사 각도로 30°로 한다.

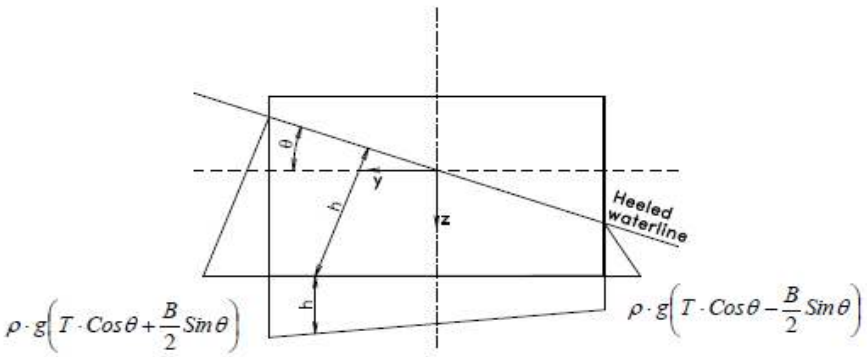


그림 45 횡경사 시의 정수압 분포

(c) 파랑 변동 하중은 1항 (9)호에 따른다.

(d) 선체거더 굽힘모멘트

(i) 파랑 굽힘모멘트, M_w 및 정수중 굽힘모멘트, M_s를 **표** 40에 따라 적용하여야 한다.

(ii) 국부 하중에 의하여 모델의 임의 단면에 발생하는 선체거더 굽힘모멘트는 설계 굽힘모멘트의 목표치(Target value)에 도달하도록 조정하여야 한다.

(iii) 탱크의 길이 내의 임의 위치에서 요구되는 수직 굽힘모멘트 값을 발생시키기 위하여, 선체 길이방향 분포하중을 각 프레임 위치에 적용하여야 한다. 이 과정에서 호깅 및 새깅 부호사용에 주의하여야 한다.

(iv) 이 하중들은 요구되는 수직 굽힘모멘트의 응력을 얻기 위해 적용할 수 있으며, 이후에 응력 및 좌굴 해석을 위하여 **표** 40에 정의된 동하중으로 적용하여야 한다.

표 40 하중 조합(그림 46 참조) *(2018)*

LC		하중 상태 설명		굽힘모멘트[1]		파랑 하중	흘수	화물 하중	경계 조건
		적하상태	가속도	정수중	파랑				
1	수직 동하중 상태	만재	수직 하향	Msw	Mvw	파정	Tsc[2]	①+②	그림 42 참조
2		만재	수직 하향	Msw	Mvw	파저	Tsc[2]	①+②	그림 42 참조
3		격창 (홀수 탱크)	수직 하향	Msw	Mvw	파정	Tact[3]	①+②	그림 42 참조
4		격창 (짝수 탱크)	수직 하향	Msw	Mvw	파정	Tact[3]	①+②	그림 42 참조
5	횡방향 동하중 상태	No. 1 탱크 단독 만재(횡방향 최대 가속도)	횡방향 좌현	-	-	파저	Tact[3]	①+③	그림 44 참조
6		No. 2 탱크 단독 만재(횡방향 최대 가속도)	횡방향 좌현	-	-	파저	Tact[3]	①+③	그림 44 참조
7	정적 횡경사 하중 상태 (30° 횡경사)	No. 1 탱크만 만재	-	-	-	-	Tact[3]	①	그림 44 참조
8		No. 2 탱크만 만재	-	-	-	-	Tact[3]	①	그림 44 참조
9	충돌 하중 상태 (선수/선미 충돌)	만재	선수 0.5g	-	-	-	Tsc[2]	①+④	그림 43 참조
10		만재	선미 0.25g	-	-	-	Tsc[2]	①+④	그림 43 참조

비고)
[1] 국부 하중을 적용하였을 때, 선체 거더의 거동(호깅/새깅)에 따라 동일 방향의 굽힘모멘트를 적용한다.
[2] Tsc : 강도계산용 흘수(m)
[3] Tact : 고려하는 격창 적하 상태 중 가장 깊은 선박 중앙부 흘수(m)

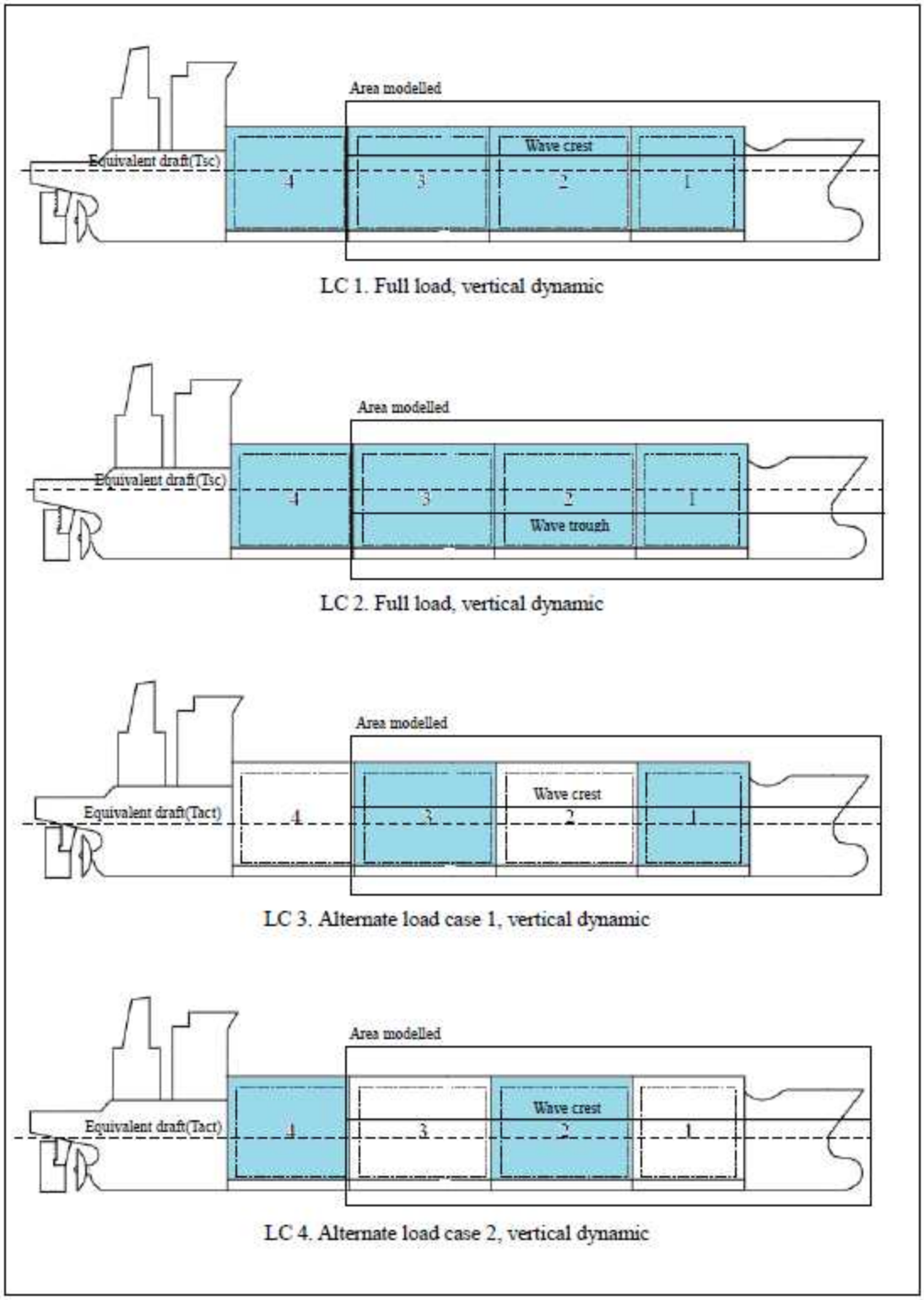
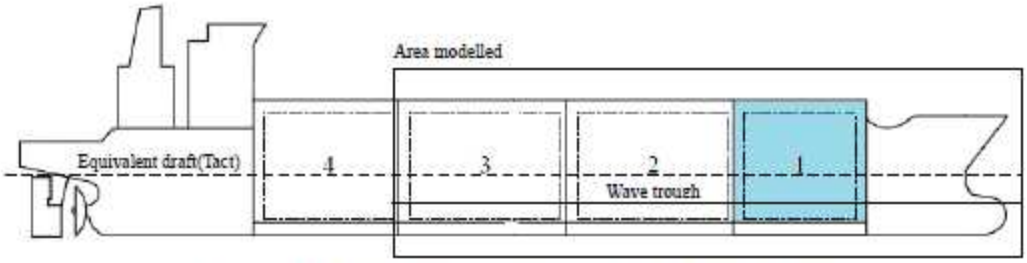
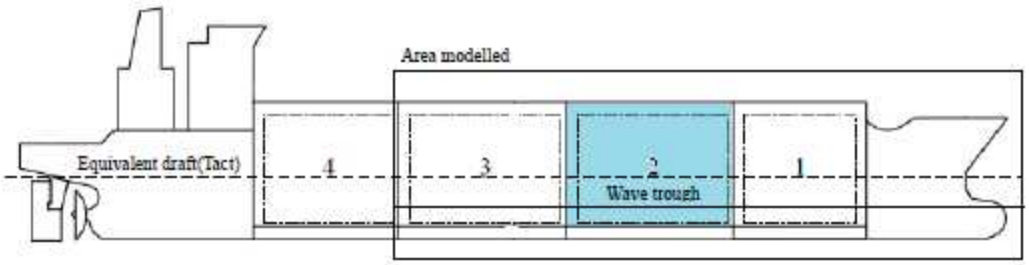


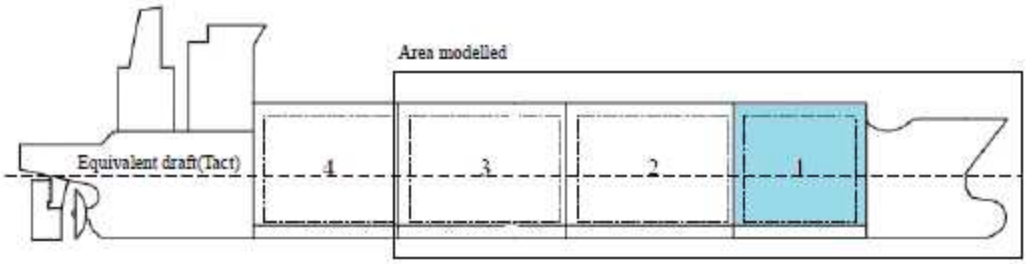
그림 46 하중 조건(표 40 참조) *(2018)*



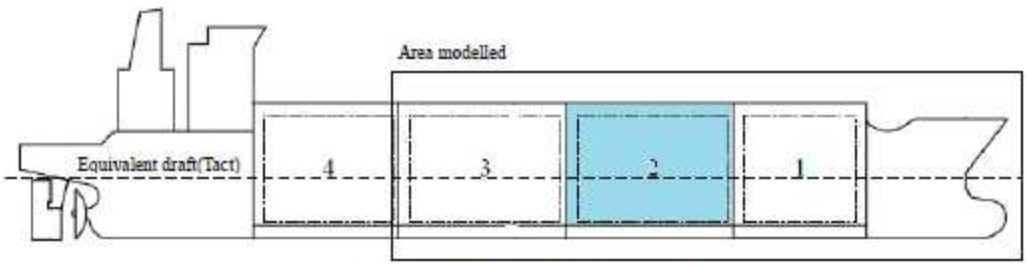
LC 5. Transverse dynamic max. acceleration in No.1 cargo (Upright condition)



LC 6. Transverse dynamic max. acceleration in No.2 cargo (Upright condition)

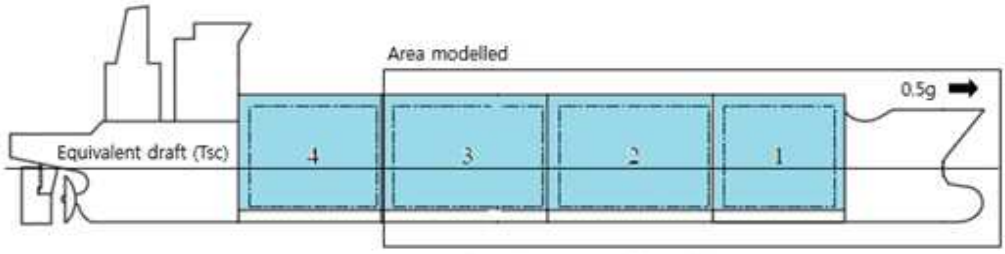


LC 7. Static heel load case (30 degree heel)

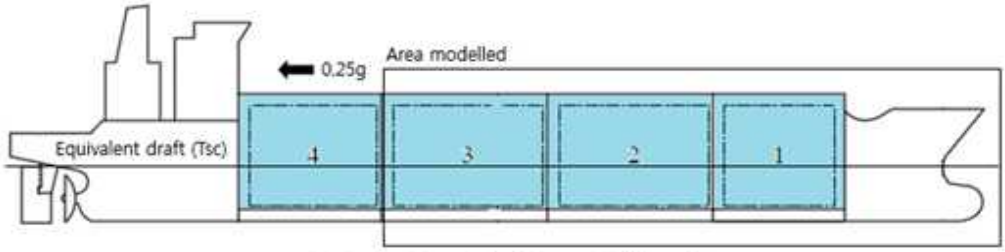


LC 8. Static heel load case (30 degree heel)

그림 46 하중 조건(표 40 참조) (계속)



LC 9. Forward collision, Full load



LC 10. Aftward collision, Full load

격창적하 상태에서 평형수 탱크의 적재여부는 적하지침서에 따라 적용하여야 한다.

그림 46 하중 조건(표 40 참조) (계속)

(5) 허용 응력

(가) 표 40의 하중 조합 LC1에서 LC8의 허용응력은 표 41에 따른다.

(나) 표 40의 하중 조합 LC9 및 LC10의 허용응력은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(다) 상기 (가) 및 (나)에도 불구하고, 화물 탱크 종류에 따라서 내측판의(내저판, 호퍼 탱크 및 톱사이드 탱크, 경사판, 내측 종격벽, 내측 갑판) 허용응력은 각 탱크 형식에 따라 탱크 개발자가 제시한 기준에도 적합하여야 한다.

(라) 전단응력이 특별히 큰 부재 및 부분의 경우에는 (가) 및 (나)에 추가하여 이에 대해 별도로 고려하여야 한다.

표 41 허용 응력(LC1에서 LC8) *(2018)*

구조 부재	하중 조합	허용 응력
		등가 응력, σ_e
해석 대상 모든 구조 부재	LC1 ~ LC8	$0.9\beta\sigma_Y$

(비고)
1. 등가응력 σ_e는 다음에 따른다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2}$$

σ_x : 요소좌표계 x방향의 응력
σ_y : 요소좌표계 y방향의 응력
τ : 요소좌표계 x-y평면 내의 전단응력
2. σ_Y: 재료의 항복응력(N/mm^2)
3. 응력 판별 위치는 요소의 중심으로 한다.
4. β : 요소분할 밀도 계수
종부재 간격의 경우 : 1.0
200 x 200 요소분할 크기 이하의 경우 : 1.15
100 x 100 요소분할 크기 이하의 경우 : 1.25
50 x 50 요소분할 크기 이하의 경우 : 1.5
2t x 2t 요소분할 크기 이하의 경우 : 1.7

(6) 좌굴 강도 계산
(가) 구조해석 결과에 대한 좌굴강도계산은 **IV. 좌굴강도계산**에 따라야 하며 **표 40**의 모든 하중 조합에 대한 좌굴 기준은 **표 42**에 따른다. *(2020)*
(나) 2축 압축 응력, 전단 응력 및 면내 굽힘 응력의 조합 효과를 좌굴 계산에 포함하여야 한다.
(다) 일반적으로 판 패널 안의 평균 응력을 좌굴 계산에 사용하여야 한다.

표 42 좌굴계수

구조 부재	좌굴계수, λ
해석 대상 모든 구조 부재	1.0

8. 액화가스(LPG) 운반선(독립형탱크 형식 A)

(1) 일반
(가) 본 지침은 독립형탱크 형식 A 액화가스 운반선에 대하여 적용한다.
(나) 액화가스 운반선의 화물창 부재의 치수를 직접강도계산에 의하여 검증할 때는 직접강도계산에 필요한 자료를 제출하여 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(다) 여기에서 특별히 언급하지 아니한 사항은 1항에 따른다.
(2) 구조의 모델링
(가) 해석범위
(a) 모델의 범위는 화물창 개수와 배치에 따라 변화한다. 모델의 종방향범위는 중앙부 3개 화물창 길이와 기관실 또는 선수구조를 포함한 2개 화물창 길이이다. 횡방향으로는 전폭이 사용되어야 한다. 그리고, 모델은 상갑판 상부의 주요 지지부재, 트렁크 및/또는 창구코밍을 포함하여 전 깊이로 하여야 한다.
(b) 기본적으로 하나의 중앙부 화물창과 최전방 화물창이 평가되어야 한다. 중앙부 화물창 모델의 경우 화물창의 중심이 FE 모델의 중앙에 위치해야 하며, 최전방 또는 최후방 화물창은 상응하는 FE 모델의 중앙부에 위치해야 한다.

(c) 기관실 격벽 후방 및 선수 격벽 전방의 FE 모델이 가능하고 선박의 화물창이 3개라면, 중앙부 화물창 모델과 최전방 화물창 모델 대신 전체 화물창 모델이 사용될 수 있다. 이 경우, 모든 화물창 영역이 평가되어야 한다.

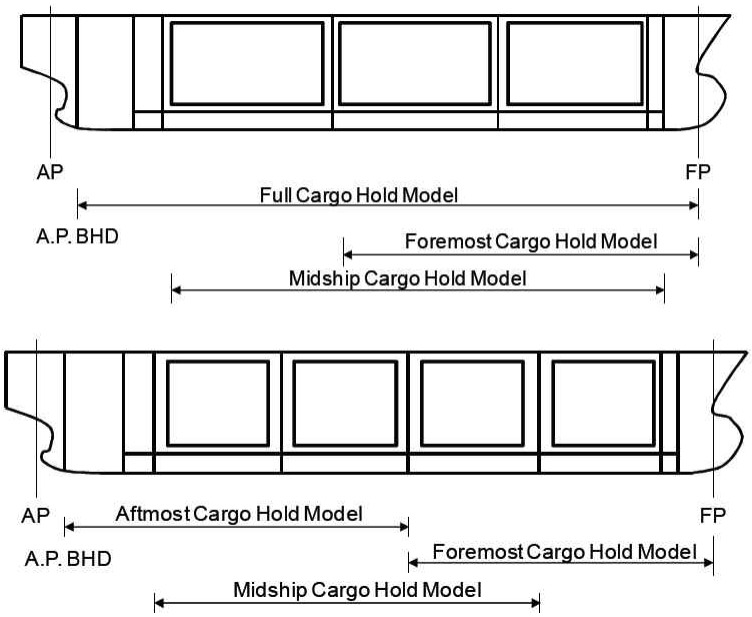


그림 47 강도평가를 위한 화물창 구역 모델의 범위

(d) 선체거더 하중이 중앙부의 값을 초과하거나 구조배치가 중앙부의 구조 배치와 현저히 다르거나 최후방 화물창의 구조치수가 서서히 감소되지 아니한 경우, 강도 검토를 위해 최후방 화물창 모델을 설정하여야 한다.

(e) 최전방 화물창 모델과 최후방 화물창 모델에서, 기관구역 중앙의 후방 또는 선수구역 중앙 횡단면 전방의 선체형상은 간이화하여 모델링 할 수 있다(이는 선체형상을 기관구역의 후방격벽 및 FP까지 연장하여 사용할 수 있음을 의미한다).

(나) 유한요소 모델

(a) 유한요소 모델에는 4절점 / 3절점 쉘요소 및 2절점 빔요소가 사용된다. 선체구조의 판의 모델링에는 2차원 쉘요소가 사용되며, 모든 보강재는 축, 비틀림 및 굽힘 강성을 가지는 빔요소로 모델링한다.

(b) 1차지지부재의 면재(face palte)의 모델링에는 로드(rod) 요소가 사용된다.

(c) 3절점 쉘요소는 가능한 한 요소분할 변환의 경우에만 사용하도록 한다. 일반적으로 쉘요소의 형상비(aspect ratio)는 3을 넘지 않도록 하며, 높은 응력이 예상되는 지역의 형상비는 가능한 한 1을 유지하도록 한다.

(다) 특성 및 부식여유

(a) 국부구조강도를 포함하는 화물창 영역 FE 모델의 특성은 항복의 경우에는 총 두께 구조치수 방법을, 좌굴의 경우에는 순두께 방법을 기본으로 하며, 별도로 정의되지 않는다면 **규칙 3장 4절 표 3.3.33**에 정의된 바에 따른다. 순두께 적용은 판부재에만 고려한다.

(b) 스테인리스 강으로 제작된 독립형탱크 구조의 경우, 일반적으로 두께공제를 요구하지 않는다.

(라) 지지구조의 이상화

(a) 선체 독립형탱크의 이동을 최소화하기 위하여, 일반적으로 다음의 4가지 유형의 지지구조가 설치된다:

- Z 아래 방향의 수직 지지구조,
- Y 방향의 횡동요 방지 지지구조,
- X 방향의 종동요 방지 지지구조 및/또는 충돌방지 지지구조
- Z 상방향의 부상방지 초크.

그림 49는 웨브단면의 일반적 지지구조의 배치를 나타낸다.

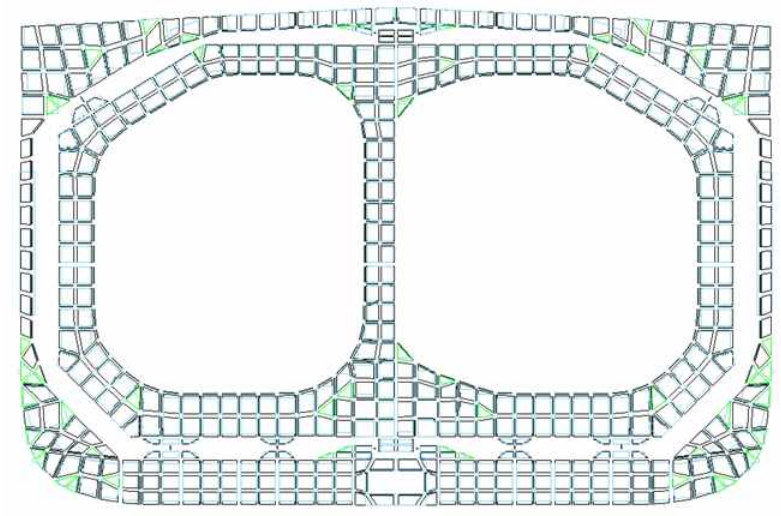


그림 48 횡단면

(b) 독립형탱크의 각 지지구조에 대한 힘의 분포를 얻는 것이 중요하다. 따라서, 모든 탱크 지지구조들은 탱크지지구조의 배치에 따라 쉘요소로 이상화하여야 한다. 탱크지지구조와 선체 상부 및 하부 받침 사이의 스페이서(spacer)는 솔리드 요소, 갭(gap)요소 또는 스프링이나 봉(rod)요소 같은 1차원 요소의 사용을 고려하여야 한다.

(c) 솔리드 요소가 사용되는 경우, 접속면에 대하여는 접촉요소(contact element)를 정의하여야 한다. 갭요소가 사용되는 경우, 탱크 지지받침의 상부 또는 하부 면은 6자유도를 구속하여야 한다. 갭요소 또는 접촉요소가 사용되는 경우, 비선형 해석으로 결과를 얻어야 한다. **그림 50**은 6자유도가 구속된 갭요소의 사용을 보이고 있다.

(d) 선형 1차원 요소 사용의 경우, 스페이서 재료의 실제 탄성계수를 기초로 한 스프링 또는 축강성이 계산되어야 한다. 그리고, 인장응력을 지탱하는 스프링 또는 봉요소를 제거하기 위하여 반복계산이 요구된다. 스프링 또는 로드 요소는 지지구조의 거동을 정확하게 나타내기 위하여 2개 또는 3개의 요소를 사용할 수 있다.

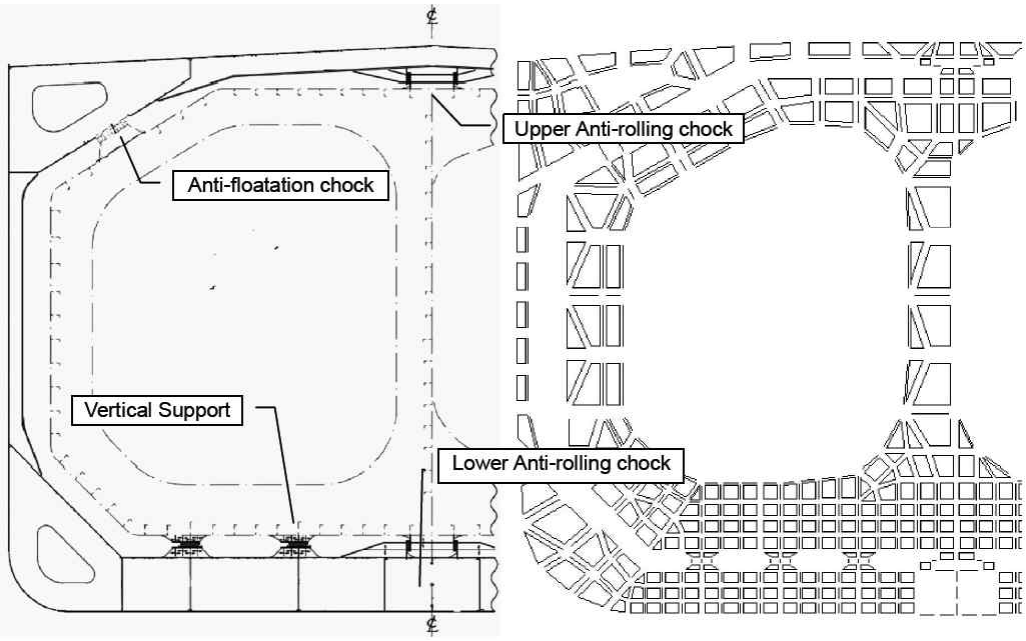


그림 49 스프링요소를 이용한 FE 모델의 전형적인 웨브단면

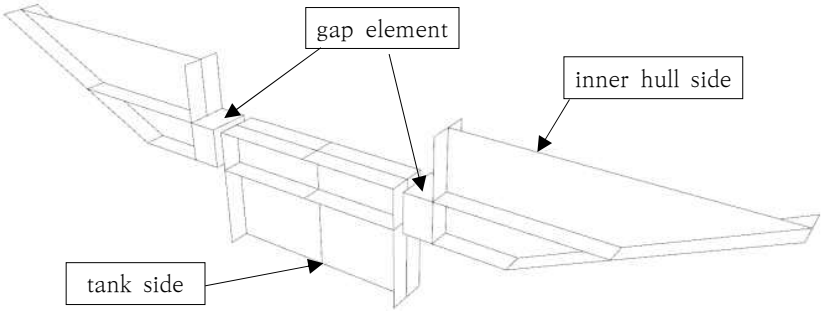


그림 50 탱크지지구조 (6자유도 구속의 1차원 갭 요소)

(e) 설계자가 설계단계에서 별도로 정의하지 않는 한, 지지구조의 상부와 하부 받침 사이의 스페이서의 마찰계수는 **표 43**에 따라 사용되어야 한다. 충돌 및 침수 같은 사고하중조건의 경우, 마찰은 고려하지 않는다.

표 43 지지구조의 마찰계수

유형	비손상조건	사고조건
수직 지지구조	0.5	N.A
그 외 지지구조	0.2	N.A

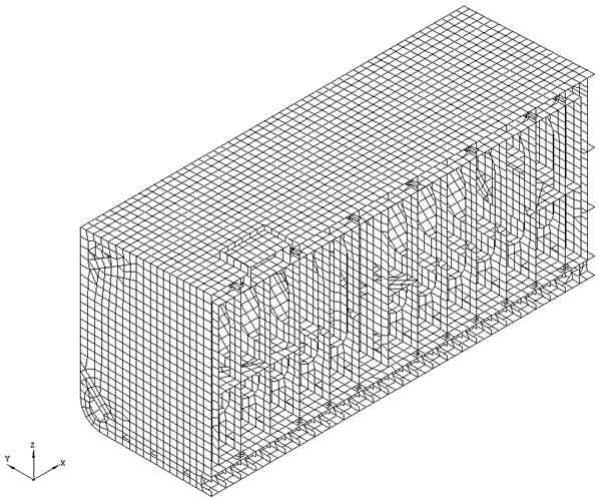


그림 51 화물창 모델 예(중앙부 화물창, 중심선 단면 표시)

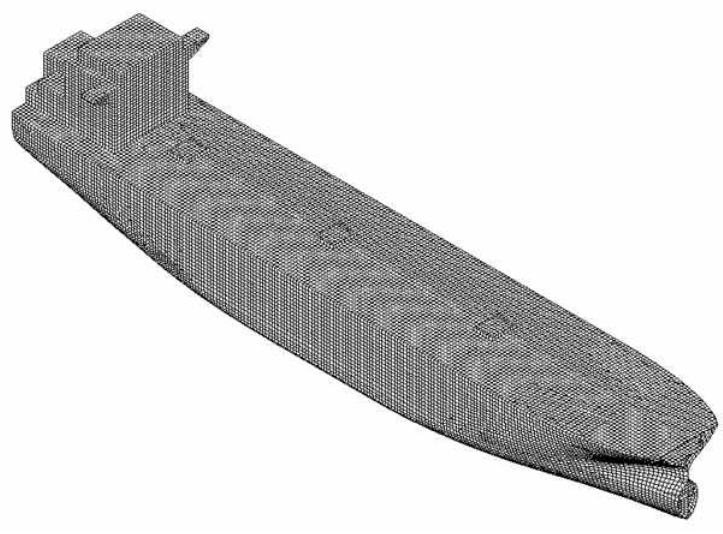


그림 52 전화물창 모델 예

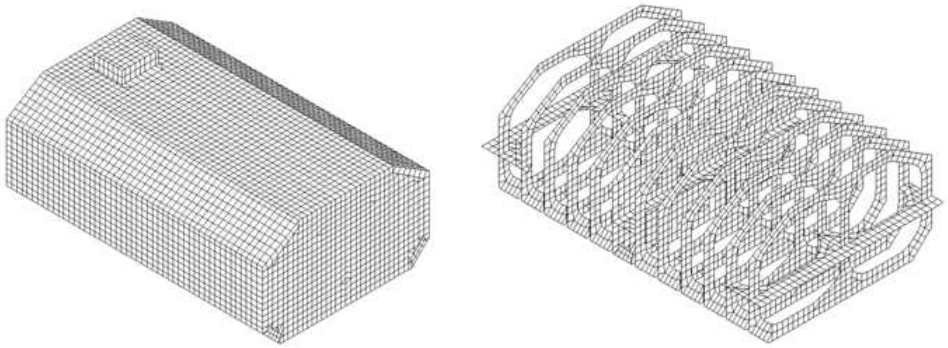


그림 53 중앙부 독립탱크 모델 예

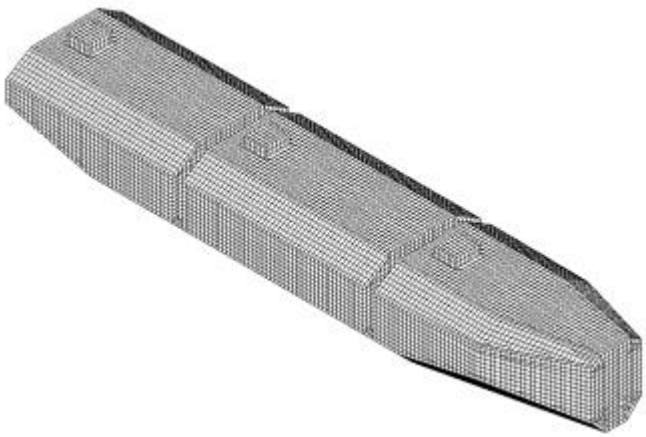


그림 54 독립탱크 모델 예(전화물창 모델, 선체부재 제외)

(3) 경계조건

(가) 고려하는 범위의 결과평가에 영향을 주지 않도록 경계 조건의 영향을 최소화하는 하는 것이 원칙이다.

(나) 전체 화물창 모델과 중앙부 화물창 모델에서, 중심선의 중립축에서의 독립절점을 가지는 모델의 끝단부에서 종방향 부재에 연결되는 강체연결요소(rigid link elements)가 사용된다. 상세한 경계조건은 **표 44**에 따르며 이 조건이 **표 46**과 **47**의 '단순지지' 조건이다. 선체 중심선을 중심으로 비대칭 하중이 적용되는 경우에는 횡격벽 위치에서 갑판 및 선저에 Y 방향을 구속시킨다.

표 44 전체 화물창 모델과 중앙부 화물창 모델에 대한 경계조건

위치		변위			회전변위		
		δ_X	δ_Y	δ_Z	θ_X	θ_Y	θ_Z
후단	독립점	0	1	1	0	0	0
	횡단면	0	강체연결	강체연결	강체연결	0	0
	중심선 및 내저판의 교점	1	0	0	0	0	0
전단	독립점	0	1	1	1	0	0
	횡단면	0	강체연결	강체연결	강체연결	0	0
횡격벽의 갑판 및 선저			1				
비고 1 : 구속 0 : 자유							

(다) 최전방 화물창 모델의 경우, 모델의 후단면에서는 모든 자유도가 구속된다. 그리고, 이 고정조건은 최후방 화물창모델의 전방에도 적용된다. FE 모델의 다른 단면은 자유단으로 한다. **표 45**는 최전방 화물창 및 최후방 화물창 모델에 대한 경계조건을 보이고 있다.

표 45 최전방 및 최후방 화물창 모델에 대한 경계조건

위치		변위			회전변위		
		δ_X	δ_Y	δ_Z	θ_X	θ_Y	θ_Z
최전방 화물창 모델	후단	1	1	1	1	1	1
	전단	0	0	0	0	0	0
최후방 화물창 모델	후단	0	0	0	0	0	0
	전단	1	1	1	1	1	1
횡격벽의 갑판 및 선저			1				
비고 1 : 구속 0 : 자유							

(4) 국부구조강도

(가) 국부 구조해석은 상응하는 경계조건과 함께 별도의 국부 상세분할모델을 사용하거나 또는 상세분할모델을 통합한 화물창모델을 사용하여 수행할 수 있다. 별도의 상세분할모델의 범위는 화물창해석으로부터 나온 경계조건이 국부 상세분할모델의 위치를 고려한 구조응답에 영향을 미치지 않도록 결정하여야 한다.

(나) 분할의 크기는 근본적으로 구조의 상세형상을 나타내기에 충분해야한다. 일반적인 분할크기로 형상을 나타내기에는 너무 성기거나 높은 응력을 받는 지역의 경우는 좀 더 상세한 분할요소를 고려하여야 한다. 분할 밀도는 모든 방향으로 최소 10 요소길이를 유지해야 한다. 분할크기가 작은 곳에서 큰 곳으로 변하는 경우는 부드럽게 유지하여야 한다.

(다) 1차지지부재와 2차지지부재 사이의 전형적인 연결부나 불연속부는 분할 크기가 통상적으로 200 mm x 200 mm 또는 100 mm x 100 mm 인 상세분할요소 모델을 사용하여 상세히 조사해야 한다. 만약 필요한 경우, 구조형상이 변하는 지역을 더 잘 표현할 수 있도록 2t x 2t (t는 판두께) 또는 50 mm x 50 mm을 사용할 수 있다. 모든 컷아웃(경감구멍, 출입구)들은 크기에 상관없이 적절한 수의 요소를 제거하여 모델링한다.

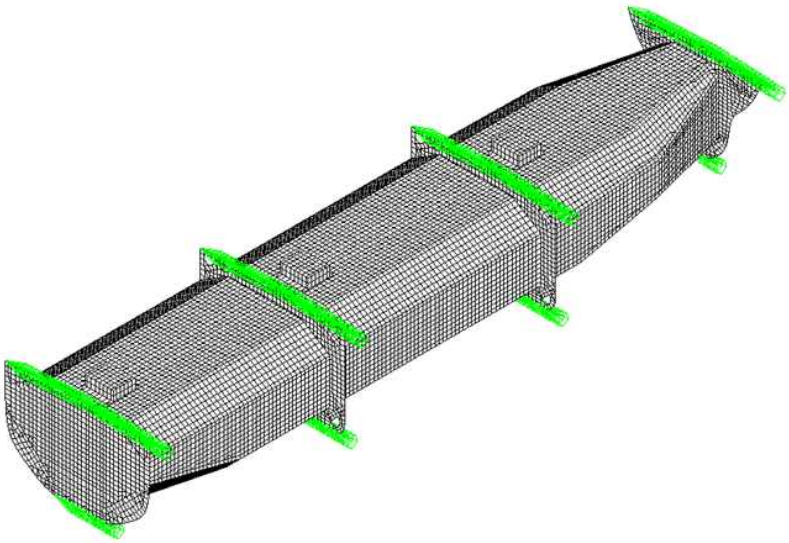


그림 55 경계조건의 예 (Y방향구속, 전 화물창 모델)

(5) 상세분할 요구지역

(가) 상세분할요소 해석에 대하여 요구되는 지역은 아래와 같다;

- 큰 개구 (예, 탱크돔, 덕트킬 등)
- 전형적인 이중저 종부재와 횡격벽의 연결부
- 최대 반력이 도입되는 전형적인 수직 지지부
- 최대 반력이 도입되는 전형적인 반 횡동요 지지부
- 최대 반력이 도입되는 전형적인 반 종동요 지지부
- 최대 반력이 도입되는 전형적인 반 부력 지지부
- 기타 전형적인 지지형상을 가지지 않는 지지부

(나) 응력집중이 평가 기준의 95% 이상인 고응력 집중지역은 상세분할요소 해석으로 검증하여야 한다.

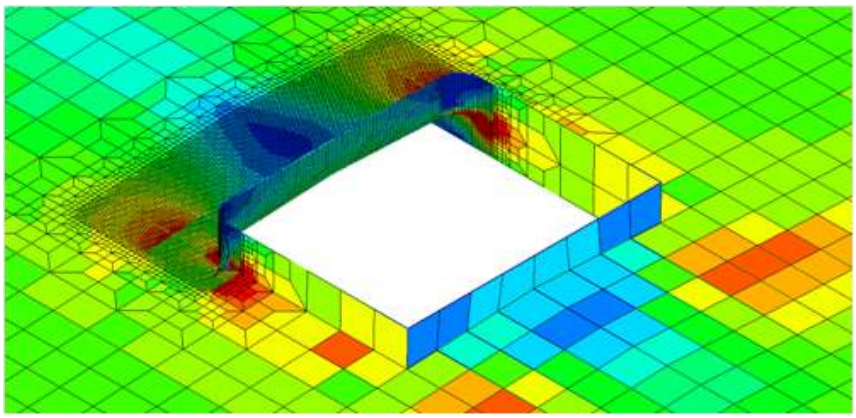


그림 56 상세요소 분할 (창구 모서리)

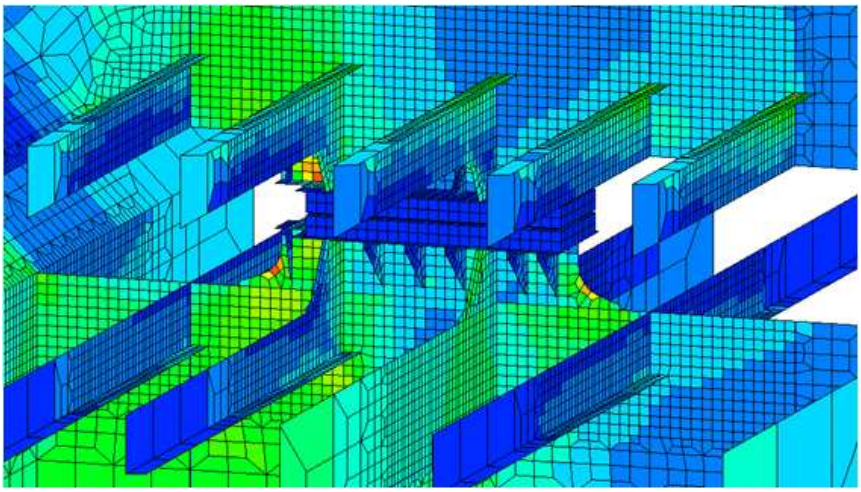


그림 57 상세요소 분할 (지지대)

(6) 하중

(가) IGC code에서 요구하는 국부하중은 모두 적용되어야 한다.

(나) (바)의 하중상태에 정의된 것 중 각 지지유형 및 형태에 대한 최대지지 반력을 구하기 위하여 하중상태를 선택해야한다. 화물창 해석으로부터 반력을 얻어, 다중점 구속(multi-point constraints)을 사용한 상세분할모델의 상응하는 표면에 적용한다. 그리고 관련 국부하중을 동시에 적용해야한다.

(다) 목재 스페이서(wood spacer)와 댐판(dam plate)에 대한 강도검토를 위하여 얻어진 반력을 사용한다. 목재 스페이서의 응력, 힘방향에 수직인 목재 스페이서 단면적 영역으로 나눈 수직반력은 허용 목재 압축응력의 1/3을 넘지 않아야 한다. 그리고 댐판 전단면적은 10% 여유를 가진 마찰력을 댐판 허용전단응력으로 나눈 요구 전단면적을 만족하여야 한다.

(라) 각 하중조건에서의 내압은 독립형탱크의 경우, **규칙 제7편 5장 403. 2**, 평형수탱크 압력의 경우, 1 (7)에 따른다. 각 하중조건에서의 외압은 1 (9)에 따른다.

(마) 선체거더 하중

(a) 구조의 무게를 포함한 국부 하중분포는 **규칙 제13편 7장 2절 4.4.2**에 따른다. 최종 수정된 선체거더 전단력 및 선체거더 굽힘모멘트는 선체거더의 목표치를 넘어서는 안된다.

(b) 목표 선체거더 수직굽힘모멘트

목표 선체거더 수직굽힘모멘트는 하중상태에 따라 M_S와 M_{VW} 의 조합 또는 M_S 자체가 된다. 설계 M_S와 파랑에 의한 M_{VW}는 **규칙 제3편 3장 표3.3.1**에 따른다.

(c) 목표 선체거더 수직전단력

목표 수직 전단력은 조합 하중에 따라 Q_S 또는 Q_S와 Q_{VW} 의 조합이다. 설계 Q_S와 파랑에 의한 Q_{VW}는 **규칙 제3편 3장 301.**의 요건에 따른다.

(d) 선체거더 전단력 수정

목표 횡단면에서의 수직전단력 ΔQ_a 와 ΔQ_f 를 얻기 위하여, 횡특설늑골에서의 수직전단력을 적용한다. **규칙 제13편 5장 부록 1**의 전단흐름의 직접계산법에 따라 횡단면에 상응하는 각 노드들에 수정된 전단력이 수직으로 분포된다.

(i) 중앙부 화물창 모델

중앙부 화물창 모델에 적용되는 선체거더 전단력의 수정은 **규칙 제13편 7장 2절**의 관련 방법에 따른다.

(ii) 전체 화물창 모델

전체 화물창 길이 모델의 경우, 선체거더 전단력의 수정은 **그림 58**과 같이 다음의 산식에 따른다.

R_{FR} : FP에서의 국부하중에 의한 합성력

ΔQ_f : 목표 전방격벽에서의 수정된 전단력

ΔQ_a : 목표 후방격벽에서의 수정된 전단력

$F_1 = \Sigma\delta f_1, \quad F_2 = \Sigma\delta f_2, \quad F_3 = \Sigma\delta f_3$

$$F_1 = \frac{-2(l_1 + l_2 + l_3)\Delta Q_a + (l_2 + 2l_3)F_2 + l_1 F_3}{l_1}$$

$F_2 = \Delta Q_f - \Delta Q_a$

$F_3 = \Delta Q_f + R_{FP}$

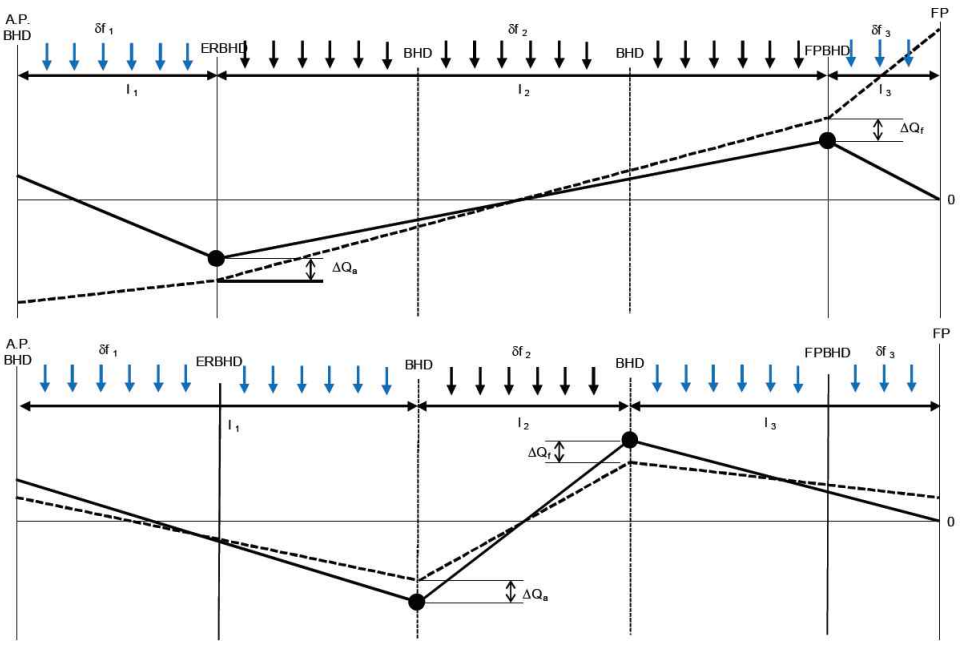


그림 58 전체 화물창의 수직력 적용에 의한 목표 전단력 수정

(iii) 최전방 또는 최후방 화물창 모델

최전방 또는 최후방 화물창 모델의 경우, 선체거더 전단력의 수정은 **그림 59** 및 **그림 60**과 같이 다음의 산식에 따른다.

R_{Fix} : 고정된 경계위치에서의 국부하중 및 수정된 전단력(F_1 및 F_2)에 의한 합성력

F_{Design} : 고정된 경계위치에서의 설계전단력

ΔQ_f : 목표 전방격벽에서의 수정된 전단력

ΔQ_a : 목표 후방격벽에서의 수정된 전단력

$F_1 = \Sigma\delta f_1, \quad F_2 = \Sigma\delta f_2, \quad F_3 = \Sigma\delta f_3$

최전방 화물창 모델의 경우 : $F_1 = \Delta Q_f$

최후방 화물창 모델의 경우 : $F_1 = \Delta Q_a$

최전방 화물창 모델의 경우 : $F_2 = \Delta Q_f - \Delta Q_a$
최후방 화물창 모델의 경우 : $F_2 = \Delta Q_a - \Delta Q_f$
R_{Fix} 가 F_{Design}를 넘는 경우에만, $F_3 = \Delta Q_{fix} = R_{Fix} - F_{Design}$

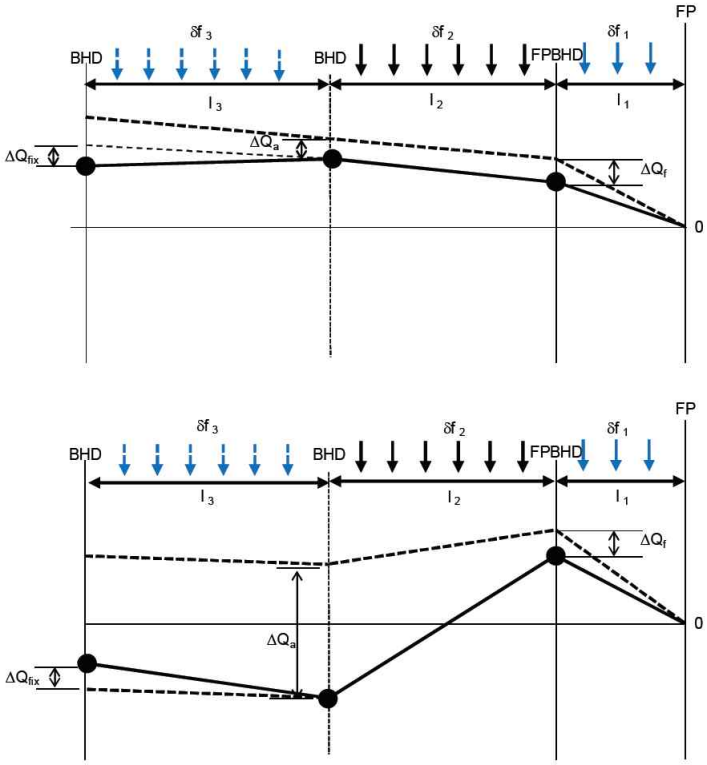


그림 59 최전방 화물창의 수직력 적용에 의한 목표 전단력 수정

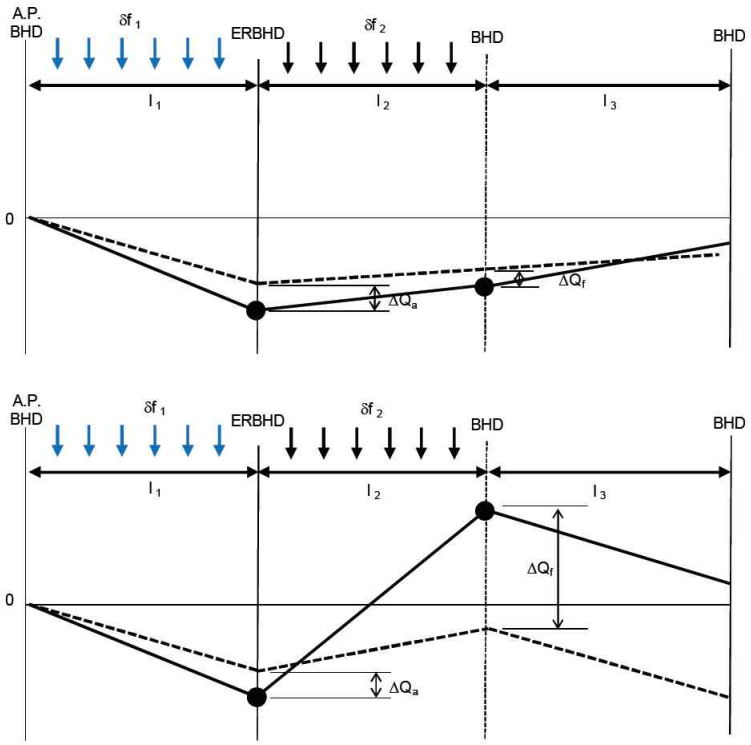


그림 60 최후방 화물창의 수직력 적용에 의한 목표 전단력 수정

(e) 선체거더 굽힘모멘트 수정

선체거더 굽힘모멘트의 수정은, **규칙 13편 7장 2절 4.4.10**에 따라 종방향 축 절점력을 모든 선체거더 굽힘유효 종방향요소에 분포시킴으로서, 화물창 FE 모델의 고려하는 횡단면에 적용한다.

(i) 중앙부 화물창 모델

중앙부 화물창 모델에 적용되는 선체거더 굽힘모멘트의 수정은 **규칙 제13편 7장 2절 4.4.8**에 따른다.

(ii) 전체 화물창 모델, 최전방 및 최후방 화물창 모델

특설늑골 및 횡격벽 위치에서의 수직 선체거더 목표값에 도달하기 위하여, **규칙 제13편 7장 2절 4.4.9**에 명시된 특설늑골 및 횡격벽 위치에서의 수직 굽힘모멘트 수정, M_{vi}이 계산되고 적용되어야 한다.

(바) 하중상태

(a) 해상운항 상태에서는 구조강도에 대하여 최대계획흘수에서의 만재조건, 최소흘수에서의 평형수조건 및 격창적재 조건이 검토되어야 한다.

(b) 항구상태에서는 모든 격창적재 조건이 평가되어야 한다. 이 경우, 넘침관 높이를 고려하여 정적 해수압력 및 내압이 사용되어야 한다. 적하지침서에 항구상태의 조건이 명기되지 않으면 항구상태에 대한 평가는 생략할 수 있다.

표 46 중앙부 화물창에 대한 설계 하중상태

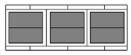
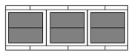
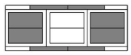
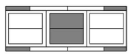
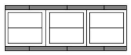
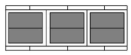
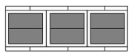
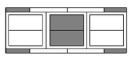
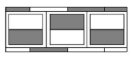
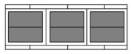
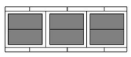
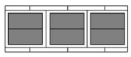
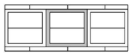
번호	하중상태	외압	독립형 탱크 하중	평형수 탱크	선체 거더	하중패턴	전단력 수정	경계조건
LC1	균일만재 적재	T_s- 파저	정적	-	M_{S-S} + M_{W-S}			단순지지
LC2	균일만재 적재	T_s- 파정	정적	-	M_{S-H} + M_{W-H}			단순지지
LC3	격창적재	T_{LC}- 파정	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H} + M_{W-H}		적용	단순지지
LC4	격창적재	T_{LC}- 파저	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-S} + M_{W-S}		적용	단순지지
LC5	평형수	T_{bal}- 정적	-	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H} + M_{W-H}			단순지지
LC6	균일만재 적재	T_s- 정적	정적 + 동적 a_z	-	M_{S-S}			단순지지
LC7	균일만재 적재	T_s- 정적	정적 + 동적 a_y	-	M_{S-H}			단순지지 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC8	격창적재	T_s- 정적	정적 + 동적 a_y	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H}		적용	단순지지 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC9	항구	$T_{\min}$- 정적	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H}			단순지지
LC10	항구	$T_{\min}$- 정적	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H}			단순지지
LC11	만재적재, 경사(30°)	T_s- 정적	정적	-	M_{S-H}			단순지지 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC12	만재적재, 선수격벽충돌(0.5g)	T_s- 정적	정적 + 동적 a_x(0.5g)	-	M_{S-H}			단순지지
LC13	만재적재, 후방격벽충돌 (0.25g)	T_s- 정적	정적 + 동적a_x (0.25g)	-	M_{S-H}			단순지지
LC14	침수	T_s- 정적	T_s 하부 2차방벽에 대한 정적하중		M_{S-H}		적용	단순지지

표 47 전 화물창 모델에 대한 설계 하중상태

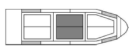
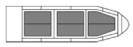
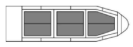
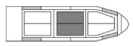
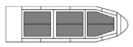
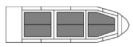
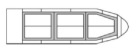
번호	하중상태	외압	독립형 탱크하중	평형수 탱크	선체 거더	하중패턴	전단력 수정	경계조건
LC1	균일만재 적재	T_s- 파저	정적	-	M_{S-S} + M_{W-S}		적용	단순지지
LC2	균일만재 적재	T_s- 파정	정적	-	M_{S-H} + M_{W-H}		적용	단순지지
LC3	격창적재	T_{LC}- 파정	정적	규칙하중 (부록III-2)	M_{S-H} + M_{W-H}		적용	단순지지
LC4	격창적재	T_{LC}- 파저	정적	규칙하중 (부록III-2)	M_{S-S} + M_{W-S}		적용	단순지지
LC5	평형수	T_{bal}- 정적	-	규칙하중 (부록III-2)	M_{S-H} + M_{W-H}		적용	단순지지
LC6	균일만재 적재	T_s- 정적	정적 + 동적 a_z	-	M_{S-S}		적용	단순지지
LC7	균일만재 적재	T_s- 정적	정적 + 동적 a_y	-	M_{S-H}		적용	단순지지 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC8	격창적재	T_s- 정적	정적 + 동적a_y	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-S}		적용	단순지지 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC9	항구	$T_{\min}$- 정적	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H}			단순지지
LC10	항구	$T_{\min}$- 정적	정적	규칙하중 (부록III-2)	M_{S-H}			단순지지
LC11	만재적재, 경사(30°)	$T_{\min}$- 정적	정적	-	M_{S-H}		적용	단순지지 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC12	만재적재, 선수격벽충돌(0.5g)	T_s- 정적	정적 + 동적a_x (0.5g)	-	M_{S-H}		적용	단순지지
LC13	만재적재, 후방격벽충돌(0.25g)	T_s- 정적	정적 + 동적a_x (0.25g)	-	M_{S-H}		적용	단순지지
LC14	침수	T_s- 정적	T_s 하부 2차 방벽에 대한 정적하중		M_{S-H}		적용	단순지지

표 48 선수부 화물창 모델에 대한 설계 하중상태

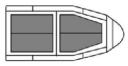
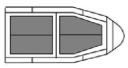
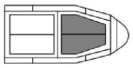
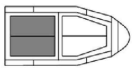
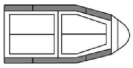
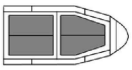
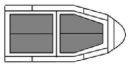
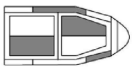
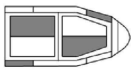
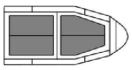
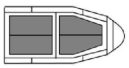
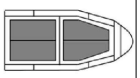
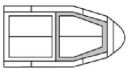
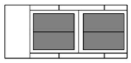
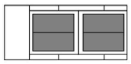
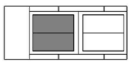
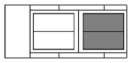
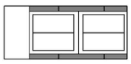
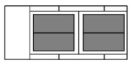
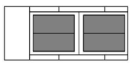
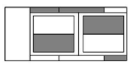
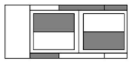
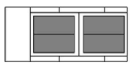
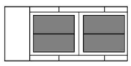
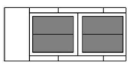
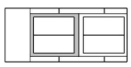
번호	하중상태	외압	독립형 탱크 하중	평형수 탱크	선체 거더	하중패턴	전단력 수정	경계조건
LC1	균일만재 적재	T_s- 파저	정적	-	M_S + M_{W-H}		적용	후단 고정
LC2	균일만재 적재	T_s- 파정	정적	-	M_S + M_{W-S}		적용	후단 고정
LC3	격창적재	T_{LC}- 파정	정적	규칙하중 (부록III-2)	M_S + M_{W-S}		적용	후단 고정
LC4	격창적재	T_{LC}- 파저	정적	규칙하중 (부록III-2)	M_S + M_{W-H}		적용	후단 고정
LC5	평형수	T_{bal}- 정적	-	규칙하중 (부록III-2)	M_{S-H} + M_{W-H}		적용	후단 고정
LC6	균일만재 적재	T_s- 정적	정적 + 동적a_z	-	M_{S-S}		적용	후단 고정
LC7	균일만재 적재	T_s- 정적	정적 + 동적a_y	-	M_{S-H}		적용	후단고정 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC8	항구	$T_{\min}$- 정적	정적 + 동적a_y	규칙하중 (부록III-2)	M_{S-H}			후단 고정
LC9	항구	$T_{\min}$- 정적	정적	규칙하중 (부록III-2)	M_{S-H}			후단 고정
LC10	만재적재, 경사(30°)	T_s- 정적	정적	-	M_{S-H}		적용	
LC11	만재적재, 선수격벽충돌(0.5g)	T_s- 정적	정적 + 동적a_x (0.5g)	-	M_{S-H}		적용	후단 고정
LC12	만재적재, 후방격벽충돌(0.25g)	T_s- 정적	정적 + 동적a_x (0.25g)	-	M_{S-H}		적용	후단 고정
LC13	침수	T_s- 정적	T_s 하부 2차 방벽에 대한 정적하중	-	M_{S-H}		적용	후단 고정

표 49 선미부 화물창 모델에 대한 설계 하중상태

번호	하중상태	외압	독립형 탱크 하중	평형수 탱크	선체 거더	하중패턴	전단력 수정	경계조건
LC1	균일만재 적재	T_s- 파저	정적	-	M_S + M_{W-H}		적용	전단 고정
LC2	균일만재 적재	T_s- 파정	정적	-	M_S + M_{W-S}		적용	전단 고정
LC3	격창적재	T_{LC}- 파정	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_S + M_{W-S}		적용	전단 고정
LC4	격창적재	T_{LC}- 파저	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_S + M_{W-H}		적용	전단 고정
LC5	평형수	T_{bal}- 정적	-	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H} + M_{W-H}		적용	전단 고정
LC6	균일만재 적재	T_s- 정적	정적 + 동적 a_z	-	M_{S-S}		적용	전단 고정
LC7	균일만재 적재	T_s- 정적	정적 + 동적 a_y	-	M_{S-H}		적용	후단고정 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC8	항구	$T_{\min}$- 정적	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H}			전단 고정
LC9	항구	$T_{\min}$- 정적	정적	규칙하중 (부록 III-2)	M_{S-H}			전단 고정
LC10	만재적재, 경사(30°)	T_s- 정적	정적		M_{S-H}		적용	후단고정 + 횡격벽의 갑판 및 선저에서 y 방향 구속
LC11	만재적재, 선수격벽충돌(0.5g)	T_s- 정적	정적 + 동적a_x (0.5g)	-	M_{S-H}		적용	전단 고정
LC12	만재적재, 후방격벽충돌 (0.25g)	T_s- 정적	정적 + 동적a_x (0.25g)	-	M_{S-H}		적용	전단 고정
LC13	침수	T_s- 정적	T_s 하부 2차 방벽에 대한 정적하중	-	M_{S-H}		적용	전단 고정

(7) 허용응력

(가) 명시된 하중상태를 적용하여 얻은 응력은 다음 산식에서 얻어진 허용응력을 초과해서는 안된다.

$$\sigma_{act} < \sigma_{allow}$$

$$\sigma_{act} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + {\sigma_y}^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{allow} = \eta \beta \sigma_{yield}$$

$$\sigma_{yield} = 235 / K$$

η	:	일반 항복 사용계수	
		비손상 조건의 경우	: 0.9
		사고(충돌, 침수, 손상) 하중조건의 경우	: 1.0
		항구상태(**표** 46~49)의 경우	: 0.8
β	:	요소분할 밀도 계수	
		종부재 간격의 경우	: 1.0
		200 x 200 요소분할 크기 이하의 경우	: 1.15
		100 x 100 요소분할 크기 이하의 경우	: 1.25
		50 x 50 요소분할 크기 이하의 경우	: 1.5
		2t x 2t 요소분할 크기 이하의 경우	: 1.7
K	:	재료계수	
σ_x, σ_y	:	요소 중심에서의 공칭응력 (N/mm^2)	
τ_{xy}	:	요소 중심에서의 전단응력 (N/mm^2)	

(8) 좌굴강도 *(2020)*

구조해석 결과에 대한 좌굴강도계산은 IV. **좌굴강도계산**에 따라야 하며, 아래 설계 하중상태 이외에는 IV. **좌굴강도계산**의 1항 (5)호의 정적+동적하중 기준을 적용한다

IV. **좌굴강도계산**의 1항 (5)호의 정적하중 기준 적용 하중상태
- **표** 46, 47 : LC9, LC10, LC11
- **표** 48 : LC9, LC10
- **표** 49 : LC8, LC9, LC10

다만, 액화석유가스를 적재하는 화물창 구조부재에 한하여 비손상 상태일 경우 다음과 같이 강화된 좌굴 허용기준을 적용한다.

$$\eta_{act} \leq 0.9\,\eta_{all}$$

여기서,

η_{act}, η_{all} : IV. **좌굴강도계산**의 1항 (5)호 참조

IV. 좌굴강도계산 *(2020)*

1. 일반

(1) 가정

이 지침은 국부 지지부재, 1차 지지 부재 및 필러, 파형격벽, 브래킷과 같은 기타 구조의 좌굴강도에 대한 강도 기준을 포함한다. 각 구조부재의 경우, 좌굴강도 특성상 가장 불리한 또는 위험한 좌굴 모드로 취하여야 한다. 별도로 규정하지 아니한 경우, 구조부재의 치수 요건은 제공된 총 두께로부터 부식여유치 t_c를 감한 순 치수를 기반으로 한다. 압축 및 전단응력은 양(+)으로, 인장응력은 음(-)으로 한다.

(2) 적용

좌굴 검토는 다음에 따라 수행하여야 한다

- 판, 보강된 패널 및 기타 구조의 유한요소해석의 좌굴 요건에 대하여는 2.항
- 유한요소 좌굴 요건의 좌굴 능력에 대하여는 3.항을 따른다.

보강재의 좌굴 검토는 좌굴 패널의 긴 변를 따라 설치된 보강재에 적용하여야 한다.

(3) 정의

“좌굴”은 일반적으로 면내압축 및/또는 전단 및 면외하중을 받고 있는 구조의 강도를 기술하는 포괄적인 용어이다. 좌굴강도 또는 능력은 하중 상태, 세장비 및 구조의 종류에 따라 하중의 내부 재분배를 고려할 수 있어야 한다.

“좌굴능력”은 최종능력의 하한 추정 또는 큰 영구변형 없이 패널이 분담할 수 있는 최대하중을 제공한다. 좌굴능력 평가에서는 판에 대한 양의 탄성 후-좌굴 효과(positive elastic post-buckling effect)를 사용하며 판과 보강재 사이와 같이 구조부재들 간의 하중 재분배를 설명한다. 세장한 구조의 경우, 이 방법을 이용하여 계산된 능력 값은 이상화된 탄성좌굴응력(최소 고유치)보다 일반적으로 더 크다. 세장하고 보강된 패널에서의 구조부재의 탄성좌굴을 허용하는 것은 높은 좌굴 사용 범위(higher buckling utilization levels)에서 큰 탄성변형과 면내강성의 감소가 발생함을 의미한다.

(4) 평가방법

좌굴평가는 서로 다른 경계조건 종류를 고려하여 2가지 방법 중 하나에 따라 수행되어야 한다.

- 방법 A : 패널의 모든 단부는 주위 구조/인접 판 때문에 직선 형태(그러나 면내 방향으로는 자유롭게 이동)를 유지하여야 한다.
- 방법 B : 패널의 단부는 단부에서의 낮은 면내강성 및/또는 주위 구조/인접 판이 없기 때문에 직선 형태를 유지하지 않아도 된다.

(5) 좌굴 허용기준

구조 부재의 좌굴강도는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$\eta_{act} \leq \eta_{all}$$

여기서,

η_{act} : 3.항에 따른 작용 응력에 기초한 좌굴사용계수.
η_{all} : 표 50에 따른 허용 좌굴사용계수.

표 50 허용 좌굴사용계수

구조부재	허용 좌굴사용계수 η_{all}
판 및 보강재 보강된 및 보강되지 않은 패널 단일 선측 산적화물선의 수직 보강된 선측 외판 개구에 주위의 웨브 판	정적+동적하중인 경우 1.00 정적하중만 작용하는 경우 0.80
스트럿, 필러 및 크로스타이	정적+동적하중인 경우 0.75 정적하중인 경우 0.65
액체 하중에 의한 면외 압력을 받는 하부스툴이 있는 수직 파형격벽 및 수평 파형격벽의 파형.(쉘 요소만을 고려) 하부스툴이 없는 파형 격벽의 하부 단부에 인접한 지지 구조.	정적+동적하중인 경우 0.90 정적하중만 작용하는 경우 0.72
액체 하중에 의한 면외 압력을 받는 하부스툴이 없는 수직 파형격벽의 파형.(쉘 요소만을 고려)	정적+동적하중인 경우 0.81 정적하중만 작용하는 경우 0.65
비고 1 : 횡 방향 파형격벽의 지지구조는 격벽 전후의 1/2 특설늑골 간격 내 및 파형 깊이와 동등한 수직 범위 내 종 방향의 부재를 말한다. 비고 2 : 종 방향 파형격벽의 지지구조는 격벽의 양 측면으로부터 3개의 종보강재 간격 내 및 파형 깊이와 동등한 수직 범위 내 횡방향의 부재를 말한다.	

2. 직접강도해석에 대한 좌굴요건

(1) 일반

압축응력, 전단응력 및 면외압력을 받는 직접강도해석의 좌굴 평가에 대해 적용한다. 유한요소 해석에서의 모든 구조요소는 개별적으로 평가되어야 한다. 좌굴검토는 다음의 구조요소에 대하여 수행하여야 한다.

- 보강 및 보강되지 않은 패널(곡면 패널 포함)
- 개구 주위의 웨브 판
- 파형 격벽
- 단일선측 산적화물선의 수직 보강된 선측외판
- 스트럿, 필러 및 크로스타이.

(2) 판 패널의 모델링 및 평가방법

선체 구조의 패널은 보강 패널(SP) 또는 보강되지 않은 패널(UP)로 모델링되어야 한다. 1.(4)에 따른 방법 A와 방법 B는 **표 51**부터 **표 54** 및 **그림 61**부터 **그림 65**에 따라 사용되어야 한다. 패널을 따라 판 두께가 일정하지 않을 경우, 좌굴평가를 위해 사용되는 패널은 다음과 같이 가중 평균두께로 모델링되어야 한다. 패널 항복응력 R_{eH_P}은 패널 내 요소의 규정 항복응력의 최소값을 취한다.

$$t_{avr} = \frac{\sum_{1}^{n} A_i t_i}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

여기서,

A_i : i번째 판 요소의 면적

t_i : i번째 판 요소의 순 두께.

n : 좌굴 패널을 결정하는 유한 요소의 수

표 51 종방향 구조요소 별 평가방법

구조 요소	평가 방법	통상적인 정의
종방향으로 보강된 판: 외판, 갑판, 내측 종격벽판, 호퍼탱크 경사판, 종격벽판	SP-A	길이: 특설늑골 사이 폭: 1차 지지부재 사이
종격벽 또는 호퍼탱크 경사판과 연결되는 이중저 종방향 거더	SP-A	길이: 특설늑골 사이 폭: 웨브 전체 깊이
종격벽 또는 호퍼탱크 경사판과 연결되지 않는 이중저 종방향 거더의 웨브	SP-B	길이: 특설늑골 사이 폭: 웨브 전체 깊이
호퍼탱크 경사판과 연결된 이중선측 구역 내 수평 거더의 웨브	SP-A	길이: 특설늑골 사이 폭: 웨브 전체 깊이
호퍼탱크 경사판과 연결되지 않은 이중선측 구역 내 수평 거더의 웨브	SP-B	길이: 특설늑골 사이 폭: 웨브 전체 깊이
단일 구조의 종거더 웨브(규칙적인 요소분할 구역)	SP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
단일 구조의 종거더 웨브 (불규칙적인 요소분할 구역)	UP-B	

표 52 횡방향 구조요소 별 평가방법

구조 요소	평가 방법	통상적인 정의
브래킷을 포함하는 횡 방향 갑판늑골의 웨브 (규칙적인 요소분할 구역)	SP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
브래킷을 포함하는 횡 방향 갑판늑골의 웨브 (불규칙적인 요소분할 구역)	UP-B	
이중선측 구역 내의 수직 웨브	SP-B	길이: 웨브 전체 깊이 폭: 1차 지지부재 사이
불규칙적으로 보강된 패널 (즉 호퍼탱크 및 빌지부 부근의 웨브 패널)	UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
이중저 늑판	SP-A	길이: 웨브 전체 깊이 폭: 1차 지지부재 사이
브래킷을 포함하는 수직 특설늑골 (규칙적인 요소분할 구역)	SP-B	수직 웨브 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
브래킷을 포함하는 수직 특설늑골 (불규칙적인 요소분할 구역)	UP-B	
크로스타이 웨브 판 (규칙적인 요소분할 구역)	SP-B	수직 웨브 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
크로스타이 웨브 판 (불규칙적인 요소분할 구역)	UP-B	

표 53 횡방향 유밀 및 수밀격벽 구조요소 별 평가방법

구조 요소	평가 방법	통상적인 정의
칼링과 같은 일반 보강재에 수직한 이차 좌굴보강재가 포함된 규칙적으로 보강된 격벽 패널	SP-A	길이: 1차 지지부재 사이 폭: 1차 지지부재 사이
불규칙적으로 보강된 격벽 패널 (즉 호퍼탱크 및 빌지부에 인접한 웨브 패널)	UP-A	국부 보강재/면재 사이의 판
브래킷을 포함하는 격벽 스트링거의 웨브 판 (규칙적인 요소분할 구역)	SP-B	웨브 보강재/면재 사이의 판
브래킷을 포함하는 격벽 스트링거의 웨브 판 (불규칙적인 요소분할 구역)	UP-B	

표 54 횡방향 파형격벽 및 크로스 갑판 구조요소 별 평가방법

구조 요소	평가 방법	통상적인 정의
보강재를 포함하는 상부/하부 스툴	SP-A	길이: 내부 웨브 다이아프램 사이 폭: 스툴 측판의 길이
스툴 내부 다이아프램의 웨브 (규칙적인 요소분할 구역)	SP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
스툴 내부 다이아프램의 웨브 (불규칙적인 요소분할 구역)	UP-B	
크로스 갑판	SP-A	국부 보강재/1차 지지부재 사이의 판

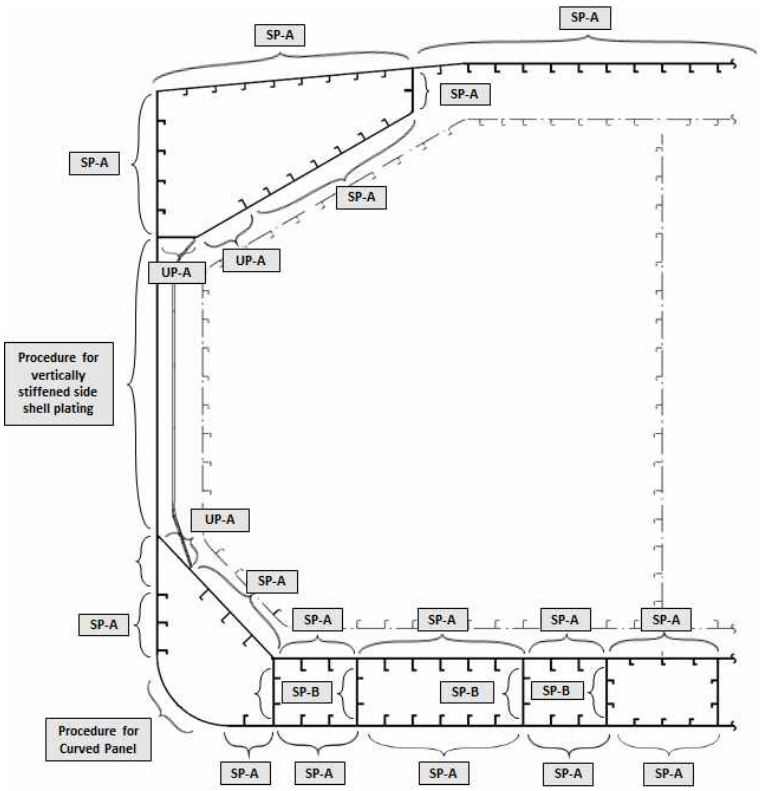


그림 61 액화가스운반선(LPGC Type A)의 종방향 판

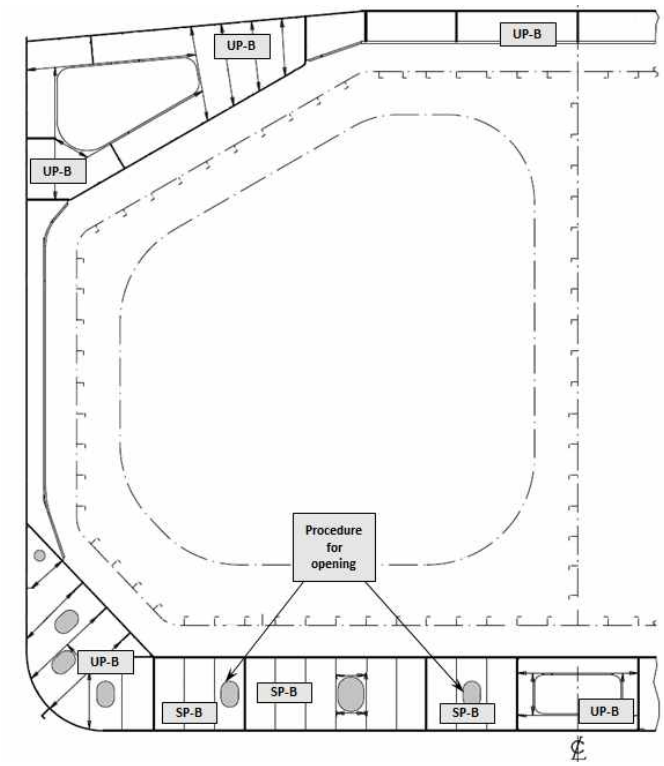


그림 62 액화가스운반선(LPGC Type A)의 횡방향 특설늑골

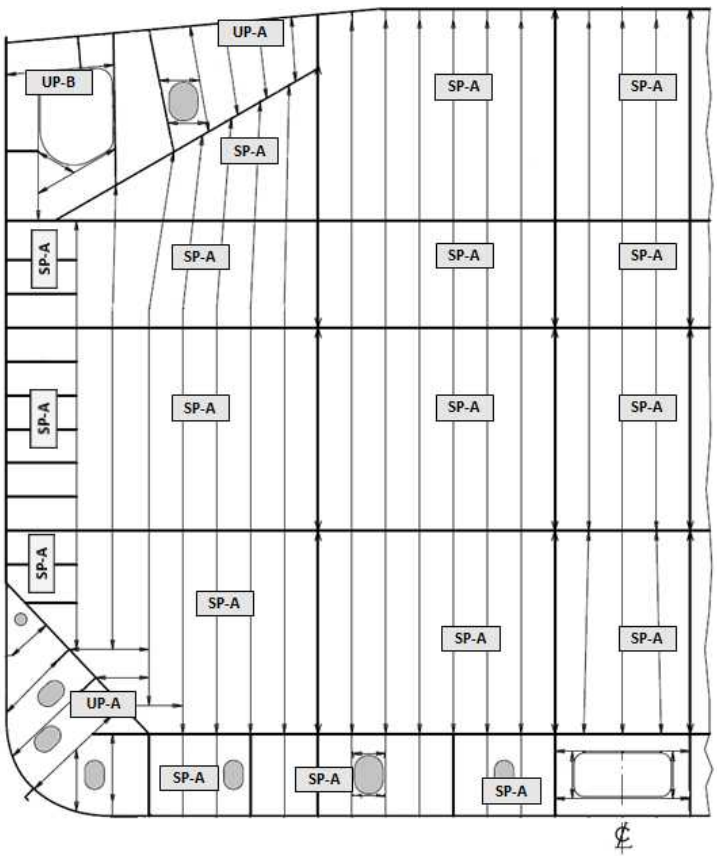


그림 63 액화가스운반선(LPGC Type A)의 횡격벽

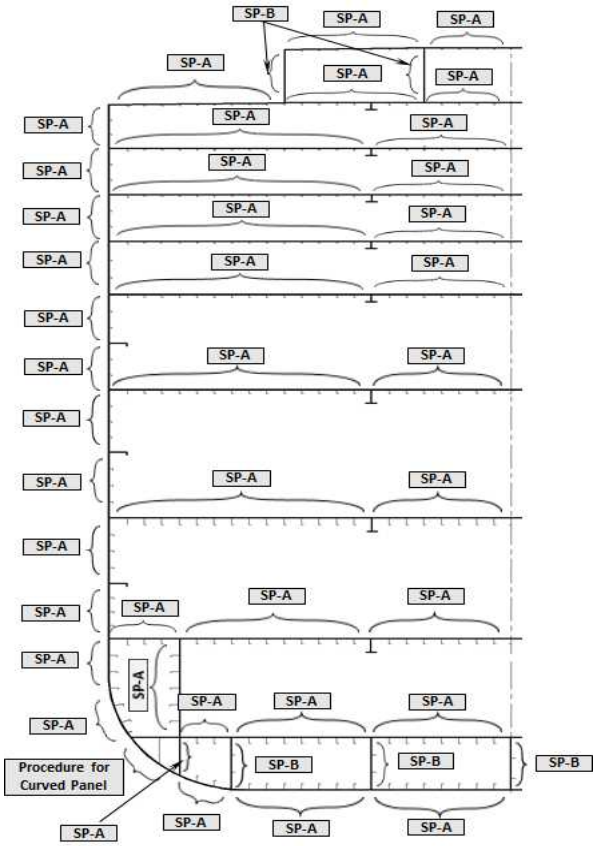


그림 64 자동차운반선(PCTC)의 종방향 판

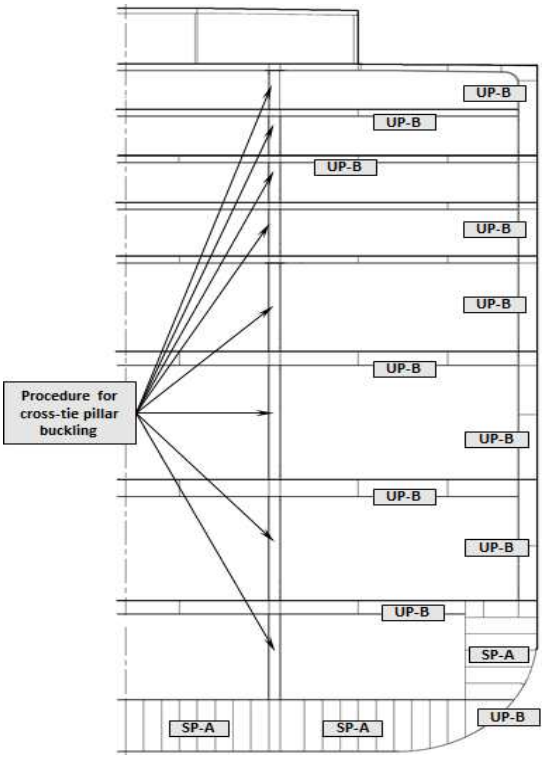


그림 65 자동차운반선의 횡방향 특설늑골

(3) 보강패널

전체 좌굴 거동을 나타내기 위하여, 부착판을 가진 각 보강재는 보강패널로 모델링되어야 한다. 만일 보강패널 내에서 보강재 특성 및 보강재 간격이 변한다면, 계산은 패널의 모든 구성에 대하여 개별적으로(즉 보강재 사이의 각각의 보강재 및 판에 대하여) 수행되어야 한다. 고려하는 위치에서의 판 두께, 보강재 특성 및 보강재 간격은 전체 패널에 대하여 가정하여야 한다.

(4) 보강되지 않은 패널

(가) 불규칙 패널

특설늑골, 스트링거 및 브래킷의 경우, 패널의 형상(즉 웨브 보강재/면재에 의하여 구획되는 판)은 직사각형 모양을 갖지 않을 수도 있다. 이러한 경우, 불규칙한 형상에 대하여는 (나) 및 삼각형 형상에 대하여는 (다)에 따라 등가의 직사각형 패널을 정의하여야 하고 좌굴평가를 만족하여야 한다.

(나) 불규칙한 형상인 보강되지 않은 패널의 모델링은 **규칙 13편 1부 8장 4절** 2.3.2에 따른다.

(다) 삼각형 형상을 가진 보강되지 않은 패널의 모델링은 **규칙 13편 1부 8장 4절** 2.3.3에 따른다.

(5) 참조응력

응력분포는 직접강도해석으로부터 구하여야 하며, 좌굴 모델에 적용하여야 한다. 참조응력은 **그림** 66을 반영하여 **규칙 13편 1부 8장 부록** 1에 따라 구하여야 한다.

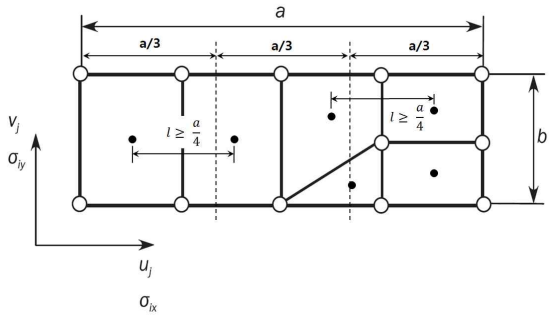


그림 66 좌굴 패널 예

(6) 면외압력

직접 강도해석에 적용된 면외압력은 좌굴평가에도 적용하여야 한다. 면외압력이 많은 유한 판 요소에 의해 정의된 좌굴 패널에서 균일하지 않는 경우, 평균 면외압력(N/mm^2)은 다음 식에 따른다.

여기서,

A_i : i번째 판 요소의 면적
P_i : i번째 판 요소의 면외압력(N/mm^2)
n : 좌굴 패널을 결정하는 유한 요소의 수

(7) 패널의 좌굴 기준

패널의 좌굴기준은 **규칙 13편 1부 8장 4절 2.**에 따른다.

(8) 파형격벽

파형격벽의 좌굴기준은 **규칙 13편 1부 8장 4절 3.**에 따른다.

(9) 수직으로 보강된 선측외판

수직으로 보강된 선측외판의 좌굴기준은 **그림 67**을 참조하여 **규칙 13편 1부 8장 4절 4.**에 따른다.

(10) 스트럿, 필러 및 크로스타이

스트럿, 필러 및 크로스타이의 좌굴강도 기준은 **규칙 13편 1부 8장 4절 5.**에 따른다.

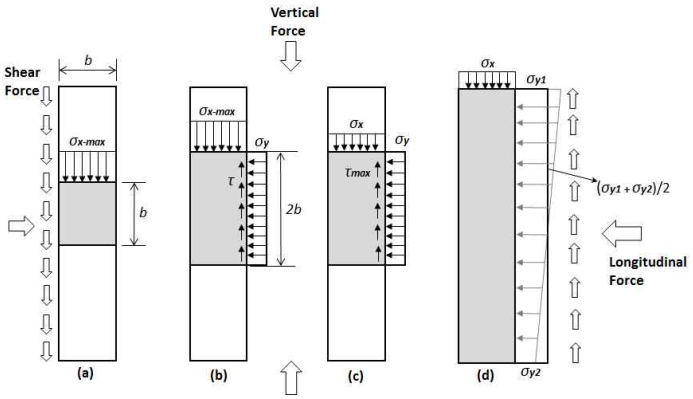


그림 67 수직으로 보강된 선측외판

3. 좌굴능력

(1) 평가

패널, 보강재, 1차 지지부재, 스트럿, 필러, 크로스타이 및 파형격벽의 좌굴능력 결정에 대한 방법은 **규칙 13편 1부 8장 5절**에 따른다. 다만 선급이 인정하는 경우, **규칙 13편 1부 8장** 5절 또는 **규칙 11편 6장 3절**에서 보강재를 제외한 판의 좌굴능력만으로 좌굴강도를 평가할 수 있다.

(2) 순치수 적용

모든 좌굴능력 평가에서는 **표 55**와 같이 부식 여유치를 제외한 순 치수를 기초로 하여야 한다. 다만, 선종별 부식자료를 기반으로 결정된 부식추가가 별도로 있을 경우 이를 고려할 수 있다. ⚓

표 55 구조부재 한 표면에 대한 부식추가

구획종류	tc1 또는 tc2
평형수 탱크, 빌지탱크, 드레인 저장탱크, 체인로커(1)	1.0
대기에 노출	1.0
해수에 노출	1.0
연료유 탱크 및 윤활유 탱크	0.5
청수탱크	0.5
보이드 구역 및 건 구역(2)(3)	0.0
화물격납설비로 보호되는 구역	0.0
거주구 구역	0.0
기타 구역	0.5
(1) 체인로커 바닥의 상면으로부터 상방 3 m 이내의 판 표면에는 1.0 mm를 더한다. (2) 외판에 대한 부식 추가를 고려할 때, 파이프 터널은 평형수 탱크로 고려한다. (3) 보이드 구역 및 건 구역 바닥의 부식 추가는 0.5 mm로 한다.	

부록 3-3 선체구조의 피로강도평가 지침

1. 일반사항 *(2020)*

(1) 이 부록은 선체구조의 피로강도를 평가하기 위한 지침으로서, **그림 1**과 같이 간이 피로해석방법(simplified fatigue analysis method), 화물창 피로해석방법(fatigue analysis method by hold analysis) 및 전선 피로해석방법(fatigue analysis method by global analysis)을 적용한다.

(2) **규칙 13편** 및 **14편** 적용 대상선박은 해당 각 장의 규정을 따르며, 그 외의 선박에 대하여는 종류, 크기 및 구조적 형상을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 판단되는 경우 피로강도를 검토하여야 한다.

(3) 상기의 피로해석방법에 의하여 검토된 선박은 아래의 평가 해역 부호를 포함하여 (가)부터 (다)까지의 선급부호를 부여한다.

[NA] - 북대서양 해역
[WW] - 세계 전역의 해역

(가) 간이 피로해석방법 : SeaTrust(FSA1[NA(or WW)])
(나) 화물창 피로해석방법 : SeaTrust(FSA2[NA(or WW)])
(다) 전선 피로해석방법 : SeaTrust(FSA3[NA(or WW)])

단, SeaTrust(FSA2) 또는 SeaTrust(FSA3)를 부여시 SeaTrust(FSA1)이 수행되어야 한다.

(4) 신청자의 요청이 있을 경우 **규칙 13편** 및 **14편** 적용 대상선박은 25년, 그 외의 선박에 대하여는 20년을 초과하는 설계 피로 수명에 대하여 추가 검토할 수 있으며 상기 (3)호의 선급부호에 [XX years]를 추가한다. (예: SeaTrust(FSA1[WW, 30 years]))

(5) 특수 목적의 선박, 새로운 선형의 선박 및 보다 정밀한 피로강도의 평가가 요구되는 선박의 경우 전선 피로해석방법에 따라서 피로강도를 검토하여야 한다. 여기서 전선 피로해석에는 스펙트랄 피로해석방법(spectral fatigue analysis method) 또는 전달함수법(transfer function method)을 적용할 수 있다.

(6) 상기의 규정에도 불구하고 본 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 이 지침에 의하지 아니하고 다른 방법으로 피로강도를 검토할 수 있다.

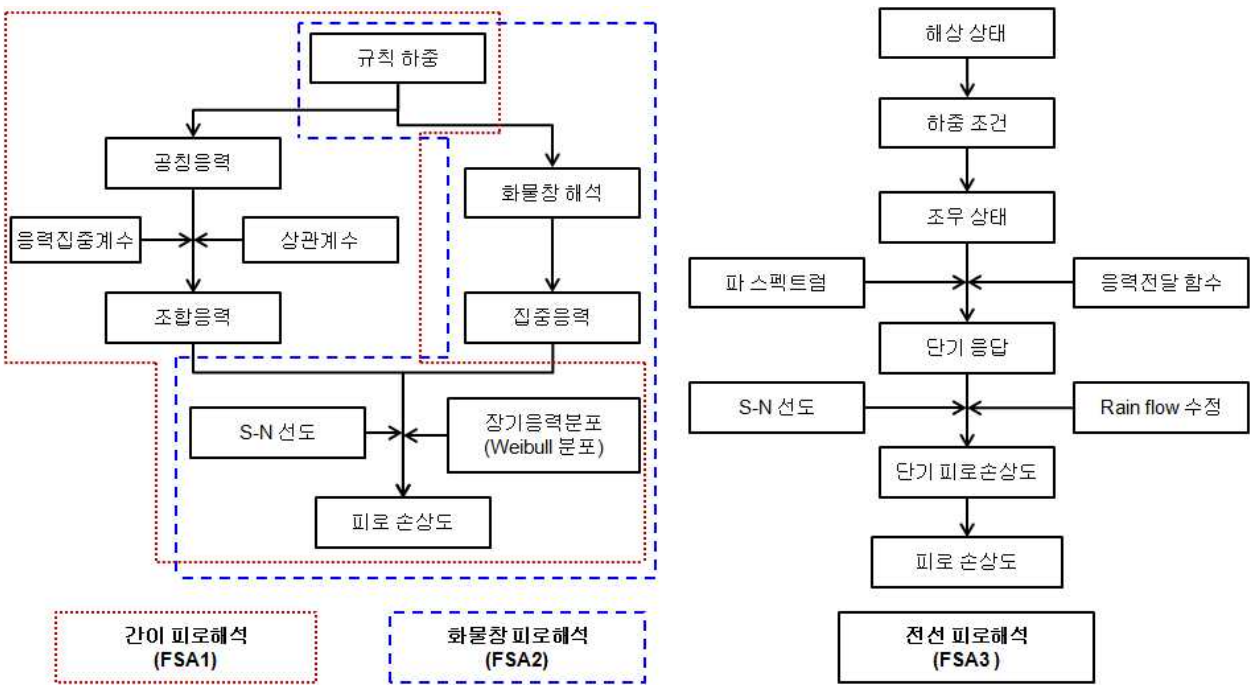


그림 1 피로해석 방법

2. 응력의 정의

피로해석에 사용하는 응력의 종류에는 공칭응력(nominal stress), 집중응력(hot spot stress) 및 노치응력(notch stress) 등이 있으며, 여기서는 집중응력방법(hot spot stress approach) 및 모서리 응력방법(edge stress)을 적용한다.

(1) 공칭응력

공칭응력은 구조의 기하학적 불연속 및 용접비드 형상 등에 의한 응력집중을 포함하지 않는 응력으로서 고려하는 위치의 단면형상으로부터 계산되는 응력을 말한다.

(2) 집중응력

(가) 집중응력은 공칭응력과 부재의 구조적 불연속에 의한 응력의 증가를 포함하는 응력으로서 용접비드 형상 등 국부노치에 의한 응력집중 효과는 고려하지 않는다. 판구조에서 집중응력은 판두께 방향으로 선형 분포하며 막응력과 판굽힘응력으로 구분된다. 일반적으로 집중응력은 공칭응력 보다 크지만 구조의 불연속 지점으로 부터 충분히 떨어진 위치에서는 공칭응력과 동일하다.

(나) 집중응력을 계산하기 위하여 공칭응력에 응력집중계수를 곱하여 구하거나 유한요소법을 사용하여 구조해석을 수행하며, 용접구조에서는 노치효과를 제거하기 위하여 용접토우에서 충분히 떨어진 위치의 응력을 이용하여 선형외삽법으로 집중응력을 구한다. 또한, 용접토우 근처의 응력분포는 사용된 유한요소의 크기와 종류에 따라 영향이 매우 크므로 일관성 있게 사용되어야 한다.

(3) 노치응력

용접구조에서 응력집중부(hot spot region)는 용접토우와 같이 피로균열이 발생되는 위치를 말하며, 이 지점에서의 총응력을 노치응력으로 정의한다.

(4) 모서리응력

판부재의 모서리 응력은 판의 공칭응력과 모서리부의 응력증가를 포함하는 응력으로 모서리 응력을 구하기 위해서는 유한요소법을 사용하여 구조해석을 수행하여야 한다.

3. 피로수명 평가

(1) 집중응력방법

선체구조와 같이 복잡한 구조물에서는 공칭응력을 계산하고 구조상세에 적합한 S-N 선도를 적용하는 것이 쉽지 않다. 따라서 이 지침에서는 유한요소법 또는 응력집중계수를 이용하여 구조의 기하학적 불연속에 의한 집중응력을 계산하고, S-N 선도는 이러한 기하학적 응력집중효과를 포함하지 않는 선도를 적용하는 집중응력방법을 사용한다. 그러나 용접비드 형상 등 국부노치에 의한 응력집중효과는 적용하는 S-N 선도에 포함되어 있다고 간주한다.

(2) 설계 S-N 선도

(가) 선체구조의 피로강도를 평가하기 위하여 사용하는 S-N 선도는 **그림 2**에 따르며, 용접부에는 D 선도, 판부재의 모서리에는 C 선도를 적용하며, 판의 모서리를 연마(grinding) 한 경우에는 B 선도를 적용한다.

(나) 용접부의 경우, 연마효과를 제외하고 계산된 피로수명이 L/1.47(L : 설계수명)보다 큰 경우에 한하여, 용접 토우의 연마효과를 고려하여 설계피로수명까지 피로수명 개선을 인정할 수 있다. (용접부라 함은 종방향 단부 연결부를 제외한 종방향 부착물 용접부, 횡방향 맞대기 용접부와 T 및 십자형 용접부를 말한다.) 단, 부식이 없는 조건에서 적용할 수 있고 연마 후 보호도장이 적용되고 설계수명 시간동안 유지되는 경우에만 고려할 수 있다. 연마시공을 하는 경우, 연마 범위, 표면 조도상세, 최종 용접 형상 및 작업자의 연마기량 그리고 품질 허용기준을 포함하는 표면연마기준의 모든 상세내용을 해당 도면에 명시하여야 한다. 연마는 회전 숫돌(rotary burr)로 수행할 것을 권장하며, 토우 결함을 제거하도록 판 표면 내부까지 시행하고, 연마구역은 유효한 부식보호 대책을 가져야 한다.

연마처리는 용접 토우에서, 모든 가시 언더컷(undercut)의 저면 아래 최소한 0.5 mm까지 판표면 안으로 침하관통 깊이를 갖는 매끄러운 오목면을 얻어야 한다. 얻어진 홈(groove) 깊이는 최소한으로 유지되어야 하며, 일반적으로 최대 1 mm 이내로 한다. 어떠한 경우에도 연마깊이는 2 mm와 판 총 두께의 7 % 중 작은 값을 초과하여서는 아니 된다. 연마는 고응력 구역 밖까지 충분히 연장하여야 한다.

(다) 설계 S-N 선도는 공기중 S-N 선도의 평균값에서 2배의 표준편차를 감한 선도, 즉 97.6 %의 생존확률을 갖는 선도로 정의하며 Haibach 효과를 고려하여 $N=10^7$에서 기울기를 수정한다. (**그림 2** 참조) *(2020)*

$$\log N = \log K_2 - m \log \triangle \sigma$$

$$\log K_2 = \log K_1 - 2 \log \delta$$

K_1 : **표 1**에 주어진 평균 S-N 선도에 관련된 상수

K_2 : **표 1**에 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 상수

δ : **표 1**에 주어진 $\log N$ 의 표준편차

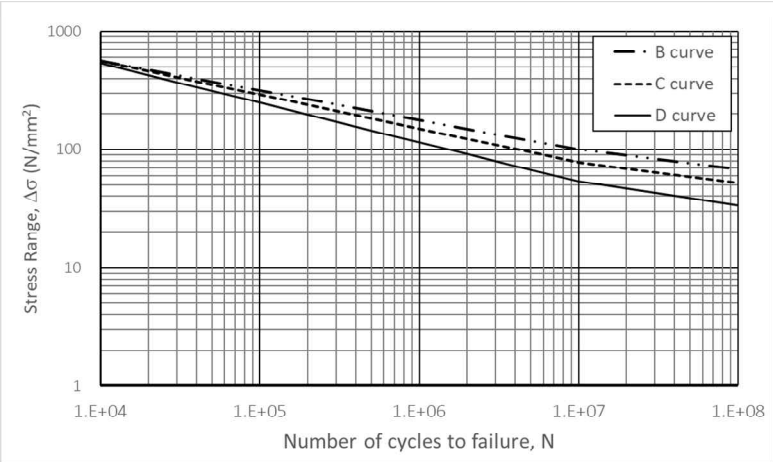
$\triangle\sigma$: **표 1**에 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 주기 $N=10^7$에서의 응력범위

표 1 기본 S-N 선도 자료 *(2020)*
(a) 공기 중 환경

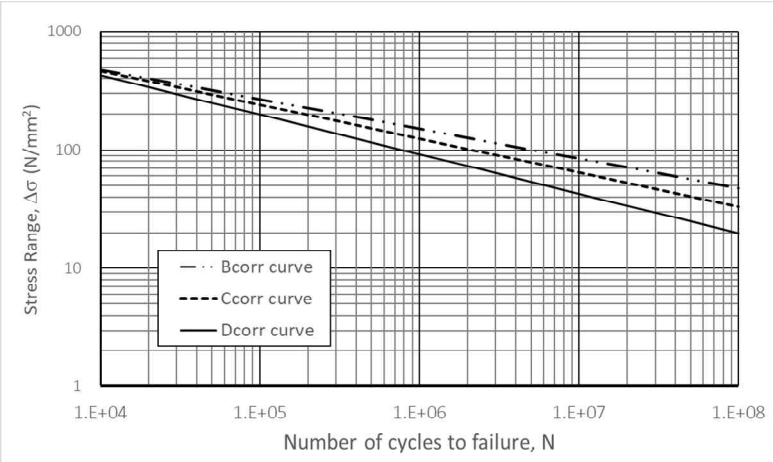
선도	K_1		m	표준편차, δ	K_2	설계응력범위 (N/mm^2)	
	K_1	$\log_{10}K_1$		$\log_{10}\delta$		$\Delta\sigma$, 10^7사이클	2×10^6 사이클
B	2.343E15	15.3697	4.0	0.1821	1.013E15	100.2	149.9
C	1.082E14	14.0342	3.5	0.2041	4.227E13	78.2	123.9
D	3.988E12	12.6007	3.0	0.2095	1.519E12	53.4	91.3

(b) 부식 환경

선도	K_2	m	2×10^6 사이클에서 설계응력범위, N/mm^2
B	5.05E14	4.0	126.1
C	2.12E13	3.5	101.6
D	7.60E11	3.0	72.4



(a) 공기 중 환경



(b) 부식 환경

그림 2 설계 S-N 선도 *(2020)*

(3) 부식효과 *(2020)*

그림 2에 나타낸 바와 같이 평형수 탱크에서와 같이 해수에 노출되는 부재가 부식에 대하여 보호되지 않은 경우에는 공기중의 S-N 선도에서 수명을 1/2로 감소하여 사용하며, 이 경우 선도는 10^7 사이클에서 기울기를 수정하지 않는다.

$$\log N = \log K_2 - m \log \Delta\sigma$$

N : 응력범위 $\Delta\sigma$을 받을 때 파단에 이르는 예상 사이클 수

K_2 : **표 1** (b)에서 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 상수

그러나 평형수 탱크 내부의 부재가 부식에 대하여 유효하게 보호된 경우, 처음 설계수명의 반은 공기중의 S-N 선도를 적용하고, 다음에는 부식을 고려한 S-N 선도를 적용할 수 있다. 이 경우 응력계산은 부식추가를 포함한 치수로 수행한다.

(4) 평균응력효과(mean stress effect)

(가) 대부분의 피로시험은 인장하중 상태에서 실시되므로 피로수명을 감소시키는 인장 평균응력의 영향이 S-N 선도에 포함되어 있다고 간주한다. 따라서 이러한 S-N 선도를 피로강도평가에 사용하는 경우에는 피로강도에 유리하게 작용하는 압축 평균응력의 영향을 고려할 수 있다.

(나) 평균응력의 영향을 고려한 응력범위의 수정은 **규칙 12편 부록 C 1.4.5.11**에 의한다.

(5) 두께효과(thickness effect)

(가) 구조상세의 피로성능은 부재두께에 영향을 받는다. 동일한 응력범위에 있어서, 부재의 두께가 증가함에 따라서 연결부의 피로한도는 감소한다. "척도효과"로도 불리는 이 영향은 인접한 판 두께 및 두께에 걸친 응력구배에 관련한 용접 토우의 기하학적 형상에 의하여 발생한다. 기본적인 설계 S-N 선도는 판 두께가 22 mm를 초과하지 않는 경우에 적용한다.

(나) 판 두께의 영향을 고려한 응력범위의 수정은 **규칙 13편 1부 9장 3절 3.3**에 의한다.

(6) 재료 효과(Material effect) *(2020)*

용접을 하지 않은 모재 자유단의 경우 모재 강도를 반영하기 위하여 **규칙 13편 9장 3절**의 **3.1.3**에 따라 응력범위를 수정하여 피로강도평가를 수행할 수 있다.

(7) 피로수명 계산

피로손상도 D는 선형 누적손상법칙인 Miner-Palmgren rule을 적용하여 계산하며, 설계수명이 L(years)이라 하면, 피로수명은 L/D (years)가 된다.

4. 간이 피로해석방법

응력집중계수에 의한 간이 피로해석방법은 종보강재 단부의 피로강도를 평가하기 위하여 사용한다. 적용하는 하중은 선체굽힘하중과 국부하중으로 선체굽힘하중은 수직파랑굽힘모멘트와 수평파랑굽힘모멘트를 고려하고, 국부하중은 파랑하중만 고려한다. 여기서 고려하는 하중은 초과 확률 10^{-4} 에서 계산한 값이다.

(1) 피로설계 하중

(가) 선체 파랑굽힘하중

(a) 수직 파랑굽힘하중

수직 파랑굽힘모멘트는 다음 식에 따른다.

$$M_w(+) = 0.19 f C_1 C_2 L^2 B C_b \qquad \text{(kN-m)}$$

$$M_w(-) = -0.11 f C_1 C_2 L^2 B (C_b + 0.7) \qquad \text{(kN-m)}$$

f : 확률 10^{-8} 으로부터 10^{-4} 으로의 변환계수로서 다음 식에 따른다.

$$f = 0.5^{1/\xi}$$

ξ : Weibull 형상계수로 (4)의 (나)에 따른다.

C_b : 방형계수로서 0.6 미만인 경우에는 0.6으로 한다.

C_1 : 파랑계수로서 **규칙 3장 201.**의 **표 3.3.1**에 따른다.

C_2 : 선박의 길이 방향에 따른 분포계수로서 **규칙 3장 201.**의 **표 3.3.1**에 따른다.

(b) 수평 파랑굽힘하중

수평 파랑굽힘모멘트는 다음 식에 따른다.

$$M_H = 0.18 f C_1 C_H L^2 d(C_b + 0.7) \quad \text{(kN-m)}$$

f : (a)에 따른다.

C_1 과 C_b : (a)에 따른다.

C_H : **지침 7편 4장 205.**에 따른다.

(나) 국부 파랑하중

(a) 국부 파랑압력

선측에 작용하는 파랑압력은 다음 식에 따른다.

(i) 흘수선 상부

$$p_T = p_T^f K_1 \left(1 - \frac{h}{a_w}\right) \quad \text{(kN/m}^2\text{)}$$

(ii) 흘수선 하부

$$p_T = p_T^f K_1 \left(1 - \frac{K_2 h}{d}\right) \quad \text{(kN/m}^2\text{)}$$

$$p_T^f = 0.095L + 34.0 \quad \text{(kN/m}^2\text{)}$$

K_1 : 계수로서 다음에 따른다. 다만, 중간값에 대하여는 보간법에 따른다.

중앙부 0.4 L 구간 : 1.0

AP로 부터 후방 : 1.5

FP로 부터 전방 : $\dfrac{5.5(0.85 - C_b)}{1 - C_b^2} + 2.0$

K_2 : 계수로서 다음에 따른다. 다만, 중간값에 대하여는 보간법에 따른다.

중앙부 0.4 L 구간 : 0.5

AP로 부터 후방 및 FP로 부터 전방 : 1.0

a_w : 다음 (b)에 따른다.

h : 흘수선으로 부터 고려하는 위치까지의 수직거리 (m).

C_b : 방형계수로서 C_b가 0.85를 넘을 경우에는 0.85로 한다.

(b) 국부 파랑압력범위(wave pressure range)

국부 파랑압력범위 P_d 는 다음과 같이 계산한다. (**그림 3** 참조)

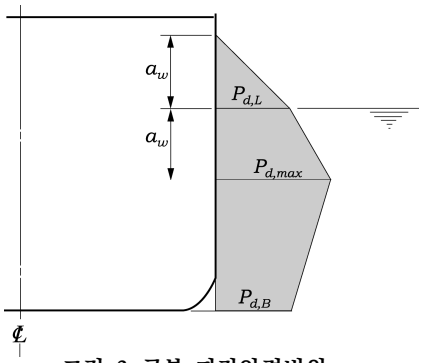


그림 3 국부 파랑압력범위 p_d

(i) 흘수선 상부의 부재

$$p_d = p_T^f K_1 \left(1 - \frac{h}{a_w}\right) \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

(ii) 흘수선으로 부터 $p_{d,\max}$ 사이의 부재

$$p_d = 10h + p_T^f K_1 \left(1 - \frac{K_2 h}{d}\right) \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

(iii) $p_{d,\max}$ 하부의 부재

$$p_d = 2p_T^f K_1 \left(1 - \frac{K_2 h}{d}\right) \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

a_w : 흘수선으로 부터 최대 압력범위($p_{d,\max}$)가 작용하는 위치까지의 거리 (m)로서 다음 식에 따른다.

$$a_w = \frac{1}{\frac{1}{2d} + \frac{10}{p_T^f}}$$

(다) 선박의 운동에 의한 내부 압력하중

(a) 내부 압력 동하중

액체화물 또는 평형수에 의해 선체 내부에 작용하는 동하중(p_i)은 다음 식 중 큰 값으로 한다.

$$p_i = 2f\rho_c a_v h_s \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

$$p_i = 2f\rho_c a_t |y_s| \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

f : (가)의 (a)에 따른다.
ρ_c : 액체의 질량밀도로서, 해수의 경우 1.025로 한다.
h_s : 탱크내의 액체의 표면으로부터 고려하는 위치까지의 연직거리 (m)
y_s : 탱크내의 액체의 자유표면 중심으로부터 고려하는 위치까지의 수평거리 (m)
a_v 및 a_t : 수직 및 수평방향 가속도로서 다음 (b)의 (vi)에 의한다.

(b) 선박의 운동에 의한 가속도

(i) 상하운동 가속도

선체의 상하 운동에 의한 가속도는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_z = \frac{V^{1.2}}{2\sqrt{L}} + \frac{361}{L} + 0.49 \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

V : 설계 속도 (knots)

(ii) 수평운동 가속도

선체의 수평 운동에 의한 가속도는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_y = \frac{178}{L} + 0.36 \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

(iii) 종동요에 의한 가속도

선체의 임의의 위치에서 종동요에 의한 가속도는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_\theta = \theta \times \left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2 \times l_\theta \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

θ : 선체 종동요의 진폭으로 다음 식에 의한 값

$$\theta = \frac{19.62}{L} + 0.022 \quad (\mathrm{rad})$$

T_θ : 선체 종동요의 주기로 다음 식에 의한 값

$$T_\theta = 1.86\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (\mathrm{sec})$$

l_θ : 종동요의 회전중심으로부터 탱크/액체화물 중심까지의 거리(m)이며, 이 경우 종동요의 회전중심은 A.P로부터 0.45 L 위치의 단면에서 용골 상면상 ($D/4+d/2$) 또는 $D/2$ 중 작은 값의 높이에 위치하는 것으로 할 수 있다.

(ⅳ) 횡동요에 의한 가속도

선체의 임의의 위치에서 횡동요에 의한 가속도는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_\phi = \phi \times \left(\frac{2\pi}{T_\phi}\right)^2 \times l_\phi \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

ϕ : 선체 횡동요의 진폭으로 다음 식에 의한 값

$$\phi = kC_s f_0 \sqrt{0.131 - 0.005T_\phi} \quad (\mathrm{rad})$$

k = 1.0 : 빌지 킬이 없는 선박
= 0.8 : 빌지 킬이 있는 선박(안티 롤링 탱크를 가진 선박 포함)

C_s = 0.82 : 산적화물선 및 유조선
= 0.96 : 기타 선박

f_0 : 다음 식에 의한 값으로 한다. 다만, C_b가 0.45 미만인 경우는 C_b를 0.45로, 0.7 이상인 경우에는 C_b를 0.7로 하며, B/d가 2.4 미만인 경우에는 B/d를 2.4로, 3.5 이상인 경우에는 B/d를 3.5로 한다.

$$f_0 = 0.86 + 2.72C_b - (B/d) \times (0.11 + 0.34C_b)$$

T_ϕ : 선체 횡동요의 주기로 다음 식에 의한 값으로 한다. 다만, T_ϕ가 6.0 미만인 경우에는 6.0으로 20.0이상인 경우에는 20.0으로 한다.

$$T_\phi = \frac{4C_f B}{\sqrt{GM_T}} \quad (\mathrm{sec})$$

C_f : 다음 식에 의한 값으로 한다. 다만, B/d가 2.4 미만인 경우에는 B/d를 2.4로, 3.5 이상인 경우에는 B/d를 3.5로 한다.

$$C_f = 0.373 - 0.023(B/d) - 0.043(L/100)$$

GM_T : 자유수면 효과를 고려한 횡 메타센타 높이(m)로서 값이 주어지지 아니한 경우에는 다음 값을 사용 할 수 있다.

$0.07B$: 기타 선박
$0.12B$: 단일선체 유조선, 산적화물선 및 만재하중조건의 이중선체 유조선의 경우
$0.25B$: 평형수적재 조건의 산적화물선의 경우
$0.33B$: 평형수적재 조건의 이중선체유조선의 경우

l_ϕ : 횡동요의 회전중심으로부터 탱크/액체화물 중심까지의 거리(m)이며, 이 경우 횡동요의 회전중심은 A.P로부터 0.45 L 위치의 단면에서 용골 상면상 $(D/4+d/2)$ 또는 $D/2$ 중 작은 값의 높이에 위치하는 것으로 할 수 있다.

(v) 선수 동요(yawing)에 의한 가속도

선체의 임의의 위치에서 선수 동요에 의한 가속도는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_\psi = \left(\frac{6.95}{L} - 0.017\right) l_\psi \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

l_ψ : 선수 동요의 회전중심으로부터 탱크/액체화물 중심까지의 거리(m)이며, 회전중심은 전 (c)에 따를 수 있다.

(vi) 조합 가속도

① 조합 수직가속도

$$a_v = \sqrt{a_z^2 + a_{\phi z}^2 + a_{\theta z}^2} \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

a_z : (i)에 따른다.

$a_{\phi z}$: 횡동요에 의한 수직가속도로서 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_{\phi z} = \phi \left(\frac{2\pi}{T_\phi}\right)^2 l_{\phi y} \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

ϕ 및 T_ϕ : (iv)에 따른다.

$l_{\phi y}$: 횡동요의 회전중심으로부터 탱크/액체화물 중심까지의 폭방향 수평거리(m)이며, 회전중심은 (iii)에 따를 수 있다

$a_{\theta z}$: 종동요에 의한 수직가속도로서 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_{\theta z} = \theta \left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2 l_{\theta x} \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

θ 및 T_θ : (iii)에 따른다

$l_{\theta x}$: 종동요의 회전중심으로부터 탱크/액체화물 중심까지의 길이방향 수평거리(m)이며, 회전중심은 (iii)에 따를 수 있다.

② 조합 수평가속도

$$a_t = \sqrt{a_y^2 + a_{\phi y}^2 + a_{\psi y}^2} \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

a_y : (ii)에 따른다.

$a_{\phi y}$: 횡동요에 의한 수평가속도로서 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_{\phi y} = \phi \left(\frac{2\pi}{T_\phi}\right)^2 l_{\phi z} \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

ϕ 및 T_ϕ : (iv)에 따른다.

$l_{\phi z}$: 횡동요의 회전중심으로부터 탱크/액체화물 중심까지의 수직거리(m)이며, 회전중심은 (iii)에 따를 수 있다.

$a_{\psi y}$: 선수동요에 의한 수평가속도로서 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$a_{\psi y} = \left(\frac{6.95}{L} - 0.017\right) l_{\psi x} \quad (\mathrm{m/sec^2})$$

$l_{\psi x}$: 선수동요의 회전중심으로부터 탱크/액체화물 중심까지의 길이방향 수평거리(m)이며, 회전중심은 (iii)에 따를 수 있다.

(2) 공칭응력 계산

(가) 축하중에 의한 공칭응력

(a) 수직 파랑굽힘응력범위 (vertical wave bending stress range)는 고려하는 위치에서 다음 식에 따른다

(i) 고려하는 위치가 중립축 상부에 있는 경우

$$\Delta\sigma_{nom,V} = \frac{M_w(+) - M_w(-)}{Z_D} \frac{z - z_{NA}}{D - z_{NA}} \times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

(ii) 고려하는 위치가 중립축 하부에 있는 경우

$$\Delta\sigma_{nom,V} = \frac{M_w(+) - M_w(-)}{Z_B} \frac{z_{NA} - z}{z_{NA}} \times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

Z_D : 중립축에 대한 강력갑판의 선체 횡단면계수 ($\mathrm{cm^3}$)

Z_B : 중립축에 대한 선저의 선체 횡단면계수 ($\mathrm{cm^3}$)

z : 선저로부터 고려하는 위치까지의 거리 (m)

z_{NA} : 선저로부터 중립축까지의 거리 (m)

(b) 수평 파랑굽힘응력범위(horizontal wave bending stress range)는 고려하는 위치에서 다음 식에 따른다.

$$\Delta\sigma_{nom,H} = \frac{2\,M_H}{Z_H} \frac{y}{B/2} \times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

Z_H : 선체 중심선에 대한 선측 외판의 선체 횡단면계수 ($\mathrm{cm^3}$)

y : 선체 중심선에서 고려하는 위치까지의 수평거리 (m)

(c) 선체 파랑굽힘응력범위

선체 파랑굽힘응력범위 ($\Delta\sigma_{nom,g}$)는 다음의 값 중에서 큰 것으로 한다.

$$\Delta\sigma_{nom,g} = 0.5\,\Delta\sigma_{nom,V} + \Delta\sigma_{nom,H} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

$$\Delta\sigma_{nom,g} = \Delta\sigma_{nom,V} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

(나) 횡하중에 의한 공칭응력

일반적으로 트랜스버스 고착부에서 종보강재 면재의 공칭응력은 보이론을 이용하여 균일분포 하중을 받는 양단 고정보로 이상화하여 계산할 수 있으며, 이 경우 판의 유효폭을 고려하여야 한다. 또한, 종보강재 단면의 비대칭형상에 의한 응력의 증가도 공칭응력에 포함되어야 하며, 횡하중에 의한 공칭응력 $\Delta\sigma_{nom,l}$ 은 다음 식에 따른다.

$$\Delta\sigma_{nom,l} = \sqrt{\Delta\sigma_e^{\,2} + \Delta\sigma_i^{\,2} + 2\rho_c \Delta\sigma_e \Delta\sigma_i}$$

ρ_c : 파랑하중과 내부하중의 상관 계수로서 (-)0.6으로 한다.

$\Delta\sigma_e$: 파랑하중에 의한 공칭응력으로 다음 식에 의한다.

$$\Delta\sigma_e = (1 + C_t)\frac{p_d S l^2}{12 Z_f} \times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

$\Delta\sigma_i$: 액체화물 또는 평형수(ballast water)에 의한 공칭응력으로 다음 식에 의한다.

$$\Delta\sigma_i = (1 + C_t)\frac{p_i S l^2}{12 Z_f} \times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

p_d : 파랑압력범위 ($\mathrm{kN/m^2}$)로 (1)호 (나) (b)에 따른다.
p_i : 액체화물 또는 평형수에 의한 하중 ($\mathrm{kN/m^2}$)으로 (1)호 (다) (a)에 따른다.
S : 종보강재의 간격 (m)
l : 트랜스버스의 간격 (m)
Z_f : 종보강재 면재에서의 단면계수 ($\mathrm{cm^3}$)
C_t : 종보강재 단면의 비대칭 형상에 의한 응력증가 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_t = 1.68(0.38 + A_f/A_w)(e^2 + 0.28e)$$

$$e = \frac{b}{b_f}$$

A_f : 면재의 단면적 ($\mathrm{cm^2}$)
A_w : 웨브의 단면적 ($\mathrm{cm^2}$)
b : 종보강재 면재폭의 중심에서 웨브 중심까지의 거리 (cm) (**그림 4** 참조)
b_f : 종보강재 면재의 폭 (cm) (**그림 4** 참조)

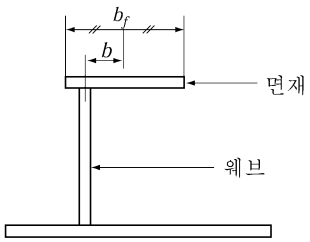


그림 4 b **및** b_f

(다) 상대변위에 의한 공칭응력

(a) 고려하는 종보강재가 횡격벽에 고착된 경우 국부응력의 계산에는 횡격벽과 인접하는 트랜스버스 사이의 상대변위가 고려되어야 한다. 상대변위에 의한 공칭응력 $\Delta\sigma_{nom,r}$ 은 부가적인 굽힘응력으로서 다음 식에 따른다.

$$\Delta\sigma_{nom,r} = \frac{6EI\delta}{Z_f l^2} \times 10^{-5} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

δ : 횡격벽과 트랜스버스 사이의 상대변위 (mm).
I : 종보강재의 단면 2차 모멘트 ($\mathrm{cm^4}$).
E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우 2.06 x 10^5($\mathrm{N/mm^2}$)으로 한다.
Z_f : 종보강재의 단면계수 ($\mathrm{cm^3}$).
l : 트랜스버스의 간격 (m).

일반적으로 횡격벽과 트랜스버스 사이의 상대변위는 화물창 구조해석을 통하여 계산할 수 있지만, 상대변위가 계산되지 않은 경우에는 다음과 같이 횡하중에 의한 공칭응력의 50%를 상대변위에 의한 공칭응력으로 고려할 수 있다.

$$\Delta\sigma_{nom,r} = 0.5\,\Delta\sigma_{nom,l}$$

그러나 횡격벽 전후의 종보강재가 완만한 브래킷 (soft toe bracket)으로 횡격벽에 결합된 경우에는 상대변위에 의한 공칭응력은 고려하지 않아도 좋다.

(b) 이중선측구조인 경우에는 **규칙 12편 부록 C 1.4.4.11**에 따라 상대변위에 의한 공칭응력을 계산할 수 있다.

(3) 응력집중계수(stress concentration factor)

(가) 응력집중계수는 집중응력($\Delta\sigma_{hot}$)과 공칭응력($\Delta\sigma_{nom}$)의 비로 정의하며, 종보강재와 트랜스버스(또는 횡격벽) 보강재의 용접결합부에 대한 집중응력은 **표 2**의 응력집중계수 $K_{s,g}$ 및 $K_{s,l}$를 이용하여 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\Delta\sigma_{hot,g} = K_{s,g}\,\Delta\sigma_{nom,g}$$
$$\Delta\sigma_{hot,l} = K_{s,l}\,\Delta\sigma_{nom,l}$$

$K_{s,g}$: 축하중에 의한 응력집중계수
$K_{s,l}$: 횡하중에 의한 응력집중계수
$\Delta\sigma_{nom,g}$: (2)호 (가) (c)에 따른다.
$\Delta\sigma_{nom,l}$: (2)호 (나)에 따른다.

(나) 종보강재 단부의 상대변위에 의한 응력집중계수는 횡하중에 의한 응력집중계수와 동일한 것으로 간주한다.

표 2 응력집중계수

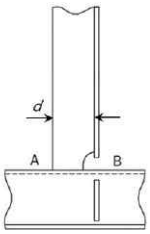
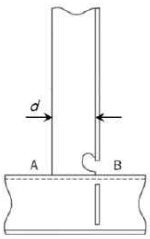
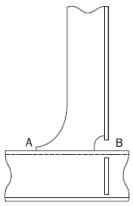
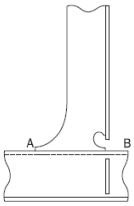
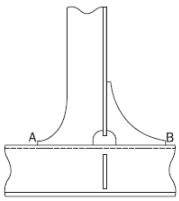
번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		$K_{s,g}$	$K_{s,l}$	$K_{s,g}$	$K_{s,l}$
1(1)		1.28, $d \le 150$인 경우 1.36, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.45, $d > 250$인 경우	1.40, $d \le 150$인 경우 1.50, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.60, $d > 250$인 경우	1.28, $d \le 150$인 경우 1.36, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.45, $d > 250$인 경우	1.60
2(1)		1.28, $d \le 150$인 경우 1.36, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.45, $d > 250$인 경우	1.40, $d \le 150$인 경우 1.50, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.60, $d > 250$인 경우	1.14, $d \le 150$인 경우 1.24, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.34, $d > 250$인 경우	1.27
3		1.28	1.34	1.52	1.67
4		1.28	1.34	1.34	1.34
5		1.28	1.34	1.28	1.34

표 2 응력집중계수(계속)

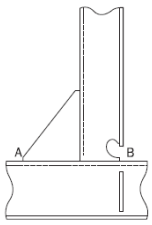
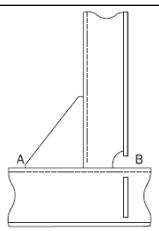
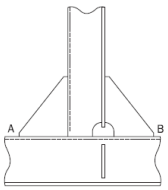
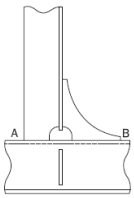
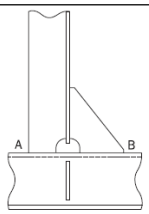
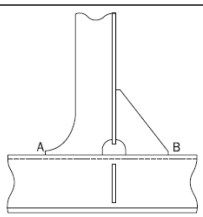
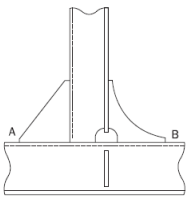
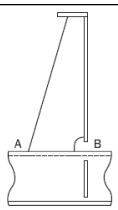
번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		$K_{s,g}$	$K_{s,l}$	$K_{s,g}$	$K_{s,l}$
6		1.52	1.67	1.34	1.34
7		1.52	1.67	1.52	1.67
8		1.52	1.67	1.52	1.67
9		1.52	1.67	1.28	1.34
10		1.52	1.67	1.52	1.67
11		1.28	1.34	1.52	1.67
12		1.52	1.67	1.28	1.34
13		1.52	1.67	1.52	1.67

표 2 응력집중계수(계속) *(2018)*

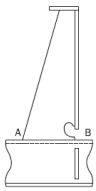
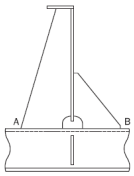
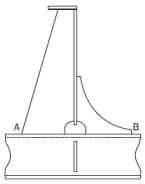
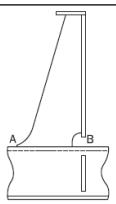
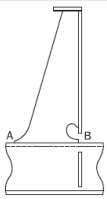
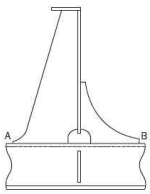
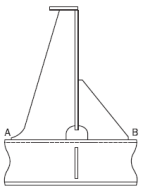
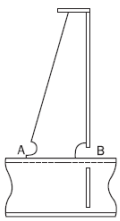
번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		$K_{s,g}$	$K_{s,l}$	$K_{s,g}$	$K_{s,l}$
14		1.52	1.67	1.34	1.34
15		1.52	1.67	1.52	1.67
16		1.52	1.67	1.28	1.34
17		1.28	1.34	1.52	1.67
18		1.28	1.34	1.34	1.34
19		1.28	1.34	1.28	1.34
20		1.28	1.34	1.52	1.67
21		1.28	1.34	1.52	1.67

표 2 응력집중계수(계속) *(2018)*

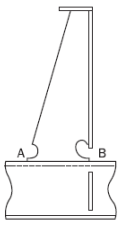
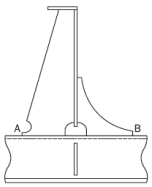
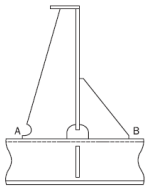
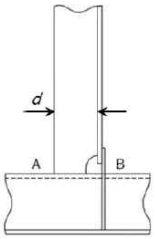
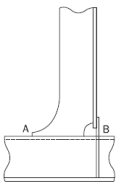
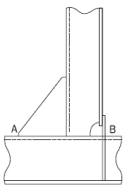
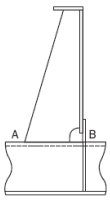
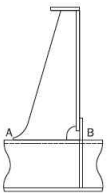
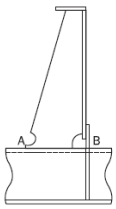
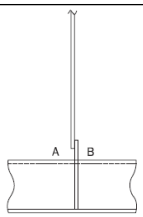
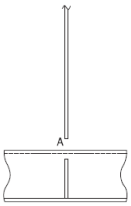
번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		$K_{s,g}$	$K_{s,l}$	$K_{s,g}$	$K_{s,l}$
22		1.28	1.34	1.34	1.34
23		1.28	1.34	1.28	1.34
24		1.28	1.34	1.52	1.67
25(1)		1.28, $d \le 150$인 경우 1.36, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.45, $d > 250$인 경우	1.40, $d \le 150$인 경우 1.50, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.60, $d > 250$인 경우	1.14, $d \le 150$인 경우 1.24, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.34, $d > 250$인 경우	1.25, $d \le 150$인 경우 1.36, $150 < d \le 250$인 경우 1.47, $d > 250$인 경우
26		1.28	1.34	1.34	1.47
27		1.52	1.67	1.34	1.47
28		1.52	1.67	1.34	1.47
29		1.28	1.34	1.34	1.47

표 2 응력집중계수(계속) *(2018)*

번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		$K_{s,g}$	$K_{s,l}$	$K_{s,g}$	$K_{s,l}$
30		1.28	1.34	1.34	1.47
31(4)		1.13	1.20	1.13	1.20
32 (4)(5)(6)		1.13	1.14	N/A	N/A

(비고)

(1) 부착물 길이, d (mm)는 스캘럽의 공제 없이 종보강재 플랜지에 용접된 부착물의 길이로 정의한다.

(2) 종보강재가 평강이고 웨브 보강재/브래킷이 평강 보강재에 용접된 경우, 표의 응력집중계수는 1.12를 곱하여야 한다. 이것은 웨브 보강재/브래킷의 두께가 평강 두께의 0.7배를 넘는 경우에 적용한다. 이 규정은 보강재 플랜지의 단부와 웨브 보강재/브래킷 사이의 간격이 8 mm 미만의 경우 비대칭 형강(구평강 또는 앵글같이 간격이 8 mm 미만인 형강)에 대해서도 적용한다

(3) 겹침 연결/부착물을 가진 설계, **13편 1부 9장 4절 [5.2.3]** 참조.

(4) 웨브 보강재가 생략되거나 종보강재 플랜지에 연결되지 않은 경우의 상세는 번호 31 및 32를 참조한다. **13편 1부 9장 4절 [5.2.4]** 참조.

(5) 칼라가 없거나 및/또는 웨브판이 플랜지에 용접되지 않은 번호 32의 연결 형식의 경우, 슬롯 모양에 상관없이 이 표의 응력집중계수가 사용되어야 한다.

(6) 피로평가 지점 'A'는 보강재 웨브와 횡특설늑골 또는 러그판 사이에 위치한다.

(4) 조합 응력범위(Combined stress range)

(가) 피로수명을 계산하기 위하여 사용하는 조합응력은 집중응력으로서 (2)의 공칭응력에 (3)의 응력집중계수를 곱하여 계산할 수 있다. 초과 확률 10^{-4}에서 계산된 조합 응력범위는 파랑하중, 선체굽힘거동, 상대변위 등에 의한 응력범위의 조합으로서 다음 식에 따른다.

$$\Delta\sigma_0 = f_E \times \max\begin{cases}\Delta\sigma_{hot,g} + 0.6(\Delta\sigma_{hot,l} + \Delta\sigma_{hot,r}) \\ 0.6\Delta\sigma_{hot,g} + \Delta\sigma_{hot,l} + \Delta\sigma_{hot,r}\end{cases}$$

f_E : 선박의 운항 항로에 따른 조정계수로 다음에 따른다.

$f_E = 1.0$: 북대서양 해역에서 정기적으로 운항하는 경우

$f_E = 0.8$: 상기 이외의 경우

(나) 선체구조부재에 대한 응력범위의 장기분포는 Weibull 분포에 의하여 나타낼 수 있으며, Weibull 형상계수 (Shape parameter)는 선종, 구조부재의 위치, 해상환경 등에 따라 다르다. 그러나 종보강재에 대한 Weibull 형상계수 ξ는 다음과 같이 선박 길이의 함수로 나타낼 수 있다.

$$\xi = 1.1 - 0.35\,\frac{L - 100}{300}$$

(다) 선체굽힘 응력범위와 국부 응력범위가 조합된 응력범위의 장기분포는 국부 응력범위의 장기분포에 따른다고 가정한다.

(5) 피로손상계산 *(2020)*

(가) 피로손상계산은 선형 누적손상법칙을 적용하며 누적 피로손상도 D는 다음과 같이 수치적분으로 계산할 수 있다.

$$D = \Sigma \frac{n_i}{N_i}$$

n_i : 조합 응력범위의 장기분포에서 i 번째 응력범위 블록의 사이클 수.
N_i : i 번째 응력범위에서 파단까지의 응력 사이클 수.

여기서 응력범위의 장기분포가 Weibull 분포에 따른다면 공기중에서의 누적 피로손상도 D_{air} 는 다음 식에 따른다.

$$D_{air} = \frac{N_t}{K_2}\frac{\Delta\sigma_0^m}{(\ln N_0)^{m/\xi}} \cdot \mu_7 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{m}{\xi}\right)$$

K_2 : 공기 중 환경에 대한 **표 1** (a)에서 주어진 설계 S-N 선도 상수
ξ : Weibull 형상계수
Γ : 완전 감마함수 (complete gamma function)로서 다음 식에 따른다.

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt$$

γ : 불완전 감마함수(incomplete gamma function)로서 다음 식에 따른다.

$$\gamma(z,x) = \int_0^x t^{z-1} e^{-t} dt$$

μ_7 : S-N 선도의 역경사(m)의 변화를 고려하는 계수로 다음과 같다.

$$\mu_7 = 1 - \frac{\left\{\gamma\left(1+\frac{m}{\xi}, t_7\right) - t_7^{-\frac{2}{\xi}} \cdot \gamma\left(1+\frac{m+2}{\xi}, t_7\right)\right\}}{\Gamma\left(1+\frac{m}{\xi}\right)}$$

t_7 : 다음 식에 따른다.

$$t_7 = \left(\frac{\Delta\sigma_7}{\Delta\sigma_0}\right)^\xi \ln N_0$$

$\Delta\sigma_7$: $N = 10^7$ 에서 공기중 S-N선도의 응력범위를 나타낸다.

N_t : 선박이 일생동안 받는 총 하중 사이클 수이며, 선박의 수명 Y(years)에 대한 총 하중 사이클 수는 총 운항일수의 85%를 고려하여 다음 식에 따른다.

$$N_t = \frac{2.68 \times 10^7}{4 \log L} \times Y$$

(나) 부식을 고려한 경우에 대한 피로손상 D_{cor} 은 다음과 같이 계산한다.

$$D_{cor} = \frac{N_t}{K_2} \frac{\Delta\sigma_0^m}{(\ln N_0)^{m/\xi}} \Gamma(1 + \frac{m}{\xi})$$

K_2 : 부식 환경에 대한 **표 1** (b)에서 주어진 설계 S-N 선도 상수

그러나 평형수 탱크 내부의 부재가 부식에 대하여 유효하게 보호되어 있는 경우에는 다음과 같이 누적 피로손상도 D를 계산한다.

$$D = 0.5 D_{air} + 0.5 D_{cor}$$

(다) 하중조건으로 만재상태와 평형수적재 상태를 고려하는 경우에는 국부 파랑압력범위 계산에서 해당흘수를 적용하고 각각에 대한 피로손상도 D_{Full} 및 $D_{Ballast}$를 계산한다. 따라서 총 피로손상도는 다음 식과 같다.

$$D = p_{lF} D_{Full} + p_{lB} D_{Ballast}$$

p_{lF} 및 p_{lB} : 만재상태 및 평형수적재 상태에 대한 운항비율로서 특별히 주어지지 아니한 경우에는 각각 0.5로 한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 판단되는 경우 적하지침서에 따라 운항비율을 조정하여 피로강도 평가를 수행할 수 있다. 아래는 대표적인 선종에 대한 일반적인 운항비율을 나타내고 있다.
- 액화가스 운반선(멤브레인 형식) : 만재 0.5 / 평형수적재 0.5
- 광석운반선 : 만재 0.5 / 평형수 적재 0.5
- 자동차 운반선 : 만재 0.7 / 평형수 적재 0.3

광석운반선의 경우에 만재상태의 고비중과 저비중의 비율은 특별히 주어지지 아니한 경우에는 동일하다고 가정한다. 평형수적재 상태의 경우 황천 평형수(Heavy Ballast) 및 통상 평형수(Normal Ballast)는 각각 0.3 및 0.2로 한다. 황천 평형수 적재 조건이 없는 경우에는 피로강도평가에서 이를 제외하고 통상 평형수 적재 조건만 고려한다. *(2020)*

(6) 피로강도평가 대상부위

간이 피로해석에 의해서 피로강도를 평가하여야 할 대상부재는 화물구역 내에 위치한 모든 종보강재로서 검토부위는 **표 3**과 같다. 중앙부 화물창내의 중앙 횡단면 및 횡격벽의 전/후 첫 번째 횡단면에 대해서 피로강도를 평가하여야 한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 이외의 단면에도 피로강도 평가를 요구할 수 있다.

표 3 피로해석 대상부위

	대상부위
1	선저 및 내저 종보강재와 늑판 또는 횡격벽과의 연결부
2	선측 및 내측 종보강재와 트랜스버스 또는 횡격벽의 연결부
3	종갑판 보와 트랜스버스 또는 횡격벽과의 연결부

5. 화물창 피로해석방법

유한요소 응력해석에 의한 피로해석 절차는 매우 상세한 분할모델로부터 구조적 불연속을 고려하여 상세부의 용접 토우에서의 집중응력을 계산하는 방법이다. 집중응력은 일반적으로 구조를 나타내기 위하여 사용된 유한요소모델에 크게 좌우된다.

(1) 피로설계 하중

(가) 선체굽힘하중

(a) 수직 정수중굽힘모멘트

고려되는 각 적재 상태에서의 값을 사용하여야 한다.

(b) 수직 파랑굽힘모멘트

4항 (1)호 (가) (a)에 따른다.

(나) 국부 파랑하중

선측에 작용하는 파랑 압력은 정수압과 변동 파랑압력으로 나눌 수 있으며, 모델에 적용할 때에는 다음의 식에 의한다.

파정일 때 : $p_e = p_{es} + p_{ed}$ $(\mathrm{kN/m^2})$

파저일 때 : $p_e = p_{es} - p_{ed}$ $(\mathrm{kN/m^2})$ 다만, p_e 는 0보다 커야 한다.

$$p_{es} = \rho g h$$
$$p_{ed} = p_T$$

ρ : 해수의 비중량으로 1.025로 한다.

h, p_T : 4항 (1)호 (나) 참조

(다) 국부 내부하중

해석 모델에 적용되는 내부 하중은 광석 등의 입상 화물에 의한 하중과 평형수 등의 액체에 의한 하중으로 나눌 수 있다. 화물창이나 평형수 탱크의 경계면에 작용하는 하중은 다음의 식과 같이 적용한다. 이 때, 선박의 운동에 의한 가속도는 4항 (1)호 (다) (b)에 따른다.

$p_i = p_{is} + p_{id}$ 다만, p_i 는 0보다 커야 한다.

(a) 평형수 및 유체 화물에 의한 하중

(i) 액체화물 또는 평형수에 의해 선체 내부에 작용하는 정하중(p_{is})은 다음 식에 따른다.

$$p_{is} = 9.81\rho_c h_{top} \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ_c : 액체의 질량밀도($\mathrm{ton/m^3}$)로서, 해수의 경우 1.025로 한다.

h_{top} : 탱크 정판상으로부터 고려하는 위치까지의 높이 (m)

(ii) 액체화물 또는 평형수에 의해 선체 내부에 작용하는 동하중(p_{id})은 다음 식 중 큰 값으로 한다.

$$p_{id} = f\rho_c C_v a_v h_s \quad (\mathrm{kN/m^2})$$
$$p_{id} = f\rho_c C_t a_t |y_s| \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

$f, \rho_c, a_v, h_s, a_t, y_s$: 4항 (1)호 (다) (a)에 따른다.

C_v, C_t : **표 5** 및 **표 6** 참조

(b) 광석 등 입상 화물에 의한 하중

(i) 화물의 적재 높이 및 형상은 4항 (1)호 (다) (a) (ii)에 따른다.

(ii) 화물창 내벽에 작용하는 화물의 정하중(p_{is})은 다음식에 의한다.

$$p_{is} = 9.81\gamma h k \quad (kN/m^2)$$

γ : 화물의 밀도 ($\mathrm{ton/m^3}$)

h : 고려하는 패널로부터 직상부 화물 표면까지의 수직 높이 (m)

k : $\cos^2\beta + (1-\sin\psi)\sin^2\beta$

β : 수평면과 고려하는 패널 사이의 각도 (deg)

ψ : 산적화물(수분이 제거된)의 추정 안식각(deg) 보다 정확한 평가가 없는 경우, 다음의 값으로 할 수 있다.

ψ = 30°, 일반화물인 경우

ψ = 35°, 철광석인 경우

ψ = 25°, 시멘트인 경우

(iii) 화물의 동하중(p_{id})은 다음식에 따른다.

$$p_{id} = f\gamma C_v a_v h k^2 \quad (kN/m^2)$$

f, C_v, a_v : (a) (ii)에 따른다.

γ, h, k : (ii)에 따른다.

(2) 집중응력 계산

(가) 구조 모델링

해석 모델은 화물창 구조해석 모델을 사용하며, 평가할 부분은 반드시 화물창 평가 범위 내에 위치하여야 한다. 구조 모델에 대한 요건은 **부록 3-2 III.1.(3)**에 따른다.

(나) 경계조건

해석모델에 부여하는 경계조건은 모델 범위에 따라서 **표 4**에 따른다.

표 4 중앙부 화물창 모델에 대한 경계조건

위치		변위			회전변위		
		δ_X	δ_Y	δ_Z	θ_X	θ_Y	θ_Z
후단	독립점	0	1	1	0	0	0
	횡단면	0	강체 연결	강체 연결	강체 연결	0	0
	중심선 및 내저판의 교점	1	0	0	0	0	0
전단	독립점	0	1	1	1	0	0
	횡단면	0	강체 연결	강체 연결	강체 연결	0	0
(비고) 1 : 구속 0 : 자유							

(다) 하중

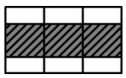
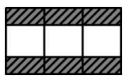
(a) 적용하중

고려하는 하중은 선체굽힘하중, 국부파랑하중 및 국부내부하중으로 (1)호에 따른다.

(b) 하중조건

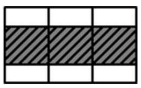
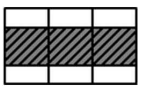
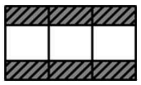
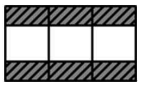
표 5 및 **표 6**과 같은 하중 조건에 대하여 구조해석을 수행하여야 한다.

표 5 유조선 및 액화가스운반선(멤브레인 형식)의 피로 강도 평가를 위한 하중 조건

번호	하중상태	적하경향	외부하중		선체굽힘하중		C_t or C_v
			정수압	파랑변동하중	정수중[2] 굽힘모멘트	파랑[3] 굽힘모멘트	
F-1	만재적하상태		d_s [1]	파저	M_s	$M_w(-)$	1
F-2				파고		$M_w(+)$	-1
B-1	평형수적재상태 (Normal)		평형수흘수[4]	파저		$M_w(-)$	1
B-2			평형수흘수[4]	파고		$M_w(+)$	-1

(비고)
[1] d_s : 강도계산용 흘수
[2] M_s : 정수중 종굽힘모멘트는 적하지침서에 명시된 값을 취한다.
[3] M_w : 파랑 굽힘모멘트는 4항 (1)호 (가) (a)에 따른다.
[4] 평형수흘수는 적하지침서에 명시된 값을 취한다.

표 6 광석운반선의 피로 강도 평가를 위한 하중 조건

번호	하중상태	입상화물 밀도	적하경향	외부하중		굽힘 모멘트		C_t or C_v
				정수압	파랑변동 하중	정수중[2] 굽힘모멘트	파랑[3] 굽힘모멘트	
F1-1	만재 적하상태	고비중		d_s	파저	M_s	$M_w(-)$	1
F1-2					파고		$M_w(+)$	-1
F2-1		저비중			파저		$M_w(-)$	1
F2-2					파고		$M_w(+)$	-1
B1-1	평형수 적재상태 (Normal)	-		평형수흘수[4]	파저		$M_w(-)$	1
B1-2		-		평형수흘수[4]	파고		$M_w(+)$	-1
B2-1	황천평형수 적재상태 (Heavy)	-		평형수흘수[4]	파저		$M_w(-)$	1
B2-2		-		평형수흘수[4]	파고		$M_w(+)$	-1

(비고)
[1] d_s : 강도계산용 흘수
[2] M_s : 정수중 종굽힘모멘트는 적하지침서에 명시된 값을 취한다.
[3] M_w : 파랑 굽힘모멘트는 4항 (1)호 (가) (a)에 따른다.
[4] 평형수흘수는 적하지침서에 명시된 값을 취한다.

(라) 유한요소해석

구조부재는 4절점 판 요소로 모델링하며 응력집중부에서는 판 두께 t 정도의 사각형 요소($t \times t$)를 사용한다. 용접비드는 유한요소 모델에 포함시키지 않으며 표면응력(surface stress) 분포를 구하기 위하여 강성이 거의 없는 가상의 보(fictitious beam)를 오프셋(offset)을 고려하여 부착하고 구조해석을 수행하여 응력을 평가하거나 판 요소로부터 응력을 평가한다. 이 경우 부식 추가를 포함한 치수(as-built scantling)를 사용하고 전단강성을 고려하여야 한다. 집중응력 계산은 (a) 또는 **규칙 13편 1부 9장 5절 [3]** 및 **[4]** 에 따른다.

(a) 집중응력 계산

집중응력은 유한요소해석을 통하여 구한 표면응력 분포를 이용하여 계산한다. **그림 5**는 용접구조에서 연결부재 및 연결방법에 따라 집중응력을 구하는 방법을 나타낸다. 각각의 유한요소 모델에서 용접 각장을 고려하고 노치영향을 배제하기 위하여 용접 토우에서 $0.5t$와 $1.5t$ 떨어진 위치의 응력을 사용하여 다음 식과 같이 선형외삽법으로 집중응력을 계산한다.

$$\sigma_{hot} = \frac{3\sigma(0.5t) - \sigma(1.5t)}{2}$$

$\sigma(X)$: 용접 토우로 부터 X만큼 떨어진 지점의 응력으로 다음과 같이 Lagrange 보간법을 이용하여 계산한다.

$$\sigma(X) = c_1(X)\sigma_1 + c_2(X)\sigma_2 + c_3(X)\sigma_3 + c_4(X)\sigma_4$$

$$c_1(X) = \frac{(X-X_2)(X-X_3)(X-X_4)}{(X_1-X_2)(X_1-X_3)(X_1-X_4)}$$

$$c_2(X) = \frac{(X-X_1)(X-X_3)(X-X_4)}{(X_2-X_1)(X_2-X_3)(X_2-X_4)}$$

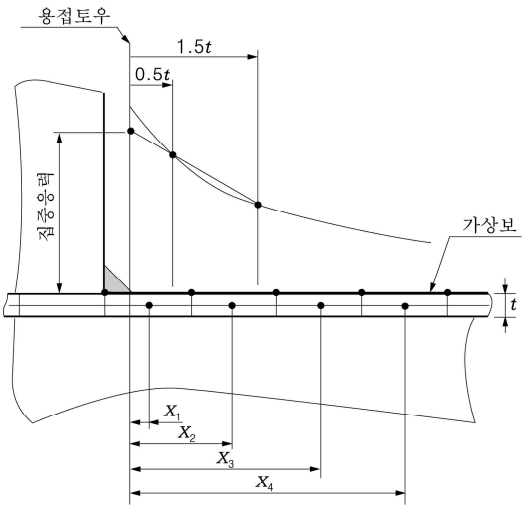
$$c_3(X) = \frac{(X-X_1)(X-X_2)(X-X_4)}{(X_3-X_1)(X_3-X_2)(X_3-X_4)}$$

$$c_4(X) = \frac{(X-X_1)(X-X_2)(X-X_3)}{(X_4-X_1)(X_4-X_2)(X_4-X_3)}$$

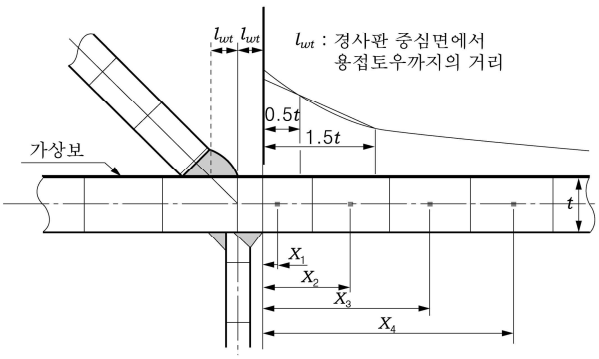
σ_1, σ_2, σ_3, σ_4 : 용접 토우로 부터 각각 X_1, X_2, X_3, X_4 만큼 떨어진 지점의 보요소 응력.

(b) 모서리응력 계산

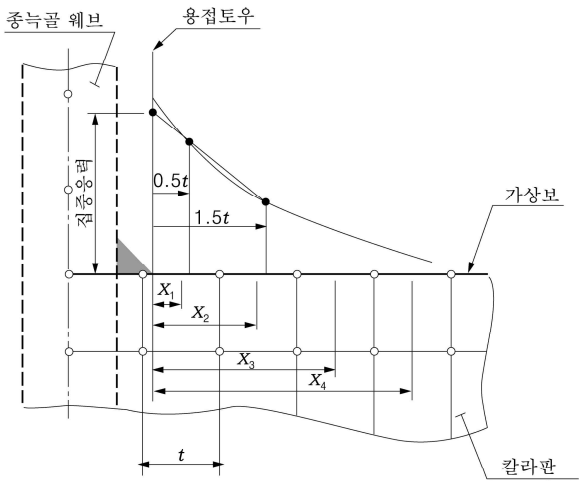
판부재는 4절점 판요소로 모델링하며 모서리부는 판두께 t 정도의 사각형요소($t \times t$)를 사용한다. 모서리응력은 모서리에 강성이 거의 없는 가상의 보를 부착하고 구조해석을 수행하여 구한 보응력을 사용한다.



(a) 종보강재와 트랜스버스 보강재의 연결



(b) 호퍼 너클부



(c) 종보강재와 러그 연결부

그림 5 집중응력 산정방법

(3) 피로손상계산

유한요소해석에 의한 피로손상계산은 4항 (5)에 따른다.

(4) 피로강도평가 대상 부재

유한요소해석에 의해서 피로강도를 평가하여야 할 대상부재는 6항 (6)에 따른다.

6. 스펙트랄 피로해석

(1) 일반

스펙트랄 피로해석을 위하여 이 지침에서는 단기 해석적방법(short-term closed-form method)을 적용한다. 파랑빈도자료(wave scatter diagram)의 각 해상상태에 대한 피로손상을 S-N 선도와 Miner-Palmgren 법칙을 적용하여 해석적으로 계산하고, 선박의 수명 동안 받는 총 피로손상은 주어진 해상상태의 발현확률을 고려하여 계산되는 피로손상의 총합으로 구한다.

(2) 파랑하중해석은 **지침 부록 3-2 II. 전선구조해석**의 5항에 따른다. *(2020)*

(3) 집중응력 계산은 5항 (2)호 (라)에 따른다.

(4) 단기 응답(short-term response)

(가) 파도는 단기 해상상태에서 정상적(stationary)이라고 가정하므로 그것의 통계적 특성치는 파 스펙트럼(wave

spectrum)으로 나타낼 수 있다. 서로 다른 해상상태에 대하여 파 스펙트럼은 다음의 "Bretschneider or 2 Parameter Pierson-Moskowitz Spectrum"에 따른다.

$$S_\eta(\omega|H_s,T_z) = \frac{H_s^2}{4\pi}\left(\frac{2\pi}{T_z}\right)^4\omega^{-5}\exp\left[-\frac{1}{\pi}\left(\frac{2\pi}{T_z}\right)^4\omega^{-4}\right]$$

ω : 파도의 주파수 $(rad/\sec)$
H_s : 유의 평균 파고
T_z : 파 주기

(나) 선박의 단기 응답 스펙트럼은 응력 전달함수(stress transfer function) $H(\omega|\theta)$를 사용하여 다음과 같이 계산한다.

$$S(\omega|H_s,T_z,\theta) = |H(\omega|\theta)|^2 S_\eta(\omega|H_s,T_z)$$

θ : 파도의 입사각
$H(\omega|\theta)$: 각각의 주파수와 입사각에 대하여 단위 진폭을 갖는 규칙파에 대한 응력응답

(다) 단기 응답 스펙트럼의 면적과 2차 모멘트는 다음 식과 같이 계산한다. *(2020)*

$$m_0 = \int_\omega \sum_{\theta_0-90^\circ}^{\theta_0+90^\circ} f_s(\theta)\, S(\omega|H_s,\, T_z,\theta)$$

$$m_2 = \int_\omega \sum_{\theta_0-90^\circ}^{\theta_0+90^\circ} f_s(\theta)\left|\omega-\frac{\omega^2 V}{g}cos\theta\right|^2 S(\omega|H_s,\, T_z,\theta)$$

$f_s(\theta)=kcos^2(\theta)$로 정의되는 퍼짐 함수(spreading function)를 사용한다. 다만, k는 다음의 값으로 한다.

$$\sum_{\theta_0-90^\circ}^{\theta_0+90^\circ} f_s(\theta)=1$$

θ_0 : 주요 파 입사각
θ : 주요 파 입사각 주위의 상대적 퍼짐(relative spreading)

(5) 단기 피로손상도(short-term fatigue damage) *(2020)*

(가) 파랑빈도자료의 유의파고 H_{si}와 파주기 T_{zj}에 해당하는 해상상태(i,j)에서 응력범위s의 분포를 확률밀도함수(probability density function) g_{ij}로 나타내면 구간 s와 $s+ds$ 사이의 응력 사이클 수는 다음 식에 따른다.

$$n_{ij} = T\, f_{ij}\, p_{ij}\, g_{ij}\, ds$$

T : 선박의 설계수명
p_{ij} : H_{si}와 T_{zj}의 발현확률
f_{ij} : 응력응답의 영점통과(zero up-crossing) 주파수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{ij} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m_{2ij}}{m_{0ij}}}$$

$m_{0ij},\ m_{2ij}$: 단기 응답 스펙트럼의 면적과 2차 모멘트로서 (2)호 (다)에 따른다.
g_{ij} : 확률밀도함수로서 다음 (나)에 따른다.

(나) 해상상태(i,j) 에 대한 단기 피로손상도 D_{ij} 는 S-N 선도를 적용하여 다음 식과 같이 계산한다.

$$D_{ij} = \frac{n_T}{K_2} r_{ij} p_{ij} \int_0^\infty s^m g_{ij} ds$$

n_T : 선박의 수명 동안 받는 총 응력 사이클 수로서 다음 식에 따른다.

$$n_T = f\,T$$

K_2, m : S-N 선도의 수명축 절편과 역 기울기로 공기 중 환경 조건에서는 표 1 (a), 부식 환경 조건에서는 표 1 (b)에 따른다.

p_{ij} : (가)에 따른다.

r_{ij} : 주파수와 평균주파수의 비로 다음 식과 같다.

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{f}$$

f : 평균 주파수로서 다음 식에 따른다.

$$f = \sum_i \sum_j p_{ij} f_{ij}$$

g_{ij} : 단기 해상상태(i,j) 에서 선체구조 응력범위 응답의 확률밀도함수로서 다음 식과 같이 표현된다.

$$g_{ij} = \frac{s}{4m_{0ij}} \exp\left(-\frac{s^2}{8m_{0ij}}\right)$$

m_{0ij}, m_{2ij} : (가)에 따른다.

여기서, Haibach 효과를 고려하기 위하여 이중(Bi-linear) S-N 선도를 사용하면 단기 피로손상도는 다음 식과 같다.

$$D_{ij} = 2^{\frac{3m}{2}} \frac{n_T}{K_2} \Gamma\left(\frac{m}{2}+1\right) \lambda_{ij}\, \mu_{ij}\, r_{ij}\, p_{ij}\, m_{0ij}^{\frac{m}{2}}$$

μ_{ij} : 다음 식과 같다.

$$\mu_{ij} = 1 - \frac{\gamma\left(\frac{m}{2}+1, t_{ij}\right) - \frac{1}{t_{ij}}\gamma\left(\frac{m+2}{2}+1, t_{ij}\right)}{\Gamma\left(\frac{m}{2}+1\right)}$$

$m, K_2, n_T, r_{ij}, p_{ij}, m_{0ij}$: (나)에 따른다.

$$t_{ij} = \frac{s_7^2}{8m_{0ij}}$$

s_7 : S-N 선도에서 $N = 10^7$ 에서의 응력범위

Γ 및 γ : 완전 감마함수와 불완전 감마함수

λ_{ij} : Rain flow 수정계수로서 다음과 같이 계산한다.

$$\lambda_{ij} = a + (1-a)(1-\epsilon_{ij})^b$$

$$a = 0.926 - 0.033m$$
$$b = 1.587m - 2.323$$
$$\epsilon_{ij} = \sqrt{1 - \frac{m_{2ij}^2}{m_{0ij}\, m_{4ij}}}$$

(6) 장기 누적 피로손상도(long-term cumulative fatigue damage) *(2020)*

(가) 모든 해상상태에 대한 발현확률과 입사각 및 하중조건을 고려하여 공기 중에서 장기 누적 피로손상도를 계산하면 다음과 같다.

$$D_{air} = 2^{\frac{3m}{2}} \frac{n_T}{K_2} \Gamma\left(\frac{m}{2}+1\right) \sum_i \sum_j \sum_k \sum_l \lambda_{ijkl}\, \mu_{ijkl}\, r_{ijkl}\, p_{ijkl}\, m_{0ijkl}^{\frac{m}{2}}$$

K_2, m : S-N 선도의 수명축 절편과 역 기울기로 **표** 1 (a)에 따른다.

p_{ijkl} : 조합 확률로서 다음과 같다.

$$p_{ijkl} = p_{ij}\, p_k\, p_l$$

p_k, p_l : 입사각과 하중조건에 대한 확률

(나) 부식을 고려한 경우 장기 누적 피로손상도는 다음 식과 같이 계산한다.

$$D_{cor} = 2^{\frac{3m}{2}} \frac{n_T}{K_2} \Gamma\left(\frac{m}{2}+1\right) \sum_i \sum_j \sum_k \sum_l \lambda_{ijkl}\, \gamma_{ijkl}\, p_{ijkl}\, m_{0ijkl}^{\frac{m}{2}}$$

K_2, m : S-N 선도의 수명축 절편과 역 기울기로 **표** 1 (b)에 따른다.

그러나 평형수 탱크 내부의 부재가 부식에 대하여 유효하게 보호되어 있는 경우에는 다음과 같이 누적 피로손상도 D를 계산한다.

$$D = 0.5\, D_{air} + 0.5\, D_{cor}$$

(7) 피로강도평가 대상부재

(가) 일반

(a) 피로강도평가 대상부재는 대상선박의 구조양식 및 구조부재의 중요도 등을 고려하여 결정한다.

(b) 대상부재의 선정은 기하학적 불연속에 의한 응력집중 때문에 피로균열이 발생할 가능성이 있는 부재 또는 균열로 인하여 구획의 수밀성에 문제가 발생할 수 있는 부위를 중점적으로 선정하여야 한다.

(나) 선종별 피로강도평가 대상부재

(a) 선종별로 피로강도를 검토 할 필요가 있는 대상부재는 다음과 같다.

(i) 유조선 : **표** 7

(ii) 산적화물선 : **표** 8

(iii) 컨테이너선 : **표** 9

(iv) 광석운반선 : **표** 10

(v) 액화가스운반선(멤브레인 형식) : **표** 11

(vi) 자동차 운반선 : **표** 12 *(2020)*

(b) (가)에 나타낸 대상 부재에서 응력범위가 큰 부위를 선택하여 피로강도를 평가하여야 한다.

(c) (a), (b)에도 불구하고 우리 선급이 필요하다고 판단되는 위치에 대하여 추가로 피로강도평가를 요구할 수 있다.

표 7 유조선의 피로강도평가 대상부재

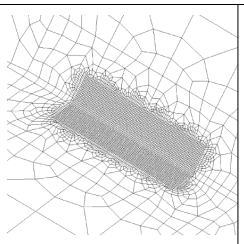
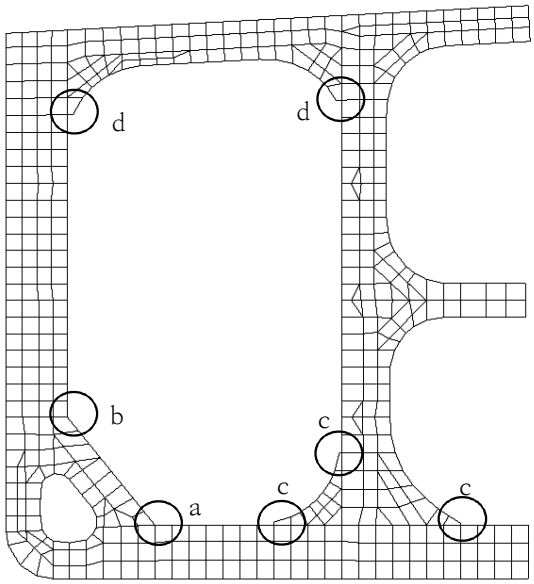
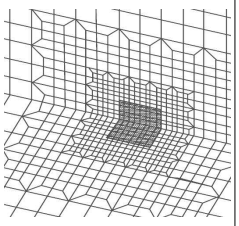
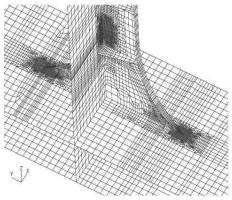
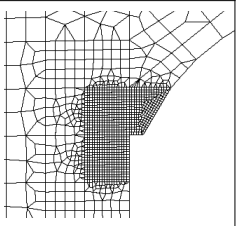
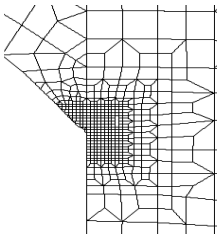
기호	대상부재	위치		
a	내저판, 경사판	이중저 늑판과 빌지호퍼 경사판의 연결부		
b	선측종 격벽판, 경사판	선측종격벽과 빌지호퍼 경사판의 연결부		
c	내저판, 종통격벽	이중저 늑판과 종통격벽의 횡거더의 연결부		
d	선측종 격벽판, 종격벽판	갑판 횡거더와 선측종격벽의 연결부		
		갑판 횡거더와 종통격벽의 연결부		

표 7 유조선의 피로강도평가 대상부재 (계속)

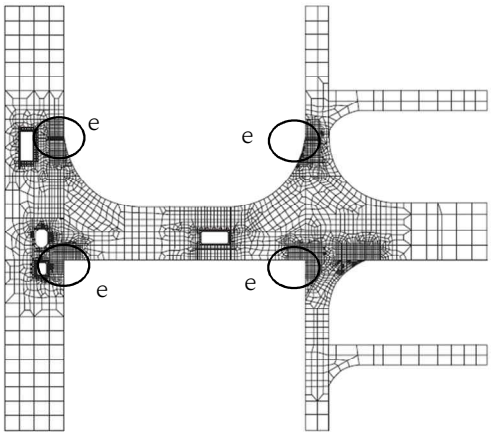
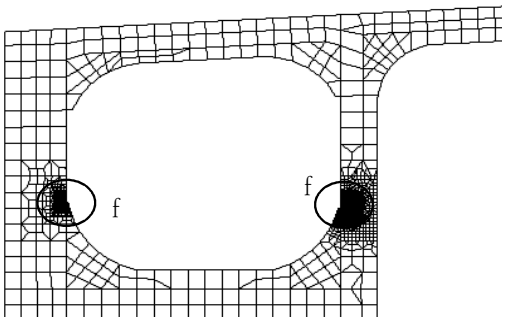
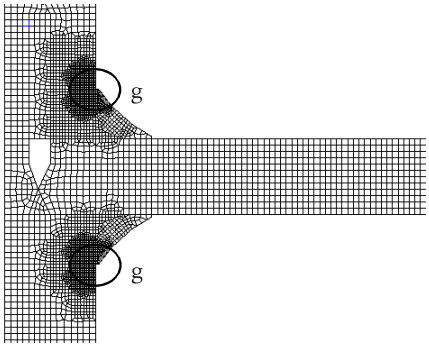
기호	대상부재	위치	
e	선측종격벽판, 종통격벽판	수평거더와 선측종격벽의 연결부	
		수평거더와 종통격벽의 연결부	
f	선측종격벽판, 종통격벽판	제수격벽과 선측종격벽의 연결부	
		제수격벽과 종통격벽의 연결부	
g	선측종격벽판	크로스 타이와 선측종격벽의 연결부	

표 8 산적화물선의 피로강도평가 대상부재

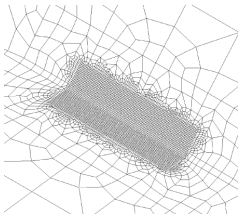
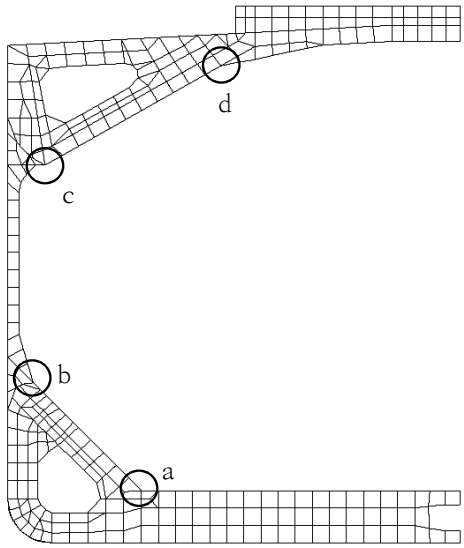
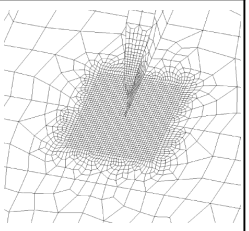
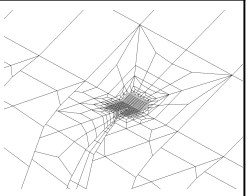
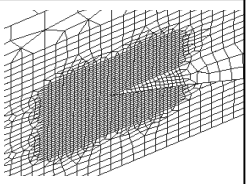
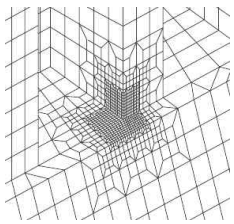
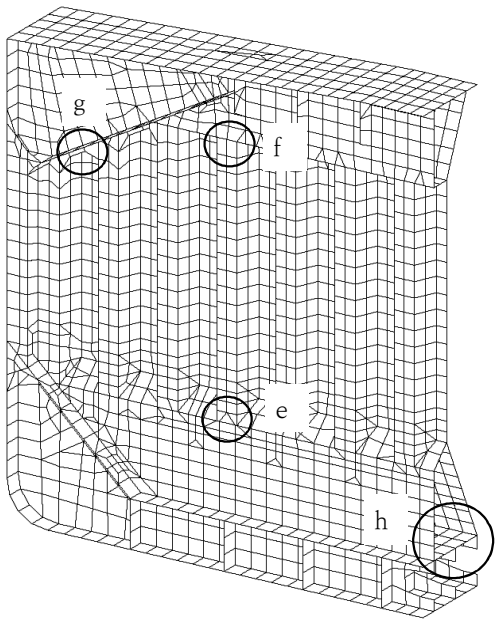
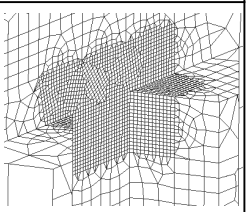
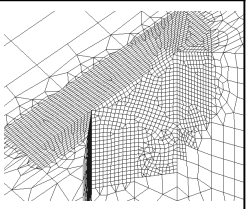
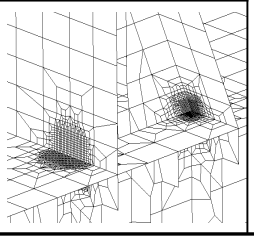
번호	대상부재	위치		
a	내저판, 빌지호퍼 탱크의 경사판	빌지호퍼 탱크의 경사판과 늑판, 거더 및 내저판의 연결부		
b	빌지호퍼 탱크의 경사판	선창내 늑골 하단부와 빌지호퍼탱크 경사판의 연결부		
c	톱 사이드 탱크의 경사판	선창내 늑골 상단부와 톱 사이드 탱크 경사판의 연결부		
d		해치코밍 단부와 톱 사이드 탱크 경사판의 연결부		
e	횡격벽	하부스툴의 경사판과 횡격벽의 연결부		
f		상부스툴의 경사판과 횡격벽 상부의 연결부		
g		톱사이드 탱크의 경사판과 횡격벽 상부의 연결부		
h	내저판, 하부스툴의 경사판	하부스툴의 경사판과 늑판, 거더 및 내저판의 연결부		

표 9 컨테이너선의 피로강도평가 대상부재 *(2020)*

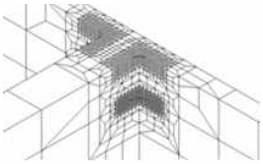
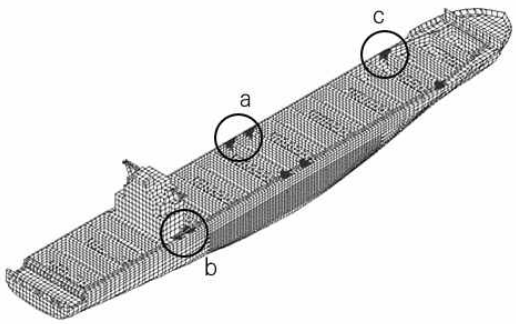
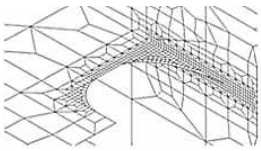
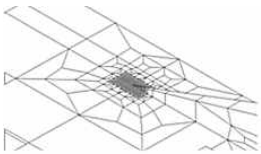
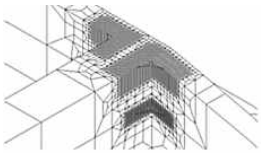
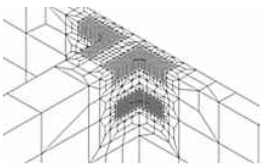
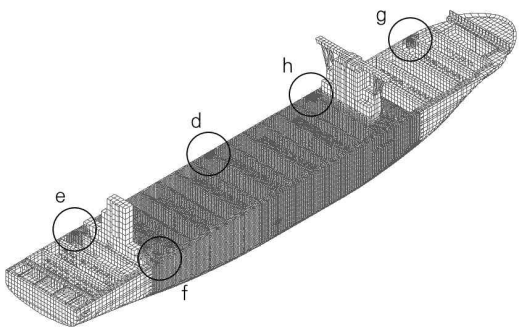
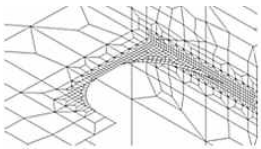
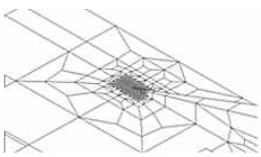
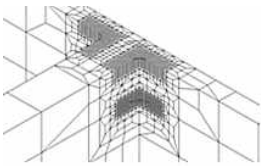
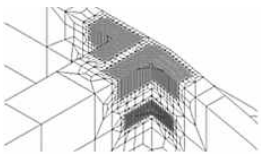
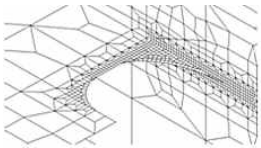
번호	대상부재	위치		
a	창구	선체 중앙부의 대표적인 창구 코밍 및 창구 코너 부		
b		기관실 전단격벽 전방에 위치한 창구 코밍 및 창구 코너 부	 	
c		선수격벽 후방에 인접한 창구 코밍 및 창구 코너 부		
d	창구	선체 중앙부의 대표적인 창구 코밍 및 창구 코너 부		
e		기관실 전단격벽 후방에 위치한 창구 코밍 및 창구 코너 부	 	
f		기관실 전단격벽 전방에 위치한 첫 번째 격벽의 창구 코밍		
g		선수격벽 후방에 인접한 창구 코밍 및 창구 코너 부		
h		거주구 앞뒤 창구 코밍 및 창구 코너 부		

표 10 광석운반선의 피로강도평가 대상부재

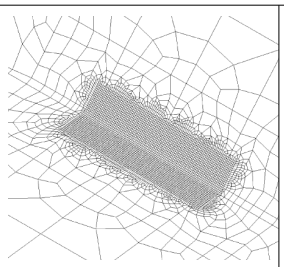
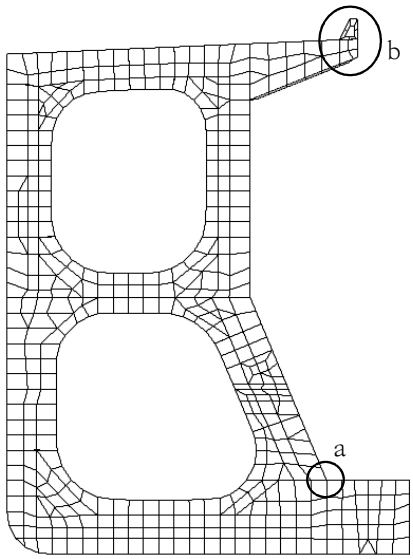
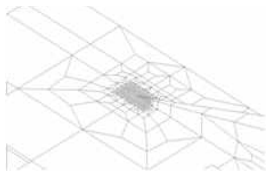
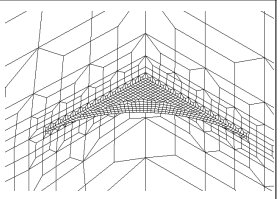
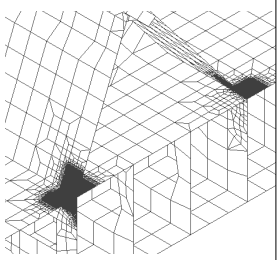
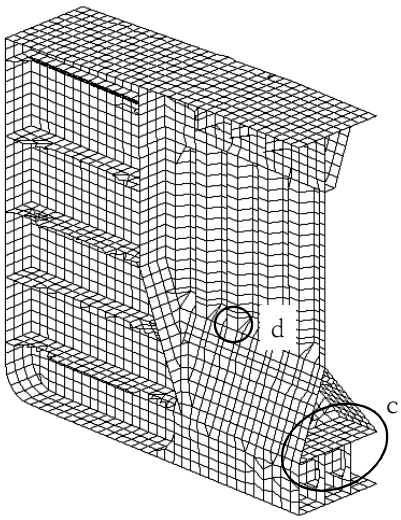
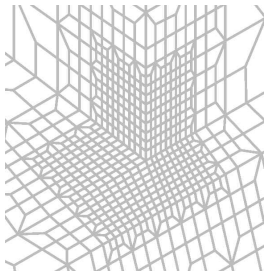
번호	대상부재	위치		
a	내저판, 경사판	이중저 늑판과 빌지호퍼 경사판의 연결부		
b	창구	종방향 창구 코밍 브라켓 끝단부		
		창구 코너부		
c	내저판, 하부스툴의 경사판	하부스툴의 경사판과 늑판, 거더 및 내저판의 연결부		
d	횡격벽	하부스툴의 경사판과 횡격벽의 연결부		

표 11 액화가스운반선(멤브레인 형식)의 피로강도평가 대상부재

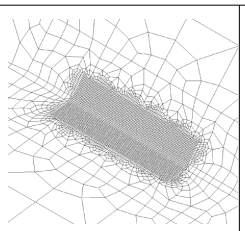
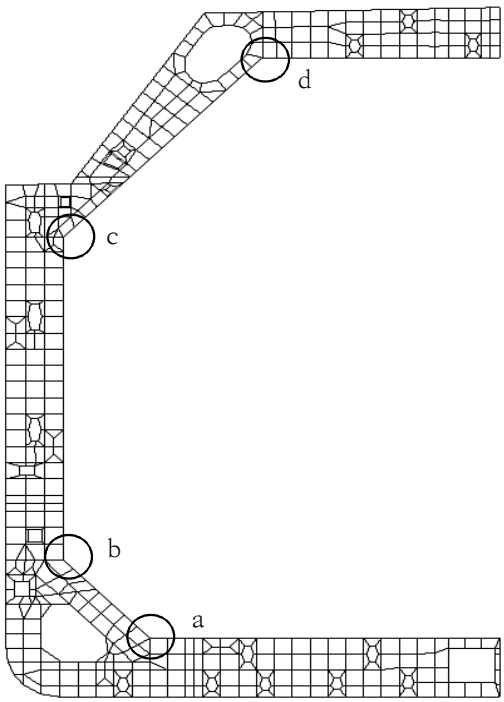
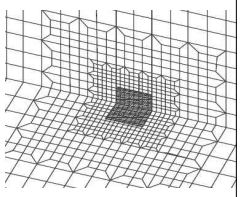
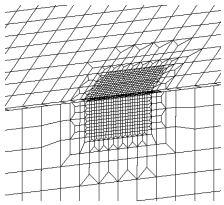
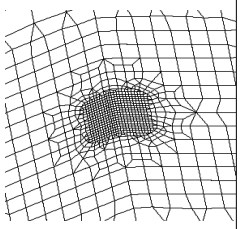
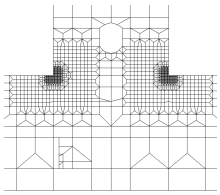
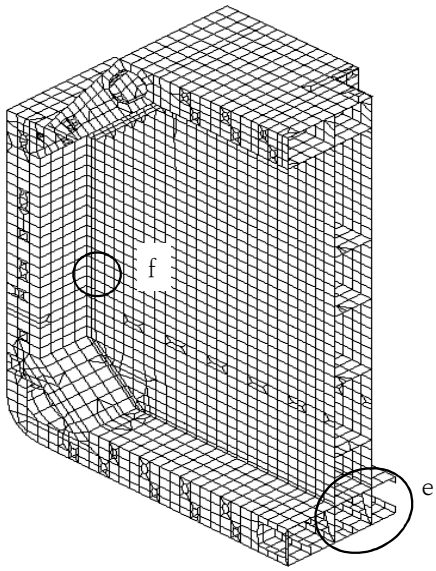
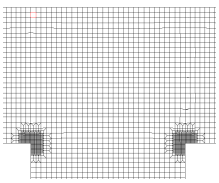
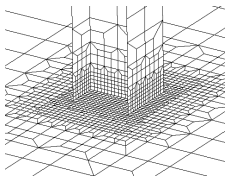
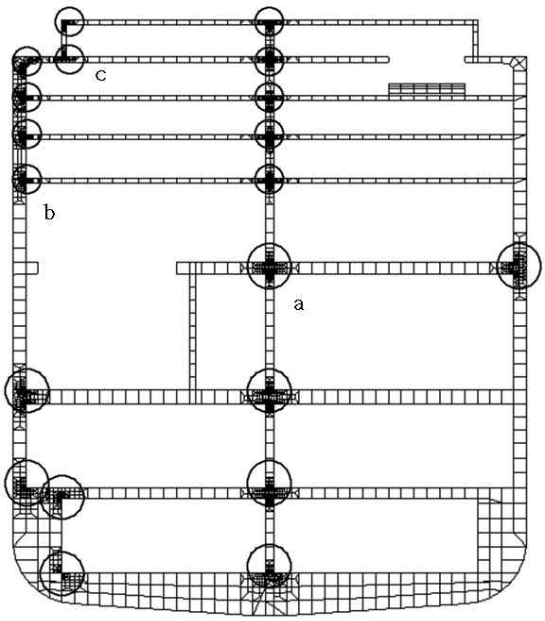
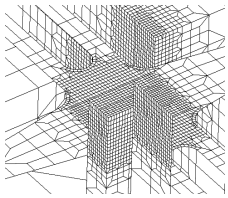
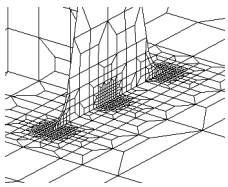
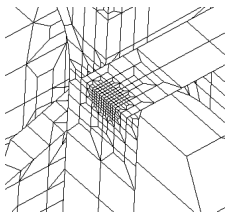
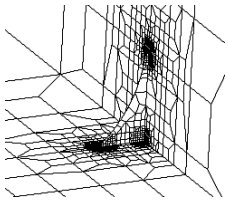
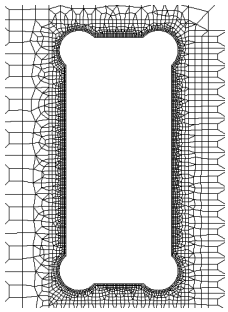
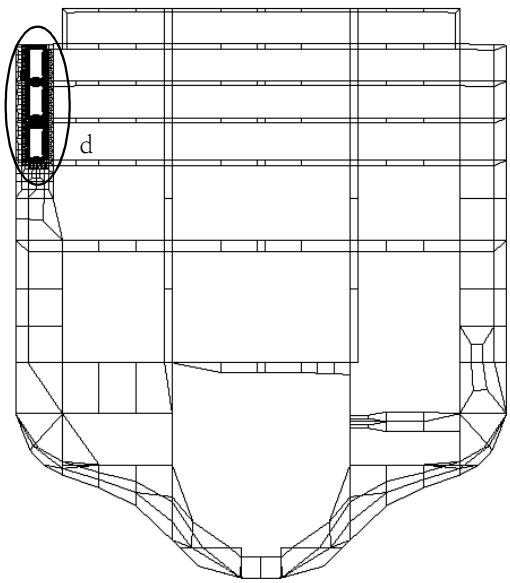
기호	대상부재	위치		
a	내저판, 경사판	이중저 늑판과 빌지호퍼 경사판의 연결부		
b	선측종격벽판, 경사판	선측종격벽과 빌지호퍼 경사판의 연결부		
c	선측종격벽판, 내측 트렁크 경사판	선측종격벽과 내측 트렁크 경사판의 연결부		
d	내측 트렁크 경사관, 내측 트렁크 갑판	내측 트렁크 경사관과 내측트렁크 갑판의 연결부		
e	내저판, 횡격벽	횡격벽과 늑판, 거더 및 내저판의 연결부		
f	스트링거	선측스트링거 및 횡격벽 스트링거의 연결부		

표 12 자동차운반선의 피로강도평가 대상부재 *(2020)*

기호	대상부재	위치		
a	기둥, 갑판	갑판과 기둥의 연결부 (상부)		
		갑판과 기둥의 연결부 (하부)		
b	선측 트랜스버스, 갑판	선측 트랜스버스와 갑판의 연결부 (상부)		
		선측 트랜스버스와 갑판의 연결부 (하부)		
c	브래킷, 갑판	선루와 갑판의 연결부		
d	개구부	엔진룸의 개구부		

7. 전달함수법

(1) 일반

스펙트랄 피로해석은 응력전달함수를 구하기 위하여 입사각과 주파수별로 많은 구조해석을 수행하여야 한다. 그러나 전달함수법에서는 선체에 작용하는 하중을 몇 개의 주요성분으로 구분하여 하중전달함수를 구하고 여기에 단위하중성분에 대한 응력을 나타내는 응력영향계수를 곱하여 응력전달함수를 구함으로써 구조해석 수를 줄인다. 또한 전달함수법은 수선 근처에서 파랑압력범위의 비선형성을 고려할 수 있다.

(2) 응력전달함수

응력전달함수는 단위하중에 대한 응력영향계수에 하중전달함수를 곱하여 구하게 되며, 다음 식과 같이 각 성분별 응력전달함수의 선형조합으로 계산한다.

$$H(\omega,\theta)=2\left[\sum_{i=1}^{3}A_iF_i(\omega,\theta)+\alpha\sum_{i=1}^{n_{st}}\sum_{ji=1}^{6}B_{ij}P_{ij}(\omega,\theta)+\sum_{i=1}^{n_{st}}\sum_{ji=1}^{2}C_{ij}W_{ij}(\omega,\theta)\right]$$

(가) 선체거더 하중

A_i : 단위 선체거더 하중에 의한 응력을 나타낸다.

A_1 : 단위 수직 굽힘모멘트에 의한 응력

A_2 : 단위 수평 굽힘모멘트에 의한 응력

A_3 : 단위 비틀림 모멘트에 의한 응력

$F_i(\omega,\theta)$: 선체거더 하중에 대한 전달함수를 나타낸다.

$F_1(\omega,\theta)$: 수직 굽힘모멘트에 대한 전달함수

$F_2(\omega,\theta)$: 수평 굽힘모멘트에 대한 전달함수

$F_3(\omega,\theta)$: 비틀림 모멘트에 대한 전달함수

(나) 파랑 압력

$P_{ij}(\omega,\theta)$: 선박의 i 번째 스테이션에서 5차 파워(power) 함수의 계수 P_j에 대한 전달함수로서 다음 식으로부터 구한다.

$$P(b)\cong\sum_{j=1}^{6}P_j\,bj^{j-1}$$

$P(b)$: 거스방향(Girth-wise) 좌표에 따른 파랑압력 분포

b : 거스방향(Girth-wise) 좌표로서 용골은 $b=0$이다.

P_j : 선체운동해석을 통해 구한 i 번째 스테이션의 파랑압력분포로부터 회귀해석으로 구한 파워 함수의 계수

B_{ij} : 선박의 i 번째 스테이션에서 j 차 단위 압력분포에 의한 응력이며, j 차 단위 압력분포는 다음에 따른다.

$j=1$: 균일 분포 압력(1)

$j=2$: 선형 분포 압력(b)

$j=3$: 2차 분포 압력(b^2)

$j=4$: 3차 분포 압력(b^3)

$j=5$: 4차 분포 압력(b^4)

$j=6$: 5차 분포 압력(b^5)

(다) 화물 하중

C_{ij} : 선박의 i 번째 스테이션에서 단위 관성력에 의한 응력을 나타낸다.

C_{i1} : i 번째 스테이션에서 단위 수직 관성력에 의한 응력

C_{i2} : i 번째 스테이션에서 단위 수평 관성력에 의한 응력

$W_{ij}(\omega,\theta)$: 선박의 i 번째 스테이션에서 화물중량의 관성력에 의한 전달함수
$W_{i1}(\omega,\theta)$: i 번째 스테이션에서 수직 관성력에 대한 전달함수
$W_{i2}(\omega,\theta)$: i 번째 스테이션에서 수평 관성력에 대한 전달함수

(라) 수선근처에서 파랑압력범위의 비선형성을 고려하기 위하여 다음과 같이 경감계수 α 를 도입한다.

수선상부 : $\alpha = 0.5\left(1-\dfrac{h}{a_w}\right)$
수선 : $\alpha = 0.5$
a_w 하부 : $\alpha = 1.0$
수선과 a_w 사이는 보간법에 따라 계산하며 h 및 a_w 는 4항 (1) (나) (a)에 따른다.

(3) (2)호에서 구한 응력전달함수를 이용하여 6항 (3)호에 따라 선박의 단기응답 스펙트럼을 계산하고, 단기 피로손상도 및 장기 누적 피로손상도는 6항 (4)호 및 (5)호를 적용한다. 이 항에서 특별히 명시하지 않는 경우, 6항의 요건에 따라야 한다. ⚓

부록 3-4 선체건조감시 절차에 관한 지침

1. 일반사항

(1) 소개

(가) 선박의 일반적인 품질은 우수한 구조설계, 개선된 시공절차 및 효과적인 생애감시체제에 의하여 향상된다. 구조적인 측면에서 구조부재 또는 연결부재의 거동은 상세설계 및 시공의 양측에 대한 적절한 품질관리에 따라 좌우된다. 상세설계, 시공방법 및 품질관리의 수준은 구조의 피로거동에 큰 영향을 미친다. 이것은 특히 구조적으로 취약한 부위에서 분명히 나타난다.

(나) 정렬불량, 부적절한 모서리 가공, 과대한 간격, 용접절차 및 용접품질은 연결부위의 피로특성을 변화시킨다. 설계단계에서 피로거동에 영향을 주는 요소들에 대한 적절한 관리를 하고 취약한 부위에 대한 강화된 감시절차를 수행하는 것은 높은 수준의 작업 기량을 얻고 다음단계의 건조과정에서 불필요한 수정작업을 피하게 한다.

(다) 선체건조감시절차에 “구조강도평가” 및 “피로강도평가”를 연결시킴으로써 선박의 생애에 걸쳐 원활한 품질관리를 할 수 있다.

(라) 선체건조감시절차는 선체구조의 취약한 부위에 대한 설계, 건조 및 감시에 대한 기본요소로 구성된다. 선체건조감시절차의 적용은 구조적으로 취약한 부위에서 선체 건조 시 선주 및 선급의 만족을 향상시킬 뿐만 아니라 조선소의 품질관리 절차를 향상시킨다.

(2) 목적

(가) 선체건조감시절차의 주목적은 구조적으로 취약한 선체구조부위가 허용품질기준 및 승인된 선체건조절차에 따라 건조됨을 확인 하는데 있다.

(나) 선체건조감시절차는 정기검사와 동시에 건조되는 선박에 적용하는 규정에 추가하여 적용하며, 요구되는 구조적 거동을 확보하기 위하여 관련되는 선체구조의 취약한 부위에 대한 정렬, 조립, 모서리가공 및 작업기량의 강화된 품질관리를 적용하는 것을 기본으로 한다.

(다) 부가적인 목적은 선체건조감시계획서를 사용하여 선박의 운항생애 동안 시행되는 모든 선급검사 시 취약부위에 주의를 기울일 수 있도록 하는 데 있다.

(3) 절차의 개요

(가) 건조를 하기 전 개최하는 회의 시에 선체건조감시절차의 상세절차에 대하여 조선소 및 선주에게의 권고 및 설명을 포함하여야 한다.

(나) 도면개발 및 승인의 단계에서 선체건조감시절차는 구조평가 및 피로평가의 결과를 근거로 하여 높은 응력 또는 피로손상을 받을 수 있는 선체구조의 지역 및 부위를 정한다. 취약지역은 구조해석 및 운항경험에 대한 자료에 따라 주위의 구조보다 높은 결함발생 가능성이 있는 선체구조의 지역을 말한다. 취약부위는 피로하기 쉽고 따라서 필요시 상세설계를 개선해야 하는 취약지역 내의 취약지점을 말한다. 피로평가에서 강화된 피로강도가 요구되는 종강도 구조부위에 대하여는 특별한 주의를 기울여야 한다.

(다) 강도 및 피로거동의 만족도를 높이기 위하여, 선체건조감시기준에 따라 선체건조감시부호를 받고자 하는 각 선박에 대하여 선급과 조선소 사이에 상세한 건조허용치가 협의되어야 한다. 조선소는 요구되는 건조허용치와 취약부위선정 및 적용되어야 하는 품질관리와 품질보증에 대한 개요를 나타내는 선체건조감시계획서를 준비하여야 한다. 완성된 선체건조감시계획서는 선급으로부터 검토 및 승인되어야 한다.

(라) 조선소의 품질담당자는 승인된 조선소절차 및 선급의 규정에 따라 선박의 건조 중에 발생하는 검사 및 결과의 기록에 대한 책임이 있다. 선급검사원은 정렬, 조립, 작업기량 및 건조허용치가 선체건조감시계획서에 명시된 협의 기준에 따르는지를 확인하기 위한 검사를 시행한다. 승인된 건조허용치를 초과하는 경우 선체건조감시계획서를 만족시키기 위한 수정작업을 하여야 한다.

(마) 선체건조감시요건을 만족하게 완결한 경우, 선급은 선체건조감시 부기부호 "SeaTrust (HCM)"을 부여한다. 선박의 완성시점에 선급검사원은 승인된 선체건조감시계획서의 사본을 본부에 송부한다.

(바) 선박의 선체건조감시계획서는 일생동안 본선에 비치되어 구조의 보전성 및 거동을 감시하고 정기적 검사에서 취약부위에 집중할 수 있도록 사용한다.

(사) 선체건조감시절차는 **표 1** 및 **그림 1**에서와 같이 순차적으로 적용하여야 하는 세 가지 단계로 구분된다.

표 1 선체건조감시절차의 단계

건조감시 I 단계	도면승인	취약부위 선정을 위한 분석
건조감시 II 단계	제조중검사	건조기준에 만족하도록 보증하는 검사
건조감시 III 단계	선체건조감시절차의 평생적용	선체건조감시절차를 사용하여 구조보전성에 대한 감시

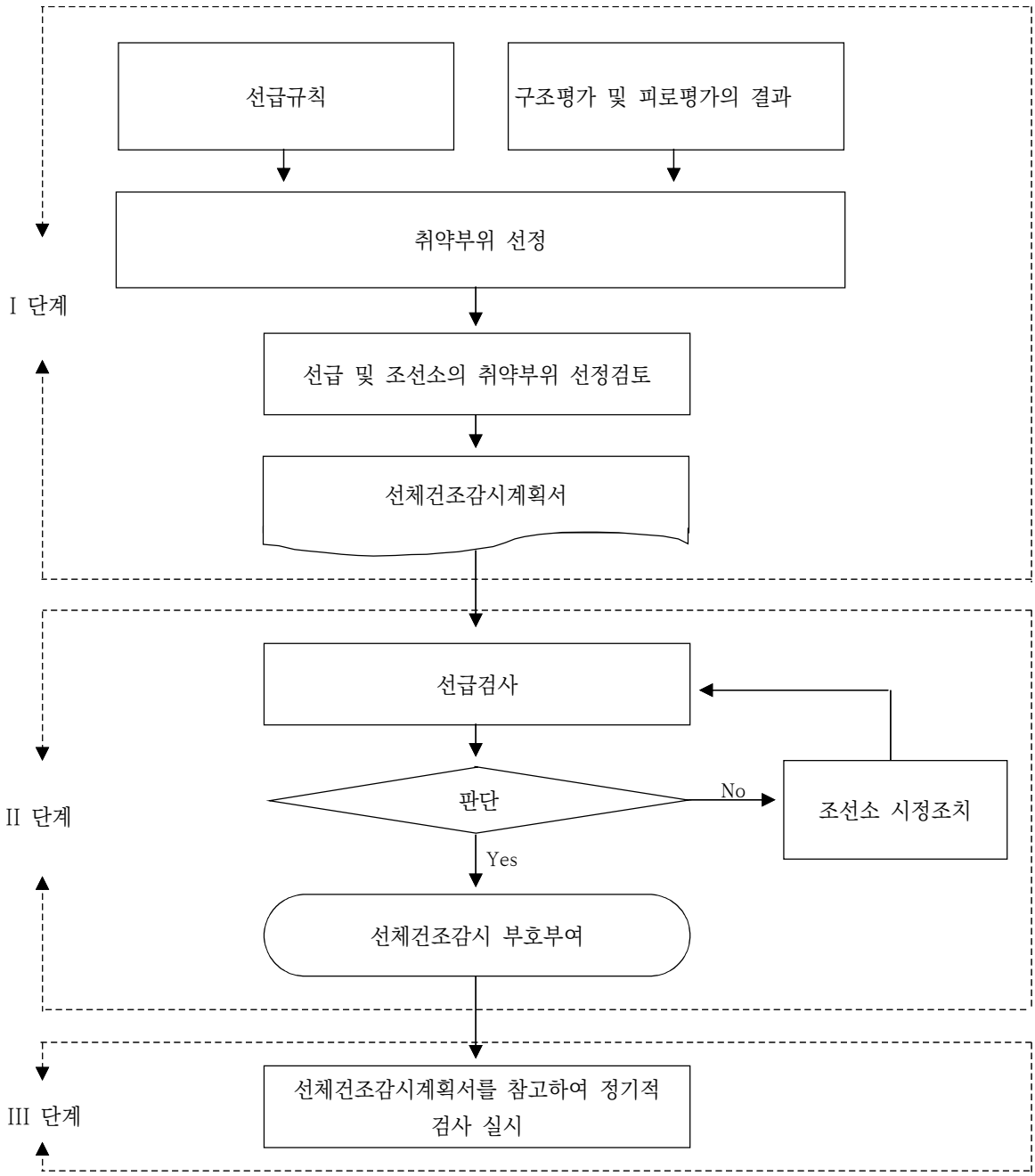


그림 1 선체건조감시절차

(4) 적용범위

(가) 본 규정은 신청자의 신청에 따라 적용한다.

(나) (가)의 규정에도 불구하고 **산적화물선 및 유조선 공통구조규칙**(규칙 13편)에 따라 건조되는 선박에는 이를 적용한다.

(다) 이 절차는 구조평가 및 피로평가를 위한 절차의 적용에 따라 취약부위로 선정된 구조지역에 대하여 적용한다.

(라) 이 절차는 정기검사와 동시에 건조되는 선박에 적용되는 선급규정과 함께 적용한다.

(마) 선박의 구조에 대하여 필요시 시행되는 모든 일련의 수정 및 수리는 이 절차에 따라야 한다.

(5) 선급 부기부호

이 절차의 만족스런 적용완료 시점에서 선체 선급부호에 추가하여 선체건조감시 부기부호 "SeaTrust (HCM)"를 부여받을 자격이 주어진다.

2. 선체건조감시기준

(1) 선체건조감시기준

(가) 선체건조감시기준은 선체건조감시부호에 따른 규정에 적합하기 위하여 취약부위에 대하여 만족되어야 하는 건조감시허용치를 정한다. 선체건조감시기준은 다음 사항에 적용한다.

· 정렬
· 조립
· 수정조치

(나) 취약부위를 선정하는 경우 구조평가 또는 피로평가에서 식별되고 조립장 또는 건조도크와 같이 환경관리가 어려운 곳에서 조립되는 단위연결부 및 취약연결부와 같은 취약부위에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

(다) 모든 경우에 있어서 이 기준에 표시되지 아니한 건조기준 및 허용공차는 최소한 승인된 조선소, 국내 또는 국제 조선건조기준과 동등하여야 한다.

(라) 취약구조부재의 정렬, 조립 및 수정에 대한 품질기준은 **표 2** 내지 **표 5**에 따른다.

(2) 선체건조감시기준 개요

(가) 선체건조감시기준은 조선소에서 채택하고 선급이 인정한 조선건조기준을 전체적으로 대체하는 것은 아니다. 이는 선박일생에 걸쳐 높은 수준의 구조거동을 향상시키기 위한 검사절차에 의하여 지원되는 부가기준이다.

(나) 식별된 취약지역에 대한 구조상세의 제작은 다음에 따라서 시행되어야 한다.

· 선급규칙
· 승인된 선체건조감시계획서에 포함된 건조허용치
· Inspection Standard for Shipbuilding Supervision (한국선급)
· Shipbuilding & Repair Quality Standard (IACS)
· 비파괴검사기준

(3) 구조부재정렬

(가) 잘못된 조립 및 정렬의 수정을 위한 보수방안을 시종일관하게 적용하는 것은 건조절차에 문제가 존재하고 있음을 알려주는 것이다.

(나) 탑재장에 들어가는 블록에 대한 용접불량은 탑재단계에 막대한 영향을 미칠 것이다. 만약 적절한 치수관리가 이행되지 않는다면 끝단부의 절단이 필요할 수도 있다. 이는 주위블록과의 정렬불량을 증가시키는 원인이 된다.

(다) 용접연결구조의 취약한 형식은 이중선체유조선의 슬로핑호퍼판(sloping hopper plate), 내저판(inner bottom plating) 및 선측 종거더(outer longitudinal girder)의 연결부와 같은 각진 십자형연결이다. 이러한 부위에서, 훌륭한 정렬을 보장하기 위하여 적절한 치수관리는 필수불가결한 것이다.

(라) 정확한 조립 및 정렬 맞추기 위한 보조수단으로 100마킹(100 mm offset lines)과 같은 적당한 방법을 적용하고 유지하여야 한다. 취약구조부재에 대하여는 판의 양측에 영구적인 방법으로 어떤 기준선을 표시하고 필요시 지그 또는 템플릿을 사용하여 실제의 정렬상태를 확인하여야 한다.

(마) 일반적으로 다음 두 가지의 정렬방법이 사용된다. 중심선원리 및 끝선원리이다. 이들 원리는 **그림 2**에 대략적으로 설명되어 있다. 다만, 가혹한 조건에서의 운항이 예상되는 선박인 경우에는 좀더 정확한 정렬상태를 유지하기 위하여 특별히 고려하여야 한다. 정렬유지에 대한 고려에 추가하여, 이 절차에서 상세되어 있는 것보다 더 엄격한 허용공차를 적용하는 것이 선호될 수 있다. 정렬상태 유지에 대한 어려움을 해소하기 위하여 취약부위 부근의 구조부재의 두께가 정확함이 확인되어야 한다.

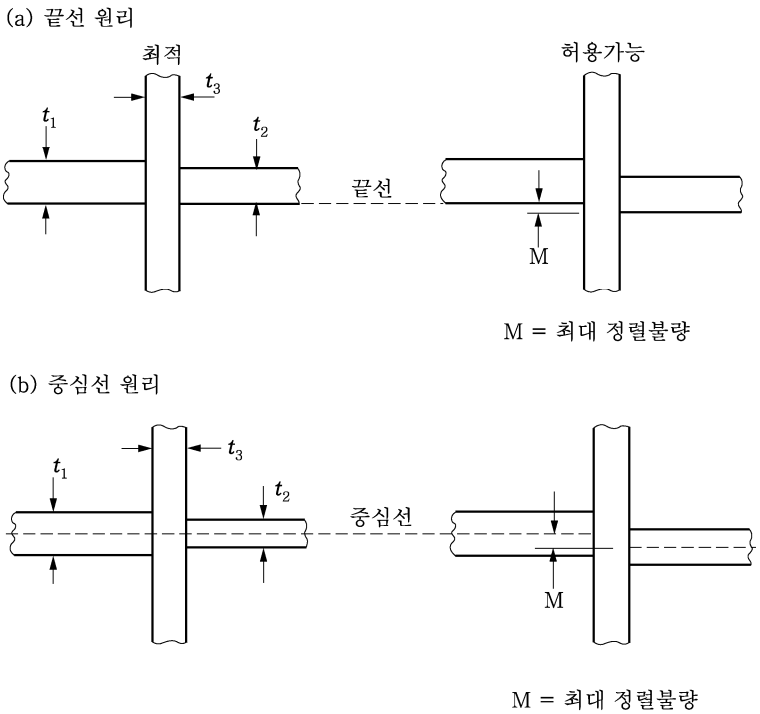


그림 2 권고할 만한 종강도부재의 정렬

(바) 기본설계기준에 추가하여, 일부 이음부는 적용경험에 의하여 높은 수준의 정렬을 요구할 수도 있다. 이러한 이음부는 선형 및 구조적 배치에 따라 달라지지만 일반적으로 다음의 이음부는 특별한 고려가 요구된다.
- 산적운반선 및 유조선의 하부호퍼너클
- 산적운반선에서 종거더 부근의 플로어에 연결된 하부스툴
- 멤브레인형 가스운반선에 있는 하부코퍼댐격벽의 십자형이음부
- 멤브레인형 가스운반선에 있는 상부호퍼너클
- 멤브레인형 가스운반선에 있는 후부화물구역의 끝단부
- 멤브레인형 가스운반선에 있는 전부화물구역의 끝단부

(사) 구조부재의 정렬을 검증 시, 중심선에서 정렬을 직접 계측하기가 불가능하기 때문에 중심선에서의 정렬의 직접 계측을 대신하여 끝선접근법을 사용한다는 것을 주목하여야 한다. 끝선접근법을 사용할 경우, 최대 중심선 허용치는 **그림 3**에 주어진 계산식을 사용한 끝선값으로 변환할 수 있다.

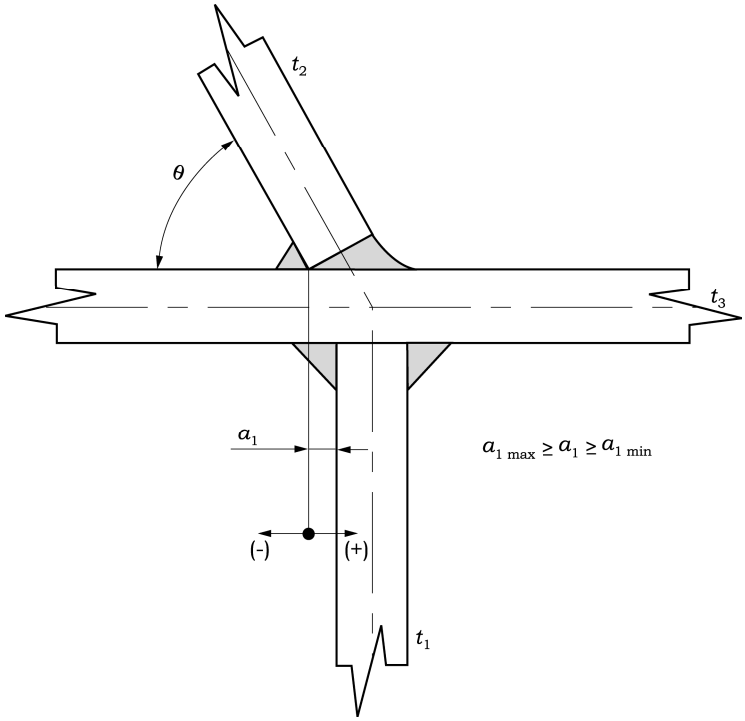
(아) 이중저 또는 내저 종늑골과 같은 2차 보강재에 의해 2개 이상의 취약한 장소가 연결된 경우 정렬을 확실히 유지할 수 있도록 세심한 주의를 하여야 한다.

(4) 건조 시 고려사항

(가) 소조립 단계에서, 취부 전에 후부표시(back marking)와 같은 방법을 사용하면 높은 정확도를 얻을 수 있다.

(나) 블록 과 선행(pre-erection) 구조물은 일반적으로 크기가 작으므로 일반적으로 품질관리를 통하여 조립공장내에서 높은 정확도를 얻을 수 있다.

(다) 취약한 연결부위가 보다 큰 탑재연결의 일부가 될 경우 구조물의 크기 및 다른 외부 요소로 인해 교차부의 정렬, 취부 및 용접품질의 관리가 더 어려워진다. 건조의 모든 단계 중에서 특히 외부에서 조립 및 탑재를 할 경우 필요에 따라 용접면의 전반 및 국부를 차폐 및 예열하여야 한다. 표면은 건조시켜야 하며 용접이음매가 급속히 냉각되지 않도록 하여야 한다.



$$a_{1max} = \frac{1}{2}\left(\frac{t_2}{\sin\theta} + \frac{t_3}{\tan\theta} - t_1\right) + M \qquad M = \frac{t_{min}}{3}(\max 5\,\mathrm{mm})$$

$$a_{1min} = \frac{1}{2}\left(\frac{t_2}{\sin\theta} + \frac{t_3}{\tan\theta} - t_1\right) - M \qquad t_{min} = \min\,[t_1, t_2, t_3]$$

a_{1max} = t_2 부재의 왼쪽으로 위치할 수 있는 최대 끝선허용치
a_{1min} = t_2 부재의 오른쪽으로 위치할 수 있는 최대 끝선허용치
θ = 수평면과 경사면의 각도
t_1 = 거더 또는 횡부재의 두께, t_2 = 경사면의 두께, t_3 = 수평판의 두께

동등한 허용치의 비교표

t_1	t_2	t_3	θ	a_{1max}	a_{1min}	중심선허용치
12	22	20	60	16.5	8.5	4
12	26	20	60	18.8	10.8	4
14	22	20	45	23.2	13.9	4.7
14	26	20	45	26.0	16.7	4.7

그림 3 동등한 끝선 허용치

(5) 품질관리 및 품질보증
(가) 건조기준은 품질계획을 포함하여 검사절차의 일부로서 승인을 받아야 한다.
(나) 취약부에 적용하는 건조기준 및 허용공차는 선급과 조선소가 서로 합의하여야 한다.
(다) 어떠한 경우에도 적용하는 허용공차 및 기준은 IACS의 “Shipbuilding and Repair Quality Standard"에 규정된 것 이상이어야 한다.
(라) 승인된 구조 및/또는 절차와 차이가 발생한 경우에는 이를 선급에 제출하여야 한다.

3. 1 단계 - 도면 개발 및 승인

(1) 목적

(가) 이 단계의 첫째 목적은 이 문서의 1항 (3)호 (나)에 정의된 취약부위를 선정하는 것이다.

(나) 두 번째 목적은 승인을 받기 위하여 선급에 제출할 선체건조감시절차를 만드는 것이다.

(2) 취약부위의 식별

(가) 선급은 운항중인 선박에 대한 경험을 통하여 피로가 발생하기 쉬운 취약부위를 결정하는데 있어서 조선소에 도움이 되는 정보를 제공할 수 있다. 특히 강조되는 것은 높은 응력이 예상되어 정확한 정렬이 취약한 구역을 정하는 것이다.

(나) 취약부위는 선체건조감시계획서의 적절한 구조도면에 포함되어 명확하게 정의 및 표시되어야 하고 승인을 위하여 제출되어야 한다.

(3) 선체건조감시계획서

(가) 선체건조감시계획서는 선박에서 취약하다고 정의된 구조의 영역에 적용한 향상된 건조품질관리를 보증하기 위하여 사용되어진 품질기준 및 절차에 대하여 조선소에 의해서 만들어진 문서이다.

(나) 선체건조감시계획서는 건조착수 전에 우리선급에 승인을 위하여 제출되어야 한다. 선체건조감시계획서는 건조공정에서의 현실성, 구조해석 및 피로해석이 반영되었는지를 확인하기 위하여 선급의 현장검사원과 도면승인검사원에 의해 검토되어야 한다. 또한 승인 후에는 현장검사원은 관련자가 선체건조감시계획서를 충분히 이해하고 적합하게 적용할 수 있도록 조치하여야 한다.

(다) 선체건조감시계획서는 조선소에 의해 제공된 품질계획서에 추가하여 적용한다.

(라) 선체건조감시계획서의 승인을 받는 대로 선급검사원과 함께 조선소는 사용된 조선소 표준에 추가하여 선체건조감시계획서에 포함된 모든 요구조건이 적합하다는 것을 확인하여야 한다.

(마) 선체건조감시계획서는 다음의 자료를 포함하여야 한다.

- 취약부위가 명확하게 표시된 적절한 구조도면
- 취약부위의 적절한 구조 허용오차의 상세
- 모든 취약부위의 허용공차가 표시된 요약표
- 사용된 정렬확인방법
- 블록건조, 선행탑재 및 선대조립 과정에서의 품질관리의 개요
- 사용된 품질보증절차 개요
- 검사결과의 기록 및 보고에 대한 방법
- 수정조치방법의 상세기준
- 비파괴검사 계획(별도로 제출하는 경우에는 선체건조감시계획서에 포함되지 않을 수 있다)

(바) 승인된 선체건조감시계획서의 사본은 전자파일 또는 인쇄물 형태로 선박의 일생동안 본선에 비치 보관하여야 한다. 선체건조감시계획서는 선박 운항의 유효성에 대하여 설계 과정에서 취약하다고 정의된 구조물의 영역에 대한 검사를 위하여 사용되어야 한다.

4. 2단계 - 선체건조감시

(1) 조립 및 선행탑재

(가) 선급검사원과 조선소의 품질관리자는 조선소의 품질관리 및 선체건조감시에 대한 검사절차에 합의하고 선주는 합의된 검사절차를 인지하여야 한다.

(나) 전반적이거나 국부적인 용접구역에 대하여 필요할 경우 일반적으로 보호막과 예열을 하여야 한다. 표면은 건조시켜야 하고 용접부위의 급속한 냉각을 방지하여야 한다. 어떤 임의의 용접방법에 대하여도 용접절차는 선급의 승인을 받아야 한다. 이에 추가하여, 조선소는 고용된 모든 용접사가 선급의 승인된 자격을 갖추도록 하여야 한다.

(다) 조립도와 사양서 및 조립과정의 각 단계에 대한 절차와 필요한 작업안내서는 적절한 검사가 유효하도록 만들어져야 한다. 조선소는 조립 과정의 적절한 단계에서 취약부위의 검사상태를 유지한다. 이것은 부재에 직접적인 표시를 포함할 수 있다. 사용된 표시방법은 입회한 선급검사원과 논의 및 합의를 하여야 한다.

(라) 필요한 경우 취약부위에 대하여 용접에 앞서 조립검사를 선급검사원이 실시할 수 있다. 또한, 관련 구조부재에 대한 검사결과 및 기록은 선급검사원이 쉽게 참고할 수 있어야 한다.

(마) 재료준비 단계에서부터 선행탑재의 조립에까지 작업자들의 기량에 대하여 선체건조감시계획서에 정의된 관련 표준에 따라 확인되어야 한다. 허용치를 초과하는 기량부족 및 부적합 사항에 대하여 생산의 다음 단계로 진행하기 전에 선급검사원이 만족하도록 수정하여야 한다.

(2) 탑재

(가) 일반적으로 탑재용접의 절차는 건조 전에 선급검사원의 승인을 받아야 한다. 탑재의 각 단계에서 특히 주의할 것은 취부, 정렬 및 용접이 승인된 도면과 승인된 선체건조감시계획서의 허용치에 따르고 있다는 것을 확인하는 것이다.

(나) 취약한 연결부가 또한 탑재 연결부가 될 경우 요구되는 구조물의 건조 허용치를 준수하는지 확인하기 위한 검사가 이루어져야 한다. 탑재과정에서는 적절한 조립과 정렬을 위하여 판을 떼어놓거나 자르는 것은 통상적이다. 이 과정에서 종종 주위 구조물의 강도에 해로운 손상을 주는 결과를 초래한다. 이와 같은 곳의 구조물에 재용접을 하는 경우 완전 용입 용접을 적용한다. 삽입판이 사용되는 경우 이 삽입판은 조립과 정렬이 충분히 적절할 때까지 계속되어야 한다.

(3) 용접검사

(가) 조선소 담당자와 함께 비파괴검사기록을 정기적으로 용접작업의 품질이 만족스럽다는 것을 확인한다. 허용기준에서 벗어난 것이 있는지 조사되어야 하고 필요시 추가 검사를 실시할 수 있다.

(나) 완료된 용접은 선급검사원에 의해 육안검사을 받아야 한다. 조선소는 육안검사를 위하여 모든 용접에 먼지, 용접 찌꺼기 및 도장을 제거하여야 한다. 검사는 모든 용접이 완전하고, 균열이 없고, 언더컷, 노치, 융해결핍, 용입불량, 슬래그 함유 및 기공에 대하여 검증되어야 한다. 모든 완료된 용접 표면은 오버랩과 언더컷이 없이 적당히 매끄럽게 되었다는 것의 보증을 위하여 검사되어야 한다. 필렛용접은 스캘럽, 브래킷, 보강재 등을 연속적으로 둥글게 하여 분화구형상과 응력이 집중되는 지점에 균열발생을 피하여야 한다.

(다) 용접 사이즈는 전체길이에 걸쳐서 정확한 치수임이 확인되어야 한다. 용접부의 형상은 접합피로와 같은 영향을 줄 수 있다. 따라서, 승인된 치수의 요구조건은 적절한 게이지를 사용하여 검증이 이루어지고 선체건조감시기준을 만족하여야 한다.

(라) 취약부위에 대하여는 육안검사에 추가하여 최소한 10 %에 대하여 비파괴 검사를 실시하여야 하며, 검사원은 조선소의 품질상태에 따라 비파괴 검사를 추가로 요구할 수 있다. 용접부는 초음파, 자분탐상, 방사선, 와류, 염료침투법 또는 용접의 형상에 따른 적당한 방법과 같이 승인된 방법을 사용하여 시험을 하여야 한다.

(마) 조립에 관계된 조선소 생산담당자는 용접 전에 비파괴 검사의 정확한 위치를 알아서는 안 된다. 마찬가지로 예정된 비파괴검사의 위치는 용접 전 판위에 표시하거나 지시되어져서는 안 된다.

(바) 열입량 및 공정 자체 등에 따라 최종 용접의 품질은 변하게 된다. 비파괴검사절차를 규정할 때 비파괴검사가 해당 용접절차에 적합하게 선택된 것인지에 대하여 충분히 고려하여야 한다.

(사) 결함이 있는 곳은 추가 비파괴검사를 실시하여 전 지역에 대하여 시행할 것인지를 판단하여야 한다. 허용치 이상의 용접결함은 승인된 절차에 따라 완전하게 제거하고 재용접을 하여야 한다.

(아) 취약부위에서 수리 또는 재용접하기 전에 연결부의 취부상태 및 틈새의 규정준수여부에 대하여 선급검사원의 검사를 받아야 한다.

(자) 수리 및 재용접을 시행하여야 하는 취약한 구역에 대하여 과도한 용접으로 인한 뒤틀림, 응력집중의 발생 여부를 검사원은 확인하여야 한다. 비파괴의 적절한 방법에 의한 재검사는 추후 결함이 발견되지 않을 때까지 수행하여야 한다.

(차) 조립단계에서 피로강도의 개선을 위하여 절대적으로 필요한 경우만 수정작업을 검토할 수 있다. 이 경우 엄격한 품질관리 절차가 적용되어야 한다.

(4) 승인 사항의 변경

(가) 취약부위에 접하는 특정 설계 또는 구조적 배치에 대한 변경 또는 개조는 선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 이 경우, 조선소는 모든 변경을 나타내는 적절한 도면을 선급에 다시 제출하여야 한다. 개정된 선체건조감시계획서의 제출과 함께 구조의 재평가를 할 수 있다.

5. 구조감시 적합성

(1) 적합

(가) 검사원은 건조과정의 여러 단계에서 확인을 하여야 한다. 피로강도에 대하여 취약부위의 모든 인접 구조물은 검사절차에 따라서 검증되어야 한다.

(나) 검사원은 선체건조감시계획서의 모든 사항에 대하여 적용되는 규칙 및 표준에 적합한지를 확인하여야 한다.

(다) 모든 검사가 만족스럽게 완료되면 선급검사원은 구조물이 승인된 구조감시 허용치에 적합한지를 확인하고 적절한 선급부호 "SeaTrust (HCM)"을 부여한다.

(2) 부적합

(가) 건조의 각종 단계에서 선급검사원은 모든 취약부위가 승인된 선체건조감시계획서에 적합하지 않는 것에 대하여

검사가 종결되는 즉시 조선소에 통보하여야 한다.

(나) 조선소가 선체건조감시계획서에서 규정하지 않은 보수대책이나 수정조치를 이용하는 경우에는 사전에 선급과 조선소 사이에 충분한 논의를 하여 합의가 이루어야 한다. 제안서는 구조적인 배치, 재료치수, 용접절차의 변경사항과 적용되는 비파괴검사에 대한 상세내용이 포함되어야 한다.

(다) 선급과 조선소의 충분한 토의를 거쳐 수정방안에 대한 합의가 이루어진 후 수정작업, 재작업 및 검사는 승인된 수정방안에 적합할 때까지 계속된다.

6. 3단계 - 평생적용

(1) 평생감시

(가) 추후 정기적검사를 실시하는 선급검사원은 선체건조감시계획서에 의하여 특별히 고려하여야 할 취약부위와 검사하는 동안 검사확대가 요구되는 곳을 인지하여야 한다.

(나) 취약부위의 부식, 국부손상, 균열의 흔적 및 국부도장 손상 같은 결함에 대하여 선급검사원의 특별한 주의가 요구된다.

(다) 선체건조감시계획서에 정의된 취약부위에 시행되는 모든 수리는 이 절차서에 따라 시행하여야 한다.

(2) 구조적 변경

(가) 선박이 취약한 구조적 변경을 하는 경우, 구조적 보전성을 위하여 취약부위는 선체건조감시계획서에 정의된 허용치를 준수하여 건조되어야 한다. 개정된 선체건조감시계획서는 이 절차에 따라 승인되고 설계과정에 조속히 반영하여야 한다.

(나) 추가적으로 취약부위로 분류되는 부위도 정렬불량 및 용접결함이 존재하는지에 대한 자세한 검사가 이루어져야 한다.

표 2 중심선 원리 정렬

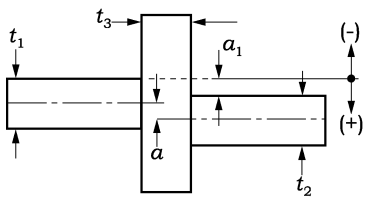
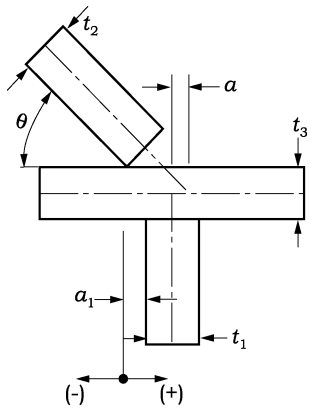
구조 상세	끝선 계측	중심선 계측
	$a_{1\max} \geq a_1 \geq a_{1\min}$ 여기서, $a_{1\max} = \frac{1}{2}(t_1 - t_2) + M$ $a_{1\min} = \frac{1}{2}(t_1 - t_2) - M$	$a \leq M$
	중앙선 허용치는 다음의 수식을 사용하여 끝선의 허용치와 동일하게 사용 할 수 있다. $a_{1\max} \geq a_1 \geq a_{1\min}$ 여기서, $a_{1\max} = \frac{1}{2}\left(\frac{t_2}{\sin\theta} + \frac{t_3}{\tan\theta} - t_1\right) + M$ $a_{1\min} = \frac{1}{2}\left(\frac{t_2}{\sin\theta} + \frac{t_3}{\tan\theta} - t_1\right) - M$	
$M = \frac{t_{\min}}{3}$ (max. 5 mm) 여기서, $t_{\min} = \min(t_1, t_2, t_3)$		

표 2-1 끝선 원리 정렬

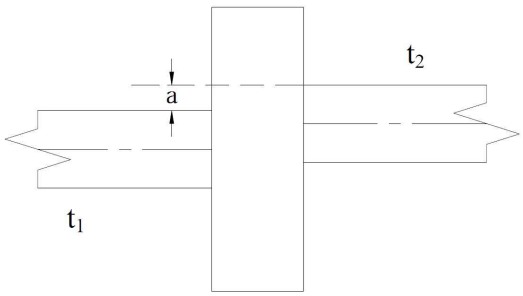
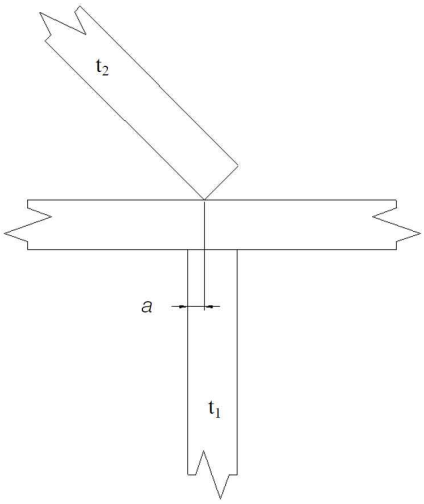
구조 상세	HCM 기준	비고
	$a \leq \frac{t_{min}}{3}$ “a는 얇은 판이 돌출된 경우에 적용”	$t_{min} = \min(t_1, t_2, t_3)$
		
- 끝선 원리 정렬은 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우(극후 삽입판 등)에 적용할 수 있다.		

표 3 필렛 조립

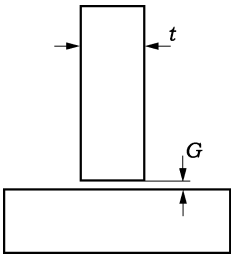
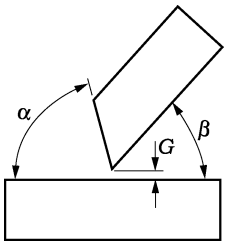
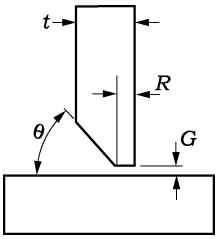
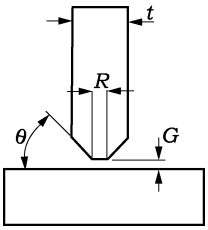
구조 상세	HCM 기준	비고
	$G \leq 2$ mm	
	α = 45°- 60° β = 70°- 90° $G \leq 2$ mm	
	$G \leq 2$ mm $R \leq 3$ mm θ = 50°	
	$t > 19$ mm $G \leq 3$ mm $R \leq 3$ mm θ = 50°	

표 4 정렬불량의 수정조치

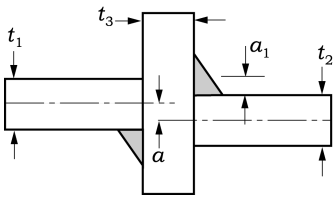
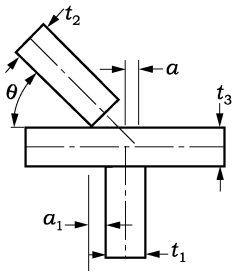
구조 상세	끝선 계측	중심선 계측
	$a_{1max} + 0.5M \geq a_1 \geq a_{1max}$ 또는 $a_{1min} > a_1 \geq a_{1min} - 0.5M$ 용접 각장을 15 % 증가	$t_{min}/3 < a \leq t_{min}/2$ 용접 각장을 15 % 증가
	$a_1 \geq a_{1max} + 0.5M$ 또는 $a_1 \geq a_{1min} - 0.5M$ 취외 및 최소 $50a$ 의 길이에 대하여 수정 여기서 $M = \frac{t_{min}}{3}$ (최대 5 mm) t_{min} = 최소(t_1, t_2, t_3)	$a > t_{min}/2$ 취외 및 최소 $50a$ 의 길이에 대하여 수정

표 4-1 끝선 정렬불량의 수정조치

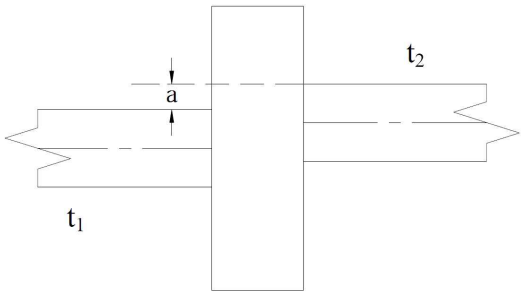
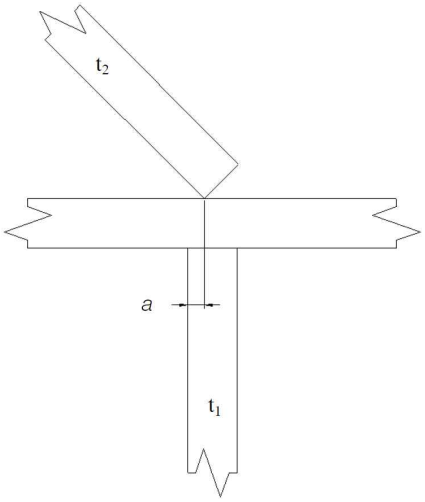
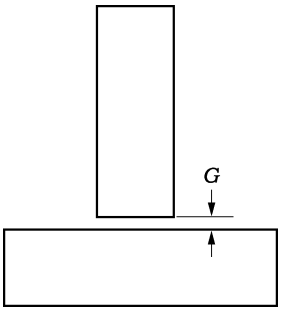
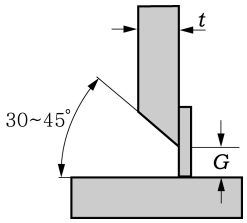
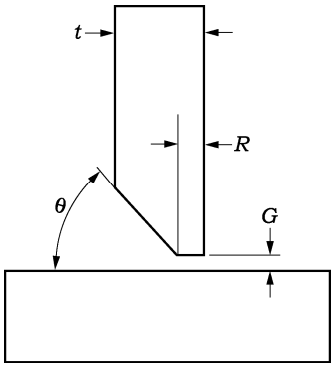
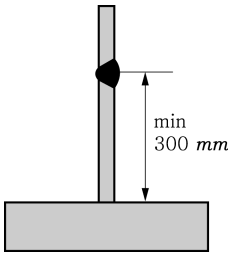
구조 상세	HCM 기준	비고
	$t_{min}/3 < a \leq t_{min}/2$ 용접 각장을 15 % 증가 $a > t_{min}/2$ 취외 및 최소 $50a$ 의 길이에 대하여 수정	$t_{min} = \min(t_1, t_2)$
		

표 5 필렛 조립의 수정조치 *(2020)*

구조 상세	수리 기준	비고
	2 mm < G ≤ 5 mm : 규칙 각장에 대하여 각장을 (G−2)만큼 증가	
	5 mm < G ≤ 16 mm : 30°- 45°개선, 일면을 용접으로 적층(백스트립을 사용하는 경우 백스트립을 제거)하고 백가우징 및 후면용접을 한다. 	
	G ≤ 16 mm 또는 G > 1.5t 삽입판은 최소폭 300 mm 를 사용 	

부록 3-5 강재코일을 적재하는 선박의 선체구조

1. 적용

(1) 이 부록의 규정은 강재코일을 적재하는 선박의 이중저(내저판, 내저판 종보강재) 및 빌지호퍼 탱크(경사판, 경사판 종보강재)에 대하여 적용한다.

(2) 이 부록의 요건에 추가하여 상기 선체구조부재는 관련 규정에도 적합하여야 한다.

(3) 이 부록의 계산방법은 강재코일의 축이 선박길이 방향과 평행하게 적재되고 **그림** 1과 같이 적재하는 경우를 표준으로 한다.

(4) 강재 코일이 2단 이상 적재되는 경우에는, 강재 코일의 최하단이 내저판 및 호퍼 경사판에 접촉하는 것으로 가정하며, 그 이외의 경우에는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

(5) 빌지호퍼 탱크의 경우 이 부록에 의한 강재치수의 요건은 내저판으로부터 강재코일이 접촉하는 부분까지의 구조부재에 대하여 적용한다.

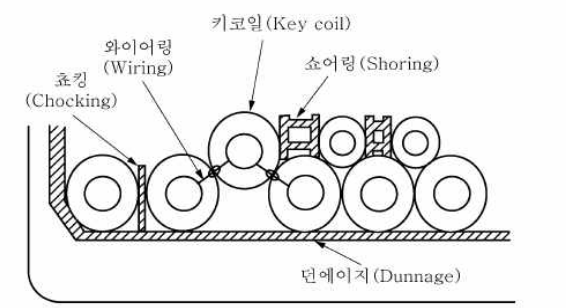


그림 1 강재코일 적재의 예

2. 강재코일의 배치

이 부록의 적용상 강재코일의 적재는 다음 2가지 배치를 표준으로 한다.

- 강재코일이 **그림** 2에서와 같이 늑판의 위치에 관계없이 배치되어 있는 경우.
- 강재코일이 **그림** 3에서와 같이 늑판의 위치를 고려하여 배치되어 있는 경우.

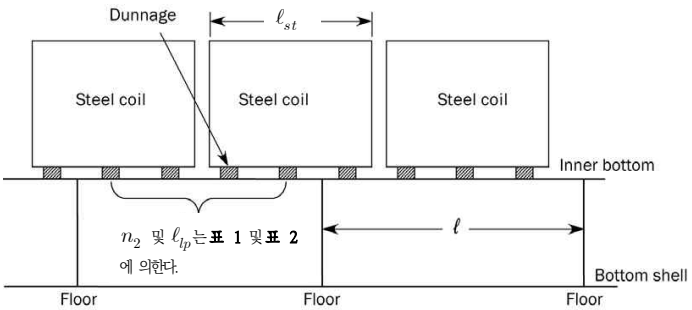


그림 2 늑판의 위치와 독립적으로 적재된 강재 코일

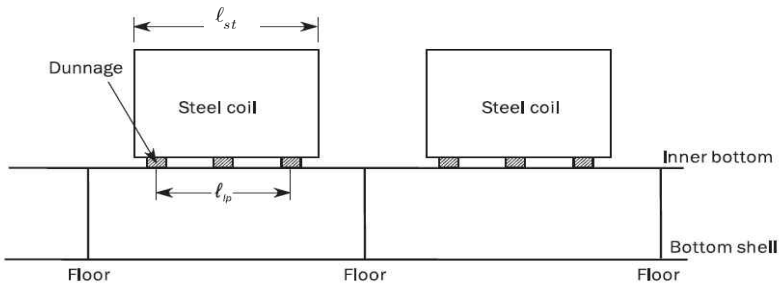


그림 3 늑판사이에 적재 강재코일

3. 내저판

늑판위치와 독립적으로 강재코일이 배치된 경우 종식구조의 내저판의 두께는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = K_1\sqrt{\frac{1200KQ}{(24-11.4Kf_B)}} + 0.5 \quad (mm)$$

K_1 : 계수로서 다음에 의한 값.

$$K_1 = \sqrt{\frac{1.7S\ell K_2 - 0.73S^2K_2^2 - (\ell-\ell_{lp})^2}{2\ell_{lp}(2S+2\ell K_2)}}$$

K_2 : *패널의 종횡비에 따른 계수로서* 다음 식에 의한다.

$$K_2 = -\frac{S}{\ell} + \sqrt{\left(\frac{S}{\ell}\right)^2 + 1.37\left(\frac{\ell}{S}\right)^2\left(1-\frac{\ell_{lp}}{\ell}\right)^2 + 2.33}$$

ℓ : 늑판의 간격 (m).

S : 종늑골 간격 (m).

ℓ_{lp} : 패널내에서 최외곽 하중점간의 거리 (m) (**그림 2** 및 **3** 참조).

$n_2 \le 10$ 및 $n_3 \le 5$의 경우 : ℓ, ℓ_{st}, n_2 및 n_3 값에 따라 **표 2**에 의한 값.

$n_2 > 10$ 또는 $n_3 > 5$의 경우 : $\ell_{lp} = \ell$ 로 한다.

Q : 내저판 단위 패널에 작용하는 총 하중(ton) 으로 다음 식에 의한 값.

$n_2 \le 10$ 및 $n_3 \le 5$의 경우 : $Q = K_S W\frac{n_1 n_2}{n_3}$

$n_2 > 10$ 또는 $n_3 > 5$의 경우 : $Q = K_S W n_1 \frac{\ell}{\ell_{st}}$

K_S : 키 코일에 따른 계수로서 다음에 의한다.

강재코일이 키 코일을 포함하는 1단 적재일 경우 : 1.4

그 외의 경우 : 1.0

W : 강재코일 1개의 질량 (ton).

n_1 : 강재코일의 적재단수.

n_2 : 요소판 패널 당 하중점의 수. (**그림 2** 및 **3** 참조) $n_3 \le 5$일 때, n_3와 ℓ/ℓ_{st} 값에 따라 **표 1**에 의한 값.

n_3 : 1개의 강재코일을 지지하는 화물깔개(dunnage)의 수.

ℓ_{st} : 강재코일의 길이 (m).

f_B , K : **규칙 3편 1장 124.** 및 **403.**에 따른다.

표 1 요소판 패널당 하중점 개수 n_2

n_2	n_3			
	2	3	4	5
1	$0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.5$	$0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.33$	$0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.25$	$0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.2$
2	$0.5 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.2$	$0.33 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.67$	$0.25 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.5$	$0.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.4$
3	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.7$	$0.67 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.2$	$0.5 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.75$	$0.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.6$
4	$1.7 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.4$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.53$	$0.75 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.2$	$0.6 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.8$
5	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.9$	$1.53 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.87$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.45$	$0.8 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.2$
6	$2.9 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 3.6$	$1.87 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.4$	$1.45 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.7$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.4$
7	$3.6 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 4.1$	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.73$	$1.7 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.95$	$1.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.6$
8	$4.1 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 4.8$	$2.73 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 3.07$	$1.95 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.4$	$1.6 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.8$
9	$4.8 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 5.3$	$3.07 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 3.6$	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.65$	$1.8 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.0$
10	$5.3 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 6.0$	$3.6 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 3.93$	$2.65 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.9$	$2.0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.4$

표 2 요소판 패널당 가장 바깥쪽 하중점 사이의 거리 ℓ_{lp}(m)

n_2	n_3			
	2	3	4	5
1	화물깔개의 실제 폭			
2	$0.5\ell_{st}$	$0.33\ell_{st}$	$0.25\ell_{st}$	$0.2\ell_{st}$
3	$1.2\ell_{st}$	$0.67\ell_{st}$	$0.5\ell_{st}$	$0.4\ell_{st}$
4	$1.7\ell_{st}$	$1.2\ell_{st}$	$0.75\ell_{st}$	$0.6\ell_{st}$
5	$2.4\ell_{st}$	$1.53\ell_{st}$	$1.2\ell_{st}$	$0.8\ell_{st}$
6	$2.9\ell_{st}$	$1.87\ell_{st}$	$1.45\ell_{st}$	$1.2\ell_{st}$
7	$3.6\ell_{st}$	$2.4\ell_{st}$	$1.7\ell_{st}$	$1.4\ell_{st}$
8	$4.1\ell_{st}$	$2.73\ell_{st}$	$1.95\ell_{st}$	$1.6\ell_{st}$
9	$4.8\ell_{st}$	$3.07\ell_{st}$	$2.4\ell_{st}$	$1.8\ell_{st}$
10	$5.3\ell_{st}$	$3.6\ell_{st}$	$2.65\ell_{st}$	$2.0\ell_{st}$

4. 내저판 종보강재

늑판의 위치와 독립적으로 강재코일이 배치된 경우 내저판 종보강재의 단면계수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 늑판사이의 중간에 **규칙 3편 7장 404.**에 규정하는 스트럿이 있는 경우에는 다음 식에 의한 값의 0.6배 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{150 K_3 QK}{(24 - 11.4 K f_B)} \quad (cm^3)$$

K_3 : 종보강재의 굽힘모멘트 계수로서 **표 3**에 의한다. 다만, $n_2 > 10$인 경우에는 $\frac{2}{3}\ell$로 한다.

Q, K, f_B : 3항에 따른다.

표 3 계수 K_3

n_2	1	2	3	4	5
K_3	ℓ	$\ell - \frac{\ell_{lp}^2}{\ell}$	$\ell - \frac{2\ell_{lp}^2}{3\ell}$	$\ell - \frac{5\ell_{lp}^2}{9\ell}$	$\ell - \frac{\ell_{lp}^2}{2\ell}$
n_2	6	7	8	9	10
K_3	$\ell - \frac{7\ell_{lp}^2}{15\ell}$	$\ell - \frac{4\ell_{lp}^2}{9\ell}$	$\ell - \frac{3\ell_{lp}^2}{7\ell}$	$\ell - \frac{5\ell_{lp}^2}{12\ell}$	$\ell - \frac{11\ell_{lp}^2}{27\ell}$

5. 빌지호퍼 경사판

늑판위치와 독립적으로 강재코일이 배치된 경우 종식구조의 빌지호퍼 경사판 두께는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = K_1 \sqrt{\frac{1200 K Q_H}{(24 - 11.4 f_B K)}} + 0.5 \quad (mm)$$

Q_H : 경사판 패널 1개에 작용하는 코일의 총 하중(ton)으로 다음 에 따른다.

$n_2 \le 10$ 및 $n_3 \le 5$의 경우 : $Q_H = C_K W \frac{n_2}{n_3} cos(\theta_h - 25)$

$n_2 > 10$ 또는 $n_3 > 5$의 경우 : $Q_H = C_K W \frac{\ell}{\ell_{st}} cos(\theta_h - 25)$

C_K : 계수로서 다음에 따른다.

강재코일의 적재방법	C_K
2단 이상 적재하는 경우	1.4
1단으로 적재하고, 키 코일이 빌지 호퍼 경사판 또는 내측 종격벽에서 두 번째에 위치한 경우	
상기 이외의 경우	1.0

θ_h : 내저판과 빌지 호퍼 경사판이 이루는 각도(deg).

$K_1, K, f_B, n_2, n_3, \ell, \ell_{st}, W$: 3항에 따른다.

6. 빌지호퍼 경사판 종보강재

늑판의 위치와 독립적으로 강재코일이 배치된 경우 경사판 종보강재의 단면계수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 150 C_1 K_3 Q_H \quad (cm^3)$$

C_1 : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C_1 = \frac{K}{24 - \alpha K}$$

α : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$\alpha = 15.0 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right)$$

y_B : 기선으로부터 해당 선체 횡단면의 중립축까지의 높이 (m).

y : 기선으로부터 고려하는 종늑골까지의 높이 (m).

K, f_B : 3항에 따른다.

K_3 : 4항에 따른다.

Q_H : 5항에 따른다.

7. 늑판 사이의 강재코일의 배치

강재코일이 늑판의 위치를 고려하여 늑판사이에 적재되는 경우의 내저판, 내저판 종보강재, 빌지호퍼 경사판 및 경사판 종보강재의 치수는 다음의 하중배치를 고려하여 각각 해당 규정에 따른다. (**그림 3** 참조)

(1) 하중점의 수

패널 1개에 작용하는 하중점 개수 n_2는 1개의 코일을 지지하는 화물깔개의 수 n_3로 한다.

(2) 하중점간의 거리 ℓ_{lp}

패널 1개에 작용하는 가장 바깥쪽 하중점 간의 거리 ℓ_{lp}는 강재코일의 한 단을 지지하는 가장 바깥쪽 화물깔개 사이의 거리로 한다.

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제3편 선체구조

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제4편 선체의장

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제4편 선체의장

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

규칙 제 4 편

선체의장

RA-04-K

한 국 선 급

제 4 편 “선체의장”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 1월 1일 (건조계약일 기준)

제 8 장 의장수 및 의장품

제 1 절 일반사항

- 101.의 4항 (4), (6)을 개정함.
- 표 4.8.1을 개정함.

제 2 절 의장수

- 201.을 개정함
- 그림 4.8.1(신설), 그림 4.8.2(신설)를 개정함.
- 203.의 5항을 개정함

제 4 절 체인

- 404.을 개정함.

제 10 장 예인 및 계류관련 선체의장설비 및 선체지지구조

제 1 절 적용범위 및 정의

- 102.의 5항, 6항을 개정함.

제 2 절 예인 및 계류

- 201.의 1항을 개정함.
- 201.의 3항 (2) 및 비고를 개정함.
- 201.의 4항 (1), (2)를 개정함.
- 201.의 5항 (3)을 개정함.
- 201.의 6항을 개정함.
- 202.의 3항 (1), (2) 및 비고를 개정함.
- 202.의 4항 (1)을 개정함.
- 202.의 5항 (3)을 개정함.
- 201.의 6항 (1), (2)를 개정함.
- 203.의 2항을 개정함.

차 례

제 1 장 타 ····· 1
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 타력 ····· 3
제 3 절 타 토크 ····· 5
제 4 절 타의 강도 계산 ····· 7
제 5 절 타두재 ····· 8
제 6 절 타판, 타골재 및 타심재 ····· 8
제 7 절 타두재와 타심재의 커플링 ····· 12
제 8 절 핀틀 ····· 17
제 9 절 타두재 및 핀틀의 베어링 ····· 17
제 10 절 부속 장치 ····· 18
제 11 절 프로펠러 노즐 ····· 19

제 2 장 창구 및 기타 갑판개구 ····· 21
제 1 절 일반사항 ····· 21
제 2 절 설계하중 ····· 23
제 3 절 창구덮개의 강도 기준 ····· 29
제 4 절 창구코밍의 강도기준 ····· 44
제 5 절 창구덮개의 상세 - 폐쇄장치, 이동방지장치, 지지대 ····· 47
제 6 절 이동식 창구덮개에 의해 폐쇄되고 타폴린과 배튼으로 비바람을 막는 창구 ····· 52
제 7 절 기타의 개구 ····· 53

제 3 장 선수문, 현문 및 선미문 ····· 55
제 1 절 선수문 및 내측문 ····· 55
제 2 절 현문 및 선미문 ····· 63

제 4 장 불워크, 방수구, 현창, 각창, 천창, 통풍통 및 상설 보행로 ····· 69
제 1 절 불워크 및 보호난간 ····· 69
제 2 절 방수구 ····· 70
제 3 절 현창, 각창 및 천창 ····· 72
제 4 절 통풍통 ····· 75
제 5 절 상설 보행로 ····· 76

제 5 장 【비움】 ····· 77

제 6 장 【비움】 ····· 77

제 7 장 【비움】 ····· 77

제 8 장 의장수 및 의장품 ····· 79
제 1 절 일반사항 ····· 79
제 2 절 의장수 ····· 83
제 3 절 앵커 ····· 87
제 4 절 체인 ····· 93
제 5 절 와이어로프 ····· 102

제 6 절 섬유로프 ····· 107
제 7 절 창구 타폴린 ····· 110
제 8 절 현창 ····· 111
제 9 절 각창 ····· 115

제 9 장 선수갑판 작은 창구, 설비 및 의장품의 강도 및 잠금장치 ····· 119
제 1 절 적용 및 시행 ····· 119
제 2 절 선수부 노출갑판상 작은 창구의 강도 및 잠금장치 ····· 119
제 3 절 선수갑판의 설비 및 의장품에 대한 강도 요건 ····· 122

제 10 장 예인 및 계류관련 선체의장설비 및 선체지지구조 ····· 127
제 1 절 적용범위 및 정의 ····· 127
제 2 절 예인 및 계류 ····· 128

제 11 장 유조선 및 산적화물선 화물지역 내의 구역 및 전방으로의 접근 ····· 135
제 1 절 일반 ····· 135
제 2 절 접근설비에 대한 기술조항 ····· 136

제 1 장 타

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 규정은 유선형 단면 및 보통의 모양을 갖는 타 및 타력을 증가시키기 위한 특수한 설비를 가지는 보강된 형상의 타로서 다음 각 호에 정하는 타 및 단판타에 대하여 규정하는 것으로 한다.
   (1) 상부 및 저부에 핀틀을 갖는 타.(**그림 4.1.1** (*A*) 참조, 이하 *A*형 타라고 한다.)
   (2) 저부에 핀틀, 넥(neck) 부분에 베어링을 갖는 타.(**그림 4.1.1** (*B*) 참조, 이하 *B*형 타라고 한다.)
   (3) 넥베어링보다 하방에 베어링을 갖지 않는 타.(**그림 4.1.1** (*C*) 참조, 이하 *C*형 타라고 한다.)
   (4) 하측이 고착된 1개의 하부핀틀과 넥베어링을 갖는 마리나(mariner) 형의 타.(**그림 4.1.1** (*D*) 참조, 이하 *D*형 타라고 한다.)
   (5) 하측이 고착된 2개의 핀틀을 갖는 마리나형의 타.(**그림 4.1.1** (*E*) 참조, 이하 *E*형 타라고 한다.)
2. 이 장의 규정은 강재로 제작된 타에 적용한다.
3. 3개 이상의 핀틀을 갖는 타 또는 노즐타 등에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 지침에 따른다.
4. 타각이 35°를 넘는 경우의 타에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 지침에 따른다.

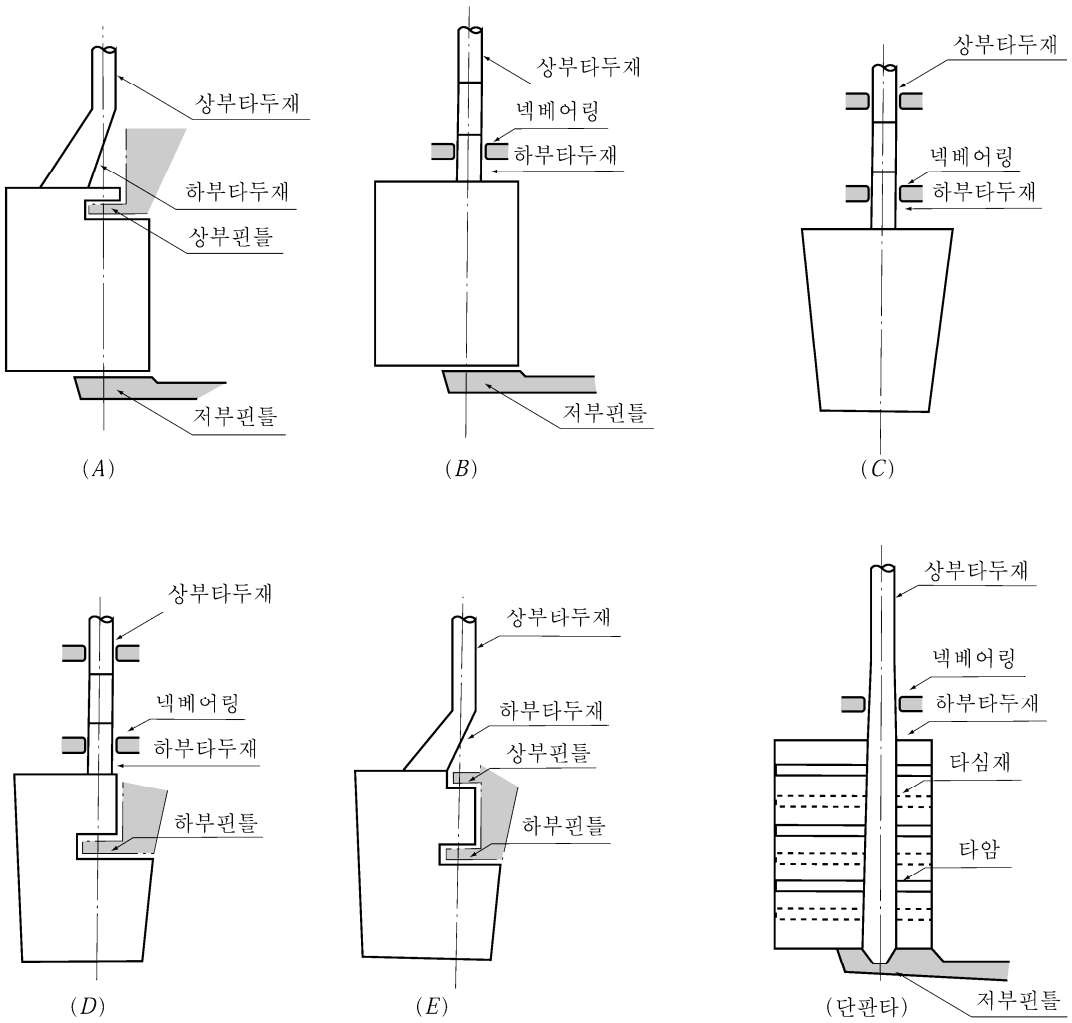


그림 4.1.1 타의 종류

102. 설계

타두재 상부에는 러더캐리어를 사용하는 등, 베어링에 과대한 압력이 발생하지 않고 타 본체의 중량을 지지하는 효과적인 수단이 마련되어야 한다. 러더캐리어 부근의 선체구조는 적절한 보강을 하여야 한다.

103. 재료 【지침 참조】*(2021)*

1. 타두재, 핀틀, 커플링 볼트, 키(key) 및 타의 주강부분에 사용되는 압연강재, 단강품 및 탄소강 주강품은 **2편 1장**의 규정에 적합한 재료이어야 한다. 타두재, 핀틀, 커플링 볼트 및 키에 사용되는 재료의 최소항복응력은 200(N/mm^2) 이상이어야 한다. 이 장의 규정은 사용되는 단강품(압연봉강을 포함한다) 및 주강품의 최소항복응력이 235(N/mm^2)인 재료를 기준으로 하고 있으므로 최소항복응력이 235(N/mm^2)와 다른 재료를 사용하는 경우에는 **표 4.1.1**의 재료계수 K을 사용하여야 한다.

표 4.1.1 재료계수 K (단강품 및 주강품)

σ_y (N/mm^2)	K
$\sigma_y > 235$	$K = \left(\frac{235}{\sigma_y}\right)^{0.75}$
$\sigma_y \le 235$	$K = \left(\frac{235}{\sigma_y}\right)^{1.0}$
(비고) σ_y : 사용되는 재료의 최소항복응력(N/mm^2)으로서 $0.7\sigma_T$와 450(N/mm^2) 중 작은 값 이하이어야 한다. σ_T : 사용되는 재료의 최소인장강도(N/mm^2).	

2. 타의 용접부는 **2편 1장**의 규정에 적합한 선체구조용 압연강재로 제작되어야 하며, 이 경우의 재료계수 K는 **표 4.1.2**에 따른다.
3. 타 및 러더혼의 판 재료의 등급은 **규칙 3편 1장 405.**에 적합하여야 한다.

표 4.1.2 재료계수 K (압연강재)

재료기호	K
A, B, D 및 E	1.0
$AH32$, $DH32$ 및 $EH32$	0.78
$AH36$, $DH36$ 및 $EH36$	0.72
$AH40$, $DH40$ 및 $EH40$	0.68

104. 치수의 증가

1. 전적으로 예인작업에 종사하는 선박의 타에 있어서, 타두재의 지름은 이 장의 규정에 의한 것의 1.1배 이상으로 하여야 한다.
2. 어선 등과 같이 전속력으로 항주 시 대각도로 조타하는 빈도가 높다고 고려되는 타에 있어서 타두재 및 핀틀의 지름과 타심재의 단면계수는 이 장의 규정에 의한 것의 1.1 배 이상으로 하여야 한다.
3. 특히 조타시간이 짧다고 생각되는 선박의 타에 있어서, 타두재의 지름은 이 장의 규정에 의한 것보다 적절히 증가시켜야 한다.
4. 빙해운항선박의 타에 대하여는 이 장의 규정 외에 **빙해운항선박지침**의 규정에 따른다.

105. 슬리브 및 부시

타의 저부에서부터, 만재흘수선 상방 상당히 높은 위치까지에 있는 베어링에는 슬리브 및 부시를 부착하여야 한다.

106. 용접 *(2021)*

1. 슬롯 용접은 가능한 한 제한되어야 하고 슬롯에 횡방향 면내 응력이 발생하는 부분 또는 A형, D형 및 E형 타의 컷 아웃(cut-out) 부위에서는 사용되어서는 아니된다.
2. 슬롯 용접을 적용하는 경우, 슬롯의 폭은 타판 두께의 2배 이상, 길이는 75mm 이상이어야 하고 슬롯 끝단 간격은 125 mm 이하이어야 한다. 슬롯부는 필릿 용접되어야 하고 용접이 아닌 에폭시 퍼티 등과 같은 적절한 합성물로 채워져야 한다.
3. 슬롯 용접을 대신하여 연속 슬롯 용접을 적용할 수 있으며, 연속 슬롯 용접의 루트 간격은 6~10 mm이어야 한다. 개선 각도는 적어도 15 ° 이상이어야 한다.
4. A형, D형 및 E형 타의 러더혼 리쎄스 부의 주강으로된 견고한 부분을 제외한 타판의 반경은 판두께의 5배보다 작아서는 아니되고 어떤 경우에도 100 mm 이상이어야 한다. 측면판의 용접은 반경 내 또는 끝에서는 피하여야 한다. 반경에 인접한 측면판의 모서리와 용접부는 부드럽게 그라인딩되어야 한다.
5. 판과 중량물(단강제, 주강제의 고체부 또는 매우 두꺼운 판)과의 용접은 완전용입용접으로 하여야 한다. A형, D형 및 E형 타의 컷 아웃 부위 및 B형 및 C형 타의 상부와 같이 고응력부는 주강 또는 용접된 리브가 배치되어야 한다. 양면 완전용입용접이 일반적으로 요구가 되지만, 뒷면의 용접이 불가능한 경우 세라믹 뒷댐재(backing bar) 또는 동등한 뒷댐재를 사용하여 용접하여야 한다. 이 경우 강재 뒷댐재가 사용될 수 있고 중량물의 한쪽 면에서 연속 용접되어야 한다.

107. 동등효력

1. 이 장의 규정을 대체할 수 있는 방안이 이 규칙과 동등하다고 **1편 1장 105.**에 따라 우리 선급이 인정하는 경우 허용할 수 있다
2. 대안 설계의 평가를 위한 직접 계산 방법은 개별적으로 모든 연관된 손상모드를 고려하여야 한다. 이 손상 모드에는 항복, 피로, 좌굴, 파손 등이 포함될 수 있다. 공동현상(cavitation)에 의한 손상 또한 고려되어야 한다.
3. 대안 설계 방법을 입증하기 위하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 시험실 시험이나 실물 시험(full scale tests)을 요구할 수 있다.

제 2 절 타력

201. 타력

타의 부재치수를 결정하기 위하여 사용되는 타력 F_R은 전진 및 후진의 각각의 상태에 대하여 다음 식에 따른다. 다만, 타가 특별히 큰 추진력을 발생시키는 프로펠러 후방에 배치된 경우에는 타력을 적절히 증가시켜야 한다.

$$F_R = 132 K_1 K_2 K_3 A V^2 \qquad \text{(N)}$$

A : 타의 면적 (m^2).

V : 선박의 속력(kt)으로서 **3편 1장 120.**의 규정에 따르며 V가 10 kt 미만인 경우에는 다음 식에 의한 V_{min}으로 한다.

$$V_{min} = \frac{V+20}{3} \qquad \text{(kt)}$$

후진상태에 있어서, 후진속력 V_a는 계획최대 후진속력을 말한다. 다만, $V_a = 0.5V$(kt) 미만이어서는 안 된다.

K_1 : 타의 종횡비(aspect ratio) Λ에 의하여 결정되는 계수로서 다음 식에 따른다.

$$K_1 = \frac{\Lambda+2}{3}$$

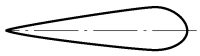
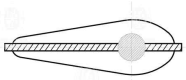
Λ : 다음 식에 따른다. 다만, 2 보다 클 필요는 없다.

$$\Lambda = \frac{h^2}{A_t}$$

h : 타의 평균높이(m)로서 **그림 4.1.2**에 의하여 결정된다.
A_t : 타의 면적으로서, 타의 평균높이 h 범위 내의 러더 포스트, 러더 혼 등을 포함한 합계 면적(m^2).

K_2 : 타의 단면형상에 의하여 결정되는 계수로서 **표 4.1.3**에 따른다.

표 4.1.3 계수 K_2 *(2021)*

단면형상	K_2	
	전진상태	후진상태
NACA-00 괴팅겐(Göttingen)형 	1.10	0.80
할로우(hollow)형	1.35	0.90
플랫사이드(flat side)형	1.10	0.90
고양력형(high lift) 타	1.70	1.30
피쉬테일(fish tail)형	1.40	0.80
단판형 	1.00	1.00
혼합형(예, HSVA)	1.21	0.90

K_3 : 타의 설치위치에 의하여 결정되는 계수로서 **표 4.1.4**에 따른다.

표 4.1.4 계수 K_3

타의 위치	K_3
프로펠러 후류(propeller jet) 밖에 타가 있는 경우	0.8
고정 프로펠러 노즐(fixed propeller nozzle) 직후에 타가 있는 경우	1.15
기타	1.0

제 3 절 타 토크

301. *B*형 및 *C*형 타(rudder without cut-outs)의 타 토크

*B*형 및 *C*형 타에 있어서, 타 토크 T_R은 전진 및 후진상태에 대하여 각각 다음 식에 따른다.

$$T_R = F_R \times r \quad (\mathrm{N-m})$$

F_R : 201.에 따른다.
r : 타에 작용하는 타력의 중심으로부터 타두재 중심선까지의 수평거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$r = b(\alpha - e) \quad (\mathrm{m})$$

전진 상태에 있어서 r은 다음 식에 의한 $r_{\min}$ 이상이어야 한다.

$$r_{\min} = 0.1b \quad (\mathrm{m})$$

b : 타의 평균너비(m)로서 **그림 4.1.2**에 의하여 결정된다.
α : 계수로서 **표 4.1.5**에 따른다.

표 4.1.5 계수 α

타의 진행방향	α
전진상태	0.33
후진상태	0.66

e : 타의 평형계수(balance factor)로서 다음 식에 따른다.

$$e = \frac{A_f}{A}$$

A_f : 타두재의 중심선 앞쪽에 위치한 타의 면적(m^2).
A : 201.에 따른다.

302. *A*형, *D*형 및 *E*형 타(Rudder with stepped contours)의 타 토크

1. *A*형, *D*형 및 *E*형 타의 타 토크 T_R은 전진 및 후진상태에 대하여 각각 다음 식에 따른다.

$$T_R = T_{R1} + T_{R2} \quad (\mathrm{N\text{-}m})$$

T_{R1}, T_{R2} : 각각의 A_1 및 A_2 면적에 작용하는 타 토크(N-m)로서 각각 다음 식에 따른다.

$$T_{R1} = F_{R1} \times r_1 \quad (\mathrm{N\text{-}m})$$
$$T_{R2} = F_{R2} \times r_2 \quad (\mathrm{N\text{-}m})$$

A_1, A_2 : 두 부분으로 나누어진 타의 각각의 면적으로서, 각각 A_{1f} 및 A_{2f}을 포함하며 $A = A_1 + A_2$가 되도록 분할한 면적(m^2)으로서 **그림 4.1.3**에 따른다.
F_{R1}, F_{R2} : A_1 및 A_2 면적에 작용하는 타력으로서 각각 다음 식에 따른다.

$$F_{R1} = F_R \frac{A_1}{A} \quad \text{(N)}$$

$$F_{R2} = F_R \frac{A_2}{A} \quad \text{(N)}$$

F_R, A : 201.에 따른다.

r_1, r_2 : A_1 및 A_2 면적에 작용하는 타력의 중심으로부터 타두재의 중심선까지의 각각의 수평거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$r_1 = b_1(\alpha - e_1) \quad \text{(m)}$$

$$r_2 = b_2(\alpha - e_2) \quad \text{(m)}$$

b_1, b_2 : A_1 및 A_2 의 평균너비(m)로서 **그림** 4.1.12에 따른다.

α : 계수로서 **표** 4.1.6에 따른다.

e_1, e_2 : A_1 및 A_2 면적에 대한 각각의 평형계수로서 다음 식에 따른다.

$$e_1 = \frac{A_{1f}}{A_1}, \quad e_2 = \frac{A_{2f}}{A_2}$$

2. 다만 전진상태에 있어서 T_R 은 다음 식에 의한 $T_{R\min}$ 이상이어야 한다.

$$T_{R\min} = 0.1 F_R \frac{A_1 b_1 + A_2 b_2}{A} \quad \text{(N-m)}$$

F_R, A : 201.에 따른다.

b_1, b_2 : A_1 및 A_2 의 평균너비(m)로서 **그림** 4.1.12에 따른다.

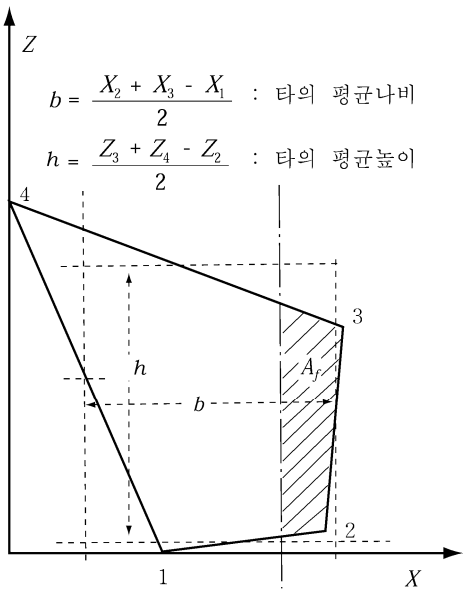


그림 4.1.2 타의 좌표계

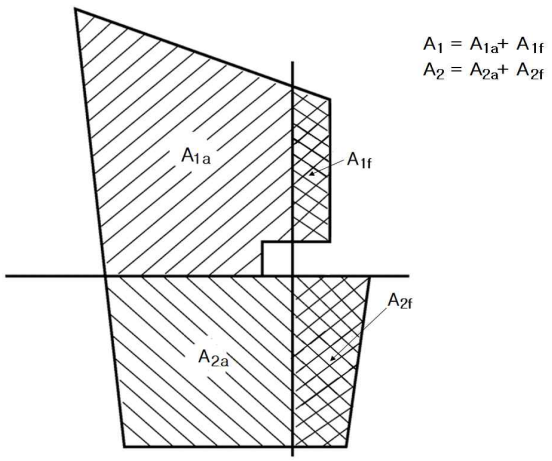


그림 4.1.3 타면적의 분할 *(2021)*

표 4.1.6 계수 α

타 부분의 위치	α	
러더 혼과 같은 고정구조물 후방에 있지 않는 타의 부분	전진 상태	0.33
	후진 상태	0.66
러더 혼과 같은 고정구조물 후방에 있는 타의 부분	전진 상태	0.25
	후진 상태	0.55

제 4 절 타의 강도 계산

401. 타의 강도계산

1. 타의 강도는 **2절** 및 **3절**에서 주어진 타력 및 타 토크에 대하여 충분히 견딜 수 있어야 한다. 타의 각 부분의 부재치수를 결정할 때는 다음의 모멘트와 힘을 고려하여야 한다.
   타본체 : 굽힘모멘트 및 전단력
   타두재 : 굽힘모멘트 및 토크
   핀틀 베어링 및 타두재 베어링 : 지지반력
   러더혼 및 힐피스(heel pieces) : 굽힘모멘트, 전단력 및 토크
2. 고려하는 굽힘모멘트, 전단력 및 지지반력은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 직접강도계산 또는 근사식에 의하여 정한다. 슈피스(shoe pieces) 및 러더혼에 의해 지지되는 타의 경우, 이러한 구조물은 타본체의 탄성지지를 규정하기 위하여 계산식에 포함되어야 한다. 굽힘모멘트 및 전단력의 계산은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

제 5 절 타두재

501. 상부타두재 【지침 참조】

타 토크의 전달을 위하여 요구되는 상부타두재의 지름 d_u 는 비틀림 응력값이 $68/K_s$ (N/mm^2)을 넘지 않도록 결정되어야 하며, 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$d_u = 4.2\sqrt[3]{T_R K_s} \quad \text{(mm)}$$

T_R : 301. 및 302.에 따른다.

K_s : 타두재의 재료계수로서 103.에 따른다.

502. 하부타두재

하부타두재에 작용하는 토크 및 굽힘모멘트로 인한 하부타두재의 등가응력(equivalent stress) σ_e 는 $118/K_s$ (N/mm^2) 이하이어야 하며, 이 경우 σ_e 는 다음 식에 따른다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_t^2} \quad \text{(N/mm}^2\text{)}$$

σ_b 및 τ_t : 하부타두재에 작용하는 굽힘응력 및 비틀림응력으로서 다음 식에 따른다.

$$\sigma_b = \frac{10.2M}{d_l^{\,3}} \times 10^3 \quad \text{(N/mm}^2\text{)}$$

$$\tau_t = \frac{5.1T_R}{d_l^{\,3}} \times 10^3 \quad \text{(N/mm}^2\text{)}$$

M : 타두재의 고려하는 위치에서의 굽힘모멘트(N-m).

T_R : 301. 및 302.에 따른다.

d_l : 하부타두재의 지름(mm), 하부타두재의 수평단면의 형상이 원형인 경우, d_l 은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$d_l = d_u\sqrt[6]{1 + \frac{4}{3}\left(\frac{M}{T_R}\right)^2} \quad \text{(mm)}$$

d_u : 상부타두재의 지름(mm)으로서 501.에 따른다.

제 6 절 타판, 타골재 및 타심재

601. 타판

타판의 두께 t 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 5.5S\beta\sqrt{\left(d + \frac{F_R \times 10^{-4}}{A}\right)K_{pl}} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

A 및 F_R : 201.에 따른다.

K_{pl} : 타판의 재료계수로서 103.에 따른다.

d : 규칙 3편 1장 111.에 따른다.

β : 다음 식에 따른다.

$$\beta = \sqrt{1.1 - 0.5\left(\frac{S}{a}\right)^2} \quad \text{최대 : } 1.0,\ \left(\frac{a}{S} \geq 2.5\right)\text{일 경우}$$

S : 수평타골재 또는 수직타골재의 간격 중 작은 값(m).
a : 수평타골재 또는 수직타골재의 간격 중 큰 값(m).

602. 타골재

1. 타 본체는 굽힘을 받는 거더로서 충분한 강도를 갖도록 수평타골재 및 수직타골재에 의하여 보강되어야 한다.
2. 수평타골재의 간격 S_f 는 다음 식에 의한 값을 표준으로 한다.

$$S_f = 0.2\left(\frac{L}{100}\right) + 0.4 \quad \text{(m)}$$

3. 타심재로 되는 수직타골재로부터 인접한 수직타골재까지의 거리는 수평타골재 간격의 1.5 배를 표준으로 한다.
4. 타골재의 두께는 601.에 따른 타판 두께의 0.7 배와 8 mm 중 큰 값 이상이어야 한다.

603. 타심재 【지침 참조】

1. 타심재로 되는 수직타골재가 2 개인 경우에는 타두재 중심선의 전후에 타의 두께와 대략 같은 간격으로 배치하고, 1 개인 경우에는 타두재 중심선상에 설치하여야 한다.
2. 타심재의 단면계수는 1항에서 규정하는 수직타골재 및 이에 붙는 타판을 포함하여 계산한다. 다만, 포함되는 타판의 유효폭에 대하여는 특별한 경우를 제외하고, 다음 각 호에 따른다.
   (1) 타심재로 되는 수직타골재가 2 개인 경우의 유효폭은 타심재 길이의 0.2 배로 한다.
   (2) 타심재로 되는 수직타골재가 1 개인 경우의 유효폭은 타심재 길이의 0.16 배로 한다.
3. 4항이 적용되는 부위를 제외한, 타심재 수평단면의 단면계수 및 웨브면적은 굽힘응력, 전단응력 및 등가응력이 각각 다음에 적합하여야 한다. *(2019)*

$$\sigma_b \leq \frac{110}{K} \quad (\text{N/mm}^2), \qquad \tau \leq \frac{50}{K} \quad (\text{N/mm}^2),$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} \leq \frac{120}{K} \quad (\text{N/mm}^2)$$

K : 타심재의 재료계수로서 103.에 따른다.

4. A형, D형 및 E형 타의 경우처럼, 컷아웃(cut-out) 부근에서의 타심재의 수평단면의 단면계수와 웨브면적은 굽힘응력, 전단응력 및 등가응력이 각각 다음에 적합하여야 하고, 고장력강을 사용하는 경우에도 동일하게 적용한다. *(2019)*

$$\sigma_b \leq 75 \quad (\text{N/mm}^2), \qquad \tau \leq 50 \quad (\text{N/mm}^2),$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} \leq 100 \quad (\text{N/mm}^2)$$

5. 타심재의 상부는 그 구조가 불연속이 되지 않도록 하여야 한다.
6. A형, D형 및 E형 타에 있어서, 타판에 있는 작업용 개구 등의 모서리에는 적절한 둥금새를 주어야 한다.

604. 단판타의 타판, 타암 및 타심재

1. 타판의 두께 t 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 1.5SV\sqrt{K_{pl}} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 타암의 간격(m). 다만, 1 m 를 초과하지 않아야 한다.
V : 선박의 속력(Kt)으로서 201.의 규정에 따른다.
K_{pl} : 타판의 재료계수로서 103.의 규정에 따른다.

2. 타암에 대하여는 다음 각 호의 규정에 따른다.
(1) 타암의 두께는 타판의 두께 미만이어서는 안 된다.
(2) 타암의 단면계수는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만, 이 단면계수는 타판의 단부로 감에 따라 점차 감소시킬 수 있다.

$$Z = 0.5\, S\, C_1^2\, V^2\, K_a \quad (\mathrm{cm}^3)$$

C_1 : 타심재의 중심선으로부터 타판의 후단까지의 수평거리(m).
K_a : 타암의 재료계수로서 **103.**의 규정에 따른다.
S 및 V : 전항의 규정에 따른다.

3. 타심재의 지름은 하부타두재의 지름 이상이어야 한다. 다만, 넥베어링 하방에 베어링을 갖지 않는 타에 대하여는 하방 1/3 의 부분에서는 점차 그 지름을 감소시켜 저부에서는 규정지름의 75 %로 할 수 있다.

605. 고착

1. 돌출부가 요구되지 않는 아래의 경우를 제외하고, 타두재 또는 핀틀을 수용하는 주강재 또는 단강재 거전은 돌출부가 있어야 한다.
이러한 돌출부는 타골재의 두께가 다음 각 호의 값 이하이면 요구되지 않는다. *(2019)*
(1) A형, D형 및 E형 타의 하부 핀틀 거전에 용접되어 있는 타골재 및 B형 및 C형 타의 타두재 커플링 거전에 용접되어 있는 수직 타골재의 경우, 10 mm
(2) (1)호 이외의 경우, 20 mm

2. 일반적으로 거전은 두 개의 수평 타골재 및 두 개의 수직 타심재를 사용하여 타 구조에 고착되어야 한다.

3. **거전과 고착부의 단면계수**
(1) 거전에 고착되고 수직 타골재와 타판으로 이루어진 타 블레이드 구조의 단면 계수 Z 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 타 블레이드 단면의 실제 단면계수는 타의 대칭축에 대하여 계산되어야 한다.

$$Z = c_s d^3 \left(\frac{h_E - h_X}{h_E}\right)^2 \frac{K}{K_s} 10^{-4} \quad (cm^3)$$

c_s : 계수로서 다음과 같다.
타판에 개구가 없거나 개구부가 완전용입용접된 판으로 밀폐된 경우, $c_s = 1.0$
고려하는 타의 단면 상에 개구가 있는 경우, $c_s = 1.5$
d : 타두재의 지름 (mm)
h_E : 타 판의 하단으로부터 거전의 상단까지의 높이 (m)
h_X : 고려하는 단면으로부터 거전의 상단까지의 높이 (m)
K : 타 판의 재료계수로서 **103.**에 따른다.
K_s : 타두재의 재료계수로서 **103.**에 따른다.

(2) 단면 계수의 계산에 고려되는 타판의 폭 b은 다음 식에 의한 값 이하이어야 한다.

$$b = S + \frac{2h_X}{3} \quad (m)$$

S : 타골재의 간격 (m) (**그림 4.1.4** 참조)
h_X : (1)호에 따른다.

(3) 타두재 고착용 너트의 점검을 위한 개구가 완전용입용접된 판으로 밀폐되지 않는 경우 개구는 단면계수 계산에서 제외시킨다.

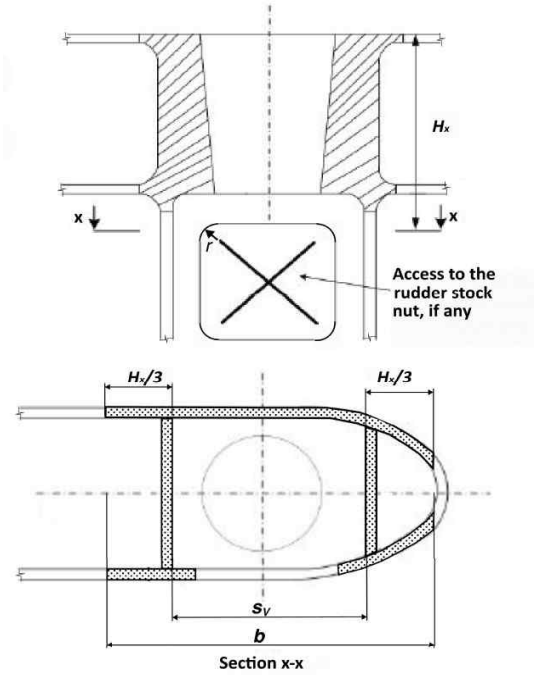


그림 4.1.4 타 구조와 타두재 거전의 연결부 *(2021)*

4. 거전에 용접되는 수평 타골재 판의 두께는 수평 타골재 판 사이의 타 블레이드 판의 두께보다 작아서는 안되고 다음 식에 의한 값 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_H = 1.2t \quad (mm)$$

$$t_H = 0.045\frac{d_s^2}{S_H} \quad (mm)$$

t : 타판의 두께로서 601.에 따른다.
d_s : 타두재 또는 핀틀의 직경(mm)
S_H : 인접하는 수평 타골재의 간격 (mm)

5. 거전과 용접되는 타심재의 두께와 이 부분의 타판의 두께는 **표 4.1.7**에 의한 값 이상이어야 한다.

표 4.1.7 타판 및 수직 타심재의 두께

타의 형식	수직 타심재의 두께(mm)		타판의 두께(mm)	
	개구가 없는 타	개구가 있는 타	개구가 없는 타	개구부
A형 및 B형 타	$1.2t$	$1.6t$	$1.2t$	$1.4t$
C형, D형 및 E형 타	$1.4t$	$2.0t$	$1.3t$	$1.6t$
(비고) 1) t : 타판의 두께로서 601.에 따른다. 2) 증가된 두께는 거전 하부로부터 그 다음 수평 타골재까지 연장되어야 한다.				

606. 도장 및 배수장치

타의 내면에는 유효한 페인트를 칠하고 저부에는 배수장치를 만들어야 한다.

제 7 절 타두재와 타심재의 커플링

701. 수평플랜지 커플링 【지침 참조】

1. 커플링볼트는 리머볼트(reamer bolt)로 하고 그 수는 6개 이상으로 하여야 한다.
2. 커플링의 요건은 **표 4.1.8**에 따른다.
3. 타두재와 커플링 플랜지 간의 용접은 **그림 4.1.5**에 따른다.

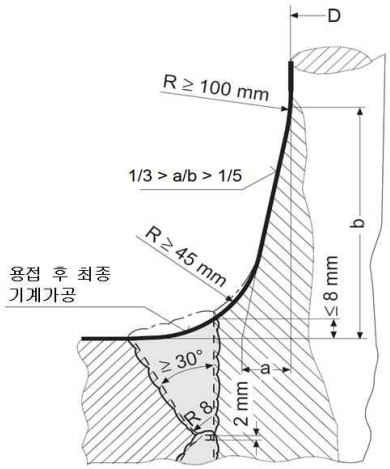


그림 4.1.5 타두재와 커플링 플랜지 간의 용접고착

702. 수직플랜지 커플링 【지침 참조】

1. 커플링볼트는 리머볼트(reamer bolt)로 하고 그 수는 8개 이상으로 하여야 한다.
2. 커플링의 요건은 **표 4.1.8**에 따른다.

표 4.1.8 커플링에 대한 최저요건

인자	요건	
	수평플랜지커플링	수직플랜지커플링
d_b	$0.62\sqrt{\dfrac{d^3 K_b}{n e_m K_s}}$	$\dfrac{0.81 d_v}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\dfrac{K_b}{K_s}}$
M	-	$0.00043 d_v^3$
t_f	$d_b\sqrt{\dfrac{K_f}{K_b}}$ (단, $0.9 d_b$ 이상일 것)[1]	d_b
w_f	$0.67 d_b$	$0.67 d_b$

n : 커플링 용 볼트 수.
d_b : 볼트의 지름(mm)
d : 501. 및 502.에 의한 타두재의 지름 d_u 및 d_l 중 큰 값(mm).
d_v : 커플링 플랜지에 인접한 타두재의 지름
M : 커플링 플랜지의 중심선에 대한 볼트의 단면 일차모멘트(cm^3).
e_m : 볼트배치의 중심(centre of bolt system)으로부터 각 볼트의 중심까지의 평균거리(mm).
K_s : 타두재의 재료계수로서 103.에 따른다.
K_b : 볼트의 재료계수로서 103.에 따른다.
K_f : 커플링 플랜지의 재료계수로서 103.에 따른다.
t_f : 커플링 플랜지의 두께(mm).
w_f : 커플링 플랜지의 볼트구멍의 외단으로부터 플랜지 끝단까지의 거리(mm).

(비고)
[1]커플링 볼트가 8개를 넘는 경우 플랜지 두께 t_f는 n을 8로 하여 계산된 d_b에 의한 두께 이상이어야 한다.

703. 콘(cone) 커플링 【지침 참조】 *(2021)*

1. 커플링의 결합 및 분리를 위한 유압장치(오일주입 및 유압너트 등)가 없는 콘 커플링은 다음 각 호의 규정에 적합하여야 한다.

(1) 커플링의 지름은 1 : 8 ~ 1 : 12 의 테이퍼 c를 가져야 하며, 슬러징 너트(slugging nut)에 의해 고정되어야 한다.(**그림 4.1.6** 참조)

$$c = \frac{d_0 - d_u}{l_c}$$

d_0 : 타두재의 실제 지름(mm). (**그림 4.1.6** 참조)

d_u : **그림 4.1.6**에 따른다.

lc : 콘의 길이(mm).

(2) 콘의 형상은 정확해야 하며, 커플링의 길이 l 은 일반적으로 타의 상단에서의 타두재 실제지름 d_0 의 1.5 배 이상이어야 한다.

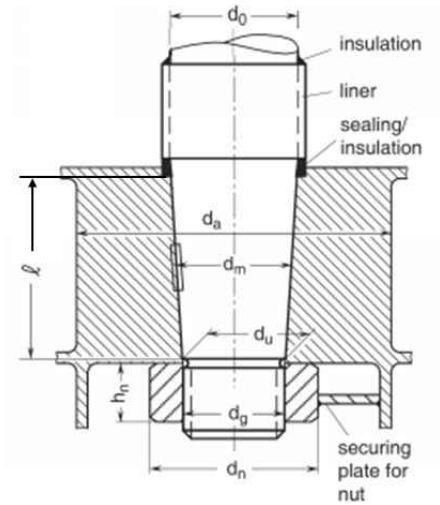


그림 4.1.6 키를 가지는 콘커플링 *(2021)*

(3) 타두재와 타의 커플링에는 키(key)가 설치되어야 하며, 키의 치수는 다음에 적합하여야 한다.

(가) 키의 전단 면적 A_k 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_k = \frac{17.55 M_F}{d_k R_{eH1}} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

M_F : 타두재의 설계비틀림모멘트(Nm)로서 다음 식에 의한 값.

$$M_F = 0.02664 \frac{d_u^3}{K_s}$$

d_u : 상부타두재의 지름으로서 **501.**의 규정에 따른다. 타두재의 실제 지름 d_0이 계산된 지름 d_u보다 큰 경우, d_0을 사용한다. 다만 $1.145 d_u$ 이상일 필요는 없다.

K_s : 타두재의 재료계수로서 **103.**에 따른다.

d_k : 키(key)의 길이방향의 중앙에서의 타두재 지름(mm).

R_{eH1} : 키의 재료의 최소항복응력(N/mm^2).

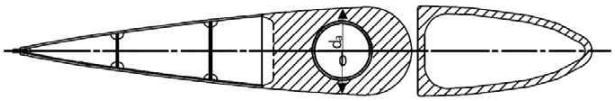


그림 4.1.6a 거전(gudgeon) 외경

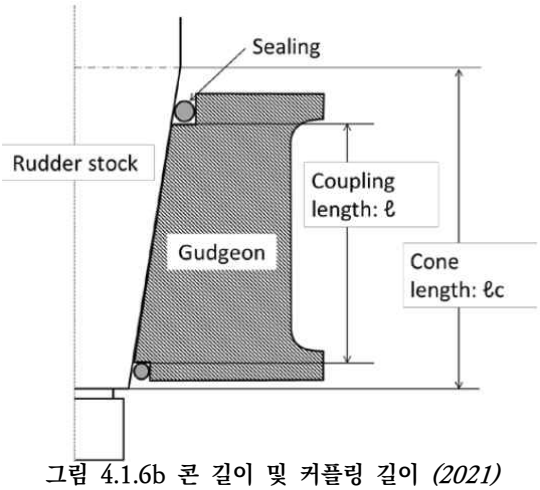


그림 4.1.6b 콘 길이 및 커플링 길이 *(2021)*

(나) 키와 타두재 또는 콘 커플링 간의 둥근모서리(rounded edges)가 없는 키의 유효접촉면적(effective surface area) A_c는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_c = \frac{5M_F}{d_k R_{eH2}} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

R_{eH2} : 키, 타두재 또는 커플링 재료의 최소항복응력(N/mm^2)중 최소값으로 한다.

(4) (1)호에서 규정된 슬러징 너트의 치수는 다음에 따른다.(그림 4.1.6 참조)

$d_g \geq 0.65\,d_0$ (mm)

$h_n \geq 0.6\,d_g$ (mm)

$d_n \geq 1.2\,d_u$ 또는 $1.5\,d_g$ 중 큰 값(mm).

d_g : 나사산의 실제외부지름.

h_n : 너트의 높이.

d_n : 너트의 외부 지름.

(5) 타두재를 고착하는 너트에는 유효한 고정장치(securing plate or flat bar 등)를 설치하여야 한다.

(6) 타두재의 커플링부에는 적절한 부식방지 장치를 하여야 한다.

(7) 콘 커플링부의 마찰만으로 설계비틀림모멘트의 50 %가 전달되는지 확인되어야 한다. 이 경우 2항 (5)호에 의한 압입력 및 압입길이를 고려한 비틀림 모멘트 M_t가 (3)호의 M_F의 1/2 이상인 경우 이 요건을 만족하는 것으로 한다.

(8) (7)호에도 불구하고, 키에 의해 전적으로 타토크가 전달되는 경우에는 키의 치수, 압입력 및 압입길이에 대하여 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

2. 커플링의 결합 및 분리를 위한 유압장치(오일주입 및 유압너트 등)를 가지는 콘 커플링은 다음 각 호의 규정에 적합하여야 한다.

(1) 타두재의 지름이 200 mm를 초과하는 경우, 유압방식에 의한 압입이 권고된다. 이 경우에 콘은 1:12~ 1 : 20의 테이퍼를 가져야한다.

(2) 타두재를 고착하는 너트는 유효하게 고정되어야 한다. 다만 타본체에 취부되는 너트 스토퍼를 설치하여서는 안된다.

(3) 타두재의 커플링부에는 적절한 부식방지 장치를 하여야 한다.
(4) 너트에 대하여는 1항 (4)호에 따른다.
(5) 타두재와 타본체 사이의 커플링에 의하여 비틀림모멘트를 안전하게 전달하기 위한 압입력 및 압입길이는 (6)호부터 (8)호에 따른다.

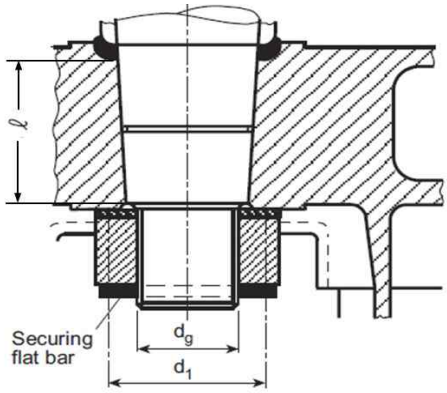


그림 4.1.7 키를 가지지 않는 콘커플링

(6) 압입 압력은 다음 식에 의한 값 중 큰 것 이상이어야 한다. *(2019)*

$$P = \frac{2M_F}{d_m^2 \ell \pi \mu_0} 10^3 \quad (N/mm^2) \qquad \text{또는} \qquad P = \frac{6M_b}{\ell^2 d_m} 10^3 \quad (N/mm^2)$$

M_F : 타두재의 설계비틀림모멘트(Nm)로서 1항 (3)호에 따른다.
d_m : 콘의 평균지름 (mm) (**그림 4.1.6** 참조)
ℓ : 커플링의 길이 (mm)
μ_0 : 마찰계수로서 0.15로 한다.
M_b : C형, D형 및 E형 타의 콘 커플링 내의 굽힘모멘트 (Nm)

압입 압력은 타두재 콘 내부의 허용 면압 P_{perm}을 초과하지 않아야 하며 설계자는 관련자료를 제출하여야 한다. 허용 면압 P_{perm}은 다음 식에 의한다.

$$P_{perm} = \frac{0.95 R_{eH}(1-\alpha^2)}{\sqrt{3+\alpha^4}} - P_b \quad (N/mm^2)$$

$$P_b = \frac{3.5 M_b}{d_m l^2} 10^3$$

R_{eH} : 거전(gudgeon) 재료의 최소항복응력 (N/mm^2)
α : 다음 식에 따른다.

$$\alpha = \frac{d_m}{d_a}$$

d_a : 거전의 외경 (mm) (**그림 4.1.6** 참조)

거전의 외경(mm)은 $1.25 d_0$ 이상이어야 한다. (d_0는 **그림 4.1.6** 참조)

(7) 압입길이 l 은 다음에 적합하여야 한다. *(2019)*

$$l_1 \le l \le l_2 \quad (mm)$$

$$l_1 = \frac{Pd_m}{E(\frac{1-\alpha^2}{2})c} + \frac{0.8R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

$$l_2 = \frac{P_{perm}d_m}{E(\frac{1-\alpha^2}{2})c} + \frac{0.8R_{tm}}{c} \quad (mm)$$

P : (6)호에 의한 압입 압력

P_{perm} : (6)호에 의한 허용 면압

d_m : 콘의 평균지름 (mm) (**그림 4.1.6** 참조)

R_{tm} : 평균거칠기 (mm)로서 0.01로 한다.

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우 $2.06 \times 10^5 (N/mm^2)$으로 한다.

c : 타두재 지름에 대한 테이퍼로서 (1)호에 따른다.

α : (6)호에 따른다.

(8) 콘의 압입력 F는 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$F = Pd_m \pi \ell (\frac{c}{2} + \mu_0) \quad (N)$$

P, d_m, ℓ : (6)호에 따른다.

c : 타두재 지름에 대한 테이퍼 길이(mm)로서 (1)호에 따른다.

μ_0 : 마찰계수로서 유압을 사용하는 경우는 0.02를 참고 값으로 한다. 다만 기계적 처리 및 세부 거칠기에 따라 변할 수 있다.

제 8 절 핀틀

801. 핀틀의 지름

핀틀의 지름 d_p 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$d_p = 0.35\sqrt{BK_p} \quad \text{(mm)}$$

B : 베어링부에 있어서의 지지반력(N).
K_p : 핀틀의 재료계수로서 103.에 따른다.

802. 핀틀의 구조 【지침 참조】

1. 핀틀이 원추형상(conical shape)일 경우, 지름에 대한 다음 값을 넘지 않는 테이퍼를 가진 테이퍼 볼트로 된 구조로서 거전에 부착되어야 하며, 핀틀을 고착하는 너트에는 유효한 고정장치를 설치하여야 한다.
   (1) 슬러징 너트에 의해 결합 및 고정되고 키(key)를 가지는 핀틀 ; 1 : 8 ~ 1 : 12.
   (2) 유압장치(오일주입 및 유압너트 등)에 의해 결합 및 분리되는 핀틀 ; 1 : 12 ~ 1 : 20.
2. 핀틀의 너트와 나사산(thread)의 최소치수는 703.의 1항 (4)호에 따른다.
3. 거전에서의 핀틀 격납부의 길이는 핀틀의 지름 d_p 이상이어야 하고 d_p는 슬리브의 외측에서 측정되어야 한다. 핀틀 격납부의 두께는 $0.25d_p$ 이상이어야 한다.
4. 핀틀에는 적절한 부식방지장치를 하여야 한다.
5. 핀틀에 대하여 요구되는 압입 압력은 다음 식에 의한다. 압입길이는 핀틀에 대한 압입력 및 특성에 따라 703.의 2항 (7)호에서 규정된 식에 따른다. *(2019)*

$$P = 0.4\frac{Bd_p}{d_m^2\ell} \quad (N/mm^2)$$

B : 핀틀에 있어서의 지지반력(N)
d_m, ℓ : 703.의 2항 (6)호에 의한 값

제 9 절 타두재 및 핀틀의 베어링

901. 최소베어링면적 【지침 참조】

베어링면적(투영면적 = 베어링의 길이 × 슬리브의 외부지름), A_b 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_b = \frac{B}{q_a} \quad (\text{mm}^2)$$

B : 801.의 규정에 따른다.
q_a : 허용면압(N/mm^2)으로서, **표 4.1.9**에 따른다. 다만, 시험에 의하여 인증된 경우에는 이 표에 나타난 값과 다른 값으로 할 수 있다.

902. 베어링의 길이 *(2020)*

베어링 면의 길이에 대한 지름의 비율은 1.2 이하이어야 한다.
핀틀의 베어링 길이 h_b 는 다음에 적합하여야 한다.

$$d_{sl} \le h_b \le 1.2d_{sl}$$

d_{sl} : 슬리브 외면에서 측정한 핀틀의 실제지름(mm).

표 4.1.9 부시(bush)의 재질에 따른 허용 면압 q_a *(2021)*

부시의 재질	q_a (N/mm^2)
리그넘바이티(lignumvitae)	2.5
화이트 메탈(기름 윤활)	4.5
쇼어 경도, HSD 60 보다 큰 합성재료(synthetic material).(1)(2)	5.5
강(3), 청동 및 청동·흑연의 열압축 재료(hot-pressed material)	7.0

(비고)
(1) 경도는 23 °C 및 50 % 습도에서 인정된 기준에 따라, 경도시험(쇼어-D형)에 의해 계측된 값을 말하며, 이들 합성재료는 우리 선급으로부터 승인된 것이어야 한다.
(2) 합성재료는 형식승인품이어야 한다. 면압은 베어링 제조자의 사양과 시험에 따라 5.5 N/mm^{2}를 초과하여도 인정할 수 있으며 다만 10 N/mm^{2}를 초과하여서는 안된다.
(3) 스테인리스 강 및 내마모성 강을 말하며, 슬리브와 조합으로 승인되어야 한다.

903. 베어링의 틈새 간격 【지침 참조】

금속베어링의 틈새 간격은 지름으로 $d_{bs}/1000+1.0$ (mm) 미만이어서는 안 된다.

d_{bs} : 부시의 내부지름(mm).

비금속 베어링재료가 사용될 경우의 베어링 틈새 간격은 재료의 부풀림과 열팽창을 특별히 고려하여야 하며, 베어링의 틈새간격은 지름으로 1.5 mm 미만이어서는 안 된다. 다만, 더 작은 틈새간격에 대해 제조자의 권고와 만족할만한 서비스 기록에 대한 증거 문서가 있다면 그렇지 아니하여도 된다.

904. 슬리브 및 부시의 두께

슬리브 및 부시의 두께 t 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 0.01\sqrt{B} \quad \text{(mm)}$$

B : 801.에 따른다.

다만, t 는 금속재료 또는 합성재료의 부시인 경우에는 8 mm 이상이어야 하며, 리그넘 바이트인 경우에는 22 mm 이상이어야 한다.

제 10 절 부속 장치

1001. 러더 캐리어 【지침 참조】

타의 중량 및 모양에 따라 적절한 러더 캐리어를 설치하고 그 지지부에는 윤활이 잘 되도록 고려하여야 한다.

1002. 점핑스토퍼 【지침 참조】

타가 파도의 충격 등에 의하여 튀어 올라가는 것을 방지하는 장치를 만들어야 한다.

제 11 절 프로펠러 노즐

1101. 적용

1. 이 규정은 안지름 5 m 이하의 프로펠러 노즐에 적용하며, 5 m를 초과하는 것에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
2. 선체에 부착되는 노즐의 지지 부위에 세심한 주위가 필요하다.

1102. 설계압력

1. 프로펠러 노즐에 대한 설계압력은 다음 식에 의해 결정한다.

$$P_d = cP_{do} \qquad (\mathrm{kN/mm^2})$$

$$P_{do} = \epsilon \frac{N}{A_p} \qquad (\mathrm{kN/mm^2})$$

N : 최대 축출력(kW)

A_p : 프로펠러 면적($\mathrm{m^2}$)

$$A_p = \pi \frac{D^2}{4}$$

D : 프로펠러 지름(m)

ϵ : 다음 식에 의한 상수

$$\epsilon = 0.21 - 2 \cdot 10^{-4} \frac{N}{A_p}$$

$$\epsilon_{\min} = 0.1$$

c = 1.0 (구역 2, 프로펠러 구역)
= 0.5 (구역 1 & 3)
= 0.35 (구역 4)

1103. 판 두께

(1) 프로펠러 노즐판의 두께는 다음 값 또는 7.5 mm 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t = t_0 + t_k \qquad (\mathrm{mm})$$

$$t_0 = 5a\sqrt{P_d} \qquad (\mathrm{mm})$$

a : 내부보강재의 간격(m)

t_k : 부식여유(corrosion allowance) (mm)

$t_0 \le 10$ 일 때 $t_k = 1.5$

$t_0 > 10$ 일 때 $t_k =$ 최소 $\left[0.1\left(\frac{t_0}{\sqrt{K}} + 5\right),\ 3.0\right]$

(2) 내부보강재의 두께는 구역 3의 노즐판 두께보다 커야 하며, 최소 7.5 mm 이상이어야 한다.

1104. 단면계수

그림 4.1.6에서 보는 바와 같은 단면의 중립축에 대한 단면계수는 다음 식으로 표현된 값 이상이어야 한다.

$$W = n d^2 b V^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

d : 노즐의 안지름(m)
b : 노즐길이(m)
n = 1.0 (회전형 노즐)
= 0.7 (고정형 노즐)
V : 선박의 속력(kt)으로 **201.**의 규정에 따른다.

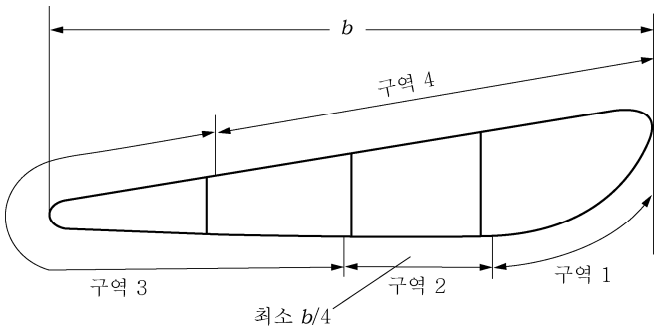


그림 4.1.6

1105. 용접

안쪽 노즐판과 바깥쪽 노즐판은 가능하면 양면연속용접으로 내부 보강재에 용접되어야 하며, 바깥쪽 노즐판에 대하여 플러그 용접을 할 수 있다. ⚓

제 2 장 창구 및 기타 갑판개구

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 산적화물선, SUBC(Self-Unloading Bulk Carriers), 광석운반선 및 겸용선을 제외한 모든 선박의 노출갑판 상 **제1위치** 및 **제2위치**에 있는 창구덮개, 창구코밍에 적용한다. 선수갑판의 작은 창구에 대하여는 **9장**을 적용한다.
2. 102.에 정의하는 **제1위치** 및 **제2위치**의 창구는 주관청이 승인하는 경우를 제외하고 개스킷과 클램핑 장치에 의하여 강 또는 이와 동등한 재료의 창구덮개에 의하여 풍우밀을 확보하여야 한다. **【지침 참조】**

102. 노출갑판의 위치 【지침 참조】

노출갑판의 위치는 다음과 같이 2가지로 분류하여 정의한다.

제1위치 : 노출된 건현갑판 및 저선미루 갑판 상, 그리고 L_f의 전단으로부터 0.25 L_f 지점 전방의 노출된 선루갑판 상

제2위치 : L_f의 전단으로부터 0.25 L_f 지점 후방에 위치하고 건현갑판으로부터 표준선루높이 1배 상부의 노출된 선루갑판 상

L_f의 전단으로부터 0.25 L_f 지점 전방에 위치하고 건현갑판으로부터 표준선루높이 2배 상부의 노출된 선루갑판 상

103. 창구코밍의 높이

1. 창구코밍의 갑판 상면상의 높이는 위치에 따라 다음의 높이 이상이어야 한다.
   제1위치 : 600 mm
   제2위치 : 450 mm
2. 선루갑판보다 상부의 노출갑판의 창구의 창구덮개 및 코밍에 대하여는 우리선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. 개스킷과 클램핑장치로 풍우밀을 유지하는 강재 창구덮개로 폐쇄되는 창구의 코밍 높이를 1항에 의한 것보다 낮추거나 또한 코밍을 생략할 수 있다. 이 경우 창구덮개의 치수, 개스킷, 클램핑장치 및 배수설비에 대하여는 우리선급이 인정하는 바에 따른다.

104. 창구덮개 【지침 참조】

1. 노출갑판 상의 창구덮개는 풍우밀이어야 한다. 폐위된 선루내의 창구덮개는 풍우밀이 아니어도 된다. 다만 평형수탱크, 연료유 탱크 및 기타의 탱크에 설치된 창구덮개는 수밀이어야 한다.
2. 모래운반선 및 채취선의 창구덮개는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 창구덮개의 설치를 면제할 수 있다.
3. 준설선의 감소된 건현 지정에 대한 지침(준설선 규칙 부록 1)을 적용받는 선박의 창구덮개는 준설선의 감소된 건현 지정에 대한 지침에 따라 창구덮개의 설치를 면제할 수 있다. *(2020)*

105. 재료

창구덮개 및 코밍에 사용되는 강재는 **2편 1장**의 요건에 적합하여야 하며 창구덮개 정판, 저판 및 1차 지지부재는 **3편 1장 표 3.1.10**의 I급의 강재를 사용하여야 한다.

강재 이외의 재료를 사용할 경우, 강재 창구덮개와 동등한 강도 및 강성을 가져야 한다.

106. 순 요구 치수

1. 별도로 규정하는 경우를 제외하고 이장에서 규정하는 구조치수는 부식추가를 포함하지 않는 치수(이하 순치수라 한다)로 한다.
2. 순치수는 3절 및 4절의 규정에 의하여 계산된 각 부재에 요구되는 최소치수이다.
3. 요구 총치수는 순치수에 **표 4.2.1**에 따른 부식추가를 더한 값 이상이어야 한다.
4. 유한요소법 또는 격자해석에 의한 강도평가를 하는 경우 모델링은 순치수로 하여야 한다.

107. 부식추가

1. 강재 창구덮개 및 코밍에 대한 부식추가는 **표 4.2.1**에 따른다. 다만 스테인리스 강재 및 알루미늄 합금재의 부식추가 t_c는 0 mm 로 한다.
2. **신환두께**
   이 장의 적용을 받는 강재 창구덮개 및 코밍은 건조시의 두께($t_{as-built}$) 및 다음의 산식에 의한 신환두께($t_{renewal}$)를 도면에 기재하여야 한다. 단, 건조 시의 두께를 특히 증가시킨 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 할 수 있다.

$$t_{renewal} = t_{as-built} - t_c + 0.5 \quad (\text{mm})$$

t_c : **표 4.2.1**에 따른 부식추가. 다만 t_c 가 1.0 mm인 경우에는 $t_{renewal} = t_{as-built} - t_c$ (mm)로 한다.

표 4.2.1 강재 창구덮개 및 창구코밍에 대한 부식추가 t_c

선박의 종류	구조물	t_c [mm]
컨테이너선, 자동차운반선, 종이 운반선, 여객선	창구덮개	1.0
	창구코밍	1.5
상기 이외의 선박	단판 창구덮개	2.0
	이중 창구덮개의 정판 및 바닥판	1.5
	이중 창구덮개의 내부재 및 폐위된 박스거더	1.0
	스테이 및 보강재를 포함한 창구 코밍	1.5

3. **강재 교체**
   (1) 계측된 두께 t_g에 따른 처리 방법은 **표 4.2.2**에 따른다.

표 4.2.2 계측두께 t_g에 따른 처리 방법

처리방법	$t_c \geq 1.5mm$ 인 경우	$t_c = 1.0mm$ 인 경우
강재 교체	$t_g < t_{net} + 0.5\ mm$	$t_g \leq t_{net}$
보호도장 시공 또는 연차검사 시 두께계측	$t_{net} + 0.5 < t_g < t_{net} + 1.0\ mm$	$t_{net} < t_g < t_{net} + 0.5\ mm$

   (2) 보호도장을 시공하는 경우 도장은 도료 제조업자의 요건에 따라야 한다. 도장은 **1편 2장 101.**의 16항에 정의된 "양호(GOOD)" 상태를 유지하여야 한다.
   (3) 이중 창구덮개의 내부재의 경우, 정판 또는 저판의 강재가 교체되거나 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께계측이 요구된다. 이때, 계측된 두께가 t_{net} 미만인 경우, 내부재의 강재를 교체하여야 한다. **【지침 참조】**

제 2 절 설계하중

201. 창구덮개 및 코밍의 설계하중

1. 이 장을 적용하는 창구덮개 및 코밍의 설계하중은 202.에서 206.에 의한 값 이상이어야 한다.
2. 용어의 정의

x : 선박의 길이 L 또는 L_f의 후단으로부터 고려하는 구조부재의 중심점까지의 거리 (m)

h_N : 표준 선루높이로 다음에 의한 값. 다만 1.8 m 이상이어야 하며 2.3 m 보다 클 필요는 없다.

$$h_N = 1.05 + 0.01L_f \quad (\mathrm{m})$$

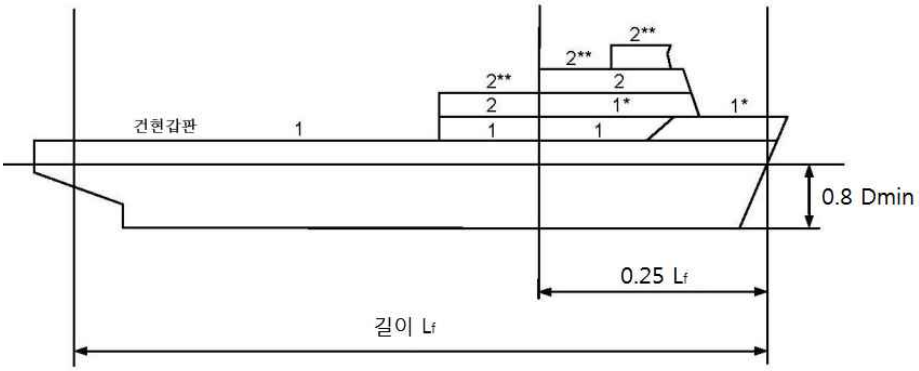
$D_{\min}$: 건현갑판의 형 현호선에 접하는 선박(스케그 포함)의 용골선에 평행인 선을 그어 형성되는 최소 형깊이 (m)

202. 수직 파랑하중

1. 창구덮개에 작용하는 수직 파랑하중은 표 4.2.3에 따른다.(그림 4.2.1 및 그림 4.2.2 참조)
2. 204. 및 205.에 의한 화물하중과 동시에 작용하지 않는 것으로 고려한다.
3. 건현이 큰 선박의 경우, 흘수가 실제 건현갑판으로부터 표준선루 높이 h_N 만큼 하방에 위치하는 가상건현갑판을 기준으로 계산한 최소 건현에 상응하는 흘수보다 작은 경우, 실제 건현갑판 상의 창구덮개의 설계하중은 표 4.2.3의 선루갑판의 값을 사용할 수 있다. (그림 4.2.2 참조)

표 4.2.3 노출갑판 창구의 수직 파랑하중 P_V

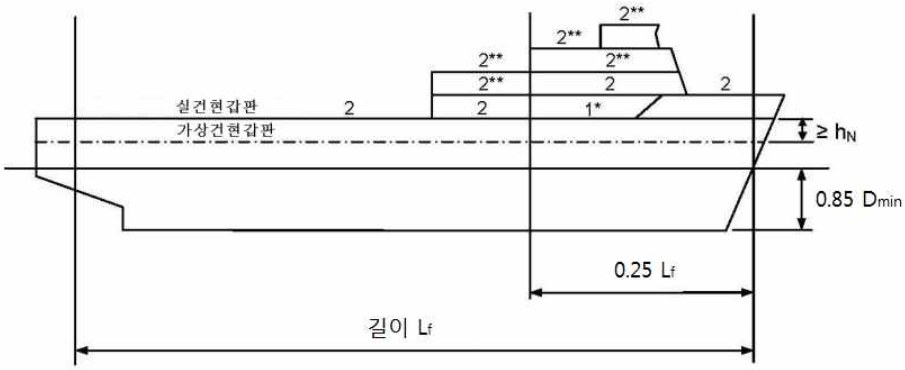
위치	L_f (m)	수직 파랑하중 P_V [kN/m^2]	
		기타의 위치	선수부 $0.25L_f$
1	≤ 100 (다만 24 m 이상)	$\frac{9.81}{76}(1.5L_f+116)$	·건현갑판 상 : $\frac{9.81}{76}\left[(4.28L_f+28)\frac{x}{L_f}-1.71L_f+95\right]$
			·건현갑판으로부터 표준선루높이 한층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판(*) : $\frac{9.81}{76}(1.5L_f+116)$
	〉100	34.3 (9.81×3.5)	·건현이 B형인 선박의 건현갑판 상 $9.81\left[(0.0296L_1+3.04)\frac{x}{L_f}-0.0222L_1+1.22\right]$
			·건현이 B-60 또는 B-100형인 선박의 건현갑판 상 $9.81\left[(0.1452L_1-8.52)\frac{x}{L_f}-0.1089L_1+9.89\right]$ L_1 : 건현용 길이 L_f, 다만 340 m 이상일 경우에는 340 m로 한다.
			·건현갑판으로부터 표준선루높이 한층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판(*) : 34.3 (9.81×3.5)
2	≤ 100 (다만 24 m 이상)	$\frac{9.81}{76}(1.1L_f+87.6)$	
	〉100	25.5 (9.81×2.6)	
		·가장 낮은 제2위치 갑판으로부터 표준선루높이 한층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판(**) : 20.6 (9.81×2.1)	
(비고) (*), (**)는 그림 4.2.1 및 그림 4.2.2의 *, **를 의미한다.			



* 건현갑판으로부터 표준선루높이 한층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판의 경감된 하중적용

** $L_f > 100\,\mathrm{m}$ 선박의 경우, 가장 낮은 제2위치 갑판으로부터 표준선루높이 한층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판의 경감된 하중 적용

그림 4.2.1 제1위치 및 제2위치



* 건현갑판으로부터 표준선루높이 한층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판의 경감된 하중적용

** $L_f > 100\mathrm{m}$ 선박의 경우, 가장 낮은 제2위치 갑판으로부터 표준선루높이 한층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판의 경감된 하중 적용

그림 4.2.2 건현이 큰 선박의 제1위치 및 제2위치

203. 수평 파랑 하중

수평 파랑하중 P_H은 다음 식에 의한 값으로 한다. 다만 **표 4.2.4**에 의한 최소값 이상이어야 한다.

수평 파랑하중은 **505.**의 창구덮개의 수평이동방지장치 및 지지구조를 검토하는 경우를 제외하고 창구덮개의 직접강도해석 시 고려할 필요는 없다.

$$P_H = ac(bc_L f - z) \qquad (kN/m^2)$$

f : 다음 식에 의한 값

$L < 90\ \mathrm{m}$ 경우 : $\dfrac{L}{25} + 4.1$

$90\ \mathrm{m} \le L < 300\ \mathrm{m}$ 경우 : $10.75 - \left(\dfrac{300 - L}{100}\right)^{1.5}$

$300\ \mathrm{m} \le L < 350\ \mathrm{m}$ 경우 : 10.75

$350\ \mathrm{m} \le L \le 500\ \mathrm{m}$ 경우 : $10.75 - \left(\dfrac{L - 350}{150}\right)^{1.5}$

c_L : 계수로서 다음에 의한 값

$L < 90$ m 경우 : $\sqrt{\frac{L}{90}}$

$L \geq 90$ m 경우 : 1.0

a : 다음 식에 의한 값

- 보호되지 않은 전단 코밍 및 전단 창구덮개 측판 : $20+L_1/12$
- 「**국제만재흘수선협약 제28규칙**」에 따른 표정건현보다 표준선루높이 h_N의 1배 이상 상부의 건현갑판에 있는 보호되지 않은 전단 코밍 및 창구덮개 측판 : $10+L_1/12$
- 창구 측코밍, 보호된 전단 코밍 및 창구덮개 측판 : $5+L_1/15$
- 선체중앙보다 후방에 있는 후단 코밍 및 후단 창구덮개 측판 : $7+\frac{L_1}{100}-8\frac{x'}{L}$
- 선체중앙보다 전방에 있는 후단 코밍 및 후단 창구덮개 측판 : $5+\frac{L_1}{100}-4\frac{x'}{L}$

L_1 : 선박의 길이(m). 다만 300 m 보다 클 필요는 없다.

b : 다음 식에 의한 값

$\frac{x'}{L} < 0.45$의 경우 : $1.0+\left(\frac{x'/L-0.45}{C_{b1}+0.2}\right)^2$

$\frac{x'}{L} \geq 0.45$의 경우 : $1.0+1.5\left(\frac{x'/L-0.45}{C_{b1}+0.2}\right)^2$

C_{b1} : 방형비척계수. 다만 C_b가 0.6 이하인 경우에는 0.6으로, 0.8 이상인 경우에는 0.8로 한다. 다만 선체중앙보다 전방에 있는 후단 창구코밍 및 후단창구 측판의 b을 계산하는 경우에는 0.8 이상이어야 한다.

x' : 고려하는 창구코밍 또는 창구덮개 측판으로부터 후부수선까지의 거리(m). 창구덮개 측판의 경우 측판의 중앙으로부터 후부수선까지의 거리로 한다. 다만 창구덮개 측판의 길이가 $0.15L$을 넘는 경우에는 $0.15L$을 넘지 않는 간격으로 분할하여 각 분할부분의 중앙으로부터 후부수선까지의 거리로 한다.

z : 하기 만재흘수선으로부터 고려하는 보강재 스팬의 중앙까지 또는 판의 중앙까지의 수직거리(m)

c : 다음 식에 의한 값. 다만 b'/B' 는 0.25 이상이어야 한다.

$c=0.3+0.7b'/B'$

b' : 고려하는 위치에서의 코밍 간의 거리(m)

B' : 고려하는 위치에서의 노출갑판 상 선박의 너비(m)

표 4.2.4 최소 수평 파랑하중 $P_{H\min}$

L (m)	$P_{H\min}$ (kN/m^2)	
	보호되지 않은 전단 창구코밍 및 전단 창구덮개 측판	기타
≤ 50	30	15
$50 < L < 250$	$25+\frac{L}{10}$	$12.5+\frac{L}{20}$
≥ 250	50	25

204. 화물하중

창구덮개에 적재된 화물에 의한 하중은 다음 1항 및 2항에 따른다. 다만 부분 적재상태에 대하여도 고려하여야 한다.

1. 분포하중

선박의 상하요 및 종요에 의한 창구덮개에 작용하는 분포하중, P_L은 다음 식에 의한다.

$$P_L = P_C(1+a_V) \qquad (\mathrm{kN/m^2})$$

P_C : 균일분포 정적 화물하중 $(\mathrm{kN/m^2})$

a_V : 수직 가속도로서 다음 식에 의한 값

$$a_V = 0.11\frac{m\,V_1}{\sqrt{L}}$$

m : 고려하는 지점의 위치에 따라 다음 식에 의한 값.

$0 \le \frac{x}{L} \le 0.2$ 경우 : $m_0 - 5(m_0-1)\frac{x}{L}$

$0.2 < \frac{x}{L} \le 0.7$ 경우 : 1.0

$0.7 < \frac{x}{L} \le 1.0$ 경우 : $1+\frac{m_0+1}{0.3}\left(\frac{x}{L}-0.7\right)$

m_0 : 다음 식에 의한 값

$m_0 = 1.5+0.11\,V_1/\sqrt{L}$

V_1 : 선박의 속도 V (kt). 다만 $\sqrt{L}$ 이상이어야 한다.

2. 집중 하중

선박의 상하요 및 종요에 의한 창구덮개에 작용하는 집중하중(선박의 직립상태), P는 다음 식에 의한다.

$$P = P_S(1+a_V) \ (\mathrm{kN})$$

P_S : 화물에 의한 정적 집중하중 (kN)

a_V : 수직 가속도로서 1항에 따른다.

205. 컨테이너 하중

창구덮개 상부에 컨테이너를 적재하는 경우 집중하중은 다음에 따른다.

1. 선박의 상하요 및 종요(선박의 직립상태)로 인한 컨테이너의 스택의 각 모서리에서의 하중(kN)은 다음 식에 의한다.

$$P = 9.81\times\frac{M}{4}(1+a_V) \qquad (\mathrm{kN})$$

a_V : 수직 가속도로서 204.의 1항에 따른다.

M : 컨테이너 스택의 최대 설계 질량 (t)

2. 선박의 상하요, 종요 및 횡요(선박의 횡경사상태)로 인한 컨테이너의 스택의 각 모서리에서의 하중(kN)은 다음 식에 의한다. (그림 4.2.3 참조)

$$A_z = 9.81\frac{M}{2}(1+a_V)\left(0.45-0.42\frac{h_m}{b}\right) \qquad (\mathrm{kN})$$

$$B_z = 9.81\frac{M}{2}(1+a_V)\left(0.45+0.42\frac{h_m}{b}\right) \qquad (\mathrm{kN})$$

$$B_y = 2.4M \qquad (\mathrm{kN})$$

a_V : 수직 가속도로서 204.의 1항에 따른다.

M : 컨테이너 스택의 최대 설계 질량 (t)으로 다음 식에 의한 값

$M = \sum W_i$

h_m : 창구덮개로부터 컨테이너 스택의 무게중심까지의 높이 (m)로서 다음 식에 의한 값

$h_m = \sum (z_i \times W_i)/M$

z_i : 창구덮개 상부로부터 i 번째 컨테이너의 무게중심 까지의 높이(m)

W_i : i 번째 컨테이너의 무게 (t)

b : 컨테이너 고박 장치(코너 캐스팅) 중심 사이의 간격 (m)

A_z, B_z: 스택의 전후방 모서리에 작용하는 상하방향 하중 (kN)

B_y : 스택의 전후방 모서리에 작용하는 횡방향 하중(kN)

3. 306.에 따른 격자해석을 통하여 창구덮개의 강도평가를 하는 경우 h_m 및 z_i는 창구덮개 지지대의 상부로부터 측정한다. 이 경우 B_y는 고려할 필요 없다.
4. 창구덮개 강도 평가에 적용된 A_z와 B_z은 창구덮개의 도면에 표기되어야 한다.
5. 이 항에 따라 컨테이너 하중 A_z, B_z 및 B_y은 컨테이너 고박장치 검토 시 컨테이너 스택의 하부 모서리의 허용하중으로 고려되어야 한다.

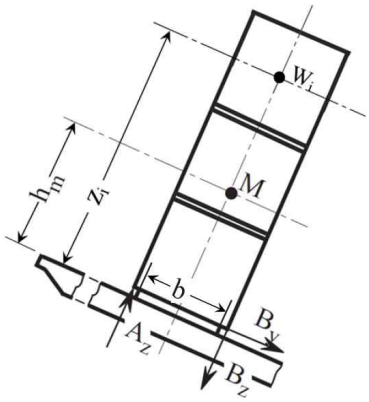


그림 4.2.3 컨테이너 하중

6. 부분 적재

(1) 1항에서 5항의 적하상태에 추가하여 실제로 발생할 수 있는 불균일 적재도 고려하여야 한다. (예: 지정된 컨테이너 스택이 비는 경우)

(2) 각 창구덮개에 대하여 표 4.2.5의 횡경사 방향을 고려하여야 한다.

(3) 창구덮개에 모든 스택이 위치하는 선박의 경우 창구덮개의 가장 바깥쪽 스택을 비우는 적재조건은 간단한 접근방식으로 평가할 수 있다.

(4) 컨테이너 스택이 창구덮개와 컨테이너 받침대(stanchion)에 의하여 지지되는 경우 스택의 하중은 무시한다.(표 4.2.5 참조)

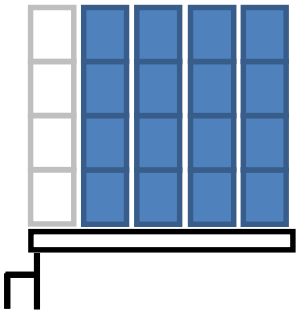
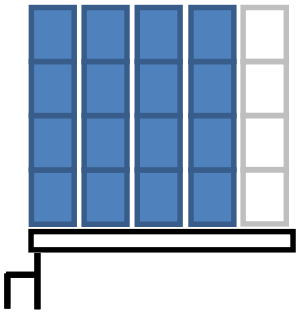
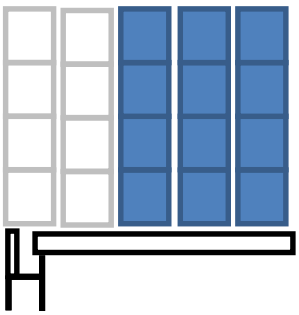
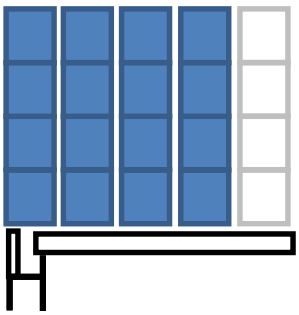
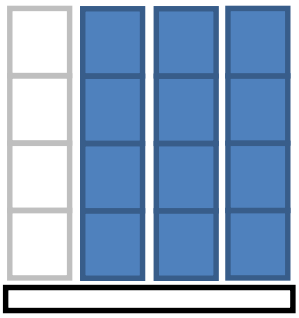
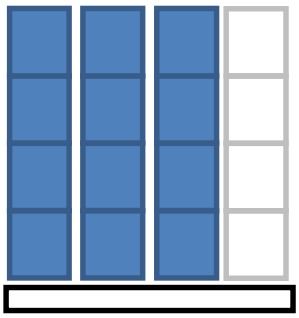
(5) 추가로 창구덮개 수직 지지대의 최대하중을 고려하기 위하여 (4)호의 스택이 빈 적재조건에 대하여 검토하여야 한다.

(6) 우리 선급은 추가로 더 많은 또는 다른 스택을 비우는 부분적재에 대하여 검토를 요구할 수 있다.

7. 창구덮개 상에 20 ft 컨테이너와 40 ft 컨테이너의 혼합 적재

창구덮개 상에 20 ft 컨테이너와 40 ft 컨테이너를 혼합 적재하는 경우 창구덮개 전후단에서의 컨테이너 하부 모서리 하중은 40 ft 컨테이너의 적재 시 설계하중보다 작아야 한다. 또한, 창구덮개의 중간부에서의 모서리 하중은 20 ft 컨테이너 적재 시 설계하중보다 작아야 한다.

표 4.2.5 창구덮개 상의 부분적재

횡경사 방향	좌현 (←)	우현 (→)
창구덮개에 모든 스택이 위치하는 경우로서 종방향 창구코밍에 의하여 창구덮개가 지지되는 경우		
최외곽의 스택이 창구덮개와 컨테이너 받침대에 의하여 지지되는 경우로서 종방향 창구코밍에 의하여 창구덮개가 지지되는 경우		
창구덮개가 종방향 창구코밍에 의하여 지지되지 않는 경우 (중앙부 창구덮개)		

206. 선체의 탄성 변형으로 인한 하중

202.에서 205.의 하중에 추가하여, 선체의 탄성변형으로 인한 하중이 횡방향으로 작용하는 경우, 발생하는 응력은 302.의 1항의 허용 값을 넘지 않도록 설계되어야한다.

제 3 절 창구덮개의 강도 기준

301. 일반사항

1. 창구덮개의 보강재 및 1차 지지부재는 실행 가능한 한 창구덮개의 전 폭과 전 길이에 걸쳐 연속되어야 한다. 연속이 불가능할 경우, 끝단이 스닙이어서는 안 되며, 하중을 충분히 전달할 수 있는 적절한 배치로 하여야 한다.
2. 보강재와 평행한 1차 지지부재의 간격은 1차 지지부재 스팬의 1/3을 초과하여서는 안 된다. 평면 변형요소(plane strain element) 또는 쉘요소를 사용한 유한요소해석으로 강도계산을 수행하는 경우, 이 요건은 적용하지 않아도 된다.
3. 1차 지지부재의 면외방향의 지지점 간의 길이가 3.0 m을 초과하는 경우, 1차 지지부재 면재의 폭은 웨브 깊이의 40 % 이상이어야 한다. 면재와 결합하는 트리핑브래킷은 면외방향 지지점으로 간주할 수 있다. 웨브에서 면재의 자유단까지의 폭은 면재 총두께의 15배를 초과하여서는 안 된다.

302. 허용응력 및 처짐

1. 허용응력

강재 창구덮개의 등가응력 σ_E은 다음 기준을 만족하여야 한다.

(1) 격자해석

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \le 0.8\sigma_Y \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ : 법선응력($\mathrm{N/mm^2}$)
τ : 전단응력($\mathrm{N/mm^2}$)
σ_Y : 사용 재료의 항복응력($\mathrm{N/mm^2}$).

(2) 유한요소해석

(가) 202.에 따른 수직 파랑하중의 경우

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \le 0.8\sigma_Y \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

(나) 202. 이외의 하중의 경우

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \le 0.9\sigma_Y \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ_x, σ_y : 각각 x, y축 방향의 법선응력($\mathrm{N/mm^2}$)
x, y : 고려하는 요소의 평면에서 2차원 직교좌표계에서의 각각 좌표 축

(3) 쉘 및 평면응력(plane stress)요소를 사용하는 유한요소해석 계산의 경우, 각 요소의 중앙(center of element)에서의 응력을 읽어야 한다. 쉘 요소가 사용되는 경우, 요소의 두께 중간(mid plane)에서의 응력을 평가하여야 한다.

(4) 비대칭 단면의 1차 지지부재의 면재의 경우 요소중앙의 응력평가는 비보수적인 결과를 나타낼 수 있으므로 요소분할을 상세히 하거나 요소 가장자리(edge)의 응력이 허용기준을 넘지 않아야 한다.

(5) 우리 선급이 만족할 수 있도록 응력집중에 대해서도 평가되어야 한다.

2. 처짐

(1) 202.의 수직 파랑하중에 의한 1차 지지부재의 수직방향의 처짐 δ은 다음 식에 의한 값 이하이어야 한다.

$\delta = 0.0056 l_g \quad (\mathrm{m})$

l_g : 1차 지지부재의 지지점간 거리 중 가장 긴 것(m)

(2) 창구덮개 상에 여러 가지 크기의 컨테이너를 혼합하여 적재하는 경우(2개의 20 ft 컨테이너상부에 40 ft 컨테이너를 적재하는 경우) 창구덮개의 처짐에 특별히 주의하여야 한다. 또한, 창구덮개의 변형이 화물창내의 화물과의 접촉에 주의하여야 한다.

303. 창구덮개 판의 순두께

1. 창구덮개 정판의 순두께 t는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만 보강재 간격의 1 % 또는 6 mm 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t = 15.8 F_p S \sqrt{\frac{P}{0.95\sigma_y}} \qquad \text{(mm)}$$

F_p : 막응력 및 굽힘응력의 조합에 대한 계수로서 다음에 따른다.
- 1차 지지부재의 부착판에 대하여 $\sigma/(0.8\sigma_y) \geq 0.8$인 경우 : $1.9\sigma/(0.8\sigma_y)$
- 상기 이외 : 1.5

S : 보강재 간격 (m)

P : 202. 및 204.의 1항에 따른 수직 파랑하중 P_V 및 분포하중 P_L (kN/m^2)

σ : 창구덮개 정판의 법선응력(N/mm^2)으로 **그림 4.2.4**에 따라 결정한다.

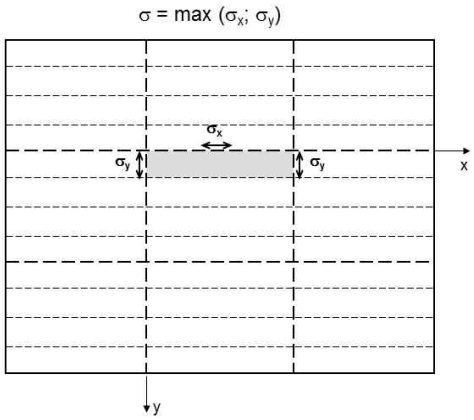


그림 4.2.4 창구덮개 정판의 법선응력의 선택위치

2. 압축을 받는 판의 경우, 307.에 따른 좌굴강도를 만족하여야 한다.

3. **이중 창구덮개의 저판 및 상자형 거더의 판**

(1) 이중 창구덮개 저판 및 상자형 거더 판의 두께는 306.에 따른 계산으로부터 구한 응력이 302.의 1항의 허용응력을 만족하는 것이어야 한다.

(2) 창구덮개의 하부 판이 강도부재로 고려되는 경우, 순 두께는 5 mm 이상이어야 한다.

(3) 창구덮개 상에 프로젝트 화물을 적재하는 경우, 창구덮개의 저 판의 순 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 여기서 프로젝트 화물이라 함은 매우 크거나 광범위하게 창구덮개에 고박된 화물을 의미한다. 예를 들어 크레인, 풍력발전설비, 터빈 등을 말하며 창구덮개 상 균일분포하는 것으로 간주되는 목재(timber), 파이프, 강재코일 등은 프로젝트 화물로 간주하지 않는다.

$$t = 6.5S \text{ (mm)}$$

S : 보강재 간격 (m)

(4) 저판이 강도부재로 고려되지 않는 경우, 저판의 두께는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

4. **차륜하중이 작용하는 창구덮개의 판 【지침 참조】**

차륜하중이 작용하는 창구덮개의 판은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

304. 보강재의 순 치수

1. 창구덮개 보강재의 순 단면계수 Z, 웨브 순 단면적 A는 다음에 의한 값 이상이어야 한다. 다만 실제 순 단면계수는 보강재 간격의 폭을 갖는 부착판을 포함한 값으로 한다.

(1) 202.에 따른 수직 파랑하중의 경우

$$Z = \frac{104}{\sigma_y} PSl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

$$A = \frac{10.8\, PS\, l}{\sigma_y} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

(2) 204.의 1항에 따른 화물하중의 경우

$$Z = \frac{93}{\sigma_y} PSl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

$$A = \frac{9.6\, PS\, l}{\sigma_y} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

l : 보강재 스팬(m)로서 1차 지지부재의 간격(m)으로 한다.
S : 보강재 간격 (m)
P : 202. 및 204.의 1항에 따른 수직 파랑하중 P_V 및 분포하중 P_L $(\mathrm{kN/m^2})$
σ_y : 사용재료의 항복응력$(\mathrm{N/mm^2})$

2. 이중 창구덮개 저판의 보강재는 면외하중이 작용하지 않으므로 1항의 요건을 적용하지 않는다. 또한 저판이 강도부재가 아니면 아래 5항, 6항의 요건을 적용하지 않는다.
3. 보강재(U 형 단면 제외) 웨브의 순 두께는 4.0 mm 이상이어야 한다.
4. 평강 보강재 및 좌굴 보강재는 다음을 만족하여야 한다.

$h/t_w < 15\sqrt{(235/\sigma_y)}$
h : 보강재의 높이 (mm)
t_w : 보강재의 순두께 (mm)

5. 1차 지지부재에 평행하고 305.의 1항에 따른 유효폭 내에 배치된 보강재는 1차 지지부재와 교차부에서 연속되어야 한다. 이 경우 1차 지지부재의 단면특성의 계산에 해당 보강재를 포함할 수 있다.
6. 5항을 적용하는 경우 1차 지지부재의 변형에 의한 응력과 면외하중에 의한 보강재의 조합응력은 302.의 1항에 따른 허용응력 이하이어야 한다.
7. 압축을 받는 보강재의 경우, 307.의 5항 (3)호 및 (4)호에 따른 면외좌굴(lateral buckling) 및 비틀림 좌굴강도를 만족하여야 한다.
8. 차륜하중 또는 집중하중이 작용하는 창구덮개의 경우, 보강재 치수는 302.의 1항의 허용응력을 고려하여 직접계산으로 결정하거나, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바를 따라 결정하여야 한다.

305. 1차지지부재의 순 치수

1. 1차 지지부재

(1) 1차 지지부재의 치수는 306.에 적합한 계산에 의한 응력이 302.의 1항의 허용응력을 만족하여야 한다.
(2) 1차 지지부재의 모든 요소들은 307.에 따른 좌굴강도를 만족하여야 하며, 2축 압축 상태인 부착판의 경우, 307.의 5항 (2)호에 따른 유효폭만을 고려해야 한다.
(3) 1차 지지부재 웨브의 순 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$t = 6.5S$ (mm) 최소 5.0mm 이상
S : 보강재 간격 (m)

2. 창구덮개 측판

(1) 창구덮개 측판의 치수는 306.에 따라서 계산되어야 하고 302.의 1항의 허용응력을 만족하여야 한다.
(2) 해수에 노출되는 측판의 순 두께는 다음 식의 값 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만 최소 5 mm 이상이어야 한다.

$$t = 15.8S\sqrt{\frac{P_H}{0.95\sigma_Y}} \quad (mm) \quad \text{또는,}$$

$$t = 8.5S \quad (\text{mm})$$

P_H : 203.에 따른 수평 파랑하중 (kN/mm^2)
S : 보강재 간격 (m)

(3) 측판의 강성은 클램핑장치 간의 적절한 밀폐압력을 유지하기에 충분하여야 한다. 측판의 관성모멘트 I는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$I = 6qS_{SD}^4 \quad (\text{cm}^4)$$

q : 개스킷에 작용하는 선압력(N/mm)으로 5 N/mm 보다 적은 경우에는 5 N/mm로 한다.
S_{SD}: 인접하는 클램핑장치 사이의 거리 중 최대거리(m). 다만 모서리부에 대하여는 $2.5a_c$ 이상이어야 한다. (그림 4.2.5 참조).

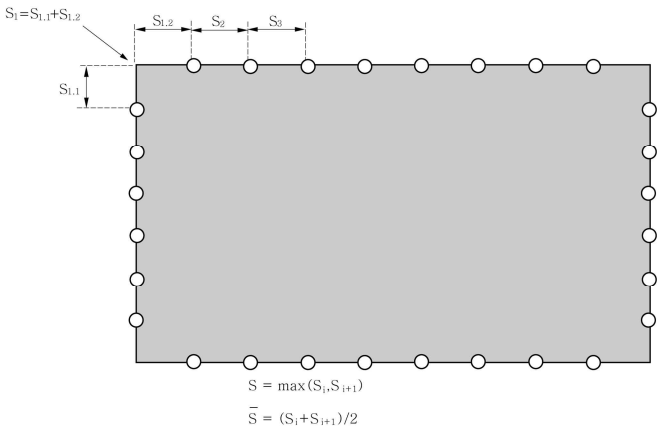


그림 4.2.5 고박장치의 간격

3. 변화단면을 갖는 1차 지지부재 및 측판

변화단면을 갖는 1차 지지부재의 단면계수 Z 및 단면 2차모멘트는 다음 식에 의한 값 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만 단면에 급격한 변화가 있는 경우에 이 식을 적용하여서는 안 된다.

(1) 단면계수

$$Z = Z_{CS} \quad (\text{cm}^3) \text{ 또는}$$

$$Z = \left(1 + \frac{3.2\alpha - \psi - 0.8}{7\psi + 0.4}\right)Z_{CS} \quad (\text{cm}^3)$$

(2) 단면 2차 모멘트

$$I = I_{CS} \quad (\text{cm}^4) \quad \text{또는}$$

$$I = \left(1 + 8\alpha^3\left(\frac{1-\phi}{0.2 + 3\sqrt{\phi}}\right)\right)I_{CS} \quad (\text{cm}^4)$$

Z_{CS} : 1항 (1)호 또는 2항 (1)호를 만족하는 1차 지지부재의 순 단면계수(cm^3)
I_{CS} : 1항 (1)호 또는 2항 (1)호를 만족하는 1차 지지부재의 순 단면 2차모멘트(cm^4)

α : 계수로서 다음 식에 의한 값

$\alpha = l_1/l_0$

ψ : 계수로서 다음 식에 의한 값

$\psi = Z_1/Z_0$

ϕ : 다음 식에 의한 값

$\phi = I_1/I_0$

l_1 : 변화단면 부분의 길이(m)(**그림 4.2.6** 참조)

l_0 : 지지점 사이의 거리(m)(**그림 4.2.6** 참조)

Z_1 : 단부에서의 순 단면계수(cm^3)(**그림 4.2.6** 참조)

Z_0 : 지지점 사이 거리의 중앙에서의 순 단면계수(cm^3)(**그림 4.2.6** 참조)

I_1 : 단부에서의 단면 순 2차모멘트(cm^4)(**그림 4.2.6** 참조)

I_0 : 지지점 사이 거리의 중앙에서의 단면 순 2차모멘트(cm^4)(**그림 4.2.6** 참조)

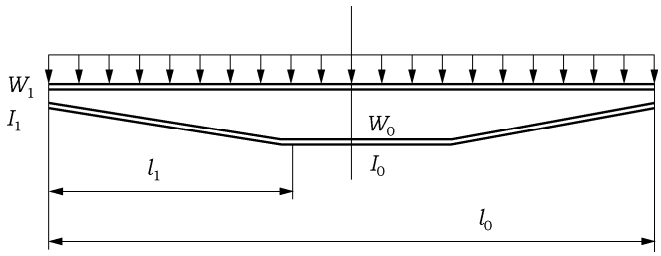


그림 4.2.6 단면이 변하는 1차 지지부재

306. 강도 계산

창구덮개의 강도계산은 격자해석 또는 유한요소해석으로 수행할 수 있다. 이중 창구덮개 또는 상자형 거더를 갖는 창구덮개는 2항에 따른 유한요소해석을 수행하여야 한다.

1. 격자해석 시 유효 단면 특성

(1) 단면특성은 유효폭을 고려하여 결정해야 한다. 유효폭 내에 있는 1차 지지부재와 평행한 보강재의 단면적을 포함할 수 있다. (**그림 4.2.8** 참조)

(2) 1차 지지부재 부착판의 유효폭 e_m은 하중의 유형을 고려하여 **표 4.2.6**에 따른다. l/e의 값이 표의 중간에 있는 경우 보간법에 의한다. 플랜지가 한쪽만 있는 경우는 다음 중 작은 값을 부착판의 유효폭으로 한다.

(가) 고려하는 1차지지부재 스팬의 0.165배

(나) 인접하는 1차 지지부재와의 거리의 1/2

(3) 판의 유효 단면적은 면재의 단면적보다 커야 한다.

(4) 1차 지지부재와 보강재가 직교하는 경우로서 1차 지지부재의 부착판에 압축응력이 작용하는 경우 1차 지지부재 부착판의 유효폭은 307.의 5항 (2)호에 따른다.

2. 유한요소해석의 일반요건

(1) 창구덮개 구조의 거동을 충실하게 재현할 수 있도록 모델링하여야 한다.

(2) 요소 크기는 유효폭을 고려할 수 있도록 적절하여야 한다. 어떠한 경우에도, 요소의 폭은 보강재 간격보다 커서는 안 된다. 요소의 종횡비는 4를 넘지 않아야 한다.

(3) 힘 전달 지점 및 컷 아웃 부근에서는 요소의 크기를 적절히 분할하여야 한다.

(4) 1차지지부재의 웨브는 웨브 높이의 1/3을 넘지 않게 분할되어야 한다.

(5) 하중에 대하여 판을 지지하는 보강재는 모델링되어야 하고 쉘요소, 평면응력요소, 또는 보요소로 모델링할 수 있다.

(6) 좌굴 보강재는 응력계산 시 무시할 수 있다.

표 4.2.6 1차 지지부재의 판의 유효폭e_m

l/e	0	1	2	3	4	5	6	7	≥ 8
e_{m1}/e	0	0.36	0.64	0.82	0.91	0.96	0.98	1.00	1.00
e_{m2}/e	0	0.20	0.37	0.52	0.65	0.75	0.84	0.89	0.90

e_{m1}, e_{m2} : 균일 분포 하중을 받거나 또는 집중하중이 등간격으로 6개 이상이 작용하는 경우 및 집중하중이 3개 이하가 작용하는 경우의 유효폭. 중간 값은 선형보간법에 따라 구한다.
l : 1차 지지부재의 유효 스팬으로 다음에 따른다.
단순지지인 경우 $l = l_0$
양단 고정인 경우 $l = 0.6l_0$
l_0 : 1차지지부재의 지지점간의 거리 (m)
e : 1차지지부재의 부착판의 폭으로 인접한 지지되지 않은 부분의 중앙간 거리로 한다.

307. 창구덮개의 좌굴강도

1. 창구덮개는 충분한 좌굴강도를 가져야 한다.
2. 정의 (그림 4.2.7 참조)

a : 단일패널의 장변의 길이 (x방향, mm)
b : 단일패널의 단변의 길이 (y방향, mm)
α : 단일패널의 종횡비로 다음 식에 의한 값
$\alpha = a/b$
n : 부분패널 또는 집합패널의 폭 방향에 포함되는 단일 패널의 수
t : 판의 순 두께(mm)
σ_x, σ_y, τ : 각각 x방향, y방향 막응력(N/mm^2) 및 $x-y$ 평면의 전단응력(N/mm^2)으로 압축 및 전단응력은 양으로 인장응력은 음의 값으로 한다.
유한요소해석 시, x방향 및 y방향의 응력이 포와송 효과를 포함하는 경우 다음 식에 의한 수정 값을 사용할 수 있다. 다만 σ_x^* 및 σ_y^*는 모두 압축응력이어야 한다.

$$\sigma_x = \left(\sigma_x^* - 0.3\sigma_y^*\right)/0.91$$

$$\sigma_y = \left(\sigma_y^* - 0.3\sigma_x^*\right)/0.91$$

σ_x^*, σ_y^* : 프아송효과가 포함된 응력으로 다음에 따른다.
$\sigma_y^* < 0.3\,\sigma_x^*$ 의 경우 : $\sigma_y = 0$ 및 $\sigma_x = \sigma_x^*$
$\sigma_x^* < 0.3\,\sigma_y^*$ 의 경우 : $\sigma_x = 0$ 및 $\sigma_y = \sigma_y^*$

E : 재료의 탄성 계수(N/mm^2)로서 강재의 경우 2.06×10^5 N/mm^{2}로 한다.
σ_Y : 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)
F_1 : 수정계수로서 패널 단부의 장변과 평행한 보강재의 경계조건에 따라 표 4.2.7 에 의한다.
σ_e : 참조응력 (N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

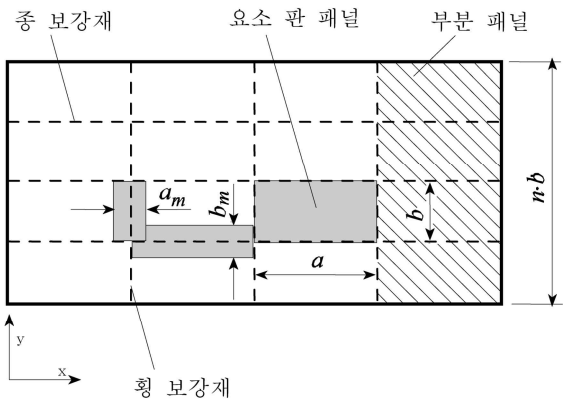
$$\sigma_e = 0.9E\left(\frac{t}{b}\right)^2$$

Ψ : 패널 각 변에서의(edge) 응력의 비로 다음 식에 의한 값
$\Psi = \sigma_2/\sigma_1$
σ_1 : 최대 압축응력
σ_2 : 최소 압축응력 또는 인장응력
S : 안전계수(순치수 방법에 근거)로 다음에 따른다.
- 202.의 수직 파랑하중의 경우 : S = 1.25
- 204.에서 206.의 하중의 경우 : S = 1.10

λ : 참조 세장비로서 다음 식에 의한 값

$$\lambda = \sqrt{\frac{\sigma_y}{K\sigma_e}}$$

K : 표 4.2.9에 따른 좌굴 계수



종방향 : 길이 a 방향의 보강재
횡방향 : 폭 b 방향의 보강재

그림 4.2.7 패널의 일반적인 배치

표 4.2.7 수정계수 F_1

경계조건	F_1 (3)	보강재의 종류
양단 스닙	1.00	
양단이 인접한 구조에 효과적으로 연결된 경우(1)	1.05	평강
	1.10	구평강
	1.20	앵글 또는 T-형강
	1.30	U-형강(2) 또는 강성이 큰 거더

비고
(1) 직접계산에 의하여 정확한 값을 구할 수 있다
(2) 비선형 유한요소해석에 의하여 좌굴강도를 평가하는 경우 우리 선급이 인정하는 큰 값을 사용할 수 있다. 다만 2.0 이하이어야한다.
(3) 양변의 보강재가 다른 경우 F_1은 각각의 평균 값을 사용하여야 한다.

3. 창구덮개 정판 및 저판의 좌굴강도

단위 패널은 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$\left(\frac{|\sigma_x|S}{k_x\sigma_Y}\right)^{e_1} + \left(\frac{|\sigma_y|S}{k_y\sigma_Y}\right)^{e_2} - B\left(\frac{\sigma_x\sigma_y S^2}{\sigma_Y^2}\right) + \left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau\sigma_Y}\right)^{e_3} \le 1.0$$

$$\left(\frac{|\sigma_x|S}{k_x\sigma_Y}\right)^{e_1} \le 1.0$$

$$\left(\frac{|\sigma_y|S}{k_y\sigma_Y}\right)^{e_2} \le 1.0$$

$$\left(\frac{|\tau| S\sqrt{3}}{\kappa_\tau \sigma_Y}\right)^{e_3} \le 1.0$$

κ_x, κ_y 및 κ_τ : 경감계수로서 **표 4.2.9**에 따른다. 다만 인장응력의 경우 다음에 따른다.

$\sigma_x \le 0$ (인장응력) 경우 : κ_x = 1.0

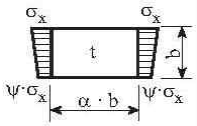
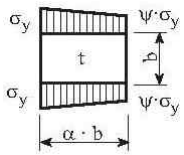
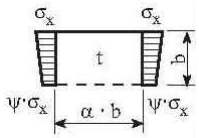
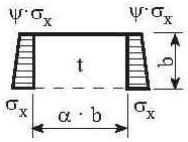
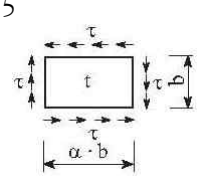
$\sigma_y \le 0$ (인장응력) 경우 : κ_y = 1.0

$e1$, $e2$, $e3$ 및 B : **표 4.2.8**에 따른다.

표 4.2.8 계수 e_1, e_2, e_3 및 B

지수부 계수 $e1$, $e2$, $e3$ 및 계수 B	판 패널
e_1	$1+\kappa_x^4$
e_2	$1+\kappa_y^4$
e_3	$1+\kappa_x\kappa_y\kappa_\tau^2$
B σ_x 및 σ_y 가 양의 경우(압축응력)	$(\kappa_x\kappa_y)^5$
B σ_x 또는 σ_y가 음의 경우(인장응력)	1

표 4.2.9 패널의 좌굴계수 K 및 경감계수 κ

좌굴하중상태	단부응력비 Ψ	종횡비 $\alpha = a/b$	좌굴계수 K	경감계수 κ
1 	$1 \geq \Psi \geq 0$	$\alpha \geq 1$	$K = \dfrac{8.4}{\Psi + 1.1}$	$\lambda \leq \lambda_c$ 경우 $\kappa_x = 1$ $\lambda > \lambda_c$ 경우 $\kappa_x = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right)$ $c = (1.25 - 0.12\Psi) \leq 1.25$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \dfrac{0.88}{c}}\right)$
	$0 > \Psi > -1$		$K = 7.63 - \Psi(6.26 - 10\Psi)$	
	$\Psi \leq -1$		$K = (1 - \Psi)^2 5.975$	
2 	$1 \geq \Psi \geq 0$	$\alpha \geq 1$	$K = F_1\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2 \cdot \dfrac{2.1}{(\Psi + 1.1)}$	$\kappa_y = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{R + F^2(H - R)}{\lambda^2}\right)$ $c = (1.25 - 0.12\Psi) \leq 1.25$ $\lambda < \lambda_c$경우 $R = \lambda\left(1 - \dfrac{\lambda}{c}\right)$ $\lambda \geq \lambda_c$ 경우 $R = 0.22$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \dfrac{0.88}{c}}\right)$ $F = \left(1 - \dfrac{\dfrac{K}{0.91} - 1}{{\lambda_p}^2}\right)c_1 \geq 0$ $1 \leq {\lambda_p}^2 \leq 3$경우 ${\lambda_p}^2 = \lambda^2 - 0.5$ $c_1 = \left(1 - \dfrac{F_1}{\alpha}\right) \geq 0$ $H = \lambda - \dfrac{2\lambda}{c\left(T + \sqrt{T^2 - 4}\right)} \geq R$ $T = \lambda + \dfrac{14}{15\lambda} + \dfrac{1}{3}$
	$0 > \Psi > -1$	$1 \leq \alpha \leq 1.5$	$K = F_1\left[\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2 \cdot \dfrac{2.1(1 + \Psi)}{1.1} - \dfrac{\Psi}{\alpha^2}(13.9 - 10\Psi)\right]$	
		$\alpha < 1.5$	$K = F_1\left[\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2 \dfrac{2.1(1 + \Psi)}{1.1} - \dfrac{\Psi}{\alpha^2}\left(5.87 + 1.87\alpha^2 + \dfrac{8.6}{\alpha^2} - 10\Psi\right)\right]$	
	$\Psi \leq -1$	$1 \leq \alpha \leq \dfrac{3(1 - \Psi)}{4}$	$K = F_1\left(\dfrac{1 - \Psi}{\alpha}\right)^2 5.975$	
		$\alpha > \dfrac{3(1 - \Psi)}{4}$	$K = F_1\left[\left(\dfrac{1 - \Psi}{\alpha}\right)^2 3.9675 + 0.5375\left(\dfrac{1 - \Psi}{\alpha}\right)^4 + 1.87\right]$	
3 	$1 \geq \Psi \geq 0$	$\alpha > 0$	$K = \dfrac{4\left(0.425 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)}{3\Psi + 1}$	$\lambda \leq 0.7$ 경우 $\kappa_x = 1$ $\lambda > 0.7$ 경우 $\kappa_x = \dfrac{1}{\lambda^2 + 0.51}$
	$0 > \Psi \geq -1$		$K = 4\left(0.425 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)(1 + \Psi) - 5\Psi(1 - 3.42\Psi)$	
4 	$1 \geq \Psi \geq -1$	$\alpha > 0$	$K = \left(0.425 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)\dfrac{3 - \Psi}{2}$	
5 	===		$K = K_\tau\sqrt{3}$	$\lambda \leq 0.84$ 경우 $\kappa_\tau = 1$ $\lambda > 0.84$ 경우 $\kappa_\tau = \dfrac{0.84}{\lambda}$
		$\alpha \geq 1$	$K_\tau = \left[5.34 + \dfrac{4}{\alpha^2}\right]$	
		$0 < \alpha < 1$	$K_\tau = \left[4 + \dfrac{5.34}{\alpha^2}\right]$	
경계조건			---------- 자유 ———— 단순지지	

4. 1차 지지부재의 웨브 및 면재의 좌굴강도

1차 지지부재의 보강되지 않은 웨브 및 면재의 좌굴강도는 3항에 따른다.

5. 창구덮개 부분패널 및 전체패널의 좌굴강도

(1) 종 및 횡방향 보강재의 좌굴강도는 (3)호 및 (4)호에 따른다. U형 보강재의 경우, (4)호에 따른 비틀림 좌굴강도 검토는 생략 할 수 있다. U형 보강재를 제외하고 일면 용접은 허용되지 않는다.

(2) 창구덮개 정판 및 저판의 유효폭

(가) (3) 및 (4)호에 따른 좌굴강도 평가를 하는 경우 보강재 및 1차 지지부재의 부착판으로서의 창구덮개의 정판 및 저판의 유효폭은 다음에 따른다.

(a) 보강재 부착판의 유효폭 a_m 또는 b_m는 다음 식에 의한 값으로 할 수 있다.(**그림 4.2.7** 참조) 다만 306.에 의한 값보다 커서는 안 된다.

종방향 보강재 경우 : $b_m = \kappa_x \times b$

횡방향 보강재 경우 : $a_m = \kappa_y \times a$

κ_x, κ_y : **표 4.2.9**의 경감계수

a, b : 2항에 따른다.

(b) 1차 지지부재의 부착판이 보강된 경우, 유효폭 e'_m은 다음에 의한 값으로 할 수 있다. a_m및 b_m는 $\psi = 1$로 하여 계산한다.

i) 1차 지지부재의 웨브에 평행한 보강재가 있는 경우(**그림4.2.8** 참조) 다만 $b \geq e_m$의 경우는 b을 a로 한다.

$b < e_m$

$e'_m = n b_m$

n : 306.에 의한 유효폭내에 포함된 보강재 간격의 수(정수)로서 다음 식에 따른다.

$n =$ 정수(e_m / b)

ii) 1차 지지부재 웨브와 직교하는 보강재가 있는 경우(**그림4.2.9** 참조) 다만 $a < e_m$의 경우는 a을 b로 한다.

$a \geq e_m$

$e'_m = n \times a_m < e_m$

n : 다음 식에 의한 값

$$n = 2.7 \times \frac{e_m}{a} \leq 1$$

e : **표 4.2.6**에 따른 1차 지지부재의 부착판의 폭

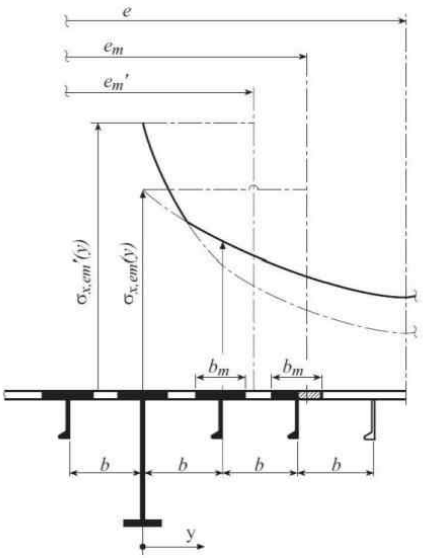


그림 4.2.8 1차 지지부재와 평행한 보강

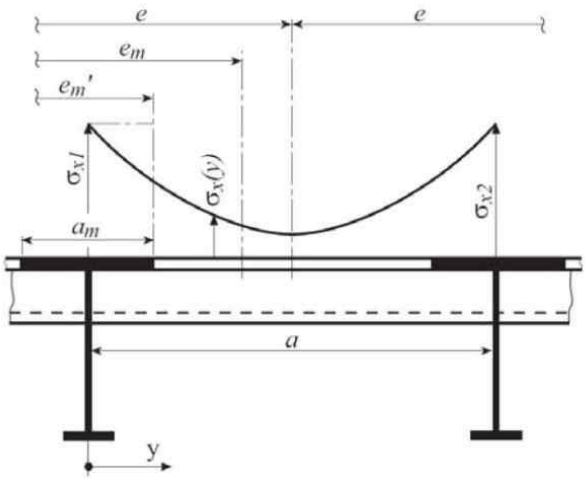


그림 4.2.9 1차 지지부재와 교차하는 보강

(나) 창구덮개의 정판 및 보강재의 치수 검토 시 고려하는 응력은 다음에 따른다.

(a) 일반적으로 1차 지지부재의 웨브 및 보강재 각각에 작용하는 최대응력 $\sigma_x(y)$을 고려하여 계산한다.

(b) 1차 지지부재에 평행이며 압축응력이 작용하는 간격이 b인 보강재의 경우, $\sigma_x(y=b)$가 $0.25\sigma_y$보다 작은 경우는 $0.25\sigma_y$로 한다.

(c) 인접하는 1차 지지부재사이 응력분포는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_x(y) = \sigma_{x1}\left\{1 - \frac{y}{e}\left[3 + c_1 - 4c_2 - 2\frac{y}{e}(1 + c_1 - 2c_2)\right]\right\}$$

c_1 : 다음 식에 의한 값. 다만 $0 \le c_1 \le 1$로 한다.

$c_1 = \sigma_{x2}/\sigma_{x1}$

c_2 : 다음 식에 의한 값

$c_2 = \frac{1.5}{e}(e''_{m1} + e''_{m2}) - 0.5$

e''_{m1} : 고려하는 상태에 따라 간격의 1차 지지부재 1의 비례 유효폭 e_{m1} 또는 e'_{m1}

e''_{m2} : 고려하는 상태에 따라 간격의 1차 지지부재 2의 비례 유효폭 e_{m2} 또는 e'_{m2}

σ_{x1}, σ_{x2} : 간격 e인 인접하는 1차 지지부재 1 및 2의 부착판에서의 유효폭을 포함한 단면적에 대한 법선응력

y : 1차 지지부재 1로 부터 고려하는 위치까지의 거리

(d) 1차 지지부재의 부착판에 작용하는 전단응력은 선형적인 것으로 가정할 수 있다.

(3) 보강재의 면외 좌굴(lateral buckling)

(가) 면외하중이 작용하는 보강재는 다음기준을 만족하여야 한다.

$$\frac{\sigma_a + \sigma_b}{\sigma_y} S \le 1$$

σ_a : 보강재 축 방향으로 균일하게 분포하는 압축응력(N/mm^2)으로 다음과 같다.

종방향 보강재의 경우 : $\sigma_a = \sigma_x$

횡방향 보강재의 경우 : $\sigma_a = \sigma_y$

σ_b : 보강재에 작용하는 굽힘응력 (N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값. 다만 $\sigma_x = \sigma_n$ 및 $\tau = \tau_{SF}$로 한다.

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{Z_{st}10^3}$$

M_0 : 보강재의 변형 w로 인한 굽힘모멘트(Nmm)로 다음 식에 의한 값

$M_0 = F_{Ki}\frac{P_z w}{c_f - P_z}$ 다만 $(c_f - P_z) > 0$로 한다.

M_1 : 면외 하중으로 인한 굽힘모멘트로 다음 식에 의한 값. 횡방향 보강재의 경우 n은 1로 한다.

종 보강재의 경우 : $M_1 = \frac{P b a^2}{24 \times 10^3}$ (Nmm)

횡 보강재의 경우 : $M_1 = \frac{P a (n b)^2}{8 c_s \times 10^3}$ (Nmm)

P : 면외 하중 (kN/m^2)으로 고려하는 하중에 따라 **2절**에 따른다.

F_{Ki} : 보강재의 이상적인 좌굴 하중으로 다음에 따른다.

종 보강재의 경우 : $F_{Kix} = \frac{\pi^2}{a^2} E I_x 10^4$ (N)

횡 보강재의 경우 : $F_{Kiy} = \frac{\pi^2}{(nb)^2} E I_y 10^4$ (N)

I_x, I_y : **307.**의 **5**항 (2)호에 따른 부착판의 유효폭을 포함하는 보강재의 단면 2차 순모멘트 (cm^4)로 다음 기준에 적합하여야 한다.

$$I_x \geq \frac{b\,t^3}{12 \times 10^4}$$

$$I_y \geq \frac{a\,t^3}{12 \times 10^4}$$

P_z : σ_x, σ_y 및 τ에 의한 보강재의 공칭 면외하중(N/mm^2)으로 다음 식에 의한다.

- 종 보강재의 경우 :

$$p_{zx} = \frac{t}{b}\left(\sigma_{xl}\left(\frac{\pi b}{a}\right)^2 + 2c_y\sigma_y + \sqrt{2}\,\tau_1\right)$$

- 횡 보강재의 경우 :

$$p_{zy} = \frac{t}{a}\left(2c_x\sigma_{xl} + \sigma_y\left(\frac{\pi a}{nb}\right)^2\left(1 + \frac{A_y}{at}\right) + \sqrt{2}\,\tau_1\right)$$

σ_{xl} : 축응력으로 다음 식에 의한 값

$$\sigma_{xl} = \sigma_x\left(1 + \frac{A_x}{b\,t}\right)$$

c_x, c_y : 보강재의 축에 수직한 응력의 보강재의 길이방향의 분포계수로서 다음 식에 의한다.

$0 \leq \Psi \leq 1$의 경우 : $0.5(1+\Psi)$

$\Psi < 0$의 경우 : $\dfrac{0.5}{1-\Psi}$,

A_x, A_y : 각각 부착판을 포함하지 않는 종 또는 횡 보강재의 순 단면적(mm^2)

τ_1 : 다음 식에 의한 값

$$\tau_1 = \left[\tau - t\sqrt{\sigma_y E\left(\frac{m_1}{a^2} + \frac{m_2}{b^2}\right)}\right] \geq 0$$

m_1, m_2 : 계수로서 다음에 따른다.

- 종 보강재의 경우:

$a/b \geq 2.0$의 경우 : $m_1 = 1.47$, $m_2 = 0.49$

$a/b < 2.0$의 경우 : $m_1 = 1.96$, $m_2 = 0.37$

- 횡 보강재의 경우:

$a/nb \geq 0.5$의 경우 : $m_1 = 0.37$, $m_2 = \dfrac{1.96}{n^2}$

$a/nb < 0.5$의 경우 : $m_1 = 0.49$, $m_2 = \dfrac{1.47}{n^2}$

w : 다음 식에 의한 값

$w = w_0 + w_1$

w_0 : 초기 처짐으로(mm) 다음 식의 값 이하이어야 한다. 다만 양단이 스닙된 보강재의 경우, w_0는 판의 중심점에서부터 판의 유효폭을 포함한 단면의 중성축까지의 거리 이상으로 한다.

- 종 보강재의 경우 :

$$w_0 = \min\left(\frac{a}{250}, \frac{b}{250}, 10\right)$$

- 횡 보강재의 경우 :

$$w_0 = \min\left(\frac{a}{250}, \frac{nb}{250}, 10\right)$$

w_1 : 면외하중 P에 의한 보강재 스팬 중앙에서의 보강재의 처짐(mm). 균일분포 하중의 경우, 다음 식에 따른다.

- 종 보강재의 경우 : $w_1 = \dfrac{Pba^4}{384 \times 10^7 \times EI_x}$

- 횡 보강재의 경우 : $w_1 = \dfrac{5Pa(nb)^4}{384 \times 10^7 \times EI_y c_s^2}$

c_f : 보강재에 의한 탄성지지(N/mm^2)로서 다음에 따른다.

- 종 보강재의 경우

$$c_{fx} = F_{Kix}\frac{\pi^2}{a^2}(1+c_{px})$$

$$c_{px} = \frac{1}{1+\dfrac{0.91\left(\dfrac{12\times 10^4 \times I_x}{t^3 b}-1\right)}{c_{xa}}}$$

c_{xa} : 계수로서 다음에 따른다.

$a \geq 2b$의 경우 : $c_{xa} = \left[\dfrac{a}{2b}+\dfrac{2b}{a}\right]^2$

$a < 2b$의 경우 : $c_{xa} = \left[1+\left(\dfrac{a}{2b}\right)^2\right]^2$

- 횡 보강재의 경우

$$c_{fy} = c_s F_{Kiy}\frac{\pi^2}{(nb)^2}(1+c_{py})$$

$$c_{py} = \frac{1}{1+\dfrac{0.91\left(\dfrac{12\times 10^4 \times I_y}{t^3 a}-1\right)}{c_{ya}}}$$

c_{ya} : 계수로서 다음에 따른다.

$nb \geq 2a$의 경우 : $c_{ya} = \left[\dfrac{nb}{2a}+\dfrac{2a}{nb}\right]^2$

$nb < 2a$의 경우 : $c_{ya} = \left[1+\left(\dfrac{nb}{2a}\right)^2\right]^2$

c_s : 횡 보강재의 경계조건에 따른 계수로서 다음에 따른다.

단순 지지 : 1.0

부분 구속 : 2.0

Z_{st} : (2)에 따른 판의 유효폭을 포함하는 종방향 또는 횡방향 보강재의 순단면계수 (cm^3)

(나) 면외하중 P가 작용하지 않는 보강재에 대하여는 굽힘응력 σ_b는 고려하는 보강재의 스팬의 중앙 위치에서 단면 내에서의 최대값으로 하여야 한다.

(다) 면외하중이 작용하는 경우에 대하여는 단면 내에서 최외각 단에서의 응력값으로 한다.(필요한 경우에 부착판의 2축 압축을 고려하여야한다.)

(4) 보강재의 비틀림 좌굴

(가) 종 보강재

종 보강재는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$\frac{\sigma_x S}{k_T \sigma_y} \leq 1.0$$

k_T : 계수로서 다음에 따른다.

$\lambda_T \leq 0.2$의 경우 : $k_T = 1.0$

$\lambda_T > 0.2$의 경우 : $k_T = \dfrac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_T^2}}$

Φ : 다음 식에 의한 값

$$\Phi = 0.5\,(1 + 0.21\,(\lambda_T - 0.2) + \lambda_T^2)$$

λ_T : 세장비의 참조계수로서 다음 식에 의한 값

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{\sigma_F}{\sigma_{KiT}}}$$

σ_{KiT} : 다음 식에 의한 값(N/mm^2)

$$\sigma_{KiT} = \frac{E}{I_p}\left(\frac{\pi^2 I_w \times 10^2}{a^2}\varepsilon + 0.385 I_T\right)$$

I_p : **그림** 4.2.10의 점 C에서 보강재의 순 단면 극관성모멘트(cm^4)로서 **표** 4.2.10에 따른다.

I_T : 보강재의 순 상브난 모멘트(cm^4)로서 **표** 4.2.10에 따른다.

I_w : **그림** 4.2.10의 점 C에서 보강재의 순 단면 관성모멘트로서(cm^4) **표** 4.2.10에 따른다.

ε : 고정도(degree of fixation)로서 다음 식에 의한 값

$$\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{a^4}{\frac{3}{4}\pi^4 I_\omega\left(\frac{b}{t^3} + \frac{4h_w}{3t_w^{\,3}}\right)}} \times 10^{-3}$$

h_w, t_w : 각각 웨브 높이(mm) 및 순두께

b_f, t_f : 각각 플랜지 폭 (mm) 및 순두께

A_w : 웨브의 순면적으로 다음 식에 의한 값

$$A_w = h_w \times t_w \quad (\text{mm}^2)$$

A_f : 면재의 순면적으로 다음 식에 의한 값

$$A_f = b_f \times t_f \quad (\text{mm}^2)$$

e_f : 다음 식에 의한 값

$$e_f = h_w + \frac{t_f}{2} \quad (\text{mm})$$

(나) 횡 보강재

압축응력을 받으며 종 보강재로 지지되지 않는 횡 보강재는 (가)에 따른 비틀림 좌굴 강도를 만족하여야 한다.

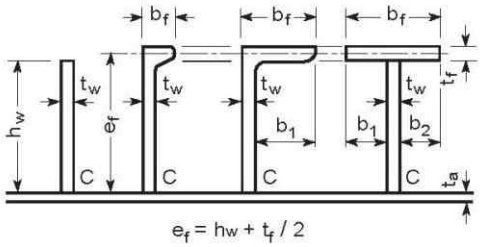


그림 4.2.10 **보강재의 치수**

표 4.2.10 관성모멘트

단면	I_p	I_T	I_w
평강	$\frac{h_w^3 t_w}{3\times 10^4}$	$\frac{h_w t_w^3}{3\times 10^4}\left(1-0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36\times 10^6}$
구평강 또는 플랜지를 가지는 단면	$\left(\frac{A_w h_w^2}{3}+A_f e_f^2\right)10^{-4}$	$\frac{h_w t_w^3}{3\times 10^4}\left(1-0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$ + $\frac{b_f t_f^3}{3\times 10^4}\left(1-0.63\frac{t_f}{b_f}\right)$	구평강 및 형강(angle) 단면의 경우 $\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12\times 10^6}\left(\frac{A_f+2.6A_W}{A_f+A_W}\right)$ 티(tee) 단면의 경우: $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12\times 10^6}$

제 4 절 창구코밍의 강도기준

401. 일반사항

1. 창구코밍의 보강재는 창구코밍의 폭 및 길이에 걸쳐 연속적이어야 한다.
2. 코밍은 그 상단에서 창구덮개 폐쇄장치를 설치하기에 적합한 형상의 보강재에 의하여 보강되어야 한다.
   이에 추가하여 타폴린에 의하여 풍우밀을 유지하는 창구덮개가 창구코밍의 길이가 3 m 또는 높이 600 mm를 넘는 경우에는 창구코밍의 둘레에 걸쳐 상단으로부터 250 mm 하방에 형강 또는 구평강을 설치하여야 한다. 형강 또는 구평강의 수평 플랜지의 폭은 180 mm 이상이어야 한다.
3. 타폴린에 의하여 풍우밀을 유지하는 창구덮개의 경우, 코밍은 3 m 이하의 간격으로 브래킷 또는 스테이로 보강되어야 하며, 코밍의 높이가 900 mm를 초과하는 경우에는 추가의 보강이 필요하다. 다만 보호된 횡방향 코밍에 대해서는 적절히 경감할 수 있다.
4. 두개의 창구가 인접하는 경우, 강도의 연속성을 유지하기 위해 종방향 코밍을 연결하도록 갑판하부에 보강재를 설치하여야 한다. 창구길이가 늑골간격의 9배를 넘는 창구코밍의 경우 그 단부에서 늑골간격의 2배에 걸쳐 유사한 보강을 하여야 한다.
5. 수밀 강재 창구덮개가 설치된 경우 풍우밀의 경우와 동등한 강도의 다른 배치를 할 수 있다.
6. 디프탱크에 설치하는 창구 코밍의 구조 및 치수는 이장 규정에 추가하여 **3편 15장**의 규정에도 적합하여야 한다.

402. 코밍의 순두께

1. 노출갑판 창구코밍의 순두께는 다음 식에 의한 값 중 큰 것 이상이어야 한다. 추가로 종강도에 대한 고려도 하여야 한다.

$$t = 14.2S\sqrt{\frac{P_H}{0.95\sigma_y}} \quad \text{(mm)} \quad \text{또는,} \quad t = 6 + \frac{L}{100} \quad \text{(mm)}$$

S : 보강재 간격(m)
L : 선박의 길이(m). 다만 300m 이하로 한다.
P_H : 203.에 의한 수평 파랑하중
σ_y : 재료의 최소 항복응력 (N/mm^2)

2. 스닙된 보강재 단부에서의 코밍의 총두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 19.6\sqrt{\frac{P_H S(l - 0.5S)}{\sigma_y}} \quad \text{(mm)}$$

l : 보강재의 지지점 사이의 거리(m)로 코밍 스테이 간격으로한다.
S, P_H, σ_y : 1항에 따른다.

403. 코밍 보강재의 순 치수

1. 양단고정인 창구코밍 보강재의 순 단면계수 Z 및 단면적 A는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{83}{\sigma_y} P_H S l^2 \quad \text{(cm}^3\text{)}$$

$$A = \frac{10 P_H S l}{\sigma_y} \quad \text{(cm}^2\text{)}$$

P_H, l, S, σ_y : 402.에 따른다.

2. 창구 모서리부 보강재가 스닙된 경우 보강재의 순 단면계수 및 전단면적은 1항에 의한 값의 1.35배 이상이어야 한다.
3. 종강도에 기여하는 창구코밍 보강재는 **표 4.2.1**의 부식추가를 공제한 순두께 단면특성을 갖는 보강재에 대하여 **3편 3장 403.**의 2항에 따른 좌굴강도를 만족하여야 한다.

404. 코밍 스테이

1. 코밍 스테이 단면계수 및 웨브 두께

(1) 갑판과 연결부에서의 코밍 스테이의 순 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{526}{\sigma_y} e h_S^2 P_H \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

h_S, e : 각각 스테이 높이(m) 및 간격(m)

P_H, σ_y : 202.에 따른다.

(2) **그림 4.2.10**의 (a) 및 (b)와 다른 방식의 스테이의(예 : **그림 4.2.11**의 (c) 및 (d)) 경우 격자해석 또는 유한요소 해석에 의하여 응력을 계산하여야 하며, 이 응력은 **302.**의 1항의 허용응력 이하이어야 한다.

(3) 고려하는 스테이가 갑판에 용접되고 갑판하부 구조가 적절히 지지되는 경우에만 코밍 스테이의 순 단면계수 계산에 스테이 면재의 면적을 포함할 수 있다.

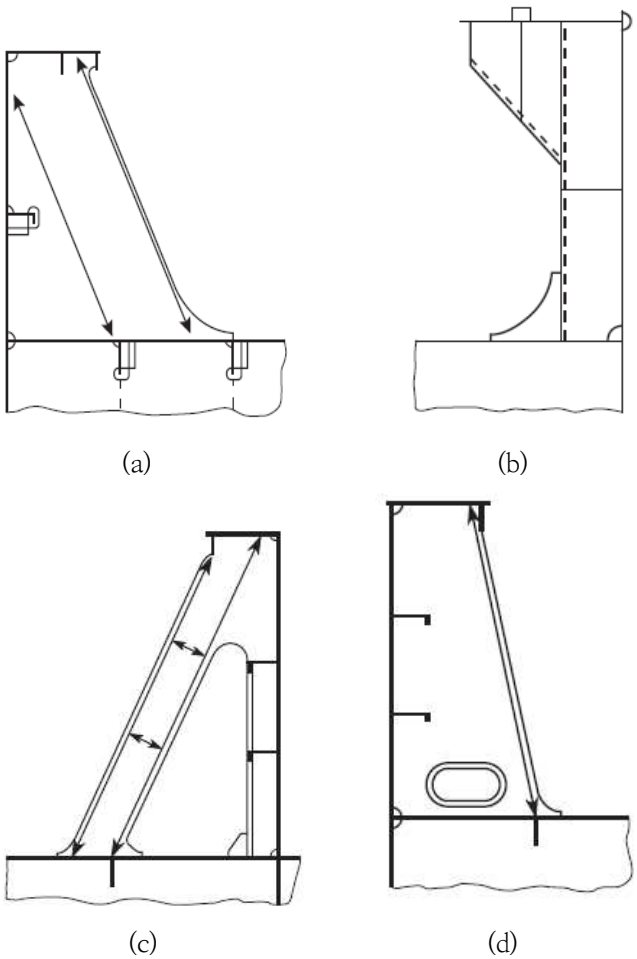


그림 4.2.11 일반적인 창구코밍 스테이

2. 코밍 스테이의 웨브 두께

스테이와 갑판과의 연결부에서의 스테이 웨브의 순 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_W = \frac{2}{\sigma_y} \frac{e h_S P_H}{h_W} \qquad (\mathrm{mm})$$

h_W : 코밍 스테이 하단에서의 웨브 높이 (m)

h_S, e, P_H, σ_y : 1항에 따른다.

3. 마찰하중 하의 코밍 스테이

창구덮개 지지대에서 마찰력을 전달하는 코밍 스테이의 경우, 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다. (507.의 2항 참조)

405. 창구코밍의 추가요건

1. 종강도

(1) 종강도에 기여하는 창구코밍은 **3편 3장** 종강도 요건에 적합하여야 한다.

(2) 코밍 상단에 용접되는 구조부재 또는 코밍 상단의 컷 아웃의 경우, 피로강도에 대하여 검증되어야 한다.

(3) 길이가 $0.1L$ 을 넘는 종방향 창구코밍의 양단에는 테이퍼 된 브래킷 또는 동등한 효력을 갖는 부재를 설치하여야 한다. 브래킷 끝단과 갑판과의 용접은 완전용입 용접되어야 하며 그 범위는 300 mm 이상이어야 한다.

2. 국부상세

(1) 창구코밍 및 갑판하부 구조물은 창구덮개로부터 창구코밍을 통하여 갑판하 구조물에 하중을 전달할 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 창구덮개로부터의 종, 횡 및 수직 방향의 하중에 견딜 수 있도록 코밍 및 지지구조를 적절히 보강하여야 한다.

(3) 스테이에 의해 전달되는 하중으로 인해 갑판하 구조물에 발생하는 수직응력 σ, 전단응력 τ는 다음 조건을 만족하여야 한다.

$$\sigma \leq 0.95\sigma_y$$

$$\tau \leq 0.5\sigma_y$$

(4) 특별히 언급되지 않는 한, 용접 및 재료는 **2편** 및 **3편 1장 4절**과 **5절**에 따른다.

(5) 스테이 웨브와 갑판과의 용접은 양면연속용접으로 목두께는 $a = 0.44t_W$ 이상이어야 한다. 다만 t_W는 웨브의 총 두께(mm)로 한다.

3. 스테이

창구덮개 상에 목재, 석탄 또는 코크스 등과 같은 화물을 싣는 선박에는 1.5 m을 넘지 않는 간격으로 스테이가 설치되어야 한다.

4. 코밍의 연장

코밍은 갑판보의 하단까지 연장되어야 한다. 또는 창구 측 거더를 갑판 보의 하단까지 연장시켜 설치하여야 한다. 연장된 코밍 및 창구 측 거더는 플랜지구조로 하든가 또는, 면재 또는 반환봉을 설치하여 보강하여야한다. (**그림 4.2.12** 참조)

5. 작은 창구의 코밍

작은 창구 코밍의 총두께는 다음에 따른다. 다만 작은 창구라 함은 개구 면적이 1.5 m^2 이하인 창구를 말한다.

$L < 100$ m : $4 + 0.05L$ (mm)

$L \geq 100$ m : 9.0 (mm)

높이가 0.8 m을 초과하거나 창구의 폭 또는 길이가 1.20 m를 초과하는 코밍의 경우, 코밍의 형태가 적절한 강성을 갖는 경우를 제외하고, 적절히 보강되어야 한다.

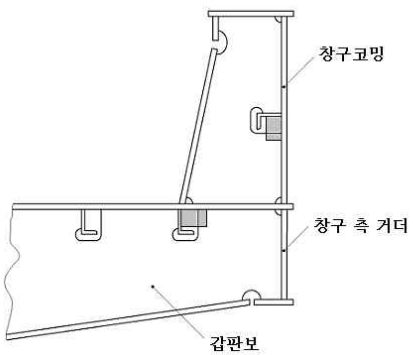


그림 4.2.12 코밍의 연장

제 5 절 창구덮개의 상세 - 폐쇄장치, 이동방지장치, 지지대

501. 풍우밀의 확보

1. 창구가 비바람에 노출되어 있는 경우 충분한 수량과 품질의 개스킷과 클램핑장치로 풍우밀을 확보하여야 한다.
2. 주관청이 인정하는 경우 타폴린을 이용하여 풍우밀을 확보할 수 있다.

502. 일반사항

1. 창구덮개는 창구코밍 및 창구덮개 패널 간에 적절한 간격으로 배치된 적절한 장치(볼트, 쐐기, 또는 유사한 장치)를 이용하여 고정되어야 한다. 클램핑장치 및 이동방지장치(stopper)는 쉽게 제거할 수 없도록 적절한 방법으로 설치되어야 한다.
2. 추가하여, 모든 창구덮개, 특히 상부에 화물이 적재되는 덮개는 선체운동에 의한 수평방향 이동에 대하여 효과적으로 고정되어야 한다.
3. 선수미부에서는, 수직 가속도가 중력가속도를 초과하는 경우가 있으므로 **504.**에 따른 클램핑장치의 치수를 결정할 때에는 가속도에 의한 상방향 힘을 고려하여야 한다.
4. 창구코밍 및 지지구조는 창구덮개로부터의 하중을 지지할 수 있도록 충분한 강성을 가져야 한다.
5. 특별한 밀봉장치(sealing device)를 갖춘 창구덮개, 단열창구덮개, 편평한 창구덮개 및 낮은 높이의 코밍을 갖는 창구덮개(**103.** 참조)는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
6. 창구덮개 상부에 컨테이너가 적재되는 경우, 클램핑장치의 치수는 컨테이너에 의하여 발생할 수 있는 상방향 하중을 고려하여 결정하여야 한다.

503. 개스킷

1. 창구덮개의 자중 및 그 상부 화물중량은 선체운동에 의한 관성력을 포함하여 강구조에 의하여 선체구조에 전달되어야 한다. 전달하중은 창구덮개의 측판 및 단부 판과 선체구조의 연속된 강과 강 구조의 접촉에 의하여만 또는 지지패드에 의하여 전달될 수 있다.
2. 창구덮개의 풍우밀은 연속하는 탄성재료의 개스킷을 압축하여 확보하여야 한다. 창구덮개 패널사이에도 동일한 밀봉장치(sealing device)를 설치하여야 한다.
3. 압축봉으로 평강 또는 형강이 설치된 경우, 이들과 개스킷의 접촉면은 충분히 둥글게 가공되어야 하며 압축봉은 내식성 재료이어야 한다.
4. 개스킷과 클램핑장치는 창구덮개와 선체구조 또는 창구덮개 패널사이의 상대이동이 발생하여도 충분히 풍우밀을 유지하는 것이어야 한다. 필요한 경우 상대이동을 제한하는 적절한 장치를 설치하여야 한다.
5. 개스킷의 재질은 충분한 압축성이 있고 화물의 종류에 적합하여야 하며, 선박의 일생동안의 환경조건에 적합한 것이어야 한다.
6. 개스킷의 재질과 형상은 창구덮개의 종류, 클램핑장치의 배치 및 창구덮개와 선체구조 사이의 상대이동 등을 고려하여 결정하여야 한다.
7. 개스킷은 창구덮개에 적절히 고정되어야 한다.
8. 개스킷과 접촉하는 창구덮개 및 코밍의 강재부분은 날카로운 형상이 없는 것이어야 한다.
9. 선체구조와 창구덮개 사이에 접지를 위하여 금속성 접촉이 요구된다.
10. **개스킷의 면제**

다음의 요건을 만족하는 컨테이너선은 개스킷의 설치를 면제하고 클램핑 장치의 설치를 적절히 경감할 수 있다.

(1) 창구코밍의 높이는 **제2위치**에서도 600 mm 이상이어야 한다.

(2) 해당 창구덮개가 설치된 갑판의 깊이 $H(x)$는 다음 식을 만족하여야 한다.(**그림 4.2.13** 참조)

$$H(x) \geq T_{fp} + f_b + h'_N \quad \text{(m)}$$

T_{fp} : 하기만재흘수선(m)

f_b : 창구덮개가 설치된 갑판으로부터 h'_N하방의 위치에 가상건현갑판을 가정하여 계산된 **「국제만재흘수선협약 제28규칙」**에 따른 최소 건현 (m)

h'_N : 해당 창구덮개가 설치된 갑판의 위치에 따라 다음에 의한 값(m).

- 선수부 $0.25L_f$ 이내 : 6.9 m
- 상기 이외 : 4.6 m

(3) 창구덮개 패널사이 및 레비린스 등의 비풍우밀 간격은 비손상 및 손상복원성 계산 시 비보호 개구로 고려하여야 한다. 이들 간격은 화물창 내로의 해수 유입량과 빌지관 장치의 능력을 고려하고 고정식 가스소화장치의 유효성이 저하되지 않도록 최소로 하여야 한다. 어떠한 경우에도 50 mm 이하이어야 한다.

(4) 간격으로 해수 유입을 최소화하기 위하여 레비린스(labyrinths), 커터바(gutter bar) 또는 동등장치를 창구덮개의 각 패널 및 코밍에 설치하여야 한다. 레비린스 및 거터바 등의 창구코밍 정판으로부터 높이는 각각 65 mm 이상, 창구덮개와 창구코밍 정판의 간격은 10 mm 이하로 하여야 한다. (**그림 4.2.14** 참조)

(5) 창구덮개가 여러 개의 패널로 구성된 경우에는 패널간의 간격은 50 mm이하이어야 한다.

(6) 비풍우밀 창구덮개가 설치되는 각 화물창에는 빌지 경보장치를 설치하여야 한다.

(7) 위험물을 운송하는 경우에는 MSC/Circ.1087의 관련요건에 따른다.

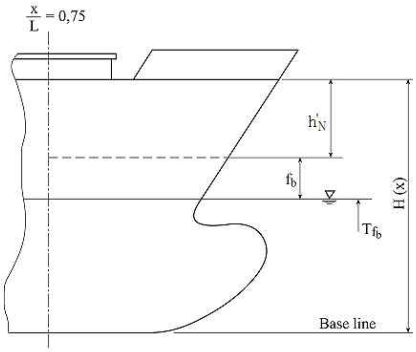


그림 4.2.13 $H(x)$**의 정의**

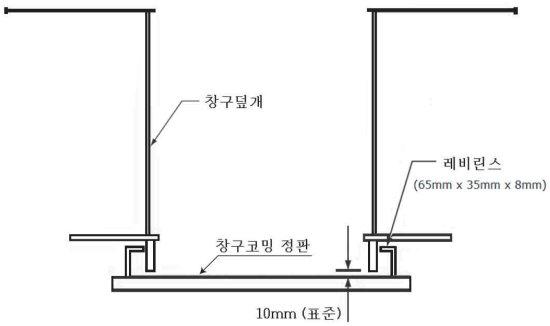


그림 4.2.14 레비린스의 예

504. 클램핑장치

1. 배치

(1) 클램핑장치 및 이동방지장치(stopper)는 창구덮개와 코밍 사이의 개스킷 및 인접한 창구덮개 사이의 개스킷이 충분히 압축되도록 배치하여야 한다.

(2) 클램핑장치 및 이동방지장치의 배치 및 간격은 창구덮개의 크기 및 형식과 클램핑장치 사이의 창구덮개와 코밍의 강성을 고려하여 풍우밀을 확보할 수 있도록 결정하여야 한다.

(3) 여러 개의 패널로 구성된 창구덮개의 패널 연결부에서는, 하중을 받는 패널과 받지 않는 패널간의 과대한 상대변형이 생기는 방지하기 위하여 수직 가이드를 설치하여야 한다.

(4) 이동방지장치의 위치는 창구덮개와 선체의 손상을 방지하기 위하여 창구덮개와 선체구조 사이의 상대 운동에 적합하도록 선정하여야 한다. 이동방지장치의 갯수는 가능하면 적어야 한다.

2. 간격

클램핑장치의 간격은 일반적으로 6m이하이어야 한다.

3. 제작

(1) 해수가 갑판에 도달할 가능성이 거의 없는 경우 클램핑장치의 치수는 경감할 수 있다.

(2) 클램핑장치는 신뢰성이 있는 것이어야 하며 창구코밍, 갑판 또는 창구덮개에 견고하게 부착되어야 한다.

(3) 1개의 창구덮개에 설치되는 각 클램핑장치는 거의 동일한 강성을 갖는 것이어야 한다.

(4) 클램핑장치로 로드 클리이트(rod cleat)를 사용하는 경우 탄력성을 갖는 와셔 또는 완충재(cushion)를 삽입하여야 한다.

(5) 유압식 클램핑장치는 유압계통에 이상이 있는 경우에도 기계적으로 체결상태를 유지할 수 있는 것이어야 한다.

4. 클램핑장치의 단면적

(1) 클램핑장치에 사용되는 볼트 또는 로드의 총 단면적 A은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만 창구면적이 5 m^2를 넘는 경우에는 볼트 또는 로드의 총 직경은 19 mm 이상이어야 한다.

$$A = 0.28 q S_{SD} k_l \quad (\mathrm{cm}^2)$$

q : 개스킷에 작용하는 선 압력(N/mm). 다만 5 N/mm 미만일 경우에는 5 N/mm로 한다.
S_{SD}: 고박장치의 간격(m), 다만 2 m 미만인 경우에는 2 m로 한다.
k_l : 다음 식에 의한 값

$$k_l = (235/\sigma_y)^e$$

σ_Y : 재료의 최소 항복응력(N/mm^2), 다만 $\sigma_Y \geq 0.7\sigma_T$인 경우에는 $0.7\sigma_T$로 한다.
σ_T : 재료의 인장강도(N/mm^2)
e : 다음과 같다.
σ_Y〉235 N/mm^{2}의 경우 : 0.75
$\sigma_Y \leq$ 235 N/mm^{2}의 경우 : 1.00

(2) 굽힘응력 및 전단응력에 대하여 충분한 강도를 갖도록 특별히 설계된 클램핑장치는 506.의 들림방지장치로 고려할 수 있다. 이 경우 하중은 다음 식에 의한다.

$$P = q \times S_{SD} \quad (kN)$$

q, S_{SD} : (1)호에 따른다.

505. 이동방지장치(stopper)

1. 이동방지장치는 다음 식에 의한 수평방향의 힘 F을 고려하여야 한다. 다만 종·횡방향의 가속도가 동시에 작용하는 것으로는 고려하지 않는다.

$$F = ma$$

m : 창구덮개 및 창구덮개 상부에 적재되는 화물의 질량의 합
a : 가속도로서 다음 식에 의한 값
종방향의 경우 : $a_x = 0.2g$
횡방향의 경우 : $a_y = 0.5g$

2. 이동방지장치 및 하부구조의 치수를 결정하는 경우의 설계하중은 203. 및 1항의 규정에 의한 값 중 큰 것으로 한다. 다만 이동방지장치 및 하부구조의 허용응력은 302.의 1항의 기준을 만족하여야 한다.
3. 이동방지장치의 배치는 504.의 1항에도 적합하여야 하며, 507.의 요건도 고려하여야 한다.

506. 들림방지 장치(Anti lifting devices)

1. 창구덮개의 상부에 화물을 적재하는 경우에는 205.에 따라 창구덮개에 발생하는 수직방향의 힘에 대하여 창구덮개의 들림방지를 위하여 잠금장치를 설치하여야 한다. (**그림** 4.2.15 참조)
2. 1항의 하중에 대한 들림방지 장치의 등가응력 σ_E가 다음 식에 의한 값 이하이어야 한다.

$$\sigma_E = 150/k_l \quad (\text{N/mm}^2)$$

k_l : 504.의 4항 (1)호에 따른다.

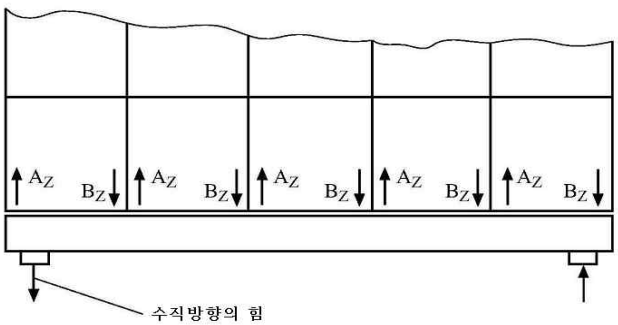


그림 4.2.15 창구덮개의 수직방향 힘

3. 횡방향으로 설치된 가이드의 유효높이 h_E가 다음 식에 의한 값 이상인 경우에는 들림방지 장치를 생략할 수 있다. 다만 어느 경우도 창구덮개 측판의 높이에 150mm를 더한 값 이상이어야 한다.(**그림 4.2.16** 참조)

$$h_E = 1.75\sqrt{(2se + d^2)} - 0.75d$$

e : 횡방향 창구덮개 가이드의 내단으로부터 창구덮개 측판까지의 최대 거리(mm)
s : 횡방향 창구덮개 가이드의 간격(mm). 다만 10mm 이상 40mm 이하로 한다.
d : 창구덮개 지지부로부터 가이드 스토퍼의 상단까지의 거리(mm)

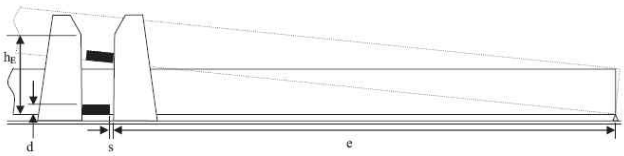


그림 4.2.16 창구덮개 횡방향 가이드 높이

507. 창구덮개 지지대

창구덮개 지지부재는 다음 규정에 따른다.

1. **2절**의 설계하중 및 **505.**의 **1**항의 하중에 의하여 창구덮개에 작용하는 공칭 표면 압력이 다음 식에 의한 값 이하가 되도록 지지대가 설치되어야 한다.
   - 일반적인 경우 : $p_{n\max} = dp_n$ (N/mm^2)
   - 상대변위가 없는 금속 접촉구조의 경우 : $p_{n\max} = 3p_n$ (N/mm^2)

   d : 적재상태에 따라 다음 식에 의한 값. 다만 3.0을 넘는 경우에는 3.0으로 한다.
   $d = 3.75 - 0.015L$
   일반적인 경우 : 1.0 이상
   부분적재상태의 경우 : 2.0 이상
   p_n : **표 4.2.11**에 따른다.
2. 지지표면에서 상대변위가 큰 경우에는 마모가 작고 마찰에 강한 재료를 사용하여야 한다.
3. 창구덮개 지지대의 도면을 제출하여야 한다. 도면에는 재료 제조자가 제시한 허용 최대압력에 대한 자료가 포함되어야 한다.
4. 지지대의 하부구조물은 압력분포가 균일하게 작용하도록 설계하여야 한다.

표 4.2.11 허용 공칭 표면 압력 p_n *(2019)*

지지대 재료	p_n(N/mm^2)	
	수직 하중	수평 하중(스토퍼 상)
선체구조용 압연강	25	40
경화 강재	35	50
저마찰 소재	50	-

5. 이동방지장치의 배치와 무관하게 지지대는 다음 식에 의한 수평방향 힘 F를 종방향 및 횡방향으로 전달할 수 있어야 한다.

$$F = \mu \frac{P_V}{\sqrt{d}}$$

P_V : 해당 지지대에 작용하는 수직 지지하중
μ : 마찰계수로 일반적으로 0.5로 한다. 다만 비금속 또는 낮은 마찰재료를 사용하는 경우의 마찰계수는 우리 선급이 인정하는 값으로 할 수 있다. 다만 어떠한 경우에도 0.35 이상이어야 한다.
d : **1**항에 따른다.

6. 지지대, 인접하는 구조부재 및 하부 지지구조의 응력은 302.의 1항의 기준을 만족하여야 한다.
7. 수평방향의 힘 P_h가 작용하는 지지대의 인접하는 구조부조 및 하부구조에 대하여는 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다.

508. 창구덮개의 컨테이너 받침대

컨테이너 받침대의 하부구조는 2절에 따라 화물 및 컨테이너 하중에 대하여 302.의 1항의 허용응력을 만족하도록 설계되어야한다.

509. 배수설비

1. 개스킷의 선내 측에는 거터바(gutter bar)를 설치하거나 또는 창구코밍을 상부까지 연장하여 배수로를 형성하여야 한다. 배수로에는 적절한 위치에 배수구를 설치하여야 한다.
2. 창구코밍의 배수구는 응력집중부로부터 충분히 떨어진 위치에 설치하여야 한다.(창구모서리, 크레인 포스트로의 천이구역 등)
3. 배수로의 끝부분에 배수구를 설치하고 역지밸브가 설치하거나 또는 동등한 방법으로 외부로부터 해수의 침입을 방지하는 구조로 하여야 한다. 이를 위하여 배수구에 소화호스를 연결해서는 안 된다.
4. 여러 개의 창구덮개 패널로 구성된 창구덮개의 경우, 패널 상호간의 연결부에는 개스킷의 상부와 하부에 배수로 및 배수구를 설치하여야 한다.
5. 창구덮개와 선체구조사이가 연속하는 금속 접촉구조인 경우에는 금속접촉구조와 개스킷의 사이에 배수설비를 설치하여야 한다.

제 6 절 이동식 창구덮개에 의해 폐쇄되고 타폴린과 배튼으로 비바람을 막는 창구

601. 적용

이 절의 요건은 「국제만재흘수선 협약」부속서 B 규칙14에 따라 주관청의 승인을 받아 노출갑판 상의 창구에 동 협약 규칙15의 창구덮개를 설치하는 경우 이들 창구덮개에 대하여 적용한다.

602. 창구덮개

1. 창구덮개의 지지면의 폭은 최소 65 mm 이상이어야 하고, 덮개가 밀착되도록 필요에 따라 경사시켜야 한다.
2. 이 절의 요건에 따른 604.의 강재 이동식 보 및 605.의 강재 폰툰 덮개는 다음의 설계하중과 허용응력을 고려하여 설계하여야 하며 (3)호의 요건도 만족하여야 한다.

(1) 설계하중 P는 표 4.2.12에 따른다.

표 4.2.12 설계하중 P

L_f	제1위치	제2위치
$L_f = 24.0\ m$	19.6 kN/m^2	14.7 kN/m^2
$L_f \geq 100.0\ m$	34.3 kN/m^2	25.5 kN/m^2
L_f가 중간 값 일 경우 선형 보간법에 의하여 설계하중을 구한다.		

(2) 허용응력 σ_a은 다음 식에 따른다.

$\sigma_a = 0.68\sigma_y$ (N/mm^2)

σ_y : 사용 재료의 최소 항복응력((N/mm^2)

(3) 이동식 보와 폰툰창구덮개의 처짐 δ은 다음 식에 의한 값 이하이어야 한다.

$\delta = 0.0044 l_g$ (m)

l_g : 1차 지지부재의 지지점 간 거리 중 가장 긴 것(m)

603. 목재 창구덮개

1. 목재 창구덮개의 두께는 최소 60 mm 이상이어야 하며 스팬은 1.5 m 이하이어야 한다.
2. 구조상 불필요한 경우를 제외하고 창구덮개에는 창구덮개의 중량, 크기에 따라 적절한 손잡이(hand grip) 설치하여야 한다.
3. 창구덮개에는 설치될 위치를 명확히 나타내는 표시(갑판, 창구 및 창구 내에서의 위치)를 하여야 한다.
4. 창구덮개용 목재는 양질의 것으로서 결이 고르고 유해한 마디, 송진 및 갈라진 곳이 없는 것이어야 한다.
5. 목재의 양단은 띠 강판으로 보호되어야 한다.

604. 이동식 보

1. 창구덮개를 지지하기 위한 이동식 보의 케리어 및 소켓은 지지면의 폭이 75 mm 이상의 견고한 구조로써, 이동식 보의 유효한 설치 및 유지를 위한 장치를 구비하여야 한다.
2. 케리어 및 소켓을 부착한 장소의 창구코밍은 보강재 등 적당한 방법에 의해 보강되어야 하며, 그 보강재는 갑판까지 도달하여야 한다.
3. 슬라이딩 식의 이동식 보에는 창구를 폐쇄하였을 때 이동식 보를 정해진 위치에 고정시키기 위한 장치를 설치하여야 한다.
4. 이동식 보의 깊이 및 면재의 폭은 창구보의 구조 안정성을 고려하여 적절한 것으로 하여야 한다. 이동식 보의 양단에서의 깊이는 중앙에서의 깊이의 1/2.5와 150 mm 중 큰 값 이상으로 하여야 한다.
5. 이동식 보의 캐리어 또는 소켓은 견고한 구조이어야 하고 보를 유효하게 고정시키는 장치를 갖추어야 한다. 회전식 보를 사용하는 경우에 캐리어 또는 소켓 장치는 창구를 폐쇄할 때에 그 보가 적당한 위치에 고정될 수 있도록 하는 것이어야 한다.

6. 이동식 보의 상부 면재는 이동식 보의 양단에 도달하는 것 이어야 한다. 이동식 보의 웨브는 양단 180 mm 이상의 구간에서 적어도 중앙에서의 웨브 두께의 2배로 하든지 또는 이중판으로 보강하여야 한다.
7. 이동식 보는 그 위에 올라가지 않고 적양하가 가능한 적절한 장치를 설치하여야 한다.
8. 이동식 보에는 설치될 위치를 명확히 나타내는 표시(갑판, 창구 및 창구 내에서의 위치)를 하여야 한다.

605. 강재 폰툰 덮개

1. 강재 폰툰 덮개의 양단에서의 깊이는 중앙에서의 깊이의 1/3과 150 mm 중 큰 값 이상이어야 한다.
2. 강재 폰툰 덮개의 양단에 있어서 지지부의 너비는 75 mm 이상이어야 한다.
3. 강재 폰툰 덮개에는 설치될 위치를 명확히 나타내는 표시(갑판, 창구 및 창구 내에서의 위치)를 하여야 한다.

606. 이동식 창구덮개에 의해 폐쇄되는 창구의 타폴린 및 고박장치

1. **타폴린**
건현갑판 및 선루갑판의 노출갑판상에 설치되는 창구에는 **8장 7절**에 적합한 타폴린을 적어도 2겹, 기타의 노출갑판상의 창구는 적어도 1겹을 비치하여야 한다.
2. **쐐기(wedge)**
쐐기는 단단한 목재이어야 하고 길이 200 mm, 너비 50 mm 이하이어야 한다. 1:6의 테이퍼를 초과하지 않고 전단부 두께는 13 mm 이상이어야 한다.
3. **배튼**
배튼은 타폴린을 유효하게 고박하여야 하며, 그 폭 및 두께는 각각 65 mm 및 9 mm 이상이어야 한다.
4. **클리트**
클리트는 쐐기의 테이퍼에 적합하도록 설치되어야 한다. 클리트의 폭은 65 mm 이상으로서, 중심 사이의 거리가 600 mm를 초과하지 않는 간격으로 배치되어야 한다. 선측 창구코밍에서의 클리트는 각 창구의 모서리에서 150 mm 이내의 위치에 설치되어야 한다.
5. **창구덮개의 고정**
(1) 노출된 건현갑판 및 선루갑판 상의 모든 창구에는 타폴린을 배튼으로 고정 시킨 후 창구덮개의 각각 유효하고 독립적으로 고정시키기 위하여 강봉 또는 이와 동등한 장비를 비치하여야 하며, 길이 1.5 m 이상의 창구덮개는 적어도 2개 이상의 이러한 고박장치에 의하여 고정되어야 한다.
(2) 기타의 노출 갑판 상의 창구에는 창구덮개의 고박을 위한 고리붙이(ring bolt) 또는 적절한 장구가 비치되어야 한다.

제 7 절 기타의 개구

701. 기관실 개구의 보호

1. 기관실 개구는 강재 위벽으로 폐위되어야 한다.
2. 기관실의 모든 출입구는 가능한 한 보호된 장소에 설치하여야 하며 기관실 내외부에서 폐쇄 및 잠금이 가능한 강재 출입문을 설치하여야 한다. 건현갑판 노출부의 위벽에 설치된 출입문은 **3편 16장 301.**에 적합하여야 한다.
3. 기관실 위벽에 설치된 출입문의 문지방 높이는 설치된 갑판으로부터 각각 **제1위치**에서는 600 mm, **제2위치**에서는 380 mm 이상이어야 한다,
4. 건현이 감소된 선박에 있어서, 노출된 건현갑판 또는 저 선미루 갑판 상의 기관실 위벽의 출입구는 위벽과 동등한 강도를 갖는 공간 또는 통로로 유도되어야 하며 이들 공간과 기관실은 제2의 풍우밀문에 의하여 격리되어야 하며 문지방 높이는 230 mm 이상이어야 한다.

702. 승강구 및 기타의 개구 【지침 참조】

1. **맨홀 또는 평 갑판구**
제1위치, 제2위치 또는 폐위된 선루이외의 선루 내의 맨홀과 평 갑판구(flush opening)는 수밀의 강재덮개로 폐쇄되어야 한다. 좁은 간격으로 배치된 볼트로 고정되지 아니하는 한 덮개는 상설적으로 설치하여야 한다.
2. **승강구**

(1) 창구, 기관구역 개구, 맨홀 및 평 갑판구이외의 건현갑판 상 개구는 폐위선루 또는 동등한 강도와 풍우밀성을 갖는 갑판실 또는 승강구실에 의하여 보호되어야 한다.

(2) 노출된 선루갑판 또는 건현갑판상의 갑판실 상에 있는 개구로서 건현갑판하의 장소 또는 폐위 선루내의 장소로 통하는 개구는 유효한 갑판실 또는 승강구실에 의하여 보호되어야 한다.

(3) (1)호 및 (2)호의 갑판실 또는 승강구실의 출입구는 **3편 16장 301.**에 적합한 문을 설치하여야 한다.

(4) (1)호에서 (3)호의 승강구실의 출입문 문지방 높이는 **제1위치**에서 600 mm 이상, **제2위치**에서 380 mm 이상이어야 한다.

(5) 건현갑판 하로 통하는 개구를 보호하는 건현갑판 상의 갑판실 또는 선루의 경우, 건현갑판 상 출입구의 문지방 높이는 600 mm 이상이어야 한다. 다만 건현갑판으로부터 출입에 대한 대체수단으로 상부갑판에서 접근 할 수 있는 경우에는 선교루, 선미루 또는 갑판실의 출입문 문지방 높이는 380 mm이상이어야 한다.

(6) 선루 및 갑판실의 출입구에 설치된 문이 **3편 16장 301.**에 적합하지 않는 경우에 내부의 갑판개구는 노출된 것으로 간주하여야 한다.

(7) 표준선루높이 보다 낮은 저선미루 또는 선루 상부의 갑판실로서 표준선루높이보다 높거나 같은 높이의 갑판실 상부에 설치된 개구는 적절한 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 다만 규칙에서 정의된 유효한 갑판실 또는 승강구실에 의해 보호될 필요는 없다. 표준선루높이보다 낮은 갑판실 상부의 갑판실 상부에 설치된 개구도 동일하게 보호할 수 있다. ⚓

제 3 장 선수문, 현문 및 선미문

제 1 절 선수문 및 내측문

101. 일반

1. 적용

(1) 이 절의 규정은 둘러싸인 전통선루 또는 둘러싸인 긴 전부선루 또는 최소 선수높이와 동등한 높이를 얻기 위하여 설치된 둘러싸이지 않은 긴 선루로 통하는 선수문 및 내측문의 배치, 강도 및 잠금장치에 대하여 적용한다.

(2) 이 절의 규정은 국제항해에 종사하는 모든 로로여객선과 로로화물선에 적용하며, 이 장에서 별도로 규정하고 있지 않는 한 국내 항해에만 종사하는 모든 로로여객선과 로로화물선에도 적용하여야 한다. 다만, 기국 주관청이 별도로 규정하고 있는 경우에는 해당 기국의 요건에 따른다. *(2018)*

(3) 이 절의 규정은 고속선의 안전에 관한 IMO Code에서 정의한 고속경구조선 및 경구조선에는 적용하지 않는다.

(4) 1996년 6월 30일 이전에 건조된 모든 현존 로로여객선의 선수문 및 내측문은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

2. 선수문의 종류

이 절의 적용을 받는 선수문의 종류는 일반적으로 다음의 2종류로 구분한다. 다만, 다음 (1)호 및 (2)호와 다른 종류의 선수문의 경우에는 이 절의 적용과 관련하여 우리 선급이 특별히 인정하는 바에 따른다.

(1) 바이저형 선수문(visor door) : 종방향으로 배치된 리프팅 암에 의하여 선수문의 거더와 연결되고 선수문의 정부에 위치한 두 개 이상의 힌지를 통하여 수평축의 상방 및 바깥방향으로의 회전에 의하여 열려지는 선수문.

(2) 측면개방형 선수문(side-opening door) : 선수문의 외단에 위치한 두 개 이상의 힌지를 통하여 수직축의 바깥방향으로의 회전에 의하여 열려지거나 또는 회전축장치가 배치된 연결암의 수평방향 이동에 의하여 열려지는 선수문으로서 통상적으로 한 쌍의 문으로 구성된다.

3. 배치

선수문 및 내측문의 배치에 대하여는 다음 각 호의 규정에 적합하여야 한다.

(1) 선수문은 건현갑판의 상방에 설치하여야 한다. 다만, 램프 또는 다른 기계적 장치의 설치로 인해 생기는 건현 갑판상의 수밀 리쎄스가 최고 만재흘수선 상방에 있고 선수격벽의 전부에 위치할 경우에는 수밀 리쎄스의 상방에 선수문을 설치할 수 있다.

(2) 선수격벽의 일부로 되는 내측문(inner door)을 설치하여야 한다. 다만, 이 내측문은 선수격벽의 직상에 올 필요는 없다. 또한 차량램프(vehicle ramp)가 선수격벽의 일부를 형성하고 그 위치가 **3편 14장 201.**의 선수격벽 위치에 관한 규정에 적합한 경우에는 내측문으로 간주할 수 있다. 상기를 만족하지 못하는 경우에는 별도의 풍우밀 내측문을 설치하여야 한다.

(3) 선수문 및 내측문은 선수문의 손상이나 이탈시 내측문 또는 선수격벽에 구조적 손상을 일으키지 않도록 배치하여야 한다. 만일 배치가 불가능한 경우에는 추가의 풍우밀 내측문을 **3편 14장 201.**의 규정의 범위 내에 설치하여야 한다.

(4) 선수문은 내측문을 유효하게 보호하고 운항상태에서 밀폐성을 확보할 수 있어야 한다. 또한, 선수격벽의 연장부를 형성하는 내측문은 화물구역의 전 높이에까지 풍우밀을 유지할 수 있어야 하며, 내측문의 후면에는 고정의 시일장치를 설치하여야 한다.

(5) 이 절의 내측문에 대한 규정은 차량이 격납위치에 유효하게 고정되어 있다는 것을 전제로 하는 것이다.

4. 용어의 정의

이 절에서 사용하는 용어에 대한 정의는 다음 각 호에 따른다.

(1) 잠금장치

잠금장치라 함은 선체에 배치된 회전축 또는 힌지에 대하여 문의 회전을 방지하여 문을 폐쇄한 상태로 유지하는 장치를 말한다.

(2) 지지장치

지지장치라 함은 문에 작용하는 외부하중 또는 내부하중을 문으로부터 잠금장치로, 또한 잠금장치로부터 선체구조로 전달하는 장치를 말하며 문으로부터 선체구조로 하중을 전달하는 것 중 잠금장치가 아닌 힌지, 스토퍼 등을 포함한다.

(3) 고정장치
고정장치라 함은 문을 폐쇄한 상태에서 잠금장치를 고정하는 장치를 말한다.

(4) 로로여객선
로로여객선이란 로로구역 또는 특수분류구역을 가지는 여객선을 말한다.

(5) 로로구역
로로구역이란 통상 여하한 방법으로도 구획됨이 없이 선박의 상당한 길이 또는 전장에 걸쳐 확장되어 있고 여기에서 자주용 연료탱크가 있는 차량 또는 화물[철도 또는 자동차, 차량(도로 또는 철도 탱크를 포함한다), 트레일러, 컨테이너, 팔레트, 탈부착가능 탱크, 유사한 보관장치 또는 다른 용기로 포장 또는 산적되는 화물]이 통상 수평방향으로 적양하될 수 있는 장소를 말한다.

(6) 특수분류구역
특수분류구역이란 자주용 연료탱크를 가진 자동차를 운송하기 위한 격벽갑판의 상방 또는 하방의 폐쇄된 장소로서 이러한 자동차 및 여객이 출입할 수 있는 구역을 말하며, 총 내부높이가 10 m를 넘지 않는 경우 한 개 이상의 갑판을 설치할 수 있다.

102. 강도평가기준

1. 1차 강도부재, 잠금 및 지지장치

선수문 및 내측문의 1차 강도부재와 잠금 및 지지장치의 강도는 다음 **표 4.3.1**의 허용응력을 사용하여 **103.**의 설계하중을 만족하도록 결정하여야 한다.

표 4.3.1 1차 강도부재와 잠금 및 지지장치에 대한 허용응력

구분	허용응력(N/mm^2)
전단응력(τ)	$\tau = 80/K$
굽힘응력(σ)	$\sigma = 120/K$
등가응력 $\left(\sigma_e = \sqrt{\sigma^2+3\tau^2}\right)$	$\sigma_e = 150/K$
K : 사용된 재료의 재료계수로서 **표 4.3.2**에 따른다.	

2. 선수문 및 내측문의 1차 강도부재는 충분한 좌굴강도를 가져야 한다.

3. 잠금 및 지지장치의 강재 베어링 응력

잠금 및 지지장치의 강재 베어링의 경우 설계하중을 베어링 투영면적으로 나눈 베어링 공칭압력은 0.8 σ_y를 초과하여서는 안 된다.

σ_y : 베어링 재료의 항복응력

4. 나사볼트의 인장응력

잠금 및 지지장치에 나사볼트를 사용하는 경우에는 나사볼트가 지지하중을 전달하여서는 아니 되며, 나사볼트의 최대 인장응력은 $125/K$(N/mm^2)를 초과하여서는 안 된다.

K : 사용된 재료의 재료계수로서 **표 4.3.2**에 따른다.

103. 설계하중

1. 선수문

(1) 외부압력

선수문의 1차 강도부재, 잠금 및 지지장치의 강도계산시 고려하는 설계외부압력 P_e는 다음 식에 따른다.

$$P_e = 2.75\lambda C_H(0.22+0.15\tan\alpha)\,(0.4V\sin\beta+0.6\sqrt{L})^2 \quad (\text{kN/m}^2)$$

V : 선박의 속력(하기만재흘수상태에서 연속최대출력으로 전진항해 중 얻어지는 계획속력)(kt)

L : **3편 1장 102.**에 따른 선박의 길이(m). 다만, 200 m 보다 클 필요는 없다.

λ : 항해구역에 따른 계수

근해구역이상을 항해하는 선박인 경우 $\lambda = 1.0$

연해구역을 항해하는 선박인 경우 $\lambda = 0.8$

평수구역을 항해하는 선박인 경우 $\lambda = 0.5$

C_H : 선박의 길이에 따른 계수로서 **표 4.3.3**에 따른다.

α : 고려하는 점에서의 플레어각(flare angle)으로서 외판의 접선과 수직선이 이루는 각을 말하며, 외판의 수평접선에 수직한 수직면으로부터 측정한다. (**그림 4.3.1** 참조)

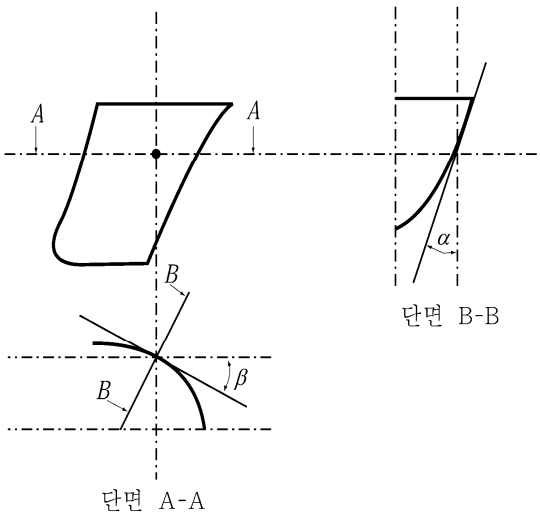
β : 고려하는 점에서의 입수각(entry angle)으로서 수평면에서의 외판의 접선과 중심선에 평행한 종방향선이 이루는 각도를 말한다. (**그림 4.3.1** 참조)

표 4.3.2 재료계수 K

재료기호	K
A, B, D 및 E	1.0
$AH32$, $DH32$ 및 $EH32$	0.78
$AH36$, $DH36$ 및 $EH36$	0.72

표 4.3.3 계수 C_H

L	C_H
$L < 80$ m	$L/80$
$L \geq 80$ m	1.0



(2) 외부하중

선수문의 잠금 및 지지장치의 강도계산시 고려하여야 할 설계외부하중은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$F_x = P_{em} A_x$$
$$F_y = P_{em} A_y$$
$$F_z = P_{em} A_z$$

F_x : 종방향으로 작용하는 설계외부하중(kN)

F_y : 수평방향으로 작용하는 설계외부하중(kN)

F_z : 수직방향으로 작용하는 설계외부하중(kN)

A_x : 선수문의 하단에서 상갑판 불워크의 정부까지 또는 선수문의 하단에서 불워크가 선수문의 일부일 경우 불워크를 포함한 선수문의 정부까지 중 작은 값까지의 선수문의 정면투영면적(m^2)(**그림 4.3.2** 참조). 다만, 불워크의 플레어 각이 인접한 외판의 플레어 각보다 최소 15도보다 작은 경우 선수문의 하단으로부터의 높이는 상갑판까지 높이 또는 선수문의 정부까지 높이 중에서 작은 값까지 측정하며, 문의 하부로부터 상갑판 또는 문의 상부까지의 높이를 결정할 때 불워크는 제외한다.

A_y : 선수문의 하단에서 상갑판 불워크의 정부까지 또는 선수문의 하단에서 불워크가 선수문의 일부일 경우 불워크를 포함한 선수문의 정부까지 중 작은 값까지의 선수문의 측면투영면적(m^2)(**그림 4.3.2** 참조). 다만, 불워크의 플레어 각이 인접한 외판의 플레어 각보다 최소 15도보다 작은 경우 선수문의 하단으로부터의 높이는 상갑판까지 높이 또는 선수문의 정부까지 높이 중에서 작은 값까지 측정한다.

A_z : 선수문의 하단에서 상갑판 불워크의 전까지 또는 선수문의 하단에서 불워크가 선수문의 일부일 경우 불워크를 포함한 선수문의 정부까지 중 작은 값까지의 선수문의 평면투영면적(m^2)(**그림 4.3.2** 참조). 다만, 불워크의 플레어 각이 인접한 외판의 플레어 각보다 최소 15도보다 작은 경우 선수문의 하단으로부터의 높이는 상갑판까지 높이 또는 선수문의 정부까지 높이 중에서 작은 값까지 측정한다.

h : 선수문의 하단에서 상갑판까지 또는 선수문의 하단에서 선수문의 정부까지 중 작은 값까지의 선수문의 높이(m)

l : 선수문의 하단으로부터 높이 $h/2$ 에서의 선수문의 전후방향 길이(m)

P_{em}: α 및 β 대신에 α_m 및 β_m 에서의 선수문에 작용하는 외부압력(kN/m^2)

α_m : 선수재로부터 선수문의 후방으로 $l/2$ 까지의 점과 선수문의 하단으로부터 $h/2$ 까지의 점과의 교차점에서 측정한 플레어 각 (**그림 4.3.3** 참조)

β_m : 선수재로부터 선수문의 후방으로 $l/2$ 까지의 점과 선수문의 하단으로부터 $h/2$ 까지의 점과의 교차점에서 측정한 입수각(**그림 4.3.3** 참조)

불워크를 포함하는 특수한 형태 또는 형상(예를 들면, 둥근 선수형상 및 큰 선수각을 갖는 형상)으로 선수문을 설치하는 경우에는 하중을 구하기 위하여 사용되는 면적 및 각도는 별도로 고려할 수 있다.

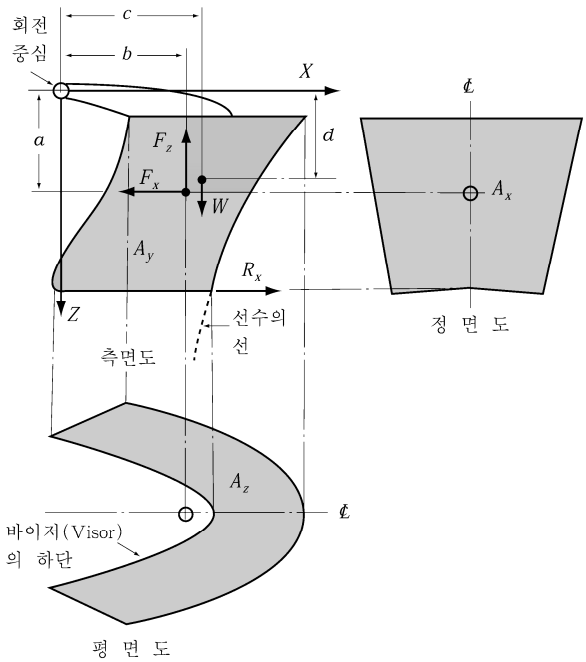


그림 4.3.2 상부 힌지식 선수문 (bow visor)

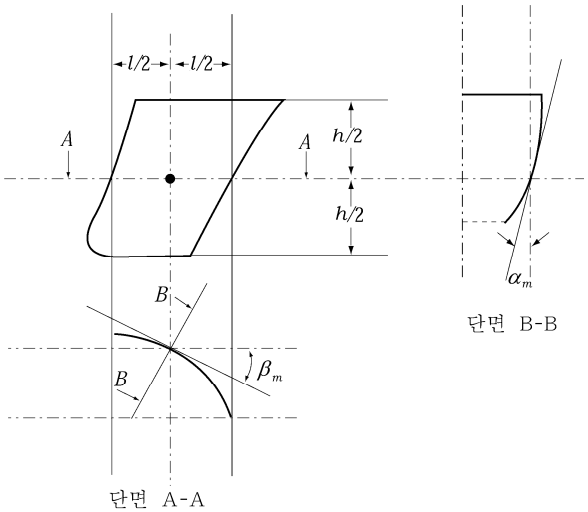


그림 4.3.3 *am* **및** *bm*

(3) 바이저형 선수문의 폐쇄모멘트 M_y 는 다음 식에 따른다.

$$M_y = F_x a + 10\,Wc - F_z b \quad \text{(kN-m)}$$

F_x 및 F_z : 상기 (2)호에 따른다.

W : 선수문의 무게(kN)

a : 선수문의 회전중심(pivot)으로부터 선수문의 측면투영면적의 도심까지의 수직거리(m)

b : 선수문의 회전중심으로부터 선수문의 수평투영면적의 도심까지의 수평거리(m)

c : 선수문의 회전중심으로부터 선수문의 무게중심까지의 수평거리(m)

(4) 바이저형 선수문에 있어서 선수문 및 선체구조에 붙는 리프팅 암과 암의 연결부는 최소한 1.5 kN/m^2 의 풍압하에서 바이저의 권상 및 하강 작동시 작용하는 정적 및 동적하중에 견딜 수 있어야 하며, 이에 대한 계산서는 우리 선급에 제출되어야 한다.

2. 내측문

(1) 외부압력

내측문의 1차 강도부재, 잠금 및 지지장치, 주위구조의 강도계산시 고려하는 설계외부압력 P_e는 다음 두 식에 의한 값 중 큰 값으로 한다.

$$P_{e1} = 0.45L \quad (\mathrm{kN/m^2}), \quad \text{정수압 } P_{e2} = 10h \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

h : 하중 작용점으로부터 화물구역의 정부까지의 거리(m)

L : **3편 1장 102.**에 따른 선박의 길이(m). 다만, 200 m 보다 클 필요는 없다.

(2) 내부압력

내측문의 잠금장치의 강도계산시 고려하는 설계내부압력 P_i 는 25 kN/m^2 이상이어야 한다.

104. 선수문의 강도

1. 일반

(1) 선수문의 강도는 주위구조와 동등 이상의 강도를 가져야 한다.

(2) 선수문에는 적절한 일반 보강재를 설치하고 또한 폐쇄시 선수문의 수평 및 수직방향으로의 이동을 방지할 수 있는 장치가 있어야 한다. 바이저형 선수문에 있어서 선수문 및 선체구조에 붙는 리프팅 암의 연결부는 선수문의 개폐조작에 있어서도 충분한 강도를 가져야 한다.

2. 1차 강도부재(primary structure)

1차 강도부재는 일반적으로 **103.**의 **1**항 (1)호에 의한 설계외부압력 및 **표 4.3.1**에 의한 허용응력과 관련하여 직접강도계산에 의하여 정하여야 하며, 보통은 단순보 이론식을 이용하여 굽힘응력을 결정할 수 있다. 1차 강도부재는 끝단부 연결부가 단순지지인 것으로 간주한다.

3. 일반 보강재(secondary stiffeners)

일반 보강재는 선수문의 주 강성을 유지하는 1차 강도부재에 의하여 지지되어야 하며, 일반 보강재의 단면계수는 일반 보강재를 늑골로 보아 계산되는 그 위치에 있는 늑골의 단면계수 이상이어야 한다. 이때 휨 보강재와 늑골의 단부 고착조건이 각각 다를 경우에는 이를 고려하여야 한다. 또한, 일반 보강재의 웨브의 단면적 A 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A = \frac{QK}{10} \quad (\mathrm{cm^2})$$

Q : 균일하게 분포된 외부압력 P_e 을 사용하여 계산된 일반 보강재에 작용하는 전단력(kN)

P_e : **103.**의 **1**항 (1)호에 따른다.

K : 사용된 재료의 재료계수로서 **표 4.3.2**에 따른다.

4. 판

선수문의 판 두께는 일반 보강재의 간격을 늑골간격으로 간주하여 계산되는 그 위치에서의 선측외판두께 이상이어야 한다. 또한, 어떠한 경우에도 규정에 의한 선수단 외판두께 미만이어서는 안 된다.

105. 내측문의 강도

1. 일반

(1) 1차 강도부재는 일반적으로 **103.**의 **2**항 (1)호에 의한 외부압력 및 **표 4.3.1**에 의한 허용응력에 따른 직접강도계산에 따라 정하여야 한다. 보통은 단순보이론식을 적용할 수 있다.

(2) 내측문이 차량램프로 사용될 경우에 내측문의 강도는 차량갑판에 대하여 요구되는 갑판의 강도 이상이어야 한다.

106. 선수문의 잠금 및 지지장치

1. 일반

(1) 선수문에는 주위구조의 강도와 강성과 동등한 잠금 및 지지장치를 설치하여야 한다.

(2) 선수문을 지지하는 선체구조는 잠금 및 지지장치의 설계하중 및 응력에도 만족하여야 한다.

(3) 패킹이 설치된 경우 패킹은 상대적으로 유연한 것이어야 하며 지지하중은 강구조에 의해서만 전달되어야 한다.

(4) 선수문의 잠금장치와 지지장치 사이의 설계최대틈새는 원칙적으로 3 mm를 초과하여서는 안 된다.

(5) 선수문에는 개방시에도 기계적으로 고정할 수 있는 장치가 있어야 한다.

(6) 선수문의 잠금 및 지지장치에 작용하는 지지반력의 계산시에는 각각의 방향으로 유효한 강성을 가지는 실제적인 잠금 및 지지장치만을 포함시켜 계산하여야 한다.

(7) 패킹재에 국부압축하중을 주는 클리트와 같이 작거나 유연한 장치는 강도계산시 포함시키지 않는다.

(8) 잠금 및 지지장치의 수는 일반적으로 2항 (6)호 및 (7)호의 규정을 고려하여 가능하면 최소로 하여야 한다.

(9) 바이저형 선수문의 회전축장치는 외부하중을 받는 상태에서 자발적으로 닫히는 구조로 배치하여야 한다 (즉, 103.의 1항 (3)호에서 정의하는 폐쇄모멘트 $M_y > 0$). 또한, 폐쇄모멘트 M_y는 다음 식에 의한 M_{yo} 보다 작아서는 안 된다.

$$M_{yo} = 10Wc + 0.1\sqrt{a^2+b^2} \times \sqrt{F_x^2+F_z^2} \quad \text{(kN-m)}$$

W, a, b, c, F_x 및 F_z : 103.에 따른다.

2. 강도

(1) 선수문의 잠금 및 지지장치는 표 4.3.1에 의한 허용응력의 범위 내에서 반력에 견딜 수 있도록 적절히 설계하여야 한다.

(2) 바이저형 선수문의 경우, 유효한 잠금장치 및 지지장치에 작용하는 반력은 선수문을 강체로 간주하여 선수문의 자중이 아래 유형의 각각의 하중과 동시에 작용하는 조합하중으로 한다.

(가) 유형 1 : F_x 및 F_z

(나) 유형 2 : $0.7F_x$ 및 $0.7F_z$가 $0.7F_y$와 동시에 작용하며, $0.7F_y$는 각 현에 작용시켜야 한다.
여기서, F_x, F_y 및 F_z는 103.의 1항 (2)호에 의한 설계하중으로 투영면적의 도심에 작용한다.

(3) 측면 개방형 선수문의 경우, 유효한 잠금장치 및 지지장치에 작용하는 반력은 선수문을 강체로 간주하여 선수문의 자중과 아래 유형의 각각의 하중이 동시에 작용하는 조합 하중으로 한다.

(가) 유형 1 : F_x, F_y 및 F_z

(나) 유형 2 : $0.7F_x$ 및 $0.7F_z$가 양쪽의 문에 $0.7F_y$와 동시에 작용하며, $0.7F_y$는 각각의 문에 작용시켜야 한다.
여기서, F_x, F_y 및 F_z는 103.의 1항 (2)호에 의한 설계외부하중으로 투영면적의 도심에 작용한다.

(4) 전 (2)호 (가) 및 전 (3)호 (가)에 의한 반력은 면적 A_x의 도심을 통과하는 횡축에 대한 모멘트를 0으로 하여야 한다. 바이저형 선수문에서는 이 모멘트를 생성시키는 핀 또는 쐐기의 지지에 의한 종방향 반력이 선수방향으로 작용하지 않도록 하여야 한다.

(5) 잠금 및 지지장치에 작용하는 반력의 분포는 원칙적으로 지지부재의 실제위치, 지지강성, 선체구조의 유연성을 고려한 직접강도계산에 따라야 한다.

(6) 잠금 및 지지장치는 어느 한 개의 잠금장치 또는 지지장치의 고장시에도 다른 장치에 작용하는 반력이 표 4.3.1에서 주어진 허용응력보다 20 %이상을 초과하지 않도록 설계하여야 한다.

(7) 바이저형 선수문의 경우, 표 4.3.1에 의한 허용응력을 초과하지 않는 범위 내에서 문의 개방을 방지하는데 필요한 최대한의 반력을 줄 수 있는 2 개의 잠금장치를 문의 하단에 설치하여야 한다. 이 반력과 균형을 이루는 개방모멘트 M_0는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$M_0 = 10Wd + 5A_x a \quad \text{(kN-m)}$$

A_x : 103.의 1항 (2)호에 따른다.
a : 103.의 1항 (3)호에 따른다.
d : 선수문의 힌지축으로부터 선수문의 무게중심까지의 수직거리(m)
W : 103.의 1항 (3)호에 따른다.

(8) 힌지를 제외한 바이저형 선수문의 잠금 및 지지장치는 **표 4.3.1**에 의한 허용응력의 범위 내에서 설계수직하중 ($F_z - 10$ W)에 견디어야 한다.

(9) 잠금 및 지지장치를 통하여 문으로부터 용접연결구조를 포함한 선체구조로의 설계하중의 전달 경로에 있는 모든 하중전달부재는 잠금 및 지지장치에 대하여 요구되는 강도기준을 만족하여야 한다. 이들 부재는 핀, 지지브래킷 및 이면 브래킷을 포함한다.

(10) 측면개방형의 선수문에 비대칭 압력이 작용하는 경우 한쪽 문이 다른 쪽 문의 방향으로 이동하지 않도록 2개의 문의 폐쇄부위의 1차 강도부재 단부에 추력베어링을 설치하여야 한다. (**그림 4.3.4** 참조) 추력베어링의 각 부분은 잠금장치에 의하여 다른 한 부분에 견고하게 유지되어야 한다.

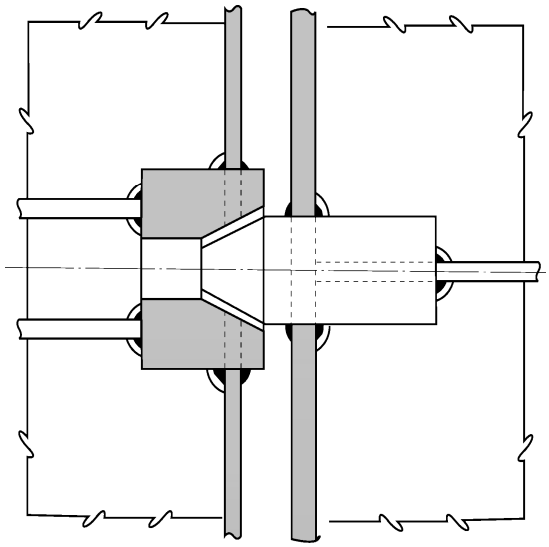


그림 4.3.4 추력베어링의 일례

107. 잠금 및 고정장치

잠금장치에는 기계적인 고정장치(자동고정식 또는 별도의 장치)를 설치하거나 잠금장치를 중력식으로 하여야 하며, 그 장치는 다음 각 항의 규정에 적합하여야 한다.

1. 작동

잠금장치는 쉽게 접근할 수 있어야 하며 간단하게 조작할 수 있는 구조이어야 한다. 또한 잠금 및 고정장치와 선수문의 개폐장치는 적절한 순서에 따라서만 연동되는 것이어야 한다.

(1) 유압식 잠금장치

유압식 잠금장치가 설치된 경우 그 장치는 폐쇄상태에서 기계적으로 잠글 수 있어야 하며 작동유의 손실이 발생한 경우에도 고정상태를 유지할 수 있어야 한다. 폐쇄된 상태에서의 잠금 및 고정장치의 유압계통은 다른 유압계통과 독립된 것이어야 한다.

(2) 차량갑판으로 통하는 선수문 및 내측문에 대하여는 건현갑판상의 위치로부터 원격조작을 할 수 있는 다음의 장치를 설치하여야 한다.

(가) 문의 개폐

(나) 모든 문의 잠금 및 고정장치

(3) 원격제어

모든 문과 잠금 및 고정장치의 개폐여부를 원격제어장소에 표시하여야 한다. 원격제어반은 허가된 인원만이 접근할 수 있도록 하여야 하며, 모든 원격제어반에는 선박이 출항전 모든 잠금장치를 폐쇄·고정할 것을 지시하는 주의판과 경고등을 설치하여야 한다.

2. 지시장치 및 감시장치

(1) 선수문 및 내측문이 폐쇄되었으며 그 잠금장치 및 고정장치가 적절히 위치하고 있음을 나타내기 위하여 선교 및 작동반에는 별도의 지시등 및 가청경보를 설치하여야 한다. 지시반은 램프시험기능을 가져야 하며 지시등은 수동으로 끌 수 없도록 하여야 한다.

(2) 지시장치는 페일세이프원리에 따라 설계되어야 하며 문이 완전히 폐쇄되지 않거나 완전히 잠겨지지 않은 상태에서는 가시경보를, 고정장치가 열리거나 잠금장치가 고정되지 않은 상태에서는 가청경보를 발하여야 한다. 문의 작동 및 폐쇄용 지시장치의 동력원은 문의 작동 및 폐쇄용 장치의 동력원과 독립된 것이어야 하며, 비상전원 또는 기타 안전한 동력원 (예 : 무정전 급전장치(UPS))와 같은 기타의 안전한 급전장치로부터 백업용 급전장치를 갖추고 있어야 한다. 지시장치용 감지기는 물, 결빙 및 기계적 손상으로부터 보호되어야 한다.

(3) 선교의 지시반에는 “항내정박중/항해중”의 모드선택기능을 갖추고 있어야 하며 선수문 또는 내측문이 폐쇄되지 않은 상태 또는 고정장치 중의 어느 하나가 올바른 위치에 있지 않은 상태로 항내를 떠날 때 선교에서 들을 수 있는 가청경보를 발할 수 있어야 한다.

(4) 내측문을 통한 누수를 선교 및 기관제어실에 표시하기 위하여 경보장치 및 TV 감시장치를 갖춘 누수탐지장치를 설치하여야 한다.

(5) 선수문 및 내측문 사이에는 선교 및 기관제어실에 모니터를 갖춘 TV 감시장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 문의 위치 및 충분한 수량의 고정장치를 감시하여야 한다. 감시 하에 있는 대상물의 조명 및 대비색에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

(6) 선수문 및 램프 사이 또는 램프가 설치되지 않은 경우에는 선수문과 내측문 사이의 장소에 배수장치를 설치하여야 한다. 배수장치는 이들 장소의 수위가 0.5 m 또는 고수위경보 중 작은 값을 초과하는 경우에 선교에 가청경보를 발하는 기능을 갖추고 있어야 한다.

(7) 앞의 (2)호 내지 (6)호의 지시장치는 다음의 경우, 페일세이프원리에 따라 설계된 것으로 간주한다.

(가) 지시반에 다음을 갖추고 있을 때
- 정전경보
- 접지고장경보
- 램프시험기능
- 문의 폐쇄 여부 및 문의 잠금 여부를 나타내는 별도의 표시

(나) 문이 폐쇄되었을 때 리미트 스위치가 전기적으로 닫히는 경우 (여러 개의 리미트 스위치가 설치되어 있는 경우에는 이들을 직렬로 연결할 수 있다)

(다) 잠금장치가 제 위치에 놓여있을 때 리미트 스위치가 전기적으로 닫히는 경우 (여러 개의 리미트 스위치가 설치되어 있는 경우에는 이들을 직렬로 연결할 수 있다)

(라) 문의 폐쇄 여부 및 문의 잠금 여부를 나타내는 두 개의 전기회로를 (하나의 다심케이블 내에) 가지는 경우

(마) 리미트 스위치가 전위(轉位)되어 있는 경우에는 문이 폐쇄되지 않았음/잠기지 않았음/고정장치가 제 위치에 놓여있지 않음을 나타내는 적절한 표시가 있을 때

(8) 국제항해에 종사하는 로로여객선의 경우, 선박이 항해하는 동안 가혹한 기상상태에서의 선박의 모든 운동 또는 허락되지 않은 여객의 출입을 탐지할 수 있도록 특수분류구역 및 로로구역은 TV 감시장치와 같은 유효한 수단에 의하여 연속적으로 순찰 또는 감시되어야 한다.

108. 작동 및 정비 지침서

1. 선수문 및 내측문의 작동 및 정비지침서는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며, 우리 선급의 승인을 받은 후 본선에 비치되어야 한다.

(1) 주요 요목 및 설계도면

(가) 특별안전 주의사항

(나) 선박의 상세

(다) 장비 및 설계하중(램프에 대한)

(라) 장비의 주요도면(문 및 램프)

(마) 장비에 대한 제조자가 권장하는 시험

(바) 장비의 상세

(a) 선수문

(b) 내측 선수문

(c) 선수 램프

(d) 선측문

(e) 선미문

(f) 중앙 전력팩

(g) 선교 패널
(h) 엔진제어실 패널
(2) 운항조건
(가) 적양하에 대한 선박의 제한적인 횡경사 및 트림
(나) 문 작동에 대한 선박의 제한적인 횡경사 및 트림
(다) 문과 램프의 작동 지침
(라) 문과 램프의 비상작동 지침
(3) 정비
(가) 정비 일정 및 범위
(나) 고장 판단 및 허용 한계
(다) 제조자의 정비절차
(4) 고정 잠금 지지장치에 대한 검사를 포함한 검사, 수리 및 새로 교체기록
상기 언급된 항목들은 작동 및 정비 지침서에 포함되고 정비편에는 검사, 문제해결 및 허용/거절 요건 등에 관한 필요 정보를 포함하여야 한다.

2. 선수문 및 내측문의 폐쇄, 잠금에 관한 작동 절차서를 선내에 비치하여야 하며, 적절한 장소에 게시하여야 한다.

제 2 절 현문 및 선미문

201. 일반

1. 적용

(1) 이 절의 규정은 건현갑판의 하부 및 둘러싸인 선루내의 현문(선수 격벽의 후방에 위치하는 부분) 및 선미문의 배치, 강도 및 잠금 장치에 대하여 적용한다.
(2) 1997년 6월 30일 이전에 건조된 모든 현존 로로여객선의 현문 및 선미문은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

2. 배치

(1) 여객선의 선미문은 건현갑판상에 위치하여야 한다. 현문 및 로로화물선의 선미문은 건현갑판상부 또는 아래에 배치할 수 있다.
(2) 현문 및 선미문은 해당위치 및 주위의 구조와 동등한 강도 및 밀폐성을 가져야 한다.
(3) 현문 및 선미문의 하단은 원칙적으로 최고 만재흘수선의 상단으로부터 위로 230 mm인 점을 최하점으로 하여 선측에서 건현갑판에 평행하게 그은 선보다 아래에 있어서는 안 된다. *(2020)*
(4) 부득이 전 (3)호의 규정보다 낮은 위치에 문을 설치할 경우에는 다음의 조건을 만족하여야 한다.
(가) 수밀격벽과 동등한 강도 및 수밀성을 갖는 구획을 설치하고 내측문을 설치하여야 한다.
(나) 현문 또는 선미문과 내측문 사이와의 구획에는 해수누설 탐지장치를 설치하여야 하며 빌지 배수를 위하여 쉽게 접근하여 조작할 수 있는 장소에 나사조임식 체크 밸브붙이 배수장치를 설치하여야 한다.
(5) 문은 원칙적으로 바깥쪽으로 열리는 구조이어야 한다.

3. 용어의 정의

이 절에서 사용되는 용어에 대한 정의는 101.의 4항에 따른다.

202. 강도평가기준

1. 1차 강도부재, 잠금 및 지지장치

현문 및 선미문의 1차 강도부재와 잠금 및 지지장치의 강도는 **표 4.3.1**의 허용 응력을 사용하여 203.의 설계하중을 만족하도록 결정하여야 한다.

2. 현문 및 선미문의 1차 강도부재는 충분한 좌굴강도를 가져야 한다.

3. 잠금 및 지지장치의 강재 베어링 응력

잠금 및 지지장치의 강재 베어링의 경우 설계하중을 베어링 투영면적으로 나눈 베어링 공칭압력은 $0.8\sigma_y$를 초과하여서는 안 된다.

σ_y : 베어링 재료의 항복응력

4. 나사볼트의 인장응력

잠금 및 지지장치에 나사볼트를 사용하는 경우에는 나사볼트가 지지하중을 전달하여서는 아니 되며, 나사볼트의 최대 인장응력은 $125/K$ (N/mm^2)를 초과하여서는 안 된다.

K : 사용된 재료의 재료계수로서 **표 4.3.2**에 따른다.

203. 설계하중

현문 및 선미문의 1차 강도부재, 잠금 및 지지장치의 강도계산시 고려하는 설계하중은 다음 각 항에 따른다.

1. 선내측으로 열리는 문의 잠금장치 또는 지지장치에 작용하는 설계하중 :

외부하중 : $F_e = AP_e + F_p$ (kN)

내부하중 : $F_i = F_0 + 10W$ (kN)

2. 선외측으로 열리는 문의 잠금장치 또는 지지장치에 작용하는 설계하중 :

외부하중 : $F_e = AP_e$ (kN)

내부하중 : $F_i = F_0 + 10W + F_p$ (kN)

3. **1차 강도부재**에 작용하는 설계하중은 다음 2 개의 식에 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다.

외부하중 : $F_e = AP_e$ (kN)

내부하중 : $F_i = F_0 + 10W$ (kN)

A : 문으로 폐쇄되는 개구의 면적(m^2)

W : 문의 무게(ton)

F_p : 패킹이 설치된 경우의 전체 패킹반력으로서, 단위길이당 패킹반력은 5 N/mm 미만이어서는 안 된다.

F_0 : F_c와 $5A$ (kN) 중 큰 값

F_c : 고박되지 않은 화물 등으로 인한 우발적 하중으로서, 면적 A에 균일분포하중으로 작용하며 원칙적으로 300 kN 이상이어야 한다. 다만, 벙커문(bunker-door)및 파일럿문(pilot door)과 같이 특별히 작은 문에 대하여는 F_c의 값을 적절히 경감할 수 있다. 또한, 내측램프(inner rampway)등의 부가적 구조물이 설치되어 고박되지 않은 화물 등으로 인한 우발적 하중으로부터 선수문을 보호할 수 있는 경우에는 F_c값을 0으로 할 수 있다.

P_e : 문개구의 무게중심으로부터 결정된 외부설계압력(kN/m^2)으로서 다음 식 이상이어야 한다.

$Z_G < T$ 인 경우 $10(T - Z_G) + 25$

$Z_G \geq T$ 인 경우 25

다만, 선수문이 설치된 선박의 선미문인 경우 P_e는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$P_e = 0.6\lambda C_H(0.8 + 0.6\sqrt{L})^2 \quad (\text{kN/m}^2)$$

C_H : 선박의 길이에 따른 계수로서 **표 4.3.3**에 따른다.

L : **3편 1장 102.**에 따른 선박의 길이(m). 다만, 200 m 보다 클 필요는 없다.

Z_G : 기선에서 문의 면적의 중심높이

λ : 항해구역에 따른 계수

근해구역 이상을 항해하는 선박인 경우 λ = 1

연해구역을 항해하는 선박인 경우 λ = 0.8

평수구역을 항해하는 선박인 경우 λ = 0.5

T : 만재흘수 (m)

204. 현문 및 선미문의 강도

1. 일반

(1) 원칙적으로 현문 및 선미문의 강도는 주위구조와 동등 이상의 강도를 가져야 한다.

(2) 현측외판의 문의 개구는 모서리를 둥글게 하여야 하며 개구의 상하 및 좌우는 스트링거 및 특설늑골 등을 설치하여 보강하여야 한다.

(3) 현문 및 선미문에는 적절한 일반 보강재를 설치하고 또한 폐쇄상태에서 문의 이동을 방지하는 장치를 설치하여야 한다. 리프팅 암 및 힌지와 문 및 선체구조와의 연결은 견고하게 고착시켜야 한다.

(4) 현문 및 선미문이 차량램프로 사용될 경우에는 힌지의 설계시 힌지에 균일하지 않은 하중이 작용하지 않도록 선박의 트림을 고려하여야 한다.

2. 문의 두께

(1) 현문 및 선미문의 두께는 일반 보강재의 간격을 늑골간격으로 보아 계산되는 그 위치의 선측외판의 두께 이상이어야 한다. 또한, 어떠한 경우에도 그 위치에 있는 외판의 최소두께 미만이어서는 안 된다.

(2) 현문 및 선미문이 차량램프로 사용될 경우에는 문의 두께는 차량갑판에서 요구되는 갑판의 두께 이상이어야 한다.

3. 일반 보강재

(1) 현문 및 선미문의 수평방향 또는 수직방향 일반 보강재의 단면계수는 일반 보강재를 늑골로 보아 계산되는 그 위치에 있는 늑골의 단면계수 이상이어야 한다. 이때 일반 보강재와 늑골의 단부 고착조건이 다를 경우에는 이를 고려하여야 한다.

(2) 차량램프로 사용되는 현문 및 선미문의 일반 보강재의 단면계수는 차량갑판에서 요구되는 보의 단면계수 이상이어야 한다.

(3) 현문 및 선미문의 일반 보강재는 필요에 따라 거더 또는 스트링거로 지지하여야 한다.

4. 1차 강도부재

(1) 1차 강도부재는 203.의 3항에 의한 설계하중 및 표 4.3.1에 의한 허용응력에 따른 직접강도계산에 따라 정하여야 하며, 보통은 단순보 이론식을 이용하여 굽힘응력을 결정할 수 있다. 1차 강도부재는 끝단부 연결부가 단순지지인 것으로 간주한다.

(2) 거더 또는 스트링거의 웨브는 현측외판에 수직한 방향으로 적절히 보강하여야 한다.

(3) 거더는 문의 주변지지부에 충분한 강성을 갖도록 설치하여야 한다.

(4) 일반 보강재 및 거더의 단부는 회전에 대하여 충분한 강성을 가져야 하며 다음 식에 의한 값 이상의 단면 2차모멘트(I)를 가져야 한다.

$$I = 8P_I d^4 \quad (\mathrm{cm}^4)$$

d : 잠금장치의 사이의 간격(m)

P_I : 문의 주위가장자리에 연한 단위길이당의 패킹반력으로서 5 N/mm 미만이어서는 안 된다.

(5) 잠금장치사이에 있는 주 거더를 지지하는 주변거더에 대하여는, 부가적 하중에 따라 단면2차모멘트를 증가시켜야 한다.

205. 잠금 및 지지장치

1. 일반

(1) 현문 및 선미문의 잠금 및 지지장치는 인접구조와 비교하여 동등 이상의 강도와 강성을 유지하여야 한다.

(2) 현문 및 선미문에는 개방시에도 기계적으로 고정할 수 있는 장치가 있어야 한다.

(3) 현문 및 선미문을 지지하는 선체구조는 잠금 및 지지장치의 설계하중 및 응력에도 만족하여야 한다.

(4) 패킹이 설치된 경우 패킹은 상대적으로 유연한 것이어야 하며, 지지하중은 강구조에 의해서만 전달되어야 한다.

(5) 현문 및 선미문의 잠금장치와 지지장치와의 설계최대 틈새간격은 원칙적으로 3 mm 를 초과하여서는 안 된다.

(6) 현문 및 선미문의 잠금 및 지지장치에 작용하는 지지반력의 계산시에는 각각의 방향으로 유효한 강성을 가지는 실제적인 잠금 및 지지장치만을 포함시켜 계산하여야 한다.

(7) 패킹재에 국부압축하중을 주는 클리트와 같이 작거나 유연한 장치는 강도계산시 포함시키지 않는다.

(8) 잠금 및 지지장치의 수는 일반적으로 2항 (3)호의 규정을 고려하여 가능하면 최소로 하여야 한다.

2. 강도

(1) 잠금 및 지지장치는 표 4.3.1에 의한 허용응력의 범위 내에서 반력에 견딜 수 있도록 적절히 설계하여야 한다.

(2) 잠금 및 지지장치에 작용하는 하중의 배분은 원칙적으로 지지부재의 실제위치, 지지강성, 구조의 유연성을 고려한 직접강도계산에 따라야 한다.

(3) 잠금 및 지지장치는 어느 한 개의 잠금장치 또는 지지장치의 고장시에도 다른 장치에 작용하는 응력이 **표 4.3.1**에서 주어진 허용응력보다 20 % 이상을 초과하지 않도록 설계하여야 한다.

(4) 잠금 및 지지장치를 통하여 문으로부터 용접연결구조를 포함한 선체구조로의 설계하중의 전달경로에 있는 모든 하중전달부재는 잠금 및 지지장치에 대하여 요구되는 강도기준을 만족하여야 한다. 이들 부재는 핀, 지지브래킷 및 이면 브래킷을 포함한다.

206. 잠금 및 고정장치

잠금장치에는 기계적인 고정장치(자동 고정식 또는 별도의 장치)를 설치하거나 잠금장치를 중력식으로 하여야 하며, 그 장치는 다음 각 항의 규정에 적합하여야 한다.

1. 작동

잠금장치는 쉽게 접근할 수 있어야 하며, 간단하게 조작할 수 있는 구조이어야 한다. 또한 개폐장치, 잠금 및 고정장치는 적절한 순서에 따라서만 연동되는 것이어야 한다.

(1) 개구의 면적이 6 m^2 이상이고, 문의 어느 부분이 건현갑판 하부에 설치되는 현문 및 선미문에 대하여는 건현갑판 상의 위치로부터 다음의 원격조작을 할 수 있는 장치가 설치되어야 한다.

(가) 문의 개폐

(나) 모든 문의 잠금 및 고정장치

(2) 원격제어

원격제어장치가 요구되는 문의 경우에는 그 문과 관련된 잠금 및 고정장치의 개폐여부를 원격제어장소에 표시하여야 한다. 원격제어반은 허가된 인원만이 접근할 수 있도록 하여야 하며, 모든 원격제어반에는 선박이 출항전 모든 잠금장치를 폐쇄·고정할 것을 지시하는 주의판과 경고등을 설치하여야 한다.

(3) 유압식 잠금장치

유압식 잠금장치가 설치된 경우 그 장치는 폐쇄상태 하에서 기계적으로 고정할 수 있어야 하며 작동유의 손실이 발생한 경우에도 고정상태를 유지할 수 있어야 한다. 폐쇄된 상태하에서의 잠금 및 고정장치의 유압계통은 다른 유압계통과 독립된 것이어야 한다.

2. 지시 및 감시장치

이 규정은 로로화물구역 또는 특수분류구역의 경계의 일부가 되는 문에 적용한다. 다만, 화물선의 경우, 개구의 면적이 6 m^2 이하이고, 문의 모든 부분이 최상위의 흘수선보다 상부에 있는 문에는 적용하지 않는다.

(1) 지시장치

지시장치는 다음 각 호에 적합한 페일세이프형(fail-safe type)으로 설계된 것이어야 한다.

(가) 위치 및 형식

선교 및 제어반에는 문이 폐쇄되고 문의 잠금 및 고정장치가 적절히 고정되었음을 알리는 각각 독립된 지시등 및 가청경보 등을 설치하여야 한다.

또한, 선교의 지시반은 “항내 정박중/항해중” 의 모드 선택기능을 가져야 하며, 항해중 현문 및 선미문이 완전히 폐쇄되지 아니한 상태이거나 어느 한 개의 잠금장치라도 제 위치에 고정되어 있지 아니할 경우에는 가청경보를 발할 수 있어야 한다.

(나) 지시등

지시등은 수동으로 끌 수 없도록 하여야 하며, 지시반은 램프시험기능을 가져야 한다.

(다) 전원공급

지시계통에 공급되는 전원은 문의 개폐를 위하여 공급되는 전원과 분리된 것이어야 하며 예비전원장치가 마련되어야 한다.

(라) 감지기의 보호

감지기는 기계적인 손상, 침수 또는 착빙으로부터 보호되어야 한다.

(2) 누수에 대한 보호

(가) 여객선의 경우, 현문 및 선미문을 통한 누수의 탐지를 위하여 선교 및 기관 제어실에는 가청경보 및 TV 감시장치를 조합한 누수탐지장치를 설치하여야 한다.

(나) 화물선의 경우, 현문 및 선미문을 통한 누수의 탐지를 위하여 선교에 가청경보를 한 누수탐지장치를 설치하여야 한다.

207. 작동 및 정비 지침서

1. 현문 및 선미문의 작동 및 정비지침서는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 하며, 우리 선급의 승인을 받은 후 본선에 비치되어야 한다.
   (1) 주요 요목 및 설계도면
      (가) 특별안전 주의사항
      (나) 선박의 상세
      (다) 장비 및 설계하중(램프에 대한)
      (라) 장비의 주요도면(문 및 램프)
      (마) 장비에 대한 제조자가 권장하는 시험
      (바) 장비의 상세
         (a) 선수문
         (b) 내측 선수문
         (c) 선수 램프
         (d) 선측문
         (e) 선미문
         (f) 중앙 전력팩
         (g) 선교 패널
         (h) 엔진제어실 패널
   (2) 운항조건
      (가) 적양하에 대한 선박의 제한적인 횡경사 및 트림
      (나) 문 작동에 대한 선박의 제한적인 횡경사 및 트림
      (다) 문과 램프의 작동 지침
      (라) 문과 램프의 비상작동 지침
   (3) 정비
      (가) 정비 일정 및 범위
      (나) 고장 판단 및 허용 한계
      (다) 제조자의 정비절차
   (4) 고정 잠금 지지장치에 대한 검사를 포함한 검사, 수리 및 새로 교체기록
   상기 언급된 항목들은 작동 및 정비 지침서에 포함되고 정비편에는 검사, 문제해결 및 허용/거절 요건 등에 관한 필요 정보를 포함하여야 한다.
2. 현문 및 선미문의 폐쇄, 잠금에 관한 작동 절차서를 선내에 비치하여야 하며, 적절한 장소에 게시하여야 한다. ⚓

제 4 장 불워크, 방수구, 현창, 각창, 천창, 통풍통 및 상설 보행로

제 1 절 불워크 및 보호난간

101. 배치 【지침 참조】

건현갑판 및 선루갑판과 갑판실 정부의 모든 노출부에는 불워크 또는 유효한 보호난간을 설치하여야 한다. 불워크 및 보호난간의 높이는 갑판상 최소한 1 m 의 높이로 하여야 한다. 다만, 그 높이가 선박의 운항에 방해가 된다고 생각되는 경우와 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 우리 선급의 승인을 얻어 낮게 할 수 있다.

102. 불워크의 구조 및 강도

1. 불워크는 그 높이에 따라 견고한 구조로 하고 그 위 가장자리는 유효하게 보강하여야 한다.
2. 건현갑판 위의 불워크판의 두께는 6 mm 이상으로 하여야 한다.
3. 불워크에는 튼튼한 스테이를 갑판보의 위치에 설치하여야 하며 건현갑판에 있어서의 스테이의 간격은 1.8 m 를 넘어서는 안 된다.
4. 스테이는 구평강이나 플랜지판 등으로써 구성하고 불워크 및 갑판에 유효하게 고착시켜야 한다.

103. 목재운반선의 불워크

목재화물을 적재하는 갑판에는 높이 1 m 이상의 불워크 또는 특히 튼튼한 구조로 된 보호난간을 설치하여야 한다. 불워크는 상단을 튼튼하게 보강하고 1.5 m 이내의 간격으로 강력한 스테이를 보 위치의 갑판에 고착하고 필요한 배수구를 배치한 것이어야 한다.

104. 불워크의 보강

1. 불워크에 설치하는 현문 및 기타 개구는 선루단으로부터 가능하면 떨어진 곳에 설치하여야 한다.
2. 현문 등을 설치하기 위하여 불워크를 중단할 때에는 그 양측에 특히 견고한 스테이를 설치하여야 한다.
3. 무어링파이프 부근이나 하역용 아이플레이트를 붙이는 장소 등의 불워크판은 이중판으로 하든가 또는 그 두께를 증가하여야 한다.
4. 선루단에서는 불워크의 상단부를 브래킷으로써 선루의 단벽 또는 선루갑판의 스트링거판에 고착하든가 또는 기타의 방법으로 강도의 급격한 변화가 없도록 하여야 한다.

105. 신축이음

길이가 긴 불워크에서는 주 구조물의 응력에 대하여 자유롭도록 배치하여야 하고 적절한 위치에 신축이음을 시공하여야 한다.

106. 보호난간 【지침 참조】

1. 선루 및 건현갑판상의 보호난간은 최소한 3열의 횡봉으로 이루어져야 한다. 보호난간의 최하부 횡봉의 간격은 230 mm 를 넘어서는 아니 되며, 나머지 횡봉의 간격은 380 mm 이하여야 한다. 현측 후판이 둥근 거널로 된 선박의 경우에 있어서는 보호난간의 스텐션(stanchion)은 갑판의 평평한 부분에 두어야 한다. 상기 이외의 지역에서는 최소 2열의 보호난간이 설치되어야 한다.
2. 고정식, 탈착식 또는 힌지식의 스텐션은 1.5 m 이내의 간격으로 설치되어야 하며, 탈착식 또는 힌지식 스텐션은 직립된 상태에서 고정될 수 있어야 한다. 또한, 적어도 매 3번째 스텐션은 브래킷이나 스테이에 의해 지지되어야 한다.
3. 선박의 통상작업에 필요한 경우, 보호난간 대신에 강재로프로도 인정될 수 있으며, 이때 강재로프는 턴버클을 이용하여 팽팽하게 유지 되어야 한다. 또한, 보호난간 대신 두개의 고정된 지지대 및/또는 불워크 사이에 설치된 체인도 인정될 수 있다.

제 2 절 방수구

201. 일반 【지침 참조】

1. 건현갑판 또는 선루갑판 노출부의 불워크가 웰을 형성하는 경우에는 갑판으로부터 신속히 방수 또는 배수하기 위한 충분한 설비를 설치하여야 한다.
2. 웰 이외에도 물이 다량으로 고이기 쉬운 장소에는 충분한 방수구를 설치하여야 한다.
3. 일단 또는 양단이 개방된 선루내의 방수를 위한 충분한 설비를 설치하여야 한다.
4. 특히 건현을 감소한 선박의 노출갑판의 노출부에는 우리 선급이 필요하다고 인정할 때에는 그 길이의 1/2 이상에 걸쳐 보호난간을 설치하든가 기타 유효한 방수설비를 설치하여야 한다.

202. 방수구의 면적 【지침 참조】

1. 201.의 1항의 각 현에 있어서 방수구의 총면적은 **표 4.4.1**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 4.4.1 방수구의 총면적

불워크의 길이	방수구의 총면적(m^2)	
	건현갑판 및 저선미루 갑판상	기타의 선루갑판상
$l \le 20$ m	$A = 0.035l + 0.7 + a$	$A = \dfrac{0.035l + 0.7 + a}{2}$
$l > 20$ m	$A = 0.07l + a$	$A = \dfrac{0.07l + a}{2}$

l : 웰에 있어서 불워크의 길이(m). 다만, 그 길이가 $0.7L_f$ 이상일 때에는 $0.7L_f$로 한다.
a : 다음 표에 의한 수정량(m^2).

불워크의 높이 (m)	수정량 (m^2)
$h < 0.9$	$a = -0.04l(0.9 - h)$
$0.9 \le h \le 1.2$	$a = 0$
$1.2 < h$	$a = 0.04l(h - 1.2)$

h : 불워크의 갑판상 평균높이(m).

2. 현호가 없는 선박 및 현호의 평균높이가 표준평균높이 보다 작은 선박의 웰에 있어서 방수구의 면적은 전 항에 의한 값에 다음 식에 의하여 계산된 계수 a_0를 곱한 것 이상이어야 한다.

$$a_0 = 1.5 - \frac{S}{2S_0}$$

S : 현호의 평균높이(mm).
S_0 : 현호의 표준평균높이(mm)로서 1966년 국제만재흘수선협약에 의하여 계산되는 것.

3. 선루와 선루 사이에 연속하든가 혹은 실질적으로 연속한다고 인정되는 트렁크 또는 창구 측코밍이 설치되어 있는 경우에는 방수구의 면적은 **표 4.4.2**에 의하여 정하는 것 이상이어야 한다.

표 4.4.2 방수구 면적과 불워크 면적과의 비율

트렁크 또는 창구의 너비	방수구와 불워크와의 면적비
$0.4B_f$ 이하	0.2
$0.75B_f$ 이상	0.1
(비 고) 트렁크 또는 창구의 너비가 표의 중간에 있을 때에는 방수구 면적은 보간법에 의한다.	

4. 전 각 항의 규정에 관계없이 건현갑판상에 트렁크를 가지는 선박으로서 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 트렁크 길이의 1/2 이상에 걸쳐 불워크 대신에 보호난간을 설치하여야 한다.

203. 배치 【지침 참조】

방수구의 하단은 실행 가능한 한 갑판에 가깝게 하여야 하고 요구되는 방수구 면적의 2/3 는 현호곡선의 최저점에 가장 가까운 1/2 부분에 설치하여야 한다.

204. 구조 【지침 참조】

1. 길이 및 너비가 각각 230 mm 를 넘는 방수구에는 약 230 mm 간격으로 튼튼한 보호봉을 부착하여야 한다.
2. 방수구에 덧문을 설치할 때에는 녹이 슬지 않도록 충분한 틈을 두어야 하며, 힌지 또는 베어링은 내식성 금속재를 사용하여야 한다. 또한, 덧문에는 잠금 및 고정장치를 설치하여서는 안 된다.

제 3 절 현창, 각창 및 천창

301. 일반 【지침 참조】

1. 이 절의 규정은 건현갑판 상 3층까지의 갑판실, 선루 및 선측에 있어서의 현창 및 각창에 적용한다. 4층 이상에 있어서는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
2. 전 1항의 규정에 관계없이 건현갑판 상 3층까지의 갑판실에 부착되는 창에 대해서도, 선박의 수밀성에 손상을 주지 않으며, 또한 항해선교의 창 등과 같이 선박의 운항 상 필요한 장소에 대해서는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

302. 현창의 위치

1. 모든 현창은 현측에 있어서의 건현갑판에 평행한 선에서 그 최하점이 하기 만재흘수선(혹은 목재 만재흘수선)의 상방 0.025 B_f 와 500 mm 중 큰 거리에 있는 것보다 낮은 위치에 설치하여서는 안 된다. 또한, 건현갑판 하방에 설치되어 있는 힌지식 현창은 잠금장치가 부착되어야 한다.
2. 전 1항의 규정에 관계없이 여객선의 격벽갑판 및 화물선의 건현갑판 하방에 위치하는 화물만을 적재하는 장소에는 현창을 설치하여서는 안 된다.

303. 현창의 적용 【지침 참조】

1. 현창은 **8장 8절**의 규정에 적합한 A형, B형 및 C형 현창 또는 이와 동등 이상인 것이어야 한다. 별도의 언급이 없는 경우, A형, B형 현창에는 속덮개가 붙어있어야 한다.
2. A형, B형 및 C형의 현창은 설계압력을 그 종별, 호칭반경에 의해 정해지는 최대 허용압력보다 낮게 배치되어야 한다.
3. 건현갑판하의 장소 및 저 선미루에 설치하는 현창은 A형 또는 이와 동등 이상인 것이어야 한다.
4. 선루의 제1층, 건현갑판하의 장소로 통하는 폐쇄되지 아니한 개구를 갖는 건현갑판 상 제1층의 갑판실, 복원성 계산에 있어서 부력으로 산입되는 갑판실 및 기타 직접 파도의 충격을 받는 곳에 설치하는 현창은 A형, B형 현창 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다.
5. 다음 각 호에 설치하는 승강구를 보호하는 갑판실 또는 승강구실 주위벽에 설치하는 현창 중 직접 승강구로 통하는 것은 A형, B형 현창 또는 이와 동등 이상의 것 이어야 한다. 단, 내부의 격벽, 문등에 의하여 현창이 직접 승강구와 연결되지 않은 경우는 속덮개의 설치는 생략할 수 있다.
   (1) 선루갑판에 설치하는 승강구로서 건현갑판하의 장소 또는 둘러싸인 선루내의 장소로 통하는 곳.
   (2) 건현갑판상의 갑판실 정부에 설치하는 승강구로서 건현갑판하의 장소로 통하는 곳.
6. 복원성 계산에 있어서 부력으로서 산입되거나, 하부구역으로 내려가는 개구를 보호하는 건현갑판 상 제2층의 장소에 부착된 현창은 A형, B형 현창 또는 이와 동등 이상인 것이어야 한다.
7. 특히 감소한 건현을 지정받은 선박에 있어서는 구획침수 후의 각 수선보다 하방에 설치하는 현창은 고정식으로 하여야 한다.
8. 요구되는 손상복원성 계산시에 현창이 침수의 중간단계 또는 최종 평형흘수선에서 잠기는 경우, 현창은 비개폐식 밀폐형이어야 한다.
9. 저선미루 갑판에 위치하거나 표준높이보다 낮은 선루 또는 갑판실의 갑판상에 위치한 갑판실은 해당 저선미루 갑판, 선루 또는 갑판실의 높이가 표준 저선미루 갑판 높이와 동등 이상일 경우, 속덮개 요건에 관한한 제2층 선루로 간주될 수 있다.

304. 현창의 보호

양묘시에 앵커가 접촉될 염려가 있는 곳 또는 손상을 받을 염려가 있는 곳에 설치하는 현창에는 견고한 창살을 붙여 보호하여야 한다.

305. 현창의 설계압력 및 최대 허용압력

1. 현창의 설계압력은 현창의 종류, 크기 등에 의해 정해지는 최대 허용압력보다 작아야 한다. 현창의 설계압력(P)는 다음 식에 의한다. **【지침 참조】**

$$P = 10ac(bf - y) \quad \text{(kPa)}$$

a, b, c 및 f : **3편 17장 201.**에 따른다.
y : 하기만재흘수선으로부터 현창의 창턱까지의 거리. 목재건현이 지정된 경우, 하기목재건현으로부터 현창의 창턱까지의 거리(m).

2. 전 1항의 규정에 관계없이 설계압력은 **표 4.4.4**에 주어진 최소 설계압력 이상이어야 한다.

표 4.4.3 현창의 최대 허용압력

종별	호칭 직경(mm)	유리 두께(mm)	최대허용압력(kPa)
A 형	200	10	328
	250	12	302
	300	15	328
	350	15	241
	400	19	297
B 형	200	8	210
	250	8	134
	300	10	146
	350	12	154
	400	12	118
	450	15	146
C 형	200	6	118
	250	6	75
	300	8	93
	350	8	68
	400	10	82
	450	10	65

표 4.4.4 최소 설계압력

선박의 길이	$L \leq 250\,\text{m}$	$L > 250\,\text{m}$
제1층의 보호되지 않은 전단벽 (kPa)	$25 + L/10$	50
기타 (kPa)	$12.5 + L/20$	25

306. 각창의 위치

각창은 건현갑판보다 하방, 선루의 제1층, 복원성 계산에 있어서 부력으로 산입되는 제1층의 갑판실 또는 건현갑판 하방으로 통하는 개구를 보호하고 있는 제1층의 갑판실에 설치하여서는 안 된다.

307. 각창의 적용

1. 각창은 **8장 9절**의 규정에 적합한 E형, F형 각창 또는 이와 동등 이상인 것이어야 한다.
2. E형 및 F형 각창은 설계압력이 그 종별, 호칭반경에 의해 정해지는 최대 허용압력보다 낮게 배치하여야 한다.
3. 폐위된 제1층의 선루 또는 건현갑판하의 장소에 직접 출입이 가능한, 건현갑판상의 제2층에 설치된 각창은 힌지식 속덮개 또는 고정으로 부착된 셔터(shutter)로 보호되어야 한다.
   단, 내부의 격벽, 문등에 의하여 각창과 승강구가 직접 통하지 않도록 격리된 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
4. 복원성 계산에 있어서 부력으로 산입되는 선루의 제2층에 설치된 각창은 힌지식 속덮개 또는 고정으로 부착된 셔터(shutter)로 보호되어야 한다.

308. 각창의 설계압력 및 최대 허용압력

1. 각창의 설계압력은 각창의 종별, 크기 등에 의해 정해지는 최대 허용압력보다 작아야 한다. 각창의 설계압력(P)는 다음 식에 의한다.

$$P = 10ac(bf - y) \quad \text{(kPa)}$$

a, b, c 및 f : **3편 17장 201.**에 따른다.
y : 하기만재흘수선으로부터 각창의 창턱까지의 거리. 목재건현이 지정된 경우, 하기목재건현으로부터 각창의 창턱까지의 거리(m).

2. 전 1항의 규정에 관계없이 설계압력은 **표 4.4.4**에 주어진 최소 설계압력 이상이어야 한다.

표 4.4.5 각창의 최대 허용압력

종별	호칭 치수 폭(mm) × 높이(mm)	유리 두께(mm)	최대허용압력(kPa)
E 형	300 × 425	10	99
	355 × 500	10	71
	400 × 560	12	80
	450 × 630	12	63
	500 × 710	15	80
	560 × 800	15	64
	900 × 630	19	81
	1000 × 710	19	64
F 형	300 × 425	8	63
	355 × 500	8	45
	400 × 560	8	36
	450 × 630	8	28
	500 × 710	10	36
	560 × 800	10	28
	900 × 630	12	32
	1000 × 710	12	25
	1100 × 800	15	31

309. 천창

고정식 또는 개방식 천창은 현창과 각창에 대하여 요구되는 바와 같은 치수 및 위치에 적합한 두께의 유리를 가져야 한다. 모든 위치의 천창 유리는 기계적 손상에 대한 보호가 되는 것이어야 하고, 제 1, 2위치에 설치된 천창 유리는 속덮개 또는 스톰커버를 영구적으로 설치하여야 한다.

제 4 절 통풍통

401. 코밍의 구조

1. 위치 I 또는 위치 II 에 설치하는 통풍통으로서 건현갑판 또는 둘러싸인 선루갑판하의 장소로 통하는 곳에는 튼튼한 구조로 갑판에 유효하게 고착된 강 또는 이와 동등 재료의 코밍을 설치하여야 한다. 높이 900 mm 를 넘는 모든 통풍통의 코밍은 특별히 보강하여야 한다.
2. 둘러싸인 선루 이외의 선루를 관통하는 통풍통에는 건현갑판에 있어서 튼튼한 구조로 된 강 또는 이와 동등한 재료의 코밍을 설치하여야 한다.
3. 선수갑판의 작은 창구, 설비 및 의장품에 대해서는 **9장**의 관련규정을 적용한다.

402. 코밍의 높이 【지침 참조】

갑판상면상 통풍통 코밍의 높이는 위치 I 에서는 900 mm, 위치 II 에서는 760 mm 이상이어야 한다. 다만, 특히 큰 건현을 갖는 경우 및 둘러싸이지 아니한 선루로 통하는 통풍통에 대하여는 적절히 참작할 수 있다.

403. 코밍의 두께

1. 위치 I 또는 위치 II 에 설치되는 통풍통으로서 건현갑판하의 장소 또는 둘러싸인 선루내로 통하는 통풍통의 코밍의 두께는 **표 4.4.6**의 I 란에 정하는 것 이상이어야 한다. 다만, **402.**의 규정에 의하여 코밍의 높이를 감소하는 경우에는 적절히 참작할 수 있다.
2. 둘러싸인 선루 이외의 선루를 관통하는 통풍통의 선루 안에 있어서의 코밍의 두께는 **표 4.4.6**의 II 란에 정하는 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

표 4.4.6 코밍의 두께

통풍통의 바깥지름(mm)		80 이하	160	230 이상 330 이하
코밍의 두께 (mm)	I 란	6	8.5	8.5
	II 란	4.5	4.5	6

(비고)
1. 통풍통의 바깥지름이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
2. 통풍통의 바깥지름이 330 mm 를 넘을 때에는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

404. 코밍의 고착

통풍통 코밍을 고착하는 갑판부분에 강갑판이 없는 경우에는 특히 강판을 깔아야 하고 필요에 따라 갑판보 사이에는 강갑판을 보강하여야 한다.

405. 카울헤드 삽입부의 길이

통풍통의 카울헤드(cowl head)는 코밍의 외면에 밀착시키고 삽입부의 길이를 380 mm 이상으로 하여야 한다. 다만, 지름이 200 mm 이하인 통풍통에 대하여는 삽입부의 길이를 적절히 참작할 수 있다.

406. 폐쇄장치

1. 기관실 및 화물구역의 통풍통에는 화재 시에 바깥쪽에서 조작할 수 있는 폐쇄장치를 설치하여야 한다.
2. 건현갑판 및 선루갑판의 노출부에 있어서의 통풍통의 개구에는 유효한 비바람막이 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 다만, 그 코밍의 갑판 상면상의 높이가 위치 I 에서는 4.5 m 이상인 것, 위치 II 에서는 2.3 m 이상인 것은 전 항에서 요구하는 것을 제외하고는 폐쇄장치를 생략할 수 있다.
3. 전 항의 폐쇄장치는 L_f 가 100 m 이하인 선박의 경우에는 상설적으로 부착하여야 한다. 기타의 선박으로서 상설적인 폐쇄장치를 하지 않은 경우에는 그 폐쇄장치를 설치하고자 하는 통풍통 근방에 손쉽게 설치할 수 있도록 격납하여야 한다.

407. 갑판실의 통풍통

건현갑판하의 장소로 통하는 승강구를 보호하는 갑판실의 통풍통은 둘러싸인 선루의 통풍통과 동등의 것이어야 한다.

제 5 절 상설 보행로

501. 일반 【지침 참조】

노출갑판에는 선원실, 기관실 및 기타 선박의 작업에 필요한 장소 상호간에 선원의 왕래를 보호하기 위하여 충분한 설비, 예를 들면 보호난간, 보호로프, 상설 보행로, 갑판하통로 등을 설치하여야 한다.

502. 건현이 감소된 선박

특히 건현이 감소된 선박은 선교루 또는 중앙갑판실과 선미루 또는 선미갑판실과의 사이에 선루갑판과 같은 높이의 상설 보행로를 설치하든가 또는 이와 동등한 효력을 갖는 설비, 예를 들면 갑판하 통로를 설치하여야 한다. 또한 상설 보행로와 선원실 및 기관실과의 사이에는 안전한 통로를 설치하여야 한다.

503. 구조

502.에서 규정하는 상설 보행로는 충분한 강도를 가지는 유효한 구조로서 가능하면 선체중심선 부근에 설치하고 그 너비는 일반적으로 600 mm 이상이어야 한다. 또한 그 양측에는 106.의 1항에 적합한 높이 1 m 이상의 보호난간을 설치하여야 한다. ⚓

제 5 장 【비움】

제 6 장 【비움】

제 7 장 【비움】

제 8 장 의장수 및 의장품

제 1 절 일반사항

101. 적용 및 일반 【지침 참조】

1. 선박에는 **2절**에 규정하는 의장수에 따라 **표 4.8.1**에 정하는 것 이상의 앵커, 앵커체인 및 로프를 비치하여야 한다.
2. 우리 선급에 등록한 선박에 사용하는 앵커, 앵커체인, 와이어로프 등(이하 **의장품**이라 한다)의 시험 및 검사를 필요로 하는 것은 이 장의 규정에 따른다.
3. 이 장에서 규정하는 규격과 다른 의장품은 설계 및 용도에 관련하여 특히 승인된 경우에 한하여 사용할 수 있다. 이 경우에는 해당 의장품의 제조법 등에 대한 상세한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
4. 선박에는 다음의 적절한 묘박설비를 설치하여야 한다.

(1) 일반사항

(가) 선박에는 적절한 묘박설비를 설치하여야 한다.

(나) **표 4.8.1**에 정하는 선수앵커는 앵커체인에 연결하여 항시 사용할 수 있도록 비치하여야 한다. 앵커 및 체인은 **3절** 및 **4절**의 요건에 따른다.

(2) 체인로커

(가) 체인로커는 체인케이블을 적절히 적재하고 체인이 완전히 적재되었을 때 체인을 스퍼링관을 통하여 용이하고 곧바로 배출할 수 있도록 충분한 용적을 가진 적절한 형태의 것이어야 한다. 양현의 체인로커는 분리되어 배치되어야 한다.

(나) 체인로커의 경계부 및 출입구는 수밀이어야하고 적절한 배수설비가 제공되어야 한다.

(다) 체인로커로 체인케이블을 인도하는 스퍼링관은 적절한 크기의 것이어야 하고 마모방지판이 제공되어야 한다.

(라) 앵커 체인의 내단 고정

(a) 앵커체인의 내단은 선체구조에 취부된 고정장치에 의하여 고박되어야하며, 이 고정장치는 앵커체인케이블 파단강도의 15%에서 30%의 하중을 견딜 수 있어야 한다.

(b) 이 고정장치는 비상시 체인로커 바깥쪽에서 접근 할 수 있는 위치에서 체인케이블을 고정장치부터 분리하여 해상에 투하시킬 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다.

(3) 체인스토퍼

(가) 체인스토퍼는 체인이 배출될 때 고정할 수 있어야 한다.

(나) 체인스토퍼의 고정장치는 영구변형을 일으키지 아니하고, **411.**의 **표 4.8.8**에서 요구하는 체인의 절단하중의 80%의 하중에 견딜 수 있어야 한다.

(4) 양묘기(windlass) *(2022)*

충분한 출력과 체인케이블의 크기에 적합한 양묘기가 설치되어야 한다. 다만 선주가 규칙요건을 크게 초과하는 설비를 요구하는 경우, 양묘기의 증가된 출력을 명시하는 것은 선주의 책임이다.

(5) 호저파이프

(가) 호저파이프는 체인케이블이 체인스토퍼로부터 선측으로 쉽게 배출될 수 있고 충분한 간격을 보장할 수 있도록 적절한 크기와 형상을 가지는 것이어야 한다. 또한 호저파이프는 충분한 강도를 가져야 한다.

(나) 호저파이프의 위치 및 기울기는 체인케이블을 쉽게 배출하고 접이식 앵커 격납에 있어서의 선체 손상을 피할 수 있는 효과적인 격납이 될 수 있도록 배치되어야 한다. 이를 위하여 체인케이블의 크기에 대하여 충분한 레이업(lay-up) 및 반경을 가진 적절한 형태의 마모방지판이 갑판 및 외판에 설치되어야 하고 호저파이프 주위의 외판은 필요한 경우 보강되어야 한다.

(다) 호저파이프가 설치되지 아니하는 경우, 대체장치가 특별히 고려되어야 한다.

(라) 호저파이프는 두꺼운 판, 덧댐판 또는 삽입판에 연속용접으로 확실히 부착되어야 한다.

(마) 호저파이프 및 앵커포켓은 체인케이블이 손상되는 것을 방지 하고, 케이블링크가 높은 굽힘응력을 받을 가능성을 최소화하기 위하여 완전원형플랜지 또는 고무로 된 바를 설치되어야 한다. 선박이 묘박 중일 때 체인케이블을 내리거나 올리는 동안 지지되는 부분인 호저파이프의 상단 및 하단의 곡률부위에서 최소한 세 개의 체인링크가 동시에 견딜 수 있도록 충분한 곡률반경을 가져야 한다.

(바) 구상선수를 가지는 선박에 있어 앵커의 운용 시 외판과 앵커 간에 충분한 간격이 보장될 수 없는 경우, 외판두께를 증가시킴으로써 구상선수의 국부보강을 하여야 한다.

(6) 양묘기(windlass) 및 체인스토퍼의 선체지지구조 *(2022)*

양묘기 및 체인스토퍼의 선체지지구조는 운전 및 파랑하중을 견디기에 충분하여야 한다.

(가) 설계하중

설계하중은 다음의 값 이상이어야 한다.

- 체인스토퍼의 경우: 앵커체인절단하중의 80%
- 체인스토퍼가 설치되지 않았거나 체인스토퍼가 양묘기에 부착된 경우의 양묘기: 앵커체인절단하중의 80%
- 체인스토퍼가 설치되었으나 체인스토퍼가 양묘기에 부착되지 않은 경우의 양묘기: 앵커체인절단하중의 45%

설계하중은 앵커체인의 방향으로 적용하여야 한다.

(나) 파랑하중

파랑하중은 **9장 3절**에 따른다.

(다) 허용응력

양묘기 및 체인스토퍼의 선체지지구조에 대한 허용응력(주어진 부식 추가 tc를 빼어 얻어진 순두께에 기초)은 다음의 허용값 이하이어야 한다.

(a) 보 이론 또는 격자 해석을 통한 강도 평가:

- 법선응력(Normal stress) : 1.0 R_{eH}
- 전단응력(Shear stress) : 0.6 R_{eH}

법선응력은 굽힘응력과 축응력의 합이며, 이 때 전단응력은 법선응력에 직각 방향으로 작용하는 경우를 말한다. 응력집중계수는 고려하지 않는다.

(b) 유한요소해석을 통한 강도 평가:

- 폰 미세스 응력(von Mises stress stress) : 1.0 R_{eH}

유한요소해석을 통한 강도 평가의 경우, 요소은 가능한 실제와 유사하게 모델링될 수 있도록 충분히 작아야 한다. 요소의 종횡비는 3 미만이어야 한다. 거더는 쉘(shell) 또는 평면응력요소(plane stress elements)를 사용하여 모델링하여야 한다. 대칭형 거더 플랜지(symmetric girder flange)는 보 또는 트러스 요소로 모델링 할 수 있다. 거더 웨브(girder web) 요소의 높이는 웨브 높이의 1/3 미만이어야 한다. 거더 웨브의 작은 개구부 주변의 웨브 두께는 웨브 높이에 걸친 평균 두께로 감소시켜야 한다. 큰 개구부는 모델링하여야 한다. 보강재(stiffener)는 쉘, 평면응력 또는 보 요소를 사용하여 모델링 할 수 있다. 보강재 요소의 크기는 적절한 굽힘 응력을 얻을 수 있도록 작아야 한다. 쉘 또는 평면응력요소를 사용하여 평강(flat bar)을 모델링할 경우, 더미 로드 요소(dummy rod element)는 평강의 자유단에서 모델링하고, 더미 요소의 응력을 평가해야 한다. 응력은 개별 요소의 중심에서 읽어야 한다. 쉘 요소의 경우 응력은 요소의 중간 평면에서 평가하여야 한다.

R_{eH}은 재료의 최소항복응력이다.

(라) 부식추가

부식추가(t_c)는 다음의 값 이상이어야 한다.

(b) 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙이 적용되는 선박: 총 부식추가는 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙에 명시된 바에 따른다.

(c) 기타 선박:

- 선체지지구조의 경우, 주변 구조물(예: 갑판 구조물, 불워크 구조물)에 대한 우리선급 규칙에 따른다.
- 인정된 산업규격에 따른 의장설비의 일부가 아닌 갑판상 페데스탈 및 지지대의 경우: 2.0 mm
- 인정된 산업규격을 선택하지 않은 선체의장설비인 경우: 2.0 mm.

표 4.8.1 선수앵커, 앵커체인 및 로프 *(2018)*

의장기호	의장수		선수앵커		선수앵커용 체인 (스터드 체인)				예인삭(tow line)			계류삭(mooring line)			
			수	질량 (스톡리스 앵커의 단량)(kg)	총 길이[1] (m)	지름			개당 길이(m)	최소설계 파단하중		수	개당 길이(m)	최소설계 파단하중	
	초과	이하				제1종 (mm)	제2종 (mm)	제3종 (mm)		SI단위 (kN)	공학단위 (kg)			SI단위 (kN)	공학단위 (kg)
A1	-	70	2	180	220	14	12.5		180	98	10000	3	80	37	3750
A2	70	90	2	240	220	16	14		180	98	10000	3	100	40	4100
A3	90	110	2	300	247.5	17.5	16		180	98	10000	3	110	42	4300
A4	110	130	2	360	247.5	19	17.5		180	98	10000	3	110	48	4900
A5	130	150	2	420	275	20.5	17.5		180	98	10000	3	120	53	5400
B1	150	175	2	480	275	22	19		180	98	10000	3	120	59	6000
B2	175	205	2	570	302.5	24	20.5		180	112	11400	3	120	64	6500
B3	205	240	2	660	302.5	26	22	20.5	180	129	13200	4	120	69	7000
B4	240	280	2	780	330	28	24	22	180	150	15300	4	120	75	7650
B5	280	320	2	900	357.5	30	26	24	180	174	17700	4	140	80	8150
C1	320	360	2	1020	357.5	32	28	24	180	207	21100	4	140	85	8650
C2	360	400	2	1140	385	34	30	26	180	224	22800	4	140	96	9800
C3	400	450	2	1290	385	36	32	28	180	250	25500	4	140	107	10900
C4	450	500	2	1440	412.5	38	34	30	180	277	28200	4	140	117	11900
C5	500	550	2	1590	412.5	40	34	30	190	306	31200	4	160	134	13700
D1	550	600	2	1740	440	42	36	32	190	338	34500	4	160	143	14600
D2	600	660	2	1920	440	44	38	34	190	371	37800	4	160	160	16300
D3	660	720	2	2100	440	46	40	36	190	406	41400	4	160	171	17400
D4	720	780	2	2280	467.5	48	42	36	190	441	45000	4	170	187	19100
D5	780	840	2	2460	467.5	50	44	38	190	480	48900	4	170	202	20600
E1	840	910	2	2640	467.5	52	46	40	190	518	52800	4	170	218	22200
E2	910	980	2	2850	495	54	48	42	190	559	57000	4	170	235	24000
E3	980	1060	2	3060	495	56	50	44	200	603	61500	4	180	250	25500
E4	1060	1140	2	3300	495	58	50	46	200	647	66000	4	180	272	27700
E5	1140	1220	2	3540	522.5	60	52	46	200	691	70500	4	180	293	29900
F1	1220	1300	2	3780	522.5	62	54	48	200	738	75300	4	180	309	31500
F2	1300	1390	2	4050	522.5	64	56	50	200	786	80100	4	180	336	34300
F3	1390	1480	2	4320	550	66	58	50	200	836	85200	4	180	352	35900
F4	1480	1570	2	4590	550	68	60	52	220	888	90600	5	190	352	35900
F5	1570	1670	2	4890	550	70	62	54	220	941	96000	5	190	362	36900
G1	1670	1790	2	5250	577.5	73	64	56	220	1024	104400	5	190	384	39200
G2	1790	1930	2	5610	577.5	76	66	58	220	1109	113100	5	190	411	41900
G3	1930	2080	2	6000	577.5	78	68	60	220	1168	119100	5[3]	190[3]	437[3]	44600[3]
G4	2080	2230	2	6450	605	81	70	62	240	1259	128400				
G5	2230	2380	2	6900	605	84	73	64	240	1356	138300				

표 4.8.1 선수앵커, 앵커체인 및 로프 (계속) *(2018)*

의장기호	의장수		선수앵커		선수앵커용 체인 (스터드 체인)				예인삭(tow line)			계류삭(mooring line)			
			수	질량(스톡리스 앵커의 단량)(kg)	총 길이 (m)	지름			개당 길이 (m)	최소설계 파단하중		수	개당 길이 (m)	최소설계 파단하중	
	초과	이하				제1종 (mm)	제2종 (mm)	제3종 (mm)		SI단위 (kN)	공학단위 (kg)			SI단위 (kN)	공학단위 (kg)
H1	2380	2530	2	7350	605	87	76	66	240	1453	148200				
H2	2530	2700	2	7800	632.5	90	78	68	260	1471	150000				
H3	2700	2870	2	8300	632.5	92	81	70	260	1471	150000				
H4	2870	3040	2	8700	632.5	95	84	73	260	1471	150000				
H5	3040	3210	2	9300	660	97	84	76	280	1471	150000				
J1	3210	3400	2	9900	660	100	87	78	280	1471	150000				
J2	3400	3600	2	10500	660	102	90	78	280	1471	150000				
J3	3600	3800	2	11100	687.5	105	92	81	300	1471	150000				
J4	3800	4000	2	11700	687.5	107	95	84							
J5	4000	4200	2	12300	687.5	111	97	87							
K1	4200	4400	2	12900	715	114	100	87							
K2	4400	4600	2	13500	715	117	102	90							
K3	4600	4800	2	14100	715	120	105	92							
K4	4800	5000	2	14700	742.5	122	107	95							
K5	5000	5200	2	15400	742.5	124	111	97							
L1	5200	5500	2	16100	742.5	127	111	97							
L2	5500	5800	2	16900	742.5	130	114	100							
L3	5800	6100	2	17800	742.5	132	117	102							
L4	6100	6500	2	18800	742.5		120	107							
L5	6500	6900	2	20000	770		124	111							
M1	6900	7400	2	21500	770		127	114							
M2	7400	7900	2	23000	770		132	117							
M3	7900	8400	2	24500	770		137	122							
M4	8400	8900	2	26000	770		142	127							
M5	8900	9400	2	27500	770		147	132							
N1	9400	10000	2	29000	770		152	132							
N2	10000	10700	2	31000	770			137							
N3	10700	11500	2	33000	770			142							
N4	11500	12400	2	35500	770			147							
N5	12400	13400	2	38500	770			152							
O1	13400	14600	2	42000	770			157							
O2	14600	16000	2	46000	770			162							

(비고)

1. 앵커체인의 길이는 연결용 섀클을 포함하여도 좋다.
2. 예인삭 및 계류삭의 경우, 길이(개수) 및 최소설계파단하중은 참고자료로서 권장사항이며, 공칭용량조건(nominal capacity condition)에 규정된 갑판화물의 측면투영면적도 의장수 계산에 포함하여야 한다.(세부사항은 IACS Rec.10 Anchoring, Mooring and Towing Equipment 2.1 및 2.2 참조) *(2022)*
3. 계류삭의 경우, 의장수가 2000 이하인 선박에 대하여는 이 표의 값을 적용하고, 의장수가 2000을 초과하는 선박에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

102. 재료

1. 이 장에서 규정하는 의장품에 사용하는 재료는 각 절 또는 **2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 의장품에 사용하는 재료에 대한 시험편 및 시험방법은 각 절 또는 **2편 1장**의 규정에 따른다.

103. 제조법

이 장에 규정하는 의장품의 제조법에 대하여는 각 절의 규정에 따른다.

104. 시험 및 검사

1. 이 장에 규정하는 의장품은 이 장의 규정에 따라 우리 선급 검사원의 입회하에 시험 및 검사를 하고 이에 합격하여야 한다.
2. 이 장에서 규정하는 규격과 다른 의장품의 시험 및 검사는 우리 선급에 의하여 승인된 시험규격에 따라 하여야 한다.
3. 우리 선급이 적절하다고 인정하는 증명서를 가진 의장품에 대하여는 판단에 따라 해당 의장품의 시험 및 검사를 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

105. 시험 및 검사의 시행

1. 제조자는 검사원이 승인을 받은 제조법을 준수하고 있다는 것을 확인하고자 하는 경우 또는 공장 내의 필요하다고 생각되는 곳에 출입하고자 하는 경우 그에 따른 편의를 검사원에게 제공하여야 한다.
2. 의장품의 시험 및 검사는 제조공장에서 출하 전에 시행되어야 한다.

106. 합격품의 표시

이 장에 규정하는 의장품에 대한 합격품의 표시는 각 절의 규정에 따른다.

제 2 절 의장수

201. 의장수 *(2022)* 【지침 참조】

의장수 E라 함은 다음 식에 의한 것을 말한다.

$$E = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2.0(hB + S_{fun}) + \frac{A}{10}$$

Δ : 하기만재흘수선에 대한 형배수량(t).
B = 형폭 (m)
h = 하기 만재흘수선으로부터 갑판실 상부까지의 유효 높이(m).

$$h = a + \sum h_i$$

a = 선체중앙부 선측에 있어서 하기 만재흘수선으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
h_i = 너비가 B/4를 넘는 갑판실 각 층의 중심선 높이(m). 그림4.8.1과 같이 가장 낮은 층의 h1은 선체중심선에 있어서 상갑판 또는 국부적인 불연속부가 있는 상갑판의 경우 가상 갑판선(notional deck line)에서 측정하여야 한다.

S_{fun}= 연돌의 유효전면투영면적(m²)은 다음을 따른다.

$$S_{fun} = A_{FS} - S_{shield}$$

A_{FS}= 연돌의 전면투영면적(m²), 선체중심선에 있어서 상갑판 또는 국부적인 불연속부가 있는 상갑판의 경우 가

상 갑판선(notional deck line)과 유효 높이(h_F) 사이의 계산값. 연돌의 높이를 따라 모든 높이에서 연돌 너비가 B/4 이하이면 A_{FS}는 0으로 한다.

h_F = 연돌의 유효 높이(m), 상갑판 또는 국부적인 불연속부가 있는 상갑판의 경우 가상 갑판선(notional deck line)으로부터 측정한 높이.
연돌의 상단은 연돌의 너비가 B/4인 지점에서 설정한다.

S_{shield} = 그림 4.8.2의 $S_{shield1}$, $S_{shield2}$와 같이 가려지는 부분이 두개 이상인 경우, 각각의 가려지는 부분을 추가한다. S_{shield}를 설정하기 위해, 그림 4.8.2의 $S_{shield1}$, $S_{shield2}$에 대해 표시된 것처럼 B/4보다 큰 폭을 갖는 모든 갑판실의 너비는 B로 설정한다.

A = 측면투영면적(m²), 하기만재흘수선에 있어서 의장수 계산용 길이(equipment length) L의 범위 내에 있고 너비가 B/4를 넘는 선루, 갑판실 및 연돌의 측면투영면적.
A_{FS}가 0보다 클 경우, 연돌의 측면투영면적은 A에 고려되어야 한다. 연돌의 측면투영면적은 상갑판 또는 국부적인 불연속부가 있는 상갑판의 경우 가상 갑판선(notional deck line)과 유효높이 h_F사이에서 계산되어야 한다.

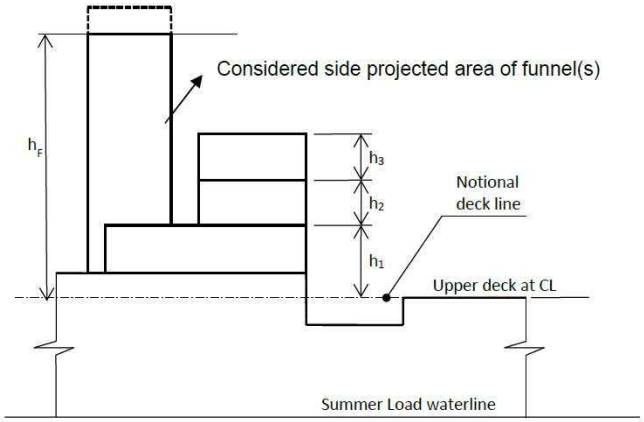


그림 4.8.1

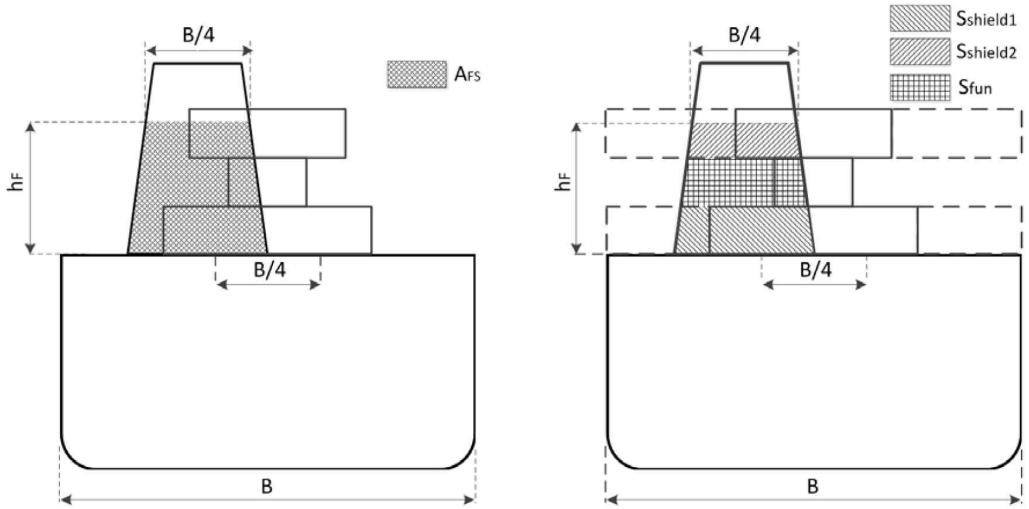
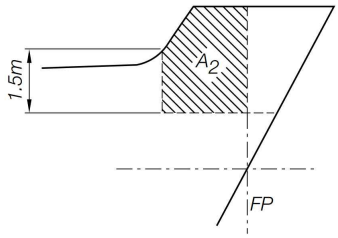


그림 4.8.2

Notes:

1. h 계산 시 현호와 트림은 고려하지 않는다. 즉, h는 건현 중앙부에 B/4 보다 큰 폭을 갖는 각 층의 선루 및 갑판실의 중심선 높이를 더한 합이다.
2. 너비가 B/4보다 큰 선루 및 갑판실이 너비가 B/4 이하인 선루 및 갑판실 위에 있으면 넓은 선루 및 갑판실은 포함되지만 좁은 선루 및 갑판실은 무시한다.
3. 높이가 1.5 m 이상인 스크린(screen) 및 불워크는 h 및 A 의 계산 시 선루 또는 갑판실의 일부로 간주한다. 컨테이너와 같은 갑판상의 화물 높이와 창구코밍의 높이는 H 및 A의 계산에 포함하지 아니 한다. A 를 결정함에 있어, 불워크의 높이가 1.5 m 이상인 경우, 아래 그림에서 A2로 표시되는 면적이 A에 포함되어야 한다.



4. 의장수 계산용 길이(equipment length)는 하계만재흘수선상(흘수선의 전방 끝에서 측정) 최대길이의 96 % 미만이어서는 아니 되며 97 %를 넘을 필요는 없다.
5. 선박에 다수의 연돌이 설치될 경우, 위의 변수들은 다음을 따른다.

h_F : 연돌의 유효 높이(m), 상갑판 또는 국부적인 불연속부가 있는 상갑판의 경우 가상 갑판선(notional deck line)부터 가장 높은 연돌의 상단까지 측정한 연돌의 높이. 최상층 연돌의 상단은 각 연돌의 너비가 B/4 곳에서 설정하여야 한다.

A_{FS} : 각 연돌의 전면투영면적 합(m²), 상갑판 또는 국부적인 불연속부가 있는 상갑판의 경우 가상 갑판선(notional deck line)과 유효 높이(h_F) 사이의 계산값. 각 연돌 폭의 합이 연돌의 높이를 따라 B/4보다 작거나 같으면 0으로 A_{FS}는 간주한다.

A : 측면투영면적(m²), 의장 계산용 길이(equipment length) L의 범위 내에 있고 너비가 B/4를 넘는 하기만재흘수선 상부의 선체, 선루 및 갑판실의 측면투영면적. A_{FS}가 0보다 클 경우, 연돌 측면투영면적 합은 측면투영면적 A에 고려되어야 한다. 전체 측면투영면적에 횡 방향 연돌의 차폐 효과를 고려할 수 있다. 즉, 둘 이상의 연돌 측면투영면적이 전체 또는 일부분이 겹치는 경우, 중첩된 면적은 한 번만 계산한다.

202. 앵커의 질량

1. **표 4.8.1**에 정하는 수와 같은 수의 선수앵커(bower anchor)의 합계질량이 동표에 정하는 질량 및 수를 곱한 것보다 적지 않을 때에는 개개의 앵커 질량은 **표 4.8.1**에 정하는 것에 ±7 %의 범위 내에서 증감할 수 있다. 다만, 특히 우리 선급의 승인을 얻은 경우에는 7 %의 범위를 넘는 질량을 증가한 앵커를 사용할 수 있다.
2. 스톡앵커를 사용할 경우에는 **표 4.8.1**에 정하는 질량 대신에 스톡을 제외한 질량을 표의 값의 0.8 배로 한다.
3. 고파지력의 앵커를 사용하는 경우에는 **표 4.8.1**에 정하는 질량 대신에 그 질량을 표에 정하는 값의 0.75 배로 할 수 있다.
4. 초고파지력 앵커를 사용하는 경우에는 **표 4.8.1**에 정하는 질량 대신에 그 질량을 표에 정하는 값의 0.5 배로 할 수 있다. 단, 초고파지력 앵커의 질량은 1500 kg 을 초과할 수 없다.

203. 앵커체인

1. 선수앵커용 체인은 **4절**에서 규정하는 제1종, 제2종 또는 제3종의 스터드(stud)붙이 체인이어야 한다. 다만, 고파지력의 앵커를 사용할 경우에는 **4절**에서 규정하는 제1종 체인용 원강(RSBC 31)제의 제1종 체인을 사용하여서는 안 된다.
2. 선미앵커(stream anchor)용 체인 및 와이어로프는 각각 **4절** 및 **5절**에서 규정하는 절단하중이 **표 4.8.1**에 정하는 절단하중 이상이어야 한다.
3. 크레인 부선과 같은 특수한 선박의 경우, 와이어로프 사용에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

4. 선수앵커용 체인의 총길이는 선수앵커 2개에 대략 동등하게 나누어져야 한다. *(2018)*
5. 길이가 40 m 미만인 선박의 경우, 와이어로프가 앵커체인 대신 사용될 수 있으며 다음과 같은 조건이 적용된다. *(2022)*
   (1) 와이어로프의 길이는 **표 4.8.1**의 선수앵커용 체인 총길이의 1.5배와 같아야 하고, 강도는 **표 4.8.8**의 제1종 체인의 강도와 같아야 한다.
   (2) 12.5 m 또는 앵커격납위치와 윈치사이의 거리 중 짧은 쪽 길이의 앵커체인을 와이어로프와 앵커사이에 끼워 넣어야 한다.
   (3) 와이어와 접촉하는 모든 표면은 와이어로프 직경(스템 포함) 10배 이상의 반경으로 둥글어야 한다.

204. 예인삭 및 계류삭

1. 예인삭(tow line) 및 계류삭(mooring line)에 사용하는 와이어로프 및 섬유로프는 각각 **5절** 및 **6절**에 규정하는 절단하중이 **표 4.8.1**에서 정하는 절단하중 이상이어야 한다.
2. **201.**의 (2)호에서 규정하는 A 의 값과 의장수와의 비율이 0.9 를 넘는 선박의 계류삭의 수는 **표 4.8.1**에 정하는 수에 다음 표에 정하는 수를 더한 것으로 하여야 한다. 다만, 의장수가 2000 이하의 경우에만 적용한다. *(2018)*

$\frac{A}{E}$	계류삭의 수
$0.9 < \frac{A}{E} \le 1.1$	1
$1.1 < \frac{A}{E} \le 1.2$	2
$\frac{A}{E} > 1.2$	3

3. 예인삭 및 계류삭에 사용하는 합성섬유로프는 별도로 정하는 바에 따른다.
4. **표 4.8.1**에 정하는 수와 같은 수의 계류삭의 합계 길이가 동표에 정하는 길이와 수를 곱한 것보다 감소하지 않는 경우에는 개개의 계류삭의 길이는 동표에 정한 것으로부터 7 %의 범위 내에서 감하여도 좋다.
5. 계류삭으로서 사용되는 와이어로프 중 윈치 등에 의하여 조작되고 드럼에 감기는 것에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 섬유로프 심 대신에 와이어로프 심의 것을 사용하여도 좋다.

205. 탱커 비상예인장치

1. 재화중량톤수 20,000 톤 이상의 국제항해를 하는 모든 탱커의 선수 및 선미 양쪽에 비상예인장치를 설치하여야 한다.
2. 2002년 7월 1일 이후에 건조된 탱커는 다음에 따른다.
   (1) 피예인 선박에 주전원이 공급되지 않는 경우에도 항상 신속하게 전개될 수 있어야 하며, 예인하는 선박에 쉽게 연결될 수 있어야 한다. 하나 이상의 비상예인 장치는 신속한 전개를 위하여 미리 장착되어 준비되어 있어야 한다.
   (2) 선수미 양쪽의 비상예인장치는 선박의 크기 및 재화중량톤수, 그리고 기상악화 상태에서 예상되는 힘을 고려하여 충분한 강도를 가져야 한다. 비상예인장치의 설계 및 건조 그리고 형식시험은 **제조법 및 형식승인 등에 대한 지침 제3장 7-1절**의 규정에 따른다.
3. 2002년 7월 1일 이전에 건조된 탱커에 대한 비상예인장치의 설계 및 건조 그리고 형식시험은 **제조법 및 형식승인 등에 대한 지침 제3장 7-1절**의 규정에 따른다.

제 3 절 앵커

301. 적용

이 장의 규정에 따라 장비하는 앵커는 이 절의 규정에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 효력의 것이어야 한다.

302. 종류

앵커의 종류는 다음의 3종류로 한다.

(1) 일반앵커
  (가) 스톡앵커
  (나) 스톡리스앵커
(2) 고파지력(HHP) 앵커
(3) 질량이 1,500 kg을 넘지 않는 초고파지력(SHHP) 앵커

303. 재료

1. 주강재 앵커플루크, 생크, 스위블 및 앵커샤클(anchor shackle)은 **규칙 2편 1장 501.**에 따라 제조 및 시험되어야 하며, 용접구조용 주강품에 대한 요건에 적합하여야 한다. 주강은 알루미늄 첨가에 의한 입자미세화 처리를 하여야 하며, **309.**의 **1**항에서 정하는 시험방안 B가 선택된 경우, 샤르피 V 노치 충격시험을 하여야 한다.
2. 단강재 앵커 핀, 생크, 스위블 및 앵커 링은 **규칙 2편 1장 601.**에 따라 제조 및 시험되어야 하며 생크, 스위블 및 앵커 링은 **규칙 2편 1장 601.**의 선체 및 일반용 탄소강 단강품에 대한 요건에 적합하여야 한다.
3. 강재 조립 앵커용 압연 빌렛, 강판 및 봉강은 **규칙 2편 1장 301.**에 따라 제조 및 시험되어야 한다.
4. 핀, 스위블 및 앵커 링에 사용되는 압연봉강은 **규칙 2편 1장 301.** 및 **601.**에 따라 제조 및 시험되어야 한다.
5. 주강재 초고파지력의 앵커에 대하여는 다음과 같이 충격시험을 실시하여야 한다.
   (1) **2편 1장**에 규정한 V 노치 충격시험편 1조(3 개)를 채취한다.
   (2) 충격시험은 0°C 에서 실시하며 평균흡수에너지는 27 J 이상이어야 한다. 다만, 시험편중 2 개 이상이 평균흡수에너지가 27 J 에 미치지 못하거나 1 개 시험편의 평균흡수에너지가 19 J 이하이면 그 시험은 불합격으로 한다.
   (3) 초고파지력 앵커의 앵커링은 **8장 표 4.8.10**의 제3종 체인의 충격시험 규정에 적합하여야 한다.
6. 모든 초고파지력 앵커는 다음의 재료 요건에 적합하여야 한다. *(2018)*

강재 용접 앵커	**규칙 2편 1장 301.** - 선체 구조용 압연강재(연강 및 고장력강)
	규칙 2편 2장 6절 - 선체 구조용 압연강재(연강 및 고장력강)에 대한 용접용재료의 승인
주강재 앵커	**규칙 2편 1장 501.** - 선체 및 기관용 주강품
앵커섀클	**규칙 2편 1장 601.** - 선체 및 기관용 단강품
	규칙 2편 1장 501. - 선체 및 기관용 주강품

(1) 초고파지력 용접 앵커 모재의 강재 등급은 **규칙 3편 1장 405.**의 II급에 대한 재료 등급요건을 고려해 선택하여야 한다.
(2) 용접용재료는 **규칙 2편 2장 6절**에 따라 모재의 강재 등급에 대한 인성을 만족하여야 한다.
(3) 초고파지력 앵커의 앵커섀클의 인성은 **4절**에 따라 제3종 체인의 인성을 만족하여야 한다.

304. 구조 및 치수 *(2017)*

1. 앵커의 구조 및 모양은 우리 선급이 인정하는 기준(JIS 등)에 적합한 것 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것을 원칙으

로 하며, 특수한 모양의 구조 및 치수에 대하여는 제조 전에 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. 고파지력의 앵커 및 초고파지력 앵커는 전 1항에 따르는 이외에 우리 선급에서 지정하는 파지력으로서 시험을 하고 이에 합격하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 조립앵커의 용접 제작은 우리 선급의 승인을 받은 절차에 따라야 하며, 용접은 우리 선급의 기량자격을 인정받은 용접사가 승인을 받은 용접용 재료를 사용하여 승인된 용접절차시방서에 따라 실시하여야 한다.
4. 앵커의 조립 및 맞춤은 설계 상세에 따라야 한다. 앵커 핀, 앵커링 핀 또는 스위블 너트를 용접으로 고착하는 경우에는 사전에 용접방법에 관하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

305. 열처리

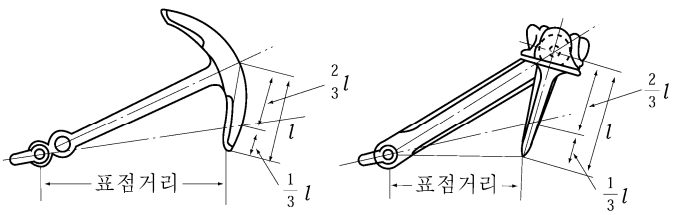
1. 앵커에 사용되는 주강품 및 단강품은 **2편 1장**에 따라 적절히 열처리 된 것을 사용하여야 한다.
2. 압연강재의 용접구조형 앵커에 대해서는 필요 시 용접두께에 따른 응력제거를 하여야 하며, 응력제거는 승인된 용접절차에 따라 시행되어야 한다. 이때 열처리 온도는 모재의 템퍼링온도를 초과하여서는 안 된다.

306. 품질 및 결함보수

1. 앵커에는 크랙, 노치, 불순물 등 성능에 영향을 미치는 결함이 있어서는 안 된다.
2. 주강재 및 단강재 앵커의 결함보수에 대해서는 **2편 1장 501.** 및 **601.**에 따르고, 용접조립 앵커의 보수는 검사원의 승인을 받아 우리 선급의 기량자격을 인정받은 용접사가 승인된 용접절차에 따라 수행하여야 한다.

307. 형상 및 치수

1. 앵커암의 길이는 다음에 따른다.
   (1) 앵커암의 길이란 앵커생크와 앵커암을 헤드핀으로 연결한 앵커에서는 그 헤드핀의 중심으로부터 기타의 앵커에서는 크라운으로부터 각각 앵커플루크(fluke)의 선단에 달하는 거리(l)를 말한다.(**그림 4.8.3** 참조)
   (2) 크라운부가 오목형으로 된 앵커에서는 앵커암의 정점에 접하는 평면과 앵커생크의 중심선과의 교점을 크라운으로 간주 한다.



스톡 앵커 스톡리스 앵커

그림 4.8.3

2. 앵커 각부의 조립 등의 상세는 특별히 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고는 다음 각 호에 따른다.
   (1) 앵커생크와 앵커링과의 연결부의 간격은 질량에 따라 **표 4.8.2**에 따른다.
   (2) 앵커링 핀은 앵커링 아이(eye)에 테이퍼를 가지는 형식으로 밀어넣기식(push fit)으로 취부 되어야 하며, 핀과 구멍의 직경차의 허용치는 앵커링 핀의 직경에 따라 **표 4.8.3**에 따른다.
   (3) 헤드핀은 이동을 방지하기 위해 충분한 길이를 유지하여야 하며, 헤드핀과 챔버(chamber) 길이의 차는 챔버길이의 1 % 이내이어야 한다.
   (4) 앵커생크의 기울기는 3도를 초과하여서는 안 된다. (**그림 4.8.4** 참조)
3. 앵커 치수의 측정 등은 제조자의 책임 하에 실시하여, 검사 시 관련기록을 제출하여야 한다.

표 4.8.2 앵커생크와 앵커링 연결부의 간격

앵커의 질량(t)	초과	-	3	5	7
	이하	3	5	7	-
연결부의 간격(mm)	이하	3	4	6	12

표 4.8.3 앵커링 핀과 앵커링 구멍의 직경 차

앵커링 핀의 직경(mm)	57 이하	57 초과
직경의 차(mm)	0.5 이하	1.0 이하

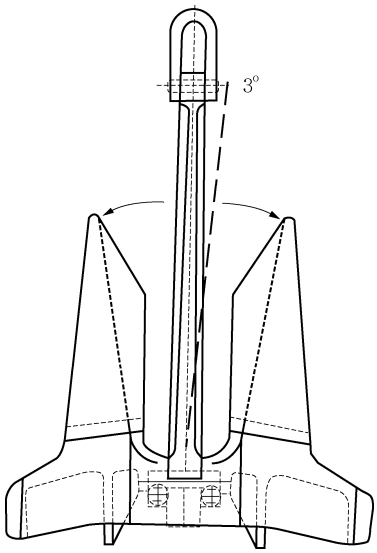


그림 4.8.4 앵커생크의 경사 허용범위

308. 질량

1. 스톡앵커의 스톡질량은 스톡을 제외한 앵커 질량의 1/4 이상이어야 한다.
2. 스톡리스 앵커의 앵커생크를 제외한 질량은 앵커의 질량의 3/5 이상이어야 한다.
3. 스위블이 일체형이 아닌 경우에는 앵커의 질량에서 제외한다.
4. 앵커 질량의 측정은 내력시험을 행하기 전에 제조자의 책임 하에 실시하여 검사 시 관련기록을 제출하여야 한다.
5. 스톡앵커에서는 스톡을 제외한 질량과 스톡의 질량을 각각 측정하고, 스톡리스앵커에서는 앵커의 전 질량과 앵커생크의 질량을 측정한다.

309. 앵커의 시험 및 검사

1. 시험방안

(1) 앵커의 시험 및 검사는 다음의 시험방안 A 또는 B중 어느 하나를 선택하여 실시하여야 한다.

시험방안 A	시험방안 B
낙하시험	낙하시험
해머링시험	-
내력시험	내력시험
외관검사	외관검사
일반 비파괴검사	일반 비파괴검사
-	정밀 비파괴검사

(2) 재료의 종류별로 적용 가능한 시험방안은 다음에 따른다.

제품시험	제품		
	주강재 부품	단강재 부품	용접구조형 부품
시험방안 A	O	X	X
시험방안 B(1)	O(2)	O	O
비고 (1) 시험방안 B에서 낙하시험은 주강재 앵커에 한하여 추가한다. (2) 충격시험은 0°C 에서 실시하며 평균흡수에너지는 27 J 이상이어야 한다.			

2. 낙하시험 및 해머링 시험

앵커에 사용되는 주강품은 시험방안 A의 경우, 내력시험을 하기 전에 다음의 각 호에 대한 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(1) 낙하시험

(가) 앵커에 사용되는 주강재 부품은 4 m 의 높이에서 경질의 지반위에 설치한 강반(steel slab) 상에 각각 낙하시켜도 균열, 기타의 결함이 생겨서는 안 된다.

(나) 앵커생크와 앵커암을 일체로 주조한 스톡앵커에서는 우선 앵커생크 및 앵커암을 수평으로 매어달아 규정의 높이에서 낙하시키고, 다음에 크라운을 하향수직으로 매어 달아 규정의 높이에서 크라운이 강반에 접촉하는 것을 방지하기 위하여 강반 상에 이동하지 않도록 나란히 놓은 2 개의 강침(鋼枕) 상에 각 앵커암의 중앙부가 충격받도록 낙하시킨다.

(다) 낙하시험에 있어서 강반이 파손될 경우에는 이것을 바꾸고 다시 시험을 하여야 한다.

(2) 해머링 시험

전 호의 시험에 합격한 주강품은 이것을 매어달고 질량이 3 kg 이상의 해머로 때려도 균열, 기타의 결점이 생기지 아니하여야 한다.

(3) 시험에 불합격한 주강품의 보수는 인정하지 아니 한다.

3. 내력시험

(1) 앵커는 그 구조에 따라 앵커암마다 또는 동시에 2 개의 앵커암마다, 또 표리(表裏) 전환되는 앵커암에서는 그 각 위치에 대하여 앵커의 질량(스톡앵커에서는 스톡을 제외한 질량)에 따라 **표 4.8.4**에 의한 내력시험 하중을 플루크의 선단에서 앵커암의 길이의 1/3 의 곳에 가하여 균열, 변형, 기타의 이상이 생기지 않는 것이어야 한다. 다만, 각 시험마다 최초의 내력시험 하중의 1/10 을 가하였을 때의 표점거리와 전하중에 도달한 후 다시 1/10 의 하중으로 되돌아 왔을 때의 표점거리의 차이가 표점거리의 1 %를 넘지 않아야 한다.(**그림 4.8.3** 참조)

두 개 이상의 부품으로 구성된 앵커의 경우, 내력시험 완료 후 앵커헤드가 회전이 요구되는 전체 범위까지 회전 가능한지를 검사하여야 한다.

(2) 고파지력 앵커의 경우에는 그 앵커의 질량의 4/3 배의 질량을 갖는 보통 앵커에 대한 내력시험 하중을 고파지력 앵커의 내력시험 하중으로 한다.

(3) 초고파지력의 앵커의 경우에는, 그 앵커의 2 배 질량을 갖는 보통 앵커에 적용하는 내력시험 하중을 초고파지력 앵커의 내력시험 하중으로 한다.

표 4.8.4 앵커의 내력시험 하중 *(2018)*

앵커의 질량 (kg)	내력시험하중 (kN)	앵커의 질량 (kg)	내력시험하중 (kN)	앵커의 질량 (kg)	내력시험하중 (kN)	앵커의 질량 (kg)	내력시험하중 (kN)
25	12.6	1000	199	4500	622	10000	1010
30	14.5	1050	208	4600	631	10500	1040
35	16.9	1100	216	4700	638	11000	1070
40	19.1	1150	224	4800	645	11500	1090
45	21.2	1200	231	4900	653	12000	1110
50	23.2	1250	239	5000	661	12500	1130
55	25.2	1300	247	5100	669	13000	1160
60	27.1	1350	255	5200	677	13500	1180
65	28.9	1400	262	5300	685	14000	1210
70	30.7	1450	270	5400	691	14500	1230
75	32.4	1500	278	5500	699	15000	1260
80	33.9	1600	292	5600	706	15500	1270
90	36.3	1700	307	5700	713	16000	1300
100	39.1	1800	321	5800	721	16500	1330
120	44.3	1900	335	5900	728	17000	1360
140	49.0	2000	349	6000	735	17500	1390
160	53.3	2100	362	6100	740	18000	1410
180	57.4	2200	376	6200	747	18500	1440
200	61.3	2300	388	6300	754	19000	1470
225	65.8	2400	401	6400	760	19500	1490
250	70.4	2500	414	6500	767	20000	1520
275	74.9	2600	427	6600	773	21000	1570
300	79.5	2700	438	6700	779	22000	1620
325	84.1	2800	450	6800	786	23000	1670
350	88.8	2900	462	6900	794	24000	1720
375	93.4	3000	474	7000	804	25000	1770
400	97.9	3100	484	7200	818	26000	1800
425	103	3200	495	7400	832	27000	1850
450	107	3300	506	7600	845	28000	1900
475	112	3400	517	7800	861	29000	1940
500	116	3500	528	8000	877	30000	1990
550	124	3600	537	8200	892	31000	2030
600	132	3700	547	8400	908	32000	2070
650	140	3800	557	8600	922	34000	2160
700	149	3900	567	8800	936	36000	2250
750	158	4000	577	9000	949	38000	2330
800	166	4100	586	9200	961	40000	2410
850	175	4200	595	9400	975	42000	2490
900	182	4300	604	9600	987	44000	2570
950	191	4400	613	9800	998	46000	2650
						48000	2730

(비고)
앵커의 질량이 표의 중간에 있을 경우에는 보간법에 의하여 내력시험 하중을 구한다.

4. 외관검사

내력시험 완료 후, 모든 접근 가능한 앵커 표면에 대하여 외관검사를 실시하여야 한다.

5. 일반 비파괴검사

(1) 일반 앵커 및 고파지력 앵커에 대하여는 내력시험 완료 후 다음에 따라 일반 비파괴검사를 실시하여야 한다.

위치	비파괴검사 방법
주강품의 피더헤드(feeder head) 제거부	PT 또는 MT
주강품의 라이저(riser) 제거부	PT 또는 MT
용접보수부	PT 또는 MT
단조제 부품	요구되지 않음
조립용접부	PT 또는 MT

(2) 초고파지력 앵커에 대하여는 내력시험 완료 후 다음에 따라 일반 비파괴검사를 실시하여야 한다.

위치	비파괴검사 방법
주강품의 피더헤드 제거부	PT 또는 MT 중 하나 및 UT
주강품의 라이저 제거부	PT 또는 MT 중 하나 및 UT
주조품의 모든 표면	PT 또는 MT
용접보수부	PT 또는 MT 중 하나 및 UT *(2018)*
단조제 부품	요구되지 않음
조립용접부	PT 또는 MT

고하중 또는 의심 지역에 대하여 우리 선급은 비파괴 검사(예: 초음파탐상검사 또는 방사선투과검사)를 요구할 수 있다. *(2018)*

(3) 비파괴검사방법 및 판정기준에 대하여는 **지침 2편 부록 2-2**(주강품 비파괴검사기준) 및 **부록 2-7**(선체용접이음부 비파괴검사기준)을 준용한다.

(4) 비파괴 검사 결과 결함이 있을 경우에는 306.의 2항에 따라 보수하여야 한다.

6. 정밀 비파괴검사

(1) 시험방안 B의 경우, 모든 앵커에 대하여는 내력시험 완료 후 다음에 따라 정밀 비파괴검사를 실시하여야 한다.

위치	비파괴검사 방법
주강품의 피더헤드 제거부	PT 또는 MT 중 하나 및 UT
주강품의 라이저 제거부	PT 또는 MT 중 하나 및 UT
주강품의 모든 표면	PT 또는 MT
주강품의 임의의 부분	UT
용접보수부	PT 또는 MT
단조제 부품	요구되지 않음
조립용접부	PT 또는 MT

(2) 비파괴검사방법 및 판정기준에 대하여는 **지침 2편 부록 2-2**(주강품 비파괴검사기준) 및 **부록 2-7**(선체용접이음부 비파괴검사기준)을 준용한다.

(3) 비파괴 검사 결과 결함이 있을 경우에는 306.의 2항에 따라 보수하여야 한다.

310. 재시험

충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우, 재시험은 **규칙 2편 1장 109.**에 따른다.

311. 표시

1. 시험 및 검사에 합격한 앵커에는 생크의 중앙부에 질량(스톡앵커에서는 스톡을 제외한 질량)을 각인하고 이것과 같은 측에서 앵커암의 플루크의 선단에서 앵커암의 길이의 약 2/3 의 장소에 우리 선급의 합격인 및 시험번호를 각인한다. 또한, 앵커생크와 앵커암을 별개로 제조하였을 경우에는 앵커생크 헤드핀의 부근에도 합격인 및 시험번호를 각인하고 또 스톡앵커 스톡에는 그의 질량과 합격인 및 시험번호를 각인 한다.
2. 고파지력 앵커에 대하여는 1항에 의한 것 이외에 합격인의 앞에 알파벳 H자를 각인한다.
3. 초고파지력 앵커에 대하여는 1항에 의한 것 이외에 합격인의 앞에 알파벳 SH자를 각인한다.

312. 도장

앵커는 시험 및 검사를 완료하기 전에 도장을 하여서는 안 된다.

제 4 절 체인

401. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 규정은 선박에 사용하는 스터드 붙이 앵커체인 및 이들에 연결되는 섀클 및 스위블 등 부품(이하 **체인용 부품**이라고 한다)의 재료, 설계, 제조법 및 시험 등에 대하여 적용한다. 별도로 우리 선급의 승인을 받아 스터드 없는 짧은 링크의 체인을 사용하고자 하는 경우, 국가 또는 국제적으로 공인된 기준에 적합한 것이어야 한다. 또한 비상예인장치용 마모방지체인에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.
2. 해양구조물용 체인 및 비상예인장치용 체인은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

402. 종류

체인의 종류는 다음의 3종류로 한다.

(1) 제1종 체인
(2) 제2종 체인
(3) 제3종 체인

403. 재료

1. 체인 및 체인용 부품에 사용하는 재료는 체인의 종류 및 제조법에 따라 **표 4.8.5**에 따른다.
2. 스터드로 사용되는 재료는 압연, 주조 또는 단조로 제조된 저탄소강의 것이거나 체인으로 사용된 것과 동일한 것이어야 한다. 회주철 또는 구상흑연주철과 같은 기타 재료를 사용하여서는 안 된다.

404. 설계

1. 체인 및 체인용 부품은 ISO 1704와 같이 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 설계되어야 한다.
2. 체인의 각 연에 있어서 체인링크의 총수는 홀수로 하여야 한다. 다만, 스위블을 포함할 경우에는 예외로 한다.
3. 1항의 규정과 다른 치수로 설계하고 체인용 부품을 용접구조로 제조하는 경우에는 설계, 제조법 및 열처리의 상세에 대하여 우리 선급의 승인을 별도로 받아야 한다.

표 4.8.5 체인용 링크 및 부품의 재료

재료 / 제조법 / 체인의 종류	체인링크[1]			체인용 부품[2]	
	플래시 맞대기 용접	주조	단조	주조	단조
제1종 체인	제1종 체인용 봉강 (*RSBC* 31)	-		제2종 체인용 주강품 (*RSCC* 50)	제2종 체인용 단강품 (*RSFC* 50)
제2종 체인	제2종 체인용 봉강 (*RSBC* 50)	제2종 체인용 주강품 (*RSCC* 50)	제2종 체인용 단강품 (*RSFC* 50)		
제3종 체인	제3종 체인용 봉강 (*RSBC* 70)	제3종 체인용 주강품 (*RSCC* 70)	제3종 체인용 단강품 (*RSFC* 70)	제3종 체인용 주강품 (*RSCC* 70)	제3종 체인용 단강품 (*RSFC* 70)

(비고)
[1] 제1종 체인용 링크에는 제 2종 체인용 봉강 재료를 사용할 수 있다.
[2] 제2종 체인용에는 제3종 체인용 주강품 또는 단강품을 사용할 수 있다.

405. 제조법

1. 체인은 플래시(flash) 맞대기용접, 주조제 또는 단조제로 하고 그 제조법에 대하여는 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
2. 호칭지름이 26 mm 를 넘지 않고, 1종 및 2종 체인으로만 사용되는 스터드 없는 체인에 대하여는 맞대기 압접(pressure welding)에 의한 제조를 승인할 수 있다.
3. 스터드는 미리 우리 선급의 승인을 받은 절차에 따라 압착 또는 용접에 의해 고착되어야 한다. 끼워넣는 방식의 스터드는 링크의 중앙의 위치에 링크와 직각으로 충분히 압착하여야 하며 용접에 의해 고착되는 스터드는 408.에 적합해야 한다.
4. 섀클, 스위블 및 스위블-섀클과 같은 체인용 부품은 제2종 이상의 주조 또는 단조제로 하고 이들 체인용 부품의 용접에 대하여도 그 제조법과 같이 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

406. 열처리

1. 체인 및 체인용 부품은 재료의 종류에 따라 표 4.8.6에 규정된 열처리의 요건을 따라야 한다. 다만, 충분히 예열한 후에 플래시 맞대기 용접된 제2종 체인에 대하여는 열처리를 생략하여도 좋다.
2. 열처리는 내력시험, 절단시험 및 기계적 시험을 실시하기 전에 하여야 한다.

표 4.8.6 체인의 열처리

종류	체인	체인용 부품
제1종	용접한 그대로 또는 노멀라이징	-
제2종	용접한 그대로 또는 노멀라이징[1]	노멀라이징
제3종	노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질후 템퍼링	노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링

(비고)
[1] 주조 또는 단조에 의해서 제조된 제2종 체인 케이블은 노멀라이징 열처리를 하여야 한다.

407. 품질 및 결함의 보수

1. 체인 및 체인용 부품의 표면은 청결하여야 하며, 균열, 노치, 불순물 등의 사용상 유해하다고 인정되는 결함이 없어야 한다. 압축작업(upsetting) 또는 낙하 단조에 의해 발생하는 플래시(flash)는 적절하게 제거되어야 한다.
2. 1항 이외의 미세한 표면결함은 그라인더를 사용하여 부분적으로 제거할 수 있다. 이 경우 주위와 완만하게 되도록 보수하여야 하며 그 깊이는 원칙적으로 체인호칭지름의 5 % 이내로 한다.
3. 선수앵커용 스터드링크 체인의 마모 허용치

체인의 길이가 마모되어 링크의 평균 지름(가장 마모된 부분에서)이 요구되는 공칭 지름보다 12 % 이상 감소된 경우에는 링크를 교체하여야 한다. 평균 지름은 링크의 한 단면에서 발견된 최소 지름과 동일한 단면에서 수직 방향으로 측정된 지름의 합계 값의 절반이다. *(2018)*

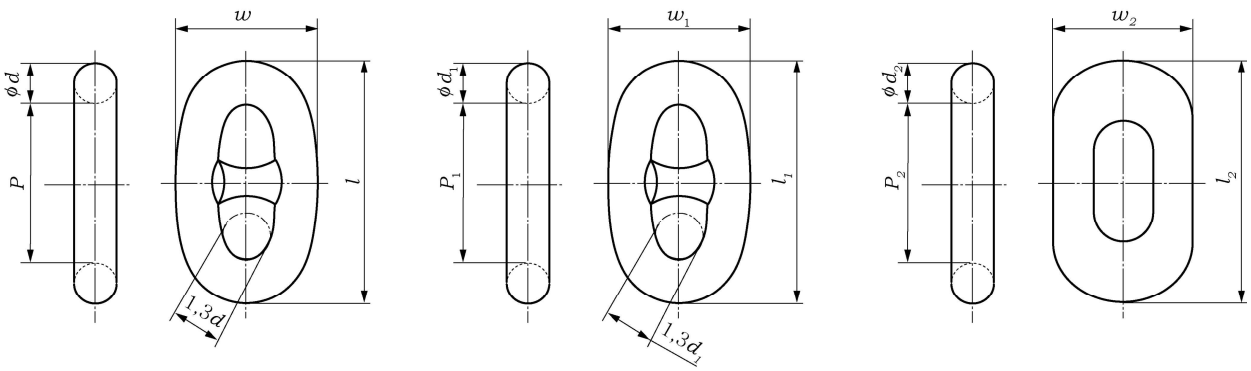
408. 스터드의 용접

스터드는 다음에 적합하게 하여 미리 우리 선급의 승인을 받은 절차에 따라 용접하여야 한다. 또한 필요한 경우 우리 선급은 **규칙 2편 2장 4절**에 의한 용접절차 인정시험을 요구할 수 있다.

1. 스터드용 재료는 용접성이 좋은 강재이어야 한다.
2. 스터드는 체인링크 용접부의 반대쪽에서만 용접되어야 한다. 또한, 스터드의 끝부분은 체인링크의 안쪽에 간극 없이 고정되어야 한다.
3. 용접은 자격 있는 용접사가 적절한 용접용 재료를 사용하여 가능하면 하향자세로 하여야 한다.
4. 모든 용접은 체인의 최종 열처리 전에 실시하여야 한다.
5. 모든 용접부에는 체인의 사용상 유해한 결함이 없어야 한다. 필요한 경우 언더컷, 크레이터(end craters) 및 유사한 결함은 그라인더로 제거하여야 한다.

409. 모양 및 치수

1. 각종 링크 및 체인용 부품의 모양 및 치수는 ISO 1704와 같은 공인된 국제기준 또는 우리 선급이 특별히 승인한 설계를 적용하여야 하며 원칙적으로 **그림 4.8.5** 및 **그림 4.8.6**에 따른다. **【지침 참조】**
2. 체인의 호칭지름은 보통링크의 지름으로 표시한다.
3. 체인의 1연(連)의 길이란 체인의 한 끝단에서의 링크의 내측 외단으로부터 다른 끝단에서의 링크의 내측 외단까지의 거리를 말하며 앵커체인에 있어서는 27.5 m 를 표준으로 한다.
4. 각종 체인링크 및 체인용 부품의 모양은 균일하고 그 만곡부는 각각의 체인링크가 서로 접합하여 원활히 움직일 수 있는 것이어야 한다.



d = 보통링크의 호칭지름
l = 6 d
p = 4 d
w ≈ 3.6 d

(a) 보통링크

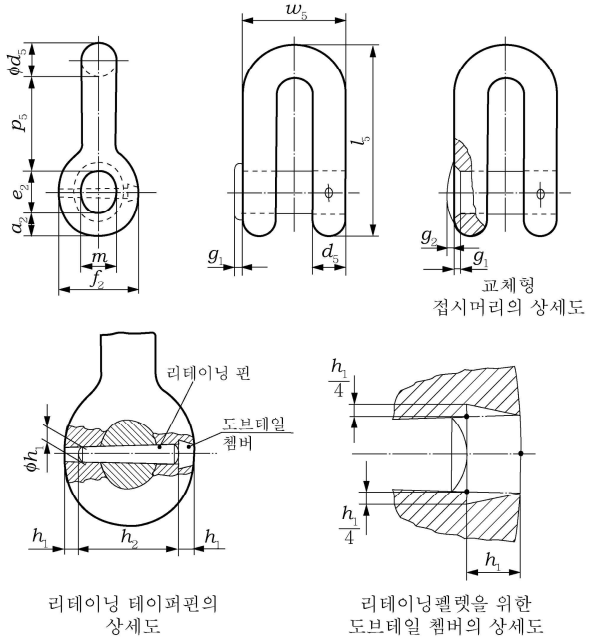
d = 보통링크의 호칭지름
d_1 = 확대링크의 지름 ≈ 1.1d
l_1 = 6 d_1
p_1 = 4 d_1
w_1 ≈ 3.6 d_1

(b) 확대링크

d = 보통링크의 호칭지름
d_2 = 단말링크의 지름 ≈ 1.2 d
l_2 = p_2 + 2d_2 ≈ 6.75 d
p_2 = 4.35 d
w_2 ≈ 4 d

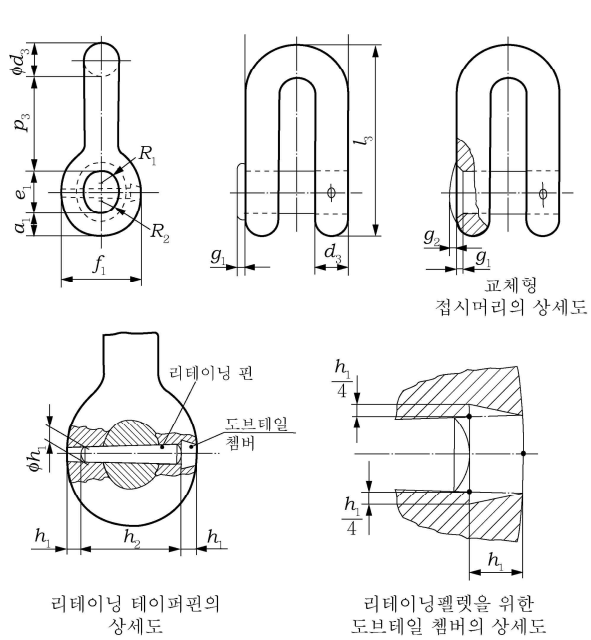
(c) 단말링크

그림 4.8.5 체인링크의 모양 및 치수



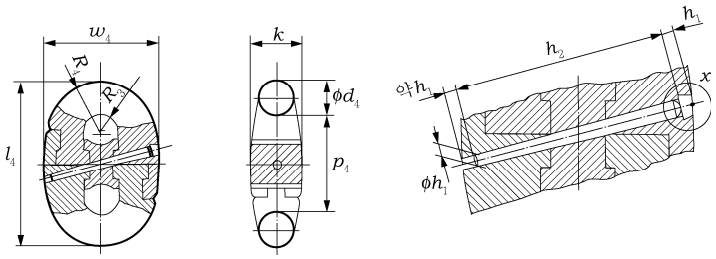
d = 보통링크의 호칭지름
d_5 = 단말섀클의 지름 ≈ 1.4 d
l_5 ≈ 8.7 d
p_5 = $l_5 - (d_5 + a_2 + e_2)$ ≈ 4.6 d
w_5 = 5.2 d
a_2 ≈ 0.9 d
e_2 ≈ 1.8 d
f_2 ≈ 3.1 d
g_1 ≈ 0.2 d
g_2 ≈ 0.1 d
h_1 = 테이퍼핀의 호칭지름
h_2 = 테이퍼핀의 호칭길이
m ≈ 1.4 d

(a) 앵커 섀클



d = 보통링크의 호칭지름
d_3 = 연결섀클의 지름≈ 1.3 d
l_3 ≈ 7.1 d
p_3 = $l_3 - (d_3 + a_1 + e_1)$ ≈ 3.4 d
w_3 = 4 d
a_1 ≈ 0.8 d
e_1 ≈ 1.6 d
f_1 ≈ 2.8 d
g_1 ≈ 0.2 d
g_2 ≈ 0.1 d
h_1 = 테이퍼핀의 호칭지름
h_2 = 테이퍼핀의 호칭길이
R_1 ≈ 0.6 d
R_2 ≈ 0.5 d

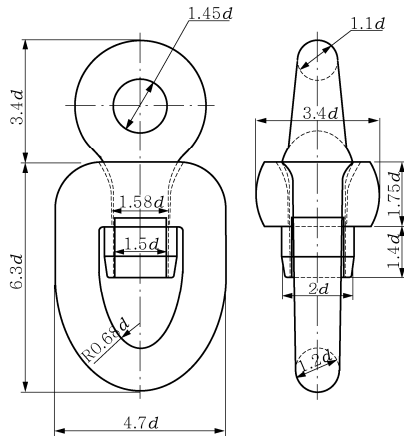
(b) 연결용 섀클



d = 보통링크의 호칭지름
d_4 = 돌기없는 연결섀클의 지름=d
l_4 = 6 d
p_4 = 4 d
w_4 ≈ 4.2 d

h = 테이퍼핀의 호칭지름
h_2 ≈ 3.4 d = 테이퍼핀의 길이
k ≈ 1.52 d
R_3 ≈ 0.67 d
R_4 ≈ 1.83 d

(c) 켄터 섀클



d = 보통링크의 호칭지름

(d) 스위블

그림 4.8.6 섀클 및 스위블의 모양 및 치수

410. 치수 허용차

체인 및 체인용 부품의 치수 허용차는 다음 1항 및 2항에 따르고 내력시험을 한 후에 계측한다.

1. 체인

(1) 각종 체인링크에 대하여는 **그림** 4.8.7에서와 같이 만곡부의 동일한 위치에서 체인링크 평면에서의 지름 d_p 및 수직면에서의 지름 d을 각각 측정하며, 마이너스(-) 허용차는 그 체인링크의 호칭지름에 따라서 **표** 4.8.7와 같고, 플러스(+) 허용차는 그 체인링크의 호칭지름의 5 %로 한다. 다만, 만곡부(crown)의 단면적은 마이너스(-) 허용차가 허용되지 않는다.

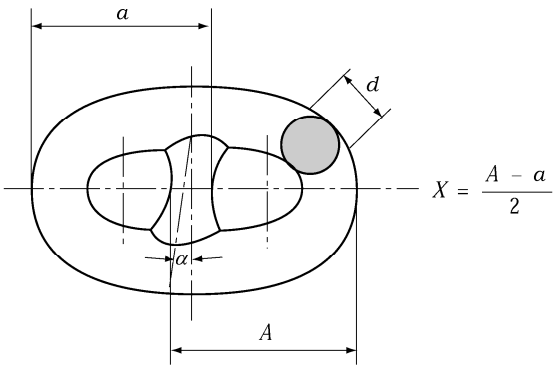


그림 4.8.7 스터드 설치 위치

표 4.8.7 지름의 마이너스(-)의 허용차

호칭지름(mm)	초과		40	84	122
	이하	40	84	122	
허용차(mm)		1	2	3	4

(2) 만곡부 이외에서 측정한 모든 체인링크 지름의 허용차는 +5 % 및 -0 %로 한다. 또한 용접 비드(bead)를 편평하게 다듬질한 플래시 맞대기 용접부(flash-butt weld)의 플러스 허용차는 승인된 제조자의 사양을 적용할 수 있다.

(3) 보통 링크 5개를 연결한 길이의 허용차는 +2.5 % 및 -0 %로 한다. 또한 길이는 내력시험을 완료한 후 인장하중이 걸린 상태에서 측정하며, 체인의 한 끝단에서의 링크의 내측 외단으로부터 다른 끝단에서의 링크의 내측 외단까지의 거리를 기준으로 한다. *(2019)*

(4) 전 (1)호부터 (3)호 이외의 허용차는 ±2.5 %로 한다.

(5) 스터드를 설치하는 위치의 허용차는 다음을 표준으로 한다. 다만, 1연의 체인의 양단에 있는 링크는 제외한다.

(가) 중심에서의 어긋난 거리 X : 호칭지름(d)의 10 %

(나) 직각으로부터의 오차각도 α : 4°

여기서, X, α 는 **그림** 4.8.7에 따른다.

2. 체인용 부품

체인용 부품의 지름의 허용차는 +5 % 및 -0 %로 하고 지름이외의 허용차는 ±2.5 %로 한다.

411. 질량

체인의 질량은 그 종류에 따라 **표** 4.8.8에 정하는 것을 표준으로 하고 내력시험을 한 후에 측정하는 것으로 한다.

표 4.8.8 각종 체인의 절단시험하중 및 내력시험하중과 최소질량표

호칭지름 d (mm)	스터드붙이체인						
	제1종 체인		제2종 체인		제3종 체인		체인 1 m의 질량 (kg)
	절단시험하중 (kN)	내력시험하중 (kN)	절단시험하중 (kN)	내력시험하중 (kN)	절단시험하중 (kN)	내력시험하중 (kN)	
12.5	66	46	92	66	132	92	3.422
14	82	58	115	82	165	115	4.292
16	107	75	150	107	215	150	5.606
17.5	128	89	179	128	256	179	6.707
19	150	105	211	150	301	211	7.906
20.5	175	123	244	175	349	244	9.203
22	200	140	280	200	401	280	10.60
24	237	167	332	237	476	332	12.61
26	278	194	389	278	556	389	14.80
28	321	225	449	321	642	449	17.17
30	368	257	514	368	735	514	19.71
32	417	291	583	417	833	583	22.43
34	468	328	655	468	937	655	25.32
36	523	366	732	523	1050	732	28.38
38	581	406	812	581	1160	812	31.62
40	640	448	896	640	1280	896	35.04
42	703	492	981	703	1400	981	38.63
44	769	538	1080	769	1540	1080	42.40
46	837	585	1170	837	1680	1170	46.34
48	908	635	1270	908	1810	1270	50.46
50	981	686	1370	981	1960	1370	54.75
52	1060	739	1480	1060	2110	1480	59.22
54	1140	794	1590	1140	2270	1590	63.86
56	1220	851	1710	1220	2430	1710	68.68
58	1290	909	1810	1290	2600	1810	73.67
60	1380	969	1940	1380	2770	1940	78.84
62	1470	1030	2060	1470	2940	2060	84.18
64	1560	1100	2190	1560	3130	2190	89.70
66	1660	1160	2310	1660	3300	2310	95.40
68	1750	1230	2450	1750	3500	2450	101.3
70	1840	1290	2580	1840	3690	2580	107.3
73	1990	1390	2790	1990	3990	2790	116.7
76	2150	1500	3010	2150	4300	3010	126.5
78	2260	1580	3160	2260	4500	3160	133.2
81	2410	1690	3380	2410	4820	3380	143.7
84	2580	1800	3610	2580	5160	3610	154.5
87	2750	1920	3850	2750	5500	3850	165.8
90	2920	2050	4090	2920	5840	4090	177.4
92	3040	2130	4260	3040	6080	4260	185.4
95	3230	2260	4510	3230	6440	4510	197.6
97	3340	2340	4680	3340	6690	4680	206.1
98	3407	2382	4768	3407	6810	4768	210.3
100	3530	2470	4940	3530	7060	4940	219.0
102	3660	2560	5120	3660	7320	5120	227.8
105	3850	2700	5390	3850	7700	5390	241.4
107	3980	2790	5570	3980	7960	5570	250.7
108	4046	2829	5663	4046	8088	5663	255.4
111	4250	2970	5940	4250	8480	5940	269.8
114	4440	3110	6230	4440	8890	6230	284.6
117	4650	3260	6510	4650	9300	6510	299.8
120	4850	3400	6810	4850	9720	6810	315.4
122	5000	3500	7000	5000	9990	7000	326.0

표 4.8.8 각종 체인의 절단시험하중 및 내력시험하중과 최소질량표(계속)

호칭지름 d (mm)	스터드붙이체인						
	제1종 체인		제2종 체인		제3종 체인		체인 1 m의 질량 (kg)
	절단시험하중 (kN)	내력시험하중 (kN)	절단시험하중 (kN)	내력시험하중 (kN)	절단시험하중 (kN)	내력시험하중 (kN)	
124	5140	3600	7200	5140	10280	7200	336.7
127	5350	3750	7490	5350	10710	7490	353.2
130	5570	3900	7800	5570	11140	7800	370.1
132	5720	4000	8000	5720	11420	8000	381.6
137	6080	4260	8510	6080	12160	8510	411.0
142	6450	4520	9030	6450	12910	9030	441.6
147	6840	4790	9560	6840	13660	9560	473.2
152	7220	5050	10100	7220	14430	10100	506.0
157	7600	5320	10640	7600	15200	10640	539.8
162	7990	5590	11170	7990	15970	11170	574.7

(비 고)

호칭지름이 12.5 mm 미만이거나, 또는 이 표 값의 중간에 있을 때에는 절단시험하중, 내력시험하중 및 단위 길이당의 질량은 다음 표에 정한 식에 따른다. 이때에 d 는 호칭지름(mm)으로 한다.

종류	절단시험하중(kN)	내력시험하중(kN)	체인 1 m 의 질량(kg)
제1종 체인	$0.00981d^2\ (44-0.08d)$	$0.00686d^2\ (44-0.08d)$	$0.0219d^2$
제2종 체인	$0.01373d^2\ (44-0.08d)$	$0.00981d^2\ (44-0.08d)$	$0.0219d^2$
제3종 체인	$0.01961d^2\ (44-0.08d)$	$0.01373d^2\ (44-0.08d)$	$0.0219d^2$

412. 체인의 시험 및 검사

1. 일반사항

(1) 완성된 체인은 검사원의 입회하에 내력 및 절단시험을 실시하여도 균열 또는 기타의 결함이 생기거나 절단되지 않아야 한다.

(2) 플래시 맞대기용접부에 대하여는 특별히 주의하여 육안검사를 하여야 한다. 이를 위하여 체인 표면의 도장 및 방식제를 미리 제거하여야 한다.

2. 절단시험 【지침 참조】

(1) 체인의 절단시험은 매 4연마다 3 개 이상의 체인링크로 구성되는 시험용 체인을 1조 채취하여 실시한다. 다만, 1연의 길이가 짧고 2연의 길이의 합이 27.5 m 미만일 때에는 이 2연을 1연으로 간주한다.

(2) 채취된 시험용 체인은 그 종류에 따라 **표 4.8.8**에 정하는 절단하중을 30초 이상 가하였을 때 이것에 견딜 수 있어야 한다.

(3) 시험기의 용량이 부족하여 **표 4.8.8**에 정하는 하중에 도달하지 않을 경우에는 우리 선급의 승인을 받은 시험방법에 따라 행할 수 있다.

(4) 시험용 체인은 체인과 동시에 동일한 방법으로 제조, 열처리 및 용접되어야 한다. 시험용 체인은 검사원의 입회하에서만 체인으로부터 분리할 수 있다.

3. 내력시험

체인의 내력시험은 절단시험에 합격한 체인에 대하여 각 연마다 행하고 **표 4.8.8**에 정하는 내력시험 하중을 가하여도 균열, 절단 등 기타의 이상이 생겨서는 안 된다. 또한, 열처리를 하는 체인에 대하여는 열처리 후에 시험을 한다.

4. 재시험

(1) 절단시험

(가) 절단시험에 불합격인 경우에는 시험용 체인을 채취한 1연의 체인에서 다시 1조의 시험용 체인을 채취하여 재시험을 하고 이에 합격하면 다른 3연을 포함시켜 합격으로 한다. 재시험에도 불합격한 경우에는 시험편을 채취한 1연의 체인을 불합격으로 하고, 나머지 3연의 각 연에 대해서는 전 2항에 따라 절단시험을 실시하고 이들 시험결과 1 개라도 불합격이 나오는 경우에는 나머지 3연에 대하여도 전부 불합격으로 한다.

(나) 전 (가)의 재시험을 하기 위하여 없어진 체인링크를 보충하는 경우에는 보충하는 체인링크와 동일한 방법으로 제조된 연속된 체인에 대하여 2항의 절단시험을 하여 이에 합격하여야 한다.

(2) 내력시험

내력시험에 불합격한 경우에는 이상이 생긴 체인링크를 제조공정이 같은 체인링크와 바꾸고 1회에 한하여 재시험을 할 수 있다. 다만, 체인링크의 총수의 5 % 이상에 이상이 생긴 경우에는 재시험을 할 수 없다. 또한 불합격 원인을 조사하여야 한다.

5. 제2종 및 제3종 체인의 기계적 시험

(1) 제2종 체인 및 제3종 체인은 기계적시험을 실시하고 이것에 합격하여야 한다.

(2) 시험편은 매 4연마다 **표 4.8.9**의 규정에 따라 채취한다. 로트의 크기가 4연이하인 단조 또는 주조 체인의 경우 채취빈도는 용강 및 열처리 로트에 따른다.

(3) 체인에는 시험편의 채취를 위한 시험용 링크를 추가하여 구성하여야 하며, 이 시험링크는 절단시험용 체인을 구성하는 것이어서는 안 된다. 또한 시험용 링크는 체인과 같이 제조하고 열처리를 하여야 한다. 시험용 링크의 기계적 시험은 검사원의 입회하에 실시하고 기계적 성질은 **표 4.8.10**의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(4) 시험방법 및 시험편의 형상에 대하여는 **규칙 2편 1장 2절**의 규정에 따른다.

(5) 링크의 기계적 시험의 결과가 불합격인 경우에는 **규칙 2편 1장 306.**의 9항의 규정에 따라 재시험한다.

413. 체인용 부품의 시험

1. 내력시험

체인용 부품의 내력시험은 이것에 연결되는 체인의 종류와 지름에 따라 **표 4.8.8**에 정하는 내력시험하중을 가하여도 균열, 절단, 기타의 이상이 생겨서는 안 된다. 이 시험은 체인과 연결하여 체인의 내력시험과 동시에 행하든가 또는 그것에 연결되는 체인과 동일한 지름의 다른 체인을 연결하여 행할 수 있다.

2. 절단시험

(1) 부품형상, 종류, 치수 및 열처리가 같은 분리가능 링크, 섀클, 스위블, 스위블 섀클, 확대링크 및 단말링크에 대하여 25개를, 켄터 섀클에 대하여는 50개를 1로트로 하고, 로트마다 임의의 1개에 대해서 연결되는 체인의 종류에 따라 **표 4.8.8**에 주어진 절단하중을 가한 경우 이것에 견디어야 한다. 확대링크 및 단말링크가 체인과 같이 제조되고 열처리된 경우에는 절단시험을 할 필요가 없다.

(2) 전 (1)호의 시험에 불합격한 경우에는 동일 로트로부터 2 개를 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이들의 시험결과 1개라도 불합격한 경우에 이 로트는 전부 불합격으로 한다.

(3) 절단시험을 한 체인용 부품은 실제 선박에 사용하여서는 안 된다. 다만, 전 (1)호의 시험에 합격하고 다음 (가)호 또는 (나)호에 의해 제조된 경우 사용할 수 있다.

(가) 시험에 사용된 체인이 규정된 것보다 높은 강도를 가지는 재료인 경우(예: 제2종 체인용 부품에 제3종 체인용 재료가 사용된 경우)

(나) 시험에 사용된 체인과 동일 재질로서 치수를 증가시켜 요구되는 절단강도의 1.4배 이상을 가지도록 설계된 경우.

(4) 다음 (가)호부터 (다)호에 의한 체인용 부품 등에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 절단시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

(가) 제조법승인시험에서 절단시험을 실시한 경우

(나) 각 로트에 대해서 인장시험 및 충격시험을 실시한 경우

(다) 출하 전에 비파괴 검사가 실시되는 경우

3. 기계적 성질 및 시험

(1) 별도로 규정하지 않은 경우, 적당하게 열처리된 단강품 또는 주강품은 **표 4.8.10**의 기계적 성질을 만족하여야 한다. 동일 용강 및 동일 열처리를 하고 유사한 치수를 가진 단강 또는 주조품을 1개 로트로 한다.

(2) 기계적 시험은 사용하고자 하는 재료 종류, 등급에 따라 검사원의 입회하에 실시하여야 한다. 각 로트에서 1개의 인장시험편 및 1조의 충격시험편을 **표 4.8.9**에 따라 채취한다.

(3) 시험방법 및 시험편의 형상에 대하여는 **규칙 2편 1장 2절**의 규정에 따른다.

(4) 링크의 기계적 시험의 결과가 불합격인 경우에는 **규칙 2편 1장 306.**의 9항의 규정에 따라 재시험한다.

표 4.8.9 체인 및 체인용부품의 기계적 시험편의 수

종류	제조법	열처리	시험편의 수		
			모재의 인장시험	충격시험	
				모재	용접부
제2종 체인	플래시 맞대기 (flash-butt) 용접	용접그대로	1	3	3
		노멀라이징	-	-	-
	단조 또는 주조	노멀라이징	1	3(1)	-
제3종 체인	플래시 맞대기 (flash-butt) 용접	노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링	1	3	3
	단조 또는 주조	노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링	1	3	-

(비고)
(1) 체인의 경우 충격시험은 요구하지 않는다.

표 4.8.10 기계적 성질

체인의 종류	인장시험				충격시험(1)(2)(3)		
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 ($L=5d$) (%)	단면수축률 (%)	시험온도 (°C)	최소평균흡수에너지(J)	
						용접부 이외	용접부
제2종 체인	295이상	490~690	22이상	-	0	27	27
제3종 체인	410이상	690이상	17이상	40이상	0	60	50

(비고)
(1) 1조의 시험편 중에서 2 개 이상의 시험편의 흡수 에너지 값이 규정의 최소평균흡수 에너지 값 미만인 경우와 1 개의 시험편의 값이 규정의 최소흡수 에너지 값의 70 % 미만의 경우는 불합격으로 한다.
(2) 제3종 체인의 경우 우리 선급의 승인을 받아 -20℃에서 충격시험을 실시할 수 있다. 이 경우 최소 평균 흡수에너지는 용접부는 27 J이상, 용접부 이외는 35 J 이상이어야 한다.
(3) 열처리된 제2종 체인에 있어서는 충격시험을 생략할 수 있다.

414. 표시 및 증서

1. 표시

시험 및 검사에 합격한 체인 및 체인용 부품에는 우리 선급의 합격인과 체인의 종류, 증서번호를 각인한다. 체인에 대하여는 **그림 4.8.8**과 같이 각 연의 양 끝 부분 링크에 표시하여야 한다.

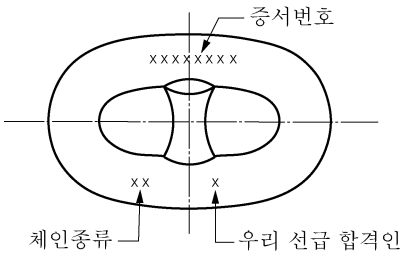


그림 4.8.8 체인의 표시

2. 증서

이 규정을 만족하는 체인 및 체인용 부품에는 다음의 항목을 포함하고 선급의 인정을 받아야 한다.

- 제조자 명
- 종 류
- 용강번호(체인용 부품의 경우)
- 화학성분(총 Al 함량 포함)
- 호칭지름 및 중량
- 내력/절단하중
- 열처리
- 체인 또는 체인부품에 적용하는 표시방법
- 길이(체인의 경우)
- 기계적 성질(해당하는 경우)

415. 도장

체인 및 체인용 부품은 시험 및 검사를 한 후에 도장을 하여야 한다.

제 5 절 와이어로프

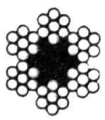
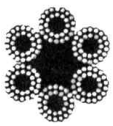
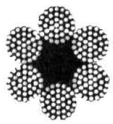
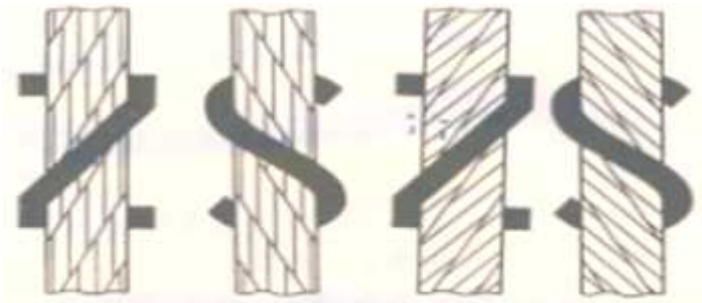
501. 적용

1. 2절의 규정에 의한 토우라인 및 무어링로프, 조타로프, 선미앵커용 와이어로프, 마스트의 리깅 등에 사용하는 와이어로프(이하 **와이어로프**라고 한다)는 이 절의 규정에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 효력을 가진 것이어야 한다.
2. 이 절에 규정하는 와이어로프는 와이어로프의 심이 섬유이고 인장강도가 1470 N/mm^2 [150 kgf/mm^2] 인 소선을 기준으로 정한 것으로서 와이어로프의 심 또는 소선의 인장강도가 이것과 다른 것을 사용하는 경우에는 제조법에 대하여 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

502. 종류

1. 와이어로프는 표 4.8.11에 정하는 것과 같이 구성 및 꼬는 방법에 따라 구분한다.
2. 일반적으로 소선의 수가 많을수록 유연성이 좋아 동적인 로프에 사용되고 소선의 수가 적을수록 신율이 작고 내마모성이 좋아 정적인 로프에 사용된다.

표 4.8.11 와이어로프의 호칭, 구성기호 및 단면

호칭	7개선 6꼬임	12개선 6꼬임	19개선 6꼬임	24개선 6꼬임	30개선 6꼬임	37개선 6꼬임	워링톤실형 36개선 6꼬임
구성기호	6 × 7	6 × 12	6 × 19	6 × 24	6 × 30	6 × 37	6 × WS(36)
단면							
꼬는방법	 보통Z꼬임(O/Z) 보통S꼬임(O/S) 랭Z꼬임(L/Z) 랭S꼬임(L/S)						

503. 제조법

1. 와이어로프의 스트랜드(strand)를 구성하는 소선에는 용도에 따라 한국공업규격 KS D 3559(경강선재) 또는 이와 동등 이상의 선재 또는 이들의 열처리재로 한다.
2. 소선은 와이어로프의 전 길이를 통하여 이음이 있어서는 안 된다. 다만, 제작상 부득이한 경우에는 용접, 납접 또는 꼬아서 이을 수 있다. 이 접속은 스트랜드 길이 10 m 당 1 개소를 넘어서는 아니 되고 접속점이 서로 가까이 되지 않게 하여야 한다.
3. 소선은 냉간가공(Drawing) 후 아연 도금을 하거나 또는 아연 도금을 한 후 냉간가공을 한다.
4. 와이어로프 및 스트랜드의 섬유 심재는 적절한 그리스류(이하 그리스라 한다.)가 포함된 양질의 합성 또는 천연 섬유류를 사용한다. 이 그리스는 유해한 산 또는 현저한 알칼리를 포함하지 않는 것이어야 한다.
5. 와이어로프의 꼬임은 왼꼬임, 그 스트랜드는 오른꼬임으로 한다.(이하 보통 **Z꼬임**이라 한다)
6. 와이어로프의 지름, 꼬임의 정도 등은 전 길이를 통하여 균등하게 제조되어야 한다.
7. 와이어로프는 특별한 지정이 없는 경우 원칙적으로 그리스를 도포한다.

504. 소선 및 와이어로프의 지름

1. 와이어로프의 스트랜드를 구성하는 각 소선지름의 측정결과는 **표 4.8.12**에 정하는 범위 내에 있는 것으로 한다. *(2019)*

표 4.8.12 소선지름의 허용범위 *(2019)*

소선의 공칭지름 (mm)	최대인 것과 최소인 것의 차 (mm)
0.20 이상 1.00 이하	0.06
1.00 이상 2.24 이하	0.09
2.24 이상 3.75 이하	0.12
3.75 이상 4.50 이하	0.14

2. 와이어로프의 지름이란 **그림 4.8.9**과 같이 외접원의 지름을 말하며 로프의 끝으로부터 1.5 m 이내를 제외한 임의의 점 2개소 이상을 측정하고 그 평균치를 취한다. 이 경우 로프 지름의 허용차는 지름 10 mm 미만은 공칭 지름에 대하여 +10 % ~ 0 %로 하고, 지름 10 mm 이상은 +7 % ~ 0 %로 한다.

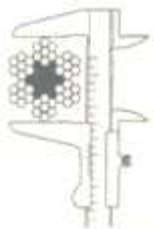


그림 4.8.9 로프 지름 측정방법

505. 질량

와이어로프의 질량은 그 종류 및 지름에 따라 **표 4.8.13**에 정하는 것을 참고로 한다.

506. 로프시험

1. 와이어로프의 절단시험은 1조마다 실시한다.
2. 동일 선재를 사용하고 동일 기계에 의하여 연속 제작된 와이어로프를 몇 개의 조로 분할할 경우에는 그 중에서 검사원이 임의로 선택한 1조에 대하여 절단시험을 하고 이에 합격된 경우에는 기타의 것에 대하여 시험을 생략할 수 있다.
3. 로프시험에 있어서는 다음 각 호의 시험을 한다.

(1) 치수 및 외관 시험

(가) 로프 지름은 504.에 적합해야 한다.

(나) 전체 길이를 통해서 찌그러짐, 흠집 등의 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.

(2) 파단하중 시험

(가) 시험편의 양단을 풀어서 적절한 합금으로 원추형에 고정시킨 것 또는 기타 적절한 방법으로 고정시킨 것을 시험기에 걸어서 서서히 인장하여 파단한다.

(나) 시험편의 수는 와이어로프 1조에 대하여 1 개로 한다.

(다) 시험편이 물리는 간격은 아래와 같이 적용하고 다만, 그 길이가 2 m를 넘는 경우는 물림 간격을 2 m로 해도 좋다.

로프 지름	물림 간격
6 mm 이하	300 mm 이상
6 mm 초과 20 mm 이하	600 mm 이상
20 mm를 초과하는 것	로프 지름의 30배 이상

(라) 파단하였을 때의 하중은 와이어로프의 구성 및 지름에 따라 표 4.8.13에 정하는 파단시험하중 미만이어서는 안 된다.

(마) 규정의 파단시험하중에 미달 상태로 시험편의 물린 부분에서 파단되었을 때에는 다시 시험편 1개를 채취하여 재시험을 할 수 있다.

표 4.8.13 와이어로프의 절단시험 하중 및 질량 【지침 참조】

구성기호	6 × 7		6 × 12		6 × 19		6 × 24		6 × 30		6 × 37		6 × WS(36)	
와이어로프의지름 (mm)	파단하중 (kN)	1m의 질량 (kg)	파단하중 (kN)	1m의 질량 (kg)	파단하중 (kN)	1m의 질량 (kg)	파단하중 (kN)	1m의 질량 (kg)	파단하중 (kN)	1m의 질량 (kg)	파단하중 (kN)	1m의 질량 (kg)	파단하중 (kN)	1m의 질량 (kg)
3.15	5.24	0.037												
4	8.45	0.059	5.22	0.044	8.03	0.058								
5	13.2	0.093	8.15	0.068	12.5	0.091								
6.3	21.0	0.147	12.9	0.108	19.9	0.144					19.6	0.143		
8	33.8	0.237	20.9	0.175	32.1	0.233	29.3	0.212			31.6	0.230	32.3	0.253
9	42.8	0.300	26.4	0.221	40.7	0.295	37.1	0.269			40.0	0.291	40.9	0.321
10	52.8	0.371	32.6	0.273	50.2	0.364	45.8	0.332			49.4	0.359	50.4	0.396
11.2	66.2	0.465	40.9	0.343	63.0	0.457	57.4	0.416			61.9	0.451	63.3	0.496
12	-	-	-	-	72.3	0.524	65.9	0.478			71.1	0.517	-	-
12.5	82.5	0.580	50.9	0.427	78.4	0.569	71.5	0.519			77.1	0.561	78.8	0.618
14	103	0.727	63.9	0.535	98.4	0.713	89.7	0.651			96.7	0.704	98.9	0.776
16	135	0.950	83.5	0.699	128	0.932	117	0.850			126	0.920	129	1.01
18	171	1.20	106	0.885	163	1.18	148	1.08			160	1.16	163	1.28
20	211	1.48	130	1.09	201	1.46	183	1.33			197	1.44	202	1.58
22.4	265	1.86	164	1.37	252	1.83	230	1.67			248	1.80	253	1.99
24	-	-			-	-	264	1.91			284	2.07	-	-
25	330	2.32			314	2.28	286	2.08	256	1.94	308	2.25	315	2.47
28	414	2.91			393	2.85	359	2.60	322	2.43	387	2.82	396	3.10
30	475	3.34			452	3.28	412	2.99	369	2.79	444	3.23	454	3.56
31.5	524	3.68					454	3.29	407	3.07	490	3.57	501	3.93
33.5	592	4.16					514	3.73	460	3.47	554	4.03	566	4.44
35.5	665	4.67					577	4.18	517	3.90	622	4.53	636	4.99
37.5	742	5.22					644	4.67	577	4.35	694	5.05	709	5.57
40	845	5.93					732	5.31	656	4.95	790	5.75	807	6.33
42.5							827	6.00			892	6.49	911	7.15
45							927	6.72			1000	7.28	1020	8.01
47.5							1030	7.49			1110	8.11	1140	8.93
50							1140	8.30			1230	8.98	1260	9.90
53											1390	10.1	1420	11.1
56											1550	11.3	1580	12.4
60											1780	12.9	1820	14.2
63											1960	14.3		

(비고)
(1) 와이어로프의 지름이 위 표에 포함되지 않을 때에는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

507. 소선시험

1. 소선시험은 1조마다 실시한다.
2. 동일 선재를 사용하고 동일 기계에 의하여 연속 제작한 와이어로프를 몇 개의 조로 분할할 경우에는 그 중에서 검사원이 임의로 선택한 1조에 대하여 소선시험을 하고 이에 합격된 경우 기타의 것에 대하여는 시험을 생략할 수 있다.
3. 소선시험은 와이어로프의 일단에서 적절한 길이를 취하여 4항에 규정하는 각 시험에 대하여 1 개의 스트랜드를 취하고 이것의 소선을 풀어서 **표 4.8.14**에 정하는 수의 시험편을 취한다.(스트랜드의 심선은 제외) 또한 시험편의 굴곡을 수정할 필요가 있을 경우에는 가열하여서는 아니 되며 또한 시험편을 상하지 않도록 적절한 방법으로 한다.
4. 각 소선시험에서 그 일부의 시험성적이 규정에 적합하지 않는 경우 그 수가 **표 4.8.15**에 나타낸 합부의 판정 기준수 이내라면 합격으로 한다. (아연부착량 시험은 제외)

표 4.8.14 소선 시험편의 수

구성 기호	시험편 수
6 × 7	3
6 × 12	6
6 × 19	6
6 × 24	8
6 × 30	10
6 × 37	12
6 × WS(36)	19

표 4.8.15 소선 검사에서의 합부의 판정 기준수

구성 기호	합부의 판정 기준수
6 × 7	0
6 × 12	1
6 × 19	1
6 × 24	1
6 × 30	1
6 × 37	1
6 × WS(36)	2

5. 소선시험에 있어서는 다음 각 호의 시험을 한다.

(1) 치수 및 외관 시험

(가) 소선 지름은 504.에 적합해야 한다.

(나) 전체 길이를 통해서 단면은 원형이고, 표면은 매끄럽고, 흠집 등의 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.

(2) 파단 시험

(가) 시험편이 물리는 간격은 소선의 지름이 1.0 mm 미만인 것은 약 100 mm, 지름 1.0 mm 이상인 것은 약 200 mm로 한다.

(나) 시험편의 양 끝을 시험기에 걸어서 서서히 인장하여 절단하고, 그때의 동종 선지름인 각 시험편의 파단하중과 그 평균값의 차이가 ±8 % 이내이어야 한다.

(다) 규정의 파단하중에 미달 상태로 시험편의 물린 부분에서 파단되었을 때에는 다시 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.

(3) 비틀림 시험

(가) 비틀림 시험에 있어서는 시험편의 양단을 그 지름의 100 배 간격으로 견고히 잡아서 그 한쪽을 표 4.8.16에 정하는 비틀림 속도로 회전하여 파단되었을 때 그 비틀림 횟수가 표 4.8.16에 정하는 최소 비틀림 횟수의 이상이어야 한다.

표 4.8.16 최소 비틀림 횟수

소선 지름(mm)	최소 비틀림 횟수
$0.20 \le d \le 1.00$	21
$1.00 < d \le 2.24$	20
$2.24 < d \le 3.75$	18
$3.75 < d \le 4.50$	17

(비고)

1. 시험편의 물리는 간격을 변경할 필요가 있을 때의 비틀림 회수는 물리는 간격에 정비례하여 증감한다.
2. 소선의 비틀림 속도는 아래의 표를 따른다.

소선 지름(mm)	비틀림 속도(1분 동안의 회전수)
$0.20 \le d \le 1.00$	180 이하
$1.00 < d \le 3.60$	60 이하
$3.60 < d \le 4.50$	30 이하

(나) 규정의 최소 비틀림 횟수에 미달상태로 시험편의 물린 부분에서 파단되었을 때에는 다시 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.

(4) 권해 시험(감고 푸는 시험)

(가) 시험편을 이것과 동일한 지름을 갖는 선의 주위에 8회 밀착시켜서 감은 후 다시 풀었을 때 절손된 시험편의 수를 측정한다.

508. 검사

와이어로프는 1조마다 외관 및 치수를 검사하고 절단시험 및 소선시험의 성적에 따라 합격 또는 불합격을 결정한다.

509. 표시

시험 및 검사에 합격한 와이어로프는 납으로 봉합하고 우리 선급의 합격인, 호별 및 시험번호를 각인한다.

제 6 절 섬유로프

601. 적용

1. **2절**의 규정에 의하여 장비하는 예인삭(tow line) 및 계류삭(mooring line)에 사용하는 마닐라로프 및 합성섬유로프(이하 **섬유로프**라고 한다)는 이 절의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 이 절에 규정하지 아니하는 원사 및 섬유로프에 대하여는 **101.**의 **3**항에 따른다.

602. 섬유로프의 종류

섬유로프의 종류는 **표 4.8.17**과 같이 분류한다.

표 4.8.17 섬유로프의 종류

섬유로프의 종류			원사(재료)
마닐라로프			마닐라마
합성섬유로프	비닐론 로프	1종 2종	비닐론
	폴리에틸렌 로프	1종 2종	폴리에틸렌
	폴리에스테르 로프		폴리에스테르
	폴리프로필렌 로프	1종 2종	폴리프로필렌
	나일론 로프		나일론

603. 제조법

합성섬유로프는 우리 선급이 승인한 제조자 및 승인된 방법으로 제조하여야 한다.

604. 재료

1. 마닐라 로프에 사용하는 재료는 유사 섬유를 포함하지 아니하는 순량한 마닐라삼으로 한다.
2. 합성섬유로프에 사용하는 원사는 다른 원사를 포함하지 아니하는 순량한 것으로 하고, 재생한 것이어서는 안 된다.

605. 섬유로프의 구성

1. 마닐라 로프는 3연을, 합성섬유로프는 3연 또는 8연을 표준으로 한다.
2. 3연의 섬유로프는 왼꼬임으로 하고 각각의 스트랜드는 오른꼬임을 표준으로 한다. 8연의 섬유로프는 왼꼬임 스트랜드 4 개 오른꼬임 스트랜드 4 개로 하고, 각각 2 개씩 취하여 상호간에 조합한 것을 표준으로 한다.
3. **섬유로프**를 구성하는 얀(yarn)의 수는 동일하게 하고, 얀의 굵기 및 꼬임방향은 전 길이를 통하여 균등하여야 한다.
4. **섬유로프**의 스트랜드의 리드(lead)는 3연의 로프는 지름의 3.2 배 이하로, 8연의 로프는 지름의 3.5 배 이하이어야 한다.

5. 나일론 로프는 꼬임을 안정되게 하고, 형이 흐트러짐을 방지하기 위하여 고주파 열처리 등의 적절한 열처리를 하여야 한다. 비닐론 로프 및 폴리프로필렌 로프는 필요에 따라 적절한 열처리를 할 수 있다.
6. 합성섬유로프는 우리 선급의 승인을 받아 염색 및 수지가공을 할 수 있다.
7. 마닐라 로프는 제조시에 필요량 이상의 기름을 함입시켜서는 아니 되며 사용유는 양질의 것이어야 한다.

606. 지름

섬유로프의 지름이란 **표 4.8.18**에서 정하는 절단시험 하중의 5 %의 하중을 가했을 때의 섬유로프의 외접원의 지름을 말하며 그 공차는 ±3 %로 한다.

607. 절단시험

섬유로프의 절단시험은 다음 각 호의 규정에 따른다.

(1) 시험편의 수는 섬유로프 1조에 대하여 1 개로 하고 한쪽 끝에서 채취한다. 다만, 동일 종류의 얀을 사용하고 동일 기계에 의하여 연속 제조된 섬유로프를 여러 조로 분할하는 경우에는 그 중에서 검사원이 임의로 선정한 1조에 대하여 시험을 하고 이것에 합격하였을 때에는 기타의 것에 대하여는 시험을 생략할 수 있다.
(2) 시험편의 길이는 로프 지름의 30 배 이상으로 하여야 한다. 다만, 1 m 을 넘을 필요는 없다.
(3) 폴리에틸렌 로프 및 폴리프로필렌 로프의 시험편은 미리 35 ± 2 °C의 온수 중에 30분 이상 담근 후에 절단시험을 하여야 한다. 기타의 섬유로프는 건조 상태에서 절단시험을 한다.
(4) 절단하였을 때의 하중은 **표 4.8.18**에 정하는 절단시험 하중 이상이어야 한다.

608. 검사

섬유로프는 1조마다 외관 및 치수를 검사하며 이상이 없는가를 확인하여 절단시험의 성적에 따라 합격 또는 불합격을 결정한다.

609. 표시

시험 및 검사에 합격한 섬유로프에는 연제봉함을 하고 우리 선급의 합격인 및 시험번호를 각인한다. 또한, 적절한 방법으로 로프의 지름, 질량, 품질, 길이, 제조번호 및 제조자명을 표시하여야 한다.

표 4.8.18 섬유로프의 절단시험 하중(단위 : kN)

로프의 지름 (mm)	마닐라[1] 로프	합성섬유로프							나일론[1]
		비닐론[1]		폴리에틸렌[2]		폴리에스테르[1]	폴리프로필렌[2]		
		1종	2종	1종	2종		1종	2종	
10	7.06	9.32	15.7	9.71	12.7	15.6	10.8	12.7	18.1
12	9.90	13.4	21.8	13.9	17.7	22.0	15.7	17.7	27.5
14	13.1	17.9	28.4	18.6	23.5	29.2	20.6	23.5	36.6
16	16.9	22.9	36.3	23.8	29.4	37.5	26.5	29.4	46.9
18	21.0	28.6	45.1	29.7	37.3	46.7	32.4	37.3	58.3
20	25.6	34.8	54.9	36.1	44.1	56.8	39.2	44.1	70.9
22	30.5	41.6	65.7	43.1	54.9	67.8	47.1	54.9	84.6
24	35.9	48.8	77.5	50.7	63.7	79.6	54.9	63.7	100
26	41.6	56.7	89.2	58.8	73.5	92.4	63.7	73.5	116
28	47.8	65.1	103	67.5	83.4	106	73.5	83.4	132
30	54.3	74.0	117	76.8	97.1	121	83.4	97.1	151
32	61.2	83.5	131	86.5	108	136	94.1	108	170
35	72.3	99.0	155	102	127	161	111	127	201
40	95.4	127	198	131	164	206	142	164	258
45	119	157	247	163	203	260	177	203	321
50	144	191	300	198	250	312	214	250	390
55	173	228	358	237	294	373	255	294	466
60	203	269	421	279	348	438	300	348	547
65	235	312	487	324	402	508	348	402	635
70	271	358	559	371	461	583	399	461	729
75	307	407	635	422	525	663	453	525	829
80	346	459	716	476	593	747	511	593	935
85	387	514	801	533	667	837	572	667	1050
90	431	571	895	592	735	931	635	735	1170
95	477	632	981	655	814	1030	702	814	1280
100	525	694	1080	721	897	1140	772	897	1410

(비고)

[1] 건조상태의 로프를 실내온도에서 인장할 경우의 절단시험하중.

[2] 35 ± 2 °C 의 온수 중에 30 분 이상 담근 후 꺼내어 즉시 젖은 상태의 로프를 실내온도에서 인장할 경우의 절단시험하중.

제 7 절 창구 타폴린

701. 적용

1. 2장의 규정에 의하여 장비하는 창구 타폴린(tarpaulin)은 이 절의 규정에 적합한 것 또는 이와 동등 이상인 것이어야 한다.
2. 합성섬유제품의 창구 타폴린의 시험 및 검사에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

702. 종별

창구 타폴린은 다음 2종으로 한다.

(1) 갑종 타폴린(기호 TA)

(2) 을종 타폴린(기호 TB)

703. 재료

타폴린용 천은 양질의 아마사 또는 면사로서 제조한 것이어야 한다.

704. 봉합방법

타폴린용 천을 봉합(縫合)하기 위하여 겹치는 방법, 봉사(縫絲) 및 봉합방법은 검사원이 적절하다고 인정하는 것이어야 한다.

705. 질량

타폴린용 천의 방수가공 전에 있어서의 질량은 1 m^2 에 대하여 갑종 타폴린은 650 g 이상, 을종 타폴린은 490 g 이상이어야 한다. 다만, 타르(tar) 이외의 방수제를 사용하는 경우에는 방수제의 성질에 따라 상기의 한도를 85 %까지 경감할 수 있다.

706. 인장시험

타폴린용 천의 방수가공 전의 인장강도는 너비가 30 mm, 길이 200 mm 의 시험편에 대하여 시험한 결과 경사 및 위사가 모두 갑종 타폴린에서는 80 kg 이상, 을종 타폴린에서는 60 kg 이상이어야 한다. 다만, 타르 이외의 방수제를 사용하는 경우에는 방수제의 성질에 따라 상기의 한도를 85 %까지 경감할 수 있다.

707. 방수가공

1. 타폴린의 방수제는 적절한 타르 유지 또는 화학제품이어야 한다.
2. 방수가공을 실시한 타폴린은 검사원이 적절하다고 인정하는 방수도 시험에 합격하여야 한다.
3. 타폴린에 바른 방수제는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 온도에서 접었을 때 방수제의 면이 달라붙거나 갈라지는 일이 있어서는 안 된다.

708. 표시

시험 및 검사에 합격한 창구 타폴린에는 우리 선급의 합격인, 제조자명, 종별 및 시험번호를 표시한다.

제 8 절 현창

801. 적용

4장의 규정에 의하여 장비하는 현창은 이 절에서 규정하는 것 또는 이와 동등 이상인 것이어야 한다.

802. 종별

현창은 다음의 3종으로 분류하고, 유리틀의 형식에 따라 고정식과 힌지식으로 나눈다. 또한, 창틀의 고정방법에 따라 볼트식 및 용접식으로 나눈다.

(1) A형 현창(기호 *RPA*)
(2) B형 현창(기호 *RPB*)
(3) C형 현창(기호 *RPC*)

803. 구조 및 치수

현창 주요부의 구조 및 치수는 다음 각 호에 따르며, 호칭지름 및 종별에 따라 **표 4.8.19** 내지 **표 4.8.21**에 정하는 것으로 하고 현창 개구부의 면적은 0.16 m^2 이하이어야 한다.

(1) 최대 허용압력
표준치수에 대한 최대 허용압력은 **표 4.8.19** 내지 **표 4.8.21**에 정하는 것으로 하여야 한다.

(2) 유리 끼우기(glazing)
(가) 내해수성 및 내자외선성을 가진 적절한 유리 고정재(glazing material)를 사용하여야 한다.
(나) 유리 설치(mounting)
유리를 끼워 넣는 경우, 힌지식 현창의 유리틀(glass holder) 중심 또는 고정식 현창의 창틀(main frame) 중심에 유리를 위치하도록 하여 전체적으로 같은 간격이 되도록 하여야 한다.

(3) 잠금장치(fasteners)
(가) A형, B형 및 C형 현창의 유리틀 및 속덮개의 잠금장치는 폐쇄장치와 원형의 힌지로 구성되며, 그 최소수는 **표 4.8.19** 내지 **표 4.8.21**의 요건에 따른다.
(나) 잠금장치의 수 및 구조는 **805.**의 강도시험 및 수밀시험 요건에 만족하는 것이어야 한다.
(다) 유리틀 및 속덮개의 힌지홀이 타원형일 경우, 그 힌지는 잠금장치로 간주하지 않는다.

(4) 유리틀 및 속덮개용 개스킷
(가) 유리틀 및 창틀, 속덮개 및 유리틀 간의 수밀성을 확보하기 위해 ISO3902에 적합한 A형 및 B형 개스킷이 사용되어야 한다.
(나) 개스킷은 적당한 접착제를 사용하여 홈(groove)에 고착되어야 한다.

표 4.8.19 A형 현창

현창 주요부의 명칭 및 항목		현창의 호칭지름(mm)				
		200	250	300	350	400
최대 허용압력(kPa)		328	302	328	241	297
유리 두께(mm)		10	12	15	15	19
젖빛유리(obscured glass) 두께(mm)*		15	19	-	-	-
최소 잠금장치 수	유리틀	2	3	3	3	3
	속덮개	2	2	3	3	3

표 4.8.20 B형 현창

현창 주요부의 명칭 및 항목		현창의 호칭지름(mm)					
		200	250	300	350	400	450
최대 허용압력(kPa)		210	134	146	154	118	146
유리 두께(mm)		8	8	10	12	12	15
젖빛유리(obscured glass) 두께(mm)*		12	12	15	19	19	-
최소 잠금장치 수	유리틀	2	3	3	3	3	4
	속덮개	2	2	3	3	3	3

표 4.8.21 C형 현창

현창 주요부의 명칭 및 항목		현창의 호칭지름(mm)					
		200	250	300	350	400	450
최대 허용압력(kPa)		118	75	93	68	82	65
유리 두께(mm)		6	6	8	8	10	10
젖빛유리(obscured glass) 두께(mm)*		10	10	12	12	15	15
최소 잠금장치 수	유리틀	2	2	3	3	3	3

* 젖빛 표면이 안쪽으로 향하는 경우

804. 재료

1. **현창의 주요부품**

현창의 주요부품(창틀, 유리틀, 고정 링, 속덮개)은 현창의 종류에 따라 **표 4.8.22**에 정하는 재료를 사용하여야 하며, 이들 재료는 다음의 성질을 갖는 것이어야 한다.

(1) 내식성

(2) **표 4.8.23**에 주어진 기계적 성질

각 용탕마다 1개의 인장시험편을 채취하며, 동일 용탕으로 제조되는 주조품의 수가 50개를 초과하는 경우에는 50개 또는 그 단수마다 추가로 인장시험편을 채취한다.

2. **폐쇄 장치**

폐쇄장치의 스윙볼트, 핀 및 너트와 유리틀의 힌지핀은 다음에 정하는 성질을 갖는 것 이어야 한다. 알루미늄 합금재 현창의 경우, 폐쇄장치의 스윙볼트 및 유리틀의 힌지핀은 내식성 강재, 스테인리스 강재 또는 현창 볼트 및 핀에 부식을 발생시키지 않는 합금강재로 제조하여야 한다.

(1) 내식성

(2) **표 4.8.24**에 주어진 기계적 성질

각 용탕마다 1개의 인장시험편을 채취하며, 동일 용탕으로 제조되는 주조품의 수가 50개를 초과하는 경우에는 50개 또는 그 단수마다 추가로 인장시험편을 채취한다.

3. **유리**

현창의 유리는 ISO21005에 적합한 강화유리 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합하여야 한다. 또한, 내화성용 유리는 ISO5797에 적합한 유리 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합하여야 한다.

4. 강재 또는 철재를 사용하였을 때에는 아연도금을 하여야 한다.

표 4.8.22 재료

<table>
<tr><th rowspan="2">현창의 종별</th><th rowspan="2">고정방법</th><th colspan="3">재료</th></tr>
<tr><th>창틀</th><th>유리틀 및/또는 고정링</th><th>속덮개</th></tr>
<tr><td rowspan="3">A</td><td>볼트식</td><td colspan="2">동합금(1)</td><td>철 또는 강(2)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">용접식</td><td>연강</td><td>동합금</td><td>철 또는 강(2)</td></tr>
<tr><td colspan="3">연강</td></tr>
<tr><td rowspan="7">B</td><td rowspan="2">볼트식</td><td colspan="2">동합금(1)</td><td>철 또는 강(2)</td></tr>
<tr><td colspan="3">알루미늄 합금(3)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">용접식</td><td>연강</td><td>동합금</td><td>철 또는 강(2)</td></tr>
<tr><td colspan="3">연강</td></tr>
<tr><td colspan="3">알루미늄 합금</td></tr>
<tr><td>알루미늄 합금(4)</td><td colspan="2">알루미늄 합금(3)</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td rowspan="7">C</td><td rowspan="6">볼트식</td><td colspan="2">동합금(1)</td><td rowspan="6">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">알루미늄합금(3)</td></tr>
<tr><td>연강</td><td>동합금</td></tr>
<tr><td colspan="2">연강</td></tr>
<tr><td colspan="2">알루미늄 합금</td></tr>
<tr><td>용접식</td><td>알루미늄 합금(4)</td><td>알루미늄 합금(3)</td></tr>
</table>

(비고)
(1) 황동(주물 혹은 주조재) 또는 청동을 사용할 수 있다.
(2) 철(구상흑연주철) 또는 강(연강 혹은 주강)을 사용할 수 있다.
(3) 주강 또는 전신재(wrought)를 사용할 수 있다.
(4) 판재 또는 압출형재를 사용할 수 있다.

표 4.8.23 주요부품의 인장강도 및 연신율

현창의 종별	최소 인장강도(N/mm^2)	최소 연신율(%)
A	300	15
B	180	10
C	140	3

표 4.8.24 폐쇄장치의 인장강도 및 연신율

현창의 종별	스윙볼트 및 핀, 힌지핀		너트	
	최소인장강도(N/mm^2)	최소 연신율(%)	최소인장강도(N/mm^2)	최소 연신율(%)
A	350	20	250	14
B	350	15	250	14
C	250	14	180	8

805. 시험

1. 수밀 시험

현창은 유리를 부착하고 속덮개를 개방한 상태 및 유리를 부착하지 않고 속덮개를 닫은 상태에 대하여 표 4.8.25에 주어진 수압으로 수밀시험을 행한다. 이 시험은 배치(batch)시험(출하배치의 10 %, 적어도 2개 이상의 현창)의 방법으로 실시하여야 한다.

2. 기계적 강도시험

(1) 유리를 부착하지 않고 속덮개를 닫은 상태에서 각 설계형식마다 표 4.8.26에 주어진 시험압력으로 펀치(punch)시험법에 따라 기계적 강도시험을 하여야 한다. 이 시험에는 ISO614를 지침으로서 사용한다.

(2) 펀치는 속덮개의 해수에 직접 접하는 측면에 위치하여야 한다. 속덮개의 구조상 필요한 경우, 직경 100 mm, 두께 10 mm 판을 펀치와 속덮개 사이에 둘 수 있다.

(3) 표 4.8.26의 압력으로 시험을 한 뒤의 영구변형은 현창의 표준 크기의 1 %를 초과하지 않아야 한다.

3. 내화 시험

내화용의 현창은 ISO5797에 따라 내화성 형식승인을 받아야 한다.

표 4.8.25 수밀시험 압력

현창의 종별	시험 압력(kPa)	
	유리붙이, 속덮개 개방	유리 없이 속덮개 폐쇄
A	150	100
B	75	50
C	35	-

표 4.8.26 기계적 강도시험 압력

현창의 종별	시험 압력(kPa)
A	240
B	120

806. 시험의 생략

우리 선급이 인정하는 증서 등을 소지하고 있는 경우에는 804.의 인장시험 및 805.의 3항에 규정하는 내화시험을 생략할 수가 있다.

807. 표시

시험 및 검사에 합격한 현창에는 창틀의 적절한 위치에 우리 선급의 합격인, 종별 및 시험번호를 각인한다.

제 9 절 각창

901. 적용

4장의 규정에 의하여 장비하는 각창은 이 절에서 규정하는 것 또는 이와 동등 이상인 것이어야 한다.

902. 종별

각창은 다음의 2종으로 분류하고, 유리틀의 형식에 따라 고정식과 힌지식으로 나눈다. 또한 창틀의 고정방법에 따라 볼트식 및 용접식으로 나눈다.

(1) E형 각창(기호 *RPE*) (표 4.8.27 참조)

(2) F형 각창(기호 *RPF*) (표 4.8.28 참조)

표 4.8.27 E형 각창

항목	호칭 치수, 폭(mm) × 높이(mm)							
	300×425	355×500	400×560	450×630	500×710	560×800	900×630	1000×710
최대 허용압력(kPa)	99	71	80	63	80	64	81	64
유리두께(mm)	10	10	12	12	15	15	19	19
젖빛유리(obscured glass) 두께(mm)*	15	15	19	19	-	-	-	-
최소 잠금장치 수	4	4	4	4	6	6	6	8

표 4.8.28 F형 각창

항목	호칭 치수, 폭(mm) × 높이(mm)								
	300×425	355×500	400×560	450×630	500×710	560×800	900×630	1000×710	1100×800
최대허용압력(kPa)	63	45	36	28	36	28	32	25	31
유리두께(mm)	8	8	8	8	10	10	12	12	15
젖빛유리(obscured glass) 두께(mm)*	12	12	12	12	15	15	19	19	-
최소 잠금장치 수	4	4	4	4	6	6	6	8	8

* 젖빛 표면이 안쪽으로 향하는 경우

903. 구조 및 치수

각창 주요부의 구조 및 치수는 다음의 각 호에 따르며, 호칭치수 및 종별에 따라 표 4.8.27과 표 4.8.28에 정하는 것으로 한다.

(1) 최대허용압력

표준치수에 대한 각창의 최대허용압력은 표 4.8.27 및 표 4.8.28에 정하는 것으로 하여야 한다. 변형된 치수의 각창에 대한 최대허용압력(p)은 다음 식을 적용한다.

$$p = \frac{40000t^2}{\beta b^2} \quad \text{(kPa)}$$

t : 유리 두께 (mm)

β : 그림 4.8.10의 계수

b : 각창의 단변 길이 (mm)

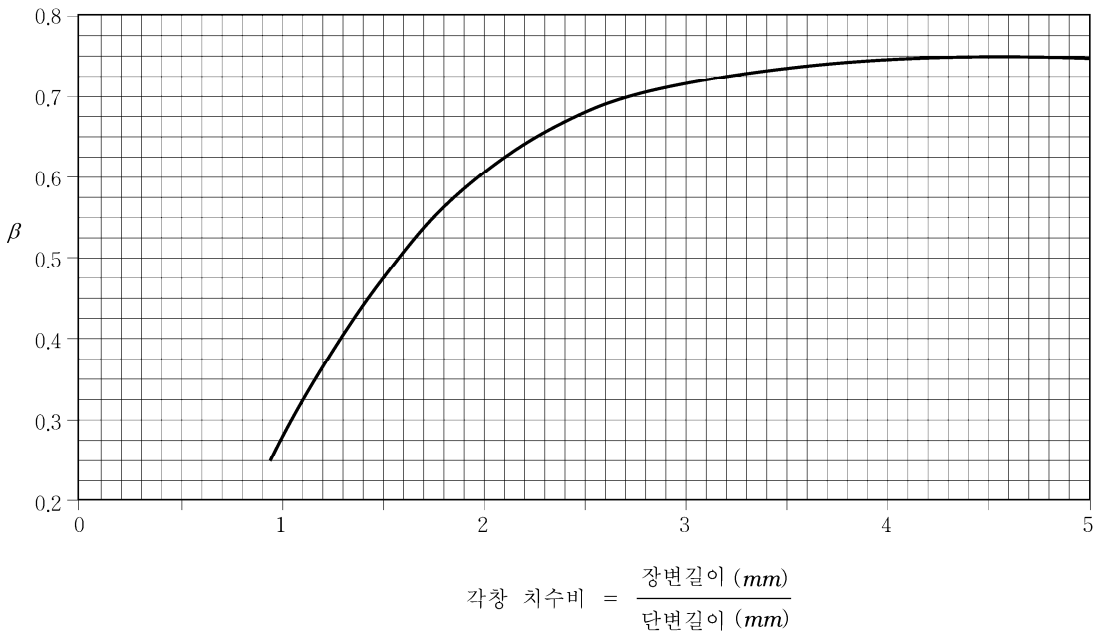


그림 4.8.10 각창 치수비에 따른 계수 β 결정곡선

(2) 유리 끼우기(glazing)

(가) 내해수성 및 내자외선성을 가진 적절한 유리 고정재(glazing material)를 사용하여야 한다.

(나) 유리 설치(mounting)

유리를 끼우는 경우 힌지식 각창의 유리틀 중심 또는 고정식 각창의 창틀 중심에 유리를 위치하도록 하여 전체적으로 같은 간격이 되도록 하여야 한다.

(3) 잠금장치(fasteners)

(가) E형 및 F형 각창의 유리틀 및 속덮개의 잠금장치는 폐쇄장치 및 원형의 힌지로 구성되며, 그 최소수는 **표 4.8.27** 및 **표 4.8.28**의 요건에 따른다.

(나) 잠금장치 수 및 구조는 **905.**의 강도시험 및 수밀시험 요건에 만족하는 것이어야 한다.

(다) 유리틀 및 속덮개의 힌지홀이 타원형일 경우, 그 힌지는 잠금장치로 간주하지 않는다.

(4) 유리틀 및 유리 누르개의 개스킷

(가) 창틀 및 유리틀의 수밀성을 확보하기 위하여 ISO3902에 따른 A, B 및 C형의 개스킷을 사용하여야 한다.

(나)개스킷은 적절한 접착제로 홈(groove)에 고정하여야 한다.

(5) 고정장치

모든 횡방향 개방 각창에는 후크(hook)와 같은 부착된 고정장치를 설치하여야 한다.

(6) 접합강화유리(laminated toughened safety glass)의 두께는 다음 식에 따른다. *(2020)*

$$t_l = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} t_i^3}{t_{\max}}} \geq t_t$$

t_l : 접합강화유리의 동등두께 (mm)

t_t : (1)호에 따른 강화유리의 두께 (mm)

n : 접합되는 유리의 개수

t_i : 각각의 접합되는 유리의 두께 (mm)

$t_{\max}$: 접합되는 유리중에서 가장 두꺼운 두께 (mm)

다만, 접합되는 각각의 유리두께는 최소한 4 mm 이상이어야 한다.

904. 재료

1. 창틀, 유리틀 및 유리 누르개

각창의 주요부품(창틀, 유리틀 및 유리 누르개)은 **표 4.8.29** 에서 정하는 재료를 사용하여야 하며, 이들 재료는 다음에 정하는 성질을 갖는 것이어야 한다.

(1) 내식성

(2) **표 4.8.30**에 주어진 기계적 성질(각 용탕마다 1 개의 인장시험편을 채취한다. 다만, 1개의 용탕으로 제조되는 주조품의 수가 50 개를 초과하는 경우 50 개 또는 그 단수마다 추가로 인장시험편을 채취한다)

2. 폐쇄장치 및 힌지 핀

폐쇄장치의 볼트, 핀 및 너트와 유리틀의 힌지핀은 다음에 정하는 성질을 갖는 것이어야 한다.

알루미늄 합금재 각창의 경우, 폐쇄장치의 볼트(나사조임식 볼트 또는 스윙볼트) 및 유리틀의 힌지핀은 내식성 강재, 스텐인리스 강재 또는 각창 볼트 및 핀에 부식을 발생시키지 않는 합금강재로 제조하여야 한다.

(1) 내식성

(2) 다른 부품의 내식성에 영향을 미치지 않을 것

(3) **표 4.8.31**에 주어진 최소 기계적 성질(각 용탕마다 1 개의 인장시험편을 채취한다. 다만, 1 개의 용탕으로 제조되는 주조품의 수가 50 개를 초과하는 경우에는 50 개 또는 그 단수마다 추가로 인장시험편을 채취한다. 알루미늄 합금재의 압출형재의 경우, 동일 용탕 및 열처리에 속하고, 동일 치수인 것을 1로트로 하고, 각 로트마다 1 개의 인장시험편을 채취한다. 다만, 1 로트에서 제조되는 압출형재의 수가 50 개를 초과하는 경우 50 개 또는 그 단수마다 추가로 인장시험편을 채취한다.)

표 4.8.29 재료

<table>
<tr><th rowspan="2">형식</th><th rowspan="2">고정방법</th><th colspan="3">재료</th></tr>
<tr><th>창틀</th><th>유리틀</th><th>유리 누르개</th></tr>
<tr><td rowspan="8">힌지식</td><td rowspan="2">볼트식</td><td colspan="3">황동(1)</td></tr>
<tr><td colspan="3">알루미늄 합금(1)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">용접식</td><td>연강</td><td colspan="2">황동(1)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연강</td><td>황동(1)</td></tr>
<tr><td colspan="3">연강</td></tr>
<tr><td>연강</td><td colspan="2">알루미늄 합금(1)</td></tr>
<tr><td>알루미늄 합금(전신재(wrought) 또는 압출형재)</td><td colspan="2">알루미늄 합금(1)</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td rowspan="7">고정식</td><td rowspan="2">볼트식</td><td>황동(1)</td><td>-</td><td>황동(1)</td></tr>
<tr><td>알루미늄 합금(1)</td><td>-</td><td>알루미늄 합금(1)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">용접식</td><td>연강</td><td>-</td><td>황동(1)</td></tr>
<tr><td>연강</td><td>-</td><td>연강</td></tr>
<tr><td>연강</td><td>-</td><td>알루미늄 합금(1)</td></tr>
<tr><td>알루미늄 합금(전신재(wrought) 또는 압출형재)</td><td>-</td><td>알루미늄 합금(1)</td></tr>
<tr><td colspan="5">(비고)
(1) 주강 또는 전신재(wrought)를 사용할 수 있다.</td></tr>
</table>

표 4.8.30 주요부품의 인장강도 및 연신율

각창	최소 인장강도 (N/mm^2)	최소 연신율 (%)
E 형	180	10
F 형	140	3

표 4.8.31 폐쇄장치의 인장강도 및 연신율

각창	스윙볼트 및 핀, 힌지 핀		너트	
	최소 인장강도 (N/mm^2)	최소 연신율 (%)	최소 인장강도 (N/mm^2)	최소 연신율 (%)
E 형	350	15	250	14
F 형	250	14	180	8

3. **유리**
각창의 유리는 ISO21005에 적합한 강화유리 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합하여야 한다. 또한, 내화용 유리 및 전열유리에 대해서는 각각 ISO5797, ISO3434에 적합한 유리 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합하여야 한다.
4. 강재 또는 철재를 사용 하였을 때에는 아연도금을 하여야 한다.

905. 시험

1. **수밀 시험**
각창은 25 kPa 이상의 수압으로 수밀시험을 하여야 한다. 이 시험은 배치(batch)시험(출하 배치의 10%, 적어도 1개 이상의 각창)의 방법으로 시행하여야 한다.
2. **기계적 강도 시험**
각창은 설계형식마다 **표 4.8.32**에 주어진 시험압력과 동등한 하중을 가하는 적절한 방법으로 기계적 강도시험을 하여야 한다.

표 4.8.32 기계적 강도시험 압력

각창의 종별	시험 압력(kPa)
E	75
F	35

3. **내화 시험**
내화용 각창은 ISO5797을 근거로 내화성 형식승인을 받아야 한다.
4. **전열유리 각창의 시험**
열선 등이 들어있는 전열유리 각창은 ISO3434의 6절을 근거로 전기적 시험을 시행하여야 한다.

906. 시험의 생략 【지침 참조】

우리 선급이 적절하다고 인정하는 증서 등을 소지하고 있는 경우는 **904.**의 인장시험 및 **905.**의 **3**항에 규정하는 내화시험을 생략할 수가 있다.

907. 표시

시험 및 검사에 합격한 각창에는 각창의 적절한 위치에 우리 선급의 합격인, 종별 및 시험번호를 각인한다. ⚓

제 9 장 선수갑판 작은 창구, 설비 및 의장품의 강도 및 잠금장치

제 1 절 적용 및 시행

101. 적용

1. **2004년 1월 1일** 이후 건조 계약된 길이 80 m 이상인 모든 종류의 선박으로써 선수부 0.25 L 내의 노출갑판 상의 작은 창구, 설비 및 의장품이 설치된 노출갑판의 높이가 하기만재흘수선으로부터 0.1 L 또는 22 m 중, 작은 값 미만인 경우에 대하여 적용한다.
2. **2004년 1월 1일** 전에 건조 계약된 선박으로서 선수격벽의 전방 구역과 그 후방으로 연장된 구역으로 통하는 노출갑판상의 작은 창구, 공기관, 통풍관 및 잠금장치에 대하여 적용하며, 해당되는 선박은 다음과 같다 : 길이 100 m 이상의 산적화물선, 광석운반선, 겸용선(ESP 적용선) 및 일반건화물선(컨테이너선, 차량운반선, 로로선 및 우드칩운반선은 제외).

102. 시행

이 장의 시행과 관련한 상세 규정은 **1편 2장 17절 1701.**에 따른다.

제 2 절 선수부 노출갑판상 작은 창구의 강도 및 잠금장치

201. 일반사항

1. 선수부 노출갑판상의 작은 창구의 강도 및 잠금장치는 이 규정에 적합하여야 한다.
2. 이 규정에서 작은 창구라 함은 갑판하부 구역에 출입하기 위하여 설계된 창구로서 풍우밀 또는 수밀인 것을 말한다. 이들 개구는 일반적으로 2.5 m^2 이하를 말한다.
3. 비상 탈출용으로 설계된 창구는 이 규정의 **203.**의 1항 (1), (2) 및 **204.**의 3항과 **205.**을 제외하고 이 규정에 적합하여야 한다. **【지침 참조】**

202. 강도 요건

1. 사각형 작은 강재창구덮개에 대한 판의 두께, 보강재 배치 및 구조부재치수는 **표 4.9.1** 및 **그림 4.9.1**에 따른다. 보강재는 **204.**의 1항의 규정에 의한 금속간 접촉점에 맞추어 배치하여야 한다.(**그림 4.9.1** 참조)
   일차 보강재는 연속성이 있어야 하며 모든 보강재는 내부 끝단 보강재에 용접하여야 한다.(**그림 4.9.2** 참조)
2. 창구 코밍의 상단은 수평 보강재에 의하여 적절히 보강되어야 하며, 통상 코밍의 상단으로부터 170 mm 에서 190 mm 이하인 위치에 보강재를 설치한다.
3. 원형 또는 유사한 형상의 작은 창구덮개에 대한 두께 및 보강은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
4. 강재 이외의 재료로 만들어진 작은 창구덮개에 대한 구조치수는 강재와 동등한 강도를 갖도록 하여야 한다.

203. 1차 잠금장치

1. 이 규정의 적용을 받는 선수노출갑판 상에 위치한 작은 창구는 창구덮개가 아래 방법 중 하나에 의하여 적절하게 잠금이 되어야 하고 풍우밀이 되도록 하는 1차 잠금장치가 부착하여야 한다.
   (1) 포크(클램프) 위에서 조여 주는 나비너트
   (2) 순간작동클리트
   (3) 중앙식 잠금장치
2. 쐐기(wedge)를 갖는 조임 핸들(dog, 돌려서 조여주는 핸들)은 인정되지 아니한다.

204. 1차 잠금장치의 요건

1. 창구덮개에는 탄성재료의 개스킷이 설치되어야 한다. 이것은 설계된 압축력에서 금속간 접촉이 허용되어야 하며, 잠금장치가 느슨해지거나 벗겨지는 원인이 되는 그린파랑하중에 의한 개스킷의 과도한 압축을 방지하여야 한다. 금속간 접촉은 각각의 잠금장치에 가깝게 설치하여야 하며,(**그림 4.9.1** 참조) 지지력(bearing force)을 견디기에 충분하여야 한다.
2. 1차 잠금장치는 도구를 사용하지 않고 한 사람에 의해 설계압축압력을 얻을 수 있도록 설계 및 제작되어야 한다.
3. 너비너트를 사용한 1차 잠금장치에 있어서 포크(클램프)는 견고하게 설계되어야 한다. 클램프는 끝부분을 올려서 클램프를 상방으로 구부리거나 혹은 유사한 방법으로 사용 중에 너비너트 이탈 위험성을 최소화하도록 설계되어야 한다. 보강하지 아니한 강재 포크의 판 두께는 16 mm 이상이어야 한다. (**그림 4.9.2** 참조)
4. 최전방 화물창구 앞쪽의 노출갑판에 위치한 작은 창구덮개의 힌지는, 그린(green)파랑의 주방향으로 설치함으로써 덮개가 닫히도록 하여야 하며, 이는 힌지가 보통 앞쪽 끝단에 위치하여야 함을 뜻한다.
5. 주화물창구와 주화물창구 사이, 예를 들어 1번과 2번 창구사이에 위치한 작은 창구의 힌지는 횡파 또는 선수 사파(bow quartering)상태에서 그린파랑으로부터 보호될 수 있도록 앞 끝 또는 바깥쪽에 두어야 한다.

205. 2차 잠금장치

선수갑판의 작은 창구는 슬라이딩볼트, 이완부착품의 고리 또는 걸쇠(hasp)와 같은 독립된 2차 잠금장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 1차 잠금장치가 느슨해지거나 또는 이탈되는 경우에도 창구덮개를 제자리에 고정할 수 있어야 한다. 이들은 창구덮개 힌지와 반대 방향으로 설치하여야 한다.

표 4.9.1 선수갑판상 소형강재창구 덮개의 치수

호칭 크기(mm x mm)	덮개판 두께(mm)	1차 보강재	2차 보강재
		평강(mm x mm) ; 수	
630 × 630	8	-	-
630 × 830	8	100 × 8 ; 1	-
830 × 630	8	100 × 8 ; 1	-
830 × 830	8	100 × 10 ; 1	-
1030 × 1030	8	120 × 12 ; 1	80 × 8 ; 2
1330 × 1330	8	150 × 12 ; 2	100 × 10 ; 2

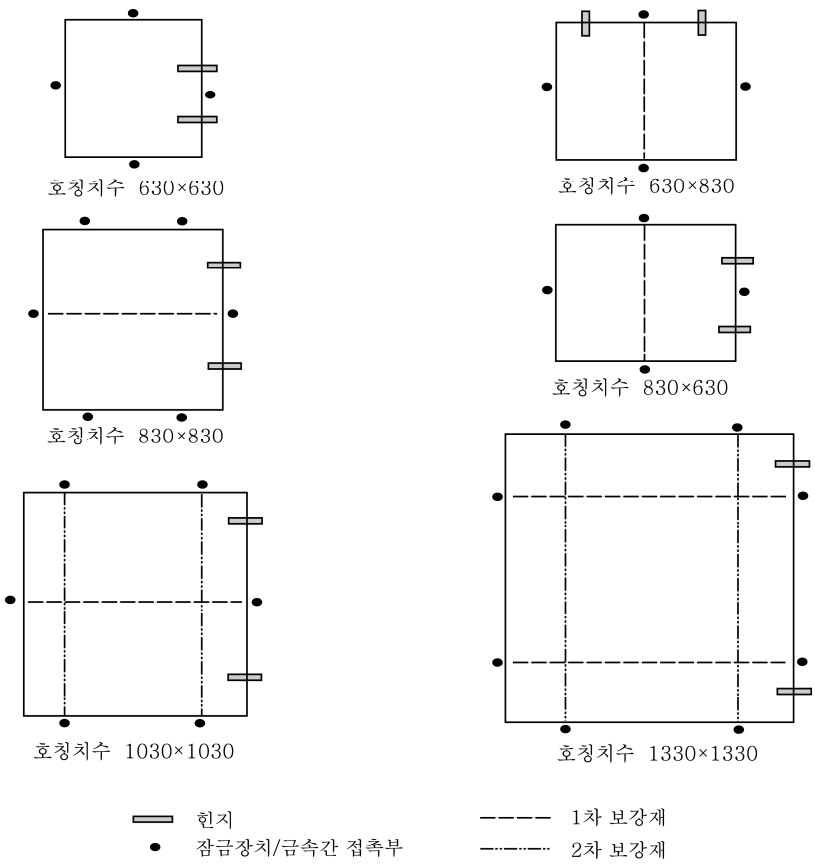
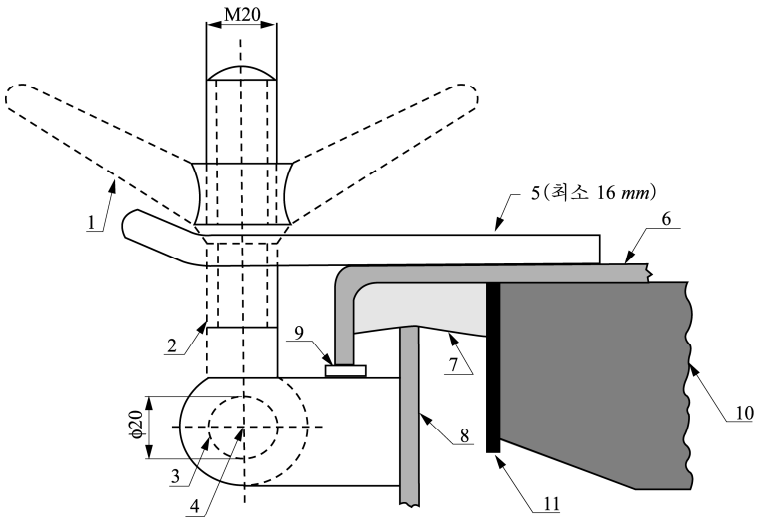


그림 4.9.1 보강재의 배치



1 : 나비 너트
2 : 볼트
3 : 핀
4 : 핀의중심
5 : 포크(클램프)판
6 : 창구덮개
7 : 개스킷
8 : 해치코밍
9 : 금속간 접촉부를 위한 토글볼트의 브래킷에 용접된 베어링 판
10: 보강재
11: 내부끝 보강재

(비고:단위 mm)

그림 4.9.2 1차 잠금장치의 예

제 3 절 선수갑판의 설비 및 의장품에 대한 강도 요건

301. 일반사항

1. 이 규정은 아래의 항목들에 대하여 그린파랑하중을 견디기 위한 강도요건이다.
 - 공기관, 통풍통 및 폐쇄장치, 윈들러스의 고박
2. 윈들러스에 대한 요건은 **5편 8장**의 요건에 추가되는 요건이다.
3. 무어링윈치가 앵커윈들러스와 일체형이라면 윈들러스의 일부분으로 고려되어야 한다.

302. 적용 하중

1. 공기관, 통풍통 및 폐쇄장치
 (1) 공기관, 통풍통 및 폐쇄장치에 작용하는 압력(p)은 다음 식에 의한다.

$$p = 0.5\rho V^2 C_d C_s C_p \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ = 해수의 밀도(1.025 t/m^3)
V = 선수부 갑판에 넘치는 물의 속도
= 13.5m/sec, $d \le 0.5d_1$의 경우
= $13.5\sqrt{2(1-\frac{d}{d_1})}$ (m/sec), $0.5d_1 < d < d_1$의 경우
d = 하기만재수선에서 노출갑판까지의 거리
d_1 = 0.1L 또는 22m 중에서 작은 값
C_d = 형상계수
0.5 : 파이프
1.3 : 일반적인 공기관 또는 통풍통헤드
0.8 : 수직방향으로 축을 갖는 공기관 또는 원통형 통풍통헤드
C_s = 슬래밍 계수로서 3.2
C_p = 보호계수
0.7 : 물결막이 또는 선수루 바로 뒤에 위치한 파이프 및 통풍통헤드
1.0 : 불워크 바로 뒤 및 기타 장소

 (2) 파이프 및 폐쇄장치의 수평방향으로 작용하는 힘은 각각에 대한 최대투영면적을 사용하여 (1)에 따라 계산한다.

2. **윈들러스**
 (1) 다음과 같은 압력을 적용한다.(**그림 4.9.3** 참조)
 - 윈들러스 축에 수직이고 선수수선으로부터 떨어진 경우 투영면적에 대하여 : 200 (kN/m^2)
 - 윈들러스 축에 평행이고 안쪽 및 바깥쪽에 각각 작용하는 경우 투영면적에 f를 곱한 것에 대하여 : 150 (kN/m^2).

$f = 1 + B/H$, 최대 2.5
B = 윈들러스 축에 평행하게 측정한 윈들러스의 폭
H = 윈들러스의 전체 높이

 (2) 윈들러스를 갑판에 고박하기 위한 볼트, 쵸크 및 스토퍼에 작용하는 하중이 계산되어야 한다. 윈들러스는 각각 1개 이상의 볼트가 포함된 N개의 볼트 그룹에 의해 지지된다.(**그림 4.9.4** 참조)
 (3) 볼트그룹 i에 대한 축력 R_i는 다음과 같이 계산할 수 있다.(인장의 경우를 양(+)으로 한다.)

$$R_{xi} = \frac{P_x h x_i A_i}{I_x}, \quad R_{yi} = \frac{P_y h y_i A_i}{I_y}, \quad R_i = R_{xi} + R_{yi} - R_{si}$$

P_x = 윈들러스 축과 수직방향으로 작용하는 힘(kN)
P_y = 윈들러스 축에 평행한 방향으로 작용하는 힘(kN). 볼트그룹 i의 안쪽 또는 바깥쪽의 힘 중 큰 것으로 한다.
h = 윈들러스 받침대로부터 윈들러스 축까지의 높이(cm)

x_i, y_i = 전체 N개의 볼트그룹 중앙으로부터 볼트그룹 i의 x, y 좌표(cm). 적용되는 힘의 반대 방향을 양(+)으로 한다.

A_i = 볼트그룹 i에 있어서의 모든 볼트의 단면적.(cm2)

I_x = $\Sigma A_i x_i^2$ (N개의 볼트그룹에 대하여)

I_y = $\Sigma A_i y_i^2$ (N개의 볼트그룹에 대하여)

R_{si} = 윈들러스 무게에 의한 볼트그룹 i에서의 정적 반력

(4) 볼트그룹 i에 작용하는 전단력 F_{xi}, F_{yi}와 합성력 F_i는 다음과 같이 계산한다.

$$F_{xi} = \frac{P_x - \alpha g M}{N}, \quad F_{yi} = \frac{P_y - \alpha g M}{N}, \quad F_i = \sqrt{F_{xi}^2 + F_{yi}^2}$$

α = 마찰계수, 0.5

M = 윈들러스 질량(ton)

g = 중력가속도, 9.81 (m/s^2)

N = 볼트그룹의 수

(5) 상기 (3) 및 (4)은 지지구조물의 설계 시에도 고려하여야 한다.

303. 강도 요건

1. 공기관, 통풍통 및 폐쇄장치

(1) 다음은 **규칙 제5편 6장 2절**의 요건에 대한 추가규정이다. 다만, 이 규정에 적용받는 모든 현존선의 공기관의 폐쇄장치는 **제5편 6장 2절**에 맞도록 향상시킬 필요는 없다.

(2) 공기관 및 통풍통에 대한 굽힘모멘트 및 응력은 관통부, 용접 또는 플랜지 이음부 및 지지브래킷의 단부와 같은 중요한 위치에서 계산하여야 한다. 순두께를 고려한 단면에서의 굽힘응력은 0.8 σ_y 이하이어야 한다. 부식방지와 상관없이 부식추가 2.0 mm을 적용하여야 한다.

σ_y : 강재의 항복응력(또는 0.2 % 내력)

(3) 헤드에 의해 폐쇄되는 높이 760 mm의 표준 공기관에 대한 헤드의 투영면적에 따른 관두께 및 브래킷 높이는 **표 4.9.2**에 의한다. 브래킷이 필요한 경우 3개 이상의 방사형 브래킷을 설치하여야 한다. 브래킷은 두께 8 mm 이상, 최소 길이 100 mm로 하여야 하며 높이는 **표 4.9.2**에 의한다. 다만, 헤드 보강을 위한 접합플랜지를 넘을 필요는 없다. 또한 갑판상의 브래킷 단부는 적절히 보강되어야 한다.

(4) 다른 형태의 경우에는 **302.**의 하중을 적용하고 상기 (2)의 요건에 적합한 지지방법을 결정하여야 한다. 브래킷을 설치하는 경우 높이에 따른 적절한 두께와 길이를 가져야 한다. 파이프 두께는 **제5편 6장 102.**에서 규정하는 값 이하이어서는 안 된다.

(5) 헤드에 의해 폐쇄되는 높이 900 mm의 표준 통풍통에 대한 헤드의 투영면적에 따른 관(pipe) 두께 및 브래킷 높이는 **표 4.9.3**에 의한다. 브래킷에 대한 요건은 상기 (3)에 따른다.

(6) 높이가 900 mm를 넘는 통풍통에 대한 브래킷 또는 유사 보강은 관련도면을 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 파이프 두께는 **제5편 6장 102.**에서 규정하는 값 이상이어야 한다.

(7) 공기관 또는 통풍통의 모든 구성품 및 결합부는 **302.**의 1항의 하중을 견딜 수 있어야 한다.

(8) 회전식 버섯형 통풍통 헤드는 선수 0.25L 전방에 설치하여서는 안 된다.

2. 윈들러스 받침대

(1) 각 볼트그룹 i의 개별 볼트에 걸리는 축인장 응력을 구해야 한다. 수평력 F_{xi} 및 F_{yi}는 전단 쵸크에 의하여 통상 지탱되어야 한다. 취부된 볼트가 한방향 또는 양방향에서 전단력을 지지하도록 설계된 경우에는 개개의 볼트에 대한 미제스 등가응력을 계산하고 내력을 가지고 검토하여야 한다. 접착을 위하여 수지를 사용할 경우, 계산 시에 이를 반영할 수 있다. 볼트 강도에 대한 안전율은 2 이상이어야 한다.

(2) 윈들러스를 지지하는 지지대, 선체구조 및 **302.**의 2항의 고박 볼트는 관련 규정에 적합하여야 한다.

3. 체인스토퍼

(1) 체인스토퍼는 일반적으로 선박이 묘박하고 있을 때 체인에 의한 윈들러스에 작용하는 인장력을 감소시키기 위하여 윈들러스와 호스파이프 사이에 설치한다. 체인스토퍼는 체인 절단하중의 80 %에 해당하는 하중에 대하여 영구변형을 일으키지 않고 견디어야 한다.

(2) 체인스토퍼는 국가규격, 공인된 국제규격 또는 이와 동등하다고 인정하는 규격을 적용할 수 있다. ⚓

표 4.9.2 760 mm 표준 공기관 두께와 브래킷 표준

호칭 관 지름(mm)	최소 두께(mm)	헤드의 최대투영면적(cm^2)	브래킷의 높이[1](mm)
40A[3]	6.0	-	520
50A[3]	6.0	-	520
65A	6.0	-	480
80A	6.3	-	460
100A	7.0	-	380
125A	7.8	-	300
150A	8.5	-	300
175A	8.5	-	300
200A	8.5[2]	1900	300[2]
250A	8.5[2]	2500	300[2]
300A	8.5[2]	3200	300[2]
350A	8.5[2]	3800	300[2]
400A	8.5[2]	4500	300[2]

(비고)
[1] 브래킷은 헤드에 대한 연결 플랜지를 넘어서까지 연장할 필요는 없다.(303. 1항 (3) 참조)
[2] 취부된 공기관의 두께가 10.5 mm 이하이거나 표에 의한 투영헤드면적이 초과되는 경우, 브래킷이 요구된다.
[3] "신선"에는 사용할 수 없다. (규칙 5편 6장 참조)
기타 공기관의 높이에 대하여는 303.의 1항의 관련요건을 적용하여야 한다.

표 4.9.3 900 mm 통풍관 두께 및 브래킷 표준

호칭 관 지름(mm)	최소 두께(mm)	헤드의 최대 투영면적(cm^2)	브래킷의 높이(mm)
80A	6.3	-	460
100A	7.0	-	380
150A	8.5	-	300
200A	8.5	550	-
250A	8.5	880	-
300A	8.5	1200	-
350A	8.5	2000	-
400A	8.5	2700	-
450A	8.5	3300	-
500A	8.5	4000	-

기타 통풍통의 높이에 대하여는 303.의 1항의 관련요건을 적용하여야 한다.

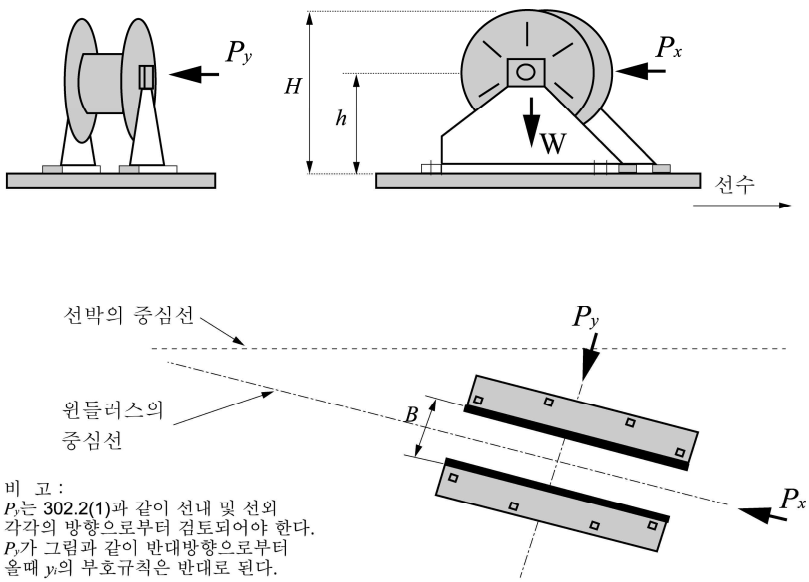
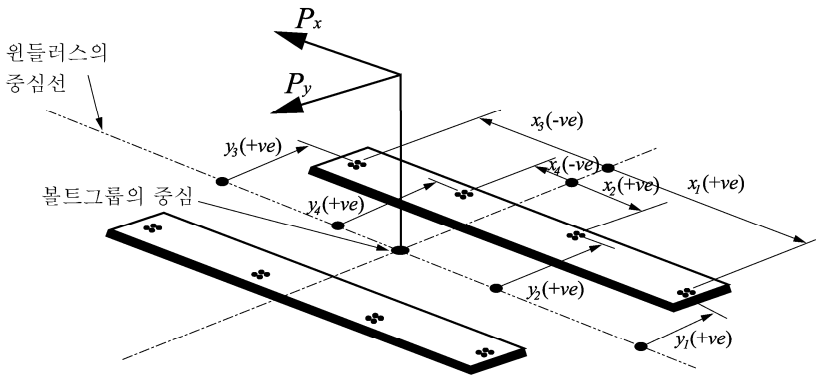


그림 4.9.3 힘 및 두께의 방향



x_i, y_i 좌표는 양의 방향(+ve) 또는 음의 방향(-ve)중 하나로 나타낸다.

그림 4.9.4 부호 규칙

제 10 장 예인 및 계류관련 선체의장설비 및 선체지지구조

제 1 절 적용범위 및 정의

101. 적용범위 *(2018)*

1. 전통적인 선박(고속선, 특수목적선 및 모든 유형의 해양구조물을 제외한 500 GT 이상의 배수량형 신조선)에는 선박의 정상 운항과 관련된 모든 예인 및 계류 작업을 안전하게 수행할 수 있도록 충분한 안전사용하중의 장치, 의장품 및 선체의장설비가 제공되어야 한다.
2. 이 장의 요건은 통상적인 예인 및 계류 작업에 사용되는 선체의장설비 및 선체지지구조의 설계 및 시공에 적용한다. 통상적인 예인은 선박의 정상 운항과 관련된 항내 및 보호된 수역에서의 조종에 필요한 예인작업을 의미한다.
3. SOLAS II-1, 제3-4.1 규칙의 적용대상이 아니지만 다른 선박 또는 예인선에 의한 예인(예 : SOLAS II-1, 제3-4.2에 명시된 비상사태에 대비하여 선박을 돕는 것)을 위한 장비를 갖추고자 하는 선박의 경우, 이 장에서 "기타 예인"으로 지정된 요건이 선체의장설비 및 선체지지구조의 설계 및 시공에 적용되어야 한다.
4. 이 장의 요건은 다음과 같이 정의된 특수예인작업에 사용되는 선체의장설비 및 선체지지구조의 설계 및 시공에는 적용하지 않는다.
   (1) 에스코트 예인 : 특정 하구에서 요구(특히 화물을 산적한 유조선 또는 LNG 운반선)되는 예인 작업. 에스코트 예인의 주된 목적은 추진 또는 조타장치의 고장시 선박을 제어하는 것이다. 이것은 현지의 에스코트 요건 및 지침(예: Oil Companies International Marine Forum(OCIMF)에서 제공하는 지침)을 참고하여야 한다.
   (2) 운하통과예인: 파나마 운하와 같은 운하를 통과하는 선박의 예인 작업. 이는 현지의 운하통과 요건을 참고하여야 한다.
   (3) 탱커비상예인: 비상시 탱커를 돕는 예인 작업. 비상예인장치의 경우, SOLAS II-1, 제3-4.1 규칙의 적용을 받는 선박은 유효한 해당 규정 및 Res. MSC.35 (63)을 준수하여야 한다.
5. 계류 및 예인에 관한 권장사항은 IACS Rec. 10 Anchoring, Mooring and Towing Equipment를 참조할 수 있다.
6. 선체지지구조의 최소 순치수는 **201.**의 **5**항 및 **202.**의 **5**항에 주어진 요건에 적합하여야 한다. 순두께 t_{net}은 상기 최소 순치수를 얻는데 필요한 부재의 두께이다. 요구되는 총두께는 **204.**에 주어진 부식 추가 t_c를 t_{net}에 더함으로써 얻어진다. 선체의장설비는 **201.**의 **4**항 및 **202.**의 **4**항에 주어진 요건에 적합하여야 한다. 선체의장설비가 인정된 산업규격에서 선택된 것이 아닐 경우, **204.** 및 **205.**에 각각 주어진 부식추가 t_c 및 쇠모한도 t_w가 고려되어야 한다.
7. 2009년 1월 1일 이후 인도되는 유조선 등의 선박에 설치되는 일점계류용 계류장치에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

102. 정의

1. **전통적인 선박**이라 함은 고속선, 특수목적선 및 모든 유형의 해양구조물을 제외한 500 GT 이상의 배수량형 신조선을 의미한다. MSC.266 (84)에 의거, '특수목적선'은 기계적으로 자체 추진되는 선박으로서 그 기능상 12명을 초과하는 특수 인원(special personnel)이 탑승하는 선박을 의미한다.
2. **선체의장설비**는 다음의 설비를 의미한다: 선박의 통상적인 계류에 사용되는 볼라드 및 비트, 페어리더, 스탠드 롤러, 촉(chock) 및 선박의 통상적인 또는 기타의 예인에 사용되는 유사한 의장설비. 캡스턴, 윈치 등과 같은 다른 의장설비는 이 장의 규정을 적용하지 않는다. 선체의장설비를 선체지지구조에 연결하는 용접 또는 볼트 또는 이와 동등한 장치는 선체의장설비의 일부이며, 산업규격에서 선택한 경우 해당 산업규격을 따라야 한다.
3. **선체지지구조**라 함은 선체의장설비가 위치하거나 선체의장설비에 영향을 미치는 힘을 직접적으로 받는 선체 구조의 일부분을 의미한다. 상기에서 언급된 통상적인 또는 기타의 예인 그리고 계류작업에 사용되는 캡스턴, 윈치 등의 선체지지구조는 이 장의 규정을 만족하여야 한다.
4. **산업규격**이란 국제규격(ISO 등) 또는 선박이 건조되는 국가의 인정된 국내규격(KS, DIN, JMSA 등)을 의미한다.
5. 공칭용량조건(nominal capacity condition)은 최대 갑판 화물이 가능한 각각의 위치에서 선박 배치에 포함되는 이론적인 조건을 의미한다. 컨테이너선의 경우 규격 용량 조건은 가능한 최대 컨테이너 수가 해당 위치의 선박 배치에 포함되는 이론적인 조건을 의미한다. *(2022)*
6. 최소설계파단하중(MBL_{SD}: Ship Design Minimum Breaking Load)은 예인 및 계류 요건을 충족하기 위한 선체의장장비 및 선체 지지구조의 설계에 적용되는 새로운 건식 계류삭 또는 예인삭의 최소 파단 하중을 의미한다. *(2022)*

제 2 절 예인 및 계류

201. 예인 *(2018)*

1. **강도**

선수, 선측 및 선미에서의 통상적인 예인작업에 사용되는 선체의장설비 및 선체지지구조는 이 절의 규정을 만족하여야 한다.

선박에 기타 예인작업에 사용하기 위한 목적으로 선체의장설비를 설치한 경우, 이러한 선체의장설비 및 이들의 선체지지구조는 이 절의 규정을 만족하여야 한다.

예인 및 계류 모두 사용하는 장비의 경우, 계류는 202. 를 따른다. *(2022)*

2. **배치**

예인을 위한 선체의장설비는 예인하중의 효율적인 분배를 위하여 갑판구조의 일부인 보강재 및/또는 거더 상부에 위치하여야 한다. 불워크에 위치하는 초크(chock) 등에 대하여는 계획된 사용에 강도가 적절하다는 가정하에 상기 외의 배치를 인정할 수 있다.

3. **하중에 대한 고려** *(2022)*

선체의장설비를 위한 선체지지구조에 작용하는 최소설계하중은 다음에 따른다.

(1) 통상적인 예인작업

예인 및 계류배치도에 명시된 계획 최대 예인력(정적 볼라드 풀(static bollard pull))의 1.25 배

(2) 기타 예인작업

8장 표 4.8.1에 따른 예인삭(tow line)의 최소설계파단하중

(3) 통상적인 예인작업 및 기타 예인작업 모두에 사용하기 위한 목적의 선체의장설비의 경우, (1)호 및 (2)호에 따른 설계하중 중에서 큰 값

비고

1) 공칭용량조건(nominal capacity condition)에 규정된 갑판화물의 측면투영면적은 예인삭을 결정할 때 그리고 선체의장설비 및 선체지지구조에 작용하는 하중을 결정할 때 고려하여야 한다.

2) 선체의장설비 및 선체지지구조에 작용하는 하중에 대하여 IACS Rec. 10에 따라 증가된 합성 로프의 설계파단력(line design break force)은 고려할 필요가 없다.

201.의 6항에 따라 결정된 하중보다 더 큰 안전예인하중(TOW)을 요구할 경우, 설계 하중은 201.의 3항 및 201.의 6항에 주어진 적절한 안전예인하중/설계하중 관계에 따라 증가되어야 한다.

설계하중은 예인 및 계류배치도상의 배치를 고려하여 발생할 수 있는 모든 방향으로 선체의장설비에 하중을 적용하여야 한다. 예인삭이 선체의장설비에서 감기는 경우, 선체의장설비에 적용되는 전체 설계하중은 예인삭에 작용하는 설계하중의 합력을 적용하여야 한다(**그림 4.10.1** 참조). 그러나 어떤 경우에도 선체의장설비에 적용되는 설계 하중이 예인삭 설계하중의 두 배 이상일 필요는 없다.

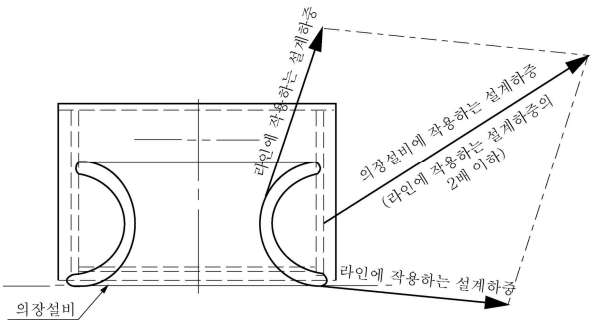


그림 4.10.1 설계하중의 적용

4. **선체의장설비** *(2022)*

선체의장설비는 우리 선급이 인정하는 산업규격을 선택할 수 있으며, 적어도 다음과 같은 하중에 기초하여야 한다.

(1) 통상적인 예인작업

예인 및 계류배치도에 명시된 계획 최대 예인력(정적 볼라드 풀:static bollard pull)

(2) 기타 예인작업

8장 표 4.8.1에 따른 예인삭의 최소설계파단하중(201.의 3항 비고 참조)

(3) 통상적인 예인작업 및 기타 예인작업 모두에 사용하기 위한 목적의 선체의장설비의 경우, (1)호 및 (2)호에 따른 설계하중 중에서 큰 값

산업규격이 예인삭 부착 방법(예: 8자형 또는 아이 스플라이스(eye splice) 부착)을 구별하는 경우, 예인용 비트(더블 볼라드)는 아이 스플라이스가 부착된 예인삭을 선택할 수 있다.

선체의장설비가 인정된 산업규격에서 선택되지 않은 경우, 선체의장설비의 강도 및 선체의장설비의 선박 부착에 따른 강도는 201.의 3항 및 201.의 5항에 따른다. 예인용 비트는 아이 스플라이스가 부착된 예인삭으로 인한 하중을 견딜 수 있어야 한다. 강도 평가를 위하여, 순치수를 사용하여 보 이론 또는 유한요소해석을 적절히 적용하여야 한다. 부식 추가는 204.에 정의된 바에 따른다. 205.에 정의된 쇠모한도가 포함되어야 한다. 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 하중시험은 계산에 의한 강도 평가의 대안으로 인정될 수 있다.

5. **선체지지구조**

선체지지구조에 적용되는 설계하중은 201.의 3항에 따른다.

(1) 선체의장설비의 하부에 있는 보강부재는 선체의장설비에 작용하는 예인력의 방향(수평 및 수직) 변화에 효과적으로 배치되어야 한다(배치의 예는 **그림 4.10.2** 참조). 선체의장설비 및 선체지지구조의 적절한 정렬이 확보되어야 한다.

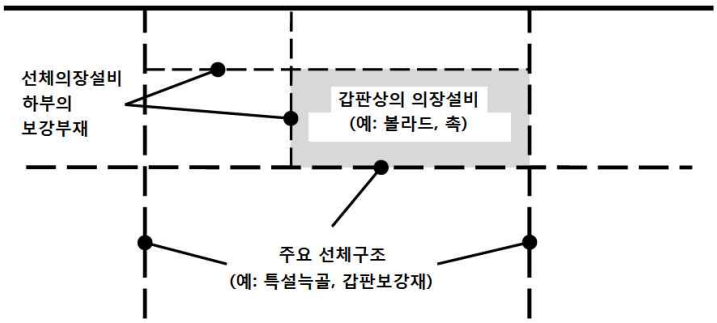


그림 4.10.2 보강부재의 배치 예

(2) 선체의장설비에 작용하는 예인력의 작용점은 예인삭의 부착점 또는 예인삭의 방향이 변경되는 곳으로 설정하여야 한다. 볼라드 및 비트의 경우, 예인삭의 부착점은 기준면(base) 위 관(tube) 높이의 4/5 이상이어야 한다.(**그림 4.10.3** 참조)

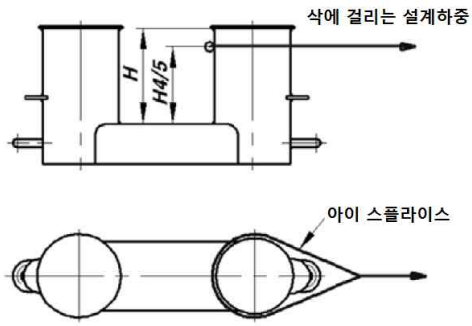


그림 4.10.3 예인력의 작용점

(3) 201.의 3항에 규정된 설계하중 조건하에서 허용응력은 다음과 같다. *(2022)*

(가) 보 이론 또는 격자 해석을 통한 강도 평가:

법선응력 : 1.0 R_{eH}

전단응력 : 0.6 R_{eH}

법선응력은 굽힘응력과 축응력의 합이며, 이 때 전단응력은 법선응력에 직각방향으로 작용하는 경우를 말한다. 응력집중계수는 고려하지 않는다.

(나) 유한요소해석을 통한 강도 평가:

폰 미세스 응력(von Mises stress): 1.0 R_{eH}

유한요소해석을 통한 강도 평가의 경우, 요소은 가능한 실제와 유사하게 모델링될 수 있도록 충분히 작아야 한다. 요소의 종횡비는 3 미만이어야 한다. 거더는 쉘(shell) 또는 평면응력요소(plane stress elements)를 사용하여 모델링하여야 한다. 대칭형 거더 플랜지(symmetric girder flange)는 보 또는 트러스 요소로 모델링 할 수 있다. 거더 웨브(girder web) 요소의 높이는 웨브 높이의 1/3 미만이어야 한다. 거더 웨브의 작은 개구부 주변의 웨브 두께는 웨브 높이에 걸친 평균 두께로 감소시켜야 한다. 큰 개구부는 모델링하여야 한다. 보강재(stiffener)는 쉘, 평면응력 또는 보 요소를 사용하여 모델링 할 수 있다. 보강재 요소의 크기는 적절한 굽힘 응력을 얻을 수 있도록 작아야 한다. 쉘(shell) 또는 평면응력요소(plane stress elements)를 사용하여 평강(flat bar)을 모델링할 경우, 더미 로드 요소(dummy rod element)는 평강의 자유단에서 모델링하고, 더미 요소의 응력을 평가해야 한다. 응력은 개별 요소의 중심에서 읽어야 한다. 쉘 요소의 경우 응력은 요소의 중간 평면에서 평가하여야 한다.

R_{eH} 은 재료의 최소항복응력이다.

6. 안전예인하중(TOW)

(1) 안전예인하중(TOW)은 예인 목적으로 사용되는 선체의장설비의 안전 하중 한계치이다. *(2022)*

(2) 통상적인 예인작업에 사용되는 안전예인하중은 201.의 3항 (1)호에 따른 설계하중의 80 %를 초과하여서는 아니된다.

(3) 기타 예인작업에 사용되는 안전예인하중은 201.의 3항 (2)호에 따른 설계하중의 80 %를 초과하여서는 아니된다.

(4) 통상적인 예인작업 및 기타 예인작업 모두에 사용되는 의장설비의 경우 (2)호 및 (3)호에 따른 안전예인하중 중 큰 값을 사용하여야 한다.

(5) 각 선체의장설비의 안전예인하중(ton)은 예인용 갑판 의장설비에 표시(용접 비드 또는 이와 동등한 것에 의해)되어야한다. 예인 및 계류 모두에 사용하기 위한 목적의 의장설비의 경우, 202.의 6항에 따른 안전사용하중(ton)을 안전예인하중에 추가하여 표시하여야 한다.

(6) 안전예인하중에 대한 위의 요건은 1개의 예인삭을 사용하는 경우에 적용한다. 별도로 부착 방법을 선택하지 않는 한, 예인용 비트(더블 볼라드)에 대해 안전예인하중은 아이 스플라이스가 부착된 예인삭의 하중 한계치이다.

(7) 203.에서 언급된 예인 및 계류배치도에 예인삭의 사용 방법을 정의하여야 한다.

202. 계류 *(2018)*

1. 강도

계류작업에 사용되는 선체의장설비 및 이들의 선체지지구조의 강도(윈치와 캡스턴의 선체지지구조의 강도 포함)는 이 절의 요건을 만족하여야 한다.

2. 배치

계류를 위한 선체의장설비, 윈치 및 캡스턴은 계류하중의 효율적인 분배를 위하여 갑판구조의 일부인 보강재 및/또는 거더 상부에 위치하여야 한다. 불워크에 위치하는 초크(chock) 등에 대하여는 계획된 사용에 강도가 적절하다는 가정하에 상기 외의 배치를 인정할 수 있다.

3. 하중에 대한 고려

(1) 선체의장설비를 위한 선체지지구조에 작용하는 최소설계하중은 **8장 표 4.8.1** 따른 계류삭의 최소설계파단하중의 1.15배로 설정하여야 한다. *(2022)*

(2) 윈치를 위한 선체지지구조에 작용하는 최소설계하중은 계획된 최대 제동하중의 1.25배로 설정하여야 하며, 이 최대 제동하중은 **8장 표 4.8.1**에 따른 계류의 최소설계파단하중의 80 % 이상으로 가정되어야 한다(비고 참조). 캡스턴의 선체지지구조의 경우, 최대 견인력의 1.25배를 설계하중으로 설정하여야 한다. *(2022)*

(3) 202.의 6항에 따라 결정된 하중보다 더 큰 안전사용하중(SWL)이 신청자에 의해 요구되는 경우, 설계하중은 202.의 3항 및 202.의 6항에 주어진 적절한 안전사용하중/설계하중 관계에 따라 증가되어야 한다.

(4) 설계하중은 예인 및 계류배치도상의 배치를 고려하여 발생할 수 있는 모든 방향으로 선체의장설비에 하중을 적용하여야 한다. 계류삭이 선체의장설비에서 감기는 경우, 선체의장설비에 적용되는 전체 설계하중은 계류삭에 작용하는 설계하중의 합력을 적용하여야 한다(201.의 3항의 **그림 4.10.1** 참조). 그러나 어떤 경우에도 선체의장설비에 적용되는 설계 하중이 계류삭 설계하중의 두 배 이상일 필요는 없다.

비고*(2022)*

1) IACS Rec. 10에 별도의 규정이 없는 경우, 공칭용량조건(nominal capacity condition)에 규정된 갑판화물의 측면투영면적은 계류삭을 결정할 때 그리고 선체의장설비 및 선체지지구조에 작용하는 하중을 결정할 때 고려하여야 한다.

2) 선체의장설비 및 선체지지구조에 작용하는 하중에 대하여 IACS Rec. 10에 따라 증가된 합성 로프의 설계파단력은 고려할 필요가 없다.

4. 선체의장설비

(1) 선체의장설비는 우리 선급이 인정하는 산업규격을 선택할 수 있으며, 적어도 **8장 표 4.8.1**에 따른 계류삭의 최소설계파단하중에 기초하여야 한다.(202.의 3항 비고 참조) *(2022)*

(2) 산업규격이 계류삭 부착 방법 (예: 8자형 또는 아이 스플라이스 부착)을 구별하는 경우, 계류용 비트(더블 볼라드)는 8자형으로 부착되는 계류삭을 선택하여야 한다.

(3) 선체의장설비가 인정된 산업규격에서 선택되지 않은 경우, 선체의장설비의 강도 및 선체의장설비의 선박 부착에 따른 강도는 202.의 3항 및 202.의 5항에 따른다. 계류용 비트(더블 볼라드)는 8자형으로 부착되는 계류삭으로 인한 하중을 견딜 수 있어야 한다(비고 참조). 강도 평가를 위하여, 순치수를 사용하여 보 이론 또는 유한요소해석을 적절히 적용하여야 한다. 부식추가는 204.에 정의된 바에 따른다. 205.에 정의된 쇠모한도가 포함되어야 한다. 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 하중시험은 계산에 의한 강도 평가의 대안으로 인정될 수 있다.

비고

통상적인 방법(8자형)으로 계류용 비트에 부착되는 계류삭을 사용하면, 계류용 비트의 2개의 기둥 중 어느 하나에 계류삭에 작용하는 힘의 두 배의 힘이 가해질 수 있다. 이 효과를 무시하면, 산업규격 및 피팅 크기에 따라 과부하가 발생할 수도 있다.

5. 선체지지구조

선체지지구조에 적용되는 설계하중은 202.의 3항에 따른다.

(1) 선체의장설비, 윈치 및 캡스턴 하부 보강 부재의 배치는 선체의장설비에 작용하는 계류력의 방향(수평 및 수직) 변화를 고려하여야 한다(배치의 예는 201.의 5항의 **그림 4.10.2**를 참조). 의장설비 및 선체지지구조의 적절한 정렬이 보장되어야 한다.

(2) 선체의장설비에 작용하는 계류력의 작용점은 계류삭의 부착점 또는 계류삭의 방향이 변경되는 곳으로 설정하여야 한다. 볼라드 및 비트의 경우, 계류삭의 부착점은 기준면(base) 위 관(tube) 높이의 4/5 이상이어야 한다(**그림 4.10.4** 의 a)를 참조). 계류삭을 가능한 한 낮게 유지하기 위해 핀(fin)이 볼라드 기둥에 설치되는 경우, 계류삭의 부착점은 핀의 위치로 설정할 수 있다(**그림 4.10.4**의 b) 참조).

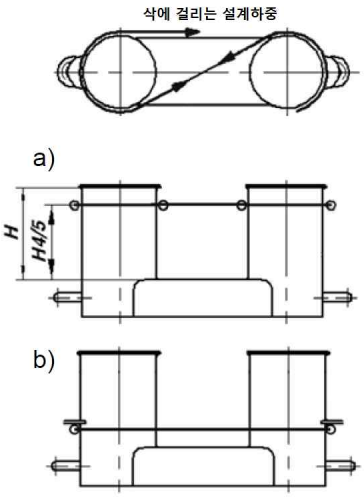


그림 4.10.4 계류력의 작용점

(3) 202.의 3항에 규정된 설계하중 조건하에서 허용 응력은 다음과 같다. *(2022)*

(가) 보 이론 또는 격자 해석을 통한 강도 평가:

법선응력 : 사용재료 항복응력의 1.0 R_{eH}

전단응력 : 사용재료 항복응력의 0.6 R_{eH}

법선응력은 굽힘응력과 축응력의 합이며, 응력집중계수는 고려하지 않는다.

(나) 유한요소해석을 통한 강도 평가:

폰 미세스 응력(von Mises stress): 1.0 R_{eH}

유한요소해석을 통한 강도 평가의 경우, 요소은 가능한 실제와 유사하게 모델링될 수 있도록 충분히 작아야 한다. 요소의 종횡비는 3 미만이어야 한다. 거더는 쉘(shell) 또는 평면응력요소(plane stress elements)를 사용하여 모델링하여야 한다. 대칭형 거더 플랜지(symmetric girder flange)는 보 또는 트러스 요소로 모델링 할 수 있다. 거더 웨브(girder web) 요소의 높이는 웨브 높이의 1/3 미만이어야 한다. 거더 웨브의 작은 개구부 주변의 웨브 두께는 웨브 높이에 걸친 평균 두께로 감소시켜야 한다. 큰 개구부는 모델링하여야 한다.

보강재(stiffener)는 쉘, 평면응력 또는 보 요소를 사용하여 모델링 할 수 있다. 보강재 요소의 크기는 적절한 굽힘 응력을 얻을 수 있도록 작아야 한다. 쉘(shell) 또는 평면응력요소(plane stress elements)를 사용하여 평강(flat bar)을 모델링할 경우, 더미 로드 요소(dummy rod element)는 평강의 자유단에서 모델링하고, 더미 요소의 응력을 평가해야 한다. 응력은 개별 요소의 중심에서 읽어야 한다. 쉘 요소의 경우 응력은 요소의 중간 평면에서 평가하여야 한다.

R_{eH} 은 재료의 최소항복응력이다.

6. **안전사용하중(SWL)**

(1) 안전사용하중(SWL)은 계류 목적으로 사용되는 선체의장설비의 안전 하중 한계치이다. *(2022)*

(2) 202.의 3항 (3)호에 따라 신청자가 더 큰 안전사용하중을 요구하지 않는 한, 안전사용하중은 **8장 표 4.8.1**에 따른 계류삭의 최소설계파단하중를 초과하여서는 아니된다(202.의 3항의 비고 참조). *(2022)*

(3) 각 선체의장설비의 안전사용하중(ton)은 계류용 갑판 의장설비에 표시(용접 비드 또는 이와 동등한 것에 의해)되어야 한다. 계류 및 예인 모두에 사용하기 위한 목적의 의장설비의 경우, 201.의 6항에 따른 안전예인하중(ton)을 안전사용하중에 추가하여 표시하여야 한다.

(4) 안전사용하중에 대한 위의 요건은 1개의 계류삭을 사용하는 경우에 적용한다.

(5) 203.에서 언급된 예인 및 계류배치도에 계류삭의 사용 방법을 정의하여야 한다.

203. 예인 및 계류 배치도 *(2018)*

1. 각 선체의장설비의 계획된 용도에 대한 안전사용하중(SWL) 및 안전예인하중(TOW)은 선장의 지침으로 사용될 수 있도록 본선의 예인 및 계류 배치도에 명시하여야 한다. 안전예인하중은 예인 목적을 위한 하중 제한치이고 안전사용하중은 계류 목적을 위한 하중 제한치임을 명시하여야 한다. 별도로 부착 방법을 선택하지 않는 한, 예인용 비트의 경우, 안전예인하중은 아이 스플라이스가 부착된 예인삭의 하중 제한치임을 명시하여야 한다.

2. 도면에 제공되어야 할 선체의장설비에 대한 상세는 다음을 포함하여야 한다.

(1) 선박내의 위치

(2) 선체의장설비의 형식

(3) 안전사용하중(SWL)/안전예인하중(TOW)

(4) 목적(계류/항내 예인/기타 예인)

(5) 라인 제한각(limiting fleet angle i.e. angle of change in direction of a line at the fitting)을 포함한 예인삭 또는 계류삭의 하중적용의 방법. *(2022)*

(4)호 및 (5)호에 대한 (3)호는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

도면에 제공되어야 할 상세에는 다음도 포함되어야 한다.

(1) 계류삭의 수(N) 및 배치

(2) 개별 계류삭의 최소설계파단하중(MBL_{SD}) *(2022)*

(3) EN 〉 2000인 선박에 대한 계류삭의 권장 최소설계파단하중에 대하여 IACS Rec. 10 Anchoring, Mooring and

Towing Equipment에서 명시한 허용 환경조건: *(2022)*

(가) 모든 방향으로부터의 30초 평균풍속. (IACS Rec. 10에 따라 v_w 또는 v_w^*)

(나) 선수 또는 선미에 작용하는 최대조류속도 (± 10°).

3. 도선사(pilot)에게 항내 및 기타 예인작업에 대한 적절한 정보를 제공하기 위해서 작성되는 도선사 카드(pilot card)에 2항의 정보가 포함되어야 한다.

204. 부식추가 *(2018)*

부식추가(t_c)는 다음의 값 이상이어야 한다.

1. 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙이 적용되는 선박: 총 부식추가는 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙에 명시된 바에 따른다.
2. 기타 선박:

(1) 선체지지구조의 경우, 주변 구조물(예: 갑판 구조물, 불워크 구조물)에 대한 우리선급 규칙에 따른다.

(2) 인정된 산업규격에 따른 의장설비의 일부가 아닌 갑판상 페데스탈 및 지지대의 경우: 2.0 mm

(3) 인정된 산업규격을 선택하지 않은 선체의장설비인 경우: 2.0 mm.

205. 쇠모한도 *(2018)*

204.에 명시된 부식추가에 추가하여 인정된 산업규격을 선택하지 않은 선체의장설비에 대한 쇠모한도(t_w)는 1.0 mm 이상이어야 하며, 이는 정기적으로 삭(line)과 접촉하는 표면에 추가되어야 한다.

206. 제조후 검사 *(2018)* 【지침 참조】

갑판 의장설비, 이들의 페데스탈 또는 지지대(있는 경우)의 상태 및 의장설비 부근의 선체구조는 우리 선급의 해당 규칙에 따라 검사되어야 한다.

제 11 장 유조선 및 산적화물선 화물지역 내의 구역 및 전방으로의 접근

제 1 절 일반

101. 적용

1. 이 규칙은 SOLAS IX/1에 정의된 2005년 1월 1일 이후 건조되는 총톤수 500톤 이상의 유조선 및 20,000톤 이상의 산적화물선에 적용한다. **【지침 참조】**
2. IBC Code를 적용받는 기름/위험화학품산적운반선(Oil/Chemical 겸용선)의 화물탱크에는 적용하지 아니한다.

102. 화물 및 기타 구역으로의 접근설비 【지침 참조】

1. 선박의 수명동안 선체구조에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 가능하게 하기 위해서, 각 구역에는 접근설비가 제공되어야 한다. 접근설비는 105.의 요건 및 **제2절**을 만족하여야 한다.
2. 상설 접근설비가 정상적인 적·양하 작업에 의해 쉽게 손상을 입을 수 있거나 설치 불가능할 경우에는, 이를 대신하여, 휴대식 접근설비를 부착하는 수단이 선체구조의 상설적 부분을 형성한다면 **제2절**에 명시된 것과 같이 이동식 또는 휴대식 접근설비의 설비를 우리 선급은 허용할 수 있다. 모든 휴대식 장비들은 선원에 의해 손쉽게 조립 및 전개될 수 있어야 한다.
3. 모든 접근설비와 이들을 선체구조에 고정시키는 수단의 제작 및 재료는 우리 선급이 만족하는 것이어야 한다. SOLAS I/10에 따른 검사를 수행하기 위해 사용되는 접근설비는 동 검사 시 함께 또는 그 이전에 검사되어야 한다.

103. 화물창, 화물탱크, 평형수탱크 및 기타 구역으로의 안전한 접근 【지침 참조】

1. 화물창, 코퍼댐, 평형수탱크, 화물탱크 및 화물지역 내의 기타구역으로의 안전한 접근은 개방갑판에서부터 직접 통하여 하며, 완전한 검사를 할 수 있도록 하여야 한다.
   이중저 구역 또는 선수 평형수탱크로의 안전한 접근은 펌프룸, 디프 코퍼댐(deep cofferdam), 파이프 터널, 화물창, 이중선체 구역 또는 유류나 위험화물을 적재하지 아니하는 유사한 구획으로부터 이루어져도 무방하다.
2. 길이가 35 m 이상인 탱크 및 탱크구획은 가능하면 멀리 떨어진 최소 2개의 창구 및 사다리가 구비되어야 한다. 35 m 미만의 탱크는 최소 1개의 창구 및 사다리가 제공되어야 한다. 탱크의 다른 부분으로의 신속한 접근을 허용하지 않는 1개 이상의 제수격벽 또는 유사한 장애물에 의해 탱크가 구획되어 있을 때는, 최소 2개의 창구 및 사다리가 설치되어야 한다.
3. 각각의 화물창은 가능하면 멀리 떨어진 최소 2개의 접근설비가 제공되어야 한다. 이러한 접근설비는 일반적으로 대각선으로 배치되어야 한다. 예를 들면, 전방격벽 쪽의 접근설비는 좌현, 후방격벽 쪽의 접근설비는 우현에 비치한다.

104. 선체구조접근 지침서 【지침 참조】

1. 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 수행하기 위한 선박의 접근설비에 대한 내용을 포함한 선체구조접근 지침서는 우리 선급의 승인을 받아야 하고, 최신 사본이 선박에 비치되어야 한다. 선체구조접근 지침서는 각 구역에 대해 다음 사항을 포함하여야 한다.
   (1) 적절한 기술적 사양 및 제원과 함께 그 공간으로의 접근설비를 보여주는 도면
   (2) 적절한 기술적 사양 및 제원과 함께 현상검사를 가능하게 하는 각 구역 내의 접근설비를 보여주는 도면. 이 도면은 그 구역의 어디로부터 검사가 가능한 지가 나타나 있어야 한다.
   (3) 적절한 기술적 사양 및 제원과 함께 정밀검사를 가능하게 하는 그 구역 내의 접근설비를 보여주는 도면. 이 도면은 취약한 구조 지역의 위치, 접근설비가 영구적인지 휴대식인지 및 어디로부터 각 구역이 검사가 가능한가가 나타나 있어야 한다.
   (4) 구역 내의 존재할 수 있는 부식 분위기를 고려하여 모든 접근설비 및 부착설비의 구조적 강도를 검사 및 유지하기 위한 지침
   (5) 정밀검사 및 두께계측을 위하여 뗏목을 이용할 경우, 안전안내에 관한 지침
   (6) 모든 휴대식 접근설비의 안전한 장착 및 사용을 위한 지침

(7) 모든 휴대식 접근설비의 목록
(8) 선박의 접근설비의 정기적인 검사 및 유지기록

2. 이 규정의 목적 상, 취약한 구조지역이란 계산으로부터 감시가 요구되는 또는 유사 선박 및 동형선의 운항기록으로부터 선박의 구조적 안정성을 해칠 수 있는 균열, 좌굴, 변형 및 부식에 민감하다고 식별된 위치를 말한다.

105. 일반 기술사양 【지침 참조】

1. 수평의 개구, 창구 또는 맨홀을 통하여 접근하기 위해서는, 그 치수가 자장식 공기호흡구 및 보호 장구를 착용한 사람이 방해 없이 모든 사다리를 이용할 수 있고, 또한 구획의 바닥으로부터 부상자를 쉽게 끌어올리기에 충분한 것이어야 한다. 최소 통과 개구치수는 600 mm × 600 mm 이상이어야 한다. 화물창으로의 통로가 화물 창구를 통해 배치되는 경우, 사다리 정부는 창구코밍과 가능하면 가까이에 위치하여야 한다. 높이 900 mm 이상의 접근 창구코밍은 사다리와 함께 외부에 발판(steps)을 가져야 한다.
2. 구획의 길이 또는 너비 방향의 통행을 위하여 제수격벽, 늑판, 거더 및 웨브 프레임에 설치하는 수직의 개구 또는 맨홀을 통하여 접근하기 위해서는 그 최소 개구치수가 600 mm×800 mm 이상이어야 하며, 또한 바닥판 또는 기타의 발판이 설치되어 있지 않는 경우에는 개구의 위치는 선저외판에서 600 mm를 넘어서는 안 된다.
3. 재화중량 5000톤 미만의 유조선에 있어서 개구의 크기가 통행할 수 있거나 부상당한 사람을 운반할 수 있다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 1항 및 2항에 의한 최소개구 치수를 감소시킬 수 있다.

제 2 절 접근설비에 대한 기술조항

201. 용어 정의

1. 수직사다리발판(rung)은 수직사다리의 발판 또는 수직면 상의 발판을 말한다. **【지침 참조】**
2. 디딤판(tread)은 경사사다리의 발판 또는 수직 개구를 위한 발판을 말한다.
3. 경사사다리의 플라이트(flight of an inclined ladder)는 경사사다리 프레임의 실제길이이며 수직사다리의 경우 플랫폼 사이의 거리를 말한다.
4. 스트링거(stringer)
   (1) 사다리의 프레임, 또는
   (2) 선측외판, 횡격벽 및 종격벽 등에 설치된 보강된 수평판구조. 이중선측구역을 형성하는 5 m 미만의 폭을 가지는 평형수탱크에 대해, 수평 판 구조가 선측외판 또는 종격벽 상 보강재 또는 특설늑골을 넘어 폭 600 mm이상의 연속적인 통로를 제공한다면, 그 수평 판구조는 스트링거 및 종방향 상설 접근설비로 간주할 수 있다.
   스트링거 상의 안전한 통행 및 모든 횡웨브로의 안전한 접근을 제공하기 위하여, 상설접근설비로 사용되는 스트링거 판에 설치되는 개구는 가드레일 또는 격자 덮개를 갖추어야 한다.
5. 수직사다리는 경사각이 70° 이상 90° 이하인 사다리를 말하며, 횡방향 경사각은 2°이하이어야 한다.
6. 상부 장애물은 접근설비 상부에 있는 보강재를 포함한 갑판 및 스트링거 구조를 말한다.
7. 상부갑판아래의 거리는 판부재로부터 하방 거리를 말한다.
8. 크로스 갑판은 창구코밍 사이의 갑판구 측선 안쪽 갑판지역을 말한다.

202. 기술조항 【지침 참조】

1. 이중저 구역 내의 부재들을 제외하고, 검사강화제도에 따른 선체구조에 대한 정밀검사 및 두께계측의 대상이 되는 구조 부재들에는, 적용 가능한 경우 **표 4.11.1** 및 **표 4.11.2**에 규정된 정도까지 상설 접근설비가 제공되어야 한다. 광석운반선의 선측 평형수탱크와 유조선에 대하여는, 선체구조를 안전하고 효과적으로 이용할 수 있다면, 설치된 상설접근설비와 결합하여 승인된 대체방법을 사용할 수 있다.
2. 상설접근설비는 자체의 견고함을 확보하고 전반적인 선체구조강도에 기여하도록 가능하면 선체의 구조부재와 일체화하여야 한다.
3. 상설접근설비로서 고가 통로(elevated passageway)가 설치된 경우, 최소 600 mm의 폭을 가지고 개방 측의 전 길이에 걸쳐 가드레일이 제공되어야 한다. 다만 수직웨브(web)를 돌아 지나가는 경우에는 450 mm 까지 그 폭(clear width)을 감소시킬 수 있다. 접근설비의 일부로서 설치되는 경사 구조물은 미끄럼방지 구조이어야 한다. 가드레일은 그 높이가 1,000 mm이고, 레일 및 500 mm 높이의 중간 횡봉으로 구성되며, 견고한 구조이어야 한다. 지지대는 3 m 이하의 간격

이어야 한다.

4. 상설접근설비 및 수직개구는 선저로부터 쉽게 접근할 수 있도록 통로, 사다리 및 디딤판이 제공되어야 한다. 디딤판은 측면지지대가 있어야 한다. 수직사다리 발판이 수직면에 설치되는 경우, 수직사다리발판(rung)의 중앙점이 수직면으로부터 최소한 150 mm 이상 떨어져 있어야 한다. 수직맨홀이 보행 면에서 600 mm 보다 높게 설치된 경우, 접근이 용이하도록 양쪽에 승강단(platform landing)을 가진 디딤판과 손잡이를 설치하여야 한다.

5. 상설 경사 사다리는 그 경사각이 70° 미만이어야 한다. 개구 근방을 제외하고는 경사 사다리 면으로부터 750 mm 이내에는 방해물이 없어야 한다. 개구 근방에서는 600 mm까지 줄일 수 있다. 적절한 치수의 휴식용 플랫폼이 수직높이 6 m 이하 간격으로 제공되어야 한다. 사다리와 난간은 강 또는 적합한 강도 및 강성을 가진 강과 동등한 재질로서 제작되어야 하며, 스테이에 의해 구조에 견고히 부착되어야 한다. 지지방법 및 스테이의 길이는 진동이 실질적으로 최소화 될 수 있도록 하여야 한다. 화물창의 사다리는 화물 적양하를 방해하지 않고, 또한 화물의 하역설비에 의한 손상의 위험을 최소화 할 수 있도록 설계되고 배치되어야 한다.

6. 경사사다리의 스트링거 간 폭은 400 mm 이상이어야 한다. 디딤판(tread)은 동일한 간격으로서 발판 사이의 수직거리는 200 mm 에서 300 mm 사이 이어야 한다. 강재의 디딤판은 단면이 22 mm × 22 mm 이상인 사각봉 2개로 구성되어야 하며, 두 모서리가 위를 향하게 하여 수평발판을 형성하여야 한다. 디딤판은 사이드 스트링거를 관통해 지지되어야 하며 이중연속용접으로 부착되어야 한다. 모든 경사 사다리는 견고한 구조의 핸드레일이 디딤판으로부터 적당한 높이를 가지고 양쪽에 부착되어야 한다.

7. 수직사다리 또는 나선형사다리의 폭과 구조는 우리 선급이 인정하는 국제기준 또는 국가기준에 따라야 한다.

8. 자기 지지형 사다리는 그 길이가 5 m 이상이어서는 안 된다.

9. 대체의 접근설비로 다음과 같은 수단이 있다. 다만, 이러한 것으로만 제한하지는 않는다.
   (1) 안전받침을 가진 유압식 팔
   (2) 와이어 리프트 플랫폼
   (3) 족장(staging)
   (4) 뗏목
   (5) 로봇팔 또는 ROV(remotely operated vehicle)
   (6) 사다리의 상단부를 고정하는 기계 장치를 가진 경우 5 m 이상의 휴대식 사다리도 이용할 수 있다.
   (7) 주관청의 승인을 받거나 우리 선급이 인정하는 기타의 설비
   상기 설비에 대한 안전한 사용 및 고착방법과 이용하는 구역을 선체구조접근 지침서에 명확히 기술되어야 한다.

10. 수평개구, 창구, 맨홀을 통하여 접근하기 위해서 최소의 통과 개구크기는 600 mm × 600 mm 이상이어야 한다. 화물창으로의 접근을 화물창구를 통하여 하는 경우 사다리 상부는 가능하면 창구코밍까지 배치시켜야 한다. 그 사다리와 연결하여 높이가 900 mm를 넘는 접근 창구코밍은 외부에 발판이 있어야 한다.

11. 구역의 길이 또는 너비 방향의 통행을 가능하게 하는 제수격벽, 늑판, 거더 및 웨브 프레임에 설치하는 수직개구 또는 맨홀을 통한 접근을 위하여 그 최소 통과개구치수는 600 mm × 800 mm 이상이어야 하며, 또한 바닥판 또는 기타의 발판이 설치되어 있지 않는 경우에는 개구의 높이는 통행로로부터 600 mm를 넘어서는 안 된다.

12. 재화중량 5000톤 미만의 유조선에 있어서 개구의 크기가 통과하거나 부상당한 사람을 운반할 수 있는 크기라고 우리 선급이 인정하는 경우에는 10항 및 11항에 의한 최소개구 치수를 감소시킬 수 있다.

13. 산적화물선에서 화물창 및 기타 구역으로의 접근용 사다리는 다음에 따라야 한다.
   (1) 인접한 갑판의 상면 사이 또는 화물구역 바닥과 갑판 사이의 수직 거리가 6 m 이하일 경우, 수직 사다리 또는 경사 사다리를 설치하여야 한다.
   (2) 인접한 갑판의 상면 사이 또는 화물구역에서 갑판과 바닥사이의 수직거리가 6 m 이상일 경우, 상부 장애물 안쪽으로부터 계측하여 화물구역의 최상부 2.5 m 및 최하부 6 m를 제외하고는, 화물구역의 한끝단부에 설치된 하나 또는 일련의 경사 사다리는 수직사다리를 가질 수 있다. 다만, 수직사다리를 연결하는 단일의 경사사다리 또는 복수의 경사사다리의 수직 범위가 2.5 m 이상이어야 한다.
   화물구역 다른 쪽 끝단부의 두 번째 접근설비로 일련의 교차된 수직 사다리를 설치할 수 있는데, 이 사다리에는 수직으로 6 m 이내 간격으로, 사다리 좌측 또는 우측 한쪽으로 치우친 한 개 또는 그 이상의 연결 플랫폼을 설치하여야 한다. 인접한 사다리는 횡 방향으로 적어도 사다리 폭 만큼 떨어뜨려 설치하여야 한다. 직접 화물창에 연결되는 사다리의 최상부는, 상부 장애물 내측으로부터 2.5 m 구간에서 수직으로 배치하여야 하며, 하방에 사다리 연결 플랫폼을 설치하여야 한다.
   (3) 갑판과 탱크의 종방향 통행설비, 스트링거 또는 출입구 직하에 있는 구획 바닥 사이의 수직거리가 6 m이하인 경우, 수직사다리를 톱사이드 탱크의 접근설비로 사용할 수 있다. 수직 사다리의 갑판으로부터 출입구 최상부는 상부

장애물로부터 2.5 m 구간에서 수직으로 배치되어야 하며, 그 2.5 m의 수직거리 내에 종방향 통행설비, 스트링거 또는 바닥에 대한 발판이 없는 경우, 하방에 사다리 연결 플랫폼이 설치되어야 한다.

(4) 갑판과 출입구 하방 스트링거 사이, 스트링거와 스트링거 사이, 갑판 또는 스트링거와 바닥 사이의 수직거리가 6 m를 넘는 경우, 탱크 또는 구역으로의 접근을 위해 경사사다리 또는 경사사다리의 조합이 사용되어야 한다.

(5) 상기 (4)의 경우 갑판으로부터 사다리 최상부 출입부분은, 상부 장애물 안쪽으로부터 2.5 m 구간에서 수직으로 배치되어야 하며, 하방에 랜딩 플랫폼을 통하여 경사 사다리와 연결되어야 한다. 경사 사다리의 플라이트(flight)는 실제 길이로 9 m 이하이어야 하며, 수직거리로 6 m 이하이어야 한다. 사다리의 최하부는 수직거리로 2.5 m 이상 구간에서 수직으로 할 수 있다.

(6) 폭이 2.5 m 미만인 이중선측 공간에서, 해당 구역의 통행은 수직으로 6 m 이하의 간격으로, 사다리 좌측 또는 우측 한쪽으로 치우친 한 개 또는 그 이상의 연결 플랫폼을 설치한 수직 사다리로 할 수 있다. 인접한 사다리는 적어도 횡 방향으로 사다리 폭만큼 떨어뜨려 설치하여야 한다.

(7) 나선형 사다리는 경사 사다리의 대체설비로 인정될 수 있다.
이 경우, 최상부 2.5 m는 나선 사다리의 일부로 연결할 수 있으며, 수직 사다리로 변경할 필요는 없다.

14. 탱크로의 접근을 제공하는 수직 사다리의 갑판으로부터 입구 최상부는, 상부 장애물 안쪽으로부터 2.5 m 구간에서 수직으로 설치하여야 하고, 사다리 좌측 또는 우측 한쪽으로 치우친 사다리 연결 플랫폼을 가져야 한다. 갑판 구조로부터 1.6 m - 3.0 m 하방 범위 안에 종방향 또는 횡방향 상설접근 설비가 위치하는 경우, 이 수직 사다리는 그 범위 안에 위치할 수 있다.

203. 방식조치 【지침 참조】

모든 선박의 해수전용 평형수탱크와 산적화물선의 이중선측공간에 설치되는 접근설비는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 방식조치를 하여야 한다.

표 4.11.1 - 유조선의 평형수탱크 및 화물탱크로의 접근 설비(갑판하 및 수직 구조에 대한 접근)

1. 2항에 규정된 탱크를 제외한 평형수탱크 및 화물유탱크
1.1 내부 부재를 포함한 높이 6 m 이상의 탱크의 경우, 상설 접근설비를 .1 내지 .6항에 따라 제공하여야 한다. .1 모든 횡격벽의 보강면에 갑판으로부터 최소 1.6 m 에서 최대 3.0 m 하부에 횡방향의 연속된 상설 접근설비 설치 .2 탱크의 각 측면에 적어도 1개의 연속된 종방향 상설 접근설비 설치. 이 중 하나는 갑판으로부터 최소 1.6 m 에서 최대 6.0 m 하부에 다른 하나는 갑판으로부터 최소 1.6 m에서 최대 3.0 m 하부에 설치 .3 .1항 및 .2항의 접근설비 사이 및 주갑판으로부터 .1항 또는 .2항의 접근설비로의 접근 확보 .4 중간 높이에 대한 검사를 위한 202. 9.에 정의된 대체설비의 사용을 위하여 최상부 플랫폼에 설치된 상설고정설비가 없을 경우, 트랜스버스로의 접근을 위하여, 가능하면 횡격벽의 수평 거더와 일렬정열(alignment)을 이루는, 종격벽의 보강면의 구조 부재와 일체화된 연속된 종방향 접근설비를 제공하여야 한다. .5 탱크 바닥으로부터 6 m 이상에 설치된 크로스타이를 갖는 선박에 대하여, 탱크의 양측 타이 플레어링 브래킷을 검사하기 위하여 크로스타이 상에 횡방향 상설 접근설비가 설치되어야 하며, 이 접근설비는 4항의 종방향 상설 접근설비 중 하나와 연결되어야 함 .6 소형선에서 높이가 17 m 미만인 화물유탱크에는 .4항을 대신하여 202. 9항에 정의된 대체설비를 제공할 수 있다. 1.2 높이가 6 m 미만인 탱크에는, 상설 접근설비를 대신하여 202. 9항에 정의된 대체 설비 또는 휴대식 설비를 사용할 수 있다. **선수탱크** (fore peak tanks) 1.3 충돌격벽의 중심선에서 깊이 6 m 이상인 선수탱크에 대하여, 갑판하부 구조, 스트링거, 충돌격벽, 외판구조 등과 같은 중요지역에 대한 접근을 위하여 적절한 접근 설비를 제공하여야 한다. 1.3.1 갑판 또는 직상에 있는 스트링거로부터 수직거리 6 m 이내에 있는 스트링거는, 휴대식 설비와 조합하여 적절한 접근설비로 간주할 수 있다. 1.3.2 갑판과 스트링거 간, 스트링거 간 및 최하부 스트링거와 탱크바닥 간의 거리가 6 m 이상인 경우 202. 9항에 정의된 대체 설비를 제공하여야 한다.
2. 이중선측구조를 형성하는 폭 5 m 미만인 선측 평형수탱크 및 빌지호퍼부
2.1 빌지호퍼부 상부 너클포인트보다 위쪽의 이중선측 공간에 대하여 .1 내지 .3항에 따른 상설접근설비를 제공하여야 한다. .1 최상부 수평 스트링거와 갑판 사이의 수직 거리가 6 m 이상인 경우, 1개의 연속된 종방향 상설 접근설비를 탱크의 전길이에 걸쳐서 제공하여야 하며, 이 접근설비는 갑판으로부터 최소 1.6 m에서 최대 3.0 m 하부에 트랜스버스를 통과하도록 설치하여야 하고, 탱크 양단에 수직 접근 사다리를 갖추고 있어야 한다. .2 구조부재와 일체화되어 길게 연속된 상설접근설비는 수직거리로 6 m 이하의 간격이어야 한다. 다만, 10 %범위 안에서 6 m를 넘을 수 있다. .3 가능하면 스트링거 판은 횡격벽의 수평거더와 일렬정열을 이루어야 한다. 2.2 탱크바닥으로부터 상부 너클포인트까지의 수직거리가 6 m 이상인 빌지 호퍼부에 대하여, 1개의 종방향 상설 접근설비를 탱크 전 길이에 걸쳐 제공하여야 한다. 이는 탱크의 양 단에서 수직 상설 접근설비에 의하여 접근 가능하여야 한다. 2.2.1 연속된 종방향 상설 접근설비는 빌지 호퍼부의 상부에서 최소 1.6 m에서 최대 3.0 m 하방에 설치될 수 있다. 이 경우, 식별된 중요구조구역으로의 접근을 위하여 웨브프레임 근처의 연속된 종방향 상설접근설비를 연장시킨 플랫폼을 사용할 수 있다. 2.2.2 대체설비로, 연속된 종방향 상설접근설비가 웨브링의 개구 상단으로부터 최소 1.2 m 하방에 설치될 수 있으며, 이 경우 식별된 중요구조구역으로 접근하기 위한 휴대식 접근설비를 사용할 수 있어야 한다. 2.3 2.2에 언급된 수직거리가 6 m 미만일 경우, 202. 9항에서 정의된 대체설비가 상설 접근설비를 대신하여 사용될 수 있다. 대체설비를 편리하게 사용하기 위하여 수평 스트링거의 개구는 일직선상으로 배치하여야 한다. 개구에는 적절한 지름을 갖고, 적합한 보호 난간을 설치하여야 한다.

표 4.11.2 - 산적화물선의 접근설비

1. 화 물 창
갑판하 구조로의 접근 1.1 선체중앙선 근처 및 크로스데크의 양 측에, 상부구조에 대한 접근을 위하여 상설 접근설비가 설치되어야 한다. 각 접근설비는 화물창의 접근로 또는 주갑판에서 직접 접근 가능하여야 하며, 갑판 하방 최소 1.6 m, 최대 3.0 m에 설치되어야 한다. 1.2 크로스데크 하방 최소 1.6 m에서 최대 3.0 m 위치의 횡격벽에 설치된 횡방향 상설접근설비를 1.1과 동등한 것으로서 인정할 수 있다. 1.3 크로스데크 상부 구조로의 상설 접근설비는 상부 스툴을 통하여 접근할 수 있다. 1.4 내부로부터 모든 프레임과 판을 검사할 수 있는, 주 갑판으로부터의 접근이 가능한 상부스툴을 가진 횡격벽을 지닌 선박은 크로스데크에 대한 상설 접근설비를 요구치 않는다. 1.5 대체설비로, 수직거리가 내저판으로부터 17 m 이하인 경우, 크로스데크의 상부 구조로의 접근을 위하여 이동식 접근설비를 사용할 수 있다. **수직구조에 대한 접근** 1.6 모든 화물창에 상설 수직 접근설비를 제공하여야 한다. 이러한 접근설비는 횡격벽 근방의 화물창 양단을 포함하여 화물창 전체에 걸쳐 좌, 우현에 균등히 분포되어 최소한 화물창 늑골 전체수의 25 %에 대한 검사가 가능하도록 하는 일체화된 구조이어야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 이러한 접근설비가 각 현 3개 이상(화물창 전후단 및 중앙)이어야 한다. 2개의 인접한 화물창 늑골 사이에 설치된 상설 수직 접근설비는 양쪽 늑골 모두의 검사를 위한 접근설비로 본다. 하부 호퍼 평형수탱크 경사판 위로의 접근을 위하여 휴대식 접근설비를 사용할 수 있다. 1.7 추가로, 상기 접근설비가 설치되지 않은 화물창 늑골에 대한 상부 브래킷까지의 검사 및 횡격벽의 검사를 위하여 휴대식 또는 이동식 접근설비를 사용할 수 있다. **수직구조에 대한 접근** 1.8 화물창 늑골의 상부브래킷까지의 접근을 위하여 1.6항에서 요구된 상설 접근설비를 대신하여 휴대식 또는 이동식 접근설비를 사용할 수 있다. 다만, 이들 접근 설비는 본선에 비치하여 항상 사용 가능하여야 한다. 1.9 화물창 늑골로의 접근을 위한 수직 사다리의 폭은 사다리 양쪽 프레임 간 거리가 최소한 300 mm 이상이어야 한다. 1.10 단일선측구조의 화물창 선측늑골 검사용 수직사다리에 대해서는 길이가 6 m를 초과하여도 인정 가능하다. 1.11 이중선측 구조에 대해서는 화물창 면의 검사를 위하여 수직사다리가 요구되지 않는다. 이런 구조의 검사는 이중선측 공간내부로부터 실행되어야 한다.

표 4.11.2 - 산적화물선의 접근설비(계속)

2. 평형수탱크
톱사이드 탱크 2.1 높이 6 m 이상의 각 톱사이드 탱크에는 1개의 연속된 종방향 접근설비가 현측외판 웨브를 따라 갑판 아래로 최소 1.6 m 에서 최대 3.0 m에 설치되어야 한다. 이러한 접근설비는 톱사이드 탱크의 각 출입구 근처에 수직 접근사다리를 제공하여야 한다. 2.2 탱크 바닥으로부터 600 mm 이내에 트랜스버스 웨브를 통과하는 접근개구가 없고 웨브 프레임 링의 웨브높이가 현측외판 및 경사판 근처에서 1 m 초과할 경우에는, 각 트랜스버스 웨브 프레임 링을 넘어 안전하게 접근하기 위하여 발판/손잡해머링 제공하여야 한다. 2.3 각 탱크의 양 단 베이(bay)와 중간 베이에 설치된 3개의 상설 접근설비는 탱크바닥으로부터 창구 측거더와 경사판의 교차점까지 걸쳐 있어야 한다. 기 설치된 종식구조는 이러한 접근설비의 일부로서 사용가능하다. 2.4 톱사이드 탱크의 높이가 6 m 미만인 경우, 상설 접근설비 대신에 202.의 9항에 정의된 대체설비나 휴대식 설비를 사용할 수 있다. **빌지 호퍼 탱크** 2.5 높이가 6 m 이상인 빌지호퍼탱크에 대하여, 1개의 연속된 종방향 상설 접근설비가 선측외판 웨브를 따라 제공되어야 하며, 이러한 접근설비는 웨브링의 개구 상단으로부터 최소 1.2 m 하방에 설치되어야 하고 이 탱크의 각 출입구 근처에 수직접근 사다리가 제공되어야 한다. 2.5.1 연속된 종방향 상설 접근설비와 빌지호퍼 탱크 바닥 사이의 접근 사다리가 탱크의 각 단에 제공되어야 한다. 2.5.2 대체설비으로, 식별된 중요구조구역을 보다 적절하게 검사할 수 있는 배치인 경우에는, 연속된 종방향 상설 접근설비를 웨브링 개구 상부의 웨브판을 관통하여 갑판으로부터 최소 1.6 m 하방에 설치할 수 있다. 이 경우 크게 만든 종부재를 통행로로 사용할 수 있다. **빌지 호퍼 탱크** 2.5.3 이중선측 산적화물선에 대해서는 빌지 너클포인트로의 접근을 위한 대체방법과 함께 사용된다면, 연속된 종방향 상설접근설비는 빌지의 너클포인트로부터 6 m 이내에 설치될 수도 있다. 2.6 탱크 바닥으로부터 600 mm 이내에 트랜스버스 웨브를 통과하는 접근개구가 없고 웨브 프레임 링의 웨브높이가 현측외판 및 경사판 근처에서 1 m 초과할 경우에는, 각 트랜스버스 웨브 프레임 링을 넘어 안전하게 접근하기 위하여 발판/손잡이가 제공되어야 한다. 2.7 6 m 미만 높이의 빌지호퍼 탱크에는 상설 접근설비 대신에 202.의 9항에 정의된 대체설비나 휴대식 설비가 사용될 수 있다. 이런 접근설비는 필요시 해당 장소에서 전개하여 쉽게 이용할 수 있음이 입증되어야 한다. **이중 선측 탱크** 2.8 표 4.11.1의 관련 조항에 따라 상설 접근설비를 제공하여야 한다. **선수탱크(fore peak tanks)** 2.9 충돌격벽의 중심선에서 깊이 6 m 이상인 선수탱크에 대하여, 갑판하부 구조, 스트링거, 충돌격벽, 선측외판 구조 등과 같은 중요구역에 대한 접근을 위하여 적절한 접근 설비를 제공하여야 한다. 2.9.1 갑판으로부터 또는 직상에 있는 스트링거로부터 수직거리 6 m 이내에 있는 스트링거는 휴대식 접근설비와 조합하여 적절한 접근설비로 간주할 수 있다. 2.9.2 갑판과 스트링거 간, 스트링거 간 및 최하부 스트링거와 탱크 바닥 간의 수직거리가 6 m 이상인 경우 202.의 9항에 정의된 대체 설비를 제공하여야 한다.

* 광석운반선의 경우, 선측 평형수탱크 내의 상설 접근설비는 표 4.11.1 과 4.11.2 의 해당 조항에 따라야 한다. ⚓

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

지침 제 4 편

선체의장

GA-04-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 4 편 “선체의장”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 1월 1일 (건조계약일 기준)

제 4 장 불워크, 방수구, 현창, 각창, 통풍통 및 상설보행로

제 5 절 상설보행로

- 표 4.4.3 (비고)를 개정함.

제 8 장 의장수 및 의장품

제 2 절 의장수

- 201.을 개정함.
- 그림 4.8.3, 4.8.4를 개정함.

부록 4-3 심해 및 비보호수역에서의 묘박설비

- 5.항을 개정함.
- 표 1을 개정함.

차 례

제 1 장 타 ····· **1**
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 4 절 타의 강도계산 ····· 2
제 5 절 타두재 ····· 9
제 6 절 타판, 타골재 및 타심재 ····· 10
제 7 절 타두재와 타심재의 커플링 ····· 11
제 8 절 핀틀 ····· 12
제 9 절 타두재 및 핀틀의 베어링 ····· 12
제 10 절 부속장치 ····· 13
제 11 절 프로펠러 노즐 ····· 14

제 2 장 창구 및 기타 갑판개구 ····· **15**
제 1 절 일반사항 ····· 15
제 2 절 설계하중 ····· 16
제 3 절 창구덮개의 강도 기준 ····· 16
제 5 절 풍우밀, 폐쇄설비, 고박장치 및 스토퍼 ····· 16
제 7 절 기타의 개구 ····· 17

제 3 장 선수문, 현문 및 선미문 ····· **19**
제 1 절 선수문 및 내측문 ····· 19
제 2 절 현문 및 선미문 ····· 19

제 4 장 불워크, 방수구, 현창, 각창, 통풍통 및 상설보행로 ····· **21**
제 1 절 불워크 및 보호난간 ····· 21
제 2 절 방수구 ····· 22
제 3 절 현창, 각창 및 천창 ····· 23
제 4 절 통풍통 ····· 27
제 5 절 상설보행로 ····· 27

제 8 장 의장수 및 의장품 ····· **31**
제 1 절 일반사항 ····· 31
제 2 절 의장수 ····· 31
제 3 절 앵커 ····· 36
제 4 절 체인 ····· 36
제 5 절 와이어로프 ····· 52
제 7 절 창구 타폴린 ····· 52
제 9 절 각창 ····· 52

제 9 장 선수갑판 작은 창구, 설비 및 의장품의 강도 및 잠금장치 ····· **53**
제 2 절 선수부 노출갑판상 작은 창구의 강도 및 잠금장치 ····· 53

제 10 장 예인 및 계류관련 선체의장설비 및 선체지지구조 ····· **55**
제 1 절 적용범위 및 정의 ····· 55
제 2 절 예인 및 계류 ····· 58

제 11 장 유조선 및 산적화물선 화물지역 내의 구역 및 전방으로의 접근 ····· **59**
제 1 절 일반 ····· 59

제 2 절 접근설비에 대한 기술조항 ····· 61

〈부록〉

부록 4-1 유조선의 평형수탱크 및 화물탱크로의 접근설비 ····· 73
부록 4-2 산적화물선의 접근설비 ····· 77
부록 4-3 심해 및 비보호수역에서의 묘박설비 ····· 81

제 1 장 타

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. **3개 이상의 핀틀을 갖는 타**
   3개 이상의 핀틀을 갖는 타의 각 부재 치수는 **규칙 4편 1장**의 규정을 준용하여 결정되어야 한다. 다만, 각 부재에 작용하는 외력은 **4절**의 규정을 준용하여 직접계산법에 의하여 결정되어야 한다.
2. **노즐타**
   노즐 타(nozzle rudder)는 다음 (1) 및 (2)호에 따른다. 다만, 실험 또는 상세이론계산에 의한 타력 및 타 토크가 구하여진 경우에는 그 결과에 따를 수 있다. 노즐타 및 다른 기타의 타에 대하여는 실험 또는 상세이론계산에 의하여 타력 및 타 토크를 구하고 **규칙 4편 1장**을 준용하여 각 부재치수를 결정하여야 한다. 이 경우의 실험결과 또는 상세이론계산 결과는 우리 선급에 제출되어야 한다.
   (1) 타 각부의 부재치수결정에 있어서 **규칙 4편 1장**의 규정을 준용한다. 다만, 이 규칙의 적용 시 **2절**의 계수 K_2 값은 전진상태의 경우 1.9, 후진상태의 경우 1.5 로 하고, **3절**의 α 값은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
   (2) 노즐타의 면적
   규칙의 적용시 타의 전면적 및 타두재의 중심선보다 앞쪽에 위치한 타의 면적은 다음에 따라 계산되어야 한다.

   타의 전면적 (A) : $2h(b_1+b_2)+\Sigma h'(a_1+a_2)$ (m^2)
   타두재의 중심선보다 앞쪽에 위치한 타의 면적 A_f : $2hb_2$ (m^2)

   a_1, a_2, b_1, b_2, h 및 h' : **지침 그림 4.1.1**에 따른다.
3. **타각이 35° 을 초과하도록 계획된 타**
   타 각부의 부재치수는 실험이나 상세이론계산에 의해 얻어진 타력 및 타 토크를 근거로 하여 **규칙 4편 1장**의 규정에 따라 결정되어야 한다. 실험이나 이론계산의 결과는 우리 선급에 제출되어야 한다.
4. 단판타에 있어서는 전진 및 후진상태 각각에 대하여 계수 K_2 는 1.0으로 한다.

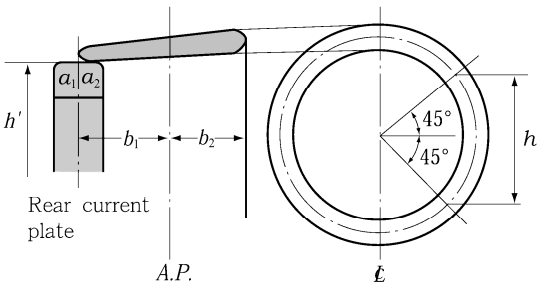


그림 4.1.1 노즐타의 면적

5. "C"형 타의 경우, 타의 풀림을 방지하기 위한 안전장치(예 : Locking Ring, Nut Stopper, Nut Lock 등)를 설치하여야 한다. *(2017)*

103. 재료 【규칙 참조】

1. 타두재의 지름이 작을 경우에는 타두재를 주강재로 하여서는 안 된다.
2. 압연봉강(*RSFB* 45)은 단조강(*RSF* 45)과 동일하게 취급할 수 있다.
3. 에지 바(edge bar)는 **규칙 2편 1장**의 규정에 적합한 선체구조용 압연강재 또는 이와 동등한 재료를 사용하여야 한다.

제 4 절 타의 강도계산

401. 타의 강도계산 【규칙 참조】

1. 일반

타 및 타두재에 작용하는 굽힘모멘트, 전단력 및 지지반력은 3항에서 7항의 타의 형식에 따라 계산할 수 있다.

2. 계산되어야 할 모멘트 및 힘

타 본체에 작용하는 굽힘모멘트 M_R 및 전단력 Q_1, 베어링에 작용하는 굽힘모멘트 M_b, 타두재와 타심재의 커플링부에 작용하는 굽힘모멘트 M_s, 지지반력 B_1, B_2, B_3 가 계산되어, **규칙 4편 1장**의 규정에 따라 응력해석이 행해져야 한다.

3. C 형 타(스페이드 타)

(1) 일반적 자료

스페이드 타 형식에 대한 자료는 아래와 같다.(**지침 그림** 4.1.2 참조)

$\ell_{10} \sim \ell_{30}$: 각 부분의 길이(m).

$I_{10} \sim I_{30}$: 각 부분의 단면 2차모멘트(cm^4).

타 본체에 작용하는 하중

$$P_R = \frac{F_R}{1000\ell_{10}} \quad \text{(kN/m)}$$

F_R : **규칙 4편 1장 2절**에 따른다.

(2) 모멘트 및 힘은 다음 식에 따른다.

$$M_b = F_R[\ell_{20} + \frac{\ell_{10}(2x_1 + x_2)}{3(x_1 + x_2)}] \quad \text{(N-m)}$$

$$B_2 = F_R + B_3 \quad \text{(N)}$$

$$B_3 = \frac{M_b}{l_{30}} \quad \text{(N)}$$

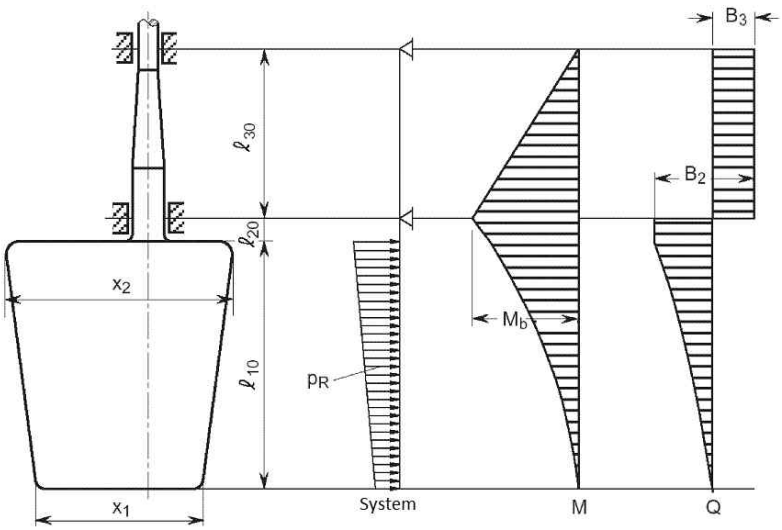


그림 4.1.2 C 형 타(스페이드 타)

4. 트렁크가 있는 스페이드 타

(1) 일반적 자료

트렁크가 있는 스페이드 타 형식에 대한 자료는 아래와 같다.(**지침 그림** 4.1.3 참조)

$\ell_{10} \sim \ell_{30}$: 각 부분의 길이(m).

$I_{10} \sim I_{30}$: 각 부분의 단면 2차모멘트(cm^4).

타 본체에 작용하는 하중

$$P_R = \frac{F_R}{1000\,(\ell_{10}+\ell_{20})} \quad \text{(kN/m)}$$

F_R : **규칙 4편 1장 2절**에 따른다.

(2) 트렁크가 있는 스페이드 타의 모멘트 및 힘은 다음 식에 따른다. *(2019)*

M_R 은 다음 중에서 큰 값으로 한다.

$$M_{FR1} = F_{R1}(CG_{1Z}-\ell_{10}) \quad \text{(N-m) 또는}$$

$$M_{FR2} = F_{R2}(\ell_{10}-CG_{2Z}) \quad \text{(N-m)}$$

F_{R1} : 타판의 A_1 부분에 작용하는 타력

F_{R2} : 타판의 A_2 부분에 작용하는 타력

CG_{1Z} : 타판의 하단에서 타판 A_1 부분의 무게중심까지의 수직거리

CG_{2Z} : 타판의 하단에서 타판 A_2 부분의 무게중심까지의 수직거리

$$F_R = F_{R1} + F_{R2} \quad \text{(N)}$$

$$B_2 = F_R + B_3 \quad \text{(N)}$$

$$B_3 = (M_{FR2}-M_{FR1})/(\ell_{20}+\ell_{30}) \quad \text{(N)}$$

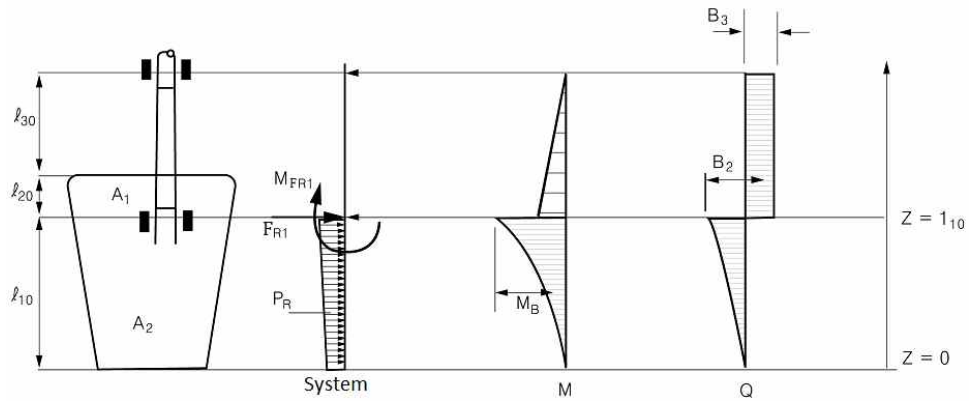


그림 4.1.3 트렁크가 있는 스페이드 타

5. B **형 타(슈피스에 의해 지지되는 타)**

(1) 일반적 자료

슈피스에 의해 지지되는 타 형식에 대한 자료는 아래와 같다.(**지침 그림 4.1.4** 참조)

$\ell_{10} \sim \ell_{50}$: 각 부분의 길이(m).

$I_{10} \sim I_{50}$: 각 부분의 단면2차모멘트(cm^4).

슈피스에 의해 지지되는 타에 있어서, ℓ_{20} 은 타 본체의 하단으로부터 슈피스의 중심위치까지의 수직거리이며, I_{20} 은 슈피스 내의 핀틀의 단면2차모멘트를 말한다.

I_{50} : z 축에 관한 슈피스의 단면2차모멘트(cm^4).

l_{50} : 슈피스의 유효길이(m).

타 본체에 작용하는 하중

$$P_R = \frac{F_R}{1000\,\ell_{10}} \quad \text{(kN/m)}$$

F_R : **규칙 4편 1장 2절**에 따른다.

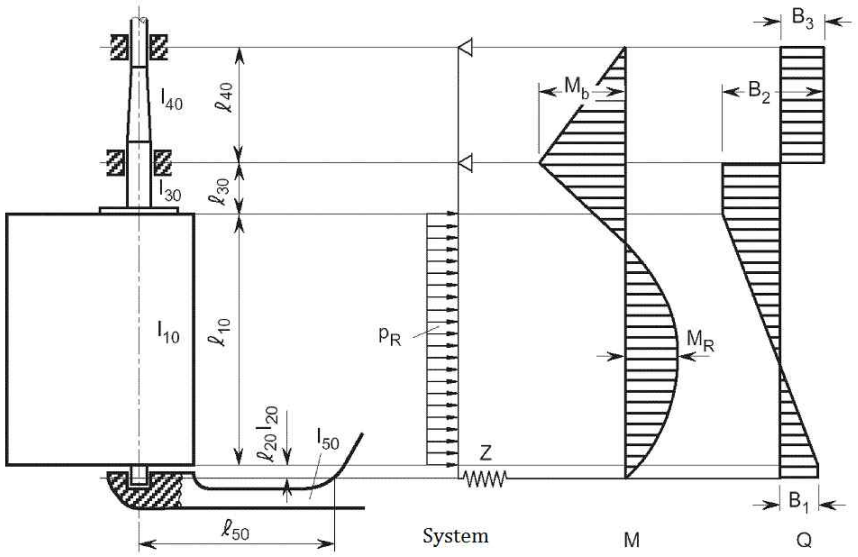


그림 4.1.4 B형 타(슈피스에 의해 지지되는 타)

Z : 슈피스의 지지점에서의 스프링 상수로서 다음 식에 따른다.

$$Z = \frac{6.18 I_{50}}{\ell_{50}^3} \quad \text{(kN/m)}$$

(2) 모멘트 및 힘은 **지침 그림 4.1.4**에 따라 근사 계산법으로 구한다.

6. D형 타(1점 탄성지지되는 세미스페이드 타)

(1) 일반적 자료

1점 탄성지지되는 세미스페이드 타 형식에 대한 자료는 아래와 같다.(**지침 그림 4.1.5** 참조)

$\ell_{10} \sim \ell_{50}$: 각 부재의 길이(m).

$I_{10} \sim I_{50}$: 각 부분의 단면2차모멘트(cm^4).

Z : 러더혼의 지지점에서의 스프링 상수로서 다음 식에 따른다.

$$Z = \frac{1}{f_b + f_t} \quad \text{(kN/m)}$$

f_b : 단위 하중 1 kN이 지지점의 중심에 작용하는 경우의 러더혼의 단위변위량(m)으로 다음 식에 따른다.

$$f_b = \frac{1.3 d^3}{6.18 I_n} \quad \text{(m/kN)}$$

I_n : x축에 대한 러더혼의 단면 2차모멘트(cm^4)

f_t : 비틀림으로 인한 단위변위량으로 다음 식에 따른다.

$$f_t = \frac{d e^2 \sum u_i / t_i}{3.14 \cdot 10^8 F_T^2} \quad \text{(m/kN)}$$

F_T : 러더혼의 평균 단면적(m^2)

u_i : 러더혼의 평균 단면적에 포함되는 각 판의 너비(mm)

t_i : 각 u_i 내의 판 두께(mm)

d : **지침 그림 4.1.5**에 규정된 러더혼의 높이(m). 러더혼 상단의 곡률이 변하는 점에서 러더혼 하부핀틀 중심까지의 거리로 한다.

e : **지침 그림 4.1.6**에 따른다.

타 본체에 작용하는 하중

$$P_{R10} = \frac{F_{R2}}{1000\ell_{10}} \quad \text{(kN/m)}$$

$$P_{R20} = \frac{F_{R1}}{1000\ell_{20}} \quad \text{(kN/m)}$$

F_{R1} 및 F_{R2} : **규칙 4편 1장 2절**에 따른다.

(2) 모멘트 및 힘은 다음 식에 따른다. *(2018)*

$$M_R = \frac{F_{R2} l_{10}}{2} \quad \text{(N-m)}$$

$$M_b = \frac{F_R l_{10}^2}{10(l_{20}+l_{30})} \quad \text{(N-m)}$$

$$M_s = \frac{2M_R l_{10} l_{30}}{(l_{20}+l_{30})^2} \quad \text{(N-m)}$$

$$B_1 = \frac{F_R h_c}{l_{20}+l_{30}} \quad \text{(N)}$$

$B_2 = F_R - B_{1,}$ 최소 $B_2 = F_R/4$ (N)

$$B_3 = \frac{M_b}{l_{40}} \quad \text{(N)}$$

$$Q_1 = F_{R2} \quad \text{(N)}$$

(3) 러더혼에 작용하는 굽힘모멘트 및 전단력은 다음에 따른다. (**지침 그림** 4.1.6 참조)

M_b : 굽힘모멘트로서 다음 식에 따른다.

$$M_b = B_1 z \quad \text{(N-m)}$$

$$M_{bmax} = B_1 d \quad \text{(N-m)}$$

Q : 전단력으로서 다음 식에 의한 B_1 값으로 한다.

$$B_1 = \frac{F_R b}{(\ell_{20}+\ell_{30})} \quad \text{(N)}$$

$M_{T(z)}$: 비틀림모멘트로서 다음 식에 따른다.

$$M_{T(z)} = B_1 e_{(z)} \quad \text{(N-m)}$$

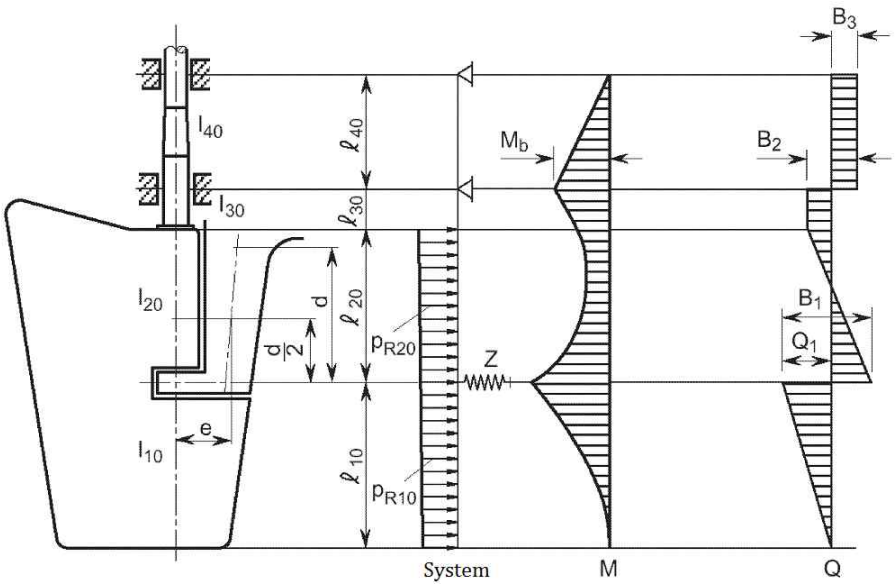


그림 4.1.5 D형 타(1점 탄성지지되는 세미스페이드 타)

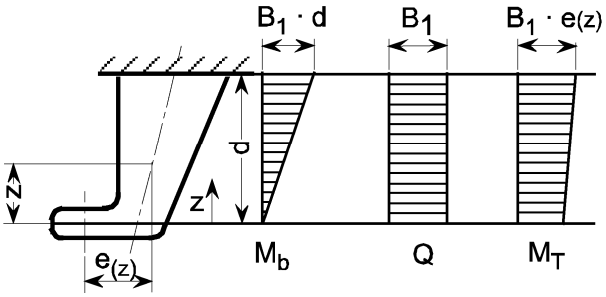


그림 4.1.6 러더혼

7. E 형 타(2점(2-conjugate) 탄성지지되는 세미스페이드 타)

(1) 일반적 자료

2점에서 탄성지지되는 세미스페이드 타 형식에 대한 자료는 아래와 같다.(**지침 그림** 4.1.7 및 4.1.8 참조)

K_{11}, K_{22}, K_{12} : 2점에서 탄성지지되는 러더 혼에 대하여 계산된 러더혼의 추종계수.

2점 탄성지지는 다음 식에 의해 수평변위 y_i 의 관점에서 정의된다.

하부 러더혼 베어링 : $y_1 = K_{12}B_2 - K_{22}B_1$

상부 러더혼 베어링 : $y_2 = K_{11}B_2 - K_{12}B_1$

y_1, y_2 : 상부/하부 러더혼 베어링에서의 각각의 수평변위(m)

B_1, B_2 : 상부/하부 러더혼 베어링에서의 각각의 수평지지반력(kN)

K_{11}, K_{22}, K_{12} : (m/kN), 각각 다음 식에 따른다.

$$K_{11} = 1.3\frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{e^2\lambda}{GJ_{th}}$$

$$K_{22} = 1.3\left[\frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{\lambda^2(d-\lambda)}{2EJ_{1h}}\right] + \frac{e^2\lambda}{GJ_{th}}$$

$$K_{12} = 1.3\left[\frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{\lambda^2(d-\lambda)}{EJ_{1h}} + \frac{\lambda(d-\lambda)^2}{EJ_{1h}} + \frac{(d-\lambda)^3}{3EJ_{2h}}\right] + \frac{e^2d}{GJ_{th}}$$

d : **지침 그림** 4.1.7에 규정된 러더혼의 높이(m)로서, 러더혼 상단의 곡률이 변하는 점에서 러더혼 하부 핀틀 중심까지의 거리로 한다.

λ : **지침 그림** 4.1.7에 규정된 길이(m)로서, 러더혼 상단의 곡률이 변하는 점에서 러더혼 상부 핀틀의 중심까지의 거리로 한다. 이 값이 0 인 경우, 이 단면을 안쪽이 빈 단면으로 가정하면 상기 식은 1 점 탄성지지의 러더혼에 관한 스프링 상수 Z값에 수렴한다.

e : **지침 그림** 4.1.7에 규정된 러더혼 비틀림 레버의 길이(m). $z = d/2$ 지점에서 구한다

J_{1h} : 러더혼 상부베어링보다 위쪽 부분에 있어서, x 축에 대한 러더혼의 관성모멘트(m^4). 길이 λ 사이의 평균값으로 한다.(**지침 그림** 4.1.7 참조)

J_{2h} : 러더혼 상부 및 하부 베어링 사이 부분에 있어서, x 축에 대한 러더혼의 관성모멘트(m^4). 길이 d 에서 λ 사이의 평균값으로 한다.(**지침 그림** 4.1.7 참조)

J_{th} : 러더혼의 비틀림 강성계수(m^4)로서, 얇은 벽으로 밀폐된 임의의 단면에 대하여 다음 식에 따른다.

$$J_{th} = \frac{4F_T^2}{\sum_i \frac{u_i}{t_i}}$$

F_T : 러더혼 외벽부의 평균 단면적(m^2)

u_i : 러더혼 외벽부의 평균 단면적을 형성하는 각 판의 길이(mm)

t_i : 러더혼 외벽부의 평균 단면적을 형성하는 각 판의 두께(mm)

J_{th} 값은 평균값으로서 러더혼의 전 높이에서 이 값으로 한다.

타 본체에 작용하는 하중

$$P_{R10} = \frac{F_{R2}}{1000\ell_{10}} \quad \text{(kN/m)}$$

$$P_{R20} = \frac{F_{R1}}{1000\ell_{20}} \quad \text{(kN/m)}$$

F_{R1} 및 F_{R2} : **규칙 4편 1장 2절**에 따른다.

(2) 모멘트 및 힘은 **지침 그림 4.1.7**에 따라 근사 계산법으로 구한다.

(3) 러더혼의 굽힘모멘트

러더혼의 일반적인 단면에 작용하는 굽힘모멘트는 다음과 같다.

러더혼의 상부 지지점과 하부 지지점 사이 :

$$M_H = F_{A1} z \quad \text{(N-m)}$$

러더혼의 상부 지지점 상방 :

$$M_H = F_{A1} z + F_{A2}(z - d_{lu}) \quad \text{(N-m)}$$

F_{A1} : **지침 그림 4.1.7**에 따른 러더혼 하부 지지점에서의 지지반력(N)으로 B_1과 동일한 값으로 한다.

F_{A2} : **지침 그림 4.1.7**에 따른 러더혼 상부 지지점에서의 지지반력(N)으로 B_2과 동일한 값으로 한다.

z : **지침 그림 4.1.8**에 규정된 길이(m)로 d (m) 미만이어야 한다.

d_{lu} : **지침 그림 4.1.7**에 따른 러더혼 하부와 상부 베어링 사이의 거리(m)로 다음 식에 따른다.

$$d_{lu} = d - \lambda$$

(4) 러더혼의 전단력

러더혼의 일반적인 단면에 작용하는 전단력 Q_H는 다음과 같다.

러더혼 상부 베어링과 하부 베어링 사이 :

$$Q_H = F_{A1} \quad \text{(N)}$$

러더혼 상부베어링의 상방 :

$$Q_H = F_{A1} + F_{A2} \quad \text{(N)}$$

F_{A1}, F_{A2} : 지지반력(N)

러더혼의 일반적인 단면에 작용하는 토크 M_T는 다음과 같다.

러더혼 상부 베어링과 하부 베어링 사이 :

$$M_T = F_{A1} e_{(z)} \quad \text{(N-m)}$$

러더혼 상부베어링의 상방 :

$$M_T = F_{A1} e_{(z)} + F_{A2} e_{(z)} \quad \text{(N-m)}$$

F_{A1}, F_{A2} : 지지반력(N)

$e(z)$: **지침 그림 4.1.8**에 규정된 비틀림 레버 길이(m)

(5) 러더혼의 전단응력 계산

러더혼의 일반적인 단면에 작용하는 전단응력 τ_S는 다음 식에 의한다.

러더혼 상부 베어링과 하부 베어링 사이 :

$$\tau_S = \frac{F_{A1}}{A_H} \quad \text{(N/mm}^2\text{)}$$

러더혼 상부베어링의 상방 :

$$\tau_S = \frac{F_{A1} + F_{A2}}{A_H} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

F_{A1}, F_{A2} : 지지반력(N)
A_H : y축 방향에서의 러더혼의 유효전단면적($\mathrm{mm^2}$)

할로우(hollow)형 러더혼에 대한 비틀림 응력 τ_T는 다음 식에 의한다. 다만, 솔리드(solid)형 러더혼에 대해서는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

$$\tau_T = \frac{M_T 10^{-3}}{2 F_T t_H} \quad (\mathrm{N/mm^2}) \ \textit{(2019)}$$

M_T : 토크(N-m)
F_T : 러더혼 외벽부의 평균 단면적($\mathrm{m^2}$)
t_H : 러더혼의 판두께(mm)로서, 임의의 러더혼 단면에 대하여 비틀림 응력 τ_T의 최대값은 t_H가 최소가 되는 위치에서 구한다.

(6) 러더혼의 굽힘응력 계산

지침 그림 4.1.8에 규정된 높이 d 내의 러더혼의 일반적인 단면에 작용하는 굽힘응력 σ_B는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_B = \frac{M_H}{Z_x} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

M_H : 고려하는 단면에서의 굽힘모멘트(N-m)
Z_x : x축에 대한 단면계수($\mathrm{cm^3}$)

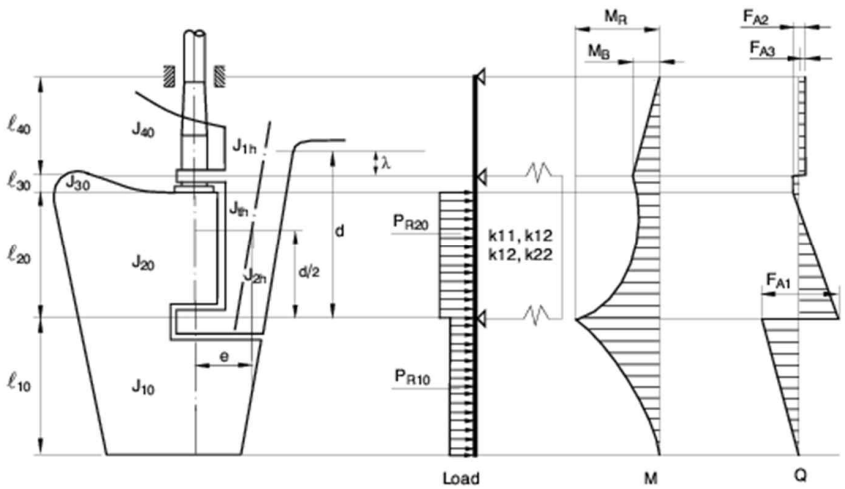


그림 4.1.7 E 형 타(2점(2-conjugate) 탄성지지되는 세미스페이드 타)

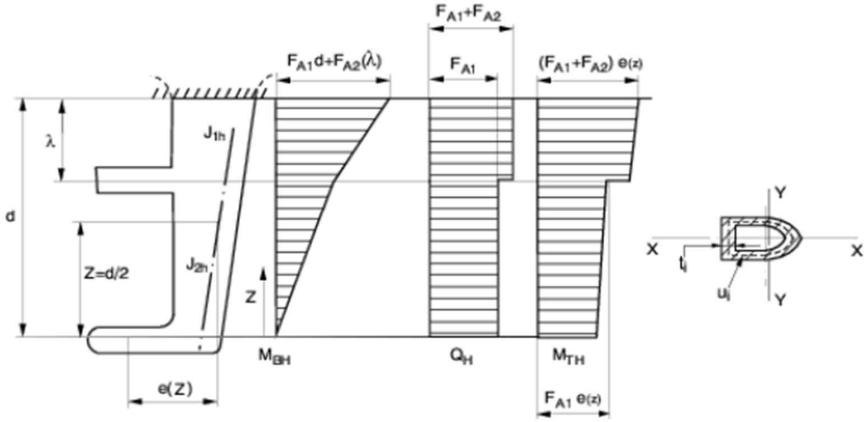


그림 4.1.8 러더혼

제 5 절 타두재

501. 상부타두재 【규칙 참조】

1. **틸러와의 연결부에서의 상부타두재의 테이퍼**
   틸러와 연결되는 상부타두재가 테이퍼를 가지는 경우에는, 그 테이퍼는 지름으로 1/12.5을 초과하여서는 안 된다.
2. **키홈**
   (1) 타두재의 지름을 계산할 시 키홈의 깊이는 무시할 수 있다.
   (2) 키홈의 모든 모서리에는 적절한 둥금새를 주어야 한다.
3. B형, C형 및 D형 타의 타두재 각부의 형상은 **지침 그림 4.1.9**에 따라 제조되어야 한다.

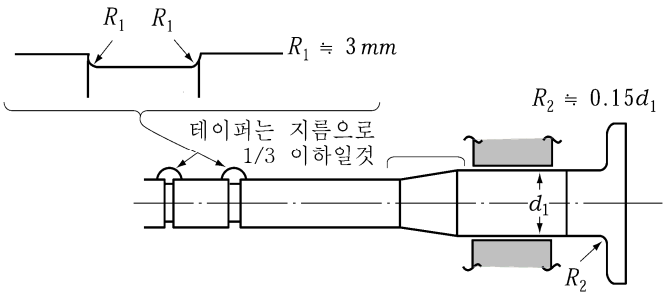


그림 4.1.9 B형, C형 및 D형 타의 타두재의 형상

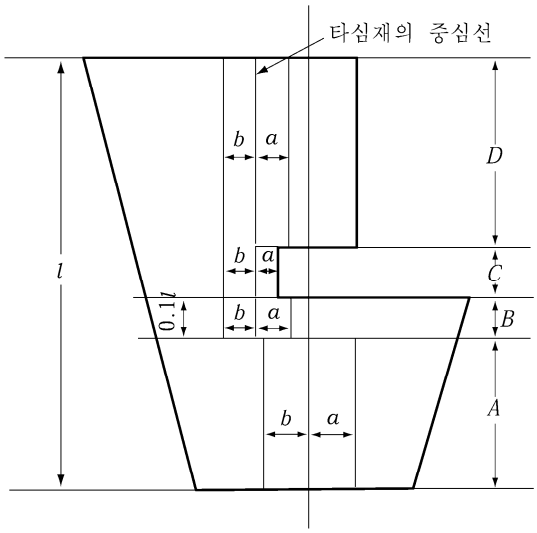
503. 변형 *(2021)*

최소항복응력이 235(N/mm^2)을 초과하는 재료의 사용으로 인하여 타두재의 지름이 크게 감소할 경우, 타두재의 변형에 대한 평가를 요구할 수 있다. 베어링 부위에 과도한 압력이 발생하는 것을 방지하기 위하여 큰 변형이 타두재에 발생하는 것을 피하여야 한다.

제 6 절 타판, 타골재 및 타심재

603. 타심재 【규칙 참조】

1. D 형 및 E 형 타에 있어서, 타심재의 단면계수 계산에 산입되는 타판의 유효폭 B_e 는 **지침 그림 4.1.10**에 따른다. 다만, 타를 들어올리기 위해 제거되는 덮개판은 단면계수 계산에 산입되지 아니한다. 이 항의 요건은 A 형 타에도 준용한다.
2. 재료계수 K_m 은 고려하는 단면에 사용된 재료의 K_m 이어야 한다.



$B_e = a + b$

A 의 범위 : $a = b = 0.1l$
B 및 D 의 범위 : $a = b = 0.08l$
C 의 범위 : a 는 아래 그림과 같다.
다만, $0.08l$ 을 초과할 수 없다.
$b = 0.08l$

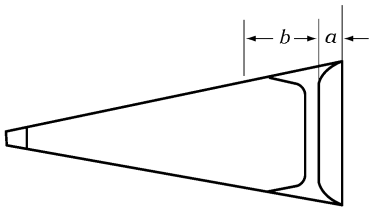


그림 4.1.10 타판의 유효폭 B_e

605. 고착

타의 후단에는 원칙적으로 에지 바(Edge bar)가 부착되어야 한다. 다만, 타의 크기, 형상 및 용접성 등을 고려하여 에지 바 또는 뒷댐판(chill plate) 등을 생략할 수 있다.(**지침 그림 4.1.11** 참조)

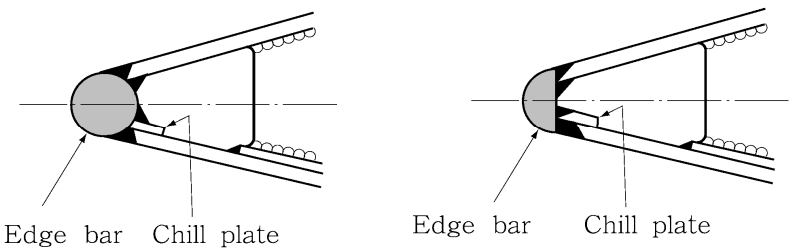


그림 4.1.11 타의 후단 구조

제 7 절 타두재와 타심재의 커플링

701. 수평플랜지 커플링 【규칙 참조】

1. **A 형 및 E 형 타의 커플링 볼트 지름**
   규칙 4편 1장 701.의 적용시, A 형 및 E 형 타에 있어서 커플링 볼트의 지름 d_b 는 하부타두재가 원형이라 가정하여 **규칙 4편 1장 502.**의 규정에 적합하게 결정되어야 한다.
2. **커플링 볼트의 너트 고정장치**
   커플링 볼트의 너트는 고정장치를 가져야 한다. 이 고정장치는 스플릿 핀(split pin)으로 할 수 있다.

702. 수직플랜지 커플링 【규칙 참조】

1. **A 형 및 E 형 타의 커플링 볼트 지름**
   규칙 4편 1장 701.의 적용시, A 형 및 E 형 타에 있어서 커플링 볼트의 지름 d_b 는 하부타두재가 원형이라 가정하여 **규칙 4편 1장 502.**의 규정에 적합하게 결정되어야 한다.
2. **커플링 볼트의 너트 고정장치**
   커플링 볼트의 너트는 고정장치를 가져야 한다. 이 고정장치는 스플릿 핀으로 할 수 있다.

703. 콘 커플링 【규칙 참조】

1. **일반** *(2020)*
   (1) 하부타두재는 슬러징 너트 또는 유압장치에 의하여 타 본체와 견고하게 결합되어야 하며, 선박건조자는 이러한 결합에 관한 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.
   (2) 하부타두재의 부식에 충분히 주의하여야 한다.
2. 타두재와 타 본체의 커플링부에 키를 가지며 슬러징 너트로써 고정되는 커플링으로서, **규칙 703.**의 1항 (8)호에 따른 키에 의해 전적으로 타 토크가 전달되는 경우 다음에 적합하여야 한다.(즉 커플링의 결합 및 분리를 위한 유압장치가 없는 콘 커플링)
   (1) 키의 전단 면적 A_k 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_k = \frac{30\,T_R K_k}{d_k} \quad (\mathrm{mm}^2)$$

d_k : 키(key)의 길이방향의 중앙에서의 타두재 지름(mm).
K_k : **규칙 4편 1장 103.**에 따른 키의 재료계수.
T_R : **규칙 4편 1장 3절**에 따른 타 토크(N-m).

   (2) 키와 타두재 및 키와 타 본체 간의 편면접촉면적(abutting surface area) A_c 는 각각 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_c = \frac{10\,T_R K_{\min}}{d_k} \quad (\mathrm{mm}^2)$$

$K_{\min}$: **규칙 4편 1장 103.**에 따른 키, 타두재 또는 타 본체의 재료계수로서, 접촉하는 키와 타 본체 및 키와 타두재의 재료계수를 비교하여, 각각의 경우에 대하여 작은 값으로 한다.
d_k 및 T_R : (1)호에 따른다.

제 8 절 핀틀

802. 핀틀의 구조 【규칙 참조】

1. 핀틀 너트의 고정장치(풀림방지 장치)

핀틀 너트의 고정장치로서 스플릿 핀을 사용하는 것은 좋지 않다. **지침 그림 4.1.13**과 같이 잠금용 링(locking ring) 또는 이와 동등한 수단(nut stopper, nut lock 등)이 설치되어야 한다.

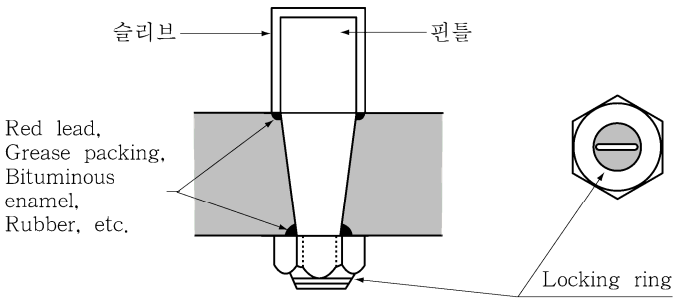


그림 4.1.13 핀틀 너트의 고정장치 및 핀틀의 부식방지장치

2. 핀틀의 부식방지

핀틀의 부식방지를 위하여, 핀틀의 상하 테이퍼 단부에는 **지침 그림 4.1.13**과 같이 Red lead, Grease packing, Bituminous enamel, 또는 Rubber(Neoprene) 등이 설치되어야 한다.

3. 일체로 된 핀틀과 타골재(combination of pintle and rudder frame in monoblock)

L 이 80 m 를 넘는 선박에서는 핀틀과 타골재를 일체로 하는 것은 바람직하지 않다.

제 9 절 타두재 및 핀틀의 베어링

901. 최소 베어링 면적 【규칙 참조】

금속제 Bush가 사용될 경우, Sleeve는 Bush와 다른 재질을 사용하여야 한다.(예 : Sleeve ; $BC3$, Bush ; $BC2$)

903. 베어링 틈새간격 【규칙 참조】

사용된 Bush가 비금속제인 경우, 베어링 틈새간격은 지름으로 1.5 ~ 2.0 mm 를 표준으로 한다.

제 10 절 부속장치

1001. 러더 캐리어 【규칙 참조】

1. 러더 캐리어 및 중간 베어링의 재료

러더 캐리어 및 중간 베어링은 강재이어야 하며 주철제로 하여서는 안 된다.

2. 러더 캐리어의 지지 베어링

(1) 베어링부에는 청동(bronze) 또는 이와 동등한 재료의 지지 베어링(bearing disc)을 설치하여야 한다.

(2) 계산상의 베어링 면압은 0.98 MPa(0.1 kg/mm2)이하를 표준으로 한다. 타의 중량을 계산할 시, 타본체의 부력은 무시한다.

(3) 베어링부는 윤활유 적하식(dripping oil), 그리스 자동주입식(automatic grease feeding) 또는 이와 유사한 방식에 의하여 윤활이 잘 되도록 하여야 한다.

(4) 베어링부(표면)는 항시 윤활유 Level 아래에 있는 구조로 되어야 한다.(**지침 그림 4.1.14** 참조)

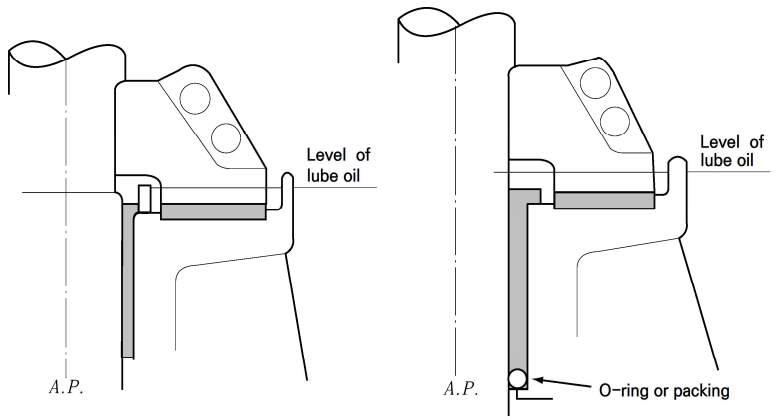


그림 4.1.14 러더 캐리어

3. 러더 캐리어부의 수밀성

(1) 러더 트렁크가 해수에 노출되어 있는 경우에는, 타기실로의 해수침입과 침입된 해수로 인하여 러더 캐리어로부터 윤활유가 씻겨 나가는 것을 방지하기 위하여 최고만재흘수선 상방에 시일(seal) 또는 스터핑 박스를 설치하여야 한다. 만일 러더 트렁크의 상면이 최고만재흘수선보다 아래에 위치할 경우에는, 일정한 거리에 위치한 2조의 스터핑 박스가 설치되어야 한다.

(2) 스터핑 박스 내의 패킹 글랜드는 스터핑 박스 위치에서의 타두재로부터 적당한 간격을 가질 것을 권장한다. 그 간격은 넥부분이나 중간베어링 부분에 설치된 스터핑 박스에 대하여는 4 mm O-ring or packing 부분에 설치된 스터핑 박스에 대하여는 2 mm 를 표준으로 한다.

4. 러더 캐리어의 결합

두 부분으로 분할되는 러더 캐리어의 결합에는 좌우의 각 부분에 적어도 2개 이상의 볼트가 사용되어야 한다.

5. 러더 캐리어의 설치

(1) L 이 80 m 를 넘는 선박에 있어서, 러더 캐리어는 갑판상 Bed 위에 직접 설치할 것을 권장한다.

(2) 갑판에 Bed를 끼워넣는 방식(spigot type seat)은 좋지 않다.

(3) 러더 캐리어가 설치되는 부분의 선체구조는 적절히 보강되어야 한다.

6. 러더 캐리어 및 중간 베어링의 부착볼트

(1) 러더 캐리어 및 중간베어링의 부착볼트는 적어도 그 반수를 리머볼트로 하는 것을 표준으로 한다. 다만, 러더 캐리어의 이동을 방지하기 위하여 갑판 상에 스토퍼가 설치된 경우에 있어서는 그 부착볼트가 리머 볼트일 필요는 없다. 이 경우, 스토퍼로 초크가 사용될 경우에는 모든 초크가 같은 방향으로 배치되어서는 안 된다.(**지침 그림 4.1.15** 참조)

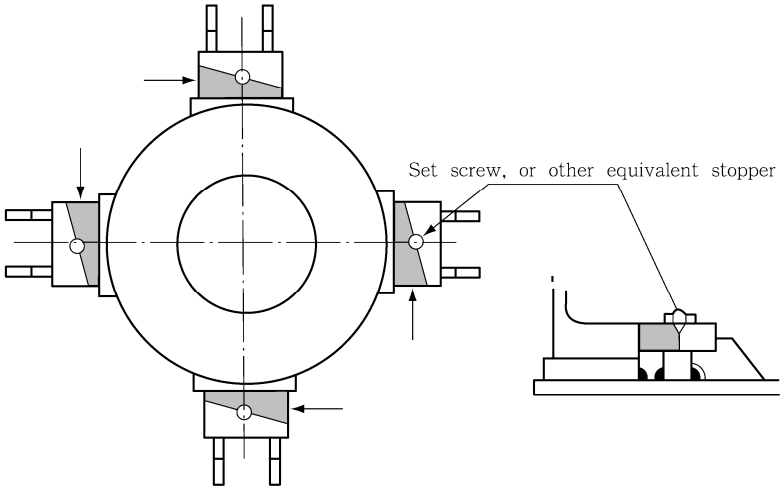


그림 4.1.15 Chock를 사용한 러더 캐리어와 갑판과의 부착

(2)

(가) 전동 유압식 조타기가 설치된 선박에 있어서, 러더 캐리어(또는 틸러 바로 아래의 베어링)와 갑판과의 부착볼트의 총 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 0.1\,d_u^2 \quad (\mathrm{mm}^2)$$

d_u : 규정에 의한 상부타두재의 지름(mm).

(나) 2개의 틸러 암을 가지며 각 암에 각각의 타조작기가 연결되어 2조의 타조작기가 동시에 작동하는 형식의 조타기가 설치된 경우 또는 타두재에 수평방향의 힘이 작용하지 않는 형식의 조타기가 설치된 경우에 있어서는, 러더 캐리어와 갑판과의 부착볼트의 총 단면적을 전 (가)의 규정에 의한 것의 0.6배로 할 수 있다.

(다) 러더 캐리어와 갑판과의 부착볼트의 전부를 리머볼트로 하는 경우, 볼트의 총 단면적은 전 (가) 및 (나)에 의한 것의 0.8배로 할 수 있다.

1002. 점핑스토퍼 【규칙 참조】

점핑스토퍼와 러더 캐리어와의 간격은 2 mm 을 표준으로 한다.

제 11 절 프로펠러 노즐

1101. 적용 【규칙 참조】

규칙 1101.의 1항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. ⚓

제 2 장 창구 및 기타 갑판개구

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

규칙 101.의 2항의 규정은 국내항해만을 하는 선박에는 적용하지 아니한다.

102. 노출갑판의 위치 *(2017)* 【규칙 참조】

규칙 102.를 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.

제1위치 : - 건현갑판 및 저선미루갑판 상, 또는 건현갑판상부의 표준선루높이 미만의 높이를 갖는 기타노출갑판* 상
- L_f의 전단으로부터 0.25 L_f 지점의 전방에 위치하는 건현갑판상부의 표준선루높이 2배 미만의 높이를 갖는 노출갑판* 상

제2위치 : - L_f의 전단으로부터 0.25 L_f 지점의 후방에 위치하는 건현갑판상부의 최소한 표준선루높이 1배 이상 그리고 2배 미만의 높이를 갖는 노출갑판* 상
- L_f의 전단으로부터 0.25 L_f 지점의 전방에 위치하는 건현갑판상부의 최소한 표준선루높이 2배 이상 그리고 3배 미만의 높이를 갖는 노출갑판* 상

* : "노출갑판"은 선루, 갑판실, 승강구실 및 기타유사갑판 구조의 정부를 포함한다.

104. 창구덮개 【규칙 참조】

1. 인화점이 60 °C 이하의 화물유를 적재하는 탱크에 설치되는 창구덮개는 유밀 및 기밀성이 유지되어야 하며 창구주위의 금속류에 의한 스파크 방지에 대하여도 고려하여야 한다. 또한 창구덮개의 부속품, 가스킷 등은 관련규격의 내유성 및 내화성 시험에 합격한 재료를 사용할 것을 권장한다.
2. 유탱크에는 원칙적으로 이중판 구조의 창구덮개를 사용할 수 없으나, 부득이하여 사용할 경우에는 통풍 및 환기가 용이한 구조로 하여야 한다.
3. **규칙** 104.의 2항에서 우리선급이 적절하다고 인정하는 경우라 함은 다음 요건을 만족하는 경우를 말한다. 규칙의 모래운반선 및 채취선이란 모래, 토사, 자갈 등의 채취, 운반, 준설, 매립 등에 종사하는 선박을 말한다.
   (1) 항해구역이 국내연해인 모래운반선 및 채취선의 창구덮개 면제요건은 다음과 같다. *(2018)*
      (가) 호퍼 도어(hopper door)를 갖는 자항선 및 부선
      선박의 양현에 부력탱크와 선저에 호퍼도어를 갖는 자항선 및 부선으로서 화물창의 가상 최악의 침수상태에서도 충분한 예비부력과 복원성을 갖는 자항선 및 부선
      (나) 호퍼 도어(hopper door)를 갖지 않는 부선
      양현에 충분한 용량의 부력 탱크를 가지고 있어 화물창의 가상 최악의 침수상태에서도 충분한 예비 부력과 복원성을 갖는다고 인정되는 부선. 다만, 제주도로 항해하는 부선은 창구덮개를 설치하여야 함.
      (다) 창구덮개설치를 면제받고자 할 경우에는 가상 최악의 침수 상태에서 다음 사항을 만족하여야 한다.
         (a) 상갑판 측선(upper deck side line)이 수몰되지 않을 것
         (b) 자항선의 경우 : $G_0M \geq 0.15$ m
         비자항선의 경우 : $G_0M \geq 0.095B$ (B는 너비)
   (2) 항해구역이 국제인 선박으로서 선저부에 도어 또는 밸브(door or valve)를 갖는 모래운반선 및 채취선의 창구덮개 면제요건은 다음과 같다.
      (가) IS Code part A에 따른 비손상 복원성을 만족하여야 하며, 이 경우 화물창구코밍 상단까지 각 화물창에 화물을 균일 적재한 만재상태를 포함하여야 한다.
      (나) 수분을 포함한 상태의 설계 산적화물밀도 최소 2.2 ton/m^{3}의 화물을 만재흘수선까지 각 화물창에 균일하게 적재 시, 화물창 내 상부의 빈 공간에 해수가 유입되는 것으로 가정하였을 때에도 (가)항의 복원성 기준을 만족하여야 한다.
      (다) SOLAS II-1, B-1편에 따른 손상 복원성을 만족할 것.
      (라) 선저부 도어 또는 밸브는 다음 조건에 적합하여야 한다.
         (a) 선저부 배출도어는 1분 이내에 개방을 할 수 있어야 한다.

(b) 중력의 의해 선저부 도어의 개방이 불가능한 형식의 경우에는 주전원 또는 개폐장치의 고장 시에도 개방할 수 있는 구조이어야 하며, 이 경우에도 선교에서 작동 가능하여야 하고, 화물배출은 대칭적으로 이루어져야 한다.

(마) 흘수 지시기(draft indicator)를 선교에 설치하여야 한다.

(바) 상기 조건 이외의 선박의 특성상 추가조건이 필요한 경우, 이에도 적합하여야 한다.

107. 부식 추가 【규칙 참조】

규칙 107.의 3항 (3)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1편 1장** 801. 3항에 해당되는 경우를 말한다.

108. 창구덮개의 작동 및 보수에 관한 지침서

강재 비바람막이 창구덮개를 설치한 선박에는 다음 (1)호부터 (5)호의 내용이 기재된 창구덮개의 작동 및 보수에 관한 지침서를 비치할 것을 권장한다.

(1) 개폐방법
(2) 가스킷, 클램핑장치 및 작동장치의 보수방법
(3) 배수설비 청소방법
(4) 부식방지 방법
(5) 예비품 목록

제 2 절 설계하중

204. 화물하중

노출부 및 하층갑판의 창구덮개 상에 화물을 적재할 경우, 화물의 적재높이, 적재하중 등을 승인용 도면에 명기하여야 한다. 콘테이너를 적재하는 경우에는 콘테이너의 종류, 적재위치 및 스택하중 등을 명기하여야 한다.

제 3 절 창구덮개의 강도 기준

303. 창구덮개 판의 순두께

1. **규칙** 303.의 3항 (4)호에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 하부판의 두께가 최소 2mm 이상인 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 303.의 4항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **지침 7편 7장** 301.에 따르는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

제 5 절 풍우밀, 폐쇄설비, 고박장치 및 스토퍼

502. 일반사항 【규칙 참조】

규칙 502.의 5항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.

제 7 절 기타의 개구

702. 승강구 【규칙 참조】

1. 갑판실과 승강구실의 취급 구분

(1) 해당 주위벽에 설치되어 있는 모든 출입구의 문을 폐쇄한 경우에도 그 정부에 설치된 출입구 또는 갑판하 통로 등에 의하여 그 안에 있는 승무원이 어느 곳에도 출입할 수 있는 경우에는 갑판실로 취급한다.

(2) 해당 주위벽에 설치되어 있는 모든 출입구의 문을 폐쇄한 경우에 다른 통로를 통하여 그 안에 출입할 수 없는 경우에는 승강구실로 취급한다. ⚓

제 3 장 선수문, 현문 및 선미문

제 1 절 선수문 및 내측문

101. 일반

1. 적용

(1) 1996년 6월 30일 이전에 건조된 모든 현존 로로여객선은 다음의 규정에 따라야 한다. 다만, 기국 주관청이 별도로 규정하는 경우 국내 항해에만 종사하는 선박에는 적용하지 않는다.

(가) 선수문 및 내측문의 구조상태, 특히 일차강도부재에 대한 구조상태, 잠금 및 지지장치의 배치 및 이들 문과 연결되는 선체구조부재는 자세히 검사하고 결함은 수리되어야 한다.

(나) 선수문 및 내측문의 작동절차는 **규칙 4편 3장 108.**의 규정에 따라야 한다.

(다) 내측문의 위치 및 배치는 SOLAS 협약 및 **규칙 4편 3장 101.**의 3항 (3)호의 해당 규정에 따라야 한다.

(라) 바이저형 선수문을 가진 선박은 선수문의 상방 개방을 방지하는 잠금 장치의 여분규정을 요구하는 **규칙 4편 3장 106.**의 2항 (7)호를 따라야 한다. 또한 바이저형 선수문은 외부하중을 받는 상태에서 자발적으로 닫히는 구조가 아닐 경우(즉, **규칙 4편 3장 103.**의 1항 (3)호에서 정의하는 폐쇄모멘트 $M_y < 0$ 인 경우) 개방모멘트 M_0 는 $-M_y$ 보다 작아서는 안 된다. 만약 내측문과 선수문 사이에 배수장치가 설치되지 않은 경우에는 M_0 를 특별히 고려하여야 한다. 탱크톱 상부의 유효공간에서 **규칙 4편 3장 106.**의 2항 (7)호의 규정을 전부 적용할 수 없는 경우, 운항중에 문이 닫힌 상태를 유지하기 위한 확실한 조치를 갖도록 동등 이상의 방법을 취하여야 한다.

(마) 힌지를 제외한 바이저형 선수문의 잠금 및 지지장치는 **규칙 표 4.3.1**에 의한 허용응력이 초과하지 않는 범위 내에서 설계수직하중($F_z - 10W$)에 견딜 수 있어야 한다.

(바) 측면개방형 선수문의 경우, 문 상부의 선체구조와 잠금 및 지지 장치를 포함하는 수직하중을 지지하는 구조배치에 대하여는 **규칙 4편 3장 106.**의 규정에 따라 재평가되고 수정되어야 한다.

(사) **규칙 4편 3장 101.**의 4항에 정의된 롤온·롤오프 화물구역 또는 특수분류구역에 침수를 일으킬 수 있는 선수문과 내측문의 잠금 및 고정장치는 다음 요건에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

(a) 선교 및 제어반에는 선수문과 내측문이 폐쇄되고 문의 고정장치가 적절히 고정되었음을 알리는 각각 독립된 지시등 및 가청경보 등을 설치하여야 한다. 지시등은 수동으로 끌 수 없도록 하여야 하며, 지시반은 램프시험 기능을 가져야 한다.

(b) 선교의 지시반은 "항내 정박중 / 항해중"의 모드 선택기능을 가져야 하며, 항해중 선수문과 내측문이 완전히 폐쇄되지 아니한 상태이거나 어느 한 개의 잠금 장치라도 제 위치에 고정되어 있지 아니할 경우에는 가청경보를 발할 수 있어야 한다.

(c) 선수문과 내측문을 통한 누수의 탐지를 위하여 선교 및 기관 제어실에는 가청경보 및 TV감시장치를 조합한 누수탐지장치를 설치하여야 한다.

제 2 절 현문 및 선미문

201. 일반

1. 적용

(1) 1997년 6월 30일 이전에 건조된 모든 현존 로로여객선은 다음의 규정에 따라야 한다. 다만, 기국 주관청이 별도로 규정하는 경우 국내 항해에만 종사하는 선박에는 적용하지 않는다.

(가) 현문 및 선미문의 구조상태, 특히 일차강도부재에 대한 구조상태, 잠금 및 지지장치의 배치 및 이들 문과 연결되는 선체구조부재는 자세히 검사하고 결함은 수리되어야 한다.

(나) 선내측으로 열리는 문의 잠금 장치와 지지장치 및 해당되는 경우, 그 문의 인접 선체구조의 배치는 **규칙 4편 3장 205.**의 해당 규정에 따라 재평가되고 수정되어야 한다.

(다) **규칙 4편 3장 101.**의 4항에 정의된 롤온·롤오프 화물구역 또는 특수분류구역에 침수를 일으킬 수 있는 현문과 선미문의 잠금 및 고정장치는 다음 요건에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

(a) 선교 및 제어반에는 현문 및 선미문이 폐쇄되고 문의 고정장치가 적절히 고정되었음을 알리는 각각 독립된 지시등 및 가청경보 등을 설치하여야 한다. 지시등은 수동으로 끌 수 없도록 하여야 하며, 지시반은 램프시험

기능을 가져야 한다.

(b) 선교의 지시반은 “항내 정박중 / 항해중"의 모드 선택기능을 가져야 하며, 항해중 현문 및 선미문이 완전히 폐쇄되지 아니한 상태이거나 어느 한 개의 잠금 장치라도 제 위치에 고정되어 있지 아니할 경우에는 가청경보를 발할 수 있어야 한다.

(c) 현문 및 선미문을 통한 누수의 탐지를 위하여 선교 및 기관 제어실에는 가청경보 및 TV감시장치를 조합한 누수탐지장치를 설치하여야 한다.

(라) 현문 및 선미문의 폐쇄, 잠금에 관한 작동 절차서를 선내에 비치하여야 하며, 적절한 장소에 게시하여야 한다. ⚓

제 4 장 불워크, 방수구, 현창, 각창, 통풍통 및 상설보행로

제 1 절 불워크 및 보호난간

101. 배치 【규칙 참조】

1. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우라 함은 적절한 보호가 갖추어져 있다고 인정할 때 불워크의 높이를 600 mm 이상으로 하고, 상갑판의 갑판실 주위벽에 높이 1 m 위치로 스톰레일을 설치할 수 있다.
2. **규칙 101.**의 규정에도 불구하고 해당 정부의 법령에 따라 검사를 받고 해당되는 국내만을 운항하는 선박에 대해서는 동 규정의 적용을 생략할 수 있다.

106. 보호난간 【규칙 참조】

1. 보호난간의 적어도 매 3번째 스텐션은 브래킷이나 스테이로 지지되어야 하며, 이 대신에 다음의 (1) 내지 (3)의 조건을 만족하는 증가된 폭을 가지는 평판(flat steel)의 스텐션을 사용할 수 있다. (**그림 4.4.1** 참조) 이때 갑판의 두께가 20 mm 이하일 경우에는 하부구조와의 정렬(align)에 주의하여야 한다.

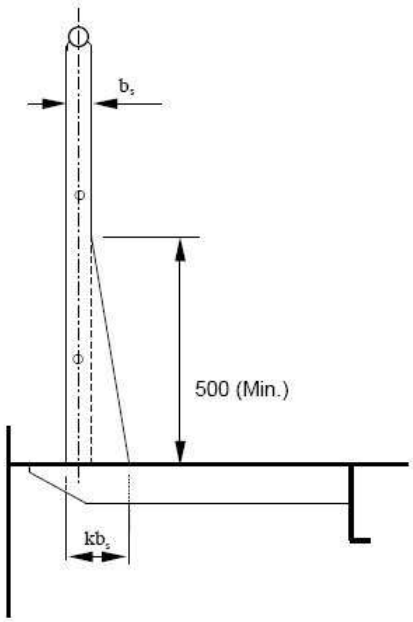


그림 4.4.1 증가된 폭을 가지는 보호난간 스텐션

(1) 적어도 매 3번째 스텐션 : kbs = 2.9 bs
(2) 적어도 매 2번째 스텐션 : kbs = 2.4 bs
(3) 매 스텐션 : kbs = 1.9 bs
여기서, bs 는 설계기준에 의한 일반 스텐션의 폭

2. 증가된 폭을 가지는 스텐션은 갑판에 취부된 최소 100 x 12 mm의 평강(flat bar) 이상의 하부구조와 정렬(align)이 맞아야 한다. 이때 하부구조는 최소 7 mm의 각장 또는 설계기준에 따라 이중 연속 필렛용접으로 갑판에 취부 되어야 한다.
3. **규칙 106.**의 3항을 적용함에 있어서 와이어 로프는 특별히 인정하는 경우에만 보호난간 대신에 허용될 수 있으며, 길이는 최소한으로 하여야 한다.

제 2 절 방수구

201. 일반 【규칙 참조】

1. **규칙 4장 201.**의 3항의 적용에 있어서 일단 또는 양단이 개방된 선루내의 방수를 위한 충분한 설비라 함은 다음의 (1)호 내지 (3)호에 의한다.

(1) 개방된 선루에 대한 각 현에 있어서 방수구의 총면적은 다음 식에 의한다.

$$A_s = \frac{A_1 b_0 h_s}{2 l_t h_w}\{1-(\frac{l_w}{l_t})^2\} \qquad (\mathrm{m}^2)$$

A_1 : 다음 식에 의한 값

$A_1 = 0.7 + 0.035 l_t$ (m^2) l_t가 20 m 이하인 경우

$= 0.07 l_t$ (m^2) l_t가 20 m를 초과하는 경우

l_t : 다음 식에 의한 값

$l_t = l_w + l_s$ (m)

l_w : 불워크가 웰을 형성하는 경우, 웰에 있어서 불워크의 길이(m)

l_s : 개방된 선루의 길이(m)

b_0 : 개방된 선루의 선루단 격벽부에 있어서 개구 폭(m)

h_s : 선루의 표준높이(m)

h_w : 건현갑판에서 웰 갑판까지의 높이(m)

(2) 불워크가 웰을 형성하는 경우의 각현에 있어서 방수구의 총면적은 다음 식에 의한다.

$$A_w = \frac{A_2 h_s}{2 h_w} \qquad (\mathrm{m}^2)$$

A_2 : 다음 식에 의한 값

$A_2 = 0.7 + 0.035 l_w + a$ (m^2) l_w가 20 m이하인 경우

$= 0.07 l_w + a$ (m^2) l_w가 20 m를 초과하는 경우

a : 다음 식에 의한 값

$a = 0.04 l_w (h-1.2)$ (m^2) h가 1.2 m를 초과하는 경우

$= 0$ h가 1.2 m 이하이고, 0.9 m이상인 경우

$= -0.04 l_w (0.9-h)$ (m^2) h가 0.9 m미만인 경우

h : 갑판상 불워크의 평균높이 (m)

(3) 현호가 없는 선박 및 현호의 평균높이가 표준 평균높이보다 작은 선박의 개방된 선루 및 웰 내의 방수구의 면적은 (1)호 및 (2)호에 의한 값에 **규칙 202.**의 2항에 의한 계수를 곱한 것 이상으로 하여야 한다.

2. **규칙 201.**의 4항의 규정은 건현을 감소한 선박 중 A형 및 B-100형 선박에 대하여 적용한다.
3. **규칙 202.**의 4항의 규정은 건현을 감소한 선박 중 트렁크를 가지는 A형 및 B-100형 선박에 대하여 적용한다.

202. 방수구의 면적 【규칙 참조】

1. 선박의 중앙부에 유효한 갑판실이 있는 평갑판선은 갑판실 전후에 2개의 웰을 형성하는 것으로 간주하여 각각 **규칙 202.**의 규정에 의한 면적을 가져야 한다. 여기서 유효한 갑판실이란 너비가 선박의 너비의 80 % 이상으로서 선측의 통로의 너비가 1.5 m 이하로 되는 것을 말한다.
2. 선박의 중앙부에 있는 갑판실의 전단에 있어서 선박의 전 너비에 걸쳐 격벽이 설치되어 있을 때에는 갑판실의 너비에 관계없이 그 전후에 2개의 웰을 형성하는 것으로 간주하여 각각 **규칙 202.**의 규정에 의한 면적을 가지도록 하여야 한다.
3. 201.의 2항에 해당하는 선박에 있어서는 건현갑판 상 노출부 길이의 1/2 이상에 걸쳐 보호난간 대신에 201.의 3항에 해당하는 선박에 있어서는 건현갑판 상 트렁크 길이의 1/2 이상에 걸쳐 보호난간 대신에 불워크를 설치하는 경우,

불워크 전체면적의 33 % 이상의 방수구를 불워크 하부에 설치하여도 좋다.

4. B-60형 선박에 있어서는 불워크 하부의 부분에 불워크 전체면적의 25 % 이상의 면적을 갖는 방수구가 있어야 한다.
5. 불워크 방수구에 횡봉등을 설치하는 경우는 이것들의 투영면적을 방수구 면적에서 제외 하여야 한다.
6. 자동차운반선등에 있어서 선측외판 또는 선루외판에 몰입형 웰을 형성하는 경우는 **규칙** 202.의 3항의 규정을 준용하여 적절한 방수구를 설치하여야 한다.
7.
   (1) **규칙** 202.의 3항의 적용에 있어 실질적으로 연속한다고 인정되는 트렁크 또는 창구 측코밍이 설치되어 있는 경우는 $F_0 \le F_1$ 로 되는 경우를 말한다. 단, F_0 및 F_1은 다음에 따른다.

F_0 : 갑판상의 물이 폭 방향으로 흐르는 것이 가능한 유효면적(m^2)으로 다음 식에 의한다.

$$\Sigma(l_i h_i - a_i)$$

l_i : 창구사이 및 창구와 선루 또는 갑판실 사이의 거리(m)
h_i : 불워크의 높이(m)
a_i : $l_i \cdot h_i$ 내에 있는 물의 흐름을 방해하는 구조물의 투영면적(m^2)
F_1 : **규칙** 202.의 1항 및 2항에 의한 값(m^2)

   (2) $F_0 > F_1$ 및 $F_0 \le F_2$로 되는 경우에는 방수구의 면적(F)은 **규칙** 202.의 1항 및 2항에 의한 값보다 다음 식에 의한 값만큼 증가한다. 단, F_0 및 F_1은 (1)호에 따르며, F_2는 **규칙** 202.의 3항에 의한 값으로 한다.

$$F = F_1 + F_2 - F_0 \ \ (\mathrm{m}^2)$$

   (3) $F_0 > F_2$의 경우에는 $F = F_1$으로 한다.
8. **규칙** 202.의 1항 내지 3항의 규정에도 불구하고 평수구역으로부터 최고속력으로 2시간 이내에 왕복할 수 있는 연해구역을 항해구역으로 하는 선박의 방수구는 규정에 의한 방수구면적의 2분의 1까지 경감하여 이를 설치할 수 있다.
9. 갑판상부에만 화물을 적재하도록 설계된 선박의 경우, 갑판상 화물을 적재하기 위하여 설치된 코밍 또는 기타 구조가 웰을 형성하는 경우에는 강재부선규칙 적용지침 **18장** 301.의 규정을 준용하여 적절한 방수구를 설치하여야 한다. *(2019)*

203. 배치 【규칙 참조】

1. 현호가 없거나 또는 현호가 대단히 작은 선박인 경우, 방수구의 면적은 웰의 전 길이에 걸쳐 배치되어야 한다.
2. 특히 건현이 감소된 선박에는 불워크 하부의 부분에 불워크 전체면적의 25 % 이상의 면적을 갖는 방수구가 있어야 한다.

204. 구조 【규칙 참조】

어선 등 우리 선급이 인정하는 선박에 있어, 잠금 및 고정장치를 설치 할 경우에는 승인된 구조의 것으로 하여야 한다.

제 3 절 현창, 각창 및 천창

301. 일반 【규칙 참조】

1. **규칙 4장 3절** 301.의 적용에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바는 4층 이상의 현창 및 각창은 해당 창이 부착되는 장소에 대응하는 합리적인 풍우밀성을 가지는 것을 의미한다.
2. **규칙 4장 3절** 301. 및 302.의 적용에 있어서 건현갑판 상부 제3층까지의 항해선교의 창으로서, 306.의 적용에 있어 각창으로 인정되는 것에 대해서는 다음 (1), (2)호의 조건을 만족한다면 E형, F형 이외의 각창을 사용할 수 있다.
   (1) 항해선교는 다음의 각 호에 의해 건현갑판하의 장소 및 폐위된 선루내의 장소로 분리 되어 있을 것.
      (가) 풍우밀 폐쇄장치

(나) 2개 이상의 내부격벽 혹은 문
이 경우 항해 선교측 문의 문지방(sill height)의 높이는 해당 창이 부착되는 장소에 있어서의 풍우밀 폐쇄장치에 요구되는 값 이상일 것.

(2) 해당 창의 설계압력은 **규칙 308.**에 의한 값 이상이어야 하며, 창틀 등의 구조는 해당 창이 부착되는 장소에 대응하는 E형 혹은 F형 각창에 준하는 것으로서, 전체적으로 합리적인 풍우밀성을 가질 것.

303. 현창의 적용 【규칙 참조】

1. **규칙 303.**의 5항의 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바는 속덮개가 없는 A형 및 B형 현창을 의미한다.
2. **규칙 303.**의 1항 내지 9항의 규정에도 불구하고 연해구역 및 평수구역을 항해구역으로 하는 선박의 현창은 다음에 의한 것으로 할 수 있다.
   (1) 연해구역을 항해구역으로 하는 선박의 현창은 **표 4.4.1**에 의한 것 또는 이와 동등이상인 것일 것
   (2) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박의 현창은 **표 4.4.2**에 의한 것 또는 이와 동등이상인 것일 것
   (3) 상갑판 바로 위의 선루 및 갑판실의 현창은 선루 또는 갑판실의 문턱높이 이하의 장소에 이를 취부하여서는 안 된다. 다만, 부득이한 경우로서 속덮개 붙이의 것으로 하는 경우에는 그러하지 아니하다.

표 4.4.1 연해구역을 항해구역으로 하는 선박의 현창

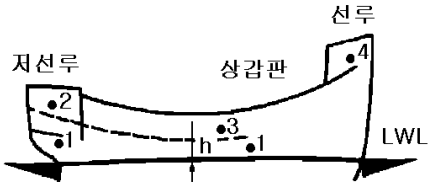
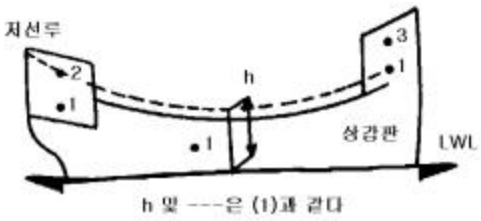
취부위치	규격 또는 요건
(1)  h = 0.025B 또는 500mm중 큰 것 ---는 상갑판에 평행한 선	ㅇ 1 현창불가 ㅇ 2 A형, 다만 한정연해구역을 항해구역으로 하는 선박에 있어서는 B형(속덮개 붙이의 것에 한한다)으로 할 수 있다. ㅇ 3 A형 ㅇ 4 B형, 다만, 한정연해구역을 항해구역으로 하는 선박에 있어서는 C형으로 할 수 있다
(2)  h 및 ---은 (1)과 같다	ㅇ 1 현창불가 ㅇ 2 A형 ㅇ 3 A형, 다만, 한정연해구역을 항해구역으로 하는 선박에 있어서는 C형(속덮개 붙이의 것에 한한다)으로 할 수 있다.
(3) (2)의 상갑판상의 갑판실로서 h의 점선 이하에 설치하는 것	현창불가
(4) 상갑판 또는 선루갑판의 폭로부에 있어서의 기관실 위벽 또는 승강구실 위벽	B형(속덮개 붙이의 것에 한한다). 다만, 한정연해구역을 항해구역으로 하는 선박에 있어서는 C형(속덮개붙이의 것에 한한다)으로 할 수 있다
(5) 그 내부에 있어서 상갑판에 승강구(폭로부의 승강구의 폐쇄요건에 적합한 보호가 되어 있는 것을 제외한다)를 가지는 선루의 단벽. 다만, (3), (7) 및 (8)에 해당하는 단벽 및 측벽의 경우를 제외한다.	C형 (속덮개 붙이의 것에 한한다)
(6) 그 내부에 있어서 상갑판에 승강구(폭로부 승강구의 폐쇄요건에 적합한 보호가 되어 있는 것을 제외한다)를 가지는 갑판실의 전단벽	C형(속덮개 붙이의 것에 한한다)
(7) 단격벽에 설치하는 문의 코밍 높이가 230밀리미터이상이고, 이것에 취부하는 문이 견고하고 내외양측에서 신속하고 확실하게 폐쇄할 수 있는 선루로서 그 부분에 있어서 상갑판의 승강구가 그 둘레로부터 단벽 또는 측벽까지 0.6미터이상 떨어져 배치되어 있고 또한 승강구에 높이가 150밀리미터이상인 코밍을 가지는 것의 측벽(선수로부터 0.07L지점 사이의 선수루 측벽을 제외한다) 및 후단벽	C형

표 4.4.1 연해구역을 항해구역으로 하는 선박의 현창 (계속)

취부 위치	규격 또는 요건
(8) 그 내부에 있어서 상갑판에 승강구를 가지는 선루로서 해당 승강구가 그 둘레로부터 단벽 및 측벽까지 0.6미터 이상 떨어져 배치되어 있고 또한 승강구에 높이가 230밀리미터 이상인 코밍을 가지는 것의 측벽 및 후단벽	C형
(9) 상갑판의 갑판실로서 그 내부의 상갑판에 승강구(폭로부의 승강구의 폐쇄요건에 적합한 승강구실내에 있는 것을 제외한다)를 가지는 것의 측벽과 후단벽	C형. 다만, 한정연해구역을 항해구역으로 하는 선박에 대하여는 이를 각창으로 할 수 있다. 이 경우 창틀은 두께 2.0밀리미터 이상의 경합금제의 것이어야 하며, 현창에 사용하는 유리(강화유리에 한한다)의 두께는 다음 산식에 의한다. $t = \sqrt{\frac{p \cdot \beta \cdot b^2}{40{,}000}}$ t : 유리 두께(mm) p : **규칙 4장 305.**에 따른다. β : **규칙 8장 그림 4.8.8.**에 따른다. b : 각창의 짧은 변의 길이(mm)
(10) (3) 및 (5) 내지 (9)까지의 어느것에 해당하지 아니하는 선루 또는 갑판실의 단벽 및 측벽	그의 취부위치에 따라 (9)의 요건과 동등한 강도 및 풍우밀을 확보할 수 있은 것일 것.
(비고) 1. "한정연해"라 함은 평수구역 또는 평수구역에서 해당 선박의 최고속력으로 2시간이내에 왕복하는 연해구역을 말한다.	

표 4.4.2 평수구역을 항해구역으로 하는 선박의 현창

취부 위치	규격 또는 요건
(1) 만재흘수선으로부터 상방으로 0.025B 또는 500 mm 중 큰 거리에 있는 점을 최하점으로 하여 선측에 있어서 상갑판에 평행하게 그은 선보다 하방	현창불가
(2) (1)의 장소 이외의 상갑판하의 장소	B형
(3) 상기 (1) (2)이외의 장소.	그 취부위치에 따라 **표 4.4.1**의 (10)와 동등한 강도 및 풍우밀성을 확보할 수 있는 것일 것

305. 현창의 설계압력 및 최대 허용압력 【규칙 참조】

규칙 305.의 1항의 적용에 있어, 건현갑판하의 장소 및 선루에 설치된 현창에 대한 계수 a의 값은 **규칙 3편 17장 201.**의 건현갑판상 제1층 갑판실로서 결정될 수 있다.

307. 각창의 적용 【규칙 참조】

규칙 307.의 3항의 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바는 안덮개 혹은 셔터(shutter)가 없는 각창을 의미한다.

제 4 절 통풍통

402. 코밍의 높이 【규칙 참조】

기관구역의 통풍장치에 대하여는 **규칙** 402.의 요건에 추가하여 **5편 1장** 108.의 2항의 요건을 만족하여야 한다.

403. 코밍의 두께 【규칙 참조】

규칙 403.의 2항의 **표** 4.4.6을 적용함에 있어서 "우리 선급이 인정하는 바"라 함은 코밍 두께가 8.5mm이상인 경우를 말한다.

제 5 절 상설보행로

501. 일반 【규칙 참조】

1. 노출된 건현갑판 및 선루갑판(저선미루 갑판을 포함한다.), 선원실구역, 기관구역과 기타 선박의 작업에 필요한 장소에 설치하는 선원의 보호설비에 관하여는 해당 선박의 건현 및 설치장소에 따라 **표** 4.4.3에 따른다.
2. 상설보행로(여기서 상설보행로라 함은 갱웨이(gangway), 통로(walkway)등 모든 종류의 통행설비를 총칭한다.) 설치 시 다음 규정에 따른다.
   (1) 와이어로프는 특별히 인정하는 경우에만 보호난간(guard rail) 대신에 허용될 수 있으며 길이는 최소한으로 하여야 한다.
   (2) 와이어로프가 설치되는 경우는 팽팽한 상태를 유지할 수 있도록 적절한 장치(예 : turnbuckles 등)를 설치하여야 한다.
   (3) 체인은 두 개의 고정된 지지대(stanchion) 사이에 설치된 경우에만 보호난간 대신으로 허용될 수 있다.
   (4) 지지대가 설치된 곳에는 매 3번째 지지대마다 스테이 또는 브래킷에 의하여 지지되어야 한다.
   (5) 탈착이 가능하거나 접을 수 있는 지지대는 수직으로 세웠을 때 고정시킬 수 있는 수단이 있어야 한다.
   (6) 파이프 또는 영구적인 성격의 구조물이 있을 경우에는 그 위를 지나갈 수 있도록 통로장치를 설치하여야 한다.
   (7) 갱웨이(gangway) 또는 deck-level walkway의 너비는 원칙적으로 1.5 m를 초과하여서는 안 된다.
3. 1998년 7월 1일 전에 건조된 탱커(oil tankers, chemical tankers and gas carriers)로서 **표** 4.4.3의 보호방법 b 또는 c에 적합하게 설치된 현재의 설비는 보호방법 e 또는 f에서 요구하는 피난처 및 갑판으로의 출입로를 설치하는 것을 조건으로 보호방법 e 또는 f의 대신으로 허용할 수 있다.
4. 건현용 길이(L_f)가 100 m 미만인 탱커(oil tankers, chemical tankers and gas carriers)의 경우 보호방법 e 또는 f에 따라 설치되는 갱웨이(gangway) 또는 deck-level walkway의 최소 너비는 0.6 m 까지 감할 수 있다. ⚓

표 4.4.3 노출된 건현갑판등에 설치하는 선원의 보호설비

선박의 종류	설치장소	지정하기건현	선박의 형식에 따른 설비			
			A 형선박	$B-100$ 형 선박	$B-60$ 형 선박	B 또는 B^+ 형 선박
탱커 (oil tankers, chemical tankers and gas carriers) 이외의 선박	**1. 선체중앙구역으로의 통행** (1) 선미루와 선교루 사이 또는 (2) 선미루와(거주설비 또는 항해설비를 갖는) 중앙부 갑판실 사이	≤ 3000 mm	a b e	a b e	a b c(1) e f(1)	a b c(1) c(2) c(4) d(1) d(2) d(3) e f(1) f(2) f(4)
		> 3000 mm	a b e	a b e	a b c(1) c(2) e f(1) f(2)	
	2. 선수미단으로의 통행 (1) 선미루와 선수단 사이(선교루가 없는 경우),또는 (2) 선교루와 선수단 사이, 또는 (3) (거주설비 또는 항해설비를 갖는) 중앙부 갑판실과 선수단 사이, 또는 (4) (평갑판선의 경우) 선원거주구용 갑판실과 선수미단 사이	≤ 3000 mm	a b c(1) e f(1)	a b c(1) c(2) e f(1) f(2)	a b c(1) c(2) e f(1) f(2)	
		> 3000 mm	a b c(1) d(1) e f(1)	a b c(1) c(2) d(1) d(2) e f(1) f(2)	a b c(1) c(2) c(4) d(1) d(2) d(3) e f(1) f(2) f(4)	
탱커 (oil tankers, chemical tankers and gas carriers)	**1. 선수단으로의 통행** (1) 선미루와 선수단 사이 또는 (2) (거주설비 또는 항해설비를 갖는) 중앙부 갑판실과 선수단 사이, 또는 (3) 선원거주용 갑판실과 선수단 사이 (평갑판선의 경우)	$\leq (A_f^* + H_s^{**})$	a e f(1) f(5)			
		$> (A_f^* + H_s^{**})$	a e f(1) f(2)			
	2. 선미단으로의 통행 선원거주용 갑판실과 선미단 사이 (평갑판선의 경우)		2 (4)와 동일			

표 4.4.3 노출된 건현갑판 등에 설치하는 선원의 보호설비(계속)

(비고)

1. A_f^* 와 H_s^{**} 는 다음에 따른다.
   A_f^* : 실제로 지정된 건현의 형식에 관계없이 A 형 선박으로 계산된 최소하기건현
   H_s^{**} : **국제만재흘수선협약 제33규칙**에서 정의한 선루의 표준높이
2. 보호방법 (a~f)는 다음에 따른다.
   (a) under-deck passageway :
   충분한 조명설비 및 통풍설비를 갖춘 것(너비 : 0.8 m, 높이 : 2.0 m 의 clear opening size를 가지는 것)으로서 가능하면 건현갑판 가까이 설치하여 필요한 작업장소로 통하도록 하여야 한다.
   (b) 갱웨이(gangway) :
   갱웨이(gangway)은 가능하면 선체중심선 상에 설치되어야 하며 선루갑판 높이 이상에서 영구적으로 설치되어야 한다. 너비 0.6 m 이상의 표면이 미끄러지지 않는 플래폼 구조이어야 하며 전길이에 걸쳐 양측에 **국제만재흘수선협약 규칙 25(3)**에 적합한 보호난간과 발턱(foot stop)을 가지는 구조이어야 한다.
   (c) deck-level walkway :
   건현갑판상에 너비 0.6 m 이상인 영구적인 통로(walkway)를 설치하여야 한다. 통로(walkway)의 양측에는 보호난간을 설치하여야 하며 보호난간에는 3 m 이하의 간격으로 지지대를 설치하여야 한다. 보호난간에 설치된 횡봉의 개수와 배치는 **국제만재흘수선협약 규칙 25(3)**에 적합하여야 한다. 또한, B 형선박에서 창구코밍의 높이가 0.6 m 이상인 경우는 창구코밍을 보호난간의 한쪽으로 간주할 수 있으며 창구 사이에는 2열의 보호난간을 설치하여야 한다.
   (d) 와이어로프 또는 이와 동등의 핸드레일 : *(2022)*
   와이어로프(A)의 직경은 10mm 이상이어야하며, 10m 이하의 간격으로 지지대를 설치하여야 한다. 한쪽 핸드레일이나 와이어로프가 창구코밍에 의해 지지되는 경우에는 창구사이에 지지장치를 설치하여야 한다.
   (e) : 갱웨이(gangway) : *(2017)*
   갱웨이(gangway)는 가능하면 선체중심선 상에 설치되어야 하며 선루갑판 높이 이상에서 영구적으로 다음의 모든 요건에 적합하게 설치하여야 한다.
   - 갑판상의 작업구역을 쉽게 가로질러 통행하는 것이 방해되지 않도록 설치하여야 한다.
   - 내화성 및 미끄럼방지 재료로 된 너비 1.0 m 이상의 연속적인 플랫폼을 설치하여야 한다.
   - 탱커선 선수로의 접근 방법으로 강재 그레이팅 대신 섬유강화플라스틱(FRP) 그레이팅이 사용된 경우 화재시험절차코드(2010 FTP Code)에 따른 화염전파가 느린 특성을 가져야하며 유독성 물질 및 과도한 양의 연기가 발생되지 않아야 한다. 또한 인정된 표준(예를 들면, the Standard Specification for Fibre Reinforced Polymer (FRP) Gratings Used in Marine Construction and Shipbuilding (ASTM F3059-14))에 따른 적절한 방화 보존성(integrity)을 가져야 한다.
   - 갱웨이(gangway)의 전 길이에 걸쳐 **국제만재흘수선협약 규칙 25(3)**에 적합한 횡봉을 가지는 최소 1 m 높이의 보호난간을 설치하여야 한다. 보호난간을 지지하는 지지대의 간격은 1.5 m 을 넘지 않아야 한다.
   - 갱웨이(gangway)의 양쪽에 발턱을 설치하여야 한다.
   - 갱웨이(gangway)에서 갑판으로 출입할 수 있도록 사다리가 설치된 개구를 40 m 가 넘지 않는 간격으로 설치되어야 한다.
   - 노출갑판의 길이가 70 m 이상인 경우에는 1인 이상을 수용할 수 있는 견고한 피난처를 45 m을 넘지 않는 간격으로 설치하여야 하며, 이 피난처는 전방과 좌/우 방향의 비바람을 막을 수 있는 구조이어야 한다.
   (f) : deck-level walkway :
   (e) 와 동일한 구조의 통로(walkway)를 가능한 선체중심선 상에 설치되어야 하며 발턱(foot stop)은 생략할 수 있다. 산적액체화물을 운송하는 B 형 건현을 갖는 선박의 경우 창구덮개와 창구코밍의 합계 높이가 1 m 이상일 경우에는 이 부분을 통로(walkway)의 한쪽 보호난간으로 인정할 수 있으며 창구 사이에는 두 열의 보호난간을 설치하여야 한다.
3. 위의 2. (c), (d) 및 (f)의 설비에 대해 허용된 횡방향 설치위치
   (1) : 선체중심선상 또는 가까운 곳, 또는 그곳에 있는 창구에 설치
   (2) : 양현에 설치
   (3) : 한쪽 현, 단 어느 쪽 현에도 설치될 수 있도록 제작됨을 전제로 선박의 한쪽 현에 설치.
   (4) : 한쪽 현에 설치
   (5) : 가능하면 선체중심선 가까이 있는 창구의 양현에 설치.

제 8 장 의장수 및 의장품

제 1 절 일반사항

101. 적용 및 일반 【규칙 참조】

1. 항로제한에 대한 고려
   (1) Smooth water service의 부기부호를 갖는 선박에는 그 의장수에 대응하는 의장기호의 1단 하위의 의장기호의 의장품을 적용할 수 있다.
   (2) 전 (1)호의 경우 사용재료에 관한 규정의 참작은 하지 않는다.
2. 강도계산용 흘수(d_s)를 정하여 계획된 선박 및 건현지정을 위한 실제의 흘수(d_f)가 계획흘수(d) 보다 크게 된 선박의 경우에는 의장수 및 의장품의 취급은 다음과 같이한다.
   (1) d_s 를 정하여 계획된 선박에는 d_s 에 대응한 치수에 따라 의장수 및 의장품을 결정한다. 이 경우 $d_s - d > 300$ mm 의 경우에는 d_s 에 대응하는 선박의 길이(L_s)를 사용한다.
   (2) $d_f > d$ 의 경우(d_s 를 정한 선박에는 $d_f > d_s$)에는 d_f 에 대응한 치수에 의하여 의장수 및 의장품을 결정한다. 이 경우 $d_f - d > 300$ mm 의 경우에는 d_f 에 대응하는 선박의 길이를 사용하여 의장수를 계산한다.
3. **강도상 갑판실로 간주되지 않는 선루 등의 취급** 강도상 갑판실로 간주되지 않는 선루라도 측벽판이 선측까지 도달하고 또한, 갑판을 가지면 선루로 취급한다. 다만, 갑판실의 단부 등이 대단히 짧은 선루부분은 갑판실로 취급할 수 있다.
4. 묘박설비의 설계 *(2018)*
   (1) 이 장의 묘박설비는 항내 또는 보호수역 내에서 선박이 정박, 물때 등을 기다리는 경우에 선박을 임시 계류하는 것을 목적으로 한다. 심해 및 비보호수역에서의 묘박설비에 관한 권장사항은 **부록 4-3**을 참조할 수 있다. *(2019)*
   (2) **규칙 201.**에 명시된 묘박설비에 대한 의장수 계산은 최대조류속도 2.5 m/s, 최대풍속 25 m/s 및 배출된 체인의 길이와 수심의 비율이 최소한 6:1 이라는 조건을 기반으로 한다. 길이가 135 m 이상인 선박의 경우, 최대조류속도 1.54 m/s, 최대풍속 11 m/s, 최대 유의파고 2 m를 대체조건으로 적용할 수 있다.
   (3) 정상적인 상황에서 선박은 한 개의 선수앵커와 앵커체인만을 사용한다고 가정한다.

104. 시험 및 검사 【규칙 참조】

규칙 104.의 3항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 증명서"라 함은 국제선급연합회(IACS)의 QSCS (Quality System Certification Scheme)에 적합함이 검증된 선급 및 해당 기국의 주관청에서 발행한 증서 또는 MED증서를 말한다.

제 2 절 의장수

201. 의장수 【규칙 참조】

1. 예인선의 의장수는 다음 식에 따른다. *(2022)*

$$E = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2.0(aB + \sum h_i b_i) + \frac{A}{10}$$

Δ, a, h_i, A : **규칙 201.**에 따른다.

b_i : 너비가 $B/4$ 를 넘는 선루 또는 갑판실 각 층의 최대너비(m).

2. 유효숫자의 처리방법
   (1) 길이, 높이, 너비 등의 치수의 단위는 m 이하 셋째자리에서 반올림하여 둘째자리까지 취한다.
   (2) Δ 의 값은 정수만으로 한다.
   (3) 식의 각 항($\triangle^{\frac{2}{3}}$, $2.0(hB + S_{fun})$, $\frac{A}{10}$)은 소수점 이하 첫째자리에서 반올림하여 정수만으로 한다. *(2022)*

3. Δ 및 a 의 결정방법

(1) Δ 및 a 의 값은 계획하기만재흘수선에 대한 값으로 한다. 다만, 강도계산용 흘수(d_s)를 정하여 계획된 선박은 d_s 에 대한 값으로 한다. *(2022)*

(2) 완성시에 주요치수(L, B 및 D)의 값이 변경된 경우(예를 들면, $d_f - d > 300$ mm 인 상태로 L 이 변경되었을 경우)에는 의장수를 재조사할 필요가 있다.

(3) 흘수가 변경된 경우의 취급은 101.의 2항에 따른다.

4. 구조물의 너비 측정방법

(1) 구조물은 갑판에 의하여 상하로 분리된 구조물로 취급한다. 한 층에서 연속하는 선루 또는 갑판실 등은 그 너비 및 높이가 연속으로 변화하든지 불연속으로 변화하든지에 관계없이 한 개의 구조물로 취급하여 그 너비는 **그림 4.8.1**과 같이 최대너비를 취한다. *(2022)*

(2) 한 층에서 분리되어 있는 독립된 갑판실 각각에 대하여는 전 호에 의하여 너비를 구하여 산입여부를 결정한다.(**그림 4.8.2** 참조)

5. A(측면투영면적)의 산정방법 *(2022)*

(1) A(측면투영면적)은 다음 식에 따른다.

$$A = aL + \sum h_j l \quad (\mathrm{m}^2)$$

a : 규칙 201.에 따른다.

$\sum h_j l$: 최상층 전통갑판보다 상방에 있는 너비가 $B/4$ 를 넘고 높이가 1.5m 이상인 선루, 갑판실, 트렁크, 또는 연돌 높이 h_j (m)와 길이 l (m)를 곱한 것의 합. 다만, L 의 범위 밖에 있는 것은 산입할 필요가 없다.

(2) A(측면투영면적)를 결정할 때 캠버의 면적은 무시할 수 있다.

(3) 구조물은 갑판에 의하여 상하로 분리된 구조물로 취급한다. 한 층에서 연속하는 선루 또는 갑판실 등은 그 너비 및 높이가 연속으로 변화하든지 불연속으로 변화하든지에 관계없이 한 개의 구조물로 취급하여 그 길이는 최대길이를 취한다. 다만 높이가 1.5m 이하인 경우 그 구조물은 무시할 수 있다.

(4) 구조물의 높이(h_j)는 너비가 $B/4$ 를 넘는 구조물 중심선에서의 각 층의 갑판간 높이로 한다.

(5) 다음에 열거하는 것은 A(측면투영면적)의 산입대상에서 제외할 수 있다.

(가) L 의 전후단의 바깥쪽

(나) 선루 또는 갑판실과 연속되어 있는 데릭붐, 통풍통 등

(다) 갑판 적재화물 **【규칙 참조】**

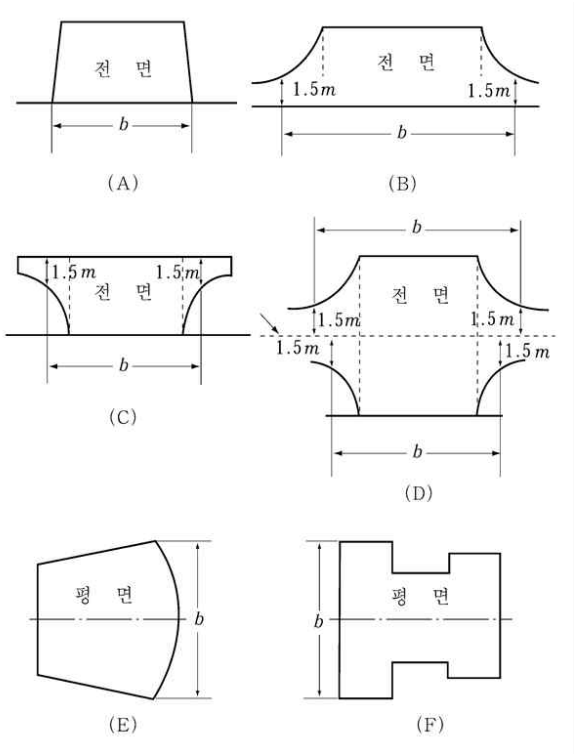
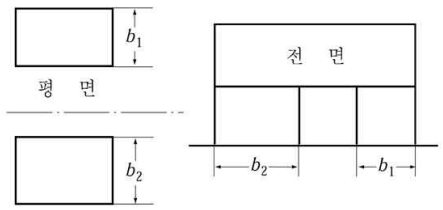


그림 4.8.1



b_1, $b_2 < B/4$ 인 경우(b_1+b_2 에는 관계없이)는 산입하지 아니한다.

그림 4.8.2

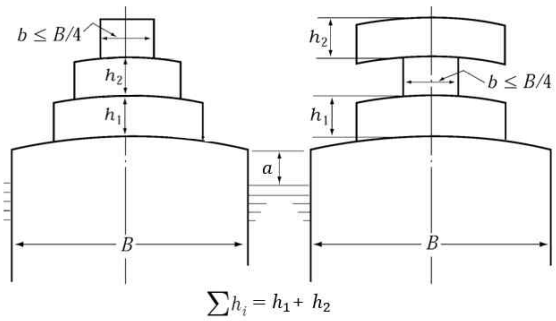


그림 4.8.3

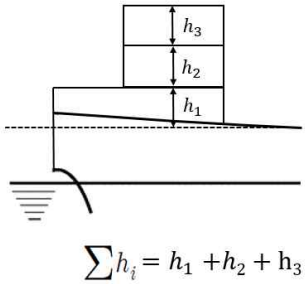


그림 4.8.4

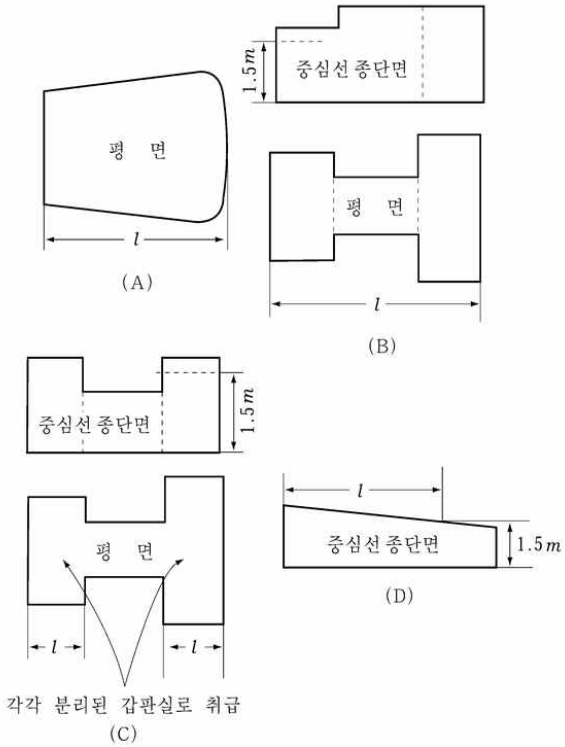


그림 4.8.5

6. 의장수가 2000을 초과하는 선박의 계류삭 *(2018)*

의장수가 2000을 초과하는 선박의 계류삭의 최소권장강도 및 수는 각각 (1)호 및 (2)호에 따른다. 계류삭의 길이는 (3)호에 따른다.

의장수가 2000을 초과하는 선박의 계류삭의 강도 그리고 선수, 선미 및 브레스트 삭의 수는 측면투영면적 A1을 기준으로 한다. 측면투영면적 A1은 **규칙 201.**에 따라 측면투영면적 A와 유사한 방법으로 계산하되, 다음의 조건을 고려하여야 한다.

- 측면투영면적 A1의 계산 시에 평형수흘수(ballast draft)를 고려하여야 한다. 여객선과 로로선 같이 흘수 변동이 작은 선박의 경우 하기만재흘수를 고려하여 측면투영면적 A1을 계산할 수 있다. *(2022)*
- 선박이 제티 유형의 부두에 정기적으로 계류되는 경우가 아닌 경우, 부두에 의한 바람차단(wind shielding)은 측면투영면적 A1의 계산 시 고려하여야 한다. 수선 위 3 m 높이의 부두 표면을 가정하여, 즉, 고려하는 적재상태에 대한 수선 위 3 m 높이의 측면투영면적의 하부는 측면투영면적 A1의 계산시에 포함하지 않을 수 있다.
- 공칭용량조건(nominal capacity condition)에서의 갑판 화물은 측면투영면적 A1을 결정할 때 포함되어야 하며, 갑판상에 화물이 있는 경우 하기만재흘수를 고려할 수 있다. 평형수흘수상태가 갑판상에 화물이 있는 만재흘수상태보다 더 큰 측면투영면적 A1을 만들어 내는 경우, 갑판화물을 고려할 필요가 없다. 두 개의 측면투영면적 중 큰 쪽이 측면투영면적 A1으로 선택되어야 한다. *(2022)*

다음에 주어진 계류삭은 최대조류속도 1.0 m/s와 다음의 최대풍속 V_w (m/s)을 기준으로 계산한다 :

$V_W = 25.0 - 0.002\,(A_1 - 2000)$: $2000\,m^2 < A_1 \le 4000\,m^2$ 인 여객선, 페리 및 자동차 운반선의 경우

$= 21.0$: $A_1 > 4000\,m^2$ 인 여객선, 페리 및 자동차 운반선의 경우

$= 25.0$: 기타 선박

풍속은 지상 10 m 높이에서 모든 방향에서 30초의 평균 속도로 나타낸다. 조류속도는 평균 흘수의 1/2의 깊이에서 선수 또는 선미 (± 10°)에 작용하는 최대조류속도로 한다. 또한, 선박이 교차조류(cross current)를 차단(shielding)하는 솔리드 부두(solid pier)에 계류되어 있는 것으로 간주한다.

보다 높은 풍속 또는 조류, 교차 조류, 추가의 파랑하중 또는 솔리드가 아닌 부두의 차단(shielding) 감소의 이유로 하중이 추가되는 경우 이를 고려하여야 한다. 또한, 부적절한 계류배치는 단일 계류삭의 하중을 상당히 증가시킬 수 있다는 점을 주의하여야 한다.

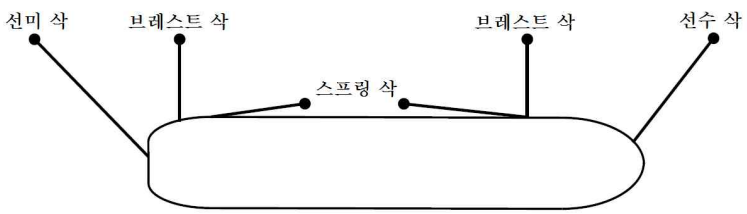
비고

계류삭의 목적과 관련하여 다음과 같이 정의한다.

브레스트 삭(Breast line) : 선박에 수직으로 배치된 계류삭으로, 정박시설 바깥쪽 방향으로 선박을 구속한다.

스프링 삭(Spring line) : 선박과 거의 평행하게 배치된 계류삭으로, 선수미 방향으로 선박을 구속한다.

선수/선미 삭(Head/Stern line) : 종 방향과 횡 방향 사이에 위치하는 계류삭으로, 정박시설 밖의 방향 및 선수미 방향으로 선박을 구속한다. 정박시설 바깥쪽 방향 및 선수미 방향의 구속 정도는 이들 방향에 대한 계류삭의 각도에 따라 달라진다.



(1) 최소설계파단하중 *(2022)*

의장수가 2000을 초과하는 선박의 계류삭의 최소설계파단하중(MBL_{SD})은 다음에 따른다.

$$MBL_{SD} = 0.1 \cdot A_1 + 350 \quad \text{(kN)}$$

A1 : 측면투영면적, 이 항의 요건에 따른다.

최소설계파단하중은 1275 kN (130 t)으로 제한될 수 있다. 다만, 이 경우에 계류장치는 이 항에 규정된 환경 조건에 대하여 불충분하다고 간주하여야 한다. 이러한 선박의 경우, 허용 풍속(V_W^*)은 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$V_W^* = V_W \cdot \sqrt{\frac{MBL_{SD}^*}{MBL_{SD}}} \quad \text{(m/s)}$$

V_W 는 이 항에서 정의한 풍속, MBL_{SD}^*은 공급 계획된 계류삭의 절단하중, MBL_{SD}은 상기 계산식에 따른 권장 절단하중이다. 다만, 최소설계파단하중은 허용 풍속 21 m/s에 상응하는 값 이상이어야 한다.

$$MBL_{SD}^* \geq \left(\frac{21}{V_W}\right)^2 \cdot MBL_{SD}$$

계류삭이 V_W보다 더 큰 허용 풍속(V_W^*)에 사용하도록 계획된 경우, 최소설계파단하중은 다음에 따른다.

$$MBL_{SD}^* \geq \left(\frac{V_W^*}{V_W}\right)^2 \cdot MBL_{SD}$$

(2) 계류삭의 수 *(2022)*

선수, 선미 및 브레스트 삭(이 항의 비고 참조)의 합계는 다음에 따른다.

$$n = 8.3 \cdot 10^{-4} \cdot A_1 + 6$$

유조선, 케미컬탱커, 산적화물선 및 광석운반선의 경우, 선수, 선미 및 브레스트 삭의 합계는 다음에 따른다.

$$n = 8.3 \cdot 10^{-4} \cdot A_1 + 4$$

선수, 선미 및 브레스트 삭의 합계는 가장 가까운 정수로 반올림되어야 한다.

선수, 선미 및 브레스트 삭의 수는 삭의 강도 조정과 함께 증가 또는 감소될 수도 있다. 조정된 강도(MBL_{SD}^{**})는 다음에 따른다.

$MBL_{SD}^{**} = 1.2 \cdot MBL_{SD} \cdot n/n^{**} \leq MBL_{SD}$, 삭의 수가 증가한 경우

$MBL_{SD}^{**} = MBL_{SD} \cdot n/n^{**}$, 삭의 수가 감소한 경우

MBL_{SD} 는 (1)호의 MBL_{SD} 또는 MBL_{SD}^* 이며, n**은 선수, 선미 및 브레스트 삭의 증가 또는 감소된 합계이다. n은 해당 선박의 종류에 따라 위의 수식에 의해 계산된 반올림하지 않은 값이다.

반대로, 선수, 선미 및 브레스트 삭의 최소설계파단하중은 삭의 수 조정과 함께 증가 또는 감소될 수도 있다.

스프링 삭(이 항의 비고 참조)의 합계는 다음에 따른다.

의장수(EN) 〈 5000인 경우: 2개
의장수(EN) ≥ 5000인 경우: 4개

스프링 삭의 최소설계파단하중은 선수, 선미 및 브레스트 삭의 최소설계파단하중과 동일하여야 한다. 선수, 선미 및 브레스트 삭의 수가 삭의 최소설계파단하중 조정과 함께 증가된 경우, 스프링 삭의 수는 다음에 따르되, 가장 가까운 짝수로 올림되어야 한다.

$$n_s^* = MBL_{SD}/MBL_{SD}^{**} \cdot n_s$$

MBL_{SD} 는 (1)호의 MBL_{SD} 또는 MBL_{SD}^{*} 이며, n_s는 위에서 주어진 스프링 삭의 수, n_s^{*} 는 증가된 스프링 삭의 수이다.

(3) 계류삭의 길이

의장수가 2000을 초과하는 선박의 계류삭의 길이는 200 m로 선택할 수 있다.

개별 계류삭의 길이는 위에 규정된 길이의 7 %까지 감소될 수도 있지만, 계류삭의 전체 길이는 모든 삭이 동일한 길이였을 때의 결과보다 작아서는 안 된다.

7. 예인삭 *(2018)*

예인삭은 **규칙 표 4.8.1**에 따르며, 선박의 자체 예인삭으로 예인선이나 다른 선박에 의해 예인되는 것으로 한다. **규칙 표 4.8.1**의 예인삭을 선택하는 경우, 의장수는 12항에 따라야 한다.

203. 앵커체인 【규칙 참조】

1. 크레인 부선과 같은 특수한 선박의 경우, 그 특성을 고려하여 우리 선급이 인정하는 경우 앵커체인 대신에 와이어로프를 사용할 수 있다. 다만, 와이어로프를 사용할 경우에 아래의 요건에 적합하여야 한다.
   (1) 와이어로프의 절단시험하중은 요구되는 앵커체인의 절단시험하중 이상인 것이어야 한다.
   (2) 와이어로프의 길이는 요구되는 앵커체인 길이의 1.5배 이상인 것이어야 한다.
   (3) 앵커의 질량은 요구되는 앵커질량의 1.25배 이상인 것이어야 한다.
   (4) 앵커와 와이어로프의 연결부는 체인으로 연결되어야 하며, 체인의 길이는 다음 중 작은 값 이상인 것이어야 한다.
      (가) 12.5 m
      (나) 앵커의 격납위치와 윈치 사이의 거리
2. 그 외 계류 효력이 규칙 요구치와 동등하다고 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에 한하여 규정에 적합한 것으로 볼 수 있다.

제 3 절 앵커

304. 구조 및 치수 【규칙 참조】

규칙 중 “우리 선급에서 지정하는 파지력” 이란 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 6절**의 형식승인 시험에 의한 파지력시험 결과, 고파지력 앵커의 경우 동일질량의 스톡리스 앵커 파지력의 2배 이상, 초고파지력 앵커의 경우 동일질량의 스톡리스 앵커 파지력의 4배 이상인 파지력을 말한다.

제 4 절 체인

401. 적용 【규칙 참조】

1. **규칙 4편 8장 401.**의 2항에서 말하는 비상예인장치용 마모방지체인은 다음에 따른다.
   (1) 적용
   안전작동하중이 1,000 kN(ETA1000) 및 2,000 kN(ETA2000)인 비상예인장치의 마찰막이(chafing gear)용 마모방지체인은 이 규정에 적합한 것이어야 한다. 이외의 마모방지 체인은 우리 선급의 승인을 받아 사용할 수 있다.
   (2) 제조법승인
   마모방지체인은 우리 선급의 승인을 받은 공장에서 제조되어야 한다.
   (3) 재료
   마모방지체인의 제조에 사용되는 재료는 **규칙 403.**의 요건에 적합해야 한다.
   (4) 마모방지체인의 설계, 제조, 시험 및 인증
      (가) 마모방지체인은 **규칙 4편 8장 4절**의 요건에 따라 설계, 제조, 시험 및 인증되어야 한다.
      (나) 마모방지체인의 치수 및 스트롱포인트(strongpoint)에 연결되는 단부에서의 배치는 비상예인장치의 형식에 의해 결정된다. 마모방지체인의 다른 쪽 단부는 **그림 4.8.10**과 같이 체인의 등급 및 비상예인장치의 형식에 대응하는 섀클에 연결될 수 있도록 배(pear) 모양의 개방링크(open link)에 부착되어야 한다.

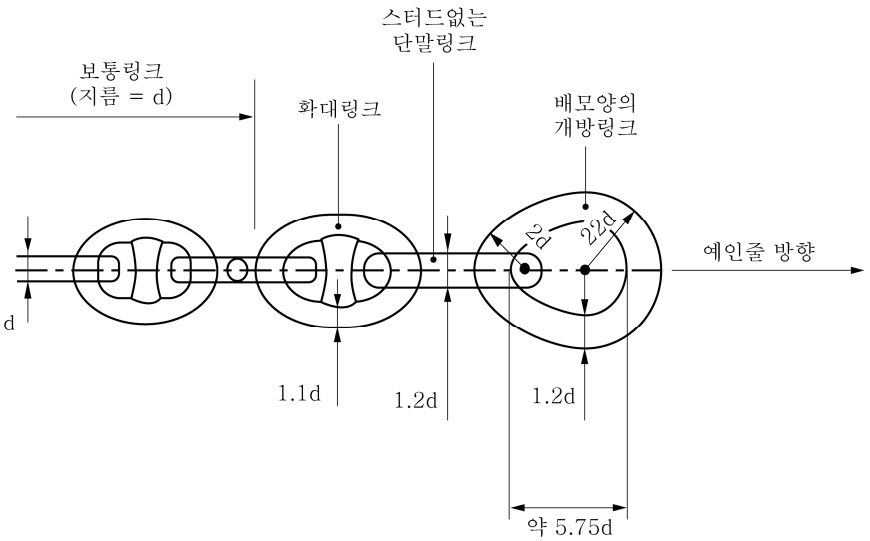


그림 4.8.10 마모방지 체인의 선외측 단부의 전형적인 배치

(다) 보통링크는 제2종 또는 제3종의 스터드 붙이 링크 형식이어야 한다.

(라) 마모방지 체인은 안전작동하중의 2배 이상의 파단하중에 견딜 수 있어야 한다. 각 형식의 비상예인장치에 대하여 마모방지체인용 보통링크의 호칭지름은 **표 4.8.1**에 나타내는 값에 적합해야 한다.

표 4.8.1 마모방지체인용 보통링크의 호칭지름

비상예인장치의 종류	보통링크의 호칭지름, d	
	제2종	제3종
ETA1000	62mm 이상	52mm 이상
ETA2000	90mm 이상	76mm 이상

2. 규칙 4편 8장 401.의 2항에서 말하는 해양구조물용 체인은 다음에 따른다. *(2017)*

(1) 일반 요건

(가) 범위

(a) 이 항의 요건은 다음 해양구조물의 계류에 사용되는 해양구조물용 체인 및 체인부품(이하 체인 및 체인부품이라 한다)의 재료, 설계, 제작 및 시험에 적용한다.

- 이동식 해양구조물, 부유식 생산구조물, 해양로딩시스템(offshore loading system), 제조중인 중력식 구조물

(b) 계류장치는 스터드 붙이 보통링크, 스터드가 없는 보통링크, 연결용 보통링크(스플라이스(splice) 링크), 확대링크, 단말링크, 분리가능 연결용 링크(섀클), 단말섀클, 해저연결부(subsea connector), 스위블 및 스위블섀클을 포함한다.

(c) 스터드가 없는 링크 체인은 일반적으로 한 번만 배치되며, 미리 결정된 설계수명을 갖는 장기 영구계류시스템에 사용한다.

(d) 일점계류장치용 마모방지 체인의 요건은 3항에 따른다.

(나) 체인 종류

(a) 체인은 사용되는 강재의 공칭 인장강도에 따라 제*R* 3종 체인, 제*R* 3S종 체인, 제*R* 4종 체인, 제*R* 4S종 체인 및 제*R* 5종 체인의 5종류로 구분한다.

(b) 제*R* 4S종 체인 및 제*R* 5종 체인에 대한 제조자의 사양은 설계 조건 및 우리 선급의 승인에 따라 변경될 수 있다.

(c) 체인은 각 등급별로 개별적으로 승인받아야 한다. 상위 등급 체인의 승인이 하위 등급 체인의 승인을 대신할 수 없다. 상위 등급 체인과 하위 등급 체인이 같은 화학성분 및 열처리를 사용한 같은 제조법에 따라 생산된 것이 우리 선급에 의해 인정되는 경우, 하위 등급 체인의 품질이 상위 등급 체인의 품질로 고려될 수 있다. 승인 시에 적용된 변수들은 제품 생산 시에 변경할 수 없다.

(2) 재료

(가) 체인 재료는 그 종류에 따라 **지침 표 4.8.2**에 따른다.

(나) 체인부품의 재료는 연결되는 체인의 종류에 따라 **지침 표 4.8.3**에 따른다.

표 4.8.2 해양체인용 재료

해양체인의 종류	재료	재료기호
제*R* 3종 체인	제*R* 3종 체인용 봉강	*RSBCR* 3
제*R* 3S종 체인	제*R* 3S종 체인용 봉강	*RSBCR* 3S
제*R* 4종 체인	제*R* 4종 체인용 봉강	*RSBCR* 4
제*R* 4S종 체인	제*R* 4S종 체인용 봉강	*RSBCR* 4S
제*R* 5종 체인	제*R* 5종 체인용 봉강	*RSBCR* 5

표 4.8.3 해양체인용 부품의 재료

연결되는 해양체인의 종류	제조방법			
	주조	재료기호	단조	재료기호
제*R* 3종 체인	제*R* 3종 체인용 주조품	*RSCCR* 3	제*R* 3종 체인용 단강품	*RSFCR* 3
제*R* 3S종 체인	제*R* 3S종 체인용 주조품	*RSCCR* 3S	제*R* 3S종 체인용 단강품	*RSFCR* 3S
제*R* 4종 체인	제*R* 4종 체인용 주조품	*RSCCR* 4	제*R* 4종 체인용 단강품	*RSFCR* 4
제*R* 4S종 체인	제*R* 4S종 체인용 주조품	*RSCCR* 4S	제*R* 4S종 체인용 단강품	*RSFCR* 4S
제*R* 5종 체인	제*R* 5종 체인용 주조품	*RSCCR* 5	제*R* 5종 체인용 단강품	*RSFCR* 5

(3) 설계 및 제조

(가) 설계

(a) 체인 제조사에 의해 작성되었거나 공급된 체인 및 체인부품의 상세한 설계를 제공하는 도면(설계 계산 포함)을 승인을 위하여 제출하여야 한다. 일반적인 설계는 ISO 1704에 따른다. 스터드가 없는 체인의 형상과 비율은 이 항의 요건을 만족하여야 한다. 기타에서의 스터드가 없는 비율은 특별히 승인되어야 한다. 새로운 또는 표준이 아닌 체인, 섀클 또는 의장품(fitting)의 설계에는 피로 해석, 피로 또는 부식피로시험(가능한 경우)이 요구될 수 있다.

(b) 스터드 붙이 링크 체인의 경우, 스터드의 상세설계를 나타내는 도면을 참고용으로 제출하여야 한다. 스터드는 스터드의 위치를 고정시키기에 충분히 깊은 체인 링크에 압인되어야 한다. 그러나 압인의 모양과 깊이의 복합효과는 체인링크에 유해한 노치효과 또는 응력집중을 유발해서는 안 된다.

(c) 켄터섀클의 기계가공부 코너의 필릿반경은 호칭지름의 3 %이상이어야 한다.

(나) 앵커체인 제조법

(a) 일반

(i) 체인은 우리 선급의 승인을 받은 제조공장에서 제조하여야 한다. 이 목적을 위하여 승인 시험을 수행하여야 하며, 그 범위에는 내력시험 및 파단시험, 계측 및 파괴역학시험을 포함하는 기계적 시험을 포함하여야 한다.

(ii) 체인은 플래시(flash) 맞대기 용접으로 연속으로 연결하여 제조되어야 하며, 연속로에서 열처리 되어야 한다; 배치(batch)식 열처리는 특별한 상황(마모방지 체인과 같이 짧은 연의 열처리)을 제외하고는 허용되지 않는다. (3항 참조)

(iii) 최종 구매자는 결함이 있는 링크를 대체하기 위해 연결용 링크를 사용하는 것의 허용되는 수와 유형에 대하여 서면 승인을 하여야 한다. 연결용 보통 링크의 사용은 체인길이 100 m 당 3개의 링크로 제한된다.

(b) 앵커체인 제조법 기록

검사원이 요청할 경우 체인용 봉강의 가열, 플래시용접 및 열처리의 기록을 제시할 수 있어야 한다.

(c) 봉강의 가열

(i) 링크용 봉강은 전기저항 가열, 유도 가열 또는 화로에서 가열하여야 한다.

(ii) 체인용 봉강을 전기저항 가열 또는 유도 가열하는 경우, 가열 단계는 광학 열 센서로 제어되어야 한다. 제어기는 매 8시간마다 한번 이상 점검하고 기록되어야 한다.

(iii) 화로 가열의 경우, 가열은 제어되어야 하며 온도는 봉강에 근접한 열전대를 사용하여 연속적으로 기록되어야 한다. 제어기는 매 8시간마다 한번 이상 점검하고 기록되어야 한다.

(d) 앵커체인의 플래시용접

(i) 각 링크를 용접하는 동안 다음의 용접변수들은 제어되어야 한다.

① 정반(platen)의 움직임

② 시간 함수로서의 용접전류

③ 유압

(ii) 용접변수들은 매 4시간마다 한번 이상 점검하고 기록되어야 한다.

(e) 앵커체인의 열처리

(i) 체인은 설정한도 내에서 온도와 시간의 조합으로 상부 변태 온도 이상에서 오스테나이트화 되어야 한다.

(ii) 적용 가능한 경우, 체인은 설정한도 내에서 온도와 시간의 조합으로 템퍼링되어야 한다. 템퍼링 이후 냉각은 템퍼 취성을 피할 수 있도록 적절하여야 한다.

(iii) 온도 및 유지시간 또는 온도 및 체인 속도는 제어되어야 하고 연속적으로 기록되어야 한다.

(iv) 결정립의 결정은 최종 제품에 대하여 이루어져야 한다. 제*R* 3종, 제*R* 3S종, 제*R* 4종, 제*R* 4S종 및 제*R* 5종 체인에 대한 오스테나이트 결정입도는 ASTM E112에 따라 6 이상이거나 ISO 643에 따른 이와 동등한 결정입도이어야 한다. 원형 단면의 측정은 모재(표면, 반지름의 1/3 지점 및 중심), 열영향부 및 용접부에서 실시한다.

(f) 기계적 성질

(i) 체인 및 체인부품의 기계적 특성은 **지침 표** 4.8.4에 따른다. 시험편의 위치는 **지침 2편 부록** 2-9의 **그림** 1 및 **지침 그림** 4.8.11에 따른다.

(g) 내력 및 절단시험하중

(i) 체인 및 체인부품은 **지침 표** 4.8.5에 주어진 내력 및 절단시험하중을 견딜 수 있어야 한다.

(h) 무결함

(i) 모든 체인은 제작방법에 부합하게 마무리를 하고 결함이 없어야 한다. 각 링크는 승인된 절차를 사용하여 (4)호 (마)에 따라 검사하여야 한다.

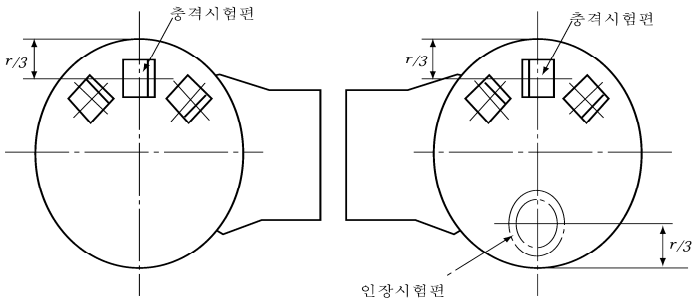


그림 4.8.11 체인 링크의 예

표 4.8.4 기계적 성질

해양체인의 종류	인장시험				충격시험(1)		
	항복강도(2) (N/mm²)	인장강도(2) (N/mm²)	연신율 ($L=5d$) (%)	단면 수축율 (%)	시험온도 (°C)	최소평균흡수에너지(J) 용접부 이외	최소평균흡수에너지(J) 전기 용접부
제R 3종	410 이상	690 이상	17 이상	50 이상	-20(3)	40 이상(3)	30 이상(3)
제R 3S종	490 이상	770 이상	15 이상	50 이상	-20(3)	45 이상(3)	33 이상(3)
제R 4종	580 이상	860 이상	12 이상	50 이상	-20	50 이상	36 이상
제R 4S종	700 이상	960 이상	12 이상	50 이상	-20	56 이상	40 이상
제R 5종	760 이상	1000 이상	12 이상	50 이상	-20	58 이상	42 이상

(비 고)

(1) 1조(3개)의 시험편 가운데 2개 이상의 시험편의 흡수에너지 값이 규정의 최소 평균흡수에너지 값에 미치지 못하는 경우 또는 어느 쪽이든 1개의 시험편의 흡수에너지 값이 규정의 최소 흡수평균에너지 값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(2) 항복비는 0.92 이하로 한다.

(3) 제R 3종 및 제 R 3S종 체인은 우리 선급이 인정하는 경우 충격시험은 0°C에서 시행할 수 있으며 이 경우 최소평균흡수에너지 값은 다음 값 이상이어야 한다.

	용접부 이외	전기용접부
제R 3종 체인	60 J	50 J
제R 3종 체인	65 J	53 J

표 4.8.5 5개 링크의 내력 및 절단시험하중, 중량 및 길이에 대한 식

시험하중 (kN)	제R 3종 스터드 붙이 링크	제R 3S종 스터드 붙이 링크	제R 4종 스터드 붙이 링크	제R 4S종 스터드 붙이 링크	제R 5종 스터드 붙이 링크
내력	$0.0148d^2(44-0.08d)$	$0.0180d^2(44-0.08d)$	$0.0216d^2(44-0.08d)$	$0.0240d^2(44-0.08d)$	$0.0251d^2(44-0.08d)$
절단	$0.0223d^2(44-0.08d)$	$0.0249d^2(44-0.08d)$	$0.0274d^2(44-0.08d)$	$0.0304d^2(44-0.08d)$	$0.0320d^2(44-0.08d)$
시험하중 (kN)	제R 3종 스터드 없는 체인	제R 3S종 스터드 없는 체인	제R 4종 스터드 없는 체인	제R 4S종 스터드 없는 체인	제R 5종 스터드 없는 체인
내력	$0.0148d^2(44-0.08d)$	$0.0174d^2(44-0.08d)$	$0.0192d^2(44-0.08d)$	$0.0213d^2(44-0.08d)$	$0.0223d^2(44-0.08d)$
절단	$0.0223d^2(44-0.08d)$	$0.0249d^2(44-0.08d)$	$0.0274d^2(44-0.08d)$	$0.0304d^2(44-0.08d)$	$0.0320d^2(44-0.08d)$
체인 질량 (kg/m)	스터드 붙이 링크 = $0.0219d^2$				
	스터드 없는 체인 해당 설계의 질량계산서는 제출되어야 한다.				
피치 길이	5개 링크 계측				
최소	$22d$				
최대	$22.55d$				

(i) 치수 및 치수 허용차

(i) 링크 및 부품의 모양 및 치수는 ISO 1704 또는 특별히 승인된 설계를 따라야 한다.

(ii) 링크의 치수 허용차는 다음과 같다.

① 만곡부(crown)에서 계측한 호칭지름의 음의 허용차

호칭지름(mm)	초과		40	84	122	152	184
	이하	40	84	122	152	184	222
음의 허용차(mm)		-1	-2	-3	-4	-6	-7.5

비고 1:

만곡부의 단면적은 음의 허용차가 허용되지 않는다. 지름이 20 mm이상인 경우, 양의 허용차는 호칭지름의 5 %까지 될 수 있다. 지름이 20 mm미만인 경우, 양의 허용차는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

비고 2:

만곡부의 단면적은 음의 허용차 및 양의 허용차를 갖는 지름의 평균을 사용하여 계산되어야 하며, 계측은 약 90도 간격을 두고 적어도 2개 지점에서 측정하여야 한다.

② 만곡부 이외의 지점에서 측정된 지름

지름의 음의 허용차는 허용되지 않는다. 양의 허용차는 우리 선급이 승인한 제조자 사양에 따라야 하는 맞대기 용접부을 제외하고는 호칭지름의 5 %까지 허용될 수 있다. 지름이 20 mm미만인 경우, 양의 허용차는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

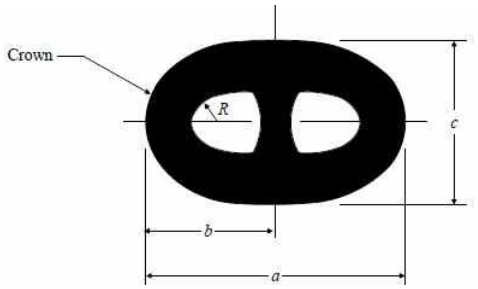
③ 5개 링크의 길이에 대한 제조 허용차는 + 2.5 %이며, 음의 허용차는 허용되지 않는다.

④ 다른 모든 치수는 ± 2.5 %의 제조 허용차를 적용받으며, 모든 부품은 항상 서로 적절하게 고정되어야 한다.

⑤ 스터드 붙이 링크 및 스터드 없는 보통링크의 허용차는 **지침 그림** 4.8.12에 따라 측정한다.

⑥ 스터드 붙이 링크 체인의 경우, 스터드는 링크의 중심에 위치하여야 하며 링크의 측면에 직각으로 위치하여야 한다.
스터드가 꼭 맞게 끼워지고 그 끝이 링크 안쪽에 놓여지면 **지침 그림** 4.8.12의 허용차가 허용될 수 있다.

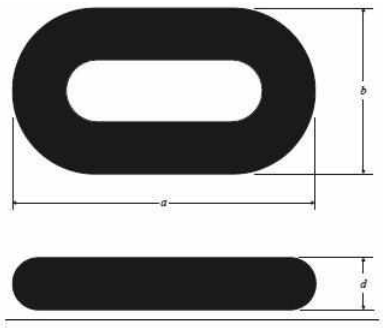
스터드 붙이 링크 - 내부 링크 반지름과 외부 링크 반지름은 균일하여야 한다.



기호(1)	종류	링크호칭치수	음의 허용차	양의 허용차
a	링크길이	$6d$	$0.15d$	$0.15d$
b	링크길이의 절반	$a^*/2$	$0.1d$	$0.1d$
c	링크폭	$3.6d$	$0.09d$	$0.09d$
e	스터드 각도 오차	0도	4도	4도
R	내측반경	$0.65d$	0	-----

비고:
(1) 치수기호는 상기 그림에 따른다.
d = 체인의 호칭지름
a^* = 실제 링크길이

스터드 없는 링크 - 내부 링크 반지름과 외부 링크 반지름은 균일하여야 한다.



기호(1)	종류	링크호칭치수	음의 허용차	양의 허용차
a	링크길이	$6d$	$0.15d$	$0.15d$
b	링크폭	$3.35d$	$0.09d$	$0.09d$
R	내측반경	$0.60d$	0	-----

비고:
(1) 치수기호는 상기 그림에 따른다.
d = 체인의 호칭지름
(2) 다른 치수비는 별도로 승인받아야 한다.

그림 4.8.12 스터드 붙이 링크와 스터드 없는 보통링크, 치수비 및 허용차

(j) 스터드 붙이 링크 체인 - 스터드 용접

(i) 제R3종과 제R3S종 체인에는 용접된 스터드가 허용될 수도 있다. 별도로 승인된 경우를 제외하고 제R4종 체인, 제R4S종 체인 및 제R5종 체인의 스터드를 용접으로 결합하여서는 안 된다.

(ii) 스터드가 링크에 용접되는 경우, 체인이 열처리되기 전에 완료되어야 한다.

(iii) 스터드 끝단은 링크 내부에 잘 맞아야 하며, 용접은 플래시 맞대기 용접과 반대쪽의 스터드 끝단에 국한되어야 한다. 별도로 승인된 경우를 제외하고 스터드 끝단의 전체 둘레는 용접되어야 한다.

(iv) 별도로 승인된 경우를 제외하고 스터드 양단의 용접은 허용되지 않는다.

(v) 용접은 우리 선급의 인정을 받은 용접사가 승인된 용접절차시방서 및 승인된 저수소계 용접용재료를 사용하여야 한다.

(vi) 필릿용접의 크기는 최소한 API Specification 2F에 따라야 한다.

(vii) 용접부는 품질이 양호해야 하며, 균열이나 융합부족, 큰 기공 및 1 mm를 넘는 언더컷이 없어야 한다.

(viii) 모든 스터드 용접부는 외관검사를 하여야 한다. 내력시험 후 체인의 각 연의 스터드 용접부의 10 % 이상에 대하여 침투탐상 또는 자분탐상시험을 하여야 한다. 균열 또는 융합부족이 발견된 경우, 해당 연의 모든 스터드 용접부에 대해 시험을 하여야 한다.

(k) 연결용 보통링크(스플라이스 링크)

(i) 시험링크 또는 결함링크를 대체하기 위한 연결용 보통링크는 승인된 절차에 따라 제조되어야 하며, 체인 전체에 걸쳐 재열처리를 필요로 하지 않는 방법으로 하여야 한다. 체인의 각 종류별로 별도의 승인이 요구되며, 시험은 승인 신청된 가장 큰 치수의 체인으로 한다.

(ii) 연결용 보통링크의 제조 및 열처리는 연결되는 보통링크의 성질에 영향을 주지 않도록 온도를 250°C 이하로 보통링크와 연결하여야 한다.

(iii) 각 연결용 보통링크는 **지침 표 4.8.5** 및 (4)호 (마)에 명시된 내력시험 및 비파괴시험을 하여야 한다. 두 번째 링크는 연결용 보통링크와 동일하게 제조하여야 하며, (4)호 (라) 및 (마)에 따라 시험 및 검사하여야 한다.

(ⅳ) 각 연결용 보통링크는 다음 중 하나의 위치에 표시하여야 한다.

① 스터드 붙이 링크 체인용 스터드 또는

② 스터드 없는 체인의 플래시 맞대기 용접부 반대쪽의 바깥 쪽 직선 길이부

이 표시는 (4)호 (사)에 규정하는 사항 및 링크에 대한 고유번호를 표시하여야 한다.

연결용 보통링크에 연결되는 링크의 경우에도 ① 또는 ②의 위치에 표시하여야 한다.

(4) 체인의 시험과 검사

(가) 일반

(a) 이 규정은 스터드 붙이 보통링크, 스터드 없는 보통링크, 단말링크, 확대단말링크, 연결용 보통링크(스플라이스 링크)와 같은 앵커체인 등에 적용한다.

(b) 모든 체인에 대하여 최종 열처리 후 검사원의 입회하에 내력시험, 표본 절단시험 및 표본 기계적 시험을 실시하여야 한다. 다만, 제조자가 내력시험을 기록하는 절차를 보유하고 있고, 검사원이 기록시스템의 적합성을 인정하는 경우, 모든 내력시험에 입회할 필요는 없다. 검사원은 시험기가 보정되고 만족스런 조건으로 유지되고 있음을 확인해야 한다. 검사 전에 체인에는 스케일이나 도료 및 기타 피복물이 없어야 하며, 적용되는 비파괴검사 표준에 따라 적당한 표면상태를 가져야 한다. 이 요건을 충족시키기 위하여 체인에는 샌드 또는 쇼트블라스팅 처리를 하여야 한다.

(나) 내력 및 절단시험

(a) 체인의 전체 길이에 걸쳐 **지침 표 4.8.5**에 명시된 내력하중에 파단없이 견딜 수 있어야 하며, 플래시 용접부에 균열이 없어야 한다. 체인을 당길 때 작용하는 하중은 내력하중을 10 %이상 초과하여서는 안 된다. 소성변형(plastic straining)을 이용하여 스터드를 결합시키는 방법이 채용되는 경우 적용하중은 승인시험에서 인정된 하중 이상으로 하여서는 안 된다.

(b) 해당 체인으로부터 또는 해당 체인과 동일한 시간에 동일한 공정으로 제조된 체인으로부터 최소 3개 링크로 구성된 절단시험편을 채취하여야 한다. 절단시험을 하는 시험편의 수는 **지침 표 4.8.6**에 따라 체인의 길이(표본 간격)에 기초하여 결정된다. 각 시험편은 명시된 내력하중에 파단없이 견딜 수 있어야 하며, 플래시 용접부에 균열이 없어야 한다. 시험편에 규정된 절단시험하중을 30초 동안 가하여 이 하중에 견딜 수 있어야 합격으로 한다.

(c) 체인 직경이 100 mm를 넘는 경우, 위의 절단시험에 대한 대체절단시험(하나의 링크 시험편을 사용하는 것)이 고려될 수 있다. 우리 선급이 승인한 대체시험은 매 용강마다 실시하며, 시험편의 수는 **표 4.8.6**에 따른다. 대체시험의 하중이 3개 링크 시험의 하중과 동등함을 입증하여야한다

(d) 시험기의 하중 용량이 충분하지 않은 경우, 시험 및 교정 절차를 우리 선급이 인정한 경우, 충분한 용량 (예: 2대의 하중 시험기를 병렬로)을 갖춘 대체 시험기를 사용해야 한다.

(다) 치수 및 치수 허용차

(a) 내력시험을 한 후, (3)호 (나) (i)에 따라 최소한 전 링크수의 5 %이상에 대하여 그 치수를 계측하여야 한다.

(b) 모든 체인은 한 번에 링크 5개를 연결한 길이로 계측하여야 한다. 최초의 5개 링크의 길이를 측정하며, 다음에 그 전의 5개 링크 가운데 최소 2개의 링크를 포함하는 5개 링크를 계측한다. 체인 전체 길이에 걸쳐 이 계측방법을 따라야 한다. 계측은 최소 내력시험하중의 5 ~ 10 %의 하중이 가하지는 동안 실시한다. 5개 링크 측정의 허용차는 **지침 표 4.8.5**에 따르며, 5개 링크 측정 허용차를 벗어나는 경우에는 구매자와 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 단말부분을 포함하는 5개 링크는 이 방법에서 제외될 수 있다.

(c) 체인의 치수 계측결과를 기록하고 유지하여야 한다.

표 4.8.6 절단시험편의 채취를 위한 길이

체인의 호칭지름 d(mm)	체인의 길이(m)
$d \le 48$	91
$48 < d \le 60$	110
$60 < d \le 73$	131
$73 < d \le 85$	152
$85 < d \le 98$	175
$98 < d \le 111$	198
$111 < d \le 124$	222
$124 < d \le 137$	250
$137 < d \le 149$	274
$149 < d \le 162$	297
$162 < d \le 175$	322
$175 < d \le 186$	346
$186 < d \le 198$	370
$198 < d \le 210$	395
$210 < d \le 222$	420

(라) 기계적 시험

(a) 열처리 된 체인으로부터 채취한 시험재 링크에 대하여 기계적 시험을 실시하여야 한다. 하나의 시험 단위는 1개의 인장시험편과 9개의 충격시험편으로 구성하여야 한다.

인장시험편은 플래시 용접부의 반대쪽에서 채취하여야 한다.

3개의 충격시험편은 플래시 용접부가 노치의 중심이 되는 위치에서, 3개의 충격시험편은 용접부가 아닌 위치에서, 3개의 충격시험편은 만곡부에서 채취되어야 한다.

(b) 시험편의 수는 **지침 표 4.8.3**에 따라 체인의 길이(표본 간격)에 기초하여 결정된다. 기계적 성질은 **지침 표 4.8.4**에 따른다.

(c) 요구되는 인성이 일관되게 달성되었다는 것이 통계적 방법에 의해 입증되고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 만곡부에서의 충격시험편의 수를 줄일 수 있다.

(d) 체인은 경도시험을 실시하여야 하며, 시험빈도와 위치는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 기록된 값은 참고용이며 체인 제조 과정에서 열처리 공정이 안정적인지 확인하기 위한 추가 점검자료로 사용된다.

(마) 내력시험 후의 비파괴검사

(a) 모든 링크의 전 표면에 대하여 외관검사를 하여야 한다. 버르(burr), 요철 및 거친 가장자리는 윤곽선을 따라 그라인딩되어야 한다. 링크는 특히 플래시용접 중 조임쇠(clamping die)에 의해 죄어지는 부분 주위에는 가공결함, 표면균열, 눌린 자국이나 절단된 흠이 없어야 한다. 스터드는 단단히 고착되어야 한다. 체인은 표면 확인이 용이하도록 배치하여야 한다. 표면 영역에 접근이 용이하도록 체인이 수직 위치에 매달려 있는 것을 권고하지만, 연결링크(interlink) 영역을 검사하기 위한 접근은 수평 위치의 체인에서만 가능할 수도 있다.

(b) 비파괴검사는 인정된 표준에 따라 수행하여야 하며 합격/불합격기준과 함께 시험절차는 검토를 위해 우리 선급에 제출되어야 한다. 제조자는 비파괴검사 절차를 문서화하여 보유하고 있어야한다. 비파괴 검사자는 ISO 9712, ACCP 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 자격을 보유해야 한다. SNT-TC-1A에 따른 자격도 인정할 수 있지만, 비파괴 검사자의 고용주는 해당 비파괴검사 방법에 맞는 ASNT Level Ⅲ , ISO 9712 level Ⅲ 또는 ACCP Professional Level Ⅲ의 자격보유자 및 서면화된 절차서를 보유하고 있어야 한다. 비파괴 검사자는 최소 NDT level Ⅱ이상의 자격 보유자이어야 한다.

(c) 조임쇠에 의해 죄어지는 부분을 포함하여 플래시 용접부에 자분탐상시험을 하여야 한다. 절차는 승인을 위해 우리 선급에 제출되어야 하며, 우리 선급이 승인한 절차 및 장비가 사용되어야 한다. 시험편의 모든 링크가

검사되어야 한다. 또한 링크의 10 %는 접근 가능한 모든 표면에서 시험을 하여야 한다. 링크 표면 및 플래시 용접부에서의 표면은 균열, 융합부족 및 큰 기공이 없어야 한다. 시험은 습식연속형광자화법(wet continuous fluorescent magnetization technique)을 사용하는 ASTM E709 또는 다른 공인된 표준(예: ISO 9934)에 따라 수행하여야 한다. 비형광법(Non fluorescent techniques)은 표준검사절차가 비실용적인 특수한 경우에 허용 될 수 있다.

링크는 다음의 결함이 없어야 한다:
- 가로방향으로 1.6 mm를 초과하는 관련 선형표시
- 길이방향으로 3.2 mm를 초과하는 관련 선형표시
- 4.8 mm를 초과하는 관련 비선형표시.

(d) 플래시 용접 용융부는 초음파탐상시험을 하여야 한다. 절차는 승인을 위해 우리 선급에 제출되어야 하며, 우리 선급이 승인한 절차 및 장비가 사용되어야 한다. 체인의 형상에 대한 현장 대비시험편은 승인을 받아야 한다. 시험편의 모든 링크가 검사되어야 한다. 플래시용접부에는 대비시험편의 결함과 같거나 더 큰 초음파 저면반사를 초래하는 결함이 없어야 한다. 플래시 맞대기용접부는 ASTM E587 또는 단일탐촉자(45 ° ~ 70 ° 범위의 굴절각을 갖는 사각탐촉자)를 사용하는 다른 공인된 표준에 따라 초음파탐상시험을 하여야 한다. 단일탐촉자법은 중앙부의 검사 시에 제한이 있으며 플랫 스팟(flat spots)과 같은 플래시 용접 결함은 열악한 반사율을 가질 수 있다. 필요한 경우, 결함의 검출 가능성은 탠덤법(tandem technique), 회절파시간측정법(TOFD) 또는 위상배열 초음파검사를 사용하여 수행할 필요가 있다.

(e) 스터드 용접부(사용된 경우)는 외관검사를 하여야 한다. 필릿 토우부는 1.0 mm를 초과하는 언더컷 없이 링크로 부드럽게 연결되어야 한다. 또한, 시험편 길이에 걸쳐 분포된 스터드 용접부의 최소 10 %는 ASTM E1417에 따른 침투탐상시험을 실시하거나 ASTM E1444 또는 동등한 기준에 따라 자분탐상시험을 하여야 한다. 균열, 융합 부족 또는 큰 기공은 허용되지 않는다. 결함이 발견되면, 시험편의 모든 스터드 용접부까지 시험을 확장해야 한다.

(바) 재시험, 불합격 및 보수기준

(a) 5개 링크의 길이가 짧은 경우, 적용 하중이 승인된 것보다 크지 않고 체인의 임의의 길이만 늘어나는 것이 필요한 것에 대하여, 지정된 내력시험하중 이상으로 하중을 가하여 체인을 늘릴 수 있다. 길이가 규정된 허용차를 초과하는 경우, 초과되는 길이의 체인링크를 절단하고 (b)가 적용되어야 한다.

(b) 단일 링크에 결함이 발견되거나 다른 적용 요건을 만족하지 못하는 경우, 결함 링크를 잘라내고 연결용 보통링크가 그 자리에 삽입될 수 있다. 연결용 보통링크의 개별 열처리 및 검사 절차는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 기타 보수방법은 우리 선급 및 최종 구매자의 서면 승인을 받아야 한다. 체인의 용접보수는 허용되지 않는다.

(c) 외관검사나 자분탐상시험에서 플래시 용접부에 균열, 절단된 흠(cut) 또는 결함이 발견된 경우, 링크 지름의 5 %를 초과하지 않는 깊이로 그라인더 등에 의해 주위와 완만하게 되도록 보수한다. 최종 치수는 우리 선급이 인정하는 기준을 따라야 한다.

(d) 플래시 용접부의 내부결함(인정된 대비시험편과 관련하여 초음파탐상시험 중 발견된 결함)의 경우, (b)가 적용되어야 한다.

(e) 링크의 지름, 길이, 너비 및 스터드의 배치가 요구되는 치수를 만족하지 못하는 경우, 40개 이상의 링크에 대하여 그 치수를 계측해야 한다(영향을 받은 링크의 양측에서 20개). 특히 2개 이상의 시험용 링크에서 단일 특정 치수가 요구되는 치수허용차를 만족하지 못하는 경우에는 모든 링크에 대하여 검사를 하여야 하고, (b)가 적용되어야 한다.

(f) 절단시험이 불합격된 경우, 시험에 불합격한 원인을 확인하기 위해 검사원에게 적시에 알려 철저한 검사를 실시하여야 한다. 시험편을 채취한 동일한 연에서 2개의 추가 절단시험편으로 절단시험을 실시하여야 한다. 추가 시험의 만족스러운 결과와 불합격 원인 조사의 결과에 따라 합격되는 연을 결정한다. 추가 시험에서 하나 또는 둘 모두가 불합격되면 시험편을 채취한 1연의 체인은 불합격으로 되고, (b)가 적용되어야 한다.

(g) 링크가 내력시험에 불합격된 경우, 내력시험에 불합격한 원인을 확인하기 위해 검사원에게 적시에 알려 철저한 검사를 실시하여야 한다. 내력하중이 가해진 연에서 2개 이상의 링크가 불합격인 경우, 내력하중이 가해진 연의 그 부분은 불합격으로 한다. 상기의 불합격조사는 특히 불합격의 원인이 될 것으로 여겨지는 요소 또는 조건이 다른 연에서 존재하는 것과 관련하여 수행하여야 한다.

(h) 상기의 불합격 조사에 추가하여, 하나의 불합격 링크의 양측에서 하나의 절단시험편을 채취하여 절단시험을 하여야 한다. 다수의 체인이 동시에 생산되는 경우, 선행 플래시 맞대기용접 링크 및 후속 플래시 맞대기용접 링크가 대체되는 연 또는 다른 연의 끝단에 있는 것을 인정한다. 이 경우 우리 선급은 선행 및 후속 용접 링크를 포함하는 연들로부터 2회의 추가 절단시험을 요구할 수 있다. 두 번의 절단시험 결과와 불합격조사의 결과가 만족스러운 경우 합격되는 연을 결정한다. 절단시험에서 하나 또는 둘 다 불합격하면 내력시험한 연의 체인은 불합격으로 한다. 결함 링크의 교체는 (b)에 따른다. 불합격 조사에서 플래시 맞대기용접부에서 결함이 발견되거나 더 낮은 강도의 플래시 용접부(접착용접부(glue-weld)와 같은)가 발견되면 다른 링크가 영향을 받는지 확인하기 위해 위상배열 초음파검사와 같은 추가 비파괴검사를 수행하여야 한다. 용접 전에 봉강 끝단의 상태 평가와 함께 플래시 맞대기 용접기의 완전한 평가를 수행하여야 한다.

(i) 인장시험에 대한 재시험 요건은 **규칙 2편 1장 109.**에 따른다. 추가시험에서 하나 또는 둘 모두가 규정된 요건을 만족하지 못하면 시험편을 채취한 1연의 체인은 불합격으로 되고, (b)가 적용되어야 한다.

(j) 샤르피 충격시험에 대한 재시험 요건은 **규칙 2편 1장 109.**에 따른다. 규정된 요건을 만족하지 못하면 시험편을 채취한 1연의 체인은 불합격으로 되고, (b)가 적용되어야 한다.

(사) 표시

(a) 체인은 다음의 위치에 표시를 하여야 한다.

- 양단링크
- 100 m를 초과하지 않는 간격으로 그 양단링크
- 연결용 보통링크
- 연결용 섀클의 양옆에 있는 링크 또는 연결용 보통링크

(b) 표시된 모든 링크는 증서에 명시되어야 하며, 표시는 체인의 앞과 뒤쪽 단부를 인지할 수 있어야 한다. 위에서 요구되는 표시에 추가하여, 연속되는 연에서 각 개별 연에 사용되는 처음 및 마지막 보통링크는 추적 가능하고 적절히 표시되어야 한다.

표시는 체인의 예상 수명동안 영구적이고 또한 분명하여야 한다.

(c) 체인의 스터드에 다음을 표시하여야 한다.

- 체인 종류(스터드 붙이의 경우 KR-*R* 3, KR-*R* 3S, KR-*R* 4, KR-*R* 4S, KR-*R* 5 및 스터드리스의 경우 KR-*R* 3-SL, KR-*R* 3S-SL, KR-*R* 4-SL, KR-*R* 4S-SL, KR-*R* 5-SL)
- 증서 번호
- 우리 선급의 합격인

(d) 증서번호는 약어 또는 이와 동등한 것으로 교환될 수 있다. 이럴 경우, 이는 증서에 기록되어야 한다.

(e) 체인 증서는 연결 보통링크의 번호와 위치에 관한 정보를 포함해야 한다. 증서번호와 교체 링크번호는 약어 또는 이와 동등한 것으로 교환될 수 있다. 이럴 경우, 이는 증서에 기술되어야 한다.

(아) 문서

(a) 소책자 형태의 최종 체인검사 및 시험보고서는 각각의 연속된 연마다 체인 제조자가 제공하여야 한다. 이 책자에는 모든 치수점검, 시험 및 검사보고서, 비파괴 검사보고서, 공정기록, 사진뿐만 아니라 부적합, 시정조치 및 수리작업이 포함되어야 한다.

(b) 체인의 연속된 단일 연마다 개별 증서를 발행하여야 한다.

(c) 모든 첨부 문서, 부록 및 보고서는 원래의 증서 번호를 참조하여야 한다.

(d) 제조자는 최소한 10년 동안 생산된 모든 문서를 안전하고 검색 가능한 방식으로 보관해야 할 책임이 있다.

(5) 체인부품의 시험 및 검사

(가) 일반사항

(a) 이 호는 분리가능 연결용 링크(섀클), 분리가능 연결용 판(삼중판), 단말섀클, 스위블 및 스위블섀클 그리고 해저연결부(subsea connector)와 같은 계류 장비부품 등에 적용한다.

(b) 모든 체인부품은 최종 열처리 후 검사원의 입회하에 내력시험, 절단시험 및 기계적 시험을 하여야 한다. 다만, 제조자가 내력시험을 기록하는 절차를 보유하고 있고, 검사원이 기록시스템의 적합성을 인정하는 경우, 모든 내력시험에 입회할 필요는 없다. 검사원은 시험기가 보정되고 만족스런 조건으로 유지되고 있음을 확인해야 한다. 시험 및 검사전에 체인부품에는 스케일이나 도료 및 기타 피복물이 없어야 한다.

(c) 체인부품 제조를 위해 체인부품 생산, 주조, 단조, 열처리(열처리로의 구성요소 배치 및 간격 포함), 담금질, 기계적 시험, 내력하중, 절단하중 및 비파괴검사의 모든 중요한 측면을 상세히 설명한 제조절차명세서(MPS)를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(나) 내력 및 절단시험

(a) 모든 체인부품은 해당 스터드 붙이 링크체인에 지정된 내력하중을 받아야 한다.

(b) 체인부품은 해당 체인의 등급 및 크기에 대해 규정된 파단하중으로 시험되어야 한다. 모든 배치 또는 체인부품 25개마다 중(둘 중 적은 쪽)에서 최소한 하나의 체인부품을 시험하여야 한다.

(i) 개별적으로 생산되고 개별적으로 열처리 된 체인부품 또는 작은 배치(5개 미만)에서 생산되는 체인부품의 경우, 대체 시험을 특별히 고려하여야 한다. 대체 시험은 우리 선급의 승인을 받아야 하며 다음과 같은 추가 조건이 적용될 수 있다.

① 대체 시험은 서면 절차 및 제조절차명세서에 기술되어야 한다.

② 절단하중으로 유한요소해석을 실시하며, 체인부품이 체인의 파단하중 이상에서 안전 여유를 가지고 있음을 검증하여야 한다.

③ 우리 선급에 의해 승인된 절차에 따른 변형시효시험(Strain Age Testing)은 승인 시와 동일한 변수로 생산된 재료등급에 대해 수행하여야 한다.

④ 일괄 처리 열처리가 불가능하거나 고유한 설계를 갖는 대형 체인부품인 경우, 초기 승인 및 제품생산 중에 내력 및 절단시험을 하는 경우에는 스트레인 게이지를 적용하여야 한다. 제품의 스트레인 게이지 측정결과는 승인 시의 결과와 비교되어야 한다.

(c) 하나의 배치는 동일한 열처리 조건 및 동일한 용강에서 비롯된 체인부품으로 정의된다. **지침 2편 부록 2-9**의 3항 및 4항을 참조한다.

(d) 절단시험에 사용된 체인부품은 파괴되어야 하며, (e)에 주어진 예외를 제외하고는 의장품의 일부로 사용되지 않아야 한다.

(e) 체인부품의 치수가 증가되었거나 또는 높은 강도 특성을 가지는 재료가 대신 사용된 경우, 다음에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 이를 의장품에 사용할 수 있다

(i) 체인부품이 해당 체인에 요구되는 절단하중으로 시험에 합격한 경우

(ii) 체인부품이 해당 체인에 요구되는 절단강도의 1.4배 이상을 가지도록 설계된 것이 절차시험에 의해 검증되는 경우

(iii) 동일 변수로 생산된 재료 등급에서 변형시효특성시험이 수행된 경우

(iv) 고응력 위치에서 절단시험 중에 변형이 허용한계 내에 유지되는지를 스트레인 게이지를 사용하여 감시하여야 한다.

(다) 치수 및 치수허용차

(a) 체인부품(동일한 유형, 크기 및 공칭강도)은 내력시험을 한 후 25개 중 최소 1개 이상의 치수를 검사하여야 한다. 제조자는 구매자의 요건을 만족함을 나타내는 기록을 제공하여야 한다.

(b) 다음의 허용차가 체인부품에 적용된다.

(i) 호칭지름: +5 %, -0 %

(ii) 기타 치수: ± 2.5 %

이러한 허용차는 기계가공 된 표면에는 적용하지 않는다.

(라) 기계적 시험

(a) 체인부품은 **지침 2편 부록 2-9**의 3항 및 4항에 규정된 대로 기계적 시험을 받아야 한다. 기계적 시험편은 대표적인 생산 체인부품과 함께 열처리 된 내력하중이 가해진 전체 크기의 체인부품에서 채취해야 한다. 모든 배치 또는 체인부품 25개마다 중(둘 중 적은 쪽)에서 최소한 하나의 체인부품을 시험하여야 한다. 체인부품은 경도시험을 실시하여야 하며, 시험빈도와 위치는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 기록된 값은 참고용이며 체인부품 제조 과정에서 열처리 공정이 안정적인지 확인하기 위한 추가 점검자료로 사용된다.

아래 (e)에 명시된 경우를 제외하고는 별도의 대표적인 시험재(coupon)를 사용할 수 없다.

(b) 단조 섀클의 시험 위치.

단조 섀클본체와 단조 켄트섀클은 섀클의 만곡부에서 1조(3개)의 충격시험편과 1개의 인장시험편을 채취하여야 한다. 직경이 작아 형상적으로 만곡부에서 인장시험편을 채취하는 것이 불가능한 경우, 섀클에 대한 인장시험편은 섀클의 직선 부분에서 취할 수 있다. 인장 특성 및 충격값은 외부 반경에 샤르피 시험편이 있는 **지침 2편 부록 2-9**의 **그림 1**에 명시된 위치에서 **지침 표 4.8.4**의 요건을 만족하여야 한다.

(c) 주조 섀클과 주조 켄트섀클의 기계적 시험편은 체인부품의 직선 부분에서 채취하여야 한다. 인장 특성 및 충격값은 **지침 2편 부록 2-9**의 **그림 1**에 명시된 위치에서 **지침 표 4.8.4**의 요건을 만족하여야 한다.

(d) 복잡한 형상을 갖는 다른 체인부품의 기계적 시험편의 채취 위치는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

비원형 단면의 경우, 표면에서 1/4t(두께)가 적절하다고 간주된다.
압연 판재는 제작된 규격에 따라 시험되어야 한다.

(e) 개별적으로 생산된(열처리 된) 체인부품 또는 작은 배치(5개 미만)에서 생산되는 체인부품의 경우, 대체 시험을 우리 선급에 제안 할 수 있다. 대체 시험을 위한 각 제안은 제조자에 의해 서면 절차로 상세화되고 우리 선급에 제출되어야 하며, 다음과 같은 추가 조건이 적용될 수 있다.

(i) 별도로 단조 또는 주조시험재(coupon)를 사용하는 경우, 이들은 대표적인 체인부품과 유사한 횡단면 및 단면감소율을 가져야 하며(단조시험재의 경우), 실제 단조 또는 주조와 같이 동일한 로에서 열처리하고 동시에 동일한 탱크에서 급냉시켜야 한다. 열전대는 시험재(coupon) 및 체인부품에 부착되어야 한다.

(ii) 별도의 단조 또는 주조시험재(coupon)가 승인된 경우, 시험재(coupon) 특성이 체인부품 특성을 대표한다는 것이 절차 시험에 의해 검증되어야 한다.

(f) 하나의 배치는 동일한 열처리 조건 및 동일한 용강에서 비롯된 체인부품으로 정의된다. **지침 2편 부록 2-9**의 3항 및 4항을 참조한다.

(g) 핀(pin)의 기계적 시험편은 최종 핀과 동일한 지름의 희생 핀(sacrificial pin)의 중간 길이에서 **지침 2편 부록 2-9**의 **그림 1**에 따라 채취되어야 한다. 타원형 핀의 경우, 지름은 더 작은 치수를 선택하여야 한다. 기계적 시험편은 시험재 연장부와 열처리된 버퍼(buffer)연장부를 통합한 최종 핀과 동일한 직경의 연장된 핀으로부터 취해질 수 있으며 중간 길이 시험값과 동등한 값이 설정된다. 버퍼(buffer)의 길이는 열처리주기가 끝난 후에 제거되는 1개 핀의 지름치수와 적어도 같아야 하며, 그런 다음에 시험재(coupon)를 핀에서 제거 할 수 있다. 버퍼와 시험재는 **지침 그림 4.8.13**에서와 같이 핀의 같은 끝단에서 나온다.

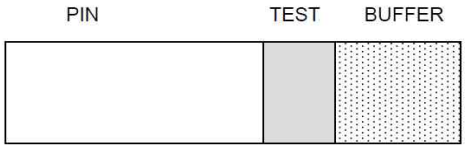


그림 4.8.13 버퍼 및 시험재 위치

(마) 내력시험 후의 비파괴검사

(a) 모든 체인부품은 근접 육안검사를 하여야 한다. 기계 가공된 표면과 고응력부에 특별한 주의를 기울여야 한다. 검사에 앞서, 체인부품은 적용된 비파괴검사 시험표준에 따라 표면을 적절히 준비하여야 한다. 기계 가공되지 않은 모든 표면은 정밀 검사가 가능하도록 샌드 또는 쇼트블라스팅 처리를 하여야 한다. 해당되는 경우, 체인부품은 내부 표면검사를 위해 분해되어야 한다. 모든 체인부품은 자분탐상 또는 액체침투탐상시험을 하여야 한다. 우리 선급은 체인부품의 초음파탐상시험을 요구할 수 있다. 설계를 위해 설정된 초음파탐상시험의 합격/불합격 기준이 충족되어야 한다.

(b) 비파괴검사는 아래 표시된 것과 같이 인정된 표준 또는 이와 동등한 기준에 따라 수행하여야 한다. 합격/불합격 기준과 함께 시험절차는 검토를 위해 우리 선급에 제출되어야 한다. 제조자는 비파괴검사 절차를 문서화하여 보유하고 있어야 한다. 비파괴 검사자는 ISO 9712, ACCP 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 자격을 보유해야 한다. SNT-TC-1A에 따른 자격도 인정할 수 있지만, 비파괴 검사자의 고용주는 해당 비파괴검사 방법에 맞는 ASNT Level Ⅲ , ISO 9712 level Ⅲ 또는 ACCP Professional Level Ⅲ의 자격보유자 및 서면화된 절차서를 보유하고 있어야 한다. 비파괴 검사자는 최소 NDT level Ⅱ이상의 자격 보유자이어야 한다.

단조품의 자분탐상시험 (MT) :
- 습식연속자화법(wet continuous magnetization technique)을 사용하는 EN 10228-1, ASTM A275 또는 ISO 4986, IACS Rec 69 같은 동등한 표준

단조품의 초음파탐상시험 (UT) :
- EN 10228-3, ASTM A388, ISO 13588

주조품의 자분탐상시험 (MT) :
- 습식연속자화법(wet continuous magnetization technique)을 사용하는 ASTM E709

주조품의 초음파탐상시험 (UT) :
- ASTM A609, ISO 13588

모든 표면은 자분탐상시험(MT)을 하여야 한다. 시험은 형광법(fluorescent technique)을 사용하여 참조된 표준에 따라 수행하여야 한다. 표면에는 최소한 다음의 결함이 없어야 한다.
- 가로방향으로 1.6 mm를 초과하는 관련 선형표시
- 길이방향으로 3.2 mm를 초과하는 관련 선형표시
- 4.8 mm를 초과하는 관련 비선형표시.

우리 선급이 요구하는 경우, 주조 또는 단조 체인부품의 100 %에 대하여 초음파탐상시험을 시행하여야 한다. 설계를 위해 설정된 초음파탐상시험의 합격/불합격 기준이 충족되어야 한다.

(c) 제조자는 비파괴검사가 만족스러운 결과로 수행되었다는 기록을 제출하여야 하며, 이 기록은 검사기법과 운영자의 자격에 대한 간략한 참조를 포함하여야 한다.

(d) 체인부품의 용접 수리는 허용되지 않는다.

(바) 시험 불합격

(a) 시험에 불합격한 경우, 불합격의 원인이 확인되지 않는 한, 전체 배치를 불합격해야 하며, 불합격의 원인이 되는 조건이 나머지 체인부품에 없다는 것이 검사원에게 증명되어야 한다.

(사) 표시

(a) 각 체인부품은 다음과 같이 표시하여야 한다.
- 체인 종류(스터드 붙이의 경우KR-*R* 3, KR-*R* 3S, KR-*R* 4, KR-*R* 4S, KR-*R* 5 및 스터드리스의 경우 KR-*R* 3-SL, KR-*R* 3S-SL, KR-*R* 4-SL, KR-*R* 4S-SL, KR-*R* 5-SL)

(b) 증서 번호는 약어 또는 이와 동등한 것으로 교환될 수 있다. 이럴 경우, 이는 증서에 기록하여야 한다.

(아) 문서

(a) 소책자 형태의 최종 체인검사 및 시험보고서는 각 주문마다 제조자가 제공하여야 한다. 이 책자에는 모든 치수 점검, 시험 및 검사보고서, 비파괴 검사보고서, 공정기록, 로에 배치된 구성 요소의 예제 사진뿐만 아니라 부적합, 시정조치 및 수리작업을 포함하여야 한다.

(b) 각 형식의 체인부품은 개별 증서를 발행하여야 한다.

(c) 모든 첨부 문서, 부록 및 보고서는 원래의 증서 번호를 참조하여야 한다.

(d) 제조자는 최소한 10년 동안 생산된 모든 문서를 안전하고 검색 가능한 방식으로 보관해야 할 책임이 있다.

3. 규칙 4편 8장 401.의 2항에서 말하는 일점계류장치용 마모방지 체인은 다음에 따른다. *(2017)*

(1) 적용

이 항의 규정은 유조선 및 FPSO를 일점계류장치에 잡아매거나 유사한 용도로 사용하기 위하여 호저에 연결되는 지름 76 mm의 짧은 연(약 8 m)의 체인에 적용한다.

(2) 제조법승인

마모방지 체인은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 2장 1023.**에 따라 우리 선급의 승인을 받은 공장에서 제조하여야 한다.

(3) 재료

마모방지체인의 제조에 사용되는 재료는 **지침 2편 부록 2-9**의 요건에 적합해야 한다.

(4) 마모방지체인의 설계, 제조, 시험 및 인증

(가) 마모방지체인은 배치식 열처리가 허용되는 것을 제외하고는 2항 (3)호, (4)호 및 (5)호의 요건에 따라 설계, 제조, 시험 및 인증되어야 한다.

(나) 끝단 연결부의 배치는 승인된 형식의 것이어야 한다.

(다) 보통링크는 제*R* 3종 또는 제*R* 4종의 스터드 붙이 링크 형식이어야 한다.

(라) 마모방지체인은 4,884 kN (제*R* 3종) 및 6,001 kN (제*R* 4종)의 절단하중을 견딜 수 있어야 한다. (비고 1 참조)

(마) 체인의 연은 2항 (4)호 (나)에 따라 내력시험을 하여야 한다. 시험하중은 제*R* 3종의 경우 3,242 kN, 제*R* 4종은 4,731 kN으로 한다.

비고 1 : 6개월 이내의 유사한 지름의 계류용 체인에 대하여 만족스럽게 시험한 서면 증거는 우리 선급의 승인을 받아 절단시험 대신에 사용할 수 있다.

비고 2 : 이 항의 요건은 **지침 표 4.8.5**의 체인 종류 및 지름에 대해 지정된 내력 및 파단하중 요건을 준수해야 하는 84 mm 및 96 mm와 같은 다른 지름의 마모방지 체인에도 적용 할 수 있다.

409. 모양 및 치수

1. **규칙 4편 8장 409.**의 1항의 규정에 있어서 표준과 다른 치수로 체인 등을 제조하고자 하는 경우 치수표 등은 승인을 얻어야 한다. 다만, KS 또는 ISO 와 같은 경우는 제외한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 4편 8장 203.**의 1항에 규정하는 선수앵커용 체인에 있어서는 체인 1연의 길이에 섀클 등의 체인용 부품의 길이를 포함할 수 있다.

412. 체인의 절단시험 【규칙 참조】

1. **규칙 4편 8장 412.**의 2항에 규정하는 시험기의 용량부족으로 체인의 절단시험을 생략하고자 하는 경우에는 다음 (1)호부터 (3)호에 따른다.

(1) 체인은 다음 요건을 만족하는 것으로 한다.
(가) 제2종 또는 제3종 체인의 경우
(나) **규칙 표 4.8.7**에 규정하는 절단하중이 6,000 kN 을 넘는 것.
(다) 열처리된 것
(라) 제조법 승인시험시에 해당 체인의 호칭지름 이상인 것에 대하여 절단시험이 실시되어 있는 것.
(마) **규칙 4편 8장 413.**에 규정하는 체인 링크의 기계시험에 합격한 것

(2) 대체 시험방법은 다음 시험을 포함하는 것으로, 시험의 실시에 대해서는 미리 구체적인 시험방안을 우리 선급에 제출하여 승인을 얻어야 한다. 또한, 용접에 의해 제조된 체인에 있어서는 용접부의 강도를 확인할 수 있는 시험이어야 한다.
(가) 비파괴 검사
(나) 매크로 시험
(다) 굽힘시험
(라) 인장시험
(마) 제3종 체인에 대하여는 참고로 충격시험을 요구할 수 있다.

(3) (2)호의 시험을 실시하고 체인의 절단시험을 생략한 경우에는 증명서에 「대체 절단시험 적용」이라는 문구를 기재한다.

413. 체인용 부품의 시험 【규칙 참조】

규칙 413.의 2항 (4)호에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우"라 함은 **규칙 413.**의 2항 (4)호의 (가)부터 (다)에 의한 검사 및 시험의 결과가 아래와 같이 만족스러운 경우를 말한다.
(가) 제조법승인시험에서 요구하는 절단시험의 결과가 합격한 경우
(나) **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 2장 1013.**의 **표 2.10.2**에 따른 판정기준에 합격한 경우
(다) **지침 2편 부록 2-2** 및 **부록 2-7**의 비파괴 판정기준에 따라 합격한 경우

제 5 절 와이어로프

506. 로프시험

1. **규칙 4편 8장 506.**에서 규정된 **표 4.8.13**의 와이어로프의 파단하중에 포함되지 않은 값은 다음의 식에 따른다.

로프파단하중(KN) = 단면적계수 × 연효율계수 × 인장강도(KN/mm^2) × (로프지름)^2

와이어로프의 구성기호에 따라 단면적계수 및 연효율계수는 아래의 표를 따른다.

와이어로프의 구성기호	단면적계수	연효율계수
6 x 7	0.399	0.90
6 x 12	0.252	0.88
6 x 19	0.397	0.86
6 x 24	0.358	0.87
6 x 30	0.317	0.88
6 x 37	0.395	0.85
6 x WS(36)	0.429	0.80

제 7 절 창구 타폴린

701. 적용 【규칙 참조】

합성섬유 제품 창구 타폴린의 시험 및 검사에 대하여는 **선박 및 선박용 물건의 형식승인 시험기준 및 검정기준**의 관련 규정에 따른다.

제 9 절 각창

906. 시험의 생략 【규칙 참조】

규칙 906.에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 증서 등”이란 국제선급연합회(IACS)의 QSCS(Quality System Certification Scheme)에 적합함이 검증된 선급 및 해당 주관청에서 발행한 증서 또는 MED증서를 말한다. ⚓

제 9 장 선수갑판 작은 창구, 설비 및 의장품의 강도 및 잠금장치

제 2 절 선수부 노출갑판상 작은 창구의 강도 및 잠금장치

201. 일반사항 【규칙 참조】

규칙 201.의 3항을 적용함에 있어서 비상 탈출용으로 설계된 창구의 잠금장치는 창구덮개의 양쪽에서 조작할 수 있는 순간 작동형식(quick acting type)이어야 한다. 즉 창구덮개의 중앙식 잠금장치로서 한 동작으로 돌릴 수 있는 핸들(one action wheel handles)이 설치되어야 한다.

202. 강도 요건 【규칙 참조】

규칙 202.의 3항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 창구덮개의 두께가 6.0mm 이상인 경우를 말한다. ⚓

제 10 장 예인 및 계류관련 선체의장설비 및 선체지지구조

제 1 절 적용범위 및 정의

101. 적용범위 【규칙 참조】

규칙 4편 10장 101.의 7항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.

1. 일반사항

(1) 적용

이 지침은, 선박소유자, 제조자 또는 조선소(이하 “신청자”라 한다)의 신청이 있는 경우, 2009년 1월 1일 이후 인도되는 유조선 등의 선박(이하 “선박”이라 한다)에 설치되는, Oil Companies International Marine Forum (이하 “OCIMF”라 한다)의 기준에 적합한, 일점계류용 계류장치에 대하여 적용한다.

(2) 일점계류용 계류장치의 배치

(가) 일점계류용 계류장치는 **그림 4.10.1**과 같이 체인스토퍼, 페어리더, 페데스털롤러 및 윈치/캡스턴으로 구성된다. 다만, 윈치/캡스턴의 배치에 따라 페데스털롤러가 없을 수도 있다.

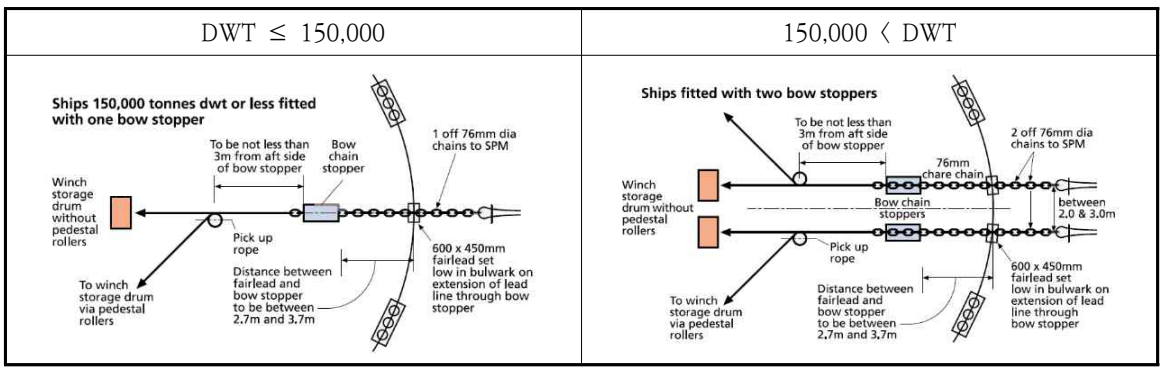


그림 4.10.1 일점계류용 계류장치의 배치

(나) 계류를 위하여 본선에는 일점 계류 구조물 또는 일점부이계류 터미널의 호저 와이어의 단부에 연결된 지름 76 mm의 표준 마모방지 체인을 끌어올리기 위한 장치를 갖추어야 한다.

(다) 마모방지체인을 일점계류용 계류장치의 구성품으로서 본선에 비치하고자 하는 경우, 마모방지체인은 **지침 4편 8장 401.**의 3항의 요건에 적합한 것이어야 한다.

2. 설계 및 재료요건

(1) 선수체인스토퍼

(가) 체인스토퍼는 스트롱포인트로서 마모방지 체인을 고정할 수 있어야 한다. 본선에 설치되는 체인스토퍼의 개수와 안전사용하중(SWL)은 **표 4.10.1**에 따른다.

표 4.10.1 체인스토퍼의 개수 및 안전사용하중

재화중량(DWT) (ton)	체인스토퍼	
	개수	안전사용하중(SWL) (ton)
DWT ≤ 100,000	1	200
100,000 〈 DWT ≤ 150,000	1	250
150,000 〈 DWT	2	350

(나) 체인스토퍼는 고정장치가 잠김 상태(closed position)일 때에는 마모방지 체인의 지름 76 mm의 보통 스터드 링크를 고정시킬 수 있어야 하고, 풀림 상태(open position)일 때에는 마모방지 체인 및 이와 연결된 부속장치들을 자유로이 통과시킬 수 있어야 한다.

(다) 체인스토퍼는 힌지드 바(hinged bar) 형식, 폴(pawl) 형식 또는 이와 동등한 형식이어야 한다.

(라) 체인스토퍼의 고정장치가 잠김 상태인 경우에는 마모방지 체인이 풀려져 풀림 상태로 되는 것을 방지하는 구조이어야 한다. 또한 고정장치가 풀림 상태인 경우에는 작동하기 쉽고 안전해야 하며 적절히 고박되어야 한다.

(마) 체인스토퍼는 페어리더로부터 선체 안쪽으로 2.7 m 부터 3.7 m 사이에 위치하여야 하고, 페어리더와 페데스털 롤러는 일렬 정렬이 될 수 있도록 위치하여야 한다.

(바) 체인스토퍼의 지지구조는 갑판의 현호나 캠버를 고려하여 수평을 맞추어야 하며, 체인스토퍼 바닥판의 전단부는 마모방지 체인이 체인스토퍼로 쉽게 들어갈 수 있도록 해야 한다.

(사) 체인스토퍼가 갑판상에 용접된 거치대에 볼트로 체결되는 경우, 볼트는 다음의 강도기준을 만족해야 한다. 다만, 규정된 안전사용하중의 2배에 해당하는 수평방향의 힘에 견딜 수 있는 유효한 스러스트 쵸크(thrust chocks)를 설치하여야 한다.

$$\sigma_{VM} \leq \sigma_y$$

σ_{VM} : 하중에 의해 계류장치의 구성품(볼트 등)에 발생하는 응력

σ_y : 사용된 재료의 허용응력(N/mm^2), (= R_{eH}) *(2019)*

R_{eH} : 규정된 재료의 최소항복강도(N/mm^2)

(아) 볼트의 강재등급은 KS B ISO898-1에서 정의하는 8.8 등급보다 작아서는 안 된다.(KS B ISO898-1에서 정의하는 10.9 등급을 추천한다.) 또한 볼트는 적절한 기준에 따라 예비압축(pre-stressed)을 받아야 하고 조임은 적절히 점검되어야 한다.

(자) 체인스토퍼는 **규칙 2편 1장**의 요건에 적합한 압연강재, 주강품 또는 단강품으로 제작되어야 한다. 다만, 체인스토퍼의 주요 구성부분이 다음의 요건을 만족할 경우 구상흑연주철을 사용할 수 있다.

(a) 구성부분이 조립용접부가 아닌 경우

(b) 연신율이 12% 이상인 페라이트조직의 구상흑연주철인 경우

(c) 0.2% 내력으로 항복응력이 측정되고 검사된 경우

(d) 구성부분의 내부조직에 대해 비파괴검사를 실시한 경우

(차) 폴(pawl) 또는 힌지드 바(hinged bar)와 같은 체인스토퍼의 고정장치에 사용되는 재료는 제R3종 체인케이블과 유사한 기계적 성질을 가져야 한다.

(2) 페어리더

(가) 각각의 체인스토퍼에 대해 하나의 페어리더가 설치되어야 한다.

(나) 재화중량이 150,000톤(DWT)을 넘는 선박에 대해서는 두 개의 페어리더가 설치되어야 하고 가능한 페어리더 사이의 간격은 페어리더 중심선에서 2 m이상 떨어져야 하며 3 m를 넘어서는 안 된다. 재화중량 150,000톤(DWT) 이하의 선박에 대해서는 하나의 페어리더를 선체 중심선에 설치한다.

(다) 페어리더는 통상 파나마쵸크와 같은 밀폐식(closed type)이어야 하며 입구는 마모방지 체인이나 픽업 로프 및 이와 관련된 장치들이 쉽게 통과될 수 있도록 충분히 커야한다. 페어리더 입구의 안쪽 치수는 적어도 너비 600 mm, 높이 450 mm이상이어야 한다.

(라) 페어리더의 모양은 타원형 또는 원형이어야 한다. 페어리더의 입구는 마모방지 체인이 선내로 들어올시 입구 하부와 마찰되는 것을 방지하는 구조이어야 한다. 페어리더의 굽힘 비(페어리더의 베어링 표면의 지름 대 마모방지 체인의 지름의 비)는 7:1보다 작아서는 안 된다.

(마) 페어리더는 가능한 갑판에 근접해 위치하여야 하며, 어떠한 경우에도 마모방지 체인이 체인스토퍼와 페어리더 사이에서 당겨졌을 때 대체로 갑판에 평행하여야 한다.

(바) 페어리더는 **규칙 2편 1장**의 요건에 적합한 압연강재, 주강품 또는 단강품으로 제작되어야 한다.

(3) 페데스탈롤러

(가) 페데스탈롤러는 마모방지 체인을 페어리더와 체인스토퍼의 일직선상으로 연속해서 끌어당길 수 있는 위치에 설치되어야 한다. 페데스털롤러의 위치는 선수 체인스토퍼로부터 후방으로 3 m 보다 작아서는 안 된다.

(나) 페데스탈롤러는 적어도 다음의 값보다 큰 수평방향의 힘에 견디어야 한다. 수평방향의 힘에 기인한 응력의 기준은 이 지침 2항 (1)호 (사)에 따른다.

(a) 22.5 ton

(b) 픽업로프에서 22.5 ton의 힘으로 잡아당겼을 때의 합성력

(다) 페데스탈롤러의 지름은 픽업로프 지름의 7배 이상이어야 한다. 픽업 로프의 지름을 모를 경우, 롤러의 지름은 적어도 400 mm 이상이어야 한다.

(4) 윈치 또는 캡스턴

(가) 계류장치에 사용되는 윈치/캡스턴은 적어도 15 ton 이상의 하중을 갑판으로 끌어올릴 수 있어야 한다. 이를 위하여 윈치/캡스턴의 연속 정격 견인력은 15 ton 이상, 제동력은 22.5 ton 이상이어야 한다.

(나) 윈치의 저장드럼이 픽업로프를 적재하는 용도로 사용될 경우 지름 80 mm, 길이 150 m의 로프를 수용할 수 있는 충분한 크기이어야 한다.

3. 형식시험

일점계류용 계류장치의 형식시험은 **제조법 및 형식승인 등에 대한 지침 3장 7-2절**의 규정에 따른다.

4. 승인증서 등

(1) 승인증서의 발급, 유효기간 및 갱신 등에 대하여는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 1절**의 요건에 따른다.

(2) 일점계류용 계류장치에 사용되는 구성품들은, 이 규정의 요건을 만족하고 또한 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 7-1절**에 따라 우리 선급의 형식승인을 받은 선수 비상예인장치의 구성품인 경우에는, 선수 비상예인장치의 구성품으로 겸용할 수 있다.

5. 일점계류용 계류장치의 구성품에 대한 기자재검사

우리 선급의 형식승인을 받은 일점계류용 계류장치의 구성품에 대하여 제조자로부터 기자재검사 신청이 있는 경우에는 다음 각 호에 따라 검사를 하고 기자재증서를 발급한다.

(1) 일점계류용 계류장치에 사용되는 체인스토퍼는 다음의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 재료는 **규칙 2편 1장**에 적합하여야 하며, 치수는 승인된 도면에 따른다.

(나) 체인스토퍼의 성능은 2항 (1)호의 요건에 적합하여야 한다.

(다) 전면에 걸쳐 초음파탐상검사를 하여야 한다. 다만, 초음파탐상검사를 실시하기 곤란한 형상인 경우에는 자분탐상검사 등의 적절한 비파괴검사를 하여야 한다.

(라) 우리 선급의 검사에 합격한 체인스토퍼에는 안전사용하중 및 식별번호를 영구적인 방법으로 표시하여야 한다.

(2) 일점계류용 계류장치에 사용되는 페어리더는 다음의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 재료는 **규칙 2편 1장**에 적합하여야 하며, 치수는 승인된 도면에 따른다.

(나) 페어리더의 성능은 2항 (2)호의 요건에 적합하여야 한다.

(다) 전면에 걸쳐 초음파탐상검사를 하여야 한다. 다만, 초음파탐상검사를 실시하기 곤란한 형상인 경우에는 자분탐상검사 등의 적절한 비파괴검사를 하여야 한다.

(3) 일점계류용 계류장치에 사용되는 페데스탈롤러 및 윈치/캡스턴은 2항 (3), (4)호의 요건에 적합하여야 하며, 제조자가 발행한 검사증서/성적서에 의해 확인되어야 한다.

6. 일점계류용 계류장치의 본선 설치검사

조선소 또는 선박소유자로부터 우리 선급의 형식승인을 받은 일점계류용 계류장치의 본선 설치검사 신청이 있는 경우에는 다음에 따라 도면승인 및 검사를 하고 선체지지구조를 포함하여 적합증서를 발급한다.

(1) 신청서류

신청자는 일점계류용 계류장치를 본선에 설치하기 전에 다음의 자료 각 3부를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.

(가) 승인용 자료

(a) 선수부 갑판상의 일반배치도 및 일점계류용 계류장치 배치도

(b) 선수부의 체인스토퍼, 페어리더, 페데스탈롤러의 재료사양 및 관련 계산서를 포함한 구조도면

(c) 체인스토퍼, 페어리더, 페데스탈롤러 및 윈치/캡스턴에 작용하는 하중을 지지하는 선체국부 구조도면 및 계산서

(나) 참고용 자료

(a) 윈치/캡스턴의 사양(연속 정격 견인력(continuous duty pull) 및 제동력을 포함)

(b) 하기만재흘수선에서의 재화중량(DWT)

(c) 기자재증서 및 형식시험성적서

(2) 설계 및 재료 요건

설계 및 재료 요건에 대하여는 2항에 따른다.

(3) 선체 지지구조의 요건

(가) 체인스토퍼 및 페어리더의 배치는 **그림 4.10.1** 및 **그림 4.10.2**에 따른다.

(나) 페어리더가 위치한 불워크판과 스테이는 적절히 보강되어야 한다.

(다) 체인스토퍼에 인접한 갑판구조는 갑판 거치대와 갑판 연결부를 포함하여 요구되는 안전사용하중의 2배에 해당하는 수평방향의 힘에 견딜 수 있도록 적절히 보강되어야 하며, 2항 (1)호 (사)의 기준에 만족(순두께에 기초)하여야 한다. *(2019)*

(라) 스트롱포인트 및 페어리더 근처의 갑판의 최소총두께는 국부 구조강도계산으로 결정하여야 하며, 최소한 15 mm 이상이어야 한다.

(마) 체인스토퍼가 갑판에 볼트로 체결된 경우의 보강은 2항 (1)호 (사) 및 (아)에 따른다.

(바) 페데스탈롤러 및 윈치/캡스턴에 인접한 갑판구조 및 갑판연결부는 각각 2항 (3)호 (나)에서 정의한 수평방향의 힘 및 2항 (4)호 (가)에서 정의한 제동력에 견딜 수 있도록 보강되어야 하며 2항 (1)호 (사)의 강도기준을 만족하여야 한다.

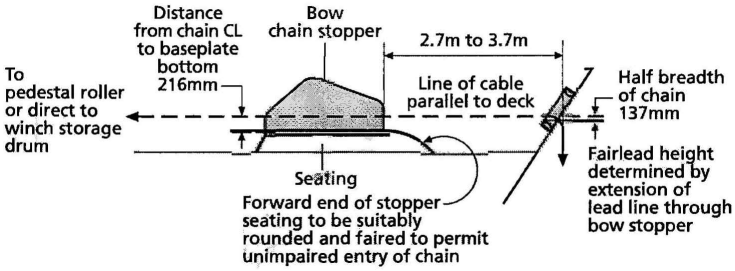


그림 4.10.2 체인스토퍼 및 페어리더의 배치

(4) 본선 설치검사

(가) 우리 선급의 승인을 받은 배치도에 따라 구성품을 설치 후 지지구조를 포함하여 검사하고, **표 4.10.1**의 안전사용하중에 해당하는 내력시험하중으로 1분 이상 유지하여도 각 구성품(지지구조를 포함)은 영구변형이 없어야 한다. 다만, 다음의 경우에는 본선 설치후의 하중시험을 생략할 수 있다.

(a) 우리 선급의 형식승인을 받은 일점계류용 계류장치에 대하여 5항에 따라 기자재검사를 받은 경우

(b) 우리 선급의 형식승인을 받지 아니한 일점계류용 계류장치에 대하여 안전율을 2배로 한 강도계산서를 제출하고 우리 선급의 승인을 받은 경우로서 5항에 따라 안전사용하중에 해당하는 내력시험하중으로 기자재검사를 받은 경우

(나) 선체 지지구조에 대하여는 6항 (3)호의 요건에 적합하여야 한다.

(다) 선체구조로서 체인스토퍼의 주요 용접부는 100% 비파괴검사를 하여야 한다.

(라) 일점계류용 계류장치의 사용설명서 및 승인도면의 본선 비치상태를 확인하여야 한다.

제 2 절 예인 및 계류

206. 제조후 검사 【규칙 참조】

선체의장설비, 페데스탈(pedestal) 및 선체의장설비 부근의 선체구조의 상태는 **규칙 1편 2장 202.**의 관련 규정에 따른다. ⚓

제 11 장 유조선 및 산적화물선 화물지역 내의 구역 및 전방으로의 접근

제 1 절 일반

101. 적용 【규칙 참조】

1. **규칙 101.**의 1항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.
   (1) Res. MSC.151/8(78) 내용을 2005년 1월 1일 이후 건조되는(용골거치) 선박에 Res. MSC.133/4(76)을 대신하여 미리 적용 가능하다.
   (2) 유조선
   이 규칙은 MARPOL 73/78의 부속서1에서 유류로 정의된 기름의 산적 운송을 위한 일체형 탱크 구조 유조선에 적용되며, 독립형 화물탱크들은 제외될 수 있다. 또한, SOLAS **Ⅱ-1, 제3-6 규칙**은 일반적으로 주관청이 별도로 정하지 않는 한 FPSO 또는 FSO에 적용하지 않는다.

102. 화물 및 기타 구역으로의 접근설비 【규칙 참조】

1. **규칙 102.**의 1항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.
   연료유 탱크 및 화물창 전부의 보이드 스페이스와 같이 정밀검사가 요구되지 않는 각 구역에는 선체구조의 일반적인 현상을 파악하기 위한 현상검사에 필요한 접근설비가 제공되어야 한다.
2. **규칙 102.**의 2항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.
   (1) 몇 가지 가능한 대체 접근설비는 **규칙 202.**의 9항에 기술되어 있다.
   화물유 탱크와 평형수탱크의 갑판 트랜스버스와 갑판 종늑골 등과 같은 갑판 상부 부재에 대한 현상검사, 정밀검사 및 두께계측을 위한 영구접근설비가 가지는 필요한 장비를 갖춘 무인 로봇 팔, ROV(remotely operated vehicle) 및 조종수단(dirigibles)과 같은 대체수단은 주관청으로부터 동등한 것으로 인정받는 것을 조건으로 다음 사항이 가능해야 한다.
   - 가스가 제거된 잔유물이 있는 구역에서 안전하게 작동
   - 갑판 개구로부터 해당 장소로의 직접적인 접근
3. **규칙 102.**의 3항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.
   (1) 검사
   휴대식 장비 및 부착물을 포함한 접근설비의 배치는 선원 및 자격 있는 검사자에 의해 주기적으로 검사받아야 한다. 이는 접근설비가 이용 가능한 상태인지를 확인하는데 사용될 것이다.
   (2) 절차
   (가) 접근설비를 사용하는 위임 받은 사람은 검사자(inspector)의 자격으로 접근설비를 사용하기 전에 손상여부에 대해 점검하여야 한다. 접근설비를 사용하는 동안, 검사자는 사용하는 단면에 대한 정밀한 검사를 통하여 단면의 상태를 확인해야 하며, 설비상의 악화상태(deterioration)에 주목하여야 한다. 손상이나 악화상태가 발견되면 그것들이 접근설비의 지속적인 사용에 대한 안전에 영향을 미칠지 여부에 대해 평가되어야 한다. 안전한 사용에 영향을 미칠 것으로 생각되는 악화상태는 심각한 손상(substantial damage)으로 간주되어야 하고 이의 영향을 받는 부분이 유효한 수리 전에 사용되지 않도록 적절한 조치가 취해져야 한다.
   (나) 접근설비를 포함한 구역에 대한 협약 검사는 해당 구역의 접근설비의 지속적인 유효성에 대한 검증을 포함해야 한다. 접근설비에 대한 검사는 수행하는 검사의 범위와 범주를 넘지 말아야한다. 만일 접근설비에서 결함이 발견되면, 검사 범위는 적절하다고 생각되는 범위까지 확장되어야 한다.
   (다) 모든 검사 기록은 선박안전관리체제(Ships Safety Management System)에 상술된 요건에 따라 작성되어야 한다. 접근설비를 사용하는 사람이 이 기록을 쉽게 이용할 수 있어야 하고 접근설비 매뉴얼(means of access manual)에 한 부를 첨부하여야 한다. 검사한 접근설비 부분에 대한 최신 기록은 최소한 검사일, 검사자 이름 및 직함, 확인 서명, 검사된 접근설비 부위, 지속적인 사용 상태에 대한 확인 또는 발견된 악화상태 또는 심각한 손상에 대한 상세 등을 포함하여야 한다. 발행된 증명서 서류철은 검증을 위하여 유지되어야 한다.

103. 화물창, 화물탱크, 평형수탱크 및 기타 구역으로의 안전한 접근 【규칙 참조】

1. **규칙 103.**의 1항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다. *(2017)*
   (1) 산적화물선의 이중선측구역에 대한 접근은 톱사이드탱크나 이중저 탱크 또는 양쪽으로부터 이루어질 수 있다.
   (2) "유류나 위험화물을 적재하지 아니하는 유사한 구획"이라 함은 유류나 위험화물을 적재하지 아니한 펌프룸, 디프 코퍼댐, 파이프 터널, 창(hold), 또는 이중선체 구역을 의미한다.
2. **규칙 103.**의 2항을 적용함에 있어서 제수격벽이 없는 길이 35 m 미만의 화물유 탱크는 하나의 접근 창구가 요구된다.
   갑판하 구조의 접근을 위해 '선체구조접근 지침서(Ship structure access manual)'에 래프팅이 언급될 경우, 규칙에 언급된 '유사한 장애물(similar obstruction)'의 의미는 뗏목이 근접한 갑판 접근 사다리 및 창구에 대한 직접적인 접근(갑판하 구조의 래프팅을 위한 최대 수위에서)을 제한하는 내부부재(예; 웨브의 깊이 〉 1.5 m)를 포함한다. ESP Code에 명시된 조건으로 대체수단으로 뗏목 또는 보트가 단독으로 허용된 경우 안전한 입출입을 위하여 상설접근설비가 제공되어야 한다. 이는 다음을 의미한다.
   (1) 각 구획(bay)에서 갑판하 약 2 m 위치에 설치된 수직 사다리 및 소형 플랫폼을 통하여 갑판으로부터 직접 접근
   (2) 탱크의 양단부에 갑판으로의 연결 사다리를 가진 종방향 상설접근설비로부터 갑판까지의 접근. 플랫폼은 탱크 전 길이에 걸쳐 갑판하 구조의 래프팅을 위해 필요한 최대 수위와 같은 위치 또는 그 위에 배치되어야 한다. 이를 위해, 최대 수위에 상응하는 빈 공간은 갑판 트랜스버스의 중앙 및 탱크 길이의 중앙에서 측정해서 갑판판(deck plate)으로부터 3 m 이하로 가정되어야 한다(그림 참조). 종방향 상설 플래폼으로부터 상기 언급된 수위까지 상설 접근 설비는 각 구획(bay)별로 설치되어야 한다.(예; 종방향 상설 플래폼의 안쪽으로 데크 웨브의 한 면에 설치된 상설 수직사다리발판(rung))

104. 선체구조 접근지침서 【규칙 참조】

1. **규칙 104.**의 1항을 적용함에 있어서 접근지침서는 SOLAS 제II-1장 제3-6규칙의 3항에 열거된 구역을 명기하여야 하며, 최소한 영역본이 제공되어야 한다.
   선체구조접근지침서는 적어도 다음의 두 부분을 포함하여야 한다.
   1편 : SOLAS 3-6규칙의 4.1.1에서 4.1.7까지 요구되는 도면, 지침 및 재고 목록
   1편은 주관청이나 주관청이 인정한 기구에 의해 승인되어야 한다.
   2편 : 검사, 유지 및 건조 후 추가 및 교체로 인한 휴대 장비의 재고 변화의 기록을 위한 양식. 2편은 건조 시에 양식에 대해서만 승인받아야 한다.
   선체구조접근지침서는 다음 사항을 명기하여야 한다.
   (1) 접근지침서는 선원, 검사원, 항만국 검사관의 사용을 위하여 규칙에서 규정한 범위를 명확하게 포함하여야 한다.
   (2) 지침서의 승인 재승인 절차, 즉, 규칙 및 기술규정의 범위 내의 영구적, 휴대식, 이동식 또는 대체 접근설비의 변경시 주관청 또는 주관청이 인정한 기구에 의해 검토 및 승인을 받아야 한다.
   (3) 협약 검사를 받는 구역에서 접근설비에 대한 지속적인 유효성의 확인은 SC 검사의 일부가 되어야 한다.
   (4) 정기적 검사 및 관리의 일환으로 선원 및 회사의 자격 있는 검사자에 의한 접근설비의 검사
   (5) 접근설비의 사용에 있어 불안전함이 발견되었을 때 취해야 할 조치 사항
   (6) 휴대식 장비를 사용할 경우, 접근설비에 대해 구역의 어느 장소부터 어떻게 검사 가능한지를 나타내는 도면
2. **규칙 104.**의 2항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.
   (1) 취약구조지역은 구조 강도 및 피로에 대한 진보된 계산법에 의해 식별되어야 하며, 가능하면 유사선박 또는 동형선의 운항 기록 및 설계 발전으로부터 피드백 되어야 한다.
   (2) 취약구조지역에 대해서는 다음의 인쇄물을 참고하여야 한다.
   - 유조선 : Guidance Manual for Tanker Structures by TSCF
   - 산적화물선 : Bulk Carriers Guidelines for Surveys,
     Assessment and Repair of Hull Structure by IACS
   - 유조선과 산적화물선 : ESP Code

105. 일반 기술사양 【규칙 참조】

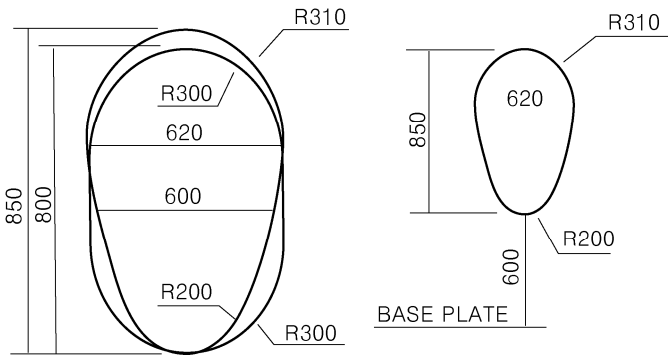
1. **규칙 105.**의 1항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.
   최소개구치수 600 mm × 600 mm의 최대 코너 반경은 100 mm이다. MSC 문서 MSC/Circ.686에서 개구의 크기는 호흡장구를 착용한 사람의 통행에 적당한 크기를 유지해야 한다고 규정한다. 주어진 설계에 대한 구조해석의 결과에

서 개구 주위 응력이 감소되어야 할 경우, 증가된 코너 반경을 가진 규정 크기 이상의 개구에 대해서는 응력 감소를 위한 적절한 조치로 인정한다. 즉 최대 코너 반경이 100 mm인 600 mm × 600 mm인 개구부에 대해 코너 반경이 300 mm인 600 mm × 800 mm의 개구는 동등한 것으로 인정가능하다.

2. 규칙 105.의 2항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.

(1) 최소개구치수 600 mm × 800 mm의 최대 코너 반경은 300 mm이다. 이중저 탱크 내의 거더나 늑판 부위와 같이 구조 강도상 커다란 개구 설치가 바람직하지 못한 경우, 높이 600 mm × 폭 800 mm인 개구를 인정할 수 있다.

(2) 부상자를 들것으로 신속히 이송할 수 있다는 조건하에, 코너 반경 300 mm인 600 mm × 800 mm 수직개구 대신에 총 높이가 850 mm 이상인 개구에서 하부가 600 mm 미만일지라도 개구의 상부의 폭이 600 mm 이상인 850 mm × 620 mm 인 수직개구를 인정할 수 있다.



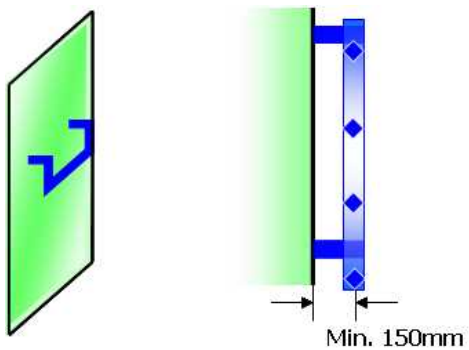
(3) 바닥으로부터 개구까지의 높이가 600 mm를 넘는 경우 발판 및 손잡이가 제공되어야 한다. 이런 배치는 부상자를 쉽게 이송할 수 있음이 증명되어야 한다.

제 2 절 접근설비에 대한 기술조항

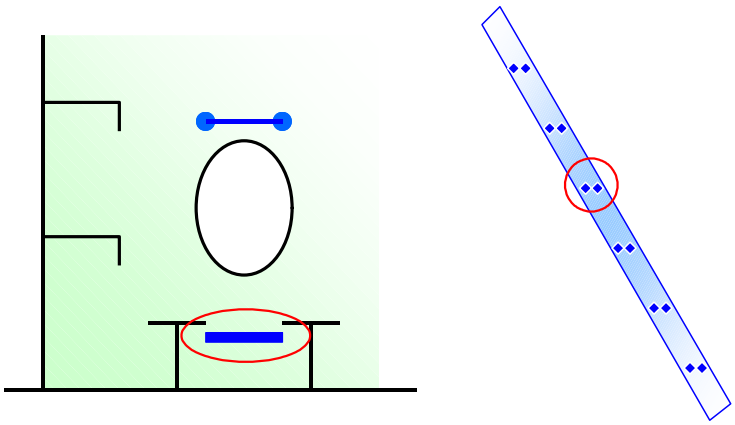
201. 용어 정의 【규칙 참조】

1. 규칙 201.의 1항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.

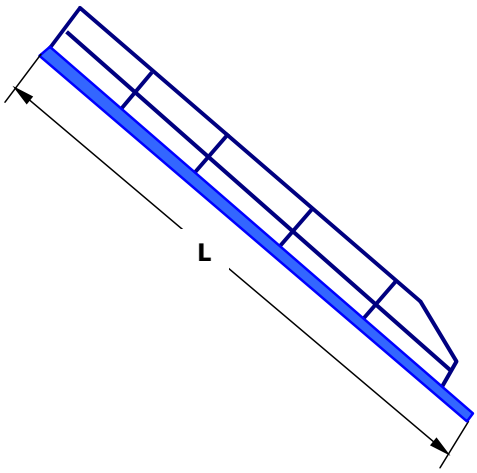
(1) 수직 사다리발판(rung)



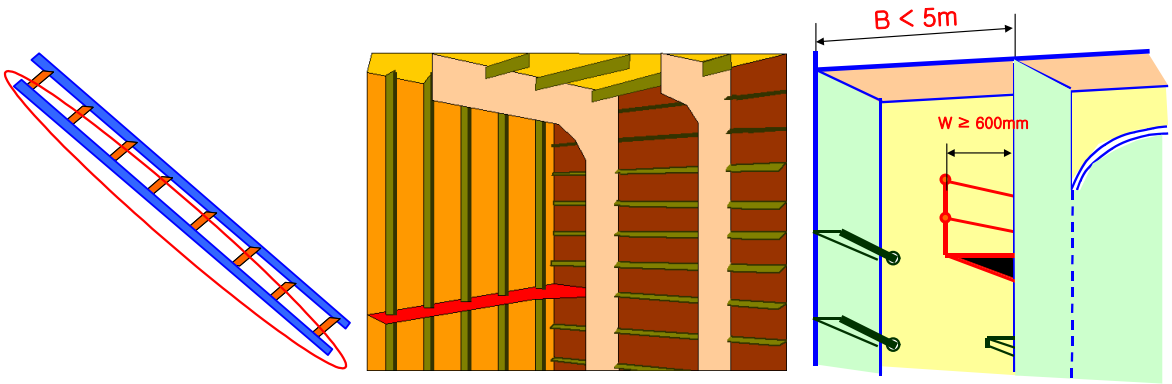
(2) 디딤판(tread)



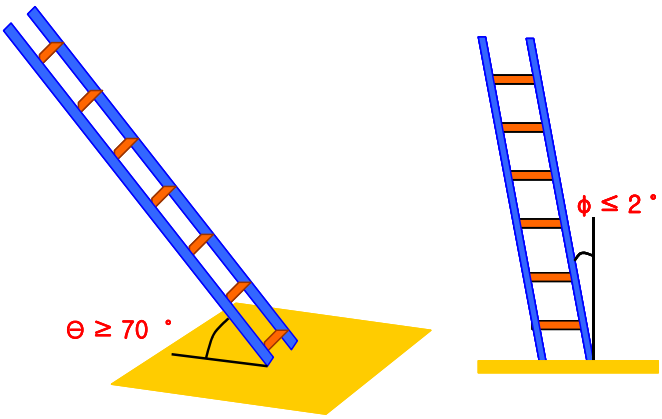
(3) 경사 사다리의 플라이트(flight of an inclined ladder)



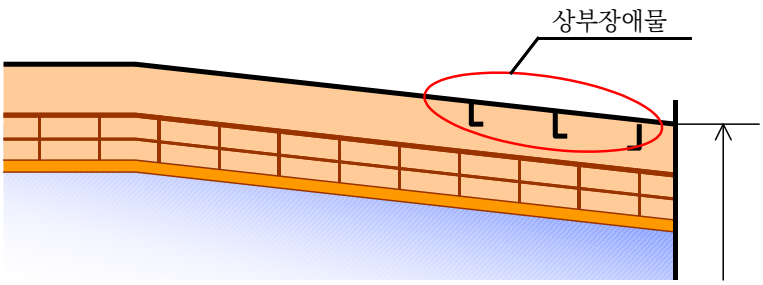
(4) 스트링거(stringer)



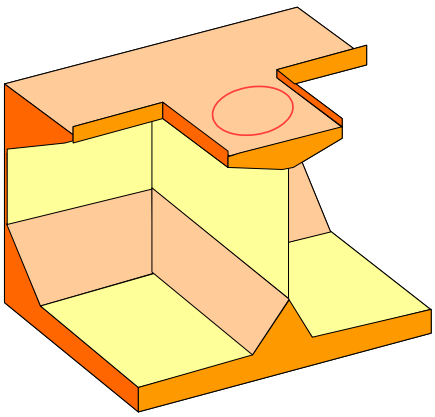
(5) 수직사다리



(6) 상부장애물 / (7) 갑판으로부터의 거리



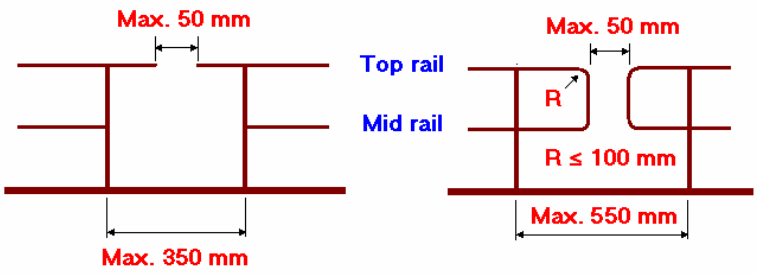
(8) 크로스데크



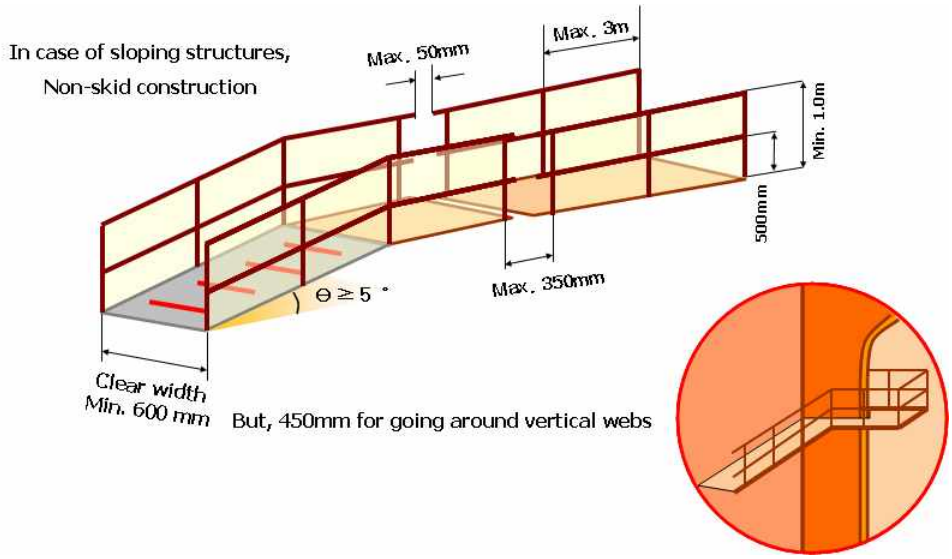
202. 기술 조항 【규칙 참조】

1. **규칙** 202.의 1항을 적용함에 있어서 구역(space)의 영구 접근설비는 검사용 영구 접근설비으로 인정될 수 있다.
2. **규칙** 202.의 3항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.
   (1) 경사진 부분이란 트림이 없는 직립한 상태에서 수평면으로부터 5도 이상의 경사를 갖는 구조를 말한다.
   (2) 보호 난간은 개방된 면에 설치되어야 하며 최소한 1,000 mm의 높이로 하여야 한다. 독립된 통행로는 양쪽으로 가드레일을 설치하여야 한다. 보호 난간의 지지대(stanchions)는 상설접근설비에 부착되어야 한다. 통행로와 중간 횡봉의 간격 및 중간 횡봉과 최상부 횡봉의 간격은 500 mm 이하여야 한다.
   (3) 핸드레일이 불연속인 경우, 최상부 핸드레일의 간격은 50 mm 이내이어야 한다. 최상부 핸드레일과 인접 구조부재(격벽, 특설늑골 등)와의 간격도 50 mm 이내이어야 한다.

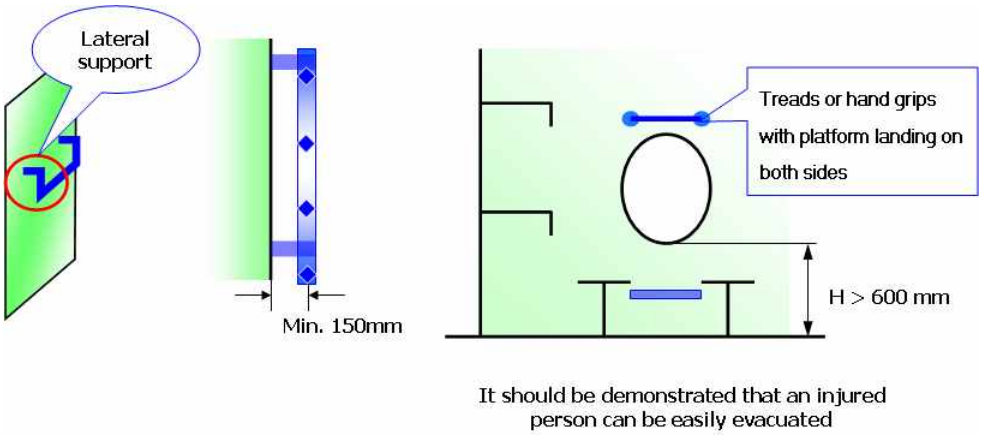
핸드레일 불연속부의 지지대(stanchion) 간격은 350 mm 이내이어야 한다. 다만, 최상부 핸드레일과 중간 핸드레일의 단부가 서로 연결되어 있는 경우는 550 mm 이내이어야 한다.
지지재와 인접 구조부재 사이의 간격은 200 mm 이내이어야 한다. 다만 최상부 핸드레일과 중간 핸드레일의 단부가 서로 연결되어 있는 경우는 300 mm 이내이어야 한다.
최상부 핸드레일과 중간 핸드레일이 굽힌 레일로 연결되는 경우 굽혀진 부분의 외측의 반경은 100 mm 이하이어야 한다(아래 그림 참고).



(4) 미끄러지지 않는 구조라 함은 사람이 걷는 표면이 젖어 있고 침전물이 얇게 덮어져 있는 상태에서도 신발 바닥에 충분한 마찰을 제공하는 구조를 말한다.
(5) 견고한 구조라 함은 선박 운항기간에 잔존강도 및 설계 강도가 견고함을 의미한다. 가드레일과 통행로의 내구성은 초기 부식방지 및 사용 중 점검 및 유지를 통해 보장되어야 한다.
(6) 가드레일에 대해 GRP와 같은 대체 재료의 사용은 탱크에 적재되는 액체에 적합하여야 한다. 가연성 재료(non-fire resistant materials)는 고온에서 탈출로를 보호한다는 관점에서 구역의 접근설비로 사용되지 않아야 한다.
(7) 사다리 사이의 휴식용 플랫폼(resting platform)에 대한 요건은 고가통로와 같다.



3. **규칙 202.**의 4항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.
수직 개구의 높이가 600 mm를 넘는 경우 발판 및 손잡이가 제공되어야 한다. 이런 배치는 부상자를 쉽게 이송할 수 있음이 입증되어야 한다.



4. 규칙 202.의 5항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.

(1) 유조선의 선수탱크(forepeak tank) 이외 구역, 평형수탱크 및 화물유 탱크에 대한 접근 수단

(가) 2개의 접근 창구를 가진 길이 35 m 이상의 탱크 및 분할된 탱크

(a) 제 1 접근 창구 : 경사사다리가 사용되어야 한다.

(b) 제 2 접근 창구 :

(i) 수직사다리가 사용될 수 있다. 수직 거리가 6 m를 초과할 경우, 수직사다리는 수직거리로 6 m 이내 간격으로 1개 이상의 사다리 연결 플랫폼으로 구성되어야 한다.
수직사다리의 최상부는 탱크 출입구 쪽에서 상부 장애물과의 간격이 2.5 m에서 3.0 m를 유지하여야 하고 수직사다리의 한 쪽에 설치되어야 하는 사다리 연결플랫폼으로 구성되어야 한다. 그러나 사다리가 해당 구역에 설치된 종방향 또는 횡방향 영구 접근설비와 연결될 경우 수직거리는 1.6 m까지 경감될 수 있다. 인접하는 사다리는 최소한 사다리 폭만큼 측면으로 떨어져 있어야 한다.(MSC/Circ.686 부속서 20항 및 Res.MSC.158(78) 기술조항해석 3.13.2 및 3.13.6 참조) *(2017)*

(ii) 구역의 접근을 위해 경사사다리가 사용될 경우, 사다리의 최상부는 탱크 출입구 쪽에서 상부 장애물과의 간격이 2.5 m에서 3.0 m를 유지하여야 하고 경사사다리의 한 쪽에 설치되어야 하는 사다리 연결플랫폼으로 구성되어야 한다. 그러나 사다리가 해당 구역에 설치된 종방향 또는 횡방향 영구 접근설비와 연결될 경우 수직거리는 1.6 m까지 경감될 수 있다. 경사사다리의 길이는 일반적으로 수직으로 6 m 이내이어야 한다. 사다리의 최하부는 수직거리 2.5 m 이내에서 수직으로 설치할 수 있다.

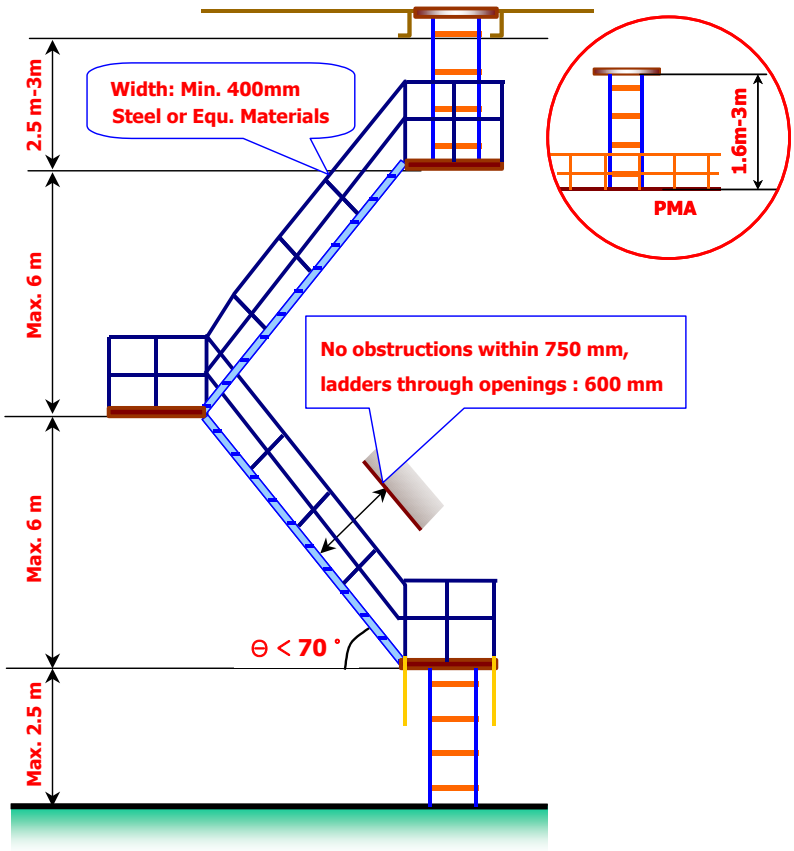
(나) 길이 35 m 미만으로 한 개의 접근 창구가 제공되는 탱크는 상기 (가) (b) (ii)에서 규정한 것처럼 하나의 경사사다리 또는 사다리 조합이 구역에 사용되어야 한다.

(다) 폭 2.5 m 이하 이중선체구역은 수직 거리 6 m 이내 간격으로 사다리의 한 쪽에 설치되는 1개 또는 그 이상의 사다리 연결플랫폼으로 구성된 수직사다리에 의해 접근할 수 있다. 수직사다리의 최상부는 탱크 출입구 쪽에서 상부 장애물과의 간격이 2.5 m에서 3.0 m를 유지하여야 하고 수직사다리의 한 쪽에 설치되어야 하는 사다리 연결플랫폼으로 구성되어야 한다. 그러나 사다리가 해당 구역에 설치된 종방향 또는 횡방향 영구 접근설비와 연결될 경우 수직거리는 1.6 m까지 경감될 수 있다. 인접하는 사다리는 최소한 사다리 폭만큼 측면으로 떨어져 있어야 한다.(MSC/Circ.686 부속서 20항 및 Res.MSC.158(78) 기술조항해석 3.13.2 및 3.13.6 참조) *(2017)*

(라) 갑판으로부터 이중저 구역으로의 접근은 트렁크를 통한 수직사다리로 가능하다. 별도로 주관청이 승인하지 않는 한, 갑판과 휴식용 플랫폼, 휴식용 플랫폼 간, 휴식용 플랫폼과 탱크 바닥 사이의 수직 거리는 6 m 이내이어야 한다.

(2) 유조선의 수직 구조에 대한 검사를 위한 접근 수단
구역에 대한 접근설비으로 제공되는 수직사다리는 수직 부재를 검사하기 위한 것으로 사용될 수 있다.
기술규정 표1 및 표2에서 별도로 언급되어 있지 않는 한, 검사용으로 수직부재에 장착된 수직사다리는 수직으로 6 m 이내의 간격으로 사다리의 한 쪽에 위치하는 한 개 이상의 사다리 연결 플랫폼으로 구성되어야 한다. 사다리 연결부는 최소한 사다리 폭만큼 측면으로 떨어져 있어야 한다.(MSC/Circ.686 부속서 20항 및 Res.MSC.158(78) 기술조항해석 3.13.2 및 3.13.6 참조) *(2017)*

(3) 장애물(obstruction)과의 거리
규칙 202.의 5항에서 정하는 경사사다리 면과 장애물과의 최소 거리 750 mm 및 개구부 600 mm는 사다리 면에서 수직으로 측정되어야 한다.



5. 규칙 202.의 6항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.

(1) 스트링거와 최상위 핸드레일의 간격이 500 mm 보다 클 경우, 핸드레일의 수직높이는 발판의 중심으로부터 890 mm 이상이어야 하며, 2줄의 핸드레일이 제공되어야 한다.

(2) 기술규정 3.6에서 규정한 발판에 대한 2개의 사각단면 봉의 요건은 경사사다리를 상술한 총회 결의 Res.A272(8) 부속서 1의 3(e)항 "사다리 구조의 상세"에 기초한다. 기술규정 3.4는 수직면에 부착된 안전 손잡이로 간주되는 한 개의 봉(rung)을 인정한다. 강재 수직사다리에 대하여는 안전한 손잡이를 위해 발판은 22 mm × 22 mm 이상의 단면을 갖는 한 개의 사각봉으로 구성되어야 한다.

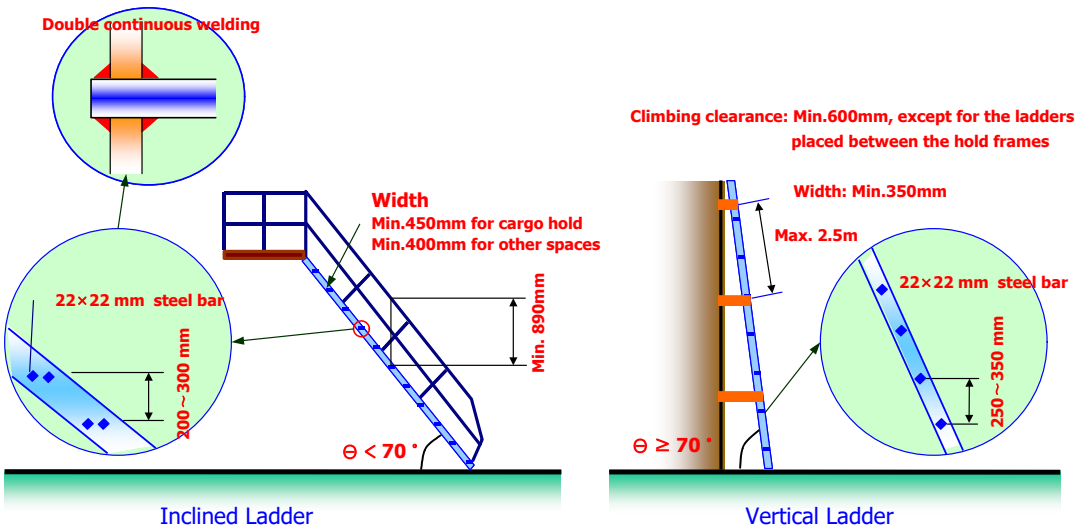
(3) 화물창 출입을 위한 경사사다리의 폭은 적어도 450 mm 이상이어야 하며 이는 호주 AMSA Marine Orders Part32, Appendix17에 따른 것이다.

(4) 화물창 출입용 이외의 경사사다리 폭은 400 mm 이상이어야 한다.

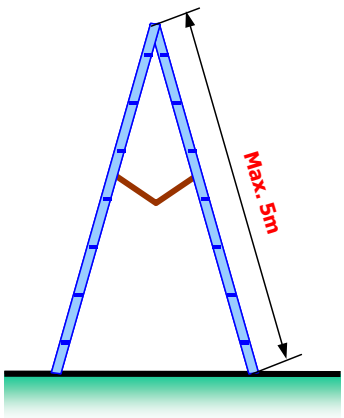
(5) 수직사다리의 폭은 350 mm이어야 하며 발판의 간격은 균일 간격으로 250 mm에서 350 mm 사이어야 한다.

(6) 화물창 늑골(hold frame) 사이에 위치한 사다리를 제외하고 사다리의 오르내리는 최소폭(minimum climbing clearance in width)은 600 mm이어야 한다.

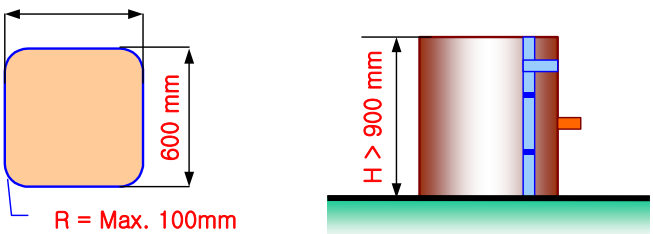
(7) 수직사다리는 진동 방지를 위하여 2.5 m를 넘지 않는 간격으로 고정되어야 한다.

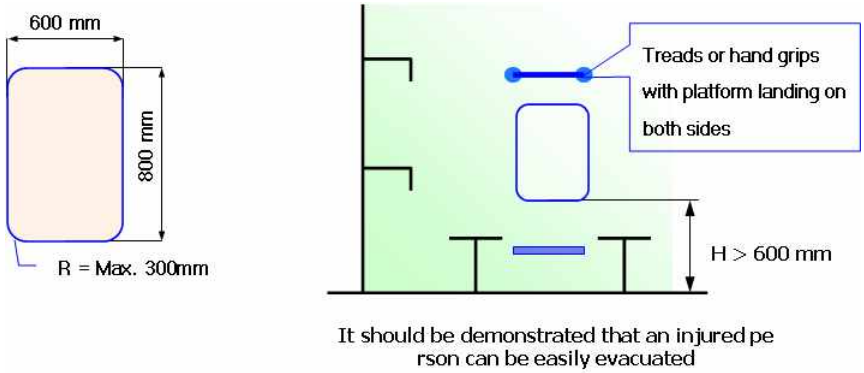


6. **규칙** 202.의 8항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.



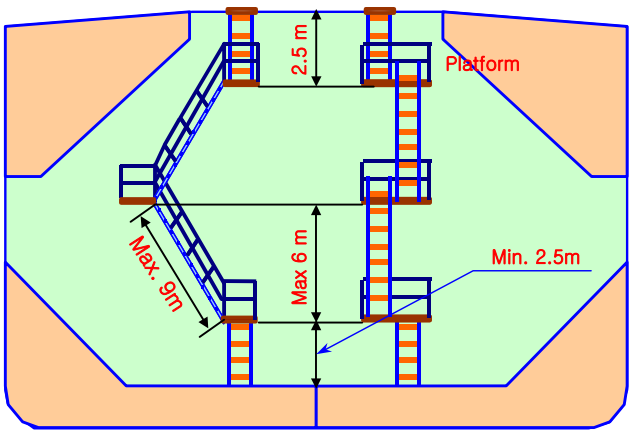
7. **규칙** 202.의 9항 (6)호를 적용함에 있어서 만약 사다리의 상부가 전/후 및 측면 움직임을 막을 수 있다면 사다리의 상부를 고정하기 위한 후크와 같은 기계적 장치는 적당한 고정 장치로 간주된다. (7)호의 "우리 선급이 인정하는 기타의 설비"라 함은 **규칙 1편 1장** 105.에 따라 승인되거나 (1)호부터 (6)호의 수단과 동등하다고 인정되는 설비를 말한다.
8. **규칙** 202.의 10항 및 11항을 적용함에 있어서의 상세는 **지침** 105.의 1항 및 2항을 참조한다.





9. 규칙 202.의 13항을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.

(1) 갑판으로부터 화물창 바닥까지의 수직 거리가 6 m 이하일 경우, 화물창 출입을 위하여 수직사다리, 경사사다리 또는 혼합된 사다리가 사용될 수 있다.



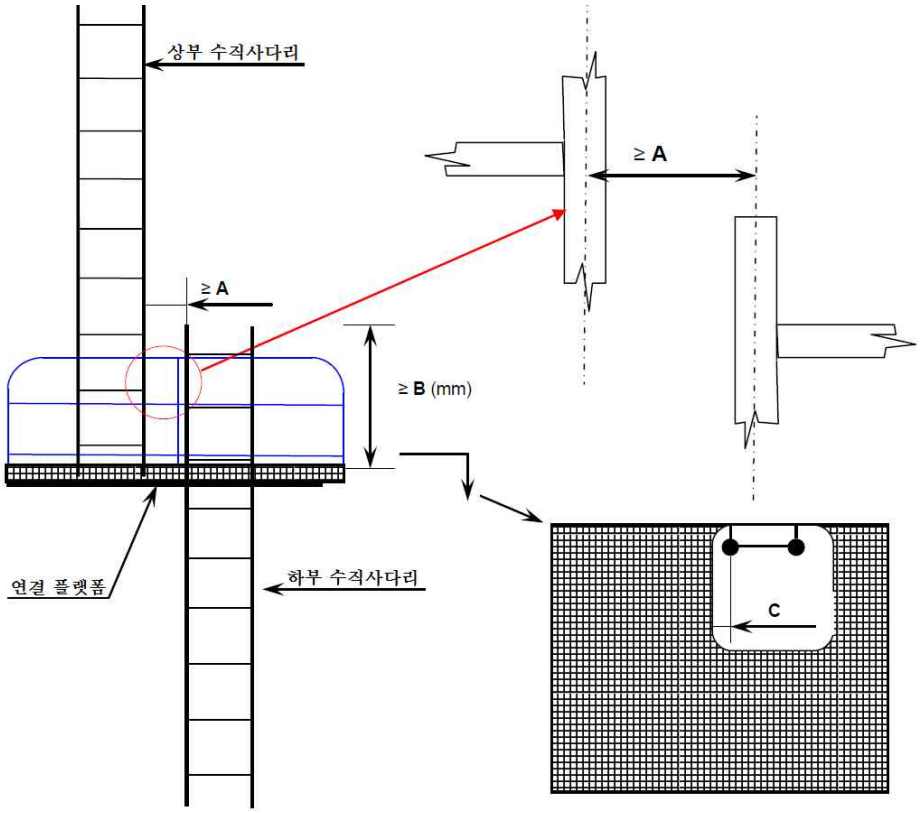
(2) 인접한 수직사다리는 다음의 규정을 만족하여야 한다.

(가) 상부 수직사다리와 하부 수직사다리는 최소한 횡방향으로 200 mm 떨어져 설치하여야 하며, 간격은 각 사다리 프레임 두께의 중간에서 측정한다.

(나) 사다리간의 안전한 이동을 위하여 하부사다리의 상부 끝단과 상부사다리의 하부 끝단이 1500 mm 겹치도록 설치하여야 한다.

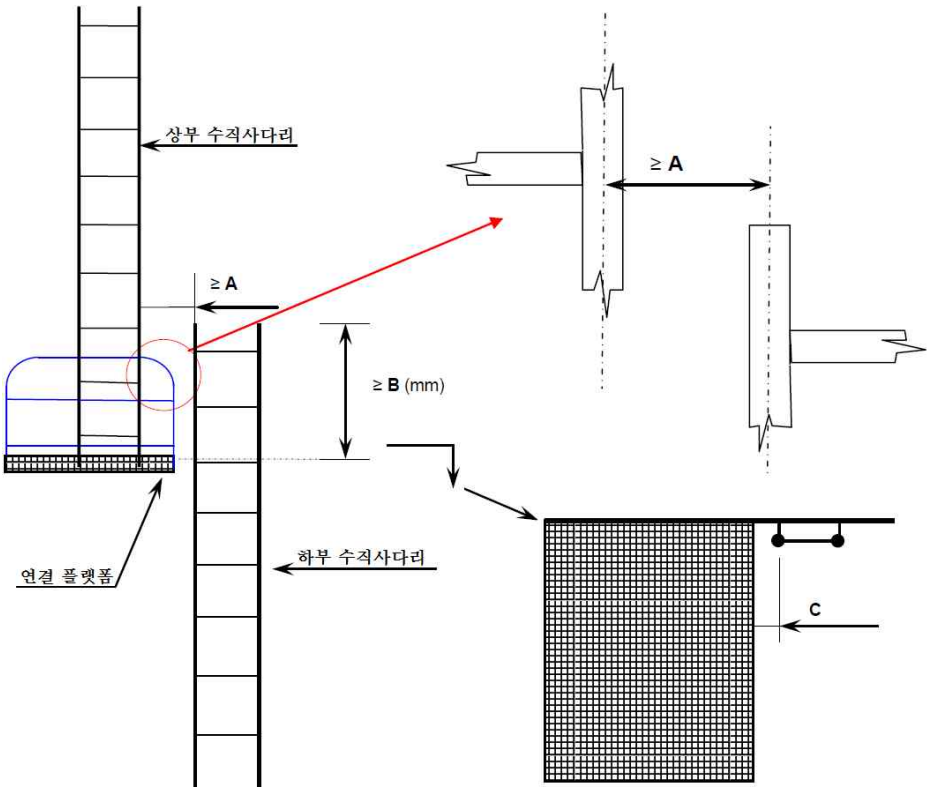
(다) 접근용사다리는 접근용 개구 위에서 직접 또는 부분적으로 끊어져서는 안 된다.

연결 플랫폼을 관통하여 수직사다리가 설치된 경우



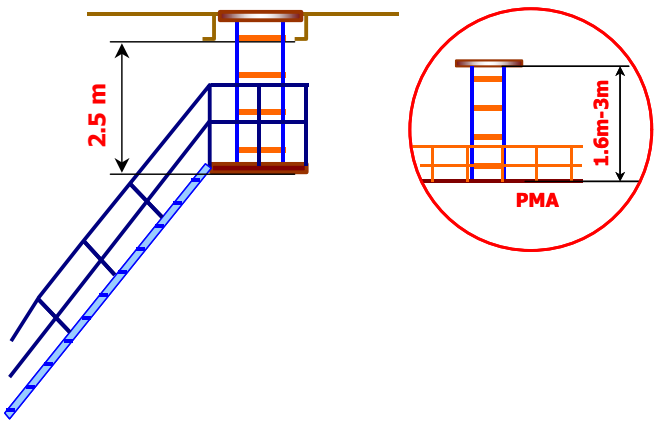
치수		
A	2개의 수직사다리 프레임간의 수평 간격	$\geq 200\,mm$
B	랜딩 플랫폼이나 중간 플랫폼 상방의 사다리 프레임 높이	$\geq 1500^{*}\,mm$
C	사다리와 플랫폼간의 수평 간격	$100\,mm \leq C < 300\,mm$
*: 휴식용 플랫폼의 핸드레일의 높이는 최소한 1000 mm 여야 한다. *(2017)*		

연결 플랫폼의 측면에 수직사다리가 설치된 경우



치수		
A	2개의 수직사다리 프레임간의 수평 간격	$\geq 200\,mm$
B	랜딩 플랫폼이나 중간 플랫폼 상방의 사다리 프레임 높이	$\geq 1500^{*}\,mm$
C	사다리와 플랫폼간의 수평 간격	$100\,mm \leq C < 300\,mm$
*: 휴식용 플랫폼의 핸드레일의 높이는 최소한 1000 mm 여야 한다. *(2017)*		

10. **규칙** 202.의 14항을 적용함에 있어서 “갑판”이란 풍우밀 갑판을 말하며 상세는 다음에 따른다.



203. 방식조치 【규칙 참조】

규칙 203.을 적용함에 있어서의 상세는 다음에 따른다.

1. 모든 선박의 해수전용 평형수탱크와 산적화물선의 이중선측공간에 설치되는 접근설비
   (1) 접근설비가 구조강도요소의 한 부분으로서 선체구조와 일체로 간주되는 경우에는 IMO Res. MSC 215(82) 보호도장 성능기준(PSPC : Performance Standard for Protective Coatings)에 따라 방식조치를 하여야 한다.
   (2) 접근설비가 구조강도요소의 한 부분으로 간주되지 않는 경우에는 다음에 따라 방식조치를 하여야 한다.
      (가) 사다리, 레일, 발판 등 접근설비의 소재는 용융아연도금(hot dip galvanizing) 처리된 것이어야 한다. 용융아연도금 및 보수방법은 KS D ISO 1461(철강 구조물 상의 용융 아연과 아연-철 합금 도금 및 시험방법)에 따른다.
      (나) 아연도금 처리된 접근설비의 소재에 대하여는 KS M ISO 12944-5(도료와 바니시-방식 도료시스템에 의한 강철 구조물의 부식방지-제5부:방식 도료 시스템) 또는 도료 제조자의 추천에 따라 보호도장을 시공한다.
      (다) 아연도금처리를 하지 않고 보호도장만을 시공하는 경우에는 가능한 범위까지 IMO Res. MSC 215(82) 보호도장 성능기준을 적용하여야 하며, 최소한 시공기준, 도장시스템(에폭시계 시스템) 및 총 건도막두께(320μm)에 대한 요건을 만족하여야 한다.
2. 보이드 구역(void space)에 설치되는 접근설비
   (1) 접근설비가 구조강도요소의 한 부분으로서 선체구조와 일체로 간주되는 경우에는 IMO Res. MSC 244(83), “보이드 구역에 대한 보호도장 성능기준”에 따라 방식조치를 하여야 한다.
   (2) 접근설비가 구조강도요소의 한 부분으로 간주되지 않는 경우에는 다음에 따라 방식조치를 하여야 한다.
      (가) 접근설비의 소재는 용융아연도금(hot dip galvanizing) 처리된 것이어야 하며 또한 도료 제조자의 추천에 따라 보호도장을 시공하여야 한다.
      (나) 아연도금처리를 하지 않고 보호도장만을 시공하는 경우에는 가능한 범위까지 IMO Res. MSC 244(83) “보이드 구역에 대한 보호도장 성능기준“을 적용하여야 하며, 최소한 도장시스템(에폭시계 시스템) 및 총 건도막두께(200μm)에 대한 요건을 만족하여야 한다. ⚓

부록 4-1 유조선의 평형수탱크 및 화물탱크로의 접근설비

규칙 11장 표 4.11.1을 적용함에 있어서의 상세는 다음과 같다.

1. 2항에 규정된 탱크를 제외한 평형수탱크 및 화물유 탱크

1.1

(1) 소항목 .1, .2 및 .3항은 갑판하 부재, 트랜스버스 웨브 상단부 및 이들의 연결부에 대한 접근설비를 정의한다.

(2) 소항목 .4, .5 및 .6항은 단지 수직부재에 대한 접근설비를 정의하며 종격벽 상의 트랜스버스 웨브와 관련된다.

(3) 갑판하 부재(갑판 종통재 및 갑판 트랜스버스)는 없으나 횡격벽 및 종격벽을 지지하는 화물탱크내 수직부재가 있는 경우, 횡격벽 및 종격벽의 수직 부재 상부를 검사하기 위하여 소항목 .1항에서 .6항에 따른 접근설비가 제공되어야 한다.

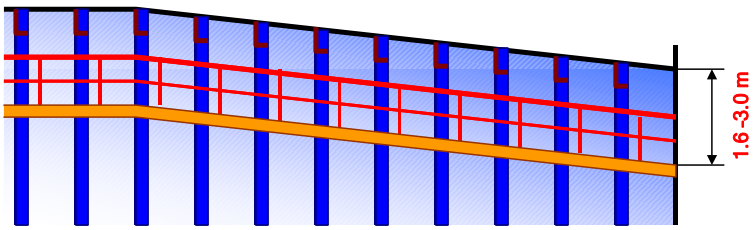
(4) 화물 탱크에 부재가 없을 경우 표1의 1.1항은 적용되지 않는다.

(5) 표1의 1항은 2항에 포함되지 않는 구역으로 협약 제II-1장 제3-6규칙에 포함되는 구역에 상당하는 화물지역의 공소(void space)에도 적용되어야 한다.

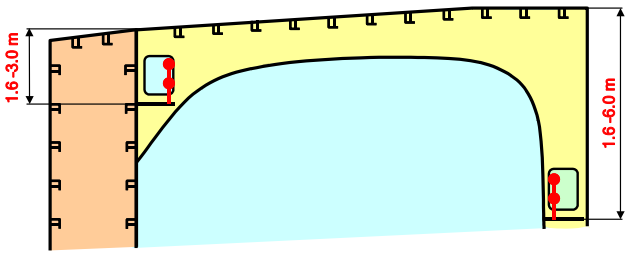
(6) 상부 구조 하방으로의 수직거리는 주어진 위치에서 갑판 판 하부로부터 접근설비 플랫폼의 상당까지 측정하여야 한다.

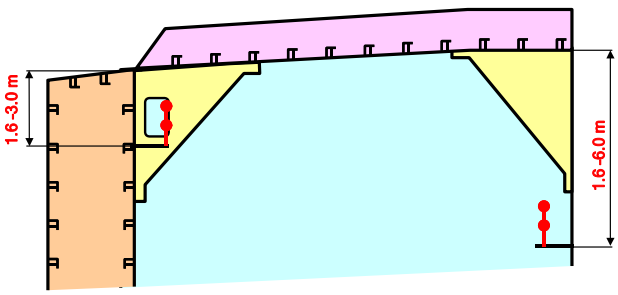
(7) 탱크의 높이는 각 탱크마다 측정해야 한다. 각 구획(bay)마다 다른 높이를 갖는 탱크의 경우 1.1항은 6 m 이상의 구획(bay)에 적용되어야 한다.

1.1.1



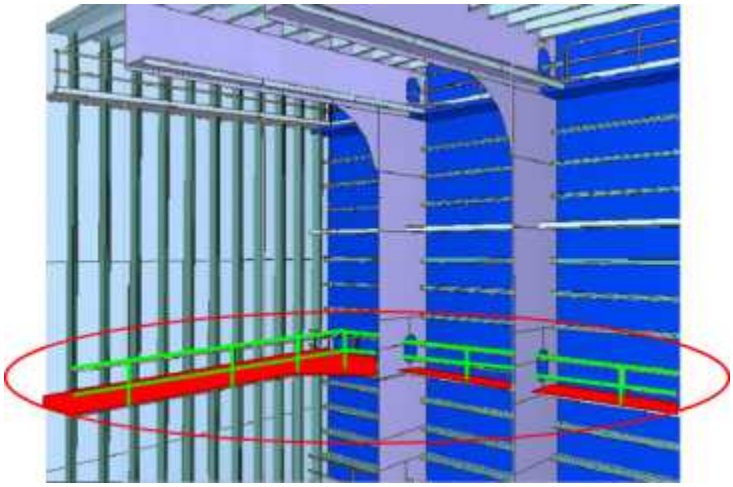
1.1.2 갑판 종늑골 및 갑판 트랜스버스가 갑판 상부에 위치하나 지지하는 브래킷(supporting bracket)이 갑판하부에 설치될 경우에 종방향 영구 접근설비가 제공될 필요가 있다.



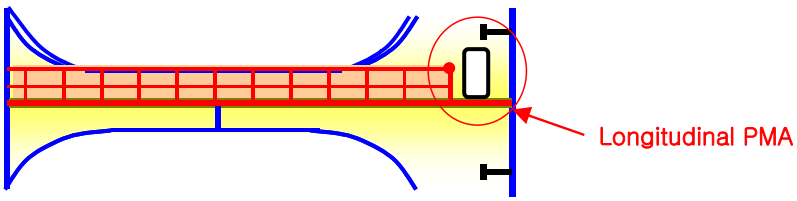


1.1.3 탱크의 접근설비는 검사용 영구 접근설비에 대한 접근로로 사용될 수 있다.

1.1.4 영구 고정 장치는 검사를 위하여 선원이나 검사원이 사용할 수 있고 상기 항에 언급된 영구 접근설비과 적어도 같은 정도의 안전성을 제공하는 와이어 리프트 플랫폼과 같은 대체수단을 사용하기 위한 것이어야 한다. 이들 접근설비는 본선에 비치하여야 하고 탱크 내에 물을 채우지 않고 쉽게 이용될 수 있어야 한다. 그러므로 래프팅(rafting)은 본 규정에서 인정할 수 없다. 기국(flag state)을 대신하여 승인될 선체 구조 접근 매뉴얼은 대체 접근설비를 포함하여야 한다. 광석운반선처럼 폭이 5 m 이상인 평형수 탱크에 대하여, 측면 외판은 "종격벽"과 같은 방법으로 간주할 수 있다.



1.1.5



2. 이중선측구조를 형성하는 폭 5 m 미만인 선측 평형수탱크 및 빌지호퍼부

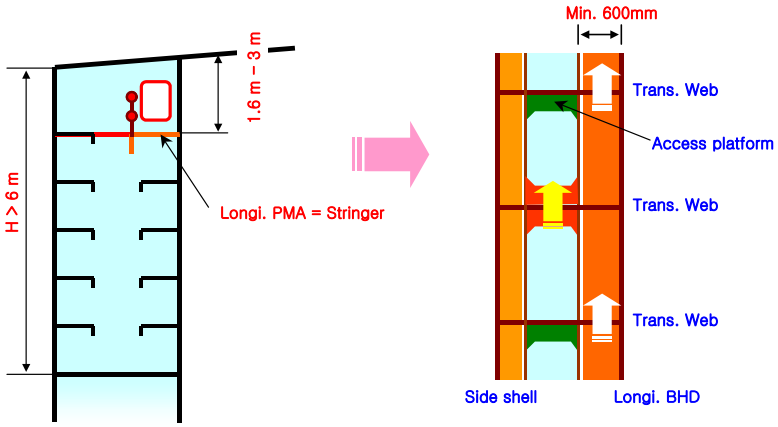
2.1 표1의 2항은 빈 공간(void space)으로 설계된 윙탱크에도 적용하여야 한다. 2.1.1항은 갑판하부 부재에 대한 접근설비 요건을 나타낸다. 반면 2.1.2항은 종격벽(트랜스버스 웨브)상의 수직부재의 검사 및 점검을 위한 접근설비 요건이다.

2.1.1

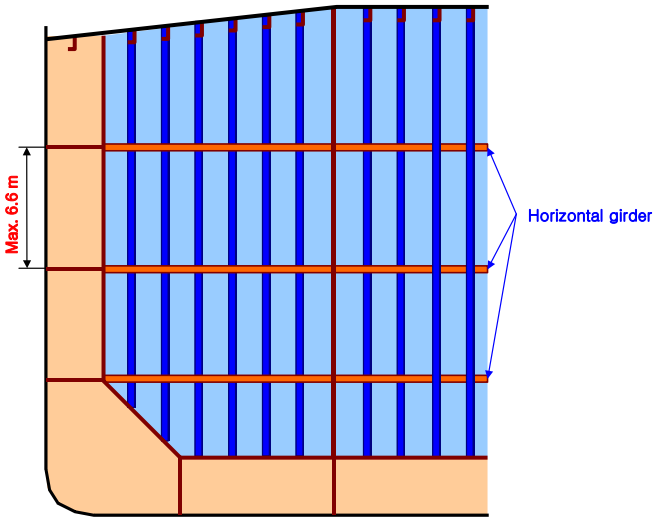
(1) 상부 수평 스트링거와 갑판과의 수직거리가 단면(section)에 따라 달라지는 탱크의 경우, 2.1.1항은 규정에 해당되는 구획에 적용되어야 한다.

(2) 웨브프레임(web frame)에 필요상 설치된 플랫폼에 의해 반대편 취약 상세부에 접근가능하다면 넓은 폭 종늑골(wide longitudinal)은 연속된 영구 접근설비가 될 수 있다. 웨브면의 수직 개구가 넓은 폭 종늑골과 반대편 종늑골 사이의 개방된 부분에 있는 경우, 웨브를 안전하게 통과하기 위하여 웨브 양쪽에 플랫폼이 제공되어야 한다.

(3) 협약 제II-1장 제3-6.3.2규칙에서 요구하는 두 개의 접근 창구가 요구되는 경우, 탱크 양단의 접근 사다리는 갑판까지 연결되어야 한다.



2.1.2 웨브프레임(webframe)에 필요상 설치된 플랫폼에 의해 반대편 주요 상세부로 접근가능하다면 넓은 폭 종늑골(wide longitudinal)은 연속된 영구 접근설비가 될 수 있다. 웨브면의 수직 개구가 넓은 폭 종늑골과 반대편 종늑골 사이의 개방된 부분에 있는 경우, 웨브를 안전하게 통과하기 위하여 웨브 양쪽에 플랫폼이 제공되어야 한다. 기술규정 1.4항에 언급된 10 % 이내의 적절한 편차(reasonable deviation)는 영구접근설비가 구조와 일체화 된 경우에 적용될 수 있다.

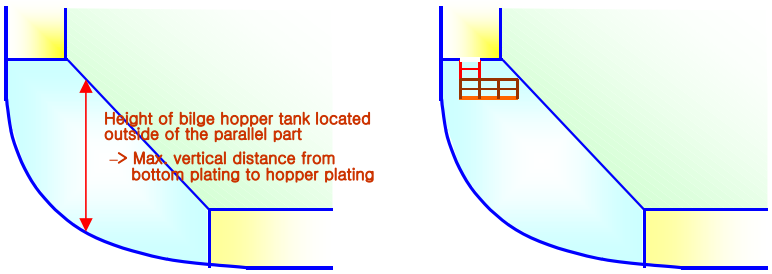


2.2

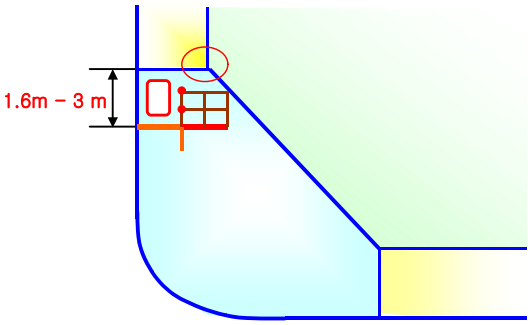
(1) 종방향 연속된 영구 접근설비과 구역의 바닥 사이에는 영구 접근설비가 제공되어야 한다.

(2) 선박의 평행부를 벗어난 곳에 위치한 빌지 호퍼 탱크의 높이는 바닥판으로부터 탱크의 호퍼판(hopper plating)까지 측정한 수직 거리 중 최대치로 잡아야 한다.

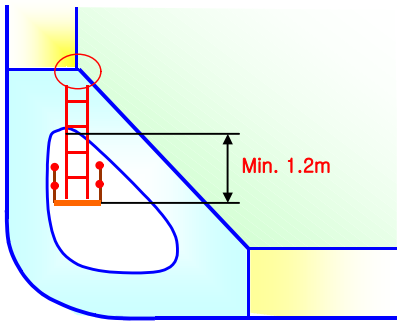
(3) 높이 6 m를 넘는 경사진 바닥을 갖는 최전방 또는 최후방의 빌지 호퍼 평형수탱크에 대하여, 각 트랜스버스 웨브의 상부 너클 포인트에 대한 접근을 위하여 횡방향 및 수직방향 접근설비를 결합한 수단을 종방향 영구 접근설비를 대신하여 사용할 수 있다.



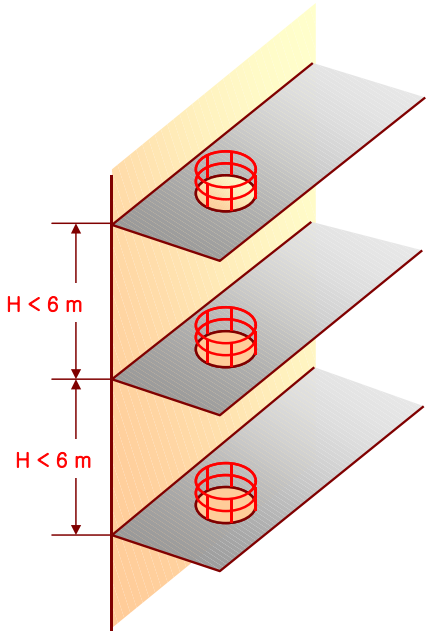
2.2.1



2.2.2



2.3



부록 4-2 산적화물선의 접근설비

규칙 11장 표 4.11.2를 적용함에 있어서의 상세는 다음과 같다.

1. 화물창

1.1

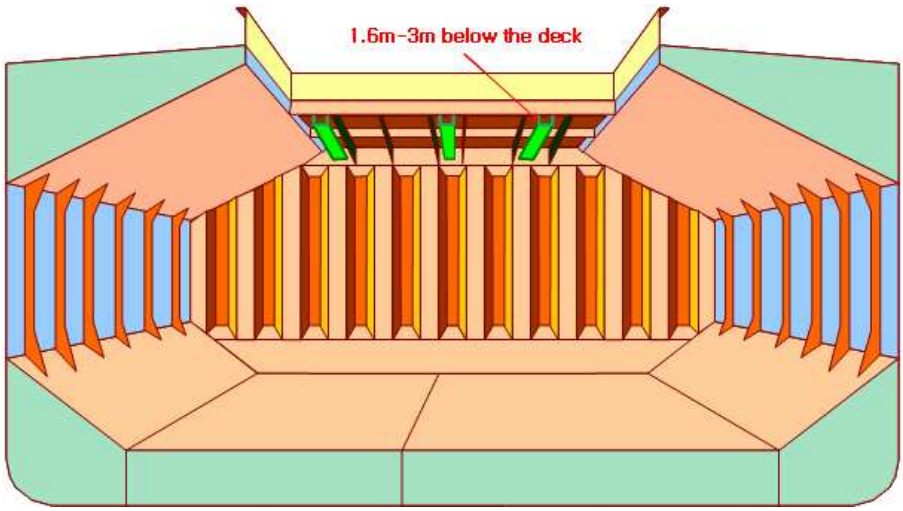
(1) 접근설비는 각 화물창에서 최전방 및 최후방 부분의 크로스데크 구조에 제공되어야 한다.

(2) 크로스데크 하방 중앙 및 양쪽, 3개 위치로의 접근을 위해 상호 연결된 접근설비는 3개의 접근설비으로 인정할 수 있다.

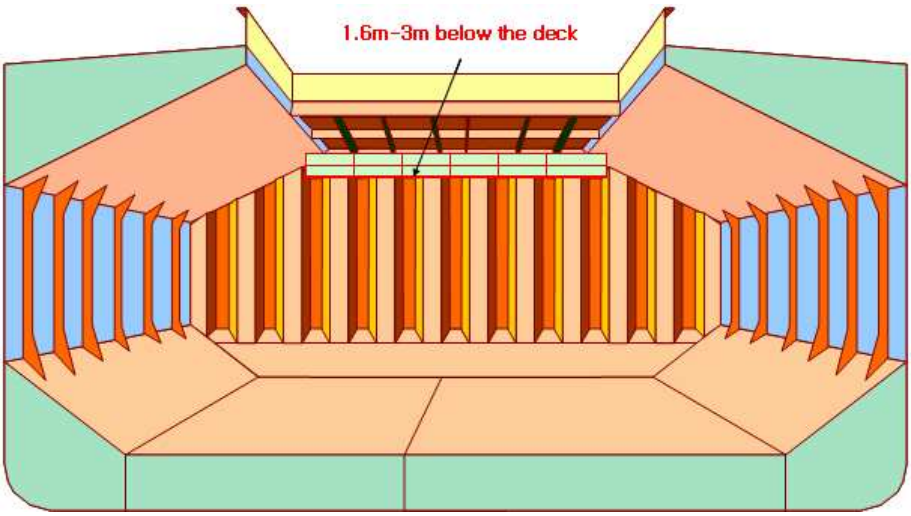
(3) 각 측면에 1개 및 중앙부 근처에 1개인 각각 독립적으로 접근할 수 있는 떨어진 세 위치에 대한 영구 접근설비는 인정할 수 있다.

(4) 접근 개구가 주갑판 및 크로스데크에 제공될 경우에 구조적 강도를 유념해야 한다.

(5) 산적화물선 크로스데크 구조에 대한 요건은 광석운반선에서도 적용할 수 있다.

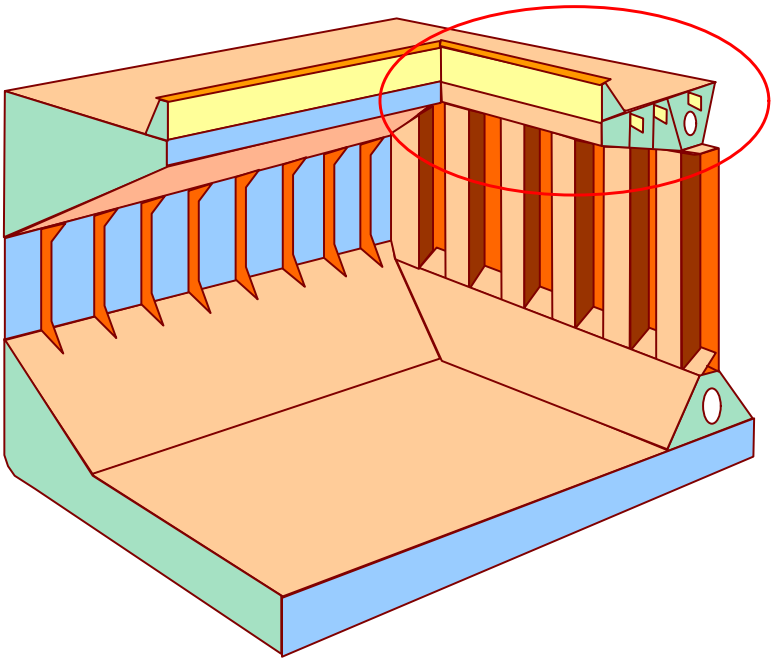


1.2



1.3 접근 개구가 주갑판 및 크로스데크에 제공될 경우에 구조적 강도를 유념해야 한다.

1.4 전통상부스툴(full upper stool)은 톱사이드 탱크 사이 및 창구단보(hatch end beams) 사이 전체에 걸친 스툴로 이해된다.



1.5

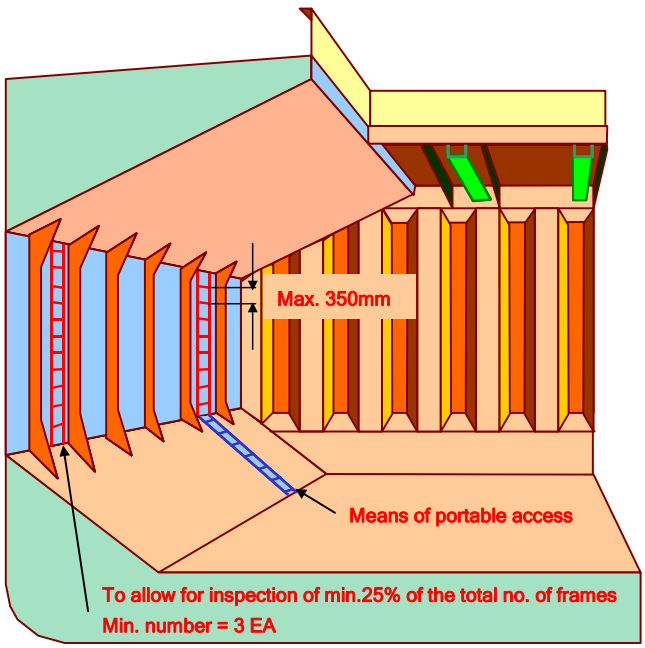
(1) 크로스데크 하부 구조에 대한 이동식 접근설비는 반드시 본선에 비치할 필요는 없다. 필요시 이용할 수 있으면 충분하다.

(2) 산적화물선 크로스데크 구조에 대한 요건은 광석운반선에서도 적용할 수 있다고 해석된다.

1.6

(1) 화물창 늑골 접근용 수직사다리의 최대 수직 발판 간격은 350 mm이다.

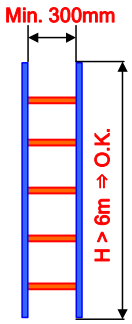
(2) 안전띠(safety harness)가 사용되는 경우, 실용적인 방법으로 적당한 위치에 안전띠를 연결하기 위한 수단이 제공되어야 한다.



1.7 휴대식, 이동식 및 대체 접근설비는 파형격벽에도 적용될 수 있다.

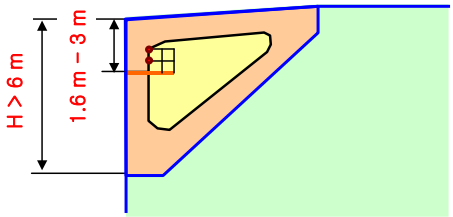
1.8 “항상 사용 가능”이란 화물창 내부에 이동될 수 있고 선원에 의해서 안전하게 설치될 수 있음을 의미한다.

1.10

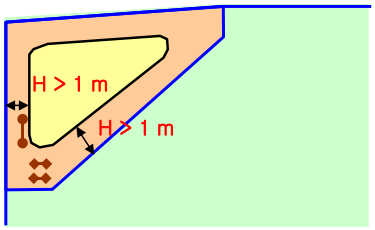


2. 평형수탱크

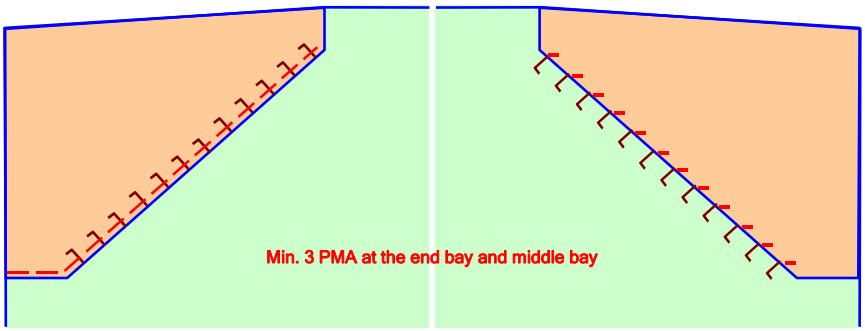
2.1



2.2



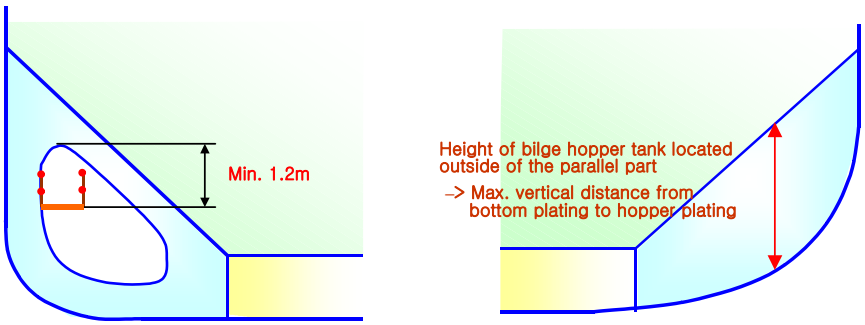
2.3 경사판의 종부재가 탱크의 외부에 설치된 경우 접근설비는 제공되어야 한다.



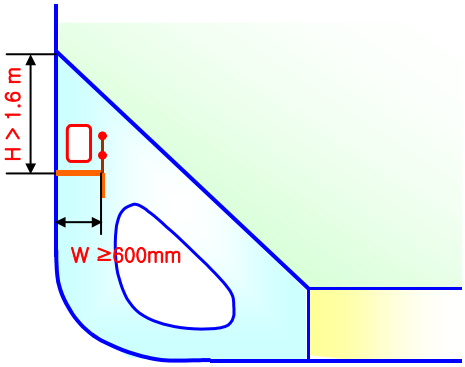
2.5

(1) 선박의 평행부를 벗어난 곳에 위치한 빌지 호퍼 탱크의 높이는 바닥판으로부터 탱크의 호퍼판(hopper plating)까지 측정한 수직 거리 중 최대치로 잡아야 한다.

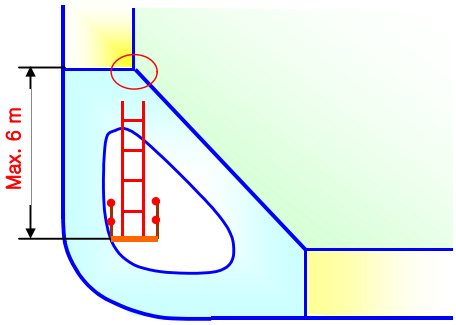
(2) 검사용 이동식 수단은 전개될 수 있으며 필요한 장소에서 쉽게 이용할 수 있음이 입증되어야 한다.



2.5.2 최소폭 600 mm의 넓은 폭 종늑골은 종방향 연속적인 영구 접근설비로 사용될 수 있다. 높이 6 m 이상인 경사진 바닥을 갖는 최전방 및 최후방의 빌지 호퍼 평형수 탱크에 대하여, 각 트랜스버스 웨브에 대한 측면 외판과 연결된 호퍼 탱크의 경사진 판의 접근을 위하여 횡방향 및 수직방향 접근설비를 결합한 수단을 종방향 영구 접근설비를 대신하여 사용할 수 있다.



2.5.3



2.6 웨브프레임 링의 높이는 선측판 및 탱크 바닥에서 측정한다. ⚓

부록 4-3 심해 및 비보호수역에서의 묘박설비 *(2019)*

1. 적용

(1) 이 부록은 심해 및 비보호수역에서의 길이 135 m 이상 선박의 묘박설비에 대하여 적용한다.

(2) 이 부록의 요건은 다음의 조건을 기반으로 한다.

(가) 최대 120 m 깊이

(나) 최대조류속도 1.54 m/s, 최대풍속 14 m/s, 최대유의파고 3 m

2. 심해 및 비보호수역의 의장수

앵커 및 앵커체인은 다음 식에서 구한 의장수 E_1 에 기초하여 **표 1**에 적합하여야 한다.

$$E_1 = 0.628\left[a\left(\frac{E}{0.628}\right)^{1/2.3} + b(1-a)\right]^{2.3}$$

$a = 1.83 \cdot 10^{-9} L^3 + 2.09 \cdot 10^{-6} L^2 - 6.21 \cdot 10^{-4} L + 0.0866$

$b = 0.156 L + 8.372$

L : 선박의 길이 (m), **규칙 3편 1장 102.**에 따른다.

E : **규칙 8장 201.**에 따른 의장수.

표 1 최대 120 m 깊이의 비보호수역에서의 묘박설비 *(2022)*

의장수 E_1		고파지력 선수앵커 (스톡리스)		선수앵커용 체인 (스터드 체인)		
		수	질량 (스톡리스 앵커의 단량) (m_A) (kg)	총 길이 (m)	최소지름(d)	
이상	미만				제2종 (mm)	제3종 (mm)
	1790	2	14150	1017.5	105	84
1790	1930	2	14400	990	105	84
1930	2080	2	14800	990	105	84
2080	2230	2	15200	990	105	84
2230	2380	2	15600	990	105	84
2380	2530	2	16000	990	105	84
2530	2700	2	16300	990	105	84
2700	2870	2	16700	990	105	84
2870	3040	2	17000	990	105	84
3040	3210	2	17600	990	105	84
3210	3400	2	18000	990	105	84
3400	3600	2	18300	990	106	84
3600	3800	2	19000	990	107	85
3800	4000	2	19700	962.5	108	87
4000	4200	2	20300	962.5	111	90
4200	4400	2	21100	962.5	114	92
4400	4600	2	22000	962.5	117	95
4600	4800	2	22900	962.5	119	97
4800	5000	2	23500	962.5	122	99
5000	5200	2	24000	935	125	102
5200	5500	2	24500	907.5	130	105
5500	5800	2	25000	907.5	133	107
5800	6100	2	25500	880	137	111
6100	6500	2	25700	880	140	113
6500	6900	2	26000	852.5	143	115
6900	7400	2	26500	852.5	147	118
7400	7900	2	27000	825	152	121
7900	8400	2	27500	825	154	123
8400	8900	2	28000	797.5	158	127
8900	9400	2	28900	770	162	132
9400	10000	2	29400	770	-	135
10000	10700	2	29900	770	-	139
10700	11500	2	30600	770	-	143
11500	12400	2	31500	770	-	147
12400	13400	2	33200	770	-	152
13400	14600	2	35000	770	-	157
14600		2	38000	770	-	162

3. 앵커

(1) 선수앵커는 앵커체인에 연결하여 항시 사용할 수 있도록 비치하여야 한다.

(2) 앵커는 스톡리스 고파지력(HHP) 앵커이어야 한다.

(3) 핀 및 의장품을 포함한 스톡리스 앵커 헤드의 질량은 앵커 총 질량의 60 % 이상이어야 한다. 고파지력 앵커는 **규칙 8장 304.**의 2항 및 **적용지침 8장 304.**의 요건에 적합하여야 한다.

(4) **표 1**에 정하는 수와 같은 수의 선수앵커의 합계질량이 동표에 정하는 질량 및 수를 곱한 것보다 적지 않을 때에는 개개의 앵커 질량은 **표 1**에 정하는 것에 ± 7 %의 범위 내에서 증감할 수 있다.

(5) 앵커의 제작 및 시험은 **규칙 8장**의 관련 요건을 만족하여야 한다.

4. 선수앵커의 체인

(1) 선수앵커는 제2종 및 제3종 앵커체인에 연결하여야 한다. **표 1**에 따르는 체인의 총길이는 선수앵커 2개에 합리적으로 나누어져야 한다. 스터드 링크 앵커체인의 시험 하중 및 파단 하중에 대해서는 **규칙 8장**의 **표 4.8.8**을 참조한다.

(2) 앵커체인의 제작 및 시험은 **규칙 8장**의 관련 요건을 만족하여야 한다.

5. 양묘기(anchor windlass) 및 체인스토퍼 *(2022)*

(1) 양묘기(anchor windlass) 설계 및 시험과 체인스토퍼의 설계는 **규칙 5편 8장**을 참조한다.

(2) **규칙 5편 8장**에 따른 요건에도 불구하고, 윈들러스 원동기는 적어도 30분간 연속사용하중 Z_{cont}으로 운전할 수 있어야 한다.

$$Z_{cont} = 35\,d^2 + 13.4\,m_A \quad \text{(N)}$$

d : **표 1**에 따른 체인 지름 (mm)

m_A : **표 1**에 따른 고파지력 앵커 질량 (kg)

(3) 가능한 한, **규칙 5편 8장**에 따른 요건에 추가하여, 앵커체인 120 m를 수중에 내려 앵커가 해저에 도달하지 않는 상태에서 37.5 m 이상을 감아올리는 사이의 앵커체인의 속도가 측정되어야 한다. 앵커를 깊이 120 m에서 82.5 m까지 감아올리는 동안 앵커체인의 평균속도는 적어도 4.5 m/min이어야 한다.

(4) 양묘기(anchor windlass) 및 체인스토퍼의 선체지지구조는 **규칙 8장 101.**의 4항 (6)호를 참조한다.

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제4편 선체의장

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR

이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제5편 기관장치

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제5편 기관장치

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

제 5 편

기관장치

RA-05-K

한 국 선 급

제 5 편 “기관장치”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙 대비 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 총칙

제 1 절 용어의 정의

- 102.의 8항을 개정함.
- 102.의 23항을 개정함.

제 2 절 승인도면 및 자료

- 208.의 1항 (9)호를 추가함.

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치

제 2 절 축계

- 204.의 5항 (1)호를 삭제함.

제 4 장 축계비틀림진동

제 1 절 일반사항

- 101.의 1항을 개정함.

제 5 장 보일러 및 압력용기

제 3 절 압력용기

- 303.의 2항 (3)호를 개정함.

제 6 장 보기 및 관장치

제 1 절 일반사항

- 102.의 표 5.6.2의 비고란의 6항 삭제함.
- 104.의 5항 (9)호를 개정함.
- 104.의 표 5.6.10을 개정함.
- 107.의 2항 (4)호를 개정함.

차 례

제 1 장 총칙 ····· 1

제 1 절 일반사항 ····· 1

제 2 절 승인도면 및 자료 ····· 5

제 3 절 시험 및 검사 ····· 12

제 4 절 예비품 및 공구 등 ····· 12

제 2 장 주기관 및 보조기관 ····· 14

제 1 절 일반사항 ····· 14

제 2 절 내연기관 ····· 14

제 3 절 증기터빈 ····· 26

제 4 절 가스터빈 ····· 29

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치 ····· 33

제 1 절 일반사항 ····· 33

제 2 절 축계 ····· 33

제 3 절 프로펠러 ····· 37

제 4 절 동력전달장치 ····· 40

제 4 장 축계비틀림진동 ····· 49

제 1 절 일반사항 ····· 49

제 2 절 응력의 허용한도 ····· 49

제 5 장 보일러 및 압력용기 ····· 55

제 1 절 보일러 ····· 55

제 2 절 열매체유 가열기 ····· 82

제 3 절 압력용기 ····· 83

제 4 절 보일러 및 압력용기의 용접 ····· 89

제 6 장 보기 및 관장치 ····· 93

제 1 절 일반사항 ····· 93

제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치 ····· 112

제 3 절 해수흡입 및 선외배출 ····· 114

제 4 절 빌지 및 평형수장치 ····· 116

제 5 절 보일러의 급수 및 복수장치 ····· 120

제 6 절 증기관장치 및 배기관장치 ····· 121

제 7 절 냉각장치 ····· 122

제 8 절 윤활유장치 ····· 122

제 9 절 연료유장치 ····· 123

제 10 절 열매체유장치 ····· 127

제 11 절 압축공기장치 ····· 128

제 12 절 냉동장치 ····· 129
제 13 절 유압장치 ····· 131
제 14 절 시험 및 검사 ····· 132

제 7 장 조타장치 ····· 135

제 1 절 일반사항 ····· 135
제 2 절 조타장치의 성능 및 배치 ····· 136
제 3 절 제어장치 ····· 138
제 4 절 조타장치의 재료, 구조 및 강도 ····· 139
제 5 절 시험 ····· 142
제 6 절 총톤수 10,000톤 이상인 탱커 및 총톤수 70,000톤 이상인 선박에 대한 추가규정 ····· 143

제 8 장 윈들러스 및 무어링 윈치 ····· 145

제 1 절 일반사항 ····· 145
제 2 절 윈들러스 ····· 145
제 3 절 무어링 윈치 ····· 149

제 1 장 총칙

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 편의 규정은 항로 또는 용도에 특별한 제한이 없는 선박의 기관장치에 적용한다. 항로에 제한이 있는 선박 및 소형의 선박에 대하여는 이 규정의 적용을 적절히 참작할 수 있으며, 또한, 용도에 제한이 있는 선박에 대하여는 특별히 고려하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 이 규칙에 만족하지 않거나 적용할 수 없는 대체설계 및 신기술의 동등효력에 대해서는 **1편 1장 105.**를 따른다.
3. 이 규칙의 규정을 적용할 수 없는 기관장치의 강도 및 구조에 대하여는 제조자는 상세한 강도계산서 및 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받고 적절한 부하상태에서 변형량을 측정하여 그 결과로부터 각 부분의 강도에 대한 신뢰도를 결정할 수 있다. 또한, 새로이 설계되는 기관장치에 대하여는 이 장에서 규정한 것 이외에 부분상세도, 설계자료 등의 제출을 요구할 수 있다.
4. 이 규칙에서 규정하는 기관장치의 강도계산식은 사용범위 내에 위험한 진동이 없는 것을 조건으로 정한 것이므로 각 제조자는 이들 식의 적용에 있어서 이 점을 충분히 고려하여야 한다.
5. 내연기관의 출력을 결정하기 위한 표준주위환경조건은 **표 5.1.1**에 따른다. 다만, 기관 제조자가 기관 시운전시에 표준주위환경조건을 만족시킬 필요는 없다.
6. 대빙구조로 등록하는 선박의 경우에는 이 편에서 규정한 요건에 추가하여 **빙해운항선박지침 1장**의 관련 규정에도 적합하여야 한다.
7. 이 편에서 규정한 요건에 추가하여, 극지운항 선박의 경우에는 **빙해운항선박지침 2장**, 극지운항 및 쇄빙기능을 갖는 선박의 경우에는 **빙해운항선박지침 3장**의 관련 규정에도 적합하여야 한다.
8. 이편에서 규정하는 요건에 추가하여, 액화가스 산적운반선 및 압축천연가스(CNG) 산적운반선 이외에 인화점 60 °C 미만의 저인화점 연료를 사용하는 선박은 **저인화점연료선박규칙**의 관련 규정에도 적합하여야 한다. *(2018)*

표 5.1.1 표준주위환경조건

구분	표준주위환경조건
대기압	절대압력 0.1 MPa
대기온도	45 °C
상대습도	60 %
해수온도 (공기냉각기의 냉각수입구측)	32 °C

102. 용어의 정의

1. **연속최대출력**이라 함은 추진용 기관(이하 **주기관**이라 한다)에 있어서는 만재흘수선으로 항해하는 상태에서, 추진용 기관 이외의 기관(이하 **보조기관**이라 한다)에 있어서는 계획한 상태에서 안전하게 연속 사용할 수 있는 최대출력을 말한다.
2. **연속최대회전수**라 함은 연속최대출력시의 회전수를 말한다.
3. **제1종 프로펠러축 및 제1종 선미관축**이라 함은 해수에 대하여 우리 선급이 승인한 방식조치(슬리브 또는 형식승인된 방식코팅)를 하거나 승인된 내식성 재료를 사용하는 축을 말하며, 기타의 것은 제2종 프로펠러축 및 제2종 선미관축이라 한다. *(2020)*
4. **설계압력**이라 함은 각 부재의 설계에 사용되는 압력으로서 허용최고사용압력을 말한다. 다만, 설계압력은 안전밸브의 설정압력 미만이어서는 아니 된다.
5. **중요보기**라 함은 중요한 용도에 사용하는 보기로서 선박의 추진, 인명과 선박의 안전에 관계가 있는 보기를 말한다. *(2019)* **【지침 참조】**
6. **보일러**라 함은 화염, 연소가스, 기타 고온가스에 의하여 증기 또는 온수를 발생시키는 장치를 말하며, 그 부속장치를 포함한다.

7. **주 보일러**라 함은 추진용 증기터빈을 구동하는데 사용하는 보일러를 말한다.
8. **중요보조 보일러**라 함은 주 보일러 이외의 보조보일러로서 발전기, 선박의 추진, 인명과 선박의 안전에 관련 있는 보기의 운전에 필요한 증기를 공급하는 보일러를 말한다. *(2022)*
9. **배기가스 보일러**라 함은 내연기관의 배기가스만을 이용하여 증기 또는 온수를 발생시키는 장치로서 독립의 증기실 또는 온수탱크를 가지며, 여기에 증기 또는 온수의 방출구를 갖는 것을 말한다.
10. **배기가스 이코노마이저**라 함은 내연기관의 배기가스만을 이용하여 증기 또는 온수를 발생시켜 별도로 설치된 보일러에 공급하는 장치로서 독립의 증기실이나 온수탱크를 가지지 아니하는 것을 말한다.
11. **열매체유설비**라 함은 열매체유가 화염, 연소가스 또는 기타 고온가스에 의하여 가열되어 화물유 또는 연료유의 가열용으로 사용되거나 또는 보조용의 증기 또는 온수를 발생시키기 위한 가열원으로 사용되는 설비를 말한다.
12. **압력용기**라 함은 용기 내의 최상부에 대기압보다 높은 압력을 형성시키는 기체 또는 액체를 내부에 보유하는 용기로서 열교환기류를 포함하며, 화염, 연소가스 또는 고온가스에 접촉하지 아니하는 것을 말한다.
13. **보일러의 부속장치**라 함은 독립의 과열기, 재열기, 이코노마이저(보일러 본체와의 사이에 스톱밸브를 갖는 경우) 및 이에 준하는 것을 말한다.
14. **보일러 및 압력용기의 부착품**이라 함은 다음의 것을 말한다.
    (1) 보일러, 보일러의 부속장치 및 압력용기에 직접 부착되는 플랜지, 스탠드 파이프 및 디스턴스 피스
    (2) 보일러, 보일러의 부속장치 및 압력용기에 직접 부착되는 밸브
15. **보일러 및 압력용기에 직접 부착되는 밸브**라 함은 보일러 및 압력용기의 본체에 스터드 볼트, 플랜지, 스탠드 파이프 또는 디스턴스 피스를 사용하여 부착하는 밸브를 말하며, **5장 127.**의 1항에 규정한 나사조임 체크밸브를 포함한다.
16. **스탠드 파이프**라 함은 보일러 및 압력용기의 본체에 직접 부착되는 다음의 것을 말한다.
    (1) 파이프 및 노즐
    (2) 보일러 및 압력용기에 직접 부착되는 밸브를 부착하기 위하여 보일러 및 압력용기의 본체에 직접 부착되는 파이프와 플랜지로 구성된 관통 피스
    (3) 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍 등의 설치용 링
17. **보일러 및 압력용기에서 디스턴스 피스**라 함은 보일러 및 압력용기에 직접 부착되는 플랜지 또는 스탠드 파이프와 보일러 및 압력용기에 직접 부착되는 밸브 또는 각종 게이지 사이의 거리를 유지하기 위한 피스를 말한다.
18. **중요한 용도에 사용되는 압력용기**라 함은 주기관, 중요보조 보일러, 선박의 추진과 인명의 안전 및 선박의 안전에 관계가 있는 보기, 선박의 용도에 관계가 있는 설비에 사용되는 보기 등과 직접 관련을 갖는 압력용기를 말한다.
19. **과열기를 갖는 보일러의 호칭압력**은 제조자 또는 사용자가 계획한 과열기 출구의 최고증기압력으로, 과열기 안전밸브의 조정기준압력이 된다.
20. **보일러의 전열면적**이라 함은 한쪽 면은 연소가스에 접촉되고 다른 면은 물에 접촉되어 있는 부분의 면을 연소가스 측에서 계산한 면적으로서, 별도로 지정하지 아니한 경우에는 과열기, 재열기, 이코노마이저 및 배기가스 이코노마이저 등의 전열면적은 포함하지 아니한 것을 말한다.
21. **데드쉽 상태**라 함은 다음과 같은 상태를 말한다.
    (1) 주전원의 상실로 인하여 주추진장치, 보일러 및 보기가 작동되지 아니하며,
    (2) 추진력을 회복하기 위하여 추진장치, 주전원장치 및 기타 중요보기를 시동하기 위한 저장된 에너지를 사용할 수 없는 것으로 가정한다. 다만, 비상발전기를 시동하기 위한 수단은 항상 사용할 수 있다고 가정한다.
22. **관장치**라 함은 관, 밸브 및 관부착품을 말한다. **【지침 참조】**
23. **플렉시블관 조립체**라 함은 용이한 설치를 위하여 통상적으로 사전에 제작된 끝단 부착품이 부착되어 있는 짧은 길이의 유연성을 갖는 금속 또는 비금속관을 말한다. 중요한 용도에 사용되거나 인화성 또는 독성유체에 사용되는 플렉시블관 조립체는 1.5 m를 초과하지 않아야 한다.
24. **선체붙이밸브**라 함은 **6장 301.**의 1항에 따라 선저 또는 선측에 부착하는 밸브를 말한다.
25. **항해 가능한 속력**이라 함은 타에 의하여 조선 성능을 유지할 수 있는 속력으로서, 상당 기간(수리를 위한 가장 가까운 항구까지 도달하는 데 필요한 기간) 항해를 유지할 수 있는 속력을 말한다. 일반적으로, 7노트 또는 만재흘수에서 **3편 1장 120.**에서 규정하는 속력의 1/2 중 큰 쪽의 속력을 항해 가능한 속력으로 간주할 수 있다.
26. **선급기자재증서**(KRC) 다음의 모든 사항을 기술하는, 우리 선급에 의해 발급된 문서를 말한다.
    (1) 우리 선급 규칙에 적합함.
    (2) 완성된 구성품 또는 해당하는 경우 구성품의 이전 생산단계에서 채취된 샘플에 대해 시험 및 검사가 수행되었음. *(2020)*

(3) 검사원의 입회하 또는 우리 선급의 품질보증제도에 따라 검사 및 시험이 수행되었음.

27. **제조자증서(W)** 다음의 모든 사항을 기술하는, 제조자에 의해 서명된 문서를 말한다.
(1) 요구사항에 적합함.
(2) 완성된 구성품 또는 해당하는 경우 구성품의 이전 생산단계에서 채취된 샘플에 대해 시험 및 검사가 수행되었음. *(2020)*
(3) 시험이 제조자 해당부서의 자격을 갖춘 대표자에 의해 입회 및 서명되었음.

28. **시험성적서(TR)** 다음의 모든 사항을 기술하는, 제조자에 의해 서명된 문서를 말한다.
(1) 요구사항에 적합함.
(2) 현행 생산 배치로 부터의 샘플에 대해 시험 및 검사가 수행되었음. *(2020)*

29. 배기터빈 과급기는 과급기에 의해 과급되는 기관 실린더 그룹의 출력(연속최대출력)에 따라 아래 표와 같이 3개의 그룹으로 분류한다.(예를 들면 V형 기관에서 각 뱅크 당 한 대의 과급기가 있는 경우 기관 총 출력의 절반이 이에 해당한다.) 그룹에 따라 제출 도면 및 자료, 시험 등의 요건이 확대된다. *(2017)*

그룹	출력 P (kW)
카테고리 A	$P \leq 1000$
카테고리 B	$1000 < P \leq 2500$
카테고리 C	$2500 < P$

103. 일반구조, 재료 및 설비

1. 기관장치의 구조, 설치, 윤활 및 냉각장치 등은 **표 5.1.2**에 정하는 경사상태에서도 아무런 지장이 없는 것이어야 한다.

표 5.1.2 경사각도

구분	경사각도(deg)(2)			
	횡경사		종경사	
	정적	동적	정적	동적
기관장치	15	22.5	5(4)	7.5
안전설비(비상동력원, 비상소화펌프 등)	22.5(3)	22.5(3)	10	10
기동장치(1) (전기기기, 전자기기 및 원격제어장치)	22.5(3)	22.5(3)	10	10

(비고)
(1) 스위치의 작동이나 전환이 저절로 일어나지 않아야 한다.
(2) 횡경사와 종경사가 동시에 발생하여도 지장이 없어야 한다.
(3) 액화가스산적운반선 및 위험화학품 산적운반선에 있어서는 최대 30° 횡경사에서도 비상동력을 공급할 수 있어야 한다.
(4) 선박의 길이가 100 m 를 초과하는 경우, 종경사에서의 정적인 경사각도는 500/L ° 로 할 수 있다.
(L : **3편 1장 102.**에 따른 선박의 길이, m)

2. 기관장치는 온도조건이 **표 5.1.3**의 범위 내에 있을 때 아무런 지장 없이 운전할 수 있어야 한다.

표 5.1.3 온도조건

설치 장소		온도(°C)
공기	폐위구역	0 ~45(1)
	45 °C를 넘는 구역 또는 0 °C 이하의 구역 내에 있는 기관부품 또는 보일러	계획조건에 따름
	노출갑판상	-25 ~45(1)
해수	-	32(1)

(비고)
(1) 항로에 제한이 있는 선박에 대하여는 우리 선급이 승인한 다른 온도로 할 수 있다.

3. 기관장치는 선외로부터 아무런 도움 없이도 선내에 설치된 기관장치만을 사용하여 데드쉽 상태로부터 운전될 수 있어야 한다.
4. 기관장치의 주요부분에 사용하는 재료는 **2편 1장**의 규정에 적합한 것으로서 결함이 없는 양호한 것이어야 한다. 또한, 각부의 제작과정은 실적 및 경험에 따른 방법에 의한 것이어야 한다. 다만, 이 규칙에서 규정하고 있지 아니한 재료를 사용하고자 할 경우에는 재료에 관한 충분한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
5. **추진기관의 후진력**
(1) 통상의 항해조건하에서 선박의 충분한 조종성능 및 안전한 제어를 유지하기 위하여 주추진기관은 최대운전속도로부터 선박을 정지시킬 수 있도록 추력방향을 역전시킬 수 있어야 한다. 또한, 주추진기관은 연속최대회전수의 70 % 이상의 회전수로 후진상태를 유지할 수 있어야 한다.
(2) 역전치차, 가변피치프로펠러 또는 전기추진장치에 의하여 후진력을 얻는 추진장치에 대하여는 후진 시에 추진기관에 과부하가 발생되지 않도록 하여야 한다.
(3) 주추진용으로 증기터빈을 사용하는 경우, 증기터빈은 연속최대회전수의 70 % 이상의 회전수로 최소한 15분 동안 후진상태를 유지할 수 있어야 한다. 후진 시운전은 풍손(windage) 및 마찰로 인한 터빈의 과열을 피할 수 있도록 30분으로 제한하거나 제조자의 권고사항을 따라야 한다.
(4) 주추진장치는 후진 응답 특성을 검증하기 위한 시험을 실시하여야 한다. 시험은 최소한 추진장치의 조종 범위에 걸쳐 그리고 모든 제어위치로부터 실시하여야 한다. 시험 계획이 조선소에 의하여 제공되어야 하고 검사원에 의하여 인정되어야 한다. 만일 특정 운전 특성이 제조자에 의하여 정의된 경우 이는 시험 계획에 포함되어야 한다. *(2018)*
(5) 가변피치프로펠러의 날개 피치제어시스템을 포함하는 추진장치의 역전 특성은 시운전 동안 검증되고 기록되어야 한다. *(2018)*
6. 기관장치의 회전부분, 왕복운동부분, 고온부분 또는 전류가 통하는 부분 등에는 기관을 감시하거나 운전하는 사람 또는 기관에 접근하는 사람에게 해를 주지 아니하도록 적당한 보호장치를 하여야 한다. 또한, 각 운동부분 및 주요부분에 부착하는 볼트 및 너트는 적당한 방법으로 풀려지지 아니하도록 하여야 한다.
7. 온도가 220 °C를 초과하고 가연성 유체의 누설로 인한 발화의 위험성이 있는 기관장치(예, 증기관, 열매체유관, 배기가스관, 소음기, 배기가스 보일러, 과급기 등)의 모든 표면은 불연성 재료에 의한 유효한 피복을 하여야 한다. 또한, 이 피복재가 흡유성 또는 침유성의 것인 경우에는 피복재를 강 또는 이와 동등의 재료로 피복하여야 한다.
【지침 참조】

104. 자동제어장치

추진기관장치, 중요보기 및 하역장치 등을 자동제어 또는 원격제어로 할 경우 및 특히 기관실의 무인화 장치를 갖고자 할 경우 등은 이들 장치를 **6편 2장**의 규정에 적합한 것으로 하여야 한다.

105. 내빙장치

한랭지역을 항해하는 선박의 기관은 시동에 지장이 없도록 장치하고, 연료유 및 윤활유 등이 응고하는 것을 방지할 수 있고, 해수 흡입구 및 선외배출구가 얼어서 막히는 일이 없도록 적절한 장치를 하여야 한다.

106. 선교와 기관구역 사이의 통신

선교로부터 기관구역 또는 제어실의 프로펠러 추력방향 및 속력을 통상적으로 제어하는 곳으로 명령을 전달할 수 있는 적어도 2 개의 독립된 통신수단을 구비하여야 한다. 이들 중 한 개는 기관구역 및 선교 양쪽에서 명령 및 응답을 볼 수

있는 엔진텔레그라프이어야 한다. 프로펠러 추력방향 또는 속력을 제어할 수 있는 기타 모든 장소와 선교 및 기관구역 사이에는 적절한 통신수단을 구비하여야 한다. **【지침 참조】**

107. 기관사 호출장치

기관사의 거주구역에는 기관제어실 또는 운전장소에서 동작시킬 수 있고 명확히 들을 수 있는 기관사 호출장치를 설치하여야 한다.

108. 기관구역의 통풍장치

1. A류 기관구역에는 황천시를 포함한 모든 기상상태에서 이 구역 내의 기관 또는 보일러를 전부하로 운전하는 경우 승무원의 안전과 기관의 운전을 확보하기 위한 필요공기를 공급할 수 있는 적절한 통풍장치를 설치하여야 한다. 다만, A류 기관구역을 제외한 기관구역에 있어서는 그 구역에 적절한 통풍장치를 설치하여야 한다.
2. **4편 4장 402.**의 요건에 추가하여, A류 기관구역 및 비상발전기실 등과 같이 연속통풍이 필요한 기관구역의 경우, 건현갑판 및 선루갑판상의 노출된 위치에 설치되는 통풍통의 코밍 높이는 국제만재흘수선협약에 따라 제1위치에서는 4.5 m, 제2위치에서는 2.3 m보다 높아야 한다. 다만, 비상발전기실의 경우에는 복원성계산에 부력으로 고려되거나, 하방으로 통하는 개구가 내부에 있는 경우에만 적용한다. **【지침 참조】**
3. 기관구역의 정의에 대하여는 **8편 1장 103.**의 30항에 따른다.

제 2 절 승인도면 및 자료

201. 제출도면 및 자료

1. 조선소 또는 기관장치의 제조자는 공사착수 전에 다음에 기재된 승인용 도면 3부 및 자료 1부를 우리 선급에 제출하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 기관장치 또는 이미 우리 선급의 승인을 받은 동일한 형식의 기관장치에 대하여는 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 바에 따라 도면 및 자료의 제출을 일부 또는 전부 생략할 수 있다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정할 경우에는 202.부터 210.에 규정된 것 이외의 상세도면 및 자료의 제출을 요구할 수 있다. 승인도면에는 사용재료의 재질, 치수, 배치, 고착법 및 기타 이 규칙에서 규정하는 필요한 사항을 기재하여야 한다.

202. 조선소가 제출할 도면 및 자료 【지침 참조】

1. **승인도면**
   (1) 기관실 전체 장치도
   (2) 주기관, 감속기어장치, 역전장치, 조타장치 및 보일러의 거치도 *(2018)*
   (3) 축계장치도(스트럿 구조도 포함)
   (4) 선내 및 기관실 내의 각종 관장치도
   (5) 선체의 일부를 구성하지 아니하는 연료유탱크의 상세도
   (6) 축계 비틀림진동계산서 및 자료(**4장 1절** 참조)
2. **자료**
   (1) 건조시방서, 자동화관계 시방서 및 작동설명서
   (2) 기관실 내의 주기관, 보일러, 축계 및 중요보기 등의 주요 요목표
   (3) 주요부품의 재료 요목표
   (4) 주요부품의 강도계산서
   (5) 축계정렬계산서 및 축계정렬절차서(우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우) *(2018)*

203. 내연기관의 라이센서 및 라이센시가 제출할 도면 및 자료 【지침 참조】

1. 기관의 설계자/라이센서(이하 “라이센서”라 한다.) 및 제조자/라이센시(이하 “라이센시”라 한다.)가 제출해야할 도면 및 자료로서 승인용은 **표 5.1.4**, 참고용은 **표 5.1.5**에 따른다. 시험 및 검사를 위하여 입회 검사원의 요구 시 라이센서 또는 라이센시는 **표 5.1.6**의 도면 및 자료 1세트를 이용할 수 있도록 제공하여야 한다.
2. 기관의 라이센서, 라이센시, 우리 선급 간의 도면 및 자료의 제출, 승인 절차는 **지침 부록 5-11**에 따른다.
3. 가스연료기관의 도면 및 자료의 제출은 상기 1항에 추가하여 **지침 부록 5-7**의 **표 1**에 따른다. *(2018) (2021)*

표 5.1.4 승인용으로 제출해야 할 내연기관의 도면 및 자료

번호	도면 및 자료	
1	베드플레이트 및 크랭크실(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함)(1) (2)	
2	추력베이링 베드플레이트(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함)(1)	
3	베드플레이트/오일섬프 용접 도면(1)	
4	프레임/프레임박스/기어박스(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함)(1) (2)	
5	엔진 프레임 용접 도면(1) (2)	
6	크랭크축 상세도(각각의 실린더마다)	
7	크랭크축 조립도(각각의 실린더마다)	
8	크랭크축 계산서(각각의 실린더 형상마다)	
9	추력축 또는 중간축(기관과 일체형인 경우)	
10	축커플링볼트	
11	주요부품의 재료사양서(비파괴시험 및 수압시험에 대한 상세내용 포함)(3)	
12	기관의 계통도 또는 이와 동등한 자료	시동공기장치
13		연료유장치
14		윤활유장치
15		냉각수장치
16		유압장치
17		유압장치(밸브작동용)
18		기관의 제어 및 안전장치
19	고압연료유관의 피복 조립도(4)	
20	축압기의 구조(전자제어 기관의 경우)	
21	공통축압기의 구조(전자제어 기관의 경우)	
22	크랭크실 폭발방지용 도출밸브의 배치 및 상세도(5)	
23	크랭크실 폭발방지용 도출밸브의 계산 결과	
24	형식시험 방안 및 형식시험 성적서(7)	
25	연료분사장치용 고압부품 요목표(6)	
26	오일미스트 탐지장치 및/또는 이를 대체할 수 있는 경보장치 배치도	
27	관장치의 기계식 이음에 대한 상세도	
28	경사한계에 대해 검증된 도면 및 자료(103. 1항에 따른다.)	
29	컴퓨터기반시스템에 관한 도면 및 자료(6편 2장 101. 3항 (7)호에 따른다.)	

(비고)

(1) 재료 및 용접절차시방서의 승인의 경우 용접절차시방서는 예열 및 후열처리, 용접용재료, 접합조건(fit-up conditions)에 대한 상세사항을 포함해야 한다.

(2) 치수 및 상세가 다른 각 실린더분에 대해 제출.

(3) 해당되는 재료, 비파괴 시험 및 수압시험에 대한 우리 선급 요건과의 비교를 위해 제출.

(4) 모든 기관에 해당됨.

(5) 기관의 실린더지름이 200 mm 이상 또는 크랭크실 용적이 0.6 m^3 이상인 경우에만 제출.

(6) 압력, 관의 치수 및 재료에 대한 사양을 포함하는 문서

(7) 형식시험 성적서는 형식시험 완료 후 신속히 제출하여야 한다.

표 5.1.5 참고용으로 제출해야 할 내연기관의 도면 및 자료

번호	도면 및 자료	
1	기관의 요목표(전반적인 기관 정보를 포함하는 기술자료표(가능한 한 우리 선급이 요구하는 별도의 양식에 따라 제출할 것), 프로젝트 가이드, 선박설치매뉴얼 등)	
2	기관의 횡단면도	
3	기관의 종단면도	
4	베드플레이트 및 크랭크실(주조품인 경우)	
5	추력베어링 조립도(1)	
6	프레임/프레임박스/기어박스(주조품인 경우)(2)	
7	타이로드	
8	연접봉	
9	연접봉 조립도(3)	
10	크로스헤드 조립도(3)	
11	피스톤로드 조립도(3)	
12	피스톤 조립도(3)	
13	실린더 재킷/블럭(주조품인 경우)(2)	
14	실린더 커버 조립도(3)	
15	실린더라이너	
16	고정장치를 포함한 평형추(크랭크축과 일체형이 아닌 경우)	
17	캠축 구동장치 조립도(3)	
18	플라이휠	
19	연료분사펌프	
20	연료유 계통의 손상으로 위험을 초래할 수 있는 배기관 및 고온부의 피복 및 방열 조립도	
21	전자제어기관의 구조 및 배치	제어밸브
22		고압펌프
23		고압펌프 구동장치
24	기관의 취급설명서(4)	
25	고장모드 및 영향분석(FMEA) 결과(전자제어기관의 경우)(5)	
26	주조 및 용접에 대한 생산 시방서	
27	기관 설계 및 운전 중 보수에 대한 품질관리시스템의 증빙	
28	기관 생산에 대한 품질 요건	
29	제어 구성품, 환경시험에 대한 형식승인 증서(6)	

(비고)
(1) 기관에 내장되어 있으나 베드플레이트와 일체를 이루지 않는 경우에만 제출.
(2) 1실린더분 또는 1실린더 형상분에 대해 제출.
(3) 구성품의 식별(예를 들면 도면 번호 등)을 포함하여 제출.
(4) 기관의 취급설명서는 모든 특수공구 및 게이지의 상세사항을 포함한 보수점검 요령을 포함.
(5) 유압, 공압 또는 연료분사 및 밸브의 전자제어로 이루어지는 기관의 경우에는 전자제어장치가 고장이 나더라도 기관 성능이 허용기준 이하로 저하되지 않는다는 것을 증명하기 위하여 고장모드 및 영향분석(FMEA)을 제출하여야 한다.
(6) 제어, 보호 및 안전 장비는 지정된 시험 조건에 적합한 성능을 가지는 지에 대해 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 23절**에 따라 시험으로 입증되어야 한다.

표 5.1.6 검사용으로 제출해야 할 내연기관의 도면 및 자료

번호	도면 및 자료	
1	기관의 요목표(가능한 한 우리 선급이 요구하는 별도의 양식에 따라 제출할 것)	
2	주요부품의 재료사양서(비파괴시험 및 수압시험에 대한 상세내용 포함)(1)	
3	베드플레이트 및 크랭크실(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함)(2)	
4	추력베이링 베드플레이트(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함)(2)	
5	프레임/프레임박스/기어박스(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함) (2)	
6	크랭크축 조립도 및 상세도	
7	추력축 또는 중간축(기관과 일체형인 경우)	
8	축커플링볼트	
9	주베어링의 볼트 및 스터드	
10	실린더헤드 및 배기밸브의 볼트 및 스터드(2행정 기관의 경우)	
11	연접봉의 볼트 및 스터드	
12	타이로드	
13	기관의 계통도 또는 이와 동등한 자료(3)	시동공기장치
14		연료유장치
15		윤활유장치
16		냉각수장치
17		유압장치
18		유압장치(밸브작동용)
19		기관의 제어 및 안전장치
20	고압연료유관의 피복 조립도(4)	
21	축압기의 구조(유압유 및 연료유용의 경우)	
22	연료분사장치용 고압부품 요목표(5)	
23	크랭크실 폭발방지용 도출밸브의 배치 및 상세도(6)	
24	오일미스트 탐지장치 및/또는 이와 대체할 수 있는 경보장치 배치도	
25	실린더헤드	
26	실린더블럭, 엔진블럭	
27	실린더라이너	
28	고정장치를 포함한 평형추(크랭크축과 일체형이 아닌 경우)	
29	연접봉(캡 포함)	
30	크로스헤드	
31	피스톤로드	
32	피스톤 조립도(7)	
33	피스톤헤드	
34	캠축 구동장치 조립도(7)	
35	플라이휠	
36	기관의 거치 배치도(주기관의 경우에 한함)	
37	연료분사펌프	
38	연료유 계통의 손상으로 위험을 초래할 수 있는 배기관 및 고온부의 피복 및 방열 조립도	

표 5.1.6 검사용으로 제출해야 할 내연기관의 도면 및 자료(계속)

번호	도면 및 자료	
39	댐퍼의 구조 및 배치	
40	전자제어기관의 조립도 또는 배치도	제어밸브
41		고압펌프
42		고압펌프 구동장치
43		밸브몸체(해당하는 경우)
44	기관의 취급설명서(8)	
45	고장모드 및 영향분석(FMEA) 결과를 기반으로 하는 시험방안(전자제어기관의 경우)(9)	
46	주조 및 용접에 대한 생산 시방서	
47	제어 구성품, 환경시험에 대한 형식승인 증서	
48	기관 생산에 대한 품질 요건	

(비고)
(1) 해당되는 재료, 비파괴 시험 및 수압시험에 대한 우리 선급 요건과의 비교를 위해 제출.
(2) 재료 및 용접절차시방서의 승인의 경우 용접절차시방서는 예열 및 후열처리, 용접용재료, 접합조건(fit-up conditions)에 대한 상세사항을 포함.
(3) 주요치수, 작동매체 및 최고사용압력 등과 같은 기관 제조자가 제공하는 시스템 상세를 제출.
(4) 모든 기관에 해당됨.
(5) 압력, 관의 치수 및 재료에 대한 사양을 포함하는 문서
(6) 기관의 실린더지름이 200 mm 이상 또는 크랭크실 용적이 0.6 m^3 이상인 경우에만 제출.
(7) 구성품의 식별(예를 들면 도면 번호 등)을 포함하여 제출.
(8) 기관의 취급설명서는 모든 특수공구 및 게이지의 상세사항을 포함한 보수점검 요령을 포함.
(9) 유압, 공압 또는 연료분사 및 밸브의 전자제어로 이루어지는 기관의 경우

204. 증기터빈의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【지침 참조】

1. 승인도면

(1) 조립단면도
(2) 터빈 케이싱, 터빈 로터, 날개
(3) 터빈의 거치상세도
(4) 주복수기
(5) 주요부품의 용접시공 요령 및 상세도

2. 자료

(1) 터빈의 연속최대출력시의 요목(출력, 터빈 로터의 회전수, 터빈 입구의 증기압력 및 온도, 복수기 진공 또는 배기실의 증기상태)
(2) 터빈 로터의 위험회전수, 각 단의 날개 수, 노즐 수 및 노즐배치, 제관선도, 제어 안전장치 계통도 및 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 자료
(3) 주요부품의 재료 요목표
(4) 축계 비틀림진동의 계산에 관한 자료(**4장 1절** 참조)
(5) 터빈 로터 및 날개의 강도계산서

205. 가스터빈의 제조자가 제출할 도면 및 자료

1. 승인용 도면 및 자료 *(2021)*

(1) 조립단면도
(2) 터빈 및 압축기의 디스크(또는 로터)
(3) 연소기
(4) 회전날개 및 고정날개의 조립 상세도

(5) 축 커플링 및 커플링 볼트
(6) 부속 관장치도(연료, 윤활유, 냉각수, 공압 및 유압 장치를 포함하는 관의 재료 정보, 치수, 사용압력 등을 기재한 것)
(7) 가스터빈 부속의 압력용기 및 열교환기(**5장**에 따라 제1급 및 제2급 압력용기로 분류된 것)
(8) 가스터빈의 거치 상세도
(9) 가스터빈 요목표(터빈의 형식 및 제품번호, 연속최대출력, 최대피크출력, 연속최대출력시의 가스발생기 및 출력터빈의 회전수, 연속최대출력시의 압축기 배기온도 및 출력터빈 입구온도, 운전을 위한 주위환경조건, 사용 연료유 및 윤활유)
(10) 주요부품의 용접 상세
(11) 터빈 로터 및 압축기의 위험회전수
(12) 각 단의 회전날개 수
(13) 고정날개의 수 및 배치
(14) **404.**에 규정된 것을 포함하는 안전장치 목록

2. 참고용 도면 및 자료 *(2021)*
(1) 주요부품의 재료사양서
(2) 전체장치도
(3) 시동장치도
(4) 흡배기장치도
(5) 가스터빈의 제어 계통도
(6) 주요부품의 적합성 및 강도를 입증하기 위한 계산 또는 시험 결과를 포함하는 문서
(7) 터빈 날개의 진동 계산서
(8) 연료제어계통의 작동 설명서
(9) 냉각방법 설명서
(10) 정비지침서
(11) 고장모드 영향분석(FMEA) 보고서
(12) 날개가 파손될 경우 봉쇄(containment)에 관한 문서

206. 축계의 제조자가 제출할 도면 및 자료

1. 승인도면
(1) 추력축
(2) 중간축
(3) 프로펠러축
(4) 선미관 및 선미관베어링 또는 스트럿 베어링
(5) 커플링 및 커플링 볼트
(6) 프로펠러

2. 자료
(1) 주기관의 종류에 따라 계산에 필요한 자료
(2) 축계 비틀림진동의 계산에 관한 자료(**4장 1절** 참조)
(3) 주요부품의 강도계산서

207. 동력전달장치의 제조자가 제출할 도면 및 자료

1. 승인도면
(1) 조립단면도
(2) 각 기어, 각 기어축, 플렉시블 커플링, 플렉시블 축 등 주요부분의 구조도
(3) 주요부품의 용접시공 요령 및 상세도
(4) 제관장치도

2. 자료
(1) 주요 요목표(각 피니언의 연속최대출력에서의 전달마력 및 매분당 회전수, 각 기어의 톱니의 수, 모듈, 피치원지름, 압력각, 나선각, 톱니의 너비, 중심거리, 커터의 톱니끝 곡률반지름, 백래쉬, 전위량, 톱니 모양 및 잇줄의 수정량,

톱니면의 최종 다듬질방법, 기대하는 가공 정도 등을 기재한 것)
(2) 동력전달부분에 사용하는 재료 요목표(화학성분, 열처리방법, 기계적 성질 및 그의 시험방법 등을 기재한 것)
(3) 주요부품의 강도계산서
(4) 축계 비틀림진동의 계산에 관한 자료(**4장 1절** 참조)

208. 보일러, 제1급 압력용기 및 제2급 압력용기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【지침 참조】

1. 승인도면
(1) 전체조립도
(2) 동체, 노통 및 헤더 등의 상세도
(3) 부착품용 자리 및 노즐상세도
(4) 보일러관의 배열 및 상세도, 과열기 및 재열기의 관의 배열 및 상세도, 이코노마이저 또는 배기가스 이코노마이저의 관의 배열 및 상세도
(5) 공기예열기, 보일러 부착품 장치도 또는 장치선도
(6) 안전밸브 조립도 및 도출밸브의 조립도
(7) 용접구조물의 상세도 및 용접시공요령서
(8) 파열판 상세도(설치되는 경우)
(9) 보일러의 분연장치 *(2022)*

2. 자료
(1) 주요 요목표(종류, 형식, 설계압력, 과열기 출구에서의 증기의 호칭압력 및 온도, 매시 계획최대증발량, 방사전열면적 및 접촉전열면적, 급수온도, 노통의 용적, 계획최대증발시의 연료소비량, 버너의 분사능력 및 개수, 안전밸브 조정압력 등을 기재한 것).
(2) 주요부품의 강도계산서
(3) 운전 지침서(원통형 배기가스 이코노마이저에 한함)

209. 냉동장치의 제조자가 제출할 도면 및 자료

1. 승인도면
(1) 냉장화물창용 냉동장치의 관계통도
(2) 1차냉매의 압력을 받는 압력용기 도면

2. 자료
(1) 냉동장치의 요목표

210. 중요보기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【지침 참조】

1. 승인도면
(1) 조립단면도(주요부품의 재료를 기재한 것)
(2) 축 구조도

2. 자료
(1) 주요 요목표(구동원동기의 종류, 출력 및 회전수, 용량 등을 기재한 것)

3. 조타장치 및 윈들러스에 대하여는 각각 **7장 103.** 및 **8장 202.**에 따른 도면 및 자료

211. 과급기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 *(2017)*

1. 카테고리 A
(1) 봉쇄시험(containment test) 성적서
(2) 주요치수 및 구성품의 명칭이 포함된 횡단면도

2. 카테고리 B 및 C
(1) 봉쇄(containment) 평가를 위한 주요치수 및 하우징 구성품의 재료가 포함된 횡단면도
(2) 디스크가 파손될 경우 봉쇄(containment)에 관한 문서
(3) 최대허용운전회전수, 과속도 경보레벨, 터빈 입구에서의 최대허용 배기가스온도 및 배기가스온도 경보레벨, 윤활유 입구 최소압력 및 저압경보 설정점, 윤활유 출구 최대온도 및 고온경보 설정점, 최대허용 진동레벨(자체 및 외부발

생 진동)과 같은 운전자료 및 제한점
(4) 윤활계통의 배치

3. 카테고리 C

(1) 하우징 및 날개 고정부의 상세를 포함하는 회전부의 도면
(2) (1)호 재료의 화학성분 및 기계적 성질
(3) (1)호의 용접상세 및 용접절차(용접구조인 경우)
(4) 디스크와 축이 끼워맞춤인 경우 안전한 토크전달에 관한 문서
(5) 기대수명, 크리프의 고려, 저사이클 피로 및 고사이클 피로에 대한 정보
(6) 운전 및 정비 설명서

제 3 절 시험 및 검사

301. 공장시험

1. 기관장치는 선내에 설치하기 전에 해당시험을 행하는데 적절한 설비를 갖춘 장소에서 해당되는 각 장의 규정에 따라 시험 및 검사를 받고, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시운전 검사를 받아야 한다. **【지침 참조】**
2. 제조자증서(W) 및 시험성적서(TR)를 발행하는 제조자는 제조자의 책임 하에 시험 및 검사를 실시하여야 하며 우리 선급에 의한 인정이 이러한 제조자의 책임을 면제하는 것은 아니다. **【지침 참조】**
3. 검사원은 제조자증서(W) 및 시험성적서(TR)가 동의되거나 승인된 사양서에 적합함을 검토하여야 한다. 제조자증서(W) 및 시험성적서(TR)가 요구되는 경우에도 검사원은 언제라도 시험의 입회 및 생산관리 요소의 확인을 요구할 수 있다. *(2017)*

302. 선내시험

기관장치는 선내에 설치한 후 해당되는 각 장의 규정에 따라 시험 및 검사를 받아야 하며, 해상 시운전시에는 정상적인 기능을 갖고 과도한 진동이 없음을 확인받아야 한다.

303. 시험검사의 생략

우리 선급이 인정하는 증명서를 갖는 기관장치 또는 재료에 대하여는 시험검사의 일부 또는 전부를 생략할 수 있다.

304. 시험의 추가

우리 선급이 필요하다고 인정할 경우에는 이 규칙에서 규정하지 아니하는 시험검사 또는 제조자가 행한 시험성적서의 제출을 요구할 수 있다.

305. 품질보증제도 등에 의한 검사

우리 선급이 별도로 정하는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**에 따라 우리 선급의 품질보증제도의 승인을 받고 제조한 기관장치에 대하여는 우리 선급 검사원 입회하에 실시하는 시험 및 검사의 일부 또는 전부를 제조자에게 위임할 수 있다.

제 4 절 예비품 및 공구 등

401. 적용 【지침 참조】

1. 각 선박에는 원칙적으로 우리 선급이 권고하는 예비품 및 공구를 기관실 또는 적당한 장소에 비치하여야 한다. 항해구역에 제한을 받는 선박 및 어선에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. *(2017)*
2. 선박에 장비한 동일한 치수, 형식 및 동일 목적의 기관장치가 2대 이상 설치되어 있고, 이들의 부속품이 서로 교환하여 사용할 수 있는 경우에는 특별히 규정된 것을 제외하고 1대분의 예비품만으로 충분하다. 다만, 선박에 장비한 기관장치의 수가 규칙에서 요구하는 대수보다 많고, 각각의 용량이 통상의 항해에 지장이 없을 정도로 충분한 경우에는

이들의 예비품은 비치하지 아니할 수 있다.

402. 예비품의 종류 및 수량 *(2017)* 【지침 참조】

주기관 및 중요한 보조기관용 내연기관, 주기관 및 중요한 보조기관용 증기터빈, 축계 및 동력전달장치, 보일러, 중요보기, 공구 등의 예비품 종류 및 수량은 우리 선급이 별도로 권고하는 바에 따른다. ⚓

제 2 장 주기관 및 보조기관

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 주기관, 발전기 및 중요보기를 구동하는 보조기관에 적용한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 소형의 보조기관에 대하여는 일부 규정의 적용을 참작할 수 있다. *(2017)* **【지침 참조】**
2. 전기추진용 발전기를 구동하는 기관에 대하여는 이 장의 규정 이외에 **6편 1장 16절**의 규정에도 적합하여야 한다.
3. 비상전원용 발전기를 구동하는 내연기관은 이 장의 규정 이외에 **6편 1장 203.** 및 **6편 2장 204. 2**항의 규정에도 적합하여야 한다. *(2018)*
4. **부속 관장치** 기관의 부속 관장치에 대하여는 이 장에서 특별히 규정된 것을 제외하고는 **6장**의 규정에 적합하여야 한다. *(2021)*
5. **용접구조** 기관의 주요부품을 용접구조로 할 경우에는 우리 선급이 특별히 필요하다고 인정하는 경우, 공사에 앞서 예비시험 또는 공사에 관한 시험을 요구할 수 있다. 또한, 용접방법 등은 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다. 이는 주요부품의 용접수리를 하는 경우에도 적용된다. **【지침 참조】**
6. **계기** 주기관 및 보조기관에는 기관의 안전운전에 필요한 회전계, 압력계 및 온도계를 부착하여야 한다.
7. **전자제어디젤기관** 주추진기관으로 전자제어디젤기관을 사용하는 경우에는 이 장에서 규정된 요건에 추가하여 우리 선급이 별도로 규정한 요건에 따른다. **【지침 참조】**
8. **가스연료기관 7편 5장**의 적용을 받는 연료로서 화물을 사용하는 액화가스 산적운반선에 설치되는 가스연료기관의 경우에는 이 장에서 규정된 요건에 추가하여 **7편 5장 5절, 16절**의 규정에도 적합하여야 한다. 액화가스 산적운반선 및 압축천연가스(CNG) 산적운반선 이외에 인화점 60 °C 미만의 저인화점 연료를 사용하는 선박에 설치되는 가스연료기관의 경우에는 이 장에서 규정된 요건에 추가하여 **저인화점연료선박규칙**의 관련 규정에도 적합하여야 한다. 또한 저압가스를 연료로 사용하는 내연기관에 대하여는 **지침 부록 5-7**에 따른다. *(2018) (2021)*

제 2 절 내연기관

201. 재료

1. **시험** 내연기관의 부품에 대하여는 **표 5.2.4**에 정한 바에 따라 시험을 하여야 하며, **2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 실린더, 실린더 라이너, 실린더 커버, 피스톤, 기타 고온 고압을 받는 부품은 응력 또는 열에 충분히 견딜 수 있는 적절한 재질의 것이어야 한다.

202. 일반구조 및 장치

1. **거치**
   (1) 프레임 및 베드는 충분한 강도를 갖는 구조의 것으로서 유밀이어야 한다.
   (2) 기관에 의하여 정적 및 동적으로 가해지는 모든 힘에 견딜 수 있도록 기관 베드는 충분한 수의 거치 볼트로 기관 거치대에 견고하게 거치하여야 한다. 또한, 거치 볼트는 기관 제조자가 권고하는 토크(볼트를 유압으로 체결하는 경우에는 기관 제조자가 권고하는 유압)를 기준으로 계산한 축력에 견디도록 충분한 강도를 가져야 한다. **【지침 참조】**
   (3) 수지촉(resin chock)을 사용하거나 탄성지지를 이용할 경우에는 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.
   (4) 기관 거치 시, 기관 제조자가 권고하는 토크(볼트를 유압으로 체결하는 경우에는 기관 제조자가 권고하는 유압)를 기준으로 계산한 축력에서 수지촉(resin chock)의 면압은 형식승인 시 승인된 값 이내이어야 하며 두께는 형식승인 시 승인된 값 이상이어야 한다.
2. **화재예방** 내연기관의 바로 위 및 주위에 나무 또는 기타 연소하기 쉬운 재료로 만들어진 구조물이 있고, 화재의 위험이 있는 경우에는 적절한 조치를 강구하여야 한다.
3. **배기터빈 과급기**

(1) 배기터빈 과급기를 장비하는 주기관에 있어서는 1대의 과급기가 고장 난 경우에도 선박이 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 충분한 출력으로 주기관을 계속 운전할 수 있는 조치를 강구하여야 한다.

(2) 주기관의 시동 및 저속범위에서 배기터빈 과급기만으로 운전할 수 없는 경우에는 최소한 2대의 보조 소기 송풍기를 설치하여야 한다. 또한, 각 보조 소기 송풍기의 용량은 1대의 보조소기 송풍기가 고장 난 경우에도 배기터빈 과급기가 효력을 충분히 발휘할 수 있는 출력까지 주기관을 운전할 수 있어야 한다.

(3) 배기터빈 과급기의 구성품 수명 및 회전수에 대한 경보레벨은 공기흡입구 온도 45 °C를 기준으로 하여야 한다. 과급기의 공기흡입구에는 여과기가 설치되어야 한다.

(4) 배기터빈 과급기는 로터의 파손 시 충분히 봉쇄(containment)되도록 설계되어야 한다. 로터의 파손 시 부품이 과급기의 케이싱을 관통하거나 공기흡입구로 돌출되어서는 아니 된다. 시험 및 계산에서는 디스크 파손이 일어날 수 있는 가장 가혹한 경우를 가정하여야 한다. 카테고리 B 및 C에 해당하는 과급기의 경우 봉쇄(containment)가 시험으로 문서화되어야 한다. 선택된 과급기가 전체 시리즈를 대표함을 입증(예를 들면 계산에 의하여)할 수 있을 경우 하나의 특정 과급기의 시험으로 전체를 대신할 수 있다. 이 경우 보수적으로 고려하여 가장 큰 과급기의 시험이 권고 된다.

(가) 최소시험회전수는 압축기의 경우 최대허용운전회전수의 120 %, 터빈의 경우 최대허용운전회전수의 140 % 또는 자연파손회전수 중 작은 것으로 한다. 사용온도에서 시험이 실시되어야 한다.

(나) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 봉쇄시험(containment test)을 실제 실시하는 것을 대신하여 모의시험 모델에 의한 케이싱의 계산을 기초로 충분한 봉쇄 안정성에 대한 수치해석(모의시험)을 수행할 수 있다. **【지침 참조】**

(5) 카테고리 C에 해당하는 배기터빈 과급기에서 디스크가 수축끼워맞춤으로 축과 연결될 경우, 최대회전수, 최대토크, 최대기울기 및 최소압입량과 같은 모든 운전범위에서 안전한 토크전달이 계산으로 입증되어야 한다.

4. 연료유 공급 실린더의 연료 분사밸브는 기관이 정지 중에도 수동펌프 또는 기타의 적절한 방법에 의하여 연료유를 공급할 수 있는 구조로 하여야 한다.

5. 시동장치

(1) 내연기관의 시동에 압축공기를 사용하는 경우에는 **6장 11절**의 규정에 적합하여야 한다.

(2) 주기관의 시동에 축전지를 사용하는 경우에는 적어도 독립된 2조의 축전지를 설치하여야 하며, 동시에 사용되지 않도록 연결하여야 한다. 각 축전지는 냉각상태에서 시동준비가 완료된 기관을 시동할 수 있어야 하며, 이들의 합계용량은 도중에 충전하지 아니하고 30분 이내에 **6장 1101.**의 1항에서 규정하는 회수만큼 시동할 수 있는 것이어야 한다.

(3) 시동에 축전지를 필요로 하는 보조기관의 시동장치는 2조의 독립된 축전지를 비치하여야 하며, 이들 축전지의 합계용량은 냉각상태에서 시동준비가 완료된 각 기관을 적어도 3회 시동하는데 충분한 것이어야 한다. 보조기관이 1대일 경우, 축전지는 1조로 할 수 있다.

(4) 시동에 축전지를 필요로 하는 보조기관의 시동장치는 주기관의 시동용 축전지로부터 독립회로에 의해 급전할 수 있으며, 이 경우 주기관 시동용 축전지의 합계용량은 (2)호 및 (3)호에서 규정하는 회수만큼 시동할 수 있는 용량과 그 기관의 감시용으로 소모되는 양을 합한 것 이상이어야 한다.

(5) 시동용 축전지는 시동용 및 그 기관의 감시용으로만 사용하여야 하며, 항상 축적된 에너지가 계속 유지될 수 있는 설비를 하여야 한다. **【지침 참조】**

(6) 비상발전기를 구동하는 원동기의 시동장치 및 시동성능은 **6편 1장 203.**의 규정에 따른다.

6. 윤활유 장치

(1) 크랭크실을 윤활유 탱크로 사용하는 밀폐식 크랭크실 내연기관에는 크랭크실 내의 기름을 수시로 배출할 수 있는 장치를 하여야 한다. 또한, 드레인 탱크로 유도된 윤활유 드레인 관의 배출구는 드레인 탱크의 액면 아래에 잠기도록 하여야 한다.

(2) 윤활유 장치에는 적당한 위치에 윤활유의 유동상황을 알 수 있는 장치 또는 압력계를 설치하여야 한다.

(3) 과급기의 회전축에 대한 윤활유 장치는 윤활유가 토출공기 내에 들어가지 아니하도록 하여야 한다.

7. 냉각장치

(1) 각 실린더 및 피스톤의 냉각수 또는 냉각유는 균일하게 공급되도록 하여야 하며, 냉각수가 고이는 재킷 및 냉각수관의 최하부에는 배수콕을 설치하여야 한다.

(2) 냉각수 또는 냉각유는 되도록 높은 위치에서 배출되도록 하고, 배출구에는 온도계를 설치하여야 한다.

203. 안전장치

1. 조속기

(1) 주기관에는 조속기를 장비하고 연속최대회전수의 115 %를 넘지 아니하도록 조정하여야 한다. 또한, 연속최대출력이 220 kW 이상으로서 클러치를 뗄 수 있거나 가변피치 프로펠러를 구동하는 주기관은 조속기와 별도로 구동되는 과속도방지장치를 장비하고, 연속최대회전수의 120 %를 넘지 아니하도록 조정하여야 한다.

(2) 발전기를 구동하는 기관에는 **6편 1장 302.**의 **2**항 및 **3**항에 규정하는 조속기를 장비하여야 한다. 또한, 연속최대출력이 220 kW 이상인 경우에는 조속기와는 별도로 구동되는 과속도방지장치를 장비하고, 연속최대회전수의 115 %를 넘지 아니하도록 조정하여야 한다.

(3) 주기관에 전자식 조속기가 장비되고 원격제어시스템의 일부를 구성하는 경우, 전자식 조속기는 **9편 3장 305.**의 **2**항 (3)호 및 다음 조건에 따라야 한다. *(2020)*

(가) 조속기로의 전원 공급 부족이 프로펠러의 미리 설정된 속도 및 추력의 방향에 주요하고 갑작스런 변화를 일으킬 수 있는 경우, 자동으로 사용 가능한 예비전원이 공급되어야 한다.

(나) 기관의 기계측 제어가 항상 가능하여야 한다. 이 목적을 위하여 원격제어 신호를 차단하기 위한 수단이 기계측 제어 위치에 제공되어야 한다. 만약 이러한 차단이 (1)호에서 요구하는 조속기 기능도 차단할 경우, 추가적인 별도의 조속기가 기계측 제어 모드를 위하여 제공되어야 한다.

(다) 전자식 조속기 및 그 작동기(actuators)는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 23절**에 따라 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.

2. 실린더 과압에 대한 보호 실린더의 지름이 230 mm를 넘는 기관의 각 실린더에는 유효한 센티널밸브(sentinel valve), 연속최대출력시의 실린더 내 최대압력의 140 % 이하의 압력에서 배기할 수 있도록 조정된 도출밸브, 승인된 형식의 유효한 경보장치 또는 다른 인정할 수 있는 수단을 갖추어야 한다. **【지침 참조】**

3. 크랭크실 개폐문

(1) 크랭크실의 구조 및 크랭크실의 개폐문은 폭발방지용 도출밸브의 설치를 고려하여 크랭크실 내부의 폭발로 인해 발생하는 크랭크실 압력을 견딜 수 있도록 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다. 크랭크실의 개폐문은 내부에서 폭발이 일어나도 열리지 아니하도록 확실히 부착하여야 한다.

(2) 기관의 제어대(control stand) 또는 기관의 각 측면에 있는 크랭크실 개폐문에는 **"크랭크실 내부에 과열부분이 있다고 생각될 때에는 기관이 정지한 후 냉각에 필요한 충분한 시간이 경과된 후가 아니면 개폐문 또는 사이트홀을 열어서는 아니 된다"**는 취지의 주의명판을 부착하여야 한다.

4. 크랭크실 도출밸브 【지침 참조】

(1) 실린더의 지름이 200 mm 이상이거나 크랭크실의 총용적이 0.6 m^3 이상인 기관의 크랭크실에는 내부에서 폭발이 생길 때에 일어나는 과압에 대하여 승인된 형식의 도출밸브를 설치하여야 한다.

(2) 크랭크실에 설치하는 도출밸브의 수는 다음에 따른다.

(가) 실린더의 지름이 250 mm 이하인 기관의 경우에는 적어도 기관의 양단 실린더 부근에 각각 1개씩 설치하여야 한다. 다만, 크랭크 스로우가 8개를 넘는 경우에는 기관의 중앙 부근에 추가로 1개를 설치하여야 한다.

(나) 실린더의 지름이 250 mm 초과하고 300 mm 이하인 기관의 경우에는 적어도 크랭크 스로우 하나 건너마다 1개씩 설치하여야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 2개 이상이어야 한다.

(다) 실린더의 지름이 300 mm초과하는 기관의 경우에는 적어도 크랭크 스로우마다 1개씩 설치하여야 한다.

(3) 각 도출밸브의 통과면적은 45 cm^2 이상이어야 하며, 기관에 부착된 도출밸브의 총통과면적은 크랭크실의 총용적 1 m^3 당 115 cm^2 이상이어야 한다. 크랭크실의 총용적을 산정함에 있어서 크랭크실 내부에 붙어있는 부품들의 용적은 감할 수 있다. 다만, 회전 및 왕복하는 부품은 총용적에 포함되어야 한다.

(4) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브에는 내부 폭발이 발생한 경우에 크랭크실 압력을 방출하고 그로 인한 공기의 유입을 방지하기 위하여 스프링을 장착한 밸브 디스크 또는 기타 신속하게 작동하는 자기폐쇄장치를 설치하여야 한다.

(5) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브의 밸브 디스크는 최대의 개방위치에서 스토퍼와의 접촉 충격에 견딜 수 있는 연성재료로 제작되어야 한다.

(6) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브는 0.02 MPa 이하의 압력에서 신속하고 완전하게 개방되도록 설계 및 제작하여야 한다.

(7) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브에는 크랭크실의 압력도출을 위한 기류는 허용하고 크랭크실의 폭발에 따른 화염의 통과를 방지하기 위하여 플레임어레스터를 설치하여야 한다.

(8) 크랭크실로부터 독립인 캠축구동기어실, 롤러체인실 또는 기타 구동장치실로서 그의 용적이 0.6 m^3 이상일 경우에

는 그곳에 도출밸브를 설치하여야 한다.

5. 크랭크실의 환기

(1) 원칙적으로 크랭크실의 통풍장치 및 크랭크실 내에 외기의 유입이 발생하도록 하는 장치를 설치하여서는 아니 된다. 다만, 누설된 연료가스가 축적되는 것을 방지하기 위하여 크랭크실에 통풍장치를 설치한 이중연료기관은 제외할 수 있다.

(2) 크랭크실에 통풍관을 설치한 경우에는 크랭크실이 폭발한 후 공기의 유입을 최소화하기 위하여 단면적은 가능한 한 작게 하여야 한다.

(3) 크랭크실로부터 오일미스트 가스를 강제로 흡입하는 경우(예를 들면, 오일미스트의 검출 목적 등)에는 크랭크실 내부의 부압이 2.5×10^{-4} N/mm^{2}를 넘어서는 아니 된다.

(4) 크랭크실 사이의 교차연결 및 폭발에 따른 화재의 확산을 방지하기 위하여 각각의 기관에 대한 크랭크실 통풍관 및 윤활유 드레인관은 다른 기관의 것과 독립된 것이어야 한다.

6. 소제공기실의 보호장치

(1) 실린더와 직접개구를 가지는 크로스헤드형 기관의 소제공기실에는 소화장치를 설치하여야 하며, 이 경우의 소화장치는 기관실의 소화장치와는 별개의 것이어야 한다.

(2) 실린더와 직접개구를 가지는 소제공기실에는 폭발에 의한 이상압력상승을 방지하고, 취급자에게 위험을 줄 우려가 없도록 도출밸브를 설치하여야 한다.

7. 시동 공기관 보호 시동밸브의 기능이 좋지 않을 때 생기는 폭발로부터 시동 공기주관을 보호하기 위하여 독립된 체크밸브 또는 이와 동등 이상의 장치를 각 기관의 시동 공기관 계통에 설치하여야 한다. 또한, 실린더의 지름이 230 mm 를 넘는 경우, 시동공기 매니폴드(manifold)를 갖는 자기역전식 기관에 대하여는 각 실린더의 시동밸브마다, 자기역전식이 아닌 기관에 대하여는 시동공기 매니폴드의 입구부에 각각 파열판(rupture disc) 또는 플레임어레스터(flame arrester)를 설치하여야 한다.

8. 윤활유 저압 경보장치 37 kW 를 넘는 주기관 및 보조기관에는 윤활유의 공급이 중지되거나 급유압력이 기관운전에 지장을 줄 정도로 저하되었을 경우에 보고 들을 수 있는 경보장치를 설치하여야 한다.

9. 고압 연료유관 보호 고압연료 펌프와 연료분사기 사이의 모든 외부 고압연료유 이송관은 **8편 2장 102.**의 5항 (2)호의 요건에 적합하여야 한다.

10. 크랭크실 오일미스트 탐지장치

(1) 다음의 기관에는 형식승인을 받은 오일미스트 탐지장치(또는 베어링 온도 감시장치 또는 동등한 장치)를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

(가) 연속최대출력이 2,250 kW 이상 또는 실린더 안지름이 300 mm를 초과하는 저속 디젤기관
: 경보 및 감속용

(나) 연속최대출력이 2,250 kW 이상 또는 실린더 안지름이 300 mm를 초과하는 중속 및 고속 디젤기관
: 경보 및 자동긴급정지용

저속, 중속, 고속 디젤기관에 대한 정의는 **표 5.2.1**를 따른다.

표 5.2.1 정격회전수에 따른 디젤기관 정의

구분	정격회전수 R (rpm)
저속	R 〈 300
중속	300 ≤ R 〈 1400
고속	1400 ≤ R

(2) 오일미스트 탐지장치는 기관설계자 및 오일미스트 탐지장치 제조자의 지침서 및 권고사항에 따라 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 오일미스트 탐지 및 경보에 대한 정보를 기관으로부터 떨어진 안전한 장소에서 읽을 수 있어야 한다.

(4) 각 기관에는 그 기관용의 독립된 오일미스트 탐지장치와 전용의 경보장치를 설치하여야 한다.

(5) 오일미스트 탐지 및 경보장치는 기관의 정지상태 및 정상적인 운전상태로 공장 시험대 및 선내에서 시험할 수 있어야 한다.

(6) 오일미스트 탐지장치의 경보 및 긴급정지와 시스템의 배치는 **9편 3장 3절**의 규정을 따라야 한다.

(7) 탐지기를 포함한 오일미스트 탐지장치는 탐지 및 경보 장치가 기능적으로 작동되는지 확인하기 위하여 공장 시험

대 및 선내에 설치 시 시험되어야 한다

(8) 크랭크실 내에 잠재적인 폭발조건에 이를 수 있는 오일미스트의 축적을 방지하기 위한 대체수단을 설치할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 상세한 자료를 제출하여야 한다. **【지침 참조】**

11. **배기터빈 과급기의 경보** 카테고리 B 및 C에 해당하는 과급기의 경우 경보 및 표시는 다음의 **표 5.2.2**에 따라야 한다. 표시는 기계측 또는 원격위치 중 하나에 제공되어야 한다.

표 5.2.2 배기터빈 과급기의 경보 및 표시

감시 파라미터 [H=고 L=저]	카테고리 B		카테고리 C		비고
	경보	표시	경보	표시	
회전수	H(4)	○(4)	H(4)	○(4)	
과급기 입구 배기가스온도	H(1)	○(1)	H	○	기관 각 실린더에 고온 경보가 있을 경우도 인정된다.(2)
과급기 출구 윤활유 온도			H	○	강제순환식이 아닌 경우, 베어링 근처 윤활유 온도
과급기 입구 윤활유 압력	L	○	L	○	강제순환식인 경우에 한함.(3)

(비고)

(1) 카테고리 B 과급기에서 경보레벨이 터빈의 안전레벨로 설정되고 입구 및 출구 온도의 상관관계로 얻어질 경우, 대안으로 과급기 출구에 배기가스온도 감시 장치를 설치할 수 있다.

(2) 개별 배기가스 온도 경보 및 표시가 각 실린더에 제공되고 경보레벨이 과급기의 안전치에 설정되어 있을 경우 과급기 입구의 배기가스 온도 경보 및 표시는 생략할 수 있다.

(3) 과급기의 윤활유계통이 기관의 윤활유계통과 통합되어 있지 않은 경우 또는 기관의 윤활유계통으로부터 스로틀 또는 감압밸브로 분리되어 있을 경우 별도 감지기는 설치되어야 한다.

(4) 과급기가 순차적으로 작동될 경우, 모든 과급기가 동일한 입구 공기여과기를 공유하고 웨이스트게이트가 없을 경우 회전수 감시는 마지막 순차의 과급기에는 필요하지 않다.

204. 크랭크축

1. **적용** 이 규정은 디젤기관의 크랭크축에 적용한다.

2. **최소지름** 크랭크축의 핀 또는 저널의 소요지름 d_c는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_c = \left\{ D^2 \left(M + \sqrt{M^2 + T^2} \right) \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (\text{mm})$$

$$M = 10^{-2}\ APL$$

$$T = 10^{-2}\ BP_iS$$

D : 실린더의 지름 (mm)

S : 행정 (mm)

L : 주베어링의 중심간 거리 (mm)

P : 실린더 내의 최대압력 (MPa)

P_i : 도시평균유효압력 (MPa)

A 및 B : 계수로서 등간격으로 착화하는 기관(V형 기관인 경우에는 편측열에 대하여)인 경우에는 **표 5.2.3**에 따르며, 표에 주어지지 아니한 기관에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 5.2.3 계수 A 및 B 【지침 참조】

(1) 직렬 단동기관인 경우

실린더수		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2사이클	A	1.00											
	B	8.8	8.8	10.0	11.1	11.4	11.7	12.0	12.3	12.6	13.4	14.2	15.0
4사이클	A	1.25											
	B	4.7	4.7	4.7	4.7	5.4	5.4	6.1	6.1	6.8	6.8	7.4	7.4

(2) V형 단동기관(연접봉 병렬식)인 경우

	실린더의수	동일한 크랭크 스로우에 속한 실린더간의 최소 착화간격											
		45°		60°		90°		270°		300°		315°	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2사이클	6	1.05	17.0	1.00	12.6	1.00	17.0						
	8		17.0		15.7		20.5						
	10		19.0		18.7		20.5						
	12		20.5		21.6		20.5						
	14		22.0		21.6		20.5						
	16		23.5		21.6		23.0						
	18		24.0		21.6		23.0						
	20		24.5		24.2		23.0						
4사이클	6	1.60	4.1	1.47	4.0	1.40	4.0	1.40	4.0	1.30	4.4	1.20	4.3
	8		5.5		5.5		5.5		5.5		5.3		5.2
	10		6.7		7.0		6.5		6.5		6.1		5.9
	12		7.5		8.2		7.5		7.5		6.9		6.6
	14		8.4		9.2		8.5		8.5		7.5		7.3
	16		9.3		10.1		9.5		9.5		8.2		7.9
	18		10.1		11.1		10.5		10.5		8.8		8.5
	20		11.5		14.0		11.5		11.5		9.5		9.2

205. 크랭크암의 치수

1. **일체형 크랭크축** 일체형 크랭크축에 있어서 크랭크암의 두께 및 너비는 크랭크축의 핀 또는 저널의 지름에 대하여 다음 식 또는 **그림 5.2.1**에 표시한 조건을 만족한 것이어야 한다. 다만, 크랭크축의 실제지름이 계산상의 소요지름보다 클 경우에는 다음 식의 좌변에 $(d_c/d)^3$ 을 곱한 것으로 할 수 있다. 또한, 크랭크암의 두께는 핀 또는 저널의 지름의 0.36배보다 작아서는 아니 된다. **【지침 참조】**

$$\{0.122(2.20-b/d)^2+0.337\}(d/t)^{1.4} \le 1$$

b : 크랭크암의 너비 (mm)
t : 크랭크암의 두께 (mm)
d : 크랭크핀 또는 저널의 실제지름 (mm)
d_c : 크랭크핀 또는 저널의 소요지름 (mm)

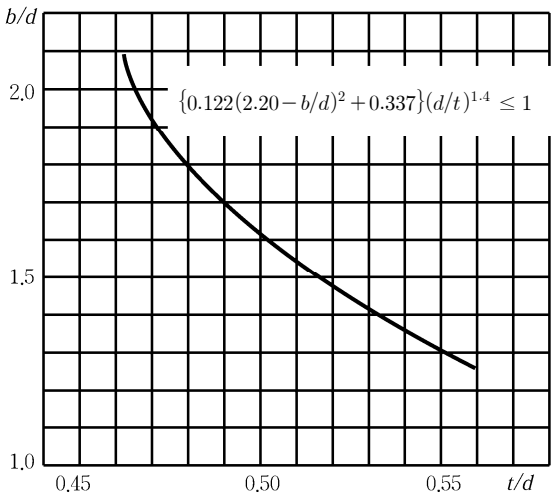


그림 5.2.1

2. 일체형 크랭크축에 있어서 핀 또는 저널 필릿부의 반지름은 각각 핀 또는 저널 지름의 0.05배보다 작아서는 아니 된다.
3. **반조립형 크랭크축** 반조립형 크랭크축에 있어서 저널을 열박음한 부분의 크랭크암의 치수는 다음 2개의 식에 표시된 조건을 만족하는 것이어야 한다. 다만, 크랭크핀 필릿부에 있어서 암의 치수는 전 각 항의 규정을 적용한다.
【지침 참조】

$$t_1 \ge \frac{C_1 T D^2}{C_2 {d_h}^2} \times \frac{1}{\left(1-\frac{1}{A_s^2}\right)}$$

$$t_2 \ge 0.525 d_c$$

t_1 및 t_2 : 암의 축방향 두께 (mm)
C_1 : 정수로서 다음에 따른다.
2사이클 직렬기관 -------- 10
4사이클 직렬기관 -------- 16
T : 204.의 2항에 따른다.
D : 실린더의 지름 (mm)
$C_2 = 12.8\alpha - 2.4\alpha^2$
다만, 중공축의 경우에는 $(1-R^2)$ 을 곱한 것.
α : 크랭크저널의 열박음의 여유를 열박음 부분의 구멍지름으로 나눈 값에 10^3을 곱한 값.
R : 중공축의 안지름을 바깥지름으로 나눈 값
d_h : 열박음 부분의 구멍지름 (mm)
A_s : 암의 바깥지름을 d_h 로 나눈 값
d_c : 204.의 2항에 따른 크랭크축의 소요지름 (mm)

4. **전조립형 크랭크축** 전조립형 크랭크축에 있어서 열박음을 한 부분의 크랭크암의 치수는 3항의 규정을 적용한다.
【지침 참조】
5. **열박음여유** 전조립형 또는 반조립형 크랭크축에 대하여 핀 또는 저널은 암에 확실히 열박음하여야 하며, 이 경우 열박음여유 α_s 는 다음의 범위 내에 있어야 한다.

$$\frac{\sigma_y \cdot d_h}{E_m} \le \alpha_s \le \left(\frac{\sigma_y \cdot d_h}{E_m} + \frac{0.8 d_h}{1{,}000}\right)\frac{1}{1-R^2}$$

σ_y : 암 재료의 규격최소항복강도 (N/mm^2)
E_m : 재료의 종탄성계수 (N/mm^2)
d_h 및 R : 3항의 규정에 따른다.

206. 재료보정

크랭크축 및 크랭크암을 규격최소인장강도 440 N/mm^{2}를 넘는 탄소강 또는 저합금강으로 제조할 경우, 크랭크축의 지름은 다음 계수 K_m 의 값을 곱한 것까지 감소시킬 수 있다. 또한, 205.의 3항 d_c 에는 이 규정을 적용하여서는 아니 되며, 규정 이외의 재료에 대한 K_m 의 값은 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

$$K_m = \sqrt[3]{\frac{440}{440+\frac{2}{3}(S-440)}}$$

S : 사용재료의 규격최소인장강도로서 1,000 N/mm^2 를 넘는 경우에는 1,000 N/mm^{2}로 한다.

207. 중공축

크랭크축의 핀 또는 저널이 중공축일 경우, 이들의 바깥지름은 204.의 2항 d_c 에 다음의 계수 K_h 를 곱한 것 이상이어야 한다. 다만, R 이 1/3 미만일 경우에는 이에 따르지 아니한다.

$$K_h = \sqrt[3]{\frac{1}{1-R^4}}$$

R : 안지름을 바깥지름으로 나눈 값.

208. 특별고려

우리 선급의 규칙에 적합하지 아니하는 크랭크축의 지름 또는 암의 치수에 대하여는 크랭크축 또는 암의 강도에 대한 상세한 계산서가 제출될 경우 이를 검토하고 적절하다고 인정할 경우에는 이를 승인할 수 있다. 또한, 통상의 제조법과 다른 방법으로 제조한 크랭크축으로서 상세한 자료 및 시험 결과를 검토하고 강도상의 우월성이 인정될 경우에는 이들의 지름 및 암의 치수를 경감할 수 있다. **【지침 참조】**

209. 플라이휠 축 및 기타 축

플라이휠 또는 펌프용 편심내륜을 크랭크축이나 크랭크 최후 저널베어링과 추력축 사이에 설치된 특설 축에 붙일 경우에는 이들 축의 지름은 204.의 2항에 따른 크랭크축의 소요지름보다 작아서는 아니 된다.

210. 축커플링 및 커플링볼트

1. 크랭크축 상호간, 크랭크축과 추력축 사이 및 209.에 규정된 축의 커플링 연결면에서의 커플링 볼트의 지름 d_b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_b = 0.7\sqrt{\frac{{d_c}^3}{nD}\cdot\frac{440}{T_b}} \quad \text{(mm)}$$

n : 볼트의 수
D : 피치원의 지름 (mm)
d_c : 204.의 2항에 따른 크랭크축의 소요지름 (mm)
T_b : 커플링 볼트의 규격최소인장강도로서 1,000 N/mm^{2}를 넘는 경우에는 1,000 N/mm^{2}로 한다.

2. 피치원상에서의 축커플링의 플랜지의 두께는 1항에 의한 커플링 볼트의 소요지름보다 작아서는 아니 된다. 또한, 축커플링 필

릿부의 반지름은 축지름의 0.08배 이상이어야 한다. 다만, 축커플링의 볼트 또는 너트의 자리파기 부분이 그 필릿부에 걸리는 경우에는 필릿부의 반지름을 축지름의 0.125배 이상으로 하여야 한다.

3. 축의 커플링이 조립형일 경우에는 단강품 또는 주강품으로 하고 축의 회전력에 대하여 충분한 강도를 가지며, 또한, 후진력에도 견딜 수 있는 구조의 것이어야 한다. 이 경우, 축에 과도한 응력집중이 생기지 아니하도록 하여야 한다.

211. 시험 및 검사

1. 기관 구성품의 시험

(1) 기관 제조자는 우리 선급의 증서를 득하고자 하는 기관 형식에 적합한 품질관리시스템을 보유하고 있어야 한다. 품질관리시스템은 외주업체에게도 적용되어야 하며 우리 선급은 품질관리시스템 또는 그 일부를 검토할 권리를 가진다. 재료 및 구성품은 기관 제조자에 의해 명시된 적절한 생산 및 품질지침서에 따라 생산되어야 한다. *(2017)* **【지침 참조】**

(2) 우리 선급에 의해 문서로 명확히 요구되지 않았다고 해서 부품과 관련된 시험 및 검사에 대해 제조자의 책임이 면제되는 것은 아니다. 제조 공정 및 장비는 모든 재료 및 구성품이 요구된 표준에 따라 일관되게 생산될 수 있도록 수립 및 유지되어야 한다. 이는 생산 및 조립라인, 가공기계, 특수공구 및 장치, 조립 및 시험기구 뿐만 아니라 리프팅 및 이동 설비를 포함한다. *(2017)*

(3) 기관의 구성품은 **표 5.2.4**에 따라 시험 및 검사를 실시하여야 한다. **표 5.2.4**에 규정되지 않은 구성품 및 재료의 경우 상세한 자료를 제출 받아 우리 선급에 의해 특별히 고려될 수 있다.

표 5.2.4 기관 구성품의 시험 및 검사 *(2017)*

구성품	재료시험(1)	비파괴시험(2)	수압 시험(3)	표면상태 및 치수검사	육안검사 (검사원)	적용대상(6)	증서
용접구조의 베드	W(C+M)	W(UT+CD)			조립 후 및 용접 후	All	KRC
횡단 베어링거더(주강)	W(C+M)	W(UT+CD)			X	All	KRC
용접구조의 프레임	W(C+M)	W(UT+CD)			조립 후 및 용접 후	All	KRC
실린더블럭(회주철)			W(5)			〉400 kW/cyl.	
실린더블럭(구상흑연주철)			W(5)			〉400 kW/cyl.	
용접구조 실린더프레임	W(C+M)	W(UT+CD)			조립 후 및 용접 후	CH	KRC
엔진블럭(회주철)			W(5)			〉400 kW/cyl.	
엔진블럭(구상흑연주철)	W(M)		W(5)			〉400 kW/cyl.	
실린더라이너	W(C+M)		W(5)			D〉300 mm	
실린더헤드(회주철)			W			D〉300 mm	
실린더헤드(구상흑연주철)			W			D〉300 mm	
실린더헤드(주강)	W(C+M)	W(UT+CD)	W		X	D〉300 mm	KRC
실린더헤드(단조)	W(C+M)	W(UT+CD)	W		X	D〉300 mm	KRC
피스톤크라운(주강)	W(C+M)	W(UT+CD)			X	D〉400 mm	KRC
피스톤크라운(단조)	W(C+M)	W(UT+CD)			X	D〉400 mm	KRC
일체형 크랭크축	KRC(C+M)	W(UT+CD)		W	임의선택부(특히 필릿부 및 오일구멍)	All	KRC
반조립형 크랭크축(크랭크스로우, 단조 주저널 및 플랜지와 연결된 저널)	KRC(C+M)	W(UT+CD)		W	임의선택부 (특히 필릿부 및 수축끼워맞춤부)	All	KRC
배기가스 밸브케이지			W			CH	
피스톤로드	KRC(C+M)	W(UT+CD)			임의선택부	D〉400 mm CH	KRC
크로스헤드	KRC(C+M)	W(UT+CD)			임의선택부	CH	KRC
연접봉(캡 포함)	KRC(C+M)	W(UT+CD)		W	임의선택부 (모든 표면, 특히 숏피닝부)	All	KRC
크랭크축의 커플링볼트	KRC(C+M)	W(UT+CD)		W	임의선택부(특히 수축끼워맞춤부)	All	KRC
주베어링의 볼트류	W(C+M)	W(UT+CD)				D〉300 mm	
실린더헤드의 볼트류	W(C+M)	W(UT+CD)				D〉300 mm	
연접봉의 볼트류	W(C+M)	W(UT+CD)		TR (나사산)		D〉300 mm	
타이로드	W(C+M)	W(UT+CD)		TR (나사산)	임의선택부	CH	KRC
고압연료분사펌프 몸체(body)	W(C+M)		W			D〉300 mm	
	W(C+M)		TR			D≤300 mm	

표 5.2.4 기관 구성품의 시험 및 검사 (계속)

구성품	재료시험(1)	비파괴시험(2)	수압시험(3)	표면상태 및 치수검사	육안검사 (검사원)	적용대상(6)	증서
고압연료분사밸브 (오토프레티지가 아닌 경우만)			W			D〉300 mm	
			TR			D≤300 mm	
커먼레일을 포함하는 고압연료분사관	W(C+M)		W (오토프레티지가 아닌 경우만)			D〉300 mm	
	W(C+M)		TR (오토프레티지가 아닌 경우만)			D≤300 mm	
고압커먼서보오일시스템	W(C+M)		W			D〉300 mm	
	W(C+M)		TR			D≤300 mm	
냉각기(양면)(4)	W(C+M)(7)		W			D〉300 mm	
축압기	W(C+M)		W			0.5 L를 초과하는 용량의 축압기를 가지는 기관	
유압작동밸브 용의 관, 펌프, 작동기 등(해당되는 경우)	W(C+M)		W			〉800 kW/cyl.	
엔진구동펌프 (오일, 물, 연료유, 빌지) (상기 고압연료분사펌프 몸체 및 유압구동밸브 용 펌프 외)			W			〉800 kW/cyl.	
주베어링, 크로스헤드 및 크랭크핀 베어링	TR(C)	TR (UT, 모재와 베어링 금속 사이 전체 접촉부)		W		〉800 kW/cyl.	

(비고)

C : 화학성분
CD : 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사에 의한 결함검출
KRC : 선급기자재증서
TR : 시험성적서
W : 제조자증서
M : 기계적 성질
CH : 크로스헤드 기관
D : 실린더의 지름
UT : 초음파탐상검사
X : 검사원이 접근 가능한 표면의 육안검사

(1) 화학성분 및 기계적 성질, 그리고 표면경화(경도, 깊이, 범위), 피닝(peening) 및 압연(범위 및 적용된 힘)과 같은 표면처리를 포함하는 재료의 성질
(2) 초음파탐상검사, 자분탐상검사 또는 액상침투 탐상검사에 의한 결함검출을 의미하는 비파괴검사
(3) 수압시험은 구성품의 수압/유압부에 적용되어야 한다. 최고사용압력의 1.5배로 수압시험이 실시되어야 한다. 연료분사장치의 고압부는 최고사용압력의 1.5배 또는 최고사용압력 보다 300 bar 많은 압력 중 작은 것으로 수압시험이 실시되어야 한다. 설계 또는 시험 여건으로 인하여 상기의 시험요건의 변경이 필요한 경우 특별한 고려가 주어져야 한다.
(4) 급기냉각기는 수압부에만 실시한다.
(5) 냉각수로 채워진 부품 및 실린더 또는 실린더 라이너와의 접촉부에 냉각수를 포함하는 기능을 가진 부품은 수압시험을 실시하여야 한다.
(6) 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 소형 보조기관의 경우 **2장 101.**의 1항을 적용한다.
(7) **5장 303.**의 1항에 주어진 압력용기 분류 별 적용에 따른다. *(2020)*

2. **과급기의 시험** *(2017)*

(1) 카테고리 B 및 C에 해당하는 과급기의 경우 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.

(2) 카테고리 B 및 C에 해당하는 개개의 과급기에 대하여 다음의 시험을 실시하여야 한다. *(2019)*

(가) 회전부 재료의 화학성분

(나) 회전부 및 케이싱 대표 시편 재료의 기계적 성질

(다) 회전부의 초음파 탐상시험 및 결함검출, 치수검사

(라) 로터의 동적평형시험

(마) 0.4 MPa 또는 냉각수 최고사용압력의 1.5 배 중 높은 값으로 하는 냉각부의 수압시험

(바) 모든 압축 휠은 실온에서 경보레벨회전수의 120% 또는 상응하는 압력비를 가지는 실제 하우징에서 시험될 경우 입구온도 45 °C에서 경보레벨회전수의 110% 중 하나로 3분 동안의 과속도 시험이 실시되어야 한다. 승인된 비파괴시험에 따라 품질관리가 실시된 것에 대하여는 과속도 시험을 생략할 수 있다.

(3) 과급기는 (2)호의 시험에 대해 다음의 증서를 발급 받아야 한다.

(가) 카테고리 C의 경우, 선급기자재증서(KRC)

(나) 카테고리 B의 경우, 제조자증서(W)

3. **기관의 형식승인** 새로운 형식의 기관 또는 사용실적이 없는 기관으로서 우리 선급이 필요하다고 인정 하는 기관은 별도로 정하는 규정에 따라 형식승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

4. **공장시운전** 출력, 화재에 대한 안전, 승인된 제한치의 만족(예를 들면 최고압력 등), 성능 및 운항 시 참고가 될 기준선 또는 참고치의 수립과 같은 설계의 전제를 실증하기 위하여 기관은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 공장시운전을 실시하여야 한다. **【지침 참조】**

5. **선내시험** 동력전달 및 주변기기와의 호환성, 기관의 제어계통 및 보조시스템과의 호환성, 기관/선내제어계통의 통합, 공장시운전에서 다루어지지 않은 기타 사항을 검증하기 위하여 기관은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 선내시험을 실시하여야 한다. **【지침 참조】**

212. 교류발전기 세트 *(2020)*

1. **일반**

(1) 이 규정은 아래의 요건에 추가하여 교류발전기 세트(즉 왕복동 내연기관, 교류발전기, 커플링)에 대한 요건을 제공한다.

(가) **2장 211.** 및 **지침 부록 5-3**의 요건에 따른 왕복동 내연기관

(나) **2장 203.**의 1항 및 **6편 1장 302.**의 요건에 따른 왕복동 내연기관의 조속기 및 과속도방지장치

(다) **6편 1장 309.**의 요건에 따른 교류발전기

(2) 이 규정은 PTO(power take off)의 발전기와 이를 구동하는 추진기관으로 구성된 경우를 제외하고 기관의 형식(즉 디젤기관, 이중연료기관, 가스연료기관)에 관계없이 왕복동 내연기관에 의해 구동되는 교류발전기 세트에 적용할 수 있다.

2. **발전기 세트 요건**

(1) 발전기 세트는 교류발전기, 축, 커플링 및 댐퍼의 비틀림진동 수준이 허용한계 내에 있음을 보여야 한다.

(2) 발전기 세트의 커플링 선정은 장치의 비틀림진동에 의하여 발생되는 응력과 토크를 고려하여야 한다. 비틀림진동 계산서의 제출 및 승인은 **4장**의 요건에 따른다.

(3) 정격출력은 발전기 세트의 실제사용에 적합하여야 한다.

(4) 발전기 세트 조립을 책임지는 주체는 적어도 다음 정보가 표시된 명판을 설치하여야 한다.

(가) 발전기 세트 제조자의 업체명 또는 마크

(나) 세트 제조번호

(다) 세트 제조일자

(라) ISO 8528에 정의된 부호 COP(Continuous Operating Power), PRP(Prime Rated Power) 또는 비상발전기 세트에만 해당하는 LTP(Limited Time Power) 중 하나와 함께 정격출력(kW 및 kVA)

(마) 정격 역률

(바) 세트 정격 주파수(Hz)

(사) 세트 정격 전압(V)

(아) 세트 정격 전류(A)

(자) 질량(kg)

제 3 절 증기터빈

301. 비상추진용 장치

증기터빈으로 추진되는 선박에는 1대의 주보일러가 고장나더라도 비상추진을 유지하기 위한 장치를 설치하여야 한다.

302. 재료

1. 터빈 로터, 날개 및 터빈 케이싱의 재료는 **2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 고온 고압을 받는 터빈 케이싱 및 기타 부품은 응력 또는 열에 충분히 견딜 수 있는 재질의 것이어야 하며, 이들 부품은 잔류응력을 제거하기 위하여 적당한 열처리를 하여야 한다. 다만, 증기의 사용온도가 230 °C를 넘는 부분에는 주철품을 사용하여서는 아니 된다.

303. 일반구조

1. 증기터빈의 케이싱에는 적당한 배수장치를 설치하여야 한다.
2. 조립식 터빈로터를 열박음 구조로 할 경우에는 키, 다우웰핀, 기타 승인된 방법으로 고정시켜야 한다.
3. **열팽창** 터빈의 각부는 열팽창에 대하여 적절한 간격 및 끼워맞춤 공차 등을 가져야 하며, 뒤틀림 등의 유해한 변형을 일으키지 아니하는 구조로 하여야 한다. 또한, 터빈은 열팽창을 과도하게 구속하지 아니하는 구조이어야 한다.
4. **추진용 증기터빈의 비상운전장치**
   (1) 병렬복식(cross compound) 증기터빈이 설치된 단축 선박에 있어서는 터빈 중 어느 1대에 증기 공급이 차단되더라도 안전하게 운항할 수 있도록 장비하여야 한다. 이러한 비상운전을 위해 증기를 저압터빈으로 직접 유도할 수도 있고 고압 또는 중압터빈중 1대를 복수기로 직접 배기할 수 있어야 한다. 이 경우, 증기의 압력 및 온도가 터빈 및 복수기의 안전을 해치지 않도록 적절한 설비 및 제어장치를 설치하여야 한다.
   (2) 비상운전용 장치의 관 및 밸브는 쉽게 이용할 수 있어야 하며, 적절한 표시가 되어 있어야 한다.
   (3) 터빈 중 어느 1대가 없이 운전할 경우, 허용출력 및 속도를 규정하고 그 자료를 선박 내에 비치하여야 한다.
   (4) 축계얼라인먼트 및 치차 하중조건에서 터빈의 비상운전에 의한 잠재적인 영향력이 고려되어야 한다.
5. 전진 및 후진 고압터빈 입구 또는 조종밸브의 입구에는 유효한 증기여과기를 설치하여야 한다.
6. 추진용 증기터빈의 터닝 기어는 독립동력에 의하여 구동되어야 하며, 전동기 구동일 경우에는 연속 사용할 수 있는 것이어야 한다.

304. 안전장치

1. 증기터빈에는 연속최대회전수의 115 %를 넘지 아니하도록 조정할 수 있는 과속도방지장치를 장비하여야 하며, 주감속장치가 2대 이상의 증기터빈에 의하여 구동되는 것일 경우에는 그 중 1대에만 장비할 수 있다. 또한, 클러치로 뗄 수 있거나 가변피치 프로펠러를 장비하는 추진용 증기터빈에는 과속도방지장치 외에 조속기도 비치하여야 하며, 터빈의 부하가 제거되었을 경우 과속도방지장치가 작동하지 아니하여도 속도를 제어할 수 있어야 한다. 또한, 발전기를 구동하는 증기터빈에는 **6편 1장 302.**의 2항 및 3항에 규정하는 조속기도 비치하여야 한다.
2. 증기터빈에는 윤활유 압력이 이상 저하할 경우, 자동적으로 증기의 공급을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 수동으로도 조작이 가능한 것이어야 한다. **【지침 참조】**
3. 주증기터빈 및 주발전기용 증기터빈에는 윤활유 압력이 이상 저하할 경우에도 터빈의 안전상 필요한 적당량의 윤활유를 자동적으로 보낼 수 있는 비상장치를 설치하여야 한다. 그 수단으로서 터빈이 정지할 때까지 적절한 윤활을 유지하는데 충분한 양의 윤활유를 포함하고 있는 중력탱크를 사용하거나 이와 동등한 장치를 사용할 수 있다. 기타 윤활유장치의 안전장치에 대하여는 **6장 8절**의 규정에 따른다. **【지침 참조】**
4. 주증기터빈에는 주복수기의 진공이 이상 저하할 경우에 자동적으로 전진 터빈에의 증기공급을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 수동으로도 조작이 가능한 것이어야 한다.
5. 추기를 하는 증기터빈에는 승인된 증기역류 방지장치를 설치하여야 한다. 또한, 모든 터빈의 배기측에는 경보용 도출밸브를 설치하여야 한다.

305. 터빈 로터

1. 터빈 로터(또는 원판)는 사용회전수 범위 내에서 과대한 진동을 일으키지 아니하도록 설계하여야 하며, 2항의 강도계산에는 재료의 크리프와 기타 현상에 대하여 고려하지 아니하고 있으므로 각 제조자는 필요에 따라 이점에 충분한

주의를 하여야 한다.

2. **평균접선응력** 터빈 로터의 평균접선응력은 다음의 조건을 만족하여야 한다.

$$T_m = \frac{1.10N^2}{A}\left(\rho I + \frac{rW}{2\pi}\right) \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

$$T_m \le \frac{Y}{3}$$

$$T_m \le \frac{T_s}{4}$$

T_m : 평균접선응력 ($\mathrm{N/mm^2}$)
N : 연속최대회전수의 1/1,000 (rpm/1,000).
A : 회전축 중심의 한쪽에 있는 터빈 원판의 단면적 ($\mathrm{cm^2}$)
I : 회전축 중심에 대한 단면 A 의 2차 모멘트 ($\mathrm{cm^4}$)
ρ : 터빈 로터(또는 원판) 재료의 단위체적당 질량 ($\mathrm{kg/cm^3}$)
W : 날개(루트부 포함)의 질량 (kg)
r : 축 중심에서 날개의 무게중심까지의 거리 (cm)
Y : 재료의 규격최소항복강도 ($\mathrm{N/mm^2}$)
T_s : 재료의 규격최소인장강도 ($\mathrm{N/mm^2}$)

306. 터빈 날개의 강도 및 소요단면적

터빈 날개는 단면에 급격한 모양의 변화가 없고, 휨 또는 진동을 최소한으로 막을 수 있는 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다. 또한, 날개의 루트부에 있어서의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$A = \frac{4.395\,WN^2r}{S} \quad (\mathrm{cm^2})$$

W : 날개 한 개의 질량 (kg)
N : 연속 최대회전수의 1/1,000 (rpm/1,000)
r : 축 중심으로부터 날개의 무게중심까지의 거리 (cm)
S : 날개 재료의 규격최소인장강도 ($\mathrm{N/mm^2}$)

307. 시험 및 검사

1. **수압시험** 터빈 및 그 부속품은 **표 5.2.5**에 정한 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

표 5.2.5 시험압력

품명		시험 압력	비고
터빈 실린더, 고압 증기터빈 증기실, 증기 리시버		1.5P 또는 0.2 MPa 중 큰 것	P : 설계압력 (MPa)
증기여과기, 조종밸브의 밸브 체스트, 기타 부속장치		2P	
주 복수기	증기측	0.1 MPa	-
	냉각수측	$P_1 + P_2 + 0.1$ MPa 또는 0.2 MPa 중 큰 것. P_1 : 순환수 펌프의 토출밸브 폐쇄시 상승하는 최대토출압력 (MPa) P_2 : 만재흘수시 상승하는 최대흡입압력 (MPa)	스쿠프 방식을 사용할 경우에는 $P_1 + P_2 + 0.1$ MPa 또는 0.35 MPa 중 큰 것.

2. **평형시험** 터빈 로터는 날개를 붙인 후 동적평형시험을 하여야 한다.
3. **공장시운전** 주기관용 증기터빈의 공장시운전 검사는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법에 따라 실시하여야 하며 안전장치의 성능시험을 포함하여야 한다. **【지침 참조】**
4. **선내시험**
   (1) 해상시운전에 앞서, 303.의 4항 (1)호 및 (2)호에 따라 조작하는 것이 가능한지를 시험을 통하여 확인하여야 한다. 이 시험은 제조공장에서 실시할 수도 있다.
   (2) 주기관용 증기터빈의 해상시운전시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법에 따라 실시하여야 한다. 증기터빈은 모든 운전상태 하에서 충분히 기능을 발휘하고 신뢰성이 있어야 하며, 사용회전수 범위 내에서 이상 진동이 없어야 한다. 공장시운전 시험에 합격한 증기터빈에 대하여는 우리 선급이 인정하는 경우 선내시운전 시험의 방법을 적절히 참작할 수 있다. **【지침 참조】**

제 4 절 가스터빈

401. 일반

1. 정의 *(2021)*

(1) **주요부품**이라 함은 다음의 것을 말한다.

(가) 터빈 디스크(또는 로터), 회전날개 및 고정날개

(나) 압축기의 디스크, 회전날개 및 고정날개

(다) 터빈 및 압축기의 케이싱

(라) 연소기

(마) 터빈 출력축

(바) 터빈 주요부품의 결합볼트

(사) 축커플링 및 커플링 볼트

(아) 6장의 제1급 관 및 제2급 관에 상당하는 터빈 부속관과 여기에 사용되는 밸브 및 관부착품

(2) **주추진용 가스터빈**이라 함은 선박의 추진에 필수적인 가스터빈을 말한다. 전기추진선박에서 추진용 전동기에 전력을 공급하는 발전기를 구동하는 가스터빈을 포함하며 최고 속력 달성을 위해 임시적으로 사용되는 부스팅용 가스터빈은 제외한다.

(3) **가스터빈**은 상류의 회전 압축기, 이와 연결된 하류의 터빈, 그리고 이 둘 사이의 연소기로 구성된다. 다중 축 구성의 출력터빈 또한 포함한다.

(4) **가스발생기**(gas generator)라 함은 가열 가압된 가스를 생산하는 가스터빈의 부품 조립체를 말한다.

(5) **출력터빈**(power turbine)이라 함은 가스발생기로부터의 가스로 구동되는 독립 축을 통하여 동력을 발생시키는 터빈을 말한다.

402. 재료

1. 가스터빈의 주요부품에 사용하는 재료는 원칙적으로 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 가스터빈의 주요부품(볼트류, 관, 밸브 및 관 부착품은 제외한다.)은 **2편 1장** 501.의 10항 및 601.의 10항에 규정하는 비파괴시험을 하여야 한다.
3. 고온부에 사용되는 재료는 계획된 성능 및 수명을 유지하기 위하여 부식, 열응력, 크리프, 이완 등을 고려한 적절한 재질의 것이어야 한다. 또한, 모재를 내식성재료로 피복하는 경우 피복재는 박리되지 않고 모재의 강도를 손상시키지 아니하는 것이어야 한다.

403. 구조 및 거치

1. 가스터빈은 사용회전수 범위 내에서 과도한 진동 및 서징 등이 발생되지 아니하는 구조이어야 한다.
2. 가스터빈은 각부의 열팽창에 의해 본체에 유해한 변형이 생기지 아니하는 구조이어야 한다.
3. 가스터빈의 주요부품을 용접구조로 하는 경우에는 **5장 4절**의 규정을 준용한다.
4. 가스터빈은 열팽창에 의한 과도한 구속이 일어나지 않도록 설치되어야 한다.
5. 가스터빈의 케이싱은 날개의 파손 시 파편을 봉쇄하도록 설계되어야 한다. 봉쇄강도계산, 또는 수치시뮬레이션이나 시험과 같은 다른 방법으로 상기 요건을 검증하는 자료가 제출되어야 한다. *(2021)*

404. 안전장치

1. 가스터빈은 운전 중 고장으로 발생할 수 있는 위험상태에 대한 보호수단으로 자동 안전시스템 및 장치가 제공되어야 한다. 안전장치의 설계는 고장모드 영향분석(FMEA)으로 평가되어야 한다. *(2021)*
2. 조속기 및 과속도방지장치

(1) 가스터빈에는 터빈의 속도가 연속최대회전수의 15 %를 초과하는 것을 방지하기 위하여 과속도방지장치를 설치하여야 한다. 가스터빈이 역전기어, 전기식 변속기, 가변피치프로펠러 또는 이와 유사한 장치에 연결되어 있는 경우, 과속도방지장치와는 별도로 조속기를 설치하여야 한다. 이 조속기는 과속도방지장치를 작동시키지 않고 무부하상태인 가스터빈의 속도를 조정할 수 있어야 한다.

(2) 발전기를 구동하는 가스터빈의 조속기는 **6편 1장** 302.의 2항의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 가스터빈이 전기추진선박에서 추진용 전동기에 전력을 공급하는 발전기를 구동하는 경우에는 **6편 1장** 1602.의 2항의 규정에 따른다.

3. 비상시 연료공급을 차단하기 위한 수동조작의 정지장치를 로컬제어위치에 설치하여야 하며, 가능한 경우 가스터빈 제어장소에도 설치하여야 한다. *(2021)*

4. **경보 및 운전정지** *(2021)*

가스터빈은 최소한 **표 5.2.6**에 따른 가시가청 경보장치, 그리고 가스터빈으로 공급되는 연료를 자동적으로 차단하는 신속차단장치(운전정지장치)를 제공하여야 한다.

표 5.2.6 경보 및 운전정지 *(2021)*

감시 항목 [H=고 L=저 O=이상상태]	경보	운전정지(2)	
		주추진용 가스터빈	주추진용 이외의 가스터빈
과속도	H	●	●
윤활유 압력	L(1)	●	●
감속기어 윤활유 압력	L(1)	●	
윤활유 여과기 전후의 차압	H		
윤활유 온도	H		
연료유 공급 압력	L		
연료유 온도	H		
냉각 매체 온도	H		
베어링 온도	H		
화염 소실 및 점화 실패	O	●	●
자동 시동 실패	O	●	●
과도한 진동 발생	O(1)	●	●
각각의 로터에서 과도한 축방향의 변위 발생	O	●(3)	
출력터빈 입구 온도	H(1)	●	●
배기가스 온도	H(1)	●	●
압축기 입구 측에서의 부압	H(1)	●	
제어시스템 전원 상실	O		

(비고) : [● = 적용]
(1) 운전정지 작동을 위한 임계조건에 도달하기 전 적절한 설정점에서 경보가 작동하여야 한다.
(2) 운전정지 시 경보를 발하여야 한다.
(3) 구름베어링이 설치된 가스터빈은 제외한다.

5. **자동온도제어**

통상적인 운전 범위에 걸쳐 안정된 상태를 유지하기 위하여 주추진용 가스터빈의 다음 서비스에는 자동온도제어를 갖추어야 한다.

(1) 윤활유
(2) 연료유(연료유 점도 자동조절장치로 대신할 수 있다.)
(3) 배기가스

6. **인클로저 내의 화재 탐지장치 및 소화장치**

가스터빈의 가스발생기 및 고압유관을 완전히 둘러싸고 있는 인클로저가 설치되어 있을 경우, 내부에 화재탐지장치 및 소화장치를 설치하여야 한다.

405. 부속장치

1. **흡기장치**

흡기장치는 유해한 물질의 유입 가능성을 최소화 시킬 수 있도록 설계 및 배치되어야 한다. 필요한 경우 흡기측에서 빙(ice)이 형성되는 것을 방지할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 흡입 공기의 품질에 대한 명시된 한계가 가스터빈

제조자에 의하여 요구되는 경우, 이 한계 내에서 물, 입자 및 부식성 해양 염분을 제어할 수 있는 적절한 여과장치를 제공해야 한다. 여과기, 디 미스터, 소음기 및 방빙장치(anti-icing devices)와 같은 흡입 공기흐름에 인접하는 덕트 및 부품은 느슨해진 부품이 가스터빈으로 유입되는 위험을 최소화할 수 있도록 설치되고 부착되어야 한다. *(2021)*

2. **배기가스장치**

(1) 배기가스관의 개구단은 배기가스가 흡기측으로 유입되지 않도록 적절한 위치에 배치되어야 한다.

(2) 가스터빈의 배기열을 이용하는 보일러 또는 열교환기에 대하여는 **5장**의 규정에도 적합하여야 한다.

(3) 배기가스장치는 **6장 602.**의 규정에도 만족하여야 한다.

3. **시동장치**

(1) 자동 퍼징

가스터빈을 시동 또는 재시동하는 경우, 점화를 시작하기 전에 자동으로 퍼징되어야 한다. 퍼징은 터빈에 축적되어 있는 액상 또는 기상의 연료를 제거할 수 있도록 충분한 기간 동안 이루어져야 한다.

(2) 사전설정시간

시동제어장치에는 점화탐지장치를 설치하여야 한다. 사전설정시간 내에 점화가 이루어지지 않은 경우, 시동제어장치는 자동으로 점화를 중지하고, 주연료밸브를 차단한 후 자동으로 퍼징되어야 한다.

(3) 시동을 위해 압축공기 또는 축전지를 사용하는 경우에는 **2장 202.**의 5항의 규정을 준용한다.

4. **점화장치**

(1) 점화장치는 서로 독립한 2개 이상의 계통으로 구성되어야 한다.

(2) 전기점화장치의 케이블은 절연이 양호한 것으로서 손상의 우려가 없도록 포설하여야 한다.

(3) 점화 배전기는 방폭구조로 하든지 또는 차폐되어야 한다. 또한, 점화장치의 코일은 폭발성 가스가 체류할 우려가 있는 장소에 설치하여서는 아니 된다.

5. **연료유 장치**

(1) 연료 중의 고형분에 의하여 연료 매니폴드 및 연료노즐이 막히지 않도록 하고, 염분 등의 부식성물질에 의하여 터빈 날개 등이 부식되지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.

(2) 연료유장치는 **6장 9절**의 규정에도 적합하여야 한다.

6. **윤활유장치**

(1) 주추진용 가스터빈은 윤활유 공급계통에 고장이 발생한 경우에도 터빈이 정지할 때까지 충분한 양의 윤활유를 자동적으로 공급할 수 있도록 비상공급장치를 설치하여야 한다. 이 수단으로서 중력탱크 또는 터빈에 의해 구동되는 보조 윤활유펌프 등이 이용될 수 있다.

(2) 윤활유장치는 **6장 8절**의 규정에도 만족하여야 한다.

406. 시험 및 검사

1. **수압시험** 가스터빈 및 그 부속장치는 각각 다음에 규정하는 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

(1) 케이싱 : 설계압력의 1.5배의 압력.

(2) 관장치 : **6장 1404.**에 규정하는 압력.

2. **평형시험** 터빈 및 압축기의 회전부는 조립 후 동적평형시험을 하여야 한다.

3. **과속도시험** 터빈 로터는 완성 후 최소한 2분간 연속최대회전수의 115 % 이상으로 과속도시험을 하여야 한다.

4. **공장시운전** 가스터빈은 전 **404.**의 안전장치를 포함하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험절차에 따라 공장시운전을 실시하여야 한다. 우리 선급은 시동특성 및 축의 위험속도에 대한 시험을 요구할 수 있다.

5. **선내시험** 주기관용 가스터빈은 우리 선급의 승인을 받은 시험방법에 따라 해상시운전을 실시하여야 한다. 가스터빈은 모든 운전상태에서 충분히 기능을 발휘하고 신뢰성이 있어야 하며, 사용회전수 범위 내에서 이상진동이 없어야 한다. 공장시운전에 합격한 가스터빈에 대해서는 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우, 선내시험의 방법을 적절히 참작할 수 있다. ⚓

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치

제 1 절 일반사항

101. 용접구조의 부품

주요부품을 용접구조로 할 경우, 우리 선급이 특별히 필요하다고 인정하는 경우에는 공사에 앞서 예비시험 또는 공사에 관한 시험을 요구할 수 있다. 또한, 용접방법 등은 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다. 이는 주요부품의 용접보수 또는 수리의 경우에도 적용한다. **【지침 참조】**

102. 기타의 추진장치

이 장에 규정하지 않은 추진장치의 요건에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

103. 추진축계장치의 거치

1. 동력전달장치, 선미관, 축베어링 등을 수지촉(resin chock)을 사용하여 거치할 경우 수지촉은 우리 선급의 형식승인을 받아야 하며 계산된 최대 축력에서 수지촉의 면압은 형식승인 시 승인된 값 이내이어야 한다. 배치 및 설치 절차는 수지촉 제조자의 권고에 따라야 한다. *(2018)*
2. 프로펠러축 또는 선미관축을 스트럿으로 지지할 경우, 이 스트럿은 충분한 강도를 갖는 구조의 것이어야 한다.
3. 추진축계장치는 축계에 과도한 굽힘응력 및 전단응력이 발생하지 않고 베어링에는 적절한 반력이 작용하도록 거치하여야 한다.

제 2 절 축계

201. 적용

1. 이 절의 규정은 디젤기관, 증기터빈 및 가스터빈을 주기관으로 하는 선박과 전기추진 선박의 축계에 적용한다.
2. 축의 크기 계산시 이 절에서 규정하는 방법 이외에 다른 대체계산법을 사용할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

202. 재료

1. 중간축, 추력축, 선미관축, 프로펠러축, 축커플링 및 커플링 볼트의 재료는 **2편 1장**의 규정에 적합한 단강품이어야 한다. 다만, 축커플링을 조립형으로 할 경우에는 **2편 1장**의 규정에 적합한 주강품으로 할 수 있다.
2. 1항에서 규정하는 재료의 연신율(L방향)은 우리 선급이 특별히 승인한 것 이외에는 16 % 이상이어야 한다.
   【지침 참조】
3. 과도운전으로 인해 축이 허용응력에 근접한 진동응력을 접할 수 있는 경우, 재료의 규격최소인장강도는 500 N/mm^2 이상이어야 한다. 그 외의 경우에는 규격최소인장강도가 400 N/mm^2 이상인 재료를 사용할 수 있다.

203. 중간축 및 추력축

선박의 중간축 및 추력축 지름 d_0 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$d_0 = F \cdot K_1 \sqrt[3]{\frac{P}{n} \times \frac{560}{(T+160)}} \quad (\mathrm{mm})$$

P : 기관의 연속최대출력시의 축출력 (kW)
n : 축의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)
F : 추진기관의 형식에 따른 계수로서 다음에 따른다.
·터빈 기관, 유압(슬립형) 커플링을 갖는 디젤기관 및 전기추진장치 : 95
·상기 이외의 디젤기관 : 100

T : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
다만, T의 값은 탄소강이 760 N/mm^{2}을 넘는 경우 760 N/mm^{2}으로 하고, 합금강이 800 N/mm^{2}을 넘을 경우 우리 선급이 특별히 승인하는 경우를 제외하고 800 N/mm^{2}로 한다. *(2017)*

K_1 : 축의 설계 특성에 관한 계수로서 **표 5.3.1**에 따른다.

표 5.3.1 계수 K_1

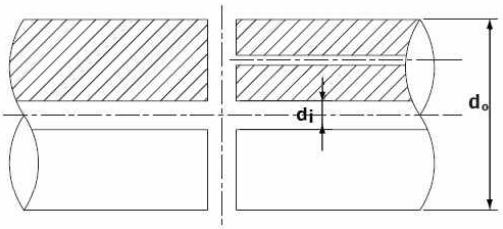
중간축					추력축	
일체식 커플링 플랜지	수축 끼워맞춤 커플링 플랜지	키홈이 있을 경우	반지름방향 구멍이 있을 경우	축방향으로 슬롯이 있을 경우	추력칼라가 있을 경우	롤러베어링을 추력베어링으로 사용하는 축
1.00	1.00(1)	1.10(2)	1.10(3)	1.20(4)	1.10	1.10

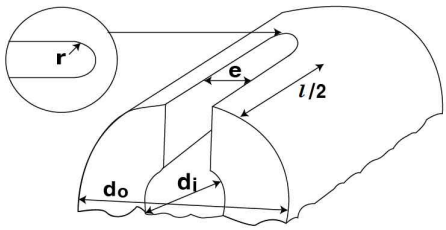
(비 고)

(1) K_1은 평탄한 축단면을 기준으로 한 것임. 연속운전을 하는 동안 축이 허용응력에 근접한 진동응력을 접할 수 있는 경우, 수축끼워맞춤 지름에 대한 1 내지 2 %의 지름 증가 및 지름의 변화율과 거의 동등한 혼합반지름(blending radius)이 제공되어야 한다.

(2) 키홈의 끝단부터 0.2 d_0 이상 떨어진 범위에서의 축지름은 K_1=1.0 으로 계산한 지름까지 감할 수 있다. 또한, 키자리 밑면 필릿부의 곡률반지름은 0.0125 d_0 이상으로 한다. 다만, 연속사용 금지범위가 설정되어 있는 장치에 키홈을 사용하여서는 아니 된다.

(3) 반지름방향 구멍의 지름은 0.3 d_0 이하일 것. 횡방향 구멍이 중심을 벗어난 축방향 구멍과 교차하는 경우(아래 그림 참조)에는 각 사안별로 제출된 자료를 근거하여 결정되어야 한다.





(4) 슬롯의 길이(l)는 0.8 d_0 미만이고, 중공축 안지름(d_i)은 0.7 d_0 미만이어야 하며 슬롯의 너비(e)는 0.15 d_0보다 커야 한다. 또한, 슬롯의 끝단 라운드(r)는 e/2 이상이어야 하며, 가능한 한 이를 크게 하여 응력집중이 생기지 않도록 하여야 한다. 슬롯의 수는 1, 2 또는 3개이어야 하며, 서로 각각 360도, 180도 또는 120도가 되도록 배치하여야 한다.

204. 프로펠러축 및 선미관축

1. 프로펠러축 및 선미관축의 지름 d_p는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_p = 100 \times K_2 \sqrt[3]{\frac{P}{n} \times \frac{560}{(T+160)}} \quad \text{(mm)}$$

P 및 n : **203.**의 규정에 따른다.

K_2 : 축 설계특성에 관한 계수로서 **표 5.3.2**에 따른다.

T : 재료의 규격최소인장강도(N/mm^2)로서 600 N/mm^{2}를 넘을 경우에는 600 N/mm^2 로 한다.

표 5.3.2 계수 K_2

구간(1)	프로펠러 부착방법(2)	K_2(4)
1. 프로펠러보스(또는 프로펠러부착 플랜지)의 선수단으로부터 축의 최후부 베어링의 선수단 또는 2.5 d_p (해수윤활의 경우 4.0 d_p)까지의 구간 중 길이가 긴 부분	키	1.26
	키 없이 압입	1.22
	플랜지(3)	1.22
2. 상기 1.에 해당되는 부분을 제외하고, 선내측 선미관 밀봉장치의 전단부까지의 구간		1.15

(비고)
(1) 구간 사이의 경계에서 축지름은 점차적으로 감소되어야 한다.
(2) 기타의 프로펠러 부착방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
(3) 플랜지의 밑면 필릿부에는 0.125d_p 보다 큰 곡률반지름을 주어야 한다.
(4) 해수에 대하여 승인된 방식조치(슬리브 또는 형식승인된 방식코팅)를 한 것에 적용한다. 다만, 승인된 내식성 재료로 제조되는 제1종 프로펠러축 또는 선미관축과 제2종 프로펠러 또는 선미관축의 지름에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. *(2020)* **【지침 참조】**

2. **경감** 내측 선미관 밀봉장치보다 전방에 위치한 구간의 축 지름은 1항의 식에서 K_2 계수 대신에 표 5.3.1의 중간축의 계수 K_1 을 사용하여 계산한 값까지 점차적으로 경감할 수 있다. **【지침 참조】**

3. **슬리브**
(1) 프로펠러축 또는 선미관축이 해수에 대하여 내식성을 갖지 않는 재료로 제작될 경우에는 슬리브로 해수에 대하여 방식조치를 하여야 한다.
(2) 슬리브의 제작 : 슬리브의 재료는 고급 청동제, 스테인리스강 또는 이와 동등 이상의 것으로서 기포나 기타의 결함이 없어야 한다.
(3) 슬리브의 두께
(가) 청동제의 경우에는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 0.03d_p + 7.5 \quad (\text{mm})$$
$$t_2 = 0.75t_1 \quad (\text{mm})$$

t_1 : 선미관베어링 또는 스트럿베어링에 접촉하는 부분의 슬리브 두께 (mm)
t_2 : 기타 부분에서의 슬리브 두께 (mm)
d_p : 프로펠러축의 계산상 소요지름 (mm)

(나) 스테인리스강제의 경우에는 청동제에 요구되는 두께의 1/2 또는 6.5 mm 중 큰 것 이상이어야 한다.
(4) 슬리브의 고정
(가) 슬리브는 축에 수축 끼워맞춤으로 고정하여야 하며, 핀 또는 볼트 등으로 고정하여서는 아니 된다.
(나) 슬리브는 일체형으로 시공함을 원칙으로 한다. 슬리브를 분할하여 시공할 경우, 슬리브로 보호되지 않는 축 부분을 고무, 합성수지 등과 같은 방식재료로 보호하여야 한다. 방식재료는 우리 선급이 형식승인한 것이어야 하며 승인한 방법으로 시공하여야 한다. *(2021)*

4. **프로펠러축의 테이퍼** 테이퍼부를 갖는 프로펠러축의 선미단에서의 테이퍼는 1/10(키가 없는 경우에는 1/15) 이하이어야 한다.

5. **프로펠러 부착부의 프로펠러축 키** *(2018)*
(1) 키 및 키홈 : 프로펠러축의 테이퍼 부분에 키를 설치하는 경우에는 키는 키홈에 단단히 들어 맞도록 하여야 하며, 고정볼트로 고정하여야 한다. 또한, 키홈 밑면 필릿부의 곡률반지름은 실제 프로펠러축 콘의 대단부 지름의 1.25 % 이상이어야 한다. 키홈의 선수측 끝부분은 스픈형으로 하는 것을 원칙으로 하며 키홈 선수측 끝단과 콘의 대단부 사이의 거리는 실제 프로펠러축 콘의 대단부 지름의 20 % 이상이어야 한다. 다만, 소형 프로펠러 부착부에 대하여는 KS V 4811에 따를 수 있다.
(2) 키 고정볼트 : 키는 2개의 고정볼트로 키홈에 고정하여야 하며, 선수측 고정볼트는 적어도 키 선수단에서 키 길이의 1/3 이상의 위치에 고정하여야 한다. 또한, 고정볼트의 구멍깊이는 고정볼트의 지름을 넘지 않아야 하고, 키홈 구멍의 모서리는 모떼기를 하여야 한다.

(3) 키 면적 : 일반적으로 키의 재료는 축 재료와 동등하거나 높은 강도를 가진다. 전단에 대한 키의 유효 면적 A는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A = \frac{d_0^3}{2.55 d_m} \cdot \frac{Y_S}{Y_K} \quad (\mathrm{mm}^2)$$

d_0 : 203.의 식에 의한 중간축 지름 (mm)
d_m : 키 중간 위치에서의 축지름 (mm)
Y_S : 축 재료의 규격최소항복강도 ($\mathrm{N/mm}^2$)
Y_K : 키 재료의 규격최소항복강도 ($\mathrm{N/mm}^2$)

205. 중공축

중공축의 바깥지름은 203. 및 204.에서 규정하는 각각의 식에 의한 지름에 다음의 계수 K_h를 곱한 것 이상이어야 한다. 다만, R이 0.4 이하일 경우에는 K_h=1 로 한다.

$$K_h = \sqrt[3]{\frac{1}{1-R^4}}$$

R : 안지름을 바깥지름으로 나눈 값

206. 선미관 베어링 및 선미관 밀봉장치

1. 프로펠러의 중량을 지지하는 선미관의 선미측 베어링 또는 스트럿 베어링은 다음 규정에 적합하여야 한다.
   (1) 베어링에 고무, 합성수지 등을 사용할 경우에는 미리 그 재료, 구조 및 윤활장치 등에 대하여 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.
   (2) 해수윤활을 하는 경우, 베어링의 길이는 프로펠러축의 계산상 소요지름의 4배 이상이어야 한다. 다만, 고무 또는 합성수지 등을 사용할 경우에는 베어링에 대한 실험자료 또는 사용실적 등이 양호할 경우, 우리 선급의 승인을 받아 베어링의 허용면압을 증가시키거나 또는 베어링의 길이를 적절하게 감소시킬 수 있다. 이러한 경우에 베어링 길이는 최소한 프로펠러축의 계산상 소요지름의 2배 이상이어야 한다.
   (3) 화이트메탈, 합성수지 등을 사용하고 기름윤활을 하는 경우, 베어링 길이는 프로펠러축의 계산상 소요지름의 2배 이상이어야 한다. 다만, 프로펠러축과 프로펠러의 하중을 고려한 베어링의 정적반력에 의하여 계산된 베어링 호칭면압이 0.8 MPa 이하, 합성수지인 경우 0.6 MPa 이하이면 베어링의 길이를 감소시킬 수 있으나, 어떤 경우에도 베어링의 길이는 실제지름의 1.5배 이상이어야 한다. **【지침 참조】**
   (4) 기름윤활 방식의 선미관 내에는 항상 기름이 충만되어 있도록 하여야 하며, 선미관을 선미탱크 내의 물속에 잠기도록 하든가 또는 적절한 방법에 의해 냉각될 수 있어야 하며, 선미관 내의 윤활유 온도를 확인할 수 있는 적절한 장치를 하여야 한다. 중력탱크 윤활유 공급방식의 경우에는 만재흘수선보다 높은 곳에 저액면 경보장치를 갖춘 탱크를 설치하여야 한다. 해수윤활방식의 선미관 내에는 냉각 및 윤활을 위하여 충분한 해수를 공급하여야 한다.
   (5) 그리스윤활을 하는 경우, 베어링의 길이는 프로펠러축의 계산상 소요지름의 4배 이상이어야 한다. *(2021)*
2. 선미관 밀봉장치는 그 형식, 구조 및 재료 등에 대하여 미리 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다. 다만, 글랜드패킹 방식의 해수용 밀봉장치는 제외한다. **【지침 참조】**

207. 축커플링 및 커플링 볼트

1. **커플링 볼트** 축커플링 연결면에서의 커플링 볼트의 지름 d_b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_b = 0.65\sqrt{\frac{d_0^3(T+160)}{n \times D \times T_b}} \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : K_1=1.0으로 계산한 중간축의 계산상 소요지름 (mm)

n : 커플링 볼트의 수
D : 피치원 지름 (mm)
T : 중간축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
T_b : 커플링 볼트 재료의 규격최소인장강도로서 원칙적으로 $T \leq T_b \leq 1.7T$ 이어야 하며, 1,000 N/mm^2를 넘어서는 아니 된다.

2. **축커플링**

(1) 피치원 상에서의 축커플링의 플랜지의 두께 t 는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = d_b \quad (mm)$$
$$t_2 = 0.2d \quad (mm)$$

d_b : 해당 축과 동일한 인장강도를 갖는 재료로 계산한 커플링 볼트의 계산상 소요지름 (mm)
d : 해당 축의 계산상 소요지름 (mm)

(2) 축커플링의 필릿부 반지름은 축지름의 0.08배 이상이어야 한다. 다만, 축커플링의 볼트 또는 너트의 자리파기 부분이 그 필릿부에 걸리는 경우에는 필릿부의 반지름을 축지름의 0.125배 이상으로 하여야 한다.

3. **조립형 커플링** 축커플링이 조립형일 때에는 축의 회전력에 대하여 충분한 강도를 가지며 또한 후진력에도 견딜 수 있는 구조의 것이어야 한다. 이 경우, 축에 과도한 응력집중이 생기지 아니하도록 하여야 한다. **【지침 참조】**

208. 시험 및 검사

1. **선미관의 수압시험** 선미관은 제조후 0.2 MPa 의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.
2. **누설시험** 선미관의 유밀장치는 선내에 설치후 급유압력으로 누설시험을 하여야 한다.
3. **슬리브의 수압시험** 프로펠러축 및 선미관축의 슬리브는 축에 수축 끼워맞춤을 하기 전에 0.1 MPa 의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

제 3 절 프로펠러

301. 적용

이 절의 규정은 스크류형의 프로펠러에 적용한다. 특수한 설계의 프로펠러 구조 및 강도에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

302. 재료

프로펠러의 재료 및 조립형 프로펠러의 날개(blade) 부착용 볼트의 재료는 **2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다. **【지침 참조】**

303. 날개(blade)의 두께 【지침 참조】

1. 일체형 및 가변피치 프로펠러의 날개(blade) 두께(날개(blade) 루트부의 반지름으로 생긴 두께를 제외한다)는 각각 **표 5.3.3**의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 고속선인 경우에는 더 큰 값을 요구할 수 있다.
2. 예인선, 트롤선 또는 이와 유사한 특수한 목적을 갖는 선박 등의 가변피치 프로펠러는 최대볼러드당김 (maximal bollard pull)에 대한 지름/피치비를 계산식에 적용하여야 한다. 그 외 선박의 가변피치 프로펠러는 기관최대출력(MCR)에서 대양항해에 적용 가능한 지름/피치비를 계산식에 적용할 수 있다.
3. **참작규정 표 5.3.3** 이외의 재료를 사용하는 프로펠러에 대하여 **2**항에서 규정하는 재료에 따른 정수 K_m 의 값은 우리 선급이 정하는 바에 따른다. 또한, 프로펠러의 지름이 2.5 m 이하인 소형 프로펠러에 있어서는 K_m 의 값에 다음의 계수를 곱한 것으로 할 수 있다.

$D \leq$ 2.0 m인 경우 : 1.2
$D >$ 2.0 m인 경우 : 2.0 - 0.4D

D : 프로펠러 지름

304. 조립형 또는 가변피치 프로펠러의 날개(blade) 부착

1. 날개는 보스(또는 변절기구의 부재)에 볼트로 튼튼하게 부착될 수 있도록 하고, 볼트는 적당한 방법으로 풀리지 아니하도록 하여야 한다. 날개 부착용 볼트는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 강도를 가져야 하며, 내식성 재료를 사용하거나 해수에 직접 접촉하지 아니하도록 하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 날개 플랜지의 볼트 부착부 및 보스의 날개 플랜지 부착부에는 자리파기 또는 동등한 조치를 하여야 하며, 플랜지의 볼트 부착부 자리파기는 날개 루트부의 강도에 크게 영향을 주지 아니하도록 시공하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 날개의 플랜지는 보스(또는 변절기구의 부재)의 접합면에 충분히 밀착시키고, 플랜지 측면의 틈새는 가능한 한 작게 하여야 한다. **【지침 참조】**

305. 프로펠러의 부착

1. 프로펠러는 테이퍼를 갖는 프로펠러축에 압입하거나 기타의 적절한 방법으로 축에 견고히 부착하여야 하며, 프로펠러를 압입하거나 떼어내기 위하여 고온으로 국부적인 가열을 하는 것은 가능한 한 피하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 프로펠러를 키없는 프로펠러축에 압입하여 부착시키는 경우에는 압입량 계산서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 또한, 볼트로 부착할 경우에는 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다. **【지침 참조】**
3. **방식조치** 프로펠러와 프로펠러축 또는 프로펠러 캡의 부착부분은 해수의 침입을 확실히 막을 수 있는 구조의 것이어야 한다. **【지침 참조】**

306. 가변피치 프로펠러 유압장치

가변피치 프로펠러의 조작에 유압펌프를 사용할 경우에는 예비 유압펌프를 설치하든가 기타 다른 장치를 사용하여 유압장치가 고장나더라도 통상 항해에 지장이 없도록 하여야 한다.

307. 시험 및 검사

1. **평형시험** 프로펠러는 정적평형시험을 하여야 한다. 500 rpm을 넘는 회전수를 가지는 프로펠러의 경우 동적평형시험을 실시하여야 한다. *(2020)* **【지침 참조】**
2. **맞비빔 맞춤시험** 테이퍼를 갖는 프로펠러축에 프로펠러를 압입하여 부착시키는 경우에는 부착부의 결합상태를 확인하기 위하여 맞비빔 맞춤시험 또는 적절한 방법으로 시험을 하여야 한다.
3. **압입량 확인** 프로펠러를 키없는 프로펠러축에 압입하여 부착시키는 경우에는 압입량을 확인하여 기록하여야 한다.

표 5.3.3 날개(blade)의 두께

날개(blade)의 두께 (mm)	$t_x = \sqrt{\dfrac{0.1K_1 \cdot P}{C_x K_2 \cdot Z \cdot N \cdot l_x}}$
P : 주기관의 연속최대출력 (kW) Z :날개(blade)의 수 N : 프로펠러 연속최대회전수의 1/100 (rpm/100) C_x: 날개(blade) x 에서의 단면계수비(실제 단면계수÷ $l_x t_{ax}{}^2$). 0.1 보다 클 경우, 0.1 로 한다.	l_x : 반지름 xR 에 있어서의 날개(blade) 너비 (m) (여기서 x 는 0.25, 0.35, 0.6 을 고려한다.) R : 프로펠러의 반지름 (m) x : R 로써 무차원화한 반지름 방향의 위치 t_{ax} : 날개(blade)의 실제 두께 (m) K_1, K_2 : 계수로서 다음 표에 따른다.

계수 / x	일체형	가변피치형
0.25	$K_1 = \dfrac{61}{\sqrt{1+1.62\left(\dfrac{P_{0.25}}{D}\right)^2}}\left[0.092+0.329\left(\dfrac{D}{P_{0.7}}\right)+0.238\left(\dfrac{P_{0.25}}{D}\right)\right]$ $K_2 = K_m - \dfrac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1{,}000\, l_{0.25} \cdot Z}\left[2.02+\dfrac{1.17\left(\dfrac{100E}{D}\right)+2.39}{\sqrt{1+1.62\left(\dfrac{P_{0.25}}{D}\right)^2}}\right]$	
0.35		$K_1 = \dfrac{61}{\sqrt{1+0.827\left(\dfrac{P_{0.35}}{D}\right)^2}}\left[0.074+0.264\left(\dfrac{D}{P_{0.7}}\right)+0.131\left(\dfrac{P_{0.35}}{D}\right)\right]$ $K_2 = K_m - \dfrac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1{,}000\, l_{0.35} \cdot Z}\left[2.29+\dfrac{1.23\left(\dfrac{100E}{D}\right)+2.51}{\sqrt{1+0.827\left(\dfrac{P_{0.35}}{D}\right)^2}}\right]$
0.6	$K_1 = \dfrac{61}{\sqrt{1+0.281\left(\dfrac{P_{0.6}}{D}\right)^2}}\left[0.028+0.096\left(\dfrac{D}{P_{0.7}}\right)+0.026\left(\dfrac{P_{0.6}}{D}\right)\right]$ $K_2 = K_m - \dfrac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1{,}000\, l_{0.6} \cdot Z}\left[1.48+\dfrac{0.68\left(\dfrac{100E}{D}\right)+1.38}{\sqrt{1+0.281\left(\dfrac{P_{0.6}}{D}\right)^2}}\right]$	$K_1 = \dfrac{61}{\sqrt{1+0.281\left(\dfrac{P_{0.6}}{D}\right)^2}}\left[0.028+0.100\left(\dfrac{D}{P_{0.7}}\right)+0.026\left(\dfrac{P_{0.6}}{D}\right)\right]$ $K_2 = K_m - \dfrac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1{,}000\, l_{0.6} \cdot Z}\left[1.70+\dfrac{0.78\left(\dfrac{100E}{D}\right)+1.59}{\sqrt{1+0.281\left(\dfrac{P_{0.6}}{D}\right)^2}}\right]$

D : 프로펠러의 지름 (m)

E : 축 중심선상에 있어서의 날개(blade)의 레이크(m)로서 날개(blade)의 최대두께 단면의 투영도에서 날개(blade) 끝단 수선점과 뒷면의 연장 교차점과의 거리(m)

P_x : 반지름 xR 에 있어서의 피치 (m)
(여기서 x 는 0.25, 0.35, 0.6 및 0.7 을 고려한다.)

$\xi = \dfrac{A_E}{\dfrac{\pi}{4}D^2}$: 전개면적비

A_E : 프로펠러전개면적

K_m : 계수로서 다음 표에 따른다.

재료		K_m
회주철품		0.6
주강품	RSC 42	0.9
	RSC 46	
	RSC 49	1.0
동합금주물	CU 1	1.15
	CU 2	
	CU 3	1.3
	CU 4	1.15

제 4 절 동력전달장치

401. 일반사항

1. **적용** 이 절의 규정은 선박의 추진장치, 발전기(비상전원용은 제외한다) 또는 선박의 추진 및 안전에 필요한 보기에 연속최대출력 100 kW 이상의 동력을 전달하는 동력전달장치에 적용한다. *(2017)*
2. **특별규정** 이 절에 규정되어 있지 아니한 다른 동력전달장치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 구조의 것으로서 안전하고 확실하게 작용하여야 하며, 전달동력에 대하여 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다.
3. **유압 또는 공기압** 추진용 동력전달장치의 클러치장치를 유압 또는 공기압 등으로 작동시킬 경우에는 언제든지 사용될 수 있는 예비의 유압펌프 또는 공기압축기 등을 설치하든가 기타 다른 적절한 장치에 의하여 통상항해에 지장이 없도록 하여야 한다. 다만, 소형선에 대하여 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 예비장치를 생략할 수 있다. **【지침 참조】**
4. **전자식 슬립형 커플링** 전자식 슬립형 커플링의 구조에 대하여는 **6편 1장 1603.**의 6항에도 적합하여야 한다.
5. **재료** 동력전달장치의 주요부품에 사용하는 재료는 **2편 1장**의 해당 규정에 적합한 것이어야 한다. *(2017)*
【지침 참조】

402. 기어장치의 일반구조 【지침 참조】

1. **조립형 기어** 기어가 조립형 구조일 경우에는 림은 충분한 강도를 갖는 두께로 하고, 전달동력에 충분히 견딜 수 있도록 열박음을 하여야 한다. 톱니가공을 완료한 후 열박음을 할 경우에는 기어의 정밀도를 충분히 보장할 수 있는 구조의 것으로 하든가 또는 열박음을 한 후 톱니의 최종다듬질 가공을 하도록 하여야 한다. 기어가 용접구조일 경우에는 충분한 강성을 갖도록 하여야 하며, 톱니를 가공하기 전에 응력제거를 하여야 한다.
2. **케이싱** 기어의 케이싱은 충분한 강성을 가지고 가능한 한 검사 및 보수가 용이한 구조이어야 한다. 케이싱을 용접구조로 하는 경우에는 사용재료 및 구조에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. **가공** 톱니는 정밀도가 높은 호빙기계로 가공하여야 하며, 최종다듬질 가공은 가능한 한 온도가 조절될 수 있는 실내에서 하여야 한다. 또한, 톱니의 최종 다듬질가공을 완료한 후 예리한 부분이나 톱니의 양끝을 적당히 손질하여야 하며, 표면경화 처리공정은 열변형의 영향을 충분히 고려하고 필요한 표면경도와 경화층의 두께를 갖도록 실시하여야 한다.
4. **부속품** 기타 사용 부속품은 신뢰성이 있는 것이어야 하며, 부속품 부착으로 인하여 기어 축의 축중심에 영향을 주어서는 아니 된다.
5. **소음** 기어장치는 사용회전범위 내에서 가능한 한 소음이 발생하지 아니하도록 하여야 한다.
6. **윤활유 장치**
   (1) 윤활유 장치는 **6장 8절**의 규정에 적합하여야 한다. 특히, 기어장치에 사용하는 윤활유 여과기는 가능한 한 자석이 들어있는 것으로 하여야 한다.
   (2) 구동기의 출력이 37 kW 를 넘는 강제윤활방식의 기어장치에는 윤활유의 공급이 중지되거나 급유압력이 운전에 지장을 줄 정도로 저하되었을 때 보고 들을 수 있는 윤활유 저압경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 강제윤활방식이 아닌 경우에는 윤활유 액면을 확인할 수 있는 장치를 하여야 한다.

403. 기어의 접선하중

1. **적용** 이 규정은 인벌류트 이모양을 갖는 바깥톱니 원통형 기어에 적용한다. 인벌류트 이모양 이외의 기어에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
2. **굽힘강도에 대한 접선하중** 기어의 접선하중은 톱니의 굽힘강도에 대한 다음 조건에 적합하여야 한다. **【지침 참조】**

$$P_{MCR} \le P_b$$

P_{MCR} : 연속최대출력시의 기어의 접선하중으로 다음 식에 의하여 산출되는 값.

$$P_{MCR} = \frac{1.91P}{nd_1b} \times 10^6 \quad (\mathrm{N/cm})$$

P : 피니언이 연속최대출력시에 분담하는 출력 kW
n : 피니언의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)

d_1 : 피니언의 피치원 지름 (cm)

b : 축에 평행한 단면의 피치원상에서 맞물고 있는 톱니의 너비 (cm)

P_b : 굽힘강도에 대한 허용접선하중으로 다음 식에 의하여 산출되는 값

$$P_b = 9.81(K_1 \cdot S_b - K_2) \times K_3(4.85 - \frac{30.6}{Z})M \quad (\mathrm{N/cm})$$

K_1 : 외적하중 배가계수로서 기어에 작용하는 변동하중의 크고 작음에 따라 정하여지며, 다음 식에 의하여 산출되는 값. 다만, K_1 의 값을 계산할 수 없을 경우에는 **표 5.3.4**에 의한 값을 사용한다.

표 5.3.4 K_1 의 값

구동기관	구조 또는 연결방법	K_1	
		추진장치용 기어	보기구동용 기어
증기터빈, 전동기	1단감속 기어	1.00	1.15
	다단감속 기어	1.00(1), 1.10(2)	1.15
내연기관	유체 또는 전자식 커플링	1.00	1.15
	고탄성 커플링	0.90	1.05
	탄성 커플링	0.80	0.95
	직결	0.50	0.60

(비고)
(1) 추진축계에 직결된 기어장치에 적용한다.
(2) 추진축계와 유효한 플렉시블커플링 등을 통하여 연결된 기어장치에 적용한다.
(3) 한 개의 피니언에 2개 이상의 기어휠이 물려있을 경우의 K_1 의 값은 표의 값의 0.9배로 한다.

$$K_1 = \frac{1.10P_{MCR}}{P_{MAX}}$$

P_{MAX} : 사용 회전범위 내에 생기는 순간 최대접선하중 (N/cm)

K_2 : 내적하중 부가계수로서 기어의 가공정밀도 등에 따라 정하여지며, 다음 식 또는 **그림 5.3.1**에 의하여 산출한 값

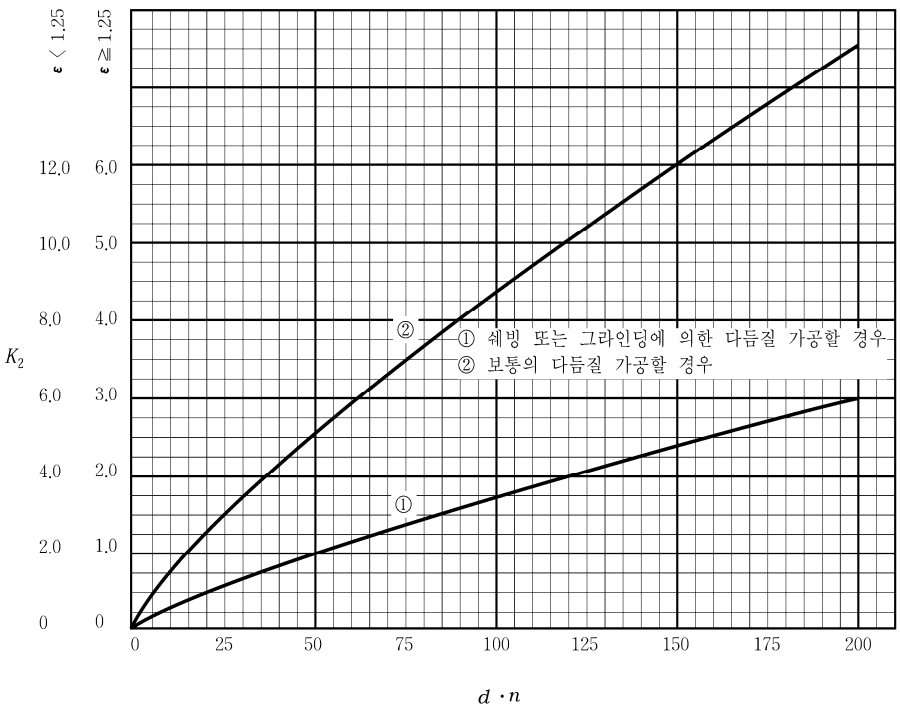


그림 5.3.1 K_2의 값

$$K_2 = k_2(d \times n)^{0.8}$$

d : 기어의 피치원의 지름 (cm)
n : 기어의 매분 회전수의 1/1,000 (rpm/1,000)
k_2 : **표 5.3.5**에 따른다.

표 5.3.5 k_2 의 값

기어의 최종다듬질 방법	k_2	
	$\varepsilon \geq 1.25$	$\varepsilon < 1.25$
쉐빙 또는 그라인딩에 의한 다듬질가공을 할 경우	0.044	0.088
보통의 다듬질가공을 할 경우	0.11	0.22
$\varepsilon = \dfrac{10 b_e \sin\beta_0}{\pi M}$ b_e : 톱니의 너비로서 더블헬리컬 기어에서는 한쪽의 톱니너비 (cm)로 한다. β_0 : 나선각도 M : 치직각 모듈		

K_3 : 처짐에 의한 하중 배가계수로서 톱니의 너비 및 피치원 지름에 따라 정하여지며, 다음 식 또는 **그림 5.3.2**에 의하여 산출하는 값.

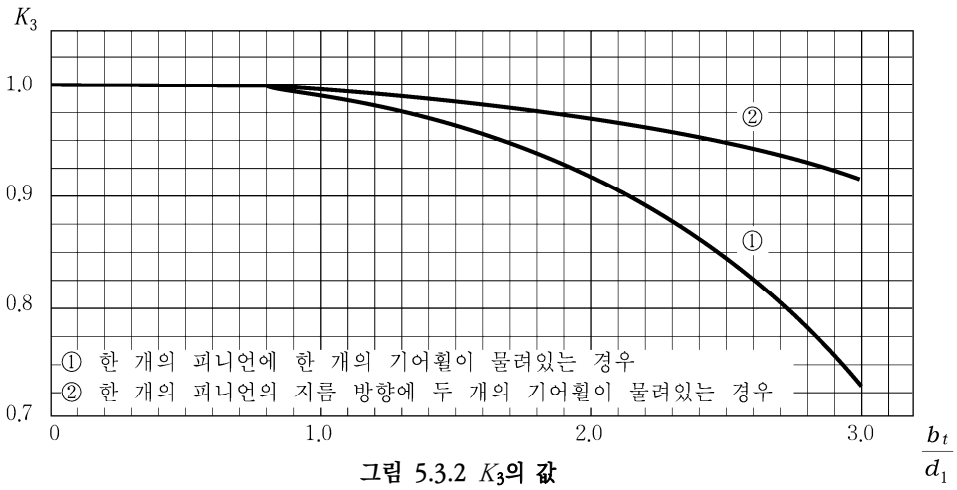


그림 5.3.2 K_3의 값

$$K_3 = 1 - k_3\left(\frac{b_t}{d_1}\right)^3$$

b_t : 피니언 톱니의 전체너비(cm)로서 더블헬리컬기어에서는 중간의 홈을 포함한다.
d_1 : 피니언의 피치원 지름 (cm)
k_3 : 표 5.3.6에 따른다.

표 5.3.6 k_3 의 값

	k_3
한 개의 피니언에 한 개의 기어 휠이 물려있는 경우	0.01
한 개의 피니언의 지름방향에 두 개의 기어휠이 물려있는 경우	0.003

Z : 톱니의 수
S_b : 주로 기어의 재료에 따라 정하여지며, 다음 식에 따라서 산출되는 값. 다만, 전진용 중간 기어 또는 후진용 기어의 S_b 의 값은 각각의 0.7 배 또는 1.2 배로 한다. 또한, 어떠한 경우에도 S_b 의 값은 25 를 넘어서는 아니 된다.

톱니 밑부분을 포함하여 표면경화한 기어 : $S_b = 0.83\sqrt{S}$

기타의 기어 : $S_b = \frac{S+Y}{49} \times \frac{1}{F}$

$$F = 1 + (0.0096S - 2.4)\left(\frac{0.04}{\gamma_0} + 0.02\right) \times (0.023M + 0.75)$$

S :기어재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
Y :기어재료의 항복강도 (N/mm^2)
γ_0 :커터의 톱니끝 곡률반지름의 모듈에 대한 비
M :치직각 모듈

3. **면압강도에 대한 접선하중** 기어의 접선하중은 톱니면의 면압강도에 대한 다음 조건에 적합하여야 한다. 다만, 후진용 기어에는 적용하지 아니한다.

$$P_{MCR} \leq P_S$$

P_{MCR} : 2항의 규정에 따른다.
P_S : 면압강도에 대한 허용 접선하중으로서 다음 식에 따라 산출되는 값

$$P_S = 9.81(K_1 \times S_S - K_2)K_3 \times K_4 \frac{i}{1+i} \times d_1 \quad (\mathrm{N/cm})$$

K_1, K_2 및 K_3 : 2항의 규정에 따른다.
S_S : 기어의 재료에 따라 정하여지며 다음 식에 따라 산출되는 값

톱니면을 경화시킨 기어끼리 맞물릴 경우 : $S_S = 2.236\sqrt{S_W}$
기타의 경우 : $S_S = \left(0.005\frac{H_{BWP}}{H_{BWW}} + 0.007\right)S_W + 7.5$

S_W : 기어휠 재료의 규격최소인장강도 ($\mathrm{N/mm^2}$)
H_{BWP} : 피니언 톱니면의 브리넬 경도 ($\mathrm{H_{BW}}$)
H_{BWW} : 기어휠 톱니면의 브리넬 경도 ($\mathrm{H_{BW}}$)

K_4 : 윤활계수로서 피치원의 지름 및 회전수에 따라 정하여지며, 다음 식 또는 **그림 5.3.3**에 따라 산출되는 값.

$$K_4 = 0.3(d \cdot n)^{\frac{1}{6}}$$

d : 기어의 피치원 지름 (cm)
n : 기어의 매분 회전수의 1/1,000 (rpm/1,000)
i : 톱니수의 비(기어휠의 톱니수/피니언의 톱니수)
d_1 : 피니언의 피치원 지름 (cm)

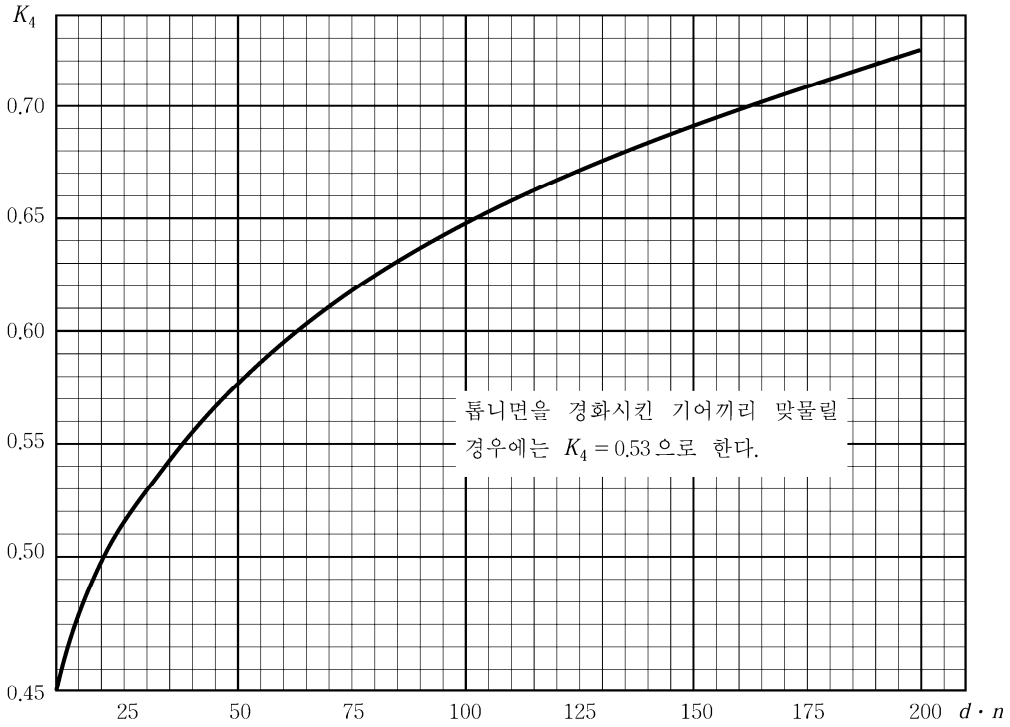


그림 5.3.3 K_4 의 값

4. **참작규정** 우리 선급은 설계, 공작, 용도 등에 대한 상세한 자료 및 강도 계산서가 제출되었을 경우에 이를 검토하고, 적절하다고 인정할 때에는 2항 및 3항의 규정에 적합하지 아니하는 기어장치라도 이를 승인할 수 있다. **【지침 참조】**

404. 기어축

1. **기어축** 동력을 전달하는 기어축의 지름은 203.의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 이 경우, P 및 n 은 각각 연속최대출력시에 각 기어축이 분담하는 출력 및 회전수로 하며, 피니언축에 있어서 T 의 값은 사용재료의 규격최소인장강도로서 1,000 N/mm^2 을 넘는 경우에는 1,000 N/mm^2 로 한다. 다만, 기어휠축의 베어링 사이에 있어서의 지름은 상기의 값에 **표 5.3.7**에 의한 계수 C 를 곱한 것 이상이어야 한다.

표 5.3.7 계수 C

피니언의 배치방법	C
1개 피니언이 물려있거나 또는 중심각도가 120° 미만의 각도로 배치된 2개의 피니언이 물려있을 경우	1.16
중심각도가 120° 이상의 각도로 배치된 2개의 피니언이 물려있을 경우	1.10

2. **피니언축** 피니언축의 지름은 톱니가 물림으로써 생기는 굽힘에 따른 힘에 충분히 견딜 수 있는 강성을 갖는 것이어야 한다.

405. 플렉시블축

플렉시블축의 지름 d_f 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_f = 100\sqrt[3]{\frac{P}{n} \times \frac{440}{S}} \quad (\text{mm})$$

P : 플렉시블축이 연속최대출력시에 분담하는 출력 (kW)

n : 플렉시블축의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)
S : 사용재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)

406. 축 커플링

1. **축커플링 및 커플링 볼트** 축커플링 및 커플링 볼트에 대하여는 207.의 해당 규정을 적용하며, 이들이 내다지보식으로 중량물을 지지하는 경우에는 그의 중량에 대하여도 충분한 강도를 가지도록 설계하여야 한다.
2. **플렉시블 커플링** 플렉시블 커플링은 동력전달에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다. *(2019)* **【지침 참조】**

407. 시험 및 검사

1. **가공검사** 표면경화처리를 한 부품은 원칙적으로 시험편을 사용하여 경화층의 두께를 측정하여야 하며, 경도측정시험 및 균열 유무에 대한 적절한 비파괴시험을 하여야 한다. 또한, 기어의 최종 다듬질가공에 대한 정밀도를 정확히 측정하여야 한다.
2. **동적평형시험** 다음 식에 의하여 산출한 값이 50 을 넘는 기어에 대하여는 동적평형시험을 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

$$\frac{Dn}{1{,}000}$$

D : 기어의 피치원 지름 (cm)
n : 기어의 회전수 (rpm)

3. **톱니면의 접촉상태** 모든 기어장치는 적당한 도료를 톱니면에 엷고 균일하게 칠하고, 적절한 하중 아래 톱니면의 접촉상태를 시험하여야 한다. 이 경우, 톱니의 너비(더블헬리컬 기어의 경우에는 중간홈을 포함)가 300 mm 를 넘는 추진용 기어 또는 톱니의 너비와 피니언의 피치원의 지름과의 비가 2 를 넘는 추진용 기어에서는 접촉상태를 확인할 수 있는 도료를 기어면에 얇고 균일하게 칠하고, 해상시운전시에 톱니면의 접촉상태를 확인하여야 한다.
4. **플렉시블 커플링** *(2019)*
   (1) 플렉시블 커플링의 증서는 **표 5.3.8**에 따라 발행되어야 한다.

표 5.3.8 플렉시블 커플링의 증서

항목	증서	발행처	비고
비금속 형태의 플렉시블 커플링 (고무, 실리콘 등) ≥ 100 kW	기자재	선급	
	형식승인	선급	
	재료	제조자	토크 전달부
	비파괴	제조자	토크 전달부
금속 형태의 플렉시블 커플링 (스프링 형 등) ≥ 100 kW	기자재	선급	
	형식승인	선급	추진용인 경우에만
	재료	제조자	토크 전달부
	비파괴	제조자	토크 전달부
(비고) 발행처가 선급이라 함은 선급기자재증서(KRC)를 말한다. 발행처가 제조자라 함은 제조자증서(W)를 말한다.			

   (2) 고무, 실리콘 등의 비금속 형태의 플렉시블 커플링은 토크시험을 실시하여야 한다. 시험은 플렉시블 커플링을 비틀거나 플렉시블 커플링을 비트는 것과 동일한 하중을 탄성체에 가함으로써 수행될 수 있다. 시험 토크는 허용 공칭 토크 T_{KN}의 1.5배 이상이어야 한다. 시험 결과에 따른 변위는 제조자가 제시한 오차 이내이어야 한다. 내연기관과 함께 사용되는 것이 아닌 플렉시블 커플링은 검사원의 재량에 따라 토크시험의 범위를 조정할 수 있다.

(3) 고무 및 실리콘 등을 접착하여 사용하는 플렉시블 커플링의 경우, 접착시험이 적어도 한 방향 허용 공칭토크 T_{KN}의 1.5배의 하중으로 수행되어야 한다. 이 하중에서 탄성체는 접착면 미끄러짐의 징후에 대하여 검사되어야 한다. ⚓

제 4 장 축계비틀림진동

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 추진용 동력전달장치 및 추진축계, 주기관으로 구동되는 발전기의 축계, 주기관용 왕복동 내연기관의 크랭크축 및 왕복동 내연기관으로 구동되는 발전기의 축계에 적용한다. 또한 왕복동 내연기관으로 구동되는 중요보기의 축계에도 이 장의 규정을 준용한다. *(2022)*
2. 허용 비틀림진동 응력의 크기 계산시 이 장에서 규정하는 방법 이외에 다른 대체계산법을 사용할 경우에는 3장 201.의 2항의 요건에 따른다.

102. 제출자료

1. 신조선의 경우, 현존선의 주기관을 바꾸어 탑재하는 경우, 축계, 프로펠러(또는 보기의 축계) 등 진동에 영향을 미치는 부분을 개조 또는 새 것으로 교환할 경우에는 다음 사항을 포함하는 비틀림진동계산서를 제출하여야 한다.
   (1) 1절, 2절 및 필요하다고 인정될 경우에는 3절 이상의 진동모드 및 고유진동수
   (2) 연속최대 회전수의 120 % 내에 발생하는 공진 비틀림진동에 의하여 축계장치에 발생하는 응력의 추정치 및 연속최대회전수의 120 % 밖에서 발생하는 공진점의 영향에 의하여 사용회전수 안의 비공진점에서 발생하는 비틀림 진동응력의 추정치
   (3) 축계, 기어장치 및 플렉시블 커플링에 작용하는 비틀림진동 토크의 추정치
   (4) 추진축계에 대하여는 임의의 1실린더 착화실패(예를 들어, 분사는 하지 않고 압축만 행함)를 한 채 운전할 경우의 진동응력의 추정치
2. 1항의 규정에 관계없이 다음의 경우에는 우리 선급의 승인을 얻어 비틀림진동계산서의 제출을 생략할 수 있다.
   (1) 기관 및 축계가 이미 승인된 것과 동형인 경우
   (2) 진동계에 약간의 변경이 있는 경우로 종래의 진동계산서 또는 진동실측 결과에 의하여 진동수 및 응력을 추정할 수 있는 경우
   (3) 기관의 연속최대출력이 100 kW 이하일 때

103. 실측

1. 변동 비틀림응력의 진폭은 반복되는 사이클 전체에 걸쳐 해당 조건에 따라 축에서 계측할 수 있는 값으로서 $(\tau_{max} - \tau_{min})/2$로 한다.
2. 축계 비틀림진동계산서의 제출이 요구되는 경우에는 추정치의 확인을 위하여 비틀림진동을 계측하여야 한다. 다만, 102.의 2항에 의하여 계산서의 제출이 생략되거나 사용회전수 내에 위험한 진동이 없다고 인정되는 경우에는 계측을 생략할 수 있다.

제 2 절 응력의 허용한도

201. 크랭크축

디젤 주기관의 크랭크축에 작용하는 비틀림진동 응력은 다음 규정에 따른다. 다만, 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 크랭크축의 강도계산을 시행한 경우에는 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

1. 연속최대회전수 이하에서 기관을 연속 사용하는 경우, 비틀림진동 응력은 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다.
   (1) 4사이클 직렬 및 열간 착화간격이 45° 또는 60° 인 V형 기관일 경우 :

$$\tau_1 = 45 - 24\lambda^2 \qquad (\text{단, } 0 \le \lambda \le 1)$$

   (2) 2사이클기관 및 (1)호 이외의 4사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_1 = 45 - 29\lambda^2 \qquad (\text{단, } 0 \le \lambda \le 1)$$

τ_1 : 기관을 연속 사용하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm^2)
λ : 사용회전수와 연속최대회전수와의 비

2. 연속최대회전수의 80 % 이하에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2를 초과하지 않는 경우에 한하여 1항에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 회전수 범위를 신속히 통과하는 조건으로 그 비틀림진동 응력을 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = 2\tau_1 \qquad (\text{단, } 0 \le \lambda \le 0.8)$$

τ_2 : 신속하게 회전수 범위를 통과하는 것을 조건으로 하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm^2)
λ : 1항의 규정에 따른다.

3. 연속최대회전수를 초과하여 연속최대회전수의 115 % 이하의 범위에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_3 값을 초과하여서는 아니 된다.
(1) 4사이클 직렬 및 열간 착화간격이 45° 또는 60° 인 4사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_3 = 21 + 237(\lambda - 0.8)\sqrt{\lambda - 1} \qquad (\text{단, } 1.0 \le \lambda \le 1.15)$$

(2) 2사이클기관 및 (1)호 이외의 4 사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_3 = 16 + 237(\lambda - 0.8)\sqrt{\lambda - 1} \qquad (\text{단, } 1.0 \le \lambda \le 1.15)$$

τ_3 : 과회전구역에서의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm^2)
λ : 1항의 규정에 따른다.

4. 축 재료의 규격최소인장강도가 440 N/mm^{2}보다 크거나 규격최소항복강도가 225 N/mm^{2}보다 큰 경우, 비틀림진동 응력의 허용한도는 전 각항에서 규정하는 τ_1, τ_2 및 τ_3 값에 다음의 계수 f_m을 곱하는 값까지 증가시킬 수 있다. **【지침 참조】**
(1) τ_1 및 τ_3에 대한 계수 f_m : $f_m = 1 + \frac{2}{3}\left(\frac{T_s}{440} - 1\right)$
(2) τ_2에 대한 계수 f_m : $f_m = \frac{Y}{225}$

f_m : 비틀림진동 응력의 허용한도에 대한 재료보정 계수
T_s : 축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
다만, 탄소강 단강품으로 590 N/mm^2, 저합금강 단강품으로 835 N/mm^{2}를 각각 초과하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값
Y : 축 재료의 규격최소항복강도 (N/mm^2)

202. 중간축, 추력축, 프로펠러축 및 선미관축

1. 디젤기관을 주기관으로 하는 선박의 중간축, 추력축, 프로펠러축 및 선미관축에 작용하는 비틀림진동응력은 다음의 규정에 따른다.
(1) 연속 최대회전수의 105 % 이하에서 기관을 연속 사용하는 경우의 비틀림진동 응력은 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다. 프로펠러축 및 선미관축을 승인받은 내식성 재료로 제작하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 할 수 있다. *(2017)* **【지침 참조】**

$$\tau_1 = \frac{T_s + 160}{18} C_k C_d (3 - 2\lambda^2) \qquad (\text{단, } 0 \le \lambda \le 0.9)$$

$$\tau_1 = 1.38\frac{T_s + 160}{18} C_k C_d \qquad (\text{단, } 0.9 \le \lambda \le 1.05)$$

τ_1 : 기관을 연속사용하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm^2)
λ : 201.의 1항에 따른다.
T_s : 축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
다만, T_s의 값은 중간축 및 추력축에 있어서 탄소강이 600 N/mm^{2}을 넘는 경우 600 N/mm^{2}으로 하고 합금강이 800 N/mm^{2}을 넘을 경우 우리 선급이 특별히 승인하는 경우를 제외하고 800 N/mm^{2}로 한다. 프로펠러축 및 선미관축에 있어서는 600 N/mm^{2}을 넘을 경우 600 N/mm^{2}으로 한다. *(2017)* **【지침 참조】**
C_k : 축의 종류 및 모양에 관한 계수로서 **표 5.4.1**에 따른다.
C_d : 축 지름 크기에 관한 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_d = 0.35 + 0.93d^{-0.2}$$

d : 축의 지름(mm)

표 5.4.1 계수 C_k

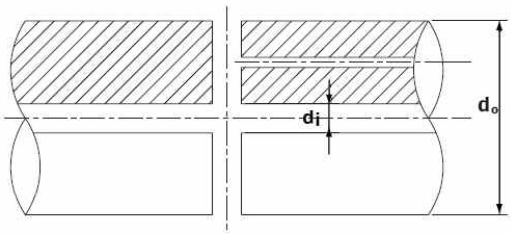
중간축						추력축		프로펠러축	선미관축
일체식 커플링 플랜지	수축 끼워맞춤 커플링 플랜지	키 홈이 있을 경우 (경사지게 연결)	키홈이 있을 경우 (원통형으로 연결)	반지름방향 구멍이 있을 경우	축방향으로 슬롯이 있을 경우	추력 칼라의 양측	롤러베어링을 추력베어링으로 사용하는 축	-	
1.0	1.0(1)	0.6(2)	0.45(2)	0.50(3)	0.30(4)(5)	0.85	0.85	0.55(6)	0.8

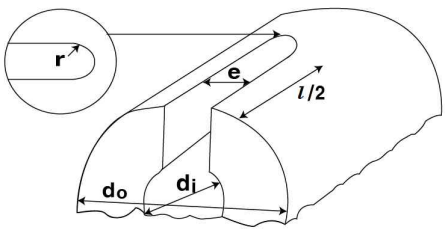
(비고)

(1) C_k은 평탄한 축단면을 기준으로 한 것임. 연속운전을 하는 동안 축이 허용응력에 근접한 진동응력을 접할 수 있는 경우, 수축끼워맞춤 지름에 대한 1 내지 2 %의 지름 증가 및 지름의 변화율과 거의 동등한 혼합반지름(blending radius)이 제공되어야 한다.

(2) 연속사용 금지범위가 설정되어 있는 장치에 키홈을 사용하여서는 아니 된다.

(3) 반지름방향 구멍의 지름은 0.3 d_0 이하일 것. 횡방향 구멍이 중심을 벗어난 축방향 구멍과 교차하는 경우(아래 그림 참조)에는 각 사안별로 제출된 자료를 근거하여 결정되어야 한다.





(4) 슬롯의 길이(l)는 0.8 d_0 미만이고, 중공축 안지름(d_i)은 0.7 d_0 미만이어야 하며 슬롯의 너비(e)는 0.15 d_0보다 커야 한다. 또한, 슬롯의 끝단 라운드(r)는 e/2 이상이어야 하며, 가능한 한 이를 크게 하여 응력집중이 생기지 않도록 하여야 한다. 슬롯의 수는 1, 2 또는 3개이어야 하며, 서로 각각 360도, 180도 또는 120도가 되도록 배치하여야 한다.

(5) C_k= 0.3은 전 (4)의 사용제한 내에 있는 안전한 근사치이다. 보다 상세한 C_k값을 사용하고자 할 경우, 응력집중계수(scf)는 유한요소해석에 의한 직접계산을 하거나 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

(6) 선미 베어링의 선수단과 프로펠러 보스(또는 프로펠러부착 플랜지) 사이에 있는 프로펠러축에 적용하지만 2.5 d_s보다 작아서는 아니 된다. 여기서, d_s : 요구되는 프로펠러축 또는 선미관축의 지름

(2) 연속최대회전수 80 % 이하에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2 값을 초과하지 않는 경우, (1)호에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 회전수 범위를 신속히 통과하는 것을 조건으로 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = \frac{1.7\tau_1}{\sqrt{C_k}}$$

τ_2 : 신속하게 회전수 범위를 통과하는 것을 조건으로 하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm^2)
τ_1 및 C_k : (1)호의 규정에 따른다.

2. 증기터빈, 가스터빈, 전자식 및 유체커플링과 같은 슬립형 커플링을 갖는 디젤기관 또는 전기추진장치를 주추진장치로 하는 선박의 경우, 중간축, 추력축, 프로펠러축 및 선미관축의 비틀림진동응력의 허용한도는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 할 수 있다. **【지침 참조】**

203. 발전기의 축계

1. 발전기를 구동하는 디젤기관의 크랭크축에 작용하는 비틀림진동 응력은 다음의 규정에 따른다. 다만, 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 크랭크축의 강도계산을 시행한 경우에는 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(1) 연속최대회전수의 90 ~110 % 회전수 범위에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다.

(가) 4사이클 직렬 및 열간착화간격 45° 또는 60°인 4사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_1 = 21 \quad \mathrm{N/mm^2}$$

(나) 2사이클 기관 및 (가) 이외의 4사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_1 = 16\ \mathrm{N/mm^2}$$

(2) 연속최대회전수의 90 % 이하에서 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2 값을 초과하지 않는 경우, (1)호에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 회전수 범위를 신속히 통과하는 것을 조건으로 그 비틀림진동 응력을 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = 90\ \mathrm{N/mm^2}$$

2. 디젤기관으로 구동되는 발전기축에 작용하는 비틀림진동 응력은 다음의 규정에 따라야 한다.

(1) 연속최대회전수의 90 ~110 % 회전수 범위에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다.

$$\tau_1 = 31\ \mathrm{N/mm^2}$$

(2) 연속최대회전수의 90 % 이하에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2 값을 넘지 않는 경우, (1)호에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 회전수 범위를 신속히 통과하는 것을 조건으로 그 비틀림진동 응력을 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = 118\ \mathrm{N/mm^2}$$

3. 축 재료의 규격최소인장강도가 440 N/mm^{2}보다 크거나 규격최소항복강도가 225 N/mm^{2}보다 높은 경우에는 τ_1 및 τ_2는 **201.**의 **4**항의 f_m 을 곱한 값까지 증가시킬 수 있다.

204. 공진점의 회피

4 사이클 직렬기관과 연결된 축계의 1절 $n/2$ 차, n 차 및 2 사이클 직렬기관과 연결된 축계의 1절 n 차(n 는 실린더 수)의 공진점은 특히 우리 선급이 승인하는 경우를 제외하고 다음의 회전수 범위 내에 존재하여서는 아니 된다.

주추진축계인 경우 : $0.8 \le \lambda \le 1.1$
발전기축계인 경우 : $0.9 \le \lambda \le 1.1$

λ : 공진시 회전수와 연속최대회전수와의 비

205. 상세검토

비틀림진동 응력의 허용한도는 축계의 강도를 고려한 상세한 검토 자료를 우리 선급에 제출하여 적절하다고 인정하는 경우에는 201.부터 203.의 규정에 관계없이 그의 허용한도를 승인할 수 있다. **【지침 참조】**

206. 연속사용 금지범위

1. 비틀림진동 응력이 201.부터 203.의 규정에서 정하는 허용한도 τ_1 값을 넘을 경우, 연속사용 금지범위는 다음의 요건에 따라 설정하여야 한다. 또한, 회전수의 연속사용 금지범위를 가능한 한 신속하게 통과하도록 회전계에 적색으로 표시하여야 한다.
   (1) 연속사용 금지범위는 다음의 속도제한치 내에 있어야 한다.

$$\frac{16N_c}{18-\lambda} \le N \le \frac{(18-\lambda)N_c}{16}$$

N : 연속사용 금지의 회전수 (rpm)
N_c : 공진시의 회전수 (rpm)
λ : 공진시의 회전수와 연속최대회전수와의 비

   (2) 가변피치프로펠러의 경우에는 최대피치상태 및 제로피치상태 모두를 고려하여야 한다.
   (3) 1대의 추진기관이 설치된 선박의 경우에는 1실린더 착화실패 상태로 제한된 속도범위에서 안전한 항해가 가능하여야 한다.
2. 기어 및 플렉시블 커플링 등에 비틀림진동에 의한 과대한 변동토크가 발생하여 채터링, 발열 등의 문제가 생기는 경우에는 그 회전수 범위에 대하여 1항의 규정에 따른다. 다만, 204.에서 정하는 회전수 범위 내에서는 과대한 변동토크가 발생하여서는 아니 된다.
3. 201.부터 203.에서 정해지는 허용한도 τ_1 값을 초과하는 응력이 발생하는 회전수 범위가 계측에 의하여 확인되는 경우에는 1항에서 규정하는 범위에 관계없이 그 회전수 범위를 연속사용 금지범위로 할 수 있다. 다만, 회전계의 오차를 고려하여야 한다. ⚓

제 5 장 보일러 및 압력용기

제 1 절 보일러

101. 적용

1. 이 절의 규정은 주로 용접구조의 보일러 및 그 부속품에 대하여 적용하며, 다음의 것은 제외한다.
   (1) 설계압력이 0.1 MPa 이하이고, 전열면적이 1 m^2 이하인 증기보일러
   (2) 설계압력이 0.1 MPa 이하이고, 전열면적이 8 m^2 이하인 온수보일러
2. 특수한 구조의 보일러로서 이 절의 규정을 적용할 수 없을 경우, 제조자는 그 구조에 대한 상세한 도면, 자료 및 강도계산서를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

102. 재료

1. 보일러의 압력을 받는 부분에 사용되는 재료는 다음의 규정에 따른다.
   (1) 보일러는 **2편 1장**의 각 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다.
   (2) 보일러 및 관계통의 부착품은 **2편 1장**의 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다. **【지침 참조】**
   (3) 보일러의 제조과정에 있어서 강판에 열간가공, 응력제거 등의 열처리가 행하여지는 경우, 제조자는 해당 부분의 강판 주문시에 그 사항을 지정하여야 한다. 이 경우, 강판 제조자에 대한 취급은 **2편 1장 302.**의 3항에 따른다.
   (4) 냉간가공이 용기의 안전성에 대하여 유해한 경우에는 냉간가공된 강판을 적절히 열처리하여야 한다.
2. 주강품을 보일러의 동판 또는 경판으로 사용하고자 할 경우에는 최고사용온도가 350 °C 이하로서 동판의 두께가 50 mm 이하인 보일러에 사용할 수 있다. **【지침 참조】**
3. 강관의 사용조건은 다음의 규정에 따른다.
   (1) 보일러에 사용되는 관으로서 내압을 받고, 화염 또는 연소가스에 접촉되는 관은 이음매 없는 강관 또는 전기저항용접 강관이어야 한다.
   (2) 전기저항용접 강관으로서 *RSTH* 33은 설계압력이 2 MPa 이하인 보일러로서 계산상의 관벽온도가 350 °C 이하인 곳에 사용할 수 있다.
   (3) 전기저항용접 강관으로서 *RSTH* 35 및 *RSTH* 42는 설계압력이 3 MPa 이하로서 계산상의 관벽온도가 400 °C 이하인 곳에 사용할 수 있다.
4. 보일러 및 관계통의 부착품의 재료는 다음 규정에 따른다.
   (1) 보일러 동체에 직접 부착되는 스탠드 파이프, 플랜지 또는 디스턴스 피스는 강제의 것이어야 한다.
   (2) (1)호에 규정한 관부착품 이외의 보일러에 접속하고 그의 압력을 받는 밸브 체스트 또는 기타의 관부착품은 동합금 주물, 주철품 또는 강제의 것이어야 하며 재료 및 사용제한에 대하여는 **6장 103.**의 규정에 따른다.

103. 이음형식

보일러의 길이방향 및 원주방향의 이음은 승인된 맞대기이음 양면용접으로 하여야 한다. 다만, 안지름이 작은 동체로서 안쪽에서 용접하기 곤란한 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 맞대기이음 일면용접으로 할 수 있다.

104. 용접이음의 모양

용접이음의 상세 및 그 방법은 **그림 5.5.1**에 의한 것 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 것이어야 한다.

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예

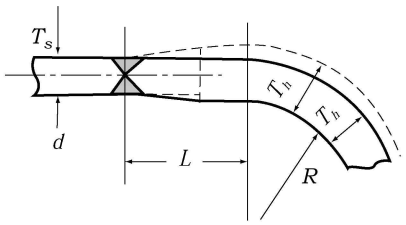
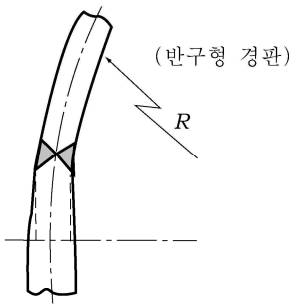
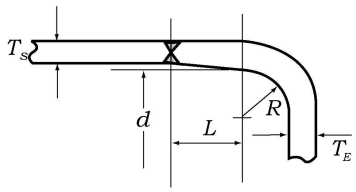
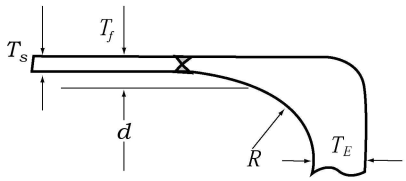
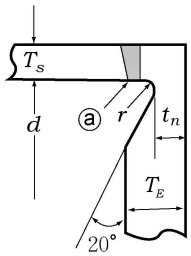
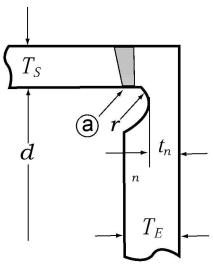
용접부분	부호	용접모양	비고
(가) 곡면 경판 과 동판	가1		$L \geq 3T_h$ (다만, 38 mm 를 넘을 필요는 없다.) 또한 $T_h \leq 1.25T_s$ 일 때는 상기의 값을 경감할 수 있다.
	가2		
(나) 평면 경판 또는 덮개판 과 동판	나1		(1) 표 5.5.4 참조 (2) $R \geq 3T_E$
	나2		(1) $T_f \geq 2T_s$ (2) $R \geq 3T_f$
	나3		(1) $r \geq 0.02T_E$ (다만, 최소 5 mm 로 한다.) (2) $t_n \geq 1.25T_{ro}$ (3) ⓐ부의 용접에는 저부가 양호하게 용착될 수 있는 용접법을 택할 것. (4) 경판 또는 덮개판의 재료는 단강재로 할 것.
	나4		나3 비고 참조

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

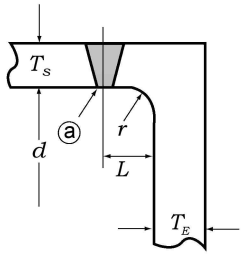
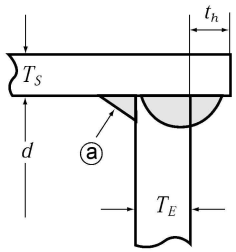
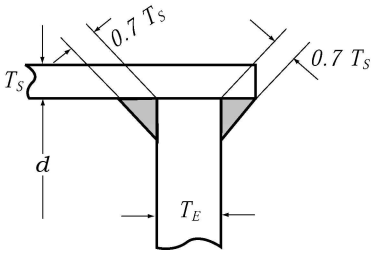
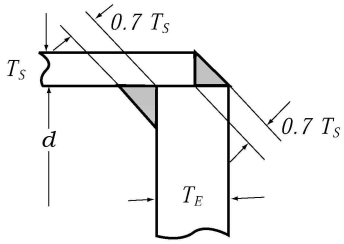
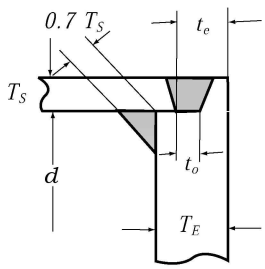
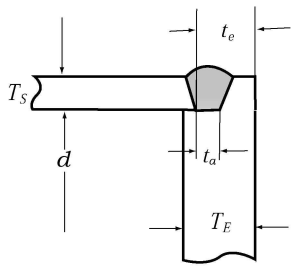
용접부분	부호	용접모양	비고
(나) 평면 경판 또는 덮개판 과 동판	나5		(1) $r \geq 0.3\,T_E$ (2) $L \geq T_E$ (3) ⓐ부의 용접에는 나3 비고(3) 참조. (4) 경판 또는 덮개판의 재료는 단강재로 할 것.
	나6		(1) $T_s \geq 1.25\,T_{ro}$ (2) $t_h \geq T_s$ (3) ⓐ부의 용접이 곤란할 때에는 뒷댐판을 사용하든가 또는 저부가 양호하게 용착될 수 있는 용접법을 택할 것.
	나7		$T_s \geq 1.25\,T_{ro}$
	나8		$T_s \geq 1.25\,T_{ro}$
	나9		(1) $T_s \geq 1.25\,T_{ro}$ (2) $t_o \geq T_s$ (다만, 6.5 mm 를 넘을 필요는 없다) (3) $t_e \geq 1.25\,T_s$
	나10		(1) 관 헤더 종류에 한한다. (2) $T_s \geq 1.25\,T_{ro}$ (원형에 한한다.) (3) t_e 는 $2\,T_{ro}$ 와 $1.25\,T_s$ 중 큰 것 이상으로 한다. (4) $t_a \geq T_s$ (다만, 6.5 mm 를 넘을 필요는 없다)

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

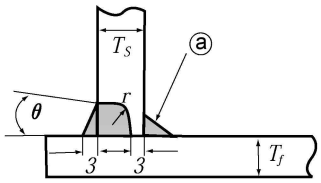
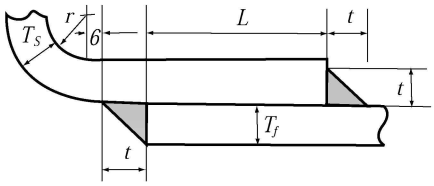
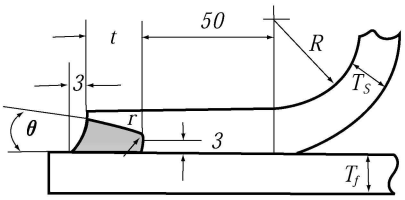
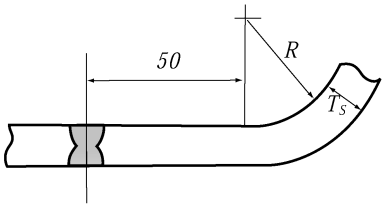
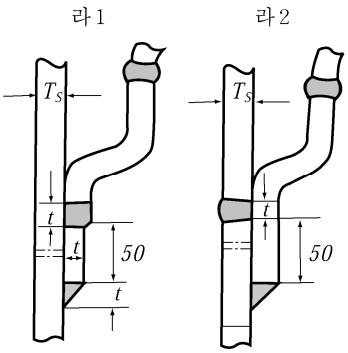
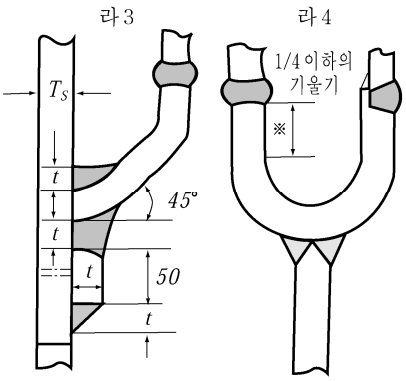
용접부분	부호	용접모양	비고
(다) 노통 또는 화로판과 동판 또는 경판	다1		(1) 보일러 전면측의 접합에 적용한다. (2) ⓐ부는 필릿용접으로 한다. (목의 두께 4~6 mm) (3) θ 는 10°~20° 범위 (4) $5 \leqq r \leqq 10$ mm
	다2		(1) 보일러 전면측의 접합에 적용한다. (2) $t \geq T_f$ (3) $L \geq 2T_s$
	다3		(1) 보일러 전면측의 접합에 적용한다. (2) $t \geq T_s - 3$ (3) θ 는 10°~20° 범위 (4) $5 \leqq r \leqq 10$
	다4		보일러 후면측의 접합에 적용한다.
(라) 훠니스 오지링 과 동판 사이	라1 라2		(1) $t \geq T_s$ (2) 용접면은 판면보다 들어가서는 아니 된다.
	라3 라4		

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

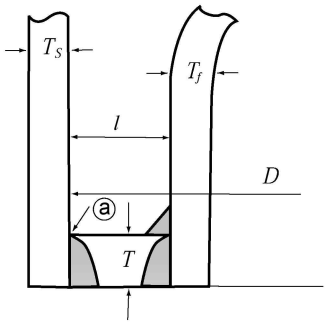
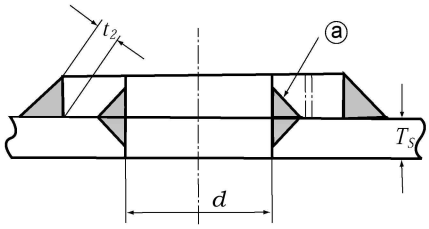
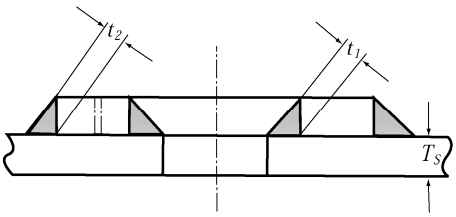
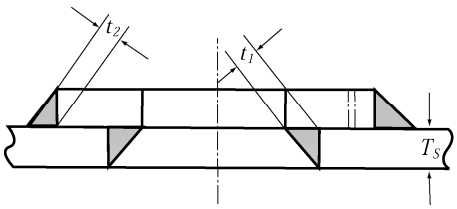
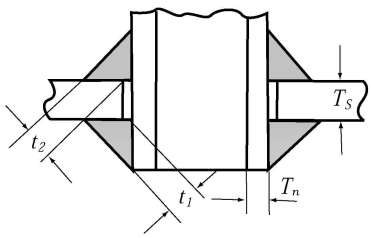
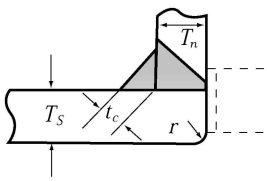
용접부분	부호	용접모양	비고
(라) 휘니스 오지링 과 동판 사이	라5		(1) $T \geq 1.265\sqrt{DP}$ D : 동판의 안지름 P : 설계압력(MPa) T : 저판의 두께 (2) $D \leq 750$일 경우 : $l \geq 50$ $D > 750$일 경우 : $l \geq 60$ (3) ⓐ부의 용접에는 저부가 양호하게 요착될 수 있는 용접법을 택할 것.
(마) 와셔 또는 보강판과 동판 또는 경판	마1		(1) $d < 60$ 일 경우에 한한다. (2) $t_2 \geq 0.7t_m$ (3) ⓐ부의 누설방지 용접을 할 것.
	마2		(1) $t_1 + t_2 \geq 1.25t_m$ (2) t_1 , $t_2 \geq \frac{1}{3}t_m$ (다만, 최소 6.5 mm)
	마3		
(바) 스탠드 파이프와 동판 또는 경판	바1		(1) $t_c \geq 6.5$ 또는 $0.7t_m$ 중 작은 값. (2) $t_1 + t_2 \geq 1.25t_m$ (3) t_1 , $t_2 \geq \frac{1}{3}t_m$ (다만, 최소 6.5 mm) (4) $t_w \geq 0.7t_m$
	바2		

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

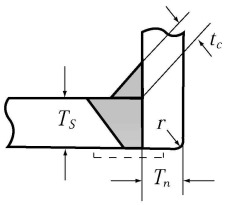
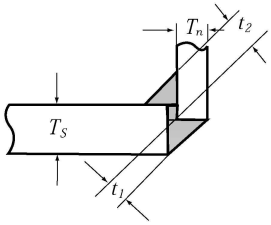
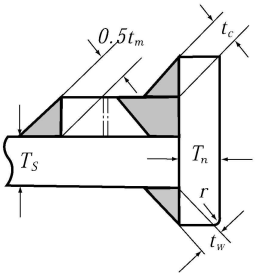
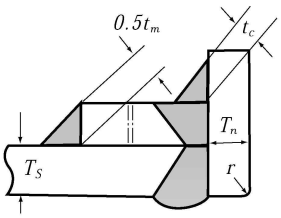
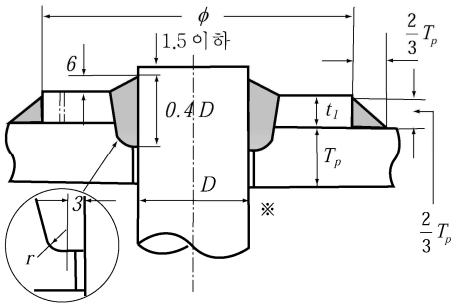
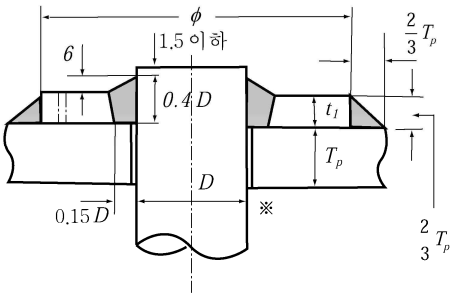
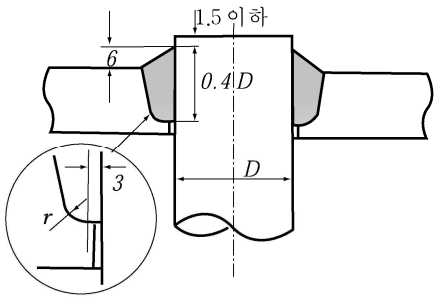
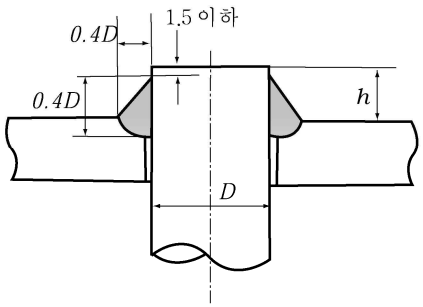
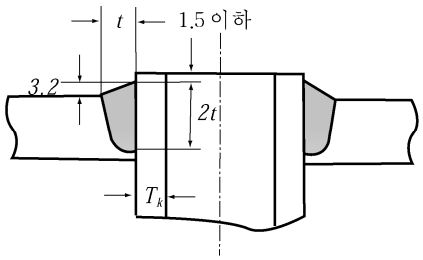
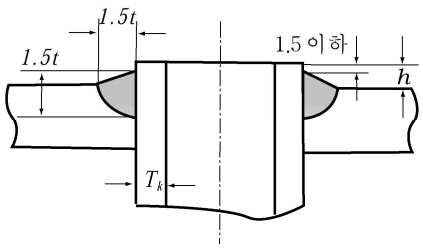
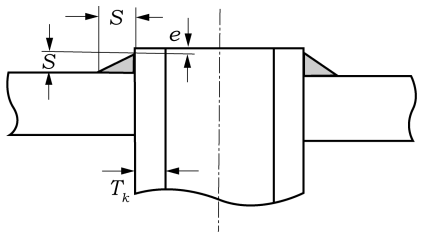
용접부분	부호	용접모양	비고
(바) 스탠드 파이프와 동판 또는 강판	바3		(1)(2)(3)(4) : (바)란 참조
	바4		
	바5		
	바6		
(사) 지주, 지주관 또는 관과 관판 또는 경판	사1		(1) $\phi \geq \frac{2}{3}P$ 다만, P는 지주의 피치(이하 동일함) (2) $t_1 \geq \frac{2}{3}T_p$ (3) ※은 틈새를 막기 위하여 필릿용접(목두께 4~6 mm) 또는 판쪽에서 코킹을 할 것.
	사2		(1) $\frac{2}{3}P > \phi \geq 3.5D$ (2) $t_1 \geq \frac{2}{3}T_p$ (3) ※은 사1과 동일

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

용접부분	부호	용접모양	비고
(사) 지주, 지주관 또는 관과 관판 또는 경판	사3		
	사4		화염에 닿는 쪽에서는 $h \leqq 10.0$ 으로 할 것.
	사5		(1) $t \geq T_k$ (2) 확관후에 용접하고, 또는 용접후 약간 더 확관할 것.
	사6		(1) $t \geq T_k$ (2) 확관후에 용접하고, 또는 용접후 약간 더 확관할 것. (3) 화염에 닿는 쪽에서는 $h \leqq 10$ 으로 할 것.
	사7		(1) $S \geq T_k + 3$ (2) 화염에 접촉하는 부분은 $e \leq 1.5$로 한다. (3) 확관한 후 용접할 것.

(비고)

T_s : 동판의 실제두께(mm)
T_h : 곡면 경판의 실제두께(mm)
T_E : 평면 경판 또는 덮개판 및 동판의 실제두께(mm)
T_{ro} : 이음매 없는 동판의 계산상 소요두께(mm)
T_p : 관판 또는 평면(곡면) 경판의 실제두께(mm)
T_f : 노통 또는 화로판의 실제두께 혹은 헤더 플랜지의 큰 쪽의 실제두께(mm)
T_n : 노즐의 실제두께(mm)
t_m : 용접되는 부재의 두께 중 작은 쪽의 값(mm). 다만, 최대값은 20 mm.
T_k : 지주관 또는 관의 실제두께(mm)

105. 이음효율

보일러의 동체이음효율 J의 값은 이음형식에 따라 다음의 규정에 따른다.

(1) 이음매 없는 동체 : J = 1.00

(2) 용접구조 동체

(가) 맞대기이음 양면용접 : J = 1.00

(나) 기타의 경우 : J = 0.90

106. 리가먼트(ligament)효율

동체에 설치된 관구멍부에 대한 리가먼트효율은 다음의 규정에 따른다.

1. 동체의 중심선에 평행하든가 또는 거의 평행한 1열의 관구멍을 갖는 동판, 또는 열사이의 거리가 충분한 몇 개의 열의 관구멍을 갖는 동판 또는 관판의 관구멍의 열에 따른 길이방향 리가먼트효율(이하 **길이방향효율**이라 한다.)은 다음 식에 따른다.

(1) 관구멍의 피치가 같은 경우(**그림 5.5.2** (가) 참조) :

$$J = \frac{P-d}{P}$$

(2) 관구멍의 피치가 규칙적으로 틀릴 경우(**그림 5.5.2** (나) 참조) :

$$J = \frac{L-nd}{L}$$

J : 리가먼트효율

d : 관구멍의 지름 (mm)

P : 관구멍의 피치 (mm)

L : 서로 다른 피치를 포함하여 한 단위를 이루는 부분의 길이 (mm)

n : L 안에 있는 관구멍의 수

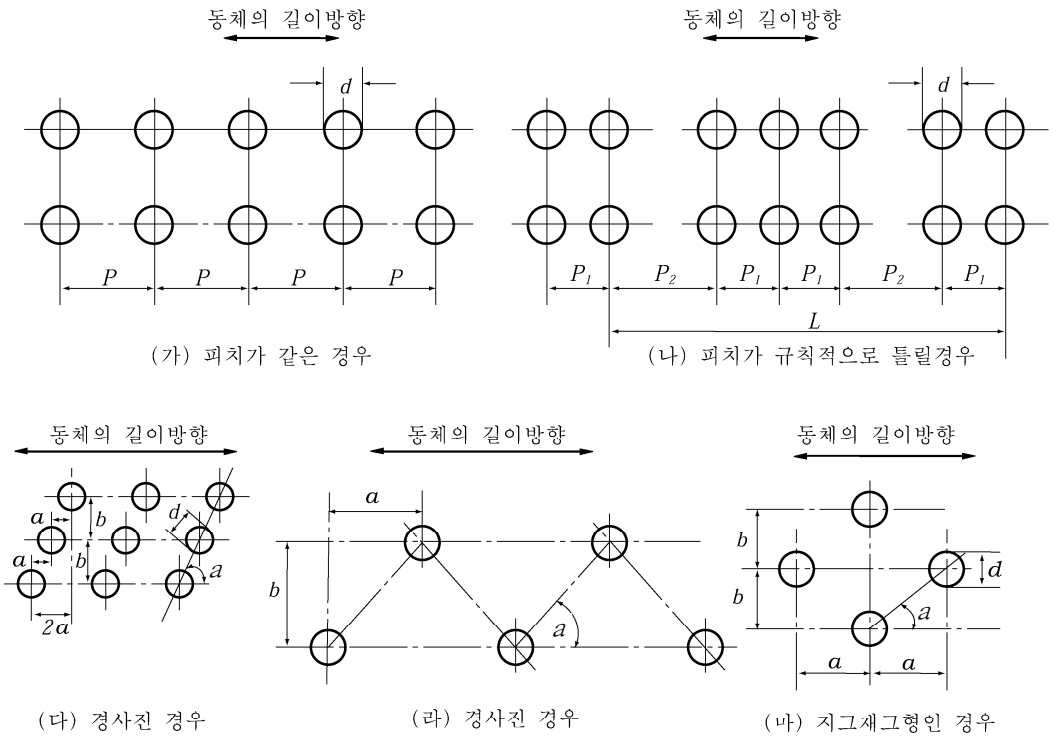


그림 5.5.2 관 구멍의 배치

2. 동체의 원주방향으로 배치된 관구멍부의 리가먼트효율(이하 **원주방향효율**이라 한다.)은 1항과 같은 방법으로 계산하되, 그 값은 길이방향 효율의 50 % 이상이어야 한다. 이 경우, 관구멍의 원주방향의 피치는 판을 굽히기 전에 측정하든가 또는 굽힌 판의 두께의 중앙에서 측정하는 것으로 한다.
3. 동체에 경사진 방향으로 배치된 관구멍부의 리가먼트효율은 다음 식에 따른다.
   (1) **그림 5.5.2** (다) 및 (라)에 나타낸 바와 같이 동체에 경사진 방향으로 관구멍이 배치된 경우에는 다음 식에 의해 산출된 효율 및 길이방향효율 중에서 최소치를 그의 관구멍부의 리가먼트효율로 한다.(**그림 5.5.3** 참조)

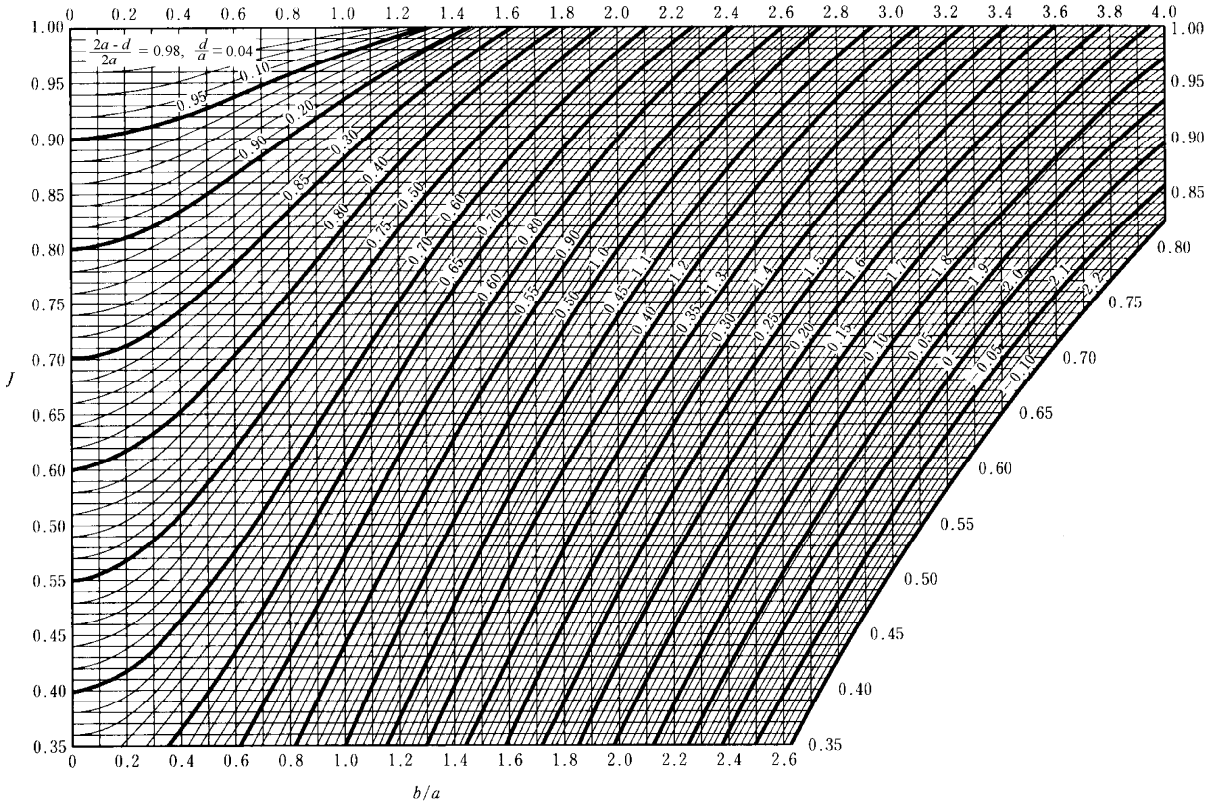


그림 5.5.3 관구멍이 경사진 방향으로 배치된 관구멍부의 리가먼트 효율

$$J=\frac{2}{A+B+\sqrt{(A-B)^2+4C^2}}$$

$$A=\frac{\cos^2\alpha+1}{2\left(1-\frac{d\cos\alpha}{a}\right)}$$

$$B=\frac{1}{2}\left(1-\frac{d\cos\alpha}{a}\right)(\sin^2\alpha+1)$$

$$C=\frac{\sin\alpha\ \cdot\ \cos\alpha}{2\left(1-\frac{d\cos\alpha}{a}\right)}$$

$$\cos\alpha=\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}},\qquad \sin\alpha=\frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$$

J : 리가먼트효율.

α : **그림 5.5.2** (다), (라) 및 (마)에 따른다.
a 및 b : **그림 5.5.2** (다), (라) 및 (마)에 따른다.
d : 관구멍의 지름 (mm)

(2) **그림 5.5.2** (마)에 나타낸 바와 같이 관구멍이 지그재그형으로 배치된 경우에는 (1)호의 식에 따라서 산출된 효율, 원주방향효율의 2배 및 길이방향효율 중에서 최소치를 그의 관구멍부의 리가먼트효율로 한다. (**그림 5.5.4** 참조)

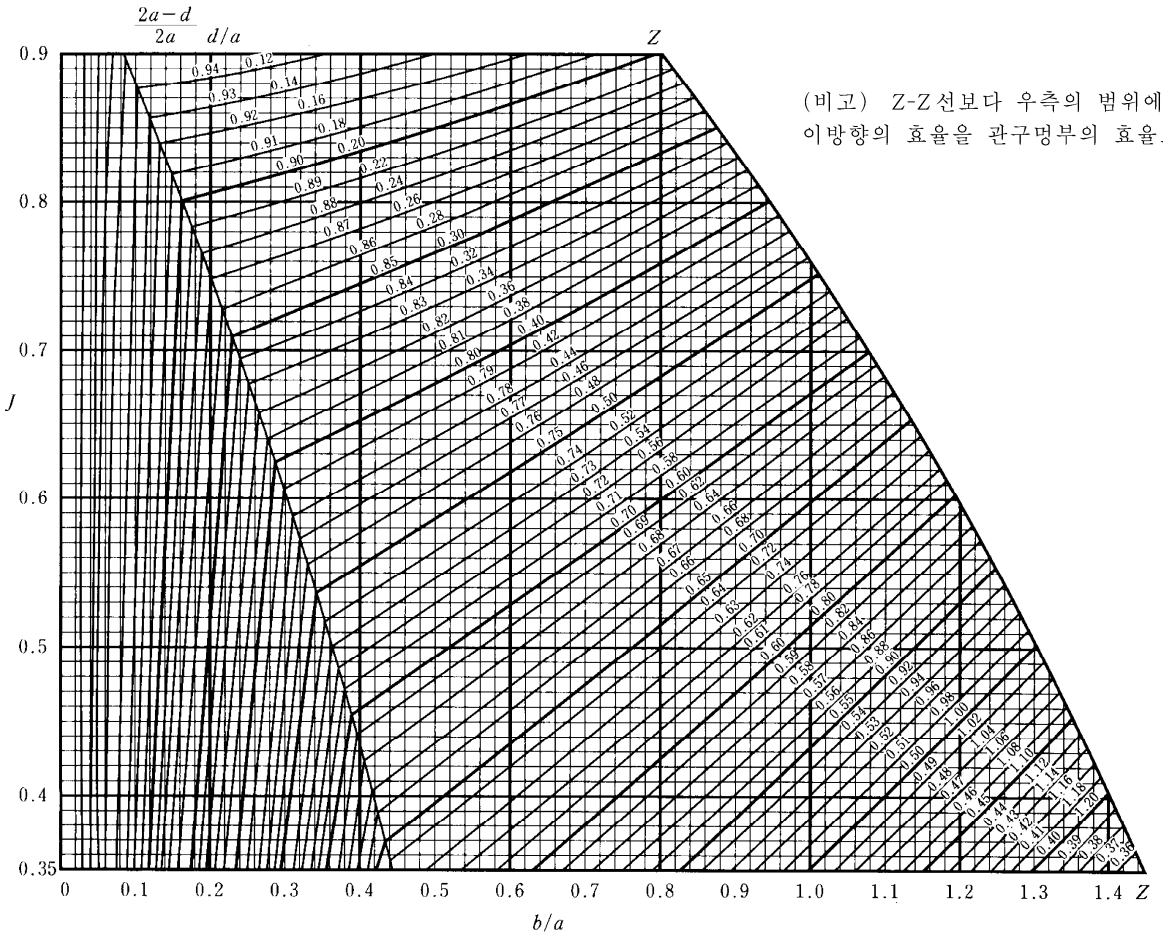


그림 5.5.4 관구멍이 지그재그형으로 배치된 경우의 관구멍부의 리가먼트 효율

4. 관구멍이 불규칙적으로 배치된 경우에는 별도로 효율 계산서를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아 사용할 수 있다.

107. 재료의 허용응력

1. 보일러의 허용응력을 결정하기 위한 재료의 온도는 보일러 전열면에 있어서 내부유체의 계획최고온도에 **표 5.5.1**에 정하는 온도를 더한 것 이상이어야 한다.

표 5.5.1 재료온도의 유체온도에 대한 증가분

일반 가열면	접촉 가열부	25 °C
	방사 가열부	50 °C
과열기 가열면	접촉 가열부	35 °C
	방사 가열부	50 °C
이코노마이저 가열면	-	25 °C

2. 이 절에서 강도계산에 사용하는 각종 재료의 허용응력 f는 다음에 따른다.

(1) 주강품을 제외하고 탄소강(탄소망간강을 포함) 및 저합금강 강재의 허용응력은 다음 값 중 최소치로 한다. 다만, 각 재료온도에 따른 허용응력의 값은 **표 5.5.2**에 따라도 좋다.

$$f = \frac{R_{20}}{2.7}, \quad f = \frac{f_R}{1.6}, \quad f = \frac{E_T}{1.6}, \quad f = \frac{S_C}{1.0}$$

R_{20}: 상온에서의 규격최소 인장강도 (N/mm^2)
f_R : 설계온도에서의 100,000 시간 후의 평균파단강도 (N/mm^2)
E_T : 설계온도에서의 규격최소항복강도 또는 0.2 %의 내력 (N/mm^2)
S_C : 설계온도에서의 100,000 시간 후의 1 %의 크리프가 발생한 평균응력 (N/mm^2)

(2) 주강품의 허용응력은 (1)호의 식에 따른 값의 80 % 또는 **표 5.5.2**에 따른다.
(3) (1)호 및 (2)호에서 정하는 것 이외의 재료에 대한 허용응력은 재료의 기계적 성질을 고려하여 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

108. 구조 및 강도 일반

1. 이 절의 식들에는 부착품으로부터 오는 하중, 국부응력, 반복하중, 열응력의 부가응력을 특히 고려하고 있지 아니하므로 이들의 영향이 있는 경우에는 치수의 증가 등의 조치를 강구하여야 한다.
2. 이코노마이저, 배기가스 이코노마이저 및 그의 부착품과 급수관계 부속품은 보일러의 설계압력의 1.25배 이상의 압력을 기준으로 하여 설계하여야 한다. 다만, 이에 따르기 곤란한 경우에는 급수펌프 또는 보일러 순환펌프의 최고사용압력을 기준으로 하여 설계할 수 있다.
3. 보일러의 동체 및 관헤더의 일부가 화염 또는 고온가스에 접촉하는 구조일 경우에는 그 부분을 불연성재료로 방열조치하고, 강재 또는 기타 불연성 재료로 피복하여야 한다. 또한, 원통형 보일러의 충기부에 있는 경판으로서 연로의 일부를 구성하는 부분에는 중간판을 설치하여 화염의 접촉을 방지하여야 한다.
4. 원통형 배기가스 이코노마이저는 관판과 동판의 용접부에 대한 검사를 쉽게 할 수 있는 구조이어야 한다. 또한, 원통형 배기가스 이코노마이저의 관판과 동판의 용접부에 계속검사시에도 초음파시험을 행할 수 있도록 해당부위의 방열재는 떼어낼 수 있어야 한다.
5. 입형 보일러의 화염관(flue tube) 부착부는 반구형 화로(furnace)의 열팽창에 의한 화염관의 변형을 과도하게 구속하지 않도록 설계하여야 한다.
6. 연소실 부하가 높은 수관식 보일러는 수관의 과열을 방지하기 위하여 (1) 및 (2)를 충분히 고려하여야 한다.
   (1) 수관은 보일러수가 충분히 순환될 수 있는 구조이어야 한다.
   (2) 스케일의 부착을 방지하기 위하여, 필요한 경우, 연수장치 설치 등의 조치를 하여야 한다.
7. 배기가스 보일러 및 배기가스 이코노마이저는 그을음 화재(soot fire)에 의한 손상을 방지하기 위하여 충분히 고려하여야 한다.

109. 동판 및 경판의 두께

1. 동판 및 경판의 두께는 **표 5.5.3**의 식에 의한 것 또는 6 mm 중 큰 것 이상이어야 한다. 반구형 경판을 제외하고 모든 곡면 경판의 두께는 그 경판과 접합되는 동판의 계산상 소요두께(용접이음 효율을 1.00으로 계산한 값) 이상이어야 한다.
2. 보강을 필요로 하는 구멍이 있는 경우의 경판의 소요두께는 다음의 규정에 따른다.
   (1) 구멍의 보강을 **115.**의 **2**항에 따른 경우에는 **1**항의 각 규정에 따른다.
   (2) 맨홀 또는 최대치수가 150 mm 를 넘는 구멍으로서 그 주위를 **115.**의 **6**항에 규정하는 플랜지형으로 보강하였을 경우에는 다음에 따른다.
      (가) 접시형 또는 반구형 경판 : **표 5.5.3**에 따라서 산정된 값에 그의 15 % (3 mm 미만의 경우에는 3 mm) 이상의 값을 더한 두께 이상으로 하여야 한다. 이 경우에 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽 반지름이 동체의 안지름의 80 % 미만인 경우에는 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽지름을 동체의 안지름의 80 %로 하여 계산하여야 한다. 또한, 두 개의 맨홀이 있는 경판의 두께를 이와 같이 정하였을 경우에는 두 개의 맨홀 사이의 거리가 경판의 바깥지름의 1/4 이상이어야 한다.
      (나) 반타원형 경판 : **표 5.5.3**에 따라서 계산하되 이 경우의 R은 동체의 안지름의 80 %로 하고 E는 1.77로 한다.

3. 볼록면에 압력을 받는 경판의 소요두께는 오목면에 압력을 받는 경우의 경판의 소요두께에 대한 식에서 설계압력 P 대신에 P의 1.67배의 값을 적용하여 산정한 두께 이상이어야 한다.

표 5.5.2 허용응력(f)의 값

재료의 종류		허용응력 (f) N/mm^2 (1)											
		250°C 이하	300°C	350°C	375°C	400°C	425°C	450°C	475°C	500°C	525°C	550°C	575°C
보일러용압연강판	*RSP 24*	110	104	103	96	88	76	57	39				
	RSP 30	122	117	113	106	95	80	58	39				
	RSP 32	124	122	121	114	102	84	58	39				
	*RSP 30*A	122	117	113	113	113	108	101	90	69	48		
	*RSP 32*A	124	122	121	121	121	117	106	91	69	48		
헤더용재료	*RBH*-1	105	104	103	97	88	76	57	39				
	RBH-2	117	115	113	106	95	80	58	39				
	RBH-3	102	99	96	96	96	93	91	87	67			
	RBH-4	106	104	103	103	103	102	98	92	74			
	RBH-5	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64		
	RBH-6	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64		
보일러용강관 (2)	*RSTH* 33	86	84	81	78	74							
	RSTH 35	88	87	86	82	76	66	53					
	RSTH 42	113	104	103	97	88	76	57					
	RSTH 12	102	99	96	96	96	94	91	87	69			
	RSTH 22	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	44	
	RSTH 23	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	47	34
	RSTH 24	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	48	34
단강품(3)		재료의 규격최소인장강도의 1/4 (350 °C 이하인 경우)											
주강품(3)		재료의 규격최소인장강도의 1/5 (350 °C 이하인 경우)											

(비고)

(1) 재료의 온도가 이 표에 나타내는 온도의 중간의 것에 대해서는 보간법에 의한다.

(2) 전기저항 용접강관의 허용응력(f)은 이 표의 값의 85 %로 한다.

(3) **2편 1장**에서 규정하는 재료

표 5.5.3 동판 및 경판의 두께

동판 및 경판		두께 (mm)
동판	원통형	$T=\dfrac{PD_1}{2fJ-1.2P}+1.0$
	구형	$T=\dfrac{PR_1}{2fJ-0.2P}+1.0$
경판	접시형(1)	$T=\dfrac{PR_2E}{2fJ-0.2P}+1.0$
	반구형	$T=\dfrac{PR_2}{2fJ-0.2P}+1.0$
	반타원형(2)	$T=\dfrac{PD_2}{2fJ-0.2P}+1.0$

P : 설계압력 (MPa)
J : 105. 및 106.에 규정하는 효율 중 최소값
f : 107.의 2항에 규정하는 허용응력 (N/mm^2)
D_1 : 동체의 안지름 (mm)
D_2 : 경판의 안쪽에서의 긴 지름 (mm)
R_1 : 동체의 안쪽반지름 (mm)
R_2 : 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름 (mm)

$$E=\frac{1}{4}\left(3+\sqrt{\frac{R_2}{r}}\right)$$

r : 경판의 모서리에 있어서의 안쪽반지름 (mm)

(비고)
(1) 접시형 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름은 경판의 플랜지 부분의 바깥지름보다 커서는 아니 된다. 또한 경판의 모서리에 있어서의 안쪽반지름은 경판의 플랜지 부분의 바깥지름의 6 % 또는 경판 두께의 3배 중 큰 것 이상이어야 한다.
(2) 반타원형 경판의 안쪽에서의 짧은 반지름은 긴 반지름의 1/2 이상이어야 한다.

110. 지주 또는 기타의 것으로 지지되지 아니하는 평평한 경판 또는 덮개판

원형 또는 비원형으로서 지주 또는 기타의 것으로 지지되지 아니하는 평평한 경판 또는 덮개판 등의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T=C_1C_2d\sqrt{\frac{P}{f}}+1.0 \quad (\text{mm})$$

P , f : **표 5.5.3**에 따른다.
d : 원형인 경우에는 경판의 플랜지 부분의 안지름(mm)
비원형인 경우에는 두변 중 짧은 쪽의 안쪽길이(mm)
C_2 : 원형인 경우 : C_2 = 1.00

비원형인 경우 : $C_2=\sqrt{3.4-\dfrac{2.4d}{b}}$
다만, 1.6을 넘는 경우에는 1.6으로 한다.
b : 비원형에서 d에 직각인 변의 최대 길이 (mm)
C_1 : 정수로서 **표 5.5.4**에 따른다.

표 5.5.4 C_1 의 값

접합 방법	C_1
그림 5.5.1의 나1의 경우	1) L 에 제한이 없는 경우(원형 및 비원형) : C_1 = 0.50
	2) $L \geq (1.1-0.8\times T_S^2/T_E^2)\sqrt{dT_E}$ 의 경우(원형에 한한다) : C_1 = 0.39
그림 5.5.1의 나2의 경우	원형 또는 비원형 : C_1 = 0.50
그림 5.5.1의 나3, 나4, 나5, 나7, 나8	원형 : C_1 = 0.55, 비원형 : C_1 = 0.70
그림 5.5.1의 나6, 나10	원형 또는 비원형 : C_1 = 0.70
그림 5.5.1의 나9	원형에 한한다 : C_1 = 0.55

111. 지주 또는 기타의 지지를 갖는 평판 또는 관판

1. 평판 및 관판의 두께는 다음 각 항의 규정에 따른 소요두께 이상으로서 평판은 6 mm, 관판은 10 mm 이상이어야 한다.
2. 규칙적으로 배치된 지주 또는 지주관으로 지지된 부분의 평판의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = Cd\sqrt{\frac{P}{f}} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
f : 107.의 2항에 규정하는 허용응력 (N/mm^2)
d : $\sqrt{a^2+b^2}$
a : 지주 또는 지주관의 수평피치 (mm)
b : 지주 또는 지주관의 수직피치 (mm)
C : 정수로서 **표** 5.5.5에 따른다. 다만, 해당 부분의 지점의 고정법이 서로 다를 경우에는 지점의 수와 이에 대한 각 고정법으로 정한 정수를 곱한 값의 총합을 지점의 총수로 나눈 평균치를 취한다.

표 5.5.5 C의 값

지주 또는 지주관의 고정방법	C	
	화염에 닿는 경우	화염에 닿지 않는 경우
지주를 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사1의 구조로 하는 경우	0.38	0.35
지주를 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사2의 구조로 하는 경우	0.40	0.37
지주를 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사3의 구조로 하는 경우	0.44	0.41
지주를 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사4의 구조로 하는 경우	0.53	0.50
지주관을 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사5의 구조로 하는 경우	0.45	0.42
지주관을 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사6의 구조로 하는 경우	0.52	0.49
지주관을 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사7의 구조로 하는 경우	0.52	0.49

3. 규칙적으로 배치된 지주관으로 지지된 관판의 관밀집부에 있어서 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$T = Cd\sqrt{\frac{P}{f}} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P , f : 2항의 규정에 따른다.
d : 해당부분의 4개의 지주관 중심점이 구성하는 사각형의 4변의 평균길이 (mm)
C : 정수로서 **표** 5.5.6에 따른다.

표 5.5.6 C의 값

지주관의 고정방법	C	
	화염에 닿는 경우	화염에 닿지 않는 경우
지주관을 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사5의 구조로 하는 경우	0.54	0.51
지주관을 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사6의 구조로 하는 경우	0.61	0.57
지주관을 판에 관통시켜 **그림** 5.5.1의 사7의 구조로 하는 경우	0.61	0.57

4. 지주 또는 지주관 지지점의 배치가 불규칙적인 경우의 평판의 소요두께는 적어도 3개의 지지점을 통하고 안쪽에 지지점을 갖지 않는 최대원을 그려서 그의 지름을 d_1이라 하면 2항의 식의 d 대신에 d_1을, 또는 3항의 식의 d 대신에 $\sqrt{a^2+b^2}$를 각각 대입하여 산출한 값으로 한다.
5. 곡연의 기점 또는 동판이나 화로판 등과의 용접접합부는 지지점으로 간주하며, 이 경우에 2항의 정수 C의 값은 **표** 5.5.7에 따른다.

표 5.5.7 지지점에 따른 정수 C의 값

지지점에 따른 구분	C	
	화염에 닿는 경우	화염에 닿지 않는 경우
곡연의 기점. 다만, 곡연의 안쪽반지름이 판두께의 2.5배보다 클때에는 곡연의 바깥면에서 판두께의 3.5배의 거리의 점을 곡연의 기점으로 한다.	0.39	0.36
동판, 화로판 등의 용접접합 내면을 지지점으로 본다.	0.47	0.43

112. 수직형 보일러의 관판

연관이 수평으로 배열된 수직형 보일러에 있어서 관 밀집부의 관판의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 또는 111.의 3항에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{PD}{1.97fJ} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P, f : 111.의 2항에 따른다.
D : 동체의 중심선에서 수직으로 배열된 바깥쪽 열의 관구멍 중심까지의 거리의 2배 (mm).

$$J = \frac{P_i - d}{P_i}$$

P_i : 연관의 수직피치 (mm)
d : 관구멍의 지름 (mm)

113. 습연식 보일러의 관판

습연식원통형 보일러의 후관판의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 또는 111.의 3항에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{PW}{183J} \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
W : 연소실 상부의 너비로서 후관판과 연소실 후판 사이의 거리 (mm)

$$J = \frac{P_i - d}{P_i}$$

P_i : 연관의 수평피치 (mm)
d : 보통 연관의 안지름 (mm)

114. 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍 【지침 참조】

1. 보일러에는 각부의 검사와 청소를 위하여 다음 각 항에 적합한 맨홀 또는 청소구멍을 설치하여야 하며, 맨홀의 크기는 300 mm × 400mm , 청소구멍의 크기는 60 mm × 90 mm 보다 각각 작아서는 아니 된다. 다만, 보일러의 치수나 내부구조에 의하여 맨홀이나 청소구멍을 설치할 수 없을 경우에는 내부를 검사할 수 있는 2개 이상의 적절한 검사구멍을 설치하여야 한다.
2. 안쪽 덮개식의 맨홀 덮개는 구멍 주위와 덮개의 돌출부와의 간극이 1.5 mm 이하이어야 한다.
3. 크로스튜브를 갖는 수직형 보일러에는 튜브의 내부를 청소하기 위하여 청소구멍이나 기타 적절한 장치를 하여야 한다. 다만, 크로스튜브의 지름이 클 때는 동체에 쉽게 접근할 수 있는 부분에 관마다 1개의 검사구멍을 설치하고, 그 지름은 청소 및 검사에 충분한 크기의 것이어야 한다.
4. 헤더의 검사구멍의 덮개는 견고한 구조로서 떼어내거나 부착하는 것을 반복하여도 안전하여야 하며, 덮개를 볼트로 부착하는 경우에는 볼트가 부러져도 위험이 없는 구조이어야 한다.

115. 구멍의 보강

1. 동판, 곡면경판, 평평한 경판 및 덮개판에 설치한 구멍은 구멍의 최대지름이 동체의 안지름의 1/4 이하이고 또한 60 mm 이하인 단독의 것 및 판두께에 여유가 많아서 보강할 필요가 없는 것을 제외하고 다음 각항에 따라 보강하여야 한다.
2. 동판 및 곡면경판에 설치한 구멍에는 구멍의 중심을 포함하고 구멍의 면에 수직한 단면상에 있어서 다음 식에 따른 면적 A 이상의 보강재를 붙여야 한다.

$$A = dT_r \quad (\text{mm}^2)$$

d : 동판인 경우에는 동판의 길이방향의 단면에 나타나는 구멍의 최대지름 (mm)
경판인 경우에는 경판의 단면에 나타나는 구멍의 최대지름 (mm)
T_r : 이음매 없는 동판 또는 구멍이 없는 경판의 소요두께 (mm). 다만, 접시형 경판으로서 보강재 전부가 경판의 구형부에 있을 때에는 그 구형부와 같은 반지름의 이음매 없는 반구형 경판의 소요두께로 한다. 또한, 반타원형 경판의 경우로서 경판의 중심점을 중심으로 하고 동체의 안지름의 80 % 를 지름으로 하는 원내에 보강재의 전부가 있는 경우에는 동체의 안지름의 90 %와 같은 반지름의 이음매 없는 반구형 경판의 소요두께로 한다.

3. 110.에 규정한 평평한 경판 또는 덮개판에 이들의 지름 또는 최소 스팬의 1/2 이하의 구멍을 설치할 때에는 다음 식에 따른 면적 A 이상의 보강재를 붙여야 한다.

$A = 0.5dT_r$ (mm^2)

d : 경판, 덮개판의 단면에 나타나는 구멍의 최대 지름 (mm)
T_r : 110.의 규정에 의한 소요두께 (mm)

4. **보강의 유효범위** 보강재는 보강의 유효범위 내에 붙여야 한다. 보강의 유효범위는 단면상에 나타나는 구멍의 중심선에서 양쪽으로 수평거리 L과 판의 안팎면에서 양쪽으로 수직거리 H에 둘러싸인 범위로 하며, **그림** 5.5.5와 같이 한다.

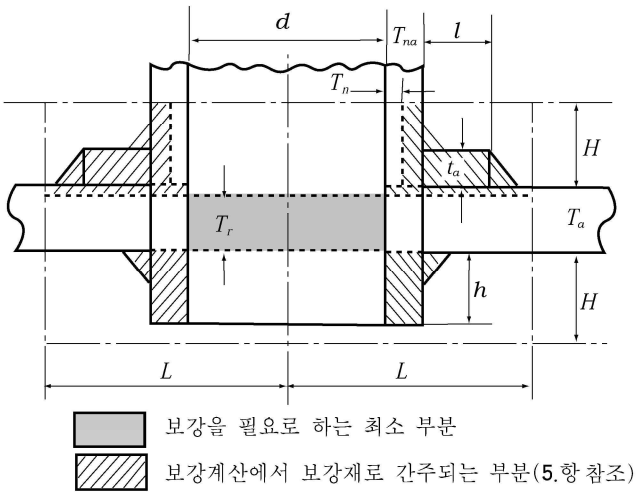


그림 5.5.5 구멍의 보강

L : d 또는 $(d/2 + T_a + T_{na})$ 중 큰 것 (mm)
H : $2.5T_a$ 또는 ($2.5T_{na}$ + 보강판이 있는 경우에는 t_a) 중 작은 것 (mm)
d : 단면상에 나타나는 구멍의 지름 (mm)
T_a : 동판, 경판 또는 덮개판의 실제두께 (mm)
T_{na}: 붙여진 스탠드 파이프의 실제두께 (mm)
t_a : 보강판의 실제두께 (mm)

5. **보강재로 간주될 수 있는 면적** 동판 또는 경판에서 보강재로 간주될 수 있는 면적은 다음과 같이 구하며, 이들 단면적의 총합계는 2항 또는 3항에 규정하는 보강을 필요로 하는 단면적 A보다 작아서는 아니 된다(**그림** 5.5.5 참조). 다만, 보강을 필요로 하는 구멍이 동판 또는 경판의 이음매를 관통할 경우에는 보강재의 실제 면적은 이들의 이음효율을 고려하여야 한다.

$A_1 = (T_a - T_r)(2L - d)$ (mm^2)
$A_2 = 2KH(T_{na} - T_n)$ (mm^2)
$A_3 = 2Kh\,T_{na}$ (mm^2)
$A_4 = 2Kt_a l$ (mm^2)
A_5 = 용접의 용착금속의 단면적의 합계 (mm^2)

$A \le A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$

T_a, T_{na}, t_a, d, L 및 H : 4항의 규정에 따른다.
T_r : 2항 또는 3항의 규정에 따른다.
T_n : 6장 102.의 6항에 따라 산출된 스탠드 파이프의 두께에서 부식 예비두께를 뺀 것 (mm)

h : 동판 또는 경판의 안쪽으로 붙은 스탠드 파이프의 유효범위 내의 길이 (mm)
l : 단면상에 나타나는 보강판의 한쪽 길이 (mm)

$$K = \frac{\text{보강재 또는 스탠드 파이프의 허용응력}}{\text{동판 또는 경판의 허용응력}}$$

다만, K의 값은 1.0보다 커서는 아니 된다.

6. 경판에 설치한 구멍의 주위는 플랜지 모양으로 구부려서 보강할 수 있다. 이 경우, 플랜지의 깊이 h는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

경판의 두께가 38 mm 이하일 때 : $h = 3T_r$ (mm)

경판의 두께가 38 mm 를 넘을 때 : $h = T_r + 76$ (mm)

h : 경판의 바깥면에서 측정한 플랜지의 깊이 (mm)
T_r : 설계압력에 의하여 산출한 경판의 소요두께 (mm)

116. 노통, 화로판, 오지링 및 크로스튜브

1. 노통의 두께는 다음 각 항의 규정에 의한 소요두께 이상으로서 최소 5 mm 이상, 최대 22 mm 이하이어야 한다.
2. 파형노통의 파형부에서의 동판의 실제의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{PD}{C} + 1.0 \quad \text{(mm)}$$

P : 설계압력 (MPa)
D : 노통의 파형부에서의 최소바깥지름 (mm)
C : 정수로서 **표 5.5.8**에 따른다.

표 5.5.8 노통의 종류에 따른 정수 C의 값

노통의 종류	C
모리슨식, 데이톤식, 폭스식 및 이와 유사한 것	107
리즈포지발브식	104

3. 단순한 원통형의 노통 또는 지주 등에 의하여 보강되지 아니하는 연소실의 원통형 저판의 소요두께 T는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$T_1 = \sqrt{\frac{PD(L+610)}{10{,}500}} + 1.0 \quad \text{(mm)}, \quad T_2 = \frac{1}{325}\left(\frac{PD}{0.35} + L\right) + 1.0 \quad \text{(mm)}$$

P : 설계압력 (MPa)
D : 노통 또는 연소실 저판의 바깥지름 (mm)
L : 노통의 길이 또는 연소실 저판의 깊이 (mm)
다만, 여기서 노통의 길이라 함은 노통의 강판을 구부려서 다른 판이나 보강재 등과 접합시키는 경우에는 곡연의 기점으로부터 측정한 것을 말한다.

4. 지주 또는 기타의 것으로 지지되지 아니하는 반구형 화로판의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{PR}{62} + 1.0 \quad \text{(mm)}$$

P : 설계압력 (MPa)
R : 반구형 화로판의 바깥반지름 (mm)

5. 지주 또는 기타의 것으로써 보강되어 있는 노 또는 화염에 접촉하는 원통형 강판의 소요두께는 다음에 의해서 산출한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.
(1) 3항의 식에 의한 두께와 111.의 2항의 식에 설계압력의 50 %의 압력을 대입하여 얻은 두께의 합
(2) 111.의 2항의 식에 의한 두께와 3항의 식에 설계압력의 50 %의 압력을 대입하여 얻은 두께 중에서 큰쪽의 값과의 합

6. **오지링** 수직형 보일러의 노통 밑부분과 동체와의 접합에 오지링을 사용하여 노통에 작용하는 수직력을 지지하도록 하는 경우, 오지링의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{\sqrt{PD(D-D_0)}}{1{,}010} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
D : 동체의 안지름 (mm)
D_0 : 노통의 오지링과 접합되는 곳에서 계측한 노통의 밑부분의 바깥지름 (mm)

7. **크로스튜브** 크로스튜브를 갖는 보일러에서 크로스튜브의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 9.5 mm 보다 작아서는 아니 된다.

$$T = \frac{PD}{45} + 6.5 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
D : 크로스튜브의 안지름 (mm)

117. 지주, 지주관 및 거더

1. 지주 또는 지주관의 소요지름 d는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 지주관의 두께는 지주관이 관밀집부의 바깥열에 있을 경우에는 6.0 mm, 기타의 경우에는 4.5 mm 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$d = C_1 k \sqrt{PA} + C_2 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
A : 해당되는 지주 또는 지주관이 지지할 판의 면적 (mm^2)

$$k = \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}$$

지주인 경우 : z = 0
지주관인 경우 : z = 안지름/바깥지름
C_1 및 C_2 : **표 5.5.9**에 따른다.

표 5.5.9 지주에 따른 C_1 및 C_2의 값

구분	C_1	C_2
지주로서 나사가 없는 종통 지주로 사용되는 경우	0.127	3
지주로서 나사가 있는 경우	0.139	3
지주관의 경우	0.158	0

2. 지주가 경사지게 붙여진 경우, 경사진 지주의 소요지름은 1항의 식 중 C_1 대신에 다음의 C_3 값을 적용하여 산정한 것 이상이어야 한다.

$$C_3 = C_1\sqrt{\frac{L}{H}}$$

L : 경사진 지주의 길이 (mm)
H : 경사진 지주의 양쪽지지점의 수선간 거리 (mm)

3. 연소실의 천정판을 지지하고 있는 거더의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더가 이중판일 경우 T는 각 판두께의 합을 말한다.

$$T = \frac{PWP_i(W-a)}{CH^2S} \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
W : 연소실의 상부에서의 너비로서, 후관판과 후판사이의 거리 (mm)
P_i : 거더의 피치 (mm)
a : 거더를 지지하는 지주볼트간의 피치 (mm). 다만, 용접구조의 경우 이 값은 0으로 한다.
H : 거더의 중앙부의 깊이 (mm)
S : 거더에 사용한 재료의 규격최소 인장강도 (N/mm^2)
C : 표 5.5.10에 따른다.

표 5.5.10 C의 값

구분		C
볼트구조	한 개의 거더를 지지하는 지주볼트의 수(n)가 홀수일 때	$25\times\frac{n}{n+1}$
	한 개의 거더를 지지하는 지주볼트의 수(n)가 짝수일 때	$25\times\frac{n+1}{n+2}$
용접구조		31

4. 습연식 원통형 보일러 연소실의 천정판 또는 측판에 있어서 관판 또는 뒷판에 가장 가까운 지주의 바깥열과 관판 또는 뒷판의 곡연의 기점과의 거리는 보일러의 설계압력을 111.의 2항의 식에 대입하여 계산한 a 값보다 커서는 아니 된다.
5. 보일러 연소실의 천정판을 측판과 접합하기 위한 곡연부분의 바깥반지름이 보일러의 설계압력을 전 3항의 식에 대입하여 계산한 거더 피치 P_i의 1/2 보다 작을 때에는 측판의 안쪽면에서 이 측판에 가장 가까이 있는 거더의 중심과의 거리의 피치 P_i보다 커서는 아니 된다. 또한, 이 곡연의 바깥 반지름이 P_i의 1/2 보다 클때에는 거더의 중심에서 곡연의 기점까지 측정한 평면부의 너비는 P_i의 1/2 보다 커서는 아니 된다.

118. 헤더

1. 원통형 헤더의 소요두께 T는 표 5.5.3의 원통형 동판에 대한 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 각형 헤더의 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{Pl_2}{4f}\left(1+\sqrt{1+\frac{8fl_1^2}{CPl_2^2}}\right)+1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
f : 107.의 2항에 의한 허용응력 (N/mm^2)
l_1 : 계산하고자 하는 변의 안쪽지점간에서 측정한 평면부의 너비 (mm)

l_2 : l_1 과 인접한 다른 변의 길이 (mm)
C : 연속된 구멍이 없을 경우에는 2.0, 연속된 구멍이 있을 경우에는 1.0 + J로 한다.
J : 연속개구의 길이방향 리가먼트 효율로서 **106.**에 의한 최소치

3. 헤더에 설치된 구멍의 모양과 크기가 서로 다를 경우, 헤더 동체의 소요두께는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.
4. **헤더의 검사구멍 부분의 두께** 헤더의 검사구멍은 덮개를 유효하게 붙일 수 있도록 기계다듬질을 하여야 한다. 이 경우, 이 부분의 두께는 **2**항의 식에 의한 값보다 1.0 mm 감할 수 있으나 9 mm 보다 작아서는 아니 된다.

119. 스탠드 파이프

스탠드 파이프의 두께는 그것의 바깥지름의 1/25 에 2.5 mm 를 더한 것과 **6장 102.**의 **6**항의 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 동체의 소요두께보다 두꺼울 필요는 없다.

120. 보일러용 관

1. 보일러에 사용되는 관의 두께는 **2**항의 규정에 의한 것 이상으로서 바깥지름이 30 mm 미만인 관은 2 mm 이상, 30 mm 이상인 관은 2.5 mm 이상이어야 한다. 또한, 확장이나 굽힘가공하는 관에 대하여는 두께의 감소를 고려하여 미리 이를 가산하여야 한다.
2. 보일러의 연관의 소요두께 T는 다음의 (1)호의 식, 내압을 받는 수관, 증발관, 과열관 등의 소요두께 T는 (2)호의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

(1) $T=\dfrac{Pd}{70}+2.0$ (mm)

(2) $T=\dfrac{Pd}{2f+P}+1.5$ (mm)

P : 설계압력 (MPa)
d : 사용하는 관의 바깥지름 (mm)
f : **107.**의 **2**항에 의한 허용응력 (N/mm^2)

3. **관 구멍** 관 설치용 구멍은 관을 긴밀하게 붙일 수 있는 모양으로 하고, 관 구멍이 관판에 수직인 경우에는 관 붙임용 자리의 깊이를 10 mm 이상, 관구멍이 경사져 있는 경우에는 관 붙임용 자리의 직원통부의 깊이를 관의 바깥지름이 60 mm 이하의 것은 10 mm 이상, 관의 바깥지름이 60 mm 를 넘는 것은 13 mm 이상으로 하여야 한다.
4. **붙임** 관은 모두 확관 또는 기타 적절한 방법에 따라서 관판에 긴밀하게 붙여야 한다. 관의 끝은 용접접합하는 경우를 제외하고 관판으로부터 6 mm 이상 돌출시켜야 하며, 떨어져 나가는 것을 방지하기 위하여 양단을 고정하여야 한다. 관의 끝을 나팔모양으로 확관하여 고정할 경우에는 나팔의 모양을 30° 이상으로 하여야 한다.

121. 볼트로 접합되는 덮개판

1. 지주로 지지되지 아니하는 덮개판이 볼트로 접합될 경우에는 **그림 5.5.6**의 접합방법 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 것이어야 하며, 그 소요두께 T는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

(1) 전면 개스킷을 사용한 경우(**그림 5.5.6**의 (가)) : $T=d\sqrt{\dfrac{C_1P}{f}}+1.0$ (mm)

(2) 개스킷반력에 의한 모멘트를 고려할 필요가 있는 경우(**그림 5.5.6**의 (나))

(가) 원형판인 경우 : $T=d\sqrt{\dfrac{C_1P}{f}+\dfrac{1.78\,Wl}{fd^3}}+1.0$ (mm)

(나) 비원형판인 경우 : $T=d\sqrt{\dfrac{C_1C_2P}{f}+\dfrac{6\,Wl}{fLd^2}}+1.0$ (mm)

P : 설계압력 (MPa)

d : **그림 5.5.6**에 표시한 지름(원형인 경우) 또는 최소길이(비원형인 경우) (mm)
f : **107.**의 **2**항에 의한 허용응력 (N/mm^2)
C_1 : **그림 5.5.6**에 의한 접합방법에 따른 정수
$C_2 = 3.4 - 2.4d/b$ (다만, 2.5 를 넘을 필요는 없다.)
b : 비원형에서 d 에 직각인 변의 최대길이 (mm)
W : 볼트의 하중 (N)
l : 개스킷 반력에 따른 모멘트 암의 길이 (mm)
L : 볼트 중심점을 연결한 곡선의 모든 길이 (mm)

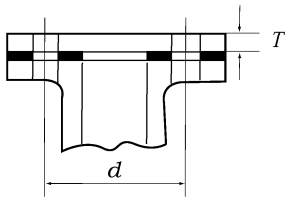
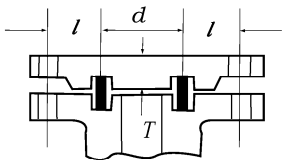
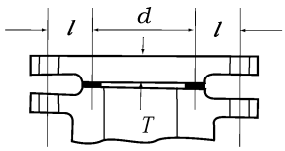
구 분	접합법	모 양 및 치 수	C_1	비 고
(가)	전면개스킷볼트부착		0.25 (원형, 비원형)	—
(나)	볼트부착	 	0.3 (원형, 비원형)	W는 수밀을 얻기 위하여 필요한 볼트하중과 실제 사용되는 볼트의 허용하중과의 평균치로 한다.

그림 5.5.6 덮개판 등의 볼트에 의한 접합방법

122. 보일러 부착품 일반

1. 이 절은 별도로 정한 것을 제외하고 밸브류 등의 부착품에 대하여 규정한다. 부착품의 관장치에 관련되는 부분, 자동제어 및 원격제어가 채용되는 보일러에 대하여는 각각 **6장** 및 **6편 2장**의 규정에도 적합하여야 한다.
2. 호칭지름 50 A 이상인 밸브는 나사 조임식으로서 밸브덮개는 볼트로 부착되어야 하며, 오른쪽 회전폐쇄식이어야 한다. 또한, 밸브에는 밸브스핀들의 위치에 따라 밸브의 개폐정도를 식별할 수 있는 것을 제외하고 밸브의 개폐정도를 알 수 있는 지시장치가 있어야 한다.
3. 보일러에 직접 부착되는 밸브 등은 플랜지 또는 용접으로 견고하게 부착하여야 하며, 밸브 등과 동체 사이에 스탠드파이프 또는 디스턴스 피스를 사용할 경우에는 가능한 한 짧게 하여야 한다. 동판의 두께가 12 mm 이상이거나 동체에 용접으로 붙임 자리를 설치하였을 때에는 호칭지름 32 A 이하인 경우에 한하여 관용나사니플로 부착할 수 있다. 스터드 볼트로 밸브 또는 콕 등을 동체에 부착할 경우, 동체에 삽입되는 스터드 볼트의 나사부 길이는 볼트의 지름보다 작아서는 아니 되며, 이 구멍은 동체의 판을 관통하여서는 아니 된다.

123. 안전밸브 및 도출밸브의 수 및 용량

1. 보일러에는 2개 이상의 스프링식 안전밸브를 설치하여야 한다. 다만, 다음의 경우에는 안전밸브를 1개로 할 수 있다.

(1) 전열면적이 10 m^2 미만인 보일러의 경우
(2) 설계압력이 1 MPa 이하인 것으로서 압력제어장치와 설계압력 이하의 압력에서 자동적으로 연료를 차단하는 장치를 갖는 보일러의 경우

2. 스프링식 안전밸브 대신에 스프링 파일럿밸브붙이 안전밸브를 사용할 수 있다. 이 밸브는 증기압력으로 확실히 작동하는 것이어야 한다.
3. 보일러가 과열기를 갖는 경우에는 과열기의 출구에 적어도 1개의 안전밸브를 설치하여야 한다.
4. 안전밸브의 밸브시트의 구경은 특히 승인받은 경우를 제외하고 25 mm 이상이어야 한다. 또한, 보일러의 계획최대 증발량에 대한 밸브시트의 증기통로 합계면적(전량형의 경우, 노즐부의 소요증기통로 면적)은 다음 식에 의한 소요면적 A 이상이어야 한다. 보일러 운전중 추가로 가열될 수 있도록 설계된 배기가스 이코노마이저가 설치된 보일러에 대하여서는 안전밸브 소요단면적을 보일러 최대증발량에 배기가스 이코노마이저의 증발량을 더한 값으로 계산하여야 한다. 다만, 과열기를 갖는 보일러에 대하여는 6항의 규정에 따른다.

(1) 포화증기의 경우

$$A = \frac{KW}{10.5P + 1.0} \quad (\mathrm{mm}^2)$$

A : 밸브시트의 소요 증기통로 면적(mm^2)
W : 보일러의 계획최대 증발량 (kg/hr)
P : 안전밸브의 조정압력 (MPa)
K : 안전밸브의 형식에 따라 **표 5.5.11**에 의한다.

(2) 과열증기의 경우
(1)호의 식에 의한 값에 (1+과열도/556)를 곱한 면적으로 한다.

표 5.5.11 K의 값

안전밸브의 형식	K	기호
보통형 ($15 < D/L \le 24$)	20.8	D : 밸브시트의 구경 (mm) L : 밸브의 양정 (mm) d_n : 증기통로의 노즐부 최소지름 (mm)
고양정형 ($7 < D/L \le 15$)	10.0	
개량식 고양정형 ($D/L \le 7$)	5.0	
전량형 ($D \ge 1.15\, d_n$)	3.34	
(비고) 1. 위에서 규정된 값보다 작은 K 값을 사용하고자 할 경우, 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.		

5. 증기통로 면적

(1) 보통형 안전밸브의 밸브체스트 입구 및 배기구의 최소증기통로면적은 소요의 밸브시트 면적에 대하여 각각 0.5 배 및 1.1 배 이상이어야 한다.
(2) 고양정형 안전밸브의 밸브체스트 입구 및 배기구의 최소증기통로면적은 소요의 밸브시트 면적에 대하여 각각 1 배 및 2 배 이상이어야 한다.
(3) 개량식 고양정형 안전밸브의 밸브체스트 입구 및 배기구의 최소증기통로면적은 밸브시트 구경의 1/7 만큼 열렸을 때에 생기는 증기통로면적에 대하여 각각 1.1 배 및 2 배 이상이어야 한다.
(4) 전량형 안전밸브에 있어서 밸브가 열렸을 때의 밸브시트의 최소증기통로면적은 노즐부 면적의 1.05 배 이상이어야 한다. 또한, 밸브의 입구 및 스탠드 파이프의 최소증기통로면적은 노즐부 면적의 1.7 배 이상, 배기구의 최소증기통로면적은 밸브가 열렸을 때의 밸브시트의 증기통로면적의 2 배 이상이어야 한다.

6. 과열기 및 재열기의 안전밸브

(1) 과열기와 보일러 사이에 증기의 차단장치가 없는 구조의 것으로서 과열기가 보일러의 일부분으로 간주될 때에는 과열기의 안전밸브의 면적은 보일러 안전밸브의 합계면적에 가산할 수 있다. 다만, 보일러 안전밸브의 합계면적으로 가산될 수 있는 과열기 안전밸브의 면적은 4항의 규정에 의한 최소면적 A 의 25 % 를 넘을 수 없다.
(2) 과열기 안전밸브의 방출능력은 보일러의 최대 부하상태에서 주증기 공급을 갑자기 차단시켰을 때에도 과열기를 소

손시키지 아니하는 크기로 하여야 한다. 만일 이렇게 할 수 없는 경우에는 주증기 공급을 차단 또는 감소시킬 때에 보일러의 연료공급을 자동적으로 차단하거나 제한시키는 장치를 하여야 한다.

(3) 독립된 재열기 또는 독립된 과열기에는 안전밸브를 입구 및 출구쪽에 각각 1 개 이상 설치하여야 하며, 그 방출량의 합계용량은 최대 통과 증기량 이상으로 하여야 한다. 출구에 설치된 안전밸브의 합계방출량은 독립된 재열기 또는 과열기의 온도를 설계점 이하로 유지하는데 필요한 용량 이상으로 하여야 한다. 다만, 보일러와 직결되어 보일러와 동일한 설계압력으로 설계된 독립과열기에 있어서는 출구쪽에 안전밸브를 1 개 이상 설치하고, 그것의 합계방출량은 독립과열기의 온도를 설계점 이하로 유지하는데 필요한 용량 이상으로 하여야 한다.

7. 보일러로부터 차단할 수 있는 장치를 갖는 이코노마이저 또는 배기가스 이코노마이저에는 최대흡수 열량으로 계산한 토출용량 이상의 방출능력을 갖는 도출밸브를 1 개 이상 설치하여야 한다. 다만, 합계 전열면적이 50 m^2 이상인 원통형 배기가스 이코노마이저에는 최대흡수 열량으로 계산한 토출용량 이상의 방출능력을 갖는 도출밸브를 2개 이상 설치하여야 한다.

124. 안전밸브 및 도출밸브의 구조 및 시험

1. 안전밸브 및 도출밸브의 밸브 및 스프링은 외부에서 임의로 밸브의 하중을 증가시킬 수 없는 구조로 하고, 스프링이 파괴되어도 밸브가 밸브체스트에서 튀어나오는 일이 없도록 하여야 한다.
2. 안전밸브 및 도출밸브의 스프링은 적어도 밸브시트 구경의 1/10 로 압축되도록 붙여야 한다. 또한, 스프링은 상온에서 밀착할 때까지 압축하여 10 분간 방치한 후 원상태로 복구시켰을 때 그것의 영구변형이 원래의 자유높이의 1 % 를 넘지 아니하는 것이어야 한다.
3. 안전밸브 및 도출밸브에는 응급시에 그 밸브를 확실히 열 수 있는 기계적 조작장치를 설치하여야 하며, 그의 조작핸들은 접근하기 쉬운 안전한 곳에 비치하여야 한다.
4. 안전밸브 및 도출밸브는 플랜지 또는 용접으로 보일러동체, 관 헤더, 과열기 출구관 또는 원통형배기가스 이코노마이저 동체에 직접 부착하여야 하며, 그것의 밸브체스트를 다른 밸브체스트와 공용하여서는 아니 된다. 다만, 과열기의 안전밸브는 출구에 설치된 스탠드 파이프 또는 디스턴스 피스에 붙일 수도 있다.
5. **배기관**
   (1) 안전밸브 및 도출밸브의 배기관은 배압에 의하여 밸브의 작동을 저해하는 구조이어서는 아니 된다. 또한, 배기관의 안지름은 안전밸브 또는 도출밸브 배기구의 지름 이상으로 하고, 안전밸브 또는 도출밸브 조정압력의 1/4 이상의 압력으로 설계하여야 한다.
   (2) 2 개 이상의 안전밸브에 대하여 공통의 배기관을 설치하는 경우에는 그 단면적을 각 안전밸브의 소요출구면적의 합계 이상으로 하여야 하며, 2개 이상의 도출밸브에 대하여 공통의 배기관을 설치하는 경우에는 그 단면적을 각 도출밸브의 소요출구면적의 합계 이상으로 하여야 한다. 보일러 안전밸브의 배기관에는 증기의 대기 방출관 또는 배기가스 이코노마이저용 도출밸브의 배기관 등 다량으로 수분을 함유할 우려가 있는 관 계통을 접속하여서는 아니 된다.
6. **응결수** 안전밸브 배기측, 안전밸브 체스트 또는 배출관의 최하부에는 응결수가 축적되지 않도록 적합한 배수 장치를 갖추어야 하며, 여기에 접속되는 관은 작업자나 장비에 해가 되지 않도록 보일러 또는 이코노마이저로부터 안전한 위치까지 고임 없이 유도 되어야 하고 그 도중에는 밸브 또는 콕이 설치되어서는 아니 된다.
7. **조정** 안전밸브 및 도출밸브는 그 제조공장에서의 조립 완성 후 및 선내 장비 후 다음 각호에 따라 조정하여야 하며, 분기(噴氣) 중에 작동이 양호하여야 한다.
   (1) 보일러 동체의 안전밸브는 설계압력을 넘지 않는 압력에서 자연히 분기하도록 조정하여야 한다. 어떠한 경우에도 보일러 동체의 도출압력은 증기관의 설계압력 또는 보일러에 연결되어 있는 기기의 설계압력에 증기관에서의 압력강하를 더한 값을 초과하지 아니하는 압력에서 도출하도록 조정하여야 한다.
   (2) 과열기의 안전밸브는 증기관의 설계압력 또는 과열기에 연결되어 있는 기기의 설계압력에 증기관에서의 압력강하를 더한 값을 초과하지 아니하는 압력에서 도출하도록 조정하여야 한다. 어떠한 경우에도 과열기의 안전밸브는 과열기의 설계압력을 초과하지 아니하는 압력으로 조정하여야 한다. 과열기의 안전밸브는 정격부하시의 과열기 내의 압력강하에 0.035 MPa 을 더한 값을 보일러 동체의 안전밸브의 조정압력에서 뺀 값 이하의 압력에서 자연히 분기하도록 조정하여야 한다.
   (3) 과열기에 있어서 출구쪽의 안전밸브의 분출압력은 입구쪽보다 낮게 조정하여야 한다.
   (4) 이코노마이저 또는 배기가스 이코노마이저에 설치한 도출밸브는 설계압력을 넘지 않는 압력에서 분출하도록 조정하여야 한다.
8. **축기 시험** 보일러의 축기시험은 다음의 방법에 따라서 하여야 한다. 다만, 보일러의 증발량에 관한 자료를 제출하여

승인을 받은 경우에는 (1)호에 규정하는 축기시험은 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

(1) 보일러를 최대 부하상태로 운전하고 보일러 운전에 필요한 기기에의 증기공급을 제외한 모든 스톱밸브를 차단하여 안전밸브를 분출시켰을 때 보일러 설계압력의 110 % 를 넘는 압력증가가 있어서는 아니 된다. 다만, 이 경우에는 안전수위를 유지하기 위한 급수를 할 수도 있다.

(2) 과열기를 갖는 보일러에 있어서 축기시험을 함으로서 과열기를 손상시킬 우려가 있는 경우에는 보일러를 연속 최대부하상태로 운전하고 있을 때 주증기의 공급을 갑자기 차단시켜, 123.의 6항 (2)호에 규정한 연료의 공급차단 또는 제한장치의 작동시험을 하는 것으로 그쳐도 좋다.

9. 보일러의 설계압력을 내림으로써 안전밸브의 계산상의 분출능력이 123.의 4항에 적합하지 않게 된 경우에도 8항 (1)호의 축기시험에 합격하면 그대로 사용할 수 있다.

125. 저수위에 대한 안전장치

보일러에는 수면이 위험한 저수위에 달하기 이전의 미리 정해진 수면에 도달하였을 때에 자동적으로 버너에 연료의 공급을 차단하는 저수위 안전장치를 설치하여야 한다. 이 장치에 사용하는 수위검출기는 급수 제어장치의 수위검출기와는 별개의 것이어야 한다. 강제순환식 또는 관류식 보일러의 경우에는 129.의 2항에 규정하는 안전장치를 비치할 경우, 이 조항의 안전장치는 생략할 수 있다.

126. 증기 스톱밸브

1. 안전밸브와 과열기용의 것을 제외하고 증기출구에는 스톱밸브를 보일러 동체에 직접 설치하여야 하며, 보조증기분출구는 되도록 그 수를 적게 하여야 한다. 만일 보일러에 과열기가 있을 경우에는 보조증기 스톱밸브를 과열기의 출구쪽에 설치할 것을 권장한다.
2. 2 개 이상의 보일러의 증기출구관이 공통의 증기관에 연결되어 있을 때에는 이들 각 출구관에는 나사조임 체크밸브를 설치하고, 이 밸브와 접속점과의 사이에 스톱밸브를 설치하여야 한다.
3. 증기스톱밸브의 호칭지름이 150 mm 를 넘을 경우에는 가능한 한 장치의 예열을 위한 바이패스밸브를 설치하여야 한다.

127. 급수관장치 및 급수밸브

1. 급수관 부착용 개구에는 스톱밸브를 직접 설치하고, 그 스톱밸브에 되도록 접근하여 나사조임체크밸브를 설치하여야 한다. 다만, 급수제어장치를 스톱밸브와 나사조임체크밸브 사이에 설치할 수 있다.
2. 1항의 규정에도 불구하고 보일러와 일체로 된 구조의 이코노마이저를 가지는 경우에는 이코노마이저의 입구쪽에 스톱밸브를 직접 설치하여도 좋으며, 이 경우에는 스톱밸브에 되도록 접근하여 나사조임체크밸브를 설치하여야 한다.
3. 이코노마이저를 갖는 보일러에는 이코노마이저와 보일러 본체 사이의 급수관에 체크밸브를 설치하여야 한다. 이 체크밸브는 보일러 본체의 급수관 부착용 개구에 가능한 한 가까이 설치하여야 한다. 단, 이코노마이저를 우회하는 급수관이 설치되어 있을 경우 이 체크밸브는 스톱체크밸브이어야 한다.
4. 급수가 보일러 동체로 도입되는 부분에는 낮은 온도의 급수관과 직접 접촉으로 인하여 현저한 열응력이 발생하는 일이 없도록 하여야 한다. 이 규정은 완열기를 갖는 보일러에 있어서 과열증기관이 보일러 동체를 관통하는 부분에도 적용한다.
5. 급수는 보일러 동체의 고온부에 직접 접촉하는 일이 없도록 가능한 한 분산하여 공급시켜야 한다.

128. 방출관 및 방출밸브

1. **설계압력** 방출관 계통의 설계압력은 보일러의 설계압력의 1.25 배 이상이어야 한다.
2. **방출밸브** 보일러에는 보일러의 가장 낮은 부분에서 물을 방출할 수 있는 호칭지름 25 A 이상, 65 A 이하의 방출밸브를 동체에 직접 붙여야 한다. 다만, 수열면적이 10 m^2 이하의 보일러는 방출밸브의 크기를 호칭지름 20 A 로 할 수 있다. 또한, 방출밸브는 스케일이나 기타 침전물이 고일 우려가 적은 구조로 하여야 한다.
3. **방출관**

(1) 2 개 이상의 보일러를 장비한 선박에서 각 보일러의 방출관을 서로 연결할 경우에는 나사조임체크밸브를 설치하여 각 보일러 사이의 연락을 차단하여야 한다.

(2) 방출관이 화염 또는 고온가스에 직접 노출되어 있을 경우에는 방열재로 적절히 보호하여야 한다.

129. 수면지시장치 및 구조

1. 보일러에는 2 개 이상의 수면지시장치를 서로 독립되게 설치하여야 한다. 그중 1 개는 유리수면계로 하고, 다른 1개는 다음 중 어느 하나로 하여야 한다. 또한, 유리수면계 이외의 수면지시장치는 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.
   (1) 보일러의 감시장소로부터 용이하게 수위를 볼 수 있는 위치에 설치한 유리수면계.
   (2) 원격수면계.
2. 강제순환식 또는 관류보일러에서 수면지시장치가 1항의 규정에 따르기 곤란할 경우에는 적절한 수위검출장치와 급수 부족에 따라서 보일러에 과열부가 생기지 아니하도록 배려한 2 개의 검출기로 된 저수위 안전장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 보일러 수부(water space)가 선박의 횡방향으로 길게 배치된 경우 또는 수면의 차이가 현저하게 나타날 우려가 있는 보일러에서는 양단부에 각각 1항의 규정에 따른 수면지시장치를 설치하여야 한다.
4. 유리수면계의 구조는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 정한 평면형 수면계이거나 우리 선급이 인정하는 동등한 것이어야 한다.
5. 유리수면계에서 수면을 볼 수 있는 최저 위치는 보일러의 안전최저수위보다 적어도 50 mm 이상 위에 있어야 한다. 또한, 원격수면계는 보일러의 수면제어에 관련된 모든 수면이 지시범위 내에 들어갈 수 있는 것이어야 한다.
6. 수면계가 보일러의 외부에 있는 경우, 그 상하부에는 스톱밸브 또는 콕을 설치하고, 응결수를 배출할 수 있도록 하여야 한다. 수면계의 상하에 설치한 밸브가 콕일 경우 및 수면계 또는 물통(water column)과 보일러 사이를 관으로 연결하였을 경우에는 보일러쪽에 스톱밸브를 설치하여야 한다.
7. 수면계 붙임용으로 물통을 사용하는 경우에는 그 위치가 변화하는 일이 없도록 튼튼하게 붙여야 하며, 물통의 안지름은 45 mm 이상으로 하고 그 하부에는 호칭지름 20 A 이상의 응결수 배출장치를 설치하여야 한다. 또한, 보일러 동체와의 연결관의 크기는 수면계를 연결한 경우에는 호칭지름 15 A 이상, 물통을 연결할 경우에는 호칭지름 25 A 이상으로 하여야 한다.
8. 물통과 보일러와의 연결관은 연로 속을 관통시켜서는 아니 된다. 부득이한 경우에는 연결관의 주위에 50 mm 이상의 공기통로를 만들고, 그 주위를 열로부터 보호하도록 적절한 장치를 하여야 한다.

130. 압력계 및 온도계

1. 보일러 동체, 과열기의 출구 및 원통형 배기가스 이코노마이저에는 안전밸브 또는 도출밸브 조정압력의 1.5 배 이상의 눈금을 갖는 압력계를 각각 보기 쉬운 장소에 부착하여야 한다. 또한 압력을 제어할 수 있는 장소에서도 쉽게 읽을 수 있도록 배치하여야 한다. 압력계에는 승인된 사용압력, 과열기의 호칭 압력을 각각 표시하여야 한다. 또한, 과열기 및 재열기의 출구쪽에는 온도계를 설치하여야 한다.
2. 압력계에는 보일러의 사용 중에 검침을 하기 위하여 시험압력계 부착장치를 설치하여야 한다. 다만, 압력시험기를 비치하는 경우에는 이를 생략할 수 있다.

131. 보일러 수질 감시

1. 보일러에는 본체의 적절한 위치에 취수밸브 또는 콕을 설치하여야 하며, 수면계와는 별도로 설치하여야 한다.
2. 보일러에는 급수 및 보일러수의 수질을 감시하고 관리하기 위하여 수질시험기 또는 다른 적절한 장치를 갖추어야 한다.

132. 송풍장치

보일러는 최대증발량을 얻기에 충분한 용량의 송풍장치를 하여야 하며, 사용범위에 따라 안정된 연소가 확보되어야 한다. 또한, 송풍장치에 고장이 발생한 경우에도 통상항해 및 상시가열을 필요로 하는 화물의 가열에 지장이 없도록 하여야 한다.

133. 안전장치 및 경보장치

1. **연료 차단장치**
   보일러에는 다음의 경우 버너로 가는 연료공급을 자동적으로 차단하는 장치를 설치하여야 한다.
   (1) 자동점화에 실패한 경우
   (2) 화염이 소실된 경우(이 경우, 소실후 4 초 이내에 공급을 차단하여야 한다.)

(3) 저수위에 다다른 경우
(4) 연소용 공기의 공급이 정지된 경우
(5) 버너의 유압 또는 분무증기 압력이 저하된 경우
(6) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우

2. **경보장치**
(1) 보일러에는 드럼 수위가 저하될 경우에 작동되는 경보장치를 설치하여야 한다.
(2) 주보일러에는 (1)호에 정한 경보장치 이외에 다음의 경보장치를 설치하여야 한다.
(가) 연소용 공기의 공급이 저하한 경우 또는 송풍기가 정지한 경우
(나) 압력분무식 버너의 연료공급 압력이 저하한 경우
(다) 드럼 수위가 고수면에 달한 경우
(라) 과열기의 출구 증기온도가 고온인 경우
(마) 가스식의 공기예열기 또는 이코노마이저의 출구가스 온도가 고온인 경우
(바) 화염이 소실된 경우
(3) 주발전기를 구동하는 터빈에 증기를 공급하는 보조보일러에 대해서는 (1)에 규정한 경보장치 이외에 드럼 수위가 고수면에 달한 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.

134. 보일러의 거치

1. 보일러는 방열시공을 하여야 하며, 방열피복을 제거했을 때 외면의 어떤 부분이라도 검사 또는 수리가 가능하도록 하고 다음의 하중 또는 외력에 의한 영향을 최소로 하도록 거치하여야 한다.
(1) 선박의 동요 및 기관설비로부터의 진동
(2) 보일러에 부착되는 관장치, 지지물로부터의 외력
(3) 온도변화에 의한 팽창
2. **연료유탱크와의 거리** 보일러와 연료탱크와의 거리는 탱크 내의 기름이 가열되어 인화점에 달하는 일이 없도록 보일러 후면에 있어서는 610 mm 이상, 기타의 부분에 있어서는 457mm 이상이어야 한다. 다만, 원통형 보일러의 원통형의 부분 또는 수관보일러 주위의 모서리 부분에 대하여는 230 mm 까지 단축시킬 수 있다.
3. **수관보일러** 수관보일러에 있어서는 노통저부에서 연료유가 빌지웰(bilge well)에 떨어지지 아니하도록 적절한 장치를 하여야 한다.
4. **댐퍼** 연돌 또는 연도 내에 댐퍼를 설치할 경우, 댐퍼가 닫혔을 때 연도의 개구는 연도 면적의 1/3 이상이어야 한다. 또한, 댐퍼는 임의의 열린 각도에서 고정시킬 수 있는 구조로 하고, 그 개폐도를 명료하게 표시할 수 있어야 한다. 다만 자동제어댐퍼를 설치할 경우, 댐퍼가 고장개방(fail-open)형이면 상기 규정을 적용하지 않을 수 있다. *(2020)*
5. **덮개** 보일러의 주위, 연돌의 이음매 또는 기타 개구부의 덮개는 연소가스가 기관실 또는 보일러실로 새어 나오지 아니하도록 장치하여야 한다.
6. **밸브 또는 콕** 보일러에 붙어있는 밸브 또는 콕의 주위에는 적절한 간격을 두고 조작 또는 수리에 편리하도록 하여야 한다.

135. 과열기 및 재열기의 배수장치

과열기 및 재열기에는 완전히 배수되도록 적절한 위치에 응결수 배출밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.

136. 시험 및 검사

1. **수압시험** 보일러, 보일러에 직접 부착되는 밸브 및 수면지시장치는 제조 후 **표 5.5.12**에 따라서 수압시험을 하여야 한다. **【지침 참조】**
2. **보일러의 시험 및 검사** 보일러의 안전밸브의 시험 및 검사에 대하여는 **124.**의 **7**항 및 **8**항에 따른다. 또한, 보일러가 자동운전 또는 원격제어에 의하여 운전되는 경우에는 **6편 2장 3절**의 규정에 따른다.

표 5.5.12 수압시험압력

품명	시험 압력
보일러, 과열기, 재열기 및 이와 유사한 것	설계압력의 1.5 배의 압력
이코노마이저 및 배기가스 이코노마이저	108.의 2항에 의한 설계압력의 1.5 배 압력
보일러, 과열기, 재열기 및 이와 유사한 것에 직접 부착되는 밸브	보일러의 설계압력의 2 배의 압력
이코노마이저 및 배기가스 이코노마이저에 직접 부착되는 밸브	108.의 2항에 의한 설계압력의 2 배의 압력
방출밸브	보일러의 설계압력의 2.5 배의 압력
수면 지시장치	보일러의 설계압력의 2 배의 압력

제 2 절 열매체유 가열기

201. 적용

화염 또는 연소가스에 의해 가열되는 열매체유 가열기에 대하여는 이 절에 따르는 외에 열매체유 가열기를 보일러와 같이 간주하여 **제1절**의 해당 규정을 적용한다.

202. 화염에 의해 가열되는 열매체유 가열기의 안전장치

1. 열매체유의 온도가 정해진 범위 내에서 작동하도록 온도제어장치를 설치하여야 한다.
2. 팽창탱크의 루트밸브는 항상 열려 있어야 하며, 이 밸브가 닫힌 경우에는 연소장치가 작동하지 않도록 인터록을 설치하여야 한다.
3. 충분한 용량을 갖는 안전밸브 또는 압력도출장치를 설치하여야 한다.
4. 3항의 안전밸브 또는 압력도출장치로 배출된 열매체유는 충분한 용량을 갖는 열매체유 탱크로 유도되어야 한다.
5. 다음의 안전장치를 설치하여야 한다.
   (1) 노내 가스폭발 방지를 위한 사전 환기장치
   (2) 다음의 경우에 연료공급을 차단하는 장치
      (가) 열매체유가 이상 고온이 된 경우
      (나) 열매체유의 유량이 저하되거나 가열기 출입구 사이의 열매체유의 차압이 저하된 경우
      (다) 팽창탱크의 액면이 이상 저하된 경우

203. 기관의 배기가스에 의해 가열되는 열매체유 가열기의 안전장치

1. 안전장치 등에 대하여는 202.의 1항, 3항 및 4항에 따른다.
2. 팽창탱크의 루트밸브는 항상 열려 있어야 하며, 이 루트밸브가 닫힌 경우에는 배기가스가 가열기로 들어가지 않도록 인터록을 설치하여야 한다.
3. 열매체유 가열기 쪽의 배기가스 도입부에는 댐퍼를 설치하여 가열기 쪽의 배기가스 공급로를 폐쇄한 경우에도 배기가스를 공급하는 기관의 운전에 지장이 없도록 하여야 한다.
4. 열매체유 가열기로부터 누설한 기름 또는 소화용으로 사용한 물 등이 기관의 배기가스 덕트 내로 유입하지 않도록 하기 위한 수단을 갖추어야 한다.
5. 열매체유 가열기의 열매체유 출입구에는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
6. 다음의 경우에는 감시장소에 가시·가청의 경보장치를 설치하여야 한다.
   (1) 열매체유 가열기에 화재가 발생한 경우
   (2) 열매체유가 이상 고온이 된 경우
   (3) 열매체유 가열기 내에 열매체유가 누설된 경우
   (4) 열매체유의 유량이 저하된 경우 또는 가열기 출입구간의 열매체유의 차압이 저하된 경우
   (5) 팽창탱크의 액면이 이상 저하된 경우
7. 우리 선급이 적절하다고 인정하는 고정식 소화·냉각장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

204. 열매체유 관장치

열매체유 가열기의 관장치는 **6장 10절**의 규정에 적합하여야 한다.

제 3 절 압력용기

301. 적용 및 관련규정

1. 이 절의 규정은 압력용기 및 그 부속품에 대하여 적용하며, 중요한 용도에 사용되지 아니하는 제3급 압력용기는 제외한다.
2. 특수한 구조의 압력용기로서 이 절의 규정을 적용할 수 없을 경우에는 제조자는 그 구조에 대한 상세한 도면, 자료 및 강도계산서를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. 다음 각호에 관련되는 압력용기는 특별히 규정된 것을 제외하고는 이 장의 규정에도 적합하여야 한다.
   (1) 액화가스에 사용되는 압력용기(**7편 5장**의 규정)
   (2) 냉동장치에 사용되는 압력용기(**6장 12절** 및 **9편 1장**의 규정)
   (3) 다른 인화성가스 및 액체 등에 사용되는 압력용기에 대하여는 가스 또는 액체의 성질, 사용조건 등에 따라 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

302. 분류

1. **제1급 압력용기** (기호 PV-1) **【지침 참조】**
   (1) 설계압력이 0.35 MPa 을 넘는 증기발생장치
   (2) 38 °C에서의 증기압이 0.2 MPa 이상인 인화성고압가스에 사용하는 압력용기. 다만, 인화성 고압가스를 사용하는 압력용기라도 내용적이 0.5 m^3 이하인 것은 재료, 구조 및 용접에 대하여 PV-2의 규정에 따를 수 있다.
   (3) 동체의 두께가 38 mm 를 넘거나 설계압력이 4 MPa 을 넘는 것 또는 최고 사용온도가 350 °C 를 넘는 압력용기. 다만, 동체의 두께가 38 mm 를 넘거나 설계압력이 4MPa 을 넘는 압력용기라도 상온의 수압 또는 유압만을 받는 압력용기는 PV-2로 분류한다.
   (4) 암모니아 또는 기타 독성가스 등을 저장하는 압력용기
2. **제2급 압력용기** (기호 PV-2)
   (1) 설계압력이 0.35 MPa 이하의 증기발생장치
   (2) 동체의 두께가 16 mm 를 넘거나, 설계압력이 1 MPa 을 넘는 것 또는 최고 사용온도가 150 °C 를 넘는 압력용기
3. **제3급 압력용기** (기호 PV-3)
   제1급 및 제2급 압력용기에 속하지 아니하는 것

303. 재료 *(2017)* 【지침 참조】

1. 압력용기의 압력을 받는 부분에 사용하는 재료는 다음 각호에 따른다.
   (1) 제1급 및 제2급 압력용기는 **2편 1장**의 각 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다. 다만, 제2급 압력용기로서 설계압력이 2.0 MPa 이하이고 설계온도가 150 °C 이하로서 내용적이 0.5 m^3 이하인 것 또는 설계압력이 0.7 MPa 미만인 것은 (2)호에 따를 수 있다.
   (2) 제3급 압력용기는 사용 목적에 적합한 한국산업규격의 규격재료 또는 이와 동등 이상의 재료를 사용하여야 한다.
   (3) 압력용기의 부착품은 **2편 1장**의 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다.
   (4) 압력용기의 제조과정에 있어서 강판에 열간가공, 응력제거 등의 열처리가 행하여지는 경우, 제조자는 해당부분의 강판 주문시에 그 사항을 지정하여야 한다. 이 경우, 강판 제조자에 대한 취급은 **2편 1장 303.**의 3항에 따른다.
   (5) 냉간가공이 용기의 안전성에 대하여 유해한 경우에는 냉간가공된 강판을 적절히 열처리하여야 한다.
2. 주강품 및 주철품을 압력용기의 동판 또는 경판으로 사용하고자 할 경우에는 다음 각호에 따라야 한다.
   (1) 주강품은 모든 압력용기에 사용할 수 있다.
   (2) 회주철품은 최고 사용온도가 220 °C 이하이고 설계압력이 1 MPa 이하인 압력용기에 사용할 수 있다. 다만, 인화성 또는 유독성의 액체나 가스를 비축하는 용기에 사용하여서는 아니 된다.
   (3) 구상흑연주철품 등과 같은 특수 주철품은 우리 선급의 승인을 받은 경우에 최고 사용온도가 350 ℃ 이하인 압력용

기의 동체에 사용할 수 있다. *(2022)*

304. 이음형식

1. **제1급 압력용기** 제1급 압력용기의 길이방향 및 원주방향의 이음은 승인된 맞대기이음 양면용접으로 하여야 한다. 다만, 안지름이 작은 동체로서 안쪽에서 용접하기 곤란한 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 맞대기이음 일면용접으로 할 수 있다.
2. **제2급 압력용기**
   (1) 길이방향의 이음은 제1급 압력용기와 같이 하여야 한다.
   (2) 원주방향의 이음은 맞대기이음 양면용접 또는 뒷댐판붙이 맞대기이음 일면용접으로 한다. 다만, 동체의 두께가 16 mm 이하의 경우에는 맞대기이음 일면용접으로 할 수 있다.
3. **제3급 압력용기**
   (1) 길이방향의 이음은 맞대기이음 양면용접 또는 뒷댐판붙이의 맞대기이음 일면용접으로 하여야 한다. 다만, 판두께가 9 mm 이하일 때에는 양쪽 전두께 필릿용접 겹이음으로 하여도 좋으며 판두께가 6mm 이하일 때에는 맞대기이음 일면용접으로 할 수 있다.
   (2) 원주방향의 이음은 맞대기이음 일면용접 또는 한쪽 전두께 필릿용접 겹이음으로 할 수 있다.

305. 용접이음의 모양

용접이음의 모양은 **104.**에 따른다.

306. 이음효율

압력용기의 동체이음효율 J의 값은 이음형식에 따라 다음에 따른다.
(1) 이음매 없는 동체 -------- 1.00
(2) 용접구조의 동체에 대하여는 **표 5.5.13**에 따른다.
(3) 전기저항용접 강관을 동체로 사용할 경우 **표 5.5.13**의 맞대기이음 양면용접의 이음효율을 따른다. *(2017)*

표 5.5.13 이음효율, J

방사선시험 구분 / 이음형식	전 방사선시험을 행하는 것	부분 방사선시험을 행하는 것	방사선시험을 행하지 않는 것
맞대기이음 양면용접 또는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 맞대기 용접이음	1.00	0.85	0.75
뒷댐판붙이 맞대기이음 일면용접 또는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 맞대기이음 일면용접	0.90	0.80	0.70
뒷댐판없는 맞대기이음 일면용접	—	—	0.60
양쪽 필릿용접 겹이음	—	—	0.55
한쪽 필릿용접 겹이음	—	—	0.45

307. 재료의 허용응력

1. 상온에 사용되는 각종 재료의 허용응력 f는 다음에 따른다.
   (1) 주강품을 제외한 탄소강(탄소망간강 포함) 및 저합금 강재의 허용응력은 다음의 값 중 최소의 것으로 한다. 다만, 액화가스에 사용되는 압력용기에 대하여는 f_1 및 f_2에 대하여 분모의 값은 각각 3.0 및 1.5으로 한다. *(2019)*

$$f_1 = \frac{R_{20}}{2.7}, \quad f_2 = \frac{E_{20}}{1.6}$$

R_{20}: 상온에서의 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)

E_{20} : 상온에서의 재료의 규격최소항복점 또는 0.2 % 내력 (N/mm^2)

(2) 압력용기의 동판에 사용하는 경우를 제외한 전기 저항용접 강관의 허용응력은 용접부 전길이에 대하여 초음파 탐상시험 또는 이와 동등한 것으로 우리 선급이 승인한 탐상시험을 한 경우에는 (1)호의 값, 기타의 경우에는 (1)호의 값의 85 %로 한다.

(3) 주강품의 허용응력은 (1)호에서 구한 값에 **표 5.5.14**의 계수를 곱한 것으로 한다.

표 5.5.14 주강품의 허용응력에 곱하는 계수

시험의 종류	계수
방사선 투과시험 또는 이에 대신하는 시험을 하지 않는 경우	0.7
부분 방사선시험 또는 이에 대신하는 시험을 하는 경우	0.8
모든 개소에 대하여 상기의 시험을 하는 경우	0.9

(4) 주철품의 허용응력은 규격최소인장강도의 1/8 로 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받은 특수 주철품은 1/6 로 한다.

(5) 오스테나이트 스테인리스강의 허용응력은 다음의 f_1 및 f_2 의 값 중 최소의 것으로 한다. *(2019)*

$$f_1 = \frac{R_{20}}{3.5}, \quad f_2 = \frac{E_{20}}{1.5}$$

R_{20} 및 E_{20} : (1)호의 규정에 따른다.

(6) 알루미늄합금의 허용응력은 다음의 f_1 및 f_2 의 값 중 최소의 것으로 한다.

$$f_1 = \frac{R_{20}}{4.0}, \quad f_2 = \frac{E_{20}}{1.5}$$

R_{20} 및 E_{20} : (1)호의 규정에 따른다.

2. 고온용 압력용기에 사용하는 재료의 허용응력에 대하여는 107.의 규정 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값이어야 한다.

3. 허용인장응력은 전 각항에 따른다. 다만, 볼트의 허용인장응력에 대하여는 다음에 따른다.

(1) 상온에 사용하는 경우에는 다음의 값 중 최소의 것으로 한다. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 적합한 볼트에 대하여는 그 규격에 정한 보증하중응력의 1/3 로 할 수 있다. **【지침 참조】**

(가) $\frac{R_{20}}{5.0}$

(나) $\frac{E_{20}}{4.0}$

R_{20} 및 E_{20} : 1항 (1)호의 규정에 따른다.

(2) 고온에 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.

4. 허용굽힘응력은 다음에 따른다.

(1) 상온에 사용하는 경우에는 1항의 규정에 따른다. 다만, 주철품 및 주강품에 대하여는 1항 (3)호 및 (4)호의 값의 1.2 배로 하여야 한다.

(2) 고온에 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.

5. 전단력을 받는 단면의 평균 일차전단응력에 대한 허용전단응력은 허용인장응력의 80 % 로 하여야 한다.

6. 상온에 사용하는 압력용기의 원통동체에 대하여 길이방향에 압축응력이 발생하도록 하중을 받는 경우의 허용압축응력은 다음의 (1)호 및 (2)호의 값 중 최소의 것으로 한다.

(1) 1항에 의한 값

(2) 다음 식에 의한 허용좌굴응력

$$\sigma_z = \frac{0.3ET_0}{D_m\left(1+0.004\frac{E}{E_{20}}\right)}$$

σ_z : 허용좌굴응력 (N/mm^2)
E : 상온에서의 종탄성계수 (N/mm^2)
T_0 : 동판의 실제 두께에서 부식 예비 두께를 뺀 값 (mm)
D_m : 동체의 평균지름 (mm)

7. 회전체로 구성되는 압력용기의 동체에 사용되는 탄소강 또는 탄소망간강의 각종 응력에 대한 허용응력은 상세계산을 하는 경우 다음에 따른다.

$$P_m \le f$$
$$P_L \le 1.5f$$
$$P_b \le 1.5f$$
$$P_L + P_b \le 1.5f$$
$$P_m + P_b \le 1.5f$$
$$P_L + P_b + Q \le 3f$$

P_m : 등가 일차 일반 막응력 (N/mm^2)
P_L : 등가 일차 국부 막응력 (N/mm^2)
P_b : 등가 일차 굽힘 응력 (N/mm^2)
Q : 등가 이차 응력 (N/mm^2)

308. 구조 및 강도 일반 【지침 참조】

1. 이 절의 여러 식에는 부착품으로부터 오는 하중, 국부응력, 반복하중, 열응력의 부가응력을 특히 고려하고 있지 아니하므로 이들의 영향이 있는 경우에는 치수의 증가 등의 조치를 강구하여야 한다.
2. 이 절의 규정에 있어서 냉동기기 또는 인화성 고압가스에 사용하는 압력용기 및 보일러의 급수펌프의 토출압력을 받는 압력용기의 설계압력은 다음 각호에 따른다.
   (1) 냉동기기에 사용하는 압력용기는 냉매의 종류에 따라서 **9편 1장 102.**의 **5**항에 따른다.
   (2) 액화가스를 대기온도 또는 그 부근의 온도에서 가압상태로 저장하는 용기의 설계압력은 다음의 것 중 최대값 이상이어야 한다.
      (가) 45 °C에서의 가스증기압
      (나) 최고사용압력
      (다) 0.7 MPa
   (3) 보일러의 급수펌프의 토출압력을 받는 압력용기에서는 보일러의 설계압력의 1.25 배의 값으로 한다. 다만, 이에 따르기 곤란한 경우에는 급수펌프의 최고사용압력을 기준으로 할 수 있다.

309. 동판 및 경판

1. 동판 및 경판의 두께는 **표 5.5.15**의 식에 의한 소요두께 이상이어야 하며, 지름, 압력, 온도, 재료 등을 고려하여 우리 선급이 특별히 승인한 경우를 제외하고 5 mm 이상이어야 한다. 다만, 모든 반구형 경판을 제외한 곡면경판의 두께는 그 경판이 부착된 동판이 이음매 없는 경우일 때의 그 동판의 소요두께 이상이어야 한다.
2. 보강을 필요로 하는 구멍이 있는 경우의 경판의 소요두께는 다음 각호에 따른다.
   (1) 구멍의 보강을 **115.**의 **2**항에 의한 경우에는 **표 5.5.15**에 따른다.
   (2) 맨홀 또는 최대치수가 150 mm 를 넘는 구멍으로서 그 주위를 **115.**의 **6**항에 규정하는 플랜지형으로 보강하였을 경우에는 다음에 따른다.
      (가) 접시형 또는 반구형 경판 : **표 5.5.15**에 따라서 산정된 값에 그의 15 % (3 mm 미만의 경우에는 3 mm) 이상의 값을 더한 두께 이상으로 하여야 한다. 이 경우에 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름이 동체의 안지름의 80 % 미만인 경우에는 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름을 동체의 안지름의 80 % 로 하여 계산하여야 한

다. 또한, 두 개의 맨홀이 있는 경판의 두께를 이와같이 정하였을 경우에는 두 개의 맨홀사이의 거리가 경판 바깥지름의 1/4 이상이어야 한다.

(나) 반타원형 경판 : **표 5.5.15**에 따라서 계산하되 이 경우의 R은 동체의 안지름의 80 % 로 하고, E는 1.77 로 한다.

표 5.5.15 동판 및 경판의 두께

동판 및 경판		두께 (mm)
동판	원통형	$T=\dfrac{PD_1}{2fJ-1.2P}+c$
	구 형	$T=\dfrac{PR_1}{2fJ-0.2P}+c$
경판	접시형(1)	$T=\dfrac{PR_2E}{2fJ-0.2P}+c$
	반구형	$T=\dfrac{PR_2}{2fJ-0.2P}+c$
	반타원형(2)	$T=\dfrac{PD_2}{2fJ-0.2P}+c$

P : 설계압력 (MPa)
J : 306.에 규정하는 효율 중 최소값
f : 307.에 규정하는 허용응력 (N/mm^2)
D_1: 동체의 안지름 (mm)
D_2: 경판의 안쪽에서의 긴 지름 (mm)
R_1: 동체의 안쪽반지름 (mm)
R_2: 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름 (mm)

$$E=\frac{1}{4}\left(3+\sqrt{\frac{R_2}{r}}\right)$$

r : 경판의 모서리에 있어서의 안쪽반지름 (mm)
c : 부식 예비두께(3) (mm)

(비고)
(1) 접시형 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름은 경판의 플랜지 부분의 바깥지름보다 커서는 아니 된다. 또한, 경판의 모서리에 있어서의 안쪽반지름은 경판의 플랜지 부분의 바깥지름의 6 % 또는 경판 두께의 3 배 중 큰 것 이상이어야 한다.
(2) 반타원형 경판의 안쪽에서의 짧은 반지름은 긴 반지름의 1/2 이상이어야 한다.
(3) 부식 예비두께는 소요두께의 1/6 또는 1 mm 중 작은 것으로 한다. 다만 부식성 액체 또는 가스를 저장하는 압력용기는 부식 예비두께를 증가시킬 수 있으며 부식성이 없는 액체 또는 가스를 저장하는 압력용기 또는 내식성 재료를 사용하는 압력용기는 부식 예비두께를 감소시킬 수 있다. *(2021)*

3. 볼록면에 압력을 받는 경판의 소요두께는 오목면에 압력을 받는 경우의 경판 소요두께 산정식에서 설계압력의 P 대신에 P의 1.67 배의 값을 적용하여 산정한 두께 이상이어야 한다.

310. 지주 또는 기타의 것으로 지지되지 아니하는 평평한 경판 또는 덮개판

경판 또는 덮개판의 소요두께는 110.에 따른다.

311. 평판 또는 관판

1. 지주 또는 기타의 지지를 갖는 평판 또는 관판의 소요두께는 111.에 따른다.
2. 지주관에 의해 지지되지 않는 열교환기의 관판은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. *(2020)*

【지침 참조】

312. 볼트로 접합되는 덮개판

덮개판의 소요두께는 121.에 따른다.

313. 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍

1. 압력용기는 검사와 정비를 위하여 동판 또는 경판에 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍을 **표 5.5.16**에 따라 설치하여야 한다. *(2017)* **【지침 참조】**
   (1) 맨홀 구멍의 크기는 300 mm × 400 mm 이상(원형일 경우 안지름이 400 mm 이상)이어야 한다.
   (2) 청소구멍의 크기는 75 mm × 100 mm 이상(원형일 경우 안지름이 100 mm 이상)이어야 하며, 동체 안지름이 750 mm를 넘으면 100 mm × 150 mm 이상(원형일 경우 안지름이 150 mm 이상)이어야 한다.
   (3) 검사구멍의 크기는 50 mm 이상이어야 한다.

표 5.5.16 맨홀, 청소구멍 및 검사구멍의 수 *(2017)*

압력용기의 동체 안지름	구멍의 수
ID ≤ 300 mm	1개 이상의 검사구멍 (분리할 수 있는 공칭지름 20 mm 이상의 관 연결부가 2개 이상 있을 경우 생략 가능)
300 mm 〈 ID ≤ 450 mm	2개 이상의 청소구멍, 또는 2개 이상의 검사구멍
450 mm 〈 ID ≤ 900 mm	1개 이상의 맨홀, 또는 2개 이상의 청소구멍, 또는 2개 이상의 검사구멍
900 mm 〈 ID	1개 이상의 맨홀, 또는 2개 이상의 청소구멍

2. 구멍 및 덮개의 구조에 대하여는 114.의 2항에 따른다.

314. 구멍의 보강

압력용기의 동판 및 경판에 설치된 구멍의 보강은 115.에 따른다.

315. 스탠드 파이프

스탠드 파이프의 두께는 119.에 따른다.

316. 열교환기용 관

열교환기의 관은 그 사용목적에 적합한 재질이어야 하며, 소요두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = \frac{PD_0}{2fJ} + a \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
f : 재료의 허용용력으로서 307.의 1항, 6장 **표 5.6.8** 또는 6장 **표 5.6.9**에 따른다.
D_0 : 관의 바깥지름 (mm)
a : 부식 예비두께로서 강관에 대하여는 1.0 mm, 동관 또는 동합금관에 대하여는 0.3 mm로 한다.
다만, 오스테나이트계 스테인리스강 및 승인된 내식성 재료에 대하여는 0으로 한다.
T : 관의 실제두께 (mm)
J : 이음효율로서 다음에 따른다.
이음매 없는 관 ---- 1.00
전기저항용접관 ---- 0.85

317. 압력용기의 도출장치

1. 사용상태에 있어서 압력용기 내부의 압력이 설계압력을 넘을 가능성이 있는 용기 및 화염 또는 예기치 않은 외부의 열원에 의하여 가열되어서 용기 내의 압력이 상승하고, 위험을 조장할 가능성이 있는 용기에는 설계압력을 넘는 압력으로 상승하는 것을 방지하기 위하여 적절한 압력도출장치를 설치하여야 한다. 다만, 공기탱크에 대하여는 화재시 자연히 압력을 도출할 수 있는 융점이 100 °C 정도인 가용성 플러그를 설치한 경우, 압력도출장치를 생략할 수 있다.
2. 열교환기 및 기타 유사한 압력용기로서 용기 내부의 손상, 기타에 의하여 내부의 압력이 용기의 설계압력을 넘을 우려가 있는 경우에는 적절한 도출밸브를 설치하여야 한다.
3. 제1급 압력용기에 속하는 증기발생장치에는 **123.** 및 **124.**에 규정하는 안전밸브를 설치하여야 한다.
4. 압력용기와 도출밸브 또는 기타의 도출장치의 사이에는 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고 스톱밸브를 설치하여서는 아니 된다.
5. 압력용기와 도출밸브의 사이 또는 도출밸브의 토출측에는 파열판(rupture disc)을 설치하여도 좋으며, 이 경우에 파열판의 파열압력은 도출밸브의 조정압력 이하이어야 한다. 또한, 파열판은 도출밸브의 방출능력과 동등 이상의 능력을 갖는 것이어야 한다.

318. 압력용기의 배치

압력용기 및 그의 부착품은 조작, 수리 및 검사하는데 편리한 장소에 배치하여야 한다.

319. 시험 및 검사

1. **수압시험** 압력용기 및 압력용기에 직접 부착되는 부착품은 제조 후 **표 5.5.17**에 따라 수압시험을 하여야 한다. **【지침 참조】**

표 5.5.17 수압시험

품명	시험압력
제1급 및 제2급 압력용기(1)	설계압력의 1.5 배의 압력
특수한 열교환기 및 압력용기	그때마다 정한다
제1급 및 제2급 압력용기로부터 직접 압력을 받는 부착품	압력용기의 설계압력의 2 배의 압력
(비고) (1) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 제3급 압력용기는 수압시험을 하여야 한다.	

제 4 절 보일러 및 압력용기의 용접

401. 용접일반

1. **승인 및 적용** 용접구조의 보일러, 제1급 및 제2급 압력용기의 제조자는 우리 선급의 제조법 승인을 받아야 하며, 공사착수 전에 **1장 208.**의 1항 (7)호에 의한 용접 구조물의 상세도 및 용접시공요령서(구조부재의 재질, 용접방법, 용접봉 및 용접재료의 명칭, 심선의 지름, V 아웃 모양, 열처리, 시험방법 등을 기재한 것)를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 또한, 용접시공에 있어서 특히 규정한 것을 제외하고는 다음 각 항의 규정에 따른다.
2. **용접절차 인정시험** 제조공장이 처음으로 용접구조의 보일러 및 압력용기를 제조할 경우, 새로운 용접법을 채용하거나 모재의 성질, 용접재료의 종류 또는 조인트의 모양을 변경하는 경우에는 공사에 관련하여 상세한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받는 외에 우리 선급이 요구하는 용접절차 인정시험을 하여 이에 합격하여야 한다. 다만, 검사원이 지장없다고 인정하는 정도의 용접법의 변경에 대하여서는 이 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**
3. **일반 요건** 용접공사의 일반적인 요건은 다음과 같다.
   (1) 용접법 및 용접재료 : 용접은 사전에 승인받은 용접시공법에 따라서 우리 선급의 승인용접재료 또는 이와 동등하다고 인정되는 것을 사용한 것이어야 한다.
   (2) 용접공 : 중요한 용접공사는 우리 선급의 기량자격을 갖는 용접공이 하여야 한다.
   (3) 용접부재 : 특히, 승인을 받은 경우를 제외하고는 **2편 1장**의 규정에 적합한 재료로서 탄소함유량이 0.35 % 를 넘어

서는 아니 된다. **【지침 참조】**

402. 용접공사

1. **V 아웃** 용접이음의 V 아웃의 모양 및 치수는 확실히 용접할 수 있는 것이어야 한다. 또한, 용접이음부분은 될 수 있는 한 현저한 굽힘응력을 받지 아니하도록 설계하여야 한다.
2. **두께가 다른 판** 두께가 다른 동체의 길이방향 맞대기이음 용접에 있어서는 두꺼운 쪽의 판에 안팎의 양쪽으로 1/4 이하의 기울기를 주어 엷은 쪽의 두께까지 기계가공한 후 양쪽판의 중심을 일치시켜 용접함을 원칙으로 한다. 다만, 두꺼운 판의 한쪽에만 기울기를 줄 경우에는 용접선의 중심과 기울기의 기점사이의 거리는 적어도 엷은 쪽의 판두께 이상으로 하여야 한다.
3. **용접이음매** 중요부재의 용접이음매 상세는 **104.**에 따른 것 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 것이어야 한다.
4. **적용** 용접공사에 관한 상세한 규정에 대하여는 다음의 각 조항에서 특히 규정한 것 이외에 가능한 한 **2편 2장 3절**의 규정에도 적합하여야 한다.
5. **이음매의 어긋남** 맞대기용접 이음매의 어긋남은 다음의 값을 넘어서는 아니 된다.
   (1) 길이방향 이음의 경우
   판의 두께가 20 mm 이하인 경우 : 1 mm
   판의 두께가 20 mm 를 넘고 60 mm 미만인 경우 : 판두께의 5 %
   판의 두께가 60 mm 이상인 경우 : 3 mm
   (2) 원주방향 이음의 경우
   판의 두께가 15 mm 이하인 경우 : 1.5 mm
   판의 두께가 15 mm 를 넘고 60 mm 미만인 경우 : 판두께의 10 %
   판의 두께가 60 mm 이상인 경우 : 6 mm
6. **변형량** 모든 원통형의 보일러 및 압력용기는 용접 완료 후 또는 열처리를 하는 것에서는 열처리 후 변형량을 측정하여야 한다. 동체는 각 단면상에 최대안지름과 최소안지름과의 차가 설계안지름의 1% 를 넘어서는 아니 된다. 또한, 용접선상에는 국부적인 평탄부가 있어서는 아니 된다.

403. 열처리

1. **보일러 및 제1급 압력용기의 응력제거** 보일러 및 제1급 압력용기는 동판 또는 경판의 조인트용접, 스탠드 파이프 또는 보강재 등 모든 부착품의 용접이 완료된 후 응력제거를 하여야 한다. 다만, 파형노통으로서 용접 후 성형을 위하여 가열함으로써 응력제거가 이루어지는 것은 다시 열처리를 할 필요가 없다.
2. **제2급 압력용기의 응력제거** 제2급 압력용기는 다음 각항에 해당할 경우에는 응력제거를 하여야 한다.
   (1) 동판의 두께가 30 mm 를 넘는 것
   (2) 동판의 두께가 16 mm 이상으로서 다음 식에 의한 것 보다 클 경우

$$T_n = \frac{D}{120} + 10$$

D : 동체의 안지름(mm)

3. **응력제거의 생략** 다음 각 호에 해당하는 경우에는 응력제거를 생략할 수 있다.
   (1) 특히 노치에 대한 인성이 현저하게 높은 재료를 사용하고 우리 선급의 승인을 받은 경우 **【지침 참조】**
   (2) 응력제거를 한 보일러 및 압력용기에 다음에 해당하는 필릿용접을 하여도 다시 응력제거를 할 필요는 없다.
   (가) 누설방지 용접으로 동체에 유해한 변형을 일으킬 우려가 없을 때
   (나) 목두께가 6 mm 이하, 용접길이가 50 mm 이하로서 그 간격이 50 mm 이상의 단속용접으로 부착품을 용접할 때
   (3) 다음에 정하는 것 중 용접부의 두께가 탄소강 또는 탄소망간강에 있어서는 19 mm 이하, 합금강에 있어서는 13 mm 이하의 것은 응력제거를 생략할 수 있다.
   (가) 관 상호, 관과 관 플랜지 사이 또는 관과 관 헤더 사이의 용접부
   (나) 관 헤더의 둘레 이음부
   (다) 우리 선급이 특히 승인한 개소의 용접부

4. **열처리로** 열처리는 온도를 자유로히 조절할 수 있고 조절된 온도를 충분히 유지할 수 있는 로 내에서 하여야 하며, 로에는 로내의 온도를 측정 또는 기록할 수 있는 적어도 2 개 이상의 온도계가 설치되어 있어야 한다.
5. **용접후 열처리의 방법** 탄소강, 탄소 망간강 또는 저합금강의 보일러 및 압력용기의 용접부는 일정한 온도상승률을 갖도록 적절한 응력제거 온도까지 천천히 가열하고 로 내에서 두께 25 mm 에 대하여 적어도 1 시간 정도의 비율로 그 온도를 유지시킨 후 400 °C 이하로 노중에서 냉각시켜야 하며, 그 이하의 온도에서는 대기중에 냉각시킬 수 있다. 응력제거 온도는 625 °C ± 25 °C를 기준으로 하되 사용재료에 따라 적절한 온도로 하여야 한다.
6. **열처리범위** 열처리를 하는 로의 크기가 보일러 및 압력용기 전체의 열처리를 한번에 완료시킬 수 없는 경우에는 로의 크기에 알맞도록 2회 이상으로 구분하여 할 수 있으나, 이 경우에는 각 부분의 경계 면적이 충분한 너비로 중복되어 열처리가 이루어질 수 있도록 하여야 한다. 이는 열처리를 완료한 각부분의 구조물을 다시 용접으로 조립하고자 할 경우에도 적용하며, 열처리 범위는 용접이음매 양쪽에서 판두께의 6 배 이상의 범위로 한다.
7. **국부열처리** 열처리를 한 보일러 및 압력용기에 보강재 또는 부착품 등을 용접하였을 때에는 국부열처리로 그 주위의 원형부분에 대한 응력제거를 할 수 있다. 이 때 용접부의 바깥선에서 여기에 가장 가까운 다른 용접부분까지의 거리 또는 가열부의 자유팽창을 억제할 만한 다른 요소가 있는 곳까지의 거리가 판두께의 12 배 이상인 경우에 한한다. 열처리 범위는 용접선에서 판두께의 6 배 이상의 범위로 하며 어느 경우에도 125 mm 이상이어야 한다.
8. **특수한 열처리** 특수재료에 대한 열처리 또는 특수 방법으로 열처리를 할 경우에는 열처리 방법 및 그 과정에 대한 자료를 제출하고 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 새로운 방법에 대한 열처리의 효과시험을 요구할 수 있다.

404. 방사선검사 【지침 참조】

1. **전방사선검사** 보일러 및 306.의 전방사선검사를 하는 것을 조건으로 이음효율을 정한 압력용기는 길이 및 원주방향 이음의 모든 용접부에 대하여 방사선검사(이하 **전방사선검사**라 한다.)를 하여야 한다.
2. **부분방사선검사** 306.의 부분방사선검사를 하는 것을 조건으로 이음효율을 정한 압력용기는 다음 방법으로 방사선검사(이하 **부분방사선검사**라 한다.)를 하여야 한다.
   (1) 동일한 용접방법으로 동일한 용접공이 용접한 길이 방향이음의 20 % 이상의 길이(최소 300 mm) 및 길이방향이음과 마주치는 원주방향이음부에 대하여 검사한다.
   (2) 방사선검사를 하는 개소는 검사원이 지시하는 바에 따른다.
3. **덧붙임두께** 방사선검사를 하여야 할 용접이음매의 덧붙임부(weld reinforcement)는 검사에 지장이 없어야 하며, 그 두께는 다음의 값을 넘어서는 아니 된다.
   (1) 맞대기이음 양면용접의 경우 :

판의 두께 t (mm)	덧붙임 두께 (mm)
$t \le 12$	1.5
$12 < t \le 25$	2.5
$t > 25$	3.0

   (2) 맞대기이음 일면용접의 경우 : 판두께에 관계없이 1.5 mm 이하
4. **투과사진필름** 방사선검사의 투과사진 촬영법은 용접깊이의 2 % 크기의 결함을 검출할 수 있어야 하며, 사진필름에는 용접깊이의 2 %에 상당하는 투과도계의 영상이 분명히 나타나야 한다. 또한, 투과사진 필름에는 제품의 촬영위치와의 관계를 명확히 하여야 하며, 방사선검사의 보고서에는 다음 사항을 기재하여야 한다.
   (1) 재료의 두께(평탄부 또는 덧붙임부)
   (2) 초점과 용접부 표면과의 거리
   (3) 용접부 표면과 필름과의 거리
   (4) 사용 투과도계의 종류
5. **재방사선검사** 투과사진은 검사원에 제시하여야 한다. 용접부에는 균열, 긴 공동, 이물 등의 결함이 없어야 하며, 결함이 존재하는 경우에는 그 부분을 떼어내어 재용접하고 그 부분에 대하여 다시 방사선검사를 하여야 한다. 부분방사선검사를 채용한 경우에는 검사원의 지시에 따라 결함부의 양쪽에 대하여 다시 방사선 검사를 하여야 한다.

405. 보일러 및 제1급 압력용기의 용접시공시험

1. **시험재** 보일러 및 제1급 압력용기의 용접을 할 때에는 다음 각 항의 용접시공시험을 하여야 하며, 이를 위하여 2항에 규정하는 시험편을 제작하는데 있어 충분한 크기의 시험재를 다음 각호에 따라 제작하여야 한다.
   (1) 시험재는 동체마다 그것의 용접선이 동체의 길이방향이음과 동일 선상에 오도록 붙이고, 동체의 길이방향이음과 동시에 용접하여야 한다. 또한, 시험재는 용접공사 중의 변형을 최소한으로 막아야 한다.
   (2) 동체의 원주방향이음에 대한 시험재는 원주방향이음과 같은 용접조건으로 별개로 제작하여야 한다. 다만, 동체에 길이방향 이음이 없는 경우 또는 원주 방향의 용접법이 길이방향 이음과 현저하게 다른 경우를 제외하고 원주방향에 대한 시험재는 불필요하다.
   (3) 시험재는 동체에 사용하는 재료의 일부를 사용하는 것을 원칙으로 한다.
   (4) 시험재는 동체의 실제 시공과 동일한 방법으로 열처리를 하여야 한다.
2. **기계적 시험** 시험재에 대한 기계적 시험은 다음 각호에 따른다.
   (1) 시험편의 종류, 수 및 모양은 **표 5.5.18**에 따른다. 다만, 충격시험은 **403.**의 **3**항 (1)호에 따라서 응력제거를 생략하는 경우 또는 합금강을 사용한 경우에 적용한다.

표 5.5.18 시험편의 종류, 수 및 모양

시험편의 종류	수	시험편의 모양
용접이음매 인장시험편	1	**2편 2장 표 2.2.1**의 $R2A$ 호 시험편
형굽힘시험편	1	**2편 2장 표 2.2.2**의 시험편
샤르피충격시험편	3	**2편 1장 표 2.1.3**의 충격시험편
매크로시험편	1	—

   (2) 형굽힘시험은 시험재의 두께가 19 mm 이하인 경우는 앞면 및 이면 굽힘시험을 하고 19mm 를 넘는 경우에는 측면 굽힘시험을 한다.
3. **용접이음부 인장시험** 인장시험에 의한 인장강도는 사용 모재의 규격최소인장강도보다 작아서는 아니 된다. 다만, 시험편이 모재부에서 절단되고 이의 인장강도가 모재의 규격최소 인장강도의 95 % 이상으로서 용접부에 결함이 없는 경우에는 합격으로 할 수 있다. **【지침 참조】**
4. **형굽힘시험** 용접부를 중앙에 두고 뒷면 굽힘시험편에서는 용접부의 좁은 쪽이 측면 굽힘시험편에서는 용접부의 측면 어느 쪽이든지 각각 굽힐 때에 인장쪽에 오도록 하여 **2편 2장 그림 2.2.1**의 형굽힘시험용 지그를 사용하여 안쪽 반지름 20 mm로 180° 굽혀도 용접부의 바깥면에 3 mm 이상의 균열이나 기타의 결함이 있어서는 아니 된다. 다만, 시험편의 모서리에 생긴 흠은 시험성적에 관계없는 것으로 한다.
5. **충격시험** 충격시험편은 종축을 용접선에 수직으로 하고, 그 표면이 판의 표면에서 약 5 mm 위치가 되도록 채취한다. 이 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시켜 판 표면에 수직이 되도록 시험편 표면에 만든다. 3 개의 시험편에 흡수에너지의 평균치는 우리 선급의 승인을 얻은 값 이상이어야 한다. **【지침 참조】**
6. **매크로시험** 균열, 용입불량 기타 유해한 결함이 없어야 한다.

406. 제2급 압력용기의 용접시공시험

제2급 압력용기의 용접을 할 때에는 제1급 압력용기의 용접시공시험에 준한 시험을 하여야 한다. 다만, **405.**의 **2**항 중 형굽힘시험은 할 필요가 없다.

407. 재시험 및 경감

1. **재시험** 시험에 불합격한 것으로서 다음 각호의 조건을 만족할 경우에는 재시험을 할 수 있다. 이 경우에는 불합격한 시험편 1 개에 대하여 다시 2 개의 시험편을 동일의 시험재 또는 이것과 동시에 제작한 다른 시험재로부터 채취하고, 이 재시험편의 각각이 시험에 합격하여야 한다.
   (1) 인장시험 및 충격시험에 있어서 시험성적이 규정의 90 % 이상인 경우
   (2) 형굽힘시험에 있어서 용접부의 불합격의 원인이 용접부의 결함 이외에 있다고 인정될 경우
2. **시험의 경감** 압력용기의 용접시공시험은 과거의 실적을 고려하여 검사원이 좋다고 인정할 경우에는 그 시험실시의 정도를 경감할 수 있다. ⚓

제 6 장 보기 및 관장치

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 적용 【지침 참조】

(1) 이 장의 규정은 보기 및 관장치의 재료, 설계, 공작, 시험 및 배관에 대하여 적용한다.

(2) 항로 또는 용도에 특별한 제한이 있는 선박 및 소형선에 대하여는 이 장의 규정을 적절히 참작할 수 있다.

2. 관련규정

이 장에서 규정한 요건에 추가하여 다음의 관련 규정에도 적합하여야 한다.

(1) 대빙구조 선박의 관장치에 대하여는 **빙해운항선박지침 1장**, 극지운항 선박의 관장치에 대하여는 **빙해운항선박지침 2장**, 극지운항 및 쇄빙기능을 갖는 선박의 관장치에 대하여는 **빙해운항선박지침 3장**

(2) 조타장치에 대하여는 **5편 7장**, 윈들러스 및 무어링 윈치에 대하여는 **5편 8장**

(3) 자동제어 및 원격제어에 대하여는 **6편 2장**

(4) 유조선의 관장치에 대하여는 **7편 1장 10절**, 광석운반선겸 유조선의 관장치에 대하여는 **7편 2장 2절**, 산적화물선 및 단일화물창의 화물선의 수위 감지 경보장치 및 배수 펌핑장치에 대하여는 **7편 3장 14절,** 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선의 화물취급설비 및 관장치에 대하여는 각각 **7편 5장** 및 **6장**

3. 정의 【지침 참조】

(1) **설계압력**이라 함은 관내 유체의 최고사용압력을 말하며, 다음에 정하는 압력보다 작아서는 아니 된다.

(가) 압력도출밸브 또는 이에 대신하는 과압방지장치가 붙어 있는 관장치에 있어서는 해당 도출밸브 또는 과압방지장치의 조정압력과 같은 압력. 다만, 보일러에 직접 접속된 증기관장치 또는 압력용기에 직접 접속된 관장치에 있어서는 보일러 또는 압력용기의 설계압력.

(나) 펌프의 토출측 관에 있어서는 정격회전시 펌프의 토출측 밸브를 완전히 폐쇄하였을 때의 펌프의 토출압력. 다만, 펌프에 도출밸브를 설치한 경우에는 그 조정압력을 기준으로 한 압력.

(다) 보일러 급수펌프와 보일러 급수 체크밸브 사이의 급수관에 있어서는 보일러의 설계압력의 1.25 배와 같은 압력 또는 급수펌프의 토출측 밸브를 완전히 폐쇄하였을 때의 펌프의 토출압력 중 큰 쪽의 압력.

(라) 감압밸브가 장비된 관의 저압측에 있어서 도출밸브가 붙어 있지 아니한 경우에는 고압측의 설계 압력과 같은 압력.

(마) 보일러물 방출관에 있어서는 보일러의 설계압력의 1.25 배의 압력.

(바) 냉동기기의 냉매관에 있어서는 **9편 1장 102.**의 **5**항에 정하는 압력을 말한다.

(사) 연료유를 포함하는 관에 있어서는 다음과 같다.

(a) 사용압력이 0.7 MPa 이하이고, 사용온도가 60 °C 이하인 경우, 0.3 MPa 또는 최고사용압력 중 큰 값을 설계압력으로 한다.

(b) 사용압력이 0.7 MPa 이하이고, 사용온도가 60 °C를 초과하는 경우, 0.3 MPa 또는 최고사용압력 중 큰 값을 설계압력으로 한다.

(c) 사용압력이 0.7 MPa 을 초과하고, 사용온도가 60 °C 이하인 경우, 최고사용압력을 설계압력으로 한다.

(d) 사용압력이 0.7 MPa 을 초과하고, 사용온도가 60 °C를 초과하는 경우, 1.4 MPa 또는 최고사용압력 중 큰 값을 설계압력으로 한다.

(아) 이 항에 따르기 곤란한 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 압력.

(2) **설계온도**라 함은 관내 유체의 최고사용온도를 말한다. 다만, 상온보다 낮은 온도의 관장치에 있어서는 관내 유체의 최저사용온도를 말한다.

4. 관장치의 분류

(1) 관장치는 시험, 이음형식, 열처리 및 용접시공방법 등을 위하여 유체의 종류, 설계압력 및 설계온도에 따라 **표 5.6.1**과 같이 분류한다.

(2) 이 항에 규정되어 있지 아니한 유체의 관장치의 분류에 대하여는 사용유체의 특성 및 사용조건에 따라서 정한다.

표 5.6.1 관장치의 분류 *(2018)*

관장치의 분류 / 사용목적	제1급	제2급	제3급
독성 매체(7)	O	-	-
부식성 매체(7)	O	O(안전장치(6))	-
인화점을 초과하여 가열되거나 인화점 60℃ 미만인 가연성 매체(7)	O	O(안전장치(6))	-
액화 가스(7)	O	O(안전장치(6))	-
증기	P>1.6 또는 T>300	제1 및 3급에 속하지 않는 것	P≤0.7 및 T≤170
열매체유			P≤0.7 및 T≤150
연료유, 윤활유, 가연성 작동유	P>1.6 또는 T>150	제1 및 3급에 속하지 않는 것	P≤0.7 및 T≤60
기타 매체 (1)	P>4.0 또는 T>300	제1 및 3급에 속하지 않는 것	P≤1.6 및 T≤200

(비고)
(1) 기타매체 : 물, 공기, 가스(비독성, 비가연성) 및 비가연성 작동유를 포함한다.
(2) P : 설계압력 (MPa), T : 설계 온도(°C)
(3) 화물유관은 제3급관에 속한다.
(4) 개구단관(드레인관, 넘침관, 공기관, 보일러의 대기방출관, 배기가스관 등)은 제3급에 속한다.
(5) 냉동기기의 1차 냉매에 있어서 $R717(NH_3)$의 경우에는 제1급, $R22$, $R134a$, $R404A$, $R407C$, $R410A$ 및 $R507A$의 경우에는 제3급에 속한다.
(6) 누출 가능성을 줄이고 그 결과를 제한하기 위한 안전장치(예, 이중관장치, 파이프 덕트 등)
(7) 상기의 규정은 다음의 관장치에는 적용하지 않으며 해당 규칙에 따른다.
- 액화가스 산적운반선의 화물관장치
- 위험화학품 산적운반선의 화물관장치
- 저인화점연료선박에 사용되는 저인화점연료유관장치

5. **보기의 구조, 재료 및 강도**
(1) 보기의 재료 **【지침 참조】**
(가) 구동에 필요한 원동기 출력이 100 kW 이상인 중요보기의 축 재료는 **규칙 2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.
(나) 보기의 주요부분에 사용하는 재료는 우리 선급의 승인을 받은 제조자에 의하여 제조된 것으로서, 우리 선급이 특별히 지정하는 경우를 제외하고 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것이어야 한다.
(2) 보기의 축 강도
크랭크축을 제외하고, 중요보기의 축 지름은 원칙적으로 **3장 203.**에 규정된 식에 의한 것 이상이어야 하며, 전동기 또는 유압 구동의 경우 이 산식에서 P 및 F는 다음에 의한다.
P : 중요보기를 구동하는 원동기의 정격출력 (kW)
F : 계수로서 95
(3) 선박의 추진 및 안전에 필요한 보기에 동력을 전달하는 동력전달장치는 **3장 4절**의 규정에 적합하여야 한다.
6. 폐유 또는 폐기물을 소각처리하는 소각설비, 용접기기의 가스용기 및 관장치의 취급에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

102. 관

1. **재료** 관의 재료는 사용하고자 하는 용도 및 매체에 적합한 것으로서 다음의 규정에 적합한 재질의 것이어야 한다.
(1) 제1급 및 제2급 관장치에 사용하는 관의 재료는 원칙적으로 **2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(2) 제3급 관장치에 사용하는 관의 재료는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것이어야 한다.

2. 탄소강관 및 저합금강관의 사용제한

(1) **2편 1장 402.**의 제1종관 및 제2종관은 설계온도가 350 °C를 초과하는 관계통에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 허용응력의 값이 보증된 것은 400 °C까지 사용할 수 있다.

(2) 제3종 *RST* 338 및 *RST* 342는 설계온도가 450 °C를, *RST* 349는 425 °C를 초과하는 관에 사용하여서는 아니 된다.

(3) 제4종 *RST* 412는 설계온도가 500 °C를, *RST* 422, *RST* 423 및 *RST* 424는 550 °C를 초과하는 관에 사용하여서는 아니 된다.

(4) 배관용탄소강관(KS D 3507, *SPP*)은 설계압력이 1 MPa 이하로서 설계온도가 230 °C 이하인 제2급 또는 제3급 관장치에만 사용할 수 있다. **【지침 참조】**

3. 동관 및 동합금관의 사용제한 【지침 참조】

(1) 동관 및 동합금관은 이음매 없는 인발관 또는 우리 선급이 승인한 기타의 제조법에 따른 것이어야 한다.

(2) 제1급 및 제2급 관장치에 사용하는 동관은 이음매가 없는 것이어야 한다.

(3) **표 5.6.7**의 인탈산동관 및 복수기용 황동관은 설계온도가 200 °C를 넘는 관장치에, 복수기용 백동관은 설계온도가 300 °C를 넘는 관장치에 각각 사용하여서는 아니 된다.

(4) 동관 및 동합금관은 우리 선급이 부적절하다고 인정하는 용도에 사용하여서는 아니 된다.

4. 주철제 관의 사용

2편 1장의 규정에 적합한 구상흑연주철은 빌지관, 평형수관 및 화물유관에 사용할 수 있다.

5. 특수한 재료의 관, 신축관 및 플렉시블관 【지침 참조】

(1) 관의 용도와 화재 및 침수에 대한 안전을 고려하여 우리 선급이 승인한 경우, 전 **2**항, **3**항 및 **4**항에서 규정하지 않은 고무, 비닐, 플라스틱, 알루미늄합금 등과 같은 특수한 재료를 사용할 수 있다.

(2) 금속 또는 비금속재료의 신축관 및 플렉시블관은 기기의 원활한 작동을 위하여 유연성을 요하는 장소에 사용할 수 있으며, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

6. 관의 소요두께

(1) 강관의 최소두께는 **7**항의 규정에 의한 계산상 최소두께 또는 **표 5.6.2** 및 **표 5.6.3**에 따른 최소두께 중 큰 것 이상이어야 한다.

표 5.6.2 강관의 최소두께 (단위 : mm) 【지침 참조】

호칭지름 (A)	일반관	1. 선체의 일부를 형성하는 탱크의 공기관, 넘침관 및 측심관 2. 선외배수관	1. 빌지관 2. 평형수관 3. 해수관	1. 평형수탱크 또는 연료유탱크를 통과하는 빌지관, 넘침관, 공기관, 측심관 및 청수관 2. 연료유탱크를 통과하는 평형수관 3. 평형수탱크를 통과하는 연료유관 4. 노출갑판(제1위치 또는 제2위치)상의 공기관	자동 체크 밸브를 생략하는 경우의 선외 배수관	1. 화물탱크를 관통하는 평형수관 2. 분리평형수 탱크를 관통하는 화물유 관
6	1.6					
8	1.8					
10	1.8					
15	2.0		3.2			
20	2.0		3.2			
25	2.0		3.2			
32	2.0	4.5	3.6	6.3		
40	2.3	4.5	3.6	6.3		
50	2.3	4.5	4.0	6.3		6.3
65	2.6	4.5	4.5	6.3	7.0	6.3
80	2.9	4.5	4.5	7.1	7.6	7.1
90	2.9	4.5	4.5	7.1	8.0	7.1
100	3.2	4.5	4.5	8.0	8.6	8.6
125	3.6	4.5	4.5	8.0	8.8	9.5
150	4.0	4.5	4.5	8.8	10.0	11.0
175	4.5	5.3	5.3	8.8	10.0	11.8
200	4.5	5.8	5.8	8.8	12.5	12.5
225	5.0	6.2	6.2	8.8	12.5	12.5
250	5.0	6.3	6.3	8.8	12.5	12.5
300	5.6	6.3	6.3	8.8	12.5	12.5
350	5.6	6.3	6.3	8.8		12.5
400	6.3	6.3	6.3	8.8		12.5
450	6.3	6.3	6.3	8.8		12.5

(비고)

1. 우리 선급이 인정하는 기타의 국가 규격 또는 국제 규격에 따른 관의 호칭지름 및 최소두께의 것을 사용할 수 있다.
2. 코팅, 라이닝 등의 방법으로 부식에 대하여 보호되는 관 및 관과 일체를 이루는 조인트는 최소두께를 1 mm 이내의 범위에서 감소시킬 수 있다.
3. 선체의 일부를 형성하는 탱크의 측심관(단, 인화성 화물용으로 사용하는 측심관은 제외)의 경우, 이 표의 최소두께는 탱크의 바깥쪽 부분에만 적용한다.
4. 이 표의 최소두께는 호칭두께로서 굽힘가공에 의한 두께의 감소 또는 마이너스의 제작공차에 대한 예비두께는 고려하지 않아도 좋다.
5. 나사를 낸 관의 최소두께는 나사의 골짜기에서 측정한 것으로 한다.
6. 호칭지름이 450 A 를 초과하는 관의 최소두께는 우리 선급이 인정하는 국가규격 또는 국제규격에 따라야 하며, 어떠한 경우에도 관의 최소두께는 호칭지름 450 A 인 해당 관의 최소두께보다 작아서는 아니 된다.
7. 공기관이 선수부 0.25 L 내에 설치되는 경우에는 **4편 9장 303.의 1**항의 요건에도 적합하여야 한다.

표 5.6.3 소화용 CO2관의 최소두께 (단위 : mm)

호칭지름 (*A*)	소화용 CO_2 관	
	CO_2 용기로부터 분배기까지의 관	분배기로부터 노즐까지의 관
15	3.2	2.6
20	3.2	2.6
25	4.0	3.2
32	4.0	3.2
40	4.0	3.2
50	4.5	3.6
65	5.0	3.6
80	5.6	4.0
90	6.3	4.0
100	7.1	4.5
125	8.0	5.0
150	8.8	5.6

(비고)

1. 관은 내면에 아연도금을 시공한 것이어야 한다. 다만, 기관실 내에 설치되는 관으로서 아연도금이 필요하지 않다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 예외로 한다.
2. 나사를 낸 관의 최소두께는 나사의 골짜기에서 측정한 것으로 한다. **【지침 참조】**
3. 관의 바깥지름 및 두께는 ISO Recommendations R336 for smooth welded and seamless steel pipes에서 발췌한 것으로서, 기타의 국가 규격 또는 국제 규격에 따른 관의 지름 및 두께의 것을 사용할 수 있다.
4. 이 표에 규정되어 있는 관보다 큰 지름의 관의 최소두께는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. 이 표의 최소두께는 호칭두께로서 굽힘가공에 의한 두께의 감소 또는 마이너스의 제작공차에 대한 예비두께는 고려하지 않아도 좋다.

(2) 동 및 동합금관의 최소두께는 7항의 규정에 의한 계산상 최소두께 또는 **표 5.6.4**에 의한 최소두께 중 큰 것 이상이어야 한다.

(3) 오스테나이트계 스테인리스 강관의 최소두께는 7항의 규정에 의한 계산상 최소두께 또는 **표 5.6.5**에 의한 최소두께 중 큰 것 이상이어야 한다.

표 5.6.4 동관 및 동합금관의 최소두께(단위 : mm)

바깥지름	동관	동합금관
8 ~ 10	1.0	0.8
12 ~ 22	1.2	1.0
25 ~ 44.5	1.5	1.2
50 ~ 76.1	2.0	1.5
88.9 ~ 108	2.5	2.0
133 ~ 159	3.0	2.5
193.7 ~ 267	3.5	3.0
273 ~ 457.2	4.0	3.5
(470)	4.0	3.5
508	4.5	4.0

(비고)
우리 선급이 인정하는 국가규격 또는 국제규격에 따른 바깥지름 및 최소두께의 관을 사용할 수 있다

표 5.6.5 오스테나이트계 스테인리스 강관의 최소두께(단위 : mm)

바깥지름	최소두께
10.2 ~ 17.2	1.0
21.3 ~ 48.3	1.6
60.3 ~ 88.9	2.0
114.3 ~ 168.3	2.3
219.1	2.6
273.0	2.9
323.9 ~ 406.4	3.6
406.4 초과	4.0

(비고)
우리 선급이 인정하는 국가규격 또는 국제규격에 따른 바깥지름 및 최소두께의 관을 사용할 수 있다.

7. 관의 계산상 최소두께

(1) 내압을 받는 곧은 관의 계산상 최소두께 t 는 다음 식에 따른다.

$$t = (t_0 + c)\frac{100}{100 - a} \quad (\text{mm})$$

t_0 : 강도두께(mm)로서 (3)호의 규정에 의한다.
c : 부식 예비두께(mm)로서 **표 5.6.6** 및 **표 5.6.7**에 따른다.
a : 마이너스 제작 공차 (%)

표 5.6.6 강관의 부식 예비두께 (단위 : mm)

관의 사용 목적	c
과열 증기관	0.3
포화 증기관	0.8
화물탱크 내의 증기가열관	2.0
연료유탱크의 증기가열관	1.0
개방식 급수계통의 보일러 급수관	1.5
밀폐식 급수계통의 보일러 급수관	0.5
보일러 물 방출관	1.5
압축 공기관	1.0
윤활유관 및 작동유관	0.3
연료유관	1.0
화물유관	2.0
냉동기용 관	0.3
청수관	0.8
해수관	3.0

(비고)
1. 탱크 내를 통과하는 관의 부식 예비두께는 관 내부의 부식 예비두께에 관 외부의 매체에 따라 이 표에서 얻은 외부의 부식 예비두께를 더한 것으로 한다.
2. 코팅, 라이닝 등의 방법으로 부식에 대하여 보호되는 관 및 관과 일체를 이루는 이음장치는 부식 예비두께를 50 % 까지 감소할 수 있다.
3. 적절한 내식성 특수합금강관을 사용하는 경우에는 부식 예비두께를 0 으로 할 수 있다.
4. 이 표에 따르기 곤란한 경우에는 부식조건을 고려하여 한국산업표준 또는 이와 동등한 표준에 따른다.
5. 해수관으로 호칭지름 25A 이하의 강관에 대하여 부식 예비두께는 1.5 mm 로 할 수 있다.

표 5.6.7 동관 및 동합금관의 부식 예비두께 (단위 : mm)

관 의 재 료	c
표 5.6.9의 인탈산 동관 및 복수기용 황동관	0.8
표 5.6.9의 복수기용 백동관	0.5

(비고)
유체가 관의 재료에 대하여 비부식성인 경우에는 부식 예비두께를 0 으로 할 수 있다.

(2) 관을 굽힘가공할 경우에는 가공 전의 관의 계산상 최소두께 t_b 는 다음 식에 따른다.

$$t_b = (t_0 + c + b)\frac{100}{100-a} \quad (\text{mm})$$

b : 굽힘가공 예비두께(mm)로서 (4)호의 규정에 따른다.
t_0, c 및 a : (1)호에 따른다.

(3) 관의 강도두께 t_0 는 다음 식에 따른다.

$$t_0 = \frac{PD}{2fJ+P} \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
D : 관의 바깥지름 (mm)
f : 허용응력 (N/mm^2)으로서 (5)호의 규정에 따른다.
J : 이음효율로서 다음에 따른다.
- 이음매 없는 관 ----- 1.00
- 전기저항용접관 ----- 0.85 (다만, 이음매 없는 관과 동등하다고 인정하는 경우는 1.00 으로 한다.)
- 기타의 용접관 및 단접관은 그때마다 정하는 바에 따른다.

(4) 굽힘가공 예비두께 b 는 가공 후 관의 굽힘가공 부분의 최소두께가 곧은 관의 계산상 최소두께 t 보다 작지 아니하다는 것이 실제로 증명되지 아니하는 한 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = \frac{1}{2.5} \times \frac{D}{R} t_0 \quad (\text{mm})$$

D : 관의 바깥지름(mm)
R : 중심선의 곡률반지름(mm). 다만, $R \geq 2D$ 이어야 한다.
t_0 : 강도두께(mm)로서 (3)호의 규정에 따른다.

(5) 허용응력

(가) 탄소강관 또는 합금강관의 허용응력 f 는 원칙적으로 다음 값 중 최소의 것으로 한다.

$$f = \frac{E_T}{1.6}, \quad f = \frac{R_{20}}{2.7}, \quad f = \frac{f_R}{1.6}$$

E_T : 설계온도에 있어서 규격최소항복강도 또는 0.2 % 의 내력 (N/mm^2)
R_{20} : 상온에 있어서 규격최소인장강도 (N/mm^2)
f_R : 설계온도에 있어서 100,000 시간후의 평균 파단강도 (N/mm^2)

(나) **2편 1장**에 규정하는 압력배관용 탄소강관의 허용응력에 대하여는 **표 5.6.8**에 따라도 좋다.

(다) 동관 및 동합금관의 허용응력은 **표 5.6.9**에 따른다.

표 5.6.8 강관의 허용응력 (단위 : N/mm^2)

종류	기호 \ 설계온도°C	100 이하	150	200	250	300	350	375	400	425	450	475	500	525	550
제1종	*RST* 138	123	114	105	96	87	78								
	RST 142	138	129	118	107	96	90								
제2종	*RST* 238	123	114	105	96	87	78								
	RST 242	138	129	118	107	96	90								
	RST 249	156	145	133	122	117	113								
제3종	*RST* 338	123	114	105	96	87	78	75	70	63	56				
	RST 342	138	129	118	107	96	90	87	84	71	57				
	RST 349	156	145	133	122	117	113	105	96	77					
제4종	*RST* 412	119	112	105	97	89	85	83	80	77	73	70	65		
	RST 422	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	55	38
	RST 423	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	57	40
	RST 424	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	57	41

(비고) 설계온도가 표의 중간에 있을 경우에는 보간법에 의한다.

표 5.6.9 동관 및 동합금관의 허용응력 (단위 : N/mm^2)

재료의 종류	설계온도°C	50 이하	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
이음매 없는 인탈산 동관	*C* 1201 *C* 1220	41	41	40	40	34	27.5	18.5				
이음매 없는 복수기 및 열교환기용 황동관	*C* 4430	68	68	68	68	68	67	24				
	C 6870 *C* 6871 *C* 6872	78	78	78	78	78	51	24.5				
이음매 없는 복수기 및 열교환기용 백동관	*C* 7060	68	68	67	65.5	65	62	59	56	52	48	44
	C 7100	73	72	72	71	70	70	67	65	63	60	57
	C 7150	81	79	77	75	73	71	69	67	65.5	64	62

(비고)
1. 설계온도가 표의 중간에 있을 경우에는 보간법에 의한다.
2. 재료의 종류는 KS D 5301 의 규격에 따른다.
3. 이 표 이외에 재료의 허용응력에 대하여는 한국산업표준 또는 이와 동등한 표준에 따른다.

103. 밸브 및 관부착품 【지침 참조】

1. **재료** 밸브 및 관부착품의 재료는 사용하고자 하는 용도 및 매체에 적합한 것으로서 다음의 규정에 적합한 재질의 것이어야 한다.
   (1) 제1급 및 제2급 관장치에 사용되는 밸브 및 관부착품, 선체붙이 밸브 및 부착품과 선수격벽에 부착되는 밸브의 재료는 원칙적으로 **2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 한국산업규격 또는 이와 동등의 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다.
   (2) 제3급 관장치에 사용하는 밸브 및 관부착품의 재료는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것이어야 한다.
2. **강제의 밸브 및 관부착품의 사용제한** 탄소강 주강품 및 탄소강 단강품은 설계온도가 425 °C를, 저합금강 주강품 및 저합금강 단강품은 550 °C를 넘는 관장치의 밸브 및 관부착품에 사용하여서는 아니 된다.
3. **동합금제의 밸브 및 관부착품의 사용제한** 동합금 주물제의 밸브 및 관부착품은 설계온도가 200 °C를 넘는 관장치에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 고온에 적합한 청동을 사용하는 경우에 설계온도가 260 °C이하의 관장치에 사용할 수 있다.

4. 주철제의 밸브 및 관부착품의 사용제한

(1) 연신율이 12 % 이상인 주철제의 밸브 및 관부착품은 설계온도가 350 °C 이하인 관장치에 사용할 수 있다, *(2021)*

(2) 연신율이 12 % 미만인 주철제의 밸브 및 관부착품은 다음의 관장치에 사용하여서는 아니 된다.

(가) 선체붙이밸브 및 부착품

(나) 선수격벽에 부착하는 밸브

(다) 연료유탱크 벽의 바깥쪽에 부착하고, 연료유의 정압을 받는 밸브

(라) 보일러 물 방출관의 밸브 및 관부착품

(마) 인화성 액체화물의 하역용 육상 관과의 연결 개소에 설치된 밸브

(바) 워터해머, 과도한 변형 또는 진동을 받기 쉬운 관장치의 밸브 및 관부착품

(사) 설계온도가 220 °C를 넘는 밸브 및 관부착품

(아) 제2급 관장치에 사용되는 밸브 및 관부착품

(자) 화물유탱크를 관통하여 선수탱크로 통하는 크린평형수 관장치의 밸브 및 관부착품

(차) 설계압력이 1.6 MPa 를 초과하는 화물유 관장치에 사용되는 밸브 및 관부착품

(3) 주철제의 밸브 및 관부착품은 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고는 제1급 관장치에 사용하여서는 아니 된다.

5. 밸브 및 관부착품의 구조

밸브, 관부착품, 개스킷 및 패킹은 사용조건에 적합한 것으로서 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 정하는 구조의 것이거나 이에 상당하는 것이어야 한다. 플랜지 및 플랜지에 사용되는 볼트의 치수는 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것을 선택하여야 한다. 다만, 플랜지의 사용온도, 압력 및 크기가 정해진 것보다 큰 값을 가지는 경우로서 볼트 및 플랜지에 대한 완전한 계산을 수행한 경우에는 그러한 플랜지 및 볼트를 사용할 수 있다.

104. 이음의 형식

1. 관 상호의 직접연결 관과 관의 직접연결은 용접, 플랜지, 삽입 나사박이 이음 또는 기계식 이음으로 하여야 한다. 이들 연결은 우리 선급이 인정하는 규격에 따르거나, 사용 목적에 적합한 것으로 증명된 설계의 것으로서 우리 선급이 승인한 것이어야 한다. **【지침 참조】**

2. 용접 연결

(1) 맞대기용접 이음

(가) 맞대기용접 이음은 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치의 유무에 관계없이 완전 용입한 것이어야 한다. "고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치"라 함은 양면용접 또는 첫 번째 패스 용접시 뒷댐판을 대거나 뒷댐판 대신 불활성가스를 사용하여 맞대기용접을 하는 것 또는 우리 선급이 승인하는 유사한 방법으로 맞대기용접을 하는 것을 말한다.

(나) 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치를 취한 맞대기용접 이음은 모든 관장치에 사용할 수 있다.

(다) 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치를 취하지 않은 맞대기용접 이음은 바깥지름에 관계없이 제2급 및 제3급 관장치에 사용할 수 있다.

(2) 삽입 슬리브 및 소켓 용접 이음 **【지침 참조】**

(가) 삽입 슬리브 및 소켓 용접 이음은 우리 선급이 인정하는 규격에 따라 적절한 치수의 슬리브, 소켓 및 용접물을 가지는 것이어야 한다.

(나) 삽입 슬리브 및 소켓 용접 이음은 제3급 관장치에 사용할 수 있다.

(다) 삽입 슬리브 및 소켓 용접 이음은 호칭지름 80*A* 이하의 제1급 및 제2급 관장치에 사용할 수 있다. 다만, 유독성 유체를 운송하는 관장치 혹은 피로, 심한 침식 또는 균일부식이 발생하기 쉬운 장소에 사용하여서는 아니 된다.

3. 플랜지 연결 【지침 참조】

(1) 플랜지 및 볼트의 치수 및 형상은 우리 선급이 인정하는 규격에 따라야 한다.

(2) 개스킷은 설계압력 및 설계온도 조건하에서 접촉하는 유체에 적합한 것이어야 하며, 개스킷의 치수 및 형상은 우리 선급이 인정하는 규격에 따라야 한다.

(3) 규격에 따르지 않는 플랜지의 경우, 플랜지 및 볼트의 치수에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

(4) 플랜지의 부착 예가 **그림 5.6.1**에 나타나 있다. 그러나 특별한 경우 선급은 다른 형식의 플랜지 부착물을 고려할 수 있다.

(5) 플랜지는 관장치에 적용되는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 따라야 하며, 접촉 유체, 설계압력 및 온도 조건, 외부 또는 반복 하중 및 설치 장소를 고려하여야 한다.

4. 삽입 나사박이 이음 【지침 참조】

(1) 평행 나사 또는 테이퍼 나사로 기밀 이음을 하기 위하여 관에 나사를 낸 삽입 나사박이 이음은 우리 선급이 인정하는 국가 또는 국제 규격에 적합하여야 한다.

(2) 아래에서 언급하고 있는 관의 바깥지름에는 삽입 나사박이 이음을 사용할 수 있다. 다만, 유독성 또는 가연성 유체를 운송하는 관장치 혹은 피로, 심한 침식 또는 균열부식이 발생하기 쉬운 장소에 사용하여서는 아니 된다.

(가) CO_2 장치의 경우, 보호된 구역 내부 및 CO_2 실린더 저장실에서만 나사박이 이음을 사용할 수 있다.

(나) 관과 관을 직접 연결하기 위한 테이퍼 나사박이 이음은 다음의 관장치에 사용할 수 있다.

(a) 호칭지름 25A (바깥지름 33.7 mm) 미만의 제1급 관장치

(b) 호칭지름 50A (바깥지름 60.3 mm) 미만의 제2급 및 제3급 관장치

(다) 평행 나사박이 이음은 호칭지름 50A (바깥지름 60.3 mm) 미만의 제3급 관장치에 사용할 수 있다.

(라) 특별한 경우로서 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합하다고 우리 선급이 인정하는 경우, 상기 치수를 초과하는 크기의 관장치에 사용할 수 있다.

5. 기계식 이음 *(2017)*

다음 요건은 **그림 5.6.2**에 나타나 있는 관 유니언, 압축 커플링, 삽입 이음에 적용할 수 있다. 또한, 이들 요건에 적합한 유사한 형식의 이음도 사용할 수 있다.

(1) 기계식 이음(관 유니언, 압축 커플링, 삽입 이음 및 유사한 형식의 이음을 포함)은 사용조건 및 용도에 대하여 형식승인을 받아야 한다.

(2) 기계식 이음을 사용함으로 인하여 관의 두께가 감소하는 결과를 초래하는 경우, 관의 최소 두께는 설계압력을 견딜 수 있는 것이어야 한다.

(3) 기계식 이음의 재료는 관장치의 재료 및 내·외부 유체에 적합한 것이어야 한다.

(4) 기계식 이음은 가능한 한 설계압력의 4 배의 파열압력으로 시험을 하여야 한다. 설계압력이 20 MPa 를 초과하는 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(5) 기계식 이음은 **표 5.6.10**에서 요구하는 것과 같이 내화성의 것이어야 한다.

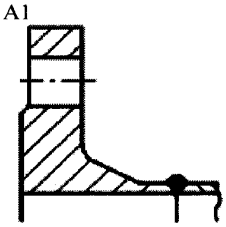
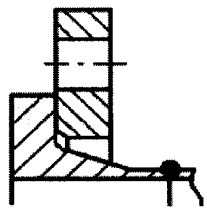
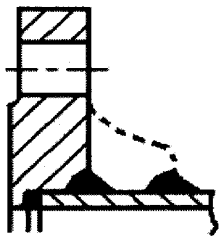
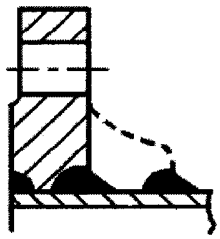
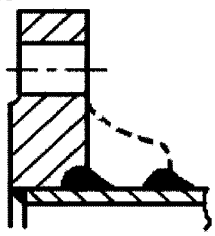
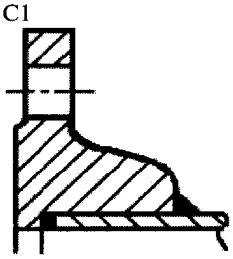
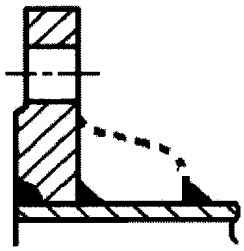
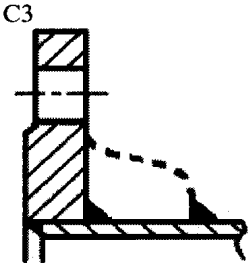
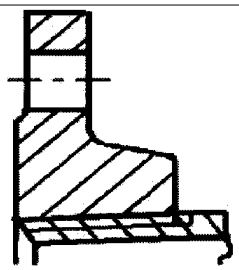
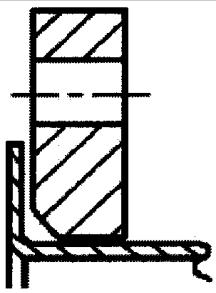
(6) 손상에 의하여 화재 및 침수의 위험이 있는 장소(여객선의 격벽갑판 하방 및 화물선의 건현갑판 하방의 선측 또는 인화성 유체를 적재하는 탱크에 직접 연결되는 관)에는 기계식 이음을 사용하여서는 아니 된다.

(7) 가연성 유체 관장치(flammable fluid systems)에서는 기계식 이음의 수를 최소화하여야 한다.

(8) 기계식 이음이 부착된 관장치는 중심선을 적절히 조정하여 정렬하고 지지하여야 한다. 연결부의 중심선 정렬을 위하여 지지 및 행거를 사용하여서는 아니 된다.

(9) 관 내부의 유체와 탱크 내의 유체가 동일한 경우를 제외하고는 화물창, 탱크 및 쉽게 접근할 수 없는 구역(MSC/Circ.734 참조)내 의 관장치에는 삽입 이음을 사용하여서는 아니 된다. 관의 주된 연결 수단으로 미끄럼 형식의 삽입 이음(slip type slip-on joint)을 사용하여서는 아니 된다. 다만, 관의 축방향(axial pipe) 변형에 대한 보상이 필요한 경우에 한하여 미끄럼 형식의 삽입 이음을 사용할 수 있다.

(10) 기계식 이음의 용도별 적용 예는 **표 5.6.10**에 따른다. 관장치의 분류 및 관의 치수는 **표 5.6.11**에 따른다. 특별한 경우로서 국가 및/또는 국제 규격에 적합하다고 우리 선급이 인정하는 경우, 상기 **표 5.6.11**의 치수를 초과하는 크기의 관장치를 사용할 수 있다.

플랜지의 형식	부착 예
형식 A	A1  맞대기용접 플랜지 A2  맞대기용접을 한 루스플랜지
형식 B	B1  B2  B3  삽입용접 플랜지-완전용접
형식 C	C1  C2  C3  삽입용접 플랜지
형식 D	 삽입 나사박이 플랜지-원추형 나사
형식 E	 겹치기이음 플랜지-플랜지관 위에 겹침

(비고)

D 형식의 경우, 관 및 플랜지는 테이퍼 나사로 체결하여야 하며, 나사를 낸 부분의 나사산 정부에서의 관의 바깥지름은 나사가 없는 부분에서의 관의 바깥지름보다 현저하게 작아서는 아니 된다. 나사를 내는 경우(어떤 형식의 나사에서는), 플랜지를 관의 나사산이 끝나는 지점까지 확실하게 조은 후 관이 플랜지에 밀착되도록 확관하여야 한다.

그림 5.6.1 플랜지의 부착 예

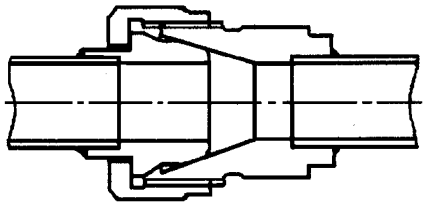
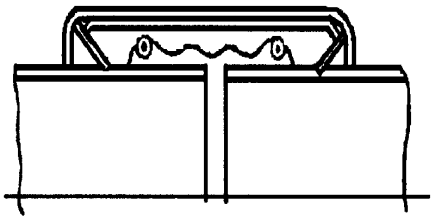
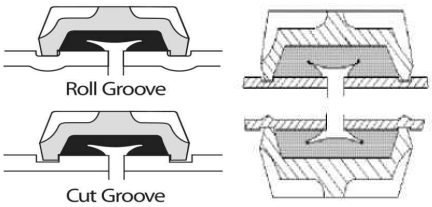
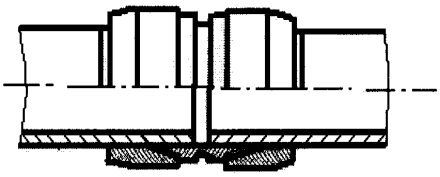
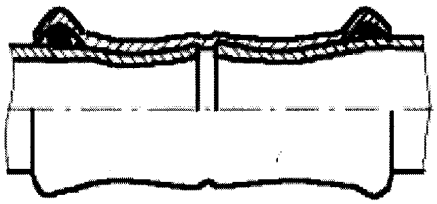
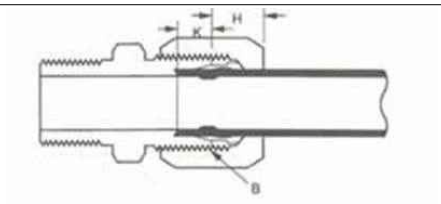
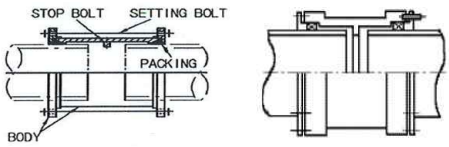
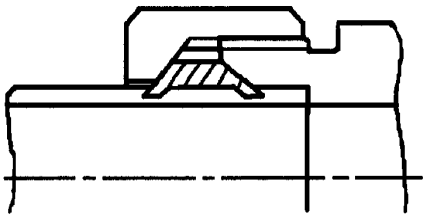
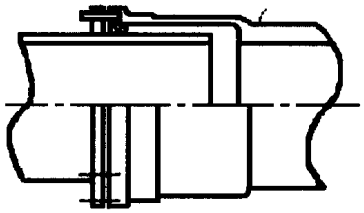
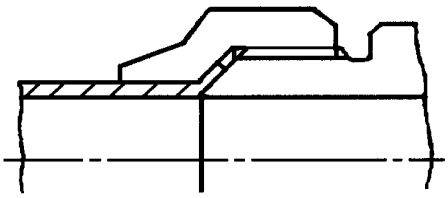
기계식 이음의 형식	이음의 예	기계식 이음의 형식	이음의 예
관 유니언(pipe union)		삽입 이음(slip-on joints)	
용접 및 경납땜 형식 (welded and brazed types)		그립 형식 (grip type)	
압축 커플링(compression couplings)		기계식 홈 형식 (machine grooved type)	
스웨이지 형식 (swage type)			
압착 형식 (press type)			
일반적인 압축 형식 (typical compression type)		미끄럼 형식 (slip type)	
물림 형식 (bite type)			
플레어 형식 (flared type)			

그림 5.6.2 기계식 이음의 예

표 5.6.10 기계식 이음의 적용

아래 표는 관장치에 사용할 수 있는 이음의 종류를 나타낸 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 사용조건 및 용도에 대하여 형식승인을 받아야 한다. 또한 관련 정부요건을 고려하여야 한다. 노출 시간 (t_T)이 30 분을 초과하는 경우 건식-습식 관장치의 내화성 시험 조건은 건조상태에서 8분간 시험하여야 하며 습식상태에서 t_T-8분간 시험하여야 한다.

관장치		이음의 종류				
		관 유니언	압축 커플링	삽입 이음	관장치의 분류	내열 시험 조건(7)
인화점이 60 °C 이하인 인화성 액체						
1	화물유관(1)	○	○	○	건식	건식 30분(*)
2	원유세정관(1)	○	○	○	건식	
3	벤트관(3)	○	○	○	건식	
불활성 가스						
4	불활성 가스 워터 실 배출관	○	○	○	습식	습식 30분(*)
5	불활성 가스 스크러버 배출관	○	○	○	습식	습식 30분(*)
6	불활성 가스 주관(1)(2)	○	○	○	건식	건식 30분(*)
7	불활성 가스 공급관(1)	○	○	○	건식	건식 30분(*)
인화점이 60 °C를 초과하는 인화성 액체						
8	화물유관(1)	○	○	○	건식	건식 30분(*)
9	연료유관(2)(3)	○	○	○	습식	습식 30분(*)
10	윤활유관(2)(3)	○	○	○	습식	
11	작동유(2)(3)	○	○	○	습식	
12	열매체유(2)(3)	○	○	○	습식	
해수						
13	빌지관(4)	○	○	○	건식/습식	건식 8분 + 습식 22분(*)
14	영구적 습식 소화장치(예를 들면, 소화주관, 스프링클러 장치)(3)	○	○	○	습식	습식 30분(*)
15	비 영구적 습식 소화장치(예를 들면, 포말, 분무 장치 및 소화주관)(3)	○	○	○	건식/습식	건식 8분 + 습식 22분(*) 포말 장치에 대해서는 FSS Code 6장에 따름
16	평형수 계통(4)	○	○	○	습식	습식 30분(*)
17	냉각수 계통(4)	○	○	○	습식	습식 30분(*)
18	탱크세정용	○	○	○	건식	내열 시험이 요구되지 않음
19	중요용도가 아닌 장치	○	○	○	건식 건식/습식 건식	내열 시험이 요구되지 않음

표 5.6.10 기계식 이음의 적용 (계속)

관장치		이음의 종류				
		관 유니언	압축 커플링	삽입 이음	관장치의 분류	내열 시험 조건[7]
청수						
20	냉각수 계통[4]	○	○	○	습식	습식 30분(*)
21	복수 회송관[4]	○	○	○	습식	습식 30분(*)
22	중요용도가 아닌 장치	○	○	○	건식 건식/습식 건식	내열 시험이 요구되지 않음
위생수/드레인/배수구						
23	갑판 드레인(선내)[5]	○	○	○	건식	내열 시험이 요구되지 않음
24	위생수	○	○	○	건식	
25	선외 배수구 및 선외배출관	○	○	-	건식	
측심관/공기관						
26	물탱크/드라이 스페이스	○	○	○	건식, 습식	내열 시험이 요구되지 않음
27	인화점이 60 °C를 초과하는 기름탱크[2][3]	○	○	○	건식	
기타						
28	시동용/제어용 공기관[4]	○	○	-	건식	건식 30분(*)
29	중요용도가 아닌 잡용 공기관	○	○	○	건식	내열 시험이 요구되지 않음
30	브라인관	○	○	○	습식	
31	CO_2 계통 (보호되는 구역의 외부)	○	○	-	건식	건식 30분(*)
32	CO_2 계통 (보호되는 구역의 내부)	○	○	-	건식	기계식 이음은 FSS Code 5장에 따라 용융점이 925℃를 초과하는 재료로 제작되어야 한다.
33	증기관	○	○	○[6]	습식	내열 시험이 요구되지 않음

표 5.6.10 기계식 이음의 적용 (계속)

약어 ○ : 적용함. - : 적용하지 않음.
* : 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 18절 표 3.18.2의 6.에서 규정하는 내열 시험

(비고-내화 성능)
기계식 이음이 화재로 인하여 쉽게 손상되는 부품을 포함하는 경우, 아래의 사항에 만족하여야 한다.

(1) 펌프실 및 개방갑판에 설치된 기계식 이음은 내열 시험이 적용되어야 한다.
(2) 삽입 이음은 A류 기관구역 내부 또는 거주 구역에는 허용되지 않는다. 이음이 쉽게 볼 수 있고 접근할 수 있는 장소에 위치(MSC/Circ.734 참조)하는 경우, 기타 기관구역에 사용할 수 있다.
(3) 내화성의 승인된 것이어야 한다.(연료유관으로 사용되지 않는 관으로서, SOLAS II-2/Reg9.2.3.3.2.2(10)에서 정의하는 노출된 개방 갑판 상에 설치되는 것은 제외)
(4) A류 기관구역 내부에 설치된 기계식 이음은 내열 시험이 적용되어야 한다.

(비고-일반)
(5) 여객선의 격벽 갑판 및 화물선의 건현 갑판 상부에 한한다.
(6) **그림 5.6.2**의 미끄럼형식 삽입 이음(slip type slip-on joint)은 설계압력 10 bar 이하인 갑판 상의 관에 사용할 수 있다.
(7) 연결부가 30분 건식시험을 통과하면 8분 건식 + 22분 습식 및/또는 30분 습식 시험의 적용에도 적합한 것으로 고려된다. 또한 연결부가 8분 건식 + 22분 습식시험을 통과하면 30분 습식 시험의 적용에도 적합한 것으로 고려된다.

표 5.6.11 관장치의 분류에 따른 기계식 이음의 적용

이음의 형식	관장치의 분류		
	제 1 급	제 2 급	제 3 급
관 유니언			
용접 및 경납땜 형식	○(바깥지름≤60.3 mm)	○(바깥지름≤60.3 mm)	○
압축 커플링			
스웨이지 형식	○	○	○
물림 형식	○(바깥지름≤60.3 mm)	○(바깥지름≤60.3 mm)	○
일반적인 압축 형식	○(바깥지름≤60.3 mm)	○(바깥지름≤60.3 mm)	○
플레어 형식	○(바깥지름≤60.3 mm)	○(바깥지름≤60.3 mm)	○
압착 형식	-	-	○
삽입 이음			
기계식 홈 형식	○	○	○
그립 형식	-	○	○
미끄럼 형식	-	○	○
약어 ○ : 적용함. - : 적용하지 않음.			

105. 관 및 관부착품의 용접

1. 적용 및 승인

(1) 이 규정은 주위온도 이상의 온도에서 사용하는 제1급 및 제2급 관장치의 관, 밸브 및 관부착품을 다음의 강으로 용접 제작하는 경우에 적용한다. 이 규정은 필요시, 제3급 관장치 및 용접한 관의 수리에도 적용할 수 있다.

(가) 규격최소인장강도가 320, 360, 410, 460 및 490 N/mm^2 인 탄소강 및 탄소-망간강

(나) 0.3 % 몰리브덴강, 1 % 크롬-0.5 % 몰리브덴강, 2.25 % 크롬-1% 몰리브덴강, 0.5 % 크롬-0.5 % 몰리브덴-0.25 % 바나듐강

(2) 시공자는 공사착수 전에 용접구조물의 상세도 및 용접시공요령서(구조부재의 재질, 용접방법, 용접봉 및 용접재료의 명칭, 심선의 지름, V 아웃 모양, 열처리, 시험방법 등을 기재한 것)를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. 공사 일반

(1) 용접은 사전에 승인받은 용접법에 따라 시행하고, 우리 선급이 승인한 용접봉 및 용접재료 또는 이와 동등하다고 인정하는 것을 사용하여야 한다. 가용접은 모재에 적합한 용접봉으로 하여야 한다. 본용접의 일부가 되는 가용접은 승인된 용접절차에 따라야 한다. 예열이 요구되는 재료일 경우, 가용접 시에도 본용접과 동일하게 예열하여야 한다.

(2) 용접은 공장 내에서 하는 것을 원칙으로 하며, **2편 2장 5절**의 규정에 정한 기량자격을 가진 용접공이 하여야 한다.

(3) 용접부의 모재는 특히 승인받은 경우를 제외하고는 **2편 1장**의 규정에 적합한 것으로서 탄소함유량이 0.35 %를 넘어서는 아니 된다.

(4) 용접 이음부의 홈가공은 우리 선급이 인정하는 규격 및/또는 승인된 도면에 적합하여야 한다. 홈가공은 적절한 기계적인 방법으로 실시하여야 한다. 가스 절단을 하는 경우, 그라인딩 또는 치핑 등의 방법으로 건전부에 이르기까지 불규칙한 절단에 의한 산화 스케일 및 모든 노치를 제거하여야 한다.

3. 용접이음

(1) 맞대기이음 용접은 완전 용입한 것이어야 하며, 특히 제1급 관장치에 있어서는 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치가 취하여진 것이어야 한다.

(2) 두께가 다른 관을 맞대기이음 용접할 경우에는 두꺼운 쪽에 1/4 이하의 기울기를 주어 얇은 쪽의 두께에 일치시켜야 한다.

(3) 용접이음매의 어긋남 : 맞대기 용접이음매의 어긋남은 다음의 값을 넘어서는 아니 된다.

(가) 뒷댐판을 사용하는 경우에는 0.5 mm

(나) 뒷댐판을 사용하지 아니하는 경우

(a) 안지름이 150 mm 미만이고 두께가 6 mm 이하일 때에는 1 mm 또는 두께의 25 % 중 작은 값.
(b) 안지름이 300 mm 미만이고 두께가 9.5 mm 이하일 때에는 1.5 mm 또는 두께의 25 % 중 작은 값.
(c) 안지름이 300 mm 이상이거나 두께가 9.5 mm 를 넘을 때에는 2 mm 또는 두께의 25 % 중 작은 값.

(4) 지관을 보강판, 칼라 또는 다른 승인된 방법에 따라 보강하거나 또는 관의 강도를 유지하기 위하여 주관과 지관의 두께를 증가시킨 경우 지관은 압력을 받는 주관에 용접으로 연결할 수 있다. **【지침 참조】**

4. **용접부의 예열** 관을 용접하는 경우에는 재료의 종류, 두께에 따라서 **표 5.6.12**에 정한 최저예열온도로 예열하여야 한다.

5. **용접후 열처리**

(1) 열처리는 재료의 규정된 물성치를 저하시켜서는 아니 되며, 필요한 경우에는 열처리의 효과를 검증하여야 한다. 열처리는 온도기록장치가 구비되어 있는 적절한 열처리로 내에서 실시하여야 한다. 그러나, 승인된 절차에 따르는 경우에는 용접부 길이방향의 충분한 부분에 대한 국부열처리를 인정할 수 있다.

(2) 관은 용접 완료 후(산소-아세틸렌 용접은 제외) **표 5.6.13**에 따라 잔류응력 제거를 위하여 용접 후 열처리를 하여야 한다. 잔류응력 제거 열처리는 관을 천천히 그리고 균일하게 **표 5.6.13**에 나타낸 온도범위까지 가열하고, 이 온도에서 적당한 시간(일반적으로 두께 25 mm 마다 1시간(최소 30분))을 유지한다. 그리고, 열처리로 내에서 천천히 그리고 균일하게 400 °C를 초과하지 않는 온도까지 냉각한 후 공기 중에서 대기 온도로 냉각한다. 어떤 경우에도 열처리 온도는 $t_r - 20$ °C 보다 높을 필요는 없다. 다만, t_r 는 재료의 최종 템퍼링 온도이다.

(3) 산소-아세틸렌 용접을 한 경우, **표 5.6.14**에 따라 열처리를 하여야 한다.

(4) 전 (1)호, (2)호 및 (3)호에 규정한 재료 이외의 관은 모재 및 용접재의 종류, 용접법 등에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 5.6.12 용접부의 예열

재료의 종류		용접부의 두께 t (mm)	최저예열 온도(°C)
제1종 제2종 제3종	$C+\frac{Mn}{6} \le 0.4$	$t \ge 20^{(1)}$	50
	$C+\frac{Mn}{6} > 0.4$	$t \ge 20^{(1)}$	100
제4종	$RST\,412$	$t > 13^{(1)}$	100
	$RST\,422$ $RST\,423$	$t < 13^{(2)}$	100
		$t \ge 13$	150
	$RST\,424^{(2)}$	$t < 13$	150
		$t \ge 13$	200

(비고)
1. 재료의 종류는 **2편 1장 402.**에 따른다.
2. 표의 (1) 및 (2)는 아래의 조건에 따른다.
   (1) 0 °C 미만의 주위온도에서 용접하는 경우에는 우리 선급이 특별히 승인한 경우를 제외하고 두께에 관계없이 해당재료의 최저예열온도까지 예열하여야 한다.
   (2) 우리 선급이 특별히 승인한 경우에는 경도시험의 결과에 따라 두께 6mm 이하의 것은 예열을 생략할 수 있다.

표 5.6.13 용접후 열처리를 필요로 하는 관

재료의 종류		용접부의 두께 t (mm)	열처리 온도(°C)
제1종 제2종 제3종		$t \ge 15^{(2)(3)}$	550 ~ 620
제4종	$RST\,412$	$t \ge 15^{(2)}$	550 ~620
	$RST\,422$ $RST\,423$	$t > 8$	620 ~680
	$RST\,424$	모든 것(1)	650 ~720

(비고)
1. 재료의 종류는 **2편 1장 402.**에 따른다.
2. 표의 (1) ~(3)은 다음에 따른다.
   (1) 두께가 8 mm 이하, 바깥지름이 100 mm 이하로서 설계온도가 450 °C 이하의 관에 대하여는 열처리를 생략할 수 있다.
   (2) 저온에서 샤르피 V-노치 충격 특성이 요구되는 재료로 사용되는 경우로서 우리 선급이 인정하는 경우, 용접 후 열처리에 적용되는 상기의 두께를 증가시킬 수 있다.
   (3) 우리 선급이 인정하는 경우, 탄소강 및 탄소-망간강은 30 mm 두께까지 잔류응력 제거 열처리를 생략할 수 있다.

표 5.6.14 관의 가공 및 용접 후의 열처리 및 온도

재료의 종류		열처리 및 온도(°C)
제1종, 제2종, 제3종		노멀라이징 880 ~940
제4종	*RST* 412	노멀라이징 900 ~940
	RST 422, *RST* 423	노멀라이징 900 ~960 템퍼링 640 ~720
	RST 424 (2.25Cr-1Mo)	노멀라이징 900 ~960 템퍼링 650 ~780
	RST 424 (0.5Cr-0.5Mo-0.25V)	노멀라이징 930 ~980 템퍼링 670 ~720

106. 관의 가공 및 가공후 열처리

1. 제1급관 및 제2급관을 열간가공하는 경우에 관의 가열온도는 원칙적으로 1,000 °C에서 850 °C 범위 내로 하고, 가공 과정에서 온도는 750 °C까지 낮출 수 있다. **【지침 참조】**
   (1) 이 온도 범위 내에서 열간가공을 하는 경우 *RST* 422, *RST* 423 및 *RST* 424는 **표 5.6.13**에 따라 응력제거를 위한 열처리를 하여야 한다. 제1종~제3종 및 *RST* 412는 열처리를 요구하지 않는다.
   (2) 이 온도 범위를 벗어나서 열간가공을 하는 경우, **표 5.6.14**에 따라 별도의 새로운 열처리를 하여야 한다.
2. 제1급관 및 제2급관을 냉간가공하는 경우에는 **표 5.6.13**에 따라 응력제거를 위한 열처리를 하여야 한다. 다만, 규격 최소인장강도가 320, 360 및 410 N/mm^2 인 탄소강 및 탄소-망간강은 예외로 한다. $r \le 4D$ (r : 굽힘가공에 의한 평균 반지름, D : 관의 바깥지름)인 경우, **표 5.6.14**에 따른 열처리를 고려하여야 한다.

107. 배관에 관한 일반사항

1. 관의 배열

(1) 관은 떼어내기 및 기기의 보수가 용이하도록 가능한 한 정연하게 배관하여야 한다.
(2) 관은 온도의 변화나 선체의 변형에 따른 팽창, 수축 또는 구조적 응력을 고려하여 배관하여야 한다.
(3) 관은 공기 및 드레인의 체류, 유체의 압력손실 등에 따른 기기의 성능에 나쁜 영향을 주지 아니하도록 배관하여야 한다.
(4) 관은 유해한 진동이 발생하지 아니하도록 확실히 부착하여야 한다.
(5) 무거운 관, 밸브 및 관부착품은 그 무게에 의하여 인접한 관이나 관장치의 기기에 심한 부가응력이 발생하지 아니하도록 지지하여야 한다.
(6) 발전기, 전동기, 배전반, 제어기 등의 전기기기 근처에는 되도록 관을 배치하지 않아야 한다. 다만, 부득이 배관하는 경우에는 누설에 대한 특별한 고려가 없는 한 관의 이음부는 전기기기로부터 안전한 거리를 두어야 한다.
【지침 참조】
(7) 윤활유, 연료유, 화물유 및 기타 유관의 장치는 보일러, 증기관, 배기가스관, 소음기, 기타의 고열부의 직상부에 설치하여서는 아니되며, 가능한 한 고열로부터 격리시켜 배치하여야 한다.
(8) 유출된 기름이 고온부, 전기장치 또는 기타 발화원에 접촉할 우려가 있는 유압장치로서 사용압력이 1.5 MPa 를 초과하는 경우에는 가능한 한 분리된 구역 내에 위치하여야 한다. 이것이 불가능할 경우, 적절한 차폐물을 설치하여야 한다.

2. 관 및 관부착품의 보호

(1) 화물창, 체인로커 및 기타 손상받기 쉬운 구역에 설치한 관, 관부착품, 밸브 및 밸브조작장치 등은 유효하게 고정하고 적절히 보호되어야 하며, 만일 덮개를 씌워서 보호하는 경우에는 검사를 위하여 덮개를 용이하게 벗길 수 있도록 하여야 한다.
(2) 냉동구획의 빌지관, 공기관, 측심관 등 내부가 동결할 우려가 있는 관은 적절히 보온장치를 하여야 한다. **【지침 참조】**
(3) 보수점검을 위하여 접근이 어려운 장소에 배관하는 관은 방식조치를 하고 부식에 대하여 특별히 고려하여야 한다.
(4) 로로선 및 컨테이너선의 화물구역을 포함하여 건화물용 화물창내의 해수관은 손상될 수 있는 곳에서는 화물의 충격으로 부터 보호되어야 한다. *(2022)*

3. 도출밸브 설계압력을 넘을 가능성이 있는 모든 관계통에는 도출밸브 또는 이에 대신하는 안전장치를 설치하여야 한다.

4. **압력계 및 온도계** **【지침 참조】**
(1) 관장치에서 필요하다고 인정되는 곳에는 압력계 및 온도계를 설치하여야 한다.
(2) 압력이 작용하는 주관으로부터 계측장치를 분리하기 위하여 주관에 근접하여 콕 또는 밸브를 설치하여야 한다.
(3) 연료유, 윤활유 및 기타 가연성 기름을 포함하는 관장치 또는 기기에 온도계를 설치하는 경우, 파손 또는 분해되었을 때 기름이 비산하는 것을 방지하기 위하여 안전한 포켓 안에 설치하여야 한다.

5. **개스킷 및 패킹** 관장치의 관플랜지, 관이음, 밸브덮개, 밸브대 등에 사용하는 개스킷 및 패킹은 유체의 종류, 사용상태 및 접촉면의 상태 등에 적합한 것이어야 한다. **【지침 참조】**

6. **삽입이음** 화물창, 디프탱크, 기타 접근하기 어려운 구획의 배관에는 별도로 정하는 경우를 제외하고 삽입이음을 사용하여서는 아니 된다. **【지침 참조】**

7. **관의 관통부** 관이 수밀격벽, 갑판, 내저판 또는 디프탱크의 정판, 저판 및 격벽을 관통하는 경우에는 수밀이 확실히 유지되도록 장치하여야 한다. **【지침 참조】**

8. **수밀격벽** **【지침 참조】**
(1) 선수격벽에는 관장치를 구성하지 아니하는 독립의 밸브 또는 콕을 부착하여서는 아니 된다.
(2) (3)호의 규정이 적용되는 경우를 제외하고, 충돌격벽은 화물선의 건현갑판 및 여객선의 격벽갑판 하방에서는 선수탱크의 액체를 처리하기 위한 1개의 관만을 관통시킬 수 있다. 단, 관에는 여객선의 격벽갑판 상부 및 화물선의 건현갑판 상부에서 조작할 수 있는 나사조임식 밸브를 부착하여야 하며 밸브는 충돌격벽에서 선수내에 위치하여야 한다. 그러나, 모든 운항상태에서 밸브에 쉽게 접근할 수 있고, 밸브가 있는 구역이 화물구역이 아닌 것을 조건으로 충돌격벽의 후방에 이 밸브를 설치할 수 있다. 위의 요건을 대신하여 화물선의 경우 건현갑판 상부에서 조작이 가능하고, 시트 혹은 플랜지에 의해서 적절하게 지지되는 버터플라이 밸브를 관에 장치할 수 있다. 모든 밸브는 강, 청동 기타 승인된 연성재료의 것이어야 한다. 통상의 주철 또는 이와 유사한 재료의 밸브는 인정되지 아니 한다. *(2020)*
(3) 선수탱크가 다른 2종류의 액체를 적재하도록 분리된 경우에는 (2)호의 요건에 적합한 2개의 관이 격벽갑판 하부의 선수격벽을 관통하는 것을 인정할 수 있다. 다만, 그러한 두 번째 관의 설치에 대체하는 실제적인 방안이 없고 선수탱크의 구획분할에 의하여 선박의 안전이 유지되는 것을 우리 선급이 인정하는 경우에 한한다.
(4) 선수격벽을 제외한 다른 수밀격벽에는 부득이한 경우, 관장치를 형성하지 않는 드레인 밸브 또는 콕을 붙일 수 있다. 다만, 이 경우에는 쉽게 접근하여 검사할 수 있는 곳에 설치하여야 하며, 그 밸브 또는 콕이 기관실 전후단격벽의 기관실 내측에 설치되어 있는 경우 이외에는 격벽갑판상에서 조작할 수 있고 개폐 여부를 항상 명확히 알 수 있는 것으로서 그의 조작봉의 중량이 밸브 또는 콕으로 지지되지 아니하는 구조의 것이어야 한다.

9. **선수격벽전방의 기름 적재금지** 총톤수 400 톤 이상의 선박에 있어서는 충돌격벽의 전방에 기름 또는 기타 인화성물질을 적재하여서는 아니 된다.

10. **표시**
(1) 선내의 안전상 필요하다고 인정되는 장소에 있는 관장치의 관에는 식별할 수 있는 색으로 표시하여야 한다. **【지침 참조】**
(2) 선내의 소화용으로 사용할 수 있는 관장치의 밸브체스트에는 빨간색으로 도장하여야 한다.

11. **관의 세척** 관장치는 필요에 따라 가공 후 또는 선내 배관 후 내부를 세척하여야 한다.

12. **해수관과 청수관의 겸용** 해수관과 청수관은 가능한 한 별도로 배관하여야 한다. 만일 부득이한 경우에는 해수와 청수가 섞이지 아니하도록 적절한 장치를 하여야 한다. **【지침 참조】**

제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치

201. 공기관

1. 일반

(1) 모든 탱크, 코퍼댐, 터널 및 폐위된 구조의 보이드 구역에는 공기관을 설치하여야 한다. *(2019)* **【지침 참조】**

(2) 탱크에는 2개 이상의 공기관을 가능한 한 떨어지게 설치하여야 한다. 다만, 정판의 길이와 너비 양쪽이 7 m 미만의 탱크 또는 정판이 경사진 탱크의 공기관은 가장 높은 곳에 1 개만 설치할 수 있다.

(3) 탱크의 정부가 불규칙한 모양의 것일 경우에는 공기관의 위치 및 수에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

(4) 공기관은 액체가 고이지 아니하도록 배치하고, 상단에는 명판을 붙여야 한다.

(5) 연료유 서비스탱크, 연료유 세틀링탱크 및 윤활유탱크의 공기관은 손상된 경우에도 해수 또는 빗물이 직접 유입되지 아니하는 구조이어야 한다. **【지침 참조】**

2. 공기관 개구의 위치 이중저, 디프탱크, 코퍼댐 또는 해수와 통할 가능성이 있는 탱크에 설치한 공기관은 격벽갑판보다 위로 유도하여야 하며, 탱크의 용도에 따라 개구의 위치는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

(1) 연료유탱크, 화물유탱크, 이들 탱크에 인접하는 코퍼댐 및 펌프로 액체를 적재할 수 있는 탱크의 공기관은 개방된 곳에 개구를 가져야 한다. **【지침 참조】**

(2) 연료유탱크 및 화물유탱크의 공기관은 탱크에 기름을 실을 때 개구로부터 넘침이나 가스의 방출로 발화할 우려가 없는 안전한 곳에 개구하여야 한다.

(3) 윤활유탱크의 공기관은 기관실 내에 개구하여도 좋으나 개구로부터 넘쳐 나오는 기름이나 가스가 전기장치나 고온부에 접촉할 우려가 없는 곳에 설치하여야 한다. 다만, 탱크 내에 설치된 가열기에 의해 가열되는 윤활유탱크의 공기관은 개방된 곳에 개구하여야 한다.

(4) 청수탱크의 공기관은 기관실에 개구할 수 있다.

3. 공기관 개구의 보호

(1) 노출갑판상에 개구된 공기관의 개구단에는 자동식 공기관 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 모든 자동식 공기관 폐쇄장치는 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.

(2) 연료유 및 화물유 탱크의 공기관의 개구단에는 소제하거나 교환하기 위하여 쉽게 떼어낼 수 있고 우리 선급이 적당하다고 인정하는 플레임스크린(flame-screen)을 설치하여야 한다. 또한, 이 스크린의 총유통단면적은 공기관의 소요단면적 보다 작아서는 아니 된다. **【지침 참조】**

4. 공기관의 치수

(1) 펌프로 액체를 주입하는 탱크에 설치하는 공기관은 주입관 합계단면적의 1.25배 이상의 합계 단면적을 가져야 한다. 다만, 넘침관이 설치되어 있는 탱크의 공기관에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(2) 코퍼댐 또는 선체의 일부를 형성하는 탱크의 공기관 안지름은 50 mm 이상이어야 한다.

5. 공기관의 높이 공기관을 노출된 건현갑판, 또는 선루갑판으로 유도하는 경우에는 그 노출부분은 견고한 구조로 하고, 갑판상면상의 공기관의 높이는 다음 표에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 선박의 작업에 방해가 되는 경우에는 폐쇄장치, 기타의 조건 등을 고려하여 그 높이를 적절히 경감할 수 있다. **【지침 참조】**

위치	코밍의 높이
건현갑판상	760 mm
선루갑판상	450 mm

202. 넘침관

1. 일반

(1) 펌프로 액체를 싣는 탱크가 다음의 하나에 해당될 경우에는 넘침관을 설치하여야 한다.

(가) 공기관의 단면적이 201.의 4항 (1)호의 규정에 적합하지 아니할 때

(나) 탱크에 설치한 공기관의 개구단보다 아래에 개구를 가지고 있을 때 **【지침 참조】**

(다) 연료유 세틀링탱크 및 연료유 서비스탱크

(2) 넘침관은 액체가 고이지 않고 쉽게 볼 수 있도록 배치하고, 대기개구단에는 명판을 붙여야 한다.

2. 넘침관의 유도

(1) 연료유탱크 및 윤활유탱크의 넘침관은 적절한 용량의 넘침탱크 또는 넘쳐나오는 양을 충분히 처리할 수 있는 다른 탱크에 유도하여야 한다.

(2) 연료유탱크 및 윤활유탱크의 넘침관에는 잘 보이는 위치에 사이트글라스를 설치하든가 또는 기름이 정하여진 액면에 도달한 것을 나타내는 경보장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 연료유탱크, 화물유탱크 및 윤활유탱크 이외의 탱크의 넘침관은 대기로 개구하든가 또는 넘쳐나오는 양을 처리할 수 있는 적절한 탱크로 유도하여야 한다.

3. **넘침관의 치수** 넘침관의 합계단면적은 주입관의 합계단면적의 1.25 배 이상이어야 하며, 어떠한 경우에도 안지름은 50 mm 이상이어야 한다.

4. 넘침관의 역류방지 및 상호유통방지

(1) 넘침관이 연결된 탱크가 손상받은 경우에도 넘침관을 통하여 해수가 다른 수밀구획에 위치한 탱크로 역류할 수 없도록 장치하여야 한다.

(2) 기름, 평형수 또는 일반화물 등을 교대로 싣는데 사용하는 탱크의 넘침관이 다른 탱크의 넘침관과 공통으로 연결되었을 경우에는 탱크에 일반화물을 싣고 있을 때에 다른 탱크로부터 액체 또는 증기가 들어오지 아니하도록 하고, 기름을 싣고 있을 때에는 다른 탱크로부터 평형수 또는 다른 종류의 기름이 들어오지 아니하도록 장치하여야 한다.

(3) 선측으로 방출되는 넘침관은 만재흘수선 상방에 개구하여야 하며, 선측에 체크밸브를 설치하여야 한다. 또한, 넘침관이 건현갑판 상방에 있지 아니한 경우에는 선내로 물이 역류하는 것을 방지하기 위하여 선측 개구는 302.의 4항에 명시된 수밀구역으로부터 중력에 의한 선외배출에 대하여 적용하는 것과 동일한 규정에 따라 보호되어야 한다. 여기서, 하기만재흘수선으로부터 '선내 개구단'의 수직거리는 하기만재흘수선으로부터 선외 배출관의 최고 위치까지의 높이로 할 수 있다.

302.의 4항의 규정에 따라 폐쇄장치가 있는 체크밸브가 요구될 경우, 이 밸브의 오조작을 방지하기 위한 수단을 갖추어야 한다. 이 수단은 그 밸브를 허가된 사람에 의해서만 폐쇄할 수 있다는 취지의 경고판을 밸브 조작장치에 부착하는 것으로 대신할 수 있다.

203. 측심장치

1. 일반

(1) 모든 탱크, 코퍼댐 및 항상 접근하기 곤란한 구획에는 측심관을 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

(2) 화물창의 측심관은 가능한 한 양쪽 끝단에 있는 빌지흡입관 근처에 설치하여야 한다.

(3) 측심관의 상단에는 명판을 부착하여야 한다.

(4) 이 규정에 추가하여 **8편 2장 1절**의 해당 규정에도 만족하여야 한다.

2. 측심관의 상단

(1) 측심관은 격벽갑판상의 항상 접근하기 쉬운 장소에 유도하고, 그 상단에는 확실히 폐쇄할 수 있는 장치를 하여야 한다.

(2) 측심관을 격벽갑판상으로 유도하기 곤란한 기관실 및 축로에 있어서 짧은 측심관은 바닥판상의 접근하기 쉬운 장소에 유도할 수 있다. 이 경우에 측심관의 상단에는 탱크의 종류에 따라 다음의 요건에 적합한 폐쇄장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

(가) 연료유탱크, 윤활유탱크, 기타의 가연성 기름을 저장하는 탱크의 측심관은 **8편 2장 1절**의 해당 규정에 적합하여야 한다.

(나) (가)에서 언급한 기름탱크 이외의 탱크 및 코퍼댐의 측심관은 슬루스밸브, 콕 또는 떼어낼 수 없는 나사박이로 된 덮개를 설치하여야 한다.

3. 측심관의 구조 **【지침 참조】**

(1) 측심관은 가능한 한 곧고 바르게 설치하여야 하며, 부득이 굽힐 필요가 있을 경우에는 측심봉 또는 체인이 쉽게 들어갈 수 있도록 곡률이 완만하여야 한다.

(2) 측심관의 하단에는 충분한 두께의 이중판 또는 타격판을 설치하여야 한다. 측심관에 폐쇄식 끝단을 적용한 경우, 폐쇄플러그는 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다.

(3) 측심관의 안지름은 32 mm 이상이어야 한다. 다만, 0 °C 이하로 냉각되는 구획을 통과하는 측심관의 안지름은 65 mm 이상이어야 한다.

4. 기타의 측심장치

(1) 형식승인을 받은 액면지시장치는 탱크의 측심을 위하여 측심관 대신 사용할 수 있다. 측심관 대신에 원격 액면지시

장치를 설치할 경우, 그 장치의 고장 시에도 액면을 확인하기 위한 비상수단(예: 항상 접근하여 액면을 확인할 수 있는 맨홀 또는 제2의 측심수단)을 갖추어야 한다.

(2) 이 액면지시장치는 선박에 장비한 후 효력시험을 하여야 한다.

(3) 연료유, 윤활유 및 기타의 가연성 기름을 저장하는 탱크에 유리로 만든 유면계를 사용하는 경우에는 **8편 2장 102.** 의 3항 (5)호 (나) 및 (다)의 요건에 적합하여야 한다.

제 3 절 해수흡입 및 선외배출

301. 선체붙이밸브 및 부착품

1. **거치**

(1) 선외로부터 해수를 흡입하거나 선외로 배출하는 모든 관은 외판 또는 선체의 일부를 형성하는 시체스트에 붙은 밸브 또는 콕에 연결하여야 한다.

(2) (1)호의 밸브 및 콕은 외판 또는 선체의 일부를 형성하는 시체스트에 용접한 이중판에 외판을 관통하지 아니하는 스터드 볼트로 부착하거나 또는 선체붙이 디스턴스 피스에 볼트로 부착하여야 한다. 이 경우, 선체붙이 디스턴스 피스는 외판을 관통하도록 설치하여야 하며 선외배출 밸브 및 콕을 부착하는 이중판은 스피것(spigot)을 갖는 것이어야 한다.

(3) 보일러 및 증기발생장치의 방출밸브 또는 콕이 붙은 외판의 외면에는 보호링을 붙여야 하며 선체붙이 디스턴스 피스 또는 스피것(spigot)은 이 보호링을 관통하도록 설치하여야 한다.

2. **디스턴스 피스의 구조** 디스턴스 피스는 견고한 구조로서 가능한 한 짧은 것이어야 한다. **【지침 참조】**

3. **해수흡입밸브 및 선외배출 밸브**

(1) 해수흡입 또는 선외배출 밸브 및 콕은 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 하며, 개폐상태를 알 수 있는 개폐표시기를 갖는 것이어야 한다.

(2) 해수흡입밸브는 해수흡입에 지장을 주지 아니하는 장소에 설치하여야 하며, 그 밸브의 조작핸들은 바닥판상의 조작하기 쉬운 장소에 배치하여야 한다. 또한, 동력으로 개폐되는 해수흡입밸브는 수동으로도 조작할 수 있는 구조이어야 한다.

(3) 보일러 및 증발기의 방출밸브 및 콕은 접근하기 쉬운 장소의 선체외판에 붙여야 하며, 개폐상태를 알 수 있도록 개폐표시기를 갖는 것이어야 한다. 또한, 콕의 핸들은 콕이 닫혀있지 아니한 한 떼어낼 수 없는 구조이어야 하며, 밸브의 경우에는 밸브핸들이 밸브대에 적절히 고정되어 있는 것이어야 한다.

4. **선외 배출구의 위치** 선외 배출구의 개구는 해면에 내린 구명정에 배수가 들어가지 아니하는 장소에 설치하여야 한다. 만일 부득이 그와 같은 곳에 배치할 경우에는 배수가 들어가지 아니하도록 특별히 고려하여야 한다. **【지침 참조】**

302. 시체스트의 구조

1. 선체의 일부를 구성하는 시체스트는 가능한 한 작은 것으로 공기의 체류가 없고, 견고한 구조이어야 한다.

2. 해수흡입밸브 또는 시체스트의 선외 흡입구에는 그레이팅(grating)을 부착하여야 하며, 그 총유통단면적은 해수흡입밸브 입구면적의 2 배 이상이어야 한다. 또한, 그레이팅(grating)은 저압증기 또는 압축공기로 소제할 수 있는 장치가 되어 있어야 한다.

303. 배수구 및 위생수의 배출

1. **일반** 선외의 배수구, 위생수 배출구 또는 기타 이와 유사한 개구는 한 개의 개구를 가능한 한 공용하든가 또는 다른 적절한 방법에 의하여 그 수를 최소로 할 것을 권장한다. 다만, 종류가 다른 선외 배출구는 특별히 승인받은 경우 이외에는 서로 연결하여서는 아니 된다.

2. **배수구**

(1) 모든 갑판에는 유효하게 배수할 수 있는 충분한 수 및 단면적을 갖는 배수구를 설치하여야 한다.

(2) 배수구가 선체외판이나 선루구조의 측판을 관통할 경우에는 관통부를 적절히 보강하여야 한다.

3. **노출갑판의 배수구** 갑판의 노출부분 및 유효한 수밀문이 설치되어 있지 아니하는 선루 또는 갑판실 내의 배수관은 선외로 유도하여야 한다.

4. **배수관 및 위생수관의 역류방지 장치** 건현갑판하의 각 갑판 및 둘러싸인 선루 또는 건현갑판상의 둘러싸인 갑판실 내의 배수관 및 위생수 배출관은 선내 빌지탱크 또는 적당한 위생수탱크로 유도하여야 한다. 다만, 다음 각호의 규정

에 따른 밸브를 설치하는 경우에는 선외로 유도할 수 있다. **【지침 참조】**

(1) 건현갑판상의 장소에서 확실히 폐쇄시킬 수 있는 자동체크밸브 1 개 또는 폐쇄장치가 없는 자동체크밸브와 건현갑판상의 장소에서 폐쇄시킬 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다. 밸브의 조작장치는 개폐표시기를 가지고 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 한다. 다만, 기관실 내의 외판을 관통하여 배수관을 선외로 배출하는 경우에는 그 장소에서 확실히 폐쇄할 수 있는 밸브를 외판에 직접 부착하고, 선내측에 1 개의 체크밸브를 설치하는 것을 인정할 수 있다. 밸브의 조작장치는 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 한다. *(2021)*

(2) 만재흘수선으로부터 배수관의 선내 개구단까지의 수직 거리가 0.01 L_f (L_f : **규칙 3편 1장**에서 규정하는 건현용 길이)를 초과하는 경우는 (1)호의 밸브 대신 폐쇄장치가 없는 자동체크밸브 2 개로 할 수 있다. 이러한 경우, 선내측의 밸브는 열대 하기 만재흘수선 상방에 위치하여야 하며, 운항상태하에서 항상 검사를 위한 접근이 가능하여야 한다. 이것이 실행 불가능한 경우, 밸브위치에서 조작 가능한 스톱밸브를 2개의 자동체크밸브 사이에 설치하는 조건으로 선내측의 밸브가 열대 만재 흘수선 상방에 위치하지 않아도 된다.

(3) 선외 배출관의 선내 개구단과 하기 만재흘수선 사이의 수직거리가 0.02 L_f 을 초과할 경우에는 (1)호의 나사조임 체크밸브 대신에 폐쇄장치가 없는 1 개의 자동체크밸브를 설치할 수 있다.

5. 건현갑판상 폐위된 화물구역의 배수관

4항의 규정에도 불구하고, 건현갑판상 폐위된 화물구역의 배수관은 다음 규정에 적합하여야 한다.

(1) 횡경사 5°를 초과하는 경우에 건현갑판 끝단이 잠기는 경우, 배수관은 4항의 규정에 적합하게 선외로 직접 유도되어야 한다. **【지침 참조】**

(2) 횡경사 5° 이하인 경우에 건현갑판 끝단이 잠기는 경우, 배수관은 다음 요건에 만족하여야 한다.

(가) 배수관은 선내 빌지웰에 직접 유도되어야 한다.

(나) 배수관이 유도되는 빌지웰에는 고액면 경보장치를 갖추어야 한다.

(다) 해당 화물구역에 고정식 탄산가스 소화장치가 설치되어 있는 경우 탄산가스의 누설을 방지할 수 있는 수단을 갖추어야 한다.

6. 선외 배출관 모든 배수관 및 위생수 배출관이 건현갑판하 450 mm 보다 하방에서 외판을 관통하던가 하기만재흘수선 상방 600 mm 보다 하방에서 외판을 관통하는 경우에는 이 선외배출구에는 외판에 직접 부착된 자동체크밸브를 설치하여야 한다. 다만, 이 밸브는 4항의 규정에서 요구하는 것을 제외하고 **표 5.6.2**에 따라 두꺼운 관을 사용할 경우에는 생략할 수 있다.

7. 갑판 청소용 해수관 및 위생수관 갑판 청소용 해수관 및 펌프로부터 선내 위생수탱크로의 토출관은 화물창을 통과하여서는 아니 된다. 다만, 부득이 배관할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

8. 쓰레기 배출구

(1) 쓰레기 배출구에는, 건현갑판상의 장소에서 확실히 폐쇄시킬 수 있는 자동체크밸브 대신 다음 규정에 적합한 2개의 게이트 밸브로 할 수 있다.

(가) 2개의 게이트밸브는 배출구의 작업갑판에서 조작 할 수 있어야 한다.

(나) 낮은 위치의 밸브는 건현갑판 상부의 장소에서 조작할 수 있어야 하며 2개의 밸브 사이에 상호 인터록장치를 설치하여야 한다.

(다) 선내 개구단은 지정된 하기건현에 대응하는 흘수에서 좌현 또는 우현으로 8.5° 횡경사된 상태에서 형성된 수선의 상부에 위치하여야 한다. 다만, 하기만재흘수선으로부터 최소한 1000 mm 상방의 장소이어야 한다. 선내 개구단이 하기만재흘수선으로부터 0.01 L_f을 초과하며 또한 선내 게이트밸브가 항상 접근이 가능한 경우, 그 게이트밸브는 건현갑판 상방의 위치에서 조작할 필요는 없다.

(2) (1)호의 규정에 만족하는 2개의 게이트밸브를 설치하는 대신, 배출구의 선내 개구단에 배출플랩(discharge flap)을 갖는 힌지식 풍우밀 덮개를 설치할 수 있다. 이 덮개 및 플랩은 호퍼(hopper) 덮개가 닫히지 않는 한 배출 플랩이 작동될 수 없도록 인터록을 설치하여야 한다.

(3) 덮개를 포함한 배출구 전체는 충분한 두께를 가져야 한다.

(4) 게이트밸브 및/또는 힌지식 덮개의 제어장치에는 **"사용하지 않을 때는 폐쇄할 것"**을 명확히 표시하여야 한다.

(5) 손상복원성 요건을 적용받는 선박에 있어서는, 배출구의 선내 개구단이 건현갑판보다 아래쪽에 있는 경우 다음 규정을 만족하여야 한다.

(가) 선내 개구단의 힌지식 덮개/밸브는 수밀이어야 한다.

(나) 나사조임식 체크밸브를 최고만재흘수선보다 상부의 접근하기 쉬운 위치에 설치하고 격벽갑판 위쪽에서 조작할 수 있어야 하며 개·폐 지시기를 갖추어야 한다. 그 밸브 제어장치에는 **"사용하지 않을 때는 폐쇄할 것"**을 명확히 표시하여야 한다.

제 4 절 빌지 및 평형수장치 【지침 참조】

401. 일반

1. 적용 【지침 참조】

(1) 이 절의 규정은 길이 50 m 이상인 선박의 빌지 및 평형수 장치에 적용한다.

(2) 여객선, 특수한 선박 및 길이 50 m 미만인 선박의 빌지 및 평형수 장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2. 관장치 【지침 참조】

(1) 액체를 전용으로 싣는 탱크 및 유효한 배수장치를 가지는 구획을 제외한 모든 수밀구획에는 통상의 조건하에서 빌지를 흡입 또는 배출할 수 있는 빌지관장치를 설치하여야 하며, 빌지 흡입구는 특별히 규정한 경우를 제외하고 빌지주관에 연결하여야 한다.

(2) 평형수를 싣는 탱크에는 통상의 조건하에서 유효하게 평형수를 적재 또는 배출할 수 있는 관장치를 설치하여야 한다.

(3) 이 장의 요건에 추가하여, 다음에 규정하는 배수장치 요건에도 적합하여야 한다.

(가) 위험물을 적재하는 갑판하의 화물구역을 냉각하기 위한 고정식 살수장치 등을 설치하는 경우에는 **8편 12장 201.**의 1항 (3)호

(나) 위험물을 적재하는 로로구역에 고정식 가압수분무장치를 설치하는 경우에는 **8편 12장 201.**의 9항

(다) 차량구역, 특수분류구역, 로로구역에 고정식 가압수분무장치를 설치하는 경우에는 **8편 13장 501.**의 4항 및 5항

402. 기관실 이외 구획의 배수설비 【지침 참조】

1. 화물창

(1) 화물창이 1 개인 선박으로서 화물창의 길이가 33 m 를 넘는 경우에는 화물창의 전부 및 후부의 적절한 곳에 빌지 흡입구를 설치하여야 한다.

(2) 이중저 내저판이 선박 양쪽까지 연장된 경우에는 빌지 흡입구를 선박의 양쪽에 위치한 빌지웰(bilge well)에 배치하여야 한다. 다만, 이중저 상면이 오목한 모양(오목형)으로 되어 있을 경우에는 중앙부에도 빌지웰을 설치하고, 빌지 흡입구를 배치하여야 한다. 그러나, 어선의 경우에는 1 개의 빌지웰을 배치하여도 인정할 수 있다.

(3) 빌지 통로상에 내장판이나 연속거싯판이 설치된 경우에는 창내의 빌지가 자유롭게 빌지 흡입구에 도달할 수 있도록 하여야 한다.

(4) 냉장창의 빌지관 장치에 대하여는 **9편 1장 5절**의 규정에 만족하여야 한다.

2. 탱크

(1) 이중저탱크를 포함한 모든 탱크에는 탱크의 후부로부터 적절한 동력펌프에 연결된 흡입관을 설치하여야 한다. 다만, 선수미탱크가 청수탱크로서 작은 용량의 경우에는 수동펌프를 사용할 수 있다.

(2) 모든 평형수탱크는 적어도 2개의 동력구동 평형수펌프에 연결되어야 한다. 그 중 한 대는 주기관에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있다. 독립동력으로 구동되는 빌지, 위생수, 잡용수 펌프가 적절히 연결된 경우에는 이들 펌프도 독립동력 평형수펌프로 간주할 수 있다. 다만, 톱사이드탱크로부터 중력으로 배수하는 경우는 **지침 303.**의 2항 (1)호 (나)에 따른다. 또한, **7편 1장 1003.**의 2항 (2)호와 같이 비상용으로 화물유펌프로 평형수를 흡입할 수 있도록 설치된 경우에는 화물유펌프를 1대의 독립 동력 평형수펌프로 간주할 수 있다.

3. 화물창 이외의 구획

(1) 체인로커, 탱크로서 사용되지 아니하는 선수미구획 및 그 정판상의 구획의 빌지는 하기 만재흘수선 상방의 장소에서 항상 조작할 수 있는 이덕터 또는 수동펌프에 의하여 배수할 수 있다.

(2) 선미 구획에 있어서 조타기실 또는 그 외의 작은 구획이 인접한 갑판 사이와 적절히 분리되어 있고 중력에 의한 배수가 가능하다면 배수구에 의하여 기관실 또는 축로에 배수할 수 있다. 이 경우, 관은 호칭지름 65 A 이하인 것으로 하고, 신속하게 작동하는 자동폐쇄밸브를 접근하기 쉬운 장소에 설치 하여야 한다.

4. 격벽의 수밀유지

(1) 수밀구조가 요구되는 기관실격벽 및 축로는 격벽갑판하의 인접한 구획으로부터 기관실 또는 축로로 배출하는 배수구의 설치로 인하여 수밀에 영향을 주어서는 아니 된다. 다만, 이 배수구는 기관실 또는 축로 내에 설치된 것으로 나사조임 체크밸브를 통하여 빌지주관에 연결한 적절한 크기의 흡입구에 의하여 배수되는 견고한 구조의 배수탱크에 유도할 수 있다.

(2) 이 배수탱크의 공기관은 격벽갑판상으로 유도하여야 하며, 탱크 내의 액면을 알 수 있는 장치를 하여야 한다.

(3) 이 배수탱크가 여러 수밀구획의 배수에 사용될 경우에는 배수관에 나사조임 체크밸브를 설치하여야 한다.

403. 기관실의 배수설비 【지침 참조】

1. 이중저구조의 기관실

(1) 이중저가 기관실의 전길이에 걸쳐 연장되고, 선박의 양쪽에 각각 빌지통로를 갖는 경우에는 각 빌지통로에 1 개의 빌지지관 흡입구와 1 개의 직접빌지 흡입구를 각각 설치하여야 한다.

(2) 이중저 내저판이 기관실의 전길이 및 전너비에 걸쳐 연장되었을 경우에는 양쪽에 각각 빌지웰을 설치하고, 1 개의 빌지지관 흡입구와 1 개의 직접빌지 흡입구를 각 빌지웰에 설치하여야 한다.

2. 이중저가 없는 기관실

(1) 기관실이 이중저를 가지지 아니하고, 외판의 기울기가 5° 이상일 경우에는 가능한 한 선체의 중심선 부근의 접근할 수 있는 곳에 1 개의 빌지지관 흡입구와 1 개의 직접빌지 흡입구를 설치하여야 한다.

(2) 선저외판의 기울기가 5° 미만인 선박에 있어서는 양쪽에 각각 빌지지관 흡입구를 증설하여야 한다.

3. 빌지 흡입구의 증설 선저구조 또는 기기의 배치 등에 따라 필요하다고 인정되는 장소에는 빌지 흡입구를 적절히 증설하여야 한다.

4. 분리된 기관실 기관실이 수밀격벽에 의하여 주기관실로부터 보일러실 또는 보기실이 분리되어 있을 경우에는 보일러실 또는 보기실의 빌지 흡입구는 각 구획의 구조에 따라 1항 또는 2항의 규정에 따른다. 다만, 이중저를 갖는 구조의 경우에는 직접빌지 흡입구를 1 개만 설치할 수 있다.

5. 직접빌지 흡입구

(1) 기관실의 직접빌지 흡입구는 405.의 1항에 규정하는 독립동력에 의하여 구동하는 빌지펌프에 유도하여야 하며, 다른 관장치와는 독립적으로 사용할 수 있도록 배관하여야 한다.

(2) 직접빌지 흡입관의 안지름은 빌지주관의 소요안지름 보다 작아서는 아니 된다. 다만, 이중저 구조의 기관실에 있어서 비상빌지 흡입구가 설치된 쪽의 직접빌지 흡입관의 안지름은 빌지 흡입지관의 소요안지름까지 감소할 수 있다.

(3) 분리된 기관실이 좁은 경우에는 직접빌지 흡입관의 안지름은 적절히 감소할 수 있다.

6. 비상빌지 흡입구 *(2017)*

(1) 선박의 각 주기관실에는 빌지지관 흡입구 및 직접빌지 흡입구 이외의 비상용으로 1 개의 비상빌지 흡입구를 설치하여야 한다.

(2) 이 흡입구는 기관실 바닥판 위의 조작하기 쉬운 장소에 밸브조작핸들을 갖는 나사조임 체크밸브를 통하여 기관실의 적절한 저면으로부터 주냉각수 펌프 또는 주순환수 펌프에 유도하여야 한다. 다만, 주냉각수 펌프보다 큰 용량의 펌프들이 설치된 경우, 비상빌지 흡입구는 405.의 1항에 규정하는 빌지펌프 이외의 것으로 기관실 내에서 이용할 수 있는 최대 용량의 펌프에 유도할 수 있다.

(3) 상기 (2)호에서 규정하는 펌프는 405.의 2항에 규정하는 빌지펌프의 소요용량 이상이어야 하며 독립동력으로 구동되어야 한다.

(4) 2대 이상의 주냉각수 펌프가 설치되어 있는 경우, 그 중 큰 용량의 주냉각수 펌프에 비상빌지 흡입구를 연결하여야 한다.

(5) 증기기관을 주기관으로 하는 선박에서의 비상빌지 흡입구의 지름은 주순환수 펌프의 흡입구 지름의 2/3 이상이어야 하며, 그 외의 선박에서는 비상빌지 흡입구가 연결된 펌프의 흡입구 지름과 같아야 한다.

(6) 비상빌지 흡입구에 사용되는 펌프가 자기 흡수형일 경우에는 비상빌지 흡입구와 같은 쪽의 직접빌지 흡입구는 생략할 수 있다.

404. 빌지흡입관의 치수 【지침 참조】

1. 빌지주관 빌지주관의 안지름은 다음 식에 의한 안지름 d_m 에 가장 가까운 표준관으로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것보다 작아서는 아니 된다. 다만, 어떠한 경우에도 빌지흡입지관의 소요안지름 이상이어야 한다.

$$d_m = 1.68\sqrt{L(B+D)} + 25 \quad (\mathrm{mm})$$

L, B 및 D : 각각 **3편 1장**에서 규정하는 선박의 길이, 너비 및 깊이 (m)

2. 빌지흡입지관 빌지흡입지관의 안지름은 다음 식에 의하여 산출한 안지름 d_b 에 가장 가까운 표준관으로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것보다 작아서는 아니 된다. 다만, 소구획의 빌지흡입관에 대하여 40 mm 까지 감소할 수 있

도록 우리 선급이 인정한 경우를 제외하고는 어떠한 경우에도 50 mm 이상이어야 한다.

$$d_b = 2.15\sqrt{l(B+D)} + 25 \quad (\mathrm{mm})$$

l : 빌지흡입지관에 따라서 배출되는 구획의 길이(m)
B 및 D : 각각 **3편 1장**에서 규정하는 선박의 너비 및 깊이(m)

3. **유조선 및 이와 유사한 선박의 빌지주관** 유조선에서와 같이 기관실의 빌지펌프가 기관실 내의 빌지흡입에만 전용되는 경우에는 빌지흡입주관의 안지름 d_{m0} 는 다음 식에 의한 것까지로 감소할 수 있다.

$$d_{m0} = \sqrt{2}(2.15\sqrt{l_m(B+D)} + 25) \quad (\mathrm{mm})$$

l_m : 기관실의 길이(m)
B 및 D : 각각 **3편 1장**에서 규정하는 선박의 너비 및 깊이(m)

4. **공통빌지흡입관**
(1) 빌지흡입주관과 2 개 이상의 빌지흡입지관을 연결하는 공통빌지흡입관의 단면적은 연결된 빌지흡입지관중 가장 큰 2 개의 빌지흡입지관의 단면적의 합보다 작아서는 아니 된다. 다만, 빌지주관의 소요단면적보다 클 필요는 없다.
(2) 공통빌지주관은 부득이한 경우를 제외하고 선측으로부터 횡방향으로 너비의 20 % 이내에 설치하여서는 아니 되며, 선박의 종방향으로 관을 설치하여야 한다. 빌지지관과 주관 사이의 조정밸브는 항상 접근할 수 있어야 하며, 원격조작장치는 승인된 스톱-체크 형식의 것이어야 한다. 원격조작장치는 유인기관구역에 위치하거나 건현갑판상의 접근할 수 있는 위치 또는 갑판하의 통로에 위치할 수 있다. 원격조작장치는 유압식, 공기식 또는 수동조작식으로 할 수 있다.
5. **선수미구획 및 터널의 빌지흡입관** 선수미구획 및 터널로부터의 빌지흡입관의 안지름은 65 mm 보다 작아서는 아니 된다. 다만, 길이가 60 m 이하의 선박에서는 50 mm 까지 감소할 수 있다.
6. 402.의 1항 (1)호에 따라 화물창 전부 및 후부에 빌지흡입구를 설치하는 경우에는 전부에 설치한 빌지흡입지관의 안지름은 2항에서 규정하는 값의 70 %까지 감소시킬 수 있다.

405. 빌지펌프 【지침 참조】

1. **펌프의 수**
(1) 모든 선박은 독립동력에 의하여 구동되는 빌지펌프를 2 대 또는 2 군(群)을 기관실에 설치하여야 한다. 다만, 길이가 90 m 이하의 선박에는 1 대를 주기관에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있다.
(2) 독립동력으로 구동되는 평형수 펌프, 위생수 펌프, 잡용수 펌프가 빌지주관에 적절히 연결된 경우에는 이들 펌프도 (1)호의 독립동력 펌프로 간주할 수 있다.
(3) (1)호에 정하여진 독립동력 펌프 중 1 대는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 빌지펌프 이외의 해수펌프에 연결된 이덕터로 대신할 수 있다. 이 경우, 이덕터의 흡입능력은 2항의 규정에 따라야 한다.
2. **펌프의 용량**
(1) 1항에 규정하는 각 펌프 또는 각 펌프군의 용량 Q는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Q = 5.66 d_m^2 10^{-3} \quad (\mathrm{m^3/hr})$$

d_m : 빌지흡입주관의 소요안지름 (mm)

(2) 이들 빌지펌프 중 1대의 펌프 또는 1조의 펌프군의 흡입능력이 규정의 용량보다 약간 부족할 경우, 다른 펌프 또는 펌프군의 여유용량으로 이를 보충할 수 있다. 그러나 어떠한 경우에도 부족한 빌지펌프의 용량은 규정용량의 70 % 이상이어야 한다.
3. **펌프의 형식** 1항에 규정하는 독립동력 빌지펌프는 자기흡수형의 것이거나 이와 동등한 형식을 장비하여 즉시 사용할 수 있는 것이어야 한다.
4. **펌프의 흡입개소** 1항에서 규정한 동력펌프는 모든 화물창, 기관실 및 축로에서 빌지를 흡입할 수 있도록 배치하여야

한다. 다만, 화물창의 빌지를 해당 화물창 전용의 이덕터로 배출하는 경우에 그 화물창의 빌지흡입관은 1항에 규정한 빌지펌프에 연결하지 않아도 된다. 이 경우, 이덕터는 2 대 이상의 펌프로 구동하도록 하여야 한다. 또한, 이덕터 구동용 해수펌프의 용량, 이덕터의 흡입능력, 흡입관의 안지름 등은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

5. **펌프의 연결**

(1) 빌지펌프는 간헐적인 목적의 평형수, 잡용수 또는 소화용으로도 사용할 수 있다.

(2) 빌지펌프는 1 대의 펌프가 개방중에 있을 때에도 다른 1 대의 펌프는 지장없이 사용할 수 있도록 장치하여야 한다.

(3) 중요한 용도에 사용하는 펌프가 흡입측이나 토출측에서 공통으로 연결된 경우에는 각 펌프가 동시에 작동하여도 지장이 없도록 장치하여야 한다.

406. 배관 및 부착품 【지침 참조】

1. **빌지관의 분리** 화물창, 기관실 및 축로의 배수를 위한 빌지흡입관은 빌지흡입 이외의 모든 관과는 완전히 별도로 배관하여야 한다.

2. **유통방지** 빌지관에는 예기치 못한 사이에 물 또는 기름이 선외 또는 탱크 등으로부터 기관실, 화물창 또는 이와 유사한 구획에 유입되거나 한쪽의 수밀구획에서 다른 수밀구획으로 유입되는 일이 없도록 체크밸브 또는 콕을 다음과 같이 설치하여야 한다.

(1) 물 또는 기름을 흡입할 수 있는 펌프에 연결된 빌지관에는 물 또는 기름과 빌지가 동시에 통과할 수 없는 콕 또는 나사조임 체크밸브를 설치하여야 한다.

(2) 각 빌지지관 흡입구와 공통 빌지흡입관 사이에는 나사조임 체크밸브를 설치하여야 한다.

3. **이중저를 통과하는 빌지관** 이중저 탱크를 통과하는 빌지관은 유밀 또는 수밀의 관 터널속에 넣어 배관하든가 또는 **표** 5.6.2에 따라 두께가 두꺼운 강관을 사용하여야 한다.

4. **디프탱크를 통과하는 빌지관 및 평형수관** 디프탱크를 통과하는 빌지관 및 평형수탱크 이외의 디프탱크를 통과하는 평형수관은 유밀 또는 수밀의 관터널속에 넣어 배관하던가 **표** 5.6.2에 따라 두께가 두꺼운 강관을 사용하고, 모든 관 이음을 용접구조로 하여야 한다. 또한, 관은 누설, 팽창 및 수축 등을 충분히 고려하여 배관하여야 한다.

5. **빌지관 계통의 밸브**

(1) 빌지관 계통의 밸브 또는 콕은 선박의 모든 상태하에서도 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 한다.

(2) 선박의 좌초 또는 충돌시에 파손될 우려가 있는 이중저, 현측탱크, 빌지호퍼탱크 또는 공소 내를 통과하는 빌지관은 빌지흡입구 근처에 체크밸브를 설치하거나 또는 항상 쉽게 접근할 수 있는 장소로부터 폐쇄할 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다.

6. **여러 용도의 화물창**

(1) 평형수 및 화물을 교대로 적재하는 화물창에는 부주의로 화물적재시에 평형수관을 통하여 해수가 유입하지 아니하도록 평형수 관장치에, 또한 평형수 적재시 빌지관을 통하여 평형수가 배출되지 아니하도록 빌지 관장치에 맹판 또는 스풀피스를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 한다.

(2) 연료유탱크와 평형수탱크를 겸용하는 경우에는 연료유와 평형수가 혼합하는 것을 방지하도록 연료유 적재시에는 평형수관에, 평형수 적재시에는 연료유관에 맹판 또는 스풀피스를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 한다.

7. **평형수 관장치**

(1) 평형수탱크는 부주의로 선외에서 평형수탱크로 해수가 역류하거나 평형수탱크 사이를 평형수용 물이 이동하지 아니하도록 주입 및 배수시 이외에는 항상 폐쇄상태를 유지하도록 개폐지시장치를 갖는 체크밸브 또는 스톱밸브를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 한다. 버터플라이밸브(원격제어밸브 제외)를 사용할 경우, 진동 또는 유체의 흐름에 의하여 밸브디스크가 움직이는 것을 방지하기 위하여 홀딩(holding)장치 또는 동등한 수단을 갖는 것이어야 한다.

(2) 원격제어밸브가 설치된 경우, 제어를 위한 동력원이 상실된 경우에도 밸브가 닫히고 또한 폐쇄 상태로 유지할 수 있도록 배치되어야 한다. 대체수단으로, 동력 상실시 그 밸브를 잠그기 위하여 쉽게 접근할 수 있는 수동의 수단이 있는 경우, 원격제어밸브가 동력상실 시의 위치에 남아있게 할 수 있다.

원격제어밸브는 사용되는 탱크별로 명확히 식별되어야 하고 평형수 제어장소에 개폐지시장치를 설치하여야 한다.

8. **머드박스** 기관실 내의 모든 빌지흡입관에는 기관실 바닥판 상부에서 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 쉽게 열고 닫을 수 있는 덮개를 갖는 머드박스를 설치하여야 하며, 이 머드박스로부터 빌지웰에 곧바로 통하는 수직빌지흡입관을 연결시켜야 한다. 다만, 비상빌지흡입관에는 이 규정을 적용하지 아니한다.

9. **로즈박스** 기관실 이외의 구획과 화물창에 설치한 모든 빌지흡입지관의 개구단에는 흡입관의 플랜지를 풀지 아니하고도 소제할 수 있는 로즈박스를 설치하여야 한다. 이 로즈박스의 흡입구멍의 지름은 10 mm 이하로 하고 그의 총유

통단면적은 흡입관 단면적의 3배 이상이어야 한다.

10. **빌지웰**

(1) 빌지웰은 강재로 만들어야 하며, 그 용적은 0.17 m^3 이상이어야 한다. 다만, 빌지를 흡입하는 구획이 특히 좁은 경우에는 적절한 용적의 강재 빌지해트(bilge hat)으로 대치할 수 있다.

(2) 이중저에 설치한 빌지웰의 깊이 및 선저외판으로부터 빌지웰의 저판까지의 높이에 대하여는 **3편 7장 103.**의 규정에 따른다.

11. **맨홀** 화물창의 빌지웰에 접근하기 위하여 맨홀이 필요한 경우에는 맨홀은 가능한 한 빌지흡입구에 가까운 곳에 설치하여야 한다. 이 맨홀은 기관실 전후단 격벽 또는 기관실 내의 이중저 내저판에 설치하여서는 아니 된다. 다만, 부득이한 경우에는 맨홀 덮개를 힌지식 구조로 하고, 그 부근의 보이기 쉬운 곳에 **"필요시 이외에는 열지 말 것"** 이라고 적은 주의판을 걸어 두어야 한다.

제 5 절 보일러의 급수 및 복수장치

501. 급수펌프 【지침 참조】

1. 주보일러 및 중요보조 보일러에는 적어도 2대의 급수펌프를 설치하여야 한다. 다만, 중요보조 보일러 이외의 보조보일러는 1 대의 급수펌프로 할 수 있다.
2. 각 급수펌프의 용량은 보일러의 계획최대부하시에 필요한 급수를 단독으로 공급할 수 있는 것이어야 한다.
3. 급수펌프는 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다.
4. 급수펌프는 보일러 급수 이외의 용도에 사용하여서는 아니 된다.

502. 급수관 【지침 참조】

1. 주보일러 및 중요보조 보일러에는 급수펌프와 각 보일러 사이에 적어도 2 계통의 서로 독립된 급수관을 설치하여야 한다. 다만, 동체부착용 개구는 1개로 할 수 있다. 이 경우, **5장 127.**에 규정된 나사조임체크밸브를 2개의 공급관에 각각 설치하여야 한다.
2. 중요보조 보일러 이외의 보조보일러에는 1 계통의 급수관으로 할 수 있다. 이 경우, 급수펌프 출구측 관에 위치한 급수조절기, 급수가열기, 디오일러(de-oiler) 등에는 바이패스밸브를 설치하여야 한다.
3. 주보일러 및 중요보조 보일러의 급수관에는 자동적으로 급수량을 조절할 수 있는 급수제어장치를 설치하여야 한다.
4. 중요보조보일러 이외의 보조보일러가 자동제어되는 경우에는 급수관에 자동적으로 급수량을 조절할 수 있는 급수제어장치를 설치하여야 한다.

503. 복수펌프

1. 주복수기에는 독립동력에 의하여 구동되는 복수펌프를 적어도 2 대 설치하여야 한다.
2. 각 복수펌프의 용량은 주복수기의 계획최대복수량을 흡입할 수 있는 것이어야 한다.

504. 배관

1. 2대의 급수펌프 또는 복수펌프가 설치되어 있는 경우에는 1 대의 펌프가 개방중에 있을 때에도 다른 1대의 펌프는 지장없이 사용할 수 있도록 장치하여야 한다.
2. 보일러 또는 음료에 사용하는 청수를 저장하는 탱크에 연결한 관은 기름 또는 기름을 함유한 물에 사용하는 관과는 별도로 배관하여야 한다.
3. 급수관은 기름탱크 속을, 기름관은 급수탱크 속을 각각 통과하여서는 아니 된다.

505. 조수장치 및 급수탱크

1. 주보일러를 설치하는 선박에는 충분한 용량의 조수장치를 적어도 1 대 설치하여야 한다.
2. 보일러를 장비한 모든 선박에는 충분한 용량의 급수탱크를 설치하여야 한다.

제 6 절 증기관장치 및 배기관장치

601. 증기관장치 【지침 참조】

1. 배관

(1) 모든 증기관은 팽창 및 수축의 영향으로 관에 부당한 응력이 발생하지 아니하도록 배관하여야 한다.

(2) 모든 증기관은 워터해머를 방지하기 위하여 가능한 한 워터 포켓이 생기지 아니하도록 하고, 부득이한 경우에는 적절한 위치에 응결수 배출장치를 설치하여야 한다.

(3) 증기관은 특히 승인된 경우를 제외하고 화물창으로 통과시켜서는 아니 된다.

(4) 증기관 또는 그의 관부착품이 그 설계압력보다 높은 압력의 증기관으로부터 증기공급을 받을 가능성이 있는 경우에는 적당한 감압밸브, 도출밸브 및 압력계를 설치하여야 한다.

2. 보기의 증기공급 2 대 이상의 보일러를 설치한 선박에서는 적어도 2 대의 보일러로부터 중요보기와 이를 구동하는 원동기 및 기적에 증기를 공급할 수 있어야 한다.

3. 기름 가열관 연료유 및 윤활유를 가열하는 증기의 응결수관은 기관실 내의 밝고 접근하기 쉬운 장소에 설치한 검유탱크로 유도하여야 한다.

602. 배기관장치

1. 내연기관의 배기관 【지침 참조】

(1) 배기관 및 소음기는 냉각수로 냉각시키든가 유효한 방열장치를 시공하여야 하며, 소음기는 용이하게 소제할 수 있는 구조의 것이어야 한다.

(2) 2 대 이상의 내연기관의 배기관은 원칙적으로 서로 연결시켜서는 아니 된다. 부득이 이들을 1 개의 소음기에 연결시키고자 할 때에는 정지하고 있는 내연기관의 실린더에 배기가스가 침입하지 아니하도록 장치하여야 한다.

(3) 내연기관의 배기가스를 보일러에 이용하는 경우 이외에는 보일러의 연로와 기관의 배기관을 서로 연결시켜서는 아니 된다.

(4) 배기관의 끝을 선체외판의 흘수선 부근에 개방할 때에는 실린더에 해수가 침입하지 아니하도록 고려하여야 한다.

2. 보일러의 배기관 보일러의 배기관에 대하여는 **5장 134.**의 **4**항에 따른다.

제 7 절 냉각장치

701. 주냉각펌프

1. 주기관, 중요보조기관 및 이들에 부속된 냉각기 등의 냉각장치에는 기관의 연속최대출력시에 충분히 냉각할 수 있는 용량의 주냉각수 펌프를 설치하여야 한다.
2. 증기터빈을 주기관으로 하는 선박에서 적절한 스쿠프장치가 되어 있을 경우에는 이를 주냉각펌프로 인정할 수 있다.
3. 주냉각펌프는 기관에 직결된 것 또는 독립동력에 의하여 구동되는 것 중 어느 것으로 하여도 좋다.

702. 예비냉각펌프 【지침 참조】

1. 주기관, 중요보조기관 및 이들에 부속된 냉각기 등의 냉각장치에는 주냉각펌프 이외에 통상 항해에 지장을 주지 아니하는 용량의 예비냉각펌프를 설치하여야 한다.
2. 예비냉각펌프는 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다.
3. 증기터빈을 주기관으로 하는 선박에서 스쿠프장치를 주냉각펌프 대신으로 장치한 경우에는 주복수기는 독립동력에 의하여 구동되는 예비냉각펌프에 의한 냉각계통 이외에도 다른 냉각계통으로부터 선박의 저속시에 충분한 용량의 냉각수를 공급할 수 있어야 한다.
4. 2대의 중요보조기관이 설치되고 각각 전용의 주냉각펌프가 설치되어 있는 경우에는 예비냉각펌프를 생략할 수 있다.
5. 다른 목적에 사용되는 것으로서 독립동력에 의하여 구동되는 적절한 펌프를 예비냉각펌프로 이용할 수 있는 경우에는 이 펌프를 예비냉각펌프로 볼 수 있다.
6. 기관, 냉각기 등을 청수로서 냉각하는 경우에 해수로도 냉각할 수 있도록 적절히 배관되어 있으면 예비냉각청수펌프는 생략할 수 있다.
7. 2 대 이상의 주기관을 갖는 선박으로 각각 주기관의 주냉각펌프가 내장되어 있는 경우에 있어서 이 중 1 대가 정지하여도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우에는 공용의 것으로 펌프완비품 1 대를 비치하는 것으로 예비냉각수 펌프는 생략할 수 있다.
8. 소형선의 기관으로서 주냉각펌프가 기관에 붙어 있는 경우에는 예비냉각수펌프를 생략할 수 있다.

703. 해수 흡입구

주기관 및 선박의 추진상 필요한 보기를 구동하는 원동기와 이들에 부속된 냉각기 등의 해수냉각장치는 적어도 서로 다른 쪽의 선저 가까운 부근에 설치된 2 개의 해수 흡입구에 연결되어야 한다. **【지침 참조】**

704. 여과기

주기관 및 중요보기를 구동하는 내연기관을 해수로 직접 냉각하는 경우에는 냉각수펌프와 해수흡입밸브 사이에 여과된 냉각수의 공급을 중지하지 아니하고도 개방하여 청소할 수 있는 여과기를 설치하여야 한다. 다만, 소형선박에 있어서 우리 선급이 승인한 경우에는 이 여과기를 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

705. 윤활유 및 연료유의 사용

윤활유 및 연료유를 냉각에 사용하는 경우의 윤활유장치 또는 연료유장치에 대하여는 각각 **8절** 또는 **9절**의 규정에도 적합하여야 한다.

제 8 절 윤활유장치

801. 일반사항

이 절의 규정에 추가하여 **8편 2장 1절**의 해당 규정에도 만족하여야 한다.

802. 윤활유 펌프 【지침 참조】

1. 주기관, 추진축계 및 그의 동력전달장치, 선박의 추진상 필요한 보기와 그 보기를 구동하는 원동기에는 기관의 연속최대출력시에 있어서 충분한 용량의 주윤활유 펌프와 통상항해에 지장을 주지 아니하는 용량의 예비윤활유 펌프를 설

치하여야 한다.

2. 주윤활유 펌프는 기관 또는 독립동력에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있으나 예비윤활유 펌프는 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다.
3. 주기관을 2 대 이상 설치한 선박 및 추진축계 또는 그 동력전달장치를 2 축 이상 설치한 선박에 있어서 이들 각각의 설비에 주윤활유 펌프가 내장되어 있는 경우, 이들 중 어느 1 대가 정지되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우에는 펌프 완비품 1 대를 비치하는 것으로서 예비윤활유 펌프는 생략할 수 있다.
4. 2대의 중요보조기관이 설치되고 각각 전용의 윤활유 펌프가 설치되어 있는 경우에는 예비윤활유 펌프를 생략할 수 있다.
5. 다른 목적에 사용되는 것으로서 독립동력에 의하여 구동되는 적절한 윤활유펌프를 예비윤활유 펌프로서 이용할 수 있는 경우에는 이 펌프를 예비윤활유 펌프로 볼 수 있다.
6. 연속최대출력이 257 kW 이하의 기관으로서 주윤활유 펌프가 기관에 부착되어 있는 경우에는 선급의 승인을 받은 후 예비윤활유 펌프를 생략할 수 있다.
7. 주윤활유 펌프와 예비윤활유 펌프는 용이하게 교대할 수 있어야 한다.

803. 배관 【지침 참조】

1. 윤활유관은 우리 선급이 특별히 승인한 경우 이외에는 다른 모든 관과 별도로 배관하여야 한다.
2. 길이가 100 m 이상의 선박으로 이중저탱크를 윤활유 섬프탱크로 사용하는 경우에는 기관실 바닥판상으로 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 조작할 수 있는 차단밸브를 기관과 윤활유 섬프탱크 사이의 드레인관에 설치하여야 한다.

804. 윤활유 여과기 및 청정기 【지침 참조】

1. 기관의 윤활이 강제윤활방식(중력탱크방식 포함)인 경우에는 여과기를 설치하여야 한다.
2. 주기관, 추진축계의 동력전달장치 및 가변피치 프로펠러장치에 사용되는 윤활유 여과기는 청소 중에도 여과된 기름을 각각의 기관에 계속 공급할 수 있어야 한다.
3. 선박의 연료로서 ISO 8217에서 정의한 잔사유를 사용하는 추진용 내연기관의 경우, 1항의 규정에 추가하여 윤활유 청정기를 설치하여야 한다.

805. 윤활유 드레인

윤활유장치의 펌프, 여과기, 탱크 및 기타 자주 개방할 필요가 있는 기기의 하부에는 충분한 깊이의 코밍을 갖는 금속제의 기름받이를 설치하고, 고이는 드레인이 윤활유 드레인 탱크에 유도되도록 하여야 한다. 다만, 부득이 기름받이의 드레인을 윤활유 드레인탱크에 유도할 수 없는 경우에는 기름받이의 코밍을 깊게 하고 드레인이 항상 고여있는 일이 없도록 하여야 한다.

제 9 절 연료유장치

901. 일반사항

1. 이 절의 규정에 추가하여 **8편 2장 1절**의 해당 규정에도 만족하여야 한다.
2. **연료유 장치의 설치장소 【지침 참조】**
   (1) 연료유의 분연장치, 청정장치, 세틀링탱크 및 서비스탱크 등이 설치된 장소는 접근이 쉽고 통풍을 양호하게 하여야 한다.
   (2) 연료유탱크, 연료유펌프, 연료유 여과기 등은 보일러, 증기관, 배기관 등 고열부의 바로 위 또는 인접하여 설치하여서는 아니 된다.
   (3) 연료유 탱크와 보일러와의 거리에 대하여는 **5장 134.**의 2항에 따른다.
   (4) 연료유관은 고열부 및 전기기기 가까이 배관하여서는 아니 되며, 부득이한 경우에는 관의 이음부가 이들의 근처에 없도록 하고 관은 밝고 잘 보이는 곳에 배관하여야 한다.
   (5) 연료유탱크의 밸브, 콕 및 기타의 부착품은 외부로부터 손상을 받을 염려가 없는 안전한 곳에 붙여야 한다.
   (6) 기관실 또는 보일러실 내의 연료유장치의 밸브 및 콕은 바닥판 상의 쉽게 접근할 수 있는 곳에서 조작할 수 있어야 한다.

3. 연료유관 및 관부착품

(1) 연료유관은 강재이어야 하며, 설계압력이 1 MPa 를 넘고 설계온도가 60 °C를 넘는 연료유관은 이음매 없는 강관 또는 승인된 제조법에 따라 제조된 강관이어야 한다.

(2) 설계압력이 1 MPa 를 넘고 설계온도가 60 °C를 넘는 연료유관에 사용하는 밸브 및 관부착품은 한국산업규격의 사용기준에 따라서 호칭압력이 1.6MPa 이상의 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 하며, 이송관, 흡입관 및 기타의 저압 연료유관에는 호칭압력 0.5 MPa 이상의 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

(3) 관 플랜지의 이음에 사용되는 패킹은 내유성 및 내열성의 것으로 가능한 한 얇은 것을 사용하여야 한다.

(4) 내연기관의 연료유 고압분사관 또는 보일러의 버너를 연결하는 짧은 관의 접속이 유니온 이음일 경우에는 원추형 또는 구면형의 금속접촉 구조인 견고한 구조로 하여야 한다.

(5) 연료유관은 실행가능한 한 고온부, 기기의 공기흡입구 또는 기타의 발화원으로 기름이 누설되어 비산되거나 흘러가지 않도록 스크린 등을 부착하여 적절하게 차단하여야 하며, 이러한 배관장치 상의 이음매의 수는 최소한으로 하여야 한다. **【지침 참조】**

4. 기름받이 및 드레인 설비 【지침 참조】

(1) 세틀링탱크 및 서비스탱크 등의 연료유탱크, 보일러 분연장치, 연료유 펌프, 연료유 여과기 및 기타의 개방할 필요가 있는 연료유장치의 기기 밑에는 충분한 깊이의 금속제 기름받이를 설치하여야 한다.

(2) 연료유 세틀링탱크 및 서비스탱크에는 탱크의 가장 낮은 곳에 드레인 밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.

(3) 연료유탱크에 설치된 드레인 밸브 또는 콕은 모두 자동폐쇄식이어야 한다.

(4) (1)호의 기름받이에 누설된 기름 및 (2)호의 드레인 밸브에서 배출되는 드레인은 넘침관 장치의 일부를 구성하지 않는 적절한 기름 드레인탱크에 유도되어야 한다.

(5) (4)호의 드레인탱크의 연료유 드레인은 적절한 방법으로 처리될 수 있도록 장치하여야 한다.

5. 연료유탱크의 구조 선체의 일부를 구성하지 아니하는 모든 연료유탱크는 내부를 검사하거나 소제하기 쉬운 구조로 하고, 사용하는 강판의 두께는 5 mm 이상이어야 한다. 다만, 소형탱크에 있어서는 3 mm 까지 감소할 수 있다. **【지침 참조】**

6. 연료유탱크의 주입관

(1) 연료유탱크의 선외로부터의 주입관은 전용의 것으로서 가능한 한 갑판상에 유도하여야 하며, 그 개구단에는 견고한 덮개로써 밀폐되도록 장치하여야 한다.

(2) 연료유탱크의 주입관이 연료유탱크의 정부 또는 이와 근접하여 설치되어 있지 아니한 경우에는 연료유탱크에 직접 부착되는 체크밸브를 설치하거나 **8편 2장 102. 3**항 (4)호에 규정한 원격폐쇄장치를 갖는 밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.

(3) (1)호의 규정에도 불구하고, 연료유 주입관이 흡입관에 연결되어 있는 경우, 주입관측에 스톱밸브를 설치하여야 한다. 또한, 이중저보다 상부에 위치한 탱크로서 당해 탱크의 주입관을 통하여 연료유가 다른 연료유탱크로 흘러가서 측심관 등과 같은 개구단으로 넘칠 우려가 있을 경우에는 체크밸브를 추가로 설치하여야 한다.

7. 연료유탱크로부터의 흡입관

(1) 이중저탱크로부터 연료유를 흡입하는 모든 관에는 기관실 내에서 조작할 수 있는 밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.

(2) **8편 2장 102. 3**항 (4)호의 규정에도 적합하여야 한다.

8. 연료유 펌프

(1) 연료유 펌프의 흡입측 및 토출측에는 각각 밸브 또는 콕을 설치하여 어느 펌프도 개방을 위하여 차단될 수 있어야 한다.

(2) 설계압력을 넘을 가능성이 있는 모든 연료유 펌프의 토출측에는 도출밸브를 설치하고, 도출된 기름이 펌프의 흡입측에 유도되도록 장치하여야 한다. 다만, 관장치가 설계압력을 초과하지 않도록 설계된 경우, 원심펌프에 대하여는 도출밸브를 생략할 수 있다.

(3) 연료유 이송펌프, 연료유 분연펌프, 연료밸브 냉각유 펌프 등의 연료유 펌프 및 연료유 청정기를 구동하는 원동기는 화재발생시 설치된 장소 및 그 이외의 구획의 항상 접근할 수 있는 장소로부터 정지시킬 수 있어야 한다.

9. 연료유 이송펌프 【지침 참조】

(1) 동력펌프로서 연료유 세틀링탱크 및 서비스탱크에 연료유를 이송할 필요가 있는 선박에는 적어도 2대의 독립동력에 의하여 구동되는 연료유 펌프를 설치하고, 즉시 사용할 수 있도록 장치하여야 한다. 다만, 소형선박에서는 2대 중 1대를 적절한 용량의 수동펌프로써 대용할 수 있다.

(2) 다른 목적에 사용되는 독립동력에 의하여 구동되는 연료유 펌프를 연료유 이송에 이용할 수 있는 경우에는 이 펌프를 연료유 이송펌프로 볼 수 있다.

10. 배관 【지침 참조】

(1) 연료유관은 가능한 한 다른 관과 별도로 배관하여야 한다. 만일 부득이 겸용할 경우에는 예기치 못한 사이에 서로 섞이는 일이 없도록 장치하여야 한다.

(2) 연료유와 평형수를 겸용으로 싣는 구획을 갖는 선박에서는 한 구획에서 평형수를 배출하는 중에는 다른 구획의 기름을 흡입할 수 있도록 배관하여야 한다. 다만, 보통의 항해상태에서 각 탱크로 12시간을 항해할 수 있는 양의 연료유 서비스탱크 또는 세틀링탱크를 갖는 선박에서는 그러하지 아니한다.

(3) 연료유관은 화물유탱크 또는 슬롭탱크를 통과할 수 없으며, 이들 탱크용의 관과 연결하여서도 아니 된다.

11. 연료유 가열기

(1) 연료유탱크 내의 가열장치

(가) 인화점

서비스탱크, 세틀링탱크 및 연료유 공급장치에 있는 모든 기타 탱크의 연료유를 가열하는 경우에는 다음의 배치에 적합하여야 한다. 다만, 다음 요건을 만족하지 않는 경우에는, 저장탱크에 있는 연료유는 인화점보다 10 °C 낮은 온도(인화점 - 10 °C) 이상으로 가열하여서는 아니 된다.

(a) 이러한 탱크의 공기관의 길이 또는 냉각장치가 공기 개구단에서의 온도를 60°C 이하로 충분히 냉각하거나 공기관의 출구를 점화원으로부터 적어도 3 m 이상 떨어진 위치에 설치하여야 한다.

(b) 공기관에는 플레임스크린을 설치하여야 한다.

(c) 기관구역으로 유도되는 연료유탱크의 유증기구역에는 볼트로 체결된 맨홀을 제외한 개구가 있어서는 아니 된다.

(d) 공작실, 거주구역 등의 밀폐된 구역은 연료유탱크의 바로 위에 위치하여서는 아니 된다. 다만, 통풍이 이루어지는 코퍼댐은 예외로 한다.

(e) 그 탱크의 증기가 있는 구역에는 승인된 본질안전형이 아닌 전기설비를 설치하여서는 아니 된다.

(나) 연료유 온도제어

기관구역 내에 위치하는 것으로서 가열되는 모든 연료유탱크에는 온도표시장치를 설치하여야 한다. (가)의 요건에 따라 연료유가 과열되는 것을 방지하기 위하여 온도제어장치를 갖추어야 한다. 다만, 전기가열장치의 경우에는 자동으로 제어할 수 있어야 한다.

(다) 가열매체의 온도

가열매체(증기, 열매체유, 기름 등)를 이용하여 가열을 하는 경우, 모든 매체의 고온을 알리는 고온경보장치를 설치하여야 한다. 가열매체의 최대온도가 220 °C를 초과하지 않는 경우에는 이 경보장치를 생략할 수 있다.

(라) 증기가열장치

증기를 이용한 가열코일로 연료유탱크를 가열하는 경우, 보일러급수의 오염을 방지하기 위하여 증기 응축수 회송관은 검유탱크 또는 증기관장치로 기름이 누설된 것을 탐지할 수 있는 기타 승인된 장치로 유도하여야 한다.

(마) 전기가열장치

(a) 전기가열장치를 설치한 경우, 가열 엘리먼트는 운전 중에 항상 연료유 속에 잠겨있도록 배치하여야 하며 가열 엘리먼트 표면의 온도가 220 °C를 초과하는 것을 방지하기 위하여 안전스위치를 설치하여야 한다. 이 안전스위치는 (나)에서 규정하고 있는 온도제어장치와는 별개의 것이어야 한다. 또한, 이 안전스위치는 과도한 온도 상승시 급전을 차단하고 수동으로 복귀하는 것이어야 한다.

(b) 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고 이중저 및 디프탱크에는 전기가열장치를 설치하여서는 아니 된다.

(바) UMA선 및 CMA선

가열장치가 설치되어 있는 연료유탱크는 집중제어실에 다음의 경보장치를 설치하여야 한다.

(a) 서비스탱크 및 세틀링탱크 내의 가열된 연료유에 대한 고온경보장치 및 온도표시기

(b) 가열매체의 최대온도가 220 °C를 초과하는 경우, 연료유탱크의 가열매체(증기, 열매체유, 기름 등)에 대한 고온경보장치

(2) 가열기

(가) 연료유 온도제어

모든 가열기에는 연료유 온도표시기 및 온도제어장치를 설치하여야 한다.

(나) 가열매체 및 전기가열장치

연료유 가열기에는 (1)호 (다), (라) 및 (마) (a)의 요건을 적용한다.

(다) 도출밸브

가열기의 연료유측에는 도출밸브를 설치하여야 하며, 도출밸브에서 분출된 연료유는 안전한 장소로 유도하여야 한다.

(라) UMA선 및 CMA선

집중제어실에는 연료유 가열기에 대한 다음의 경보장치를 설치하여야 한다.

(a) 연료유 고온(또는 저점도) 경보장치

(b) 가열매체의 최대온도가 220 °C를 초과하는 경우, 연료유 가열기의 가열매체(증기, 열매체유, 기름 등)에 대한 고온경보

12. 연료유 냉각장치(예: Chiller Unit 등)가 설치되는 경우, 적어도 2대의 독립동력에 의하여 구동되는 냉각펌프가 설치되어야 한다.

13. **조리실의 기름탱크** 조리실에 사용되는 기름탱크는 조리실 구역 내에 설치하여서는 아니 되며, 승인된 주입관 및 공기관을 장치하여야 한다. 또한, 탱크로부터 버너로 연결된 연료유 공급관에는 조리실 구역에 화재가 발생하여도 쉽게 접근하여 폐쇄할 수 있는 장소에 차단밸브를 설치하여야 한다.

14. **연료유 서비스탱크** 추진장치 및 중요보기를 위한 연료유 서비스탱크는 연료유 종류별로 2 개 이상 설치하거나 동등의 배치이어야 한다. 이 연료유 서비스탱크 각각의 용량은 주추진장치의 연속최대출력 및 해상에서의 발전장치, 보일러의 정상운전부하에서 8 시간 이상동안 작동시킬 수 있어야 한다. **【지침 참조】**

902. 보일러의 분연장치 【지침 참조】

1. **분연장치**

(1) 주 보일러에서 연료유를 압력분사할 경우에는 연료유 가열기, 분연펌프 및 흡입측과 토출측의 여과기로 구성된 분연장치를 적어도 2조 설치하고, 이들 중 1조가 고장이 난 경우에도 소요증기량을 얻는데 충분한 연료유를 공급할 수 있도록 하여야 한다.

(2) 중요보조 보일러 및 주기관의 운전에 필요한 연료유 가열기 또는 상시 가열을 필요로하는 화물의 가열기에 증기를 공급하는 보조 보일러는 전 (1)호에 따라 분연장치를 설치하여야 한다. 다만, 당해장치가 고장난 경우에도 통상항해 및 화물의 가열에 지장이 없도록 배기가스 이코노마이저, 가열설비, 보조기기 등 대체설비를 설치한 경우 또는 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 분연장치를 1조로 할 수 있다.

2. **중력에 의한 분연장치** 주 보일러 및 중요 보조 보일러에서 연료유가 중력에 따라 분유버너에 공급되는 경우에 연료유 여과기는 여과기를 소제하는 동안에도 여과된 기름을 계속 급유할 수 있도록 장치하여야 한다.

3. **냉시동 장치** 주 보일러 및 중요보조 보일러에는 적절한 냉시동 장치를 설치하여야 하며, 이 장치에 필요한 동력은 선외로부터 공급되는 것이어서는 아니 된다.

4. **분유 버너**

(1) 보일러의 버너는 연료유의 공급을 차단하지 아니하면 떼어낼 수 없어야 하며, 정확히 부착하지 아니하면 연료유를 공급할 수 없도록 장치하여야 한다.

(2) 보일러의 연소실에 배기가스와 연료유를 교대로 사용할 경우에는 배기가스를 차단하지 아니하면 연료유를 공급할 수 없는 장치를 배기가스 입구관에 설치하여야 한다.

5. **분연펌프의 배관** 분연펌프의 연료유관 계통은 연료유 이외의 관계통과 연결하여서는 아니 된다.

6. **자동연소장치** 자동제어되는 연소장치에 대하여는 **6편 2장**의 규정에도 적합하여야 한다.

903. 내연기관의 연료유 공급장치 【지침 참조】

1. **연료유 공급펌프**

(1) 주기관 및 중요보조기관에는 기관의 연속 최대출력시에 있어서 충분한 양을 공급할 수 있는 주연료유 공급펌프 이외에 통상 항해에 지장을 주지 아니하는 양을 공급할 수 있는 독립구동의 예비연료유 공급펌프를 설치하여야 한다.

(2) 다른 목적에 사용되는 것으로서 독립동력에 의하여 구동되는 적절한 연료유 펌프를 예비연료유 공급펌프로서 이용할 수 있는 경우에는 이 펌프를 예비연료유 공급펌프로 볼 수 있다.

(3) 2대의 중요보조기관이 설치되고 각각 전용의 연료유 공급펌프가 각각 설치되어 있는 경우에는 예비연료유 공급펌프를 생략할 수 있다.

(4) 연속 최대출력이 368 kW 이하의 기관으로서 주연료유 공급펌프가 기관에 부착되어 있는 경우에는 예비연료유 공급펌프를 생략할 수 있다.

(5) 주연료유 공급펌프는 기관 또는 독립동력에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있으나, 예비연료유 공급펌프는 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다.

(6) 주기관을 2 대 이상 가지며 각각의 주기관에 주연료유 공급펌프가 내장되어 있는 경우, 1 대의 기관이 정지하여도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우에는 공용의 것으로 펌프완비품 1 대를 비치하는 것으로 예비연료유 공급펌

프를 생략할 수 있다.

2. **연료유 여과기**
   (1) 내연기관의 연료유 공급관에는 연료유 여과기를 설치하여야 한다. 이 여과기는 연료유가 누설하였을 때 연료유가 배기 매니폴드에 비산하지 않는 위치에 설치하여야 한다.
   (2) 주기관의 여과기는 청소 중에도 여과된 기름을 계속하여 공급할 수 있도록 장치하여야 한다.
3. **연료유 가열장치 및 연료유 청정장치** 연료에 저질유를 사용하는 경우에는 적절한 연료유 가열장치 및 연료유 청정장치를 설치하여야 한다.

제 10 절 열매체유장치

1001. 적용

1. 열매체유 관장치는 201., 901.의 2항, 4항, 6항 (2)호, 7항 및 8항 (1)호의 규정에 적합하여야 한다.
2. 이절의 규정에 추가하여, 8편 2장 104.의 규정에도 적합하여야 한다.

1002. 열매체유 관장치

1. 팽창탱크에는 승인된 액면 지시장치를 설치하여야 한다.
2. 순환펌프는 토출측 및 흡입측의 적절한 장소에 압력계를 설치하여야 한다.
3. 열매체유 가열기의 입구 및 출구 밸브는 가열기가 설치된 구역 밖에서 제어할 수 있어야 한다. 다만, 계통 내에 포함되어 있는 열매체유를 수집탱크로 신속하게 중력배출하는 설비로 대체할 수 있다.

1003. 열매체유장치의 펌프 【지침 참조】

1. 중요한 용도에 사용되는 열매체유장치의 순환펌프 및 분연펌프는 각각 2대 이상 설치하여야 한다. 다만, 분연펌프가 고장난 경우에도 화물의 가열 및 통상항해에 지장을 주지 않는 다른 설비가 설치된 경우에는 분연펌프를 1대로 할 수 있다.
2. 순환펌프는 열매체유 가열기를 설치한 장소 이외의 적절한 장소에서도 정지시킬 수 있는 것이어야 한다.

1004. 인화점 60 °C 미만의 액체 화물 가열

1. 인화점 60 °C 미만의 액체 화물 가열은 전적으로 화물지역 내에만 위치하는 독립된 2차 계통에 의하여 이루어지도록 배치하여야 한다. 다만, 다음의 조건을 모두 만족하는 경우, 단일 순환 계통을 허용할 수 있다.
   (1) 순환펌프가 작동하지 않을 때 코일 내의 정압은 화물의 정적 수두보다 최소한 3 m 를 초과하는 수두가 되도록 시스템을 배치하여야 한다.
   (2) 열매체유장치의 팽창탱크에는 고액면 및 저액면 경보장치를 부착하여야 한다.
   (3) 열매체유장치의 팽창탱크에는 가연성 화물증기의 탐지 수단을 마련하여야 한다. 휴대식 장비도 허용된다.
   (4) 각각의 가열 코일에 대한 밸브에는 코일이 항상 열매체유의 정적 압력을 받도록 잠금장치를 설치하여야 한다.

제 11 절 압축공기장치

1101. 시동장치 【지침 참조】

1. 주 공기탱크의 수 및 용량

(1) 주기관의 시동에 압축공기를 필요로 하는 선박에는 적어도 2 개의 주 공기탱크를 설치하고 쉽게 교대하여 사용할 수 있어야 하며, 이들의 용량은 가능한 한 같은 것이어야 한다.

(2) 주 공기탱크의 합계용량은 도중에 보충하는 일이 없이 냉각상태에서 시동준비가 완료된 기관을 주기관이 역전식인 경우에는 전·후진 방향을 교대로 시동하여 12 회 이상, 비역전식인 경우에는 6 회 이상을 연속 시동할 수 있어야 한다.

(3) 보조기관의 시동에 압축공기를 필요로 하는 선박에는 냉각상태에서 시동준비가 완료된 각 보조기관을 3회 시동하는데 충분한 용량의 독립된 보조공기탱크 2 개를 설치하거나 주 공기탱크의 압축공기를 독립된 배관에 의하여 공급하여야 한다. 보조공기탱크를 1 개만 설치하는 경우에는 시동공기관은 주 공기탱크와 연결하여야 한다.

(4) 보조기관의 시동에 주 공기탱크의 압축공기를 이용하는 경우, 주 공기탱크의 합계용량은 전 (2)호 및 (3)호에서 규정하는 회수만큼 시동할 수 있는 용량과 기관의 제어, 기적 등의 용도로 소모되는 양을 합한 것 이상이어야 한다.

(5) 주기관의 수가 2대 이상일 경우, 각 기관의 시동횟수는 우리 선급이 특별히 정하는 바에 따른다.

2. 공기압축기의 수 및 용량

(1) 주기관의 시동에 압축공기를 필요로 하는 선박에는 적어도 2 대의 공기압축기를 비치하고 어느 공기탱크에도 충기할 수 있도록 장치하여야 한다.

(2) 이 공기압축기중 적어도 1 대는 주기관 이외의 동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다. 다만, 소형기관으로 실린더에 충기밸브를 장비하였을 경우에는 이 충기밸브를 주기관 구동의 압축기로 볼 수 있다.

(3) 공기압축기의 합계용량은 대기압 상태로부터 적어도 1 시간 이내에 1항에서 규정하는 용량의 압축공기를 공기탱크에 충기할 수 있어야 한다.

3. 비상공기압축기

(1) 2항에서 규정하는 공기압축기를 구동하는 원동기가 시동에 압축공기를 필요로 하는 경우에는 별도로 독립동력에 의하여 구동되는 비상용 공기압축기를 장비하여야 한다.

(2) 비상용 공기압축기의 원동기는 시동에 압축공기를 필요로 하는 것이어서는 아니 된다.

(3) 비상용 공기압축기의 용량은 2항에서 규정하는 공기압축기의 원동기를 시동하는데 충분한 공기량을 탱크에 충기할 수 있어야 한다. 이 경우, 원동기의 시동을 위하여 별도로 비상용의 공기탱크를 장비할 수도 있다.

(4) 공기압축기를 구동하는 원동기가 소형일 경우에는 비상용 공기압축기는 수동의 압축기로 대신할 수 있다.

4. 시동 공기관 장치

(1) 시동용 공기압축기로부터의 공기토출관은 시동용공기탱크에 직접 유도되어야 한다.

(2) 공기탱크로부터 주기관 또는 보조기관까지의 시동공기관은 시동 공기탱크의 충기관과는 완전히 분리되어야 한다.

1102. 구조 및 안전장치

1. 공기압축기의 구조, 재료, 강도 및 안전장치

(1) 공기압축기의 공기흡입구는 가능한 한 압축공기에 유분이 적게 혼입되도록 배치하여야 한다.

(2) 공기압축기의 공기 냉각기는 쉽게 개방하여 검사할 수 있는 구조의 것이어야 한다.

(3) 공기압축기의 축 및 주요부분의 재료는 101.의 5항 (1)호에 따른다.

(4) 공기압축기의 크랭크축 강도는 **지침** 1102.에 따르고 크랭크축 이외의 축 강도는 101.의 5항 (2)호에 따른다.
【지침 참조】

(5) 공기압축기의 실린더에는 실린더 내의 압력이 설계압력을 넘지 않도록 도출밸브를 설치하여야 한다.

2. 공기탱크의 안전장치 및 배치

(1) 공기탱크의 압력도출장치 및 기타 부착품에 대하여는 5장 317.의 규정에 적합하여야 한다.

(2) 공기탱크는 내부를 검사하거나 청소하는데 적당한 구조 및 배치의 것으로서 선박이 경사하여도 유효하게 응결수를 배출할 수 있는 장치를 적절한 위치에 설치하여야 한다.

(3) 공기탱크에는 취급자가 보기 쉬운 위치에 압력계를 설치하여야 한다.

제 12 절 냉동장치

1201. 일반사항 【지침 참조】

1. 적용

(1) 이 절의 규정은 아래의 냉매를 1차냉매로 사용하고 냉동 등에 사용되는 냉동사이클을 형성하는 화물을 싣는 냉장창의 냉동장치에 적용한다. 다만, 압축기가 7.5 kW 이하인 냉동장치 및 아래의 냉매 외에 다른 1차냉매를 사용하는 냉동장치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

R 22 : $CHClF_2$
R 134*a* : CH_2FCF_3
R 404*A* : *R* 125/*R* 143*a*/*R* 134*a* (44/52/4 *wt*%) $CHF_2CF_3/CH_3CF_3/CH_2FCF_3$
R 407*C* : *R* 32/*R* 125/*R* 134*a*(23/25/52 *wt*%) $CH_2F_2/CHF_2CF_3/CH_2FCF_3$
R 410*A* : *R* 32/*R* 125 (50/50 *wt*%) CH_2F_2/CHF_2CF_3
R 507*A* : *R* 125/*R* 143*a*(50/50 *wt*%) CHF_2CF_3/CH_3CF_3

(2) 이 절에서 특별히 정하는 사항에 대하여는 **5장** 및 **6장**의 규정에 관계없이 이 절의 규정을 적용한다.

1202. 냉동장치의 설계

1. **일반사항** 냉동장치에 사용하는 압력용기 및 관장치의 설계압력과 관의 분류는 다음과 같다.

(1) 냉동장치에 사용하고 냉매의 압력을 받는 압력용기 및 관장치의 설계압력은 냉매의 종류에 따른 **표 5.6.15**에 있는 압력보다 커야 한다.

(2) **표 5.6.15**에 규정된 냉매에 사용하는 관은 3급관으로 한다.

표 5.6.15 냉동장치에 사용하는 압력용기 및 관장치의 설계압력

냉매의 종류	고압측(MPa)(1)	저압측(MPa)(2)
R 22	1.9	1.5
R 134*a*	1.4	1.1
R 404*A*	2.5	2.0
R 407*C*	2.4	1.9
R 410*A*	3.3	2.6
R 507*A*	2.5	2.0

(비고)
(1) 고압측 : 압축기의 토출측으로부터 팽창밸브까지의 압력부
(2) 저압측 : 팽창밸브 다음에서 압축기의 흡입밸브까지의 압력부. 다단압축시스템을 채용하는 경우에는 저단토출측에서 고단흡입측까지의 압력부를 포함한다.

2. **설치장소** 냉동장치가 있는 구획에는 유효한 배수 및 통풍장치를 설치하여야 하며, 인접하고 있는 냉장창과는 기밀격벽으로 분리시켜야 한다.

3. 재료

(1) 냉동장치에 사용하는 재료는 냉매의 종류, 설계압력, 최저사용온도 등의 조건에 따라 적당한 것으로 하여야 한다.

(2) 1차냉매관, 밸브 및 관부착품에 사용하는 재료는 **1202.**의 **1**항 (2)호에 규정되어 있는 관장치의 분류에 따르고 **102.**의 **1**항 내지 **5**항 및 **103.**의 **1항** 내지 **5**항의 요건을 준수하여야 한다.

(3) 냉매의 압력(응축기, 리시버 및 기타 압력용기)을 받는 압력용기에 사용하는 재료는 **5장 302.**에 규정 하는 압력용기의 분류에 따르고 **5장 3절**의 **303.** 내지 **307.**의 요건을 준수하여야 한다.

(4) 냉매압축기의 주요부분에 사용하는 재료는 **101.**의 **5**항 (1)호에 따른다.

(5) 냉동장치에 있어서 다음의 재료를 사용하여서는 아니 된다.

(가) 1차냉매와 직접 접촉하는 부분에 있어서는 마그네슘을 2 % 넘게 함유한 알루미늄합금

(나) 일상적으로 물에 접촉하는 부분에 있어서는 순도가 99.7 % 미만의 알루미늄(다만, 방식처리를 시행한 경우는 제외한다.)

(6) 주철제 밸브류의 사용제한은 **표 5.6.16**에 따라야 한다. **표 5.6.16**에 따라 사용할 수 있는 경우에 있어서도 설계온도가 0 °C 미만 또는 220 °C를 넘는 경우에는 이 밸브를 사용하여서는 아니 된다. 다만, 관의 정상적인 사용압력이 설계압력의 1/2.5 이하인 경우에는 -50 °C까지 사용할 수 있다.

표 5.6.16 주철제 밸브류의 사용제한

용도	재료	적용
스톱밸브	*KS D* 4301의 *GC* 100, *GC* 150, *GC 200* 또는 상당재료	사용하여서는 아니 된다.
	KS D 4301의 *GC* 250, *GC* 300, *GC* 350 *KS D* 4302 또는 상당재료	1) 설계압력이 1.6 MPa 이하의 것으로 사용할 수 있다. 2) 설계압력이 1.6 MPa을 넘고 2.6 MPa 이하의 것으로, 호칭지름이 100 *A* 이하이고 설계온도가 150 °C 이하의 것에 한하여 사용할 수 있다.
도출밸브	*KS D* 4301, *D* 4302 또는 상당재료	사용하여서는 아니 된다.
자동제어 밸브	*KS D* 4301의 *GC* 100, *GC* 150, *GC* 200 또는 상당재료	사용하여서는 아니 된다.
	KS D 4301의 *GC* 250, *GC* 300, *GC* 350 또는 상당재료	1) 설계압력이 1.6 MPa 이하의 것으로 사용할 수 있다. 2) 설계압력이 1.6 MPa 을 넘고 2.6 MPa 이하의 것으로, 호칭지름이 100 *A* 이하이고 설계온도가 150 °C 이하의 것에 한하여 사용할 수 있다.
	KS D 4302 또는 상당재료	설계압력이 3.2 MPa을 넘는 것에는 사용할 수 없다.

4. 압력도출장치

(1) 압축기에는 실린더와 가스 토출측 스톱밸브의 사이에 도출밸브를 설치하여 도출된 가스를 압축기의 흡입측으로 유도하는 설비를 갖추어야 한다. 다만, 냉동기기에 사용하는 동력이 11 kW 이하인 압축기에는 상기의 안전장치 대신에 압력제어스위치를 설치할 수 있다.

(2) 1차냉매를 저장하며 외부에서 차단할 수 있는 압력용기에는 도출밸브를 갖추어 도출된 가스를 갑판상의 안전한 장소에서 대기로 방출하거나 냉매계통의 저압측으로 유도하여야 한다.

(3) 1차냉매의 고압부에 설치된 도출밸브로부터 도출된 가스를 대기로 방출하기 전에 저압부로 유도하는 경우, 배압에 의해 도출밸브의 작동이 저해되지 않도록 하여야 한다.

(4) 응축기의 냉각수측과 증발기의 브라인측에는 도출밸브를 설치하여야 한다. 다만, 이들에 사용하는 펌프의 압력이 설계압력을 초과하지 않는 구조인 경우에는 도출밸브를 설치하지 않을 수 있다.

1203. 시험

1. 공장시험 냉동장치는 다음의 시험을 실시하여야 한다.

(1) 1차냉매의 압력을 받는 압력용기는 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 실시하고 설계압력과 동등한 압력으로 기밀시험을 실시하여야 한다.

(2) 냉동기 압축기의 실린더 및 크랭크실은 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 실시하고 설계압력과 동등한 압력으로 기밀시험을 실시하여야 한다.

2. 설치후 선내시험 선내 설치후 1차냉매의 압력에 노출되는 관장치는 설계압력의 90 % 압력으로 누설시험을 실시하여야 한다.

제 13 절 유압장치 *(2017)*

1301. 일반사항

1. 적용

(1) 이 절의 규정은 윈들러스, 윈치, 갑판 크레인, 선수 또는 선측 스러스터, 스태빌라이저, 밸브(밸러스트, 화물유 관계) 등 개폐장치, 수밀문 개폐장치, 창구 덮개 개폐장치, 현문 개폐장치 및 우리 선급이 중요하다고 인정하는 기기에 사용하는 유압장치에 대하여 적용한다.

(2) 이 절의 규정에 추가하여 규칙 **8편 2장 1절**의 해당 규정에도 만족하여야 한다.

(3) 동력구동의 조타장치용 유압관장치는 7장의 해당 규정에 따른다.

1302. 유압 관장치의 설계

(1) 유압관은 윤활유관 이외에는 다른 모든 관과 별도로 배관하여야 한다.

(2) 사용압력이 1.5 MPa를 초과하는 유압 펌프 및 관련 장치를 포함한 유압 구동장치는 유출된 기름이 고온부, 전기장치 또는 기타 발화원에 접촉하지 않도록 가능한 한 분리된 구역 내에 위치하거나 적절한 차폐물로 보호되어야 한다.

(3) 과압이 발생할 수 있는 유압관 장치의 모든 부분에는 압력도출밸브가 설치되어야 한다. 이 도출밸브의 조정압력은 설계압력을 초과하여서는 아니 되며, 총도출능력은 조정압력의 110%를 초과하는 압력 상승이 발생하지 않는 것이어야 한다.

1303. 유압유 저장탱크

(1) 유압유 저장탱크는 탱크로부터 누설된 기름이 220℃ 이상인 고온부에 떨어져 화재나 폭발 위험이 생길 우려가 있는 장소에 설치되지 않아야 한다.

(2) 유압유 저장탱크의 공기관 및 측심장치에 대해서는 이 장 **2절**의 규정에 적합하여야 한다.

1304. 유압실린더 *(2018)*

1. 재료

(1) 유압실린더의 실린더 튜브, 피스톤 로드, 엔드 커버의 재료는 **2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(2) 조타장치(워터제트 추진장치 포함)에 사용되는 유압실린더의 재료(실린더 튜브, 피스톤 로드, 엔드 커버)는 **7장 401.**에 따라 선급기자재증서(KRC)를 발급 받아야 한다.

(3) 창구덮개, 수밀문, 크레인, 램프 등과 같이 조타장치 이외에 사용되는 유압실린더의 재료(실린더 튜브, 피스톤 로드, 엔드 커버)는 제조자증서(W)를 제출하여야 한다.

(4) 유압실린더의 재료(실린더 튜브, 피스톤 로드, 엔드커버)는 설계온도에서 샤르피 V-노치 충격시험의 가로방향 평균 흡수에너지가 27J 이상이어야 한다.

(5) 엔드 커버를 압연강재로 제작할 경우 **2편 1장 310.**에 따라 Z25 또는 그 이상의 두께방향 특성을 가져야 한다.

2. 설계

(1) 실린더 튜브의 두께는 **5장 309.**의 **표 5.5.15**에서 원통형 동판의 식에 의한 소요두께 이상이어야 한다.

(2) 엔드 커버의 두께는 **5장 110.**에 따른다.

(3) (1)호 및 (2)호의 적용에서 부식 예비두께는 1이 아닌 0.3으로 할 수 있으며 조타장치(워터제트 추진장치 포함) 타조작기의 유압실린더의 경우 허용응력 f는 **7장**에 따라야 한다.

(4) 다음 식에 해당되는 미는 힘을 가진 유압실린더는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 좌굴에 대하여 검토되어야 한다. 다만 수밀문 및 창구덮개의 작동용 및 클리트용의 경우 또는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 아래 식에 상관없이 좌굴에 대하여 검토되어야 한다. **【지침 참조】**

$$P \cdot D_i > 2{,}000$$

P : 설계압력 (MPa)
D_i : 실린더 튜브의 안지름 (mm)

1305. 유압식 축압기 *(2018)*

1. 유압식 축압기의 재료, 설계, 시험에 관한 요건은 **5장 3절** 압력용기의 규정에 따른다.
2. 시스템으로부터 격리된 각각의 축압기는 과열로 인한 과도한 압력을 방지하기 위하여 자체 도출밸브, 퓨즈플러그 또는 파열판으로 보호되어야 한다. 가스충전 시스템이 사용된 경우 축압기의 가스측에는 도출밸브로 보호되어야 한다.

1306. 시험 및 검사

1. 밸브 및 관장치의 시험 및 검사

(1) 제1급 및 2급 관장치에 사용되는 밸브, 관 및 관부착품은 도출밸브 조정압력의 1.5배 또는 도출밸브의 조정압력에 7 MPa을 더한 압력 중 작은 압력으로 수압시험을 실시하여야 한다.

2. 유압펌프, 유압모터 및 유압실린더의 시험 및 검사

(1) 유압펌프, 유압모터 및 유압실린더의 압력부분은 도출밸브 조정압력의 1.5배 또는 도출밸브의 조정압력에 7 MPa를 더한 압력 중 작은 압력으로 수압시험을 실시하여야 한다. **【지침 참조】**

3. 선내 설치후의 시험 및 검사

(1) 선내에 설치한 후 장치의 작동상태, 각종 안전장치의 작동 및 관장치의 사용상태에 있어서 누설이 없음을 확인하여야 한다.

제 14 절 시험 및 검사

1401. 보기의 시험

1. 수압시험

(1) 중요보기의 수압부는 가공 후 설계압력의 1.5 배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 시험압력은 0.2 MPa 미만으로 하여서는 아니 된다.

(2) **12절**의 적용을 받는 냉동기 압축기의 실린더 및 크랭크 케이스는 **9편 1장 102.**의 **5**항에 규정하는 압력의 1.5 배의 압력으로 수압시험을 하여야 하며, **9편 1장 102.**의 **5**항에 규정하는 압력으로 기밀시험을 하여야 한다.

2. 용량시험

(1) 펌프, 공기압축기, 송풍기, 팬(fan) 등과 같이 용량 확인이 필요한 보기는 설계조건(정격속도, 압력수두 및 점도 등)으로 용량시험을 제조자의 공장에서 실시하여야 한다. 다만, 우리 선급에 의하여 승인되고 만족스러운 사용실적이 있는 기기와 동일하게 설계된 경우에는 용량시험을 면제할 수 있다. **【지침 참조】**

1402. 밸브 및 관부착품의 수압시험 【지침 참조】

1. 제1급 및 제2급 관장치에 사용하는 밸브 및 관부착품은 제조 후 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 수압시험을 생략할 수 있다.
2. 만재흘수선 하부의 선체붙이밸브 및 콕은 제조후 0.5 MPa의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

1403. 연료유탱크의 수압시험

선체의 일부를 구성하지 아니하는 연료유탱크는 제조후 부착품과 함께 탱크 정판상 2.5 m 의 수두압력으로 수압시험을 하여야 한다. **【지침 참조】**

1404. 관의 가공에 대한 시험 【지침 참조】

1. **용접절차 인정시험** 공장에서 처음으로 제1급 및 제2급 관장치에 속하는 관 상호간, 관과 밸브, 관과 관부착품 등을 용접으로 연결하는 경우, 새로운 용접법을 채용할 경우 및 모재의 재질, 용접재료의 종류 또는 이음의 형식을 변경할 경우에는 공사에 관련하여 상세한 자료를 제출하여 승인을 받는 것 이외에 우리 선급이 요구하는 용접절차 인정시험을 하여 이에 합격하여야 한다. 다만, 검사원이 좋다고 인정하는 정도의 용접방법의 변경에 대하여는 규칙 **2편 2장 407.**에 따라 이 시험을 생략할 수 있다.
2. **비파괴시험**

(1) 제1급에 속하는 호칭지름 65 A 를 넘는 관의 맞대기이음 용접부에 대하여는 전방사선시험을 하여야 한다.

(2) 제1급에 속하는 호칭지름 65 A 이하의 관 및 제2급에 속하는 호칭지름 90 A 를 넘는 관의 맞대기이음 용접부에

대하여는 10 % 이상의 용접 길이에 대하여 부분 방사선 시험을 하여야 한다.

(3) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 재료의 종류, 용접절차, 제조 중의 관리 방법에 따라 보다 엄격한 요건을 적용할 수 있다. 동등한 용접 품질을 보증할 수 있는 조건으로 용접하는 경우로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 방사선검사 대신에 승인된 초음파 검사를 실시할 수 있다.

(4) 제1급에 속하는 관의 플랜지 필릿용접에 대하여는 자분 탐상시험 또는 그 외의 적절한 비파괴시험으로 시험을 하여야 한다. 기타의 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 자분탐상시험 또는 이와 동등한 비파괴시험을 요구할 수 있다.

(5) 우리 선급은 용접재료 또는 용접방법 등을 고려하여 특별한 시험을 요구할 수 있다.

(6) 방사선 시험에 대하여는 **5장 404.**의 3항 내지 5항에 따른다.

(7) 방사선 및 초음파검사는 자격을 갖는 시험자에 의하여 적절한 방법으로 실시하여야 한다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 방사선 및 초음파 검사 방법에 대한 상세를 승인용으로 제출하여야 한다.

(8) 자분탐상시험은 결함을 검출하기에 충분한 능력을 가진 적절한 장비 및 절차를 가지고 실시하여야 한다. 장비의 성능은 표준시험편(또는 자장지시계)을 이용하여 확인하여야 한다.

3. 수압시험

(1) 제1급/제2급에 속하는 모든 관과 증기관, 급수관, 압축공기관 및 연료유관으로서 설계압력이 0.35 *MPa* 을 넘는 것은 용접 접합된 부착품과 함께 도장이나 방열하기 전의 완전한 가공상태에서 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 관과 관 또는 관과 밸브와의 용접이음을 선내에서 행하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험으로 대신할 수 있다.

(2) 설계온도가 300 °C를 넘는 강관 및 용접 접합된 관부착품은 다음 식에 의하여 산출한 압력(P_h)으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 설계압력의 2 배를 넘을 필요는 없다.

$$P_h = 1.5\frac{\sigma_{100}}{\sigma}P \quad \text{(MPa)}$$

P : 설계압력 (MPa)
σ_{100}: 100 °C에서의 관 재료의 허용응력 (N/mm^2)
σ : 설계온도에서의 관 재료의 허용응력 (N/mm^2)

수압시험압력은 관의 굽힘부, T피스 등에 있어서 과대한 응력이 생길 염려가 있는 경우에는 설계압력의 1.5 배까지 감소할 수 있다.

(3) 어떠한 경우에도 수압시험에 의하여 관벽에 생기는 막응력이 시험온도에 있어서 관재료의 규격항복강도의 90 %를 넘어서는 아니 된다.

(4) 기술적인 이유로 인하여 선내에 조립하기 전에 모든 대상 부위에 대하여 수압시험을 수행하는 것이 불가능할 경우, 관장치의 모든 구간에 대하여 시험되지 않은 현장 마무리 조정관, 특히 마무리 용접부의 시험에 대한 제안서를 승인용으로 제출하여야 한다.

(5) (1)호의 관장치에 대한 수압시험을 선내 설치 후에 실시할 수도 있다. 이 경우, 용접 접합된 부착품과 함께 도장이나 방열하기 전의 완전한 가공상태에서 (1)호 또는 (2)호에 정해진 압력으로 시험하여야 하며 또한 **1405.**에서 요구하는 시험과 연계하여 실시할 수 있다.

(6) 용도에 따라 우리 선급이 인정하는 경우, 바깥지름이 작은 (15 mm 미만) 관의 압력시험은 면제될 수 있다.

1405. 선내 설치후의 시험

1. 관장치는 선내에 설치한 후 다음의 시험을 하여야 한다.

(1) 이 장에 규정한 모든 관장치는 사용상태에서 기기와 함께 효력시험을 실시하고 누설여부를 검사하여야 한다.

(2) 연료유 관장치 및 탱크 내의 가열관은 설계압력의 1.5 배 이상의 압력으로 압력시험을 하여야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 0.4 MPa 이상이어야 한다. **【지침 참조】** ⚓

제 7 장 조타장치

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 규정은 동력구동의 조타장치에 적용한다. 다만, 소형선에 대하여는 이 장 102., 103., 105., 301.의 3항 및 409.의 규정을 참작할 수 있다.
2. 수동의 조타장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 검사를 받고 이에 합격한 것이어야 한다.

102. 정의

1. 이 장에서 사용되는 용어의 정의는 다음에 따른다.
   (1) **주조타장치**라 함은 항해상태에서 선박을 조종하기 위하여 타를 유효하게 구동하는데 필요한 타조작기(rudder actuator), 조타장치의 동력장치 및 그 부속장치로서 타두재에 회전력을 주기 위한 장치(예 : 틸러) 등의 기계장치를 말한다.
   (2) **보조조타장치**라 함은 주조타장치가 손상된 경우에 필요한 장치로서 주조타장치의 부분과는 별개의 장치를 말한다. 다만, 틸러 및 이와 같은 목적으로 사용되는 부품(이하 **틸러 등**이라 한다.)은 주조타장치와 공통으로 사용할 수 있다.
   (3) **조타장치의 동력장치**(이하 **동력장치**라 한다.)라 함은 다음의 장치를 말한다.
      (가) 전동조타장치에 대하여는 전동기 및 부속전기설비 **【지침 참조】**
      (나) 전동유압조타장치에 대하여는 유압펌프 및 구동전동기와 이에 부속된 전기장치
      (다) (나) 이외의 유압식 조타장치에 대하여는 유압펌프 및 구동기관
   (4) **유압식 구동장치**라 함은 타두재에 회전력을 주기 위하여 설치된 동력장치, 유압관장치 및 타조작기를 말한다. 다만, 2대 이상의 유압식 구동장치를 설치한 경우 틸러 등의 기계부품은 공통으로 사용할 수 있다.
   (5) **타조작기**라 함은 타를 회전시키기 위하여 유압을 기계적 운동으로 직접 변환시키는 장치를 말한다.
   (6) **제어장치**라 함은 선교로부터 동력장치에 명령을 전달하는 장치를 말하며, 발신기, 수신기, 제어용 유압펌프 및 구동전동기, 전동기 제어기, 관장치, 전선 등이 포함된다.

103. 제출도면 및 자료

1. 제출할 도면 및 자료는 다음과 같다.
   (1) 도면
      (가) 조타장치 전체배치도
      (나) 틸러 등의 상세도
      (다) 동력장치의 조립도 및 상세도
      (라) 타조작기의 조립도 및 상세도
      (마) 유압관 선도
      (바) 제어장치의 배치도와 유압 및 전기계통도(경보장치 및 자동조타장치를 포함)
      (사) 대체 동력원의 배치도 및 계통도
      (아) 타각 지시기의 계통도
   (2) 자료
      (가) 요목표
      (나) 강도계산서
      (다) 취급설명서(동력장치 및 제어장치의 절환순서, 대체 동력원으로부터 동력자동공급의 자동제어를 나타낸 도면, 대체 동력원이 전용 동력원으로 된 경우에는 동력원의 종류, 요목, 조립도를 포함) **【지침 참조】**
      (라) 유압구동장치의 단일 고장시의 대책 설명서

104. 취급설명서의 게시

1. 동력구동의 조타장치를 비치한 선박의 선교 및 조타기실에는 동력장치 및 제어장치의 전환순서를 나타낸 선도가 그

려진 간단한 취급설명서를 게시하여야 한다.

2. 301.의 4항에 따른 시스템고장 경보장치가 설치된 경우, 경보 발생시의 비상대응방법에 관한 설명서를 선교에 게시하여야 한다. **【지침 참조】**

105. 관련규정

1. 유압식 구동장치에 어큐뮬레이터 등의 압력용기가 사용되는 경우, 이들의 강도는 **5장**의 규정에 적합하여야 한다.
2. 유압식 구동장치에 사용되는 유압관장치는 이 장 이외에 **6장**의 규정에도 적합하여야 한다.
3. 조타장치의 전기설비는 **6편 1장**의 규정에 적합하여야 한다.

106. 조타장치의 거치 *(2018)*

1. 조타장치의 거치에 수지촉(resin chock)을 사용할 경우 수지촉은 우리 선급의 형식승인을 받아야 하며 계산된 최대 축력에서 수지촉의 면압은 형식승인 시 승인된 값 이내이어야 한다. 배치 및 설치 절차는 수지촉 제조자의 권고에 따라야 한다.

제 2 절 조타장치의 성능 및 배치

201. 조타장치의 수 【지침 참조】

1. 별도로 정한 경우를 제외하고 선박에는 1조의 주조타장치 및 1조의 보조조타장치를 비치하여야 하며, 이들 중 어느 한 쪽의 고장으로 인하여 다른 쪽이 작동불능되지 않도록 배치하여야 한다.
2. 주조타장치로서 2개 이상의 동등한 능력을 갖는 동력장치를 비치하고 다음의 규정에 적합한 경우에는 보조조타장치를 생략할 수 있다.
   (1) 202.의 1항에 적합하도록 타를 회전시킬 수 있는 것. 이 경우, 모든 동력장치를 작동하여 타를 회전시켜도 된다. 다만, 여객선에서는 어느 하나의 동력장치가 작동하고 있지 아니한 경우에도 202.의 1항에 적합하도록 타를 조작할 수 있어야 한다.
   (2) 동력장치의 일부 또는 배관계통에 단일 손상이 생긴 후에도 조타능력을 유지 또는 신속히 회복시키기 위하여 손상부를 격리할 수 있도록 배치하여야 한다. 다만, 유압식 조타장치 이외의 것에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정한 것이어야 한다.

202. 주조타장치의 능력 【지침 참조】

1. 주조타장치는 선박이 만재흘수에서 **3편 1장 120.**에서 규정하는 속력으로 전진중 타를 한쪽 현 35°에서 다른 현 35°까지 조작할 수 있고 28초 이내에 한쪽 현 35°에서 다른 현 30°까지 타를 회전시키는데 충분한 것이어야 한다.
2. 1항의 규정을 만족하기 위하여 필요한 경우 또는 **4편 1장**의 규정에 따른 상부 타두재의 소요지름(대빙구조의 선박에 요구되는 지름의 증가분은 포함하지 않음. 이하 같음)이 120 mm 를 초과한 경우에는 동력구동의 것이어야 한다.
3. 선박이 최대 후진속력으로 후진하는 경우에도 손상되지 않도록 설계되어야 한다. 다만, 최대 후진속력에서 최대 타각의 조건으로 시운전을 행할 필요는 없다.

203. 보조조타장치의 능력 【지침 참조】

1. 보조조타장치는 선박이 만재흘수에서 **3편 1장 120.**에서 규정하는 속력의 1/2 또는 7 Knots 중 큰 쪽의 속력으로 전진중 60초 이내에 한 쪽 현 15°에서 다른 현 15°까지 타를 회전시키기에 충분한 것이어야 하며, 비상시에는 주조타장치로부터의 전환이 신속히 이루어질 수 있는 것이어야 한다.
2. 1항의 규정을 만족하기 위하여 필요한 경우 또는 **4편 1장**에서 규정한 상부타두재의 소요지름이 230 mm 를 초과하는 경우에는 동력구동의 것이어야 한다.

204. 배관

1. 유압관장치는 동력장치를 용이하게 전환하여 사용할 수 있도록 배치하여야 한다.
2. 유압식 구동장치의 형식 및 설계를 고려하여 작동유의 청정상태를 유지하기 위한 적절한 장치를 설치하여야 한다.
3. 유압식 구동장치는 필요에 따라 장치 내의 공기를 뺄 수 있는 장치를 비치하여야 한다.

4. 외부에서 밸브에 의해 차단되고 동력원 또는 외력에 의하여 과압이 생길 가능성이 있는 유압관 장치의 모든 부분에는 압력도출밸브를 설치하여야 한다. 이 도출밸브의 조정압력은 유압장치의 최고사용압력의 1.25배 이상이어야 하며 설계압력을 초과하여서는 아니 된다. 총도출능력은 펌프의 총토출용량의 110 % 이상이어야 하며 조정압력의 110 %를 초과하는 압력상승이 발생하지 아니하는 것이어야 한다. 이 경우, 사용온도에 대한 기름 점도의 영향을 고려하여야 한다.
5. 유압식 구동장치로부터 기름이 누설된 경우, 즉시 누설을 검지하기 위하여 유탱크에 저액면 경보장치를 설치하여야 하며 이 경보장치는 볼 수 있고 들을 수 있는 것으로 선교 및 주기관제어장소에 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
6. 주조타장치를 유압구동으로 하는 경우에는 유탱크를 포함하여 적어도 1조의 유압식 구동장치에 작동유를 재충전하기에 충분한 용량의 저장탱크를 설치하여야 한다. 이 저장탱크에는 유면계를 설치하여야 하며, 조타기실 내에서 용이하게 유압장치에 재충전할 수 있도록 고정배관을 하여야 한다. **【지침 참조】**
7. 2개 이상의 장치(동력 또는 제어)가 동시에 운전될 수 있도록 배치된 조타장치는 단일 고장에 의하여 발생되는 유압잠금(hydraulic locking)의 위험성이 고려되어야 한다.

205. 동력장치의 재시동 및 경보장치

1. 주 및 보조조타장치의 동력장치는 다음 규정에 적합하여야 한다.
(1) 동력의 공급이 정지된 후에 다시 회복되면 자동적으로 재기동되는 것이어야 한다.
(2) 조타장치의 동력장치는 선교에서 기동할 수 있는 것이어야 하며, 어느 한 대가 고장난 경우, 선교에 볼 수 있고 들을 수 있는 경보장치를 설치하여야 한다.

206. 대체 동력원 【지침 참조】

1. **4편 1장**에서 규정한 상부타두재의 소요지름이 230 mm 를 초과하는 경우에는 조타장치에 다음 규정에 따른 대체 동력이 공급되어야 한다.
(1) 대체 동력원은 다음 중 하나일 것
(가) 비상 전원
(나) 조타장치에만 사용되고 또한 조타기 구획 내에 설치된 독립 동력원
(2) 대체 동력원은 동력장치 및 해당 동력장치에 접속하는 제어계통과 타각지시기에 자동적으로 45초 이내에 대체 동력을 공급할 수 있는 것이어야 한다. 이 경우, 이 대체 동력원은 총톤수 10,000톤 이상인 선박에서는 적어도 30분간, 기타 선박에 있어서는 적어도 10분간 조타장치를 연속 작동하는데 충분한 용량인 것이어야 한다.
(3) 대체동력원에 의하여 구동되는 조타장치는 적어도 **203.**에서 규정하는 보조조타장치의 능력을 발휘할 수 있어야 한다.
(4) (1)호 (나)에서 정한 독립 동력원으로 사용하는 발전기 또는 펌프를 구동하는 원동기의 자동시동장치는 **6편 1장 203.**의 6항의 규정에 따라야 한다.

207. 전동 또는 전동유압식 조타장치의 전기설비 【지침 참조】

1. 이 장에서 2중으로 설치하도록 요구된 동력회로에 사용하는 케이블은 전장에 걸쳐 가능한 한 서로 떨어지게 하여야 한다.
2. 동력장치의 운전표시장치는 선교 및 주기관을 제어하는 장소에 설치하여야 한다.
3. 1개 이상 동력장치를 갖는 전동 또는 전동유압 조타장치는 주배전반으로부터 2조 이상의 전용 회로에 의하여 직접 급전되도록 하여야 한다. 다만, 그 중 1회로는 비상배전반을 경유할 수 있다.
4. 주조타장치 및 보조조타장치가 전동 또는 전동유압식인 경우, 보조조타장치에의 급전은 주조타장치의 급전 회로중 1회로로부터 할 수 있다. 급전회로는 해당 회로에 동시에 접속되고 동시에 운전되는 모든 전동기에 급전할 수 있는 충분한 용량이어야 한다.
5. 회로에는 단락보호장치를, 전동기에는 과부하 경보장치를 각각 설치하여야 한다. 이 경우, 과부하 경보는 가시가청인 것으로 주기관을 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.
6. 시동전류를 포함하는 과전류에 대한 보호장치가 설치된 경우, 이 보호장치는 전부하 전류의 2배 이상인 전류에 대하여 전동기 또는 회로를 보호하여야 하며 적절한 시동전류의 통과는 허용하여야 한다.
7. 3상교류식인 경우, 단상이 되면 경보를 발하는 장치를 비치하여야 한다. 이 경보는 가시가청인 것으로 주기관을 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.
8. 총톤수 1,600톤 미만인 선박으로서 **203.**의 규정에 따라 동력구동이 요구되는 보조조타장치가 전력구동이 아닌 경우

또는 주로 다른 용도에 사용하기 위한 전동기에 의해 구동되는 경우에는 주배전반으로부터 주조타장치에의 급전회로는 1조로 할 수 있다. 다만, 주로 다른 용도의 전동기에 의해 보조조타장치가 구동되는 경우에는 보조조타장치에 대하여 적용하는 205. 및 301.의 1항 (3)호에 적합하고, 우리 선급이 보호장치의 배치에 대하여 적절하다고 인정하는 경우에는 5항 내지 7항의 규정을 적용하지 아니한다.

208. 조타장치의 설치장소

1. 조타장치는 사람의 출입이 용이하고 가능한 한 기관구역과 분리된 둘러싸인 구역에 설치하여야 한다.
2. 조타기실에는 조타기 및 제어장치로 접근하기 위한 통로 및 작업용 공간을 설치하여야 한다. 이 경우, 기름이 누설된 경우에도 적절한 작업 환경을 확보하기 위하여 통로에는 손잡이 및 발판 또는 미끄럼방지판 배치를 강구하여야 한다.

209. 통신장치

선교와 조타기실 사이에는 통신장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

210. 타각 지시장치

1. 타각은 선교에 지시되어야 하며, 타각지시기는 제어장치와는 독립된 것이어야 한다.
2. 조타기실 내에서도 타각을 확인할 수 있어야 한다.

제 3 절 제어장치

301. 일반 【지침 참조】

1. 조타장치의 제어에 대해서는 다음 규정에 적합하여야 한다.
   (1) 주조타장치의 제어장치는 선교 및 조타기실에 설치하여야 한다.
   (2) 주조타장치가 201.의 2항에 따라 설치되는 경우에는 조타륜 또는 조타레버를 제외한 2조의 독립된 제어계통으로 구성하고, 각 계통은 선교에서 조작할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 제어계통이 유압 텔레모터로서 구성된 경우에는 제2의 독립제어계통을 설치할 필요는 없다.
   (3) 보조조타장치의 제어장치는 조타기실에 설치하여야 한다. 보조조타장치가 동력구동일 경우에는 선교에서도 조작할 수 있어야 하며, 주조타제어장치의 제어계통과는 독립된 것이어야 한다.
2. 주 및 보조조타장치를 선교에서 조작하도록 된 제어계통은 다음 규정에 따른다. *(2017)*
   (1) 전기적 제어계통인 경우, 그 계통은 조타기실 내의 조타장치 동력회로로부터 또는 조타장치 동력회로에 대한 급전개소에 근접한 위치에서 조타장치 동력회로에 급전하는 배전반 모선으로부터 각각 전용의 회로에 의해 직접 급전되어야 한다.
   (2) 조타기실에는 선교에서 조작할 수 있는 모든 제어계통을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
   (3) 제어계통은 선교에서 작동할 수 있어야 한다.
   (4) 제어계통의 급전회로는 단락보호장치만을 하여야 한다.
3. 이 장에서 2중 설치가 요구되는 제어계통에 사용하는 케이블 또는 관장치는 전장에 걸쳐 될 수 있는 한 서로 떨어지게 설치하여야 한다.
4. 2개 이상의 장치(동력 또는 제어)가 동시에 운전될 수 있도록 배치된 조타장치는 단일 고장에 의하여 발생되는 유압잠금(hydraulic locking)으로 인하여 조타기능이 상실될 우려가 있는 경우, 고장난 시스템을 식별하는 가시가청 경보장치를 선교에 설치하여야 한다.

302. 조타제어장치에 대한 고장 탐지 및 대응 *(2017)*

1. **고장 탐지**
   (1) 시스템의 성능저하 또는 작동 불능을 초래할 가능성이 높은 고장들은 감시되어야 하며, 적어도 다음의 고장 시나리오가 고려되어야 한다.
   (가) 전원 공급 상실
   (나) 교류 및 직류 회로의 지락사고
   (다) 명령과 피드백의 폐루프 시스템에서 루프고장(예: 단락, 단선, 지락사고)

(라) 데이터 통신 오류
(마) 프로그래머블 시스템 고장 (하드웨어 및 소프트웨어 고장)
(바) 유압 잠금
(사) 타 명령과 응답 사이의 편차. 실제 타의 위치가 페루프 제어시스템(예: 추종 제어 및 자동조타장치)의 허용된 제한 시간 내에 설정 값에 도달하지 못할 경우 편차에 대한 경보를 발하여야 한다. 편차에 대한 경보는 기계, 유압 또는 전기 고장이 원인이 될 수 있다.

(2) 탐지된 모든 고장은 항해선교에 가청경보와 개별 가시경보를 발하여야 한다.

2. **고장 시 시스템 대응** *(2021)*
타의 제어되지 않은 움직임을 일으킬 수 있는 고장(1항 (1)호에서 규정하는 고장 목록으로 제한되지 않음)은 명확히 식별되어야 한다. 이러한 고장을 탐지할 경우, 타는 수동 개입 없이 현재 위치에서 정지하거나 미드쉽(midship)/중립 위치로 돌아가야 한다.

303. 전환

자동조타장치를 설치한 선박의 조타장치는 자동조타에서 수동조타로 즉시 전환할 수 있는 것이어야 한다. **【지침 참조】**

제 4 절 조타장치의 재료, 구조 및 강도

401. 재료

1. 조타장치에 사용되는 재료는 결함이 없는 것으로서 사용조건에 적합한 것이어야 한다.
2. 타조작기의 실린더 및 하우징, 작동유의 압력을 받는 관장치 및 타두재에 회전력을 주기 위한 모든 부품의 재료는 연신율 12 % 이상이고 규격최소인장강도가 650 N/mm^2 이하로서 **2편 1장**의 규정에 적합한 강 또는 구상 흑연 주철품이어야 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받은 밸브 및 볼트류에 대하여는 이에 따르지 아니한다.
3. 틸러를 2개로 분할하여 볼트 조임하는 구조의 경우, 조임 볼트 및 회전 날개식 타조작기의 보스에 사용되는 날개 부착용 볼트의 재료는 **2편 1장**의 규정에 적합한 단강품 또는 압연품이어야 한다.
4. 2항부터 3항에서 규정하는 것 이외의 주요 부품에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다. **【지침 참조】**
5. 특히 우리 선급이 승인한 경우에는 2항부터 4항에서 정한 재료 이외의 것을 사용할 수 있다.

402. 용접

1. 유압구동장치의 부품이 용접구조의 경우, 이 용접부에는 용입불량 및 기타의 유해한 결함이 없어야 한다.
2. 유압구동장치의 내압을 받는 부품이 용접구조의 경우에는 용접부는 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다.

403. 조타장치의 구조일반

1. 조타장치는 충분한 강도를 갖는 신뢰성이 있는 것이어야 한다.
2. 조타장치의 주요한 부품은 국부응력집중을 고려하여 모양을 결정하여야 한다.
3. 유압구동장치에 사용되는 유압을 받는 조타장치부품은 저압측의 압력을 고려하여 202.의 1항에 규정된 작동조건하에서 예상되는 최고사용압력의 1.25배 이상의 값을 설계압력으로 설계하여야 한다. 이 설계압력은 압력도출밸브의 조정압력 미만이어서는 아니 된다.
4. 이중으로 설치되지 않는 중요한 부품의 구조 및 강도는 특별히 고려를 하여야 한다. 또한, 이 중요한 부품의 축베어링에는 가능한 한 볼베어링, 롤러베어링, 슬리브베어링 등의 마찰감소 베어링을 사용하여 윤활하든가 윤활제 공급을 위한 부속품을 설치하여야 한다.
5. 필요한 경우에는 관장치 및 부품에 대하여 동적하중에 의한 맥동압력을 고려한 피로해석을 하여야 한다. 이 경우, 고사이클피로 및 누적피로에 대하여도 고려하여야 한다.

404. 타조작기의 강도

1. 모든 타조작기의 내압을 받는 부품의 강도는 허용응력에 관한 규정을 제외하고 **5장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 1항의 강도계산에 의하여 유압을 받는 부분에 사용되는 등가 일차 일반 막응력에 대한 허응응력 f는 다음 중 작은

것으로 하여야 한다.

$$f = \frac{\sigma_B}{A} \quad \text{또는} \quad f = \frac{\sigma_Y}{B}$$

σ_B : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
σ_Y : 재료의 규격최소항복강도 또는 0.2 % 내력 (N/mm^2)
A 및 B : 상수로서 **표 5.7.1**에 따른다.

표 5.7.1 상수 A 및 B

	강	주강	구상흑연주철
A	3.5	4	5
B	1.7	2	3

405. 타조작기의 오일 실

1. 정지부분에서 외부로 기름이 누설하는 것을 방지하기 위하여 사용하는 오일 실은 금속접촉(metal touch) 또는 이와 동등의 효력을 갖는 것이어야 한다.
2. 가동부에서 외부로 기름이 누설하는 것을 방지하기 위하여 사용하는 오일 실은 1개의 실이 파손된 경우에도 타조작기의 작동에 지장이 없도록 이중구조로 하여야 한다. 다만, 작동유의 누설방지에 대해 동등 이상의 효력이 있다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 다른 구조로 할 수 있다.

406. 플렉시블관

유연성이 필요한 관장치에는 **6장 102.**의 5항에 규정된 플렉시블관을 사용하여야 한다.

407. 틸러(tiller) 등

1. 타조작기로부터 상부 타두재로 힘을 전달하는 단강재 또는 주강재의 틸러 등의 치수는 타토크 T_R이 작용할 때, 굽힘응력은 $118/K$ (N/mm^2), 전단응력은 $68/K$ (N/mm^2)를 넘지 아니하도록 정하여야 한다.

   여기서,
   T_R : **4편 1장 3절**에 규정된 타 토크 (N-m)
   K : **4편 1장 103.**의 1항에 따른 틸러 재료의 재료계수

2. 1항의 규정에도 불구하고, 랩손-슬라이드형(Rapson-slide type) 또는 트렁크 피스톤형(trunk piston type) 틸러의 치수는 다음에 따라 정할 수 있다. **【지침 참조】**

(1) 타두재의 중심선에서 틸러 보스의 단면 형상은 다음 식에 적합하여야 한다.

$$(D^2 - d^2)H \geq 170\,T_R K$$
$$H/d \geq 0.75$$

여기서,
D : 보스의 바깥지름 (mm)
d : 보스의 안지름 (mm)
H : 보스의 높이 (mm)
T_R 및 K : 1항 참조

(2) 암(arm) 단면의 수직축에 관한 소요단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 11\left(1 - \frac{r}{R_1}\right) T_R K \quad (\mathrm{mm}^3)$$

여기서,

r : 타두재의 중심선에서 해당 단면까지의 거리 (mm)

R_1 : 타두재의 중심선에 조타장치의 힘이 가해지는 점까지 측정한 틸러 암의 길이 (mm). 다만, 암의 길이가 타각에 의하여 변동하는 형식일 경우에는 타각 35°까지의 범위에 있어서의 최대 길이로 한다.

T_R 및 K : 1항 참조

(3) 암의 외단에 있어서의 소요단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 18.5 \frac{T_R}{R_2} K \quad (\mathrm{mm}^2)$$

여기서,

R_2 : 타두재의 중심선에 조타장치의 힘이 가해지는 점까지 측정한 틸러 암의 길이(mm). 다만, 암의 길이가 타각에 의하여 변동하는 형식일 경우에는 타각 0°일 때의 길이로 한다.

T_R 및 K : 1항 참조

(4) 2개로 설치된 암의 각각에 동력장치가 연결되어 이들 동력장치가 동시에 작동하는 형식일 때에는 암의 치수를 (2)호 및 (3)호의 규정에 의한 것에서 적절히 경감할 수 있다. **【지침 참조】**

3. 1항의 규정에도 불구하고, 단강재 및 주강재의 회전 날개식 타조작기의 치수는 404.에 규정된 요건에 추가하여, 다음 요건에 따라 정할 수 있다.

(1) 보스의 치수는 2항 (1)호에 규정된 요건에 적합하여야 한다. 다만, K는 **4편 1장 103.**의 1항에 따른 회전 날개식 타조작기 보스 재료의 재료계수.

(2) 회전 날개 단면의 수직축에 관한 소요단면계수 Z_V 및 회전 날개의 소요단면적 A_V 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$Z_V = 11\left(\frac{B}{D+B}\right)\frac{T_R}{n} K \quad (\mathrm{mm}^3)$$

$$A_V = 37\left(\frac{1}{D+B}\right)\frac{T_R}{n} K \quad (\mathrm{mm}^2)$$

여기서,

D : 보스의 바깥지름 (mm)

B : 보스의 바깥지름에서 측정한 회전 날개의 너비 (mm)

n : 회전 날개의 개수

T_R : 1항 참조

K : **4편 1장 103.**의 1항에 따른 회전 날개 재료의 재료계수

4. 틸러 등은 키를 사용하여 수축끼워맞춤(shrinkage fitting), 압입(force fitting) 또는 볼트로 확실히 타두재에 결합하여야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 부착방법을 사용할 경우에는 키 없이 결합할 수 있다. **【지침 참조】**

5. 틸러의 보스를 2개로 분할하여 볼트로 잠글 때에는 각 측에 적어도 2개의 볼트를 배치하고 볼트의 소요 골지름 d 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 이 경우, 플랜지의 두께는 볼트 지름의 3/4배 이상으로 하여야 한다.

$$d = 1.45\sqrt{\frac{T_R}{nb} K} \quad (\mathrm{mm})$$

여기서,

T_R : 1항 참조

K : **4편 1장 103.**의 1항에 따른 볼트 재료의 재료계수

n : 한쪽에 대한 볼트의 수

b : 타두재의 중심선에서 볼트 중심까지의 거리(cm)

6. 구상흑연주철재의 틸러 등의 치수는 타토크 T_R이 작용할 때, 굽힘응력은 $94/K$ (N/mm^2), 전단응력은 $54/K$ (N/mm^2)를 넘지 아니하도록 정하여야 한다. 다만, 계산상 타 토크 T_R에 1.2배한 값을 사용하여 2항 또는 3항의 요건에 따라 치수를 정할 수 있다.

408. 정지장치

1. 틸러에는 기계적으로 타의 운동을 제한할 수 있는 적절한 정지장치를 설치하여야 하며, 타 조작기가 정지장치의 기능을 가질 경우 이를 인정할 수 있다.
2. 조타장치에는 타의 운동이 스토퍼에 의하여 정지되기 전에 키의 회전이 정지되도록 리미트 스위치 등의 장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 제어장치에 의하여 작동되는 것이 아니고, 조타장치의 운동에 의하여 작동되는 것이어야 한다. 다만, 플로팅 레버 등의 기계적 기구를 사용하여 이 장치를 작동시킬 수 있다.
3. 틸러에는 비상시 타를 고정 상태로 유지할 수 있는 적절한 장치를 비치하여야 한다. 유압식 조타장치의 경우, 유압밸브의 폐쇄에 의하여 타가 안전하게 정지할 수 있을 경우에는 이 고정장치를 생략할 수 있다.

409. 완충장치

유압식 조타장치 이외의 조타장치에는 외부로부터 타에 작용하는 충격이 조타장치에 전달되지 않도록 스프링, 기타의 적절한 완충장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

제 5 절 시험

501. 공장시험

1. 압력용기 및 관장치의 시험은 이 절에서 정한 것 외에 **5장** 및 **6장**의 규정에도 적합하여야 한다.
2. 압력을 받는 모든 부품은 설계압력의 1.5배의 압력으로 압력시험을 시행하여야 한다.
3. 동력장치의 펌프는 각 형식마다 100시간 이상의 운전시험을 하여야 한다. 이 경우, 운전은 실제 사용상태 또는 이와 동등의 조건으로 타가 중립위치에 있는 상태와 최고사용압력에 의한 최대토출량의 상태를 교대로 반복하여 행한 후 각부에 과열, 진동 등의 이상이 없는 것이어야 하며, 운전시험 후 주요부를 개방하여 이상이 없는 것을 확인하여야 한다. 다만, 선박용으로서 충분한 실적이 있는 펌프에 대하여는 이 시험을 생략할 수 있다.

502. 선내시험

1. 유압관 장치는 선내 배관 후 적어도 최고사용압력에서 누설시험을 하여야 한다.
2. 조타장치는 선내 설치 후 각부의 작동시험을 하여야 한다.

503. 해상시운전

1. 조타장치는 해상시운전시 다음 시험을 하여야 한다. 다만, (4)호, (7)호 및 (8)호에 대해서는 계선시 또는 입거시에 시험할 수 있다.
   (1) **202.** 및 **203.**에 규정된 조타능력시험. 가변피치 프로펠러인 경우에는 전진 연속최대회전시 승인된 최대설계피치에서 시험하여야 한다.
   만약 해상시운전 시에 선박의 만재흘수에서 최대설계피치 및 주기관의 연속최대회전수에 상응하는 속력(보조조타장치의 경우 연속최대회전수의 1/2에 상응하는 속력 또는 7노트, 두 가지 속력 중 큰 속력)으로 항진 중에 동 요건에 적합함을 입증하는 것이 불가능한 경우에는, 아래의 방법 중 한 가지 방법으로 동 요건에 적합함을 입증할 수 있다. *(2017)* **【지침 참조】**
   (가) 해상시운전 시 선박이 이븐킬 상태로 타를 완전히 물에 잠그고, 최대설계피치에서 주기관의 연속최대회전수에 상응하는 속력(보조조타장치의 경우 연속최대회전수의 1/2에 상응하는 속력 또는 7노트, 두 가지 속력 중 큰 속력)으로 항진, 또는
   (나) 만약 해상시운전 시 타를 완전히 물에 잠그는 것이 불가능한 경우, 제안된 해상시운전 적재상태에서 물속에 잠긴 타의 면적을 사용하여 적절한 시운전 전진속력을 계산하여야 한다. 계산된 시운전 전진속력은 주조타장치에 대하여 최소한 선박의 만재흘수 상태에서 최대설계피치 및 주기관의 연속최대회전수에 상응하는 속력(보조조타장치의 경우 연속최대회전수의 1/2에 상응하는 속력 또는 7노트, 두 가지 속력 중 큰 속력)으로 항진하는 것과

동등한 힘 및 토크가 가해질 수 있는 것이어야 한다. 또는

(다) 해상시운전 적재상태에서의 타력 및 타 토크를 만재 상태의 것으로 신뢰할 수 있게 예측하고 외삽하는 방법. **【지침 참조】**

(2) 동력장치의 전환을 포함한 동력장치의 작동시험

(3) 1조의 유압구동 계통의 격리시험. 이 경우, 조타능력이 회복될 때까지의 시간을 계측.

(4) 유압구동 계통의 재충전장치시험

(5) 206.에서 규정한 대체동력의 공급시험

(6) 제어장치의 작동시험(제어권의 전환 및 조타기실에서의 작동시험을 포함)

(7) 선교와 조타기실간의 통신장치의 작동시험

(8) 이 장에서 요구한 경보장치, 타각지시장치 및 동력장치의 운전표시장치의 효력시험

(9) 조타장치가 유압잠금(hydraulic locking)을 방지할 수 있도록 설계된 경우, 이 기능을 시험을 통하여 확인하여야 한다. **【지침 참조】**

제 6 절 총톤수 10,000톤 이상인 탱커 및 총톤수 70,000톤 이상인 선박에 대한 추가규정

601. 주조타장치

1. 총톤수 10,000톤 이상인 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선(이하 **탱커**라 한다.) 및 기타 총톤수 70,000톤 이상인 선박의 주조타장치는 201.의 2항에 적합한 2개 이상의 동등한 능력을 가진 동력장치를 갖는 것이어야 한다.

2. 총톤수 10,000톤 이상인 탱커의 조타장치는 다음 규정에 적합한 것이어야 한다.

(1) 주조타장치의 유압구동장치 한 부분의 단일 손상(틸러 등의 손상 및 타조작기의 소착을 제외함)에 의해 조타능력을 상실한 경우, 유압구동장치의 손상 후 45초 이내에 조타능력을 회복할 수 있어야 한다.

(2) 주조타장치는 다음 중 하나에 따라야 한다.

(가) 독립 또는 분리된 2조의 유압구동장치를 가지고 어느 쪽의 장치에 대해서도 202.의 1항에 적합하여야 한다.

(나) 2조 이상의 동등한 능력을 갖는 유압구동장치를 가지고 모든 장치를 동시에 운전하여 202.의 1항에 적합하여야 한다. 이 경우, 다음의 규정에도 적합하여야 한다.

(a) 한쪽의 장치가 손상되어 작동유체가 유출된 경우 이를 검지할 수 있어야 하며, 손상된 장치가 자동적으로 격리되어 다른 유압구동장치가 완전히 작동 가능한 상태를 유지할 수 있어야 한다.

(b) 조타 능력을 얻기 위하여 필요한 경우에는 각각의 유압구동장치를 서로 연결한 배관장치를 하여야 한다.

(3) 유압식 조타장치 이외의 조타장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 한다.

602. 제어장치

총톤수 10,000톤 이상인 탱커에는 301.의 1항 (2)호의 단서 규정은 적용되지 아니한다.

603. 타조작기의 수 및 강도

1. 총톤수 10,000톤 이상으로서 재화중량 100,000톤 미만인 탱커에 대하여는 다음의 규정에 적합한 경우 타조작기는 1개로 할 수 있다.

(1) 배관계통의 어느 부분 또는 1대의 동력장치에 대한 단일 손상에 의하여 조타능력을 상실한 경우에는 45초 이내에 조타능력을 회복할 수 있어야 한다.

(2) 타조작기는 적절한 피로해석 및 파괴 역학적 해석을 포함한 설계상의 상세응력해석, 사용재료, 실장치의 설치, 시험, 검사 및 효율적인 유지관리에 대하여 특별히 고려하여야 한다. 이 경우, 고사이클피로 및 누적피로에 대하여도 고려하여야 한다.

(3) 타조작기와 유압배관내부의 작동유를 격리하기 위하여 타조작기에 직접 부착된 격리밸브를 설치하여야 한다.

(4) 타조작기 내의 과압을 방지하기 위하여 204.의 4항에 적합한 압력도출밸브를 설치하여야 한다.

2. 총톤수 10,000톤 이상으로서 재화중량 100,000톤 미만인 탱커에 대하여 타조작기를 1개로 하는 경우, 타조작기의 강도에 대하여는 404.의 규정에 따르는 외에 다음 규정에도 따라야 한다.

(1) 타조작기의 주요부품은 상세계산에 의하여 강도가 확인된 것이어야 한다.
(2) 타조작기의 작동유의 압력을 받는 부분은 상세응력해석에 의하여 설계압력에 견디는지 확인된 것이어야 한다.
(3) 구조 또는 제조법이 특수한 경우에는 피로해석 및 파괴역학해석을 하여야 한다. 이 경우, 고 사이클 피로 및 누적 피로에 대하여 고려하여야 하며, 예상되는 모든 동하중이 외력으로 주어져야 한다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상기에 추가하여 또는 이론 해석 대신 실증적인 응력해석을 할 수도 있다.
(4) 내압을 받는 부품의 강도계산에 대한 허용응력은 다음 식을 만족하는 것이어야 한다.

$$\sigma_m \le f$$
$$\sigma_l \le 1.5f$$
$$\sigma_b \le 1.5f$$
$$\sigma_l + \sigma_b \le 1.5f$$
$$\sigma_m + \sigma_b \le 1.5f$$

σ_m : 등가 1차 일반 막응력 (N/mm^2)
σ_l : 등가 1차 국부 막응력 (N/mm^2)
σ_b : 등가 1차 굽힘 응력 (N/mm^2)
f : σ_B/A 또는 σ_Y/B 중 작은 쪽의 값
σ_B : 재료의 규격 최소인장강도 (N/mm^2)
σ_Y : 재료의 규격 최저 항복강도 또는 0.2 % 내력 (N/mm^2)
A 및 B : 다음 표에 따른다.

	압연강판 또는 단강품	주강품	구상흑연 주철품
A	4	4.6	5.8
B	2	2.3	3.5

(5) 타조작기의 작동유의 압력을 받는 부분에 대해서는 다음의 최저 파괴압력 P_b에 의한 시험을 행하고 여기에 견디는 것이 확인된 경우에는 (2)호에 규정된 상세응력해석을 생략할 수 있다. 다만, 구조 또는 제조법이 특수한 경우에는 (2)호에 규정된 상세응력해석을 생략하여서는 아니 된다.

$$P_b = P \times A \frac{\sigma_{Ba}}{\sigma_B} \quad \text{(MPa)}$$

P_b : 최저 파괴압력 (MPa)
P : 설계압력 (MPa)
A : (4)호의 규정에 따른다.
σ_{Ba}: 재료의 실제인장강도 (N/mm^2)
σ_B : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)

604. 비파괴시험

총톤수 10,000톤 이상으로서 재화중량 100,000톤 미만인 탱커에 타조작기를 1개로 한 경우에는 타조작기의 표면 및 내부결함을 탐상하기 위하여 적절한 비파괴시험을 하여야 한다. 이 경우, 비파괴시험방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 하며, 필요한 경우에는 허용된 결함치수를 결정하기 위하여 파괴역학해석을 하여야 한다. **【지침 참조】** ⚓

제 8 장 윈들러스 및 무어링 윈치

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 전동, 증기 및 유압등의 동력원을 갖는 윈들러스 및 무어링 윈치에 대하여 적용하며, 주 동력원을 수동으로 하는 윈들러스에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
2. 동력전달장치, 압력용기, 유압펌프 및 부속관장치에 대하여는 이 장의 규정 이외에 **3장**, **5장** 및 **6장**의 규정을 각각 준용한다.

102. 재료

1. 윈들러스 및 무어링 윈치의 주요부품은 주강품, 단강품 또는 이와 동등 이상의 재료로서 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것이어야 한다. *(2017)* **【지침 참조】**
2. 다만, 전달하는 출력이 100 kW 이상인 윈들러스의 축 및 기어류의 재료는 **2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다. *(2017)*

103. 용접 *(2020)*

1. **윈들러스의 용접**
   용접이음매는 구조도에 표시되어야 하며 윈들러스 도면의 승인과 연관하여 승인되어야 한다. 용접절차 및 용접사는 **2편 2장 4절** 및 **2편 2장 5절**의 규정에 따라 인정되어야 한다. 용접용재료는 그 형식 및 등급이 **2편 2장 6절**의 범위에 속할 경우 우리 선급의 승인을 받아야 하며, **2편 2장 6절**의 범위를 벗어날 경우 우리 선급의 적용 가능한 요건을 따르거나 한국산업규격 또는 국제표준을 따른다. 용접부의 비파괴검사의 정도 및 용접후 열처리가 있는 경우 이는 검토를 위하여 명시되고 제출되어야 한다.

제 2 절 윈들러스

201. 정의 *(2018)*

1. **연속사용하중**(continuous duty pull)이라 함은 앵커체인의 호칭지름 및 종류에 따라 결정되는 하중으로 앵커 및 앵커체인을 감아올릴 때 체인리프터에 가해지는 접선방향의 인장력을 말한다.
2. **과부하하중**이라 함은 일시적으로 필요한 체인리프터에 걸리는 감아올림 가능 최대하중으로서 적어도 연속사용하중의 1.5배 이상이어야 한다.
3. **유지하중**이라 함은 체인리프터 제동장치가 견디어야 할 앵커체인에 걸리는 정적 최대하중을 말한다.
4. **인양속도**라 함은 앵커체인 82.5 m(3연)를 수중에 내려 앵커가 해저에 도달하지 않는 상태에서 55 m(2연)를 감아 올리는 사이의 평균속도를 말한다.
5. **앵커체인 절단시험하중**이라 함은 **4편 표 4.8.8**에서 규정하는 앵커체인의 최소 절단시험하중을 말한다.

202. 적용 표준 *(2018)*

1. 설계, 구조 및 윈들러스의 시험은 인정 가능한 표준 또는 코드에 적합하여야 한다. 표준 및 코드는 적절한 것으로 인정되기 위해서 응력, 성능 및 시험에 관한 기준을 규정하여야 한다. 우리 선급이 인정하는 표준의 예는 다음에 따른다.
   (1) SNAME T&R Bulletin 3-15 상선 윈들러스에 대한 설계 및 시험 가이드
   (2) ISO 7825 갑판기기의 일반 규정
   (3) ISO 4568 조선 - 원양선 - 윈들러스 및 앵커 캡스턴
   (4) JIS F6714 윈들러스

203. 제출도면 및 자료 *(2018)*

1. 해당되는 경우, 설계사양, 적용한 표준, 공학적 해석 및 구조상세를 보여주는 다음의 도면을 제출하여야 한다.
   (1) 윈들러스 설계사양서, 앵커 및 체인의 요목, 묘박 깊이, 성능기준, 적용한 표준
   (2) 원동기, 축, 체인리프터, 앵커, 체인, 브레이크, 제어 등과 같은 묘박 및 계류장치의 모든 구성품을 보여주는 윈들러스 배치도(윈들러스와 일체형인 경우의 무어링 윈치, 와이어 로프, 페어리드 포함)
   (3) 해당되는 경우, 아래의 치수, 재료, 용접상세
      (가) 모든 토크 전달 장치(축, 기어, 클러치, 커플링, 커플링 볼트 등)
      (나) 윈들러스 및 윈치(해당되는 경우)의 모든 하중 지지 부품(축 베어링, 체인리프터, 시브, 드럼, 베드프레임 등)
      (다) 브레이크, 체인스토퍼(설치된 경우) 및 거치대
   (4) 아래를 포함하는 유압장치
      (가) 시스템 설계압력을 포함하는 배관계통도
      (나) 안전밸브의 배치 및 설정압력
      (다) 배관 및 장비에 대한 재료 사양서
      (라) 관이음 기준도(해당되는 경우)
      (마) 유압모터에 대한 기술자료 및 상세
   (5) 해당되는 경우, 케이블 사양 및 사이즈, 전동기 제어기, 보호장치 등급 또는 설정값을 포함하는 전기 계통도
   (6) 제어, 감시 및 계측기기의 배치도
   (7) 우리 선급이 인정하는 표준 및 코드에 따름을 입증하는 토크 전달 및 하중지지 구성품에 대한 공학적 분석.
   (8) 출력 100 kW 이상의 기어를 포함하는 윈들러스 전동기의 도면 및 자료
   (9) 전체 윈들러스의 과부하 성능을 포함하는 부하 시험이 제조공장에서 수행되지 않을 경우 윈들러스 원동기가 인양속도, 연속사용하중, 과부하성능을 얻을 수 있음을 입증하는 계산이 제출되어야 한다.(205.의 1항 (2)호 참조)
   (10) 윈들러스의 운전 및 정비 절차서가 선박운항매뉴얼에 포함되어야 한다.

204. 설계

1. **구동형식**
   2개의 체인리프터를 갖는 윈들러스는 양현의 앵커를 동시에 감아 올릴 수 있는 형식이어야 한다.
2. **구조 및 설비** *(2018)*
   (1) 구조
      (가) 윈들러스의 구조는 파랑 등의 충격을 고려한 것으로 각 부의 조작이 용이하여야 한다. 또한, 주로 노출갑판상에 설치된 밀폐부분은 적절하게 방수되어야 한다.
      (나) 체인리프터의 톱니수는 5개 이상으로 하고, 체인리프터의 회전속도는 제어가 가능하여야 한다.
   (2) 설비
      (가) 안전장치 및 보호장치
         구성품 하우징을 포함하는 기계 부품을 보호하기 위하여 원동기의 속도와 토크를 제한하는 적절한 보호장치가 갖추어져야 한다. 통제되지 않은 체인의 렌더링 시, 과속으로 인한 원동기의 심각한 손상에 따른 파편을 봉쇄할 수 있는 방안이 고려되어야 한다.(특히 축류 피스톤형(axial piston type) 유압모터의 경우) 다음의 보호장치 및 안전장치를 설치하여야 한다.
         (a) 유압기기의 과압방지장치
         (b) 전동기와 감속기 사이의 미끄럼 클러치
         (c) 전동기의 과부하보호장치
         (d) 노출된 기어장치의 보호덮개
      (나) 커플링
         윈들러스는 체인리프터와 구동축 사이에 연결을 분리할 수 있는 커플링을 설치하여야 한다. 유압식 또는 전자식 커플링은 수동으로 연결을 분리할 수 있어야 한다.
      (다) 제동장치
         (a) 전동 윈들러스에는 조종핸들이 정지 위치에 있거나 전원이 차단된 경우에 작동할 수 있는 자동제동장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 사용하중의 1.3배의 하중에 견딜 수 있는 것이어야 한다.
         (b) 체인리프터에는 수동제동장치를 설치하여야 하며, 원격으로 조정할 수도 있다. 이 경우, 제동토크는 **표 5.8.1**의 유지하중과 동등한 하중을 유지하기에 충분하여야 한다.

(라) 비상정지장치

윈들러스는 원격조정하는 경우, 신속히 작동 가능한 비상정지장치를 기계측에 설치하여야 한다.

3. 기계적 설계 *(2018)*

(1) 유지하중

잠긴상태(단일 앵커, 100 % 제동, 체인리프터 클러치 풀림)에서 **표 5.8.1**의 유지하중을 체인드럼에 가했을 때 하중을 견디는 각 구성품의 최대 응력이 재료의 항복응력(또는 0.2 % 내력) 이하임을 보이는 계산이 실시되어야 한다.

표 5.8.1 유지하중

체인스토퍼의 유무	유지하중
체인스토퍼가 있는 경우	앵커체인 절단시험하중 × 0.45
체인스토퍼가 없는 경우	앵커체인 절단시험하중 × 0.8

(2) 관성하중

원동기, 감속기어, 베어링, 클러치, 축, 체인리프터 및 볼트를 포함하는 구동부의 설계는 관성하중을 제한하기 위하여 원동기 또는 체인의 갑작스런 정지 및 작동으로 인한 동적 효과를 고려하여야 한다.

(3) 연속사용하중(continuous duty pull)

윈들러스 원동기는 적어도 30분간 앵커체인의 종류 및 지름에 상응하는 아래의 연속사용하중 Z_{cont1} 또는 Z_{cont2}으로 운전할 수 있어야 한다. (여기서 30분 단기출력은 IEC 60034-1의 S2-30에 상응함)

표 5.8.2 연속사용하중(continuous duty pull)

체인의 종류	연속사용하중 Z_{cont1}(N)
제1종 체인	37.5 d^2
제2종 체인	42.5 d^2
제3종 체인	47.5 d^2
(비고) 1. d 는 앵커체인의 지름(mm) 2. 스터드가 없는 체인은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.	

상기 **표 5.8.2**의 값은 82.5 m 까지의 묘박 깊이에서 앵커를 사용할 경우에 한한다. 82.5 m 보다 깊은 묘박 깊이에서의 연속사용하중 Z_{cont2}은 아래 식과 같다.

$$Z_{cont2} = Z_{cont1} + (D - 82.5) \times 0.27 d^2 \quad \text{(N)}$$

D : 묘박 깊이 (m)

앵커 질량은 **4편 8장 202.**에 주어진 질량으로 가정하였다. 또한 Z_{cont} 값은 앵커를 하나씩 들어 올리는 것을 기본으로 하였으며 체인의 부력효과 및 호저파이프 효율(70 %로 가정)을 고려하였다.

일반적으로 각 토크 전달 구성품의 응력은 연속사용하중 하에서 재료의 항복강도(또는 0.2 % 내력)의 40 % 이하이어야 한다.

(4) 과부하 성능

윈들러스의 원동기는 앵커를 뽑아 올리기 위하여 필요한 일시적인 과부하 성능을 제공할 수 있어야 한다. 이러한 일시적인 과부하 성능 또는 순간 하중은 최소 2분 동안 적어도 연속사용하중의 1.5배 이상이어야 한다. 이 기간 속도는 정상보다 낮을 수 있다.

(5) 인양속도

앵커 및 체인을 감아올리는 동안의 체인의 평균속도는 적어도 0.15 m/s 이상 이어야 한다. 시험 목적으로 앵커체인 82.5 m(3연)를 수중에 내려 앵커가 해저에 도달하지 않는 상태에서 55 m(2연)를 감아올리는 사이의 속도가 측정되어야 한다.

(6) 제동성능

윈들러스의 제동성능은 앵커체인을 내릴시 앵커 및 체인을 정지시키기에 충분하여야 한다. 제동장치는 강도부재의 영구변형 및 브레이크 슬립 없이 **표 5.8.1**의 유지하중과 동등한 하중을 견디기에 충분한 토크를 발생시킬 수 있어야 한다.

(7) 체인스토퍼가 설치된 경우 체인스토퍼의 강도는 **4편 8장 101.**의 **4항** (3)호에 따른다.

(8) 윈들러스 및 체인스토퍼의 선체 지지구조는 **4편 9장 3절**에 따른다.

4. **유압장치** *(2018)*

윈들러스를 구동하는 유압장치는 **6장 13절**의 규정에 따른다.

5. **전기설비** *(2018)*

(1) 전동기는 **6편 1장 103.** 및 **1장 3절**의 요건을 만족하고 우리 선급의 증서를 득하여야 한다. 외부환경에 노출되는 전동기는 **지침 6편 1장 201.**의 1항 (2)호에 따라 위치에 맞는 적절한 보호외피를 가져야 한다.

(2) 전동기 분기회로는 **6편 1장 2절**의 규정에 따라 보호되어야 하며 케이블 사이즈는 **6편 1장 5절**의 요건에 따라야 한다. 파랑에 노출된 위치에 설치된 전기 케이블은 효과적인 기계적 보호조치가 취해져야 한다.

205. 공장시험 *(2018)*

1. 윈들러스는 제조자의 공장에서 승인된 도면에 따라 적합하게 제작되었는지에 대하여 검사되어야 한다. 적용된 표준에 따른 승인 시험은 최소한 다음의 시험을 포함하여야 한다.

(1) 무부하시험

윈들러스는 제조 후 공장에서 무부하로 정회전, 역회전 각 방향으로 15분씩 합계 30분간 정격속도에 상당하는 회전속도로 운전하여 기름의 누설, 베어링의 이상온도 상승 및 이상음의 유무를 확인한다. 윈들러스가 기어 변속일 경우 각 변속 단수에서 양 방향 각각 5분씩의 추가적인 운전이 필요하다.

(2) 부하시험

윈들러스는 **204.**의 **3**항에 따른 연속사용하중, 과부하 성능, 인양속도의 만족 여부를 확인하기 위하여 시험되어야 한다. 제조공장에 적절한 시험설비가 없는 경우 과부하 보호의 조정을 포함하는 이러한 시험은 선내 설치 후에 수행할 수 있다. 이러한 경우 제조공장에서의 성능시험은 무부하 상태에서 수행되어야 한다.

(3) 제동시험

제동장치의 제동력은 시험 또는 계산 둘 중 하나로 검증될 수 있다.

2. 윈들러스는 다음의 정보를 영구적으로 표시하여야 한다.

(1) 윈들러스의 공칭치수(예를 들면 100/3/45는 체인의 지름이 100 mm, 제3종 체인, 체인 절단시험하중의 45 %의 유지하중을 가지는 윈들러스를 말한다.) *(2020)*

(2) 최대 묘박 깊이(m)

206. 선내시험 *(2018)*

1. 각 윈들러스는 선내 설치 후에 만족스러운 운전 여부를 확인하기 위하여 사용조건 하에 시험이 실시되어야 한다. 제동, 클러치 성능, 체인 및 엥커의 내림과 올림, 체인리프터에서의 체인의 적절한 감김, 호저파이프 및 체인파이프 사이로 체인의 적절한 통과, 체인 및 앵커의 효과적이고 적절한 적재에 대하여 각 장치는 개별적으로 시험되어야 한다. 앵커가 저장위치에 적절히 앉는 지와 체인스토퍼가 있다면 설계된 대로의 성능을 확인하여야 한다.

2. **204.**의 **3**항 (5)호에 규정된 평균 인양속도가 측정되고 검증되어야 한다. 지리적인 관계로 해상시운전 해역 근방에서 앵커체인 3연에 앵커길이를 합한 길이 이상의 수심확보가 곤란한 경우에는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **[지침 참조]**

3. 제동성능이 시험되어야 한다. 앵커를 수면에 잠긴 위치에서부터 자유낙하 시켜 약 1/2연마다 체인리프터 제동장치를 조작하여 앵커가 해저에 도달할 때까지 제동장치의 작동이 확인되어야 한다. 이 경우, 제동장치의 제동거리는 7 m 이하를 표준으로 한다.

제 3 절 무어링 윈치

301. 관련 요건

1. 무어링 윈치에 대한 설계 등 관련 요건은 (KS V) ISO 3730 또는 우리 선급이 인정하는 규격에 따른다.

302. 시험 및 검사

1. 무어링 윈치는 선박에 설치한 후 다음의 시험 및 검사를 시행하여야 한다.
   (1) 작동시험
   윈치는 무부하속도(no load speed)에서 각 회전방향으로 연속 5분간 합계 10분 동안 운전하여야 한다.
   (2) 베어링
   베어링의 온도상승을 확인하여야 한다. ⚓

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제 5 편

기관장치

GA-05-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다. 다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 5 편 “기관장치”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 지침 대비 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 7월 1일 (건조 계약일 기준, 관련 회보번호: 2021-9-E)

〈부록〉

부록 5-5 가스용접용 기기의 취급
- 4항 (3)호 (마)를 신설함.

적용일자 : 2021년 9월 1일 (건조 계약일 기준, 관련 회보번호: 2021-14-E)

제 2 장 주기관 및 보조기관

제 2 절 내연기관
- 211.의 표 5.2.3을 개정함.

〈부록〉

부록 5-1 워터제트 추진장치(water-jet propulsion systems) 및 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thrusters)에 대한 요건
- 1항 (4)호 (사) (h)를 삭제함.
- 2항 (4)호 (사) (e)를 삭제함.

부록 5-12-1 강화된 축계정렬
- 강화된 축계정렬 지침을 신설함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 총칙

제 1 절 일반사항
- 107.을 신설함.

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치

제 1 절 일반사항
- 102.의 2항을 개정함.

제 6 장 보기 및 관장치

제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치
- 201.의 4항 (1)호를 개정함.

제 3 절 **해수흡입 및 선외배출**
- 301.의 1항을 개정함.

제 4 절 **빌지 및 평형수장치**
- 402.의 3항을 개정함.

제 11 절 **압축공기장치**
- 1101.의 1항을 개정함.

제 7 장 조타장치

제 1 절 **일반사항**
- 102.의 2항을 신설함.

제 2 절 **조타장치의 성능 및 배치**
- 201.의 3항 및 4항을 개정함.
- 202.의 2항을 개정함.
- 203.의 2항을 개정함.
- 206.의 2항을 개정함.
- 207.의 2항을 개정함.

제 5 절 **시험**
- 503.의 4항을 신설함.

〈부록〉

부록 5-6 **플라스틱관장치**
- 4항 (1)호 (마)를 개정함.
- 4항 (4)호 (가)를 개정함.
- 5항 (1)항을 개정함.
- 표 1을 개정함.
- 5항 (2)항을 개정함.

부록 5-9 **플렉시블관**
- 2항 (6)호를 개정함.

부록 5-13 **연료유처리시스템**
- 1항 (2)호를 개정함.
- 2항 (1)호 (바)를 개정함.
- 3항 (1)호 (나)를 개정함.
- 4항 (4)호 및 (5)호를 개정함.
- 5항 (1)호를 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일 (승인 신청일 기준)

〈부록〉

부록 5-4 **동력전달장치의 치차 강도 계산식**
- ISO 표준 인용 양식을 수정함.

〈부록〉

부록 5-7 **저압가스를 연료로 사용하는 내연기관**
- IMO 및 IEC 인용 양식을 수정함.
- 8항 (2)호를 개정함.

부록 5-11 **내연기관의 승인을 위한 문서 절차**
- IMO 및 ISO 인용 양식을 수정함.

차 례

제 1 장 총칙 ····· 1

제 1 절 일반사항 ····· 1

제 2 절 승인도면 및 자료 ····· 3

제 3 절 시험 및 검사 ····· 4

제 4 절 예비품 및 공구 등 ····· 5

제 2 장 주기관 및 보조기관 ····· 9

제 1 절 일반사항 ····· 9

제 2 절 내연기관 ····· 9

제 3 절 증기터빈 ····· 20

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치 ····· 21

제 1 절 일반사항 ····· 21

제 2 절 축계 ····· 21

제 3 절 프로펠러 ····· 28

제 4 절 동력전달장치 ····· 33

제 4 장 축계비틀림진동 ····· 35

제 2 절 응력의 허용한도 ····· 35

제 5 장 보일러 및 압력용기 ····· 37

제 1 절 보일러 ····· 37

제 2 절 열매체유 가열기 ····· 39

제 3 절 압력용기 ····· 39

제 4 절 보일러 및 압력용기의 용접 ····· 41

제 6 장 보기 및 관장치 ····· 43

제 1 절 일반사항 ····· 43

제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치 ····· 49

제 3 절 해수흡입 및 선외배출 ····· 51

제 4 절 빌지 및 평형수장치 ····· 53

제 5 절 보일러의 급수 및 복수장치 ····· 57

제 6 절 증기관장치 및 배기관장치 ····· 58

제 7 절 냉각장치 ····· 58

제 8 절 윤활유장치 ····· 59

제 9 절 연료유장치 ····· 59

제 10 절 열매체유장치 ····· 62

제 11 절 압축공기장치 ····· 62

제 12 절 냉동장치 ····· 66

제 13 절 유압장치 ····· 68

제 14 절 시험 및 검사 ····· 70

제 7 장 조타장치 ····· 71

제 1 절 일반사항 ····· 71
제 2 절 조타장치의 성능 및 배치 ····· 73
제 3 절 제어장치 ····· 75
제 4 절 조타장치의 재료, 구조 및 강도 ····· 78
제 5 절 시험 ····· 79
제 6 절 총톤수 10,000톤 이상인 탱커 및 총톤수 70,000톤 이상인 선박에 대한 추가규정 ····· 80

제 8 장 윈들러스 및 무어링 윈치 ····· 81

제 1 절 일반사항 ····· 81
제 2 절 윈들러스 ····· 81

부록 ····· 83

부록 5-1 워터제트 추진장치(water-jet propulsion systems) 및 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thrusters)에 대한 요건 ····· 83
부록 5-2 크랭크축 응력의 상세계산법 (1) ····· 94
부록 5-3 크랭크축 응력의 상세 계산법 (2) ····· 97
부록 5-4 동력전달장치의 치차 강도 계산식 ····· 138
부록 5-5 가스용접용 기기의 취급 ····· 153
부록 5-6 플라스틱관장치 ····· 154
부록 5-7 저압가스를 연료로 사용하는 내연기관 ····· 162
부록 5-8 전자제어디젤기관에 대한 추가요건 ····· 170
부록 5-9 플렉시블관 ····· 173
부록 5-10 복수 추진 및 조타시스템 ····· 175
부록 5-11 내연기관의 승인을 위한 문서 절차 ····· 181
부록 5-12 축계정렬 ····· 192
부록 5-12-1 강화된 축계정렬 ····· 195
부록 5-13 연료유처리시스템 (Fuel oil Treatment System) ····· 199

제 1 장 총칙

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. **규칙** 101.의 1항을 적용함에 있어서, 복수의 추진 및 조타장치를 설치하는 경우, **부록** 5-10의 요건을 추가로 적용할 수 있다. **【규칙 참조】**

102. 용어의 정의

1. **규칙** 102.의 5항에서 중요보기의 구분은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 선박의 추진에 관계있는 보기

(가) 내연기관을 주기관으로 하는 선박

(a) 냉각장치의 보기

재킷 냉각수펌프, 피스톤 냉각수(유)펌프, 연료밸브 냉각수(유)펌프, 과급기 냉각수펌프, 냉각기 냉각수펌프, 발전기관 냉각수(유)펌프, 공기압축기 냉각수펌프, 연료유 냉각펌프

(b) 연료유 장치의 보기

연료유 공급(승압)펌프, 연료유 이송펌프

(c) 윤활유 장치의 보기

윤활유펌프, 캠축 윤활유펌프, 과급기 윤활유펌프, 감속기 윤활유펌프

(d) 작동유펌프(추진에 관계있는 기기의 구동 및 제어용의 유압회로에 작동유를 보내는 펌프

예) 가변피치 프로펠러의 작동유펌프

(e) 공기압축기(비상용의 것 제외)

(f) 보조보일러 관계의 보기

급수펌프, 보일러 순환수펌프, 배기가스 이코노마이저 급수펌프, 보일러 송풍기, 분연장치

(g) 기타의 보기

주기관용 보조송풍기

(h) 기타 우리 선급이 중요하다고 인정하는 보기

(나) 증기터빈을 주기관으로 하는 선박

(a) 급수, 복수 및 드레인장치의 보기

급수펌프, 복수펌프, 드레인펌프

(b) 냉각장치의 보기

순환수펌프

(c) 연료장치의 보기

분연펌프, 연료유 이송펌프, 연료유 서비스펌프

(d) 윤활유 장치의 보기

윤활유펌프

(e) 작동유펌프(추진에 관계있는 기기의 구동 및 제어용의 유압회로에 작동유를 보내는 펌프)

예) : 가변피치 프로펠러의 작동유펌프

(f) 기타보기

복수기용 진공펌프, 글랜드 배기송풍기, 보일러 송풍기, 조수장치, 제어용 공기압축기

(g) 기타 우리 선급이 중요하다고 인정하는 보기

(2) 인명의 안전 및 선박의 안전에 관계있는 보기

(가) 펌프

빌지펌프, 평형수펌프, 소화펌프(비상소화펌프, 고정식 소화장치 및 관련 설비의 펌프를 포함) *(2021)*

(나) 조선보기

조타장치, 스러스터, 스태빌라이저

(다) 갑판보기

윈들러스

(라) 통풍기(탱커의 화물유펌프실 등 취급자의 건강에 해로운 가스 또는 화재의 위험성이 있는 가스가 발생할 염려가 있는 장소에 설치되는 것), 유조선 등의 탱크통풍기
(마) 가스프리용 기기, 불활성가스장치용 기기(질소발생장치 포함)
(바) 화물의 취급에 관계있는 보기 *(2019)*
(a) **규칙 9편 2장**의 적용을 받는 하역장치
하역장치용 유압펌프
(b) 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선의 보기
화물유펌프, 스트리핑펌프, 탱크 크리닝펌프, 가스압축기, 가스냉각설비에 사용하는 펌프 및 가스냉동장치용 압축기
(c) 냉장설비용 보기
화물을 싣는 냉장창의 냉동장치(우리 선급의 냉장설비 규칙의 적용을 받는 것 포함)용 압축기, 냉동펌프, 콘덴서 냉각수펌프
(사) 기타 우리 선급이 중요하다고 인정하는 보기

2. **규칙** 102.의 22항에서 관부착품이라 함은 다음의 것을 말한다. **【규칙 참조】**
(1) 관접속품
(가) 관플랜지 및 관피스(엘보, 리듀서, 티, 벤드, 소켓 등) 등
(나) 기계식 이음 *(2017)*
(2) 관장치 중에 설치되는 부착품(여과기, 분리기, 유량계 및 점도계 등)

103. 일반구조, 재료 및 설비

규칙 103.의 7항을 적용함에 있어서 과급기 등과 같이 피복이 곤란한 기관장치의 표면에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【규칙 참조】**

106. 선교와 기관구역 사이의 통신

기관의 원격제어가 예상되는 경우를 포함하여, 기관실 인원 배치 여부와 관계없이 어떠한 경우에도 엔진텔레그라프가 요구된다. **【규칙 참조】**

107. 기관사 호출장치 *(2022)*

규칙 107.을 적용함에 있어서 국제항해에 종사하지 않는 선박의 경우, 기관사 호출장치를 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**

108. 기관구역의 통풍장치

1. **규칙** 108.의 2항을 적용함에 있어서, 선박의 크기 및 배치 상 규칙의 요건을 충족하는 것이 실행 불가능한 경우에는 다음 (1) 및 (2)의 요건에 만족하는 조건으로 통풍통 코밍의 높이를 경감할 수 있다. **【규칙 참조】**
(1) 통풍장치에는 **규칙 4편 4장** 406.에 따른 풍우밀 폐쇄장치를 갖추어야 한다.
(2) 이들 구역에 중단 없이 충분한 공기를 공급할 수 있는 다른 적절한 설비를 갖추어야 한다.

제 2 절 승인도면 및 자료

202. 조선소가 제출할 도면 및 자료 【규칙 참조】

1. **승인도면**
   (1) 각종 관장치도에는 **규칙 5편 6장**에 적합한가를 검토할 수 있도록 다음 사항을 명기한다.
   (가) 관의 재질, 호칭지름 또는 바깥지름, 두께 및 설계압력
   (나) 밸브, 콕 및 관부착품의 종류, 재질 및 호칭지름 또는 바깥지름
   (다) 보기 및 보기를 구동하는 원동기의 종류, 요목, 용량 등
   (라) 각 탱크의 전 용량
   (마) 과열증기를 사용할 경우에는 그 설계온도
   (2) 기관부 요목표에는 중요한 용도에 사용하는 보기와 보기를 구동하는 원동기 및 관련기기 등의 형식, 용량, 종류, 출력 등을 표시하여야 한다.
   (3) 배수관 계통의 도면에는 다음 사항을 명기한다.
   (가) 계획만재흘수선
   (나) 계획만재흘수선상 0.01 L_f 및 0.02 L_f 의 선
   (다) 계획만재흘수선상 600 mm 의 선
   (라) 건현갑판하 450 mm 의 선
   (4) **규칙 202.**의 1항 (5)호는 다음에 따를 수 있다.
   (가) 연료유탱크로서 용량이 1 m^3 (SOLAS 적용선박은 0.5 m^3) 이하인 경우에는 승인도면의 제출을 생략할 수 있다.
   (나) 조선소의 탱크 제작기준(practice)을 제출하여 승인받은 경우, 상세도를 승인받은 것으로 간주할 수 있다.
2. **규칙 202.**의 2항 (5)호를 적용함에 있어서 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 및 축계정렬에 관한 요건은 **부록 5-12**에 따른다. *(2017)*

203. 내연기관의 라이센서 및 라이센시가 제출할 도면 및 자료 *(2018)* 【규칙 참조】

1. **규칙 203.**의 **표 5.1.4** 및 **표 5.1.5**을 적용함에 있어서 우리 선급이 요구하는 별도의 양식이라 함은 **부록 5-11**의 **표 1**을 말한다.

204. 증기터빈의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【규칙 참조】

1. **규칙 204.**의 2항 자료 중에서 각종 관장치도에는 증기, 윤활유, 드레인의 각 계통을 포함하고, **규칙 5편 6장**에서 제1급 또는 제2급으로 분류되는 관에 대하여는 관의 재질, 치수, 사용압력 등을 기입하여야 한다.
2. 구조, 사양, 재질 등에 변경이 있을 때에는 그때마다 변경이유, 변경도면 및 자료를 제출하여야 한다.
3. 우리 선급의 선급선에 최초로 탑재될 예정인 각 형식의 터빈에 대하여 제출하여야 할 도면 및 자료는 다음과 같다.
   (1) 도면 : **규칙 204.**의 1항에서 정하는 것
   (2) 자료 : **규칙 204.**의 2항에서 정하는 것 이외에 연속 최대출력시의 각 단의 증기상태, 날개 및 노즐의 고유진동수 (계산치 또는 실측치라도 좋다), 터빈 취급설명서
4. 승인용 도면 자료는 이미 승인된 증기터빈과 동 형식의 증기터빈일 경우, 요목표와 일람표를 첨부하여 승인도면 생략 신청서를 제출하는 경우에는 이들의 승인을 생략할 수 있다. 상기의 일람표에는 **규칙 204.**의 1항 및 2항에 게재된 모든 부품 및 장치에 대하여 각각의 증기터빈 마다 이미 승인된 도면 및 자료명, 증기터빈의 제조번호, 조선소명 및 선번을 기입한 것으로 한다. *(2021)*

208. 보일러, 제1급 압력용기 및 제2급 압력용기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【규칙 참조】

1. 내연기관의 공기냉각기는 승인용 도면 및 자료의 제출을 생략할 수 있다.
2. **규칙 208.**의 2항 (3)호의 운전 지침서에는 다음 사항을 포함하여야 한다.
   (1) 급수처리 및 샘플장치
   (2) 작동 온도(배기가스 및 급수 온도)
   (3) 작동 압력
   (4) 검사 및 소제 절차
   (5) 보수유지 및 검사 기록

(6) 모든 운전 상태에서 이코노마이저를 통한 적절한 급수 유지를 위한 필요 사항
(7) 운전자가 수행하고 기록하여야 하는 안전장치의 정기적인 운전 점검사항
(8) 비상시 내부의 물을 배수한 상태에서 배기가스이코노마이저를 사용하는 절차
(9) 도출밸브의 보수 및 개방검사 절차

210. 중요보기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【규칙 참조】

1. **규칙 210.**을 적용함에 있어서 우리 선급의 도면승인이 필요한 중요보기는 다음에 따른다.
(1) 공기압축기(비상용의 것은 제외)
(2) 조수기(주보일러를 설치한 선박에 한함)
(3) 펌프류(구동동력 100 kW 이상의 것)
(4) 구동동력 100 kW 이상의 보일러 송풍기 및 주기관용 보조송풍기
(5) 인화점이 60 °C 이하인 화물을 운송하는 탱커의 펌프실 및 화물구역 등에 설치하는 통풍기
(6) 조선보기(조타장치, 스러스터, 스태빌라이저 등)
(7) 갑판보기(윈들러스)
(8) 우리 선급의 하역설비 규칙의 적용을 받는 하역장치
(9) 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선의 보기(화물유펌프, 스트리핑펌프, 탱크 크리닝펌프, 가스압축기, 가스냉각설비에 사용하는 펌프 및 냉동장치용 압축기 등)
(10) 냉장장치용 보기(구동동력이 7.5 kW 이하로서 냉매가 *R* 22, *R* 134*a*, *R* 404*A*, *R* 407*C*, *R* 410*A*, 또는 *R* 507*A* 인 경우는 제외)

제 3 절 시험 및 검사

301. 공장시험

1. **규칙 301.**의 1항을 적용함에 있어 시험 및 검사를 받아야 할 보기는 중요보기에 한하며, 시험 및 검사 항목은 규칙에 특별히 정하는 것을 제외하고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 301.**의 2항을 적용함에 있어서 제조자증서(W)는 다음의 경우에 대하여 선급기자재증서(KRC)와 동등하다고 인정될 수 있다. *(2017)* **【규칙 참조】**
(1) 우리 선급 검사원의 입회하에 시험이 진행된 경우, 또는
(2) 제조자 또는 재료 공급자가 우리 선급의 품질보증제도 승인을 득한 경우, 또는
(3) 제조자나 재료공급자로부터 독립되고 우리 선급의 인정을 받은 3자 검사기관에 의하여 시험이 실시된 경우

제 4 절 예비품 및 공구 등

401. 적용 【규칙 참조】

1. **규칙 1장 401.**의 1항에서 우리 선급이 권고하는 예비품의 종류 및 수량과 관련하여, 일반적으로 이 절의 각 표를 적용하고 항해구역이 평수구역 및 연해구역인 선박과 어선에 대하여는「**선박기관기준**」을 준용한다. 다만, 이 절의 요건은 일반적인 지침을 제공하기 위한 것이며 선급등록을 위한 강제사항은 아니다. 설계, 제조자의 권고사항, 선주와의 협의사항, 동형기관의 사용실적 및 보수정비의 방법 등을 참작하여 이 절에 규정된 예비품의 종류 및 수량을 증감할 수 있다. *(2017)*
2. 예비품의 비치가 요구되는 보기를 구동하는 각 원동기는 **지침 102.**에 따라 선박의 추진상 필요한 보기를 구동하는 원동기로 한다.

402. 예비품의 종류 및 수량 *(2017)* 【규칙 참조】

1. **내연기관** 주기관 및 중요한 보조기관용 내연기관의 예비품 종류 및 수량은 **지침 표 5.1.1**에 따른다. 내연기관의 예비품 중 캠축 구동장치의 기어, 체인 및 베어링은 선주의 요구에 따라 우리 선급이 인정하는 경우에는 이들의 비치를 생략할 수 있다.
2. **증기터빈** 주기관 및 중요한 보조기관용 증기터빈의 예비품 종류 및 수량은 **지침 표 5.1.2**에 따른다.
3. **축계 및 동력전달장치** 축계 및 동력전달장치의 예비품 종류 및 수량은 **지침 표 5.1.3**에 따른다.
4. **보일러** 보일러의 예비품 종류 및 수량은 **지침 표 5.1.4**에 따른다. 증기가열식 증기발생기에 대한 예비품의 종류 및 수량은 분유버너에 관한 것을 제외하고 **지침 표 5.1.4**에 준한다.
5. **중요보기**
   (1) 중요보기의 예비품 종류 및 수량은 **지침 표 5.1.5**에 따른다.
   (2) 증기터빈을 주기관으로 하는 선박으로서 순환펌프 대신에 스쿠프장치를 설치할 경우에는 예비순환펌프에 대한 예비품을 비치하여야 한다.
   (3) 배기가스 이코노마이저용 순환펌프, 평형수 전용펌프 등에 대하여는 예비품을 비치하지 않아도 좋다.
6. **공구 등** 공구 등의 예비품 종류 및 수량은 **지침 표 5.1.6**에 따른다. 기관의 보수, 정비 및 수리에 필요한 특수공구 및 비품은 인디케이터, 브리지 게이지 또는 이것에 대신하는 것을 포함한다. ⚓

표 5.1.1 내연기관의 예비품

종류	적용	수량	
		주기관	보조기관
실린더 커버	밸브, 조인트 링 및 개스킷을 완비한 것	1개	-
	부착 볼트, 너트	1/2실린더분	-
실린더 라이너	조인트 링 및 개스킷을 완비한 것	1개	-
피스톤	크로스헤드형 기관 : 피스톤로드, 스터핑박스, 스커트, 링, 스터드 및 너트를 포함한 완비품	각종1개	-
	트렁크피스톤형 기관 : 스커트, 링, 스터드, 너트, 피스톤핀, 연접봉을 포함한 완비품	각종 1개	-
피스톤링	-	1실린더분	1실린더분
피스톤 냉각장치	텔레스코프관 및 부착품 또는 그 상당품으로 부속을 완비한 것	1실린더분	1실린더분
실린더 밸브	배기밸브 완비품	2실린더분	2실린더분
	흡기밸브 완비품	1실린더분	1실린더분
	시동밸브 완비품	1개	1개
	도출밸브 완비품	1개	1개
	연료분사밸브 완비품(1실린더에 3개 이상 장비되는 기관에서는 1대분 중에서 완비품은 실린더 1개마다 2개)로 하고 잔여분에 대하여는 케이싱을 생략할 수 있다.	기관 1대분	기관 1/2대분
연료분사펌프	완비품. 다만, 해상에서 부품의 교환이 가능할 경우에는 펌프 한 대분의 동작부품(플런저, 슬리브, 밸브, 스프링 등), 또는 동등한 고압 연료유 펌프	1개	1개
연료분사관 계통	커플링을 포함한 고압 이중 연료유관 완비품	각 모양 및 치수의 것 각 1개	각 모양 및 치수의 것 각 1개
주 베어링	주 베어링 또는 셸(조정편, 볼트 및 너트 포함)	각종 1베어링분	각종 1베어링분
연접봉의 베어링	연접봉 하부베어링 또는 셸, 조정편, 부착볼트, 너트포함	각종 1실린더분	각종 1실린더분
	연접봉 상부베어링 또는 셸, 조정편, 부착볼트, 너트포함	각종 1실린더분	-
	트렁크피스톤 형인 경우 피스톤핀과 부시	-	각종 1실린더분
실린더 주유기	최대의 것으로서 구동용 체인 또는 기어를 포함한 완비품, 또는 동등한 예비품 세트	1개	-
소기계통	흡입밸브 및 토출밸브 완비품	각종 1펌프분	-
개스킷 및 패킹	실린더커버, 실린더 라이너용 특수개스킷 및 패킹	-	각종 1실린더분

표 5.1.2 증기터빈의 예비품

종류	적용	수량
터빈 축	카본 기밀 링(스프링 포함) 및 글랜드 실	각종 1조
여과기	특수한 설계의 여과망 또는 여과통에 한함.	각종 1조

표 5.1.3 축계 및 동력전달장치의 예비품

종류	적용	수량
주 추력 베어링	패드(조정용 라이너 및 링 포함). 다만, 한 면의 패드가 다른 면의 패드와 상이한 경우, 모든 종류의 패드를 구비하여야 함.	1 편면분
	일체로 된 링 형식의 화이트메탈 추력 슈	1개
	롤러 추력 베어링이 설치되어 있는 경우, 내륜 및 외륜(롤러 포함)	1개
감속장치 또는 역전장치	베어링 부시 완비품	각 모양 및 치수의 것 1조
	롤러 또는 볼 레이스(race)	각 모양 및 치수의 것 1조

표 5.1.4 보일러의 예비품

종류			적용	수량
안전밸브의 스프링			과열기 안전밸브의 스프링도 포함	각종 1개
분유버너의 노즐			완비품	1보일러분
수면계	원통형	유리	패킹을 포함	12개
	평면형	유리	-	2개
		프레임	-	1개

(비고)
원통형 수면계 유리 및 평면형 수면계 유리는 보일러 1대마다 표의 수량을, 평면형 수면계의 프레임은 보일러 2대마다 1개를 각각 비치하여야 한다.

표 5.1.5 중요보기의 예비품

종류	적용	수량
피스톤 펌프	밸브(밸브시트 및 스프링 포함)	각종 1조
	피스톤링	각종 1실린더분
원심펌프 및 기어펌프	베어링	각종 1개
	로터 실	각종 1조
공기 압축기	피스톤링	각종 1실린더분
	흡입밸브 및 토출밸브 완비품	각종 1/2대분

(비고)
1. 충분한 용량의 예비펌프가 설치되어 있는 경우, 빌지펌프를 제외한 다른 용도의 펌프에 대하여는 예비품을 생략할 수 있다.
2. **규칙 6장 702.**의 **7**항, **802.**의 **3**항 및 **903.**의 **1**항에 따라 예비냉각수 펌프, 윤활유 펌프 또는 연료유 공급펌프가 설치되지 아니하는 경우에는 각각 펌프의 완비품 1대를 비치하여야 한다.

표 5.1.6 공구 등의 예비품

종류	적용		수량
관 플러그	주 보일러 및 중요보조 보일러(과열기관 및 이코노마이저관 용도의 것 포함)	수관보일러	각 치수마다 12개
		기타의 보일러	각 치수합계 12개
보일러 표준압력계	압력계 시험장치로 대신할 수 있다.		1개
보일러 수질시험기	염분계 2개로 대치할 수 있다.		1대
기관장치의 보수, 정비 및 수리에 필요한 특수공구 및 비품			1식

제 2 장 주기관 및 보조기관

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. **규칙** 101.의 1항을 적용함에 있어서 "우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 소형의 보조기관"의 취급은 다음에 따를 수 있다. *(2017)* **【규칙 참조】**
   (1) 발전기(비상전원용 포함) 또는 중요보기를 구동하는 출력 100 kW 미만의 보조기관
   (가) 도면의 제출을 생략할 수 있다. 다만, **규칙 1장** 103.의 1항 및 **규칙 2장** 203.의 9항의 요건에 적합한지를 확인하기 위한 도면 또는 자료를 입회 검사원에게 제출하여야 한다.
   (나) 주요부품의 재료는 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것을 사용할 수 있다.
   (다) 기관 완성품의 육안검사 및 공장시운전 이외의 시험은 제조자가 자체 시험을 실시하고 그 결과를 우리 선급에 제출할 경우 검사원의 입회를 생략할 수 있다.
   (2) 하역장치를 구동하는 보조기관의 출력에 따른 도면, 재료 및 시험에 대한 요건은 **9편 2장**을 따른다.
2. **용접구조** **규칙** 101.의 5항을 적용함에 있어서 기관의 주요부를 용접구조로 할 경우의 일반적인 요건은 **규칙 5장** 4절에 따른다. **【규칙 참조】**
3. **전자제어디젤기관** **규칙** 101.의 7항을 적용함에 있어서 우리 선급이 별도로 규정한 추가요건은 **부록** 5-8에 따른다. **【규칙 참조】**

제 2 절 내연기관

202. 일반구조 및 장치 【규칙 참조】

1. **규칙** 202.의 1항 (2)호를 적용함에 있어서, 각 거치 볼트의 강도는 다음 식에 만족하여야 한다.
   (1) 토크 제어 체결 방식을 적용할 경우에는 다음 식에 따른다.

$$F_a = \frac{T}{k_a \cdot d} \times 1000 \qquad \frac{F_a}{A_{bolt}} < 0.7\sigma_{BY}$$

여기서,
F_a : 볼트의 축력으로서, 토크를 가하여 조인 볼트에서 볼트 축방향에 작용하는 인장력 (N)
T : 기관 제조자가 권고하는 토크로서, 너트를 조이는 모멘트 (N·m)
k_a : 토크 계수값으로서 다음 표에 따른다.

구분	토크 계수값	토크 계수값의 표준편차
너트에 표면처리를 하는 경우	0.11로 한다. 다만, 제조자가 토크 계수값에 대한 시험자료등을 제시할 경우 0.11~0.15의 범위에서 조정할 수 있다.	0.010 이하
너트에 방청제만 적용하고 표면처리를 하지 않는 경우	0.15로 한다. 다만, 제조자가 토크 계수값에 대한 시험자료등을 제시할 경우 0.15~0.19의 범위에서 조정할 수 있다.	0.013 이하

d : 볼트 나사 바깥지름의 기준 치수 (mm)
A_{bolt} : 볼트 나사 부분의 최소 단면적 (mm^2)
σ_{BY} : 볼트 재료의 규격최소항복강도 (N/mm^2)

(2) 유압식 체결 방식을 적용할 경우에는 다음 식에 따른다.

$$F_b = k_b \times P \times A_p \quad ; \quad \frac{F_b}{A_{bolt}} < 0.7\sigma_{BY}$$

여기서,

F_b : 볼트의 축력으로서, 체결 유압에서 산출된 볼트의 축 방향에 작용하는 인장력 (N)

P : 유압장비의 압력(Hydraulic pressure for hydraulic tension device) (N/mm^2)

A_p : 유압장비의 유효 피스톤 면적(Effective piston area of hydraulic tension device) (mm^2)

k_b : 유압체결계수 (Hydraulic coefficient for setting and resilience behaviour)로서 0.85로 한다. 단, k_b의 값이 규칙에서 제시된 것과 상이한 경우, 이를 증명하는 상세한 검토자료를 제출하여 우리 선급에서 적절하다고 인정하는 경우에는 이를 허용할 수 있다.

A_{bolt}, σ_{BY} : (1)호에 따른다.

2. **규칙 202.**의 3항 (4)호 (나)에서 우리 선급이 인정하는 경우라 함은 다음을 만족하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

(1) 수치 모의시험 모델은 시험을 거치고 계산결과와 참조할 수 있는 기존 봉쇄시험(containment test) 사이의 직접 비교를 통하여 적합성 및 정확성이 검증되어야 한다. 이 시험은 수치모의시험 방법의 인정을 위하여 제조자에 의해 적어도 한번은 수행되어야 한다.

(2) 봉쇄(containment)에 대한 상응하는 수치 모의시험은 봉쇄시험에서 규정된 것과 같은 회전수로 수행되어야 한다.

(3) 고속 변형에 대한 재료의 성질이 수치 모의시험에 적용되어야 한다. 정상상태의 성질과 적절한 변형속도에서의 성질 사이의 상관관계가 입증되어야 한다.

(4) 과급기의 설계는 기하학 및 운동학적으로 봉쇄시험에 사용된 과급기와 유사하여야 한다. 일반적으로 완전히 새로운 설계는 새로운 봉쇄시험을 필요로 한다.

3. **규칙 202.**의 5항 (5)호를 적용함에 있어서, 엔진에 부착된 충전용 발전기를 통해 시동용 축전지를 충전하는 것을 인정할 수 있다. 다만, 비상발전기용 시동 장치는 **규칙 6편 1장 203.**의 6항을 만족하여야 한다. *(2019)* **【규칙 참조】**

203. 안전장치

1. **규칙 203.**의 2항을 적용함에 있어서, 다음과 같은 인정할 수 있는 수단이 고려될 수 있다. *(2021)* **【규칙 참조】**

(1) 실린더 헤드볼트 인장에 의한 과압 방지 수단

(2) 지속적으로 모니터링 가능한 실린더 압력 센서를 설치하여 실린더 과압 발생시 경보를 발하고 자동으로 엔진을 정지 또는 감속할 수 있는 장치

(3) 기타 우리선급이 적절하다고 인정하는 장치

2. **규칙 203.**의 4항을 적용함에 있어서 기관에 설치되는 크랭크실 도출밸브용 매뉴얼 및 명판은 다음에 따른다.
【규칙 참조】

(1) 각 기관에 설치하기 위해 공급되는 도출밸브의 크기 및 형식에 적합한 제조자의 설치 및 정비 매뉴얼 1부를 선내에 비치하여야 하며, 매뉴얼에는 다음을 포함하고 있어야 한다.

(가) 기능 및 설계 제한을 포함한 밸브에 대한 상세설명

(나) 설치 지침서

(다) 정비 지침서(모든 밀봉장치의 시험 및 교체 포함)

(라) 크랭크실의 폭발 후 필요한 조치사항

(2) 도출밸브에는 다음의 정보를 포함하는 적절한 표시를 하여야 한다.

(가) 제조자명 및 주소

(나) 명칭 및 크기

(다) 제조년월

(라) 승인된 설치방향

3. **규칙 203.**의 10항 (1)호를 적용함에 있어서, 베어링 온도 감시장치 또는 동등한 장치는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 저속 디젤기관의 베어링 온도감시장치는 주베어링, 크랭크베어링 및 크로스헤드 베어링의 온도(또는 윤활유 출구온도)를 감시할 수 있어야 한다.

(2) 중속 및 고속 디젤기관의 베어링 온도감시장치는 주베어링과 크랭크베어링의 온도(또는 윤활유 출구온도)를 감시할 수 있어야 한다.

(3) 동등한 장치란 크랭크케이스 내의 폭발 위험을 방지하기 위하여 특수하게 설계된 고속기관에 적용되는 조치를 말

한다.

4. **규칙 203.**의 10항 (1)호를 적용함에 있어서, 자동긴급정지 장치에 대한 오버라이딩을 설치할 경우에는 그 결과에 대한 자료를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.
5. **규칙 203.**의 10항 (2)호를 적용함에 있어서 기관설계자 및 오일미스트 탐지장치 제조자의 지침서에는 다음을 포함하고 있어야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 크랭크실의 샘플링 위치 및 탐지용 관의 크기를 포함한 관 또는 케이블의 배치를 보여주는 오일미스트 탐지장치와 경보시스템에 대한 배치도
   (2) 오일미스트 축적시 예상되는 크랭크실 분위기와 크랭크실 배치 및 형상을 고려한 샘플링 포인트의 위치 및 샘플 추출율(적용시)을 확인하기 위한 연구자료
   (3) 제조자의 정비 및 시험 매뉴얼 (매뉴얼 1부는 선내에 비치할 것)
   (4) 승인된 형식의 오일미스트 탐지장치를 포함한 기관보호시스템의 시험장치를 갖춘 기관의 형식시험 또는 사용중 시험과 관련된 정보
6. **규칙 203.**의 10항 (8)호를 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 상세한 자료라 함은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 기관 요목표 (형식, 출력, 속도, 행정, 안지름 및 크랭크실 용적 등)
   (2) 크랭크실 내에 잠재적인 폭발조건의 생성을 방지하는 장치에 대한 상세 (예를 들어, 베어링의 온도감시, 윤활유의 튀는 온도, 크랭크실의 압력감시, 순환장치 등)
   (3) 상세한 사용실적과 함께 그러한 장치가 잠재적인 폭발조건의 생성을 방지하는데 효과가 있다고 증명할 수 있는 증거자료
   (4) 운전, 정비 및 시험 지침서

204. 크랭크축 【규칙 참조】

1. **최소지름 규칙 표 5.2.3**을 적용함에 있어서 부등간격 착화기관의 크랭크축에 대한 정수 A 및 B의 값은 다음에 따른다.
   (1) 4사이클 직렬기관

실린더 수	크링크 배치	A	B
4		1.25	4.7

   (2) 2사이클 V형 기관

실린더 수	동일한 크랭크 스로우에 속한 실린더의 최소착화간격	*크랭크 배치*	A	B
12	60°		1.00	21.6
				15.0
16				26.3

205. 크랭크암의 치수

크랭크암의 너비 b, 두께 t, 필릿부 반지름 r을 취하는 방법은 다음에 따른다.

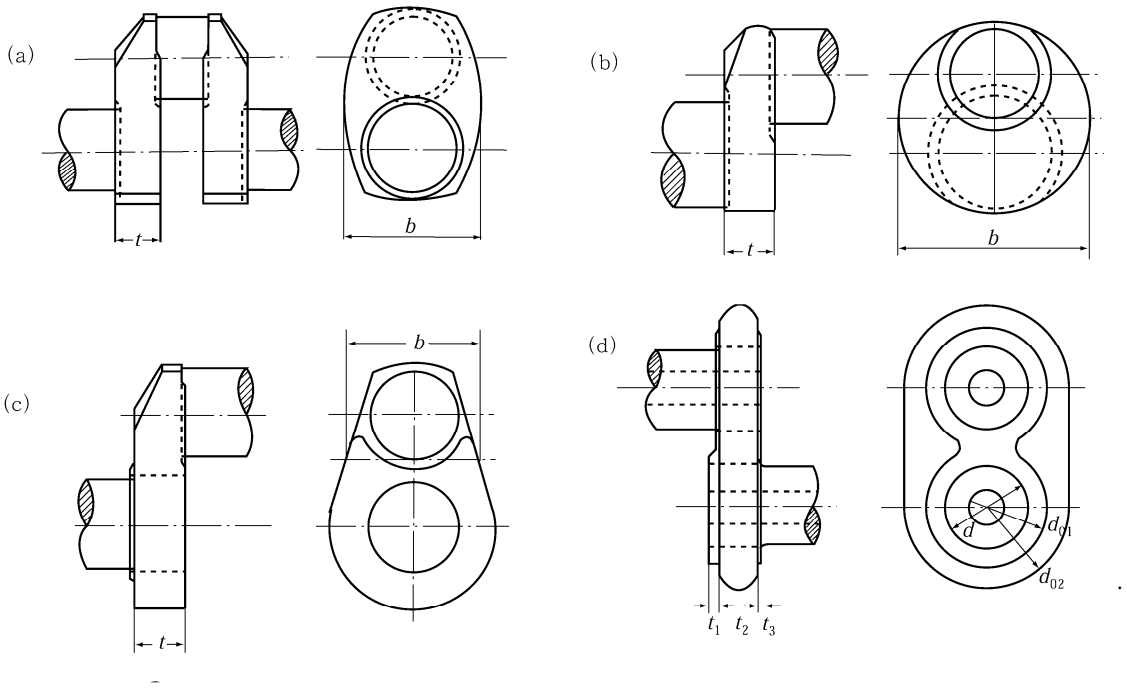
1. **일체형 크랭크축 【규칙 참조】**
   (1) **규칙 205.**의 1항을 적용함에 있어서 b는 핀 중심과 저널 중심의 수직이등분선상의 너비로 하고, 각이 일부 곡연되어 있는 경우에도 끝에서 끝까지 측정한 치수로 한다. t는 b와 동일한 위치의 두께로 하고, 들어간 부분이 있어도 이것이 없는 것으로 취급한다. r이 2단일 경우에는 핀 또는 저널에 연속되는 부분의 r을 가리키는 것으로 한다.
   (2) 핀과 저널의 실제지름이 다를 때에는 그 어느 것에 대하여도 t/d와 b/d와의 관계는 **규칙 205.**의 1항의 식 또는

규칙 그림 5.2.1에 만족하여야 한다.

2. **반조립형 크랭크축 규칙** 205.의 3항을 적용함에 있어서 b는 핀 중심과 저널 중심을 연결하는 선과 직교하고 핀의 하단에 접하는 선상의 크랭크암의 너비로 한다. t는 b와 동일한 위치의 두께로 하고 들어간 부분이 있어도 이것이 없는 것으로 취급한다. 암의 외측에 열박음부분의 자리가 있는 경우, t에는 이 자리의 두께를 포함하지 않는 것으로 한다. r은 1항과 동일하다. b 및 t를 취하는 방법에 대하여는 **지침 그림** 5.2.1에 따른다.
3. **규칙** 205.의 3항 및 4항에 있어서 **지침 그림** 5.2.1 (d)와 같은 열박음부 모양을 갖는 경우에는 **규칙** 205.의 3항의 식 대신에 다음 식을 사용한다. **【규칙 참조】**

$$t_2\left(1-\frac{1}{A_{x1}}\right)+t_2\left(1-\frac{1}{A_{x2}^2}\right)+ \quad \cdots\cdots \quad \geq \frac{C_1 TD^2}{C_2 d_h^2}$$

$$t_2 \geq 0.525\, d_c$$



(비고)
암을 분할하여 두께 t_1, t_2, ...로 나누고 암의 바깥지름을 열박음부분의 구멍지름으로 나눈 값을 $A_{s1}^2 = d_{01}/d$, $A_{s2}^2 = d_{02}/d$, ...로 하여 **지침** 205.의 3항에 적용한다.

그림 5.2.1 b, t를 취하는 방법

206. 재료보정 【규칙 참조】

규칙 206.에 있어서 주강제 반조립형 크랭크축을 규격최소인장강도가 440 N/mm^2 미만의 재료로 제조하는 경우의 K_m의 값은 1로 할 수 있다.

208. 특별고려 【규칙 참조】

1. **규칙** 208.의 취급은 다음에 따른다.
   (1) "통상의 제조법과 다른 방법으로 제조한 크랭크축"의 정의 및 그 제조방법의 승인에 관한 시험에 대하여는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제2장 5절**에 따른다.
   (2) 전 호에 따른 특수한 제조방법으로 제조된 크랭크축의 지름은 다음의 k_r 및 k_ρ의 값 중 작은 값을 크랭크축의 소요지름 d_c에 곱해도 좋다.
   (가) 단조플로우가 연속되고, 품질의 안정이 인정되며, 피로강도가 자유단조의 것과 비교하여 20 % 이상 향상된다고

인정되는 경우

$$k_r = \sqrt[3]{\frac{1}{1.15}}$$

(나) 표면처리를 하고 품질의 안정 및 피로강도 향상의 우월성이 인정되는 경우

$$k_\rho = \sqrt[3]{\frac{1}{1+\rho/100}}$$

ρ : 표면처리에 관련하여 우리 선급이 결정한 강도 상승률

(3) 전호의 규정을 **규칙** 205.의 3항 및 210.의 1항의 경우에는 적용하지 아니한다.

2. 크랭크축의 지름, 암의 치수 및 필릿부 반지름이 **규칙** 204. 및 205.의 규정에 부족할 경우, **규칙** 208.의 취급은 다음에 따른다.(**지침 그림** 5.2.2 참조)

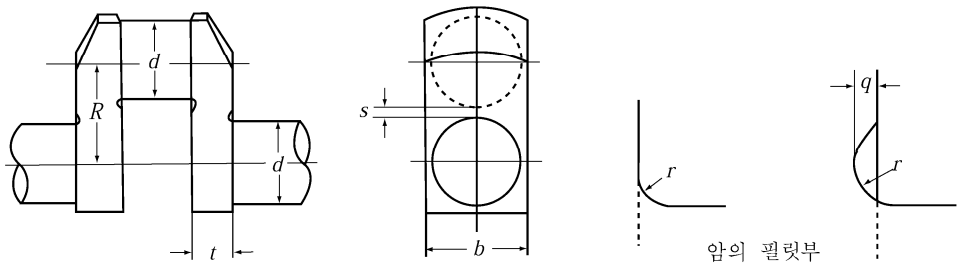


그림 5.2.2 크랭크축 기호의 설명도

(1) **규칙** 204.의 2항의 규정에 적합하지 않을 때

일체형 크랭크축에 있어서, 핀 또는 저널 지름이 **규칙** 204.의 2항 d_c(**규칙** 206., 207. 및 **지침** 208.의 1항 (2)호에 따라 재료보정을 한 것)에 부족할 때는 필릿부의 응력 외에 평행부의 비틀림응력, 열박음부분의 마찰력, 재료 등을 고려하여 그때마다 적합여부를 정한다. 이 중에서 필릿부의 응력에 대하여는 다음 (가) 및 (나)에 따른다.

(가) 선미축계를 포함한 진동응답계산을 행하지 않고 평행부의 비틀림응력을 산정하는 경우, **부록** 5-2 (크랭크축 응력의 계산법 (1))에 의해 계산된 등가응력 편진폭 σ_e 의 값이 **지침 표** 5.2.1에 표시한 계수 등을 대입하여 얻어지는 다음식의 허용응력 σ 이하일 경우에는 규칙에 적합한 것으로 한다.

$$\sigma = \sigma_a \times f_m \times f_s + \alpha \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

(나) 선미축계를 포함한 진동응답계산을 행하여 평행부의 비틀림응력을 산정하는 경우, **부록** 5-3 (크랭크축 응력의 계산법 (2))에 의해 계산된 허용계수 Q 의 값이 다음 식을 만족하는 경우에는 규칙에 적합한 것으로 한다.

$$Q \geq 1.15$$

표 5.2.1 필릿부의 허용응력 계수

<table>
<tr><td rowspan="6">σ_a
(N/mm^2)</td><td colspan="2">사이클</td><td colspan="2">2사이클</td><td>4사이클</td></tr>
<tr><td colspan="2">크랭크축 형식</td><td>반조립형</td><td>일체형</td><td>일체형</td></tr>
<tr><td rowspan="3">축지름 d</td><td>$d \geq 200$</td><td>53.9</td><td>53.9(※)</td><td>83.3</td></tr>
<tr><td>$200 > d \geq 100$</td><td>—</td><td colspan="2">132.3 - $d/4$</td></tr>
<tr><td>$100 > d$</td><td>—</td><td colspan="2">107.8</td></tr>
<tr><td colspan="5">(주) d : 크랭크핀 또는 저널의 실제지름 중 큰 쪽의 값(mm)
(※) 베드가 용접구조가 아닌 경우, 83.3으로 할 수 있다.</td></tr>
<tr><td>f_m</td><td colspan="5">$1+\frac{2}{3}\left(\frac{T_s}{440}-1\right)$</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">(주) T_s : 재료의 규격최소인장강도(N/mm^2)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">f_s</td><td colspan="5">제조방법</td></tr>
<tr><td>통상의 방법</td><td colspan="2">**지침 208.**의 1항 (2)호 (가)에 관련되어 승인된 방법</td><td colspan="2">**지침 208.**의 1항 (2)호 (나)에 관련되어 승인된 방법</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">1.15</td><td colspan="2">1 + $\rho/100$</td></tr>
<tr><td colspan="5">(주) ρ : 표면처리에 관련하여 우리 선급이 결정한 강도의 향상률(%)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">α
(N/mm^2)</td><td colspan="5">주베어링의 재료</td></tr>
<tr><td colspan="2">화이트 메탈</td><td colspan="3">트리메탈 또는 켈밋</td></tr>
<tr><td colspan="2">0</td><td colspan="3">9.8</td></tr>
</table>

(2) **규칙 205.**의 규정에 적합하지 않을 때

(가) **규칙 204.**의 식 중의 M 및 T를 다음과 같이 보정하여 d_c를 구하고, 실제지름 d가 d_c보다 클 때는 규칙에 적합한 것으로 한다. 다만, 적용범위는 다음과 같다. 또한, 치수 b, t 및 r을 취하는 방법에 대하여는 **지침 205.**를 참조한다.

$$M = 10^{-2} APL \times \frac{\alpha_{KB}}{5}$$

$$T = 10^{-2} BP_i S \times \frac{\alpha_{KT}}{1.8}$$

적용범위 :

$$0 \leq \frac{q}{r} \leq 1, \quad -0.3 \leq \frac{s}{d} \leq 0.4, \quad 8 \leq \frac{d}{r} \leq 27$$

$$1.1 \leq \frac{b}{d} \leq 2.1, \quad 0.2 \leq \frac{t}{d} \leq 0.56$$

$\alpha_{KB} = 4.84 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5$ (굽힘에 관한 형상계수)

$$f_1 = 0.42 + 0.16\sqrt{\frac{d}{r} - 6.864}$$

$$f_2 = 1 + 81\left\{0.769 - \left(0.407 - \frac{s}{d}\right)^2\right\}\left(\frac{q}{r}\right)\left(\frac{r}{d}\right)^2$$

$$f_3 = 0.285\left(2.2 - \frac{b}{d}\right)^2 + 0.785$$

$$f_4 = 0.444\left(\frac{d}{t}\right)^{1.4}$$

$$f_5 = 1 - \left\{ \left(\frac{s}{d} + 0.1 \right)^2 \left(4\frac{t}{d} - 0.7 \right) \right\} \quad \cdots\cdots\cdots \quad \left(\frac{t}{d} \geq 0.36 \text{ 일때} \right)$$

$$= 1 - 1.35 \left(\frac{s}{d} + 0.1 \right)^2 \quad \cdots\cdots\cdots \quad \left(\frac{t}{d} < 0.36 \text{ 이고 또한 } \frac{s}{d} > -0.1 \text{ 일때} \right)$$

$$= 1 \quad \cdots\cdots\cdots \quad \left(\frac{t}{d} < 0.36 \text{ 이고 또한 } \frac{s}{d} \leq -0.1 \text{ 일때} \right)$$

$\alpha_{KT} = 1.75 \times g_1 \times g_2 \times g_3$ (비틀림에 관한 형상계수)

$$g_1 = 31.6 \left(0.152 - \frac{r}{d} \right)^2 + 0.67$$

$$g_2 = 1.04 + 0.317 \frac{s}{d}$$

$$g_3 = 1.31 - 0.233 \frac{b}{d}$$

d : 핀 또는 저널의 실제지름 (mm)
r : 필릿부의 반지름 (mm)
q : 들어간 부분 (mm)
s : 핀과 저널의 오버랩량(mm)

$$s = \frac{\text{핀의지름} + \text{저널지름} - \text{행정}}{2}$$

(나) 전 (가)에 의해서도 암의 치수가 적합하지 않는 경우의 취급은 **지침 208.**의 2항 (1)호 (가) 및 (나)에 따른다.

(다) 조립형 크랭크축의 암의 두께 또는 암의 바깥지름이 규정치수에 부족한 경우에도 다음 조건을 만족하면 규칙에 적합한 것으로 한다.

$$d^2 \times t \times p_m \geq C\,T D^2$$

C : 정수로 2사이클 직렬기관인 경우 : 103
4사이클 직렬기관인 경우 : 165
d : 열박음부의 지름 (mm)
t : 암의 축방향의 두께 (mm)
T : **규칙 204.**에 따른다.
D : 실린더의 지름 (mm)
p_m : 열박음부의 면압(面壓)(N/mm^2)으로서 다음 식에 따른다.

$$p_m = Y \left[\log_e K + \frac{1}{2} \left\{ 1 - \frac{K^2}{A_s^2} \right\} \right] \times (1 - R^2)$$

Y : 암 재료의 규격최소항복강도(N/mm^2)
A_s : 암의 바깥지름을 열박음부 구멍의 지름으로 나눈 값

$$K = 0.9 \sqrt{\frac{206\,\alpha}{Y} + 0.25}$$

α : 크랭크저널의 열박음 여유를 열박음부의 지름으로 나눈 값에 10^3을 곱한 값
R : 중공축의 안지름을 바깥지름으로 나눈 값

211. 시험 및 검사

1. **규칙 표 5.2.4**를 적용함에 있어서 자분탐상시험을 프로드(prod)법으로 실시할 경우에는 아크 스트라이크(arc strike)가 생기지 않도록 한다.
2. **규칙 211.**의 3항에서 별도로 정하는 규정이라 함은 우리 선급의 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 8절**의 규정을 말한다. 발전기(비상전원용 포함) 또는 중요보기를 구동하는 출력 100 kW 미만의 보조기관, 그리고 하역장치를 구동하는 보조기관(출력에 상관없이)은 형식승인을 생략할 수 있다. *(2017)* **【규칙 참조】**
3. **규칙 211.**의 4항 및 5항을 적용함에 있어서 안전예방조치 및 일반사항으로 다음을 따라야 한다.
   (1) 시운전이 실시되기 전에 입회하는 작업자의 안전을 위한 모든 관련 장비가 제조자 및 조선소에 의해 준비되어야 하며, 원활하게 작동되어야 한다. 특히 크랭크실 폭발보호, 과속도방지 및 기타 긴급정지 기능이 확인되어야 한다. 과속도방지장치의 설정값은 기관 형식시험 동안 확인된 과속도 값 이하이어야 하며 검사원에 의해 검증되어야 한다.
   (2) 공식적인 시험에 앞서 기관 제조자에 의해 정해진 방법으로 길들이기 운전이 실시되어야 한다. 다양한 부하점에 적합한 시험 설비가 갖춰져야 한다. 연료, 윤활유 및 냉각수와 같은 시험 목적의 모든 유체는 사용목적에 적합하여야 한다. 즉, 청결하고 필요한 경우 예열이 되어야 하며 기관 부품에 손상을 일으키지 않아야 한다. 이는 시험 목적의 임시 또는 반복적으로 사용되는 모든 유체에 적용한다.
   (3) 기관 성능조정을 위하여 무부하운전을 하는 경우, 기관제조자는 연료공급장치, 조정장치 및 각종 안전장치를 충분히 조정하여 두어야 한다.
   (4) 기관은 다음의 사항이 검사되어야 한다.
      (가) 누설탐지장치를 포함하여 고압연료유관 피복의 검사
      (나) 가연성 유체를 이송하는 관장치의 관 이음부 스크린의 검사
      (다) 형식승인시험 시 계측한 값과 상응하는 고온 방열부에 대한 온도 계측값의 비교. 이는 기관의 정격출력 운전상태에서 시행해야 한다. 접촉 온도계의 사용은 입회하는 검사원의 판단 하에 사용될 수 있다. 형식승인시험 이후에 방열재가 수정된 경우 적외선 온도측정기 또는 동등하다고 인정되는 측정기를 사용하여 측정 및 검사가 이루어져야 하며 측정값은 임의 발췌하여 접촉 온도계로 검증되어야 한다.
      (라) 상기 검사는 통상 제조자의 공장시험 동안 검사원의 입회하에 이루어지며 우리 선급이 인정하는 경우 일부분을 선내시험 시에 실시할 수 있다.
4. **규칙 211.**의 4항에서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 공장시운전이라 함은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 시험 및 검사는 **지침 표 5.2.2**에 따른 방법을 표준으로 한다. 이 경우, 각 항목에 있어서 시험의 상세에 대하여는 다음의 방법을 참고로 하고, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 추가의 시험 또는 검사를 요구할 수 있다.
      (가) 주기관용 및 전기추진용 내연기관
         *KS V*4314(선박용 내연주기 육상시험방법) 또는 이와 동등한 시험방법
      (나) 주발전용 및 중요보기용 내연기관
         *KS V*4316(선박용 수냉 4사이클 디젤발전기관) 또는 이와 동등한 시험방법
   (2) 기록
      (가) 다음의 환경조건이 기록되어야 한다.
         (a) 대기온도
         (b) 대기압
         (c) 상대습도
      (나) 각 부하점에서 다음의 파라미터가 기록되어야 한다.
         (a) 출력 및 회전수
         (b) 연료지수(또는 동등한 측정치)
         (c) 최고연소압력(실린더헤드가 측정에 용의하도록 설계된 경우에 한함)
         (d) 과급기 입구 또는 각 실린더 출구의 배기가스온도
         (e) 급기온도
         (f) 급기압력
         (g) 과급기의 회전수
      (다) 계측장비의 검교정 기록은 요청이 있을 경우 입회하는 검사원에게 제시하여야 한다.
      (라) 기관의 시험이 실시되는 동안의 모든 단계의 운전 값은 기관 제조자에 의해 계측되고 기록되어야 한다. 모든 기록은 기관 제조자에 의해 발행될 성적서에 수록되어야 한다. 기관 설계자에 의해 요구되는 경우 크랭크축 디

플렉션 계측이 포함되어야 한다.

(마) 다양한 부하점에서 이루어지는 모든 측정은 운전상태가 안정화된 상태에서 수행되어야 한다. 모든 부하점에서 검사원이 육안검사를 수행할 수 있는 충분한 시간이 주어져야 한다.

(3) 기관과 과급기의 조합

(가) 압축기의 특성도

과급기는 기관이 모든 운전상태 및 이후 사용기간 동안 서징(surging) 없이 운전할 수 있는 압축기 특성을 가져야 한다. 허용되는 비정상적인 운전상태 즉, 착화실패 및 갑작스런 부하감소, 불연속 서징은 발생할 수 있다. (“서징”이라 함은 기관의 소기로부터의 청취할 수 있는 수준의 고음 진동 또는 폭발과 같은 소음이 발생하는 현상을 말한다. “연속 서징”이라 함은 한번이 아닌 반복적으로 발생하는 서징을 말한다.)

(나) 서지 마진(surge margin) 검증

추진용 기관에 설치되는 카테고리 C 과급기는 기관의 공장시험 동안 서지 마진이 확인되어야 한다. 이 시험은 동일한 형상의 기관과 과급기(동일한 노즐링 포함)가 이미 성공적으로 시험되었을 경우 생략될 수 있다.

(a) 4행정 기관

다음의 시험이 서징 없이 수행되어야 한다.

(i) 연속최대출력 및 회전수(100 %), 회전수는 일정한 토크(연료지수)로 90 % 출력까지 감소되어야 한다.

(ii) 80 % 회전수에서 50 % 출력(고정피치프로펠러의 특성곡선), 회전수는 일정한 토크(연료지수)를 유지하는 동안 72 %로 감소되어야 한다.

(b) 2행정 기관

서지마진이 적어도 다음 중의 한 가지 방법으로 입증되어야 한다.

(i) 공장시험에서 정해진 기관의 운전특성은 과급기(시험 설비에서 입증된)의 압축기 선도에 표기되어야 한다. 전부하 범위에서 적어도 10 %의 서지 마진이 있어야 한다. 즉, 운전 유량은 서지 한계(압력 동요가 없는)에서 이론적(질량) 유량보다 10 % 이상이어야 한다.

(ii) 적어도 하나의 실린더에서의 갑작스런 연료차단으로 연속적인 서징이 발생되어서는 아니 되며 20초 이내에 새로운 부하로 안정화되어야 한다. 두 개 이상의 과급기가 설치된 경우 각 과급기에 근접한 실린더의 연료를 차단하여야 한다. 이 시험은 다음의 두 가지 기관 부하에 대해 수행되어야 한다.

① 한 개의 실린더 착화실패에 대해 허용된 최대출력

② 약 0.06 MPa(보조송풍기 운전 없이)의 급기 압력에 상응하는 기관 부하

(iii) 연속최대출력의 100 %에서 50 %로 갑작스럽게 출력이 감소된 경우 연속적인 서징이 발생해서는 안 되며 과급기는 20초 이내에 새로운 부하에서 안정화되어야 한다.

(4) 통합시험

전자제어기관의 경우, 모든 의도된 운전모드에 대하여 전체 기계, 유압 및 전자시스템이 정해진 대로 작동되는지를 통합시험으로 확인하여야 하며 시스템적인 시험이 공장에서 실시되어야 한다. 이러한 시험이 공장에서 기술적으로 실행 불가능한 경우 해상시운전 동안 수행될 수 있다. 시험의 범위는 고장모드 및 영향분석(FMEA) 결과를 기초로 정해져야 하며 우리 선급의 확인을 받아야 한다.

5. 규칙 211.의 5항에서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 선내시험이라 함은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 내연기관의 해상 또는 선내에서의 시운전시험은 **지침 표 5.2.3**에 따른 방법을 표준으로 한다. 이 경우, 우리 선급은 *KS V*0811(해상시운전 기관부 시험방법) 중 필요하다고 인정하는 시험을 요구할 수 있다. 또한, 각 항목에 대한 시험의 상세는 *KS V*0811 또는 이와 동등한 시험방법을 참고로 하고, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 실린더 각 부분의 개방을 요구할 수 있다.

(2) 연속사용 금지범위

연속사용 금지범위가 요구되는 경우 연속사용 금지범위의 통과(가속, 감속 둘 다)가 아래와 같이 실증되어야 한다. 소요시간이 기록되어야 하며 승인된 문서가 있는 경우 명기된 시간 이하이어야 한다. 이는 역전운전 시(주로 정지시험 동안)의 경우도 포함한다.

(가) 수동 및 자동 통과시스템 둘 다 적용한다.

(나) 시험 동안 선박의 흘수 및 속도는 기록되어야 하며 가변피치프로펠러의 경우 피치도 기록되어야 한다.

(다) 기관은 연속사용 금지범위의 상하부 경계에서 안정된 운전(일정한 연료지수)이 확인되어야 한다. 일정한 연료지수란 유효행정(무부하에서 전부하지수)의 5% 미만의 변동 범위를 의미한다.

표 5.2.2 내연기관의 공장시운전 검사

<table>
<tr><td colspan="2">기관용도
시험항목</td><td>주기관용 내연기관(2)</td><td>전기추진선박 및 주전원의 발전용 내연기관(3)</td><td>PTO(power take off) 발전기를 가지는 주기관용 내연기관(4)</td><td>중요보기용 내연기관(2)</td></tr>
<tr><td colspan="2">110 % 출력</td><td>정격회전수×1.032에서 15분 또는 안정화 상태까지, 둘 중 짧은 시간(1)</td><td>정격회전수에서 15분</td><td>정격회전수에서 15분</td><td>정격회전수에서 15분</td></tr>
<tr><td colspan="2">승인된 순간 과부하 (해당하는 경우)</td><td>시험시간은 제조자와 협의</td><td>-</td><td>시험시간은 제조자와 협의</td><td>시험시간은 제조자와 협의</td></tr>
<tr><td rowspan="5">부하시험</td><td>100 % 출력(5)</td><td>정격회전수에서 60분</td><td>정격회전수에서 60분</td><td>정격회전수에서 60분</td><td>정격회전수에서 30분</td></tr>
<tr><td>90 % 또는 상용 출력(6)</td><td rowspan="4">프로펠러 특성에 따른 회전수에서 20분</td><td>-</td><td rowspan="4">프로펠러 특성에 따른 회전수 또는 정격회전수에서 20분</td><td>-</td></tr>
<tr><td>75 % 출력(6)</td><td rowspan="3">정격회전수에서 20분</td><td rowspan="3">출력특성에 따른 회전수에서 20분</td></tr>
<tr><td>50 % 출력(6)</td></tr>
<tr><td>25 % 출력(6)</td></tr>
<tr><td colspan="2">역전시험(7)</td><td>○</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">조속기시험</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">경보 및 안전장치의 작동시험</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">개방검사(8)</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
</table>

(비고)

1. 전자제어 디젤기관은 **지침 211.**의 5항 (4)호에 따른 통합시험을 실시하여야 한다.
2. 표의 (1)부터 (8)은 다음의 조건에 따른다.
   (1) 과부하 운전에 대한 호환성을 입증하는 동일한 기관과 과급기 조합의 시험보고서가 제출된 경우, 110 % 출력시험은 생략될 수 있다. *(2019)*
   (2) 우리 선급에 의하여 승인된 순간 과부하 출력이 없는 경우, 시험 종료 후 기관의 연료유 공급장치는 선내 거치 후의 운전에서 100 % 출력을 초과하여 운전되지 않도록 조정하여 두어야 한다.
   (3) 시험 종료 후, 연료유 공급장치는 선내 설치 후 운전을 위해 최대출력에서 일시적인 변동에 대한 10 %의 여유를 더하여 조정되어야 한다. 이러한 일시적인 과부하에 대한 용량은 기관의 100 % 출력에서 필요한 조속특성 달성 및 기관실속 전에 배전계통의 보호장치 작동을 위하여 필요하다.
   (4) 시험 종료 후, 연료유 공급장치는 선내 설치 후의 운전을 위해 최대출력에서 여유를 더하여 조정되어야 한다. 이 일시적 과부하는 하부장치구성품의 전기적 보호가 기관 실속 전에 이루어 질 수 있도록 하기 위하여 필요하다. 이 여유는 기관 출력의 10 % 이거나 적어도 PTO(power take off) 출력의 10 % 이어야 한다.
   (5) 계측은 최소한 30분 간격으로 2회 실시하여야 한다.
   (6) 시험 순서는 제조자가 정한다. *(2021)*
   (7) 자기 역전식의 기관에 한한다.
   (8) 공장시운전 후 개방검사의 정도는 검사원이 적절하다고 인정하는 바에 따를 수 있다. *(2018)*

표 5.2.3 내연기관의 선내(해상)시운전 검사

기관용도 / 시험항목	주기관용 내연기관(1)	전기추진선박 및 주전원의 발전용 내연기관(2)	PTO(power take off) 발전기를 가지는 주기관용 내연기관	중요보기용 내연기관
110 % 출력(3)	정격회전수×1.032에서 30분	110 % 출력(발전기의 정격출력)에서 10분	-	-
승인된 순간 과부하 (해당하는 경우)	시험시간은 제조자와 협의	-	-	시험시간은 제조자와 협의
100 % 출력	정격회전수에서 4시간	100 % 출력(발전기의 정격출력)에서 1시간	정격회전수에서 4시간(4)	정격회전수에서 30분
최저회전수시험	○	-	-	-
시동시험(5)	○	○	○	○
후진시험(6)	○	-	-	-
기관구역 무인운전시험(7)	○	○	○	○
경보 및 안전장치의 작동시험(8)	○	○	○	○
연료적합성시험(9)	○	○	○	○

(비고) 표의 (1)부터 (9)는 다음의 조건에 따른다.

(1) 가변피치 프로펠러를 갖춘 경우에는 100 % 출력 부하시험에서 100 % 출력에 도달이 불가능한 경우 최대가능출력에서 부하시험이 실시되어야 하며 각종 피치각에서의 운전을 포함한다. 가변피치 프로펠러를 갖춘 경우에는 정격회전수×1.032 시험을 요구하지 않는다. *(2021)*

(2) 각각의 기관은 100 % 출력에서 1시간 동안, 110 % 출력에서 10분 동안 시험되어야 한다. 100 %의 추진 출력(즉, 추진용 전동기의 총 출력)에서 가능한 적은 수의 발전기 출력을 분배함으로써 시험되어야 하며, 전기추진설비 시험 동안 시행될 수 있다. 이 시험은 4시간 이상 또는 모든 회전기계의 작동온도가 안정된 상태에 도달할 때까지 지속되어야 한다. 전기추진설비 시험 동안 상기의 시험이 실시되지 못한 기관의 경우 별도의 시험이 실시되어야 한다.
규칙 6편 1장 202.의 2항에 따라 원동기 및 조속기의 스텝부하 조정능력이 실증되어야 한다.

(3) 기관의 조정이 허용되는 경우 실시한다(**표 5.2.2** 비고 2항의 (2) 참조). 다만, 공장시험시의 성적 등을 고려하여 지장이 없다고 인정하는 경우에는 시험을 생략할 수 있다. *(2021)*

(4) 정격회전수에서 100 % 프로펠러분기출력으로 2시간 시험이 실시되어야 한다(100 % 출력 시험에 포함되지 않은 경우). 추가로 정격회전수에서 100 % PTO분기출력으로 1시간 시험이 실시되어야 한다. *(2021)*

(5) 도중에 보충 없이 시동할 수 없게 될 때까지, 역전식 기관에서는 전진 및 후진을 교대로 하고, 비역전식 기관에서는 시동 및 정지를 반복하여 실시한다.

(6) 가변피치 프로펠러를 갖춘 경우 역피치 시, 역전식 기관의 경우 정지시험 동안 역전운전 시 **지침 211.**의 6항 (2)호에 따라 연속사용 금지범위의 통과가 실증되어야 한다.

(7) 기관구역의 무인화설비(UMA)를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박의 경우에 한한다.

(8) 공장시운전 시에 검증된 사항을 제외한 경보 및 안전장치의 작동시험을 실시하여야 한다.

(9) 잔사유 등의 특별한 연료를 사용하는 경우에 한한다. 다만, 공장시험 시에 이미 그 적합성이 확인된 경우 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 생략할 수 있다.

제 3 절 증기터빈

304. 안전장치

추진용 터빈에는 **규칙** 304.의 2항 및 3항에 정하는 트립(trip) 조건 외에 터빈 로터의 축방향의 이상변위에 의하여 자동적으로 전진 터빈에 증기공급을 차단하는 장치를 설치할 것을 권장한다. **【규칙 참조】**

306. 터빈 날개의 강도 및 소요단면적

터빈날개의 진동응력계산서 또는 날개 재료의 0.01 % 내력의 규격이 제출되면, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, **규칙** 306.의 식 중 S 대신에 0.01 % 내력 규격 최저치의 2 배의 값을 사용하여 산출된 값까지 A 의 값을 경감할 수 있다. **【규칙 참조】**

307. 시험 및 검사

1. **규칙** 307.의 3항을 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법이라 함은 $KS\ V4211$(선박용 증기터빈 주기 육상시험방법) 또는 이와 동등하다고 인정되는 시험방법에 따라서 실시하는 것을 표준으로 함을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 307.의 4항 (2)호를 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법이라 함은 $KS\ V0811$(해상시운전 기관부 시험방법) 또는 이와 동등하다고 인정하는 시험방법에 따라서 실시하는 것을 표준으로 함을 말한다.

【규칙 참조】 ⚓

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치

제 1 절 일반사항

101. 용접구조의 부품 【규칙 참조】

규칙 101.을 적용함에 있어서 주요부품을 용접구조로 할 경우의 일반적인 요건은 **규칙 5장 4절**을 준용한다.

102. 기타의 추진장치

규칙 102.를 적용함에 있어서 다음에 따를 수 있다. **【규칙 참조】**

1. **워터제트 추진장치 및 선회식 추진장치** 워터제트 추진장치(water-jet propulsion systems) 또는 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thrusters)를 사용하는 선박의 설비에 대하여는 **부록 5-1**에 따른다.
2. 선수 또는 선측 스러스트 장치 및 그 제어기구 등 (이하 "**스러스터**" 라 한다.)에 대하여는 다음에 따른다. 다만, 구동동력 100 kW 미만의 소형 스러스터의 경우, 아래 (1)호, (2)호, (3)호, (4)호의 (가) 요건의 적용을 생략할 수 있다. *(2019) (2022)*

(1) 승인도면 및 자료

제조자는 공사착수 전에 다음의 도면 및 자료 3부를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.

(가) 스러스터의 전체장치도
(나) 조립단면도(주요부품의 재료를 기재한 것)
(다) 제어기구 계통도
(라) 축계 및 밀봉장치도
(마) 프로펠러
(바) 기어장치도
(사) 부속관 장치도
(아) 주요 요목표(구동 원동기의 종류, 출력 및 회전수, 용량 등을 기재한 것)
(자) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것

(2) 재료

주요부품의 재료는 원칙적으로 **규칙 2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우, 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것을 사용할 수 있다.

(3) 설계 *(2020)*

프로펠러 날개(blade)의 구조 및 강도는 **규칙 3장 303.**의 규정에 따른다. 다만 제조자가 상세계산서를 제출하고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 이에 따를 수 있다.

(4) 제조공장에서의 시험 및 검사

(가) 축계, 프로펠러 및 기어장치의 시험은 각각 **규칙 3장 2절, 3절** 및 **4절**의 규정을 준용한다.
(나) 기기 및 관장치의 수압부의 압력시험은 **규칙 6장**의 규정에 따른다. 이 시험은 제조자가 행한 시험으로 대신할 수 있다.
(다) 관장치의 시험은 **규칙 6장**의 규정을 준용한다.
(라) 전기설비에 대하여는 **규칙 6편 1장**을 준용한다.

(5) 선내설치 후의 검사

스러스터의 작동 확인시험 및 각종 안전장치의 시험을 한다.

제 2 절 축계

201. 적용

1. **규칙** 201.의 2항을 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 대체 계산법은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 대체 계산법에는 모든 허용운전조건 하에서 동적축계 전체에 존재하는 모든 관련하중이 포함되어 있어야 한다.
(2) 계산시 모든 축연결장치의 크기 및 배치를 고려하여야 한다.

(3) 대체 계산법은 연속운전하중 및 과도(transient)운전하중(피로강도에 대한 크기)과 최대운전하중(항복강도에 대한 크기)에 대한 설계기준을 고려하여야 한다.

(4) 피로강도해석은 다음 하중조건별로 별도로 수행할 수 있어야 있다.

(가) 저사이클 피로기준 (대략 〈 10^4)

(나) 고사이클 피로기준 (대략 〉〉 10^7)

(다) 연속사용 금지범위 또는 기타의 과도진동을 통과할 때 비틀림진동으로 인해 축적된 피로

202. 재료

1. **규칙** 202.의 2항을 적용함에 있어서 우리 선급이 특별히 승인한 것이라 함은 **규칙 2편 1장** 601.의 18항에 따라 승인된 경우를 포함한다. *(2017)* **【규칙 참조】**

203. 중간축 및 추력축 【규칙 참조】

1. 평수구역을 항해구역으로 하는 선박의 중간축 또는 추력축의 지름은 **규칙** 203.의 식 중 F값을 95로 할 수 있다.
2. 204.의 2항을 적용하여 경감할 수 있다.
3. **규칙** 203.을 적용함에 있어서 우리 선급이 특별히 승인하는 경우라 함은 **규칙 2편 1장** 601.의 18항에 따라 승인된 경우를 말하며 승인된 합금강의 규격최소인장강도 T를 계산식에 사용할 수 있다. *(2017)*

204. 프로펠러축 및 선미관축

1. **규칙 표** 5.3.2 (비고) (4)의 적용에 있어서 승인받은 내식성 재료로 제조되는 제1종 및 제2종 프로펠러축 또는 선미관축의 지름 d_p는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【규칙 참조】**

$$d_p = K_4 \times \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \quad (\mathrm{mm})$$

P : 기관의 연속최대출력(kW)

n : 축의 연속최대출력시의 회전수(rpm)

K_4 : 축의 종류에 따른 계수로 **지침 표** 5.3.1에 따른 값

2. 경감 **【규칙 참조】**

축의 지름이 **규칙** 203. 및 204.에 만족하지 않을 경우에는 다음에 따른다.

(1) 평수수역을 항해구역으로 하는 선박의 프로펠러축 또는 선미관축의 지름은 **규칙** 204.의 1항 또는 1항의 식에 따라 계산한 값의 92 % 이상으로 할 수 있다.

표 5.3.1 K_4 의 값

적용범위 \ 축재료		제1종 축		제2종 축
		석출경화계 스테인리스강(KS STS 630 계열)으로 우리 선급의 승인을 받은 것	지름이 200 mm 이하의 오스테나이트계 스테인리스강(KS STS 316 계열)	오스테나이트계 스테인리스강(KS STS 304 상당 계열)
1	프로펠러축의 프러펠러 취부 테이퍼부 대단부(프로펠러의 설치가 플랜지 구조의 경우에는 플랜지 **전면부**)에서 최후부의 선미관 베어링의 선수끝단까지의 사이 또는 2.5 d_p(해수윤활인 경우는 4.0 d_p)의 범위 중 넓은 범위	105	128	128
2	상기 1의 범위를 제외하고 선수측에 향하여 선수측 선미관 밀봉장치의 선수끝단까지의 범위	94(1)	116(1)	116(1)
3	선수측 선미관 밀봉장치의 선수끝단부터 중간축 커플링까지의 범위	94(2)	116(2)	116(2)
4	선미관축	94	116	116

(비고)
표의 (1) 및 (2)는 다음 조건을 따른다.
(1) 축 지름이 변하는 곳은 테이퍼를 주고 축지름을 완만하게 변화시켜야 한다.
(2) **규칙 203.**의 식 중 T를 410 N/mm^{2}로 계산한 지름까지 테이퍼로 하여 감소할 수 있다.

(2) 축에 작용하는 비틀림응력이 다음 조건을 만족하는 값까지 축의 지름을 경감할 수 있다.

$$\beta_m \times \tau_m + \beta_t \times \tau_D \le \frac{\tau_y}{S_y}$$

$$\beta_t \times \tau_D \le \frac{\tau_f}{S_f}$$

τ_m : 축에 작용하는 평균비틀림응력. 다만, 평균굽힘응력이 작용하는 경우에는 다음 식에 따른다.

$$\tau_{me} = \sqrt{\tau_m^2 + \frac{1}{3}\sigma_m^2}$$

τ_{me} : 등가평균비틀림응력 (N/mm^2)
σ_m : 평균굽힘응력 (N/mm^2)

β_m : 정적응력에 대한 노치계수
τ_D : 축에 작용하는 변동비틀림응력. 다만, 변동굽힘응력이 작용하는 경우에는 다음 식에 따른다.

$$\tau_{De} = \sqrt{\tau_D^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{\beta_b}{\beta_t} \times \sigma_D\right)^2}$$

τ_{De} : 등가변동비틀림응력 (N/mm^2)
σ_D : 변동굽힘응력 (N/mm^2)
β_b : 굽힘응력에 대한 노치계수

β_t : 비틀림응력에 대한 노치계수

τ_y : 축재료의 비틀림 항복강도 (N/mm^2)

S_y : 항복강도에 대한 안전율

τ_f : 평균응력 τ_m(또는 τ_{me})이 작용할 경우 축재료의 비틀림 피로강도 (N/mm^2)

S_f : 피로강도에 대한 안전율

(3) 전호에서의 축의 비틀림 피로강도 및 비틀림 항복강도는 제출된 자료를 기초로 하여 축의 재료, 열처리, 표면처리 등을 고려하여 우리 선급이 정한다. 피로에 대한 안전율 및 항복에 대한 안전율은 축의 사용목적, 사용조건 등을 고려하여 우리 선급이 정한다.

206. 선미관 베어링 및 선미관 밀봉장치

1. **규칙 206.**의 1항 (3)호를 적용함에 있어서 기름윤활을 하는 경우에 베어링의 길이를 프로펠러축 계산상 소요지름의 2배 이하로 할 경우에는 다음의 조건을 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 베어링 하중조건의 개선

베어링 전체의 슬로프 얼라인먼트(slope alignment)(선미관 베어링만의 슬로프 보링(slope boring)도 포함)를 채용하여 프로펠러축과 선미관 베어링과의 축방향의 상대적인 접촉을 개선하고 선미관 베어링의 하중의 분산 균일화를 도모할 것. 다만, 슬로프 얼라인먼트의 계산서(굽힘모멘트, 굽힘응력, 베어링반력, 베어링하중, 휨량, 휨각 등) 및 설치요령서의 제출을 요한다. 또한, 이 계산에 있어서는 다음 조건이 만족되어야 한다.

(가) 슬로프 얼라인먼트의 설계는 정적 외력을 대상으로 한다(동적 외력에 의한 축계 얼라인먼트의 변동, 즉 굽힘모멘트, 굽힘응력 기타 여러 값의 변동량의 검토는 규정 이외로 한다).

(나) 프로펠러축의 임의 단면에 작용하는 정적 모멘트의 절대치도, 선미관 베어링 선미단에 작용하는 정적 모멘트의 절대치를 초과하지 않을 것.

(2) 윤활유 및 윤활조건의 개선

선미관 베어링면의 윤활조건을 개선하기 위하여 다음의 대책을 강구할 것.

(가) 윤활유의 입구는 선미관의 선미측으로 하고, 냉각유를 완만하게 강제 순환시킬 것.

(나) 윤활유는 베어링의 내소착성이 우수하고, 또 해수의 침입에 대하여 유화하기 쉬운(분리하기 어려운) 성질의 것을 채용할 것. 그리고 기름의 첨가제에 대하여는 선미관 유밀장치의 밀봉재료(예를 들면 고무)와의 적합성도 검토할 것.

(다) 베어링 손상의 조기발견

소손의 조기발견과 확대방지를 위하여 선미관 베어링 최대하중점을 포함한 1점 이상에 대하여 베어링 쉘(shell)의 내부에 온도계측 장치를 설치하고 또한 60 °C 이하로 설정된 고온 경보장치를 설치할 것.

(라) 윤활유탱크에는 저액면 경보장치를 설치할 것.

2. **규칙 206.**의 2항을 적용함에 있어서 기름윤활방식의 선미관 밀봉장치는 미네랄 오일 및 바이오 오일 각각의 유종 계열에 대하여 형식승인을 득하여야 한다. **【규칙 참조】**

207. 축커플링 및 커플링 볼트

1. **규칙 207.**의 3항을 적용함에 있어 다음 식에 따를 수 있다. 다만 제조자 또는 설계자가 별도의 계산식을 제출하여 우리 선급에 의해 승인을 받을 경우 이에 따를 수 있다. **【규칙 참조】**

(1) 키 없는 수축끼워맞춤일 경우, 공차 여유치를 없앤 후 결합부 표면사이 접촉 면적이 확인되면 축 또는 중간 슬리브에 관련된 축커플링 허브(이하 “허브”)의 축방향 압입량 Δh은 다음 식에 따를 수 있다. (**그림 5.3.1**을 참조)

$$\Delta h = \left[\frac{8000B}{hz} \sqrt{\left(\frac{19100P}{nD_w}\right)^2 + T^2} + \frac{D_w(\alpha_y - \alpha_w)(t_e - t_m)}{z} \right] k \quad \text{(mm)}$$

B : 조립체의 재료 및 형상계수로서 다음 식에 따른다.

$$B = \frac{1}{E_y}\left(\frac{y^2+1}{y^2-1} + \nu_y\right) + \frac{1}{E_w}\left(\frac{1+w^2}{1-w^2} - \nu_w\right)$$

축방향의 구멍을 갖지 않는 축 조립체의 경우, 계수 B는 **표 5.3.2**에 따라 필요한 경우 선형보간법으로 구할 수도 있다.

E_y : 허브 재료의 종탄성계수 (N/mm^2)
E_w : 축 재료의 종탄성계수 (N/mm^2)
ν_y : 허브 재료의 프아송비
ν_w : 축 재료의 프아송비 (강의 경우, ν_w = 0.3)
y : 허브 내외경의 평균비로 다음 식에 의한 값

$$y = \frac{D_{z1} + D_{z2} + D_{z3}}{D_{y1} + D_{y2} + D_{y3}}$$

w : 축 내외경의 평균비로 다음 식에 의한 값

$$w = \frac{D_{o1} + D_{o2} + D_{o3}}{D_{w1} + D_{w2} + D_{w3}}$$

D_y : 축 또는 중간 슬리브와 접촉하는 허브의 평균 내경으로 다음 식에 의한 값

$$D_y = (D_{y1} + D_{y2} + D_{y3})/3 \quad \text{(mm)}$$

D_w : 허브 또는 중간 슬리브와 접촉하는 축의 평균 외경으로 다음 식에 의한 값

$$D_w = (D_{w1} + D_{w2} + D_{w3})/3 \quad \text{(mm)}$$

중간 슬리브가 없는 경우,

$$D_{w1} = D_{y1} \quad , \; D_{w2} = D_{y2}, \; D_{w3} = D_{y3} \text{ 따라서 } D_w = D_y$$

중간 슬리브가 있는 경우,

$$D_{w1} \neq D_{y1}, \; D_{w2} \neq D_{y2}, \; D_{w3} \neq D_{y3} \text{ 따라서 } D_w \neq D_y$$

h : 축 원추형 선미단부 또는 허브와 접촉하는 슬리브의 유효길이 (mm)
z : 허브의 테이퍼
P : 조립체에 의해 전달되는 출력 (kW)
n : 회전수 (rpm)
T : 전진속도에서 프로펠러 추력 (kN) (단, 추력이 커플링에 직접 전달될 경우에 한함.)
α_y : 허브 재료의 선팽창계수 (1/℃)
α_w : 축 재료의 선팽창계수 (1/℃)
t_e : 사용조건에서 조립체의 온도 (℃)
t_m : 부착 중 조립체의 온도 (℃)
중간 슬리브가 없는 조립체인 경우, k = 1
중간 슬리브가 있는 조립체인 경우, k = 1.1

표 5.3.2 계수 B 값

계수 $B \times 10^5$, 강 축 $w=0$, $E_w = 2.059 \times 10^5$ (N/mm^2), $\nu_w = 0.3$								
계수 y	동합금 허브 $\nu_y = 0.34$, E_y (N/mm^2)							강 허브 $\nu_y = 0.3$, $E_y = 2.059 \times 10^5$ (N/mm^2)
	0.98×10^5	1.078×10^5	1.176×10^5	1.274×10^5	1.373×10^5	1.471×10^5	1.569×10^5	
1.2	6.34	5.79	5.34	4.96	4.63	4.34	4.09	3.18
1.3	4.66	4.26	3.95	3.66	3.43	3.22	3.04	2.38
1.4	3.83	3.52	3.25	3.03	2.83	2.67	2.52	1.98
1.5	3.33	3.07	2.83	2.64	2.48	2.34	2.21	1.74
1.6	3.01	2.77	2.57	2.40	2.24	2.12	2.01	1.59
1.7	2.78	2.48	2.38	2.22	2.09	1.97	1.87	1.49
1.8	2.62	2.38	2.23	2.09	1.97	1.86	1.76	1.41
1.9	2.49	2.29	2.13	1.99	1.88	1.77	1.68	1.35
2.0	2.39	2.20	2.05	1.92	1.80	1.70	1.62	1.29
2.1	2.30	2.13	1.98	1.86	1.74	1.65	1.57	1.25
2.2	2.23	2.06	1.92	1.79	1.69	1.60	1.53	1.22
2.3	2.18	2.01	1.88	1.75	1.65	1.57	1.49	1.19
2.4	2.13	1.97	1.84	1.72	1.62	1.54	1.46	1.17

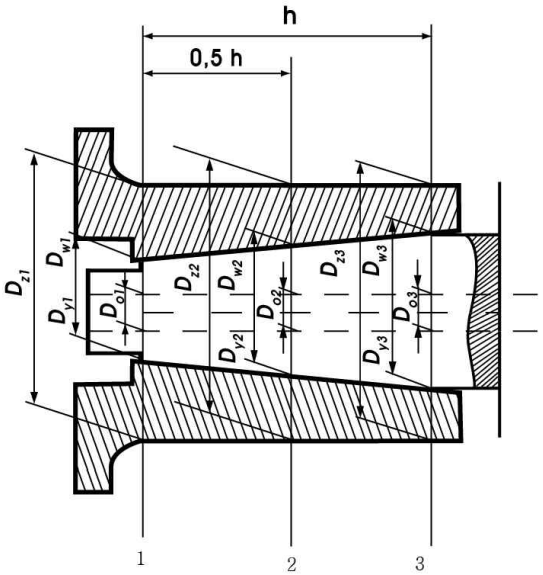


그림 5.3.1 축커플링 치수

(2) 원통형의 부착부를 가지는 강 커플링과 축을 조립할 경우, 간섭량 ΔD은 다음 식에 따를 수 있다.

$$\Delta D = \frac{8000B}{h}\sqrt{\left(\frac{19100P}{nD_w}\right)^2 + T^2} \quad \text{(mm)}$$

용어의 정의는 (1)호를 참조한다.

(3) 축과 결합하는 키 없는 커플링 조립체에서 허브는 다음의 상태를 만족하여야 한다.

$$\frac{A}{B}\left[\frac{C}{D_y}+(\alpha_y-\alpha_w)t_m\right]\le 0.75R_e$$

A : 다음 식에 의해 정해진 허브의 형상계수

$$A=\frac{1}{y^2-1}\sqrt{1+3y^4}$$

형상계수 A는 **표 5.3.3**에 따라 필요한 경우 선형보간법으로 구할 수 있다.

$C=\Delta h_r z$ (원추형 부착부를 가지는 조립체의 경우)

Δh_r : 온도 t_m에서 결합된 허브의 실제 압입량, $\Delta h_r \ge \Delta h$ (mm)

$C=\Delta D_r$ (원통형 부착부를 가지는 조립체의 경우)

ΔD_r : 원통형 부착부와 결합된 조립체의 실제 간섭량, $\Delta D_r \ge \Delta D$ (mm)

R_e : 허브 재료의 항복응력 (N/mm^2)

나머지 용어의 정의는 (1)호를 참조한다.

표 5.3.3 형상계수 A 값

y	A	y	A
1.2	6.11	1.9	2.42
1.3	4.48	2.0	2.33
1.4	3.69	2.1	2.26
1.5	3.22	2.2	2.20
1.6	2.92	2.3	2.15
1.7	2.70	2.4	2.11
1.8	2.54		

제 3 절 프로펠러

301. 적용 【규칙 참조】

1. 프로펠러 날개(blade)의 상세계산이 수행된 경우, 제조자가 제출한 상세계산을 바탕으로 **규칙 303.**에서 요구하는 날개(blade)의 두께를 경감할 수 있다. 상세계산에는 다음을 포함하여야 한다. *(2019)*
   (1) 하중조건 및 날개(blade)의 동유체 하중
   (2) 유한요소 모델 및 경계조건(우리 선급이 요구할 경우 모델 데이터가 제공되어야 함)
   (3) 항복 및 피로 평가
   (4) 항복 및 피로에 대한 제안된 안전계수 및 이에 대한 근거 자료
   (5) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 문서
2. 아래 항목에 해당하는 프로펠러에 대하여는 참고로 날개(blade)의 응력계산 자료의 제출을 요구할 수 있다.
   (1) 노즐 프로펠러, 자켓 프로펠러 등 특수한 날개(blade) 형상의 것
   (2) 예인선, 저인망어선, 푸셔(pusher) 등 운항상태가 특수한 선박용의 것
   (3) 반지름 $0.25R$에 있어서 피치비가 0.8을 초과하는 것
   (4) 추진성능 향상을 위해 특수하게 설계한 것

302. 재료 【규칙 참조】

주추진용이 아닌 조립형 프로펠러의 허브 및 날개 부착용 볼트 또는 가변피치프로펠러의 크랭크디스크(crank disc), 푸시풀로드(push pull rod), 작동실린더, 크로스헤드(cross head) 등과 같이 추진 토크를 전달하지 아니하는 부품에 대해 제조자가 자체 시험을 실시하고 그 결과를 우리 선급에 제출할 경우 검사원의 입회를 생략할 수 있다. *(2017)*

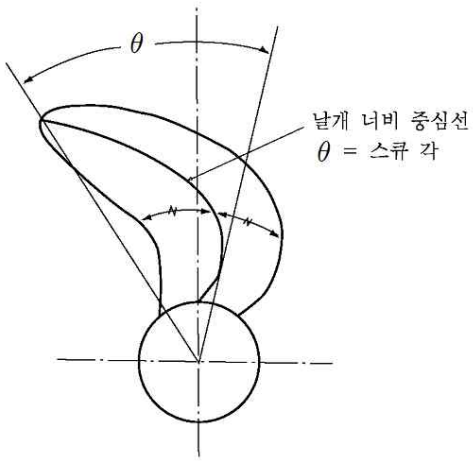


그림 5.3.2 스큐 각

303. 날개(blade)의 두께 【규칙 참조】

1. 프로펠러 스큐 각(프로펠러 투영도에 프로펠러축 중심과 날개너비 중심선의 프로펠러 선단과의 교점을 연결하는 직선과 프로펠러축 중심에서 날개너비 중심선에 그은 접선과의 이루는 각(**지침 그림 5.3.2** 참조)을 말한다)이 25°를 넘는 스큐드 프로펠러(skewed propeller)의 날개(blade) 두께는 스큐 각의 크기에 따라 다음에 정하는 기준을 적용한다.
   (1) 스큐 각이 25°를 넘고 60° 이하인 경우
      (가) 반지름 위치 $0.25R$(가변피치 프로펠러에 있어서는 $0.35R$) 및 $0.6R$에 있어서 날개(blade)의 두께는 **규칙 303.**의 t_x에 다음의 값을 곱한 것 이상이어야 한다.

$$A = \left(1 + B\frac{\theta - 25^\circ}{60^\circ}\right)$$

θ : 스큐 각(°)
B : 반지름 위치 $0.25R$ (가변피치 프로펠러에 있어서는 $0.35R$) --------- 0.2
반지름 위치 $0.6R$ ---------- 0.6

(나) 반지름 위치 $0.6R$ 에서 $0.9R$ 사이의 임의의 반지름 위치에 있어서 날개(blade) 두께 t_x 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_x = 0.003D + \frac{(1-x)(t_{0.6} - 0.003D)}{0.4} \quad (\text{mm})$$

D : 프로펠러 지름(mm)
x : R로써 무차원화한 반지름방향의 위치
$t_{0.6}$: 전 (가)에 따른 $0.6R$ 에 있어서의 날개(blade)의 두께(mm)

(2) 스큐 각이 60°를 넘는 경우
제조자 또는 설계자가 제출한 프로펠러 강도에 관한 상세계산서에 따라 우리 선급이 정한다.

304. 조립형 또는 가변피치 프로펠러의 날개(blade) 부착

1. **규칙 304.**의 1항에서 날개(blade) 부착용 볼트의 지름은 다음 식에 의하여 계산한 값 이상이어야 한다. 이 경우, K_3 에 대하여는 그림에 정한 값으로 할 수 있다. **【규칙 참조】**

$$d = 0.55\sqrt{\frac{1}{\sigma_a} \cdot \frac{1}{n}\left(\frac{A \cdot K_3}{L} + F_c\right)}$$

d : 날개(blade) 부착용 볼트의 소요지름(mm) (**지침 그림 5.3.3** 참조)
A : 다음 식에 의한 값

$$A = 3.0 \times 10^4 \frac{H}{NZ}$$

H : 주기관 연속최대출력(kW)
Z : 날개(blade)의 수
N : 프로펠러의 연속최대회전수를 100으로 나눈 값(rpm/100)
K_3 : 다음 식에 의한 값

$$K_3 = \sqrt{(D/P)^2\,(0.622 - 0.9x_0)^2 + (0.318 - 0.499x_0)^2}$$

x_0 : 날개(blade) 플랜지와 보스(또는 변절기구)와의 경계면과 프로펠러 반지름과의 비 (**지침 그림 5.3.3** 참조). 다만, 0.3을 초과하는 경우에는 0.3으로 한다.
D : 프로펠러 지름(m)
P : 반지름 위치 $0.7R$ 에서의 정격피치(m)
L : 반지름 위치 $0.7R$ 에서 날개(blade) 단면의 피치각 β 를 가지고 플랜지의 회전중심을 통하는 직선과 전진면 측의 전연측 볼트의 중심 및 후연측 볼트의 중심과의 평균 거리 (**지침 그림 5.3.4** 참조) (cm)
F_C : 프로펠러 날개(blade)의 원심력으로 다음 식에 의한 값 (N)

$$F_C = 1.10 \times mR'N^2$$

m : 날개(blade) 1개의 질량(kg)
R' : 날개(blade)의 무게중심과 프로펠러축 중심과의 거리(cm)
n : 날개(blade)의 전진면측의 볼트 수

σ_a : 볼트재료의 허용응력(N/mm^2)

$$\sigma_a = 34.7 \times \left(\frac{\sigma_B + 160}{600} \right)$$

σ_B : 볼트재료의 규격최소인장강도(N/mm^2). 다만, σ_B가 800 N/mm^{2}를 넘는 경우에는 800 N/mm^{2}로 한다.

2. **규칙 304.**의 2항에서 볼트 부착부의 플랜지의 두께(부착볼트 또는 너트의 자리에서 플랜지와 보스(또는 변절기구) 경계면까지의 두께를 말한다)는 다음 식에 의하여 계산한 값 이상이어야 한다. **【규칙 참조】**

$$t_f = 0.9\,d$$

t_f : 플랜지의 두께(mm) (**그림 5.3.3** 참조)
d : (1)의 식에 의하여 계산한 볼트의 지름(mm)

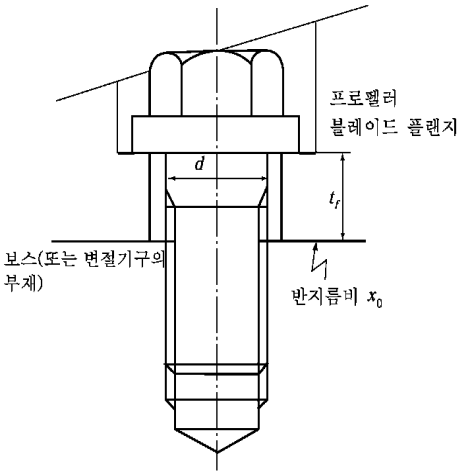


그림 5.3.3 x_o**를 취하는 방법**

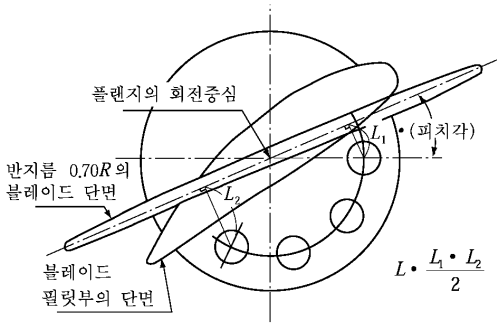


그림 5.3.4 L**을 취하는 방법**

3. **규칙 304.**의 3항에서 날개(blade)는 부착용 볼트에 적당한 초기체결력을 주고 견고하게 보스(또는 변절기구)에 부착되어 있을 것. 또한, 초기체결력은 다음 조건식의 범위 내에 있는 것을 표준으로 한다. **【규칙 참조】**

$$\frac{1.3}{n}\left(\frac{A \times K_3}{L} + F_C\right) < T_0 < 0.55\,\sigma_0 \times d^2$$

T_0 : 초기체결력(N)
σ_0 : 볼트의 재료의 항복점 또는 0.2 % 내력(N/mm^2)
기타 기호는 전 1항과 같다.

305. 프로펠러의 부착

1. **규칙 305.**의 1항에서 프로펠러 보스를 프로펠러 축에서 떼어낼 경우의 가열온도는 100 °C를 초과하지 않아야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 305.**의 2항을 적용함에 있어서 키를 사용하지 않고 압입에 의하여 프로펠러를 프로펠러축에 부착하는 경우는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (가) 일반사항
   (a) 이 항은 프로펠러축(이하 "**축**" 이라 한다.)과 프로펠러 보스(이하 "**보스**" 라 한다.) 사이에 슬리브가 삽입되는 프로펠러에는 적용하지 아니한다.

(b) 축의 원추형 선미단부에서의 테이퍼는 1/15 이하이어야 한다.
(c) 최종 압입전 축과 보스사이의 맞비빔 접촉면적은 이론적 접촉면적의 70 % 이상이어야 하며, 접촉되지 않은 띠가 보스의 원주위 또는 전길이에 걸쳐있는 것은 허용하지 아니한다.
(d) 프로펠러는 최종 압입후 프로펠러축에 너트로 고정하여야 한다. 너트는 축에 고정되어야 한다.
(e) 35°C에서의 미끄럼마찰에 대한 안전율은 비틀림에 의한 토크와 정격회전시 정격 토크를 합산한 토크의 작용하에서 2.8 이상이어야 한다.
(f) 기름 주입방식으로 압입하는 경우에 청동 및 강으로 된 보스의 마찰계수는 0.13으로 한다.
(g) 최대전단 탄성에너지설(Mises-Hencky criterion)에 근거하여 보스에 가하여지는 0 °C에서의 최대등가단축응력(N/mm^2)은 프로펠러 재료의 규격최소항복강도 또는 0.2 % 내력(0.2 %오프셋 항복강도)의 70 % 이하이어야 한다. 다만, 주철에 있어서는 인장강도의 30 % 이하이어야 한다.

(나) 재료

각 재료에 대한 종탄성계수, 프아송비 및 선팽창계수는 **표 5.3.4**에 따른다.

표 5.3.4 종탄성계수, 프아송비 및 선팽창계수

재료의 종류	종탄성계수(N/mm^2)	프아송비	선팽창계수(mm/mm °C)
주강 및 단강	20.6×10^4	0.29	12.0×10^{-6}
주철	9.8×10^4	0.26	12.0×10^{-6}
고강도 황동주물 CU1, CU2	10.8×10^4	0.33	17.5×10^{-6}
알루미늄 청동주물 CU3, CU4	11.8×10^4	0.33	17.5×10^{-6}

(다) 압입량 및 압입하중 계산식

(a) 이 계산식은 중실축에 대하여 적용한다.

(b) 압입량

(i) 35 °C에서의 최소압입량(mm) : $\delta_{35} = P_{35}\dfrac{D_s}{2\theta}\left[\dfrac{1}{E_b}\left(\dfrac{K^2+1}{K^2-1}+\nu_b\right)+\dfrac{1}{E_s}(1-\nu_s)\right]$

(ii) 35 °C 미만에서의 최소압입량(mm) : $\delta_t = \delta_{35} + \dfrac{D_s}{2\theta}(\alpha_b-\alpha_s)(35-t)$

(iii) 0 °C에서의 최대허용압입량 (mm) : $\delta_{max} = \dfrac{P_{max}}{P_{35}}\delta_{35}$

P_{35} : 35 °C에서의 맞비빔 표면간의 최소면압(N/mm^2)으로 다음의 계산식에 따른 값

$$P_{35} = \frac{ST}{AB}\left[-S\theta+\sqrt{\mu^2+B\left(\frac{F_V}{T}\right)^2}\right]$$

S : 35 °C에서의 미끄럼마찰에 대한 안전율

T : 프로펠러 추력 (N)(단, 값이 주어지지 않은 경우에는 다음의 계산식에 의한 값으로 계산한 결과로 P_{35}를 계산하여 P_{35}가 크게 계산되는 값으로 한다.)

$$T = 1{,}762\frac{H}{V_s} \text{ 또는 } T = 57.4\times10^6\frac{H}{PN}$$

H : 주기관의 연속최대출력 (kW)

V_s : 선박의 최대속도 (Knots)

P : 평균 프로펠러 피치 (mm)

N : 프로펠러의 연속최대 회전수 (rpm)

A : 축과 보스사이의 도면상 이론적 총접촉면적 (mm^2)(단, 오일홈의 면적은 총접촉면적에 포함되는

것으로 간주한다.)

B : 다음의 계산식에 따른 값

$$B = \mu^2 - S^2 \theta^2$$

μ : 맞비빔 접촉면간의 마찰계수

θ : 프로펠러축 선미단에서 테이퍼의 1/2(예 : 테이퍼 = 1/15, θ = 1/30)

F_V : 접촉면에서의 전단력(N)으로 다음의 계산식에 의한 값

$$F_V = \frac{2cQ}{D_s}$$

c : 정수로 다음에 따른 값

1 : 터빈기관 구동시, 전동기 구동시 또는 기어를 갖는 디젤기관 구동시와 유압식, 전자식 또는 고탄성의 커플링을 갖는 디젤기관 구동시

1.2 : 디젤기관 직결시

Q : 주기관의 연속최대출력시의 프로펠러 토크 (N · mm)

D_s : 테이퍼부 축방향 중간지점에서 축의 지름 (mm)

K : 계수로 다음에 따른 값

$$K = \frac{D_b}{D_s}$$

D_b : D_s 에 상응하는 축방향 위치에서 보스의 평균 바깥지름 (mm)

E_b : 보스재료의 종탄성계수 (N/mm^2)

ν_b : 보스재료의 프아송비

E_s : 축재료의 종탄성계수 (N/mm^2)

ν_s : 축재료의 프아송비

α_b : 보스재료의 선팽창계수 (mm/mm °C)

α_s : 축재료의 선팽창계수 (mm/mm °C)

$P_{\max}$: 0 °C에서의 최대허용면압(N/mm^2)으로 다음 식에 따른 값

$$P_{\max} = 0.7 \frac{\sigma_y (K^2 - 1)}{\sqrt{3K^4 + 1}}$$

σ_y : 보스 재료의 규격최소항복강도 또는 0.2 % 내력(0.2 % 오프셋 규격최소항복강도) (N/mm^2)

(c) t °C에서의 최소압입하중 (N)

$$W_t = AP_t (\mu + \theta)$$

P_t : t °C에서의 맞비빔 표면간의 최소면압(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$P_t = P_{35} \frac{\delta_t}{\delta_{35}}$$

3. **규칙 307.**의 3항에 규정하는 프로펠러의 압입량의 확인은 유압으로 압입한 경우, 압입량과 압입하중과의 관계직선에 대하여 입입하중이 영으로 되는 점은 압입량의 참영점으로 하여 압입량을 계산한다. 제2회 이후의 압입 때에는 그 계산서 및 제1회 이후의 기록과 대비하여 압입상태를 확인한다. **【규칙 참조】**

307. 시험 및 검사

1. **프로펠러의 정적평형시험** 제조시의 프로펠러의 정적평형시험에 관한 불평형 중량은 다음 식에 의한 값 중 작은 값을 초과하지 않아야 한다. **【규칙 참조】**

$$P = C\frac{\mathrm{m}}{R \times n^2} \text{ 또는 } P = K \times \mathrm{m}$$

P : 프로펠러 외주원상에 환산한 불평형 질량 (kg)
m : 프로펠러 질량 (kg)
R : 프로펠러의 반지름 (m)
n : 연속 최대출력시의 프로펠러 회전수 (rpm)
C 및 K : 다음 표에 따른다.

Class*	S	I	II	III
C K	15 0.0005	25 0.001	40 0.001	75 0.001
(비고) * ISO 484/1-1981 참조				

2. **프로펠러의 동적평형시험** 프로펠러의 동적평형시험의 잔류불평형은 (KS B) ISO 1940-1에 따라 다음에 의한 허용잔류불평형 U_{per} 값 이하이어야 한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

$$U_{per} = 1000 \times \frac{(e_{per} \cdot \Omega) \cdot m}{\Omega} \qquad (\mathrm{g} \cdot \mathrm{mm})$$

$(e_{per} \cdot \Omega)$: 평형품질등급의 수치 값(mm/s)
별도로 주어진 값이 없다면 40으로 한다.
m : 회전체 질량 (kg)
Ω : 운전 속도에서 각속도 (rad/s)

제 4 절 동력전달장치

401. 일반사항

1. **규칙 401.**의 3항에서 규정하는 소형선은 길이 50 m 이하인 선박을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 401.**의 5항에서 "주요부품"이라 함은 다음을 말한다. *(2017)* **【규칙 참조】**
   (1) 동력전달장치의 축 및 기어
   (2) 동력전달장치의 커플링 및 커플링 볼트
   (3) 동력전달장치의 클러치

402. 기어장치의 일반구조

주요부를 용접구조로 할 경우의 일반적인 요건은 **규칙 2편 2장**에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

403. 기어의 접선하중

1. **규칙 403.**의 1항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 AGMA, ISO 또는 이와 동등한 규격에 적합함을 말한다. **【규칙 참조】**
2. 연속최대출력이 257 kW 이하이고 또한, 연속 최대회전수가 1,300 rpm 이상인 추진용 내연기관에 사용하는 기어장치에 있어서는 기관과 기어장치의 사이에 다음 중 어느 하나에 적합한 커플링을 비치하여야 하며, 해당 기어장치 및 커플링이 충분한 실적이 있는 형식의 경우는 **규칙 403.**의 2항에 정하는 K_1 의 값을 1.0으로 할 수 있다.**【규칙 참조】**
   (1) 커플링이 고탄성 커플링의 경우

(2) 커플링이 탄성커플링으로 회전비가 0.4부터 1.15의 범위에 위험한 변동토크를 생기게 하는 공진회전수가 존재하지 않는 경우

3. **규칙 403.**의 4항을 적용함에 있어서 동력전달장치의 치차 강도계산식은 **부록 5-4**를 따를 수 있다. **【규칙 참조】**

406. 축 커플링

1. **규칙 406.**의 2항을 적용함에 있어서 "동력전달에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다."라 함은 다음 요건에 따르는 것을 말한다. *(2019)* **【규칙 참조】**

(1) 주추진축계에 사용되는 플렉시블 커플링의 허용토크 T는 다음 식에 따라야 한다. *(2021)*

$$T \geq 2.933 \times 10^4 \left(\frac{P}{n}\right) \quad (\mathrm{N \cdot m})$$

P = 연속 사용시 최대출력 (kW)
n = 연속 사용시 최대출력에서의 회전수 (rpm)

(2) 설계수명 동안의 환경 및 사용상태에서의 최대토크, 최대토크 범위, 진동토크, 회전수 및 동력손실(열분산) 등과 같은 플렉시블 커플링의 실제 사용 값은 제조자에 의하여 제시된 허용치 이하이어야 한다.

407. 시험 및 검사

1. **규칙 407.**의 **2항**을 적용함에 있어서 기어의 동적평형시험의 잔류불평형은 (KS B) ISO 1940-1에 따라 다음에 의한 허용잔류불평형 U_{per} 값 이하이어야 한다. **【규칙 참조】**

$$U_{per} = 1000 \times \frac{(e_{per} \cdot \Omega) \cdot m}{\Omega} \quad (\mathrm{g \cdot mm})$$

$(e_{per} \cdot \Omega)$: 평형품질등급의 수치 값 (mm/s)으로서 다음에 의한 값으로 한다.
$n \leq 3000$일 경우 : $(e_{per} \cdot \Omega)$ = 6.3
$n > 3000$일 경우 : $(e_{per} \cdot \Omega)$ = 2.5
n : 기어의 회전수 (rpm)

m : 회전체 질량 (kg)
Ω : 운전 속도에서 각속도 (rad/s) ⚓

제 4 장 축계비틀림진동

제 2 절 응력의 허용한도

201. 크랭크축

1. **규칙** 201.을 적용함에 있어서 별도로 정한 크랭크축 강도계산 규정이라 함은 **부록 5-3**을 말하며, 응력의 허용한도는 **부록 5-3**의 2항 (2)호 (가)에 규정한 호칭 변동 비틀림응력 τ_N값을 기관의 운전회전수 범위에 적용한다. 다만, 연속 사용 금지회전수 범위의 비틀림 진동응력 허용한도에 대하여는 특별하게 고려할 수 있다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 201.의 4항을 적용함에 있어서 규격최소인장강도가 탄소강 단강품으로 590 N/mm^2, 저합금강 단강품으로 835 N/mm^{2}를 초과하는 크랭크축에 있어서 f_m을 구하는 T_s의 값은 다음 각호에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 다음에 표시하는 (2)호를 제외하고는 탄소강 단강품은 590 N/mm^2, 저합금강 단강품은 835 N/mm^{2}로 한다.
   (2) 축의 비틀림피로강도에 관하여 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 2장 5절 503.**의 2항에 따라 우리 선급이 승인한 경우에는 피로강도에 대한 향상분을 더한 T_s의 값으로 한다.

202. 중간축, 추력축, 프로펠러축 및 선미관축

1. 승인된 내식성 재료로 제조된 프로펠러축에 있어서는 기관을 연속 사용하는 경우의 비틀림진동 응력 허용한도를 **규칙** 202.의 1항 (1)호의 τ_1 대신에 다음의 τ_1으로 한다. **【규칙 참조】**

$$\tau_1 = A - B\lambda^2 \quad (\lambda \le 0.9)$$
$$\tau_1 = C \quad (0.9 < \lambda)$$

τ_1 : 기관을 연속 사용하는 경우의 비틀림 진동의 허용한도 (N/mm^2)
λ : 사용회전수와 연속최대회전수와의 비
A, B, C : 축의 재료에 따른 정수 (**지침 표** 5.4.1 참조)

2. **규칙** 202.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서 우리 선급이 특별히 승인하는 경우라 함은 **규칙 2편 1장** 601.의 18항에 따라 승인된 경우를 말하며 승인된 합금강의 규격최소인장강도 T_s를 계산식에 사용할 수 있다. *(2017)* **【규칙 참조】**
3. **규칙** 202.의 2항을 적용함에 있어서 비틀림진동응력의 허용한도는 **규칙** 202.의 1항의 C_K 대신에 **지침 표** 5.4.2에 표시한 C_K값으로 계산한다. **【규칙 참조】**

표 5.4.1 A, B, C의 값

	석출경화계 스테인리스강	오스테나이트계 스테인리스강 (*KS STS*304 상당)
A	61.1	40.7
B	47.3	30.5
C	22.8	16.0
(비고) 기타 재료에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.		

표 5.4.2 C_K의 값

중간축	일체식 커플링 플랜지	0.75
	수축 끼워맞춤 커플링 플랜지	0.75
	키를 가지는 경우	0.45
추력축	추력 칼라의 양측	0.65
	롤러 베어링을 추력 베어링으로 사용하는 축	0.65
프로펠러축 및 선미관축	-	0.35
(비고) 상기 이외의 C_K의 값은 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.		

4. **규칙** 202.의 **표** 5.4.1 (비고) (5)를 적용함에 있어서 우리 선급이 별도로 정하는 바라 함은 다음에 따른다.

$C_K = 1.45/scf$

scf : 응력집중계수로서 최대국부주응력과 호칭비틀림응력(슬롯이 없는 중공축 기준)의 $\sqrt{3}$ 배의 비로 정의한다.

$$scf = \alpha_{t(hole)} + 0.8 \cdot \frac{(l-e)/d_o}{\sqrt{\left(1-\frac{d_i}{d_o}\right) \cdot \frac{e}{d_o}}}$$

l : 슬롯의 길이 (mm)
e : 슬롯의 너비 (mm)
d_i : 슬롯이 있는 중공축의 안지름 (mm)
d_o : 중공축의 바깥지름 (mm)
$\alpha_{t(hole)}$: 반지름방향 구멍의 응력집중을 나타내며, 다음의 식으로 구한다.(여기서, e = 구멍의 지름).

$$\alpha_{t(hole)} = 2.3 - 3 \cdot \frac{e}{d_o} + 15 \cdot \left(\frac{e}{d_o}\right)^2 + 10 \cdot \left(\frac{e}{d_o}\right)^2 \cdot \left(\frac{d_i}{d_o}\right)^2$$

또는 $\alpha_{t(hole)} = 2.3$

다만, 상기의 응력집중계수 계산식은 다음의 슬롯에 적용한다.
(가) 120°, 180° 또는 360° 떨어져 있는 슬롯
(나) 반원모양 끝단을 갖는 슬롯(2개 이상의 반지름으로 구성된 슬롯은 제외)
(다) 끝단 모양이 둥글지 않은 슬롯(모따기는 제외)

203. 발전기의 축계

1. **규칙 203.**의 1항을 적용함에 있어서 별도로 정한 크랭크축 강도계산 규정이라 함은 **부록 5-3**을 말하며, 응력의 허용한도는 **부록 5-3**의 2항 (2)호 (가)에 규정한 호칭 변동 비틀림응력 τ_N값을 기관의 운전회전수 범위에 적용한다. 다만, 연속사용 금지회전수 범위의 비틀림진동 응력 허용한도에 대하여는 특별하게 고려할 수 있다. **【규칙 참조】**

205. 상세검토 【규칙 참조】

축에 작용하는 비틀림진동 응력이 **지침 3장 204.**의 2항 (2)호의 조건을 만족하는 경우에는 **규칙 5편 4장**에서 정하는 τ_1 대신에 그 조건중의 변동비틀림응력 τ_D를 사용하여 비틀림진동 응력의 허용한도를 산정할 수 있다. ⚓

제 5 장 보일러 및 압력용기

제 1 절 보일러

101. 적용

1. **규칙 101.**의 2항을 적용함에 있어서 설계압력이 0.35 MPa 이하인 소형보일러(이하 "**소형보일러**"라 한다)에 대하여는 **규칙 5장 1절**의 규정에 관계없이 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 소형보일러의 재료, 구조, 강도 및 부속설비
      (가) 소형보일러의 재료, 구조, 강도 및 부속설비는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 따른다.
      (나) 충분한 용량을 갖는 안전밸브 또는 압력도출관을 설치하여야 한다.
      (다) 다음의 안전장치를 설치하여야 한다.
         (a) 노내 가스폭발방지를 위한 사전 환기장치
         (b) 화염소실, 자동점화 실패 또는 송풍기가 정지한 경우의 연료차단장치
         (c) 연료공급압력이 저하된 경우에 작동되는 연료차단장치
         (d) 급수부족인 경우, 보일러에 과열부가 생기지 않도록 배려된 연료차단장치
   (2) 시험
      (가) 수압부는 설계압력의 2배 또는 0.2 MPa 중 큰 쪽의 압력으로 수압시험을 행한다.
      (나) 전호에 의한 안전장치의 작동시험을 행한다.

102. 재료

1. **규칙 102.**의 1항 (2)호에서 "우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우"라 함은 설계압력이 3 MPa 미만이고 호칭지름이 100A 미만의 것을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 102.**의 2항을 적용함에 있어서 내압을 받는 보일러의 본체로 사용되는 주강품은 방사선 투과시험 및 자분탐상시험을 행하고, 유해한 결함이 없다고 확인된 것이어야 한다. 시험방법 및 판정기준은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 방사선 투과시험은 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법), (KS B) ISO 5579 또는 이와 동등한 규격에 따라 수행하고, 균열이 있는 경우에는 불합격으로 한다. 또한, 기공(blowholes), 모래흠, 개재물 및 수축공(shrinkage)과 같은 결함의 등급분류는 "1류"를 합격으로 한다. *(2019)*
   (2) 자분탐상시험은 KS D 0213(철강 재료의 자분탐상시험 방법 및 자분 모양의 분류) 또는 이와 동등한 규격에 따라 수행한다. 결함의 판정기준은 **지침 2편 부록 2-2**의 6항 또는 기타 우리 선급이 인정하는 국제표준을 따를 수 있다. *(2019)*
   (3) 각호에 의해 불합격으로 판정된 것은 결함을 보수할 수가 있다. 결함의 보수를 용접으로 행한 경우에는 **규칙 2편 1장 501.**의 11항을 따른다.

111. 지주 또는 기타의 지지를 갖는 평판 또는 관판

1. 건연식 원통형 보일러 관판의 수관구멍부를 포함하는 부분의 소요두께를 **규칙 111.**의 3항을 이용하여 산출하는 경우, 식의 수관구멍열에 근접해 있는 지점에 대한 C의 값은 다음 식으로 구한 강도저하율의 평방근으로 나누어서 계산한다. **【규칙 참조】**

$$\eta = \frac{p - 0.5d}{p}$$

η : 강도저하율
p : 수관구멍의 피치 (mm)
d : 수관구멍의 지름 (mm)

114. 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍 【규칙 참조】

1. 맨홀 덮개의 소요두께는 다음 식에 따른다. 다만, 중앙부의 두께는 14 mm 이하이어서는 아니 된다. 덮개의 주변부에

홈을 설치한 경우에 이 부분의 두께는 중앙부 두께의 2/3까지 얇게 할 수 있다.

$$T = \frac{b}{2c}\sqrt{\frac{100p}{f}}$$

T : 맨홀 덮개의 소요두께 (mm)
p : 설계압력 (MPa)
f : 규칙에 정한 허용응력 (N/mm^2)
b : 맨홀의 짧은 지름 (mm)
c : **지침 그림 5.5.1**에 따른 값. 다만, a는 맨홀의 긴지름 (mm)으로 b/a가 1일 경우 c는 9로 한다. 파형(波形) 맨홀 덮개의 경우 a 및 b는 **지침 그림 5.5.2**에 따른다.

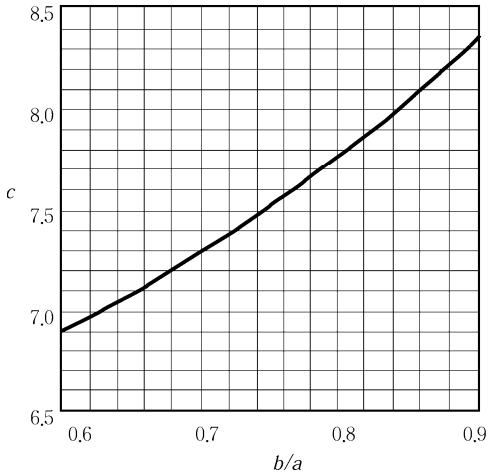


그림 5.5.1 c의 값

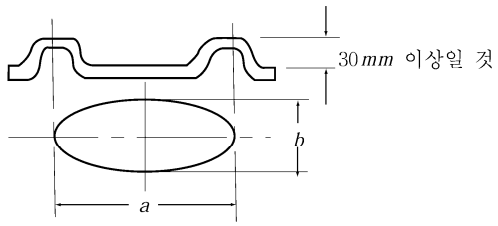


그림 5.5.2 a 및 b를 취하는 방법

116. 노통, 화로판, 오지링 및 크로스튜브

1. 지주 또는 기타에 의하여 지지되는 원통형 노통의 소요두께는 **규칙 116.**의 3항의 식 중 L을 지주간의 실효길이로 하여 동식을 이용하여 산출한다. **【규칙 참조】**

117. 지주, 지주관 및 거더

1. **규칙 117.**의 1항에 따라 지주 또는 지주관의 소요지름 d를 구하는 경우에는 다음 각 호에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 지주 또는 지주관의 지지점간에 인접하는 지지가 지주 또는 지주관인 경우에는 양쪽 지지점간을 연결한 선의 수직 2등분선을 갖는 지지면의 경계로 한다.
   (2) 지주 또는 지주관의 지지점에 인접하는 지지가 곡연부 또는 용접접합부에 있는 경우에는 **규칙 111.**의 5항에 규정된 곡연의 기점을 연결한 선, 또는 동판, 화로 등과의 용접 접합내면과 지주의 지지점에 접하는 원의 중심의 궤적을 지지면의 경계로 한다.
   (3) 연관부 관군이 구분되어 관밀집부를 이루는 경우, 이들의 경계부의 모서리부에 있어서는 인접하는 2개의 지주를 일체로 간주하여 강도계산을 할 수 있다.
   (4) 전 각호의 경우에는 구획된 면적으로부터 당해 면적 중에 포함되는 지주, 지주관 및 연관의 면적을 제외한다.

124. 안전밸브의 구조 및 시험

1. **규칙 124.**를 적용함에 있어서 축기시험의 지속시간은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 수관보일러의 경우 : 7분
   (2) 연관보일러의 경우 : 15분

129. 수면지시장치 및 구조

규칙 129.의 2항에서 배기가스 보일러에는 유리수면계 1개 이외에 원격수면계 또는 고저수위 경보장치 1개를 설치하여야 한다. **【규칙 참조】**

136. 시험 및 검사 【규칙 참조】

1. 수압시험
   (1) 보일러의 물드럼 내 또는 증기드럼 내에 설치된 완열기는 완열기 입구에 증기스톱 밸브를 갖는 경우에는 보일러 설계압력의 1.5배 이상의 압력, 완열기 출구에만 스톱밸브가 있는 것에는 예상되는 차압력의 1.5배 이상의 압력으로 수압시험을 한다. 다만, 어느 경우라도 2 MPa 을 최소치로 한다.
   (2) 보일러의 수압시험에 있어서 드럼, 헤더 등의 부품 및 부재가 설계압력의 1.5배로 단독시험을 받는 경우에는 보일러관, 연결관 등의 조립용접 완료 후의 수압시험은 설계압력의 1.25배로 시험할 수 있다.

제 2 절 열매체유 가열기

203. 기관의 배기가스에 의해 가열되는 열매체유 가열기의 안전장치 【규칙 참조】

규칙 203.의 7항을 적용함에 있어서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 고정식 소화·냉각장치”라 함은 고정식 가스 소화장치와 가열코일, 헤더, 케이싱 등과 같은 가열기 자체를 냉각하기 위한 가압수 분무 등과 같은 냉각장치의 조합을 말한다. 다만, 고정식 소화·냉각장치는 다량의 물을 방출할 수 있는 주수장치로 할 수 있다. 이 경우, 방출되는 물이 디젤기관으로 흘러들어가지 않도록 하기 위하여 가열기 하방의 배기 덕트에 수집 및 배출하기 위한 적절한 수단을 갖추어야 하며 이 드레인은 적당한 장소로 유도되어야 한다.

제 3 절 압력용기

302. 분류

1. 저압증기발생기(*PV*-1에 속하는 것)의 부착품은 다음과 같이 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 수면지시장치 : 유리수면계 1개
   (2) 안전밸브 : 보일러에 준한다.
   (3) 검사구멍 : 보일러에 준한다.
   (4) 보일러물 방출밸브 : 보일러에 준한다.
   (5) 방출밸브 : 보일러에 준한다.
   (6) 압력계측장치 : 보일러에 준한다.
   (7) 온도계측장치 : 보일러에 준한다.

303. 재료 【규칙 참조】

1. **규칙 303.**의 2항을 적용함에 있어서 유독성의 물질을 비축하거나 취급하는 압력용기의 본체에는 특수주철품을 사용하여서는 아니 된다.
2. 제1급 또는 제2급 압력용기의 본체에 주강품을 사용하는 경우의 비파괴시험의 방법 및 판정기준은 다음에 따른다.
   (1) 방사선 투과시험은 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법), (KS B) ISO 5579 또는 이와 동등한 규격에 따라 수행하고, 균열이 있는 경우에는 불합격으로 한다. 또한, 기공(blowholes), 모래흠, 개재물 및 수축공(shrinkage)과 같은 결함의 등급분류는 “1류”를 합격으로 한다. 다만, 제2급 압력용기의 시험부의 두께가 25 mm 를 초과하는 것의 기공(blowholes), 모래흠 및 개재물에 대하여는 2급도 합격으로 할 수 있다. *(2019)*
   (2) 자분탐상시험은 KS D 0213(철강 재료의 자분탐상시험 방법 및 자분 모양의 분류) 또는 이와 동등한 규격에 따라 수행한다. 결함의 판정기준은 **지침 2편 부록 2-2**의 6항 또는 기타 우리 선급이 인정하는 국제표준을 따를 수 있다. *(2019)*
   (3) 침투탐상시험은 KS B 0816(침투탐상 시험방법 및 결함지시 모양의 등급분류)에 따른다. 판정기준은 전호에 준한다.
   (4) 전 각호에 의해 불합격으로 판정된 것은 결함을 보수할 수 있다. 결함의 보수를 하는 경우에는 **규칙 2편 1장 501.**

의 11항을 따른다.

3. 부착품에 사용하는 재료의 사용제한에는 다음에 따른다.
   (1) 인화성 또는 유독성의 물질을 비축 또는 취급하는 압력용기의 부착품에는 회주철을 사용할 수 없다.
   (2) 유독성의 물질을 비축 또는 취급하는 압력용기의 부착품에는 특수주철품을 사용할 수 없다.
4. **규칙 303.**의 1항 (3)호에서 "우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우" 라 함은 원칙적으로 설계압력이 3 MPa 미만이고 호칭지름이 100A 미만의 것을 말한다.

307. 재료의 허용응력 【규칙 참조】

1. **규칙 307.**의 3항 (1)호에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격"이라 함은 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격을 말한다.

308. 구조 및 강도일반 【규칙 참조】

1. 부착품의 구조에 대하여는 다음에 따른다.
   (1) 밸브, 플랜지 등의 부착품과 볼트, 너트, 개스킷 등은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에서 정한 구조 및 치수를 가지고 동 규격에서 정한 사용조건에 적합한 것이어야 한다.
   (2) 제1급 및 제2급 압력용기의 동체에 부착하는 부착품은 용접 또는 플랜지 이음으로 부착하여야 한다. 다만, 동체의 두께가 12 mm 를 초과하는 경우 또는 동체에 관용나사 니플을 설치하는 경우에는 호칭지름이 32A 이하인 경우에 한하여 나사식 이음으로 할 수 있다.

311. 평판 또는 관판 【규칙 참조】

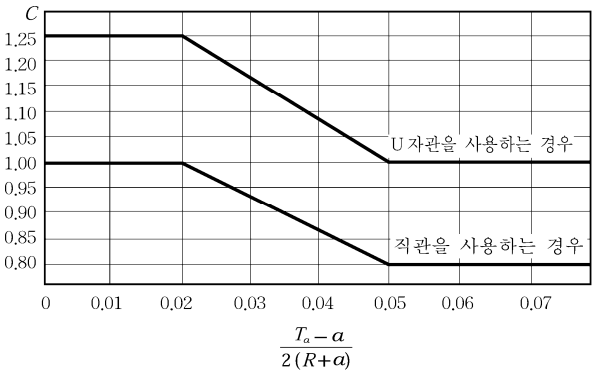
1. 지주관에 의해 지지되지 않는 열교환기의 관판은 다음에 따른다.
   (1) 열교환기 및 이와 유사한 것으로서 지주관에 의해 지지되지 않는 평평한 관판(floating head의 것은 제외)의 소요두께는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상으로 한다.

$$T_1 = \frac{CD}{2}\sqrt{\frac{P}{f}} + a$$

$$T_2 = \frac{PA}{\tau L} + a$$

P : 설계압력(MPa)
f : 재료의 허용굽힘응력(N/mm^2)
τ : 재료의 허용전단응력(N/mm^2)
C : 관 및 관판의 지지방법에 따른 계수로서 관판이 동체와 일체로 되지 않고 관에 직관을 사용하는 경우에는 1.0, U자관을 사용하는 경우에는 1.25, 관판이 동체와 일체로 된 경우에는 **지침 그림 5.5.3**에 따른다.
D : 관판 외주의 고정원의 지름(mm)으로서 관판을 볼트로 플랜지에 부착하는 경우에는 가스킷 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름을 나타내며, 관판을 동체에 고정하는 경우에는 동체의 안쪽 지름(부식 예비두께를 뺀 값)
A : 가장 바깥측의 관구멍의 중심을 차례로 연결하여 얻은 다각형의 면적(mm^2)(**지침 그림 5.5.4** 참조)
L : 상기 다각형의 바깥측 둘레의 길이에서 바깥측에 있는 모든 관구멍의 지름의 합을 뺀 값(mm)
a : 부식 예비두께로서 1.0 mm. 다만, 내식성 재료를 사용한 경우, 유효한 방식조치를 행한 경우 또는 부식의 우려가 없는 경우에는 0으로 한다.

   (2) 전호의 소요두께 계산은 각각 P, C 및 D를 사용하여 양측에 대하여 행한다. 다만, 압력차의 계산을 할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.



(비고) T_a : 동판의 실제 두께 R : 동체의 안쪽반지름

그림 5.5.3 C의 값

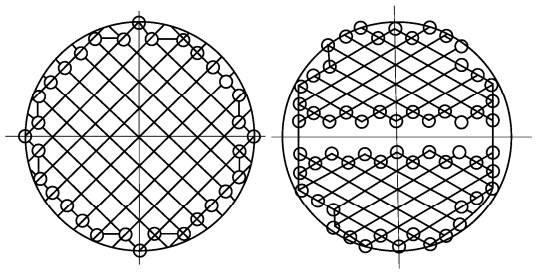


그림 5.5.4 관판의 계산에 이용되는 다각형

313. 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍 【규칙 참조】

규칙 313.의 1항을 적용함에 있어서 맨홀, 청소구멍, 검사구멍의 수 및 크기는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 따를 수 있다. *(2017)*

319. 시험 및 검사 【규칙 참조】

1. **규칙 319.**의 1항 **표 5.5.17**을 적용함에 있어서 3급 압력용기로 분류됨에도 불구하고 다음의 (1)호 또는 (2)호에 해당하는 압력용기는 수압시험을 실시하여야 한다.
   (1) 설계압력(MPa)과 내용적(m^3)의 곱이 1.0 이상이 되는 압력용기
   (2) 다음에 나타낸 기기의 운전에 필요한 열교환기(청수, 윤활(조작)유, 연료유용 가열기 및 냉각기, 복수기, 급수가열기, 공기냉각기 등) 및 공기탱크(제어용 공기탱크 등)와 기타 중요한 압력용기 *(2019)*
   (가) 주기관, 중요 보조기관 및 추진축계
   (나) 전기추진용 전동기 및 전력변환장치
   (다) 보일러 및 열매체유 설비(주보일러, 중요한 보조보일러, 주기관의 운전에 필요한 연료의 가열 또는 상시가열을 필요로 하는 화물의 가열에 사용하는 보일러 및 열매체유 설비)

제 4 절 보일러 및 압력용기의 용접

401. 용접일반

1. **용접절차 인정시험** **규칙 401.**의 2항을 적용함에 있어서 "용접절차 인정시험"은 **지침 2편 2장 4절**에 따른다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 401.**의 3항 (3)호를 적용함에 있어서 용접에 사용하는 모재의 요건은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 용접시공에 사용하는 모재는 용접용으로 적합하여야 한다. 탄소함유량은 탄소강 및 저합금강의 주조품, 단강품의 경우에는 0.23 % 이하, 기타의 경우에는 0.35 % 이하이어야 한다. 다만, 용접조건을 고려하여 우리 선급이 승인한 경우, 탄소함유량은 우리 선급이 승인한 값까지 증가시킬 수 있다.
   (2) 모재가 고장력강인 경우의 탄소당량의 상한치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

403. 열처리

1. **응력제거의 생략** **규칙 403.**의 3항 (1)호의 적용에서 노치에 대한 인성이 높은 재료를 사용함으로써 응력제거를 생략할 수 있는 경우의 조건은 다음과 같다. **【규칙 참조】**
   (1) 모재가 **규칙 2편 1장 202.**의 **표 2.1.3**에 주어진 풀사이즈 시험편에 의한 샤르피 V-노치 충격시험 규격치가 0 °C에서 47 J 이상인 강판의 경우, 또는
   (2) 재료의 판두께는 40 mm 이하인 경우
   (3) 전 각호에 관계없이 용기가 특수하게 설계된 경우 또는 특수한 조건에서 사용되는 경우에는 응력제거의 필요여부에 대하여 그때마다 결정한다.

404. 방사선검사 【규칙 참조】

규칙 404.를 적용함에 있어서 우리 선급이 특히 승인한 경우에는 방사선투과시험 대신에 초음파탐상시험을 할 수 있다.

405. 보일러 및 제1급 압력용기의 용접시공시험

1. **규칙** 405.의 3항을 적용함에 있어서 용접시공시험의 용접이음매 인장시험을 시험기 능력이 부족하여 판두께 그대로의 시험편으로는 시험이 불가능한 경우에는 이를 소요두께의 시험편으로 제작하여 시험하도록 한다. 다만, 용접이음매 인장시험에 있어서는 미리 정해진 용접절차 인정시험 등으로서 판두께 방향의 강도분포가 확인되면 대표하는 시험편만으로 시험할 수 있다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 405.의 5항에서 "우리 선급의 승인을 얻은 값"이라 함은 **규칙 2편 2장 표** 2.2.7 및 2.2.8에 규정된 충격시험 규격치로 하고, 표에 규정되어 있지 않은 재료의 경우는 모재의 충격시험 규격치를 말한다. 다만, 모재의 충격시험 규격치가 규정되어 있지 않은 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 충격시험을 생략할 수 있다. **【규칙 참조】** ⚓

제 6 장 보기 및 관장치

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. **적용** **규칙** 101.의 1항을 적용함에 있어서 보조기계의 구조는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 충분한 강도와 사용목적에 알맞는 성능을 가지고 보수, 점검이 용이하고, 적절한 재질의 것이어야 한다.
   (2) 보기의 베어링 볼트, 기타 운동부분의 부착 볼트 및 너트는 스플릿 핀 또는 이와 동등한 방법으로 이완되지 아니하도록 하여야 한다.
   (3) 보기 및 관장치는 취급자의 건강에 유해한 가스 또는 화재의 위험이 있는 가스를 가능한 한 누설하지 아니하도록 하여야 한다.
   (4) 보기는 전호의 가스를 신속히 배출할 수 있는 장소에 설치하여야 한다.
   (5) 보기 및 관장치의 회전부분, 왕복운동부분 및 고온 부분에는 이것을 감시하거나, 조작하는 사람 또는 이것에 접근하는 사람이 위험하지 아니하도록 적절한 보호장치를 설치하여야 한다.
2. **정의** **규칙** 101.의 3항에 대하여는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 용적형 펌프의 토출측 관장치의 설계압력은 펌프계획 토출압력의 1.1배를 표준으로 한다.
   (2) 펌프의 토출측 관장치 중에서 **규칙** 101.의 3항 (1)호 (가) 및 (나)에서 규정하는 설계압력을 적용하는 범위는 다음에 따른다.
      (가) 평형수 펌프 또는 화물유펌프의 토출측 관장치에 있어서는 평형수탱크 또는 화물유탱크의 주입밸브 및 육상배관과의 접속부까지. 다만, 시체스트를 통하여 평형수를 배출하는 선박에 있어서는 시체스트까지의 관장치를 포함한다.
      (나) 작동유 관장치에 있어서는 유압원치, 유압조작밸브 등의 기기에 가장 가까운 스톱밸브까지
   (3) 배기가스 이코노마이저용 순환수펌프의 토출측 관장치의 설계압력은 **규칙** 101.의 3항 (1)호 (다)의 급수펌프 토출측 관장치에 대한 설계압력의 규정에 준한다.
3. **보기의 구조, 재료 및 강도** **규칙** 101.의 5항 (1)호에서 "우리 선급이 특별히 지정하는 경우"의 취급은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 특수한 보기로서 우리 선급이 특히 필요하다고 인정하는 경우에는 설계에 관련하여 그때마다 정한다.
4. **규칙** 101. 6항을 적용하면서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 다음의 사항을 말한다.
   (1) 용접기기의 가스용기 및 관장치의 취급에 대하여는 **부록** 5-5에 따른다.
   (2) 소각설비는 관련 국제협약 또는 기국 요건에 따른다.

102. 관

1. **재료**
   (1) 우리 선급이 인정한 공장의 제품으로 *KS*가 표시된 배관용 탄소강 강관은 **규칙** 102.의 2항 (4)호에 정하는 사용제한으로 제2급 관장치에 사용할 수 있다. **【규칙 참조】**
2. **동관 및 동합금관의 사용제한** **규칙** 102.의 3항을 적용함에 있어서는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 동관은 다음에 해당하는 관에 사용하여서는 아니 된다.
      (가) 설계온도가 200 °C를 넘는 관(계측용 관은 제외)
      (나) 연료유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 보일러의 분연펌프와 연소장치와의 짧은 관은 제외)
      (다) 윤활유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 기관구역 외에 배치되는 관은 제외)
      (라) 작동유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
      (마) 열매체유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
      (바) 화물유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
      (사) 빌지관(계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
      (아) 평형수관(계측용 관 및 공기배제관은 제외)
      (자) 선내의 소화용으로 사용되는 관(계측용 관은 제외)
      (차) 화재 발생시 관의 손상에 의하여 침수에 직접 영향을 미치는 관(적용범위는 A류 기관구역의 만재흘수선 하방에

설치된 냉각 해수관으로 하며 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
(카) 공기관(시동공기관 포함)
(타) 넘침관
(파) 측심관(측심되는 구획 내에서는 제외)
(하) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 관

(2) 동합금관은 다음에 해당하는 관에 사용하여서는 아니 된다.
(가) 설계온도가 200 °C를 넘는 관(계측용 관은 제외), 백동관은 설계온도가 300 °C를 넘는 관(계측용 관은 제외)
(나) 연료유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
(다) 윤활유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 기관구역 외에 배치되는 관은 제외)
(라) 작동유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 기관구역 외에 배치되는 관은 제외)
(마) 제어유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 기관구역 외에 배치되는 관은 제외)
(바) 열매체유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
(사) 화물유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
(아) 선내의 소화용으로 사용되는 관(계측용 관 및 액화가스산적운반선의 물분무장치에 사용되는 백동관(Copper-nickel)은 제외) *(2018)*
(자) 화재발생시 관의 손상에 의하여 침수에 직접 영향을 미치는 관(적용범위는 A류 기관구역의 만재흘수선 하방에 설치된 냉각해수관(다만, 백동관(copper-nickel)은 사용 가능)으로 하며 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외) *(2017)*
(차) 화재발생시 사용하는 보기, 밸브 등의 제어용 공기관(드레인관은 제외)
(카) A급 또는 B급 구획을 관통하는 부분의 관
(타) 전 호의 (사) 및 (아)와 (카)부터 (하)에 속하는 관

(3) 계측용관에 동 및 동합금을 사용하는 경우에는 짧은 길이에 한한다.

3. 특수한 재료의 관 및 플렉시블관 규칙 102.의 5항을 적용함에 있어서는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 플라스틱을 관장치에 사용하는 경우에는 **부록 5-6**에 따른다. *(2017)*

(2) 알루미늄합금관에 대하여는 다음에 따른다.
(가) 알루미늄합금관은 원칙으로 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 정하여진 것으로 이음매 없는 인발관 또는 이음매 없는 압출관이어야 한다.
(나) 알루미늄합금관은 다음에 해당하는 관에는 사용하여서는 아니 된다.
(a) 원칙적으로 설계온도가 150 °C를 초과하는 관
(b) **지침 6장 102.**의 2항 (2)호 (나) 내지 (타)에 속하는 관
(다) 내압을 받는 알루미늄합금관의 소요두께는 다음에 따른다.
관의 소요두께는 **규칙 102.**의 6항에 따른다. 이 경우 허용응력 f는 다음의 값 중 최소치로 한다. 다만, 설계온도가 재료의 크리프 영역에 있지 아니한 경우에는 f_3의 값은 고려할 필요가 없다.

$$f_1 = \frac{R_{20}}{4.0}, \quad f_2 = \frac{E_T}{1.5}, \quad f_3 = \frac{S_R}{1.6}$$

R_{20} : 상온(50 °C 미만)에서의 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
E_T : 설계온도에서의 재료의 0.2 % 내력 (N/mm^2)
S_R : 설계온도에서의 재료의 100,000시간 후의 평균파단강도 (N/mm^2)

(3) 제1급 또는 제2급 관장치에 사용하거나 손상시 화재 또는 침수에 영향을 미치는 관에 사용하는 금속 또는 비금속 재료의 신축관(끝단 이음부 포함) 및 플렉시블관(끝단 이음부 포함)은 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 하며, 플렉시블관(끝단 이음부 포함)은 **부록 5-9**에 따른다.

4. 관의 소요두께 【규칙 참조】

(1) **규칙 표 5.6.2**에서 "선외 배수관"에 해당하는 란의 적용은 국제항해에 종사하는 선박으로서 길이 24 m이상의 선박에만 적용한다.

(2) **규칙 표 5.6.3**의 (비고) 2 중 "나사를 낸 관"에 대해서는 소화용 CO_2 관에서 방출밸브로부터 노즐까지의 관에 대해서는 적용하지 않는다. **【규칙 참조】**

(3) 국제항해에 종사하는 선박으로서 길이 24 m 이상인 선박의 건현갑판상 또는 선루갑판상에 개구하는 공기관의 노

출부분의 최소두께는 다음에 따른다.

(가) **규칙 4편 2장 102.**에서 정의하는 노출갑판구의 위치 I 또는 위치 II에 설치되고 건현갑판하의 구획 또는 폐위된 선루나 갑판실로 유도되는 공기관에 대하여는 **규칙 표 5.6.2.**의 "노출갑판상의 공기관"을 적용한다.

(나) (가) 이외의 공기관에 대하여서는 **규칙 표 5.6.2**의 "선체의 일부를 형성하는 탱크의 공기관"을 적용한다.

(4) 소화용 CO_2관에 사용되는 관은 부식예비두께를 0으로 할 수 있다.

103. 밸브 및 관부착품 【규칙 참조】

1. **규칙 103.**의 1항 (1)호에서 "우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우"라 함은 다음에 정하는 밸브 및 관부착품을 말한다. *(2021)*

사용 재료	설계온도(°C)	호칭지름(D) : A, 설계압력(P) : MPa
탄소강, 저합금강, 스테인리스강, 연신율 12 % 이상인 주철	<300 이고	$D \le 50$ 또는 $P \times D \le 250$ 인 경우
동합금	<200 이고	$D \le 50$ 또는 $P \times D \le 150$ 인 경우

2. **규칙 103.**의 1항 (1)호에서 "원칙적으로 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다"를 적용함에 있어서 제조법 승인을 받은 제조자의 증서를 인정할 수 있다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 검사원은 재료시험의 입회를 요구할 수 있다. *(2021)*
3. 길이 30 m 미만인 선박에 장치되는 모든 관창치에 사용하는 관, 밸브, 콕 및 관부착품은 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다.
4. **주철제의 밸브 및 관부착품의 사용제한** **규칙 103.**의 4항 (3)호를 적용함에 있어서는 다음에 따른다.
   (1) 회주철은 유조선의 화물유탱크 내의 화물 관계통에 사용할 수 있다.
   (2) 회주철은 인화성은 있으나 기타의 위험성이 없는 액체화물의 노출갑판상의 관계통에 사용할 수 있다.
5. 고무시트 버터플라이 밸브의 취급은 다음에 따른다.
   (1) 사용범위
   고무시트 버터플라이 밸브(이하 **버터플라이 밸브**라한다)는 다음의 용도에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 제조자의 사양을 고려하여 우리 선급이 인정하는 경우에는 사용범위를 참작할 수 있다. *(2021)*
   (가) 가연성 또는 인화성 액체(예를 들면 연료유, 원유 등)를 적재하는 탱크에 부착되고 액체의 정압을 받는 밸브로서 기관실 또는 발화원을 갖는 구획으로 인도되는 밸브(다만, 유조선의 화물탱크 내에 설치되는 밸브 또는 펌프실로 인도되는 밸브에는 사용할 수 있다.)
   (나) 설계압력이 1.6MPa 를 넘는 관계통의 밸브
   (다) 설계온도가 70 °C를 넘는 관계통의 밸브
   (라) 물, 기름 이외의 특수한 유체를 취급하는 관계통의 밸브
   (마) 내면 라이닝한 고무를 플랜지의 접촉면까지 연장해서 개스킷을 겸하는 구조의 밸브로서 기관실 내의 연료유관계통의 밸브
   (2) 구조 및 제품의 표시
   버터플라이 밸브의 구조는 다음의 조건에 적합한 것으로 한다.
   (가) 계획된 "개" 및 "폐"의 위치에서 고정할 수 있을 것
   (나) 중간위치에서 사용하는 밸브는 밸브개도의 각 위치에서 고정할 수 있고 이 고정장치는 진동, 충격, 유체의 흐름 등에 의해서 이완되지 않을 것
   (다) 한 사람의 힘으로 조작이 가능할 것
   (라) 밸브의 개도위치를 표시하는 장치가 있을 것
   (마) 밸브봉은 충분한 강도를 가지고 밸브디스크는 밸브봉으로부터 이완되지 않는 방법으로 확실히 부착될 것
   (바) 밸브 주요부분의 재료는 내식성 및 내마모성을 고려한 것일 것
   (사) 해수흡입밸브 또는 선외배출밸브로 사용하는 버터플라이 밸브는 원칙으로 플랜지형일 것
   (아) 제품의 표시
   제조자는 버터플라이 밸브의 보기 쉬운 위치에 최소한 다음의 것을 표시하여야 한다.
   (a) 유체의 종류

(b) 설계압력
(c) 밸브의 재질
(d) 호칭지름
(e) 제조자명

(3) 시험 및 검사

버터플라이 밸브의 시험 및 검사는 다음에 따른다. 다만, 규칙에서 검사원의 입회검사를 규정하고 있는 것에 대하여는 해당 규정에 따른다.

(가) 재료시험

103.의 1항에 따른다.

(나) 밸브의 수압시험

설계압력의 1.5배의 압력으로 하여야 한다. 다만, 선체붙이밸브로 사용할 경우에는 0.5 MPa 의 압력으로 하여야 한다.(고무라이닝을 시공하는 밸브에 대하여는 고무라이닝을 한 후에 하여야 한다.)

(다) 밸브의 누설시험

밸브의 양면에서 설계압력의 1.1배의 압력으로 하여야 한다. 시트구조가 특수한 밸브(예로서 유체압력에 따라 시트의 체부력이 변하는 것 등)에 대해서는 구조에 따라서 시험방법을 요구한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 압력 면만의 누설시험을 인정할 수 있다.

(라) 밸브의 개폐시험

각 밸브에 따라 적절한 회수로 행한다.

(마) 외관검사

(나) 및 (다)의 시험 후 밸브시트 및 밸브디스크의 현상을 점검한다.

(바) 시트용 고무의 재질 및 라이닝 시공검사

시트용 고무의 재질 및 라이닝 시공은 제조자의 자체관리로 하지만 검사원은 관련 자료의 제출을 요구할 수 있다.

6. 관부착품의 구조 및 사용기준

(1) 관플랜지 규격의 취급

관플랜지 규격의 취급은 다음에 따른다.

(가) **규칙 103.**의 5항의 한국산업규격에 정한 관플랜지는 *KS B* 1501-1503, 1506, 1507, 1509-1511, 1519, 1521 및 *KS B*1540에 규정된 것을 말한다.

(나) *ANSI* 규격 *B* 16-150 ~ 2500 *Lb* 의 관플랜지를 그 규격에 따라 사용하는 경우에는 재료, 치수 및 용접 이음부 형식은 규칙에 규정한 것과 동등한 것으로 취급한다.

(2) 관의 호칭지름의 취급(이하 **규칙 5편 6장**에 사용되는 호칭지름에 적용한다)

관의 호칭지름의 취급은 다음에 따른다.

(가) KS 규격에 호칭지름이 정하여져 있는 관은 규격의 호칭지름과 동일한 것으로 한다.

(나) KS 규격에 호칭지름이 정하여져 있지 않는 관은 「호칭지름○○」을 KS 규격에 정하여져 있는 관의 호칭지름에 상당하는 바깥지름을 사용하여 「바깥지름 × mm」로 읽는다.

(3) 관플랜지

KS B 1503, 1511 및 *KS B* 1521에 정하여진 플랜지는 *KS B* 1501에 정해진 압력에 따라서 사용할 수 있다.

(4) 선체붙이 관련 관장치에 대한 호칭압력은 최소 5K 이상이어야 한다. *(2019)*

104. 이음의 형식

1. 용접연결 **규칙 104.**의 2항 (2)호를 적용함에 있어서 "호칭지름 80A 이하"는 바깥지름 89.1mm 이하를 의미한다. **【규칙 참조】**

2. 플랜지 연결 【규칙 참조】

(1) **지침 그림 5.6.1**과 같이 관 끝을 벨마우스로 한 관이음의 형식은 제3급 관 및 설계압력이 1 MPa 이하이고 호칭지름 50*A* 이하인 제1급 또는 제2급에 속하는 관에 사용할 수 있다.

(2) **지침 그림 5.6.2**에 나타낸 편면용접 플랜지이음은 음료수관, 만재흘수선 상부에 위치한 배수관 및 위생수관과 개구단을 갖는 드레인관, 넘침관, 공기관, 배기가스관, 크랭크실의 통풍관, 증기배기관 및 포말방출관에 사용할 수 있다. 또한, 가연성 기름을 제외하고 호칭지름 40*A* 이하의 3급관에 사용할 수 있다.

(3) **규칙 104. 3항** (4)호를 적용할 때, "특별한 경우"라 함은 **그림 5.6.1**에서 규정한 이 외의 형식을 사용하는 경우를

말한다.

(4) **규칙 104.**의 3항 (5)호를 적용할 때, 플랜지이음의 적용은 **지침 표 5.6.1**에 따른다.

3. **삽입 나사박이 이음** **규칙 104.**의 4항을 적용함에 있어서 계측장치용 작은 지름의 관에는 나사박이 관이음을 사용할 수 있다. **【규칙 참조】**

4. **경납땜** **【규칙 참조】**

규칙 104.의 1항을 적용함에 있어서 비철금속제의 밸브 및 관부착품은 경납땜을 사용하여 비철금속관에 부착할 수 있으며 보통의 경납땜은 설계압력이 0.7 MPa 이하로서 설계온도가 93 ℃ 이하인 관계통에 한하여 사용할 수 있다. 동관을 플랜지에 경납땜할 경우에는 다음 각 호에 따른다.

(1) 경납땜부에는 적절한 탕유(湯留)를 설치하고, 관끝을 밸마우스로 한다.

(2) 동관과 관플랜지의 접합에 필릿용접식으로 하는 것은 피한다. 다만, 은납땜 또는 TIG 용접 등 특수한 용접방법을 채택하는 경우는 그러하지 아니하다.

(3) 경납땜한 동관은 온도 200 °C 이하의 경우에 사용할 수 있다.

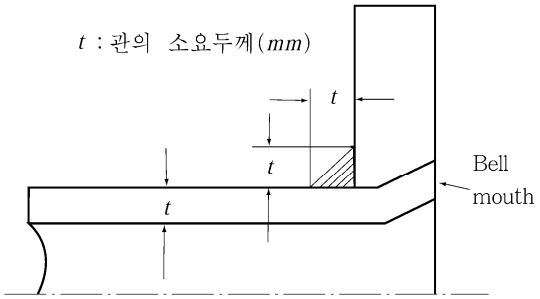


그림 5.6.1

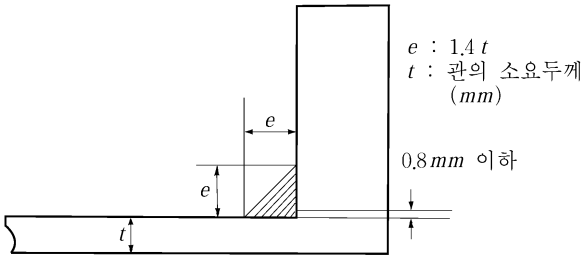


그림 5.6.2

표 5.6.1 플랜지이음의 적용 표준

관장치의 분류 \ 사용목적	증기[1] 및 열매체유	연료유 및 윤활유	공기[1], 물[1], 작동유[1], 가스[1]
제1급관	A, B[2]	A, B	A, B
제2급관	A, B, C, D[3]	A, B, C	A, B, C, D[3]
제3급관	A, B, C, D	A, B, C	A, B, C, D, E[4]

(비고)

1. 표의 (1)~(4)는 아래의 조건에 따른다.
   (1) 설계온도가 400 °C를 넘는 경우에는 A 형식의 이음만 사용할 수 있다.
   (2) B 형식의 이음은 외경이 150 mm 미만에만 사용할 수 있다.
   (3) D 형식의 이음은 설계온도가 250 °C를 넘는 관장치에 사용하여서는 아니 된다.
   (4) E 형식의 이음은 수관 및 개구단을 갖는 관에만 사용할 수 있다.
2. 암모니아 냉동기의 냉매관 계통에는 A , B 또는 C 형식의 플랜지 이음을 사용할 수 있다.

5. **규칙 104. 5항** (5)호를 적용 시, 다음의 파열압력으로 시험할 수 있다. 단, 설계압력이 20 MPa 초과 120 MPa 미만의 경우, 파열압력은 선형 보간법으로 구할 수 있다.

(1) 설계압력이 20 MPa 이하 : 설계압력의 4배

(2) 설계압력이 120 MPa 이상 : 설계압력의 2배

6. **CO2 소화장치의 압력등급** **규칙 104.**의 1항을 적용함에 있어서 분배기로부터 노즐까지의 배관에서 플랜지와 같은 관이음부의 압력등급은 CO2가 방출될 때 배관의 내부에 발생하는 최대압력 이상이어야 한다. *(2021)* **【규칙 참조】**

105. 관 및 관부착품의 용접 【규칙 참조】

1. **규칙** 105의 3항 (4)호를 적용함에 있어서, **규칙 5장** 115.에 따른 구멍의 보강 요건에 만족하는 경우에는 별도의 보강이나 두께의 증가 없이도 지관을 주관에 용접으로 연결할 수 있다.

106. 관의 가공 및 가공 후 열처리 【규칙 참조】

1. **규칙** 106.의 1항의 요건에도 불구하고 제1급 또는 제2급 관에 속하는 관계통에 장비되는 압력계용 관에 대해서는 **규칙** 106.의 1항에 관계없이 관 내의 유체 온도를 감안해서 후열처리를 생략할 수 있다.

107. 배관에 관한 일반사항

1. **관의 배열** **규칙** 107.의 1항 (6)호를 적용함에 있어서, 부득이하게 전기기기 근처에 배관할 경우에는 **지침 6편 1장** 401.의 1항의 요건에도 적합하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **관 및 관부착품의 보호** **규칙** 107.의 2항 (2)호를 적용함에 있어서 냉동구획의 배수관은 드레인트랩을 설치하여야 한다. **【규칙 참조】**
3. **압력계 및 온도계** **규칙** 107.의 4항을 적용함에 있어서 압력계 및 온도계의 장비기준은 원칙적으로 각각 *KS V* 7013 및 *KS V*7014의 규정에 따른다. **【규칙 참조】**
4. **개스킷 및 패킹** **규칙** 107.의 5항을 적용함에 있어서 관장치의 관플랜지, 관부착품, 밸브덮개, 밸브봉에 사용하는 패킹은 국가표준 또는 이와 동등 이상의 표준에 적합하여야 한다. **【규칙 참조】**
5. **삽입이음** **규칙** 107.의 6항에 대하여는 다음 각 호에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 화물창 내로 유도되는 빌지흡입관 및 평형수관의 이음은 플랜지 또는 용접이음으로 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 형식의 삽입이음은 사용할 수 있다.
   (2) 관내의 액체와 동일한 액체를 적재하는 탱크 내의 관에는 삽입이음을 사용할 수 있다.
   (3) 화물유관에는 삽입이음을 사용할 수 있다. 다만, 해당 화물유관이 관통하는 평형수탱크 내에는 사용하여서는 아니 된다.
6. **관의 관통부** **규칙** 107.의 7항을 적용함에 있어서 각종 밸브의 스핀들은 윙탱크 저판 및 탱크로서 사용하는 이중저 정판 등 액체의 정압을 받는 장소를 관통하여서는 아니 된다. 부득이한 경우, 스핀들의 스터핑 박스에 액체의 정압이 걸리지 아니하도록 보호관을 설치하는 등의 고려를 하여야 한다. **【규칙 참조】**
7. **수밀격벽** **【규칙 참조】**
   (1) **규칙** 107.의 8항을 적용함에 있어서 선미탱크의 흡입관에는 격벽의 전면에 스톱밸브를 설치하여야 한다.
   (2) **규칙** 107.의 **8항** (2)호를 적용 시, 항해구역이 연해구역 이하로서 총톤수 500톤 미만의 선박의 경우에는 다음과 같이 완화할 수 있다.
      (가) 선수격벽을 통과하는 관의 수에 대한 요건을 적용하지 아니할 수 있다.
      (나) 나사조임식(screw-down)밸브를 설치하기 어려운 경우, 버터플라이밸브를 설치할 수 있다. 이 경우, 진동 또는 유체의 흐름에 의하여 밸브디스크가 움직이는 것을 방지하기 위하여 홀딩(holding)장치 또는 동등한 수단을 갖는 것이어야 한다.
8. **해수관과 청수관의 겸용** **규칙** 107.의 12항을 적용함에 있어서 해수관과 청수관을 부득이 겸용하는 경우에는 각 흡입구에 스톱밸브를 설치하고, 오조작을 방지하기 위하여 주의 명판을 붙인다. **【규칙 참조】**
9. 가스용접용 기기를 본선에 설치하는 경우에는 **부록 5-5**에 따라야 한다.
10. **표시** **규칙** 107.의 10항 (1)호를 적용함에 있어서, 관의 식별 표시는 원칙적으로 *KS V*7015(선박용 배관의 식별) 또는 KS V ISO 14726-1,2(조선-배관 장치 내용물의 식별 색상)에 따른다. **【규칙 참조】**

제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치

201. 공기관

1. 일반

(1) **규칙 201.**의 1항 (1)호를 적용함에 있어서, 통상적으로 사람이 들어가지 아니하는 에코사운더 리쎄스 등과 같은 소구획에 대하여는 우리 선급이 인정하는 경우, 공기관을 생략할 수 있다. 다만, 그러한 구역의 맨홀을 열거나 사람이 들어갈 경우 환기에 주의하도록 하는 경고판을 눈에 띄기 쉬운 장소에 부착하여야 한다. **【규칙 참조】**

(2) **규칙 201.**의 1항 (5)호의 해수 또는 빗물의 직접 유입을 방지하는 구조에 대한 적용 예는 **지침 그림 5.6.3**과 같다. 이 규정은 해상인명안전협약(SOLAS)의 적용을 받는 선박에 적용한다. 다만, 상갑판보다 위에 설치되어 있고 비상발전기용 연료유 및 윤활유 탱크의 공기관과 같이 파도 및 기타 외력에 의해 손상될 우려가 없는 경우에는 이를 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**

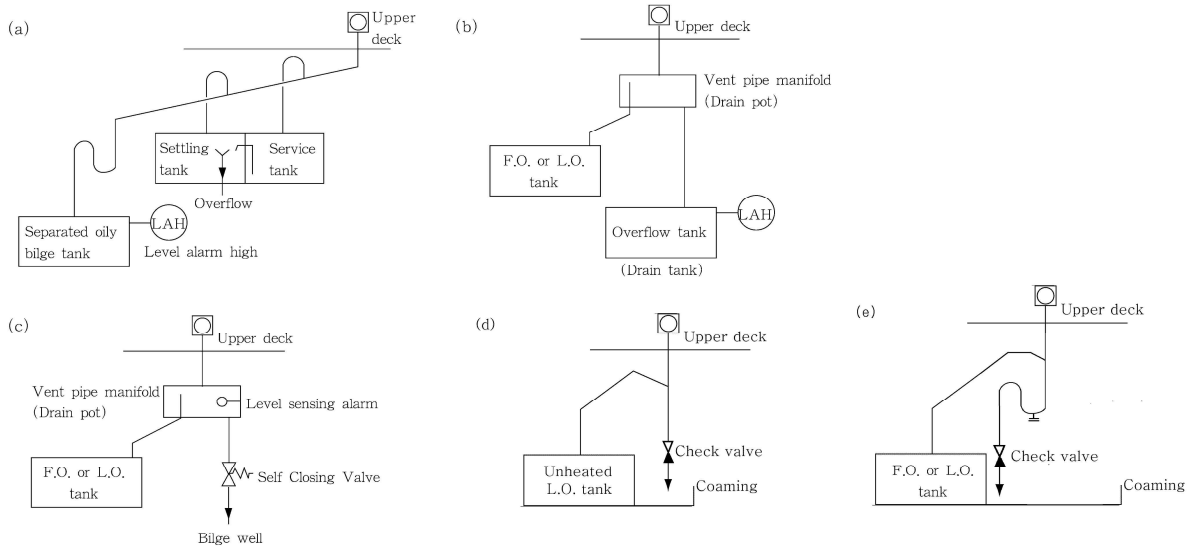


그림 5.6.3 해수 또는 빗물의 직접유입을 방지하는 구조에 대한 적용 예 *(2017)*

2. 공기관 개구의 위치 *(2018)*

(1) **규칙 201.**의 2항 (1)호를 적용함에 있어서 다음에 따를 수 있다. **【규칙 참조】**

(가) 인화점 60℃를 초과하는 연료유탱크 및 화물유탱크에 인접하는 코퍼댐과 펌프로 액체를 적재할 수 있는 탱크의 공기관에 대해서는 SOLAS Reg.II-1/17.3에 적합한지를 증명할 수 있는 자료, 통풍장치 및 배수설비 등에 대한 자료를 제출하여 우리 선급이 인정하는 경우 폐위된 화물구역에 개구할 수 있다.

3. 공기관 개구의 보호

(1) **규칙 201.**의 3항 (2)호를 적용함에 있어서 "우리 선급이 적당하다고 인정하는 플레임스크린"이라 함은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(가) 내식성 재료로 제조된 것일 것.

(나) 30 × 30 메시의 내식성 와이어로 된 스크린 1매 또는 20 × 20 메시의 내식성 와이어로 된 스크린을 25.4 ± 12.7 mm의 간격으로 2매 부착한 것 혹은 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것일 것.

4. 공기관의 치수 【규칙 참조】

규칙 201.의 4항 (1)호를 적용함에 있어서 "넘침관이 설치되어 있는 탱크의 공기관"에 대하여는 다음에 따른다.

(1) 탱크에 설치된 넘침관의 합계 단면적이 주입관 합계 단면적의 1.25배 이상이고 공기의 흐름을 방해하는 밸브가 설치되어 있지 않은 경우에는 공기관의 설치를 생략할 수 있다. 이 경우, 넘침탱크에 설치된 공기관 단면적은 넘침관의 합계 단면적보다 작아서는 아니 된다.

(2) 공통 넘침관이 설치된 탱크의 경우, 각 탱크의 넘침관 단면적이 각 탱크 주입관 단면적의 1.25배 이상이고, 공통 넘침관의 단면적과 넘침탱크 공기관의 단면적이, 동시에 적재되는 탱크의 주입관 합계 단면적의 1.25배 이상일 경우에는 각 탱크의 공기관 설치를 생략할 수 있다. 다만, 공통 넘침관의 단면적과 넘침탱크 공기관의 단면적은 공통 주입관 단면적의 1.25배를 초과할 필요는 없다.

(3) 다만, 전 (1), (2)호를 적용함에 있어서 연료유 서비스 탱크 등과 같이 공기관이 설치된 탱크로 간접적으로 넘침관이 유도되는 경우에는 그 탱크 상부 기상부의 기체가 공기관이 설치된 탱크로 이동할 수 있도록 조치하여야 한다 (**지침 그림 5.6.4** 참조).

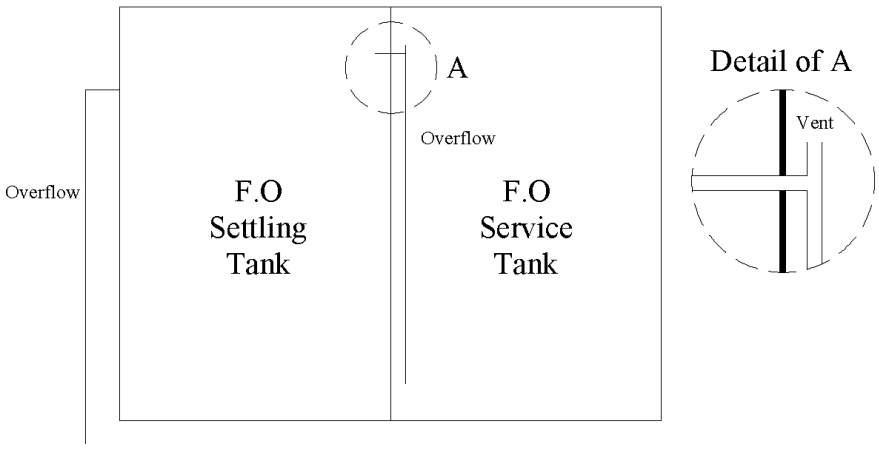


그림 5.6.4 넘침관의 상세

5. 공기관의 높이 【규칙 참조】

(1) **규칙 201.**의 5항을 적용함에 있어서 공기관의 갑판상의 높이는 **지침 그림 5.6.5**와 같이 측정한다.

(2) **규칙 201.**의 5항을 적용함에 있어서, 공기관의 높이는 다음과 같이 적용하여야 한다. *(2017)*

(가) 건현갑판상 또는 선루의 표준 높이보다 낮은 노출 갑판상으로 유도되는 공기관의 높이는 해당 건현갑판 또는 노출갑판으로부터 760mm 이상이어야 한다.

(나) 선루의 표준 높이 이상이며 그 높이의 2배보다 낮은 위치의 노출갑판상에 설치되는 공기관의 높이는 해당 건현갑판 또는 노출갑판으로부터 450mm 이상으로 할 수 있다.

(다) (가) 및 (나)에서 언급된 노출갑판은 선루, 갑판실, 승강구 및 다른 유사한 갑판구조물의 최상층 갑판도 포함한다.

(라) 국제항해에 종사하지 아니하는 선박과 예인선(tug boat), 부선(barge) 등에서와 같이 규칙에서 정한 공기관의 높이가 선박의 작업에 방해가 되는 경우, 우리 선급이 승인한 자동식 공기관 폐쇄장치를 설치하는 것을 조건으로 공기관의 높이를 상기의 (가)에서 규정한 760mm를 450mm, (나)에서 규정한 450mm를 300mm까지 감소할 수 있다.

202. 넘침관

1. **규칙 202.**의 1항 (1)호 (나)를 적용함에 있어서, 공기관의 개구단보다 아래에 있는 개구는 플로트 측심장치 등과 같이 항상 에어갭(air gap)을 가지는 개구를 말하며 또한 그러한 개구는 넘침관의 상단보다 위에 설치하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 202.**의 2항 (2)호를 적용함에 있어서, 세틀링탱크로부터 청전된 연료유 또는 윤활유가 서비스탱크의 넘침관을 통해 세틀링탱크로 순환하는 경우, 그 넘침관에 사이트글라스의 설치 또는 서비스탱크의 고액면 경보장치 요건을 생략 할 수 있다. **【규칙 참조】**

203. 측심장치

1. **규칙 203.**의 1항 (1)호를 적용함에 있어서, 다음에 따를 수 있다. **【규칙 참조】**

(1) 통상적으로 사람이 들어가지 아니하는 에코사운더 리쎄스 등과 같은 소구획에 대하여는 우리 선급이 인정하는 경우, 측심관을 생략할 수 있다. 다만. 맨홀에 샘플링을 위한 플러그 또는 콕을 설치하고 맨홀을 열기 전에 그 구역이 침수되어 있는 지 확인하도록 하는 경고판을 눈에 띄기 쉬운 장소에 부착하여야 한다.

(2) 측심관 또는 기타의 측심장치를 설치하는 것이 구조적으로 불가능하다고 우리 선급이 인정하는 특이한 형상의 공소 등에는 빌지 경보장치로 대신할 수 있다.

2. **측심관의 상단** **규칙 203.**의 2항 (2)호를 적용함에 있어서, 이중저에 위치한 탱크 및 코퍼댐의 측심관에는 자기폐쇄

차단장치를 설치하여야 한다. *(2019)* **【규칙 참조】**

3. **측심관의 구조 규칙 203.**의 3항에 대하여는 다음 각 호에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 엘보측심관을 부득이 사용하는 경우에는 측심관의 엘보부분을 충분히 지지하여야 한다.
   (2) 이중판의 두께는 길이 30 m 미만의 선박은 10 mm, 길이 30 m 이상의 선박은 12 mm 를 표준으로 한다.(**지침 그림 5.6.6** 참조)

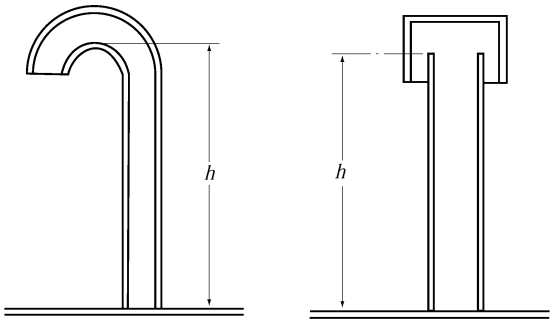


그림 5.6.5 공기관 높이의 측정법

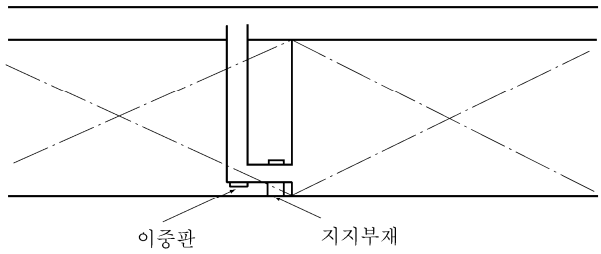


그림 5.6.6 엘보측심관의 예

제 3 절 해수흡입 및 선외배출

301. 선체붙이밸브 및 부착품

1. **디스턴스 피스의 구조 규칙 301.**의 2항을 적용함에 있어서 디스턴스 피스는 국가표준 또는 이와 동등 이상의 표준에 적합한 것이어야 하며, 디스턴스 피스는 맞대기용접이음이어야 한다. 다만, 디스턴스 피스가 아래의 조건에 모두 만족하며, 이를 증명할 수 있는 자료(예, 배치도 및 복원성 자료 등)를 제출하여 우리 선급이 인정하는 경우 플랜지 이음을 인정할 수 있다. *(2017)* **【규칙 참조】**
   (1) 만재흘수선 상방을 통과할 것
   (2) 디스턴스 피스 또는 부착품이 손상되더라도 선박의 안전에 영향을 미치지 않을 것
   (3) 설계압력에 따라 적용되는 호칭압력보다 1등급 위의 호칭압력의 관장치를 사용할 것
2. **선외배출구의 위치 규칙 301.**의 4항에 대하여는 다음 각호에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) "선외배출구의 개구"는 펌프에 의하여 압력을 받는 배수의 개구를 말하며, 중력으로 유출되는 것은 포함하지 않는다.
   (2) "그와 같은 곳"이라 함은 **지침 그림 5.6.7**의 사선부의 범위를 말한다.

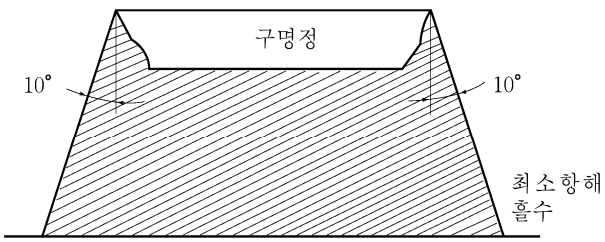


그림 5.6.7

   (3) 배수관의 개구를 해면에 내린 구명정에 배수가 들어갈 우려가 있는 곳에 부득이 배치하지 않으면 아니 될 경우에는 다음의 어느 하나의 장치를 설치하여야 한다.
      (가) 선체외판쪽으로 배수를 유도하는 장치
      (나) 배수를 정지시키는 장치로서 그 장치의 조작이 구명정이 설치된 장소와 가까이 있고 노출갑판상에서 조작할 수 있을 것

303. 배수구 및 위생수의 배출

1. **노출갑판의 배수구 규칙 303.**의 3항을 적용함에 있어서 선루 내의 배수관은 노출갑판의 배수관과 연결하여서는 아니 된다.

2. **배수관 및 위생수관의 역류방지장치 규칙 303.**의 4항에 대하여는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 건현갑판하에서의 배수

(가) 배수관의 선내 개구단

(a) 선수미부의 소구획(조타기실, 갑판장 창고, 체인로커 등)의 빌지를 수동펌프 또는 이덕터로 배수할 경우, 수직거리를 산정할 때에는 배수관의 선내 개구단이 그 배출관 계통의 최고 위치에 있는 것으로 간주한다.

(b) 목재만재흘수선을 표시하는 경우의 선내 개구단까지의 거리는 목재 하기만재흘수선에서 측정한다.

(나) 항해중에는 항상 닫혀있는 선외 배수관

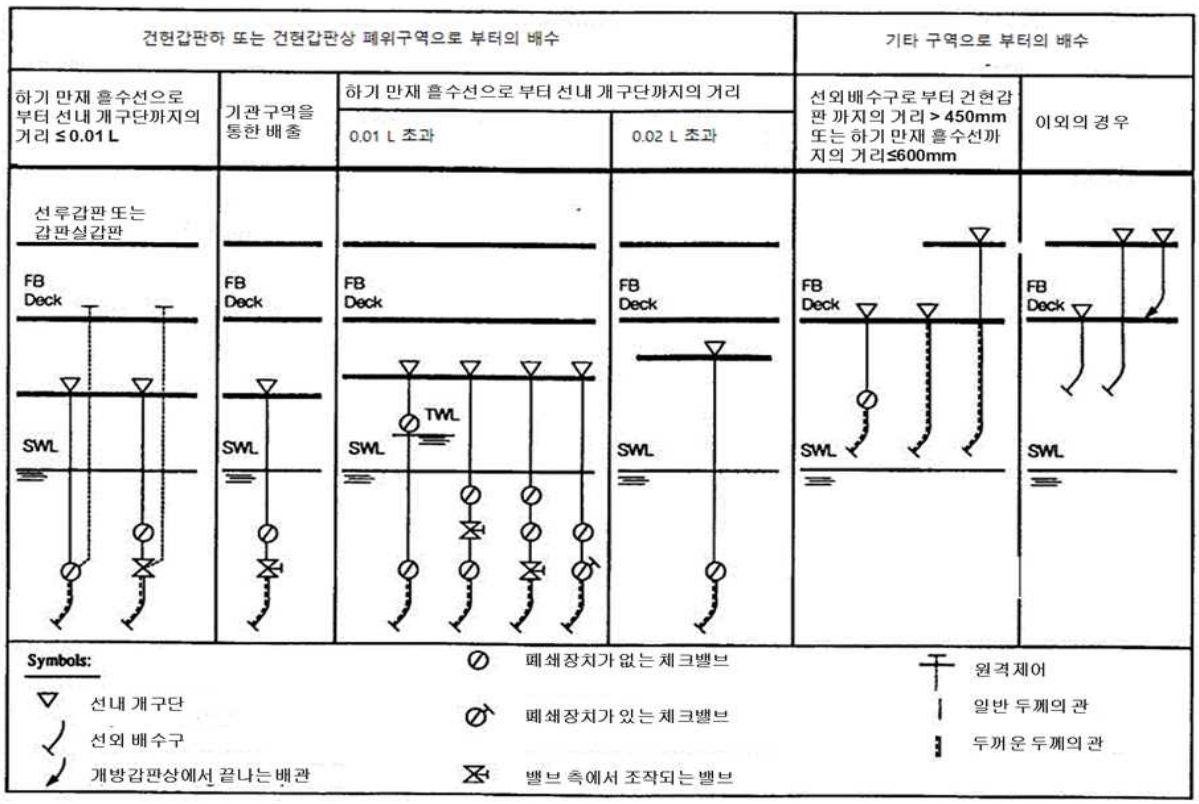
규칙 303.의 4항의 규정은 통상 선박의 운항 중 항시 열려 있는 배출관에 대하여만 적용하고, 톱사이드탱크로부터 중력으로 배수하는 것처럼 항해 중에는 배수시를 제외하고는 항상 닫혀있는 배수관에 대하여는 건현갑판상의 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 조작할 수 있는 개폐지시기가 부착된 1개의 나사조임 스톱밸브를 사용할 수 있다.

(다) 선외배출관

화물창 내를 통과하는 배수관은 SCH.160 또는 두께 16 mm 이상의 강관으로 하거나 또는 적절한 보호장치를 설치한다.

(라) 배수구 및 배출구의 허용 가능한 배치는 **표 5.6.2**에 따른다. *(2021)*

표 5.6.2 배수구 및 배출구의 허용가능한 배치



3. **건현갑판상 폐위된 화물구역의 배수관 【규칙 참조】**

규칙 303.의 5항 (1)호를 적용함에 있어서, 횡경사 5°를 초과하는 경우에 건현갑판 끝단이 잠기는 경우에도 **규칙 303.**의 5항 (2)호의 요건에 적합한 배수설비를 갖출 경우에는 건현갑판상 폐위된 화물 구역으로부터 갑판 하부의 적당한 구역으로 배수하는 것이 허용된다.

제 4 절 빌지 및 평형수장치

401. 일반

1. **적용** 선박의 길이가 50 m 미만인 선박의 빌지관장치는 다음 각호에 따른다. 다만, 여기에 규정되어 있지 않은 장치에 대하여는 규칙에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 빌지펌프의 수

지침 표 5.6.3에 따른다.

(2) 빌지펌프의 용량

지침 표 5.6.3에 정해진 독립동력 빌지펌프는 **규칙 405.**의 2항에 규정하는 식에 의한 것 이상의 흡입능력을 가지는 것을 말한다. 다만, 전호에 규정된 독립동력 빌지펌프 1대의 능력에 가산할 수 있다.

(3) 빌지흡입관의 안지름

빌지흡입주관, 직접빌지 흡입관 및 빌지흡입지관의 안지름은 다음 (가)부터 (다)의 식에 따른다.

(가) 빌지흡입주관 또는 직접빌지흡입관

(a) 길이 25 m 미만의 선박 : $d = 1.22 \times (L - 10) + 10$ (mm)

(b) 길이 25 m 이상 35 m 미만의 선박 : $d = 2.67 \times (L - 20) + 15$ (mm)

(c) 길이 35 m 이상의 선박 : $d = 1.68\sqrt{L(B+D)} + 25$ (mm)
(다만, 50 mm 미만으로 하여서는 아니 된다.)

(나) 빌지흡입지관

(a) 길이 35 m 이상의 선박 : $d' = 2.15\sqrt{l(B+D)} + 25$

(b) 국제항해에 종사하는 선박에 있어서 빌지흡입지관의 안지름은 50 mm 미만으로 할 수 없지만 소구획실의 빌지흡입관으로서 우리 선급이 인정한 경우는 40 mm 로 할 수 있다.

(c) 선수미탱크 및 축로의 빌지흡입지관의 안지름은 선박의 길이가 35 m 이상의 선박은 50 mm, 35 m 미만의 선박은 우리 선급이 승인하는 안지름까지 감소시킬 수 있다.

(다) 길이 35 m 이상인 선박의 빌지흡입주관의 안지름은 (나)에 의해 계산한 빌지흡입지관의 안지름 중 최대의 것보다 작아서는 아니 된다.

(4) 직접빌지흡입관

특별히 우리 선급의 승인을 받은 경우에, 직접빌지흡입관의 안지름은 전호 (가)에 관계없이 적절히 감소시킬 수 있다.

(5) 비상빌지흡입관

비상빌지흡입관에 대하여는 다음에 따른다.

(가) 증기기관을 주기관으로 하는 선박은 규칙에 적합한 비상빌지흡입관을 설치한다.

(나) 내연기관을 주기관으로 하는 선박은 특별히 우리 선급이 인정하는 경우, 생략할 수 있다.

(6) 기관실내의 빌지관

동관을 사용할 수 있다.

표 5.6.3 빌지펌프의 수

선박의 길이	동 력 펌 프		수동펌프	비고
	주기관 구동펌프	독립동력펌프		
25 m 미만	1대	—	1대	우리 선급이 승인한 경우, 주기관 구동펌프를 생략할 수 있다. 길이 10 m 미만의 선박은 물통 1개로서 펌프를 대용할 수 있다.(※)
25 m 이상 30 m 미만	1대	1대	—	수동펌프 2대로서 주기관 구동펌프 1대를 대용할 수 있다. 독립동력펌프를 설비하는 것이 곤란하다고 인정될 경우에는 다른 펌프의 능력, 배관 등을 고려해서 독립동력펌프를 생략할 수 있다.(※)
30 m 이상 50 m 미만	1대	1대	—	수동펌프 2대로서 주기관 구동펌프 1대를 대용할 수 있다.

(비고)

1. ※ 표시의 경감은 여객선 이외의 선박에 한한다.
2. 이 표에 있어서 동력펌프로서 수동펌프를 또는 독립동력펌프로서 주기관 구동펌프를 각각 대용할 수 있다.
3. 선박의 길이가 25 m 이상 30 m 미만일 경우, 독립동력펌프를 생략할 수 있는 요건은 빌지펌프의 설치가 지극히 곤란하다고 인정되고 주기관 구동펌프의 흡입능력이 독립동력펌프가 요구하는 능력 이상으로서 배관이 필요한 전 구획으로부터 지장없이 빌지를 배출할 수 있도록 되어있는 경우를 말한다. 주기관 구동펌프를 수동펌프로 대용할 경우에는 독립동력펌프를 생략할 수 없다.
4. 항해구역이 연해 이하인 선박에서는 유수분리기용 빌지펌프를 1대의 수동빌지 펌프로 인정할 수 있다.
5. 모든 동력펌프 및 수동펌프는 화물창, 기관실, 축로 등으로부터 빌지를 배출할 수 있어야 한다.

2. **관장치 【규칙 참조】**
   (1) **규칙 401.**의 2항 (1)호를 적용함에 있어서, 공소(void space) 및 코퍼댐이 선박의 복원성에 영향을 미치지 않으며 흘수선 상방에 위치한 경우에는 빌지주관에 연결된 고정식 빌지관장치를 설치하는 대신에 별도의 빌지펌프(휴대식도 가능)를 설치하거나 또는 중력으로 배수할 수 있다. 다만, 중력으로 배수할 경우에는 신속하게 작동하는 자동폐쇄밸브를 접근하기 쉬운 장소에 설치하여야 한다.
   (2) **규칙 401.**의 2항 (2)호의 요건은 영구적인 평형수 탱크에는 적용하지 아니한다. *(2021)*
3. **나사조임 체크밸브** 규칙 4절의 적용상, 나사조임 체크밸브는 차단밸브와 체크밸브의 조합으로 대신할 수 있다. **【규칙 참조】**

402. 기관실 이외 구획의 배수설비 【규칙 참조】

1. **빌지흡입관의 생략** 에코사운더 리쎄스 등 소구획에 대하여는 우리 선급이 인정하는 경우, 빌지흡입관을 생략할 수 있다.
2. **특수한 경우의 빌지배수관 지침 그림 5.6.8**과 같이 수밀격벽에 단이 있는 경우로서 갑판간 화물창, 선창 또는 선실의 빌지를 인접하는 기관실이나 축로 등에 유도하는 경우에는 그 배수관은 상시 승무원이 쉽게 접근할 수 있는 곳으로 유도하고, 자동폐쇄장치가 붙은 밸브 또는 콕을 설치한다. 다만, 수밀의 빌지탱크에 인도할 경우에는 이에 의하지 않으나 화물창이 만재흘수선 하방에 있을 경우에는 체크밸브를 설치한다. 화물창의 빌지를 축로로 유도할 경우는 측심관을 설치할 필요는 없지만 배수관 안지름은 빌지흡입관에 대하여 정하여진 안지름 이상으로 한다.
3. **빌지웰 고수위 경보장치** SOLAS 12장 4.3규칙에 따른 횡수밀 격벽의 수가 충분하지 못하여 4.3규칙을 적용할 수 없는 선박의 화물구획 또는 화물 컨베이어 터널 중 해당되는 곳에는 항해선교에 적절한 가시가청 경보를 발하는 빌지웰 고수위 경보장치를 설치하여야 한다.
4. **어창 등의 빌지 배수설비** 얼음 또는 물과 함께 어획물이 적재되는 어창 또는 탱크에 설치되는 환수관 또는 순환수관 등에 의하여 빌지의 배수가 가능한 경우에는 이를 빌지관 대용으로 할 수 있으며, 이를 빌지관 규정에 적합한 것으로 본다. *(2019)*

403. 기관실의 배수설비 *(2019)* 【규칙 참조】

1. 비상빌지 흡입구

(1) **규칙 403.**의 6항 (3)을 적용함에 있어서, 비상빌지흡입구를 주기관으로 구동되는 주냉각수 펌프 또는 주순환수 펌프에 유도할 수 있다.

404. 빌지흡입관의 치수 【규칙 참조】

1. 빌지주관

(1) 빌지주관의 안지름은 국제항해에 종사하는 선박의 경우 60 mm 미만, 그외의 선박으로서 길이 35 m 이상인 경우에는 50 mm 미만이어서는 아니 된다.

(2) 실제에 사용되는 관의 안지름은 계산한 것에 가까운 표준관을 사용할 수 있다.

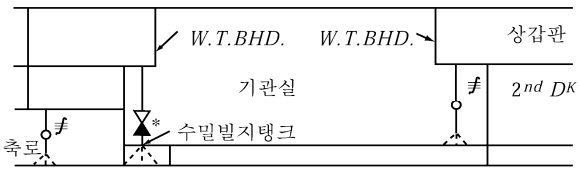
(3) (2)호의 규정을 적용함에 있어서, 다음의 경우에는 한 단계 큰 표준관을 사용하여야 한다.

(가) 안지름 계산값이 110 mm 이하 시, 그 표준관의 안지름이 계산값보다 6 mm 이상 작은 경우

(나) 안지름 계산값이 110 mm 초과 시, 그 표준관의 안지름이 계산값보다 13 mm 이상 작은 경우

2. 빌지흡입지관 **규칙 404.**의 2항에 대한 지침은 다음 각호에 따른다.

(1) 화물선의 화물창 빌지흡입관으로서 빌지주관흡입방식(크리스마스 트리 시스템)의 채용은 바람직하지 않으나, 부득이한 경우 1구획 침수를 만족하는 선박에 한해서 채용할 수 있다. 이 경우, 빌지흡입관의 안지름은 다음과 같이 결정한다.(**지침 그림 5.6.9** 참조)



⋣ : 자동폐쇄장치붙이 밸브 또는 콕

* : 화물창이 만재흘수선 하방에 있는 경우의 체크밸브

그림 5.6.8 수밀격벽에 단이 있는 경우의 선창의 빌지배수의 예

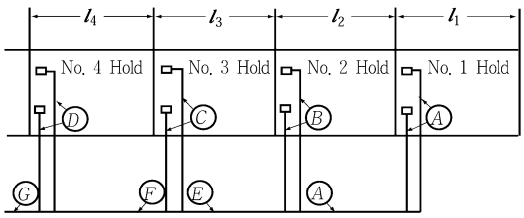


그림 5.6.9 화물창 빌지흡입관의 빌지주관흡입방식의 예

(가) 관 A, B, C, D는 l_1, l_2, l_3, l_4를 각각 l로 해서 빌지지관으로 계산한다.

(나) 관 E는 l_1+l_2를 L로 보고 빌지흡입주관으로서 계산함과 동시에 관 A 및 B의 합계 단면적 이상의 단면적으로 한다.

(다) 관 F는 $l_1+l_2+l_3$를 L로 보고 빌지흡입주관으로서 계산함과 동시에 관 A, B, C 중 가장 큰 2개의 관 합계단면적 이상의 단면적으로 한다.

(라) 관 G는 $l_1+l_2+l_3+l_4$을 L로 보고 빌지흡입주관으로서 계산함과 동시에 관 A, B, C, D 중 가장 큰 2개의 관 합계단면적 이상의 단면적으로 한다. 이 경우, 각 지관의 흡입구에는 나사조임 체크밸브를 설치한다. 만약, 이 밸브의 설치장소가 항상 쉽게 접근할 수 없는 경우에는 원격조작장치를 설치하여야 한다.

(2) 2중선각선의 빌지흡입관의 안지름

2중선각의 선박에서 선박의 너비 B 대신에 내각간의 거리를 사용하여 빌지흡입관의 안지름을 결정할 수 있다.

(3) **규칙 401.**의 2항 (3)호의 경우에는 빌지흡입지관의 안지름은 살수장치 등에서 요구되는 용량의 125 % 이상의 물을 선외로 배출하기에 충분한 것이어야 한다.

(4) **규칙 404. 2**항에서 실제로 사용되는 관의 안지름은 계산한 것에 가까운 표준관을 사용할 수 있으며 상기 **404.1.(3)**을 적용하여야 한다.

(5) **규칙 404. 2**항에서 “40 mm까지 감소할 수 있도록 우리 선급이 인정하는 경우”라 함은 국제항해를 하지 아니하는 선박으로서 **규칙 404. 2**항의 식에 의한 빌지흡입지관의 안지름 값이 40 mm 이하인 경우를 말한다.

405. 빌지펌프 【규칙 참조】

1. 펌프의 수

(1) **규칙 405.**의 1항에 의하여 요구되는 빌지펌프 2대 중 1대는 여객선 이외의 선박에서는 빌지이덕터로 대체할 수

있다. 이 경우, 빌지이덕터에 해수를 공급하는 펌프는 주냉각수펌프 이외의 것이어야 한다.

(2) 총톤수 500톤 이상의 선박에서 연속적으로 사용되지 않으나 중요한 용도로 사용되는 소화펌프, 평형수펌프, 빌지펌프 및 보조 가스 세정기펌프를 겸용으로 사용할 경우, 선내에 설치하여야 할 펌프의 최소의 수는 다음과 같다.

(가) 불활성가스장치가 설치된 탱커는 비상소화펌프를 포함한 겸용의 펌프를 4대이상 설치하여야 한다.

(나) 불활성가스장치가 설치되어 있지 않은 탱커와 탱커 이외의 선박은 비상소화펌프를 포함한 겸용의 펌프를 3대 이상 설치하여야 한다.

2. **규칙 405.**의 4항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 다음 각호에 따른다.

(1) 빌지흡입관의 안지름

빌지흡입관의 안지름 d는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 1.68\sqrt{l(B+D)} + 25 \quad (\mathrm{mm})$$

l : 화물창의 길이(m)

B : 화물창의 너비(m)

D : 선박의 깊이(m)

(2) 이덕터의 빌지흡입능력

이덕터의 빌지흡입능력 Q는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Q = 5.66\, d^2 \times 10^{-3} \quad (\mathrm{m^3/h})$$

Q :이덕터의 빌지흡입량

d : 전호에 따른다.

(3) 이덕터의 구동수량(水量)

이덕터는 2대 이상의 펌프로 구동할 수 있어야 한다. 2개 이상의 화물창의 빌지를 이들 이덕터로 배출하는 경우, 각 펌프가 공급하는 이덕터의 구동수량은 적어도 2개의 화물창에서 전호에 규정된 용량을 동시에 흡입하는데 충분한 것이어야 한다.

(4) 이덕터의 구동수(水) 스톱밸브 및 빌지 배출밸브

격벽갑판 상부에서 조작할 수 있는 이덕터 구동수 스톱밸브 및 빌지 배출밸브를 설치하여야 한다. 다만, 이들 밸브가 기관실 내에 있는 경우에는 격벽갑판보다 상부의 장소로부터 조작할 필요는 없다.

(5) 빌지웰의 고액면 경보장치

(가) 이덕터 구동수가 빌지웰에 역류되는 경우를 대비하여 각 빌지웰에 고액면 경보장치를 설치하고, 항상 사람이 있는 장소에 가시·가청경보를 발하도록 하여야 한다. 또한, 경보를 발하는 장소에서 고수위가 된 화물창을 식별할 수 있어야 한다. 고액면 경보장치를 대신하여, 화물창 구역 내 빌지 흡입측에 나사조임 체크밸브를 설치하는 것을 인정할 수 있다.

(나) 경보장치의 회로는 자기감시기능을 가지든가 또는 각 화물창 내에서 적어도 2회로를 분리설치하여야 한다.

(다) 석탄을 적재한 경우의 고액면 경보장치는 **규칙 7편 3장 1602.**에 따라야 한다.

(6) 이덕터 구동수관이 현측탱크를 관통하는 경우

이중저 구조를 조건으로 격벽을 생략한 선박에서 이덕터 구동수관이 현측탱크를 통과하는 경우에는 빌지흡입관의 개구단에 체크밸브를 설치하여야 한다. 또한, 현측탱크 내에 설치한 이덕터 구동수관, 빌지배출관 및 이덕터는 가능한 한 종격벽의 화물창 쪽으로 근접하여 설치하여야 한다.

(7) 빌지흡입구에 설치된 로즈박스

빌지흡입구에 설치된 로즈박스는 **규칙 406.**의 9항에 따르고, 이덕터의 빌지흡입 능력에 적합한 것이어야 한다.

(8) 화물창 내의 빌지장치의 보호

이덕터 구동수관, 빌지배출관 및 이덕터는 화물에 의한 손상을 받지 않도록 고려하여야 한다.

(9) 이덕터 구동수의 소화용수와의 겸용

이덕터 구동수를 소화용수관으로부터 연결한 경우에는 소화의 기능에 해를 끼치지 않도록 고려하여야 한다.

406. 배관 및 부착품 【규칙 참조】

1. **디프탱크를 통과하는 빌지관 및 평형수관** **규칙 406.**의 4항에 대하여는 다음 각호에 따른다.

(1) 평형수 전용의 디프탱크를 통과하는 빌지흡입관에 한하여 설계압력에 따라 적용되는 호칭압력보다 1등급 위의 호

칭압력에 대응하는 플랜지이음을 사용하는 경우에는 용접이음으로 할 필요가 없다.

(2) 전용 평형수탱크 내에 시체스트를 설치하고 자연주입·배수를 행하는 경우에는 이중으로 스톱밸브를 설치하고 건현 갑판상에서 조작할 수 있도록 한다.

(3) 화물유를 적재한 디프탱크에는 빌지흡입관 및 평형수흡입관 등 다른 탱크흡입관은 통과할 수 없다. 다만, 디프탱크 내에 파이프터널을 설치하여 그 안에 배관하는 경우에는 이에 따르지 아니한다.

(4) 전 각호의 적용에 있어서 빌지호퍼는 디프탱크로 본다.

2. **평형수 밸브의 제어** 규칙 406.의 7항 (2)호의 "대체수단으로, 동력 상실시 그 밸브를 잠그기 위하여 쉽게 접근할 수 있는 장소에 수동의 수단이 있는 경우"의 적용에 있어서, 수동의 수단은 이중저, 현측탱크, 빌지호퍼탱크 또는 공소와 같이 침수로 인해 작동불능이 되는 장소에 위치하지 않아야 한다. *(2021)*

3. **머드박스** 규칙 406.의 8항의 적용에 있어서 길이 50 m 미만인 선박의 빌지흡입관 및 예비로 설치된 빌지흡입관 개구단에 부착되는 머드박스는 우리 선급이 인정한 경우에 로즈박스로 대체할 수 있다.

제 5 절 보일러의 급수 및 복수장치

501. 급수펌프 【규칙 참조】

1. 주 보일러의 경우, 급수장치가 그룹시스템(group system)일 경우에는 이 그룹 중 1대의 펌프와 같은 용량의 예비급수펌프 1대를 구비하여야 한다. 또한, 이 예비급수펌프는 급수펌프 그룹 중 어느 한 대가 정지되었을 경우, 용이하게 운전중의 펌프와 교대될 수 있도록 장치되어야 한다.

2. 중요보조 보일러의 경우, 전열면적이 50 m^2 이하의 보일러에서는 2대의 급수펌프 중 1대를 인젝터로 할 수 있다.

502. 급수관 【규칙 참조】

1. **규칙** 502.의 1항에서 2계통의 독립된 급수관에서 동체부착용 개구를 1개로 설치하는 예는 **지침 그림** 5.6.10과 같다.

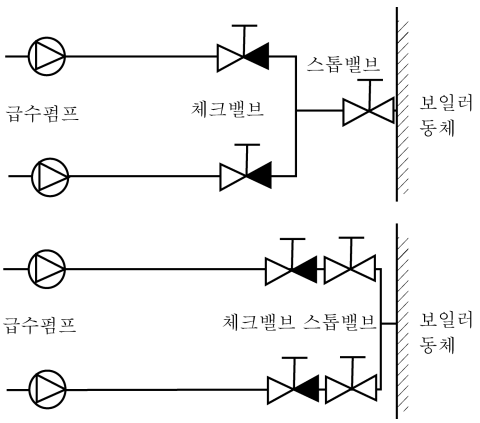


그림 5.6.10

2. **규칙** 502.의 1항을 적용함에 있어서, 적당한 크기의 보일러가 2대 이상 설치되고 이들 각 보일러로 단일 급수관에 의하여 급수될 경우, 이러한 급수장치의 배관에 대한 예비설비 수준은 **규칙** 502.의 1항에 적합한 것으로 본다.

3. 중요보조 보일러의 경우, 소형 팩케이지 보일러로서 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에는 급수관을 1계통으로 할 수 있다. 이 경우, 예비품으로서 급수펌프의 완비품 1조를 구비하고 상용급수펌프의 고장 시 쉽게 교환하여 사용할 수 있어야 한다.

4. 중요보조 보일러 또는 주기관의 운전에 필요한 연료유가열기나 상시 가열을 필요로 하는 화물의 가열기에 증기를 공급하는 보일러는 **규칙** 501. 및 **규칙** 502.에 따라 급수관장치를 하여야 한다. 다만, 당해장치가 고장난 경우에도 통상 항해 및 화물의 가열에 지장을 주지 않는 대체의 설비가 설치되어 있는 경우에는 **규칙** 501.의 1항, 2항 및 **규칙** 502.의 1항의 규정을 적용할 필요는 없다. 주기관의 운전에 필요한 연료유가열기 및 상시가열을 필요로 하는 화물의 가열에만 사용되는 보조보일러에 있어서는 대체설비가 설치되어 있지 않아도 단시간에 교환할 수 있는 급수펌프의 완비품 및 급수체크밸브의 완비품 각 1조를 비치한 경우에는 급수관장치를 1계통으로 할 수 있다.

제 6 절 증기관장치 및 배기관장치

601. 증기관장치 【규칙 참조】

1. **배관 규칙** 601.의 1항에 대하여는 다음 각호에 따른다.
   (1) 증기가열관은 늑판 등의 선체부재와는 직접 접촉하지 않도록 지지하여야 한다.
   (2) 증기관은 원칙적으로 화물창 내를 관통해서는 아니 된다. 다만, 부득이한 경우, 관의 이음은 전부 용접으로 하고 충분한 방열시공을 하며, 관은 강판으로 보호하여야 한다.
   (3) 증기터빈의 증기관에 대하여는 **규칙 2장**에 따른다.
   (4) 보일러 안전밸브의 배기관은 **규칙 5장**에 따른다.
2. 2개 이상의 보일러의 주증기관을 공통의 증기관에 연결할 경우에는 각 보일러의 주증기 밸브를 나사조임 체크밸브로 하고, 이 밸브와 공통증기관 사이에는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
3. **기름 가열관 규칙** 601.의 3항을 적용함에 있어서 화물유탱크를 가열하는 가열증기지관과 주관과의 연결부분은 해당 지관에 2중의 스톱밸브를 설치하거나 스펙터클 플랜지를 설치하여야 한다.

602. 배기관장치 【규칙 참조】

1. **규칙** 602.의 1항의 요건을 적용함에 있어서, 환원제로서 암모니아 또는 우레아를 사용하는 선택적 촉매 환원장치는 이 장에서 규정한 요건에 추가하여 **선박의 환경보호 설비에 관한 지침 2장**의 요건에도 적합하여야 한다.
2. **규칙** 602.의 1항의 요건을 적용함에 있어서, 배기가스 재순환장치(EGR)가 설치된 선박은 이 장에서 규정한 요건에 추가하여 **선박의 환경보호 설비에 관한 지침 2장**의 요건에도 적합하여야 한다.
3. **규칙** 602.의 1항의 요건을 적용함에 있어서, 배기가스 세정장치(Exhaust Gas Cleaning System)가 설치된 선박은 이 장에서 규정한 요건에 추가하여 **선박의 환경보호 설비에 관한 지침 3장**의 요건에도 적합하여야 한다.

제 7 절 냉각장치

702. 예비냉각펌프 【규칙 참조】

1. **규칙** 702.의 3항에서 증기터빈을 주기관으로 하는 선박의 예비 순환수펌프의 용량은 선속을 7노트 이상으로 하고, 유효하게 조타할 수 있는 속력을 확보할 수 있어야 한다.
2. **규칙** 702.에서 총톤수 500톤 미만의 선박으로서 다음 각호에 해당하는 경우에는 예비 냉각수펌프를 생략할 수 있다
   (1) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박
   (2) 연해구역을 항해구역으로 하는 선박으로서 주기관을 2대 장비하고, 각 주기관에 전용의 냉각수펌프를 장비하고 있는 경우
3. **규칙** 702.의 7항을 적용함에 있어서 기관을 들어내어 전부를 개방하지 아니하고는 예비펌프를 교환하기 어려운 특별한 구조의 고속기관의 경우에는 펌프 예비품의 비치를 생략할 수 있다.
4. **규칙** 702.의 8항에서 소형선의 기관이라 함은 길이 30 m 미만의 선박에 설치된 주기관 또는 보조기관을 말한다. 다만, 주기관의 경우에는 펌프의 완비품 1조를 예비품으로 비치하여야 한다.

703. 해수흡입구 【규칙 참조】

2개의 해수흡입구는 가능한 한 선측으로 서로 떨어져서 선저외판에 설치하여야 한다.

704. 여과기 【규칙 참조】

1. **규칙** 704.에서 “냉각수의 공급을 중지하지 아니하고도 개방하여 청소할 수 있는 여과기”라 함은 다음의 것을 적합한 장치로 인정할 수 있다.
   (1) 다축선에서 각 축계의 내연기관의 냉각수펌프와 해수흡입밸브 사이에 단식의 여과기를 설치한 경우
   (2) 1축계를 독립적으로 구동할 수 있는 주기관이 2대 이상 설치되어 있고 각 주기관에 단식의 여과기를 설치한 경우
   (3) 중요보기를 구동하는 내연기관이 2대 이상 설치되어 있고 각 내연기관에 단식의 여과기를 설치한 경우
2. **규칙** 704.에서 “소형선박으로서 우리 선급이 승인한 여과기를 생략할 수 있는 경우”라 함은 다음과 같다.
   (1) 길이 30 m 미만의 선박으로서 주기관 및 중요보기를 구동하는 내연기관의 경우

(2) 길이 30 m 이상 50 m 미만의 선박으로서 중요보기를 구동하는 내연기관의 경우

제 8 절 윤활유장치

802. 윤활유펌프 【규칙 참조】

1. **규칙 802.**에서 총톤수 500톤 미만인 선박으로서 다음 각호에 해당하는 선박은 예비 윤활유펌프를 생략할 수 있다.
   (1) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박
   (2) 연해구역을 항해구역으로 하는 선박으로서 주기관을 2대 이상 설치하고, 각 주기관에 전용의 윤활유펌프가 설치된 선박
2. **규칙 802.**의 3항을 적용함에 있어서 기관을 들어내어 전부를 개방하지 아니하고는 예비펌프를 교환하기 어려운 특별한 구조의 고속기관의 경우에는 펌프 예비품의 비치를 생략할 수 있다.
3. **규칙 802.**의 6항에서 기관이라 함은 주기관 또는 보조기관을 말한다. 다만, 주기관의 경우에는 펌프의 완비품 1조를 예비품으로 비치하여야 한다.

803. 배관

윤활유장치에 가열기가 사용되는 경우, **규칙 5편 6장 901.**의 11항 (1)호 및 (2)호에 따른다. **【규칙 참조】**

804. 윤활유여과기 및 청정기 【규칙 참조】

1. **규칙 804.**의 2항에서 "청소 중에도 여과된 기름을 각각의 기관에 계속 공급할 수 있는 여과기"로서는 다음의 것을 적합한 장치로 인정할 수 있다.
   (1) 오토 클리너 또는 자기소제식 여과기(self cleaning filter)를 설치한 경우
   (2) 항해구역이 연해구역 이하인 선박으로서 쉽게 교체 또는 소제 가능한 단식여과기를 설치하고 바이패스를 설치한 경우
   (3) 특수한 구조의 고속내연기관에서 단식여과기에 추가하여 여과기의 차압 경보장치를 갖추고 비상시 여과기를 통하지 않고도 자동적으로 급유되도록 배관되어 있으며, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우
   (4) 다축선에서 각 축계의 각 기관에 단식의 윤활유여과기를 설치한 경우
   (5) 1축계를 독립적으로 구동할 수 있는 주기관을 2대 이상 설치하고 각 주기관에 단식의 윤활유여과기를 설치한 경우
2. **규칙 804.**의 3항을 적용함에 있어서, 다음 중 어느 하나에 해당될 경우에는 윤활유 청정기 또는 이에 대신하는 유효한 여과기 설치를 생략할 수 있다.
   (1) 항해구역이 연해구역 이하의 선박으로서 적어도 1회의 시스템유를 교환하는데 충분한 용량의 윤활유 저장 탱크를 비치한 경우
   (2) 독립적인 윤활유장치를 가지는 주기관이 2대 이상 설치된 경우, 이들 중 어느 1대가 정지되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있으며 1대의 주기관에 적어도 1회의 시스템유를 교환하는데 충분한 용량의 윤활유 저장 탱크를 비치한 선박
   (3) 톤수 및 항해구역에 관계없이 1회의 시스템유를 교환하는데 충분한 용량의 윤활유 저장탱크를 비치한 어선

제 9 절 연료유장치

901. 일반사항

1. **연료유장치의 설치장소** **규칙 901.**의 2항을 적용함에 있어서, 연료유탱크는 탱크로부터 누유, 가연성 가스의 축적 등을 고려하여 될 수 있는 한 주기관, 보조보일러 등의 상부에 설치하지 않을 것을 권장한다. 부득이 연료유탱크를 고온부의 직상에 설치하는 경우에는 **규칙 5편 6장 1절** 및 **9절**의 해당 규정에 따르는 이외에 다음에 따른다. 또한, 현존선의 경우에도 상기와 같은 구조에 대하여는 될 수 있는 한 개조하여야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 설치장소의 환기를 양호하게 하기 위하여 기계통풍 덕트를 설치하는 등의 수단을 강구한다.
   (2) 기름받이는 적절한 너비와 깊이로 한다. 또한, 기름받이는 면적을 크게 하여 용량을 증가하는 것 보다 깊이를 깊게 하여 기름의 표면적을 적게 하는 방법을 권장한다.

(3) 기름받이 드레인은 적절한 지름의 드레인관에 의하여 드레인탱크로 유도한다. 이 경우, 관은 될 수 있는 한 짧고 충분히 경사지게 하여 관내에 기름이 체류하지 않도록 유의한다. 또한, 드레인탱크에는 측심장치를 설치하여 측심할 수 있도록 한다.

(4) 연료유탱크에 설치하는 넘침관에 대하여는 다음에 따른다.

(가) 연료유탱크에 내장식의 플로트게이지를 장비하는 경우 등과 같이 기관실 내에 개구를 가지는 연료유탱크에는 해당 탱크 주입관의 합계단면적의 1.25배 이상의 합계단면적을 가지는 넘침관을 설치한다.

(나) 넘침관의 최고부는 연료유탱크의 개구 위치보다 아래쪽에 개구한다.

(다) 넘침관은 될 수 있는 대로 짧고 경사지게 배관한다.

(라) 넘침 기름을 수용하는 탱크에 물 또는 기름이 유입되는 경우에 연료유탱크로 기름 또는 물이 역류하는 것을 방지하기 위하여 넘침관의 적절한 곳에 체크밸브를 설치한다. 또한, 이 체크밸브에는 나사조임 체크밸브의 사용을 피하고 부득이 이것을 사용하는 경우에는 밸브에 적절한 주의 명판을 붙인다.

(마) 넘침관에는 (라)에 의한 체크밸브 외에는 스톱밸브를 설치하지 않는다.

(바) 넘침관과 드레인관은 서로 연결하지 않는다.

(5) 배기집합관 가까이에 연료유탱크를 설치하는 경우, 집합관은 적절한 방열시공을 하고 플랜지부분을 포함하여 유밀성 금속케이싱 또는 내침유성의 콤파운드를 도포한 특수포로 피복한다.

2. **연료유관 및 관 부착품** **규칙** 901.의 3항 (5)호에서 고온부라 함은 표면온도가 220 °C 이상인 모든 표면을 말한다. **【규칙 참조】**

3. **기름받이 및 드레인설비** **규칙** 901.의 4항의 연료유 드레인에 대한 취급을 다음 각호에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 설계압력을 넘을 가능성이 있는 연료유 가열기에는 도출밸브를 설치하고, 도출한 드레인을 드레인탱크로 유도하거나 다른 방법으로 연료유가 비산하지 않도록 하여야 한다.

(2) 연료유 탱크를 배치하는데 있어서 부득이 고온 부위에 설치하는 경우의 연료유 드레인에 대한 취급은 1항 (2)호 및 (3)호에 따른다.

4. **연료유탱크의 구조** **규칙** 901.의 5항에서 소형탱크라 함은 전용량이 1 m^3 이하의 연료유탱크를 말한다. **【규칙 참조】**

5. **연료유 이송펌프** **규칙** 901.의 9항에 대하여는 다음 각호에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 연료유 이송펌프의 취급은 다음에 따른다.

(가) 주기관의 출력이 368 kW 를 넘고 1,471 kW 미만인 경우 또는 길이 50 m 미만인 선박의 경우 주펌프는 동력펌프로 하고 예비펌프는 수동펌프로 할 수 있다.

(나) 주기관의 출력이 368 kW 이하의 경우 수동펌프로 할 수 있다.

(다) 주기관 출력의 계산에 있어서 주기관이 2대 이상인 경우에는 그 합계 마력을 말한다.

(2) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박에는 연료유 이송펌프를 1대로 할 수 있다.

6. **배관** **규칙** 901.의 10항을 적용함에 있어서 연료유탱크와 평형수탱크를 겸용하여 사용하는 탱크에는 연료유 또는 평형수를 어떠한 경우에도 각각 흡입할 수 있도록 **지침 그림** 5.6.11과 같이 배관하여야 한다. **【규칙 참조】**

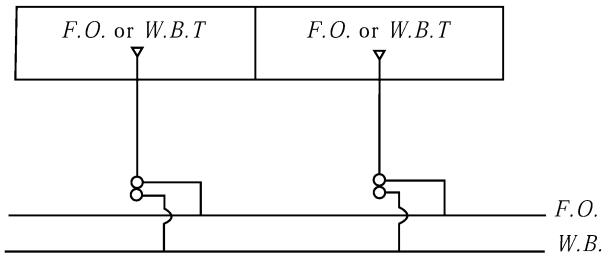


그림 5.6.11 연료유 탱크와 평형수탱크를 겸용하는 경우의 배관 예

7. 연료유관은 음료수 탱크 내를, 음료수를 사용하는 관은 연료유 탱크 내에 배관하여서는 아니 된다.

8. **규칙** 901.의 14항의 연료유 각 종류별로 2개의 연료유 서비스탱크 설치에 대한 적용 예는 **지침 그림** 5.6.12와 같다. 이 규정은 해상인명안전협약(SOLAS)의 적용을 받는 선박에 적용한다. **【규칙 참조】**

(1) 적용 예 1

(가) SOLAS 요건 : 주기관, 보조기관 및 보일러가 HFO로 운전되는 경우(한가지 연료 사용)

HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조기관+보조보일러	HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조기관+보조보일러	MDO 탱크 기관/보일러의 최초 cold starting 또는 수리용도

(나) 동등한 장치

HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조기관+보조보일러	MDO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조기관+보조보일러

(비고)

1. 주기관(항내 운전시) 및 보조기관이 모든 하중조건 하에서 중유로 운전할 수 있는 경우에만 이러한 장치를 적용한다.
2. 만일, 보조보일러의 파일럿 버너가 필요한 경우에는 추가의 8시간용 MDO 탱크를 요구할 수 있다.

(2) 적용 예 2

(가) SOLAS 요건 : 주기관 및 보조보일러는 HFO로 운전되고 보조기관은 MDO로 운전되는 경우

HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조보일러	HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조보일러	MDO 서비스탱크 최소 8시간 용량 보조기관	MDO 서비스탱크 최소 8시간 용량 보조기관

(나) 동등한 장치

HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조보일러	MDO 서비스탱크 아래의 두가지 중 큰 용량 ·4시간 주기관+보조기관+보조보일러 또는 ·8시간 보조기관+보조보일러	MDO 서비스탱크 아래의 두가지 중 큰 용량 ·4시간 주기관+보조기관+보조보일러 또는 ·8시간 보조기관+보조보일러

(비고)

1. 두가지 형식의 연료를 사용하는 추진 및 중요장치가 신속한 연료전환이 가능하고 이들 연료로 해상의 모든 통상의 운전조건에서 운전할 수 있는 경우에 상기의 장치를 적용한다.
2. 연료유 서비스탱크란 즉시 사용이 가능한 연료유를 저장하고 있는 연료유탱크를 의미하며, 청정기의 설치유무에 관계없이 세틀링탱크는 연료유 서비스탱크로 간주하지 않는다.

그림 5.6.12 연료유 서비스탱크 설치에 대한 적용 예

902. 보일러의 분연장치 【규칙 참조】

1. **분연장치** **규칙 902.**의 1항 (2)호에 의하여 분연장치가 2조 요구되는 보일러에 있어서도 주기관의 운전에 필요한 연료유 가열 및 상시 가열을 필요로 하는 화물의 가열에만 사용되는 보일러는 당해장치의 대체설비가 설치되어 있지 않아도 단시간에 교환 가능한 분연펌프의 완비품을 1대 비치한 경우에는 분연장치를 1조로 할 수 있다.
2. 소형 패키지 보일러로서 분연펌프를 2조 장비하기 위한 관련 배관이 곤란한 경우에는 분연펌프를 1계통으로 할 수 있다. 이 경우, 예비품으로서 분연펌프의 완비품 1조를 구비하고 상용분연펌프의 고장 시 쉽게 교환하여 사용할 수 있어야 한다.

903. 내연기관의 연료유 공급장치 【규칙 참조】

1. **연료유 공급펌프** **규칙 903.**의 1항에 대하여는 다음 각호에 따른다.

(1) 총톤수 500톤 미만인 선박으로서 다음에 해당하는 선박은 예비연료유 펌프를 생략할 수 있다.

(가) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박

(나) 연해구역을 항해구역으로 하는 선박으로서 주기관을 2대 이상 장비하고, 각 주기관에 전용의 연료유 공급펌프가 설치된 선박

(2) **규칙 903.**의 1항 (4)호에서 기관이라 함은 주기관 또는 보조기관을 말한다. 다만, 주기관의 경우에는 펌프의 완비품 1조를 예비품으로 비치하여야 한다.
(3) 항해구역이 연해 이하인 선박으로서, 사용되는 연료유가 경질유이고, 중력으로 공급할 수 있도록 배관된 경우에는 연료유 공급펌프를 생략할 수 있다.
(4) **규칙 903.**의 1항 (6)호를 적용함에 있어서 기관을 들어내어 전부를 개방하지 아니하고는 예비펌프를 교환하기 어려운 특별한 구조의 고속기관의 경우에는 펌프 예비품의 비치를 생략할 수 있다.

2. **연료유 여과기** **규칙 903.**의 2항 (2)호에서 "청소 중에도 여과된 기름을 계속하여 공급할 수 있는 여과기"로서는 다음의 것을 적합한 장치로 인정할 수 있다.
(1) 오토 클리너 또는 자기소제식 여과기를 설치한 경우
(2) 다축선에서 각 축계의 각 기관에 단식의 연료유여과기를 설치한 경우
(3) 1축계를 독립적으로 구동할 수 있는 주기관을 2대 이상 설치하고 각 주기관에 단식의 연료유여과기를 설치한 경우

3. **연료유 가열장치 및 청정장치** **규칙 903.**의 3항에서 "저질유"라 함은 원칙적으로 동점도(50 ℃, cSt) 150을 초과하는 중유를 표준으로 한다.

제 10 절 열매체유장치

1003. 열매체유장치의 펌프 【규칙 참조】

1. **규칙 1003.**의 1항에서 "중요한 용도에 사용되는 열매체유장치"라 함은 다음을 위하여 열매체유가 사용되는 것을 말한다.
(1) 주추진 기관의 작동을 위하여 필요한 연료유 가열
(2) 연속적으로 가열이 요구되는 화물의 가열

2. **규칙 1003.**에도 불구하고, 단시간에 교환 가능한 분연펌프의 완비품 1대를 비치한 경우에는 중요한 용도에 사용되는 열매체유장치의 분연펌프를 1대로 할 수 있다.

제 11 절 압축공기장치

1101. 시동장치 【규칙 참조】

1. **주공기탱크의 수 및 용량** **규칙 1101.**의 1항 **(5)호**에서 추진용 주기관의 수가 2대 이상일 경우, 시동용 주 공기탱크의 합계용량은 도중에 충기하지 않고, 각 기관마다 최소 3회 연속 시동하는데 충분한 것이어야 한다. 단, 최소 합계용량은 12회 시동에 필요한 용량보다 적어서는 안되며, 18회 시동에 필요한 용량을 초과할 필요는 없다. *(2022)*

2. **규칙 1101.**의 1항 (4)호를 적용함에 있어서, "기관의 제어, 기적 등의 용도로 소모되는 양"이라 함은 규정하는 횟수만큼의 시동 중에 제어, 기적 등과 같은 기타 용도로 자연 소모되는 양을 말하며 항해 중의 제한된 시계(restricted visibility)등을 가정한 기적의 작동은 고려되지 않는다.

3. **공기압축기의 수 및 용량** **규칙 1101.**의 2항 및 3항에 대하여는 다음 각호에 따른다.
(1) 소형기관이라 함은 연속최대출력 368 kW 이하의 기관을 말한다.
(2) 공기압축기의 용량이 다를 경우, 작은 용량의 공기 압축기는 자기역전식기관의 경우는 4회의 연속시동에, 비역전식기관의 경우는 2회의 연속시동에 필요한 공기를 1시간 내에 충기할 수 있어야 한다.
(3) 수동시동이 가능한 기관으로 구동되는 공기압축기는 비상 공기압축기로도 사용할 수 있다.
(4) 디젤기관으로서 88 kW 이하의 주기관을 장비한 선박은 1대를 수동 공기압축기로 할 수 있다. 또한, 평수구역을 항해구역으로 하는 선박은 1대만으로 할 수 있다.

4. **비상공기압축기** **규칙 1101.**의 3항을 적용함에 있어서 비상발전기에 의하여 공기압축기 구동 모터까지 급전이 이루어지는 경우, 비상용 공기압축기의 설치를 면제할 수 있다.

1102. 구조 및 안전장치 【규칙 참조】

1. **규칙 1102.**의 1항 (4)호를 적용함에 있어 공기압축기의 크랭크축 강도는 다음 (1)호 또는 (2)호에 적합하여야 한다. 다만, 그 외의 경우에도 크랭크축강도에 대한 상세한 계산서가 제출될 경우 이를 검토하고 적절하다고 인정할 경우에

는 승인할 수 있다.

(1) 저널 및 크랭크핀의 소요 지름 d_k는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_k = 0.126 \cdot \sqrt[3]{D^2 \cdot p_c \cdot C_l \cdot C_W \cdot (2 \cdot H + f \cdot L)} \quad \text{(mm)}$$

D = 일단 압축기의 실린더 지름 (mm)
= D_{Hd} : 분리된 피스톤을 갖는 2단 압축기에서 2단의 실린더 지름
= $1.4 \cdot D_{Hd}$: **지침 그림 5.6.13**과 같이 계단식 피스톤을 갖는 2단 압축기의 경우
= $\sqrt{(D_{Nd})^2 - (D_{Hd})^2}$: **지침 그림 5.6.14**와 같이 차동피스톤을 갖는 2단 압축기의 경우

p_c : 설계압력(40 bar 이하에 적용) (bar)

H : 피스톤 행정 (mm)

L : 주베어링 중심간 거리(mm)에 다음 계수를 곱한 값
① 두 주베어링 사이에 한 크랭크가 위치하는 경우 : 1.0
② 두 주베어링 사이에 다른 각도로 두 크랭크가 위치하는 경우 : 0.85
③ 한 크랭크에 2 또는 3 개의 연접봉이 설치되어 있는 경우 : 0.95

f : ① 실린더가 1열로 배치된 경우 : 1.0
② V 또는 W 형
- 실린더가 90°로 배치된 경우 : 1.2
- 실린더가 60°로 배치된 경우 : 1.5
- 실린더가 45°로 배치된 경우 : 1.8

C_l : **지침 표 5.6.4**에 따른 계수

z : 실린더 수

C_w : **지침 표 5.6.5** 또는 **지침 표5.6.6**에 따른 재료 계수

R_m : 규격최소인장강도 (N/mm^2)

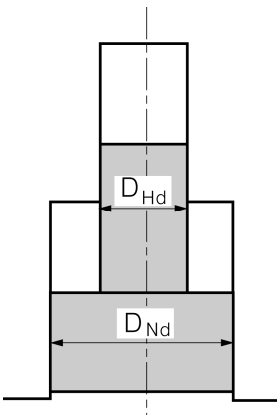


그림 5.6.13

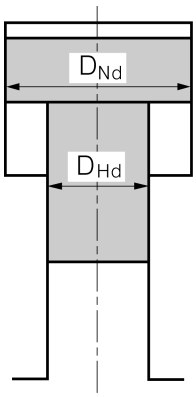


그림 5.6.14

표 5.6.4 C_l 값

z	1	2	4	6	≥ 8
C_l	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4

표 5.6.5 강재 축의 C_w 값

R_m	C_w
400	1.03
440	0.94
480	0.91
520	0.85
560	0.79
600	0.77
640	0.74
≥ 680	0.70
720 1)	0.66
≥ 760 1)	0.64
1) 단조(forged) 크랭크축에만 적용한다.	

표 5.6.6 구상흑연주철제 축의 C_w값

R_m	C_w
370	1.20
400	1.10
500	1.08
600	0.98
700	0.94
≥ 800	0.90

(2) 크랭크축은 피로파괴에 대하여 충분한 안전계수를 가져야 한다. 다양한 계산 방법이 사용될 수 있으며 다음은 암 필릿에서의 피로에 대한 안전 평가를 위한 한 가지 방법이다. 다음 방법은 직렬, V 또는 W형 실린더 배치를 갖는 일단 또는 다단 압축기에 사용되는 단강, 주강 또는 구상흑연주철재의 크랭크축에 적용한다.

(가) 크랭크핀 필릿에서의 응력은 다음 기준에 만족되어야 한다.

$$\sigma_b \le \frac{\sigma_f}{S}$$

σ_b : 필릿에서 굽힘응력 크기(N/mm^2)
σ_f : 피로강도 (N/mm^2)
S : 최소안전계수

피로 기준은 다음의 최소 안전 계수를 적용한다.

$$S = 1.4$$

이 방법에서는 단순 형상을 갖는 필릿에서 비틀림응력의 영향을 포함하는 안전계수는 무시한다.
피로강도는 다음과 같이 계산한다.

$$\sigma_f = (0.33\sigma_B + 40)k_m$$

σ_B : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
k_m : **지침 표 5.6.7**에 따른 재료계수.

표 5.6.7 재료 계수 k_m

재료	k_m
단강	1.0
주강	0.8
구상흑연주철	0.9

굽힘응력의 크기는 다음과 같이 평가되어야 한다.

$$\sigma_b = 0.7\sigma_{nom}\alpha$$

0.7 : 편진응력범위를 등가단진폭 반복응력으로 치환하는 상관 계수
α : 굽힘에 대한 피로노치계수
$\sigma_{nom} = M_B / W_B$ (N/mm^2)

M_B : 두 베어링 사이의 중간지점에서 가장 가까운 암의 중앙에서 굽힘모멘트

$$M_B = \frac{k_d \pi D^2 pab}{4L}$$

D : 실린더 지름 (mm), p = 설계압력(MPa). 다만, 두 베어링 사이에 다수의 실린더가 배치되는 경우, 각 pD^2의 최대값을 사용한다.
L : 두 베어링 중심간 거리 (mm) (**지침 그림 5.6.15** 참조)
a : 한 베어링의 중심으로부터 두 베어링 사이의 중간지점에서 가장 가까운 암의 중심까지의 거리 (mm) (**지침 그림 5.6.15** 참조)
$b = L - a, (b \geq a)$, (mm)
k_d : **지침 표 5.6.8**에 따른 설계 계수.

표 5.6.8 설계계수 k_d 값

설계	k_d
직렬	1.00
V-90, W-90	1.15
V-60, W-60	1.50
V-45, W-45	1.75

$$W_B = BW^2/6$$

W_B: 암의 단면계수
B : 암의 너비(mm), (**지침 그림 5.6.15** 참조)
W : 암의 두께(mm), (**지침 그림 5.6.15** 참조)

굽힘에 대한 피로노치계수는 다음과 같이 계산한다.

$$a = 1 + \eta(\alpha_{th} - 1)$$

η : 노치감도계수

$$\eta = 0.62 + 0.2\log R + \sigma_y 10^{-4}\log(400/R)$$

(계산 값이 1보다 크면, η은 1로 한다)

σ_y : 재료의 항복강도 (N/mm^2)
R : 실제 필릿 반지름(mm)

α_{th} : 이론 응력집중계수(암 굽힘응력 참조)

$$\alpha_{th} = 3.0\, f(A/d)\, f(W/d)\, f(B/d)\, f(R/d)$$
$$f(A/d) = 1 - 0.8\, A/d$$
$$f(W/d) = 1 + 2.2\,(W/d - 0.35)$$
$$f(B/d) = 1 + 0.4\,(B/d - 1.45)$$
$$f(R/d) = \frac{0.22}{\sqrt{R/d}}$$

A : 핀 오버랩(mm), (**지침 그림 5.6.15** 참조)
d : 크랭크핀 지름(mm).

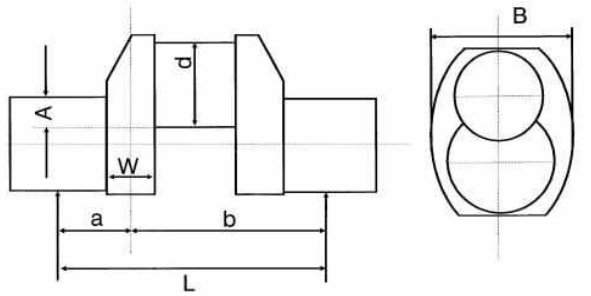


그림 5.6.15 공기압축기의 크랭크 스로우

제 12 절 냉동장치

1201. 일반사항 【규칙 참조】

1. 적용

(1) **규칙 1201.**의 1항 (1)호를 적용함에 있어서 "냉동사이클을 형성하는 냉동장치"는 압축기, 응축기, 리시버, 증발기, 관장치 및 이들의 부속장치 등을 포함한다.

(2) 압축기의 사용동력이 7.5 kW 이하이고 R22, R134a, R404A, R407C, R410A 또는 R507A를 1차냉매로 사용하는 냉동장치는 사용목적, 사용조건 및 선상에서의 주위환경에 적합한 것이어야 한다.

(3) R717를 1차냉매로 사용하는 냉동장치는 규칙에서 규정하는 요건에 추가하여 아래의 (4)호 내지 (14)호에서 규정하는 요건을 따라야 한다.

(4) 암모니아 냉동장치의 제출도면 및 자료

규칙 5편 1장 209.에서 정하는 요건에 추가하여 일반적으로 다음과 같은 도면 및 자료를 제출하여야 한다.

(가) R717 냉매배관계통도
(나) 가스탐지기 배치도
(다) 냉동장치 설치구획 기기배치도

(5) 암모니아 냉동장치에 대한 일반요건

(가) 냉동장치에 사용하는 압력용기는 **규칙 5편 5장 3절**에서 규정하는 제1급 압력용기로 하고 1차냉매관(이하 **냉매관**이라 한다.)의 분류는 **규칙 5편 6장 1절**에서 규정하는 제1급관으로 한다.

(나) 냉동장치를 구성하는 압력용기 및 관의 설계압력은 고압측에서 2.3 MPa, 저압측에서 1.8 MPa 이상이어야 한다.

(6) 암모니아 냉동장치의 재료

(가) 암모니아와 접촉하는 개소에는 부식성이 높은 재료(동, 아연, 카드뮴 또는 이들의 합금 등) 및 수은을 함유하고 있는 재료를 사용하여서는 아니 된다.

(나) 압력용기 및 관장치에는 니켈강을 사용하여서는 아니 된다.

(다) 냉매관계통에는 주철밸브를 사용하여서는 아니 된다.

(라) 해수냉각식 응축기에는 해수에 의한 부식을 고려하여 재료를 선택하여야 한다.

(마) 급속냉동장치(접촉냉동장치)의 플랫탱크(flat tank)를 알루미늄합금의 압출성형재(extrusion mold ing)로 제조하는 경우, 그 재료는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 2장 6절**에 따라 승인을 받아야 한다.

(7) 암모니아 냉동장치의 배관장치

(가) 냉매관은 거주구역을 통과하여서는 아니 된다.

(나) 냉매관계통의 관이음은 가능한 한 맞대기용접이음으로 하여야 한다.

(다) 압력도출밸브에서 방출되는 가스는 저압측으로 유도하는 경우를 제외하고 물에 흡수시켜야 한다.

(라) 항상 압력이 걸리는 개소에 유리로 만든 액면계를 사용하는 경우에는 다음의 요건을 따라야 한다.

(a) 액면계에 사용하는 유리는 평면형으로 하고 외부로부터의 충격에 대하여 충분히 보호된 구조이어야 한다.

(b) 액면계의 스톱밸브는 유리가 파손되었을 때 액의 유출이 자동으로 차단되는 구조이어야 한다.

(마) 퍼지밸브에서 방출되는 가스는 대기로 직접 방출되지 않고 물에 흡수되도록 하여야 한다.

(바) 응축기용 냉각해수의 배출관은 독립의 배관으로 하여야 하며, 거주구역을 통과시키지 않고 직접 선외로 유도하여야 한다.

(8) 암모니아 냉동장치의 제어 및 경보장치

냉매용 압축기는 냉매관계통의 고압측 압력이 과도하게 높을 경우, 자동으로 정지시키는 장치를 설치하여야 한다. 또한, 이 장치가 작동한 경우에는 설치장소 및 감시장소에 가시가청의 경보를 발생시키는 장치를 설치하여야 한다.

(9) 암모니아 냉동장치의 설치구획

(가) 압축기, 리시버 및 응축기가 설치되어 있는 구획(이하 **냉동장치 설치구획**이라 한다.)은 누설된 암모니아가 다른 구획으로 유출되지 않도록 기밀의 격벽 및 갑판으로 격리된 전용의 구획으로 하여야 한다. 또한, 냉동장치 설치구획에는 다음의 요건을 만족시키는 문을 설치하여야 한다.

(a) 소구획을 제외하고, 냉동장치 설치구획에는 적어도 2개 이상의 출입문을 가능한 한 서로 멀리 떨어지게 설치하여야 한다.

(b) 노천갑판으로 유도하지 않은 출입문은 밀폐성이 높은 자기폐쇄식(self-closing type)이어야 한다.

(c) 출입문은 용이하게 조작할 수 있고 밖으로 열리는 구조이어야 한다.

(나) 케이블, 관장치 등의 기밀격벽 및 갑판의 관통개소는 기밀구조로 하여야 한다.

(다) 냉동장치 설치구획에 이르는 통로는 거주구역, 병실 및 제어실과 기밀의 격벽 및 갑판으로 격리하여하 한다.

(라) 냉동장치 설치구획의 배수는 다른 구획의 개방형 빌지웰(open bilge well) 또는 빌지로(bilge way)로 배출되지 않도록 독립의 배수계통으로 구성하여야 한다.

(10) 암모니아가스제거장치

냉동장치 설치구획에는 사고로 누설된 가스를 설치구획에서 신속히 제거할 수 있도록 다음 (가) 및 (나)에 따른 통풍장치 및 수막장치로 구성된 가스제거장치를 설치하여야 한다.

(가) 냉동장치 설치구획에는 상시 환기가 가능하도록 원칙적으로 다음의 요건을 만족시키는 배기식 기계통풍장치를 설치하여야 한다.

(a) 통풍장치는 냉동장치 설치구획을 적어도 시간당 30회의 환기를 행할 수 있는 충분한 능력을 가져야 한다.

(b) 통풍장치는 다른 통풍장치와 독립되어야 하며, 냉동장치 설치구획 바깥에서 조작할 수 있어야 한다.

(c) 배기출구는 배기된 공기가 공기흡입구, 거주구역, 업무구역 및 제어장소 등의 개구로 유입되지 않도록 설치하여야 한다.

(d) 스파크가 발생하지 않는 통풍장치를 설치하여야 하며 규칙 **8편 3장 104.**의 요건에 따른다.

(나) 냉동장치 설치구획의 모든 문에는 설치구획 외부에서 조작할 수 있는 수막장치를 설치하여야 한다.

(11) 암모니아 냉동장치용 가스탐지 및 경보장치

선원의 안전을 위하여 냉동장치 설치구획의 내부 및 외부에 경보를 발하는 고정식 가스탐지 및 경보장치를 설치하여야 하며, 암모니아 가스농도가 25 ppm을 초과할 경우 작동하여야 한다.

(12) 암모니아 냉동장치의 전기설비

(가) 누설사고가 발생한 경우에 작동하여야 하는 냉동장치 설치구획 내의 전기설비, 가스탐지 및 경보장치와 비상등은 암모니아 가스에 대하여 안정성이 증명된 방폭형으로 하여야 한다.

(나) (11)호의 경보장치에 추가하여, 냉동장치 설치구획 내의 암모니아 가스농도가 4.5%를 넘지 않는 농도에서 누설경보를 발하여야 하며, 일정시간 이상 지속될 경우 방폭형 이외의 전기설비는 냉동장치 설치구획 외부에 있는 차단기에 의하여 자동적으로 차단되도록 하여야 한다.

(13) 암모니아 냉동장치용 안전 및 보호장구

원칙적으로 다음과 같은 암모니아 냉동장치용 안전 및 보호장구를 설치하여야 하며, 냉매가 누설하였을 때에도 용이하게 접근할 수 있도록 냉동장치 설치구획 외부의 장소에 보관하도록 하여야 한다. 보관장소에는 용이하게 식별할 수 있도록 표시를 하여야 한다.

(가) 방호복(헬멧, 안전화, 장갑 등을 포함한다.) × 2

(나) 자장식 호흡구(30분 이상 기능을 발휘할 수 있는 것) × 2

(다) 눈보호장구 × 2

(라) 세안기 × 1

(마) 붕산

(바) 비상용 전기토치 × 2

(사) 전기절연저항계 × 1

(14) 어선 등에 대한 요건

(가) 길이가 55 m 미만인 어선에 설치되는 냉동설비 또는 암모니아 보유량이 25 kg 이하인 냉동장치는 (9)호 내지 (13)호를 대신하여 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(a) 냉동장치는 기관실에 설치할 수 있다. 이 경우, 냉동장치보다 낮은 위치에 드레인받이를 설치하여야 한다.

(b) 암모니아 가스제거장치는 다음에 따른다.

(i) 냉동장치 설치장소의 상부에 암모니아 가스가 체류하지 않도록 환기할 수 있는 배기용 전용후드가 달린 통풍장치를 설치하여야 한다. 이 배기통풍기는 기관실 통풍기와 독립된 것이어야 한다.

(ii) 냉동장치가 설치되어 있는 구역 근처에는 누설된 암모니아 가스를 충분히 흡수할 있는 살수장치를 설치하여야 한다. 살수호스 및 물분무노즐 등은 누설이 발생한 즉시 물을 분사할 수 있도록 배치하여야 한다.

(c) 감시실(또는 제어실) 및 기관실 입구에 가시·가청의 경보를 발하는 암모니아 가스탐지 및 경보장치를 설치하여야 하며, 암모니아 가스농도가 25 ppm을 초과할 경우 작동하여야 한다. 이때 탐지기는 냉동장치 상부 근처의 배기구 및 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 장소에 설치하여야 한다.

(d) 전기설비는 가능한 한 냉동장치 근처에 배치하여서는 아니 된다.

(e) 방호복(헬멧, 안전화, 장갑 등을 포함한다) 2조 및 자장식 호흡구(30분 이상 기능을 발휘할 수 있는 것) 2조를 비치하여야 하며, 감시실(또는 제어실)로부터의 탈출경로가 기관실을 통과하는 경우, 자장식 호흡구 중 1개를 감시실(또는 제어실)에 비치하여야 한다.

(나) 길이 55m 이상의 어선에 설치되는 냉동설비는 특별히 기국이 암모니아 냉동장치의 기관실 설치를 인정하는 경우에 한하여 (가)를 적용할 수 있다.

제 13 절 유압장치 *(2018)*

1304. 유압실린더 *(2018)*

1. **규칙 1304.**의 **2**항 (4)호에서 '우리 선급이 별도로 정하는 바'라 함은 다음에 따라 계산서를 제출하고 승인 받는 것을 말한다. 미는 힘을 가지는 유압실린더의 경우 좌굴하중 P_E의 판정기준은 다음 식에 따른다. **【규칙 참조】**

$$P_E \geq 4 \cdot P_A \quad \text{(kN)}$$

여기서 4의 안전계수는 보다 정확한 계산 방법을 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정할 경우 경감할 수 있다. 다만 계산방법에 상관없이 2.7 이상이어야 한다.

P_A : 실제 최대하중 (kN)
P_E : 좌굴하중으로 다음에 따른다.

$$P_E = \frac{\pi^2 E}{1{,}000\,LZ} \quad \text{(kN)}$$

E : 종탄성계수 (N/mm^2)
L : 지지점 사이 완전히 펼쳐진 실린더의 총 길이, 즉 $L_1 + L_2$ (mm)
L_1 : 지지점에서 실린더 튜브의 길이 (mm)
L_2 : 지지점에서 완전히 펼쳐진 피스톤 로드의 길이 (mm)

여기서 L, L_1, L_2은 실린더의 지지 형태에 따라 유효길이 계수 K를 곱하여 계산하여야 한다. 지지 형태에 따른 유효길이 계수 K는 아래와 같다.

양단 단순지지 : $K = 1$
한쪽 단순지지 및 한쪽 고정지지 : $K = \frac{1}{\sqrt{2}}$
양단 고정지지 : $K = 0.5$

Z : 형상계수로서 다음 식에 의한 값

$$Z = \frac{L_1}{I_1} + \frac{L_2}{I_2} + \left(\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1}\right) \times \frac{L}{2\pi} \sin\left(2\pi \frac{L_1}{L}\right)$$

I_1 : 실린더 튜브의 관성모멘트로서 다음 식에 의한 값

$$I_1 = \frac{\pi(D_o^4 - D_i^4)}{64} \quad \text{(mm}^4\text{)}$$

D_o : 실린더 튜브의 바깥지름 (mm)
D_i : 실린더 튜브의 안지름 (mm)

I_2 : 피스톤 로드의 관성모멘트로서 다음 식에 의한 값

$$I_2 = \frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{64} \quad \text{(mm}^4\text{)}$$

d_o : 피스톤 로드의 바깥지름 (mm)
d_i : 피스톤 로드의 안지름 (mm)

1306. 시험 및 검사

1. 유압모터의 수압시험에 있어서, 특수한 구조(예, submerged type)로서 선박의 안전 및 추진에 관계되지 않는 펌프용 유압모터에 대해서는 수압시험 성적서를 제출하여 우리 선급이 인정하는 경우 입회 검사를 생략할 수 있다.
【규칙 참조】

제 14 절 시험 및 검사

1401. 보기의 시험

1. 용량시험

규칙 1401.의 2항 (1)에서 동일하게 설계된 보기에 대하여는 특정 설계 시리즈중 첫 번째 보기를 제외한 나머지 보기에 대해서는 용량시험을 생략할 수 있다. *(2018)* **【규칙 참조】**

1402. 밸브 및 관부착품의 수압시험 【규칙 참조】

1. **규칙** 1402.의 1항에서 "우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우"에 따라 수압시험을 생략할 수 있는 밸브 및 관부착품은 다음의 것을 말한다.
   (1) 관플랜지 및 관피스(엘보, 리듀서, 티, 벤드, 소켓 등) 등
   (2) 호칭지름 25A 이하의 밸브 및 관부착품
2. **규칙** 1402.의 2항에서 "밸브"라 함은 밸브몸체를 말한다.
3. 스쿠프밸브(scoop valve) 디스크의 누설시험은 밸브의 특성 및 목적 등을 고려하여 수압부(pressure side)만의 시험을 인정할 수 있다.
4. 25 A 이하의 밸브 및 관부착품은 치수 및 외관검사를 생략할 수 있다.

1403. 연료유탱크의 수압시험 【규칙 참조】

1. 수압시험을 기밀시험으로 대체할 경우, 기밀시험압력은 0.02 MPa 로 한다.

1404. 관의 가공에 대한 시험 【규칙 참조】

1. **용접절차 인정시험** **규칙** 1404.의 1항의 "용접절차 인정시험"은 **지침 2편 2장 4절**에 따른다.
2. 제1급 관장치에 속하는 작동유관 중 기관실, 펌프실, 조타기실 및 거주구역을 제외한 구역을 통과하는 관의 용접이음에 대해서는 제2급 관에 속하는 관에 대한 **규칙** 1404.의 2항에 규정하는 비파괴시험을 행할 수 있다.
3. **규칙 2편 1장**에 정한 압력배관용 강관 4종 *RST* 422, 423 또는 424를 사용한 설계온도 550 ℃ 이상의 관에 대해서는 설계압력의 2배의 압력으로 수압시험을 한다. 다만, 이 시험압력 P_h 는 다음 식의 값을 넘지 않도록 한다. 또한, 관의 굴곡부, T 피스 등에 과대한 응력이 발생할 위험이 있는 경우에는 시험압력을 설계압력의 1.5배까지 감할 수 있다.

$$P_h = \frac{378\,t}{D-t} \quad (\mathrm{MPa})$$

D : 관의 바깥지름(mm)
t : 관의 두께(mm)

4. 선내에서 용접이음을 행한 관에 대하여 수압시험 후 수분의 잔류가 바람직하지 않는 경우, 용접이음에 대해서 비파괴시험을 행하고 결함이 발견되지 않을 때는 선내공사 완료 후의 수압시험을 생략할 수 있다.
5. **규칙** 1404. 3항 (6)호를 적용함에 있어서 “용도에 따라 우리 선급이 인정하는 경우”라 함은 다음 사항 등을 말한다.
   (1) 용접 가공이 없는 관장치로서 유독성 유체를 운송하는 관장치 혹은 피로, 심한 침식 또는 균일부식이 발생하기 쉬운 장소 등에 설치되지 않는 관장치에는 수압시험을 생략할 수 있다.

1405. 선내 설치후의 시험 【규칙 참조】

1. **규칙** 1405의 1항 (2)호를 적용함에 있어서 압력시험은 다음에 따른다.
   (1) 원칙적으로 압력시험은 물과 같은 액체를 이용한 수압시험으로 실시하여야 한다.
   (2) 일반적으로 수압시험을 대신하여 기밀시험을 행하여서는 아니 된다. 요구하는 수압시험을 수행하기가 불가능한 경우에만 기밀시험으로 대체할 수 있다.
   (3) 수압시험에 대한 대체방법으로서 기밀시험을 실시하는 경우에는 인명의 안전에 관한 조치사항이 포함된 기밀시험 절차서를 검사원에게 제출하여야 한다. ⚓

제 7 장 조타장치

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

수동의 조타장치에 대하여는 **규칙 5편 7장 1절**, 201.부터 203., 208.부터 210., 301., **4절**(409.의 2항을 제외) 및 **5절**과 이 지침의 해당규정을 적용한다.

102. 정의 【규칙 참조】

1. **규칙** 102.의 1항 (3)호 (가)에서 전동조타장치의 전동기는 동력장치 및 조작기의 일부로서 고려되어야 한다.
2. **규칙** 102.의 1항에 추가하여 선회식 추진장치 또는 워트제트 추진장치 등과 같은 비전통 조타시스템의 정의는 다음에 따른다. (**그림** 5.7.1 ~ **그림** 5.7.3을 참조) *(2022)*

(1) **조타시스템**이라 함은 조타장치, 조타장치 제어시스템 및 타(타두재 포함)를 포함하는 선박의 방향제어시스템 또는 선체에 힘을 가하여 선수방향 또는 침로를 변경하기 위한 동등한 시스템을 말한다.

(2) **조타추진장치**라 함은 선박의 추진 및 조종 둘 다 포함하는 장치를 말한다. (예를 들면, 선회식 추진장치 또는 회전식 포드형 전기추진장치)

(3) **조타장치**라 함은 선박을 조종할 목적으로 타 또는 스러스터 또는 이와 동등한 것을 회전축 중심으로 양방향 회전시키기 위하여 적용되는 기계, 조작기, 동력장치 및 보조기기를 말한다.

(4) **조타구동시스템**이라 함은 조타장치의 동력장치, 조타 조작기 그리고 유압식 또는 전동유압식 조타 유압관장치를 말한다.

(5) **조타 조작기**라 함은 타 또는 스러스터 또는 이와 등등한 장치의 회전을 제어하기 위하여 동력을 기계적 작용으로 변환하는 조타장치 구성품을 말한다.

(가) 전동식 조타의 경우: 전동기 및 구동피니언

(나) 전동유압식 조타의 경우: 유압모터 및 구동피니언

(6) **선언된 조타각 한계**는 선박의 속도 또는 프로펠러 토크/속도 또는 기타 제한을 고려하여, 안전한 작동을 위한 제조업체의 지침에 따라 최대 조타각 또는 이에 상응하는 작동 제한을 말한다. "선언된 조타각 한계"는 각 선박 고유의 비전통적인 조타 수단에 대하여 조타시스템 제조업체에 의해 선언되어야 한다. 선박 조종성에 대한 표준(IMO Res. MSC.137(76))에 따른 선박 조종성 시험은 선언된 조타각 한계를 초과하지 않는 조타각으로 수행되어야 한다.

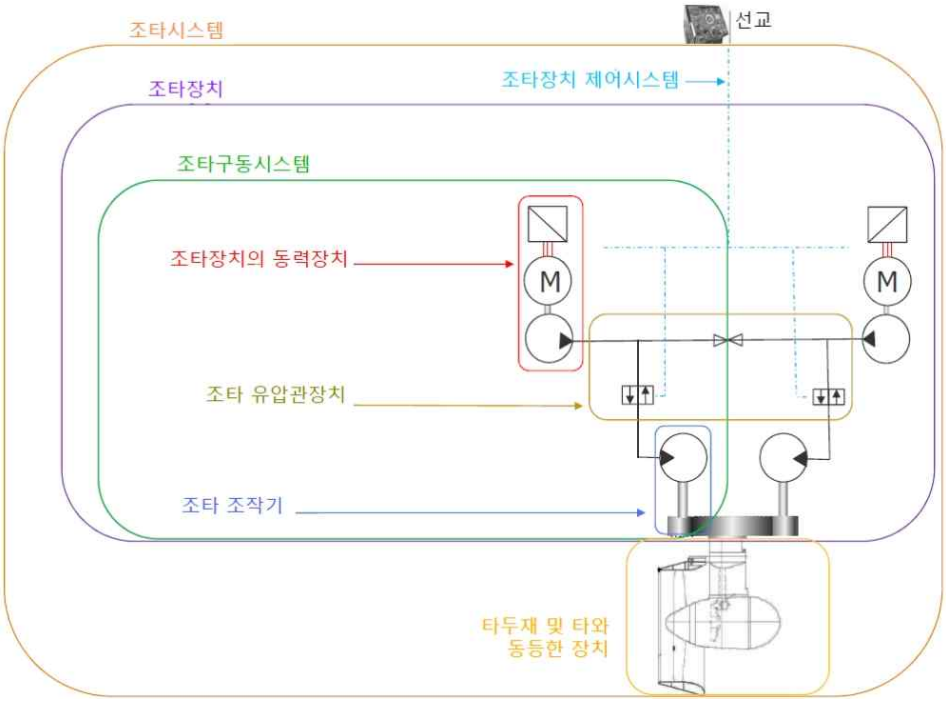


그림 5.7.1 비전통 조타시스템의 정의 - 동등한 2개의 동등한 조타구동시스템를 갖춘 경우

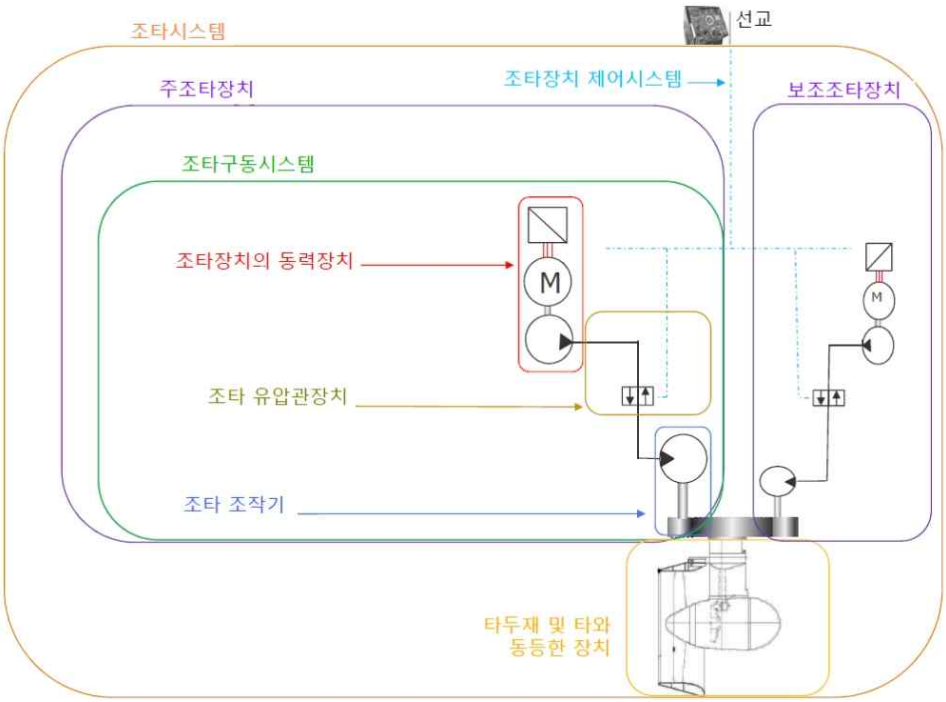


그림 5.7.2 비전통 조타시스템의 정의 - 주조타장치와 보조조타장치를 갖춘 경우

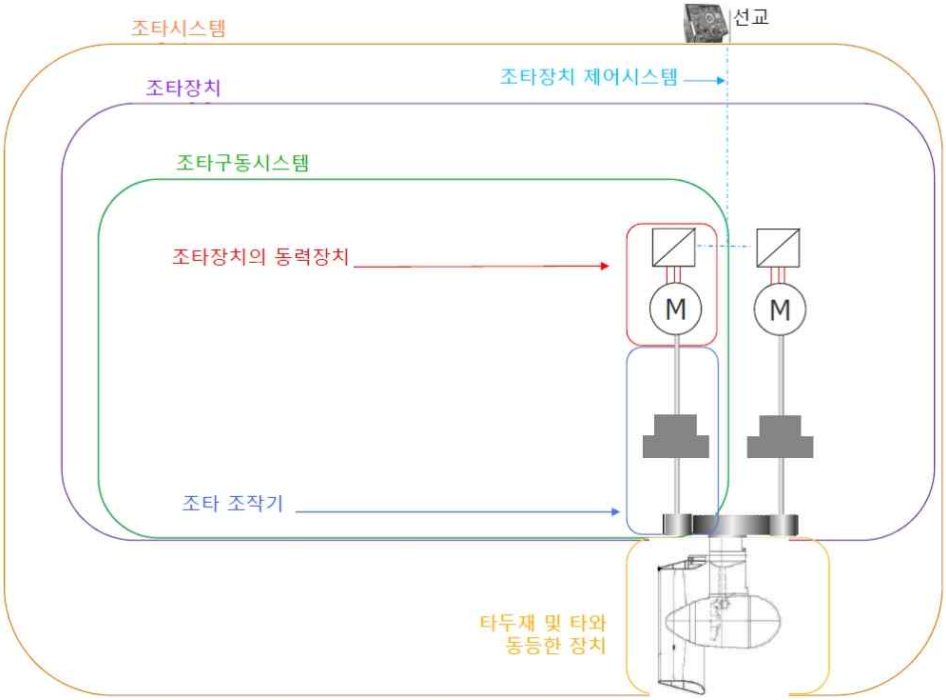


그림 5.7.3 비전통 조타시스템의 정의 - 전동식 조타시스템의 경우

103. 제출도면 및 자료 【규칙 참조】

유압식 조타장치의 취급설명서에는 사용 유압유의 특수성에 관한 정보와 2개의 동력장치를 동시에 동작시켰을 경우에 발생할 수 있는 유압잠금(hydraulic locking)이 미치는 영향에 관한 정보가 포함되어야 하며, 이 취급설명서는 선박의 선교에 비치하여야 한다.

104. 취급설명서의 게시 【규칙 참조】

규칙 104.의 2항을 적용함에 있어서, 조타장치의 설계에 대응하는 비상조치(예를 들면, 경보장치에 의하여 표시된 고장 계통을 정지하기 위한)를 간단히 표시하는 "비상대응방법에 관한 적당한 설명서"를 선교의 조타 장소 근처의 적당한 장소에 게시하여야 한다.

제 2 절 조타장치의 성능 및 배치

201. 조타장치의 수 【규칙 참조】

1. 총톤수 50톤 미만의 선박 및 **규칙 4편 1장**에 의하여 상부타두재의 지름이 120 mm 이하로서 항해구역이 평수구역 이하의 선박에서 동력구동의 주조타장치를 설치하는 경우에는 패킹, 베어링 등 마모하기 쉬운 부품의 예비품을 비치하면 **규칙** 201.에 요구하는 보조조타장치는 생략할 수 있다.
2. **규칙** 201.의 1항에서 요구하는 보조조타장치를 유압구동으로 하는 경우의 타조작기는 주조타장치와 겸용으로 할 수 있다. 또한, 보조조타장치로서 주조타장치의 타조작기 배관의 일부를 겸용할 수 있지만 그 부분의 관은 될 수 있는 한 짧은 것으로 한다.
3. **규칙** 201.의 1항을 적용함에 있어서 선회식 추진장치 또는 워트제트 추진장치 등과 같은 비전통 조타시스템을 갖는 선박은 다음을 따른다. *(2022)*
   (1) 복수의 조타추진장치가 장착된 선박에서 각 조타추진장치는 주조타장치와 보조조타장치가 제공되거나 또는 **지침** 201.의 4항에 따른 둘 이상의 동등한 조타구동시스템이 제공되어야 한다. 주조타장치와 보조조타장치는 그 중 하나의 고장으로 인하여 다른 하나가 작동불능이 되지 않도록 배치하여야 한다.
   (2) 단일 조타추진장치가 장착된 선박에서 조타장치에 2개 이상의 조타구동시스템이 제공되고 **지침** 201.의 4항에 부합

하는 경우 **규칙** 201.의 1항의 요건에 만족하는 것으로 간주한다. 조타장치에 단일 고장이 발생한 경우 제어시스템 및 전원 공급 장치가 선박 조타장치를 유지함을 입증하기 위하여 상세한 위험도 평가를 제출해야 한다.

4. **규칙** 201.의 2항을 적용함에 있어서 선회식 추진장치 또는 워트제트 추진장치 등과 같은 비전통 조타시스템을 갖는 선박은 다음을 따른다. *(2022)*
   (1) 단일 조타추진장치가 장착된 선박에서 주조타장치가 2개 이상의 동등한 동력장치와 2개 이상의 동동한 조타 조작기로 구성된 경우 조타장치가 다음을 만족한다면 보조조타장치를 설치할 필요가 없다.
      (가) 여객선에서는 어느 하나의 동력장치가 작동하고 있지 아니한 경우에도 **지침** 202.의 2항의 요건에 만족할 수 있어야 한다. 화물선에서는 모든 동력장치를 작동하여 **지침** 202.의 2항의 요건에 만족할 수 있어야 한다.
      (나) 관창치 또는 하나의 동력장치에서 단일손상이 발생한 후에도 선박의 조타능력이 유지되거나 신속히 회복될 수 있어야 한다.
   (2) 복수 조타추진장치가 장착된 선박에서 주조타장치가 2개 이상의 동등한 조타구동시스템으로 구성된 경우, 각 조타장치가 다음을 만족한다면 보조조타장치를 설치할 필요가 없다.
      (가) 여객선에서는 어느 하나의 조타구동시스템이 작동하고 있지 아니한 경우에도 **지침** 202.의 2항의 요건에 만족할 수 있어야 한다. 화물선에서는 모든 조타구동시스템을 작동하여 **지침** 202.의 2항의 요건에 만족할 수 있어야 한다.
      (나) 관창치 또는 하나의 조타구동시스템에서 단일손상이 발생한 후에도 선박의 조타능력이 유지되거나 신속히 회복될 수 있어야 한다.
   상기의 요건은 복수의 조타시스템에서 동력장치가 공용 또는 전용으로 배치됨에 상관없이 적용하여야 한다.

202. 주조타장치의 능력 【규칙 참조】

1. **규칙** 202.의 2항에서 "**규칙 4편 1장**의 규정에 따른 상부타두재의 소요지름"이라 함은 항복응력이 235 N/mm^2 인 연강재(재료계수 K_s=1)의 타두재로 계산된 지름을 말한다.
2. 선회식 추진장치 또는 워트제트 추진장치 등과 같은 비전통 조타시스템을 갖는 선박에 있어서 주조타장치는 다음에 적합하여야 한다. *(2022)*
   (1) 최대전진속력에서 선박을 조타할 수 있어야 하며 적당한 강도를 가져야 한다.
   (2) 선박이 최대전진속력으로 전진 중 선언된 조타각 한계에서 한쪽 현에서 반대 현 쪽까지 2.3 °/s 이상의 평균 회전 속도로 조타추진장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다.
   (3) 모든 선박에 대하여 동력 구동의 것이어야 한다.
   (4) 최대 후진속력에서 손상되지 않도록 설계되어야 한다. 이러한 설계요건은 최대 후진속력 및 선언된 조타각 한계에서 시운전으로 증명될 필요는 없다.

203. 보조조타장치의 능력 【규칙 참조】

1. **규칙** 203.의 2항에서 "**규칙 4편 1장**에서 규정한 상부타두재의 소요지름"이라 함은 항복응력이 235 N/mm^2 인 연강재(재료계수 K_s=1)의 타두재로 계산된 지름을 말한다.
2. 선회식 추진장치 또는 워트제트 추진장치 등과 같은 비전통적인 조타시스템을 갖는 선박에 있어서 보조조타장치는 다음에 적합하여야 한다. *(2022)*
   (1) 항해 가능한 속력에서 선박을 조타할 수 있어야 하며 적당한 강도를 가져야 하고 비상시에는 신속히 전환이 이루어질 수 있는 것이어야 한다.
   (2) 선박이 최대전진속력의 1/2 또는 7 Knots 중 큰 쪽의 속력으로 전진 중 선언된 조타각 한계에서 한쪽에서 다른 쪽까지 0.5 °/s 이상의 평균 회전 속도로 조타추진장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다.
   (3) (2)호의 요건에 만족하기 위하여 필요한 경우 및 한 개의 조타추진장치가 2500 kW를 넘는 추진출력을 갖는 경우에는 동력 구동의 것이어야 한다.

204. 배관 【규칙 참조】

1. 다음 각 항에 해당되는 조타장치는 **규칙** 204.의 5항 및 6항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
   (1) 총톤수 500톤 미만의 선박에 설치되는 조타장치
   (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하인 선박의 조타장치(**규칙** 201.의 2항에 따라 보조조타장치를 생략한 경우는 제외)

206. 대체동력원 【규칙 참조】

1. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 조타장치는 **규칙 206.**의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
   (1) 총톤수 500톤 미만의 선박에 설치되는 조타장치
   (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하인 선박의 조타장치
2. 선회식 추진장치 또는 워트제트 추진장치 등과 같은 비전통적인 조타시스템을 갖는 선박에 있어서 대체동력원은 다음에 따른다.
   (1) 조타추진장치당 추진 출력이 2500 kW를 넘는 경우에는 적어도 **지침 203.**의 2항의 요건에 적합한 조타장치 및 접속하는 제어계통과 조타장치 응답지시기에 자동적으로 45초 이내에 대체 동력을 공급할 수 있어야 한다.
   (2) 이 대체 동력원은 총톤수 10,000톤 이상인 선박에서는 적어도 30분간, 기타 선박에 있어서는 적어도 10분간 조타장치를 연속 작동하는데 충분한 용량인 것이어야 한다.
   (3) 대체 동력원은 다음 중 하나이어야 한다.
      (가) 비상 전원
      (나) 조타장치에만 사용되고 또한 조타기 구획 내에 설치된 독립 동력원

207. 전동 또는 전동유압식 조타장치의 전기설비 【규칙 참조】

1. 해상인명안전협약을 적용받지 않는 선박으로서 보조조타장치가 수동인 경우에는 조타장치에 급전하는 회로를 1조로 할 수 있다.
2. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 **규칙 207.**의 1항, 5항(회로의 단락보호장치는 제외) 및 7항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
   (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
   (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박
3. 선회식 추진장치 또는 워트제트 추진장치 등과 같은 조타시스템을 복수로 갖는 선박에 대하여 **규칙 207.**의 3항 및 4항의 요건이 각각의 조타시스템에 적용되어야 한다. *(2017)*
4. **규칙 207.**의 5항 및 6항을 적용함에 있어서 인버터를 사용하여 전부하전류를 제한하는 조타기용 전동기 회로는 기동전류를 포함한 전동기 전부하전류의 2배 이상의 과전류에 대한 보호장치 요건을 적용하지 않을 수 있다. 이 경우, 요구되는 과부하 경보장치는 전자 컨버트의 정격부하 보다 크지 않는 값으로 설정하여야 한다.
5. 전동조타장치의 전동기는 IEC 60034-1에 따라 주기적 단속 사용 형식을 갖는 "S3 40 %" 급 이상이어야 하며 전동유압조타장치의 전동기는 주기적 연속 운전 사용 형식을 갖는 "S6 25 %" 급 이상이어야 한다. *(2020)*

209. 통신장치 【규칙 참조】

1. 선교와 조타기실간의 통신장치는 선내 일반전화만으로 하여서는 아니 된다.
2. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박에 대하여는 **규칙 209.** 및 1항에 정한 통신장치를 적절한 연락장치로 대체할 수 있다.
   (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
   (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박

제 3 절 제어장치

301. 일반 *(2017)* 【규칙 참조】

1. 플로팅 레버 또는 이와 유사한 기계적 추종기구는 1조로 할 수 있다.
2. **규칙 301.**의 1항 (2)호에 요구되는 제어계통은 다음의 요건에 적합하여야 한다.
   (1) 제어계통은 원칙적으로 follow-up 방식의 것으로 한다.
   (2) 제어계통과 구성요소는 어느 한쪽의 고장으로 인하여 다른 쪽이 작동불능 되지 않도록 설계되고 배치되어야 한다.
      (가) 조타장치, 제어반, 배전반 및 선교 콘솔에 설치된 이중화된 조타장치 제어계통의 전선, 터미널 및 구성요소는 가능한 한 떨어지게 설치되어야 한다. 만약 공간적 분리가 불가능한 경우에는 난연성판으로 분리 할 수 있다.
      (나) 조타장치 제어계통의 모든 전기 구성요소들은 이중화되어야 한다. 다만, 조타륜과 조타레버는 이중화될 필요가 없다.

(다) 양쪽 조타장치 제어계통에 대하여 공동조타방식선택스위치(joint steering mode selector switch)가 설치된 경우, 제어계통 회로의 연결은 그에 따라 분배되고 격리판 또는 공극에 의하여 상호 분리되어야 한다.

(라) 이중의 follow-up 제어의 경우, 증폭기는 전기적 및 기계적으로 분리되도록 설계되고 급전되어야 한다.

(마) 조타레버 또는 자동조타장치 등과 같은 추가의 제어계통을 위한 제어 회로는 모든 극이 차단될 수 있도록 설계되어야 한다.

(바) 조타장치 제어계통의 피드백 장치 및 리미트 스위치(설치될 경우)는 다른 회로와 전기적으로 분리되고 타두재 또는 조작기에 각각 독립하여 기계적으로 연결되어야 한다.

(사) 조타장치의 동력계통을 제어하는 동력 조작 또는 유압 서보 시스템의 유압장치 구성요소들(예; 솔레노이드밸브, 자기 밸브)은 조타장치 제어계통의 일부로 고려되어야 하며 이중화되고 분리되어야 한다. 동력계통의 일부인 조타장치 제어계통의 유압 장치 부품들은 2개 이상의 분리된 동력계통이 제공되고, 각 동력계통에 배관이 격리될 수 있는 경우, 이중화되고 분리된 것으로 간주할 수 있다.

3. 제어장치에 포함되는 증폭기, 계전기 등을 자동조타장치에 겸용할 수 있다.

4. 가변토출량형 펌프에 의해 구동되는 동력장치를 갖는 전동유압식 조타장치에 있어서는 펌프의 토출량을 제어하기 위한 유압 서보실린더 및 이에 부속되는 유압장치(펌프의 구동전동기 및 그 제어기류를 포함) 또는 전기 서보모터를 각각 2조 비치하여야 한다.

5. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 **규칙 301.**의 3항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.

(1) 총톤수 500톤 미만의 선박

(2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박

6. **규칙 301.**의 4항을 적용함에 있어서, 원칙적으로 다음 경우에는 “단일 고장에 의하여 발생되는 유압잠금(hydraulic locking)으로 인하여 조타기능이 상실될 우려가 있는 경우”로 보지 않는다.

(1) 적어도 보조조타장치에 요구되는 것과 동등한 능력을 갖는 예비(stand-by) 시스템을 갖추고 있고 선교로부터 조작할 수 있는 경우. 다만, 예비(stand-by) 시스템은 인터록 등에 의하여 병렬운전을 할 수 없도록 설계되어야 한다.

(2) 3개 이상의 시스템이 동시에 운전되고 단일 고장의 경우에 보조조타장치에 요구되는 것과 동등한 능력이 유지되는 경우.

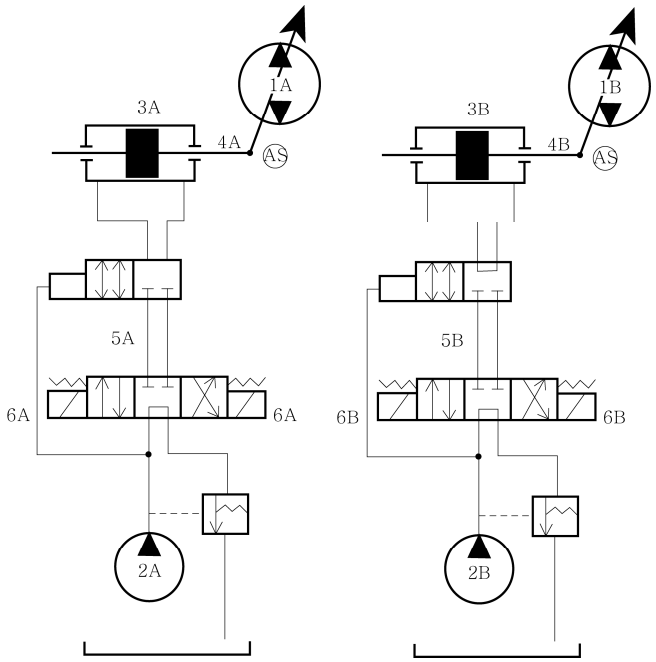
(3) 이중 장치의 밸브 등으로 고장계통을 자동적으로 바이패스 하는 것에 의하여 조타기능 상실을 방지하도록 설계된 조타장치. 이 경우, 시스템의 구성부품의 증가에 따라 신뢰성이 감소되는 것에 대한 특별한 고려를 하여야 한다.

7. **규칙 301.**의 4항을 적용함에 있어서, “고장난 시스템을 식별하는 가시가청 경보“는 원칙적으로 다음 상태에서 발하여야 한다.

(1) 가변 용량 펌프의 제어장치 위치가 지령에 따라 응답하지 않는 경우

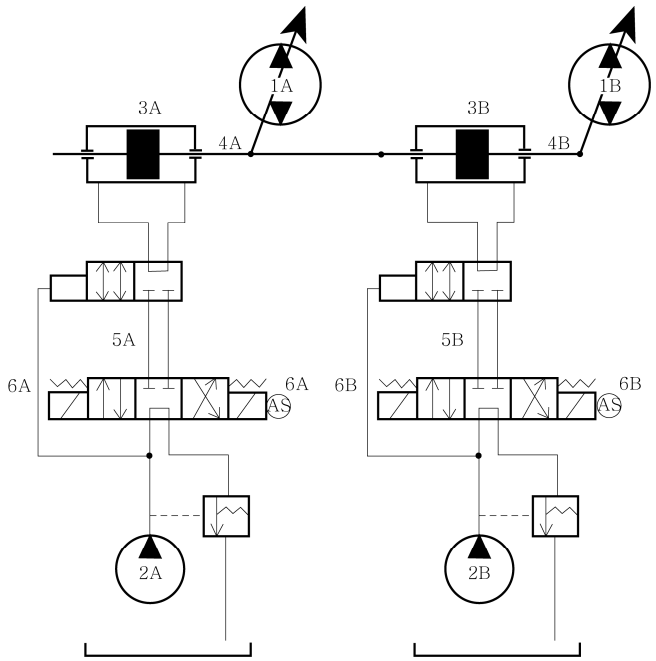
(2) 정량펌프 장치의 3방향 전량밸브 등의 위치가 부정확한 경우

8. 7항에 언급된 경보장치의 센서 위치는 가능한 한 엑튜에이터 근처이어야 한다. 2개 이상의 펌프가 플로팅 바(floating bar) 등에 의하여 기계적으로 결합된 경우, 그 부분의 파손은 고려되지 않는다. 경보 센서의 인정할 수 있는 설치 예는 **지침 그림 5.7.4**를 참조한다.



(a) 분리된 장치

AS : 경보 센서 위치
1. 가변 용적형 주펌프
2. 파일럿 펌프
3. 제어 엑튜에이터
4. 제어 링크
5. 3방향 전자밸브
6. 솔레노이드



(b) 기계적으로 결합된 장치

(주) (a)에서 1A 및 1B가 병렬 운전 되지 않는 경우 및 (b)에서 2A 및 2B가 병렬 운전 되지 않는 경우 경보 장치는 요구되지 않는다.

그림 5.7.4 유압잠금 경보 센서 위치 예

302. 조타제어장치에 대한 고장 탐지 및 대응 *(2021)*

1. **규칙** 302.의 1항을 적용함에 있어서, 유압 잠금 고장에 대해서는 **지침** 103. **및** 104. 그리고 301.의 7항도 참고한다.

303. 전환 【규칙 참조】

1. 자동조타로부터 수동조타로의 전환은 어떠한 타각에서도 1~2회의 조작으로 3초 이내에 가능하여야 한다.
2. 자동조타장치의 고장을 포함한 어떠한 상태에서도 자동조타로부터 수동조타로의 전환이 될 수 있어야 한다.
3. 자동조타로부터 수동조타로의 전환장치는 통상 조타를 행하는 위치에 근접하여 설치하여야 한다.

제 4 절 조타장치의 재료, 구조 및 강도

401. 재료 【규칙 참조】

1. **규칙** 401.의 4항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격“이라 함은 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격을 말한다.

407. 틸러 등

1. **규칙** 407.의 2항 (4)호에 따라 치수를 경감하는 경우, 다음 요건에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 각 암에 균등한 토크가 작용하도록 설계된 틸러의 경우 : **규칙** 407.의 2항 (2)호 및 (3)호에서 요구되는 소요단면계수 Z 및 소요단면적 A 에 암의 수 n으로 나눌 수 있다.
   (2) 각 암에 불균등한 토크가 작용하도록 설계된 틸러의 경우 : **규칙** 407.의 2항 (2)호 및 (3)호에서 요구되는 소요단면계수 Z 및 소요단면적 A 에 a를 곱할 수 있다. 여기서 a는 전체 타 토크에 대한 해당 암에 작용하는 분할 토크의 비율이다.
2. 보조조타장치 전용의 틸러의 치수는 **규칙** 407.의 2항에 규정하는 값의 1/2 이상의 강도를 갖도록 정하여야 한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 407.의 3항 (2)호를 적용함에 있어서, 회전날개의 너비 B는 **지침 그림** 5.7.5에 따른다. **【규칙 참조】**

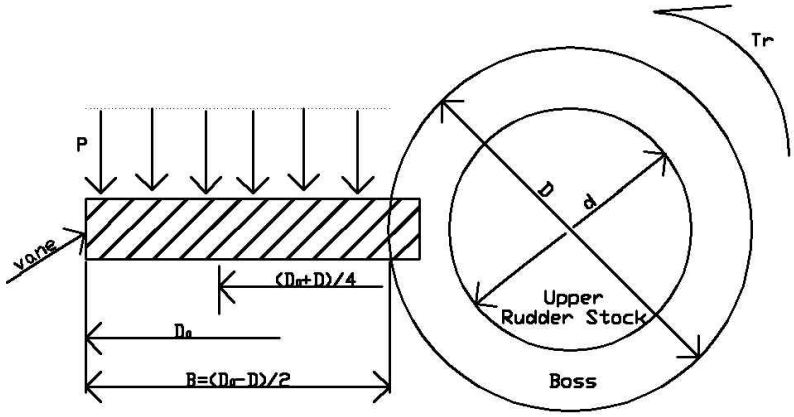


그림 5.7.5 회전날개식 타조조작기

4. **규칙** 407.의 4항에서 “우리 선급이 인정하는 부착방법”이라 함은 **규칙 4편 1장** 703.의 **2항**에서 “타두재와 타심재의 콘 커플링“에 적합한 방법을 말한다. **【규칙 참조】**

409. 완충장치

항해구역이 평수구역 이하의 선박 및 총톤수 500톤 미만의 선박에 대하여는 **규칙** 409.에 정한 완충장치를 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**

제 5 절 시험

503. 해상시운전

1. **규칙 503.**의 1항 (1)호를 적용함에 있어서, 조타능력시험은 ISO 19019의 6.1.5.1의 절차에 따라 실시할 수 있다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 503.**의 1항 (1)호 (다)는 아래 방법 중 하나에 따라야 한다. *(2017)* **【규칙 참조】**
   (1) 만재흘수에 상응하는 토크 및 조작기 압력을 예측하는 다음의 방법을 사용하여 시운전 적재상태에서의 타 토크를 만재흘수 상태의 것으로 신뢰할 수 있게 예측(시스템 압력 계측에 기반하여)하고 외삽한다.

$$Q_F = Q_T \cdot \alpha$$

$$\alpha = 1.25\left(\frac{A_F}{A_T}\right)\left(\frac{V_F}{V_T}\right)^2$$

α : 외삽계수
Q_F : 만재흘수 및 최대운항속도 상태에서의 타두재 모멘트
Q_T : 시운전상태에서의 타두재 모멘트
A_F : 만재흘수 상태에서의 물에 잠긴 타의 움직이는 부분의 투영면적
A_T : 시운전상태에서의 물에 잠긴 타의 움직이는 부분의 투영면적
V_F : 만재흘수에서 주기관의 연속최대회전수에 상응하는 선박의 계약 설계속도
V_T : 시운전상태에서 측정된 해류를 감안한 선박의 속도

타조작기 시스템 압력이 타두재 토크에 선형 비례관계를 보일 경우 위 식은 다음과 같을 수 있다.

$$P_F = P_T \cdot \alpha$$

P_F : 만재흘수 상태에서 예상되는 타조작기유의 압력
P_T : 시운전상태에서 계측된 타조작기유의 최대압력

일정 유량의 정용량형 펌프가 설치된 경우, 만재흘수에서 예상되는 타조작기유의 압력이 타조작기의 명시된 최고사용압력 보다 작다면 규정을 만족한다고 볼 수 있다. 가변토출 펌프가 설치된 경우, 타 회전시간을 계산하고 요구되는 시간과 비교하기 위하여 만재흘수에 상응하는 토출유량을 예상할 수 있도록 펌프에 대한 자료를 제공하고 설명하여야 한다.
A_T가 $0.95A_F$ 보다 클 경우 외삽법 적용이 필요 없다.

   (2) 대체방안으로 만재흘수상태 및 운항속도에서 타두재의 모멘트를 예측하기 위하여 설계자 또는 조선소는 전산유체역학 또는 실험적 연구를 이용할 수 있다. 이러한 계산 및 실험적 연구는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. **규칙 503.**의 1항 (9)호를 적용함에 있어서, "유압잠금(hydraulic locking)을 방지할 수 있도록 설계된 조타장치"는 인터록 등을 사용하여 병렬운전 되지 않도록 설계된 조타장치 또는 유압회로의 자동절환 등으로 단일손상시에도 조타기능을 유지하거나 자동적으로 회복하도록 설계된 조타장치를 말한다. 플로팅바 (floating bar) 등의 기계적 결합에서 파손되는 것을 고려하지 않기 때문에 유압잠금(hydraulic locking)의 고려에서 제외된 조타장치는 이들 실증 시험을 하지 않을 수 있다. **【규칙 참조】**
4. 선회식 추진장치 또는 워트제트 추진장치 등과 같은 비전통 조타시스템을 갖는 선박에 있어서 선박 조종성에 대한 표준(IMO Res. MSC.137(76))에 따른 선박 조종성 시험은 선언된 조타각 한계를 초과하지 않는 조타각으로 수행되어야 한다. *(2022)*

제 6 절 총톤수 10,000톤 이상인 탱커 및 총톤수 70,000톤 이상인 선박에 대한 추가규정

604. 비파괴시험

규칙 604.에서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험방법 및 판정기준이라 함은 재료, 형상 및 적용되는 응력조건 등을 감안하여 **지침 2편 부록** 2-2 및 **부록** 2-5의 해당 규정을 준용하는 것을 말한다. **【규칙 참조】** ⚓

제 8 장 윈들러스 및 무어링 윈치

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. **규칙 101.**의 1항을 적용함에 있어 주 동력원이 수동인 윈들러스는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 다음의 경우에 주 동력원을 수동으로 할 수 있다.
      (가) 앵커의 무게가 250 kgf 이하인 경우
      (나) 비국제 연해구역을 항해하는 부선 및 평수구역을 항해하는 선박에서 앵커의 무게가 500 kgf 이하인 경우
   (2) 수동 윈들러스는 0.033 m/s 이상의 인양속도로 앵커 및 앵커체인을 감아올릴 수 있어야 한다. 이 경우, 반지름 350 mm 의 크랭크를 약 30 rpm 으로 돌려 147N 의 인력을 초과하여서는 아니 된다.
   (3) 주요 부품의 재료는 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것이어야 한다.
   (4) 수동 윈들러스는 선내 설치 후 **규칙 206.**을 준용하여 제동시험 및 부하시험을 실시한다. 다만, 부하시험 시 인양속도 및 인력은 전 (2)호를 적용한다.

102. 재료

1. **규칙 102.**의 1항에서 "주요부품"이라 함은 다음의 것을 말한다. **【규칙 참조】**
   (1) 동력전달장치의 구동축 및 기어(무어링 윈치)
   (2) 체인리프터 및 체인리프터축(윈들러스)
   (3) 로프드럼 및 로프드럼축(무어링 윈치)
   (4) 제동밴드 및 스핀들
   (5) 체인스토퍼(윈들러스)

제 2 절 윈들러스

206. 선내시험 *(2018)* 【규칙 참조】

1. **규칙 206.**의 2항을 적용함에 있어서, 지리적인 관계로 해상시운전 해역 근방에서 앵커체인 3연에 앵커길이를 합한 길이 이상의 수심확보가 곤란한 경우에는 시험을 다음 각 호에 따라서 실시하여야 한다. 다만, 이 경우 시험 장소는 해상시운전 해역 부근에서 가능한 한 깊은 수심의 장소를 선택하여야 한다.
   (1) 일체형 윈들러스
      (가) 각 현의 앵커체인을 앵커가 수면에 닿을 때까지 감아올리고 난 후 각 현의 앵커를 앵커가 해저에 닿지 않고 체인 1연이 수중에 잠길 때까지 내린다.
      (나) 속도계측은 상기 (가)의 상태에서 양현의 앵커체인 1연을 동시에 감아올릴 때 양현 모두의 평균속도가 0.15 m/s 이상이 되는가를 확인한다.
   (2) 한쪽 현형 윈들러스
      상기 (1)호 (가)를 확인한 후 다음 중의 어느 하나에 의하여 평균속도를 계측한다.
      (가) 한 개의 유압펌프장치가 양현의 앵커체인을 동시에 감아올리는데 사용되는 경우, 상기 (1)호 (가)에 언급된 시험조건에서 양현의 앵커체인 1연을 동시에 감아올릴 때 평균속도가 0.15 m/s 이상이 되는가를 확인한다.
      (나) 각 현의 유압펌프장치가 해당 현의 앵커체인을 감아올리는 데 사용되는 경우, 앵커가 해저에 닿지 아니하는 최대한까지 앵커체인을 풀어 내린 상태에서 각 현의 체인을 감아올려 성능제원의 계측치와 예상 성능곡선을 비교하여 평균속도가 0.15 m/s 이상이 되는가를 확인한다. 예상 성능곡선과의 비교에서 의문이 있는 경우에는 재시험을 요구할 수 있다.
      (다) 한쪽 현형 전동 또는 증기구동 윈들러스의 경우에는 상기 (나)를 준용한다.
   (3) 연결형 윈들러스
      상기 (1)호의 규정을 준용한다. 이 경우, 한쪽현 또는 양현의 앵커를 동시에 감아올리는데 2대의 구동기를 동시에 사용할 수 있다. ⚓

부록

부록 5-1 워터제트 추진장치(water-jet propulsion systems) 및 선회식 추진장치(azimuth or rotatable thrusters)에 대한 요건

1. 워터제트 추진장치

(1) 일반사항

(가) 이 부록은 고속기관으로 구동되는 추진 및 조타장치용 워터제트 추진장치(이하 추진장치라 한다.)에 적용한다.

(나) 이 부록에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **규칙 5편** 및 **6편**의 관련 규정에 따른다.

(다) 특수한 설계의 추진장치 또는 이 규정을 적용하기 곤란한 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(라) 조타설비가 없는 추진장치는 다음 요건을 적용할 필요가 없다.

(a) (4)호의 (나) (d),

(b) (4)호의 (다) (c), (d) 및 (g)

(c) (4)호의 (마) 및 (바)

(d) (4)호의 (사) (a), (b), (e), (f) 및 (g)

(e) (4)호의 (아) (c) 및 (d)

(마) 동등효력

이 부록의 규정에 적합하지 아니한 추진장치라도 우리 선급이 동등의 효력이 있다고 인정하는 경우에는 규정에 적합한 것으로 간주한다.

(바) 용어

이 부록에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(a) **추진장치**라 함은 선외에서 물을 흡입하여 노즐을 통하여 고속으로 후방으로 분출시키고 이때 발생하는 추력에 의해 배를 추진시키는 장치를 말하며, 다음의 구성품을 포함한다.

(i) 축계 (주축, 베어링, 축 커플링, 커플링 볼트 및 밀봉장치)

(ii) 물 흡입관로부

(iii) 워터펌프장치(water pump unit)

(iv) 조타 및 리버서 장치

(b) **임펠러**라 함은 물에 에너지를 주기 위한 날개를 갖는 회전체를 말한다.

(c) **주축**이라 함은 임펠러에 동력을 전달하는 축을 말한다.

(d) **물 흡입관로부**라 함은 흡입구에서 흡입한 물을 임펠러 입구까지 유도하는 부분을 말한다.

(e) **노즐**이라 함은 임펠러에 의하여 정류된 물을 분출시키는 부분을 말한다.

(f) **디플렉터**라 함은 노즐에서 분출된 수류의 방향를 좌우로 전향시킴으로서 타의 기능을 하는 장치를 말한다.

(g) **리버서**라 함은 노즐에서 분출된 수류의 방향을 전진과 반대방향으로 전향시킴으로서 배를 후진시키는 장치를 말한다.

(h) **고속기관**이라 함은 가스터빈 또는 **지침 1편 2장 303.**의 3항에 따른 고속내연기관을 말한다.

(i) **워터펌프장치**라 함은 임펠러, 임펠러 케이싱, 고정자(stators), 고정자 케이싱, 노즐, 베어링, 베어링 하우징, 밀봉장치로 구성되는 장치를 말한다.

(j) **고정자**라 함은 임펠러에 의하여 발생한 와류를 감소시키기 위하여 고정날개 열을 구성하는 조립품을 말한다.

(k) **조타** 및 **리버서장치**라 함은 디플렉터, 리버서, 디플렉터 또는 리버서 구동용 유압장치로 구성되는 장치를 말한다.

(l) **유압장치**라 함은 디플렉터 또는 리버서 구동용 유압펌프, 전동기 또는 기관으로 구성되는 장치를 말한다.

(2) 제출도면 및 자료

추진장치 제조자는 공사착수 전에 다음의 도면 3부 및 자료 1부를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.

(가) 제출도면

(a) 주요 요목표, 건조시방서, 재료 요목표, 용접절차시방서

(b) 추진장치의 전체 구조 단면도(물 흡입관로부 등 각 부분의 재료 및 치수를 기재한 것)

(c) 축계장치도(주기관, 변속장치, 클러치, 커플링, 주축, 주축 베어링 및 추력베어링, 밀봉장치, 임펠러 등의 배치,

형상 및 구조를 기재한 것)

(d) 물 흡입관로부 상세도

(e) 임펠러의 구조도(날개(blade) 단면상세, 주축중심으로부터 날개(blade)의 최대지름, 날개(blade) 수 및 재료사양을 표시한 것)

(f) 베어링 상세도(롤러 베어링의 경우 롤러 베어링의 수명계산서 및 상세도) 및 밀봉장치 상세도

(g) 디플렉터 및 리버서 상세도

(h) 관 장치도(유압, 윤활유 및 냉각수 장치 등)

(i) 제어장치의 배치도, 유압 및 전기계통도(안전, 경보 및 자동조타 장치)

(j) 대체 동력원의 배치도 및 계통도

(k) 디플렉터 위치 지시기의 계통도

(l) 유압구동기의 상세도

(나) 자료

(a) 주축계의 비틀림진동 계산서 및 자중에 의해 굽힘진동이 예상된 경우의 굽힘 고유진동 계산서

(b) 디플렉터 및 리버서 등의 강도계산서

(c) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것

(3) 재료, 구조 및 강도

(가) 재료

각 부분의 재료는 사용목적에 적합한 것이어야 하며, 다음의 주요부품은 **규칙 2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것을 사용할 수 있다.

(a) 주축

(b) 노즐 및 임펠러

(c) 임펠러 케이싱, 고정자 케이싱 및 베어링 하우징

(d) 선체외판을 구성하는 물 흡입관로부 (축 커버 포함)

(e) 워터제트 펌프장치에 장착된 플랜지 및 볼트 (축 커플링 및 볼트 포함)

(f) 디플렉터 및 리버서

(나) 구조 및 강도

(a) 주축

주축의 최소지름은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$d_s = k\sqrt[3]{\frac{H}{N}}$$

d_s : 축의 소요지름 (mm)

H : 기관의 연속최대출력 (kW)

N : 축의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)

k : **표 1**에 따른다.

표 1 각종 결합방법에 따른 k 값

위치 / 부착방법 / 축재료		임펠러 및 축커플링 부착부분				기타 부분
		키	스플라인	플랜지	압입	
탄소강 또는 저합금강	제2종축	105	108	102	102	105
탄소강 또는 저합금강	제1종축	주)에서 a_1=100, a_2=80으로 한 값	주)에서 a_1=102, a_2=82 으로 한 값	주)에서 a_1=98, a_2=78 으로 한 값		주)에서 a_1=100, a_2=80으로 한 값
오스테나이트계 스테인리스강						
석출경화계 스테인리스강		80	82	78	78	80

주) $200 \le \sigma_y \le 400$ 의 경우

$$k = a_1 - 0.1(\sigma_y - 200)$$

$\sigma_y > 400$ 의 경우

$$k = a_2$$

σ_y : 축재료의 규격최소항복점 또는 0.2 %내력(N/mm^2)

(b) 축 커플링 및 커플링 볼트

(i) 축 커플링 볼트의 지름은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$d_b = 15{,}300\sqrt{\frac{H}{N} \times \frac{1}{nDT_b}}$$

d_b : 축 커플링 볼트의 소요지름(mm)

n : 볼트 수

D : 피치원의 지름(mm)

T_b : 볼트재료의 규격최소인장강도(N/mm^2)

(ii) 축 커플링의 피치원 상에서의 두께는 전 (i)의 식에서 산출된 커플링 볼트의 소요지름 이상이어야 한다. 다만, 해당 축의 소요지름의 0.2배 보다 작아서는 아니 된다.

(iii) 축커플링의 필릿부 반지름은 축지름의 0.08배 이상이어야 한다. 다만, 축커플링의 볼트 또는 너트의 자리파기 부분이 그 필릿부에 걸리는 경우에는 필릿부의 반지름을 축지름의 0.125배 이상으로 하여야 한다.

(c) 물 흡입관로부 등

물 흡입관로부, 임펠러 케이싱 및 노즐은 설계압력에 따른 강도를 가져야 하며, 부식에 대한 고려를 하여야 한다.

(d) 임펠러 날개(blade)

임펠러 날개(blade)의 필릿부의 강도는 다음의 조건에 적합하여야 한다. 이 경우, 재료의 허용응력은 원칙적으로 규격최소항복점(또는 0.2 % 내력)의 1/1.8로 한다.

$$S \ge \frac{5.8 \times 10^5 H}{L t^2 Z N_i} + 2.2 \times 10^{-7} D^2 N^2$$

S : 임펠러 재료의 허용응력 (N/mm^2)

H : 주기관의 연속최대출력 (kW)

N_i : 임펠러 연속최대 회전수의 1/100 (rpm/100)

Z : 임펠러의 날개(blade) 수

L : 임펠러 날개(blade) 필릿부의 폭 (mm)

t : 임펠러 날개(blade) 필릿부의 최대두께 (mm)

D : 임펠러의 지름 (mm)

(다) 축계의 비틀림진동 및 굽힘진동

(a) 일반

(i) 주축계의 비틀림진동계산서의 제출에 관한 전 (2)호 (자)의 규정에 불구하고 이미 승인된 주축계와 동형인 주축계의 경우 및 명백히 과대한 비틀림 진동응력이 생기지 않는다고 인정되는 경우에는 우리 선급의 승인을 얻어 비틀림 진동계산서의 제출을 생략할 수 있다.

(ii) 계산결과의 추정치를 확인하기 위하여 비틀림진동계측을 하여야 한다. 다만, 전 (i)에 의하여 비틀림 진동계산서의 제출을 생략한 경우 또는 사용회전수 범위 내에 위험한 진동이 없다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 비틀림진동계측을 생략할 수 있다.

(b) 비틀림 진동응력의 허용한도

주축계의 비틀림 진동응력은 해당 축계의 사용회전수 범위에서 다음에 따라야 한다.

(i) 연속최대회전수의 80 %를 넘고 105 % 이하의 회전수 범위에서 주축의 비틀림진동응력은 다음에 나타낸 τ_1 이하일 것.

$$\tau_1 = A - B \times \lambda^2 \quad (\lambda \le 0.9) \text{ 및}$$
$$\tau_1 = C \quad (\lambda > 0.9)$$

τ_1 : $0.8 < \lambda \le 1.05$ 에서 비틀림진동응력의 허용한도 (N/mm^2)
λ : 기관의 사용회전수와 연속최대회전수의 비
A, B 및 C : **표 2**에 따른다.

표 2 A, B 및 C 의 값

	탄소강 또는 저합금강		오스테나이트계 스테인리스강	마르텐사이트계 석출 경화형 스테인리스강
	제1종 축	제2종 축		
A	24.3	9.0	26.4	39.6
B	24.1	6.2	26.4	37.1
C	4.8	4.0	5.0	9.6

다만, 탄소강 또는 저합금강의 제1종축에서 해당 주축재료의 규격최소인장강도가 400 N/mm^2 를 넘는 것은 τ_1 에 다음 식에 의한 값을 곱한 것으로 할 수 있다.

$$k_m = (T_s + 160)/560$$

k_m : 수정계수
T_s : 주축재료의 규격최소인장강도(N/mm^2)

(ii) 기관의 회전수가 연속최대회전수의 80 % 이하의 회전수 범위에서 주축의 비틀림진동응력은 다음에 나타낸 τ_2 이하일 것. 다만, 비틀림진동응력이 (i)에 나타낸 τ_1 의 산식에 의한 값을 넘는 경우에는 연속사용 금지 범위를 설정할 것. 이 경우, τ_1 의 산식은 $\lambda \le 0.9$ 인 경우의 것을 사용하는 것으로 한다.

$$\tau_2 = 2.3\,\tau_1$$

τ_2 : $\lambda \le 0.8$ 에서 비틀림진동응력의 허용한도(N/mm^2)

(c) 굽힘진동

추진장치의 주축계는 축계의 굽힘에 의한 고유진동에 대하여도 고려하여야 한다.

(4) 시스템 설계

(가) 추진장치의 수

(a) 통상 적어도 2대의 추진장치를 선박에 설치하여야 한다. 1대의 추진장치의 고장이 다른 추진장치의 성능에 영향이 미치지 않도록 추진장치는 설계되어야 한다. 이 경우, 국제항해에 종사하지 않는 선박에 대하여 **규칙 7 장 201.의 1**항의 보조조타장치에 대한 요건은 생략할 수 있다. *(2021)*

(b) 국제항해에 종사하지 않는 선박의 경우, (a)의 요건에도 불구하고 단일 추진장치를 설치할 수 있다. 이 경우, 추진, 조타 및 역전장치는 다음 요건에 따라 설치하여야 한다.

(i) 적어도 2대의 원동기

(ii) 적어도 2대의 조타 및 역전장치용 유압장치

(iii) 운전 중인 어느 1대의 주 발전기가 전력손실이 발생한 경우, 적어도 1대의 추진장치(원동기 포함)가 작동할 수 있도록 전기공급이 유지되거나 또는 즉시 복구되어야 한다. 또한, (4)호 (마)의 요건에 따라 전기공급이 유지되어야 한다.

(나) 조타장치 및 역전장치

(a) 디플렉터는 선박이 만재흘수에서 **규칙 3편 1장 120.**에서 규정하는 속력으로 전진 중에 정해진 조타 각도 제한 범위에서 한쪽 현에서 반대 현 쪽까지 2.3 °/s 이상의 평균 회전 속도로 선박 방향 제어장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다. 정해진 조타 각도 제한 범위라 함은 안전운전을 위한 제조자의 지침에 따라 최대 조타 각도의 용어로 디플렉터의 운항제한 사항을 참조한다.

(b) 리버서는 통상의 운항조건에서 충분한 조선이 가능하도록 선박을 후진 시킬 수 있어야 하고, 전진상태에서 후진으로 전환할 때 선박에 유효한 제동을 줄 수 있는 후진력을 갖는 것이어야 한다.

(c) 리버서는 후진최대출력시의 추력에 대하여 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다.

(d) 유압구동장치에 사용되는 유압을 받는 조타장치부품은 저압측의 압력을 고려하여 가장 나쁜 허용 운전조건 하에서 최고사용압력의 1.25배 이상의 값을 설계압력으로 설계하여야 한다.

(다) 유압장치

(a) 유압식 구동장치에 어큐뮬레이터 등의 압력용기가 사용되는 경우, 이들의 강도는 **규칙 5장**의 규정에 적합하여야 한다.

(b) 유압식 구동장치에 사용되는 유압관장치는 이 부록 이외에 **규칙 6장**의 규정에도 적합하여야 한다.

(c) 유압구동기의 강도는 **규칙 7장 404.**의 규정에 따른다.

(d) 유압구동기에서 오일 실의 구조는 **규칙 7장 405.**의 규정에 따른다.

(e) 유압식 구동장치의 형식 및 설계를 고려하여 작동유의 청정상태를 유지하기 위한 적절한 장치를 설치하여야 한다.

(f) 유압식 구동장치는 필요에 따라 장치 내의 공기를 뺄 수 있는 장치를 비치하여야 한다.

(g) 외부에서 밸브에 의하여 차단되고 동력원 또는 외력에 의하여 과압이 생길 가능성이 있는 유압관 장치의 모든 부분에는 압력도출밸브를 설치하여야 한다. 이 도출밸브의 조정압력은 유압장치의 최고사용압력의 1.25배 이상이어야 하며 설계압력을 초과하여서는 아니 된다. 최소도출능력은 펌프의 총 토출용량의 110% 이상이어야 하며 조정압력의 110%를 초과하는 압력상승이 발생하지 아니하는 것이어야 한다. 이 경우, 사용온도에 대한 기름 점도의 영향을 고려하여야 한다.

(h) 유압식 구동장치로부터 기름이 누설된 경우, 즉시 누설을 검지하기 위하여 유탱크에 저액면 경보장치를 설치하여야 하며 이 경보장치는 가시가청인 것으로 선교 및 주기관제어장소에 설치하여야 한다.

(i) 플렉시블관이 유압식 구동장치에 사용되는 경우, 플랙시블관은 **규칙 6장 102. 5**항의 요건에 따른다.

(라) 정지장치

(a) 추진장치에는 기계적으로 타의 운동을 제한할 수 있는 디플렉터용 정지장치를 설치하여야 한다.

(b) 추진장치에는 스토퍼에 도달하기 이전에 디플렉터를 멈출 수 있는 리미트 스위치와 같은 능동형 배치가 제공되어야 한다. 이 장치는 조타용 제어장치에 의하여 작동되는 것이 아니고, 디플렉터의 실제 운동에 의하여 작동되는 것이어야 한다. 다만, 플로팅 레버 등의 기계적 기구를 사용하여 이 장치를 작동시킬 수 있다.

(마) 주전원

(a) 선박의 추진, 조타 및 역전을 위하여 주전원을 필요로 하는 경우, 사용 중인 어느 하나의 발전기에 고장이 발생한 때에도 적어도 1대의 추진장치의 추진, 조타 및 역전장치, 그리고 관련 제어장치 및 디플렉터 위치용 지시기의 기능을 확보하기 위하여 필요한 장치에 대한 전원공급이 유지되거나 즉시 복구되도록 시스템을 다음 요건과 같이 배치하여야 한다.

(i) 통상 1대의 발전기에 의하여 전력을 공급하는 경우, 운전 중인 발전기의 전력이 손실된 경우에 중요보기를 자동 시동(필요한 경우, 순차 시동 포함)하기에 충분한 용량의 예비 발전기를 자동적으로 시동하고 주배전반에 자동으로 접속하도록 하는 장치를 설치하여야 한다.

(ii) 통상 2대 이상의 발전기를 병렬운전하여 전력을 공급하는 경우, 그 발전기 중 1대의 발전기의 전력이 손실된 경우, 선박의 추진 및 조타, 역전, 안전을 확보하기 위하여 나머지 발전기가 계속적으로 운전할 수 있도록 보호장치(필수용도가 아닌 부하를 충분히 차단하고, 필요한 경우, 2차 필수용도에 사용되는 부하 및 거주편의용도에 사용되는 부하를 자동 제거하는 장치 포함)를 설치하여야 한다.

(바) 스러스트 장치당 추진출력이 2,500 kW를 초과하는 경우에는, 다음의 요건에 따라 대체 동력원을 설치하여야 한다.

(a) 대체 동력원은 디플렉터, 해당 디플렉터에 접속하는 제어계통과 디플렉터 위치용 지시장치에 자동적으로 45초 이내에 대체 동력을 공급할 수 있어야 한다.

(b) 이 대체 동력원은 총톤수 10,000톤 이상인 선박에서는 적어도 30분간, 기타 선박에 있어서는 적어도 10분간 조타장치를 연속 작동하는데 충분한 용량인 것이어야 한다.

(c) 대체 동력원은 다음 중 하나이어야 한다.

(i) 비상 전원

(ii) 조타장치에만 사용되고 또한 조타기 구획 내에 설치된 독립 동력원

(d) 선박이 만재흘수에서 **규칙 3편 1장 120.**에서 규정하는 속력 또는 7 knot 중 큰 쪽의 속력으로 전진 중 정해진 조타 각도 제한 범위에서 한쪽 현에서 반대 현 쪽까지 0.5 °/s 이상의 평균 회전 속도로 선박 방향 제어장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다.

(e) 상기 (c) (ii)에서 정한 독립 동력원으로 사용하는 발전기 또는 펌프를 구동하는 원동기의 자동시동장치는 **규칙 6편 1장 203.**의 6항의 규정에 따라야 한다.

(사) 조타 및 역전장치의 전기설비

유압동력장치용 유압펌프가 전동기에 의하여 구동되는 경우, 다음의 요건을 따른다.

(a) 각 추진장치는 주배전반으로부터 전용회로에 의하여 별도로 직접 급전되도록 하여야 한다. 3대 이상의 추진장치가 설치되는 경우, 이 전용회로는 적어도 2조의 전용 회로에 의하여 급전할 수 있다. 다만, 그 중 1회로는 비상배전반을 경유할 수 있다.

(b) (a)에서 요구된 전용회로에 사용하는 케이블은 전장에 걸쳐 가능한 한 서로 떨어지게 하여야 한다.

(c) 유압펌프용 전동기에 전력손실이 발생한 경우에, 가시가청의 경보장치를 선교에 설치하여야 한다.

(d) 유압펌프용 전동기의 운전표시장치는 선교 및 주기관을 제어하는 장소에 설치하여야 한다.

(e) 회로에는 단락보호장치를, 전동기에는 과부하 경보장치를 각각 설치하여야 한다. 과부하 경보는 가시가청의 것으로 주기관을 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.

(f) 시동전류 및 기타의 과전류에 대한 보호장치가 설치된 경우, 이 보호장치는 전동기 또는 회로의 전부하 전류의 2배 이상인 전류에 대하여 보호되고 적절한 시동전류에 동작되어서는 아니 된다.

(g) 3상 교류식인 경우, 단상이 되면 경보를 발하는 장치를 설치하여야 한다. 경보장치는 가시가청인 것으로 주기관을 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.

(아) 제어장치

(a) (아)에서 규정하지 않은 제어장치에 대한 요건은 **규칙 7장 3절**에 따른다.

(b) 역전장치는 주추진용 기계측제어장소 또는 조타기실에서 제어되어야 한다. 기계측제어장소에는 선교에서 조작할 수 있는 역전장치의 모든 제어계통을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

(c) 역전장치용 원격제어장치가 고장이 발생한 경우, 주추진용 기계측제어장소 또는 조타기실에서 역전장치를 제어할 수 있을 때까지 리버서(reversers)는 미리 설정된 위치에 유지되어야 한다.

(d) 추진장치에는 독립적인 제어장치를 설치하여야 한다. 복수 추진장치가 동시에 작동하도록 설계된 경우, 복수 추진장치는 조이스틱(joystick)과 같은 단일장치에 의하여 제어될 수 있다.

(e) 상기 (d)에서 규정한 제어장치는 그 중 1개의 고장이 다른 제어장치의 고장에 영향을 주지 않도록 설계되어야 한다.

(f) (아)에서 규정하지 않은 추진장치에 대한 안전, 경보 및 제어장치에 관항 요건들의 경우, **규칙 9편 3장**의 관련 요건을 적용하여야 한다.

(자) 지시장치

(a) 디플렉터 위치용 지시장치

(i) 선교 및 조타기실에서 디플렉터 위치를 지시하여야 한다.

(ii) 디플렉터 위치용 지시기는 제어장치와 독립된 것이어야 한다.

(b) 리버서 위치용 지시장치

선교, 조타기실을 포함하는 제어장소 및 추진장치 감시장소에 리버서 위치를 지시하여야 한다.

(c) 임펠러 속도 지시장치

선교, 조타기실을 포함하는 제어장소 및 추진장치 감시장소에 임펠러 속도를 지시하여야 한다.

(차) 윤활유 장치

(a) 추진장치용 윤활유장치는 **규칙 6장 8절**의 관련 요건에 따른다.
(b) 윤활유 공급이 중지되거나 급유압력이 운전에 지장을 줄 정도로 저하되었을 때, 추진장치의 윤활유장치는 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 가시가청의 경보장치를 설치하여야 한다.

(카) 취급설명서의 게시
규칙 7장 104.의 요건을 따른다.

(타) 밀봉장치
글랜드패킹 방식의 해수용 밀봉장치를 제외한, 축 및 워터제트 펌프장치용 밀봉장치의 재료, 구조 및 배치는 우리 선급에 의하여 승인받아야 한다.

(파) 총톤수 500톤 미만이거나 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박의 경우에는 다음의 요건은 생략할 수 있다.
(a) (다) (h)
(b) (마) 및 (바)
(c) (사) (b), (e)(회로의 단락보호장치는 제외) 및 (g)

(5) 시험 및 검사

(가) 공장시험
(a) 임펠러 케이싱, 고정자 케이싱 및 베어링 하우징은 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 한다.
(b) 주축 선수측 베어링관 및 밀봉장치는 0.2 MPa 또는 설계압력의 1.5배의 압력 중 큰 쪽의 압력으로 수압시험을 한다.
(c) 유압동력장치는 **규칙 7장 501.**에서 규정한 시험을 한다.
(d) 제어, 안전 및 경보장치의 작동시험

(나) 선내시험
(a) (4)호의 (나)에 규정하는 조타능력 및 리버서의 작동시험을 한다.
(b) 축계비틀림진동의 실측은 **규칙 4장 103.**을 적용한다.
(c) 유압관장치는 최고사용압력에서 누설시험을 하여야 한다.
(d) 워터제트 펌프장치의 밀봉장치는 급유압력으로 누설시험을 하여야 한다.
(e) 실행 가능한 추진장치의 작동시험을 하여야 한다.

(다) 해상시운전
(a) 해상시운전 시 **규칙 7장 503.**에서 규정한 시험의 대체로서 다음의 시험을 하여야 한다. 다만, 다음의 (i) 및 (ii)를 제외한 시험들은 계선시 또는 입거시에 시험할 수 있다.
(i) (4)호의 (나)에서 규정한 조타능력 시험
(ii) 선교와 조타실 사이 간 제어장치의 전환시험, 수동조타와 자동조타 사이 간 전환시험을 포함하는 조타 및 역전장치의 제어 작동시험
(iii) (4)호의 (마) 및 (바)에서 규정하는 전원공급 유지에 대한 계측시험 및 대체동력원 시험
(iv) 선교와 조타실 사이 및 기관실과 조타실 사이 간 통신장치의 작동시험
(v) 과압을 방지하기 위한 도출밸브의 작동시험
(vi) 디플렉터 위치, 리버서 위치, 임펠러 속도 및 유압장치용 전동기의 운전 지시기에 대한 안전, 경보 및 지시장치의 작동시험
(vii) 정지장치의 작동시험

2. 선회식 추진장치

(1) 일반사항

(가) 주추진장치로 선회식 추진장치(이하 **스러스터**라 한다.)를 설치하는 선박에 적용한다.

(나) 이 부록에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **규칙 5편** 및 **6편**의 관련 규정을 따른다.

(다) 특수한 설계의 장치 또는 이 규정을 적용하기가 곤란한 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(라) 동등효력
이 부록의 규정에 적합하지 아니한 추진장치라도 우리 선급이 동등한 효력이 있다고 인정하는 경우에는 규정에 적합한 것으로 간주한다.

(마) 용어의 정의
이 부록에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(a) **스러스터**라 함은 스스로 선회할 수 있는 능력에 의하여 조타기능을 가지는 추진장치를 말한다. 스러스터는 다음의 구성품을 포함한다.
(i) 프로펠러
(ii) 프로펠러 축
(iii) 기어, 클러치 및 추진토크를 전달하는 기어 축(스러스터와 일체형인 경우)
(iv) 선회식 추진 케이싱
(v) 선회식 조타기
(vi) 제어장치
(b) **선회식 추진 케이싱**이라 함은 조타 기둥(steering columns)(또는 스트럿), 포드, 프로펠러 노즐 등을 포함하는 수밀구조를 말한다.
(c) **선회식 조타장치**라 함은 선회식 조타기용 전동기, 유압펌프, 유압장치, 유압모터 및 기어 조립품을 포함하며 스러스터에 조타토크를 전달하는 장치를 말한다.

(2) 제출도면 및 자료
장치 제조자는 공사착수 전에 다음의 도면 3부 및 자료 1부를 우리 선급에 제출하여야 한다.
(가) 제출도면
(a) 주요 요목표, 건조시방서, 재료 요목표, 용접절차시방서
(b) 장치의 전체 구조단면도(노즐링을 포함한 각 부분의 재료 및 치수를 기재한 것)
(c) 축계, 기어, 축 커플링, 커플링 볼트, 클러치 및 기어 축의 상세도
(d) 조타장치의 상세도(선회식 조타장치용 구동장치, 기어, 베어링 및 밀봉장치의 상세도)
(e) 베어링 사양
(f) 관장치도(유압장치, 윤활유장치, 냉각수장치 등)
(g) 선회식 추진 케이싱 상세도
(h) 제어장치의 배치도, 유압 및 전기장치 계통도(안전, 경보 및 자동조타 장치 포함)
(i) 대체동력원의 배치도 및 계통도
(j) 선회각 지시장치 계통도
(나) 자료
(a) 주기관의 종류에 따라 강도계산에 필요한 자료
(b) 축계 비틀림진동 계산에 관한 자료
(c) 주요부품의 강도계산서
(d) 작동지침서
(e) 롤러베어링의 사양서 및 사용수명 계산서, 프로펠러 압입량 계산서 등
(f) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타 자료

(3) 재료, 구조 및 강도
(가) 축계, 프로펠러, 기어장치 및 조타장치의 재료, 구조 및 강도는 **규칙 3장, 4장, 6장** 및 **7장**의 관련 규정을 준용한다.
(나) 부속 관장치 및 보기의 재료, 구조 및 강도는 규칙 **6장**의 관련 규정을 준용한다.
(다) 선회식 추진 케이싱 및 스러스터 거치대에 사용되는 재료는 **규칙 2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(4) 시스템 설계
(가) 스러스터
(a) 통상 적어도 2대의 스러스터를 선박에 설치하여야 한다. 1대의 스러스터의 고장이 다른 스러스터의 성능에 영향을 미치지 않도록 스러스터는 설계되어야 한다. 이 경우, 국제항해에 종사하지 않는 선박에 대하여 **규칙 7장 201.의** 1항의 보조조타장치에 대한 요건은 생략할 수 있다. *(2021)*
(b) 국제항해에 종사하지 않는 선박의 경우, 상기 (a)의 요건에도 불구하고 1대의 스러스터를 설치할 수 있다. 이 경우, 다음 요건에 따라 복수의 추진 및 조타장치를 설치하여야 한다.
(i) 적어도 2대의 원동기
(ii) 적어도 2대의 독립적인 선회식 조타장치(다만, 동일한 선회식 조타장치는 1개의 기어 휠을 가질 수 있다.)
(iii) 운전 중인 주 발전기의 고장이 발생한 경우, 원동기를 포함하여 적어도 1대의 장치의 성능이 (4)호 (마)에서 규정한 요건에 따라 전기공급이 유지 또는 즉시 복구되어야 한다.
(c) 스러스터의 설치 및 구조는 선회식 추진 케이싱에 해수유입 및 장치 설치구획에 침수로 인하여 선박 복원성에 영향을 미치지 아니하여야 한다.

(d) 스러스터가 선체구조를 관통한 경우, 해수유입을 방지하기 위하여 밀봉장치를 설치하여야 한다.

(나) 선회식 조타장치

(a) 유압구동장치에 사용되는 유압을 받는 선회식 조타장치부품은 저압측의 압력을 고려하여 가장 나쁜 허용운전 조건 하에서 최고사용압력의 1.25배 이상의 값을 설계압력으로 설계하여야 한다.

(b) 유압식 구동장치에 어큐뮬레이터 등의 압력용기가 사용되는 경우, 이들의 강도는 **규칙 5장**의 규정에 적합하여야 한다.

(c) 유압식 구동장치에 사용되는 유압관장치는 이 부록 이외에 **규칙 6장**의 규정에도 적합하여야 한다.

(d) 스러스터의 조타장치는 선박이 만재흘수에서 **규칙 3편 1장 120.**에서 규정하는 속력으로 전진 중에 정해진 조타 각도 제한범위에서 한쪽 현에서 반대 현 쪽까지 2.3 °/s 이상의 평균 회전속도로 선박 방향 제어장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다. 정해진 조타 각도 제한범위라 함은 안전운전을 위한 제조자 지침에 따라 최대 조타 각도의 용어로 운항제한 사항을 참조한다.

(e) 상기 (d)의 요건에 추가하여, 선회하는 스러스터에 의하여 후진력이 발생하는 경우에 선박이 정지상태에서 선회식 조타장치의 선회속도는 1.0 rpm 이상이어야 한다.

(다) 유압장치

다음 요건에 따라 유압 동력으로 구동되는 선회식 조타장치를 설치하여야 한다:

(a) 유압장치의 형식 및 설계를 고려하여 작동유의 청정상태를 유지하기 위한 적절한 장치를 설치하여야 한다.

(b) 유압장치는 필요에 따라 장치 내의 공기를 뺄 수 있는 장치를 비치하여야 한다.

(c) 외부에서 밸브에 의하여 차단되고 동력원 또는 외력에 의하여 과압이 생길 가능성이 있는 유압관 장치의 모든 부분에는 압력도출밸브를 설치하여야 한다. 이 도출밸브의 조정압력은 유압장치의 최고사용압력의 1.25배 이상이어야 하며 설계압력을 초과하여서는 아니 된다. 최소도출능력은 펌프의 총토출용량의 110% 이상이어야 하며 조정압력의 110%를 초과하는 압력상승이 발생하지 아니하는 것이어야 한다. 이 경우, 사용온도에 대한 기름 점도의 영향을 고려하여야 한다.

(d) 유압장치로부터 기름이 누설된 경우, 즉시 누설을 검지하기 위하여 유탱크에 저액면 경보장치를 설치하여야 하며 이 경보장치는 가시가청의 것으로 선교 및 주기관제어장소에 설치하여야 한다.

(e) 플렉시블관이 유압식 구동장치에 사용되는 경우, 플랙시블관은 **규칙 6장 102. 5**항의 요건에 따른다.

(라) 밀봉장치

프로펠러축 및 선회식 조타장치용 밀봉장치의 형식, 구조 및 재료 등에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. *(2021)*

(마) 전기설비

(a) 이 장에서 규정하지 아니한 항목들은 **규칙 6편**의 관련 요건을 따른다.

(b) 스러스터는 주배전반으로부터 전용회로에 의하여 별도로 직접 급전되도록 하여야 한다. 3대 이상의 스러스터가 설치되는 경우, 이 전용회로는 적어도 2조의 전용 회로에 의하여 급전할 수 있다. 다만, 그 중 1회로는 비상배전반을 경유할 수 있다.

(c) (b)에서 요구하는 전용회로에서 사용되는 케이블은 전장에 걸쳐 가능한 한 서로 떨어지게 하여야 한다.

(d) 추진 및 조타용 전동기의 전력손실이 발생한 경우, 가시가청의 경보장치를 선교 및 주기관 제어장소에 설치하여야 한다.

(e) 선박의 추진 및 조타를 위하여 주전원을 필요로 하는 경우, 사용 중인 어느 하나의 발전기에 고장이 발생한 경우에도 적어도 1대의 스러스터의 추진 및 조타장치, 그리고 관련 제어장치 및 선회각용 지시기의 기능을 확보하기 위하여 필요한 장치에 대한 전원공급이 유지되거나 즉시 복구되도록 시스템을 다음 요건과 같이 배치하여야 한다.

(i) 통상 1대의 발전기에 의하여 전력을 공급하는 경우, 운전 중인 발전기의 전력이 손실된 경우에 중요보기를 자동 시동(필요한 경우, 순차 시동 포함)하기에 충분한 용량의 예비 발전기를 자동적으로 시동하고 주배전반에 자동으로 접속하도록 하는 장치를 설치하여야 한다.

(ii) 통상 2대 이상의 발전기를 병렬운전하여 전력을 공급하는 경우, 그 발전기 중 1대의 발전기의 전력이 손실된 경우, 선박의 추진 및 조타, 안전을 확보하기 위하여 나머지 발전기가 계속적으로 운전할 수 있도록 보호장치(필수용도가 아닌 부하를 충분히 차단하고, 필요한 경우, 2차 필수용도에 사용되는 부하 및 거주편의 용도에 사용되는 부하를 자동 제거하는 장치 포함)를 설치하여야 한다.

(바) 스러스트 장치당 추진 출력이 2,500 kW를 초과하는 경우에, 다음 요건에 따라 대체 동력원을 설치하여야 한다:

(a) 대체 동력원은 조타장치, 해당 조타장치에 접속하는 제어계통과 선회각 지시기에 자동적으로 45초 이내에 대체 동력을 공급할 수 있는 것이어야 한다. 이 대체 동력원은 총톤수 10,000톤 이상인 선박에서는 적어도 30

분간, 기타 선박에 있어서는 적어도 10분간 조타장치를 연속 작동하는데 충분한 용량이어야 한다.

(b) 대체 동력원은 다음 중 하나일 것

(i) 비상전원

(ii) 조타장치에만 사용되고 조타장치 구획 내에 설치된 독립 동력원

(c) 선박이 만재흘수에서 규칙 3편 1장 120.에서 규정하는 속력 또는 7 knot 중 큰 쪽의 속력으로 전진 중 정해진 조타 각도 제한 범위에서 한쪽 현에서 반대 현 쪽까지 0.5 °/s 이상의 평균 회전 속도로 선박 방향 제어장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다.

(d) 상기 (a) (ii)에서 정한 독립 동력원으로 사용하는 발전기 또는 펌프를 구동하는 원동기의 자동시동장치는 **규칙 6편 1장 203.**의 6항의 규정에 따라야 한다.

(사) 선회식 조타장치의 전기설비

선회식 조타장치의 전기설비는 다음의 요건을 따라야 한다.

(a) 조타용 전동기의 운전표시장치는 선교 및 주기관을 제어하는 장소에 설치하여야 한다.

(b) 회로에는 단락보호장치를, 전동기에는 과부하 경보장치를 각각 설치하여야 한다. 과부하 경보는 가시가청인 것으로 주기관을 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.

(c) 시동전류 및 기타의 과전류에 대한 보호장치가 설치된 경우, 이 보호장치는 전동기 또는 회로의 전부하 전류의 2배 이상인 전류에 대하여 보호되고 적절한 시동전류에 동작되어서는 아니 된다.

(d) 3상 교류식인 경우, 단상이 되면 경보를 발하는 장치를 비치하여야 한다. 경보장치는 가시가청인 것으로 주기관을 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.

(아) 제어장치

(a) (아)에서 규정하지 않은 제어장치에 대한 요건은 **규칙 7장 3절**에 따른다.

(b) 스러스터는 독립된 제어계통으로 구성되어야 한다. 복수의 스러스터가 동시에 작동하도록 설계된 경우, 스러스터는 조이스틱(joystick)과 같은 단일장치에 의하여 작동될 수 있다.

(c) (b)에서 규정한 제어계통과 구성요소는 어느 한쪽의 고장으로 인하여 다른 쪽이 작동불능 되지 않도록 설계되고 배치되어야 한다.

(d) 선교 및 스러스터의 모든 제어장소에는 다음의 계기를 설치하여야 한다:

(i) 고정피치프로펠러의 경우, 프로펠러 회전수 및 회전방향의 지시기

(ii) 가변피치프로펠러의 경우, 프로펠러 회전수 및 프로펠러 날개각의 지시기

(iii) 선회각의 지시기(독립된 제어계통)

(e) (d) (iii)에서 정한 선회각의 지시기는 독립된 계통이어야 한다.

(f) (아)에서 규정하지 않은 스러스터에 대한 안전, 경보 및 제어장치는 **규칙 9편 3장**의 관련 요건을 적용하여야 한다.

(자) 윤활유 장치

(a) 스러스터의 윤활유 장치는 **규칙 6장 8절**의 요건에 따른다.

(b) 윤활유 공급이 중지되거나 급유압력이 스러스터 운전에 지장을 줄 정도로 저하되었을 경우에, 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 가시가청의 경보장치를 설치하여야 한다.

(차) 냉각장치

스러스터의 냉각장치는 **규칙 6장 7절**의 요건에 따른다.

(카) 스러스터 설치장소

스러스터의 설치장소는 **규칙 7장 208.**의 요건에 따른다.

(파) 취급설명서의 게시

규칙 7장 104.의 요건을 따른다.

(하) 총톤수 500톤 미만이거나 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박의 경우에는 다음의 요건을 생략할 수 있다.

(a) (4)호의 (다) (d), (마) (c) 및 (e), (바)

(b) (4)호의 (사) (b)(단락보호장치는 제외) 및 (d)

(c) (5)호 (라)에서 규정한 보조냉각팬에 대한 요건

(5) 포드(pods)에 전동기가 설치된 스러스터에 대한 추가요건

(가) 포드에 해수의 유입을 감지하는 수단을 설치하여야 한다. 포드에 해수의 유입이 감지되는 경우, 선교 및 주기관 제어장소에 가시가청의 경보장치를 설치하여야 한다.

(나) 포드로부터 해수를 배출하기 위한 수단을 설치하여야 한다.

(다) 추진모터에 냉각 송풍기가 설치되는 경우, 추진모터의 최대출력에 충분한 용량을 가지는 주 냉각 송풍기 및 통상출력에 충분한 용량을 가지는 보조 냉각 송풍기를 설치하여야 한다. 이 냉각 송풍기는 쉽게 전환할 수 있도록 설치되어야 한다. 다만, 스러스터에 전용의 냉각 송풍기를 설치하는 경우, 보조 냉각 송풍기는 생략할 수 있다.

(라) 추진모터에 냉각 송풍기를 설치하는 경우, 화재 발생 시 안전한 장소에서 송풍기를 정지하고 송풍기의 모든 입출구를 폐쇄할 수 있는 제어수단을 설치하여야 한다.

(6) 시험 및 검사

(가) 공장시험

(a) 축계, 프로펠러, 기어장치 및 조타장치의 시험 및 검사는 **규칙 3장** 및 **7장**의 관련규정을 준용한다.

(b) 부속 관장치 및 보기는 **규칙 6장**의 규정을 준용한다.

(c) 조립 후, 1.5 D 또는 2.0 d와 동등한 수두압력 중 작은 값과 0.2 MPa 중 큰 값으로 압력시험. 다만, 프로펠러 노즐은 0.05 MPa의 압력에서 기밀시험을 인정할 수 있다.

(i) D : 선박의 깊이 (m)

(ii) d : 최대만재설계흘수 (m)

(나) 선내 설치 후 시험 및 검사

(a) 축계비틀림진동의 실측은 **규칙 4장 103.**을 적용한다.

(b) 작동지침서에 따른 각부의 작동시험.

(c) 프로펠러 축 및 선회식 조타장치용 밀봉장치는 사용 압력으로 기밀시험을 하여야 한다.

(d) 선회식 조타장치용 유압장치는 적어도 최대 사용 압력으로 기밀시험을 하여야 한다. 다만, 선내 설치 후 누설시험이 불가능한 경우에, 공장시험을 인정할 수 있다.

(e) 스러스터의 작동시험

(f) (5)에서 규정한 배치에 대한 성능시험(배출장치 제외)

(마) 해상시운전

(a) 해상시운전 시 다음의 시험을 하여야 한다. 다만, (i) 및 (ii)을 제외한 시험은 계선시 또는 입거시에 시행할 수 있다. 또한, 선내 설치 후 도출밸브의 작동시험이 불가능한 경우에, 공장시험으로 대체할 수 있다.

(i) (4)호의 (나) (d) 및 (e)에서 규정한 조타능력 시험

(ii) 조타용 제어의 작동시험 (선교와 선회식 추진장치 구획간 제어장치의 전환시험 및 자동조타장치를 설치한 경우, 자동조타와 수동조타간의 전환시험 포함)

(iii) 전원장치 및 (4)호의 (바)에서 규정한 대체동력원에 대한 계측시험

(iv) 선교와 선회식 추진 구획 사이간 및 기관실과 선회식 추진 구획 사이간의 통신수단의 시험

(v) 과압 방지용 도출밸브의 작동시험

(vi) 경보 및 안전장치와 선회각, 프로펠러 회전수, 회전방향 및 프로펠러 날개각의 지시기, 그리고 선회식 조타장치용 전동기의 운전지시기의 작동시험

부록 5-2 크랭크축 응력의 상세계산법 (1)

크랭크축 암 필릿부의 기계적 응력의 계산방법은 다음에 따른다.

(1) 굽힘모멘트에 의한 암 필릿부에 대한 응력은 다음 식으로 구한다.

$$\sigma_x = 1.08\,\alpha_{KB}\frac{M_W}{Z} \text{ ---------- (1)}$$

$$\sigma_y = 0.285\,\alpha_{KB}\frac{M_W}{Z} \text{ ---------- (2)}$$

σ_x : 굽힘모멘트에 의한 필릿부의 축방향 응력

σ_y : 굽힘모멘트에 의한 필릿부의 원주방향 응력

α_{KB} : 굽힘형상계수로 **지침 2장 208.**의 2항 (2)호의 α_{KB}와 동일함

Z : 축의 단면계수

M_W : 암 두께 중심의 크랭크 평면에 직각인 굽힘모멘트로 다음에 따른다.

(가) 크랭크축에 작용하는 외력으로는 폭발력, 왕복운동부 및 편심회전부의 관성력만을 고려하여야 한다. 외력은 집중하중으로서 핀 베어링 중심에 작용하고, 축은 주베어링 중심에서 지지되는 것으로 한다.

(나) 지점의 굽힘모멘트(M_i)는 다음 방정식을 연립하여 구한다.(**그림 1** 참조)

계산은 선수단부터 선미단까지의 크랭크 스로우 전후의 적어도 각각 1스팬까지에 대하여 행한다.

$$\begin{aligned}
&\frac{3}{32}\frac{L_{i-1}^2}{L_i}M_{i-2} + \left\{L_i - \frac{2}{32}\frac{L_{i-1}^2}{L_i}\left(1+\frac{L_{i-1}}{L_i}\right) - \frac{3L_i}{32}\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right)\right\}M_{i-1} \\
&+\left[2(L_f + L_{i+1} + \frac{3}{32}\left\{\frac{L_{i-1}^3}{L_i^2} + L_i\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right)^2 + L_{i+1}\right\}\right]M_i \\
&+\left[L_{i+1} - \frac{3}{32}\left\{\frac{L_i^2}{L_{i+1}}\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right) + L_{i+1}\left(1+\frac{L_{i+1}}{L_{i+2}}\right)\right\}\right]M_{i+1} + \frac{3}{32}\frac{L_{i+1}^2}{L_{i+2}}M_{i+2} \\
&+\frac{3}{32}\left\{\frac{L_{i-1}^2}{L_i}\sum_j W_{i-1\times j}\,a_{i-1\times j} - L_i\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right)\sum_j W_{ij}a_{ij}\right. \\
&+\frac{L_{i-1}^3}{L_i^2}\sum_j W_{ij}(L_i - a_{ij}) + L_{i+1}\sum_j W_{i+1\times j}\,a_{i+1\times j} - \frac{L_i^2}{L_{i+1}} \\
&\left(1+\frac{L_i}{L_{i+1}}\right)\sum_j W_{i+1\times j}(L_{i+1} - a_{i+1\times j}) + \frac{L_{i+1}^2}{L_{i+2}}\sum_j W_{ij}a_{ij}(L_i^2 - a_{ij}^2) \\
&+\frac{1}{L_{i+1}}\sum_j W_{i+1\times j}a_{i+1\times j}(L_{i+1} - a_{i+1\times j})(2L_{i+1} - a_{i+1\times j}) = 0 \text{ ------ (3)}
\end{aligned}$$

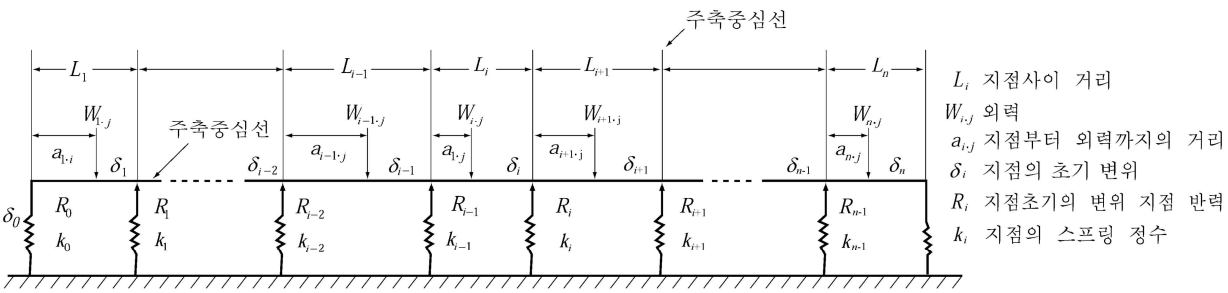


그림 1 연속보

(다) 암 중심의 굽힘모멘트(M_W)는 다음 식에서 구한다.(**그림 2** 참조)

$$M_{WFi} = \frac{L_i - l_{WFi}}{L_i} M_{i-1} + \frac{l_{WFi}}{L_i} M_i + l_{WFi} \sum_j \left(1 - \frac{a_{ij}}{L_i}\right) W_{ij}$$

$$M_{WAi} = \frac{L_i - l_{WFi}}{L_i} M_{i-1} + \frac{l_{WFi}}{L_i} M_i + (L_i - l_{WAi}) \sum_j \frac{a_{ij}}{L_i} W_{ij} \text{ ---------- (4)}$$

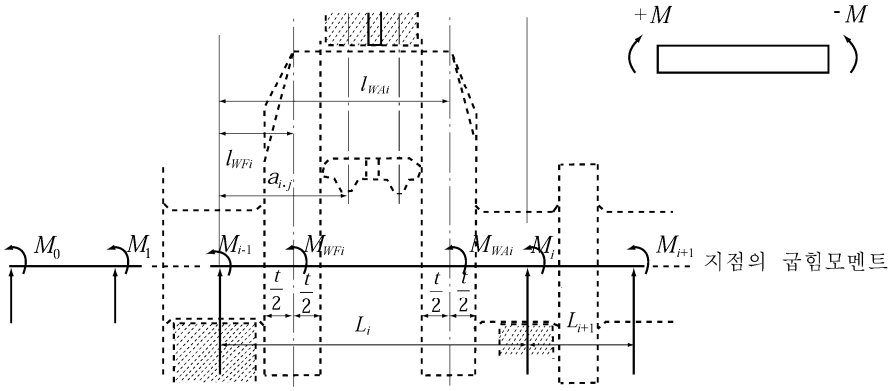


그림 2 임의의 점의 굽힘모멘트

(2) 비틀림모멘트에 의한 필릿부의 응력(비틀림응력)은 다음 식으로 구한다.

$$\tau_f = \alpha_{KT} \frac{T}{Z_p} \text{ ---------- (5)}$$

τ_f : 암 필릿부의 비틀림응력

α_{KT} : 비틀림 형상계수로 **지침 2장 208.**의 2항 (2)호의 α_{KT}와 동일함

Z_p : 축의 극단면계수

T : 핀 또는 저널에 작용하는 비틀림모멘트로 자유단측부터 순차로 가산하여 구한다. 고려하여야 할 외력은 굽힘응력의 경우와 같다.

(3) 등가응력(주응력)은 다음 식으로 구한다.

$$\left.\begin{matrix}\sigma_1 \\ \sigma_2\end{matrix}\right\} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_f^2} \text{ ------ (6)}$$

$$\delta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{2 \times \tau_f}{\sigma_x - \sigma_y} \text{ ---------- (7)}$$

σ_1 : 암 필릿부에 있어서 최대 주응력

σ_2 : 암 필릿부에 있어서 최소 주응력

δ : 축방향에 대한 σ_1 의 경사각

(4) 등가응력 편진폭 σ_e 의 산정은 다음에 따른다.

전 각호의 계산을 크랭크 회전각 10°마다 행하여, 그 값을 조합하여 다음 (8) 식에 의한 $\sigma_{resultant}$ 를 산정하고, 그 최대값을 그 스로우의 등가응력 편진폭 σ_e 로 한다.

$$\sigma_{resultant} = \frac{1}{2} [\sigma_{1\theta I} \cos^2\theta - \sigma_{2\theta II} \sin^2(\theta + \delta_{\theta II} - \delta_{\theta I})] \text{ ---------- (8)}$$

여기서,

$$\theta = \frac{1}{2}\tan^{-1}\frac{-2\,\sigma_{2\theta II}}{\sigma_{1\theta I}-\sigma_{2\theta II}}\cot\left(\delta_{\theta II}-\delta_{\theta I}\right)$$

$\sigma_{1\theta I}$, $\delta_{\theta I}$: 크랭크 회전각이 θ_I 일 때의 σ_1, δ 를 표시한다.

$\sigma_{2\theta II}$, $\delta_{\theta II}$: 크랭크 회전각이 θ_{II} 일 때의 σ_2, δ 를 표시한다.

부록 5-3 크랭크축 응력의 상세 계산법 (2)

1. 일반사항

(1) 적용

이 계산법은 디젤기관의 일체형 및 반조립형의 단강제 또는 주강제 크랭크축으로서 주베어링 사이에 1개의 크랭크 스로우를 갖는 것에 적용한다.

(2) 계산의 개요

(가) 크랭크축의 치수는 고응력부의 피로에 대한 안전평가에 기초를 두어 정한다.

(나) 다음의 부분이 고응력에 노출된 부분이라는 가정 하에 기초를 두고 계산한다.

(a) 크랭크핀과 암, 크랭크저널과 암 사이의 필릿부

(b) 크랭크핀 오일구멍의 출구

(다) 크랭크저널의 지름이 크랭크핀의 지름과 같거나 큰 경우, 주저널 오일구멍의 출구는 크랭크핀 오일구멍과 유사한 방식으로 만들어야 한다. 그렇지 않은 경우, 피로안전에 대한 별도의 자료를 요구할 수 있다.

(라) 크랭크축 강도의 계산시에는 우선 호칭변동굽힘응력 및 호칭변동비틀림응력을 결정한 후 적당한 응력집중계수를 곱하는 것으로서, 등가변동응력을 계산한다. 그런 후에 이 등가변동응력을 선정된 크랭크축 재료의 피로강도와 비교하여 해당 크랭크축이 적절한 치수로 설계되었는지 여부를 판정한다.

2. 응력계산

(1) 굽힘모멘트 및 반지름방향 힘으로 인한 변동응력의 계산

(가) 가정

(a) 변동응력의 계산은 인접한 주저널의 중심 사이에서 지지되는 크랭크 스로우 1개만을 고려하여 계산하며, 가스압력 및 관성력이 작용하는 정적인 결정계에 기초를 두고 한다. 크랭크 스로우의 길이는 인접한 2개의 주베어링 중간지점 사이의 길이(L_3)로 한다(**그림 1** 및 **그림 2** 참조).

(b) 굽힘모멘트(M_{BR}, M_{BT})는 연접봉에 작용하는 힘의 반지름방향 성분(F_R)과 접선방향 성분(F_T)으로 인한 단순지지보의 굽힘모멘트 선도에 기초를 둔 해당 단면에서 각각 계산한다(**그림 1** 참조).

(c) 1개의 크랭크핀에 2개의 연접봉을 가지는 크랭크 스로우의 경우, 굽힘모멘트는 해당 실린더 사이의 착화간격을 위상으로 하는 2개의 단순지지보의 굽힘모멘트 선도의 중첩위치(superposition)로 구한다(**그림 2** 참조).

(d) 암에 작용하는 굽힘모멘트 및 반지름방향 힘

(i) 굽힘모멘트(M_{BRF})와 반지름방향 힘(Q_{RF})은 일체형 암의 중심(L_1)에 작용하는 것으로서 연접봉에 작용하는 힘의 반지름방향 성분으로부터 구한다.

(ii) 굽힘모멘트 및 반지름방향 힘에 의한 변동굽힘 및 압축응력은 크랭크암의 단면과 관련되어 있다. 이 기준 단면은 암의 두께(W)와 암의 폭(B)을 사용하여 구한다(**그림 3** 참조).

(iii) 계산에 있어서 평균응력은 무시한다.

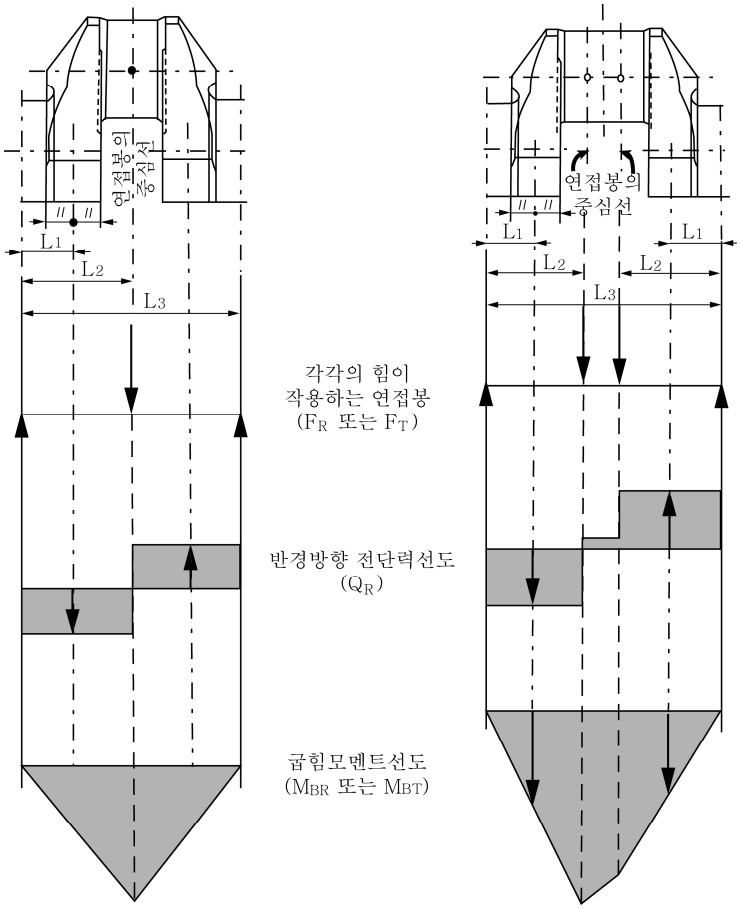


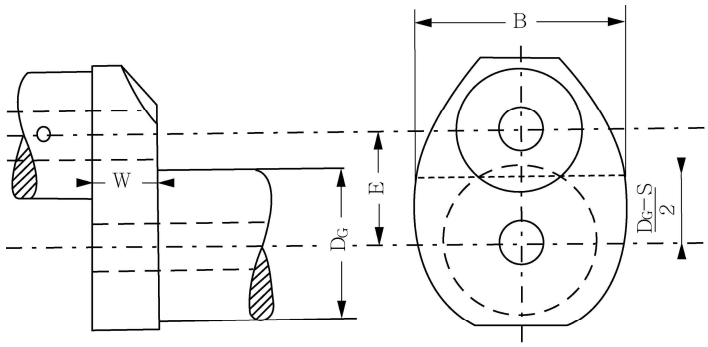
그림 1 직렬기관의 크랭크 스로우

그림 2 동일 크랭크핀에 2개의 연접봉을 가진 V형 기관의 크랭크 스로우

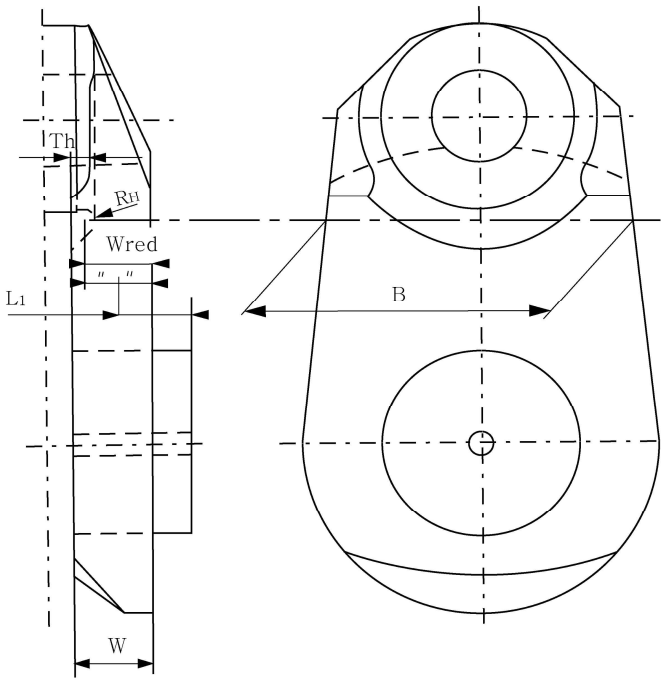
L_1 : 크랭크저널의 중심선과 크랭크 암의 중심 사이의 거리 (**그림 3** 참조)

L_2 : 크랭크저널의 중심선과 연접봉 중심 사이의 거리

L_3 : 2개의 인접한 크랭크저널의 중심선 사이의 거리



오버랩되는 크랭크축

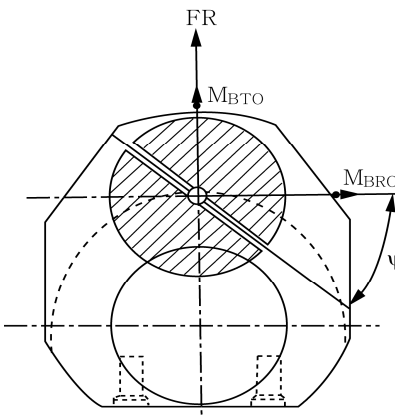


오버랩되지 않은 크랭크축

그림 3 크랭크암 단면의 기준면

(e) 크랭크핀의 오일구멍 출구에 작용하는 굽힘

(i) 2개의 해당 굽힘모멘트는 오일구멍이 통과하는 크랭크핀 단면에 작용한다.



M_{BRO} : 연접봉에 작용하는 힘의 반지름방향 성분에 대한 굽힘모멘트

M_{BTO} : 연접봉에 작용하는 힘의 접선방향 성분에 대한 굽힘모멘트

그림 4 오일구멍이 통과하는 크랭크핀 단면

(ii) 이들 굽힘모멘트에 의한 변동응력은 축방향으로 구멍난 크랭크핀의 단면적과 관련이 있다.

(iii) 계산에 있어서 평균굽힘응력은 무시한다.

(나) 암의 호칭 변동굽힘응력 및 호칭 변동압축응력

(a) 계산법은 다음과 같다.

(i) 각 연접봉 위치에서 크랭크핀에 작용하는 가스압력 및 관성력에 의한 반지름방향 및 접선방향 힘은 1사이클 전체에 걸쳐 구한다.

(ii) 1사이클 전체에 걸쳐 계산된 힘을 이용하고 주베어링 중간지점으로부터의 거리를 고려하여 (1)호 (가) (d) 및 (e)에서 정하여진 굽힘모멘트(M_{BRF}, M_{BRO}, M_{BTO})와 반지름방향 힘(Q_{RF})의 시간곡선을 계산한다.

(iii) V형 기관의 경우, 1개의 크랭크 스로우에 작용하는 2개의 실린더 가스압력 및 관성력으로부터 산출되는 굽힘모멘트는 위상을 고려하여 중첩하여 합성한다. 서로 다른 설계(포오크형 연접봉, 분절형 연접봉 또는 일체형 연접봉)에 대하여 계산하여야 한다.

(iv) 1개의 크랭크축에서 다른 형상의 크랭크가 있는 경우에는 모든 크랭크 형상에 대하여 계산하여야 한다.

(v) 변동값은 다음 식으로 계산한다.

$$X_N = \pm \frac{1}{2}\left[X_{\max} - X_{\min}\right]$$

X_N : 변동력, 변동모멘트 또는 변동응력을 고려한 변동값

$X_{\max}$: 1사이클 중의 최대값

$X_{\min}$: 1사이클 중의 최소값

(b) 암의 단면에서 호칭 변동굽힘응력 및 호칭 변동압축응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{BFN} = \pm \frac{M_{BRFN}}{W_{eqw}} \cdot 10^3 \cdot K_e$$

$$\sigma_{QFN} = \pm \frac{Q_{RFN}}{F} \cdot K_e$$

σ_{BFN} : 암과 관련한 호칭 변동굽힘응력 (N/mm^2)

M_{BRFN} : 암의 중심과 관련한 변동굽힘모멘트 (N • m) (**그림 1** 및 **그림 2** 참조)

$$M_{BRFN} = \pm \frac{1}{2}\left[M_{BRF_{\max}} - M_{BRF_{\min}}\right]$$

W_{eqw} : 암의 단면과 관련한 단면계수 (mm^3)

$$W_{eqw} = \frac{B \cdot W^2}{6}$$

K_e : 베어링 구속조건 및 인접 크랭크의 영향을 고려한 경험적인 계수

= 0.8 (2행정 기관)

= 1.0 (4행정 기관)

σ_{QFN} : 암과 관련한 반지름방향 힘에 의한 호칭 변동압축응력 (N/mm^2)

Q_{RFN} : 암과 관련한 변동 반지름방향 힘 (N) (**그림 1** 및 **그림 2** 참조)

$$Q_{RFN} = \pm \frac{1}{2}\left[Q_{RF_{\max}} - Q_{RF_{\min}}\right]$$

F : 암의 단면과 관련한 면적 (mm^2)

$$F = B \cdot W$$

(c) 크랭크핀의 오일구멍 출구에서 호칭 변동굽힘응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{BON} = \pm \frac{M_{BON}}{W_e} \cdot 10^3$$

σ_{BON} : 크랭크핀 지름과 관련한 호칭 변동굽힘응력 (N/mm^2)
M_{BON} : 크랭크핀 오일구멍의 출구에서 계산된 변동굽힘모멘트 (N • m)

$$M_{BON} = \pm \frac{1}{2}\left[M_{BO_{\max}} - M_{BO_{\min}}\right]$$

$$M_{BO} = \left(M_{BTO} \cdot \cos\psi + M_{BRO} \cdot \sin\psi\right), \quad \psi\ (°)$$ (**그림 4** 참조)

W_e : 축방향으로 구멍난 크랭크핀의 단면과 관련한 단면계수 (mm^3)

$$W_e = \frac{\pi}{32}\left[\frac{D^4 - D_{BH}^4}{D}\right]$$

(다) 필릿부의 변동굽힘응력

(a) 크랭크핀 필릿부의 변동굽힘응력 σ_{BH}는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{BH} = \pm\left(\alpha_B \cdot \sigma_{BFN}\right)$$

σ_{BH} : 크랭크핀 필릿부의 변동굽힘응력 (N/mm^2)
α_B : 크랭크핀 필릿부의 굽힘에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

(b) 크랭크저널 필릿부의 변동굽힘응력 σ_{BG}는 다음 식으로 계산한다. (반조립형 크랭크축은 적용 하지 않음).

$$\sigma_{BG} = \pm\left(\left(\beta_B \cdot \sigma_{BFN} + \beta_Q \cdot \sigma_{QFN}\right)\right.$$

σ_{BG} : 저어널 필릿부의 변동굽힘응력 (N/mm^2)
β_B : 저어널 필릿부의 굽힘에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)
β_Q : 저어널 필릿부의 반지름방향 힘으로 인한 압축에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

(라) 크랭크핀의 오일구멍 출구에서 변동굽힘응력 σ_{BO}는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{BO} = \pm\left(\gamma_B \cdot \sigma_{BON}\right)$$

σ_{BO} : 크랭크핀 오일구멍 출구에서의 변동굽힘응력 (N/mm^2)
γ_B : 크랭크핀 오일구멍의 굽힘에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

(2) 변동비틀림응력의 계산

(가) 호칭 변동비틀림응력

(a) 최대 및 최소 토크는 2행정기관은 1~15차, 4행정기관은 0.5~12차의 강제진동을 조화 합성함으로서 전체 동적 계의 각 질점과 전속도범위에 대하여 확인되어야 한다.

(b) 계의 감쇠에 대한 추정오차, 1실린더 착화실패와 같은 불확정 요인에 대하여 여유를 두어야 한다.

(c) 회전수의 분할은 기관의 운전속도범위에서 발견되는 모든 응답이 탐지될 수 있도록 선정하여야 한다.

(d) 운전금지범위가 필요한 경우, 그 범위는 존재하더라도 만족스러운 운전이 가능하도록 배치하여야 한다. 정상적인 착화조건에 있어서 $\lambda \geq 0.8$의 속도비 이상의 운전금지범위가 존재하여서는 아니 된다.

(e) 각 질점에서의 호칭 변동비틀림응력은 크랭크축 평가에 가장 중요하며, 다음 식으로 계산한다.

$$\tau_N = \pm \frac{M_{TN}}{W_P} \cdot 10^3$$

τ_N : 크랭크핀 또는 저널의 호칭 변동비틀림진동 (N/mm^2)
M_{TN} : 최대변동토크 (N • m)

$$M_{TN} = \pm \frac{1}{2}\left[M_{T_{\max}} - M_{T_{\min}}\right]$$

$M_{T_{\max}}$: 최대 토크 (N • m)
$M_{T_{\min}}$: 최소 토크 (N • m)

W_P : 축방향으로 구멍난 크랭크핀 또는 구멍난 저널 단면의 극 단면계수 (mm^3)

$$W_P = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D^4 - D_{BH}^4}{D}\right) \text{ 또는 } W_P = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D_G^4 - D_{BG}^4}{D_G}\right)$$

(f) 크랭크축 평가를 위한 계산에 사용하는 호칭 변동비틀림진동은 상기 방법에 따라 계산된 가장 큰 값이며, 크랭크축계의 가장 큰 비틀림하중을 받는 질점에서 발생한다. 운전금지범위가 존재하는 경우, 이들 범위 내에 있는 비틀림응력은 크랭크축 평가를 위한 계산에 사용하여서는 아니 된다.

(g) 크랭크축의 승인은 가장 큰 호칭 변동비틀림응력을 갖는 장치에 기준을 두어야 한다. 다만, 기관 제조자에 의해 규정된 최대값을 초과하여서는 아니 된다.

(나) 필릿부 및 크랭크핀 오일구멍 출구의 변동비틀림응력

(a) 크랭크핀 필릿부의 변동비틀림응력 τ_H는 다음 식으로 계산한다.

$$\tau_H = \pm(\alpha_T \cdot \tau_N)$$

τ_H : 크랭크핀 필릿부의 변동비틀림응력 (N/mm^2)
α_T : 크랭크핀 필릿부의 비틀림에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)
τ_N : 크랭크핀 지름과 관련된 호칭 변동비틀림진동 (N/mm^2)

(b) 크랭크저널 필릿부의 변동비틀림응력 τ_G는 다음 식으로 계산한다(반조립형 크랭크축을 적용하지 않음).

$$\tau_G = \pm(\beta_T \cdot \tau_N)$$

τ_G : 크랭크저널 필릿부의 변동비틀림응력 (N/mm^2)
β_T : 크랭크저널 필릿부의 비틀림에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)
τ_N : 크랭크저널 지름과 관련된 호칭 변동비틀림응력 (N/mm^2)

(c) 크랭크핀 오일구멍 출구의 변동비틀림응력 σ_{T0}는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{T0} = \pm(\gamma_T \cdot \tau_N)$$

σ_{T0} : 비틀림에 의한 크랭크핀 오일구멍 출구의 변동응력 (N/mm^2)
γ_T : 크랭크핀 오일구멍 출구의 비틀림에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)
τ_N : 크랭크핀 지름과 관련된 호칭 변동비틀림응력 (N/mm^2)

3. 응력집중계수

(1) 일반사항

(가) 응력집중계수는 일체형 단조 크랭크축의 필릿부 및 크랭크핀 오일구멍과 반조립형 크랭크축의 크랭크핀 필릿부에만 적용하는 **3**항 (2)호, (3)호 및 (4)호의 계산식을 이용하여 구한다. 오일구멍에 관한 응력집중계수의 계산식은 반지름방향으로 뚫린 오일구멍에만 적용된다는 것을 명심하여야 한다. 필릿부에 대한 계산식은 FVV(Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen)의 조사보고서, 오일구멍에 대한 계산식은 ESDU (Engineering Science Data Unit)의 조사보고서에 기초로 둔 것이다(계산 필요한 크랭크의 모든 치수는 **그림 5** 참조).

분석적 응력집중계수를 적용할 수 없는 크랭크축 형상의 경우, **부속서** III에 있는 상세 계산방법을 따를 수 있다.

(나) 굽힘에 대한 응력집중계수(α_B, β_B)는 굽힘하중을 받는 필릿부에서 발생하는 최대등가응력과 암의 단면에서의 호칭 굽힘응력과의 비를 말한다(**부속서** I 참조).

(다) 크랭크저널 필릿부에서의 압축에 대한 응력집중계수(β_Q)는 반지름방향 힘으로 인해 필릿부에서 발생하는 최대등가응력과 암의 단면에서의 호칭 압축응력과의 비를 말한다(**부속서** I 참조).

(라) 비틀림에 대한 응력집중계수(α_T, β_T)는 비틀림하중을 받는 필릿부에서 발생하는 최대 등가전단응력과 축방향으로 구멍난 크랭크핀 또는 저널의 단면에서의 호칭 비틀림응력과의 비를 말한다(**부속서** I 참조).

(마) 굽힘(γ_B)과 비틀림(γ_T)에 대한 응력집중계수는 축방향으로 구멍난 크랭크핀 단면의 해당하는 호칭응력과 굽힘 및 비틀림하중을 받는 크랭크핀의 오일구멍 출구에서 발생하는 최대 주응력과의 비를 말한다(**부속서** II 참조).

(바) 응력집중계수의 직접평가를 허용할 수 있는 신뢰할만한 계측 및/또는 계산을 이용할 경우, 이들 관련 자료 및 분석방법은 현재의 규칙과 일치한다는 것을 증명하기 위하여 선급에 제출되어야 한다. 이는 치수가 (2)호부터 (3)호까지 제시된 경험식의 유효 범위를 벗어나는 경우 항상 수행해야 한다. **부속서** III과 **부속서** VI은 유한요소 해석이 응력집중계수의 계산에 어떻게 사용될 수 있는지 설명한다. 등가(von Mises) 응력과 주응력을 혼합하지 않도록 주의해야 한다. *(2018)*

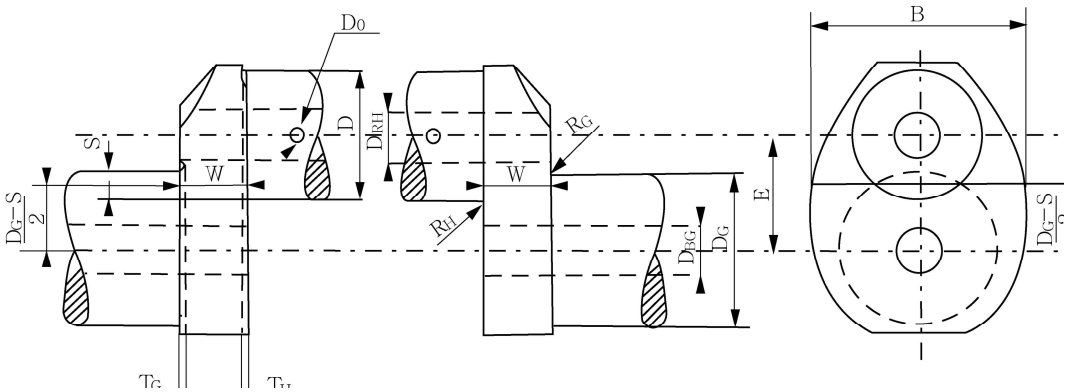


그림 5 응력집중계산에 필요한 크랭크 치수

(사) 기호의 의미는 다음과 같다.

D : 크랭크핀 지름 (mm)
D_{RH} : 크랭크핀에 있는 축방향 구멍의 지름 (mm)
D_O : 크랭크핀 오일구멍의 지름 (mm)
R_H : 크랭크핀 필릿부의 반지름 (mm)
T_H : 크랭크핀 필릿부의 리세스 (mm)
D_G : 크랭크저널의 지름 (mm)
D_{BG} : 크랭크저널에 있는 축방향 구멍의 지름 (mm)
R_G : 크랭크저널 필릿부의 반지름 (mm)
T_G : 크랭크저널 필릿부의 리세스 (mm)
E : 크랭크핀의 편심 (mm)
S : 크랭크핀과 저널의 오버랩 (mm)

$$S = \frac{D+D_G}{2} - E$$

W : 암의 두께 web thickness (mm)

B : 암의 폭 web width (mm)

2행정 반조립형 크랭크축의 경우, 암의 두께와 폭은 다음과 같다.

- $T_H > R_H$인 경우, 암의 두께(W)는 다음과 같아야 한다.

$$W_{red} = W - (T_H - R_H)$$ (**그림 3** 참조)

- 암의 폭(B)은 **그림 3**에 따라 크랭크핀 필릿부의 반지름 중심 근처이어야 한다.

다음의 상대치수는 응력집중계수의 계산에 적용한다.

크랭크핀 필릿부	크랭크저널 필릿부
$r = R_H/D$ $(0.03 \le r \le 0.13)$	$r = R_G/D$ $(0.03 \le r \le 0.13)$
$s = S/D$ $(s \le 0.5)$ $w = W/D$ $(0.2 \le w \le 0.8)$ (오버랩 부분이 있는 크랭크축) W_{red}/D $(0.2 \le w \le 0.8)$ (오버랩 부분이 없는 크랭크축) $b = B/D$ $(1.1 \le b \le 2.2)$ $d_o = D_O/D$ $(0 \le d_O \le 0.2)$ $d_G = D_{BG}/D$ $(0 \le d_G \le 0.8)$ $d_H = D_{BH}/D$ $(0 \le d_H \le 0.8)$ $t_H = T_H/D$ $t_G = T_G/D$	

(아) 다음의 경우, s의 저범위는 음(-)의 값을 증가시키기 위해 아래로 연장할 수 있어야 한다.

(a) 계산된 f(recess)값이 1보다 작아서 계수 f(recess)를 사용하지 못하는 경우 (f(recess)=1)

(b) s값이 -0.5보다 작아서 $f(s, w)$ 및 $f(r, s)$는 s의 실제 값을 -0.5로 교체하여 구하여야 하는 경우

(2) 크랭크핀 필릿부의 응력집중계수

(가) 굽힘에 대한 응력집중계수(α_B)는 다음 식으로 계산한다.

$$\alpha_B = 2.6914 \cdot f(s,w) \cdot f(w) \cdot f(b) \cdot f(r) \cdot f(d_G) \cdot f(d_H) \cdot f(\text{recess})$$

$$\begin{aligned} f(s,w) = & -4.1883 + 29.2004 \cdot w - 77.5925 \cdot w^2 + 91.9454 \cdot w^3 - 40.0416 \cdot w^4 \\ & + (1-s) \cdot (9.5440 - 58.3480 \cdot w + 159.3415 \cdot w^2 - 192.5846 \cdot w^3 + 85.2916 \cdot w^4) \\ & + (1-s)^2 \cdot (-3.8399 + 25.0444 \cdot w - 70.5571 \cdot w^2 + 87.0328 \cdot w^3 - 39.1832 \cdot w^4) \end{aligned}$$

$$f(w) = 2.1790 \cdot w^{0.7171}$$

$$f(b) = 0.6840 - 0.0077 \cdot b + 0.1473 \cdot b^2$$

$$f(r) = 0.2081 \cdot r^{-0.5231}$$

$$f(d_G) = 0.9993 + 0.27 \cdot d_G - 1.0211 \cdot d_G^2 + 0.5306 \cdot d_G^3$$

$$f(d_H) = 0.9978 + 0.3145 \cdot d_H - 1.5241 \cdot d_H^2 + 2.4147 \cdot d_H^3$$

$$f(\text{recess}) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

(나) 비틀림에 대한 응력집중계수(α_T)는 다음 식으로 계산한다.

$$\alpha_T = 0.8 \cdot f(r,s) \cdot f(b) \cdot f(w)$$

$$f(r,s) = r^{-0.322+0.1015(1-s)}$$
$$f(b) = 7.8955 - 10.654 \cdot b + 5.3482 \cdot b^2 - 0.85 \cdot b^3$$
$$f(w) = w^{-0.145}$$

(3) 크랭크저널 필릿부의 응력집중계수 (반조립형 크랭크축은 적용하지 않음)

(가) 굽힘에 의한 응력집중계수(β_B)는 다음 식으로 계산한다.

$$\beta_B = 2.7146 \cdot f_B(s,w) \cdot f_B(w) \cdot f_B(b) \cdot f_B(r) \cdot f_B(d_G) \cdot f_B(d_H) \cdot f(\text{recess})$$

$$f_B(s,w) = -1.7625 + 2.9821 \cdot w - 1.527 \cdot w^2 + (1-s) \cdot (5.1169 - 5.8089 \cdot w + 3.1391 \cdot w^2) + (1-s)^2 \cdot (-2.1567 + 2.3297 \cdot w - 1.2952 \cdot w^2)$$
$$f_B(w) = 2.2422 \cdot w^{0.7548}$$
$$f_B(b) = 0.5616 + 0.1197 \cdot b + 0.1176 \cdot b^2$$
$$f_B(r) = 0.1908 \cdot r^{-0.5568}$$
$$f_B(d_G) = 1.0012 - 0.6441 \cdot d_G + 1.2265 \cdot d_G^2$$
$$f_B(d_H) = 1.0022 - 0.1903 \cdot d_H + 0.0073 \cdot d_H^2$$
$$f(\text{recess}) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

(나) 반지름방향 힘으로 인한 압축에 대한 응력집중계수(β_Q)는 다음 식으로 계산한다.

$$\beta_Q = 3.0128 \cdot f_Q(s) \cdot f_Q(w) \cdot f_Q(b) \cdot f_Q(r) \cdot f_Q(d_H) \cdot f(\text{recess})$$

$$f_Q(s) = 0.4368 + 2.1630 \cdot (1-s) - 1.5212 \cdot (1-s)^2$$
$$f_Q(w) = \frac{w}{0.0637 + 0.9369 \cdot w}$$
$$f_Q(b) = -0.5 + b$$
$$f_Q(r) = 0.5331 \cdot r^{-0.2038}$$
$$f_Q(d_H) = 0.9937 - 1.1949 \cdot d_H + 1.7373 \cdot d_H^2$$
$$f(\text{recess}) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

(다) 비틀림에 대한 응력집중계수(β_T)는 다음 식으로 계산한다.

(a) 크랭크핀과 저널의 지름 및 필릿부 반지름이 동일한 경우

$$\beta_T = \alpha_T$$

(b) 크랭크핀과 저널의 지름 및 필릿부 반지름이 다른 경우

$$\beta_T = 0.8 \cdot f(r,s) \cdot f(b) \cdot f(w)$$

$f(r,s)$, $f(b)$ 및 $f(w)$는 3항 (2)호와 같다. 다만, 저널 필릿부의 반지름은 다음 식으로 계산한다.

$$r = \frac{R_G}{D_G}$$

(라) 크랭크핀 오일구멍 출구의 응력집중계수

(a) 굽힘에 대한 응력집중계수(γ_B)는 다음 식으로 계산한다.

$$\gamma_B = 3 - 5.88 \cdot d_O + 34.6 \cdot d_O^2$$

(b) 비틀림에 대한 응력집중계수(γ_T)는 다음 식으로 계산한다.

$$\gamma_T = 4 - 6 \cdot d_O + 30 \cdot d_O^2$$

4. 부가굽힘응력

(1) 종진동 및 횡진동 뿐만 아니라 베드 플레이트의 변형 및 미스 얼라인먼트로 인한 굽힘응력을 고려하여 필릿부의 변동굽힘응력(σ_{BH}, σ_{BG})에 다음의 표에 주어진 부가굽힘응력(σ_{add})를 가한다.

기관 형식	σ_{add} (N/mm^2)
크로스헤드 기관	± 30[(1)]
트렁크피스톤 기관	± 10
(비고) (1) ± 30 N/mm^{2}의 부가응력은 다음 2개의 성분으로 구성된다. 1) 종진동으로 인한 ± 20 N/mm^{2}의 부가응력 2) 베드 플레이트의 변형 및 미스 얼라인먼트로 인한 ± 10 N/mm^{2}의 부가응력	

(2) 전체 동적 계(기관/축계/동력전달장치/프로펠러)의 종진동 계산결과를 이용할 수 없는 경우에는 평가를 위한 종진동성분으로 ± 20 N/mm^{2}의 값을 사용하는 것이 바람직하다.

(3) 전체 동적 계의 종진동 계산결과를 이용할 수 있는 경우에는 그 결과치를 사용할 수 있다.

5. 등가변동응력

(1) 일반사항

(가) 필릿부의 경우, 굽힘 및 비틀림 하중은 굽힘 및 비틀림 응력이 시간의 위상을 이루고 해당하는 최대값은 동일한 장소에서 발생한다는 추가 가정 하에 Von Mises 등가응력에 의해 설명될 수 있는 2개의 서로 다른 복수의 축방향 응력장으로 유도된다(**부속서** I 참조). 결론적으로 등가변동응력은 주응력설(Von Mises criterion)을 이용하여 저널 필릿부 뿐만 아니라 크랭크핀 필릿부용으로 계산되어야 한다.

(나) 오일구멍 출구의 경우, 굽힘 및 비틀림 하중은 굽힘 및 비틀림 응력이 시간의 위상을 이룬다는 가정 하에 이들 두 응력장의 조합으로 인한 최대 주응력과 동등한 등가 주응력에 의해 설명될 수 있는 2개의 서로 다른 응력장으로 유도된다(**부속서** II 참조).

(다) 등가응력평가에 대한 상기 2개의 서로 다른 방법은 주응력설(Von Mises criterion)에 따라 평가된 크랭크축의 동일한 피로강도값과 비교할 수 있는 응력으로 유도된다.

(2) 크랭크핀 필릿부의 등가변동응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_v = \pm \sqrt{(\sigma_{BH} + \sigma_{add})^2 + 3 \cdot \tau_H^2}$$

(3) 크랭크저널 필릿부의 등가변동응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_v = \pm \sqrt{(\sigma_{BG} + \sigma_{add})^2 + 3 \cdot \tau_G^2}$$

(4) 크랭크핀 오일구멍 출구의 등가변동응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_V = \pm \frac{1}{3}\sigma_{BO} \cdot \left[1 + 2\sqrt{1 + \frac{9}{4}\left(\frac{\sigma_{T0}}{\sigma_{BO}}\right)^2}\right]$$

σ_V : 등가변동응력 (N/mm^2)

기타의 파라미터에 대하여는 2항 (1)호 (다), 2항 (2)호 (나) 및 4항을 참조할 것.

6. 피로강도

(1) 크랭크핀 지름의 피로강도

크랭크핀 지름의 피로강도(σ_{DW})는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{DW} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left[0.264 + 1.073 \cdot D^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{R_X}}\right]$$

$R_X = R_H$ (필릿부에서)

$R_X = D_O/2$ (오일구멍에서)

(2) 크랭크저널 지름의 피로강도 *(2018)*

(가) 크랭크저널 지름의 피로강도(σ_{DW})는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{DW} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left[0.264 + 1.073 \cdot D_G^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{R_G}}\right]$$

σ_{DW} : 크랭크축의 허용피로강도 (N/mm^2)

K : 표면처리를 하지 않은 크랭크축의 제조방법에 따른 계수로서 1보다 큰 값은 필릿부에서의 피로강도에만 적용한다.

= 1.05 (C.G.F.단조 또는 낙하단조)

= 1.0 (C.G.F.를 하지 않은 자유단조)

필릿부 면적에서 냉간압연처리를 한 주강품에 대한 계수

= 0.93 (우리 선급의 승인된 냉간압연공정을 이용하여 제조된 주강품)

σ_B : 크랭크축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)

기타의 파라미터는 3항 (1)호를 참조할 것. 다만, R_H, R_G 및 R_X는 2 mm 이상으로 한다.

(나) 표면처리공정을 적용할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 표면처리된 필릿부 및 오일구멍 출구 계산에 대한 지침은 **부속서** V에서 제시한다.

(다) 필릿부의 표면, 오일구멍의 출구 및 오일구멍의 내부(최소한 오일구멍 지름의 1.5배에 상당하는 깊이까지)는 매끈하게 마무리해야 한다.

(3) 대체방법으로써 크랭크축의 피로강도는 풀사이즈 크랭크 스로우(또는 크랭크축) 또는 풀사이즈 크랭크 스로우로부터 얻은 시험편에 기초를 둔 실험에 의해 구할 수도 있다. 시험 결과의 평가는 **부속서** IV를 참조한다.

7. 판정기준

크랭크축 치수의 만족 여부는 등가변동응력 σ_v과 피로강도 σ_{DW}와의 비교에 의해 결정한다. 이 비교는 크랭크핀 필릿부, 저널 필릿부, 크랭크핀 오일구멍의 출구에 대하여 행하며, 허용계수 Q 는 다음 식을 기초로 한다. *(2021)*

$$Q = \frac{\sigma_{DW}}{\sigma_v}$$

모든 허용계수 Q 가 다음 기준을 충족하는 경우 크랭크축의 적절한 치수가 보장된다.

$$Q \geq 1.15$$

8. 반조립형 크랭크축의 수축끼워맞춤에 대한 계산

(1) 일반사항

(가) 수축끼워맞춤에 대한 계산을 위해 필요한 크랭크의 모든 치수는 **그림 6**에서 보여주고 있다.

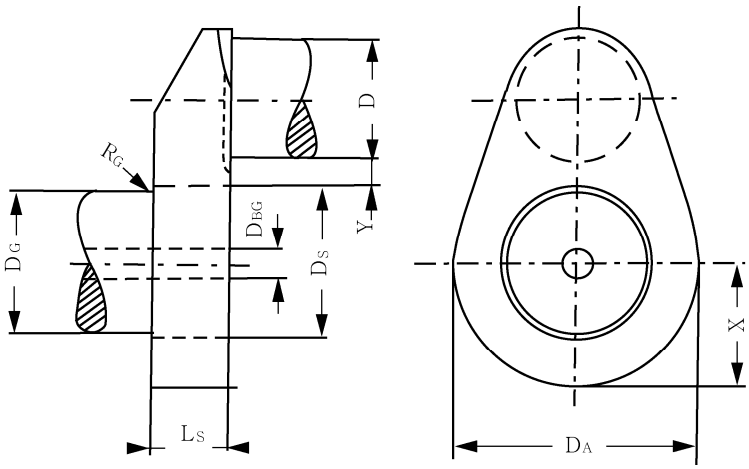


그림 6 반조립형 크랭크축의 크랭크 스로우

(나) 기호 설명은 다음과 같다.

D_A : 암의 바깥지름 또는 저널의 중심선과 암의 바깥선 사이의 최소거리 X의 2배 중 작은 것 (mm)
D_S : 수축지름 (mm)
D_G : 저널지름 (mm)
D_{BG} : 크랭크저널에서 축방향 구멍의 지름 (mm)
L_S : 수축끼워맞춤 길이 (mm)
R_G : 크랭크저널 필릿부의 반지름 (mm)
Y : 크랭크저널과 핀의 인접하는 선 사이의 거리 (mm)
- $Y \geq 0.05 \cdot D_S$
- $Y < 0.1 \cdot D_S$인 경우에는 크랭크핀 필릿부의 피로강도면에서 수축끼워맞춤으로 인한 응력의 영향을 특별히 고려하여야 한다.

(다) 저널부터 수축지름까지 곡면부분의 반지름은 $R_G \geq 0.015 \cdot D_G$ 과 $R_G \geq 0.5 \cdot (D_S - D_G)$ 중에서 큰 값을 사용하여야 한다.

(라) 수축끼워맞춤의 실제 오버사이즈(Z)는 8항 (3)호 및 (4)호에 따라 계산된 $Z_{\min}$과 $Z_{\max}$의 제한값 내에 있어야 한다.

(마) 8항 (2)호의 조건을 이행할 수 없는 경우, $Z_{\min}$과 $Z_{\max}$의 계산 방법(8항 (3)호 및 (4)호)은 다중영역-유연성 문제(multizone-plasticity problems)로 인해 적용하지 못한다. 그러한 경우, $Z_{\min}$과 $Z_{\max}$은 FEM 계산에 기초하여 구하여야 한다.

(2) 저널핀의 최대허용구멍

(가) 저널핀의 최대허용구멍지름(D_{BG})은 다음 식으로 계산한다.

$$D_{BG} = D_S \cdot \sqrt{1 - \frac{4000 \cdot S_R \cdot M_{\max}}{\mu \cdot \pi \cdot D_S^2 \cdot L_S \cdot \sigma_{sp}}}$$

S_R : 슬립에 대한 안전계수로서 실험에 의해 자료로 제출되지 않는 한, 2 이상의 값으로 한다.
$M_{\max}$: 2항 (2)호 (가)에 따른 토크의 최대 절대값($M_{T_{\max}}$) (N • m)
μ : 정적 마찰계수로서 실험에 의해 자료로 제출되지 않는 한, 0.2 이하의 값으로 한다.
σ_{SP} : 저널핀에 대한 재료의 규격최소항복강도 (N/mm^2)

(나) 이러한 조건은 저널핀의 구멍에서 유연성을 피하는데 사용된다.

(3) 수축끼워맞춤에 필요한 최소 오버사이즈

최소 오버사이즈($Z_{\min}$)는 다음 식으로 구한 값 중에서 큰 것으로 한다.

$$Z_{\min} \geq \frac{\sigma_{SW} \cdot D_S}{E_m}$$

$$Z_{\min} \geq \frac{4000}{\mu \cdot \pi} \cdot \frac{S_R \cdot M_{\max}}{E_m \cdot D_S \cdot L_S} \cdot \frac{1 - Q_A^2 \cdot Q_S^2}{\left(1 - Q_A^2\right) \cdot \left(1 - Q_S^2\right)}$$

$Z_{\min}$: 최소 오버사이즈 (mm)

E_m : 탄성계수 (N/mm^2)

σ_{SW} : 크랭크암에 대한 재료의 규격최소항복강도 (N/mm^2)

Q_A : 암 비, $Q_A = \dfrac{D_S}{D_A}$

Q_S : 축 비, $Q_S = \dfrac{D_{BG}}{D_S}$

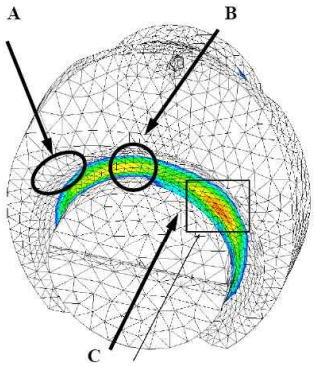
(4) 수축끼워맞춤의 최대 허용오버사이즈

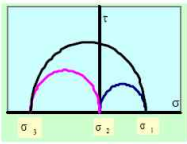
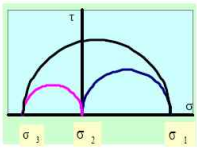
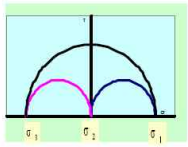
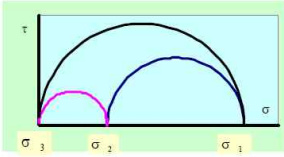
(가) 최대허용오버사이즈($Z_{\max}$)는 다음 식으로 계산한다.

$$Z_{\max} \leq D_S \cdot \left(\frac{\sigma_{SW}}{E_m} + \frac{0.8}{1000} \right)$$

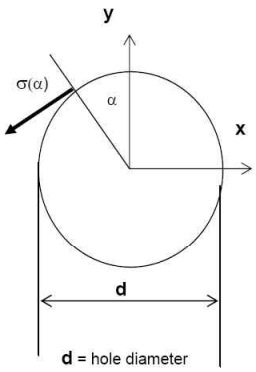
(나) 이러한 조건은 필릿부에서 수축을 유발하는 평균응력을 제한하는데 사용된다.

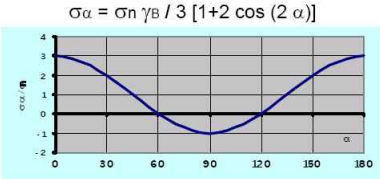
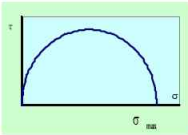
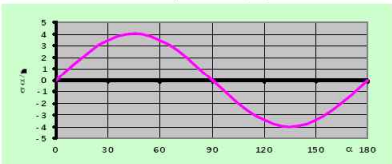
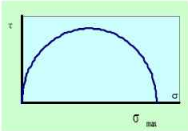
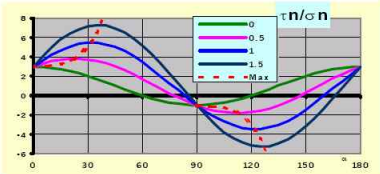
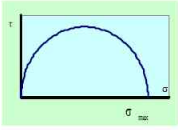
〈부속서 I 크랭크축 필릿부에서 응력집중계수의 정의〉



	Stress	Max ‖σ3‖	Max σ1	
Torsional loading	Location of maximal stresses	A	C	B
	Typical principal stress system Mohr's circle diagram with σ2 = 0	 ‖σ3‖ > σ1	 σ1 > ‖σ3‖	 σ1 ≈ ‖σ3‖
	Equivalent stress and **S.C.F.**	$\tau_{equiv} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ $S.C.F. = \frac{\tau_{equiv}}{\tau_n}$ for α_T, β_T		
Bending loading	Location of maximal stresses	B	B	B
	Typical principal stress system Mohr's circle diagram with σ3 = 0	 σ2 ≠ 0		
	Equivalent stress and **S.C.F.**	$\sigma equiv = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 . \sigma_2}$ $S.C.F. = \frac{\sigma_{equiv}}{\sigma_n}$ for $\alpha_B, \beta_B, \beta_Q$		

〈부속서 II 오일구멍 끝에서 응력집중계수 및 응력분포〉



Stress type	Nominal stress tensor	Uniaxial stress distribution around the edge	Mohr's circle diagram
Tension	$\begin{bmatrix} \sigma n & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\sigma\alpha = \sigma n\ \gamma_B / 3\ [1+2 \cos(2\alpha)]$ 	 $\gamma_B = \sigma_{max} / \sigma_n$ for $\alpha = k\pi$
Shear	$\begin{bmatrix} 0 & \tau n \\ \tau n & 0 \end{bmatrix}$	$\sigma\alpha = \gamma_T\ \tau n \sin(2\alpha)$ 	 $\gamma_T = \sigma_{max} / \tau_n$ for $\alpha = \frac{\pi}{4} + k\frac{\pi}{2}$
Tension + shear	$\begin{bmatrix} \sigma n & \tau n \\ \tau n & 0 \end{bmatrix}$	$\sigma_\alpha = \frac{\gamma_B}{3}\sigma_n \left\{1 + 2\left[\cos(2\alpha) + \frac{3}{2}\frac{\gamma_T}{\gamma_B}\frac{\tau_n}{\sigma_n}\sin(2\alpha)\right]\right\}$ 	 $\sigma_{max} = \frac{\gamma_B}{3}\sigma_n \left[1 + 2\sqrt{1 + \frac{9}{4}\left(\frac{\gamma_T}{\gamma_B}\frac{\tau_n}{\sigma_n}\right)^2}\right]$ for $\alpha = \frac{1}{2} tg^{-1}\left(\frac{3\gamma_T \tau_n}{2\gamma_B \sigma_n}\right)$

〈부속서 III 유한요소해석법을 사용한 크랭크축 암 필릿부의 응력집중계수 계산〉

1. 일반

(1) 이 해석의 목적은 크랭크축 암 필릿부에서 분석적으로(analytically) 계산된 응력집중계수에 대한 대체방법으로서 유한요소해석법(FEM)을 사용하여 계산하기 위한 것이다. 분석적 방법은 다양한 크랭크 형상에 대한 스트레인 게이지 측정으로 개발된 경험식에 기초한 것이다. 따라서 이러한 경험식의 적용은 특정 형상에만 국한된다.

(2) 이 부속서에 따라 계산된 응력집중계수는 저널 및 핀 필릿부의 공칭응력과 유한요소해석법에 의하여 계산된 응력의 비율로 정의한다. 기존의 응력집중계수 계산방법 또는 이 부속서의 유한요소해석법에 의한 계산방법과 연계하여 사용될 경우, 굽힘에 의한 폰미세스 응력(von Mises stresses)이 계산되어야 하고 비틀림에 의한 주응력(principle stress)이 계산되어야 한다.

(3) 이 부속서의 평가지침 및 절차는 일체형 크랭크 및 반조립형 크랭크(저널 필릿부 제외)에 적합하다.

(4) 선형탄성 유한요소해석법에 의하여 해석이 수행되어야 하고 모든 하중조건에서 적당한 크기의 단위 하중이 적용되어야 한다.

(5) 오일구멍에서의 응력집중계수 계산은 이부속서에 포함되지 않는다.

(6) 단순 형상의 모델링에 의한 것과 단순 굽힘 및 비틀림에 대한 해석결과를 갖는 유한요소해석법으로 구해진 응력을 비교하는 것에 따라 유한요소해석법 요소 정확도를 확인하는 것이 필요하다.

(7) 유한요소해석법(FEM) 대신에 경계요소해석법(BEM)을 사용할 수 있다.

2. 모델 요건

(1) 격자 요소에 대한 권고사항

격자품질 기준을 충족하기 위하여 다음 권고사항에 따라 응력집중계수의 평가를 위한 유한요소 모델을 구성하는 것이 권고된다.

(가) 주베어링 중심선에서 반대편 주베어링 중심선까지 단일의 완전한 크랭크로 구성된 모델

(나) 필릿부에 사용된 요소의 형식

(a) 10 절점 사면체 요소

(b) 8 절점 육면체 요소

(c) 20 절점 육면체 요소

(다) 필릿 반지름에서 격자 특성.

다음 (라) 및 (마)는 크랭크 평면에서 원주방향으로 ±90°에 적용한다.

(라) 원주방향 필릿부 전체에 걸쳐서 최대 요소 크기 a는 r/4로 한다. 20 절점 육면체 요소를 사용할 경우, 원주방향에서의 요소 크기는 5a까지 확대될 수 있다. 다중 반지름 필릿인 경우 r은 국부 필릿부 반지름으로 한다(8절점 육면체 요소가 사용된다면, 품질 기준을 만족하기 위하여 훨씬 작은 요소 크기가 요구된다).

(마) 필릿부 깊이 방향에서의 요소 크기에 대한 권고방법

(a) 첫 번째 층의 두께 : 요소 크기 a와 동일

(b) 두 번째 층의 두께 : 요소 크기 2a와 동일

(c) 세 번째 층의 두께 : 요소 크기 3a와 동일

(바) 암 두께 방향으로 최소 6개의 요소

(사) 일반적으로 크랭크 이외의 부분은 해결방법의 수치적 안정성에 대하여 적절하여야 한다.

(아) 평형추(counter-weights)는 크랭크의 전체 강성에 현저하게 영향을 줄 경우에 한하여 모델링되어야 한다.

(자) 오일 구멍은 전체적 강성에 미치는 영향이 무시할만 하고 필릿부까지의 근접거리가 2r보다 크면 모델링이 필요하지 않다(**그림 7** 참조).

(차) 중량 경감를 위한 구멍은 모델링하여야 한다.

(카) 소프트웨어 요건이 충족될 경우 서브-모델링(sub-modeling)을 사용할 수 있다.

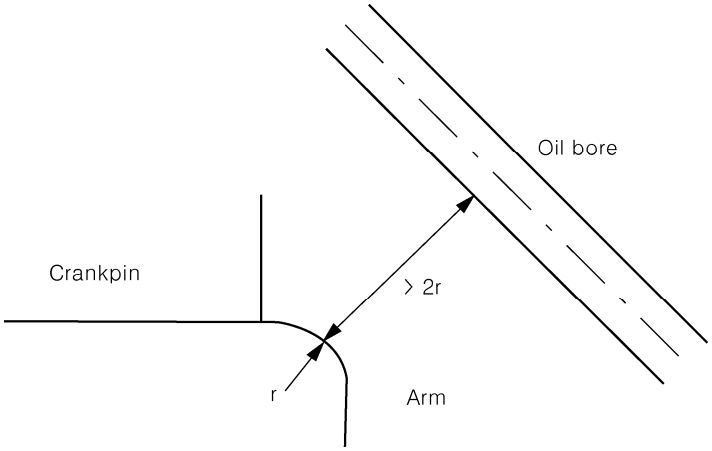


그림 7 오일 구멍에서 필릿부까지 근접거리

(2) 재료

부록 5-3에서는 영계수(E) 및 포아송비(v)와 같은 재료 특성은 고려하지 않는다. 유한요소 해석에서는 변형률이 제일 먼저 계산되고 영계수 및 포아송비를 사용하여 변형률로부터 응력이 유도되기 때문에 이러한 재료계수가 필요하다.

문헌에서 인용되거나 대표적인 재료 샘플에서 측정된 것과 같은 신뢰할 수 있는 재료계수 값이 사용되어야 한다. 강에 대한 영계수 E = 2.05 × 10^5 MPa, 포아송비 v = 0.3이 권고된다.

(3) 격자 요소 품질 기준

실제의 격자 요소는 응력집중계수 평가를 위하여 검토된 영역에서 다음 기준의 어느 것에 만족하지 못할 경우, 세분화된 격자로 2차 계산을 수행하여야 한다.

(가) 주응력 기준

격자의 품질은 필릿부 반지름 표면의 통상적인 응력 구성요소의 확인에 의하여 보증되어야 한다. 이상적으로는 이 응력은 0이 되어야 한다. 주응력 σ_1, σ_2및 σ_3에 대하여 다음 기준이 요구된다.

$$\min(|\sigma_1|,|\sigma_2|,|\sigma_3|) < 0.03 \cdot \max(|\sigma_1|,|\sigma_2|,|\sigma_3|)$$

(나) 평균/비평균(Averaged/unaveraged) 응력 기준

응력집중계수의 계산을 위한 필릿부에서 요소에 걸쳐 응력의 불연속성을 관찰하는 것을 기초로 한다. 한 절점에 연결된 각 요소로부터 계산된 비평균 절점응력(nodal stress)은 검토되는 위치에서 이 절점에서의 100 % 평균 절점응력과의 차이는 5 % 미만이어야 한다.

3. 하중 조건

부록 5-3에서 분석적으로 결정된 응력집중계수를 대체하기 위하여 다음 하중 조건으로 계산되어야 한다.

(1) 비틀림

FVV에서 만든 조사용 시험장비와 유사한 조건으로 **그림 8**과 같이 단순 비틀림을 가한다. 모델 한쪽 끝단면에서 면의 뒤틀림을 구속한다. 크랭크축의 중심 절점에 토크를 적용한다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)으로 가정하고 끝단면의 모든 절점에 견고하게 연결한다. 경계 및 하중 조건은 직렬 및 V형 기관에 유효하다.

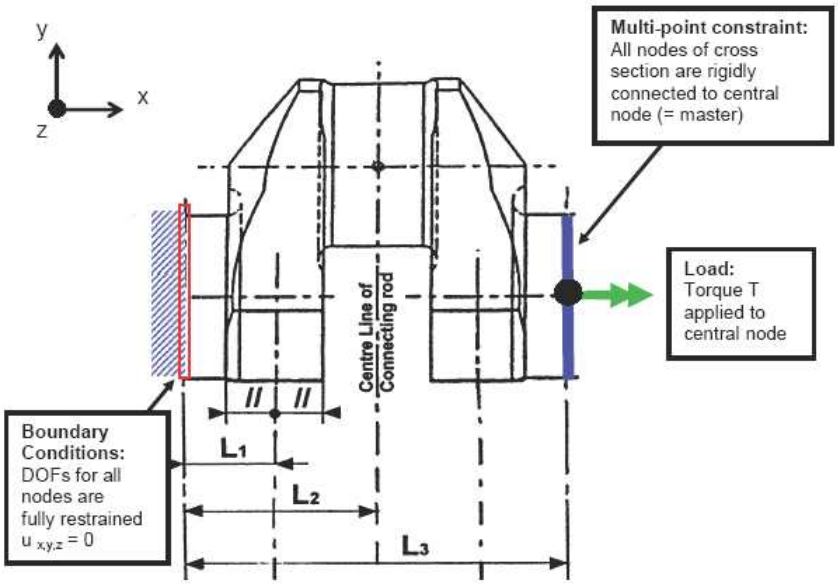


그림 8 비틀림 하중에서 경계 및 하중 조건

저널 및 크랭크에 있는 모든 절점에 대하여 주응력을 구하고 등가의 비틀림 응력을 계산한다.

$$\tau_{equiv} = \max\left(\frac{|\sigma_1 - \sigma_2|}{2}, \frac{|\sigma_2 - \sigma_3|}{2}, \frac{|\sigma_1 - \sigma_3|}{2}\right)$$

이어서 응력집중계수의 최대값을 다음과 같이 계산한다.

$$\alpha_T = \frac{\tau_{equiv,\alpha}}{\tau_N}$$

$$\beta_T = \frac{\tau_{equiv,\beta}}{\tau_N}$$

여기서,

τ_N : 비틀림 토크 T가 작용할 때 **부록 5-3**의 2항 (2)호에 따른 크랭크핀 및 저널의 공칭 비틀림 응력

$$\tau_N = \frac{T}{W_P}$$

(2) 단순 굽힘(4점 굽힘)

FVV에서 만든 조사용 시험장비와 유사한 조건으로 **그림 9**와 같이 단순 굽힘을 가한다. 모델 한쪽 끝단면에서 면의 뒤틀림을 구속한다. 크랭크축의 중심 절점에 굽힘모멘트를 적용한다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)으로 가정하고 끝단면의 모든 절점에 견고하게 연결한다. 경계 및 하중 조건은 직렬 및 V형 기관에 유효하다.

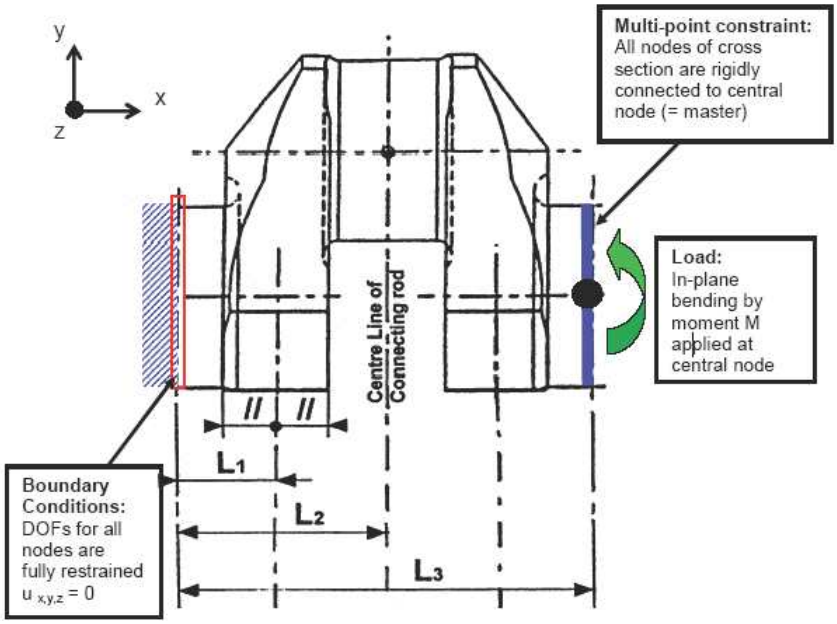


그림 9 단순 굽힘 하중에서 경계 및 하중 조건

저널과 크랭크핀 필릿부의 모든 절점에서 폰미세스 등가응력 σ_{equiv}가 구해진다. 다음 식에서 응력집중계수를 구하기 위하여 그 최대값을 사용한다.

$$\alpha_B = \frac{\sigma_{equiv,\alpha}}{\sigma_N}$$

$$\beta_B = \frac{\sigma_{equiv,\beta}}{\sigma_N}$$

공칭응력 σ_N는 굽힘응력 M으로 **부록5-3**의 2항 (1)호 (나)의 (b)에 따라 계산된다.

$$\sigma_N = \frac{M}{Weqw}$$

(3) 전단력을 동반한 굽힘(3점 굽힘)

(가) 이 하중 조건은 저널 필릿부에 대하여 단순 횡방향힘(radial force. β_Q)에 대한 응력집중계수를 결정하기 위하여 계산된다.

(나) FVV에서 만든 조사용 시험장비와 유사한 조건으로 **그림 10**과 같이 3점 굽힘을 가한다. 모델 양쪽 끝단면에서 면의 뒤틀림을 구속한다. 모든 절점은 중심 절점에 견고하게 연결된다. 경계 조건은 중심 절점에 적용된다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)으로 작용한다.

(다) 힘은 연접봉의 핀 중심선의 중심 절점에 작용한다. 이 절점은 핀 단면의 모든 절점에 연결된다. 단면의 뒤틀림은 구속하지 않는다.

(라) 경계 및 하중 조건은 직렬 및 V형 기관에 유효하다. V형 기관은 단일의 연접봉 힘만으로 모델을 만들 수 있다. 2개의 연접봉 힘의 사용은 응력집중계수에 있어서 현저한 변화가 없어야 한다.

(마) 저널 필릿부에서 최대등가 폰미세스응력(von Mises stress) σ_{3P}을 평가한다. 그 저널 필릿부에서 응력집중계수는 다음과 같이 2가지 방법으로 결정할 수 있다.

(a) 방법 1

이 평가 방법은 FVV와 유사하다. 3점 및 4점 굽힘의 결과는 다음과 같이 조합된다.

$$\sigma_{3P} = \sigma_{N3P} \cdot \beta_B + \sigma_{Q3P} \cdot \beta_Q$$

여기서,

σ_{3P} : 유한요소 계산에 의한다.

σ_{N3P}: 실제 연접봉의 중심선에 작용하는 힘 F_{3P}[N]에 의한 암 중심에서의 공칭 굽힘 응력 (**그림 11** 참조)

β_B : (2)호에 따른다.

$\sigma_{Q3P} = Q_{3P}/(B.W)$,

여기서,

Q_{3P} : 실제 연접봉의 중심선에 작용하는 힘 F_{3P}[N]에 의한 암에서의 반지름방향 힘(전단력) (**부록 5-3**의 **그림 1** 및 **그림 2** 참조)

(b) 방법 2

이 평가 방법은 FVV와 다르다. 2개의 베어링에 의하여 지지되는 단일의 크랭크 스로우를 갖는 정정계에서는 굽힘모멘트와 반지름방향 힘(전단력)은 비례한다. 그러므로 저널 필릿부 응력집중계수는 3점 굽힘 유한요소해석법으로 직접 구할 수 있다. 이어서 응력집중계수는 다음 식에 따라 계산 한다.

$$\beta_{BQ} = \frac{\sigma_{3P}}{\sigma_{N3P}}$$

기호는 (a) 참조.

이 방법을 사용하면 **부록5-3**에서 반지름방향 힘과 응력 결정은 필요하지 않다. 이어서 저널 필릿부의 교번굽힘응력을 **부록 5-3**의 2항 (1)호의 (다)에 따라 평가한다.

$$\sigma_{BG} = \pm |\beta_{BQ} \cdot \sigma_{BFN}|$$

주 : 이 방법은 크랭크핀 필릿부에는 적용하지 않는다. 그리고 이 응력집중계수는 **부록 5-3**에 따른 정정계 이외의 계산 방법과 연계하여 사용하여서는 아니 된다.

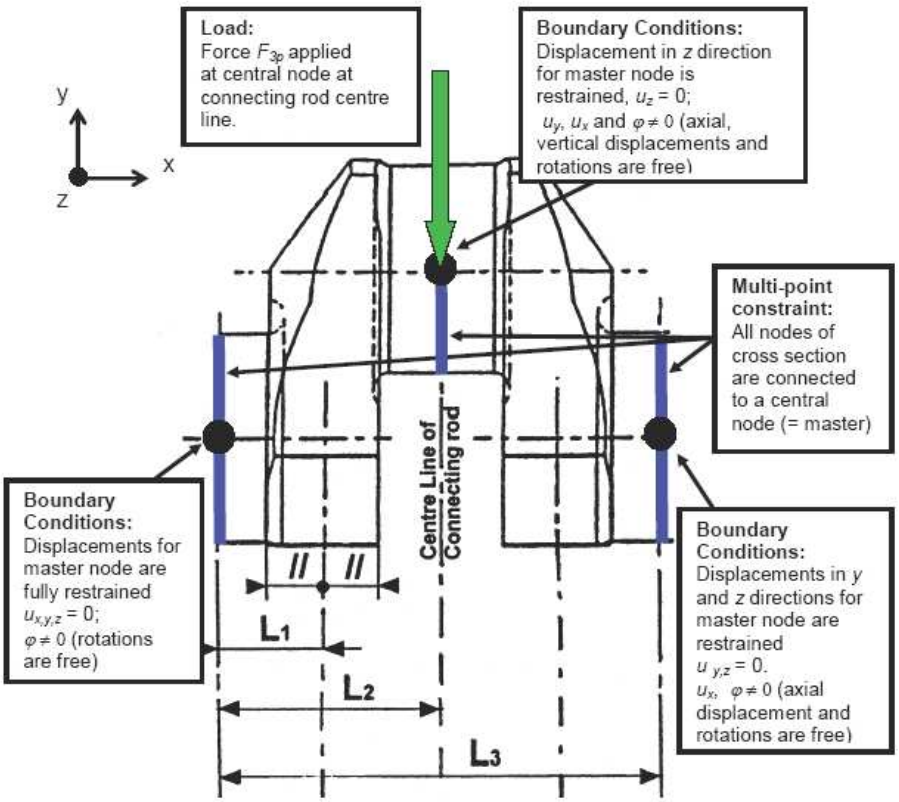


그림 10 직렬 기관에서 3점 굽힘 하중의 경계 및 하중 조건

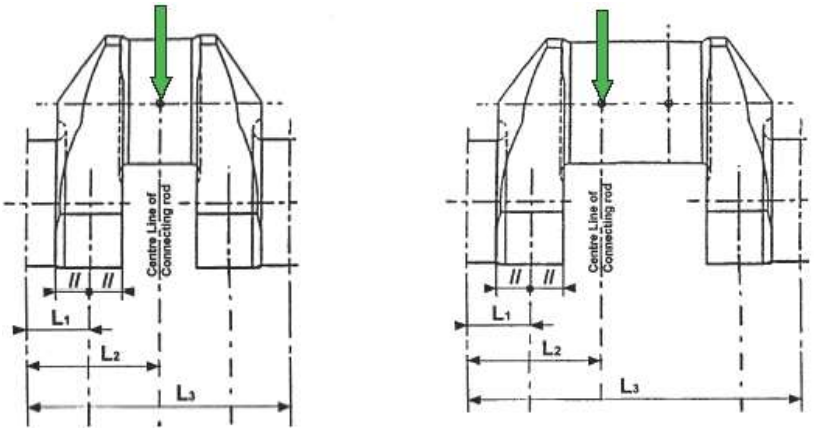


그림 11 직렬 및 V형 기관에서 하중 작용

〈부속서 IV 피로시험의 평가〉 *(2018)*

1. 소개

피로시험은 작은 시험편 시험 및 풀사이즈 크랭크 스로우 시험의 두 주요 그룹으로 분류할 수 있다. 시험은 계단식 방법 또는 이 부속서에서 제시된 수정된 버전의 방법으로 실시할 수 있다. 또한 다른 통계적 평가 방법을 적용할 수 있다.

(1) 작은 시험편 시험

(가) 필릿부에 표면처리가 없는 크랭크축의 경우 피로강도는 풀사이즈 크랭크 스로우로부터 채취된 작은 시험편의 시험으로 결정할 수 있다. 필릿부 부근의 다른 영역이 필릿부에 잔류응력을 발생시키는 표면처리가 된 경우 상기 접근법은 적용할 수 없다.

(나) 상기 접근법의 한가지 장점은 제작할 수 있는 시험편이 다소 많다는 것이다. 또 다른 장점은 상이한 응력비 및/또는 상이한 모드(예를 들면, 축하중, 굽힘, 비틀림, 노치가 있는, 노치가 없는)로 시험을 할 수 있다는 것이다. 이는 임계면 기준과 함께 사용된 재료 데이터의 평가를 요구한다.

(2) 풀사이즈 크랭크 스로우 시험

표면처리된 크랭크축의 경우 피로강도는 풀사이즈 크랭크 스로우 시험을 통해서만 결정될 수 있다. 비용상의 이유로 적은 수의 크랭크 스로우가 시험된다. 하중은 3 또는 4점 굽힘 배치에서 유압작동기에 의하여 또는 공진 시험 장비에서 여진기에 의하여 가해질 수 있다. 후자는 응력비를 $R=-1$로 보통 제한하기는 하지만 자주 사용된다.

2. 시험 결과의 평가

(1) 원칙

(가) 피로시험 이전에 크랭크축은 품질관리절차에 의한 요구(예를 들면, 화학성분, 기계적 성질, 표면경도, 경화 깊이 및 확장, 필릿부 표면처리 등)에 따라 시험되어야 한다.

(나) 시험 샘플은 허용 범위의 하단을 대표하도록 준비되어야 한다.(예를 들면, 고주파경화된 크랭크축의 경우 낮은 범위의 허용 경화 깊이, 필릿부를 통과하는 최단 확장 등을 의미한다.) 그렇지 않은 경우 테스트 결과 평균값은 신뢰구간으로 보정되어야 한다.(90 % 신뢰구간은 표본평균과 표준편차 모두에 사용될 수 있다.)

(다) **부록 5-3**이 적용된 경우 시험 결과는 상기 90 % 신뢰구간을 고려하여 또는 고려하지 않고 평균 피로강도를 나타내기 위하여 평가되어야 한다. 표준편차는 90 % 신뢰를 참작하여 고려되어야 한다. 그 후에 피로강도로 사용되는 결과는 평균 피로강도에서 1 표준편차를 뺀 것이 된다.

(라) 평가가 정적 기계적 성질 및 피로강도 사이의 관계를 찾을 것을 목적으로 하는 경우 관계는 특정 최소 성질이 아니라 측정된 실제 기계적 성질에 근거한 것이어야 한다.

(마) 2항 (4)호에 제시된 계산기법은 원래의 계단식 방법을 위하여 개발되었다. 다만 수정된 계단식 방법 전용의 유사한 방법이 없기 때문에 양자에 동일 적용된다.

(2) 계단식 방법(staircase method)

(가) 원래의 계단식 방법에서 첫 번째 시험편은 예상 평균 피로강도에 해당하는 응력을 받는다. 시험편이 10^7 사이클에 생존하면 폐기되고 다음 시험편은 이전 시험편 보다 한 단계 증가한 응력을 받게 된다. 즉, 항상 이전 시험편보다 한 단계 증가한 응력을 사용한 다음 시험편이 생존 시험편 뒤를 따른다. 응력 증가량은 표준편차의 예상 수준에 상응하여 선택되어야 한다.

(나) 시험편이 10^7 사이클 이전에 파손된 경우 얻어진 사이클수를 기록하고 다음 시험편이 이전 시험편 보다 한 단계 낮은 응력을 받게 한다. 이러한 접근법은 파손 및 런아웃 시험편의 합이 시험편의 수와 같게 된다.

(다) 원래의 계단식 방법은 많은 수의 시험편을 이용 가능할 경우에만 적합하다. 시뮬레이션을 통해 계단식 시험에서 약 25 개의 시험편을 사용하면 결과에 충분한 정확성이 있음이 밝혀졌다.

(3) 수정된 계단식 방법

(가) 제한된 수의 시험편을 이용할 수 있는 경우 수정된 계단 방법을 적용하는 것이 타당하다. 여기서 첫 번째 시험편은 평균 피로강도보다 훨씬 낮은 응력 수준을 받는다. 이 표본이 10^7 사이클을 생존하는 경우, 이 동일한 시험편은 이전의 것보다 한 단계 증가한 응력 수준을 받게 된다. 응력 증가량은 표준편차의 예상 수준에 상응하여 선택되어야 한다. 이것은 파손될 때까지 동일한 시험편으로 계속된다. 그 다음 사이클수가 기록되고 다음 시험편은 이전 시험편 보다 최소한 두 단계 낮은 응력을 받게 한다.

(나) 이러한 접근에서 파손의 횟수는 보통 시험편의 수와 동일하게 된다. 10^7 사이클에 도달한 가장 높은 수준으로 계산된 런아웃 시험편의 수 또한 시험편의 수와 동일하다.

(다) 이용 가능한 결과에 따라 더 높은 시험수준, 특히 높은 평균 응력에서의 런아웃을 시험하는 것이 피로 한계를 증가시키는 경향이 있으므로 수정된 계단식 방법의 획득 결과는 신중하게 사용해야 한다. 그러나 이러한 '훈련 효과(training effect)'는 고장력강에서는 두드러지지 않는다.(예를 들면 인장강도가 800 MPa을 초과하는)

(라) 만약 신뢰할만한 계산이 요구되거나 필요할 경우 최소 시험편 수는 3개 이상이다.

(4) 표본평균 및 표준편차의 계산

(가) 5개의 크랭크 스로우 시험에 대한 가상의 예가 후속 본문에 추가로 제시되었다. 수정된 계단식 방법 및 딕슨과 무드의 평가 방법을 사용할 경우, 샘플의 수는 10개가 될 것이고, 이는 5개의 런아웃과 5개의 파손을 의미한다. 즉,

샘플의 수, $n=10$

또한 방법은 다음을 구별한다.

덜 빈번한 쪽이 파손일 경우, $C=1$
덜 빈번한 쪽이 런아웃일 경우, $C=2$

이 방법은 시험 결과에서 덜 빈번한 발생만을 사용한다. 즉, 런아웃 보다 많은 파손이 있는 경우, 런아웃의 횟수가 사용되고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.

(나) 수정된 계단식 방법에서, 런아웃과 파손의 횟수는 보통 동일하다. 그러나 시험 성공적이지 않을 수 있다. 예를 들면, 이전 파손 수준보다 2 단계 낮은 시험편이 바로 파손된다면 런아웃 횟수가 파손 횟수보다 적을 수 있다. 다른 한편으로, 이러한 예상치 못한 조기 파손이 다소 높은 사이클수 후에 발생한 경우 그 이하의 레벨을 런아웃으로 정의할 수 있다.

(다) 최대가능성이론(maximum likelihood theory)에서 유래된 딕손과 무드의 접근법은 특히 샘플이 거의 없는 시험에서 계단식 시험의 결과로부터 표본평균 및 표준편차를 계산하기 위한 간단한 근사 방정식을 제시한다.

표본평균 $\overline{S_a}$은 아래와 같이 계산할 수 있다.

$C=1$일 경우, $\overline{S_a}=S_{a0}+d\cdot(\frac{A}{F}-\frac{1}{2})$

$C=2$일 경우, $\overline{S_a}=S_{a0}+d\cdot(\frac{A}{F}+\frac{1}{2})$

표준편차 s는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$s=1.62\cdot d\cdot\left(\frac{F\cdot B-A^2}{F^2}+0.029\right)$$

여기서,
S_{a0} : 빈번한 발생에 대한 가장 낮은 응력 수준
d : 응력 증가량
$F=\sum fi$
$A=\sum i\cdot fi$
$B=\sum i^2\cdot fi$
i : 응력 수준 번호
fi : 응력 수준 i에서의 샘플의 수
표준편차의 식은 근사값이며 다음과 같은 경우에 사용할 수 있다.

$$\frac{B\cdot F-A^2}{F^2}>0.3 \quad \text{및} \quad 0.5\cdot s<d<1.5\cdot s$$

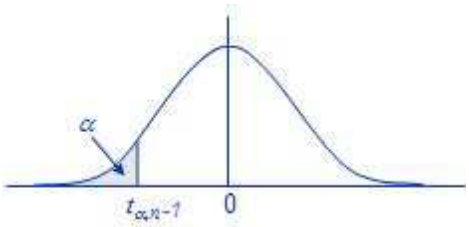
상기 두 가지 조건 중 하나라도 충족되지 않으면 새로운 계단식 방법을 고려하거나 또는 안전하게 표준편차를 상당히 크게 취하여야 한다.

(라) 증가량 d 가 표준편차 s 보다 매우 큰 경우, 절차는 증가량과 표준편차 사이의 차이가 비교적 작을 때 계산된 값과 비교하여 더 낮은 표준편차와 약간 더 높은 표본평균을 유도한다. 각각 증가량 d 가 표준편차 s 보다 훨씬 작을 경우 절차는 더 높은 표준편차와 약간 낮은 표본평균을 유도한다.

(5) 평균 피로한계에 대한 신뢰구간

(가) 계단식 피로시험을 반복하면 표본평균과 표준편차가 이전 시험과 다를 가능성이 크다. 따라서 반복된 시험값이 표본평균에 대한 신뢰구간을 사용하여 선택된 피로한도를 초과할 것이라는 확신을 가지고 보증할 필요가 있다.

(나) 알려지지 않은 분산을 갖는 표본평균값의 신뢰구간은 평균 주위에 대칭 분포를 갖는 t 분포(스튜던트t 분포라고도 함)에 따라 분산되는 것으로 알려져 있다.



표본평균에 대해 일반적으로 사용되는 신뢰도는 90 % 이다. 즉, 반복되는 검사의 표본평균은 선택한 신뢰수준으로 계산된 값보다 높다. 그림은 표본평균에 대한 $(1-\alpha)$ • 100 % 신뢰구간의 t 값을 보여준다.

그림 12 스튜던트 t 분포

(다) S_a가 경험적 평균이고 s가 일련의 n개 샘플에 대한 경험적 표준편차인 경우, 변수값이 알 수 없는 표본평균 및 알 수 없는 분산으로 정규 분포되어 있는 경우, 평균에 대한 $(1-\alpha)$ • 100 % 신뢰구간은 다음과 같다.

$$P\left(S_a - t_{\alpha,n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < S_{aX\%}\right) = 1-\alpha$$

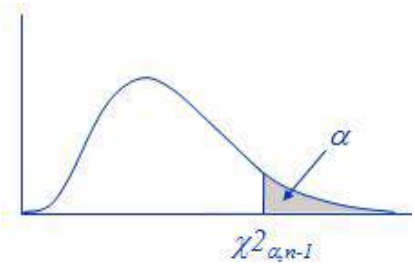
(라) 결과로 생기는 신뢰구간은 표본 값의 경험적 평균을 중심으로 대칭이며 하단 끝 점은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$S_{aX\%} = S_a - t_{\alpha,n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

이는 파손확률에 대한 한계가 고려되는 감소된 피로한계를 얻는 데 사용되는 평균 피로한계(모집단 값)를 나타낸다.

(6) 표준편차에 대한 신뢰구간

(가) 정상 확률변수의 분산에 대한 신뢰구간은 $n-1$ 자유도를 갖는 카이제곱분포(chi-square distribution)를 갖는 것으로 알려져 있다.



표준편차에 대한 신뢰수준은 반복시험에 대한 표준편차가 신뢰수준을 가지는 피로시험 표준편차로 부터 얻은 상한 보다 낮은 지 확인하는 데 사용된다. 그림은 분산에 대한 $(1-\alpha)$ • 100 % 신뢰 구간의 카이제곱을 보여준다.

그림 13 카이제곱분포(chi-square distribution)

(나) n개의 샘플로부터 가정된 피로 시험값은 분산이 σ^2인 정규 확률변수이고 경험적 분산은 s^2이다. 그 다음 분산에 대한 $(1-\alpha)$ • 100 % 신뢰구간은 다음과 같다.

$$P\left(\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} < \chi^2_{\alpha,n-1}\right) = 1-\alpha$$

(다) 표준편차에 대한 $(1-\alpha)$ • 100 % 신뢰구간은 분산에 대한 신뢰구간의 상한의 제곱근에 의해 얻어지며 다음과 같다.

$$s_{X\%} = \sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_{\alpha,n-1}}} \cdot s$$

이 표준편차(모집단 값)는 피로한도를 얻는 데 사용되며 여기서 파손 확률에 대한 제한이 고려된다.

3. 작은 시험편 시험

이와 관련하여 작은 시험편은 크랭크 스로우에서 채취한 시험편 중 하나라고 간주된다. 시험편은 필릿부 피로 강도를 대표하므로, **그림 14**과 같이 필릿부 가까이에서 채취해야 한다. 시험편 시험에서 주응력 방향은 풀사이즈 크랭크 스로우와 동등함을 확인해야 한다. 검증은 유한요소해석법을 사용하여 수행하는 것이 권고된다. 정적 기계적성질은 품질관리절차에 따라 규정되어야 한다.

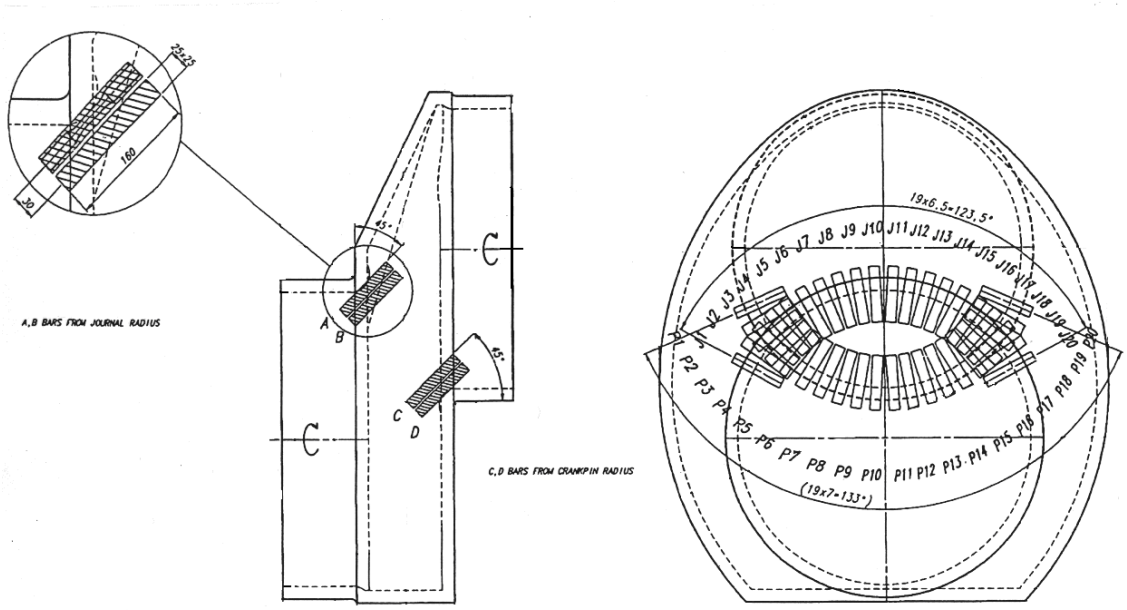


그림 14 크랭크 스로우에서 시험편의 위치

(1) 굽힘 피로강도의 결정

(가) 응력 기울기 영향과 관련된 불확실성을 피하기 위해 노치가 없는 시험편을 사용하는 것이 권고된다. 푸시풀 시험법(응력비 $R=1$)이 바람직하지만, 특히 임계 평면 기준을 위해 다른 응력비와 방법이 추가 될 수 있다.

(나) 풀사이즈 크랭크 스로우 주응력 방향을 나타내는 푸시 풀 시험에서 주응력 방향을 보장하기 위하여 더 이상의 정보가 없는 경우 시험편은 **그림 14**과 같이 45도 각도로 채취되어야 한다.

(다) 시험의 목적이 높은 청결도의 영향을 문서화하는 것이라면 원주 방향으로 약 120도 위치에서 채취한 시험편을 사용할 수 있다. (**그림 14** 참조)

(라) 시험의 목적이 연속단조흐름(CGF) 단조의 영향을 문서화하는 것이라면 시험편은 크랭크 평면 부근으로 제한되어야 한다.

(2) 비틀림 피로강도의 결정

(가) 시험편이 비틀림 시험을 받는 경우, 샘플의 선택은 상기 굽힘과 동일한 지침을 따라야 한다. 응력 기울기 영향이 평가 시 고려되어야 한다.

(나) 시험편을 푸시풀로 시험하고 더 이상의 정보가 없다면 샘플은 시험편과 풀사이즈 크랭크 스로우 사이의 주응력 방향이 동일선상에 있음을 보장하기 위해 크랭크 평면에 대해 45도 각도로 채취해야 한다. 시험편 필릿부을 따라 크랭크축의 중간 평면으로부터 멀리 취할 경우 평면은 비틀림으로 인해 파단 방향을 재 샘플링 할 수 있도록 핀 중심점을 중심으로 회전한다. (결과는 적절한 비틀림 값으로 변환되어야 한다.)

(3) 기타 시험 위치

(가) 시험 목적이 피로 특성을 발견하고 크랭크축이 연속단조흐름으로 이어질 수 있는 방식으로 단조된 경우, 시험편은 기계적 시험을 위한 시험편이 보통 채취되는 연장된 축 조각으로부터 세로 방향으로 채취될 수 있다. 연장된 축 조각은 크랭크축의 일부분으로 열처리되고 크기는 크랭크 스로우와 비슷한 담금질 비 결과를 가지는 것이 조건이다.

(나) 연장된 축 조각의 시험 결과를 사용하려면 해당 축 조각의 단조흐름이 크랭크 필릿부를 얼마나 잘 대표하는 지를 고려해야 한다.

(4) 시험 결과의 상관 관계

(가) 시험편 시험으로 얻은 피로강도는 적절한 방법(크기 효과)으로 풀사이즈 크랭크 축 피로강도에 대응하도록 변환되어야 한다.

(나) 시험에서 굽힘 피로 특성을 사용하는 경우, 성공적인 연속단조흐름(CGF)이 다른(연속단조흐름이 아닌) 단조와 비교하여 상승된 값으로 이어지며 일반적으로 동일한 크기의 비틀림 피로강도 향상으로 이어지지 않을 것이라는 점을 명심해야 한다. 이러한 경우 비틀림 시험을 수행하거나 비틀림 피로 강도를 보수적으로 평가하는 것(예를 들면 연속단조흐름에 대한 크레딧을 사용하지 않음으로써)이 권고된다. 이 접근법은 고흐 폴라드 기준을 사용할 경우 적용 할 수 있다. 다만 폰미세스 또는 핀들리(Findley)와 같은 다축 기준을 사용할 경우 이 접근법은 인정되지 않는다.

(다) 굽힘 피로와 비틀림 피로의 비율이 $\sqrt{3}$과 크게 다른 경우 폰미세스 기준을 고흐 폴라드 기준으로 대체하는 것을 고려해야 한다. 또한 임계 평면 기준을 사용하는 경우 연속단조흐름 피로강도 측면에서 재료를 균질하지 않게 한다는 점을 명심해야 한다. 즉, 재료 파라미터가 평면의 방향과 다르다.

(라) 영향 요인의 추가는 신중하게 이루어져야 한다. 예를 들어 깨끗한 강에 특정 첨가물이 문서화되어 있는 경우, 반드시 연속단조흐름에 대한 K 계수와 완전히 결합되지 않을 수도 있다. 깨끗한 연속단조흐름 단조 크랭크의 샘플을 직접 테스트하는 것이 선호된다.

4. 풀사이즈 시험

(1) 유압 맥동(hydraulic pulsation)

(가) 유압 시험 장비는 비틀림뿐만 아니라 3점 또는 4점 굽힘에서 크랭크축을 시험할 수 있다. 따라서 모든 응력비로 시험할 수 있다.

(나) 적용된 하중은 시험 개시를 위하여 평평한 축 부분에서 스트레인 게이지 측정에 의해 검증되어야 하지만, 하중 제어 시험 동안 반드시 사용되어야 하는 것은 아니다. 스트레인 게이지 체인으로 필릿부 응력을 확인하는 것 또한 적절하다.

(다) 또한 시험 장비가 **부속서** III의 3항 (1)호부터 (3)호까지 정의된 경계조건을 제공하는 것이 중요하다.

(라) 정적 기계적 성질은 품질관리절차에 따라 규정되어야 한다.

(2) 공진 시험기(resonance tester)

(가) 굽힘 피로에 대한 장비는 일반적으로 응력비 -1로 작동한다. 공진에 가까운 작동으로 인하여 에너지 소비가 적다. 더욱이 빈도는 보통 상대적으로 높기 때문에 하루 안에 10^7 사이클에 도달 할 수 있다. **그림 15**는 시험기의 배치를 보여준다.

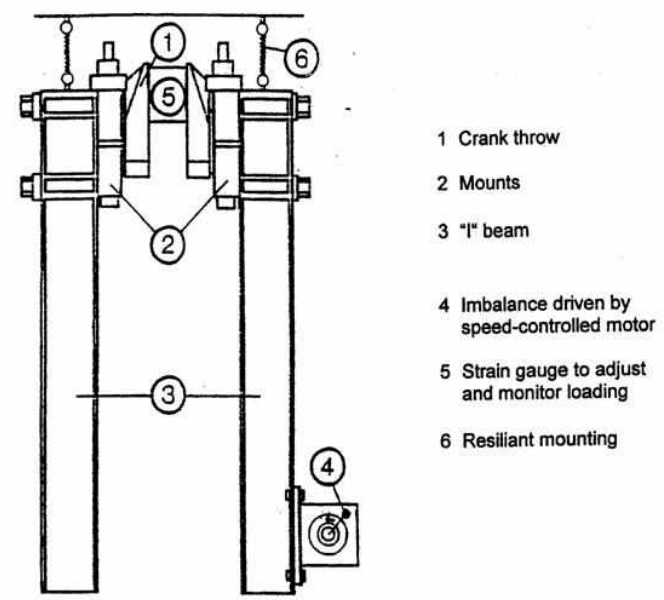


그림 15 굽힘 하중 공진 시험기의 시험 배치의 예

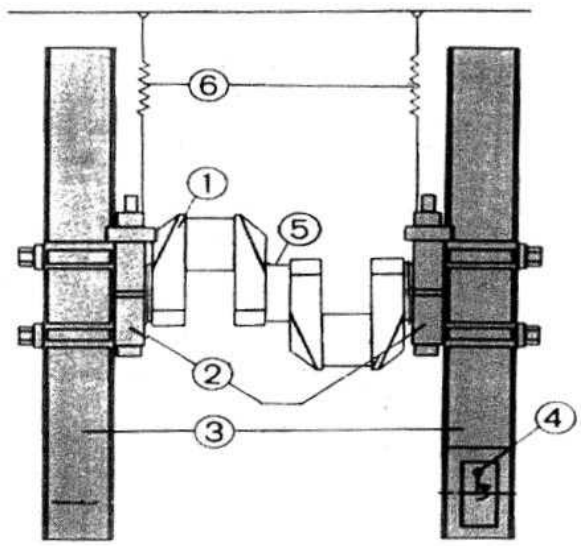
(나) 적용된 하중은 평평한 축 단면에서 스트레인 게이지를 측정하여 검증해야 한다. 스트레인 게이지 체인으로 필릿부 응력을 확인하는 것 또한 적절하다.

(다) 저널 주위의 클램핑은 클램프의 가장자리 아래에서 파손을 일으킬 수 있는 심각한 프레팅을 방지하는 방식으로 배치되어야 한다. 클램프와 저널 필릿부 사이의 거리가 일정한 경우, 하중은 4점 굽힘과 일치하여 저널 필릿부를 대표한다.

(라) 엔진에서 크랭크 핀 필릿부는 일반적으로 응력비가 -1보다 약간 높고 저널 필릿부의 응력비가 -1보다 약간 아래에서 작동한다. 필요한 경우 스프링 예비하중을 사용하여 평균하중(R = -1에서 벗어남)을 도입 할 수 있다.

(마) 비틀림 피로에 대한 장비도 **그림 16**와 같이 배치 할 수 있다. 크랭크 스로우가 비틀림을 받을 때, 크랭크 핀의 비틀림은 저널을 횡으로 움직이게 한다. 단일 크랭크 스로우가 비틀림 공진 시험 장비에서 시험되는 경우 클램프된 무게가 있는 저널은 횡으로 크게 진동한다.

(바) 특히 크랭크가 거의 같은 방향인 경우, 두 개의 크랭크 스로우를 사용하여 클램프된 무게의 횡 방향 이동을 줄일 수 있다. 다만 중간에 있는 저널은 더 많이 움직일 것이다.



① crankthrow
② clamping jaw
③ I-profiled beams
④ motor-driven eccentric weight
⑤ strain gage
⑥ elastic suspension

그림 16 두 개의 크랭크 스로우를 갖는 비틀림 하중 공진 시험기의 시험 배치의 예

(사) 횡 이동으로 인하여 약간의 굽힘 응력이 발생할 수 있기 때문에 크랭크 핀의 평평한 부분에는 시험 결과에 영향을 미칠 수 있는 가능한 모든 굽힘을 측정하기 위하여 배치된 스트레인 게이지가 제공되어야 한다.

(아) 마찬가지로, 굽힘의 경우에서 적용된 하중은 평평한 축 단면의 스트레인 게이지 측정에 의하여 검증되어야 한다. 또한 스트레인 게이지 체인을 사용하여 필릿부 응력을 확인하는 것 또한 적절하다.

(3) 결과의 사용 및 크랭크축의 판정기준

(가) 크랭크축 판정기준의 계산에서 시험된 굽힘 및 비틀림 피로강도 결과를 결합하기 위하여 고흐 폴라드 접근법 및 최대 등가 주응력 식을 다음과 같은 경우에 적용할 수 있다.(**부록 5-3**의 7항 참조) *(2021)*

크랭크핀 지름에 관련된 경우:

$$Q=\left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BH}}{\sigma_{DWCT}}\right)^2+\left(\frac{\tau_{BH}}{\tau_{DWCT}}\right)^2}\right)^{-1}$$

여기서

σ_{DWCT} : 굽힘 시험에 의한 피로강도

τ_{DWCT} : 비틀림 시험에 의한 피로강도

크랭크핀 오일구멍에 관련된 경우:

$$Q=\frac{\sigma_{DWOT}}{\sigma_v}; \qquad \sigma_v=\frac{1}{3}\sigma_{BO}\cdot\left(1+2\sqrt{1+\frac{9}{4}\left(\frac{\sigma_{TO}}{\sigma_{BO}}\right)^2}\right)$$

여기서

σ_{DWOT} : 비틀림 시험에서 가장 큰 주응력에 의한 피로강도

저널 지름에 관련된 경우:

$$Q=\left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BG}}{\sigma_{DWJT}}\right)^2+\left(\frac{\tau_G}{\tau_{DWJT}}\right)^2}\right)^{-1}$$

여기서
σ_{DWJT} : 굽힘 시험에 의한 피로강도
τ_{DWJT} : 비틀림 시험에 의한 피로강도

(나) 표면처리로 인한 피로강도의 증가가 상기의 경우와 유사한 것으로 고려되는 경우, 표면처리가 고려되지 않은 계산에 따라 가장 중요한 위치만 시험하는 것으로 충분하다.

5. 유사한 크랭크축에 대한 기존 결과의 사용

(1) 표면처리가 없는 필릿부 또는 오일구멍의 경우 시험으로 발견된 피로 특성은 다음을 제공하는 유사한 크랭크축 설계에 사용될 수 있다.
(가) 재료
(a) 유사한 재료 유형
(b) 동일하거나 더 높은 수준의 청결성
(c) 동일한 기계적 성질이 부여 될 수 있다.(크기 대 경화능)
(나) 기하하적 구조
(a) 응력 기울기의 크기 효과에서의 차이는 중요하지 않거나 고려된다.
(b) 주응력 방향은 동일하다. (3항 참조)
(다) 제조
(a) 유사한 제조 공정

(2) 고주파경화되거나 가스 질화된 크랭크축은 표면에서 또는 중심으로의 천이 시 피로를 받는다. 풀사이즈 크랭크의 피로시험에 의하여 결정된 표면 피로강도는 피로의 시작이 표면에서 발생한 경우 시험된 크랭크축과 동일하거나 유사한 설계로 사용될 수 있다. 유사한 설계를 가지며 유사한 재료 유형과 표면 경도가 사용되고 필릿부 반경과 경화 깊이는 시험된 크랭크축의 약 ±30 % 이내인 것을 의미한다.

(3) 천이 영역에서의 피로의 시작은 표면하, 즉 경하층 아래 또는 경화가 끝나는 표면에서 일어날 수 있다. 중심으로의 천이 시 피로강도는 피로의 시작이 중심으로의 천이에서 발생한 경우 상기 설명한 피로시험으로 결정할 수 있다. 중심 재료만으로 이루어진 시험은 천이 시 잔류응력이 부족하기 때문에 대표적인 것은 아니다.

(4) 몇몇 최근 연구에서 주목해야 할 점은 피로한계가 시작점으로 작용하는 내부 결함 주위로의 확산을 통하여 축적된 갇힌 수소로 인한 표면하 균열 발생과 함께 매우 높은 사이클 영역에서 감소 할 수 있다는 것이다. 이러한 경우에 10^7을 넘는 디케이드 당 몇 퍼센트의 피로한계를 줄이는 것이 적절할 것이다. 유키타카 무라카미의 '금속피로: 작은 결함 및 비금속 개재물의 영향'에 근거한 감소는 특히 수소 함량이 높은 것으로 간주되는 경우 디케이트 당 5 %로 제안 된다.

〈부속서 V 표면처리된 필릿부 및 오일구멍 출구 계산〉 *(2018)*

1. 소개

본 부속서에서는 표면처리 필릿부 및 오일구멍 출구를 다룬다. 다양한 처리법을 설명하고 계산을 위해 몇 가지 경험적 공식을 제시한다. 계산의 관점으로부터 신중을 기하기 위하여 보수적인 경험주의가 의도적으로 적용된다. 가능하다면 측정이나 보다 구체적인 지식을 사용해야 한다. 그러나 넓은 산포(예를 들면, 잔류응력)의 경우 값은 계산 목적을 위하여 안전한 편에 있는 범위의 끝에서 선택해야 한다.

2. 표면처리의 정의

'표면 처리'는 표면에서 중심까지 경도, 화학 또는 잔류응력과 같은 불균일한 재료 특성을 유도하는 열처리, 화학적 또는 기계적 작업과 같은 처리를 다루는 용어이다.

(1) 표면처리의 방법

다음의 **표 1**은 가능한 처리 방법과 피로강도에 대한 중대한 특성에 어떻게 영향을 미치는지에 대하여 다룬다.

표 1 표면처리 방법 및 영향을 미치는 특성

표면처리 방법	영향을 미치는 특성
고주파경화	경도 및 잔류응력
질화	화학적 성질, 경도 및 잔류응력
표면경화	화학적 성질, 경도 및 잔류응력
금형 담금질(템퍼링 없이)	경도 및 잔류응력
냉간압연	잔류응력
스트로크 피닝	잔류응력
숏피닝	잔류응력
레이저 피닝	잔류응력

고주파경화, 질화, 냉간압연 및 스트로크 피닝 만이 엔진과 관련이 있다고 간주되기 때문에 이 중 두 가지 이상의 다른 방법과 조합은 이 문서에서 다루지 않는다는 점에 유의해야 한다. 또한 금형 담금질(die quenching)은 고주파경화와 동일한 방식으로 고려될 수 있다.

3. 계산 원칙

기본 원리는 작용 변동응력이 비전파 균열이 발생할 수 있는 국부 피로강도(표면처리의 효과 포함) 이하이어야 하며, 자세한 내용은 6항 (1)호를 참조한다. 그런 다음 특정 안전계수로 나눈다. 이것은 전체 필릿부 또는 오일구멍 윤곽뿐만 아니라 표면 아래에서 처리의 영향을 받은 영역 아래의 깊이까지 적용된다. 즉 중심까지의 깊이를 포함한다.

국부적인 피로강도의 고려는 국부 경도, 잔류응력 및 평균 작용 응력의 영향을 포함하여야 한다. 특히 표면하 균열의 시작에 대한 '기가 사이클 효과'의 영향이 안전 여유의 선택에 포함되어야 한다.

응력 집중이 있는 구역에서의 경화 및 피닝의 확장을 적절하게 고려하는 것이 중요하다. 경화 및 피닝이 끝나는 모든 천이는 상당한 인장 잔류응력을 가지기 쉽다. 이것은 취약부를 형성하며 응력이 높은 부위와 일치하는 경우 중요하다.

변동 및 평균 작용 응력은 응력집중의 전체 영역과 치료 깊이의 약 1.2배의 깊이에 대하여 알려져야 한다. 다음 그림은 고주파경화의 경우에 이러한 원리를 나타낸다. 기준 축은 깊이(표면에 수직) 또는 필릿부 윤곽에 따른다.

판정기준은 표면에서 중심까지 뿐만 아니라 필릿부 표면 윤곽을 따라 최대 응력집중 지점에서부터 암에 이르기까지 단계적으로 적용되어야 한다.

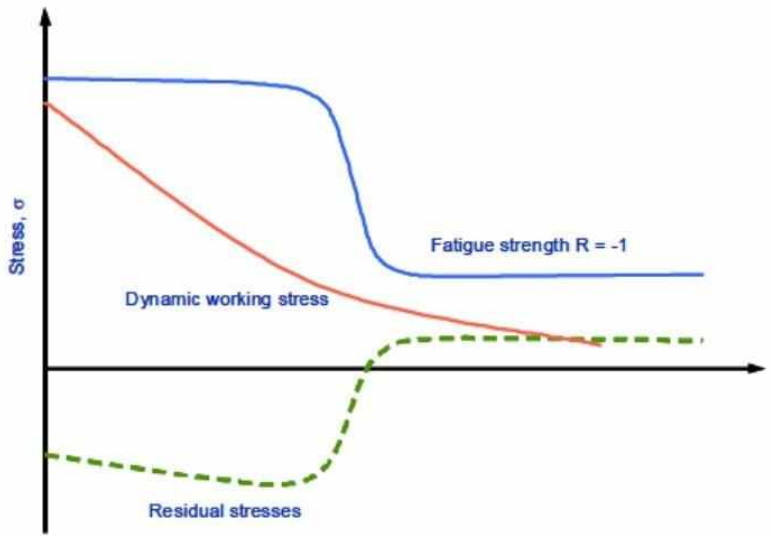


그림 17 깊이의 함수로서의 응력(일반 원칙)

(1) 필릿부 국부 응력의 평가

(가) 필릿부 윤곽뿐만 아니라 경화층을 약간 벗어난 깊이까지의 표면하 응력에 대한 지식이 필요하다. 일반적으로 이것은 **부속서** III에 설명된 대로 유한요소해석(FEA)을 통해 발견된다. 그러나 표면하 범위의 요소 크기는 표면과 동일한 크기여야 한다. 크랭크 핀 경화의 경우 작은 요소 크기만이 표면을 따라 경화층까지 계속되어야 한다.
유한요소해석 없는 경우 간단한 접근법을 사용할 수 있다. 이는 유효 범위 내에 있는 경우 **부록 5-3**의 3항에서와 같이 경험적으로 결정된 응력집중계수(SCF)와 필릿부 반경에 반비례하는 상대 응력 기울기를 기반으로 할 수 있다. 굽힘 및 비틀림 응력은 별도로 해결해야 한다. 이들의 조합은 판정기준에 의해 다루어진다.

(나) 최소 경화 깊이에서 표면하 천이 영역 응력은 필릿부 표면에 수직 인 축을 따른 국부 응력집중계수에 의하여 결정될 수 있다. 이 $\alpha_{B-local}$ 및 $\alpha_{T-local}$ 함수는 서로 다른 응력 기울기로 인하여 다른 모양을 가진다.

(다) 응력집중계수 α_B 및 α_T는 표면에서 유효하다. 국부 $\alpha_{B-local}$과 $\alpha_{T-local}$은 깊이가 증가함에 따라 낮아진다. 표면의 상대 응력 기울기는 응력 증가의 유형에 따라 다르지만 크랭크핀 필릿부의 경우 굽힘시 $2/R_H$로, 비틀림의 경우 $1/R_H$로 단순화 할 수 있다. 저널 필릿부는 R_G 및 D_G를 사용하여 유사하게 처리된다. 공칭 응력은 굽힘에 대해서는 표면에서 크랭크 핀 필릿부와 저널 필릿부 사이의 암 중간점까지, 비틀림에 대해서는 표면에서 크랭크핀 또는 저널 중심으로의 중간점까지를 선형으로 가정한다.

(라) 국부 응력집중계수는 굽힘에 대하여 **그림** 18에서 나타낸 바와 같이 다음 식에 따라 깊이 t의 함수가 된다.

$$\alpha_{B-local} = (\alpha_B - 1) \cdot e^{\frac{-2t}{R_H}} + 1 - \left(\frac{2t}{\sqrt{W^2 + S^2}} \right)^{\frac{0.6}{\sqrt{\alpha_B}}}$$

비틀림에 대하여는 **그림** 19에서 나타낸 바와 같이 다음 식에 따라 깊이 t의 함수가 된다.

$$\alpha_{T-local} = (\alpha_T - 1) \cdot e^{\frac{-t}{R_H}} + 1 - \left(\frac{2t}{D} \right)^{\frac{1}{\sqrt{\alpha_T}}}$$

(마) 핀이 단단하고 경화된 영역의 끝이 최대 경화 깊이의 3배보다 필릿부에 더 가까운 경우 천이 영역의 실제 응력을 결정하기 위하여 유한요소해석을 사용해야 한다.

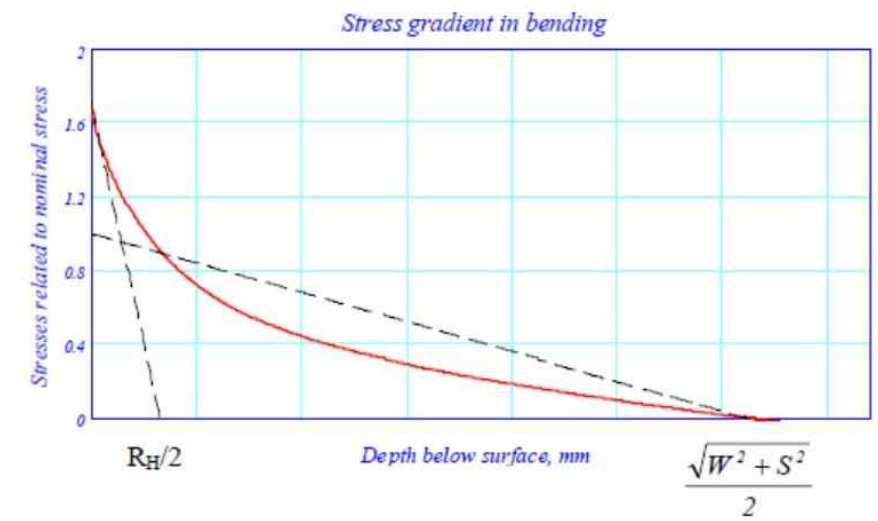


그림 18 깊이의 함수로서의 크랭크핀 필릿부의 굽힘 응력집중계수 (저널 필릿부에 해당하는 응력집중계수는 R_H를 R_G로 바꾸면 알 수 있다.)

그림 19 깊이의 함수로서의 크랭크핀 필릿부의 비틀림 응력집중계수 (저널 필릿부에 해당하는 응력집중계수는 R_H를 R_G로 바꾸고 D를 D_G로 바꾸어 알 수 있다.)

(2) 오일구멍 응력의 평가

(가) 오일구멍의 응력은 유한요소해석에 의해서도 결정될 수 있다. 요소의 크기는 오일구멍 직경 D_o의 1/8 보다 작아야 하며, 요소의 격자 품질 기준은 **부속서** III에 규정된 대로 따라야 한다. 미세 요소 격자는 경화 깊이에 상응하는 반경 방향 깊이 이상으로 계속되어야 한다.

(나) 유한요소해석에 적용되는 하중은 토크(**부속서** III의 3항 (1)호 참조), 그리고 **부속서** III의 3항 (2)호에서와 같이 4점 굽힘을 가지는 굽힘모멘트이다.

(다) 유한요소해석을 이용하기 힘든 경우 간단한 접근법을 사용할 수 있다. 적용 범위 내에 있을 경우 **부록** 5-3의 3항으로부터 경험적으로 결정된 응력집중계수를 기반으로 할 수 있다. 최고 응력 지점에서의 굽힘 및 비틀림 응력은 **부록** 5-3의 5항에서와 같이 결합된다.

(라) **그림** 20는 단단한 재료와 부드러운 재료 사이의 천이 영역에서 경도가 국부적으로 저하하는 것을 나타낸다. 이러한 저하가 발생하는지 여부는 QT(quenching 및 tempering) 공정에서 담금질 후 템퍼링 온도에 따라 달라진다.

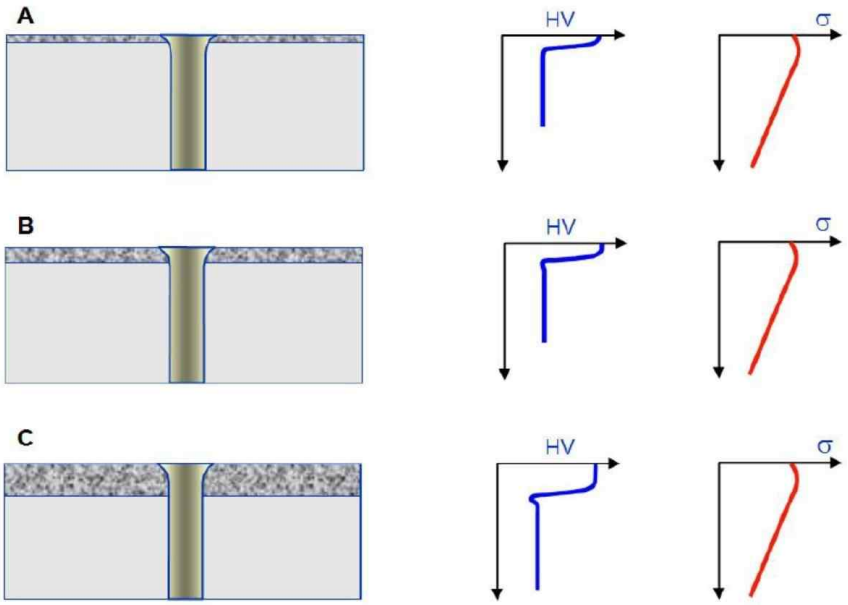


그림 20 고주파경화 오일구멍에서의 응력 및 경도

(마) 구멍의 최고 응력은 둥근 모서리 끝에서 발생한다. 이 구역 내에서 응력은 핀의 중심에 거의 선형으로 감소한다. **그림 20**에서 볼 수 있듯이 얕은 경화 A 및 중간 경화 B의 경우 천이점은 실제적으로 최대 응력 지점과 일치한다. 깊은 경화의 경우 천이점이 최고 응력 지점을 벗어나고 국부 응력은 tH가 경화 깊이인 최고 응력의 $(1-2tH/D)$ 부분으로 평가할 수 있다.

(바) 표면하 천이 영역 응력(최소 경화 깊이 사용)은 오일구멍 표면에 수직인 축을 따라 국부 응력집중계수를 사용하여 결정할 수 있다. $\gamma_{B-local}$ 및 $\gamma_{T-local}$ 함수는 서로 다른 응력 기울기로 인하여 다른 모양을 가진다.

(사) 응력집중계수 γ_B와 γ_T는 표면에서 유효하다. 국부 응력집중계수는 깊이가 증가함에 따라 $\gamma_{B-local}$와 $\gamma_{T-local}$이 감소한다. 표면의 상대 응력 기울기는 응력 상승의 종류에 따라 다르지만 크랭크 핀 오일구멍의 경우 굽힘에서는 $4/D_o$, 비틀림에서는 $2/D_o$로 단순화 할 수 있다. 국부 응력집중계수는 깊이 t의 함수이다.

$$\gamma_{B-local} = (\gamma_B - 1) \cdot e^{\frac{-4t}{D_o}} + 1$$

$$\gamma_{T-local} = (\gamma_T - 1) \cdot e^{\frac{-2t}{D_o}} + 1$$

(3) 판정기준

크랭크축의 판정은 피로 고려사항을 기본으로 한다. **부록 5-3**은 오일 구멍 출구, 크랭크핀 필릿부 및 저널 필릿부에 대한 $Q \geq 1.15$의 허용계수에 등가변동응력과 피로강도의 비를 비교한다. 이것은 표면 또는 천이 영역이 검수되는지 여부에 상관없이 표면처리된 영역을 포함하도록 확장되어야 한다.

4. 고주파경화

일반적으로, 경도 사양은 표면 경도 범위, 즉 최소 및 최대값, 필릿부 내부 또는 통과하는 최소 및 최대 확장, 필릿부 형상에 따른 최소 및 최대 깊이를 규정해야 한다. 참조된 비커스 경도는 $HV0.5$에서 $HV5$ 사이로 간주된다. 고주파경화 깊이는 경도가 최소 규정된 표면 경도의 80 %인 깊이로 정의된다.

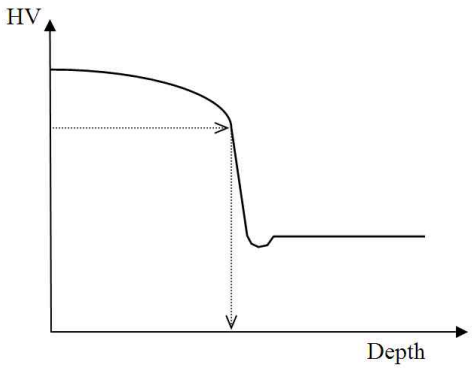


그림 21 깊이의 함수로 나타낸 전형적인 경도 (화살표는 정의된 경화 깊이를 나타낸다. 중심으로의 천이 시 표시된 경도 저하에 주목한다. 이것은 국부 강도가 저하되고 인장 잔류응력이 발생할 수 있으므로 약한 부위가 될 수 있다.)

크랭크핀 또는 저널 경화의 경우에만 **그림 22**와 같이 열 영향부에서의 인장응력으로 인한 필릿부까지의 최소 거리가 명시되어야 한다.

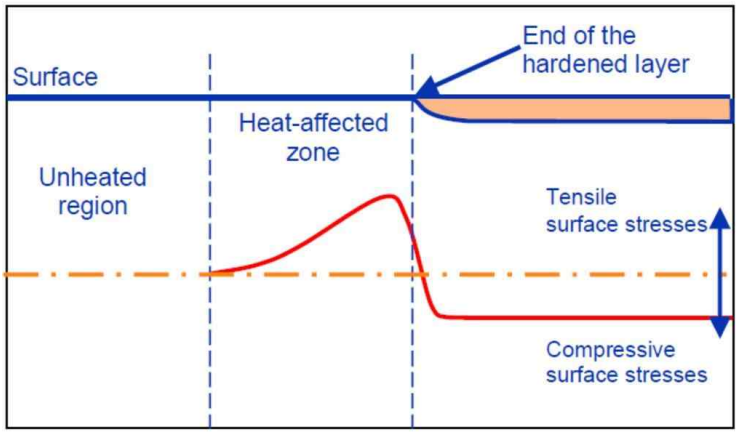


그림 22 핀 및 필릿부의 표면에서의 잔류응력

경도 대 깊이 프로파일 및 잔류응력이 알려지거나 규정되지 않은 경우, 다음과 같은 가정을 할 수 있다.

- 경도 프로파일은 두 개의 층으로 구성된다. (**그림 21** 참조)
  - 표면에서 천이 영역까지의 일정한 경도
  - 천이 영역에서 중심 재료까지의 일정한 경도
- 200 MPa의 경화 영역(압축)에서의 잔류응력
- 국부적인 경도 저하를 피하지 않는 경우 중심 경도의 90 %인 천이 영역 경도
- 300 MPa의 최대 잔류응력(폰미세스) 천이 영역

크랭크핀이나 저널 경화가 필릿부에 가깝게 끝나면 인장 잔류응력의 영향을 고려해야 한다. 경화의 끝과 필릿부의 시작 사이의 최소 거리가 최대 경화 깊이의3배 이상인 경우 영향은 무시 될 수 있다.

(1) 국부 피로강도

(가) 고주파경화 크랭크축은 표면에서 또는 중심으로의 천이 시 피로를 받는다. 표면 및 천이 영역 모두에 대한 피로 강도는 **부속서 IV**에 설명된 대로 풀사이즈 크랭크의 피로시험으로 결정할 수 있다. 천이 영역의 경우, 피로의 시작은 표면하(즉, 경화층 아래) 또는 경화가 끝나는 표면에서 이루어질 수 있다. 중심 재료로만 이루어진 시험은 천이에서 인장 잔류응력이 부족하기 때문에 대표적인 것은 아니다.

(나) 대안으로, 표면 피로강도 $\sigma_{Fsurface}$는 다음과 같이 실험적으로 결정될 수 있다. 여기서 HV는 표면 비커스 경도이다. 아래의 식은 피로강도가 잔류응력의 영향을 포함하는 것으로 간주되는 보수적인 값을 제공한다. 결과값은 작용 응력비 $R = -1$에 대하여 유효하다.

$$\sigma_{Fsurface} = 400 + 0.5 \cdot (HV - 400) \qquad \text{(MPa)}$$

(다) 고주파경화 강의 평균응력 영향은 QT 강의 평균응력 영향보다 상당히 클 수 있음을 주목해야 한다.

(라) 가능성 있는 어떤 경도 저하도 고려하지 않는 천이 구역에서의 피로강도는 **부록 5-3**의 6항에 소개된 식에 따라 결정되어야 한다.

저널과 크랭크핀 필릿부가 각각 적용되는 경우:

$$\sigma_{Ftransition.qpin} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left(0.264 + 1.073 \cdot Y^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{X}}\right)$$

여기서,

저널 필릿부 : $Y = D_G$ 및 $X = R_G$

크랭크핀 필릿부 : $Y = D$ 및 $X = R_H$

오일구멍 출구 : $Y = D$ 및 $X = D_o/2$

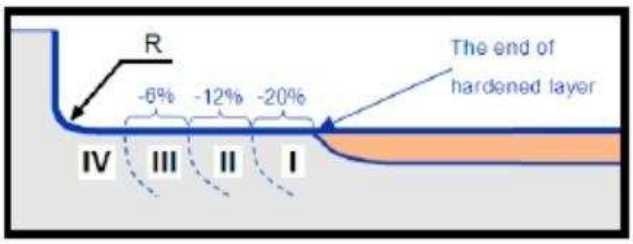
잔류응력의 영향은 포함되지 않았다.

(마) 경화층 아래의 표면하 피로를 고려하기 위하여 위에서 결정한 값에서 20 %를 뺀 값으로 인장 잔류응력의 불리한 점을 고려해야 한다. 이 20 %는 300 MPa의 잔류 인장응력을 갖는 담금질 및 템퍼링된 합금강의 평균응력 영향을 기반으로 한다. 잔류응력이 더 낮은 것으로 알려진 경우, 더 작은 빼기 값이 사용되어야 한다. 저장력강의 경우 선택된 백분율이 더 높아야 한다.

(바) 경화된 영역의 끝 부근에서 표면 피로를 고려하기 위하여 (즉, **그림 22**에 나타난 열 영향을 받은 영역에서), 인장 잔류응력의 영향은 상기 식에 의하여 결정된 값으로부터 **표 2**에 따라 일정 비율을 뺀 것으로 간주할 수 있다.

표 2 경화부 끝으로부터 필릿부 방향으로 주어진 거리에서 인장 잔류응력의 영향

경화부 끝으로부터의 거리	인장 잔류응력의 영향
Ⅰ. 최대 경화 깊이의 0~1 배	20 %
Ⅱ. 최대 경화 깊이의 1~2 배	12 %
Ⅲ. 최대 경화 깊이의 2~3 배	6 %
Ⅳ. 최대 경화 깊이의 3 배 이상	0 %



5. 질화

경도 사양은 표면 경도 범위(최소 및 최대)와 최소 및 최대 깊이를 포함해야 한다. 가스 질화만 고려되며 기준 비커스 경도는 $HV0.5$로 간주된다. 경화 깊이는 다양한 표준 및 문헌에서 다양한 방식으로 정의된다. 여기서 사용하는 가장 실용적인 방법은 중심 경도보다 50 HV 높은 경도까지의 질화 깊이 t_N을 정의하는 것이다. 경화 프로파일은 중심까지 규정해야 한다. 이것이 알려지지 않은 경우 다음 식을 통해 경험적으로 결정될 수 있다.

$$HV(t) = HV_{core} + (HV_{surface} - HV_{core}) \cdot \left(\frac{50}{HV_{surface} - HV_{core}}\right)^{\left(\frac{t}{t_N}\right)^2}$$

여기서,

t	:	국부 깊이
$HV(t)$	:	깊이 t에서의 경도
HV_{core}	:	중심부 경도(최소)
$HV_{surface}$	:	표면 경도(최소)
t_N	:	상기 정의된 질화 깊이(최소)

(1) 국부 피로강도

(가) 질화된 크랭크축의 경우 피로가 표면 또는 중심으로의 천이에서 발견된다는 점에 유의해야 한다. 이는 피로 강도가 **부속서 IV**에 기술된 시험에 의해 결정될 수 있음을 의미한다.

(나) 대안으로, 표면 피로강도(주응력) $\sigma_{Fsurface}$는 다음과 같이 경험적으로 그리고 보수적으로 결정될 수 있다. 이것은 표면경도가 600 HV 이상인 경우 유효하다.

$$\sigma_{Fsurface} = 450 \quad (\mathrm{MPa})$$

상기 피로강도는 표면 잔류응력의 영향을 포함한다고 가정하고 $R=-1$의 작용 응력비에 적용된다.

(다) 천이 영역에서의 피로강도는 **부록 5-3**의 6항에 소개된 식에 의하여 결정될 수 있다.

크랭크핀과 저널에 적용되는 경우:

$$\sigma_{Ftransition.cpin} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left(0.264 + 1.073 \cdot Y^{-0.2} + \frac{785-\sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{X}}\right)$$

여기서,

저널 필릿부 : $Y = D_G$ 및 $X = R_G$

크랭크핀 필릿부 : $Y = D$ 및 $X = R_H$

오일구멍 출구 : $Y = D$ 및 $X = D_o/2$

상기 피로강도는 잔류응력의 영향을 포함하는 것을 가정하지 않는다는 것에 유의한다.

(라) 고주파경화와 달리 질화된 구성품은 중심으로의 뚜렷한 천이가 없다. 표면의 압축 잔류응력은 높지만 중심 인장 응력의 균형은 얕은 깊이로 인해 보통이다. 표면하 피로 분석을 위하여, 천이 영역 내부 및 아래의 인장 잔류응력의 불리한 점은 질화 경도 프로파일의 부드러운 윤곽을 고려하여 무시할 수 있다.

(마) 원칙적으로 계산은 전체 경도 프로파일을 따라 수행해야 하지만 표면 및 인위적인 천이점을 검토하는 단순화된 접근 방식으로 제한될 수 있다. 이 인위적인 천이점은 국부 경도가 중심 경도보다 약 20 HV 높은 깊이에서 취할 수 있다. 이러한 경우, 중심 재료의 특성이 사용되어야 한다. 이는 $t = 1.2t_N$을 삽입할 때 앞서 언급한 국부 응력집중계수 수식을 사용하여 중심으로의 천이 시 발생하는 응력을 찾을 수 있음을 의미한다.

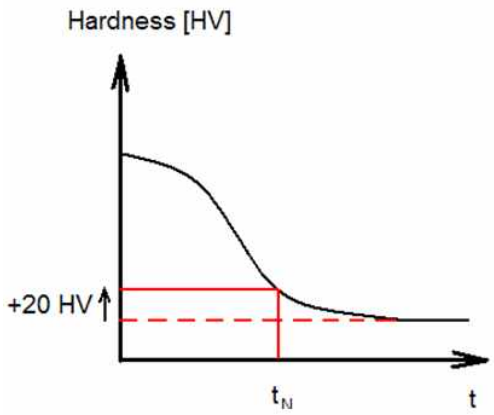


그림 23 인위적인 천이점의 깊이 방향 위치

6. 냉간가공

필릿부의 스트로크 피닝 또는 냉간압연의 장점은 고하중 영역에 발생하는 압축 잔류응력이다. 표면 잔류응력은 X선 회절 기술로 결정할 수 있고 중성자 회절을 통해 표면하 잔류응력을 결정할 수 있지만 국부 피로강도는 적합하고 신뢰할 수 있는 상관 공식이 거의 알려지지 않았기 때문에 사실상 그러한 기준으로 평가할 수 없다.

따라서 피로강도는 피로시험으로 결정해야 한다. (부속서 IV를 참조). 이러한 시험은 일반적으로 $R=-1$의 작용 응력비로 4점 굽힘으로 수행된다. 이 결과로부터, 파손 방식에 따라 표면 또는 표면하에서 시작된 굽힘 피로강도는 필릿부에서 적용된 굽힘에 대한 대표적인 피로강도로서 결정되고 표현될 수 있다.

굽힘과 비교하여 필릿부의 비틀림 피로강도는 $\sqrt{3}$(폰미세스 기준에 의해 사용된) 비율과 상당히 다를 수 있다. 굽힘 시의 표면피로를 방지하기에 충분한 가공 영향 깊이는 비틀림에서 표면하 피로를 여전히 허용할 수 있다. 굽힘과 비틀림의 차이에 대한 또 다른 가능한 이유는 고응력 영역의 확장일 수 있다.

풀사이즈 크랭크 시험에서 얻은 결과는 모재(담금질 및 템퍼링된 합금)가 유사한 유형이고 표면뿐만 아니라 깊이까지 비슷한 수준의 압축 잔류응력을 얻기 위해 가공이 이루어지는 경우 다른 크랭크 크기에 적용될 수 있다. 이는 냉간가공의 확장 및 깊이가 필릿부 반경에 비례해야 함을 의미한다.

(1) 볼에 의한 스트로크 피닝

얻어진 피로강도는 신중하게 적용할 경우 풀사이즈 크랭크 시험 또는 경험적 방법으로 문서화할 수 있다. 굽힘 피로강도와 비틀림 피로강도가 모두 조사되고 비율이 $\sqrt{3}$과 다른 경우 폰 미세스 기준을 제외해야 한다. 굽힘 피로강도만 조사한 경우 비틀림 피로강도를 보수적으로 평가해야 한다. 굽힘 피로강도가 피닝되지 않은 재료의 피로강도보다 x % 이상 높은 것으로 판단되는 경우 비틀림 피로강도는 피닝되지 않은 재료의 피로강도보다 높은 값이 x %의 2/3 이하로 가정되어야 한다.

스트로크 피닝 공정의 결과로 압축 잔류응력의 최대치가 표면하 영역에서 발견된다. 따라서 피로시험 하중 및 응력 기울기에 따라 표면의 국부 피로강도와 비교하여 표면에 작용하는 응력이 더 높을 수 있다. 이 현상으로 인해 피로시험 중에 작은 균열이 나타날 수 있으며 이는 압축 잔류응력의 프로파일로 인해 뒤따르는 하중 사이클 및/또는 시험 하중의 근소한 증가로 전파 할 수 없을 것이다. 간단히 말하면, 높은 압축 잔류응력은 표면 아래의 작은 표면 균열을 정지시킨다. 이것은 그림 24에서 하중기울기 2로 설명된다.

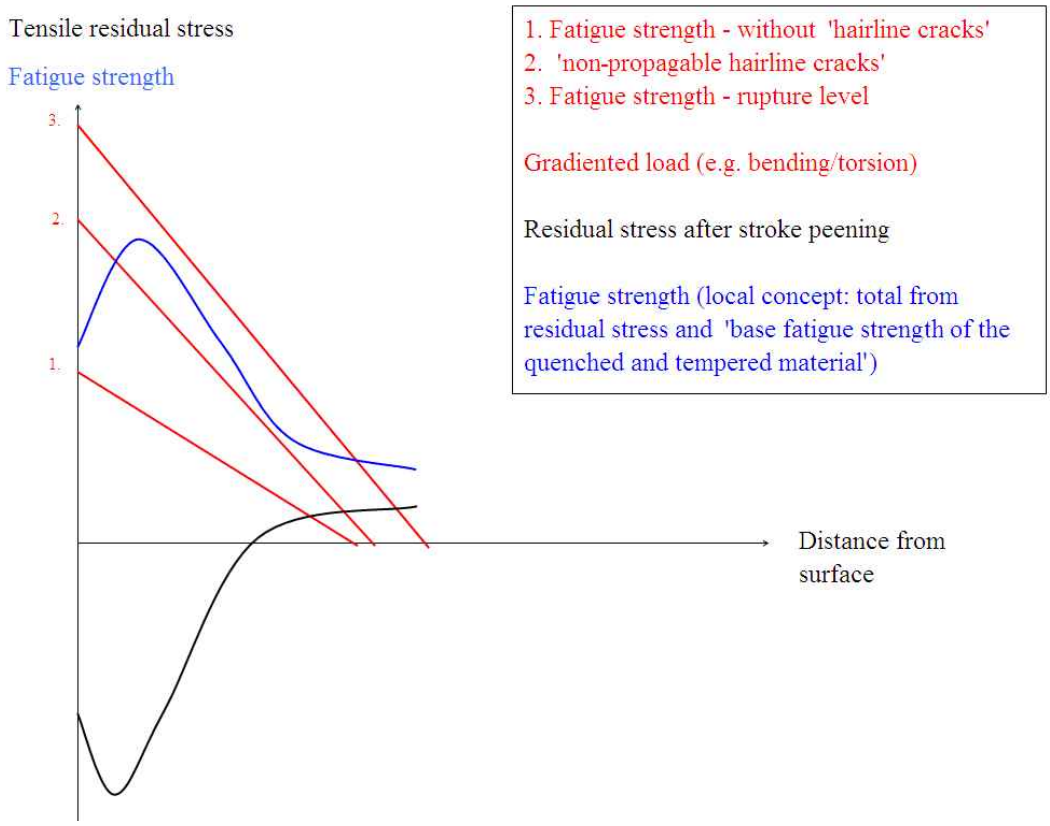


그림 24 스트로크 피닝 표면 아래의 작용 및 잔류응력 (선 1, 2, 3은 다른 하중 응력 기울기를 나타낸다.)

풀사이즈 크랭크축을 사용한 피로시험에서 이 작은"미세 균열"은 파손으로 간주되어서는 아니된다. 시험대를 정지시키고, 기술적으로 파손으로 이어지는 피로균열은 파손 하중 수준을 결정하기 위하여 고려해야 한다. 이는 고주파경화된 필릿부에 스트로크 피닝되는 경우에도 적용된다.

고주파경화된 필릿부의 피로강도를 향상시키기 위하여, 요구되는 표면경도로 고주파경화 및 템퍼링된 이후 크랭크축의 필릿부에 스트로크 피닝 공정을 적용할 수 있다. 이것이 끝난 경우 스트로크 피닝 힘을 모재의 인장강도가 아닌 표면층의 경도에 적용할 필요가 있다. 필릿부에 대한 고주파경화 및 스트로크 피닝의 피로강도에 미치는 영향은 풀사이즈 크랭크축 시험에 의하여 결정되어야 한다.

(가) 유사한 크랭크축에 대한 기존 결과 사용

스트로크 피닝을 적용함으로써 달성되는 피로강도의 증가는 다음의 모든 기준이 충족되면 다른 유사한 크랭크축에 활용될 수 있다.

(a) 시험된 크랭크축에 비교하여 필릿부 반경 대비 볼사이즈가 ± 10 % 이내

(b) 적어도 동일한 스트로크 피닝의 원주 방향 확장

(c) 시험된 크랭크축과 비교하여 필릿부 반경 대비 필릿부 윤곽의 각도 확장이 ± 15 % 이내이고 엔진 작동 중 응력집중을 포함하도록 위치

(d) 유사한 모재, 예를 들면 합금화된 담금질 및 템퍼링

(e) 같은 반경 비율의 볼의 포워드 피드

(f) 모재 경도(다를 경우)에 비례하여 볼에 작용하는 힘

(g) 볼의 반경의 제곱에 비례하는 볼에 작용하는 힘

(2) 냉간압연

피로강도는 신중하게 적용할 경우 풀사이즈 크랭크 시험 또는 경험적 방법에 의하여 얻을 수 있다. 굽힘 피로강도와 비틀림 피로강도가 모두 조사되고 비율이 $\sqrt{3}$과 다른 경우 폰 미세스 기준을 제외해야 한다. 굽힘 피로강도만 조사한 경우 비틀림 피로강도를 보수적으로 평가해야 한다. 굽힘 피로강도가 비압연 재료의 피로강도보다 x % 이상 높은 것으로 판단되는 경우 비틀림 피로강도는 비압연 재료의 피로강도 보다 높은 값이 x %의 2/3 이하로 가

정되어야 한다.

(가) 유사한 크랭크축에 대한 기존 결과 사용

냉간 압연을 적용함으로써 달성되는 피로강도의 증가는 다음의 모든 기준이 충족되면 다른 유사한 크랭크축에 활용될 수 있다.

(a) 적어도 동일한 냉간 압연의 원주 방향 확장

(b) 시험된 크랭크축과 비교하여 필릿부 반경에 대비 필릿부 윤곽의 각도 확장이 ± 15 % 이내이고 엔진 작동 중 응력집중을 포함하도록 위치

(c) 유사한 모재, 예를 들면 담금질 및 템퍼링된 합금강

(d) 적어도 동일한 상대 (필릿부 반경까지) 가공 깊이를 달성하도록 계산되는 롤러 힘

〈부속서 VI 유한요소해석법 활용을 통한 크랭크축의 오일구멍 출구에서의 응력집중계수 계산〉 *(2018)*

1. 일반

(1) 본 부속서에서 설명하는 해석의 목적은 오일구멍 출구에서 응력집중계수(SCF)의 분석적 계산을 적절한 유한요소해석법(FEM)으로 계산된 수치로 대체하는 것이다. 전자의 방법은 다양한 라운드 바의 스트레인 게이지 판독값 또는 광탄성 측정값을 토대로 개발된 경험식을 기반으로 한다. 이러한 식을 유효 범위를 벗어나 사용하면 어느 방향으로든 잘못된 결과가 발생할 수 있으므로 유한요소해석법 기반 방법을 적극 권장한다.

(2) 본 부속서에 설명된 규칙에 따라 계산된 응력집중계수는 분석적으로 계산된 공칭응력 대 유한요소해석법으로 계산된 응력의 비율로 정의된다. **부록 5-3**의 현 방법과 관련하여 사용 시, 주응력이 계산되어야 한다.

(3) 해석은 선형 탄성 유한요소 해석으로 수행되어야 하며, 적절한 규모의 단위 하중이 모든 하중 조건에 대하여 적용되어야 한다.

(4) 사용중인 유한요소 솔버(solver)의 요소 정확도를 확인하는 것이 권장된다. 예를 들면 간단한 형상을 모델링하고 유한요소해석법으로 얻은 응력을 분석 솔루션과 비교한다.

(5) 유한요소해석법 대신에 경계요소해석법(BEM)을 사용할 수 있다.

2. 모델 요건

유한요소 모델을 구축하기 위한 기본 권장 사항 및 가정은 (1)호에 제시되어 있다. 최종 유한요소 모델은(3)호의 기준 중 하나를 충족해야 한다.

(1) 격자 요소에 대한 권고사항

격자 품질 기준을 충족시키기 위하여 다음 권장사항에 따라 응력집중계수의 평가를 위한 유한요소 모델을 구성하는 것이 권고된다.

(가) 주베어링 중심선에서 반대편 주베어링 중심선까지 단일의 완전한 크랭크로 구성된 모델

(나) 다음의 요소 형식이 출구 주위에 사용된다.

(a) 10 절점 사면체 요소

(b) 8 절점 육면체 요소

(c) 20 절점 육면체 요소

(다) 오일구멍 출구의 다음 격자 특성이 사용된다.

(a) 전체 출구 필릿부 뿐만 아니라 보어 방향에서 최대 요소 크기 a 는 r/4로 한다. (8 절점 육면체 요소가 사용되는 경우 품질 기준 충족에 더 작은 요소가 요구된다.)

(b) 필릿부 깊이 방향의 요소 크기에 권장되는 방법

(i) 첫 번째 층의 두께: 요소 크기 a와 동일

(ii) 두 번째 층의 두께: 요소 크기 2a와 동일

(iii) 세 번째 층의 두께: 요소 크기 3a와 동일

(라) 일반적으로 나머지 크랭크는 솔버의 수치 안정성에 적합해야 한다.

(마) 경량화를 위한 드릴 및 구멍을 모델링해야 한다.

(바) 소프트웨어 요구 사항이 충족되는 한 서브모델링을 사용할 수 있다.

(2) 재료

부록 5-3은 탄성계수 E 및 포아송비 ν와 같은 재료 특성을 고려하지 않는다. 유한요소 해석에서는 우선 변형률을 계산하고 탄성계수 및 포아송비를 사용하여 변형률로부터 응력을 유도하므로 이러한 재료 파라미터가 필요하다. 대표 재료 샘플에서 인용되거나 측정된 것과 같이 재료 파라미터에 대한 신뢰할 수 있는 값이 사용되어야 한다. 강에 대한 탄성계수는 $E = 2.05 \cdot 10^5$ MPa, 포아송비는 $\nu = 0.3$이 권고된다.

(3) 격자 요소 품질 기준

실제 격자 요소가 응력집중계수 평가를 위하여 검사된 영역에서 다음 기준 중 하나를 충족시키지 않는 경우 2차 계산이 더 미세한 격자로 수행되어야 한다.

(가) 주응력 기준

격자의 품질은 오일구멍 출구 반경의 표면에 수직응력 성분을 확인하여 보증되어야 한다. 주응력 σ_1, σ_2 및 σ_3에 대하여 다음 기준을 충족해야 한다.

$$\min(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|) < 0.03 \cdot \max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)$$

(나) 평균/비평균 응력 기준

평균/비평균 응력 기준은 응력집중계수의 계산을 위하여 필릿부에서의 요소에 걸친 응력 결과의 불연속성을 관찰하는 것을 기반으로 한다. 절점 i에 연결된 각 요소로부터 계산된 비평균 절점응력(nodal stress)은 검토하는 위치에서 절점 i에서의 100 % 평균 절점응력 결과와의 차이는 5 % 미만이어야 한다.

3. 하중조건 및 응력평가

부록 5-3에서 분석적으로 결정된 응력집중계수를 대체하기 위하여 다음 하중조건으로 계산되어야 한다.

(1) 비틀림

구조는 단순 비틀림으로 하중이 부여된다. 모델의 끝단면에서 표면 뒤틀림이 억제된다. 토크는 크랭크축의 중앙 절점에 적용된다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)로 작동하며 끝단면의 모든 절점에 단단히 연결된다. 경계 및 하중조건은 직렬 및 V형 기관에 모두 유효하다.

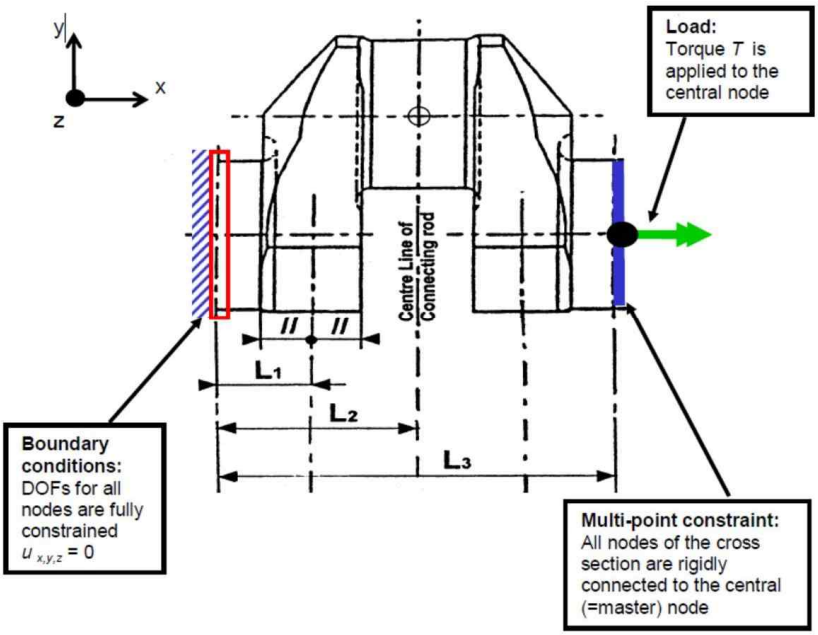


그림 25 비틀림 하중에서 경계 및 하중 조건

오일구멍 출구의 모든 절점에 대하여 주응력을 구하고 응력집중계수을 계산한 후에 최대 값을 취한다.

$$\gamma_T = \frac{\max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)}{\tau_N}$$

여기서 토크가 T인 **부록 5-3**의 2항 (2)호 (가)에 따라 크랭크핀을 기준으로 한 공칭 비틀림응력 τ_N이 평가된다.

$$\tau_N = \frac{T}{W_P}$$

(2) 굽힘

구조는 단순 굽힘으로 하중이 부여된다. 모델의 끝단면에서 표면 뒤틀림이 억제된다. 굽힘 모멘트는 크랭크축의 중앙 절점에 적용된다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)으로 작동하며 끝단면의 모든 절점에 단단히 연결된다. 경계 및 하중조건은 직렬 및 V형 기관에 모두 유효하다.

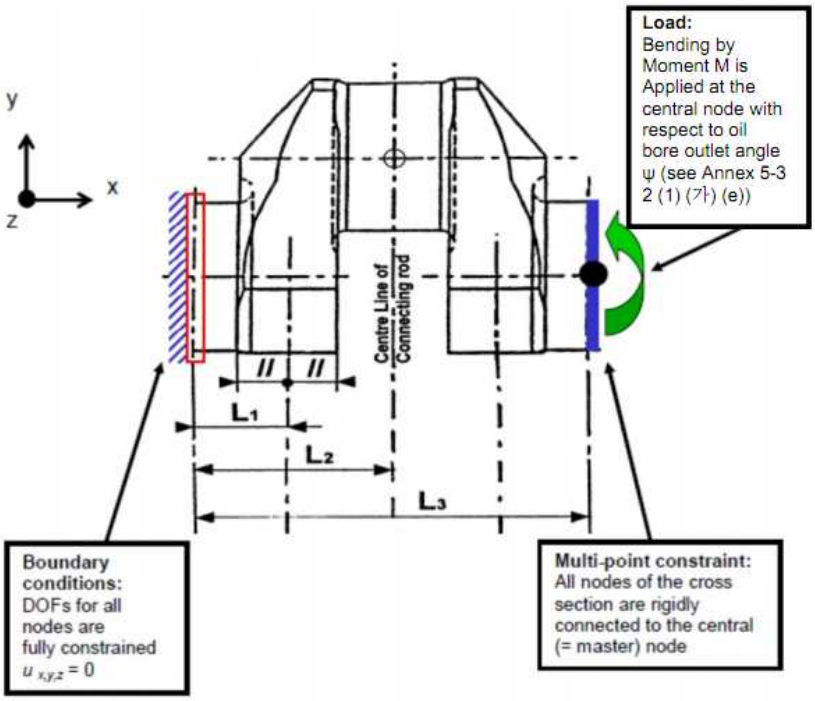


그림 26 단순 굽힘 하중에서 경계 및 하중 조건

오일구멍 출구의 모든 절점에 대하여 주응력을 구하고 응력집중계수을 계산한 후에 최대 값을 취한다.

$$\gamma_B = \frac{\max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)}{\sigma_N}$$

여기서 굽힘 모멘트 M인 부록 5-3의 2항 (1) (나) (c)에 따라 크랭크핀을 기준으로 한 공칭 굽힘응력 σ_N이 계산된다.

$$\sigma_N = \frac{M}{W_e}$$

부록 5-4 동력전달장치의 치차 강도 계산식

1. 일반사항

(1) 적용

이 규정은 주추진기관과 발전기 및 중요보기(작업용 보기 등은 제외)를 구동하는 원동기의 동력을 전달하는 동력전달장치에 사용하는 밀폐식 치차의 강도계산에 적용한다.

(2) 기본원리

(가) 이 규정에 기술된 기어의 강도계산법은 면압강도(피팅)(surface durability (pitting)) 및 이뿌리의 굽힘강도(tooth root bending strength)를 다룬다.

(나) 강도계산에 관계하고 있는 모든 영향계수(influence factor)는 그들의 물리적인 의미에 근거하여 정의하여야 한다. 또한, 영향계수의 일부는 치차의 형태에 의해 결정되거나 협약에 의해 제정된 것이다. 다만, 일부의 영향계수는 우리 선급이 인정하는 방법에 따라 근사치를 계산할 수도 있다.

2. 기호 및 단위

a : 중심거리 (mm)
b : 공통치폭 (mm)
$b_{1,2}$: 피니언, 휠의 치폭 (mm)
C_γ : 맞물린 기어의 전체 합성강성의 평균값 (N/mm · μ_m)
d : 피치원의 지름 (mm)
$d_{1,2}$: 피니언, 휠의 피치원 지름 (mm)
$d_{a1,2}$: 피니언, 휠의 이끝원 지름 (mm)
$d_{b1,2}$: 피니언, 휠의 기초원 지름 (mm)
$d_{f1,2}$: 피니언, 휠의 이뿌리원 지름 (mm)
$d_{w1,2}$: 피니언, 휠의 작용피치원 지름 (mm)
F_t : 호칭 접선하중 (N)
F_{bt} : 기초원통 정면에 작용하는 접선하중 (N)
F_β : 전체 상대치면 오차 (μm)
$F_{\beta x}$: 운전 전의 상대치면 오차 (μm)
$F_{\beta y}$: 운전 후의 상대치면 오차 (μm)
F_m : 기어에 걸리는 접선하중 (N)
f_{pb} : 휠의 최대 법선피치 오차 (μm)
f_{pt} : 정면 피치오차 (μm)
f_{ma} : 제작시 이뿌리면의 오차 (μm)
f_{sh} : 피니언 및 휠의 변형으로 인한 이뿌리면의 오차 (mm)
h : 톱니의 높이 (mm)
h_F : 하중 작용점이 작용하는 하중선과 치형중심선과의 교점부터 위험단면까지 거리 (mm)
m_n : 치직각 모듈 (mm)
m_t : 정면 모듈 (mm)
$n_{1,2}$: 피니언, 휠의 회전수 (rpm)
P : 연속최대출력시의 분담출력 (kW)
R_a : 표면거칠기 (mm)
R_z : 기어에 대한 평균 표면 거칠기 계수
$R_{z1,2}$: 운전후에 측정한 피니언 및 휠의 표면 거칠기
R_{z100} : 중심거리 ρ = 100 mm 피치점에 있어서의 상대곡률 반경 10 mm 의 기어에 대한 평균 표면 거칠기 계수
q_s : 노치계수
s_{Fn} : 위험단면의 이뿌리두께 (mm)
$T_{1,2}$: 피니언, 휠의 토크 (N · m)

u : 기어비
v : 피치원주속도 (m/s)
$x_{1,2}$: 피니언, 휠의 전위계수
y_α : 길들임 운전에 의한 법선 피치오차의 감소량 (μm)
$y_{\alpha 1,2}$: 피니언과 휠의 길들임 운전에 의한 법선 피치오차의 감소량 (μm)
y_β : 길들임운전에 의한 오차의 감소량 (μm)
z : 톱니의 수
$z_{1,2}$: 피니언, 휠의 잇수
z_n : 상당 기어 잇수
$z_{n1,2}$: 피니언 및 휠의 상당 기어 잇수
α_n : 기초원통에서의 치직각 압력각 (degree)
α_t : 기초원통에서의 정면압력각 (degree)
α_{tw}: 작용피치원통에서의 정면압력각 (degree)
α_{Fen} : 하중선과 치형중심선과 이루는 각의 여각 (degree)
β : 피치원통에서의 나선각 (degree)
β_b : 기초원통에서의 나선각 (degree)
ε_α : 정면 물림율
ε_β : 겹치기 물림율
ε_γ : 총물림율
ρ_F : 위험단면에서의 필렛 반지름 (mm)
σ_b : 인장강도 (N/mm^2)
φ_p : 공차계수

3. 기하학적 정의

z_2, a, d_2, d_{a2}, d_{b2} 및 d_{w2} 는 외접기어의 경우는 양의 값이고, 내접기어의 경우는 음의 값이다. 기어비 u는 외접기어에서는 양의 값이고, 내접기어에서는 음의 값이며, 절대값은 1보다 크거나 같은 값으로 된다.

$$u = z_2/z_1 = d_{w2}/d_{w1} = d_2/d_1$$

어느 경우든 잇수가 작은 쪽의 기어를 피니언으로 한다.
면압강도식에서 b 는 피치원에서의 공통치폭이며, 굽힘강도식에서 b_1, b_2 는 각각 이뿌리에서의 치폭이다.

$$\tan\alpha_t = \tan\alpha_n / \cos\beta$$

$$\tan\beta_b = \tan\beta \cos\alpha_t$$

$$d_{1,2} = z_{1,2} m_n / \cos\beta$$

$$d_{b1,2} = d_{1,2} \cos\alpha_t$$

$$d_{w1} = \frac{2a}{u+1},\ d_{w2} = \frac{2au}{u+1} \quad \text{여기서,} \quad a = 0.5\,(d_{w1} + d_{w2})$$

$$z_{n1,2} = \frac{z_{1,2}}{\cos^2\beta_b \cdot \cos\beta}$$

$$m_t = m_n / \cos\beta$$

$$\in\mathrm{v}\,\alpha = \tan\alpha - \pi\,\alpha/180 \quad (\alpha = \text{degree})$$

$$\in\mathrm{v}\,\alpha_{tw} = \in\mathrm{v}\,\alpha_t + 2\tan\alpha_n \frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2} \quad \text{또는} \quad \cos\alpha_{tw} = \frac{m_t(z_1 + z_2)}{2a} cos\alpha_t$$

$$\varepsilon_\alpha = \frac{0.5\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} \pm 0.5\sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - a\sin\alpha_{tw}}{\pi \cdot m_t \cdot \cos\alpha_t}$$ (외접기어의 경우는 +, 내접기어의 경우는 -를 적용한다.)

$$\varepsilon_\beta = \frac{b \cdot \sin\beta}{\pi \cdot m_n}$$ (더블헬리컬기어의 경우, b는 기어 한 개의 치폭으로 한다.)

$$\varepsilon_r = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$$

$$v = \frac{\pi \cdot d_{1,2} n_{1,2}}{60 \cdot 10^3}$$

4. 호칭접선하중, F_t

호칭접선하중은 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

$$F_t = 2{,}000\, T_{1,2} / d_{1,2} \quad \text{(N)}$$

$$T_{1,2} = \frac{30 \cdot 10^3 P}{\pi \cdot n_{1,2}}$$

5. 영향계수

(1) 사용계수, K_A

사용계수는 기어의 외부 요인에 의한 동적 과부하를 고려하는 계수로서 기어에 작용하는 최대변동토크와 정격토크와의 비이며 **표 1**에 따른다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정한 경우에는 그 값을 적용할 수 있다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 구동하는 또는 구동되는 기계의 특성
- 질량비
- 커플링 형태
- 운전상태(과속도, 프로펠러부하상태의 변화 등)

(2) 하중분담계수, K_γ

하중분담계수는 유성치차 등과 같은 다경로 동력전달장치의 하중 불균일을 고려하는 계수로서 각 기어에 대한 최대하중과 전체 경로수에 균등하게 분배된 하중과의 비이며, **표 2**에 따른다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정한 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

표 1 사용계수

구동기관	연결방법	K_A
주추진장치	유체 또는 전자식 커플링을 갖는 디젤기관	1.00
	고탄성 커플링을 갖는 디젤기관	1.30
	기타의 커플링을 갖는 디젤기관	1.50
보기구동	전동기, 유체 또는 전자식 커플링을 갖는 디젤기관	1.00
	고탄성 커플링을 갖는 디젤기관	1.20
	기타의 커플링을 갖는 디젤기관	1.40

표 2 하중분담계수

유성치차의 경로수	K_γ
3이하	1.0
4	1.2
5	1.3
6 이상	1.4

(3) 내부동하중계수, K_V

내부동하중계수는 피니언과 휠의 진동에 의하여 내부적으로 발생하는 동적하중을 고려하는 계수로서 치형에 작용하는 동적 최대하중과 최대 외부동적하중($F_t K_A K_\gamma$) 사이의 비이며 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 동력전달장치 오류(피치 및 프로파일 오류에 따른)
- 피니언 및 휠의 질량
- 기어 톱니 맞물림 사이클에 따른 기어 맞물림 강성 변화
- 사용계수를 포함하는 전달하중
- 피치 선속도
- 기어와 축의 동적 불평형
- 축과 베어링의 강성

- 기어 시스템의 댐핑 특성

(가) 적용범위

(a) 아래 조건을 모두 만족할 경우

(i) $\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} < 10\,\mathrm{m/s}$인 공진영역 아래의 운전속도

(ii) 평기어($\beta = 0^\circ$) 및 $\beta \le 30^\circ$인 헬리컬기어

(iii) $z_1 < 50$인 상대적으로 적은 잇수를 가진 피니언

(iv) 고체 디스크 휠 또는 두꺼운 강재 기어 림

(b) $\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} < 3\,\mathrm{m/s}$을 만족하는 모든 기어 또는 $\beta > 30^\circ$인 헬리컬기어

(c) (a), (b) 이외의 기어의 경우 ISO 6336-1:2019에 나오는 방법 B에 따라야 한다.

(나) 계산식

(a) 겹치기 물림율이 $\varepsilon_\beta \ge 1$ 인 평기어 및 헬리컬기어

$$K_V = 1 + \left(\frac{K_1}{K_A \frac{F_t}{b}} + K_2\right) \cdot \frac{v \cdot z_1}{100} K_3 \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}}$$

$K_A \frac{F_t}{b} < 100$ (N/mm)인 경우, $K_A \frac{F_t}{b} = 100$ (N/mm)로 가정한다.

계수 K_1는 **표 3**에 따른다.

표 3 K_1의 값

기어 종류	K_1 (ISO 정밀도 등급 *)					
	3	4	5	6	7	8
평기어	2.1	3.9	7.5	14.9	26.8	39.1
헬리컬기어	1.9	3.5	6.7	13.3	23.9	34.8

(비고)
* ISO 1328-2:2020에 따른 정밀도 등급. 정밀도가 서로 다른 기어가 접속하고 있는 경우에는 낮은 등급을 사용한다.

모든 정확도 등급에서 계수 K_2는 다음에 따라야 한다.

평기어의 경우 : $K_2 = 0.0193$

헬리컬기어의 경우 : $K_2 = 0.0087$

계수 K_3는 다음에 따라야 한다.

$\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} \le 0.2$인 경우 : $K_3 = 2.0$

$\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} > 0.2$인 경우 : $K_3 = 2.071 - 0.357 \cdot \frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}}$

(b) 겹치기 물림율이 $\varepsilon_\beta < 1$인 헬리컬기어의 경우, 계수 K_V는 아래 식에 따라 평기어($K_{V\alpha}$)와 헬리컬기어($K_{V\beta}$)의 결정된 값 사이의 선형보간법에 의해 결정된다.

$$K_V = K_{V\alpha} - \varepsilon_\beta (K_{V\alpha} - K_{V\beta})$$

$K_{V\alpha}$는 (a)에 따른 평기어의 K_V 값이다.

$K_{V\beta}$는 (a)에 따른 헬리컬기어의 K_V 값이다.

(4) 치면하중 분포계수, $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$

$K_{H\beta}$ 는 면압응력, $K_{F\beta}$ 는 이뿌리 굽힘응력에 대한 치면하중 분포계수로서 치면에 대한 불균일 하중분포의 영향을 고려하는 계수들이며, 다음과 같이 정의된다.

$$K_{H\beta} = \frac{\text{단위 치폭당 최대하중}}{\text{단위 치폭당 평균하중}}$$

$$K_{F\beta} = \frac{\text{단위 치폭당 이뿌리에서의 최대 굽힘응력}}{\text{단위 치폭당 이뿌리에서의 평균 굽힘응력}}$$

이뿌리에서의 평균 굽힘응력은 해당 피니언 및 맞물리는 휠의 치폭에 영향을 받는다. $K_{F\beta}$는 계수 $K_{H\beta}$의 함수로써 표현될 수 있다. $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$는 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 기어 톱니 제작 정확도
- 구멍파기 오차에 의한 부착 오류
- 베어링 여유
- 휠 및 피니어 축 정렬 오차
- 기어 요소, 축, 베어링, 기어 요소를 지지하는 하우징 및 거치대의 탄성 변형
- 운전온도에 기인한 열팽창 및 뒤틀림
- 설계요소의 보정(톱니 크라우닝, 엔드릴리프 등)

$K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$ 는 다음의 ISO 6336-1:2019 방법 C에 따라 결정된 값으로 한다. 다만 실측하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정한 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

(가) 치폭의 끝단에 가장 단단한 접촉이 있을 경우, 굽힘응력에 대한 치면하중분포계수 $K_{F\beta}$ 는 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

$$K_{F\beta} = K_{H\beta}{}^{N}$$

$$N = \frac{(b/h)^2}{1+(b/h)+(b/h)^2}$$

b/h : 치폭과 톱니 높이의 비, b_1/h_1 과 b_2/h_2 중 최소값을 가진다. 더블헬리컬기어의 경우, 하나의 치폭만 사용된다. $b/h < 3$인 경우, $b/h = 3$으로 한다.

(나) 치폭의 끝단에 작용하는 하중이 전혀 없거나 적은 경우(엔드릴리프 또는 크라우닝)에는 $K_{F\beta} = K_{H\beta}$ 로 할 수 있다.

(5) 면압 및 굽힘강도에 대한 정면하중 분포계수 $K_{H\alpha}$, $K_{F\alpha}$

$K_{H\alpha}$는 면압응력, $K_{F\alpha}$는 이뿌리 굽힘응력에 대한 정면하중 분포계수로서 맞물린 기어 톱니 사이의 피치와 제작오차의 영향을 고려하는 계수이며 ISO 6336-1:2019 방법 B에 따라 결정된 값으로 한다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값을 적용할 수 있다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 총 맞물림 강성
- 총 접선하중 F_t, K_A, K_γ, K_V, $K_{H\beta}$
- 기초피치 오차
- 팁릴리프
- 허용치 내의 운전

6. 면압강도

한쌍의 기어의 접촉면 또는 피치점에서 Hertz의 최대접촉응력식을 기초로 하여 치면의 면압강도를 평가하며, 접촉응력 σ_H는 허용접촉응력 σ_{HP} 보다 작거나 같아야 한다.

(1) 기본식

(가) 접촉응력, σ_H

$$\sigma_H = \sigma_{H0}\sqrt{K_A K_\gamma K_V K_{H\alpha} K_{H\beta}} \le \sigma_{HP}$$

$$\sigma_{H0} = Z_B Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{d_1 b}\frac{u+1}{u}} \quad : \text{피니언}$$

$$\sigma_{H0} = Z_D Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{d_1 b}\frac{u+1}{u}} \quad : \text{휠}$$

σ_{H0}: 피니언, 휠의 접촉응력 기본값
Z_B : 피니언의 맞물림계수
Z_D : 휠의 맞물림계수
Z_H : 영역계수
Z_E : 탄성계수
Z_ε : 물림률계수
Z_β : 비틀림각계수
F_t : 호칭접선하중

(나) 허용 접촉응력, σ_{HP}

$$\sigma_{HP} = (\sigma_{Hlim} Z_N / S_H) Z_L Z_V Z_R Z_W Z_X$$

σ_{Hlim} : 접촉응력에 대한 내구한도
Z_N : 수명계수
Z_L : 윤활계수
Z_V : 속도계수
Z_R : 거칠기계수
Z_W : 경도비계수
Z_X : 치수계수
S_H : 안전계수

(2) 맞물림계수 Z_B, Z_D

Z_B, Z_D는 피니언 및 휠에 대한 맞물림계수로서 영역계수와 관련한 맞물림 기어의 접촉점에서의 치형의 곡률 반경이 접촉응력에 미치는 영향을 고려하는 계수로서 다음에 따른다.

(가) 평기어인 경우

Z_B는 M_1과 1 중에서 큰 값으로 한다.
Z_D는 M_2와 1 중에서 큰 값으로 한다.

$$M_1 = \frac{\tan\alpha_{tw}}{\sqrt{\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a1}}{d_{b1}}\right)^2 - 1} - \left(\frac{2\pi}{z_1}\right)\right]\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a2}}{d_{b2}}\right)^2 - 1} - (\epsilon_\alpha - 1)\left(\frac{2\pi}{z_2}\right)\right]}}$$

$$M_2 = \frac{\tan\alpha_{tw}}{\sqrt{\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a2}}{d_{b2}}\right)^2 - 1} - \left(\frac{2\pi}{z_2}\right)\right]\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a1}}{d_{b1}}\right)^2 - 1} - (\epsilon_\alpha - 1)\left(\frac{2\pi}{z_1}\right)\right]}}$$

(나) 헬리컬 기어인 경우

(a) $\varepsilon_\beta \geq 1$ 인 경우

$$Z_B = Z_D = 1$$

(b) $\varepsilon_\beta < 1$ 인 경우는 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

$$Z_B = M_1 - \varepsilon_\beta(M_1 - 1), \quad Z_B \geq 1$$
$$Z_D = M_2 - \varepsilon_\beta(M_2 - 1), \quad Z_D \geq 1$$

M_1 및 M_2 : (가)에 따른다.

(c) 내접기어인 경우, $Z_D = 1$

(3) 영역계수, Z_H

피치점에서 치면 곡률의 Hertz 압력에 영향을 주고 기초원통의 접선하중에서 피치원통의 정면하중으로 변환에 관여하며 다음 식에 의해 계산된 값으로 한다.

$$Z_H = \sqrt{\frac{2\cos\beta_b}{\cos^2\alpha_t \tan\alpha_{tw}}}$$

(4) 탄성계수, Z_E

접촉응력에 미치는 재료의 물성치에 관계하는 계수로서 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

(가) 피니언 및 휠의 재료가 강일 경우(E = 206,000 N/mm^2, ν = 0.3)

$$Z_E = 189.8 \quad (\sqrt{\mathrm{N/mm^2}})$$

E : 탄성계수 (N/mm^2)

ν : 프아송비

(나) (가) 이 외의 경우, ISO 6336-2:2019을 참조 한다.

(5) 물림률계수, Z_ε

정면물림률과 겹치기 물림률이 치차의 치면 부하에 미치는 영향을 고려하는 계수로서 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

(가) 평기어의 경우

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4-\varepsilon_a}{3}}$$

(나) 헬리컬 기어인 경우

$\varepsilon_\beta < 1$ 인 경우 : $Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4-\varepsilon_\alpha}{3}(1-\varepsilon_\beta) + \frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha}}$

$\varepsilon_\beta \geq 1$ 인 경우 : $Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_\alpha}}$

(6) 비틀림각계수, Z_β

면압강도에 대한 비틀림각의 영향을 고려하는 계수로서 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

$$Z_\beta = \sqrt{\frac{1}{\cos\beta}}$$

(7) 접촉응력에 대한 내구한도, σ_{Hlim}

주어진 재료에서 σ_{Hlim}는 영구적으로 견딜 수 있는 접촉응력의 한계를 나타낸다. σ_{Hlim}의 값은 적어도 5×10^7 하중사이클에서 재료가 피팅(pitting) 없이 견딜 수 있는 접촉응력의 크기로서 정해질 수 있다. 내구한도는 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료의 구성, 청결도 및 결점
- 기계적성질
- 잔류응력
- 경화과정, 경화의 깊이, 경도기울기
- 재료 구조 (단조, 압연, 주조)

σ_{Hlim}는 일반적으로 ISO 6336-5:2016, 재료품질 MQ에 주어진 값에 의해 결정된다.

(가) 피팅(pitting)은 아래와 같이 정의된다.

(a) 표면경화된 기어가 아닌 경우:

피팅(pitting) 면적 〉 총 실제접촉면적의 2%

(b) 표면경화된 기어의 경우:

피팅(pitting) 면적 〉 총 실제접촉면적의 0.5% 또는 특정 기어의 톱니 면적의 4%

(나) σ_{Hlim}의 값은 고장가능성 1% 이하에 상응한다.

(8) 수명계수, Z_N

수명계수 Z_N은 제한된 수명(사이클 수)이 필요할 경우 더 높은 허용 접촉응력을 고려한다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료 및 열처리
- 사이클 수
- 영향계수 (Z_R, Z_V, Z_L, Z_W, Z_X)

수명계수 Z_N은 ISO 6336-2:2019에 주어진 방법 B에 따라 결정되어야 한다.

(9) 접촉응력에 대한 유막의 영향계수, Z_L, Z_V, Z_R

윤활계수 Z_L는 윤활유의 종류 및 그것의 점성의 영향을 고려한다. 속도계수 Z_V는 피치선속도에 영향을 고려한다. 거칠기계수 Z_R은 면압강도에 대한 표면거칠기의 영향을 고려한다. 위 계수들은 기어 쌍이 다른 경도를 가질 경우 더 무른 재료에 의해 결정되며 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 접촉면에서의 윤활유의 점성
- 기어 톱니 표면의 순간속도의 합
- 하중
- 피치점에서의 상대곡률반경
- 기어 치면의 표면 거칠기
- 피니언 및 기어의 경도

(가) 윤활계수, Z_L

윤활계수 Z_L은 아래 식에 의해 계산된다.

$$Z_L = C_{ZL} + \frac{4(1-C_{ZL})}{(1.2+\frac{134}{v_{40}})^2}$$

v_{40} : 40 ° c에서 윤활유의 동점성계수(mm^2/s)

C_{ZL} : 다음에 따른다.

a) 850 ≤ σ_{Hlim} ≤ 1200 N/mm^2 인 경우,

$$C_{ZL} = \frac{0.08(\sigma_{Hlim}-850)}{350} + 0.83$$

b) σ_{Hlim} 〈 850 N/mm^2 인 경우, C_{ZL} = 0.83

c) σ_{Hlim} 〉 1,200 N/mm^2 인 경우, C_{ZL} = 0.91

(나) 속도계수, Z_V

속도계수 Z_V는 아래 식에 의해 계산된다.

$$Z_V = C_{ZV} + \frac{2(1-C_{ZV})}{\sqrt{0.8+\frac{32}{v}}}$$

C_{ZV} : 다음에 따른다.

$$C_{ZV} = C_{ZL} + 0.02$$

(다) 거칠기계수, Z_R

거칠기계수 Z_R는 아래 식에 의해 계산된다.

$$Z_R = \left(\frac{3}{R_{z10}}\right)^{C_{ZR}}$$

$$R_{z10} = R_z \sqrt[3]{\frac{10}{\rho_{red}}}$$

피니언에 대한 거칠기 R_{z1} 및 휠에 대한 거칠기 R_{z2}는 몇몇의 기어 치면에서 측정된 거칠기 R_z에 대한 평균값이 된다. (R_z는 ISO 6336-2:2019의 정의를 따른다.)

$$R_z = \frac{R_{z1}+R_{z2}}{2}$$

산술평균거칠기 R_a 값(CLA 값 또는 AA 값), 이 사용될 경우 아래 관계식이 적용될 수 있다.

$$R_a = CLA = AA = R_z/6$$

$$\rho_{red} = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1+\rho_2} \text{ (상대곡률반경)}$$

$\rho_{1,2}$ = $0.5 d_{b1,2} \tan \alpha_{tw}$ (내접기어의 경우 d_b는 음의 값을 가진다.)

C_{ZR} : 다음에 따른다.

a) 850 ≤ σ_{Hlim} ≤ 1,200 N/mm^2 인 경우, C_{ZR} = 0.32 - 0.0002σ_{Hlim}

b) σ_{Hlim} 〈 850 N/mm^2 인 경우, C_{ZR} = 0.150

c) σ_{Hlim} 〉 1200 N/mm^2 인 경우, C_{ZR} = 0.080

(10) 경도비계수, Z_W

경도비계수 Z_W는 다음의 경우와 같이 상당히 단단한 기어와 접촉하는 부드러운 표면을 가진 연강의 면압강도의 증가를 고려한다.

(가) 무심경화 휠과 함께하는 표면경화 피니언

(a) $HB < 130$인 경우,

$$Z_W = 1.2 \cdot \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$$

(b) $130 \le HB \le 470$ 인 경우,

$$Z_W = \left(1.2 - \frac{HB-130}{1700}\right) \cdot \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$$

(c) $HB > 470$인 경우,

$$Z_W = \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$$

HB = 기어쌍 중 부드러운 치면의 브리넬경도
R_{zH} = 등가거칠기 (μm)

$$R_{zH} = \frac{R_{z1} \cdot (10/\rho_{red})^{0.33} \cdot (R_{z1}/R_{z2})^{0.66}}{(v \cdot \nu_{40}/1500)^{0.33}}$$

v_{40} : $40\,^{\circ}c$에서 윤활유의 동점성계수($\mathrm{mm^2/s}$)
ρ_{red} = 상대곡률반경 ((9)호 (다) 참조)

(나) 무심경화 피니언 및 휠

휠 보다 훨씬 더 단단한 피니언의 경우, 가공경화효과는 휠 치면의 하중 수용력을 증가시킨다. Z_W는 휠에만 적용되고 피니언에 적용되지 않는다.

(a) $HB_1/HB_2 < 1.2$인 경우,

$$Z_W = 1$$

(b) $1.2 \le HB_1/HB_2 \le 1.7$인 경우,

$$Z_W = 1 + \left(0.00898\frac{HB_1}{HB_2} - 0.00829\right) \cdot (u-1)$$

(c) $HB_1/HB_2 > 1.7$인 경우,

$$Z_W = 1 + 0.00698 \cdot (u-1)$$

(d) 기어비 $u > 20$인 경우, $u = 20$으로 한다.
(e) $Z_W < 1$로 계산된 경우, $Z_W = 1$으로 한다.

(11) 치수계수, Z_X

치수계수 Z_X는 허용접촉응력에서 톱니치수의 영향 및 재료성분의 불균일성을 고려한다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료 및 열처리
- 톱니 및 기어 치수
- 톱니 치수에 따른 경화심도비
- 등가곡률반경에 따른 경화심도비

톱니 치수 및 상대곡률반경에 대해 적절한 경화심도를 가지는 전체경화 기어 및 표면경화 기어의 경우 $Z_X = 1$을 가진다. 경화심도가 상대적으로 얕을 경우 작은 값의 Z_X로 한다.

(12) 접촉응력에 대한 안전 계수, S_H

접촉응력에 대한 안전계수는 다음의 값으로 한다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

(가) 주추진 구동 기어용 : 1.20

(나) 보기 구동 기어용 : 1.15

7. 굽힘강도

이뿌리의 굽힘강도는 이뿌리 필릿부의 최대허용 국부인장강도를 기준으로 하고, 피니언과 휠에 대한 이뿌리의 굽힘응력 σ_F과 허용굽힘응력 σ_{FP}을 각각 계산한다.

굽힘응력 σ_F이 허용굽힘응력 σ_{FP}을 초과하지 않도록 하여야 한다. 다음 식 및 정의는 림(rim) 두께 $3.5m_n$ 이상을 가지는 기어에 적용한다. 다음 방법에 의해 만들어진 비율 계산식의 결과는 25^o까지의 치직각 압력각 및 30^o까지의 비틀림각에 적합하다. 더 큰 압력각의 경우 ISO 6336-3:2019 방법 A에 의해 경험적으로 확인되어야 한다.

(1) 굽힘강도 기본식

(가) 피니언과 휠에 있어서의 이뿌리 굽힘응력, σ_F (N/mm^2)

$$\sigma_F = \frac{F_t}{bm_n} Y_F Y_S Y_\beta Y_B Y_{DT} K_A K_\gamma K_V K_{F\alpha} K_{F\beta} \le \sigma_{FP}$$

Y_F : 치형계수
Y_S : 응력교정계수
Y_β : 비틀림각계수
Y_B : 림(rim) 두께계수
Y_{DT} : 톱니깊이계수
F_t, K_A, K_γ, K_V, $K_{F\alpha}$, $K_{F\beta}$: 4항, 5항 참조

(나) 피니언과 휠에 있어서의 이뿌리 허용굽힘응력, σ_{FP} (N/mm^2)

$$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{FE} Y_d Y_N}{S_F} Y_{\delta rel T} Y_{Rrel T} Y_X$$

σ_{FE} : 굽힘 내구한도
Y_d : 설계계수
Y_N : 수명계수
$Y_{\delta rel T}$: 상대노치민감계수
$Y_{Rrel T}$: 상대표면계수
Y_X : 치수계수
S_F : 이뿌리 굽힘응력에 대한 안전계수

(2) 치형계수, Y_F

치형계수는 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.(**그림 1** 참조)

$$Y_F = \frac{6\frac{h_F}{m_n} cos\,\alpha_{Fen}}{\left(\frac{s_{Fn}}{m_n}\right)^2 \cos\alpha_n}$$

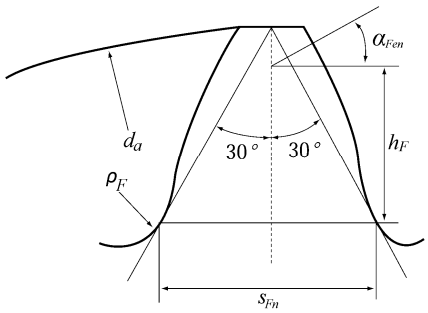


그림 1 치형계수 계산에 필요한 기호

h_F, s_{Fn} 및 α_{Fen}의 계산에서 ISO 6336-3:2019 방법 B에 제시된 절차를 사용하여야 한다.

(3) 응력보정계수, Y_S

이뿌리 필릿부에 있어서 응력집중을 고려하는 계수로서 다음 식에 계산된 값으로 한다. 다만, $1 \le q_s < 8$인 경우에만 적용된다.

$$Y_S = (1.2 + 0.13L) q_s^{\frac{1}{\left(1.21 + \frac{2.3}{L}\right)}}$$

$$q_s = \frac{s_{Fn}}{2\rho_F}$$

$$L = \frac{s_{Fn}}{h_F}$$

(4) 비틀림각계수, Y_β

비틀림각이 굽힘응력에 미치는 영향에 대한 계수로서 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다. 다만, $\varepsilon_\beta > 1$인 경우에는 ε_β를 1로 하고, $\beta > 30°$인 경우에는 β를 30°로 한다.

$$Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \frac{\beta}{120}$$

(5) 림(rim) 두께계수, Y_B

얇은 림을 가지는 기어를 디레이트(de-rate)하기 위해 사용되는 간략화한 계수이다. 과도한 하중의 적용에서 이 방법은 보다 광범위한 해석으로 대체되어야 한다. 계수 Y_B는 다음과 같이 결정된다.

(가) 외접기어의 경우

$s_R/h \ge 1.2$인 경우, $Y_B = 1$

$0.5 < s_R/h < 1.2$인 경우, $Y_B = 1.6 \cdot \ln\left(2.242 \frac{h}{s_R}\right)$

s_R = 외접기어의 림(rim) 두께, mm

$s_R/h \le 0.5$인 경우는 피해야 한다.

(나) 내접기어의 경우

$s_R/m_n \ge 3.5$인 경우, $Y_B = 1$

$1.75 < s_R/m_n < 3.5$인 경우, $Y_B = 1.15 \cdot \ln\left(8.324 \frac{m_n}{s_R}\right)$

s_R = 내접기어의 림(rim) 두께, mm

$s_R/m_n \le 1.75$인 경우는 피해야 한다.

(6) 톱니깊이계수, Y_{DT}

고정밀기어 및 가상물림률이 $2.05 \le \varepsilon_{\alpha n} \le 2.5$인 이뿌리 응력을 조정하는데 고려하는 계수이다.

$$\varepsilon_{\alpha n} = \frac{\varepsilon_{\alpha}}{\cos^2 \beta_b}$$

계수 Y_{DT}는 다음과 같이 결정된다.

ISO 정밀도등급이 4이하이고 $\varepsilon_{\alpha n} > 2.5$인 경우, $Y_{DT} = 0.7$

ISO 정밀도등급이 4이하이고 $2.05 < \varepsilon_{\alpha n} \le 2.5$인 경우, $Y_{DT} = 2.366 - 0.666 \cdot \varepsilon_{\alpha n}$

그 외 다른 경우, $Y_{DT} = 1.0$

(7) 굽힘내구한도, σ_{FE}

주어진 재료에서 σ_{FE}는 영구적으로 견딜 수 있는 국부 이뿌리 응력을 나타낸다. ISO 6336-5:2016에 따라 3×10^6 사이클수가 내구한도의 시작으로 간주된다. σ_{FE}는 '0'의 최소응력(열처리에 의한 잔류응력 제외)을 가지는 일방향 응력 진폭으로 정의된다. 변동응력 또는 초기응력 등과 같은 다른 조건은 설계계수 Y_d에 따라야 한다. σ_{FE}의 값은 고장가능성 1% 이하에 상응한다. 굽힘내구한도는 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료의 구성, 청결도 및 결점
- 기계적성질
- 잔류응력
- 경화과정, 경화의 깊이, 경도기울기
- 재료 구조 (단조, 압연, 주조)

σ_{FE}는 일반적으로 ISO 6336-5:2016, 재료품질 MQ에 주어진 값에 의해 결정된다.

(8) 설계계수, Y_d

부하의 역전, 열박음 등의 조건을 고려하는 계수로서 부하의 역전이 있는 경우에는 다음에 따른다. 다만, 열박음이 있는 경우에는 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.

Y_d = 1 : 일반적인 경우(부하방향이 일정하고 열박음이 없는 경우)

= 0.9 : 역전기어의 휠과 같이 반대방향으로 부하를 받는 기어

= 0.7 : 공회전 기어

(9) 수명계수, Y_N

주기적인 반복하중에 의한 한계수명을 고려할 필요가 있는 경우, 허용굽힘응력을 높이기 위한 계수로서 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료 및 열처리
- 하중사이클 수(사용수명)
- 영향계수($Y_{\delta rel T}$, $Y_{Rrel T}$, Y_X)

수명계수 Y_N는 ISO 6336-3:2019 방법 B에 따라 결정되어야 한다.

(10) 상대노치민감계수, $Y_{\delta rel T}$

피로 허용한도상의 이론적인 응력집중계수로서 주로 재료 및 상대응력 기울기에 영향을 받으며 다음에 따라 결정된다.

$$Y_{\delta rel T} = \frac{1 + \sqrt{0.2\rho'(1 + 2q_s)}}{1 + \sqrt{1.2\rho'}}$$

ρ' = 표 4에 따른 슬립레이어(slip-layer) 두께, mm

표 4 슬립레이어(slip-layer) 두께, mm

재료		ρ',mm
표면경화강 (화염 또는 고주파경화강)		0.0030
무심경화강(1), 항복강도 R_e	500 N/mm2	0.0281
	600 N/mm2	0.0194
	800 N/mm2	0.0064
	1000 N/mm2	0.0014
질화강		0.1005
(비고) (1) 위에 언급되지 않은 R_e의 값에 대한 ρ' 값은 선형보간법으로 구할 수 있다.		

(11) 상대표면계수, $Y_{Rre\ell T}$

이뿌리 필릿부의 표면상태가 굽힘강도에 미치는 영향을 고려하는 계수로서 **표 5**에 의하여 계산된 값으로 한다. 이 방법은 $2R_z$ 보다 깊은 긁힘 또는 비슷한 결함이 존재하지 않을 경우 유효하다.

산술평균거칠기 R_a 값(CLA 값 또는 AA 값), 이 사용될 경우 아래 관계식이 적용될 수 있다.

$$R_a = CLA = AA = R_z/6$$

표 5 상대표면계수

$Y_{Rre\ell T}$		비고
R_z 〈 1	1 ≤ R_z ≤ 40	
1.120	1.674 - 0.529(R_z + 1)0.1	표면경화강, 무심경화강 (σ_b ≥ 800 N/mm^2)
1.070	5.306 - 4.203(R_z + 1)0.01	노멀라이징 강 (σ_b 〈 800 N/mm^2)
1.025	4.299 - 3.259(R_z + 1)0.0058	질화강
(비고) R_z : 6항 (9)호의 (다)에 따른다.		

(12) 치수계수, Y_X

기어의 크기 증가로 인한 굽힘강도의 영향(감소)을 고려하는 계수로서 **표 6**에 따른다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료 및 열처리
- 톱니 및 기어 치수
- 톱니 치수에 따른 경화심도비

표 6 치수계수

구분	범위	Y_X
일반 강	$m_n \le 5$	1
노멀라이징 및 무심경화강	$5 < m_n < 30$	$1.03 - 0.06m_n$
	$m_n \ge 30$	0.85
표면경화강	$5 < m_n < 25$	$1.05 - 0.010m_n$
	$m_n \ge 25$	0.8

(13) 이뿌리 굽힘응력에 대한 안전계수, S_F

이뿌리 굽힘응력에 대한 안전계수는 다음의 값으로 한다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

(a) 주추진 구동 기어용 : 1.55

(b) 보기 구동 기어용 : 1.40

부록 5-5 가스용접용 기기의 취급

1. 가스용기 및 배관의 취급은 다음에 따른다.
(1) 배관에 사용되는 재료는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 따른 것이어야 한다.
(2) 가스용기는 **규칙 5편 5장**의 규정에 관계없이 「**고압가스안전관리법**」에 따라 제조된 것을 사용할 수 있다.
(3) 관, 밸브 및 관부착품의 수압시험은 생략할 수 있다.

2. 가스용기의 설치장소는 다음에 따른다.
(1) 가스용기는 A류 기관구역 및 거주구역에 설치하여서는 아니 된다.
(2) 아세틸렌 용기는 온도가 38 °C 이하로 유지할 수 있는 장소에 설치하여야 한다.
(3) 가스용기는 직사광선을 받지 않는 장소로서 파랑, 화기 및 고온에 대하여 안전한 장소에 설치하여야 한다.
(4) 가스용기는 격납실에 설치하는 경우를 제외하고 거주구역 및 탄화수소가스 등의 유출이 있는 개구로부터 충분히 떨어진 장소에 설치하여야 한다.
(5) 가스용기는 누설가스가 정체하지 않도록 통풍이 양호한 장소에 설치하여야 한다.
(6) 가스용기의 격납실은 노출갑판에서 출입할 수 있어야 한다.

3. 가스용기는 선박의 동요 및 진동에 대하여 안전하고, 가능한 한 직립의 상태로 설치하여야 한다. 아세틸렌 용기와 산소 용기는 가능한 한 격리하여 설치하여야 하며, 화재시 가스용기를 신속히 이동하기 위한 조치를 하여야 한다.

4. 가스용기로부터 작업장소까지 고정배관된 경우에는 다음에 따라야 한다.
(1) 아세틸렌용 배관에는 강관, 산소용 배관에는 강관 또는 동관을 사용하여야 한다. 다만, 금속제 외장을 갖는 비금속제의 신축관을 사용할 수 있다.
(2) 밸브 및 관부착품의 재료에는 주철을 사용하여서는 아니 되며, 아세틸렌 관계통의 밸브 및 관부착품의 재료에는 동 또는 동 함유량이 62 %를 초과하는 동합금을 사용하여서는 아니 된다.
(3) 배관의 요령은 다음에 따른다.
(가) 거주구역, 업무구역, 제어장소 및 화재의 위험이 있는 폐위된 구역을 통과하여서는 아니 된다. 다만, 아래의 사항에 만족할 경우에는 화재의 위험이 있는 폐위된 구역을 통과할 수 있다. *(2017)*
(a) 유효한 배기식 기계통풍장치가 설치되어야 한다.
(b) 관의 연결은 용접이음으로 하여야 한다.
(c) 필요한 경우, 외부로부터의 물리적인 손상이 발생하지 않도록 배관이 보호되어야 한다.
(나) 아세틸렌 및 산소용 배관에는 각 용기의 격납실 및 작업장소의 위벽 관통부의 적절한 위치에 스톱밸브를 부착하여야 하며, 가스 용기는 작업장소에서 사용하는 경우를 제외하고는 격납실에 설치된 스톱밸브에 의해 항상 폐쇄상태를 유지하여야 하며, 이러한 취지를 나타내는 경고판을 격납실 및 작업장소에 부착하여야 한다. *(2017)*
(다) 관 및 관부착품의 접합은 가능한 한 용접 또는 플랜지 이음으로 하여야 한다.
(라) 관계통에는 아세틸렌 계통과 산소 계통과를 구분하여 명시하여야 한다.
(마) 가스 및 화염의 역류를 방지하는 보호기를 배관에 설치하여야 하며, 가능한 한 분배기(distribution station)에 설치하여야 한다. *(2021)*

5. 고무호스를 사용하는 경우에는 다음에 따른다.
(1) 아세틸렌관은 *KS M* 6543(아세틸렌용 고무호스), 산소관은 *KS M* 6557(산소용 고무호스)에 적합한 것을 사용하여야 한다.
(2) 고무호스와 고정배관과의 접합은 *KS B* 4604(가스용단기용 고무호스 이음쇠)에 따른다.

6. 관장치는 선내 배관 후 압력조정기의 최고사용압력(*KS B* 4603(용접절단기용 압력조정기))의 1.25배 이상의 압력으로 기밀시험을 하여야 한다.

부록 5-6 플라스틱관장치

1. 적용

(1) 이 부록은 선박에서 사용하는 플라스틱관 및 플라스틱 관장치에 대하여 적용한다.

(2) 플라스틱관은 원칙적으로 제3급 관장치에 사용할 수 있다. 제1급 및 제2급 관장치에 플라스틱관을 사용하고자 하는 경우, 특별히 고려하여야 한다.

(3) 이 부록의 요건은 플렉시블관, 플렉시블 호스 및 금속관장치에 사용되는 기계식 이음에는 적용하지 않는다.

2. 정의

(1) 플라스틱이라 함은 PVC 및 FRP와 같이 강화되었거나 강화되지 않은 열가소성 및 열경화성 수지 재료를 말한다. 플라스틱은 합성 고무 및 유사한 열/기계적 성질의 재료를 포함한다.

(2) 내화성(耐火性, fire endurance)이라 함은 관장치가 화재에 노출되었을 때 정해진 시간 동안 자체 강도 및 보존성(즉, 그것의 의도된 기능의 수행)을 유지하는 능력을 말한다.

3. 재료

(1) 플라스틱관장치는「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」에 따라 우리 선급의 형식승인을 받고 사용조건에 적합한 것을 사용하여야 한다. *(2017)*

(2) (1)에 관계없이 거주구 내 및 기관실 내의 음료수장치, 생활용 청·해수관(온수관을 포함) 및 위생관과 더불어 구획 내의 배수구에 대하여는 한국산업규격 및 이와 동등 이상의 규격으로 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격이나 표준에 적합한 것으로서 자기소화성을 가지고 사용조건에 적합한 것을 사용할 수 있다.

4. 플라스틱 관장치의 설계

관장치의 시방은 우리 선급이 인정하는 국가 또는 국제 규격에 적합하여야 한다. 이에 추가하여, 다음의 요건을 적용한다.

(1) 강도

(가) 관의 강도는 다음의 표준조건 하에서 관 시험편에 대한 수압시험의 파괴압력 및 붕괴압력으로 결정하여야 한다. 수압시험의 파괴압력 및 붕괴압력은 실험을 통하여 검증되어야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우에는 시험 및 계산의 조합에 의해 결정할 수 있다.

대기압 : 0.1 MPa
상대습도 : 30 %
이송유체의 온도 : 25 °C

(나) 관부착품 및 이음의 강도는 관의 강도보다 작아서는 아니 된다.

(다) 설계압력은 제조자가 권고하는 설계온도를 고려하여 결정하여야 한다.

(라) 내압

내압은 다음 식에 의한 값 중 작은 값을 적용하며, 관을 사용하고자 하는 시스템의 설계압력보다 작아서는 아니 된다.

$$P_{int} \le \frac{P_{sth}}{4} \text{ 또는 } P_{int} \le \frac{P_{lth}}{2.5}$$

P_{int} : 내압
P_{sth} : 단기 수압시험 파괴압력
P_{lth} : 장기 수압시험 파괴압력 (〉100,000 h)

(마) 외압(관 내부의 진공 상태 또는 관의 바깥쪽에 작용하는 액체의 수두에 영향을 받을 수 있는 모든 설치의 경우; 그리고, IMO resolution MSC,436(99)까지 개정된 "SOLAS II-1장의 8-1 규칙에 따라 침수 손상시 작동 상태를 유지해야 하는 모든 관의 설치 또는 구획내의 개방된 관의 끝단을 통해 또는 손상된 관을 통해 다른 구획으로 점진적인 침수을 할 수 있는 모든 관의 경우)

외압은 다음 식에 만족하여야 한다 :

$$Pn_{ext} \leq \frac{P_{col}}{3}$$

P_{ext} : 외압

P_{col} : 관의 붕괴압력. 관의 붕괴압력은 0.3 MPa 보다 작아서는 아니 된다.

최대 사용 외압은 관 내부의 진공압력과 관 외부에 작용하는 유체의 수두를 더한 것으로 한다.

적용 가능한 상기의 (라) 또는 (마)의 요건에도 불구하고 관 또는 관 층의 최소 두께는 인정된 표준을 따라야 한다. 외압이 가해지지 않는 관에 대한 표준이 없는 경우, 상기 (마)의 요건에 만족하여야 한다.

최대 허용 사용 압력은 제조자의 권고에 따라 가능한 최대 사용 온도를 고려하여 명시되어야 한다.

(2) 축방향 강도

(가) 압력, 중량 및 다른 하중에 기인하는 길이방향 응력의 합은 길이방향의 허용응력을 초과하여서는 아니 된다.

(나) FRP 관의 경우, 길이방향 응력의 합은 전 (1)호 (라)에 의한 내압 조건에서 유도한 원주방향 응력의 반을 초과하여서는 아니 된다.

(3) 충격 저항

(가) 플라스틱 관 및 이음은 우리 선급이 인정하는 국가 또는 국제 규격에 의한 충격에 대하여 최소한의 저항성을 가져야 한다.

(나) 시험 후, 시험편은 적어도 1시간 동안 설계압력의 2.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

(4) 온도

(가) 사용압력에 대한 설계온도는 제조자의 권고에 따른다. 그러나 어떠한 경우에도, 설계온도는 ISO 75-2:2013 method A 또는 이와 동등 이상의 규격(예를 들면, ASTM D648-18)에 의하여 결정되는 관 재료의 최소 열 변형/편향(distortion/deflection) 온도보다 적어도 20 °C 이상 낮아야 한다.

(나) 최소 열 변형/편향 온도는 80 °C 이상이어야 한다.

5. 용도 및 위치에 따른 관과 관장치의 요건

(1) 내화성

(가) 화재 사고시 작동 상태를 유지하기 위해 MSC,421(98)까지의 IMO resolustion에 의해 개정된(이하 동일) "SOLAS II-2장의 21.4 규칙에서 요구하는 플라스틱 관장치를 포함하여 선박의 안전에 중요한 관 및 관부착품은 IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix 1 또는 2의 최소 내화성 요건에 적합하여야 한다.

(나) 관장치의 강도 및 보존성을 유지하는 능력에 따라, 관장치의 내화성은 3 등급으로 분류한다.

(a) 레벨1(L1) : 건조 상태에서 보존성의 상실 없이 최소 1시간의 지속시간 동안 IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix 1에 규정된 내화성 시험에 합격한 관장치는 내화성 기준 L1에 적합한 것으로 본다.

레벨1W(L1W) : 인화성 유체 또는 가스를 이송하지 않으며 노출 후에 시스템에서 최대 5%의 유량 손실이 허용된다는 것을 제외하고는 L1 시스템과 유사한 관장치

(b) 레벨2(L2) : 건조 상태에서 최소 30분의 지속시간 동안 IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix 1에 규정된 내화성 시험에 합격한 관장치는 내화성 기준 L2에 적합한 것으로 본다.

레벨2W(L2W) : 노출 후에 시스템에서 최대 5%의 유량 손실이 허용된다는 것을 제외하고는 L2 시스템과 유사한 관장치

(c) 레벨3(L3) : 습윤 상태에서 최소 30분의 지속시간 동안 IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix 2에 규정된 내화성 시험에 합격한 관장치는 내화성 기준 L3에 적합한 것으로 본다.

(다) 내화성, 위치 및 시스템에 따른 관장치의 사용은 **표 1**에 따른다.

(라) 안전귀항(SOLAS II-2의 21.4규칙)를 위해, 플라스틱관장치가 L1 표준에 따라 시험된 경우, 화재 위험이 있은 후 플라스틱관 및 관부착품이 작동 상태로 유지되는 것으로 간주될 수 있다.

표 1 내화성 요건 표

관장치	위치[13]										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	A류 기관 구역	기타 기관구역 및 펌프실	화물 펌프실	롤온·롤오프 화물창	기타 건화물창	화물 탱크	연료유 탱크	평형수 탱크	코퍼댐, 보이드 스페이스, 파이프 터널 및 덕트	거주 구역 및 제어 장소	개방 갑판
인화점이 60℃ 이하인 인화성 화물											
1. 화물유관	NA	NA	L1	NA	NA	O	NA	O[10]	O	NA	L1[2]
2. 원유세정관	NA	NA	L1	NA	NA	O	NA	O[10]	O	NA	L1[2]
3. 벤트관	NA	NA	NA	NA	NA	O	NA	O[10]	O	NA	X
불활성 가스											
4. 워터 실 배출관	NA	NA	O[1]	NA	NA	O[1]	O[1]	O[1]	O[1]	NA	O
5. 스크러버 배출관	O[1]	O[1]	NA	NA	NA	NA	NA	O[1]	O[1]	NA	O
6. 주관	O	O	L1	NA	NA	NA	NA	NA	O	NA	L1[6]
7. 공급관	NA	NA	L1	NA	NA	O	NA	NA	O	NA	L1[2]
인화점이 60℃를 초과하는 인화성 액체											
8. 화물관	X	X	L1	X	X	NA[3]	O	O[10]	O	NA	L1
9. 연료유관	X	X	L1	X	X	NA[3]	O	O	O	L1	L1
10. 윤활유관	X	X	L1	X	X	NA	NA	NA	O	L1	L1
11. 작동유관	X	X	L1	X	X	O	O	O	O	L1	L1
해수[1]											
12. 빌지 주관 및 지관	L1[7]	L1[7]	L1	X	X	NA	O	O	O	NA	L1
13. 소화 주관 및 물분무관	L1	L1	L1	X	NA	NA	NA	O	O	NA	L1
14. 폼장치	L1W	L1W	L1W	NA	NA	NA	NA	NA	O	L1W	L1W
15. 스프링클러장치	L1W	L1W	L3	X	NA	NA	NA	O	O	L3	L3
16. 평형수관	L3	L3	L3	L3	X	O[10]	O	O	O	L2W	L2W
17. 냉각수관 (중요용도)	L3	L3	NA	NA	NA	NA	NA	O	O	NA	L2W
18. 고정식 탱크세정기	NA	NA	L3	NA	NA	O	NA	O	O	NA	L3[2]
19. 중요용도가 아닌 장치	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
청수											
20. 청수냉각수관 (중요용도)	L3	L3	NA	NA	NA	NA	O	O	O	L3	L3
21. 복수 회송관	L3	L3	L3	O	O	NA	NA	NA	O	O	O
22. 중요용도가 아닌 장치	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O

표 1 내화성 요건 표 (계속)

위생수/드레인/배수구											
23. 갑판 드레인 (선내)	L1W[4]	L1W[4]	NA	L1W[4]	O	NA	O	O	O	O	O
24. 위생수관 (선내)	O	O	NA	O	O	NA	O	O	O	O	O
25. 선외 배수구 및 선외배출관 측심관/공기관	O[1,8]	O[1,8]	O[1,8]	O[1,8]	O[1,8]	O	O	O	O	O[1,8]	O
26. 청수탱크 드라이 스페이스	O	O	O	O	O	O[10]	O	O	O	O	O
27. 인화점이 60 ℃를 초과하는 기름 탱크 기타	X	X	X	X	X	X[3]	O	O[10]	O	X	X
28. 제어용 공기관	L1[5]	L1[5]	L1[5]	L1[5]	L1[5]	NA	O	O	O	L1[5]	L1[5]
29. 중요용도가 아닌 잡용 공기관	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
30. 브라인관	O	O	NA	O	O	NA	NA	NA	O	O	O
31. 저압 보조증기관 (≤ 0.7 MPa)	L2W	L2W	O[9]	O[9]	O[9]	O	O	O	O	O[9]	O[9]
32. 중앙진공크리너	NA	NA	NA	O	NA	NA	NA	NA	O	O	O
33. 배기가스 세정장치 배출관	L3[1]	L3[1]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	L3[1,11] NA	NA
34. 우레아 이송/공급시스템 (SCR 설치)	L1[12]	L1[12]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	O	L3[11] NA	O

약어 :

L1 내화시험 (IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18), Appendix 1), 건조 상태에서 60분

L1W : 내화시험(**5항**.(1)호)

L2 내화시험 (IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18), Appendix 1), 건조 상태에서 30분

L2W : 내화시험(**5항**.(1)호)

L3 내화시험 (IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18), Appendix 2), 습윤 상태에서 30분

O 내화시험이 요구되지 않음

NA 적용하지 않음

X 용융점이 925 ℃를 초과하는 금속 재료

표 1 내화성요건 표 (계속)

각주 :

1. 비금속관을 사용할 경우, 선측에 원격조종밸브를 설치하여야 한다(밸브는 그 구역의 외부로부터 조작되어야 한다.).
2. 화물탱크에 원격폐쇄밸브를 설치하여야 한다.
3. 화물탱크에 인화점이 60 °C를 초과하는 인화성 액체를 산적하는 경우, "NA" 또는 "X"를 "O"로 대체할 수 있다.
4. 관련 구역의 드레인 용도로만 사용되는 경우, "O"을 "L1W"로 대체할 수 있다.
5. 정부 요건 또는 지침에서 (원격)조종 기능을 요구하지 않을 경우,"L1"을 "O"로 대체할 수 있다.
6. 기관구역과 워트 시일 사이의 관에 대하여서는 "L1"을 "O"로 대체할 수 있다.
7. 여객선의 경우, "L1"을 "X"로 대체하여야 한다.
8. MSC. 375(93)까지의 IMO Resolution에 의해 개정된 국제만재흘수선협약 1966에 관한 1988 의정서의 13규칙에 정의되어 있는 Position I 및 Position II에서 사용되는 배수구는 "X"이어야 한다. 단, 침수를 방지하기 위하여 건현갑판 상의 위치로부터 조작할 수 있는 폐쇄장치를 관의 상부 끝단에 설치되는 것은 예외로 한다.
9. 연료유탱크 가열관 및 선박의 기적 등 중요용도인 경우, "O"를 "X"로 대체하여야 한다.
10. MEPC.314(74)까지의 IMO Resolution에 의해 개정된 MARPOL, Annex 1, 19 규칙, 3.6에 적합한 탱커의 경우, "O"를 "NA"로 대체하여야 한다.
11. 서비스구역은 L3, 거주구역 및 제어구역은 NA
12. 내화성 시험(0) 없이 형식 승인된 플라스틱관은 탱크 밸브 하부에 설치가 가능하다. 이 밸브는 금속시트이고 고장폐쇄형(fail-to-closed)이거나 화재 발생시 그 구역 외부의 안전한 장소에서 신속하게 닫을 수 있는 것이어야 한다.
13. SOLAS II-2, Reg.21.4(안전귀항)의 적용을 받는 여객선의 경우, 안전한 구역을 지원하기 위한 시스템과 같이, 사고 분계점에 영향을 받지 않는 선박의 부분에서 작동 상태를 유지해야 하는 용도의 플라스틱관은 중요 용도(essential services)로 간주되어야 한다. MSC.1/Circ.1369 해석 12 안전귀항 목적에 따라, 플라스틱관 및 관부착품이 L1 표준에 따라 시험된 경우, 화재 위험이 있은 후에도 플라스틱관장치가 작동 상태가 유지되는 것으로 고려될 수 있다.

위치에 대한 정의

- A (A류 기관구역) : SOLAS Ⅱ-2/3.31에 정의되어 있는 A류 기관구역을 말한다.
- B (기타 기관구역 및 펌프실) : A류 기관구역과 화물 펌프실 이외의 구역으로써 추진기관, 보일러, 연료유 장치, 증기 및 내연기관, 발전기 및 주요 전기설비, 급유장소, 냉동기, 감요장치, 통풍장치 및 공기조화장치를 포함하는 구역 또는 이와 유사한 장소와 이들 장소에 이르는 트렁크를 말한다.
- C (화물 펌프실) : 화물 펌프를 포함하는 구역 및 그러한 장소에 이르는 출입구 및 트렁크를 말한다.
- D (롤온·롤오프 화물창) : SOLAS Ⅱ-2/3.41 및 3.46에 정의되어 있는 롤온·롤오프 화물구역 및 특수분류구역을 말한다.
- E (기타 건화물창) : 액상이 아닌 화물을 적재하기 위하여 사용되는 롤온·롤오프 화물창 이외의 모든 구역과 그러한 장소에 이르는 트렁크를 말한다.
- F (화물탱크) : 액상의 화물을 적재하기 위하여 사용되는 모든 구역 및 그러한 장소에 이르는 트렁크를 말한다.
- G (연료유탱크) : 연료유를 위하여 사용되는 모든 구역 (화물 탱크는 제외) 및 그러한 장소에 이르는 트렁크를 말한다.
- H (평형수탱크) : 평형수를 적재하기 위하여 사용하는 모든 구역 및 그러한 장소에 이르는 트렁크를 말한다.
- I (코퍼댐, 보이드 스페이스, 파이프 터널 및 덕트) : 인접한 두 구획으로부터 분리된 두 개의 격벽 사이의 빈 공간을 말한다.
- J (거주구역, 업무구역, 중앙제어장소) : SOLAS Ⅱ-2/3.1, 3.45 및 3.18에 정의되어 있는 거주구역, 업무구역 및 중앙제어장소를 말한다.
- K (개방갑판) : SOLAS Ⅱ-2/9.2.2.3.2(5)에 정의되어 있는 개방갑판구역을 말한다.

* 여기서 SOLAS Ⅱ-2는 MSC.421(98)까지의 IMO Resolutions에 의해 개정된 SOLAS Ⅱ-2를 말한다.

(2) 화염 전파

(가) A급 격벽으로 거주구역, 영구적으로 사람이 존재하는 구역 및 탈출로와 분리되어 있는 경우에는 개방 갑판 상에 설치되는 관과 탱크, 코퍼댐, 파이프 터널 및 덕트 내부에 설치되는 관을 제외한 모든 관은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제 3장 26절 2604.**의 3항에 열거되어 있는 평균값을 초과하지 않는 화염의 전파가 느린 특성을 가져야 한다.

(나) 표면 화염 전파 특성은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제 3장 26절 2604.**의 3항에 주어진 절차를 사용하여 결정하여야 한다. 그러나, 관의 표면은 곡면이기 때문에 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제 3장 26절 2604.**의 3항을 수정한 시험 절차가 필요하며, 이는 IMO Resolution MSC.313(88) 및 MSC399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18) Appendix 3에 열거되어 있다.

(다) 또한, 표면 화염 전파 특성은 ASTM D635-18 또는 우리 선급이 인정하는 국가 또는 국제 규격에 주어진 절차를 사용하여 결정할 수 있다 ASTM D635-18 절차에 따라 60mm/min의 최대 연소 속도가 적용된다. 다른 국가 또는 국제 규격에 주어진 절차를 사용하여 표준을 채택하는 경우 해당 허용 기준이 정의되어야 한다.

(3) 방화 코팅

(가) 요구되는 내화성 기준을 만족하기 위하여 관 및 관부착품에 방화 코팅이 필요할 경우, 다음의 요건에 적합하여야 한다.

(a) 관은 원칙적으로 방화 코팅된 상태로 제조자로부터 인도되어야 한다.

(b) 방화 코팅된 관이 해수, 기름 또는 빌지 슬롭에 노출되었을 때, 코팅의 방화 특성이 감소하여서는 아니 된다. 코팅은 관에 접촉할 수 있는 제품(액체)에 저항성을 갖는 것이 증명되어야 한다.

(c) 방화 특성을 고려함에 있어서는 열 팽창, 진동에 대한 저항성 및 탄성과 같은 특성을 고려하여야 한다.

(d) 방화 코팅은 관의 보존성을 유지하기 위하여 충격에 대하여 충분한 저항성을 가져야 한다.

(4) 전기 도전성

전기 도전성이 보장되어야 하는 경우, 관 및 관부착품의 저항은 $1 \times 105\ \Omega/\mathrm{m}$ 를 초과하여서는 아니 된다.

(5) 내약품성

관은 사용 중 접촉이 예상되는 모든 화학물질에 대하여 저항성을 가져야 한다.

(6) 자외선으로 부터의 보호 *(2021)*

플라스틱 배관이 외부지역에 설치되는 경우 자외선(ultraviolet radiation)에 대한 보호조치가 되어야 한다.

6. 설치

(1) 지지

(가) 선내 시스템에서 관 지지의 방법 및 지지 간격은 허용 응력 및 최대 처짐 기준에 따라서 결정되어야 한다. 지지 간격은 관 제조자가 권고하는 간격보다 넓어서는 아니 된다. 관 지지의 방법과 지지 간격은 관의 치수, 관장치의 길이, 관 재료의 기계적·물리적 특성, 관 및 관내 유체의 질량, 외압, 작동 온도, 열 팽창의 영향, 외부로부터 가해지는 하중, 추력, 수격작용, 진동, 시스템에 가해지는 최대 가속도 및 조합하중을 고려하여야 한다.

(나) 관과 그 내용물의 하중은 전 너비에 걸쳐서 각 지지대에 고르게 분산되어야 한다. 관이 지지대와 접촉하는 경우, 관의 마모를 최소화하기 위한 수단을 강구하여야 한다.

(다) 밸브나 신축이음과 같은 관장치의 무거운 부착품은 별도로 지지하여야 한다.

(2) 팽창

(가) 플라스틱관과 강 구조물 사이의 상대운동이 허용되도록 각각의 배관에는 다음 사항을 고려한 적절한 조치를 강구하여야 한다.

(a) 열팽창계수의 차이

(b) 선체 및 그 구조물의 변형

(나) 열팽창을 계산할 경우, 시스템의 사용 온도 및 조립작업시의 온도를 고려하여야 한다.

(3) 외적 하중

(가) 가능하다면 관장치 설치시 예상하지 못한 추가 하중에 대한 여유를 두어야 한다. 그러한 추가 하중은 호칭지름이 100A 를 초과하는 모든 관의 지지 거리의 중간에 적어도 100 kg 의 하중(사람)에 의하여 가하여지는 힘을 포함하여야 한다.

(나) 개구단관을 포함하는 모든 관장치에 적절한 강도를 제공하기 위하여, 우리 선급은 선내 사용 중에 발생할 수 있는 조건을 고려하여 전 4항 (1)호에 따른 관의 최소두께의 증가를 요구할 수 있다.

(다) 필요한 경우, 관은 기계적인 손상으로부터 보호되어야 한다.

(4) 이음의 강도

(가) 이음의 강도는 설치되는 관장치의 강도보다 작아서는 아니 된다.

(나) 관은 접착, 용접, 플랜지 또는 다른 이음으로 조립될 수 있다.

(다) 이음에 접착제를 사용하는 경우, 접착제는 사용하고자 하는 온도 및 압력범위에 걸쳐서 관과 관부착품을 영구적으로 밀봉하기에 적합하여야 한다.

(라) 이음은 제조자의 권고에 따라 시공하여야 한다.

(5) 도전성 관의 설치

(가) (석유)정제품 및 증류액과 같이 1,000 pS/m 미만의 도전성을 갖는 유체를 이송하는 관장치에 있어서는 도전성의 관을 사용하여야 한다.

(나) 이송되는 유체에 상관없이, 관장치가 위험장소를 통과하는 경우, 플라스틱 관장치는 도전성이어야 한다. 관장치의 모든 부분에서의 접지저항은 $1\times10^6\ \Omega$을 초과해서는 아니 된다. 관 및 관부착품은 도전성이 균일한 것을 권장한다. 전도층을 가지는 관 및 관부착품의 벽은 스파크로 인한 손상 가능성으로부터 보호되어야 하며 만족할만한 접지가 이루어져야 한다.

(다) 설치가 완료된 후, 접지저항을 측정하여야 하며 접지선은 접근이 용이하도록 설치하여야 한다.

(6) 방화 코팅

(가) 관장치에 대한 수압시험을 실시한 후, 5항 (3)호의 내화 요건에 적합할 것이 요구되는 경우, 이음부에 방화코팅을 하여야 한다.

(나) 방화코팅은 각각의 경우에 대하여 승인된 절차와 제조자의 권고에 따라 시공하여야 한다.

(7) 구획의 관통

(가) 플라스틱관이 "A"급 또는 "B"급 구획을 통과하는 경우, 구획의 내화성이 저하되지 않는다는 것을 보장할 수 있도록 배치하여야 한다. 이러한 배치는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제 3장 26절 2604.**의 2항의 "A"급 및 "B"급 격벽에 대한 화재시험절차에 따라 시험을 하여야 한다.

(나) 플라스틱관이 수밀격벽 또는 갑판을 통과할 경우, 수밀격벽 또는 갑판의 수밀에 대한 보존성이 유지되어야 한다. 4항 (1)호 (마)의 요구 사항을 만족시키지 못하는 관의 경우, 건현 갑판 상방에서 작동할 수 있는 금속제 차단 밸브가 격벽 또는 갑판에 설치되어야 한다.

(다) 격벽 또는 갑판이 화재구역일 뿐만 아니라 플라스틱관이 화재로 인하여 파괴되어 탱크로부터 유체의 유입을 야기시킬 수 있다면, 건현갑판 상에서 조작할 수 있는 금속제의 차단밸브를 격벽 또는 갑판에 설치하여야 한다.

(8) 설치 중의 관리

(가) 설치는 제조자의 지침에 따라야 한다.

(나) 작업을 시작하기 전에, 결합 방법(접착 절차)은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(다) 이 부록에 규정된 시험 및 검사는 선내에 설치하기 전에 시행하여야 한다.

(라) 접착 작업자는 우리 선급이 인정하는 기량을 갖는 사람이어야 한다.

(마) 접착 절차에는 다음을 포함하여야 한다.

(a) 사용된 재료

(b) 공구 및 고정장치

(c) 이음의 준비 사항

(d) 경화시간

(e) 치수요건 및 허용오차

(f) 조립이 완료되었을 때의 판정기준

(바) 이음의 기계적, 물리적 특성에 영향을 미칠 수 있는 접착 절차에 대한 변경이 있을 경우, 변경된 절차는 재검증을 받아야 한다.

(9) 접착 절차에 대한 품질인증시험

(가) 시험체는 승인된 접착절차에 따라서 제작되어야 하며, 최소한 한 개의 관과 관 및 관과 관부착품의 이음으로 구성되어야 한다.

(나) 시험체가 경화되면, 시험체 설계압력의 2.5배의 압력으로 1시간 이상 수압시험을 하여야 하며, 누설이 발생하거나 이음이 분리되어서는 아니 된다. 시험은 원주방향 및 길이방향 이음에 하중이 가해지도록 실시하여야 한다.

(다) 시험체에 사용하고자 하는 관의 선택은 다음에 따른다.

(a) 연결되는 관의 최대 호칭지름이 200 A 이하인 경우, 시험체는 가장 큰 관으로 한다.
(b) 연결되는 관의 최대 호칭지름이 200 A보다 클 경우, 시험체는 200 A 또는 가장 큰 관의 25 % 중 큰 쪽으로 한다.

(라) 접착 작업자 기량인증시험
접착 절차에 대한 품질인증시험을 실시하는 경우, 각각의 접착 작업자(bonder 및 bonding operator)가 전 (가)부터 (다)에서 요구하는 규격과 개수의 시험체를 만들어야 한다.

(10) 제조공장에서의 시험 등

(가) 전 3항 (2)호의 관장치에 사용되는 관을 제외한 플라스틱관은 제조 후 다음의 시험 및 치수계측 등을 행한다. 시험편의 수, 시험방법, 판정기준, 치수 및 허용오차 계측방법에 대하여 우리 선급이 승인한 제조자의 사내기준에 따른다.
(a) 인장시험
(b) 각 관/부착품마다 수압시험(시험압력은 설계압력의 1.5배 이상), 다만, 수적층(hand lay up) 기법을 사용하지 않고 우리 선급이 인정하는 유효한 품질시스템을 갖춘 공장에서 한국산업규격 또는 동등한 규격에 따라 제조되는 관/부착품은 그 규격에서 정한 수압시험 요건에 따를 수 있다.
(c) 바깥지름 및 두께계측
(d) 관의 가공상태가 양호하고 유해한 결함이 있는가를 확인
(e) 도전성시험 (전 5항 (4)호에 의해 도전성을 요구하는 관에 한함)
(f) 용도에 따라 관/부착품마다 압력시험을 요구할 수도 있다.

(나) **지침 1편 부록 1-11**에 따라 우리 선급의 승인을 받은 제조자가 전 (가)에 정한 시험 및 계측을 실시하는 경우, 우리 선급 검사원의 입회를 생략할 수 있다. 이 경우, 우리 선급 검사원은 해당되는 사내 시험성적서의 제출을 요구할 수 있다.

(11) 선내 설치 후의 시험

(가) 중요용도로 사용하는 관장치는 설계압력의 1.5배 이상 또는 0.4 MPa 중 큰 압력으로 수압시험을 하여야 한다.
(나) 중요용도로 사용하지 않는 관장치는 운전 조건 하에서 누설여부를 확인하여야 한다.
(다) 도전성이 요구되는 관장치에 대하여는 접지를 확인하고 임의의 지점에서 접지저항시험을 하여야 한다.

부록 5-7 저압가스를 연료로 사용하는 내연기관 *(2019)*

1. 일반

(1) 적용

(가) 이 부록은 저압 천연가스를 연료로 사용하는 트렁크피스톤 내연기관에 대한 요건을 다룬다. 이 부록은 특정 천연가스 연소 기관 설계에 적용할 수 있는 한 **규칙 5편**의 다른 내연기관 요건과 연관하여 적용하여야 한다.

(나) **규칙 7편 5장**(IGC code) 및 **저인화점연료선박 규칙**(IGF code)와 같은 강제적인 국제코드 또한 해당되는 경우 고려되어야 한다.

(다) 이 부록에서 언급된 **저인화점연료선박 규칙**의 특정 요구사항은 **규칙 7편 5장**이 참조되지 않았거나 명쾌하게 달리 명시되지 않는 한 형식, 크기 및 거래 지역에 관계없이 모든 선박에 설치된 본 부록에서 다루는 기관 형식에 적용되어야 한다. 기관은 이중연료기관 또는 가스전용기관 중 하나 일 수 있다.

(라) 가스는 다음과 같이 주입될 수 있다.

(a) 흡기 매니폴드, 소제공기실 또는 실린더 흡기 채널포트 안으로; 또는

(b) 과급기 전단에서 공기와 혼합("예혼합기관")

(마) 실린더 내의 가스/공기 혼합기는 일정량의 액체연료를 분사하는 방식(점화용 분사) 또는 기타의 방식(스파크 플러그)으로 점화될 수 있다.

(바) 이 부록의 적용은 천연가스 연료기관에 한한다.

(사) 이 부록은 다음의 적용을 포함하지만 이에 국한하지 않는다.

(a) 기계적 추진

(b) 주추진 및 보조용도로 사용되는 발전기

(c) 단일 기관 또는 복수 기관 설치

(2) 용어의 정의

(가) **인증된 안전형**이라 함은 IEC (International Electrotechnical Commission)에서 발간한 권장사항, 특히 IEC 60092-502 또는 최소한 이와 동등하다고 인정되는 표준에 따라 인증된 전기설비를 말한다. 전기 설비의 증서는 메탄 가스의 카테고리 및 그룹에 상응하여야 한다.

(나) **이중차단 및 배출 밸브**(double block and bleed valves)라 함은 다음에 언급된 밸브의 조합을 말한다.

(a) **규칙 7편 5장 1604.**의 5항

(b) **저인화점연료선박 규칙 1장 102.**의 9항 및 **9장 401.**의 4항에서 6항까지

(다) **이중연료기관**(dual fuel engine)이라 함은 점화용 연료 또는 더 많은 양의 액체 연료 중 하나로서 액체 연료와 동시에 천연가스를 연료로 연소시킬 수 있는 가스 모드, 그리고 액체 디젤 연료유만으로 운전할 수 있는 디젤 모드를 가지는 기관을 말한다.

(라) **기관실**이라 함은 가스연료기관을 포함하는 폐위(enclosure)된 구역 또는 하나의 기관구역을 말한다.

(마) **가스**라 함은 37.8 ℃의 온도에서 절대압력 2.8 bar를 초과하는 증기압을 갖는 유체를 말한다.

(바) **가스주입밸브**(gas admission valve)라 함은 실린더의 실제 가스 요구량에 따라 실린더로의 가스 공급을 제어하는 밸브 또는 인젝터를 말한다.

(사) **가스기관**이라 함은 이중연료기관 또는 가스전용기관을 말한다.

(아) **가스전용기관**(gas fuel only engine)은 가스 연료로만 작동할 수 있고 기름 연료 작동으로 전환할 수 없는 기관을 말한다.

(자) **가스관**이라 함은 가스 또는 가스/공기 혼합기가 든, 통풍관을 포함하는 관을 말한다.

(차) **가스밸브유닛**은 수동 차단밸브, 작동기가 있는 차단밸브 및 배출밸브, 가스 압력 센서 및 송신기, 가스 온도 센서 및 송신기, 각 가스소모장치로의 가스 공급을 제어하는 가스 압력 제어밸브 및 가스 필터의 세트를 말한다. 또한 불활성 가스 퍼징을 위한 연결도 포함된다.

(카) IGC 코드라 함은 IMO Res. MSC.370(93), MSC.411(97) 및 MSC.411(99)에 따라 개정된 액화가스 산적 운반선의 건조 및 기기에 대한 국제 코드를 말한다.

(타) IMO는 국제해사기구를 말한다.

(파) IGF 코드라 함은 Res. MSC.422(98)로 개정된 IMO Res. MSC.391(95)에 따른 저인화점연료선박의 안전에 관한 국제 코드를 말한다.

(하) **저압 가스**라 함은 10 bar 이하의 압력을 가진 가스를 말한다.

(거) **저위발열량**(Lower Heating Value) 이라 함은 물의 증발 잠열을 제외하고 특정 양의 연료를 완전히 연소시켜 생

성된 열의 양을 의미한다.

(너) **메탄가**라 함은 동일한 표준 노킹 강도의 노킹 시험장치에서 시험 연료의 운전을 바탕으로 정해진 노킹에 대한 가스 연료의 저항성의 측정값을 말한다. 순수 메탄이 노크 저항 기준 연료로 사용되며 순수 메탄의 메탄가는 100이다. 그리고 순수 수소가 노크 민감 기준 연료로 사용되며 순수 수소의 메탄가는 0이다.

(더) **점화용 연료**라 함은 이중연료기관에서 주 가스/공기 혼합기를 점화시키기 위하여 실린더 안으로 분사된 연료유를 의미한다.

(러) **예혼합기관**(pre-mixed engine)이라 함은 가스가 과급기 전단에서 공기와 혼합되어 공급되는 기관을 의미한다.

(머) **인정하는 표준**이라 함은 우리 선급이 인정하는 적용 가능한 국제표준 또는 국가표준, 또는 우리 선급이 인정하고 국제해사기구가 채택한 표준을 준수하는 기관에 의해 규정되고 유지되는 표준을 의미한다.

(버) **안전성 개념**(safety concept)이라 함은 연료로서의 가스에 관한 안전 철학을 설명하는 문서를 말한다. 연료로서 가스를 사용하는데 연관된 위험이 합리적으로 예측 가능한 비정상 조건뿐만 아니라 가능한 고장 시나리오 및 그 통제수단 하에서 어떻게 통제되는지를 기술한다. 가능한 폭발로 인한 부상의 잠재적 위험과 관련된 상세한 평가가 수행되어야 하며 기관의 안전성 개념에 반영되어야 한다.

2. 도면 및 자료의 제출

(1) 이중연료기관 및 가스전용기관의 승인에 관한 도면 및 자료가 제출되어야 한다. 이중연료기관 및 가스전용기관의 승인에 관한 **표 1**의 도면 및 자료가 **규칙 1장 203.**의 1항에 추가하여 제출되어야 한다.

(2) 필요한 경우 우리 선급은 추가의 문서 제출을 요구할 수 있다.

표 1 이중연료기관 및 가스전용기관의 추가 도면 및 자료

번호	A/R(1)	이중 연료 기관	가스 전용 기관	도면 및 자료
1	A	○	○	기관의 가스장치의 계통도 또는 기타 동등한 문서
2	A	○	○	가스관장치(해당하는 경우 이중관 배치를 포함하는)
3	A	○	○	가스주입장치의 부품(4)
4	A	○	○	폭발도출밸브가 설치되는 경우 그 배치도(크랭크실(2), 급기 매니폴드, 배기가스 매니폴드)
5	A	○	○	인증된 안전장치의 목록 및 관련 증서의 증명
6	R	○	○	안전성 개념(safety concept)
7	R	○	○	위험도 분석 보고서(3)
8	R	○	○	가스 사양서(gas specification)
9	A	○		기관의 연료장치 계통도 또는 기타 동등한 문서(주 연료장치 및 점화용 연료장치)
10	A	○		점화용 연료장치의 고압연료관의 피복관, 조립체
11	A	○		점화용 연료유 분사장치의 고압부(4)
12	A		○	점화장치

(비고)
(1) A: 승인용으로 제출할 것, R: 참고용으로 제출할 것.
(2) **규칙 2장 203.**의 4항에 따라 요구되는 경우
(3) 3항을 참조한다.
(4) 압력, 배관의 치수 및 재료의 사양을 포함하여야 한다.

3. 위험도 분석

(1) 위험도 분석의 범위

위험도 분석은 다음을 다루어야 한다. 위험도 분석의 범위와 관련하여 연료 저장 또는 가스연료 공급장치와 같은 기관 외부 시스템에서의 고장은 경보 또는 결함 발생 시 기관 제어 및 감시 장치로부터의 조치를 요구할 수 있음을 주목해야 한다. 반대로 이러한 외부 시스템의 고장은 선박 관점에서 이 부록에서 요구하는 기관 제한적 위험도 분석에 의해 요구되는 추가의 안전조치를 요구할 수 있다.

(가) 기관의 가스 작동과 관련된 시스템 또는 구성품의 고장 또는 오작동

(나) 가스밸브유닛 후단에서의 가스누설

(다) 가스 운전시 비상차단 또는 블랙아웃이 발생한 경우에 기관의 안전성

(라) 가스연료장치와 기관의 상호작용

(2) 위험도 분석의 방식

(가) 위험도 분석은 ISO 31010:2009 위험도 관리-위험도 평가 기술 또는 기타 우리 선급이 인정하는 표준에 따라 수행되어야 한다.

(나) 요구되는 분석은 동시에 일어나는 한번의 고장만 고려할 필요가 있음을 의미하는 단일 고장 개념을 기반으로 한다. 발견 가능한 그리고 발견 불가능한 고장이 고려되어야 한다. 귀결된 고장, 즉 다른 구성품의 단일 고장으로 직접 야기된 구성품의 고장도 고려하여야 한다.

(3) 위험도 분석의 절차

위험도 분석은 다음을 따른다. 위험도 분석의 결과는 문서화되어야 한다.

(가) 장치나 시스템에서 다음의 상황을 일으킬 수 있는 모든 고장을 식별하여야 한다.

(a) 설계자가 의도하지 않은 구성품 또는 위치에서의 가스 존재, 및/또는

(b) 점화, 화재 또는 폭발

(나) 결과를 평가한다.

(다) 필요한 경우 고장 탐지 방법을 식별한다.

(라) 위험을 제거할 수 없다면 다음과 같은 조치를 강구한다.

(a) 시스템 설계 관점에서 조치예시

(i) 이중화

(ii) 시스템의 제한된 운전을 허용하는 안전장치, 감시 또는 경보의 제공

(b) 시스템 운전 관점에서 조치예시

(i) 이중화된 장비의 운전

(ii) 대체 운전모드의 활성화

(4) 위험도 분석이 필요한 장비 및 시스템

기관의 위험도 분석은 적어도 다음의 관점을 포함하여야 한다.

(가) 가스와 관련된 시스템 또는 구성품의 고장, 특히 가스관 및 가스관의 밀폐장치(제공된 경우), 또는 실린더 가스 공급밸브. (차단 및 배출 밸브, 가스밸브유닛의 다른 구성품과 같은 기관에 직접 설치되지 않은 가스공급 구성품의 고장은 분석에 고려되지 않아야 한다.)

(나) 점화장치의 고장(연료유 점화용 분사 또는 스파크 플러그)

(다) 공연비 제어장치의 고장(급기 바이패스, 가스 압력제어밸브 등)

(라) 가스가 과급기 압축기의 상류에서 분사되는 기관의 경우, 점화원(hot spots)을 야기할 가능성이 있는 구성품의 고장

(마) 가스 연소의 실패 또는 비정상 연소(착화실패, 노킹)

(바) 기관 감시, 제어 및 안전장치의 고장(기관이 전자제어시스템을 포함할 경우 고장모드 및 영향분석(FMEA)을 **규칙 1장 203.**의 **표 5.1.5** 비고 (5)에 따라 수행하여야 한다.)

(사) 기관 구성품(예를 들면 이중연료기관 또는 가스전용기관의 급기 매니폴드, 배기 매니폴드) 및 기관에 연결된 외부시스템(배기 덕트)에서의 비정상 가스의 존재

(아) 이중연료기관에 대한 운전 모드 전환

(자) 피스톤 하부 공간이 크랭크실과 직접 연결되는 기관의 경우 크랭크실 내 가스연료 축적으로 인한 잠재적 위험성에 대해서는 **저인화점연료선박 규칙 10장 301.**의 2항을 참고한다.

4. 설계

(1) 일반 원칙

(가) 제조자는 기관에 대한 허용 가스 구성 한계, 최소 메탄가 및 가능한 경우 최대 메탄가를 명시하여야 한다.

(나) 가스를 포함하고 있거나 또는 포함하기 쉬운 구성품은 다음에 따라 설계되어야 한다. 또한 **저인화점연료선박 규칙 10장 2절 및 10장 3절**을 참조한다.

(a) 기름 연료 기관에 상응하는 적절한 수준의 안전성을 입증하기 위하여 화재 및 폭발의 위험성을 최소화한다.

(b) 구성품의 강도 또는 적절한 압력도출장치의 장착으로 발생 가능한 폭발의 결과를 견딜 수 있는 정도의 잠재적 위험을 제공하는 수준으로 완화한다. 압력도출장치를 설치한 경우 압력도출장치로부터의 배출은 기관구역으로 화염이 통하는 것을 방지하고 배출이 인명을 위험에 빠트리거나 다른 기관 구성품 또는 시스템을 손상시키지 않도록 배치되어야 한다. 도출장치에는 플레임어레스터가 설치되어야 한다.

(2) 가스관

(가) 본 (2)호의 요건은 기관에 장착된 가스관에 적용한다. 관은 **저인화점연료선박 규칙 7장**에 주어진 가스관의 기준(설계압력, 관두께, 재료, 관의 조립 및 이음상세 등)에 따라 설계되어야 한다. 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장 5절 및 16절**에 따라 설계되어야 한다.

(나) 기관에서 가스관장치의 배치

가스연료가 포함된 관 및 장비는 위험구역 상 구역 “0”(zone 0)로 정의된다. (**저인화점연료선박 규칙 12장 402.**의 1항을 참조). 가스연료관과 외측관 또는 덕트 벽 사이의 공간은 위험구역 상 구역 “1”(zone 1)로 정의된다. (**저인화점연료선박 규칙 12장 402.**의 2항 (6)호를 참조).

(a) 일반적인 이중관 또는 덕트의 배치

(i) 기관의 가스관장치는 **저인화점연료선박 규칙 9장 6절**의 원칙과 요건에 따라 배치되어야 한다. 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장 1604.**의 3항에 따라 설계되어야 한다.

(ii) 외측관 또는 덕트의 설계 기준은 **저인화점연료선박 규칙 7장 401.**의 4항 및 **9장 8절**에 주어진다.

(iii) 통풍되는 이중관 또는 덕트의 경우 통풍 입구는 **저인화점연료선박 규칙 13장 801.**의 3항에 따라 위치하여야 한다. 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장 1604.**의 3항 (2)호를 적용한다.

(iv) 이중관 또는 덕트는 가스밀 보존성(gas tight integrity)을 보장하고 가스관 파열시 예상되는 최대압력을 견딜 수 있다는 것을 보여주기 위하여 **규칙 6장 1404.**의 3항에 따라 수압시험을 실시하여야 한다.

(b) 대체방안

(i) 단일벽 가스관은 다음의 경우에만 허용된다.

- **저인화점연료선박 규칙 5장 401.**의 2항에 정의되고 **저인화점연료선박 규칙**의 관련 규정(예를 들면 **5장 6절**)에 따른 비상차단으로 보호되는 기관구역에 설치되는 기관의 경우
- **저인화점연료선박 지침 9장 601. 2**항에 따른 경우

(ii) 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장**을 따른다.

(iii) 비상차단으로 보호되는 하나의 기관구역에서 구역 내 기관의 정지를 야기하는 가스가 누출된 경우 필수 및 안전시스템을 포함한 충분한 추진 및 조타능력이 유지되어야 한다. (충분한 추진 및 조타능력은 **규칙 1장 102.**의 25항을 참조하거나 선박의 운항특성에 기초하여 사례별로 평가되어야 한다.)

(iv) 따라서 기관의 안전성 개념은 “이중관 및 덕트” 또는 “대체방안”의 적용을 명확하게 나타내어야 한다.

(3) 기관의 급기장치

(가) 기관의 급기장치는 (1)호 (나)에 따라 설계되어야 한다. 단일 기관 설치의 경우 기관은 폭발 사고로 인한 압력도출장치의 개방 후 중요용도에 대한 전원을 유지할 수 있는 충분한 부하에서 작동할 수 있어야 한다. 추진 능력을 위한 충분한 동력이 유지되어야 한다. 부하 경감이 기관 구성(단수 또는 복수) 및 방출 메커니즘(자체 폐쇄 밸브 또는 파열판)에 따라 사례별로 고려되어야 한다.

(4) 기관의 배기장치

(가) 기관의 배기장치는 (1)호 (나)에 따라 설계되어야 한다. 단일 기관 설치의 경우 기관은 폭발 사고로 인한 압력도출장치의 개방 후 중요용도에 대한 전원을 유지할 수 있는 충분한 부하에서 작동할 수 있어야 한다. 추진 능력을 위한 충분한 동력이 유지되어야 한다. 기관실 또는 다른 폐위구역으로의 계속된 배기가스의 배출(개방된 파열판을 통한)은 허용되지 않는다.

(5) 크랭크실

(가) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브

크랭크실의 폭발방지용 도출밸브는 **규칙 2장 203.**의 4항에 따라 설치되어야 한다.

(나) 크랭크실의 가스연료 축적

저인화점 연료선박 규칙 10장 301.의 2항을 위험도 분석(3항 참조)에서 고려하여야 한다.

(다) 불활성화

유지보수 목적을 위하여 크랭크실 불활성화, 통풍 및 가스 농도 측정을 위한 연결부 또는 기타 수단이 제공되어야 한다.

(6) 실린더 내의 가스 점화

(가) **저인화점연료선박 규칙 10장 3절**의 요건이 적용되어야 한다. 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장 1607.**을 적용한다.

(7) 제어, 감시, 경보 및 안전장치

(가) 기관제어시스템은 안전장치와 독립 및 분리되어야 한다.

(나) 가스공급 밸브는 기관제어시스템 또는 기관의 가스 수요에 의하여 제어되어야 한다.

(다) 연소 상태는 개별 실린더를 기준으로 감시하여야 한다. 개별 실린더에서 불완전연소가 감지될 경우 **저인화점연료선박 규칙 10장 301.**의 6항에 명시된 조건으로 가스 운전이 허용될 수 있다. 기관의 크기와 설계로 인해 각 개별 실린더의 연소 감시를 실행할 수 없는 경우 공통 연소 감시를 허용할 수 있다.

(라) 이 부록의 3항에서 요구된 위험도 분석이 다르게 입증하지 않는 한 이중연료기관 또는 가스전용기관의 감시 및 안전장치의 기능은 선급 및 강선규칙에서 요구하는 것에 더하여 아래 **표 2**에 따라 제공되어야 한다. 이중연료기관의 경우 가스 모드에서만 **표 2**를 적용한다.

표 2 이중연료기관 및 가스전용기관에 대한 감시 및 안전장치 기능

감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보	이중차단 및 배출밸브의 자동 작동	기름 연료 모드로 자동 전환(1)	기관 긴급 정지
가스연료공급 라인에서의 비정상적인 압력	O	●	●	●	●(5)
가스연료공급장치-오작동	O	●	●	●	●(5)
점화용 연료분사 또는 스파크 점화장치 - 오작동	O	●	●(2)	●	●(2)(5)
각 실린더 출구 배기가스 온도	H	●	●(2)	●	●(2)(5)
각 실린더 출구의 배기가스 온도, 평균과의 편차(3)	L	●	●(2)	●	●(2)(5)
실린더 압력 또는 점화 - 착화실패, 노킹 및 불안정한 연소를 포함하는 고장	O	●	●(2)(4)	●(4)	●(2)(4)(5)
크랭크실 오일미스트 농도 또는 베어링 온도(6)	H	●	●		●
크랭크실 압력(4)	H	●	●	●	
기관의 정지(모든 원인)	O	●	●		
차단 및 배출 밸브의 제어, 작동 매체의 고장	O	●	●	●	

(비고) [●=적용]

(1) 가스 모드 운전시의 이중연료기관에만 해당한다.

(2) 가스전용기관의 경우 연관된 실린더가 개별적으로 차단될 수 있고 위험도 분석을 통해 이러한 상황에서 기관의 안전한 운전이 입증된다면 이중차단 및 배출 밸브(double block and bleed valves)와 기관의 정지는 하나의 실린더에만 영향을 미치는 특정한 고장에서 활성화되지 않을 수 있다.

(3) 착화실패의 감지를 위해 필요한 경우에만 요구된다.

(4) 자동 경감 대책으로 고장을 해결할 수 있는 경우 경보만 작동될 수 있다. 일정 시간 후에도 고장이 지속될 경우 안전 조치가 활성화되어야 한다.

(5) 가스전용기관만 적용된다.

(6) **규칙 2장 203.**의 10항에 따라 요구될 경우

(8) 가스주입밸브

(가) 가스주입밸브는 다음에 따라 안전함이 증명되어야 한다.

(a) 밸브 내부는 가스가 들어 있으므로 구역 “0”(zone 0)에 적합하여야 한다.

(b) (2) (나) (a)에 따라 관 또는 덕트 내부에 밸브가 위치할 경우, 밸브 외부는 구역 “1”(zone 1)에 적합하여야 한다.

(c) "비상차단으로 보호되는 기관구역"((2) (나) (b) 참조) 개념에 따라 외부 덮개 없이 밸브를 배치할 경우, 구역 내에 가스 감지 시 밸브가 무전압 상태라면 밸브 외부에 대한 인증이 필요하지 않다.

(d) 다만 의도된 구역에 설치되는 밸브의 등급이 부적합한 경우 해당 구역에 적합하다는 것을 문서화해야 한다. 문서화 및 분석은 IEC 60079-10-1:2015 또는 IEC 60092-502:1999에 기초해야 한다.

5. 특정 설계 요건

(1) 이중연료기관

(가) 일반

가스 모드에서 이중연료기관이 개발할 수 있는 연속최대출력은 특히 가스 품질에 따라 기관의 승인된 연속최대출력(즉, 기름 연료 모드의 경우)보다 낮을 수 있다. 가스 모드 및 상응하는 조건에서 이용할 수 있는 최대출력은 기관 제조업체에 의해 명시되고 형식시험 중 실증되어야 한다.

(나) 시동, 전환 및 정지

(a) 이중연료기관은 주 연료로 기름 연료 또는 가스 연료를 사용하고 점화를 위한 점화용 기름 연료를 사용하도록 배치되어야 한다. 기관은 가스 사용에서 기름 연료 사용으로의 신속한 전환을 위하여 배치되어야 한다. 둘 중 하나로 연료공급이 전환되는 경우 기관은 동력 공급 중단 없이 대체 연료 공급으로 연속적인 작동을 할 수 있어야 한다.

(b) 가스 연료 운전으로의 전환은 시험을 통해 입증된 허용 가능한 신뢰성과 안전성을 가질 수 있는 조건 및 출력 수준에서만 가능해야 한다.

(c) 가스 연료 운전모드에서 기름 연료 운전모드로의 전환은 모든 상황 및 출력 수준에서 가능하여야 한다.

(d) 가스 운전으로부터 및 가스 운전으로의 전환 과정 자체는 자동이어야 한다. 다만 수동 중단이 모든 상황에서 가능하여야 한다.

(e) 가스 공급을 차단할 경우 기관은 기름 연료로만 연속적인 운전이 가능하여야 한다.

(다) 점화용 분사

연소실로의 가스 공급은 점화용 기름 분사의 작동 없이 가능하지 않아야 한다. 점화용 분사는 예를 들어 연료유 압력 또는 연소 파라미터에 의해 감시되어야 한다.

(2) 가스전용기관

(가) 스파크 점화장치

스파크 점화 실패의 경우 기관은 정지되어야 한다. 다만 점화 실패가 한 실린더에 국한되고 해당 실린더로의 가스공급이 즉시 차단되며 위험도 분석 및 시험을 통해 기관의 안전한 운전이 유지되는 경우 기관 운전을 허용할 수 있다.

(3) 예혼합기관

(가) 급기장치

(a) 흡기 매니폴드, 과급기, 급기 냉각기 등은 연료 가스 공급 시스템의 일부로 간주된다. 가스 누출의 원인이 될 수 있는 그러한 구성 요소의 고장은 위험도 분석에서 고려되어야 한다.(3항 참조)

(b) 위험도 분석에서 달리 정당화되지 않는 한, 급기장치에서의 가스농도, 급기장치에서의 가스-공기 혼합 경로 길이 등과 같은 기관의 설계 파라미터를 고려하여 각 실린더헤드 전단에 플레임어레스터를 설치하여야 한다.

6. 형식시험

(1) 일반

이중연료기관 및 가스전용기관의 형식승인은 아래의 추가적인 요건을 고려하여 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 8절**에 따라 수행되어야 한다.

(2) 기관의 형식

제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 801.의 4항에 추가하여 다음 항목 중 하나가 상이한 기관에 대하여는 원칙적으로 다른 형식의 기관으로 취급한다.

(가) 가스주입 방법(실린더 직접분사, 급기 공간 또는 예혼합)
(나) 가스공급 밸브 조작(기계적 또는 전기적 제어)
(다) 점화장치(점화용 분사, 스파크 점화, 예열플러그 또는 가스자기점화
(라) 점화장치(기계적 또는 전기적 제어)

(3) 안전예방조치

제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 2항에 언급된 안전 예방조치에 더하여 기관을 시동하기 전에 기관의 가스 연료 배관이 가스밀(gas tight) 상태인지 확인하는 조치를 수행해야 한다.

(4) 시험계획

(가) 기관의 형식시험은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.**에 따라 수행되어야 한다.
(나) 이중연료기관의 경우 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.**에서 언급한 부하시험이 가스 모드에서 이용 가능한 최대 출력의 각각 다른 비율로 가스 모드에서 수행해야 한다. (5항 (1) (가) 참조) 가스모드에서 110 % 부하시험은 요구되지 않는다.
(다) 연료 가스의 메탄가 및 저위발열량의 영향은 B단계 형식시험 동안 확인할 필요가 없다. 다만 자체시험 또는 계산을 통해 기관 설계자가 정당성을 입증하여야 하며 형식승인 시험 보고서에 문서화되어야 한다.

(5) 계측 및 기록

제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 7항에 요구된 측정 및 기록에 더하여 다음과 같은 기관 데이터를 계측하고 기록하여야 한다. 설계 평가와 연관하여 추가적인 계측이 요구될 수 있다.

(가) 해당하는 경우 가스 및 디젤에 대한 각각의 연료지수(fuel index) (또는 동등한 측정치)
(나) 가스 매니폴드 입구에서의 가스 압력 및 온도
(다) 크랭크실에서의 가스 농도

(6) A 단계 (자체시험)

제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 8항 **표 3.8.1**의 A 단계 자체시험 항목에 더하여 다음의 조건에 대한 시험이 실시되어야 한다.

(가) 이중연료기관은 기관 형식에 적용 가능한 경우 가스 및 디젤 모드 둘 다(점화용 분사의 작동 유무와 상관없이) 자체시험 항목에 정의된 부하 설정점에서 실시되어야 한다.
(나) 다양한 액체/가스 비율을 가지는 이중연료기관의 경우, 부하 시험은 최소 및 최대 허용 값 사이의 각각 다른 비율에서 실시되어야 한다.
(다) 이중연료기관의 경우 가스 및 디젤 모드 사이의 전환이 각각 다른 부하에서 시험되어야 한다.

(7) B 단계 (승인시험)

(가) 일반

가스기관은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.**의 8항 **표 3.8.1**의 B 단계 승인시험에서 요구되는 다른 시험을 거쳐야 한다. 이중연료기관의 경우 기관 설계자가 정의한 기관 형식에 적용되는 가스 및 디젤 모드 둘 다에서 모든 부하 설정점으로 실시되어야 한다((4)호 참조). 이는 과속도 시험에도 적용된다. 다양한 액체/가스 비율을 가지는 이중연료기관의 경우, 부하 시험은 최소 및 최대 허용값 사이의 각각 다른 비율에서 실시되어야 한다.

(나) 성능시험

(a) **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.**의 8항 **표 3.8.1**의 B 단계 승인시험 (3), (4), (5)에서 요구하는 성능시험에 더하여 다음의 시험이 실시되어야 한다.
(i) 이중연료기관의 경우 최소 회전수가 디젤 및 가스 모드에서 확인되어야 한다.
(ii) 이중연료기관의 경우 가스 및 디젤 모드 사이에서의 전환이 각각 다른 부하에서 시험되어야 한다.
(iii) 이중가스배관장치의 통풍 배치 효율성이 검증되어야 한다.
(iv) 실린더 가스공급밸브에서의 가스 누설 시뮬레이션

(b) 전력을 생산하기 위한 기관은 다음과 같이 시험되어야 한다.
(i) **규칙 6편 1장 302.**의 2항의 규정에 따라 순간부하 및 부하의 차단을 견디는 능력
(ii) 가스전용기관 및 예혼합기관의 경우 동적부하응답시험 결과에 대한 저위발열량, 메탄가 및 대기조건의 영향을 이론적으로 결정하고 시험보고서에 명시하여야 한다. 4항 (1)호 (가)에 명시된 한계를 참조하여 동적부하응답에 대한 여유를 결정하여야 한다. 이중연료기관의 경우 시험 중 기름 연료로의 전환은 허용된다. **규칙 6편 1장 302.**의 2항에 명시된 조건에서 2단계 이상의 투입방식으로 전기 부하 투입이 허용될 수 있다.

(다) 통합시험

가스전용기관 및 이중연료기관은 완전한 기계식, 유압식 및 전자식 기관 시스템의 응답이 모든 의도된 운전 모드에 대하여 예측된 바와 같은지 확인하기 위한 통합시험을 실시하여야 한다. 통합시험의 범위는 3항에서 요구되는 위험도 분석에 근거하여 선정된 사례에 대하여 우리 선급과 합의되어야 하며 적어도 다음과 같은 사례를 포함하여야 한다.

(a) 단일 실린더 및 공통의 시스템 고장에 대한 점화 실패(스파크 점화 또는 점화용 분사 시스템)
(b) 실린더 가스공급밸브의 고장
(c) 연소실패(착화실패, 노킹, 배기가스온도이상 등이 감지되어야 함)
(d) 비정상 가스압력
(e) 비정상 가스온도(온도의 시뮬레이션 신호를 사용하여 시험을 수행할 수 있다.)

(8) C 단계 (부품검사)

제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 8항 **표 3.8.1**의 C 단계 부품검사의 요건에 따라 부품검사가 실시되어야 한다. 시험 후에 검사되어야 할 부품은 다음을 포함하여야 한다.

(가) 혼합실(pre-chamber)을 포함하는 가스공급밸브(해당하는 경우)
(나) 스파크 점화기(가스전용기관의 경우)
(다) 점화용 연료 분사밸브(이중연료기관의 경우)

7. 공장시운전

(1) 일반

이중연료기관 및 가스전용기관의 공장시운전은 아래의 추가적인 요건을 고려하여 **규칙 2장 211.**의 4항에 따라 실시되어야 한다. 이중연료기관의 경우 **지침 2장 211.**의 5항에 따른 부하시험은 가스 모드에서 가능한 최대출력(5항 (1) (가) 참조)의 각각 다른 비율에서 실시되어야 한다. 가스 모드에서 110 % 부하시험은 요구되지 않는다.

(2) 안전예방조치

지침 2장 211.의 4항에 언급된 안전예방조치에 더하여 기관을 시동하기에 앞서 기관의 가스연료관이 가스밀(gas tight)임을 확인하는 조치를 시행하여야 한다.

(3) 기록

지침 2장 211.의 5항 (2)호에서 요구되는 기록에 더하여 다음의 기관 데이터가 기록되어야 한다.

(가) 해당하는 경우 가스 및 디젤에서의 연료지수(또는 동등한 수치)
(나) 가스의 압력 및 온도

(4) 시험부하

다양한 기관에 대한 시험부하은 이중연료기관의 경우 **지침 2장 211.**의 5항의 **표 5.2.2**에 주어진다. 이중연료기관은 적용 가능한 한 디젤 및 가스 모드 둘 다에서 시험되어야 한다. 더하여 시운전의 범위는 기관의 적용, 사용 경험, 또는 다른 관련 이유에 따라 확장될 수 있다.

(5) 통합시험

가스전용기관 및 이중연료기관은 완전한 기계식, 유압식 및 전자식 시스템의 응답이 모든 의도된 운전모드에 대하여 예측된 바와 같은지 확인하기 위한 통합시험을 실시하여야 한다. 통합시험의 범위는 3항에서 요구되는 위험도 분석에 근거하여 선정된 사례에 대하여 우리 선급과 합의되어야 하며 적어도 다음과 같은 사례를 포함하여야 한다. 아래의 통합시험은 우리 선급의 특별한 고려 하에 시뮬레이션 또는 다른 대체수단을 사용하여 수행할 수 있다.

(가) 단일 실린더에 대한 점화 실패(스파크 점화 또는 점화용 분사 시스템)
(나) 실린더 가스공급밸브의 고장
(다) 연소 실패(착화실패, 노킹, 배기가스온도이상 등이 감지되어야 함)
(라) 비정상 가스압력
(마) 비정상 가스온도

8. 선내시험

(1) 선내시험은 **규칙 2장 211.**의 5항의 규정에 따라 실시되어야 한다.

(2) 이중연료기관의 경우 모든 운전 모드(가스 모드, 디젤 모드 등)에서 **지침 2장 211.**의 6항의 **표 5.2.3**에서 요구되는 시험부하로 시험이 실시되어야 하며 가스 모드에서 가능한 최대출력(5항 (1) (가) 참조)의 다른 비율에서 부하시험이 실시되어야 한다. 가스 모드에서 110 % 부하시험은 요구되지 않는다. *(2022)*

부록 5-8 전자제어디젤기관에 대한 추가요건

1. 적용

이 부록은 **규칙 5편 2장**의 요건에 추가하여 주기관으로 사용하는 전자제어디젤기관에 적용한다.

2. 용어정의

(1) **축압기**라 함은 연료분사장치 또는 배기밸브구동장치에 부착되어 있는 액추에이터에 조작유를 공급하는 소형의 압력용기로서 각 실린더에 설치되는 것을 말한다.
(2) **공통축압기**라 함은 고압의 조작유 또는 연료유를 공급하기 위한 각 실린더 공통의 압력용기를 말한다.
(3) **제어밸브**라 함은 액추에이터를 구동시키기 위한 제어부품으로서 온오프솔레노이드밸브(on-off-controlled solenoid valve), 비례제어밸브 또는 가변용적형 제어밸브 등의 총칭을 말한다.
(4) **연료유고압펌프**라 함은 공통축압기에 고압의 연료유를 공급하기 위한 펌프를 말한다.
(5) **조작유고압펌프**라 함은 연료분사장치, 배기밸브구동장치, 제어밸브 등에 공통축압기를 통하여 고압의 조작유를 공급하기 위한 펌프를 말한다.
(6) **기능블록**이라 함은 시스템을 구성하는 모든 품목을 시스템, 서브시스템, 구성품, 조립품 및 부품의 그룹으로 기능에 따라 분류한 것을 말한다.
(7) **신뢰성블록선도**라 함은 기능블록들의 관련성을 보여주는 논리도이며, 분석수준을 표시한 것을 말한다.
(8) **주기관의 통상운전**이라 함은 조속기 및 각종 안전장치를 사용하여 상용출력으로 운전하는 상태를 말한다.
(9) **고압관**이라 함은 연료유고압펌프 및 조작유고압펌프의 출구측에 배치되는 관을 말한다.

3. 제출도면 및 자료

다음의 도면 및 자료를 제출하여야 한다. 다만, 특수한 구조를 가는 시스템 및 장비의 경우, 우리 선급은 별도의 상세한 도면 및 자료의 제출을 요구할 수 있다.

(1) 승인도면 및 자료
  (가) 축압기의 구조도
  (나) 공통축압기의 구조도
(2) 참고용 도면 및 자료
  (가) 제어밸브의 구조도
  (나) 연료유고압펌프의 구조도
  (다) 조작유고압펌프의 구조도
  (라) 스텝업기어(step-up gear)의 구조도(적용시)
  (마) 고장모드 및 영향분석 자료(신뢰성블록을 포함할 것)

4. 구조 및 부속장치

(1) 일반사항
  특별히 하나로 배치하는 것이 신뢰성이 있다고 승인된 경우를 제외하고 주기관의 주요부품은 부품의 하나가 고장난 경우에도 주기관의 통상운전을 계속 유지할 수 있도록 배치하여야 한다. 다만, 각 실린더에 설치되는 부품에 있어서 예비품이 요구되지 않는 것에 대하여는 고장난 부품을 떼어내는 것이 가능하면 실린더마다에 하나씩 부착하여도 무방하다.
(2) 제어밸브
  (가) 제어밸브는 제조자가 정한 일정기간동안 기대되는 성능을 유지할 수 있어야 한다. *(2021)*
  (나) 제어밸브는 각 기능(연료분사, 배기밸브 구동 등)마다 독립적으로 설치하여야 한다.
(3) 축압기 및 공통축압기
  (가) 축압기 및 공통축압기는 **규칙 5편 5장 3절**의 요건에 적합하여야 한다.
  (나) 축압기는 제조자가 정한 일정기간동안 기대되는 성능을 유지할 수 있어야 한다. *(2021)*
  (다) 공통축압기는 원칙적으로 2대 이상 설치하여야 한다. 다만, 변동응력에 대한 피로해석 결과를 제출하여 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 1대만 설치하여도 무방하다. 또한 2대 이상의 주기관을 갖는 선박은 1대의 공통축압기에 고장이 발생되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우 각각의 주기관에 1대의 공통축압기를 설치할 수 있다. *(2020)*

(4) 연료유관장치 및 조작유 관장치

(가) 관장치는 **규칙 5편 6장 1절**의 요건에 적합하여야 한다.

(나) 연료유고압펌프 및 조작유고압펌프는 2대 이상 설치하여야 한다. 이 경우, 펌프 1대가 고장나더라도 나머지 펌프로 주기의 연속최대출력에서 충분한 유량을 공급할 수 있어야 한다. 이들 펌프는 언제든지 교대하여 사용할 수 있도록 설치하여야 한다. 다만, 2대 이상의 주기관을 갖는 선박은 1대의 연료유고압펌프 및/또는 1대의 조작유고압펌프에 고장이 발생되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우 각각의 주기관에 1대의 연료유고압펌프 및/또는 1대의 조작유고압펌프를 설치할 수 있다. *(2020)*

(다) 연료유고압펌프에서 연료분사장치까지 그리고 조작유고압펌프에서 배기밸브구동장치까지의 배관은 관의 손상에 의해 비산한 기름이 인화하는 것을 방지하기 위해 피복관장치로 보호하거나 유밀의 밀폐용기 내에 수납하여야 한다.

(라) 연료유고압펌프 또는 조작유고압펌프에서 공통축압기까지의 공통배관, 공통축압기에서 다른 공통축압기까지의 공통배관과 공통축압기에서 각 실린더에 분배하기까지의 공통배관은 2개 이상의 계통으로 독립하여 설치하여야 한다. 다만, 변동응력에 대한 피로해석을 행한 결과를 제출하여 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 1개의 계통으로 설치하여도 무방하다. 또한 2대 이상의 주기관을 갖는 선박은 1개의 공통배관 계통에 고장이 발생되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우 각각의 주기관에 1개의 공통배관 계통을 설치할 수 있다. *(2020)*

(마) 축압기, 펌프 등의 기기와 연결되어 있는 관에 설치된 밸브 또는 콕은 해당 기기에 가능한 한 근접하여 설치하여야 한다.

(바) 고압관에는 고압경보장치를 설치하여야 한다. 또한, 적당한 위치에 도출밸브를 설치하여 도출된 기름을 저압측으로 유도하여야 한다.

(사) 고압관에 부르돈관식 압력계를 설치하는 경우에는 KS 등과 같이 인정된 산업규격품으로서 내진 및 내열형의 것이어야 한다.

5. 시스템설계

(1) 전자제어시스템

(가) 시스템을 구성하는 기기 또는 회로의 일부가 고장난 경우에도 시스템 전체의 기능을 유지하거나 그 기능을 복구할 수 있도록 배치하여야 한다.

(나) 시스템을 구성하는 콘트롤러는 다음에 적합하여야 한다.

(a) 각 기능(예를 들면 연료분사, 배기밸브 구동, 실린더주유, 과급시스템 등)을 통합 제어하는 콘트롤러는 적어도 2대 설치하여야 한다.

(b) (a)의 요건에도 불구하고 해당 콘트롤러를 통하지 않는 독립의 제어시스템을 사용하여 주기관의 통상운전이 가능한 경우에는 해당 콘트롤러를 1대만 설치하여도 무방하다.

(c) (a)의 요건에도 불구하고 2대 이상의 주기관을 갖는 선박은 1대의 주 콘트롤러에 고장이 발생되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우 각각의 주기관에 1대의 주 콘트롤러를 설치할 수 있다. *(2020)*

(다) 주기관의 운전에 필수적인 감지기 즉, 다음의 용도에 사용하는 감지기는 2개 이상 독립적으로 설치하여야 한다. 다만, 이들 감지기에서 아무런 피드백 없이 주기관의 통상운전이 가능한 경우에는 해당 감지기를 1대만 설치하여도 무방하다.

(a) 회전수

(b) 크랭크각도

(c) 공통축압기에서 연료유의 압력

(라) 전자제어시스템의 전원은 2개의 독립된 전원으로부터 공급되어야 하며, 그 중 하나는 축전지로 공급되어야 한다. 또한, 급전회로는 2개의 독립된 회로로 구성되어야 한다.

(마) 솔레노이드밸브의 구동용 전원은 2개의 독립된 전원으로부터 공급되어야 하며, 급전회로는 2개의 독립된 회로로 구성되어야 한다.

(바) 주기관의 전자제어시스템은 5항 (1)호의 (가) 내지(마) 만족함에 따라 다음의 요건을 만족하는 것과 동등한 것으로 취급한다.

(a) **규칙 6편 2장 201. 4**항 (5)호 (가)

(b) **규칙 6편 2장 202. 2**항 (3)호 (다)

(2) 고장모드 및 영향분석(FMEA)

전자제어시스템은 시스템을 구성하는 기기 또는 회로의 하나가 고장 난 경우 기타의 기기 또는 회로의 고장 혹은

기능저하를 일으키지 않는 것을 확인하기 위하여 고장모드 및 영향분석을 행하여야 한다. 고장모드 및 영향분석의 과정은 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec 138(FMEA process for diesel engine control systems)을 참고한다.

6. 기타

(1) 안전조치

(가) 주기관에는 **규칙 6편 2장 202. 2**항 (3)호 (마)의 비상정지장치에 추가하여 기계측에서 주기관을 정지할 수 있는 수단을 갖추어야 한다.

(나) 제어밸브의 고장에 의해 연료유가 실린더 안으로 상시 유입하는 것을 방지하는 조치를 하여야 한다.

(2) 예비품

전자제어디젤기관에 대한 예비품의 종류 및 수량은 **표 1**에 따른다.

표 1 전자제어디젤기관의 예비품

예비품의 종류	수량	비고
제어밸브	형식별로 각 1개	
축압기 다이어프램	형식별로 각 2개	
각 실린더에 설치되는 감지기	형식별로 각 1개	이 감지기를 이용하지 않고는 주기의 통상운전이 가능한 경우에는 생략할 수 있다.

부록 5-9 플렉시블관

1. 적용

(1) 이 요건은 고정된 관장치와 각종 기기 사이를 영구적으로 연결하는데 사용하는 금속 또는 비금속재료로 된 플렉시블관에 적용하며, 임시로 연결된 플렉시블관 또는 이동식 장비의 호스에도 적용할 수 있다.

(2) 플렉시블관 조립체가 이 요건에 적합한 경우에는 연료유, 윤활유, 작동유 및 열매체유장치, 청수 및 해수냉각장치, 압축공기장치, 빌지 및 평형수장치와 제3급 증기장치에 사용할 수 있다. 고압연료유관에는 플렉시블관을 사용해서는 아니 된다.

(3) 플렉시블관 조립체에 대한 이들 요건은 고정식 소화장치의 호스에는 적용되지 아니 한다.

2. 설계 및 제작

(1) 플렉시블관은 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 따라 설계 및 제작되어야 한다.

(2) 고무 재료로 제작되고 빌지, 평형수, 압축공기, 연료유, 윤활유, 조작유 및 열매체유장치에 사용하고자 하는 플렉시블관은 단일, 2중 또는 그 이상으로 조밀하게 엮어 만든 일체형 와이어망(wire braid)이나 기타 적절한 재료를 넣어 보강하여야 한다. 상기와 동일한 용도에 사용되면서도 테프론 또는 나일론 등과 같이 조밀하게 엮어 만든 일체형 와이어망(wire braid)을 넣어 보강할 수 없는 플라스틱재료의 플랙시블관은 가능한 한 적절한 재료로 보강된 것이어야 한다. 버너로 연료를 공급하는 라인에 고무 또는 플라스틱재료로 된 호스를 사용할 경우에는 상기에 언급된 보강에 추가하여 호스 외부에 와이어를 엮어 만든 보호망을 씌워야 한다. 증기장치에 사용하는 플렉시블관은 금속으로 제작된 것이어야 한다.

(3) 플렉시블관은 제조자의 사양에 따라 승인된 끝단 부착품을 갖추고 있어야 한다. 플랜지를 사용하지 않는 끝단 연결장치는 104.의 5항에 적합하여야 하며, 호스와 부착품의 결합에 대한 각 형식은 압력 및 임펄스시험에 대하여 호스에 의해 요구되는 것과 동일한 기준에 따라 프로토타입시험을 받아야 한다.

(4) 증기, 가연성매체, 시동공기장치 또는 파손시 범람을 초래할 수 있는 해수장치를 위한 관장치의 플렉시블관에는 호스 클램프 및 이와 유사한 형식의 끝단 부속품을 사용해서는 아니 된다. 기타 관장치에 있어서, 사용압력이 0.5 MPa 미만이고 각 끝단 연결장치에 이중 클램프가 설치된 경우에는 호스 클램프를 사용할 수 있다.

(5) 사용 중에 압력펄스 및/또는 높은 수준의 진동이 발생할 것으로 예상되는 관장치에 설치되는 플렉시블관 조립체는 진동으로 인한 최대예상임펄스압력 및 힘에 대비하여 설계하여야 한다. 4항에서 요구하는 시험은 설비로 인한 최대예상사용압력, 진동주파수 및 힘을 충분히 고려하여야 한다.

(6) 가연성매체와 파손시 범람을 유발할 수 있는 해수장치를 위한 관장치에 설치되는 비금속재료의 플렉시블관 조립체는 연료유관으로 사용되지 않는 관으로서, MSC.421(98)까지의 IMO resolutions에 의해 개정된 SOLAS II-2의 Reg9.2.3.3.2.2(10)에서 정의하는 노출된 개방 갑판 상에 설치되는 것을 제외하고 내화형식이어야 한다. 내화성은 KS V 0820(또는 ISO 15540) 및 KS V 0821(또는 ISO 15541)에 따라 시험되어 증명되어야 한다.

(7) 플렉시블관 조립체는 주위조건, 제조자의 지침서와 일치하는 사용압력 및 온도조건 하에서 유체와의 적합성, 우리 선급의 모든 요건을 충분히 고려하여 사용하고자 하는 장소 및 적용범위에 알맞게 선정되어야 한다.

3. 설치

(1) 일반적으로 플렉시블관은 기기/장비 또는 장치의 고정된 부분과 유연하게 설치된 부분 사이의 상호움직임을 제공하기 위하여 필요한 길이를 제한하여야 한다.

(2) 정상적인 운전조건하에서 비틀림변형(뒤틀림)을 받을 수 있는 장소에는 플렉시블관 조립체를 설치하여서는 아니 된다.

(3) 1항 (2)호의 관장치에 사용하는 플렉시블관의 개수는 최소한으로 유지하여야 하며, 1항 (1)호에서 언급한 목적으로만 제한을 두고 사용하여야 한다.

(4) 가열되는 표면과 매우 근접해 있고 가연성유체를 이송하는 관장치에 플렉시블관을 사용하고자 하는 경우에는 우리 선급이 인정하는 스크린 또는 기타 이와 유사한 보호장치를 사용하여 플렉시블관 조립체의 파손 및 이에 따른 유체의 분출로 인한 발화의 위험성을 가능한 한 완화시켜야 한다.

(5) 플렉시블관은 명확히 볼 수 있고 쉽게 통행이 가능한 장소에 설치하여야 한다.

(6) 플렉시블관 조립체는 제조자의 지침에 따라 설치하여야 하며, 특히 다음에 대한 사용제한에 적합하여야 한다.

(가) 방향

(나) 끝단 연결장치의 지지(필요시)

(다) 연마 및 마멸을 일으킬 수 있는 것과 호스의 접촉 회피
(라) 최소굽힘반지름

4. 표시

(1) 제조자는 플렉시블관에 다음의 상세사항을 영구히 표시하여야 한다.
(가) 호스 제조자명 또는 상표
(나) 제조날짜(년/월)
(다) 식별형식기준
(라) 호칭지름
(마) 정격압력
(바) 정격온도

(2) 플렉시블관 조립체가 여러 제조자의 부품으로 제작된 경우, 구성품은 명확히 식별할 수 있어야 하며, 프로토타입시험의 증거를 쉽게 추적할 수 있어야 한다.

부록 5-10 복수 추진 및 조타시스템 *(2017)*

1. 일반사항

(1) 적용

(가) 이 부록의 요건은 복수 추진 및 조타시스템 및 이들 시스템의 보조시스템에 적용하며, 규칙의 다른 요건에 추가하여 적용한다.

(나) 이 부록의 요건은 선택사항이며, 이 부록의 요건에 만족하는 선박은 추가특기사항으로서 (3)호에 명시된 부호를 부여할 수 있다.

(2) 용어의 정의

용어의 정의는 아래에서 정하는 경우를 제외하고는 규칙에 따른다.

(가) **"보조시스템"**이라 함은 연료유, 윤활유, 냉각수, 압축공기, 유압 시스템 등과 같이 추진기관 및 추진기를 운전하는데 요구되는 모든 지원시스템을 말한다.

(나) **"추진기관구역"**이라 함은 추진시스템의 일부를 구성하는 기관 또는 장치들을 포함하는 구역을 말한다.

(다) **"추진기관"**이라 함은 추진기를 구동하기 위한 기계적에너지를 발생하는 기기(디젤기관, 터빈, 전동기 등)를 말한다.

(라) **"추진시스템"**이라 함은 1조 이상의 추진기관, 1조 이상의 추진기 및 모든 필요한 보기와 관련된 제어, 경보 및 안전시스템으로 구성되며, 선박에 추진력을 제공하는 시스템을 의미한다.

(마) **"주추진시스템"**이라 함은 정상 운항 상태에서 선박에 추진력을 제공하는 시스템을 말하며, 다음의 시스템을 포함한다.

(a) 원동기(일체형 장비, 구동 펌프 등을 포함)
(b) 토크를 전달하는 장치
(c) 추진용 전동기(적용되는 경우)
(d) 토크를 추진력으로 변환하는 장치
(e) 운항에 필요한 보조시스템
(f) 제어, 감시 및 안전시스템

(바) **"대체추진시스템"**이라 함은 주추진시스템에 고장이 발생하여 사용이 불가능한 비상상황에서 선박에 추진력을 제공하는 시스템을 말한다. 대체추진시스템은 주기관의 고장시 추진용 전동기로서 쉽게 가역하여 작동하도록 설계된 경우에는 예비의 비상기관이나 전동기 또는 축발전기에 의해서 공급될 수 있다. 대체추진시스템은 다음의 시스템을 포함한다.

(a) 토크를 추진력으로 변환하는 장치
(b) 운항에 필요한 보조시스템
(c) 제어, 감시 및 안전시스템

(사) **"추진기"**라 함은 선박을 추진하기 위해 물줄기에 힘을 전달하는 장치(프로펠러, 워터제트 등)와 추진기관으로부터 그 장치에 동력을 전달하기 위해 필요한 장치(축, 기어 등)를 말한다.

(아) **"조타시스템"**이라 함은 선박의 이동방향을 조종하기 위하여 설계된 시스템을 말하며, 타 및 조타기 등을 포함한다.

(자) **"능동구성품"**이라 함은 기어처럼 기계적 힘을 전송하고, 히터처럼 에너지를 변환 또는 이동시키거나 제어시스템처럼 특정목적으로 전기 신호를 발생시키는 주추진시스템 또는 대체추진시스템의 구성품을 말한다. 관장치, 케이블, 수동조작밸브 및 탱크는 능동구성품으로 고려되지 않는다.

(차) **"시스템 고장"**이라 함은 보조시스템을 포함한 추진시스템 또는 발전설비의 작동에 필요한 능동구성품의 고장을 말한다.

(3) 선급부호

이 부록의 요건에 적합한 선박은 다음의 추가특기사항 중 하나를 부여할 수 있다. 복수의 추진기관은 주추진 기관 및 대체추진 기관으로 구성될 수 있다. (**그림 1** 참조)

(가) RP1 : 1조의 추진기 및 조타시스템과 복수의 추진기관이 설치된 선박
(나) RP2 : 복수의 추진기 및 조타시스템과 복수의 추진기관이 설치된 선박
(다) RP1-S : 1조의 추진기 및 조타시스템과 2개 이상의 독립된 장소에 복수의 추진기관이 설치된 선박
(라) RP2-S : 2개 이상의 독립된 장소에 복수의 추진기관, 추진기 및 조타시스템이 설치된 선박

2. 승인도면 및 자료

(1) 규칙에서 요구되는 것에 추가하여 다음 도면 및 자료를 제출하여야 한다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 아래에 규정된 것 이외의 상세도면, 자료의 제출을 요구할 수 있다.

(가) 추진 및 조타시스템의 단일고장 발생 시, 선박이 **3**항 (1)호에서 명시된 성능요건을 만족하는지를 보여주는 계산결과 및 사용된 계산방법의 상세사항. 대안으로 모형시험의 결과를 증거로서 인정할 수 있다.

(나) 고장모드 및 영향분석(Failure Mode and Effect Analysis) 보고서

(a) FMEA 또는 동등한 방법에 의하여 추진시스템, 조타시스템 및 보조시스템의 보전성이 검증되어야 하며, 단일고장이 **3**항 (1)호에서 명시된 성능에 영향이 없음을 보여주어야 한다.

(b) 전기추진설비에 대한 고장모드 영향분석은 관련 보기 및 제어시스템을 포함하여 수행하고 그 결과를 제출하여야 한다.

(c) FMEA는 발생 가능한 모든 고장모드 및 연속된 고장에 대해 전체 시스템에 미치는 영향을 분석하며, 이러한 고장을 적절히 식별하여 대처할 수 있는 방안을 제시하여야 한다.

(d) FMEA의 일반적인 절차는 관련 표준 요건을 따라야 한다.

(다) 해상시운전시 복수 추진 및 조타시스템을 검증할 수 있는 시험절차

(라) RP1-S 및 RP2-S 부호를 갖는 선박의 경우, 추진 및 조타시스템의 정상작동을 위하여 필요한 모든 기기 및 장치(관련된 모든 전력, 제어 및 통신용 케이블의 전로를 포함)의 위치를 상세히 나타내는 일반 배치도

(마) 전력조사표(대체추진시스템 운항 상황 포함)

(바) 대체추진시스템의 일반배치도

(사) 연료유시스템, 냉각시스템, 윤활시스템, 시동공기시스템의 계통도

(아) 대체추진시스템 설명 및 주추진시스템과의 인터페이스 설명서

(자) 대체추진모드에서의 비틀림 진동 계산서

(차) 단일고장 시 추진 및 중요용도의 회복에 필요한 작동을 설명하는 사용설명서

3. 성능요건

(1) 일반사항

(가) 추진시스템 또는 조타시스템의 단일고장이 발생한 경우에도, 선박은 선저가 깨끗한 상태로 평온한 해상에서, 만재흘수 상태로 연속최대출력 시에 7 knots 이상의 속력으로 전진할 수 있어야 하며, **규칙 5편 7장 202.**에 따른 조타성능도 유지할 수 있어야 한다. *(2017)*

(나) 복수 추진 및 조타시스템들은 언제든지 작동 준비가 되어야 하며 필요시 작동 가능하여야 한다.

(2) 단일고장

(가) 어느 단일고장의 최종결과는 상기 (1)호의 추진 및 조타 성능에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.

(나) 단일고장 기준

(a) RP1 부호 : 단일고장 기준은 추진기관과 추진기관의 보조시스템 및 제어시스템에 적용된다. 이 부호는 화재 또는 침수로 인한 추진기 및 타의 고장 또는 추진기관구역 및 조타기실의 전손을 고려하지 아니 한다.

(b) RP2 부호 : 단일고장 기준은 추진기관, 추진기, 보조시스템, 제어시스템 및 조타시스템에 적용된다. 이 부호는 화재 또는 침수로 인한 추진기관구역 또는 조타기실의 전손을 고려하지 아니 한다.

(c) RP1-S부호 : (a)의 RP1 부호와 동일하게 적용되지만 어느 하나의 추진기관구역에서 화재 또는 침수가 고려되어야 한다.

(d) RP2-S부호 : (b)의 RP2 부호와 동일하게 적용되지만 어느 하나의 추진기관구역 또는 조타기실에서 화재 또는 침수가 고려되어야 한다.

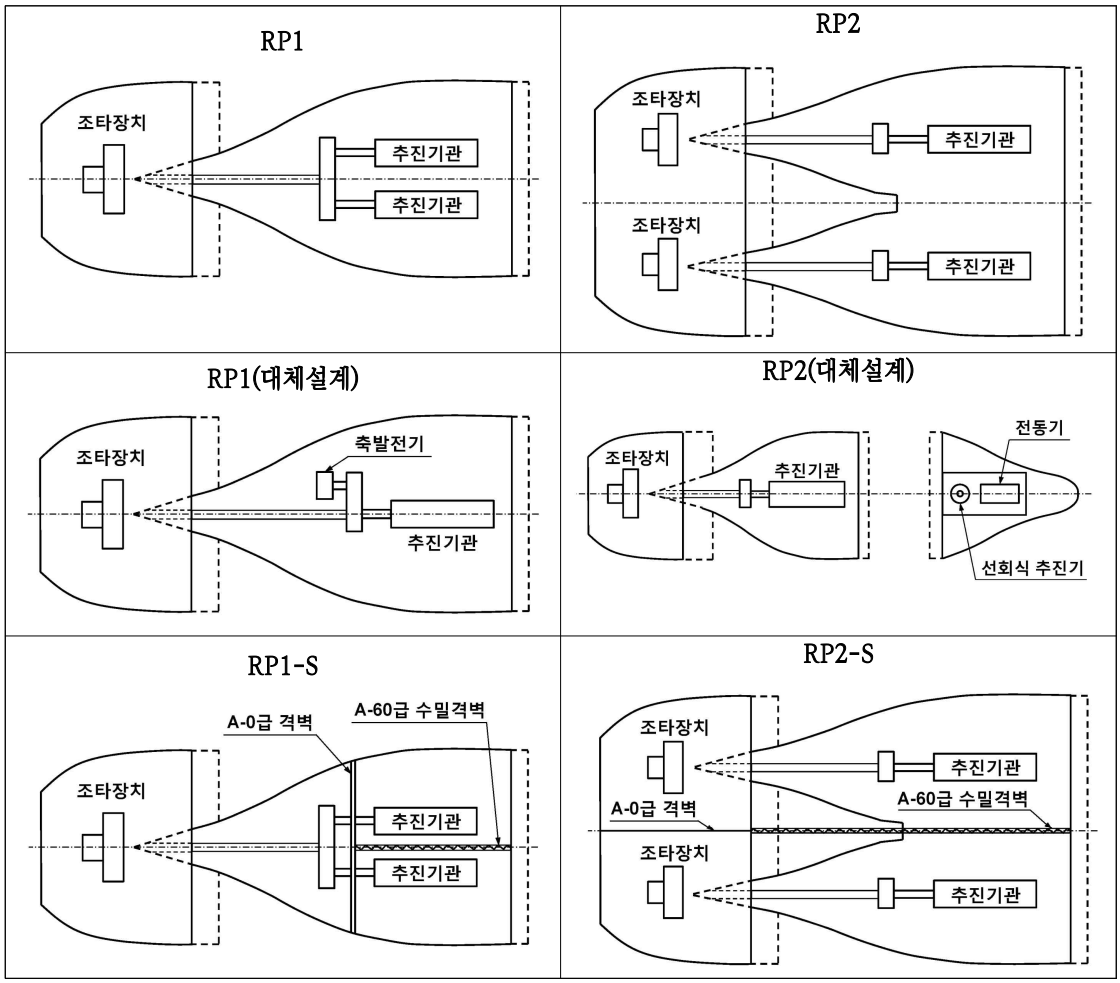


그림 1 복수 추진 및 조타시스템 배치 예

4. 시스템 설계

(1) RP1 부호를 갖는 선박

(가) 추진기관 및 추진기

(a) 적어도 2조의 독립된 추진기관이 설치되어야 한다. 어느 1조의 추진기관 또는 보조시스템에서의 단일고장이 상기 3항 (1)호에서 요구되는 추진성능에 영향이 미치지 않도록 하여야 한다.

(b) 추진기관 및 보조시스템은 동일한 추진기관구역에 설치할 수 있으며, 그 추진기관들이 1조의 추진기를 구동할 수 있다.

(c) 주추진에서 대체추진으로 전환

(i) 주추진에서 대체추진으로의 전환과정 중에 발생할 수 있는 상해위험으로부터 승무원을 보호하는 수단이 제공되어야 한다. 필요할 경우, 다음 사항이 준비되어야 한다.

- 의도하지 않은 기관 시동 방지
- 잠금 위치에 축계 유지

(나) 조타시스템

(a) 각 추진기마다 독립적인 조타시스템을 설치하여야 한다. 각 조타시스템은 **규칙 5편 7장**의 규정에 따라야 한다.

(b) 타는 1조의 추진기관 또는 조타시스템이 작동불능이 되더라도 어느 방향으로도 타를 회전할 수 있도록 설계하여야 한다.

(다) 보조시스템

(a) 일반사항

(i) 단일고장이 상기 3항 (1)호에서 요구하는 성능에 영향을 미치지 않도록 적어도 2조의 독립된 보조시스템

(예: 연료유, 윤활유, 냉각수, 압축공기, 제어용공기, 통풍장치 등)을 설치 및 배치하여야 한다. 다만, 고정식 관장치의 손상을 제외하고 중요보기(예: 펌프, 열교환기 등)의 단일고장이 최대추진성능에 영향을 미쳐서는 아니 된다. 이 요건들을 만족하기 위하여, 2조 이상의 추진기관에 동시에 공급할 수 있는 용량을 갖는 보조시스템 및 구성품(예: 펌프 열교환기 등)을 교차연결하거나 또는 각 보조시스템에 복수화 구성품(예: 펌프, 열교환기 등)을 설치하여야 한다.

(ii) 보조시스템에 영향을 미치는 단일고장으로 인해 주추진 또는 대체추진 중 하나가 작동 불능일 경우, 주추진 및 대체추진시스템에 사용되는 보조시스템은 상호연결이 가능하거나 선내 다른 시스템용으로 사용되는 공통 구성품을 가질 수 있다.

(iii) 연료유서비스탱크의 벤트장치를 제외하고, 시스템을 서로 차단 또는 격리하는 수단(즉, 밸브)을 설치하는 경우, 보조시스템간의 교차연결은 고려되어질 수 있다.

(b) 연료유

(i) 적어도 2개의 연료유 서비스탱크가 설치되어야 한다. 복수 추진시스템의 연료유 서비스탱크로부터의 공급관은 연료유 서비스탱크와 각 장치의 펌프들 사이에 교차연결되게 설치할 수 있다. 교차연결은 정상상태에서 폐쇄상태를 유지하는 차단장치를 설치하여야 한다. 차단장치의 개폐상태를 표시하는 지시기를 선교와 집중제어실에 설치하여야 한다.

(ii) 연료시스템이 가열을 요구하는 경우, 가열시스템은 복수화 요건을 만족하여야 한다.

(c) 윤활유

(i) 각 추진시스템에 독립적인 윤활유 순환장치가 설치되어야 한다.

(ii) 기어박스가 주추진 및 대체추진에 모두 사용될 경우, 그 윤활유시스템은 주기관의 윤활유시스템과는 독립적이어야 한다.

(d) 냉각수

복수 추진시스템을 위한 해수공급은 각 추진시스템의 펌프를 사용하여 공통 시체스트에서 공급될 수 있다. 이 장치는 교차연결관에 설치된 차단밸브에 의하여 분리될 수 있어야 한다.

(e) 압축공기

제어용공기시스템으로서 압축공기의 사용을 고려할 수 있다. 제어용공기가 추진 및 조타시스템에 필수 기능을 하는 경우, 완전한 복수화 요건들을 적용하여야 한다.

(라) 배전시스템

(a) 발전 및 배전시스템의 단일고장이 발생한 경우에도, 전원공급은 3항 (1)호의 요건에 적합하기 위하여 유지되거나 즉시 복구되도록 발전 및 배전시스템을 설치하여야 한다.

(b) 선박의 중요보기가 하나의 주 배전반으로부터 공급될 경우, 모선은 적어도 2개 부분으로 분리되어야 한다. 분리된 부분들이 통상적으로 연결되어져 있을 경우, 모선의 단락감지에 의하여 자동으로 분리되어야 한다.

(c) 추진 및 조타시스템의 작동에 필요한 중요보기에 공급하는 회로는 1회로의 손실이 3항 (1)호에 명시된 성능에 영향을 미치지 않도록 각 부분을 균등하게 나누어 배치하여야 한다.

(d) 배전반의 각 부분이 독립적으로 작동할 수 있도록 완전 이중 전원관리시스템을 설치하여야 한다.

(마) 제어 및 감시시스템

(a) 제어시스템은 독립적으로 작동할 수 있어야 하며 또한 선교 또는 집중제어실로부터 연계하여 작동할 수 있어야 한다. 2개 이상의 제어장소가 설치되는 경우, 어느 장소에서 제어중인가를 표시하는 표시등을 각 제어장소에 설치하여야 한다. 또한 동시에 상이한 장소에서 제어하지 못하도록 하여야 한다.

(b) 추진기관 및 추진기는 비상시에 현장조작이 가능하여야 한다.

(c) 대체추진시스템이 전기적일 경우, 전동기의 자동화시스템은 전기추진설비에 적합하여야 한다.

(2) RP2 부호를 갖는 선박

RP2 부호를 갖는 선박으로 등록하고자 하는 선박은 (1)호의 요건에 추가하여 (2)호의 요건을 따라야 한다.

(가) 추진기관 및 추진기

최소한 2조의 추진기가 설치되어야 한다. 추진기 중 어느 1조의 단일고장이 발생한 경우, 추진성능은 상기 3항 (1)호의 요건에 만족하여야 한다. 추진기관 및 보조시스템은 동일한 추진기관구역에 설치할 수 있다.

(나) 조타시스템

조타시스템의 고장 시 타가 중립에 위치하도록 고정하기 위한 수단을 갖추어야 한다.

(3) RP1-S 부호를 갖는 선박

RP1-S 부호를 갖는 선박으로 등록하고자 하는 선박은 (1)호의 요건에 추가하여 (3)호의 요건을 따라야 한다.

(가) 추진기관 및 추진기

화재 또는 침수로 인하여 어느 1개의 추진기관구역이 전손되더라도 3항 (1)호에서 요구되는 추진성능이 유지되도록 추진기관 및 보조시스템은 분리되어야 한다. 2조의 추진기관은 1조의 추진기를 구동할 수 있다. 다만, 5항의 요건에 만족하는 격벽에 의해 분리된 추진기관구역의 외부에 추진용 기어 또는 동력전달기어가 설치되어야 한다.

(나) 보조시스템

(a) 일반사항

분리된 추진기관구역에 독립적인 보조시스템을 설치하여야 한다. 차단 또는 격리수단이 추진기관구역을 분리하는 격벽 양측에 설치되는 경우, 연료유 서비스탱크의 벤트시스템을 제외한 보조시스템의 교차연결은 인정할 수 있다. 선교와 집중제어실에 차단 또는 격리 수단의 개폐상태를 표시하는 지시기를 설치하여야 한다. 추진기관구역과 조타기실을 분리하는 격벽 관통부는 화재와 수밀에 대한 보존성을 위협하여서는 아니 된다.

(b) 연료유

각 추진기관구역마다 1개의 연료유 서비스탱크를 설치하여야 한다.

(c) 냉각수

시체스트는 각각 독립된 장소에 설치되어야 한다. 교차연결관의 차단밸브는 격벽에 직접 또는 가능한 가깝게 설치되어야 하고 추진기관구역 내부 및 외부에서 조작할 수 있어야 한다.

(d) 압축공기

압축기 및 공기탱크는 각 분리된 장소마다 1조씩 설치하여야 한다.

(e) 통풍

기관구역에 독립적인 통풍시스템을 설치하여야 한다.

(다) 배전시스템

(a) A-60급 수밀격벽에 의하여 분리된 적어도 2개의 기관구역에 선박용 발전기, 보조시스템, 배전반 및 전원관리시스템을 설치하여야 한다. 어느 하나의 기관구역에 화재 및 침수가 발생하더라도 3항 (1)호에 규정된 성능을 유지할 수 있도록 배전시스템을 배치하여야 한다.

(b) 분리된 기관구역 사이에 교차연결이 설치되어 있을 경우, 추진기관구역을 분리하는 격벽 양 측에 차단장치를 설치하고 선교와 집중제어실에 차단장치의 개폐상태를 표시하는 지시기를 설치하여야 한다.

(c) 하나의 추진기관구역에서 발전기로부터 공급되는 전력용 케이블은 다른 구역의 발전기를 포함하는 추진기관구역을 통과하여서는 아니된다.

(d) 복수화 설비의 배선은 동일한 전로에 포설하여서는 아니되고 가능한 멀리 떨어져 포설하여야 한다. 이것이 불가능할 경우, A-60급 케이블 덕트 또는 동등한 방화재료 내부에 포설하는 것은 인정 된다. 다만, 이 대안은 화재위험이 높은 구역(예, 기관실 및 연료처리실)에서는 인정되지 아니 한다.

(라) 제어 및 감시시스템

모든 관련 케이블을 포함하여, 추진기(예, 가변피치프로펠러)의 제어 및 감시시스템은 각 구역에서 복수화가 되어야 한다. 어느 하나의 구역에서 화재 또는 침수가 발생하더라도 다른 구역의 추진기 작동에 영향을 미쳐서는 아니 된다.

(마) 통신시스템

각 제어장소로 공급되는 통신용 케이블은 동일한 추진기관구역에 포설하여서는 아니 된다.

(4) RP2-S 부호를 갖는 선박

RP2-S 부호를 갖는 선박으로 등록하고자 하는 선박은 (1)호, (2)호 (나) 및 (3)호 (나)부터 (마)의 요건에 추가하여 (4)호의 요건을 따라야 한다.

(가) 추진기관 및 추진기

적어도 2조의 추진기가 설치되어야 하고, 추진시스템은 분리된 구역에 설치되어야 한다. 어느 1조의 추진기의 고장 또는 화재나 침수로 인하여 어느 하나의 추진기관구역이 전손되더라도 추진성능은 상기 3항 (1)호의 요건에 만족하여야 한다.

(나) 조타시스템

어느 하나의 조타기실에서의 화재 또는 침수가 다른 조타기실의 조타시스템에 영향을 미쳐서는 아니 된다. 그리고 조타성능은 상기 3항 (1)호의 규정에 적합하여야 한다.

5. 시스템분리

(1) 고장이 화재 또는 침수로 인한 추진기관구역의 전손을 포함하는 것으로 고려된 경우(RP-S부호를 갖는 선박), 복수화 장치는 A-60급 수밀격벽에 의하여 분리되어야 한다.

(2) 화재위험이 낮은 구역(코퍼댐, 탱크 등)에 의해 분리되는 경우, 2개의 A-0급 격벽은 A-60급과 동등하게 인정될 수 있다.

(3) 분리된 추진기관구역 사이에 수밀문을 설치할 경우에는 **강선규칙 3편 14장 4절**의 요건에도 적합하여야 한다. 선교와 집중제어실에 문의 개폐상태를 표시하는 지시기를 설치하여야 한다.

부록 5-11 내연기관의 승인을 위한 문서 절차

1. 일반

(1) 형식승인 증서

승인이 필요한 각 형식의 기관에 대하여 기관 라이센서는 형식승인 증서를 발급 받아야 하며 다음의 과정을 수행하는 것으로 구성된다.

(가) 도면 및 시방서의 승인
(나) 생산의 적합성
(다) 형식시험 방안의 승인
(라) 기관의 형식시험
(마) 형식시험 결과의 검토
(바) 제조 준비에 대한 평가
(사) 형식승인 증서의 발급

(2) 기관기자재 증서

선박용으로 제조된 각각의 기관은 기관기자재 증서를 가지고 있어야 하며 다음의 사항을 수행하는 것으로 구성된다.

(가) 특정 호선용 도면 및 자료의 승인
(나) 형식승인 시 승인된 기관 설계도면 대비 생산 도면 및 자료의 비교목록 제출
(다) 제조공장 및 조선소에서 검사원이 사용할 관련 생산 도면 및 자료, 비교목록의 전달
(라) 기관의 공장시운전
(마) 기관기자재 증서의 발급

2. 형식승인 증서의 절차

(1) 최초 기관 형식에 대해 기관 라이센서는 **규칙 표** 5.1.4 및 **규칙 표** 5.1.5에 따라 도면 및 자료를 **표** 1의 기관의 기술자료 및 요목표 양식과 함께 준비하고 동의된 절차에 따라 검토 및 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 한다. *(2019)*

(2) 제출된 문서의 검토 및 승인에 대한 결과가 기관 라이센서에게 회신되어야 한다.

(3) 기관 라이센서는 형식시험에 검사원이 입회하도록 하고 우리 선급은 시험 결과가 만족스러운 경우 형식승인 증서를 발행한다.

(4) 형식승인 증서를 발급 받기 위한 도면 및 자료의 절차는 **그림** 1을 참조한다.

(5) 우리 선급이 최초 기관 형식을 승인한 후에 기관의 강도, 안전 및 성능 등과 같은 중대한 변경이 발생한 경우 해당 도면 및 자료들은 우리 선급의 검토를 위해 다시 제출되어야 한다.

(6) 우리 선급은 참고용으로 제출하는 **규칙 표** 5.1.5에 나오는 도면 및 자료에 대해서도 지적사항을 통보할 수 있다.

(7) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가 문서 제출을 요구할 수 있다.

3. 기관기자재 증서의 절차

(1) 기관은 우리 선급의 형식승인 증서를 가지고 있어야 한다. 최초로 승인되는 기관의 형식에 대해서는 형식시험 및 기관기자재 증서를 위한 공장시운전은 동시에 수행될 수 있다.

(2) 기관 라이센서는 특정 호선에 설치되는 기관의 설계 또는 성능 요건을 수정할 수 있다. 수정된 도면 및 자료는 **규칙 표** 5.1.6에 따른 기관 제작용 생산 도면 및 자료를 작성하기 위하여 라이센서로부터 라이센시에게 전달되어야 한다.

(3) 기관 라이센시는 **규칙 표** 5.1.4와 **규칙 표** 5.1.5의 도면 및 자료와 라이센시의 생산 도면 및 자료와의 비교목록을 **표** 2의 양식을 참고하여 작성한다. 라이센시의 생산 도면 및 자료가 상응하는 라이센서의 도면 및 자료와 기술적 내용에 차이가 있을 경우 라이센시는 **표** 3의 양식을 참고하여 차이점에 대한 라이센서의 개조동의서를 받아야 한다.

(4) 기관 라이센시는 비교목록, 개조동의서 및 개조동의서와 관련된 자체 문서를 도면승인 절차에 따라 검토 및 승인을 위하여 우리 선급에 제출하여야 한다.

(5) 입회하는 검사원이 비교목록의 실제 도면 및 자료를 요구할 경우 라이센시 또는 그의 외주업체는 해당 도면 및 자료을 제공하여야 한다.

(6) 기관 라이센시 및 그의 외주업체 시험에 입회한 검사원은 제조된 구성품이 우리 선급의 요구사항에 만족할 경우 구성품에 대한 선급기자재증서을 발행한다.
(7) 기관 라이센시는 기관을 조립하고 검사원의 입회하에 시험을 실시한다. 검사원은 조립 및 시험이 우리 선급의 요구사항에 만족하는 경우 기관기자재 증서를 발행한다.
(8) 기관기자재 증서를 발급 받기 위한 절차는 **그림 2**를 참조한다.
(9) **규칙 표 5.1.6**의 목록에 추가하여, 기관 라이센시는 검사를 수행하는 검사원에게 관련 상세도면, 생산품질관리 시방서 및 판정기준을 제공하여야 한다. 이 문서는 검사 목적의 추가에 한한다.

그림 1 형식승인 증서를 발급 받기 위한 전형적인 문서의 절차

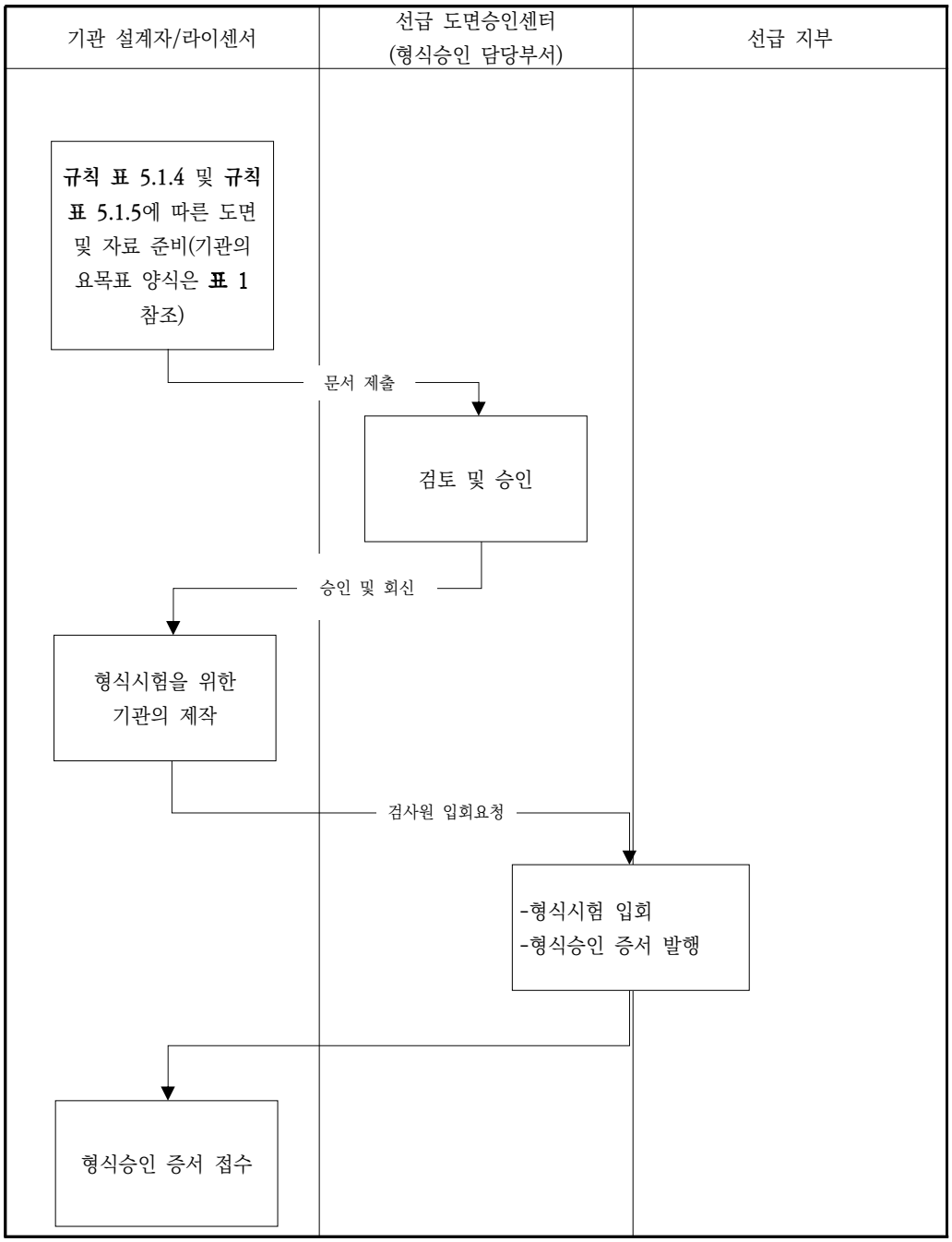


그림 2 기관 증서를 발급 받기 위한 전형적인 문서의 절차

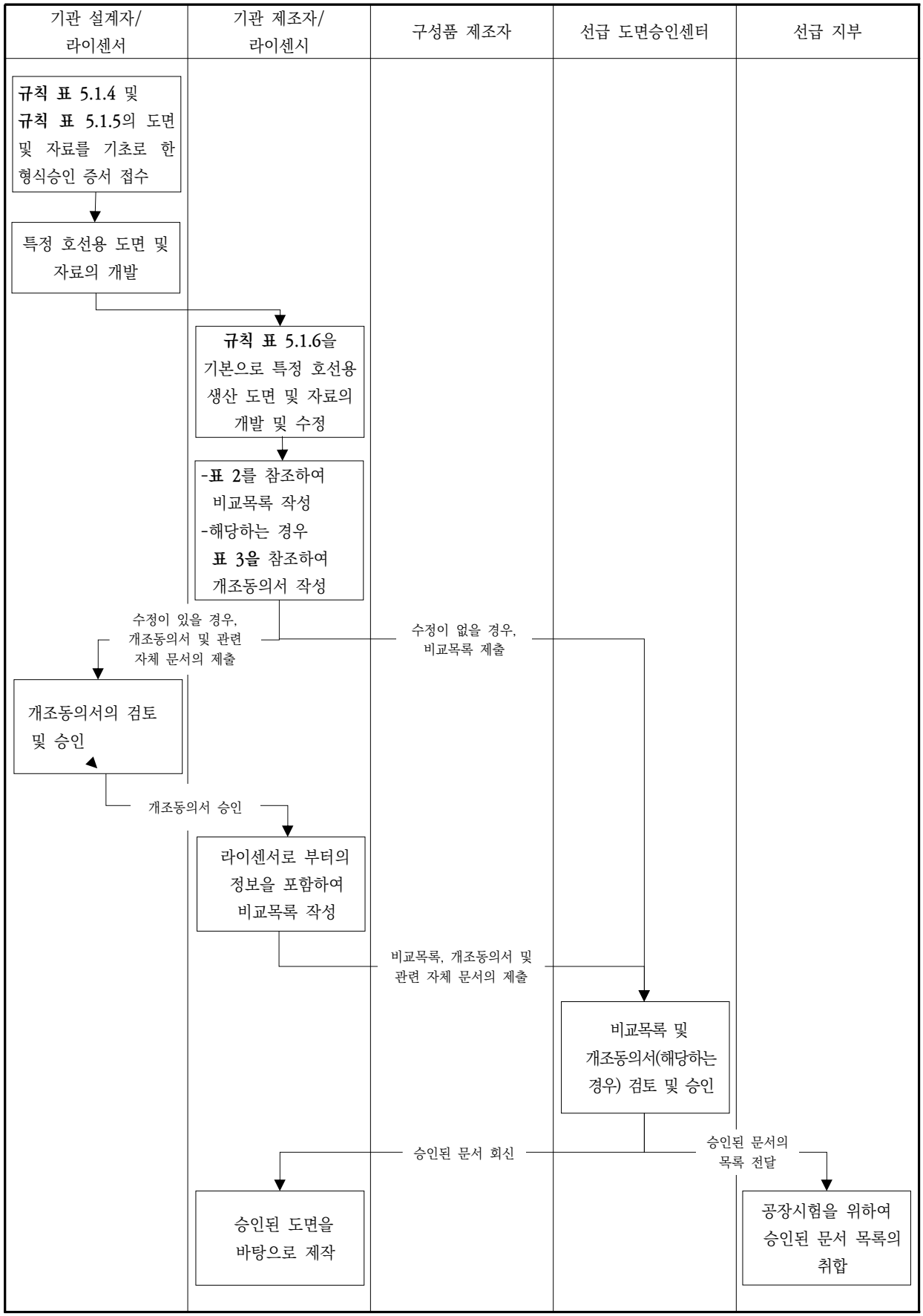


그림 2 기관 증서를 발급 받기 위한 전형적인 문서의 절차(계속)

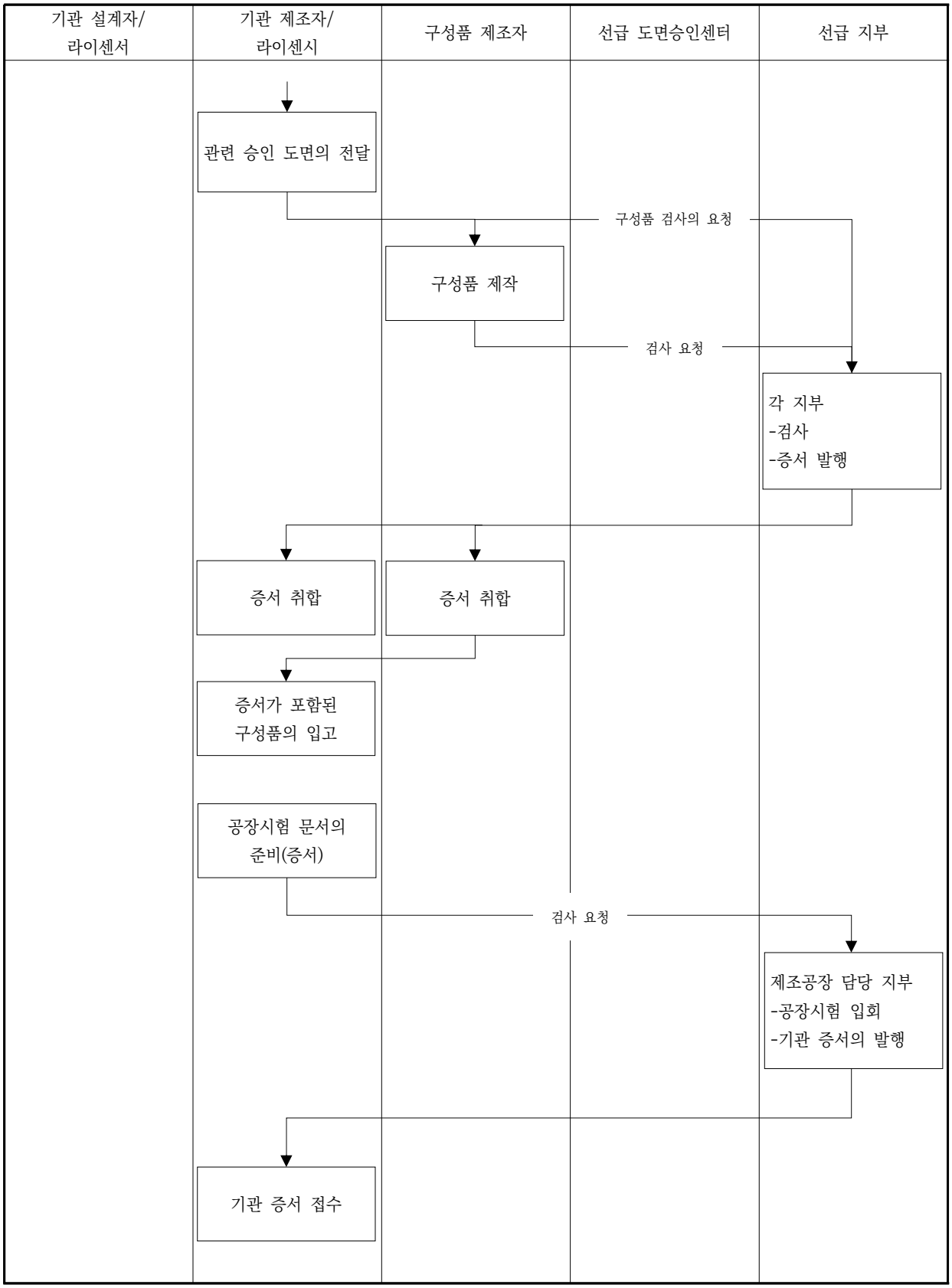


표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예

Class Application number (if applicable): Engine Manufacturer's Application Identification Number:

General Data	
Engine Designer: Contact Person: Address:	Engine Manufacturer(s), Licensee(s) and/or Manufacturing Sites*Name Country

1. Document purpose *(select options from either 1a or 1b)*	
1a. Type Approval Application	
Service Requested	*Required activities*†
☐ New Type Approval	• *DA, TT, CoP*
☐ Renew Type Approval	• *CoP, if design change then amended or new certificate process to be followed*
☐ Amend Type Approval	• *DA & CoP, Further TT if previously approved engine has been substantively modified (as required by UR M71)*
☐ Design Evaluation	• *DA, TT, applicable where designer does not have production facilities, Type Approval to be granted to specific production facility once associated CoP has been completed*
☐ Update TA Supplement	• *Update to Supplement, only for minor changes not affecting the Type Approval Certificate*
☐ Other	• *e.g. National/Statutory Administration requirements i.e. MSC.81(70), as amended, for emergency engines*
For TA Cert amendments or Supplement updates, details of what is to be changed:	
For 'Other', Details of the requirements to be considered:	
1b. Addendum for Individual Engine FAT and Certification	
☐ Individual engine requiring FAT and Certification, only where the performance data for the engine being certified differs from the details provided on the original Type Approval Application. Only section 3b requires completion. Where changes to other sections are necessary, a new Type Approval Application may be required.	
Reference number of *Internal Combustion Engine Approval Application Form* previously submitted and reference number of the Type Approval Certificate.	*(Copy of original application form to be attached to this document)*

2. Existing documentation			
Previous Class Type Approval Certificate No. or related Design Approval No. *(if applicable)*			
Formerly issued documentation for engine *(E.g. previous type test reports, in-service experience justification reports, etc.)*	Issuing Body:	Document Type:	Document No.:
Existing Certification *(E.g. Manufacturer's quality certification ISO 9001:2015 etc.)*	Issuing Body:	Document Type:	Document No.:

3. Design *(mark all that apply)*				
3a. Engine Particulars:				
Engine Type Manufactured Since‡:			Number of delivered marine engines‡:	
Application	☐ Direct drive Propulsion (☐ Single engine / ☐ Multi-engine installation)		☐ Auxiliary (☐ Aux. Services / ☐ Electric Propulsion)	☐ Emergency
Mechanical Design	☐ 2-stroke ☐ Cross-head Cylinder bore(mm)	☐ 4-stroke ☐ Trunk-piston	☐ In-line ☐ Reversible Length of piston stroke (mm)	☐ Vee (V-angle °) ☐ Non-reversible	☐ Other ( )
Supercharging	☐ Without supercharging	☐ With supercharging ☐ Without charge air cooling ☐ Constant-pressure charging system		☐ With charge air cooling ☐ Pulsating pressure charging system	
Valve operation	☐ Cam control	☐ Electronic control			
Fuel Injection	☐ Direct injection	☐ Indirect injection	☐ Cam controlled injection	☐ Electronically controlled injection	

표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예 (계속)

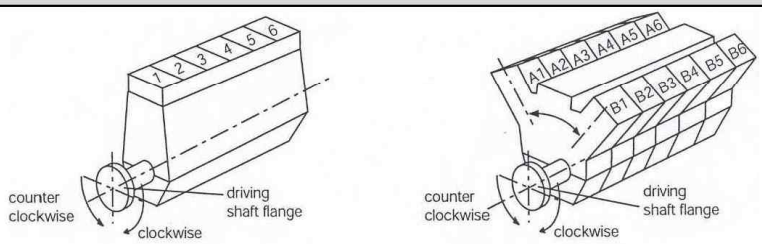
Fuel Types§ (Classification according to ISO 8216-1:2017)	☐ Marine residual fuel cSt (Max. kinematic viscosity at 50°C) ☐ Marine distillate fuel DMA, DMB, DMC ☐ Marine distillate fuel DMX ☐ Low flashpoint liquid fuel (specify fuel type) ☐ Gas (specify gas type) ☐ Other (specify) ☐ Dual Fuel (specify combinations of fuels to be used simultaneously)

3b. Performance Data *(Related to: Barometric pressure 1,000 mbar; Air temperature 45°C; Relative humidity 60%; Seawater temperature 32°C)*	
Model reference No. (if applicable)	
Max. continuous rating	kW/cyl
Rated speed	1/min
Mean indicated pressure	MPa
Mean effective pressure	MPa
Max. firing pressure	MPa
Charge air pressure	MPa
Compression ratio	-
Mean piston speed	m/s

3c. Crankshaft				
Design	☐ Solid	☐ Semi-built	☐ Built	
Method of Manufacture	☐ Cast	☐ Forged ☐ Slab forged	☐ Approved die forged	☐ Continuous grain flow process
State approved forge/works name:				
Is the crankshaft hardened by an approved process which includes the fillet radii of crankpins and journals? If yes, state process:				☐ Yes ☐ No
Crankshaft material specification: U.T.S. (N/mm^2) Yield strength (N/mm^2) Hardness value (Brinell/Vickers) Elongation (%)				

Dimensional Data	
If shrunk on webs, state shrinkage allowance (mm)	Yield strength of crankweb material (N/mm^2)
Centre of gravity of connecting rod from large end centre (mm)	Radius of gyration of connecting rod (mm)
Mass of each crankweb (kg)	Centre of gravity of web from journal axis (mm)
Mass of each counterweight (kg)	Centre of gravity of each counterweight from journal axis (mm)
Axial length of main bearing (mm)	Main bearing working clearance (mm)
Mass of flywheel at driving end (kg)	Mass of flywheel at opposite end (kg)
Nominal alternating torsional stress in crankpin (N/mm^2)	Nominal alternating torsional stress in crank journal (N/mm^2)
Length between centres (Total length)(mm)	

3d. Firing order



State numbering system of cylinders from left to right as per above diagrams (as applicable)

Number of cylinders	Clockwise firing order	Counter-clockwise firing order

표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예 (계속)

4. Engine Ancillary Systems					
4a. Turbochargers		☐Fitted		☐Not Fitted	
Turbocharger oil supply by:		☐Engine lub. oil system		☐TC internal lub. oil system	
No. of cylinders	No. of aux blowers	No. of charge air coolers	No. of TC	TC manufacturer & type	TC type approval certificate No.
				/ / / / / /	

4b. Speed governor			
Engine application (Main/Aux/Emergency)	Manufacturer / type	Mode of operation	Type approval cert. No. (if electric / electronic gov.)
	/ / /		

4c. Overspeed protection
Independent overspeed protection available ☐ Yes ☐ No Mode of operation: Manufacturer / type, if electronic: / Type approval certificate No.

4d. Electronic systems
Engine control and management system *Note: use Remarks section to identify when a different engine control system will be used for Type Test* Hardware: Manufacturer & Model: / Type approval certificate No. Software: Name & Version: / Software conformity certificate No.
Additional electronic system 1: System function: Manufacturer & type: / Type approval certificate No.
Additional electronic system 2: System function: Manufacturer & type: / Type approval certificate No.
Additional electronic system 3: System function: Manufacturer & type: / Type approval certificate No.

4e. Starting System
Type:

4f. Safety devices/functions
A flame arrestor or a bursting disk is installed in the starting air system: before each starting valve ☐ Yes ☐ No in the starting air manifold ☐ Yes ☐ No
Crankcase relief valves available ☐ Yes ☐ No Manufacturer / type: / Type approval certificate No.

No. of cyl.	Total crankcase gross volume incl. attachments (m^3)	Type & size (mm) of relief valve	Relief area per relief valve (mm^2)	No. of relief valves
		/ / / /		

Method used for detection of potentially explosive crankcase condition: ☐ Oil mist detector: Manufacturer / type: / Type approval certificate No.
☐ Alternative method: ☐ crankcase pressure monitoring ☐ bearing temperature monitoring ☐ other: *(mark all that apply)* ☐ oil splash temperature monitoring ☐ recirculation arrangements
Cylinder overpressure warning device available ☐ Yes ☐ No Type: Opening pressure (bar):

4g. Attached ancillary equipment *(Mark all that apply)*			
Engine driven pumps:			
☐ Main lubricating oil pump	☐ Sea cooling water pump	☐ LT-fresh cooling water pump	
☐ HT-fresh cooling water pump	☐ Fuel oil booster pump	☐ Hydraulic oil pump	☐ Other ( )
Engine attached motor driven pumps:			
☐ Lubricating oil pump	☐ Cooling fresh water pump	☐ Fuel oil booster pump	
☐ Hydraulic oil pump	☐ Other ( )		

표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예 (계속)

Engine attached cooler or heater:

☐ Lubricating oil cooler ☐ Lubricating oil heater ☐ Fuel oil valve cooler
☐ Hydraulic oil cooler ☐ Cooling fresh water cooler

Engine attached filter:

Lubricating oil filter	☐ Single	☐ Duplex	☐ Automatic
Fuel oil filter	☐ Single	☐ Duplex	☐ Automatic

5. Inclination limits *(engine operation is safeguarded under the following limits)*	Athwartships		Fore-and-aft	
	Static	Dynamic	Static	Dynamic
Main & Auxiliary machinery	☐ 15.0°	☐ 22.5°	☐ 5.0°	☐ 7.5°
Emergency machinery	☐ 22.5°	☐ 22.5°	☐ 10.0°	☐ 10.0°
Emergency machinery on ships for the carriage of liquefied gas and liquid chemicals	☐ 30.0°	☐ 30.0°		

6. Main engine emergency operation		
At failure of one auxiliary blower, engine can be started and operated at partial load	☐ Yes	☐ No
At failure of one turbocharger, engine operation can be continued	☐ Yes	☐ No

7. References: *Additional Information Attached to Application*

Document Name/Number	Summary of information contained in document

8. Further Remarks:

* All parties that affect the final complete engine (e.g. manufacture, modify, adjust) are to be listed. All sites where such work is carried out may be required to complete CoP assessment.

† DA = Design Appraisal, TT = Type Test, CoP = Assessment of Conformity of Production. See 'Definitions' at the end of this application form for more information.

‡ Only in case of TA Extension.

§ See 'Definitions' at the end of this application form for more information.

Completed By: Signature: _____

Company:

Job Title: Stamp:

Date:

표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예(계속)

Definitions:
Design Appraisal: Evaluation of all relevant plans, calculations and documents related to the design to determine compliance with the IACS and individual Societies' technical requirements. This includes requirements for all associated ancillary equipment and systems essential for the safe operation of the engine i.e. the Complete Engine. The Design Appraisal is recorded on a Supplement to the Type Approval Certificate. **Type Testing** requires satisfactory completion of testing of the Complete Engine against the requirements of the Classification Societies' applicable engine Type Testing programme (based on minimum requirements of IACS Unified Requirement M71). Type testing is only applicable to the first in series; all engines are to complete factory acceptance and shipboard trials as defined by IACS Unified Requirement M51 and Society requirements. **Design Evaluation Certification** may be granted upon satisfactory completion of Design Appraisal and Type Testing. **Assessment of Conformity of Production** means the assessment of quality assurance, manufacturing facilities and processes and testing facilities, to confirm the manufacturer's capability to repeatedly produce the complete engine in accordance with the approved and type tested design. **Type Approval Certification** will be granted upon satisfactory completion of Design Appraisal, Type Testing and assessment of Conformity of Production of the complete engine. The Type Approval Certificate will incorporate outputs from the Design Appraisal, the Type Test and the Assessment of Conformity of Production. **Complete Engine** includes the control system and all ancillary systems and equipment referred to in the Rules that are used for safe operation of the engine and for which there are rule requirements, this includes systems allowing the use of different fuel types. The exact list of components/items that will need to be tested in together with the bare engine will depend on the specific design of the engine, its control system and the fuel(s) used but may include, but are not limited to, the following: (a) Turbocharger(s) (b) Crankcase explosion relief devices (c) Oil mist detection and alarm devices (d) Piping (e) Electronic monitoring and control system(s) – software and hardware (f) Fuel management system (where dual fuel arrangements are fitted) (g) Engine driven pumps (h) Engine mounted filters **Fuel Types**: All fuels that the engine is designed to operate with are to be identified on the application form as this may have impact on the requirements that are applicable for Design Appraisal and the scope of the tests required for Type Testing. Where the engine is to operate in a Dual Fuel mode, the combinations of fuel types are to be detailed. E.g. Natural Gas + DMA, Natural Gas + Marine Residual Fuel, the specific details of each fuel are to be provided as indicated in the relevant rows of the Fuel Types part of section 3a of this form.

표 2 라이센서와 라이센시 간 도면 및 자료의 비교목록 양식의 예

Licensee:
Licensee Engine No. : _____

Licensor:
Engine type: _____

No.	Components or System	Licensor			Licensee		Has Design been modified by Licensee?		If Yes, indicate following information	
		Dwg. No. & Title	Rev. No.	Date of Class Approval or Review	Dwg. No.	Rev. No.	Yes	No	Identification of Alternative approved by Licensor	Date of Class Approval or Review of Licensee Dwg.
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
...										

I attest the above information to be correct and accurate.

Person in Charge (Licensee): _____ Printed Name _____ Signature

Date: _____

표 3 라이센시의 수정에 대한 라이센서의 개조동의서 양식의 예

Engine Licensee Proposed Alternative to Licensor's Design			
Licensee information			
Licensee:		Ref No.:	
Description:		Info No.:	
Engine type:		Main Section:	
Engine No.:		Plant Id.:	
Design Spec: ☐ General ☐ Specific Nos:			
Licensor design:	*State relevant part or drawing. numbers. Insert drawing clips or pictures. Add any relevant information*	*Licensee Proposed Alternative*	
		For example: • Differences in geometry • Differences in the functionality • Material • Hardness • Surface condition • Alternative standard • Licensee production information introduced on the drawing • Weldings or castings • etc.	
Reason: ☐ Licensee's production ☐ Sub-supplier's production ☐ Cost down ☐ Tools	Interchangeability w. licensor design ☐ Yes ☐ No	Non-conformity Report Research, Assessment, Evaluation ☐ NCR ☐ RAE	Certified by licensee: Initials: Date:
Licensor comments			
LoAE: ☐ Accepted as alternative execution *(Licensor undertakes responsibility)* ☐ No objection ☐ Not acceptable *(Licensee undertakes responsibility)*		**NCR:** ☐ Approved ☐ Conditionally approved ☐ Rejected	Certified by licensor: Initials: Date:
Licensor ref.:			Date:
Licensee ref.:			Date:

부록 5-12 축계정렬 *(2017)*

1. 적용

(1) 축계정렬계산서(해당되는 경우 선미관 보링 상세 포함) 및 축계정렬절차서가 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우에 검토용으로 제출되어야 한다.

(가) 프로펠러축의 실제 지름이 400 mm 이상인 추진축계

(나) 기어휠이 2개 이상의 전진 피니언으로 구동되는 감속기어를 갖는 추진축계

(다) PTO 또는 PTI 장치가 연결된 추진축계

(라) 선수측 선미관 베어링이 없는 경우

2. 축계정렬계산서

축계정렬계산서에는 축계를 따라 발생하는 베어링 반력, 전단력 및 굽힘모멘트가 포함되어야 하며 최대 허용 정렬 공차를 고려하여 작성하여야 한다.

(1) 선체 변형이 해석에 포함되는 경우, 해석에 고려되어야 하는 선박상태는 다음을 포함하여야 한다.

(가) 정적 냉간상태에서의 도크 또는 진수 후 흘수

(나) 정적 온간상태에서의 평형수흘수

(다) 정적 온간상태에서의 만재흘수

(2) 선체 변형이 해석에 포함되지 않은 경우, 축계정렬의 검증은 5항 (5)호 (라)에 따라야 한다. 화물 및 평형수 하중의 변화가 흘수에 중대한 영향을 미치지 않는 선박은 특별히 고려될 수 있다. 어떠한 경우에도 계산된 베어링 반력은 제조자의 최대 허용치의 80%를 넘지 않아야 한다.

(3) 축계정렬계산서는 다음을 포함하여야 한다. *(2019)*

(가) 모든 운전상태에서의 베어링 하중은 베어링 제조자가 제시하는 허용치에 적합하여야 한다. 이 요건에 추가하여 최후부 베어링(선미측 선미관 베이링 또는 스트럿 베어링)은 **규칙 3장 206. 1**항의 요건에도 적합하여야 한다.

(나) 축을 지지하는 베어링 반력은 항상 양의 값을 가지도록 한다. 다만 5항 (5)호 (마)에 따라 추가적인 해석(휘둘림 해석 등)이나 계측이 수행되고 선박의 운항에 악영향이 없다고 인정될 경우 베어링 반력이 영의 값(무부하)을 가지는 것은 허용될 수 있다.

(다) 추진장치의 전단력 및 굽힘모멘트는 제조자에 의해 명시된 허용치 내에 있어야 한다.

(라) 크랭크축 플랜지에서 전단력 및 굽힘모멘트는 기관제조자의 허용치에 따라야 한다.

(마) 축과 최후부 베어링(선미측 선미관 베이링 또는 스트럿 베어링) 사이의 상대경사 설계치는 양의 값(베어링 전단의 높이는 베이링 후단의 높이 이상이어야 한다.)을 가져야 하며 0.3×10^{-3} rad을 초과하지 않도록 하여야 한다.

(바) 축계정렬계산서에서는 이후 계측할 선박상태에 맞추어 아래 사항을 확인하여야 한다.

(a) 갭색 값, 임시지지대의 위치, 잭다운 위치 및 하중

(b) 잭업 위치, 잭업 보정계수

3. 선미관 베어링의 슬로프 보링 *(2019)*

(1) 슬로프 보링 각도의 계산(단일 또는 이중 슬로프)은 프로펠러를 수중에 완전히 잠그고 기관의 온간상태에서 선박이 물에 뜬 정적 상태를 기반으로 수행하여야 한다.

(2) 축과 최후부 베어링 간 상대경사 계산 값이 0.3×10^{-3} rad를 초과하는 경우, 슬로프 보링 또는 베어링을 경사지게 설치하는 방법으로 상대경사를 줄여야 한다.

(3) 축계정렬에 민감한 설치(예를 들면, 탱커선, 벌크선, 쌍축선 및 선수 선미관 베어링이 없는 축계)의 경우 선미측 선미관 베어링에 이중 슬로프 적용을 권고한다. *(2021)*

4. 축계정렬절차서 *(2019)*

축계정렬계산서를 기본으로 하는 축계정렬절차서가 검토용으로 제출되어야 한다. 축계정렬 절차서에는 최소한 다음의 사항이 포함되어야 한다.

(1) 보어 사이팅 : 보어 사이팅 절차는 (가), (나) 두 단계로 실시되어야 하며 (다), (라)를 만족하여야 한다. 베어링 슬로프의 검증에서 정확도를 확보하기 위하여 충분한 수의 표적이 사용되어야 한다. 표적의 배치는 참고용으로 절차서에 포함되어야 한다.

(가) 선미관 베이링 압입 이전의 보어 사이팅(수지촉을 사용하여 설치되는 선미관 베이링에는 미적용)이 선미관 보어

에 대하여 다음을 확인하기 위해서 실시되어야 한다. 가능한 한 모든 수정은 선미관 보어를 수정하는 것보다 선미관 부시의 바깥지름을 기계가공하는 것을 권고한다.

(a) 선미관 안지름 : 선미측 및 선수측 선미관 부시의 바깥지름 기계가공을 위한 지름 및 공차

(b) 선미관 보어의 수직 및 수평 정렬오차 : 선미관 부시의 바깥지름 기계가공을 위한 각도 수정치

(나) 선미관 베어링 설치 이후, 다음을 확인하기 위하여 보어 사이팅을 실시하여야 한다. 선수측 선미관 베어링이 없는 경우 중간축 베어링을 기준점으로 한다.

(a) 선미측 선미관 부시 슬로프 : 선수측 선미관 부시를 기준으로 계측되어야 한다.

(b) 선미측 및 선수측 선미관 베이링 사이의 수평 정렬오차

(다) 모든 베어링의 수평 정렬오차는 최소화되어야 하며 인접한 베어링 틈새을 초과하여서는 아니 된다.

(라) 슬로프 보링 각도는 두 선미관을 연결하는 일직선과 비교 검증되어야 한다. 인정 가능한 공차는 다음의 제약조건에서 $\pm 0.1 \times 10^{-3}$ rad 이내이다.

(a) 계측된 슬로프 보링 각도는 0.3×10^{-3} rad를 초과하는 상대경사를 초래하여서는 아니 된다.

(b) 선수측 선미관 베어링이 없는 축계 설치의 경우 중간축 베어링은 고정시켜야 하고 보어 사이팅이 완료된 이후 오프셋이 변경되지 않아야 한다.

(2) 선미관 베어링 압입 압력: 선미관 베어링 압입 압력이 계획한 압력에 적정한지 확인하여야 한다.

(3) 갭색 : 갭색 절차가 각각의 해석(예를 들면, 도크 또는 경하흘수상태)에 따라 검증되어야 한다. 인정 가능한 공차는 ±0.1 mm 이내이다.

(4) 베어링 하중 계측 : 계측할 베어링의 식별, 잭업 위치, 기록되어야 할 데이터, 계측절차는 제출용으로 작성되어야 한다.

(5) 선미관 베어링 길들이기(run-in) 절차 : 축계정렬에 민감한 설치(예를 들면, 탱커선, 벌크선, 쌍축선 및 선수 선미관 베어링이 없는 축계)의 경우 선미관 베어링이 고속운전 및 과도한 타각에 노출되기 이전에 길들이기 절차를 시행하는 것을 권고한다. *(2021)*

5. 시험 및 검사

모든 선박의 축계정렬은 검사원의 입회하에 수행되어야 한다. 축계정렬은 상부 구조가 탑재되고 주요 용접작업이 완료된 후, 선박이 물에 뜬 상태에서 확인되어야 하며 입회한 검사원에 의해 만족되어야 한다.

또한 1항의 축계정렬계산서 및 절차서의 제출 대상이 되는 선박의 경우 다음 각 호에 따라야 한다.

(1) 축계정렬절차서에 따라 축계정렬 검증을 수행하여야 한다. 축계정렬계산 자료는 검사원의 입회하에 다음의 사항에 대하여 검증되고 기록되어야 한다. *(2019)*

(가) 축 설치 전 선미관 사이팅 및 슬로프 보링(해당되는 경우)

(나) 4항 (2)호에 따른 선미관 베어링의 압입 압력

(다) 갭색

(라) 베어링 반력

(2) 4항 (5)호에 따라 검사원의 입회하에 선미관 베어링 길들이기 절차를 시행하는 것이 권고된다.

(3) 축 삽입 이전의 선미관 사이팅 및 슬로프 보링(해당하는 경우)

(가) 최대허용 슬로프 보링 각편차는 음의 슬로프를 초래하여서는 아니 되며 상대경사는 0.3×10^{-3} rad를 초과하여서는 아니 된다.

(나) 선수측 선미관 베어링이 없는 축계 설치의 경우 중간축 베어링은 고정시켜야 하고 보어 사이팅이 완료된 이후 오프셋이 변경되지 않아야 한다.

(다) 선박 건조의 블록 단계에서 사이팅 및 베어링 위치 선정이 시행되는 경우 다음 절차의 검증이 요구된다.

(a) 슬로프 보링 각도(해당하는 경우)

(b) 베어링 수직 오프셋 위치

(c) 주기관 수직 오프셋 위치

(d) 갭색 절차

(라) 선미관 베어링의 정렬오차를 확인하는 감시시스템이 설치된 경우 (가), (나), (다) 요건의 면제가 고려될 수 있다.

(4) 갭색 검증

(가) 우리 선급이 별도로 동의하지 않는 한 도크 또는 진수 상태 이후에 갭색이 계측되어야 한다.

(나) 임시 지지대가 지지하는 상태에서, 대응하는 계산 값의 ±0.1 mm 이내의 허용공차에 들어갈 때까지 갭색은 모든 플랜지에서 검증되어야 한다.

(5) 베어링 하중 검증

(가) 우리 선급이 별도로 동의하지 않는 한 도크 또는 경하상태에서 베어링 하중 계측이 수행되어야 한다.

(나) 유압잭 및 스트레인게이지법과 같은 방법으로 베어링 반력이 다음의 접근 가능한 축 베어링에서 기록되고 검증되어야 한다.

(a) 선수측 선미관 베어링

(b) 중간축 베어링

(c) 최소 3개 이상의 선미측 주기관 베어링(직접 연결된 추진축계에 한함)

(d) 주 기어축 베어링

(다) 축계정렬계산서에서 선체 변형이 고려된 경우

(a) 특별히 승인된 경우를 제외하고 베어링 하중의 계측 값은 계산 값의 ±20 % 이내이어야 한다.

(b) 계측된 값이 ±20 % 범위를 넘어서는 경우 축계정렬계산서는 규정에 적합하도록 개정하고 다시 제출하거나 아래 (라)의 요건에 따른다.

(라) 축계정렬계산서에서 선체 변형이 고려되지 않은 경우 (가), (나)에 추가하여 베어링 하중 계측은 선미피크탱크가 가득찬 상태에서 추가로 하나 이상의 선박 운항흘수(정적 온간상태에서의 평형수흘수 또는 정적 온간상태에서의 만재흘수) 또는 우리 선급에 의해 적절하다고 인정되는 다른 운항상태에서 실시되어야 한다. 어떤 경우에도 계측된 베어링 반력이 제조자의 최대 허용치의 80%를 넘지 않아야 한다.

(마) 특정 운항상태에서의 계측에서 베어링 중 하나가 무부하 상태를 나타낼 경우, 베어링의 무부하가 선박 운항에 부정적인 영향이 없는지 확인하기 위하여 추가적인 계측 및 해석(휘둘림 해석 등)이 요구된다.

(바) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가적인 베어링 하중 계측이 요구된다.

부록 5-12-1 강화된 축계정렬 *(2021)*

1. 적용

(1) 이 부록은 **부록 5-12** 축계정렬 요건에 추가하여 축계정렬에 대한 강화된 설계, 절차 및 검증 요건을 다룬다. 축계정렬에 민감한 설치(예를 들면, 탱커선, 벌크선, 쌍축선, 선수 선미관 베어링이 없는 축계 등)를 주요 대상으로 하나 요청이 있는 경우 확대 적용할 수 있다.

(2) 이 부록의 요건은 선택사항이며, 이 부록의 요건을 만족하는 선박은 추가특기사항으로서 **2**항에 명시된 부호를 부여받을 수 있다.

2. 선급부호

이 부록의 요건에 만족하는 선박은 추가특기사항으로서 다음의 선급부호를 부여할 수 있다.

(1) 강화된 축계정렬 설계에 대한 **3**항의 요건을 만족하는 경우, ESA1 부호를 부여할 수 있다.

(2) 강화된 축계정렬 설계, 절차 및 검증에 대한 **3**항 및 **4**항의 요건을 만족하는 경우, ESA2 부호를 부여할 수 있다.

3. ESA1 부호를 갖는 선박의 요건

ESA1 부호를 갖는 선박으로 등록하고자하는 경우, 강화된 축계정렬 설계에 대한 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(1) 제출도면 및 자료

(가) 축지름, 축재료, 베어링 길이, 베어링 재료, 베어링 축방향 위치, 베어링 틈새 및 추진장치 사양과 같은 축계에 대한 설명

(나) 선미관 윤활유 사양(제조사, 형식 및 점성)

(다) 프로펠러 캡 및 에너지 절감 장치를 포함하는 프로펠러 치수 자료, 무게 및 부력 효과

(라) 선박 선회 상태를 포함하여 기관 운전 상태에서 프로펠러의 동유체 하중

(마) 기어가 설치된 경우 기어에 작용하는 힘과 모멘트

(바) 크랭크축에 작용하는 외력

(사) 베어링 지지점의 축방향 위치

(아) 축계 모든 베어링에 대한 베어링 강성 값

(자) 기준선의 정의

(차) 기준선으로부터의 베어링 오프셋

(카) 냉간 정적 및 온간 정적 기관 상태 사이의 베어링 열 변형량

(타) 선박의 운항 흘수 범위에서 예상되는 선체변형의 영향

(파) 고려하는 모든 선박 상태에서 계산된 베어링 하중

(하) 고려하는 모든 선박 상태에서 계산된 축계 변형량

(거) 정적 및 동적 상태에서 축계를 따라 발생하는 전단력 및 굽힘모멘트 곡선

(너) 고려하는 모든 선박 상태에서 축과 최후부 베어링(선미측 선미관 베어링 또는 최후부 스트럿 베어링) 사이의 상대경사 또는 (5)호에 따른 대체 모델링 기법

(더) 횡진동(whirling) 계산서

(2) 프로펠러의 동유체 하중

(가) 다음 선박 상태에서의 횡방향 및 수직방향 프로펠러 동유체 하중이 축계정렬 계산에 사용되어야 한다.

(a) 평형수흘수에서 연속최대회전수로 직진

(b) 만재흘수에서 연속최대회전수로 직진

(c) 평형수흘수에서 연속최대회전수와 최대 타각으로 우선회 및 좌선회

(d) 만재흘수에서 연속최대회전수와 최대 타각으로 우선회 및 좌선회

여기서 선회 상태는 선박의 평형수흘수 및 만재흘수에서 연속최대회전수 직진으로 시작하여 안정상태의 최대 타각으로 우선회 또는 좌선회를 실시하는 상태로 정의한다.

(나) 프로펠러 동유체 하중은 양력면법(lifting surface method), 경계패널법(boundary panel method), 전산유체역학(CFD) 등의 계산 또는 적절한 절차에 따라 정당화된 경험적/데이터베이스 기반 공식으로 추정할 수 있다.

(다) (나)에 따른 프로펠러 동유체 하중을 이용할 수 없는 경우 **표 1**에 주어진 프로펠러 동유체 하중 경험식을 동적 상태 계산에 사용하여야 한다.

표 1 프로펠러 동유체 하중 경험식

	직진 상태	선회 상태
일축선	- 5% of Q + 30% of Q	- 30% of Q
쌍축선	+/- 20% of Q	- 40% of Q

(비고)
Q : 연속최대회전수에서의 토크
+ : 횡축에 대한 상향 모멘트(선미측 끝단을 들어올리는 방향으로 회전 시키는 모멘트를 의미)
- : 횡축에 대한 하향 모멘트(선미측 끝단을 내리는 방향으로 회전 시키는 모멘트를 의미)

(3) 선체변형
(가) 다음 선박 상태에서의 선체변형이 축계정렬 계산에 사용되어야 한다. 또한 선미 피크탱크가 빈 상태 및 가득 찬 상태(또는 선박 적하지침서 상 최대 수위 상태)에 대한 선체변형이 평가되어야 한다.
(a) 도크 또는 진수 후 흘수(경하상태 또는 최소한의 평형수를 가진 경하상태에 근접한 상태)
(b) 평형수흘수
(c) 만재흘수
(나) 선체변형은 유한요소계산 또는 유사한 선박으로부터의 측정(동일한 형식, 유사한 선박 크기, 기관실 구역의 유사한 이중선체 높이, 유사한 선미관 및 선미 배치) 또는 기타 인정되는 계산 방법으로 추정할 수 있다.
(4) 축계정렬의 계산
(가) 선박의 다양한 운항 상태에 만족하는 축계정렬을 결정하기 위하여 다음 상태에서의 축계정렬 계산이 수행되어야 한다.
(a) 정적 냉간상태에서 도크 또는 진수 후 흘수(경하상태 또는 최소한의 평형수를 가진 경하상태에 근접한 상태), 프로펠러가 부분적으로 잠긴 상태
(b) 정적 온간상태에서 평형수흘수, 프로펠러가 완전히 잠긴 상태
(c) 온간상태에서 평형수흘수, 프로펠러가 완전히 잠긴 상태에서 (2)호에 따른 프로펠러 동유체 하중이 적용된 동적 상태
(d) 정적 온간상태에서 만재흘수, 프로펠러가 완전히 잠긴 상태
(e) 온간상태에서 만재흘수, 프로펠러가 완전히 잠긴 상태에서 (2)호에 따른 프로펠러 동유체 하중이 적용된 동적 상태
(5) 축과 최후부 베어링(선미측 선미관 베어링 또는 최후부 스트럿 베어링) 사이의 접촉
축과 최후부 베어링 사이 상대경사는 축계정렬 계산이 수행된 모든 선박의 운항 상태 하에서 0.3×10^{-3} rad를 초과하지 않아야 한다. 베어링 유막과 회전축 사이의 유체 구조 연동해석을 통한 3차원 유한요소 모델링과 같은 대체 모델링 기법이 사용되는 경우 제출된 계산서에 관련된 가정 및 기준이 자세히 설명되어야 한다. 베어링 유막과 회전축 사이의 유체 구조 연동해석을 통한 3차원 유한요소 모델링을 사용하는 경우 상대경사 기준을 유막두께 기준으로 대체할 수 있다. 이때 유막두께는 축계정렬 계산이 수행된 모든 선박의 운항 상태 하에서 30 μm 미만이 되지 않도록 하거나 우리 선급이 인정하는 기타 기준이 사례 별로 고려될 수 있다.
(6) 횡진동 계산
(가) 횡진동 주파수가 회전수 영역 전체에서 만족스러운지 확인하기 위하여 횡진동 계산서를 제출하여야 한다. 계산은 베어링 및 유막의 강성, 자이로스코프 효과를 고려하여야 하며 회전수 범위 내에서의 모든 임계 회전수를 일으키는 가진 주파수를 조사하여야 한다.
(나) 횡진동 임계 회전수가 연속최대회전수의 ±20 %의 범위 내에 있지 않아야 한다.
(7) STCM 부기부호
지침 1편 2장 701.의 2항에 따라 승인된 상태감시계획이 적용되는 기름윤활방식의 선미관축을 갖추고 STCM 부기부호를 득하여야 한다.

4. ESA2 부호를 갖는 선박의 요건

ESA2 부호를 갖는 선박으로 등록하고자하는 경우, 3항의 ESA1 요건에 추가하여 강화된 축계정렬 절차 및 검증에

대한 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(1) 제출 자료

(가) 파이널 사이팅 및 아래 사항을 포함하는 축계정렬 절차서

(a) 베어링 위치(임시지지대 포함), 기준선으로부터의 베어링 오프셋, 베어링 하중

(b) 베어링 오프셋 허용공차

(c) 잭업 위치 및 보정계수

(d) 베어링 하중 및 허용치

(e) 베어링 반력계수

(나) 베어링 길들이기(run-in) 절차

(다) 해상시운전 중 축계정렬 검증 절차

(2) 파이널 사이팅

(가) 선박의 선미부 구조가 탑재되고 기관, 보일러, 발전기 등의 중량 장비들이 거치되고 선미부 주요 용접작업이 완료된 후 검사원의 입회하에 파이널 사이팅이 실시되어야 한다.

(나) 파이널 사이팅은 최후부 베어링(선미측 선미관 베어링 또는 최후부 스트럿 베어링)에서 기관 또는 기어박스(해당하는 경우)의 출력 플랜지까지 사이팅을 확장하는 것이며 선미관 베어링과 연관하여 기관 및 중간축 베어링의 상대적인 위치를 조정하는데 사용된다.

(다) 베어링 오프셋 검증에서 만족스러운 정확도를 확보하기 위하여 파이널 사이팅 동안 충분한 수의 표적이 사용되어야 한다.

(라) 파이널 사이팅 절차는 인정되는 수단(예를 들면 피아노 와이어, 광학 또는 레이저 사이팅)으로 수행될 수 있다.

(마) 기준선에 연관하여 베어링 및 기관/기어박스 오프셋 (수직 및 수평)은 ±0.1 mm의 이내의 공차로 계산된 값에 상응해야 한다.

(바) 파이널 사이팅이 수행된 경우 갭색법에 의한 축계정렬은 필요하지 않다.

(3) 베어링 길들이기 절차

(가) 베어링 길들이기가 검사원의 입회하에 수행되어야 한다. 베어링 길들이기 절차는 조선소와 검사원 사이에 동의되어야 하며 가급적이면 프로펠러가 완전히 잠긴 상태에서 수행되어야 한다. 얕은 수심으로 인하여 이것이 불가능한 경우 새 베어링이 높은 응력과 온도에 노출되지 않도록 가능한 낮은 회전수 및 타각이 사용되어야 한다.

(나) 베어링 길들이기 절차는 본격적인 해상시운전을 시작하기에 앞서 가능한 한 빨리 수행되어야 한다. 절차는 선미관 베어링을 증가된 하중에 점진적으로 노출시키고 베어링 바닥면과의 적절한 접촉을 생성하기 위하여 선미관 축을 선미관 베어링에 제어된 방식으로 안착시키는 것을 돕는다. 또한 지속적인 손상 없이 다양한 서비스 하중을 견딜 수 있도록 선미관 베어링을 준비시킨다.

(나) 베이링 길들이기 동안 선미측 선미관 베어링 온도는 면밀히 감시되어야 한다. 베어링 온도가 5℃/min와 같이 사전에 합의된 비율보다 빠르게 상승하거나 예상 온도 기준값을 초과하는 경우 베어링 온도가 허용 가능한 수준으로 낮아지고 안정화될 때 까지 타각을 즉시 0°로 설정하고 기관 회전수를 즉시 최소로 줄이거나 기관을 정지하여야 한다. 고온 경보 설정값을 초과하는 베어링 온도 및 높은 온도 상승률은 우리 선급에 보고하여야 한다. 사전에 합의된 허용한계, 설계기준 또는 경보 설정값을 초과할 경우, 조선소는 선급의 동의하에 베어링 길들이기 절차를 반복할 수 있다. 베어링 길들이기 절차의 반복이 어려운 경우 추가적인 조사가 시행되어야 한다.

(다) 베어링 길들이기 절차가 검사원의 입회하게 만족스럽게 완료된 경우 추진장치와 축계에 관련된 해상시운전이 시작될 수 있다.

(4) 해상시운전 중 축계정렬 검증

(가) 축계정렬 계산서 상의 사양에 따른 선미관 윤활유를 사용하여 축계정렬 검증을 위한 해상시운전이 검사원의 입회하에 수행되어야 한다. 검증 동안 선미측 선미관 베어링의 온도가 기록되어야 한다.

(나) 평형수흘수 상태, 0° 타각 직진 상태 및 전속 전진 상태에서 선박이 안정화된 후 다음의 절차가 해상시운전 프로그램에 포함되어야 한다.

(a) 전속 전진으로 0° 타각에서 신속하게 최대 타각으로 좌현으로 360° 선회를 수행한다. 선회가 완료되면 0° 타각으로 직진한다.

(b) 전속 전진 상태에서 0° 타각으로 5분간 유지한다.

(c) 전속 전진으로 0° 타각에서 신속하게 최대 타각으로 우현으로 360° 선회를 수행한다. 선회가 완료되면 0° 타각으로 직진한다.

(d) 전속 전진 상태에서 0° 타각으로 5분간 유지한다.

(다) 기록된 베어링 온도가 5℃/min와 같이 사전에 합의된 비율을 초과하지 않거나 고온 경보 설정값을 초과하지 않는 경우 축계정렬에 대한 해상시운전 베어링 성능은 만족스러운 것으로 간주된다. 사전에 합의된 허용한계, 설계기준 또는 경보 설정값을 초과하는 경우 조선소와 검사원의 합의하에 (나)의 시험을 다시 할 수 있으며 만족스러운 결과가 두 번 입증되면 시험에 합격한 것으로 간주된다. 최대 베어링 온도 상승률 및 최대 베어링 온도뿐만 아니라 베어링 고온 경보 설정점 등의 시험 결과는 해상시운전 보고서에 포함되어야 한다. 베어링이 손상된 것으로 간주되는 경우 발생 가능한 손상 원인을 밝히기 위하여 근본 원인 분석을 해야 한다.

(라) 다양한 선박 상태에서의 베어링 하중을 검증하기 위하여 해상시운전 동안 검사원의 입회하에 다음 상태에서의 베어링 하중이 추가적으로 측정되어야 한다.

(a) 정적 온간상태에서의 평형수흘수, 선미 피크탱크가 가득 찬 상태 또는 선박 적하지침서 상 최대 수위 상태; 측정된 베어링 하중은 베어링 제조자가 제시하는 허용치를 초과하지 않아야 한다.

(b) 정적 온간상태에서의 만재흘수; 측정된 베어링 하중은 베어링 제조자가 제시하는 허용치를 초과하지 않아야 한다. 다만, 해상시운전 시 만재흘수 상태의 확보가 어려운 경우 정적 온간 평형수흘수 상태에서 측정을 실시하고 측정된 베어링 하중은 베어링 제조자가 제시하는 허용치의 80%를 초과하지 않아야 한다.

부록 5-13 연료유처리시스템 (Fuel oil Treatment System) *(2019)*

1. 일반사항

(1) 적용

(가) 이 부록의 목적은 연료유를 사용하는 기기의 신뢰성을 향상시켜 선박 운항의 안전성을 향상시키기 위함이다.

(나) 이 부록은 연료유 수급 연결부에서 연료유 기기와의 연결에 이르기까지의 전체 연료유처리시스템을 포함한다.

(다) 여기에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **규칙 5편** 및 **8편**의 관련 규정에 따른다.

(라) 본 규정에 따라 설계, 제조 및 시험되는 연료유처리시스템이 설치된 선박에는 추가 특기사항으로서 FTS(Fuel oil Treatment System) 부호를 부여할 수 있다.

(2) 용어의 정의

용어의 정의는 여기에 별도로 정하는 경우를 제외하고는 규칙에 따른다.

(가) **연료유처리시스템**이란 물, 촉매제(cat fines), 물과 결합된 회분(예:나트륨) 및 입자상 물질의 제거에 의한 연료유의 세정과 효율적인 연소를 위한 연료유 관리를 말한다. “연료유처리시스템”에서 첨가제의 사용은 포함하지 않는다.

(나) **연료유**란 선박용 디젤 기관 및 기타 기기에 사용되는 석유 연료를 말한다.

(다) **기름 연료 기기**란 주기관, 보조 기관, 보일러 및 가스 터빈을 포함하여 연료유를 연소하는 모든 기계를 의미한다.

(라) **서비스탱크**란 사용할 준비가 되어 있는 품질의 연료, 즉 장비 제조업체가 권장하는 사양을 충족시키는 연료만을 함유하는 연료유 탱크를 말한다.

(3) 제출도면 및 자료

(가) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 아래에 규정된 것 이외의 상세도면 또는 자료의 제출을 요구할 수 있다.

(a) 연료유 저장/공급 시스템 계통도

(b) 연료유 청정 시스템 계통도

(c) 아래의 **2항** 시스템 요구사항을 포함하여 연료유처리시스템에 적합한 연료유 처리 등에 대한 본선 운용 계획서

(나) 벙커링 또는 연료유 전환시 오래된 연료유 및 새로운 연료유 또는 호환되지 않는 연료유의 혼합을 최소화하기 위한 조치 및 절차에 대한 연료유 사용 지침서가 본선에 제공되어야 한다.

2. 시스템 목적

(1) 일반사항

(가) 연료유처리시스템의 용량 및 배치는 추진설비의 MCR 및 발전설비의 정상 운전상태에 대해 처리된 연료유의 유효성을 입증하기에 적합해야 한다.

(나) 연료유처리시스템의 용량 및 배치는 연료유기기 제조자의 요건 및 선박에 수급되는 연료유의 형식에 기반해서 결정되어야 한다.

(다) 연료유 저장탱크는 기존의 연료유와 새로이 수급 받을 연료유가 혼합되는 것에 제한을 두도록 배치되어야 하며, 연료유의 혼합이 필요한 경우 적합성 시험이 연료유 수급전에 수행되어야 한다.

(라) 엔진에 도달하는 물의 최대값은 0.3% v/v 이거나 엔진 제조자의 권장사항에 따라야 한다.

(마) 엔진에 도달하는 촉매 입자의 최대량은 10ppm Al+Si이거나 엔진 제조자의 권장사항에 따라야 한다. 경우에 따라서는 15ppm으로 상승할 수도 있지만 가능한 한 촉매를 줄이기 위해 모든 시도가 이루어져야 한다.

(바) 수급되는 연료유는 ISO 8217:2017 을 만족하거나 기름 연료 기기 제조자의 사양을 만족할 수 있다.

3. 시료 채취

(1) 시료 채취

(가) 연료유처리시스템에는 샘플링 포인트가 제공되어야 한다.

(나) 시료 채취는 MEPC.1/Circ.864/Rev.1 "선박에서 사용되는 연료유의 황 함유량에 대한 선상 시료 채취 및 검증 지침"을 충족해야 하며 다음과 같이 위치해야 한다.

(a) 연료유 이송펌프 출구 후단

(b) 청정기 전후단

(c) 연료유서비스탱크 후단, 연료유 전환밸브 전단
(d) 기름 연료 기기 입구 전단
(e) 연료유 수급 라인

(2) 시료 채취는 안전하게 채취될 수 있도록 연료유시스템내에 위치하여야 한다.
(3) 시료 채취의 위치는 시스템내에서 연료유 품질을 대표할 수 있도록 설치되어야 한다.
(4) 시료 채취는 가열된 표면 또는 전기 설비의 표면에 연료유가 닿지 않는 위치에 설치되어야 한다.

4. 시스템 설계

(1) 연료유 탱크
(가) 연료유 세틀링 탱크 및 연료유 서비스탱크는 수분 및 슬러지가 직접 배수될 수 있어야 한다.
(나) 세틀링탱크가 설치되어 있지 않은 경우 저장/서비스탱크는 수분 및 슬러지가 직접 배수될 수 있어야 한다.
(다) 연료유 탱크 하부에 자기폐쇄형 타입의 콕 또는 밸브가 설치되어야 하며 드레인콕은 샘플링 포인트로 고려될 수 없다.
(라) 연료유 흡입 위치는 물 및 슬러지가 연료유처리시스템으로 유입되지 않도록 탱크 드레인 지점 상부의 적합한 거리에 위치하여야 한다.(예, 상부 흡입관의 위치는 탱크 용량의 최소 5% 지점보다 상부에 위치할 것)
(마) 최소 각 1개의 낮은 흡입구 및 높은 흡입구가 세틀링/서비스탱크에 설치될 것을 권장한다.
(바) 연료유의 분배 및 저장에 사용되는 관장치의 재료 또는 표면 처리는 그러한 것들이 연료유의 성상을 변화시키거나 연료유에 혼입될 수 없는 것이어야 한다.
(사) 연료유가 요구되는 온도를 유지할 수 있도록 PID(Proportional Integral Differential) type 온도조절기가 설치되어야 한다.
(아) 연료유 저장탱크에는 탱크 내부의 온도 및 액면에 대한 감시장치가 설치되어야 한다.

(2) 연료유 온도조절장치 및 점도 제어장치
(가) 연료유의 가열 및 냉각이 연료유처리시스템의 효율적인 성능을 위해 요구되는 경우, 최소 2개의 가열 또는 냉각 설비가 제공되어야 한다. 각 가열 또는 냉각 설비는 요구되는 연료유 흐름에 대해 요구되는 연료유 온도를 유지하기에 충분한 용량이어야 한다.
(나) 가열기 및 냉각기는 회전 기기 부분, 발화원 또는 고온부의 표면으로 연료유가 분사되거나 누설되지 않도록 설치되어야 한다.
(다) 가열기 및 냉각기는 정기적인 정비를 위해 접근이 용이하도록 설치되어야 한다.
(라) 사용하려는 연료유의 종류에 따라 원하는 점도를 유지할 수 있는 점도 제어장치를 설치하거나 점도 유지 제어 수단(예, 약제 첨가)이 제공되어야 한다.

(3) 연료유 펌프
(가) 연료유 펌프의 용량은 연료유시스템을 통한 연료유 흐름이 SOLAS Reg.II-1/26.3에 따라 기름 연료 기기의 연료유 소모량을 유지하기에 충분하여야 한다.
(나) 연료유 펌프는 정기적인 점검 및 정비하기에 접근이 용이하도록 배치되어야 한다.

(4) 저점도 연료유에 사용되는 잔사유 펌프의 성능 시험 절차
(가) 적용
(a) 중요 용도용 서비스 연료 펌프 (주 및 보조 연료유 펌프)로서 연속적인 작동의유지가 필요한 모든 서비스에 사용되는 펌프. 여기에는 청정기 연료유 공급펌프, 부스터 펌프, 공급 펌프, 연료 밸브 냉각펌프를 포함한다.
(b) 연속적인 작동이 요구되지 않는 연료유 펌프(예, 연료유 이송 펌프)
(c) 연료유 펌프의 배치에 대해서는 UI SC255에 만족하여야 한다.
(나) 운전 시험
(a) ISO 8217:2017에 명시된 0.10 % m/m 이하인 황 함유량을 갖는 최소 또는 더 낮은 점도의 연료유를 사용하여 운전 시험을 수행해야 한다. 시험을 위해 권장되는 연료유의 점도값은 연료 펌프에서 2,0 cSt이어야 한다.
(b) 운전 시험을 위한 연료유의 윤활성은 ISO 12156-1:2018에 따른 고주파 왕복 굴착 시험에 의해 결정된 것으로서 520 μm 미만이어야 한다.
(c) 운전 시험은 연속 및 비 연속 작동시 및 공칭 펌프 압력 등급과 동일한 배출 압력에서 최소 250시간 동안 수행되어야 한다.
(d) 운전 시험을 실행하는 동안 다음 데이터를 확인해야 한다.

(i) 체적 유량 Q [m3 / h]
(ii) 출력 헤드 H [m]
(iii) 펌프 전원 입력 P [kW]
(iv) 회전 속도 n [min-1]

(e) 운전 시험중 펌프는 원활한 운전 및 베어링 온도를 위해 점검되어야 한다.(예:ISO 10816 및/또는 ISO 20816-1:2016은 수용하기 위한 기준으로 사용할 수 있음) 평가는 적용되는 경우, 국제 표준 또는 선급의 요구 사항을 기반으로 해야 한다. 이것은 우리 선급의 승인을 받은 펌프 제조자의 자체 시험 절차에 근거할 수 있다.

(다) 펌프 신뢰성

(a) 연료유 시스템의 모든 엘라스토머(elastomeric) 부품(예:다이어프램)은 MSC.1/Circ.1321에 따라 플루오로 고무 또는 해양 연료와 함께 사용하기에 적합한 기타 재료로 만들어야 한다.

(b) 변위 펌프에는 릴리프 밸브가 장착되어야 한다. 릴리프 밸브로부터의 배출은 일반적으로 펌프의 흡입 측으로 되돌려야 한다.

(c) 엔진에 도달하는 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines)의 최대량은 10ppm Al+Si 이거나 엔진 제조자의 권장사항에 따라야 한다. 경우에 따라서는 15ppm으로 상승할 수도 있지만 가능한 한 촉매를 줄이기 위한 모든 시도가 이루어져야 한다.

(d) 펌프와 서비스 탱크 배출구 사이의 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines) 수량에 대한 지속적인 감시가 고려되어야 한다. 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines)의 지속적인 감시가 수행되지 않고, 사용된 연료유의 형식이 RMF(Residual Marine Fuel oil)인 경우 서비스 탱크 출구에서의 주간 샘플링 및 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines) 레벨은 최대 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines) 레벨을 초과하지 않도록 할 것을 권장한다.

(e) 연료유 제조업체가 승인하거나 권장하는 호환성 테스트 키트는 두 가지 이상의 연료 유형 (예:높은 황 함량 및 낮은 0,10 % m/m 황 함량 연료유)을 벙커링할 때 사용해야 한다.

(f) 한 유형에서 다른 유형으로 연료유를 시간에 맞게 전환 할 수 있는 자동화된 연료유 전환 밸브/ 시스템 또는 수동 밸브/시스템이 제공되어야 하며 엔진 제조업체 권장 사항에 따라 수행되어야 한다.

(g) 연료유 전환을 위한 절차를 수립하여 본선에 게시하여야 한다.

(라) 펌프 설계 및 시험 문서 검증 사항

(a) 저 유황 연료유로의 운전에 사용되는 모든 유형의 연료유 펌프는 시험되어야 하며 시험에 대한 자료는 선내에 비치되어야 한다.

(b) 펌프 제조업체가 제공하고 선내에 보관되는 설계 문서의 범위는 다음을 포함해야 한다.

(i) 펌프의 배치도, 센서의 위치 및 특성과 펌프 설치 다이어그램/모니터링 시스템 세부 사항
(ii) 펌프의 신뢰성 있는 작동에 중요한 재료 특성을 가진 부품 목록
(iii) 실링 장치
(iv) 신뢰성 및 수명주기 데이터
(v) 성능 및 수명주기 지침이 있는 작동 매뉴얼
(vi) 선급 검사를 위한 펌프 시험 절차

(c) 아래의 정보가 포함된 운전 시험에 대한 인증서를 펌프 설명서에 첨부해야 한다.

(i) 제조업체 세부 정보
(ii) 테스트 스탠드 위치 및 인증- 승인 세부 정보
(iii) 펌프 유형 및 일련 번호
(iv) 시험 기간
(v) 사용된 매체의 점도
(vi) 운전 시험에서 언급한 매개 변수
(vii) 최저 작동 온도
(viii) 운전 시험 결과

(5) 연료유 여과기

(가) 연료유 여과기는 회전 기기 부분, 발화원 또는 고온부의 표면으로 오일이 분사되거나 누유되지 않도록 배치되어야 한다. 필요한 경우, 차폐물이 제공될 수 있다.

(나) 연료유 여과기는 정기적인 정비에 접근이 용이하도록 배치되어야 한다.

(다) 기름 연료 기기로 여과된 기름이 공급되는 동안에도 여과기가 청소될 수 있도록 배치되어야 한다.
(라) 여과기는 적합한 여과된 오일만이 연소기기로 유입될 수 있도록 각 기름 연료 기기의 오일 공급관에 설치되어야 한다.
(마) 기름 연료 기기 입구 측에 설치되는 여과기는 기름 연료 기기에 도달하는 연료유 촉매 입자의 최대량을 고려하여 선정되어야 한다.

(6) 연료유 청정기
(가) 청정기는 기름기가 많은 곳이나 다른 점화원이나 기계 부품에 기름이 분무되거나 기름이 새지 않도록 배치해야 한다. 필요하다면 차폐가 제공되어야 한다.
(나) 청정기는 일상적인 유지 보수를 위해 쉽게 접근할 수 있도록 배치해야 한다.

5. 시험 및 검사

(1) 공장시험
(가) 샘플링 장비 및 저점도 연료유에 사용되는 연료유 펌프는 우리 선급의 검사를 받아야 한다.
(나) 청정기는 인정된 표준에 따라 유량 등급에 대해 우리 선급의 검사를 받아야 한다.
(다) 청정기는 인정된 표준(예, EN 12547:2014)의 안전 요구 사항에 만족해야 하며 우리 선급의 검사를 받아야 한다.

(2) 설치 후 선내시험
(가) 연료유처리시스템의 주요 구성품의 거치 및 부속품이 승인도면에 적합한지에 대한 검사를 하여야 한다.
(나) 관장치의 시험 및 검사는 **규칙 6장 14절**에 따른다.
(다) 전기설비는 **규칙 6편 1장**에 따른다.
(라) 계측기기는 미리 정해진 설정값에 따라 적절히 작동하는지 시험하여야 한다.
(마) 압력도출밸브 및 안전밸브는 장치에 설치 후 시험하여야 한다. ⚓

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제5편 기관장치

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전 화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제6편 전기설비 및 제어시스템

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제6편 전기설비 및 제어시스템

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

제 6 편

전기설비 및 제어시스템

RA-06-K

한 국 선 급

제 6 편 “전기설비 및 제어시스템”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 1월 1일 (건조계약일 기준)

제 1 장 전기설비

제 3 절 회전기계

- 309.의 15항을 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 전기설비

제 5 절 케이블

- 509.의 5항을 개정함.

제 12 절 반도체 전력변환장치

- 1203.의 2항, 3항 (1)호 및 4항 (2)호를 개정함.

제 15 절 고전압 전기설비

- 1501.의 1항 (2)호를 개정함.
- 1502.의 2항 (1)호 및 3항 (2)호를 개정함.
- 1503.의 3항을 개정함.
- 1504.의 1항을 개정함.
- 1505.의 1항을 개정함.
- 1506.의 1항, 2항 (1)호, 2항 (5)호 및 4항을 개정함.

차 례

제 1 장 전기설비 ····· 1
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 시스템 설계 ····· 5
제 3 절 회전기계 ····· 15
제 4 절 배전반, 구전반 및 분전반 ····· 23
제 5 절 케이블 ····· 27
제 6 절 동력 및 조명용 변압기 ····· 34
제 7 절 전동기용 제어기 및 전자브레이크 ····· 36
제 8 절 퓨즈, 차단기 및 전자접촉기 ····· 40
제 9 절 방폭형 전기기기 ····· 42
제 10 절 조명기구, 전열기구, 배선기구 및 기타 설비 ····· 44
제 11 절 선내 통신장치 ····· 46
제 12 절 반도체 전력변환장치 ····· 47
제 13 절 축전지 ····· 52
제 14 절 피뢰침 ····· 54
제 15 절 고전압 전기설비 ····· 55
제 16 절 전기추진설비 ····· 60
제 17 절 선내시험 ····· 66
제 18 절 예비품 및 일반 비품 ····· 67

제 2 장 제어설비 ····· 69
제 1 절 일반사항 ····· 69
제 2 절 시스템 및 제어 ····· 71
제 3 절 시험 ····· 79
제 4 절 컴퓨터기반시스템 ····· 80

제 1 장 전기설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 적용 **【지침 참조】**

(1) 이 장의 규정은 항로 또는 용도에 특별한 제한이 없는 선박의 전기설비 및 전기추진설비에 적용한다. 다만, 항로 또는 용도에 특별한 제한이 있는 선박과 총톤수 500톤 미만인 소형선박의 전기설비 및 전기추진설비에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 범위로 완화하여 적용할 수 있다.

(2) 이 장의 규정은 특별히 언급하는 것을 제외하고 교류 및 직류전기설비에 동일하게 적용한다.

(3) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 국제전기표준규격(IEC)에서 규정하는 요건을 적용할 수 있다.

2. **특수한 전기설비** 이 장에 규정되어 있지 아니한 전기설비 및 전기추진설비는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

3. **여객선**

국제항해에 종사하는 여객선의 전기설비는 이 편의 규정에 따르는 이외에 해상에서의 인명안전을 위한 국제협약(이하 **SOLAS협약**이라 한다)에서 규정하는 여객선의 전기설비에 대한 요건에도 적합하여야 한다.

4. **용어** 이 장에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

(1) **위험구역**이라 함은 인화성 또는 폭발성 물질이 있거나, 그 물질로부터 인화성 또는 폭발성 가스 또는 증기를 일으킬 우려가 있는 아래와 같은 구역 또는 장소를 말하며, 이것은 가스 폭발 분위기의 생성 빈도와 지속 시간에 따라 분류한 것이다. **【지침 참조】**

(가) 구역 “0”(zone 0) : 가스 폭발 분위기가 연속적으로 또는 장기간 존재하는 구역

(나) 구역 “1”(zone 1) : 가스 폭발 분위기가 정상작동 상태에서 가끔 일어날 수 있는 구역

(다) 구역 “2”(zone 2) : 가스 폭발 분위기가 정상작동 상태에서는 발생하지 않고, 이상작동 상태에서만 일어날 수 있는 구역 (빈도가 극히 희박하고 아주 짧은 시간 지속)

(2) **선택차단**이라 함은 배전계통 중 회로에 단락사고가 발생한 경우 그 사고의 영향을 한정시키기 위하여 고장지점에 가장 가까운 보호장치만 작동하도록 하는 것을 말한다.

(3) **우선차단**이라 함은 발전기가 과부하된 경우 또는 과부하의 우려가 있는 경우 중요부하에 계속 급전되도록 하기 위하여 중요하지 않는 부하를 자동적으로 차단시키는 것을 말한다.

(4) **정상적인 운항 및 거주상태**라 함은 선박 전체로서 그 추진, 조타능력, 항해의 안전, 화재 및 침수에 대한 안전, 선내 및 선외의 통신과 신호장치, 탈출설비, 구명정 윈치 및 계획된 쾌적한 거주조건을 확보하는 기관, 설비, 수단 및 장치가 유효하면서도 정상적으로 작동하고 있는 상태를 말한다. 선박을 정상적인 운항 및 거주상태로 유지시키기 위하여 필요한 모든 전기적 기능이라 함은 중요용도 및 거주편의용도를 말한다.

(5) **비상상태**라 함은 정상적인 운항 및 거주상태를 확보하는데 필요한 설비가 주전원장치의 고장 때문에 운전할 수 없는 상태를 말한다.

(6) **주전원**이라 함은 선박을 정상적인 운항 및 거주상태로 유지시키기 위하여 필요한 모든 설비에 배전하는 주배전반에 전력을 공급하는 전원을 말한다.

(7) **주발전기**라 함은 주전원의 전력을 발생하는 발전기를 말한다.

(8) **주발전장소**라 함은 주전원장치가 설치되어 있는 장소를 말한다.

(9) **주배전반**이라 함은 주전원으로부터 직접 전력을 공급받아 선내의 여러 설비에 전력을 배분하기 위한 배전반을 말한다.

(10) **비상전원**이라 함은 주전원으로부터 전력공급이 상실된 경우 비상배전반에 급전하기 위한 전원을 말한다.

(11) **비상배전반**이라 함은 주전력 공급장치가 고장이 난 경우 비상전원장치 또는 임시 비상전원장치에서 직접 급전되어 비상설비에 전력을 분배하는 배전반을 말한다.

(12) **전기의 용도**(electrical service)는 중요용도 및 거주편의용도로 구분한다.

(13) **중요용도**라 함은 선박의 추진, 조타 및 안전에 필수적인 용도를 말한다. 중요용도는 일차중요용도와 이차중요용도로 구분되며 정의 및 예는 다음과 같다.

(가) **일차중요용도**라 함은 추진력 및 조타성능을 유지하기 위하여 연속적인 운전이 필요한 용도를 말하며 일차중요용도로 사용되는 장치는 다음과 같다.

(a) 조타기
(b) 가변피치프로펠러용 펌프
(c) 추진을 위해 필요한 주/보조 기관 및 터빈에 사용되는 소기송풍기, 연료유공급펌프, 연료밸브 냉각펌프, 윤활유펌프 및 냉각수펌프
(d) 증기터빈선박의 증기설비용 및 일차중요용도의 급전장치에 증기를 사용하는 선박의 보조보일러용 강제통풍팬, 급수펌프, 순환수펌프, 진공펌프 및 복수펌프
(e) 증기터빈선박의 증기설비용 분연펌프 및 일차중요용도의 급전장치에 증기를 사용하는 선박의 경우에는 보조보일러용 분연장치
(f) 추진/조타의 유일한 수단으로서의 선회식 추진장치 (윤활유펌프 및 냉각수펌프를 포함)
(g) 전기추진설비용 전기설비 (윤활유펌프 및 냉각수펌프를 포함)
(h) 일차중요용도 장치에 전력을 공급하는 발전기 및 관련 전원
(i) 일차중요용도 장치에 유압을 공급하는 유압펌프
(j) 중유용 점도제어장치
(k) 주추진기관 또는 발전기관의 연료로 사용되는 보일오프가스용 저압가스압축기와 그 외에 보일오프가스 처리장치
(l) 일차중요용도에 사용되는 장치의 제어, 감시 및 안전장치/시스템

(나) **이차중요용도**라 함은 선박의 안전을 유지하기 위하여 필요하지만 추진력 및 조타성능을 유지하기 위하여 연속적인 운전이 필요하지 않은 용도를 말하며 이차중요용도에 사용되는 장치는 다음과 같다.

(a) 윈들러스
(b) 연료유이송펌프 및 연료유처리장치
(c) 윤활유이송펌프 및 윤활유처리장치
(d) 중유용 예열기
(e) 시동 및 제어용 공기압축기
(f) 빌지, 평형수 및 힐링펌프
(g) 소화펌프 및 기타 고정식소화제용 펌프
(h) 기관실 및 보일러실 통풍팬
(i) 위험구역을 안전한 상태로 유지하기 위하여 필요하다고 인정되는 용도
(j) 항해등, 항해용구 및 항해신호
(k) 선내 통신장치
(l) 화재탐지 및 화재경보장치
(m) 조명장치
(n) 수밀폐쇄장치의 전기설비
(o) 이차중요용도 장치에 급전하는 발전기 및 관련 전원
(p) 이차중요용도 장치에 유압을 공급하는 유압펌프
(q) 액화가스운반선에 사용되는 재액화장치
(r) 위험구역용으로 사용되는 통풍팬
(s) 주/보조 기관 시동장치
(t) 불활성 가스 송풍장치 및 스크러버 및 역류방지 펌프
(u) 수밀문, 현측문 및 기타 전기구동 폐쇄장치
(v) 승강전동기(Jacking motors)
(w) 수위감지 경보장치
(x) 조타 또는 추진용이 아닌 스러스터
(y) 화물격납설비에 사용되는 제어, 감시 및 안전시스템
(z) 이차중요용도에 사용되는 장치의 제어, 감시 및 안전장치/시스템

(14) **거주편의용도**라 함은 선박에서 선원 및 여객을 위한 최소한의 쾌적한 환경을 유지하기 위하여 운전이 필요한 용도를 말한다. 거주편의상태를 유지하기 위한 장치는 다음과 같다.

(가) 취사

(나) 난방
(다) 선내 냉장/냉동
(라) 기계식 통풍
(마) 위생수 및 청수
(바) 상기 장치에 급전하는 발전기 및 관련 전원

(15) **데드쉽상태**라 함은 다음과 같은 상태를 말한다.
(가) 주전원의 상실로 인하여 주추진장치, 보일러 및 보기가 작동되지 아니하며,
(나) 추진력을 회복하기 위하여 추진장치, 주전원장치 및 기타 중요보기를 시동하기 위한 저장된 에너지를 사용할 수 없는 것으로 가정한다. 다만, 비상발전기를 시동하기 위한 수단은 항상 사용할 수 있다고 가정한다.

(16) **구전반**이라 함은 배전반으로부터 전력 공급을 제어하고 그것을 다른 구전반, 분전반 또는 최종 지회로에 분배하는 스위치 및 제어기 등의 조합을 말한다.

(17) **분전반**이라 함은 최종 지회로에 전력을 분배하기 위하여 설치된 하나 또는 그 이상의 보호 장치의 조합을 말한다.

(18) **부등률**이라 함은 개별 전력소비기기 정격의 합에 대한 통상의 작동 조건하에서 전력소비기기 그룹의 추정 총 소비 전력의 비를 말한다. *(2019)*

102. 승인도면 및 자료

공사 착수 전에 다음의 도면 및 자료를 제출하여 승인을 받아야 한다.

1. 조선소가 제출할 승인용 도면 및 자료

(1) 전력조사표(주 및 비상전원(축전지 포함))
(2) 주전력 계통도(비상전원 포함)
(3) 조명 계통도(비상조명장치 포함)
(4) 제어 계통도
(5) 항해통신장치 계통도
(6) 무선장치 계통도
(7) 화재탐지장치 및 경보장치 계통도
(8) 전기 일반배치도(선교, 무선실, 거주구역, 기관실, 각 갑판 등)
(9) 항해등 배치도
(10) 위험구역 표시도(필요한 경우)
(11) 화물탱크용 계측장치 도면(필요한 경우)
(12) 고전압 전기기기 요목표(필요한 경우)
(13) 단락전류 계산서(합계출력 500 kVA(kW) 이상)
(14) 기타 특수한 구조를 가진 선박 등의 경우에는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료 **【지침 참조】**

2. 전기기기 제조자가 제출할 승인용 도면 및 자료

전기기기 제조자는 **103.**의 1항 **표 6.1.1**에 따라 도면 및 자료를 제출하여 승인을 받아야 한다.

103. 시험 및 검사

1. 일반사항

(1) **표 6.1.1**의 전기기기 및 케이블은 우리 선급의 승인(도면승인, 형식승인)을 받거나 제조공장 또는 적절한 시험 및 검사설비를 갖춘 다른 장소에서 이 장의 관련 규정에 따라 시험을 하여야 한다.

(2) **표 6.1.1**에 명시된 전기기기 및 케이블은 「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」에 따라 형식승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

2. 품질보증제도 등에 의한 검사

「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」에 따라 우리 선급의 품질보증제도의 승인을 받고 제조한 전기설비에 대하여는 우리 선급 검사원의 입회하에 시행하는 시험 및 검사의 일부 또는 전부를 제조자에게 위임할 수 있다.

3. 선내시험 전기기기 및 케이블은 선박에 장비한 후 **17절**에 규정하는 선내시험을 하여야 한다.

4. 시험의 추가 우리 선급이 특히 필요하다고 인정하는 경우 이 장에 규정되어 있지 아니한 시험을 할 수 있다. **【지침 참조】**

5. 시험의 생략 우리 선급이 인정하는 증명서를 가진 전기기기 및 케이블에 대하여는 시험의 일부 또는 전부를 생략할 수 있다.

6. 형식승인된 제품에 대한 시험 및 검사 【지침 참조】

형식승인된 제품의 시험 및 검사는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

표 6.1.1 승인 및 시험 대상 전기기기 및 케이블 *(2019)*

번호	전기기기 및 케이블	도면 승인	시험 및 검사	형식 승인
1	발전기(1)	X(2)	X	
2	전동기(3)(4)(5)	X(6)	X	
3	전동기 제어장치(3)(4)(5)	X(6)	X	
4	주배전반 및 비상배전반	X	X	
5	비상전원용 충·방전반	X	X	
6	전기추진장치용 전자커플링 및 주파수 변환장치	X	X	X
7	전기추진설비용 제어장치	X	X	X
8	변압기(7)(8)	X(9)	X	
9	전력용 반도체 정류기(10)		X	
10	무정전 전원장치(11)		X	X
11	케이블		X	X
12	퓨즈, 차단기, 보호계전기, 전자접촉기			X
13	방폭형 전기기기 **【지침 참조】**		X(12)	X
14	케이블 접속장치			X
15	항해등 제어반		X	
16	선외수전 접속상자(9)	X	X	
17	전기식 연료유 가열기(13)	X	X	
18	LED 조명등(14)			X
19	플라스틱 재료로 만들어진 케이블 트레이/보호케이싱			X
20	부스바 트렁킹 시스템(15)		X	X

(비고)
(1) 정박용 발전기를 제외한 주발전기 및 비상발전기에 적용한다.
(2) 100 kVA 이상의 발전기에 적용한다.
(3) 7.5 kW를 초과하고 **지침 5편 1장 102.**에 언급된 중요 보기용 전동기 및 이의 제어장치에 적용한다.
(4) 추진용 전동기에 적용한다.
(5) 50 kW 이하에 대하여 우리선급이 적절하다고 인정하는 경우, 제조자의 자체 시험성적서로 우리 선급 검사원의 입회하에 시행하는 시험 및 검사의 일부 또는 전부를 대신할 수 있다. *(2018)* **【지침 참조】**
(6) **309.**의 **16**항 회전기계의 시험에 대한 표의 비고 (9)에 따른다. *(2018)*
(7) 단상 1 kVA 이상 또는 3상 5 kVA 이상의 동력 및 조명용 변압기에 적용한다.
(8) 운전용량 100 kVA 미만의 변압기에 대하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 제조자의 시험성적서로 우리 선급 검사원의 입회하에 시행하는 시험 및 검사의 일부 또는 전부를 대신할 수 있다. *(2018)* **【지침 참조】**
(9) 고전압(1 kV 이상) 전기설비에 적용한다.
(10) 5 kW 이상의 전력용 반도체 정류기에 적용한다.
(11) 형식승인은 5 kVA 이상의 중요용도용 무정전 전원장치 및 50 kVA 이상의 비상 전원용 무정전 전원장치에 적용하며, 시험 및 검사는 50 kVA 이상의 무정전 전원장치에 적용한다. *(2019)*
(12) 회전기기에 적용하며 비고 (5)를 적용할 수 있다. *(2018)*
(13) **표 6.1.18**에 따라 시험 및 검사를 받아야 한다. *(2019)*
(14) 선교에 설치되는 LED 조명등에만 적용한다.
(15) **표 6.1.19**에 따라 시험 및 검사를 받아야 하며 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 37절**에 따라 형식승인을 받아야 한다. *(2019)*

제 2 절 시스템 설계

201. 일반사항

1. 전기설비의 요건

(1) 선박을 정상적인 운항 및 거주상태로 유지시키기 위하여 필요한 모든 전기적인 기능은 비상전원에 의하지 아니하고 확보되어야 한다.

(2) 안전상 중요한 전기설비의 운전은 각종 비상상태하에서도 확보되어야 한다.

(3) 전기적 위험으로부터 승무원의 안전이 확보되어야 한다.

2. 구조 및 거치

(1) **구조** 전기기기는 조작, 점검 및 분해 손질을 하기 쉬운 구조의 것이어야 한다.

(2) **방식처리**

(가) 볼트, 너트, 핀, 나사, 단자, 스터드볼트, 스프링 및 기타의 부품은 내식성재료를 사용하거나 적절한 방식처리를 시공한 것이어야 한다.

(나) 알루미늄재가 아닌 전기부품을 알루미늄재에 부착하는 경우, 부식을 방지하기 위한 적절한 조치를 하여야 한다.

(3) **보호조치 【지침 참조】**

(가) 취급자가 선박의 경사, 진동 등에 의해 충전부에 닿을 염려가 있는 경우에는, 취급자가 감전되지 않도록 전기기기에 적절한 보호조치를 하여야 한다.

(나) 전기기기의 회전부분, 왕복운동부분, 고온부분 및 충전 부분에는 전기기기를 감시하거나 조작하는 사람 또는 전기기기에 접근하는 사람에게 해를 주지 아니하도록 적절한 보호장치를 설치하여야 한다.

(다) 상갑판 및 선루의 금속제 손잡이 또는 보호난간 등은 무선송신기에 의하여 유도되는 고주파전압에 의한 감전을 최소화하기 위하여 선체에 전기적으로 잘 접속하여야 한다.

(4) **추진용 회전기계의 설치** 추진용 회전기계(발전기, 전동발전기, 전동기, 전자 슬립커플링)의 하부에는 빌지가 고이지 아니하도록 하여야 한다.

(5) **전기기기의 설치장소와 보호외피** 전기기기는 인화성 가스가 축적되지 아니하고, 기계적인 위험성이 없으며, 또한 물, 증기, 기름 등에 의해 손상을 받지 아니하는 충분히 통풍되고 조명된 접근하기 쉬운 장소에 보수가 용이하도록 설치하여야 한다. 부득이 이러한 조건이 만족되지 아니하는 장소에 설치하는 전기기기는 다음 구조의 것이어야 한다. **【지침 참조】**

(가) 물방울, 기름 등이 낙하할 염려가 있는 장소에 설치하는 것은 적어도 방적구조

(나) 노출갑판 등에서 해수, 빗물 또는 빌지 등이 침입할 염려가 있는 장소에 설치하는 것은 방수구조

(다) 물속에서 사용하는 것은 수중형 구조

(라) 폭발 또는 인화하기 쉬운 물질이 발생, 축적 또는 저장되는 장소에 설치하는 것은 방폭구조

(6) **절연재료 및 절연권선** 절연재료 및 절연권선은 습기, 소금기, 기름기 등에 견디는 것이어야 한다.

(7) **전원 스위치** 전기기기는 전원 스위치를 열었을 경우에 제어회로 또는 표시등을 통하여 충전되어서는 아니 된다.

(8) **이완방지** 통전부분 및 가동부분에 사용하는 너트 및 나사는 유효한 풀림방지장치로써 시공하여야 한다.

(9) **자기콤파스에 대한 고려** 전기기기 및 케이블은 회로에서 발생하는 자계에 의하여 자기콤파스의 지침각도에 나쁜 영향을 미치지 아니하도록 자기콤파스로부터 떨어져 있는 곳에 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

(10) **전자파 적합성** 선교에 설치되는 전기 및 전자 장비는 전자파 간섭이 항해시스템 및 설비의 적절한 기능에 영향을 미치지 아니하도록 설치되어야 한다.

3. 전기기기의 접지 【지침 참조】

(1) **고정된 전기기기** 사람이 접촉할 우려가 있는 고정된 전기기기의 비대전(帶電) 금속부는 유효히 접지하여야 한다. 만약 접지도체를 필요로 하는 경우에는 접지도체의 단면적은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 **지침**에 따른다.

(2) 대전부(帶電部)가 아니라도 고장시에 대전할 우려가 있는 전기기기의 노출금속부는 접지하여야 한다. 다만, 전기기기가 다음의 어느 것에 해당할 경우에는 제외한다.

(가) 도체간 전압이 직류 50 V, 교류 50 V를 넘지 아니하는 전압으로 급전되는 경우, 다만, 이 전압을 얻기 위하여 단권 변압기를 사용하는 것은 제외.

(나) 단일의 전력소비기기에 급전하는 안전절연 변압기에 의하여 250 V를 넘지 아니하는 전압으로 급전하는 경우.

(다) 2중 절연구조로 되어 있는 경우.

(3) 도전성 때문에 특별히 위험이 발생할 우려가 있는 협소한 장소 또는 습기가 많은 장소에 사용하는 이동식의 전기기기에 대하여는 필요에 따라 추가의 안전조치를 강구하여야 한다.

4. 배전방법

배전방법은 다음 각 호의 어느 것으로도 할 수 있다.

(1) 직류 2선식
(2) 직류 3선식 (3선 절연식 또는 중성선 접지식)
(3) 단상 교류 2선식
(4) 3상 교류 3선식
(5) 3상 교류 4선식

5. 전압 및 주파수 *(2017)*

(1) **공급전압** 공급전압은 다음에 규정하는 값을 넘어서는 아니 된다.
(가) 고정배선되는 취사기 및 전열기 : 500 V
(나) 전기 추진설비 : 교류 15,000 V, 직류 3,000 V
(다) 발전기, 동력장치 : 교류 15,000 V, 직류 500 V
(라) 전등, 거실 또는 식당 등의 전열기 및 (가), (나) 및 (다) 이외의 것 : 250 V

(2) **표준 주파수** 표준 주파수는 50 Hz 또는 60 Hz로 한다.

(3) **전압 및 주파수의 변동**
(가) 주 및 비상전원으로부터 급전되는 모든 전기기기는 통상 일어나는 전압 및 주파수 변화에서 지장 없이 동작하는 것이어야 한다.
(나) 국내 또는 국제기준에서 특별히 규정하지 아니하는 한, 다음 조건에서 모든 전기기기는 정격치로부터 **표 6.1.2**의 변동에서도 지장없이 동작하는 것이어야 한다.
(a) 교류 회로에 대하여 **표 6.1.2**의 (a)에 표시된 전압 및 주파수변동률
(b) 직류발전기에서 공급되거나 정류기에서 변환하여 공급되는 직류 회로에 대하여 **표 6.1.2**의 (b)에 표시된 전압변동률
(c) 축전지에서 공급되는 직류 회로에 대하여 **표 6.1.2**의 (c)에 표시된 전압변동률
(다) 전자회로와 같은 특수한 계통이 **표 6.1.2**의 제한 범위내에서 정상적으로 동작할 수 없을 경우에는 전원에서 직접 급전하여서는 아니 되고 안정기와 같은 대체방법을 경유하여 급전하여야 한다.

표 6.1.2 전압 및 주파수 변동

(a) 교류 배전계통 전압 및 주파수 변동

구분	변동률	
	정상상태	과도상태
주파수	± 5 %	± 10 % (5초)
전압	+ 6 %, -10 %	± 20 % (1.5초)

(b) 직류 배전계통 전압 변동

파라미터	변동률
전압 허용한계 (정상상태)	± 10 %
전압주기 변동 편차	5 %
전압맥동 (정상직류전압에 대한 교류 실효치)	10 %

(c) 축전지계통 전압 변동

계통	변동률
충전하는 동안 축전지에 접속된 회로 (비고 참조)	+30 %, -25 %
충전하는 동안 축전지에 접속되지 않는 회로	+20 %, -25 %

(비고)
충전장치에서의 맥동전압을 포함한 충/방전 특성에 따라 다른 전압변동률을 고려할 수 있다.

6. 주위조건

(1) 전기설비의 적절한 동작을 위하여 그 설계, 선정 및 배치에 적용하는 주위조건은 **5편 1장 표 5.1.2** 및 **표 5.1.3**에 따른다. 다만, 온도가 제어되는 구역 내에 설치되는 전기기기의 주위온도는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(2) 전기기기는 통상 상태의 진동에서 지장 없이 동작하여야 한다.

7. 절연거리 **【지침 참조】**

(1) 전위차가 있는 충전부사이, 충전부와 대지사이의 공간거리 및 연면거리(이하 절연거리라 한다.)는 재료의 성질과 사용상태에 따라 사용 전압에 대하여 충분한 것이어야 한다.

(2) 회전기계의 단자상 내부, 배전반 모선, 제어용 기기 등의 절연거리는 이 장의 해당규정에 정하여진 값에 따라야 한다.

8. 고조파 왜곡 *(2020)*

(1) **일반사항**

(가) 배전시스템의 전체 고조파 왜곡(THD)은 8 %를 초과하여서는 아니 되며, 단일 고조파는 3 %를 초과하여서는 아니 된다.

(나) 설치된 모든 장비와 시스템이 더 높은 특정한 제한치로 설계되고 제한치에 대한 여유가 문서화(고조파 왜곡 계산보고서)되어서 각 정기적 검사 시 검사원에게 참고용으로 제출할 경우에는 이 제한치를 초과할 수 있다.

(2) **고조파필터를 포함하는 선내 배전시스템에 대한 고조파왜곡**

(가) 적용범위

이 요건은 배전시스템의 주모선에 고조파필터가 설치된 선박에 적용하며, 펌프용 전동기와 같은 단일 용도의 주파수 드라이브에 설치된 것은 제외한다.

(나) 고조파필터가 설치된 선박의 고조파 왜곡 수준 감시

(a) 해당 선박에는 주 모선에 가해지는 고조파 왜곡 수준을 지속적으로 감시하는 장치가 설치되어야 하며, 허용한계치를 초과하는 고조파 왜곡 수준에 대해서 경보를 발하여야 한다. 기관실에 자동화 시스템이 제공될 경우, 고조파 왜곡 측정값이 전기적으로 기록되거나 검사원의 향후 검사를 위해서 기관 로그북에 기록되어야 한다.

(다) 선박의 운용 시 고조파필터 고장에 따른 영향의 완화

(a) 선내 배전시스템이 고조파필터를 포함할 경우, 배전시스템의 시스템 통합업체는 가해진 고조파 왜곡 수준에서 고조파필터의 고장에 따른 영향을 계산으로써 보여주어야 한다.

(b) 배전시스템의 시스템 통합업체는 고조파필터의 복합적인 고장뿐만 아니라 정상 작동 중에 허용 한도 내의 고조파 왜곡 수준을 유지하는 동안 배전시스템의 가능한 운용모드를 기록한 지침을 선주에게 제공하여야 한다.

(c) 제공된 지침의 계산 결과 및 유효성이 해상시운전 동안 검사원에 의해 입증되어야 한다.

(라) 고조파필터에 대한 보호조치

(a) 고조파필터 회로의 보호장치 작동 시 승무원에게 경보를 발하여야 한다.

(b) 고조파필터는 각 상의 개별 보호기능을 갖춘 3상단일 장치로 배치되어야 한다. 한 상에서 보호장치가 작동하면 전체 필터가 자동 분리되어야 한다. 추가적으로, 전류 불균형 시 승무원에게 경보를 발하는 과전류 보호장치와는 별도로 전류 불균형 감지 시스템이 설치되어야 한다.

(c) 파열로 인한 손상으로부터 보호하도록 도출밸브 또는 과압단로기와 같은 개별 콘덴서 성분에 대한 추가적인 보호장치가 고려되어야 한다. 이 경우 사용되는 콘덴서 종류를 감안하여야 한다.

202. 주전원 *(2019)*

1. 발전장치의 용량 및 배치

(1) 주전원은 중요용도 및 거주편의용도에 급전하는데 충분한 용량을 갖추어야 한다. 이 주전원은 적어도 2조의 발전장치로 구성되어야 한다.

(2) 이러한 발전장치의 용량은 어느 1조의 발전장치가 정지된 경우에도 통상의 추진 및 안전성을 유지하는데 필요한 설비에 급전할 수 있어야 한다. 또한, 취사, 난방, 일상용 냉장, 기계식통풍, 위생수 및 청수를 사용하는 것을 포함한 최소한의 쾌적한 거주생활을 유지하도록 급전하여야 한다.

(3) 선박의 추진 및 조타를 위하여 주전원을 필요로 하는 경우, 사용 중인 어느 하나의 발전기에 고장이 발생한 때에도 추진 및 조타와 선박의 안전을 확보하기 위하여 필요한 장치에 대한 전원공급이 유지되거나 즉시 복구되도록 시스템을 배치하여야 한다. 뿐만 아니라 지속되는 과부하로부터 발전기를 보호하기 위하여 우선차단장치 또는 이와 동등한 다른 장치를 갖추어야 한다. **【지침 참조】**

(4) 주전원은 추진기관 또는 추진축계의 속도 및 회전방향에 관계없이 중요용도 및 거주편의용도를 유지할 수 있도록 배치하여야 한다. **【지침 참조】**

(5) 발전장치는 어느 한대의 발전기 또는 발전장치의 일차 동력원을 운전할 수 없는 상태에서도 나머지의 발전장치를 이용하여 데드쉽상태로부터 주추진설비를 시동하는데 필요한 전기의 용도에 급전할 수 있어야 한다. 비상전원 단독으로 또는 다른 전원과 결합하여 203.의 2항 (2)호 (가)부터 (마)에서 요구하는 모든 설비에 충분한 전력을 동시에 공급할 수 있는 경우, 데드쉽상태로부터 시동을 위한 용도로 비상전원을 사용할 수 있다.

2. 변압기 및 전력변환장치

(1) 변압기의 용량과 수 **【지침 참조】**
급전회로에 사용하는 변압기의 용량과 수는 그 중 어느 1대가 사용할 수 없게 되어도 중요용도에 지장 없이 급전할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 축전지 충전장치용 변압기 및 전력변환장치

(가) 단일 충전장치에 연결된 축전지가 중요용도용 장비에 직류전원을 공급하는 유일한 수단일 경우, 정상적인 작동조건에서 이러한 단일 충전장치가 고장 나더라도 축전지가 완전히 소모되자마자 이들 용도의 전체 손실로 이어지지 않아야 한다. 이러한 전원의 연속성을 보장하기 위해 다음 중 하나가 준비되어야 한다.

(a) 이중의 축전지 충전장치

(b) 하나의 축전지 충전장치 및 그 축전지 충전장치와는 독립된 전환스위치를 갖춘 변압기/정류기(또는 스위칭 전력변환장치)

(c) 단일 축전지 충전장치 내에 전환스위치를 갖춘 이중의 변압기/정류기(또는 스위칭 전력변환장치)

(나) (가)의 요건은 단일 교류전원 공급장치를 갖추고 단일 변압기/정류기를 포함하는 장비에는 적용하지 않는다.

203. 비상전원

1. 적용

(1) 비상전원장치는 자기기전식(自己起電式)이어야 한다.

(2) 비상전원장치, 이와 관련있는 변압장치, 임시 비상전원장치, 비상배전반 및 비상조명용 배전반은 최상층의 전통갑판 상방에 설치되고 개방갑판으로부터 쉽게 접근할 수 있어야 한다. 또한 우리 선급이 특별히 승인한 경우를 제외하고 이러한 비상전원장치는 선수격벽 전방에 설치하여서는 아니 된다.

(3) 비상전원장치, 이와 관련있는 변압장치, 임시 비상전원장치, 비상배전반 및 비상조명배전반의 위치는 주전원장치, 이와 관련있는 변압장치 및 주 배전반을 설치한 장소 또는 *A*류 기관구역의 화재, 기타 사고가 비상전력공급, 제어 및 급전을 방해하지 아니하는 장소에 설치하여야 한다. 이 경우 비상전원장치, 이와 관련있는 변압장치, 임시 비상전원장치 및 비상배전반이 설치된 구역은 가능한 한 *A*류 기관구역 또는 주전원장치, 이와 관련있는 변압장치 및 주 배전반을 설치한 구역의 주위벽에 인접되어 있어서는 아니 된다.

(4) 어떠한 상황에서도 비상부하에 급전을 하기 위한 적절한 수단이 강구되어 있는 경우, 비상발전기는 예외적으로 또는 단시간동안 비상 이외의 급전회로에 사용할 수 있다. **【지침 참조】**

2. 비상전원장치의 용량 및 급전시간

(1) 비상전원장치의 용량은 동시에 운전되어야 할 부하를 고려하여 비상시의 안전상 불가결한 모든 부하에 충분히 급전할 수 있어야 한다.

(2) 비상전원장치는 특정한 부하의 기동전류와 과도적인 특성을 고려하고 최소한 다음의 부하(전기에 의존하는 것에 한한다.)에 각각 지정된 시간동안 동시에 급전할 수 있는 것이어야 한다. **【지침 참조】**

(가) SOLAS협약 제3장 제11규칙 4항에 의하여 요구되는 모든 소집장소 및 승정장소에서의 비상조명장치와 동 제16규칙 7항에 의하여 요구되는 비상조명장치에 대하여는 3시간.

(나) 다음에 설치된 비상조명장치에 대하여는 18시간.

(a) 모든 업무용 및 거주용 통로, 계단 및 출구, 승선자용 승강기 및 그 트렁크 내부

(b) 기관구역 및 주 발전장소와 그 제어장소

(c) 모든 제어장소 및 기관제어실 내부, 주 배전반 및 비상배전반 설치장소

(d) 모든 소방원장구의 격납장소

(e) 조타기 설치장소

(f) (바)에서 규정하는 소화펌프, 스프링클러 펌프, 비상빌지펌프의 각 설치장소 및 이들 전동기의 기동조작 장소

(g) 2002년 7월 1일 이후에 건조된 탱커의 모든 화물펌프실 내

(다) 국제해상충돌예방규칙에서 요구하는 항해등 및 기타 등화에 대하여는 18시간.

(라) 다음의 장치에 대하여는 18시간.
SOLAS협약 제4장 제7규칙(7.1.1 및 7.1.2항)에 의해 요구되는 VHF무선설비, 제4장 제9규칙(9.1.1 및 9.1.2항) 및 제10규칙(10.1.2 및 10.1.3항)에 의해 요구되는 MF무선설비, 제4장 제10규칙(10.1.1항)에 의해 요구되는 INMARSAT 선박지구국 및 제4장 제10규칙(10.2.1 및 10.2.2항) 및 제11규칙(11.1항)에 의해 요구되는 MF/HF 무선설비.

(마) 다음의 장치에 대하여는 18시간. 다만, 각 장치가 비상시 사용에 적합한 위치에 설치된 축전지에 의하여 18시간 독립적으로 급전을 받을 수 있도록 된 경우는 제외한다.

(a) 비상시에 요구되는 모든 선내 통신장치

(b) SOLAS협약 제5장 제19규칙에서 요구하는 항해설비. 다만, 이와 같은 설비를 설치하는 것이 불합리하거나 불가능한 경우, 총톤수 5,000톤 미만의 선박에 대하여는 이 규정의 적용을 면제시킬 수 있다.

(c) 화재탐지장치, 수동 및 자동 화재경보장치

(d) 단속적으로 사용하는 주간신호등, 기적 및 비상시에 요구되는 모든 선내 신호장치

(바) SOLAS협약 제2-2장 제10규칙에 의해 요구된 소화펌프(동력원을 비상용 발전기에 의존하는 경우에 한한다.) 1대에 대하여는 18시간.

(사) **5편 7장**에서 조타장치의 공급전원이 비상발전기에 의한 경우에는 동 규정에서 요구하는 시간.

(아) 단시간 항해에 규칙적으로 종사하는 선박으로서 적절한 안전기준에 만족된다고 인정되는 경우에는 (나)부터 (바)에서 규정하는 18시간을 12시간 이상의 범위로 단축할 수 있다.

3. 비상전원장치의 종류 및 성능

비상전원장치는 다음의 성능에 적합한 발전기, 축전지 또는 무정전 전원장치이어야 한다.

(1) 비상전원장치가 발전기인 경우에는 다음에 적합하여야 한다.

(가) 발전기는 인화점이 43℃(밀폐용기시험) 이상인 연료의 독립공급장치를 갖춘 적절한 원동기에 의하여 구동되어야 한다.

(나) (다)에서 규정하는 적합한 임시 비상전원장치가 비치되어 있지 않은 경우 비상발전기는 주전원장치로부터 급전이 정지될 때 자동적으로 기동되고 자동적으로 비상배전반에 접속되어야 한다. 또한 4항에 표시한 부하가 자동적으로 비상발전기에 접속되어야 한다.

(다) 비상발전기가 자동적으로 기동되고 4항에 규정하는 부하에 대하여 최대 45초 이내에 가능한 한 신속하고 안전하게 급전할 수 있도록 되어 있지 아니한 경우에는 4항에서 규정하는 임시 비상전원장치를 설치하여야 한다.

(2) 비상전원장치가 축전지인 경우에는 다음에 적합하여야 한다.

(가) 재충전하지 아니하고 방전하는 동안 전압이 ±12% 이내로 유지되면서 비상부하에 급전하여야 한다. **【지침 참조】**

(나) 주 전원이 상실된 경우에는 자동적으로 비상배전반에 접속되어야 한다.

(다) 최소한 4항에 규정된 부하에 즉시 공급하여야 한다.

(3) 비상전원장치가 무정전전원장치인 경우에는 **1203.**에 따른다. *(2021)*

(4) 추진력을 회복하기 위하여 전력이 필요한 경우, 비상전원의 용량은 데드쉽상태로부터 30분 이내에 선박의 추진력 및 관련 기기를 회복하기에 충분한 것이어야 한다. **【지침 참조】**

4. 임시 비상전원장치

3항의 (1)호 (다)에서 요구한 임시 비상전원장치는 비상시 사용에 적절한 위치에 설치되고, 다음의 규정에 적합한 축전지에 의하여 구성된 것이어야 한다.

(1) 재충전하지 아니하고 방전하는 동안 전압이 ±12 % 이내의 전압으로 유지되고, 또한 충분한 용량의 것이어야 한다. **【지침 참조】**

(2) 주전원장치 또는 비상전원장치 중 어느 하나에 고장이 발생하여도 최소한 다음 부하(전기에 의존하는 것에 한함)에 자동적으로 30분간 급전할 수 있는 것이어야 한다.

(가) 2항 (2)호 (가)부터 (다)에서 요구하는 조명장치. 이 경우 기관구역, 거주구역 및 업무구역에서 일시적으로 요구되는 비상조명은 영구적으로 설치되고 각각 자동충전되는 릴레이(relay)에 의하여 동작하는 축전지등(lamp)을 사용할 수 있다.

(나) 2항 (2)호 (마)의 (a), (c) 및 (d)에서 요구하는 모든 장치. 다만, 이러한 장치가 비상시 사용에 적합한 장소에 설치된 축전지에 의하여 규정된 시간동안 독립적으로 급전되는 경우에는 제외한다.

5. 비상전기설비의 배치 등

(1) 비상배전반은 가능한 한 비상전원장치에 근접하여 설치하여야 한다.

(2) 비상배전반은 조작에 지장이 없는 한 비상발전기와 동일장소에 설치하여야 한다. 또한, 원칙적으로 비상축전지와 동일장소에 설치하여서는 아니 된다.

(3) 비상전원장치가 축전지인 경우에는 축전지가 방전중임을 표시하는 장치를 주 배전반상 또는 기관제어 실내의 적절한

위치에 설치하여야 한다.

(4) 비상배전반은 정상적으로 작동시에 과부하 및 단락에 대하여 주 배전반측에서 적절히 보호되고, 또한 주전원의 고장시 비상배전반에서 자동적으로 차단할 수 있는 상호결합용 급전선에 의하여 주배전반으로부터 급전되어야 하며, 비상배전반으로부터 주배전반으로 역급전하도록 구성되어 있는 경우에는 비상배전반에 있어서도 최소한 단락에 대하여 보호되어야 한다.

(5) 비상전원이 신속한 사용을 위하여 필요하다면 비상회로만을 자동급전할 목적으로 비상회로 이외의 회로를 비상배전반에서 자동적으로 분리시키는 장치를 설치하여야 한다.

(6) 자동시동장치의 시험을 포함한 모든 비상설비에 대하여는 정기적 시험을 위한 조치가 강구되어야 한다.

6. 비상전원용 원동기의 시동

(1) 비상발전기는 0°C까지의 저온에서도 용이하게 시동할 수 있어야 한다. 다만, 이것이 어려울 경우 또는 보다 저온을 고려할 필요가 있을 경우에는 가열설비를 장비하는 등의 조치를 강구하여 언제라도 확실히 시동할 수 있도록 하여야 한다.

(2) 자동시동방식인 비상발전기에는 적어도 3회의 연속 시동이 가능한 에너지원을 가진 승인된 시동장치를 비치하여야 한다. 비상발전기를 기동하는 제2의 수단이 설치되어 있지 아니한 경우에는 저장된 에너지원이 자동기동 동작에 의해 완전히 소모되지 아니하도록 보호되어야 한다. 또한, 수동에 의한 시동의 유효성이 실증되지 아니한 경우에는 30분 이내에 추가로 3회 시동할 수 있도록 2차 에너지원을 비치하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 항상 축적된 에너지를 계속 유지하기 위하여 다음의 조치를 강구하여야 한다.

(가) 전기식 또는 전기유압식 시동장치는 비상배전반으로부터 급전되어야 한다.

(나) 압축공기식 시동장치의 압축공기는 적절한 체크밸브를 통하여 주 또는 보조 공기탱크로부터 공급받거나 또는 비상배전반으로부터 급전되는 비상공기 압축기에 의하여 공급받을 수 있다.

(다) 시동장치, 충전 또는 충기장치 및 에너지 축적장치는 모두 비상발전기구역에 비치하여야 한다. 이들 장치는 비상용발전기의 작동이외의 목적에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 이는 주 또는 보조압축공기계통에서 비상발전기구역에 설치된 체크밸브를 통하여 비상 발전기용 공기탱크에 급기하는 것을 배제하는 것은 아니다. *(2021)*

(4) 규칙에서 자동시동이 요구되지 않는 비상발전기는 수동 크랭킹 시동법, 관성시동법, 수동으로 충전되는 축압기에 의한 시동법, 화약 카트리지 시동법 등과 같은 수동조작에 의한 시동법의 유효성이 확인된 경우는 이와 같은 시동법을 사용할 수 있다.

(5) 수동시동이 곤란한 경우에는 (2)호 및 (3)호의 규정을 적용하여야 한다. 다만, 시동개시를 위한 조작은 인위적으로 할 수 있다.

204. 배전

1. 배전계통

(1) **일반사항** 모든 전기기기에는 배전반, 구전반 또는 분전반중 어느 것에 의하여 급전하여야 한다.

(2) **전등 및 동력에의 급전** 전등 및 동력에의 급전은 배전반에서 각각 별개의 회로로 하여야 한다.

(3) 절연감시장치 **【지침 참조】**

(가) 동력, 전열 및 조명용의 비접지식 배전계통의 1차측 및 2차측에는 대지 절연레벨을 연속적으로 감시하고 비정상적으로 낮은 절연값을 나타낼 경우 작동하는 가시 혹은 가청 경보장치를 설치하여야 한다. *(2021)*

(나) (가)의 절연감시장치에 흐르는 접지전류는 어떠한 경우에도 30 mA를 넘어서는 아니 된다.

(4) 선체귀선방식

(가) 탱커 및 총톤수 1600톤 이상의 선박에서는 다음의 경우를 제외하고 동력설비, 전열설비 또는 조명설비 회로에는 선체귀선방식을 사용하여서는 아니 된다.

(a) 선체외판 보호용의 외부전원식 음극방식 장치

(b) 지락, 절연감시 또는 이것에 대신하는 장치. 다만, 접지순환전류는 어떠한 경우에도 30 mA를 넘어서는 아니 된다.

(c) 내연기관의 시동, 점화용 전기계통 등 국부적 회로

(d) 위험장소에 선체전류를 발생시킬 위험이 없는 전기계통에 있어서 우리 선급이 인정하는 회로

(나) 선체귀선방식을 사용하는 경우, 최후의 보호장치 후방에 설치하는 모든 부회로는 2선으로 배선하여야 하며 우리 선급이 인정하는 특별한 예방조치를 하여야 한다. **【지침 참조】**

2. 부하의 불평형

(1) **직류 3선식** 배전반, 구전반 및 분전반에 있어서 전압선과 중성선 사이의 부하의 불평형은 가급적 전부하전류의 15 %를 넘어서는 아니 된다.

(2) **교류 3선식** 배전반, 구전반 및 분전반에 있어서 각 상의 부하의 불평형은 가급적 전부하전류의 15 %를 넘어서는

아니 된다.

3. 선외수전회로

(1) **접속상자의 설치** 선외전원으로부터 수전하는 회로에는 선외로부터의 급전선을 접속하는 접속상자를 적절한 장소에 설치하여야 한다. 또한 고압(1 kV 초과) 선외수전 회로에 대하여는 이 장 **15절**의 요건에도 적합하여야 한다.

(2) **접속상자의 보호장치** 접속상자에는 수전전류에 상당하는 단자 및 차단기 또는 퓨즈 및 단로기를 비치하여야 한다. 또한, 교류인 경우에는 상회전 방향지시장치, 직류인 경우에는 극성검지장치(極性檢知裝置)를 설치하여야 한다.
【지침 참조】

(3) **접속상자와 주배전반 사이의 케이블** 접속상자와 주배전반 사이의 케이블은 고정 배선으로 하고, 주배전반상에는 전원표시등과 스위치 또는 차단기를 설치하여야 한다.

(4) **인터록 장치**
모든 발전기(비상 발전기 포함)와 육전 장치 사이에는 육전이 선내 전원과 부주의하게 병렬운전이 되는 것을 방지하기 위하여 인터록 장치를 설치하여야 한다. 다만, 부하 이송을 위하여 선내 전원과 육전 사이의 단시간 병렬 운전은 허용될 수 있다.

4. 동력장치

(1) **중요한 동력회로** 중요용도로 사용되는 전기기기에 급전하는 동력회로에는 원칙적으로 항해중에 사용하지 아니하는 전기기기에 급전하는 회로를 접속하여서는 아니 된다.

(2) **회로의 용도별 분리** 주기관실 및 보일러실의 보기, 하역기계, 무선통신장치, 아크 탐조등 및 통풍장치 등에의 급전은, 배전반 또는 구전반에서 독립으로 배선하여야 한다.

(3) **통풍기회로** 화물창의 통풍기회로와 거주구획의 통풍기회로는 동일회로에서 급전하여서는 아니 된다.

5. 조타장치

조타장치의 전기설비는 **5편 7장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.

6. 항해등 회로

(1) **항해등의 급전회로** 항해등에의 급전은 항해등 표시기에서 각 등에 독립하여 배선하여야 한다.

(2) **항해등의 조작스위치** 항해등은 표시기에 부착한 퓨즈가 붙은 스위치 또는 차단기에 의하여 점멸되어야 한다.

(3) **항해등 표시기로의 급전회로** 항해등 표시기로의 급전은 주전원 및 비상전원으로부터 각각 별개의 급전선으로 급전되어야 한다.

(4) **급전회로의 보호장치** 급전회로에는 배전반과 표시기 이외에 스위치나 퓨즈를 설치하여서는 아니 된다.

(5) **항해등 표시기의 설치장소** 항해등 표시기는 항해선교 상의 보기 쉬운 장소에 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

7. 조명회로

(1) **기계실, 거주구 등의 조명** 주기관실, 보일러실, 넓은 기계실, 넓은 취사실, 선내통로, 단정 갑판으로 통하는 계단 및 공용실의 조명은 독립된 2회로로 하고 1회로에 고장이 발생하여도 암흑이 되지 아니하도록 전등을 배치하여야 한다. 2회로중 1회로는 비상전등회로로 할 수 있다.

(2) 주 조명장치는 주전원장치, 이와 관련된 주요변압장치, 주배전반 및 주조명배전반이 설치된 구획내의 화재 또는 기타의 사고에 의해 **203.**의 **2**항 (2)호 (가)부터 (다)에서 요구되는 비상조명장치의 기능이 상실되지 아니하도록 배치하여야 한다.

(3) 비상조명장치는 비상전원장치, 이와 관련된 변압장치, 비상배전반 및 비상조명배전반이 설치된 구획내의 화재 또는 기타의 사고로 **1**항에서 요구하는 주 조명장치의 기능이 상실되지 아니하도록 배치하여야 한다.

(4) **화물창, 석탄창고내의 고정전등** 화물창, 석탄창고내의 고정전등은 구획밖에 부착된 다극연결 스위치에 의하여 점멸되어야 한다. 또한 그 스위치 또는 스위치상자에는 자물쇠장치를 하여야 한다. 다만, 발화의 위험이 없는 화물을 적재하는 화물창에 설치하는 경우에는 그러하지 아니한다.

(5) 선내에서 통상 접근할 수 있고 여객 또는 선원에 의하여 사용되는 장소의 조명에 이용되는 주조명장치는 주전원으로부터 급전되어야 한다.

8. 통신 및 신호계통장치, 기타 등화의 급전회로

(1) **무선설비** 무선설비의 급전회로는 관계규칙의 요구에 따라서 설비하여야 한다.

(2) **선내통신설비** 선내통신설비의 급전회로는 **11절**의 규정에 따라야 한다.

(3) **주간신호등** 주간신호등의 급전은 전적으로 선박의 동력원에만 의존하여서는 아니 된다. 비상전원으로부터 급전하는 경우에는 **203.**의 **2**항 (2)호에 따라야 한다. **【지침 참조】**

(4) **비상경보장치** SOLAS협약 제3장 제6규칙 4.2항에 규정하는 선내방송장치 또는 기타 적절한 통신장치와 국제구명설비 코드(LSA Code) 제7장 7.2.1항에 규정하는 비상경보장치는 주전원 이외에 비상전원에 의하여도 급전될 수

있어야 한다.

(5) **홍등 및 정박등** 전기식의 홍등(not under command lights) 및 정박등(anchor lights)은 주전원 이외에 비상전원에 의하여도 급전될 수 있어야 한다.

9. **최종 지회로**

(1) **전동기** 중요용도에 사용되는 전동기 및 1 kW 이상의 전동기에는 원칙적으로 각각 독립한 최종 지회로를 설치하여야 한다.

(2) **전등**

(가) 전등용의 최종 지회로에는 전열기 및 전동기를 접속하여서는 아니 된다.

(나) 16A 이하의 최종 지회로에 접속하는 전등의 갯수는 다음에 규정한 수량 이하이어야 한다. 다만, 접속된 기구의 합계 부하전류가 결정되어 있고 그 값이 최종 지회로의 보호장치 정격전류의 80 %를 넘지 아니하는 경우에는 이에 따르지 아니한다. *(2019)*

50 V 이하의 회로	:	10개
51 V 부터 130 V 까지의 회로	:	14개
131 V 부터 250 V 까지의 회로	:	24개

(다) 10 A 이하의 전등 최종 지회로에 소켓이 집합된 장식등, 전기표지 및 기타를 접속한 경우는 전등의 갯수를 제한하지 아니한다.

(3) **전열기** 전열기는 개별적으로 최종 지회로를 설치하여야 한다. 다만, 16 A 이하의 최종 지회로에는 10개 이내의 소형전열기를 접속해도 좋다. *(2019)*

(4) **16 A를 넘는 정격의 최종 지회로** 16 A를 넘는 정격의 최종 지회로에는 1개의 전력소비기기만을 접속하여야 한다. *(2019)*

(5) **최종 지회로의 보호장치** 최종 지회로의 각 절연극에는 퓨즈 또는 차단기를 설치하여야 한다.

10. **회로의 정격표시**

각 회로의 통전용량은 과부하 보호장치의 정격 또는 조정치와 같이 표시하여야 한다.

205. 보호장치

1. **일반사항** 선박의 전기설비는 단락을 포함하는 모든 과전류에 대하여 보호하여야 한다. 이들의 보호장치는 고장회로를 차단하고 회로의 손상과 화재의 위험을 제거함과 동시에 가능한 한 다른 회로는 연속하여 사용할 수 있는 것이어야 한다.

2. **회로의 보호**

(1) 중성선 회로 및 균압선 회로를 제외한 모든 절연회로의 각 극 또는 각 상에는 단락보호장치를 설치하여야 한다.

(2) 과부하가 될 염려가 있는 회로에는 우리 선급이 예외적으로 허용하는 경우를 제외하고는 다음의 과부하보호장치를 설치하여야 하며, 각 회로의 과부하보호장치의 정격 또는 적정한 설정치를 보호장치의 설치장소에 영구적으로 표시하여야 한다. **【지침 참조】**

(가) 2선식 직류회로 또는 단상교류회로 : 적어도 어느 한 극에 대하여 1개.

(나) 3선식 직류회로 : 양 외선에 각 1개.

(다) 3상 3선식 교류회로 : 적어도 어느 2상에 대하여 각 1개.

(라) 3상 4선식 교류회로 : 각 상에 대하여 각 1개.

(3) 접지된 도체 및 중성선에는 퓨즈 및 연결이 안된 차단기 또는 스위치를 설치하여서는 아니 된다.

3. **차단기 및 퓨즈**

(1) 차단기 및 퓨즈는 **8절**의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(2) 차단기는 그 접속도체를 떼어내거나 또는 전원을 끊는 일이 없이 수리 또는 교환이 가능하도록 고려되어야 한다. 다만, 별도로 단로장치가 설치된 경우에는 이에 따르지 아니한다.

(3) 발전기용 및 과부하 보호용 차단기의 과전류 계전기는 배선용 차단기를 제외하고 동작 전류치 또는 시한을 조정할 수 있는 것이어야 한다.

4. **과부하보호**

(1) 차단기의 과전류 트립핑 특성 및 퓨즈의 용단특성은 전기기기 및 케이블의 열용량을 고려하여 적절하게 선정하여야 한다.

(2) 정격전류가 200 A를 넘는 퓨즈는 과부하 보호용에 사용하여서는 아니 된다.

5. 단락보호 【지침 참조】

(1) 단락 보호장치의 정격 차단전류는 그 보호장치로 차단할 단락전류의 최대치 이상이어야 한다.

(2) 단락 보호장치의 정격 차단전류가 전호에 적합하지 아니할 경우에는 전원측에 단락전류 이상의 정격 차단전류를 가진 퓨즈 또는 차단기를 설치하여 보호하여야 한다. 그러나 발전기용 차단기를 뒷받침 차단기(back-up breaker)로서 사용하여서는 아니 된다. 또 다음의 경우에 부하측 차단기는 과도한 손상을 받는 일이 없이 계속하여 사용할 수 있는 것이어야 한다.

(가) 뒷받침차단기(back-up breaker)나 퓨즈가 단락전류를 차단할 경우.

(나) 부하측의 차단기는 단락전류를 투입하고, 차단을 뒷받침차단기 또는 퓨즈로 할 경우.

(3) 단락 전류를 통하게 할 수 있는 차단기 또는 스위치의 정격 투입 전류는 그 장치로서 투입할 단락전류의 최대치 이상이어야 한다.

(4) 회전기의 단락전류가 명료치 않을 경우에는 차단단락전류를 다음의 각호에 따라 결정할 수 있다. 그리고 전동기가 부하로 되어 있을 경우에는 발전기의 단락전류에 전동기의 단락전류를 가산하여야 한다.

(가) 직류인 경우

접속되는 발전기(예비를 포함)에 대하여 : 정격전류 총합의 10배

동시에 사용되는 전동기에 대하여 : 정격전류 총합의 6배

(나) 교류인 경우

접속되는 발전기(예비를 포함)에 대하여 : 정격전류 총합의 10배

동시에 사용되는 전동기에 대하여 : 정격전류 총합의 3배

6. 발전기의 보호 【지침 참조】

(1) 단락 및 과부하 보호

발전기는 모든 절연극을 동시에 차단할 수 있는 다극차단기에 의해 단락 및 과부하 보호를 하여야 한다. 다만, 정격출력이 65 kVA 미만인 발전기는 각 절연극에 퓨즈를 가진 다극 연결스위치에 의해 보호할 수 있다. 과부하 보호는 발전기의 열용량에 대하여 적절한 것이어야 한다.

(2) 역전력 보호

(가) 병렬운전을 하는 직류발전기에는 전호에 규정하는 것 이외에 발전기의 정격전류의 2~15 % 사이의 역전류의 일정치에 대하여 즉시 동작하는 보호장치를 설치하여야 한다. 다만, 윈치용 전동기 등과 같이 부하측에서 발생하는 역전류가 있는 경우는 예외이다.

(나) 병렬운전을 행하는 교류발전기에는 (1)호에 규정하는 것 이외에 원동기의 특성에 따라 발전기의 정격출력의 2~15 % 사이의 일정치를 선택설정할 수 있는 한시부(限時付) 역전력 보호장치를 설치하여야 한다.

(3) 부족전압 보호

다른 발전기 또는 육전과 병렬 운전하는 발전기에 대하여 발전기가 발전하지 않고 있을 때는 발전기용 차단기가 닫히지 않도록 하고, 또한 발전기의 전압 저하시에 발전기가 모선에 접속되지 않도록 조치하여야 한다. 이 목적용으로 부족전압 트립장치를 설치하는 경우에는 차단기의 투입 방지에 대하여는 순시로 동작하지만, 차단기를 트립할 때는 선택 차단을 위하여 시한을 마련하도록 하여야 한다.

7. 동력 및 조명용 변압기의 보호

(1) 동력 및 조명용 변압기의 1차측은 차단기 또는 퓨즈에 의해서 단락 및 과부하 보호를 하여야 한다.

(2) 변압기가 병렬운전 될 경우에는 2차측에 단로장치를 설치하여야 한다. 스위치 및 차단기는 서지 전류에 견딜 수 있는 것이어야 한다.

8. 전동기의 보호

(1) 정격출력이 0.5 kW를 넘는 전동기 및 중요용도로 사용되는 전동기에는 각각 과부하 보호를 하여야 한다. 다만, 조타전동기는 **5편 7장 207.**의 규정에 따라야 한다.

(2) 보호장치는 전동기를 기동할 수 있는 한시 특성을 갖는 것이어야 한다.

(3) 연속적으로 사용하지 아니하는 전동기에 대해서는 사용조건을 고려하여 보호장치를 정하여야 한다.

9. 급전회로의 보호 【지침 참조】

(1) 구전반, 분전반, 집합기동기반 등의 급전회로는 다극 차단기 또는 퓨즈에 의하여 단락 및 과부하보호를 하여야 한다. 또한 퓨즈를 사용할 경우는 원칙적으로 그 전원측에 **1004.**의 **3**항의 규정에 적합한 스위치를 설치하여야 한다.

(2) 과부하 보호장치를 가진 각 전동기에의 공급전류 회로에는 단락 보호장치만을 비치할 수 있다.

(3) 퓨즈를 3상교류 전동기회로의 보호에 사용하는 경우에는 단상 운전에 대한 보호에 대하여 주의하여야 한다.

10. 축전지의 보호 기관 시동용의 축전지를 제외하고 축전지에는 가능한 한 가까운 곳에 단락 및 과부하 보호장치를 설

치하여야 한다. 다만, 중요용도에 공급되는 비상용 축전지에는 단락 보호장치만 설치하면 된다.

11. 계기, 표시등 및 제어회로 보호

(1) 전압계, 계기의 전압코일, 지락검출장치, 표시등 및 이들의 접속선은 각 절연극에 퓨즈를 설치하여 보호하여야 한다. 다만, 다른 장치와 일체로 되어 설치된 표시등은 그 표시등 회로의 사고가 중요한 장치에의 전류공급에 지장이 되지 아니하는 경우에는 단독 보호를 할 필요는 없다. 또한, 자동 전압조정기 등과 같이 전압의 상실로 인하여 중대한 영향을 받는 회로에는 퓨즈의 설치를 생략할 수 있다.

(2) 모선 및 발전기 주회로에 직결한 조작회로, 계기회로 등의 전선은 접속점에 가능한 한 가깝게 퓨즈를 설치하여 보호하여야 한다. 또한, 접속점으로부터 퓨즈까지의 전선은 다른 회로의 전선과 같이 묶어서 배선하여서는 아니 된다.

제 3 절 회전기계

301. 일반사항

1. **고장 전류에 대한 고려** 발전기는 고장전류에 의해서 부하를 선택 차단하는 경우, 트립장치가 한시 동작하기까지 고장 전류에 의한 기계적 및 열적 영향에 견디는 것이어야 한다.
2. **회전기계의 단자상내의 절연거리** 회전기계의 단자상내부의 절연거리는 **표 6.1.3**에 규정하는 값 이상이어야 한다. 다만, 공간거리에 절연물이 있는 것 또는 소형전동기(조작 전동기, 싱크로 전동기 등)에는 적용하지 아니한다.

표 6.1.3 회전기계의 단자상내 절연거리의 최소치

기기의 정격전압(V)	공간거리(mm)	연면거리(mm)
61 ~ 250	5	8
251 ~ 380	6	10
381 ~ 500	8	12

3. **공기냉각기 및 수분응결 방지**
   (1) 회전기계에 공기냉각기를 설치하는 경우에는 열교환기중의 누수 혹은 수분응결로 생긴 물이 회전기계에 침투할 염려가 없도록 하여야 한다.
   (2) 회전기계의 내부에 수분이 응결하여 절연을 손상할 염려가 있을 경우에는 이를 방지하는 스페이스 히터(space heater) 등과 같은 적절한 수단을 강구하여야 하며, 회전기계와 스페이스 히터(space heater)는 동시에 작동되지 않도록 인터록 되어야 한다.

302. 발전기용 원동기

1. **적용** 원동기는 그 종류에 따라 해당 규정에 적합하여야 하며 다음 각 항의 규정에도 만족하여야 한다.
2. **원동기의 조속기** 원동기로 구동되는 주 및 비상발전기의 조속기는 다음의 조건을 만족하여야 한다.
   (1) 주전원 및 비상전원용 발전기를 구동하는 원동기에는 최대전기스텝부하가 투입되거나 차단될 때 전기네트워크의 순간주파수변동이 정격주파수의 ± 10 %를 초과하는 것을 방지하고 안정상태로의 회복시간이 5초를 초과하지 않는 조속기를 설치하여야 한다. 발전기 한 대의 정격출력과 동등한 스텝부하가 차단되는 경우, (5)호에서 요구하고 있는 과속도방지장치의 작동을 야기하지 않는다는 것을 전제로 정격속도의 10 %를 초과하는 순간속도변동은 허용된다.
   (2) 2단계 투입방식으로 전기적 부하를 투입할 수 있어야 하며 무부하에서 운전 중인 원동기에 발전기 정격출력의 50 %까지 갑자기 부하를 가한 다음 속도가 안정상태로 회복할 수 있는 충분한 시간이 경과한 후에 나머지 50 % 부하를 가한다. 안정상태란 속도변동 포락선이 새로운 출력에서 규정된 속도의 1%를 초과하지 않는 상태를 말하며 5초 이내에 안정상태에 도달하여야 한다. **【지침 참조】**
   (3) 무부하와 정격출력 사이의 모든 부하에서 정상상태의 속도변동은 정격속도의 ± 5 % 이하이어야 한다.
   (4) 다음의 경우에도 비상발전기는 (1)호 및 (3)호의 요건에 만족하여야 한다.
      (가) 합계소비부하가 갑자기 가해질 경우
      (나) 합계소비부하가 아래의 조건으로 단계적으로 주어질 경우
         - 주배전반에 전력이 손실된 후 합계부하가 45초 이내에 공급될 것
         - 최대 스텝부하가 표시되고 확인될 것
         - 배전장치는 표시된 최대 스텝부하를 초과한 부하가 투입되지 않도록 설계될 것
         - 상기 조건에 따른 시간지연과 순차적 부하투입이 시운전에서 확인될 것
   (5) 조속기 이외에 발전기를 구동하고 정격 출력이 220 kW 이상인 각 원동기에는 정격속도의 115%를 넘지 않도록 조정된 별도의 과속도방지장치가 설치되어야 한다.
3. **병렬운전하는 교류발전기의 원동기의 조속기** 병렬운전하는 교류발전기를 구동하는 원동기의 조속기는 306.의 4항에 규정하는 부하분담을 확실히 행하는 것이어야 하고 또한 상용주파수에서 발전기 전부하의 5 % 이내의 부하이동을 용이하게 할 수 있는 것이어야 한다.
4. **병렬운전하는 터빈 구동의 직류발전기** 병렬운전하는 터빈 구동의 직류발전기는 과속도 조속기가 동작하였을 때 발전기의 차단기를 여는 장치를 설치하여야 한다.

303. 회전기계축

1. **회전기계축** 회전기계축의 회전자가 부착된 부분으로부터 구동측 축끝부분 또는 부하측 축끝부분까지의 지름은 **5편 3장 203.**에 규정된 식에 의한 것 이상이어야 하며, 이 산식에서 P, n 및 F는 다음에 의한다. **【지침 참조】**

   P : 회전기계의 정격출력(kW)
   n : 회전기계의 회전수(rpm)
   F : 정수로서 **표 6.1.4**에 따른다.
   다만, 최소 축지름에 응력집중 부위가 있을 경우, 또는 운전중 통상 전달토크보다 현저하게 큰 토크가 발생할 우려가 있는 경우에는 이를 고려하여 이 F값을 우리 선급이 인정하는 값까지 증가시켜야 한다.

표 6.1.4 F 값

회전기계축의 베어링 배치	증기기관 또는 가스터빈을 원동기로 하는 발전기의 경우, 디젤기관을 원동기로 하는 것 중 슬립커플링(1)을 가진 발전기의 경우 및 전동기의 경우	디젤기관을 원동기로 하는 발전기중 좌측에 해당되지 않는 경우
회전기계축의 양단에 베어링을 가진 경우	110	115
회전기계의 원동기측 또는 부하측의 축단에 베어링을 갖지 아니하는 경우	120	125
(비고) (1) 여기서 슬립커플링이라 함은 유체커플링, 전자커플링 또는 이것과 동등한 커플링을 말한다.		

2. **축의 커플링 부근** 회전기계축의 양단에 베어링을 가진 경우 구동측의 커플링 부근 및 축베어링 접촉부분의 최소지름은 급격한 모양의 변화가 없는 것에 한하여 1항에 따른 계산상 소요지름의 0.93배로 할 수 있다.
3. **비틀림진동** 발전기 축계는 사용회전수 범위내에서 과대한 진동을 일으키지 아니하도록 설계되어야 한다. 이 경우 디젤기관으로 구동되는 발전기축의 비틀림진동에 대하여는 **5편 4장 203.**의 규정에 따른다.

304. 온도상승 【지침 참조】

1. 정격부하로 연속 운전하는 경우 또는 각각의 시간정격에 대응하여 운전하는 경우, 회전기계의 온도상승은 **표 6.1.5**에 표시하는 값을 넘어서는 아니 된다.
2. 정지형 여자장치의 온도상승은 406.의 2항에 따른다.
3. 공기냉각기를 설치하여 강제 냉각하는 회전기계의 온도상승은 냉각기 입구의 냉각수 온도가 32 ℃ 이하인 경우에는 **표 6.1.5**의 값보다 13 ℃ 높게 할 수 있다.
4. 기준주위온도가 45 ℃를 초과하는 경우, 온도상승한도는 **표 6.1.5**의 값보다 그 차이만큼 낮게 해야 한다.
5. 기준주위온도가 45 ℃ 이하인 경우, 온도상승한도는 **표 6.1.5**의 값보다 그 차이만큼 높게 할 수 있다. 이 경우, 기준주위온도는 40 ℃ 아래로 설정하여서는 아니 된다.

표 6.1.5 회전기계의 온도상승 한도 (°C) (기준주위온도의 한도 45°C)

항		회전기계의 부분	A종절연			E종절연			B종절연			F종절연			H종절연		
			온도계법	저항법	매입온도계법	온도계법	저항법	매입온도계법	온도계법	저항법	매입온도계법	온도계법	저항법	매입온도계법	온도계법	저항법	매입온도계법
1	a)	출력 5,000kW(kVA) 이상인 회전기계의 교류권선	-	55	60	-	-	-	-	75	80	-	95	100	-	120	125
	b)	출력 200kW(kVA) 초과 5,000kW(kVA) 미만인 회전기계의 교류권선	-	55	60	-	70	-	-	75	85	-	100	105	-	120	125
	c)	출력 200kW(kVA) 이하인 회전기계 교류권선에서 1d) 또는 1e)의 규정 이외의 것 *1	-	55	-	-	70	-	-	75	-	-	100	-	-	120	-
	d)	출력 600W(VA) 미만인 회전기계의 교류권선 *1	-	60	-	-	70	-	-	80	-	-	105	-	-	125	-
	e)	송풍기가 없고(또는) 밀폐된 권선을 가진 자기냉각 방식의 회전기계의 교류권선 *1	-	60	-	-	70	-	-	80	-	-	105	-	-	125	-
2		정류자를 갖는 전기자 권선	45	55	-	60	70	-	65	75	-	80	100	-	100	120	-
3		4항 이외의 직류 여자형 회전기계의 계자권선	45	55	-	60	70	-	65	75	-	80	100	-	100	120	-
4	a)	동기유도 전동기를 제외한 슬롯내에 매입된 직류 여자권선이 있는 원통형 회전자를 갖는 동기기의 계자권선	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	105	-	-	130	-
	b)	2층권 이상인 직류 회전기계의 고정계자권선	45	55	-	60	70	-	65	75	85	80	100	105	100	120	130
	c)	2층권 이상인 교류 및 직류회전기계의 저저항 계자권선 및 직류회전기계의 보상권선	55	55	-	70	70	-	75	75	-	95	95	-	120	120	-
	d)	교류 및 직류회전기계의 노출된 나단층권선 또는 바니시 칠이 되어있는 단층권선 및 직류 회전기계의 단층보상권선 *2	60	60	-	75	75	-	85	85	-	105	105	-	130	130	-
5		영구적으로 단락된 권선	기계적으로 지장이 없고, 또한 부근의 절연물에 손상을 주지 않는 온도														
6		직접 절연물에 접촉되거나 접촉되지 않는 전자철심 및 기타부품 (베어링 제외)															
7		브러시가 있는 정류자 및 슬립링	기계적으로 지장이 없고, 또한 부근의 절연물에 손상을 주지 않는 온도 브러시와 정류자/슬립링의 접촉부분이 충분하게 작동하는 온도														

(비고)

1. 출력 200 kW(kVA) 이하인 회전기계(*1로 표시된 것)의 A, E, B 및 F종절연의 권선에 대해 중첩시험법을 적용하는 경우에는, 저항법에 대한 온도상승 한도를 5 °C 높게 할 수 있다.
2. 하부층 권선이 각각 순환냉매에 접촉하는 경우, 다층의 계자권선도 적용한다.

305. 선박용 직류발전기

1. **직류발전기의 종류** 직류 발전기는 2항에 규정하는 것을 제외하고 다음 중 어느 것이어야 한다.
   (1) 복권발전기
   (2) 자동전압조정기가 붙은 분권발전기
2. **축전지 충전용 직류발전기의 종류** 조정용 직렬저항을 갖지 않는 축전지 충전용 직류발전기는 다음 중 어느 것이어야 한다.
   (1) 분권발전기
   (2) 충전시에 직권권선을 차단할 수 있는 스위치를 갖는 복권발전기
3. **직류발전기의 계자조정기** 직류발전기의 계자조정기는 동작온도하에서 무부하로부터 전부하까지의 모든 부하에 걸쳐 100 kW를 넘는 발전기에서는 정격 전압의 0.5 % 이내, 100 kW 이하인 발전기에서는 정격전압의 1 % 이내로 각각 조정할 수 있는 것이어야 한다.
4. **직류발전기의 종합 전압변동 특성** 직류발전기의 종합 전압변동 특성은 각 호의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 회전속도는 전부하에서 정격속도에 맞추어야 한다.
   (1) 분권발전기 : 온도시험을 한 후 계속하여 전부하에서 정격전압에 맞춘 경우 무부하에서의 안정 전압은 전부하시 전압의 115 %를 넘어서는 아니 된다. 또한 모든 부하에 있어서의 전압은 무부하시의 전압을 넘어서는 아니 된다.
   (2) 복권발전기 : 온도시험을 한 후 계속하여 20 % 부하에서 전압을 정격전압의 ±1 % 이내로 맞춘 경우 전부하시의 전압은 정격전압의 ±1.5 % 이내이어야 한다. 또한 20 % 부하와 100 % 부하간을 점차로 증가시키거나 점차로 감소시켰을 때 전압 변동곡선의 각 부하에 있어서의 평균치는 정격전압보다 3 % 이상 변동하여서는 아니 된다. 다만, 병렬 운전을 행하는 복권발전기는 부하를 20 %로부터 100 %까지 점차로 증가한 경우, 전압강하는 정격전압의 4 %까지 허용한다.
   (3) 3선식 발전기 : 각 호의 규정에 적합한 이외에 양극선이나 음극선에는 정격전류를, 중성선에는 정격전류의 25 %를 통했을 경우 양극선과 중성선에 대한 전압과 음극선과 중성선에 대한 전압의 차이가 양극선과 음극선간의 정격전압의 2 %를 넘어서는 아니 된다.
5. **직류발전기의 부하부담** 직류발전기를 병렬 운전하는 경우 각 발전기 부하의 불평형은 각 발전기 정격 출력 총합의 20 %와 100 % 사이에 있는 모든 부하에 있어서 각 발전기 정격출력에 비례하여 분담한 부하와 각 발전기 출력과의 차가 각각 최대발전기 정격출력의 ±10 %를 넘어서는 아니 된다. 다만, 이 경우 각 발전기는 75 % 부하에 있어서 그 정격부하에 비례한 부하를 분담하도록 조정하여야 한다.
6. **직권 계자권선** 2선식 복권발전기의 직권계자권선은 음극측에 접속하여야 한다.
7. **균압선의 단면적** 직류발전기의 균압선의 단면적은 발전기와 배전반 사이의 음극 접속선의 단면적의 50 % 미만이어서는 아니 된다.

306. 선박용 교류발전기

1. **자동 전압조정기** 각 교류발전기에는 자동 전압조정기를 비치하여야 한다. 다만, 자려식 발전기는 예외로 한다.
2. **교류발전기의 안정 종합 전압변동 특성** 교류발전기에 있어서 안정된 종합 전압변동 특성은 무부하에서 전부하까지의 모든 부하에 있어서 정격역률하에서 정격전압의 ±2.5 % 이내이어야 한다. 다만, 비상용 발전기의 경우에는 3.5 % 이내로 할 수 있다.
3. **교류발전기의 여자장치** 교류발전기의 여자장치는 발전기의 정격전류의 3배 이상의 단락전류를 2초간 지속할 수 있어야 한다. 다만, 차단기의 보호협조에 지장이 없는 경우에는 이에 따르지 아니한다.
4. **교류발전기의 부하분담**
   (1) 교류발전기를 병렬운전할 경우, 각 발전기의 유효전력의 불평형은 각 발전기 정격출력 총합의 20%와 100% 사이에 있는 모든 부하에서 각 발전기 정격출력에 비례하여 분담한 부하와 각 발전기 출력과의 차이가 다음 (가) 또는 (나) 중 낮은 값을 넘지 아니하고 안정운전이 되어야 한다. 다만, 이 경우 각 발전기는 75% 부하에서는 그 정격부하에 비례한 부하를 분담하도록 조정하여야 한다.
      (가) 최대용량의 발전기 정격유효전력의 15%
      (나) 각 발전기 정격유효전력의 25%
   (2) 교류발전기를 병렬운전할 경우, 각 발전기의 실제 무효전력과 전체 부하에서 각 발전기의 정격무효전력에 비례하여 분담한 무효부하와의 차이가 다음 (가) 또는 (나)중 낮은 값을 넘지 아니하고 안정적으로 운전할 수 있어야 한다.
      (가) 최대용량의 발전기 정격무효전력의 10%
      (나) 최소용량의 발전기 정격무효전력의 25%

307. 축전류

회전기계의 축과 베어링과의 사이에 순환전류를 발생할 염려가 있을 경우에는 이를 방지하는 적절한 수단을 강구하여야 한다.

308. 용접 【지침 참조】

회전기계의 축 및 동력전달 부분에 용접을 할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

309. 시험 및 검사

1. **일반사항** 중요 용도의 회전기계는 그 구조가 규정에 적합한 것을 확인하고 다음의 시험을 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 소용량의 회전기계에 대하여 검사원의 입회검사를 생략할 수 있다.
2. **축재료 시험**
   (1) 100 kW(kVA) 이상의 회전기계(비상발전기는 제외)의 축재료는 **2편 1장**의 규정에 따라 시험 및 검사를 하여야 한다.
   (2) 100 kW(kVA) 미만 또는 비상발전기용 회전기계의 축재료는 한국산업규격에 적합한 것 또는 이와 동등한 것이어야 한다.
3. **온도시험** 회전기계를 전부하 상태에서 온도가 일정하게 될 때까지 연속 운전한 후 각 부분의 온도상승은 **304.**에 규정하는 값을 넘어서는 아니 된다. **【지침 참조】**
4. **과전류 또는 초과 토크 시험** 특수한 경우를 제외하고 회전기계는 온도시험후 전압, 회전수 및 주파수를 가능한 한 정격치로 유지하여 다음에 규정하는 과전류 또는 초과 토크 시험을 하고 여기에 견디어야 한다. 여기에서 특수한 경우라 함은 갑판기(윈치, 윈들러스, 무어링윈치 등)용 전동기 및 단상교류 전동기 등을 말한다. *(2017)* **【지침 참조】**

종류	과전류 또는 초과 토크	시간(초)
직류발전기	50 % 과전류	15
교류발전기	50 % 과전류	120
직류전동기	50 % 초과 토크	15
	또는 50 % 과전류	120
동기전동기	50 % 초과 토크	15
	또는 50 % 과전류	120
유도전동기	60 % 초과 토크	15
	또는 50 % 과전류	120

5. 과속도 시험 회전기계는 다음에 규정하는 과속도시험을 하고 2분간 견디어야 한다. **【지침 참조】**

종류		시험속도
발전기	터빈 구동	정격속도 × 1.15
	내연기관 구동	정격속도 × 1.20
	기타의 것	정격속도 × 1.25
전동기	분권전동기	정격속도 × 1.25
	직권전동기	정격속도 × 2.0
	복권전동기	무부하속도 × 1.25
	동기전동기	동기속도 × 1.25
	유도전동기	동기속도 × 1.25

6. 절연저항 측정시험

(1) 회전기계는 온도시험 및 내전압시험 후 즉시 직류절연저항측정기를 이용하여 다음 부분에 대해 절연저항을 측정하여야 한다.

(가) 접지와 모든 통전부 간

(나) 각 극 또는 상의 양끝단이 서로 근접한 경우, 서로 다른 극 또는 상의 통전부 간

(2) 시험전압 및 절연저항의 최소값은 다음과 같다. (*2017*)

정격전압 Un (V)	최소시험전압 (V)	시험최소절연저항 (MΩ)
$Un \le 250$	$2 \times Un$	1
$250 < Un \le 1{,}000$	500	
$1{,}000 < Un \le 7{,}200$	1000	$1 + \frac{U_n}{1000}$
$7{,}200 < Un \le 15{,}000$	5000	

7. 내전압시험 회전기계는 **표 6.1.6**에 규정하는 상용 주파수의 교류전압으로 충전부분 상호간 및 충전부와 대지사이에 내전압시험을 하고 1분간 이에 견디어야 한다.

표 6.1.6 시험전압

항	시험부분		시험전압(실효치)(V)
1	정격출력이 1 kW(또는 kVA) 미만이고 정격전압이 100V 미만인 회전기계의 절연권선 (다만, 3항~6항에 규정한 것은 제외)		$2E + 500$
2	회전기계의 절연권선 (다만, 1항 및 3항~6항에 규정한 것은 제외)		$2E + 1{,}000$ (최소 1,500 V)
3	직류기의 타려권선(他勵卷線)		$2E_f + 1{,}000$ (최소 1,500 V)
4	동기발전기, 동기전동기 및 동기조상기의 계자권선	$E_x \leqq 500$ V $E_x > 500$ V	$10E_x$ (최소 1,500 V) $2E_x + 4{,}000$
		계자권선을 단락하여 시동하거나 계자권선 저항의 10배 미만의 저항에 접속하여 기동하고자 할 때	$10E_x$ (최소 1,500 V, 최대 3,500 V)
		계자권선을 개로하여 시동하거나 계자 권선저항의 10배 이상의 저항에 접속하여 기동하고자 할 때	$2E_y + 1{,}000$ (최소 1,500 V)
5	영구적으로 단락되지 않는 경우(예, 가변저항기동을 하려는 경우)의 유도전동기 또는 동기유도전동기의 2차 (통상 회전자)권선	비역전식 전동기 또는 정지상태에서만 역전시킬 수 있는 전동기	$2E_s + 1{,}000$
		운전중에 1차 전원을 바꿈으로써 역전되거나 제동되는 경우	$4E_s + 1{,}000$
6	여자기 (다만, 동기전동기 또는 동기유도전동기 기동시에 접지되어 있거나 계자권선으로부터 분리되어지는 여자기 또는 타여자 계자권선의 여자기는 제외)		$2E_i + 1{,}000$ (최소 1,500 V)

(비고)

1. E : 정격전압
   E_f : 계자회로의 최대정격전압
   E_x : 정격계자전압
   E_y : 회전자를 정지하고 기동전압을 전기자권선에 가했을 경우의 계자권선 또는 기동용 회전자권선의 단자에서의 유기전압. 다만, 계자권선 또는 기동용 회전자권선에 저항을 접속하여 기동하는 경우에는 그 상태에서의 단자전압.
   E_s : 회전자가 정지된 상태에서 2차권선 단자사이의 정지유도전압
   E_i : 정격여자전압
2. 하나의 공통단자를 갖는 2상 권선에 있어서 정격전압(E)는 운전중 어떤 두단자 사이에서 나타나는 최대실효전압을 기준으로 한다.
3. 계층 절연을 갖는 회전기계의 내전압시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
4. 여자장치의 반도체 정류기에 대하여는 **12절**의 규정에 따른다.

8. 전압변동 특성시험 발전기는 다음과 같은 전압변동 특성시험을 하고 합격하여야 한다. **【지침 참조】**

(1) 305.의 4항 또는 306.의 2항의 요건에 대한 시험

(2) 정격전압 및 정격속도로 운전중인 교류발전기에 지정된 전류 및 역률 한도내의 급격한 부하변동의 경우에도 전압은 정격전압의 85 % 미만이 되거나 120 %를 초과하여서는 아니 되며, 주발전기의 경우 1.5초 이내에 정격전압의 ±3 %이내, 비상발전기의 경우 5초 이내에 정격전압의 ±4 % 이내로 회복되어야 한다.

9. 권선저항 측정시험 회전기계의 권선저항을 브리지방식 또는 전류 및 전압방식으로 측정하여야 한다.

10. 정류시험 정류자를 가지는 회전기계는 무부하로부터 50 % 과부하까지의 모든 부하에 있어서 브러시를 이동하지 않고 정류자면에 유해한 불꽃이 발생하여서는 아니 된다. **【지침 참조】**

11. 정상 단락회로상태의 확인 전압조정장치를 갖는 발전기는 정상 단락회로상태에서 2초동안(정확한 자료가 있는 경우에는 트립핑장치에 설정된 지연시간동안) 정격전류의 3배 이상의 전류를 기기의 손상없이 유지할 수 있어야 한다. **【지침 참조】**

12. 무부하시험 전동기는 정격전압 및 정격주파수로 무부하에서 운전하며, 발전기는 정격전압 및 정격속도에서 무부하

로 운전하여야 한다. 운전중 회전기계의 진동과 가능하면 베어링의 윤활장치의 작동상태를 검사한다.

13. **병렬운전시험** 병렬운전을 하는 발전기는 병렬운전시험을 하고 305.의 5항 또는 306.의 4항의 규정에 합격하여야 한다.

14. **베어링의 확인** 플레인 베어링(plane bearing)을 갖는 회전기계는 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 시험이 끝난 후 개방하여 축 및 베어링의 상태를 검사할 수 있다.

15. **보호등급 확인**

보호등급에 대해서는 **지침 표 6.1.1 ~ 6.1.6** 또는 IEC 60034-5:2000+AMD1:2006에 따라 확인하여야 한다. *(2022)*

16. **시험**

회전기계의 시험은 그 종류에 따라 다음 표와 같다. (*2017*)

번호	시험	교류 발전기		교류 전동기		직류기	
		동형선 또는 호선별 각 형식의 첫 번째 제품	두 번째 이후의 제품(1)	동형선 또는 호선별 각 형식의 첫 번째 제품	두 번째 이후의 제품(1)	동형선 또는 호선별 각 형식의 첫 번째 제품	두 번째 이후의 제품(1)
1	도면승인(9)	X	X	X	X	X	X
2	육안검사	X	X	X	X	X	X
3	축재료 시험	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)
4	온도 시험	X	X(8)	X	X(8)	X	X(8)
5	과전류 및 초과 토크 시험	X	X(3)	X	X(3)	X	X(3)
6	과속도 시험	X	X	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)
7	절연저항 측정시험	X	X	X	X	X	X
8	내전압 시험	X	X	X	X	X	X
9	전압변동 특성시험	X	X(5)				
10	권선저항 측정시험	X	X	X	X	X	X
11	정류시험					X(6)	
12	정상 단락회로상태의 확인(7)	X	X(8)				
13	무부하 시험	X	X	X	X	X	X
14	베어링 확인	X	X	X	X	X	X
15	보호등급 확인	X(8)	X(8)	X(8)	X(8)	X(8)	X(8)

(비고)
(1) 시험 성적서에는 호선별 첫 번째 제품 시험에 합격한 기계의 제조자 일련번호와 그 시험 결과를 포함하여야 한다.
(2) 100 kW(발전기는 100 kVA) 이상의 회전기계(비상발전기는 제외)에만 적용한다.
(3) 100 kW(발전기는 100 kVA) 이상의 중요용도에 사용되는 회전기계에만 적용한다.
(4) 농형전동기에는 적용되지 않는다.
(5) 전압변동장치의 기능시험만 확인한다.
(6) 정류자를 가지는 회전기계에만 적용한다.
(7) 동기발전기에만 적용한다.
(8) 우리 선급이 적합하다고 인정하는 경우, 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**
(9) 100 kW(발전기는 100 kVA) 이상의 회전기계에만 적용하며 우리 선급이 적합하다고 인정하는 경우 도면승인을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

제 4 절 배전반, 구전반 및 분전반

401. 일반사항 【지침 참조】

1. 설치장소

(1) 배전반은 증기관, 수관, 유관 등으로부터 가능한 한 떨어진 건조한 장소에 설치하여야 한다.

(2) 주배전반은 가능한 한 1개소의 화재 또는 기타의 사고 이외에는 통상의 급전상태에 영향을 받지 않는 주발전 장소와 동일한 구역내에 설치하여야 한다. 주발전장소와 동일한 구역 내에 위치한 기관제어실의 내부에 주배전반이 설치된 경우, 주배전반과 발전기가 서로 분리되어 있는 것으로 간주하지 아니한다.

2. **조작 및 보수를 위한 공간** 배전반의 앞면에는 조작하기 위하여 0.9 m 이상의 공간을 두어야 한다. 또 배전반의 후방에 조작 또는 보수를 필요로 하는 단로기, 스위치, 퓨즈 및 기타의 부품을 붙일 경우에는 폭 0.5 m 이상의 통로를 설치하여야 한다.

3. **조작자의 안전** 배전반의 충전부가 통로로 향한 곳에서는 다음의 조치를 하여야 한다.

(1) 절연성의 손잡이를 설치하여야 한다.

(2) 통로의 바닥에는 절연성의 발판을 설치하여야 한다.

402. 구조 【지침 참조】

1. 구조

(1) 주배전반은 2중으로 장비한 중요용도의 전기설비가 어떠한 사고에 의하여 동시에 사용할 수 없는 경우가 생기지 아니하도록 모선, 차단기 및 기타 기구를 배치하여야 한다.

(2) 발전기반은 각 발전기마다 설치하고 인접한 발전기반의 사이는 철판 또는 난연성 재료로 된 격벽으로 분리하여야 한다. 또한, 주모선은 적어도 2개의 모선으로 분리하고, 이들은 통상 회로차단기 또는 기타의 승인된 수단에 의하여 연결하여야 한다. 발전장치 및 기타 이중장비가 요구되는 중요용도의 기기는 가능한 한, 분리된 2개의 모선에 균등하게 나누어져야 한다.

(3) 배전반의 케이블 인입부는 케이블을 따라서 물이 배전반 내부로 침입할 염려가 없는 구조로 하여야 한다.

2. **폐쇄형** 선간 전압 또는 대지에 대한 전압이 직류 55 V, 교류 55 V를 넘는 배전반은 폐쇄형으로 하여야 한다.

3. **배전반에 사용하는 절연재료 및 배선재료**

(1) 배전반에 사용하는 절연재료는 내구성이 있고 또한 난연성(難燃性), 비흡습성인 것이어야 한다.

(2) 배전반에 사용하는 절연전선은 난연성, 비흡습성인 것으로서 도체 최고 허용온도가 75℃이상인 것이어야 한다.

(3) 배선용 덕트, 묶음선의 재료 등은 난연성인 것이어야 한다.

(4) 조작회로, 계기회로 등의 전선은 주회로의 전선과 같이 묶어서 배선하여서는 아니 된다. 다만, 전선의 정격전압 및 도체 최고 허용온도가 동일한 경우는 그러하지 아니하다.

403. 모선 및 균압선 【지침 참조】

1. 모선

(1) 모선은 97 % 이상의 도전율을 가진 동으로 만들어진 것이어야 한다.

(2) 모선의 접합부에는 부식 또는 산화를 방지하는 조치를 하여야 한다.

(3) 모선 및 접속도체는 단락에 의해 생기는 전자력에 견딜 수 있도록 지지하여야 한다.

(4) 모선 및 접속도체 또는 이들 접속부의 온도상승은 전부하 전류를 통한 경우 기준 주위온도 45℃에서 45℃를 넘어서는 아니 된다.

(5) 모선의 절연거리는 **표 6.1.7**에 표시하는 값 이상이어야 한다.

표 6.1.7 최소절연거리

정격절연전압(V)	공간거리(mm)	연면거리(mm)
250 이하	15	20
251 ~ 660	20	30
660 초과	25	35

2. 직류발전기의 균압선

(1) 각 직류발전기의 균압선 및 균압선 스위치의 전류정격은 발전기의 정격전류의 50 % 미만이어서는 아니 된다.

(2) 균압선용 모선의 전류정격은 병렬운전하는 발전기 중 최대인 것의 정격전류의 50 % 미만이어서는 아니 된다.

404. 배전반용 계기

1. **선박용 직류발전기의 배전반** 선박용 직류발전기용 배전반에는 적어도 **표 6.1.8**에 표시하는 계기를 비치하여야 한다.

표 6.1.8 계기의 수량

운전상태	계기의 종류	수량	
		2선식	3선식
단독운전의 경우	전 류 계	각 발전기에 1개(양극용)	※ 각 발전기에 2개(양극 및 음극용)
	전 압 계	각 발전기에 1개	각 발전기에 1개(양, 음의 양극간, 양극 또는 음극과 중성극의 전압측정용)
병렬운전의 경우	전 류 계	각 발전기에 1개(양극용)	※ 각 발전기에 2개(복권의 경우는 균압선과 전기자간, 분권의 경우에는 양극 및 음극용)
	전 압 계	2개(모선 및 각 발전기용)	2개(모선 및 각 발전기의 양, 음의 양극간, 양극 또는 음극과 중성극의 전압측정용)

(비고)

1. 표 중에 ※ 표시는 중성선 접지식의 경우 영점 중심 전류계 1개를 접지선에 추가한다.
2. 전압계의 어느 1개는 선외 급전전압을 측정할 수 있는 것이어야 한다.
3. 발전기의 자동제어를 위한 제어반을 비치한 경우에는 이 표의 계기를 제어반에 부착할 수 있다. 다만, 제어반이 기관실 밖에 설치된 경우에는 발전기측에서 발전기를 단독 또는 병렬운전을 하는데 필요한 최소한의 계기는 배전반에 비치하여야 한다.

2. **선박용 교류발전기의 배전반** 선박용 교류발전기용 배전반에는 적어도 **표 6.1.9**에 표시하는 계기를 비치하여야 한다.

표 6.1.9 계기의 수량

운전상태	계기의 종류	수량
단독운전의 경우	전류계	각 발전기에 1개(각 상의 전류측정용)
	전압계	각 발전기에 1개(각 상간의 전압측정용)
	전력계	각 발전기에 1개(50 kVA 이하는 생략할 수 있다.)
	주파수계	1개(각 발전기의 주파수 측정용)
	전류계*	여자회로용으로 각 발전기에 1개
병렬운전의 경우	전류계	각 발전기에 1개(각 상의 전류측정용)
	전압계	2개(각 발전기의 각 상간 및 모선의 전압측정용)
	전력계	각 발전기에 1개
	주파수계	2개(각 발전기 및 모선의 주파수 측정용)
	동기검정계	1조
	전류계*	여자회로용으로서 각 발전기에 1개

(비고)

1. 표 중에 * 표시의 것은 필요한 경우에 한하여 장비할 것.
2. 전압계의 어느 1개는 선외급전의 전압을 측정할 수 있는 것으로 한다.
3. 발전기의 자동제어를 위한 제어반을 비치한 경우에는 이 표의 계기를 제어반에 부착할 수 있다. 다만, 제어반이 기관실 밖에 설치된 경우에는 발전기측에서 발전기를 단독 또는 병렬운전을 하는데 필요한 최소한의 계기는 배전반에 비치하여야 한다.

3. **계기의 눈금** **【지침 참조】**
(1) 전류계의 눈금은 회로의 정격전류를 약 130 %까지 읽을 수 있는 것이어야 한다.
(2) 전압계의 눈금은 회로의 정격전압을 약 120 %까지 읽을 수 있는 것이어야 한다.
(3) 병렬운전을 하는 직류 발전기의 전류계 또는 교류 발전기의 전력계는 약 15%의 역전류 또는 역전력을 측정할 수 있는 것이어야 한다.

405. 구전반 및 분전반

1. **일반사항** 구전반 및 분전반에 사용하는 절연재료, 모선, 배선재료 및 보호장치는 이 절의 각 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. **보호외피** 구전반 및 분전반은 설치할 장소에 따라 적절한 보호외피를 가진 것이어야 한다. 보호외피의 재료는 불연성 및 비흡습성이어야 한다.
3. **기구배치** 전압이 다른 급전회로에 동일한 구전반 또는 분전반을 사용할 경우에는 정격전압이 다른 케이블이 반내에서 접촉하지 아니하게 결선되도록 기구를 배치하여야 한다. 다만, 비상 배전회로용은 원칙적으로 독립하여 설치하여야 한다.

406. 시험 및 검사

1. **일반사항** 배전반은 그 구조가 규정에 적합한 것을 확인하고 다음 각 항의 시험 및 검사를 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정할 경우에는 동일 형식인 2대째 이후의 배전반에 대하여는 2항의 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**
2. **온도시험** 배전반의 온도상승은 이 장 각 절에 규정된 것을 제외하고 규정 전류 또는 정격전압에서 **표 6.1.10**의 값을 넘어서는 아니 된다. **【지침 참조】**

표 6.1.10 배전반용 기구의 온도상승한도 (기준주위온도의 한도 45℃)

품명 또는 부분			온도상승한도(℃)	
			온도계법	저항법
코일	A종 절연		45	65
	E종 절연		60	80
	B종 절연		75	95
	단층권나선		75	-
접촉자	괴상(塊狀)의 것	동 또는 동합금	40	-
		은 또는 은합금	70	-
	성층형	동 또는 동합금	25	-
	칼날형	동 또는 동합금	25	-
외부 케이블 접속용 단자			45	-
금속 저항기	매입형인 것		245	-
	매입형 이외인 것	연속 사용의 것	295	-
		단속 사용의 것	345	-
	배기(배기출구에서 약 25 mm 위에 있는 것)		170	-

(비고)
기준주위온도의 한도 50℃를 적용하는 발전기에 조립한 여자장치의 온도상승한도는 이 표의 값에서 5°C 감한 것으로 한다.

3. **작동시험** 배전반상의 계기, 차단기, 개폐장치 등의 작동을 확인하여야 한다.
4. **내전압시험** 내전압시험은 모든 개폐장치 및 제어장치의 도전부를 접속한 것과 대지간, 각 극 또는 각상의 도전부간에 상용 주파수의 다음 전압을 1분간 가하여 이에 견디어야 한다. 한편 내전압시험 중에는 계기 및 보조기구를 떼어낼

수 있다. **【지침 참조】**

정격전압이 60 V 이하인 것 : 500 V

정격전압이 60 V를 넘는 것 : 1,000 V + 2배의 정격전압(다만, 최소 1,500 V)

5. **절연저항시험** 내전압시험이 끝난후, 모든 도전부를 접속한 것과 대지간 및 각 극 또는 각 상의 도전부간은 직류 500 V 이상인 절연저항계로 절연저항을 측정하고, 그 값은 1 MΩ보다 작아서는 아니 된다.

제 5 절 케이블

501. 일반사항 【지침 참조】

선내 전기설비에 사용하는 케이블의 적용은 이 절의 규정에 따른다. 이 절에 규정되어 있지 아니한 케이블에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

502. 케이블의 적용

1. **절연물** 케이블 절연물의 적용은 **표 6.1.11**에 따라야 한다.
2. **피복, 외장** 케이블을 포설하는 장소에 따라 다음 각 호에 따른 피복 또는 외장을 가진 것이어야 한다.
   (1) 노출갑판, 욕실, 화물창 또는 물, 기름, 인화성 혹은 폭발성 혼합기체가 축적될 염려가 있는 장소에 포설하는 케이블은 방수성의 피복(비닐, 클로로프렌)을 가져야 한다.
   (2) 기계적 손상을 받기 쉬운 장소에 포설하는 케이블은 외장을 가지는 것이어야 한다. 다만, 금속제 또는 비금속제의 케이싱을 사용하여 보호되거나, 기계적인 손상에 대해 특별히 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 그러하지 아니하다. **【지침 참조】**
3. **화재안전성** 케이블은 요구되는 난연성 또는 내연성을 만족하여야 한다. 다만, 무선주파수 케이블 등 특수한 용도의 것은 그러하지 아니한다. **【지침 참조】**

표 6.1.11 절연물의 적용 *(2020)*

절연재료	약자	도체 최고 허용온도 (℃)	
		정상 운전	단 락
에틸렌 프로필렌 고무	EPR	90	250
고등급 에틸렌 프로필렌 고무	HEPR	90	250
가교폴리에틸렌	XLPE	90	250
무 할로겐 에틸렌 프로필렌 고무	HF EPR	90	250
무 할로겐 고등급 에틸렌 프로필렌 고무	HF HEPR	90	250
무 할로겐 가교폴리에틸렌	HF XLPE	90	250
무 할로겐 케이블용 가교폴리올레핀	HF 90	90	250
규소 고무	S 95	95	350*
무 할로겐 규소 고무	HF S 95	95	350*
* : 이 온도는 전력용 케이블에만 적용하며 주석도금 구리 도체에는 적용하지 않는다.			

503. 케이블의 허용 전류

1. **최대연속부하** 케이블에 작용하는 최대연속부하는 5항에 규정하는 케이블의 허용전류를 넘어서는 아니 된다. 최대연속부하를 계산하는 경우에는 각 부하의 부등률을 고려할 수 있다.
2. **전압강하** 배전반 모선과 전기기기 사이의 전압강하는 항해등 회로를 제외하고 케이블에 통상의 사용상태에 있어서의 최대부하전류를 통했을 경우 정격공급전압의 6 %를 넘어서는 아니 된다. 다만, 24 V 이하의 축전지로부터의 급전회로에 대하여는 전압강하를 10 %까지 허용할 수 있다. **【지침 참조】**
3. **전등회로의 부하전류** 전등회로의 부하전류는 그 회로에 접속되는 모든 전등 및 기구에 최대부하가 작용하는 것으로 하여 계산하여야 한다. 이 경우 한 개의 전등은 60 W보다 적게 계산할 수 없다. 다만, 구조상 최대 적합전구가 60 W 미만의 전등인 경우에는 예외이다.
4. **단시간 정격의 기기** 윈치, 윈들러스 및 무어링윈치용 전동기 등이 단시간 정격인 경우에는 케이블은 전동기의 시간

정격에 따라서 허용전류를 증가할 수 있다.

5. 케이블의 허용전류

케이블의 허용전류는 (1)호부터 (5)호에 따라야 한다.

(1) 연속사용 허용전류

케이블의 연속사용 허용전류는 **표 6.1.12**의 값을 넘어서는 아니 된다.

(2) 주위온도와 허용전류

주위온도가 (1)호에 규정하는 값과 상이한 경우, 케이블의 허용전류는 **표 6.1.13**의 보정계수를 곱하여 계산한다.

(3) 단시간 허용전류

단시간 사용 (30분 또는 60분)을 위한 케이블의 허용전류는 **표 6.1.12**에 다음의 보정계수를 곱하여 계산한다.

$$\text{보정계수 : } \sqrt{\frac{1.12}{1-\exp\left(\frac{-t_s}{0.245 \cdot d^{1.35}}\right)}}$$

여기서,

t_s : 30 또는 60 (분)

d : 케이블 완성품의 지름 (mm)

(4) 단속사용 허용전류

단속사용 (4분간의 일정부하 및 6분간의 무부하 상태로 10분을 주기로 함)을 위한 케이블의 허용전류는 **표 6.1.12**에 다음의 보정계수를 곱하여 계산한다.

$$\text{보정계수 : } \sqrt{\frac{1-\exp\left(-\frac{10}{0.245 \cdot d^{1.35}}\right)}{1-\exp\left(-\frac{4}{0.245 \cdot d^{1.35}}\right)}}$$

여기서,

d : 케이블 완성품의 지름 (mm)

(5) 모든 정격용량으로 동시에 통전될 것으로 예상되는 6조를 초과하는 케이블이 그 주위에 공기의 자유로운 유통이 없도록 함께 묶여 밀접하게 포설되는 경우, 케이블의 허용전류는 **표 6.1.12**의 85 %로 한다.

표 6.1.12 케이블의 허용전류 (연속사용의 경우) *(2020)* (주위온도 45℃일 경우)

공칭단면적 (mm^2)	전류정격(A)					
	에틸렌 프로필렌 고무, 고등급 에틸렌 프로필렌 고무. 가교폴리에틸렌, 무 할로겐 에틸렌 프로필렌 고무, 무 할로겐 고등급 에틸렌 프로필렌 고무, 무 할로겐 가교폴리에틸렌, 무 할로겐 케이블용 가교폴리올레핀 절연 (90℃)			규소 고무, 무 할로겐 규소 고무 절연 (95℃)		
	1심	2심	3심	1심	2심	3심
1	18	15	13	20	17	14
1.5	23	20	16	24	20	17
2.5	30	26	21	32	27	22
4	40	34	28	42	36	29
6	52	44	36	55	47	39
10	72	61	50	75	64	53
16	96	82	67	100	85	70
25	127	108	89	135	115	95
35	157	133	110	165	140	116
50	196	167	137	200	170	140
70	242	206	169	255	217	179
95	293	249	205	310	264	217
120	339	288	237	360	306	252
150	389	331	272	410	349	287
185	444	377	311	470	400	329
240	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-

표 6.1.13 주위온도에 대한 보정계수

절연물의 도체최고허용온도	주위공기온도										
	35℃	40℃	45℃	50℃	55℃	60℃	65℃	70℃	75℃	80℃	85℃
60℃	1.29	1.15	1.00	0.82	-	-	-	-	-	-	-
65℃	1.22	1.12	1.00	0.87	0.71	-	-	-	-	-	-
70℃	1.18	1.10	1.00	0.89	0.77	0.63	-	-	-	-	-
75℃	1.15	1.08	1.00	0.91	0.82	0.71	0.58	-	-	-	-
80℃	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65	0.53	-	-	-
85℃	1.12	1.06	1.00	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50	-	-
90℃	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.74	0.67	0.58	0.47	-
95℃	1.10	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55	0.45

504. 케이블 공사 【지침 참조】

1. **일반사항** 케이블은 가능한 한 접근하기 쉬운 장소에 직선상으로 포설하여야 한다.
2. **신축부** 케이블은 가능한 한 선체구조물이 신축하는 부분에 포설하는 것을 피하여야 한다. 부득이 포설하는 경우에는 케이블은 신축하는 부분의 길이에 따라 구부려서 여유를 가지게 하고 그 안쪽반지름은 케이블 바깥지름의 12배 이상으로 하여야 한다.

3. 방화에 대한 고려

(1) 케이블을 묶어서 수직으로 길게 포설하는 경우 등 화재가 확대될 염려가 있는 경우에는 케이블 공사에 특별한 주의를 하여야 한다.

(2) 중요용도 또는 비상용의 동력, 조명, 선내통신, 신호 및 항해장치용의 모든 케이블은 A류 기관구역 및 그 주위벽, 취사실, 세탁실과 같은 화재의 위험도가 높은 구역을 가능한 한 통과하지 않아야 한다. 비상배전반과 소화펌프를 접속하는 케이블이 화재의 위험도가 높은 구역을 통과하는 경우 이 케이블은 내연성의 것이어야 한다. 또한, 이러한 케이블은 인접구역의 화재에 의하여 격벽을 따라 전도되는 열이 전력공급에 손상을 주지 아니하도록 포설하여야 한다.

(3) 급전용 케이블을 포함하여 화재상황에서도 작동되어야 하는 용도에 사용하는 케이블이 화재 위험이 높은 구역 또는 여객선에 있어서는 주수직 화재구역을 통과하는 경우, 이들 장소/지역에서의 화재가 다른 장소/지역의 작동에 영향을 끼치지 아니하도록 배치하여야 한다. 다만, 해당 구역의 용도로 사용되는 케이블은 적용하지 아니한다. *(2021)*

4. 허용온도의 상이 도체의 최고 허용온도가 상이한 절연케이블은 가능한 한 동일밴드로 묶어서 포설하는 것을 피하여야 한다. 부득이 묶어서 포설할 경우에는 모든 케이블의 도체의 최고 허용온도는 그들 중 최저인 것으로 하여 허용전류를 낮추어야 한다.

5. 보호피복의 손상방지 다른 케이블의 보호피복에 손상을 주기 쉬운 보호피복을 가진 케이블은 동일밴드에 묶어서 포설하여서는 아니 된다.

6. 케이블의 굽힘반지름 케이블을 구부려서 포설하는 경우에는 케이블의 굽힘 안쪽반지름은 다음의 값보다 작아서는 아니 된다.

(1) 외장이 있는 고무 및 비닐 절연의 것 : 케이블 바깥지름의 6배

(2) 외장이 없는 고무 및 비닐 절연의 것 : 케이블 바깥지름의 4배

(3) 무기절연의 것 : 케이블 바깥지름의 4배

7. 냉장창 내의 배선 냉장창 내에는 가능한 한 배선을 피하여야 한다. 부득이 포설하는 경우에는 다음의 각 호에 따라야 한다.

(1) 비닐절연 케이블을 사용하여서는 아니 된다.

(2) 케이블은 납피복 또는 방수가 잘 되고 저온에 견디는 재질의 피복을 가지는 것이어야 한다.

(3) 케이블은 원칙적으로 방열장치의 내부에 매입하여서는 아니 된다.

(4) 케이블이 방열장치를 관통할 경우에는 이것과 직각으로 포설하고 양단을 밀봉한 관에 넣어야 한다.

(5) 케이블은 천정, 측벽 또는 풍로(風路)의 표면에서 떨어져서 포설하여야 하며 도관, 행거 또는 누르개로 지지하여야 한다.

(6) 케이블 지지용의 밴드, 도관, 행거 등은 아연도금 또는 그 외의 적절한 방식처리를 시공하여야 한다.

505. 케이블의 기계적 보호

1. 화물창 등 화물창 등 기계적 손상을 받기 쉬운 곳에 포설하는 케이블은 외장케이블이라도 이것을 적절히 보호하여야 한다. 다만, 기계적인 손상에 대해 특별히 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 그러하지 아니하다.

2. 기계적 보호용 금속외장 케이블의 기계적 보호에 사용되는 금속 외장은 적절히 방식처리를 한 것이어야 한다.

3. 비금속재인 덕트, 도관 비금속재인 덕트, 도관 등은 난연성인 것이어야 한다. 냉장창 또는 노출갑판에는 비닐도관을 사용하여서는 아니 된다.

506. 접지

1. 금속피복의 접지 케이블의 금속피복은 양단에서 유효하게 접지되어야 한다. 다만, 최종 회로는 급전측만을 접지하면 된다. **【지침 참조】**

2. 금속피복의 전기적 연속 케이블의 금속피복은 전 길이에 걸쳐 전기적으로 연속되어 있어야 한다.

3. 납피복 납피복 케이블의 납피복은 기기의 비도전 금속부용 접지에 사용하여서는 아니 된다.

507. 케이블의 지지

1. **일반사항** 이동기구의 케이블 및 파이프, 도관 등의 내부에 포설하는 케이블을 제외하고 케이블은 고정되어야 한다.
2. **케이블의 지지 및 고정간격** 케이블의 지지 및 고정간격은 **표 6.1.14**에 표시하는 값을 초과하여서는 아니 된다.

표 6.1.14 케이블의 지지 및 고정간격 *(2018)*

케이블의 포설	포설구역	지지간격 (cm)	고정간격 (cm)
수직포설	전구역	40	40
수평포설	폭로구역	40	40
	폭로구역 이외	40	*90
(비고) * 행거 등의 상부에 포설하지 않는 경우, 고정간격은 40 cm를 초과하지 아니하여야 한다.			

3. **밴드, 지지물 및 부속품 【지침 참조】**
   (1) 밴드는 충분한 강도를 가지고 케이블의 피복을 손상하지 아니하고 고정할 수 있는 것이어야 한다.
   (2) 금속성인 밴드, 지지물 및 부속품은 내식재료 또는 적절한 방식처리를 시공한 것이어야 한다.
   (3) 비금속성인 밴드 및 지지물은 난연성인 것이어야 한다.
   (4) 비금속성인 밴드로 고정한 케이블이 지지물 위에 수평으로 설치된 경우를 제외하고 화재로 인한 케이블의 풀림을 고려하여야 한다.
4. **플라스틱재료로 만들어진 케이블트레이/보호케이싱**
   (1) 설치
   플라스틱재료로 만들어진 케이블트레이/보호케이싱은 금속 고정물 및 스트랩으로 고정하여야 하며 화재가 발생한 경우에도 케이블트레이/보호케이싱 및 케이블이 떨어져서 인명에 손상을 야기시키거나 탈출에 방해가 되지 아니하도록 하여야 한다. 플라스틱 케이블트레이/보호케이싱을 개방갑판 상에서 사용하는 경우, 자외선으로부터도 보호되어야 한다.
   플라스틱이라 함은 PVC 및 FRP와 같이 강화되었거나 강화되지 않은 열가소성 및 열경화성 수지 재료를 말한다. 보호케이싱이라 함은 관 형태의 밀폐된 커버 또는 원형이 아닌 기타의 밀폐된 덕트를 말한다.
   (2) 안전사용하중
   케이블트레이/보호케이싱에 작용하는 하중은 안전사용하중(SWL)을 넘지 않아야 한다. 지지물의 간격은 안전사용하중시험에서의 간격을 초과하여서는 아니 된다. 일반적으로 지지물 사이의 간격은 2 m를 초과하여서는 아니 된다. 케이블트레이/보호케이싱 지지물의 간격 및 선택시에는 다음 사항을 고려하여야 한다.
   (가) 케이블트레이/보호케이싱의 치수
   (나) 사용 재료의 기계적 및 물리적 특성
   (다) 케이블트레이/보호케이싱의 질량
   (라) 케이블, 외력, 추력 및 진동에 기인하는 하중
   (마) 장치(케이블트레이/보호케이싱)에 작용하는 최대가속도
   (바) 조합하중
   (3) 보호케이싱 내 케이블의 점유율
   케이블 외경을 기준으로 한 케이블의 총 단면적은 보호케이싱 내부 단면적의 40 %를 초과하여서는 아니 된다. 다만, 보호케이싱 내에 한 가닥의 케이블이 포설된 경우에는 이 요건을 적용하지 않는다.

508. 격벽 및 갑판의 관통

1. **수밀 및 기밀유지** 케이블이 격벽 또는 갑판을 관통하는 부분의 구조는 격벽 및 갑판의 강도, 수밀성 및 기밀성을 손상할 우려가 없는 것이어야 한다. **【지침 참조】**
2. **방화벽의 관통** 케이블이 방화벽을 관통하는 부분의 구조는 방화벽의 방화성을 손상할 우려가 없는 것이어야 한다. **【지침 참조】**
3. **부싱** 케이블이 수밀이 아닌 격벽 또는 강재 구조물을 관통하는 경우에는 납(鉛) 또는 적절한 재료로 된 부싱을 사용하여 케이블에 손상을 주지 아니하도록 하여야 한다. 격벽 또는 강제 구조물이 충분한 두께를 가지고 케이블에 손상

을 줄 염려가 없을 경우에는 양단 모서리에 곡률을 주면 부싱을 사용할 필요는 없다.

509. 금속관

1. **일반사항** 케이블용 금속관은 접합부를 기계적 및 전기적으로 연속시키고 유효하게 접지시켜야 한다.
2. **관의 굽힘 반지름** 전선도관을 굽히는 경우에는 그 굽힘 안쪽반지름은 **504.**의 **6**항에 따라야 한다. 다만, 바깥지름이 64 mm를 넘는 관의 굽힘 안쪽반지름은 관의 바깥지름의 2배 보다 작아서는 아니 된다.
3. **전선도관 내 케이블의 점유율** 전선도관 내에 포설되는 케이블의 총 단면적은 전선도관 내부 단면적의 40%를 초과하여서는 아니 된다. 다만, 전선도관 내에 한 가닥의 케이블이 포설된 경우에는 이 요건을 적용하지 않는다.
4. **배수장치** 수평으로 배관하는 관에는 적절한 배수장치를 설치하여야 한다.
5. **신축 이음** 신축이음부를 설치하는 경우, 팽창·수축 허용치는 고정 위치로부터 적어도 10m 당 최소 ±10mm 이상이어야 한다. *(2022)*
6. **금속관 내의 케이블 보호** 케이블 금속관이 수직으로 설치될 경우, 금속관 내의 케이블 무게로 인한 케이블 손상을 방지하도록 케이블은 적절하게 지지되어야 한다(예: 모래 채우기). 대안으로, 케이블의 기계적 강도가 금속관 내의 케이블 무게로 인한 케이블 손상을 방지하기에 충분하다면 수직 금속관 내의 케이블은 지지 없이 인정될 수 있다. *(2018)*
7. **탱크 내의 케이블 보호** 케이블이 액체 탱크 내에 설치되는 경우, 모든 접합부가 용접되고 효과적인 부식방지가 되어 있는 금속관에 케이블을 설치하여야 한다. *(2018)*

510. 교류회로용 케이블

부하전류가 20 A를 넘는 교류회로에 단심 케이블을 사용할 경우는 케이블은 다음 각호에 따라야 한다.

(1) 케이블은 외장이 없는 것 또는 비자성(非磁性) 재료의 외장을 가지는 것이어야 한다.
(2) 케이블을 금속관내에 포설하는 경우 동일회로인 케이블은 1개의 관내에 넣어야 한다.
(3) 케이블 클립이 비자성재료가 아닌 경우에는 1회로의 모든 상의 케이블을 1개의 클립내에 넣어야 한다.
(4) 단상 또는 3상회로에 2조 또는 3조로 단심케이블을 포설할 경우에는 케이블은 가능한 한 서로 근접시켜야 한다. 어느 경우에도 케이블간의 간격은 케이블의 바깥지름을 넘어서는 아니 된다.
(5) 부하전류가 250 A를 넘는 회로에 사용하는 단심 케이블을 강재격벽 등에 따라서 포설할 때에는 케이블은 격벽 등으로부터 가능한 한 떨어지게 하여야 한다. **【지침 참조】**
(6) 단심 케이블이 큰 단면적을 가지고 또 길이가 30 m 넘을 경우에는 각 상의 케이블은 약 15 m 마다 위치를 바꾸어 임피던스의 평형을 이루도록 하여야 한다. **【지침 참조】**
(7) 각 상에 2조 이상의 케이블을 병렬로 하여 사용할 경우에는 모든 케이블은 동일 단면적으로 하고, 또한 동일 길이로 한다.
(8) 일군(一群)의 단심 케이블간에는 자성 재료를 두어서는 아니 된다. 케이블이 강판을 관통할 경우에는 동일회로의 케이블은 비자성재료인 1개의 관통쇠붙이 또는 적절한 판을 사용하여 포설하고 케이블과 자성재료 사이의 간격은 가능한 한 75 mm 이상으로 하여야 한다.

511. 케이블의 접속 및 분기

1. **케이블 접속장치(splice)**

케이블 접속장치(splice)는 원래 절연물의 전기적, 열적 특성과 동등한 내연성 절연물로 만들어져야 한다. 대체되는 피복은 원래 임퍼비어스 피복과 동등하여야 하며, 방수성이 유지되어야 한다. 접속장치(splice) 킷트는 다음으로 구성되어야 한다.

(1) 정확한 크기 및 수량의 커넥터
(2) 대체 절연물
(3) 대체 피복
(4) 사용 설명서

모든 케이블 접속장치(splice)는 사용전에 형식승인이 되어야 한다.

2. **케이블 접속장치(splice)의 설치 【지침 참조】**

본질 안전회로용인 경우를 제외하고, 위험 구역에는 케이블 접속장치(splice)가 허용되지 않는다. 또한 추진용 케이블에도 어떠한 접속장치(splice)도 허용되지 않는다. 케이블 접속장치(splice)가 적용되는 경우에는 다음을 만족하여야 한다.

(1) 모든 접속장치(splice)는 케이블이 포설된 후 설치되어야 하며, 점검이 가능한 곳에 위치하여야 한다.
(2) 도체 접속장치(splice)는 압착식 도체를 이용하여 접속되어야 한다.
(3) 외장형 케이블의 경우, 외장이 전기적으로 연속이 되면, 교체할 필요는 없다.
(4) 기계적 응력을 받지 않도록 설치되어야 한다.

3. 케이블 접속함(cable junction box)

케이블 접속함은 난연성이어야 하며, 접속함 내의 도전부는 적절한 연면 거리 및 공간 거리를 확보하거나, 난연성의 절연물로 차폐되어야 한다. 케이블 접속함 내에 서로 다른 전압을 가지는 구획이 있는 경우에는 정격 전압으로 적절히 식별되어야 한다. 케이블 접속함 내의 케이블은 단자에 응력이 발생하지 않도록 지지되어야 한다.

4. 케이블 접속함(cable junction box)의 설치

케이블 접속함(cable junction box)은 추진용 케이블에 사용되어서는 아니 된다. 케이블 접속함이 적용되는 경우에는, 다음을 만족하여야 한다.

(1) 케이블 접속함은 점검이 가능한 곳에 위치하여야 한다.
(2) 저전압(1 kV 이하) 시스템에 대해서, 전압이 서로 다른 경우, 별도의 케이블 접속함을 사용하거나, 같은 케이블 접속함을 공유할 경우 접속함 내에 격벽으로 분리하여야 하며, 고전압(1 kV 초과) 시스템에 대해서는, 서로 다른 케이블 접속함을 사용하여야 한다.
(3) 비상용 회로와 일반용 회로는 같은 케이블 접속함을 공유할 수 없다.
(4) 외장형 케이블의 외장은 전기적으로 연속이 되도록 하여야 한다.
(5) 도체의 접속부위에 응력이 발생하지 않도록 케이블을 잘 고정하여야 한다.

5. 케이블 단자

방수성 절연물이 제거된 케이블은 습기가 스며들지 않도록 절연 콤파운드 또는 밀봉 장치를 사용하여 절연처리를 하여야 한다.(테이핑 등) 단자 연결 부위는 정격 전류에 적합하여야 한다. 도체 단면적이 2.5mm^2까지는 러그(lug)에 납땜이 허용된다. 단자에 응력이 전해지지 않도록 케이블은 견고히 고정되어야 한다. 적용된 케이블의 난연성, 내연성이 단자함을 포함하여 유지되어야 한다.

512. 시험 및 검사 【지침 참조】

케이블의 시험 및 검사는 103.의 1항부터 6항에 따른다.

제 6 절 동력 및 조명용 변압기

601. 일반사항

1. **적용** 단상 1 kVA 이상 및 3상 5 kVA 이상의 변압기는 이 절의 규정에 적합하여야 한다.

602. 구조

1. **거주구획의 변압기** 거주구획에 설치한 변압기는 건식 자냉식인 것이어야 한다. 다만, 기계실에 설치하는 변압기는 유입 자냉식으로 할 수 있다. **【지침 참조】**
2. **변압기의 권선** 변압기의 1차 권선과 2차 권선은 완전히 절연하여야 한다. 다만, 전동기 기동용의 변압기는 그러하지 아니하다.
3. **10 kVA 이상인 유입변압기** 10 kVA 이상인 유입변압기에는 유면계 및 배유(排油)장치를 설치하여야 한다. 또한 75 kVA 이상인 유입변압기에는 온도계도 설치하여야 한다.
4. **단락 전류에 대한 고려** 변압기는 사용중에 최대 단락전류를 통하여도 2초간 지장없이 이에 견딜 수 있어야 한다.

603. 온도상승

변압기의 온도상승은 정격출력으로 연속 사용하여도 **표 6.1.15**에 정한 값을 넘어서는 아니 된다. 다만, 기준 주위온도가 40°C 이하인 경우에는 표의 값에서 그 차만큼 높게 할 수 있다.

표 6.1.15 변압기의 온도 상승한도 (기준주위온도의 한도 45℃)

부분		온도상승한도(℃)					
		측정방법	A종절연	E종절연	B종절연	F종절연	H종절연
권선	건식변압기	저항법	55	70	75	95	120
	유입변압기	저항법	60	-	-	-	-
기름		온도계법	45				
철심표면		온도계법	절연물을 손상하지 않는 온도				

604. 전압 변동률

전 부하, 역률 100%에서의 변압기의 전압변동률은 다음에 정하는 값을 넘어서는 아니 된다.

단상 5 kVA, 3상 15 kVA 이상 : 2.5 %
단상 5 kVA, 3상 15 kVA 미만 : 5 %

605. 시험 및 검사

1. **일반사항** 변압기는 그 구조가 규정에 적합한 것인가를 확인하고 다음의 각 항에 따른 시험 및 검사를 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우에는 동일 형식인 2대째 이후의 변압기에 대하여는 **2**항의 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**
2. **온도시험** 변압기를 전부하에서 온도가 일정하게 될 때까지 연속 운전한 후의 온도상승은 **603.**에 규정한 값을 넘어서는 아니 된다.
3. **전압변동률 시험** 변압기는 전압변동률 시험을 하고 **604.**의 규정에 합격하여야 한다. 다만, 식에 의하여 전압변동률을 구할 수 있다. **【지침 참조】**
4. **내전압시험** 변압기는 온도시험 직후, 상용 주파수로서 선간 최고전압의 2배에 1,000V를 더한 교류전압을 권선 상호간 및 권선과 대지간에 1분간 가해서 이에 견디어야 한다. 이 경우 시험전압의 최저는 1,500V로 한다.
5. **유도절연시험** 100~500 Hz의 주파수를 사용하여 권선에 정규 유기전압의 2배인 전압을 유기시켰을 경우 다음 시간동안 이에 견디어야 한다. 다만, 시험시간은 최대 60초, 최소 15초로 한다.

$$\text{시험시간} = 60 \times \frac{2 \times \text{정격주파수}}{\text{시험주파수}} \ (\text{초})$$

6. **절연저항시험** 내전압 시험 전·후 모든 도전부에 대해 절연저항을 측정하여 적어도 다음의 값 이상이어야 한다.

정격전압 Un (V)	최소 시험전압 (V)	최소절연저항 (MΩ)
$Un \leq 250$	$2 \times Un$	1
$250 < Un \leq 1{,}000$	500	
$1{,}000 < Un \leq 7{,}200$	1,000	$1+\frac{U_n}{1{,}000}$
$7{,}200 < Un \leq 15{,}000$	5,000	

제 7 절 전동기용 제어기 및 전자브레이크

701. 구조

1. 일반사항

(1) 전동기용 제어기는 전동기의 기동, 정지, 역전, 속도제어 등을 할 수 있고 필요한 안전장치를 설치하여야 하며 튼튼한 구조인 것이어야 한다.

(2) 전동기용 제어기는 설치장소에 적절한 보호외피를 갖추어 취급자가 안전하게 조작할 수 있는 구조인 것이어야 한다.

(3) 전동기용 제어기에 본질 안전 방폭형기기를 조립할 경우 902.의 3항 (3)호 규정 이외에 본질 안전회로를 다른 회로로부터 격리시키고 필요에 따라서 차폐시켜야 한다. 또한 본질 안전회로의 배선은 용이하게 식별할 수 있도록 하여야 한다.

2. 집합제어기반

(1) 2중으로 장비되고 중요용도로 사용되는 전동기용 제어기를 1개의 집합반 내에 설치할 경우 1개의 기구 또는 회로의 사고에 의해 동일용도인 전동기가 동시에 사용할 수 없는 경우가 생기지 아니하도록 모선, 기구 등을 배치하여야 한다.

(2) 조작회로의 전원변압기는 전동기마다 또는 1개의 장치에 속하는 전동기군마다 설치하여야 한다.

3. 제어용 기기의 소모부품 전동기용 제어기의 소모부품은 용이하게 바꾸거나 또는 손질할 수 있도록 하여야 한다.

4. 0.5 kW를 넘는 전동기용 제어기 0.5 kW를 넘는 전동기에는 다음의 장치를 설치하여야 한다.

(1) 정전에 의하여 전동기가 정지한 후, 그 상태에서 재기동할 수 없는 수단을 강구하여야 한다. 다만, 선박의 안전운전에 필요한 것 및 자동운전하는 것은 그러하지 아니하다.

(2) 전동기용 제어기에는 전원을 차단하는 장치를 비치하여야 한다. 다만, 전동기용 제어기의 가까이에 그 기기를 전원에서 차단하는 장치가 있을 경우에는 적용하지 아니한다.(예를 들면 배전반, 급전반, 개폐기 등에 한함)

(3) 전동기의 과부하 보호로서 급전선에서 자동적으로 전동기 회로를 차단시켜야 한다. 다만, 조타전동기에는 이것을 적용하지 아니한다.

5. 전자접촉기 및 전동기용 과전류계전기 【지침 참조】

(1) 전자접촉기는 **8절**의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(2) 전동기용 과전류 계전기는 전동기의 열용량에 대하여 적절한 동작 특성을 갖는 것이어야 한다.

6. 기계측/원격 선택스위치 (2017)

컴퓨터기반시스템에서 원격제어를 하는 일차중요용도 및 이차중요용도용 전동기 기동장치와 기관실 외부에서 원격제어를 하는 일차중요용도용 전동기 기동장치에는 기계측/원격 선택스위치가 제공되어야 한다.

702. 온도상승

전동기용 제어기의 온도상승은 이 장 각 절에 규정한 것을 제외하고는 규정 전류 또는 정격전압하에서 **표 6.1.16**의 값을 넘어서는 아니 된다.

표 6.1.16 전동기용 제어기의 온도 상승한도 (기준주위온도의 한도 45℃)

품명 또는 부품				온도상승한도(℃)	
				온도계법	저항법
코일 (공기중)	A종 절연			60	80
	E종 절연			75	95
	B종 절연			85	105
	F종 절연			110	130
	H종 절연			135	155
	C종 절연			제한 없음	제한 없음
	단층권 에나멜선	A종 절연		80	-
		E종 절연		95	-
		B종 절연		105	-
		F종 절연		130	-
		H종 절연		155	-
		C종 절연		제한 없음	-
접촉자	괴상(塊狀)	8시간을 넘도록 연속사용하는 것	동 또는 동합금	40	-
			은 또는 은합금	70	-
		약 8시간에 1회 이상 개폐하는 것	동 또는 동합금	60	-
			은 또는 은합금	70	-
	성층형 또는 칼날형		동 또는 동합금	35	-
모선 또는 접속도체 (나(裸) 또는 A종 절연 이상의 것)				60	-
외부 케이블 접속용 단자				45	-
금속저항기	매입형의 것			245	-
	매입형 이외의 것	연속사용의 것		295	-
		단속사용의 것		345	-
		기동용의 것		345	-
	배기(배기출구에서 약 25 mm 위에 있는 것)			170	-

(비고)
1. 전압코일의 온도측정은 원칙적으로 저항법만을 사용한다.
2. 단층권 에나멜선 절연의 종류에 비해 인접부의 절연 등급이 낮을 경우에는 인접부의 절연의 종류에 따라 결정한다.
3. 단층권 나선은 인접부의 절연 종류에 따라 결정한다.
4. 매입형 금속저항기라 함은 금속저항체의 표면이 노출되지 않도록 매입시킨 것을 말한다.

703. 비상정지장치 【지침 참조】

통풍기, 연료유이송펌프, 연료유장치펌프, 윤활유서비스펌프, 열매체유펌프, 유청정기 및 화물유 펌프용 전동기는 거치장소 및 그 부근에 화재가 났을 때에도 접근할 수 있는 다른 적절한 장소에서 이것을 정지할 수 있어야 한다. 다만, 기관구역의 통풍장치와 기타 구역용의 통풍장치 정지회로는 분리되어야 한다.

704. 조타전동기용 기동기

1. 조타전동기용 기동기는 저전압 해방 방식으로 하고 전원 회복후 조타전동기를 자동적으로 안전하게 재시동 할 수 있어야 한다.
2. 조타전동기의 운전표시장치 및 과부하 경보장치는 **5편 7장**의 해당 규정에 따라 설치하여야 한다.

705. 전자브레이크

1. **방수형 전동기의 전자 브레이크** 방수형 전동기에 사용하는 전자 브레이크의 전기부분은 방수형인 것이어야 한다.
2. **분권 브레이크** 직류 분권브레이크는 사용온도에서 정격전압의 85%를 가했을 경우 확실히 제동을 풀 수 있으며 또한 복권 브레이크는 이것과 같은 조건하에서 직권 코일에 기동전류의 85%를 통했을 경우 확실히 제동을 푸는 것이어야 한다.
3. **직권 브레이크** 직권 브레이크는 전부하 전류의 40% 이상이 흐를 때와 모든 경우의 기동전류로써 확실히 제동을 풀 수 있고 또한 전부하전류의 10% 이하가 되면 확실히 제동하는 것이어야 한다.
4. **교류 전자 브레이크** 교류 전자 브레이크는 다음 각 호의 규정에 적합하여야 한다.
   (1) 교류 전자브레이크는 사용온도에서 정격전압의 80%를 가했을 때 확실히 제동을 풀 수 있어야 한다.
   (2) 교류 전자브레이크는 동작상태에서 자기작용에 의한 소음을 발생하여서는 아니 된다.

706. 제어기기의 절연거리 【지침 참조】

제어기기(접촉기, 저항기, 제어용 조작스위치, 리밋 스위치, 전동기 보호용 및 제어용 계전기, 단자대, 반도체가 조립된 기기 및 이들을 조합한 장치를 말한다)의 절연거리는 기기의 보호상태 및 주위조건에 따라 (1)호 및 (2)호의 규정에 따른다.

(1) 습기와 먼지 등을 고려한 절연구조의 제어기기(전자개폐기, 제어용 조작스위치, 단자대 등) 또는 과도한 습기, 가스의 영향, 먼지의 퇴적 등이 없는 주위조건에서 사용되는 제어기기의 절연거리는 **표 6.1.17**에 따른다.

표 6.1.17 제어기기의 절연거리의 최소치

정격 절연 전압(V)	공간거리(mm)						연면거리[3][4] (mm)					
	15A 미만[5]		15A 이상[5] 63A 이하		63 A 초과[5]		15 A미만[5]		15A 이상[5] 63A 이하		63A 초과[5]	
(직류·교류)	$L-L$[1]	$L-A$[2]	$L-L$[1]	$L-A$[2]	$L-L$[1]	$L-A$[2]	a	b	a	b	a	b
60 이하	2	3	2	3	3	5	2	3	2	3	3	4
60 초과 250 이하	3	5	4	5	5	6	3	4	6	6	6	8
250 초과 380 이하	4	6	4	6	6	8	4	6	6	6	6	10
380 초과 500 이하	6	8	6	8	8	10	6	10	6	10	8	12
500 초과 660 이하	6	8	6	8	8	10	8	12	8	12	10	14
660 초과	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	14	20

(비고)

표의 (1) 내지 (5)는 아래의 조건에 따른다.

(1) 공간거리 $L-L$은 나충전부 사이 및 충전부와 접지 접속체와의 사이에 적용한다.

(2) 공간거리 $L-A$는 충전부와 우발적으로 위험하게 되는 금속체와의 사이에 적용한다.

(3) 연면거리는 절연물의 종별과 형상에 따라서 결정한다.
"a"는 세라믹(스테아타이트(steatite)와 자기) 및 기타 절연재료에도, 특히 누설전류에 대하여 안전한 리브 또는 수직면을 가진 절연물로서 실험적으로 세라믹을 사용한 것과 같은 것으로 인정되는 트래킹 지수 140이상의 재료(예를 들면 페놀수지 성형품 등)에 적용한다.
"b"는 기타의 절연재료의 경우에 적용한다.

(4) 공간거리 $L-A$가 그것에 대응한 연면거리 "a" 또는 "b"보다 큰 경우에는 조작자가 나충전부에 쉽게 닿을 수가 있어, 각 절연이 열화되어 충전부가 되는 절연금속체와의 사이의 연면거리는 $L-A$ 이상이어야 한다.

(5) 전류치는 정격통전전류의 값으로 나타낸다.

(2) 정격통전전류가 15 A 이하인 소형제어기기의 절연거리는 (1)호의 규정에 불구하고 기기의 보호상태 및 설치된 주위조건에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 할 수 있다.

(3) 전 각 호의 규정은 다음의 것에는 적용하지 아니한다.

(가) 아크를 발생하는 접점간격

(나) 유도전동기의 2차회로에 사용하는 기구

(다) 유입기구(油入器具)

(라) 표시등의 조임쇠 및 소켓

(마) 거주구역내의 소형 스위치류

(바) 밀폐구조기구의 밀폐부분

707. 시험 및 검사

1. **일반사항** 전동기용 제어기기는 그 구조가 규정에 적합한가를 확인하고 2항 부터 5항에 의한 시험 및 검사를 행하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 동일형식의 2대째 이후의 전동기용 제어기에 대하여는 2항의 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**
2. **온도시험** 전동기용 제어기는 정규의 사용상태에서 온도시험을 하고 702.에서 규정하는 값을 넘어서는 아니 된다.
3. **동작시험** 전동기용 제어기의 계기, 개폐장치, 보호장치 등의 동작을 확인하여야 한다.
4. **내전압시험** 내전압시험은 모든 개폐장치 및 제어장치의 도전부를 접속한 것과 대지간 및 각 극 또는 각 상의 도전부간에 사용 주파수에서 다음의 전압을 1분간 가하여 행하고 이에 견디어야 한다. 또한 내전압시험중에는 계기 및 보조기구를 떼어 낼 수 있다. **【지침 참조】**

   정격전압이 60 V 이하인 것 : 500V
   정격전압이 60 V를 넘는 것 : 1,000 V + 2배의 정격전압(단, 최소1,500V)

5. **절연저항시험** 내전압시험 직후 모든 도전부를 접속한 것과 대지간 및 각극 또는 각상(相) 도전부간의 절연저항을 직류 500 V 이상의 절연저항계로 측정하여 그 값이 1 MΩ보다 작아서는 아니 된다.

제 8 절 퓨즈, 차단기 및 전자접촉기

801. 일반사항 【지침 참조】

퓨즈, 차단기 및 전자접촉기는 한국산업표준에 적합한 것 또는 이와 동등 이상인 것으로서 이 절의 규정에도 적합하여야 한다.

802. 퓨즈

1. 일반사항

(1) 퓨즈에 관한 용어 및 정의는 IEC 60269-1을 적용한다. *(2018)*

2. 구조

(1) 퓨즈는 포장형인 것으로서 가용체가 용단될 때 케이스를 파손 또는 연소시키거나 용융금속의 유출 또는 가스의 분출로 절연이 상할 염려가 없는 구조이어야 한다.

(2) 퓨즈는 취급자가 충전부에 닿거나 화상을 받지 않고 쉽게 예비품을 교환할 수 있는 것이어야 한다.

(3) 퓨즈에는 정격전압, 정격전류 이외에 그 종류에 따른 정격 차단용량, 용단특성 및 한류(限流) 특성을 수치 또는 기호로써 명백히 표시한 것이어야 한다.

(4) 퓨즈 소자는 완전히 밀폐된 구조이어야 하며, 퓨즈가 용단된 경우 인접한 부품에 아크(외부로의 아크 배출), 스파크 또는 기타 유해한 영향을 미치지 않아야 한다. *(2018)*

(5) 퓨즈 소자는 불연성 및 비 흡습성의 절연재료로 제작되어야 한다. *(2018)*

3. 성능

(1) 퓨즈는 퓨즈홀더와 더불어 통상의 사용상태로 붙여 정격전류의 100 %의 전류를 통한 경우, 케이블의 접속단자의 온도상승이 45℃를 넘어서는 아니 된다.

(2) 퓨즈는 그 종류에 따라 용단특성을 갖는 것으로 801.에 표시된 규격에서 정한 회로 조건으로 정격차단용량 이하, 용단전류 이상의 어떠한 전류에도 확실히 차단될 수 있는 것이어야 한다.

(3) 주위온도, 습도, 염분 및 진동 수준과 관련된 형식시험 조건은 적용 가능한 경우 IEC 60269-2, IEC 60068-2 및 IEC 60721-3의 요건을 따라야 한다. 이러한 환경 작동 조건은 더 높은 주위온도, 습도 및 염분의 존재, 퓨즈 링크(fuse link)의 동작에 영향을 미치는 모든 저하 요인을 반영한다. *(2018)*

(4) 시스템 전압, 통전 및 차단 전류, 교류시스템의 정격주파수 및 역률 또는 직류시스템의 시정수는 IEC 60269-1에 따라야 한다. *(2018)*

803. 차단기

1. 구조

(1) 차단기는 트립프리형(trip-free type)으로서 용도에 따라 한시과전류 트립, 순시과전류 트립장치 또는 그의 양측을 구비한 것이어야 한다.

(2) 차단기의 주접촉자는 소손할 염려가 적은 구조인 것이어야 한다. 또한 그것의 아아크 접촉자는 배선용 차단기를 제외하고 쉽게 교환할 수 있는 것이어야 한다.

(3) 순시과전류 트립장치는 각 극마다 설치하고 단락전류에 따라 직접차단기를 동작시키는 구조인 것이어야 한다.

(4) 차단기는 선박의 진동에 의하여 개폐되는 일이 없고 또한 어느 방향으로나 30°경사시켜도 착오동작이 생기지 아니하는 것이어야 한다.

(5) 퓨즈가 붙은 배선용 차단기는 퓨즈의 용단에 따라 단상운전을 방지할 수 있는 것이어야 한다. 또한 용단된 퓨즈를 충전부에 닿지 아니하고 쉽게 교환할 수 있는 것이어야 한다.

(6) 차단기는 정격전압, 정격정류 외에 그 종류에 따라서 정격차단전류, 정격투입전류, 단시간 전류용량 등을 명백히 표시하여야 한다. 또 배선용 차단기를 제외하고 차단기의 한시과전류 트립장치에는 동작 특성을 표시하여야 한다.

2. 성능

(1) 차단기는 정격전류의 100 %를 통할 경우 케이블의 접속단자의 온도상승이 45℃를 넘어서는 아니 된다.

(2) 차단기는 그 종류에 따라 801.에 표시된 규격에서 정한 회로조건으로써 정격차단 전류이하의 과전류를 확실히 차단할 수 있고 정격투입 전류이하의 전류를 안전하게 투입할 수 있는 것이어야 한다.

(3) 발전기 회로에 사용하는 차단기의 한시과전류 트립장치는 조정치를 변경시켜도 동작시한에 현저한 차이가 생기지 아니하는 것이어야 한다.

(4) 한시과전류 트립장치는 주위온도에 따라 동작시한에 현저한 차이가 생기지 아니하는 것이어야 한다.

804. 전자 접촉기

1. 구조

(1) 전자접촉기는 선박의 진동에 따라 개폐되는 일이 없고 또한 어느 방향으로나 30°경사시켜도 착오동작이 생기지 아니하는 것이어야 한다.

(2) 접촉자 및 조작전자 코일은 쉽게 교환될 수 있는 구조인 것이어야 한다.

(3) 전자접촉기에는 정격전압, 정격전류 외에 조작전자 코일의 전압, 차단기의 전류용량 및 폐로전류 용량을 수치 또는 기호로 명백히 표시하여야 한다.

2. 성능

(1) 전자접촉기는 주개폐부에 정격용량에 대응하는 전부하 전류를 통하고 또한 조작전자 코일에 정격전압을 가하여 연속적으로 전류를 통할 경우 각 부의 온도상승이 702.에 규정한 값을 넘어서는 아니 된다.

(2) 전자접촉기는 용도에 따라 적절한 차단전류 용량 및 폐로전류 용량을 가진 것이어야 한다.

805. 시험 및 검사

퓨즈, 차단기 및 전자접촉기의 시험 및 검사는 103.의 1항부터 6항에 따른다.

제 9 절 방폭형 전기기기

901. 일반사항

1. **적용규격** 방폭형 전기기기는 IEC 60079 시리즈 (KS C IEC 60079 시리즈) 또는 이와 동등 이상의 규격에 따라야 하며 이 절의 규정에도 적합하여야 한다.

2. **방폭구조의 종류** 선박에 사용하는 방폭형 전기기기는 다음에 열거하는 방폭구조 중에서 선정하여야 한다.
   (1) 내압 방폭구조(Ex-d)
   (2) 본질안전 방폭구조
      (가) a형 본질안전 방폭구조(Ex-ia)
      (나) b형 본질안전 방폭구조(Ex-ib)
   (3) 안전증가 방폭구조(Ex-e)
   (4) 압력 방폭구조(Ex-p)
   (5) 충전 방폭구조(Ex-q)
   (6) 유입 방폭구조(Ex-o)
   (7) 몰드 방폭구조(Ex-m)
   (8) 비점화 방폭구조(Ex-n)

3. **구역별 전기기기의 선정** 위험구역에서 사용되는 전기기기는 다음에 따라 선정하여야 한다.
   (1) 구역 “0”(zone 0)
      (가) a형 본질안전 방폭구조(Ex-ia)
   (2) 구역 “1”(zone 1)
      (가) 구역 “0”에 적합한 방폭구조
      (나) 내압 방폭구조(Ex-d)
      (다) 본질안전 방폭구조(Ex-i)
      (라) 안전증가 방폭구조(Ex-e)
      (마) 압력 방폭구조(Ex-p)
      (바) 충전 방폭구조(Ex-q)
      (사) 유입 방폭구조(Ex-o)
      (아) 몰드 방폭구조(Ex-m)
   (3) 구역 “2”(zone 2)
      (가) 구역 “0” 또는 구역 “1”에 적합한 방폭구조
      (나) 비점화 방폭구조(Ex-n)

4. **최대표면온도에 따른 전기기기의 선정**
   (1) 전기기기는 그 기기의 최대표면온도가 존재하는 가스, 증기 또는 분진의 발화온도에 도달하지 않도록 선정되어야 한다. 전기기기의 온도등급별 최대표면온도는 다음 표와 같다.

온도등급	최대표면온도(℃)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

5. **재료**
   (1) 방폭구조의 구성재료는 설치장소의 환경조건 및 폭발성가스 또는 증기(이하 **가스**라 한다.)에 대해서 전기적, 기계적, 열적 및 화학적으로 충분한 저항력을 갖는 것이어야 한다.
   (2) 휴대형 기구의 용기 및 외부부품은 마찰에 의한 불꽃발생의 염려가 적은 재료로 하든가 또는 들 수 있는 끈을 붙인 비금속성인 튼튼한 덮개를 부착한 것이어야 한다. **【지침 참조】**
   (3) 방폭구조의 중요부에 사용하는 절연콤파운드 및 실링콤파운드는 사용중에 유해한 팽창, 수축, 연화 또는 균열 등이

생기지 아니하는 것이어야 한다. 또 나충전부에 충전(充塡)하는 콤파운드는 난연성이어야 한다.

6. 구조 **【지침 참조】**

(1) 내압 방폭구조, 안전증가 방폭구조 및 압력 방폭구조인 전등기구의 투광체 및 기타기기의 엿보기 창에는 원칙적으로 튼튼한 금속제 가드를 설치하여야 한다.

(2) 노출갑판 등에 설치하는 방폭형 전기기기로서 방수용 패킹류를 사용할 경우에 그것의 노화 및 파손에 의해 방폭성능이 손상될 염려가 없도록 붙여야 한다.

(3) 케이블 인입부의 구조는 선박용 케이블에 적합한 것으로서 인입부에 케이블이 확실히 고정되도록 하여야 한다. 다만, 케이블을 도관에 배선할 경우에는 이에 따르지 아니한다.

(4) 본질 안전회로에 접속하는 기기로서 위험장소에 설치하는 것은 원칙적으로 전폐형 구조인 것이어야 한다.

(5) 방폭형 전기기기에는 방폭구조의 종류 및 대상가스의 종류를 명백히 표시하여야 한다. 또한 전등기구에는 적합한 전구의 종류 및 와트숫자를 표시하여야 한다.

7. **단순 기기**(simple apparatus) 수동형 스위치 등 에너지를 저장하지 않는 형태의 단순 기기가 본질안전 회로에 사용이 될 경우 방폭 구조로 인정할 수 있다. 다만, 이 경우 단순 기기는 IEC 60079-11 또는 60079-14의 관련 요건을 만족하여야 한다. **【지침 참조】**

902. 개별요건 【지침 참조】

901.의 2항 방폭구조의 종류에 대한 방폭형 전기기기는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

903. 시험 및 검사

방폭형 전기기기의 시험 및 검사는 103.의 1항부터 6항에 따른다.

제 10 절 조명기구, 전열기구, 배선기구 및 기타 설비 *(2019)*

1001. 일반사항 【지침 참조】

조명기구, 전열기구 및 배선기구는 한국산업표준에 적합한 것 또는 이것과 동등 이상의 것이어야 하며 이절의 규정에도 적합하여야 한다.

1002. 조명기구

1. 구조 및 거치

(1) 외피는 금속, 유리 또는 기계적, 열적 및 화학적으로 충분한 저항력을 갖는 합성수지로 구성하고 설치장소에 따른 보호형식을 가진 것이어야 한다. 또한 합성수지의 외피가 충전부의 지지를 겸하게 된 것은 난연성이어야 한다.

(2) 단자상 및 케이블의 연결부는 선박용 케이블에 적합한 구조이어야 한다. 또한 단자 및 기타 부분의 온도상승에 따라 케이블의 절연물이 조기에 열화되는 염려가 없도록 고려하여야 한다.

(3) 기관구역 등 기계적 손상을 받을 염려가 있는 장소에 부착하는 전등기구에는 석쇠형의 보호망을 설치하여 전구 및 글로브를 보호하여야 한다. **【지침 참조】**

(4) 케이블의 절연물이 자외선(UV light)에 노출될 수 있는 구조의 경우에는 케이블의 절연물이 손상되는 것을 방지하도록 적절한 보호조치를 취해야 한다.

(5) 비상조명기구는 쉽게 식별할 수 있도록 표시되어야 한다. *(2019)*

2. 형광등

(1) 안정기, 콘덴서 및 기타 부속품은 등몸체의 고온장소에 부착하여서는 아니 된다.

(2) 0.5 μF 이상의 콘덴서에는 전원을 끊은 후 1분 이내에 콘덴서의 전압을 50 V 이하로 낮추는 장치를 설치하여야 한다.

(3) 안정기는 가능한 한 방전관에 근접하여 설치하여야 한다.

(4) 선교에 설치되는 전자식 안정기 방식의 형광등은 우리 선급의 형식 승인을 받은 것을 원칙으로 한다. **【지침 참조】**

3. LED 조명등 【지침 참조】

선교에 설치되는 LED 조명등은 우리 선급의 형식 승인을 받은 것을 원칙으로 한다.

1003. 전열기구 【지침 참조】

1. 구조 및 거치

(1) 나(裸) 전열소자는 원칙적으로 사용하여서는 아니 된다.

(2) 액중에 잠기는 전열소자는 내식성의 금속피복으로 보호한 것이어야 한다.

(3) 전열기의 고열부분은 통상 사용상태에서 가연물이 접촉할 우려가 없도록 보호되어야 한다.

(4) 전기 난방기는 갑판, 격벽 및 기타 주위의 물품을 과열할 염려가 없도록 설치하여야 한다.

2. 조작스위치

전열기구 회로의 개폐는 고정스위치에 의하여야 한다. 또한 플러그를 사용할 경우에는 리셉터클측에 스위치를 설치하여야 한다.

1004. 배선기구

1. 재료

(1) 외피는 금속 또는 난연성의 재료이어야 한다.

(2) 충전부에 사용하는 절연재료는 난연성, 비흡습성의 재료이어야 한다.

2. 온도상승

충전부의 온도상승은 30°C를 넘어서는 아니 된다.

3. 스위치

스위치는 정격전압에서 정격전류의 150% 전류를 안전하게 개폐할 수 있는 것이어야 한다.

4. 리셉터클 및 플러그

(1) 정격전류가 15 A를 넘는 리셉터클에는 스위치를 설치하고 스위치가 닫혀 있을 때 플러그를 뽑거나 꽂을 수 없는 구조로 하여야 한다.

(2) 전압이 상이한 배전계통에 사용되는 리셉터클 및 플러그는 상호 접속할 수 없는 구조로 하여야 한다.

(3) 정격전압이 직류 55 V, 교류 55 V 이상인 리셉터클 및 플러그의 노출금속부분은 접지극을 가져야 한다. 또한 플러그는 연결시 도전부 전극이 접촉하기 전에 접지극이 먼저 접촉될 수 있는 구조이어야 한다. 다만, 2중 절연구조 기기용의 것 및 접지를 필요로 하는 비도전 금속부를 가지고 있지 아니한 소형전기 기구용의 것은 이에 따르지 아니한다.

1005. 전기식 연료유 가열기 *(2019)*

1. 전기식 연료유 가열기의 시험 및 검사는 **표** 6.1.18에 따른다.

표 6.1.18 전기식 연료유 가열기의 시험 및 검사

항	시험명	시험방법	비고
1	육안검사		-
2	기능시험	406.의 3항	-
3	절연저항시험	406.의 5항	-
4	내전압시험	406.의 4항	-
5	압력시험	5편 6장 1404.의 3항	적용되는 경우

1006. 부스바 트렁킹 시스템 *(2019)*

1. 부스바 트렁킹 시스템의 시험 및 검사는 **표** 6.1.19에 따른다.

표 6.1.19 부스바 트렁킹 시스템의 시험 및 검사

항	시험명	시험방법		비고
1	육안검사			-
2	절연저항시험	No. 10	제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 표 3.23.1	-
3	내전압시험	No. 11		고전압의 경우, 규칙 1506.의 4항 적용

제 11 절 선내 통신장치

1101. 적용규격

선내 통신용 기기는 한국산업표준에 적합한 것 또는 이것과 동등 이상인 것이어야 한다.

1102. 중요한 선내통신 장치 【지침 참조】

선박의 운항과 중요한 관계가 있는 전기통신 및 신호 장치는 될 수 있는 한 독립된 회로를 가지고 그 장치 자체로서 완전히 기능을 유지할 수 있는 것이어야 한다.

1103. 유도장애방지

통신용 케이블은 유도장애가 발생할 염려가 없도록 포설하여야 한다.

1104. 보호장치

많은 통신회로가 공통의 급전선에서 분기(分岐)하여 급전되어 있을 경우에는 각 회로 및 급전선은 모두 퓨즈 등에 의하여 보호하고 급전선 퓨즈의 정격은 접속부하의 합계에 상응하는 것이어야 한다.

1105. 총비상 경보장치

1. **일반사항** 총비상 경보장치는 선박의 기적 또는 사이렌 그리고 이에 추가하여 선박의 주전원 및 SOLAS II-1/42 또는 II-1/43 규칙에 규정한 비상전원으로부터 급전되는 전기작동 벨 또는 크락숀 또는 다른 동등한 경고장치에 의한 7회 이상의 단음에 이어 1회의 장음으로 구성된 총비상 경보신호를 발할 수 있어야 한다. 그 장치는 항해선교에서 운용할 수 있어야 하며, 선박의 기적을 제외하고는 다른 중요 위치로부터 작동할 수 있어야 한다. 이 경보는 작동이 된 후 수동으로 정지시킬 때까지 또는 선내방송으로 인하여 일시 중단될 때까지 계속 작동하여야 한다.
2. **회로** 일반 경보장치에의 급전회로는 조작스위치 이외의 스위치를 설치하여서는 아니 된다. 또한 과전류보호에 차단기를 사용할 경우에는 **"오프"** 위치에 놓인 상태로 방치되는 일이 없도록 적절한 방법을 강구하여야 한다.**【지침 참조】**
3. **음압수준**
   (1) 내부 및 외부 구역에서 비상경보음에 대한 최소 음압수준은 80 dB(A) 이상이어야 하며, 평온한 기상 상태에서 선박을 운항할 때 정상적인 설비 운용동안 존재하는 주위 소음수준보다 10 dB(A) 이상이어야 한다.
   (2) 선실 내 수면장소 및 선실 내 욕실에서의 음압수준은 75 dB(A) 이상이어야 하며 주위 소음수준보다 10 dB(A) 이상이어야 한다.
   (3) 어떠한 경우에도 가청경보는 120 dB(A)을 초과하여서는 아니 되며, 기관구역과 같은 고소음 구역에서는 가시경보장치를 보조장치로 사용할 수 있다.
   (4) 일반적으로 음압수준은 선실 내 수면장소 및 가청경보가 울리는 경보원으로부터 1 m 거리에서 계측하여야 한다.

1106. 선내 방송장치 【지침 참조】

1. 선원, 승객 또는 선원과 승객이 통상적으로 거주하는 모든 장소와 소집 장소에 메시지를 방송할 수 있는 확성기 시스템이어야 한다.
2. 총비상 경보장치를 보완하기 위해서 사용되는 경우, 전원은 주전원 및 비상전원으로부터 공급되어져야 한다.
3. 선교 및 우리 선급이 필요하다고 간주하는 적어도 1개의 선내 다른 장소 (화물제어실, 화재제어실, 기관제어실 등)에서부터 방송할 수 있어야 한다.
4. 무단으로 사용할 수 없도록 보호되어야 한다.
5. 방송시스템은 음향학적 한계상태를 고려하여 설치되어야 하며 방송을 듣기 위하여 수신인이 어떤 동작을 취하는 것을 요구하지 않아야 한다.
6. 선박이 정상적으로 항해중일 때, 비상 방송을 위한 최소 음압수준은 다음과 같아야 한다.
   (1) 내부구역에서는 75 dB(A)이고 담화로 인한 방해 수준보다 20 dB(A)이상일 것
   (2) 외부구역에서는 80 dB(A)이고 담화로 인한 방해 수준보다 15 dB(A)이상일 것
   (3) 일반적으로 음압수준은 선실 내 수면장소 및 가청경보가 울리는 경보원으로부터 1 m 거리에서 계측하여야 한다.
7. 총비상 경보장치를 보완하기 위해서 사용되는 경우, 어떤 단일 고장의 영향을 최소화하도록 배치하여야 한다.

제 12 절 반도체 전력변환장치 *(2021)*

1201. 일반사항

1. 이 절의 규정은 전동기 구동용 전력변환장치, 무정전전원장치 및 5 kW 이상의 반도체 정류기(이하 **정류기**라 한다.)에 적용한다.
2. 정류기의 부속장치는 이 장의 관련 규정에도 적합하여야 한다.

1202. 전동기 구동용 반도체 전력변환장치

1. 설계 요건

(1) 지정된 용량은 적어도 100 %의 연속부하와 최대 지속시간의 전류에 의해 주어진 지정된 과부하 용량을 포함하여야 한다.

(2) 전동기 구동(소프트 스타터 포함)용 전력변환장치는 적어도 정지 직후에 두 번의 연속 시동 시도 또는 냉간 상태에서 과열되지 않고 시동을 견뎌야 한다.

2. 연면거리 및 공간거리

(1) 연면거리 및 공간거리는 관련 제품 표준에 따라야 한다. 관련 IEC 표준에 따른 연면거리 및 공간거리를 표 6.1.20부터 표 6.1.22에 나타내었다.

표 6.1.20 저전압용 반도체 전력변환장치의 공간거리

정격전압 (V)	공간거리(mm)
120	0.80
220, 230, 240	1.5
380, 400, 415, 440, 480	3.0
600, 630, 660, 690	5.5

표 6.1.21 고전압용 반도체 전력변환장치의 공간거리

정격전압 (V)	공간거리(mm)
1732	8.0
6235	25
12470	60
20785	90

표 6.1.22 반도체 전력변환장치의 연면거리

정격전압 (V)	연면거리(mm)
100	2.2
160	2.5
200	3.2
250	4.0
320	5.0
400	6.3
500	8.0
630	10.0
800	12.5
1000	16
1250	20
1600	25
2000	32
2500	40
3200	50
4000	63
5000	80
6300	100
8000	125
10000	160

3. 냉각

(1) 반도체 전력변환장치 어셈블리는 공기 순환이 원활이 이루어지고 공랭식 전력변환장치로 유입되는 공기 온도가 변환장치의 설계 온도를 초과하지 않는 위치에 설치되어야 하며 복사 에너지원으로부터 떨어진 곳에 설치되어야 한다.

(2) 강제 냉각방식의 경우, 특별히 요구되지 않는 한 장비는 효과적인 냉각이 유지되는 경우 외에는 반도체 회로에 전력을 인가하거나 유지할 수 없도록 설계되어야 한다. 구동 부하 감소와 같은 장비 과열에 대한 다른 효과적인 보호 수단도 허용될 수 있다.

(3) 강제 냉각방식의 반도체 어셈블리에는 냉각 매체의 온도를 모니터링하는 수단이 제공되어야 한다. 냉각 매체 과열 시 경보를 발하여야 하며 온도가 제조업체가 지정한 값을 초과하면 장비는 차단되어야 한다.

(4) 액체냉각식의 반도체 어셈블리에는 냉각매체의 누출을 감지할 수 있는 수단이 제공되어야 한다. 누출이 발생하는 경우 가시가청경보를 발하여야 한다. 냉각액이 반도체 어셈블리 또는 컨버터 근처에 위치한 다른 전기기기의 고장을 일으키지 않도록 누출을 방지하는 수단이 제공되어야 한다. 비전도성 냉각액이 요구되는 경우, 냉각액의 전도도를 모니터링하고 전도도가 제조업체가 지정한 값을 초과하는 경우 경보를 발하여야 한다.

(5) 냉각시스템이 고장난 경우 경보를 발하여야 하며 출력 전류를 자동으로 감소시켜야 한다. 어셈블리의 비접지 충전부와 접촉하는 냉각액은 비전도성 및 불연성이어야 한다.

4. 비상정지

필요한 경우, 반도체 전력변환장치 어셈블리에는 비상정지 기능이 제공되어야 한다. 비상정지 회로는 하드와이어를 사용한 별도의 배선이어야 하며 모든 제어 시스템 신호로부터 독립되어야 한다.

1203. 무정전전원장치(UPS)

1. **적용** 비상전원장치로서 무정전전원장치(이하 UPS라고 함)를 탑재한 경우에 적용한다.

2. 정의 *(2022)*

(1) UPS : 입력 전원이 정전되었을 때 전력공급의 연속성을 확보하기 위하여 전력변환장치, 스위치 및 축전지를 조합하여 구성한 전원 장치 (IEC 62040-3:2011)

(2) 오프라인(off-line)형 UPS : 정상작동 시 내부바이패스회로에 의해 부하로 급전되고, 바이패스회로에 이상이 발생하거나 미리 설정된 한계치를 벗어나면 인버터를 거쳐서 급전하는 UPS.

(3) 라인인터랙티브(line interactive)형 UPS : 입력전원이 미리 설정된 전압과 주파수 한계치를 벗어날 때 바이패스라인이 저장된 에너지전원으로 전환되는 오프라인형 UPS.

(4) 온라인(on-line)형 UPS : 정상작동 시 인버터를 거쳐서 급전되므로 입력전원이 상실되거나 미리 설정된 한계치를 벗어나더라도 중단 없이 작동하는 UPS.

3. 설계 및 구조

(1) UPS의 구조는 적용 가능한 IEC 62040-1:2017, IEC 62040-2:2016, IEC 62040-3:2011, IEC 62040-4:2013 **및/또는** IEC 62040-5-3:2016 또는 이와 동등한 국제표준 및 적절한 국내표준에 따른다. *(2022)*

(2) UPS는 외부전원에 의존하지 않고 작동되어야 한다.

(3) UPS의 형식(오프라인(off-line)형, 라인인터랙티브(line interactive)형 또는 온라인(on-line)형)은 접속된 부하설비의 전원요건에 적합하도록 선정되어야 한다.

(4) 외부 바이패스회로를 갖추어야 한다.

(5) UPS에는 자기감시기능을 갖추고 다음의 경우에는 통상 승조원이 배치된 장소에 가시가청 경보를 발하여야 한다.

(가) 전원상실 (전압 및 주파수이상)

(나) 접지이상

(다) 축전지 보호기능의 작동

(라) 축전지의 방전

(마) 온라인형 UPS에 대한 외부 바이패스회로의 작동

4. 배치

(1) UPS는 비상시에 사용할 수 있도록 적절한 장소에 설치하여야 한다.

(2) 밸브조절식 밀폐형 축전지를 사용하는 UPS는 환기장치가 적용 가능한 IEC 62040-1:2017, IEC 62040-2:2016, IEC 62040-3:2011, IEC 62040-4:2013 **및/또는** IEC 62040-5-3:2016 또는 이와 동등한 국제표준 및 적절한 국내표준에 적합할 경우 일반전기설비가 배치된 구획에 설치할 수 있다. *(2022)*

5. 성능

(1) UPS는 **규칙 203.**의 2항에 열거한 부하에 대하여 지정된 시간동안 출력이 유지되어야 한다.

(2) UPS가 충분한 용량임을 검증하지 아니하고 UPS에 추가의 회로를 접속하여서는 아니 된다. UPS 축전지 용량은 항상 지정된 부하를 정해진 시간내에 공급할 수 있어야 한다.

(3) UPS의 입력전원 복구에 있어서는 부하로의 급전을 유지하는 동시에 축전지에 재충전할 수 있도록 충전기의 정격을 충분한 것으로 하여야 한다.

6. 시험 및 검사

(1) 50 kVA 이상의 UPS는 우리 선급으로부터 제조공장에서 시험 및 검사를 받아야 한다.

(2) UPS는 해당 장치가 설치된 환경에서 적합함을 증명하기 위해서 적절한 시험항목을 선정하여야 한다. 여기에는 최소한 다음의 시험항목이 포함되어야 한다.

(가) 육안검사

(나) 경보작동을 포함한 성능확인

(다) 온도상승시험

(라) 환기율 확인

(마) 축전지용량 확인

(3) 입력전원이 상실된 경우에 순간적인 정전 없이 급전을 유지할 필요가 있는 기기에 UPS가 접속된 경우에는, 설치 후 실질적인 시험으로 작동상태를 확인하여야 한다.

1204. 정류기

1. 구조

(1) 정류밸브 유니트, 정류스태크 또는 정류소자는 정류기로부터 용이하게 떼어낼 수 있는 구조의 것이어야 한다.

(2) 자냉식 및 풍냉식의 정류기는 염분을 포함한 공기 또는 습기로 인하여 지장이 생기지 아니하도록 장치하거나 또는

보호하여야 한다.

(3) 수은증기를 발생할 염려가 있는 장소에서는 자냉식 및 풍냉식의 다결정 반도체 정류기(多結晶 半導體 整流器)를 사용하여서는 아니 된다.

(4) 정류소자를 직렬 또는 병렬로 접속해서 사용할 경우에는 각각의 소자에 가하는 전압 또는 전류는 가능한 한 균등하도록 하여야 한다.

2. 배치

(1) 정류기는 냉각공기의 순환에 방해가 되지 아니하도록 또한 풍냉식에 있어서는 입구 공기온도가 그 허용치를 넘지 아니하도록 설치하여야 한다.

(2) 정류기는 저항기, 증기관 및 기타의 복사열원으로부터 될 수 있는 한 떨어져서 설치하여야 한다.

3. 보호장치

(1) 강제냉각을 하는 정류기는 냉각계통에 이상이 있을 때 동작하는 보호장치를 갖추어야 한다.

(2) 정류기는 회로개폐에 따른 서지전압, 발전제동(發電制動)에 따른 전압상승 등 과도적 과전압에 의하여 손상되지 아니하도록 보호하여야 한다.

4. 정류소자의 온도 정류소자의 접합부 최고 허용온도는 제조자의 지정에 따른 것으로 하고 지정이 없을 경우에는 다음에 따라야 한다.

셀렌 : 70℃
실리콘 : 150℃ (다이리스터 : 125℃)

5. 정류기용 변압기 정류기용 변압기는 단권이어서는 아니 된다.

6. 다이리스터 제어

(1) 게이트 제어회로

(가) 다이리스터의 게이트 제어회로는 게이트의 정격을 넘는 일이 없고 점호(點弧)시키는데 충분한 폭의 펄스를 발생시키고 정전유도 및 전자유도에 의해 잘못 점호를 일으킬 염려가 없는 것이어야 한다.

(나) 다이리스터를 직렬 또는 병렬로 접속하여 사용할 경우에는 게이트 제어회로는 각 다이리스터의 점호의 시기가 불규칙적으로 되지 아니하도록 하여야 한다.

(2) 다이리스터에 의한 직류전동기의 제어

(가) 다이리스터 출력의 맥동이 전동기의 정류에 유해한 영향을 미칠 염려가 있을 경우에는 맥동을 저감하는 방법을 강구하여야 한다.

(나) 다이리스터의 위상제어에 따른 역률의 저하가 전원에 유해한 영향을 미칠 우려가 있을 경우에는 이것을 적절히 보상하는 장치를 구비하여야 한다.

(다) 계자극성 절환방식에 따라 전동기의 정역(正逆)운전을 할 경우는 전기자 전류가 영(零)이 된 후 계자의 극성이 전환되도록 인터록을 장치하여야 한다. 또한 전기자의 무구속 상태를 제한하기 위하여 적절한 장치를 구비하여야 한다.

7. 시험 및 검사

(1) 일반사항

정류기 및 부속장치는 다음 각 항에 규정하는 시험을 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 인정할 경우는 동일형식의 2대째 이후의 것에 대해서는 (2)호의 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 온도시험

정류기 및 부속장치는 정상 사용 상태에서 온도시험을 하여 4항에 적합하고 또한 702.에 규정하는 값을 넘지 아니하는가를 확인하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 동작시험

계기, 개폐장치, 보호장치 등의 동작을 확인하여야 한다. **【지침 참조】**

(4) 내전압시험

정류소자 또는 주회로의 전위를 가진 부속장치의 충전부와 대지 사이에 표 6.1.23의 전압을 1분간 가하여 이에 견디어야 한다. *(2018)*

표 6.1.23 주회로에 연결된 기기의 시험 전압 *(2018)*

정격 절연 전압 (V)	시험전압 (V)	
	교류 (r.m.s)	직류
≤ 50	1250	1770
≤ 100	1300	1840
≤ 150	1350	1910
≤ 300	1500	2120
≤ 600	1800	2550
≤ 1000	2200	3110

(5) 절연저항시험

정류기 및 부속장치의 충전부분과 대지사이의 절연저항은 내전압시험 완료 후 직류 500 V이상의 절연저항계로 측정하여 1 MΩ 보다 작아서는 아니 된다.

제 13 절 축전지

1301. 일반사항 【지침 참조】

1. 이 절의 규정은 납축전지 및 알칼리(니켈-카드뮴)축전지에 적용한다.
2. 축전지는 국가표준, 공인된 국제기준 또는 이와 동등하다고 인정하는 것이어야 한다.
3. 벤트형 축전지라 함은 전해액의 교환이 가능한 것으로 충전 및 과충전시에 가스를 방출하는 것을 말한다.
4. 밸브조절형 밀폐식 축전지라 함은 일반적으로 전해액의 교환이 불가능한 것으로 정상 상태에서는 닫혀있지만 내부 압력이 미리 정해 놓은 값을 넘어서면 가스를 방출시키는 장치를 갖춘 것을 말한다.

1302. 구조

축전지는 선박의 진동, 경사 등에 따라 전해액이 넘치거나 산 또는 알칼리성의 분무(噴霧)를 방출하지 아니하는 구조이어야 한다.

1303. 설치장소

1. 축전지는 고온 또는 저온인 장소와 증기, 물 또는 유증기 등에 닿는 장소에 설치하여서는 아니 된다.
2. 알칼리축전지와 납축전지는 동일 구획에 설치하여서는 아니 된다.
3. 축전지는 거주구역내에 설치하여서는 아니 된다.
4. 용량이 큰 축전지는 전용의 축전지실에 설치하여야 한다. 다만, 밸브조절형 밀폐식 축전지는 적절한 장소에 설치할 수 있다. 【지침 참조】
5. 기관시동용 축전지는 기관에 가능한 한 가까이 설치하여야 한다. 만약, 이 축전지가 축전지실 내에 설치되어 있지 아니할 경우에는 유효한 통풍장치를 설치하여야 한다.

1304. 축전지실의 전기장치

1. 축전지실에 붙인 전등기구는 방폭형인 것이어야 한다. 【지침 참조】
2. 불꽃을 발생할 우려가 있는 퓨즈, 스위치 등은 축전지실에 설치하여서는 아니 된다.
3. 축전지실에는 원칙적으로 축전지용 케이블 및 실내 전등용 케이블 이외의 케이블을 포설하여서는 아니 된다.

1305. 방식보호

납(鉛)축전지실내는 다음의 각 호에 의하여 두께 1.6 mm 이상의 납판을 깔든가 또는 내산도장(耐酸塗裝)에 의하여 보호하여야 한다.

(1) 축전지실 바닥 전면과 주위 벽 150 mm 높이까지에는 납판을 깔고 수밀을 유지하여야 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 얻은 경우에 한하여 내산도장을 함으로써 납판을 까는 공사에 대신할 수 있다.
(2) 축전지실의 천정, 전 호의 규정 이외의 주위벽, 축전지시렁 및 나무상자에는 내산도장을 하여야 한다.
(3) 축전지 받침그릇 및 유산병 받침내면에는 납판을 깔아야 한다. 【지침 참조】
(4) 통풍용 도관 및 환기통풍기는 내식성 재료로 제조하던가 또는 내면을 내산도장한 것이어야 한다.

1306. 환기 【지침 참조】

1. 축전지실, 록커 및 축전지 상자는 인화성 가스가 고이지 아니하도록 하여야 한다. 축전지를 2단 이상으로 배열할 경우에는 시렁의 전후부에는 원칙으로 50 mm 이상의 빈자리를 설치하여야 한다.
2. 축전지실의 환기는 자연환기 또는 환기통풍기 중 어느 것으로든 할 수 있다.
3. 축전지실에는 유효한 흡기구멍을 바닥부근에 설치하여야 한다.
4. 환기통풍기는 날개가 케이싱에 접촉하여도 불꽃이 생기지 아니하는 것이어야 한다.
5. 축전지실의 배기 통풍기용 전동기는 원칙적으로 통풍도관 밖에 설치하여야 한다.
6. 축전지 상자에는 정부(頂部)에 배기용도관을 설치하고 그 선단을 구즈넥형 등으로 하며 상자의 정부(頂部)로부터 구즈넥까지의 거리는 1.25 m 미만이어서는 아니 된다. 또한 흡기구멍은 적어도 상자의 맞은 면에 2개 설치하여야 한다.

1307. 충전장치

1. 부하를 건 채로 부동충전(浮動充電) 하는 축전지의 최대 전지전압은 그 부하의 허용 최고전압을 넘어서는 아니 된다.

이를 위하여 전압조정기 또는 전압제어장치를 설치할 수 있다.

2. 축전지를 직류발전기로 직렬저항을 통하여 충전할 경우 충전전압이 선간전압의 20 % 이상이 될 때에는 충전과 방전 전반에 역류보호장치를 설치하여야 한다.

1308. 축전지 보수 기록서

(1) 축전지를 중요용도 및 비상용으로 설치할 경우에는 축전지의 보수 계획서를 선내에 보관하여야 한다. 이러한 계획서는 최소한 다음의 정보를 포함하여야 하며, 신조검사 동안 우리선급의 현장검사원에 의해 검토되어야 한다.

(가) 형식 및 제조자의 모델명

(나) 전압 및 암페어-시간 정격

(다) 설치위치

(라) 축전지의 전원이 공급되는 설비 및 시스템 목록

(마) 보수유지/교체 주기

(바) 최종 보수일 및 교체일

(사) 교체용으로 보관하고 있는 축전지의 제조일 및 보관 수명

(2) 축전지를 교체하는 경우 동등 이상의 성능을 갖는 형식으로 교체하도록 하는 절차서를 축전지 설치 장소에 비치하여야 한다.

(3) 밸브조절형 밀폐식 축전지를 벤트형 축전지로 교체하는 경우 적절한 통풍을 확보하여야 하며 벤트형 축전지의 위치 및 설치 요건을 만족하여야 한다.

(4) 계획표 및 절차서는 선박안전관리시스템에 포함되어야 하며 일상적인 선박 운전 관리에 통합되어 우리 선급 검사원에 의해 적절히 검증되어야 한다.

제 14 절 피뢰침

1401. 일반사항

목재로 된 마스트를 설치한 선박에는 각 마스트에 피뢰침을 설치하여야 한다.

1402. 피뢰도선

1. 피뢰도선은 단면적 75 mm^2 이상인 구리줄 또는 구리띠로 하여야 한다. 피뢰도선을 포설할 경우에는 가능한 한 직선상으로 부착하고 예각으로 굽혀서는 아니 된다.
2. 피뢰침의 첨두와 선체 또는 전극과의 사이의 저항은 0.02 Ω를 넘어서는 아니 된다.

제 15 절 고전압 전기설비

1501. 일반사항

1. 적용 【지침 참조】

(1) 이 절의 규정은 공칭전압이 1 kV를 넘고 15 kV를 넘지 아니하는 3상 교류 배전계통에 적용한다. 공칭전압은 상간전압을 말한다.

(2) 고전압전기설비의 구조 및 설치에 대하여는 이 절의 규정에 따르는 외에 IEC 60092-503:2007 및 이 장의 관련 규정에도 적합하여야 한다. *(2022)*

2. **격리** 1 kV를 넘는 고전압전기설비와 저전압전기설비는 서로 격리하여 설치하여야 한다. 다만, 안전하게 저전압전기설비에 접근할 수 있도록 격리하거나 다른 적절한 수단을 갖춘 경우에는 예외로 한다.

1502. 시스템 설계 【지침 참조】

1. 배전

(1) 선내 전력공급의 연속성

주배전반은 적어도 하나의 회로차단기 또는 다른 적절한 분리장치를 사용하여 최소한 2개의 독립된 부분으로 나눌 수 있어야 하며, 배전반의 독립된 각 부분에는 적어도 1대의 발전기에 의하여 급전되어야 한다. 2개의 분리된 배전반으로 되어 있고 케이블로 상호 연결되어 있는 경우, 케이블의 각 말단에는 회로차단기를 설치하여야 한다. 2중장비가 요구되는 기기의 부하는 분리된 각 부분의 배전반에 균등하게 분담되어야 한다.

(2) 중성점 접지방식

지락사고의 경우, 지락전류는 배전반 또는 관련 배전반에 연결된 최대 용량의 발전기의 전부하를 초과하여서는 아니 되며, 지락보호장치를 작동시키는데 필요한 최소전류의 3배 이상이어야 한다. 계통에 전원이 공급되고 있을 때에는 적어도 1개의 전원중성점이 항상 접지되어 있어야 한다. 직접중성점 접지방식 또는 다른 중성점 접지방식의 전기설비는 단상의 지락사고의 경우, 트립에 필요한 시간 동안 지락전류에 견딜 수 있어야 한다.

(3) 중성점 접지선의 단로

각 발전기의 접지선에는 발전기의 정비 및 절연저항 측정을 위한 단로장치를 설치하여야 한다.

(4) 접지 임피던스의 선체 연결

모든 접지 임피던스는 선체에 접속되어야 한다. 이로 인한 순환전류에 의하여 무선설비, 레이다, 통신 및 제어회로에 간섭이 일어나지 않도록 하여야 한다.

(5) 분할된 계통

중성점 접지계통에서 선체에 중성점을 연결할 때에는 분할된 각 부분마다 연결하여야 한다.

2. 보호등급

(1) 일반사항

고전압전기설비의 각 부분은 설치장소에 적절한 보호 등급의 것이어야 하고 IEC 60092-201:2019를 최소요건으로 한다. *(2022)*

(2) 회전기계

회전기계의 외피에 대한 보호등급은 적어도 IP 23 이상이어야 하며, 단자의 보호등급은 적어도 IP44 이상이어야 한다. 취급자격이 없는 인원이 접근할 수 있는 구역에 설치되는 전동기의 경우, 충전부 및 회전부에 접촉하거나 접근하는 부분에 대한 보호등급은 IP 4X 이상이어야 한다.

(3) 변압기

변압기 외피의 보호등급은 적어도 IP 23 이상이어야 한다. 취급자격이 없는 인원이 접근할 수 있는 구역에 설치되는 변압기에 대한 보호등급은 적어도 IP 4X 이상이어야 한다. 외피로 보호되지 않은 변압기에 대하여는 1507.의 1항에 따른다.

(4) 스위치, 제어기 및 변환장치

금속외피형 스위치, 제어기 및 정지형변환장치의 보호등급은 적어도 IP 32 이상이어야 한다. 취급자격이 없는 인원이 접근 할 수 있는 구역에 설치되는 스위치, 제어기 및 정지형변환장치의 보호등급은 적어도 IP 4X 이상이어야 한다.

3. 절연

(1) 공간거리

고전압전기설비의 공칭전압에 따른 공간거리는 다음에 표시하는 값 이상이어야 한다. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 공간거리를 감소할 수 있다.

공칭전압(kV)	공간거리(mm)
3(3.3)	55
6(6.6)	90
10(11)	120
15	160

(2) 연면거리
충전부 사이 및 충전부와 접지된 금속부 사이의 연면거리는 계통의 공칭전압, 절연재료의 특성과 스위칭 및 고장으로 인하여 발생하는 과도 과전압에 관한 IEC 60092-503:2007의 요건에 따라야 한다. *(2022)*

4. 보호

(1) 회로차단기의 발전기측 고장
발전기와 주배전반 사이를 연결하는 케이블에서의 상간사고 및 발전기 내부의 권선사고에 대한 보호장치를 설치하여야 한다. 이 보호장치는 발전기 회로차단기를 트립시키고 자동적으로 발전기의 여자계통을 차단하여야 한다. 중성점 접지방식의 배전계통에서 상과 접지간의 사고에 대해서도 위와 같이 보호하여야 한다.

(2) 지락사고
계통의 모든 지락사고는 가시가청의 경보로 표시하여야 한다. 저임피던스 또는 직접접지계통에는 고장회로를 자동적으로 차단하는 수단을 갖추어야 한다. 고임피던스 접지계통에 있어서 지락사고가 일어남에도 불구하고 급전반이 분리되지 않을 경우, 설비의 절연은 상간전압을 기준으로 설계하여야 한다.

(3) 전력변압기
전력변압기에는 과부하 및 단락회로 보호장치를 갖추어야 한다. 변압기가 병렬로 연결되는 경우, 1차측의 보호장치는 2차측에 연결된 스위치가 자동적으로 트립되도록 하여야 한다.

(4) 제어 및 계기용 변압기
변압기의 2차측에는 과부하 및 단락회로 보호장치를 갖추어야 한다.

(5) 퓨즈
퓨즈는 과부하보호에 사용하여서는 아니 된다.

(6) 저전압계통
고전압계통으로부터 변압기를 통하여 전력이 공급되는 저전압계통은 다음과 같은 방법으로 과전압으로부터 보호되어야 한다.
- 저전압회로의 직접접지
- 적절한 중성전압제한기
- 변압기의 1차 및 2차 권선 사이의 접지차폐

1503. 회전기계

1. **발전기 고정자권선** 발전기의 고정자권선은 차동보호장치를 위하여 모든 상의 말단을 단자상(box)에 인출하여 두어야 한다.
2. **온도감지기** 회전기계의 온도가 허용한도를 넘는 경우, 가시가청의 경보를 작동할 수 있도록 고정자권선 내에 온도감지기를 설치하여야 한다. 내장형 온도감지기를 사용하는 경우, 과전압으로부터 회로를 보호하는 수단을 갖추어야 한다.
3. **시험** 회전기계에 일반적으로 요구되는 시험에 추가하여 급격한 스위칭서지에 대한 내부권선-턴간의 내절연성을 확인하기 위하여 각 코일마다 IEC 60034-15:2009에 따른 내전압시험을 하여야 한다. *(2022)*

1504. 전력변압기

1. 건식변압기는 IEC 60076-11:2018의 요건에 적합하여야 하며, 액체냉각식 변압기(liquid cooled transformers)는 IEC 60076에 적합하여야 한다. 유입식변압기는 다음과 같은 경보 및 보호장치를 갖추어야 한다. *(2022)*
   - 액면이 저하하였을 때 : 경보/트립 또는 부하감소
   - 액온이 상승하였을 때 : 경보/트립 또는 부하감소
   - 가스압력이 상승하였을 때 : 트립

2. 내전압시험의 시험전압은 다음과 같다.

공칭전압(kV)	교류시험전압(kV), 1분 상용주파수(50Hz 또는 60Hz)
≤ 1.1	3
3.6	10
7.2	20
12	28
15	38

1505. 케이블 【지침 참조】

1. 고전압전기설비에 사용하는 케이블은 IEC 60092-353:2016과 IEC 60092-354:2020 또는 동등 이상의 규격에 적합한 것이어야 한다. *(2022)*
2. 내전압시험의 시험전압은 다음과 같다.

공칭전압(kV)	교류시험전압(kV), 5분 상용주파수(50Hz 또는 60Hz)
1 ~ 1.1	3.5
3 ~ 3.3	6.5
6 ~ 6.6	11
10 ~ 11	15
15	22

1506. 개폐장치 및 제어장치

1. **일반사항** 개폐장치 및 제어장치는 IEC 62271-200:2011과 **2항**, **3항** 및 **4항**의 요건에 적합한 것이어야 한다. *(2022)*
2. **구조**
   (1) 구조
   스위치는 IEC 62271-200:2011에 따른 금속외피형이거나 IEC 62271-201:2014에 따른 절연외피형이어야 한다. *(2022)*
   (2) 잠금장치
   인출형 회로차단기 및 스위치에는 사용위치 및 인출위치에 기계적인 잠금장치를 갖추어야 한다. 또한, 정비시에 안전하게 작업하기 위하여 인출형 회로차단기 및 스위치의 키(key)에 의한 잠금과 고정식 차단이 가능하여야 한다. 인출형 회로차단기는 고정부 및 가동부 사이에 상대적인 움직임이 없도록 설치하여야 한다.
   (3) 셔터(shutters)
   인출형 회로차단기 및 스위치의 고정접점은 인출위치에서 충전접점을 자동적으로 덮도록 하여야 한다. 셔터는 입·출력 회로가 명확히 표시되어야 하며, 색상이나 라벨을 사용하여 표시할 수 있다.
   (4) 접지 및 단락
   정비시에 안전하게 작업하게 하기 위하여 적절한 수의 접지 및 단락장치를 갖추어야 한다.
   (5) 내부아크분류(Internal Arc Classification : IAC)
   개폐장치 및 제어장치는 내부아크에 따라 분류되어야 한다(IEC 62271-200:2011, Annex AA 참조). 허가받은 인원만 개폐장치 및 제어장치에 접근할 경우 접근유형 A가 요구되며, 비인가자의 접근에 대해서는 접근유형 B가 요구된다. 개폐장치 및 제어장치는 내부아크분류 및 분류면(F. L 및 R)에 적합하도록 설치되고 위치하여야 한다. *(2022)*
3. **보조계통**
   (1) 동력원 및 그 용량
   차단기 또는 스위치 등의 조작에 전기적 또는 물리적인 보조동력원이 필요한 경우, 저장된 형태의 동력원은 모든 구성품을 최소 2회 조작할 수 있어야 한다. 이러한 에너지원은 과부하 또는 단락 과 및 저전압으로 인한 트립과는

별개의 것이어야 한다. 다만, 트립회로(release circuits)의 연속성 결여 및 전력공급상실에 따라 경보를 발하는 경우에는 분로 트립(shunt tripping)을 허용할 수 있다.

(2) 외부전원의 수

보조회로용으로 외부전원이 필요한 경우, 적어도 2개의 외부전원을 설치하여야 하며 이들 외부전원 중의 하나가 고장이 나거나 상실되더라도 두 대 이상의 발전기 및/또는 2개 그룹 이상의 중요용도에 사용되는 장치들의 전원이 상실되지 않도록 배치하여야 한다. 필요한 경우, 데드쉽상태에서 시동을 위하여 그 중 하나는 비상전원으로부터 전원이 공급되어야 한다.

4. **내전압시험** 모든 스위치 및 제어기는 조립된 상태에서 내전압시험을 하여야 한다. 시험전압은 표 6.1.24에 따르며 시험절차는 IEC 62271-200:2011의 7절 일반시험(routine tests)에 따른다. *(2022)* **【지침 참조】**

표 6.1.24 내전압시험의 시험전압

시스템 공칭전압(kV)	교류시험전압[(kV), 1분] 상용주파수(50Hz 또는 60Hz)
1 ~ 1.1	2.8
3 ~ 3.3	10
6 ~ 6.6	20
10 ~ 11	28
15	38

1507. 설치

1. 전기설비

(1) 고전압전기설비가 외피 내에 설치되지 않고 외피를 대신하는 실내에 설치되는 경우, 전원공급이 차단되고 설비가 접지되지 않으면 출입문이 열리지 않도록 인터록하여야 한다.

(2) 고전압전기설비가 설치되어 있는 장소에 출입하는 경우, 고전압의 위험을 표시해주는 적절한 표시를 부착하여야 한다. 위에서 언급하고 있는 장소의 바깥에 설치되는 고전압전기설비에 대하여도 이와 유사한 표시를 하여야 한다.

(3) 배전반에는 고장시 발생할 수 있는 아크가스를 안전하고 유효하게 배출할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

【지침 참조】

(4) 유지보수작업을 수행하는 인원의 심각한 부상을 예방하기 위하여 고전압 장비 근처에는 막힘없는 적절한 작업 공간이 확보되어야 한다. 추가로, 배전반과 천정 및 상부갑판(ceiling/deckhead) 사이의 거리는 내부아크분류 요건에 적합하여야 한다(1506. 2 (5) 참조).

2. 케이블

(1) 케이블의 포설

고전압 케이블이 거주구역에 설치되는 경우에는 밀폐된 케이블포설장치(cable transit system) 안에 설치하여야 한다

(2) 격리

고전압 케이블은 정격이 다른 경우 서로 격리하여야 한다. 특히, 동일한 케이블 묶음으로 이들을 포설하여서는 아니 되며, 동일한 덕트 또는 파이프 혹은 상자에도 함께 포설하여서는 아니 된다. 동일한 케이블 트레이 상에 다른 정격의 고전압 케이블을 설치하는 경우, 공간거리는 1502. 3. (1)호에서 규정하고 있는 더 높은 전압측의 최소 공간거리 이상이어야 한다. 또한, 1 kV 이하의 공칭계통전압에서 사용되는 케이블과 고전압 케이블은 동일한 케이블 트레이에 포설하여서는 아니 된다.

(3) 설치방법

고전압 케이블의 접지를 위하여 효과적으로 연결되는 연속적인 금속시스 또는 외장이 갖추어져 있는 경우, 일반적으로 고전압 케이블은 케이블 트레이에 설치하여야 한다. 그렇지 않은 경우, 금속주물 내에서 고전압 케이블이 전 길이에 걸쳐서 효과적으로 접지되도록 고전압 케이블을 설치하여야 한다.

(4) 말단처리

고전압 케이블의 모든 도체단자는 가능한 한 적절한 절연재를 사용하여 효과적으로 피복되어야 한다. 단자함 내에서 도체가 절연되지 않는 경우, 각 상은 적절한 절연재로 된 차폐물에 의해 상간 및 접지와 분리되어야 한다. 절연

체에 전계를 제어하기 위한 도전층을 갖는 방사계 형식(radial field type)의 고전압 케이블은 전기응력을 효과적으로 제어할 수 있어야 한다. 말단처리는 케이블의 절연체 및 피복재에 적합한 형식이어야 하며, 모든 금속성 차폐요소를 접지시킬 수 있는 수단이 제공되어야 한다(예: 테이프, 와이어 등).

(5) 표시

고전압 케이블은 적절한 표시를 사용하여 쉽게 식별할 수 있어야 한다.

(6) 설치 후 시험

(가) 새로운 고전압 케이블을 설치하거나 기존에 설치된 것에 추가하여 고전압 케이블을 설치하는 경우, 사용하기 전에 모든 케이블과 부속품이 조립된 상태에서 내전압시험을 하여야 한다. 내전압시험은 절연저항시험 후에 실시하여야 한다.

(나) 정격전압(U_0/U)이 1.8/3 kV(Um=3.6 kV)를 초과하는 케이블의 경우, 교류 내전압시험은 고전압 케이블 제조업자의 권고에 따라 시행될 수 있으며 다음 시험방법 중 하나가 사용되어야 한다.

(a) 도체와 금속성 차폐/시스 간에 상간전압으로 5분 동안 시험

(b) 시스템의 정상 작동 전압으로 24 시간 동안 시험

여기서,

Uo : 설계된 케이블의 도체와 접지 또는 금속 차폐 사이의 정격전압

U : 설계된 케이블의 도체 사이에 가해지는 정격전압

Um : 장비가 사용될 수 있는 “가장 높은 계통 전압”의 최대값

(다) 전 (나)의 규정에도 불구하고, 교류 내전압시험의 대안으로 4 U_0와 동일한 직류 시험 전압으로 15분간 시험할 수 있다.

(라) 정격전압(U_0/U)이 1.8/3 kV(Um=3.6 kV) 이하인 케이블의 경우, 4 U_0와 동일한 직류 전압으로 15분간 시험하여야 한다.

(마) 시험을 종료한 후에는 도체 내에 충전되어 있는 전하를 방전하기 위하여 충분한 시간 동안 접지한 다음 절연저항시험을 반복하여 실시한다.

제 16 절 전기추진설비

1601. 일반사항

1. **적용** 다음의 전기추진설비는 (KS C) IEC 60092-501 및 이 장의 관련 규정에 따르는 외에 다음의 각 항에도 적합하여야 한다. (*2017*)
   - 발전기 및 발전기용 원동기
   - 배전반
   - 변압기
   - 전력변환장치
   - 전동기
   - 여자 시스템
   - 제어, 감시 및 보호 시스템
   - 전선, 케이블 및 모선
   - 고조파 필터
2. **비틀림 진동방지** 원동기, 발전기, 전동기 축계 및 프로펠러는 통상 사용회전수의 범위내에서 해로운 비틀림진동, 교류인 경우에는 특히 과도한 진동이 발생하지 아니하는 것이어야 한다.
3. **통합 전기추진설비**
   (1) 통합 전기추진설비라 함은 추진 부하뿐만 아니라 선용 부하에 전원을 공급하는 설비를 말한다.
   (2) 통합 전기추진설비의 발전 용량은 다음과 같다.
   정상 운항 상태 하에서, 1대의 발전기가 부하에 전원을 공급하지 못할 경우, 나머지 발전기의 용량은 선용(중요용도 및 거주편의용도)부하의 100 %를 만족하여야 하며, 또한 7 knots 또는 설계 속도의 50 % 중 낮은 값에 해당하는 추진부하에 전력을 공급하기에 충분한 것이어야 한다.
4. **습기 및 응결 방지** 발전기, 추진용 전동기, 전력변환장치, 변압기 및 배전반은 습기가 생기거나 응결되지 아니하도록 스페이스히터(space heater) 또는 공기건조기(air dryer) 등과 같은 적절한 방법을 강구하여야 한다.

1602. 전기추진장치용 원동기

1. **일반사항** 원동기는 **5편 2장 2절** 또는 **3절**의 규정에 적합한 것으로서 그 정격출력은 과부하 특성 및 부하확립 특성과 같이 전기장치의 운전상태가 과도적으로 변화되는 사이에 필요한 동력을 공급하기에 충분한 것이어야 한다.
2. **조속기**
   (1) 원동기는 미리 설정된 정상속도를 유지하도록 조속기를 설치하여야 한다. 이 정상속도는 전부하로부터 무부하까지의 부하변화에 대하여 정격 전부하 속도의 5 %를 넘지 아니하여야 한다.
   (2) 전 (1)호에서 규정하는 조속기는 발전기의 정격출력을 급격히 차단한 경우 순시 속도변동을 정격속도의 10 % 이내로 유지할 수 있는 것이어야 한다.
   (3) 병렬운전하는 발전기에 사용하는 조속장치는 원동기의 전운전 속도범위에 걸쳐 안정된 운전을 확보할 수 있는 것이어야 한다.
   (4) 원동기의 조속기 특성은 병렬운전에서 개별 발전기에 대한 부하가 가능한 각 발전기 출력에 비례하여 분배되도록 해야 한다.
   (5) 프로펠러의 속도조정을 위해서 원동기의 속도를 변화시킬 필요가 있을 경우 조속기는 필요한 속도 범위내에서 미세한 속도조정이 가능한 것으로 하고 원격조정 및 기계쪽 수동조정이 가능하도록 해 두어야 한다.
   (6) 과속도 조속기는 동력이 다시 살아나는 중에 발생하는 최고속도 이상으로 조정되어야 한다. 또한 원동기 및 발전기는 그 조정속도에 대하여 손상될 염려가 없는 구조이어야 한다.

1603. 회전기계 *(2017)*

1. **일반사항**
   (1) 자기통풍식인 가변속도 회전기계는 정격속도 이하로 운전하고 또한 그 속도에서 전부하 토크, 전부하 전류, 전부하 여자 등의 상황에서도 각부의 온도상승이 **표 6.1.5**에 표시한 값을 넘어서는 아니 된다.
   (2) 회전자는 **309.**의 **5**항에 규정한 과속도에 2분간 견디는 구조이어야 한다. 다만, 터빈 구동발전기 및 전자 슬립 커플링의 과속도는 정격속도의 120 %로 한다.
   (3) 슬립링 및 정류자는 쉽게 보수할 수 있도록 배치하여야 한다. 또한 각종 권선 및 베어링은 점검 및 수리를 위해 쉽

게 접근할 수 있고 또한 계자권선의 떼어내기 및 교환을 할 수 있도록 고려하여야 한다.

(4) 500 kVA를 넘는 발전기의 고정자 권선, 500 kW를 넘는 교류 전동기의 고정자 권선 및 500 kW를 넘는 직류 전동기의 보극, 주극 및 보상권선의 온도를 계측하는 장치를 비치하여 가능한 한 제어반의 편리한 위치에서 온도를 읽을 수 있도록 하여야 한다.

(5) 1 500 kVA를 넘는 발전기는 차동전류 보호장치를 갖추어야 한다.

(6) 직류전동기가 과속도로 될 염려가 있으면 과속도 보호장치를 설치하고 또 전기자는 일시적인 과속도에 대해 손상되지 아니하는 구조인 것이어야 한다.

2. 전동기 토크

(1) 전동기의 토크는 선박이 연속 최대출력으로 항해하고 있을 때 선박을 신속하게 정지시키고 후진시킬 수 있어야 한다.

(2) 교류인 경우 전동기는 황천중 및 다축선(多軸船)에 있어서 선회시 난조가 야기되지 아니하도록 토크에 충분한 여유가 있어야 한다.

3. 과부하 방지 전동기가 그 정격보다 큰 연속정격을 가진 발전기에 접속되는 경우에는 전동기 및 축에 허용된 값 이상의 과부하 또는 초과토크가 연속적으로 걸리지 아니하도록 적절한 방법을 강구하여야 한다.

4. 베어링 및 윤활

(1) 전동기축의 베어링의 윤활은 기동시를 포함한 모든 사용 상태에 대하여 유효한 것이어야 한다.

(2) 회전기계 및 원동기의 베어링의 윤활에 강제 윤활을 할 경우에는 유압저하 경보장치 및 과도한 베어링 온도 상승에 대한 경보장치가 설치되어야 한다.

(3) 윤활유가 베어링 외부로 유출되어 회전기계 내부로 침투되어서는 아니 된다.

(4) 모든 베어링은 온도감시장치를 갖추거나 온도계를 설치하여야 한다.

(5) 경사진 위치에서도 적절한 윤활이 되어야 하며, 베어링 윤활을 확인할 수 있는 장비가 준비되어야 한다.

(6) 슬리브 베어링은 쉽게 교체할 수 있어야 한다.

(7) 롤러 베어링은 충분히 예압(preload)되어야 한다.

5. 여자장치

(1) 타려식인 회전기계에는 적어도 2개의 여자장치를 설치하여야 한다.

(2) 여자기의 축 및 커플링의 강도는 조종(操縱)중의 최대출력 및 돌발 단락시의 출력증가에 대하여 충분한 것이어야 한다.

6. 전자 슬립커플링

(1) 전자 슬립커플링은 자기회로의 간극을 정기적으로 점검할 수 있는 구조로 하고 점검시 필요한 눈금있는 계기를 설치하여야 한다.

(2) 전자 슬립커플링은 적어도 방적형으로 하고, 폐쇄형이 아닌 경우에는 회전부에 사람이 접촉하거나 이물질이 들어가지 못하도록 보호하여야 한다.

7. 냉각

(1) 풍냉식 장비, 공기덕트, 공기필터 또는 워터쿨러(water cooler)의 냉각 공기 온도는 기기 외부에서 읽을 수 있는 온도계를 통해 지속적으로 감시되어야 하며, 경보를 발하도록 온도 센서가 제공되어야 한다.

(2) 수냉식 열교환기를 갖춘 기기의 경우, 누설이 감시되어야 한다.

1604. 제어장치 【지침 참조】

1. 일반사항

(1) 추진설비에 대한 제어장치는 적절한 전압의 것으로서 계기, 안전장치를 포함한 전동기의 기동, 정지, 역전 및 속도제어용의 기구를 설비한 것이어야 한다.

(2) 프로펠러를 정지 또는 역전할 때, 전동기에 의해 전달되는 회생에너지가 원동기에 위험한 속도증가를 발생시킬 경우, 이 에너지를 적절히 흡수하거나 또는 제한하는 장치(예: 제동저항기)를 갖추어야 한다. *(2017)*

(3) 스위치 및 접촉기의 조작용 레버, 핸들 및 그 부속품은 원활하게 수동조작 할 수 있는 것이어야 한다.

(4) 접촉기, 주회로스위치, 계자스위치 및 유사한 기구류의 조작레버는 잘못 동작이 되지 아니하도록 인터록을 설치하여야 한다. 인터록은 가능한 한 기계적 방식이어야 한다.

(5) 증기 및 기름에 사용되는 계기를 집합제어반에 설치하였을 경우에는 증기 또는 기름이 누설되어도 대전부에 접촉하지 아니하도록 하여야 한다.

(6) 조종장치에 동력을 사용할 경우에는 동력에 고장이 생겼을 때 다른 적절한 방법으로 단시간에 조작을 회복할 수

있도록 하여야 한다.

(7) 조종제어장치는 기관실이외의 장치에 손상이 일어났을 경우에 기관실의 조종 장소로 부터 제어할 수 있도록 배치하여야 한다.

(8) 조종제어장치가 고장나거나 조종제어장치에 전력공급이 상실된 경우에도 프로펠러의 속도가 과도하게 상승하지 않도록 하여야 한다.

2. 조종장치의 배치

(1) 추진용 회전기계의 제어는 선교 또는 갑판에서 하여도 좋으나 이런 경우 주기관실에도 제어장치를 설치하여야 한다. 비상시에 있어서 주기관실에의 제어전환은 가능한 한 신속히 할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 2개 이상의 제어장소를 설비할 경우는 그 어느 장소에서 제어중인가를 표시하는 표시등을 각 제어장소에 설치하여야 한다. 또한 동시에 상이한 장소에서 제어하지 못하도록 하여야 한다.

(3) 기계측제어장소는 추진의 제어 변화를 인지할 수 있도록 구동기나 전력변환장치 근처에 위치하여야 한다.

(4) 각 제어장소에는 구동기의 제어와 독립적으로 비상정지장치를 비치하여야 한다.

3. 주회로 및 제어회로

(1) 2대 이상의 발전기 또는 2대 이상의 전동기로 1개의 프로펠러축을 구동하는 장치에는 어느 한쪽의 회전기가 다른 쪽의 회전기의 운전을 방해하는 일이 없이 전기적으로 차단될 수 있도록 배치하여야 한다.

(2) 계자회로에는 계자스위치를 열때 전압상승을 억제할 수 있는 수단을 강구하여야 한다.

4. 보호장치

(1) 주회로에 과전류 보호장치가 설치된 경우에는 황천시의 조선(操船) 또는 통상운전시에 생기는 과전류로 작동하는 일이 없도록 충분히 높게 조정하여야 한다.

(2) 개별로 구동되는 직류발전기가 전기적으로 직렬로 접속된 경우 1대의 원동기가 구동력 상실에 따라 그 발전기가 역회전 하는 것을 방지하는 수단을 강구하여야 한다.

(3) 여자회로는 회로의 개방원인이 되는 과부하 보호를 하여서는 아니 된다.

(4) 주회로에는 돌발 단락전류를 검출하는 장치 및 상간의 불평형을 검출하는 장치를 설치하고 전기적 사고에 따라 전기장치에 일어나는 손상이 추진력의 상실에 따라 생기는 결과보다 중대할 경우에는 발전기 또는 전동기의 자속을 급속히 감소시킬 수 있도록 하여야 한다.

(5) 주회로에는 지락검출장치를 설치하고 지락이 생길 경우 경보가 울리도록 하여야 한다.

(6) 절연된 여자회로에는 지락검출장치를 비치하여야 한다. 그 장치는 전압계 또는 표시등으로 구성할 수 있다.

(7) 부하 저감

다음과 같은 경우, 수동 부하 저감에 대한 요청이 선교에 가시가청 되거나 자동 부하 저감 장치가 작동되어야 한다.

(가) 추진 발전기 및 전동기의 베어링 윤활유 압력 저하

(나) 추진 발전기 및 전동기의 권선온도 상승

(다) 기기 및 전력변환장치의 냉각수 부족 (*2017*)

(라) 기기 및 전력변환장치에 사용되는 강제 통풍식 송풍기의 고장 또는 냉각 설비의 고장 (*2017*)

(마) 발전기의 부하 제한 또는 불충분한 가용 전력

5. 전자 슬립커플링용 제어장치 전자슬립커플링용 제어장치에는 2극스위치, 단락보호장치 및 커플링 여자회로용 전류계를 설치하여야 한다. 주기계의 조종레버가 부적절한 위치에 있을 때 커플링이 여자되지 아니하도록 인터록을 하여야 한다. 또한 이 제어장치는 구동하는 원동기의 속도제어장치 및 역전제어장치와 조합으로 할 수 있다.

6. 계측, 지시, 제어 및 감시 장치 *(2017)*

(1) 주요 추진설비들은 제어장소에 적어도 다음의 계측장치, 제어장치 및 지시기들이 공급되어야 한다.

(가) 기계측제어장소

· 속도 설정

· 기계측 원격 스위치

· 각 부하구성품의 전원공급측 전류에 대한 전류계

· 여자 상태 표시

· 각 축의 회전지시기

· 가변 피치 제어를 하는 경우 피치 표시

· 설비의 운용 대기 표시

· 전력변환장치 온/오프 표시

· 설비 장애 표시
· 전력 제한 표시
· 기관제어실에서 제어됨을 표시
· 선교에서 제어됨을 표시
· 기계측에서 제어됨을 표시

(나) 선교의 (주)제어장소
· 제어 레버
· 각 축의 회전지시기
· 축 전력계
· 설비의 전원공급 대기 표시
· 설비의 운용 대기 표시
· 설비 장애 표시
· 전력 제한 표시
· 전력 감소 요청 표시 (자동으로 제어되지 않거나 오버라이드 누름단추가 설치될 경우)
· 기관제어실에서 제어됨을 표시
· 기계측제어장소에서 제어됨을 표시
· 추진용으로 사용되는 발전기 표시

(다) 기관제어실의 (주)제어장소
· 제어 레버
· 각 축의 회전지시기
· 축 전력계
· 설비의 전원공급 대기 표시
· 설비의 운용 대기 표시
· 설비 장애 표시
· 전력 제한 표시
· 전력 감소 요청 표시 (자동으로 제어되지 않거나 오버라이드 누름단추가 설치될 경우)
· 기계측제어장소에서 제어됨을 표시
· 선교에서 제어됨을 표시
· 추진용으로 사용되는 발전기 표시

7. 시동 차단 *(2017)*

(1) 추진설비의 시동 프로세스는 기존의 고장으로 비상차단된 경우 또는 시동 프로세스 자체가 추진설비에 손상을 일으킬 경우에는 시동이 되지 않도록 인터록 되어야 한다. 다음 사항에 대한 인터록이 고려되어야 한다(적용될 경우).
· 축 잠금 장치가 해제되지 않음
· 전력변환장치가 냉각되지 않음 (오버라이드 가능)
· 추진용 전동기가 냉각되지 않음 (오버라이드 가능)
· 추진용 변압기가 냉각되지 않음 (오버라이드 가능)
· 여자장치 고장
· 전력변환장치 고장
· 전력변환장치 제어 : 차단 기능 작동
· 추진용 배전반 전원 차단
· 비상 정지 작동
· 설정치가 “0”으로 맞춰지지 않음
· 베어링: 윤활유 압력 저하
· 냉각 매체의 높은 전도율
· 보호장치 작동
· 개폐장치의 차단기 고장
· 가변피치 프로펠러로부터 작동가능 신호 누락

(2) 시동을 위한 모든 전제 조건이 충족될 때만 “설비의 전원 공급 대기” 표시등이 작동되어야 한다.

(3) 추진설비가 설정값에 맞게 운용 가능한 경우에만 “설비의 운용 대기” 표시등이 작동되어야 한다.

1605. 추진용 변압기

1. 일반사항

(1) 적어도 두 개의 독립된 추진용 변압기가 설치되어야 한다.

(2) 변압기의 1차 권선과 2차 권선은 완전히 절연되어야 한다. 다만, 단권변압기는 전동기 기동용으로 허용된다.

(3) 고전압으로부터 저전압을 생산하는 변압기에는 고전압권선과 저전압권선 사이에 차폐용 접지선이 설치되어야 한다.

(4) 추진용 변압기의 권선 온도를 감시할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

(5) 보호 등급

기관구역에 설치되는 변압기는 적어도 IP 23 이상이어야 하며, 고전압 변압기는 적어도 IP44 이상이어야 한다. 다만, 잠금장치를 이용하는 지정된 전기구역 또는 기관구역과 같이 취급자격이 있는 인원만이 출입할 수 있는 구역에 설치되는 모든 변압기는 최소 IP 2X의 보호등급을 가질 수 있다.

2. 냉각장치

(1) 액체냉각식 변압기

(가) 화재감지기 및 적절한 화재 소화장치가 변압기 근처에 설치되어야 한다.

(나) 가스 작동식 보호장치가 제공되어야 한다.

(다) 액체 온도를 감시할 수 있는 수단이 제공되어야 한다. 최대허용온도에 도달하기 전에 예비경보가 동작되어야 하고, 최대허용온도의 한계에 도달했을 경우 변압기의 작동을 멈추어야 한다

(라) 액체 수위는 두 개의 개별 센서를 통해 감시되어야 한다. 감시시스템은 허용치를 초과하는 첫 번째 단계에서는 경보를 울려야 하고, 두 번째 단계에서는 변압기의 작동을 멈추어야 한다.

(2) 공기냉각식 변압기의 경우, 환풍기 및 강제 풍냉식 변압기에 대한 냉각공기의 온도를 감시할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

(3) 열 교환기를 가지는 폐회로 냉각방식 변압기의 경우, 1차측과 2차측 냉각수의 흐름을 감시할 수 있는 수단이 제공되어야 한다. 누수 및 응결수는 권선으로부터 멀리 떨어져야 하고 누설감시가 요구된다.

3. 계기 추진용 변압기는 1차측에 3상 전류계가 설치되어야 한다.

4. 보호장치

(1) 각 추진용 변압기는 1차측과 2차측에 과전류 및 단락에 대해서 보호되어야 한다.

(2) 2차측의 보호는 전력변환장치에 의하여 이루어질 수 있다.

1606. 전력변환장치

1. 일반사항

(1) 두 개의 완전히 독립된 전력변환장치가 설치되어야 한다.

(2) 전력변환장치들을 통합하여 제어하는 것은 허용되지 않는다. 예를 들어, 회전속도계가 선박 운용에 필요한 경우, 독립된 두 개의 단일 회전속도계를 설치하거나 하나의 이중식 회전속도계를 설치하여야 한다.

(3) 전기적으로 절연된 두 개의 속도 감지기가 각 제어시스템용으로 공급되어야 한다. 두개의 감지기용으로 하나의 하우징을 사용하는 것은 허용된다.

(4) 전력변환장치가 영구자석 동기 전동기에 전원을 공급하는 경우, 인버터 고장시 자동적으로 개방되는 단로장치를 전동기-전력변환장치간의 선상에 설치하여야 한다. 즉, 고장 진단을 지원하는 장치를 설치하여야 한다.

2. 반도체 전력변환장치의 설계

(1) 추진용 전력변환장치는 구동기의 공칭토크에 맞추어 설계되어야 한다. 단기적인 과부하 및 과부하로 인한 속도변화에 의해 시스템의 정지를 유발해서는 아니 된다.

(2) 반도체 전력변환장치 외함은 주배전반의 관련 요건을 만족해야 한다.

(3) 반도체 전력변환장치의 전력 구성품은 쉽게 교환할 수 있어야 한다.

3. 반도체 전력변환장치의 냉각

(1) 반도체 전력변환장치가 강제 냉각방식인 경우, 냉각시스템을 감시할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

(2) 냉각시스템이 고장날 경우, 전력변환장치의 손상을 방지하도록 경보장치를 설치하여야 한다. 경보신호는 냉각수의 흐름 또는 반도체 소자의 온도감지 방식을 적용할 수 있다.

(3) 전력변환장치 냉각시스템의 단일 고장으로 인해 선박 추진용 전체 전력변환장치의 고장을 초래해서는 아니 된다.

4. 보호장치

(1) 전력변환장치가 접속되는 급전 시스템에는 손상을 방지할 수 있도록 적절한 과전압 제한장치를 설치하여야 한다. 이들 장치용으로 보호 퓨즈를 사용할 경우 보호 퓨즈의 고장을 감시할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

(2) 정상작동 상태에서 반도체 소자는 허용전류를 초과하지 않도록 적절히 제어되어야 한다.

(3) 반도체 소자는 단자에서 직접적으로 단락에 의한 손상을 받아서는 아니 된다. 퓨즈에 의한 보호는 허용된다. 전력변환장치가 구속된 전동기로 전환될 때 어떤 구성품도 손상을 받지 않도록 전력변환장치의 전류가 제어되어야 한다.

1607. 케이블

케이블 및 배선용 전선의 도체는 7가닥 이상의 연선으로 하고 단면적은 1.5 mm^2 이상인 것으로 하여야 한다. 다만, 자동화기기 등에 사용하는 케이블 혹은 전선으로서 주회로에 직접 접속되지 않는 것은 이에 따르지 아니한다.

1608. 시험 및 검사

전기추진설비는 선내에 설치한 후 시운전을 하여야 한다.

제 17 절 선내시험

1701. 절연저항시험

1. **전기추진회로, 동력회로 및 전등회로** 모든 전기추진회로, 동력회로 및 전등회로의 도체 상호사이 및 도체와 대지사이의 절연저항은 **표 6.1.25**의 값보다 작아서는 아니 된다.

표 6.1.25 절연저항

부 하	절 연 저 항
5 A 까지	2 MΩ
10 A 까지	1 MΩ
25 A 까지	400,000 Ω
50 A 까지	250,000 Ω
100 A 까지	100,000 Ω
200 A 까지	50,000 Ω
200 A 를 넘는 것	25,000 Ω
(비고) 상기의 시험에 있어서 전열기 및 소형 전동기구 등은 떼어내어도 좋다.	

2. **선내통신장치** 선내통신회로의 절연저항은 다음 각 호의 규정에 따라야 한다.
   (1) 100 V 이상의 회로에서는 도체 상호사이 및 각 도체와 대지사이의 절연저항이 1 MΩ 이상이어야 한다.
   (2) 100 V 미만의 회로에서는 절연저항이 1/3 MΩ 이상이어야 한다.
   (3) 2항에서 규정하는 시험에서는 회로내의 모든 전기기구를 떼어내고 할 수 있다.
3. **발전기 및 전동기** 모든 발전기 및 전동기의 절연저항은 동작온도 하에서 309.의 6항의 값을 유지하여야 한다.
4. **배전반** 배전반의 절연저항은 사용온도 하에서 406.의 5항에 규정하는 값을 유지하여야 한다.

1702. 동작시험

1. **선박용 발전기** 선박용 발전기는 다음 각 호의 규정에 따른 시험을 하여야 한다.
   (1) 과속도 트립핑 및 기타의 안전장치의 동작을 확인하여야 한다.
   (2) 전압 변동률을 확인하고, 여러가지로 조합한 병렬운전을 지장없이 할 수 있는 것을 확인하여야 한다.
   (3) 전부하에서 운전하고 온도상승, 정류, 진동 기타 모든 점에 대하여 이상이 없는 것을 확인하여야 한다.
2. **배전반** 배전반상의 모든 스위치, 차단기 및 이와 관련된 장치는 실제로 동작시켜서 그 동작에 이상이 없는 것을 확인하여야 한다. 또한 구전반, 분전반에 대하여도 이에 따른다.
3. **전동기** 전동기는 다음 각 호의 규정에 따른 시험을 하여야 한다.
   (1) 각종 전동기 및 그 제어장치가 사용상태에서 배선, 용량, 속도 및 동작 등에 이상이 없는 것을 확인하여야 한다.
   (2) 각 종의 보기, 펌프 등을 구동하는 전동기를 운전하여 이상이 없는 것을 확인하여야 한다.
   (3) 윈치 및 양묘기용 전동기는 그 사양에 의한 부하를 감아올리고, 감아내리는 시험을 하여야 한다.
4. **조명설비** 조명설비는 다음 각 호에 의한 시험을 하여야 한다.
   (1) 각 회로마다 시험을 하고 등부속품, 분기상자, 스위치, 플러그, 리셉터클 등의 접속 또는 접촉이 완전한 상태에 있는 것을 확인하여야 한다.
   (2) 비상등 회로에 대하여도 (1)호와 같은 시험을 할 것.
5. **전열기, 전기 취사기류** 전열기, 전기취사기 등은 그 전열선, 접속부 등에 이상이 없고 소요의 발열을 하는 것을 확인하여야 한다.
6. **선내통신장치** 모든 선내 통신장치는 만족한 동작을 하는 것을 충분히 확인하여야 한다. 특히 텔레그라프, 타각지시기, 화재경보, 응급신호, 모스 신호, 항해등 표시기 및 전화 등의 선박의 중요한 통신장치는 신중히 시험을 해야 한다.
7. **전압강하** 전 각 조의 시험중 급전회로의 전압강하가 503.의 2항에 규정하는 값을 넘지 않는가를 확인하여야 한다.

제 18 절 예비품 및 일반 비품

1801. 예비품

1. 일반사항 【지침 참조】

(1) 전기추진용의 회전기계 및 제어장치에는 표 6.1.26, 표 6.1.28 및 표 6.1.30에 규정하는 예비품을 설치하여야 한다.

(2) 선박용 발전기, 중요용도의 전동기 및 그 제어장치와 배전반 등의 예비품의 공급 표준은 표 6.1.26부터 표 6.1.30에 의한다.

표 6.1.26 발전기, 여자기 및 전동기에 대한 예비품

예비품	수량	비고
베어링 또는 베어링 라이닝	4개 또는 그 단수마다 1개	오일 링을 포함함.
브러시 홀더	10개 또는 그 단수마다 1개	
스프링	4개 또는 그 단수마다 1개	브러시 홀더용
브러시	상용수와 동수(同數)	
계자코일	10개 또는 그 단수마다 1개	직류기의 경우만으로 한다. 다만, 나보극(裸補極) 코일은 제외함.
계자조정기 저항 및 방전저항	표 6.1.28 참조	발전기 및 여자기용
원치용 전기자	6대 이상의 경우 1개	농형유도전동기의 경우에는 고정자, 권선형유도전동기의 경우에는 회전자로 한다.
슬립링	각종 1개	전기추진용 회전기에만 필요

(3) (1)호 및 (2)호의 예비품의 수량은 1선박분의 동종, 동형의 기기에 대한 것을 표시한다.

(4) 예비의 조타용 전동기 또는 전동 발전기를 장비하지 아니하는 전동조타장치에 대하여는 표 6.1.26부터 표 6.1.27에 규정하는 예비품을 공급하여야 한다.

표 6.1.27 예비의 조타용 전동기 또는 전동발전기를 장비하지 아니하는 전동 조타장치에 대한 예비품

예비품		수량
직류	전동기 및 전동발전기의 전기자	각 형식의 1개(축 및 커플링 포함)
교류	농형전동기의 고정자	1개
	권선형전동기의 회전자	1개 (축 및 커플링 포함)

표 6.1.28 제어장치에 대한 예비품

예비품	수량	비고
접촉편	2대 또는 그 단수마다 1대분	소모 또는 마모되는 것에 한함.
스프링	4개 또는 그 단수마다 1개	
동작 및 분권 코일	10개 또는 그 단수마다 1개	
저항자	10개 또는 그 단수마다 1개	각 종류 및 형식마다
퓨즈 및 소자	표 6.1.30 참조	
표시등의 렌즈 및 전구	표 6.1.30 참조	

표 6.1.29 브레이크에 대한 예비품

예비품	수량	비고
슈라이너 및 리벳	4대 또는 그 단수마다 1대분	
스프링	4개 또는 그 단수마다 1개	
코일	10개 또는 그 단수마다 1개	

표 6.1.30 배전반, 제어반 및 구분전반 등에 대한 예비품

예비품	수량	비고
퓨즈(다시 사용할 수 없는 형)	상용수와 동수	각종 20개를 넘을 필요 없음.
퓨즈(다시 사용할 수 있는 형)	10개마다 1개	각종 10개를 넘을 필요 없음.
퓨즈용 소자	상용수와 동수	
접촉편(불꽃이 나는 것)	상용수와 동수	각종 10개를 넘을 필요 없음.
스프링	상용수	각종 10개를 넘을 필요 없음.
열동식 배선용 차단기(트립장치가 교환가능한 경우는 트립장치에 한함)	동종(同種) 10개 또는 그 단수마다 1개	
열동식 배선용 차단기(트립장치가 교환불가능한 경우는 완비된 차단기)	동종(同種) 10개 또는 그 단수마다 1개	
전압코일	각종 1개	
저항자	각종 1개	
표시등 및 신호등의 렌즈	동종(同種) 10개 또는 그 단수마다 1개	
표시등 및 신호등의 전구	상용수와 동수	

2. **비상등** 비상등 회로에 일반 전등회로와 전압이 상이한 전구를 사용할 경우에는 그 장비수의 반을 예비품으로 비치하여야 한다.

1802. 시험용계기

50 kW 이상의 전기설비를 가진 선박에서는 정기적으로 회로의 절연저항을 측정하기 위하여 직류 500 V의 절연저항계 1개를 비치하여야 하며 다음의 휴대용 계기도 비치할 것을 권장한다.

(1) 휴대용 전압계(직류, 교류 또는 그 양쪽) 1개
(2) 휴대용 전류계(직류, 교류 또는 그 양쪽, 필요에 따라서 분류기 또는 전류 변성기가 붙은 것) 1개

1803. 분해도구

전기기기의 분해 손질을 위하여 특수한 도구를 필요로 할 경우에는 각종의 것 1개를 비치하여야 한다.

1804. 격납방법

상기 예비품, 계기 및 도구 등은 이것을 적절한 나무상자 또는 방식처리를 한 철판상자에 넣고 사용상의 편리를 도모하여 그 표면에 용도를 명기하여 선내의 적당한 장소에 비치하여야 한다. 다만, 예비품 등을 격납하기 위한 로커를 설치할 경우에는 각각의 상자는 생략할 수 있다. ⚓

제 2 장 제어설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 적용 【지침 참조】

(1) 이 장의 규정은 규칙에서 요구되는 모든 기기 및 장치의 제어, 경보 및 안전시스템에 대하여 적용한다.

(2) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기기 및 장치의 제어, 경보 및 안전시스템에 대하여도 본 규정을 준용할 수 있다.

2. **용어** 이 장에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

(1) **감시장소**(제어장소를 제외한다.)라 함은 기기 및 장치의 계기 등을 1개소에 모아, 이러한 기기 및 장치의 운전상태를 파악하는 데 필요한 정보를 얻을 수 있는 장소를 말한다. 다만, 선박에 (2)호에서 정하는 제어장소에 추가하여 감시장소가 있는 경우에는 이 장의 감시장소에 관련한 규정은 해당 감시장소에 적용하지 아니 한다.

(2) **제어장소**라 함은 감시장소의 기능에 추가하여 해당 기기 및 장치의 제어를 할 수 있는 장소를 말한다.

(3) **주제어장소**라 함은 주추진기의 제어를 행하기 위해 필요충분한 설비(이하, (3)호 및 (4)호에서는 **주제어설비**라 한다.)를 선교 이외에 갖춘 선박 중, 주제어설비를 갖춘 장소에 있어서 통상 주추진기를 제어하는 장소를 말한다.

(4) **선교주제어장소**라 함은 주제어설비를 선교에 갖추고 통상 주추진기를 선교에서 제어하는 선박의 선교를 말한다.

(5) **보조제어장소**라 함은 주제어설비를 선교에 갖춘 선박의 제어장소 중 기관실 내의 제어장소에 있어서 주추진기를 제어할 수 있는 장소(주추진기의 기계측제어장소를 제외한다.)를 말한다.

(6) **선교제어장치**라 함은 선교 또는 선교주제어장소에 설치된 주추진기 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치를 말한다.

(7) **순차제어**라 함은 미리 정해진 순서에 따라서 제어의 각 단계를 순차 진행시키는 제어를 말한다.

(8) **프로그램제어**라 함은 목표치가 미리 정해진 계획에 따라 변화하는 제어유형을 말한다.

(9) **기계측제어**라 함은 기기 및 장치를 이들의 설치장소 또는 그 근방에서 필요한 감시계기에 따라 직접 제어하는 것을 말한다.

(10) **원격제어시스템**은 운영자가 조치 결과를 직접 관찰할 수 없는 제어위치에서 장치를 구동시키는 데 필요한 모든 기기를 포함한다. (*2017*)

(11) **안전시스템**이라 함은 운전 중의 기기 및 장치에 중대한 기능장애가 발생한 때, 기기 및 장치의 손상을 방지하기 위하여 자동적으로 다음의 어느 동작을 행하는 시스템을 말한다.

(가) 예비장치의 시동

(나) 기기 및 장치의 출력저감

(다) 기기 및 장치의 정지 또는 연료공급의 차단

(12) **컴퓨터기반시스템**이라 함은 하나 또는 그 이상의 컴퓨터(programmable electronic device 포함), 관련 소프트웨어, 주변장치 및 인터페이스와 컴퓨터네트워크 및 그 프로토콜을 말한다.

(13) **통합시스템**이라 함은 2개 이상의 부 시스템으로 구성된 것으로서, 데이터전송 네트워크로 연결되고 독립의 기능이 있으며 하나 이상의 워크스테이션에서 운전되는 시스템을 말한다.

(14) **전문가시스템**이라 함은 인간의 전문적 기술 또는 지식의 어떤 형태를 이용하여 수집된 정보를 통해 문제를 해결하도록 설계된 지능화한 지식기반시스템을 말한다.

(15) **소프트웨어**라 함은 컴퓨터시스템의 운전에 관한 프로그램, 절차 및 관련 문서를 말한다.

(16) **기본소프트웨어**라 함은 응용소프트웨어를 지원하는데 필요한 최소한의 소프트웨어로서 펌웨어 및 미들웨어를 포함한다.

(17) **응용소프트웨어**라 함은 컴퓨터기반시스템의 실제 구성에 대하여 특정의 임무를 수행하는 소프트웨어를 말하며 기본소프트웨어의 지원을 받는다.

(18) **인터페이스**라 함은 정보교환이 이루어지는 이송점을 말한다.(예: 입출력인터페이스, 통신인터페이스)

(19) **주변장치**라 함은 컴퓨터기반시스템에서 보조기능을 수행하는 것을 말한다.(예: 프린터, 데이터 저장장치)

(20) **고장모드 및 영향분석**(FMEA)이라 함은 설계에 있어서 모든 고장모드 및 이와 관련된 효과 또는 결과를 가정하는 데 사용하는 고장분석의 방법론을 말한다.

3. 제출도면 및 자료 *(2017)*

(1) 자동화에 관한 도면 및 자료
  (가) 측정점 일람표
  (나) 경보점 일람표
  (다) 제어장치 및 안전장치
    (a) 제어대상 및 제어량의 일람표
    (b) 제어에너지원의 종류(자력식, 공기식, 전기식 등)
    (c) 비상정지, 감속(자동감속 또는 감속요구) 등의 조건일람표

(2) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 자동제어 및 원격제어장치에 관한 도면 및 자료
  (가) 주기관의 시동 및 정지, 전후진 전환, 출력증감 등의 동작설명서
  (나) 안전장치(기관부속의 것도 포함한다.) 및 표시등의 배치도
  (다) 제어계통도

(3) 보일러의 자동제어 및 원격제어장치에 관한 다음의 도면 및 자료
  (가) 순차제어, 급수제어, 압력제어 및 연소제어와 안전장치의 동작설명서
  (나) 자동연소제어장치 및 자동급수장치의 계통도

(4) 발전장치의 자동제어장치(자동부하분담장치, 우선차단장치, 자동시동장치, 자동동기투입장치, 순차시동장치 등)의 계통도 및 동작설명서

(5) 선교제어반 도면

(6) 기관실제어반 도면

(7) 원격제어 장치도면(주기관, 발전기 및 보일러용)

(8) 경보 및 제어장치용 제작도면(경보점 일람표 포함)

(9) 각 제어장소에 설치되는 감시반, 경보반 및 제어콘솔의 배치도

(10) 선내시험방안 및 해상시운전방안

제 2 절 시스템 및 제어

201. 시스템 설계 *(2017)*

1. 시스템 설계의 요건

(1) 제어시스템, 경보시스템 및 안전시스템은 가능한 한 하나의 고장이 다른 고장으로 확대되지 않도록 하여야 하며, 그 기능을 저해하는 범위가 최소한으로 되도록 설계하여야 한다.

(2) 제어시스템, 경보시스템 및 안전시스템은 페일세이프의 원칙으로 설계하여야 한다. 또한, 페일세이프의 특성은 각각의 시스템 자체 및 이들에 관련된 기기 및 장치뿐만 아니라 선박의 종합적인 안전을 고려하여야 한다.

(3) 자동제어 및 원격제어를 행하기 위한 설비는 사용조건하에서 충분한 신뢰성이 있는 것이어야 한다.

(4) 신호전송용 케이블은 유해한 유도장해를 받을 위험이 없도록 포설하여야 한다.

2. 동력의 공급

(1) 전력의 공급

전력의 공급에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 제어시스템, 경보시스템 및 안전시스템으로의 급전회로는 동력회로 및 전등회로와 분리하여야 한다. 다만, 동력기기에 있어서 그 제어전원이 각각의 동력회로에서 급전되는 경우에는 이에 따르지 않는다.

(나) 발전장치의 경보시스템 및 안전시스템으로의 급전은 축전지전원에서도 가능하여야 한다.

(2) 유압의 공급

제어용 유압의 공급에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 유압원은 필요한 유압 및 유량의 청정한 기름을 안정하게 공급할 수 있어야 한다.

(나) 유압펌프의 토출 측에는 과압방지장치를 설치하여야 한다.

(다) 주기관 및 추진축계의 제어에 사용되는 유압펌프는 2대 이상 설치하여 어느 1대가 고장 난 경우에 예비펌프가 자동시동하거나 신속히 예비펌프를 원격시동할 수 있도록 하여야 한다. 이 경우, 유압펌프는 다른 기기 및 장치의 제어용으로 사용하여서는 아니 된다.

(3) 공기압의 공급

제어용공기의 공급에 관하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 제어시스템에는 제어용공기압축기가 고장 난 경우에 적어도 5분간 제어장치에 공기를 공급할 수 있는 용량의 공기탱크를 설치하여야 한다.

(나) 추진용 디젤기관의 시동용 공기탱크가 제어용 공기탱크를 겸용하는 경우에는 감압장치를 2중으로 설치하여야 한다.

(다) 제어용 공기원으로 사용하는 압축기는 2대 이상 설치하여야 한다. 이들 압축기의 용량은 어느 1대의 압축기가 고장 난 경우에도 충분한 여유가 있는 것이어야 한다.

(라) 제어용 공기는 필터 및 필요한 경우 제습기를 통하여 고형분, 유분, 수분 등을 가능한 한 제거하여야 한다.

(마) 제어용 공기관은 잡용 공기관 및 시동용 공기관과는 별도로 배관하여야 한다.

3. 주위조건

자동제어 및 원격제어에 관련된 설비는 설치장소의 주위조건에 견디는 것이어야 한다.

4. 제어시스템

(1) 시스템의 독립성

주기관 또는 가변피치프로펠러, 보일러, 발전장치 및 추진상 필요한 보기(이하, 이 장에 있어서 **추진보기**라 한다.)의 제어시스템은 각각의 독립 시스템으로 하거나, 시스템이 고장난 경우에도 다른 시스템의 성능을 저해하지 아니하는 것이어야 한다.

(2) 제어장치의 연계장치

복수의 주기관 또는 가변피치프로펠러, 발전장치 또는 중요보기가 동시에 동일조건하에서 복수로 운전하도록 설계되어 있는 경우에는 이들 설비의 제어장치 사이에 연계장치를 설치할 수 있다.

(3) 제어특성

원격제어장치 및 자동제어장치는 제어하고자 하는 장치의 동적특성에 적합한 제어특성을 가지는 것으로 하고, 외란에 의한 오동작이나 헌팅이 일어나지 않도록 고려한 것이어야 한다.

(4) 인터록

원격제어장치에는 예상되는 오동작 및 오조작에 의한 기기 또는 장치의 손상을 방지하기 위하여 적당한 인터록을 설치하여야 한다.

(5) 수동운전 전환

수동운전에의 전환에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주기관 또는 가변피치프로펠러, 보일러, 발전장치 및 추진보기는 자동제어장치가 고장 난 경우에 있어서도 수동으로 시동, 운전 및 제어할 수 있도록 하여야 한다.

(나) 자동제어장치에는 일반적으로 수동으로 이들 장치의 자동기능을 정지시키기 위한 수단을 갖추어야 한다.

(다) (나)의 수단은 자동제어장치의 어느 부분이 고장 난 경우에도 이들 장치의 자동기능을 정지시킬 수 있는 것이어야 한다.

(6) 원격제어기능의 해제

원격제어장치는 원격제어기능을 수동으로 해제할 수 있는 것이어야 한다.

(7) 제어장소의 명시 등 **【지침 참조】**

두 곳 이상에서 기기 및 장치의 운전이 가능한 경우, 그 제어장치는 다음에 따라야 한다. 다만, 우리 선급이 적당하다고 인정하는 다른 방법으로 기기 및 장치의 안전과 보안상의 안전을 얻을 수 있는 경우에는 이에 따르지 아니한다.

(가) 각 제어장소에는 현재 어느 장소에서 운전을 행하고 있는지 식별할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

(나) 동시에 두 곳 이상의 제어장소에서 운전할 수 없도록 하여야 한다.

5. 경보시스템

(1) 경보시스템은 다음의 기능을 갖추어야 한다.

(가) 이상상태를 검지한 경우에는 가시가청경보를 발하는 장치(이하, 이 장에 있어서 **경보장치**라 한다.)가 작동하여야 한다.

(나) 가청경보를 정지시키는 장치가 갖추어진 경우에는 가청경보를 정지시켜도 가시경보는 동시에 소멸되지 않아야 한다.

(다) 2개 이상의 이상 상태를 동시에 경보할 수 있어야 한다.

(라) 기기 및 장치에 대한 가청경보는 일반경보, 화재경보, 탄산가스방출경보 등의 가청경보와는 용이하게 구별할 수 있어야 한다.

(2) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 감시장소에 설치되는 경보시스템은 전 호에서 정하는 기능에 추가하여 다음의 기능을 가진 것이어야 한다.

(가) 가시경보는 그 원인이 완전히 제거될 때까지 표시되어야 한다.

(나) 어떤 경보의 확인동작에 의해 다른 경보의 작동이 방해받지 않아야 한다.

(다) 최초의 경보가 확인되어 고장이 회복되기 이전에 제2의 고장이 발생한 경우, 경보장치는 다시 작동하여야 한다.

(라) 경보시스템의 일부를 수동으로 정지시키는 경우에는 정지의 내용을 명확하게 표시하여야 한다.

(3) 가시경보는 기기 및 장치의 이상상태의 종류를 용이하게 식별할 수 있도록 하여야 한다.

6. 안전시스템

(1) 안전시스템의 구성

안전시스템의 구성에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 안전시스템은 가능한 한 제어시스템 및 경보시스템에 독립하여 작동하도록 설치하여야 한다.

(나) 주기관, 보일러, 발전장치 및 추진보기의 안전시스템은 각각 독립된 시스템으로 하여야 한다.

(2) 안전시스템의 기능

안전시스템은 다음의 기능을 갖춘 것이어야 한다.

(가) 안전시스템이 동작한 때에는 201.의 5항에서 규정하는 기능을 가진 경보시스템이 작동하여야 한다.

(나) 안전시스템이 작동하여 기기 및 장치의 운전이 정지된 경우, 그 기기 및 장치는 수동으로 리세트 조작하기 전에 자동적으로 재시동하지 않아야 한다.

(3) 오버라이드장치

안전시스템의 일부 또는 전부의 기능을 일시적으로 정지하기 위한 장치(이하 오버라이드장치라 한다.)를 설치하는 경우에는 다음에 따라야 한다.

(가) 기기 및 장치의 제어장소에는 오버라이드장치의 작동상태를 명확하게 표시하여야 한다.

(나) 오버라이드장치는 부주의한 조작에 의해 작동상태로 되지 않도록 하여야 한다.

202. 주기관 또는 가변피치프로펠러의 자동제어 및 원격제어 【지침 참조】

1. 일반사항

주추진기 또는 가변피치프로펠러의 자동제어 및 원격제어를 행하기 위한 장치는 이 **202.**의 규정에 따라야 한다.

2. 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치

(1) 일반사항

주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치는 단순한 조작으로 프로펠러회전 및 추력의 방향 (가변피치프로펠러에 있어서는 프로펠러의 날개각)을 제어할 수 있어야 한다.

(나) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치는 프로펠러마다 설치하여야 한다.

(다) 디젤주기관의 회전수가 조속기로 제어되는 경우, 조속기는 연속최대회전수의 103 %에 상당하는 회전수를 넘지 않도록 조정되어야 한다. 또한, 조속기는 원활한 최저회전수를 확보할 수 있어야 한다.

(라) 프로그램제어를 채용한 경우, 출력증감 프로그램은 기관 각부에 위험한 기계적응력 및 열응력이 생기지 않도록 조정되어야 한다.

(마) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 모든 제어장소 및 감시장소에는 다음의 계기를 갖추어야 한다.

(a) 고정피치프로펠러의 경우에는 프로펠러 회전수 및 회전방향의 지시기

(b) 가변피치프로펠러의 경우에는 프로펠러 회전수 및 프로펠러 날개각의 지시기

(바) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장소에는 주기관의 제어에 필요한 경보장치를 갖추어야 한다.

(2) 제어장소의 전환

주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치는 제어장소의 전환에 대하여 다음의 요건에 적합한 것이어야 한다.

(가) 주기관 또는 가변피치프로펠러 각각의 제어장소에는 현재 어느 장소에서 제어를 행하고 있는지를 명시할 수 있어야 한다.

(나) 주기관 또는 가변피치프로펠러를 동시에 2개소 이상의 제어장소에서 제어할 수 없도록 하여야 한다.

(다) 제어계통은 제어권을 양보하는 쪽의 지령조작과 받는 쪽의 확보조작을 행하는 것으로 전환하는 것이어야 한다. 다만, 다음 어느 것에 해당하는 경우에 있어서는 이에 따르지 않는다.

(a) 주추진기 또는 가변피치프로펠러의 기계측제어장소와 주제어장소 또는 보조제어장소의 제어계통의 전환.

(b) 주추진기가 정지하고 있는 동안 제어계통의 전환.

(라) 선교 또는 선교제어장소에서 주기관 또는 가변피치프로펠러의 제어를 행하는 경우, 선교 또는 선교주제어장소에서의 전환지령이 없어도 주기관 또는 가변피치프로펠러의 기계측제어장소, 주제어장소 또는 보조제어장소에서 제어계통의 전환을 할 수 있어야 한다.

(마) 제어장소의 전환으로 추력이 현저하게 변화하는 것을 방지하는 조치를 강구하여야 한다. 다만, (다)의 (a) 또는 (라)에 해당하는 경우에 있어서는 이에 따르지 않는다.

(3) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치의 고장

주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치는 고장 난 경우에 대비하여 다음에 따라야 한다.

(가) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장소에는 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.

(나) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에도 주기관 또는 가변피치프로펠러는 기계측제어장치로 원활한 운전이 가능하여야 한다.

(다) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에 있어서, 주제어장소, 보조제어장소 또는 기계측제어장소에서 제어가 이루어지기까지 주기관 또는 가변피치프로펠러의 회전수 및 추력의 방향은 고장 전과 같은 상태로 유지되어야 한다. 다만, 우리 선급이 시행하기 어렵다고 인정하는 경우에는 이에 따르지 않는다.

(라) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에도 주제어장소, 보조제어장소 또는 기계측제어장소로의 전환이 간단한 조작으로 가능하도록 설비하여야 한다.

(마) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장소에는 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에도 사용할 수 있는 독립의 주기관 비상정지장치를 설치하여야 한다.

(4) 디젤 주기관의 원격시동

주기관의 원격제어장치에 의한 시동에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주기관의 시동회수는 **5편 6장 1101.**의 회수를 만족하는 것이어야 한다.

(나) 자동 시동방식을 채용한 주기관의 원격제어장치는 자동시동 연속 시도 횟수가 3회로 제한되도록 하여야 한다. 또한, 시동에 실패한 경우에는 해당 제어장소 및 선교주제어장소 또는 주제어장소 또는 주기관의 감시장소(선교

주제어장소 및 주제어장소가 설치되어 있지 않은 경우에 한한다.)에 가시가청경보를 발하여야 한다.

(다) 주기관의 시동에 압축공기를 사용하는 선박에서는 시동공기압의 저하를 알리는 경보장치를 주기관의 원격제어장소 및 주기관의 감시장소에 설치하여야 한다.

(라) 앞 (다)에서 정하는 경보의 설정압력은 주기관의 시동이 가능한 압력이어야 한다.

3. 선교제어장치

선교제어장치는 202.의 2항에 따르는 이외에 다음에 따라야 한다.

(1) 선교 또는 선교주제어장소에서 주기관 또는 가변피치프로펠러를 제어하는 경우에도 선교 또는 선교주제어장소에 있어서 텔레그라프 명령은 주기관 또는 가변피치프로펠러를 제어하는 장소에 표시되어야 한다.

(2) 선교제어장치에는 주기관이 연속사용금지회전수범위 내에서 장시간 운전되는 것을 피하기 위해 다음 중 어느 하나의 장치를 설치하여야 한다.

(가) 연속사용금지회전수 범위를 자동적으로 신속하게 통과시키기 위한 장치

(나) 연속사용금지회전수범위 내에서 미리 정해진 시간을 넘어서 주기관의 운전이 행하여진 경우에 동작하는 경보장치

(3) 자동화시스템은 추진시스템의 긴박한 감속이나 정지등에 대한 조기경보를 적시에 항해당직 사관에게 주어, 비상시에 항해에 관련된 상황을 판단할 수 있도록 설계되어야 한다. 특히, 동 시스템은 추진기관에 대한 제어, 감시, 보고, 경고 및 추진기의 감속 또는 정지 등의 안전조치를 행할 수 있어야 하며, 이러한 기능들은 과속도의 경우와 같이 단시간 내에 기관 및/또는 추진장치 전체의 고장을 초래할 수 있는 경우를 제외하고는, 항해 당직 사관이 수동으로 오버라이드할 수 있도록 하여야 한다.

4. 안전조치

(1) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 안전조치

주기관 또는 가변피치프로펠러의 안전조치에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치에는 다음의 안전조치를 강구하여야 한다.

(a) 착오조작으로 인해 중대한 사고가 발생하는 것을 방지하기 위하여 필요한 인터록을 갖추어야 한다.

(b) 추진에 필요한 보기가 전동기로 구동되는 경우, 주전원이 상실되면 주기관이 자동적으로 정지하거나 주기관을 정지할 수 있어야 한다.

(c) 주전원의 상실로 인하여 주기관이 정지한 경우, 주전원이 복귀할 때 주기관이 자동적으로 재시동하지 않도록 하여야 한다.

(d) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치에 고장이 발생하여도 주기관이 이상 과부하로 되지 않도록 하여야 한다.

(나) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 감시장소에는 주기관의 정지장치를 갖추어야 한다.

(2) 주기관의 안전시스템

주기관의 안전시스템은 다음에 따라야 한다.

(가) 안전시스템 중 연료 또는 증기의 공급을 자동적으로 차단하는 장치에 있어서, 주기관에 사용되는 것은 완전한 파괴, 중대한 손상 또는 폭발에 이르는 경우를 제외하고 자동적으로 동작하지 않아야 한다.

(나) 주기관의 안전시스템은 주전원 및 공기원의 상실 등이 발생한 경우에 있어서도 그 기능이 상실되지 않도록 하거나 안전한 방향으로 작동하도록 하여야 한다.

(3) 자기역전식 디젤기관

자기역전식 디젤기관의 원격제어장치에는 적어도 다음과 같은 안전조치를 강구하여야 한다.

(가) 캠축이 전진 또는 후진의 위치에 확실히 있는 경우에만 시동조작이 이루어져야 한다.

(나) 역전조작을 할 때 연료분사가 이루어지지 않아야 한다.

(다) 전진회전수가 미리 정해진 값 이하로 저하한 다음에만 후진운전으로 이행하여야 한다.

(4) 다기1축선의 주기관

다기1축선의 주기관의 원격제어장치에는 적어도 다음의 안전조치를 강구하여야 한다.

(가) 각 주기관에는 과부하방지장치를 설치하여야 한다.

(나) 각 주기관에 비정상적인 불평형부하가 생기지 않도록 하여야 한다.

(5) 클러치붙이의 주추진기

클러치붙이 주기관의 원격제어장치에는 적어도 다음의 안전조치를 강구하여야 한다.

(가) 다기1축선의 주추진기에 있어서 비상정지된 주추진기는 클러치가 떨어지도록 하여야 한다. 또한, 회전방향이 다른 여러 개의 주기관을 운전하는 경우, 이들 클러치가 동시에 붙지 않도록 하여야 한다.

(나) 주기관의 회전수가 미리 정해진 값 이하에서 클러치의 탈착이 이루어져야 한다.
(다) **5편 2장** 203.의 1항 또는 304.의 1항에서 규정하는 과속도방지장치를 갖추어야 한다.
(라) 클러치를 뗄 때 추진용전동기가 정격회전수의 125 %를 넘지 않도록 우리 선급이 적당하다고 인정하는 과속도방지장치를 갖추어야 한다.

(6) 가변피치프로펠러를 구동하는 주추진기
가변피치프로펠러를 구동하는 주기의 원격제어장치에는 적어도 다음과 같은 안전조치를 강구하여야 한다.
(가) 과부하방지장치를 갖추어야 한다.
(나) 기관의 시동 또는 클러치의 물림은 프로펠러 블레이드가 중립위치에 있을 때만 이루어져야 한다.
(다) **5편 2장** 203.의 1항 또는 304.의 1항의 과속도방지장치를 갖추어야 한다.
(라) 프로펠러피치를 변화시킬 때 추진용전동기가 정격회전수의 125 %를 넘지 않도록 우리 선급이 적당하다고 인정하는 과속도방지장치를 갖추어야 한다.

203. 보일러의 자동제어 및 원격제어

1. 일반사항

(1) 기름보일러의 연소 및 급수에 대하여 자동제어를 행하는 경우, 사용되는 장치는 각각 203.의 2항 내지 4항의 규정에 적합한 것이어야 한다.
(2) 기름보일러의 연소 또는 급수의 어느 것에 대하여 자동제어를 행하는 경우, 사용되는 장치는 203.의 2항 또는 3항의 해당 규정과 203.의 4항의 규정에 적합한 것이어야 한다.
(3) 기름보일러 이외의 보일러 또는 특수한 구조의 보일러제어를 자동으로 행하는 경우에는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
(4) 원격수면계에 대하여는 **5편 5장** 129.의 규정에 따른다.

2. 자동연소제어장치

(1) 일반사항
자동연소제어장치에 대하여는 다음에 따라야 한다.
(가) 자동연소제어장치는 보일러의 계획된 증기량, 압력 및 온도를 얻을 수 있도록 제어되고 안정한 연소를 확보할 수 있는 것이어야 한다.
(나) 부하에 따라 연료공급량을 가감하는 장치는, 연료공급량을 조정 가능한 범위에 있어서, 안정한 화염을 유지할 수 있는 것이어야 한다.
(다) 압력을 검출하여 연소제어를 행하는 보일러에 있어서 조정압력의 상한은 안전밸브의 조정압력보다 낮은 압력으로 행하여야 한다.

(2) 단속 운전용 연소제어장치
단속 운전용 연소제어장치는 다음의 규정에 적합하여야 하며, 계획된 순서에 따라 작동하는 것이어야 한다.
(가) 점화용버너에 착화전 또는 점화용버너가 없는 것에 있어서는 주버너 점화전에, 연소실 및 보일러출구까지의 연로용적의 4배 이상의 공기로 연소실 및 연로를 환기하여야 한다. 다만, 버너가 1개인 소형보일러에 있어서는 30초 이상의 환기로 그쳐도 무방하다.
(나) 직접점화(점화용불꽃을 사용하여 주버너에 점화하는 방식)의 경우, 연료밸브의 '개방'은 점화용 불꽃에 선행되지 않아야 한다.
(다) 간접점화(점화용버너를 사용하여 주버너에 점화하는 방식)의 경우에는 점화용버너의 연료밸브(이하, '점화용밸브'라 한다.)의 '개방'은 착화용불꽃에, 또한 주버너의 연료밸브(이하, '주연료밸브'라 한다.)의 '개방'은 점화용연료밸브의 '개방'에 각각 선행하지 않아야 한다.
(라) 점화동작은 계획된 시간 내에 확실하게 행하여지는 것으로 하고, 점화시간(주연료밸브가 열리고부터 점화에 실패하여 닫히기까지의 시간)은 직접점화의 경우에는 10초, 간접점화의 경우에는 15초를 넘지 않아야 한다.
(마) 주버너의 점화는 저연소 상태에서 행하여야 한다.
(바) 주연료밸브가 닫힌 후, 연료밸브와 버너노즐과의 사이에 있는 연료를 연소시키기 위해 20초 이상 환기하여야 한다. 다만, 보조보일러에 있어서 우리 선급이 적당하다고 인정한 것에 대하여는 이 환기를 생략하여도 무방하다. **【지침 참조】**

(3) 버너의 갯수제어에 의한 연소제어장치
버너의 갯수제어에 의한 연소제어장치는 다음의 규정에 적합한 것이어야 한다.
(가) 각 버너는 계획된 순서에 따라 점화 및 소화되는 것이어야 한다. 또한, 기본버너의 점화는 수동조작에 의하고 기

본버너 이외의 버너의 점화는 이미 점화된 버너의 불꽃으로 하여도 무방하다.

(나) 소화된 버너의 잔유는 재점화에 지장이 없도록 자동적으로 연소되게 하여야 한다. 다만, 기본버너에 대하여는 점화용버너가 착화하여 있지 않는 경우, 보일러에 장비된 채로 증기 또는 공기로 잔유의 제거를 행하지 않아야 한다.

(다) 주보일러의 버너는 주제어장소 또는 선교제어장소에서 점화 및 소화가 가능한 것으로 하여야 한다. 다만, 기본버너의 점화에 대하여는 이에 따르지 아니 한다.

(4) 기타 연소제어장치 **【지침 참조】**

기타의 연소제어장치는 (2)호 및 (3)호의 해당 규정 외에 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

3. 자동 급수제어장치

(1) 자동 급수제어장치는 보일러 수면을 미리 정한 범위내에 유지하기 위하여 자동적으로 급수량을 조정하는 것이어야 한다.

(2) 주보일러는 급수제어장치, 원격수면계, 저수면안전장치 및 저수면경보장치에 사용되는 수면검출기를 3개 이상 설치하여야 한다.

4. 안전조치

(1) 안전장치

안전장치에 대해서는 **5편 5장 133.**의 1항의 규정에 따른다.

(2) 연료유 가열

연료유를 가열하여 사용하는 경우는 가열기에 자동온도조절기를 비치하고 온도가 미리 정해진 온도 이하로 떨어진 경우에는 자동적으로 버너의 연료공급을 차단하는 장치 또는 경보장치를 설치하여야 한다.

5. 경보 경보장치에 대해서는 **5편 5장 133.**의 2항의 규정에 따라야 한다.

204. 발전장치의 제어설비

1. 일반사항

(1) 자동시동 또는 원격시동되는 발전장치에는 안전운전에 필요한 인터록을 설치하여야 한다.

(2) 자동 시동방식을 채용한 발전장치에 있어서는 자동시동 연속 시도 횟수가 2회로 제한되도록 하여야 하고 시동실패의 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.

(3) 추진용 발전기를 구동하는 디젤기관을 원격시동하는 경우의 시동회수는 **5편 2장 202.**의 5항에 따른 회수를 만족하여야 한다.

(4) 예비 발전장치가 자동시동한 후, 자동적으로 배전반 모선에 접속되는 것에 있어서는 선행 발전장치의 전력상실의 원인이 단락사고에 기인하는 경우, 발전기용차단기의 투입동작이 2회 이상 행하여지지 않도록 하여야 한다.

(5) **1장 201.**의 1항 (1)호에 관련한 전기설비에 전력을 공급하는 발전기에 있어서, 주추진기에 의하여 구동되는 발전기를 장비하고 이것을 사용하는 중에 주추진기를 선교제어하는 경우의 자동제어 및 원격제어에 대하여는 이 **204.**의 규정에 따르는 이외에 **1장 202.**에 따라야 한다.

2. 비상전원장치

비상용 발전기를 구동하는 디젤기관을 자동제어 또는 원격제어하기 위한 설비는 다음에 따른다. *(2020)*

(1) **표 6.2.1**에 표시된 이상상태 시에 작동하는 경보장치를 갖추어야 한다.

(2) (1)호에 열거한 장치의 경보는 기계측 및 제어장소에 발하여야 한다. 이 경우 제어장소에 설치된 가시경보는 그룹으로 표시하여도 무방하다.

(3) 연속최대출력이 220 kW 이상의 경우에는 **5편 2장 203.**의 1항 (2)호에서 규정하는 과속도 방지장치를 갖추어야 한다.

(4) **표 6.2.1**에 표시된 것에 추가하여 긴급 정지가 제공되는 경우에는, 항해중에 엔진이 자동 또는 원격 제어 모드일 때, 과속도로 인한 긴급 정지이외의 긴급 정지는 자동으로 오버라이딩될 수 있어야 한다.

(5) 제어장소에 대한 가청경보를 정지하여도 기계측에 대한 가청경보가 정지되어서는 아니 된다.

표 6.2.1 비상용 발전기를 구동하는 디젤기관의 경보장치 *(2021)*

감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]			A	자동 긴급 정지	비고 [A=경보 ●=적용]
온도	윤활유 입구	H	●		연속최대출력이 220 kW 이상인 기관에 적용
	냉각수(또는 냉각공기실) 출구	H	●		
압력	윤활유 입구	L	●		
	냉각수 입구압력 또는 유량	L	●		연속최대출력이 220 kW 이상인 기관에 적용
기타	크랭크케이스 내 오일미스트 농도(H) 또는 주베어링과 연접봉 베어링 온도(또는 윤활유 출구온도)(H) 또는 동등한 장치	H	●		연속최대출력이 2,250 kW 이상 또는 실린더 지름이 300 mm를 초과하는 기관에 적용 동등한 장치란 크랭크케이스 내의 폭발 위험 발생을 막기 위해서 특수한 설계 특성을 가지는 고속기관에 적용되는 조치로 해석될 수 있다.(1)
	고압관 연료 누설	O	●		
	과속도	O	●	●	연속최대출력이 220 kW 이상인 기관에 적용

(비고)
(1) 오일미스트 감지장치는 우리 선급에 의해 승인된 형식이어야 하며, **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 10절**에 의해 시험되고, **규칙 5편 2장 203.**에 따라야 한다.

205. 보기 등의 자동제어 및 원격제어

1. **공기압축기의 자동운전** 시동용 공기압축기 및 제어용 공기압축기가 자동운전되는 경우는 공기탱크내의 압력저하 경보장치를 설치하여야 한다.
2. **빌지장치의 자동시동 및 정지** 빌지장치가 자동시동 및 정지되는 경우는 빌지고액면 및 펌프의 장시간 운전경보장치를 설치하여야 한다.
3. **열매체유설비**

자동제어되는 열매체유설비는 다음에 따라야 한다.

(1) 예비펌프

열매체유설비의 중요한 용도에 사용되는 다음의 펌프는 2대 이상 설치하고 운전중의 펌프토출압력 혹은 유량이 미리 설정된 값보다 저하된 경우에 또는 펌프가 정지된 경우에 예비펌프가 자동적으로 시동하거나 또는 해당 설비의 감시장소 등으로부터 직접 시동이 가능하도록 설비하여야 한다.

(가) 열매체유 순환펌프

(나) 연료유 공급펌프

(2) 제어장치

제어장치는 **203.**의 **2**항 (1)호 및 (2)호 규정에 의한 것 외에 **5편 5장 202.**의 **1**항 및 **2**항에도 적합하여야 한다.

(3) 안전장치

안전장치에 대해서는 **5편 5장 201.** 및 **202.**의 **5**항에 적합하여야 한다.

(4) 경보장치

열매체유설비에는 다음의 경우에 동작하는 경보장치를 설치하여야 한다.

(가) 전 호에 규정하는 안전장치가 동작한 경우

(나) 버너입구의 연료온도가 저하된 경우

4. **기름가열기의 고온경보장치** 연료유 및 윤활유의 가열온도가 자동제어되는 경우는 높은 기름온도에 의하여 동작하는 경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 인화점 이상으로 가열될 염려가 없는 경우는 이에 따르지 아니한다.
5. **선저밸브 등의 개폐장치** 만재흘수선보다 아래의 외판에 부착된 선저밸브 및 선외밸브가 원격제어 또는 자동제어 되는 경우에는 이들 제어장치가 고장난 경우에도 용이하게 조작할 수 있는 별개의 개폐장치를 설치하여야 한다.
6. **연료유 탱크의 고저액면 경보장치** 연료유 탱크로의 연료이송이 자동제어되는 경우는 연료유를 공급받는 쪽 탱크의 고저유면에 의해 동작하는 경보장치를 설치하여야 한다.
7. **계선장치** 계선장치에 원격제어장치를 설치하는 경우에는 기계측에서도 조작할 수 있어야 한다.

8. **연료유 수급장치** 각 연료유 탱크에 선외로부터 연료유를 수급하기 위한 장치(이하 **연료유 수급장치**라 한다)에 원격제어장치를 비치할 경우, 연료유 수급장치는 원격제어장치가 고장난 경우에도 연료의 수급에 지장이 없도록 하여야 한다.
9. **비상용 디젤기관** 204.의 2항 이외의 비상용도로 사용하는 디젤기관을 비상용도이외의 목적으로 자동제어 또는 원격제어하기 위한 설비에 있어서는 204.의 2항의 규정을 준용한다.

206. 전기추진장치의 제어설비

이 장의 규정 외에 1장 16절의 규정을 적용한다.

제 3 절 시험 *(2017)*

301. 공장시험 【지침 참조】

1. 형식승인

이 장에서 규정하는 기기 및 장치의 자동제어 및 원격제어용 설비 중 자동화기기(장치, 유니트 및 감지기 등) 및 기본 소프트웨어는(해당되는 경우) 사용에 앞서 우리 선급이 별도로 정하는 규정에 따라 원칙적으로 형식승인을 받아야 한다.

2. 자동화시스템의 완성시험

1항에 의한 형식승인을 받은 자동화기기로 구성되는 자동화시스템은 조립완료 후 다음 시험을 하여야 한다.

(1) 하드웨어

(가) 외관시험

(나) 작동시험 및 성능시험

(다) 절연저항시험 및 내전압시험(전기기기, 전자기기 등에 적용)

(라) 내압력시험(유압기기, 공기압기기 등에 적용)

(마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험

(2) 소프트웨어 *(2017)*

컴퓨터기반시스템의 소프트웨어 시험은 4절에 따른다.

302. 선내시험 【지침 참조】

기기 및 장치를 자동제어 및 원격제어하기 위한 설비에 대하여는 선내설치 후 가능한 한 실제에 가까운 상태로 유효하게 작동하는 것을 각각 확인하여야 한다. 또한, 제어장치 중 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것에 대하여는 제어장치가 고장 난 경우의 제어대상기기의 작동에 대하여도 함께 확인하여야 한다. 다만, 이러한 시험의 일부를 해상시운전에서 행하여도 무방하다. 또한, 시험방법, 경보설정치, 안전시스템의 작동설정점 등을 기재한 자료를 본선에 보관하여야 한다.

303. 해상시험 【지침 참조】

1. 주추진기 및 가변피치프로펠러

주기관 또는 가변피치프로펠러의 제어시스템은 다음에 규정하는 시험을 하여야 한다. 또한, (3)의 전환시험 종료 후 각각 주기관 또는 가변피치프로펠러의 제어장소로부터 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원활한 운전이 가능하여야 한다.

(1) 주기관 또는 가변피치프로펠러는 주제어장소로부터 원격제어장치로써 시동시험, 전후진시험 및 모든 출력범위에 걸쳐 운전시험.

(2) 출력증감 이외에 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따라 선교제어장치에 의한 주기관 또는 가변피치프로펠러의 운전시험.

(3) 선교 등, 다른 주기관 또는 가변피치프로펠러 제어장소가 있는 경우에는 주기관 또는 가변피치프로펠러의 전진 및 후진 운전 중에 주기관 또는 가변피치프로펠러 제어장소의 전환시험. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우는 주기관 또는 가변피치프로펠러의 기계측 제어장소와의 전환시험은 주기관 또는 가변피치 프로펠러의 정지 중에 할 수 있다.

2. 보일러

보일러제어시스템은 다음에 규정하는 시험을 하여야 한다.

(1) 주보일러는 기계측에서 수동조작을 하지 않고 급수제어장치, 연소제어장치 등이 주보일러의 부하변동에 따라서 안정된 동작을 하고 주기관 또는 가변피치프로펠러, 발전장치 및 추진보기 등에 안정되게 증기를 공급할 수 있는 것을 확인한다.

(2) 중요 보조보일러는 수동조작을 하지 않고 추진보기 등에 안정된 증기를 공급할 수 있음을 확인하는 시험.

(3) 이코노마이저가 발전원동기의 증기공급원으로써 사용되고 주기관의 출력저하의 경우에 보일러의 점화가 자동적으로 행하여지는 경우에는 이들 자동제어장치의 작동시험.

3. 발전장치

선박의 추진에 필요한 전력을 공급하는 발전기에서 선박의 추진장치에 의하여 구동되는 발전기를 장비하는 경우에는 여기에 관련된 발전장치의 자동제어 및 원격제어를 행하기 위한 설비의 작동시험.

4. 전기추진설비

선내에 설치한 후 시운전절차에 따라 해상시운전을 하여야 한다.

제 4 절 컴퓨터기반시스템 *(2017)*

401. 개요

1. 적용

이 절의 규정은 시스템의 기능을 적절히 구현시키기 위해 소프트웨어에 의존하는 컴퓨터기반시스템의 설계, 구조, 시운전 및 유지보수에 적용되며, 소프트웨어의 기능 및 그 소프트웨어를 지원하는 하드웨어에 초점을 맞추고 있다. 이 절의 규정은 선급기술규칙의 대상이 되는 제어, 경보, 감시, 안전 또는 내부통신 기능을 제공하는 컴퓨터기반시스템의 사용에 적용된다.

2. 제외

해상인명안전협약(SOLAS) 제5장에서 요구하는 항해시스템, 제4장에서 요구하는 무선통신시스템(Radio- communication systems) 및 선박의 적하지침기기/복원성 컴퓨터는 본 요건의 적용범위에 포함되지 않는다.

3. 참고자료

이 절의 규정을 적용하기 위해서 컴퓨터기반시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 개발용으로 다음의 표준이 사용될 수 있으며, 다른 산업 표준이 고려될 수 있다.

(1) IEC 61508, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
(2) ISO/IEC 12207, Systems and software engineering - Software life cycle processes
(3) ISO 9001:2008, Quality Management Systems - Requirements
(4) ISO/IEC 90003, Software engineering - Guidelines for the application of ISO 9001:2008 to computer software
(5) IEC 60092-504, Electrical installations in ships - Part 504: Special features - Control and instrumentation
(6) ISO/IEC 25000, Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE
(7) ISO/IEC 25041, Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Evaluation guide for developers, acquirers and independent evaluators
(8) IEC 61511, Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector
(9) ISO/IEC 15288, Systems and software engineering - system life cycle process

402. 정의

1. 이해당사자

(1) 소유자

(가) 소유자는 소유자의 사양에 따른 소프트웨어를 포함한 하드웨어 시스템을 제공하도록 시스템 통합업체 및/또는 공급업체와 계약할 책임이 있다.

(나) 소유자는 초기건조 동안에는 선박 건조 통합업체(건조업체 또는 조선소)가 될 수 있으며, 선박 인도 후에 소유자는 선박 운영회사에 책임의 일부를 위임할 수 있다.

(2) 시스템 통합업체

(가) 시스템 통합의 책임에 대하여 대체조직이 특별히 계약되거나 배정되지 않는다면 조선소가 시스템 통합업체의 역할을 수행하여야 한다. 시스템 통합업체는 공급업체가 제공하는 시스템 및 제품을 이 절에 명시된 요건에 의해 적용된 시스템용으로 통합하고 그 통합시스템을 제공할 책임이 있다. 시스템 통합업체는 선내 시스템의 통합에도 책임이 있을 수 있다.

(나) 한번에 여러 관계자가 시스템 통합을 수행할 경우, 하나의 당사자가 전체 시스템 통합과 통합활동을 조정하는데 책임이 있다. 만약 통합에 서로 다른 여러 단계가 존재할 경우, 하나의 당사자가 통합의 모든 단계를 정의하고 조정하는데 대하여 책임을 지는 경우를 제외하고 시스템 통합업체는 특정 통합단계에 대하여 책임이 있을 수 있다.

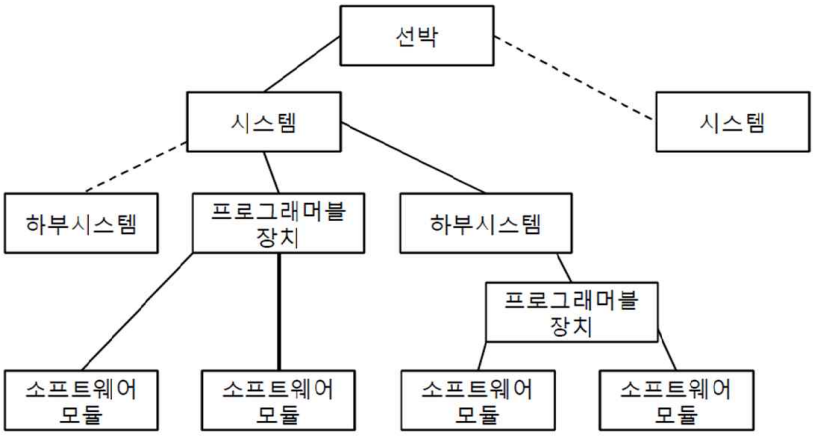
(3) 공급업체

(가) 공급업체는 시스템 통합업체나 조선소의 협력 하에 시스템 구성품이나 소프트웨어의 계약 업체 또는 하청업체이며, 공급업체는 시스템 통합업체에 프로그래머블 장치, 하부시스템 또는 시스템을 제공할 책임이 있다.

(나) 공급업체는 소유자의 사양, 적용 가능한 국제 및 국가표준, 그리고 여기에 명시된 요건을 만족하는 소프트웨어의 기능에 대한 설명서를 제공한다.

2. 객체

그림 6.2.1은 일반적인 컴퓨터기반시스템의 체계 및 관계를 보여준다.



비고: 점선은 도형에서 개발되지 않은 분기를 나타낸다.

그림 6.2.1 시스템 체계의 예시

(1) 객체 정의

(가) 시스템

상호작용하는 프로그래머블 장치 및/또는 하부시스템의 조합으로서 하나 이상의 특정 목적을 달성하기 위해서 구성된다.

(나) 하부시스템

특정 기능 또는 여러 기능을 수행할 수 있는 식별 가능한 시스템의 일부

(다) 프로그래머블 장치

소프트웨어가 설치된 물리적 구성품

(라) 소프트웨어 모듈

구체적이고 밀접하게 결합된 기능을 제공하는 코드의 독립형 부분

3. 시스템 분류

(1) 시스템의 기능에 미치는 영향에 따라 시스템을 표6.2.2와 같이 분류할 수 있다.

표 6.2.2 시스템 분류

분류	영향	일반적인 시스템의 기능
I	고장이 인명안전, 선박안전 및 환경으로의 위협에 귀결되지 않는 시스템	- 정보수집/관리업무에 관한 감시기능
II	고장이 인명안전, 선박안전 및 환경으로의 위협에 궁극적으로 귀결될 수 있는 시스템	- 경보 및 감시기능 - 선박의 정상 운용 및 거주상태를 유지하기 위한 제어기능
III	고장이 인명안전, 선박안전 및 환경으로의 위협에 직접적으로 귀결될 수 있는 시스템	- 선박의 추진 및 조타에 관련된 제어기능 - 선박의 안전기능

(2) 다음 시스템은 일반적으로 시스템 분류 III에 속하며, 정확한 분류는 모든 동작 시나리오에 대한 위험성 평가에 따라 정해진다.

(가) 선박의 추진시스템으로 선박을 이동시키기 위한 기계적 추진력을 발생시키고 제어하는 수단을 의미한다(선수 터널 스러스터와 같이 조종하는 동안에만 사용되는 장치는 이 요건의 적용범위에 포함되지 않는다).

(나) 조타시스템의 제어시스템

(다) 전력시스템(전력관리시스템 포함)

(라) 선내 안전시스템(화재탐지 및 소화, 침수탐지 및 침수방지, 대피 단계에서 사용되는 선내 통신 시스템, 구명설비용 장비의 작동에 연관된 선내시스템 포함)
(마) IMO MSC/Circ.645에 따른 DPS(2) 및 DPS(3)의 자동위치제어설비
(바) 굴착 시스템

(3) 다음 시스템은 일반적으로 시스템 분류 II에 속하며, 정확한 분류는 모든 동작 시나리오에 대한 위험성 평가에 따라 정해진다.
(가) 액체화물 이송 제어시스템
(나) 빌지 레벨 감지 및 관련 펌프 제어
(다) 연료유 처리 시스템
(라) 밸러스트 이송 밸브 원격제어시스템
(마) 안정화 및 승선(ride) 제어시스템
(바) 추진시스템용 경보 및 감시 시스템

(4) 위의 시스템 예들이 모든 것을 포함하는 것은 아니다.

4. 기타 용어

(1) 시뮬레이션 시험
제어되는 장비의 일부 또는 전체가 시뮬레이션 도구로 대체되거나 통신 네트워크 및 통신선의 일부가 시뮬레이션 도구로 대체되어 제어시스템을 시험하는 것

403. 시스템 요건

1. 일반사항

(1) 프로그램 및 메모리 데이터
전기적 잡음으로 인한 데이터의 손실 또는 변경 가능성을 방지하기 위하여 특정시스템의 작동을 위해 필수적인 것으로 간주되는 프로그램 및 관련 메모리 데이터는 비휘발성 메모리에 저장하여야 한다.

(2) 전원고장 후 기동
시스템의 소프트웨어 및 하드웨어는 전원고장 후 전원공급이 회복됨에 따라 미리 설정되어 있는 컴퓨터 제어접근절차를 완료한 후에 자동제어 또는 원격제어 및 감시능력이 즉시 복구되도록 설계하여야 한다.

(3) 자기감시
컴퓨터기반시스템은 자기감시를 행하여야 하며, 모든 부정확한 조작 또는 비정상적인 상태는 컴퓨터워크스테이션에 경보로써 표시되어야 한다.

(4) 전원공급
전원공급에 관하여는 전압실패를 감시하여야 하며, 단락으로부터 보호하여야 한다. (5)의 요건을 만족시키기 위하여 여분의 컴퓨터시스템을 갖추는 경우, 별도로 전원을 공급하여야 한다.

(5) 시스템의 독립성
제어, 감시 및 안전시스템은 컴퓨터장치 중 어느 한 대의 고장 또는 오작동으로 인하여 이들 시스템 기능 중 한 가지 이상의 기능에 영향이 미치지 않도록 배치하여야 한다.

(6) 응답시간
컴퓨터시스템의 메모리는 컴퓨터시스템을 구성하는 모든 컴퓨터 프로그램을 작동시키기에 충분한 용량이어야 한다. 허용할 수 없는 데이터지연의 결과 또는 컴퓨터시스템이 최악의 데이터 과부하 운전상태인 때의 응답시간의 결과로, 처리 및 전송데이터에 응답하는 시간이 바람직하지 않은 일련의 사건을 초래하지 않도록 하여야 한다. 추진관련 시스템설비에 있어서 안전 및 경보 표시를 위한 응답 지연의 시간 한도는 2초를 초과해서는 아니 된다.(응답지연은 경보 또는 안전관련 상태를 감지한 시간과 경보 또는 안전시스템의 작동을 표시하는 시간 간격을 취하여야 한다.)

(7) 페일세이프
컴퓨터기반시스템은 어떤 시스템의 구성부가 고장 난 경우에도 그 시스템이 제어하는 프로세스 또는 장치의 불안전한 운전을 초래하지 않도록 설계하여야 한다. 어떤 구성부의 고장이 제어의 완전한 상실, 프로세스 또는 장치의 긴급정지 혹은 기타 바람직하지 않은 결과를 초래하지 않음을 결정하기 위하여 FMEA를 사용하여야 한다.

2. 통합시스템

(1) 일반사항
통합시스템의 모니터, 키보드, 마이크로프로세서 등과 같이 많은 서브시스템에 사용되는 공통의 하드웨어는 이중으

로 하거나 백업수단을 갖추어야 한다.

(2) 구성부의 독립성

통합시스템의 한 부분(각각의 모듈, 장치 또는 서브시스템)의 고장으로 인하여 다른 부분의 기능이 영향을 받아서는 아니 된다. 다만, 고장부의 정보에 직접적으로 의존하는 기능은 예외로 한다.

(3) 데이터통신

(가) 데이터링크

(a) 비정상적인 상태를 감지한 경우에는 집중제어장소 또는 항해선교에 경보를 발하여야 한다.

(b) 허용할 수 없는 데이터 전송지연(네트워크의 과부하)을 방지하기 위하여 안전조치를 하여야 한다.

(c) 중요한 데이터가 과부하 상태로 되기 전에 경보가 작동하여야 한다.

(나) 이중 데이터링크

(a) 둘 이상의 중요한 기능(예를 들어, 추진 제어 및 발전기 제어)을 수행하기 위하여 동일한 데이터링크를 사용하는 경우, 이러한 링크는 이중으로 하여야 하며, 각각의 링크는 가능한 한 서로 멀리 떨어지게 배치하여야 한다.

(b) 이중링크는 예비용도이며, 사용 중인 링크의 교통량을 감소시키기 위하여 예비링크를 사용하여서는 아니 된다.

(c) 이중 데이터링크는 사용 중인 링크가 고장 난 경우에 예비링크가 자동으로 시스템에 연결되도록 하여야 한다. 이중링크간의 전환으로 인하여 데이터통신 또는 시스템의 연속적인 작동을 방해 하지 않도록 하여야 한다.

(d) 하나의 링크가 고장 난 경우에는 제어장소 또는 항해선교에 경보를 발하도록 하여야 한다.

(다) 연결 실패

(a) 개별시스템과 데이터하이웨이 사이의 연결이 완전히 고장 난 경우에도 개별시스템 각각의 기능에는 그 영향이 미치지 않도록 하여야 한다.

3. 전문가시스템

전문가시스템 소프트웨어는 중요한 기능과 연결된 컴퓨터에 설치하여서는 아니 되며, 직접 제어 또는 운전에 사용하여서는 아니 된다.

4. 하드웨어

(1) 쉬운 정비를 위한 설계

(가) 하드웨어를 설계하고 배치할 때에는 수리 및 정비 시 교체가능 부품에 용이하게 접근할 수 있도록 하여야 한다.

(나) 각 교체가능 부품은 교환이 간단하여야 하며, 다루기가 쉽고 안전한 구조이어야 한다.

(다) 모든 교체가능 부품은 잘못 연결되거나 부정확한 부품이 사용되지 않도록 설계하여야 한다. 이것이 불가능한 경우, 교체부품에는 그들의 설치위치 및 전기적 연결수단을 명확하게 표시하여야 한다.

(2) 사용자 인터페이스 및 입력장치

(가) 일반사항

입력장치에는 그 기능을 명확히 표기하여야 하며, 운전 중 부주의로 인하여 발생할 수 있는 오류를 가능한 한 피할 수 있도록 배치하여야 한다.

(나) 보안

제어 중인 장치 또는 프로세스를 변경하는 입력장치에는 권한을 가진 사람만이 접근할 수 있도록 암호와 같은 보안장치를 갖추어야 한다. 단일조작(예를 들어, 키 하나를 누름)으로 하면 위험한 작동상황 또는 오작동을 유발할 수 있는 경우, 2개 또는 그 이상의 키를 사용하는 것과 같은 방법으로 하여, 단일조작으로 실행되는 것을 방지하기 위한 수단을 강구하여야 한다.

(다) 제어상태

두 곳 이상의 장소에서 제어를 행할 수 있는 경우, 인터록 또는 경보에 의해 제어장소에서의 제어행위가 서로 충돌하는 것을 방지하여야 한다. 모든 제어장소에는 현재 제어중인 장소를 표시하여야 한다.

(3) 영상표시장치

(가) 일반사항

영상표시장치에 표시되는 텍스트 및 그래픽 자료의 크기, 색상 및 농도는 조작시의 모든 조명조건하에서 정상적인 운전자 위치에서 쉽게 읽을 수 있도록 하여야 한다. 명도 및 대비는 조정할 수 있어야 한다.

(나) 경보표시

영상표시장치를 이용하여 경보를 표시하는 경우, 입력신호가 접수되는 순서대로 경보를 표시하여야 한다. 입력되는 고장신호는 사용되는 컴퓨터 또는 영상표시장치의 모드에 관계없이 스크린 상에 경보로 표시되어야 한다.

(다) 추진감시

감시파라미터를 표시하기 위해 영상표시장치를 사용하는 경우, 동일한 정보를 표시하기 위한 다른 표시 수단이 갖추어져 있지 않는 한 집중제어장소에는 적어도 2대의 컴퓨터 모니터를 설치하여야 한다.

(라) 컬러모니터

기본색상(3원색)의 표현기능에 이상이 발생하여도 경보가 불명확하게 표시되지 않도록 하여야 된다.

(4) 그래픽 영상표시

(가) 일반사항

정보는 각자의 기능적인 관계에 따라 명확하고 알기 쉽게 나타내어야 한다. 표시되는 내용은 사용자와 직접적으로 관련된 데이터로 제한되어야 한다.

(나) 경보

경보는 다른 정보와 명확히 구별되어야 하며, 사용되는 컴퓨터 또는 영상표시장치의 모드에 관계없이 다른 정보보다 우선하여 가시가청으로 나타내어야 한다.

404. 소프트웨어 및 소프트웨어를 지원하는 하드웨어에 대한 요건

1. 수명주기 접근법

소프트웨어 수명주기 동안 소프트웨어 및 시스템 통합에 대하여 전반적인 하향식 접근법이 수행되어야 한다. 이러한 접근법은 이 항 또는 우리 선급이 인정하는 다른 표준에 기재된 소프트웨어 개발 표준에 따라 수행되어야 한다.

(1) 품질시스템

(가) 시스템 통합업체 및 공급업체는 ISO 90003을 기반으로 한 ISO 9001과 같은 소프트웨어 개발 및 시험 그리고 관련 하드웨어에 대한 품질시스템을 운용해야 한다.

(나) 본 요건을 만족함이 다음 사항을 통해 입증되어야 한다.

(a) 품질시스템은 국가인증제도에 의해 승인된 단체가 인정하는 표준을 따르는 것으로 승인됨.

(b) 특정 평가를 통해 표준을 준수함을 우리 선급이 확인함.

(다) 이러한 품질 시스템은 다음 사항을 포함하여야 한다.

(a) 책임, 시스템 문서, 형상 관리 및 자격을 갖춘 직원에 대한 관련 절차.

(b) 소프트웨어 수명주기 및 관련 하드웨어에 대한 관련 절차.

(i) 공급업체로부터 관련 하드웨어 및 소프트웨어의 취득을 위한 체계 수립

(ii) 소프트웨어 코드 작성 및 검증을 위한 체계 수립

(iii) 선박에서 통합하기 전에 시스템 확인을 위한 체계 수립

(c) 품질시스템 승인을 위한 최소 요건

(i) 시스템, 하부시스템 및 프로그래머블 장치와 모듈의 각 레벨에서 시스템 분류 II 및 III의 소프트웨어 코드 검증을 위한 명확한 절차 보유

(ii) 시스템 분류 II 및 III에 대한 체크포인트 보유(최소 검토항목에 대해서는 **표 6.2.3** 참조). 체크포인트의 예로는 제출해야 할 문서, 시험 항목, 기술적인 설계 검토 회의 또는 동등한 검토 회의가 될 수 있다.

(iii) 소유자와의 상호작용을 규정하는 선내 소프트웨어의 유지보수 및 설치에 대한 구체적인 절차 보유

(d) 품질계획서

여기서 품질계획서라고 불리는 문서는 품질관리시스템이 어떻게 특정 컴퓨터기반시스템에 적용될 것인지를 기록하고 최소한 (a)부터 (c)에서 요구하는 모든 자료를 포함하여 작성되어야 한다.

(2) 설계단계

(가) 시스템의 위험성평가

(a) 이 단계는 시스템의 각 기능에 관련된 위험을 식별하고 평가함으로써 수명주기 전체에 걸친 시스템의 위험성을 결정하도록 수행되어야 한다. 위험성 평가 보고서는 요청시 우리 선급에 제출되어야 한다.

(b) 이 문서는 일반적으로 시스템 통합업체 또는 공급업체가 제출하여야 하는데, 다른 공급업체로부터 접수한 데이터를 포함한다.

(c) IEC/ISO 31010은 위험성평가의 방법을 결정하기 위해 적용될 수 있다. 위험성평가 방법은 우리 선급의 동의를 받아야 한다.

(d) 위험성평가를 기반으로 개정된 시스템 분류는 우리 선급과 시스템 공급업체 간에 협의가 필요할 수 있다.

(e) 컴퓨터기반시스템과 관련된 위험성이 충분히 식별될 경우, 위험성평가는 생략될 수 있다. 다만, 이 경우 공급업체 또는 시스템 통합업체는 생략에 대한 타당성을 제시하여야 한다. 그 타당성은 다음 사항을 고려하여야 한다.

(i) 위험성을 알아낸 방법
(ii) 현재의 컴퓨터기반시스템과 최초로 위험성을 결정하는데 사용된 컴퓨터기반시스템에 사용된 목차의 동등성
(iii) 현재 사용되는 목차에서 존재하는 제어수단의 타당성

(나) 코드 생성 및 시험
(a) 시스템 분류 II 및 III에 대하여 다음의 문서가 우리 선급에 제출되어야 한다.
(i) 프로그래머블 장치용 소프트웨어 모듈의 기능 설명서 및 관련 하드웨어의 설명서. 이것은 공급업체 및 시스템 통합업체가 제공하여야 한다.
(ii) 선정된 소프트웨어 개발 표준을 따르는 소프트웨어 모듈에 대한 검증(소프트웨어 오류의 감지 및 수정)의 증거. 선정된 소프트웨어 표준의 증거 요건은 소프트웨어의 정확한 작동이 그것을 실행하는 기능에 얼마나 중요한가에 따라 차이가 날 수 있다(예를 들어, IEC 61508은 SIL(safety integrity level: 안전무결성기준)에 따라 다른 요건을 갖는데, 유사한 접근 방식이 다른 인정표준에 의해 수행된다). 이것은 공급업체 및 시스템 통합업체가 제공하여야 한다.
(iii) 소프트웨어 모듈, 하부시스템 및 시스템 단계에서 프로그래머블 장치에 대한 기능시험의 증거. 이것은 공급업체 및 시스템 통합업체가 제공하여야 한다. 기능시험은 소프트웨어에 의해 사용되지만 운영시스템, 함수 라이브러리, 소프트웨어에 맞추어진 층(layer) 및 매개변수의 조합에 의해 제공되는 기능의 규정을 시험하도록 설계되어야 한다.

(3) 선내 설치 전 통합 시험
(가) 내부시스템의 통합시험은 선내에 설치되기 전에 시스템 및 하부시스템의 소프트웨어 모듈간에 이루어져야 한다. 소프트웨어 기능이 제대로 실행되고 있는지, 소프트웨어와 그것을 제어하는 하드웨어가 서로 적절히 상호작용하고 기능을 수행하고 있는지, 그리고 고장이 발생할 경우 소프트웨어 시스템이 적절히 반응하는지를 확인하여야 한다. 고장은 적절한 시스템 고장 감지 및 시스템 응답을 확인하도록 가능한 현실적으로 시뮬레이션 되어야 한다. 요구되는 모든 고장분석 결과가 확인되어야 한다. 기능시험 및 고장시험은 시뮬레이션 시험으로 입증될 수 있다.
(나) 시스템 분류 II 및 III의 경우
(a) 기능시험과 고장시험에 대한 시험 프로그램 및 절차가 우리 선급에 제출되어야 한다. 고장 방지 시험 프로그램을 지원하기 위해서 FMEA가 우리 선급에 의해 요구될 수 있다.
(b) 기능시험 및 고장시험을 포함한 공장승인시험은 우리 선급의 입회하에 이루어져야 한다.
(c) 다음의 문서가 제공되어야 한다.
(i) 소프트웨어의 기능 설명서
(ii) 시스템에 설치되는 소프트웨어의 목록 및 버전(version)
(iii) 사용자 설명서(소프트웨어의 유지보수 동안의 사용에 대한 설명서 포함)
(vi) 시스템 및 다른 선내 시스템간의 인터페이스 목록
(v) 데이터링크에 사용되는 표준 목록
(iv) 우리 선급이 요구하는 추가 문서(적용되는 고장시험 사례의 타당성을 입증하기 위한 FMEA 또는 동등한 것을 포함할 수 있다)

(4) 시스템 분류 II 및 III에 대한 프로그래머블 장치의 승인
시스템 내부로 통합된 프로그래머블 장치의 승인은 시스템 통합업체 또는 공급업체로 전달되어야 한다. 위에 언급된 문서가 검토/승인(표 6.2.3 참조)되고 요구되는 시험이 우리 선급의 입회 하에 수행(하드웨어 환경시험에 대해서는 405. 참조)되는 한, 승인은 사례별로 또는 제품의 형식승인의 일환으로 부여할 수 있다. 문서에는 선박에 적용되는 프로그래머블 장치의 호환성과 선내 통합 동안 선내시험을 해야하는 필요성을 명시해야 하고, 승인된 프로그래머블 장치를 사용하는 시스템의 구성품을 식별하여야 한다.

(5) 최종 통합 및 선내시험
(가) 사전에 시험되지 않았을 수도 있는 다른 컴퓨터시스템과 기능의 안전한 상호 작용을 확인할 필요가 있는 경우, 시뮬레이션 시험은 설치 전에 수행되어야 한다.
(나) 선내시험은 상호작용하는 다른 모든 시스템과 통합된 최종 환경에서 컴퓨터기반시스템이 다음 사항을 수행하는지를 확인하여야 한다.
(a) 설계된 기능 수행
(b) 내부 고장 또는 시스템 외부 장치에 의한 고장에 대하여 안전하게 반응함
(c) 선내 다른 시스템과 안전하게 상호작용함

(다) 시스템 분류 II 및 III에 대한 최종 통합 및 선내시험의 경우
(a) 시험 사양이 승인용으로 우리 선급에 제출되어야 한다.
(b) 시험은 우리 선급의 입회 하에 시행되어야 한다.

2. 제한적 승인

(1) 통합시키고자 하는 선박 시스템을 알 수 없는 경우, 하부시스템 및 프로그래머블 장치는 사용 제한이 있는 한정된 용도로 우리 선급의 승인 받을 수 있다. 이 경우, 1항 (1)호의 품질시스템에 대한 요건은 우리 선급에서 요구하는 대로 만족해야 할 필요가 있다. 공급업체에서 선언하는 표준과 관련된 시험보고서 및 검사의 신청을 우리 선급에서 요구할 수 있다.

(2) 이 경우, 하부시스템 및 프로그래머블 장치는 작동에 필요한 확인 및 검사를 말하는 제한적 승인으로 승인 받을 수 있다.

3. 작동 중 수정

(1) 책임

(가) 소프트웨어의 수정을 담당하는 조직이 우리 선급으로 소유자에 의해 명백히 선언되어야 한다. 시스템 통합업체는 소유자에 의해 지정되어야 하며 1항에 명시된 요건을 만족하여야 한다. 초기 승인 범위에서 이미 고려되어 승인된 수정에 대하여 제한적 수명주기 단계를 고려할 수 있다. 수정에 필요한 자료의 수준은 우리 선급에 의해 결정되어야 한다.

(나) 선박의 단계에서 이러한 수정의 추적 관리는 소유자의 책임이며, 이 책임의 달성은 소프트웨어 레지스트리를 업데이트하는 시스템 통합업체에서 지원하여야 한다. 소프트웨어 레지스트리는 다음 사항을 포함하여야 한다.
(a) 1항 (3)호에서 요구하는 시스템에 설치되는 소프트웨어의 목록 및 버전
(b) 4항에 명시된 보안검사 결과

(2) 변경 관리

소유자는 소프트웨어 및 하드웨어의 변경관리에 필요한 절차를 선내에 보관하여야 하며, 소프트웨어의 변경/업그레이드는 그 절차에 따라 수행되어야 한다. 운영단계에서 컴퓨터기반시스템의 모든 변경사항은 기록되어야 하고 추적 가능해야 한다.

4. 시스템 보안

(1) 소유자, 시스템 통합업체 및 공급업체는 보안정책을 채택하여야 하며, 품질시스템 및 절차에 이 보안정책을 포함시켜야 한다.

(2) 시스템 분류 I, II 및 III의 경우, 물리적 시스템에서 또는 원격으로 시도되는 소프트웨어의 무허가 변경이나 의도하지 않는 변경을 방지하도록 물리적 및 논리적 보안 정책이 수립되어야 한다.

(3) 선내 설비에 사용된 설비, 모든 가공품, 소프트웨어 코드, 실행파일 및 물리적 매체는 먼저 바이러스 및 악성소프트웨어에 대한 검사를 하여야 한다. 검사결과는 문서화되어야 하며 소프트웨어 레지스트리로 보관되어야 한다.

405. 하드웨어에 대한 환경 요건

시스템 분류 I, II 및 III의 경우, 시스템 및 하부시스템에 포함된 하드웨어 구성요소에 대하여 UR E10에 따른 환경시험의 증거가 우리 선급에 제출되어야 한다. 이 요건은 컴퓨터기반시스템 분류 I에 대해서는 강제사항이 아니다.

406. 시스템 분류 II 및 III의 데이터링크 요건

1. 일반 요건

(1) 데이터링크의 손실은 위험도 평가 분석에 명확히 언급되어야 한다.

(2) 데이터링크 하드웨어에서의 단일고장은 시스템의 정상적인 작동을 회복하도록 자동으로 처리되어야 한다. 시스템 분류 III의 경우, 데이터링크 하드웨어에서의 단일고장은 시스템의 정상적인 작동에 영향을 끼쳐서는 아니 된다.

(3) 데이터링크의 특성은 시스템의 모든 동작 조건에서 과부하를 방지하여야 한다.

(4) 데이터링크는 링크자체의 고장을 감지하고 링크에 연결된 접속점에서의 데이터통신 고장을 감지하는 자가진단이 되어야 한다. 고장 감지 시 경보를 발하여야 한다.

2. 무선 데이터링크에 대한 특별 요건

(1) 시스템 분류 III은 우리 선급이 인정하는 국제표준 또는 국가표준에 따라 수행되는 엔지니어링 분석을 근거로 우리 선급에서 특별히 인정하지 않는 한 무선데이터링크를 사용하여서는 아니 된다.

(2) 시스템 분류 I 및 II는 다음 요건에 따라 무선 데이터링크를 사용할 수 있다.

(가) 인정되는 국제 무선 통신 시스템 프로토콜은 다음 사항들을 포함하여 사용되어야 한다.

(a) 메시지의 무결성: 전송된 메시지와 비교하여 수신된 메시지가 손상되거나 변경되지 않도록 고장의 예방, 감지, 진단 및 오류 수정
(b) 구성 및 장치 인증: 시스템 설계에 포함된 장치만 연결 허용
(c) 메시지 암호화: 데이터 내용의 기밀성 및 위험성 보호
(d) 보안 관리: 네트워크 자산에 대한 무단 접근을 방지함으로써 네트워크 자산의 보호

(나) 선내의 무선시스템은 국제전기통신연합(ITU)의 무선주파수 및 전력 레벨 요건 및 기국의 요건에 적합하여야 한다. 주파수 및 전력 레벨 제한으로 인해 무선데이터통신 링크의 작동을 방해하는 무선주파수 전송의 사용에 관련된 항만국 및 지역 규정이 시스템 운영에 고려되어야 한다.

(다) 무선 데이터통신 장비의 경우, 항구 및 시운전 동안의 시험은 무선주파수 전송이 예정된 동작 환경 동안 전자기 간섭의 결과로 어떠한 장비의 고장도 일으키지 않고 스스로도 고장이 나지 않음을 입증하여야 한다.

407. 컴퓨터기반시스템의 제출 문서 및 시험 입회

컴퓨터기반시스템에 대한 제출 문서 및 시험 입회는 다음의 요건 및 아래 **표 6.2.3**에 따라야 한다.

(1) 컴퓨터 하드웨어

다음과 같은 사항이 문서에 포함되어야 한다.

(가) 하드웨어의 중요도에 대한 정보 및 시스템에 적용된 하드웨어의 리스트
(나) 전원공급회로도
(다) 장치의 구성을 위한 하드웨어 및 소프트웨어 도구
(라) 시스템의 활성화에 필요한 정보
(마) 시스템 운전 중의 고장처리 및 수리에 대한 일반 정보

(2) 시스템 신뢰성 분석

다음과 같은 적절한 분석수단을 통하여 시스템의 신뢰성을 입증하는 문서를 제출하여야 한다.

(가) 자동화시스템의 파괴를 초래하는 고장으로 인한 영향을 나타내는 FMEA 자료(해당되는 경우, 다른 시스템에 미치는 결과를 나타내어야 한다.)
(나) 평균고장시간간격(MTBF) 계산서
(다) 시스템의 신뢰성을 입증하는 기타의 문서

(3) 사용자 인터페이스

다음과 같은 사항이 문서에 포함되어야 한다.

(가) 각 운전자 인터페이스에 부여된 기능(키보드 및 스크린 또는 이와 동등한 것)
(나) 개별 스크린뷰(계통도, 컬러 사진 등)
(다) 메뉴조작방법(트리 표시)
(라) 설치 및 사용에 필요한 정보를 제공하는 운전자 설명서

(4) 시험방안

다음의 시험방안을 제출하여야 한다.

(가) 시스템 유효성평가시험
(나) 선내시험

각 시험방안에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 한다.

(a) 각 시험항목
(b) 각 시험의 합격기준

(5) 대체 설계 또는 배치가 사용되도록 제안될 경우, 공학적인 분석 ⚓

표 6.2.3 제출 문서 및 시험 입회

요건	공급업체	시스템 통합업체	소유자	시스템 분류		
				I(1)	II	III
품질 계획	X	X		A(2)	A	A
위험성 평가 보고서		X		I(2)	I(2)	I(2)
소프트웨어 모듈 기능설명서 및 관련 하드웨어 설명서	X (필요할 경우)	X			I	I
소프트웨어 코드의 검사보고서	X (필요할 경우)	X			I	I
소프트웨어 모듈, 하부시스템 및 시스템의 각 레벨에서 시스템 분류 II 및 III에 포함되는 구성요소에 대한 기능시험 보고서	X	X			I	I
FMEA 또는 동등한 사항을 포함한 기능시험 및 고장시험에 대한 시험 프로그램 및 절차서 (우리 선급의 요청시)		X			A	A
기능시험 및 고장시험을 포함한 공장 승인 시험 결과	X	X			W	W
최종 통합의 시뮬레이션 시험에 대한 프로그램		X			A	A
최종 통합의 시뮬레이션 시험		X			W	W
선내시험의 시험 프로그램 (무선 네트워크 시험 포함)		X			A	A
선내통합시험 (무선 네트워크 시험 포함)		X			W	W
- 시스템에 설치된 소프트웨어 목록 및 버전 - 소프트웨어의 기능 설명서 - 소프트웨어 유지보수 동안의 설명을 포함한 사용자 설명서 - 시스템과 선내 다른 시스템간의 인터페이스 목록		X			I	I
업데이트된 소프트웨어 레지스트리		X	X		I	I
보안정책 관련 절차 및 문서					I	I
UR E10의 요건에 따른 시험보고서	X	X		A(3)	A	A

(비고)
A : 승인용으로 제출
I : 참고용으로 제출
W : 우리 선급 입회
(1) 추가 문서가 요청될 수 있다.
(2) 요청시
(3) 선급의 규정 범위 내에 포함될 경우

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제 6 편

전기설비 및 제어시스템

GA-06-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 6 편 “전기설비 및 제어시스템”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 1월 1일 (건조계약일 기준)

제 1 장 전기설비

제 2 절 시스템 설계

- 201.의 1항 (2)호 (라) (c)를 개정함.

제 5 절 케이블

- 504.의 1항 (3)호 (나) (a)를 개정함.
- 504.의 1항 (3)호 (바) (a) 및 (b)를 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 전기설비

제 2 절 시스템 설계

- 204.의 4항 (1)호 (나)를 개정함.

제 5 절 케이블

- 501.의 1항을 개정함.
- 504.의 1항 (1)호 (나) (a)를 개정함.
- 509.를 삭제함.

차 례

제 1 장 전기설비 ····· 1
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 시스템 설계 ····· 7
제 3 절 회전기계 ····· 21
제 4 절 배전반, 구전반 및 분전반 ····· 25
제 5 절 케이블 ····· 27
제 6 절 동력 및 조명용 변압기 ····· 34
제 7 절 전동기용 제어기 및 전자브레이크 ····· 35
제 8 절 퓨즈, 차단기 및 전자접촉기 ····· 40
제 9 절 방폭형 전기기기 ····· 40
제 10 절 조명기구, 전열기구, 배선기구 및 기타 설비 ····· 43
제 11 절 선내 통신 장치 ····· 44
제 12 절 반도체 전력변환장치 ····· 45
제 13 절 축전지 ····· 45
제 15 절 고전압 전기설비 ····· 47
제 16 절 전기추진설비 ····· 48
제 18 절 예비품 및 일반비품 ····· 48

제 2 장 제어설비 ····· 49
제 1 절 일반사항 ····· 49
제 2 절 시스템 및 제어 ····· 49
제 3 절 시험 ····· 51

제 1 장 전기설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 적용 【규칙 참조】

(1) **규칙 6편 1장**의 규정은 방폭구조를 필요로 하는 경우를 제외하고는 다음의 전기장치에는 적용하지 아니 한다.

(가) 국제법 또는 선적국의 국내법에 따라 설치되는 무선전신(전화)장치

(나) 국제법 또는 선적국의 국내법에 따라 설치되는 항해장치(「74 SOLAS의 2009년 개정」 제5장 19규칙에서 정하는 것)

(2) 작업용, 하역용 및 화물용 전기기기와 텔레비젼, 라디오 등 전자제품에 대해서는 전기로 인한 감전 및 화재, 기타 재해의 방호(방폭대책을 포함)에 관한 규정을 제외하고 **규칙 6편 1장**을 적용하지 아니한다. 규칙이 적용되지 아니하는 전기기기에 대해서도 가능한 한 KS규격에 적합한 것이어야 한다.

(3) (1)호 및 (2)호에 해당하는 전기장치 또는 전기기기에 접속되는 케이블 및 보호장치(차단기 및 퓨즈)는 **규칙 6편 1장**의 규정에 따라야 한다.

(4) **규칙 101.**의 1항에서 소형선박(500톤 미만), 항로에 제한을 받는 선박은 다음의 어느 것에 해당하는 선박을 말한다.

(가) 총톤수 500톤 미만으로 KRM 0의 기관부호를 갖는 선박 *(2017)*

(나) 총톤수 500톤 미만으로 (가)에 표시된 부호를 갖지 아니하는 선박

(다) 총톤수 500톤 이상으로 (가)에 표시된 부호를 갖는 선박 및 **지침 8편 부록 8-3**의 1항 (1)호 및 (2)호, 3항 (12)호에 적합한 선박

(라) 총톤수 500톤 이상으로 (가)에 표시된 부호를 갖는 선박으로서 **지침 8편 부록 8-3**의 1항 (1)호 및 (2)호, 3항 (12)호에 적합하지 아니 하는 선박

(5) (4)호에 해당하는 선박의 전기설비에 대한 규정의 경감 정도는 (1)호 부터 (3)호에 따르는 이외에 다음에 정하는 바에 따른다.

(가)부터 (라)에 해당하는 선박의 완화규정 *(2020)*

	관련 규정[1] (완화 규정)		(가)	(나)	(다)	(라)
(a)	규칙 201. 6항	주위조건	O		O	
(b)	규칙 402. 1항 (1)호	주배전반의 구조	O	O	O	
	규칙 402. 1항 (2)호	발전기반의 구조	O	O	O	
(c)	규칙 404. 1항	선박용 직류발전기의 배전반	O		O	
(d)	규칙 404. 2항	선박용 교류발전기의 배전반	O		O	
(e)	규칙 701. 2항	집합제어기반	O	O		
(f)	규칙 504. 3항 (2)호	케이블의 방화에 대한 고려	O	O	O	
(g)	규칙 1203.	보호장치 등	O	O	O	
(h)	규칙 202. 및 1601. 3항	주전원	O	O[2]	O	
(i)	규칙 601.	변압기의 일반사항	O		O	
(j)	규칙 203.	비상전원	O	O	O	
(k)	규칙 204. 6항 (3)호	항해등 표시기로의 급전회로	O	O	O[3]	
(l)	규칙 1801.	예비품	O		O	O
(m)	규칙 204. 1항 (3)호	절연감시장치	O			
(n)	규칙205. [3항 (2)호]	보호장치 [차단기 및 퓨즈]	O		O[4]	
(o)	규칙 202. 5항	선박의 추진 및 조타를 위하여 주전원을 필요로 하는 경우	O	O	O	O
(p)	규칙 1106.	선내방송장치	O	O	O	O
(q)	규칙 401. 1항 (2)호	주배전반의 설치장소	O		O	O

비고)
1) : 상세 내용은 (가)에 따른다.
2) : 상세 내용은 (나)의 (b)에 따른다.
3) : 상세 내용은 (다)의 (c)에 따른다.
4) : 상세 내용은 (다)의 (b)에 따른다.

(가) (4)호의 (가)에 해당하는 선박

(a) **규칙 201.**의 6항의 공기온도 45℃를 40℃로, 해수온도 32℃를 27℃로 할 수 있다. 다만, 열대권을 항해할 때에는 표를 그대로 적용하여야 한다.(**규칙 5편 표 5.1.3** 참조)

(b) **규칙 402.**의 1항 (1)호 및 (2)호의 규정은 적용하지 아니한다.

(c) **규칙 404.**의 1항에 있어서, 단독운전만을 행하는 직류발전기가 2대 이상인 경우는, 전류계 및 전압계를 1개씩 설치하고 각 발전기에 공용하는 것으로 한다. 다만 계기의 수를 감할 경우는, **규칙 1802.**에 규정하는 휴대용 전류계 및 전압계를 비치하여야 한다.

(d) **규칙 404.**의 2항의 규정에 있어서 단독운전만을 행하는 교류발전기가 2대 이상인 경우는 전류계, 전압계 및 전력계를 1대씩 비치하고 각 발전기에 공용하는 것으로 한다. 다만, 계기의 수를 감하고자 하는 경우는 **규칙 1802.**에 규정하는 휴대용 전류계 및 전압계를 비치하여야 한다.

(e) **규칙 701.**의 2항의 규정은 적용하지 아니한다.

(f) **규칙 504.**의 3항 (2)호의 규정은 적용하지 아니한다.

(g) **규칙 1203.**의 규정은 적용하지 아니한다.

(h) **규칙 202.**의 규정 및 **규칙 1601.**의 3항의 규정을 적용함에 있어서 발전장치는 1조 만으로 할 수 있다. 다만, 선급부호에 UMA를 부가하는 선박 및 연해 이상의 구역을 항해하는 여객선은 그러하지 아니한다. *(2019)*

(i) **규칙 601.**의 규정에 있어서 비상전원 또는 예비전원(축전지)을 비치하여, 안전확보에 필요한 조명장치, 신호장치, 통신장치 등에 급전하는데 충분한 경우, 예비변압기를 생략할 수 있다.

(j) **규칙 203.**의 규정은 적용하지 아니한다. 다만, 다음의 부하에 최소한 3시간(아래 (iv), (v)의 설비에 있어서는 연속 사용으로 30분간)급전할 수 있는 비상전원을 설비하여야 한다. 이 규정에도 불구하고 선박안전법을 적용받는 선박은 선박안전법의 관련 규정에 따른다. *(2018)*

(i) 비상시 필요한 통신장치

(ii) 항해등 및 신호등 (홍등, 정박등)

(iii) 다음의 장소에 설치되는 비상조명장치

① 구명정, 구명뗏목 등의 진수장소 및 그 현외 부근

② 모든 통로, 계단 및 출구

③ 기관구역 및 비상전원 설치구역

④ 주기관 제어장소

(iv) 단속적으로 사용하는 주간신호등, 기적 및 비상시에 요구되는 모든 선내신호장치

(v) 화재탐지장치 및 수동화재경보장치

(k) **규칙 204.**의 6항 (3)호에 대하여 항해등 표시기로의 급전은 비상전원으로부터 1개의 급전선으로부터 급전될 수 있다. 다만, 다음에 정하는 전원을 비상전원으로 볼 수 있다.

(i) 발전기로 공급하는 경우에는 상용전원이 고장난 경우에 즉시 전환하여 구동될 수 있는 2대의 발전기 중 1대

(ii) 축전지로 공급하는 경우에는 충전장치

(l) **규칙 1801.**의 규정은 유효한 수동의 보조조타장치를 설비하는 경우는 적용하지 아니한다.

(m) **규칙 204.**의 1항 (3)호의 규정에 대하여 절연감시장치 대신에 지락표시기로 할 수 있다. 이 지락표시기는 등(燈)식일 경우 2등식 또는 3등식으로 30 W 이하의 금속 필라멘트를 갖는 전구를 사용하고 전구 사이의 거리는 150 mm 미만으로 하여야 한다.

(n) **규칙 205.**의 3항 (2)호의 규정은 적용하지 아니한다. 다만, 여객선, 유조선 및 위험화학품 산적운박선 등에 대하여는 주배전반 및 집합기동기반용 차단기에 한하여 plug-in type을 적용하여야 한다.

(o) **규칙 202.**의 1항 (3)호의 규정은 적용하지 아니한다. 다만, 선급부호에 UMA를 부기하는 선박 및 국제항해에 종사하는 여객선은 그러하지 아니한다.

(p) **규칙 1106.**의 규정은 적용하지 아니한다.

(q) **규칙 401.**의 1.항 (2)호의 규정은 적용하지 아니한다. *(2019)*

(나) (4)호의 (나)에 해당하는 선박

(a) (가)의 (b), (e), (f), (g), (j), (k), (o) 및 (p)를 적용한다.

(b) **규칙 202.**의 1항 (2)호의 규정에서 발전장치의 용량은, 각각 1조의 발전장치가 정지하였을 경우에도 정상가동에 관계되는 추진 및 안전을 유지하기 위해 필요한 전기설비에 급전되는 것이어야 한다.

(다) (4)호의 (다)에 해당하는 선박

(a) (가)의 (a), (b), (c), (d), (f), (g), (i), (j), (l), (o), (p) 및 (q)를 적용한다. *(2020)*

(b) **규칙 205.**의 규정은 적용하지 아니한다. 1호기군 및 2호기군에 분할된 집합기동기반을 구성하여야 한다. 다만, 여객선, 유조선 및 위험화학품 산적운박선 등에 대하여는 주배전반 및 집합기동기반용 차단기에 한하여 plug-in type을 적용하여야 한다. *(2018)*

(c) **규칙 204.**의 6항 (3)호의 규정에서, 항해등 표시기에의 급전은 주배전반 및 예비전원 또는 선교에 설치된 조명용 분전반으로부터 할 수 있다.

(d) **규칙 202.**의 규정 및 **규칙 1601.**의 3항의 규정을 적용함에 있어서 독립적인 보조엔진으로 구동되는 발전장치는 1조 만으로 할 수 있다. 다만, 선급부호에 UMA를 부가하는 선박 및 연해 이상의 구역을 항해하는 여객선은 그러하지 아니한다. *(2019)*

(라) (4)호의 (라)에 해당하는 선박

(a) (가)의 (l), (o), (p) 및 (q)를 적용한다. *(2020)*

(6) (4)호 및 (5)호에 의해 전기설비에 대한 규정의 경감을 하고 있는 선박이 항로, 용도 등을 변경하고자 하는 경우에는 규정대로 설비를 갖추어야 한다.

(7) 국내항해에 종사하는 여객선의 비상전원은 다음에 따른다.

(가) 국내 항해에 종사하는 여객선에는 다음 (a)의 요건에 적합한 독립된 비상전원을 설치하여야 한다. 다만, 주전원용으로 축전지가 설치된 평수구역이하를 항해구역으로 하는 여객선은 주전원용 축전지가 다음 (a)의 요건으로 (7)호를 만족하는 경우는 예외로 한다.

(a) 항상 필요한 전력이 충전되어 있는 축전지(방전지시기가 설치되어 있는 것)로서 과도하게 전압이 강하되는 일이 없이 급전할 수 있는 것

(b) 독립된 급유장치 및 우리 선급이 적당하다고 인정하는 기동장치를 가지는 유효한 원동기(인화점이 섭씨 43도 이상의 연료유를 사용하고 있는 것에 한한다)에 의하여 구동되는 발전의 경우 비상배전반은 비상전원에 가능한 한 근접한 장소에 설치하여야 한다.

(나) 상기 (가)의 규정에 의한 비상전원은 주전원이 고장 등으로 상실될 경우 자동적으로 급전할 수 있는 것이어야 한다.

(다) 상기 (가)의 규정에 의하여 설치되는 비상전원은 다음 각 설비에 대하여 적어도 12시간 이상 급전할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 항해 예정시간이 6시간 미만인 선박에 대하여는 6시간동안 급전할 수 있어야 한다.

(a) 항해등

(b) 주전원으로부터 급전되는 신호등

(c) 다음의 장소에 설치되는 비상조명장치

(i) 복도, 계단, 사다리 및 출입구

(ii) 주기관실, 주발전장치실 및 기관제어실

(iii) 항해선교, 해도실 및 무전실

(iv) 구명정, 구명뗏목 또는 구명부기의 적재장소 및 승정장소

(v) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 장소

(d) 전기식 경보장치 및 지시기

(e) 화재탐지장치 및 수동화재경보장치

(f) 기타 통신장비 등

(라) 상기 (가)의 규정에 의하여 설치되는 비상전원은 다음의 요건에 적합하게 설치되어야 한다.

(a) 최상층 전통갑판의 상방에 있을 것

(b) 기관구역 둘레벽의 외부에 있을 것

(c) 선수격벽의 후방에 있을 것

(d) 기관실 구역의 화재, 기타 재해에 의하여 비상급전에 영향을 받지 아니할 것

(e) 화재나 전기스파크로부터 격리되고 환풍이 잘 될 것

(8) 규칙 402.의 1항 (2)호를 적용함에 있어서, 주배전반의 모선 분리는 어선에 대하여는 적용하지 아니한다.

(9) 어선의 비상전원은 다음에 따른다.

(가) 기관구역외부의 장소에 자기기전식비상전원이 설치되어야 하며 또한, 주전원설비에 화재 또는 기타 사고가 발생한 경우에도 그 기능이 확보될 수 있도록 배치되어야 한다.

(나) 어선에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 독립된 비상전원이 설치되어야 한다.

(a) 항상 필요한 전력이 충전되어 있고 부하에 충분히 급전할 수 있는 축전지

(b) 인화점이 43℃ 이상인 연료의 독립공급장치를 갖춘 적절한 원동기에 의하여 구동되는 발전기

(i) 비상발전기는 0°C까지의 저온에서도 용이하게 시동할 수 있어야 한다. 다만, 이것이 어려울 경우 또는 보다 저온을 고려할 필요가 있을 경우에는 가열설비를 장비하는 등의 조치를 강구하여 언제라도 확실히 시동할 수 있도록 하여야 한다.

(ii) 자동시동방식인 비상발전기에는 적어도 3회의 연속 시동이 가능한 에너지원을 가진 승인된 시동장치를 비치하여야 한다. 또한, 수동에 의한 시동의 유효성이 실증되지 아니한 경우에는 30분 이내에 추가로 3회 시동할 수 있도록 2차 에너지원을 비치하여야 한다.

(iii) 전기식 또는 전기유압식 시동장치는 비상배전반으로부터 급전되어야 한다.

(c) 전기식 또는 전기유압식 시동장치는 비상배전반으로부터 급전되어야 한다.

(d) 압축공기식 시동장치의 압축공기는 적절한 체크밸브를 통하여 주 또는 보조 공기탱크로부터 공급받거나 또는 비상배전반으로부터 급전되는 비상공기 압축기에 의하여 공급받을 수 있다.

(e) 시동장치, 충전 또는 충기장치 및 에너지 축적장치는 모두 비상발전기구역에 비치하여야 한다. 이들 장치는 비상발전기의 작동이외의 목적에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 이들은 주 또는 보조압축공기장치로부터 비상발전기구역에 설치된 체크밸브를 통하여 비상발전기 공기탱크에 급기할 수 있다.

(다) 상기 (가)에 따라 설치되는 비상전원은 다음의 설비에 3시간((a)부터 (c)까지의 설비는 6시간) 이상 동시에 급전할 수 있는 것이어야 한다. *(2020)*

(a) 무선통신장치

(b) 비상시 요구되는 모든 선내 통신장치 및 신호장치, 화재탐지장치 및 화재경보장치
(c) 항해등
(d) 주전원으로부터 급전되는 신호등
(e) 다음의 장소에 설치되는 비상조명장치
(i) 구명정, 구명뗏목 등의 진수장소 및 그 현외 부근
(ii) 모든 통로, 계단 및 출구
(iii) 기관구역 및 비상전원 설치구역
(iv) 주기관 제어장소
(v) 어획물처리 및 가공장소
(vi) 비상소화펌프, 스프링클러 펌프, 비상빌지펌프의 각 설치장소 및 이들 전동기의 기동조작 장소
(라) 어선에 비상전원을 공급하는 비상배전반은 다음에 적합하여야 한다.
(a) 비상배전반은 가능한 한 비상전원장치에 근접하여 설치하여야 한다.
(b) 비상전원이 발전기인 경우, 비상배전반은 조작에 지장이 없는 한 비상발전기와 동일장소에 설치하여야 한다.
(c) 주 전원이 상실된 경우에는 자동적으로 비상배전반에 접속되어야 한다.
(d) 비상전원이 축전지인 경우, 축전지가 방전되고 있음을 나타내는 지시기가 설치되어야 한다.
(e) 비상배전반은 정상적으로 작동시에 과부하 및 단락에 대하여 주 배전반측에서 적절히 보호되고, 또한 주전원의 고장시 비상배전반에서 자동적으로 차단할 수 있는 상호결합용 급전선에 의하여 주배전반으로부터 급전되어야 하며, 비상배전반으로부터 주배전반으로 역급전하도록 구성되어 있는 경우에는 비상배전반에 있어서도 최소한 단락에 대하여 보호되어야 한다.

(10) **규칙 202.**의 1항 (3)호의 적용함에 있어서, 어선에 대하여는 선급부호에 UMA를 부여하는 경우에 적용한다.

2. **규칙 101.의 2항**을 적용함에 있어서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 1편 1장 104.**에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**
3. **규칙 101.의 4항**을 적용함에 있어서 가스 폭발 분위기라 함은 대기상태에서 발화, 소비되지 않아 연소가 계속될 수 있는 가스와 증기 상태의 가연성 물질이 혼합되어 있는 상태를 말한다. 혼합물의 농도가 폭발 상한을 넘을 경우에는 가스 폭발 분위기는 아니지만 폭발 위험 장소가 되기 쉬우므로 가스 폭발 분위기로 간주한다. **【규칙 참조】**

102. 승인도면 및 자료 【규칙 참조】

1. **규칙 102.의 1항 (14)호**를 적용함에 있어서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료"라 함은 **규칙 1편 1장 104.**에 따라 인정하는 도면 및 자료를 말한다. *(2020)*

103. 시험 및 검사

1. **규칙 9편**에서 규정하고 있는 냉장설비 및 하역장치를 위하여 사용되는 발전기, 배전반 및 변압기는 **규칙 103.**의 요건에 따라 시험 및 검사를 받아야 한다.
2. **규칙 103.의 1항 (2)호**에 규정된 형식시험을 필요로 하는 케이블은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
(1) 동력, 조명 및 선내통신장치의 급전 및 배전회로에 사용되는 케이블
(2) 동력장치의 급전 및 배전회로에 사용되는 캡타이어 코드
(3) 150 V 전자기기용 다심 비닐 절연케이블
(4) 제어용 케이블(배전반용 및 제어기기용 절연전선)
(5) 광케이블, 동축케이블 등 통신용 케이블
3. 전항에 표시된 케이블 이외의 캡타이어 코드, 비닐시스 코드 등에 대해서도 제조자의 요구가 있으면 형식시험을 행한다.
4. **형식승인된 제품에 대한 시험 및 검사** **규칙 103.**의 6항의 적용은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
(1) 형식승인을 받은 전기기기중 다음의 것은 개개 제품에 대한 우리 선급 검사원의 입회검사를 전부 생략할 수 있다.
(가) 퓨즈
(나) 차단기
(다) 전자 접촉기
(라) 플라스틱재료로 만들어진 케이블트레이/보호케이싱
(마) 보호계전기(protection relay)
(2) 형식승인을 받은 다음의 전기기기 및 케이블은 사용전 개개 제품에 대하여 우리 선급 검사원 입회하에 다음의 시

험을 하여야 한다.

(가) 방폭형 전기기기(회전기기에 한함)

방폭형 회전기기의 시험 및 검사는 **규칙 309.**에 따른다. *(2018)*

(나) 케이블

(a) 구조, 치수검사

(b) 도체저항시험

(c) 절연저항시험

(d) 내전압시험

5. **규칙 103.**의 1항 **표 6.1.1**의 비고 (5) 및 비고 (8)에 규정된 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우라 함은 QA승인을 받은 경우 등을 말한다. **【규칙 참조】**
6. **규칙 103.**의 4항을 적용함에 있어서 "우리 선급이 특히 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **규칙 1편 1장 104.**에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**
7. **규칙 103.**의 1항 **표 6.1.1**의 항목 13을 적용함에 있어서, IECEx, ATEX, KC 또는 이와 동등하다고 인정되는 방폭증서가 있는 경우 형식승인을 면제할 수 있다. 다만, 회전기계에는 면제 요건을 적용하지 아니 한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

제 2 절 시스템 설계

201. 일반사항

1. 구조 및 거치

(1) **보호장치 규칙 201.**의 2항 (3)호를 적용함에 있어서 전기기기의 전원스위치는 "오프" 위치에 있을 때 전기기기가 제어회로나 표시등 회로를 통하여 충전되지 아니하도록 부착하여야 한다. **【규칙 참조】**

(2) **전기기기의 설치장소와 보호외피 【규칙 참조】**

(가) 전기기기의 보호외피에 있어서 IEC 60529에 따라 외피구조의 보호형식을 나타내는 표시기호 IP를 갖는 것을 사용하는 경우는 다음에 따른다.

(a) 보호외피의 종류 및 표시

보호외피의 종류는 **지침 표 6.1.1**에 따른다. 보호외피는 기호 IP와 위험한 부분으로의 접근 및 외래고형물에 대한 보호등급을 표시하는 제1특성숫자, 물에 대한 보호등급을 표시하는 제2특성숫자, 위험한 부분으로의 접근에 대한 보호등급을 표시하는 부가특성문자 및 보조적인 정보를 표시하는 보조문자기호의 조합으로 표시하며 제품 외관에 각인하거나 다른 적절한 방법으로 표시하여야 한다.

(b) 보호외피의 구조 및 시험방법

보호외피의 구조 및 시험방법은 **지침 표 6.1.2, 지침 표 6.1.3, 지침 표 6.1.4** 및 **지침 표 6.1.5**에 따른다. 제조자는 최초의 제품에 대하여 적어도 그에 해당되는 시험을 행하여, 제품에 표시한 보호형식의 유효성을 확인하여야 한다. 또한, 우리 선급 검사원이 필요하다고 인정하는 경우에도 제품의 시험을 행할 수 있다.

(c) 보호형식의 적용

설치장소의 상황을 근거로 전기기기를 선정하는 경우는 적용기준으로 **지침 표 6.1.6**을 고려할 수 있다.

(나) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고 및 관련 통풍 덕트는 구역 "1"(zone 1)로 분류하며, 방폭 등급은 IEC 60079의 규정에 따라 아래와 같은 등급 이상이어야 한다.

(a) 도료창고 : 가스증기 그룹 IIB, 온도 등급 T3

(b) 축전지실 : 가스증기 그룹 IIC, 온도 등급 T1

(c) 아세틸렌 창고 : 가스증기 그룹 IIC, 온도 등급 T2

(다) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고의 통풍구로 부터 1 m 이내 또는 기계식 통풍장치의 출구측으로 부터 3 m 이내의 개방갑판 구역은 구역 "2"(zone 2)로 분류한다.

(라) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고 및 그 장소로 통하는 폐위된 장소에 설치되는 전기기기는 다음의 요건에 따른다.

(a) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고 및 그 장소의 통풍용 덕트에 설치하는 전기기기는 방폭형구조이어야 하며, 케이블은 외장을 갖는 케이블을 사용하거나 또는 금속제 관내에 포설하여야 한다.

(b) 통풍구로부터 1 m 이내 또는 기계식 통풍장치의 출구측으로부터 3 m 이내의 개방갑판 구역에 설치하는 전기기기는 다음중 어느 하나에 적합하여야 한다.

(i) 해당 폐위구역(zone 1)에 허용되는 것과 동일한 방폭구조의 전기기기

(ii) 방폭등급이 Exn인 전기기기

(iii) 사용중 불꽃이 발생하지 않고, 표면온도가 허용한도를 넘지 아니하는 전기기기

(iv) 표면온도가 허용한도를 넘지 아니하는 단순압축 외피(simplified pressurised enclosures) 또는 내증기 외피구조(vapour-proof enclosures)(보호등급이 IP55 이상인 것)로 되어 있는 전기기기. *(2021)*

(c) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고로 통하는 폐위구역은 다음의 조건을 모두 만족하는 경우 비위험구역으로 간주하여 방폭형 전기기기의 설치를 생략할 수 있다. *(2022)*

(i) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고의 문은 기밀 또는 수밀 구조의 개방 고정용 장치가 없는 자동폐쇄형 문으로 설치

(ii) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고에는 안전구역으로 부터 유도되는 독립된 자연 통풍장치를 설치

(iii) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고 내에 가연성 액체가 저장되어 있음을 표시하는 경고판을 창고 입구측에 부착

(d) 도료창고, 축전지실, 아세틸렌 창고 내에 설치되는 전기기기의 스위치, 보호장치 및 전동기 제어기는 모든 극 또는 상을 차단하여야 하며, 위험장소 이외의 장소에 설치하여야 한다.

(3) **자기콤파스에 대한 고려 규칙 201.**의 2항 (9)호에서 전기기기 및 케이블에 정격치 이하의 전기가 흐를 때, 자기콤파스 지침의 변화가 ±0.5° 이하이면 악영향을 미치지 않는 것으로 본다. 또한 항상 빈번히 개폐되는 회로인 경우

를 제외하고, 회로개폐의 순간에만 발생하는 과도적인 영향은 고려하지 아니할 수 있다. **【규칙 참조】**

2. 전기기기의 접지 【규칙 참조】

(1) **규칙 201.**의 3항 (2)호를 적용함에 있어서 다음의 노출 금속부는 특별히 접지할 필요는 없다.

(가) 전기기기의 비도전 금속부로서 사용중에 인체에 접촉할 염려가 없는 경우

(나) 램프 캡

(다) 절연재료로 만들어지든가 또는 피복된 램프홀더 또는 조명기구에 부착된 셰이드, 반사판 및 가드

(라) 통전부 또는 접지된 비도전부로부터 절연물에 의해 분리된 금속부 또는 나사로서 통상의 사용상태에서 충전되거나 접지되지 않는 경우

(마) 순환전류를 방지하기 위하여 절연된 축베어링 하우징

(바) 형광 방전관의 클립(Clip)

(사) 안전 전압으로 급전되는 기기

(아) 케이블 클립

(2) 접지공사는 다음과 같이 할 수 있다.

(가) 모든 접지접속은 동 또는 다른 내식재료의 접지용 도체를 사용하여 선체구조물에 확실히 접속하여야 한다. 또 접지용 도체에는 필요에 따라서 외상 및 전기부식에 대하여 보호조치를 하여야 한다.

(나) 기기의 금속테 또는 외피가 선체구조물에 직접 부착되고, 부착부분의 접촉면이 청결하고, 녹, 스케일, 페인트를 충분히 제거하여 견고하게 볼트로 조여진 경우는 접지용 도체를 사용하지 않아도 좋다.

(다) 어떠한 상황에서도 케이블의 연피를 유일한 접지수단으로 사용할 수 없다.

(라) 모든 동제 접지접속도체의 공칭 단면적은 **지침 표 6.1.7**에 따른다. 동 이외의 접지도체를 사용할 경우는 **지침 표 6.1.7**에 표시한 동제 접지접속도체보다 큰 콘덕턴스를 갖는 것으로 하여야 한다.

(마) 접지접속도체와 선체구조물과의 접속은 부착하기 쉬운 장소에 직경 4 mm 이상의 황동 또는 내식성 재료인 접지전용의 나사를 사용하여 행한다. 어떠한 경우에도 나사 조임시 접촉면은 광택이 나는 금속면으로 하여야 한다.

(3) 계통의 한 극이 접지된 접지 배전방식에 있어서 통상 접지극에 전류가 흐르지 않는 경우는 접지 접속은 (2)호에 따른다. 다만, **지침 표 6.1.7**의 접지접속도체 단면적의 상한치 64 mm^2는 적용하지 아니한다.

(4) **규칙 201.**의 3항 (3)호를 대해서는 다음에 따른다.

(가) 이동용 전기기기의 비도전 금속부는 이동용 케이블 또는 이동용 코드내의 접지용 도체를 이용하여 플러그 및 리셉터클 등을 통하여 접지하여야 한다.

(나) 2중 절연된 이동용 전기기기는 접지하지 않아도 좋다.

(5) **알루미늄재 선루** 강재로 된 선체에 알루미늄재 선루를 고착시킬 경우 재질간의 전기분해로 인한 부식을 방지하기 위한 절연재를 삽입할 수 있다. 이 경우 선루와 선체간에는 전기분해로 인한 부식을 방지하고 접속점을 손쉽게 검사할 수 있도록 별도의 접속도체를 사용하여 접지하여야 한다.

표 6.1.1 보호외피의 종류 및 표시

보호형식의 기호	제1특성숫자	제2특성숫자	부가특성문자 (선택사항)	보조문자(선택사항)
	위험한 부분으로의 접근 및 외래고형물에 대한 보호등급	물에 대한 보호등급	위험한 부분으로의 접근에 대한 보호등급	보조적인 정보
IP	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6 7 8	A B C D	H M S W

(비고)

표시중 제1특성숫자 또는 제2특성숫자의 어느 한쪽만 표시할 경우에는 불필요한 보호등급은 X로 표시한다.

예) IPX8 - 물만에 대한 보호형식

IP5X - 위험한 부분으로의 접근 및 외래고형물만에 대한 보호등급

표 6.1.2 제1특성숫자에 표시된 위험한 부분으로의 접근 및 외래고형물에 대한 보호등급

제1특성숫자	외피의 구조	시험방법 및 판정기준
0	무보호	-
1	손등이 위험한 부분으로 접근하지 않도록 보호되어 있고 또한 지름 50 mm 이상의 외래고형물에 대해 보호되는 것	외피의 개구부에 지름 50(+0.05, -0) mm의 강구로 50 N±10 %의 누르는 압력을 가하였을 때, 강구가 침입하지 않고, 또한, 충전부, 가동부등의 위험부분과의 사이에 적정 공간거리가 확보되어 있어야 한다.
2	손가락이 위험한 부분으로의 접근에 대해 보호되고 지름 12.5 mm 이상의 외래고형물에 대해 보호되는 것	외피의 개구부에 지름 12 mm, 길이 80 mm의 관절부 시험손가락으로 10N±10 %의 힘을 가하였을 때, 시험손가락의 선단 80 mm까지의 침입은 지장이 없지만 시험손가락이 충전부, 가동부 등의 위험부분과의 사이에 적정 공간거리가 확보된 것. 또한, 외피의 개구부에 지름 12.5(+0.05, -0) mm의 강구로 30 N±10 %의 누르는 압력을 가하였을 때, 강구 전체가 통과하지 않아야 한다.
3	공구가 위험한 부분으로의 접근에 대해 보호되고 지름 2.5 mm 이상의 외래고형물에 대해 보호되는 것	외피의 개구부에 지름 2.5(+0.05, -0) mm의 강봉으로 3 N±10 %의 힘을 가하였을 때, 강봉이 통과하지 않아야 한다.
4	철사등이 위험한 부분으로의 접근에 대해 보호되고 지름 1.0 mm 이상의 외래고형물에 대해 보호되는 것	외피의 개구부에 지름 1.0(+0.05, -0) mm의 강선으로 1 N±10 %의 힘을 가하였을 때, 강선이 통과하지 않아야 한다.
5	철사등이 위험한 부분의 접근에 대해 보호되고 분진 등의 외래물 침입에 의하여 유해한 영향이 없는 것	(1) 제1특성숫자 4에 대한 시험방법 및 판정기준을 따라야 한다. (2) 열싸이클 효과 등에 의해서, 외피내부가 외기에 대하여 부압이 되는 것(Category 1의 기기)에 있어서는 (a) 및 (b)의 시험을 한다. 시험 종료후에 기기의 소정 동작 및 안전성을 저해할 정도의 분말이 침입하여서는 아니 된다. (a) 대분(對粉)시험장치를 이용하여 시험장치내부 용적 1 m^3당 2 kg의 활석가루를 사용하여, 이것을 순환펌프에 의하여 시험장치내부를 계속하여 순환하는 공기중에 균등하게 부유시킨다. 활석가루의 크기는 지름 50 μm 선간 75 mm의 사각 메쉬의 금속망을 통과하는 것으로서, 20회 이상 사용하여서는 아니된다. 또한, 피시험체는 시험장치내부에 정규의 부착상태와 같은 모양으로 부착하든가 또는 비슷한 모양으로 매달고 피시험체내부는 진공펌프로 대기압이하로 한다. 이 경우, 흡인율이 2 kPa이하이어서는 아니 된다. (b) 시간당 40~60용적의 흡인율을 얻을 수 있는 경우, 시험시간을 2시간으로 한다. 최대 2 kPa의 감압하에서 흡인율이 시간당 40용적으로 차지 않는 경우, 시험은 80용적을 흡인할 때까지 또는 8시간 경과할 때까지 계속한다. (3) 외기에 대하여 기압차가 없도록 할 수 있는 것(Category 2의 기기)에 있어서는 피시험체를 통상의 사용상태와 같게 설치한다. 또한, 진공펌프에 접속하지 않고서 (2)의 시험을 한다. 시험은 8시간을 경과할 때까지 계속한다. 시험의 종료후에, 기기의 소정 동작 및 안전성을 저해할 정도의 분진이 침입하여서는 아니된다.
6	철사에 의한 위험한 부분의 접근에 대해 보호되고 분진 등의 외래물 침입이 없는 것	(1) 제1특성숫자 4에 대한 시험방법 및 판정기준을 만족하여야 한다. (2) 제1특성숫자 5에 대한 (2)의 시험을 하여, 외피내부에 분말이 관찰되지 않아야 한다.
(비고) 시험방법 및 판정기준의 상세한 사항은 IEC 60529에 따른다.		

표 6.1.3 제2특성숫자에 표시된 물에 대한 보호등급

제2특성 숫자	외피의 구조(보호성능)	시험방법 및 판정기준
0	무보호	-
1	수직으로 떨어지는 물에 대해 보호되는 것	기기를 정규의 부착상태와 같은 모양으로 장치하고 그 위쪽 200 mm의 높이에서 1(+0.5, -0) mm/min의 강수량으로 10분간 물을 떨어뜨린다. 시험결과, 기기의 정상적인 동작을 저해할 정도로 침수되어서는 아니 된다.
2	15° 이내의 범위로 경사하여도 연직으로 떨어지는 물에 대해 보호되는 것	기기를 정규의 부착상태와 같은 모양으로 장치하고 4방향(전후좌우)에 연직으로 15°기울여, 그 위쪽 200 mm 이상의 높이에서 3(+0.5, -0) mm/min의 강수량으로 물을 떨어뜨린다. 시험시간은 각 방향에 대하여 2.5분간, 합계 10분간으로 한다. 시험결과, 떨어뜨린 물이 유해한 영향을 미쳐서는 아니 된다.
3	살수(撒水 : spraying water)에 대해 보호되는 것	기기를 정규의 부착상태와 같은 모양으로 장치한다. 그 위쪽 300 mm~500 mm의 높이에서, 연직으로 양측 60°까지의 전범위에 걸쳐 살수장치를 사용하여 살수한다. 살수량은 10 (+0.5, -0.5)l/min, 수압은 50~150 kPa, 시험시간은 기기의 외곽표면적(부착부의 면적은 제외한다.) 1 min/m^2으로 최저 5분 이상으로 한다. 시험결과, 기기의 정상적인 동작을 저해할 정도로 침수되어서는 아니 된다.
4	물의 비말(飛沫 : splashing water)에 대해 보호되는 것	기기를 정규의 부착상태와 같은 모양으로 장치한다. 그 위쪽 300 mm~500 mm의 높이에서 연직으로 양측 180°까지의 전범위에 걸쳐 살수장치를 사용하여 살수한다. 살수량은 10 (+0.5, -0.5) l/min, 수압은 50~150 kPa, 시험시간은 기기의 외곽표면적(부착부의 면적은 제외한다.) 1 min/m^2으로 최저 5분 이상으로 한다. 시험결과, 기기의 정상적인 동작을 저해할 정도로 침수되어서는 아니 된다.
5	분류(噴流 : water jet)에 대해 보호되는 것	기기를 정규의 부착상태와 같은 모양으로 장치한다. 안지름 6.3 mm의 노즐을 사용하여 모든 방향에서 주수한다. 노즐과 기기 사이의 거리는 2.5~3 m, 분수량은 12.5 l ±0.5%/min, 수류의 크기는 노즐의 첨단 2.5 m의 위치에서 약 40 mm의 원형이며, 시험시간은 기기의 외곽표면적 1 min/m^2으로 최저 3분 이상으로 한다. 시험결과, 기기의 정상적인 동작을 저해할 정도로 침수되어서는 아니 된다.
6	강한 분류(powerful jet)에 대해 보호되는 것	기기를 정규의 부착상태와 같은 모양으로 장치한다. 안지름 12.5 mm의 노즐을 사용하여 모든 방향에서 주수한다. 노즐과 기기 사이의 거리는 2.5~3 m, 분수량은 100 l ± 0.5%/min, 수류의 크기는 노즐의 첨단 2.5 m의 위치에서 약 120 mm의 원형이며, 시험시간은 기기의 외곽표면적 1 min/m^2으로 최저 3분 이상으로 한다. 시험결과 기기의 내부에 침수의 흔적이 없어야 한다.
7	물이 침입하여도 유해한 영향이 없게 보호되는 것	기기의 최상부가 수면하 150 mm 보다 깊고, 최하부가 수면하 1m 보다 깊은 위치가 되도록 하여 30분간 수중에 방치한다. 이 경우, 수온과 기기의 온도차는 5℃ 이하로 한다. 단지, 충전상태 또는 동작상태로 시험하는 경우는 보류할 수 있다. 시험결과 기기의 내부에 침수의 흔적이 없어야 한다.
8	잠수상태로의 사용에 대해 보호되는 것	시험방법은 사용자와 제조자사이의 협정에 의한다. 단지, 시험조건은 제2특성숫자 7의 조건보다 엄한 것이어야 하고 또한, 외피가 계속해서 잠수상태로 사용되는 것을 고려하여야 한다. 시험결과, 기기의 내부에 침수의 흔적이 없어야 한다.
(비고) 시험방법 및 판정기준의 상세한 사항은 IEC 60529에 따른다.		

표 6.1.4 부가특성문자에 표시된 위험한 부분으로의 접근에 대한 보호등급

부가특성 문자	외피의 구조	시험방법 및 판정기준
A	손등이 위험한 부분에 접근하지 않도록 보호된 것.	지름 50 mm의 접근도 검사용 탐촉자로 시험했을때 위험부분과의 사이에 적정 공간거리가 확보되어 있어야 한다.
B	손가락이 위험한 부분으로의 접근에 대하여 보호된 것	지름 12 mm, 길이 80 mm의 관절부 시험손가락으로 시험했을 때 위험부분과의 사이에 적정 공간거리가 확보되어 있어야 한다.
C	공구가 위험한 부분으로의 접근에 대하여 보호된 것	지름 2.5 mm, 길이 100 mm의 접근도 검사용 탐촉자로 시험했을 때 위험부분과의 사이에 적정 공간거리가 확보되어 있어야 한다.
D	철사등이 위험한 부분으로의 접근에 대하여 보호된 것	지름 1.0 mm, 길이 100 mm의 접근도 검사용 탐촉자로 시험했을 때 위험부분과의 사이에 적정 공간거리가 확보되어 있어야 한다.
(비고) 시험방법 및 판정기준의 상세한 사항은 IEC 60529에 따른다.		

표 6.1.5 보조문자 기호로 표시된 보조적인 정보

보조문자기호	적용
H	고전압용 기기
M	회전기계의 로터 등과 같은 기구를 동작시킨 상태에서 물의 침입에 의한 유해한 영향에 관하여 시험한 것.
S	회전기계의 로터 등과 같은 기구를 정지시킨 상태에서 물의 침입에 의한 유해한 영향에 관하여 시험한 것.
W	소정의 기상조건하에서 사용이 가능하고, 부가적인 보호구조 또는 처리가 갖추어진 것

표 6.1.6 보호등급의 적용 *(2020)*

설치장소의 구체적 예	설치장소의 상황	배전반 및 기타(1)	발전기	전동기	변압기(7), 컨버터	조명 기구	전열 기구	부속품(2)
건조한 거주구역	충전부분과의 접촉위험	IP 20	-	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
건조한 제어실(4)		IP 20	-	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
제어실	적수(滴水)의 위험 및(또는) 보통의 기계적 손상의 위험	IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22
기관실 및 보일러실의 바닥판 상부(5)		IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 44
조타기실		IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 44
냉동기계실		IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 44
비상용 기계실		IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 44
일반창고		IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22
조리기구실		IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 44
양식고		IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22
욕실 및 샤워실	분무수의 위험 및 (또는) 기계적 손상의 증대된 위험	-	-	-	-	IP 34	IP 44	IP 55
기관실 및 보일러실의 바닥판 하부		-	-	IP 44	-	IP 34	IP 44	IP 55(3)
폐쇄된 연료유 또는 윤활유 분리기실		IP 44	-	IP 44	-	IP 34	IP 44	IP 55(3)
평형수 펌프실, 선수스러스터실 및 만재흘수선 하방의 유사한 장소		IP 44	-	IP 44(6)	IP 44	IP 34	IP 44	IP 55
냉동실		-	-	IP 44	-	IP 34	IP 44	IP 55
조리실 및 세탁실		IP 44	-	IP 44	IP 44	IP 34	IP 44	IP 44
이중저의 샤프트 또는 파이프터널	방사수(噴流)의 위험, 중대한 기계적 손상의 위험, 화물 먼지 존재의 위험, 자극성 연무의 위험	IP 55	-	IP 55	IP 55	IP 55	IP 55	IP 56
일반화물창		-	-	-	-	IP 55	-	IP 55
개방갑판	파랑에 노출됨	IP 56	-	IP 56	-	IP 56	IP 56	IP 56
빌지웰	수중(잠수) 상태에 노출됨	-	-	-	-	IP X8	-	IP X8

(비고)
(1) 분전반, 전동기 제어장치를 포함한다.
(2) 부속품은 스위치, 감지기, 접속함 등을 포함한다.
(3) 콘센트는 기관실, 보일러실의 바닥판 하부, 폐쇄된 연료유/윤활유 분리기실 또는 공인된 안전장비를 요구하는 구역에 설치되지 않아야 한다.
(4) 항해선교는 건조한 제어실로 분류될 수 있다. 따라서 IP 20 장치는 만약 그 장치를 증기 또는 파이프 플랜지, 밸브, 통풍 덕트 등에서 방출되는 적수/분무수에 노출 및 그 주위에 설치되지 않도록 배치하고 해수 또는 빗물에 노출될 가능성을 배제하도록 배치한다면 항해선교에 설치할 수 있다.
(5) 장치가 고정식 국부 가압수분무소화장치 또는 미분무수소화장치에 의해 보호되는 지역 및 그 인접지역에 설치되는 경우
(6) 선수스러스터용 전동기 및 시동용 변압기는 발열체(스페이스 히터 등)를 내장하여야 한다. 만약 그 구역이 평형수, 연료유 등의 펌프실로 사용되지 않을 경우, 선수스러스터 전동기는 IP 22를 인정할 수 있다.
(7) 전기추진설비에 적용되는 경우, **규칙 1장 1605.**에 따른다.
* "-" 표시는 전기장치의 설치가 해당 장소에 추천되지 않는 것을 의미하며, 방폭구조의 선정은 **규칙 6편 1장**의 관련규정에 따른다.

표 6.1.7 접지접속 도체의 크기

접지접속도체의 종류		도전부 도체단면적	동제 접지접속도체의 최소단면적
1. 이동용 케이블 및 이동용 코드내의 접지용 도체		16 mm^2 이하	도전부 도체 단면적의 100 %
		16 mm^2 초과	도전부 도체 단면적의 50 % (다만, 최소 16 mm^2)
2. 고정 포설된 케이블 내의 접지용 도체	절연된 접지용 도체	16 mm^2 이하	도전부 도체 단면적의 100 % (다만, 최소 1.5 mm^2)
		16 mm^2 초과	도전부 도체 단면적의 50 % (다만, 최소 16 mm^2)
	납피복에 직접 접속하는 나(bare)접지도체	2.5 mm^2 이하	1 mm^2
		2.5 mm^2 초과 6 mm^2 이하	1.5 mm^2
3. 단독 접지선		(a) 3 mm^2 이하	도전부 도체단면적의 100%. (다만, 최소치는 연선일 경우 1.5 mm^2, 기타선은 3 mm^2)
		(b) 3 mm^2 초과 125 mm^2 이하	도전부 도체단면적의 50 % (다만, 최소 3 mm^2)
		(c) 125 mm^2 초과	64 mm^2

3. 주위조건 【규칙 참조】

(1) **규칙 201.**의 6항 (1)호를 적용함에 있어서 "온도가 제어되는 구역 내에 설치되는 전기기기의 주위온도"에 대하여는 다음에 따른다.

(가) 온도가 제어되는 구역 내에 전기기기를 설치하는 경우, 전기기기의 주위온도는 35℃ 이상, 45℃ 미만의 온도로 할 수 있다. 다만, 다음 조건에 만족하여야 한다.

(a) 비상용으로 사용하지 아니하는 전기기기일 것

(b) 최소한 두 대의 냉각장치를 이용하여 온도를 제어하고 어떤 이유로 한대의 냉각장치가 고장인 경우에도 나머지 냉각장치로 설계온도를 만족스럽게 유지할 수 있을 것

(c) 전기기기의 온도가 주위온도보다 낮은 온도에 도달할 때까지는 45℃ 이내의 주위온도에서 전기기기를 안전하게 작동할 수 있도록 전기기기를 초기에 설정할 수 있을 것. 다만, 냉각설비는 주위온도 45℃에서 정상적으로 작동할 수 있는 정격의 것이어야 한다.

(d) 냉각장치의 모든 이상상태를 표시하기 위하여 계속적으로 인원이 배치되는 제어장소에 가시가청의 경보를 갖추고 있을 것

(나) 45℃보다 낮은 주위온도를 인정하는 경우, 전기케이블은 전 길이에 걸쳐 노출되는 최대주위온도에 적절한 정격이라는 것을 보장하여야 한다.

(다) 냉각 및 주위온도보다 낮은 온도를 유지하기 위하여 사용되는 장치는 이차필수용도로 간주한다.

4. 절연거리 【규칙 참조】

(1) 절연거리의 결정방법은 **지침 706.**의 2항에 따른다.

202. 주전원 *(2019)*

1. 발전장치의 용량 및 배치

(1) **규칙 202.**의 1항을 적용함에 있어서, 발전기 용량은 부등률을 고려하여 산정할 수 있다.

(2) **규칙 202.**의 1항 (4)호를 적용함에 있어서 추진장치에 의하여 구동되는 발전기는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(가) 주전원의 일부를 형성하는 경우

(a) 항해 또는 조선(操船) 중의 모든 기상상태 하에서 뿐만 아니라 선박이 정지한 경우에도 **규칙 305.**의 4항 및 **규칙 306.**의 2항에서 규정하고 있는 전압변동 범위와 **규칙 201.**의 5항 (3)호 **표 6.1.2**에서 규정하고 있는 주파수변동 범위 내에서 추진장치에 의하여 구동되는 발전기를 운전할 수 있어야 한다.

(b) (a)에서 규정하고 있는 모든 운전상태에서 정격용량을 확보할 수 있어야 하며 어느 하나의 발전기가 고장인 경우에도 필수용도 및 거주편의용도에 급전할 수 있어야 한다.

(c) 배전계통에 사용되는 보호장치의 선택을 고려하여 발전기/발전기 계통의 단락전류는 발전기/발전기 계통의 차

단기를 트립시키기에 충분하여야 한다. 주모선에서 단락이 발생한 경우에도 발전기/발전기 계통을 보호할 수 있도록 보호장치를 배치하여야 한다.

(d) 스탠바이 발전기는 자동으로 시동되어야 한다.

(나) 주전원의 일부를 형성하지 않는 경우

다음 조건을 만족하는 경우, 선박이 해상에 있는 동안에 정상적인 운항 및 거주상태를 확보하기 위하여 요구되는 전기의 용도에 전력을 공급하기 위하여 주전원을 일부를 형성하지 아니하는 것으로서 추진장치에 의하여 구동되는 발전기를 사용할 수 있다.

(a) **규칙 202.**의 1항 (1)호, (2)호 및 (4)호의 요건에 적합한 주전원을 구성하는 것으로서 충분한 용량 및 적절한 정격의 발전기를 별도로 설치하여야 한다.

(b) (다)에서 규정하는 제한범위의 ±10%를 초과하여 주파수가 변동함에 따라 **규칙 202.**의 1항 (1)호, (2)호 및 (4)호의 요건에 적합한 주전원을 구성하는 한대 또는 그 이상의 발전기를 자동으로 시동할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

(c) 발전기/발전기 계통은 **규칙 305.**의 4항 및 **규칙 306.**의 2항에서 규정하고 있는 전압변동 범위와 **규칙 201.**의 5항 (3)호 **표 6.1.2**에서 규정하고 있는 주파수변동 범위 내에 있어야 한다.

(d) 배전계통에 사용되는 보호장치의 선택을 고려하여 발전기/발전기 계통의 단락전류는 발전기/발전기 계통의 차단기를 트립시키기에 충분하여야 한다.

(e) 적절하다고 인정되는 경우, 부하차단장치를 설치하여야 한다.

(f) 항해선교에서 추진장치를 원격제어할 수 있는 선박의 경우, 조선(操船) 중에 블랙아웃이 발생하는 것을 방지하기 위하여 필수용도에 급전이 유지된다는 것을 보장할 수 있는 수단을 갖추거나 적절한 절차를 마련하여야 한다.

(3) **규칙 202.**의 1항 (3)호에 규정된 추진 및 조타에 필요한 기기에 급전을 유지하거나 긴급히 전원을 복구하기 위한 설비는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(가) 통상 2대 이상의 발전기를 병렬운전하여 전력을 공급하는 선박에 있어서는 그 발전기 중 1대의 발전기의 전력이 손실된 경우, 선박의 추진 및 조타, 안전을 확보하기 위하여 나머지 발전기가 계속적으로 운전할 수 있도록 보호 장치(필수용도가 아닌 부하를 충분히 차단하고, 필요한 경우, 2차 필수용도에 사용되는 부하 및 거주편의 용도에 사용되는 부하를 자동 제거하는 장치 포함)를 설치할 것.

(나) 통상 1대의 발전기에 의해 전력을 공급하는 선박에 있어서는 다음에 따른다.

(a) 운전중인 발전기의 전력이 손실된 경우, 중요보기를 자동 시동(필요한 경우, 순차 시동 포함)하기에 충분한 용량의 예비 발전기를 자동적으로 시동하고 주배전반에 자동으로 접속하도록 하는 장치를 설치할 것.

(b) (a)에 있어 대기 중인 발전기가 자동적으로 재시동하여 주배전반에 자동으로 접속하기까지 요구되는 시간은 전력손실 후 30초 이내이어야 한다. 다만, 실행불가능한 경우, 45초 이내로 할 수 있다.

(4) **규칙 202.**의 1항 (3)호를 적용함에 있어서, 우선차단은 2단 이상으로 구성할 수 있으며 다음의 용도에 대해서는 우선차단을 적용하지 않는다.

(가) **규칙 203.**에 따른 비상용도

(나) 일차중요용도

(다) 다음의 이차중요용도

(a) 차단될 경우 선박의 안전 및 운항에 즉각적인 영향을 미치는 용도

- 항해등, 항해용구 및 항해신호, 선내 통신장치 및 조명장치 등

(b) 우선 차단 후 전원공급이 정상 작동 상태로 복원될 때, 안전을 위해 즉시 이용 가능하여야 하는 용도

- 소화펌프 및 기타 고정식소화제용 펌프, 빌지펌프, 기관실 및 보일러실 통풍팬 등

2. 변압기 및 전력변환장치

(1) 변압기의 용량과 수 **【규칙 참조】**

(가) **규칙 202.**의 2항 (1)호를 적용함에 있어서 단상 변압기 3대를 1차측, 2차측에 각각 *D*결선으로 하여 사용할 경우는 그 중 어느 1대가 고장으로 V결선으로 사용하여도 필수용도에 충분한 급전의 용량이 되면 특별히 예비변압기를 설치할 필요는 없다. 그러나 Y-*D*결선의 3상 변압기를 사용하는 경우에는 별도로 1개의 3상 변압기를 설치하여야 한다.

(나) 변압기는 다음과 같이 구성되어야 한다. (**지침 그림 6.1.1** 참조)

(a) 각 변압기는 각각 독립외함 내에 보관되거나 동등의 조치를 할 것

(b) 각 변압기는 각각 독립회로에 의해 1차측 및 2차측으로 배선할 것

(c) 각 변압기의 1차측에는 각 상에 개폐장치 및 보호 장치를 설치할 것
(d) 각 변압기의 2차측에는 각각의 다극 구분개폐기를 구비할 것
(e) Bow thruster용 변압기에 대해서는 적용하지 아니한다.

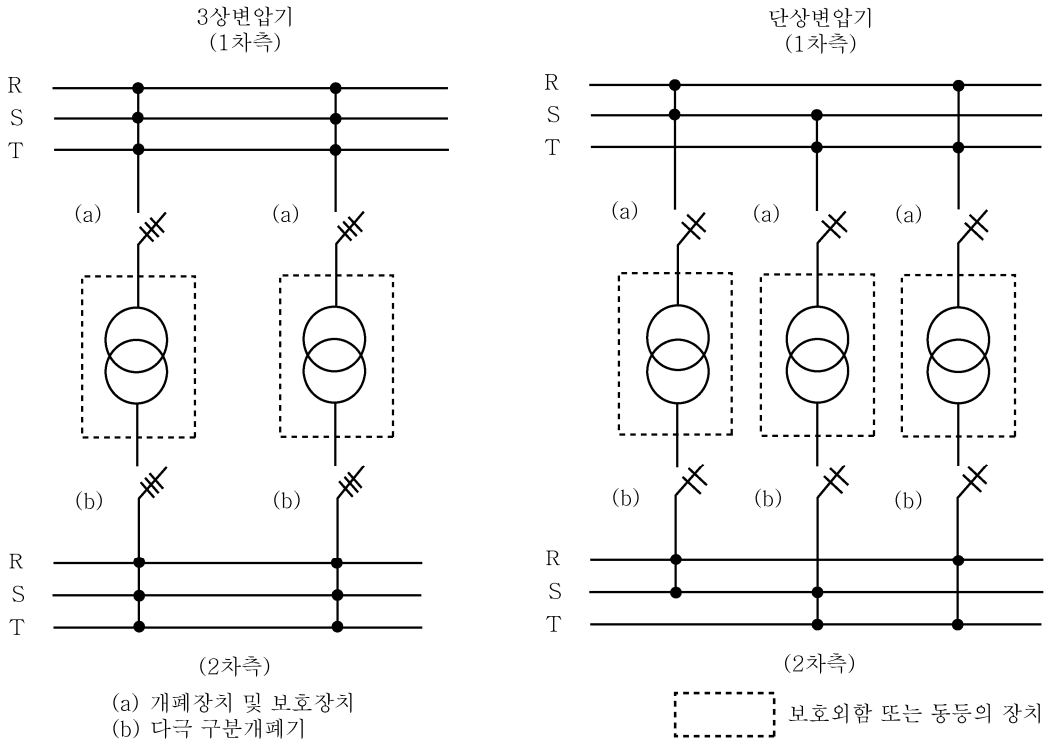


그림 6.1.1 변압기의 구성

203. 비상전원

1. 적용 【규칙 참조】

(1) **규칙 203.**의 1항 (4)호에서 "예외적으로"라 함은 선박이 해상에 있는 동안 다음의 경우를 말한다.
(가) 블랙아웃 상태
(나) 데드쉽(dead-ship) 상태
(다) 시험을 위한 일상적인 사용
(라) 부하이송을 위한 짧은 시간 주전원과의 병렬운전

(2) 비상발전기는 정박기간 중에 (가) 및 (나)의 요건을 만족하면 선박의 주전원 공급용으로 사용할 수 있다.
(가) 요건
(a) 발전기와 원동기는 항내에서 사용할 때 과부하가 발생하지 않도록 연속적인 안전동작을 확보하기 위한 비상용 이외의 부하를 충분히 탈락시킬 수 있는 설비를 갖추어야 한다.
(b) 원동기는 주전원 발생장치용 원동기 및 무인작동용 원동기에 필수적인 연료 및 윤활유여과기, 감시장치 및 보호장치를 갖추어야 한다.
(c) 원동기의 연료공급탱크는 저위경보장치가 제공되어야 하고 SOLAS협약에서 요구하는 기간동안의 비상작동을 위해 충분한 용량의 연료유를 확보할 수 있는 연료레벨이 되도록 배치하여야 한다.
(d) 원동기는 연속적으로 작동할 수 있도록 설계되고 제작되어야 한다. 또한 해상에서의 비상사태시 그 역할을 이행할 수 있고 항시 사용가능토록 예방정비계획을 수립하여야 한다.
(e) 비상발전기와 비상배전반이 설치된 위치에 화재탐지장치를 설치하여야 한다.
(f) 비상작동으로의 변경이 쉽도록 하기 위한 수단이 제공되어야 한다.
(g) 항내에서 비상발전기를 사용하기 위하여 제어, 감시 및 급전회로는 어떠한 전기적인 결함이 주 및 비상급전에 영향이 없도록 보호되고 배치되어야 한다. 안전작동을 위해 필요한 경우, 비상배전반은 회로를 격리하기 위하여 스위치를 부착하여야 한다.
(나) 선박이 항해중일 때, 모든 제어장치(밸브, 스위치)는 비상발전기 및 비상배전반의 독립된 비상작동을 위해 정확

한 위치에 있는 것을 확보하기 위하여 지침이 선내에 제공되어야 한다. 또한 이 지침은 필요한 연료유탱크레벨, 항내/해상 모드 스위치 위치, 통풍개구 등을 포함하여야 한다.

2. 비상전원 장치의 용량 및 급전시간 【규칙 참조】

(1) **규칙 203.**의 2항 (2)호 (다)에 규정한 등화 항해등(마스트등, 현등 및 선미등)으로 급전시간은 선적국의 국내법에 의해 허용된 경우에 한하여 3시간까지 감소할 수 있다.

(2) **규칙 203.**의 2항 (2)호 (마) (a)의 "선내 통신장치"라 함은, 일반적으로 다음의 것을 말한다.

(가) 엔진 텔레그래프

(나) 선교와 주제어장소 이외의 주기관 제어장소 사이의 통신장치

(다) 기관사 호출장치

(라) 선교와 조타기 구획 사이의 통신장치(선내의 일반 전화가 아니어야 한다.)

(마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 선내 통신장치

(a) 여객선의 경우 다음에 따른다.

(i) 당직사관과 어떤 수밀문(중앙제어장소에서는 폐쇄할 수 없음)을 폐쇄해야 하는 책임사관 사이에 제공되는 통신 수단

(ii) 거주구역, 공공장소에 제공되는 선내 방송장치 또는 다른 유효한 통신수단

(iii) 항해선교와 주소화 제어장소 사이에 제공되는 통신 수단

(3) **규칙 203.**의 2항 (2)호 (마) (b)의 규정에 있어서, 선적국의 국내법에 의해 허용된 경우에 한하여 다음과 같이 취급할 수 있다.

(가) 총톤수 5,000톤 이상의 선박에 있어서 타각지시기에의 급전시간은 **규칙 5편 7장 206.**의 (2)호에 규정하는 시간까지 저감한다.

(나) 총톤수 5,000톤 미만의 선박에 있어서는 다음에 따른다.

(a) 다음의 항해장치에의 급전을 요하지 않는다.

(i) 자이로 콤파스

(ii) 음향 측심기

(iii) 선속 거리계

(iv) 타각지시기, 프로펠러 회전계와 CPP 및 스러스트 프로펠러의 피치각과 추력방향표시기

(b) 항해용 레이더에 대한 급전시간은 선적국의 국내법에 따라 지정된 시간(한국 국적을 갖는 선박은 3시간)까지 저감한다.

(4) **규칙 203.**의 2항 (2)호 (마) (c)의 화재경보장치 및 (d)에 표시된 부하에의 급전시간은 선적국의 국내법에 따라 허용되는 경우에 한하여, 연속사용 30분간에 용량계산을 하여도 지장 없다.

3. 비상전원장치의 종류 및 성능

(1) **규칙 203.**의 3항 (2)호 (가)를 적용함에 있어 축전지의 출력측 회로에 인버터 또는 컨버터를 설치하여 전력변환하는 경우에는, 축전지의 전압강하에 관계없이 해당회로의 출력측 전압허용변동률을 **규칙 201.**의 5항의 **표 6.1.2** (a) 또는 (b)에 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**

(2) 데드쉽상태로부터의 시동 **【규칙 참조】**

규칙 203.의 3항 (4)호를 적용함에 있어서는 다음에 따른다.

(가) 추진력을 회복하는데 필요한 비상발전기 및 기타 수단은 데드쉽상태로부터 30분 이내에 추진장치를 시동하는데 필요한 에너지를 이용할 수 있는 용량의 것이어야 한다. 추진장치, 주전원 및/또는 기타 중요보기(비상발전기는 제외)를 시동하기 위하여 비상발전기용 시동에너지를 직접적으로 사용하여서는 아니 된다.

(나) 증기추진 선박의 경우, 30분의 시간제한은 블랙아웃/데드쉽상태로부터 보일러에 처음으로 점화할 때까지의 시간을 말한다.

4. 임시 비상전원장치 【규칙 참조】

규칙 203.의 4항 (1)호를 적용함에 있어서. 축전지의 출력측 회로에 인버터 또는 컨버터를 설치하여 전력변환하는 경우에는 **지침 203.**의 3항 (1)호를 적용할 수 있다.

5. 비상전원용 원동기의 시동 【규칙 참조】

(1) **규칙 203.**의 6항 (2)호의 시동장치는 다음에 따른다.

(가) 시동원은 원동기를 적어도 6회 시동할 수 있는 용량의 것이어야 한다.

(나) 자동 시동장치가 연속 재시동 방식일 경우에는 시동회수를 3회 이하로 하여야 한다.

(다) 자동 시동장치에는, 최초의 연속 재시동 후에 원동기를 거듭 3회 시동할 수 있는 시동원의 잔량을 확보할 수 있도록 하는 수단을 강구하여야 한다.

204. 배전

1. 배전계통

(1) **절연감시장치 【규칙 참조】**

(가) 배전계통이란 일반적으로 다음의 회로를 말한다.

(a) 발전기 회로와 직접 접속되는 1차 배전회로

(b) (a)의 1차 배전회로에 절연변압기를 거쳐 접속되는 2차 배전회로. 다만, 별도로 규정하지 아니하는 한 특정기기전용(예를 들면 수웨즈 탐조등, 특정 크레인용에 장비되는 전열기 및 조명회로 등)의 2차회로는 제외한다.

(c) 축전지를 전원으로 하는 조명회로 또는 그 회로가 접속되는 급전반의 모선.

(나) 절연감시장치의 경보설정치는 감시하고자 하는 전기회로의 정상시의 절연저항값의 1/10을 표준으로 한다.

(다) 절연감시장치를 지락등과 같이 사용할 경우는 상호간에 인터록을 설치하여야 한다.

(2) **선체귀선방식 【규칙 참조】**

(가) **규칙 204.**의 1항 (4)호 (가)의 (d)에서 “우리 선급이 인정하는 회로” 라 함은 본질안전회로를 말한다.

(나) **규칙 204.**의 1항 (4)호 (나)에서 “우리 선급이 인정하는 특별한 예방조치” 라 함은 다음의 것을 말한다.

(a) 모든 지회로의 분배반에서 급전되는 모선은 2개의 절연된 선으로 구성하되 이들 중 1개의 모선은 선체에 직접 연결하여 선체로 귀선되도록 구성하여야 한다.

(b) 접지선은 검사 및 접지시험을 위해 접근이 용이한 장소에 설치하여야 한다.

2. 선외수전 회로 【규칙 참조】

(1) **접속상자의 보호장치** **규칙 204.**의 3항 (2)호를 적용함에 있어서 휴대식 상회전 방향지시장치 또는 극성검지장치가 선박에 비치된 경우는 선외급전장치에 설치할 상회전 방향지시장치 또는 극성검지장치를 생략할 수 있다.

3. 항해등 회로 【규칙 참조】

(1) **항해등 표시기의 설치장소** **규칙 204.**의 6항 (5)호를 적용함에 있어서 항해등 표시기는 항해선교상의 보기 쉬운 장소 및 조작자로 하여금 접근하기 쉬운 장소에 설치하고, 항해등에 급전중단 및 단락 등으로 항해등이 소등되었을 때 이를 알리는 경보장치를 설치하여야 한다.

4. 통신 및 신호계통장치, 기타 등화의 급전회로 【규칙 참조】

(1) 주간신호등

규칙 204.의 8항 (3)호를 적용함에 있어서 주간신호등의 급전은 다음에 따른다.

(가) 주간신호등은 선박의 주전원 및 비상전원에 전적으로 의존하여서는 아니 된다.

(나) 주간신호등은 내장형 축전지를 갖추어야 하며 축전지를 포함한 주간신호등의 무게는 7.5 kg 이하이어야 한다. *(2022)*

(다) 내장형 축전지는 주간신호등을 2시간 이상 작동시킬 수 있는 충분한 용량의 것이어야 한다.

(라) 내장형 축전지는 선박의 주전원 및 비상전원에 의하여 충전되어야 한다.

205. 보호장치

1. 단락보호 【규칙 참조】

(1) **규칙 205.**의 5항을 적용함에 있어서 우리 선급이 인정한 차단기는 **규칙 205.**의 5항 (3)호의 경우를 제외하고, 다음의 정격투입 전류를 갖는 것으로 간주한다.

(가) 직류차단기 : 정격차단전류와 같은 값

(나) 교류차단기 : **지침 표 6.1.8**에 표시한 값

표 6.1.8 교류차단기의 정격투입전류

종류	정격대칭 차단전류 I_{sy} (A)	정격투입 전류 I_{making} (A)	n (I_{making}/I_{sy})	단락시험 회로의 역률 $cos\phi$
배선용차단기	2,500 5,000 7,500 10,000 14,000 18,000	4,250 8,500 12,750 17,000 23,800 30,600	1.7	0.5
	22,000 25,000 30,000 35,000 42,000 50,000 65,000 85,000 100,000	48,400 55,000 66,000 77,000 92,400 110,000 143,000 187,000 220,000	2.2	0.2
기중차단기	10,000 20,000 40,000 70,000 90,000	20,000 44,000 92,000 161,000 207,000	2.0 2.2 2.3 2.3 2.3	0.3 0.2 0.15 0.15 0.15

(2) 교류차단기에 있어서 단락시험을 **지침 표 6.1.8**에 표시한 값과 다른 역률의 시험회로에서 행하고, 그에 합격한 차단기의 정격투입전류는, 신청에 따라 다음 식으로 계산한 값을 표준으로 한다.

$$I_{making} = I_{sy} \times n(A), \qquad n = \sqrt{2}\left\{1 + \sin\phi \times e^{-\frac{\frac{\pi}{2}+\phi}{\tan\phi}}\right\}$$

I_{making} : 정격투입전류
I_{sy} : 정격차단전류(단락발생후 1/2 *cycle*에 대한 대칭 차단전류의 실효치)

(3) **규칙 205.**의 5항 (2)호의 단락보호방식을 채용할 경우에 필요한 배선용 차단기에 있어서 케스케이드 차단용량을 결정할 경우의 시험방법 및 판정기준은 다음에 따른다.

(가) 시험방법 : 뒷받침 차단기 또는 퓨즈와 부하측 차단기를 직렬로 접속하고, 부하측 차단기 1대에 대해, O - 2분*- CO 1회의 동작책무에 따른 단락시험을 행한다.

(주) 열동트립시의 복귀시간 및 퓨즈의 교환시간이 2분을 초과할 경우에는, *표 시간은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것으로 한다.

(나) 시험후의 판정기준

부하측 차단기는 다음 사항을 만족하여야 한다.

(a) 전원에 접속되어 있는 상태로 뒷받침 차단기를 재투입하여도 단락을 발생치 않고, 또한 부하측 차단기의 부하단자에는 전압이 걸리지 않아야 한다.

(b) 차단기는 안전하고 쉽게 예비품과 교환할 수 있어야 한다.

(c) 케이스본체 및 커버에 파손이 생기지 않을 것.

(d) 회로의 개폐가 가능하여야 한다.

(e) 정격전압의 2배의 전압으로 내전압시험을 행하고 그에 견디어야 한다.

(f) 절연저항치는 0.5 MΩ 이상이어야 한다.

2. **발전기의 보호** **규칙 205.**의 6항을 적용함에 있어서는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 발전기의 한시과전류 트립장치의 트립전류 눈금 조정값은 발전기 열용량 및 한시과전류 트립장치의 트립특성에 따라서 발전기를 안전한 과전류에서 보호할 수 있는 값을 선정하여야 한다. 또한 단락보호장치의 한시(장한시 및 단한시) 과전류 트립장치의 종류 및 조정치의 선정에 있어서는 보호장치간의 협조를 고려하여야 한다.

(2) 2대 이상의 발전기를 병렬운전할 때 발전기회로에 선택차단장치를 설치할 경우는 우선 차단장치가 동작할 때 발전기의 과전류 트립장치가 동시에 동작하지 아니하도록 그 조정값 및 한시특성을 선정하여야 한다. 또한, 필수용도에 사용되는 전동기가 기동시 선택차단장치가 동작하는 위험이 있을 경우는 그 장치를 전동기의 기동기간중 동작하지 아니하도록 인터록해도 좋다.

(3) 역전력 보호장치의 조정값은 다음의 값을 표준으로 한다.

(가) 터빈 구동발전기 : 2 ~ 6 %

(나) 디젤 구동발전기 : 6 ~ 15 %

3. **급전회로의 보호** **규칙 205.**의 9항을 적용함에 있어서 조타전동기회로 및 정격전류가 6 A 이하인 소형전동기를 제외하고, 단일전동기 회로에 사용하는 보호장치의 정격전류 또는 트립전류치는 가능한 한 **지침 표 6.1.9**에 정하는 값 이하이어야 한다. **【규칙 참조】**

표 6.1.9 급전회로의 보호

전동기 종류 (기동방식)		퓨즈 또는 배선용 차단기의 정격전류 [전동기의 전부하 전류에 대한 백분율(%)]
직류전동기		150
권선형 유도전동기		
단상, 보통농형 및 동기전동기(전전압, 리액터 및 저항기동)		300
보통농형 및 동기전동기(단권변압기 기동) 특수농형 전동기	30 A 미만	250
	30 A 이상	200

4. **회로의 보호** **【규칙 참조】**

(1) **규칙 205.**의 2항 (2)호를 적용함에 있어 “우리 선급이 예외적으로 허용하는 경우”라 함은 다음의 경우를 말한다.

(가) 기관 시동용 축전지회로와 같이 과부하 보호장치의 설치가 불가능한 경우

(나) 스러스터용 전동기 및 이중으로 설치된 중요용도의 전동기에서 과부하보호회로를 과부하경보장치로 대체한 경우

(다) **규칙 5편 7장 207.**의 5항 및 301.의 2항 (5)호에서 인정하는 경우

제 3 절 회전기계

302. 발전기용 원동기 *(2020)* 【규칙 참조】

규칙 302.의 2항 (2)호를 적용함에 있어서, 선박의 주전원 조건이 3단계 이상의 투입방식에서만 부하를 투입할 수 있는 원동기의 사용을 허용하고 이것이 설계 단계에서 이미 허용되었다면 3단계 이상의 투입방식에서 전기부하의 투입이 허용될 수 있다.

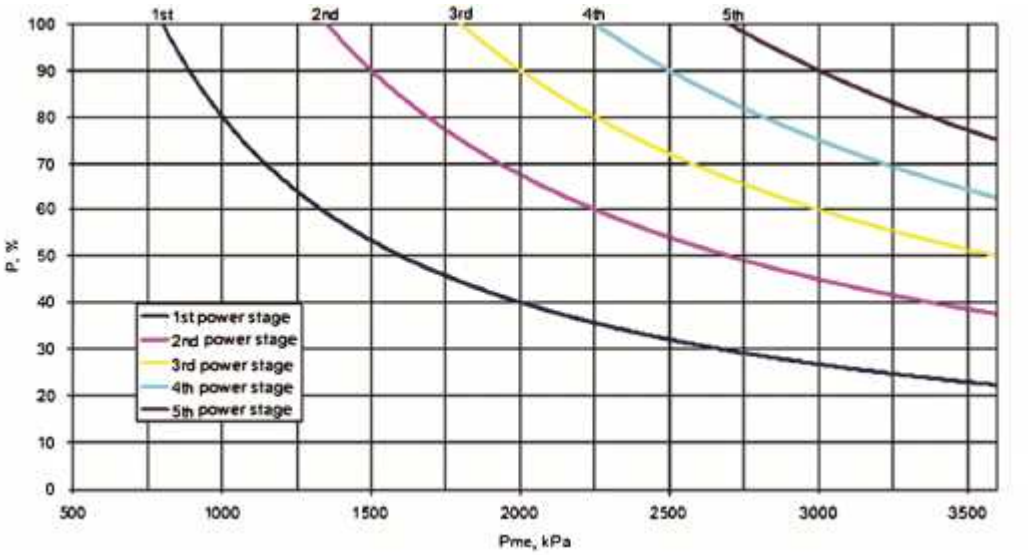


그림 6.1.2 선언된 출력에서 정미평균유효압력(Pme)의 함수로서 적절한 급격한 출력 증가에 대한 기준 값 (4행정 디젤기관)

여기서,
Pme : 선언된 출력에서의 평균유효압력
P : 현장 조건에서 선언된 출력을 기준으로 한 출력 증가

다만, 상기의 해당 투입방식을 희망하는 경우에는, (1)호부터 (4)호에 나타낸 상태에서의 투입부하의 값 및 그 시점에서의 기본부하(base load) 값이 어떠한 경우에도 상기 식의 투입값 보다도 작도록 한 투입전력 계산서를 제출하고 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(1) 블랙아웃 후의 전원 복구시
(2) 순차 시동시
(3) 대용량 부하의 시동시
(4) 1조의 발전기 고장에 의한 순시 부하이동시(병렬운전시)

303. 회전기계축

1. 회전기계축 【규칙 참조】

(1) **규칙 303.**의 1항을 적용함에 있어서 응력집중을 방지하기위한 조치로 단면변화부의 필릿 반지름은 축 실제지름의 0.08배 이상이어야 하며 이보다 작은 필릿 반지름을 갖는 경우에는 응력집중계수에 따라 비례적으로 축지름을 증가시켜야 한다.

(2) 통상 토크보다 현저하게 큰 토크가 발생할 우려가 있는 경우라 함은 자동동기투입장치(auto synchronizing device) 설비가 없는 경우 등을 말하며 이 경우 F값은 **규칙 표 6.1.4**에 표시된 값의 120 %로 한다.

304. 온도상승 【규칙 참조】

1. 규칙 304.의 1항을 적용함에 있어서 베어링의 온도상승은 다음에 따른다.

(1) 베어링(자냉식)의 온도상승한도는 표면에서 측정할 때 35℃, 메탈에 온도소자를 매입하여 측정할 때는 40℃로 한

다. 다만, 내열윤활재(예를 들면, 리치움비누를 주로 한 윤활그리스)를 사용할 경우에는 표면에서 측정하여 50℃로 한다.

(2) F종 이상의 내열절연재료를 사용하는 회전기계에서 (1)호에 따르기가 곤란한 경우에는 채용하려고 하는 온도상승 한도에 대해 축베어링 및 윤활제의 내열성에 관한 자료를 첨부하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. 공기냉각기를 설치하여 강제 냉각하는 회전기계 권선의 온도계측방법은 매입온도계법이나 저항법에 의한다.
3. 공기냉각기를 설치하여 강제 냉각하는 회전기계의 냉각수온이 32℃를 넘는 경우의 온도상승한도는 별도로 정한다.

308. 용접 【규칙 참조】

1. 발전기축의 축커플링에 플랜지를 용접하는 방법을 처음으로 채용하려고 하는 경우에는, 용접시공기준에 관한 자료 및 용접법 승인시험방안을 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 또한 용접법 승인시험 항목에는 피로강도에 관한 시험을 포함하는 것으로 한다.
2. 발전기축에 리브(Rib) 등을 용접하고자 할 경우에는, 용접방법에 대하여 미리 다음의 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
   (1) 축에 용접하여 부착한 리브 등 토크 전달부분의 기준설계응력 및 강도계산서
   (2) 용접시공기준 및 관리기준의 상세
   (3) 용접법 시험성적서. 이 성적서에는 (2)호의 용접시공기준을 근거로 제작한 공시품에 대하여 행해진 시험성적을 기입하고 시험의 종류는 용접부의 매크로검사, 마이크로검사 및 경도분포측정으로 한다.
3. 스파이더(로터 중심) 등, 주 토크 전달부분을 용접구조로 할 경우에는 2항에 따른다.
4. 전동기축의 용접은 다음과 같이 한다.
   (1) 중요보기를 구동하는 100 kW 이상의 전동기축을 용접하는 경우에는 1항 및 2항에 따른다.
   (2) 100 kW 미만의 전동기축에 용접을 하는 경우의 취급은 다음에 따른다.
      (가) 축커플링 플랜지를 용접하는 경우는 전호에 준한다.
      (나) 리브 기타를 용접할 경우에는 용접시공기준만 제출할 수 있다.

309. 시험 및 검사

1. **온도시험** **규칙 309.**의 3항을 적용함에 있어 회전기계의 온도시험을 위한 부하적용방법은 실부하법을 원칙으로 한다. 그러나 부득이한 경우는 다음에 제시한 바와 같이 동기기에서는 영역률법 또는 온도추정법으로, 유도기에서는 등가부하법을 사용하여 이것에 대신할 수 있다. **【규칙 참조】**
   (1) 동기기
      (가) 영역률법
         회전기계를 무부하로 발전기 또는 전동기로서 과여자하고, 정격전압, 정격주파수에서 대략 영역률의 정격전류를 통해 시험을 행한다. 이 영역률법은 동기 진상기에 대해서는 그대로 적용 가능하지만, 동기발전기 또는 동기전동기에 적용할 경우에는 계자전류의 부족에 의해서 정격출력에 대한 kVA를 얻기 어려운 경우가 있으므로 이때에는 가능한 한 정격출력에 대한 kVA에 가까운 값을 얻기 위해 충분히 큰 계자전류를 통해 시험하고 그 결과는 다음에 따라 수정한다.
         (a) 각 정격전압, 무부하(전기자 개로)에 대하여 온도시험을 행하고, 전기자 권선의 온도상승 t_0 및 전기자 철심의 온도상승 t_{c0}를 구한다.
         (b) 영역률 시험에 있어서
            t' = 전압 V', 전류 I'일 때 권선온도상승
            t'_c= 전압 V', 전류 I'일 때 철심온도상승
            t'_f= 계자전류 I'_f일 때 계자권선 온도상승으로 한다.
         (c) 정격전압을 V, 정격전류를 I, 정격계자전류를 I_f라 하면, 정격시에 수정한 온도상승은 다음 식에서 구할 수 있다.

            전기자 권선 : $T = t_0 + (t' - t_0) \times \left(\frac{I}{T}\right)^2$

            전기자 철심 : $T_c = t_{c0} + (t_c' - t_{c0}) \times \left(\frac{I}{T}\right)^2$

            계자 권선 : $I_f = t'_f \times \left(\frac{I_f}{T_f}\right)^2$

            시험전압 V'는 가능한 한 정격전압에 가깝게 하고 최소한 90 % 이하로 내려가지 않도록 할 것.

(나) 온도추정법

다음의 어느 것이든 가능하다.

(a) 정격전압의 110 %에 상당하는 단자전압에서 무부하 운전하여 얻은 철심온도상승을 정격출력에서의 철심 온도상승으로 하고 또한 정격출력의 125 %에 상당하는 전기자 전류에서 모든 단자를 단락하여 운전하고 얻은 전기자권선 온도상승을 정격출력에서 전기자 권선 온도상승으로 한다.

(b) 정격전압에서 무부하 운전한 경우 및 정격전류를 통한 모든 단자를 단락하여 운전한 경우의 철심 및 전기자 권선의 최종온도상승을 측정하여, 각각의 경우에 있어서 철심의 온도상승합계 및 전기자 권선의 온도상승합계를 정격출력에 대한 각각의 온도상승으로 한다.

(c) 전기자 권선을 환상 결선(3각결선)으로 하고 그 한편(쪽)을 열어 직류 또는 단상전원에서 이것에 정격전류와 같은 순환전류를 통하고 정격전압과 같은 단자전압을 발생시키도록 여자하여 정격속도로 운전하면 전기자철심 및 권선의 온도상승은 거의 정격출력에서와 같다. 계자전류에 대해서는 영역률법에 의해서 수정을 한다.

(2) 유도기

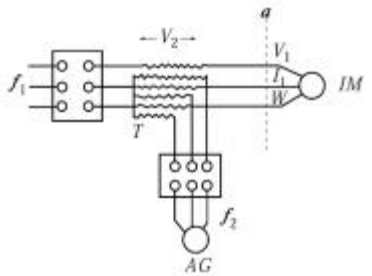
(가) 1차 중첩등가 부하법

지침 그림 6.1.3과 같이 접속하고 피시험 유도기를 무부하로 운전할 때 주전원 전압에 이것과 주파수가 다른 저전압을 중첩한 후 그 전압의 크기 및 주파수를 가감하여 행하는 시험방법으로 일반적으로 일차전류를 전부하전류에 합하는 방법(전류기준법)을 이용한다.

특수농형, 2극기 및 대출력의 유도기에 대해서는 입력을 원선도법으로부터 산출한 정격부하에서 손실과 같게 하는 방법(손실기준법)을 이용한다.

(나) 2차 중첩 부하법

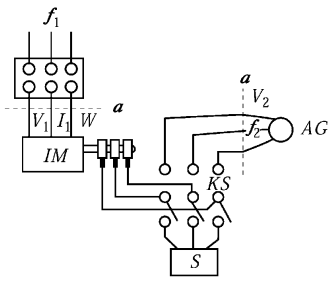
지침 그림 6.1.4와 같이 접속하고 피시험 유도기를 무부하로 운전하여 그 2차에 저주파 전압을 중첩하고 그 전압의 크기 및 주파수를 가감하여 1차측에 전부하 전류에 가까운 전류를 통하여 행하는 온도시험법을 말한다.



IM : 피시험기
AG : 보조전원용 발전기
I_1 : 유도기 1차전류
T : 직렬연결변압기
V_1 : 단자전압(정격전압)
V_2 : 중첩전압
a : 전압계, 전류계, 전력계의 접속장소
f_1 : 전원주파수(정격주파수)
f_2 : 중첩주파수
W : 입력

(비고)
1. 보조전원의 상회전은 주전원의 것과 동일방향으로 선택한다.
2. V_2는 V_1보다 아주 작아야 한다(피시험기의 임피던스 전압 정도).

그림 6.1.3 1차 중첩 등가부하법



IM : 피시험기
a : 전압계, 전류계, 전력계의 접속장소
AG : 보조전원용발전기
V_1 : 단자전압(정격전압)
f_1 : 전원주파수(정격주파수)
I_1 : 유도기 1차전류
V_2 : 중첩전압
f_2 : 중첩주파수
W : 입력
S : 기동 저항기
KS : 절환 스위치

(비고)
1. 보조전원의 상회전은 고정자를 단락하고 보조전원에 의해 운전한 경우 회전자의 회전방향이 주전원에 의해 운전할 경우와 같은 방향이 되도록 할것.
2. 중첩주파수 f_2는 전원주파수 f_1의 1/2 이하로 가능한 한 낮게 취할 것을 권장한다.

그림 6.1.4 2차 중첩 부하법

2. **과전류 또는 초과 회전력 시험** **규칙 309.**의 4항을 적용함에 있어서 특수전동기의 초과 회전력 시험은 특별히 지정한 경우 외에는 다음과 같이 할 수 있다. **【규칙 참조】**
   단상전동기 ---------- 33 % 초과 회전력 15초간
   갑판 기계용 전동기 ---- 50 % 초과 회전력 15초간
   유도동기 전동기 ------ 35 % 초과 회전력 15초간
3. **과속도 시험** **규칙 309.**의 5항에서 500 kW 이상의 2극 유도전동기의 과속도 시험은 동기속도의 120 %로 한다. **【규칙 참조】**
4. **내전압 시험** **규칙 309.**의 7항을 적용함에 있어서 **표 6.1.6**의 비고 3에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 제조자와 구매자간에 합의한 경우를 말한다. **【규칙 참조】**
5. **전압변동특성시험** **【규칙 참조】**

(1) **규칙 309.**의 8항에서 발전기의 전압변동특성시험은 원동기와 직결하여 하는 것을 원칙으로 한다. 부득이 발전기만으로 시험을 할 경우는, 원동기의 속도변화를 모를 경우는 3.5 %로 가정하고 무부하와 전부하간의 속도변화는 직선적으로 변화하는 것으로 한다.

(2) **규칙 309.**의 8항 (2)호를 적용함에 있어 지정된 전류 및 역률 한도내의 과도한 부하에 대한 정확한 자료가 없을 경우, 무부하로 운전하는 발전기에 정격전류(뒤짐역률 0 부터 0.4일 것)의 60 %를 갑작스럽게 가하고 안정상태가 된 후에 이 부하를 제거한다. 우리 선급의 승인을 조건으로, 이러한 과도상태의 전압변동률은 이전의 시험기록을 근거로 하여 계산할 수 있으며 발전기의 공장시험 동안 시험하지 않아도 된다. *(2017)*

6. **정류시험 【규칙 참조】**

(1) **규칙 309.**의 10항을 적용함에 있어서 직류기의 정류자편과 브러시간에 발생하는 불꽃의 정도는 **지침 그림 6.1.5**에 표기하는 8종류로 분류하고, 이중 제5호부터 8호의 불꽃은 유해한 불꽃으로 간주한다.

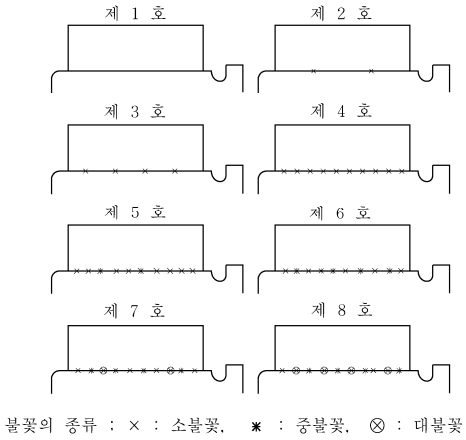


그림 6.1.5 정류자 표면의 불꽃 발생

(2) (1)호에 관계없이 온도시험 및 과부하시험후 불꽃에 따라 정류자 표면이 검게 되거나 손상이 발생할 경우 또는 브러시 마모 및 파손이 생길 경우 그 불꽃은 유해한 불꽃으로 간주한다.

(3) 정격출력 이하의 부하에 있어서 불꽃 정도는 제2호 이내에 있을 것을 권장한다.

7. **규칙 309.**의 11항을 적용함에 있어서, 발전기가 사용되는 배전시스템의 선택차단 설정값(discrimination settings)을 결정할 책임이 있는 주체에게 충분한 정보를 제공하기 위하여, 발전기 제조자는 여자가 된 상태에서 공칭속도로 운전할 때 발생하는 갑작스런 단락시의 과도 단락전류 특성을 나타내는 문서를 제공하여야 한다. 자동전압조정기의 영향이 고려되어야 하며, 전압조정기의 설정변수가 감쇠곡선(decrement curve)에 함께 나타나야 한다. 배전시스템의 단락보호 설정치가 계산될 경우에 이러한 감쇠곡선을 이용할 수 있어야 한다. 감쇠곡선은 실제 시험을 근거로 할 필요는 없다. 동일 모델에 대한 이전 시험으로 검증된 경우, 발전기 및 전압조정기에 대한 제조자의 시뮬레이션 모델이 사용될 수 있다. *(2017)* **【규칙 참조】**

8. **규칙 309.**의 16항을 적용함에 있어서, 표의 비고 (8)에서 “우리 선급이 적합하다고 인정하는 경우”라 함은 형식승인, 시험 성적서 확인 등을 말한다. **【규칙 참조】**

9. **규칙 309.**의 16항을 적용함에 있어서, 표의 비고 (9)에서 “우리 선급이 적합하다고 인정하는 경우”라 함은 형식승인, 설계승인 등을 받은 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

제 4 절 배전반, 구전반 및 분전반

401. 일반사항 【규칙 참조】

1. **설치장소** **규칙 401.**의 1항 (1)호를 적용함에 있어서 배전반 부근에 증기관, 수관, 유관을 부득이 부착할 때는 이들 관의 이음은 용접으로 하든가 또는 누설하여도 배전반에 영향이 없도록 보호하여야 한다.
2. **규칙 401.**의 1항 (2)호를 적용함에 있어서는 다음에 따른다.
   (1) 주발전기는 기관구역내에 위치하여야 한다. 즉 주횡수밀격벽내에 위치하여야 한다.
   (2) 주횡수밀격벽 사이에 있는 어떠한 격벽도 구역사이를 접근할 수 있는 주발전장소에 있는 장비를 분리하는 것으로 간주하지 않는다.
   (3) 주배전반은 가능한 한 주발전장소 가까이, 동일 기관구역이내 및 A-60의 동일한 수평/수직구역내에 위치하여야 한다.
   (4) 일차필수용도의 기기가 구전반에서 급전되는 경우, 구전반, 변압기, 컨버터 및 전기공급장치의 중요부분을 구성하는 유사한 기기들은 상기의 사항을 만족하여야 한다.
3. **조작 및 보수를 위한 공간** **규칙 401.**의 2항을 적용함에 있어서 전면에서 필요한 조작 및 보수를 할 수 있는 구조일 때는 후방통로를 생략할 수 있다. *(2018)*
4. **조작자의 안전** **규칙 401.**의 3항을 적용함에 있어서 절연성의 발판은 IEC 61111 또는 동등 이상의 표준에 따른 절연내력시험을 만족하는 것이어야 한다. *(2019)*

402. 구조 【규칙 참조】

1. 절연재료의 난연성능을 판정하기 위한 난연성시험은 무풍상태의 상온에서 하며 시험편은 최소길이 120 mm, 폭 10 mm, 두께 3 mm의 봉이나 엷은 판을 표준으로 한다. 시험편은 가는 금속선에 가로를 약 45° 경사지게, 세로를 수평으로 묶어서 부착한다.
   시험은 도시가스를 사용하며 버너로서 불꽃이 정지한 공기중에서 수직으로 한 후 그 높이를 약 125 mm로 하여 불꽃의 청색부분이 약 35 mm가 되도록 한다. 불꽃의 축을 수직으로 하여 청색불꽃 선단이 시험편 하부에 닿도록 하여 15초 간격으로 15초씩 불꽃을 5회 가한다. 최종시험 후에는 시험편이 타버려도 좋다. 시험편이 타서(연소) 손상을 받은 부분의 길이가 60 mm 이하이면 난연성 재료로 본다.
2. 전 항의 난연성 시험방법은 방화구조벽에 대한 전선관통부의 실링 콤파운드의 난연성에도 준용한다. 시험편이 타서 손상을 받은 부분의 길이가 60 mm 이하이면 난연성 콤파운드(불연성 재료를 원료로 한 콤파운드와 동등재료)로 본다.
3. **규칙 402.**의 1항 (2)호에 규정한 "기타의 승인된 수단"이라 함은 모선을 쉽고 안전하게 분리할 수 있는 다음과 같은 장치를 말한다. 다만, 볼트로 연결된 링크(예: 볼트로 연결된 모선부)는 인정되지 않는다. *(2018)*
   (1) 트립장치가 없는 회로차단기
   (2) 떼어낼 수 있는 링크 *(2018)*
   (3) 스위치 *(2018)*

403. 모선 및 균압선 【규칙 참조】

1. 모선 및 모선과 접속용 도체와의 접촉면은, 은도금 또는 납땜을 하여 부식이나 산화를 방지하도록 한다.
2. 모선의 정격전류는 일반적으로 **지침 표 6.1.10**과 같이 결정한다.

표 6.1.10 모선의 정격전류

종류			정격전류
발전기용	1대의 발전기로서 모선에 급전할 경우		발전기 정격전류의 100 % 이상
	2대 이상의 발전기가 그 전체의 용량을 모선에 급전할 경우	분리된 모선배치 (다수의 모선으로 구성된 배전계통)	각 모선(예비회로 포함)에 대하여, [(대용량의 정격전류 (예: 선수 스러스터)의 100 %) + (잔여 급전회로의 정격전류 합계의 75 %)] 이상
		단일 모선배치 (단일 모선으로 구성된 배전계통)	[(최대용량의 발전기 1대의 정격전류의 100 %) + (잔여발전기 정격전류 합계의 80 %)] 이상
급전용	일반 급전회로일 경우		급전회로(예비회로 포함)의 정격전류 합계의 75 % 이상. 다만, 발전기 모선의 용량을 초과할 필요는 없다.
	급전회로가 단일부하 1회로일 경우 또는 연속 사용하는 1개군에 급전할 경우		전부하 전류 이상

404. 배전반용 계기 【규칙 참조】

1. **계기의 눈금** **규칙 404.**의 3항을 적용함에 있어서 계기의 눈금은 유효측정범위를 말한다. 또한 전동기용 전류계에서 기동전류에 대하여 눈금을 연장할 필요가 있을 때 그 연장부분에 대하여는 이 항을 적용할 필요는 없다.

406. 시험 및 검사

1. 동일형식의 배전반이라 함은 동일공장에서 동일한 방법에 의하여 제조된 것으로서 다음 조건에 적합한 것을 말한다. **【규칙 참조】**
   (1) 동기검정반을 갖는 발전기반의 외형치수, 내용적 및 통풍방법이 거의 같아야 한다.
   (2) 발전기용 차단기, 단로기의 형식 및 정격이 같고, 또 모선 및 접속도체의 치수, 배치 및 접속부의 구조가 거의 같아야 한다.
   (3) 모선 및 접속도체의 부하전류가 거의 같거나 그 이하이어야 한다.
   (4) 변성기, 계전기, 퓨즈, 저항기 등 발열원과 접해있는 각종 반내 부착기구의 배치가 거의 같고 그것들의 소비전력 합계가 거의 같거나 그 이하이어야 한다.
   (5) 조작회로, 계기회로 등을 제외한 단자구조 및 배치가 거의 같아야 한다.
2. **온도시험** **규칙 406.**의 2항을 적용함에 있어서 F종 또는 H종 절연이 코일에 사용되어 있는 경우 코일의 온도상승한도는 **지침 표 6.1.11**에 따른다. **【규칙 참조】**

표 6.1.11 코일의 온도상승한도(℃) (기준주위온도 45℃)

절연종류 \ 시험법	온도계법	저항법
F종 절연	95	115
H종 절연	120	140

3. **내전압시험** **【규칙 참조】**
   (1) **규칙 406.**의 4항에서 보조기구로는 이극간 또는 각 상간에 접속된 표시등, 소형변압기, 계전기 등을 말한다.
   (2) **규칙 406.**의 4항에 따라서 배전반의 내전압시험을 할 경우는 계기 및 보조기구를 제거하여야 한다. 다만, 이런 기구는 각각 단체로서 내전압시험을 하여 **규칙 406.**의 4항에 적합하여야 한다.
   (3) 배전반에 조립된 전자기기 또는 장치로서 배전반 주요회로 및 선내급배전 주회로에 직접 접속되어 있지 않은 것은 별도로 정해진 경우를 제외하고 규칙에 적용하지 아니한다.

제 5 절 케이블

501. 일반사항 【규칙 참조】

1. **규칙 501.**에서 "적절하다고 인정하는 바"라 함은 아래의 IEC 60092시리즈 및 그와 동등하다고 인정되는 것을 말한다. *(2022)*
   (1) IEC 60092-350:2020
   (2) IEC 60092-352:2005
   (3) IEC 60092-353:2016
   (4) IEC 60092-354:2020
   (5) IEC 60092-360:2014
   (6) IEC 60092-370:2019
   (7) IEC 60092-376:2017
2. **규칙 501.** 및 전 1항에 명시된 것 이외의 표준에 따라 제작 및 시험된 케이블이 관련 국제표준이나 국가표준에 따르고 전 1항에 명시된 것 이상의 안전도를 갖는 경우 인정될 수 있다. 다만, 가요성케이블, 광케이블 등과 같이 특수 목적으로 사용되는 케이블은 우리 선급이 인정하는 관련 표준에 따라 제작되고 시험될 경우 인정될 수 있다. *(2017)*

502. 케이블의 적용

1. **규칙 502.**의 2항 (2)호를 적용함에 있어서 "기계적인 손상에 대해 특별히 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 그러하지 아니한다" 라 함은 다음과 같은 시험에 만족할 경우 외장이 없는 케이블을 사용할 수 있음을 말한다. **【규칙 참조】**
   (1) **인장시험**은 다음 중 하나에 만족하여야 한다.
      (가) 인장강도가 내피복은 20 N/mm^2 이상, 외피복은 13 N/mm^2 이상이고 내 · 외피복의 파단신장률이 250 %이상일 것
      (나) 내 · 외피복의 인장강도가 17 N/mm^2 이상이고 내 · 외피복의 파단신장률이 400 % 이상일 것
   (2) **충격시험 및 내마모성시험**
      시험방안 및 내용을 우리 선급에 제출하고 승인 받은 것이어야 한다.
   (3) **압축시험**
      1 ton의 힘을 가해서 절연성이 파괴되지 않는 것이어야 한다.
2. **규칙 502.**의 3항의 난연성과 내연성 케이블은 다음의 규정을 만족하는 케이블을 의미한다. **【규칙 참조】**
   (1) 난연성 케이블 : IEC 60332 시리즈
   (2) 내연성 케이블 : IEC 60331 시리즈

503. 케이블의 허용전류 【규칙 참조】

1. **전압강하** **규칙 503.**의 2항을 적용함에 있어서 전압강하의 계산은 다음의 식에 따르는 것을 표준으로 한다.
   (1) 직류회로의 경우 : 전압강하 = $\dfrac{R_{20} \times K \times 2L \times I \times 100}{V}$
   (2) 교류회로의 경우
      ·단상교류회로 : 전압강하 = $\left(\dfrac{R_{20} \times K \times 2L \times I \times 100}{V}\right) \times \delta(\%)$
      ·삼상교류회로 : 전압강하 = $\left(\dfrac{R_{20} \times K \times 2L \times I \times 100}{V}\right) \times \dfrac{1.73}{2} \times \delta(\%)$
      L : 편도의 케이블 길이(m).
      I : 최대부하전류(A).
      V : 회로전압(V).
      R_{20} : 20°C에 있어서 직류저항(Ω/m).
      K : 도체 최고허용온도에서의 온도계수.
      (60℃ : 1.16, 75℃ : 1.22, 80℃ : 1.24, 85℃ : 1.26)
      δ : 전압강하계수(**지침 표 6.1.12** 및 **6.1.13** 참조)

표 6.1.12 고무절연 케이블의 전압강하계수 (δ)

도체단면적	역률 (%)							인덕턴스(mH/km)	
(mm^2)	100	95	90	85	80	75	70	660 V	250 V
325	1.15	1.51	1.61	1.68	1.72	1.74	1.75	0.244	
250	1.10	1.37	1.45	1.49	1.51	1.52	1.52	0.246	
200	1.06	1.26	1.31	1.34	1.34	1.34	1.33	0.248	
150	1.04	1.19	1.22	1.22	1.22	1.21	1.18	0.249	
125	1.03	1.13	1.14	1.14	1.12	1.10	1.07	0.254	
100	1.02	1.10	1.09	1.08	1.06	1.03	1.00	0.254	
80	1.01	1.06	1.05	1.03	1.00	0.99	0.94	0.258	
60	1.01	1.04	1.02	1.00	0.97	0.93	0.90	0.262	
50	1.00	1.02	1.00	0.96	0.93	0.89	0.86	0.268	
38	1.00	1.00	0.98	0.94	0.90	0.87	0.82	0.272	0.217
30	1.00	0.99	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80	0.276	0.221
22	1.00	0.98	0.94	0.90	0.86	0.82	0.77	0.280	0.227
14	1.00	0.97	0.93	0.89	0.84	0.80	0.75	0.294	0.239
8	1.00	0.96	0.92	0.87	0.83	0.78	0.73	0.312	0.255
5.5	1.00	0.96	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72	0.330	0.265
3.5	1.00	0.96	0.91	0.86	0.81	0.76	0.72	0.354	0.279
2.0	1.00	0.95	0.91	0.86	0.81	0.76	0.71	0.388	0.309
1.25	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.76	0.71	0.428	0.343

표 6.1.13 무기절연 케이블의 전압강하계수 (δ)

도체단면적	역률 (%)							인덕턴스(mH/km)
(mm^2)	100	95	90	85	80	75	70	
1.0	1.000	0.953	0.904	0.855	0.805	0.756	0.706	0.428
1.5	1.000	0.954	0.905	0.857	0.807	0.758	0.709	0.401
2.5	1.000	0.956	0.908	0.860	0.811	0.763	0.714	0.368
4	1.000	0.959	0.912	0.865	0.817	0.769	0.720	0.344
6	1.000	0.962	0.917	0.871	0.821	0.776	0.728	0.321
10	1.001	0.969	0.927	0.882	0.837	0.791	0.744	0.298
16	1.001	0.980	0.941	0.899	0.856	0.811	0.766	0.279
25	1.002	0.994	0.961	0.923	0.883	0.841	0.799	0.265
35	1.005	1.011	0.983	0.950	0.913	0.874	0.834	0.254
50	1.009	1.034	1.016	0.988	0.956	0.922	0.885	0.245
70	1.016	1.071	1.059	1.040	1.014	0.984	0.952	0.237
95	1.026	1.106	1.110	1.101	1.088	1.060	1.033	0.231
120	1.040	1.150	1.168	1.168	1.157	1.140	1.119	0.226
150	1.046	1.204	1.237	1.248	1.246	1.150	1.221	0.223

2. 전동기군(群)회로에 대해서는 최대용량 전동기의 기동전류를 고려하여 전압강하를 산정하여야 한다. 또, 발전기회로는 정격전류의 약 115 %를 최대부하로 보고 가능한 한 전압강하를 1 % 이하로 할 것을 권장한다. 또한, 축전지 회로, 선외급전회로 등의 전원회로 전압강하는 가능한 한 2 % 이하로 하여야 한다.

504. 케이블 공사 【규칙 참조】

1. 방화에 대한 고려

(1) **규칙 504.**의 3항 (1)호를 적용함에 있어서 "케이블 공사에 특별한 주의"라 함은 선내의 폐위장소 및 반폐위장소의 케이블공사가 다음 중 어느 하나인 것을 말한다. 다만, (나)의 (c)에 대해서는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 22절**의 규정에 따라 우리 선급의 승인을 득한 것이어야 한다.

(가) 1조의 케이블 단독으로 포설한다. 또한 1조의 케이블 상호간의 간격은 큰쪽 지름의 5배 이상, 1조의 케이블과 묶여진 케이블의 상호간격은 해당 케이블 중 최대케이블 지름의 5배 이상(최소치 : 묶여진 케이블의 폭 이상) 떨어지게 포설한 경우 또는 1조의 케이블과 다른 케이블간에 적절한 칸막이가 설치되어 있는 경우에는 단독으로 포설된 것으로 간주한다.

(나) 다수의 케이블을 묶어서 포설하는 경우에는 다음중의 어느 하나이어야 한다.

(a) **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 21절 2108.**에 따라서, **IEC 60332-3-22:2018** Category A의 시험에 합격한 난연성 케이블을 사용한다. *(2022)*

(b) (a)에 규정한 케이블 이외의 것을 사용할 경우, 다음의 조치를 강구하여야 한다. (**지침 그림 6.1.6** 참조)

(i) 다음과 같은 장소에는 최소한 B-0급의 전선관통부를 가지는 화염저지판(fire stop)을 설치할 것
- 주배전반 및 비상배전반의 케이블 출입구
- 케이블이 기관제어실로 들어가는 장소
- 추진장치 및 중요보기용 집중제어반의 케이블 출입구
- 완전히 폐위된 케이블 트렁크의 양 끝단(완전히 폐위된 케이블 트렁크 내부에는 추가적인 화염저지판을 설치할 필요가 없다.)

(ii) 완전 폐위되지 않은 트렁크내의 배선 및 개방된 구역의 배선은 다음에 따른다.
- 수평포설의 경우에는 14 m마다 최소한 1 m, 수직포설의 경우에는 케이블의 전 길이에 걸쳐 방화코팅을 할 것
- 수직포설의 경우에는 2개의 갑판마다 또는 대략 6 m 간격으로, 수평포설의 경우에는 14 m 간격으로 최소한 B-0급의 전선관통부를 가지는 화염저지판을 설치할 것

(iii) 전선관통부는 두께가 3 mm의 강판에 설치하여야 한다. 강판의 크기는 **지침 그림 6.1.6**의 (3)호에 따른다. 다만, 강판을 천장, 갑판, 격벽 또는 트렁크의 견고한 면에까지 연장할 필요는 없다. 화물지역 내에서는 구역의 경계면에만 화염저지판을 설치하면 된다.

(c) 케이블의 화염전파를 방지하는 방법이 (b)에 규정한 방법과 동등 이상의 효력을 갖는다고 인정되는 경우에는 그 화염전파 방지공법에 따를 수 있다.

(2) 전호에 있어서 케이블에 대한 추가의 조치를 강구한 경우, 그 추가의 조치는 케이블에 악영향을 주지 않는 것으로, 또한 케이블과 동등 이상의 내열성을 갖는 것이어야 한다.

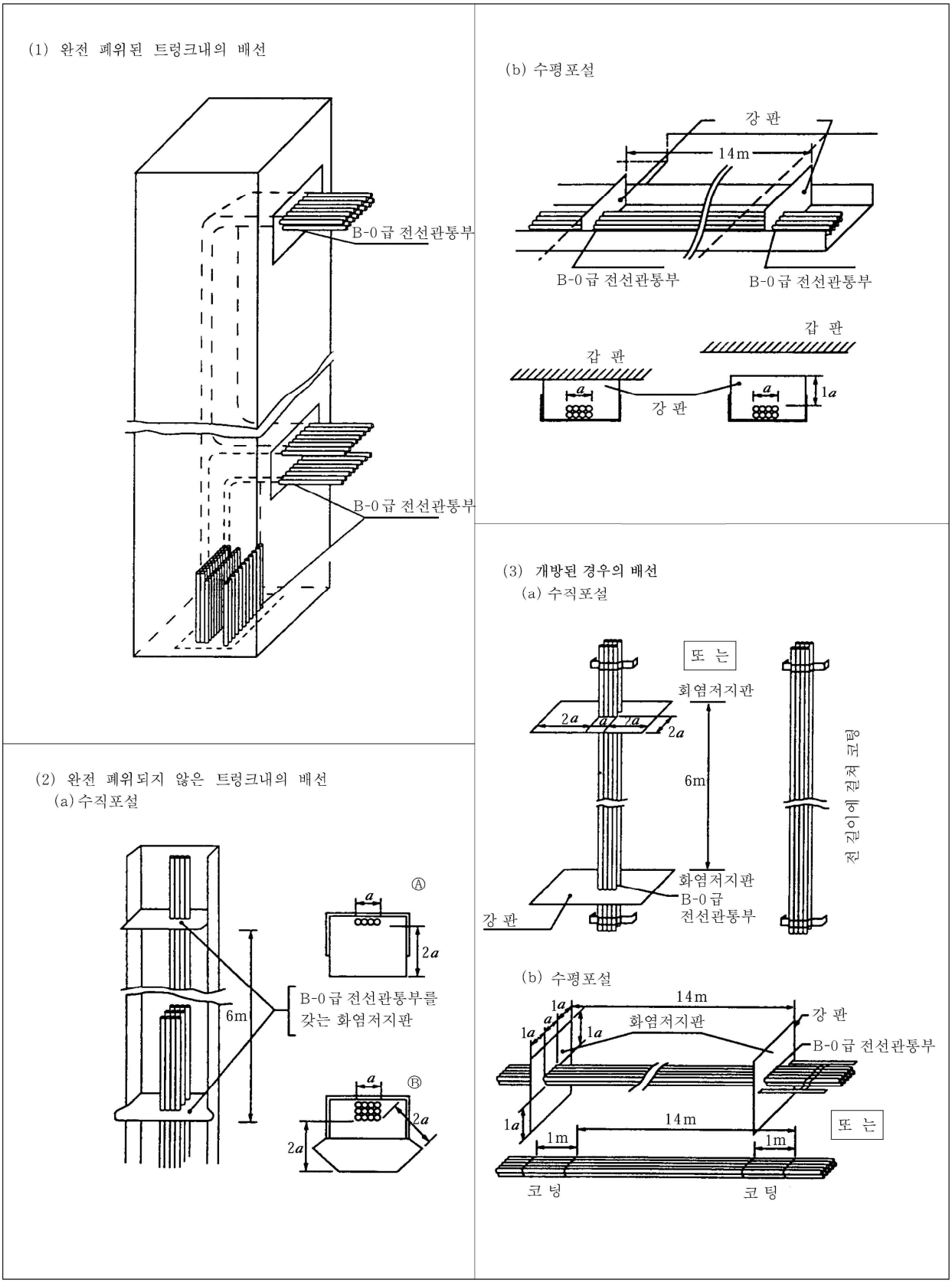


그림 6.1.6 화염전파 방지조치

(3) **규칙 504.**의 3항 (3)호를 적용함에 있어서는 다음에 따른다.

(가) 화재상황에서도 작동되어야 하는 전기의 용도는 다음과 같다.

(a) 동력구동의 방화문 및 모든 방화문의 상태표시기에 대한 제어 및 급전장치

(b) 동력구동의 수밀문 및 이들 수밀문의 상태표시기에 대한 제어 및 급전장치

(c) 비상소화펌프

(d) 비상조명장치

(e) 화재 및 일반경보(general alarm)장치

(f) 화재탐지장치

(g) 소화장치 및 소화제 방출 경보장치

(h) 탈출유도표시장치(low-location lighting)

(i) 선내방송장치

(j) 화재 및/또는 폭발을 확산시킬 수 있는 장치의 원격 비상정지/긴급정지 장치

(나) **규칙 504.**의 3항 (3)호를 적용함에 있어서는 다음을 만족하여야 한다.

(a) 화재방열을 유지하기 위해 전체 지름이 20㎜을 초과하는 케이블에 대해서는 IEC 60331-1:2018, 20㎜ 이하인 케이블에 대해서는 IEC 60331-21:1999+AMD1:2009 또는 IEC 60331-2:2018를 만족하는 내연성의 케이블을 화재의 위험이 높은 구역에 설치하여야 한다. (**지침 그림** 6.1.7 참조) *(2022)*

(b) 적어도 2개의 회로/방사상의 배전을 가능한 한 멀리 떨어지도록 설치하여 화재에 의한 손상을 받더라도 적어도 1개의 회로/방사상의 배전은 운전되어야 한다.

자기 감시기능을 갖는 장치, 페일세이프 장치 또는 가능한 한 멀리 떨어지도록 케이블을 이중으로 포설한 장치는 예외로 한다.

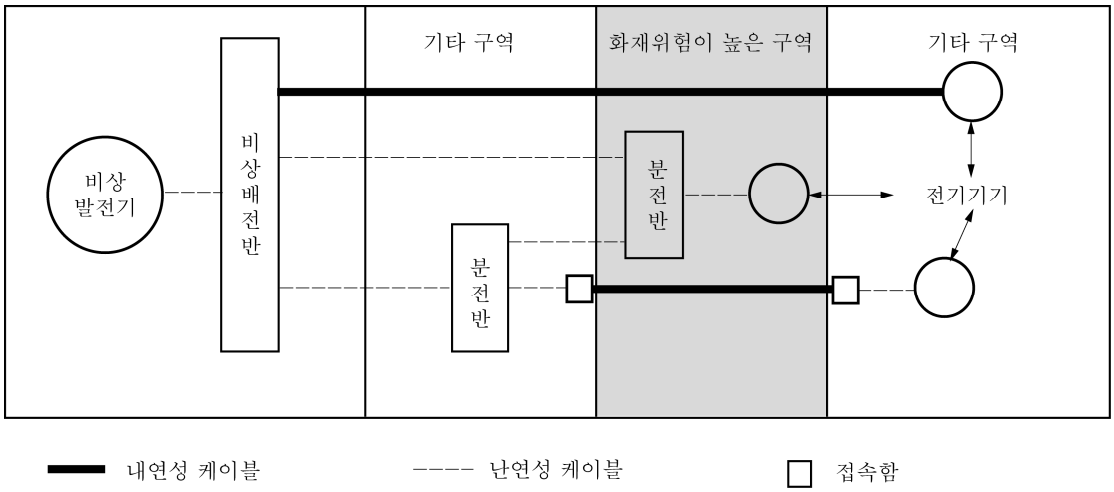


그림 6.1.7 내연성 케이블의 적용범위 예

(다) 비상소화펌프용 케이블은 주소화펌프와 그 동력원 및 원동기가 있는 기관구역을 통과하지 아니하여야 한다. 기타 화재 위험성이 높은 지역을 통과하는 케이블은 (나)의 (a)에 따른 내연성이어야 한다.

(라) 화재의 위험이 높은 구역은 다음과 같다.

(a) **규칙 8편 1장 103.**의 30항에서 규정하고 있는 기관구역. 다만, **규칙 8편 7장 102.**의 3항 (2)호 (나) ⑩에서 규정하고 있는 구역은 적용하지 아니한다.

(b) 연료처리장치 및 기타 인화성이 높은 물질을 포함하는 구역

(c) 조리실 및 조리설비를 갖춘 배식실

(d) 건조설비를 갖춘 세탁실

(e) 36인을 넘는 여객을 운송하는 선박의 경우, **규칙 8편 7장 102.**의 3항 (2)호 (나) ⑧, ⑫, ⑭에서 규정하고 있는 구역

(마) 내연성 케이블은 쉽게 식별할 수 있어야 한다.

(바) 특수케이블의 경우, 다음 규격의 요건을 사용할 수 있다.

(a) 전기데이터 케이블 : IEC 60331-23:1999 *(2022)*

(b) 광섬유 케이블 : IEC 60331-25:1999 *(2022)*

(4) 발전기와 주배전반을 접속하는 케이블은 (가) 부터 (다)의 경우를 제외하고 다른 발전기용 원동기 및 연료유 청정기의 윗쪽 및 연료유청정기실을 통과하여서는 아니 된다.

(가) 복수의 발전기와 주배전반을 접속하는 케이블을 적어도 2계통으로 분리하여 부설하는 경우

(나) IEC 60331의 시험에 합격한 내연성 케이블을 사용한 경우

(다) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방화조치를 한 경우

2. **규칙 504.**의 3항 (2)호의 규정중 "인접구역의 화재" 란, 일반적으로「**SOLAS협약 II-2장 3규칙 47항**」에 정의된 표준화재시험에서 표준시간-온도곡선이 얻어진 화재를 말한다.

3. **냉장창내의 배선 규칙 504.**의 7항을 적용함에 있어서 냉장창내에 포설하는 케이블에 비닐, 클로로플랜 등의 비금속피복을 사용하는 경우는 냉장창의 최저창내온도에서 변화되지 않는 것을 선정하고, 기계적인 외력을 받을 염려가 없도록 포설하여야 한다.

4. **규칙 504.**의 3항에 규정한 구역에 **지침 501.**의 1항에 언급한 장치의 케이블을 부득이 포설하는 경우 IEC 60331의 시험에 합격한 내연성 케이블을 사용하거나 또는 이 케이블은 A-60 상당 이상의 방열을 시공한 강관 또는 강제 덕트 내에 포설하여야 한다.

5. **위험구역내의 케이블**

위험구역내에 포설되는 케이블이 그 장소에서의 전기적 사고로 인해 화재 또는 폭발을 일으킬 우려가 있는 경우에는 적절히 방호하여야 한다.

(1) 여기에서 언급하는 위험구역은 일반적으로 다음의 장소를 말한다.

(가) **규칙 7편 1장 11절,** 액화가스 산적운반선 규칙(**규칙 7편 5장**) 및 위험화학품 산적운반선 규칙(**규칙 7편 6장**)에 규정하는 위험구역

(나) **규칙 7편 3장 9절**에 규정한 화물창

(다) 축전지실, 도료실, 아세틸렌 격납고 등의 인화성 가스용기의 저장실

(2) (1)호에 표시한 위험구역내에 포설하는 케이블에 대한 방호는 다음에 따른다.

(가) (1)호 (가)의 위험구역내에 포설하는 케이블은 **규칙 7편 1장 11절**, 액화가스 산적운반선 규칙(**규칙 7편 5장**) 및 위험화학품 산적운반선 규칙(**규칙 7편 6장**)의 해당 규정에 따르면 이 규정에 의한 방호로 간주한다.

(나) (1)호 (나)의 화물창내에 포설하는 케이블은 각각 **규칙 7편 3장 9절**의 해당 규정에 따르면 이 규정에 의한 방호로 간주한다.

(다) (1)호 (다)에 표시한 각 구획내에 포설하는 케이블에 대한 방호는 다음에 따른다.

(i) 케이블은 원칙적으로 금속외장의 것으로 한다.

(ii) 필요에 따라 기계적 손상을 받지 않도록 보호한다.

506. 접지

1. **금속피복의 접지 규칙 506.**의 1항을 적용함에 있어서 케이블의 금속피복 접지는 다음에 의한다. **【규칙 참조】**

(1) 케이블의 피복과 외장을 유효하게 접지하기 위하여 설계된 접지용 글랜드로 접지할 수가 있다. 글랜드는 접지할 금속구조물에 확실히 또한 전기적으로 양호한 접촉을 갖도록 부착하여야 한다.

(2) 접촉면이 깨끗하게 되도록 녹, 페인트를 잘 제거하고 또한 금속외피가 확실히 접지된 경우 콘센트는 금속외피에 나사로 조립하든지 외피 양측에 볼트로 조여서 접지할 수 있다. 금속외피와 콘센트의 접속부분은 부식을 방지하기 위해 접속후에 즉시 페인트로 도장하여야 한다.

(3) 케이블의 피복, 외장 및 도관은 (1)호 및 (2)호에 표시한 방법 대신에 내식재료의 클램프 또는 클립으로 피복 또는 외장과 접지된 금속과 유효하게 접촉시켜 접지할 수가 있다.

(4) 접지연속용에 사용되는 금속도관, 덕트 및 금속피복의 모든 접속점은 견고한 것으로서 필요한 경우는 방식처리를 하여야 한다.

507. 케이블의 지지 【규칙 참조】

1. **밴드, 지지물 및 부속품**

(1) **규칙 507.**의 3항을 적용함에 있어서 비금속재의 밴드 및 지지물을 사용할 경우는 재료의 명칭, 치수, 특성, 사용방법 등에 대한 자료를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 다만, 배전반 등의 내부에 사용하는 것은 제외한다.

(2) **규칙 507.**의 3항 (4)호의 케이블의 느슨함에 대한 고려로서는 금속재 밴드에 의한 보강을 말하며 보강용 금속재 밴

드는 케이블 외경을 고려하여 1~2 m마다 설치하여야 한다.

508. 격벽 및 갑판의 관통

1. **수밀 및 기밀유지** **규칙 508.**의 1항을 적용함에 있어서 케이블 관통부의 수밀성 및 기밀성을 확인할 때에는 사용된 케이블의 구조 및 사용재료의 성질을 고려하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **방화벽의 관통** **규칙 508.**의 2항을 적용함에 있어서는 다음 각호의 규정에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) A급 방화벽 또 갑판의 케이블 관통부는, 콤파운드를 충진시킨 상자, 코밍 등으로 구성하고, 또한 **「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」 3장**의 규정에 따라 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.
   (2) A급 방화벽 또는 갑판의 케이블 관통부에 케이블 글랜드(cable gland)를 사용할 경우에 관통부는 전호에 불구하고 케이블 글랜드에 적어도 25 mm 이상의 두께로 우리 선급이 승인한 불연성 콤파운드로 충전하여야 한다. 이 경우 A-0급의 경우를 제외한 케이블관통부에는 각각의 방화등급에 해당하는 방열재를 시공하여야 한다.
   (3) B급 방화벽 또는 갑판 및 천정의 케이블 관통부에 사용하는 콤파운드는 우리 선급의 승인된 불연성 콤파운드이어야 한다. 이 콤파운드를 충전상자 또는 코밍에 충전하는 경우, 충전부의 길이는 적어도 50 mm 이상이어야 한다.
   (4) (1)호에 따라 A급 방화벽 또는 갑판의 케이블 관통부에 사용하는 승인된 콤파운드는 (2)호 및 (3)호의 규정에 적합한 불연성 콤파운드로 볼 수 있다.

510. 교류회로용 케이블

1. **규칙 510.**의 (5)호를 적용함에 있어서 케이블과 강재격벽과의 간격은 가능한 한 50 mm 이상이어야 한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 510.**의 (6)호중 "큰 단면적"이라 함은 도체 단면적 185 mm^2 이상을 의미한다. **【규칙 참조】**

511. 케이블의 접속 및 분기 【규칙 참조】

1. **규칙 511.**의 2항의 추진용 케이블이라 함은 전기 추진 선박에 있어서, 발전기에서 전기 추진용 전동기에 이르는 전길이의 케이블을 의미한다.

512. 시험 및 검사 【규칙 참조】

1. **규칙 103.**의 1항 (2)호에 의하여 우리 선급의 형식시험에 합격된 케이블 및 **규칙 103.**의 6항에 의하여 승인된 케이블의 개개 제품에 대하여는 케이블 구성재료의 시험을 생략할 수 있다.
2. 창내 최저온도가 -10 ℃보다 낮은 냉장창에 포설하는 케이블의 비닐 피복의 저온 권부(卷附)시험에 있어서 냉각온도는 창내 최저온도에 -5℃를 가하여 5 이하의 끝수는 5로, 5를 넘는 끝수는 10으로 올린 값으로 한다.
3. 전 2항의 케이블에 클로로프렌 피복이 사용된 경우는 비닐 피복에 준한 저온 권부시험을 행하는 것으로 한다. 다만, 창내 최저온도가 -30℃ 이상의 경우는 생략할 수 있다.
4. 케이블은 각 드럼 및 코일에 대해 **「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」 3장 21절**에 따라 시험을 행하고 이에 합격한 것이어야 한다.

제 6 절 동력 및 조명용 변압기

602. 구조

1. **거주구획의 변압기 규칙 602.**의 1항을 적용함에 있어서 적절한 외피구조의 배전반, 제어반내에 설치된 변압기를 제외하고 건식 변압기의 상자 및 덮개는 철재로 하여 적어도 방적(防滴)구조의 것으로 하여야 한다. 또한 개구는 직경 12 mm를 넘는 환봉이 들어가지 못하도록 금망(金網) 또는 12 mm 이하의 틈새로 하여, 쥐 등이 침입하지 못하는 구조로 하여야 한다. **【규칙 참조】**

605. 시험 및 검사

1. **일반사항 규칙 605.**의 1항에 규정하는 "동일형식" 이라 함은 용량, 전압, 전류, 주요치수, 냉각방법 및 절연종별이 동일하고, 동일한 제조공장에서 동일한 방법에 의해 제조된 것을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **전압변동률 시험 규칙 605.**의 3항을 적용함에 있어서 계산식에 의한 전압변동률 산정을 다음 식에 따른다.
【규칙 참조】

전압변동률 = $q_r + \frac{q_x^2}{200}(\%)$

q_r : 저항에 의한 전압강하(%).

·단상인 경우 $q_r = \frac{P_{75}}{EI} \times 100$ 또는 $q_r = \frac{P_{115}}{EI} \times 100$

·3상인 경우 $q_r = \frac{P_{75}}{\sqrt{3}\,EI} \times 100$ 또는 $q_r = \frac{P_{115}}{\sqrt{3}\,EI} \times 100$

q_x : 리액턴스에 의한 전압강하 $= \frac{E_x}{E} \times 100(\%)$
P_t : t ℃일 때 정격용량에 대한 부하손(W)
P_{75} : 75 ℃로 환산한 정격용량에 대한 부하손(W)
P_{115} : 115 ℃로 환산한 정격용량에 대한 부하손(W)
E_z : 임피던스 전압(V) 즉 P_t를 측정할 때의 1차 단자간 전압
E_x : 리액턴스 전압(V)

·단상인 경우 $E_x = \sqrt{E_z^2 - \left(\frac{P_t}{I}\right)^2}$

·3상인 경우 $E_x = \sqrt{E_z^2 - \left(\frac{P_t}{\sqrt{3}\,I}\right)^2}$

E : 정격 1차전압(V).
I : 정격 1차전류(A).

또한 상기 식에 있어서 P_{75}는 A, E 및 B종 절연에 적용하며 P_{115}는 F 및 H종 절연에 적용한다.

제 7 절 전동기용 제어기 및 전자브레이크

701. 구조

1. **전자접촉기 및 전동기용 과전류 계전기** **규칙 701.**의 5항을 적용함에 있어서 전동기용 열동형 또는 전자형 과전류 계전기는 주위온도 45℃에서 다음 각 호의 특성을 갖는 것을 표준으로 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 전부하전류 600 %를 통하여 2~30초 이내에 동작하여야 한다.
   (2) 전동기의 전부하 전류를 통하여 온도가 일정하게 된 후 그 전류값의 200 %를 통하여 4분 이내에 동작하여야 한다.
   (3) 전동기 전부하 전류의 100 %를 통해도 동작하지 않고 온도가 일정하게 된 후 그 전류값의 125 %를 통했을 때 2시간 이내에 동작하여야 한다.

703. 비상정지장치 【규칙 참조】

규칙 703.을 적용함에 있어서 기관구역에 설치되는 기기의 비상정지장치는 기관구역 외부에 설치되어야 한다.

706. 제어기기의 절연거리 【규칙 참조】

1. 정격 절연전압이라 함은 제어기기의 절연설계 기준이 되는 전압으로서 실용상 지장없이 사용할 수 있도록 고려한 전압을 말하며, 정격 사용전압 이상의 값으로 한다.
2. **규칙 706.**의 (2)호에서 절연거리의 최소치는 **지침 표 6.1.14**의 급별에 따라 정한 **지침 표 6.1.15** 및 **6.1.16**에 따른다.
3. 제어기기의 절연거리는 다음에 따라 결정한다(**지침 표 6.1.17** 참조). 다음에서 C급은 **규칙 706.**의 (1)호에 나타낸 보호상태 및 주위조건을 의미한다.

표 6.1.14 보호상태 및 주위조건에 따른 급별

급별	최소치	보호상태	주위조건
A	**표 6.1.15**	습기와 먼지 등의 주위조건에 따라 기능을 해칠 영향을 거의 고려할 필요가 없을 정도로 보호된 제어기기의 내부. **보기** : 방진 구조의 계전기의 내부, 도금된 인쇄 배선판 등.	매우 양호하고, 거의 오손될 염려가 없는 환경에서 사용되는 제어기기. **보기** : 공기 조화된 맑은 실내.
B	**표 6.1.16**	습기와 먼지 등의 영향을 별로 받지 않는 정도로 보호된 제어기기. **보기** : 제어용 소형 전자 계전기, 전용 소켓, 도금하지 않은 인쇄 배선판 등.	양호한 환경에서 사용되는 제어기기. **보기** : 청결한 전기실.

표 6.1.15 A급 제어기기의 최소 절연거리

정격 절연전압 V	A급			
	공간 거리 mm		연면 거리(3)(4) mm	
(직류·교류)	$L-L$ (1)	$L-A$ (2)	a	b
12이하	0.2	0.2	0.2	0.2
12초과 30이하	0.4	0.4	0.4	0.4
30초과 60이하	0.5	0.5	0.5	0.5
60초과 125이하	0.5	0.5	0.5	1
125초과 250이하	1	1	1	1.5
250초과 380이하	1.5	1.5	1.5	2
380초과 500이하	2	2	2	3

표 6.1.16 B급 제어기기의 최소 절연거리

정격 절연전압 V	B급			
	공간 거리 mm		연면 거리(3)(4) mm	
(직류·교류)	$L-L$ (1)	$L-A$ (2)	a	b
12이하	0.4	0.4	0.4	0.4
12초과 30이하	1	1	1	1.5
30초과 60이하	1	1	1	2
60초과 125이하	1.5	1.5	1.5	2.5
125초과 250이하	2	3	2	3
250초과 380이하	3	3	3	4
380초과 500이하	4	4	4	6

(비고)

(1) 공간거리 L-L은 나충전부 사이 및 충전부와 접지 접속체와의 사이에 적용한다.

(2) 공간거리 L-A는 충전부와 우발적으로 위험하게 되는 금속체와의 사이에 적용한다.

(3) 연면 거리는 절연물의 종별과 형상에 따라서 결정한다.

"a"는 세라믹(스테아타이트(steatite)와 자기) 및 기타 절연 재료에도, 특히 누설 전류에 대하여 안전한 리브 또는 수직면을 가진 절연물로서 실험적으로 세라믹을 사용한 것과 같은 것으로 인정되는 트래킹 지수 140 이상의 재료(예를 들면 페놀수지 성형품 등)에 적용한다.

"b"는 기타의 절연 재료의 경우에 적용한다.

(4) 공간거리 L-A가 그것에 대응한 연면 거리 "a" 또는 "b"보다 큰 경우에는, 조작자가 나충전부에 쉽게 닿을 수가 있고, 각 절연이 열화되어 충전부가 되는 절연 금속체와의 사이의 연면 거리는 L-A 이상이어야 한다.

(5) 전류치는 정격 통전 전류의 값으로 나타낸다.

표 6.1.17 절연거리의 결정방법

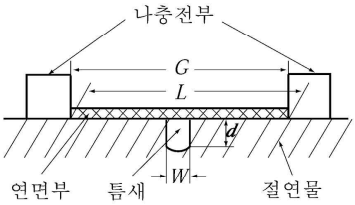
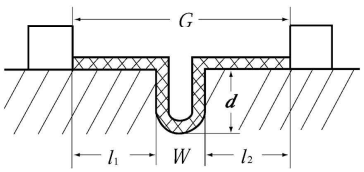
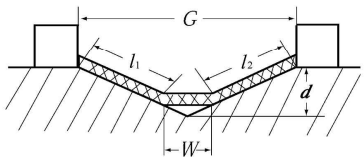
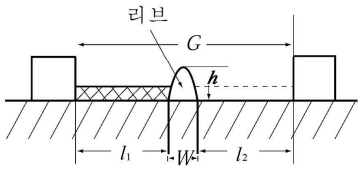
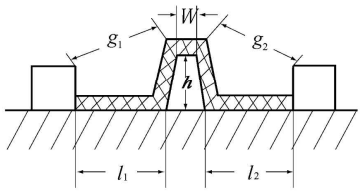
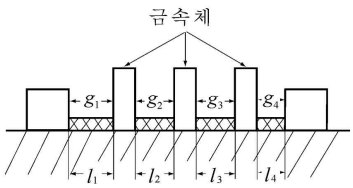
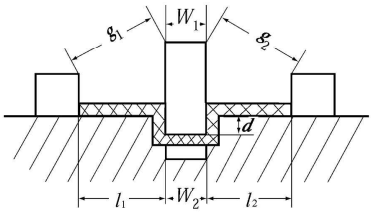
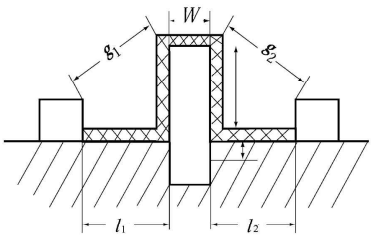
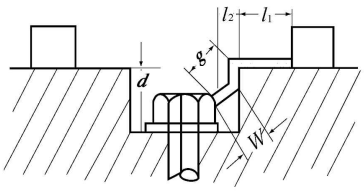
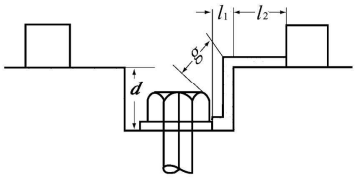
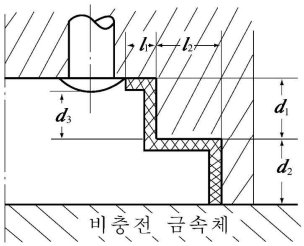
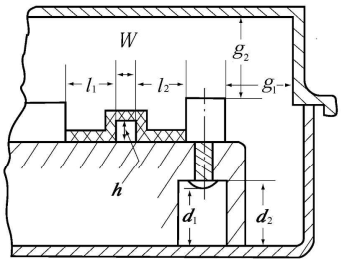
번호	그림	조건	절연간격(G)	연면거리(L)
1		W 또는 d 〈 1mm의 경우 B급 : 125V 초과시 C급 : 250V 이하시 W 또는 d 〈 2mm의 경우 C급 : 250V 초과시	G	L
2		W 및 $d \geq 1$mm의 경우 B급 : 125V 초과시 C급 : 250V 이하시 W 및 $d \geq 2$mm의 경우 C급 : 250V 초과시	G	$L = l_1 + l_2 + W + 2d$
3		$W =$ 1mm, $d \geq 1$mm의 경우 B급 : 125V 초과시 C급 : 250V 이하시 $W =$ 2mm, $d \geq 2$mm의 경우 C급 : 250V 초과시	G	$L = l_1 + l_2 + W$
4		h 〈 1mm의 경우 B급 : 125V 초과시 C급 : 250V 이하시 h 〈 2mm의 경우 C급 : 250V 초과시	G	$L = l_1 + l_2 + W$
5		$h \geq 1$mm의 경우 B급 : 125V 초과시 C급 : 250V 이하시 $h \geq 2$mm의 경우 C급 : 250V 초과시	$G = g_1 + g_2 + W$	$L = l_1 + l_2 + W + 2h$
6		충전부 사이에 금속체가 있는 경우 보기 : $g_1 > g_2 > g_3 > g_4$ $l_1 > l_2 > l_3 > l_4$ g_2 및 $l_2 \geq 1$mm의 경우 B급 : 125V 초과시 C급 : 250V 이하시 g_2 및 $l_2 \geq 1$mm의 경우 C급 : 250V 초과시	$g_1 \geq$ 규정치 또는 $g_1 + g_2 \geq$ 규정치 × 1.25	$l_1 \geq$ 규정치 또는 $l_1 + l_2 \geq$ 규정치 × 1.25

표 6.1.17 절연거리의 결정방법 (계속)

번호	그림	조건	절연간격(G)	연면거리(L)
7		절연물 틈의 깊이가 끼워 넣는 부분보다 깊은 경우	$G = g_1+g_2+W_1$	$L = l_1+l_2+W_2+2d$
8		절연물과 리브를 일체로 보이도록 끼워 넣는 경우	$G = g_1+g_2+W$	$L = l_1+l_2+W+2$
9		$W =$ 1mm, $l_2 < 1$mm의 경우 B급 : 125 V 초과시 C급 : 250 V 이하시 $W =$ 2mm, $l_2 \geq 2$mm의 경우 C급 : 250 V 초과시	$G = g + l_1$	$L = l_1 + d$
10		$l_2 \geq 1$mm의 경우 B급 : 125 V 초과시 C급 : 250 V 이하시 $l_2 \geq 2$mm의 경우 C급 : 250 V 초과시	$G = g + l_1$	$L = l_1 + l_2 + d$
11		$l_2 \geq 1$mm의 경우 B급 : 125 V 초과시 C급 : 250 V 이하시 $l_2 \geq 2$mm의 경우 C급 : 250 V 초과시	$G = d_2 + d_3$	$L = l_1 + l_2 + d_1 + d_2$
12		금속체 용기에 들어있는 경우	$G_1 = l_1 + l_2 + W$ (나충전부 사이) $G_2 = g_1 (g_1 < g_2 < d_1)$ (대지 사이)	$L_1 = l_1 + l_2 + W + 2h$ (나충전부 사이) $L_2 = d_2$ (대지 사이)

(1) 공간거리는 나충전부 사이의 최단 거리로 결정하고, C급은 **규칙 표 6.1.17**, A급 및 B급은 각각 **지침 표 6.1.15** 및 **6.1.16**에 규정한 값을 최소로 한다.

(2) 연면거리는 나충전부 사이에 있는 절연물의 표면에 연한 최단거리로 결정하여, C급은 **규칙 표 6.1.17**, A급 및 B급은 각각 **지침 표 6.1.15** 및 **6.1.16**에 규정한 값을 최소로 한다. 그러나 절연물의 표면에 다음과 같이 틈이 있는 것은 그 틈이 없는 것으로 결정한다.

(가) B급 정격 절연전압 125 V 초과 및 C급 정격 절연전압 250 V 이하에서, 틈의 너비 또는 깊이가 1 mm 미만인 경우.

(나) C급 정격 절연전압 250 V 초과에서, 틈의 너비 또는 깊이가 2 mm 미만인 경우.

(3) (1)호 및 (2)호에 있어서 나충전부 사이에 금속체가 있어 절연물이 분할되는 경우에는, 다음 중 어느 한 가지에 의하여야 한다.

(가) 분할된 절연물 중에서 최대의 것이 C급은 **규칙 표 6.1.17**, A급 및 B급은 각각 **지침 표 6.1.15** 및 **6.1.16**에 규정한 값 이상으로 하여야 한다.

(나) 분할된 절연물 중에서 큰 것 두 개를 합한 것이 C급은 **규칙 표 6.1.17**, A급 및 B급은 각각 **지침 표 6.1.15** 및 **6.1.16**에 규정한 값의 1.25배 이상이어야 한다. 그러나, 분할된 절연물이 B급 정격 절연전압 125 V 초과 및 C급 정격 절연전압 250 V 이하에서 1 mm 미만의 것, 또한 C급 정격 절연전압 250 V 초과에서 2 mm 미만의 것은 제외한다.

(4) (1)호 및 (2)호에 있어서 나충전부 사이의 절연물의 면에 리브가 있는 경우, 그 높이가 다음 관계에 있으면 그 연면거리 및 공간 거리는 이를 제외하고 결정한다.

(가) B급 정격 절연전압 125 V 초과 및 C급 정격 절연전압 250 V 이하에서 리브의 높이가 1 mm 미만인 경우.

(나) C급 정격 절연전압 250 V 이하에서 리브의 높이가 1 mm 미만인 경우.

(5) (1)호 및 (2)호에 있어서 충전부 사이에 있는 절연물에 다른 리브를 삽입하는 경우, 그 삽입부분의 길이가 절연물의 틈의 깊이보다 작으면, 리브의 삽입 부분을 따라 최단 거리로 연면 거리를 결정한다.

(6) (5)호에서 리브를 같은 절연물로 보이도록 삽입한 경우에는, 리브의 표면을 따라 최단거리로서 연면거리 및 공간거리를 결정한다.

(7) 대지 공간 거리 및 대지 연면거리는 각각 (1)호와 (2)호에 따라서 최단거리로 결정한다.

(8) 절연이 열화됨으로서 충전부가 되는 절연 금속체를 가진 것의 절연거리는 (3)호에 따라 결정한다.

707. 시험 및 검사

1. **일반사항** **규칙 707.**의 1항을 적용함에 있어서 “우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우”라 함은 형식승인, 시험성적서 확인 등을 말하며, “동일형식의 제어용기기”라 함은 동일 제조공장에서 동일한 방법으로 제조된 것으로 다음의 조건에 적합한 것을 말한다. **【규칙 참조】**

(1) 반, 상 등의 외형치수, 내용적 및 통풍방법이 거의 같아야 한다.

(2) 주회로의 차단기, 단로기, 전자접촉기의 형식 및 정격이 같고, 또 주회로 도체의 치수, 배치 및 접속부에 따른 단자의 구조가 거의 같아야 한다.

(3) 주회로의 부하전류가 거의 같거나 또는 그 이하이어야 한다.

(4) 변성기, 계전기, 퓨즈, 저항기 등의 발열원과 접해 있는 각종 반내 부착기구의 배치가 거의 같고 그들 소비전력의 합계가 거의 같거나 혹은 그 이하이어야 한다.

2. **내전압시험** **규칙 707.**의 4항에서 내전압시험은 **규칙 406.**의 4항에 의한다. **【규칙 참조】**

제 8 절 퓨즈, 차단기 및 전자접촉기

801. 일반사항 【규칙 참조】

1. 한국산업규격 및 우리 선급이 동등하다고 인정하는 규격에는 다음의 것이 있다. 또한 한국 이외의 국적을 가진 제조자의 제품은 그 나라에서 정한 표준규격으로서 우리 선급이 적절하다고 인정하면 그 규격에 따를 수 있다. 다만 이 규격은 최신판에 의한 것으로 한다. 또한 이들 규격은 선박용으로 규정되어 있지 않은 것은 선박의 환경조건(**규칙 6 편 1장 2절**에 적합할 것)을 고려할 필요가 있다.
   (1) 퓨즈 : IEC 60269
   (2) 차단기 : IEC 60947-2
   (3) 전자접촉기 : IEC 60947-4-1

제 9 절 방폭형 전기기기

901. 일반사항

1. **재료** **규칙 901.**의 5항 (2)호 "마찰에 의한 불꽃 발생의 염려가 적은 재료"로는 강재간에 마찰 또는 충격이 있을 시 발생하는 불꽃이 폭발성가스에 점화 폭발을 일으키지 않는 재료를 말하며 KS E 3903에 정해진 낙하시험장치를 이용하여 시험하고 비착화성이 확인된 재료를 말한다. **【규칙 참조】**
2. **구조** 내압방폭 및 본질안전 방폭구조의 전기기기는 **규칙 901.**의 6항 (5)호에 규정한 표시이외에 다음 사항을 기기의 볼 수 있는 위치에 표시해야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 내압 방폭구조의 전기기기
   통풍식 및 봉입식일 경우 다음을 표시한다.
   (가) 기기의 내용적
   (나) 기기의 보호기체 주입구에서 소요풍압 및 소요풍량
   (다) 기기의 보호기체 배기구에서 소요풍압(통풍식만)
   (라) 용기의 허용최고풍압
   (2) 본질 안전 방폭구조의 전기기기
   (가) 다음 각 사항을 표시한다. 다만, 검출기등의 각 기기에는 (a) 부터 (c)는 생략할 수 있다.
   (a) 본질안전회로의 정격치
   (b) 비본질안전회로의 정격치
   (c) 사용조건이 있는 경우는 그 요점
   (나) 조합된 기기에 있어 비본질안전회로 부분이 방폭구조가 아닌 때는 위 표시 이외에 다음 각 사항을 명시한다.
   (a) 위험구역에는 설치를 금지하는 주의사항
   (b) 기기의 구성부품, 배선등의 변경, 개조등을 금지하는 주의사항
   (다) 조합된 기기의 본질 안전회로 접속단자에는 그 취지를 명확히 표시할 것.
   기기의 뚜껑 내면에는 기기의 회로도를 부착하여 볼 수 있도록 할 것.
3. **단순기기(simple apparatus)** **규칙 901.**의 7항을 적용함에 있어서 단순기기는 다음에 해당하는 기기를 말한다. **【규칙 참조】**
   (1) 스위치, 접속함, 저항기 및 단순 반도체 장치 등의 수동 부품
   (2) 1.5 V, 100 mA 및 25 mW 이상을 발생시키지 않는 에너지원

902. 개별요건 【규칙 참조】

규칙 902.에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 다음을 말한다.

1. **내압방폭형 전기기기**
   (1) 격벽을 관통해서 부착하는 내압방폭형 전등기구는 격벽의 완전성을 해칠 염려가 없는 것이어야 한다.
   (2) 방폭구조인 외피에 드레인 배출장치를 설치할 경우에는 이것이 열려도 방폭성능을 해칠 염려가 없어야 한다.
   (3) 내압방폭구조의 기기에 방수성을 갖도록 패킹을 사용할 때는 방폭성능을 유지하기 위하여 지정된 틈새 깊이에 물의 영향이 없도록 하여야 한다.
   (4) 내압방폭구조의 단자함에 전선관 결합방식을 이용하여 케이블을 내부로 넣을 경우에는 단자함에 근접하여 실링피팅을 설치하여야 한다.

(5) 기기를 설치할 경우, 기기의 내압접합면은 격벽이나 고형물 등에 대하여 다음 표에 명시된 거리 이내로 설치되어서는 아니 된다.

가스그룹	최소 거리 mm
IIA	10
IIB	30
IIC	40

(6) 내압접합면은 적합한 비응고 그리스를 사용하여 부식으로부터 보호되어야 한다.

2. 본질안전방폭형 전기기기

(1) 본질안전 방폭형 전기기기는 일반 전기기기로부터 독립하여 설치하여야 한다. 부득이 일반기기와 조합해서 설치할 경우에는 이들 사이에 금속성의 격리판을 설치하여 접지하여야 한다.

(2) 본질안전회로의 배선은 기타회로의 배선과는 쉽게 식별할 수 있는 조치가 강구되어야 하며 외부 전기장이나 자기장에 의한 악영향을 받지 않도록 차폐케이블을 사용하거나 기타회로에서 50 mm이상 이격되어야 한다. *(2018)*

(3) 조합된 기기에 있어서 비본질 안전회로와 본질 안전회로의 접속단자는 다음 중 어느 것에 적합하여야 한다.

(가) 양회로의 접속단자는 상호간 50 mm 이상의 이격거리를 갖는 별개 단자판으로 할 것.

(나) 양회로의 접속단자간에 충분한 기계적 강도와 절연성을 갖는 격벽 또는 접지된 금속제 격벽을 설치하여 양회로가 서로 접촉하지 않는 구조로 할 것.

(4) 본질안전방폭형 전기기기의 급전회로는 그이외의 전기회로 고장으로 인하여 안전유지기의 성능이 손상되어서는 아니 된다.

(5) 안전유지기는 안전장소에 설치하여야 한다.

(6) 안전유지기의 구성부품은 다음 중 어느 부품이 사용되지 않는다면 동일부품을 2개 이상 사용하여야 한다. 이런 부품중의 1개가 고장이 나도 방폭성능은 유지되어야 한다.

(가) 전원변압기
동제의 접지된 절연격리판에 의해 일차권선과 이차권선 사이의 절연이 확실하게 이루어지고 각각의 권선은 충분한 절연성능을 갖출 것.

(나) 전류제한 저항기
합성수지 등에 의하여 표면이 피복되어 있든지 또는 성형수지안에 매입되어 있을 것.

(다) 블로킹 콘덴서
고신뢰성의 고체 유전형의 것을 2개 직렬로 접속한 집성체일 것. 전해식 또는 탄탈(tantalum)식 콘덴서는 사용하지 말 것.

(7) 다심케이블의 사용하지 않는 전선은 적합한 단자를 사용하여 양쪽 끝단을 접지로부터 절연시키고 또한 서로 적절히 절연시켜야 한다.

3. 안전증가방폭형 전기기기

(1) 안전증가 방폭형 전등기구의 보호외피는 비흡습성인 난연성 또는 불연성 재료를 사용한 튼튼한 구조인 것으로 방수형 또는 이것과 동등 이상인 것이어야 한다.

(2) 안전증가 방폭구조의 전동기, 변압기 등을 사용할 경우에는 과부하 또는 과열에 대하여 충분히 보호하여야 한다. 또한 농형유도 전동기일 경우에는 미리 허용구속시간을 초과하여 사용하는 일이 없도록 보호하여야 하고 구속상태에서도 해당기기의 이상온도 상승이 발생하여서는 아니 된다.

(3) 방폭성능을 유지하기 위하여 기기에 사용조건이 있는 경우, 해당기기의 사용에 대한 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(4) 단자내의 인접도체간에 단락사고의 위험을 방지하기 위하여, 각 도체의 절연은 단자의 금속부까지 유지하여야 한다.

4. 압력방폭형 전기기기

(1) 가압매체로 공기를 사용할 때에는 흡기구와 배기구를 충분히 분리하여야 하며 그 입구를 안전장소에 설치하여야 한다.

(2) 가압매체로서 공기 또는 불활성 가스를 사용할 경우는 기기내의 공기를 10회 이상 교환하고 필요한 압력을 얻은 후가 아니면 전류가 흐르지 않도록 인터록 장치를 하여야 한다.

(3) 압력방폭형 전기기기는 내압이 상실될 때 자동적으로 전원을 차단하여야 한다. 다만, 그 기기의 정지가 선박의 위

험을 가져올 염려가 있는 경우는 경보를 울리는 것만으로도 가능하다.

5. 충전방폭형 전기기기

(1) 용기의 보호외피는 IP54이상이어야 한다. 만일, IP55이상으로 할 경우에는 통기구를 설치하여야 한다.

(2) 내부에 충전하는 분말재료는 석영 또는 유리편이어야 하며 충분한 절연성능을 갖추어야 한다.

(3) 에너지를 저장하는 부품의 총에너지양은 20 J을 초과하여서는 아니 된다.

(4) 방폭성능을 유지하기 위하여 기기에 사용조건이 있는 경우, 해당기기의 사용에 대한 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

6. 유입방폭형 전기기기

(1) 운전중에 유위를 쉽게 점검할 수 있도록 유면계를 구비하여야 한다.

(2) 운전중에 전기불꽃을 발생하는 부분은 25 mm이상 깊이의 절연유속에 담가야 한다.

(3) 용기에 연결된 전선이 기름에 접촉하는 경우, 전선은 내유성의 것이어야 한다.

(4) 방폭성능을 유지하기 위하여 기기에 사용조건이 있는 경우, 해당기기의 사용에 대한 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

7. 몰드방폭형 전기기기

(1) 온도상승을 제한하기 위하여 보호부품을 설치하는 경우, 설정치는 변경되어서는 아니 된다.

(2) 방폭성능을 유지하기 위하여 기기에 사용조건이 있는 경우, 해당기기의 사용에 대한 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

8. 비점화방폭형 전기기기

(1) 전기기기의 정상 작동 및 어느 규정된 비정상 조건에서 주위 폭발성 가스 분위기를 점화시킬 수 없는 방폭 구조이다.

(2) 별도로 아크나 스파크가 주위의 폭발성 분위기를 점화시키지 않도록 보호된 경우를 제외하고, 작동 중에 아크나 스파크를 일으키지 않아야 한다.

(3) 용기의 보호 등급은 다음 중 어느 하나의 등급 이상을 가져야 한다.

(가) 노출 충전부가 있는 장소는 IP54 또는 절연 충전부가 있는 장소는 IP44

(나) 장치를 다른 고형 물체나 안전을 손상시킬 수 있는 물의 침입으로부터 적절히 보호되는 장소에서만 설치되는 경우, 노출 충전부가 있는 장소는 IP4X, 절연 충전부가 있는 장소는 IP2X

제 10 절 조명기구, 전열기구, 배선기구 및 기타 설비 *(2019)*

1001. 일반사항 【규칙 참조】

조명기구, 전열기구 및 배선기구는 한국산업표준에 적합한 것 또는 이것과 동등 이상의 것이어야 하며 이 절의 규정에도 적합하여야 한다.

1002. 조명기구

1. **구조 및 거치** **규칙 1002.**의 1항 (3)호에서 유리제품 이외의 그로브를 사용한 전등기구에 있어 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우는 가드를 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 1002.**의 2항 (4)호 및 3항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다. 다만, 우리 선급이 적합하다고 인정하는 경우에는 형식 승인을 받지 아니할 수 있으나 한국산업표준에 적합한 것 또는 이것과 동등 이상의 것이어야 한다.
   【규칙 참조】
   (1) 적용 표준
   (가) IEC 60092-306
   (나) KS C 8100
   (다) 선박용 LED 조명의 안전 및 성능 요구사항에 대한 한국산업표준 또는 이와 동등한 표준
   (라) (가)~(나)를 적용함에 있어서, 동일한 요건에 대해서 상이한 내용이 있을 경우에는 IEC 60092-306을 따라야 한다.
   (마) 기타 동등한 한국산업표준 또는 IEC 표준
   (2) 시험 *(2019)*
   제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 31절을 따라야 한다. 단, 우리 선급이 적합하다고 인정하는 경우에는 시험의 일부를 생략할 수 있다.

1003. 전열기구 【규칙 참조】

1. 전열소자의 보호가드는 튼튼하게 고정된 구조로서, 통전부에 접촉하지 아니하도록 장비하여야 하고, 보호 가드의 개구부는 표준시험장치(standard test finger)가 전열소자에 접촉하지 아니하도록 충분히 작아야 한다.
2. 조리기용 전열기의 충전부는 조리용 기구에 접촉하지 않도록 보호하여야 한다.
3. 액중에 잠기는 전열소자는 내식성의 금속 피복으로 보호한 것이어야 한다.
4. 욕조용에 전열기를 사용할 경우에는 입욕중에 감전의 우려가 없도록 절연소자를 배치하여야 하며, 또한 조작 스위치는 다극 연결식으로서 표시등 및 주의명판을 설치하여야 한다.
5. 운반 가능한 조리기용 전열기는 옆으로 넘어지지 아니하는 구조의 것이어야 한다.

제 11 절 선내 통신 장치

1102. 중요한 선내 통신 장치 【규칙 참조】

1. 중요한 선내 통신 및 신호장치는 다음의 것을 포함한다.
   (1) 국제협약에서 요구하는 항해등, 신호등 및 신호장치
   (2) 선내 통신장치
      (가) 다음 장소 사이의 통신장치
         (a) 선교와 주기관제어장소 사이
         (b) 선교와 조타기실 사이
         (c) 기관사 호출장치
         (d) 선교, 집중제어실, 기관제어장소, 기관사 거주구역간의 주전원 상실시에도 사용 가능한 통화장치
   (3) 선내 신호장치
      (가) 총비상 경보장치
      (나) 화재 경보장치
      (다) CO_2 방출 경보장치
   (4) 조타장치용 제어장치 및 타각지시기
   (5) 국제협약에서 요구하는 항해장치
   (6) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 선내통신, 신호 및 항해장치

1105. 총비상 경보장치용 회로 【규칙 참조】

총비상 경보장치용 급전회로를 과전류로부터 보호하기 위해 차단기를 설치할 경우에는 “항상 ‘ON’ 상태를 유지하여야 한다”는 내용의 안내문을 부착하여야 한다. 다만, 퓨즈로 보호되는 경우에는 안내문을 부착할 필요가 없다.

1106. 선내 방송장치 【규칙 참조】

1. 갑판하부통로, 선수창고(bosun's locker), 병원 및 펌프실과 같은 구역에서 선내 방송장치는 요구되지 않는다.
2. 개별 확성기가 국부 묵음(local silencing)을 위한 장치를 가지는 경우, 선교를 포함하는 제어실로부터의 오버라이드 장치가 준비되어 있어야 한다.
3. 규칙 1106.의 6항 (1)호를 적용함에 있어서, 선실/거실의 음압 레벨은 요구 수준에 도달하는지를 해상 시운전시 확인하여야 한다.
4. 규칙 1106.의 7항을 적용함에 있어서, 단일 고장의 영향을 최소화하는 방법은 다음의 경우와 같다.
   (1) 복수의 증폭기를 사용할 것.
   (2) 공용실, 통로, 계단 및 제어실에는 각각의 증폭기로부터 분리된 케이블 루트를 가질 것
   (3) 전자음 신호를 발생시키기 위해 2개 이상의 장치를 사용할 것.
   (4) 개별 확성기를 단락에 대해 전기적으로 보호할 것.

제 12 절 반도체 전력변환장치 *(2021)*

1204. 정류기

1. **일반사항** **규칙** 1204.의 7항 (1)호를 적용함에 있어서 "우리 선급이 인정할 경우"라 함은 형식승인, 시험 성적서 확인 등을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **온도시험** **규칙** 1204.의 7항 (2)호에 규정하는 정류기의 온도시험에 있어서 **규칙** 1204.의 4항에 적합 여부의 확인은 정류소자의 냉각핀, 케이스, 냉매 등의 온도 상승계측에 의해도 좋다. 다만, 냉각핀, 케이스, 냉매 등의 온도상승한도가 그 한도 이내에 있다면 접합부의 온도가 최고허용온도를 초과할 염려가 없는 것으로서 미리 지정된 것으로 한다. **【규칙 참조】**
3. **동작시험** **규칙** 1204.의 7항 (3)호를 적용함에 있어서 보호장치의 동작시험으로는 냉각 송풍기와 전원스위치 간에 인터록의 확인시험 등을 말하고, 정류소자의 보호퓨즈시험 등 파괴시험에 관한 것은 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**

제 13 절 축전지

1301. 일반사항 【규칙 참조】

1. 외국의 제조자가 제조한 축전지의 경우에는 그 나라에서 정하는 표준에 적합하고 선박용으로도 적합하다고 인정되는 것을 사용하여야 한다.
2. 축전지는 사용 용도별로 적절한 방전 시간률을 갖는 것이어야 한다.
3. 알카리 축전지를 사용할 경우는 그때마다 구조, 성능, 설치방법 등에 대한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 얻어야 한다.

1303. 설치장소 【규칙 참조】

1. **규칙** 1303.의 4항을 적용함에 있어서는 다음에 따른다.
   (1) "용량이 큰 축전지" 라 함은, 2 kW 이상의 출력을 갖는 충전설비에 접속하는 축전지를 말한다. 또한 충전설비의 출력이라 함은 정류기의 정격전류와 축전지군의 공칭 전압을 곱한 것으로 한다.
   (2) 0.2 kW에서 2 kW까지의 출력을 갖는 충전설비와 접속하는 축전지는 축전지실 또는 상갑판 이상의 장소에 설치된 상자에 설치할 수 있다. 이러한 장소에 축전지를 설치할 수 없는 경우에는 다음의 요건 중 어느 하나에 적합하여야 한다.
      (가) 적절한 장소에 설치한 격납상자 또는 로커에 설치하여야 한다.
      (나) 기계실내에 개방한 그대로 설치하여야 한다.
      (다) 통풍이 잘 되는 일정구역에 설치하여야 한다.
   (3) 0.2 kW 이하의 출력을 갖는 충전설비와 접속하는 축전지는 적절한 장소에 개방한 그대로 설치하거나 축전지 상자에 설치할 수 있다.
   (4) 여기서 충전설비의 출력은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. *(2019)*

$$P = U \times I \qquad (W)$$

$P(W)$: 충전설비 출력
$U(V)$: 축전지 정격전압
$I(A)$: 충전전류

2. **규칙** 1303.의 4항을 적용함에 있어서 밸브조절형 밀폐식 축전지는 다음과 같은 조건을 만족한다면 일반용 전기기기와 함께 설치할 수 있다.
   (1) 정상 운전상태에서 아크, 스파크 또는 고온을 발생시킬 수 있는 장치는 축전지의 벤트 또는 압력도출밸브 출구에 근접하여 설치하면 아니 된다.
   (2) 충전설비는 과도한 가스(제조자의 설계치 초과)의 방출을 방지하기 위하여 과전압 보호와 같은 독립적인 수단을 갖추어야 한다.
   (3) 급속 충전 설비가 설치된 경우, 축전지가 설치된 구획의 환기 장치가 고장이 날 때 자동적으로 충전을 차단할 수

있어야 한다.

1304. 축전지실의 전기장치 【규칙 참조】

납축전지 및 알칼리축전지용 축전지실에 설치되는 방폭형 전기기기의 방폭 등급은 **지침 201.**의 1항 (2)호 (나) (b)에서 명시하는 등급 이상이어야 한다.

1305. 방식보호 【규칙 참조】

규칙 1305.의 (3)호를 적용함에 있어서 축전지실 바닥 전면과 주위벽 최소 150 mm 높이까지 납판을 깔고 수밀을 유지할 경우에는 예외로 할 수 있다.

1306. 환기 【규칙 참조】

1. 벤트형 축전지가 설치된 축전지실의 배기장치의 능력은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 밸브조절형 밀폐식 축전지가 설치된 구획의 환기율은 다음 식에 의해 정의된 배기량의 25 %까지 감소시킬 수 있다. *(2018)*

$$Q = 110 \times I \times n \qquad (\mathrm{l/h})$$

Q : 배기량
I *(A)* : 가스가 발생될 때의 최대 충전전류 (단, 전체 충전기간 동안 발생되는 최대 충전 전류의 25 %이상이어야 한다.)
n : 직렬 연결된 셀의 수

2. 통풍 덕트의 최소 단면적은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. *(2019)*

$$A = 5.6/1000 \times Q \qquad (Cm^2)$$

공기속도 : 0.5(m/s)로 가정

3. 2 kW 이상의 출력을 갖춘 충전설비에 접속하는 축전지를 설치하는 구역의 배기장치는 기계식으로 할 것을 권장한다.

제 15 절 고전압 전기설비

1501. 일반사항 【규칙 참조】

1. 고전압 전기설비의 공급전압 및 주파수는 다음을 표준으로 한다.

공칭전압(kV)	상용주파수(Hz)
3(3.3)	50 또는 60
6(6.6)	50 또는 60
10(11)	50 또는 60
15	50 또는 60

1502. 시스템 설계 【규칙 참조】

1. **고전압 전기설비의 적용규격** 다음의 고전압 전기설비는 관련 국제전기표준규격(IEC) 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것이어야 한다.
   (가) 차단기 : IEC 62271-100
   (나) 스위치 : IEC 60265
   (다) 퓨 즈 : IEC 60282
   (라) 접촉기 : IEC 60470
   (마) 계기용 변류기 : IEC 60044
   (바) 계기용 변압기 : IEC 60044
   (사) 계전기 : IEC 60255
   (아) 회전기계 : IEC 60529 및 IEC 60034-5

2. **규칙 1502.**의 2항 (2)호 및 (3)호를 적용함에 있어서 기관구역에 설치된 설비는 취급자격이 있는 인원만 접근할 수 있는 것으로 간주하며 기관구역 이외에 설치된 설비의 경우 책임사관이 통상 잠금장치를 이용하여 관리하면 취급자격이 있는 인원만 접근할 수 있는 것으로 간주한다.
3. **규칙 1502.**의 3항 (1)호를 적용함에 있어서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우"라 함은 IEC 62271-1의 4.2항에 따라 충분한 절연 성능이 확인된 경우를 말한다.

1505. 케이블 【규칙 참조】

1. **적용** **규칙 1505.**를 적용함에 있어 IEC 60183을 참조할 수 있다.

1506. 개폐장치 및 제어장치 【규칙 참조】

1. **규칙 1506.**의 4항을 적용함에 있어, 내전압 시험방법은 IEC 62271-200 또는 이와 동등 이상의 규격에 따라야 하며, 개폐장치 및 제어장치가 내부아크를 견딜 수 있음을 증명하는 자료(예를 들면, IEC 62271-200의 부록 A에 적합한 시험)를 정보 제공용으로 우리 선급에 제출하여야 한다.

1507. 설치 【규칙 참조】

규칙 1507.의 1항 (3)호의 안전하고 유효하게 배출할 수 있는 설비라 함은 다음의 것을 말한다.
(1) Pressure Release Flap을 설치할 것.
(2) 아크가스를 배출하기에 충분한 단면적을 갖는 덕트를 설치할 것.
(3) 아크가스 배출구 주위에는 가연성 물질이나 다른 전기기기가 없을 것.

제 16 절 전기추진설비

1604. 제어장치 【규칙 참조】

1. **규칙** 1604.의 4항 (7)호를 적용함에 있어서 “기기”라 함은 전기추진용 설비에 직접 사용되는 변압기를 말한다.
2. **전기추진선박의 원격제어장치**
   (1) 추진용 전동기의 원격제어장소에는 **지침 2장** 202.의 2항 (1)호에 나타낸 경보장치에 추가하여 다음의 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.
   (가) 급전회로의 절연저항 저하
   (나) 반도체 전력변환장치의 냉각통풍기 이상정지
   (다) 반도체 전력변환장치의 냉각수 압력저하(온도상승 혹은 냉각수 펌프의 정지)
   (라) 반도체 전력변환장치의 반도체 보호장치의 작동
   (2) (1)호의 가시경보는 이상상태의 종별, 대상기기의 식별이 가능할 것. 다만, 선교 및 선교 이외의 장소에서 원격제어를 행하는 선박에 있어서 선교에 설치된 가시경보에 대해서는 이에 따르지 않는다. 또한 기관실에서 다른 계기류에 의해 용이하게 식별할 수 있는 경우에는 이에 따르지 않는다.

제 18 절 예비품 및 일반비품

1801. 예비품 【규칙 참조】

1. 예비품의 종류 및 수량과 관련하여, 이 절의 요건은 일반적인 지침을 제공하기 위한 것이며 선급등록을 위한 강제사항은 아니다. 설계, 제조자의 권고사항, 선주와의 협의사항, 사용실적 및 보수정비의 방법 등을 참작하여 이절에 규정된 예비품의 종류 및 수량을 증감할 수 있다. *(2017)*
2. 2대 이상의 조타용 전동기 또는 전동발전기를 비치하는 전동 또는 전동유압 조타장치에는 **규칙** 1801.의 1항 (4)호에 규정하는 예비의 전기자 또는 고정자를 생략할 수 있다.
3. **규칙** 1801.의 1항 (4)호의 규정은 원격조타 제어용 전동기에는 적용하지 아니한다. ⚓

제 2 장 제어설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 적용 【규칙 참조】

(1) **규칙** 101.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서, 전기추진선박의 추진용 발전장치(원동기 포함)에 대한 제어설비는 **규칙** 204. **발전장치의 제어설비**의 규정을 적용한다.

제 2 절 시스템 및 제어

201. 시스템 설계

1. **규칙** 201.의 4항 (7)호를 적용함에 있어서 "우리 선급이 적당하다고 인정하는 다른 방법"이라 함은 **규칙 1편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* 【규칙 참조】

202. 주기관 또는 가변피치프로펠러의 자동제어 및 원격제어 【규칙 참조】

1. 일반사항

주추진기의 기계측 제어장치의 제어핸들을 주제어장소에 이동 설치한 것은 다음의 경우를 제외하고 **규칙** 202.의 규정을 적용하지 아니한다.

(1) 주제어장소가 주추진기가 설치된 구역 외에 설치되어 있는 경우

(2) 주제어장소가 주추진기가 설치된 구역 내에 있으나 주위가 폐위되어 있는 경우

2. 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치

(1) 주추진기의 원격제어 장소에는 다음의 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.

(가) 윤활유 압력의 저하

(나) 냉각수 압력의 저하(혹은 온도상승, 냉각펌프의 정지 등)

(다) 원격제어용 유압 혹은 공기압의 저하 또는 전원의 상실

(라) 비상정지장치의 시동

(2) (1)호의 가시경보는 이상 상태의 종별, 대상기기의 식별이 가능할 것. 다만, 선교 및 선교 이외의 장소에서 원격제어를 행하는 선박에 있어서 선교에 설치된 가시경보에 대해서는 이에 따르지 않는다. 또한 기관실에서 다른 계기류에 의해 용이하게 식별할 수 있는 경우에는 이에 따르지 않는다.

(3) 증기터빈 주기관의 원격제어장치는 후진조작시 후진 중간밸브를 자동적으로 열수 있는 장치를 설치하여야 한다.

(4) 1항 (2)호에 해당하는 제어장치가 설치되어 있는 경우에는 주기관의 기계측 제어장치를 생략할 수 있다. 다만, 이 제어장치가 주제어장소에 설치되어 있는 경우는 별도로 비상용의 기계측 제어장치를 설치할 것을 권장한다.

(5) 주기관의 원격제어장치의 고장으로 원격제어장치의 동력원(전원, 공기압 및 유압)이 상실된 경우를 가정하여 고장시의 대책을 강구하여야 한다.

(6) 주추진기의 원격제어장치에 의한 주기관의 시동과 시동용 공기압력저하 경보와의 관계는 다음에 따른다.

(가) **규칙 5편 6장** 1101.의 1항에 표시한 시동회수를 만족한 이후에 압력저하경보가 작동한 경우는, 이 이후의 시동은 주제어장소에서 할 수 있으면 된다.

(나) **규칙 5편 6장** 1101.의 1항에 표시한 시동회수를 만족하기 이전에 압력저하경보가 작동하는 경우는, 이 이후의 시동은 계속적으로 원격제어 장소로부터 가능하여야 하며 소정의 회수를 만족하여야 한다.

3. 선교제어장치

(1) 선교제어장치의 조작핸들(또는 버튼)은 엔진텔레그라프와 연동하는 것을 권장한다.

(2) **규칙** 202.의 3항 (3)호를 적용함에 있어 단시간에 기관 및/또는 추진장치 전체의 고장을 초래할 수 있는 경우는 다음과 같다.

(가) 모든 디젤기관

(a) 과속도

(b) 윤활계통의 고장

(c) 크랭크실의 폭발 조건

(나) 모든 증기터빈
(a) 윤활계통의 고장
(b) 과속도
(c) 보조터빈의 역압
(다) 모든 보일러
(a) 화염소실
(b) 화염스캐너의 고장
(c) 저수위
(d) 강제통풍압력 상실
(e) 제어동력 상실
(라) 모든 감속기어
감속기어 윤활유계통에 고장이 발생한 경우, 원동기의 긴급정지
(마) 발전기
발전기윤활유계통에 고장이 발생한 경우 원동기의 긴급정지. 다만, 강제윤활방식이 채용된 발전기에 적용한다.
(바) 전기추진설비
(a) 전기추진장치의 단락
(b) 전기추진 d.c 전동기의 과속도

4. 안전조치

주추진기의 원격제어 장치에는 다음의 경우에 시동조작이 되지 않도록 인터록을 설치하여야 한다.
(1) 터닝장치가 빠져 있지 않은 경우
(2) 주윤활유의 압력이 저하되어 있는 경우

203. 보일러의 자동제어 및 원격제어

1. 일반사항 **규칙 203.**의 1항 (3)호를 적용함에 있어서, “우리 선급이 적당하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 1편 1장 104.**에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

2. 자동연소제어장치

(1) **규칙 203.**의 2항 (2)호 (바)를 적용함에 있어서, “우리 선급이 적당하다고 인정하는 것"이라 함은 **규칙 1편 1장 104.**에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

(2) **규칙 203.**의 2항 (4)호를 적용함에 있어서, “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 1편 1장 104.**에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

제 3 절 시험 *(2017)*

301. 공장시험 【규칙 참조】

1. 형식승인

(1) **규칙 301.**의 1항에서 형식승인을 받아야 하는 자동화기기는 원칙적으로 다음과 같다.
(가) 경보 및 감시장치(alarm and monitoring systems)
(나) 주기관, 발전기, 보일러 및 중요보기 등의 제어장치(control systems)
(다) 컴퓨터기반시스템(computer based systems)
(라) 화재탐지장치(fire detection systems)
(마) 가스탐지장치(gas detection systems)
(바) 전자식 조속기(electronic governor systems)
(사) 속도 및 축마력 감지기(speed and shaft horsepower sensing equipment)
(아) 조절기(controller)
(자) 센서류(including Transmitters or Switches for flow, level, limit, pressure, temperature detection)
(차) 오일미스트 디텍터(oil mist detectors)
(카) 무정전전원장치(UPS)
(타) 전기, 전자식 표시기(indicators)
(파) 전기추진장치용 및 중요보기 용도의 전력변환장치(주파수변환장치 포함) *(2020)*
(하) 상기 (가) ~ (파)에 적용되는 광 센서 및 광 응용장치
(갸) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것

(2) **규칙 301.**의 1항에서 "우리 선급이 별도로 정하는 규정"이라 함은 **「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」 3장 23절**의 규정을 말한다.

2. 자동화시스템의 완성시험

(1) **규칙 301.**의 2항 (1)호 (다)를 적용함에 있어서, 시험전압을 가하는 것이 바람직하지 않은 회로(전자부품 혹은 PCB card 등)를 포함하는 시험품에 대해서는 해당 회로를 분리한 다음 시험을 행할 수 있다. 다만, 해당 회로를 분리하기 힘든 구조인 경우에는 형식승인 시험시의 성적서를 인정하여 절연저항 시험 및 내전압시험을 생략할 수 있다.

(2) **규칙 301.**의 2항을 적용함에 있어서, 형식승인 시 제어 논리(logic)가 간단하고 고장 메카니즘(mechanism)이 쉽게 이해된다고 우리 선급이 인정하는 경우 자동화시스템의 완성시험을 면제할 수 있다.

(3) **규칙 301.**의 2항 (1)호 (마)를 적용함에 있어서, "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험"이라 함은 **규칙 1편 1장 104.**에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)*

302. 선내시험 【규칙 참조】

(1) **규칙 302.**에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는" 제어장치가 고장 난 경우의 확인 중에는 원칙적으로 다음의 확인을 포함한다.
(가) **규칙 202.**의 2항에서 규정하는 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우, 회전수 및 추력 방향이 고장 전의 상태로 유지됨을 확인한다.
(나) **규칙 203.**에서 규정하는 보일러의 자동제어설비가 고장 난 경우, 연소가 정지되는 것을 확인한다.
(다) **규칙 205.**의 3항에서 규정하는 열매체유설비의 자동제어장치가 고장 난 경우, 연소가 정지되는 것을 확인한다.

(2) 제어장치의 고장상태라 함은 적어도 다음의 상태를 말한다.
(가) 제어장치 동력원의 정지
(나) 제어용 컴퓨터의 고장

303. 해상시험 【규칙 참조】

1. 주추진기 및 가변피치프로펠러

(1) **규칙 303.**의 1항에서 규정하는 시험에 있어서, 주기관 또는 가변피치프로펠러에 대하여는 선교제어장치에 의해 **규칙 9편 3장 206.**에 따라 시험을 행하는 것을 표준으로 한다.

(2) **규칙 303.**의 1항 (3)을 적용함에 있어서, "우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우"라 함은 **규칙 9편 3장 305.**의 2항 (3)에 해당되는 경우를 말한다. ⚓

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제6편 전기설비 및 제어시스템

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR

이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제7편 전용선박

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제7편 전용선박

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

규칙 제 7 편

전용선박

RA-07A-K

한 국 선 급

제 7 편 “전용선박”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 유조선

제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치

- 1002. 3을 개정함.
- 1002. 4항 (7)호 및 (8)호를 신설함.
- 1009. 를 신설함.

제 3 장 산적화물선

제 1 절 일반사항

- 101. 2를 개정함.

제 4 장 컨테이너선

제 1 절 일반사항

- 101. 6을 개정함.

차 례

제 1 장 유조선 ····· **1**
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비 ····· 3
제 3 절 화물구역의 종늑골 및 종갑판보 ····· 4
제 4 절 화물구역의 종거더, 트랜스버스 및 크로스타이 ····· 6
제 5 절 화물구역의 격벽 ····· 17
제 6 절 현측탱크의 상대변형 ····· 25
제 7 절 용접 ····· 26
제 8 절 중심선에만 종격벽을 갖는 유조선에 대한 보완 ····· 27
제 9 절 선수부 현측탱크에 대한 특별규정 ····· 28
제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치 ····· 30
제 11 절 유조선의 전기설비 ····· 36

제 2 장 광석운반선 ····· **41**
제 1 절 일반사항 ····· 41
제 2 절 이중저구조 ····· 41
제 3 절 현측탱크 또는 보이드 구역 ····· 43
제 4 절 광석창내 횡격벽 및 스툴 ····· 54
제 5 절 현측탱크의 상대변형 ····· 55
제 6 절 갑판 및 기타구조 ····· 56
제 7 절 광석운반선 겸 유조선 ····· 56

제 3 장 산적화물선 ····· **57**
제 1 절 일반사항 ····· 57
제 2 절 조화 선급부호 및 설계하중조건 ····· 59
제 3 절 이중저구조 ····· 62
제 4 절 호퍼탱크 ····· 70
제 5 절 톱사이드 탱크 ····· 72
제 6 절 횡격벽 및 스툴 ····· 75
제 7 절 선창내 늑골 ····· 77
제 8 절 갑판 및 외판 ····· 80
제 9 절 화물창의 창구덮개 및 창구코밍 ····· 80
제 10 절 산적화물선에 대한 침수상태에서의 종강도 ····· 90
제 11 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선에 대한 화물창의 허용적재하중 ····· 91
제 12 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선의 파형 횡수밀격벽에 대한 구조치수 ····· 95
제 13 절 산적화물선, 광석운반선 및 겸용운반선에 대한 선수루의 설치 ····· 107
제 14 절 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수펌핑장치 ····· 108
제 15 절 화물창에 액체를 적재하는 경우에 대한 추가규정 ····· 109
제 16 절 석탄운반선의 전기설비 ····· 109
제 17 절 단일 선측구조 산적화물선 및 OBO 운반선의 늑골 및 브래킷의 강재 교체 기준 ····· 110
제 18 절 창구덮개의 고박장치 ····· 117

제 4 장 컨테이너선 ····· **119**
제 1 절 일반사항 ····· 119
제 2 절 종강도 ····· 119
제 3 절 이중저구조 ····· 132
제 4 절 이중선측구조 ····· 136
제 5 절 횡격벽 ····· 140
제 6 절 갑판구조 ····· 141
제 7 절 물결막이(breakwater) ····· 141
제 8 절 예인보강구역(tug pushing area) ····· 142
제 9 절 플레어가 큰 위치의 강도(strength at large flare location) ····· 143
제 10 절 컨테이너 고박설비 ····· 143
제 11 절 용접 ····· 144

제 5 장 액화가스 산적운반선 ····· **145**

제 6 장 위험화학품 산적운반선 ····· **145**

제 7 장 카페리선 및 로로선 ····· **147**
제 1 절 일반사항 ····· 147
제 2 절 종강도 ····· 147
제 3 절 갑판 ····· 147
제 4 절 자동차운반선의 전기설비 ····· 148

제 8 장 해상보급선 등 ····· **149**
제 1 절 일반사항 ····· 149
제 2 절 종강도 ····· 149
제 3 절 외판 ····· 149
제 4 절 갑판 ····· 149
제 5 절 늑골 ····· 150
제 6 절 선루 및 갑판실 ····· 150
제 7 절 수밀격벽문 ····· 150
제 8 절 기관 배기구 ····· 150

제 9 장 예인선 ····· **151**
제 1 절 일반사항 ····· 151
제 2 절 종강도 ····· 151
제 3 절 단저구조 ····· 151
제 4 절 팬팅부 및 선수선저보강부 ····· 151
제 5 절 기관실 위벽 ····· 151
제 6 절 예인장치 ····· 152
제 7 절 선측 방현재 ····· 152
제 8 절 예인 윈치의 비상풀림장치 ····· 152

제 10 장 이중선체 유조선 ····· **155**
제 1 절 일반사항 ····· 155
제 2 절 격벽판 ····· 157
제 3 절 종늑골 및 휨보강재 ····· 159
제 4 절 거더 ····· 161

제 5 절 구조상세 ····· 164
제 6 절 부식에 대한 특별요건 ····· 165
제 7 절 선수부 현측탱크에 대한 특별규정 ····· 165
제 8 절 중간갑판(mid deck)을 갖는 선박에 대한 규정 ····· 166
제 9 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정 ····· 167
제 10 절 용접 ····· 167

제 1 장 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 규정은 2006년 4월 1일 이후에 건조 계약되는 유조선으로서 **13편**(산적화물선 및 이중선체 유조선 공통구조 규칙) 및 **10장**(이중선체 유조선)의 적용 대상이 아닌 선박에 적용한다. 다만, **제10절**(유조선의 관장치 및 벤트장치) 및 **제11절**(유조선의 전기설비)의 규정은 **13편**(산적화물선 및 이중선체 유조선 공통구조 규칙) 및 **10장**(이중선체 유조선)의 적용 대상인 유조선에도 적용한다.
2. 유조선으로 등록하고자 하는 선박의 구조 및 의장에 대하여는 이 장의 규정에 따른다. 여기에서 유조선이란 원유, 37.8 ℃에서의 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만인 석유제품 또는 이와 유사한 액상 화물을 산적(散積)하여 운송하는 선박을 말한다.
3. 특별히 이 장에 규정되어 있지 않은 것에 대하여는 해당 각 편의 규정에 따른다.
4. 이 장의 규정은 선미에 기관을 배치한 1열 이상의 종통격벽을 갖는 1층 갑판선으로서 단저구조이고 종식구조인 선박에 대하여 규정한다.
5. 원유 및 석유정제품 이외에 37.8 ℃에서의 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만의 액상화물로서 독성, 부식성 등의 위험성이나 원유 및 석유정제품보다 높은 인화성을 가지지 않는 것을 산적하여 운송하는 선박의 구조, 배치 및 치수에 대하여는 그 화물의 성질에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
6. 다음의 요건은 각 요건에도 불구하고 해당 선적국의 요건에 따라 적용을 면제할 수 있다.
   (1) 103.의 5항
   (2) 107.
   (3) 204.

102. 격벽의 배치 【지침 참조】

화물유를 적재하는 곳에는 세로 또는 가로방향의 유밀격벽 및 제수격벽을 적절히 배치하여야 한다.

103. 코퍼댐 【지침 참조】

1. 화물유를 적재하는 곳의 전후부 양단 및 화물유를 적재하는 곳과 거주구역과의 사이에는 기밀로 하고 출입하기에 충분한 너비의 코퍼댐(cofferdam)을 설치하여야 한다. 다만, 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.
2. 전 항의 코퍼댐은 펌프실로 겸용하여도 좋다.
3. 얼리지(ullage)용 개구, 사이팅 포트(sighting ports) 및 탱크 청소용 개구는 둘러싸인 구획내로 설치하여서는 안된다.
4. 연료유 또는 평형수를 적재하는 장소는 우리 선급의 승인을 받은 경우 화물유를 적재하는 장소와의 사이에 설치하여야 할 코퍼댐을 겸용하여도 좋다.
5. 총톤수 500톤 이상으로서 인화점이 60℃ 이하인 기름을 적재하는 유조선의 구획의 배치 및 격리에 대하여는 **8편 2장** 401.의 규정에도 만족하여야 한다.

104. 기밀격벽 【지침 참조】

모든 화물유 펌프 및 관계통을 설치하는 곳과 난로, 보일러, 추진기관, **6편 1장 9절**의 규정에 의한 것 이외의 전기장치 또는 항상 발화의 원인을 수반하는 기계를 설치하는 곳과의 사이에는 기밀격벽을 설치하여 격리시켜야 한다. 다만, 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.

105. 통풍장치

1. 화물유 탱크에 인접한 장소에는 유효한 통풍장치를 설치하여야 하며 가스가 모일 우려가 있는 각 구조부에는 공기구멍을 뚫어야 한다.
2. 화물유 탱크 및 펌프실 내의 위험가스를 제거하기 위하여 인공통풍 또는 증기에 의한 유효한 환기장치를 설치하여야 한다.

3. 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에는 1004.에서 규정한 환기회수를 적절히 참작하여도 좋다.
4. 1항에서 규정한 화물유 탱크와 인접한 장소에 설치하는 통풍기의 구조 및 그 배기덕트의 보호스크린에 대하여는 1004.의 규정에 따른다.

106. 통풍용 개구

통풍용의 흡기 및 배기구는 발화원이 있는 둘러싸인 구역에 화물증기가 침입할 가능성 또는 발화 위험성이 있는 갑판기기의 근처에 화물증기가 집적될 가능성을 최소로 할 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 특히 기관구역의 통풍용 개구는 화물구역으로부터 가능한 한 후방에 설치하여야 한다.

107. 선루 및 갑판실의 개구

선루 및 갑판실의 개구는 화물증기가 집적할 가능성을 최소로 할 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 또한 선미 하역용의 화물관을 배치하는 경우의 선루 및 갑판실의 개구는 충분히 고려하여 배치하여야 한다. 선미루 전단격벽 및 이와 유사한 장소에 설치하는 현창은 고정식으로 하여야 한다. 특히 총톤수 500톤 이상으로서 인화점이 60℃ 이하인 기름을 적재하는 유조선의 개구는 **8편 2장** 402.에도 만족하여야 한다.

108. 화물유 탱크의 구조부재의 두께

화물유를 적재하는 곳의 구조부재의 두께는 다음의 각호에 따른다.

(1) 외판의 두께는 **3편 4장** 302., 304., 305. 및 404.의 식 중 1.5 대신에 2.0으로 하여 계산한 것 이상이어야 한다.
(2) 건현갑판의 강갑판의 두께는 **3편 5장** 301.의 식 중 1.5 대신에 2.0으로 하여 계산한 것 이상이어야 한다.
(3) 단면계수만으로 치수가 규정되는 늑골, 보 또는 휨보강재 등의 조립재, 특수형강 또는 플랜지판을 사용할 경우 웨브의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 강도상 또는 기타의 이유로서 특히 웨브를 깊게 할 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.015k_0d_0 + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm)
k_0 : 다음 식에 따르며 이 경우 f_B 및 f_D 는 1.0 이상이어야 한다.

용골상면상 $0.25D$ 이하의 선저부의 종통재 : $k_0 = \sqrt{\frac{1}{4}\left(3f_B + \frac{1}{K}\right)}$

갑판하면하 $0.25D$ 이내의 갑판부의 종통재 : $k_0 = \sqrt{\frac{1}{4}\left(3f_D + \frac{1}{K}\right)}$

기타의 부재 : $k_0 = \sqrt{\frac{1}{4}\left(3 + \frac{1}{K}\right)}$

(4) 각종의 세로, 가로, 수직, 수평거더, 크로스타이와 이들에 붙는 단부 브래킷 및 각종 격벽판은 그 두께를 선박의 길이에 따라 **표 7.1.1**에 정하는 것 이상이어야 한다.
(5) 종거더, 트랜스버스 및 격벽의 보강거더에 설치하는 평강 휨보강재 및 트리핑브래킷 등의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 이들이 붙는 거더 웨브의 두께를 넘을 필요는 없다.

$$t = 0.5\sqrt{L} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

(6) 모든 구조부재의 두께는 어떠한 경우에도 7 mm 미만이어서는 안된다.

표 7.1.1 최소두께

선박의 길이 (m)	두께 (mm)
$L < 105$	8.0
$105 \le L < 120$	8.5
$120 \le L < 135$	9.0
$135 \le L < 150$	9.5
$150 \le L < 165$	10.0
$165 \le L < 180$	10.5
$180 \le L < 195$	11.0
$195 \le L < 225$	11.5
$225 \le L < 275$	12.0
$275 \le L < 325$	12.5
$325 \le L < 375$	13.0
$375 \le L$	13.5

109. 직접강도계산 【지침 참조】

우리 선급의 승인을 받은 경우에는 **3편 1장 206.**에서 정하는 직접강도계산에 의하여 각 부재의 치수를 정할 수 있다.

110. 복원성 적하지침기기(Stability Instrument) 【지침 참조】

1. **해양오염방지협약**(MARPOL) Annex I 적용대상의 선박은 손상 및 비손상 복원성 요건을 만족 시키고 있음을 검증 가능케 하는 복원성 적하지침기기(stability instrument)를 설치하여야 하며, 그러한 기기는 기구가 권고한 성능 기준을 고려하여 우리 선급이 승인한 것이어야 한다;
   (1) 2016년 1월 1일 전에 건조된 선박은 2016년 1월 1일 이후의 첫 계획된 정기검사 시까지, 그러나 늦어도 2021년 1월 1일 전에 이 요건을 충족하여야 한다.
   (2) 상기 (1)의 요건에도 불구하고 2016년 1월 1일 전에 건조된 선박에 설치된 복원성 적하지침기기는 손상 및 비손상 복원성 요건에 적합하고 우리 선급이 인정하는 경우, 교체할 필요가 없다.
   (3) 우리 선급이 인정하는 경우, 이 항의 요건을 면제할 수 있으며 이러한 면제는 IOPP form B에 명기되어야 한다.
2. 다만, 1항 적용 대상 선박이 아닌 경우, 해당 선적국의 요건에 적합하여야 한다.

제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비

201. 특히 큰 건현을 갖는 선박 【지침 참조】

특히 큰 건현을 갖는 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 이 규정을 적절히 참작할 수 있다.

202. 화물유 탱크에 설치하는 창구 *(2018)* 【지침 참조】

1. 창구 코밍의 두께는 10 mm 이상으로 하여야 한다. 높이가 760 mm 를 넘고 길이가 1.25 m 를 넘는 측 코밍 또는 단부 코밍에는 수직 휨보강재를 붙이고 그 코밍의 상단을 적절히 보강하여야 한다.
2. 창구 덮개판은 강 또는 기타의 승인된 재료를 사용하여 제작하고 강재인 경우의 구조는 다음 각호에 따른다. 강 이외의 재료를 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
   (1) 덮개판의 두께는 12 mm 이상이어야 한다.
   (2) 창구의 면적이 1 m^2 를 넘고 2.5 m^2 를 넘지 않는 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 100 mm 의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다. 다만, 덮개판의 두께가 15 mm 이상인 경우에는 보강할 필요가 없다.
   (3) 창구의 면적이 2.5 m^2 를 넘는 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 125 mm 의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다.
   (4) 창구 코밍에는 원형창구인 경우에는 457 mm 이하의 간격으로, 사각형 창구인 경우에는 각 귀퉁이로부터 230 mm

이내의 곳 및 그곳으로부터 380 mm 이하의 간격으로 배치한 고정장치를 설치하든가 또는 이와 등등한 효력의 장치를 설치하여 덮개판을 유밀로 잠글 수 있는 구조로 하여야 한다.

203. 기타의 창구 *(2021)*

화물유 탱크, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 기타의 탱크 이외의 장소의 창구로서 건현갑판, 선수루갑판 및 팽창트렁크 정부의 노출부에 설치하는 것에는 **4편 2장 3절**의 규정에 의한 치수의 강제 풍우밀 덮개를 설치하여야 한다.

204. 상설보행로 및 통로 【지침 참조】

1. 선교루 또는 중앙갑판실과 선미루 또는 선미갑판실과의 사이에는 선루갑판의 높이에 **4편 4장 503.**의 규정에 의한 상설보행로를 설치하든가 또는 이와 동등이상 효력의 설비(예 : 갑판하 통로)를 설치하여야 한다. 상기 이외의 장소 및 선교루 또는 중앙갑판실을 갖지 않는 선박에 있어서 선박의 필요한 작업에 사용되는 모든 장소 상호간에 선원의 왕래를 보호하기 위한 설비는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
2. 분리된 선원 거주구역의 사이 및 선원 거주구역과 기관구역과의 사이에는 상설보행로로부터 안전하고 충분한 통로를 설치하여야 한다.

205. 방수설비

1. 불워크를 갖는 선박은 건현갑판의 노출부 길이의 반 이상에 걸쳐 보호난간을 설치하든가 또는 기타 유효한 방수설비를 갖추어야 한다. 현측후판의 상단은 가능한 한 낮게 하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 선루가 트렁크에 의하여 연락되는 경우에는 그 부분의 건현갑판의 노출부의 전 길이에 걸쳐 보호난간을 설치하여야 한다.

제 3 절 화물구역의 종늑골 및 종갑판보

301. 일반

전용 평형수탱크 또는 보이드 구역(void space) 및 펌프실을 포함하여 화물유를 적재하는 곳에 설치하는 종늑골 및 종갑판보에 대하여는 이 규정에 따른다.

302. 치수 【지침 참조】

1. 선저종늑골 및 만곡부를 포함하는 선측종늑골의 단면계수 Z는 **표 7.1.2**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 종갑판보의 단면계수는 **3편 10장 303.**의 규정에 따라 계산한 값의 1.1배 이상으로 하여야 한다.
3. 전 각 항의 규정에 관계없이 종늑골 및 종갑판보의 단면계수는 창구 정부까지의 거리를 h로 하여 디프탱크 격벽의 횡보강재로 간주하여 정한 것 미만으로 하여서는 안된다.
4. 종갑판보 및 현측후판에 고착되는 선측 종늑골은 선박의 중앙부에서는 가능한 한 세장비가 60을 넘지 않는 치수로 하여야 한다. 다만, 소형선박에서는 적절히 참작하여도 좋다.
5. 종갑판보 및 종늑골에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않는 것이어야 한다.
6. 종갑판보 및 종늑골의 면재의 전 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.2\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 종갑판보 및 종늑골의 웨브의 깊이(mm)

l : 트랜스버스의 간격(m)

표 7.1.2 선저 및 선측 종늑골의 단면계수

위치	단면계수 (cm^3)	
	선저종늑골	만곡부를 포함하는 선측종늑골
선박의 중앙부 및 선수단에서 $0.15L$ 과 선수격벽사이	$Z = 110 C_1 C_2 K S h l^2$	$Z = 110 C_1 C_2 K S h l^2$ $Z_{min} = 3.2 K \sqrt{L} S l^2$
선수미부	$Z = 93.5 C_1 C_2 K S h l^2$	$Z = 93.5 C_1 C_2 K S h l^2$ $Z_{min} = 2.72 K \sqrt{L} S l^2$

l : 트랜스버스의 간격(m)
S : 늑골의 간격(m)
h : 해당 늑골로부터 용골상면상 h' 까지의 거리 (m)
C_1, h' 및 C_2 : 다음 표에 따른다.

	C_1	h' (m)	C_2
선저종늑골	$\frac{1}{24 - 15.0 f_B K}$	$h' = d + 0.026L'$	$L \le 230$ m 일 때 : 1.0 $L > 400$ m 일 때 : 1.07 L 이 중간에 있을 때는 보간법에 의한다.
만곡부를 포함하는 선측종늑골	$\frac{1}{24 - \alpha K}$	$h' = d + 0.038L'$	

L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.
α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만, β 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.0 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right) \quad y \ge y_B \text{ 일 때,} \qquad \alpha_2 = 15.0 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \quad y < y_B \text{ 일 때}$$

β : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$
a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$ 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.
y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평중성축까지의 수직거리 (m).
Y' : 3편 3장 203. (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것.
y : 용골상면으로부터 해당늑골까지의 수직거리 (m).

303. 고착 【지침 참조】

종늑골 및 종갑판보는 연속구조로 하든가 또는 이들의 끝에서는 유효한 단면적을 갖도록 하고 굽힘에 대한 저항이 충분하도록 고착하여야 한다.

제 4 절 화물구역의 종거더, 트랜스버스 및 크로스타이

401. 일반 【지침 참조】

1. 이 절의 규정은 횡격벽 사이 또는 횡격벽에서 제수격벽까지의 사이에 2조부터 5조까지의 트랜스버스가 대략 같은 간격으로 배치된 구조에 대하여 규정한 것이다.
2. 동일 평면내에 있는 거더는 그 강도 및 강성의 급격한 변화를 피하고, 거더의 단부에는 적절한 크기의 브래킷을 설치하고 충분한 둥금새를 주어야 한다.
3. 거더의 깊이는 늑골, 보 및 횡보강재의 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 이상으로 하여야 한다.
4. 거더를 구성하는 면재의 두께 t 는 웨브의 두께 이상으로 하고 그 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l} \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 거더의 깊이(mm). 밸런스 거더의 경우에는 판면으로부터 면재까지의 깊이(mm).

l : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 다만, 유효한 트리핑 브래킷이 있을 때에는 이것을 지지점으로 간주하여도 좋다.

5. 401.부터 406.부터의 규정은 펌프실 및 중앙부의 전용 평형수탱크 또는 보이드 구역에도 준용한다.

402. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박의 중앙탱크 또는 내측탱크에 설치하는 종거더 및 트랜스버스 【지침 참조】

1. 선저트랜스버스 및 선저종거더

(1) 선저트랜스버스의 깊이, 웨브의 두께 및 단면계수와 종격벽 사이의 중앙에 설치하는 선저종거더의 웨브의 두께 및 단면계수는 각각 표 7.1.3의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 7.1.3 선저트랜스버스 및 선저종거더의 치수

	깊이(m)	웨브두께(mm)	단면계수(cm^3)
선저트랜스버스	$d = C_0 l_0$	종격벽에 고착하는 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 두께 $t = \left(C_1 - 87\frac{b}{l_0}\right)\frac{KQ}{d_0' - a} + 2.5$	$Z = C_2 K k^2 Q l_0$
선저종거더	-	$t = C_3 \frac{\eta KQ}{d_1} + 2.5$	$Z = C_4 K k Q l_1$

Q = $\alpha S h_1 l_0$

α : L 이 230 m 이하일 때 ----- 1.0
L 이 400 m 를 넘을 때 ----- 1.2
L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

h_1 : 다음 식에 의한 값.
$d + 0.026L'$ (m)

L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.

S : 트랜스버스의 간격 (m).

l_0 : 트랜스버스의 전 길이(m)로서, B_0 또는 $(B_0 - d_3)$ 을 사용한다. d_3 는 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스의 깊이 (m).

b : 트랜스버스와 종격벽을 고착하는 브래킷의 수평암의 길이 (m). (**그림 7.1.1** 참조)

d_0' : 위의 브래킷의 안쪽 끝에 있어서 트랜스버스의 깊이(mm). (**그림 7.1.1** 참조)

a : 슬롯의 깊이 (mm). 다만, 브래킷 안쪽 끝부근의 슬롯에 칼라를 설치할 때에는 0으로 하여도 좋다.

d_1' : 단부 트랜스버스의 위치에 있어서 브래킷을 포함한 종거더의 깊이 (mm). (**그림 7.1.2** 참조)

l_1 : 종거더의 전 길이(m)로서 $(L_0 - d_2)$ 를 사용한다. d_2 는 횡격벽 수직거더의 깊이 (m). (**그림 7.1.2** 참조)

k : 브래킷에 의한 수정계수로서 다음 식에 의한 값.

$$k = 1 - \frac{0.65(b_1 + b_2)}{l}$$

b_1 및 b_2 : 종거더 및 트랜스버스의 각각의 양쪽 끝부분에 있어서 브래킷의 암의 길이 (m).

l : 종거더 및 트랜스버스의 전 길이(m)로서 l_0 또는 l_1

η : 다음 표에 따른다.

트랜스버스의 수	$\beta = \frac{S - d_2}{S}$	η
2조	$0 \le \beta < \frac{2}{3}$	$\eta = 2 - 1.5\beta$
	$\frac{2}{3} \le \beta$	$\eta = 1.0$
3조부터 5조까지	$0 \le \beta < 0.5$	$\eta = 1.6 - 1.2\beta$
	$0.5 \le \beta$	$\eta = 1.0$

d_0 및 t_0 : 각각 트랜스버스의 깊이(mm) 및 웨브의 두께(mm).

d_1 및 t_1 : 각각 종거더의 깊이(mm) 및 웨브의 두께(mm).

B_0 : 종격벽 사이의 거리(m).

L_0 : 횡격벽 사이의 거리(m).

C_0, C_1, C_2, C_3 및 C_4 : 계수로서 K_0 에 따라 각각 다음 표에 따른다

표 7.1.3 선저트랜스버스 및 선저종거더의 치수 (계속)

트랜스버스의 수	계수	$K_0 = \frac{d_0 t_0}{d_1 t_1} \times \frac{L_0}{B_0}$									
		$K_0 \le 0.2$	$0.2 < K_0 \le 0.3$	$0.3 < K_0 \le 0.4$	$0.4 < K_0 \le 0.5$	$0.5 < K_0 \le 0.6$	$0.6 < K_0 \le 0.7$	$0.7 < K_0 \le 0.8$	$0.8 < K_0 \le 1.0$	$1.0 < K_0 \le 1.2$	종거더를 설치하지 아니할때
2 조	C_0	0.090	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.135	0.160
	C_1	23.6	24.3	25.5	26.7	27.8	29.0	30.1	31.8	34.0	43.7
	C_2	1.44	1.47	1.54	1.63	1.77	1.94	2.12	2.43	2.87	5.69
	C_3	36.8	34.5	32.3	30.5	28.5	26.6	24.8	22.2	18.8	-
	C_4	8.08	7.65	7.04	6.51	6.25	5.73	5.21	4.09	4.17	-
3 조	C_0	0.090	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.135	0.160
	C_1	24.0	25.5	26.7	27.8	29.4	30.5	31.7	33.6	36.3	43.7
	C_2	1.47	1.54	1.63	1.79	1.96	2.19	2.43	2.84	3.41	5.69
	C_3	57.2	54.0	50.9	47.5	44.6	42.3	39.9	36.0	31.3	-
	C_4	10.42	9.65	8.97	8.34	7.67	7.06	6.51	5.73	4.69	-
4 조	C_0	0.090	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.135	0.160
	C_1	24.4	25.9	27.1	28.6	30.0	31.3	32.7	34.8	37.5	43.7
	C_2	1.47	1.54	1.70	1.87	2.03	2.28	2.52	3.01	3.73	5.69
	C_3	76.0	68.1	64.2	60.3	56.4	52.5	48.5	43.5	36.8	-
	C_4	10.69	9.65	8.86	8.08	7.34	6.80	5.99	5.27	4.17	-
5 조	C_0	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.135	0.145	0.160
	C_1	24.7	26.3	27.4	29.4	30.9	32.5	34.0	36.7	40.2	43.7
	C_2	1.54	1.63	1.79	2.03	2.28	2.52	2.83	3.50	4.46	5.69
	C_3	94.0	83.8	78.3	72.8	67.5	62.6	57.2	49.5	39.2	-
	C_4	15.64	13.56	12.50	11.46	10.16	9.12	8.08	6.78	4.69	-

(비 고)

1. 트랜스버스의 수가 4조 또는 5조로 횡격벽의 한쪽에만 강력한 수직거더가 설치되는 경우에는 계수 C_4 의 값을 적절히 증가시켜야 한다.
2. 중심선 선저종거더의 깊이가 특히 깊은 경우에는 계수 C_4 의 값을 적절히 참작하여도 좋다.

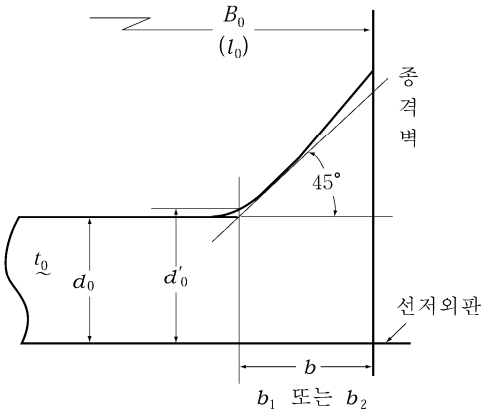


그림 7.1.1 b, d_0, d_0'의 측정방법

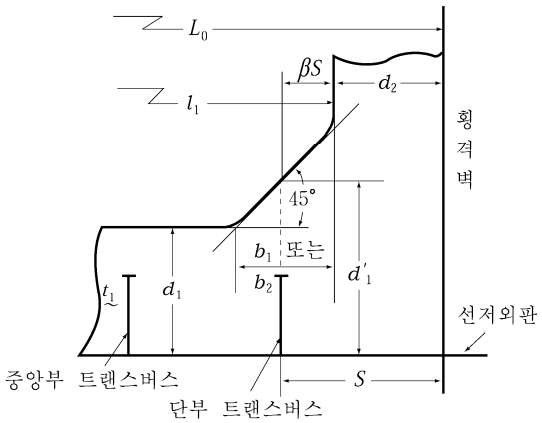


그림 7.1.2 d_0, d_1', d_2 및 S의 측정방법

(2) 종격벽 사이의 중앙에 설치하는 선저종거더와 종격벽과의 사이에 1조부터 2조까지의 단절 측거더를 설치하여 (3)호의 규정에 따라 선저종거더 및 트랜스버스의 치수를 경감한 것으로 할 경우에는 측거더의 웨브의 단면적 A 및 단면2차모멘트 I는 각각 다음 식에 의한 것 이상으로 하여야 한다.

$$A = \alpha_1 \frac{L_0}{B_0} d_0 t_0 \quad (\mathrm{cm}^2)$$

$$I = \alpha_2 \left(\frac{L_0}{B_0}\right)^3 I_0 \quad (\mathrm{cm}^4)$$

α_1 및 α_2 : 계수로서 측거더의 수에 따라 각각 표 7.1.4에 따른다.
I_0 : 선저트랜스버스의 단면2차모멘트(cm^4).
L_0, B_0, d_0 및 t_0 : 표 7.1.3에 따른다.

표 7.1.4 계수 α_1 및 α_2

측거더의 수	계수	
	α_1	α_2
1조	0.0085	0.67
2조	0.0045	0.42

(3) (2)호의 규정을 만족하는 단절 측거더를 설치하는 경우 선저종거더 및 트랜스버스의 소요치수는 (1)호에 있어서 각 식의 계수 C_0, C_1, C_2, C_3 및 C_4를, 2조의 트랜스버스를 배치할 때에는 각각 10 %, 3조의 트랜스버스를 배치할 때에는 각각 5 % 감소하여 계산하여도 좋다.

(4) 선체 중심선에 종격벽을 설치하지 아니하는 선박에는 입거시 선박이 용골반목 위에 놓여질 때에 충분한 강도를 유지하도록 중심선 거더를 설치하고 적절한 간격으로 브래킷을 붙여야 한다.

2. 갑판 종거더 및 트랜스버스

(1) 갑판트랜스버스의 깊이 d 및 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = C_0 l_0 \quad (\mathrm{m})$$

$$Z = CKk^2 \sqrt{L} S l_0^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

C_0 및 C : 계수로서 표 7.1.5에 의한 값.
d_0 및 t_0 : 각각 트랜스버스의 깊이(mm) 및 웨브의 두께(mm).
d_1 및 t_1 : 각각 종거더의 깊이(mm) 및 웨브의 두께(mm).
L_0, B_0, S 및 k : 표 7.1.3에 따른다.
l_0 : 트랜스버스의 전 길이(m)로서 B_0 또는 $(B_0 - d_3)$을 사용한다. d_3는 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스의 깊이(m).

(2) 종격벽 사이의 중앙에 설치하는 갑판거더는 (1)호의 규정과 관련하여 그 치수를 정하여도 무방하나 이 거더가 505.에서 규정하는 횡격벽의 강력한 수직거더와 링 구조를 이루는 경우에는 그 깊이 d는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = \frac{L_0 D}{9 B_0} \quad (\mathrm{m})$$

B_0 및 L_0 : 표 7.1.3에 따른다.

표7.1.5 계수 C_0 및 C

트랜스버스의 수	$K_0 = \frac{d_0 t_0}{d_1 t_1} \times \frac{L_0}{B_0}$	C_0	C
2조 및 3조	$K_0 \leq 0.5$	0.07	0.79
	$K_0 \geq 1.5$	0.10	1.82
4조	$K_0 \leq 0.4$	0.07	0.79
	$K_0 \geq 1.4$	0.10	1.82
5조	$K_0 \leq 0.3$	0.07	0.79
	$K_0 \geq 1.3$	0.10	1.82
(비 고) K_0 의 값이 표의 중간인 경우에는 보간법에 의한다.			

3. 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스는 현측탱크내의 종격벽 트랜스버스에 대한 403.의 2항 (2)호에 따라 정한 치수 이상이어야 한다.

403. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박의 현측탱크에 설치하는 종거더 및 트랜스버스 【지침 참조】

1. 선측트랜스버스

(1) 여기에서 사용하는 기호는 각각 다음에 따른다.

$$Q = \alpha S h l_0$$

α : L 이 230 m 이하일 때 : 1.0
L 이 400 m 를 넘을 때 : 1.2
L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

h : l_0 의 중앙으로부터 용골 상면상 H_2 의 점까지의 거리(m)

h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골 상면상 H_2 의 점까지의 거리(m)

$$H_2 = d + 0.038L' \quad (\mathrm{m})$$

L' : 선박의 길이(m). 다만, L 이 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다.

l_0 : 선측트랜스버스의 전 길이(m)로서 선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리. (그림 7.1.3 참조)

S : 트랜스버스의 간격(m)

S' : 크로스타이가 결합되는 부분에 있어서 트랜스버스의 웨브의 깊이 방향에 설치되는 휨보강재의 간격(m)

k : 표 7.1.3에 따른다.

b : 하단 브래킷의 암의 길이(m)(그림 7.1.3 참조)

b_s : 크로스타이가 지지하는 너비(m)(그림 7.1.3 참조)

d_0' : 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서 선측트랜스버스의 깊이(mm)(그림 7.1.3 참조)

a : 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 슬롯의 깊이(mm) 다만, 슬롯에 칼라를 설치할 때에는 0으로 하여도 좋다.

A : 크로스타이로부터 축력을 지지할 수 있는 유효한 단면적(cm^2)으로서 다음의 규정에 따른다.

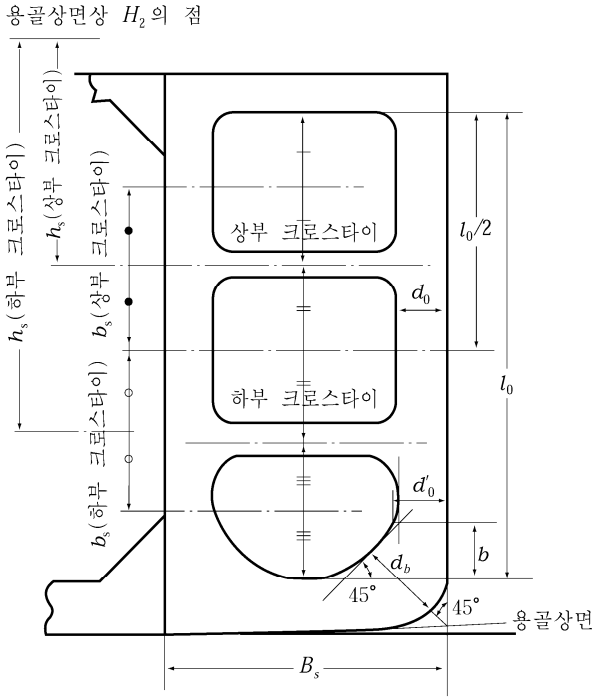


그림 7.1.3 l_0, d_0', b, b_s의 측정방법

(가) 크로스타이의 면재가 원호(圓弧) 또는 이와 유사한 모양으로 트랜스버스의 면재와 연속되어 있는 구조의 경우에는 그 원호 또는 이와 유사한 모양에 크로스타이의 방향과 45°를 이루는 접선의 접점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향의 휨보강재의 합계 단면적에 그 접점의 곳에 있어서 면재의 단면적의 50 %를 더한 것.(**그림 7.1.4** (a) 참조)

(나) 크로스타이의 면재와 트랜스버스의 면재가 원호와 직선으로 연속되어 있는 구조의 경우에는 해당 면재에 크로스타이의 방향과 45°를 이루는 접선이 크로스타이 및 트랜스버스의 면재의 연장선과 각각 만나는 점의 중심점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향의 휨보강재의 합계 단면적에 그 중심점의 곳에 있어서의 면재의 단면적의 50 %를 더한 것. (**그림 7.1.4** (b) 참조)

(다) 크로스타이의 면재가 직각 또는 이것에 가까운 각도로 트랜스버스의 면재와 만나고 이들의 면재를 브래킷으로서 결합하고 또 크로스타이의 연장상에 트랜스버스의 웨브의 휨보강재가 설치되는 구조인 경우에는 브래킷에 크로스타이의 방향과 45°를 이루는 접선이 크로스타이 및 트랜스버스의 면재와 각각 만나는 점의 중심점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향 휨보강재의 합계 단면적.(**그림 7.1.4** (c) 참조)

C_0, C_1 및 C_2 : 계수로서 크로스타이의 수에 따라 각각 **표 7.1.6**에 의한 값.

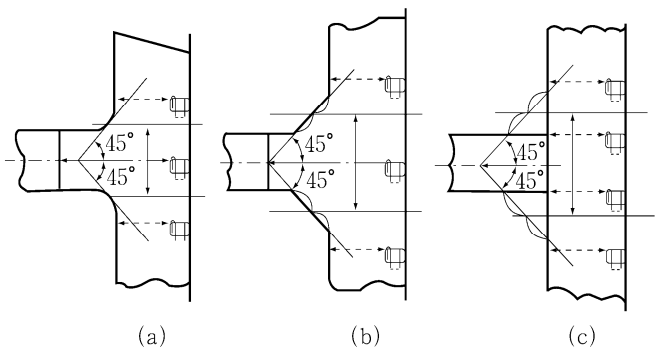


그림 7.1.4 합계 단면적에 산입하는 범위

표 7.1.6 계수 C_0, C_1, C_2 및 C_2'

크로스타이의 수	C_0	C_1	C_2	C_2'
0	0.150	55.7	5.07	7.14
1	0.110	44.8	2.70	4.42
2	0.100	39.4	2.28	3.74
3	0.095	36.2	2.12	3.49

(2) 트랜스버스의 깊이는 l_0 의 중앙에 있어서 $C_0 l_0$ (m) 이상이어야 한다. 또한 거더의 깊이를 테이퍼로 할 경우에는 상단에 있어서 감소의 비율은 l_0 의 중앙에 있어서의 깊이의 10 %를 넘어서는 아니되며, 하단에 있어서의 증가의 비율은 상단의 감소의 비율 미만으로 하여서는 안된다.

(3) 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 중앙탱크 또는 내측탱크내의 선저트랜스버스와 종격벽과를 고착시키는 브래킷을 최하부 크로스타이의 위치까지 도달하는 깊이로 할 경우에는 선측트랜스버스의 웨브의 두께를 적절히 감하여도 좋다.

$$t = \left(C_1 - 148\frac{b}{l_0}\right)\frac{KQ}{d_0' - a} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

(4) 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 크로스타이가 결합하는 부분의 웨브에 슬롯이 설치되는 경우에는 칼라로써 유효하게 막아야 한다.

$$t = 16\sqrt{\frac{\alpha S b_s h_s}{A}} \times S' \quad (\mathrm{mm})$$

(5) 스팬에 있어서 트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_2 K k^2 Q l_0 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

2. 종격벽트랜스버스

(1) 유효한 크로스타이에 의하여 선측트랜스버스와 결합하는 종격벽트랜스버스는 1항의 각 호에서 크로스타이를 갖는 경우의 선측트랜스버스의 규정에 따라 정한 치수 이상이어야 한다.

(2) 크로스타이를 설치하지 않는 경우의 종격벽트랜스버스는 1항의 각 호에서 크로스타이를 설치하지 않는 경우의 선측트랜스버스의 규정에 따른다. 다만, h 는 l_0 의 중앙으로부터 내측탱크 또는 중앙탱크의 창구정부까지의 거리(m)로 한다.

3. 선저트랜스버스

(1) 선저트랜스버스의 강성은 선측트랜스버스의 강성에 따라 균형을 취한 것이어야 한다.

(2) 선저트랜스버스의 스팬에 있어서 거더의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 9.3 K \alpha k^2 S h_1 l_1^2$$

α, k 및 S : 각각 1항 (1)호의 규정에 따른다.

h_1 : 표 7.1.3에 따른다.

l_1 : 선저트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.

(3) 만곡부 및 종격벽 하단부에 있어서의 트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 중앙탱크 또는 안쪽 탱크내의 선저트랜스버스와 종격벽을 고착하는 브래킷을 최하부 크로스타이의 위치까지 도달하는 깊이로 할 경우에는, 트랜스버스의 단면계수를 적절히 감소하여도 좋다. 거더의 단면계수를 계산함에 있어서 단면의 중성축은 거더의 깊이 d_b (그림 7.1.3 참조)의 중앙에 있는 것으로 한다.

$$Z = C_2' K Q l_0 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

Q 및 l_0 : 각각 1항 (1)호의 규정에 따른다.
C_2' : 계수로서 크로스타이의 수에 따라 표 7.1.6에 따른다.

4. 갑판트랜스버스

(1) 갑판트랜스버스의 강성은 선측트랜스버스의 강성에 따라 균형을 취한 것이어야 한다.

(2) 갑판트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 3Kk^2 S\sqrt{L}\, l_2{}^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

k 및 S : 각각 1항 (1)호의 규정에 따른다.
l_2 : 갑판트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.

5. 선측과 종격벽에 종거더를 설치할 경우의 거더 및 트랜스버스

이 규정은 선측과 종격벽에 각각 1조부터 3조까지의 종거더 및 3조의 트랜스버스를 설치하고, 중앙부 트랜스버스와 종거더의 교차부에만 선측과 종격벽과를 유효한 크로스타이로써 결합하는 구조에 대하여 정한 것이다.

(1) 선측트랜스버스의 소요치수 및 만곡부에 있어서의 트랜스버스의 단면계수는 각각 1항 및 3항의 식에 의하여, 계수 C_0, C_1, C_2 및 C_2' 로서 표 7.1.7에 의하여 다음의 K값에 따라 구한 것을 사용하여 계산한 것 이상이어야 한다.

$$K = \frac{d_0}{d_1}\left(\frac{l_1}{l_0}\right)^2$$

d_0 : 선측트랜스버스 평균 깊이(mm)
l_0 : 1항 (1)호의 규정에 따른다.
d_1 : 선측종거더의 평균 깊이(mm)
l_1 : 선측종거더의 전 길이(m)로서 횡격벽 사이의 거리로부터 횡격벽에 설치하는 수평거더의 깊이를 뺀 것.

(2) 선측트랜스버스의 단면계수 Z 및 선측종거더의 끝부분과 동 종거더와 끝부분 트랜스버스와의 만나는 곳과의 사이의 선측종거더의 웨브의 두께 t는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 한편 3조의 종거더를 설치하는 경우 최상부의 종거더의 웨브의 두께는 적절히 감하여도 좋다.

$$t = C_3 K \frac{Q}{d_1} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

$$Z = C_4 K k Q l_1 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

Q 및 k : 각각 1항 (1)호의 규정에 따른다.
d_1 및 l_1 : 각각 (1)호의 규정에 따른다.
C_3 및 C_4 : 계수로서 각각 표 7.1.7의 K에 따라 구한다.

표 7.1.7 계수 C_0, C_1, C_2, C_2', C_3 및 C_4

종거더의 수	계수	$K=\frac{d_0}{d_1}\left(\frac{l_1}{l_0}\right)^2$											
		$K \le 0.2$	$0.2 < K \le 0.3$	$0.3 < K \le 0.4$	$0.4 < K \le 0.5$	$0.5 < K \le 0.6$	$0.6 < K \le 0.7$	$0.7 < K \le 0.8$	$0.8 < K \le 0.9$	$0.9 < K \le 1.0$	$1.0 < K \le 1.2$	$1.2 < K \le 1.4$	$1.4 < K \le 1.6$
1조	C_0	0.070	0.080	0.085	0.090	0.095	0.095	0.100	0.100	0.100	0.105	0.105	0.110
	C_1	36.9	37.8	39.0	40.0	41.1	41.8	42.5	42.9	43.2	43.6	43.9	44.3
	C_2	1.44	1.60	1.77	1.89	2.03	2.11	2.22	2.29	2.37	2.45	2.53	2.63
	C_2'	2.89	3.06	3.23	3.40	3.55	3.69	3.81	3.91	4.00	4.08	4.18	4.24
	C_3	45.0	39.6	36.9	34.5	32.4	30.6	28.9	27.4	26.1	24.3	22.0	19.8
	C_4	4.06	3.55	3.26	3.03	2.81	2.61	2.44	2.30	2.16	2.00	1.85	1.70
2조	C_0	0.060	0.072	0.075	0.080	0.085	0.085	0.090	0.090	0.090	0.095	0.095	0.100
	C_1	27.2	29.1	30.8	32.4	33.4	34.3	35.1	35.7	36.3	37.1	38.0	38.9
	C_2	0.76	0.93.	1.10	1.25	1.40	1.51	1.61	1.70	1.81	1.94	2.11	2.19
	C_2'	1.62	1.87	2.13	2.34	2.55	2.72	2.89	30.4	3.13	3.31	3.46	3.57
	C_3	30.6	27.9	26.0	24.3	23.0	21.8	20.7	19.7	18.7	17.3	15.3	13.5
	C_4	2.96	2.66	2.48	2.30	2.14	1.98	1.85	1.72	1.62	1.48	1.33	1.18
3조	C_0	1.050	0.060	0.065	0.070	0.075	0.080	0.080	0.085	0.085	0.090	0.090	0.095
	C_1	23.2	25.1	26.8	28.1	29.2	30.2	31.1	32.0	32.9	33.9	34.8	35.7
	C_2	0.050	0.68	0.84	0.98	1.11	1.24	1.35	1.44	1.53	1.69	1.86	2.03
	C_2'	1.19	1.45	1.70	1.87	2.10	2.30	2.47	2.64	2.78	2.98	3.15	3.32
	C_3	26.1	24.3	23.4	22.5	21.6	20.7	19.8	18.9	18.0	16.7	15.0	13.2
	C_4	2.52	2.22	2.07	1.92	1.78	1.66	1.56	1.47	1.39	1.26	1.11	0.96

(비 고)

1. 2조의 종거더를 설치하는 경우 C_3 및 C_4 대신에 하부 종거더에 대하여는 $1.2C_3$ 및 $1.2C_4$ 를, 상부 종거더에 대하여는 $0.8C_3$ 및 $0.8C_4$ 를 각각 사용한다.
2. 3조의 종거더를 설치하는 경우 최하부의 종거더에 대하여는 C_4 대신에 1.3C4 를, 최상부 종거더에 대하여는 C_4 대신에 $0.7C_4$ 를 각각 사용한다.

(3) 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서의 트랜스버스 및 종거더의 웨브의 두께는 1항 (4)호의 규정에 따라 정한 것 이상이어야 한다. 다만, 규정의 식에 있어서,

S : (1)호의 규정에 의한 l_1 의 값의 1/2 (m).

S' : 선측트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스 또는 선측종거더 및 종격벽 종거더의 각 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서 각각 웨브의 깊이 방향으로 설치되는 횡보강재의 간격(m).

A : 크로스타이로부터 축력을 지지하는데 유효한 단면적(cm^2)으로서, 크로스타이가 트랜스버스 및 종거더의 각 면내의 부재로써 구성되어 있는 경우에는 1항 (1)호의 규정에 의한 A의 채택방법에 따라 정하는 이들 양자를 합계한 것.

(4) 종격벽의 트랜스버스 및 종거더는 각각 (1)호 및 (2)호의 규정에 따라 정한 것 이상이어야 한다.

(5) n 조의 종거더를 설치하는 경우에는 종거더 상호의 간격, 종거더와 갑판 및 종거더와 용골상면과의 간격은 가능한 한 $0.85\,D/(n+1)$ 이상, $1.15\,D/(n+1)$ 이하로 하여야 한다.

(6) 2조 이상의 종거더를 설치하는 경우, 상부 종거더의 깊이는 종거더의 배치에 따라 각종 거더의 평균 깊이의 10 % 이내로 감소한 것으로 하여도 좋다.

404. 크로스타이 【지침 참조】

1. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박에서 현측 탱크내의 선측트랜스버스와 종격벽트랜스버스와를 유효하게 결합한 경우 및 403.의 5항에서 규정하는 구조로 할 경우의 크로스타이에 대하여는 다음 각 항의 규정에 따른다.

2. 크로스타이의 간격에 대하여는 403.의 5항 (5)호에 따른다.
3. 현측 탱크내의 선측 및 종격벽의 거더를 결합하는 크로스타이의 단면적 A 및 크로스타이를 구성하는 웨브의 두께 t 는 표 7.1.8의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 7.1.8 크로스타이의 단면적 및 웨브두께

단면적 (cm^2)	웨브두께 (mm)
다음 2개의 식에 의한 값 중 큰 값 $A = \dfrac{0.77K\alpha S b_s h_s}{1-0.5\dfrac{l}{k\sqrt{K}}}$, $A = 1.1K\alpha S\, b_s h_s$	$t = 16\sqrt{\dfrac{\alpha S\, b_s h_s}{A}}\ d_0$

α : 403.의 1항 (1)호에 따른다.
S : 트랜스버스의 간격 (m). 다만, 403.의 5항에 규정하는 구조로 하는 경우에는 동 (1)호의 규정에 의한 l_1 의 값의 1/2 (m).
b_s : 크로스타이가 지지하는 너비 (m). (그림 7.1.3 참조)
h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 403.의 1항 (1)호에서 규정한 H_2 의 점까지의 거리 (m).
l : 선측트랜스버스(또는 종거더) 및 종격벽 트랜스버스 (또는 종거더)의 내면 사이에서 측정한 크로스타이의 길이 (m).

$$k = \sqrt{I/A} \quad (\mathrm{cm})$$

I : 크로스타이의 최소단면 2차모멘트 (cm^4).
A : 크로스타이의 단면적 (cm^2).
d_0 : 웨브의 깊이 (m). 다만, 횡보강재를 크로스타이의 길이 방향에 설치할 때에는 이 횡보강재에 의하여 웨브의 깊이를 분할한 것으로 하여도 좋다.

4. (1) 크로스타이의 끝부분에는 브래킷을 설치하여 트랜스버스 또는 종거더에 고착하여야 한다.
(2) 크로스타이를 결합하는 위치에 있어서 트랜스버스에는 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.
(3) 크로스타이를 구성하는 면재의 너비가 웨브의 각측에서 150 mm 를 넘을 경우에는 적절한 간격으로 횡보강재를 설치하여 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.

405. 웨브의 최소두께 및 횡보강재의 치수

1. (1) 용골상면상 대략 $0.25D$ 이하에 있는 종거더의 웨브의 두께 t 는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t = 13.2\frac{Cd_0}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 거더의 깊이(m). 다만, 거더의 깊이의 중간에 면재에 평행한 횡보강재를 설치할 때에는 해당 횡보강재와 판 또는 면재간의 거리(m) 또는 해당 횡보강재 사이의 거리(m).
C : 계수로서 거더의 깊이 방향에 설치되는 횡보강재의 간격 S(m)와 d_0 의 비에 따라 표 7.1.9에 따른다.

표 7.1.9 계수 C

S/d_0	C
$\dfrac{S}{d_0} \geq 1.0$	1.0
$\dfrac{S}{d_0} < 1.0$	$\sqrt{\dfrac{S}{d_0}}$

(2) 선측에 있어서 갑판 하면 대략 $0.25D$ 이상에 있는 종거더의 웨브의 두께 t 는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t = 11.0\frac{Cd_0}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 및 C : 각각 (1)호의 규정에 따른다.

(3) 전 각 호에서 규정한 것 이외의 종거더 및 트랜스버스의 웨브의 두께 t 는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 용골상면상 $D/3$ 또는 갑판으로부터 2번째의 크로스타이의 하부 면재의 하면 중 낮은 쪽의 곳보다 상부에 있는 거더의 웨브에 대하여는 식의 첫째 항에 0.85를 곱한 것으로 하여도 좋다. 다만, 다음 (나)의 i) 및 ii)의 각 규정에 따른다.

$$t = \frac{Cd_0}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : (1)호의 규정에 따른다.

C : 계수로서 거더의 깊이 방향으로 설치하는 횡보강재의 간격 $S(\mathrm{m})$ 와 d_0 와의 비 및 보강된 패널(panel)의 배치에 따라 표 7.1.10에 의한 것. S/d_0 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 7.1.10 계수 C_1, C_2 및 C_3

S/d_0	C_1	C_2	C_3
0.2이하	2.6	2.1	3.7
0.4	4.5	3.7	6.7
0.6	5.6	4.9	8.6
0.8	6.4	5.8	9.6
1.0	7.1	6.6	9.9
1.5	7.8	7.4	10.3
2.0	8.2	7.8	10.4
2.5이상	8.4	8.0	10.4

(가) 면재에 평행한 횡보강재가 없을 때 ····· C_1
다만, 슬롯이 있을 때에는 C_2 를 사용하여 i)의 규정을 적용한 것 미만으로 하여서는 안된다.

(나) 면재에 평행한 횡보강재를 설치할 때
면재와 해당 횡보강재와의 사이 또는 해당 횡보강재 사이의 패널 ····· C_3
다만, 면재에 평행한 횡보강재 및 슬롯이 없는 것으로 하여 계수 C_1 을 사용하여 정한 두께를 넘게 할 필요는 없다.
해당 횡보강재와 판면과의 사이의 패널 ····· C_2

I) 웨브에 보강되지 않은 슬롯이 설치되어 있을 때에는 식의 첫째 항에 다음 식을 곱하여 계산하여야 한다.

$$\sqrt{4.0\frac{d_1}{S} - 1.0} \qquad (\text{다만, } \frac{d_1}{S} \text{ 이 0.5 이하일 때에는 1.0})$$

d_1 : 슬롯의 깊이(m)

ii) 웨브에 보강되지 않은 개구가 설치될 때에는 식의 첫째 항에 다음 식을 곱하여 계산하여야 한다.

$$1+0.5\frac{\phi}{a}$$

a : 웨브의 휨보강재로서 둘러싸인 해당 패널의 긴 변의 길이(m)
ϕ : 개구의 지름(m) 개구가 평행부를 가지는 원일 때에는 평행부에 따른 긴 방향의 지름(m)

(4) 종거더 및 트랜스버스에 설치하는 평강 휨보강재의 깊이는 0.08 d_0 이상이어야 한다. 다만, 휨보강재를 거더의 전 깊이에 걸쳐 설치할 때에는 d_0 는 거더의 깊이를, 휨보강재가 거더를 관통하는 종늑골의 상부로부터 거더의 면재에 걸쳐 설치할 때에는 d_0 는 거더의 깊이에서 종늑골의 높이를 뺀 것을, 또 휨보강재를 면재에 평행하게 설치할 때에는 d_0 는 트리핑브래킷의 간격을 각각 사용한다.

(5) 트랜스버스를 유효하게 지지하기 위하여 트리핑 브래킷을 거더의 끝부분 브래킷의 안쪽 끝이나 크로스타이가 결합되는 부분 등에 설치하는 것 이외에 적절한 간격으로 설치하여야 한다. 각 거더의 면재의 너비가 웨브의 각 측에서 180 mm 를 넘을 경우에는 상기의 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다.

2. 선저 및 갑판의 종거더에 평강의 수평 휨보강재를 설치할 때에는 휨보강재의 깊이는 1항 (4)호의 규정에 관계없이 0.06 l 이상으로 하여야 한다. 다만, 선저트랜스버스를 지지하는 강력한 선저종거더에 대하여는 수평 휨보강재의 깊이는 0.08 l 이상으로 하여야 한다. 여기에서 l 은 트랜스버스의 간격으로 하지만 l 의 중간에 충분한 깊이를 가지는 브래킷을 거더의 전 깊이에 걸쳐 설치할 경우에는 1/2로 하여도 좋다.

3. 1항 (4)호 및 2항의 규정에 있어서, 평강 휨보강재의 끝부분을 면재 또는 트리핑 브래킷 등에 고착하는 구조로 할 경우에는 휨보강재의 깊이를 적절히 감소하여도 좋다.

406. 거더의 웨브 및 끝부분 고착 브래킷의 특별보강

중앙 탱크 또는 내측 탱크에 있어서 선저트랜스버스의 종격벽에 고착하는 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근 및 선저종거더의 횡격벽(수밀, 유밀 및 제수)에 고착하는 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근과, 또 현측 탱크에 있어서의 선측트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스의 하단 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근 및 선측종거더의 횡격벽에 고착하는 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근의 웨브는 특히 보강하여야 한다. 또 이들 위치에서 웨브판을 부득이 겹쳐 이을 때에는 좌굴방지에 대하여 특별히 고려를 하여야 한다.

제 5 절 화물구역의 격벽

501. 중앙탱크에 있어서 횡격벽판의 단면적

중앙탱크에 있어서 횡격벽판의 선박의 깊이 방향의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A=0.95KS(h-0.32d)(l-S)\left(C+\frac{Y}{l-S}\right) \quad (\mathrm{cm}^2)$$

S : 선저트랜스버스의 간격(m)
h : 용골상면상 중앙탱크에 있어서의 창구 정부까지의 거리(m)
l : 해당 격벽의 전후에 있어서 수밀, 유밀 또는 제수격벽 사이의 거리(m). 다만, 화물유를 적재하는 장소의 전후단의 격벽에 있어서는 해당 격벽으로부터 각각 전후의 수밀, 유밀 또는 제수격벽까지의 거리(m) (**그림 7.1.5** 참조)
Y : 선체 중심선으로부터 선박의 너비 방향으로 측정한 거리(m)
C : 계수로서 중앙탱크의 선저구조에 중심선 종거더가 없을 때에는 0, 중심선 종거더가 있을 때에는 다음 식에 의한 것

$$C=\frac{0.175}{1+131.0\frac{a}{D}\left(\frac{1.5K_b^3}{1+15.6K_b^2}+\frac{K_d^3}{1+15.6K_d^2}\right)}\times\frac{a}{S}$$

a : 중앙탱크 너비의 1/2(m)

K_b 및 K_d : 각각 선저 중심선 종거더의 높이 h_b (m) 및 갑판 중심선 종거더의 높이 h_d (m) 와 l 과의 비.

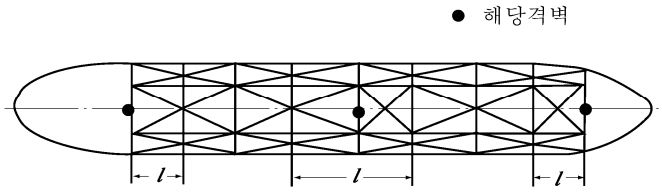


그림 7.1.5 l 의 측정방법

502. 격벽판의 두께

1. 격벽판의 두께는 3편 15장 202. 및 207.의 디프탱크 격벽판의 두께에 대한 식에서 h 를 격벽판의 하단으로부터 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중에서 큰 것으로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
2. 종격벽의 최하부 및 최상부의 판은 그 너비를 $0.1D$ 이상으로 하고 그 두께 t 는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

   최하부 판 : $t = 1.1S\sqrt{KL} + 2.5$ (mm)

   최상부 판 : $t = 0.85S\sqrt{KL} + 2.5$ (mm)

   S : 격벽 휨보강재의 간격(m)
3. 종격벽의 두께는 3편 3장 302. 및 4절의 규정에도 적합한 것이어야 한다.

503. 격벽 휨보강재

1. 격벽 휨보강재의 단면계수는 3편 15장 203. 및 207.의 디프탱크 격벽의 격벽 휨보강재의 단면계수에 대한 식에서 h 를 수직격벽 휨보강재일 때에는 l 의 중앙으로부터, 수평격벽 휨보강재일 때에는 상하의 격벽 휨보강재 사이의 중앙으로부터 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ 중 큰 것으로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
2. 종격벽의 상부 및 하부에 설치하는 수평격벽 휨보강재는 그 치수를 전 항에 의한 규정의 치수보다 적절히 증가시켜야 한다.
3. 종격벽의 수평격벽 휨보강재의 면재의 전 너비는 302.의 6항에 의한 것 이상으로 하여야 한다.

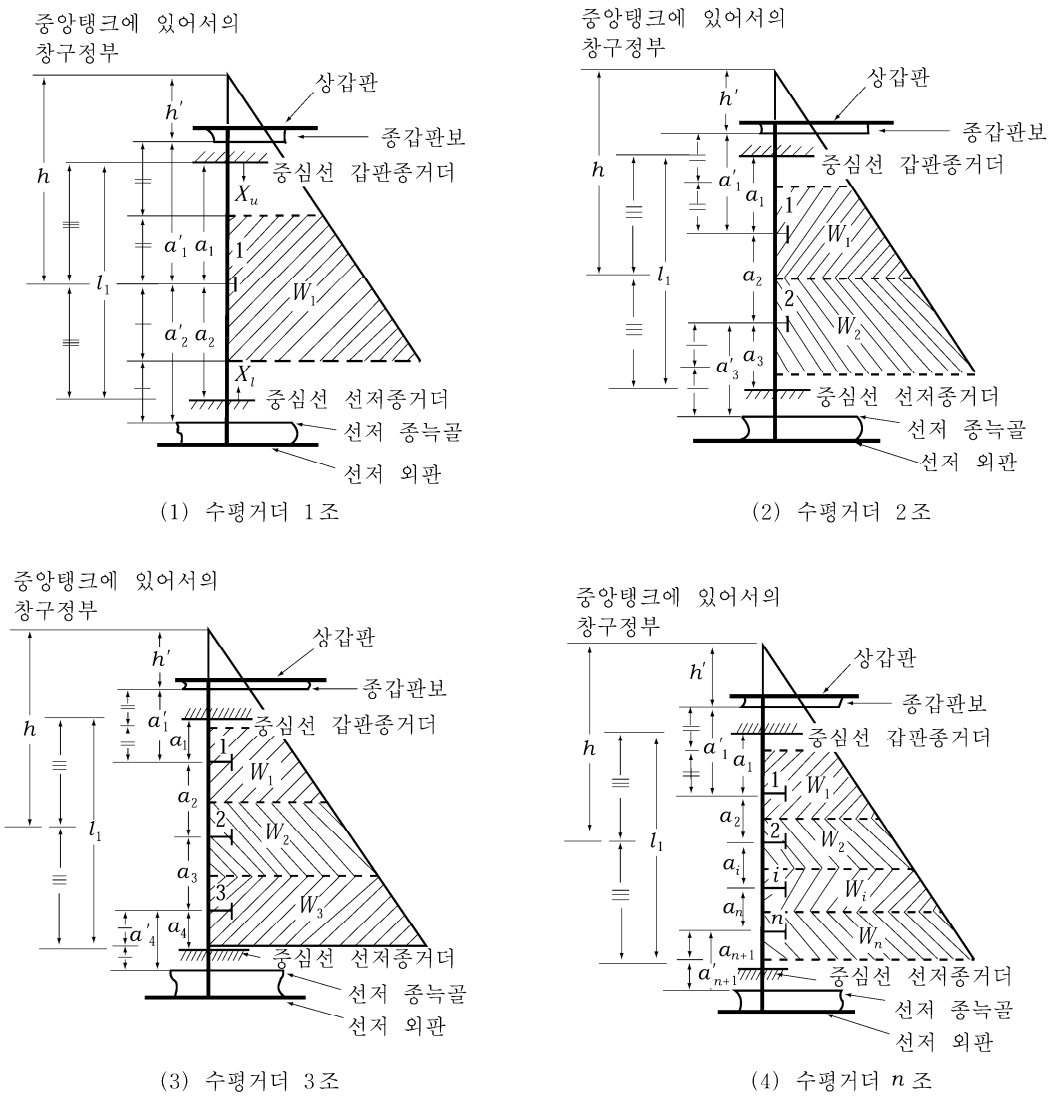


그림 7.1.6 각종 치수 및 하중의 측정방법

504. 강력한 수직거더 【지침 참조】

종격벽 사이의 중앙에 있어서 횡격벽에 설치되는 수직 거더가 수평거더를 지지하는 강력한 거더일 경우에는 횡격벽이 수직 휨보강재 방식 또는 수평 휨보강재 방식의 어느 쪽인가에 의하며 다음의 각 규정에 따른다.

(1) 수직 휨보강재 방식인 경우, 수평거더를 지지하는 강력한 수직거더의 깊이 d, 웨브의 두께 t 및 거더의 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.(그림 7.1.6 참조)

$$\text{거더의 깊이 : } d = 3\left(\frac{l_1}{B_0}\right)^2 d_0 \quad (\text{mm})$$

선저종거더의 면재의 상면으로부터 그 직상의 수평거더까지의 사이에 있어서의 수직거더의 웨브의 두께. 이 수평거더가 선저종거더의 면재의 상면상 수직거더의 하부 브래킷의 수직암의 길이의 1/3 이내에 있을 때에는 해당 수평거더로부터 그 바로 위의 수평거더까지의 사이에 있어서의 수직거더의 웨브의 두께

$$\text{수평거더가 1조인 경우 : } t_1 = \frac{87}{d_l} K W_1 \left(\frac{a_1}{l_1}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_2}{l_1}\right) + 2.5 \quad (\text{mm})$$

수평거더가 2조인 경우 : $t_2 = \frac{87}{d_l} K \left[W_1 \left(\frac{a_1}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_2 + a_3)}{l_1} \right\} \right]$

수평거더가 3조인 경우 : $t_3 = \frac{87}{d_l} K \left[W_1 \left(\frac{a_1}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_2 + a_3 + a_4)}{l_1} \right\} + W_2 \left(\frac{a_1 + a_2}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_3 + a_4)}{l_1} \right\} + W_3 \left(\frac{a_1 + a_2 + a_3}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_4}{l_1} \right) \right] + 2.5$ (mm)

수평거더가 n 조인 경우 : $t_n = \frac{87}{d_l} K \left[\sum_{i=1}^{n} W_i \left(\sum_{j=1}^{i} \frac{a_j}{l_1} \right)^2 \left(1 + 2 \sum_{k=i+1}^{n+1} \frac{a_k}{l_1} \right) \right] + 2.5$ (mm)

갑판종거더의 면재의 하면으로부터의 그 직하의 수평거더까지의 사이에 있어서의 수직거더의 웨브의 두께

수평거더가 1조인 경우 : $t_1 = \frac{87}{d_u} KW \left(\frac{a_2}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l_1} \right) + 2.5$ (mm)

수평거더가 2조인 경우 :

$$t_2 = \frac{87}{d_u} K \left[W_1 \left(\frac{a_1 + a_2}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l_1} \right) + W_2 \left(\frac{a_3}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_1 + a_2)}{l_1} \right\} \right] + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

수평거더가 3조인 경우 : $t_3 = \frac{87}{d_u} K \left[W_1 \left(\frac{a_2 + a_3 + a_4}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l_1} \right) + W_2 \left(\frac{a_3 + a_4}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_1 + a_2)}{l_1} \right\} + W_3 \left(\frac{a_4}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_1 + a_2 + a_3)}{l_1} \right\} \right] + 2.5$ (mm)

수평거더가 n 조인 경우 : $t_n = \frac{87}{d_u} K \left[\sum_{i=1}^{n} W_i \left(\sum_{j=i+1}^{n+1} \frac{a_j}{l_1} \right)^2 \left(1 + 2 \sum_{k=1}^{i} \frac{a_k}{l_1} \right) \right] + 2.5$ (mm)

거더의 단면계수 : $Z = 4Kk^2 B_0 h l_1^2$ (cm^3)

l_1 : 수직거더의 전 길이로서 선저종거더와 갑판종거더의 면재의 내면 사이의 거리(m). 또, 선저종거더의 상면상, 수직거더의 하부 브래킷의 수직 암의 길이의 1/3 이내에 수평거더가 설치될 때에는 해당 수평거더와 갑판 종거더의 면재의 내면 사이의 거리(m)

B_0 : 종격벽 사이의 거리(m)

d_0 : 수평거더의 평균 깊이(mm)

d_l : 수직거더 하부의 고려하고 있는 곳에 있어서의 거더의 깊이(mm)

d_u : 수직거더 상부의 고려하고 있는 곳에 있어서의 거더의 깊이(mm)

n : l_1 의 범위내에 설치되는 수평거더의 수.

W_i (i = 1, 2, ⋯, n) : l_1 의 상단으로부터 세어서 i 번째의 수평거더로부터 수직거더에 작용하는 하중으로 다음 식에 의한 것.

수평거더가 1조인 경우 : $W_1 = \frac{B_0}{4}(a'_1 + a'_2) \left(h' + \frac{3}{4} a'_1 + \frac{1}{4} a'_2 \right)$ (t)

수평거더가 2조인 경우 :

$$W_1 = \frac{B_0}{4}(a'_1 + a_2)\left(h' + \frac{3}{4}a'_1 + \frac{1}{4}a_2\right) \quad (\mathrm{t})$$

$$W_2 = \frac{B_0}{4}(a_2 + a'_3)\left(h' + a'_1 + \frac{3}{4}a_2 + \frac{1}{4}a'_3\right) \quad (\mathrm{t})$$

수평거더가 3조인 경우 :

$$W_1 = \frac{B_0}{4}(a'_1 + a_2)\left(h' + \frac{3}{4}a'_1 + \frac{1}{4}a_2\right) \quad (\mathrm{t})$$

$$W_2 = \frac{B_0}{4}(a_2 + a_3)\left(h' + a'_1 + \frac{3}{4}a_2 + \frac{1}{4}a_3\right) \quad (\mathrm{t})$$

$$W_3 = \frac{B_0}{4}(a_3 + a'_4)\left(h' + a'_1 + a_2 + \frac{3}{4}a_3 + \frac{1}{4}a'_4\right) \quad (\mathrm{t})$$

수평거더가 n 조인 경우 :

$$W_1 = \frac{B_0}{4}(a'_1 + a_2)\left(h' + \frac{3}{4}a'_1 + \frac{1}{4}a_2\right) \quad (\mathrm{t})$$

$$W_i = \frac{B_0}{4}(a_i + a_{i+1})\left(h' + \sum_{j=1}^{i-1}a_j + \frac{3}{4}a_i + \frac{1}{4}a_{i+1}\right) \quad (\mathrm{t})$$

(i = 2, 3 ....., n-1)

$$W_n = \frac{B_0}{4}(a_n + a'_{n+1})\left(h' + \sum_{j=1}^{n-1}a_j + \frac{3}{4}a_n + \frac{1}{4}a'_{n+1}\right) \quad (\mathrm{t})$$

다만, W_i 및 W_n 의 식 중, j = 1인 경우에 a_i 는 a'_1 로 한다.

a_i (i = 1, 2,$\cdots$, n) : l_1 의 상단과 그 바로 아래의 수평거더와의 사이의 거리, 인접한 수평거더 사이의 거리 또는 l_1 의 하단과 그 바로 위의 수평거더와의 사이의 거리(m). (i 는 위로부터 차례로 번호를 붙인다)

a'_1 : 종갑판보의 하면과 최상의 수평거더와의 사이의 거리 (m).

a'_{n+1} : l_1 의 범위내의 최하부의 수평거더와 그 바로 아래의 수평거더 또는 선저종늑골의 상면까지의 거리(m).

h : l_1 의 중앙으로부터 중앙탱크에 있어서의 창구정부까지의 거리 (m).

h' : 종갑판보의 하면으로부터 중앙탱크에 있어서의 창구 정부까지의 거리 (m).

k : 표 7.1.3에 따른다.

(2) 수평횡보강재 방식으로서 1조의 수평거더를 갖는 경우, 수평거더를 지지하는 강력한 수직거더의 깊이 d, 웨브의 두께 t 및 거더의 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

거더의 깊이 : $d = 3\left(\frac{l_1}{B_0}\right)^2 d_0 \quad (\mathrm{mm})$

선저종거더의 면재의 상면으로부터 수평거더까지의 사이에 있어서의 수직거더의 웨브의 두께.

$$t_1 = \frac{87}{d_l - a}K\left[\frac{1}{4}B_0 h l_1\left\{\frac{1}{2} - \frac{X_l}{l_1} + \frac{l_1}{2h}\left(\frac{1}{5} - \frac{X_l}{l_1} + \frac{X_l^2}{l_1^2}\right)\right\} + W_1\left(\frac{a_1}{l_1}\right)^2\left(1 + \frac{2a_2}{l_1}\right)\right] + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

갑판종거더의 면재의 하면으로부터 수평거더까지의 사이에 있어서의 수직거더의 웨브의 두께.

$$t_2 = \frac{87}{d_u - a}K\left[\frac{1}{4}B_0 h l_1\left\{\frac{1}{2} - \frac{X_u}{l_1} - \frac{l_1}{2h}\left(\frac{1}{5} - \frac{X_u}{l_1} + \frac{X_u^2}{l_1^2}\right)\right\} + W_1\left(\frac{a_2}{l_1}\right)^2\left(1 + \frac{2a_1}{l_1}\right)\right] + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

거더의 단면계수 : $Z = 5.2Kk^2B_0hl_1^2$ (cm^3)

X_l : 선저종거더의 면재의 상면으로부터 상방으로 측정한 거리(m)
X_u : 갑판종거더의 면재의 하면으로부터 하방으로 측정한 거리(m)

$$W_1 = \frac{B_0}{8}(a'_1 + a'_2)\left(h' + \frac{3}{4}a'_1 + \frac{1}{4}a'_2\right) \quad (\mathrm{t})$$

l_1, B_0, d_0, d_l, d_u, a_1, a_2, a_1', a'_2, h, h' 및 k : 각각 (1)호의 규정에 따른다.
a : 슬롯의 깊이(mm). 다만, 슬롯이 칼라로써 유효하게 막혀 있을 때에는 0으로 하여도 좋다.

505. 수평거더에 의하여 지지되는 수직거더

횡격벽에 설치되는 수직거더가 506.에 규정하는 수평거더에 의하여 지지되는 경우에는 이 수직거더의 깊이 d, 웨브의 두께 t 및 거더의 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$d = 143l$ (mm) 또는 $2.5a$ (mm) 중 큰 것

$$t = C_1K\frac{Shl}{d_0 - a} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

$$Z = C_2Kk^2Shl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

a : 슬롯의 깊이(mm)
l : 수직거더의 지지점 사이의 전 길이(m)로서, 선저종거더의 면재의 내면으로부터 바로 위의 수평거더까지, 각 수평거더 사이 또는 갑판종거더의 면재의 내면으로부터 바로 아래 수평거더까지의 거리
S : 수직거더의 간격(m)
h : l의 중앙으로부터 해당 탱크의 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중 큰 것.
d_0 : 고려하고 있는 곳에 있어서의 거더의 깊이 (mm)
k : 표 7.1.3에 따른다.
C_1 및 C_2 : 계수로서 각각 다음 식에 의한 값

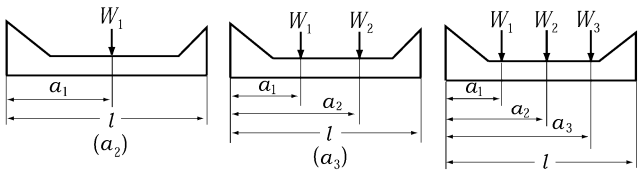
$$C_1 = 87\left\{\frac{1}{2} - \frac{X}{l} + \frac{1}{2}\frac{l}{h}\left(\frac{1}{5} - \frac{X}{l} + \frac{X^2}{l^2}\right)\right\},$$

$$C_2 = 8\left(1 + \frac{l}{10h}\right)$$

X : l의 하단으로부터 상방으로 측정한 거리(m)

506. 수직거더를 지지하는 수평거더 【지침 참조】

횡격벽에 설치되는 수평거더가 수직거더를 지지하는 경우에는 이 수평거더의 깊이, 웨브의 두께 및 거더의 단면계수는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 단면계수에 대하여는 a_i의 시작점을 각 거더의 끝으로 취하여 식으로부터 얻어지는 값보다 큰 것 이상이어야 한다.(그림 7.1.7 참조)



(1) 수직거더 1조 (2) 수직거더 2조 (3) 수직거더 3조

그림 7.1.7 l, a_1, a_2의 측정방법

거더의 깊이 : $d = 143l$ (mm)

수평거더의 끝과 그 끝부분에 가까운 수직거더 사이의 수평거더 웨브의 두께.

수직거더가 1조인 경우 : $t_1 = \frac{87}{d_0} K W_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l}\right) + 2.5$ (mm)

수직거더가 2조인 경우 : $t_2 = \frac{87}{d_0} K \left[W_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l}\right) + W_2 \left(1 - \frac{a_2}{l}\right)^2 \left\{1 + \frac{2a_2}{l}\right\} \right] + 2.5$ (mm)

수직거더가 3조인 경우 :

$$t_3 = \frac{87}{d_0} K \left\{ W_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l}\right) + W_2 \left(1 - \frac{a_2}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_2}{l}\right) + W_3 \left(1 - \frac{a_3}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_3}{l}\right) \right\} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

거더의 단면계수

수직거더가 1조인 경우 : $Z_1 = 85.5 K k W_1 a_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2$ (cm^3)

수직거더가 2조인 경우 : $Z_2 = 85.5 K k \left\{ W_1 a_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 + W_2 a_2 \left(1 - \frac{a_2}{l}\right)^2 \right\}$ (cm^3)

수직거더가 3조인 경우 : $Z_3 = 85.5 K k \left\{ W_1 a_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 + W_2 a_2 \left(1 - \frac{a_2}{l}\right)^2 + W_3 a_3 \left(1 - \frac{a_3}{l}\right)^2 \right\}$ (cm^3)

l : 수평거더의 지지점 사이의 전 길이(m)로서, 선측 외판과 종격벽과의 거리 또는 종격벽 사이의 거리. 다만, 선측 종거더 및 종격벽 종거더를 가지는 경우에는 종거더의 면재 사이의 거리, 또 종격벽 사이의 중앙에 504.에서 규정하는 강력한 수직거더를 설치할 때에는 종격벽 사이의 거리의 1/2로 한다.

W_i(i = 1, 2, 3) : l 의 끝으로부터 세어서 i 번째의 수직거더로부터 수평거더에 작용하는 하중으로 다음 식에 의한 것.

$W_1 = \frac{1}{2} a_2 b h$ (t)

$W_2 = \frac{1}{2} (a_3 - a_1) b h$ (t)

$W_3 = \frac{1}{2} (l - a_2) b h$ (t)

b : 수평거더가 지지하는 면적의 너비(m)

h : b 의 중앙으로부터 해당 탱크의 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중 큰 것.

a_i (i = 1, 2, 3) : l 의 한쪽 끝으로부터 세어서 i 번째의 수직거더 사이의 거리(m).

k : 표 7.1.3에 따른다.

507. 수직휨보강재를 지지하는 수평거더

횡격벽에 설치되는 수평거더가 수직휨보강재를 지지하는 경우 이 수평거더의 깊이 d, 웨브의 두께 t 및 거더의 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$d = 143\,l$ (mm) 및 $2.5\,a$ (mm)중 큰 것.

$t = CK \frac{S h l}{d_1 - a} + 2.5$ (mm)

$Z = C' K k^2 S h l^2$

a : 슬롯의 깊이(mm)
l : 수평거더의 지지점 사이의 전 길이(m)로서, 선측외판과 종격벽과의 거리 또는 종격벽 사이의 거리. 다만, 선측종거더 및 종격벽 종거더를 가지는 경우는 종거더의 면재 사이의 거리.
S : 거더가 지지하는 면적의 너비(m)
h : S의 중앙으로부터 해당 탱크의 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중 큰 것.
d_1 : 고려하고 있는 곳의 거더의 깊이(mm)
k : 표 7.1.3에 따른다.
C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = \left| 87\left(\frac{1}{2} - \frac{X}{l}\right) \right|$$

X : l의 끝으로부터 측정한 거리(m)
C' : 계수로서 표 7.1.11에 따른다.

표 7.1.11 계수 C'

	선측종거더 및 종격벽 종거더를 가지는 경우	기타
선측탱크	7	10
중앙탱크	7	$10\dfrac{B_S}{B_C}$
B_S : 선측탱크의 너비(m)로서 선측외판과 종격벽과의 거리. B_C : 중앙탱크의 너비(m)로서 종격벽 사이의 거리. 다만, $\dfrac{B_S}{B_C}$가 1.0을 넘을 때에는 1.0으로 하고, 0.7 미만일 때에는 0.7로 한다.		

508. 거더의 웨브, 면재 및 횡보강재

1. 횡격벽에 설치되는 수직거더 또는 수평거더의 웨브의 두께는 다음 각호의 규정에 따라 정한 것 이상이어야 한다.
   (1) 504.에서 규정하는 강력한 수직거더의 웨브의 두께는 405.의 1항 (1)호에 따라 정한 것. 다만, 이 수직거더의 하부브래킷의 수직암 끝부분 부근을 제외하고, l_1의 상부 2/3에서는 식의 첫째 항에 0.85를 곱한 것으로 하여도 좋다.
   (2) 505.부터 507.까지에서 규정하는 거더의 웨브의 두께는 405.의 1항 (3)호에 따른다.
2. 1항의 거더를 구성하는 면재의 두께 및 전 너비는 401.의 4항에 따라 정한 것 이상이어야 한다. 다만, 파형격벽의 거더의 깊이는 파형의 깊이의 중앙으로부터 측정한 것으로 한다.
3. 1항의 거더의 웨브에는 405.의 규정에 따라 평강횡보강재를 설치하여야 한다.

509. 거더의 웨브 및 단부고착 브래킷의 특별보강

504.에서 규정하는 강력한 수직거더에서는 하부브래킷 및 선저종거더의 면재의 상면으로부터 그 바로 위의 수평거더 사이의 웨브(선저종거더의 바로 위의 수평거더가 선저종거더의 면재의 상면상 수직거더의 하부브래킷의 수직암의 길이의 1/3 이내에 있을 때에는 해당 수평거더로부터 그 바로 위의 수평거더 사이의 웨브를 포함)는 특히 간격을 좁혀서 보강하여야 하며, 506. 및 507.에서 규정하는 수평거더에서는 끝부분 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근의 웨브는 특히 간격을 좁혀서 보강하여야 한다. 또 이들 위치에서 웨브판을 부득이 겹쳐 이을 때에는 좌굴방지에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

510. 큰 화물유 탱크 격벽의 보강

큰 화물유 탱크의 격벽판, 휨보강재, 수직거더 및 수평거더의 치수는 501.부터 507.까지의 각 식 중의 h 및 h' 를 각각 각 항에서 규정하는 값과 다음 식에 의한 것 중 큰 값을 사용하여 계산한 것 이상이어야 한다.

$$H = 0.85(h + \Delta h) \quad (\mathrm{m})$$

h : 각 항에서 규정하는 h 또는 h'(m)
Δh : 3편 15장 105.의 규정에 따른다.

511. 제수격벽 【지침 참조】

1. 격벽휨보강재 및 거더는 탱크의 크기 및 개구율을 고려하여 충분한 강도의 것으로 하여야 한다.
2. 중앙탱크에 있어서 제수격벽판의 선박의 깊이 방향에 대한 단면적은 501.의 규정에 따라 정하는 것 이상으로 하여야 한다.
3. 격벽판의 두께 t 는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 횡제수격벽의 최하부 판의 두께는 적절히 증가시켜야 한다.

$$t = 0.3S\sqrt{(L+150)K} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 격벽휨보강재의 간격(m)

4. 중심선 제수격벽의 최하부 및 최상부의 판의 너비 및 두께는 각각 502.의 2항에 따라 정하여야 한다.
5. 제수격벽의 격벽판의 두께에 대하여는 전단좌굴에 대하여 충분한 고려를 할 것을 권장한다.

제 6 절 현측탱크의 상대변형

601. 현측탱크의 상대변형(Relative deformation) 【지침 참조】

현측탱크에서는 다음 식에 의한 값 δ 가 0.15를 넘을 경우에는 현측탱크의 구조에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

$$\delta = \frac{h - 0.32d}{n_b K_b + n_s \eta_s K_S + n_t \eta_t K_t} \times \frac{a}{b} l$$

a : 중앙탱크의 너비의 1/2 (mm)
b : 현측탱크의 너비 (m)
h : 용골상면상 중앙탱크의 창구 정부까지의 거리 (m)
l : 중앙탱크에 있어서의 수밀, 유밀격벽 사이의 1탱크의 길이 (m)
n_b, n_s 및 n_t : l 의 범위내에 있어서 현측탱크내의 각 횡격벽, 제수격벽 및 트랜스버스 링의 수. 이 경우에 있어서 l 의 전후단에 있어서의 것은 1/2로 헤아린다.
η_s 및 η_t : 각각 제수격벽 및 트랜스버스 링의 개구율에 따라 표 7.1.12에 의하여 정하여지는 값. 개구율이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
K_b, K_s 및 K_t : 다음 식에 따른다.

$$81.0\frac{Dt}{\alpha b} \quad (\mathrm{t/cm})$$

t : K_b 의 경우에는 현측탱크내의 횡격벽의 격벽판의 평균두께, K_s 의 경우에는 현측탱크의 제수격벽의 격벽판의 평균두께, K_t 의 경우에는 현측탱크내의 트랜스버스 링의 평균두께 (mm)
α : 현측탱크내의 횡격벽 또는 제수격벽이 파형인 경우에는 수직파형 또는 수평파형의 어느 쪽인가에 따라서 다음에 의한 것. 기타의 경우에는 1.0.

수직파형인 경우 : $\dfrac{\text{선박의 너비 방향의 거스 길이 (m)}}{b}$

수평파형인 경우 : $\dfrac{\text{선박의 깊이 방향의 거스 길이 (m)}}{D}$

표 7.1.12 계수 η_s, 및 η_t

개구율 (%)	η_s 및 η_t
0	1.00
5	0.95
10	0.80
20	0.55
30	0.35
40	0.23
50	0.15
60	0.10
70	0.06

제 7 절 용접

701. 용접

1. 유조선의 용접에 대하여는 화물유 탱크에 대하여 이 절의 규정에 특별히 정하는 것 이외에는 3편 1장 표 3.1.11의 규정을 적용한다.
2. 필릿용접에 대하여는 표 7.1.13에 따른다.

표 7.1.13 필릿용접의 적용

난	부재명칭		적용하는 곳	종류
1	거더 및 트랜스버스	웨브	외판, 갑판 또는 종격벽의 격벽판	*F*1
2			웨브상호	*F*1
3			면재	*F*2
4		웨브의 슬롯 부분	종늑골, 종갑판보 및 종격벽의 수평 횡보강재의 웨브	*F*2
5		웨브에 설치하는 트리핑 브래킷 및 횡보강재	웨브	*F*3
6			종늑골, 종갑판보 및 종격벽의 수평 횡보강재	*F*1
7	종늑골, 종갑판보 및 종격벽의 수평 횡보강재		외판, 갑판 또는 종격벽 격벽판	*F*3
8	크로스타이		크로스타이를 구성하는 부재(웨브와 면재)	*F*3
9			트랜스버스 또는 거더의 면재	*F*1

(비고)
거더 및 트랜스버스의 단부 브래킷의 내단부에 있어서 그 둥금새가 작을 때에는 면재와 웨브와의 용접을 적절한 범위에 걸쳐서 *F*1로 할 것을 권장한다.

제 8 절 중심선에만 종격벽을 갖는 유조선에 대한 보완

801. 적용

이 절의 규정은 중심선에만 종격벽을 갖는 L 이 120 m 이하인 유조선에 대하여 보완 규정한 것으로서 특히 이 절에서 정하는 것 이외는 전 각 절의 규정을 적용한다. 다만, 406. 및 509.의 적용은 생략할 수 있다.

802. 트렁크

1. 트렁크의 정판 및 측벽의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 6.5\frac{S}{\sqrt{K}} + 2.0 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 종격벽 횡보강재의 간격 (m)

2. 트렁크의 정판 및 측벽에 설치하는 종격벽 횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 2K\sqrt{L}Sl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 보강 거더의 간격 (m)
S : 종횡보강재의 간격 (m)

803. 화물유를 적재하는 곳의 트랜스버스

1. 화물유를 적재하는 곳의 트랜스버스에 대하여는 특히 803.에 규정하는 것 이외에는 401.부터 406.까지의 규정을 적용한다. 다만, 소형선박에서는 트랜스버스의 단부 브래킷은 우리 선급의 승인을 받고 생략할 수 있다.
2. 선저트랜스버스의 깊이 d 및 거더의 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 0.16l_0 \quad (\mathrm{m})$$

$$Z = 9.7Kk^2(d + 0.026L')Sl_0^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l_0 : 거더의 전 길이(m)로서 선측트랜스버스의 면재의 내면으로부터 중심선 격벽에 설치하는 거더 면재의 내면까지의 거리 (m)
S : 트랜스버스의 간격 (m)
k : 표 7.1.3에 따른다.
L' : 선박의 길이. 다만, L 이 230 m 를 넣을때에는 230 m 로 한다.

3. 선측트랜스버스의 깊이 d 및 거더의 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 거더의 깊이를 테이퍼로 할 경우에는 403.의 1항 (2)호에 따른다.

$$d = 0.15l_0 \quad (\mathrm{m})$$

$$Z = 8.7Kk^2Shl_0^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l_0 : 선측트랜스버스의 전 길이 (m)로서, 선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.(그림 7.1.3 참조)
S : 트랜스버스의 간격(m)
h : l_0 의 중앙으로부터 용골 상면상 다음 점까지의 거리 (m)

$$h = d + 0.038L \quad (\mathrm{m})$$

k : 표 7.1.3에 따른다.

4. 만곡부에 있어서 트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 단면계수를 계산함에 있어서 단면 중성축은 거더의 깊이 d_b (그림 7.1.3 참조)의 중앙에 있는 것으로 한다.

$$Z = 7.8\,KSh\,l_0^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S, h 및 l_0 : 각각 3항의 규정에 따른다.

5. 갑판트랜스버스
   (1) 트렁크를 갖지 않는 선박의 갑판트랜스버스의 깊이 및 거더의 단면계수는 각각 402.의 2항 (1)호에 의한 것 이상이어야 한다.
   (2) 트렁크를 가진 선박에서는 트렁크내를 가로질러서 연속한 갑판트랜스버스를 설치하는 구조를 표준으로 한다. 이 경우 트렁크에 의하여 지지된다고 보이는 갑판트랜스버스는 그 깊이를 $0.03B$로 하여도 좋다.
6. 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스는 3항의 선측트랜스버스의 규정에 따른다. 다만, 각 식의 계수에 0.8을 곱하여 정한 것 이상이어야 한다.

804. 횡거더

갑판트랜스버스와 동일 평면내의 트렁크에는 횡거더를 설치하여야 하며 그 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.4K\sqrt{L}\,Sl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 트렁크의 너비의 1/2 (m)
S : 횡거더의 간격 (m)

제 9 절 선수부 현측탱크에 대한 특별규정

901. 적용

L이 200 m 이상인 유조선으로서 선수단으로부터 $0.15L$의 곳과 선수격벽까지의 사이의 만재시 빈화물창으로 되는 현측탱크내의 부재에 대하여는 이 절의 규정에 따르는 이외에 전 각 절의 규정에 적합하여야 한다.

902. 선측종늑골

1. 선측종늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 9KSh\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 트랜스버스의 간격 (m)
S : 종늑골의 간격 (m)
h : 해당 늑골로부터 용골상면상 다음 식에 의한 점 h' 까지의 거리(m)

$$h' = 0.7d + 0.05L \quad (\mathrm{m})$$

다만, 다음 식에 의한 것(m) 미만이어서는 안된다.

$$h = 0.2\sqrt{L} + 0.03L \quad (\mathrm{m})$$

2. 선측종늑골을 브래킷으로서 트랜스버스와 고착하는 경우에는 그 단면계수를 전 항의 식에 다음에 의한 값을 곱한 것으로 하여도 좋다.

$(1-C)^2$

C : 다음 식에 의한 값.

양끝에 브래킷을 설치하는 경우 : $C=\dfrac{b_1+b_2-0.3}{l}$

한쪽 끝에 브래킷을 설치하는 경우 : $C=\dfrac{b-0.15}{l}$

b, b_1 및 b_2 : 각각 브래킷의 종늑골 방향의 암의 길이 (m). 다만, C 의 값이 (-)로 될 때에는 C 는 0으로 한다.(그림 7.1.8 참조)

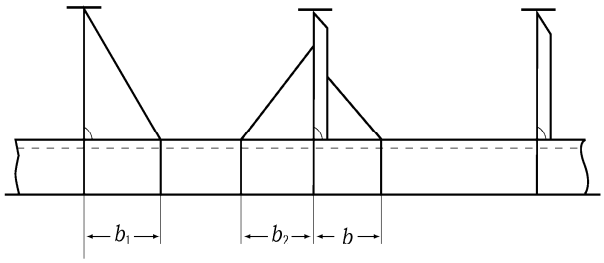


그림 7.1.8 b, b_1, b_2 의 측정방법

903. 선측트랜스버스

1. 트랜스버스의 단면계수는 403.의 1항 (5)호에 따른다. 다만, 식을 적용함에 있어서 h 는 l_0 의 중앙으로부터 용골상면상 $0.1L$ 의 점까지의 거리 (m).
2. 하단브래킷 내단부에 있어서의 웨브의 두께는 403.의 1항 (3)호에 따른다. 다만, 식을 적용함에 있어서 h는 l_0 의 중앙으로부터 용골상면상 $0.1L$ 의 점까지의 거리 (m).
3. 크로스타이 사이의 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t=43.5\,CK\frac{Sh_il_i}{d_i-a_i}+2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 트랜스버스의 간격 (m)

d_i : 각각 스팬의 중앙부에 있어서의 웨브의 깊이 (mm)

a_i : 각각 스팬 사이의 최대 슬롯의 깊이 (mm). 다만, 슬롯에 칼라를 설치할 때에는 0으로 하여도 좋다.

l_i : 각각 트랜스버스의 스팬 (m). 다만, 크로스타이와 선저트랜스버스 또는 갑판트랜스버스와의 사이에 대하여는 그것들의 면재와 크로스타이 중심과의 사이의 거리. 크로스타이 사이에 대하여는 크로스타이 중심 사이의 거리로 한다.(그림 7.1.9 참조)

h_i : 각각 l_i 의 중앙으로부터 용골상면상 $0.1L$ 의 점까지의 거리 (m). 다만, 그 거리가 $0.06L$ (m) 미만의 경우에는 $0.06L$ (m) 로 한다.

C : 다음 식에 의한 값.

$$C=1.2-\frac{2b_i-0.3}{l_i}$$

b_i : 각각 스팬의 양단의 브래킷 중 작은 쪽의 암의 길이 (m).(그림 7.1.9 참조)

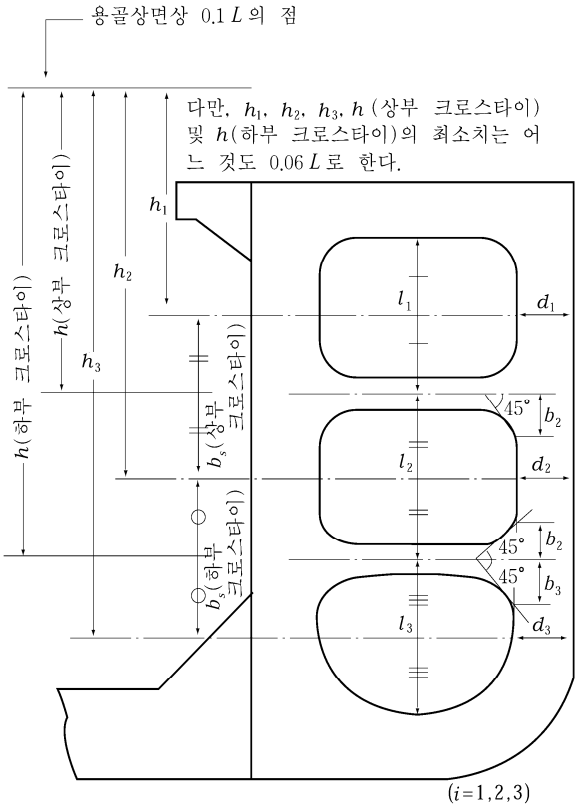


그림 7.1.9 l, b 등의 측정방법

4. 크로스타이가 결합되는 부분에 있어서의 웨브의 두께는 403.의 1항 (4)호에 따른다. 다만, 식을 적용함에 있어서 h 는 b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 $0.1L$ 의 점까지의 거리(m)로 한다. 다만, 그 거리가 $0.06L$ (m) 미만의 경우에는 $0.06L$ (m) 로 한다.

904. 거더 단부의 웨브의 특별보강

선측트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스의 상하단 브래킷과 그 내단부근 크로스타이가 결합하는 부분 부근의 웨브는 특히 간격을 좁혀서 보강하여야 한다.

905. 크로스타이

크로스타이의 단면적 및 웨브의 두께는 404.의 규정에 따른다. 다만, 식을 적용함에 있어서 h 는 b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 $0.1L$ 의 점까지의 거리(m)로 하며 그 거리가 $0.06L$ (m) 미만인 경우에는 $0.06L$ (m) 로 한다.

906. 종격벽 트랜스버스

종격벽 트랜스버스는 선측트랜스버스의 규정에 따라 정한 치수 미만이어서는 안된다.

제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치

1001. 일반사항 【지침 참조】

1. 적용

(1) 이 절의 규정은 유조선으로서 등록하고자 하는 선박의 관장치 및 벤트장치에 적용한다.

(2) 이 절의 규정은 다음에 정하는 유조선에 적용하며 이와 다른 유조선의 관장치 및 벤트장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(가) 원유, 인화점이 60°C 이하(밀폐식 시험방법에 의한다.)인 석유제품 또는 이와 유사한 액상화물을 운송하는 선박
(나) 기관구역 및 화물유탱크(슬롭탱크를 포함한다. 이하 이 절에서는 동일하다.)가 **8편 2장 4절**의 규정에 따라 배치된 선박
(다) 화물을 적재시에는 육상설비로, 하역시에는 선내펌프를 이용하는 선박

(3) 이 절의 규정에 추가하여 **8편 2장 4절** 및 **8편 9장 5절**의 규정에도 만족하여야 한다.

2. **승인도면 및 자료**

제출하여야 할 도면 및 자료는 다음과 같다.

(1) 승인용 도면 및 자료(관, 밸브 등의 재료, 치수, 설계압력 및 역화방지장치의 배치 등을 기재할 것)
(가) 화물유 제관계통도 및 계측장치도
(나) 화물유 펌프실의 빌지 및 통풍장치도
(다) 화물증기 등의 벤트관 장치도
(라) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

(2) 참고용 도면 및 자료
(가) 화물유탱크의 PV밸브 및 과압방지장치의 용량검토계산서
(나) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

3. **특수장치**

선박에 새로운 형식의 펌프 및 관장치 등을 장치하는 경우에는 그 장치의 사양 및 상세한 도면을 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상세한 검토 및 시험을 요구할 수 있다.

4. 3항을 적용함에 있어 "주 및 보조 보일러의 연료로 원유 또는 슬롭을 사용하는 유조선"의 경우, **부록 7-1「원유를 보일러용 연료로 사용하는 유조선의 추가요건」**에 따른다. *(2021)*

1002. 화물유펌프, 화물유관장치, 화물유탱크내 배관 등

1. **화물유펌프**

(1) 화물유펌프는 다음의 (가) 부터 (마)의 규정에 적합하여야 한다.
(가) 불꽃이 발생할 위험이 없는 것으로서 펌프 본체의 축관통부에서 가능한 한 기름이 적게 새어나오도록 하여야 한다.
(나) 축이 격벽 또는 갑판을 관통하는 경우에 펌프와 원동기 사이에는 플렉시블 커플링으로 연결하고 또한, 격벽 또는 갑판 관통부에 유효하게 윤활되는 기밀 실 또는 항구적으로 기밀을 확보할 수 있는 기타의 장치가 부착되어야 한다. 벨로스 피스(bellows piece)가 사용되는 경우에는 설치하기 전에 내압시험을 하여야 한다. 기밀 실 또는 기타의 장치는 불꽃을 발생시킬 위험이 없는 구조이어야 하고, 축과 접촉하는 봉인부의 재료는 불꽃을 발생시키지 않는 재료이어야 한다. **【지침 참조】**
(다) **8편 2장 4절 410. 1**의 규정에도 만족하여야 한다.
(라) 펌프의 토출측에는 스톱밸브를 설치하여야 한다. 다만, 펌프의 토출측 화물유관의 적절한 위치에 스톱밸브를 설치하는 경우에는 이 스톱밸브는 생략할 수 있다.
(마) 펌프의 토출측에 도출밸브를 설치하는 경우에는 도출밸브에서 나온 기름을 펌프의 흡입측에 유도하도록 배관하여야 한다.
(바) 펌프의 토출측에는 1개의 압력계측장치를 설치하여야 한다. 다만, 펌프가 펌프실 이외의 구획에 있는 원동기에 의하여 구동되는 경우에는 원동기의 조종위치에서도 볼 수 있도록 1개의 압력계측장치를 추가로 설치하여야 한다.

(2) 화물유펌프를 구동하는 원동기가 화물유펌프실내에 장치되고 또한 원동기가 증기원동기 또는 유압모터가 아닌 경우에는 원동기의 종류, 구조, 구동방법 등에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(3) 디프웰 펌프(deep well pumps) 또는 서브머지드 펌프(submerged pumps) 등을 장비하는 경우에는 구조, 구동방법 등에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(4) 화물유펌프는 원칙적으로 화물유탱크의 화물 및 평형수의 이송, 화물유탱크 세정수의 이송 및 **1003.**의 1항 (2)호의 빌지 흡입 및 2항 (2)호의 평형수 흡입 이외의 목적에 사용하여서는 안된다.

2. **화물유관 장치의 배관**

(1) 화물유관은 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고는 제3급관으로 취급한다.

(2) 선박에는 원칙적으로 2대 이상의 화물유펌프를 설치하여야 하며 각 화물유탱크에는 1대의 화물유펌프가 정지한 경우에도 하역에 지장을 주지 아니하도록 흡입관을 설치하여야 한다.

(3) 화물유관은 화물유펌프를 경유하지 아니하고 화물유를 적재할 수 있도록 배관하여야 한다. 또한 화물유 적재관을 갑판상에서 직접 탱크에 배관하는 경우에는 정전기의 발생을 방지하기 위하여 화물유 적재관의 개구단을 가능한 한 저면 가까이 유도하여야 한다.

(4) 선외에서 해수를 흡입하는 평형수관을 화물유관에 연결하는 경우에는 해수흡입밸브와 화물유관의 사이에 스톱밸브를 설치하여야 한다.

(5) 화물유관에 슬립조인트를 사용하는 경우에는 **5편 6장 104.**의 5항에 적합한 것이어야 한다.

(6) 평형수 전용 탱크의 해수 흡입관 및 배출관은 화물유탱크의 해수 흡입관 및 배출관에 연결하여서는 안된다.

3. 탱크 용도의 변경

화물유관 장치를 전환시켜 화물유탱크를 평형수탱크로 사용할 수 있도록 한 탱크에 대하여는 우리 선급이 인정하는 전환장치를 설치하여야 하며, 우리 선급이 승인한 전환작업을 위한 상세한 작업 지침을 명기한 도면 또는 서류를 선내에 비치하여야 한다. **【지침 참조】**

4. 화물유펌프 및 관장치의 격리 【지침 참조】

(1) 화물유관은 2항 (2)호, 1003.의 1항 및 2항에 규정된 것을 제외하고는 다른 관과는 별개로 배관하여야 한다.

(2) 화물유관은 연료유탱크 및 기관실, 거주구역 등 발화될 위험이 있는 구획을 통과하여서는 아니되며, 선수격벽보다 앞쪽 및 기관실 전단격벽보다 뒷쪽의 구획에 유도되어서는 안된다.

(3) 노출갑판상의 화물유관은 거주구역 등에서 충분한 거리를 두고 배관하여야 한다.

(4) 화물지역 이외의 장소에 선수미 하역을 하는 선박에는 화물호스 접속부로 유도되는 화물유관의 연결부는 밸브연결부를 제외하고 용접이음이어야 하며 해당 화물유관은 명백히 식별되어야 하고 화물지역 내에 위치한 (가) 또는 (나)에 의하여 격리되어야 한다. 또한 선수미 접속부의 화물유관 개구단에는 맹판을 설치하여야 한다.

(가) 폐쇄상태에서 고정할 수 있고, 격리의 효과를 확인할 수 있는 장치를 갖는 2개의 스톱밸브

(나) 분리할 수 있는 스풀피스(spool piece) 또는 스펙터클 플랜지(spectacle flange) 등과 동등한 격리수단을 가진 다른 폐쇄장치와 1개의 스톱밸브

(5) 화물유관 및 화물유탱크에 연결된 유사한 관은 평형수탱크를 통과할 수 없다. 다만, 해당 관의 길이가 짧고 또한 관의 이음이 용접구조 또는 누설의 우려가 없는 플랜지이음 형식의 배관일 경우에는 평형수탱크를 관통할 수 있다.

(6) (5)호의 규정에 불구하고 이중선체구조 이외의 유조선의 경우 화물유관은 관의 이음이 용접구조이거나 누설되지 아니하는 플랜지이음 형식일 경우 평형수탱크를 관통할 수 있다. 다만, 관의 신축대책으로서는 팽창곡관(expansion bends)을 사용하여야 한다.

(7) 화물관과 밸러스트관 사이의 연결은 MARPOL 부록 I의 1.18.에서의 규정에 대한 통합해석에 명시된 비상 배출을 제외하고는 허용되지 않는다.

(8) (7)호의 규정에도 불구하고 휴대용 스풀 피스를 통해 화물 펌프에 연결하여 분리된 밸러스트를 비상 배출하도록 할 수 있다. 이 경우 밸러스트 탱크로 기름이 통과하는 것을 방지하기 위해 분리된 밸러스트 연결부에 역류 방지 밸브를 설치해야 한다. 휴대용 스풀 조각은 펌프실의 눈에 잘 띄는 위치에 장착해야 하며, 사용을 제한하는 영구 표시가 그 옆에 눈에 띄게 표시되어야 한다.

또한 스풀 피스가 제거되기 전에 화물 및 밸러스트 라인을 차단하기 위한 차단 밸브가 제공되어야 한다.

5. 화물유관의 격벽밸브 【지침 참조】

(1) 화물유관이 화물유탱크와 펌프실 사이의 유밀격벽을 관통하는 곳에는 격벽에 되도록 접근하여 스톱밸브를 설치하여야 한다.

(2) (1)호에 규정하는 밸브가 펌프실 쪽에 있을 때에는 강재 또는 연신율이 12 % 이상인 주철재의 것으로서 직접 폐쇄할 수 있어야 하며 그 구획 이외의 쉽게 접근할 수 있는 곳에서도 폐쇄할 수 있는 원격조작의 것이어야 한다. 다만, 화물유관의 각 지관에 갑판상으로부터 조작할 수 있는 밸브를 설치한 경우에는 펌프실 쪽에 있는 밸브는 연신율이 12 % 미만인 주철재의 것이라도 무방하며 원격조작구조의 것이 아니라도 좋다.

(3) (1)호에 규정하는 밸브가 탱크의 안쪽에 있는 경우에는 주철제의 것이라도 무방하며 직접 폐쇄될 수 있는 것일 필요는 없으나 원격조작의 것이어야 하며 또한 펌프실내에 별도의 밸브를 설치하여야 한다.

(4) (2)호 및 (3)호의 규정에 따라 밸브를 원격조작 구조의 것으로 할 경우에는 밸브의 조작위치에서 밸브가 개폐되어 있는 것을 확인할 수 있도록 하여야 한다.

6. 밸브조작봉의 갑판관통부

화물유탱크내의 밸브의 조작봉이 가스밀 또는 유밀의 갑판을 관통하는 경우에는 스터핑박스를 설치하여야 한다.

7. 화물유탱크내의 배관 【지침 참조】

(1) 화물유탱크내에는 화물유관, 화물유의 가열관, 화물유탱크의 평형수관 및 다음 각호의 규정에 따라 설치가 인정된 관 이외의 관을 설치하거나 관통하여서는 안된다.
(2) 화물유 관장치의 원격제어용관, 화물유탱크의 증발가스 배출관, 세정용관, 측심장치용관 및 계측장치용관은 화물유탱크내에 설치할 수 있다.
(3) 우리 선급이 승인하는 경우에는 화물유탱크를 관통하는 배수관, 위생수관 등을 설치할 수 있다.
(4) 평형수관과 평형수탱크의 측심관 및 공기관 등은 화물유탱크를 통과할 수 없다. 다만, 해당 관의 길이가 짧고 관의 이음이 용접구조 또는 누설의 우려가 없는 플랜지이음 형식의 배관일 경우에는 화물유탱크를 통과할 수 있다.
(5) (4)호의 규정에 불구하고 이중선체구조 이외의 유조선에 대하여는 화물유탱크에 인접한 평형수탱크의 평형수관은 관의 이음이 용접구조이거나 누설되지 아니하는 플랜지이음 형식으로 하는 경우에는 화물유탱크를 관통할 수 있다. 또한 관의 신축대책으로서는 팽창곡관을 사용하여야 한다.

8. 화물유탱크의 측심장치 【지침 참조】

모든 화물유탱크에는 우리 선급이 승인한 측심장치를 설치하여야 한다. 이 측심장치는 기관실, 거주구역 등 발화원이 있는 구획에 인화성 가스를 유입하지 아니하는 구조 또는 배치이어야 한다.

9. 증기관

(1) 화물유탱크 가열용 증기공급관 및 회송관은 탱크정부 이외의 탱크벽을 관통하여서는 안된다. 또한 증기공급 주관은 노출갑판상에 설치하여야 한다.
(2) 화물유탱크 가열용 증기공급관에는 각 탱크의 증기 입구 및 출구에 스톱밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.
(3) 화물유탱크 가열용 증기회송관은 증기드레인중에 기름이 들어 있는가 검사할 수 있도록 검유탱크 또는 검유장치에 유도하여야 한다. 검유탱크 또는 검유장치는 보일러와 같은 고열부분 및 발화원에서 가능한 한 멀리 떨어져 있는 밝고 통풍이 잘되는 곳에 있어야 한다.
(4) 화물유 펌프실 내의 증기관 및 화물유탱크 가열용 증기관의 증기온도는 220℃를 넘어서는 안된다.
(5) 화물유 펌프실 내에 있는 증기공급관 또는 증기배기관의 드레인관, 또는 펌프의 증기실린더 드레인관은 빌지웰 위쪽으로 충분히 떨어져서 개구되어야 한다.
(6) 화물유탱크 또는 화물유관에 연결되는 탱크의 청소용 지관에는 나사조임 체크밸브 또는 2개의 스톱밸브를 설치하여야 한다.

10. 열매체유관

(1) 화물유 탱크 가열용 열매체유 관장치는 다음 규정에 적합하여야 한다.
  (가) 화물유 탱크 내의 모든 이음은 용접 이음 형식이어야 한다. *(2018)*
  (나) 화물유 탱크에 연결되는 입·출구에는 차단밸브 또는 콕이 설치되어야 한다. 열매체유관이 화물유 탱크와 펌프실 사이의 유밀격벽을 관통하는 경우, 차단밸브 또는 콕은 그 격벽에 가능한 한 근접하여 설치할 수 있다.
  (다) 순환 펌프가 정지하고 있을 때, 가열관 내의 압력이 적어도 화물의 정압수두보다 수두 3 m 이상 높게 되도록 배치하여야 한다.
  (라) 인화점 60℃ 이하의 화물을 가열하는 경우에는 **5편 6장 1004.**의 규정에 적합하여야 한다.
(2) 화물지역에서의 열매체유 온도는 220℃를 넘어서는 안된다.

11. 아스팔트 화물의 가열설비 등

(1) 아스팔트 화물용 가열설비를 설치하여야 한다.
(2) 아스팔트 화물탱크에 설치하는 가열관은 충분히 두꺼운 관을 사용하여 전용접이음으로 하여야 한다.
(3) 펌프 및 밸브 등은 운송되는 화물의 종류에 적합하여야 한다.
(4) 화물펌프 및 화물관을 가열하기 위한 설비를 설치하여야 한다.
(5) 각 화물탱크에는 탱크의 바닥, 바닥과 탱크정부의 중간 및 탱크정부의 온도를 나타낼 수 있도록 온도계측장치를 설치하여야 한다.

12. 화물유 및 평형수 통합 구동장치

제어장치 및 안전장치를 포함하여, 화물유 및 평형수펌프 양쪽을 구동하기 위하여 사용되는 통합된 유압 및/또는 전기장치(이하, 「통합구동장치」라 한다)의 비상 정지장치 및 제어장치는 다음에 적합하여야 한다.

(1) 통합구동장치의 비상 정지장치는 제어장치로부터 독립되어야 한다. 비상 정지장치 또는 제어장치 중 한 장치의 고장으로 통합구동장치가 운전불능이 되어서는 안된다.
(2) 화물유펌프의 수동 비상 정지장치는 평형수펌프의 유압원이 정지되지 않도록 배치하여야 한다.
(3) 제어장치에는 백업 전원이 공급되어야 하며, 백업 전원은 주배전반으로부터 2중 회로로 급전할 수 있다. 어느 한 동력공급이 정지된 경우 제어반이 설치된 각 장소에 가시·가청의 경보를 발하여야 한다.

(4) 자동 또는 원격제어장치의 고장시에도 통합구동장치의 운전이 가능하도록 제어장치 내에 수동 오버라이딩장치 또는 2중의 제어장치가 설치되어야 한다.

1003. 화물유펌프실 및 화물유탱크에 인접한 코퍼댐 및 탱크의 관장치

1. 화물유펌프실 및 화물유탱크에 인접한 코퍼댐의 빌지관장치 등

(1) 화물유펌프실 및 화물유탱크에 인접한 코퍼댐에는 동력구동의 펌프 또는 에덕터로 이루어진 빌지관장치를 설치하여야 하며 이러한 구역의 빌지는 기관실로 유도되어서는 안된다.

(2) 화물유펌프는 (1)호의 빌지배출 펌프로 사용할 수 있다. 이 경우 빌지흡입구에는 나사조임 체크밸브를, 펌프의 흡입측에는 스톱밸브 또는 콕을 각각 설치하여야 하며 선외배출 밸브와 화물유관의 사이에 1개의 스톱밸브를 설치하여야 한다.

(3) 화물유탱크에 인접한 코퍼댐의 빌지관과 화물유탱크에 인접하지 아니한 구획의 빌지관은 별도로 배관하여야 한다. 다만, 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에는 이들 구획의 빌지펌프(화물유펌프와 겸용의 것은 제외)를 공통으로 하여도 좋으나 화물유탱크에 인접하지 아니한 구획의 빌지흡입관에는 체크밸브를 설치하여야 한다.

(4) 화물유탱크에 인접하는 코퍼댐에 설치하는 측심관은 안지름을 38 mm 이상으로 하고, 특히 우리 선급이 인정하는 경우를 제외하고는 노출갑판상으로 유도하여야 한다. **【지침 참조】**

(5) 화물유펌프실용 빌지배출장치는 화물펌프실 밖에서 조작될 수 있어야 한다.

(6) 화물유 펌프실의 빌지웰(bilge well)에는 화물제어실 및 선교에 가시가청의 경보를 발하는 본질안전형의 액면경보장치를 설치하여야 한다.

(7) **8편 2장 4절 410.**의 3의 규정에도 만족하여야 한다.

2. 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크

(1) 이 항의 규정은 **103.**의 4항에 따라 화물유탱크 전후단에 설치하는 코퍼댐과 겸용하는 평형수탱크에도 적용한다.

(2) 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 평형수관은 다른 관과 별도로 배관하여야 하며 또한 기관실에 유도하여서는 안된다. 따라서 펌프실에 평형수 주배수용 펌프를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에는 비상용으로서 평형수 흡입만을 목적으로 화물유펌프를 사용하여도 좋다. 화물유탱크에 인접하지 않아 가스안전구역으로 간주되는 평형수탱크에 대해서는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 공기관의 개구부에는 수시로 바꿀 수 있는 플레임스크린을 부착하여야 하며 우리 선급이 인정할 경우 공기관의 치수는 **5편 6장 201.**의 4항 (1)호의 규정을 적절히 참작할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크에 설치하는 측심관은 우리 선급이 특별히 인정하는 경우를 제외하고는 노출갑판상으로 유도하여야 한다. **【지침 참조】**

3. 선수 평형수탱크

화물지역 내의 다른 평형수탱크에 사용하는 관장치에 의해 평형수가 주입되는 선수 평형수탱크는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 벤트관의 개구단은 발화원으로부터 다음을 고려한 적절한 거리의 개방갑판 상에 위치하여야 한다.

(가) 선수 평형수탱크 벤트관의 개구단으로부터 1.5 m 이내에 있는 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역 : 위험구역 1(zone 1)

(나) 상기 (가) 구역의 외측 1.5 m 이내의 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역 : 위험구역 2(zone 2)

(2) 적절한 휴대식 계측장치로 선수 평형수탱크 내의 가연성가스 농도를 측정할 수 있는 수단이 개방갑판 상에 구비되어야 한다.

(3) 선수 평형수탱크는 개방갑판으로부터 직접 측심할 수 있어야 한다.

(4) 선수 평형수탱크는 개방갑판으로부터 직접 접근할 수 있어야 한다. 다만, 다음 조건에 만족될 경우 개방갑판으로부터 폐위구역을 통하여 선수 평형수탱크로 간접 접근하는 것을 허용할 수 있다.

(가) 코퍼댐에 의하여 폐위구역이 화물유탱크로부터 분리된 경우에는, 폐위구역 내에 위치하는 볼트로 체결되는 기밀의 맨홀을 통하고 맨홀에 다음 조치를 취한 후에만 선수 평형수탱크를 개방할 수 있다는 취지를 나타내는 경고판을 부착하여야 한다.

(a) 가스프리(gas free)가 된 것을 입증; 또는

(b) 폐위구역 내에 있는 안전이 증명되지 않은 전기 기기의 전원이 차단된 것을 확인.

(나) 폐위구역이 화물유탱크와 공통경계로 되어서 위험구역일 경우, 그 폐위구역은 충분히 통풍될 수 있어야 한다.

4. 화물유탱크에 인접하는 연료유 탱크

화물유탱크에 인접하는 연료유탱크에 설치하는 측심관은 우리 선급이 특별히 인정하는 것을 제외하고는 노출갑판상으로 유도하여야 한다. **【지침 참조】**

5. **선수부의 펌프장치**
화물유탱크의 전부에는 그 부분의 빌지배출 또는 평형수나 연료유의 이송에 사용되는 펌프는 전용으로 하여야 하며 또한 우리 선급이 승인하는 경우를 제외하고는 선수부에 설치하여야 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 빌지배출 및 평형수의 이송에 사용하는 펌프는 다른 적절한 펌프와 겸용할 수 있다.

1004. 화물유펌프실의 통풍장치

1. 통풍장치의 용량 및 구조 등에 대하여는 **8편 2장 4절 404.**의 1의 규정에 적합하여야 한다.
2. 펌프실에서 빌지가 고이는 장소의 주위에는 배기가 유효하게 행하여질 수 있도록 선저의 늑판 또는 종늑골의 직상 부근에 배기덕트를 설치하여야 한다. 또한 하부 그레이팅 상방 2 m 부근의 위치에 비상용개구를 배기 덕트에 설치하여 그 개구에는 노출갑판 및 하부 그레이팅에서 개폐할 수 있는 댐퍼를 설치하여야 한다.
3. 그레이팅은 공기의 유동이 자유로운 개방격자형식이어야 한다.

1005. 화물유탱크에 인접하는 코퍼댐의 벤트장치 【지침 참조】

화물유탱크에 인접하는 코퍼댐에는 유효한 벤트장치를 설치하여야 한다. 공기관을 설치하는 경우에는 안지름 50 mm 이상의 것으로 대기로 개구시켜야 하며 개구부에는 수시로 교환 가능한 플레임스크린을 부착하여야 한다. 통풍장치를 설치한 경우에는 통풍기의 구조 및 그 배기덕트 보호망은 **1004.**의 규정에 적합하여야 한다. 또한 가스가 체류할 염려가 있는 구조 각부에는 배기구를 설치하여야 한다.

1006. 기관구역, 갑판실의 개구 및 전기설비 등의 설치 위치 【지침 참조】

모든 통풍장치의 공기흡입구, 배기구 및 갑판실 등의 개구부의 배치는 **8편 2장 4절 403.**의 규정에 따라야 한다. 특히 기관구역의 통풍구는 가능한 한 후방에 배치하여야 하며 선미하역을 행하는 선박에 있어서는 특별한 고려를 하여야 한다. 또한 전기설비 등의 발화원은 폭발위험을 피할 수 있도록 배치하여야 한다.

1007. 인화점이 60°C를 넘는 기름만을 운반하는 선박

인화점이 60℃를 넘는 기름만을 운반하는 선박에 대해서는 이 절의 규정을 다음과 같이 적용한다.

1. **1001.**의 2항 내지 **1002.**의 9항, **1003.**의 1항 (3)호 내지 (7)호, **1003.**의 2항 (1)호, **1003.**의 3항 및 5항, **1005.** 내지 **1006.**의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
2. **1002.**의 11항, 12항 및 **1003.**의 1항 (2)호의 규정에 만족하여야 한다.
3. 화물유펌프실 및 화물유탱크에 인접한 코퍼댐의 빌지를 기관실로 유도할 수 있다.(**1003.**의 1항 (1)호 참조)
4. 화물유탱크에 인접한 평형수탱크의 평형수관을 기관실로 유도할 수 있으며(**1003.**의 2항 (2)호 참조) 그 평형수탱크 공기관의 개구단에는 화염 방지용 철망을 생략하여도 좋다.(**1003.**의 2항 (3)호 참조) 이들 탱크의 측심관은 노출갑판 이외의 장소에서 측심하도록 배관할 수 있다.(**1003.**의 2항 (4)호 참조)
5. 화물유탱크에 인접한 연료유탱크의 측심관은 노출갑판상으로 유도하지 않아도 좋다.(**1003.**의 4항 참조)
6. **1004.**의 규정에 만족하여야 한다. 다만, 팬의 용량 및 구조는 우리 선급이 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

1008. 시험 및 검사

관장치 및 벤트관 장치의 시험 및 검사는 **5편 6장 14절**의 규정에 따르는 외에 다음 각호의 규정에 만족하여야 한다.

1. 선내 설치후의 시험
   (1) 화물유관은 설치 완료후 설계압력의 1.5배 이상의 압력으로 누설시험을 하여야 한다.
   (2) 화물유탱크내의 가열관은 설계압력의 1.5배 이상의 압력으로 누설시험을 하여야 한다.
2. 보기 및 관장치는 설치 완료후 다음의 시험을 하여야 한다.
   (1) 화물유펌프의 작동시험
   (2) 통풍장치의 작동시험
   (3) 이 절에서 규정하는 안전조치에 관한 각종 장치의 작동시험

1009. 평형수 펌프의 설치 위치

평형수 펌프는 화물유펌프실 또는 발화원이 없는 화물 구역 내의 유사한 공간에 위치하여야 한다.

제 11 절 유조선의 전기설비

1101. 일반

1. 적용

원유, 석유제품 또는 이와 유사한 액상화물을 운송하는 선박의 전기설비는 **6편 1장**의 관련규정 이외에 (KS C)IEC 60092-502 및 이 절의 규정에도 적합하여야 한다.

2. 위험구역 【지침 참조】

(1) 인화점이 60 °C 이하(밀폐식 시험방법에 의한다.)의 인화성 액체 화물을 운송하는 유조선에 있어서 다음 구획 및 구역은 위험구역으로 한다.

(가) 구역 “0”(zone 0)

(a) 화물탱크

(b) 슬롭탱크

(c) 화물탱크와 슬롭탱크의 압력도출관 또는 환기관 내부

(d) 화물관 내부

(나) 구역 “1”(zone 1)

(a) 일체형 화물탱크에 인접하는 보이드 구역

(b) 독립형 화물탱크를 포함하는 화물창 구역

(c) 화물탱크에 인접하는 코퍼댐과 평형수탱크

(d) 화물펌프실

(e) 화물탱크 직상의 폐위구역 또는 반폐위구역(예를 들면 갑판사이) 혹은 화물탱크 격벽상에서 그 일직선상으로 격벽을 갖는 폐위구역 또는 반폐위구역

(f) 화물탱크에 인접하는 갑판 하에 있는 코퍼댐 이외의 구역(예를 들면 트렁크, 통로 및 화물창)

(g) 온도 변화에 의해 생기는 화물탱크 내 압력을 조절하기 위해서 소량의 가스 또는 증기를 방출하는 화물탱크 벤트 출구, 가스 또는 증기 배출구(예를 들면 화물탱크 해치, 관찰용 개구, 탱크 세정용 개구, 유면측정용 개구, 측심관, 화물 증기 출구 3 m 이내의 모든 구역), 화물 메니폴드밸브, 화물 밸브, 화물관 플렌지, 화물펌프실 통풍 배출구 및 화물탱크 개구로 부터 3 m 이내에 있는 개방갑판 상의 구역 또는 개방갑판 상의 반폐위구역

(h) 적하, 양하 또는 평형수 작업중에 다량의 가스 또는 증기를 방출하는 화물탱크 벤트 출구로부터 6 m 이내의 상부가 원통형(높이의 제한 없음)으로 하부가 반구형의 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역

(i) 화물펌프실의 입구로부터 1.5 m 이내 및 화물 펌프실의 통풍기 입구, 코퍼댐으로 열린 개구, 또는 기타 (나) 구역(zone 1)의 개구로부터 1.5 m 이내에 있는 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역

(j) 화물 메니폴드 밸브 주위에 설치된 기름 유출 보호용 코밍의 안쪽 및 그 주위 3 m 이내이며, 높이 2.4 m 까지의 개방갑판 상의 구역

(k) 화물탱크 상의 2.4 m 까지의 높이로 화물탱크 격벽의 전후방향에 다시 3 m를 연장(이 구역은 윙 평형수탱크가 있는 경우에서도 선박의 전체 폭까지 연장한다.)하고 자연 통풍이 제한되는 모든 화물탱크 위 개방 갑판 상의 구역(화물탱크 구역 내의 모든 평형수탱크를 포함한다.)

(l) 화물 호스를 격납하는 구획

(m) 화물관이 설치되는 폐위 또는 반폐위구역

(다) 구역 “2”(zone 2)

(a) (나) 구역(zone 1)의 외측 1.5 m 이내의 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역. 다만, (나) (g)의 “온도 변화에 의해 생기는 화물탱크 내 압력을 조절하기 위해서 소량의 가스 또는 증기를 방출하는 화물탱크 벤트 출구”에 대하여는 2.0 m 이내로 한다.

(b) (나)(h) 구역의 외측 4 m 이내의 구역

(c) (나)구역과 비위험 장소와의 사이의 에어로크를 구성하는 구역

(d) 거주구역 및 업무구역을 기름 유출로부터 보호하기 위한 코밍의 안쪽 3 m 이내이며, 높이 2.4 m 까지의 개방 갑판상의 구역

(e) (나) 구역(zone 1)의 개방 또는 반폐위구역 주변 갑판 위 2.4 m 까지의 높이로 화물탱크 격벽의 전후방향에 다시 3 m를 연장하고 자연 통풍이 확보되는 모든 화물 탱크 위 개방 갑판 상의 구역(화물탱크 구역 내의 모든 평형수탱크를 포함한다.)

(f) (e) 및 (나)(k) 구역의 선박 전방향에 있는 주갑판 하의 장소이며, 주갑판상의 높이 0.5 m 이내에 개구를 가지는 장소. 다만, 다음 중 하나에 해당되는 경우에는 제외한다.

(i) 해당 개구가 화물 탱크의 맨 앞단으로부터 5 m 이상 떨어지고 화물 탱크 출구, 가스 또는 증기 출구에서 수평 방향으로 10 m 이상 떨어져 있는 경우

(ii) 해당 장소가 강제 환기되고 있는 경우

(g) 화물 탱크에 인접하는 평형수 펌프실

(2) 인화점이 60 ℃를 넘는 인화성 액체 화물을 운송하는 유조선에 있어서 다음 구획 및 구역은 위험구역으로 한다.

(가) 인화점보다 15 ℃ 낮은 온도 이상으로 가열되는 것을 운송하는 유조선의 위험 장소 구획 및 구역은 (1)의 요건과 동일하다.

(나) 가열되지 않거나 인화점보다 15 ℃ 낮은 온도 미만으로만 가열되는 화물을 운송하는 유조선의 경우, 위험장소는 다음과 같으며 위험구역에 대한 분류는 구역 “2”(zone 2)로 한다.

(a) 화물탱크

(b) 슬롭탱크

(c) 화물탱크와 슬롭탱크의 압력도출관 또는 환기관 내부

(d) 화물관 내부

3. 배전방식

(1) 배전방식은 다음 중 어느 하나이어야 한다.

직류절연 2선식

단상 교류절연 2선식

3상 교류절연 3선식

(2) 발전기회로, 급전회로 및 배전회로는 다음 경우를 제외하고 접지하거나 선체 귀선방식을 사용하여서는 안된다.

(가) 선체외판 보호용의 외부전원식 음극방식 장치

(나) 지락등 또는 이것에 대신하는 장치. 다만, 접지회로를 통해서 흐르는 순환전류는 어떠한 경우에도 30 mA 를 넘어서는 안된다.

(다) 내연기관의 시동, 점화용 전기계통 등 국부적 회로

(라) 위험장소에 선체전류를 발생시킬 위험이 없는 전기계통에 있어서 우리 선급이 인정하는 회로 **【지침 참조】**

4. 단로장치

위험장소에 설치한 전기기기의 배전회로에는 회로마다 다극연결식의 단로장치를 안전장소에 설치하여야 한다. 또한 이 단로장치에 접속된 전기기기를 확실히 식별하기 위한 표시 이외에 잘못 조작에 따른 위험을 방지하기 위한 유효한 수단을 강구하여야 한다.

5. 지락탐지

본질 안전회로를 제외하고 위험장소내의 전기기기에 접속되거나 혹은 위험장소를 통과하는 급전회로 및 배선회로에는 절연 레벨을 항상 감시하고 이상하게 낮은 때에는 경보를 울리는 장치를 설치하여야 한다.

1102. 위험구역의 배선

1. 일반

1101.의 2항에 정해진 위험장소에는 케이블을 포설하여서는 안된다. 부득이 포설할 경우에는 다음 규정에 따라야 한다.

2. 케이블의 선정

케이블은 다음 중 어느 것이어야 한다. 다만, 케이블의 외장 또는 금속피복이 부식할 염려가 있을 경우에는 외장 또는 금속피복 위에 임퍼비어스 피복을 시공하여야 한다.

(1) 무기절연 금속피복의 것.

(2) 납피복 외장의 것.

(3) 임퍼비어스 피복 외장의 것.

3. 케이블 공사

(1) 케이블은 가능한 한 선체중심선 부근에 포설하여야 한다.

(2) 케이블은 갑판, 격벽, 탱크 및 각종 배관장치로부터 충분히 격리하여 포설하여야 한다.
(3) 상설보행로 및 갑판상에 포설하는 케이블은 기계적 손상을 받지 아니하도록 적절히 보호하여야 한다. 또 케이블 및 그 지지물은 반복되는 선체 구조물의 신축작용에 견딜 수 있도록 붙여야 한다.
(4) 위험구역의 갑판 및 격벽을 관통하는 케이블 및 케이블용 도관의 관통부는 필요에 따라서 가스밀 및 수밀구조로 하여야 한다.
(5) 무기절연 케이블을 사용할 경우는 확실하게 끝단처리를 하도록 특히 주의하여야 한다.

4. 케이블의 접지

위험장소를 통과 또는 이 장소에 접속하는 동력 및 조명용 케이블의 모든 금속피복은 적어도 양단을 접지하여야 한다.

5. 본질 안전회로

(1) 본질 안전형 전기기기의 본질 안전회로 케이블은 전용인 것으로 하고 일반 회로용 케이블과 분리하여 포설하여야 한다.
(2) 종류가 다른 본질 안전형 전기기기의 본질 안전회로는 원칙적으로 각각 별개의 케이블로 배선하여야 한다. 부득이 다심케이블을 공용하는 경우는 각 대심마다 차폐를 시공한 케이블을 사용하고 차폐는 유효하게 접지하여야 한다.

1103. 위험구역의 전기설비 【지침 참조】

1. 일반

(1) 1101.의 2항에 정해진 위험구역에는 전기설비를 설치하여서는 안된다. 부득이 설치할 경우에는 다음에 따라야 한다.
(2) 방폭형기기는 6편 1장 9절의 규정에 적합한 것이어야 한다.
(3) 전기식인 계측, 감시, 제어, 통신용의 기기는 본질 안전형이어야 한다.
(4) 휴대등은 자체에 전지를 갖고 있는 본질 안전형 또는 내압(耐壓) 방폭형인 것 또는 가압외피를 가진 공기 구동식인 것이어야 한다.

2. 1101.의 2항의 모든 위험구역

본질 안전형인 전기기기를 설치할 수 있다.

3. 음극방식장치 설치 요건

(1) 화물유탱크에는 외부전원식 음극방식장치를 설치하여서는 안된다.
(2) 화물유탱크에는 마그네슘 또는 마그네슘합금 애노드를 설치하여서는 안된다.
(3) 알루미늄 애노드는 탱커의 화물탱크에서 위치 에너지가 275 N-m 이하인 위치에만 설치할 수 있다. 또한, 알루미늄 애노드는 인접 구조에 의하여 보호되지 않는 한 금속물이 애노드에 떨어지는 것을 피하기 위하여 탱크 창구 또는 버터워스 개구의 하방에 설치하여서는 안된다.
(4) 아연 애노드의 설치 위치에 대한 제한은 없다.
(5) 애노드는 강재 코어를 가져야 하고, 이 코어는 애노드 지지와의 공진을 피하기 위하여 충분한 강성을 가져야 하며 애노드가 소모되는 경우에도 애노드를 지탱할 수 있도록 설계하여야 한다.
(6) 강재 개재물은 적절한 단면의 연속 용접으로 구조에 설치하여야 한다. 로크너트를 가진 2개 이상의 볼트를 사용한다면, 분리된 지지에 볼트 체결에 의해 설치하는 것으로 대체할 수 있다. 또한, 승인된 기계적인 클램핑으로 설치할 수 있다.
(7) 애노드 양끝의 지지를 각각 독립적인 운동이 될 수 있도록 분리하여 설치하여서는 안된다.
(8) 애노드 개재물 또는 지지를 구조에 용접하는 경우, 용접부는 응력증가가 발생하지 않도록 배치하여야 한다.

4. 화물유 탱크에 인접하는 코퍼댐, 이중저 및 덕트킬

(1) 전기측심장치와 같은 항해계기의 송수파기는 설치할 수 있다. 다만, 송수파기는 밀폐형인 것으로 화물유탱크로부터 격리된 기밀외피내에 붙이고 그 케이블은 주갑판까지 아연도금을 시공한 두꺼운 강관내에 포설하여야 한다. 또 그 관의 이음부는 가스밀로 하여야 한다.
(2) 선체 보호용인 외부전원식 음극방식 장치의 전극 및 케이블을 붙일 경우에는 전 (1)호에 따라야 한다.
(3) 조작 및 감시가 필요한 기기가 부착되어 있는 이중저 또는 덕트킬의 내부에는 내압(耐壓) 방폭형 전등 및 가압외피를 갖는 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다. 전등회로는 독립된 2회로로 하여야 한다.

5. 1101.의 2항 (1)호 (나) (e)의 위험구역

(1) 내압(耐壓) 방폭형 전등 및 가압외피를 가진 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다. 사람이 항상 출입하는 장소의 전등회로는 독립된 2회로로 하여야 한다.
(2) 케이블을 통과시켜 포설할 수 있다.

6. 1101.의 2항 (1)호 (나) (f)의 위험구역 및 화물유 탱크에 인접하는 평형수탱크
(1) 3항에 규정한 전기설비를 설치할 수 있다.
(2) 조작 및 감시가 필요한 기기가 붙어있는 구획에는 내압(耐壓) 방폭형 전등 및 가압외피를 가진 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다.
(3) 케이블을 통과시킬 경우 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

7. 1101.의 2항 (1)호 (나) (d)의 위험구역
(1) 3항에 규정한 전기설비를 설치할 수 있다.
(2) 내압 방폭형 전등 및 가압외피를 가진 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다. 전등회로는 독립된 2회로로 하여야 한다.
(3) 화물유펌프실의 입구를 통과시켜 케이블을 포설할 경우에는 가스밀인 두꺼운 강관 또는 강재 덕트내에 포설하여야 한다.

8. 1101.의 2항 (1)호 (나) (m) 및 (l)의 위험구역
(1) 내압 방폭형 전등 및 가압외피를 가진 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다.
(2) 케이블을 통과시킬 경우에는 가스밀인 두꺼운 강관 또는 강재덕트내에 포설하여야 한다.

9. 1101.의 2항 (1)호 (나) (g), (h), (k) 및 (1)호 (다) (b), (e)의 위험구역
(1) 내압 방폭형, 압력 방폭형 및 안전증가 방폭형인 전기기기를 설치할 수 있다.
(2) 케이블을 통과시켜 포설할 수 있다. 다만, 1101.의 2항 (8)호의 위험구역에는 가능한 한 케이블의 신축부를 설치하지 아니하도록 하여야 한다.

10. 1101.의 2항 중 직접개구를 가지는 폐위구역 및 반폐위구역
직접개구에 연결된 위험구역과 동등한 위험구역으로 취급하고 1항부터 8항 까지 중 해당하는 규정에 따라야 한다.

11. 화물유펌프실내 장치용 전동기 *(2019)*
화물유펌프실내의 각종 펌프용 전동기는 펌프실로부터 가스밀 격벽 또는 갑판에 의해 분리된 별도의 구획에 설치하여야 한다. 또한 축이 격벽 또는 갑판을 관통하는 부분에는 적절한 스터핑 상자를 설치하여야 한다. 다만, 상기 전동기가 해당 구역에 적합한 방폭형일 경우에는, 그 전동기는 화물유펌프실 내에 설치할 수 있다.

12. 위험장소의 조명
(1) 통풍장치가 작동하고 있지 않을 때 화물유 펌프실에 들어가는 것을 막기 위하여 다음의 (가) 또는 (나) 중 한가지 방법을 적용하여야 한다.
(가) 화물유펌프실의 조명장치는 통풍장치가 작동하고 있을 경우에만 사용가능하도록 하여야 한다. 통풍장치의 고장으로 인해 조명장치가 꺼져서는 안된다. 다만, 비상조명장치는 통풍장치가 작동하고 있지 아니한 경우에도 사용가능하도록 하여야 한다.
(나) 화물유 펌프실의 문에 설치된 가시가청 경보장치는 통풍장치가 작동하고 있지 않을 때 화물유 펌프실의 문이 열릴 경우 경보를 발하여야 하고 이 경보에 대한 경고문을 펌프실 문 근처에 분명하게 게시하여야 한다. 이 경우 경고문은 펌프실 통풍장치가 작동하고 있지 않으므로 펌프실의 공기가 위험할 수도 있으니 안전이 확인될 때까지 펌프실에 들어가서는 안된다는 것을 나타내는 내용이어야 한다. 가청 경보장치는 선교에서도 들을 수 있어야 하며 선교에서만 경보를 정지할 수 있어야 한다.

13. 위험구역의 통풍기용 전동기 *(2019)*
화물유 펌프실용 통풍기 및 기타 위험구역의 배기용 통풍기의 전동기는 통풍 덕트내에 설치하여서는 안 된다.

1104. 정전기 제어를 위한 화물유탱크, 처리설비 및 관장치의 연결과 접지 【지침 참조】

1. 다음과 같은 선체의 일부를 구성하지 아니하는 화물유탱크, 처리설비 및 관장치에는 접지접속도체로써 접지하여야 한다.
(1) 독립된 화물유탱크
(2) 선체로부터 전기적으로 분리된 화물유탱크 및 관장치
(3) 스풀피스(spool piece)의 이동을 위하여 배치된 연결관
(4) 비전도성 (예: PTFE) 개스킷 또는 실을 가지는 웨이퍼 방식 밸브

2. 접지접속도체가 요구되는 경우, 다음에 적합하여야 한다.
(1) 결함을 확실하게 찾을 수 있도록 육안으로 확인 가능하여야 한다.
(2) 기계적인 손상에 보호될 수 있고, 가능한 한 저항률이 높은 오염(부식성 산물 또는 페인트)에 영향을 받지 않도록 설계되고 위치하도록 하여야 한다.
(3) 손쉽게 설치 및 교환할 수 있어야 한다. ⚓

제 2 장 광석운반선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 광석운반선으로서 등록을 하고자 하는 선박의 구조 및 의장에 대하여는 이 장의 규정에 따르거나 이와 동등 이상의 것이어야 한다.
2. 특별히 이 장에 규정하는 것 이외는 해당 각 편의 규정에 따른다.
3. 이 장의 규정은 보통의 선형을 갖고, 선미에 기관을 비치하며 2열의 종통 수밀격벽을 갖는 1층 갑판선으로 광석창내에는 이중저구조로 하고 갑판 및 선저는 종식구조인 선박에 대하여 규정한 것이다.
4. 전 항에 규정하는 것과 다른 구조의 광석운반선 또는 대형의 광석운반선으로 이 규정에 따르기가 곤란하다고 인정되는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. 이 장에서 규정하지 아니한 사항은 3장에 따른다.

102. 직접 강도 계산 【부록 7-10 참조】

3편 1장 206.의 규정에 따라 직접 강도계산에 의해 부재치수를 정하는 경우에 있어서 대상부재, 하중조건, 강도계산 범위 및 허용응력 등에 관하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

제 2 절 이중저구조

201. 일반사항

1. 이 절의 각 규정에 있어서 화물의 비중 γ는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

W : 해당 선창의 화물적재질량(t).
V : 창구부분을 제외한 해당 선창의 용적(m^3).

2. 이중저의 높이는 만재상태에 있어서 선박의 중심이 특히 낮아지지 않도록 유의하여 정하여야 하며 그 높이 h는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$h = B/20$$

그러나, 어떤 경우에도 h의 값은 0.76 m 보다 작아서는 안된다.

3. 선측의 탱크 또는 보이드 구역 내에 설치하는 격벽 및 트랜스버스의 위치에는 늑판 또는 트랜스버스를 설치하여야 한다.
4. 이중저를 디프탱크로 하는 경우, 이중저 구조부재의 치수는 이 절의 규정 이외에 3절의 관련 규정에도 따라야 한다. 선저외판은 301., 302.의 1항 및 5항의 규정을 따라야 한다. 내저판은 301. 및 302.의 1항의 규정을 따라야 한다. 선저종늑골은 303.의 1항, 3항, 4항, 6항 및 8항의 규정을 따라야 한다. 내저종늑골은 303.의 4항, 6항 및 8항의 규정을 따라야 한다. 거더는 301.의 규정을 따라야 한다. 다만, 302.의 1항의 계수 C_2의 값을 구할 경우에 "종격벽판"은 "선저외판" 또는 "내저판"으로 해석한다.

202. 내저판

1. 내저판의 두께 t는 다음 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$t_1 = CS\sqrt{hK} + 1.5$ (mm)

$t_2 = 0.28(M_{GR} + 50)\sqrt{SK} + 4.5$ (mm)

S : 내저종늑골의 간격(m).
M_{GR} : 그랩의 질량(t).
h : 선체중심선에 있어서 내저판 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
K : 3편 1장 403.의 2항의 규정에 따른다.
C : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 따른다.

$1 \le \frac{l}{S} < 3.5$ 일 때 : $\left(0.46\frac{l}{S} + 2.64\right)\sqrt{\gamma}$

$3.5 \le \frac{l}{S}$ 일 때 : $4.25\sqrt{\gamma}$

l : 늑판 사이의 거리(m).
γ : 201.의 1항에 따른다.

203. 종늑골

1. 선저종늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$Z = 100\, C_1 C_2 S h l^2$ (cm^3)

S : 선저종늑골의 간격(m).
l : 늑판 사이의 거리(m).
h : 고려하는 위치에서의 종늑골로부터 용골상면상으로 다음 식에 의한 위치까지의 거리(m).

$h = d + 0.026\, L'$
L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.

C_1 : 계수로서 L 의 값에 따라 다음에 따른다.
$L \le 230$ 일 때 : $C_1 = 1.0$
$L \ge 400$ 일 때 : $C_1 = 1.07$
L 이 중간값일 경우, C_1 값은 보간법에 의한다.

C_2 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{24 - 15.0 f_B K}$$

K : 202.의 1항에 따른다.
f_B : 3편 1장 124.의 규정에 따른다.

2. 내저종늑골의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 내저종늑골의 단면계수는 같은 위치에서의 선저종늑골의 규정 단면계수의 75 % 미만이어서는 안된다.

$Z = 100\, C_1 C_2 S h l^2$ (cm^3)

S : 내저종늑골의 간격(m).
l : 늑판 사이의 거리(m).
h : 202.의 1항에 따른다.
C_1 : 201.의 1항에 규정되어 있는 γ 값.
다만, C_1 값은 0.9 이상이어야 한다.
C_2 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{24 - 11.4 f_B K}$$

K : 202.의 1항에 따른다.
f_B : 203.의 1항에 따른다.

3. 종늑골의 좌굴강도는 (1)호 및 (2)호에 따른다. 이러한 구조 부재들의 재료, 치수, 형상 및 배치에 따라 필요하다고 인정되는 경우 우리 선급은 상세한 평가를 요구할 수 있다.
(1) 종늑골에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비율이 15 를 넘지 아니하여야 한다.
(2) 종늑골 면재의 전 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 69.6\sqrt{d_0 l} \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 종늑골 웨브의 깊이(m).
l : 거더의 간격(m).

204. 거더

이중저내 거더의 배치 및 치수는 직접 계산에 의해 결정되어야 한다.

제 3 절 현측탱크 또는 보이드 구역

301. 최소두께

1. 디프탱크내의 격벽판, 늑판, 거더, 스트럿 및 단부브래킷의 두께는 선박의 길이에 따라 **표** 7.2.1에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 디프탱크내의 구조부재의 두께는 7 mm 이상이어야 한다.

표 7.2.1 **최소두께**

L (m)	이상		105	120	135	150	165	180	195	225	275	325	375
	미만	105	120	135	150	165	180	195	225	275	325	375	
두께(mm)		8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5

302. 격벽판

1. 디프탱크내의 격벽판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 한쪽면만이 해수와 접하는 판의 두께는 다음 식에서 얻어지는 최대값에서 0.5 mm 를 감할 수 있다.

$$t = C_1 C_2 S\sqrt{h} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 보강재의 간격(m)
h : 수두로서 **표** 7.2.2에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. *(2020)*
C_1 : 203.의 1항에 따른다.
C_2 : 계수로서 **표** 7.2.3에 의한다.

다만, 선박 중앙부 $0.4L$ 보다 전후에서의 종격벽판의 두께는 h_1 에 대한 계수 C_2 를 중앙부에서의 것보다 점차 감소시켜 선수미부에서는 C_2 의 값을 $3.6\sqrt{K}$ 로 할 수 있다.

표 7.2.2 수두 h *(2020)*

h_1	해당 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침관 상단사이의 1/2 이 되는 곳 까지의 수직거리(m), 다만, 선측외판에 대하여는 모든 운항상태에 있어서의 최소흘수 $d_{\min}$ (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서는 $d_{\min}$이 되고, $d_{\min}$ 위치에서는 0 이 되며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.
h_2	다음 식에 의한 값 $h_2 = 0.85(h_1 + \Delta h)$ Δh : 부가수압으로서 다음 식에 의한 값, 다만 L 형 또는 U 형 탱크에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.(m) $\Delta h = \frac{16}{L}(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10)$ l_t : 탱크의 길이(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m 로 한다. b_t : 탱크의 너비(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m 로 한다.
h_3	각 격벽판의 하단으로부터 넘침관 상단상 2.0 m 까지의 거리에 0.7 을 곱한 것(m).
h_4	해당 격벽판 하단으로부터 넘침관(또는 공기관) 상단까지의 높이에 초과수두를 더한 곳까지의 수직거리(m) (평형수 교환 중의 주수 또는 초과주수에 의한 넘침관에서의 초과수두는 설계자에 의해 제시되어야 한다. 단 2.5 m이상이어야 한다.)
h_5	$0.85(h_4 + \Delta h)$ Δh : h_2의 규정에 따른다.

표 7.2.3 계수 C_2

수두 h 가 h_1 일 경우	종늑골식 종격벽	횡늑골식 종격벽
	$C_2 = 13.4\sqrt{\frac{K}{27.7 - \alpha K}}$	$C_2 = 100\sqrt{\frac{K}{767 - \alpha^2 K^2}}$
	다만, 어떠한 경우에도 C_2 는 $3.6\sqrt{K}$ 이상이어야 한다.	
수두 h 가 h_2 또는 h_3 일 경우와 횡격벽일 경우	$C_2 = 3.6\sqrt{K}$	

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만 α_3 이상이어야 한다.

$\alpha_1 = 15.0 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'}\right)$ $y > y_B$ 일 때

$\alpha_2 = 15.0 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B}\right)$ $y \le y_B$ 일 때

$\alpha_3 = \beta\left(\frac{B - 2b}{B}\right)$

f_D 및 f_B: **3편 1장 124.**의 규정에 따른다.

y : 용골상면으로부터 y_B 보다 상부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 상단부까지, y_B 보다 하부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 하단부까지 수직거리

y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중립축까지의 수직거리(m).

Y' : **3편 3장 203.**의 (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것.

β : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$

L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$

a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$ 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.

b : 고려하는 위치에서의 선측외판으로부터 고려하는 종격벽까지의 수평거리(m).

2. 종격벽판의 두께 t 는 **3편 14장**의 규정에 따르며, 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 디프탱크를 형성하는 종격벽판의 두께는 1항의 규정에도 따라야 한다.

$$t = CS\sqrt{hK} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 짧은 변 길이(m).
h : 선체 중심선에 있어서 해당 패널의 하단으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 3.2 이상이어야 한다.

$$C = 4.25\, C_1 C_2 \sqrt{\gamma}$$

C_1 : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 의한 값.

$1 \le \frac{l}{S} < 3.5$ 일 때 : $\left(0.11\frac{l}{S} + 0.615\right)$

$3.5 \le \frac{l}{S}$ 일 때 : 1.0

l : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 긴변 길이(m).
C_2 : 계수로서 **표 7.2.4**에 정하는 값.
γ : **201.**의 1항에 따른다.
β : **그림 7.2.1**에 따른다.

표 7.2.4 계수 C_2

경사각 β (도)	C_2
$\beta \le 40^\circ$	1.0
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	1.4 - 0.01 β
$\beta \ge 80^\circ$	0.6

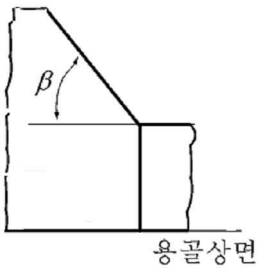


그림 7.2.1 β 의 값

3. 그랩 또는 유사한 기계 장치로써 화물을 하역하는 선박의 내저판 최저점 상방 3.0 m까지의 호퍼탱크 경사판은 2항뿐만 아니라 다음식도 만족하여야 한다.

$$t = 0.28(M_{GR} + 42)\sqrt{SK} + 5.0 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 보강재의 간격(m).
M_{GR} : 그랩의 질량(t)

4. 종격벽판의 두께는 **3편 3장 302.** 및 **3편 3장 303.** 뿐만 아니라 **3편 3장 4절**의 규정에도 따라야 한다.
5. 디프탱크내의 격벽판으로 간주되는, 디프탱크를 형성하는 외판과 갑판의 두께는 각각 **3편 4장** 및 **3편 5장**의 규정에도 따라야 하며, 상기 1항의 규정에서 얻어지는 값(0.5 mm 경감될 수 있다.) 이상이어야 한다.
6. 디프탱크내의 탱크 정판의 두께는 1항의 규정에 의한 값에 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.

303. 종늑골 및 횡보강재

1. 선저종늑골의 단면계수 Z는 203.의 1항의 규정에 의한 값 이상이어야 한다.
2. 만곡부종늑골을 포함하는 선측종늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 100\, C_1 C_2 S h l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 선측종늑골의 간격(m).
l : 거더의 간격(m).
h : 고려하는 위치에서의 종늑골로부터 용골상면상으로 다음 식에 의한 위치까지의 거리(m).

$h = d + 0.038\, L'$
L' : 203.의 1항에 따른다.

C_1 : 203.의 1항에 따른다.
C_2 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{24 - \alpha K}$$

α : 다음에 의한 α_1 또는 α_2 중에서 큰 값.

$\alpha_1 = 15.5\, f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right)$: $y > y_B$ 일 때

$= 15.5\, f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right)$: $y \le y_B$ 일 때

f_B : 203.의 1항에 따른다.
y : 용골상면으로부터 해당 종늑골까지의 수직거리(m).
y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중립축까지의 수직거리(m).

α_2 : L에 따라 다음에 정하는 계수로서 L이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L이 230 m 이하일 때 : $\alpha_2 = 6/a$
L이 400 m 이상일 때 : $\alpha_2 = 10.5/a$
a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.

다만, 단면계수 Z는 상기 1항에 규정된 선저종늑골보다 클 필요는 없으나, 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 2.9 K \sqrt{L}\, S l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

3. 선측종늑골, 선저종늑골 및 디프탱크내의 종격벽에 부착된 종방향 횡보강재는 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
4. 선박의 중앙부 보다 전후에서의 선저종늑골 및 선측종늑골의 치수는 점차 경감할 수 있으며, 선수미부에서는 각각 상기 1항 및 2항에 의한 것을 15 % 경감할 수 있다. 다만, 선저종늑골 및 선측종늑골의 치수는 선수단으로부터 $0.15L$ 지점부터 선수격벽사이의 구간에서는 어떠한 경우에도 각각 상기 1항 및 2항에 의한 것 이상이어야 한다.
5. 종격벽에 부착된 횡보강재의 단면계수 Z는 **3편 14장**의 규정에 따르며, 다음의 (1)호 및 (2)호에 따른다:

(1) 종방향 횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_1 C_2 S h l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 종방향 횡보강재의 간격(m).
h : 해당 횡보강재로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리(m).
l : 횡보강재 지지점 사이의 길이(m).
C_1 : 계수로서 302.의 2항에 규정된 β *및* 201.의 1항에 규정된 γ *에 따라* **표** 7.2.5에 정하는 값.

$$C_2 = \frac{K}{24 - \alpha K}$$

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2.

$y > y_B$ 일 때: $\alpha_1 = 15.5 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right)$

$y \le y_B$ 일 때: $\alpha_2 = 15.5 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right)$

f_B : 203.의 1항에 따른다.

y : 303.의 2항에 따른다.

y_B, Y' 및 f_D : 302.의 1항에 따른다.

표 7.2.5 계수 C_1

경사각 β (도)	C_1
$\beta \le 40^\circ$	130γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$(214 - 2.1\beta)\gamma$
$\beta \ge 80^\circ$	46γ

(2) 횡방향 휨보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 횡방향 휨보강재의 간격(m).

h : l의 중심점으로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리(m).

l : 휨보강재 지지점 사이의 길이(m).

C : 계수로서 302.의 2항에 규정된 β 및 201.의 1항에 규정된 γ 에 따라 표 7.2.6에 정하는 값.

표 7.2.6 계수 C

경사각 β (도)	C
$\beta \le 40^\circ$	7.8γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$(12.8 - 0.125\beta)\gamma$
$\beta \ge 80^\circ$	2.8γ

6. 디프탱크내의 격벽판에 부착되는 휨보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 125 C_1 C_2 C_3 S h l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 휨보강재의 간격(m).

h : 수두로서 표 7.2.2에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 다만 h_1 에 대하여는 수직 휨보강재는 l 의 중앙으로부터, 수평 휨보강재는 해당 휨보강재로 부터 각각 측정한 값으로 한다. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 302.에 의한 h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. *(2020)*

l : 휨보강재 지지점 사이의 길이(m).

C_1 : 203.의 1항에 따른다.

C_2 : 다음 식에 의한 값. 다만, h_1 에 대한 C_2 의 값은 표 7.2.7에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{18}$$

다만, 선박 중앙부 $0.4L$ 보다 전후에서의 횡보강재 단면계수 Z를 구하는 경우에는 h_1 에 대한 계수 C_2 는 중앙부에서의 값을 점차 감소시켜 선수미부에서 C_2 의 값을 $K/18$로 하여 단면계수 Z를 구할 수 있다.

C_3 : 횡보강재 끝단의 고착조건에 따른 계수로서 **표 7.2.8**에 따른다.

표 7.2.7 계수 C_2

격벽의 종류 및 늑골방식	C_2
종늑골 방식의 종격벽	$C_2 = \frac{K}{24-\alpha K}$, 최소값 $C_2 = \frac{K}{18}$
횡늑골 방식의 종격벽 및 횡격벽	$C_2 = \frac{K}{18}$
α : 302.의 1항에 따른다. 다만, “해당 격벽판의 하단” 및 “해당 격벽판”은 y 및 b 에 대한 규정을 적용할 시에 “해당 횡보강재”로 해석되어야 한다.	

표 7.2.8 계수 C_3

일단 / 타단	견고한 브래킷 고착	유연한 브래킷 고착	거더지지 또는 러그고착	스닙
견고한 브래킷 고착	0.70	1.15	0.85	1.30
유연한 브래킷 고착	1.15	0.85	1.30	1.15
거더지지 또는 러그고착	0.85	1.30	1.00	1.50
스닙	1.30	1.15	1.50	1.50
1. 견고한 브래킷 고착이란 이중저 또는 해당 횡보강재와 같은 정도 이상의 인접 면내 횡보강재와의 브래킷 고착 또는 이와 동등한 고착을 말한다.(**3편 그림 3.14.2** (a) 참조) 2. 유연한 브래킷 고착이란 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다. (**3편 그림 3.14.2** (b) 참조)				

7. 종늑골, 종갑판보, 횡보강재의 좌굴강도는 다음 (1)호부터 (3)호까지에 적합하여야 한다. 다만, 이들의 재질, 치수, 형상 및 위치 등에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상세한 검토를 요구할 수 있다.
(1) 종갑판보, 현측후판에 설치되는 선측종늑골 및 강력갑판으로부터 $0.1D$ 이내의 종격벽에 설치되는 횡보강재는 선박 중앙부에서 가능한 한 세장비가 60 이하이어야 한다.
(2) 종갑판보, 종늑골 및 횡보강재에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15 를 넘지 않아야 한다.
(3) 종갑판보, 종늑골 및 횡보강재의 면재의 전너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.2\sqrt{d_0 l} \quad \text{(mm)}$$

d_0 : 종갑판보, 종늑골 및 횡보강재의 웨브 깊이(mm).
l : 거더의 간격(m).

8. 단면계수만으로 치수가 규정된 화물유 탱크 및 디프탱크내의 늑골, 갑판보, 횡보강재에 평강이외의 형강류를 사용하는 경우, 이들의 웨브두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 하여야 한다. 다만, 횡보강재가 충분한 좌굴강도를 가지고

있거나, 강도이외의 이유로 인하여 특히 웨브의 깊이를 깊게 한 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.015 k_0 d_0 + 2.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm).
k_0 : 위치에 따른 계수로서 **표 7.2.9**에 따른다.

표 7.2.9 계수 k_0

위치	k_0
용골상면상 $0.25D$ 이하의 선저종늑골	$k_0 = \sqrt{0.25\left(3f_B + \frac{1}{K}\right)}$
강력갑판하 $0.25D$ 이내의 종갑판보	$k_0 = \sqrt{0.25\left(3f_D + \frac{1}{K}\right)}$
상기 이외의 구조부재	$k_0 = \sqrt{0.25\left(3 + \frac{1}{K}\right)}$
f_D 및 f_B : 302.의 1항에 따른다.	

9. 종갑판보의 단면계수는 **3편 10장 303.**에서 규정하는 것 이상이어야 한다. 디프탱크내의 선저종늑골, 선측종늑골 및 종갑판보의 단면계수는 상기 6항에서 규정하는 것 이상이어야 한다.

304. 거더 【지침 참조】

1. 현측탱크 또는 보이드 구역 내의 거더의 치수 및 배치에 대하여는 직접강도계산에 의하여 결정하여야 한다.
2. 상기 1항의 규정에도 불구하고, 현측탱크 또는 보이드 구역 내의 거더의 치수는 L 이 230 m 미만인 경우에 다음의 3항에서 10항까지의 규정에 따라 결정할 수 있다.
3. 트랜스버스, 거더, 웨브 및 크로스타이의 구조 및 치수는 다음의 (1)호에서 (5)호까지의 규정에 따라야 한다. 디프탱크 내의 트랜스버스, 거더, 웨브 및 크로스타이의 구조 및 치수는 **3편 15장**의 규정에도 따라야 한다.
   (1) 트랜스버스, 거더, 웨브 및 크로스타이의 두께는 선박의 길이에 따라 **표 7.2.1**에 의한 것 이상이어야 한다.
   (2) 동일 평면내에 있는 거더 및 트랜스버스는 그 강도 및 강성의 급격한 변화를 피하고, 거더의 단부에는 적절한 크기의 브래킷을 설치하고 충분한 둥금새를 주어야 한다.
   (3) 거더 및 트랜스버스의 깊이는 늑골, 보 및 횡보강재의 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 이상이어야 하여야 한다.
   (4) 거더를 구성하는 면재의 두께는 웨브의 두께 이상으로 하고 그 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 거더의 깊이(mm). 밸런스 거더의 경우에는 판면으로부터 면재까지의 깊이.
l : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 다만, 유효한 트리핑 브래킷이 있을 때에는 이것을 지지점으로 간주하여도 좋다.

   (5) 트랜스버스는 다음의 (가)에서 (다)까지에 따라 유효하게 보강되어야 한다.
      (가) 트랜스버스에 설치하는 평강 횡보강재의 깊이는 $0.08\,d_0$ 이상이어야 한다. 다만, 횡보강재를 트랜스버스의 전 깊이에 걸쳐 설치할 경우에 d_0 는 트랜스버스의 깊이를, 그리고 횡보강재를 면재에 평행하게 설치할 경우에 d_0 는 트리핑 브래킷의 간격을 사용한다. 트랜스버스를 관통하는 종늑골을 지지하는 평강 횡보강재의 깊이 및 두께는 **3편 7장 206.**의 2항에 따른다.
      (나) 단부 브래킷의 안쪽 끝이나 크로스타이 등의 교차부에서는 트랜스버스 웨브상에 트리핑 브래킷을 설치하여야 하며, 트랜스버스를 유효하게 지지하기 위하여 적절한 간격으로 설치하여야 한다. 면재의 너비가 웨브의 각 측에서 180 mm 를 넘을 경우에는 상기의 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다.
      (다) 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 하부 브래킷과 그 내단 부근의 웨브는 좁은 간격으로 보강재를 설치하여야 한다.

4. 선측트랜스버스의 치수는 다음의 (1)호에서 (5)호까지에 따른다.

(1) 여기에서 사용하는 기호는 각각 다음에 따른다.

$$Q = \alpha S h l_0$$

α : L 이 230 m 이하일 때 : 1.0
L 이 400 m 를 넘을 때 : 1.2
L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

h : l_0 의 중앙으로부터 용골상면상 H_2 의 점까지의 거리(m).

h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 H_2 의 점까지의 거리(m).

$$H_2 = d + 0.038L' \quad (\mathrm{m})$$

L' : 선박의 길이(m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.

l_0 : 선측트랜스버스의 전 길이(m)로서 선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.(**그림** 7.2.2 참조)

S : 트랜스버스의 간격(m).

S' : 크로스타이가 결합되는 부분에 있어서 트랜스버스의 웨브의 깊이 방향에 설치되는 휨보강재의 간격(m).

k : 브래킷에 의한 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$k = 1 - \frac{0.65(b_1 + b_2)}{l}$$

b_1 및 b_2 : 트랜스버스의 각각의 양쪽 끝부분에 있어서 브래킷의 암의 길이 (m).

l : 선측트랜스버스의 전 길이(m)로서 l_0 에 따른다.

b : 하단 브래킷의 암의 길이(m).(**그림** 7.2.2 참조)

b_s : 크로스타이가 지지하는 너비(m).(**그림** 7.2.2 참조)

d_0' : 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서 선측 트랜스버스의 깊이(mm).(**그림** 7.2.2 참조)

a : 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 슬롯의 깊이(mm). 다만, 슬롯에 칼라를 설치할 때에는 0으로 하여도 좋다.

A : 크로스타이로부터 축력을 지지할 수 있는 유효한 단면적(cm^2)으로서 다음의 (가)에서 (다)까지에 따른다.

(가) 크로스타이의 면재가 원호 또는 이와 유사한 모양으로 트랜스버스의 면재와 연속되어 있는 구조의 경우에는 그 원호 또는 이와 유사한 모양에 크로스타이의 방향과 45°를 이루는 접선의 접점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향의 휨보강재의 합계 단면적에 그 접점에서의 면재의 단면적의 50 % 를 더한 것. (**그림** 7.2.3 (a) 참조)

(나) 크로스타이의 면재와 트랜스버스의 면재가 원호와 직선으로 연속되어 있는 구조의 경우에는 해당 면재에 크로스타이의 방향과 45° 를 이루는 접선이 크로스타이 및 트랜스버스의 면재의 연장선과 각각 만나는 점의 중심점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향의 휨보강재의 합계 단면적에 그 중심점에서의 면재의 단면적의 50 % 를 더한 것. (**그림** 7.2.3 (b) 참조)

(다) 크로스타이의 면재가 직각 또는 이것에 가까운 각도로 트랜스버스의 면재와 만나고 이들의 면재를 브래킷으로서 결합하고 또 크로스타이의 연장상에 트랜스버스의 웨브의 휨보강재가 설치되는 구조인 경우에는 브래킷에 크로스타이의 방향과 45° 를 이루는 접선이 크로스타이 및 트랜스버스의 면재와 각각 만나는 점의 중심점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향 휨보강재의 합계 단면적.(**그림** 7.2.3 (c) 참조)

C_0, C_1 및 C_2 : 계수로서 크로스타이의 수에 따라 각각 **표** 7.2.10에 의한 값.

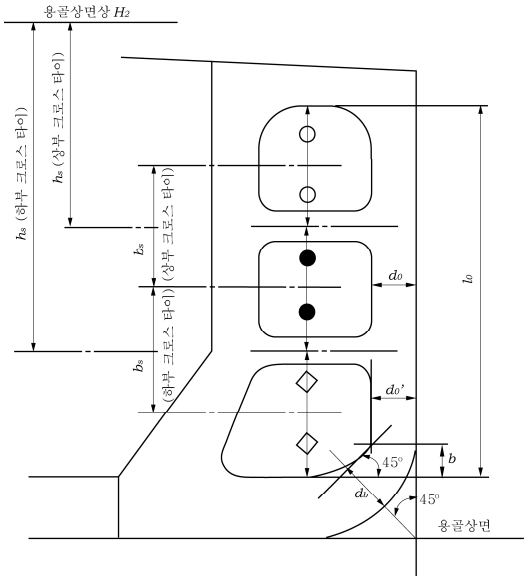


그림 7.2.2 l_0, d_0, b, b_s의 측정방법

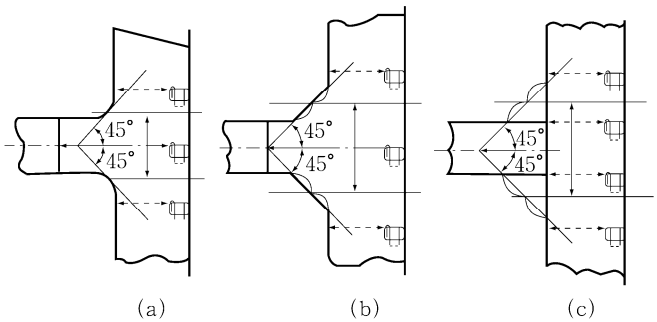


그림 7.2.3 합계 단면적에 산입하는 범위

표 7.2.10 계수 C_0, C_1, C_2 및 C_2'

크로스타이의 수	C_0	C_1	C_2	C_2'
0	0.150	55.7	5.07	7.14
1	0.110	44.8	2.70	4.42
2	0.100	39.4	2.28	3.74
3	0.095	36.2	2.12	3.49

(2) 선측트랜스버스의 깊이는 l_0 의 중앙에 있어서 $C_0 l_0$ (m) 이상이어야 한다. 또한 트랜스버스의 깊이를 테이퍼로 할 경우에는 상단에 있어서 감소의 비율은 l_0 의 중앙에 있어서의 깊이의 10 %를 넘어서는 아니되며, 하단에 있어서의 증가의 비율은 상단의 감소의 비율 미만으로 하여서는 안된다.

(3) 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 선측트랜스버스 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 중앙탱크 또는 내측탱크내의 선저트랜스버스와 종격벽을 고착시키는 브래킷을 최하부 크로스타이의 위치까지 도달하는 깊이로 할 경우에는 선측트랜스버스의 웨브의 두께를 적절히 감하여도 좋다.

$$t = \left(C_1 - 148\frac{b}{l_0}\right)\frac{KQ}{d_0' - a} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

(4) 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서 선측트랜스버스 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 크로스타이가 결합하는 부분의 웨브에 슬롯이 설치되는 경우에는 칼라로써 유효하게 막아야 한다.

$$t = 16\sqrt{\frac{\alpha S b_s h_s}{A}} \times S' \quad (\mathrm{mm})$$

(5) 선측트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_2 K k^2 Q l_0 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

5. 유효한 크로스타이에 의하여 선측트랜스버스와 결합하는 종격벽트랜스버스는 4항의 각 호에서 크로스타이를 갖는 경우의 선측트랜스버스의 규정에 따라 정한 치수 이상이어야 한다. 크로스타이를 설치하지 않는 경우의 종격벽트랜스버스는 4항의 각 호에서 크로스타이를 설치하지 않는 경우의 선측트랜스버스의 규정에 따른다. 다만, h 는 l_0 의 중앙으로부터 창구정부까지의 거리(m)로 한다.

6. 선저트랜스버스의 치수는 다음의 (1)호에서 (3)호까지에 따른다.

(1) 선저트랜스버스의 강성은 선측트랜스버스의 강성에 따라 균형을 취한 것이어야 한다.

(2) 선저트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 9.3 K \alpha k^2 S h_1 l_1^2$$

α, k 및 S : 각각 4항 (1)호의 규정에 따른다.

h_1 :다음 식에 의한 값.

$$d + 0.026 L' \ (\mathrm{m})$$

L' : 4항 (1)호의 규정에 따른다.

l_1 : 선저트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선저트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.

(3) 만곡부 및 종격벽 하단부에 있어서의 선저트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 단면계수를 계산함에 있어서 단면의 중립축은 트랜스버스의 깊이 d_b (**그림 7.2.2** 참조)의 중앙에 있는 것으로 한다.

$$Z = C_2' K Q l_0 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

Q 및 l_0 : 각각 4항 (1)호의 규정에 따른다.

C_2' : 계수로서 크로스타이의 수에 따라 **표 7.2.10**에 따른다.

7. 갑판트랜스버스의 치수는 다음의 (1)호 및 (2)호에 따른다.

(1) 갑판트랜스버스의 강성은 선측트랜스버스의 강성에 따라 균형을 취한 것이어야 한다.

(2) 갑판트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 3 K k^2 S \sqrt{L}\, l_2{}^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

k 및 S : 각각 4항 (1)호의 규정에 따른다.

l_2 : 갑판트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.

8. 트랜스버스 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = \frac{C d_0}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(m). 다만, 웨브의 깊이의 중간에 면재에 평행한 횡보강재를 설치할 때에는 해당 횡보강재와 외판 또는 면재 또는 인접한 횡보강재 사이의 거리(m).

C : 계수로서 거더의 깊이 방향으로 설치하는 횡보강재의 간격 S(m) 와 d_0 와의 비 및 보강된 패널의 배치에 따라 **표 7.2.11**에 의한 것. S/d_0 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다. 용골상면상 $D/3$ 또는 갑판으로부터 2 번째의 크로스타이의 하부 면재의 하단 중에서 낮은 쪽의 곳보다 상부에 있는 거더의 웨브에 대하여는 식의 첫째 항에 0.85 를 곱한 것으로 하여도 좋다. 다만, 다음 (2)호의 (가) 및 (나)의 각 규정에 따른다.

표 7.2.11 계수 C_1, C_2 및 C_3

S/d_0	C_1	C_2	C_3
0.2이하	2.6	2.1	3.7
0.4	4.5	3.7	6.7
0.6	5.6	4.9	8.6
0.8	6.4	5.8	9.6
1.0	7.1	6.6	9.9
1.5	7.8	7.4	10.3
2.0	8.2	7.8	10.4
2.5이상	8.4	8.0	10.4

(1) 면재에 평행한 횡보강재가 없을 때: C_1
다만, 슬롯이 있을 때에는 C_2 를 사용하며 (가)의 규정을 적용한 것 미만으로 하여서는 안된다.

(2) 면재에 평행한 횡보강재를 설치할 때 면재와 해당 횡보강재와의 사이 또는 해당 횡보강재 사이의 패널: C_3
다만, 면재에 평행한 횡보강재 및 슬롯이 없는 것으로 하여 계수 C_1 을 사용하여 정한 두께를 넘게 할 필요는 없다.
해당 횡보강재와 외판 사이의 패널: C_2

(가) 웨브에 보강되지 않은 슬롯이 설치되어 있을 때에는 식의 첫째 항에 다음 식을 곱하여 계산하여야 한다.

$$\sqrt{4.0\frac{d_1}{S}-1.0} \qquad \text{(다만, } \frac{d_1}{S} \text{ 이 0.5 이하일 때에는 1.0)}$$

d_1 : 슬롯의 깊이(m).

(나) 웨브에 보강되지 않은 개구가 설치될 때에는 식의 첫째 항에 다음 식을 곱하여 계산하여야 한다.

$$1+0.5\frac{\phi}{a}$$

a : 웨브의 횡보강재로서 둘러싸인 해당 패널의 긴 변의 길이(m).
ϕ : 개구의 지름(m).개구가 평행부를 가지는 원일 때에는 평행부에 따른 긴 방향의 지름(m).

9. 현측탱크내의 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스가 크로스타이와 결합한 경우, 크로스타이의 구조는 다음의 (1)호 및 (2)호에 따른다.

(1) 크로스타이의 끝부분에는 브래킷을 설치하여 트랜스버스에 고착하여야 한다.

(2) 크로스타이를 구성하는 면재의 너비가 웨브의 각측에서 150 mm 를 넘을 경우에는 적절한 간격으로 횡보강재를 설치하여 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.

10. 현측탱크내의 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스가 크로스타이와 결합한 경우, 크로스타이의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = CKS\, b_s h_s \quad (cm^2)$$

S : 트랜스버스의 간격 (m).
b_s : 크로스타이가 지지하는 너비 (m). (그림 7.2.2 참조)
h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골상면 상 4항 (1)호에서 규정한 H_2 의 점까지의 거리 (m).
C : 계수로서 다음 식에 따른다.

$\frac{l}{k} > 0.6$ 일 때 : $C = \dfrac{0.77}{1 - 0.5\dfrac{l}{k\sqrt{K}}}$

$\frac{l}{k} < 0.6$ 일 때 : $C = 1.1$

l : 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 내면 사이에서 측정한 크로스타이의 길이 (m).
k : 다음 식에 따른다.

$k = \sqrt{I/A}$
I : 크로스타이의 최소단면 2차모멘트 (cm^4)
A : 크로스타이의 단면적 (cm^2)

제 4 절 광석창내 횡격벽 및 스툴

401. 광석창내 횡격벽

1. 횡격벽 구조부재의 치수는 3편 15장 2절의 규정을 적용한다. 다만, 이 규정을 적용함에 있어서 식 중의 h 대신에 $0.36\gamma h'$ 를 사용한다. γ 는 201.의 1항에 따른다. 다만, γ 가 1.5 미만일 때에는 1.5 로 하며 h' 는 다음에 따른다.
   (1) 격벽판은 선체 중심선상에 있어서 고려하는 격벽판의 하단으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
   (2) 격벽의 수직횡보강재는 l 의 중앙, 수평횡보강재는 상하 횡보강재 사이의 중앙으로부터 선체중심선에 있어서의 상갑판까지의 수직거리(m). l 은 3편 15장 203.의 규정에 따른다.
   (3) 횡보강재를 지지하는 수직거더는 l 의 중앙, 수평거더는 S 의 중앙으로부터 선체중심선에 있어서의 상갑판까지의 수직거리(m). l 및 S 는 3편 15장 204.의 규정에 따른다.
2. 전 항의 규정에 관계없이 횡격벽 구조부재의 치수는 3편 14장의 규정에 의한 것 이상이어야 한다. 또한, 횡격벽의 두께는 최소 7 mm 이상이어야 한다.
3. 하부 스툴이 없는 횡격벽의 최하부에 사용하는 판의 두께는 내저판의 두께에 따라 적절히 증가시켜야 한다.

402. 횡격벽 상하부 스툴

1. 횡격벽 하부 스툴의 경사판 두께는 302.의 2항의 식에서 계수 C 를 10 % 감소하여 계산한 것 이상이어야 한다. 다만, 그랩 또는 유사한 기계 장치로써 화물을 하역하는 선박의 내저판 최저점 상방 3.0 m까지의 경우에는, 다음식도 만족하여야 한다.

$$t = 0.28(M_{GR} + 42)\sqrt{SK} + 6.0 \quad (\text{mm})$$

S : 보강재의 간격(m).
M_{GR} : 그랩의 질량(t)

2. 횡격벽 하부 스툴의 경사판에 설치되는 수평 횡보강재의 단면계수는 303.의 5항 (1)호의 식에서 계수 C_2 를 10 % 감하여 계산한 것 이상이어야 한다. 또한 이 횡보강재를 수직 횡보강재로 할 경우의 단면계수는 303.의 5항 (2)호에 의

한 것 이상이어야 한다.

3. 횡격벽 하부 스툴내에는 이중저내의 중심선거더 및 측거더의 위치에 보강거더를 설치하여야 한다.
4. 횡격벽 상하부 스툴의 구조부재의 치수에 대하여는 **3편 14장**의 규정에 의한 것 이상으로 하여야 한다.

제 5 절 현측탱크의 상대변형

501. 현측탱크의 상대변형 【지침 참조】

직접 계산에 의하여 구조부재가 결정되는 경우를 제외하고, 다음 식에 의한 값 δ가 0.18을 넘을 경우에는 현측탱크의 구조에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

$$\delta = \frac{2h - 0.65d}{n_b K_b + n_s \eta_s K_s + n_t \eta_t K_t} \cdot \frac{a}{b} l$$

h : 선체중심선에 있어서 내저판 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
l : 1개 화물창의 길이 (m)
a : 화물창의 너비의 1/2(m)
b : 현측탱크의 너비(m)
n_b, n_s 및 n_t : l의 범위내에 있어서 현측탱크내의 각 횡격벽, 제수격벽 및 트랜스버스 링의 수. 이 경우에 있어서 l의 전후단에 있어서의 것은 1/2로 헤아린다.
η_s 및 η_t : 각각 제수격벽 및 트랜스버스 링의 개구율에 따라 **표 7.2.12**에 의하여 정하여지는 값. 개구율이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
K_b, K_s 및 K_t : 다음 식에 따른다.

$$81.0 \frac{Dt}{\alpha b} \quad (\mathrm{t/cm})$$

t : K_b의 경우에는 현측탱크내의 횡격벽의 격벽판의 평균두께, K_s의 경우에는 현측탱크의 제수격벽의 격벽판의 평균두께, K_t의 경우에는 현측탱크내의 트랜스버스 링의 평균두께 (mm)
α : 현측탱크내의 횡격벽 또는 제수격벽이 파형인 경우에는 수직파형 또는 수평파형의 어느 쪽인가에 따라서 다음에 의한 것. 기타의 경우에는 1.0.

수직파형인 경우 : $\dfrac{\text{선박의 너비 방향의 거스 길이 (m)}}{b}$

수평파형인 경우 : $\dfrac{\text{선박의 깊이 방향의 거스 길이 (m)}}{D}$

표 7.2.12 계수 η_s, 및 η_t

개구율 (%)	η_s 및 η_t
0	1.00
5	0.95
10	0.80
20	0.55
30	0.35
40	0.23
50	0.15
60	0.10
70	0.06

제 6 절 갑판 및 기타구조

601. 갑판

개구 선 안쪽의 갑판의 경우, 좌굴에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

602. 광석창의 배수장치

1. 광석창의 후단에는 원칙적으로 각현에 1개의 빌지흡입구를 설치하여야 한다. 또한 광석창을 1개 갖는 선박으로서 광석창의 길이가 66 m 를 넘을 때에는 광석창 앞부분의 적절한 위치에도 빌지흡입구를 증설하여야 한다.
2. 빌지웰(bilge well)은 그 덮개판에 광석이 직접 닿지 않도록 적절한 장소에 설치하고 빌지흡입구가 광석가루등에 쉽게 막히는 일이 없도록 스트럼 박스(strum box)를 설치하는 등 적절한 방법을 강구하여야 한다.
3. 빌지관이 이중저, 선측탱크 또는 보이드 구역을 통과할 경우에는 그 개구단에 체크밸브 또는 항상 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 잠글 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
4. 빌지흡입지관의 안지름은 **5편 6장 404.**의 2항의 규정을 적용함에 있어서 B 대신에 광석창의 평균 너비를 사용하여 정하여도 좋다.

제 7 절 광석운반선 겸 유조선

701. 일반 【지침 참조】

1. 광석운반선으로서 선창 또는 현측탱크에 화물유를 적재하는 선박(이하 **광석운반선** 겸 **유조선**이라고 한다.)에서는 이 절의 규정에 의한 것 이외의 유조선으로서 관련되는 규정에도 적합한 것이어야 한다.
2. 이 절에 규정하는 것 이외에 광석운반선 겸 유조선으로서 특별히 필요한 사항에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

702. 슬롭탱크

1. 슬롭탱크의 주위에는 **1장 103.**의 규정에 의한 코퍼댐을 설치하여야 하며 이외에 광석창과의 사이에도 코퍼댐을 설치하여야 한다. 다만, 광석을 적재하기 전에 항상 슬롭탱크를 청소하여 가스를 제거할 경우에는 코퍼댐을 설치하지 않아도 좋다.
2. 상기 1항의 코퍼댐은 그 코퍼댐을 펌프실, 화물유탱크 또는 평형수탱크와 겸용하는 경우를 제외하고는 물을 주입할 수 있는 것이어야 한다.
3. 슬롭탱크 주위의 구획에는 적절한 통풍장치를 설치하여야 한다.
4. 적하, 양하시 또는 슬롭탱크에 기름을 남긴 채로 광석을 적재하여 항해할 때의 주의사항을 적절한 위치에 표시하여야 한다.
5. 슬롭탱크에는 불활성가스를 충전할 수 있는 장치를 설치할 것을 권장한다. ⚓

제 3 장 산적화물선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 산적화물선으로 등록을 하고자 하는 선박의 구조 및 의장은 이 장의 규정에 따르거나 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다.
2. 이 장의 규정은 2006년 4월 1일 이후 건조 계약되는 산적화물선으로서 **13편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙**의 적용대상이 아닌 선박에 적용한다. 다만, **제14절** 및 **제16절**의 규정은 **13편** 적용대상 산적화물선에도 적용한다. *(2022)*
3. 특별히 이 장에 규정하는 것 이외는 해당 각 편의 규정에 따른다.
4. 이 장의 규정은 L 이 100 m 이상과 250 m 이하인 보통의 선형을 갖고 선미에 기관을 비치하며 빌지호퍼 및 톱사이드탱크를 갖는 단일 갑판선으로서 화물창내에는 이중저를 갖고 갑판 및 선저는 종식구조인 선박에 대하여 규정한다. 또한 호퍼타입 화물창과 화물의 하역을 위한 컨베이어시스템을 갖춘 선박인 SUBC(Self-Unloading Bulk Carrier, 자가 하역 산적화물선)도 이 장의 규정을 따른다. *(2020)*
5. 전 항에서 규정하는 것과 다른 구조 또는 대형의 산적화물선으로서 이 규정에 따르기가 곤란하다고 인정되는 경우는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
6. 1998년 7월 1일 전에 건조 계약된 산적화물선과 1999년 7월 1일 전에 용골이 거치 되었거나 또는 이와 동등한 건조단계에 있던 산적화물선에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
7. 호퍼탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일 갑판선으로서 선박의 길이(L_f)가 150 m 이상이고, 밀도가 1.78 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하는 산적화물선 중 다음 (1) 또는 (2)에 규정된 화물창을 갖는 선박의 경우 **규칙 3장 11절** 및 **12절**의 요건을 만족하지 않은 선박은 **부록 7-5「현존 산적화물선에 대한 추가요건」**을 만족하여야 한다. *(2021)*
   (1) 1998년 7월 1일 전에 건조 계약된 산적화물선의 경우, 선측 외판으로만 화물의 경계를 갖는 최전방 화물창
   (2) 1999년 7월 1일 전에 용골이 거치 되었거나 또는 이와 동등한 건조단계에 있던 산적화물선의 경우, 선측 외판의 접선에 직각방향으로 측정한 폭이 760 mm 미만인 이중선측구조를 갖는 최전방 화물창

102. 승인용 도면 및 자료

산적화물선으로서 이 장의 규정을 적용받고자 하는 선박은 그 승인용 도면 또는 참고자료에 취항중에 있어서 각 선창마다의 화물 또는 평형수의 종류, 적재량, 액면의 위치 등을 명시하여야 한다.

103. 직접 강도 계산 【지침 참조】

우리 선급의 승인을 받은 경우에는 **3편 1장 206.**에서 정하는 직접강도계산에 의하여 각 부재의 치수를 정할 수 있다.

104. 배수장치

1. 각 선창의 후단에는 원칙적으로 각 현에 1개의 빌지흡입구를 설치하여야 한다.
2. 빌지웰(bilge well)은 그 덮개판에 직접 살물화물이 닿지 않도록 적절한 장소에 설치하고 또한 빌지흡입구가 쉽게 막히는 일이 없도록 로즈박스를 설치하는 등 적절한 방법을 강구하여야 한다.
3. 빌지관이 이중저 또는 빌지호퍼내를 통과할 경우 그 개구단에 첵밸브 또는 항상 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 잠글 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
4. 직접 선외로 통하는 톱사이드 탱크의 선외 직접 배수관에는 갑판으로부터 조작할 수 있는 스톱밸브 및 외판에 직접 부착한 자동 첵밸브를 설치하여야 한다.

105. 석탄을 운반하는 경우

석탄을 운반하는 선박은 다음 각 호에 주의하여야 한다.
(1) 선창과 기타 구획과의 사이는 기밀구조로 하여야 한다.
(2) 트리밍창구는 선루 또는 갑판실의 외부에 설치할 것을 권장한다.
(3) 선창내의 환기는 노출부에 설치한 통풍장치에 의하여야 한다.

106. 최소두께

1. 이중저, 호퍼탱크, 톱사이드탱크, 현측탱크 및 디프탱크로 사용되는 화물창 등에는 이들 구획의 내저판, 격벽판, 늑판, 각종의 거더 및 그 끝부분 브래킷은 그 두께를 선박의 길이에 따라 **표 7.3.1**에서 정하는 것 미만으로 하여서는 안된다.
2. 빌지호퍼 탱크와 톱사이드 탱크사이에 위치한 선측외판의 최소 두께 $t_{\min}$ 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_{\min} = \sqrt{L} \quad (\mathrm{mm})$$

표 7.3.1 최소두께

선박의 길이(m)	최소두께(mm)
$L < 105$	8.0
$105 \le L < 120$	8.5
$120 \le L < 135$	9.0
$135 \le L < 150$	9.5
$150 \le L < 165$	10.0
$165 \le L < 180$	10.5
$180 \le L < 195$	11.0
$195 \le L < 225$	11.5
$225 \le L < 275$	12.0
$275 \le L < 325$	12.5
$325 \le L < 375$	13.0
$375 \le L$	13.5

3. 최전방 화물창을 제외한 화물창내 늑골 웨브의 최소 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_{\min} = 0.03L + 7 \quad (\mathrm{mm})$$

다만, L 은 200 m 를 넘을 필요는 없다. 또한, 화물창내의 늑골 하단 브래킷의 두께는 선측늑골 웨브의 두께와 이 항에 규정된 최소두께에 2.0 mm 를 더한 두께 중 큰 값 이상이어야 하며, 늑골 상단 브래킷의 두께는 선측늑골 웨브의 두께와 이 항에서 규정된 최소두께 중 큰 값 이상이어야 한다.
4. 선박의 최전방 화물창내 늑골 웨브의 최소두께는 3항에서 규정된 최소두께의 1.15배 이상이어야 한다. 또한, 최전방 화물창내의 늑골 하단 브래킷의 두께는 선측늑골 웨브의 두께와 이 항에 규정된 최소두께에 2.0 mm 를 더한 두께 중 큰 값 이상이어야 하며, 늑골 상단 브래킷의 두께는 선측늑골 웨브의 두께와 이 항에서 규정된 최소두께 중 큰 값 이상이어야 한다.

107. 화물창의 방식도장

창구코밍 및 창구덮개의 모든 내·외면과 화물창내의 모든 표면에는 도료 제조자가 정하는 요건에 따라 유효한 방식도장(에폭시 도장 또는 이와 동등한 도장)을 하여야 한다. 다만, 내저판과 선측늑골의 브래킷 끝단으로부터 300 mm 아래의 호퍼탱크 경사판은 제외한다.(**그림 7.3.1** 참조)

108. 종강도

1. 산적화물선에 대한 종강도는 **3편 3장**의 규정에 따른다.
2. 전 항에 추가하여 선박의 길이가 150 m 이상이고, 산적화물밀도(bulk cargo density), ρ_c 가 1.0 t/m^3 이상인 산적화물을 운송하는 산적화물선의 경우에는 **10절**의 규정에도 적합하여야 한다.

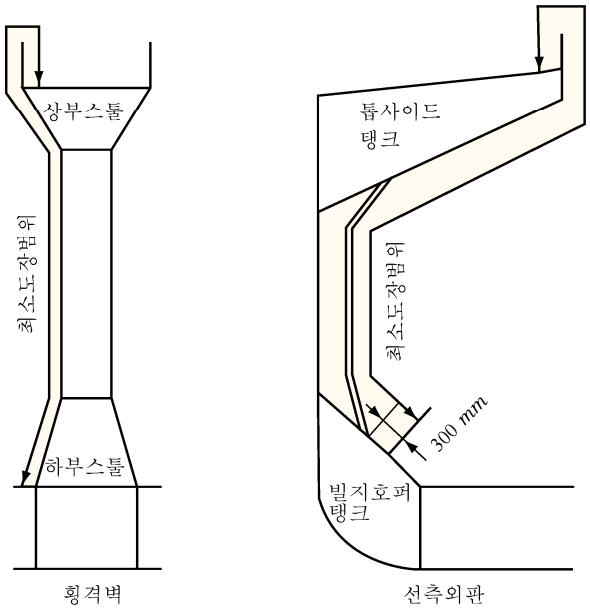


그림 7.3.1 화물창의 방식도장 범위

제 2 절 조화 선급부호 및 설계하중조건

201. 일반사항

1. 일반사항

선박이 실제 운항 중 적하지침서에 규정된 설계하중조건과 달리 적재하는 경우에는 선내의 적하지침서 및 적하지침기기에서 규정한 종강도, 국부강도 및 적용되어지는 복원성 요건의 한도를 초과하여서는 안된다.

2. 적용

(1) 이 규정은 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저, 호퍼사이드 탱크 및 톱사이드 탱크와 단일 또는 이서, **제3편 1장 102.**에 정의된 길이가 150 m 이상인 2003년 7월 1일 이후에 건조 계약된 산적화물선에 적용한다. *(2017)*

(2) 종강도와 국부강도계산, 평형수탱크의 용량과 배치 및 복원성자료를 검토할 때 4항의 하중조건이 고려되어야 한다.

(3) 5항의 하중조건은 국부강도를 검토할 때 적용되어야 하며, 이 경우 국부강도계산은 **지침 제3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침**에 따른다.

(4) 이 규정에 주어진 조건들을 적용함에 있어서 최대 흘수는 형하기만재흘수선을 사용한다.

3. 선급부호 및 특기사항(annotations)

이 규정을 적용받는 산적화물선은 다음 부호 중 하나를 지정한다.

BC-A : BC-B 의 조건에 추가하여 최대흘수에서 화물밀도가 1.0 t/m^3 이상인 건화물을 지정된 화물창을 공창으로 하여 화물을 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호

BC-B : BC-C 의 조건에 추가하여 화물밀도가 1.0 t/m^3 이상의 건화물을 모든 화물창에 균일적재하여 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호

BC-C : 화물밀도가 1.0 t/m^3 미만의 건화물을 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호

설계시에 적용된 설계하중조건의 결과에 의하여 운항중에 관찰되는 제한사항들에 대한 보다 상세한 설명을 위하여 추가적인 부호 및 특기사항을 다음과 같이 부여할 수 있다.

(1) 추가선급부호 ;

(max cargo density ... t/m^3) ; 최대화물밀도가 3.0 t/m^3 미만인 경우 BC-A 및 BC-B에 대한 부호

(no MP) ; 5. (3) 에서 규정하는 조건에 따라 여러 항구에서의 적하 및 양하에 대한 설계를 하지 않은 선박에 대한 부호

(2) 특기사항(annotations) ;

(규정된 공창의 허용조합) ; BC-A 부호에 관한 사항

4. 일반적인 설계 하중 조건

(1) BC-C

모든 평형수탱크가 공창인 최대흘수에서, 창구(hatchways)를 포함한 화물창이 모두 100% 적재되는 화물밀도로서 이루어지는 균일 화물적재 조건.

(2) BC-B

BC-C 에 대한 요건에 추가하여 ;

모든 평형수탱크가 공창인 최대흘수에서, 화물밀도가 3.0 t/m^3 인 화물을 모든 화물창에 동일적재율(화물중량/화물창용적)로 적재하는 균일화물적재 조건.

다만, 설계 하중 조건에 적용되는 화물밀도가 3.0 t/m^3 미만인 경우, 선박이 운송하도록 허용된 화물의 최대밀도는 추가선급부호 (max cargo density ... t/m^3)로 표기되어야 한다.

(3) BC-A

BC-B 의 요건에 추가하여 :

모든 평형수탱크가 공창인 최대흘수에서 화물밀도가 3.0 t/m^3 인 화물을 적재 화물창에 동일 적재율(화물중량/화물창용적)로 적재하고 지정된 화물창이 공창인 화물적재조건

다만, 공창으로 지정된 화물창의 조합은 특기사항 (Holds Nos. ... may be empty)으로 표기하여야 한다. 또한, 적용된 설계 화물 밀도가 3.0 t/m^3 미만인 경우, 선박이 운송하도록 허용된 화물의 최대밀도는 특기사항 (Holds Nos. ... may be empty, with max cargo density ... t/m^3)으로 표기하여야 한다.

(4) 모든 부호에 적용하는 평형수적재조건

(가) 평형수탱크의 용량 및 배치

모든 산적화물선은 충분한 용량의 평형수탱크를 가져야 하며 최소한 다음의 조건을 만족하도록 배치되어야 한다.

(a) 통상 평형수적재상태

이 규정의 목적을 위한 통상 평형수적재상태라 함은 다음의 조건을 만족하는 평형수적재상태이다.

(i) 평형수탱크는 만재, 부분적재 또는 공창으로 할 수 있다. 부분적재의 평형수적재상태가 채용되는 경우에는 **지침 제3편 부록 3-1 3.** (1) (사)의 조건을 만족하여야 한다.

(ii) 운항 중 평형수화물창을 포함한 모든 화물창은 공창이어야 한다.

(iii) 프로펠러는 완전히 잠겨야 한다.

(iv) 트림은 선미트림이어야 하며 0.015L 보다 크지 않아야 한다.

L : 선박의 수선간 길이

프로펠러 잠김 및 트림에 대한 판별 시 선수 및 선미수선에서의 흘수를 사용할 수 있다.

(b) 황천 평형수적재상태

이 규정의 목적을 위한 황천 평형수적재상태라 함은 다음의 조건을 만족하는 평형수적재상태이다.

(i) 평형수탱크는 만재, 부분적재 또는 공창으로 할 수 있다. 부분적재의 평형수적재상태가 채용되는 경우에는 **지침 제3편 부록 3-1 3.** (1) (사)의 조건을 만족하여야 한다.

(ii) 평형수화물창 중 최소한 하나는 만재되어야 한다.

(iii) 프로펠러의 잠김 I/D는 60% 이상이어야 한다.

I : 프로펠러 중심선으로부터 수선까지의 거리

D : 프로펠러 직경

(iv) 트림은 선미트림이어야 하며 0.015L 보다 크지 않아야 한다.

L : 선박의 수선간 길이

(v) 황천 평형수적재상태에서 형 선수흘수는 0.03L 또는 8 m 중 작은 것보다 작아서는 안된다.

(나) 강도 요건

모든 산적화물선은 다음의 모든 강도요건을 만족하여야 한다.

(a) 통상 평형수적재상태

(i) 최소선수 흘수에서 (가) (a)의 상태에 있어서 슬래밍에 대한 선수선저 구조는 **제3편 4장 4절 404.**에 따른다.

(ii) (가) (a).의 상태에 대한 종강도가 만족되어야 한다.

(iii) (ii)항에 추가하여 모든 평형수탱크를 100%채운 상태에 대한 종강도가 만족되어야 한다.

(b) 황천 평형수적재상태

(i) (가) (b)의 상태에 대한 종강도가 만족되어야 한다.

(ii) 상기 (i)에 추가하여 모든 평형수탱크를 100% 채우고, 해당되는 경우 항해 중 평형수 전용화물창이 100% 만재인 상태하에서 종강도가 만족되어야 한다.

(iii) 두 개 이상의 화물창을 항해 중 평형수화물창으로 할 수 있다. 만약, 황천 평형수적재상태에서 두 개 이상의 평형수화물창을 동시에 100% 만재하는 조건이 없다면 종강도 평가를 위하여 이같은 조건에 대한 가정이 요구되지는 않는다. 또한, 각각의 화물창이 개별적으로 검토되지 않는다면 황천평형수화물창 및 다른 평형수화물창에 대한 임의의/모든 사용상의 조건들이 적하지침서에 표기되어야 한다.

(5) 출발상태 및 도착상태

(1)부터 (4)에 정의된 각각의 설계하중 조건은 아래와 같이 출발상태 및 도착상태에 대하여 검토되어야 한다.

출발상태 : 연료 95% 이상, 기타 소모품 100%

도착상태 : 소모품 10%

5. 국부강도에 적용되는 설계하중조건

(1) 정의

하나의 화물창 또는 인접한 두 개의 화물창의 최대허용 또는 최소요구 화물질량은 이중저의 최소강도하중과 관계된다. 이중저의 최소강도하중은 이중저 내의 연료유 및 평형수의 질량, 그 화물창에서의 화물질량 및 흘수의 함수이다. (**부록 7-4 「산적화물선에 대한 흘수의 함수로서 화물창의 최대허용 및 필요최소 적재중량 계산지침」**참조) *(2021)*

M_H : 최대 흘수에서 균일 적재상태에 해당하는 화물창내의 실제 화물질량

M_{Full} : 창구코밍 정부까지 채운 가상밀도(균일질량/화물창용적, 최소 1.0 t/m^3)를 갖는 화물에 해당하는 화물창내의 화물질량. M_{Full}은 어떠한 경우에도 M_H보다 작아서는 안된다.

M_{HD} : 최대 흘수에서 지정된 화물창이 공창인 설계하중조건에 따라 운송할 수 있는 최대허용 화물질량

(2) 모든 부호에 적용하는 일반적인 조건

(가) 모든 화물창은 최대흘수에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 M_{Full}을 운송할 수 있어야 한다.

(나) 모든 화물창은 최대 흘수에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 비운 상태로 M_H의 50%를 운송할 수 있어야 한다.

(다) 모든 화물창은 최대 평형수흘수에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 비운 상태로 공창상태가 될 수 있어야 한다.

(3) 부호 (no MP)가 부여된 경우를 제외한 모든 부호에 적용하는 조건

(가) 모든 화물창은 최대 흘수의 67%에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 M_{Full}을 운송할 수 있어야 한다.

(나) 모든 화물창은 최대 흘수의 83%에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 비운 상태로 공창이 될 수 있어야 한다.

(다) 모든 인접한 2개의 화물창은 최대흘수의 67%에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 M_{Full}을 운송할 수 있어야 한다. 적용 가능한 경우, 화물질량 및 해당 화물창의 이중저 탱크의 연료유에 대한 이 요건은 인접한 화물창이 평형수로 채워져 있는 곳에 대한 조건에 역시 적용한다.

(라) 모든 인접한 2개의 화물창은 최대흘수의 75%에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크을 비운상태로 공창이 될 수 있어야 한다.

(4) BC-A 부호에만 적용하는 추가적인 조건

(가) 최대 흘수에서 공창으로 하는 화물창은 그 화물창의 이중저 탱크를 비운 상태로 공창이 될 수 있어야 한다.

(나) 최대 흘수에서 높은 밀도의 화물을 적재하는 화물창은 그 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 M_{HD}에 M_H의 10%를 더한 것을 운송할 수 있어야 한다. 다만, 운항중 최대허용화물질량은 M_{HD}까지로 제한하여야 한다.

(다) 설계하중조건에 따라 옆의 화물창이 공창이 되는 모든 인접한 2개의 화물창은 최대흘수에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 각 설계하중조건에 따른 최대화물하중에 더하여 M_H의 10%를 운송할 수 있어야 한다. 다만, 운항중 최대허용화물질량은 설계하중조건에 따른 최대화물하중까지로 제한되어야 한다.

(5) 평형수화물창에만 적용하는 추가조건

평형수화물창은 모든 황천 평형수흘수에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 100% 채우고 창구(hatchway)까지 평형수를 100% 채울 수 있어야 한다.

톱사이드 윙탱크, 호퍼 및 이중저 탱크에 인접한 평형수화물창은 톱사이드 윙 탱크, 호퍼 및 이중저 탱크가 빈 상태에서 평형수화물창을 채울 때 강도상 만족되어야 한다.

(6) 항구내의 적하 및 양하 시에 적용하는 추가조건

(가) 최대흘수의 67%에서 임의의 화물창은 최대허용항해중량을 적재할 수 있어야 한다.

(나) 최대흘수의 67%에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 모든 인접한 2개의 화물창은 M_{Full} 을 운송할 수 있어야 한다.

(다) 적재 및 양하시 감소된 흘수에서 화물창의 최대허용중량은 운항상태에서의 최대 흘수에서 허용된 최대중량의 15%를 증가시킬 수 있다. 다만, 운항상태의 최대흘수에서 허용된 중량을 초과하여서는 안된다. 또한, 요구되는 최소중량은 동일한 양만큼 경감할 수 있다.

(7) 화물창 적재중량선도

(가) (2) 부터 (6) ((5)는 제외)에 주어진 국부강도에 대한 설계하중기준에 기초한 화물창 적재중량선도는 항내에서의 적하/양하시 및 운항상태에서 흘수의 함수로서 최대허용 및 최소요구중량을 나타내어야 하며 적하지침서 및 적하지침기기에 포함되어야 한다.

(나) (가)항의 설계하중조건에 명시된 것 이외의 다른 흘수에서의 최대허용 및 최소요구질량은 선저에 작용하는 부력의 변화에 따라 조정되어야 한다. 부력의 변화는 흘수에서 수선면적을 사용하여 계산되어야 한다.

(다) 각각의 화물창 및 임의의 인접한 두 개의 화물창에 대한 화물창 적재중량선도가 포함되어야 한다.

제 3 절 이중저구조

301. 일반 【지침 참조】

1. 이 절에 규정되어 있지 않는 사항에 대하여는 **3편 7장**의 규정에 따른다.
2. 이중저 탱크를 디프탱크로 하는 경우의 구조부재의 치수는 이 절의 규정 이외에 **3편 15장**의 규정에도 따라야 한다. 다만, 내저판의 두께에 대하여는 **3편 15장 208.** 규정의 디프탱크 정판에 대한 두께에 1 mm 를 더할 필요는 없다.
3. 이 절의 각 규정에 있어서 화물의 비중 γ 는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

W : 해당 선창의 화물적재질량(t).

V : 창구부분을 제외한 해당 선창의 용적(m^3).

4. 302.부터 304.까지의 각 규정에 있어서 계수 k 는 다음 식에 의한 것으로 한다. 다만, 호퍼의 수평면에 대하여 화물창에 면하지 않은 측의 경사각 β 가 매우 클 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.

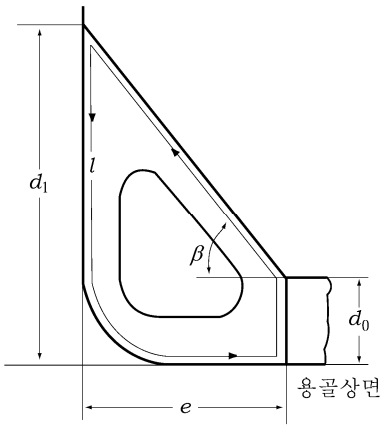


그림 7.3.2 l, e, d_0, d_1 의 측정방법

$$k = 2.1 \frac{l\, l_h}{e^2 \left(1 + \frac{d_1}{d_0}\right)^2}$$

l_h : 선창의 길이(m). 횡격벽 하부에 스툴이 설치되어 있을 경우에는 그 내단 사이의 거리로 하여도 좋다.
l : 빌지호퍼를 구성하는 경사판, 거더 및 외판의 전 거스의 길이(m).
e : 빌지호퍼의 너비(m).
d_1 : 용골의 상면으로부터 선측에 있어서의 빌지호퍼의 상단까지의 높이(m).
d_0 : 중심선거더의 높이(m).

5. 이 절의 규정에 추가하여 선박의 길이가 150 m 이상이고, 산적화물밀도가 1.0 t/m^3 이상인 산적화물을 운송하는 단일 선측구조를 가진 산적화물선의 경우에는 **11절**의 규정에도 적합하여야 한다.

302. 중심선거더 및 측거더 【지침 참조】

1. 빌지호퍼의 내단부에는 측거더를 설치하여야 한다. 중심선거더와 빌지호퍼의 내단 사이에 설치되는 측거더의 간격은 **표 7.3.2**에 따르고, 계산된 값이 4.6 m 를 넘을 때에는 4.6 m 로 한다.
2. 중심선거더의 높이와 중심선거더 및 측거더의 두께는 **표 7.3.2**의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 중심선 거더의 높이는 우리 선급의 승인을 얻은 경우에는 별도로 고려할 수 있으나 어떠한 경우에도 $B/20$ 미만이어서는 안된다.
3. 상자형용골을 설치하는 경우에는 그 간격을 가능한 한 1.8 m 를 넘지 않도록 하고 또한 늑판의 연속성 및 상자형용골간의 외판 및 내저판의 강성에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
4. 내저판 상면으로부터 이중저 탱크의 넘침관 상단까지의 수직높이가 15 m 를 넘는 경우에는 수밀 측거더판의 수직휨 보강재의 상하단에는 브래킷을 설치하여 인접하는 선저 및 내저종늑골에 각각 고착시켜야 한다.

303. 늑판 【지침 참조】

1. 이중저에는 **표 7.3.3**에 의한 값을 넘지 않는 간격으로 늑판을 설치하여야 한다. 다만, 계산된 값이 3.65 m 이상일 때에는 3.65 m 로 하고, 2.5 m 이하일 때에는 2.5 m 로 한다. 또한 횡격벽 스툴의 경사판하의 위치에는 늑판을 설치하여야 한다.
2. 실체늑판의 두께는 **표 7.3.3**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

304. 내저판

1. 내저판의 두께 t 는 다음 식 중 큰 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$t_1 = C_3 \frac{KB^2 d}{d_0} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_2 = C_3{}' S \sqrt{hK} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 중심선거더의 높이(mm).
S : 내저종늑골의 간격(m).
h : 선체중심선에 있어서 내저판 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
C_3 : 계수로서 다음 식에 의한 것. 다만, 동시에 적하되었거나 비어있는 인접된 화물창과 길이가 특히 짧은 화물창은 다음 식에 의한 것에 1.2를 곱한 것.

$$C_3 = ab$$

a : **표 7.3.2**에 따른다.
b : B/l_h 의 것에 따라 다음에 표시하는 b_0 또는 αb_1.

$\frac{B}{l_h} < 0.8$ 일 때 : b_0

$0.8 \le \frac{B}{l_h} < 1.2$ 일 때 : b_0 와 αb_1 중 큰 것

$1.2 \le \frac{B}{l_h}$ 일 때 : αb_1

b_0 및 b_1 : k 및 B/l_h 의 값에 따라 표 7.3.4에 정하는 값.
k 및 l_h : 각각 301.의 4항에 따른다.
α : 다음 식에 의한 값

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 10.6 f_B K}$$

C_3' : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 따른다.

$1 \le \frac{l}{S} < 3.5$ 일 때 : $\left(0.46\frac{l}{S} + 2.64\right)\sqrt{\gamma}$

$3.5 \le \frac{l}{S}$ 일 때 : $4.25\sqrt{\gamma}$

l : 늑판 사이의 거리(m).

γ : 301.의 3항에 따른다. 다만, γ 의 값은 계획재화질량(t)과 모든 선창의 총용적(m^3)과의 비에 1.2를 곱한 것 이상이어야 한다.

표 7.3.2 중심선거더 및 측거더의 치수 및 간격

항목	치수
(1) 측거더의 간격	(가) 적하창 $l = 5.7 - 1.6\gamma$ (m)
	(나) 만재상태시의 빈 화물창 $l = 3.5$ (m)
(2) 중심선 거더의 높이	$H = 15\sqrt{\dfrac{L_h BD}{m}}$ (mm)
(3) 중심선거더 및 측거더의 두께	화물창내의 위치에 따라 다음 2개의 식 중 큰 것. $t_1 = \dfrac{C_1 KSB\,d}{d_0 - d_1}\left(2.6\dfrac{x}{l_h} - 0.17\right)\left\{1 - 4\left(\dfrac{y}{B}\right)^2\right\} + 1.5$ (mm) $t_2 = \dfrac{C_1{}'\,d_2}{1000\sqrt{K}} + 1.5$ (mm)

γ : 301.의 3항에 따른다.
L_h : 화물창 구역의 전 길이 (m). 다만, 펌프실, 코퍼댐 등은 제외한다.
m : 화물창 구역에 포함되는 선창의 수.
S : 고려하는 중심선거더 또는 측거더로부터 인접하는 종거더에 이르는 거리의 중앙 사이의 거리 (m).
d_0 : 고려하는 중심선거더의 높이 또는 측거더의 깊이 (mm).
d_1 : 고려하는 위치에 있어서 개구의 깊이 (mm).
d_2 : 고려하는 위치의 거더 깊이 (mm). 다만, 거더 깊이의 중간에 거더의 길이 방향으로 휨보강재를 설치할 때에는 해당 휨보강재와 선저외판 및 내저판간의 거리 (mm) 또는 휨보강재 사이의 거리 (mm).
l_h : 301.의 4항에 따른다.
x : 각 화물창 lh의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 선박길이 방향의 거리 (m). 다만, $0.2\,l_h$ 미만일 때에는 $0.2\,l_h$, $0.45\,l_h$ 을 넘을 때에는 $0.45\,l_h$ 로 한다.
y : 선체중심선으로부터 해당 종거더까지의 선박 너비 방향의 거리 (m).
S_1 : 고려하는 중심선거더 및 측거더에 설치되는 브래킷 또는 휨보강재의 간격 (mm).
$C_1{}'$: 다음 표에 따른다. S_1/d_2 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

S_1/d_2	$C_1{}'$	
	중심선거더	측거더
0.3이하	4.4	3.6
0.4	5.4	4.4
0.5	6.3	5.1
0.6	7.1	5.8
0.7	7.7	6.3
0.8	8.2	6.7
0.9	8.6	7.0
1.0	8.9	7.3
1.2	9.3	7.6
1.4	9.6	7.9
1.6이상	9.7	8.0

표 7.3.2 중심선거더 및 측거더의 치수 및 간격(계속)

C_1 : nab
n : 다음 표에 따른다.

구분	n
인접되어 동시에 적하 또는 비우게 되는 화물창, 화물창 구역에 위치한 펌프실과 같이 특히 길이가 짧은 화물창	$\frac{1}{3}\left(7-2\frac{B}{l_h}\right)^{(*1)}$
기타의 화물창	1.0

(*1) B/l_h 가 1.8을 넘을 때에는 1.8로 하고 0.5 미만일 때에는 0.5로 한다.

a : 다음 표에 따른다.

위치	$h\gamma/d$	a
적하창	$\frac{h\gamma}{d}<0.55$	$0.026\frac{L'}{d}-\frac{h\gamma}{d}+1$
	$0.55\le\frac{h\gamma}{d}\le1.45$	$0.026\frac{L'}{d}+0.45$
	$\frac{h\gamma}{d}>1.45$	$0.026\frac{L'}{d}+\frac{h\gamma}{d}-1$
만재상태시의 빈화물창		$0.026\frac{L'}{d}+1$

h : 선체중심선에 있어서 내저판의 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리 (m).
L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.
b : 301.의 4항에 의한 k 값 및 B/l_h 값에 따라 다음 표에 정하는 것. k 값이 표의 중간일 때에는 보간법에 의한다.

k \ B/l_h	이상 미만 1.4	1.4 1.6	1.6 1.8	1.8 2.0	2.0 2.2	2.2 2.4	2.4
10.0 이상	17	16	15	14	13	12	11
5.0	16	15	14	13	12	11	11
2.0	15	15	14	13	12	11	11
1.0	14	14	14	13	12	11	11
0	13	13	13	12	12	11	11

(비고)
횡격벽과 또는 횡격벽 하부에 스툴이 설치되는 경우에는 스툴의 하부와 선창길이 l_h 의 끝으로부터 l_h 의 20 %이상의 위치에 있는 늑판과의 사이에 적절한 두께의 부분 중간 측거더판을 설치하는 경우에는 그 단면적의 35 %를 각각 인접하는 거더의 단면적에 산입하여도 좋다. 횡격벽 하부에 스툴을 설치하는 경우에는 스툴 하부에는 이 부분 중간 측거더판과 평형되는 측거더판을 설치하여야 한다.

표 7.3.3 늑판의 간격 및 두께

항목	치수
(1) 늑판의 간격	적하창 $l = 5.6 - 2.8\gamma$ (m)
	만재상태시의 빈 화물창 $l = 2.5$ (m)
(2) 실체늑판의 두께	화물창내의 위치에 따라 다음 2개의 식 중 큰 것. $t_1 = \frac{C_2 KSB'd}{d_0 - d_1}\left(\frac{2y}{B''}\right)\left\{1 - 2\left(\frac{x}{l_h}\right)^2\right\} + 1.5$ (mm) $t_2 = 0.086\sqrt[3]{\frac{H^2 d_0^2}{C_2' K}(t_1 - 1.5)} + 1.5$ (mm)

γ : 301.의 3항에 따른다.
S : 늑판의 간격 (m).
B' : 선박의 중앙부에 있어서 내저판 상면에서의 호퍼 내단 사이의 거리 (m).
B'' : 해당늑판에 대한 내저판 상면에서의 호퍼 내단 사이의 거리 (m).
l_h : 301.의 4항에 따른다.
y : 해당늑판에 있어서 선체중심선으로부터 고려하는 위치까지의 선박 너비방향에 대한 거리(m). 다만, $B''/4$ 미만일 때에는 $B''/4$ 로 하고 $B''/2$ 를 넘을 때에는 $B''/2$ 로 한다.
x : 각 화물창의 l_h 의 중앙으로부터 해당 늑판까지의 선박길이 방향에 대한 거리 (m).
d_0 : 고려하는 위치에서의 늑판깊이 (mm).
d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (mm).
C_2 : 다음 표에 따른다.

종류	C_2
화물창	ab
인접되어 동시에 적하 또는 비우게 되는 화물창	$0.9\,ab$

a : 표 7.3.2에 따른다.
b : 301.의 4항에 의한 k 값 및 B/l_h 의 값에 따라 다음 표에 정하는 것. 다만 k 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

k \ B/l_h	이상 미만 0.4	0.4 0.6	0.6 0.8	0.8 1.0	1.0 1.2	1.2 1.4	1.4 1.6	1.6 1.8	1.8 2.0	2.0 2.2	2.2 2.4	2.4
10.0이상	40	38	34	31	26	23	21	18	16	15	14	12
5.0	40	40	37	33	30	26	24	22	18	18	16	15
2.0	41	40	38	35	33	30	28	25	23	21	18	17
1.0	41	40	40	39	37	34	32	29	26	24	23	21
0	41	41	41	41	41	40	37	33	32	30	26	25

C_2' : 횡보강재의 간격 S_1 (mm)과 d_0 의 비율에 따라 다음 표에 정하는 계수, 다만 S_1/d_0 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

S_1/d_0	0.3이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4이상
C_2'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

표 7.3.3 늑판의 간격 및 두께(계속)

H : 다음 표에 따른다.

구분	H
(가) 늑판에 보강되지 않은 슬롯이 있을 때	$\sqrt{4.0\frac{d_2}{S_1}-1.0}$ (*1)
(나) 늑판에 보강되지 않은 개구가 있을 때	$0.5\frac{\phi}{d_0}+1$
(다) 늑판에 보강되지 않은 슬롯 및 개구가 있을 때	(가) 및 (나) 값의 곱
(라) 상기 이외	1.0

(*1) $d_2/S_1 < 0.5$ 일 때에는 H를 1.0으로 한다.

d_2 : 늑판의 상하에 있는 보강되지 않은 슬롯깊이 중 큰 것 (mm).
ϕ : 개구의 긴지름 (mm).

(비고)
빌지호퍼 내측의 측거더와 해당 측거더로부터 0.2 B'' 이상의 위치에 있는 측거더와의 사이에 적절한 두께의 부분중간늑판을 설치하는 경우에는 그 단면적의 35 %를 각각 인접하는 늑판의 단면적에 산입할 수 있다. 이 때 호퍼내에는 이 부분중간늑판과 평형을 이루는 막판(膜板), 거더 또는 브래킷을 설치하여야 한다.

표 7.3.4 계수 b_0 또는 b_1

B/l_h	k / b_0 또는 b_1	10.0 이상	5.0	2.0	1.0	0
이상 미만 0.4	b_0	4.6	3.9	3.3	2.7	2.0
0.4 0.6	b_0	4.1	3.5	3.0	2.4	2.0
0.6 0.8	b_0	3.4	2.9	2.4	2.1	1.9
0.8 1.0	b_0	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5
	b_1	2.3	2.0	1.7	1.4	1.4
1.0 1.2	b_0	1.7	1.5	1.5	1.4	1.3
	b_1	2.2	1.9	1.7	1.6	1.3
1.2 1.4	b_1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
1.4 1.6	b_1	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
1.6 1.8	b_1	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
1.8 2.0	b_1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
2.0 2.2	b_1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
2.2	b_1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

(비고)
k 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

2. 내장판을 깔지 않은 창구 바로 아래의 내저판에서는 전 항의 두번째 식에 의한 값에 2 mm를 더한 것으로 하여야 한다. 다만, 3항의 규정을 적용하는 경우에는 예외로 한다.
3. 그랩 또는 기계적 장치로써 하역을 하는 선박의 내저판의 두께는 1항의 규정에 의한 값에 2.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 내장판을 깔 경우에는 예외로 한다.

305. 선저 및 내저종늑골 【지침 참조】

선저 및 내저종늑골의 단면계수는 각각 표 7.3.5의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 7.3.5 선저 및 내저종늑골의 단면계수

종늑골	단면계수 (cm^3)
선저종늑골	$Z_b = \dfrac{CKSl^2}{24-15.0f_BK}(d+0.026L')$
내저종늑골	$Z_i = \dfrac{CKShl^2}{24-11.4f_BK}$ (다만, $Z_{min}=0.75Z_b$)

γ : 301.의 3항에 따른다.
l : 늑판 사이의 거리(m).
S : 선저종늑골 또는 내저종늑골의 간격(m).
L' : 선박의 길이(m).다만, 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.
h : 304.의 1항에 따른다.
C : 계수로서 다음 표에 따른다.

늑판 사이의 중간에 306.에 규정하는 스트럿	C	
	선저종늑골	내저종늑골
없을 때	100	100γ (다만, $C \geq 90$)
있을 때	(가) 만재상태시의 빈화물창 또는 디프탱크 하부 : 62.5	60γ (다만, $C \geq 54$)
	(나) 상기 이외: $30\gamma + 20$ (다만, $C \geq 50$)	
	또한 늑판에 설치하는 수직형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 적절히 경감할 수 있다.	

306. 스트럿

1. 스트럿을 설치할 경우에는 스트럿은 평강 또는 구평강 이외의 형강으로 하고 선저 및 내저종늑골의 웨브와 충분히 겹치도록 하여야 한다.
2. 스트럿의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한, 이중저의 높이가 클 때에는 좌굴에 대하여 충분한 고려를 하여야 한다.

$$A = 1.8CKSbh \quad (cm^2)$$

S : 늑골간격(m).
b : 스트럿으로 지지되는 부분의 너비(m).
h : 다음 식에 의한 것. 다만, 어떠한 경우에도 d 미만이어서는 안된다.

$$h = \frac{d + 0.026L' + h_i}{2} \quad (\mathrm{m})$$

L' : 표 7.3.2에 따른다.
h_i : 304.의 1항에 의한 h 값에 γ 를 곱한 값(m).
다만, 디프탱크에서는 내저판 상면으로부터 탱크정판상과 넘침관 상단 사이의 1/2이 되는 곳까지의 거리와 내저판 상면으로부터 넘침관상 2.0 m 까지의 거리에 0.7을 곱한 것(m) 중 큰 것.
γ : 301.의 3항에 따른다.
C : 계수로서 다음 식에 의한 것. 다만, 어떠한 경우에도 1.43 미만이어서는 안된다.

$$C = \frac{1}{1 - 0.5\dfrac{l_s}{k\sqrt{K}}}$$

l_s : 스트럿의 길이(m).
k : 스트럿의 최소 회전반지름으로 다음 식에 의한 것.

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 스트럿의 최소 단면2차모멘트(cm^4).
A : 스트럿의 단면적(cm^2).

307. 횡격벽하부 스툴내의 이중저구조

횡격벽하부 스툴내의 내저판, 중심선거더, 측거더 및 내저종늑골은 전후 화물창내의 것을 적절히 연장하여 결합하고 또한 늑판은 선창내의 것과 동등한 것 이상으로 하여야 한다.

제 4 절 호퍼탱크

401. 일반 【지침 참조】

1. 호퍼 탱크의 구획은 가능한 한 선박의 구획과 일치하도록 하여야 한다.
2. 호퍼의 전후단에는 강도의 연속성에 충분히 유의하여야 한다.
3. 호퍼 탱크내의 구조부재 치수는 이 절의 규정 이외에 **3편 15장**의 규정에도 적합하여야 한다.

402. 경사판의 두께 【지침 참조】

1. 호퍼 탱크의 경사판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = CS\sqrt{hK} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 짧은 변 길이(m).
h : 선체 중심선에 있어서 해당 패널의 하단으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 어떠한 경우에도 3.2 미만으로 하여서는 안된다.

$$C = 4.25\, C_1 C_2 \sqrt{\gamma}$$

C_1 : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 의한 값.
$1 \le \dfrac{l}{S} < 3.5$ 일 때 : $\left(0.11\dfrac{l}{S} + 0.615\right)$

$3.5 \le \frac{l}{S}$ 일 때 : 1.0

l : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 긴변 길이(m).
C_2 : 계수로서 표 7.3.6에 정하는 값.
γ : 301.의 3항에 따른다. 다만, γ의 값은 계획 총화물 적재질량(t)과 모든 선창의 총용적(창구부분 포함)(m^3)과의 비에 1.2를 곱한 것 미만으로 하여서는 안된다.

표 7.3.6 계수 C_2

경사각 β (도)	C_2
$\beta \le 40^\circ$	1.0
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$1.4 - 0.01\beta$
$\beta \ge 80^\circ$	0.6

2. 그랩 또는 기타 기계적 장치로서 하역을 하는 선박의 호퍼 탱크 경사판의 두께는 1항 및 401.의 3항에 의한 것 중 큰 값에 다음 값을 더한 것 이상으로 하여야 한다.
창구 바로 아래 호퍼 탱크의 경사판 : 2.5 mm
기타 호퍼 탱크의 경사판 : 1.0 mm
3. 호퍼 탱크의 경사판에 횡 휨보강재를 설치할 경우 경사판의 두께는 좌굴에 대하여 충분한 것이어야 한다.

403. 경사판의 휨보강재

1. 호퍼 탱크의 경사판에 설치하는 종휨보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 종휨보강재의 간격(m).
h : 선체중심선에 있어서 해당 휨보강재로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
l : 종휨보강재를 지지하는 트랜스버스 웨브 사이의 거리(m).
C : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C = \frac{\alpha}{24 - 15.0 f_B K \frac{y}{y_B}}$$

α : 호퍼의 수평면에 대하여 화물창에 면하지 않은 측의 경사각 β(도) 및 301.의 3항에 규정하는 γ의 값에 따라 표 7.3.7에 정하는 값.

표 7.3.7 계수 α

경사각 β (도)	α
$\beta \le 40^\circ$	130γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$(214 - 2.1\beta)\gamma$
$\beta \ge 80^\circ$	46γ

y : 선체횡단면의 중립축으로부터 해당 휨보강재까지의 수직거리(m).
y_B : 선체횡단면의 중립축으로부터 용골상면까지의 거리(m).

2. 호퍼 탱크의 경사판에 설치하는 횡 휨보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 횡 휨보강재의 간격(m).
l : 휨보강재의 지지점 사이의 거리(m).
h : 선체중심선에 있어서 l의 중앙으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
C : 계수로서 빌지호퍼의 수평면에 대하여 선창에 면하지 않은 측의 경사각 b(도) 및 301.의 3항에 규정하는 γ의 값에 따라 표 7.3.8에 정하는 값.

표 7.3.8 계수 C

경사각 β(도)	C
$\beta \le 40^\circ$	7.8γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$(12.8 - 0.125\beta)\gamma$
$\beta \ge 80^\circ$	2.8γ

3. 호퍼 탱크내의 선저종늑골은 3편 7장 403.의 규정에 따르고, 또한 선측종늑골은 3편 8장 401.의 1항에 따라 정하여야 한다. 다만, 식 중의 l은 트랜스버스 웨브 사이의 거리(m)로 한다. 한편, 선저만곡부의 종늑골의 단면계수는 선저종늑골에 대한 규정 단면계수보다 크게 할 필요는 없다.

404. 트랜스버스 웨브

1. 빌지호퍼내에서는 각 늑판의 위치에 트랜스버스 웨브 또는 막판을 설치하여야 한다.
2. 경사판에 설치되는 트랜스버스 웨브의 치수는 표 7.3.9에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 트랜스버스 웨브 또는 막판에는 각종 휨보강재가 관통하는 곳에 평강 휨보강재를 설치하고 또한, 약 3 m 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.

제 5 절 톱사이드 탱크

501. 일반

1. 톱사이드 탱크의 구획은 가능한 한 화물창의 구획과 일치하여야 한다. 다만, 최전방의 화물창을 제외하고 인접하는 2 구획을 1구획으로 하여도 좋다.
2. 톱사이드 탱크의 전후단에는 강도의 연속성을 충분히 고려하여야 한다.
3. 톱사이드 탱크내의 구조부재의 치수는 3편 15장의 규정에 의하여 정한 것 이상이어야 한다. 다만, 규정의 식에서 h는 선체중앙부에 있어서의 탱크너비의 1/2(m) 미만으로 하여서는 안된다.
4. 종휨보강재에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않는 것이어야 한다. 또한 강력갑판에 가까운 종휨보강재는 선박의 중앙부에서는 그의 세장비(細長比)가 가능한 한 60을 넘지 않는 치수의 것으로 하여야 한다.

502. 경사판의 두께 【지침 참조】

1. 톱사이드 탱크의 경사판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 4.6S\sqrt{Kh} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 종 또는 횡휨보강재의 간격(m).
h : 판의 하단으로부터 탱크의 넘침관 상단까지의 수직거리(m) 및 선체중앙부에 있어서 탱크 너비의 1/2(m) 중 큰 것.

표 7.3.9 트랜스버스 웨브의 치수

트랜스버스 웨브		치수
(1) 웨브	깊이	l /5 또는 슬롯 깊이의 2.5배 중 큰 것.
	두께	다음 2개의 식 중 큰 것. $t_1 = 0.01d_0 + 1.5$ (mm) $t_2 = \dfrac{C_1 KShl}{d_0 - a} + 1.5$ (mm) 단부 0.2 l 사이의 두께 $t_3 = 0.0502\sqrt[3]{\dfrac{C_1 ShlS_1^2}{d_0 - a}} + 1.5$ (mm)
(2) 단면계수		$Z = C_2 KShl^2$ (cm^3)
(3) 면재	너비	$d = 2.7\sqrt{d_0 l_1}$ (mm)
	두께	t_1 또는 t_2 중 큰 것

d_0 : 트랜스버스 웨브의 깊이 (mm).

a : 슬롯의 깊이 (mm). 다만, l 의 각 끝부분 0.25 l 사이에 유효한 칼라(collar) 판을 설치할 때에는 그 치수에 따라 수정할 수 있으며 l 의 중앙부 0.5 l 사이에서는 0으로 하여도 좋다.

S : 트랜스버스 웨브가 지지하는 면적의 너비 (m).

h : 선체중심선에서 l 의 중앙으로부터 상갑판까지의 수직거리 (m).

l : 트랜스버스 웨브의 전 길이 (m). 다만, 견고한 브래킷으로 고착할 때에는 **3편 1장 605.**의 규정에 따라 수정할 수 있다.

l_1 : 트랜스버스 웨브의 지지점 사이 거리 (m). 다만, 견고한 트리핑 브래킷을 설치할 때에는 그곳을 지지점으로 볼 수 있다.

S_1 : 거더의 횡보강재 간격 또는 거더의 깊이 중 작은 것 (m).

C_1 및 C_2 : 계수로서 빌지호퍼의 수평면에 대하여 화물창에 면하지 않은 측의 경사각 β (도) 및 **301.**의 3항에 규정하는 γ 의 값에 따라 다음 표에 정하는 것. 다만, γ 가 0.7 미만일 때에는 0.7로 한다.

경사각 (β)	C_1 (*1)	C_2 (*2)
$\beta \le 40^\circ$	41.7 γ	7.1 γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	(68.5 - 0.67 β) γ	(11.5 - 0.11 β) γ
$\beta \ge 80^\circ$	14.9 γ	2.7 γ

(*1) 산정된 C_1 값이 27.8 미만일 때에는 27.8로 한다.

(*2) 산정된 C_2 값이 4.75 미만일 때에는 4.75로 한다. 트랜스버스 웨브 길이의 중간에 유효한 스트럿을 설치할 때에는 C_2 값은 1/2로 할 수 있다.

2. 톱사이드 탱크의 경사판에 횡 횡보강재를 설치할 때 경사판의 두께는 좌굴에 대하여 충분한 것으로 하여야 한다.

503. 경사판의 횡보강재

1. 톱사이드 탱크의 경사판에 설치하는 종횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 종횡보강재의 간격(m).
h : 해당 횡보강재로부터 탱크넘침관 상단까지의 수직거리(m) 및 선박의 중앙부에 있어서 탱크너비의 1/2 (m) 중 큰 것.
l : 종횡보강재를 지지하는 트랜스버스 웨브의 간격(m).
C : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C = \frac{100}{24 - 15 f_D K \frac{y}{y_D}}$$

y_D : 선체횡단면의 중립축으로부터 강력갑판보 상면까지의 수직거리(m).
y : 선체횡단면의 중립축으로부터 해당 격벽 횡보강재까지의 수직거리(m).

2. 톱사이드 탱크의 경사판에 설치하는 횡횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 6.8KSh\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 횡횡보강재의 간격(mm).
l : 횡보강재의 지지점 사이 거리(m).
h : l 의 중앙으로부터 탱크의 넘침관 상단까지의 수직거리(m) 및 선박의 중앙부에 있어서 탱크 너비의 1/2 (m) 중 큰 것.

504. 종갑판보

톱사이드 탱크내에 설치하는 종갑판보의 단면계수는 **3편 10장 303.**의 규정에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, h 는 **3편 10장 2절**에 규정하는 갑판하중(kN/m^2)과 선체의 중앙부에 있어서 탱크너비의 1/2(m)에 9.81을 곱한 것 중 큰 것으로 한다.

505. 선측늑골

1. 톱사이드 탱크내의 선측종늑골의 단면계수는 **3편 8장 401.**의 1항의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 식중의 l 은 트랜스버스 웨브 사이의 거리(m)로 하고, 또한 h 의 값은 선박의 중앙부에 있어서의 탱크너비의 1/2(m) 미만으로 하여서는 안된다.
2. 톱사이드 탱크내에 선측횡늑골을 설치할 때에는 그 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 6KSh\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 늑골간격(m).
l : 선측에 있어서 상갑판 하면과 톱사이드 탱크 하단과의 수직거리(m).
h : l 의 중앙으로부터 용골상면상 $d + 0.038L'$ 까지의 수직거리(m) 및 선체중앙부에 있어서의 탱크너비의 1/2(m) 중 큰 것. 다만, 그 값이 $0.3\sqrt{L}$ (m) 미만일 때에는 $0.3\sqrt{L}$ (m) 로 한다.
L' : 선박의 길이(m). 다만, 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.

506. 트랜스버스 웨브

1. 톱사이드 탱크내에서는 5 m 를 넘지 않는 간격으로 트랜스버스 웨브 또는 막판(diaphragm)을 설치하여야 한다.
2. 트랜스버스 웨브의 치수는 **표 7.3.10**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 트랜스버스 웨브 또는 막판에는 각 종늑골 또는 종횡보강재가 관통하는 곳에 평강 횡보강재를 설치하고 약 3 m 의

간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.

4. 갑판에 중량물을 실을 때에는 트랜스버스 웨브 또는 막판을 적절히 보강하여야 한다.

507. 큰 톱사이드 탱크 【지침 참조】

1. 톱사이드 탱크가 큰 경우에는 그 너비의 중앙에 종통막판을 설치하는 등 특별한 고려를 하여야 한다.
2. 종통 막판(diaphram)을 설치하는 경우 그 두께 t 는 106.의 규정에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, f_D 는 1.0 이상이어야 한다.

$$t = 19.8S\sqrt{\frac{yf_D}{D}} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 종휨보강재의 간격(m).

y : 선체횡단면의 $D/2$ 의 위치로부터 고려하는 휨보강재 사이 패널(panel)의 중앙점까지의 수직거리(m).

3. 종통 막판에 종 휨보강재를 설치할 때에는 휨보강재의 깊이는 $0.06\,l$ 이상으로 하여야 한다. l 은 종통 막판에 설치되는 트랜스버스 웨브 사이의 거리로 한다. 다만, 종 휨보강재의 끝을 트리핑 브래킷 등에 고착하는 구조로 할 때에는 휨보강재의 깊이를 적절히 감할 수 있다.
4. 종통 막판에 횡 휨보강재를 설치할 때에는 종통 막판의 두께는 좌굴에 대하여 충분한 것이어야 한다. 또한 휨보강재의 치수는 상기 3항의 규정과 같은 정도의 것으로 하여야 한다.

제 6 절 횡격벽 및 스툴

601. 횡격벽 【지침 참조】

1. 횡격벽에 대한 구조부재의 치수는 **3편 15장 2절**의 규정을 적용한다. 다만, 이 규정을 적용함에 있어서 식 중의 h 대신에 $0.36\gamma h'$ 를 사용한다. γ 는 301.의 3항에 따른다. 다만, γ 가 1.5 미만일 때에는 1.5로 한다. 한편 h' 는 다음에 따른다.
   (1) 격벽판은 선체 중심선상에 있어서의 격벽판의 하단으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
   (2) 격벽의 수직휨보강재는 l 의 중앙, 수평휨보강재는 상하휨보강재 사이의 중앙으로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리(m). l 은 **3편 15장 203.**의 규정에 따른다.
   (3) 휨보강재를 지지하는 수직거더는 l 의 중앙, 수평거더는 S 의 중앙으로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리(m). l 및 S 는 **3편 15장 204.**의 규정에 따른다.
2. 전 항의 규정에 관계없이 횡격벽에 대한 구조부재의 치수는 **3편 14장**의 규정에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 하부 스툴이 없는 횡격벽의 최하부에 사용하는 판의 두께는 내저판의 두께에 따라 적절히 증가시켜야 한다.
4. 톱사이드 탱크의 경사판이 고착되는 곳의 격벽판은 두께를 증가시키는 등 적절히 보강하여야 한다.
5. 이 절의 규정에 추가하여 호퍼 탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일선체 및 이중선체구조의 단일 갑판선으로서 선박의 길이(L_f)가 150 m 이상이고 수직파형 횡수밀격벽을 갖고 있으며, 밀도가 1.0 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하고자 하는 2006년 7월 1일 이후 건조 계약된 산적화물선의 모든 화물창은 **12절**의 규정에도 적합하여야 한다.

표 7.3.10 트랜스버스 웨브의 치수

트랜스버스 웨브		치수
(1) 웨브	깊이	(가) 웨브길이의 중간에 스트럿을 설치할 경우 : $l/6$ (나) 기타의 경우 : $l/5$ 또는 슬롯깊이의 2.5배 중 큰 것
	두께	다음 2개의 식 중 큰 것. $t_1 = 0.01d_0 + 1.5$ (mm) $t_2 = 41.7K\dfrac{Shl}{d_0 - a} + 1.5$ (mm) 단부 $0.2\,l$ 사이의 두께 $t_3 = 0.174\sqrt[3]{\dfrac{Shl\,S_1^2}{d_0 - a}} + 1.5$ (mm)
(2) 단면계수		(가)웨브길이의 중간에 스트럿을 설치할 경우 : $Z = 3.57KShl^2$ (cm^3) (나) 기타의 경우 : $Z = 7.14KShl^2$ (cm^3)
(3) 면재	너비	$b = 2.7\sqrt{d_0\,l_1}$ (mm)
	두께	t_1 또는 t_2 중 큰 것

d_0 : 트랜스버스 웨브의 깊이 (mm).
a : 슬롯의 깊이 (mm). 다만, l 의 각 끝부분 $0.25\,l$ 사이에 유효한 칼라판을 설치할 때에는 그 치수에 따라 수정할 수 있다. l 의 중앙부 $0.5\,l$ 사이에서는 0으로 하여도 좋다.
S : 트랜스버스 웨브가 지지하는 면적의 너비 (m).
h : l 의 중앙으로부터 탱크의 넘침관 상단까지의 수직거리 (m) 또는 선체중앙부에 있어서의 탱크너비의 1/2 (m) 중 큰 것.
l : 트랜스버스 웨브의 전 길이 (m). 트랜스버스 웨브 길이의 중간에 종통 막판(diaphram)을 설치할 때에는 종통 막판으로부터 트랜스버스 웨브 끝의 브래킷 내측 끝까지의 거리 (m). 다만, 어떠한 경우에도 견고한 브래킷으로 고착할 때에는 **3편 1장 605.**의 규정에 따라 가감할 수 있다.
l_1 : 트랜스버스 웨브의 지지점 사이의 거리 (m). 다만, 견고한 트리핑 브래킷을 설치할 때에는 그곳을 지지점으로 볼 수 있다.
S_1 : 거더의 횡보강재 간격 또는 거더의 깊이 중 작은 것 (m).

602. 횡격벽 상하부 스툴

1. 횡격벽 하부 스툴의 경사판 두께는 **402.**의 **1**항의 식 중 계수 C를 10 % 감소하여 계산한 것 이상으로 한다. 또한, 그랩 또는 기타 기계적 장치에 의하여 하역을 하는 선박에 대하여는 계산된 값에 1 mm 를 더한 것 이상으로 하여야 한다.
2. 횡격벽 하부 스툴의 경사판에 설치되는 수평 횡보강재의 단면계수는 **403.**의 **1**항의 식 중 계수 C를 10 % 감하여 계산한 것 이상으로 하여야 한다. 또한 이 횡보강재를 수직 횡보강재로 할 경우의 단면계수는 **403.**의 **2**항에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 횡격벽 하부 스툴내에는 이중저내의 중심선거더 및 측거더의 위치에 보강거더를 설치하고 그 치수는 **404.**의 규정에 의한 것 이상으로 하여야 한다.
4. 전 항에서 규정하는 보강거더는 화물창을 평형수탱크로 겸용하는 경우, 화물창에 화물유를 적재하는 경우 또는 무거운 화물을 적재하는 경우에는 막판구조로 하는 등 특히 전단에 대하여 충분한 것으로 하여야 한다.
5. 횡격벽 상하부 스툴의 구조부재의 치수에 대하여는 **3편 14장**의 규정에 의한 것 이상으로 하여야 한다.
6. 이 절의 규정에 추가하여 호퍼 탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일선체 및 이중선체구조의 단일 갑판선으로서 선박의 길이(L_f)가 150 m 이상이고 수직파형 횡수밀격벽을 갖고 있으며, 밀도가 1.0 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하고자 하는 2006년 7월 1일 이후 건조 계약된 산적화물선의 모든 화물창은 **12절**의 규정에도 적합하여야 한다.

제 7 절 선창내 늑골

701. 선창내 늑골

1. 선창내 늑골의 단면계수 Z는 **표 7.3.11**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 선창내 늑골의 상하 고착부 부근에 있어서 웨브의 두께는 전단에 대하여 충분한 것이어야 한다.
3. 비중이 특별히 큰 화물을 적재하는 화물창에서는 전 각항의 규정에 의한 선창내 늑골의 치수를 적절히 증가시키는 등 특별한 고려를 하여야 한다.
4. 늑골은 일체형인 상·하부브래킷을 가지는 대칭단면으로 제작되어야 하며, 끝단은 소프트토우(soft toe)의 구조를 가져야 한다.
5. 길이가 190 m 이하인 선박에서 연강재 늑골을 사용하는 경우에는 비대칭인 늑골로서 조립되는 브래킷을 사용하는 구조이어도 좋다. 다만, 브래킷의 면재는 양단에서 스닙되어야 하며, 브래킷은 소프트토우의 구조를 가져야 한다.
6. 화물창내 늑골의 면재는 단부브래킷의 연결부에서 너클되지 않도록 곡률을 가져야 하며, 이 경우 곡률반경 r은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한, 면재의 끝단은 스닙이 되어야 한다.(**그림 7.3.4** 참조)

$$r = \frac{0.4 b_f^2}{t_f} \quad (\mathrm{mm})$$

b_f : 브래킷의 면재폭 (mm).
t_f : 브래킷의 면재두께 (mm).

7. 늑골의 웨브 깊이와 두께의 비(=d/t_w)는 다음에 주어진 값을 초과하여서는 안된다.
   (1) 대칭면재를 갖는 늑골의 경우 : $60\sqrt{K}$
   (2) 비대칭면재를 갖는 늑골의 경우 : $50\sqrt{K}$
   이 경우 K는 재료계수로서 **3편 1장 4절 표 3.1.3**에 따른다.
8. 웨브로부터 면재의 자유단까지의 폭은 면재두께의 $10\sqrt{K}$ 배를 초과하여서는 안된다.

702. 늑골상하단의 고착 【지침 참조】

1. 늑골의 상하단에 있어서 빌지호퍼 또는 톱사이드 탱크와 고착하는 곳에는 탱크내외의 브래킷 끝부분을 동일위치에서 끝나지 않도록 하여야 한다.
2. 늑골브래킷의 단면계수 Z_u 및 Z_l은 늑골 중앙부에서 요구되는 늑골에 대한 단면계수 Z_m의 2배 이상이어야 하며(**그림 7.3.4** 참조), 상·하부 브래킷의 치수는 **그림 7.3.6**에 규정된 치수 이상이어야 한다.
3. 화물창내 늑골의 상·하단의 연결부는 **그림 7.3.5**와 같이 브래킷에 의하여 톱사이드 및 빌지호퍼탱크내에까지 구조적인 연속성을 가져야 하며, 브래킷은 좌굴에 대비하여 보강하여야 한다. 또한, 빌지호퍼탱크내에 설치되는 브래킷은 **그림 7.3.5**에 따른다.
4. 외판, 호퍼 및 톱사이드탱크에 고착되는 늑골 또는 브래킷의 용접부 및 웨브와 면재의 용접부에는 양면연속용접을 하여야 하며, 이 경우 요구되는 목두께는 다음에 따른다.(**그림 7.3.4** 참조)

   구역 "a"의 경우 : $0.44\,t$
   구역 "b"의 경우 : $0.4\,t$

   t는 용접되는 두 부재의 두께 t_1 또는 t_2 중 얇은 부재의 두께이다.
5. 효율적인 필릿용접의 적용이 불가능한 선체형상을 가지는 곳에서는 4항에 기술된 용접구조와 동일한 효과를 가질 수 있도록 늑골의 웨브와 브래킷의 용접부에 대하여 개선을 하여야 한다.

표 7.3.11 선창내 늑골의 단면계수

위치	단면계수(cm^3)
선수단으로부터 $0.15L$ 과 선미격벽 사이	$Z = CKSh\,l^2$
선수단으로부터 $0.15L$ 과 선수격벽 사이	$Z = 1.25KCSh\,l^2$

S : 늑골간격 (m).

h : 용골상면상 $d+0.038L'$ 의 점으로부터 선측에 있어서의 빌지호퍼의 상단에 이르는 수직거리 (m).

L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m 를 넘을 필요는 없다.

l : 선측에 있어서 빌지호퍼의 상단과 톱사이드 탱크의 하단 사이의 거리 (m). (그림 7.3.3 참조)

C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = \left(3.3 - 2.5\frac{l}{h}\right) + (25.7\lambda_1 + 44.5)\alpha\frac{d}{h}$$

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{l}$$

l_1 : 중심선거더 높이의 중앙으로부터 빌지호퍼의 상단에 이르는 수직거리 (m). (그림 7.3.3 참조)

α : 계수로서 다음 표에 따른다.

다만 B/l_h 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다. 또한 만재상태에서 빈 화물창이 되는 화물창은 α 의 값을 표에서 정하는 값의 1.8배로 한다.

B/l_h	α
0.4이하	0.0288
0.6	0.0207
0.8	0.0144
1.0	0.0099
1.2	0.0069
1.4	0.0048
1.6	0.0034
1.8이상	0.0025

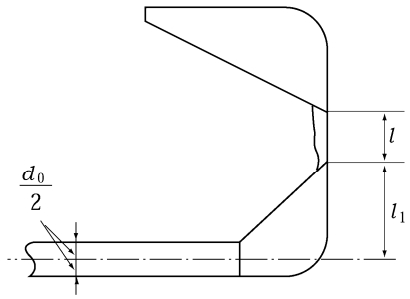


그림 7.3.3 l, l_1 등의 측정방법

703. 최전방 화물창의 선측구조

선수격벽에 인접한 화물창내 늑골은 외판의 과도한 변형을 방지할 수 있는 충분한 강도를 가지거나, 선박의 최전방 화물창내에서 선수창 스트링거의 구조적 연속성을 유지할 수 있는 구조이어야 한다.

704. 트리핑 브래킷

선박의 최전방 화물창내의 늑골이 비대칭단면을 갖는 경우에는 그림 7.3.7과 같이 늑골 한개 건너마다 트리핑 브래킷을 부착하여야 한다.

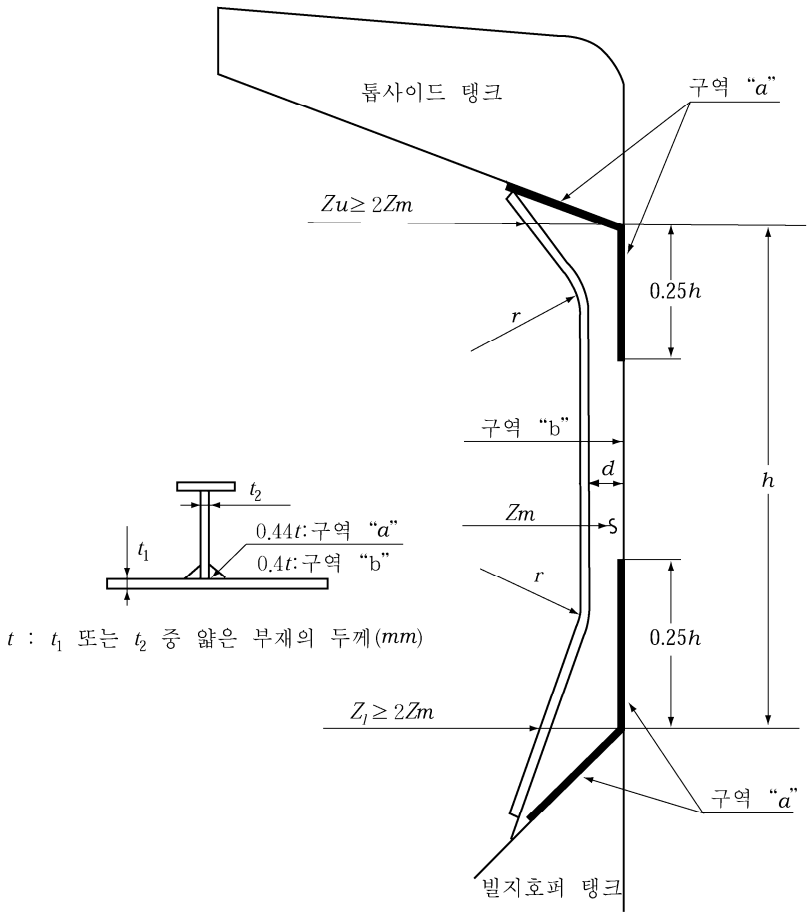


그림 7.3.4 늑골과 브래킷의 모양

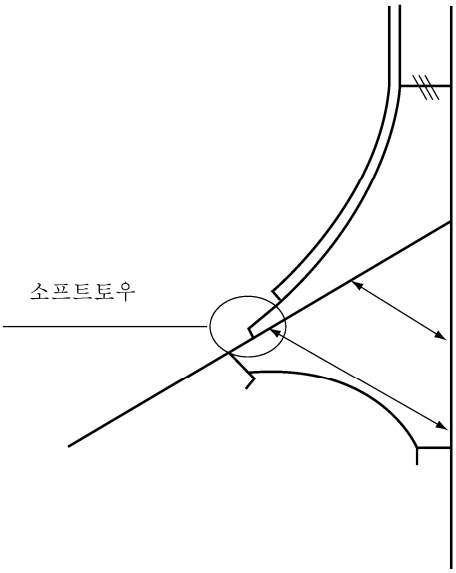
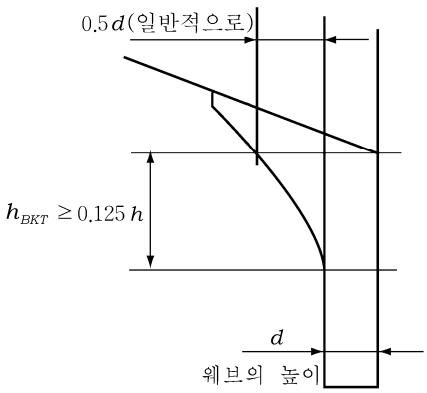


그림 7.3.5 브래킷의 모양



h : 그림 7.3.4 참조

그림 7.3.6 화물창내 늑골의 상.하부 브래킷의 치수

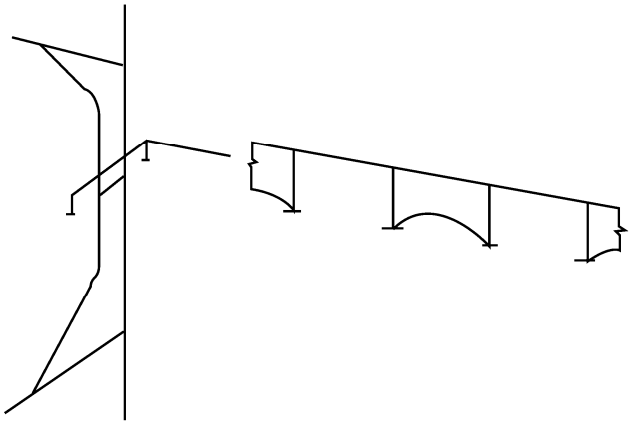


그림 7.3.7 최전방 화물창에서의 트리핑 브래킷의 부착

제 8 절 갑판 및 외판

801. 갑판구 측선밖 갑판 【지침 참조】

톱사이드 탱크를 설치하지 않는 부분의 갑판구 측선밖에 있는 갑판의 단면적은 종강도의 연속성을 고려하여 정하여야 한다.

802. 갑판구 측선안 갑판 【지침 참조】

1. 창구끝 코밍은 톱사이드 탱크내 트랜스버스 웨브의 위치에 설치하여야 한다. 부득이 창구끝 코밍을 트랜스버스 웨브 위치에 설치할 수 없을 때에는 창구끝 코밍과 톱사이드 탱크와의 고착부의 연속성을 충분히 고려하여야 한다.
2. 갑판구 측선안 갑판은 횡식구조로 할 것을 권장한다. 부득이 종식구조로 할 때에는 좌굴에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

803. 선측외판

선측외판의 두께는 횡격벽 전후의 화물창에 있어서 적하창과 빈화물창이 인접하는 경우, 해당 횡격벽이 정수중에 전단력의 일부를 부담하는 것을 고려하여 **3편 3장 301.**의 규정에 의한 두께를 적절히 참작할 수 있다.

804. 선저외판

화물창의 이중저부의 선저외판의 두께는 **3편 4장 304.**의 규정에 의한 식 및 **304.**의 1항의 첫째 식에 의한 것 중 큰 것 이상으로 하여야 한다. 다만, 후자의 식을 적용함에 있어서 α 는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 15.0 f_B K}$$

제 9 절 화물창의 창구덮개 및 창구코밍

901. 적용

1. 이 절의 규정은 2004년 1월 1일 이후에 건조 계약되는 모든 산적화물선, SUBC(Self-Unloading Bulk Carriers), 광석운반선 및 겸용선의 **4편 2장 1절 102.**에 해당하는 노출갑판의 창구덮개, 창구전방 및 측면의 코밍에 대하여 적용한다. *(2020)*
2. 이 강도기준은 보강된 판 구조를 가진 창구덮개 및 창구코밍에 적용한다.

3. 창구덮개의 1차 지지부재 및 보강재는 실행 가능한 한 창구덮개의 전폭과 전길이에 걸쳐 연속되어야 한다. 연속이 불가능할 경우, 끝단을 스닙으로 처리하여서는 아니 되며, 하중을 충분히 받을 수 있도록 하기 위하여 적절한 배치를 하여야 한다.
4. 보강재의 방향에 평행한 1차 지지부재의 간격은 1차 지지부재 길이의 1/3을 초과하여서는 안된다. 창구코밍의 보강재는 창구코밍의 길이와 폭에 걸쳐 연속되어야 한다.
5. 이 절에 추가하여 국제만재흘수선협약(ICLL)을 만족하여야 한다.
6. 창구덮개의 최소강도 요구치수는 902.의 하중모델을 적용하여 계산하여, 다음의 기준을 만족하여야 한다.
   (1) 903. 3항 판의 국부 순두께
   (2) 903. 4항 보강재의 순 강도요구치수
   (3) 903. 5항 1차 지지부재의 순 강도요구치수
   (4) 903. 6항 임계 좌굴 응력
   (5) 903. 7항 강성 기준
7. 창구코밍의 최소강도요구치수는 904. 1항의 하중모델을 적용하여 계산하며, 다음의 기준을 만족하여야 한다.
   (1) 904. 2항 판의 국부 순두께
   (2) 904. 3항 종방향 및 횡방향의 보강재의 순 강도요구
   (3) 904. 4항 코밍스테이의 순 강도요구치수
8. t_{net} 는 903. 및 904.의 순 강도요구치수를 얻기 위한 두께이며, 규정요구 판두께는 t_{net} 에 906.에 주어진 부식여유 t_s 를 더하여 구한다.
9. 창구덮개 및 코밍의 재료는 **3편 1장 4절**에 따른 강재이어야 한다.
10. t_{net} 를 사용하는 부재에 대하여는 관련도면에 별도로 이를 명시하여야 한다.

902. 창구덮개 하중모델

1. 창구덮개 판에 작용하는 압력 P는 다음에 따른다. 또한 균일분포하중이나 컨테이너하중 등 파랑하중 이외의 하중이 있을 경우 이를 추가로 고려하여야 한다.

창구덮개에 작용하는 파랑하중

파랑하중 P (kN/m^2)			
건현길이 L_f	창구 위치	위치 Ⅰ	위치 Ⅱ
$L_f \geq 100$ m	$0.75 < x/L_f < 1$	$34.3+(14.8+a(L_f-100))(4\frac{x}{L_f}-3)$	-
	$0 \leq x/L_f \leq 0.75$	34.3	25.5
$L_f < 100$ m	$0.75 < x/L_f < 1$	$12.2+\frac{L_f}{9}(5\frac{x}{L_f}-2)+3.6\frac{x}{L_f}$	-
	$0 \leq x/L_f \leq 0.75$	$14.9+0.195L_f$	$11.3+0.142L_f$
비 고: 1) a : 건현이 B 형인 선박의 경우 0.0726, 감소된 건현을 갖는 선박의 경우, 0.356 2) L_f : **3편 1장 1절**에 정의된 건현용 길이(m). 단, 340 m 보다 클 필요는 없다. 3) x : L 의 선미단으로 부터 고려하고자 하는 창구덮개의 중앙부까지 거리(m) 4) 2개 이상의 판넬이 힌지로 연결된 경우, 각각의 판넬은 분리하여 고려해야 한다.			

903. 창구덮개 강도기준

1. 허용응력

(1) 창구덮개 구조부재에 대한 수직응력 σ 및 전단응력 τ 는 다음에 주어진 허용굽힘응력 σ_a 와 허용전단응력 τ_a 에 대한 허용치를 초과하여서는 안된다.

$$\sigma_a = 0.80\sigma_y \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

$\tau_a = 0.46\sigma_y$ (N/mm^2)

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2)

(2) 압축 상태에 있는 1차 지지부재의 면재에 발생하는 수직응력은 903. 6항에 의한 좌굴검토에 따른 임계좌굴응력의 0.8배를 초과하여서는 안된다.

(3) 종방향 및 횡방향 1차 지지부재의 격자(grillage)로 설계된 창구덮개에 대한 응력은 격자 또는 유한요소(FEM) 해석에 의해 결정되어야 한다.

(4) 비임 또는 격자 해석이 사용되는 경우, 보강재는 1차 지지부재의 면재 면적에 포함되어서는 안된다.

(5) 응력 σ 와 τ 를 계산할 때는 강도요구치수를 사용하여야 한다.

2. 1차 지지부재에 대한 패널 면재의 유효단면적

(1) 비임 또는 격자 모델방법으로 1차 지지부재에 대한 항복 및 좌굴응력을 계산하는 경우, 부착된 판의 유효면재면적 A_f 은 거더 웨브의 양쪽의 유효면재면적의 합으로서 다음 식에 따른다.

$$A_f = \sum_{nf} (10 b_{ef} t) \quad (\mathrm{cm}^2)$$

n_f : 부착된 판 면재가 거더 웨브의 양쪽에 있는 경우, 2.
부착된 판 면재가 거더 웨브의 한 쪽에만 있는 경우, 1.

t : 부착된 판의 순두께(mm).

b_{ef} : 거더가 부착된 판 각각의 유효폭(m)으로 b_p 로 한다. 단, 0.165 l 이하이어야 한다.

b_p : 고려하고 있는 1차 지지부재와 인접한 부재 사이 거리의 1/2 (m).

l : 1차 지지부재의 길이(m).

3. 판의 국부 순두께

창구덮개정판의 국부 순두께 t 는 다음 값보다 작아서는 안된다.

$$t = 15.8 F_p S \sqrt{\frac{P}{0.95\sigma_y}} \quad (\mathrm{mm})$$

다만, 보강재 간격의 1% 또는 6 mm 중 큰 것보다 작아서는 안된다.

F_p : 막응력 및 굽힘응력의 조합을 위한 계수로서 1.5로 한다. 다만, 1차 지지부재에 부착된 판면재에 대하여 $\frac{\sigma}{\sigma_a} \geq 0.8$ 인 경우는, $1.9\frac{\sigma}{\sigma_a}$ 로 한다.

S : 보강재의 간격 (m).

P : 902.에 정의된 압력.(kN/m^2)

σ : 903. 5.에 따른다.

σ_a : 903. 1.에 따른다.

σ_y : 903. 1.에 따른다.

4. 보강재의 순 강도요구 치수

(1) 창구덮개 정판의 보강재 최소단면계수 Z는 다음 식에 따른다.

$$Z = \frac{1000\, l^2 SP}{12\sigma_a} \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 보강재의 길이로써 1차 지지부재들 사이 간격 또는 1차 지지부재와 끝단지지부재 사이의 간격을 말함(m). 모든 보강재의 양 끝단에 브래킷이 설치된 경우, 보강재의 길이는 가장 짧은 브래킷 암 길이의 2/3만큼 경감할 수 있다. 다만, 그 경감길이는 보강재 길이의 10 %를 넘어서는 안된다.

S : 보강재의 간격 (m).

P : 902.에 정의된 압력 (kN/m^2).

σ_a : 903. 1항에 따른다.

(2) 보강재에 대한 최소단면계수 계산시 부착된 판의 폭은 보강재의 간격과 같다고 가정하여 계산한다.

5. 1차 지지부재의 순 강도요구 치수

(1) 1차 지지부재의 단면계수와 웨브 두께는 양 플랜지에서의 수직응력 σ 와 웨브에서의 전단응력 τ 가 각각 903. 1 항에 정의된 σ_a 및 τ_a 를 초과하지 않도록 하여야 한다. 이 때 1차 지지부재의 단면계수 및 웨브두께의 계산시 부재의 순두께를 사용하여야 한다.

(2) 횡방향으로 지지되지 않은 구간의 길이가 3.0 m를 초과하는 경우, 1차 지지부재의 면재의 폭은 웨브 깊이의 40 % 이상이어야 한다. 플랜지에 설치된 트리핑브래킷은 1차 지지부재의 횡방향 지지부재로 간주할 수 있다.

(3) 웨브로부터의 면재의 자유단까지의 폭은 면재두께의 15배를 초과하여서는 안된다.

6. 임계 좌굴 응력

(1) 창구덮개판

(가) 보강재 방향에 평행한 1차 지지부재의 굽힘에 의한 창구덮개판 패널의 압축응력은 다음 식에 의하여 계산된 임계좌굴응력 σ_{C1} 의 0.8배를 초과하여서는 안된다.

$$\sigma_{C1} = \sigma_{E1} \qquad \sigma_{E1} \le \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우}$$

$$= \sigma_y \left[1 - \frac{\sigma_y}{4\sigma_{E1}} \right] \qquad \sigma_{E1} > \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우}$$

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2)

$$\sigma_{E1} = 3.6E\left(\frac{t}{1000S}\right)^2$$

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우 2.06×10^5 (N/mm^2).
t : 판 패널의 강도요구두께 (mm).
S : 보강재의 간격 (m).

(나) 보강재 방향에 수직한 1차 지지부재의 굽힘에 의한 창구덮개판 패널의 각각에 대한 평균압축응력은 다음 식에 의한 임계좌굴응력 σ_{C2} 의 0.8배를 초과하여서는 안된다.

$$\sigma_{C2} = \sigma_{E2} \qquad \sigma_{E2} \le \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우}$$

$$= \sigma_y \left[1 - \frac{\sigma_y}{4\sigma_{E2}} \right] \qquad \sigma_{E2} > \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우}$$

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2)

$$\sigma_{E2} = 0.9mE\left(\frac{t}{1000S_S}\right)^2$$

$$m = C\left[1 + \left(\frac{S_s}{l_s}\right)^2\right]^2 \frac{2.1}{\Psi + 1.1}$$

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우 2.06×10^5 (N/mm^2).
t : 판 패널의 순두께 (mm).
S_s : 판 패널의 짧은 변의 길이 (m).
l_s : 판 패널의 긴 변의 길이 (m).
Ψ : 최소 및 최대 압축응력의 비.
C : 늑판 또는 거더로 보강된 패널, 1.3
휨보강재가 L 또는 T 형강인 경우, 1.21
휨보강재가 구평강인 경우, 1.1
보강재가 평강(flat bar)인 경우, 1.05

(다) 쉘요소 모델로 유한요소해석을 실시하는 경우, 창구덮개 판넬의 2축압축응력은 상기 (나)의 평가기준과 동등 이상이라고 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

(2) 창구덮개 보강재

(가) 보강재의 방향에 평행한 1차 지지부재의 굽힘에 의한 보강재 면재에 발생하는 압축응력은 다음 식에 의한 임계좌굴응력 σ_{CS}의 0.8배를 초과하여서는 안된다.

$$\sigma_{CS} = \sigma_{ES} \qquad \sigma_{ES} \le \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우}$$

$$= \sigma_y \left[1 - \frac{\sigma_y}{4\sigma_{ES}} \right] \qquad \sigma_{ES} > \frac{\sigma_y}{2} \text{ 인 경우}$$

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2).
σ_{ES} : 보강재의 이상적 탄성좌굴응력 (N/mm^2).
σ_{E3} 와 σ_{E4} 중 최소값.

$$\sigma_{E3} = \frac{0.001 E I_a}{A l^2}$$

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우 2.06×10^5 (N/mm^2).
I_a : 보강재의 간격과 동일한 창구덮개판을 포함한 보강재의 관성모멘트 (cm^4).
A : 보강재의 간격과 동일한 창구덮개판을 포함한 보강재의 단면적 (cm^2).
l : 보강재의 길이 (m)

$$\sigma_{E4} = \frac{\pi^2 E I_w}{10^4 I_p l^2} \left(m^2 + \frac{K}{m^2} \right) + 0.385 E \frac{I_t}{I_p}$$

$$K = \frac{C l^4}{\pi^4 E I_w} 10^6$$

m : 반파장 수로서 다음 표에 따른다.

	$0 < K < 4$	$4 < K < 36$	$36 < K < 144$	$(m-1)^2 m^2 < K \le m^2 (m+1)^2$
m	1	2	3	m

I_w : 판에 연결된 보강재와 관련한 보강재의 관성단면모멘트 (cm^6).

평강 보강재인 경우, $\frac{h_w^3 t_w^3}{36} 10^{-6}$

"Tee"형 보강재인 경우, $\frac{t_f b_f^3 h_w^2}{12} 10^{-6}$

앵글 형재 및 구형 보강재인 경우, $\frac{b_f^3 h_w^2}{12(b_f + h_w)^2} \left[t_f (b_f^2 + 2 b_f h_w + 4 h_w^2) + 3 t_w b_f h_w \right] 10^{-6}$

I_p : 판에 연결된 보강재와 관련한 보강재의 극관성 모멘트(cm^4).

평강 보강재의 경우, $\frac{h_w^3 t_w}{3} 10^{-4}$

면재붙이 보강재인 경우, $\left(\frac{h_w^3 t_w}{3} + h_w^2 b_f t_f \right) 10^{-4}$

I_t : 창구덮개판이 없는 보강재의 St.Venant 관성모멘트 (cm^4).

평강 보강재인 경우, $\frac{h_w^3 t_w}{3} 10^{-4}$

면재붙이 보강재인 경우, $\frac{1}{3}\left[h_w t_w^3 + b_f t_f^3 \left(1 - 0.63\frac{t_f}{b_f}\right)\right] 10^{-4}$

h_w, t_w : 보강재의 높이 및 순두께 (mm).

b_f, t_f : 보강재 면재의 폭 및 순두께 (mm).

S : 보강재의 간격 (m).

C : 창구덮개 정부 판에 의한 스프링 강성,

$$C = \frac{k_p E t_p^3}{3S\left(1 + \frac{1.33 k_p h_w t_p^3}{1000 S t_w^3}\right)} \times 10^{-3}$$

k_p : $1 - \eta_p$ 로써, 0이상 일 것. 다만, 면재붙이 보강재에 대하여는 0.1이상일 것.

$$\eta_p = \frac{\sigma}{\sigma_{E1}}$$

σ : 903. 5항의 정의에 따른다.

σ_{E1} : 903. 6항 (1)의 정의에 따른다.

t_p : 창구덮개 판 패널의 최소두께 (mm).

(나) 평강 보강재 및 좌굴보강재에 대하여는 비율 h/t_w 가 $15k^{0.5}$ 이하이어야 한다.

h, t_w : 웨브의 높이 및 순두께 (mm).

k : $235/\sigma_y$

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2).

(3) 1차 지지부재의 웨브판

(가) 웨브에 부착된 보강재, 교차하는 다른 1차 지지부재, 면재(또는 하부 덮개판), 상부 덮개판으로 형성되는 1차 지지부재의 웨브판에 대하여 아래의 규정을 적용한다.

(나) 창구덮개 1차 지지부재의 웨브판에 대한 전단응력 τ는 다음식에 의한 임계좌굴전단응력 τ_C의 0.8배를 초과하여서는 안된다.

$$\tau_C = \tau_E \qquad \tau_E \le \frac{\tau_F}{2} \text{ 일 경우}$$

$$= \tau_F\left[1 - \frac{\tau_F}{4\tau_E}\right] \qquad \tau_E > \frac{\tau_F}{2} \text{ 일 경우}$$

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2).

$$\tau_F = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_E = 0.9\, k_t E\left[\frac{t_{pr,n}}{1000d}\right]^2$$

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우 2.06×10^5 (N/mm^2).

$t_{pr,n}$: 1차 지지부재의 순두께 (mm).

$$k_t = 5.35 + \frac{4.0}{(a/d)^2}$$

a : 1차 지지부재의 웨브 판의 긴 변의 길이 (m).

d : 1차 지지부재의 웨브 판의 짧은 변의 길이 (m).

(다) 보강재의 방향과 평행한 1차 지지부재에 대하여는 패널의 실제 치수가 고려되어야 한다.

(라) 보강재의 방향에 수직한 1차 지지부재 또는 보강재가 없는 창구덮개에 대하여는 τ_C를 결정함에 있어, 한 변이 d 인 정사각형 패널로 가정하여 계산하여야 한다. 이 경우, 이 패널의 평균전단응력을 고려하여야 한다.

7. 처짐 한계 및 창구 덮개판사이의 연결

(1) 창구덮개 사이 상대수직변위를 제한하기 위하여 하중전달 연결장치를 설치하여야 한다.

(2) 1차 지지부재의 수직 처짐은 0.0056 l 이하이어야 한다. l 은 1차 구조부재의 최대길이이다.

8. 변화단면을 갖는 1차 지지부재

변화단면을 갖는 1차 지지부재의 단면계수는 다음 중 큰 값보다 작아서는 안된다. 다만, 이 식의 적용은 단면에 급격한 변화가 없는 변화단면에 한한다.

$$Z = Z_{CS} \quad (\mathrm{cm}^3)$$

$$Z = \left(1 + \frac{3.2\alpha - \psi - 0.8}{7\psi + 0.4}\right) Z_{CS} \quad (\mathrm{cm}^3)$$

Z_{CS} : 903. 6항 (3)을 만족하는 균일단면을 갖는 1차 지지부재의 순 두께를 고려하여 계산한 단면계수

$$\alpha = \frac{l_1}{l_0}$$

$$\psi = \frac{Z_1}{Z_0}$$

l_1 : 변화단면 부분의 길이 (다음 그림 참조).

l_0 : 지지점 사이의 거리 (다음 그림 참조).

Z_1 : 단부에서의 순 두께를 고려하여 계산한 단면계수 (다음 그림 참조).

Z_0 : 지지점 사이 거리의 중앙에서 순 두께를 고려하여 계산한 단면계수 (다음 그림 참조).

또한 변화단면을 갖는 1차 지지부재의 순 두께를 고려하여 계산한 단면이차모멘트는 다음 중 큰 값보다 작아서는 안된다.

$$I = I_{CS} \quad (\mathrm{cm}^4)$$

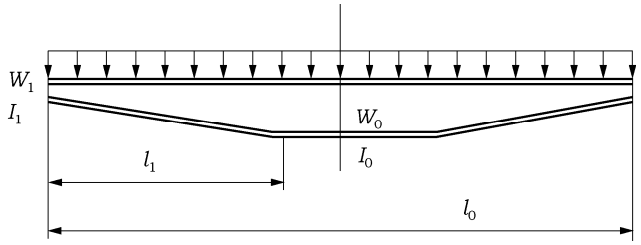
$$I = \left\{1 + 8\,\alpha^3 \left(\frac{1-\phi}{0.2 + 3\sqrt{\phi}}\right)\right\} I_{CS} \quad (\mathrm{cm}^4)$$

I_{CS} : 903. 7항 (2)를 만족하는 균일단면을 갖는 1차 지지부재의 순 두께를 고려하여 계산한 단면이차모멘트.

$$\phi = \frac{I_1}{I_0}$$

I_1 : 단부에서의 순 두께를 고려하여 계산한 단면이차모멘트(다음 그림 참조).

I_0 : 지지점 사이 거리의 중앙에서 순 두께를 고려하여 계산한 단면이차모멘트(다음 그림 참조).



변화단면 1차 지지부재

9. 1차 지지부재의 좌굴 보강재

1차 지지부재의 좌굴보강재는 다음 식을 만족하여야 한다.

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 15\sqrt{\frac{235}{\sigma_y}}$$

h_w: 보강재의 웨브 높이 (mm).

t_w : 보강재의 순 두께 (mm).

904. 창구코밍과 국부상세

1. 하중모델

창구코밍에 작용하는 압력 P_{coam} 은 다음 식에 따른다.

(1) 1번 창구덮개의 전방에 있는 횡방향 창구코밍

P_{coam} : 13절에 따른 l_F가 적용된 선수루가 있는 경우, 220 (kN/m^2),

: 기타, 290 (kN/m^2)

(2) 기타 다른 창구코밍

P_{coam} : 220 (kN/m^2)

2. 판의 국부 순두께

(1) 창구코밍의 국부 순두께 t 는 다음 식에 따른다.

$$t = 14.9S\sqrt{\frac{P_{coam}}{\sigma_{a,coam}} S_{coam}}$$

S : 보강재의 간격 (m).

P_{coam} : 904. 1항에 의한 압력 (kN/m^2).

S_{coam} : 안전계수로서 1.15

$\sigma_{a,coam}$: 0.95 σ_y

(2) 국부 순두께는 9.5 mm 이상이어야 한다.

3. 종방향 및 횡방향 보강재의 순 강도요구 치수

창구코밍의 종방향 또는 횡방향 보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 따르며, 이 경우, 순두께를 고려하여 계산한다.

$$Z = \frac{1000 S_{coam} l^2 S P_{coam}}{m c_p \sigma_{a,coam}}$$

m : 코밍 코너에서 보강재가 스닙된 경우, 12

기타, 16

S_{coam} : 안전계수로서 1.15

l : 보강재의 길이 (m).

S : 보강재의 간격 (m).
P_{coam} : 904. 1항에 의한 압력 (kN/m^2).
c_p : 보강재에 대한 소성단면계수와 탄성단면계수의 비. 부착된 판의 폭(mm)은 $40\,t$ 로 하며, t 는 판의 순두께이다.
정확한 값이 없는 경우 1.16으로 할 수 있다.
$\sigma_{a,coam}$: $0.95\,\sigma_y$

4. 코밍스테이의 순 강도요구치수

(1) 갑판에 연결된 면재가 있는 보로 설계되거나 스닙시키고 갑판연결부에서 브래킷으로 지지된 보로 설계된 코밍 스테이의 강도요구 단면계수 Z와 웨브 두께 t_w 는 다음 식에 따른다.(그림 7.3.8 및 7.3.9 참조) 이 경우, 순두께를 고려하여 계산한다.

$$Z = \frac{1000\,H_C^2\,S\,P_{coam}}{2\,\sigma_{a,coam}} \quad (\mathrm{cm}^3)$$

$$t_w = \frac{1000\,H_C S P_{coam}}{h\,\tau_{a,coam}} \quad (\mathrm{mm})$$

H_C : 스테이 높이 (m).
S : 스테이 간격 (m).
h : 갑판과의 접점에서 스테이 깊이 (mm).
P_{coam} : 904. 1항에 의한 압력 (kN/m^2).
$\sigma_{a,coam}$: $0.95\,\sigma_y$
$\tau_{a,coam}$: $0.5\,\sigma_y$

(2) 코밍 스테이의 단면계수를 계산하는 경우, 면재가 갑판에 완전용입용접되고 적당한 갑판하 구조물이 전달되는 응력을 지지하도록 부착된 경우에 한하여 스테이 면재의 면적을 고려할 수 있다.

(3) 그림 7.3.10 및 그림 7.3.11 의 예와 같이 코밍 스테이를 다르게 설계하는 경우에는, 903. 1항에 의한 응력 수준을 적용하여 최대응력이 발생하는 곳에 대하여 검토하여야 한다.

5. 국부상세

(1) 국부상세설계는 창구덮개에 걸리는 압력을 창구코밍으로 전달하고 그 창구코밍을 통하여 하부의 갑판 구조물로 전달할 수 있도록 설계하여야 한다.

(2) 창구덮개에 작용하는 종방향, 횡방향 및 수직 방향의 하중을 견딜 수 있도록 적절히 보강되어야 한다.

(3) 갑판하 구조물에 대하여는 904. 4항에 명시된 허용응력을 적용하여 스테이에 의해 전달되는 하중에 견딜 수 있는지를 검토하여야 한다.

(4) 특별히 언급되지 않는 한, 용접 및 재료는 우리 선급의 관련규정에 따른다.

(5) 갑판과 스테이 웨브사이의 용접은 양면연속용접으로 하여야 하며, 용접목두께는 $0.44\,t_w$ 이상이어야 한다. t_w 는 부식 여유치를 포함한 스테이 웨브의 두께이다.

(6) 스테이 웨브의 끝단은 스테이 폭의 15 % 이상의 거리에 걸치는 이중 베벨의 깊은 용입용접으로 갑판에 연결되어야 한다.

905. 폐쇄설비

1. 고박장치 【지침 참조】

고박장치의 강도는 다음의 각 호에 따른다.

(1) 창구덮개 판은 코밍과 덮개 사이를 따라 적당한 간격으로 배치된 적절한 장치(볼트, 쐐기 등 기타 동등한 것)로 고정되어야 한다.

(2) 고박장치 사이에 있는 창구덮개 끝단부의 강성 및 창구덮개 종류와 크기에 따라 풍우밀에 대한 유효성을 유지할 수 있도록 배치와 간격을 결정하여야 한다.

(3) 각 고박장치의 강도요구 단면적은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.4\,a/f \quad (\mathrm{cm}^2)$$

a = 고박장치 사이의 간격(m). (단, 2 m 이하일 경우 2 m 로 한다.)

$f = (\sigma_y/235)^e$

σ_y = 강재의 항복응력 (N/mm^2). 단, 최대인장강도의 70% 이하로 한다.

e = 0.75, σ_y 〉 235 인 경우

= 1.00, σ_y ≤ 235 인 경우

(4) 면적이 5 m^2 를 초과하는 창구(hatchway)에 대한 로드 또는 볼트는 지름이 19 mm 이상이어야 한다.

(5) 창구덮개와 코밍 사이 및 십자 연결부에서는 풍우밀을 유지할 수 있는 충분한 패킹선 압력이 고박장치에 의해 유지되어야 한다.

(6) 패킹선 압력이 5 N/mm 를 넘는 경우, 횡단면적은 같은 비율로 증가해야 한다. 이 때 패킹선 압력이 상세하게 기술되어야 한다.

(7) 창구 단부는 고박장치 사이의 적절한 밀폐 압력이 유지될 수 있도록 충분한 강성을 가져야 한다. 단부요소에 대한 관성모멘트 I는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$I = 6pa^4$ (cm^4)

p : 패킹선 압력(N/mm), 단, 최소 5.0 N/mm.

a : 고박장치의 간격(m).

(8) 고박장치는 신뢰할 수 있는 구조로 되어야 하고 창구(hatchway)코밍, 갑판 또는 덮개에 견고히 부착되어야 한다. 각 덮개상의 고박장치는 거의 동일한 강성을 가져야 한다.

(9) 로드(rod) 클리트가 부착되는 곳은 탄력성의 와셔 또는 완충물이 들어가야 한다.

(10)유압식 클리트를 사용하는 곳은 유압장치의 고장시 폐쇄된 위치에서 기계적으로 잠김상태의 유지를 보장하도록 신뢰할 수 있는 수단이 마련되어야 한다.

2. 스토퍼(Stoppers)

(1) 창구 덮개는 175 kN/m^2 의 압력으로부터 발생하는 횡방향 힘에 대하여 잘 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다.

(2) 제1번 창구덮개 이외의 창구덮개는 175 kN/m^2 의 압력으로부터 발생하는 선수방향 단부에 작용하는 종방향 힘에 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다.

(3) 제1번 창구덮개는 230 kN/m^2 의 압력으로부터 발생하는 선수방향 단부에 작용하는 종방향 힘에 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다. 다만, **13절**에 따른 l_F가 적용된 선수루가 있는 경우는 압력을 175 kN/m^2 로 감소하여 적용할 수 있다.

(4) 등가응력

스토퍼와 스토퍼의 지지구조물에서의 등가응력 및 스토퍼 용접부의 목부분에서 계산된 등가응력은 $0.8\sigma_y$ 를 초과해서는 안된다.

3. 재료 및 용접

스토퍼 또는 고박장치는 우리 선급의 관련규정에 적합한 재료 및 용접재료로 제작하여야 한다.

906. 부식추가와 강재 교체

1. 창구덮개 *(2021)*

(1) 단일창구덮개의 모든 부재(판 및 보강재)에 대한 부식추가두께 t_s 는 2.0 mm 로 한다.

(2) 이중창구덮개에 대한 부식추가두께는 다음과 같다.

- 상부판과 저부판 : 2.0 mm
- 내부재 : 1.5 mm

(3) 단일창구덮개와 이중창구덮개의 상부판 및 저부판에 대하여는 계측된 두께가 $t_{net}+0.5$ mm 미만인 경우에 강재를 교체하여야 한다.

(4) 계측된 판의 두께가 $t_{net}+0.5$ mm 와 $t_{net}+1.0$ mm 사이에 있는 경우, 강재를 교체하는 대신에 도료제조자의 요건에 따른 도장을 하거나 매 정기적 검사시 두께계측을 할 수 있다.

(5) 도장은 **1편 2장 1절 20.**에 정의된 '양호(good)' 상태를 유지하여야 한다.

(6) 이중창구덮개의 내부재에 대하여서는, 상부판 및 저부판을 교체하는 경우 및 판의 부식 또는 변형을 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, 두께계측을 하여야 한다. 이 때 계측된 두께가 t_{net} 미만인 경우 내부 부재에 대하여 강재를 교체하여야 한다.

2. 창구 코밍

(1) 창구 코밍과 코밍 스테이의 구조에 대한 부식추가두께 t_s 는 1.5 mm 이어야 한다.

(2) 계측된 두께가 $t_{net}+0.5$ mm 보다 작은 경우 강재를 교체하여야 한다.

(3) 계측된 두께가 $t_{net}+0.5$ mm 와 $t_{net}+1.0$ mm 사이에 있는 경우, 강재를 교체하는 대신에 도료제조자의 요건에 따른 도장을 하거나 매 정기적 검사시 두께계측을 할 수 있다.

(4) 도장은 **1편 2장 1절 20.**에 정의된 '양호(good)' 상태를 유지하여야 한다.

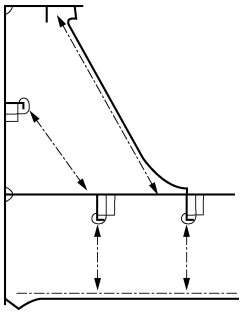


그림 7.3.8

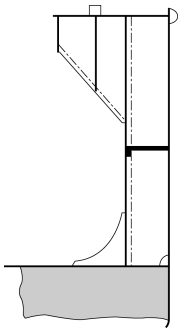


그림 7.3.9

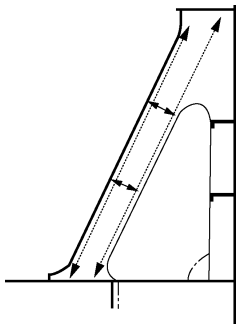


그림 7.3.10

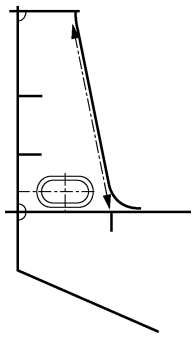


그림 7.3.11

제 10 절 산적화물선에 대한 침수상태에서의 종강도

1001. 일반사항

1. 이 절의 규정은 2006년 7월 1일 이후에 건조 계약된, 단일선측 또는 지정된 하기만재흘수선에서 중심선에 직각으로 선측에서 안쪽으로 $B/5$ 또는 11.5 m 중에서 작은 범위에 종격벽의 어느 부분이 위치하는 이중선측구조를 가지며, 1.0 t/m^3 이상의 밀도를 가지는 고체산적화물을 운송하도록 설계된 150 m 이상의 CSR 비적용 산적화물선에 적용한다. 이러한 선박은 **지침 3편 부록 3-1**에 규정된 각각의 화물 및 평형수적재상태와 비손상 종강도 계산시 고려하였던 모든 상태에서 명시된 침수조건에 대한 종강도를 검토하여야 한다. 다만, 항내 조건, 안벽접안조건, 항구에서 임시적인 적재 및 양하조건과 평형수를 교환하는 동안의 생기는 적재조건은 고려할 필요가 없다. (**지침 부록7-7** 참조)

1002. 침수강도기준

1. 침수된 해수의 중량을 계산하기 위하여 다음과 같이 가정한다.

(1) 비어있는 화물창(화물이 적재되어 있는 경우에는 적재된 화물상부의 비어있는 공간 포함)의 침수율은 0.95로 한다.

(2) 적재되는 화물에 따라 적절한 침수율 및 산적화물밀도를 사용하여야 한다.

(가) 철광석 : 산적화물밀도 3.0 t/m^3, 침수율 0.3을 적용한다.

(나) 시멘트 : 산적화물밀도 1.3 t/m^3, 침수율 0.3을 적용한다.

(3) 산적화물의 침수율이란 화물사이의 비어있는 용적과 그 화물이 차지하고 있는 용적의 비를 말한다.

2. 강재제품 등 포장화물에 대하여는 침수율을 0으로 하여, 실제화물밀도를 고려하여 계산하여야 한다.

1003. 침수조건

1. 침수 화물창

각 화물창은 평형이 되는 수선까지 단독으로 침수되는 것으로 고려하여야 한다. 이 내용은 항해 중 수밀을 유지하는 SUBC(Self-Unloading Bulk Carriers)에도 적용된다. SUBC의 하역 시스템이 수밀성을 유지하지 못하는 경우, 침수상태에서의 종강도는 침수가 발생할 수 있는 범위를 적용하여 고려되어야한다. *(2020)*

2. 하중

침수상태에서의 정수하중은 상기 전 1호의 화물 및 평형수하중상태에 대하여 계산되어야 한다.

이러한 침수상태에서의 파랑하중은 **3편 3장 2절 표 3.3.1** 및 **3절 301.**의 1항에 규정된 파랑하중의 80 %와 같다고 가정한다.

1004. 응력계산

1. 해당 위치에서의 침수후 종굽힘응력 σ_{fld} 는 다음 식에 따른다.

$$\sigma_{fld} = \frac{M_{sf} + 0.8M_w}{Z} \times 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

M_{sf} : 고려하는 선체 횡단면에 있어서의 침수상태시 정수중 종굽힘모멘트(kN-m).
M_w : 고려하는 선체 횡단면에 있어서 **3편 3장 표 3.3.1**에 규정된 파랑 종굽힘모멘트(kN-m).
Z : 고려하는 위치에 있어서 선체횡단면의 단면계수($\mathrm{cm^3}$).

2. 해당 위치에 있어서의 외판 및 종격벽과 같은 내부재가 있는 경우의 전단강도는 **3편 3장 301.** 및 **302.**에 규정된 요건에 따라 검토하여야 한다. 단, F_s, F_w는 F_{SF} *및* F_{WF}*로 치환하여 고려한다.*

F_{SF} : 고려하는 선체 횡단면에 있어서 침수상태에서의 정수중 전단력(kN).
F_{WF} : $0.8\ F_w$
F_w : 고려하는 선체 횡단면에 있어서 **3편 3장 301.**에 따른 파랑전단력(kN).

1005. 강도평가

침수후에도 손상된 구조는 작용하는 하중에 대하여 유효하다고 가정한다. 허용굽힘응력, 허용전단응력 및 좌굴강도는 각각 **3편 3장 표 3.3.1, 3편 3장 301.** 및 **4절**의 관련 규정에 따른다.

제 11 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선에 대한 화물창의 허용적재하중

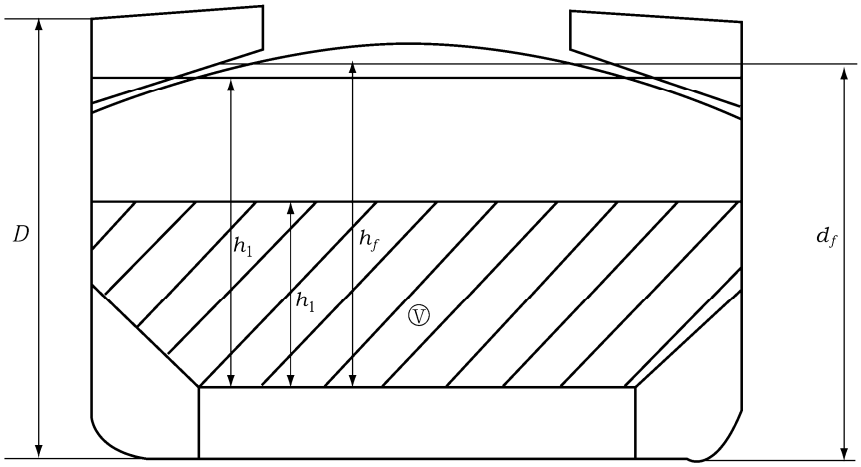
1101. 적용

1. 이 절의 규정은 2006년 7월 1일 이후에 건조 계약된, 단일선측 또는 지정된 하기만재흘수선에서 중심선에 직각으로 선측에서 안쪽으로 $B/5$ 또는 11.5 m 중에서 작은 범위에 종격벽의 어느 부분이 위치하는 이중선측구조를 가지며, 1.0 $\mathrm{t/m^3}$ 이상의 밀도를 가지는 고체산적화물을 운송하도록 설계된 150 m 이상의 CSR 비적용 산적화물선에 적용한다. (**지침 부록7-7** 참조)
2. 각 화물창에 대한 적재하중은 **1102.**에 의한 하중모델과 **1103.**에 의한 이중저의 전단능력(shear capacity)을 적용하여 **1104.**에서 계산된 화물창의 허용적재하중을 초과하여서는 안된다.
3. 어떠한 경우에도, 화물창의 허용적재하중은 비손상시의 설계 화물창 적재하중보다 커서는 안된다.

1102. 하중모델

1. **일반사항**
(1) 이중저에 작용하는 하중은 다음을 고려하여야 한다.
(가) 외부 해수압에 의한 하중
(나) 화물창의 침수에 의한 화물 하중의 조합하중
(2) 적하지침서에 포함된 다음의 적하상태에 대하여 화물창의 침수에 의한 하중과 화물 하중의 조합하중 중 가장 불리한 하중을 고려하여야 한다.
(가) 균일적하상태
(나) 비 균일적하상태
(다) 포장화물 적하상태(강재제품과 같은 경우)
(3) 화물창의 허용적재하중에 대한 계산시에는 각각의 화물적재의 경우에 대하여 운송하고자 하는 최대 산적화물밀도를 고려하여야 한다.
2. **이중저 침수수두**
침수수두 h_f 는 선박이 똑바로 선상태에서 내저판으로부터 d_f 까지 수직으로 측정한 거리(m)를 말한다. (**그림 7.3.12** 참조) 이 경우 d_f 는 기선으로부터 다음에 규정된 높이(m)까지를 말한다.
(1) B형 건현을 갖는 재화중량 50,000톤 미만인 선박의 경우

(가) 최전방 화물창 : d_f = 0.95D
(나) 전 (가) 이외의 화물창 : d_f = 0.85D
(2) 전 (1)호 이외 선박의 경우
(가) 최전방 화물창 : d_f = D
(나) 전 (가) 이외의 화물창 : d_f = 0.90D



V : 화물의 용적

그림 7.3.12 d_f, h_1 및 h_f 의 측정방법

1103. 이중저의 전단능력 【지침 참조】

1. 이중저의 전단능력 C는 다음의 각 끝단에서의 전단강도의 합으로 정의된다.
   (1) 양쪽 호퍼에 인접한 모든 늑판. 다만, 양쪽 스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 두 늑판의 강도는 1/2로 한다. (그림 7.3.13 참조)
   (2) 양쪽 스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 이중저의 모든 거더.
2. 최전방 또는 최후방 화물창에서와 같이 거더나 늑판이 스툴 및 호퍼측 거더에 직접적으로 고착되지 않은 경우 이들의 강도는 고착된 부분만 고려한다.
3. 호퍼와 스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)로 형성되는 화물창 경계내의 늑판과 거더를 고려한다. 호퍼측 거더와 격벽 스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 직접적으로 결합되는 늑판은 포함시키지 않는다.
4. 이중저의 기하학적 형상 또는 구조적 배치가 전 1항부터 3항까지에 해당되지 않는 경우에는 우리 선급에서 인정하는 바에 따라 이중저의 전단능력 C를 계산하여야 한다.
5. 전단강도를 계산할 때에는 늑판과 거더의 강도요구두께를 사용하여야 하며, 이 경우 강도요구두께 t_{net}는 다음 식에 따른다.

$$t_{net} = t - 2.5 \quad (\text{mm})$$

t : 늑판 또는 거더의 두께(mm).

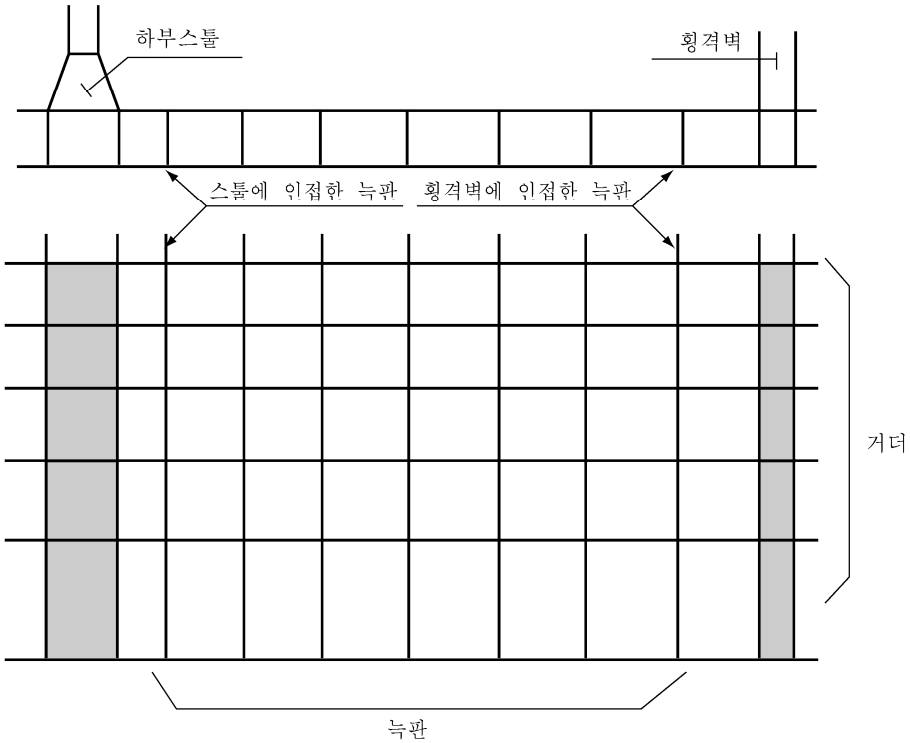


그림 7.3.13 고려하는 늑판 및 거더

6. 늑판의 전단강도

호퍼에 인접한 늑판패널에서의 늑판의 전단강도 S_{f1} 과 가장 바깥쪽의 베이(bay)에 있는 개구 위치에서의 늑판의 전단강도 S_{f2} 는 다음 식에 따른다.

$$S_{f1} = A_f \frac{\tau_a}{\eta_1} \times 10^{-3} \quad (\mathrm{kN})$$

$$S_{f2} = A_{f,h} \frac{\tau_a}{\eta_2} \times 10^{-3} \quad (\mathrm{kN})$$

A_f : 호퍼에 인접한 늑판패널의 단면적(mm^2).

$A_{f,h}$: 가장 바깥쪽의 베이에 있는 개구 위치에서의 늑판패널의 단면적(mm^2).

τ_a : 허용 전단응력($\mathrm{N/mm}^2$)으로 다음 중 작은 값으로 한다. 다만, 스툴이나 횡격벽에 인접한 늑판의 허용 전단응력 τ_a 는 $\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ 로 할 수 있다.

$$\tau_{a1} = \frac{162\,\sigma_y^{0.6}}{(S/t_{net})^{0.8}} \quad (\mathrm{N/mm}^2)$$

$$\tau_{a2} = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}} \quad (\mathrm{N/mm}^2)$$

σ_y : 재료의 항복응력($\mathrm{N/mm}^2$)

S : 고려하는 패널의 보강재의 간격(mm).

η_1 : 1.1로 한다.

η_2 : 1.2로 한다. 다만, η_2 의 경우 개구가 적절히 보강되었다고 우리 선급이 인정하는 경우 1.1로 할 수 있다.

7. 거더의 전단강도

스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 거더패널에서의 거더의 전단강도 S_{g1} 과 스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더의 전단강도 S_{g2} 는 다음 식에 따른다.

$$S_{g1} = A_g \frac{\tau_a}{\eta_1} \times 10^{-3} \quad (\mathrm{kN})$$

$$S_{g2} = A_{g,h} \frac{\tau_a}{\eta_2} \times 10^{-3} \quad (\mathrm{kN})$$

A_g : 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)에 인접한 거더패널의 최소 단면적(mm^2).

$A_{g,h}$: 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더패널의 단면적(mm^2).

τ_a : 전 6항에 준한 허용 전단응력($\mathrm{N/mm}^2$).

η_1 : 1.1로 한다.

η_2 : 1.15로 한다. 다만, η_2 의 경우, 개구가 적절히 보강되었다고 우리 선급이 인정하는 경우 1.1로 할 수 있다.

1104. 화물창의 허용적재하중

화물창의 허용적재하중 W는 다음 식에 따른다.

$$W = \rho_c V \frac{1}{F} \quad (\mathrm{ton})$$

F : 1.1로 한다. 다만, 강재제품을 적재하는 경우에는 1.05로 한다.

ρ_c : 산적화물밀도($\mathrm{t/m}^3$). 다만, 강재제품인 경우에는 실제 화물밀도로 한다.

V : h_1 까지의 화물적재용적(m^3).

$$h_1 = \frac{X}{\rho_c g}$$

X : 산적화물에 대하여 다음 X_1 및 X_2 중 작은 값으로 한다. 다만 강재제품인 경우 $X = X_1$ 으로 하며, 이때 $perm$ = 0 으로 하여 계산한다.

$$X_1 = \frac{Z + \rho g (E - h_f)}{1 + \frac{\rho}{\rho_c}(perm - 1)}$$

$$X_2 = Z + \rho g (E - h_f perm)$$

ρ : 해수밀도($\mathrm{t/m}^3$).

g : 중력가속도로서 9.81 $\mathrm{m/s}^2$ 으로 한다.

E : 화물창 침수시의 선박흘수(m)로서 d_f - 0.1D 로 한다.

d_f : 1102.의 2항에 따른다.

h_f : 1102.의 2항에 정의된 침수수두(m).

$perm$: 1002.의 1항 (3)호에 규정된 화물의 침수율로서 0.3보다 클 필요는 없다.

Z : 다음의 두 값 중 작은 값으로 한다.

$$Z_1 = \frac{C_h}{A_{DB,h}}, \qquad Z_2 = \frac{C_e}{A_{DB,e}}$$

C_h : 1103.에 정의된 이중저의 전단능력(kN)으로서, 각각의 늑판에 대하여는 전단강도 S_{f1} 과 S_{f2}(1103.의 6항 참조) 중 작은 값을 고려하며, 각각의 거더에 대하여는 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2}(1103.의 7항 참조) 중 작은 값을 고려하여야 한다.

C_e : 1103.에 정의된 이중저의 전단능력(kN)으로서, 각각의 늑판에 대하여는 전단강도 S_{f1}(1103.의 6항 참조)과 각각의 거더에 대하여는 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2} (1103.의 7항 참조) 중 작은 값을 고려하여야 한다.

$$A_{DB,h} = \sum_{i=1}^{n} S_i B_{DB,i} \ , \qquad A_{DB,e} = \sum_{i=1}^{n} S_i (B_{DB} - S_l)$$

n : 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽) 사이의 늑판의 갯수.

S_i : i 번째 늑판의 간격(m).

$B_{DB,i}$: 늑판의 전단강도가 S_{f1} 으로 주어진 경우 $B_{DB} - S_l$ 으로, S_{f2} 로 주어진 경우 $B_{DB,h}$ 로 한다.

B_{DB} : 호퍼사이의 이중저의 너비(m). (그림 7.3.14 참조)

$B_{DB,h}$: 고려하는 두 개구사이의 거리(m). (그림 7.3.14 참조)

S_l : 호퍼에 인접한 이중저 종늑골의 간격(m).

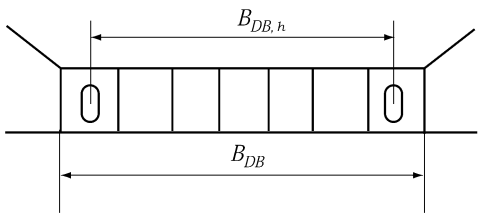


그림 7.3.14 $B_{DB,h}$ 및 B_{DB} 의 측정

제 12 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선의 파형 횡수밀격벽에 대한 구조치수

1201. 적용 및 정의

1. 이 절의 규정은 2006년 7월 1일 이후에 건조 계약된, 단일선측 또는 지정된 하기만재흘수선에서 중심선에 직각으로 선측에서 안쪽으로 $B/5$ 또는 11.5 m 중에서 작은 범위에 종격벽의 어느 부분이 위치하는 이중선측구조를 가지며, 수직파형 횡수밀격벽이 설치된, 1.0 t/m^3 이상의 밀도를 가지는 고체산적화물을 운송하도록 설계된 150 m 이상의 CSR 비적용 산적화물선에 적용한다. (지침 부록7-7 참조)
2. 부식여유두께를 제외한 횡격벽의 강도요구 두께는 1204.에 주어진 기준에 따른다.
3. 요구되는 두께 t 는 강도요구두께 t_{net} 에 1206.에 규정된 부식여유두께 t_s 를 더하여 구한 두께를 말한다.
4. 이 절에서 균일적하상태라 함은 인접한 화물창에서의 적재높이 d_1 (그림 7.3.15 참조)의 비가 1.2를 초과하지 않는 경우를 말한다. 또한, 서로 다른 밀도의 산적화물을 적재하는 경우에는 모든 화물창에 대하여 기준이 되는 산적화물밀도를 사용하여 등가 적재높이를 계산하여야 한다.

1202. 하중모델

1. 일반

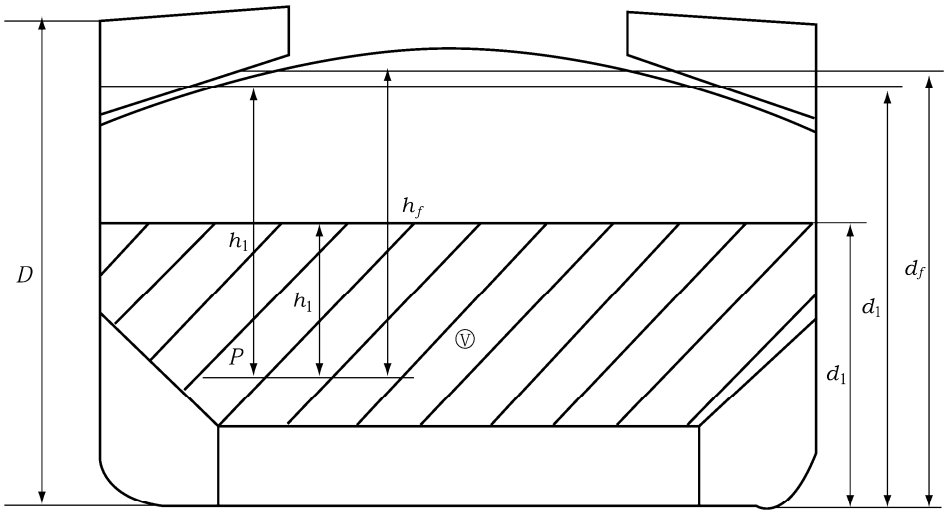
(1) 격벽에 작용하는 하중은 격벽에 인접한 1개 화물창의 침수에 의한 하중과 화물하중의 결합에 의한 값을 말한다. 어떠한 경우에도 빈 화물창의 침수에 의한 압력도 고려되어야 한다. 이 내용은 항해 중 수밀을 유지하는 SUBC(Self-Unloading Bulk Carriers)에도 적용된다. SUBC의 하역 시스템이 수밀성을 유지하지 못하는 경우, 침수상태에서 격벽에 작용하는 하중의 조합은 침수가 발생할 수 있는 범위를 적용하여 고려되어야한다. *(2020)*

(2) 적하지침서에 포함된 적하상태에 대하여 화물창의 침수에 의한 하중과 화물 하중의 조합하중 중 가장 불리한 하중을 고려하여 각 격벽의 치수를 결정하여야 한다.
(가) 균일적하상태
(나) 비균일 적하상태(적재된 화물창과 비어있는 화물창의 개별적인 침수상태에 대하여 고려)
(3) 해당 화물창에 대한 특정 설계하중 제한값은 적하지침서에 설계자에 의하여 정의된 하중조건에 따라 결정된다.
(4) 균일적하상태를 위하여 여러 항구에서의 적재 또는 하역을 하는 비균일 부분적하상태는 이 규정에 따른 고려를 하지 않아도 된다.
(5) 포장화물(화물에 의한 압력이 횡격벽에 작용하지 않도록 적재된 화물)을 적재하는 화물창은 비어있는 화물창으로 간주한다.
(6) 선박이 철광석이나 산적화물밀도가 1.78 t/m^3 이상인 화물만을 비균일 적재하여 운송하도록 설계되어 있는 경우를 제외하고, 해당 화물창에 적재된 화물의 최대질량은 화물을 선체중심선에서의 상부갑판까지 채운 것으로 간주한다.

2. 격벽 침수수두

침수수두 h_f 는 선박이 똑바로 선 상태에서 계산하고자 하는 위치로부터 d_f 까지 수직으로 측정한 거리(m)를 말한다. (그림 7.3.15 참조) 이 경우 d_f 는 기선으로부터 다음에 규정된 높이(m) 까지를 말한다.

(1) B 형 건현을 갖는 재화중량 50,000톤 미만인 선박의 경우
(가) 최전방의 횡파형격벽 : d_f = 0.95D
(나) 전 (가) 이외의 격벽 : d_f = 0.85D
(2) B 형 건현을 갖는 재화중량 50,000톤 미만인 선박으로서 비균일적하상태에서 산적화물밀도가 1.78 t/m^3 미만의 산적화물을 운송하는 선박의 경우
(가) 최전방의 횡파형격벽 : d_f = 0.9D
(나) 전 (가) 이외의 격벽 : d_f = 0.8D
(3) 전 (1) 및 (2)호 이외의 선박인 경우
(가) 최전방의 횡파형격벽 : d_f = D
(나) 전 (가) 이외의 격벽 : d_f = 0.9D
(4) 전 (3)호의 선박중 비균일적하상태에서 산적화물밀도가 1.78 t/m^3 미만의 산적화물을 운송하는 선박인 경우
(가) 최전방의 횡파형격벽 : d_f = 0.95D
(나) 전 (가) 이외의 격벽 : d_f = 0.85D



V : 화물의 용적
P : 계산하고자 하는 지점

그림 7.3.15 d_1, d_f, h_1 및 h_f 의 측정방법

3. 침수되지 않은 산적화물 적재화물창의 압력

(1) 격벽의 각 위치에 있어서의 화물에 의한 압력 P_c 는 다음 식에 따른다.

$$P_c = \rho_c g h_1 \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ_c : 산적화물밀도($\mathrm{t/m^3}$).
g : 중력가속도로서 9.81 $\mathrm{m/s^2}$ 으로 한다.
h_1 : 계산하고자 하는 위치로부터 d_1 까지의 수직거리(m)를 말하며, 이 경우 d_1 은 기선으로부터 화물의 적재높이에 대응하는 수평면까지의 수직거리(m)를 말한다. (**그림 7.3.15** 참조)
γ : 45° - (ϕ / 2)
ϕ : 화물 적하각으로서 철광석의 경우에는 35°로, 시멘트의 경우에는 25°로 할 수 있다.

(2) 화물에 의하여 파형에 작용하는 힘 F_c 는 다음 식에 따른다.

$$F_c = \rho_c g S_1 \frac{(d_1 - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN})$$

ρ_c, d_1, g 및 γ : (1)호에 따른다.
S_1 : 파형의 간격(m). (**그림 7.3.16** 참조)
h_{LS} : 내저판으로부터 하부스툴 정판까지의 평균 높이(m).
h_{DB} : 이중저의 높이(m)

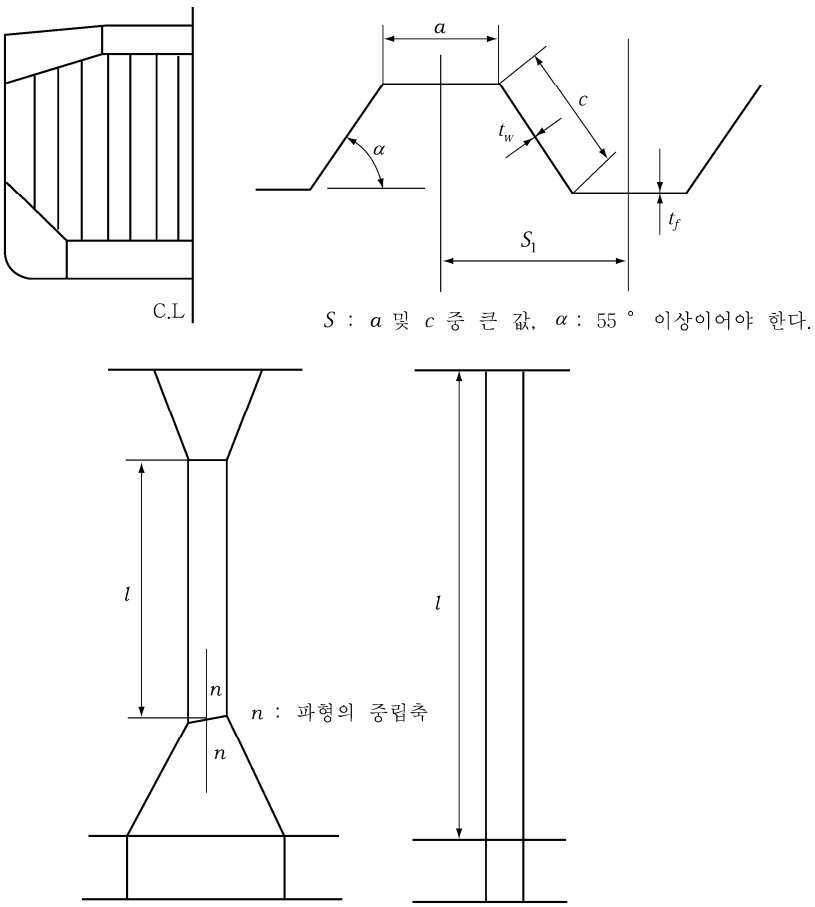


그림 7.3.16 S 및 l 의 측정방법

4. 침수된 화물창내 압력

(1) 산적화물 적재창

d_1 과 d_f 의 값에 따라서 다음의 두 가지 경우를 고려하여야 한다.

(가) $d_f \geq d_1$ 인 경우

(a) 용골상면으로부터 d_1 과 d_f 사이에 위치한 격벽의 각 점에서의 침수 후 압력 P_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$P_{cf} = \rho g h_f \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ : 해수의 밀도($\mathrm{t/m^3}$)
g : 3항 (1)호에 따른다.
h_f : 2항에 정의된 침수수두.

(b) 용골상면으로부터 d_1 보다 낮은 곳에 위치한 격벽의 각 점에서의 침수후 압력 P_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$P_{cf} = \rho g h_f + [\rho_c - \rho(1 - perm)]\, g h_1 \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ 및 h_f : (a)에 따른다.
ρ_c, g, h_1 및 γ : 3항에 따른다.
$perm$: 화물의 침수율로서 1002.의 1항 (3)호에 따른다.

(c) 침수후 파형에 작용하는 힘 F_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$F_{cf} = S_1 \left[\frac{\rho(d_f - d_1)^2}{2} + \frac{\rho(d_f - d_1) + (P_{cf})le}{2} (d_1 - h_{DB} - h_{LS}) \right] \quad (\mathrm{kN})$$

ρ : (a)에 따른다.
S_1, g, d_1, h_{LS} 및 h_{DB} : 3항에 따른다.
d_f : 2항에 따른다.
$(P_{cf})_{le}$: 파형에서의 압력으로서 전 (b)에 따라 계산한다. ($\mathrm{kN/m^2}$)

(나) $d_f < d_1$ 인 경우

(a) 용골상면으로부터 d_1 과 d_f 사이에 위치한 격벽의 각 점에서의 침수후 압력 P_{cf}는 다음 식에 따른다.

$$P_{cf} = \rho_c g h_1 \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ_c, g, h_1 및 γ : 3항에 따른다.

(b) 용골상면으로부터 d_f 보다 낮은 곳에 위치한 격벽의 각 점에서의 침수후 압력 P_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$P_{cf} = \rho g h_f + [\rho_c h_1 - \rho(1 - perm)\, h_f]\, g \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ, h_f 및 $perm$: (가)에 따른다.
ρ_c, g, h_1 및 γ : 3항에 따른다.

(c) 침수후 파형에 작용하는 힘 F_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$F_{cf} = S_1 \left[\frac{\rho_c g (d_1 - d_f)^2}{2} \tan^2\gamma + \frac{\rho_c g (d_1 - d_f) \tan^2\gamma + (P_{ef})_{le}}{2} (d_f - h_{DB} - h_{LS}) \right] \quad (\mathrm{kN})$$

ρ_c, S_1, g, d_1, γ, h_{DB} 및 h_{LS} : 3항에 따른다.
d_f : 2항에 따른다.
$(P_{cf})_{le}$: 파형하단에서의 압력으로서 (b)에 따라 계산한다. ($\mathrm{kN/m^2}$)

(2) 빈 화물창의 침수에 의한 압력

격벽의 각 점에서의 침수수두 h_f 에 의하여 발생되는 정수압력 P_f 를 고려하여야 한다.

침수후 파형에 작용하는 힘 F_f 는 다음 식에 따른다.

$$F_f = S_1 \rho g \frac{(d_f - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} \quad (\mathrm{kN})$$

ρ : (1)호의 (가), (a)에 따른다.

S_1, g, h_{DB} 및 h_{LS} : 3항에 따른다.

d_f : 2항에 따른다.

5. 합성압력 및 합성힘

(1) 균일적하상태

(가) 격벽 각 점에서의 격벽의 구조치수를 결정하기 위한 합성압력 P 는 다음 식에 따른다.

$$P = P_{cf} - 0.8 P_c \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

(나) 격벽에 작용하는 합성힘 F 는 다음 식에 따른다.

$$F = F_{cf} - 0.8 F_c \quad (\mathrm{kN})$$

(2) 비균일적하상태

(가) 격벽 각 점에서의 격벽의 구조치수를 결정하기 위한 합성압력 P 는 다음 식에 따른다.

$$P = P_{cf} \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

(나) 격벽에 작용하는 합성힘 F 는 다음 식에 따른다.

$$F = F_{cf} \quad (\mathrm{kN})$$

1203. 파형에 대한 굽힘모멘트 및 전단력

파형에 대한 굽힘모멘트 M 과 전단력 Q 는 다음에 따른다.

1. 굽힘모멘트

파형에 대한 굽힘모멘트 M 은 다음 식에 따른다.

$$M = \frac{Fl}{8} \quad (\mathrm{kN\text{-}m})$$

F : 합성힘(kN)으로서 1202.의 5항에 따른다.

l : 파형의 스팬(m). (그림 7.3.16 및 그림 7.3.17 참조)

2. 전단력

파형하단에서의 전단력 Q 는 다음 식에 따른다.

$$Q = 0.8 F \quad (\mathrm{kN})$$

F : 1항에 따른다.

1204. 강도 평가기준

1. 일반

다음 사항은 수직파형을 갖는 격벽에 대하여 적용한다. (그림 7.3.16 참조)

(1) 선박의 길이가 190 m 이상인 경우 하부스툴을 설치하여야 하며, 일반적으로 갑판하부에 상부스툴을 가지는 구조이어야 한다. 선박의 길이가 190 m 미만인 경우에는 파형격벽이 내저판으로부터 갑판에 직접 설치되는 구조이어도 좋다.

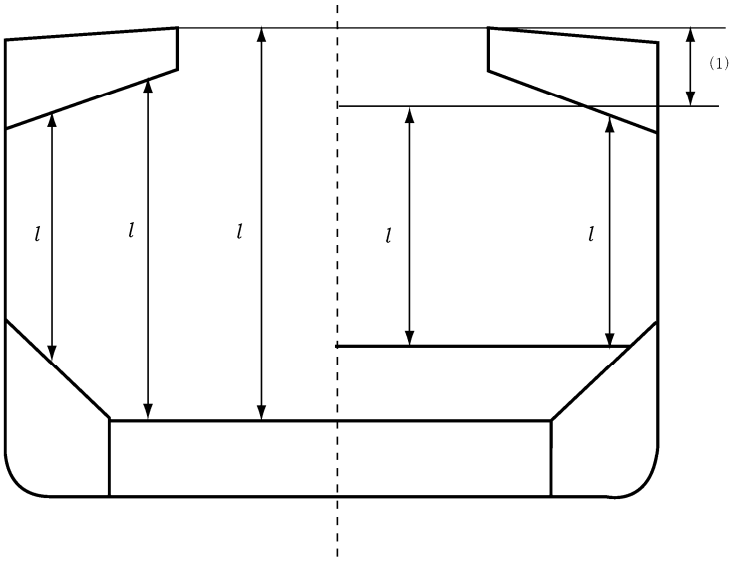
(2) 그림 7.3.16와 같이 파형각도 α 는 55° 이상이어야 한다.

(3) 국부 강도요구두께 t_{net}의 요구치는 7항에 따르며, 2항 및 5항의 기준도 만족하여야 한다.

(4) 2항 및 3항으로부터 구해진 파형하단의 두께는 내저판(하부스툴이 없는 경우) 또는 하부스툴로부터 적어도 0.15 l 이상 유지되어야 한다.

(5) 2항 및 4항으로부터 구해진 파형중앙부의 두께는 갑판(상부스툴이 없는 경우) 또는 상부스툴 하단으로부터 0.3 l 이내인 곳까지 유지되어야 한다.

(6) 파형상부의 단면계수는 파형중앙부 단면계수의 75 %이상이어야 한다. 또한 재료의 항복응력이 다른 경우에는 이를 적절히 수정하여야 한다.



(비고)

(1) 파형 스팬 l 을 측정하는 경우, 선박의 중심선에서 갑판으로부터 상부스툴쪽의 기준점거리는 다음 값보다 커서는 아니된다.

(1) 사각형 스툴의 경우 : 파형깊이의 2 배

(2) 전 (1) 이외의 경우 : 파형깊이의 3 배

그림 7.3.17 파형 스팬 l 의 측정방법

(7) 하부스툴

(가) 일반적으로 하부스툴의 높이는 파형깊이의 3배 보다 작아서는 아니되며, 스툴정판의 두께와 재질은 파형하단에서 요구되어지는 것 이상이어야 한다.

(나) 스툴정판으로부터 파형면재부 폭의 범위내에 있는 수직 또는 경사된 스툴측판의 두께와 재질은 파형하단에서 면재부의 판두께와 재질에 대한 요구치 이상이어야 한다.

(다) 스툴측판의 두께와 스툴측판 횡보강재의 단면계수는 다음 식에 따른다.

(a) 스툴측판의 두께

(i) $d_f \geq d_1$ 인 경우

$$t = CS\sqrt{h_1{}'K} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

(ii) $d_f < d_1$ 인경우

$$t = CS\sqrt{h_2{}'K} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = 3.825C_1$$

C_1 : 계수로서 l/S 값에 따라 다음 식에 의한 값

$1 \le \dfrac{l}{S} < 3.5$ 일 때 : $\left(0.11\dfrac{l}{S} + 0.615\right)$

$3.5 \le \dfrac{l}{S}$ 일 때 : 1.0

S : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 짧은 변의 길이(m).
l : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 긴 변의 길이(m).
$h_1{}'$ 및 $h_2{}'$: 다음 식에 따른다.

$$h_1{}' = h_f + \left\{\frac{\rho_c}{\rho} - (1 - perm)\right\} h_1(\sin^2\beta\tan^2\gamma + \cos^2\beta)$$

$$h_2{}' = h_f + \left\{\frac{\rho_c}{\rho}h_1 - (1 - perm)h_f\right\} (\sin^2\beta\tan^2\gamma + \cos^2\beta)$$

β : 스툴측판의 경사각(도).
h_f : 1202.의 2항에 따른다.
ρ_c, h_1 및 γ : 1202.의 3항에 따른다.
ρ : 1202.의 4항에 따른다.
$perm$: 화물의 침수율로서 1002.의 1항 (3)호에 따른다.

(b) 스툴측판 수직횡보강재의 단면계수

(i) $d_f \ge d_1$ 인 경우 : $Z = 7.8KSh_1{}'l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$

(ii) $d_f < d_1$ 인 경우 : $Z = 7.8KSh_2{}'l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$

S : 횡보강재의 간격(m).
l : 횡보강재의 지지점 사이의 길이(mm).
$h_1{}'$ 및 $h_2{}'$: (a)에 따른다.

(라) 스툴정판의 끝단으로부터 파형면재의 표면까지의 거리는 **그림 7.3.18**에 따른다.

(마) 스툴하단은 이중저 늑판과 일치시켜야 하며, 스툴하단 폭은 파형 평균 깊이의 2.5배 이상이어야 한다. 또한, 파형의 유효한 지지를 위하여 스툴의 막판은 종거더와 일치되도록 설치하여야 하며, 스툴정판과 연결되는 부분에서는 브래킷과 막판의 스켈롭은 피하여야 한다.

(바) 하부스툴을 설치하는 경우에는 파형격벽판은 스툴정판에 완전용입용접에 의하여 연결되어야 한다. 스툴측판은 스툴정판과 내저판에, 이를 지지하는 늑판은 내저판에 완전용입용접 또는 깊은용입용접에 의하여 연결되어야 한다. (**그림 7.3.20** 참조)

(사) 하부스툴측판 횡보강재의 양단은 스툴의 상·하단에 브래킷에 의하여 고착되어야 한다.

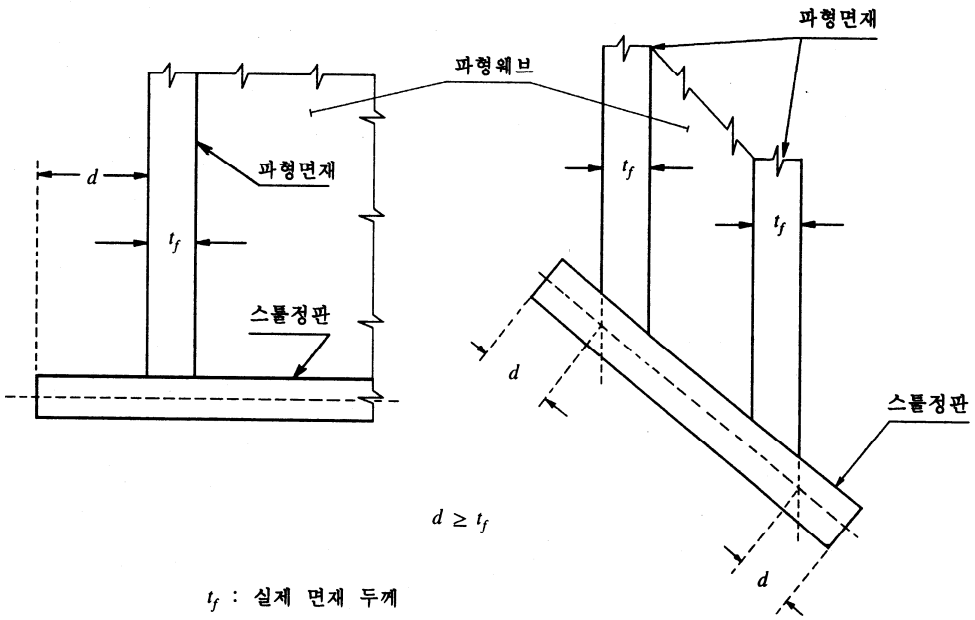


그림 7.3.18 스툴정판의 끝단으로부터 파형 면재까지의 허용 거리 d

(8) 상부스툴

(가) 상부스툴을 설치하는 경우 상부스툴의 깊이는 파형깊이의 2배 내지 3배정도로 하는 것을 원칙으로 하며, 창구 측거더의 위치에서 갑판으로부터 측정된 사각형스툴의 깊이는 일반적으로 파형깊이의 2배 이상으로 하여야 한다.

(나) 상부스툴은 인근의 창구 끝단 갑판보 사이에서 거더나 견고한 브래킷에 의하여 적절히 지지되어야 한다.

(다) 상부스툴 하단판의 폭은 하부스툴 정판의 폭과 같아야 한다. 사각형이 아닌 스툴정판의 폭은 파형깊이의 2배 이상이어야 한다.

(라) 상부스툴 하단판의 두께와 재질은 아래 격벽판의 요구치 이상이어야 한다. 상부스툴 측판 하단부 판의 두께는 파형상부 요구치의 80 % 이상이어야 하며, 파형의 재질과 동일하게 사용하여야 한다.

(마) 상부스툴 측판의 두께와 상부스툴 측판 횡보강재의 단면계수는 전 (7)의 (다)에 규정된 h_1' 및 h_2' 를 적용하여 계산한 값이 우리 선급의 요구치 이상이어야 한다. 또한 상부스툴 측판 횡보강재의 양단은 스툴의 상·하단에 브래킷에 의하여 고착되어야 한다.

(바) 상부스툴의 내측에 설치되는 막판은 파형의 유효한 지지를 위하여 인접한 창구단 코우밍 거더 사이에서 갑판하 종거더에 유효하게 일치시켜야 한다. 스툴하단판에 연결되는 부위에서의 브래킷과 막판의 스켈롭은 피하여야 한다.

(9) 구조의 일치

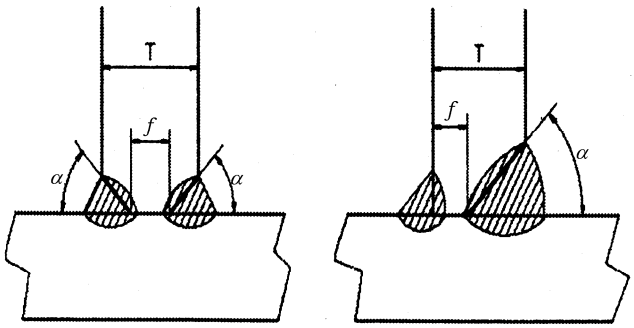
(가) 상부스툴이 없는 경우에는 갑판에 두개의 횡휨보강재를 파형면재의 위치에 일치시켜 설치하여야 한다.

(나) 하부스툴이 없는 경우, 파형면재는 지지늑판에 일치시켜야 한다. 파형격벽판은 내저판에 완전용입용접에 의하여 연결되어야 한다. 이를 지지하는 늑판은 내저판에 완전용입용접 또는 깊은 용입용접에 의하여 연결되어야 한다. (**그림 7.3.20** 참조)

(다) 하부스툴이 없는 경우 지지늑판의 두께와 재질은 파형면재에 대한 요구치 이상이어야 한다. 또한, 내저판종부재의 설치를 위한 이중저늑판의 슬롯에는 칼러판(collar plate)을 설치하여야 한다.

(라) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 지지늑판은 적절하게 설계된 전단판에 의해 연결되어야 한다.

(마) 스툴측판은 파형면재와 일치시켜야 하며, 하부스툴내의 스툴측판수직보강재와 브래킷은 적절히 하중이 전달될 수 있도록 내저종늑골에 일치시켜야 한다. 스툴측판은 내저판과 스툴정판 사이에서 너클이 생겨서는 안된다.



루우트 간격(f) : 3mm ~ $T/3mm$
홈 각도(α) : 40° ~ 60°

그림 7.3.20 깊은 용입 용접

2. 굽힘능력(bending capacity) 및 전단응력

(1) 굽힘능력은 다음의 관계식에 따른다.

$$\frac{M}{0.5Z_{le}\sigma_{a,le}+Z_m\sigma_{a,m}}\times 10^3 \le 0.95$$

M : 1203.의 1항에 규정된 굽힘모멘트(kN-m).
Z_{le} : 3항에 규정된 파형하단에서의 반피치 파형의 단면계수(cm^3).
Z_m : 4항에 규정된 파형중앙부에서의 반피치 파형의 단면계수(cm^3).
$\sigma_{a,le}$: 5항에 규정된 파형하단에서의 허용응력(N/mm^2).
$\sigma_{a,m}$: 5항에 규정된 파형중앙부에서의 허용응력(N/mm^2).

(가) 굽힘능력 계산시 Z_m 의 값은 $1.15Z_{le}$ 와 $1.15Z'_{le}$ 중 작은값 이하로 하여야 하며, Z'_{le} 은 (a) 또는 (b)의 경우에 적용하며, 다음 (나)의 식에 따라 계산한다.

(a) 다음을 만족하는 쉐더판을 부착한 경우
(i) 쉐더판은 너클이 되지 않아야 한다.
(ii) 쉐더판은 일면용입용접이나 이와 동등한 방법에 의해 파형과 하부스툴정판에 용접되어야 한다.
(iii) 쉐더판은 경사각 45° 이상으로 부착되어야 하고, 그 끝단은 스툴측판과 일치시켜야 한다.
(iv) 쉐더판의 두께는 파형면재두께의 75 % 이상이어야 한다.
(v) 쉐더판은 적어도 파형면재와 재료특성이 동일하여야 한다.

(b) 다음을 만족하는 거싯판을 부착한 경우
(i) 전 (a)의 규정에 따른 두께, 재료특성 및 용접구조를 가진 쉐더판과 결합되어야 한다.
(ii) 거싯판의 높이가 파형면재폭의 1/2 이상이어야 한다.
(iii) 거싯판은 스툴측판과 일치되게 부착되어야 한다.
(iv) 거싯판은 완전용입용접에 의하여 하부스툴정판에 용접되어야 하며, 파형 및 쉐더판에는 일면용입용접이나 이와 동등한 방법에 의하여 부착되어야 한다.
(v) 거싯판은 적어도 파형면재의 두께와 재료특성이 동일하여야 한다.

(나) 단면계수 Z_{le} 는 다음에 주어진 Z'_{le} 이하이어야 한다.

$$Z'_{le}=Z_g+\frac{Qh_g-0.5h_g^2S_1P_g}{\sigma_a}\times 10^3 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

Z_g : 적용된 쉐더 및 거싯판의 상부끝단에서 4항에 따라 계산된 반피치 파형의 단면계수(cm^3).
Q : 1203.의 2항에 규정된 전단력(kN).
h_g : 적용된 쉐더 및 거싯판의 높이(m). (그림 7.3.19의 (1), (2), (3) 및 (4) 참조)

S_1 : 1202.의 3항에 따른다.

P_g : 적용된 쉐더 및 거싯판의 중앙부에서의 1202.의 5항에 따라 계산되어진 합성압력(kN/m^2).

σ_a : 5항에 규정된 허용응력(kN/m^2).

(2) 전단응력 τ는 전단력 Q를 단면적으로 나누어 얻어진다. 파형의 경우, 웨브와 면재사이의 각도가 직각을 이루지 않음으로 전단 단면적이 감소한다. 일반적으로 감소된 전단 단면적은 웨브단면적에 $\sin\alpha$를 곱하여 구할 수 있다. α는 웨브와 면재사이의 각도이다.

(3) 단면계수와 전단 단면적의 계산시에는 강도요구판두께 t_{net}를 사용한다.

(4) 파형의 단면계수는 3항 및 4항의 규정에 따라 계산하여야 한다.

3. 파형하단에서의 단면계수

파형하단에서의 단면계수는 6항에 의한 값보다 크지 않은 유효면재폭 b_{ef}를 가진 압축면재를 가지고 계산하여야 하며, 하단부에서 파형웨브가 스툴정판의 하부(또는 내저판의 하부)에서 국부적인 브래킷에 의하여 지지되지 않은 경우에는 파형의 단면계수는 파형웨브의 30 %만 유효하다고 간주하여 계산하여야 한다.

(1) 전 2항에 정의된 유효한 쉐더판이 부착된 경우(**그림 7.3.19**의 (1) 및 (2) 참조)

파형하단(**그림 7.3.19**의 (1) 및 (2)의 단면 ① 참조)의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 $2.5a\sqrt{t_f t_{sh}}$ 만큼 증가시킬 수 있다. 다만, 2.5 at_f 이하이어야 한다.

a : 파형면재의 폭(m).(**그림 7.3.16** 참조)

t_{sh} : 쉐더판의 강도요구두께(mm).

t_f : 면재의 강도요구두께(mm).

(2) 전 2항에 정의된 유효한 거싯판이 부착된 경우(**그림 7.3.19**의 (3) 및 (4) 참조)

파형하단(**그림 7.3.19**의 (3) 및 (4)의 단면 ① 참조)의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 7 $h_g t_f$ 만큼 증가시킬 수 있다.

h_g : 거싯판의 높이(m)로서 (**그림 7.3.19**의 (3) 및 (4) 참조) $\frac{10}{7}S_{gu}$ 이하이어야 한다.

S_{gu} : 거싯판의 폭(m).

t_f : 면재의 강도요구두께(mm).

(3) 파형웨브가 경사진 스툴정판에 용접되는 경우, 파형의 단면계수 계산시 파형격벽웨브의 유효도는 파형웨브가 수평면에 대하여 45° 이상인 경우에는 100 %로, 0°인 경우에는 30 %로 하며, 중간값에 대하여는 보간법에 따른다. 유효한 거싯판이 고착된 경우에는 파형의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 전 (2)에 규정된 값만큼 증가시킬 수 있으나 쉐더판이 설치된 경우에는 면재판의 면적을 증가시켜서는 안된다.

4. 파형하단 이외에서의 단면계수

파형하단 이외에서의 단면계수는 6항에 의한 값 이하의 유효면재폭 b_{ef}를 가진 압축면재와 유효하다고 간주된 파형웨브를 이용하여 계산하여야 한다.

5. 허용응력

수직응력 σ 및 전단응력 τ는 다음 식에 주어진 허용값 σ_a 및 τ_a를 초과하여서는 안된다.

$$\sigma_a = \sigma_y \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\tau_a = 0.5\sigma_y \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_y : 재료의 항복응력(N/mm^2).

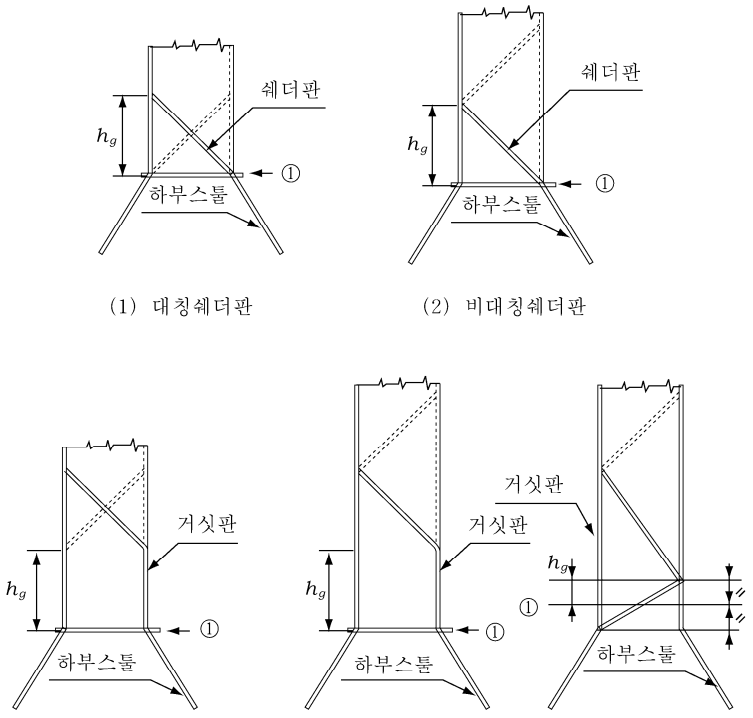


그림 7.3.19 쉐더판 및 거싯판

6. 유효압축면재폭 및 전단좌굴

(1) 파형압축면재의 유효폭

파형면재의 유효폭 b_{ef} 는 다음 식에 따른다.

$$b_{ef} = C_e\,\alpha \quad (\mathrm{m})$$

$\beta > 1.25$인 경우 : $C_e = \dfrac{2.25}{\beta} - \dfrac{1.25}{\beta^2}$

$\beta \le 1.25$인 경우 : $C_e = 1.0$

$$\beta = \frac{a}{t_f}\sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \times 10^3$$

t_f : 파형면재의 강도요구두께(mm).

α : 파형면재의 폭(m). (**그림 7.3.12** 참조)

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2).

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우에는 2.06×10^5 (N/mm^2) 으로 한다.

(2) 전단

파형단부에 있는 웨브판에 대하여 전단좌굴을 검토하여야 하며, 전단응력 τ는 다음의 임계좌굴응력 τ_c값을 초과하여서는 안된다.

$\tau_c = \tau_E$: $\tau_E \le 0.5\tau_y$ 일 때

$\tau_c = \tau_y\left(1 - \dfrac{\tau_y}{4\tau_E}\right)$: $\tau_E > 0.5\tau_y$ 일 때

τ_y : 재료의 전단응력(N/mm^2)으로서 $\sigma_y/\sqrt{3}$ 로 한다.

τ_E : 탄성좌굴응력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$$\tau_E = 0.9\,k_t E\left(\frac{t}{1000c}\right)^2 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

$$k_t = 6.34$$

t : 파형웨브의 강도요구두께(mm).

c : 파형웨브의 폭(m). (**그림 7.3.16** 참조)

σ_y, E : (1)호에 따른다.

7. 국부 강도요구두께

(1) 격벽의 국부 강도 요구두께 t_{net} 는 다음 식에 따른다.

$$t_{net} = 14.9 S_w \sqrt{\frac{1.05P}{\sigma_y}} \quad (\mathrm{mm})$$

S_w : 판폭(m)으로서, 파형면재와 웨브의 폭중 큰 값(**그림 7.3.16** 참조)

P : 해당 판의 각 아래 가장자리에서의 1202.의 5항에서 정의된 합성압력(kN/m^2), 최하단부의 국부강도 요구두께는 하부스툴의 상단판에서, 하부스툴이 없는 경우에는 내저판에서 또는 쉐더판 혹은 쉐더/거싯판이 부착된 경우에는 쉐더판 상단에서의 합성압력을 이용하여 결정한다.

σ_y : 재료의 항복응력(N/mm^2).

(2) 파형면재와 웨브의 두께가 다른 조립파형격벽의 경우 :

(가) 좁은판의 강도요구두께 t_n 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_n = 14.9 S_n \sqrt{\frac{1.05P}{\sigma_y}} \quad (\mathrm{mm})$$

S_n : 좁은판의 폭(m).

P 및 σ_y : (1)호에 따른다.

(나) 넓은판의 강도요구두께 t_w 는 다음 두 식중 큰값 이상이어야 한다.

$$t_{w1} = 14.9 S_w \sqrt{\frac{1.05P}{\sigma_y}} \quad (\mathrm{mm})$$

$$t_{w2} = \sqrt{\frac{440\,S_w^2 \times 1.05\,P}{\sigma_y} - t_w^2} \quad (\mathrm{mm})$$

t_{np} ; 좁은판의 실제 사용두께(부식추가두께를 제외한 두께)와 상기의 t_{w1} 중 작은 값 이하이어야 한다.

S_w : 넓은판의 폭(m).

P 및 σ_y : (1)호에 따른다.

1205. 국부상세

1. 격벽의 힘과 모멘트가 주변구조, 특히, 이중저와 크로스 갑판으로 잘 전달될 수 있도록 설계하여야 한다.
2. 1204.의 2항에서 규정한 거싯판 및 쉐더판의 두께와 보강방법, 용접이음부의 치수 및 재료는 우리 선급의 규정에 적합하여야 한다.

1206. 부식추가두께

부식추가두께 t_s 는 3.5 mm 로 한다.

제 13 절 산적화물선, 광석운반선 및 겸용운반선에 대한 선수루의 설치

1301. 적용

이 장의 규정은 2004년 1월 1일 이후에 건조계약되는 'ESP'부기부호를 가지는 모든 산적화물선, 광석운반선 및 겸용운반선에 적용한다. 이러한 선박은 건현갑판상에 폐위된 선수루를 설치하여야 한다.

선수루의 크기는 1302.에 따른다. 또한, 선수루의 구조배치 및 치수는 우리 선급의 관련 규정에 따른다.

1302. 크기

1. 선수루는 건현갑판상에 위치하여야 하며, 선수루 후단격벽이 최전방 화물창의 전단격벽 위치 또는 그 뒤쪽에 오도록 설치하여야 한다. (그림 7.3.21 참조)
   그러나 이러한 요건이 창구덮개의 작동을 방해하는 경우, 선수루의 길이가 선수 수선의 후방으로 선박길이의 7% 이상인 것을 조건으로 선수루의 후단격벽을 최전방 화물창의 전단격벽 위치보다 전방에 설치할 수 있다. 이때 선박의 길이 및 선수 수선은 1966 국제만재흘수선 협약 및 1988 의정서에 따른다.
2. 주갑판 상부 선수루 높이(H_F)는 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.
   - 1966 **국제만재흘수선 협약**(ICLL) 및 1988 **의정서**에 정의된 표준선루높이
   - $H_C + 0.5\,\mathrm{m}$
     H_C : 1번 화물창의 앞쪽에 있는 횡방향 창구코밍의 높이
3. 9절 904. 1. 및 9절 905. 2.에 따라 1번 화물창의 앞쪽에 있는 횡방향 창구코밍 및 창구덮개에 각각 감소된 하중을 적용하고자 할 때, 선수루 갑판의 후부 끝단의 모든 위치는 창구코밍 판으로부터 l_F 만큼 떨어진 곳에 위치하여야 한다.

$$l_F \le 5\sqrt{H_F - H_C}$$

4. 창구덮개 또는 창구코밍을 보호하기 위하여 선수루 갑판 상부에 물결막이(breakwater)를 설치하는 것은 허용되지 않는다. 만약, 다른 용도를 위하여 설치할 경우, 선체중심선에서 물결막이의 상단이 선수루 갑판의 후단에서부터 앞쪽으로 $H_B/\tan 20^\circ$ 이상 떨어져 있도록 하여야 한다. H_B 는 선수루 상부의 물결막이 높이이다. (그림 7.3.21 참조)

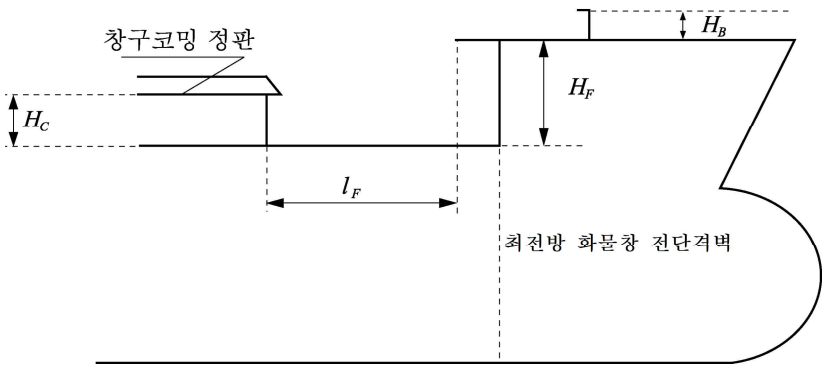


그림 7.3.21 선수루의 크기

제 14 절 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수펌핑장치

1401. 일반 【지침 참조】

1403. 및 1404.에서 규정하는 수위감지기, 경보장치와 배수, 펌핑장치에 대한 설치 및 시험 등에 대한 요건은 **부록 7-6 「산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치」**에 따른다. *(2021)*

1402. 적용

이 절의 규정은 국제항해에 종사하는 총톤수 500톤 이상의 선박에 대하여 다음과 같이 적용한다.

1. 2006년 7월 1일 전에 건조된 선박으로서 화물구역 내에 일반적으로 단일 갑판, 톱사이드 탱크 및 호퍼 사이드 탱크를 가지는 구조로 건조되고, 광석운반선 및 겸용선과 같은 형태의 선박을 포함하여 주로 건화물을 산적 운송하기 위한 선박과 2006년 7월 1일 이후 건조된 선박으로서 광석운반선 및 겸용선과 같은 형태의 선박을 포함하여 주로 건화물을 산적 운송하기 위한 선박(이하 「산적화물선」이라 한다)은 1403.의 1항 및 1404.에서 정하는 요건에 따라 관련 장치를 설치하여야 한다.
2. 산적화물선 이외의 화물선으로서 건현갑판 아래에 단일의 화물창을 가지는 선박 또는 건현갑판 아래에 여러 개의 화물창이 있지만 건현갑판까지 달하는 최소한 1개 이상의 수밀격벽에 의하여 구분되지 아니하는 화물창을 가지는 선박(이하 「단일화물창의 화물선」이라 한다)으로서 다음에 해당되는 선박은 1403.의 3항에서 정하는 요건에 따라 관련 장치를 설치하여야 한다.
   (1) 1998년 7월 1일 이후 건조된 길이 80미터 미만의 선박
   (2) 1998년 7월 1일 전에 건조된 길이 100미터 미만의 선박

   다만, 1403.의 1항의 규정에 따른 수위감지기를 설치한 선박 및 화물창 양쪽에 내저판에서 건현갑판에 달하는 적당한 폭을 가진 수직의 수밀구획을 가진 선박은 1403.의 3항에서 요구되는 수위감지기를 설치하지 아니할 수 있다. **【지침 참조】**

   2007년 1월 1일 전에 건조된 선박은 **1편 2장** 1802.에 따른다.

1403. 수위 감지기 및 경보장치 등

1. 산적화물선의 모든 화물창, 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크 및 최전방 화물창 보다 앞쪽에 위치한 건구역(dry spaces) 또는 보이드 구역(단, 체인로커는 제외)에는 수위감지기 및 가시가청의 경보장치를 설치하여야 한다.
2. 선박의 최대 배수용적의 0.1%를 초과하지 않는 폐위구역에는 상기 1항에서 규정한 경보장치를 설치하지 않아도 된다.
3. 단일화물창의 화물선으로서 배의 길이가 80 m 미만 (1998년 7월 1일 전에 건조된 선박의 경우에는 100 m 미만)인 선박의 화물창에는 수위감지기 및 가시가청의 경보장치를 설치하여야 한다. 또한, 건현갑판 아래에 여러 개의 화물창이 있지만 건현갑판까지 달하는 최소한 1개 이상의 수밀격벽에 의하여 구분되지 아니하는 경우에는 각각의 화물창에 수위감지기 및 가시가청의 경보장치를 설치하여야 한다.
4. 1항 및 3항에서 규정한 가시가청의 경보장치는 항해선교에 설치하여야 한다.

1404. 배수 및 펌핑장치

1. 선수격벽전방에 위치하는 평형수탱크의 평형수 배출 및 최전방 화물창보다 앞쪽에 위치하고 선박의 최대배수용적의 0.1%를 초과하는 건구역(dry spaces)의 빌지 배출을 위한 배수 및 펌핑장치를 갖춰야 한다(선수체인로커는 제외).
2. 1항의 장치는 노출된 건현갑판 또는 선루갑판을 통과하지 않고 항해선교 및 주추진기관 제어장소로부터 쉽게 접근할 수 있는 폐위구역에서 조작할 수 있어야 한다.

제 15 절 화물창에 액체를 적재하는 경우에 대한 추가규정

1501. 일반 【지침 참조】

1. 산적화물선으로서 선창에 화물유를 적재하는 선박(이하 **산적화물선겸 유조선**이라 한다.)은 이 절의 규정에 의한 것 이외에 유조선으로 관련되는 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 이 절에 의한 것 이외에 산적화물선겸 유조선으로서 특히 필요한 사항에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. 화물유 또는 평형수를 적재하는 화물창의 빌지호퍼 탱크, 톱사이드 탱크, 횡격벽 스툴, 횡격벽 및 선측에 설치되는 판, 휨보강재 및 트랜스버스 웨브의 치수는 해당 각 식 중의 h 값을 **3편 15장 105.**에 정하는 것으로 하여 계산한 것 이상이어야 한다. 또한 화물창에 평형수를 적재할 때의 각 화물창의 이중저구조부재의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
4. 인화점이 60℃ 이하인 화물유 또는 건화물을 교대로 싣도록 설계된 선박의 경우, 다음 (1)호의 구획과 (2)호의 구획을 분리하는 격벽 또는 갑판에는 화물 작업을 위한 개구를 설치하여서는 안된다. 다만, 우리 선급이 동등한 보존방열성을 갖는다고 인정하는 경우에는 예외로 할 수 있다.
   (1) 화물유 구획(oil cargo spaces)
   (2) 화물유를 운송하도록 설계되지 않고 관련장치를 갖추지 않은 구획(other spaces)

1502. 화물유를 반만 싣는 경우 【지침 참조】

화물창에 화물유를 반만 적재하는 경우에는 화물유의 종요 및 횡요의 고유주기와 선체의 롤링 및 피칭의 주기가 각각 동조하지 않도록 계획하여야 한다. 또한 동조를 피할 수 없을 경우에는 횡격벽, 톱사이드 탱크의 경사판의 두께 및 그들의 휨보강재, 트랜스버스 등을 특히 보강하여야 한다.

제 16 절 석탄운반선의 전기설비

1601. 일반

이 절의 규정은 석탄운반선의 화물창 및 이것과 통하는 구획의 전기설비에 적용한다.

1602. 위험구역

다음의 구획 및 구역은 위험구역이므로 방폭형 이외의 전기기기는 설치하여서는 안된다.
(1) 폐위된 화물창
(2) 화물창용 통풍덕트

1603. 전기설비 【지침 참조】

1. 화물창의 전기설비 화물창에는 원칙적으로 전기기기를 설치하여서는 안된다. 부득이 설치할 경우에는 다음 각 호에 적합하여야 한다.
   (1) 본질 안전회로인 경우를 제외하고 스위치, 리셉터클 등은 설치하여서는 안된다.
   (2) (1)호 이외의 전기기기를 설치할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형인 것으로 하고 급전 케이블을 포함하여 외상을 받을 염려가 없도록 하여야 하며, 화물창 밖으로 나오는 부분에는 전선관통 쇠붙이 등으로 봉쇄하여야 한다.
   (3) 화물창을 통과하는 케이블은 기밀로 된 두꺼운 강관내에 포설하고 화물창 밖으로 나오는 관의 양단부는 전선관통 쇠붙이 등으로 봉쇄하여야 한다.
2. **화물창에 인접한 구획의 전기설비**
   화물창에 인접하고 그 격벽 또는 갑판에 기밀구조가 아닌 문, 창구 등의 개구가 있는 구획의 전기기기는 우리 선급이 적절하다고 인정한 방폭형인 것이어야 한다.
3. **카고램프(cargo lamp)**
   화물창내에 사용하는 카고램프는 우리 선급이 적절하다고 인정한 것이어야 한다.

제 17 절 단일 선측구조 산적화물선 및 OBO 운반선의 늑골 및 브래킷의 강재 교체 기준

1701. 적용 및 정의

1. 이 규정은 주로 고체 산적화물을 운송하는 화물구역에 단일 갑판, 톱사이드 탱크 및 호퍼탱크를 갖고 있으며, 1998년 7월 1일 이후 건조 계약된 선박에 적용하는 **7절**에 따라 건조되지 아니한 산적화물선으로서 단일 선측외판 화물창의 선측늑골 및 브래킷에 적용한다.
2. 추가하여 이 규칙은, **지침 1편 부록 1-1**에 정의한 단일선측 구조를 갖는, 화물유/산적화물/광석(Oil/Bulk/Ore, OBO) 운반선의 단일선측 외판에 의하여 경계가 지어지는 화물창의 선측외판 늑골 및 브래킷에 대하여도 적용한다.
3. 위에 정의한 선박이 한개 또는 그 이상의 화물창에서 상기 정의를 만족하지 않는 경우, 이 절의 규칙은 이러한 개별 화물창에 대하여는 적용하지 않는다.
4. 이 절의 목적 상, 달리 언급하지 않는 한, “선박”이란 위에서 정의한 “산적화물선” 및 “OBO 운반선” 모두를 의미한다.
5. 이 규정을 적용받는 산적화물선은 이 규정에 의하여 평가를 받아야 하며, 이에 대한 상세 규정은 **1편 3장 2절 201.**의 1항 (4) (가)에 따른다.
6. 이 규정을 적용받는 OBO 운반선은 이 규정에 의하여 평가를 받아야 하며, 이에 대한 상세 규정은 **1편 3장 2절 201.**의 1항 (4) (나)에 따른다.
7. 이 규정은 외판 늑골의 웨브와 플랜지 및 브래킷에 대한 강재 교체 기준 또는 기타 취하여야 할 조치사항을 1702.에 규정하고 있다.
8. 외판늑골의 보강방법도 1702.의 3항에 규정되어 있다.
9. 이 규칙의 요건을 만족하기 위한 대안으로서 유한요소 또는 기타의 수치해석 또는 직접계간절차는 사용할 수 없다. 다만 이 규칙의 요건을 직접 적용할 수 없는, 통상 구조가 아닌 선측구조배치 또는 보강방식의 경우에는 예외로 한다. **【지침 참조】**
10. 대빙구조선박
    (1) 대빙구조 부기부호요건에 따라 보강되어 있는 선박의 경우, 중간 프레임은 이 규정을 따르지 아니하여도 된다.
    (2) 대빙구조 부기부호를 부여하는데 요구된 추가 구조에 대한 교체 두께는 우리 선급 규정에 적합하여야 한다.
    (3) 대빙구조 부기부호를 철회하고자 할 경우, 트리핑 브래킷(1702.의 1항 (나) (a) (ii) 및 1702.의 3항)을 제외하고는 추가적인 대빙보강구조는 이 규정의 만족을 위하여 기여하는 것으로 고려하지 않는다.

1702. 교체 또는 기타 조치 【지침 참조】

1. 교체 또는 기타 조치 기준

(1) 사용기호

t_M : 계측된 두께 (mm).

t_{REN} : 교체기준두께 (mm). 1702.의 1항 (2) 참조

$t_{REN,d/t}$: d/t 비율에 의한 교체 기준두께 (mm). 1702.의 1항 (2) (가) 참조

$t_{REN,S}$: 강도에 의한 교체 기준두께 (mm). 1702.의 1항 (2) (나) 참조

t_{COAT} : 0.75 t_{S12} (mm)

t_{S12} : 106.의 3항, 4항 및 702.에 규정된 웨브와 상부 및 하부 브래킷 웨브의 요구두께 (mm).

t_{AB} : 건조시의 두께 (mm).

t_C : **표 7.3.12**에 따른다 (mm).

표 7.3.12 t_C 값 (mm)

선박의 길이 L (m)	1번 화물창 이외의 화물창		1번 화물창	
	스팬 및 상부 브래킷	하부 브래킷	스팬 및 상부 브래킷	하부 브래킷
≤100	2.0	2.5	2.0	3.0
150	2.0	3.0	3.0	3.5
≥200	2.0	3.0	3.0	4.0
(비고) 선박 길이의 중간값에 해당하는 t_C는 상기 값의 보간법에 의한다.				

(2) 웨브의 기준 (전단력 및 기타 검토)

선체외판 늑골과 브래킷의 웨브는 계측두께(t_M)가 교체 기준두께(t_{REN})보다 같거나 작은 경우에는 교체하여야 한다. 교체 기준두께(t_{REN})은 다음 중 가장 큰 값으로 한다.

(a) $t_{COAT} - t_C$

(b) 0.75 t_{AB}

(c) $t_{REN,d/t}$ (구역(Zone) A 및 B에만 적용)

(d) $t_{REN,S}$ (1702.의 1항 (2) (나)에서 요구하는 곳의 두께)

(가) d/t 비율에 의한 두께 기준

아래의 (b), (c)의 조건하에서 $t_{REN,d/t}$는 다음 식에 따른다.

$t_{REN,d/t}$ = 웨브 깊이(mm)/R

R은 다음에 따른다.

늑골인 경우

- 대칭 플랜지의 늑골 : $65\sqrt{K}$
- 비대칭 플랜지의 늑골 : $55\sqrt{K}$

아래의 (a)항에 있어서의 하부 브래킷인 경우

- 대칭 플랜지의 늑골 : $87\sqrt{K}$
- 비대칭 플랜지의 늑골 : $73\sqrt{K}$

K = 3편 1장 4절을 따르는 재료계수.

어떠한 경우에도 일체형 하부 브래킷의 $t_{REN,d/t}$은 그것들이 지지하는 늑골에 대한 $t_{REN,d/t}$보다 작아서는 안된다.

(a) 하부 브래킷

하부 브래킷은 플랜지가 있거나 면재를 취부하여야 한다.

하부 브래킷의 웨브 깊이를 계산할 때는 다음을 적용하여야 한다.

· 하부 브래킷의 웨브 깊이는 호퍼탱크의 경사판과 외판의 교차점에서 하부 브래킷의 면재까지 수직으로 측정하여야 한다. (그림 7.3.24 참조)

· 보강재가 하부 브래킷 판에 부착되어 있을 경우에 웨브깊이는 외판과 보강재 사이의 거리, 보강재와 보강재 사이의 거리, 또는 외측 보강재와 브래킷의 면재 사이의 거리 중 큰 것으로 한다.

(b) 트리핑 브래킷에 의한 보강

t_M이 선측늑골 단면 b)에서의 $t_{REN,d/t}$보다 작을 경우, 1702.의 3항을 따르는 트리핑 브래킷을 선측늑골의 웨브깊이와 두께비에 대한 요건에 따르는 대체수단으로 설치할 수 있다. 이 경우에 $t_{REN,d/t}$를 1702.의 1항 (2)에 따르는 t_{REN}의 계산시에 고려하지 아니하여도 된다.

(c) 선수격벽 직 후방

선수격벽 직 후방에 위치하는, 하부 브래킷을 포함한 선측늑골에 대하여는 선측외판에 강성이 저하되지 않도록 그 치수를 증가시켜야 한다. 건조시의 웨브 두께 t_{AB}가 1.65 $t_{REN,S}$보다 클 경우 $t_{REN,d/t}$은 다음 식으로부터 구해진 $t'_{REN,d/t}$ 값으로 할 수 있다.

$$t'_{REN,d/t} = \sqrt[3]{t^2_{REN,d/t}\, t_{REN,S}}$$

$t_{REN,S}$은 1703.의 3항에 따른다.

(나) 전단강도 검토시의 기준두께

그림 7.3.22에 정의된 선측 늑골의 하부 t_M이 t_{COAT}보다 같거나 작을 경우, $t_{REN,S}$는 1703.의 3항에 따른다.

(다) 늑골 및 하부 브래킷 웨브의 교체두께

강재를 교체하는 경우, 웨브의 교체두께는 t_{AB}, 1.2 t_{COAT} 또는 1.2 t_{REN} 중에서 가장 큰 값 이상이어야 한다.

(라) 기타 조치에 대한 기준

$t_{REN} < t_M \le t_{COAT}$ 인 경우, 다음의 모든 조치를 취하여야 한다.

(a) 샌드 블라스팅 또는 동등한 조치 후 도장 (1702.의 2항 참조)

(b) **그림** 7.3.22에 있는 선측늑골구역 A, B, C 및 D의 어느 한 곳이라도 $t_{REN} < t_M \le t_{COAT}$ 인 경우에는 트리핑 브래킷을 설치. (1702.의 3항 참조)

(c) 정기 및 중간검사 시 도장이 완전한(as-new) 도장상태(즉 파손 또는 녹 없는 상태)를 유지.

구조부재가 쇠모없이, 건조시 두께를 유지하고 있고, 도장이 완전한 도장상태(즉 파손 또는 녹 없는 상태)인 경우, 상기 조치를 생략할 수 있다.

위에서 정의한 완전한(as-new) 상태가 아니더라도, 트리핑 브래킷이 취부되어 있고 트리핑 브래킷 용접 근처의 손상된 도장이 수리된다면, 계측된 늑골 웨브 두께 t_M가 $t_{REN} < t_M \le t_{COAT}$ 이고 도장이 "GOOD" 인 경우, 상기 (a)에서 요구하는 샌드 블라스팅 및 도장은 고려하지 않을 수 있다.

(3) 늑골 및 브래킷에 대한 굽힘강도 검토기준

하부 브래킷의 길이 또는 깊이가 7절을 만족하지 않는 경우, 1703.의 4항에 따라 굽힘강도를 검토하여야 하며, 그 결과에 따라 늑골 및/또는 브래킷을 교체하거나 보강하여야 한다.

2. 두께계측, 강재 교체, 샌드 블라스팅 및 도장

(1) 강재 교체, 샌드 블라스팅 및 도장을 하기 위하여 **그림** 7.3.22 같이 A, B, C 및 D의 4구역으로 구분한다.

(2) 각 구역에서 대표적인 두께를 계측하고, 1702.의 1항의 기준에 따라 평가한다.

(3) 일체형 브래킷에 대하여는, 구역 A 또는 B가 1702.의 1항의 기준에 만족하지 않을 경우, 구역 A 및 B 모두에 강재 교체, 샌드 블라스팅 및 도장 중 해당되는 조치를 하여야 한다.

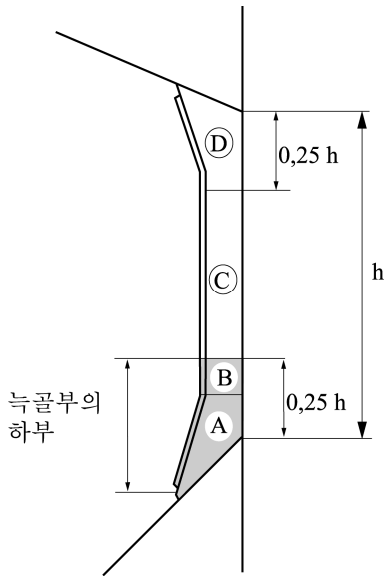
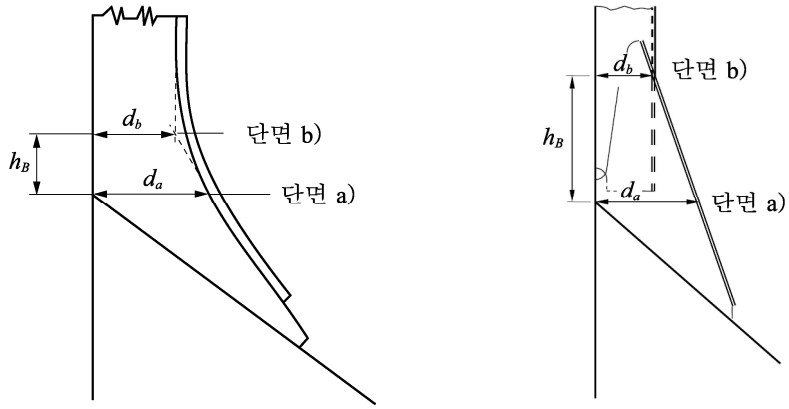


그림 7.3.22 선측늑골의 하부 및 구역



$d_a = t_{REN,S}$를 결정하기 위한 하부 브래킷 웨브 깊이
d_b = 늑골 웨브 깊이
h_B = 하부 브래킷 길이

그림 7.3.23 단면 a) 및 b)

(4) 분리된 브래킷에 대하여는, 구역 A 또는 B가 1702.의 1항의 기준에 만족하지 않을 경우, 구역 A 및 B 각각의 강재 교체, 샌드 블라스팅 및 도장 중 해당되는 조치를 하여야 한다.

(5) 구역 C가 1702.의 1항의 기준에 따라 강재를 교체하는 경우, 강재의 교체는 두개의 구역 B 및 C에서 강재를 교체한다. 샌드 블라스팅 및 도장이 1702.의 1항의 기준에 따라 구역 C에서 요구될 때, 구역 B, C 및 D도 추가로 샌드 블라스팅 및 도장을 한다.

(6) 구역 D가 1항의 기준에 따라 강재를 교체하는 경우, 강재 교체는 구역 D에서만 행한다. 샌드 블라스팅 및 도장이 1항의 기준에 따라 구역 D에서 요구될 때, 구역 C 및 D도 추가로 샌드 블라스팅 및 도장을 한다.

(7) 이미 교체하였거나 재도장한 구역이 "완전한" 도장상태(즉 파손 또는 녹 없는 상태)로 있는 경우에는 특별히 고려할 수 있다.

(8) 1항의 규정에 따라 강재 교체할 경우에 도장은 107.에 따른다.

(9) 1항의 규정에 따라, 한정된 수의 선측늑골 및 브래킷이 그 길이부에 도장이 요구되는 경우, 다음 기준을 적용한다.

(가) 다음의 범위를 포함하여 도장하여야 한다.

- 선측늑골과 브래킷의 웨브 및 면재
- 선측 외판, 호퍼 및 톱사이드 탱크 판에서 선측늑골의 웨브로부터 100 mm 이상 폭에 걸쳐서 시행

(나) 에폭시 도장 또는 동등의 것을 적용한다.

(10) 모든 경우에 있어서 도장할 모든 표면은 도장하기 전에 샌드 블라스팅을 하여야 한다.

(11) 늑골이나 브래킷의 플랜지가 이 규칙에 따라 신환되어야 하는 경우, 돌출된 폭의 두께에 대한 비는 701.의 8항의 요건을 만족하여야 한다.

3. 보강 방법

(1) 보강은 선측늑골의 하부와 중앙부에 트리핑 브래킷으로 한다(**그림** 7.3.25 참조). 트리핑 브래킷은 매 2개의 늑골마다 설치하며, 하부 및 중앙부 브래킷은 늑골 한 개 건너마다 나란히 설치하여야 한다.

(2) 트리핑 브래킷의 두께는 설치되는 위치의 늑골 웨브의 건조 당시 두께 이상이어야 한다.

(3) 트리핑 브래킷과 선측 늑골 및 선체외판과의 용접은 양면연속용접으로 하여야 한다.

4. 용접 목두께

강재 교체할 경우에 용접은 702.의 4항을 따른다.

5. 점식(Pitting) 및 홈(Grooving) 부식

(1) 점식(pitting)의 분포가 면적의 15% 이상일 경우(**그림** 7.3.26 참조), 점식을 검토하기 위하여 두께계측을 하여야 한다.

(2) 점식 및 홈부식에 대한 최소허용 잔존두께는 다음과 같다.

- 늑골 및 브래킷의 웨브와 플랜지에서의 점식 및 홈부식 : 건조시 두께의 75 %
- 선측늑골이 설치된 선측외판, 호퍼 및 톱사이드 탱크 판에서 늑골의 각 측면으로부터 폭 30 mm 범위에 있는 점식 및 홈부식의 경우 : 건조시 두께의 70 %

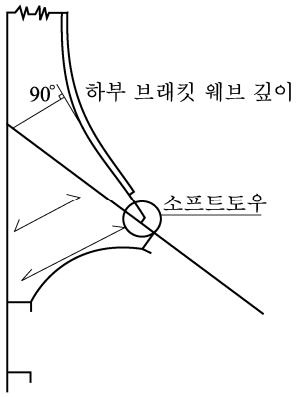


그림 7.3.24 $t_{REN,d/t}$ 를 결정하기 위한 하부 브래킷 웨브깊이의 정의

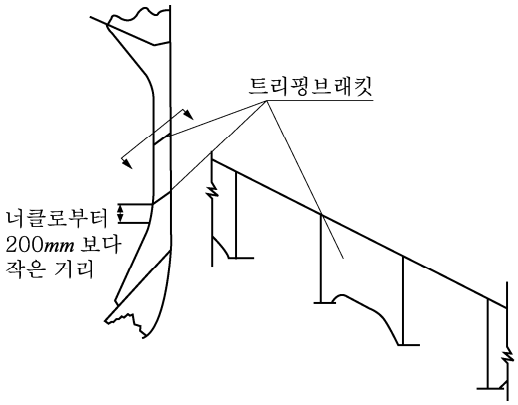


그림 7.3.25 트리핑 브래킷

6. 한개 또는 그 이상의 화물창 내의 모든 늑골의 신환

한개 또는 그 이상의 화물창 내의 모든 늑골이 이 규칙에 따라 신환되어야 하는 경우, 이 규칙의 요건을 만족하는 대신에, 다음을 따르는 조건으로 7절의 요건을 만족해도 좋다.

- 최소한 해당 화물창의 모든 늑골에 대하여 적용하여야 한다.
- “신선(new ship)”의 선측 늑골에 대한 도장 요건을 만족하여야 한다.
- 선측 늑골의 단면계수는 우리 선급의 관련 규칙에 따라 계산한다.

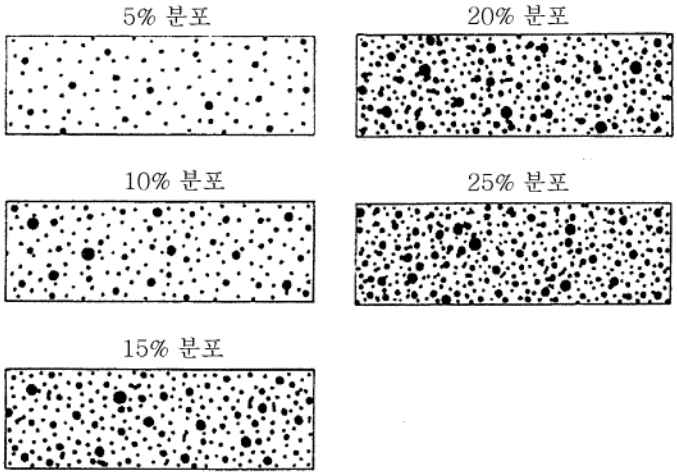


그림 7.3.26 점식 분포도 (5% 에서 25% 분포)

1703. 강도검토기준 【지침 참조】

일반적으로 각 화물창의 전부, 중앙부 및 후부의 늑골에 대하여 하중을 계산하고 강도를 검토하여야 한다. 그 중간에 있는 늑골에 요구되는 치수는 상기 위치의 늑골에서 얻어진 결과치에 대한 보간법으로 계산한다. 또한, 어느 한 화물창 내에서 선측늑골의 치수가 변하는 경우, 요구되는 치수는 같은 치수를 가지는 늑골 그룹별로 각 늑골 그룹의 중앙 늑골에 대하여 계산한다. 중간에 위치하는 늑골에 대하여 요구되는 치수는 계산된 늑골에서 얻어진 결과들 사이를 보간법으로 계산한다.

1. 하중모델

(1) 힘

선측늑골 단면 a) 및 b) (그림 7.3.23에 규정된다. 다만, 분리된 브래킷의 경우 단면 b)는 하부 브래킷의 최상부를 말한다.)에서의 강도를 검토하기 위한 힘 $P_{fr,a}$ 및 $P_{fr,b}$ 는 다음에 따른다.

$$P_{fr,a} = P_s + \max(P_1, P_2) \quad (\text{kN})$$

$$P_{fr,b} = P_{fr,a}\frac{h-2h_B}{h} \quad (\text{kN})$$

P_S : 정수력 (kN)

- 늑골의 길이 h (**그림** 7.3.22 참조)의 상단부가 만재흘수선 하부일 경우

$$Sh\left(\frac{p_{S,U}+p_{S,L}}{2}\right)$$

- 늑골의 길이 h (**그림** 7.3.22 참조)의 상단부가 만재흘수선 상 또는 그 상부일 경우

$$Sh'\left(\frac{p_{S,L}}{2}\right)$$

P_1 : 종파에서의 파랑력 (kN)

$$= Sh\left(\frac{p_{1,U}+p_{1.L}}{2}\right)$$

P_2 : 횡파에서의 파랑력 (kN)

$$= Sh\left(\frac{p_{2,U}+p_{2.L}}{2}\right)$$

h, h_B : 늑골 길이 및 하부 브래킷 길이(m) (**그림** 3.7.22 및 **그림** 7.3.23 참조).

h' : 늑골길이 h 의 하단과 만재흘수선과의 거리(m).

S : 늑골 간격(m).

$p_{S,U}$, $p_{S,L}$: 각각 늑골 길이 h 의 상단 및 하단에서의 정수압(kN/m^2) (**그림** 7.3.22 참조).

$p_{1,U}$, $p_{1,L}$: 1703. 1. (2) (가)에 정의된 늑골 길이 h 의 상단 및 하단에서의 파랑압력(kN/m^2).

$p_{2,U}$, $p_{1,L}$: 1703. 1. (2) (나)에 정의된 늑골 길이 h 의 상단 및 하단에서의 파랑압력(kN/m^2).

(2) 파랑압력

(가) 파랑압력 p_1

- 수선 및 그 하부에서의 파랑압력

$$p_1 = 1.50\left[p_{11} + 135\frac{B}{2(B+75)} - 1.2(T-z)\right] \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$p_{11} = 3k_sC + k_f$$

- 수선 상부에서의 파랑압력

$$p_1 = p_{1wl} - 7.50(z-T) \quad (\text{kN/m}^2)$$

(나) 파랑압력 p_2

- 수선 및 그 하부에서의 파랑압력

$$p_2 = 13.0\left[0.5B\frac{50C_r}{2(B+75)} + C_B\frac{0.5B+k_f}{14}(0.7+2\frac{z}{T})\right] \quad (\text{kN/m}^2)$$

- 수선 상부에서의 파랑압력

$$p_2 = p_{2wl} - 5.0(z-T) \quad (\text{kN/m}^2)$$

p_{1wl} : 수선에서의 파랑 압력 p_1(kN/m^2).

p_{2wl} : 수선에서의 파랑 압력 p_2(kN/m^2).

L : **3편 1장**에 따른다.

B : 최대형폭(m).

C_b : **3편 1장**에 정의된 방형계수로서 0.6이상 일 것.

T : 최대설계흘수(m).

C : 다음에 따른다.

$C = 10.75 - \left(\frac{300-L}{100}\right)^{1.5}$ $90 \le L \le 300$ m 인 경우

$C = 10.75$ $L > 300$ m 인 경우

$C_r = \left(1.25 - 0.025\frac{2k_r}{\sqrt{GM}}\right)k$

k = 1.2 빌지킬이 없는 경우

= 1.0 빌지킬이 있는 경우

k_r : 횡요회전반지름. k_r 을 알 수 없는 경우 다음에 따른다.

$0.39B$: 횡단면에 질량이 균일하게 분포된 선박의 경우(예, 무거운 화물의 격창적하 또는 가벼운 화물의 균일 적하)

$0.25B$: 횡단면에 질량이 균일하지 않게 분포된 선박의 경우(예, 무거운 화물의 균일 분포)

GM : 실제 GM을 적용할 수 없는 경우 $0.12B$를 적용한다.

z : 기선(Base Line)으로부터 하중점까지의 수직거리(m).

$k_s = C_b + \frac{0.83}{\sqrt{C_b}}$ 선박길이 L 의 후단인 경우

$= C_b$ 선박길이 후단으로부터 $0.2L$ 과 $0.6L$ 사이인 경우

$= C_b + \frac{1.33}{\sqrt{C_b}}$ 선박길이 L 의 전단인 경우

지정된 점 사이의 k_s 는 선형보간법으로 계산한다.

$k_f = 0.8C$

2. 허용 응력

외판선측 늑골과 브래킷의 허용수직응력(σ_a) 및 허용전단응력(τ_a)은 다음에 따른다.

$$\sigma = 0.9\,\sigma_y \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

$$\tau_a = 0.4\,\sigma_y \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ_y 는 재료의 항복응력 (N/mm^2).

3. 전단강도검토

그림 7.3.22에서 정의된 늑골 하부의 두께 t_M이 두께 t_{COAT}이하인 경우, 전단강도검토는 다음에 따른다.

두께 $t_{REN,S}$는 단면 a) 와 b) 에서 전단강도를 고려하여 구한 두께 $t_{REN,Sa}$ 및 $t_{REN,Sb}$중에서 큰 것으로 한다. (**그림 7.3.23** 및 **1703.**의 **1**항 참조) 다만, 0.75 t_{S12}를 초과할 필요는 없다.

- 단면 a)에서 : $t_{REN,Sa} = \frac{1000k_s\,P_{fr,a}}{d_a \sin\phi\,\tau_a}$ (mm)

- 단면 b)에서 : $t_{REN,Sb} = \frac{1000k_s\,P_{fr,b}}{d_b \sin\phi\,\tau_a}$ (mm)

k_s : 전단력의 분포 계수로 0.6

$P_{fr,a}$, $P_{fr,b}$: **1** (1)에 의한 압력.

d_a , d_b : 단면 a) 및 b) 에서의 각각 브래킷과 웨브깊이(mm) (**그림 7.3.23** 참조), 다만, 분리된 브래킷(일체형이 아닌)의 경우, d_b는 스캘럽을 제외한 최소웨브깊이.

ϕ : 늑골웨브와 외판사이의 각도.

τ_a : **1703.**의 **2**항에 의한 허용전단응력 (N/mm^2).

4. 굽힘강도 검토

(1) 하부 브래킷의 길이 및 깊이가 7절에 적합하지 않는 경우, 단면 a) 및 b)에서의 브래킷 및 늑골의 실제 단면계수는 다음 이상이어야 한다.

- 단면 a)에서 $Z_a = \dfrac{1000\,P_{fr,a}\,h}{m_a\,\sigma_a}$ (cm^3)

- 단면 b)에서 $Z_b = \dfrac{1000\,P_{fr,a}\,h}{m_b\,\sigma_a}$ (cm^3)

$P_{fr,a}$ = 1703.의 1항 (가)에 의한 압력.
h = 그림 7.3.22에 정의된 늑골길이(m).
σ_a = 1703.의 2항에 의한 허용수직응력(N/mm^2).
m_a, m_b = 표 7.3.13에 의한 굽힘모멘트계수.

(2) 브래킷과 선측늑골의 실제 단면계수는 계측된 두께를 기준하여 부착된 판에 평행한 축에 대하여 계산한다. 사전 계산을 위하여 다음의 값을 사용할 수 있으며, 그것은 다음 이상이어야 한다.
- 웨브두께는 t_{REN}
- 플랜지 및 부착된 판의 경우, 우리 선급의 교체 규정에 의하여 허용되는 최소두께.

(3) 부착된 판의 폭은 외판을 따라서 중앙부 스팬 h 에서 측정한 늑골 간격으로 한다.

(4) 단면 a) 및 b) 에서의 실제 단면계수가 Z_a 및 Z_b 이하일 경우 늑골과 브래킷은 실제단면계수가 각각 1.2 Z_a 및 1.2 Z_b 이상이 되도록 교체하거나 보강하여야 한다.

(5) 플랜지를 교체 또는 보강할 경우, 그 범위는 그림 7.3.22에 정의된 것과 같이 선측늑골의 하부까지 연장하여야 한다.

표. 7.3.13 굽힘 모멘트 계수 m_a 및 m_b

	m_a	m_b		
		$h_B = 0.08h$	$h_B = 0.1h$	$h_B = 0.125h$
비균일 적하상태로의 운항을 조건으로 승인받은 선박의 빈 화물창	10	17	19	22
기타	12	20	22	26

(비고)
1. 비균일 적하라 함은 비중이 다른 화물을 고려한 최상층 적재높이와 최하층 적재높이의 비가 1.2를 초과 하는 적재조건을 말한다.
2. 브래킷 길이 h_B 의 중간값에 대한 계수 m_b 는 표의 각 값 사이의 선형보간법에 의한다.

제 18 절 창구덮개의 고박장치

1801. 적용

1. 이 절의 규정은 9절에 따라 건조되지 않은 'ESP' 부기부호를 가지는 모든 산적화물선으로서 선수 수선으로부터 0.25 L 이내에 전체적으로 또는 부분적으로 있는 1번과 2번 화물창 창구(hatchways)에 대한 강재창구덮개(폰툰형 창구덮개는 제외)의 고박장치 및 스토퍼(stopper)에 대하여 적용한다.
2. 9절에 따라 건조되지 않은 모든 산적화물선은 1편 3장 2절 201.의 1항 (6)에 따라 이 절의 규정을 만족하여야 한다.
3. 9절에 따라 건조되지 않은 모든 산적화물선의 이 절 규정의 적용 연기를 위하여는 1편 3장 2절 201.의 1항 (6)에 따른다.
4. 이 규정은 SUBC(Self-Unloading Bulk Carriers)에는 적용되지 않는다. *(2020)*

1802. 고박장치

고박장치의 강도는 다음의 각 호에 따른다.

1. 창구덮개판은 코밍과 덮개 사이를 따라 적당한 간격으로 배치된 적절한 장치(볼트, 쐐기 등)로 고정되어야 한다.
2. 고박장치 사이에 있는 창구덮개 끝단부의 강성 및 창구덮개 형태와 크기를 고려하여 풍우밀에 대한 유효성이 보장되도록 배치와 간격을 결정하여야 한다.
3. 각 고박장치의 단면적은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.4\, a/f \quad (\mathrm{cm}^2)$$

a = 고박장치 사이의 간격(m). (단, 2 m 이하일 경우 2 m 로 한다.)
$f = (\sigma_y / 235)^e$
σ_y= 강재의 항복응력 (N/mm^2). 단, 최대인장강도의 70% 이하로 한다.
e = 0.75, $\sigma_y > 235$ 인 경우
= 1.00, $\sigma_y \le 235$ 인 경우

4. 면적이 5 m^2 를 초과하는 창구(hatchway)에 대한 로드 또는 볼트는 지름이 19 mm 이상이어야 한다.
5. 창구덮개와 코밍사이 및 십자 연결부에서는 풍우밀을 유지할 수 있는 충분한 패킹선 압력이 고박장치에 의해 유지되어야 한다.
6. 패킹선 압력이 5 N/mm 를 넘는 경우, 횡단면적은 같은 비율로 증가해야 한다. 이 때 패킹선 압력이 상세하게 기술되어야 한다.
7. 창구 단부는 고박장치 사이의 적절한 밀폐 압력이 유지될 수 있도록 충분한 강성을 가져야 한다. 단부요소에 대한 관성모멘트 I는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$I = 6pa^4 \quad (\mathrm{cm}^4)$$

p : 패킹선 압력(N/mm), 단, 최소 5.0 N/mm
a : 고박장치의 간격(m).

8. 고박장치는 신뢰할 수 있는 구조로 되어야 하고 창구(hatchway)코밍, 갑판 또는 덮개에 견고히 부착되어야 한다. 각 덮개상의 고박장치는 거의 동일한 강성을 가져야 한다.
9. 로드 클리트가 부착되는 곳은 탄력성의 와셔 또는 완충물이 들어가야 한다.
10. 유압식 클리트를 사용하는 곳은 유압장치의 고장 시 폐쇄된 위치에서 기계적으로 고박상태의 유지를 보장하도록 신뢰할 수 있는 수단이 마련되어야 한다.

1803. 스토퍼(stoppers)

1. 창구덮개는 175 kN/m^2 의 압력으로부터 발생하는 횡방향 힘에 대하여 잘 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다.
2. 제1번 창구덮개 이외의 창구덮개는 175 kN/m^2 의 압력으로부터 발생하는 선수방향 단부에 작용하는 종방향 힘에 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다.
3. 제1번 창구덮개는 230 kN/m^{2}의 압력으로부터 발생하는 선수방향 단부에 작용하는 종방향 힘에 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다. 다만, 13절에 따르는 선수루가 설치되어 있는 경우는 압력을 175 kN/m^2 로 감소하여 적용할 수 있다.
4. 스토퍼와 스토퍼의 지지구조물에서의 등가응력 및 스토퍼 용접부의 목부분에서 계산된 등가응력은 $0.8\sigma_y$ 를 초과해서는 안된다.

1804. 재료 및 용접

스토퍼 또는 고박장치가 이 절의 요건을 만족하기 위하여 설치될 경우, 스토퍼 또는 고박장치는 우리 선급의 관련규정에 적합한 재료 및 용접재료로 제작하여야 한다. ⚓

제 4 장 컨테이너선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 컨테이너선으로 등록을 하고자 하는 선박의 구조 및 의장은 이 장의 규정에 따른다.
2. 특별히 이 장에서 규정하는 것 이외에는 해당 각 편의 규정에 따른다.
3. 이 장의 규정은 1층 갑판선으로서 화물창내에는 이중저를 갖고 갑판 및 선저는 종식구조인 선박에 대하여 규정한다.
4. 3항에서 규정하는 것과 다른 구조를 갖는 컨테이너선으로서 이 장의 규정에 따르기가 곤란하다고 인정되는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. **3편 부록 3-3 선체구조의 피로강도평가 지침**의 직접 피로해석방법인 SeaTrust(FSA3) 선급부호를 가지는 컨테이너선의 경우, YP40강재에 대한 재료계수 K는 0.66을 사용할 수 있다. 다만, 피로강도 평가부위에 대하여는 **3편 부록 3-3 선체구조의 피로강도평가 지침 표 9**에 더하여, 창구옆코밍에서의 맞대기 용접이음부 및 의장품을 고정하기 위한 필렛 용접이음부 등을 추가할 수 있다.
6. 이 장의 규정은 2018년 7월 1일 이후 건조 계약되는 컨테이너선으로서 **14편 컨테이너선 구조규칙**의 적용 대상이 아닌 선박에 적용한다. *(2022)*

102. 직접강도계산

1. 이 규정은 컨테이너선과 주로 컨테이너 화물을 운송하는 선박에 적용한다.
2. 항복 및 좌굴 평가에 대한 절차와 이 장에서 규정하지 않은 사항은 **지침 3편 부록 3-2**에 따른다.
3. 정의
   (1) 전선해석은 선체거더 구조, 크로스갑판 구조 및 창구코너부의 구조강도 평가를 위하여 전선모델을 사용하는 유한요소해석이다.
   (2) 화물창해석은 선체중앙부 1차 지지부재의 구조강도 평가를 위한 유한요소해석이다. 1차 지지부재는 선체외판 및 화물창 경계의 전체 구조건전성을 확보하기 위한 거더 또는 스트링거 형식의 부재로서 다음과 같다.
      (가) 이중저 구조(선저외판, 내저판, 거더, 늑판)
      (나) 이중선측 구조(선측외판, 내측선체, 스트링거 및 특설늑골)
      (다) 격벽 구조
      (라) 갑판 및 크로스갑판 구조
4. 해석
   (1) 선박의 길이가 290m 이상인 컨테이너선은 전선해석을 수행하여야 하며, **지침 3편 부록 3-2 II**에 따른다.
   (2) 선박의 길이가 150m 이상인 컨테이너선은 화물창해석을 수행하여야 하며, **지침 3편 부록 3-2 III. 5**에 따른다.
   (3) (1), (2)호 규정 이외의 선박에 대해서도 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 전선해석이나 화물창해석이 수행되어야 한다.

103. 고강도 극후판의 적용 *(2021)*

고강도 극후강판을 사용하는 경우, **부록 7-8 「고강도 극후강판의 적용 및 검사지침」**의 규정을 만족하여야 한다.

제 2 절 종강도

201. 일반사항

1. 적용
   (1) 적용
   이 절의 요건은 항로가 제한되지 않는 길이 90 m 이상의 다음 유형의 선박에 적용한다.
      (가) 컨테이너선
      (나) 주로 컨테이너 화물을 운송하는 선박

(2) 하중제한

파랑하중요건은 항로가 제한되지 않은 단일선체 배수량형 선박에 적용하며, 다음의 기준에 적합한 선박에 적용한다.

(가) 길이 $90\ m \le L \le 500\ m$

(나) 치수비 $5 \le L/B \le 9$; $2 \le B/T \le 6$

(다) 강도계산용 흘수에서의 방형계수 $0.55 \le C_B \le 0.9$

상기 조건을 모두 충족하지 못하는 선박의 경우 파랑하중의 직접계산은 **지침 3편 부록 3-2**에 따른다.

(3) 종강도평가의 종방향 범위

강성, 항복강도, 좌굴강도 및 선체거더 최종강도평가는 선체횡단면의 현저한 변화(예: 늑골방식이 변경되는 곳 및 two-island 설계의 경우, 전방 거주구 블럭의 전후단)가 있는 위치를 고려하여 0.2 L 에서 0.75 L 범위에 대하여 수행하여야 한다. 이에 추가하여, 최전방 화물창의 전단 및 최후방 화물창의 후단이 이 범위를 벗어난 경우 이 범위까지 종강도를 평가하여야 한다.

2. 기호 및 정의

(1) 기호

L : **3편 1장 102.**에 따른 선박의 길이(m).

B : **3편 1장 102.**에 따른 선박의 너비(m).

C : 파랑 계수로 **202.**의 3항 (1)호에 따른다.

T : 강도계산용 흘수(m).

C_B : 강도계산용 흘수에서의 방형계수.

C_W : 강도계산용 흘수에서의 수선면 계수로, 다음에 따른다.

$$C_W = A_W/(LB)$$

A_W : 강도계산용 흘수에서의 수선면적(m^2).

R_{eH} : 재료의 최소항복응력 (N/mm^2).

k : 고장력강에 대하여 **3 편 1장 403.**에서 정의하는 재료계수.

E : 재료의 탄성계수(N/mm^2)로서 강재의 경우 2.06×10^5 으로 한다.

M_S : 고려하는 선체횡단면에서의 항해 시 정수 중 수직 굽힘모멘트(kNm).

$M_{S\max}$, $M_{S\min}$: 고려하는 선체횡단면에 대한 항해 시 허용 최대 및 최소 정수 중 수직 굽힘모멘트(kNm)로, **202.**의 2항 (2)호에 따른다.

M_W : 고려하는 선체횡단면에서의 수직 파랑굽힘모멘트(kNm).

F_S : 고려하는 선체횡단면에서의 항해 시 정수 중 수직 전단력(kN).

$F_{S\max}$, $F_{S\min}$: 고려하는 선체횡단면에서의 항해 시 허용 최대 및 최소 정수 중 수직 전단력(kN)으로, **202.**의 2항 (2)호에 따른다.

F_W : 고려하는 선체횡단면에서의 수직 파랑전단력(kN).

q_V : **지침 부록 7-9 별첨 1**에 따라 결정되는 고려하는 선체횡단면의 전단흐름.

f_{NL-Hog} : 호깅에 대한 비선형 수정계수로, **202.**의 3항 (2)호에 따른다.

f_{NL-Sag} : 새깅에서의 비선형 수정계수, **202.**의 3항 (2)호에 따른다.

f_R : 선박운항과 관련된 계수, **202.**의 3항 (2)호에 따른다.

t_{net} : 순 두께(mm)로, 3항 (1)호에 따른다.

t_{res} : 예비두께로서 0.5 mm로 한다.

I_{net} : 고려하는 선체횡단면에서의 순 수직 단면2차모멘트(m^4)로서 3항에 따른 순 치수를 사용하여 결정한다.

σ_{HG} : **202.**의 5항에 따른 굽힘응력(N/mm^2).

τ_{HG} : **202.**의 5항에 따른 전단응력(N/mm^2).

x : 고려하는 위치의 종방향 좌표(m)로서 기준점은 (3)호에 따른다.

z : 고려하는 위치의 수직 좌표(m).

z_n : 기선으로부터 수평중립축까지의 거리(m).

(2) 선수단 및 선미단

길이 L의 선수단(FE)은 선수재 전단과 강도계산용 흘수선과의 교점에 세운 수직선이다. (**그림 7.4.1** 참조) 길이 L의 선미단(AE)은 선수단(FE)으로부터 선미방향으로 L만큼 떨어진 위치에서의 강도계산용 흘수선과의 교점에 세운 수직선이다. (**그림 7.4.1** 참조)

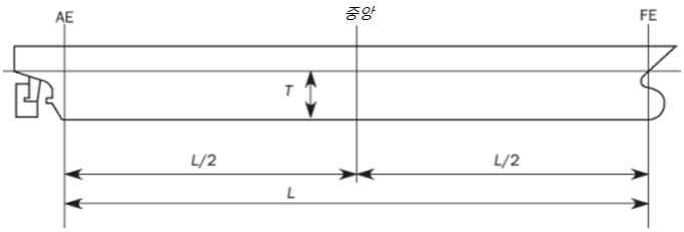


그림 7.4.1 길이 L의 끝단

(3) 기준 좌표계

선박의 형상, 하중 및 하중효과는 다음의 오른쪽 좌표계에 따른다. (그림 7.4.2 참조)

원점 : 선박의 종방향 대칭면, L의 선미단 및 기준선과의 교차점

X 축 : 선수방향이 양의 값인 종축

Y 축 : 좌현방향이 양의 값인 횡축

Z 축 : 상방이 양의 값인 수직축

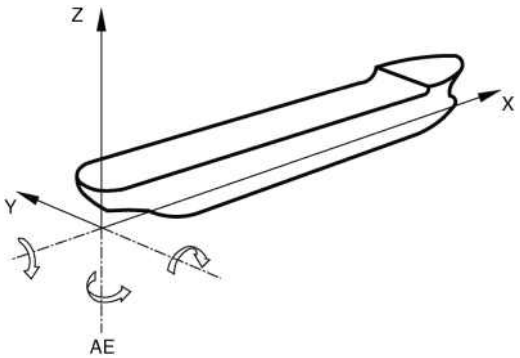


그림 7.4.2 기준 좌표계

3. 부식여유 및 순 두께

(1) 순 치수 정의

모든 구조부재의 치수는 순 두께를 사용하여 강도를 평가하여야 한다. 판, 웨브 및 플랜지의 순 두께(t_{net})는 다음과 같이, 건조 두께 t_{as_built}에서 자발적 추가두께 t_{vol_add} 및 계수를 갖는 부식추가 t_c를 공제하여 구한다. 자발적 추가두께를 적용한 경우에는, 도면상에 명확히 표기하여야 한다.

$$t_{net} = t_{as_built} - t_{vol_add} - \alpha t_c \qquad \text{(mm)}$$

α : 표 7.4.1에 따른 부식추가계수

표 7.4.1 부식추가계수 값

구조 요건	특성/해석 유형	α
강도평가(203.)	단면특성	0.5
좌굴강도(204.)	단면특성(응력결정)	0.5
	좌굴능력	1.0
최종강도(206.)	단면특성	0.5
	좌굴/붕괴능력	0.5

(2) 부식추가의 결정

구조부재 한쪽 면에 대한 부식 추가 t_{c1} 또는 t_{c2}는 **표 7.4.2**에 따른다. 구조부재의 양쪽 면에 대한 총 부식 추가 t_c는 다음 식에 따른다.

$$t_c = (t_{c1} + t_{c2}) + t_{res} \qquad \text{(mm)}$$

고려하는 구획의 내부 부재에 대한 총 부식 추가 t_c는 다음 식에 따른다.

$$t_c = (2t_{c1}) + t_{res} \qquad \text{(mm)}$$

보강재의 부식추가는 부착판과의 연결 위치에 따라 결정한다.

표 7.4.2 구조부재의 한 면에 대한 부식추가

구획 종류	한쪽 면에 대한 부식추가 t_{c1} 또는 t_{c2}(mm)
해수에 노출	1.0
대기에 노출	1.0
평형수 탱크	1.0
보이드 및 건구역	0.5
청수, 연료유 및 윤활유 탱크	0.5
거주 구역	0.0
컨테이너 화물창	1.0
상기 이외의 구획	0.5

(3) 순 단면특성의 결정

지지부재의 순 단면계수, 단면2차모멘트와 전단면적 특성은 **그림 7.4.3**에서 정의한 부착판, 웨브 및 플렌지의 순 치수를 사용하여 계산되어야 한다. 순 횡단면적, 부착판에 평행한 축에 대한 단면2차모멘트 및 관련 중립축의 위치는 단면의 표면두께로부터 부식 두께 $0.5\alpha t_c$를 빼서 구한다.

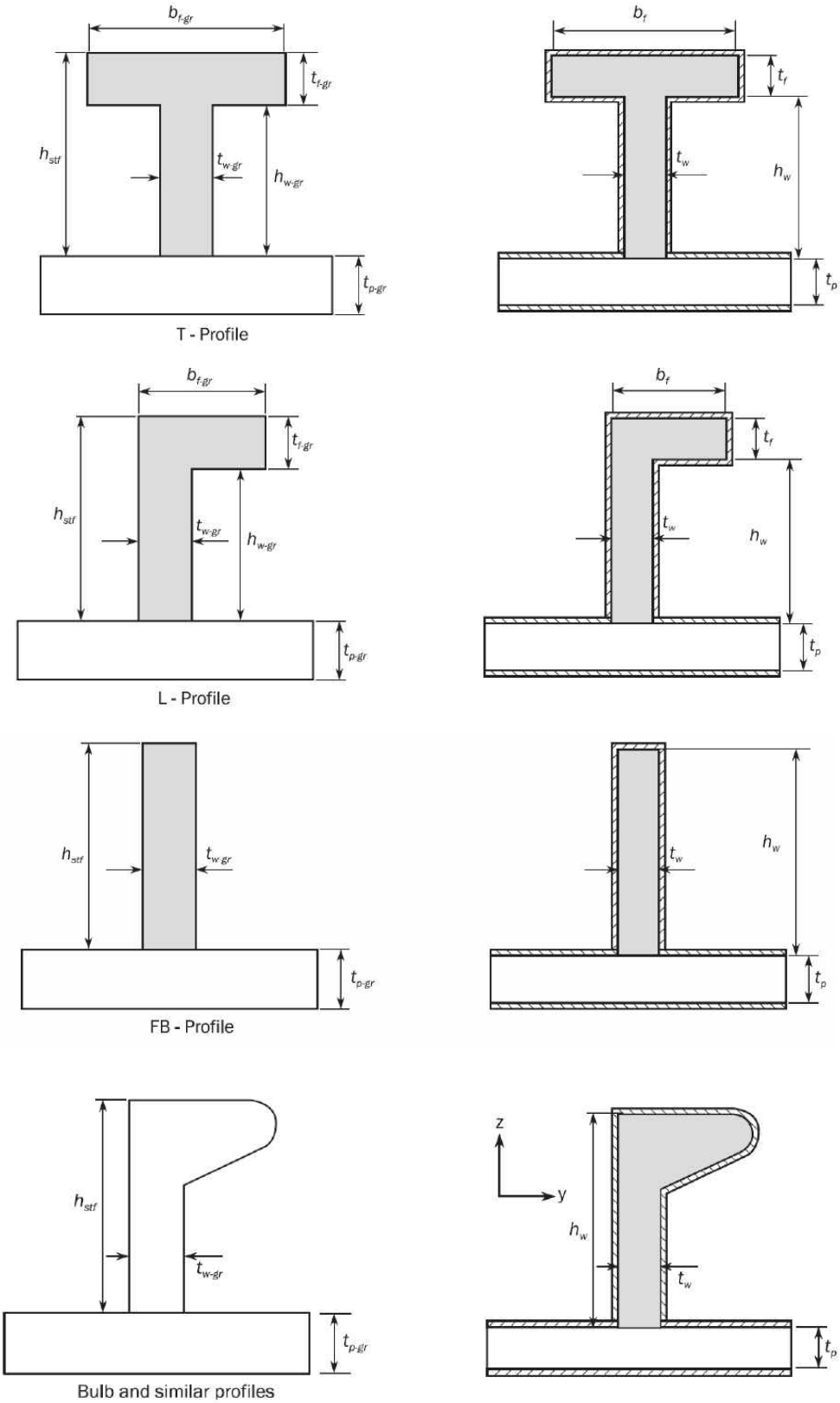


그림 7.4.3 지지부재의 순 단면 특성

202. 하중

1. 선체거더하중에 대한 부호 규약

임의의 선체횡단면에서의 수직 굽힘모멘트 및 수직 전단력의 부호 규약은 **그림 7.4.4**에 따른다.

- 수직 굽힘모멘트 M_S 및 M_W는 강력갑판에 인장응력을 발생시킬 때 양(호깅)이며, 선저에 인장응력을 발생시킬 때 음(새깅)이다.
- 수직 전단력 F_S 및 F_W는 고려하는 선체 횡단면의 선미부에서는 하방으로, 선수부에서는 상방으로 작용할 경우에 양이다. 이에 반대 반향으로 작용하는 전단력은 음(-)이다.

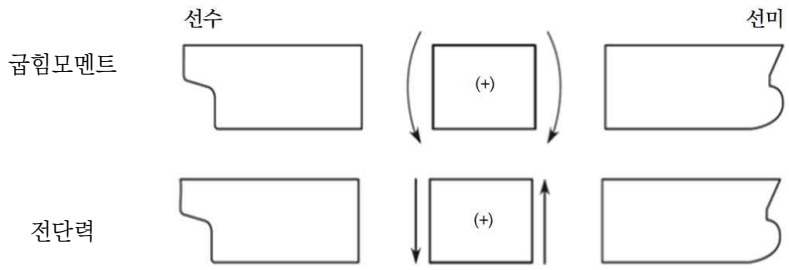


그림 7.4.4 굽힘모멘트 및 전단력에 대한 부호 규약

2. 정수중 굽힘모멘트 및 전단력

(1) 일반사항

정수중 굽힘모멘트 M_S 및 정수중 전단력 F_S 는 (2)호에 규정된 설계하중조건에 대하여 선박 길이를 따라 각 횡단면에서 계산되어야 한다.

(2) 설계하중조건

일반적으로 정수중 굽힘모멘트 및 전단력 계산에는, 출항 및 입항시 연료유, 청수 및 저장품의 양을 기초로 한 설계화물 및 평형수 적재상태가 고려되어야 한다. 항해의 중간단계에서 소모품의 양과 배치의 변화가 크다고 판단되는 경우에는, 출항 및 입항상태에 추가하여 중간단계에 대한 계산자료를 제출하여야 한다. 또한 항해도중 평형수를 적재하거나 배출하는 경우, 평형수 적재 및/또는 배출 직전 및 직후의 중간상태에 대한 계산자료를 제출하여야 하고 적하지침서에 포함되어야 한다.

항해 시 임의의 종방향 위치에서의 정수중 허용 수직굽힘모멘트 $M_{S\max}$, $M_{S\min}$ 및 정수 중 허용 수직 전단력 $F_{S\max}$, $F_{S\min}$은 다음의 값보다 큰 값이어야 한다.

- 적하지침서상의 적하상태의 정수중 굽힘모멘트 및 전단력의 최대 및 최소값
- 설계자에 의해 지정된 정수중 최대 및 최소 굽힘모멘트 및 전단력

적하지침서는 **지침 3편 부록 3-1**에 따른 적하상태를 포함하여야 한다.

3. 파랑하중

(1) 파랑계수

파랑계수는 다음에 따른다.

$$L \le L_{ref} \text{ 인 경우: } C = 1 - 1.50\left(1 - \sqrt{\frac{L}{L_{ref}}}\right)^{2.2}$$

$$L > L_{ref} \text{ 인 경우: } C = 1 - 0.45\left(\sqrt{\frac{L}{L_{ref}}} - 1\right)^{1.7}$$

L_{ref} : 참조길이(m)로서 다음에 따른다.

· (2)호의 수직 파랑굽힘모멘트를 계산하는 경우 : $L_{ref} = 315\,C_W^{-1.3}$

· (3)호의 수직 파랑전단력을 계산하는 경우 : $L_{ref} = 330\,C_W^{-1.3}$

(2) 수직 파랑굽힘모멘트

수직 파랑모멘트는 다음 식에 의한 값으로 하며, 선박의 길이 방향에 따른 분포는 **그림** 7.4.6에 따른다.

$$M_{W-Hog} = +1.5 f_R L^3 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Hog}$$

$$M_{W-Sag} = -1.5 f_R L^3 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Sag}$$

f_R : 선박운항과 관련된 계수로서 0.85로 한다.

f_{NL-Hog} : 호깅에 대한 비선형 수정계수로서 다음에 따른다. 다만, 1.1 이하이어야 한다.

$$f_{NL-Hog} = 0.3 \frac{C_B}{C_W} \sqrt{T}$$

f_{NL-Sag} : 새깅에 대한 비선형 수정계수로서 다음에 따른다. 다만, 1.0 이상이어야 한다.

$$f_{NL-Sag} = 4.5 \frac{1 + 0.2 f_{Bow}}{C_W \sqrt{C_B} L^{0.3}}$$

f_{Bow} : 선수플레어 형상계수로서 다음에 따른다.

$$f_{Bow} = \frac{A_{DK} - A_{WL}}{0.2\, L\, z_f}$$

A_{DK} : 최상층 갑판 수평면에 대한 투영면적(m^2)으로, 선수루 갑판이 $0.8L$의 전방으로 연장된 경우 이를 포함한다. 다만, 불워크와 같은 기타 구조는 제외(**그림** 7.4.5)

A_{WL} : $0.8L$ 전방부의 강도계산용 흘수에서의 수선면 면적(m^2)

z_f : 선수단에서 측정한, 강도계산용 흘수에서의 수선면으로부터 최상층 갑판 또는 선수루 갑판까지의 수직거리(m), 다만, 판구조의 불워크와 같은 기타 구조는 제외(**그림** 7.4.5)

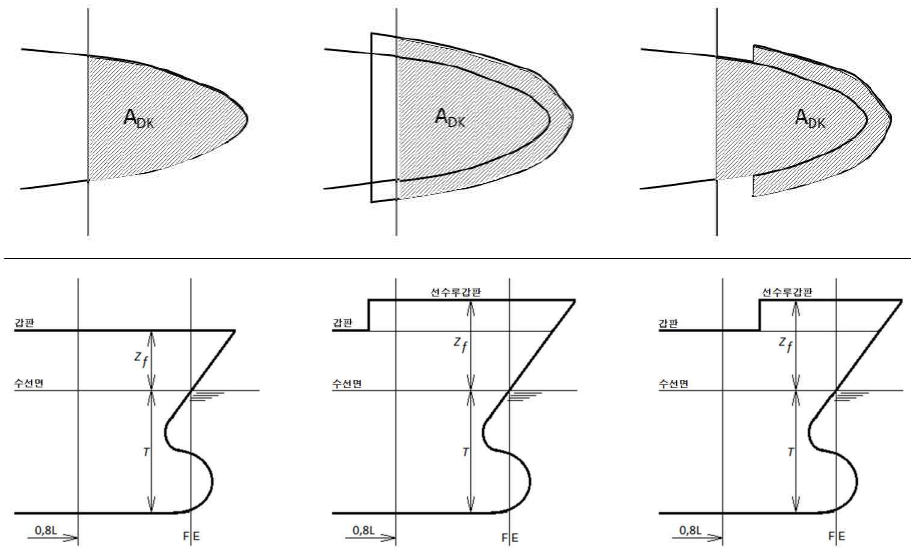


그림 7.4.5 투영면적 A_{DK} 및 수직거리 z_f

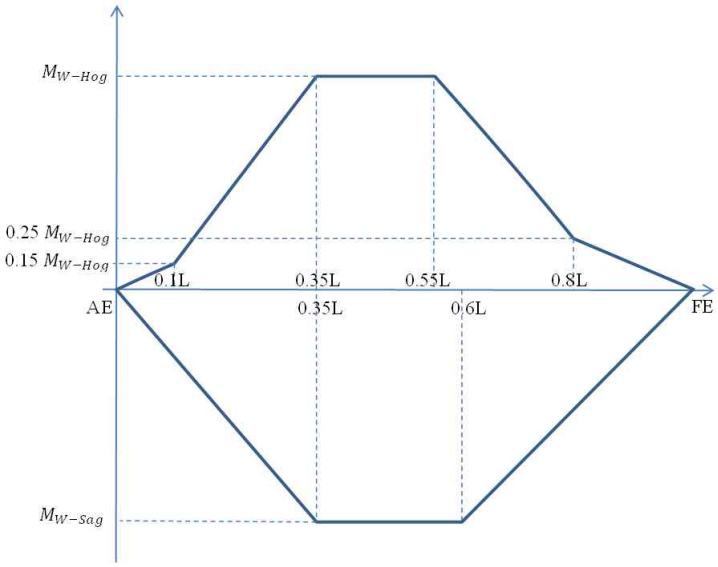


그림 7.4.6 선박 길이에 따른 수직 파랑굽힘모멘트 M_W 의 분포

(3) 수직 파랑전단력

선박 길이에 따른 수직 파랑전단력 F_W (kN)의 분포는 **그림** 7.4.7을 따른다.

$$F_{W\,Hog}^{Aft} = +5.2 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.3 + 0.7 f_{NL-Hog})$$

$$F_{W\,Hog}^{Fore} = -5.7 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Hog}$$

$$F_{W\,Sag}^{Aft} = -5.2 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.3 + 0.7 f_{NL-Sag})$$

$$F_{W\,Sag}^{Fore} = +5.7 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.25 + 0.75 f_{NL-Sag})$$

$$F_W^{Mid} = +4.0 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8}$$

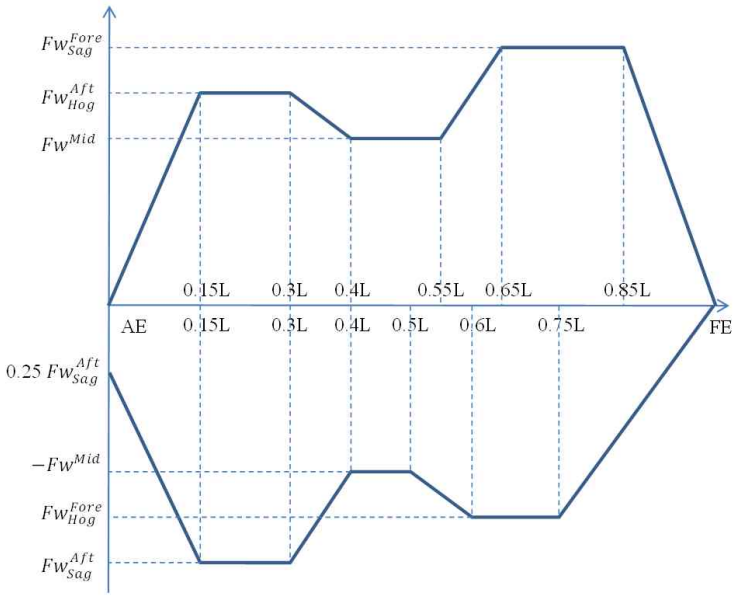


그림 7.4.7 선박 길이에 따른 수직 파랑전단력 F_W 의 분포

4. 하중상태

종강도평가의 경우, **표 7.4.3**에 따른 최대 호깅 및 새깅 하중상태가 검토되어야 한다. 각 하중상태에 대하여 2항에 규정된 각 횡단면에서의 정수중 상태는 3항에 규정된 파랑중 상태와 조합되어야 한다(**그림 7.4.8** 참조).

표 7.4.3 정수중 및 파랑 전단력과 정수중 및 파랑 굽힘모멘트의 조합

하중상태	굽힘모멘트		전단력	
	M_S	M_W	F_S	F_W
호깅	$M_{S\max}$	M_{WH}	$F_{S\max}$: $x \le 0.5L$인 경우	$F_{W\max}$: $x \le 0.5L$인 경우
			$F_{S\min}$: $x > 0.5L$인 경우	$F_{W\min}$: $x > 0.5L$인 경우
새깅	$M_{S\min}$	M_{WS}	$F_{S\min}$: $x \le 0.5L$인 경우	$F_{W\min}$: $x \le 0.5L$인 경우
			$F_{S\max}$: $x > 0.5L$인 경우	$F_{W\max}$: $x > 0.5L$인 경우

M_{WH} : 고려하는 횡단면에서 호깅상태의 파랑굽힘모멘트로서, **그림 7.4.6**에 규정된 양의 M_W 값으로 한다.
M_{WS} : 고려하는 횡단면에서 새깅상태의 파랑굽힘모멘트로서, **그림 7.4.6**에 규정된 음의 M_W 값으로 한다.
$F_{W\max}$: 고려하는 횡단면에서 파랑전단력의 최대값으로서, **그림 7.4.7**에 규정된 양의 F_W 값으로 한다.
$F_{W\min}$: 고려하는 횡단면에서 파랑전단력의 최소값으로서, **그림 7.4.7**에 규정된 음의 F_W 값으로 한다.

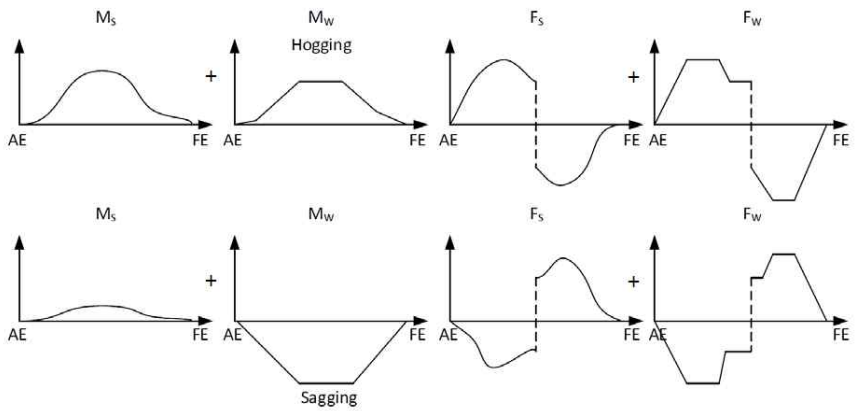


그림 7.4.8 **표 7.4.3에 규정된 최대 호깅 및 새깅 하중상태를 결정하기 위한 하중조합**

5. 선체거더응력

선체거더응력은 4항에 따른 호깅 및 새깅 하중상태에 대하여, 고려하는 하중계산점에서 계산되어야 하며 다음 식에 따른다.

굽힘응력:

$$\sigma_{HG} = \frac{\gamma_S M_S + \gamma_W M_W}{I_{net}} (z - z_n) 10^{-3} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

전단응력:

$$\tau_{HG} = \frac{\gamma_S F_S + \gamma_W F_W}{t_{net}/q_v} 10^3 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

γ_S, γ_W : 부분안전계수로서, 다음에 따른다.

$\gamma_S = 1.0$

$\gamma_W = 1.0$

203. 강도평가

1. 일반사항

선박 전 길이에 걸쳐 구조의 연속성이 유지되어야 한다. 구조 배치가 급격하게 변하는 경우, 적절한 천이(transitional)구조를 배치하여야 한다.

2. 강성 기준

202.의 4항에 따른 호깅 및 새깅의 두 가지 하중상태에 대하여 검토되어야 한다. 순 단면 2차모멘트는 다음을 만족하여야 한다.

$$I_{net} \geq 1.55\,L\,|M_S + M_W|\,10^{-7} \qquad (\mathrm{cm}^4)$$

3. 항복강도 평가

(1) 일반적인 허용기준

202.의 4항에 정의된 호깅 및 새깅의 각 하중상태에 대한 항복강도가 검토되어야 하며, 등가 선체거더응력 σ_{eq}이 허용응력 σ_{perm}보다 작아야 한다.

$$\sigma_{eq} < \sigma_{perm}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{eH}}{\gamma_1 \gamma_2} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

γ_1 : 재료에 대한 부분안전계수로서 $k\,\dfrac{R_{eH}}{235}$로 한다.

γ_2 : 하중조합 및 허용응력에 대한 부분안전계수로서 다음에 따른다.

- (2)호에 따른 굽힘강도평가의 경우: $\gamma_2 = 1.24$
- (3)호에 따른 전단응력평가의 경우: $\gamma_2 = 1.13$

(2) 굽힘강도평가

횡단면의 다음 위치에서 (1)에 따른 굽힘응력 평가가 수행되어야 한다:

- 선저
- 갑판
- 창구코밍의 상단
- 재료의 항복강도가 변하는 지점

굽힘강도 평가는 다음의 조합을 이용하여 (1)호를 만족하여야 한다.

$$\sigma_x = \sigma_{HG}$$
$$\tau = 0$$

(3) 전단강도평가

전단강도에 기여하는 모든 구조부재에 대하여 (1)에 따른 전단응력 평가가 수행되어야 한다. 전단강도 평가는 다음의 조합을 이용하여 (1)호를 만족하여야 한다.

$$\sigma_x = 0$$
$$\tau = \tau_{HG}$$

204. 좌굴강도 【지침 참조】

1. 적용

이 요건은 선체거더굽힘 및 전단응력을 받는 판 패널 및 종방향 보강재에 적용한다. 이 항에서 사용된 기호의 정의는 **지침 부록 7-9 별첨 2**를 참조한다.

2. 좌굴평가 기준

좌굴평가를 위한 허용기준은 다음과 같다.

$$\eta_{act} \leq 1$$

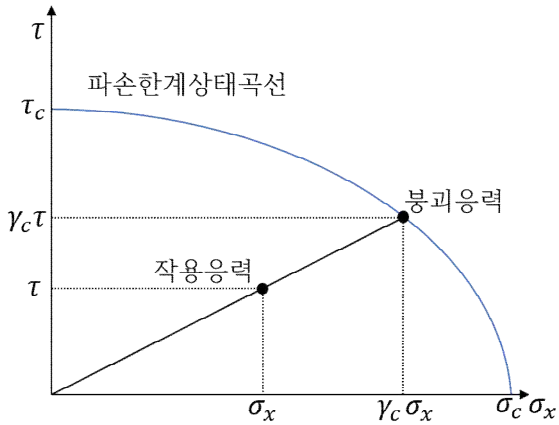
η_{act}: 3항에 따른 최대사용계수

3. 좌굴사용계수

사용계수 η_{act}는 파손에서의 응력승수인자(stress multiplication factor) γ_c의 역수로 규정된다. (**그림 7.4.9** 참조) 파단한계상태는 다음과 같다.

- 요소판 패널의 경우: **지침 부록 7-9 별첨 2. 2**
- 전체 보강 패널의 경우: **지침 부록 7-9 별첨 2. 3**
- 종방향 보강재의 경우: **지침 부록 7-9 별첨 2. 4**

각 파단한계상태는 관련 식에 의하여 규정되며, γ_c는 해당 식을 만족하도록 결정된다. **그림 7.4.9**는 종방향 및 전단응력의 조합에서, 구조부재의 파손에서의 응력승수인자가 어떻게 결정되는지를 보여준다.



σ_x, τ : 4항에 규정된 좌굴에 대한 작용응력 조합

σ_c, τ_c : 좌굴 응력조합 σ_x, τ 에 대한, **지침 부록 7-9 별첨 2**에 따른 좌굴임계응력

그림 7.4.9 파손시의 파단한계상태 곡선 및 응력승수인자의 예

4. 응력결정

(1) 좌굴평가를 위한 응력조합

202.의 4항에 규정된 호깅 및 새깅의 각 하중상태에 대하여 다음의 두 응력조합이 하중계산점에서 고려되어야 한다. 응력은 (2)호에 정의된 하중계산점에서의 값이다.

(가) 종늑골 방식:

(a) 응력조합 1:

$$\sigma_x = \sigma_{HG}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\tau = 0.7\tau_{HG}$$

(b) 응력조합 2:

$$\sigma_x = 0.7\sigma_{HG}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\tau = \tau_{HG}$$

(나) 횡늑골 방식:

(a) 응력조합 1:

$$\sigma_x = 0$$

$$\sigma_y = \sigma_{HG}$$

$$\tau = 0.7\tau_{HG}$$

(b) 응력조합 2:

$$\sigma_x = 0$$

$$\sigma_y = 0.7\sigma_{HG}$$

$$\tau = \tau_{HG}$$

(2) 하중계산점

요소 패널에 대한 선체거더응력은 **표 7.4.4**에 따른 하중계산점에서 계산되어야 한다.

표 7.4.4 판 좌굴평가에 대한 하중계산점(LCP) 좌표

하중계산점 좌표	선체거더 굽힘응력		선체거더 전단응력
	비 수평판	수평판	
x 좌표	요소 패널의 길이의 중앙		
y 좌표	요소 패널의 상하 단부 (**그림 7.4.10**의 A1점 및 A2점)	요소 패널의 안쪽과 바깥쪽 단부 (**그림 7.4.10**의 A1점 및 A2점)	요소 패널의 중간점 (**그림 7.4.10**의 B점)
z 좌표	x값 및 y값에 상응하는 값		

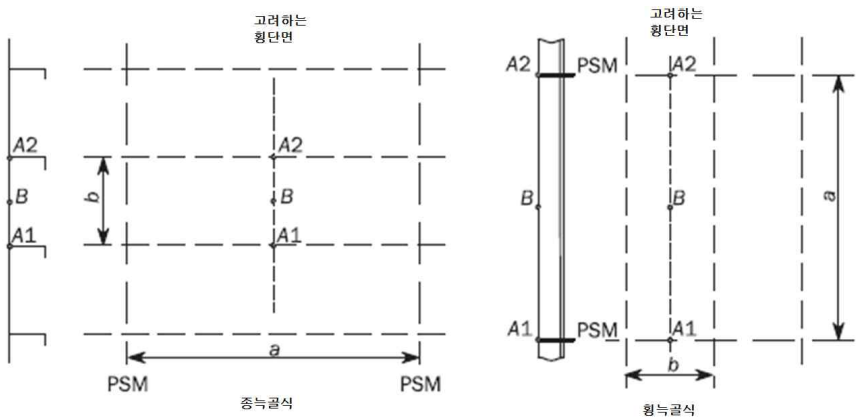


그림 7.4.10 판 좌굴에 대한 하중계산점 - 선체거더응력

종방향 보강재에 대한 선체거더응력은 다음의 하중계산점에서 계산되어야 한다:

- 고려하는 보강재의 길이 중간 지점
- 보강재와 부착판 사이의 교차 지점

205. 비틀림강도 【지침 참조】

선박의 중앙부에 있어서 창구의 너비가 $0.7B$를 넘는 경우에는 비틀림에 의한 부가적인 응력이나 창구의 변형에 대하여 특별히 고려하여야 한다. 다만, 2열 이상의 창구를 가진 경우에는 가장 바깥쪽의 창구측선간의 거리를 창구의 너비로 한다.

206. 선체거더 최종강도

1. 일반사항

길이 L가 150 m 이상인 선박은 선체거더 최종강도를 평가하여야 한다. 4항의 검토 기준은 비손상 선박구조에 적용한다. 202.의 4항에 규정된 호깅 및 새깅의 하중상태에 대하여 선체거더 최종굽힘능력이 검토되어야 한다.

2. 선체거더 최종굽힘모멘트

최종강도 검토 시 고려하는 호깅 및 새깅 조건의 수직 선체거더 굽힘모멘트 M은 다음에 따른다:

$$M = \gamma_S M_S + \gamma_W M_W$$

M_S : 202.의 4항에 따른 정수중 허용굽힘모멘트 (kNm).
M_W : 202.의 4항에 따른 수직 파랑굽힘모멘트 (kNm).
γ_S : 정수중 굽힘모멘트에 대한 부분 안전계수로서 1.0으로 한다.
γ_W : 수직 파랑굽힘모멘트에 대한 부분 안전계수로서 1.2로 한다.

3. 선체거더 최종굽힘능력

(1) 일반사항

선체거더 최종 종굽힘모멘트 능력 M_U는 그 값을 넘어서면 선체가 붕괴되는 선체거더의 최대 굽힘모멘트 능력을 의미한다.

(2) 선체거더 최종굽힘능력의 결정

호깅 및 새깅상태에서의 선체거더 횡단면의 최종 굽힘모멘트 능력은 고려하는 횡단면의 곡률 χ에 대한 굽힘모멘트 M_U 곡선의 최대값으로 정의한다. (호깅의 경우 M_{UH} 새깅의 경우 M_{US} , **그림 7.4.11** 참조) 곡률 χ는 호깅의 경우 양, 새깅의 경우 음으로 한다.

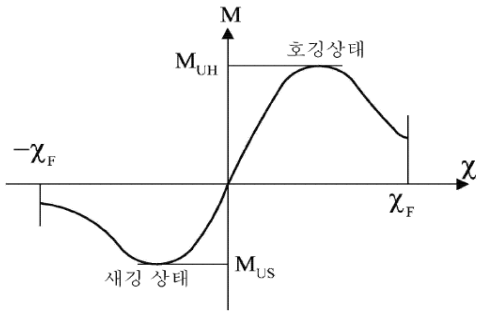


그림 7.4.11 곡률 χ에 대한 굽힘모멘트 능력

선체거더 최종굽힘능력 M_U는 **지침 부록 7-9 별첨 3. 2**에 규정된 증분-반복법(incremental-iterative) 또는 **지침 부록 7-9 별첨 3. 3**에 규정된 대체방법으로 계산하여야 한다.

4. 검토 기준

모든 선체 횡단면에서 수직 선체거더 최종굽힘능력은 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$M \le \frac{M_U}{\gamma_M \gamma_{DB}}$$

M : 2 항에 따른 수직굽힘모멘트(kNm).
M_U : 3 항에 따른 수직 선체거더 최종굽힘능력(kNm).
γ_M : 재료, 형상 및 강도예측의 불확실성을 고려한 수직 선체거더 최종굽힘능력의 부분 안전계수로서 1.05로 한다.
γ_{DB} : 이중저 굽힘의 영향을 고려한 수직 선체거더 최종굽힘능력의 부분 안전계수로서 다음에 따른다.

- 호깅상태의 경우: $\gamma_{DB} = 1.15$
- 새깅상태의 경우: $\gamma_{DB} = 1.0$

내저에서의 이중저 폭이 선체중앙부에서의 폭보다 작거나 이중저 구조가 선체중앙부와 다른 곳(예, 기관실 단면)에서의 횡단면의 경우, 호깅상태에서의 부분 안전계수 γ_{DB} 는 우리 선급이 인정하는 바에 따라 감소 될 수 있다.

207. 대형 컨테이너선에 대한 추가요건

1. 일반사항
선박의 너비 B가 32.26 m를 넘는 컨테이너선에 대하여는 2항 및 3항의 규정을 추가로 요구할 수 있다.
2. 항복 및 좌굴평가
항복 및 좌굴평가는 국부하중 뿐만 아니라 추가적인 선체거더 하중(파랑 비틀림, 파랑수평굽힘 및 정적비틀림)을 고려하여 수행되어야 한다. 국부하중 및 선체거더 하중으로 인한 모든 면내응력요소(2축 및 전단응력)이 고려되어야 한다.
3. 휘핑
수직굽힘모멘트에 기여하는 휘핑을 고려하여 선체거더 최종강도 평가를 수행하여야 한다.

제 3 절 이중저구조

301. 일반

1. 컨테이너만을 적재하는 화물창의 이중저구조에 대하여는 이 절의 규정에 따른다. 이 절에 규정되어 있지 않은 사항의 경우, 3편 7장의 규정을 만족하여야 한다. *(2019)*
2. 컨테이너 모서리 쇠붙이 하방의 이중저내에는 컨테이너의 하중을 유효하게 지지할 수 있도록 측거더 또는 실체늑판 등을 설치하거나 국부적으로 보강하여야 한다.
3. 컨테이너만을 적재하는 화물창의 창구 바로 아래의 이중저 내저판은 두께를 증가시키거나 내장판을 깔지 않아도 좋다.
4. 운항중 해수를 적재하지 아니하는 보이드 구역, 연료유탱크 등으로 사용되는 이중저구역의 선저외판 및 내저판의 두께는 이절에서 명시한 두께보다 0.5mm를 경감시킬 수 있다.
5. 선저 종늑골의 경우, 피로 강도에 대한 충분한 고려가 있어야 한다.

302. 종늑골 【지침 참조】

선저 및 내저종늑골의 단면계수는 각각 표 7.4.5의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 7.4.5 종늑골의 단면계수

구분	단면계수 (cm^3)
선저종늑골	$Z_b = \frac{0.9\,CKSl^2}{24-15.0\,f_B K}\left\{d + 0.013\,L'\left(\frac{2}{B}y+1\right) + h_1\right\}$
내저종늑골	$Z_i = 100\,C_1\,C_2\,Shl^2 \quad (\geq 0.75\,Z_b)$

C : 계수로서 다음에 따른다.

늑판 사이의 중간에 303.에 규정하는 스트럿이 없는 경우 ---------- 100

늑판 사이의 중간에 303.에 규정하는 스트럿이 있는 경우 ---------- 62.5

다만, 늑판에 설치하는 형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 적절히 경감할 수 있다.

h_1 : 아래의 (1) 또는 (2)

(1) 전단으로부터 $0.3L$의 경우 ---- $\frac{3}{2}(17-20\,C_b')(1-x)$

C_b' : 방형계수 (C_b 가 0.85이상인 경우, C_b' 는 0.85로 한다)

(2) 그 외의 경우 ---------- 0

$x = \frac{X}{0.3L}$ (X : 선측외판의 전단으로부터의 거리 (m).

단, X가 $0.1L$보다 작은 경우, X는 $0.1L$로 취해야 하며, X가 $0.3L$보다 큰 경우, X는 $0.3L$로 취해야 한다.

f_B : 3편 1장 참조

L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.

y : 선박의 중심선으로부터 고려하는 종늑골까지의 수평거리(m).

l : 늑판 사이의 거리 (m).

S : 종늑골의 간격 (m).

$C_1 = \frac{K}{24-\alpha K}$ (단 $\geq \frac{K}{18}$. h_2 또는 h_3의 경우, $\frac{K}{18}$)

$\alpha = 15.0\,f_B\left(1-\frac{z}{z_B}\right)$

z : 용골상면으로부터 내저판 하단까지의 수직거리 (m)

z_B : 선체중앙 용골상면으로부터 횡단면의 수평 중성축까지의 수직거리 (m)

C_2 : 계수로서 표 7.4.7에 따른다.

h : 다음의 h, h_2, h_3. 다만 이중저구역이 보이드인 경우, h는 h_1으로 취한다.

h_1 : 내저판의 하단과 넘침관 상단 사이 중간까지의 수직거리

h_2 : 다음의 식에서 얻는다.

$h_2 = 0.85\,(h_1 + \Delta h)$ (m)

$\Delta h = \frac{16}{L}(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10)$ (m)

l_t : 탱크의 길이 (m) (≥ 10m)

b_t : 탱크의 폭 (m) (≥ 10m)

h_3 : 내저판으로부터 넘침관 상방 2.0m 까지의 수직거리의 0.7배

303. 스트럿

1. 스트럿은 평강 또는 구평강(球平鋼) 이외의 형강으로 하고 선저 및 내저종늑골의 웨브와 충분히 겹치도록 하여야 한다.
2. 스트럿의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.8\,CKSbh \quad (\mathrm{cm}^2)$$

S : 늑골간격(m).
b : 스트럿으로 지지되는 부분의 너비(m).
h : 다음 식에 의한 값(m).

$$h = \frac{d + 0.026L'}{2}$$

L' : 표 7.4.5에 따른다.
C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 어떠한 경우에도 1.43 미만이어서는 안된다.

$$C = \frac{1}{1 - 0.5\dfrac{l_s}{k\sqrt{K}}}$$

l_s : 스트럿의 길이(m).
k : 스트럿의 최소 회전 반경으로 다음 식에 의한 값(cm).

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 스트럿의 최소 관성모멘트(cm^4).
A : 스트럿의 단면적 (cm^2).

304. 내저판의 두께

1. 내저판의 두께는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = \frac{CKB^2d}{d_0} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$
$$t_2 = C'S\sqrt{hK} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 중심선 거더의 높이(m)
S : 종식구조일 때에는 내저종늑골의 간격, 횡식구조일 때에는 화물창내 늑골의 간격(m).
h : 다음 식에 따른다.

$$h = 1.13\,(d - 0.001d_0)$$

C : 계수로서 3편 표 3.7.7에 따른다.
C' : 계수로서 3편 표 3.7.8에 따른다.

2. 1.의 요건에도 불구하고, 내저판의 두께 t는 다음의 식에 의한 값보다 커야 한다:

$$t = 3.6\,CS\sqrt{hK} + 2.0 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 보강재 간격 (m)

h : 표 7.4.5에 따른다.

C : 사용되는 내저판의 보강재 시스템에 따른 다음의 식에 대한 계수. 다만, h_2와 h_3에 대하여 C는 1로 취한다.

(a) 횡방향 시스템의 경우

$$C = \frac{27.7}{\sqrt{767 - \alpha^2 K}}$$

α : 표 7.4.5에 따른다.

(b) 종방향 시스템

$$C = \frac{3.72}{\sqrt{27.7 - \alpha K}} \quad (\ \rangle 1.0)$$

α : 표 7.4.5에 따른다.

3. 컨테이너 모서리 쇠붙이의 하단이 접촉하는 위치의 내저판은 이중판 또는 기타 적절한 방법으로 보강하여야 한다.

305. 선저외판의 두께

1. 선저외판의 두께, t는 다음 (1)과 (2)의 식에 따른 값 또는 **3편 7장 5절 505.**의 요건에 의한 값 중 큰 것보다 커야 한다. 다만, **3편 7장 5절 505.**의 요건 적용에 있어, **3편 4장 3절 304.**의 요건은 적용할 필요 없다.

(1) 횡늑골식 선박의 경우, 두께는 다음 식에 의한 값보다 커야 한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{d + 0.0175 L' \left(\frac{2}{B} y + 1\right) + h_1} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 횡늑골 간격 (m)

L', y, h_1 : 302.에 따른다

C_1 : 계수로서 다음에 따른다.

1.0 $L \leq 230\,\text{m}$인 경우

$1.07L > 400\,\text{m}$인 경우

중간 값의 경우, C_1은 선형보간한다.

C_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$$C_2 = \frac{91}{\sqrt{576 - (15.0 f_B x)^2}}$$

$$x = \frac{X}{0.3L}$$

(X : 선체중앙부 전방 선측 외판의 경우는 전단으로부터, 또는 선체중앙부 후방의 선측외판의 경우는 후단으로부터의 거리(m). 단, X가 $0.1L$보다 작은 경우, X는 $0.1L$로, X가 $0.3L$보다 큰 경우, X는 $0.3L$로 취해야 한다.

(2) 종늑골식 선박의 경우, 두께는 다음 식에 의한 값보다 커야 한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{d + 0.0175 L' \left(\frac{2}{B} y + 1\right) + h_1} + 1.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 종늑골 간격 (m)

C_2 : 계수로서 다음에 따른다. ($\geq 3.78\sqrt{K}$)

$$C_2 = 13\sqrt{\frac{K}{24 - 15.0 f_B K x}}$$

2. 1.의 요건에도 불구하고, 선저외판의 두께 t는 다음 식에 의한 값보다 커야 한다.

$$t = \sqrt{KL'} \quad (\mathrm{mm})$$

L' : 선박의 길이 (m) ($\leq 330\,\mathrm{m}$)

3. 평판용골의 너비는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2L + 1000 \quad (\mathrm{mm})$$

평판용골의 두께는 전 길이에 걸쳐 305.의 1항에 규정하는 선체 중앙부의 선저외판의 두께에 2.0 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 인접하는 선저외판의 두께 미만이어서는 안된다.

제 4 절 이중선측구조

401. 일반 【지침 참조】

1. 화물창의 선측구조는 가능한 한 이중선측구조로 하고 내부에는 선측트랜스버스 및 선측스트링거를 설치하는 등 충분히 보강된 구조로 하여야 한다.
2. 컨테이너만을 전용으로 적재하는 화물창의 이중선측구조는 이 절의 규정에 따른다. 이 절에 규정되어 있지 않은 사항의 경우, **3편 14장**의 규정을 만족하여야 한다. *(2019)*
3. 내부가 디프탱크로 사용되는 이중선측구조에 대하여는 이 절에 규정되어 있지 않은 사항의 경우, **3편 15장**의 규정에 만족하여야 한다.
4. **3편 15장 104.** 요건의 적용에 있어, 디프탱크로 사용되는 이중선측구조의 내부인 내측판의 두께는 **표 3.15.1**에 명시된 값보다 1.0 mm 감소시킬 수 있다.
5. 운항중 해수를 적재하지 아니하는 보이드 구역, 연료유 탱크 등의 이중선측구역의 선측외판 및 내측판의 두께는 이 절에서 명시한 두께에서 0.5 mm감소시킬 수 있다.
6. 선측스트링거는 화물창의 깊이를 고려하여 적절한 간격으로 설치하여야 하고 선측트랜스버스는 이중저내의 실체늑판이 있는 위치에 설치하여야 한다.
7. 빌지부에 있어서 이중선측구조의 폭이 변하는 경우의 구조치수에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
8. 만재흘수선으로부터 강력갑판까지의 높이가 특히 큰 경우의 구조치수에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
9. 화물창의 중간에 갑판구조 및 선측구조를 유효하게 지지하는 구조가 설치되어 있는 경우에는 이 절의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
10. 종격벽과 내저판이 만나는 곳에는 응력집중이 생기지 않도록 구조배치에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
11. 이중선측구조의 전후 단부에는 구조 및 강도의 연속성에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
12. 선측종늑골의 경우, 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다

402. 선측트랜스버스 및 선측스트링거 【지침 참조】

선측트랜스버스 및 선측스트링거의 두께는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 굽힘 및 전단강도에 대하여 적절히 고려하여야 한다.

$$t = 8.5\frac{S_2}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S_2 : S_1과 d_1 중 작은 값.

S_1 : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거에 설치되어 있는 웨브 깊이방향의 보강재의 간격(m).

d_1 : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거의 깊이 (m). 다만, 웨브의 길이방향으로 보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할하는 경우에는 분할한 깊이로 하여도 좋다.

403. 종격벽

종격벽구조의 내부가 디프탱크로 사용되는 경우 종격벽판의 두께 및 종방향 보강재의 단면계수는 다음의 1. 및 2.의 규정에 따른다.

1. 종격벽판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 항해중에 해수에 접하지 않는 종격벽판의 두께는 다음에 규정하는 두께에서 0.5 mm 를 감하여도 좋다.

$$t = 3.6\,CS\sqrt{Kh} + 2.0 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 격벽횡보강재의 간격(m).

h : 다음의 h_1, h_2, 및 h_3. 다만, 이중저구역이 보이드인 경우, h는 h_1으로 한다.

h_1 : 각 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침관 상단 사이의 1/2이 되는 곳까지의 수직거리(m).

h_2 : 다음의 식에서 얻어지는 값

$$h_2 = 0.85(h_1 + \Delta h) \quad (\mathrm{m})$$

Δh : 다음의 식에서 얻어지는 값

$$\Delta h = \frac{16}{L}(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10) \quad (\mathrm{m})$$

l_t : 탱크 길이 (m) (≥ 10)

b_t : 탱크 폭 (m) (≥ 10)

h_3 : 각 격벽판의 하단으로부터 넘침관 상단상 2 m까지의 수직거리에 0.7을 곱한 값(m)

C : 계수로서 **표** 7.4.6에 따른다. 다만 h_2 및 h_3의 경우, C_1은 1로 한다.

2. 횡보강재의 단면계수는 다음 식에 따른다.

$$Z = 100\,C_1 C_2 S h l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

C_1 : 다음 식에 따른다. 단 h_2, h_3인 경우, C_1은 $K/18$로 한다.

$$C_1 = \frac{K}{24 - \alpha K} \quad (\geq K/18)$$

α : 계수로서 **표** 7.4.6에 따른다.

C_2 : 계수로서 **표** 7.4.7에 따른다.

S : 횡보강재의 간격(m).

h : 1.에 명시된 바에 따른다. 이때 “고려하는 격벽판 하단”은 “고려하는 보강재”로 볼 수 있다.

l : 거더 간격(m).

표 7.4.6 계수 C_1

구조방식	C_1
횡식구조	$\dfrac{27.7}{\sqrt{767-\alpha^2K^2}}$
종식구조	$\dfrac{3.72}{\sqrt{27.7-\alpha K}}$ 다만, C는 *1.0* 미만으로 하여서는 안된다.

α : z 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만, α_3 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.0 f_D \left(\frac{z-z_B}{Z'}\right) \qquad z \geq z_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.0 f_B \left(1-\frac{z}{z_B}\right) \qquad z < z_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{9.81}\frac{M_H}{I_H} y_H \times 10^5$$

z : 용골상면으로부터 z_B 보다 상부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 상단부까지, z_B 보다 하부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 하단부까지 수직거리, 횡보강재에 대하여는 해당 횡보강재까지의 수직거리 (m)로 한다.

z_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중성축까지의 수직거리 (m).

f_B, f_D : **3편 1장** 참조.

Z' : **3편 3장 203.** (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것.

M_H: 다음 식에 따른다.

$$M_H = 0.45\, C_1 L^2 d\,(C_b + 0.05)\, C_H \quad \text{(kN m)}$$

C_1 다음 식에 따른다.

$$10.75 - \left(\frac{300-L_1}{100}\right)^{1.5} \qquad L_1 \leq 300\,\text{m}$$

$$10.75 \qquad 300 < L_1 \leq 350\,\text{m}$$

$$10.75 - \left(\frac{L_1-300}{150}\right)^{1.5} \qquad 350\,\text{m} < L_1$$

L_1 : **3편 1장 102.**에 명시된 길이와 설계최대흘수선 상 길이의 0.97배 중 작은 값.

C_H : 다음 표에서 정하는 값, x는 L의 후단으로부터 고려하는 단면까지의 거리(m) 중간 값은 보간법에 따른다.

x/L	0.0	0.4	0.7	1.0
C_H	0.0	1.0	1.0	0.0

I_H : 고려하는 횡단면의 수직 중성축에 대한 단면2차모멘트(cm^4).

y_H : 수직중성축에서부터 평가위치까지의 수평거리 (m).

표 7.4.7 C_2 의 값

타단 \ 일단	견고한 브래킷 고착	유연한 브래킷 고착	거더지지 또는 러그 고착
견고한 브래킷 고착	0.70	1.15	0.85
유연한 브래킷 고착	1.15	0.85	1.30
거더 지지 또는 러그 고착	0.85	1.30	1.00

(비고)
1. '견고한 브래킷 고착'이란 이중저 또는 해당 횡보강재 이상의 단면을 가지는 인접부재(종늑골 및 보강재 같은)와의 브래킷 연결 또는 이와 동등한 부재와의 브래킷연결을 말한다. (**3편 그림** 3.14.2 (a) 참조)
2. '유연한 브래킷 고착'이란 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다. (**3편 그림** 3.14.2 (b) 참조)

404. 브래킷

이중선측구조 내부의 상하 모서리부에는 보강방식이 횡식인 경우에는 각 늑골의 위치마다, 종식인 경우에는 선측트랜스버스 사이에 적절한 간격으로 브래킷을 설치하여야 한다.

405. 선측외판

1. 강력갑판 하 선측외판은 이 항의 요건에 따라야 한다. 이 항에 규정되어 있지 않은 사항의 경우, **3편 4장**의 요건에 따라야 한다.
2. **3편 4장** 303.에 명시한 현측후판이 아닌 선측외판의 두께 t는 **3편 4장** 301. 및 302.의 요건에 추가하여 다음의 (1) 및 (2)에 따라야 한다.

(1) 횡늑골을 가지는 선박의 경우, 선측외판의 두께는 다음의 식에서 얻어지는 것 보다 커야한다.

$$t = C_1 C_2 S\sqrt{d - z' + 0.05L' + h_1} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 횡늑골의 간격 (m)

L', C_1 및 h_1 : 305. 1항에 따른다.

z' : 용골상면으로부터 해당 선측외판 하단까지의 수직거리 (다만, $z > d$인 경우, $z = d$로 한다)

C_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$$C_2 = 91\sqrt{\frac{K}{576 - \alpha^2 K^2 x^2}}$$

α : 다음 중 큰 값

$$\alpha_1 = 15.0 f_B\left(1 - \frac{z}{z_B}\right)$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{9.81}\frac{M_H}{I_H} y_H \times 10^5$$

z : 용골상면으로부터 해당 선측외판 하단까지의 수직거리(m)

z_B, f_B : **표** 7.4.5에 따른다.

M_H, I_H, y_H : **표** 7.4.6에 따른다.

x : 305. 1항 (1)에 따른다

(2) 종늑골을 가지는 선박의 경우, 선측외판의 두께는 다음의 식에서 얻어지는 것 보다 커야한다.

$$t = C_1 C_2 S\sqrt{d - z' + 0.05L' + h_1} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 종늑골의 간격 (m)

z', L', C_1 및 h_1 : (1)에 따른다.

C_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$$C_2 = 13\sqrt{\frac{K}{24-\alpha Kx}} \qquad (\geq 3.78\sqrt{K})$$

α 및 x : (1)에 따른다.

3. 2.의 요건에도 불구하고, 강력갑판 하 선측외판의 두께, t는 305.의 2항에서 얻어진 것보다 커야 한다.

406. 선측종늑골

1. 건현갑판 하 선측종늑골의 단면계수, Z는 다음의 (1) 또는 (2)중 큰 값보다 커야한다.

(1) $Z = 90\,CShl^2$

S : 종늑골의 간격 (m)

l : 거더의 간격 (m)

h : 고려하는 선측종늑골에서부터 용골상부 $d + 0.038L' + 0.75h_1$ 지점까지의 수직거리 (m)

h_1, L' : 202.의 1항에 따른다.

C : 계수로서, 다음에 따른다.

$$C = \frac{K}{24-\alpha K} \qquad (\geq \frac{K}{18})$$

α : 다음의 값 중 큰 값

$$\alpha_1 = 15.0 f_D\left(\frac{z-z_B}{Z'}\right) \qquad z_B < z \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.0 f_B\left(1-\frac{z}{z_B}\right) \qquad z \leq z_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{9.81}\frac{M_H}{I_H}y_H \times 10^5$$

z : 용골상면으로부터 고려하는 종늑골까지의 수직거리(m)

z_B : 표 7.4.5에 따른다.

f_B, f_D, Z, M_H, I_H 및 y_H : 표 7.4.6에 따른다.

(2) $Z = 2.9K\sqrt{L'}Sl^2 \qquad (\text{cm}^3)$

S, l, L' : (1)에 따른다.

2. 이중선측구조의 내부가 디프탱크로 사용되는 경우, 선측종늑골의 단면계수, Z는 403.의 2항의 요건에 따른다.

제 5 절 횡격벽

501. 구조

1. 횡격벽은 갑판의 위치에 충분히 지지될 수 있는 구조로 하여야 하며, 횡격벽의 너비가 특히 큰 경우는 횡격벽의 상부를 상자형 구조로 하는 등 적절히 보강하여야 한다.
2. 격벽판 및 보강재의 치수는 3편 14장 3절의 규정에 따른다.

502. 부분격벽

화물창내에 부분적으로 비수밀격벽을 설치하는 경우 그 구조 및 치수는 화물창의 크기 및 격벽의 깊이 등을 고려하여 충분한 강도 및 강성을 유지할 수 있도록 하여야 한다.

제 6 절 갑판구조

601. 갑판구조 【지침 참조】

1. 갑판구조의 치수는 **3편 5장 3절**의 규정을 만족하여야 한다.
2. 갑판구 측선내 갑판에 대하여는 갑판의 면내굽힘을 고려하여 적절히 보강하여야 한다.

602. 크로스타이

1. 창구의 길이가 창구의 너비에 비하여 큰 경우에는 창구부에 적절한 간격으로 크로스타이를 설치하여야 한다.
2. 크로스타이의 위치에 있어서 선창내에 선측 및 갑판으로부터의 하중을 유효하게 지지하는 구조가 설치되어 있지 않는 경우에는 크로스타이의 구조 및 치수에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

603. 판두께의 연속성

갑판의 두께는 연속성을 고려하여야 하며, 특히 갑판구 측선의 내측과 외측과는 현저한 두께차이가 없도록 하여야 한다.

제 7 절 물결막이(breakwater)

701. 물결막이

1. 배치

(1) 0.85 L 전방 갑판 상에 화물을 적재하는 경우, 물결막이 (breakwater) 또는 대등한 보호구조물(예, 고래등갑판 (whaleback deck) 또는 귀갑갑판 (turtle deck))이 설치되어야 한다.

2. 물결막이의 치수

(1) 물결막이의 권장 높이는 다음과 같다.

$h_w = 0.8\,(b\,c_1 - z)$ (m)

최소한 $h_w = 0.6\,(b\,c_1 - z)$ 이상이라야 한다.

z : 하기만재흘수선과 물결막이의 하단 (bottom line)간의 거리(m).

$$b = 1.0 + 2.75\left(\frac{\frac{x}{L} - 0.45}{C_B + 0.2}\right)^2 \qquad (0.6 \leq C_B \leq 0.8)$$

x : L의 후단에서부터 물결막이까지의 거리 (m).

c_1 : 파랑계수(wave coefficient)

$$10.75 - \left(\frac{300 - L}{100}\right)^{1.5} \qquad L \leq 300 \text{ m 경우}$$

$$10.75 \qquad 300 < L \leq 350 \text{ m 경우}$$

$$10.75 - \left(\frac{L - 300}{150}\right)^{1.5} \qquad 350 < L \leq 500 \text{ m 경우}$$

고래등갑판 또는 귀갑갑판의 평균높이는 **그림 7.4.12**에 따라 유사하게 결정할 수 있다.

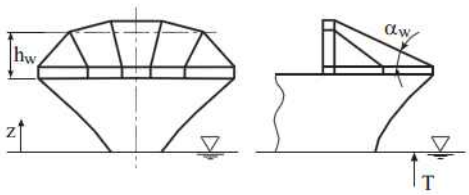


그림 7.4.12 고래등갑판(whaleback)

(2) 물결막이는 최소한 물결막이 뒤편의 수송하고자 하는 갑판화물의 폭 만큼 넓어야 한다.

3. 컷아웃(cutouts)

(1) 물결막이 주요지지부재의 웨브에서 컷아웃은 필요최소한으로 감소시켜야한다. 컷아웃의 자유단은 보강재로 보강하여야 한다. 만약 물결막이에 대한 하중을 감소시키기 위하여 판 내에 컷아웃을 제공하는 경우, 개별 하나의 컷아웃(single cutout) 면적은 0.2m^2를 넘지 않아야 하며, 컷아웃 면적의 전체 합은 물결막이 판의 전체 면적의 3%를 넘지 않아야 한다.

4. 하중 *(2017)*

(1) 치수 결정을 위한 하중은 다음에 따른다. *(2017)*

$$p_A = nc(bc_1 - z) \quad (\text{kN/m}^2)$$

p_A는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$25 + \frac{L}{10} \qquad (L \le 250\ \text{m})$$

$$50 \qquad (L > 250\ \text{m})$$

$n = 10 + L/20$ ($L \le 300$ m, L이 300 m이상인 경우 L은 300 m로 한다.)

$c = \sin\alpha_w$ (α_w는 중심선에서 결정, $20^\circ \le \alpha_w \le 90^\circ$)

5. 판 및 보강재

(1) 판의 두께는 다음에 따라 결정된다.

$$t = t' + t_k \qquad (\text{mm})$$

$$t' = 0.9\,s\sqrt{p_A K}$$

$t' \le 10$ mm인 경우 $t_k = 1.5$

$t' > 10$ mm $t_k = 0.1\,t'/\sqrt{K} + 0.5$

$$t_{\min} = (5.0 + \frac{L}{100})\sqrt{K} \qquad (\text{mm})$$

($L \le 300$ m, L이 300 m이상인 경우 L은 300 m로 한다)

(2) 보강재의 단면계수는 다음에 따른다. 보강재는 구조부재의 양단에 연결되어야 한다.

$$Z = 0.35\,s\,l^2\,p_A\,K(\text{cm}^3)$$

l : 보강재 스팬 (m).

s : 보강재 간격 (m).

(3) 20° 미만의 경사각 α_w을 가진 고래등갑판의 경우, 판 및 보강재의 치수는 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

6. 1차 지지부재

(1) 구조의 1차지지부재의 경우, 응력해석을 수행하여야 한다. 이때 허용등가응력, σ_v는 $230/K$ (kN/m^2) 이다.

7. 좌굴강도

(1) 구조부재의 좌굴강도는 **11편 6장 3절**에 따라 증명되어야 한다.

제 8 절 예인보강구역(tug pushing area)

801. 예인보강구역

1. 항내 조종으로 인한 집중하중에 노출될 수 있는 선측외판 구역의 판 두께는 2.에서 요구하는 것 이상이어야 한다. 이 구역은 주로 예인선(tug)에 의하여 밀리는 선박의 중앙부 및 선수미 어깨(shoulder) 부근의 판으로서, 그 정확한 위치가 건조시방서(building specification)에 정의되고, 외판전개도에 명시되어야 한다. 보강되는 구역의 길이는 5 m 이상이어야 하며, 높이는 평형수 흘수(ballast draught) 상방 0.5 m에서부터 구조치수 흘수(scantling draught) 상방 4 m까지이다. (선측외판의 두께가 이 절에 따라 결정되는 경우, 보강된 선측외판 구역에는 적절한 표시를 하여야 한다.)
2. 보강되는 구역의 판 두께는 다음 식에 따라 결정된다.

$t = 0.65\sqrt{P_{fl}K} + 1.5$ (mm)

P_{fl}: 국부적 설계 충격 하중 (kN).

$= D/100$ (200 kN $\leq P_{fl} \leq$ 700 kN)

D : 배수량 (t).

3. 보강되는 구역의 보강재 단면계수는 다음보다 커야한다.

$Z = 0.35\,P_{fl}\,l\,K$ (cm^3)

l : 보강재의 지지되지 않은 스팬 (m).

4. 중간갑판(tween deck), 횡격벽, 스트링거 및 횡방향 벽(transverse walls)은 선박의 횡방향으로 작용하는 하중에 대한 충분한 좌굴강도를 가지는지를 확인하여야 한다.

제 9 절 플레어가 큰 위치의 강도(strength at large flare location)

901. 외판 【지침 참조】

1. 플레어가 특히 큰 곳의 외판은 선수파랑충격 등에 대한 보강을 충분히 고려하여야 한다.

902. 늑골 【지침 참조】

1. 큰 파랑충격압력을 견디도록 고려된 선수 플레어에 설치된 늑골은 적절히 보강되어야 하며, 그 연결유효성에 특별히 주의를 기울여야 한다.

903. 거더 【지침 참조】

1. 큰 파랑충격압력을 견디도록 고려된 선수 플레어에 설치된 거더는 적절히 보강되어야 하며, 그 연결유효성에 특별히 주의를 기울여야 한다.

제 10 절 컨테이너 고박설비

1001. 셀가이드

1. 셀가이드는 이중저구조, 선측구조 및 횡격벽 등에 하중을 유효하게 전달할 수 있는 구조로 하여야 한다.
2. 셀가이드의 강도는 선저와 선측에서의 하중 및 적재한 컨테이너의 하중에 대하여 충분히 견딜 수 있는 것이어야 한다.

1002. 컨테이너 고박설비 【지침 참조】

1. 컨테이너의 고정결박설비(이하 **고박설비**라 한다)에 대하여는 고박설비의 배치 및 구조상세 등이 표기된 배치도 및 구조도를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 다만, 부분적인 고박에 사용되는 고박설비에 대하여는 본 항의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
2. 1.항의 규정에 따라 설치하는 컨테이너 고박설비는 선박에 설치하기 전에 **부록 7-2「 컨테이너 고박설비에 관한 지침**」의 규정에 따라 우리 선급의 승인을 받아야 한다. *(2021)*
3. 컨테이너 지지구조는 **2편 1장 301.**에 규정된 선체구조용 압연강재를 사용하여야 한다. 단, 우리 선급이 인정하는 경우에는 그 외의 재료 사용이 가능하다. *(2020)*
4. 추가특기사항 'CSAP' (화물안전접근도)를 부여받기 위해서는 **부록 7-11「 개방갑판 상 컨테이너 고박을 위한 안전한 작업조건 제공에 대한 지침**」의 규정을 만족하여야 한다. *(2021)*

제 11 절 용접

1101. 적용

1. 필릿용접은 강력갑판 또는 강력갑판 하방 0.25 D 위치에서 상방으로 연장하는 외판과 종격벽에 사용되는 40 mm 초과 80 mm 이하의 웨브두께를 가진 종늑골에 적용하여야 한다.
2. 80 mm 초과의 웨브두께를 가진 종늑골이 쓰이는 곳에 용접의 종류와 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

1102. 필릿용접

1. 필릿용접은 연속되어야 한다.
2. 필릿의 치수는 8 mm 이상이어야 한다. ⚓

제 5 장 액화가스 산적운반선

별책 「**액화가스 산적운반선 규칙** (Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk)」 참조

제 6 장 위험화학품 산적운반선

별책 「**위험화학품 산적운반선 규칙** (Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk)」 참조

제 7 장 카페리선 및 로로선

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 차량과 팔레트형(pallet form) 또는 컨테이너 화물을 운송하기 위하여 특별히 설계 및 건조하고 바퀴가 있는 차량으로 화물이 적재되거나 양륙되는 로로선(ro-ro ship)에 적용한다.
2. 항로에 제한을 받는 선박으로서 차량문 (선체구조의 일부로 된 선수문, 내측문, 현측문 또는 램프를 말한다.)을 통하여 육상교통에 이용되는 상태 그대로 차량을 적재 및 운송을 하는 선박의 구조 및 설비에 대하여는 **부록 7-3「카페리선에 대한 지침」**의 관련규정에 따른다. *(2021)*
3. 구조부재의 치수 및 배치는 이 장에서 명기하지 않는 사항은 **3편**의 규정에 따른다.

102. 구조 및 배치

1. 이 규정은 다층갑판선으로서 화물창내에는 이중저를 갖고 최하층갑판까지 현측탱크가 설치된 선박에 적용한다. 다만, 특정지역이나 특수목적에 사용되는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 별도로 고려할 수 있다.
2. **3편 14장**의 규정에 의한 격벽이 설치되어 있지 않은 경우에는 부분격벽 또는 특설늑골과 갑판 횡부재를 설치하여 충분한 횡강도를 갖도록 하여야 한다.
3. 강력갑판과 선저는 종늑골식 구조를 원칙으로 하나 횡늑골식 구조인 경우에는 특별히 고려하여야 한다.

103. 자료 제출

3편 1장 3절에 규정하는 승인도면 및 자료에 추가하여 다음의 자료를 제출하여야 한다.

(1) 특정지역만 운항하도록 설계된 선박인 경우에는 그 항해구역
(2) 선수 또는 선미램프
(3) 선수, 선미 및 선측면의 문
(4) 이동식 갑판이 있을 경우에는 비고정식 부문의 적재배치를 포함한 이동식 갑판

제 2 절 종강도

201. 일반사항

카페리선 및 로로선의 종강도는 **3편 3장**의 규정에 따른다.

제 3 절 갑판

301. 적용 【지침 참조】

차량을 적재하거나 또는 차량이 통행하는 갑판(이하 **차량갑판**이라 한다.)의 구조배치 및 치수에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

302. 안전장치

차량의 운송을 위한 고박장치 및 선체와의 접합부 상세도를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.

제 4 절 자동차운반선의 전기설비

401. 일반

이 절의 규정은 자동차운반선의 화물창 및 이것과 통하는 구획의 전기설비에 적용한다.

402. 전기설비

1. 화물창의 전기설비

(1) 이동형기기는 원칙적으로 설치하여서는 안된다. 부득이 설치할 경우는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(2) 화물창에 부착하는 전기기기의 급전회로에는 화물창외에 다극연결 단로용 스위치를 비치하고 책임자만이 접근할 수 있도록 하여야 한다. 또 이 단로용 스위치에는 “오프” 위치에서 잠글 수 있도록 하여야 한다. 다만, 화재탐지기, 가스탐지기 등의 회로에는 적용하지 아니한다.

(3) 이 절의 규정에 추가하여 **8편 13장 2절**의 규정에도 만족하여야 한다.

2. 화물창에 인접한 구획의 전기설비

화물창에 인접하고 그 격벽 또는 갑판에 기밀구조가 아닌 문, 창구 등의 개구부가 있는 구획의 전기설비에 대하여는 1항의 규정에 따른다.⚓

제 8 장 해상보급선 등

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 해상구조물이나 해상시설물에 비품과 화물을 운반하기 위하여 특별히 설계 건조하는 해상보급선 및 해상예인겸 보급선으로 등록하고자 하는 선박의 구조 및 의장에 대하여는 이 장의 규정에 따른다.
2. 구조부재의 치수 및 배치는 명기하지 않는 사항은 **3편**의 규정에 따른다.
3. 어떠한 항해조건에서도 선박의 복원성을 신속하고 정확하게 판정할 수 있는 자료를 선장에게 제공하여야 한다.

102. 자료제출

3편 1장 3절에서 규정하는 승인도면 및 자료에 추가하여 다음의 자료를 제출하여야 한다.

(1) 분리 또는 독립형 화물탱크
(2) 화물탱크 받침대 및 고정장치
(3) 예인윈치의 지지대 및 받침대를 포함한 예인장치
(4) 앵커 취급을 위한 지지대 및 받침대와 앵커를 운반하는 경우 그 적재방법
(5) 갑판화물의 적재를 위한 배치 및 이와 관련된 선반(rack) 또는 이와 유사구조물의 지지대 및 받침대 등의 세부상세
(6) 휴대식부품의 적재장치를 포함한 이동식 갑판의 구조상세
(7) 방수설비

제 2 절 종강도

201. 일반사항

해상보급선 및 해상예인겸 보급선의 종강도는 **3편 3장**의 규정에 따른다.

제 3 절 외판

301. 외판

1. 외판의 두께는 **3편 4장**의 규정에 따르며 어떠한 경우에도 9 mm 보다 작아서는 안된다.
2. 노출된 외판에는 유효한 방현재를 설치하여야 하며 그 내면은 적절히 지지하여야 한다.
3. 하중이 크게 걸리는 볼라드와 이에 인접한 선미롤러부위 및 기타 큰 하중이 걸리는 부분의 외판은 적절히 보강하여야 한다.

제 4 절 갑판

401. 노출갑판

1. 화물을 운송하는 노출갑판의 구조 및 치수는 그 하중에 견딜 수 있도록 하여야 하며 어떠한 경우라도 그 수두압력은 3.5 m 이상으로 하여야 한다.
   또한 특수화물을 적재함으로 인하여 집중하중이 예상되는 곳에서는 부가적으로 국부강도를 증가시켜야 한다.
2. 갑판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.025L + 6 \quad (\mathrm{mm})$$

402. 화물적재

1. 갑판화물을 안전하게 운송할 수 있도록 적절한 보호조치를 취하여야 하며 적절한 안쪽 불워크, 레일저장소 또는 저장선반 등을 갖추어야 한다. 또한 이들은 보강된 선체구조부에 유효하게 고착되어야 한다.
2. 갑판상에는 유효한 잠금장치 또는 컨테이너 래싱장치를 붙여야 한다.
3. 소형창구(탈출창구 포함), 밸브조절장치, 통풍장치, 공기관 등은 화물적재구역 이외의 곳에 설치하여야 한다.

제 5 절 늑골

501. 횡늑골

건현갑판과 중간갑판 사이에 설치하는 늑골의 단면계수는 **3편 8장 4절**에서 규정한 값의 25% 이상으로 하여야 하며 이들 늑골에는 스캘럽을 시공하여서는 안된다.

제 6 절 선루 및 갑판실

601. 구조 및 치수

선루갑판 및 그 상부에 위치한 갑판실의 구조 및 치수는 **표 7.8.1**에 따른다.

표 7.8.1 판의 두께 및 격벽휨보강재의 단면계수 등

위치	판의 두께 t (mm)	단면계수 (mm^3)	보강재의 깊이 (mm)
전단벽	$0.012S$ 또는 8.0 중 큰 것	$Z = 0.034\,S\,l^2$	$d \geq 100$
측벽	$0.01S$ 또는 6.5 중 큰 것	$Z = 0.027\,S\,l^2$	$d \geq 75$
후단벽	$0.008S$ 또는 6.5 중 큰 것	$Z = 0.021\,S\,l^2$	$d \geq 65$
S : 격벽휨보강재의 간격(mm) l : 격벽휨보강재의 유효길이(m)			
(비고) 격벽휨보강재의 양단은 다른 층과 연결되도록 한다.			

제 7 절 수밀격벽문

701. 수밀문

수밀문은 **3편 14장 4절**의 규정을 만족하여야 한다.

제 8 절 기관 배기구

801. 위치

기관의 배기구는 가능한 한 갑판위로 높게 위치하도록 하고 스파크 방지장치를 설치하여야 한다.

제 9 장 예인선

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 예인선으로 등록하고자 하는 선박의 구조 및 의장은 이 장의 규정에 따른다. 다만 해상예인겸 보급선은 **8장**의 규정을 만족하여야 한다.
2. 구조부재의 치수 및 배치는 명기하지 않는 사항은 **3편**의 규정에 따른다. 다만, 치수결정을 위하여 적용하는 흘수 d 는 $0.85D$ 이상으로 하여야 한다.

제 2 절 종강도

201. 일반사항

예인선의 종강도는 **3편 3장**의 규정에 따른다.

제 3 절 단저구조

301. 늑판

단저구조의 늑판은 **3편 6장**의 규정에 따른다.

제 4 절 팬팅부 및 선수선저보강부

401. 팬팅부의 보강

L 이 46 m 이상인 선박은 **3편 9장**의 규정에 따라 중간갑판의 전구간에 걸쳐 보강보(panting beam) 및 팬팅스트링거를 설치하여야 한다. 다만, L 이 46 m 미만인 경우에는 이를 적용하지 아니한다.

402. 선수선저의 보강

예인선은 **3편 7장 8절**에서 규정하는 선수선저보강부에 대한 규정은 적용하지 아니한다.

제 5 절 기관실 위벽

501. 탈출창구

기관실에서 갑판으로 통하는 모든 비상탈출구는 최대횡경사각에서도 사용할 수 있어야 하며 수면으로부터 가능한 한 높게 설치하고 선박의 중심선 가까이에 있어야 한다. 탈출창구 덮개에는 선박의 가로방향으로 힌지를 붙여야 하며 코밍의 높이는 갑판상 적어도 600 mm 이상이어야 한다.

502. 노출주위벽

노출된 기관실 주위벽은 갑판상 적어도 900 mm 이상으로 하여야 하며 노출주위벽에 붙이는 휨보강재는 갑판에 고착되어야 한다.

제 6 절 예인장치

601. 예인훅

1. 예인훅 또는 이와 동등한 장치는 일반적으로 선박의 중앙으로부터 $0.05L$ 내지 $0.1L$ 후방에 위치하여야 하며 어떠한 적하상태에서도 선박의 세로방향 중심의 전방에 있어서는 안된다. 또한 예인훅은 정상작업상태에서 생기는 경사모멘트를 최소화하기 위하여 가능한 한 낮게 설치하여야 한다.
2. 예인훅은 어떠한 경사각에서도 예인줄을 용이하게 풀 수 있는 이탈장치를 갖추어야 하며 이들 장치는 선교루에서도 작동이 가능하도록 할 것을 권장하며 설치후 검사원의 입회하에 작동시험을 행하여야 한다. 훅 또는 이와 동등한 장치의 절단하중은 일반적으로 예인줄의 절단하중의 1.5배 이상이어야 한다.

제 7 절 선측 방현재

701. 선측 방현재

선측면 갑판 높이의 위치에 유효한 방현재를 선박 전후 방향에 걸쳐 설치하여야 한다.

제 8 절 예인 윈치의 비상풀림장치 *(2021)*

801. 일반

1. 적용

(1) 이 절은 좁은 구역, 항구 또는 터미널 내 선박의 예인에 사용되는 예인 윈치의 비상풀림장치에 대한 최소 안전 요건이며, 횡방향의 예인 작업에 종사하지 않는 선박에도 적용한다.

(2) 이 절은 장거리 해상 예인, 양묘 또는 이와 유사한 해양 활동에만 사용되는 선박에 설치된 예인 윈치를 다루기 위한 목적은 아니다.

2. 목적

이 절은 예인선의 예기치 못한 사고(추진/조타 또는 기타 손실을 일으킬 수 있는)로 인하여 횡방향으로 작용하는 보상력(offset) 및 이에 대한 반대 횡력(추력 또는 선체 저항력에 의한 반대작용)에 의해 예인선이 기울거나 전복되는 것을 방지하기 위한 요건이다. 예인 작업 중에 작용하는 힘을 보여주는 **그림1**을 참조한다.

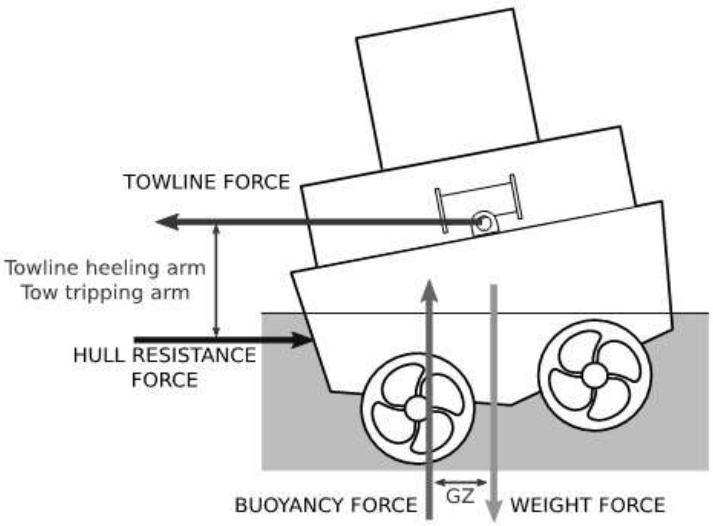


그림 1 예인 중 작용하는 힘

3. 정의

(1) 비상풀림장치(emergency release system)라 함은 정상 및 블랙아웃 상태 모두에서 통제된 방식으로 예인삭의 하중을 푸는 데 사용되는 메커니즘 및 관련 제어 장치를 의미한다.

(2) 최대설계하중이라 함은 제조업체(제조업체 등급)에 의해 정의된 윈치가 유지할 수 있는 최대 하중을 말한다.

(3) 플리트앵글(fleet angle)이라 함은 작용하는 하중(예인력)과 윈치 드럼에 감겨져 있는 예인삭 사이의 각을 말한다. **그림 2**를 참조한다.

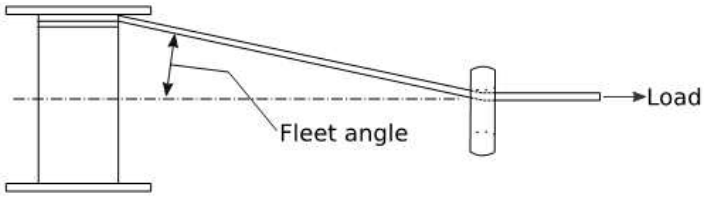


그림 2 예인삭의 플리트앵글(fleet angle)

802. 일반 요건

1. 예인삭의 선내 끝단은 윈치 드럼에 약한 링크 또는 낮은 하중에서 예인삭이 풀릴 수 있도록 설계된 유사한 장치로 부착되어야 한다.
2. 모든 예인 윈치는 비상풀림장치가 장착되어야 한다.

803. 비상풀림장치 요건

1. 성능 요건

(1) 비상풀림장치는 모든 정상 상태와 합리적으로 예측 가능한 비정상 상태에서 예인 하중, 플리트앵글, 선박 경사각의 전 범위에서 작동해야 한다. (이는 선박의 전기적 고장, 다양한 예인 하중(예를 들면 황천 시) 등을 포함하나 이에 국한하지는 않는다.)

(2) 비상풀림장치는 최대설계하중의 최소 100 %를 예인하중으로 작동할 수 있어야 한다.

(3) 비상풀림장치는 조작 후 3초 이내에 가능한 한 신속하게 작동하여야 한다.

(4) 비상풀림장치는 윈치 드럼이 회전하면서 제어된 방법으로 예인삭을 풀어낼 수 있도록 설계하여야 한다. 비상풀림장치가 작동한 경우 드럼으로부터 예인삭의 제어되지 않은 풀림을 피하기 위해 회전에 대한 충분한 저항이 있어야 한다. 예인삭이 걸리거나 윈치의 풀림 기능을 방해할 수 있는 윈치 드럼의 자유롭고 통제되지 않는 회전은 피해야 한다.

(5) 비상풀림장치가 작동된 경우 윈치 드럼을 회전시키기 위해 필요한 예인 하중은 다음의 (가) 또는 (나) 이하이어야 한다.

(가) 드럼에 2 레이어의 예인삭이 있을 때 최대 설계하중의 5 % 또는 5톤 중 작은 값

(나) 회전에 대한 저항이 가장 낮은 보호되지 않은 개구부를 침수시킬 수 있는 힘의 25 %를 초과하지 않는다는 것을 입증하는 최대 설계하중의 15 %

(6) 블랙아웃 상태에서도 비상풀림장치는 정상 작동되어야 한다. 이를 위해 추가의 동력원이 필요한 경우, (7)호에 적합하여야 한다.

(7) (6)호에서 요구하는 동력원은 다음 중 가장 큰 용량이 필요한 작업을 수행하기에 충분하여야 한다.

(가) 예인삭 풀림을 3회 이상 작동(즉, 비상풀림장치 3회 이상 작동) 할 수 있어야 한다. 하나 이상의 윈치에 동력을 공급할 경우 가장 큰 용량의 윈치를 3회 작동시키기에 충분하여야 한다.

(나) 동력이 지속적으로 필요한 윈치로 드럼을 풀도록 설계된 경우 (예를 들면 스프링 장력으로 브레이크가 작동되고 유압 또는 공압을 사용하여 풀리는 경우) 블랙아웃 상태에서 최소한 5분 이상 비상풀림장치를 작동시키기에 충분한 동력이 제공되어야 한다(예를 들면 브레이크를 풀림을 유지하고 예인삭 풀림을 허용할 수 있도록). 이것은 5분 미만일 경우 (5)호에 명시된 하중으로 예인삭 전체 길이를 윈치 드럼에서 푸는데 필요한 시간으로 줄일 수 있다.

2. 운전 요건

(1) 비상풀림 운전은 선교 및 갑판 상의 윈치 제어장소에서 가능하여야 한다. 갑판의 윈치 제어장소는 안전한 곳에 위치하여야 한다. 윈치와 가까운 장소는 예인 중 브레이크가 작동하거나 고장이 발생했을 때에도 보호된다는 것을 문서로 입증할 수 없는 경우 안전한 장소로 간주하지 않는다.

(2) 비상풀림 제어는 윈치 운전을 위한 비상정지 버튼에 근접하여 위치하여야 하며 둘 다 명확하게 식별 가능하고, 명확하게 보이며, 쉽게 접근할 수 있어야 하며, 안전한 작동이 가능하도록 배치되어야 한다.
(3) 비상풀림 기능은 어느 비상정지 기능보다 우선 순위를 가져야 한다. 윈치 비상정지 장치를 어느 위치에서나 작동시켜도 비상풀림장치의 작동을 어느 위치에서나 저해하지 않아야 한다.
(4) 비상풀림장치의 제어 버튼을 취소하기 위해 적극적인 조치가 필요하며, 적극적인 조치는 비상풀림이 작동된 위치와는 다른 제어 위치에서 버튼을 취소하는 것으로 할 수 있다. 작동 위치에 관계없이 그리고 작업 갑판에서 수동 개입 없이도 선교에서 비상풀림을 취소할 수 있어야 한다.
(5) 비상 용도의 제어는 우발적인 사용으로부터 보호되어야 한다.
(6) 비상풀림장치의 정상 작동과 관련된 모든 전원 공급 장치 및/또는 압력에 대한 표시가 선교에 제공되어야 한다. 비상풀림장치가 완전히 작동하는 한계를 벗어나면 알람은 자동으로 활성화되어야 한다.
(7) 가능한 한 비상풀림장치의 제어는 고정 배선 시스템에 의해 제공되어야 하며, 프로그래머블 전자시스템과 완전히 독립적이어야 한다.
(8) 비상풀림장치의 제어에 영향을 미치거나 영향을 줄 수 있는 컴퓨터 기반 시스템은 **규칙 6편 4절**에서 시스템 분류 Ⅲ 요구 사항을 충족해야 한다.
(9) 비상풀림장치의 안전한 운전을 위한 중요 구성품은 제조자에 의하여 확인되어야 한다.

804. 시험 요건

1. 일반

(1) 본 항에 정의된 모든 시험은 선급 검사원의 입회하에 실시되어야 한다.
(2) 각 비상풀림장치 또는 그 형식에 대하여 803.의 1항의 성능 요구사항은 제조자의 공장시험 또는 선내에 설치 될 때 예인 윈치 선내시험의 일부 중 하나로서 검증되어야 한다. 시험만을 통한 검증이 불가능한 경우(예를 들면 보건 및 안전), 시험은 우리 선급이 동의한 검사, 분석 또는 실증과 결합될 수 있다.
(3) 비상풀림장치의 성능 및 작업 지침을 작성하여 선박에 비치하여야 한다.
(4) 비상풀림장치의 검사에 대한 지침을 우리 선급에 제출하여야 하며, 선박에 비치하여야 한다.
(5) 윈치의 연차 및 정기검사를 수행하기 위하여 필요 시 갑판을 적절히 보강하여야 한다.

2. 설치 시운전

(1) 비상풀림장치를 선내에 설치한 후 시운전의 일환으로 모든 기능을 시험하여야 한다. 시험은 볼라드 풀(bollard pull) 시험 중 수행하거나 적절한 하중이 보강된 갑판의 지점에 예인 하중을 가하여 수행할 수 있다.
(2) 803.의 1항에 따라 윈치의 성능이 이미 검증된 경우 설치 시운전에서 적용되는 하중은 최대 설계하중의 30 % 또는 볼라드 풀(bollard pull)의 80 % 중 적은 값 이상으로 한다. ⚓

제 10 장 이중선체 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 규정은, 2006년 4월 1일 이후에 건조 계약되는 이중선체 유조선으로서 **13편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙**의 적용 대상이 아닌 선박에 적용한다.
2. 이 장의 규정은 L 이 90 m 이상인 선박으로서 선미에 기관을 배치한 1열 이상의 종격벽을 갖는 1층 갑판선으로서 화물 구역이 이중저구조 또는 이중선체구조인 유조선의 구조 및 의장에 대하여 적용한다. 여기에서 유조선이란 원유 또는 37.8 ℃에 있어서 증기압(절대압)이 0.28 MPa 미만인 석유 정제품 및 이와 유사한 액상화물을 산적하여 운송하는 선박을 말한다.
3. 원유 및 석유 정제품 이외에 37.8 ℃에 있어서 증기압(절대압)이 0.28 MPa 미만의 액상화물로서 독성, 부식성등의 위험성이나 또는 원유 및 석유정제품보다 높은 인화성을 가지지 않는 것을 산적하여 운송하는 선박의 구조, 배치 및 치수에 대하여는 그 화물의 성질에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
4. 2항 이외의 구조를 갖는 선박 및 이 장 규정의 적용이 곤란할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. 이 장에 특별히 규정되어 있지 않은 것에 대하여는 해당 각 편의 관련규정에 따른다.
6. 2항의 선박에 대하여는 5항의 규정에 추가하여 **1장 10절** 내지 **11절** 및 **8편 2장 4절**의 규정을 적용하여야 한다.
7. 다음의 요건은 각 요건에도 불구하고 해당 선적국의 요건에 따라 적용을 면제할 수 있다.
   (1) 102.의 2항 및 7항
   (2) 904.

102. 구역의 배치 및 분리 【지침 참조】

1. 화물유 구역에는 종격벽 또는 횡격벽 사이에 $1.2\sqrt{L}$ 을 넘지 않도록 격벽을 배치하는 것을 표준으로 한다.
2. 코퍼댐의 설치는 다음 (1)부터 (3)호까지에 따른다.
   (1) 화물유를 적재하는 곳의 전후부 양단 및 화물유를 적재하는 곳과 거주구역과의 사이에는 사람이 통행 할 수 있는 600 mm 이상의 간격을 갖는 기밀의 코퍼댐을 설치하여야 한다. 다만, 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.
   (2) 전 호의 코퍼댐은 펌프실로 겸용할 수 있다.
   (3) 우리 선급의 승인을 받은 경우 연료유 또는 평형수를 적재하는 장소는 코퍼댐으로 이용할 수 있다.
3. 화물지역에 이르는 통로는 다음 (1)부터 (4)호까지에 적합하여야 한다.
   (1) 화물지역내의 코퍼댐, 평형수탱크, 화물유 탱크 및 기타의 구역에 이르는 통로는 노출갑판으로부터 직접 연결되어야 하며, 이들구역에 대한 완전한 검사가 가능하도록 배치되어야 한다. 이중저 구역으로의 통로는 통풍이 충분히 고려된 경우에는 화물유 펌프실, 펌프실, 깊은 코퍼댐, 파이프 터널 또는 유사한 구획을 통과할 수 있다.
   (2) 수평개구, 창구 또는 맨홀의 치수는 자장식 호흡구와 보호의를 착용한 사람이 모든 사다리를 지장없이 승강할 수 있고 또한 구역의 저부로부터 부상당한 사람을 용이하게 끌어올릴 수 있도록 충분한 크기를 갖는 것이어야 한다. 최소 개구 치수는 600 mm × 600 mm 이상이어야 한다.
   (3) 구역의 길이 또는 너비방향의 통행에 사용하는 수직한 개구 또는 맨홀의 최소 개구치수는 600 mm × 800 mm 이상으로 하여야 하며, 발판이 설치되는 경우를 제외하고 구역의 바닥으로부터 600 mm 이하의 높이 위치에 설치하여야 한다.
   (4) 재화중량 5000톤 미만의 유조선에 있어서 개구의 크기가 부상당한 사람을 운반할 수 있는 충분한 크기라고 우리 선급이 인정하는 경우에는 (2) 및 (3)호에 의한 최소개구 치수를 감소시킬 수 있다.
4. 기밀격벽
   모든 화물유 펌프 및 관계통을 설치하는 장소는 난로, 보일러, 추진기관, **6편 1장 9절**의 규정에 의한 방폭형 이외의 전기장치 또는 항상 발화의 원인을 수반하는 기계를 설치하는 장소와 기밀격벽을 설치하여 격리시켜야 한다. 다만, 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.
5. 통풍용 개구
   발화원이 있는 둘러싸인 구역으로 화물증기가 침입할 가능성 또는 발화 위험성이 있는 갑판기기의 근처에 화물증기가

집적될 가능성을 최소로 할 수 있도록 통풍용흡기 및 배기구를 배치하여야 한다. 특히 기관구역의 통풍용 개구는 화물탱크 구역으로부터 가능한 한 후방에 설치하여야 한다.

6. 얼리지(ullage)용 개구 및 탱크 청소용 개구(butter worth hatch)는 둘러싸인 구획에 설치하여서는 안된다.

7. **선루 및 갑판실의 개구**

선루 및 갑판실 주위의 개구는 화물증기가 침입할 가능성을 최소로 하는 위치에 설치하여야 한다. 또한 선미에 하역용의 화물관을 배치하는 경우의 선루 및 갑판실의 개구는 충분히 고려하여 배치하여야 한다. 선미루 전단격벽 및 이와 유사한 장소에 설치하는 현창은 고정식으로 하여야 한다.

8. **이중저 내의 파이프덕트**

화물유 탱크 하부에 위치한 이중저의 파이프 덕트는 다음을 만족하여야 한다.

(1) 이들 덕트는 기관실과 통하여서는 안된다.

(2) 개방갑판에 이르는 2개 이상의 출구를 각각 가능한 한 멀리 떨어지도록 설치하여야 한다. 이들 출구 중 하나가 수밀 폐쇄수단을 갖는 경우 이 출구는 화물유 펌프실로 통하도록 할 수 있다.

(3) 덕트 구역에는 적절한 기계식 통풍장치를 갖추어야 한다.

(4) 협약을 적용 받는 선박의 경우 해상인명안전협약(SOLAS 1974) **제Ⅱ-2장 4 규칙 5.2.4**항도 만족하여야 한다.

103. 최소두께

1. 화물유탱크 및 디프탱크내의 격벽판, 늑판, 거더, 트랜스버스, 크로스타이 및 단부브래킷의 최소두께는 **표 7.10.1**에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

표 7.10.1 최소두께

L (m)	이상		105	120	135	150	165	180	195	225	275	325	375
	미만	105	120	135	150	165	180	195	225	275	325	375	
두께(mm)		8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5

2. 화물유탱크 및 디프탱크내의 구조부재로서 1항 이외의 모든 구조부재의 최소두께는 7 mm 이상이어야 한다.

104. 직접 강도 계산

우리 선급의 승인을 받은 경우에는 **3편 1장 206.**에서 정하는 직접강도계산에 의하여 각 부재의 치수를 정할 수 있다. 다만, **103.**의 최소두께 및 **605.**부터 **607.**까지의 규정은 직접강도계산 결과와 무관하게 만족되어야 한다.

105. 기호

이 장에서 사용하는 기호는 별도로 정하는 것 이외에는 다음에 따른다.

L' : 선박의 길이(m). 다만 L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.

l : 횡보강재, 트랜스버스 또는 거더의 지지점사이의 간격(m).

S : 횡 보강재, 트랜스버스 또는 거더의 간격(m).

C_1 : 선박의 길이 L 에 따른 계수로서 각각 다음에 의한다. 다만, L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하 일때 $C_1 = 1.0$

L 이 400 m 이상 일 때 $C_1 = 1.07$

C_1' : 선박의 길이 L 에 따른 계수로서 각각 다음에 의한다. 다만, L 이 중간에 있을때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하 일 때 $C_1' = 1.0$

L 이 400 m 이상 일 때 $C_1' = 1.2$

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만 α_3 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.0\, f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right) \qquad y \geq y_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.0\, f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \qquad y < y_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_3 = \beta \left(\frac{B - 2b}{B} \right)$$

f_D 및 f_B : 각각 다음 식에 따른다. 다만, f_B 는 0.85 또는 $0.0015L$ + 0.5 중 작은 값 이상이어야 한다.

$$f_D = \frac{Z_{DMreq}}{Z_{Dact}} \qquad f_B = \frac{Z_{BMreq}}{Z_{Bact}}$$

Z_{DMreq} 및 Z_{BMreq} : 각각 **3편 3장 201.**에 규정하는 갑판 및 선저에 대한 규정의 연강을 사용하는 경우의 선체횡단면계수 요구치(cm^3).

Z_{Dact} 및 Z_{Bact} : 각각 갑판 및 선저에 대한 선박의 실제 횡단면계수(cm^3).

y : 용골상면으로부터 y_B 보다 상부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 상단부까지, y_B 보다 하부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 하단부까지 수직거리, 휨보강재에 대하여는 해당 휨보강재까지의 수직거리(m)로 한다.

y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중성축까지의 수직거리(m).

Y' : **3편 3장 203.** (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것.

β : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$

a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$ 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.

b : 고려하는 위치에서의 선측외판으로부터 고려하는 종격벽까지의 수평거리(m).

106. 복원성 적하지침기기

복원성 적하지침기기(stability instrument) 요건은 **1장 1절 110.**에 따른다.

제 2 절 격벽판

201. 화물유 탱크 및 디프탱크의 격벽판 【지침 참조】

1. 격벽판의 두께 t 는 다음 식의 h 대신에 h_1, h_2 또는 h_3 를 사용하여 계산한 값 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = C_1 C_2 S \sqrt{h} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

h : 수로서 **표 7.10.2**에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. *(2020)*

C_2 : 계수로서 **표 7.10.3**에 의한다.

C_1 및 S : **105.**에 따른다.

표 7.10.2 수두 h *(2020)*

	화물유 탱크	디프탱크
h_1	해당 격벽판의 하단으로 부터 창구 정부까지의 높이(m), 다만, 선측외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소 흘수 $d_{\min}$ (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골상면에서 $d_{\min}$, 최소흘수 위치에서 0으로하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.	해당 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침관 상단사이의 1/2이 되는 곳 까지의 수직거리(m), 다만, 선측외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소흘수 $d_{\min}$ (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서 $d_{\min}$, 최소흘수 위치에서 0으로 하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.
h_2	다음 식에 의한 값 $h_2 = 0.85(h_1 + \Delta h)$ Δh : 부가수압으로서 다음 식에 의한 값, 다만 L 형 또는 U 형 탱크에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.(m) $\Delta h = \frac{16}{L}(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10)$ l_t : 탱크의 길이(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m 로 한다. b_t : 탱크의 너비(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m 로 한다.	
h_3	$h_3 = 0.3\sqrt{L}$ (m)	각 격벽판의 하단으로 부터 넘침관 상단상 2.0 m 까지의 거리에 0.7을 곱한 것(m).
h_4	-	해당 격벽판 하단으로부터 넘침관(또는 공기관) 상단까지의 높이에 초과수두를 더한 곳까지의 수직거리(m) (평형수 교환 중의 주수 또는 초과주수에 의한 넘침관에서의 초과수두는 설계자에 의해 제시되어야 한다. 단 2.5 m이상이어야 한다.)
h_5	-	$0.85(h_4 + \Delta h)$ Δh : h_2의 규정에 따른다.

표 7.10.3 계수 C_2

	종늑골식 종격벽	횡늑골식 종격벽
수두 h 가 h_1 일 경우	$C_2 = 13.4\sqrt{\frac{K}{27.7 - \alpha K}}$	$C_2 = 100\sqrt{\frac{K}{767 - \alpha^2 K^2}}$
	다만, 어떠한 경우에도 C_2 는 $3.6\sqrt{K}$ 이상이어야 한다.	
수두 h 가 h_2 또는 h_3 일 경우와 횡격벽일 경우	$C_2 = 3.6\sqrt{K}$	

2. 선박 중앙부 $0.4L$ 보다 전후에서의 종격벽판의 두께는 h_1 에 대한 계수 C_2 를 중앙부에서의 것보다 점차 감소시켜 선수미부에서는 C_2 의 값을 $3.6\sqrt{K}$ 로 할 수 있다.

202. 제수격벽 【지침 참조】

1. 제수격벽의 보강거더와 휨보강재의 치수는 탱크의 크기와 개구율을 고려하여 충분한 강도를 갖도록 하여야 한다.
2. 제수격벽의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.3S\sqrt{K(L+150)} + 2.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 105.에 따른다.

3. 제수격벽판의 두께는 좌굴강도에 대하여 충분한 것이어야 한다.

203. 트렁크

트렁크의 정판 및 측판의 두께는 201.의 규정에 추가하여 3편 5장의 규정에도 적합하여야 한다.

제 3 절 종늑골 및 휨보강재

301. 종늑골

1. 선저 종늑골의 단면계수 Z는 표 7.10.4의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 만곡부를 포함하는 선측종늑골의 단면계수 Z는 표 7.10.4의 식에 의한 것 이상이어야 하며 표 7.10.4에 의한 선저종늑골의 단면계수보다 클 필요는 없다. 다만, 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 2.9K\sqrt{L}\,S\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S 및 l : 105.에 따른다.

표 7.10.4 선저 및 선측종늑골의 단면계수

항목	단면계수 (cm^3)
선저종늑골	$Z = 100C_1C_2Shl^2$
만곡부를 포함하는 선측 종늑골	

h : 해당 늑골로부터 용골상면상 h' 까지의 수직거리(m)
C_2 및 h' : 다음 표에 의한다.

	h'	C_2
선저종늑골	$h' = d + 0.026L'$	$C_2 = \dfrac{K}{24 - 15.0 f_B K}$
만곡부를 포함하는 선측 종늑골	$h' = d + 0.038L'$	$C_2 = \dfrac{K}{24 - \alpha K}$

C_1, S, l, L', α 및 f_B : 105.에 따른다.

3. 선박의 중앙부 보다 전후에서의 종늑골의 단면계수 Z는 1항 내지 2항에 의한 것을 점차 감소시켜 선수미부에서 1항 및 2항에 의한 것의 85 %로 할 수 있다. 다만, 선수단으로부터 $0.15L$ 지점부터 선수격벽사이의 구간에서는 1항 내지 2항에 의한 것 이상이어야 한다.
4. 선측종늑골은 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다. **【지침 참조】**
5. 디프탱크를 구성하는 갑판 또는 선측외판에 설치되는 보 또는 종늑골은 1항부터 4항까지의 규정에 추가하여 302.의 규정에도 적합하여야 한다.

302. 화물유 탱크 및 디프탱크의 격벽 휨보강재

1. 격벽 휨보강재의 단면계수 Z는 다음 식의 h 대신에 h_1, h_2 또는 h_3를 사용하여 계산한 값 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$Z = 125C_1C_2C_3Shl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

h : 수두로서 표 7.10.2에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 다만 h 는 수직 횡보강재는 l 의 중앙으로부터, 수평 횡보강재는 해당 횡보강재로 부터 각각 측정한 값으로 한다. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 201.에 의한 h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. *(2020)*

C_2 : 다음 식에 의한 값. 다만, h_1 에 대한 C_2 의 값은 표 7.10.5에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{18}$$

C_3 : 횡보강재 끝단의 고착조건에 따른 계수로서 표 7.10.6에 따른다.

C_1, S 및 l : 105.에 따른다.

표 7.10.5 계수 C_2

격벽의 종류 및 늑골방식	C_2
종늑골 방식의 종격벽	$C_2 = \frac{K}{24-\alpha K}$, 최소값 $C_2 = \frac{K}{18}$
횡늑골 방식의 종격벽 및 횡격벽	$C_2 = \frac{K}{18}$
α : 105.에 따른다.	

표 7.10.6 계수 C_3

일단 / 타단	견고한 브래킷 고착	유연한 브래킷 고착	거더지지 또는 러그고착	스닙
견고한 브래킷 고착	0.70	1.15	0.85	1.30
유연한 브래킷 고착	1.15	0.85	1.30	1.15
거더지지 또는 러그고착	0.85	1.30	1.00	1.50
스닙	1.30	1.15	1.50	1.50

1. 견고한 브래킷 고착이라 함은 이중저 또는 해당 횡보강재와 같은 정도 이상의 인접 면내 횡보강재와의 브래킷 고착 또는 이와 동등한 고착을 말한다.(3편 그림 3.14.2(a) 참조)
2. 유연한 브래킷 고착이라 함은 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다.(3편 그림 3.14.2(b) 참조)

2. 선박 중앙부 보다 전후에서의 종늑골 방식의 종격벽 횡보강재 단면계수 Z를 구하는 경우에는 h_1 에 대한 계수 C_2 는 중앙부에서의 값을 점차 감소시켜 선수미부에서 C_2 의 값을 $K/18$로 하여 단면계수 Z를 구할 수 있다.

303. 좌굴강도

1. 종늑골, 종갑판보, 종횡보강재의 좌굴강도는 다음 (1)부터 (3)호까지에 적합하여야 한다. 다만, 이들의 재질, 치수, 형상, 위치 등에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상세한 검토를 요구할 수 있다.
   (1) 종갑판보, 현측후판에 설치되는 선측 종늑골 및 강력갑판으로부터 $0.1D$ 이내의 종격벽에 설치되는 종 횡보강재는 선박 중앙부에서 가능한 한 세장비가 60 이하이어야 한다.
   (2) 종갑판보, 종늑골 및 종횡보강재에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않아야 한다.
   (3) 종갑판보, 종늑골 및 종횡보강재의 면재의 전너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.2\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 종 횡보강재 웨브 깊이(mm).

l : 105.에 따른다 (m).

2. 단면계수만으로 치수가 규정된 화물유 탱크 및 디프탱크내의 늑골, 갑판보, 종횡보강재에 평강이외의 형강류를 사용하는 경우의 이들의 웨브두께는 다음 식에 의한 것 이상으로 하여야 한다. 다만, 강도이외의 이유로 인하여 특히 웨브의 깊이를 깊게한 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.015 k_0 d_0 + 2.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 횡보강재 웨브 깊이(mm).

k_0 : 횡보강재의 위치에 따른 계수로서 표 7.10.7에 따른다.

표 7.10.7 계수 k_0

위치	k_0
용골상면상 $0.25D$ 이하의 종횡보강재	$k_0 = \sqrt{0.25\left(3f_B + \frac{1}{K}\right)}$
강력갑판하 $0.25D$ 이내의 종횡보강재	$k_0 = \sqrt{0.25\left(3f_D + \frac{1}{K}\right)}$
상기이외의 횡보강재	$k_0 = \sqrt{0.25\left(3 + \frac{1}{K}\right)}$

제 4 절 거더

401. 일반

1. 화물구역내의 이중저, 이중선측부 및 화물유탱크의 거더의 치수 및 배치에 대하여는 직접강도계산에 의하여 결정하여야 한다.
2. 1항의 규정에도 불구하고, 우리 선급의 승인을 받아 다음 (1)부터 (5)호까지에 적합한 경우에는 화물구역의 화물유탱크, 이중저 및 이중선측 구조내의 거더의 배치 및 치수는 403.부터 407.까지에 따라 결정할 수 있다. 【지침 참조】
   (1) 화물구역의 이중저 높이는 $B/20$ (m)이상이어야 한다.
   (2) 이중선측 구조의 너비는 $D/9$ (m) 이상이어야 한다.
   (3) 화물구역의 이중저구조에 있어서 거더의 간격은 $0.9\sqrt{l_t}$ (m) 이하이어야 하며, 늑판의 간격은 $0.55\sqrt{B}$ (m) 또는 $0.75\sqrt{D}$ (m) 중 작은 것 이하이어야 한다. l_t 는 화물창의 길이(m).
   (4) 이중선측구조에 있어서 스트링거의 간격은 $1.1\sqrt{l_t}$ 이하이어야 한다.
   (5) 화물유탱크 및 디프탱크내의 거더 및 이중선측구조내의 트랜스버스는 이중저의 늑판 위치마다 설치하여야 한다.

402. 거더의 직접강도 계산 【지침 참조】

직접강도 계산에 의하여 거더의 배치 및 치수를 결정하는 경우의 구조모델, 하중, 허용응력 등은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

403. 이중저 종거더 및 늑판의 치수 【지침 참조】

이중저 종거더 및 늑판의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

404. 이중선측구조의 스트링거 및 트랜스버스 치수 【지침 참조】

이중선측구조의 스트링거 및 트랜스버스 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

405. 화물유 탱크와 디프탱크의 거더 【지침 참조】

1. 거더의 단면계수 Z는 다음 식의 h 대신에 h_1, h_2, 또는 h_3를 사용하여 계산한 값 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7.13 C_1' k^2 K S h l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

h : 수두로서 표 7.10.2에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 다만 h_1에 대하여는 수평거더는 S의 중앙점으로부터, 수직거더는 l의 중앙으로부터 각각 측정한 값(m)으로 한다. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 201.에 의한 h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. *(2020)*

k : 브래킷에 대한 수정계수로서 다음 식에 의한 값.

$$k = 1 - \frac{0.65(b_1 + b_2)}{l}$$

b_1 및 b_2 : 양단 브래킷의 암 길이(m).

C_1', S 및 l : 105.에 따른다.

2. 거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 이상이어야 한다.

$$I = 30 h l^4 \quad (\mathrm{cm}^4)$$

h 및 l : 1항에 따른다.

3. 거더의 두께 t는 다음 식에 의한 것 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 41.7 \frac{C_1' C_2 K S h l}{d_1} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

$$t_2 = 0.174 \sqrt[3]{\frac{C_1' C_2 S h l S_1^2}{d_1}} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

$$t_3 = 0.01 S_1 + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

h : 1항에 따른다.

S_1 : 거더의 휨보강재 간격 또는 거더웨브의 깊이중 작은 것(mm).

d_1 : 고려하는 위치의 웨브 깊이(mm)로서 개구가 있는 경우에는 개구의 크기를 제외한 것으로 한다.

C_2 : 다음 식에 의한 계수로서 0.5 이상이어야 한다.

수평거더 : $C_2 = \left| 1 - \frac{2x}{l} \right|$

수직거더 : $C_2 = \left| 1 + \frac{0.2\,l}{h} - \left(2 + \frac{l}{h}\right)\frac{x}{l} + \frac{l}{h}\left(\frac{x}{l}\right)^2 \right|$

x : l의 끝단으로부터, 고려하는 위치까지의 거리(m). 다만, 수직거더의 경우 l의 하단으로 부터 측정한다.

C_1', S 및 l : 105.에 따른다.

4. 거더의 단면계수 및 단면2차모멘트 계산시 평판의 유효폭내의 휨보강재도 포함한다.

5. 거더가 크로스타이에 의하여 지지되는 경우에는, 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서 부착부의 웨브두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 크로스타이가 결합되는 부분의 웨브에 슬롯이 설치되는 경우에는 칼라로써 유효하게 보강하여야 한다.

$$t = 16 S_1 \sqrt{\frac{C_1' S b_s h_s}{A}} \quad (\mathrm{mm})$$

b_s : 크로스타이 또는 스트럿에 의하여 지지되는 부분의 너비(m).
h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 $d+0.038L'$ 까지의 수직거리(m).
S_1 : 크로스타이가 결합되는 부분에 있어서 트랜스버스의 웨브의 깊이 방향에 설치되는 휨보강재의 간격(m).
C_1' 및 S : 105.에 따른다.
A : 1장 403.의 1항 (1)호에 따른다.

6. 면재의 두께 t 는 웨브의 두께 이상이어야 하며, 면재의 전너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b=2.7\sqrt{d_0 l'}$$

d_0 : 거더의 깊이(mm).
l' : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 유효한 트리핑 브래킷이 있는 경우에는 이들 사이의 거리로 한다.

406. 이중선측구조를 갖지 않는 선박의 거더

1. 이중선측구조를 갖지 아니하는 선박의 화물유 탱크 또는 디프탱크내의 선측트랜스버스의 깊이 d_0 및 단면계수 Z는 405.의 규정에 추가하여 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_0=150\,l \quad (\mathrm{mm})$$

$$Z=8.7k^2KSh\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

h : l 의 중앙으로부터 용골상면상 $d+0.038L'$ 까지의 높이(m).
k, l 및 S : 405.의 1항에 따른다.

2. 갑판 트랜스버스의 치수는 다음 (1) 내지 (2)호에 적합하여야 한다.
(1) 트렁크가 없는 선박의 갑판 트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z=3k^2KS\sqrt{L}\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

k, l 및 S : 405.의 1항에 따른다.
(2) 트렁크가 있는 선박은 트렁크내를 가로질러 연속적인 갑판 트랜스버스 구조로 하여야 한다. 이 경우 트렁크에 의하여 지지된다고 간주되는 트랜스버스의 깊이는 $0.03B$ (m) 로 할 수 있다.

3. 선체중심선에 종격벽이 있는 선박의 갑판트랜스버스의 깊이 d_0 및 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_0=120\,l \quad (\mathrm{mm})$$
$$Z=7.0k^2KSh\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

k, l, S 및 h : 1항에 따른다.

407. 화물유 탱크 및 디프 탱크내 거더의 휨보강재

거더의 트리핑 브래킷 또는 평강 휨보강재의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 웨브 두께 이상일 필요는 없다.

$$t=0.5\sqrt{L}+2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

408. 크로스타이

1. 2열 이상 종격벽을 갖는 선박의 화물유 탱크내 종격벽 트랜스버스를 지지하는 크로스타이는 이 규정에 적합하여야 한다.
2. 크로스타이의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$A = C_1' C_2 K S b_s h$ (cm^2)

b_s : 405.의 5항에 따른다.

h : 현측탱크에 크로스타이가 설치되는 경우에는 405.의 5항에 의한 h_s 로 하며, 중앙탱크에 크로스타이가 설치되는 경우에는 b_s 의 중앙으로부터 인접하는 화물유탱크 창구정부까지의 높이(m).

C_2 : 다음 식에 의한 계수로서 1.1 이하일 때에는 1.1로 한다.

$$C_2 = \frac{0.77}{1 - 0.5\frac{l}{k}}$$

l : 선측트랜스버스(또는 종거더) 및 종격벽 트랜스버스(또는 종거더)의 내면사이에서 측정한 크로스타이의 길이(m).

k : 다음 식에 의한다.

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 크로스타이의 최소 단면2차모멘트(cm^4).

A : 크로스타이의 단면적(cm^2).

C_1' 및 S : 105.에 따른다.

제 5 절 구조상세

501. 일반 【지침 참조】

1. 주요부재는 화물구역 전체에 걸쳐서 강도의 연속성이 유지되도록 배치하여야 하며 화물구역의 양단에서는 강도의 연속성이 유지되도록 적절히 보강하여야 한다.
2. 주요부재에 대하여는 양단부에서의 고착도, 면외변형에 대한 지지 및 보강방법을 충분히 고려하여 응력집중을 최소화하여야 한다.

502. 늑골 및 횡보강재

모든 종횡보강재는 연속구조로 하든가 또는 이들의 끝단에서의 단면적이 유효하게 유지되도록 하고 굽힘에 대한 저항이 충분하도록 고착하여야 한다.

503. 거더 및 크로스 타이 【지침 참조】

1. 동일 평면내에 있는 거더는 그 강도 및 강성의 급격한 변화를 피하고, 거더의 단부에는 적절한 크기의 브래킷을 설치하고 그 단부에 충분한 둥금새를 주어야 한다.
2. 깊이가 깊은 종거더에 대하여는 횡보강재를 면재와 평행하게 설치하여야 한다.
3. 크로스타이의 양단에는 브래킷을 설치하여 거더에 고착시켜야 한다.
4. 크로스타이를 결합하는 위치에 있어서 트랜스버스에는 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.
5. 크로스타이의 면재의 한쪽 너비가 150 mm를 넘는 경우에는 적절한 간격으로 면재를 지지하는 보강재를 설치하여야 한다.
6. 트랜스버스를 유효하게 지지하기 위하여 트리핑 브래킷을 거더의 끝부분 브래킷의 내단끝이나 크로스타이가 결합되는 부분 등에 설치하는 것 이외에 적절한 간격으로 설치하여야 한다. 각 거더의 면재의 너비가 웨브의 각 측에서 180 mm 를 넘을 경우에는 상기의 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다.
7. 선측 트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스의 상하단 브래킷과 그 내단부근 및 크로스타이가 결합하는 웨브는 좁은 간격으로 적절히 보강하여야 한다.

제 6 절 부식에 대한 특별요건

601. 외판의 두께

1. 이중선측구조를 갖지 아니하는 선박으로서 밸러스팅이 계획된 화물유탱크를 이루는 외판의 두께는 **3편 4장**에 의한 것에 0.5mm를 더한 것 이상이어야 한다.
2. 이 장의 규정에 적합한 외판의 두께는 **201.**에 의한 두께에서 0.5 mm 를 감한 것으로 할 수 있다.

602. 갑판의 두께

1. 이 장의 규정에 적합한 건현갑판두께는 **201.**에 의한 두께에서 0.5 mm 를 감한 것으로 할 수 있다.
2. 화물유탱크를 이루는 건현갑판두께는 **3편 5장**에 의한 것에 0.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

603. 탱크 정판의 두께

화물유탱크 및 디프탱크 정판의 두께는 **201.**에 의한 것에 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 이 두께의 증가는 내저판에 대하여는 적용하지 않는다.

604. 종갑판보, 종늑골 및 횡보강재의 단면계수

1. 화물유탱크 정부를 이루는 갑판의 종갑판보의 단면계수는 **3편 10장**에 의한 것의 1.1배 이상이어야 한다.
2. 밸러스팅이 계획된 화물유탱크(황천 항해시에 만 밸러스팅하는 탱크 제외)를 이루는 외판 및 격벽의 늑골 및 횡보강재의 단면계수는 **301.** 및 **302.**에 의한 것의 1.1배 이상이어야 한다.

605. 화물유탱크 주위의 평형수탱크내의 판의 두께

1. 평형수탱크와 화물유탱크의 경계인 격벽판의 두께는 **103.**에 의한 것보다 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.
2. 화물유탱크 주위에 가열설비가 설치된 경우에는 평형수탱크와 화물유탱크의 경계인 격벽판의 두께는 **1**항에 의한 것에 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.

606. 화물유탱크내의 갑판의 두께

화물유탱크내의 갑판의 최소두께는 **103.**에 의한 것 보다 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.

607. 화물유탱크를 이루는 내저판의 두께 【지침 참조】

1. 화물유탱크를 이루는 내저판의 두께는 점식(pitting corrosion)에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
2. 화물유탱크내 흡입구 주위의 내저판 두께 및 흡입웰(suction well)의 두께는 **201.**에 의한 것 보다 2.0 mm 을 더한 것 이상이어야 한다.

제 7 절 선수부 현측탱크에 대한 특별규정

701. 적용

L 이 200 m 이상인 유조선으로서 선수단으로부터 $0.15L$ 의 곳과 선수격벽까지 사이의 만재시 빈 화물창으로 되는 현측탱크내의 부재에 대하여는 이 절의 규정에 따르는 이외에 전 각 절의 규정에 적합하여야 한다.

702. 선측종늑골

1. 선측종늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 9C_1KShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

h : 해당 늑골로부터 용골상면상 다음 식에 의한 점 h' 까지의 거리(m).

$h' = 0.7d + 0.05L$

다만, 다음 식에 의한 $h_{\min}$ (m) 미만이어서는 안된다.

$h_{\min} = 0.2\sqrt{L} + 0.03L$

C_1, S 및 l : 105.에 따른다.

2. 선측종늑골을 브래킷으로서 트랜스버스와 고착하는 경우에는 그 단면계수를 전 항의 식에 다음에 의한 값을 곱한 것으로 하여도 좋다.

$(1-C)^2$

C : 다음 식에 의한 값.

양끝에 브래킷을 설치하는 경우 : $C = \dfrac{b_1 + b_2 - 0.3}{l}$

한쪽 끝에 브래킷을 설치하는 경우 : $C = \dfrac{b - 0.15}{l}$

b, b_1 및 b_2 : 각각 브래킷의 종늑골 방향의 암의 길이(m). 다만 C의 값이 음(-) 일 때에는 C는 0으로 한다.(그림 7.10.1 참조)

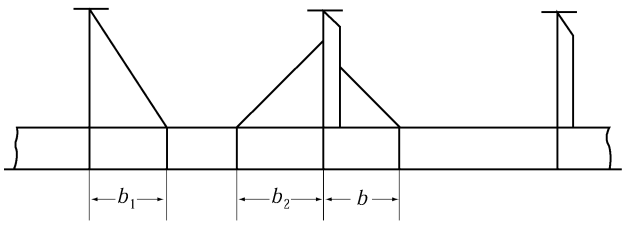


그림 7.10.1 b, b_1, 및 b_2 의 측정

703. 선수선저 보강부

선수선저 보강부에 대하여는 3편 4장 404. 및 3편 7장 8절의 규정에 따른다.

제 8 절 중간갑판(mid deck)을 갖는 선박에 대한 규정

801. 적용 【지침 참조】

1. 화물구역에 종통 중간갑판을 갖는 유조선의 구조에 대하여는 1절부터 7절까지의 규정에 적합하여야 한다.
2. 중간갑판 하부의 화물유탱크내의 구조부재의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

제 9 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정

901. 건현이 큰 선박

건현이 특히 큰 선박에 대하여는 이 규정을 적절히 참작할 수 있다.

902. 화물유 탱크에 설치하는 창구 *(2018)* 【지침 참조】

1. 창구코밍의 두께는 10 mm 이상으로 하여야 한다. 높이가 760 mm 를 넘고 길이가 1.25 m 를 넘는 측 코밍 또는 단부코밍에는 수직 휨보강재를 붙이고 그 코밍의 상단을 적절히 보강하여야 한다.
2. 창구덮개는 강 또는 기타의 승인된 재료를 사용하여 제작하고 강재구조인 경우에는 다음 각 호에 따른다. 강 이외의 재료를 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
   (1) 덮개판의 두께는 12 mm 이상이어야 한다.
   (2) 창구면적이 1 m^2 를 넘고 2.5 m^2 이하인 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 100 mm 의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다. 다만, 덮개판의 두께가 15 mm 이상인 경우에는 보강할 필요가 없다.
   (3) 창구면적이 2.5 m^2 를 넘는 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 125 mm 의 평강으로 보강하여야 한다.
   (4) 창구코밍에는 원형창구인 경우에는 457 mm 이하의 간격으로 사각형 창구인 경우에는 각 귀퉁이로부터 230 mm 이내의 곳 및 그곳으로부터 380 mm 이하의 간격으로 배치한 체결장치를 설치하든가 또는 이와 동등한 효력의 장치를 설치하여 덮개판을 유밀로 잠글 수 있는 구조로 하여야 한다.

903. 기타의 창구 *(2021)*

화물유 탱크, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 기타의 탱크 이외의 장소의 창구로서 건현갑판, 선수루갑판 및 팽창트렁크 정부의 노출부에 설치하는 것에는 **4편 2장 3절**의 규정에 의한 치수의 강제 풍우밀 덮개를 설치하여야 한다.

904. 상설보행로 【지침 참조】

1. 선교루 또는 중앙갑판실과 선미루 또는 선미갑판실과의 사이에는 선루갑판의 높이에 **4편 4장 503.**의 규정에 의한 상설보행로를 설치하든가 또는 이와 동등 이상 효력의 설비(예:갑판하 통로)를 설치하여야 한다. 상기 이외의 장소 및 선교루 또는 중앙갑판실을 갖지 않는 선박에 있어서 선박의 필요한 작업에 사용되는 모든 장소 상호간에 선원의 왕래를 보호하기 위한 설비는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
2. 분리된 선원 거주구역사이 및 선원 거주구역과 기관구역과의 사이에는 상설보행로부터 안전하고 충분한 통로를 설치하여야 한다.
3. 선루가 트렁크에 의하여 연락되는 경우에는 그 부분의 건현갑판의 노출부의 전길이에 걸쳐 보호난간을 설치하여야 한다.

제 10 절 용접

1001. 적용

유조선의 용접공사에 대한 사항중 1002.에 규정하지 아니한 것은 **3편 1장 5절**에 따른다.

1002. 필릿용접 【지침 참조】

1. 화물구역내의 구조부재에 대한 필릿용접은 **표 7.10.9**에 따른다.

표 7.10.9 필릿용접의 적용

난	부재		적용장소	종류
1	거더 및 트랜스버스	웨브	외판, 갑판, 종격벽판 또는 내저판	*F*1
2			웨브 상호	*F*1
3			면재	*F*2
4		웨브의 슬롯	종늑골, 종갑판보 및 종격벽판의 수평 횝보강재의 웨브	*F*2
5		트리핑 브래킷 및 웨브의 횝보강재	웨브	*F3*
6			종늑골, 종갑판보 및 종격벽의 수평횝보강재	*F*1
7	종늑골, 종갑판보 및 종격벽의 수평 횝보강재		외판, 갑판 또는 종격벽판	*F3*
8	크로스타이		크로스타이를 이루는 부재	*F3*
9			거더 또는 트랜스버스의 면재	*F*1
(비고) 거더 및 트랜스버스의 단부 브래킷의 내단부에 있어서 그 둥금새가 작을 때에는 면재와 웨브의 용접을 적절한 범위에 걸쳐서 *F*1 으로 할 것을 권장한다.				

2. 다음 (1) 및 (2)호의 필릿용접 각장은 이 장의 규정에 의한 판두께의 0.7배 이상이어야 한다.
(1) 이중저 종거더 중 최외측의 것과 늑판고착부의 필릿용접
(2) 이중선측 구조내 최하부 스트링거와 트랜스버스 고착부의 필릿용접 ⚓

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

지침 제 7 편

전용선박

GA-07A-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 7 편 “전용선박”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 4월 8일 (검사신청일)

부록 7-2 컨테이너선 고박설비에 관한 지침

제 2 절 일반사항

- 8. (5) (나)를 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 유조선

제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치

- 1002. 2항 (2)호 및 그림 7.1.32를 삭제함.

제 4 장 컨테이너선

제 1 절 일반사항

- 101. 2를 신설함.

제 7 장 카페리선 및 로로선

제 3 절 갑판

- 301.1을 개정함.
- 301.2를 개정함.

제 10 장 이중선체 유조선

제 1 절 일반사항

- 102. 1을 개정함.

부록 7-6 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치

- I.5.(2)(라)를 개정함.
- II.3.(8)을 개정함.

부록 7-11 개방갑판 상 컨테이너 고박을 위한 안전한 작업조건 제공에 대한 지침

- 3.(3)(마)를 개정함.
- 3.(4)(마)를 개정함.
- 3.(5)(나)를 개정함.
- 3.(6)(가)를 개정함.

차 례

제 1 장 유조선 ····· 1
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비 ····· 5
제 3 절 화물구역의 종늑골 및 종갑판보 ····· 6
제 4 절 화물구역의 종거더, 트랜스버스 및 크로스타이 ····· 7
제 5 절 화물구역의 격벽 ····· 12
제 6 절 현측탱크의 상대변형 ····· 14
제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치 ····· 15
제 11 절 유조선의 전기설비 ····· 18

제 2 장 광석운반선 ····· 23
제 1 절 일반사항 ····· 23
제 3 절 현측탱크 또는 보이드 구역 ····· 23
제 5 절 현측탱크의 상대변형 ····· 25
제 7 절 광석운반선 겸 유조선 ····· 26

제 3 장 산적화물선 ····· 31
제 1 절 일반사항 ····· 31
제 3 절 이중저구조 ····· 31
제 4 절 호퍼탱크 ····· 33
제 5 절 톱사이드 탱크 ····· 34
제 6 절 횡격벽 및 스툴 ····· 34
제 7 절 선창내 늑골 ····· 34
제 8 절 갑판 및 외판 ····· 35
제 9 절 화물창의 창구덮개 및 창구코밍 ····· 35
제 11 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선에 대한 화물창의 허용적재하중 ····· 36
제 14 절 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치 ····· 36
제 15 절 화물창에 액체를 적재하는 경우에 대한 추가규정 ····· 36
제 16 절 석탄운반선의 전기설비 ····· 38
제 17 절 단일 선측구조 산적화물선 및 OBO 운반선의 늑골 및 브래킷의 강재교체 기준 ····· 38

제 4 장 컨테이너선 ····· 41
제 1 절 일반사항 ····· 41
제 2 절 종강도 ····· 41
제 3 절 이중저구조 ····· 43
제 4 절 이중선측구조 ····· 43
제 6 절 갑판구조 ····· 46
제 9 절 플레어가 큰 위치의 강도(strength at large flare location) ····· 46
제 10 절 컨테이너 고박설비 ····· 47

제 5 장 액화가스 산적운반선 ····· 49

제 6 장 위험화학품 산적운반선 ····· 49

제 7 장 카페리선 및 로로선 ····· **51**
제 3 절 갑판 ····· 51

제 10 장 이중선체 유조선 ····· **61**
제 1 절 일반 ····· 61
제 2 절 격벽판 ····· 62
제 3 절 종늑골 및 휨보강재 ····· 63
제 4 절 거더 ····· 63
제 5 절 구조상세 ····· 71
제 6 절 부식에 대한 특별요건 ····· 74
제 8 절 중간갑판(mid-deck)을 갖는 선박에 대한 규정 ····· 75
제 9 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정 ····· 75
제 10 절 용접 ····· 75

〈부 록〉
부록 7-1 원유를 보일러용 연료로 사용하는 유조선의 추가요건 ····· 77
부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침 ····· 80
부록 7-3 카페리선에 대한 지침 ····· 119
부록 7-4 산적화물선에 대한 흘수의 함수로서 화물창의 최대허용 및 필요최소 적재중량 계산지침 ····· 129
부록 7-5 현존 산적화물선에 대한 추가요건 ····· 136
부록 7-6 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치 ····· 153
부록 7-7 협약 통일 해석 ····· 160
부록 7-8 컨테이너선의 고강도 극후강판의 적용 및 검사지침 ····· 162
부록 7-9 컨테이너선 종강도에 대한 지침 ····· 168
부록 7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침 ····· 200
부록 7-11 개방갑판 상 컨테이너 고박을 위한 안전한 작업조건 제공에 대한 지침 ····· 230

제 1 장 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. 이 지침은 주로 인화점 60 ℃ 이하의 화물유를 적재하는 2열 종격벽을 가진 종식구조의 대형유조선에 대하여 정한 것으로서 특기 이외의 사항 또는 화물선과 공통인 사항에 대하여는 별도로 정하는 바에 따른다.

2. **새로운 구조방식의 채택**
새로운 구조방식이 채택될 경우에는 규칙에 있는 표준구조의 모델과 비교계산을 행하여 구조부재의 치수를 결정한다. 또한 필요에 따라 모형시험 또는 실선계측의 자료제출을 요구할 수 있다.

3. **원유 및 석유정제품 이외의 액상화물을 적재하는 선박**
규칙 101.의 5항을 적용함에 있어서 원유 및 석유정제품 이외에 37.8℃에서의 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만의 액상화물을 운송하고자 하는 선박에 대하여는 다음에 따른다.
(1) 비중(ρ)이 1.0을 넘는 액상화물을 적재하는 유조선의 화물유 탱크부의 각 부재의 치수는 다음 2가지 방법에 따라 정한 값 중 큰 것으로 한다.
(가) 모든 부재에 대하여 규칙에 의거 계산한다.
(나) 각 부재에 따라 다음과 같이 계산한다.
(a) 외판에 부착되는 부재, 지지재 및 선측외판에 부착되는 부재와 지지재로서 결합되는 종격벽에 붙은 부재의 치수는 규칙의 식 중 h 대신에 **그림 7.1.1**의 h_0 를 사용하여 계산한다.

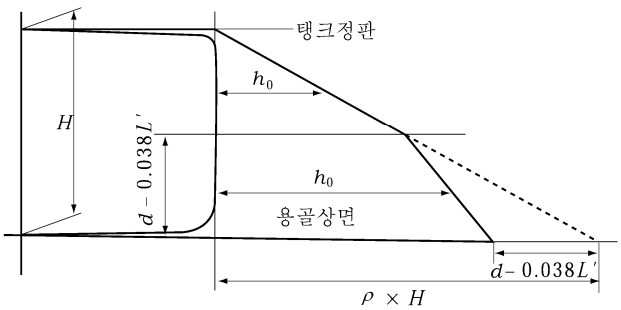


그림 7.1.1 h_0 의 측정방법

표 7.1.1 ρ 의 값

화물의 종류	ρ
당밀	1.4
아스팔트	1.1
농유산	1.85

(b) 격벽판, 격벽붙이 부재 및 크로스타이의 치수는 비중 ρ 인 액체를 탱크정판까지 적재한 것으로 하여 계산한다.
(c) 중앙탱크에 갑판 트랜스버스의 단면계수는 규정의 값을 ρ 배 한다.
(d) ρ 의 값은 **표 7.1.1**에 따르며 기타는 그때마다 정한다.
(2) 독성 및 부식성이 있는 액상화물을 적재하는 유조선에 대하여는 해양수산부령 「**위험물 선박운송 및 저장규칙**」을 참조할 필요가 있다.

4. 모든 화물탱크가 독립형탱크인 아스팔트 전용운반선의 경우, 화물지역 내의 선체구조 내면의 적어도 일면은 어떠한 고정구조물 또는 장비품을 제거하지 않고 육안검사가 가능하도록 하여야 한다. 이 목적을 달성하기 위하여 다음의 조건을 만족하여야 한다.
(1) 평면 또는 곡면 그리고 갑판보, 보강재, 늑골, 거더 등과 같은 구조물을 검사하기 위하여 구조들의 표면 사이를 지나야 하는 경우, 그 구조의 표면 및 자유단 사이의 거리는 최소 380 mm 이상이어야 한다. 검사하여야 할 면과 갑판, 격벽 또는 외판 등과 같이 상부 구조물의 표면 사이의 거리는 곡진 탱크(즉, C형 탱크)의 경우, 최소 450 mm 이상이거나, 평평한 탱크(즉, A형 탱크)의 경우, 600 mm 이상이어야 한다.(**그림 7.1.2** 참조)
(2) 가시성을 이유로 검사할 면과 선체구조의 임의의 부분 사이를 통행할 필요가 없는 경우, 구조부재의 자유단과 검사하여야 할 면 사이의 거리는 최소 50mm 또는 구조물 면재의 반폭 중 큰 값 이상이어야 한다.(**그림 7.1.3** 참조)

(3) 곡면에 대한 검사를 위하여, 그 면과 구조부재가 없는 다른 면(평면 또는 곡면) 사이를 통행할 필요가 있다면, 양면 사이의 거리는 최소 380 mm 이상이어야 한다(**그림 7.1.4** 참조). 곡면과 다른 면 사이의 통행이 요구되지 않는 경우, 곡면의 형상을 고려하여 380 mm 보다 작은 거리도 허용될 수 있다.

(4) 거의 평면인 면의 검사를 위하여, 구조부재가 없는 거의 평면인 면 사이 또는 거의 평행인 면 사이를 통행할 필요가 있다면, 이 면들 사이의 거리는 최소 600 mm 이어야 한다. 고정식 통행 사다리가 설치된 경우, 간격은 최소 450mm 이상이어야 한다.(**그림 7.1.5** 참조)

(5) 화물탱크 섬프(sump)와 흡입웰 근처의 이중저구조 사이의 최소거리는 **그림 7.1.6**의 거리보다 작아서는 안 된다. (**그림 7.1.6** 섬프의 평면과 웰 사이의 거리는 최소 150 mm 이며, 내저판 사이 모서리 간, 웰의 수직 면간 그리고 구형 또는 원형면과 탱크의 섬프(sump) 사이의 너클포인트(knuckle point)의 간격은 최소 380 mm 이상이어야 한다.) 만약, 흡입웰이 없다면, 화물탱크 섬프와 이중저 사이의 거리는 50mm 보다 작아서는 안 된다.

(6) 화물탱크 돔과 갑판구조 사이의 거리는 150mm 이상이어야 한다.(**그림 7.1.7** 참조)

(7) 화물탱크, 화물탱크 지지구조 및 구속구조(예: 종동요 방지설비, 횡동요 방지설비 및 이탈방지 초크 등), 화물탱크 방열재 등의 검사를 위하여, 필요하다면, 고정식 또는 이동식 작업대를 설치하여야 한다. 이러한 작업대는 (1)에서 (4)의 요구하는 간격을 유지하여야 한다.

(8) 만약, 고정식 또는 이동식 배기덕트가 설치되어야 하는 경우, 이러한 덕트는 (1)에서 (4)의 요구하는 간격을 침범하여서는 안 된다.

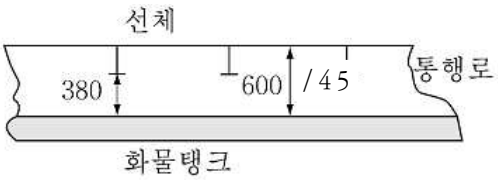


그림 7.1.2

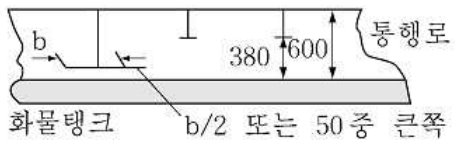


그림 7.1.3

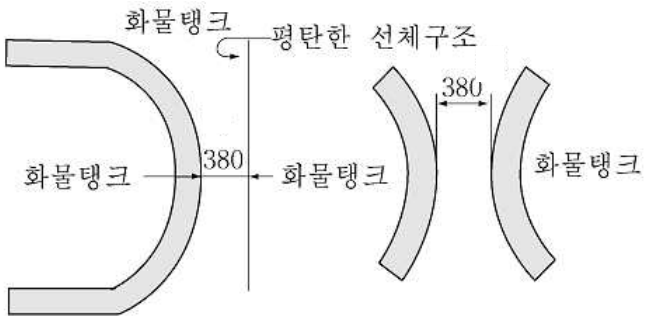


그림 7.1.4

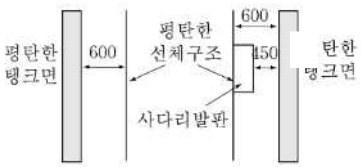


그림 7.1.5

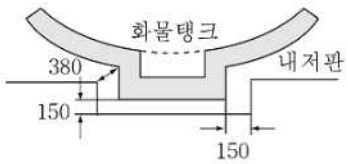


그림 7.1.6

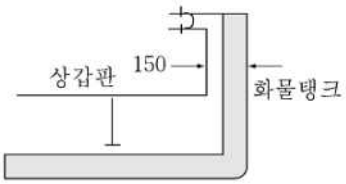


그림 7.1.7

102. 격벽의 배치 【규칙 참조】

1. 화물유를 적재하는 탱크의 길이는 10 m 또는 다음 값 중 큰 값을 넘어서는 안된다.
   (1) 종격벽이 설치되어 있지 않은 경우 ····· $0.1L_f$
   (2) 선체중심선상에만 종격벽이 설치되어 있는 경우 ····· $0.15L_f$
   (3) 2열 이상의 종격벽이 설치되어 있는 경우
      (가) 현측탱크 ····· $0.2L_f$
      (나) 중앙탱크

      (a) $\frac{b_i}{B_f} \geq \frac{1}{5}$ 인 경우 ····· $0.2L_f$

      (b) $\frac{b_i}{B_f} < \frac{1}{5}$ 으로서,

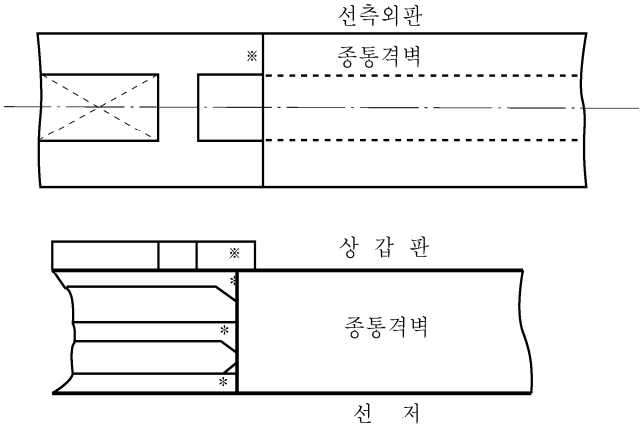
         (i) 선체중심선상에 종격벽이 없는 경우 ····· $\left(0.5\frac{b_i}{B_f}+0.1\right)L_f$

         (ii) 선체중심선상에 종격벽이 있는 경우 ····· $\left(0.25\frac{b_i}{B_f}+0.15\right)L_f$

         b_i : 해당 현측탱크의 만재흘수선의 위치에서의 최소너비 (m).
2. 중앙탱크 또는 내측탱크에 있어서는 15 m 또는 $0.1L$ 중 큰 쪽을 넘지 않는 간격으로 횡 제수격벽을 배치할 필요가 있다.
3. 현측탱크에 있어서 중앙탱크 또는 내측탱크내의 종격벽의 위치에서 링 및/또는 거더를 설치하여 강도상 불연속이 발생하지 않도록 하여야한다.

103. 코퍼댐 【규칙 참조】

1. **코퍼댐 등 화물유 탱크의 격벽**
   (1) 연료유 또는 평형수를 적재하는 장소는 그 개소의 구조가 거널 산형강의 경우를 제외하고 모두 용접으로 할 경우에는 화물유를 적재하는 장소와의 사이에 설치하여야 할 코퍼댐과 겸용할 수 있다. (**규칙** 1003.의 2항 및 3항 참조) 또한 연료유가 혼입됨으로서 심한 손해를 받는 액상화물(예를 들면 개소린, 당밀) 등을 적재하는 탱크와 연료유 탱크와의 사이에는 코퍼댐을 설치할 것을 권장한다.
   (2) 화물탱크와 선수창(선수탱크)이 인접하는 경우, 특별한 경우를 제외하고는 선수격벽에는 개구를 설치하여서는 안된다. (**규칙** 1003.의 2항 및 3항 참조)
   (3) 코퍼댐의 적용을 받는 구획과 기타의 구획(다만, 화물유탱크 및 연료유탱크 제외)과의 사이에는 어떠한 개구도 설치하여서는 안된다. 다만, 체인로커 주위벽 등에 설치하는 볼트 조임식 수밀 맨홀은 그러하지 아니한다. (수밀문은 허용되지 않음.)
2. **선루 및 간판실** 펌프실의 승강구를 보호하는 갑판실은 다음에 의한다.
   (1) 전단격벽은 선교루 전단격벽과 동등한 강도
   (2) 측벽 및 후단벽은 선미루 전단격벽과 동등한 강도
   (3) 출입구 코밍의 높이는 건현갑판상 600 mm로 한다.
3. 화물유탱크 종격벽의 후단과 그 후부의 선미루갑판 등 종부재와의 연속성을 유지할 수 있도록 한다. (**그림** 7.1.8 참조)
4. **화물유탱크 직하에 이중저가 있는 경우**
   이중저탱크의 출입구는 화물유탱크의 이중저에 설치하여서는 안된다. 예를 들면, 전후부의 코퍼댐에서 출입할 수 있도록 하든지 상갑판 노출부에서 이중저까지 통하는 유밀트렁크를 설치하는 등의 방법으로 한다.



※ 표시의 벽은 강재로 하고 가능한 한 종격벽 바로 위에 설치한다.
* 표시의 브래킷은 대형으로 한다.

그림 7.1.8 종격벽 후단부의 연속성

104. 기밀격벽 【규칙 참조】

1. 주 및 보조보일러실로 겸용하지 않는 코퍼댐 및 건현갑판하의 코퍼댐 적용구획은 디프탱크로서의 강도를 만족할 필요가 있다. 주펌프실과 기관실과의 사이의 격벽의 치수는 L 이 100 m 이상인 선박에서는 수밀격벽의 치수, L 이 100 m 미만인 선박에서는 기밀격벽의 치수 이상으로 하여야 한다.
2. 수압시험을 행할 필요가 없는 기밀격벽의 치수는 다음의 값을 표준으로 한다. 또한 기밀시험은 사수시험으로 대신할 수 있다.
   (1) 두께 : 6 mm 이상으로 한다. 다만, L 이 100 m 미만인 선박은 4.5 mm 로 할 수 있다.
   (2) 휨보강재 및 거더의 단면계수 : 수밀격벽에 대한 값의 50 %로 한다. 다만, 외판 및 갑판과 결합되는 개소는 늑골, 보 등과 동등한 효력의 것으로 하여야 한다.

109. 직접강도 계산 【규칙 참조】

직접강도계산에 따라 유조선의 화물창 구조부재의 치수를 정하는 경우에는 **3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침**에 따른다.

110. 복원성 적하지침기기(Stability Instrument) 【규칙 참조】

1. **규칙 110.**을 적용함에 있어서 기구가 권고한 성능기준은 다음을 참조한다.
   - part B, chapter 4, of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code);
   - the Guidelines for the Approval of Stability Instruments (MSC.1/Circ.1229), annex, section 4;
   - the technical standards defined in part 1 of the Guidelines for verification of damage stability requirements for tankers (MSC.1/Circ.1461)
2. **규칙 110.** 1항의 (3)의 선급이 인정하는 경우란, 손상 및 비손상 복원성 검증 절차가 승인된 조건에 적합하게 적하되는 것과 동등한 안전 수준을 유지하는 다음의 선박을 말한다.
   (1) 모든 형태의 예상 가능한 적하 조건이 선장에게 제공되는 승인된 복원성 자료에 포함되고 전용작업에 사용되는 선박
   (2) 우리선급이 승인한 방법에 의해 원격으로 복원성 검증이 가능한 선박
   (3) 승인된 적하 조건 범위 안에서 적하되는 선박
   (4) KG/GM을 제한하여 승인함으로써 적용 가능한 모든 손상 및 비손상 복원성 요건을 충족하는 2016년 1월 1일 전에 건조된 선박
3. 2항의 승인된 조건은 다음을 참조한다.
   - operational guidance provided in part 2 of the Guidelines for verification of damage stability requirements for tankers (MSC.1/Circ.1461).

제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비

201. 특히 큰 건현을 갖는 선박 【규칙 참조】

규칙 201.에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 **3편 1장** 203.의 2항 (2)호 (마)를 말한다.

202. 화물유 탱크에 설치하는 창구 *(2018)* 【규칙 참조】

1. 화물유 탱크에 설치하는 창구에 FRP제 창구덮개를 설치하는 경우는 다음에 의한다.
   (1) 기재(基材)는 자기소화성(fire resistant nature)의 것으로 한다.
   (2) **1974년 SOLAS협약**('81/'83개정규칙 포함)의 표준화재시험에 따라 Model test를 행하고 그 내면을 화염에 접하게 하며, 이 표준화재시험의 계속시간은 20분간 이상, 최고온도는 790 ℃로 하고 이 시험의 최초의 20분이 끝날 때까지 화염이 통과하지 않는 것이어야 한다.
   (3) Steaming test를 행하여 수밀성을 해치는 유해한 변형이 없어야 한다.
   (4) 치수가 다른 각 모델에 대하여 0.028 MPa 이상으로 수압시험을 행하여 이에 견디는 것이어야 한다.
   (5) 덮개의 개폐장치에는 완전폐쇄 또는 완전개방 위에서만 고정되도록 설계되어야 하며, 이러한 취급 방법을 나타내는 주의사항을 덮개의 외측 표면에 표시하여야 한다.
2. Tank cleaning 창구덮개의 재료는 다음 각 호의 규정에 따른다.
   (1) 황동, 포금(砲金) 및 강은 사용할 수 있으나, 알루미늄은 사용하여서는 안된다.
   (2) FRP 등 기타의 합성재료는 1항의 요건을 모두 만족시키는 경우에 한하여 사용할 수 있다.
3. 화물유 탱크에 설치하는 Tank cleaning 창구덮개의 조임장치는 상갑판상 2.45 m 의 수두에 대하여 창구덮개가 충분한 수밀성을 유지할 수 있는 것이어야 한다. 또한, 이 장치가 다음 중 어느 하나의 구조이거나 또는 이와 동등한 구조에 대하여는 **규칙 4편 2장** 103.의 1항에 규정된 창구코밍의 높이를 감할 수 있다.
   (1) 탱크 정부에 라이너를 부착하여 덮개를 볼트조임으로 하는 경우에는 그 볼트 사이의 피치를 150 mm 이하로 한다. 다만, 어떠한 경우에는 볼트의 수는 10개 미만으로 하여서는 안된다. 또한 나비형 너트 등 사람이 손으로 쉽게 열 수 있는 구조로 하여서는 아니되며 라이너의 재질은 상갑판의 재질과 동등한 것이어야 한다.
   (2) 암 및 힌지붙이 덮개를 장치하는 형식의 창구에는 코밍을 설치하여야 하며, 사람이 손으로 쉽게 열 수 없는 구조로 하여야 한다. (**그림** 7.1.9 참조)

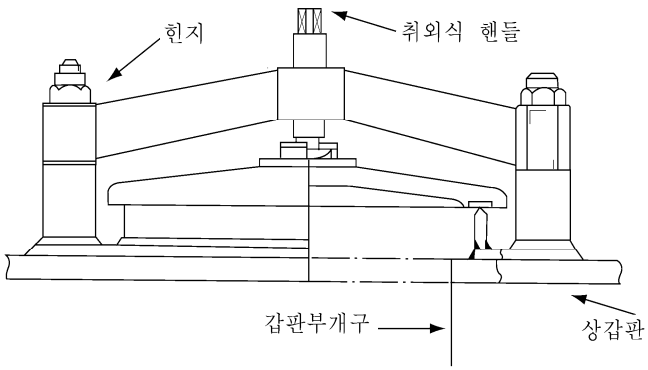


그림 7.1.9 Tank Cleaning

204. 상설보행로 및 통로 【규칙 참조】

규칙 204.의 1항의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 4편 4장 501.을 말한다.

205. 방수설비

규칙 205.의 1항에서 건현갑판상 노출부 길이의 1/2 이상에 걸쳐 핸드 레일을 설치하는 대신에 불워크 전체 면적의 33 % 이상의 방수구를 불워크 하방에 설치하여도 좋다. 【규칙 참조】

제 3 절 화물구역의 종늑골 및 종갑판보

302. 치수 【규칙 참조】

1. 세장비

중앙부 $0.4L$ 내의 종갑판보 및 현측후판에 붙는 선측종늑골의 세장비는 대형선에는 60이하, 소형선에서는 80이하로 한다. 세장비를 계산하는데 있어서 계산에 포함되는 부착된 강판은 (보 또는 늑골의 실제의 간격)×(실제의 두께)로 한다.

2. 선측종늑골

선측종늑골을 디프탱크 격벽 횡보강재로서 계산하는데 있어, 현측탱크의 길이 또는 너비가 10 m 를 넘는 경우에는, 규정의 식에 있어서 h 는 규칙 510.에 따른다.

303. 고착 【규칙 참조】

1. 표 7.1.8 중 ○ 표시가 있는 종늑골 및 종갑판보는 관통브래킷으로 연결하거나 관통시켜야한다.

표 7.1.2 관통브래킷의 필요개소

L (m)	$90 \le L \le 120$	$120 \le L$
종갑판보 및 현측후판붙이 선측종늑골	○	○
선측종늑골, 종격벽붙이 종횡보강재(다만, 상기 란은 제외)	—	○[1]
선저종늑골 및 만곡부 외판의 종늑골	○	○
[1] 선측종늑골로서 상하 $0.2D$ 사이, 종격벽붙이 종횡보강재로서 상하 $0.1D$ 사이를 제외하고는 그림 7.1.10와 같이 할 수 있다.		

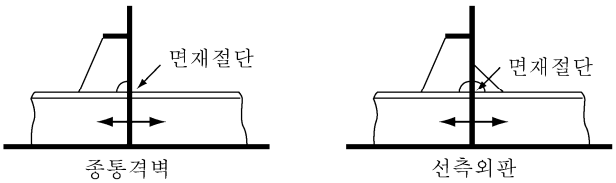


그림 7.1.10

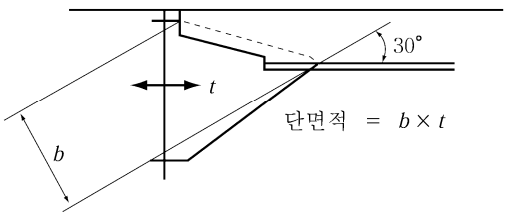


그림 7.1.11

2. 단부브래킷의 단면적 계산은 그림 7.1.11와 같이 하고 종갑판보 등의 단면적 이상으로 할 필요가 있다.
3. 단부브래킷과 종늑골 및 종갑판보와의 고착은 다음과 같이 한다.
   (1) L 이 120 m 이상인 선박은 단부브래킷과 종갑판보 및 종늑골과는 그림 7.1.12과 같이 충분히 겹치게 할 필요가 있다.
   (2) 전호 이외의 경우는 그림 7.1.13과 같이 할 수 있다. 브래킷은 가능한 한 종통재가 플랜지구조인 경우에는 종통재 웨브면의 R 이 끝나는 선에 브래킷을 설치하는 한편 리브를 브래킷의 선단에서 안쪽 약 10 mm 에 설치한다.

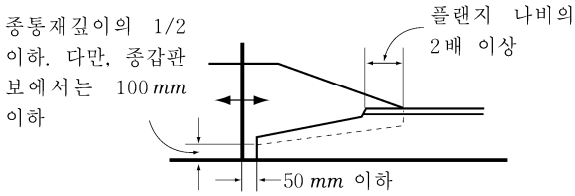


그림 7.1.12

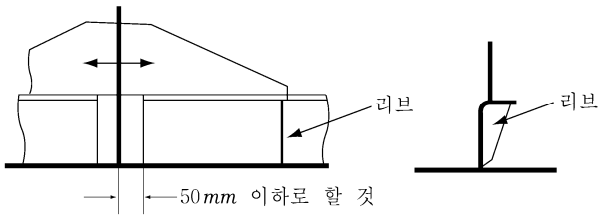


그림 7.1.13

4. 횡격벽과 단부브래킷과의 고착은 다음과 같이 한다.
   (1) 단부브래킷의 격벽관통부는 **그림 7.1.14**과 같이 면을 라운드 시킨다.
   (2) 단부브래킷과 격벽과의 결합부는, 예를 들면, **그림 7.1.15**와 같이 보강하고 Hot spot을 피한다.

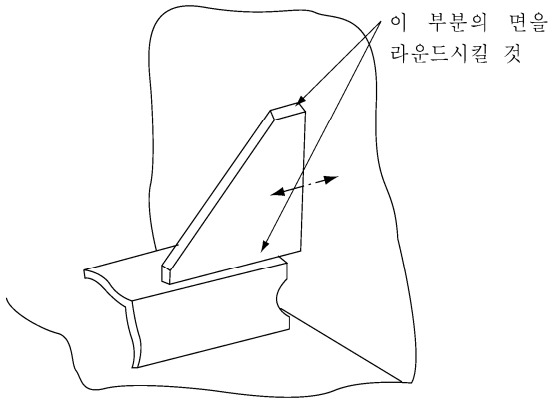


그림 7.1.14

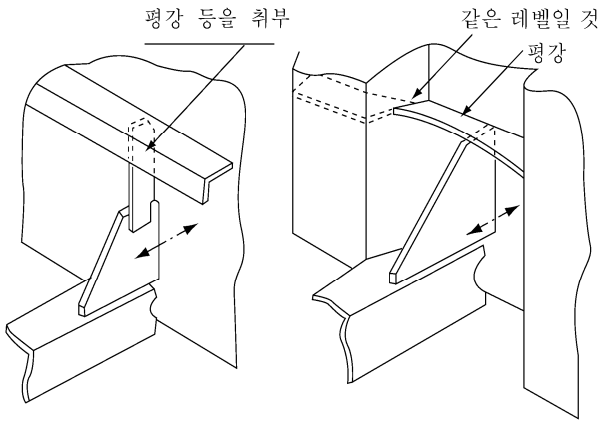


그림 7.1.15

제 4 절 화물구역의 종거더, 트랜스버스 및 크로스타이

401. 일반 【규칙 참조】

1. 경감구멍을 시공하는 경우 그 크기 및 위치는 **그림 7.1.16**과 같이 한다.
2. 종통재의 자유변이 맞닿는 개소의 슬롯 및 빌지부와 같이 슬롯의 간격이 좁은 경우는 슬롯에 칼라를 설치한다.
3. 거더의 깊이가 규정의 깊이보다 작은 경우는 거더의 단면계수는 규정의 단면계수에 규칙에서 정하는 거더깊이와 실제 거더깊이와의 비를 곱하여 구한다.
4. 보일러실 또는 보이드 구역의 웨브두께는 화물유탱크내의 웨브로서 계산된 두께에서 1 mm 를 감한 값으로 할 수 있다.
5. 중앙부의 전용 평형수탱크내의 모든 구조부재 치수는 화물유탱크내의 부재치수로 한다. (**규칙 401.**의 5항)
6. 거더판 상호간의 이음은 맞댐이음으로 할 필요가 있다. 겹이음으로 하는 경우는 이음에 교차하는 휨보강재를 설치할 필요가 있다.
7. 트랜스버스 단부의 브래킷 부분, 크로스타이와의 결합부 등 전단응력이 높은 개소 및 압축응력이 높다고 생각되고 부분에는 휨보강재를 증설할 필요가 있으며 또한 해당 부분에는 경감구멍을 시공하여서는 안된다. 필요하다면 그 부분에는 종통재 관통부의 슬롯에 칼라를 설치할 필요가 있다.
8. 트랜스버스 면재의 이음부분 및 거더판의 이음부분에는 거더판에 스캘럽(scallop)을 설치하여서는 안된다. 공작상 필요한 스캘럽은 용접으로 메운다. 또한 인접하는 면재는 그 치수의 급격한 변화를 피한다. (**그림 7.1.17** 참조)

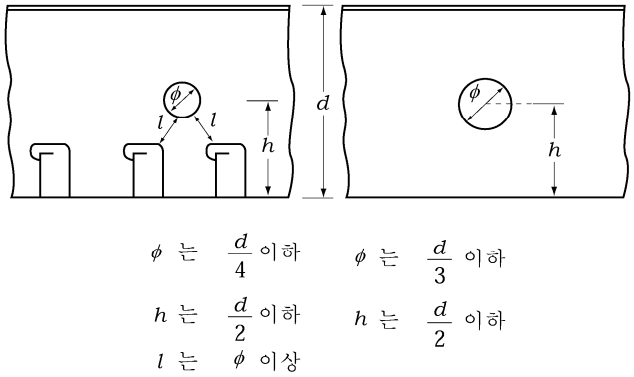


그림 7.1.16 경감구멍의 위치와 크기

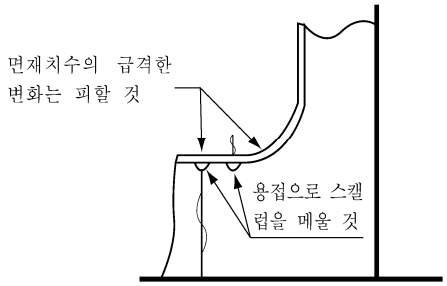


그림 7.1.17

9. 트랜스버스 등에 설치하는 휨보강재를 평강 대신에 산형강을 사용하는 경우는 판붙이의 단면2차모멘트를 규정과 동등한 정도로 한다.
10. 대형선의 선저트랜스버스, 선측트랜스버스, 종격벽트랜스버스와 종늑골과의 결합부에는 각각 **표 7.1.3**의 범위에 대하여 트랜스버스 휨보강재의 반대쪽에 브래킷을 설치하여 트랜스버스와 종늑골을 고착하든지 또는 슬롯에 칼라를 설치하는 등 적절히 보강한다. 다만, L이 230 m 이하인 경우에는 그 보강 범위를 적절히 참작할 수 있다. 또한 이 보강은 상기 트랜스버스류와 유사한 상황에 있는 슬롯(예를 들면 횡제수격벽 등의 슬롯)에 대하여도 이를 준용한다.

표 7.1.3 보강범위

부재	보강범위
선저트랜스버스	결합부 전부
선측트랜스버스	상부 크로스타이의 상부 R이 끝나는 곳 또는 만재흘수선중 높은 곳에서부터 하방의 결합부 전부. 다만 L이 300 m 이상인 경우는 상기의 상방까지도 이에 준하여 보강할 것을 권장한다.
종격벽트랜스버스	상부 크로스타이의 상부 R이 끝나는 곳 이하의 결합부 전부

402. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박의 중앙탱크 또는 내측탱크에 설치하는 종거더 및 트랜스버스 【규칙 참조】

1. 탱크내에 규칙에 적합한 횡제수격벽이 있는 경우 L_0는 횡격벽과 그 횡제수격벽과의 사이의 거리로 할 수 있다.
2. **규칙 표 7.1.3**의 **비고 1.**을 적용함에 있어서 C_4 값의 1.2배한 값을 사용한다.
3. **규칙 표 7.1.3**의 **비고 2.**를 적용함에 있어서 중심선 선저트랜스버스의 깊이 d_1이 선박의 깊이 D의 25 %를 넘는 경우에는 **규칙 표 7.1.3**의 C_4 값이 $0.25D/d_1$를 곱한 것으로 할 수 있다.
4. 중심선 선저트랜스버스에는 선저트랜스버스 사이의 중앙 및 선저트랜스버스와 격벽과의 중앙에 트리핑 브래킷을 설치할 필요가 있다. 이 브래킷이 대형일 경우에는 자유변을 보강할 필요가 있다.
5. 횡격벽붙이 선체중심선의 수직거더의 깊이 d_2가 횡거더의 간격 S보다 큰 경우 선저종거더의 웨브두께는 규정의 식에 있어서 d_1' 대신에 d_1을 사용하고 계수 η는 **표 7.1.4**에 따른다. (**그림 7.1.18** 참조)

표 7.1.4 계수 η

트랜스버스의 수	η
2	0.55
3	0.67
4	0.75
5	0.80

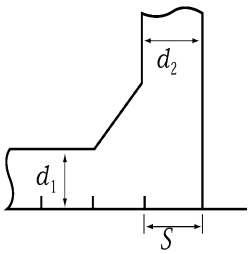


그림 7.1.18

403. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박의 현측탱크에 설치하는 종거더 및 트랜스버스 【규칙 참조】

1. 선측트랜스버스

선측트랜스버스의 길이 l_0 의 측정방법은 **그림** 7.1.19과 같이 한다. 하단도 그림과 같이 한다.

2. 종격벽 트랜스버스

(1) 종격벽의 반대측에 큰 브래킷이 있는 경우에도 트랜스버스의 길이 l_0 및 R 은 현측탱크측에서 전항의 요령에 의해 측정한다. 다만, 브래킷의 크기 b 는 $(b'+b'')/2$ 로 할 수 있다. 다만, b'' 가 b' 보다 작은 경우에는 b' 로 한다. (**그림** 7.1.20 참조)

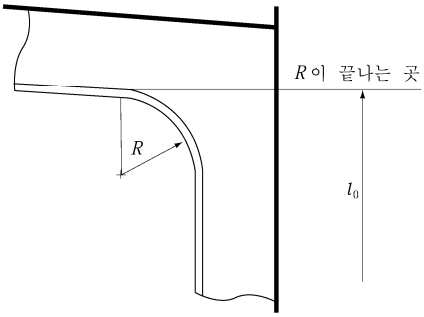


그림 7.1.19 l_0 **의 측정방법**

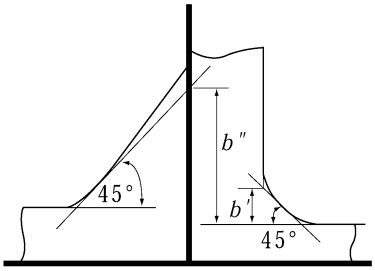


그림 7.1.20 b', b'' **측정방법**

(2) 전단력에 의한 웨브두께의 식에 있어서는 종격벽의 반대측에 부착하는 브래킷도 고려할 수 있다.

(3) 중앙탱크 또는 내측탱크의 선저트랜스버스의 종격벽붙이 브래킷의 전단부근의 슬롯은 칼라로 막는다.

(4) 파형격벽에 설치되는 거더는 Balanced girder로 한다. 다만, Balanced girder로 할 수 없는 경우에는 거더의 중성축을 가능한 한 격벽에 가까이 하도록 하여야 한다.

3. 선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 단면2차모멘트

선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 단면2차모멘트 I는 각각 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

선저트랜스버스 : $I = 160 C_0 C_2 Q l_0^2 \dfrac{B_S}{D}$ (cm^4)

갑판트랜스버스 : $I = 58 C_0 C_2 Q l_0^2 \dfrac{B_S}{D}$ (cm^4)

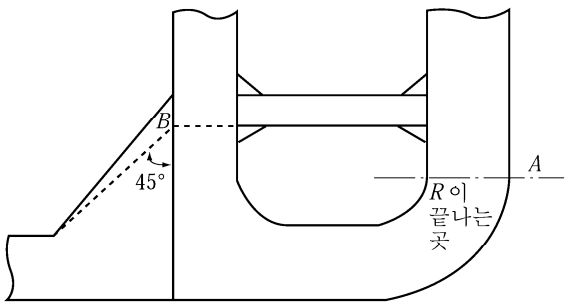
C_0 및 C_2 : **규칙 표** 7.1.6에 따른다.

Q 및 l_0 : **규칙** 403.의 1항 규정에 따른다.

B_S : 선측탱크의 너비

4. 빌지부 종격벽 하단부의 트랜스버스

그림 7.1.21와 같은 위치에 최하부의 크로스타이가 있는 경우는 빌지부 및 종격벽하단부의 트랜스버스의 단면계수는 식에 의한 값이 90 %로 할 수 있다. 또한 A부의 선측트랜스버스의 웨브두께는 식에 의한 값에 0.5 mm 를 뺀 값으로 할 수 있다. 다만, **규칙** 405.의 두께 이상이어야 한다.



크로스타이의 하면은 적어도 B 점보다 하방에 위치할 필요가 있다.

그림 7.1.21

5. 선측종거더를 가진 경우

(1) 중앙탱크에 횡제수격벽이 있는 경우 l_1 은 **그림** 7.1.22과 같이 측정한다.

(2) 종거더 또는 크로스타이는 **규칙** 403.의 5항 (5)호의 규정 이외에 다음 조건도 만족할 필요가 있다.

$l_1 > l_2 > l_3$ (**그림** 7.1.23 참조)

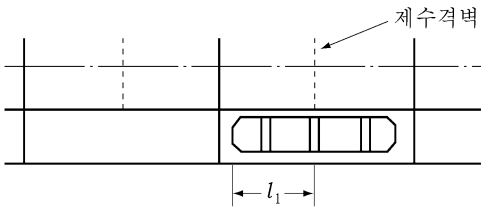


그림 7.1.22 l_1**의 측정방법**

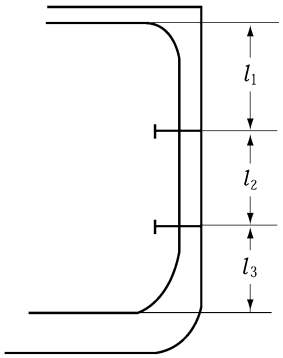


그림 7.1.23

(3) 4조의 트랜스버스와 1조의 종거더를 1조의 크로스타이로 결합한 경우 종거더의 치수를 계산하는데 있어서 C_3 및 C_4 는 **표** 7.1.5에 의한다. 크로스타이에 대하여는 404.의 2항을 적용한다.

(4) 종거더의 배치가 비대칭인 경우 및 크로스타이가 2조인 경우는 동등한 효력이 있는 것으로 간주한다.

표 7.1.5 **계수** C_3 **및** C_4

계수		C_3	C_4
$K=\frac{d_0}{d_1}\left(\frac{l_1}{l_0}\right)^2$	$K \le 0.2$	62	5.32
	$0.2 < K \le 0.3$	54	4.51
	$0.3 < K \le 0.4$	50	4.22
	$0.4 < K \le 0.5$	48	3.92
	$0.5 < K \le 0.6$	45	3.62
	$0.6 < K \le 0.7$	43	3.40
	$0.7 < K \le 0.8$	41	3.18
	$0.8 < K \le 0.9$	40	3.03
	$0.9 < K \le 1.0$	38	2.88
	$1.0 < K \le 1.2$	36	2.66
	$1.2 < K \le 1.4$	33	2.44
	$1.4 < K \le 1.6$	32	2.30

6. 선수부 선측트랜스버스 구조(중심선 종격벽만 있는 경우)

(1) 크로스타이 없이 강력한 종거더로서 트랜스버스를 지지하는 경우 (**그림** 7.1.24 참조)

트랜스버스 :

거더의 평균깊이: $d = C_0\ l_0$ (m)

거더의 단면계수:경간부평균 : $Z = C_2 K^2 Q\ l_0$ (cm^3)

만곡부 : $Z = C_2{}' Q\ l_0$ (cm^3)

종거더 :

웨브의 두께 : $t = C_3 \dfrac{Q}{d_1} + 2.5$ (mm)

면재의 단면계수 : $Z = C_4 K Q\, l_1$ (cm^3)

C_0, C_2, C_2', C_3 및 C_4 : **표 7.1.6**에 따른다. 또한 이 계산식은 3조 또는 4조의 트랜스버스를 1조부터 2조까지의 강력한 종거더로 지지하는 구조로서 K가 0.5 이하인 경우에 대하여 정한 것이다. 기호는 **규칙 403.**에 따른다.

(2) 선측트랜스버스와 중심선격벽의 트랜스버스를 종거더 없이 크로스타이로 결합하는 경우의 트랜스버스의 주요치수는 **규칙 403.**의 1항 (1)호 내지 (4)호, 2항 (1)호 및 3항 (3)호에 따른다. 다만, 각 식 중의 계수는 **표 7.1.7**에 의한 값을 사용할 수 있다. 크로스타이에 대하여는 **규칙 404.**에 따른다.

404. 크로스타이 [규칙 참조]

1. **403.**의 5항 (3)호의 4 트랜스버스 1 스트럿 또는 4 트랜스버스 2 스트럿의 구조로 된 경우 크로스타이의 치수는 규정의 식 중 S를 다음 식에 의한 값을 사용한다. (**그림 7.1.25** 참조)
2. **그림 7.1.26**과 같은 구조인 경우에는 ※표시한 브래킷을 반드시 설치할 필요가 있다.

표 7.1.6 계수 C_0, C_2, C_2', C_3 및 C_4

종거더의 수	트랜스버스의 수	계수	$K = \frac{d_0}{d_1}\left(\frac{l_1}{l_0}\right)^2$	
			0	0.5
1	3 또는 4	C_0	0.080	0.125
		C_2	1.46	3.88
		C_2'	2.89	5.10
	3	C_3	54	36
		C_4	10.20	5.60
	4	C_3	72	45
		C_4	10.60	6.40
2	3 또는 4	C_0	0.065	0.115
		C_2	0.68	3.40
		C_2'	1.36	4.76
	3	C_3	41	23
		C_4	7.20	3.80
	4	C_3	50	32
		C_4	7.7	4.3

(비고)
2조의 트랜스버스를 설치한 경우 C_3 및 C_4 대신에 하부 종거더에 대하여는 $1.2C_3$ 및 $1.2C_4$를, 상부 종거더에 대하여는 $0.8C_3$ 및 $0.8C_4$를 사용한다.

표 7.1.7 계수 C_0, C_2 및 C_2'

계수 \ 트랜스버스의 수	1	2
C_0	0.10	0.09
C_2	2.52	1.94
C_2'	3.83	2.89

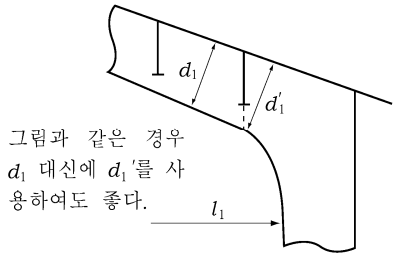
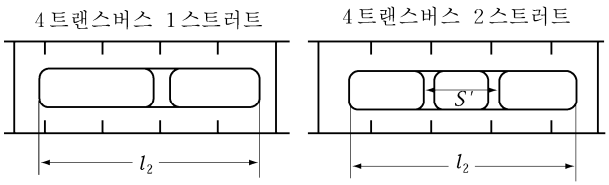


그림 7.1.24



$S = \frac{l_2}{2}$ (m) $S = \frac{l_2 + S'}{4}$ (m)

l_2 : 종거더의 길이 (m).
S' : 크로스타이의 간격 (m).

그림 7.1.25 S 의 값

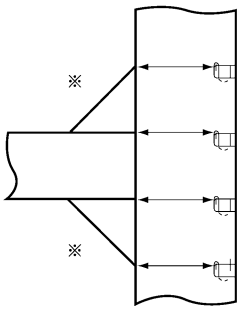


그림 7.1.26

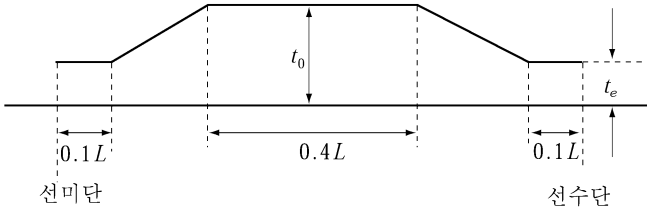
제 5 절 화물구역의 격벽

502. 격벽판의 두께

규칙 502.의 2항에 규정한 종격벽의 최상부 및 최하부의 격벽판의 두께는 **그림** 7.1.27에 따라 테이퍼를 줄 수 있다. 다만, **규칙** 502.의 1항 및 3항에 규정하는 두께 이상이어야 한다. **【규칙 참조】**

504. 강력한 수직거더 【규칙 참조】

1. **횡격벽의 중심선 수직거더** **규칙** 504.의 규정에 있어서 d_l, d_u 는 격벽의 반대측에 브래킷이 있는 경우 그 브래킷의 깊이를 더한 것으로 한다.
2. **격벽붙이 거더의 단부고착**
   격벽의 거더와 같이 단면2차모멘트가 큰 부재와 종늑골과 같이 단면2차모멘트가 적은 부재와의 접합부는 **그림** 7.1.28와 같이 한다.



t_0 : ⌀ 의 실제의 두께
t_e : **규칙 표** 7.1.1 에 따라 정하는 두께

그림 7.1.27 종격벽의 최상부 및 최하부 두께의 테이퍼

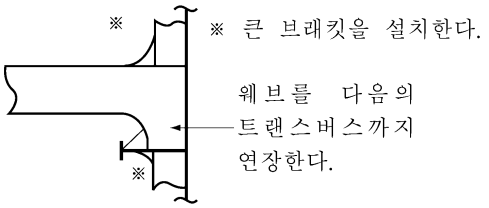


그림 7.1.28

506. 수직거더를 지지하는 수평거더 【규칙 참조】

거더와 종늑골 등의 접합부는 504.의 2항에 따른다.

511. 제수격벽 【규칙 참조】

1. 중심선 제수격벽의 최상부 및 최하부 판의 너비 및 두께는 유밀 종격벽의 최상부 및 최하부 판에 대한 규정값의 90 %로 할 수 있다.
2. 개구율이란 슬롯 및 스캘럽을 제외하고 기타 개구면적의 합과 그 격벽의 면적과의 비를 말한다.
3. 횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$Z = C\,S\,h_s\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 횡보강재의 간격 (m).
l : 횡보강재의 지지점 사이의 전길이 (m).
C : 계수로서 다음에 따른다.
횡보강재의 양단을 유효한 브래킷 고착으로 하는 경우 ····· 7.1
횡보강재의 일단을 유효한 브래킷 고착으로 하고 타단을 보강거더로서 지지하는 경우 ····· 8.4
횡보강재의 양단을 보강거더로서 지지하는 경우 ····· 10.0
h_s : 다음 식에 따른다. 다만, 2.0 이상이어야 한다.

$$h_s = \left(0.176 - \frac{0.025}{100}L\right)(1-a)l_t$$

L : 선박의 길이 (m).
a : 격벽판의 개구율.
l_t : 탱크의 길이 (m).

4. 종격벽 사이의 중앙에 설치하는 수직거더가 수평거더를 지지하는 강력한 거더인 경우에는 그 거더의 치수는 각각 다음 식에 의한 것으로 한다.

(1) 거더의 깊이

$$d = 3\left(\frac{l_1}{B_0}\right)^2 d_0 \quad (\mathrm{m})$$

l_1, B_0 및 d_0 : **규칙** 504.에서 규정하는 값.

(2) 하부브래킷의 내단에 있어서 거더의 단면적

$$A = 1.74\frac{(D-h_1)}{D}S(h-0.32d)(l-S)C \quad (\mathrm{cm}^2)$$

S, h, l 및 C : **규칙** 501.에서 규정하는 값.
h_1 : 용골 상면상 수직거더의 하부브래킷의 내단까지의 거리 (m). 다만, 거더의 단면적은 수직거더의 위치에서 개구까지의 거리와 수직거더의 한쪽에서 갑판종늑골 간격의 2배중 작은 쪽 격벽판의 유효폭을 포함하는 것으로 한다.

(3) 하부브래킷의 내단에 있어서 거더의 웨브두께.

$$t = 12\,K\,b + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

b : 웨브에 설치하는 수직횡보강재의 간격 (mm).
K : 다음 식에 의한다.

$$K = \sqrt{\frac{A}{A_0}}$$

A : 전호에서 규정하는 단면적 (cm^2).
A_0 : 수직거더의 단면적 (cm^2).

(4) 거더의 단면계수

$$Z = 4\ k^2\ B_0\ h_s\ l_1^2 \quad (cm^3)$$

k, B_0 및 l_1 : 각각 **규칙** 504.의 (1)호에 의한 값.
h_s : 3항에 의한 값.

5. 수직거더 또는 수평거더를 지지하는 거더의 치수는 **규칙** 506.의 규정에 있어서 W_i 의 식 중 h 를 3항에서 규정하는 h_s 로 바꾸어 정한 것 이상으로 한다.
6. 휨보강재를 지지하는 거더는 **규칙** 507.의 식 중 h 대신에 3항에서 규정하는 h_s 로 하고 X 를 0으로 하여 정한 것 이상으로 한다.
7. 제수격벽이 선저트랜스버스, 갑판트랜스버스, 선측트랜스버스, 종격벽수직거더 및 크로스타이로 구성된 경우는 그들의 거더 및 크로스타이의 치수는 **규칙** 402. 403. 및 405.의 규정을 준용하여 정한다. 또한 이 경우 크로스타이 단면의 수직축에 대한 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$Z = 7.13\ d_0\ h_s\ l^2 \quad (cm^3)$$

d_0 : 크로스타이의 깊이 (m).
l : 지지점 사이의 길이로서 현측탱크에서는 현측탱크의 너비, 중앙탱크에서는 종격벽사이 또는 중심선 수직거더와 종격벽사이의 거리 (m). 다만, 면재의 단부에 트랜스버스의 웨브의 트리핑브래킷이 설치되어 있는 경우에는 트랜스버스의 면재 사이의 거리로 할 수 있다.
h_s : 3항에 의한 값.

제 6 절 현측탱크의 상대변형

601. 현측탱크의 상대변형 【규칙 참조】

1. **한계치를 넘는 경우의 특별고려**
동등효력이 있음을 증명할 수 있는 충분한 자료를 제출할 필요가 있다.
2. **식 중의 평균두께**
규칙 601.의 식 중 평균두께 t 는 다음에 따른다.

$$t = \frac{\sum l_i t_i}{\sum l_i}$$

l_i 및 t_i : 다음 각호의 규정에 따른다.

(1) 횡격벽 및 개구를 가진 제수격벽 : **그림** 7.1.29과 같이 탱크너비의 중앙에서 격벽판의 각 판의 두께 및 너비를 정한다.
(2) 트랜스버스 링 및 트랜스버스 링 형식의 제수격벽 : **그림** 7.1.30와 같이 탱크너비의 중앙에서 판두께 및 깊이방향의 길이를 정하며, 부재가 없는 경우에는 종격벽측에서 각각 정한다.

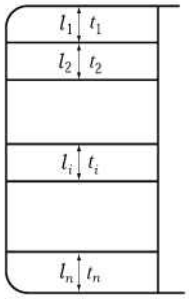


그림 7.1.29

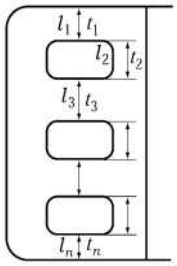


그림 7.1.30

제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치

1001. 일반사항 【규칙 참조】

1. 화물유탱크의 하부에 화물유탱크로 사용하지 않는 이중저를 가지는 유조선에 대하여는 **규칙 10절**의 규정에 따르는 이외에 다음 각호의 규정에 만족하여야 한다.
   (1) 이중저에 설치하는 공기관 및 측심관은 화물유탱크를 관통시킬 수 있다. 다만, 화물유탱크내의 관이음은 모두 용접이음으로 하고 **표 7.1.8**에 표시하는 두께 이상의 강관을 사용한다. 또한, 관의 팽창 수축을 흡수할 수 있도록 적절한 만곡관을 배치하는 등의 고려를 하여야 한다.
   (2) 화물유탱크의 내저판 등 항상 액압이 걸리는 장소에는 밸브조작용의 스핀들을 관통시켜서는 안된다.
   (3) 선수부의 탱크 또는 보이드 구역의 액체이송관 및 빌지흡입관은 다음에 의한다.
      (가) 화물유탱크의 전부에 인접하여 설치되는 탱크 또는 보이드 구역의 관장치는 후부의 펌프실에 유도할 수 있다. 또한 연료유 이송관은 기관실에 설치된 펌프에 유도할 수 있다.
      (나) 화물유탱크에 인접하지 아니하는 선수부의 탱크 또는 보이드 구역의 관장치는 후부의 펌프실 또는 기관실에 설치된 펌프에 유도할 수 있다. 이 탱크가 평형수탱크일 경우의 평형수관장치는 화물유탱크에 인접한 평형수탱크의 관장치로 유도할 수 있다.
      (다) 평형수관이 화물유탱크를 관통하지 않고 배관되어 있는 경우에는 화물유탱크에 인접하지 않는 선수부의 평형수탱크의 관장치를 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 관장치에 유도할 수 있다. (빌지관에 대하여는 **규칙 1003.**의 1항 (3)호를 적용한다) 다만, 역으로 기관실에 설치된 화물유탱크에 인접하지 아니하는 평형수탱크용의 펌프에 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 평형수관을 유도하여서는 안된다.

표 7.1.8 화물유탱크를 통과하는 측심관 또는 공기관

관의 호칭지름(mm)	관두께	참고[1]
$A < 100$	8.7	Sch. 160
$100 \le A < 200$	11.1	Sch. 120
$200 \le A < 250$	12.7	Sch. 80
$250 \le A$	15.1	Sch. 80

(비고)
[1] *KSD* 3562 및 *KSD* 3570에 정하는 표준

1002. 화물유펌프, 화물유관장치, 화물유탱크내 배관 등

1. **규칙 1002.**의 1항 (1)호 (나)에서 기밀을 기름윤활장치에 의하여 유지하고자 하는 경우에는 **6장 303.**의 6항을 적용한다. 【규칙 참조】
2. **규칙 1002.**의 3항 규정중 "우리 선급이 인정하는 전환장치"라 함은 다음에 정하는 장치를 말한다.
   (1) 화물유탱크겸 평형수탱크

한 개의 탱크를 화물유탱크와 평형수탱크로 겸용하는 경우, 화물유관, 평형수관 및 공기관은 **그림** 7.1.31의 예와 같이 각각의 경우에 사용하기 위하여 전환할 수 있도록 배치하여야 하며 기타의 관장치에 대해서는 화물유탱크의 관장치에 대한 요건에 따른다.

3. **규칙** 1002.의 4항을 적용함에 있어 화물유관에 접속하는 관장치의 취급은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 화물유관에 접속하는 다른 관계통의 펌프 및 관장치는 화물유관 계통으로서 취급한다. 다만, **규칙** 1002.의 2항 (4)호, 9항 (6)호, 1003.의 1항 (2)호, 2항 (2)호, **8편 부록** 8-5의 2항 (10) (사) 및 다음 (2)호에 규정하는 관장치에 대해서는 그러하지 아니한다. 또한, 화물유관에 접속하는 관장치라는 것은 화물유관에 접속하고 개구를 가지는 것을 말한다. 그러나 화물유 관장치 조작용의 유압관 등은 여기서 말하는 화물유관에 접속하는 관장치로 보지 아니한다.

(2) 화물유관에 화물유관 이외의 관장치를 접속하는 경우

(가) 탱크 통풍용관 : 탱크 통풍용관과 화물유관이 접속하는 경우에는 **8편 부록** 8-5의 2 (10) (사) 및 (아)의 규정에 따른다. 또한 통풍기는 불활성가스 송풍기를 제외하고 위험구역에 설치한다. 통풍기가 폐위된 안전구역에 설치되는 경우에는 다음에 만족하여야 한다.

a) 통풍기로부터 통풍관에는 자동으로 작동되는 차단밸브 및 나사조임 체크밸브가 연속하여 설치되어야 한다.

b) 상기 a)항의 밸브는 통풍용관이 안전구역을 지나가는 격벽에 위치하여야 하며 최소한 나사조임 체크밸브는 안전구역 외부에 위치하여야 한다.

c) 차단밸브는 통풍기가 시동된 후에 열려야 하며, 통풍기가 정지한 후에는 자동으로 닫혀야 한다. 통풍기 및 밸브의 조작에 대한 절차가 조작 장소 근처에 게시되어야 한다.

d) 통풍기의 흡입은 통풍기가 설치된 구역 외부의 안전한 장소(예, 개방 갑판)로부터 유도되어야 한다.

e) 통풍기는 스파크가 발생하지 않는 형식이어야 한다.

(나) 화물유관장치(펌프를 포함)의 압력계측용관 : 화물유관내의 액체압력을 계측하기 위하여 관내의 액체를 직접 압력지시계로 유도하는 경우에는 이 압력지시계는 펌프실 또는 노출갑판상에 설치한다. 다만, 화물유관장치와의 접속부에 스톱밸브를 설치하고 기관실과 펌프실 사이의 격벽을 관통하는 곳에 격벽붙이 스톱밸브를 설치하는 경우에는 이 압력지시계를 기관실에 설치할 수 있다.

(다) 유분농도 계측용관 : 유분농도 계측용 시료관을 화물유관장치에 접속하는 경우는 호칭지름 25A 이내의 관으로서 화물유관장치와 비위험구역위벽과의 사이에 2개 이상의 스톱밸브를 설치하는 경우 이 관을 비위험구역내에 유도할 수 있다.

4. **규칙** 1002.의 4항 (5) 및 (6)호를 적용함에 있어, 선주의 요구가 있는 경우, 화물유관 및 관련 밸브 제어용 관이 이중저 상부에 위치해 있는 선박은 PCP(화물유관 보호) 부기부호를 부여 받을 수 있다. 이는 또한 관터널 또는 덕트킬 내에 설치된 화물유관 및 관련 밸브 제어용 관에도 적용한다. **【규칙 참조】**

5. **화물유관의 격벽밸브**

규칙 1002.의 5항을 적용함에 있어 화물유관의 격벽밸브에 대하여는 다음 각호의 규정에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 격벽밸브의 배치 및 종류는 **표** 7.1.9에 따른다.

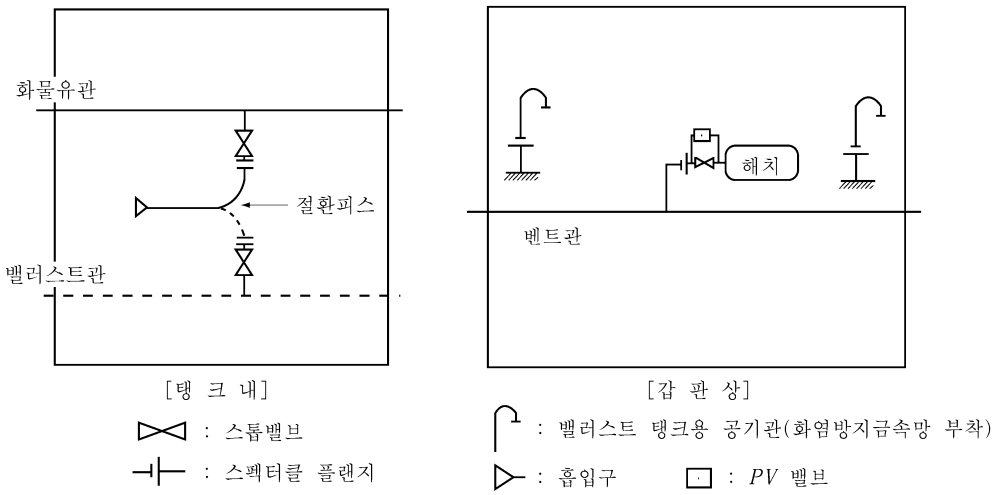
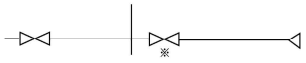
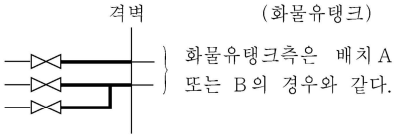


그림 7.1.31 화물유겸 밸러스트탱크의 배관 예

표 7.1.9 격벽밸브의 배치 및 종류

배치 A	(펌프실) 격벽 (화물유탱크) 	화물유탱크내의 개구단에 스톱밸브를 설치한 경우 : 격벽밸브의 종류, 재질은 문제삼지 않는다.
배치 B	(펌프실) 격벽 (화물유탱크) 	화물유탱크내의 개구단에 스톱밸브를 설치하지 않는 경우 : 격벽밸브는 주강재 또는 연신율이 12% 이상인 주철재로 하고, 갑판상에서 조작 가능할 것
배치 C	(펌프실) 격벽 (화물유탱크) 	화물유탱크내에 격벽밸브가 있는 경우 : 탱크측의 밸브는 갑판상에서 조작 가능할 것
배치 D	(펌프실) 격벽 (화물유탱크)  화물유탱크측은 배치 A 또는 B 의 경우와 같다.	격벽밸브가 격벽에 인접해서 설치되어 있지 않는 경우 : 그림의 고딕선의 부분을 13.5 *mm* 이상의 주강관 또는 16 *mm* 이상의 두꺼운 강관으로 하면 배치 *A* 또는 배치 *B* 와 같게 본다.

(비고)
※ 표시의 밸브는 격벽에 가깝게 설치한다.

6. **규칙 1002.**의 7항을 적용함에 있어서 화물유탱크내의 배관은 다음 각호의 규정에 따른다. **【규칙 참조】**
(1) 계측장치용관 및 원격제어용관
화물유탱크내에 설치된 계측장치용관 및 원격제어용관의 최소두께는 강관으로 Sch. 80 이상이어야 한다. 다만, 화물유탱크내에 개구를 가진 경우는 이를 적용하지 아니한다.
(2) 위생수관, 배수관
노출갑판의 배수관은 화물유탱크내를 관통할 수 있다. 이 경우 화물유탱크내의 관이음은 모두 용접으로 하고 관두께는 16 mm 이상으로 한다. 다만, 지름이 작은 관에 대해서는 적절히 참작할 수 있다. 또한, 거주구 등 발화원이 있는 구획의 배수관 또는 위생수관은 화물유탱크내를 관통하여서는 안된다. 한편 호칭지름이 100*A* 이하인 경우에는 *KSD* 3570에 정하는 Sch. 160을 사용할 수 있다.
(3) 화물유탱크를 관통하는 선외배출관(빌지 또는 평형수관)
화물유탱크를 관통하여 선외배출관을 설치할 경우의 취급은 다음에 따른다.
(가) 비교적 소용량의 화물유탱크(슬롭탱크 등)에 대해서만 이 배관을 인정한다.
(나) 화물유탱크내의 관은 두께 16 mm 이상으로 하고 모든 이음은 용접이음으로 한다. 주강제 관을 사용할 경우는 관두께를 15 mm 이상으로 할 수 있다.
(다) 관은 적절히 굽혀서 배관하여 팽창수축에 견디도록 한다.
(라) 관의 내면에는 내식성이 좋은 도료를 도장한다. 다만, 전 (나)의 주강제 관을 사용할 경우는 내면 도장을 생략할 수 있다.
(마) 관은 선박의 진동에 견디도록 견고하게 지지하고 취항후 보수점검을 충분히 행할 수 있도록 배관한다. 또한 외판 및 격벽판의 관통부의 구조, 공작에 대해서는 특별히 신중을 기한다.
(바) 화물유탱크내에는 그 관의 밸브를 설치하여서는 안된다.
7. **규칙 1002.**의 8항을 적용함에 있어 화물유탱크내의 측심장치에 대하여는 다음 각호의 규정에 따른다. **【규칙 참조】**
(1) 화물유탱크의 얼리지(ullage) 계측은 탱크의 창구덮개를 열지 않고 행할 수 있는 장치이어야 한다.
(2) 측심관을 설치하는 경우 그의 개구단은 노출갑판에 설치하고 또한 관두에는 지시장치가 붙은 차단밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.
(3) 액면지시장치는 우리 선급이 별도로 정하는 「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」에 따라 승인된 것이어야 한다.
(4) 고정식 불활성 가스장치를 설치한 유조선의 화물유탱크에 설치하는 액면지시장치는 밀폐식으로 고정식일 것.

1003. 화물유펌프실, 코퍼댐 및 화물유탱크에 인접한 탱크의 관장치

1. **규칙 1003.**의 1항 (4)호를 적용함에 있어 측심관의 개구단은 펌프실내에 설치할 수 있다. 다만, 이 개구단의 위치가 격벽갑판보다 낮은 경우에는 **규칙 5편 6장 203.**의 2항 (2)호의 규정에 따른다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 1003.**의 2항 (2)호의 규정을 적용함에 있어 평형수탱크용 평형수관장치의 취급은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) 화물유탱크에 인접하지 않아 가스안전구역으로 정의된 평형수탱크는 가스안전구역에 설치된 펌프로 주배수 되어야 한다. 다만, 배수전용관에 체크밸브를 설치하여 연결하는 것을 조건으로 위험구역에 설치된 펌프로 배수할 수 있다.

(2) 화물유탱크에 인접한 평형수탱크의 평형수를 화물유펌프로 흡입하는 경우에는 화물유관과의 접속부에 스풀피스(혹은 맹플랜지) 및 나사조임 체크밸브를 설치한다. 또한, 비상시 이외에는 스풀피스를 떼어내어 두도록 주의명판을 부착하여야 한다.

3. **규칙 1003.**의 2항 (3)호의 규정을 적용함에 있어 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 공기관은 다음 각호의 규정에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) **규칙 1003.**의 2항 (3)호의 "플레임스크린"이란 다음에 적합한 것을 말한다.

(가) 내식성 재료로 제조된 것일 것.

(나) 30 × 30 메시의 내식성 와이어로 된 스크린 1매 또는 20 × 20 메시의 내식성 와이어로 된 스크린을 25.4 ± 12.7 mm의 간격으로 2매 부착한 것 혹은 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것일 것.

(2) 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크에 고위액면 경보장치 또는 **규칙 202.**의 규정에 따른 창구를 설치한 경우의 공기관의 합계 단면적은 **규칙 5편 6장 201.**의 4항 (1)호의 규정에 따른 단면적 또는 1,000 cm^2 중 적은 값 이상으로 한다.

4. **규칙 1003.**의 2항 (4)호의 규정을 적용함에 있어 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 측심관의 개구단에 대해서는 1003.의 1항에 따른다. **【규칙 참조】**

5. **규칙 1003.**의 4항을 적용함에 있어 화물유탱크에 인접하는 연료유탱크의 측심관의 개구단에 대하여도 1003.의 1항에 따른다. **【규칙 참조】**

1005. 화물유탱크에 인접하는 코퍼댐의 벤트장치 【규칙 참조】

규칙 1005.의 규정 중 "플레임스크린"이란 1003.의 4항 (1)호에 정한 것을 말한다.

1006. 기관구역, 갑판실 등의 개구 및 전기설비 등의 설치 위치 【규칙 참조】

선미에 화물유 관장치를 설치하는 경우에는 그 대기 개구단으로부터 3 m 이내는 위험구역으로 간주한다.

1007. 인화점이 60 °C를 넘는 기름만을 운송하는 선박

규칙 1007.의 6항을 적용함에 있어서 통풍장치는 환기횟수를 6회까지 감할 수 있으며, "불꽃을 발생하지 아니하는 구조"가 아니어도 좋다. **【규칙 참조】**

제 11 절 유조선의 전기설비

1101. 일반 【규칙 참조】

1. **규칙 1101.**의 2항 중 "반폐위구역"이라 함은 갑판 및 격벽으로 가로막아 통풍상태가 노출부와 현저히 다른 장소를 말한다.

2. 소형선에서 선수루 갑판의 일부가 **규칙 1101.**의 2항 (1)호 (나) (k) 및 (다) (e)에 의해 위험구역에 해당될 경우 부득이 그 장소에 방폭형 이외의 기기를 설치할 때에는 다음에 따라야 한다.

(1) 선수루 갑판상에 강제의 가스방벽을 설치할 것.

(2) 가스방벽의 높이는 상갑판상 2.4 m 이상으로서 너비는 가스방벽을 설치한 장소에서 선수루 갑판과 거의 같은 너비로 한다.

(3) 가스방벽에는 개구를 설치하지 말 것.

(4) 전기기기는 적어도 전폐 방수형으로 할 것.

3. **규칙 1101.**의 2항 위험구역의 예는 다음과 같다.

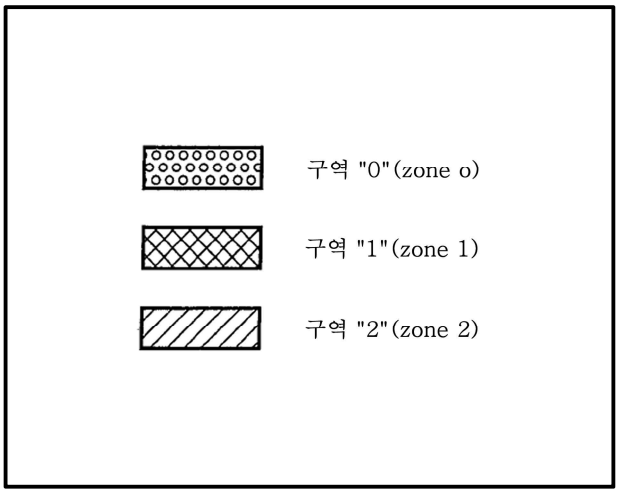


그림 7.1.33 위험구역의 분류 기호

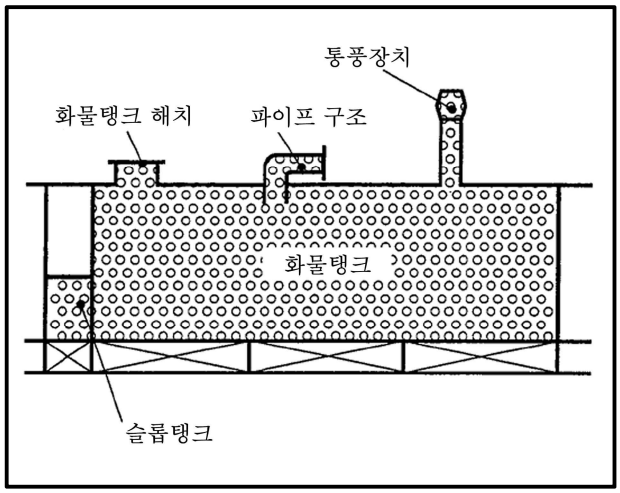


그림 7.1.34 (1) (가) 구역 “0”의 예

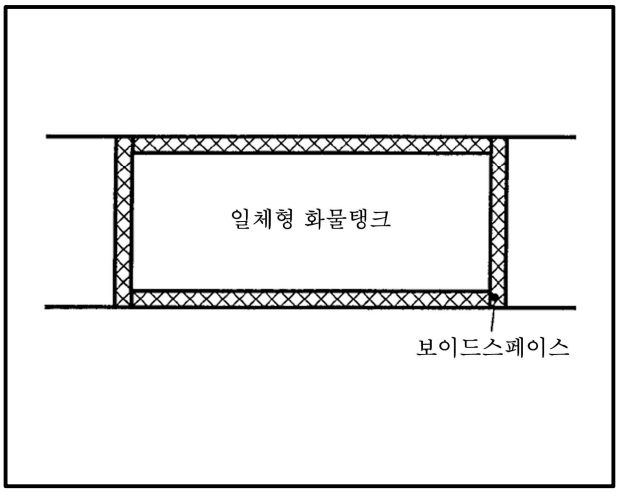


그림 7.1.35 (1) (나) 구역 “1” (a)의 예

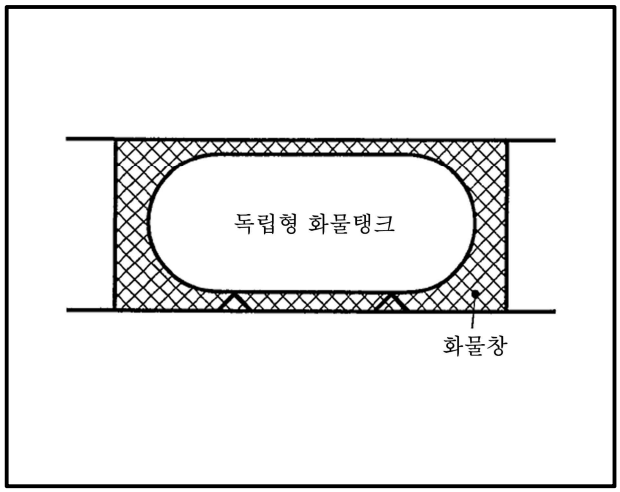


그림 7.1.36 (1) (나) 구역 “1” (b)의 예

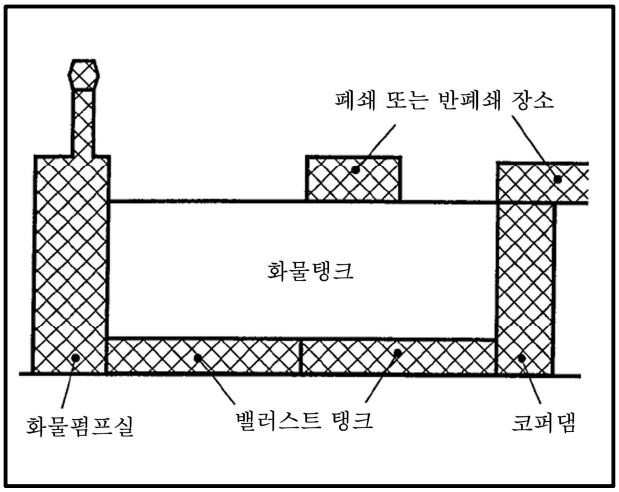


그림 7.1.37 (1) (나) 구역 “1” (c) ~ (f) 의 예

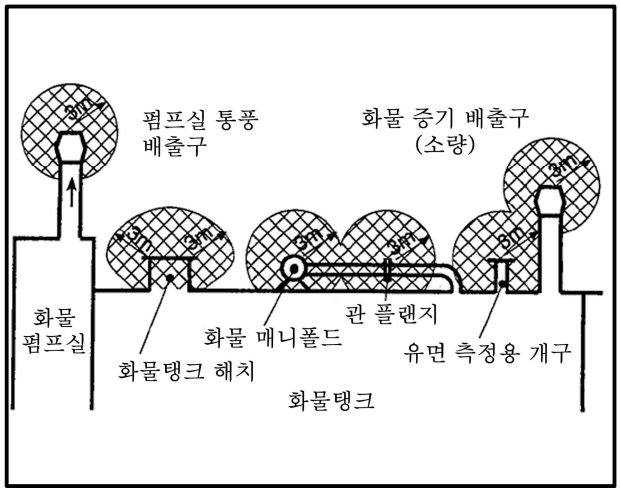


그림 7.1.38 (1) (나) 구역 “1” (g)의 예

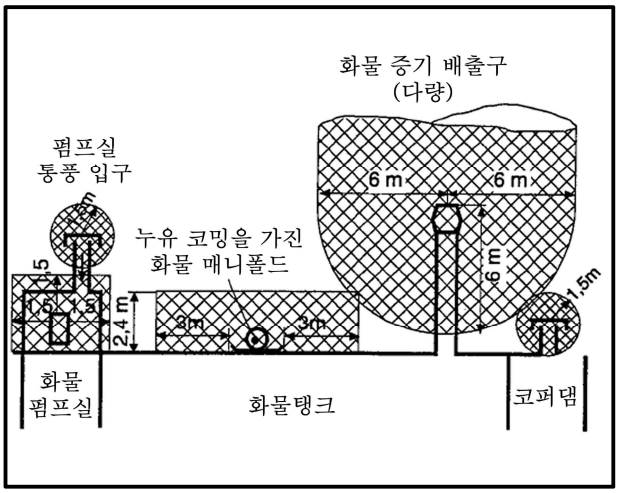


그림 7.1.39 (1) (나) 구역 “1” (h) ~ (j)의 예

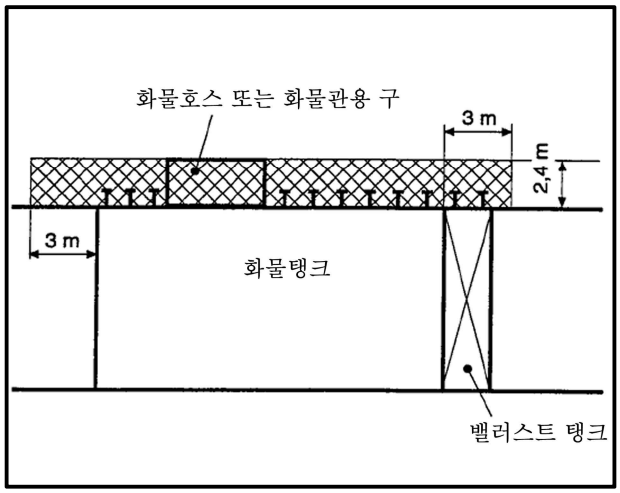


그림 7.1.40 (1) (나) 구역 "1" (k) ~ (m)의 예

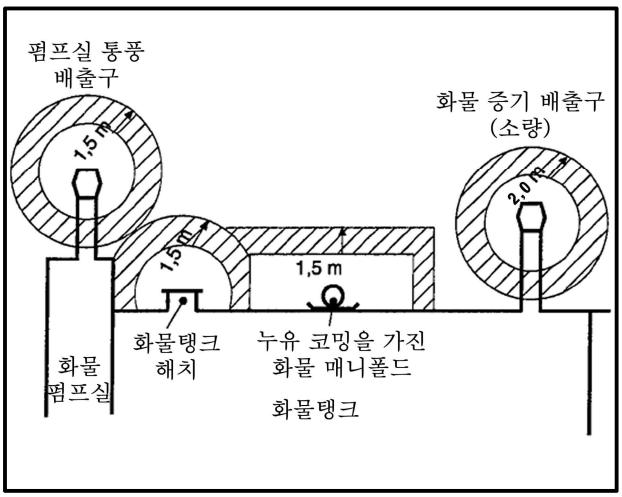


그림 7.1.41 (1) (다) 구역 “2” (a)의 예

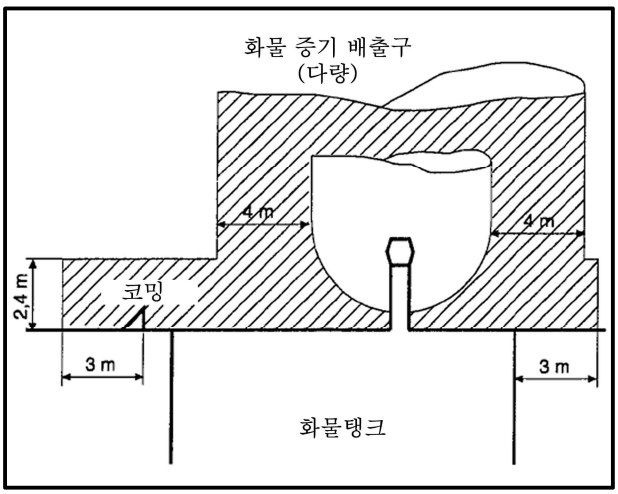


그림 7.1.42 (1) (다) 구역 “2” (b),(d),(e)의 예

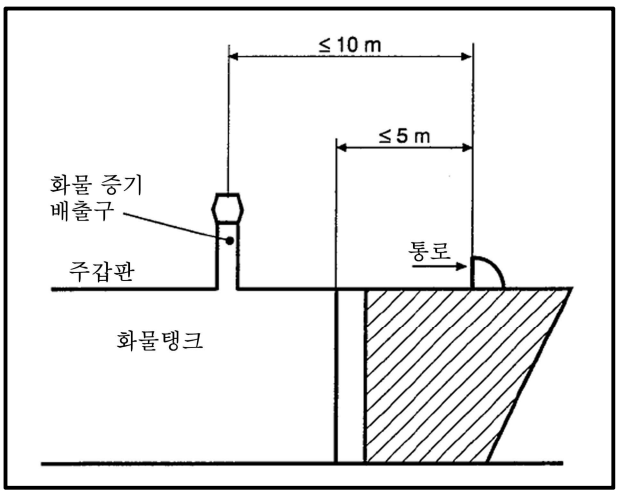


그림 7.1.43 (1) (다) 구역 “2” (f)의 예

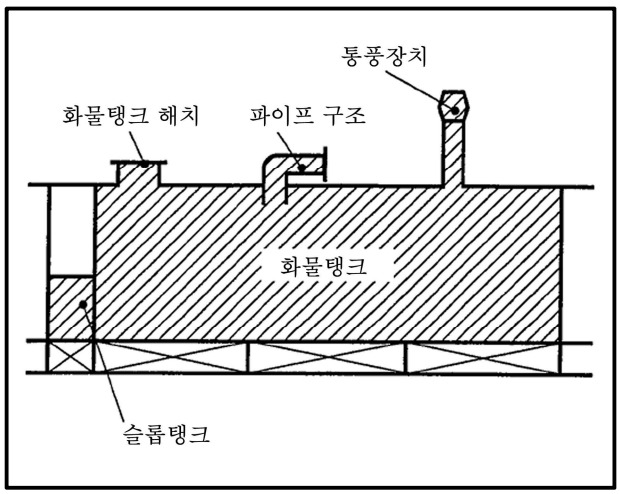


그림 7.1.44 (2) (나) 구역 “2” (a) ~ (d)의 예

4. 규칙 1101.의 3항 (2)호 (라)의 규정은 다음과 같은 회로에 적용한다. 【규칙 참조】
(1) 무선잡음 방지용 콘덴서 회로
(2) 본질 안전회로를 구성하는 것에 필요한 접지회로
(3) 주기계실 등 특정한 안정구역에만 포설된 3,000 V 이상의 고압 3상 배전회로의 중심점 회로

1103. 위험장소의 전기설비 【규칙 참조】

1. 위험구역에 설치된 방폭형 기기는 (KS C) IEC 60079에 규정된 가스증기그룹 IIB, 온도등급 T3으로 분류된 폭발성 혼합기체중에 사용할 수 있는 것 또는 이것과 동등 이상으로 할 수 있다.
2. 규칙 1103.의 3항에 추가하여 다음의 요건을 만족하여야 한다.
(1) (2) 및 (3)호에 있어서 화물유탱크는 화물유탱크에 인접한 탱크를 포함한다.
(2) 애노드의 높이는 탱크의 바닥에서 애노드의 중심까지 측정하고 그 무게는 부착된 애노드와 부착장치 및 개재물을 포함시킨 것으로 한다. 그러나 알루미늄 애노드가 폭 1 m 이상의 격벽 거더 및 스트링거와 같은 수평면상에 위치하며 수평면상 75 mm 이상 돌출된 직립 플랜지 또는 페이스 플랫으로 부착되는 경우, 애노드의 높이는 그 수평면으로부터 측정한다.

1104. 정전기 제어를 위한 화물유탱크, 처리설비 및 관장치의 연결과 접지 【규칙 참조】

1. 규칙 1104.의 1, 2항을 적용함에 있어 접지접속도체가 제공되지 않은 경우에는 해당 개소의 접지 저항을 측정해 그 값이 1 MΩ이하인 것을 확인하여야 한다. ⚓

제 2 장 광석운반선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. 실적경험이 없는 선박의 경우, 선수미 화물창의 구조 및 치수는 직접강도계산에 의하여 결정한다.
2. **규칙**의 강도 검토시에 사용된 그랩의 최대 무게 [X]톤에 따라 특기사항부호 GRAB [X]를 부여한다.
3. **규칙 101.**의 4항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 3편 1장 206.**의 직접강도계산에 의한 방법에 따르거나 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다.

제 3 절 현측탱크 또는 보이드 구역

304. 거더 【규칙 참조】

1. 전용 평형수탱크 이외의 탱크 및 구역내에서의 트랜스버스 및 제수격벽 판두께를 1 mm 감한 것으로 할 수 있다. 다만, **규칙 301.**을 적용하는 경우는 예외로 한다.
2. 현측탱크 또는 보이드 구역 내 트랜스버스 l(l_0, l_1 및 l_2)의 측정해당 웨브와 인접하는 웨브가 서로 직교하지 않는 경우, l은 **그림 7.2.13**에 따른다.
3. 트랜스버스 및 스트럿의 구조상세는 다음의 (1)호에서 (3)호까지에 따른다.
   (1) 일반사항
   (가) 경감구멍을 시공하는 경우 그 크기 및 위치는 **그림 7.2.14**와 같이 한다.
   (나) 종통재의 면재가 맞닿는 개소와 빌지부 등과 같이 슬롯의 간격이 좁은 경우는 슬롯에 칼라를 설치한다.
   (다) 거더의 깊이가 규정의 깊이보다 작은 경우에는 거더의 단면계수는 규정의 단면계수에 규칙에서 정하는 거더의 깊이와 실제 거더의 깊이와의 비를 곱하여 구한다.
   (라) 펌프실 또는 보이드 구역의 웨브두께는 디프탱크내의 웨브로서 계산된 두께에서 1 mm 를 감한 값으로 할 수 있다.
   (마) 거더판 상호간의 이음은 맞댐이음으로 할 필요가 있다. 겹이음으로 하는 경우는 이음에 교차하는 휨보강재를 설치할 필요가 있다.
   (바) 트랜스버스 단부의 브래킷 부분, 크로스타이와의 결합부 등 전단응력이 높은 위치 및 압축응력이 높다고 생각되는 부분에는 휨보강재를 증설할 필요가 있으며 또한 해당부분에는 경감구멍을 시공하여서는 안된다. 필요하다면 그 부분에는 종통재 관통부의 슬롯에 칼라를 설치할 필요가 있다. 스트럿과 종통재 사이의 연결부는 강도의 연속성을 충분히 고려하여야 한다. (예, 트랜스버스 양단에는 브래킷이 제공되어야 한다.) *(2019)*

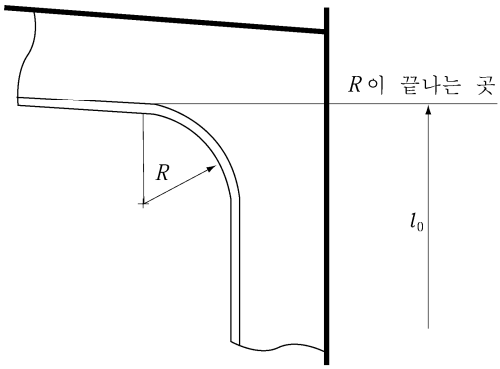


그림 7.2.13 l_0 의 측정방법

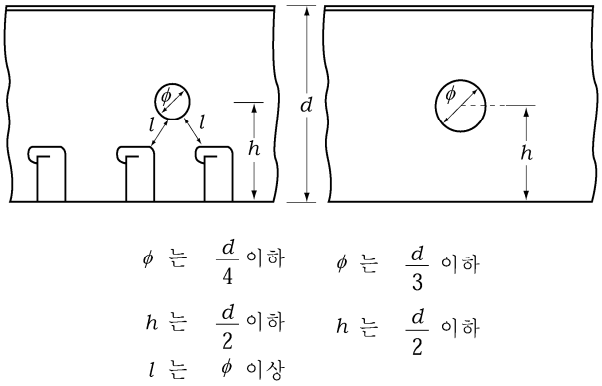


그림 7.1.14 경감구멍의 위치와 크기

(사) 트랜스버스 면재의 이음부분 및 거더판의 이음부분에는 거더판에 스캘럽(Scallop)을 설치하여서는 안된다. 공작상 필요한 스캘럽은 용접으로 메운다. 또한 인접하는 면재는 그 치수의 급격한 변화를 피한다. (그림 7.2.15 참조)

(아) 종늑골 및 트랜스버스의 모서리부의 곡률은 가능한 한 크게 한다.

(자) 트랜스버스 등에 설치하는 휨보강재를 평강 대신에 산형강을 사용하는 경우는 판붙이의 단면2차모멘트를 규정과 동등한 정도로 한다.

(차) 대형선의 선저 트랜스버스, 선측 트랜스버스, 종격벽 트랜스버스와 종늑골과의 결합부에는 각각 표 7.2.9의 범위에 대하여 트랜스버스 휨보강재의 반대쪽에 브래킷을 설치하여 트랜스버스와 종늑골을 고착하든지 또는 슬롯에 칼라를 설치하는 등 적절히 보강한다. 다만, L 이 230 m 이하인 경우에는 그 보강 범위를 적절히 참작할 수 있다. 또한 이 보강은 상기 트랜스버스류와 유사한 상황에 있는 슬롯(예를 들면 횡제수격벽 등의 슬롯)에 대하여도 이를 준용한다.

표 7.2.9 보강범위

부재	보강범위
선저 트랜스버스	결합부 전부
선측 트랜스버스	상부 크로스타이의 상부 R 이 끝나는 곳 또는 만재흘수선중 높은 곳에서부터 하방의 결합부 전부. 다만 L 이 300 m 이상인 경우는 상기의 상방까지도 이에 준하여 보강할 것을 권장한다.
종격벽 트랜스버스	상부 크로스타이의 상부 R 이 끝나는 곳 이하의 결합부 전부

(2) 늑판 위치에서의 내저판과 종격벽판과의 교차부의 구조 (built-up 구조)는 다음의 (가) 및 (나)에 따른다.

(가) 현측탱크 트랜스버스 교차부의 스캘럽은 메우든지 또는 칼라판으로 막을 것 (그림 7.2.16 참조)

(나) 현측탱크 트랜스버스에는 내저판의 연장선상에 거싯판을 설치할 것 (그림 7.2.16 참조)

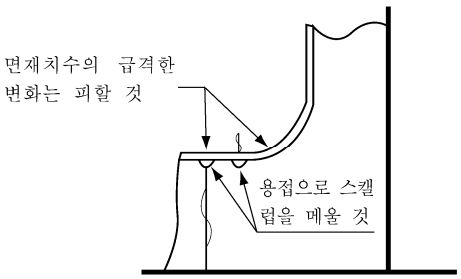


그림 7.1.15

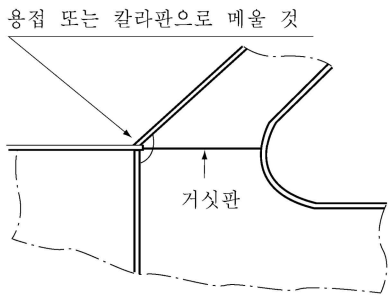


그림 7.2.16

제 5 절 현측탱크의 상대변형

501. 현측탱크의 상대변형 【규칙 참조】

1. 종격벽이 경사진 경우에는 **그림** 7.2.17과 같이 사선부의 면적이 서로 같게 되도록 한다.

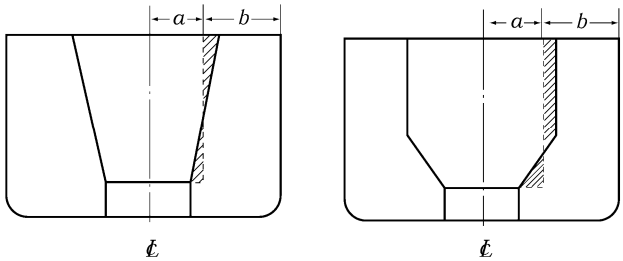


그림 7.2.17

2. 상대변형의 값이 규칙에 의한 한계치를 초과할 경우의 특별고려 및 평균 판두께의 결정방법은 다음의 (1) 및 (2)에 따른다.

(1) 한계치를 넘는 경우의 특별고려
동등효력이 있음을 증명할 수 있는 충분한 자료를 제출할 필요가 있다.

(2) 식 중의 평균두께
규칙 501.의 식 중 평균두께 t 는 다음에 따른다.

$$t = \frac{\Sigma l_i t_i}{\Sigma l_i}$$

l_i 및 t_i : 다음 각호의 규정에 따른다.

(가) 횡격벽 및 개구를 가진 제수격벽 : **그림** 7.2.18과 같이 탱크너비의 중앙에서 격벽판의 각 판의 두께 및 너비를 정한다.

(나) 트랜스버스 링 및 트랜스버스 링 형식의 제수격벽 : **그림** 7.2.19와 같이 탱크너비의 중앙에서 판두께 및 깊이 방향의 길이를 정하며, 부재가 없는 경우에는 종격벽측에서 각각 정한다.

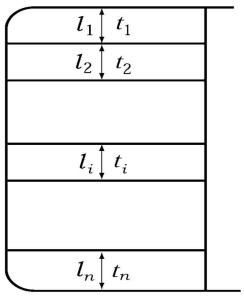


그림 7.2.18

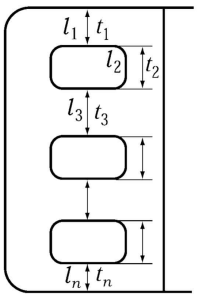


그림 7.2.19

제 7 절 광석운반선 겸 유조선

701. 일반사항 【규칙 참조】

1. 일반사항

광석운반선 겸 유조선의 구조, 배치 및 의장에 대하여는 **규칙** 701.의 2항 규정 이외에 다음에 따른다.

(1) 관장치에 대하여는 다음 3항에 따른다.

(2) 광석창 겸 화물유 탱크의 길이는 **3편 15장** 103.의 1항에 따른다.

(3) 인화점이 60°C 이하의 기름을 운송하는 화물유 탱크(광석겸용 화물유 탱크 포함)와 인화점이 60°C 이하의 기름을 운송하기 위한 구조 및 설비를 가지지 아니하는 구획과의 사이의 격벽 및 갑판에는 하역을 위한 어떠한 개구도 설치하여서는 안된다.

(4) 광석운반선으로 사용할 때에는 슬롭탱크를 제외한 모든 탱크는 가스를 제거한 상태로 한다.

(5) 화물유 탱크의 청소 및 가스제거장치, 소요시간 등에 대한 계획서를 참고용으로 우리 선급에 제출할 필요가 있다.

(6) 광석운반선겸 유조선의 도면승인시는 유조선으로부터 광석운반선 및 광선운반선으로부터 유조선으로 사용목적을 변경할 때의 공사 및 작업에 대한 주의사항을 본선에 제공하고 그 사본을 우리 선급에 제출할 필요가 있다.

2. 펌프실 구조

(1) 광석운반선겸 유조선의 펌프실 선저구조는 구조부재의 연속성에 특별히 주의하여야 한다.

(가) 화물창내 종격벽을 가능한 한 후방으로 연장한다. 종격벽상에 화물창내 내저판과 같은 위치에 수평거더를 설치한다. 이 거더의 두께는 내저판과 같은 두께로 한다.

(나) 중심선 거더

높이 : 화물창내 이중저와 같은 높이

두께 : 화물창내 중심선 거더와 같은 두께

(다) 측거더

수 : $b \leq 15$ m 일 때 ----- 한쪽 현 2조

$b > 15$ m 일 때 ----- 한쪽 현 3조

두께 : 중심선 거더와 같은 두께

높이 : 기관실 이중저의 높이 이상, 가능한 한 높게 할 것을 권장한다.

(라) 거더 면재의 단면적

거더의 면재의 합계단면적(종격벽상의 수평거더의 전단면적을 포함하여도 좋다)은 화물창내 내저판의 단면적의 35 % 이상으로 한다.

(마) 선저종늑골

선저종늑골의 단면계수 Z는 **규칙 1장** 302.에서 규정된 선저종늑골에 10 % 증가한 것으로 한다. 다만 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 290\ d\ S \quad (\mathrm{cm}^3)$$

d : 흘수 (m).

S : 종늑골의 간격 (m).

(바) 측거더의 생략

펌프실 위치의 선저외판을 규정에 의한 두께(테이퍼를 포함) 보다 2 mm 증가시킨 경우에는 상기 (다)의 측거더를 1조 생략할 수 있다.

(사) 펌프실 위치의 강력갑판에 고장력강을 사용하는 경우에는 그곳의 갑판단면적을 규정에 의한 단면적보다 약간 증가시킬 필요가 있다.

3. 관장치

(1) 적용

이 규정은 기름 및 고체화물을 교대로 적재하여 산적운송하고자 하는 선박의 관장치 및 벤트장치에 대하여 적용한다.

(2) 용어의 정의

(가) 겸용선 : **규칙** 701.의 1항에서 규정하는 광석운반선겸 유조선 및 **규칙 3장** 801.의 1항에서 규정하는 산적화물선겸 유조선을 말한다.

(나) 슬롭탱크 : 주로 화물유탱크 세정후의 빌지의 저장 및 화물유적재의 목적으로 설치된 탱크로서 광석운반선 또는 산적화물선으로서 운항중에도 인화점 60 ℃ 이하인 기름을 적재하려고 계획된 탱크를 말한다.

(다) 겸용창 : 광석운반 또는 산적화물선으로 운항중에는 고체화물 적재창, 유조선으로서 운항중에는 화물유탱크로 되는 구획을 말한다.

(라) 평형수겸용창 : 유조선으로서 운항중에는 화물유탱크에 인접하여 전용평형수 탱크로 되고, 광석운반선 또는 산적화물선으로서 운항중에는 고체화물 적재창으로 되는 구획을 말한다.

(마) 고체화물 전용창 : 유조선으로서 운항중에는 화물탱크에 인접하는 보이드 구역으로 되고, 광석운반선 또는 산적화물선으로 운항중에는 고체화물 적재창으로 되는 구획을 말한다.

(바) 겸용탱크 : 유조선으로서 운항중에는 화물유탱크로 되고, 광석운반선 또는 산적화물선으로서 운항중에는 평형수 탱크(보이드 스페이스로 사용되는 경우도 포함한다)로 되는 탱크를 말한다.

(사) 평형수 전용탱크 : 유조선으로 운항중에는 화물유탱크에 인접하는 구획으로 되고, 광석운반선, 산적화물선 또는 유조선 어느 용도로 운항중에도 평형수 전용탱크로 되는 탱크를 말한다.

(아) 화물창 : 겸용창, 평형수겸용창 및 고체화물전용창을 총괄하여 표시하는 경우를 말한다.

(자) 화물유탱크 : 겸용창, 겸용탱크 및 슬롭탱크를 총괄하여 표시하는 경우를 말한다.

(3) 빌지관장치

(가) 화물창의 빌지관장치는 기관실로 유도하여서는 안된다. 또한 빌지펌프는 화물유펌프와 겸용할 수 있으며 빌지관장치로서 사용하는 펌프실내의 화물유관장치에 대하여는 **규칙 5편 6장 404.** 및 **405.**의 규정에 따른다.

(나) 화물창의 빌지흡입관

(a) 화물유관이 2계통(주관과 스트리핑관 등) 이상 또는 겸용탱크와 화물창이 다른 계통으로 배관되는 등 광석운반선 또는 산적화물선으로서 운항중 전부 또는 임의로 선택한 겸용탱크 및 화물창의 액체를 동시에 흡입배출(겸용탱크의 경우는 평형수의 주입도 해당)이 가능하도록 배관되어 있는 경우는 화물유관을 화물창의 빌지흡입관으로서 사용할 수 있다. 또한 빌지흡입관으로 되는 관은 빌지흡입관으로서의 규정지름 이상이어야 한다.

(b) 빌지흡입관 전용의 경우에는 펌프실에 빌지흡입전용의 펌프를 설치하거나, 또는 펌프실에서 빌지흡입관을 화물유 펌프에 접속할 수 있다. 빌지펌프를 화물유펌프와 겸용하는 경우에는 빌지관과 화물유관의 연결부에는 스톱밸브 및 스톱 체크밸브를 설치하여야 한다.

(다) 화물창의 빌지흡입구

(a) 화물창의 후단에는 원칙적으로 각현에 1개의 빌지흡입구를 설치하여야 한다. 또한 화물창이 1개인 선박으로서 그 길이가 66 m 를 넘는 경우에는 전방의 적절한 위치에도 빌지흡입구를 증설하여야 한다.

(b) 빌지웰은 그 덮개에 고체화물이 직접 닿지 않는 장소에 설치하고 고체화물의 분말 등으로 빌지흡입구가 쉽게 막히지 않도록 로즈박스를 설치하는 등 적절한 방법을 강구하여야 한다.

(c) 겸용창 또는 평형수 겸용창의 빌지웰은 화물유 흡입용 웰과 겸용할 경우를 제외하고 유조선으로서 사용할 때에는 이 웰을 가림판(cover plate)으로 폐쇄하든가 또는 빌지흡입관의 개구단을 맹플랜지(blind flange)로 폐쇄한다.

(라) 빌지흡입지관

전용의 빌지흡입관의 경우 빌지흡입관에 대하여는 전 (다)외에 **규칙 5편 6장 4절**의 규정에 따른다. 광석운반선 겸 유조선의 화물창 빌지를 흡입하기 위한 빌지흡입지관의 안지름을 정할 때에는 B 대신에 화물창의 평균너비를 사용하여도 좋다. 화물유관과 겸용하거나, 또는 에덕터에 의한 빌지흡입지관에 대하여는 전 (나) 및 (다) 외에 **표 7.2.10**에 따른다.

표 7.2.10 화물창의 빌지흡입장치 (겸용관장치 또는 에덕터)

광석창의 종류	빌지흡입주관	빌지흡입주관	빌지웰	밸브, 맹플랜지의 설비(3)
겸용창	화물유주관과 겸용	전용	전용	지관에는 스톱 체크밸브. 개구단에는 맹판(1)
		일부겸용(2)	전용(2)	빌지흡입지관에 스톱 체크밸브 및 맹플랜지
		화물유 흡입지관과 겸용	화물유용 웰과 겸용	지관에 스톱 체크밸브
	에덕터사용	—	전용	흡입측에 스톱 체크밸브. 개구단에 맹판
평형수 겸용창	화물유주관과 겸용	전용	전용	지관에 스톱 체크밸브. 개구단에 맹판
	에덕터사용	—	—	흡입측에 스톱 체크밸브. 개구단에 맹판
고체화물 전용창	화물유주관과 겸용	전용	전용	지관에 스톱밸브 및 스톱 체크밸브
	에덕터사용	—	전용	지관에 스톱 체크밸브

(비고)
(1) 웰을 가림판으로 폐쇄하거나, 또는 맹플랜지로 개구단을 패쇄한다.
(2) **그림** 7.2.20의 예에 따른다.
(3) 밸브는 격벽갑판상에서 항상 조작할 수 있는 것일 것.

(4) 화물유관장치
(가) (5)호에 정하는 슬롭탱크에 배관되어 있어 화물유관을 제외한 다른 화물유관장치는 광석운반선 또는 산적화물선으로서 사용할 경우에는 완전히 가스프리 상태로 하여야 한다.
(나) 겸용창의 화물유 흡입구는 빌지흡입구와 겸용하는 경우를 제외하고, 광석운반선 또는 산적화물선으로서 사용할 때에는 화물유 흡입관의 개구단을 맹플랜지로 폐쇄하거나 또는 웰을 가림판으로 폐쇄한다.
(다) 광석운반선 또는 산적화물선으로 사용중에 내부에 슬롭을 적재하는 슬롭탱크와 화물유 펌프실과를 연결하는 관장치에는 차단장치를 설치하여야 한다. 이 차단장치는 밸브 및 스펙터클플랜지 또는 밸브 및 적당한 맹플랜지를 가진 스플피스로 구성된 것이어야 한다. 또한 이 차단장치는 슬롭탱크에 인접한 위치에 설치하여서는 아니되며 부득이한 경우에는 화물유 펌프실내의 관의 격벽관통부의 직후 위치에 설치하여도 좋다. (**그림** 7.2.21 참조)

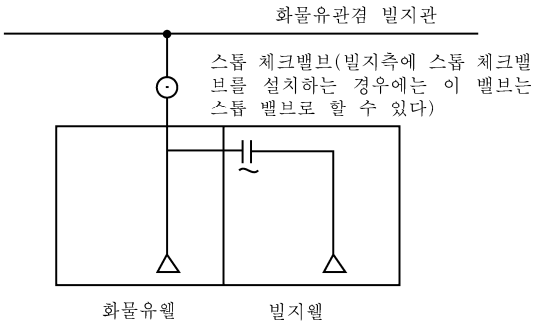


그림 7.2.20 겸용창의 빌지흡입장치의 예

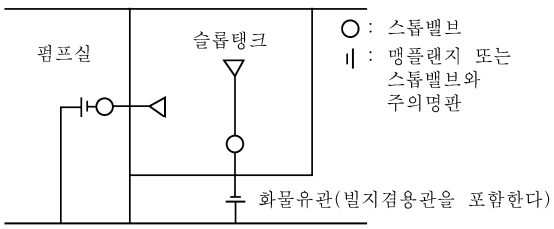


그림 7.2.21 슬롭탱크의 배관 예

(라) 광석운반선 또는 산적화물선으로 사용중에 슬롭탱크내의 내용물을 노출갑판상으로 직접 배출할 수 있는 독립의 펌프 및 관장치를 설치하여야 한다.

(마) 갑판하의 화물유관은 현측 화물유 탱크내에 배치하거나 또는 충분히 청소 및 통풍이 될 수 있고 또한 우리 선급이 인정하는 별도의 탱크내에 배치하여야 한다.

(5) 벤트관장치

(가) 슬롭탱크를 설치하지 아니하는 겸용선에는 **규칙** 1004.의 일반 유조선의 화물유탱크의 벤트관장치 규정에 따른다.

(나) 슬롭탱크를 설치하는 경우에 슬롭탱크의 벤트관은 광석운반선 또는 산적화물선으로서 사용되고 있을 경우에도 인화점 60 ℃ 이하의 기름을 적재하더라도 위험하지 않도록 적절한 장소에서 대기로 배출되도록 하여야 한다. 또한 슬롭탱크와 화물유탱크의 벤트관을 공통의 벤트관에 유도할 때는 광석운반선 또는 산적화물선으로 사용중에도 슬롭탱크내의 화물가스를 다른 구획에 유입시키지 않도록 절환장치를 설치하여야 한다. 일반적으로 이 절환장치에는 맹플랜지의 스톱밸브를 사용할 수 있다.

(다) 모든 화물구역 및 화물구역에 인접하는 폐위된 구역에는 기계식 통풍장치를 설치하여야 하며, 이 통풍장치는 이동식 송풍기로 대신하여도 좋다. ⚓

제 3 장 산적화물선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. Chip carrier, Log/Timber carrier 등과 같이 산적화물선과 유사한 구조를 갖는 선박은 **규칙 3장**의 규정을 준용한다.

103. 직접강도계산 【규칙 참조】

직접강도계산에 따라 산적화물선의 구조부재의 치수를 정하는 경우에는 **3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침**에 따른다.

제 3 절 이중저구조

301. 일반 【규칙 참조】

1. 빌지호퍼의 경사판의 경사각이 큰 경우 및 이중선측구조인 경우의 규칙중의 k 값을 정함에 있어 빌지호퍼의 수평면에 대한 화물창에 면하지 않은 측의 경사각 β 가 60°를 넘는 경우의 k 의 값은 β 를 60°로 가정하여 **규칙 301.**의 4항의 식에 의하여 구하여지는 값으로 한다. 또한, 선측이 이중구조인 경우의 k 의 값은 이 식에 의한 값에 0.7을 곱한 값으로 할 수 있다.
2. **화물창의 길이 l_h 의 측정 방법**
   규칙 301.의 4항의 식에 있어서 화물창의 길이 l_h 는 횡격벽 하부스툴의 수평면에 대한 화물창에 면하지 않는 측의 경사각이 60° 미만인 경우는 횡격벽 하부스툴의 상단을 통하여 이 경사각이 60°를 이루는 선과 내저판과의 교점간의 거리(m)로 한다.

302. 중심선거더 및 측거더 【규칙 참조】

1. 특히 큰 건현을 가지는 선박의 중심선거더의 높이는 **규칙 표 7.3.2**의 식 중 D 대신에 가상건현갑판까지의 깊이 D' 를 사용하여 계산되는 값까지 감소시킨 것으로 할 수 있다. 다만, 어떠한 경우에도 $B/20$ 미만으로 하여서는 안된다.
2. **부분중간 측거더의 두께**
   규칙 표 7.3.2의 비고에 있어서 부분중간 측거더의 두께 t 는 다음 중 큰 것 이상으로 한다.
   (1) **규칙 106.**에 규정된 최소두께
   (2) $t = \dfrac{C_1'' d_2}{1000} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$

   d_2 : **규칙 표 7.3.2**에 따른다.
   C_1'' : **표 7.3.1**에 따른다.
   S_1 : **규칙 표 7.3.2**에 따른다.

표 7.3.1 계수 C_1''

S_1/d_2	C_1''
0.3 이하	3.0
0.4	3.5
0.5	4.3
0.6	5.1
0.7	5.8
0.8	6.5
0.9	7.0
1.0	7.4
1.2	8.0
1.4	8.4
1.6 이상	8.6
(비고) S_1/d_2 이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.	

3. **규칙 표** 7.3.2 및 304.의 1항의 규정 중 "길이가 특히 짧은 화물창"이란 인접 화물창의 길이의 0.3배 이하인 화물창을 말한다.
4. 빌지호퍼의 경사판 직하의 측거더의 두께를 정하는 경우 **규칙 표** 7.3.2의 식 중 S는 **그림** 7.3.1와 같이 측정한 것을 표준으로 한다. 또한, 해당 측거더의 유효단면적을 계산하는 경우는 **그림** 7.3.1에 표시한 l의 범위의 경사판에 대하여 다음 식에 의한 단면적을 해당 측거더의 유효단면적에 산입할 수 있다.

$$A = 10\sum h_i \ t_i \left(1 - \frac{\theta}{90}\right) \quad (\mathrm{cm}^2)$$

h_i : 경사판의 높이.
t_i : 경사판의 두께로부터 2.5 mm를 뺀 두께(mm).
θ : 선측외판과 빌지호퍼 경사판과 이루는 각(도).

303. 늑판 【규칙 참조】

1. **부분중간 늑판의 두께**

(1) **규칙 표** 7.3.3의 비고에 있어서 부분중간 늑판의 두께는 다음 중 큰 것 이상으로 할 수 있다.
(가) **규칙** 106.에 규정된 최소두께.
(나) **규칙 표** 7.3.3에서 S를 0.6배하여 규정된 두께.

304. 내저판 【규칙 참조】

규칙 304.의 1항을 적용함에 있어 길이가 특히 짧은 화물창에 대하여는 302.의 3항에 따른다.

305. 선저 및 내저종늑골 【규칙 참조】

규칙 305.를 적용함에 있어서 늑판에 설치하는 수직형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 **규칙 표** 7.3.5의 계수 C에 **3편 7장** 403.의 2항에 의한 수정을 할 수 있다.

제 4 절 호퍼탱크

401. 일반 【규칙 참조】

호퍼 전후단에는 늑판을 설치하고 또한 기관실내의 정판을 호퍼내에 2늑골간격 정도 연장하여 전후부의 연속성을 유지할 필요가 있다.

402. 경사판의 두께 【규칙 참조】

1. 호퍼의 경사판에 횡 휨보강재를 설치하는 경우의 경사판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 할 필요가 있다.

$$t = 9.6S + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 횡 휨보강재의 간격 (m).

다만, 이 경우 선체횡단면 단면계수 계산에 있어서 경사판의 두께로서는 실제의 두께와 상기의 식에 의한 두께와의 비가 1.0인 경우는 0.5를, 2.0이상의 경우는 1.0을, 이들의 중간 값에 대하여는 보간법에 의한 값을 각각 실제의 두께로 곱한 두께를 산입한다.

2. 내저판과 호퍼의 경사판과의 교차부의 구조는 다음과 같이 한다.

(1) 늑판이 설치되어 있는 곳에는 다음 중 어느 쪽으로 할 필요가 있다.

(가) 호퍼 트랜스버스 교차부의 Scallop은 메우든지 또는 Collar plate로 막을 것. (**그림 7.3.2** 참조)

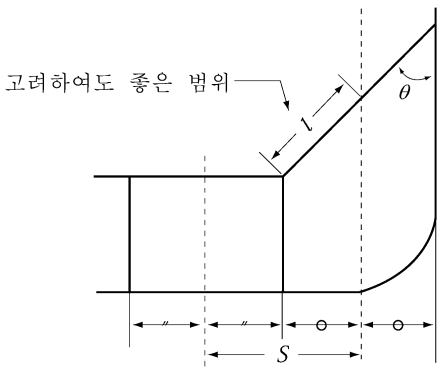


그림 7.3.1 S 의 측정방법

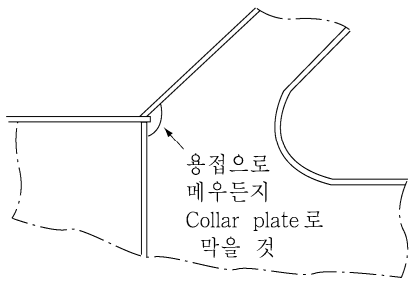


그림 7.3.2

(나) 호퍼의 트랜스버스에는 내저판의 연장선상에 거싯판을 설치할 것. (**그림 7.3.3** 참조)

(2) 늑판의 간격이 2 m 이상인 경우는 늑판 사이의 중앙에 경사판 직하 측거더에 인접하는 내저종늑골 및 경사판 종늑골에 도달하는 보강재를 설치할 필요가 있다. (**그림 7.3.4** 참조)

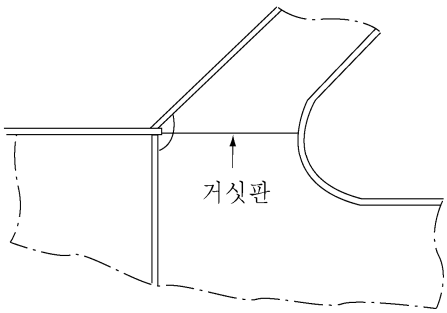


그림 7.3.3

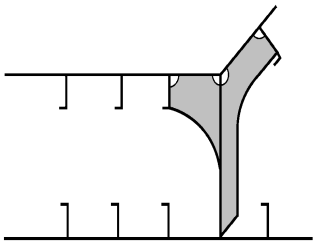


그림 7.3.4

제 5 절 톱사이드 탱크

502. 경사판의 두께 【규칙 참조】

톱사이드 탱크의 경사판에 횡 휨보강재를 설치하는 경우 경사판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$t = 12\ S + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 횡 휨보강재의 간격 (m).

다만, 이 경우 선체횡단면 단면계수 계산에 있어서 경사판의 두께로서는 실제의 두께와 상기의 식에 의한 두께와의 비가 1.0인 경우는 0.5를, 2.0 이상의 경우는 1.0을, 이들의 중간 값에 대하여는 보간법에 의한 값을 각각 실제의 두께로 곱한 두께를 산입한다.

507. 큰 톱사이드 탱크 【규칙 참조】

종통 막판(diaphragm)에 횡 휨보강재를 설치하는 경우의 막판 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$t = 12.8S + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 횡 휨보강재의 간격 (m).

다만, 이 경우 선체횡단면 단면계수 계산에 있어서 막판의 두께로서는 실제의 두께와 상기 식에 의한 두께와의 비가 1.0인 경우는 0.5를, 2.0 이상의 경우는 1.0을, 이들의 중간 값에 대하여는 보간법에 의한 값을 각각 실제의 두께로 곱한 두께를 산입한다.

제 6 절 횡격벽 및 스툴

601. 횡격벽 【규칙 참조】

하부 스툴이 없는 횡격벽의 최하부에 사용하는 판의 두께는 규정의 식에 의한 값에 1 mm 를 더한 것 이상으로 할 필요가 있다.

제 7 절 선창내 늑골

702. 늑골상하단의 고착 【규칙 참조】

늑골의 상하단에 있어서 톱사이드 탱크 또는 빌지호퍼와의 고착은 **그림** 7.3.5 및 7.3.6의 예와 같이 한다.

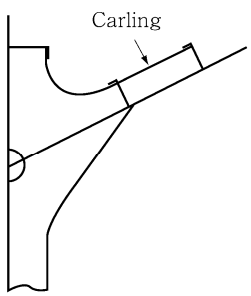


그림 7.3.5

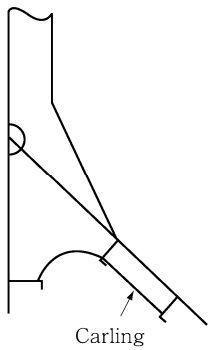


그림 7.3.6

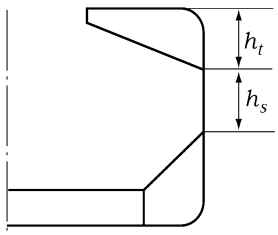


그림 7.3.7

제 8 절 갑판 및 외판

801. 갑판구 측선밖 갑판 【규칙 참조】

톱사이드 탱크가 없어지는 부분의 갑판구 측선밖 갑판의 유효단면적 A는 다음 식에 의한 값으로부터 Taper시켜 정할 필요가 있다.

$$A = \left(1 + \frac{A_t}{2A_d}\right)A_d$$

A_t : 선박의 중앙부에 있어서 톱사이드 탱크의 경사판의 유효단면적.
A_d : 선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 규정의 유효단면적.

802. 갑판구 측선안 갑판 【규칙 참조】

갑판구 측선안 갑판을 종식구조로 하는 경우의 갑판두께 t는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$t = 1.69\sqrt[3]{\frac{F}{l}S^2} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 종휨보강재의 간격 (m).
l : 갑판구 측선안 갑판의 길이 (m).
$F = F_1 + F_2 \quad (\mathrm{kN})$

$$F_1 = 0.49h_i^2(\alpha+1)^2(l_1+l_2) \quad (\mathrm{kN})$$
$$F_2 = 0.26LBC_b \quad (\mathrm{kN})$$
$$\alpha = \frac{h_s}{h_i}$$

h_i 및 h_s : 톱사이드 탱크의 경사판과 선측외판과의 교점으로부터 D의 상단점에 달하는 수직거리(m) 및 동 교점으로부터 빌지호퍼의 경사판과 선측외판과의 교점에 이르는 수직거리(m). (**그림 7.3.7** 참조)
l_1 및 l_2 : 해당 갑판구 측선안 갑판의 전후의 화물창의 길이 (m). 다만, 화물창의 길이는 격벽사이의 거리로 한다.

제 9 절 화물창의 창구덮개 및 창구코밍

905. 폐쇄설비

1. 고박장치 【규칙 참조】

(1) **규칙 905.**의 1항 (7)의 관성모멘트의 계산식($I = 6pa^4$)에 있어서, 고박장치 간격 a(m)는 해당 창구덮개에 설치되는 고박장치 중 인접하는 고박장치간의 거리 중 최대값을 나타낸다.
단, $2.5a_c$이상으로 한다.

a_c = 최대 ($a_{1.1}$, $a_{1.2}$) (m) (**그림 7.3.8** 참조)

(2) 창구덮개 단부요소의 실제 2차모멘트를 계산하는 경우, 단부요소에 부착된 판부재의 유효폭은 다음 중 작은값으로 한다.
(a) $0.165a$
(b) 단부요소와 인접하는 거더부재와의 거리의 1/2

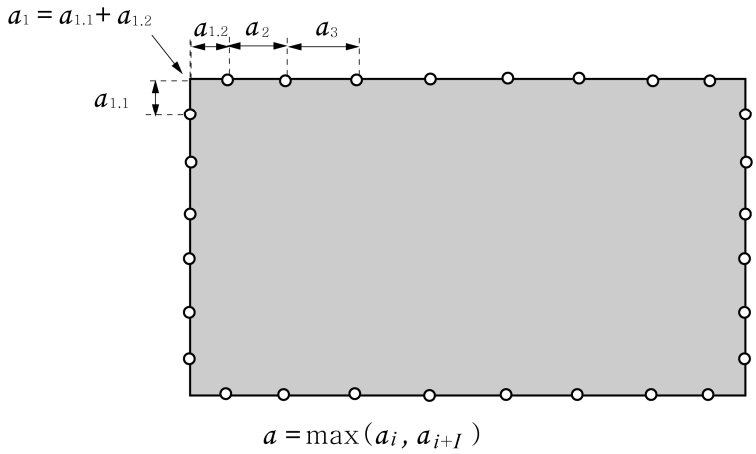
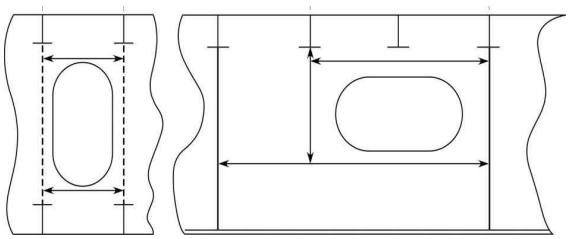


그림 7.3.8 고박장치의 간격

제 11 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선에 대한 화물창의 허용적재하중

1103. 이중저의 전단능력 【규칙 참조】

규칙 1103.의 6항 및 7항에서 “우리 선급이 인정하는 경우”라 함은 개구가 링 보강재(ring stiffener) 또는 아래 그림과 같이 추가의 보강재에 의해 보강된 경우를 말한다.



제 14 절 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치

1402. 적용 【규칙 참조】

규칙 1402.의 2항을 적용함에 있어서 “적당한 폭”이란 해당 수밀구획의 어느 위치에 있어서도 선내측의 격벽과 선체외판과의 거리가 760 mm 이상을 의미하며, 선측외판에 대해서 법선방향으로 측정한다.

제 15 절 화물창에 액체를 적재하는 경우에 대한 추가규정

1501. 일반 【규칙 참조】

1. 화물창을 평형수탱크로 사용하는 경우 평형수의 동하중에 의한 충격이 발생하지 않도록 항해중에 항상 공창 또는 만재상태로 할 필요가 있다.
2. 화물창에 평형수를 적재하는 경우 또는 2항구 화물적재 등의 특수한 적재상태의 경우, 화물창에 있어서 이중저구조의 각 부재치수는 규칙 3절의 규정에 따르는 외에 해당하는 각 식을 다음과 같이 수정하여 정한 것 이상으로 할 필요가 있다.
   (1) 식 중의 계획만재흘수 d 대신에 고려하고 있는 상태의 흘수 d_b를 사용한다.

(2) 식 중의 계수 a 의 값은 화물창이 적하창 또는 공창의 각각에 대하여 다음 식에 의하여 정한 값과 $0.45+0.026L'/d$ 중 큰 것으로 한다. 또한 화물창에 평형수를 적재하고 있는 경우 또는 2항구의 화물적재 등 특수한 적재상태에 대하여 취항항로의 대상에 따라 특히 우리 선급이 인정하는 경우에는 파랑하중을 적절히 참작할 수 있다.

적하창 : $a=h\gamma/d_b-(1-0.026L'/d_b)$

취항상태에서 공창으로 되는 화물창 : $a=1+0.026L'/d_b$

γ : **규칙** 301.의 3항의 규정에 따른다.
L' : **규칙 표** 7.3.2에 따른다.

(3) **규칙 표** 7.3.2에 규정하는 식 중의 계수 n 의 값은 다음 식에 의한 값을 이용한다. 다만, B/l_h 가 1.8 이상일 때는 1.8로 하고 0.5 미만의 경우는 0.5로 한다.

$$n=\frac{1}{3}\left\{\alpha\left(2-\frac{B}{l_h}\right)+5-\frac{B}{l_h}\right\}$$

l_h : **규칙** 301.의 4항에 따른다.
α : 인접 화물창에 있어서 이중저에 작용하는 단위면적당의 적하하중과 **규칙 표** 7.3.2에 규정하는 변동수압을 고려한 선저수압과의 하중차를 해당 화물창에 있어서 같은 하중차이로 나눈 값으로서 생각하여 선저수압에 따르는 것 중 큰 것. 다만 α 는 -1 이상 1 이하로 한다.

1502. 화물유를 반만 싣는 경우 【규칙 참조】

선체의 종요 및 횡요와 반만 적재된 화물창내 화물유와의 동조를 피할 수 없는 경우에는 종요일 때에는 횡격벽, 횡요일 때는 톱사이드 탱크의 경사판, 동조시의 수위부근의 판, 휨보강재 및 거더의 치수는 해당하는 각 규정의 식에서 h 를 **표** 7.3.2에 의하여 계산되는 값을 사용하여 정한 것 미만으로 하여서는 안된다.

표 7.3.2 h**의 값**

	h (m)
종요	$h=h_1+0.1\,l+0.77\dfrac{h_1}{h_2}\left(1-\dfrac{h_1}{h_2}\right)$
횡요	$h=0.4B\left\{\dfrac{3\times\dfrac{h_1}{h_2}+0.6}{\sqrt{\left\{1-\left(\dfrac{x}{l_s}\right)^2\right\}^2+\left\{17\left(\dfrac{h_1}{h_2}-0.45\right)^2+0.12\right\}\left(\dfrac{x}{l_s}\right)^2}}-9.69\left(0.7-\dfrac{h_1}{h_2}\right)\left(0.3-\dfrac{h_1}{h_2}\right)\right\}$
h_1 : 내저판 상면으로부터 그때의 수위 (m). h_2 : 내저판 상면으로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리 (m). l : 화물창의 길이 (횡격벽 사이의 거리). l_s : 선측외판과 빌지호퍼의 경사판과의 교점으로부터 선측외판과 톱사이드 탱크의 경사판과의 교점까지의 수직거리 (m). x : 선측외판과 빌지호퍼의 경사판과의 교점으로부터 고려하고 있는 부재까지의 수직거리 (m).	

제 16 절 석탄운반선의 전기설비

1603. 전기설비 【규칙 참조】

1. **규칙 1603.**의 1항 (2)호의 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형"으로는 일반적으로 **규칙 6편 1장 9절**의 규정에 적합한 것으로서 발화도 G4, 폭발등급 d1(또는 (KS C)IEC 60079에 규정된 가스증기그룹 II A, 온도등급 T4) 이상의 내압(耐壓) 방폭구조, 본질안전방폭구조 및 내압방폭구조인 것으로 탄가루 가운데서 안전하게 사용할 수 있는 것이어야 한다.
2. 화물창내에 설치한 전기기기에 이르는 케이블은 일반적으로 무기절연 동피복 케이블, 납피복 외장케이블 또는 비금속 피복외장 케이블로 하여야 한다.
3. **규칙 1603.**의 2항의 화물창에 인접한 구획의 전기설비 규정중 우리 선급이 적절하다고 인정한 방폭형이란 **규칙 1602.**의 1항에 따른다.
4. **규칙 1603.**의 3항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정한 것"이란 일반적으로 **규칙 6편 1장 9절** 및 (KS C)IEC 60079 시리즈의 규정에 적합한 것을 말한다.

제 17 절 단일 선측구조 산적화물선 및 OBO 운반선의 늑골 및 브래킷의 강재교체 기준

1701. 적용 및 정의

규칙 1701.의 9항의 통상구조가 아닌 선측구조 배치 및 늑골에 대하여 유한요소, 기타의 수치해석 또는 직접 계산절차를 적용 할 경우의 해석 및 강도평가 기준은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【규칙 참조】**

1702. 교체 또는 기타 조치 【규칙 참조】

1. **하부 브래킷의 플랜지**

   규칙 1702.의 1항 (2) (가) (a)를 적용함에 있어서 하부 브래킷은 플랜지를 가지는 형식이어야 한다. 다음의 경우에 있어서의 하부 브래킷에도 플랜지를 부착하여야 한다.

   (1) 설계단계에서 플랜지가 부착되어 있지 않아 규칙에 의해 플랜지를 부착하는 경우에는 적절한 호퍼 이면구보 및 이면구조와 브래킷과의 얼라인(align)에 주의 하여야 한다.

   (2) 설계단계에서 플랜지가 없는 비 일체형 하부 브래킷이 부착된 경우에는 **규칙 1704.**의 4항 굽힘강도를 만족하는 플랜지를 부착하여야 하며, 브래킷 플랜지의 최대 폭은 늑골 플랜지의 최대 폭보다 커야한다.

2. **선측늑골 단면 b)에서의 $t_{REN,d/t}$ 보다 작은 t_M**

   규칙 그림 7.3.23의 단면 b)에서의 $t_{REN,d/t}$ 및 측정값 t_M의 비교를 위해서는 구역 B에서의 값을 근거로 하여야 한다.

3. **트리핑 브래킷**

   (1) 기 부착된 2개의 트리핑 브래킷의 위치가 규칙에 적합하지 않은 경우, 즉 호퍼판과 외판과의 교점에서 A 구역 상방으로 h/3 보다 낮은 위치에 한개, 2h/3 보다 낮은 위치에 한개가 부착된 경우에도 트리핑 브래킷의 두께가 늑골웨브의 두께보다 작지 않다는 조건으로 **규칙 1702.**의 1항 (2) (가) (b)의 관련규정에 적합한 것으로 볼 수 있다.

   (2) 트리핑 브래킷이 늑골 플랜지에 용접으로 부착되어 있지 않은 경우에도 트리핑 브래킷이 소프트 토우를 가지며, 플랜지와의 거리가 50 mm 이하이어야 한다는 조건으로 인정 가능하다. (**그림 7.3.9** 참조)

4. **굽힘 강도 검토**

   브래킷 형상을 **규칙 3장 7절**의 요건에 맞게 수정하는 경우에는 굽힘 강도평가는 필요가 없다.

5. **블라스팅 및 코팅**

   교체가 이루어 질 경우, 표면처리 및 코팅은 신조선의 화물창에 준하는 처리를 하여야 한다.

6. **두께가 다른 판으로 이루어진 구역 B**

   구역 B가 두께가 다른 판으로 이루어 진 경우는 작은 쪽의 두께를 기준으로 해당 규칙을 적용한다.

7. **손상된 늑골의 교체**

   규칙을 만족하는 늑골의 손상으로 인한 교체는 다음의 요건을 적용하여야 한다.

   (1) 규칙의 요건을 최소값으로 고려한다.

   (2) 국부적인 손상의 경우, 교체의 범위는 우리 선급의 별도 기준에 따라 시행되어야 한다.

   (3) 압연 형강재(rolled profile)의 교체는 동일한 압연 형강재로 하여야 한다. 조립형 형강재(built up profile)는 단

지 예외적인 경우에만 허용이 되며, 압연 형강재에 조립형을 삽입함으로써 보수를 하는 경우에는 특별히 주의를 하여야 한다. 조립형 형강재의 플랜지는 끝단을 스닙으로 보수지역에 겹치도록 보완하여 압연 형강재 및 조립형 형강재간의 응력흐름을 원활히 할 수 있도록 하여야 한다.

8. 규칙 3장 17절 시행일 이전에 손상된 늑골의 교체

규칙 3장 17절 시행일 이전에 손상된 늑골을 교체할 경우에는 건조 당시의 규칙을 적용한다. 이때 규칙 3장 17절의 적용여부는 선주의 판단에 따른다.

9. 고장력강 선측늑골 및 외판에 대한 트리핑 브래킷

선측늑골 및 외판이 고장력강을 사용 할 경우에도 연강의 트리핑 브래킷을 사용할 수 있다. 이때 용접에 사용되는 용접봉은 특정의 고장력강에 적합한 것을 사용하여야 하며, 트리핑 브래킷의 두께는 늑골 웨브의 재료에 관계없이 늑골 웨브의 두께와 같아야 한다.

1703. 강도 검토기준 【규칙 참조】

1. 횡요 회전반경(k_r) 및 굽힘 응력계수(m_a)의 적용

이 절의 규칙을 적용하기 위해서는 다음의 적하상태가 고려되어야 한다.

(1) 무거운 화물의 균일 적하 (밀도 1.78 t/m^3 이상), k_r= 0.25B
(2) 가벼운 화물의 균일 적하 (밀도 1.78 t/m^3 미만), k_r= 0.39B
(3) 무거운 화물의 불균일 적하 (허용 가능 시), k_r= 0.39B
(4) 다항 적재상태(multi port loading/unloading condition)는 고려 할 필요가 없다.

그러므로 다음의 규칙 1703.의 1항 (2)의 횡요 회전반경(k_r) 및 규칙 1703.의 4항 표 7.3.13 의 굽힘 모우먼트 계수(m_a)의 조합이 적용된다.

(1) 불균일 적재가 허용되는 선박의 공창(empty hold)
k_r= 0.39B 및 m_a=10, m_b=17, 19, 또는 22
(2) 가벼운 화물만을 적재하도록 허용된 선박의 적하창(loaded hold)(밀도 1.78 t/m^3 미만)
k_r= 0.39B 및 m_a=12, m_b= 20, 22 또는 26
(3) k_r= 0.25B 및 m_a= 12, m_b= 20, 22 또는 26
이 경우는 무거운 화물의 균일 적재상태 선박의 적하창을 나타내며, 불균일 적재상태의 적하창(k_r =0.39B) 보다 더욱 엄격한 상태이다. ⚓

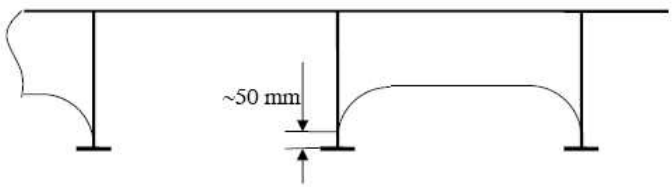


그림 7.3.9 트리핑 브래킷

제 4 장 컨테이너선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. **규칙** 101.의 4항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 3편 1장** 206.의 직접강도계산에 의한 방법에 따르거나 **1편 1장** 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.
2. **규칙** 101.의 6항을 적용함에 있어서, 동형선으로 인정되는 선박 또는 선급이 특별히 인정하는 경우에는, 이 장의 규정을 적용할 수 있다. *(2022)*

제 2 절 종강도

205. 비틀림강도 【규칙 참조】

선체의 비틀림강도에 관해서는 선체길이 전체 어느 위치에서도 다음 관계를 만족하여야 한다. 다만, 화물을 비대칭적재함으로써 선체에 비틀림모멘트가 발생하는 경우에는 이 비틀림모멘트에 의한 응력값을 σ_S에 더할 필요가 있다.

$$\sqrt{(0.75\sigma_V)^2+\sigma_H^2+\sigma_W^2}+|\sigma_S| \le 175/K$$

σ_S : 정수중 종굽힘모멘트에 의한 선체 종굽힘응력으로 다음 식에 의한 값.

$$\sigma_S = M_S / Z_V \times 1000 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ_V : 파랑중 종굽힘모멘트에 의한 선체 종굽힘응력으로 다음 식에 의한 값.

$$\sigma_V = M_W / Z_V \times 1000 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ_H : 파랑중 수평굽힘모멘트에 의한 선체 수평굽힘응력으로 다음 식에 의한 값.

$$\sigma_H = M_H / Z_H \times 1000 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

M_S, M_W : **규칙** 202.에 따른다.

M_H: 파랑중 수평굽힘모멘트로 다음 식에 따른다.

$$M_H = 0.45 C_1 L^2 d (C_b + 0.05) C_H \quad (\mathrm{kN\text{-}m})$$

C_H: L의 후단으로부터 고려하는 단면까지의 거리 X(m)와 L과의 비에 따라 **표** 7.4.1에 의하여 정하여지는 계수로서 X/L가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 7.4.1 **계수** C_H

X/L	0.0	0.4	0.7	1.0
C_H	0.0	1.0	1.0	0.0

Z_V : 고려하는 단면의 강력갑판에서의 선체종굽힘에 대한 단면계수 (cm^3).

Z_H : 고려하는 단면의 창구측부에서의 선체수평굽힘에 대한 단면계수 (cm^3).

C_1 : **규칙 3편 3장 표** 3.3.1의 규정에 따른다.

σ_W : 선체 비틀림모멘트에 의한 워핑응력으로, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법에 따른다. 다만, 이때 선체비틀림 모멘트 M_T 의 값은 다음 식에 의한 것으로 하여도 좋다.

$$M_T = \frac{M_0}{2}\left(1 - \cos\frac{2\pi}{L}X\right) \quad \text{(kN-m)}$$

$$M_0 = 7.0 K_2 C_W^2 B^3 \left(1.75 + 1.5\frac{e}{D_S}\right) \quad \text{(kN-m)}$$

C_W: 수선면적계수

e : 중앙단면에 있어서 용골상면으로부터 전단중심까지의 거리(m)로서 용골상면의 하방에 전단중심이 있을 때에 이 값을 양(+)으로 하며, 다음 식을 사용하여 계산할 수 있다.

$$e = e_1 - \frac{d_0}{2}$$

e_1 : 다음 식에 의한다.

$$e_1 = \frac{(3D_1 - d_1)d_1 t_d + (D_1 - d_1)^2 t_s}{3 d_1 t_d + 2(D_1 - d_1) t_s + B_1 t_b / 3}$$

d_0 : 이중저의 높이(m).

d_1 : 이중선측의 너비(m).

D_1 : 다음 식에 의한다.

$$D_1 = D_S - \frac{d_0}{2}$$

B_1 : 다음 식에 의한다.

$$B_1 = B - d_1$$

t_d, t_s, t_b : **그림 7.4.1**에 규정된 갑판, 선측외판 및 선저외판의 평균두께(m). 평균두께는 이 범위 내의 모든 종강도 부재를 포함하여 결정할 수 있다.

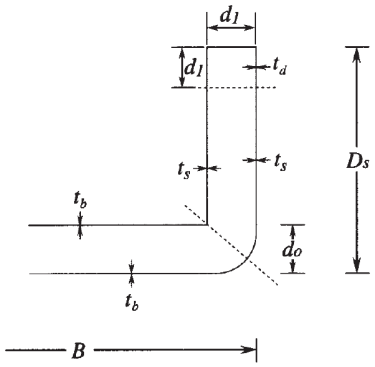


그림 7.4.1

K_2 : 다음 식에 의한 값.

$L < 300$ m 일 때 : $K_2 = \sqrt{1 - \left(\frac{300 - L}{300}\right)^2}$

$L \geq 300$ m 일 때 : $K_2 = 1.0$

X : 선미단으로부터 고려하는 단면까지의 거리(m).

제 3 절 이중저구조

302. 종늑골 【규칙 참조】

늑판에 설치하는 보강재 및 스트럿의 너비가 특히 넓은 경우에는 **규칙 표** 7.4.1의 계수 C에 **3편 7장** 403.의 2항에 의한 수정을 하여도 좋다.

제 4 절 이중선측구조

401. 일반 【규칙 참조】

1. 빌지부에 있어서 이중선측구조의 폭이 변화하는 구조의 경우에는 다음에 의하여 **표** 7.4.2의 t_1 을 정한다.

(1) β_T 및 β_L 는 다음 식에 의한다.

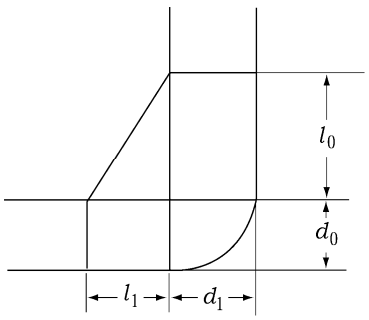
$$\beta_T = 1 + \frac{0.42\left(\frac{B}{D_S}\right)^2 - 0.5}{0.59\frac{D_S - \frac{d_0}{2} - l_{OR}}{B - d_1 - 2l_{1R}}\left(\frac{d_0}{d_1}\right)^2 + 1.0}$$

$$\beta_L = 1 + \frac{0.18\left(\frac{B}{D_S}\right)^2 - 0.5}{0.59\frac{D_S - \frac{d_0}{2} - l_{OR}}{B - d_1 - 2l_{1R}}\left(\frac{d_0}{d_1}\right)^2 + 1.0}$$

l_{OR} 및 l_{1R} : 각각 다음에 의한다.

(a) 빌지 호퍼형의 경우 (**그림** 7.4.2 참조)

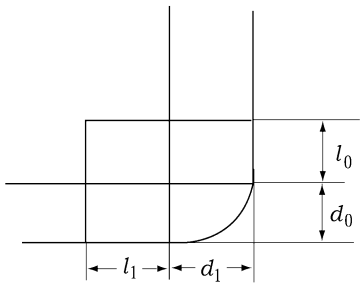
(b) 계단형의 경우 (**그림** 7.4.3 참조)



$$l_{OR} = \frac{l_0 l_1}{d_1 + l_1}$$

$$l_{1R} = \frac{l_0 l_1}{d_0 + l_0}$$

그림 7.4.2



$$l_{OR} = l_O$$

$$l_{1R} = l_1$$

그림 7.4.3

(2) h 의 하단을 내저판 상면상 l_{OR} 의 위치로 한다.

(3) $(d + 0.038L')$ 대신에 $(d - l_{OR} + 0.038L')$ 를 사용한다.

2. 만재흘수선으로부터 강력갑판까지의 높이가 특히 큰 경우에는 다음에 의하여 **표** 7.4.2의 t_1 을 정한다.

(1) β_T 및 β_L는 다음 식에 의한다.

$$\beta_T = 1 + \frac{0.42\left(\frac{B^2}{D_S D'}\right) - 0.5}{0.59\frac{D_S - \frac{d_0}{2}}{B - d_1}\left(\frac{d_0}{d_1}\right)^2 + 1.0}$$

$$\beta_L = 1 + \frac{0.18\left(\frac{B^2}{D_S D'}\right) - 0.5}{0.59\frac{D_S - \frac{d_0}{2}}{B - d_1}\left(\frac{d_0}{d_1}\right)^2 + 1.0}$$

D' : 선박의 깊이 (m). 다만, 3편 1장 203.의 2항 (1)호에 규정하는 가상 건현갑판이 있을 경우에는 용골의 상면으로부터 가상건현갑판까지의 높이를 사용하여도 좋다.

(2) $(d + 0.038L')$ 대신에 다음 식에 의한다.

$$(d + 0.038L')\sqrt{\frac{D'}{D_S}}$$

D' : 전 (1)에 따른다.

3. 화물창의 중간에 충분히 큰 단면적을 갖는 크로스타이와 비수밀의 부분격벽 등의 구조를 설치할 경우에는 표 7.4.2 각 규정의 l_h 를 수밀격벽으로부터 이 구조의 위치까지의 거리로 하여도 좋다.
4. 이중선측구조의 보강재를 지지하는 스트럿 또는 선측스트링거에 부착된 휨보강재의 폭이 특히 넓은 경우에는 3편 7장 403.의 2항의 규정을 준용하여도 좋다.

402. 선측트랜스버스 및 선측스트링거 【규칙 참조】

선측트랜스버스 및 선측스트링거의 두께에 대하여 전단력 및 전단좌굴강도를 고려하여야 하는 경우 규칙의 규정에 추가하여 표 7.4.2의 2개의 식 중 큰 값 이상이어야 한다.

표 7.4.2 선측트랜스버스 및 선측스트링거의 두께

구분	두께 (mm)
선측트랜스버스 및 선측스트링거	$t_1 = 0.083\dfrac{CSl_h}{d_1 - a}(d + 0.038L') + 1.5,\qquad t_2 = 8.6\sqrt[3]{\dfrac{d_1^2(t_1 - 1.5)}{k}} + 1.5$

C : 다음 표에 따른다.

선측트랜스버스

$$C = (C_1 + \beta_T C_2)C_3$$

$$\beta_T = 1 + \frac{0.42\left(\dfrac{B}{D_S}\right)^2 - 0.5}{0.59\dfrac{\left(D_S - \dfrac{d_0}{2}\right)}{(B - d_1)}\left(\dfrac{d_0}{d_1}\right)^2 + 1.0}$$

C_1, C_2 : h 와 lh의 비율에 따라 다음 표에 정하는 계수로서 h/l_h 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

h/l_h	C_1	C_2
0.5 이하	0.18	0.05
0.75	0.21	0.08
1.00	0.24	0.09
1.25	0.25	0.10
1.50	0.26	0.11
1.75 이상	0.27	0.12

C_3 : 다음 식에 의한다. 다만, 0.2 미만이어서는 안된다.

$$C_3 = 1 - 1.8\frac{y}{h}$$

선측스트링거

$$C = (C_1 - \beta_T C_2)C_3$$

$$\beta_L = 1 + \frac{0.42\left(\dfrac{B}{D_S}\right)^2 - 0.5}{0.59\dfrac{\left(D_S - \dfrac{d_0}{2}\right)}{(B - d_1)}\left(\dfrac{d_0}{d_1}\right)^2 + 1.0}$$

C_1, C_2 : h 와 lh의 비율에 따라 다음 표에 정하는 계수로서 h/l_h 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

h/l_h	C_1	C_2
0.5 이하	0.20	0.07
0.75	0.24	0.05
1.00	0.26	0.03
1.25		0.01
1.50 이상		0.00

C_3 : 다음 식에 의한다.

$$C_3 = \left|1 - \frac{2x}{l_h}\right|$$

h : 선측에 있어서 내저판 상면으로부터 강력갑판까지의 수직거리 (m).
l_h : 선창의 길이 (m).
d_0 : 중심선 거더의 높이 (m).
L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m 를 넘을 필요는 없다.
d_1 : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거의 깊이 (m). 다만 웨브의 길이방향으로 보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할하는 경우에는 t_2 의 식에 있어서 d_1 을 분할한 깊이로 하여도 좋다.
S : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거가 지지하는 부분의 너비 (m).
a : 고려하는 위치에 있어서의 개구의 깊이 (m).
S_2 : S_1 과 d_1 중 작은 값.
y : h 의 하단으로부터 고려하는 위치까지의 거리 (m).
x : l_h 의 끝으로부터 고려하는 위치까지의 거리 (m).
k : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거에 설치되어 있는 웨브깊이방향의 보강재의 간격 S_1 (m)과 d_1 과의 비에 따라 다음 표에 정하는 계수. S_1/d_1 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

S_1/d_1	0.3이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0이상
k	60	40	26.8	20	16.4	14.4	13.0	12.3	11.1	10.2

제 6 절 갑판구조

601. 갑판구조 【규칙 참조】

갑판의 면내 굽힘에 대하여 횡격벽의 위치에 있어서 갑판구 측 선내 갑판의 치수는 표 7.4.3의 식에 의한 것 이상이어야 하며, 단면계수 및 단면2차모멘트를 계산하는 경우에는 갑판구 측 선내 갑판을 웨브로 하고 창구단코밍을 플랜지로 간주하여 계산한다.

표 7.4.3 갑판구측선내 갑판의 치수

항목	구조방식	치수
갑판의 두께	상자형구조	$t = 0.00417 C_1 K \left(\frac{l_V^2 l_C}{\omega_C} \right) + 4.0 \quad (\mathrm{mm})$ 다만, 바닥판의 두께를 포함한 것으로 한다.
	기타구조	$t = 0.00417 C_1 K \left(\frac{l_V^2 l_C}{\omega_C} \right) + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$
단면계수	$Z = 1.43 C_2 K l_V^2 l_C^2 \quad (\mathrm{cm}^4)$	
단면2차모멘트	$I = 0.38 \frac{l_C^4}{S l_V^3} I_V \quad (\mathrm{cm}^4)$	

l_V : 선체중심선에 측정한 내저판 상면으로부터 격벽갑판까지의 거리 (m).
l_C : 창구의 너비 (m). 다만, 2열 이상의 창구를 가진 경우에는 창구의 너비가 가장 큰 것으로 한다.
ω_C : 갑판구 측선내 갑판의 너비 (m).
C_1, C_2 : α 의 값에 따라 다음 표에서 정하는 값. 다만 α 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

α	C_1	C_2
0.5 이하	1.00	0.50
1.5 이상	0.37	0.10

α : 다음 식에 따른다.

$$\alpha = 0.5 l_C \sqrt[4]{\frac{3}{4 S l_V^3} \times \frac{I_V}{I_C}}$$

S : 횡격벽에 설치되는 수직거더의 간격 (m).
I_V : 횡격벽에 설치되는 수직거더의 단면2차모멘트 (cm^4).
I_C : 갑판구 측선내 갑판의 단면2차모멘트 (cm^4).

제 9 절 플레어가 큰 위치의 강도(strength at large flare location) *(2019)*

901. 외판 【규칙 참조】

1. 외판의 두께는 3편 4장 401.의 1항에 따른다.

902. 늑골 【규칙 참조】

1. 늑골에 대한 치수는 3편 8장 108.의 1항에 따른다.

903. 거더 【규칙 참조】

1. 거더에 대한 치수는 **3편 9장 104.**에 따른다.
2. 거더 웨브의 좌굴강도는 **3편 9장 104.**의 2항 및 3항에 따른다.

제 10 절 컨테이너 고박설비

1002. 컨테이너 고박설비 【규칙 참조】

1. **규칙 1002.**의 규정에 따라 컨테이너 고박설비(이하 **고박설비**라 한다)에 대하여 우리 선급의 승인을 받고자 하는 경우에는 **부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침**의 규정을 만족하여야 한다.
2. 고박설비의 제조법 및 형식승인에 대하여는 우리 선급의 「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」 **3장 25절**의 규정에 따른다.
3. **컨테이너 고박설비의 제품검사 요령**

(1)「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」 **3장 25절**의 규정에 따라 형식승인된 컨테이너 고박설비의 제품검사 요령은 다음에 따른다.

(2) 제품검사시에는 최소한 다음 (가) 또는 (나) 중 어느 하나의 시험을 만족하여야 한다.

(가) (a) 래싱로드 및 고박설비

50개 이상인 경우에는 50개마다, 50개 미만인 경우에는 각 로트마다 한개의 시험품을 채취하여 각 항목에서 규정하는 안전사용하중(SWL)의 1.5배에 해당하는 하중으로 내력시험을 한다.

(b) 체인 또는 와이어로프 래싱

50개 이상인 경우에는 50개마다, 50개 미만인 경우에는 각 로트마다 한개의 시험품을 채취하여 절단하중 시험을 한다.

(나) 모든 종류의 고박설비에 대하여 각 항목에 해당하는 안전사용하중으로 시험을 하고 체인 및 와이어로프 래싱의 각 로트마다 한개의 시험품을 채취하여 해당항목에 대한 절단하중시험을 추가로 한다.

(3)「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」 **표 3.25.2**의 항목중 **12.** 부터 **15.**까지의 규정에 의한 고정식 고박설비에 대한 시험결과, 다음 (가) 및 (나)의 조건을 만족하는 경우 (2)호의 시험 횟수를 경감할 수 있다. 다만, 고박설비 제조자가 우리 선급의 품질보증제도 승인을 받은 경우에는 「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」 **5장 305.**에 따른다.

(가) 각 항목의 형식승인시험에 대한 값이 「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」 **표 3.25.1**에서 규정하는 절단하중 시험의 1.5배 이상일 때

(나) 적절한 비파괴 검사설비가 되어 있는 경우

(4) (2)호 (가)에 의한 제품검사시 다음 (가) 및 (나)의 하중하에서 영구변형(구조부재의 설치에 따른 초기변형제외)이 있어서는 안된다.

(가) 안전사용하중이 25톤 미만인 경우 : $1.5 \times SWL$ (ton)

(나) 안전사용하중이 25톤 이상인 경우 : $SWL + 12.5$ (ton)

시험완료후에 실시한 수동작동시험이 만족스럽다고 인정되는 경우 (2)호의 하중과 내력시험하중의 범위에서 발생한 영구변형에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(5) 시험품에 대한 시험시에 초기파괴나 중대한 소성변형이 일어나는 경우 별도의 시험품을 선정할 수 있으며, 이에 대한 시험결과가 만족스럽지 못하다고 인정하는 경우에는 이 시험편을 채취한 로트는 불합격으로 한다.

(6) (2)호 (나)호에 준하여 시행한 제품검사에 대하여도 영구변형이 있어서는 안된다. ⚓

제 5 장 액화가스 산적운반선

(별책)

제 6 장 위험화학품 산적운반선

(별책)

제 7 장 카페리선 및 로로선

제 3 절 갑판

301. 적용 【규칙 참조】

1. 차량갑판의 두께 *(2022)*

차량갑판의 두께 t는 다음 (1) 또는 (2)호에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 노출차량갑판에 대하여는 (1) 및 (2)에 의한 것에 1.0 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

(1) 패널내의 각 차륜의 접지면의 중심간 거리가 $2S+a$ 이상인 경우(**그림 7.7.1** 참조) *(2017)*

$$t = C\sqrt{\frac{(2S-b')}{(2S+a)} \times \frac{P}{9.81}} + 0.5 \quad (\text{mm}), \qquad t_{\min} = 5.0 \quad (\text{mm})$$

C : 계수로서 **표 7.7.1**에 의한다.
S : 갑판보의 간격 (m).
P : 계획 최대차륜하중 (kN). 다만, $b > S$의 경우에는 계획 최대차륜하중의 S/b 배 한 것으로 한다.
b' : b 또는 S 중 작은 값 (m).
a 및 b : 각각 보에 평행 또는 직각방향으로 측정한 차륜의 접지 길이 (m). (**그림 7.7.2** 참조). 다만, 통상 공기를 주입하는 타이어를 갖는 차량에 대하여는 **표 7.7.2**에 의한 값을 사용할 수 있다.

표 7.7.1 계수 C

부재종류 \ 차량종류			하역전용차량	좌란 이외
종강도 산입부재	중앙부 0.4L 구간*	종식구조	$4.6\sqrt{K}$	$\frac{17.83\sqrt{K}}{\sqrt{24-K\alpha}}$ 단, 5.2 이상이어야 함.
		횡식구조	$4.9\sqrt{K}$	$\frac{123.6\sqrt{K}}{\sqrt{576-K^2\alpha^2}}$ 단, 5.2 이상이어야 함.
	선수미 양단 0.1L 이내*		$4.6\sqrt{K}$	$5.2\sqrt{K}$
상기이외			$4.6\sqrt{K}$	$5.2\sqrt{K}$

α : y의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만 선박의 중앙부의 강력갑판의 경우 β 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.36 f_D \left(\frac{y-y_B}{Y'}\right) \qquad y_B \le y \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.36 f_B \left(\frac{y_B-y}{y_B}\right) \qquad y_B > y \text{ 일 때}$$

β : L에 따라 다음에 따라 다음에 정하는 계수로서 L이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
L이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
L이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$
y : 용골상면으로부터 차량갑판 상면까지의 수직거리 (m).
Y' : **규칙 3편 3장 203.**의 (5)호 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 값.
a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$로 하며, 기타의 경우에는 1.0 으로 한다.
y_B : 선박의 중앙부에서 용골상면으로부터 선체횡단면의 중립축까지의 수직거리(m).
f_D, f_B : **규칙 3편 1장 124.**에 따른다. 다만, 선박의 중앙부의 강력갑판의 경우 0.79 이상이어야 한다.
* : 중앙부와 선수미 양단 $0.1L$ 위치 사이의 계수 C는 보간법에 따른다.

표 7.7.2 타이어의 접지길이 a 및 b

방향 / 차륜	차축방향의 접지길이 **그림** 7.7.2에 있어서 (1)의 경우의 a, (2)의 경우의 b*	차축에 직각방향의 접지길이 **그림** 7.7.2 에 있어서 (1)의 경우의 b, (2)의 경우의 a*
단륜	$\dfrac{20\sqrt{P}}{P_0}$	$\dfrac{1}{20}\sqrt{P}$
복륜	$\dfrac{250\sqrt{P}}{9P_0}$	$\dfrac{9}{250}\sqrt{P}$

P : 301.의 1항 (1)호에 따른다.
P_0 : 타이어의 공기압(kN/m^2), 만일 실제 공기압을 알 수 없는 경우 다음 식의 값을 사용할 수 있다.
$P_0 = C_P\sqrt{P}$ (kN/m^2)
C_P : 차륜하중 P가 10kN 미만인 경우 $C_P = 120$
차륜하중 P가 10kN 이상인 경우 $C_P = 250P^{-0.3}$
(*) : 특수차량이 적재되는 경우, 실제 접지길이 a 및 b를 적용한다.

(2) 패널내의 차륜의 접지면의 중심간 거리가 $2S+a$ 미만인 경우 (**그림** 7.7.1 참조) *(2017)*

$$t = C\sqrt{\frac{(2S-b')}{(2S+a+e)} \times \frac{nP}{9.81}} + 0.5 \quad (\text{mm}), \quad t_{\min} = 5.0 \ (\text{mm})$$

e : 패널내의 차륜의 접지면의 중심간 거리가 $2S+a$ 미만인 경우의 차륜 접지면 중심간 거리의 합 (m). (**그림** 7.7.1 참조) 다만 실제 값을 알 수 없는 경우, 다음의 값을 사용할 수 있다.

1) **그림** 7.7.3의 경우로 차량이 적재되는 경우;
초장축 카고 트럭 또는 덤프트럭 등과 같이 두 개의 차축이 인접하여 배치된 차량의 경우 e는 다음 값을 사용할 수 있다.

$e = 1.0$ (m)

2) **그림** 7.7.4의 경우로 차량이 적재되는 경우;
e는 다음 값을 사용할 수 있다.

$e =$ 타이어의 접지 폭 + 차량의 적재 간격 (m)

n : e 의 범위내에 있는 차륜하중의 수.
C, S, a, b' 및 P : (1)호에 따른다.

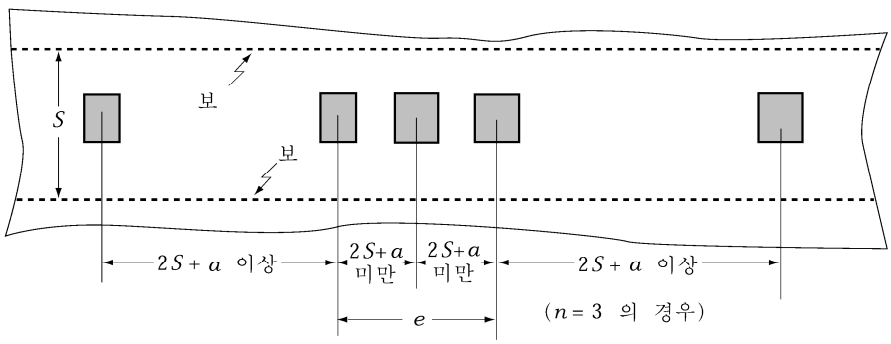


그림 7.7.1 e의 측정방법

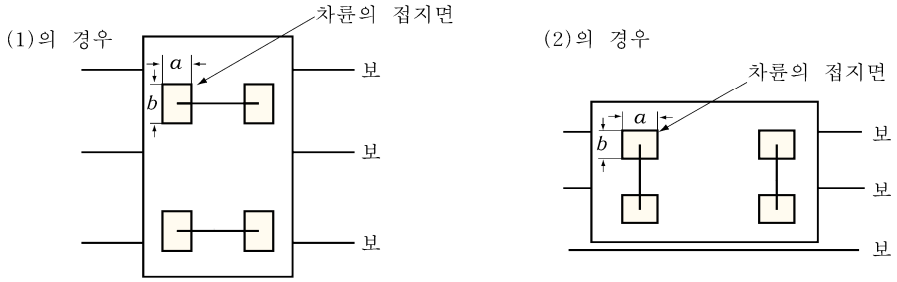


그림 7.7.2 a 및 b의 측정방법

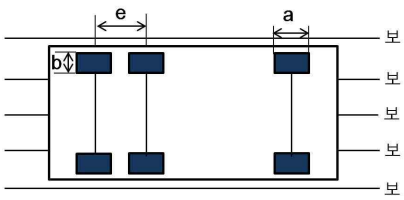


그림 7.7.3

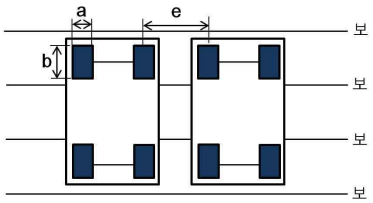


그림 7.7.4

2. 차량갑판보의 단면계수 *(2022)*

차량갑판보의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_1 C_2 M \quad (\mathrm{cm}^3)$$

C_1 : 계수로서 다음 식에 의한다.

$b/S \le 0.8$ 일 때 : $C_1 = 1.0$

$b/S > 0.8$ 일 때 : $C_1 = 1.25 - 0.31 b/S$

C_2 : 계수로서 **표 7.7.3**에 의한 값.

b, P 및 S : 1항 (1)호에 따른다.

M : 다음 식에 의한 M_1 및 M_2 중 큰 값.

$$M_1 = \frac{1}{9.81}\left(\sum_{i=1}^{N_I} 4P_{Ii}\alpha_{Ii}\left\{1-\left(\frac{\alpha_{Ii}}{l_I}\right)^2\right\} + \sum_{j=1}^{N_{II}} P_{IIj}\alpha_{IIj}\left(1-\frac{\alpha_{IIj}}{l_{II}}\right)\left(7-5\frac{\alpha_{IIj}}{l_{II}}\right) - \sum_{k=1}^{N_{III}} P_{IIIk}(l_{III}-\alpha_{IIIk})\left\{1-\left(\frac{l_{III}-\alpha_{IIIk}}{l_{III}}\right)^2\right\}\right)$$

$$M_2 = \frac{1}{9.81}\left(-\sum_{i=1}^{N_I} P_{Ii}\alpha_{Ii}\left\{1-\left(\frac{\alpha_{Ii}}{l_I}\right)^2\right\} + \sum_{j=1}^{N_{II}} P_{IIj}\alpha_{IIj}\left(1-\frac{\alpha_{IIj}}{l_{II}}\right)\left(2+5\frac{\alpha_{IIj}}{l_{II}}\right) + \sum_{k=1}^{N_{III}} 4P_{IIIk}(l_{III}-\alpha_{IIIk})\left\{1-\left(\frac{l_{III}-\alpha_{IIIk}}{l_{III}}\right)^2\right\}\right)$$

l_I, l_{II} 및 l_{III} : 보의 지지점 사이의 거리 (m).

P_{Ii}, P_{IIj} 및 P_{IIIk} : 각 지지점에 작용하는 계획 최대차륜하중 (kN).

α_{Ii}, α_{IIj} 및 α_{IIIk} : 각 지지점으로부터 차륜하중이 작용하는 점까지의 거리 (m). (**그림 7.7.5** 참조)

N_I, N_{II} 및 N_{III} : 각 지지점에 작용하는 차륜하중의 수.

표 7.7.3 계수 C_2

부재 \ 차량		하역전용차량	좌란 이외
종강도 산입 갑판보	중앙부 $0.4L$ 구간*	$\dfrac{86.4K}{24-0.544K\alpha}$ 단, 3.6 이상이어야 함	$\dfrac{110.4K}{24-K\alpha}$ 단, 4.6 이상이어야 함
	선수미 양단 $0.1L$ 이내*	$3.6K$	$4.6K$
상기이외		$3.6K$	$4.6K$

α : y의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만 선박의 중앙부의 강력갑판의 경우 β 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.36 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y} \right) \qquad y_B \le y \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.36 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \qquad y_B > y \text{ 일 때}$$

β : L에 따라 다음에 따라 다음에 정하는 계수로서 L이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$

L이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$

y : 용골상면으로부터 차량갑판 상면까지의 수직거리 (m).

Y : **규칙 3편 3장 203.**의 (5)호 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 값.

a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 $\sqrt{K}$ 로 하며, 기타의 경우에는 1.0 으로 한다.

y_B : 선박의 중앙부에서 용골상면으로부터 선체횡단면의 중립축까지의 수직거리(m).

f_D, f_B : **규칙 3편 1장 124.**에 따른다. 다만, 선박의 중앙부의 강력갑판의 경우 0.79 이상이어야 한다.

* : 중앙부와 선수미 양단 $0.1L$ 위치 사이의 계수 C는 보간법에 따른다.

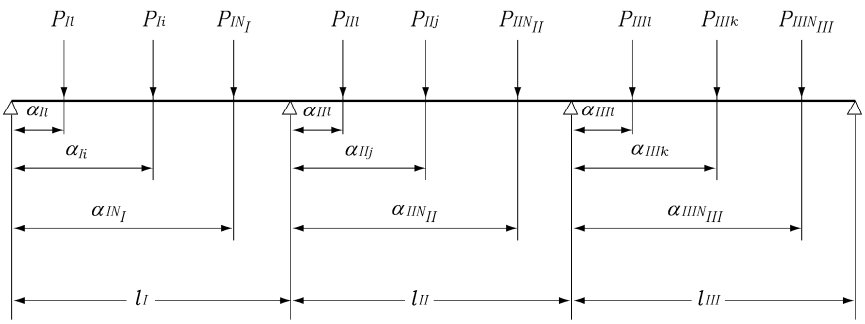


그림 7.7.5 P_{Ii}, α_{Ii}, l_I등의 측정방법

3. 차량갑판보의 치수 *(2017)*

차량갑판보의 치수는 다음에 적합한 직접강도 계산방법에 의하여 정할 수 있다.

(1) 구조모델 및 해석방법 등에 대하여는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

(2) 하중은 다음에 따른다.

(가) 차량갑판에 차량을 적재하여 항해하는 경우에는 계획 최대차륜하중의 1.5배

(나) 하역전용차량(포크리프트 또는 정박중 하역에만 사용하는 차량)에 대하여는 계획 최대차륜하중의 1.2배

(3) 단면계수를 구하는 경우에 있어서 허용응력은 **표7.7.4**에 따른다.

(4) 부식 등을 고려하여 상기 (1)부터 (3)까지의 조건에 따라 구한 단면계수에 1.2배를 하여야 한다.

표 7.7.4 허용응력 (N/mm^2)

부재	하역전용차량	좌란 이외
선박의 중앙부의 강력갑판보	$\frac{235}{K}-80f_D$	$\frac{235}{K}-150f_D$
상기 이외	$\frac{235}{K}$	$\frac{235}{K}$

4. 이동식 차량갑판

(1) 일반사항

이동식 차량갑판 및 이와 유사한 박판구조의 갑판하 거더는 **3편 11장 103.** 및 이 규정에 적합하여야 한다.

(2) 강도기준

이동식 차량갑판 거더의 치수는 다음의 (가)부터 (다)까지에 따라 결정한다.

(가) 각 거더에 대한 압축 판 플랜지의 유효 폭은 패널의 보강방향에 따라 (a)과 (b)에 의해 결정한다.

(a) 패널의 보강 방향에 평행한 거더에 대한 유효 폭

규칙 3편 1장 604.에 규정된 값

(b) 패널의 보강 방향에 직각인 거더에 대한 유효 폭

$$b_{eft} = \sum_n \left(\frac{C_{et} \cdot a}{2}\right) \quad (\mathrm{mm})$$

갑판에 좌굴 보강재가 적절히 부착된 경우, 이 부분도 유효 폭 결정에 고려될 수 있다. 다만, 이 값은 **규칙 3편 1장 604.**에서 규정하는 값을 초과하여서는 안된다.

C_{et}: 계수로서 다음 식에 의한다. 다만, C_{et}가 1.0을 초과할 경우에는 1.0으로 한다.

$$C_{et} = \left(\frac{3}{\beta} - \frac{1.75}{\beta^2}\right)\frac{b}{a} + \left(\frac{0.075}{\beta} + \frac{0.75}{\beta^2}\right)\left(1 - \frac{b}{a}\right)$$

n : 패널주변의 거더부재에 대해서는 1, 그 외의 경우에는 2
a : 보강재에 직교하는 거더의 간격 (mm).
b : 보강재의 간격 (mm).
β : 계수로서 다음식에 의한다.

$$\beta = \frac{b}{t}\sqrt{\frac{\sigma_F}{E}}$$

t : 차량 갑판의 두께 (mm).
σ_F : 차량갑판 재료의 항복응력 또는 내력 (N/mm^2).
E : 재료의 탄성계수 (강재 : 2.06×10^5 N/mm^2).

(나) 설계하중과 허용응력은 다음의 (a), (b)의 요건에 따른다.

(a) 설계하중 P (kN/mm^2)

- 차량갑판에 차량을 적재하고 항해하는 경우

$$P = 1.5\,(p + w_{deck})$$

p : 설계 갑판하중 (kN/mm^2).
w_{deck} : 단위 면적 당 차량갑판 자체의 중량 (kN/mm^2).

- 하역전용 차량(포크 리프트(fork-lift) 등 정박중 하역에만 사용되는 차량)인 경우

$$P = 1.2\,(p + w_{deck})$$

(b) 허용응력 (N/mm^2)

표 7.7.5에 의한다. σ_F(N/mm^2)는 재료의 항복응력 또는 내력을 나타낸다.

표 7.7.5 허용응력

수직 응력	$0.8\sigma_F$
전단 응력	$0.46\sigma_F$

(다) 거더의 치수를 직접강도 계산에 의해 결정하는 경우, 격자구조해석 또는 차량갑판의 압축패널에 작용하는 탄성 좌굴영향을 고려 할 수 있는 평가방법에 의하여야 한다. 그렇지 않을 경우에는 판요소 모델을 사용하는 탄성 유한요소해석을 수행하고 **3편 부록 3-2 III.2** 좌굴강도 계산의 요건에 따라 압축패널의 좌굴강도를 조사하는 경우에는 인정할 수 있다.

(3) 구조상세

(가) 거더 웨브와 갑판과의 고착부는 **표 7.7.6**에 따른 용접방법에 의하여야 한다.

(나) 거더 웨브의 두께는 다음식에 의한 값 이상으로 하여야 한다. 다만, 좌굴강도에 대한 충분한 검토가 행해진 경우는 제외한다.

$$\frac{d}{C} + 1.0$$

d : 거더의 깊이 (mm).

C : 계수로서 다음에 따른다.

대칭적 플랜지 거더인 경우 65

비대칭적 플랜지 거더인 경우 55

표 7.7.6 이동식 차량갑판 거더의 필렛용접

	차량의 왕래가 빈번한 패널[1]	그 외의 패널
1) 갑판패널의 주변 거더 부재	F2 (양면)	F2 (양면)
2) 1) 이외 거더의 스팬 중앙부 $0.3l$ 사이[2]		
3) 1) 이외 거더의 단부 $0.1l$ 사이[2]		
4) 1) 이외 거더의 교차부 $0.2l'$ 사이[3]		
5) 상기 이외의 개소		F2 (최소단면이상)

[1] 보다 동적인 하중의 영향을 받는 램프웨이(ramp way)부근에 있어서, 어떤 갑판층에서 상, 하부의 갑판층으로 차량이 이동하기 위한 주행경로로 되는 갑판 패널

[2] l : 각 거더부재의 전체 길이

[3] l' : 각 거더부재의 스팬으로서, 거더 교차점의 양측에서 $0.1l'$ 씩를 취한다.

[4] $F2$는 **규칙 3편 1장 표 3.1.11**에 따른다.

5. 이동식 차량갑판의 지지구조

(1) 이 규정은 이동식 차량갑판을 지지하는 구조에 대해 적용한다.

(2) 이동식 차량갑판의 지지구조는 갑판 패널의 형상, 설계하중 등을 고려하여 적절히 배치하여야 한다.

(3) 지지구조와 선체구조와의 접합부는 응력집중을 피하도록 적절하게 구성되어야 한다. 필요한 경우, 보강재나 브래킷 등에 의해 적절히 보강하여야 한다.

(4) 갑판 패널을 와이어로프에 의해 매다는 경우, 그 로프는 **규칙 4편**의 관련 규정 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격의 규정을 따라야 하며, 부식방지를 위한 적절한 조치를 위해야 한다. 또한, 그 강도는 각 와이어로프에 발생하는 응력에 대하여 다음식에 따른 값 이상의 안전율을 가지도록 하여야 한다. 단, 4를 초과 할 필요는 없다.

$$\frac{10^4}{8.85W+1910}$$

W : 제한 하중 (ton).

(5) 지지구조부재의 치수는 4 (나) (a)에 규정하는 하중을 이용하여 다음의 허용응력을 초과하지 않도록 결정하여야 한다.

전단응력 : $\tau = 0.34\,\sigma_F$

굽힘응력 : $\sigma = 0.50\,\sigma_F$

등가응력 : $\sigma_e = \sqrt{\sigma^2+3\tau^2} = 0.64\,\sigma_F$

σ_F: 재료의 항복응력 또는 내력(proof stress) (N/mm^2)

303. 갑판하중 *(2020)*

1. 노출갑판에 대한 갑판하중 h(kN/m^2)는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$h = a(bf - y) \quad \text{(kN/m2)}$$

a 및 b : 갑판의 위치에 따라 **표 7.7.7**에 따른다.

C_{b1} : 방형계수. 다만, C_b가 0.6 이하일 경우에는 0.6 으로 하고 0.8 이상일 경우에는 0.8 로 한다.

f : 계수로서 **표 7.7.8**에 따른다.(**그림 7.7.6** 참조)

y : 만재흘수선으로부터 노출갑판까지의 선측에서 측정한 수직거리(m)로서 선수단으로부터 0.15 L 의 위치보다 전방에 위치한 갑판은 선수단의 위치에서, 선수단으로부터 0.3 L 의 위치와 선수단으로부터 0.15 L 과의 사이의 갑판은 선수단으로부터 0.15 L 의 위치에서, 선수단으로부터 0.3 L 의 위치와 선미단으로부터 0.2 L 과의 사이의 갑판은 L 의 중앙에서, 선미단으로부터 0.2 L의 위치보다 후방의 갑판은 선미단의 위치에서 각각 측정한다.(**그림 7.7.4** 참조)

2. II 란에서 계산된 h 는 I 란의 것을 넘을 필요는 없다.
3. 1.및 2항의 규정에 관계없이 h 는 **표 7.7.9**에 의한 것 이상이어야 한다.
4. 그러나 3층 이상의 다층갑판이 설치된 경우, 노출갑판에 적용되는 하중은 1., 2. 및 3항에 의해 얻어진 하중에 **표 7.7.10**의 값을 곱한 것보다 큰 값을 사용하여야 한다.
5. h를 산정하는 경우에 가상건현갑판으로부터 노출갑판까지의 선측에서 측정한 수직거리, H_D에 따라 해당 노출갑판을 다음과 같이 취급한다.

$h_s \le H_D < 2h_s$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제1층의 선루갑판

$2h_s \le H_D < 3h_s$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제2층의 선루갑판

$nh_s \le H_D \le (n+1)h_s$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제n층의 선루갑판

표 7.7.7 a 및 b 의 값

난	갑판의 위치	a			b
		보[1], 갑판	필러	갑판 거더	
I	선수단으로부터 0.15 L 인 위치보다 전방	14.7	4.90	7.35	$1+\frac{0.338}{(C_{b1}+0.2)^2}$
II	선수단으로부터 0.15 L 인 위치와 선수단에서 0.3 L 인 위치와의 사이	11.8	3.90	5.90	$1+\frac{0.158}{(C_{b1}+0.2)^2}$
III	선수단으로부터 0.3 L 인 위치와 선미단에서 0.2 L 인 위치와의 사이	6.90	2.25	2.25[2] 3.45[3]	1.0
IV	선미단으로부터 0.2 L 인 위치보다 후방	9.80	3.25	4.90	$1+\frac{0.123}{(C_{b1}+0.2)^2}$

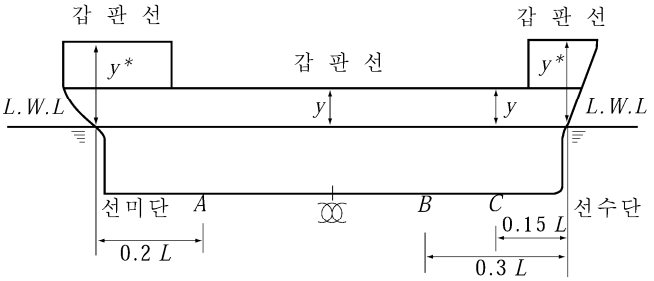
(비고)
[1] 보에 대한 a 의 값은 L 이 150 m 이하인 선박은 다음 식의 값을 곱한 것으로 할 수 있다.

$$C=0.0055L+0.175$$

[2] 선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 갑판구 측선 밖에 설치하는 갑판 종거더인 경우.
[3] [2]이외의 갑판 거더인 경우.

표 7.7.8 계수 f

선박의 길이	f
$L<150$ m	$\frac{L}{10}e^{-\frac{L}{300}}+\left(\frac{L}{150}\right)^2-1.0$
150 m $\le L<$ 300 m	$\frac{L}{10}e^{-\frac{L}{300}}$
300 m $\le L$	11.03



* 선루가 없는 경우에는 y 는 상갑판까지의 거리.

그림 7.7.6 y 의 측정위치

표 7.7.9 h 의 최소값

난	갑판의 위치	h[1]	C	
			보[2], 갑판	필러, 갑판거더
I 및 II	선수단으로부터 0.3L 의 위치보다 전방	$C\sqrt{L'+50}$	4.20	1.37
III	선수단으로부터 0.3L 의 위치와 선미단으로부터 0.2L 의 위치와의 사이		2.05	1.18
IV	선미단으로부터 0.2L 의 위치보다 후방	$C\sqrt{L'}$	2.95	1.47
건현갑판상 제2층까지의 선루갑판			1.95	0.69

(비고)
[1] L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘는 경우에는 230 m 로 한다.
[2] 보에 대한 C 의 값은 L 이 150 m 이하인 선박은 다음 식의 값을 곱한 것으로 할 수 있다.

$$0.0055L+0.175$$

표 7.7.10 노출갑판의 압력계수

노출갑판의 위치	
건현갑판	1.0
제3층 갑판	0.32
제4층 갑판	0.25
제5층 갑판	0.20
제6층 갑판	0.15
제7층 이상의 갑판	0.10

제 10 장 이중선체 유조선

제 1 절 일반

101. 적용 【규칙 참조】

1. 적용

(1) 이중선체 유조선과 유사한 구조형상을 갖는 선박에 대하여는 이 장의 규정을 적용한다.

(2) 이 장의 규정은 이중선체 유조선에 대하여 정한 것으로 특기 이외의 사항 또는 일반유조선 및 유조선 이외의 선박과 공통인 사항에 대하여는 해당 각 편 및 다른 장의 규정에 따른다.

2. 새로운 구조방식의 채택

새로운 구조방식이 채택될 경우에는 규칙에 있는 표준구조의 모델과 비교계산을 하여 구조부재의 치수를 결정한다. 또한, 필요에 따라 모형시험 또는 실선계측의 자료를 요구할 수 있다.

3. 석유 이외의 액상화물을 운송하는 선박

(1) 비중(ρ)이 1.0을 넘는 액상화물을 적재하는 유조선의 화물유 탱크부의 각 부재의 치수는 다음 2가지 방법에 따라 정한 값 중 큰 것으로 한다.

(가) 모든 부재에 대하여 규칙에 따라 계산한다.

(나) 각 부재에 따라 다음과 같이 계산한다.

(i) 격벽판, 격벽횡보강재 및 거더의 부재치수는 **규칙 2절**부터 **4절**까지의 식 중 h에 비중(ρ)를 곱한 값으로 한다.

(ii) 이중저의 거더 및 늑판과 이중선측구조의 스트링거 및 트랜스버스의 부재치수는 **403.** 및 **404.**의 식중 h'에 비중(ρ)를 곱한 값으로 한다.

(iii) 비중(ρ)의 값은 **표 7.10.1**에 따르며 기타는 그때마다 정한다.

표 7.10.1 ρ의 값

화물의 종류	ρ
당밀	1.4
아스팔트	1.1
농유산	1.85

(2) 위험화학품을 운송하는 유조선은 **규칙 6장**의 규정에도 만족하여야 한다.

4. 아스팔트 화물창과 인접부재 간 최소거리

모든 화물탱크가 독립형탱크인 아스팔트 전용운반선의 경우, 적용에 있어서 **1장 1절 101**의 **4**항을 적용한다.

102. 구역의 배치 및 분리 【규칙 참조】

1. *(2022)*

(1) 분리 평형수탱크와 화물유 탱크의 크기 및 배치는 **1973/78 해양오염방지협약** Annex 1 Reg. 18, 23, 24, 25, 26, 29, 31, 32 의 관련규정에 적합하여야 한다.

(2) 이중선측 및 이중저의 배치는 **1973/78 해양오염방지협약** Annex 1 Reg. 19의 관련규정에 적합하여야 한다.

2. 화물유 탱크 경계의 코퍼댐 및 격벽

(1) 화물유탱크가 선수격벽과 인접하는 경우에는 선수격벽에는 어떠한 개구도 설치하여서는 안된다.

(2) 코퍼댐의 적용을 받는 구획과 기타의 구획(다만, 화물유탱크 및 연료유탱크 제외)과의 사이에는 어떠한 개구도 설치하여서는 안된다. 다만, 체인로커 주위벽에 설치하는 볼트 조임식 수밀 맨홀은 그러하지 아니한다. (수밀문은 아니됨)

3. 기밀격벽

(1) 주 및 보조펌프실로 겸용하지 않는 코퍼댐 및 건현갑판하의 코퍼댐 적용구획은 디프탱크로서의 강도를 만족할 필요가 있다. 주펌프실과 기관실과의 사이의 격벽의 치수는 100 m 이상인 선박에서는 수밀격벽의 치수, L이 100 m 미만인 선박에서는 기밀격벽의 치수 이상으로 하여야 한다.

(2) 수압시험을 할 필요가 없는 기밀격벽의 치수는 다음의 값을 표준으로 한다. 또한 기밀시험은 사수시험으로 대신 할 수 있다.

(가) 두께 : 6 mm 이상으로 한다. 다만 L 이 100 m 미만인 선박은 4.5 mm 로 할 수 있다.

(나) 휨보강재 및 거더의 단면계수 : 수밀격벽에 대한 값의 50 %로 한다. 다만, 외판 및 갑판과 결합되는 부위에 대하여는 늑골, 보 등과 동등한 효력의 것으로 하여야 한다.

4. 선루 및 갑판실

펌프실의 출입구를 보호하는 갑판실은 다음에 따른다.

(1) 전단격벽은 선교루 전단격벽과 동등한 강도

(2) 측벽 및 후단벽은 선미루 전단격벽과 동등한 강도

5. 이중저 내의 파이프덕트

규칙 102.의 8항 (3)호에 규정된 "적절한 기계식 통풍장치"는 규칙 6장 1203.의 규정에 적합하여야 한다.

6. 규칙 102.의 3항 (4)호의 적용에 있어서 우리 선급이 인정하는 경우 최소개구의 치수는 6장 304. 4의 표 7.6.1을 적용할 수 있다. 다만, 기국이 별도로 규정하는 경우에는 관련 규정을 적용한다.

103. 최소두께 【규칙 참조】

규칙 103.의 1항의 적용에 있어서, 화물유탱크 및 디프탱크의 길이 또는 너비가 $0.1L+5.0$(m)를 넘는 탱크에 적용한다.

제 2 절 격벽판

201. 화물유탱크 및 디프탱크의 격벽판 【규칙 참조】

1. 규칙 10장에서 격벽판이란 화물유탱크 또는 디프탱크의 경계를 이루는 종격벽, 횡격벽, 갑판, 선측외판 및 내저판을 포함하는 것이다.
2. 규칙 표 7.10.2중 L형 및 U형 탱크에 대한 b_t 및 Δh 는 그림 7.10.1에 따른다.

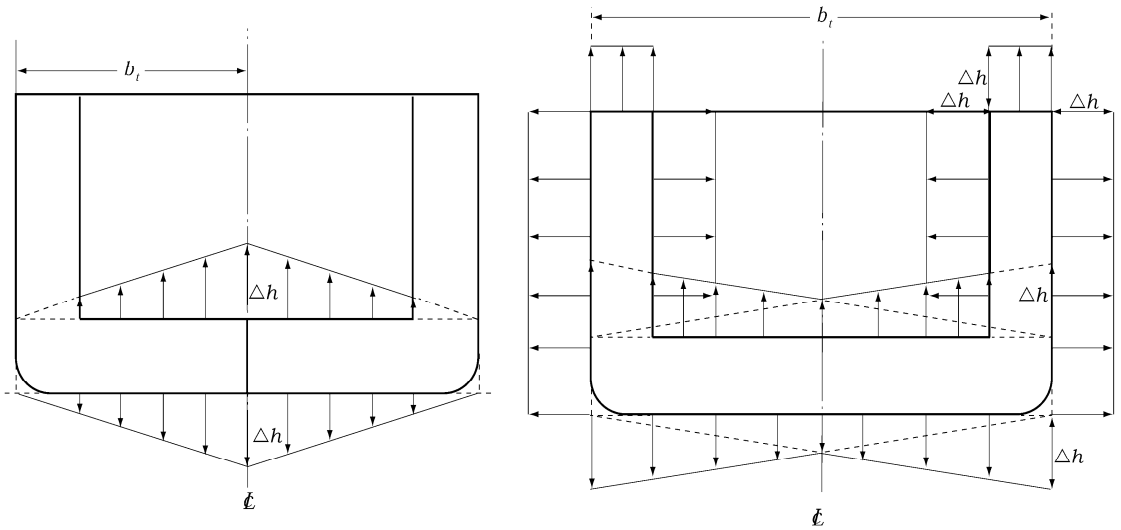


그림 7.10.1 L형 및 U형 탱크의 b_t 및 Δh

3. 규칙 표 7.10.2 중 h_3를 계산하는 경우, 선측외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소흘수 $d_{\min}$(m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서 $d_{\min}$, 최소흘수 위치에서 0으로 하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.

202. 제수격벽 【규칙 참조】

1. 제수격벽의 위치

화물유탱크의 길이 또는 너비가 15 m 또는 $0.1L$(m) 중 큰 것 이상일 경우에는, 화물유탱크에는 다음 조건에 적합한 제수격벽을 설치하여야 한다. 다만, 슬로싱압력에 대하여 특별히 고려한 경우에는 그러하지 아니한다.

(1) 선체중심선의 제수격벽의 최상부 및 최하부판의 너비와 두께는 해당 위치에 설치된 화물유탱크 격벽판의 90 % 이상이어야 한다.

(2) 개구율이란 슬롯 및 스캘럽을 제외한 개구의 총면적과 격벽의 총면적의 비율을 말한다.

(3) 횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CSh_s\, l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

C : 횡보강재 양단의 고착도에 따른 계수로서 다음에 따른다.
양단 브래킷 지지 : C = 7.1
일단 브래킷 지지, 타단 거더 지지 : C = 8.4
양단 거더 지지 : C = 10.0

h_s : 다음 식에 따른다. 다만, 2.0 이상이어야 한다.

$$h_s = (0.176 - 0.00025L)(1-\alpha)l_T$$

α : 격벽의 개구율.
l_T : 탱크의 길이 (m).

S 및 l : 각각 횡보강재의 간격(m) 및 길이(m).

(4) 거더의 치수는 **규칙 405.**의 1항 및 3항의 규정을 준용하여 구한다. 다만, 규칙의 식 중 h를 (3)호에 의한 h_s로 대체하여 적용한다.

제 3 절 종늑골 및 횡보강재

301. 종늑골

규칙 301.의 4항에 따라 선체구조의 피로강도를 평가하고자 하는 경우에는 **3편 부록 3-3 선체구조의 피로강도 평가지침**에 따를 것을 권장한다. **【규칙 참조】**

제 4 절 거더

401. 일반 【규칙 참조】

1. **규칙 401.**의 2항을 적용함에 있어 **규칙 403.**부터 **407.**까지의 "우리 선급의 승인을 받은 경우"란 L이 200 m 이하인 선박 중 다음 각 호 중 어느 하나에 해당하는 선박의 거더 치수를 결정하는 경우를 말한다.

(1) 이중저구조의 선박으로서 선체중심선에만 종격벽을 갖는 선박 (이하 **A형 유조선**이라 한다) (**규칙 3편 3장 그림 3.3.7** 참조)

(2) 이중저구조의 선박으로서 이중선측 구조용 종격벽만을 갖는 선박 (이하 **C형 유조선**이라 한다) (**규칙 3편 3장 그림 3.3.7** 참조)

(3) 이중저구조의 선박으로서 이중선측 구조용 종격벽과 선체중심선에 종격벽을 갖는 선박 (이하 **D형 유조선**이라 한다) (**규칙 3편 3장 그림 3.3.7** 참조)

2. 1항의 A형, C형, D형 유조선에 있어서, 비정상 하중상태 즉 부분적재(partially loading) 또는 격창적재가 없는 경우에는, 이중저 내의 거더 및 늑판과 이중선측구조 내의 스트링거 및 트랜스버스의 간격이 다음
(1) 및 (2)호에 의한 것보다 작은 경우에는 (1) 및 (2)호에 의한 것까지 이들의 간격을 증가시킬 수 있다.

(1) 이중저 내의 거더 및 이중선측구조 내의 스트링거 : ---------- 4.1 m

(2) 이중저 내의 늑판 및 이중선측구조 내의 트랜스버스 :---------- 2.8 m

402. 거더의 직접강도계산 【규칙 참조】

직접강도계산에 따라 이중선체유조선의 거더에 대한 치수를 정하는 경우에는 **3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침**에 따른다.

403. 이중저 거더 및 늑판의 치수 【규칙 참조】

1. 이중저 내의 중심선거더 및 선측거더의 두께 t 는 다음 각 호에 의한 t_1, t_2 또는 t_3 중 가장 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 선체중심선에 종격벽을 갖는 선박의 중심선 거더의 두께는 t_3 로 할 수 있다.

(1) 화물유 탱크 내의 위치에 따라 다음 식에 의한 두께 t_1

$$t_1 = C_1 K \frac{S\ h_B\ x}{d_0 - d_1} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 고려하는 중심선 거더 또는 측거더로부터 인접하는 종거더 또는 외측 브래킷의 내단에 이르는 거리의 중앙사이 거리 (m).

h_B : 수두로서 다음식에 의한 h_{B1} 또는 h_{B2} 중 큰 값 (m).

$$h_{B1} = 0.6d + 0.026L \quad (\mathrm{m})$$

$$h_{B2} = h' - (d - 0.026L) \quad (\mathrm{m})$$

h' : 내저판으로부터 창구정부까지의 높이 (m).

d_0 : 고려하는 위치에서의 거더의 깊이 (m).

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (m). 다만, 화물유탱크 내에 횡격벽 수직거더가 설치된 경우에는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 횡격벽 위치와 수직거더 브래킷 내단사이의 거더에 있는 개구는 고려하지 않아도 된다. (**그림 7.10.2** 참조)

x : 각 화물유 탱크 l_T 의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 선박길이 방향의 거리 (m). 다만, $0.25l_T$ 미만일때에는 $0.25l_T$ 로 한다. (**그림 7.10.2** 참조)

C_1 : b/l_T 의 비율에 따른 계수로서 유조선의 종류에 따라 각각 **표 7.10.2** 및 **표 7.10.3**에 따른다. b/l_T 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

b : A형 유조선인 경우에는 종격벽으로부터 선측외판까지의 거리 (m). C형 유조선인 경우에는 종격벽사이의 거리 (m). 다만, 빌지호퍼탱크가 설치된 경우에는 호퍼탱크 내단간의 거리로 한다. D형 유조선인 경우에는 이중선측구조용 종격벽과 선체중심선 종격벽간의 거리 (m)로 한다. 다만, 빌지호퍼가 설치된 경우에는 이것의 내단으로부터 측정한 거리로 한다. b 의 측정은 L 의 중앙에 있어서 내저판 상면에서 측정한다.

l_T : 고려하는 화물유 탱크의 길이 (m).

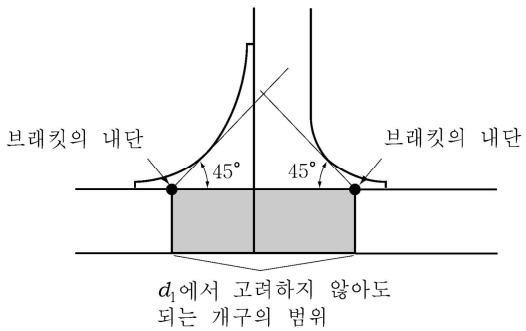


그림 7.10.2 d_1, x, y 및 z 의 기준점

표 7.10.2 A형 및 D형 유조선의 계수 C_1

b/l_T		0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_1	A형	0.045	0.054	0.061	0.068	0.073	0.076	0.079	0.081	0.082
	D형	0.037	0.044	0.051	0.059	0.065	0.070	0.074	0.076	0.079

표 7.10.3 C형 유조선의 계수 C_1

b/l_T	1.0 이하	1.2	1.4	1.6 이상
C_1	0.073	0.079	0.082	0.083

(2) 다음 식에 의한 두께 t_2 또는 t_3

$$t_2 = 8.6\sqrt[3]{\frac{H^2a^2}{C_3K}(t_1-1.5)}+1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_3 = \frac{C_4\ a}{\sqrt{K}}+1.5 \quad (\text{mm})$$

a : 고려하는 위치에서 거더의 깊이(m). 다만, 거더에 수평횡보강재가 설치된 경우에는 그 횡보강재와 선저외판 및 내저판과의 거리(m) 또는 횡보강재 사이의 간격으로 할 수 있다.

t_1 : (1)호에 의한 두께(mm).

C_3 : S_1 과 a 의 비율에 따른 계수로서 **표 7.10.4**에 의한다. S_1/a 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

S_1 : 거더 깊이 방향으로 설치된 횡보강재의 간격(m).

H : 다음 식에 의한 값.

(a) 거더에 보강되지 않은 개구가 있는 경우 : $H = 1+0.5\ \phi/a$

ϕ : 개구의 긴 지름(m).

a : a 또는 S_1 중 큰 값(m).

(b) 상기 이외의 경우 : H = 1.0

C_4 : S_1/a 의 값에 따른 계수로서 **표 7.10.4**에 의한다. S_1/a 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 7.10.4 계수 C_3 및 C_4

S_1/a		0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6 이상
C_3		64	38	25	19	15	12	10	9	8	7	7
C_4	중심선거더	4.4	5.4	6.3	7.1	7.7	8.2	8.6	8.9	9.3	9.6	9.7
	측거더	3.6	4.4	5.1	5.8	6.3	6.7	7.0	7.3	7.6	7.9	8.0

2. 이중저 내의 늑판의 두께 t 는 다음 각 호에 의한 t_1, t_2 또는 t_3 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

(1) 유조선의 종류에 따라 **표 7.10.5**에 의한 두께 t_1

(2) 다음 식에 의한 두께 t_2 또는 t_3

$$t_2 = 8.6\sqrt[3]{\frac{H^2a^2}{C_3K}(t_1-1.5)}+1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_3 = \frac{8.5S_2}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

a : 고려하는 위치에서의 늑판의 깊이(m). 다만, 늑판에 수평 횡보강재가 설치된 경우에는 그 횡보강재와 선저외판 및 내저판사이의 거리(m) 또는 횡보강재사이의 간격으로 할 수 있다.

t_1 : (1)호에 의한 두께 (mm).

C_3 : S_1 과 a 의 비율에 따른 계수로서 **표 7.10.9**에 의한다. S_1/a 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

S_1 : 늑판의 깊이 방향으로 설치된 횡보강재의 간격 (m).

H : 1항 (2)호에 의한다.

S_2 : S_1 또는 a 중 작은 값 (m).

표 7.10.5 늑판의 두께 t_1

유조선의 종류	A형 유조선	C형 유조선 및 D형 유조선
t_1	$t_1 = C_2K\frac{Sbh_B}{d_0-d_1}\left(1-\frac{4y}{3b'}\right)+1.5 \quad (\text{mm})$	$t_1 = C_2K\frac{Sbh_B}{d_0-d_1}\times\frac{2y}{b'}+1.5 \quad (\text{mm})$

S : 늑판의 간격 (m).

h_B : 다음 식에 의한 값 중 큰값 (m). 다만, 부분적재 또는 격창적재 등과 같은 균일하지 않은 적재상태가 없는 경우에는 1항 (1)호에 따른다.

$$h_{B1} = d + 0.026L \quad (\text{m})$$
$$h_{B2} = h' - (0.6d - 0.026L) \quad (\text{m})$$

d_0 : 고려하는 위치에서 늑판의 깊이 (m).

d_1 : 고려하는 위치에서 개구의 깊이 (m). 다만, 화물유 탱크 내의 종격벽, 선측외판 또는 이중선측용 종격벽에 트랜스버스가 설치된 경우에는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 종격벽 또는 선측외판과 트랜스버스의 브래킷 내단사이에 있는 개구를 고려하지 않아도 된다. (**그림 7.10.2** 참조)

b' : 고려하는 늑판에서 측정한 1항 (1)호의 b (m)로 한다.

y : 유조선의 종류에 따라 다음에 의한다.

(가) A형 유조선 : 선체중심선으로부터 고려하는 위치까지의 선박너비 방향의 거리(m)로서 종격벽에 브래킷이 설치된 경우에 있어서 고려하는 위치가 브래킷 내단사이인 경우에는 이들사이의 거리로 한다. y 가 $0.3b'$ 이상일 경우에는 $0.3b'$ 로 한다.

(나) C형 유조선 : 선체중심선으로부터 고려하는 위치까지의 선박너비방향의 거리(m)로서 종격벽에 브래킷이 설치된 경우에는 브래킷 내단까지의 거리로 한다. y 가 $0.25b'$ 미만일 경우에는 $0.25\,b$ 로 한다.

(다) D형 유조선 : b' 의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 선박너비 방향의 거리(m)로서 종격벽에 브래킷이 설치된 경우에는 브래킷 내단까지의 거리로 한다. $0.25b'$ 미만일 때에는 $0.25b'$ 으로 한다.

C_2 : b/l_T 의 비율에 따른 계수로서 유조선의 종류에 따라 각각 **표 7.10.6** 내지 **표 7.10.8**에 따른다. b/l_T 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

b, l_T 및 h' : 1항 (1)호에 따른다.

표 7.10.6 A형 유조선의 계수 C_2

b/l_T	0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_2	0.047	0.048	0.047	0.046	0.045	0.043	0.041	0.039	0.037

표 7.10.7 C형 유조선의 계수 C_2

b/l_T	1.0 이하	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6 이상
C_2	0.036	0.033	0.031	0.028	0.026	0.024	0.022	0.021	0.019

표 7.10.8 D형 유조선의 계수 C_2

b/l_T	0.6 이하	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_2	0.042	0.041	0.041	0.040	0.039	0.038	0.036	0.035

표7.10.9 계수 C_3

S_1/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_3	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

3. 빌지호퍼의 경사판 직하부의 선측거더 두께를 구하는 경우의 1항 (1)호의 식 중 S는 **그림 7.10.3**와 같이 측정한 것을 표준으로 한다. 또한 해당 측거더의 유효단면적을 정하는 경우에는 **그림 7.10.3**에 표시한 l 의 범위의 경사판에 대하여 다음 식에 의한 단면적 A_e 를 해당 측거더의 유효 단면적에 산입할 수 있다. 다만, l 이 경사판의 너비 b_H를 넘는 경우에는 l 은 b_H로 한다.

$$A_e = 10\Sigma h_i t_i \left(1 - \frac{\theta}{90}\right) \quad (\mathrm{cm}^2)$$

h_i : l 의 범위 내 경사판의 너비 (m).
t_i : 경사판의 두께로부터 2.5 mm 를 뺀 두께 (mm).
θ : 측거더와 경사판이 이루는 각 (도).

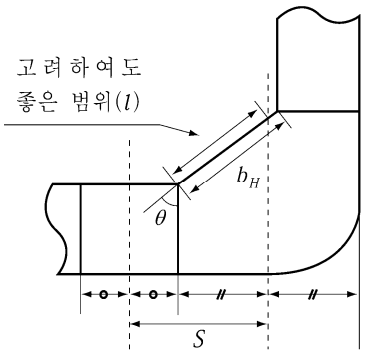


그림 7.10.3 S의 측정방법

404. 이중선측구조의 스트링거 및 트랜스버스 치수 【규칙 참조】

1. 이중선측구조 내의 스트링거 두께는 다음 각 호에 의한 t_1, t_2 또는 t_3 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

(1) 유조선의 종류에 따라 다음 식에 의한 두께 t_1

$$t_1 = C_5 K \frac{S h_s x}{d_0 - d_1} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 스트링거가 지지하는 면적의 너비 (m).

h_s : 다음 식에 의한 h_{s1} 또는 h_{s2} 중 큰 값 (m).

$$h_{s1} = (0.6d - d_3) + 0.038L \quad (\mathrm{m})$$

$$h_{s2} = h' \quad (\mathrm{m})$$

h' : 빌지호퍼탱크가 있는 경우에는 빌지호퍼탱크의 상단으로부터, 없는 경우에는 내저판으로부터 창구정부까지의 높이 (m).

d_3 : 선측에서 측정한 이중저 높이 (m). 빌지호퍼 탱크가 있는 경우에는 빌지호퍼 탱크의 상단까지의 높이 (m).

d_0 : 스트링거의 깊이 (m).

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (m). 화물유 탱크내의 횡격벽에 수평거더가 설치된 경우에는 횡격벽과 브래킷 내단사이의 개구는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고는 고려하지 않아도 된다. (**그림** 7.10.2 참조)

x : l_T 의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 종방향 거리 (m). 화물유 탱크내 횡격벽에 수평거더가 설치된 경우에 있어서 고려하는 위치가 브래킷내단 사이인 경우에는 x 는 수평거더의 브래킷내단까지 거리로 할 수 있다. 다만, x 가 $0.25 l_T$ 이하일 때는 $0.25 l_T$ 로 한다. (**그림** 7.10.2 참조)

C_5 : D'/l_T 의 비율에 따른 계수로서 유조선의 종류에 따라 **표** 7.10.10에 의한 값. D'/l_T 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

D' : 다음 식에 의한 값

$$D' = D - d_3 \quad (\mathrm{m})$$

l_T : 고려하는 화물유 탱크의 길이 (m).

(2) 화물유 탱크 내의 위치에 따른 두께 t_2 및 t_3

$$t_2 = 8.6 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2}{C_6 K}(t_1 - 1.5)} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

$$t_3 = \frac{8.5 S_2}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$

a : 고려하는 위치에서의 스트링거 깊이 (m). 스트링거의 길이방향 휨보강재가 설치된 경우에는 그 휨보강재와 선측외판 및 종격판 사이의 거리 또는 휨보강재 사이의 간격으로 한다.

t_1 : (1)호에 의한 두께 (mm).

C_6 : S_1 과 a 와의 비율에 따른 계수로서 **표** 7.10.11에 의한다. S_1/a 의 값이 표의 중간일때에는 보간법에 의한다.

S_1 : 스트링거의 깊이 방향으로 설치된 휨보강재의 간격.

H : 403.의 1항 (2)호에 따른다.

S_2 : S_1 또는 a 중 작은 값 (m).

표 7.10.10 계수 C_5

D'/l_T		0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_5	C형	0.013	0.019	0.025	0.030	0.034	0.037	0.039	0.042	0.045
	D형	0.020	0.024	0.028	0.032	0.035	0.038	0.040	0.042	0.045

표 7.10.11 계수 C_6

S_1/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_6	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

2. 이중선측구조 내 트랜스버스의 두께는 다음 각 호에 의한 t_1, t_2 또는 t_3 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

(1) 유조선의 종류에 따라 다음 식에 의한 두께 t_1

$$t_1 = C_7 K \frac{SD'h_s}{d_0 - d_1}\left(1 - 1.75\frac{z}{D'}\right) + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 트랜스버스가 지지하는 면적의 너비 (m).

h_s : 다음식에 의한 h_{s1} 또는 h_{s2} 중 큰 값 (m). 다만 부분적재 또는 격창적재 등과 같은 균일하지 않은 적재상태가 없는 경우에는 1항 (1)호에 따른다.

$$h_{s1} = (d - d_3) + 0.038L \quad (\text{m})$$
$$h_{s2} = h' \quad (\text{m})$$

d_0 : 트랜스버스의 깊이 (m).

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (m). 이중선측구조의 트랜스버스 하부에 브래킷이 설치된 경우에는 내저판과 브래킷 내단사이의 개구는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 고려하지 않아도 된다. (그림 7.10.2 참조)

z : 내저판으로부터 또는 빌지호퍼 탱크 상단으로부터 고려하는 위치까지의 수직거리 (m). 이중선측구조의 트랜스버스 하부에 브래킷이 설치된 경우에 있어서 고려하는 위치가 브래킷의 내단사이인 경우에는 이들사이의 거리로 하며, 그 이외는 브래킷 내단으로부터 고려하는 지점까지의 수직거리로 한다. 다만, z 가 $0.4D'$ 이상일 경우에는 $0.4D'$ 로 한다. (그림 7.10.2 참조)

C_7 : D'/l_T 의 비율에 따른 계수로서 유조선의 종류에 따라 표 7.10.12에 의한 값. D'/l_T 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

D', h', l_T 및 d_3 : 1항 (1)호에 따른다.

표 7.10.12 C형 및 D형 유조선의 계수 C_7

D'/l_T		0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_7	C형	0.052	0.051	0.049	0.046	0.043	0.041	0.038	0.036	0.034
	D형	0.034	0.034	0.034	0.034	0.033	0.033	0.032	0.031	0.030

(2) 다음 식에 의한 두께 t_2 및 t_3

$$t_2 = 8.6\sqrt[3]{\frac{H^2a^2}{C_6K}(t_1 - 1.5)} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_3 = \frac{8.5S_2}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

a : 고려하는 위치에서의 트랜스버스 깊이 (m). 트랜스버스의 길이 방향으로 수직 횡보강재가 설치된 경우에는 그 횡보강재와 선측외판 또는 종격벽판 사이의 거리 또는 횡보강재 사이의 간격으로 한다.

t_1 : (1)호에 의한 두께 (mm).

C_6 및 S_2 : 1항 (2)호에 의한다.

H : 403.의 1항 (2)호에 따른다.

3. 이중선측구조내 스트링거 및 트랜스버스의 두께를 구하는 경우의 1항 (1)호의 식 중 S는 **그림 7.10.4**와 같이 측정한 것을 표준으로 한다. 또한 해당 스트링거의 유효 단면적을 구하는 경우는 **그림 7.10.4**에 표시한 l의 범위의 경사판에 대하여 다음 식에 의한 단면적 A_e를 해당 스트링거의 유효 단면적에 산입할 수 있다. 다만 l이 경사판의 너비 b_H를 넘을 경우에는 l은 b_H로 한다.

$$A_e = 10\sum h_i t_i\left(1 - \frac{\theta}{90}\right) \quad (\text{cm}^2)$$

h_i : l의 범위내 경사판의 너비 (m).

t_i : 경사판의 두께로 부터 2.5 mm 를 뺀 두께 (mm).

θ : 선측스트링거와 경사판이 이루는 각 (도).

405. 화물유 탱크 및 디프 탱크의 거더 및 트랜스버스 【규칙 참조】

1. l 의 측정

거더의 l의 측정은 **그림 7.10.5**와 같이 한다.

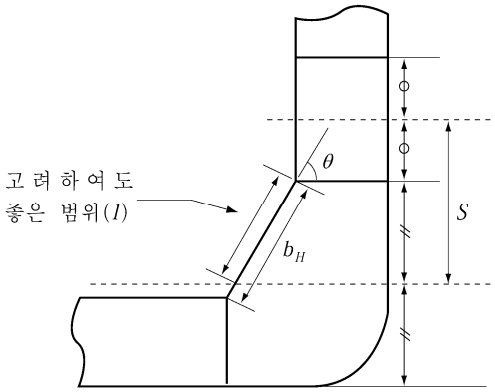


그림 7.10.4 S의 측정방법

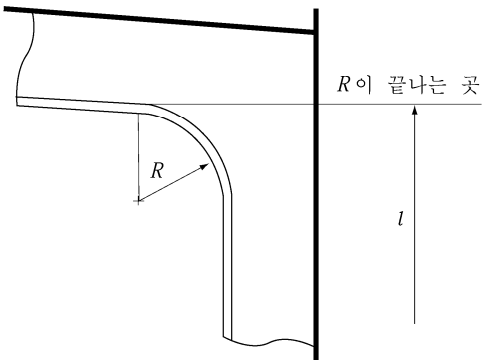


그림 7.10.5 l의 측정방법

2. 종격벽 트랜스버스

(1) 종격벽의 반대측에 큰 브래킷이 있는 경우에도 트랜스버스의 길이 l 및 R은 현측탱크에서 1항의 요령에 따라 측정한다. 다만, 브래킷의 크기 b는 $0.5(b' + b'')$로 할 수 있다. 다만, b''가 b'보다 작은 경우에는 b'로 한다. (**그림 7.10.6** 참조)

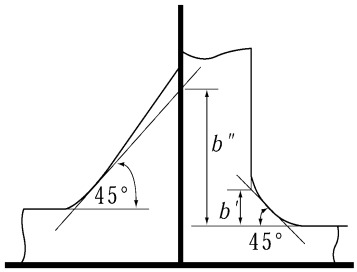


그림 7.10.6 b', b'' 측정방법

(2) 전단력에 의한 웨브두께의 식에 있어서는 종격벽의 반대측에 부착하는 브래킷도 고려할 수 있다.
(3) 파형격벽에 설치되는 거더는 ballanced girder로 한다. 다만, ballanced girder로 할 수 없는 경우에는 거더의 중성축을 가능한 한 격벽에 가까이 하도록 하여야 한다.

제 5 절 구조상세

501. 일반 【규칙 참조】

표 7.10.13 중 O표시가 있는 란은 종갑판보 또는 종늑골을 관통시켜야 한다.

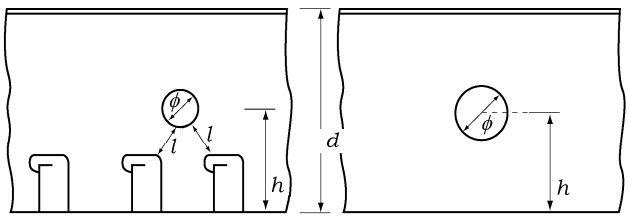
표 7.10.13 종늑골 또는 종갑판보의 관통개소

선박의 길이(m)	$90 \le L < 120$	$L \ge 120$
종갑판보 및 현측후판에 설치되는 선측종늑골	○	○
선측종늑골 및 종격벽에 설치되는 종횡보강재(상기이외)	—	○
선저종늑골, 내저종늑골 및 빌지부의 종늑골	○	○

503. 거더 및 크로스타이 【규칙 참조】

1. 일반

(1) 경감구멍을 시공하는 경우 그 크기 및 위치는 **그림** 7.10.7과 같이 한다.



ϕ 는 $\frac{d}{4}$ 이하 ϕ 는 $\frac{d}{3}$ 이하
h 는 $\frac{d}{2}$ 이하 h 는 $\frac{d}{2}$ 이하
l 는 ϕ 이상

그림 7.10.7 경감구멍의 위치와 크기

(2) 종통재의 면재가 맞닿는 개소와 빌지부 등과 같이 슬롯의 간격이 좁은 경우는 슬롯에 칼라를 설치한다.

(3) 거더의 깊이가 규정의 깊이보다 작은 경우에는 거더의 단면계수는 규정의 단면계수에 규칙에서 정하는 거더의 깊이와 실제 거더의 깊이와의 비를 곱하여 구한다.
(4) 펌프실 또는 보이드 구역의 웨브두께는 화물유 탱크내 웨브로서 계산된 두께에서 1 mm 를 감한 값으로 할 수 있다.
(5) 선박중앙부의 분리평형수탱크내의 모든 구조부재 치수는 화물유 탱크내의 부재치수로 한다.
(6) 트랜스버스 단부의 브래킷 부분, 크로스타이와의 결합부 등 전단응력이 높은 위치 및 압축응력이 높다고 생각되는 부분에는 휨보강재를 증설할 필요가 있으며 또한 해당부분에는 경감구멍을 시공하여서는 안된다. 필요하다면 그 부분에는 종통재 관통부의 슬롯에 칼라를 설치할 필요가 있다.
(7) 거더의 모서리부의 곡률은 가능한 한 크게 한다.
(8) 거더 등에 설치하는 휨보강재를 평강대신에 산형강을 사용하는 경우는 규정에 의한 강성 이상이 되도록 하여야 한다.
(9) 트랜스버스 면재의 이음부분 및 거더판의 이음부분에는 거더판에 스캘럽(Scallop)을 설치하여서는 안된다. 공작상 필요한 스캘럽은 용접으로 메운다. 또한 인접하는 면재는 그 치수의 급격한 변화를 피한다. (**그림** 7.10.8 참조)
(10) 늑판, 선측트랜스버스, 종격벽트랜스버스와 종늑골이 결합하는 부분에는 각각 **표** 7.10.14의 범위에 대하여 트랜스버스 휨보강재의 반대쪽에 브래킷을 설치하여 트랜스버스와 종늑골을 고착하든지 또는 슬롯에 칼라를 설치하는 등 적절히 보강한다.
다만, L 이 230 m 이하인 경우에는 그 보강범위를 적절히 참작할 수 있다. 또한 이 보강은 상기 트랜스버스류와 유사한 상황에 있는 슬롯 (예 : 제수격벽의 슬롯)에 대하여도 이를 준용한다.
(11) 거더판 상호간의 이음은 맞댐이음을 표준으로 한다. 겹이음으로 하는 경우에는 이음에 교차하는 휨보강재를 설치할 필요가 있다.

2. 내저판과 빌지호퍼 경사판과의 교차부의 구조는 다음에 따른다.
(1) 교차부의 구조가 **그림** 7.10.9과 같은 구조인 경우 (built-up 구조)에는 다음 (가) 또는 (나)에 따른다.
(가) 빌지호퍼 트랜스버스 교차부의 스캘럽은 메우든지 또는 칼라판으로 막을 것 (**그림** 7.10.9 참조)
(나) 빌지호퍼 트랜스버스에는 내저판의 연장선상에 거싯판을 설치할 것 (**그림** 7.10.9 참조)

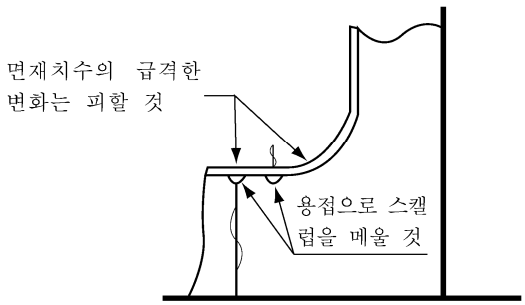


그림 7.10.8

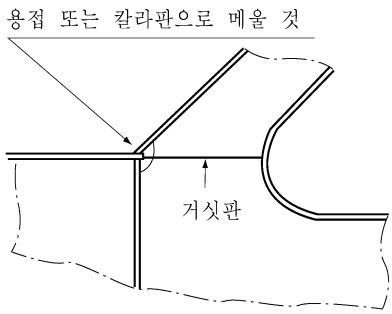


그림 7.10.9

(다) 다만, 늑판의 간격이 2 m 이상인 경우는 (가) 또는 (나)에 추가하여 늑판사이의 중앙에 경사판 직하 측거더에 인접하는 내저종늑골 및 경사판 종늑골에 도달하는 보강재를 설치할 필요가 있다. (**그림** 7.10.10 참조)
(2) 교차부의 구조가 **그림** 7.10.11와 같은 구조(knuckle 구조인 경우)에는 (1)호 (다) 및 다음 (가)에 추가하여 다음 (나) 또는 (다)에 적합하여야 한다.

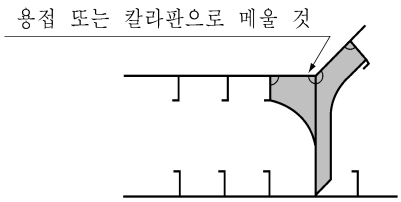


그림 7.10.10

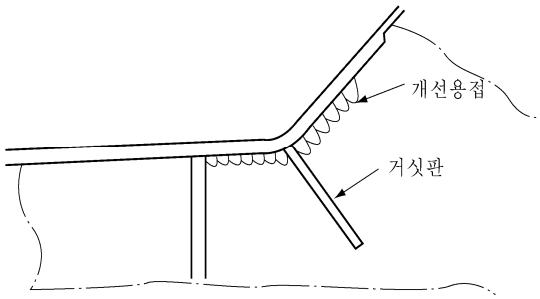


그림 7.10.11

(가) 너클부는 가능한 한 개선용접을 하여야 한다.

(나) 늑판이 설치되어 있는 위치에서는, 내저판의 연장상의 빌지호퍼 경사판에는 거싯판을 설치하여야 하고, 너클부의 곡률반경이 큰 경우에는 거싯판을 적절히 증가시켜야 한다.

(다) 늑판의 전후 300 mm 이내에 **그림 7.10.10**과 같은 휨보강재를 설치하여야 한다.

3. 빌지호퍼 탱크와 이중선측구조용 종격벽의 교차부의 구조는 2항에 따른다.

4. **큰 브래킷의 구조상세**

거더, 크로스타이 또는 트랜스버스 끝단 브래킷의 구조상세는 **그림 7.10.12**을 표준으로 한다.

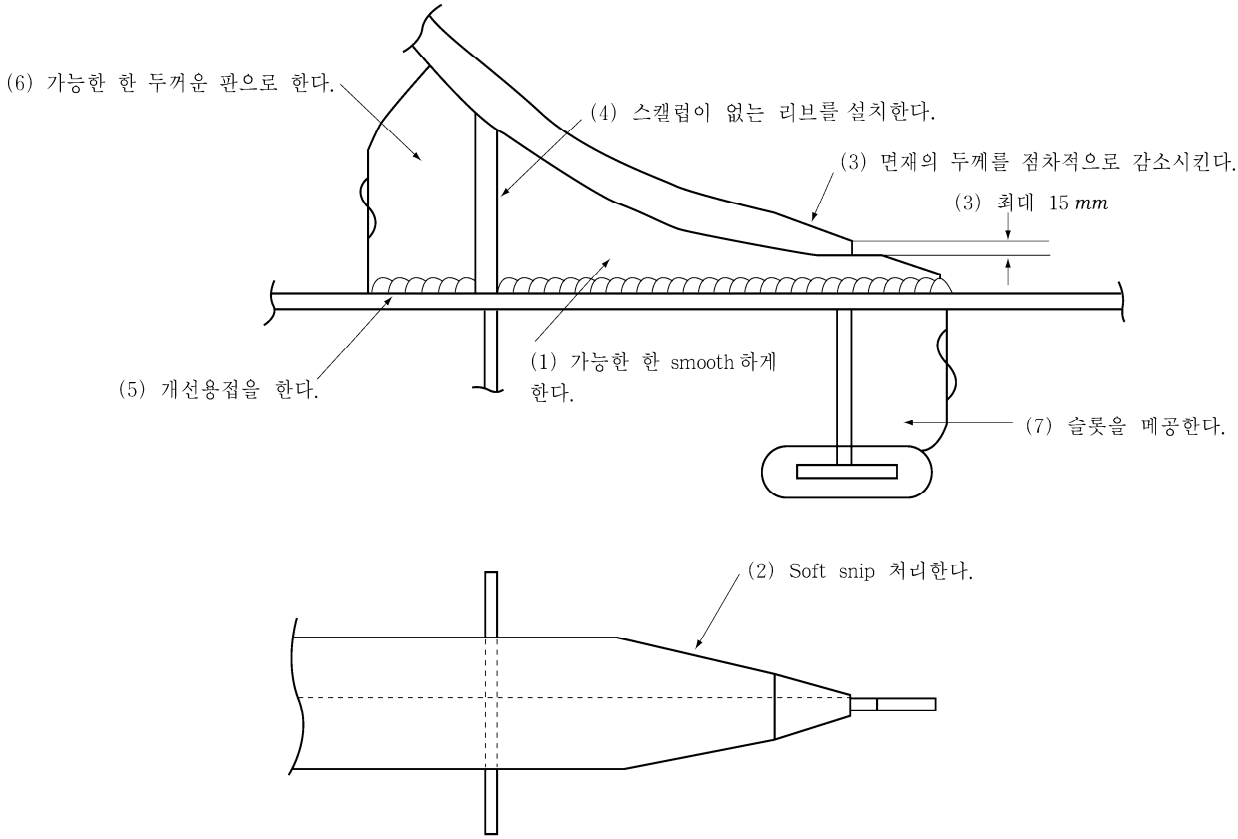


그림 7.10.12 브래킷 토우의 구조상세

5. 크로스타이의 고착

그림 7.10.13와 같은 구조인 경우 ※ 표시의 브래킷을 반드시 설치하여야 한다.

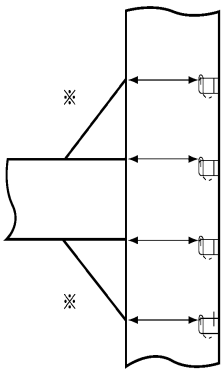


그림 7.10.13

제 6 절 부식에 대한 특별요건

607. 화물유탱크를 이루는 내저판의 두께 【규칙 참조】

1. 규칙 1항에 규정한 내저판의 두께는 다음의 요건을 따라야 한다. 주로 원유운반에 종사하는 선박의 내저판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 내저판이 경사진 경우에는 그러하지 아니한다.

$$t = 0.026L + 9.0 \quad (\text{mm})$$

2. 규칙 2항에 의하여 두께를 증가시키는 범위는 **그림** 7.10.14에 따른다. 이 범위의 두께는 **규칙** 607.의 2항에 의한 것과, 1항에 의한 것에 2.0 mm 를 더한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

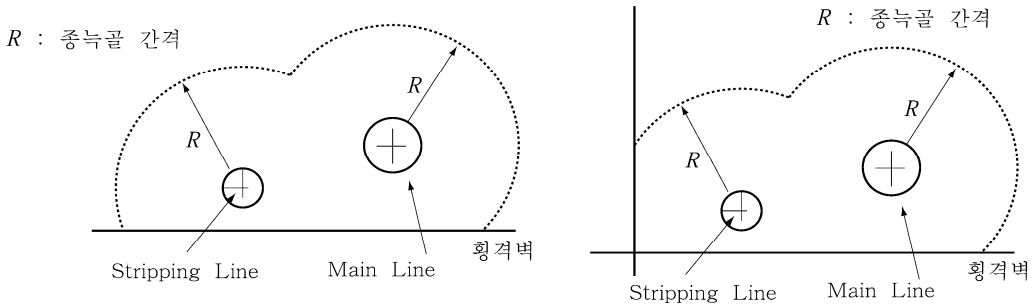


그림 7.10.14 내저판의 부식에 대한 보강 범위

제 8 절 중간갑판(mid-deck)을 갖는 선박에 대한 규정

801. 적용 【규칙 참조】

1. 중간갑판 하부의 화물유탱크내의 구조부재치수를 **규칙** 201., 302. 및 403.의 규정에 따라 구하는 경우의 h_1, h_2 및 h_3 는 **표** 7.10.15에 의한다.

표 7.10.15 **하중** h_1, h_2 **및** h_3

규정 / 하중	규칙 201.	규칙 302.	규칙 403.
h_1	해당격벽판의 하단으로부터 중간갑판까지의 수직거리 (m)	수직 횡보강재의 경우는 l 의 중앙으로부터, 수평 횡보강재의 경우는 상하 횡보강재간의 중앙으로부터 중간갑판까지의 수직거리 (m)	수평거더의 경우는 S 의 중앙으로부터, 수직거더의 경우는 l 의 중앙으로부터 중간갑판까지의 거리 (m)
h_2	$0.85(h_1+\Delta h)$ (m), Δh 는 **규칙 표** 7.10.2에 의한다.	$0.85(h_1+\Delta h)$ (m), Δh 는 **규칙 표** 7.10.2에 의한다.	$0.85(h_1+\Delta h)$ (m), Δh 는 **규칙 표** 7.10.2에 의한다.
h_3	해당격벽의 하단으로부터 창구정부까지의 수직거리에 0.7 을 곱한 것 (m)	수직 횡보강재의 경우는 l 의 중앙으로부터, 수평 횡보강재의 경우는 상하 횡보강재간의 중앙으로부터 창구정부까지의 수직거리에 0.7 을 곱한 것(m)	수평거더의 경우는 S 의 중앙으로부터, 수직거더의 경우는 l 의 중앙으로부터 창구정부까지의 수직거리에 0.7 을 곱한 것 (m)

2. 중간갑판의 두께를 하부 화물유탱크의 정부로 취급하여 구하는 경우, 1항의 하중을 사용하여 **규칙** 201.에 따라 구한 값에 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.

제 9 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정

902. 화물유 탱크에 설치하는 창구 *(2018)* 【규칙 참조】

1. 화물유 탱크에 설치하는 창구에 FRP제 창구덮개를 설치하는 경우에는 **1장** 202.의 1항에 따른다.
2. Tank cleaning 창구덮개에 대하여는 **1장** 202.의 2항 및 3항에 따른다.

904. 상설보행로 【규칙 참조】

규칙 904.의 1항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **4편 4장** 501.을 말한다.

제 10 절 용접

1002. 필릿용접 【규칙 참조】

굽힘, 전단 및 축력이 큰 부분에서는 필릿용접의 각장을 적절히 증가시켜야 한다. ⚓

부록

부록 7-1 원유를 보일러용 연료로 사용하는 유조선의 추가요건

1. 적용

(1) 이 부록은 주 및 보조 보일러의 연료로 원유 또는 슬롭을 사용하는 유조선에 적용한다.

(2) 이 부록에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 선급 및 강선규칙(이하 **규칙**이라 한다.)의 관련규정에 따른다.

2. 승인도면 및 자료

제출하여야 할 승인도면 및 자료는 다음에 따른다.

(가) 전체 장치도

(나) 사용예정인 원유 및 슬롭탱크의 배치도

(다) 관장치도

(라) **규칙 5편 1장 208.**에 규정된 승인도면 및 자료

(마) 동력 및 제어 장치도

(바) 가스탐지장치 및 경보장치 배치도

(사) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

3. 주 및 보조 보일러의 연료로 사용하는 원유 또는 슬롭

(1) 선박이 항해중인 경우에만 연료로 사용한다.

(2) 원유 또는 슬롭은 화물탱크 또는 슬롭탱크의 것을 직접 사용하거나 기타 적절한 탱크의 것을 사용할 수 있다. 이들 탱크는 화물지역 내에 설치되어야 하며 기밀의 격벽을 가지는 코퍼댐에 의하여 가스안전장소로부터 분리되어야 한다.

(3) 예열이 필요한 경우에는 온도가 자동조절되도록 하고 고온경보장치를 설치한다.

4. 보일러

(1) 보일러의 전체표면은 기관실에 대하여 기밀을 유지하도록 하고 기밀성을 사용전에 확인한다.

(2) 보일러에는 적절한 높이의 기름받이(또는 기름홈통)을 설치하고, 분연장치, 밸브 및 연결부에서 누설된 기름을 가스역류방지장치가 부착된 드레인관으로 펌프실에 있는 드레인 탱크에 유도한다. 이 기름받이(또는 기름홈통)에는 내부식성 재질로 되어있고 소제시 손쉽게 분해할 수 있는 화염방지용철망을 부착한다. 기름공급관 및 회송관은 기름받이(또는 기름홈통)을 기밀 관통하도록 하고 기름공급용 매니폴드에 연결한다. 드레인 탱크에는 공기관을 설치하고 그 개구단은 안전한 장소로 유도하며 출구에 플레임 스크린을 부착한다. 누설감시를 위하여 이 드레인 탱크에 측심장치와 경보장치를 설치한다.

(3) 보일러는 노통에 공급되는 공기의 흐름을 방해하지 않고 분연장치, 밸브, 연료유관을 밀폐할 수 있는 덮개를 갖춘다. 이 덮개는 다음의 규정에 적합하도록 한다.

(가) 덮개에는 덮개 내부에 있는 연료유관 및 밸브에 접근할 수 있고 검사할 수 있는 개구를 마련한다.

(나) 덮개에는 대기의 안전한 장소로 유도하는 덕트를 설치하고 덕트의 출구에 플레임스크린을 부착한다.

(다) 덮개 안쪽의 압력이 보일러실의 압력보다 높지 않도록 하기 위하여 불꽃을 일으키지 않는 구조로 된 2개 이상의 배기통풍기를 설치한다.

(a) 배기통풍기는 운전중에 어느하나가 정지하거나 고장시 자동절환되도록 한다.

(b) 배기통풍기를 구동하는 원동기는 덕트의 외부에 설치하고 구동축의 기밀격벽 관통부에는 유효하게 윤활되는 기밀실 또는 항구적으로 기밀을 확보할 수 있는 기타의 장치를 부착한다.

(4) 보일러는 연료유를 사용할 수 있도록 한다. 이를 위하여 **규칙 5편 6장 902.**에 규정된 분연 펌프는 보일러실에 설치한다. 분연장치에 공급되는 연료유관에는 연료유 사용시에는 원유를, 원유 사용시에는 연료유를 사용하지 못하도록 기계적인 인터록장치를 설치한다.

(5) 보일러에는 연료유를 사용하는 보조 분연장치를 설치한다.

(6) 보일러가 설치되는 구역에는 기계식통풍장치를 설치하고 가스포켓이 형성되지 않도록 설계한다. 이 통풍장치는 불꽃을 일으킬 수 있는 전기장치, 기기 및 장비에 특히 효과적이어야 하며, 이들 전기장치, 기기 및 장비는 불꽃을 일으키지 않는 구조로 된 이구역 전용이어야 한다.

(7) 보일러는 점화하기 전에 자동적으로 공기에 의해 퍼지되도록 한다.

5. 검유탱크

(1) 원유를 증기 또는 온수로 가열하는 경우에는 화물구역에 설치된 전용의 검유탱크로 유도한다.

(2) 검유탱크에는 공기관을 설치하고 그 개구단은 안전한 장소로 유도하며 플레임 스크린을 부착한다.

6. 부속기기의 설치

(1) 펌프, 여과기, 분리기 및 가열기 등
화물유 펌프실 또는 기밀격벽에 의하여 기관실 및 보일러실과 분리되어 있고 위험구역으로 분류된 장소에 설치한다.

(2) 펌프 및 분리기 등을 구동하는 전동기, 내연기관 및 증기기관(증기온도가 220℃ 이상인 경우에 한함)은 위험구역으로 분류되지 않은 장소 또는 기관실에 설치한다. 이들 구동축이 격벽 또는 갑판을 관통하는 경우는 **규칙 1장** 1002. 1항 (1)호 (나)에 따른다.

7. 펌프

(1) 펌프의 토출측에는 도출밸브를 설치하여 도출된 연료가 흡입측으로 유도되도록 한다.

(2) 기관실 외부와 기계제어실 또는 보일러 근처의 장소에서 원격정지 할 수 있도록 한다.

8. 전기기기

위험구역 내에 설치된 모든 기기는 **규칙 1장** 1103.의 규정에 적합하여야 한다.

9. 관장치

(1) 원유관, 슬롭관 및 4항 (2)호에 규정된 드레인관의 최소두께는 **규칙 5편 6장** 102.의 6항에 따른다.

(2) 관이음은 최소한으로 줄이고 부득이 관이음을 하여야 하는 경우에는 **규칙 5편 6장** 104.에 따른다.

(3) 기관실과 보일러실에 있는 관장치는 전장에 걸쳐 영구적으로 금속덕트 내에 설치한다. 이 덕트는 다음의 규정에 적합하도록 한다.

(가) 4항 (2)호에 규정된 기름받이(또는 기름홈통)와 펌프실을 분리하고 있는 전단격벽에 견고하게 연결하고 기밀을 유지하도록 한다.

(나) 토출압력의 저하시 및 기름의 누설시 기름이 펌프실로 향하여 드레인될 수 있도록 보일러를 향하여 상경사 되도록 한다.

(다) 선측으로부터 선박의 중앙부에서의 너비의 20 % 이상 떨어지도록 설치한다.

(라) 덕트내부에 있는 관이음부 근처에 기밀검창을 설치하고 누유된 원유가 펌프실로 드레인 되도록 배치된 통로에는 자기폐쇄형 드레인트랩을 부착한다.

(마) 공기관을 덕트의 최상부에 설치하고 안전한 위치에 개방유도 하며 출구에는 플레임 스크린을 부착한다.

(바) 토출 및 회송유관에는 기관제어실이나 보일러앞 근처에서 원격제어할 수 있는 밸브를 덕트가 연결되어 있는 격벽의 펌프실측에 인접하여 부착한다. 원격제어밸브는 원유순환시에는 배기통풍기가 작동되어야 하므로 4항 (5)호 (다)에 규정된 배기통풍기와 인터록되도록 한다.

(4) 보일러 매니폴드에 원유를 공급하는 관에는 원격폐쇄장치를 설치한다.

10. 가스농도감시장치

가스농도의 가연범위의 하한의 30 %를 초과하는 경우에 기관제어실과 보일러 근처에는 가시경보를, 기계제어실과 기관실에는 가청경보를 발할 수 있는 가스농도감시장치를 설치한다. 가스검출기는 최소한 다음의 장소에 있어야 한다.

(가) 9항 (3)호에 규정된 덕트내부

(나) 4항 (3)호에 규정된 덕트내부

(다) 보일러 근처

(라) 기타 통풍이 원활하지 않은 모든 지역

11. 소방설비, 불활성가스장치 및 증기공급장치

(1) **규칙 8편 2장**부터 **9장**까지 또는 선박안전법에 규정된 소방설비에 추가하여 4항 (2)호 규정된 기름받이 또는 기름홈통과 보일러 정면에 직접 분사할 수 있는 승인된 소방설비를 설치한다. 소화제 분사시 4항 (5)호 (다)에 규정된 배기통풍기는 자동정지되도록 한다.

(2) 9항 (3)호에 규정된 덕트 내부에는 다음의 경우에 승인된 불활성가스장치 또는 증기장치에 의하여 불활성가스 또는 증기가 공급될 수 있도록 한다.

(가) 화재나 기름의 누설시

(나) 기름의 누설로 인한 보수작업 전 덕트내부의 퍼지시

12. 주의문의 게시

다음과 같은 주의문을 보일러 정면 부근의 가장 보기 쉬운 장소에 게시한다.

「 **주의**

가스탐지장치가 경보를 발할 경우에 당직자는 다음과 같이 조치한다.

- 연료유 공급 및 회송관에 있는 원격제어밸브를 차단한다.
- 연료유 공급펌프를 정지시킨다.
- 관장치용 덕트내에 불활성가스 또는 증기를 분사시킨다.
- 보일러를 연료유 작동상태로 절환한다. 」

부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침

차 례

1. 일반
2. 고정식 컨테이너고박설비(fixed container securing fittings)의 재료 및 시험
3. 이동식 (loose) 컨테이너 고박설비의 재료 및 시험
4. 셀가이드 없는 노출갑판상 적재시 컨테이너 고박설비의 배치
5. 셀가이드 없는 화물창 내 적재시 컨테이너 고박설비의 배치
6. 셀가이드를 이용한 적재시 컨테이너 고박설비의 배치
7. 선체구조
8. 하중의 결정 및 적용
9. 컨테이너 고박강도계산 프로그램 및 계산기기

별첨 1. 각 형태별 컨테이너의 주요치수
별첨 2. 주요 항로 예시
별첨 3. 수식에 기초한 계산 예

1. 일반

(1) 적용

(가) 이 지침은 ISO 668의 20 ft 또는 40 ft 컨테이너를 운송하는 경우의 컨테이너 고박설비에 대하여 적용하며, **별첨 1**의 다른 형태의 컨테이너의 경우에도 원칙적으로 이 지침의 요건을 적용하여야 한다.

(나) 이 지침의 규정에 의하지 아니하고 기타 다른 방법에 의하여 고박설비를 설계하고 배치한 경우에는 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 바에 따른다.

(다) 컨테이너 고박설비의 일부이거나 선체구조 강도에 영향을 줄 수 있는 고정식 고박설비는 본 지침에 따라 승인되어야 한다. 연결상세 및 선체지지구조는 8항의 설계하중 또는 고박설비의 안전사용하중(SWL)에 적합함이 검증되어야 한다. 고박설비, 부착, 고정지지대의 재료 및 용접 등 상세정보가 반영된 도면이 제출되어야 한다.

(라) 컨테이너는 화물고박지침서에 따라 스택 내에서 허용되는 중량과 분포를 초과하지 않도록 적재하여야 한다. 허용하중을 포함하는 적재방식은 본선에 비치되는 화물고박지침서 또는 컨테이너 고박설비 배치도에 명시되어야 한다.

(마) 컨테이너 고박설비의 이동식 또는 고정식 부속품이 하역설비 목적으로 사용되는 경우(예를 들어, 창구덮개 하역용으로 사용되는 페데스탈 소켓 및 부속품, 또는 수직 탠덤(tandem)하역에 사용되는 트위스트락(twistlock)), **규칙 및 적용지침 9편 2장**을 적용할 수 있다. 하역설비용으로 승인되지 않는 장치나 부속품은 컨테이너 고박설비로만 사용하여야 한다.

(바) 컨테이너 전용선박의 경우, 선수갑판 파랑충격하중으로부터 컨테이너를 보호하기 위하여 유효한 물결막이(Breakwater)를 설치하여야 한다. 노출갑판 위에 컨테이너를 적재하는 그 외 선박의 경우 화물 보호를 위한 물결막이 설치를 권장한다. 선수로부터 $0.25L_{BP}$ 전방의 구역에서는 선수갑판 파랑충격에 견딜 수 있도록 컨테이너 출입문이 선미쪽으로 향하도록 배치할 것을 권장한다.

(사) 항로 및 선속과 관련된 부적절한 운항 또는 과도 횡요(parametric rolling) 등과 같은 임계현상은 8항에서 규정하는 하중을 초과하는 불리한 하중을 발생시킬 수 있다. 화물에 작용하는 하중을 감소시키기 위하여 과도한 선체운동이 발생하지 않도록 운항할 책임은 선장에게 있다.

(아) 수식에 기초한 계산의 예는 **별첨 3**을 참고한다.

(2) 특기 사항

(가) 본 지침에 따라 설계 및 제작된 컨테이너 고박설비가 설치되는 경우, 해당선박의 선급부호에는 특기사항 LS를 부여한다. 화물고박지침서에는 컨테이너 고박설비배치도가 포함되어야 하며 승인용으로 우리 선급에 제출하여야 한다.

(나) (가)에 추가하여 우리 선급에 의하여 승인된 고박강도 계산프로그램이 본선에 설치 및 유지되는 경우, 특기사항 LS(CL)를 부여한다. 고박강도계산기기의 승인절차는 9항에 따른다.

(다) 항로별 경감계수를 적용하고자 하는 경우에는 화물고박지침서에 항로별 경감계수 적용과 관련된 사항이 포함되어야 하며, 항로별 경감계수가 반영된 승인된 컨테이너 고박강도계산 프로그램을 본선에 설치하여야 한다. 이 경우, 해당 선박에는 특기사항 LS(CL, RS)를 부여한다.

(라) (다)와 관련하여, 임의의 항로에 대한 경감계수를 산출할 수 있는 프로그램을 설치한 경우, 해당선박에는 특기사항 LS(CL, RS+)를 부여한다. *(2019)*

(마) 상기의 특기사항이 없는 선박은 선주의 요청에 따라 이 지침을 적용할 수 있다.

(3) 고박방법의 종류

(가) 컨테이너는 다음 중 어느 하나 또는 여러 방법을 조합하여 고박하여야 하며 본 지침에 없는 기타의 방법으로 컨테이너를 고박하고자 하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(a) 컨테이너 잠금장치

(b) 로드, 와이어 또는 체인 등에 의한 래싱

(c) 버트레스, 버팀목(shore) 또는 기타 동등 구조물에 의한 고박

(d) 셀가이드

(나) 화물깔개(Dunnage)는 4항 (5)호에 규정한 선하중 적재일 경우를 제외하고 승인된 컨테이너 고박설비와 사용하여서는 안 된다.

(4) 제출도면 및 자료

다음의 도면 및 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(가) 컨테이너 적재배치도(운송할 컨테이너의 설계중량 및 배치가 반영된 것)

(나) 컨테이너 고박설비에 대한 배치 및 상세도

(다) 다음의 내용이 포함된 컨테이너 고박설비 강도계산서

(a) 컨테이너 적재에 따른 흘수 d_c, 선박의 수직방향 중심위치(*VCG*), 부면심의 종방향 위치(*LCF*) 및 횡방향 메타센터의 높이(*GM*) 등

(b) 설계 풍속

(c) 컨테이너 래싱 강도 계산은 운용중 예상되는 최대 GM값을 기초로 계산하여야 하며, 0.075B를 표준으로 한다. 다만, 선박의 운용상 필요시 이보다 낮은 GM값을 선정하여 계산할 수 있다. *(2017)*

(라) ISO 컨테이너 이외 다른 형식의 컨테이너를 적재하는 경우, 이들 컨테이너가 적재되는 위치를 화물고박지침서에 명확히 표시하여야 한다. 또한 ISO 컨테이너가 아닌 경우, 강도평가기준값을 화물고박지침서에 명시하여야 한다. 전체가 ISO기준에 적합한 컨테이너로만 구성된 스택의 컨테이너 중량 및 요구되는 고박설비에 대하여도 화물고박지침서에 표시하여야 한다. *(2019)*

2. 고정식 컨테이너 고박설비(fixed cargo securing fittings)의 재료 및 시험

(1) 일반

(가) 고정식 컨테이너 고박설비는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 25절**에 따라 형식승인을 받아야 한다.

(나) **지침 4장 10절**에 따라 제품시험(production test)을 받아야 한다.

(2) 재료 및 설계

(가) 고정식 컨테이너 고박설비의 제작에 사용되는 강재는 **규칙 2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만 선급이 인정하는 경우, 국제표준(ISO), 국가표준 또는 이와 동등한 기준에 적합한 재료를 사용할 수 있다. 설치되는 부위의 선체 재료의 등급 및 인장강도를 고려하여야 하며, 화학성분 또한 용접성을 고려하는 것이어야 한다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 용접법 승인시험을 요구할 수 있다.

(나) 셀가이드 및 고박설비가 저온 환경에서 사용되는 경우, 이들 강재의 등급은 특별히 고려하여야 한다.

(다) 강재 이외의 재료를 사용하고자 하는 경우 특별히 고려하여야 한다.

(라) 과도한 부식을 일으킬 수 있는 포켓이나 리쎄스에는 물이 고이는 것을 방지하기 위한 수단의 필요성을 검토하여야 한다.

3. 이동식 (loose) 컨테이너 고박설비의 재료 및 시험

(1) 일반

(가) 이동식 컨테이너 고박설비는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 25절**에 따라 형식승인을 받아야 한다.

(나) **지침 4장 10절**에 따라 제품시험(production test)을 받아야 한다.

(다) 전자동 고박설비 (fully automatic fitting)라 함은 컨테이너 하역시 수동조작이 요구되지 않는 고박설비를 말한다. 일반적으로 전자동 고박설비는 수직거동만 있는 수직(upright)조건에서 수직방향 (창구덮개에 수직)으로 컨테이너를 기계적으로 고박하지 않는다. 이와 다른 조작모드 또는 새로운 설계는 특별히 고려할 수 있다.

(2) 재료 및 설계

(가) 이동식 컨테이너 고박설비에 사용되는 강재는 **규칙 2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만 선급이 인정하는 경우, 국제표준(ISO), 국가표준 또는 이와 동등한 기준에 적합한 재료를 사용할 수 있다.

(나) 이동식 컨테이너가 낮은 온도에서 사용되는 경우, 이들 강재의 등급은 특별히 고려하여야 한다.

(다) 강재 이외의 재료를 사용하고자 하는 경우, 특별히 고려하여야 한다.

(라) 선적되기 전, 안벽에서 컨테이너 코너 캐스팅에 우선 체결되는 잠금설비 및 기타설비는 낙하의 위험 및 진동의 영향으로 헐거워지는 위험을 최소화 할 수 있는 것이어야 한다.

(마) 트위스트락/하부 트위스트락/미드락/중간판을 가진 스태커/전자동 고박설비의 경우, 컨테이너의 코너 캐스팅과 고박설비 사이의 인장과 압축에 대한 접촉부는 고박설비의 안전사용하중 하에서의 지압응력(bearing stress)이 300 N/mm^{2}을 넘지 않아야 한다. 고강도 재료로 제작된 고박설비 사용으로 인한 허용응력의 증가는 고려하지 않는다. 접촉부가 컨테이너 코너 캐스팅에 평행하지 않고 경사를 갖도록 설계된 경우, 유효접촉면적을 특별히 고려할 수 있다.

4. 셀가이드 없는 노출갑판상 적재시 컨테이너 고박설비의 배치

(1) 일반

(가) 갑판상 또는 창구덮개 상에 적재되는 컨테이너는 종방향으로 적재하여야 하며, 횡방향으로 적재할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(나) 컨테이너는 선측 밖으로 나오지 않도록 적재하여야 한다. 컨테이너가 창구 코밍이나 다른 갑판 구조 밖으로 튀어나오는 경우, 적절한 지지를 하여야 한다. 적재배치는 본선의 필요작업을 위하여 선원이 안전하게 접근할 수 있어야 하며, 잠금장치의 조작 및 점검을 위하여 충분한 접근수단이 제공되어야 한다.

(다) 창구덮개에 컨테이너가 적재될 경우, 창구덮개에서의 이동을 방지하기 위하여, 승인된 형식의 멈춤장치를 설치하여야 하며, 이의 위치와 구조상세가 포함된 도면을 우리 선급에 제출하여야 한다.

(라) 래싱용 D-ring과 같은 고박설비 및 컨테이너를 지지하는 지지대(stanchion) 및 유사 구조물은 부과되는 하중에 대한 적절한 강도를 가져야 하며, 고박설비의 유효성을 감소시킬 수 있는 모든 변형을 최소화하기에 충분한 강성을 가져야 한다.

(마) 가벼운 컨테이너 위에 무거운 컨테이너를 적재하는 것은 승인된 컨테이너 고박설비 배치도 또는 본선의 래싱 프로그램으로 만족함이 입증되지 않는 한, 허용되지 않는다.

(바) 외부래싱이나 수직래싱에 반자동/전자동 고박 설비를 사용할 경우, 해당 래싱에 적합한 제품을 사용하여야 한다. *(2017)*

(a) 코너 캐스팅과 고정지지대 사이에 규정된 간격을 요구하는 잠금방법을 적용하는 잠금장치는 한쪽이 창구덮개에서 지지되고 다른 쪽은 컨테이너 지지대(stanchion)에 의하여 지지되는 스택의 최저층에 사용되어서는 안 된다. 또한 여러 개의 창구덮개 또는 운항중 상대변형이 발생할 수 있는 지지구조에 의하여 지지되는 스택에서도 사용되어서는 안 된다.

(2) 1단 적재

컨테이너는 다음 (가) 또는 (나) 중 어느 하나의 방법으로 고박하여야 한다.

(가) 컨테이너 하부 코너 캐스팅(corner casting)에서 승인된 잠금장치를 이용하여 고박하여야 한다.

(나) 상부의 각 모서리부에 있는 코너 캐스팅를 이용하여 각 컨테이너의 양단벽에서 래싱설비로 대각선 또는 수직방향으로 고박하여야 한다.

(3) 2단 적재

다음 (가) 에서 (다) 중 어느 하나의 방법으로 고박하여야 한다.

(가) 각 층별로 컨테이너 하부 모서리에서 승인된 잠금장치를 이용하여 고박하여야 한다.

(나) 계산결과 스택의 임의의 점에서 수직 분리력이 일어나지 않는 경우, 스택의 모든 내부 모서리에는 이중 스택킹 콘을 사용하고, 스택의 상부 횡방향으로 연결하는 브리지 설비를 사용할 수 있다. 다만 모든 외부 모서리에는 잠금장치를 설치하여야 한다.

(다) 컨테이너는 스택킹 콘(stacking cone)과 래싱설비를 이용하여 고박할 수 있다. 다만 계산결과 수직 분리력이 일어나는 경우, 스택킹 콘 대신에 잠금장치와 래싱설비를 이용하여 고박하여야 한다.

(4) 3단 이상의 적재

(가) 컨테이너는 각 층별로 컨테이너 하부 모서리에서 승인된 잠금장치를 이용하여 고박하여야 한다.

(나) 컨테이너는 래싱설비로 고박할 수 있다. 1층 또는 2층은 스택킹 콘과 함께 래싱설비로 고박할 수 있다. 다만, 계산결과 수직 분리력이 일어나는 경우에는 잠금장치에 의하여 고박하여야 한다.

(다) 래싱설비를 사용하는 경우, 하층 컨테이너의 상부 코너 캐스팅이 아니라 상층 컨테이너의 하부 코너 캐스팅에 래싱되어야 한다.

(라) 이중 래싱(internal para-lash 배치)을 사용하는 방안이 고려될 수 있다. 이중 래싱하는 방법으로, 하나는 상층 컨테이너의 하부 코너 캐스팅에, 다른 하나는 하층 컨테이너 상부 코너 캐스팅에 래싱한다. 래싱설비의 하부 끝단은 적절히 연결되어야 한다. 외부 이중래싱(external para-lash 배치)은 가능한 한 권고하지 않으며, 부득이 사용하는 경우 체결 부위의 래싱 상호 간섭 및 고박 강도(상부 래싱)에 대하여 특별한 주의가 필요하다. *(2017)*

(마) 3단 이상 적재되는 경우, 각 층과 각 코너마다 잠금장치로 고박하여야 한다.

(바) 래싱 브릿지(lashing bridge)와 연결되는 수평 래싱설비를 사용하고자 하는 경우, 특별히 고려하여야 한다. 고박시스템(securing system)에서의 힘은 다음의 영향들을 고려하여 직접계산에 의하여 결정되어야 한다.

· 컨테이너 측면벽/단벽(side/end wall), 래싱설비 및 래싱 브릿지의 강성

· 컨테이너 고박설비와 창구덮개 스토퍼 사이의 틈새간격에 따른 해당 컨테이너의 수평 이동가능 변위

(사) 수직 래싱이 고박설비와 결합되어 사용되는 경우, 고박설비와 컨테이너 코너 캐스팅 사이의 수직간격을 고려하여야 한다.

(a) 래싱 어셈블리(assembly)는 스택에 수직 래싱이 작용되는 지점 아래에 적용된 고박설비 전체의 연신율과 대등한 연신율(elongation)을 받더라도 탄성을 유지하여야 한다. 턴버클과 설비의 과응력(overstressing)을 피

하기 위하여, 스프링 또는 기타 탄성체를 턴버클과 설비의 어셈블리에 포함시키는 것이 유리하다. 래싱 브릿지 높이에서부터 래싱하는 경우, 적용된 고박설비의 수는 적재된 가장 낮은 컨테이너 높이까지 포함하여야 한다. 래싱 설비는 컨테이너의 하부 코너 캐스팅에 설치되어야 한다. ISO 3874에 따른 설계간격을 가지는 컨테이너 고박설비의 경우, 래싱 시스템의 전체 연신율을 결정하기 위하여, 고박설비 당 공칭간격은 10 mm로 하여야 한다. 공칭간격이 10 mm를 넘는 고박설비의 경우, 전체 연신율은 높은 연신율을 고려하여 계산하여야 한다.

(b) 래싱 계산시 수직 래싱의 하중베어링(load bearing)를 고려하기 위하여, 허용계산 수직 분리력(permissible calculated lifting force)을 컨테이너 고박설비의 안전사용하중에 150 kN 만큼 더한 값까지 증가시킬 수 있다. 공칭 수직 분리력(nominal lifting force)은 수직 래싱 적용위치 보다 아래의 고박설비에서 400 kN을 넘지 않아야 한다.

(아) 수직거동을 받을 때, 수직방향으로 컨테이너를 기계적으로 고박하지 않는 전자동 잠금장치를 포함한 적재배치의 경우, 8항 (2)호 (다)에 명시한 하중상태 하에서 이탈(separation)이 발생하지 않도록 하여야 한다. 또한 노출된 스택이 내부의 크로스 래싱 없이 전자동 잠금장치로 고박되는 경우, 컨테이너에 작용하여 고박을 풀 수 있는 수직 분리력에 대비한 수단이 있어야 한다. 이런 경우, 효과적인 측면 스크린이 요구된다. 그렇지 않은 경우, 컨테이너의 첫 번째 층은 수동 또는 반자동 트위스트 락으로 고박되어야 한다.

(자) 한 층 이상의 20 ft 컨테이너 상부에 최소 한 층의 40 ft 컨테이너를 적재하는 경우, 이를 '러시안 적재배치(russian stow arrangement)'라고 부르며, 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(a) 20 ft 컨테이너의 사이는 미드락(midlock) 또는 전자동 트위스트락(full auto twistlock)으로 고박되어야 한다. 다만, 전단 및 후단의 상하는 트위스트락(twistlock)과 필요한 경우, 래싱 설비로 보강하여 고박되어야 한다. *(2019)*

(b) 상부에 적재된 40 ft 컨테이너는 트위스트락(twistlock) 또는 필요한 경우 트위스트락과 래싱 설비를 조합하여 고박하여야 한다. 이 스택은 다음의 두 단계의 절차에 따라 평가되어야 한다.

(i) 40 ft 끝단에서, 혼합적재된 스택은 40 ft 스택으로 간주하며 하중계산시 40 ft 컨테이너의 중량으로 계산한다. 20 ft 컨테이너 층의 경우, 20 ft 컨테이너 하나의 중량이 각 층 계산의 기본값으로 사용된다.

(ii) 미드베이에서 20 ft 층에서는, 래싱되지 않은 스택으로 고려하여 평가하여야 하며 해치 커버의 변형량을 고려하여 적재 단수를 결정하여야 한다. 40 ft 상부적재 컨테이너는 고려할 필요 없다. *(2019)*

(5) 선하중(line load) 적재

(가) 스택하중이 받침대에 의하여 균일한 선하중으로 분포되도록 지지되는 경우 다음 규정에 적합하여야 한다.

(a) 일반적으로 컨테이너 스택은 2단 이하로 적재하여야 한다.

(b) 상층 컨테이너의 하중은 컨테이너 코너 캐스팅 쪽으로만 전달되어야 하며, 스택의 층 사이에는 선하중이 작용하여서는 안 된다

(c) 8항에 의하여 계산된 하층 컨테이너의 각 수직 코너 버팀목(shore)에 작용하는 하중은 컨테이너 총중량의 1/2 이하이어야 한다.

(d) 계산결과 수직 분리력이 일어나는 경우에는 컨테이너 코너부에 잠금장치를 설치하여야 한다.

(e) 하층 컨테이너의 코너 캐스팅 하부 간격은 전단하중에 의한 스택킹 콘 등의 이탈을 방지할 수 있도록 충분히 작아야 한다.

(6) 구조적 구속에 의한 적재

(가) 컨테이너는 이동 가능한 구조물 및 버트레스를 이용한 고정식 구조로 고박하여야 한다. 이러한 시스템을 채택하기 위하여는, 구조물 내에서 발생하는 하중과 상응하는 응력에 대하여 고려하여야 한다.

(나) 구조물 및 기타 고박설비는 컨테이너의 코너 캐스팅과 맞추어야 하며 그 간격은 컨테이너의 이동을 최소화 할 수 있도록 충분히 작아야 한다.

5. 셀가이드 없는 화물창 내 적재시 컨테이너 고박설비의 배치

(가) 컨테이너는 종방향으로 적재하여야 하며, 횡방향 적재는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 고박설비의 배치는 컨테이너 스택에 발생할 수 있는 가장 심각한 하중분포를 기본으로 설계하여야 한다.

(나) 컨테이너는 잠금장치만으로, 또는 버트레스, 버팀목(shore) 및 래싱설비 등과 잠금장치를 조합하여 고박하여야 한다. 컨테이너는 일반적으로 스택의 하부와 모든 중간층의 코너부에서 고박하여야 한다.

(다) 스택이 1층 또는 2층으로 구성된 경우에는 코너 고박설비의 생략을 고려할 수 있으나 2개 이상의 코너 고박설비로 고박하여야 한다.

(라) 계산결과, 스택의 임의의 층에서 수직 분리력이 발생하는 경우에는 트위스트락(twistlock) 또는 이와 동등한 고박설비로 해당 층을 고박하여야 하며 그 이외의 층에서는 이중 스택킹 콘(double stacking cone)을 사용할 수 있다.

(마) 계산결과 스택의 어떠한 층에서도 수직 분리력이 발생하지 않는 경우에는 스택의 모든 층에서 잠금장치 대신 이중 스택킹 콘을 사용할 수 있다.

(바) 일반적으로 버트레스는 인장 및 압축형 이어야 하며 사용하는 곳의 위치에 따라 적절하게 조절할 수 있는 것이어야 한다. 적용 가능한 경우, 선체구조의 부착물에는 여러 다른 높이의 컨테이너 스택을 맞추기 위한 버트레스의 수직방향 조정수단도 포함되어야 한다.

(사) 압축력만 받는 버팀목(shore)은 선체구조의 일부로 할 수 있으며 힌지식 또는 이동식으로 할 수 있다. 압축력만 받는 버팀목(shore)와 컨테이너 코너 캐스팅과의 간격은 최소이어야 하며 압축력만 받는 버팀목(shore)의 느슨해짐을 방지할 수 있는 설비를 하여야 한다.

(아) 인접한 스택들은 서로 횡하중을 전달할 수 있도록 버트레스 또는 버팀목(shore)과 일직선으로 연결되어야 한다. 이때 버트레스와 버팀목(shore)은 주어진 하중을 전달하기에 충분한 강도를 가져야 한다.

(자) 버트레스 또는 버팀목(shore)를 지지하는 선체구조는 적절히 보강되어야 한다.

(차) 컨테이너와 선체구조 사이의 최소간격을 필요로 하는 시스템과 이 시스템을 포함한, 대체가능한 고박시스템을 특별히 고려할 수 있다.

(카) 컨테이너 상부에 대한 작업이 요구되는 고박설비(이중 스택킹 콘, 브릿지 잠금장치, 버트레스 및 버팀목(shore))에 대하여는 작업측면에서의 안전에 주의하여야 한다. 이러한 고박설비가 사용되는 경우, 추락에 대하여 보호되어야 한다.

6. 셀가이드를 이용한 적재시 컨테이너 고박설비의 배치

(1) 일반

(가) 화물창이나 노출갑판에 적재된 컨테이너를 지지하기 위하여 셀가이드 시스템이 설치될 수 있다.

(나) 셀가이드는 선체구조의 일부이어서는 아니 되며, 일반적으로 선체의 거동과 무관하도록 설계되어야 한다.

(다) 셀가이드는 컨테이너 적재 또는 하역시 발생할 수 있는 하중에 견딜 수 있어야 하고, 선체운동에 의한 하중을 선체구조에 전달할 수 있어야 하며 컨테이너의 이동을 억제할 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 배치 및 구조

(가) 셀가이드는 컨테이너를 효과적으로 지지할 수 있도록 수직방향으로 충분한 높이를 갖고 있는 연속적인 구조이어야 한다. 또한 가이드바는 컨테이너 적재에 의한 셀가이드의 이동 또는 비틀림을 방지할 수 있도록 지지 구조물에 유효하게 부착하여야 한다.

(나) 셀가이드와 크로스 타이의 교차부는 비틀림이 일어나지 않는 구조이어야 한다.(**그림** 1 참조)

(다) 중간 브래킷은 적당한 간격으로 셀가이드에 설치하여야 한다. (**그림** 1 참조)

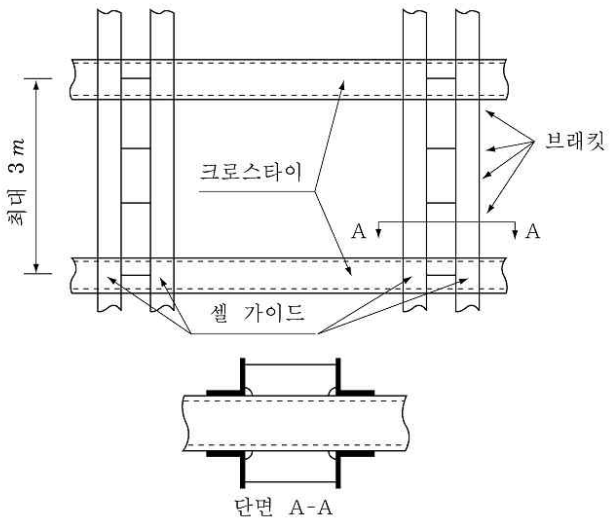


그림 1 셀 가이드의 배치

(라) 셀가이드와 컨테이너의 횡방향 간격의 합은 25 mm, 종방향 간격의 합은 40 mm 이내이어야 한다. 셀가이드 설계간격과 설치간격 간의 오차는 일반적으로 횡방향으로 4 mm, 종방향으로 5 mm 이하이어야 한다.

(마) 횡방향 크로스타이는 셀가이드에 작용하는 하중을 고려하여 수직방향으로 최대 3 m 이하의 적당한 간격으로 설치하여야 하며, 가능한 한 컨테이너 코너부와 같은 높이에 설치하여야 한다. 또한 컨테이너의 종방향 이동을 억제하기 위하여 화물창의 길이방향으로 최소한 두 점 이상에서 크로스타이를 지지하여야 한다. 다만 크로스타이의 종방향 처짐이 20 mm 이하일 경우에는 한점에서만 지지할 수 있다.

(바) 계산결과에 의해 필요하다고 인정하는 경우 종방향 크로스타이를 설치하여야 하며 그 배치는 전 (마)에 따른다.

(사) 화물창의 전후 또는 좌우단에서 가이드 레일이 횡격벽 또는 종격벽에 설치된 경우, 격벽은 추가하중을 지지할 수 있게 적절히 보강되어야 한다.

(3) 노출 갑판상의 셀가이드

(가) 셀가이드 구조의 강도해석 시, 셀가이드 구조와 갑판 구조간의 상호작용효과와 선체 거더의 변형을 고려하여야 한다.

(나) 셀가이드의 하단부는 갑판에 유효하게 연결되어야 하며, 횡방향 크로스타이는 셀가이드 사이에 설치하여야 한다. 이때 설치간격은 가이드에 작용하는 하중에 의하여 결정되는 간격으로서, 일반적으로 3 m 이하의 간격으로 한다. 또한 셀가이드 구조의 과도한 처짐을 방지하기 위하여 종·횡방향으로 적절한 강도의 대각재(cross bracing)를 설치하여야 한다.

(다) 갑판 상부의 가이드바는 컨테이너를 지지할 수 있을 정도의 충분한 높이를 가져야 한다.

(라) 셀가이드 구조가 현측 후판과 같이 높은 응력이 작용하는 선체구조 또는 갑판부재에 설치되는 셀가이드용 강재의 등급, 품질 및 설치방법 등에 특별한 주의를 하여야 한다.

(4) 화물창 내 40ft 셀가이드를 이용한 20ft 컨테이너의 적재

(가) 40 ft 컨테이너 셀가이드가 설치되어 있는 경우, 20 ft 컨테이너를 위한 임시 중간 셀가이드의 설치방법이 마련되어야 한다. 영구적 구조부는 어떠한 적하양식에도 적합하게 설계되어야 한다.

(나) (가)를 대신하여, 40 ft 컨테이너용으로 준비된 셀의 길이 중간에 20 ft 컨테이너의 영구지지수단이 고려되어야 한다. 이러한 영구지지수단은 다음을 포함할 수 있다

(a) 필러(선내)와 컨테이너 스택이 기대어 놓이는 수직 받침봉(종격벽에 붙어 있는). 필라 상부는 갑판구조에 의해 측면으로 지지되어야 하고, 컨테이너 적재로 인한 측면변형을 방지할 수 있을 만큼 충분히 강해야 한다.

(b) 컨테이너와 컨테이너 사이 틈안의 얇은 구조에 의해 횡으로 지지되는 가이드바(필요한 경우 종방향 타이도 포함) 상세사항은 지지구조의 하중과 그에 따른 변형을 고려하여 개별적으로 검토되어야 한다.

(다) 상부에 40 ft 컨테이너의 적재에 관계없이 미드베이 위치에서 외부의 지지를 받지 않는 20 ft 컨테이너 적재를 '혼합적재'라 하며, 다음의 요건들을 만족시키는 배치가 고려되어야 한다.

(a) 상부에 40 ft 컨테이너의 적재 없이 20 ft 컨테이너가 셀가이드에 적재되는 경우, 20 ft 컨테이너에 작용하는 횡방향 동하중은 65%는 셀가이드로 지지되는 쪽으로 전달되고 35%는 미드베이 쪽으로 전달된다고 가정한다.

(b) 적어도 하나의 40 ft 컨테이너의 상부적재와 함께 셀가이드에 적재되는 20 ft 컨테이너의 경우, 20 ft 컨테이너에 작용하는 횡방향 동하중의 75%는 셀가이드로 지지되는 쪽으로 전달되고 25%는 미드베이 쪽으로 전달된다고 가정한다. 이 경우에는 **8**항 (4)호에 따라 래킹하중과 압축력이 평가되어야 한다. 상부적재된 40 ft 컨테이너의 영향은 계산에서 제외한다.

(c) 미드베이 위치에 있는 20ft 컨테이너 스택의 바닥에서 횡방향 미끌림을 방지하는 수단이 제공되어야 한다. 이것은 이중저에 영구적으로 붙어있는 초크(chock) 또는 그와 동등한 형태로 되어야 한다. 설계 간격은 (2)호 (라)에 따라야 하며 셀가이드에 대한 것과 동일하여야 한다.

(d) 스태킹 콘은 종방향 및 횡방향 미끌림을 방지하기 위하여 20ft 컨테이너 각 층 사이 각각의 코너에 배치되어야 한다. 다만, 플랜지가 없는 스택킹 콘을 사용하는 경우, 20ft 컨테이너 각 단면에 1개 이상의 코너에 스택킹콘이 배치되어야 한다. 추가로 40ft 컨테이너가 20ft 컨테이너 상부에 적재되는 경우, 40ft 컨테이너 끝단에서 20ft 컨테이너와 각 단면에 2개의 스택킹 콘에 의하여 고박되어야 한다. *(2019)*

(e) 강으로 된 폐쇄벽(closed steel wall)과 천장(top)을 가진 20 ft 컨테이너만 적재할 수 있다. (폐위되지 않은 컨테이너 제외 (예: 탱크 또는 산적 컨테이너))

(f) 콘은 컨테이너의 종방향 움직임을 저지하기 위하여 셀가이드 근처 내저판에 설치되어야 한다.

(g) 컨테이너의 방향은 단벽(closed ends) 또는 단벽(문)이(door ends) 모두 한 방향으로 향하도록 배치하여야 한다.

(h) 컨테이너는 화물창에 블록적재(block stowage) 되어야 한다. 일반적으로 인접한 스택이 비어있는 경우는 없

어야 한다.

상기 이외의 적재 수단에 대한 제안은 개별적으로 고려되어야 하고 보조적 계산이 수행되어야 한다.

(5) 엔트리가이드(entry guide device)

컨테이너 중심을 맞추거나 셀가이드로 유도하기 위한 장치는 일반적으로 가이드 바의 상단에 설치되어야 한다. 이들 장치는 다음을 포함한다.

·고정 수평 피크 (fixed even peaks)

·고정 상/하부 피크 (fixed high and low peaks)

·'플립-플롭 (flip-flop)' 시스템;

그러나 견고한 구조를 위하여 다른 장치들도 고려될 수 있다.

7. 컨테이너 지지 구조 *(2019)*

(1) 일반

(가) 래싱브릿지, 셀가이드, 컨테이너 지지대 및 기타 컨테이너 지지구조에 대한 도면을 승인용으로 우리 선급에 제출하여야 한다.

(나) 해치커버 및 선체구조의 고정식 컨테이너 고박설비 하부는 적절히 보강되어야 한다.

(다) 강도 평가를 위해 유한요소법 또는 격자해석 방법을 사용할 수 있다. 모델링 및 평가는 총 두께를 사용하며, 요소 크기는 구조의 거동을 충실하게 재현할 수 있도록 하여야 한다.

(라) 해치 커버의 강도 평가는 **규칙 4편 2장** 내용에 따른다.

(마) 미키마우스 형태의 래싱브릿지를 적용하는 경우, 해당 구조의 횡방향 변위를 구속할 수 있도록 특별한 주의가 필요하다.

(사) 선주의 요청이 있거나 우리선급이 필요하다고 인정하는 경우, 래싱브릿지에 대한 진동 평가를 수행할 수 있다. *(2021)*

(2) 구조 강도 평가

(가) 구조의 모델링

(a) 해석범위

(i) 강도 평가를 위한 모델은 수직방향으로 최소한 컨테이너 지지구조의 하부 스트링거까지 그리고 선수미 방향으로 하나의 프레임까지를 포함하여야 한다. 일반적으로 래싱브릿지는 좌현 및 우현 모두를 모델링하여야 한다.

(ii) 또는, 래싱브릿지 모델만 사용하여 강도평가를 수행할 수도 있다. 다만, 래싱브릿지 구조해석에서 도출된 하부 반력값을 사용하여 래싱브릿지와 접하는 선체구조에 대한 강도평가를 추가적으로 수행하여야 한다.

(iii) 선수부, 중앙부, 선미부의 위치에서 강도 평가를 수행하여야 하며, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 강도 평가 위치는 추가될 수 있다.

(b) 유한요소모델

(i) 선박구조의 유한요소모델은 **표 1**와 같이 오른손 좌표계를 따른다.

표 1 좌표계 *(2019)*

좌표	방향	비고
x	길이방향	선미에서 선수(+)
y	폭방향	중심선면에서 좌현(+)
z	깊이방향	상향(+)

(ii) 일반적으로 판 요소를 사용하여야 한다. *(2020)*

(iii) 요소의 크기는 구조물의 형상을 표현할 수 있고, 응력 집중을 표시할 수 있도록 충분히 작아야 한다. 일반적으로 깊이 방향으로 응력 변화가 있는 부재에 대하여는 이를 판별할 수 있도록 최소 3개 이상으로 요소분할을 하여야 한다. 상세 요소분할 구역의 최소 요소 크기는 해당 판재의 두께보다 작을 필요는 없다. *(2020)*

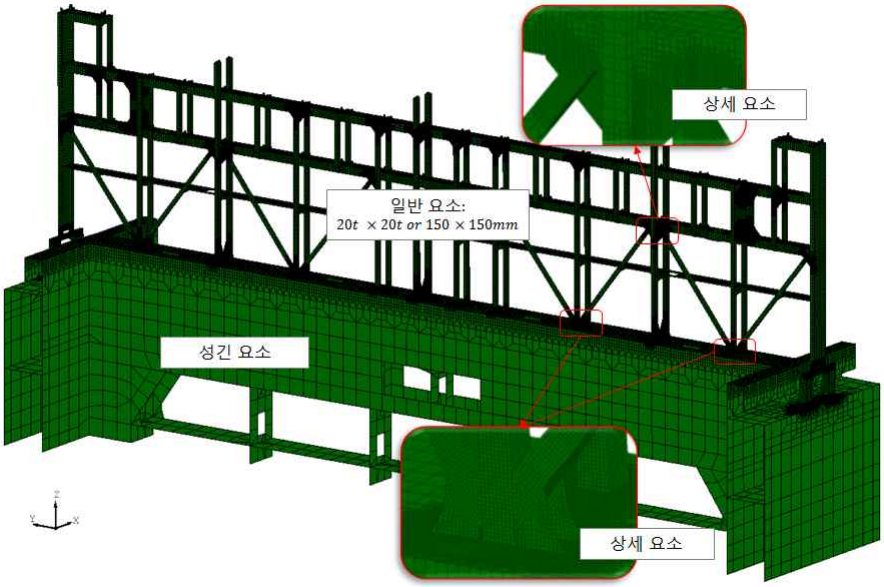


그림 2 래싱브릿지 분할요소 예 *(2019)*

(나) 경계조건

실제구조와 같은 거동을 표현할 수 있는 적합한 경계조건을 구조모델에 적용하여야 한다.

(다) 하중

(a) 설계하중

(i) 컨테이너 고박설비의 지지구조는 컨테이너 고박설비의 안전사용하중(SWL)을 설계하중으로 사용할 수 있다.

(ii) 컨테이너 적재 배치도의 적재 배치를 적용하여 8항에 따라 계산될 수 있다.

(iii)예상 가능한 모든 조작방향의 하중을 고려하여야 한다.

(b) 설계 하중의 조합

(i) 래싱브릿지 (lashing bridge)

다음의 설계하중 조합이 고려되어야 한다.

- 래싱브릿지 앞/뒤쪽 베이 모두 컨테이너가 적재되는 경우 (횡방향 하중 최대조건)
- 래싱브릿지 앞쪽 베이에 컨테이너가 적재되는 경우 (선수방향 하중 최대조건)
- 래싱브릿지 뒤쪽 베이에 컨테이너가 적재되는 경우 (선미방향 하중 최대조건)

설계하중은 컨테이너 적재 배치도에 따라 계산된 값을 사용하여야 한다. 다만 안전사용하중을 설계하중으로 사용하고자 하는 경우, **그림 3**에 명시된 하중값을 사용할 수 있다.

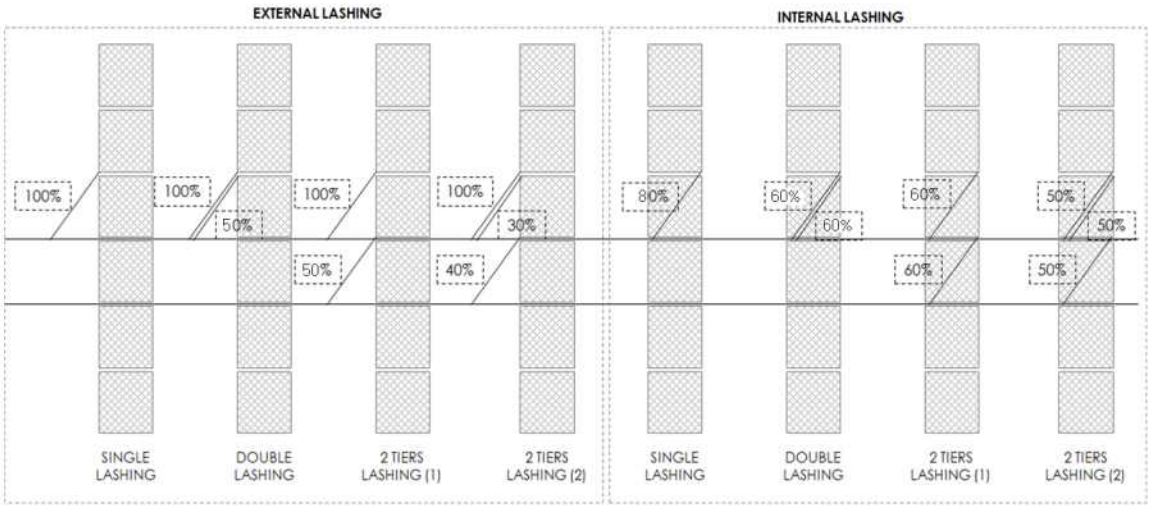


그림 3 안전사용하중을 래싱브릿지 구조 설계하중으로 적용하는 예시 *(2021)*

(ii) 셀가이드 (Cell Guide)

다음 **표 2**의 설계하중 조합이 고려되어야 하며 8'6" 및 9'6" 의 높이가 다른 컨테이너 적재시의 조건도 고려하여야 한다. 갑판상에 설치되는 셀가이드의 경우, 풍하중을 고려하여야 한다.

표 2 셀가이드의 설계하중 조합 *(2019)*

하중조건	횡방향 하중	종방향 하중	수직방향 하중
하중조합 1	적용	미적용	미적용
하중조합 2	미적용	적용	미적용

(iii) 컨테이너 지지대(Container Stanchion)

다음 **표 3**의 설계하중 조합이 고려되어야 한다. 최외곽 스택의 컨테이너 지지대의 경우 풍하중을 고려해야 한다.

표 3 컨테이너 지지재의 설계하중 조합 *(2019)*

하중조건	횡방향 하중	종방향 하중	수직방향 하중
하중조합 1	적용(안쪽)	미적용	적용(인장력)
하중조합 2	적용(바깥쪽)	미적용	적용(압축력)

(iv) 기타 컨테이너 지지구조

우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(라) 허용 응력

(a) 컨테이너 지지 구조의 응력은 다음의 **표 4**에서 주어진 허용 응력 값을 넘지 않아야 한다.

표 4 허용 응력값 *(2019)*

응력성분	허용응력 (N/m^2)
수직응력 (굽힘, 인장, 압축)	0.8 σ_0
전단응력	0.46 σ_0
조합응력	0.9 σ_0 (1)
σ_0 : 재료의 최소항복응력 (N/m^2) (1) : 상세 요소분할 구역의 응력집중부에 한하여 허용응력을 1.2 σ_0까지 완화할 수 있다.	

(마) 좌굴 강도

(a) 유한요소해석에서 얻은 응력을 사용하여 **규칙 제14편 8장 5절**에 따라 좌굴강도 평가를 수행하여야 한다.

$\eta_{act} < \eta_a$

η_{act} : **규칙 제14편 8장 5절 2.2.1** 및 **3.1**에서 얻어진 좌굴사용계수

η_a : 허용 좌굴사용계수

플랫폼의 판 : 0.9

스트럿 및 필러 : 0.67

(바) 래싱브릿지 강성

(a) 래싱브릿지 하중 작용점의 최대 횡방향 변위는 다음의 값을 초과할 수 없다.

- 1단 래싱브릿지: 10 mm
- 2단 래싱브릿지: 25 mm
- 3단 이상 래싱브릿지: 35 mm

(3) 진동 평가

(가) 유한요소모델

(a) 2단 이상의 래싱브릿지는 고유 진동수가 엔진과 프로펠러에 의한 가진 주파수와의 공진을 피할 수 있도록 설계되어야 한다.

(b) 해상 시운전, 평형수 항해 또는 갑판이 비어있는 상태와 같이 래싱브릿지에 고박하중이 작용하지 않는 상태로 운항하는 경우, 래싱브릿지의 진동 평가를 고려하여야 한다.

(c) 일반적으로 강도평가에 사용되는 유한요소모델을 사용할 수 있다. 선미의 래싱브릿지는 프로펠러 및 주 기관 구역 기진원에 가까이 위치하므로 진동응답을 평가하여야 한다. 선박에 따라 여러 위치에서 래싱브릿지의 진동 응답을 평가할 수 있다.

(d) 진동 평가를 위한 최소 모델 범위 및 경계 조건은 (2)의 (가) 구조의 모델링 및 (나) 경계 조건을 참고한다. 전선 구조 유한요소모델이 가능하고 전선 구조 고유진동해석이 수행되어야 하는 경우, 래싱 브리지 모델을 전선 구조 모델에 통합하여 수행하는 것이 권장된다.

(나) 고유진동수 평가

(a) 래싱브릿지의 전체 거동 고유진동수는 다음 요건을 만족하여야 한다.

(i) 선미부 및 주 기관 구역의 인근에 위치하는 래싱브릿지의 고유진동수는 프로펠러 날개 기진력과의 공진을 회피하기 위하여 다음의 프로펠러 날개 주파수의 범위 밖에 있어야 한다.

- 하한: 80 % NCR - 10 % MCR
- 상한: MCR + 10 % MCR

여기서,

NCR : 정상 연속 회전속도. 선박이 NCR보다 낮은 속도로 장시간 운전될 것이 예상되는 경우에는 NCR 대신 운전 속도를 회전속도로 사용하여야 한다.

MCR : 최대 연속 회전속도

(ii) 저속 디젤 엔진이 있는 선박의 기관실에 인접한 래싱브릿지의 고유진동수는 엔진의 주요 가진 주파수의 범위 밖에 있어야 한다.

(b) 캠벨 다이어그램은 잠재적인 공진 주파수를 평가하는데 사용될 수 있다. **그림 4**는 캠벨 다이어그램의 예를 보이고 있다. 1차 프로펠러 날개 주파수 선과 모드의 고유 진동수 선 사이의 교차점에서 발생 가능한 공진 조건을 찾을 수 있다.

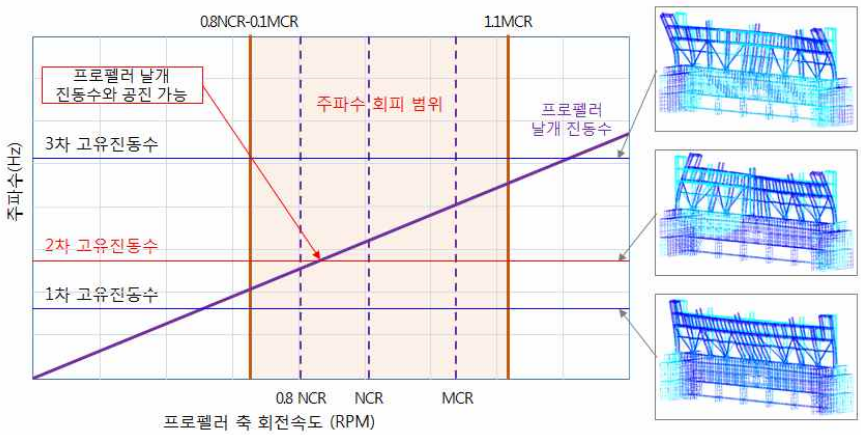


그림 4 래싱브릿지의 고유 진동수 평가를 위한 캠벨 다이어그램 *(2019)*

(c) 공진 발생에 따른 과도한 진동 응답을 줄이기 위하여 추가 구조용 댐퍼 시스템, 고유 진동수를 조정하기 위한 일시적인 질량 또는 이와 동등한 방법을 적용할 수 있다. 이러한 방법은 우리선급과 협의하여야 한다.

8. 하중의 결정 및 적용

(1) 기호 및 정의

(가) 용어의 정의 및 기호는 다음에 따른다. *(2021)*

a_0 : 가속도 변수로서, 다음 식을 따른다.

$$a_0 = (1.58 - 0.47C_B)\left(\frac{2.4}{\sqrt{L_{BP}}} + \frac{100}{L_{BP}} - \frac{600}{L_{BP}^2}\right)$$

a_{heave} : 상하동요 운동가속도로서 다음 식에 따른다.

$$a_{heave} = 0.5 f_h a_0 g \ (\mathrm{m/sec^2})$$

a_{sway} : 좌우동요 운동 가속도로 다음 식에 따른다.

$$a_{sway} = 0.29 a_0 g \ (\mathrm{m/sec^2})$$

a_{surge} : 전후동요 운동가속도로 다음 식에 따른다.

$$a_{surge} = 0.18 a_0 g \ (\mathrm{m/sec^2})$$

a_{roll} : 횡동요 운동가속도로 다음 식에 따른다.

$$a_{roll} = \theta\left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2 \ (\mathrm{m/sec^2})$$

a_{pitch} : 종동요 운동가속도로 다음 식에 따른다.

$$a_{pitch} = \left(\frac{3.1}{\sqrt{gL}} + 1.4\right)\phi\left(\frac{2\pi}{T_\phi}\right)^2 \ (\mathrm{m/sec^2})$$

a_i : i번째 컨테이너의 코너 캐스팅 중심간 거리(m). (**그림 5**참조)

a_x, a_y, a_z : x, y, z 방향 가속도 ($\mathrm{m/sec^2}$).

b_i, c_i : i번째 컨테이너의 길이 및 높이(m). (**그림 5** 참조)

d_i : 컨테이너 사이 수직방향 고박설비의 높이(m). (**그림 5** 참조)

e_i : 컨테이너와 래싱브릿지 사이의 길이방향간격(mm)

e_i = 0 : 래싱브릿지가 없는 경우,

e_i = 700~1,300 : 래싱브릿지가 있는 경우

f_h, f_p, f_r : 상하동요(heave), 종동요(pitch), 횡동요(roll) 에 대한 항로별 경감계수. (**표 8** 참조)

g : 중력가속도로 9.81 $\mathrm{m/s^2}$ 로 한다.

h_i : $c_i + d_i$, (**그림 5** 참조)

i : i번째 컨테이너의 인덱스.

k_r : 횡동요 회전반경(m), 일반적으로 0.35 B

ℓ_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비의 길이(mm).

$$l_i = \sqrt{a_i^2 + c_i^2 + e_i^2}$$

n : 한 개의 로우(row)에 적재되는 컨테이너의 수.

x : 선미수선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 x 방향 거리(m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 길이의 1/2로 한다.

y : 선체중심선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 y 방향 거리(m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 폭의 1/2로 한다.

z : 기선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 z 방향 거리(m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 높이의 1/3로 한다.

A_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비의 단면적($\mathrm{mm^2}$).

C_{XS}, C_{YS}, C_{ZH}, C_{YR}, C_{ZR}, C_{XP}, C_{ZP} : 각각 선박운동에 대한 동적운동조합계수로서 **표 5**에 따른다.

C_c : 컨테이너 무게중심의 높이와 컨테이너 높이의 비율로, 일반적으로 0.45로 한다.

C_{YG} , C_{XG} : 횡동요, 종동요에 대한 동적운동조합계수로서 **표** 5에 따른다.

C_{yf}, C_{zf} : 선박의 종방향 위치에 따른 동적 계수로서 **표** 7에 따른다.

E_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱 설비의 연신율 ($\mathrm{kN/mm^2}$)로서 **표** 10에 따른다.

GM : 선박의 횡방향 메타센타 높이(m).

K_i : 'i' 번째 컨테이너에서 래싱설비의 횡방향 강성으로 다음 식에 따른다.

$$K_i = \frac{E_i A_i \cos^2\theta_i}{\ell_i}, \quad (\mathrm{kN/mm})$$

K_c : 컨테이너 스프링 상수 ($\mathrm{kN/mm^2}$)로서, **표** 9에 따른다.

L_{BP} : 선수 수선과 선미 수선 간의 수평거리를 말한다(m).

R : 기선으로부터 선박의 운동중심까지의 높이. $R = \frac{1}{2}(0.35B + 1.4T_{LC})$

CR : 해당 컨테이너의 승인된 최대 총중량으로서 컨테이너의 용기중량(tare weight)에 적재중량(payload)을 더한 값(kN).

T_{LC} : 고려하는 적재상태에서의 선박의 형흘수(m).

T_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비에 작용하는 인장력 (kN).

T_θ, T_ϕ : 종동요, 횡동요의 주기(sec).

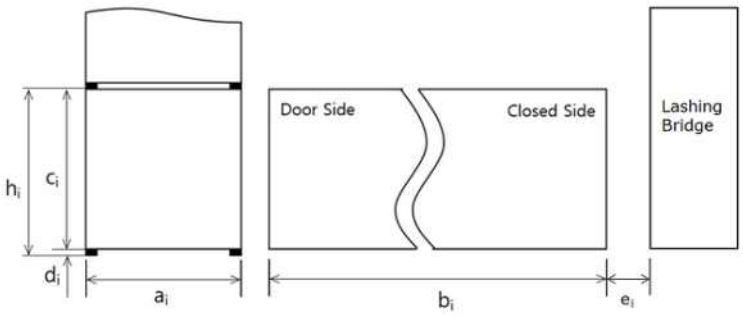
V_w : 풍속(m/s)으로서, 최소 36m/sec 로 한다.

W_i : 내용물을 포함한 컨테이너의 설계중량(ton)으로 최대중량이 명시되지 않은 경우, W_i 는 R(rating weight)로 한다. 빈 컨테이너의 경우, 다음의 최소중량으로 한다.
20 ft 컨테이너 : 2.5 ton
40 ft 컨테이너 : 3.5 ton
45 ft 컨테이너 : 4.0 ton

α : 풍력 계수로서 **표** 5에 따른다.

θ_i : 'i' 번째 컨테이너의 래싱설비의 래싱 각도로서, **그림** 9에 따른다.

θ, ϕ : 종동요, 횡동요의 각도 (radian).



〈정면〉 〈측면〉

그림 5 컨테이너 주요치수

(2) 선체운동에 의한 가속도 *(2019)*

(가) 다음의 선체운동을 고려하여야 한다.

BSRL : 횡파에 따른 최대 횡요 진폭

BSHA : 횡파에 따른 최대 상하동요 가속도

OSPH : 사파에 따른 최대 종요 진폭

선체운동가속도 계산에 필요한 각 선체운동 상태에 따른 조합계수는 **표** 5에 따른다.

(나) 횡요 및 종요에 대한 선체운동의 각도 및 주기는 **표** 6에 따른다. 고박설비의 하중계산시 고려하여야 하는 가속도는 다음 식에 따른다. 우리 선급이 인정하는 경우, 선체운동특성은 직접계산 방법에 따라 구할 수 있다. 길이방향 위치에 따른 동적계수 C_{yf}와 C_{zf}는 **표** 7과 같다.

$$a_x = -C_{XG}\, g \sin\phi + C_{XS} a_{surge} + C_{XP} a_{pitch}(z-R)$$

$$a_y = C_{YG}\, g \sin\theta + C_{yf} C_{YS} a_{sway} - C_{yf} C_{YR}\, a_{roll}(z-R)$$

$$a_z = C_{zf}\, C_{ZH}\, a_{heave} + C_{zf}\, C_{ZR}\, a_{roll}\,|y| - C_{zf}\, C_{ZP}\, a_{pitch}(x-0.45L)$$

표 5 동적 선체운동 조합계수 *(2019)*

		가속도					각도		풍력계수
		전후동요 (surge)	좌우동요 (sway)	상하동요 (heave)	횡동요 (roll)	종동요 (pitch)	횡동요 (roll)	종동요 (pitch)	
		C_{XS}	C_{YS}	C_{ZH}	C_{ZR}, C_{YR}	C_{XP}, C_{ZP}	C_{YG}	C_{XG}	α
BSRL	1	0	0.1	-0.1	-1.0	0	1.0	0	1.0
	2	0	-0.1	0.1	1.0	0	-1.0	0	-1.0
BSHA	1	-0.1	-0.6	-1.0	0.15	-0.1	-0.1	0	-1.0
	2	0.1	0.6	-1.0	-0.15	0.1	0.1	0	1.0
OSPH	1	-0.6	0.4	-0.4	-0.1	-1.0	0.1	1.0	0.5
	2	0.6	-0.4	-0.4	0.1	1.0	-0.1	-1.0	-0.5

표 6 선체 운동의 종/횡요의 각도 및 주기 *(2019)*

운동	각도(Angle of radian)(Deg)	주기(Periods) (sec)
횡동요 (roll)	$\theta = f_r \dfrac{9000(1.25-0.025\,T_\theta)}{(B+75)\pi}$ 30°(0.524 rad)를 넘을 필요는 없으며, - 폭이 40m 미만 인 경우, $f_r \times 22^\circ$ $(fr \times 0.384\,rad)$보다 작아서는 안되고, - 폭이 60m 이상인 경우, $f_r \times 18^\circ$ $(fr \times 0.314\,rad)$보다 작아서는 안된다. (폭이 중간값을 가지는 경우 선형 보간으로 결정한다.)	$T_\theta = \dfrac{2.3\pi\, k_r}{\sqrt{g\,GM}}$
종동요 (pitch)	$\phi = f_p 1350\, L^{-0.94}\left\{1.0 + \left(\dfrac{15}{\sqrt{gL}}\right)^{1.6}\right\}$	$T_\phi = \sqrt{\dfrac{2\pi L}{g}}$

표 7 길이방향 위치에 따른 동적계수 *(2019)*

x-방향 위치 (x/L_{BP})	C_{yf}	C_{zf}
0.0	1.63	1.11
0.1	1.46	1.11
0.2	1.32	1.05
0.3	1.24	1.04
0.4	1.20	1.02
0.5	1.20	1.06
0.6	1.23	1.18
0.7	1.30	1.29
0.8	1.39	1.40
0.9	1.52	1.40
1.0	1.68	1.40
주) 각 구간별 중간위치에 대한 값은 보간값을 사용한다.		

표 8 항로별 경감계수 *(2018)*

항로 (Route)	f_r	f_p	f_h
아시아-유럽 (Asia-Europe service)	-0.0035B+1.015, 최대 0.928	0.894	0.927
태평양 (Pacific service)	-0.0058B+1.159, 최대 1.00	0.906	1
태평양-대서양 (Pacific-Atlantic service)	-0.0022B+1.036, 최대 0.983	0.973	0.996
북해-지중해 (North Sea-Mediterranean Short Sea service)	-0.0033B+1.056, 최대 0.974	0.945	0.968
북대서양 (North Atlantic service)	1	1	1
아시아-남아메리카(서부해안) (Asia-South America(West Coast))	-0.0035B+1.046, 최대 0.959	0.915	0.991
남아메리카(동부해안)-아프리카 (South America(East Coast)-Africa)	-0.0014B+0.933, 최대 0.897	0.867	0.886
아프리카-동아시아 (Africa-East Asia)	-0.0005B+0.933, 최대 0.921	0.909	0.898
유럽(로테르담)-아프리카 (Europe(Rotterdam)-Africa)	-0.0019B+0.985, 최대 0.936	0.931	0.931
유럽(로테르담)-남아메리카(브라질) (Europe(Rotterdam)-South America(Brazil))	-0.0019B+1.005, 최대 0.957	0.956	0.941
미국(뉴욕)-남아메리카(브라질) (US(NYC)-South America(Brazil))	0.0034B+0.913, 최대 0.829	0.799	0.842
아시아-중동아시아(Asia-Middle East Asia)	-0.0072B+1.14, 최대 0.958	0.791	0.885
아시아 내부	-0.0071B+1.107, 최대 0.929	0.729	0891

(다) 항로별 경감계수는 해당 항로상의 환경조건에 대하여 설계수명 20년을 기준으로 하는 컨테이너선의 장기응답해석을 통하여 구하며 대표적인 항로에 대한 경감계수는 **표 8**에 따르며, 항해 패턴이 특이한 경우의 경감계수는 우리 선급과 협의하여 결정할 수 있다. **표 8**의 대표적인 항로의 전형적인 항적의 예는 **별첨 2**를 참조한다.

(라) 바람에 의한 하중은 최대풍속 36 m/sec을 기준으로 계산하며, 횡하중을 증가시키는 방향으로 적용한다.

(마) 최외곽 스택에 40ft 컨테이너가 적재되고 내부 스택에 40ft / 45ft / 48ft / 53ft 컨테이너가 적재되는 경우, 길이 방향 돌출부에 대한 풍하중은 적용하지 않는다. 최외곽에 20ft 컨테이너가 하나만 적재되고 뒤쪽에 40ft / 45ft / 48ft / 53ft 컨테이너가 적재되는 경우, 40ft / 45ft / 48ft / 53ft 컨테이너에는 50%의 풍하중을 적용한다.

(바) 풍하중을 적용받는 컨테이너 최상부와 내부 스택의 컨테이너 중심 간 높이 차이가 1.9m 미만인 경우, 풍하중을 적용하지 않는다. 풍하중을 적용받는 내부 스택의 최상부 컨테이너의 경우, 80%의 풍하중을 고려한다.(**그림 6** 참조)

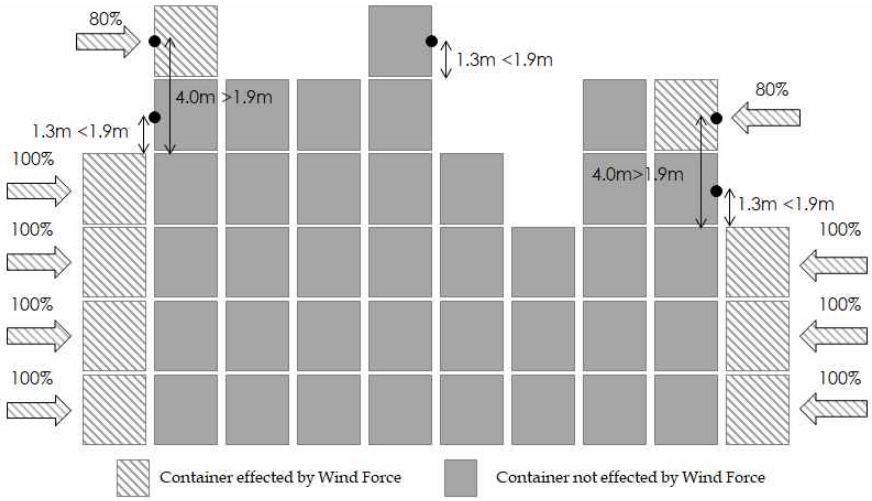


그림 6 풍하중 적용 구역 *(2019)*

(3) 래싱하지 않은 스택의 하중

(가) 스택의 각 컨테이너에 대하여 도출된 합성력은 다음과 같이 컨테이너 벽 사이에 균등하게 나누는 것으로 가정한다.

H_i : 하나의 횡방향 끝단에서의 미끌리는 힘으로 다음에 따른다.

$$H_i = a_{y(i)} \frac{W_i}{2} \text{(kN)}$$

J_i : 하나의 종방향 측면에서의 미끌리는 힘으로 다음에 따른다.

$$J_i = a_{x(i)} \frac{W_i}{2} \text{(kN)}$$

P_i : 각 코너 버팀목에서 수직력

$$P_i = a_{z(i)} \frac{W_i}{4} \text{(kN)}$$

Q_i : 하나의 횡방향 끝단에서의 풍력

$$Q_i = \frac{\alpha\, 7.33\, c\, b\, V_w^2 \cos(C_{YG}\Theta) \times 10^{-4}}{2} \; (kN) \qquad (2019)$$

첨자 i 는 특정 컨테이너를 의미한다.

(나) 각 컨테이너에 작용하는 횡방향 하중은 다음 식에 의한다.(첨자 i 는 특정 컨테이너를 의미한다, **그림** 7 참조)

$$F_i = C_c H_i + (1 - C_c) H_{i+1} + \frac{Q_i}{2} + \frac{Q_{i+1}}{2},\ i < n \text{ 인 경우}$$

$$F_i = C_c H_i + \frac{Q_i}{2},\ i = n \text{ 인 경우}$$

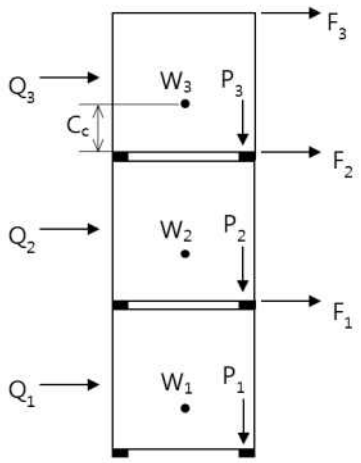


그림 7 래싱 하지 않은 스택에서 횡방향 하중의 계산 예

(다) 래싱하지 않은 스택에서의 컨테이너에 작용하는 하중은 각각 다음 식에 따른다.

(a) 래킹하중 (하나의 단부벽에 대하여) (**별첨** 3 참조)

$$Ru_i = \sum_{j=i}^{n} F_j$$

(b) 전단하중 (코너마다) (kN), 종방향 미끌림 하중이 추가되는 것을 제외하고는 래킹하중 계산과 동일한 방법을 사용한다.

$$Su_i = \sqrt{\left(0.55\sum_{j=i}^{n}(H_j + Q_j)\right)^2 + \left(0.55\sum_{j=i}^{n} J_j\right)^2}$$

(c) 코너 캐스팅의 압축하중 (kN), 음(-)의 부호는 압축력을 나타낸다. 이 값의 절대값은 **그림** 12 (c)의 허용값 이하이어야 한다. *(2017)*

$$\text{상부 : } Cu_{i_top} = \sum_{j=i+1}^{n} P_j - \frac{1}{a_{i+1}} \sum_{j=i+1}^{n} \left(F_j \sum_{k=i+1}^{i} h_k \right)$$

$$\text{하부 : } \quad Cu_{i_btm} = \sum_{j=i}^{n} P_j - \frac{1}{a_i} \sum_{j=i}^{n} \left(F_j \sum_{k=i}^{j} h_k \right)$$

(d) 하부 코너 캐스팅의 수직 분리력 (kN), 양(+)의 부호는 수직 분리력을 의미하며, 양의 값에 대해서만 **그림** 12 에서 확인할 수 있다.

$$Lu_i = \sum_{j=i}^{n} P_j + \frac{1}{a_i} \sum_{j=i}^{n} \left(F_j \sum_{k=i}^{j} h_k \right)$$

(라) 래싱되지 않은 스택의 경우, 상기 (다)로부터 계산된 합성력은 해당 컨테이너의 허용하중을 초과하여서는 안 된다. ((6)호 참조) 합성력이 허용치를 초과하는 경우, 래싱설비를 배치하여야 한다. 잠금장치와 지지재에서의 합성력은 해당 설비의 승인된 허용하중을 초과하여서는 안 된다. (2항 및 3항 참조)

(4) 래싱된 적재방법

(가) 고박설비에 래싱을 포함시킬 경우, 고박설비의 유연성을 위해 적절한 허용치가 있어야 하며, 이를 위하여 다음의 값들을 도입할 수 있다.

(a) 컨테이너의 래킹 변형 : 컨테이너의 래킹변형에 대한 컨테이너 벽의 스프링 상수는 **표 9**에 따르며, 특정 베이에 크기가 다른 컨테이너가 혼재될 경우 가장 작은 상수값을 적용할 것을 권장한다.

표 9 컨테이너의 스프링상수

높이(m)	단벽(문) (kN/mm)	단벽 (kN/mm)	측면벽 (kN/mm)
2.438	3.7	16.7	6.1
2.591	3.5	15.4	5.7
2.743	3.3	14.3	5.4
2.896	3.2	13.3	5.1

(b) 컨테이너의 수평이동 : 컨테이너 잠금장치의 허용치로 인한 컨테이너의 초기변위는 적재배치와 관련하여 고려하여야 한다. 일반적으로 컨테이너의 초기변형은 전형적인 배치의 계산절차에서는 무시할 수 있다.

(c) 래싱설비의 연신율: 래싱설비의 연신율은 래싱설비의 유효탄성계수를 참조하여 결정하며 실제 시험값이 없는 경우 **표 10**의 값을 이용한다.

표 10 래싱설비의 연신율

고박설비 형식	연신율
훅 타입 턴버클의 강재 고박설비 래싱	98 kN/mm^2
턴버클과 래싱아이(lashing eyes)를 포함한 짧은(1단) 강재 고박설비 래싱(knob 형)	140 kN/mm^2
턴버클과 래싱아이(lashing eyes)를 포함한 긴 강재 고박설비 래싱(knob 형)	175 kN/mm^2
강재 와이어 로프 래싱	90 kN/mm^2
강재 체인 래싱(체인의 호칭 지름 기준)	80 kN/mm^2
조정 가능한 인장 / 압축 버트리스	120 kN/mm^2

(나) 래싱 위치와 컨테이너 스택 바닥 사이의 구조에 유연성을 위한 다른 모든 요소가 필요한 경우, 평가 및 고려되어야 한다. 이들의 예로는 래싱 브릿지(lashing bridge)의 유연성, 창구덮개의 미끌림 또는 선체의 비틀림 변형 등이 있다.

(다) 2개의 래싱 로드와 2개의 턴버클이 인접한 코너 캐스팅에 각각 부착되는 이중래싱의 경우, 래싱 로드의 각 단면적은 단일로드 단면적의 100 %로 한다. 1개의 턴버클과 2개의 래싱 로드를 조합하여 사용하는 이중래싱의 경우도(**그림 8**) 동일한 단면적을 사용한다. *(2021)*

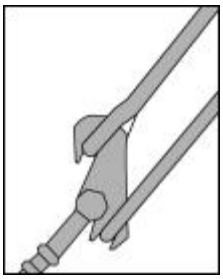


그림 8

(라) 계산은 컨테이너 스택의 각 단벽(모든 단벽(문)(door ends) 및 단벽(closed ends))에 대하여 수행된다.
(마) 전형적인 배치에 있어, 'i'번째 컨테이너의 래싱설비의 스프링 상수 K_i는 **그림** 9에 따라 계산할 수 있다.

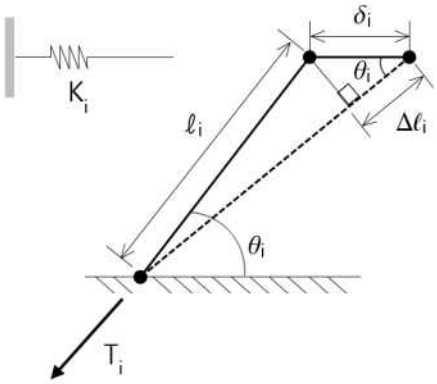


그림 9 래싱 설비의 수평 강성

$$T_i = \frac{E_i A_i}{\ell_i}\Delta\ell_i = \frac{E_i A_i}{\ell_i}(\delta_i \cos\theta_i)$$

$$T_i \cos\theta_i = \frac{E_i A_i}{\ell_i}(\delta_i \cos\theta_i)\cos\theta_i = \frac{E_i A_i \cos^2\theta_i}{\ell_i} \cdot \delta_i$$

$$K_i = \frac{E_i A_i \cos^2\theta_i}{\ell_i}$$

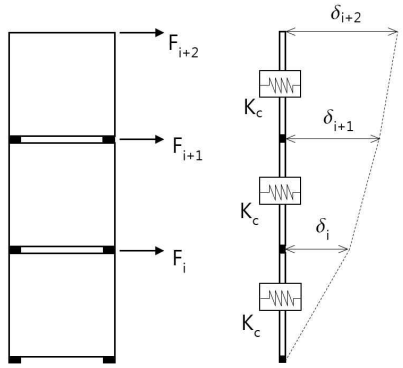
상기 구성의 경우, 고정 래싱판의 배치는 경사진 래싱설비를 설치하기에 적합하여야 한다. 또한 경사부에서 컨테이너를 적절하게 고박하기 위하여 래싱설비 머리(head of lashing rods)의 설계에 주의하여야 한다.

(바) 버트레스(buttress) 또는 버팀목(shore)은 래싱과 유사한 방법으로 모델링할 수 있다. 버트레스 또는 버팀목(shore)을 따라 2개 이상의 스택이 버트레스 또는 버팀목으로 인접하는 컨테이너 사이 연결구(linkage)에 의하여 지지되는 경우 모델링시 이를 고려하여야 한다.

(사) 래싱된 상태의 합성력은 (5)호에 따라 결정한다. 스택에서 힘의 분포는 가해진 힘의 영향 하에서 관련 지지요소의 연신율의 상응요소와 컨테이너의 전체 이동량과 동일하다는 가정에 의해 구해진다. 래싱설비에서 인장으로 인한 횡하중은 **그림** 10과 같다. 이러한 힘들은 여러 층의 높이까지 연장되는 래싱 브릿지의 설치시 고려된다.

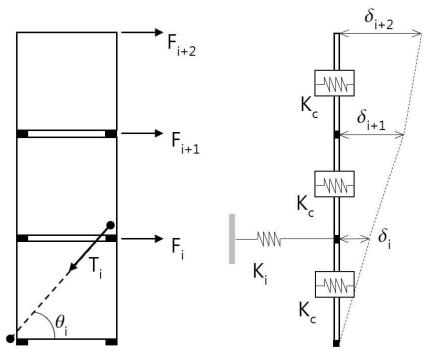
(아) 래싱설비 인장력이 결정되면, 컨테이너의 잔류력은 (5)호에서 주어진 방법에 따라 스택을 통하여 전달된다. 이 모델은 컨테이너 층 사이의 잠금장치가 수직 분리력에 저항할 수 있다고 가정한다. 즉 수직 분리력이 발생될 경우, 적절한 잠금장치가 설치되어 하중을 전달하는 것으로 가정한다.

(자) 일반적으로, 내부래싱방법은 컨테이너가 래싱설비에 의해 적재된 경우에 사용하여야 한다. **그림** 11의 외부래싱은 내부래싱이 무거운 스택으로 인해 더 큰 하중을 견딜 수 없을 경우에만, 우리 선급이 적절함을 검증한 후 적용할 수 있다. *(2017)*



래싱하지 않은 스택

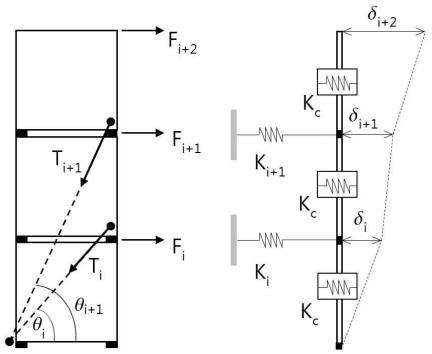
$$\begin{cases} \delta_i = \dfrac{Ru_i}{K_c} \\ \delta_{i+1} = \dfrac{Ru_i + Ru_{i+1}}{K_c} \\ \delta_{i+2} = \dfrac{Ru_i + Ru_{i+1} + Ru_{i+2}}{K_c} \end{cases}$$



1단 래싱

$$\begin{cases} \delta_i = \dfrac{Ru_i - T_i\cos\theta_i}{K_c} = \dfrac{T_i\cos\theta_i}{K_i} \\ \delta_{i+1} = \dfrac{Ru_i - T_i\cos\theta_i + Ru_{i+1}}{K_c} \\ \delta_{i+2} = \dfrac{Ru_i - T_i\cos\theta_i + Ru_{i+1} + Ru_{i+2}}{K_c} \end{cases}$$

$$T_i\cos\theta_i = \frac{K_i\sum_{k=1}^{i} Ru_k}{K_c + (iK_i)}$$



2단 래싱

$$\begin{cases} \delta_i = \dfrac{Ru_i - T_i\cos\theta_i - T_{i+1}\cos\theta_{i+1}}{K_c} = \dfrac{T_i\cos\theta_i}{K_i} \\ \delta_{i+1} = \dfrac{(Ru_i - T_i\cos\theta_i - T_{i+1}\cos\theta_{i+1}) + (Ru_{i+1} - T_{i+1}\cos\theta_{i+1})}{K_c} \\ \qquad = \dfrac{T_{i+1}\cos\theta_{i+1}}{K_{i+1}} \\ \delta_{i+2} = \dfrac{(Ru_i - T_i\cos\theta_i - T_{i+1}\cos\theta_{i+1}) + (Ru_{i+1} - T_{i+1}\cos\theta_{i+1}) + Ru_{i+2}}{K_c} \end{cases}$$

$$T_i\cos\theta_i = \frac{K_iK_{i+1}\left[\left(\sum_{k=1}^{i} Ru_k\right) - iRu_{i+1}\right] + K_iK_c\sum_{k=1}^{i} Ru_k}{iK_i(K_{i+1} + K_c) \ + \ K_c[(i+1)K_{i+1} + K_c]}$$

$$T_{i+1}\cos\theta_{i+1} = \frac{K_{i+1}\left(K_c\sum_{k=1}^{i+1} Ru_k\right) + iK_iK_{i+1}Ru_{i+1}}{iK_i(K_{i+1} + K_c) \ + \ K_c[(i+1)K_{i+1} + K_c]}$$

그림 10 래싱 스택에서 횡하중의 계산방법

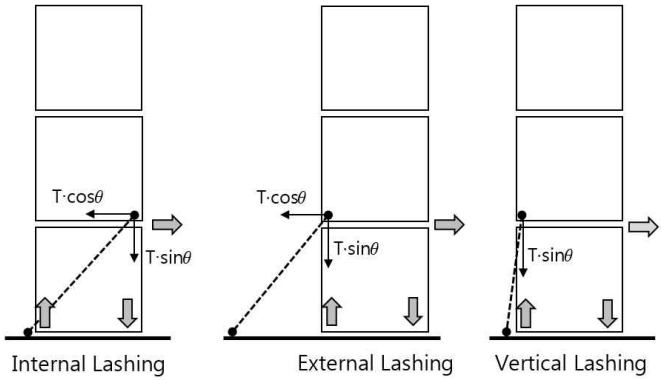


그림 11 래싱 방법의 종류

(5) 래싱된 상태에서의 합성력

(가) 래싱 위치에서 컨테이너의 횡방향 하중은 (3)호와 유사한 방법으로 구할 수 있으며 다음과 같다. 'i'번째 층이 래싱되지 않은 경우, 인장력은 '0'이어야 한다.

$$Ft_i = F_i - T_i \cos\theta_i$$

$$Pt_i = P_i - T_i \sin\theta_i$$

(a) 하나의 끝단벽의 래킹 하중 (kN)

$$Rt_i = \sum_{j=i}^{n} Ft_j$$

(b) 하나의 코너의 전단하중 (kN), 종방향 미끌림 하중이 추가되는 것을 제외하고는 래킹하중 계산과 동일한 방법을 사용한다.

$$St_i = \sqrt{\left(0.55\sum_{j=i}^{n}(H_j + Q_j - T_j\cos\theta_j)\right)^2 + \left(0.55\sum_{j=i}^{n} J_j\right)^2}$$

(c) 상부 코너 캐스팅의 압축하중 (kN), (이 하중의 절대값은 **그림** 12의 기준과 비교하여야 하며, 부호가 음(-)일 경우, 압축력을 의미한다.) *(2017)*

내부래싱의 경우 :

$$Ct_{i_top} = \sum_{j=i+1}^{n} Pt_j - \frac{1}{a_{i+1}}\sum_{j=i+1}^{n}\left(Ft_j \sum_{k=i+1}^{j} h_k\right) - T_i \sin\theta_i$$

외부래싱의 경우 :

$$Ct_{i_top} = \sum_{j=i+1}^{n} P_j - \frac{1}{a_{i+1}}\sum_{j=i+1}^{n}\left(Ft_j \sum_{k=i+1}^{j} h_k\right)$$

(d) 하부 코너 캐스팅의 압축하중 (kN), (이 하중의 절대값은 **그림** 12의 기준과 비교하여야 하며, 부호가 음(-)일 경우, 압축력을 의미한다.) *(2017)*

내부래싱의 경우 : $Ct_{i_btm} = \sum_{j=i}^{n} Pt_j - \frac{1}{a_i}\sum_{j=i}^{n}\left(Ft_j \sum_{k=i}^{j} h_k\right)$

외부래싱의 경우 : $Ct_{i_btm} = \sum_{j=i}^{n} P_j - \frac{1}{a_i}\sum_{j=i}^{n}\left(Ft_j \sum_{k=i}^{j} h_k\right)$

(e) 하부 코너 캐스팅의 수직 분리력 (kN), 이 값이 양(+)일 경우 수직 분리력을 의미하며 양(+)일 경우에만 **그림** 12의 기준과 비교하여야 한다. *(2017)*

내부래싱의 경우 : $Lt_i = \sum_{j=i}^{n} P_j + \frac{1}{a_i}\sum_{j=i}^{n}\left(Ft_j \sum_{k=i}^{j} h_k\right)$

3

외부래싱의 경우 : $Lt_i = \sum_{j=i}^{n} Pt_j + \frac{1}{a_i}\sum_{j=i}^{n}\left(Ft_j \sum_{k=i}^{j} h_k\right)$

(나) 컨테이너 하중은 (6)호의 허용값을 초과하지 않아야 한다. 래싱설비의 인장력은 래싱설비의 허용사용하중을 초과하지 않아야 한다. 문이 없는 단벽 최상층 외부래싱에는 틸팅(tilling)에 의한 추가장력의 영향을 고려하여야 한다. 다만, 스프링 등을 적용하여 추가 장력 발생의 우려가 없는 고박 장비가 사용되는 경우 추가 장력은 고려하지 않을 수 있다. *(2019)*

$$\delta v_{act} = F_{NL_Trigger} / K_{v_upper_eff}$$

$$F_{NL_Trigger} = Lt_{i+1} - T_i \sin\theta_i$$

$$K_{v_upper_eff} = C_k \frac{E_i A_i \sin^2\theta_i}{l_i}$$

C_k : 비선형 계수로서 우리선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

$\delta v_{\max}$: 트위스트락과 컨테이너 모서리 사이의 수직간격으로, 일반적으로 20mm를 적용할 수 있다. HHS(High Holding Securing) 또는 HHT(High Holding Twist) 추가특기부호를 가지는 선박의 경우, **제조법 및 형식승인 지침 제3장 제25절 2504.** 또는 **2505.**의 15mm 요건을 만족하여야 하며, 계산에 적용할 수 있다. *(2022)*

Note 1 : 전자동 트위스트락의 경우, 성능 시험 성적서가 반드시 제출되어야 한다. 성능 시험 성적서의 수직 간격이 20mm를 초과할 경우, 해당 값을 적용하여야 한다.

Note 2 : 더 작은 값을 사용하고자 하는 경우, 성능 시험 성적서를 근거로 우리 선급과 협의하여 해당값을 사용할 수 있다.

$$\delta v_{final} = \max(0, \min(\delta v_{\max}, \delta v_{act}))$$

$$T_{i-final} = T_i + \frac{K_{v_upper_eff}\,\delta v_{final}}{\sin\theta_i}$$

상기 수식으로 최상층 외부래싱의 장력을 계산 후, 아래 쪽 외부래싱의 장력을 재계산하여야 한다. 이때, 하중 모델에서 최상층 외부래싱의 수평장력 성분을 공제하고, 최상층 외부래싱의 수평강성은 강성모델에서 제외한다. 모든 래싱로드의 장력 재계산후 컨테이너 하중을 재계산하여야 한다, *(2019)*

(다) 버트레스 또는 버팀목(shore)에 의하여 외부지지되는 경우, 이 지지에 나란한 연결부에 의하여 하중이 전달된다. 지지부에 인접한 컨테이너의 횡방향 끝단부에서의 힘은 다음과 같이 주어진다.

$F_b(\frac{2N-1}{2N})$ (kN) 그리고

컨테이너에 인접한 연결부에서의 힘은, $F_b(\frac{N-1}{N})$ (kN)

F_b : 버트레스 또는 버팀목(shore)에서의 계산된 힘 (kN)

N : 버트레스 또는 버팀목(shore)에 의해 지지된 컨테이너 행수

(6) 컨테이너에 대한 허용하중

(가) ISO 컨테이너의 경우, 고박배치는 컨테이너에 작용하는 힘이 **표 12**의 값을 초과하지 않도록 설계되어야 한다.

ISO 1496-1: 1990 (개정 No. 1, 2 및 3의 컨테이너를 포함)컨테이너의 최대허용하중을 **그림 11**에 나타내었다. 제조된 컨테이너에 작용하는 최대하중이 **그림 12**에 설명되어 있다. ISO 1496-1:1990/개정 No. 4, 2006에 따라 제작된 컨테이너에 대한 래싱배치 계산방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 계산되어야 한다.

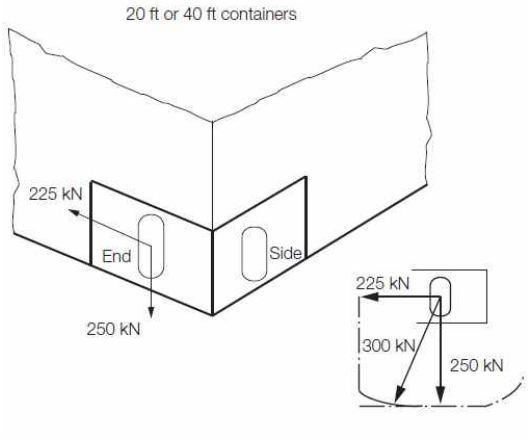
(나) ISO 1496-1:1990/개정 No. 4, 2006에 따른 45 ft 컨테이너가 40 ft 컨테이너 상단에 적재되는 경우, 45 ft의 상부 캐스팅의 모서리 포스트 하중은 404 kN의 압축력을 초과하여서는 안 된다. 컨테이너 하부 구조의 강도는 전달된 힘을 견딜 수 있어야 한다. 40 ft 컨테이너의 상층에 적재된다면 45 ft 컨테이너 끝단에 래싱은 적용하지 않는다.

표 11 ISO 컨테이너의 허용하중 *(2018)*

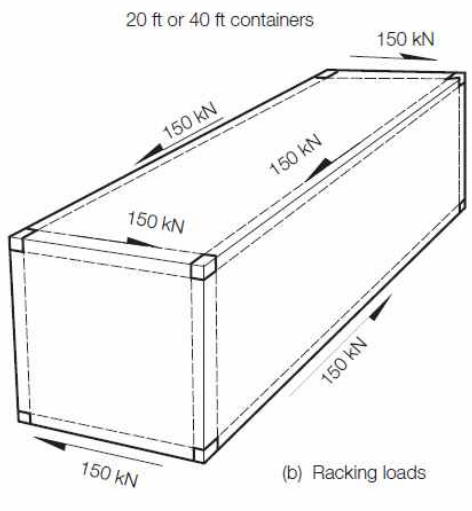
	허용하중	
	20 ft 컨테이너(kN)	40 ft 컨테이너(kN)
측면에 평행하게 작용하는 컨테이너 코너 캐스팅으로부터의 횡하중 (**그림 12** (b)참조)	150	150
컨테이너 코너 캐스팅에 작용하는 래싱설비에 의한 횡하중으로 끝단에 평행하게 작용하는 횡하중(비고 1 참조) (**그림 12** (a)참조)	225	225
래싱설비에 의한 컨테이너 코너 캐스팅에 작용하는 수직력으로 컨테이너 측면벽 또는 양단벽에 평행하게 작용하는 수직력(비고 1 참조) (**그림 12** (a)참조)	250	250
컨테이너 양단벽에 작용하는 래킹력 (**그림 12** (b)참조)	150	150
컨테이너 측면면에 작용하는 래킹력 (**그림 12** (b)참조)	150	150
각 상부 코너 (top corner)에서의 수직력, 인장 (**그림 12** (c)참조)	250	250
각 하부 코너 (bottom corner)에서의 수직력, 인장 (**그림 12** (c)참조)	250	250
각 상부 코너 기둥에서의 수직력, 압축 (**그림 12** (c)참조)	848	848
스택에서 가장 낮은 컨테이너의 각 하부 코너 캐스팅에서의 수직력, 압축(**그림 12** (c)참조)	848 + (1.8R)/4 (비고 3 & 4 참조)	848 + (1.8R)/4 (비고 3 & 4 참조)
상부 및 상부면에 평행하게 작용하는 횡방향 힘, 인장 또는 압축 (비고2 참조)(**그림 12** (d)참조)	340	340
하부 및 하부면에 평행하게 작용하는 횡방향 힘, 인장 또는 압축 (비고2 참조)(**그림 12** (d)참조)	500	500

(비고)

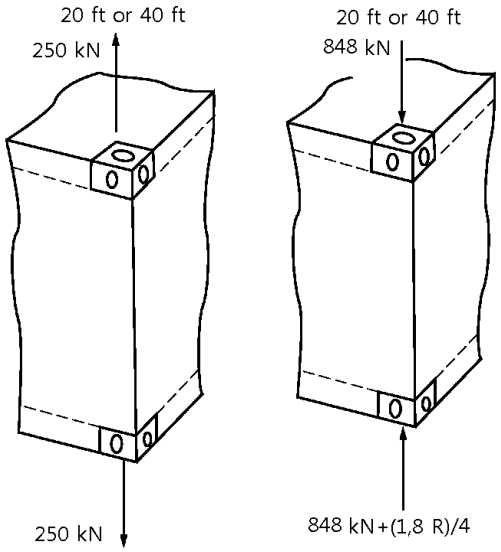
1. 어떤 경우에도 수직력과 횡하중의 합력이 **그림 12** (a)의 제한값을 초과하여서는 아니 된다.
   수직력과 횡하중은 합력 수직방향 최대성분이며 만약 수직 또는 수평 래싱이 사용되는 경우에는 이를 최대하중으로 사용되어서는 아니 된다.
2. 버트레스가 중간 높이에서 스택을 지지하는 경우, 그 높이에서의 컨테이너의 횡방향 합력은 상부 및 하부의 합력을 넘어서는 아니 된다.
3. 최하층 컨테이너의 단벽(closed ends) 상의 하부 코너 캐스팅에 작용하는 수직 압축력은 다음의 조건을 만족할 경우, 848 + (1.8R/4) kN를 초과할 수 있다.
   (a) 상층 컨테이너로부터 최하층 컨테이너에 작용하는 수직 압축력은 848 kN을 초과하여서는 아니 된다.
   (b) 상층 컨테이너로부터 최하층 컨테이너에 작용하는 횡방향 래킹력은 150 kN을 초과하여서는 아니 된다.
   (c) 하부 코너 캐스팅에 작용하는 수직 압축력은 승인 받은 받침 소켓 및 받침 트위스트락(미드락) 증서 상의 안전 사용 하중을 초과하여서는 아니 된다. *(2018)*
4. 컨테이너가 ISO 1496-1(개정 2014 포함) 따라 승인된 경우, 허용하중은 848 kN 대신에 942 kN이 사용할 수 있다.



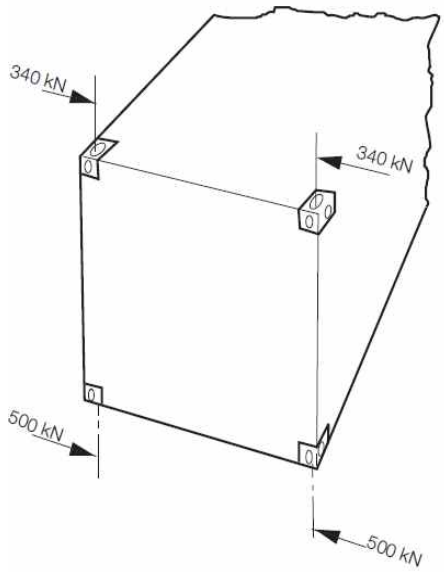
(a) 코너 캐스팅 래싱 하중



(b) 20 ft(40 ft) 컨테이너, 압축 또는 인장



(c) 코너 수직 분리력(pull-out) 및 압축력
컨테이너가 ISO 1496-1 (개정 2014 포함)따라 승인된 경우, 허용하중은 848 kN 대신 942 kN 을 사용할 수 있다.



(d) 횡방향 압축력

그림 12 ISO 1496-1:1990 (개정 2014 포함)에 따라 제작된 20 ft 또는 40 ft 컨테이너의 허용하중

9. 컨테이너 고박강도계산 프로그램 및 계산기기

(1) 일반사항

(가) 이 항의 요건은 1항 (2)호에 따라 각 호선에 컨테이너 고박강도계산시스템을 설치하고자 하는 경우에 적용한다.

(나) 컨테이너 고박강도계산프로그램 시스템은 고박강도계산프로그램(소프트웨어) 및 계산기기(하드웨어)로 구성된다.

(다) 컨테이너 고박강도계산기기(하드웨어)
(a) 고박강도계산기기의 형식승인을 받고자 하는 경우에는 **제조법 및 형식승인지침 3장 5절**에 따른다.
(b) 본선에 설치되는 고박강도계산기기는 형식승인된 기기가 설치되는 경우에는 1대, 형식승인된 기기가 아닌 경우에는 2대를 설치하여야 한다.
(c) 고박강도계산프로그램은 적하지침기기에 통합하여 설치할 것을 권장한다.
(라) 컨테이너 고박강도계산프로그램(소프트웨어)
(a) 고박강도계산프로그램의 설계승인을 받고자 하는 경우에는 **제조법 및 형식승인지침 4장 3절**에 따른다.
(b) 설계승인과 관계없이, 선박에 설치되는 고박강도계산프로그램은 해당 호선의 Test report를 제출하여 본부의 승인을 받아야 하며, 승인된 Test report에 대해 본선 입회 시험을 실시하여야 한다.
(c) Test report에는 적어도 다음의 계산이 포함되어야 한다. *(2017)*
(i) 계산 결과 중 최대하중(래킹하중, 전단하중, 압축하중, 수직분리력, 래싱장력)에 대한 요약결과
(ii) 선수부, 중앙부, 선미부 bay에 대한 계산 예
(iii) 항로별 경감계수를 적용하는 경우, 이에 대한 계산 예

(2) 제출문서
(가) 고박강도계산프로그램을 승인 받고자 하는 경우, 해당 호선에 대한 다음 문서 3부를 우리 선급으로 제출하여 승인받아야 한다.
(a) 사용자 매뉴얼
(b) 프로그램 설명서(설계승인을 받은 경우, 제출 생략 가능)
(c) Test report
(d) 프로그램에 저장된 본선 주요 특성
(나) 모든 제출 문서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
(a) 선명, 선박 건조자명, 건조번호 및 선박 식별번호
(b) 프로그램명, 버전 번호 및 버전 날짜
(c) 프로그램 제조자 및 주소
(d) 주요 내용에 대한 목록
(다) (가)에 의해 제출되는 문서에는 다음 내용이 포함되어야 한다.
(a) 사용자 매뉴얼
(i) 프로그램 개요
(ii) 설계승인증서 사본(설계승인을 받은 경우)
(iii) 프로그램 구동에 필요한 고박강도계산기기(하드웨어) 사양
(iv) 에러 및 경고 메시지(각각의 경우에 대해 사용자가 조치할 수 있는 지침 포함)
(v) 컨테이너, 고박설비 및 선박에 대한 강도 허용치
(vi) 삽화 또는 출력 견본 등을 통한 계산 절차 예시
(vii) 각 화면 출력에 대한 예시 및 이에 대한 설명
(b) 프로그램 설명서
(i) 순서도를 포함한 프로그램 기능에 대한 설명
(ii) 계산 방법 및 원리에 대한 설명
(c) Test report에는 적어도 다음의 계산이 포함되어야 한다.
(i) 화물창 내의 대표적인 컨테이너 적재상태
(ii) 혼합적재 상태(적용하는 경우)
(iii) 갑판 상의 대표적인 적재상태
(iv) 갑판 적재상태(트위스트락(twistlocks)으로만 고박한 경우)
(v) 스택 중량을 초과한 경우
(vi) 고박 하중을 초과한 경우
(vii) 수직 분리력을 초과한 경우
(viii) 최외곽 스택이 허용치를 넘는 경우에 대한 예시
(d) 프로그램에 저장된 본선 주요 특성
(i) 선박의 주요 치수
(ii) 선미수선으로부터 각 베이의 위치

(iii) 컨테이너, 고박설비 및 선박에 대한 강도 상 허용치
(iv) 일반적인 적재 제한 조건

(3) 컨테이너 고박강도계산프로그램 설계 요건

(가) 각 컨테이너 배치에 대해 다음 사항들을 표시할 수 있어야 한다.
(a) 선박의 흘수
(b) GM값
(c) 각 컨테이너의 중량
(d) 컨테이너 스택의 위치
(e) 고박(lashing) 배치
(f) 각 컨테이너의 가속도
(g) 각 컨테이너에 대해 계산된 하중
(h) 강도 허용치(컨테이너 내력, 고박설비 및 지지구조에 작용하는 하중 고려)
(i) 강도 허용치를 초과한 경우 이에 대한 경고 표시
(j) 입력 및 결과 화면은 그래픽으로 표시할 수 있어야 하며 결과물은 출력 가능하여야 함

(나) 사용자가 잘못된 값을 입력할 경우, 값이 입력되지 않도록 설계하여야 한다.

(다) 프로그램에 저장된 본선 특성자료는 사용자에 의해 변경될 수 없도록 보호되어야 한다.

(4) 프로그램 계산 결과 허용 기준

프로그램에 의한 계산 값과 우리 선급에 의해 계산된 값의 차이는 다음 식에 따른다.

[(프로그램에 의한 계산값) - (우리 선급에 의해 계산된 값)] / 허용치 ≦ ±5%

(5) 본선 시험 및 승인

(가) 본선에 설치된 고박강도계산프로그램 시스템의 적합성 및 프로그램이 정상적으로 계산되는지를 검증하기 위하여 우리 선급 검사원 입회하에 본선 시험을 실시하여야 한다.

(나) 본선 시험은 승인된 Test report의 결과와 본선에 설치된 프로그램의 계산결과가 일치하는지에 대해 확인하는 것으로 하며 불일치하는 경우, 해당 프로그램은 승인되어서는 안 된다.

(다) 본선 시험은 승인된 Test report의 모든 적재조건에 대해 수행되어야 하며, 적재조건 중 적어도 하나는 계산이 적절히 수행되는지 확인하기 위해 계산 절차의 처음부터 진행되어야 한다.

(라) 고박강도계산기기(하드웨어)가 형식 승인 받지 않은 경우, 시험은 두 대의 하드웨어에서 시행되어야 하며 두 대의 하드웨어는 증서 상에 명기되어야 한다.

(마) 본선 시험 결과가 적합한 경우, 고박강도계산프로그램 시스템에 대한 승인증서를 발급하며, 승인증서에는 다음 내용이 포함되어야 한다.
(a) 선명, 선박건조 조선소, 선급번호 및 선박 건조일
(b) 프로그램명 및 버전
(c) 프로그램 제조자명 및 주소
(d) 형식승인증서 및 설계승인증서 번호(해당되는 경우)
(e) 하드웨어명, 시리얼 번호 및 제조자명(형식승인을 받지 않은 경우, 2대 모두 기입)
(f) 승인된 Test report의 승인번호 및 승인날짜

(바) 고박강도계산프로그램 시스템 승인증서 및 승인된 Test report는 사용자 매뉴얼과 함께 본선에 보관되어야 한다.

(6) 승인내용의 변경

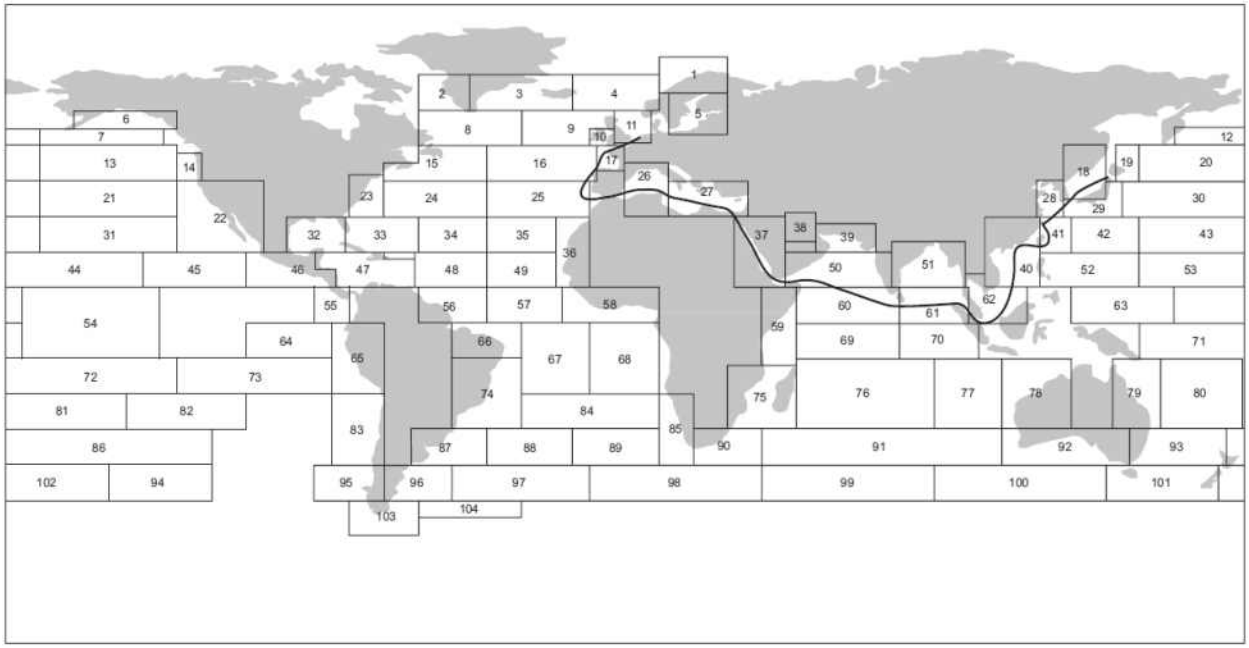
프로그램에 대한 변경은 설계자에 의해 이루어져야 하며 변경이 발생할 경우, 기 발행된 증서의 효력을 상실하게 되므로 즉시 우리 선급에 통보하여야 하며 변경 사항에 대하여는 우리 선급에 재승인 받아야 한다.

별첨 1 각 형태별 컨테이너의 주요치수

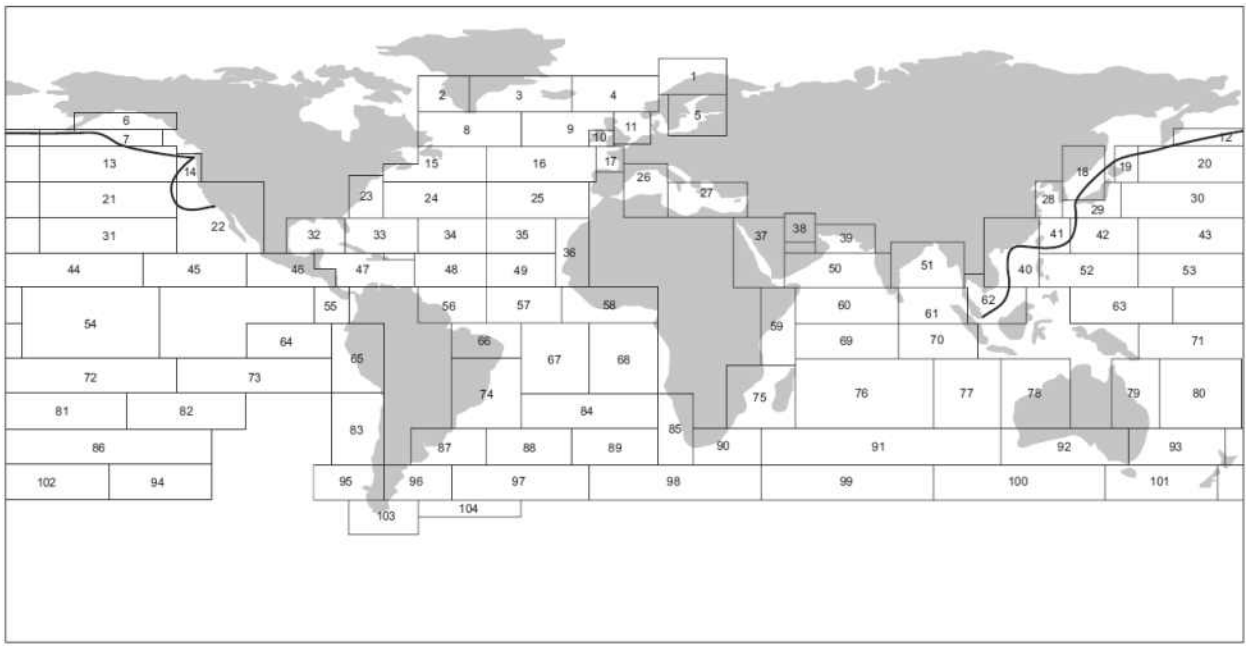
크기 (size)	외부치수 (external dimension)						최대 총질량 (rating) (kg)
	길이(length)		폭(width)		높이(height)		
	(mm)	오차 (tolerance) (mm)	(mm)	오차 (tolerance) (mm)	(mm)	오차 (tolerance) (mm)	
10ft (ISO)	2,991	+0/-5	2,438	+0/-5	2,438	+0/-5	10,160
20ft (ISO)	6,058	+0/-6	2,438	+0/-5	2,438 2,591	+0/-5	30,480
30ft (ISO)	9,125	+0/-10	2,438	+0/-5	2,438 2,591 2,896	+0/-5	30,480
40ft (ISO)	12,192	+0/-10	2,438	+0/-5	2,438 2,591 2,896	+0/-5	30,480
45ft (ISO)	13,716	+0/-10	2,438	+0/-5	2,591 2,896	+0/-5	30,480
48ft	14,630	+0/-10	2,591	+0/-5	2,908	+0/-5	30,480
53ft	16,154	+0/-10	2,591	+0/-5	2,908	+0/-5	30,480

별첨 2 주요 항로 예시 *(2018)*

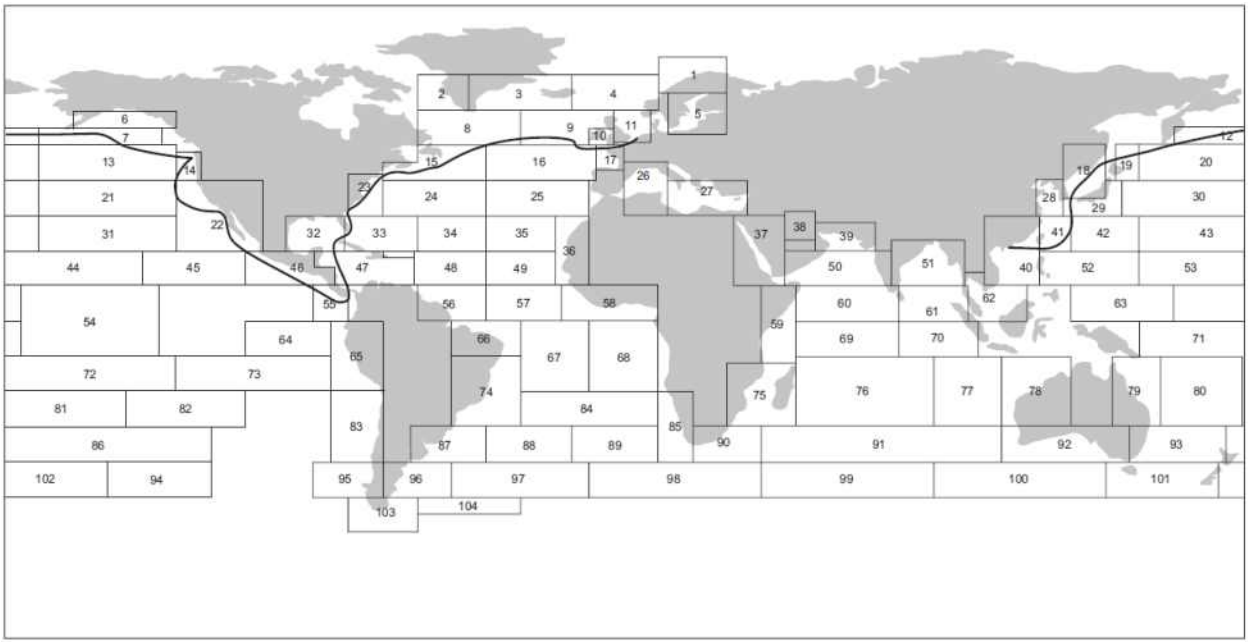
1. 아시아 - 유럽



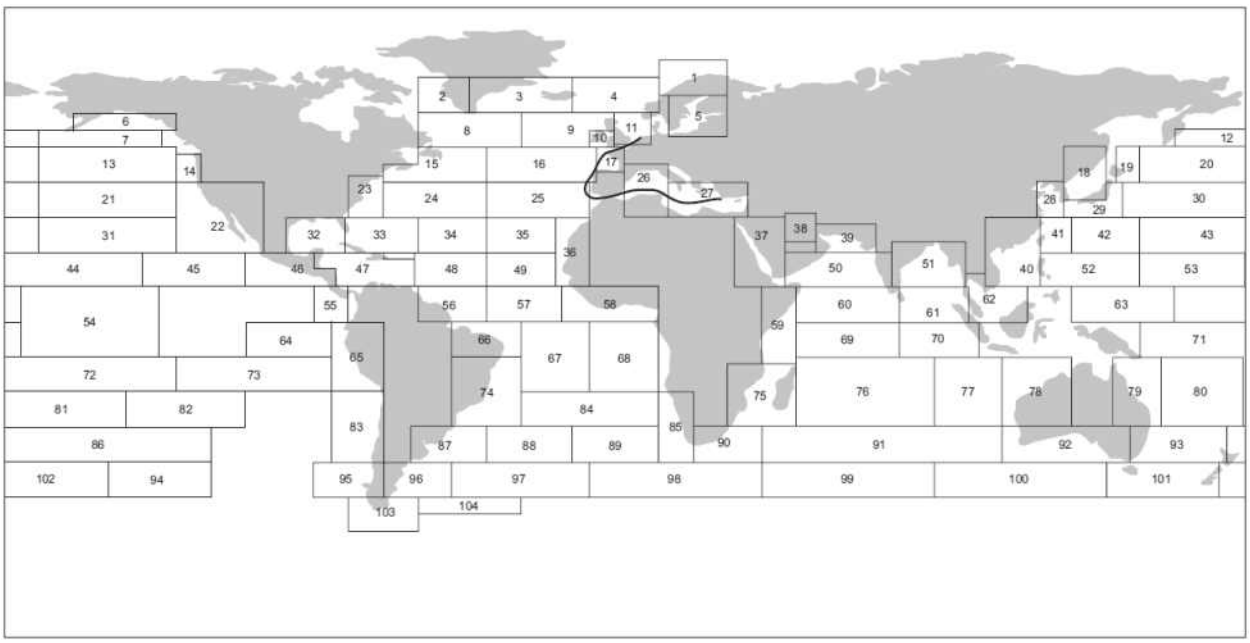
2. 태평양



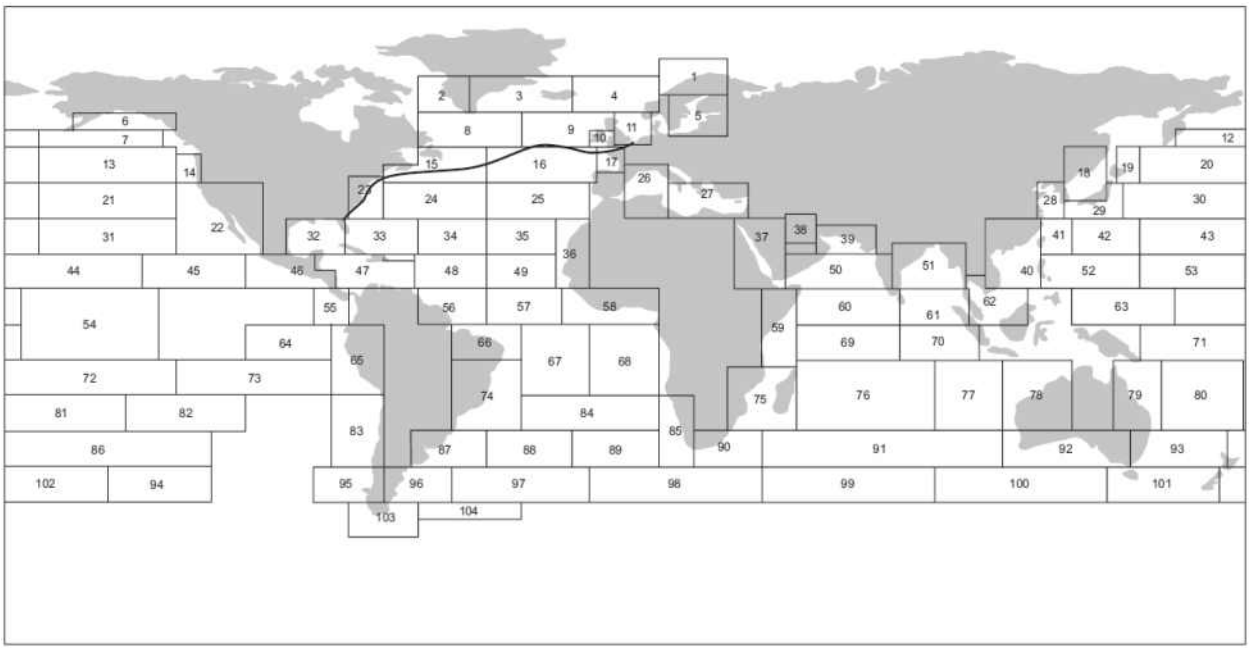
3. 태평양 - 대서양



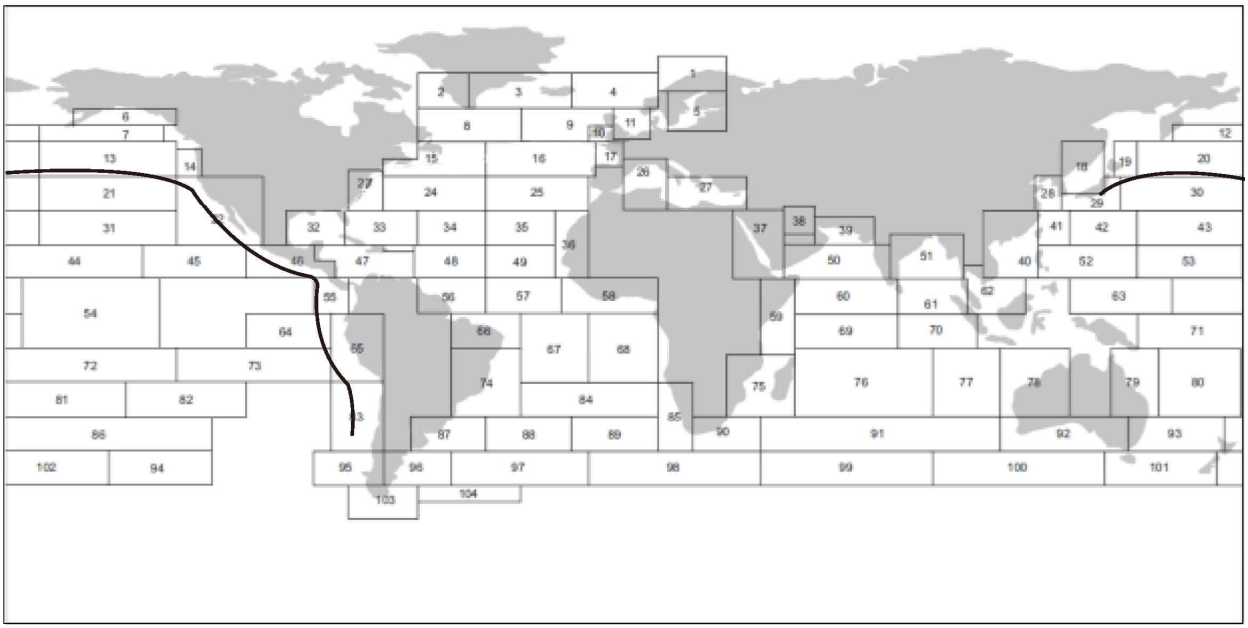
4. 북해 - 지중해



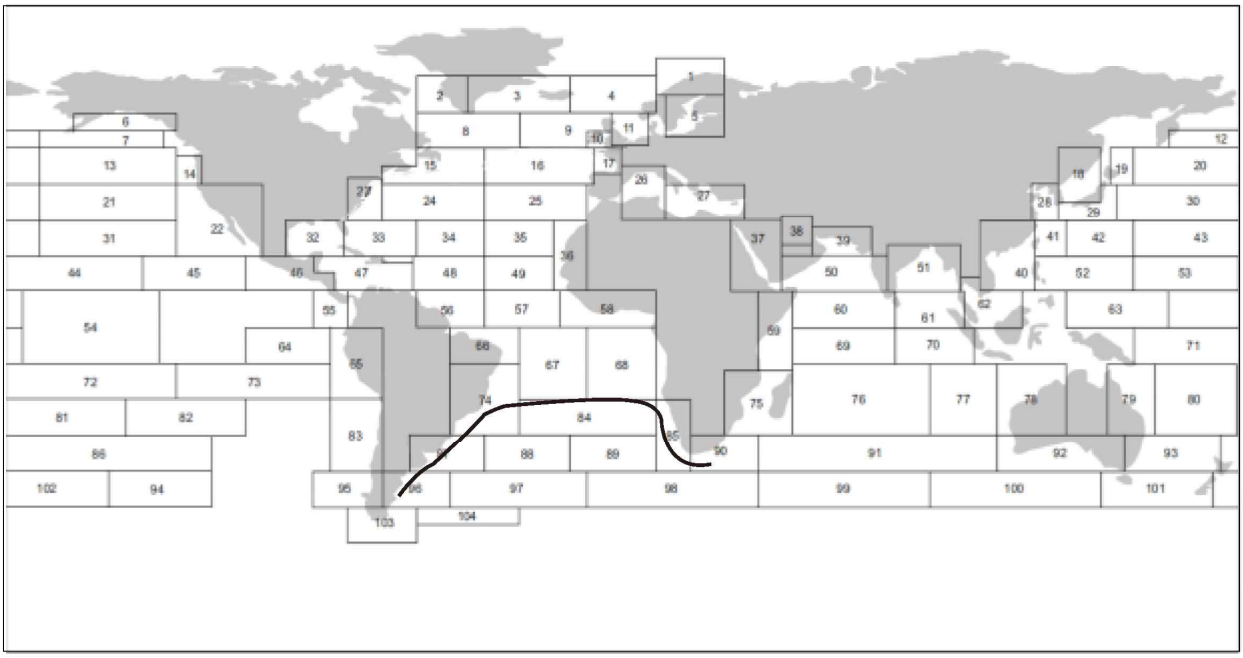
5. 북대서양



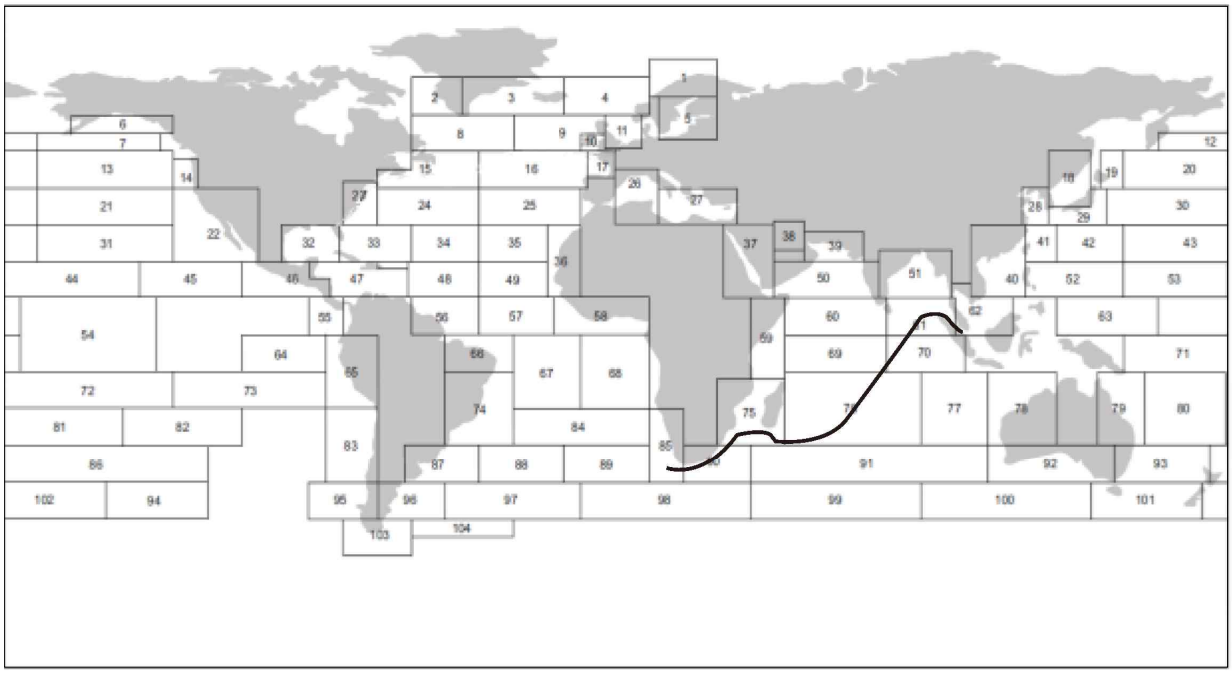
6. 아시아 - 남아메리카 (서부 해안)



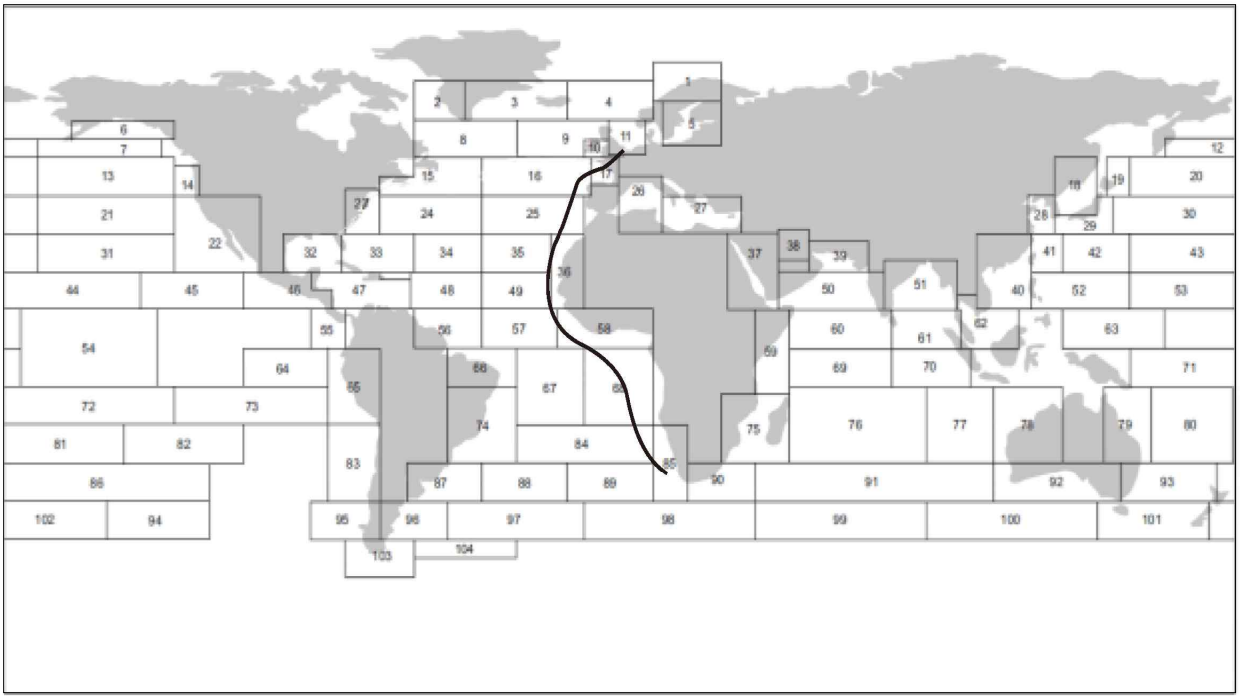
7. 남아메리카 (동부 해안) - 아프리카



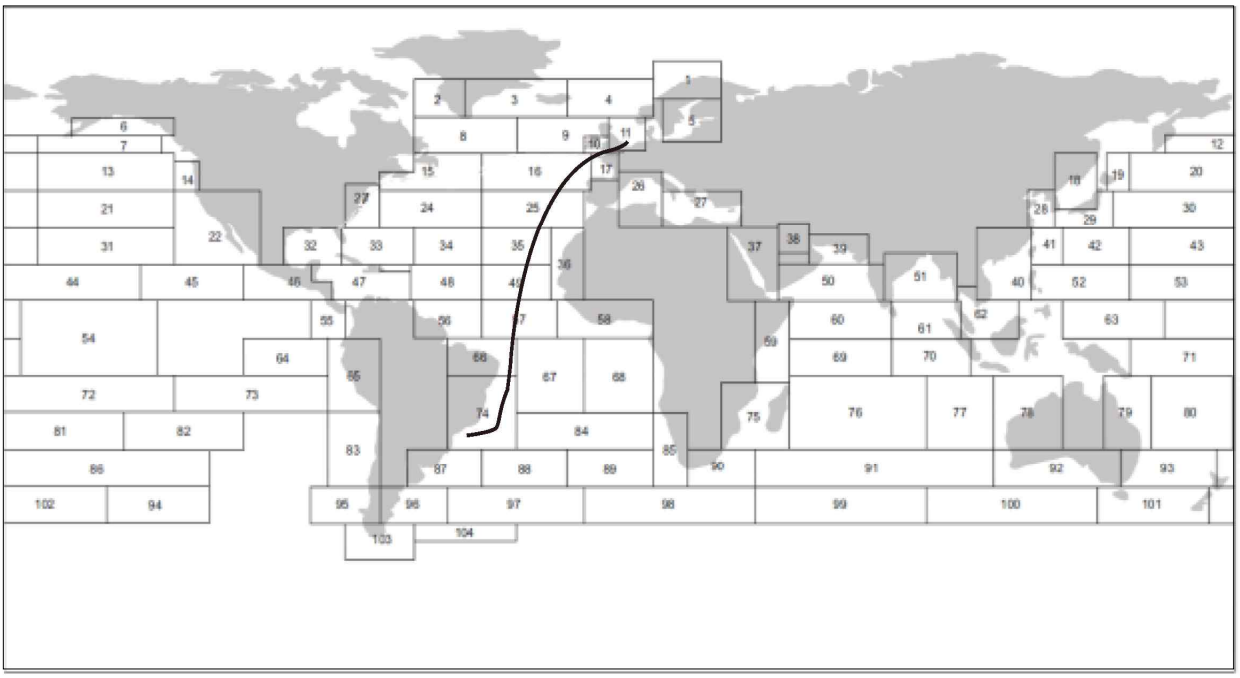
8. 아프리카 - 동아시아



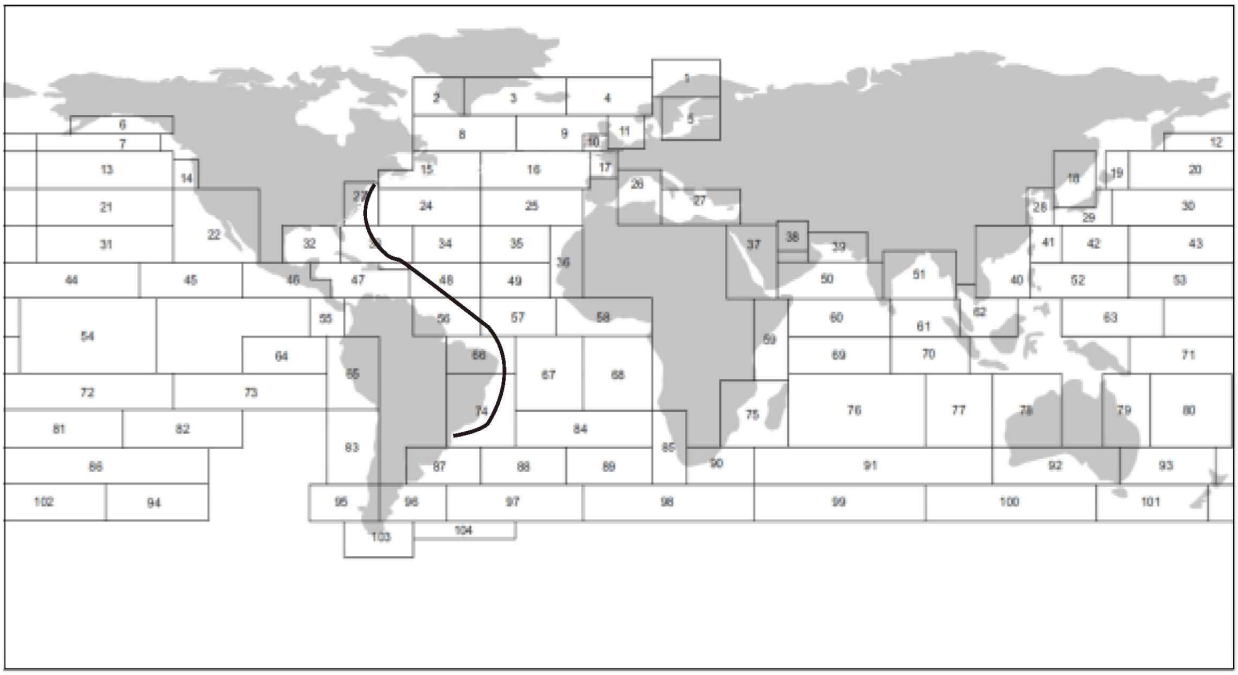
9. 유럽 (로테르담) - 아프리카



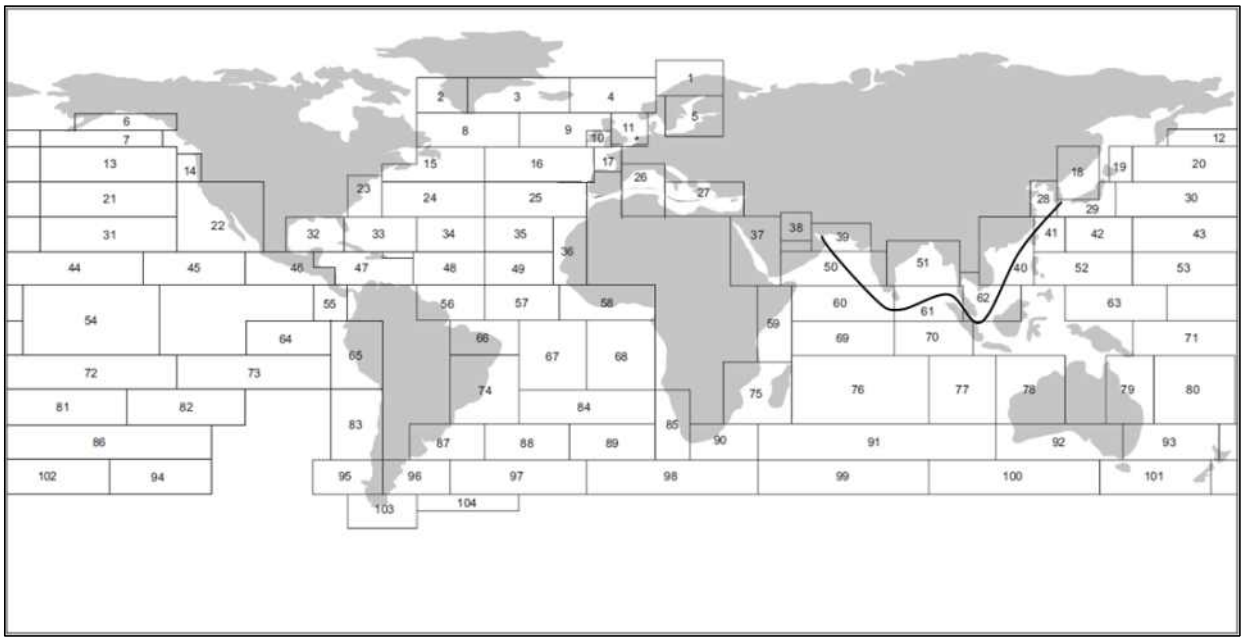
10. 유럽 (로테르담) - 남아메리카 (브라질)



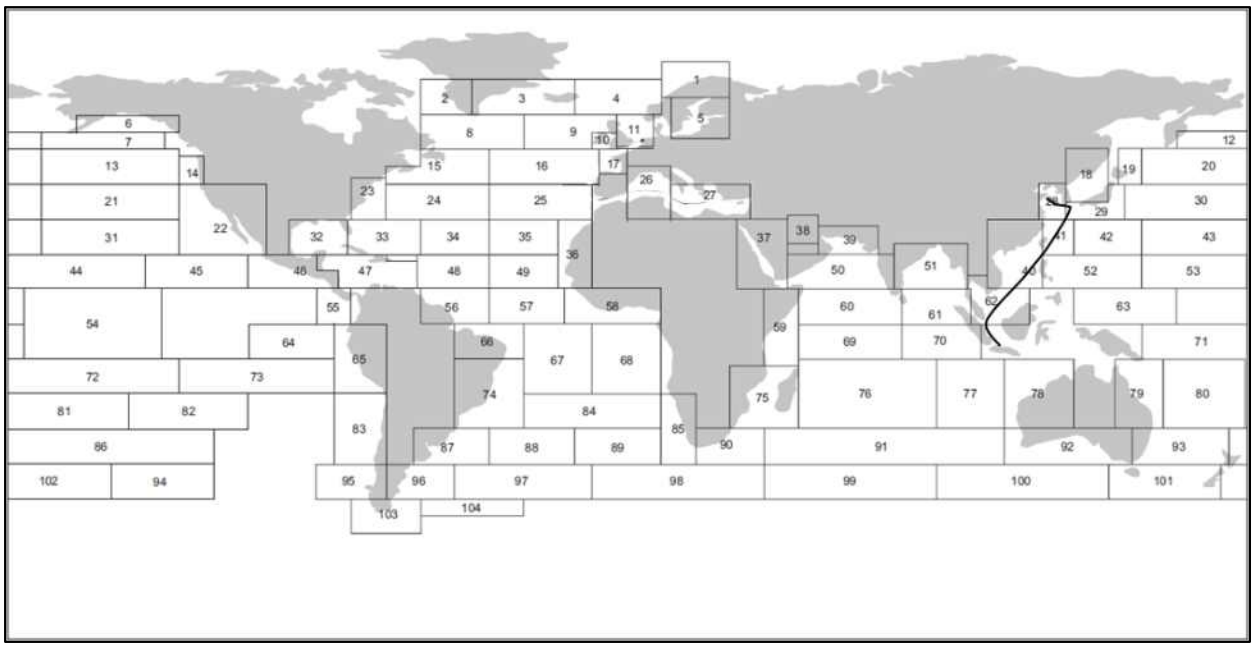
11. 미국 (뉴욕) - 남아메리카 (브라질)



12. 아시아 - 중동아시아



13. 아시아 내부

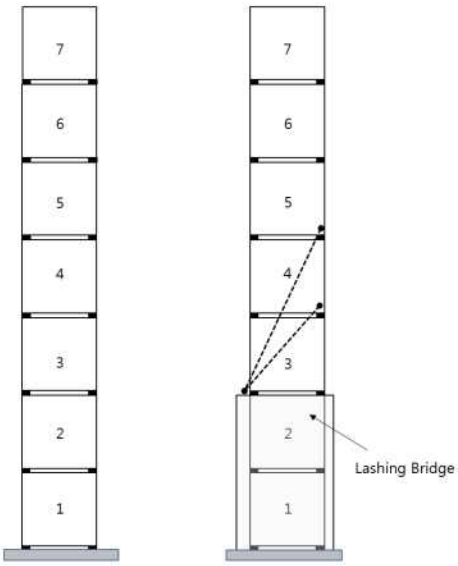

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104

별첨 3 수식에 기초한 계산 예

3.1 **그림 A3.1**의 왼쪽의 래싱하지 않은 표본스택은 폭(a_i) 2,438m, 높이(h_i) 2,510m 인 각각의 컨테이너가 7단으로 쌓인 경우이다. 단순 계산을 위해 여기에 사용된 각 컨테이너에 대해 다음과 같이 가정한다.

. 무게 6 kN
. 수평가속도 1.0 m/sec^2
. 수직가속도 -2.0 m/sec^2
. 풍력 및 전단력은 생략하도록 함.
. 각 컨테이너의 문쪽벽 스프링 상수는 3.7 kN/mm^2

그림 A3.1의 오른쪽의 래싱된 경우, 이중래싱과 2층 높이의 래싱브릿지가 적용



그림A3.1 표본계산을 위한 래싱 및 래싱하지 않은 조건

3.2 8.항 (3)호 에 따라, 래싱하지 않은 조건에서의 각 컨테이너의 래킹하중은 **표 A3.1**과 같다.

표 A3.1 래싱하지 않은 상태의 래킹하중계산

No. of tier	W_i	a_y	a_z	a_i	h_i	H_i	P_i	F_i	$Ru_i = \sum_{k=1}^{i} F_i$
7	6.0	1.0	-2.0	2.438	2.510	3.0	-3.0	1.0	1.0
6	6.0	1.0	-2.0	2.438	2.510	3.0	-3.0	3.0	4.0
5	6.0	1.0	-2.0	2.438	2.510	3.0	-3.0	3.0	7.0
4	6.0	1.0	-2.0	2.438	2.510	3.0	-3.0	3.0	10.0
3	6.0	1.0	-2.0	2.438	2.510	3.0	-3.0	3.0	13.0
2	6.0	1.0	-2.0	2.438	2.510	3.0	-3.0	3.0	16.0
1	6.0	1.0	-2.0	2.438	2.510	3.0	-3.0	3.0	19.0

3.3 래킹하중으로 인한 모멘트는 다음의 식에 따라, 압축력과 수직 분리력으로 전달된다.

$$\sum_{j=i}^{n}\left(F_j\sum_{k=i}^{j}h_k\right)$$

만약 i가 5라고 가정하면, 모멘트는 아래와 같으며, 그 외의 컨테이너에 대한 상세 결과는 표 A3.2 와 같다.

$$\sum_{j=5}^{n}\left(F_j\sum_{k=5}^{j}h_k\right)$$

$$= F_5(h_5) + F_6(h_5+h_6) + F_7(h_5+h_6+h_7)$$

$$= 3.(2.51) + 3.(2.51+2.51) + 1.(2.51+2.51.+2.51)$$

$$= 7.53 + 15.060 + 7.53$$

$$= 30.120\,(\mathrm{kN-m})$$

표 A3.2 래싱 하지 않은 상태에서 래킹하중으로 인한 모멘트

No. of tier	$F_j\sum_{k=1}^{j}h_k$	$F_j\sum_{k=2}^{j}h_k$	$F_j\sum_{k=3}^{j}h_k$	$F_j\sum_{k=4}^{j}h_k$	$F_j\sum_{k=5}^{j}h_k$	$F_j\sum_{k=6}^{j}h_k$	$F_j\sum_{k=7}^{j}h_k$
7	17.570	15.060	12.550	10.040	7.530	5.020	2.510
6	45.180	37.650	30.120	22.590	15.060	7.530	
5	37.650	30.120	22.590	15.060	7.530		
4	30.120	22.590	15.060	7.530			
3	22.590	15.060	7.530				
2	15.060	7.530					
1	7.530						
$\sum_{j=i}^{n}\left(F_j\sum_{k=i}^{j}h_k\right)$	175.700	128.010	87.850	55.220	30.120	12.550	2.510

3.4 8항 (3)호에 따라, 압축력과 수직 분리력은 i가 5일 경우, 아래와 같다.

$$Cu_5 = \sum_{j=5}^{n}P_j - \frac{1}{a_5}\sum_{j=5}^{n}\left(F_j\sum_{k=5}^{j}h_k\right)$$

$$= (P_5+P_6+P_7) - \frac{1}{a_5}(30.120)$$

$$= (-3.0-3.0-3.0) - \frac{1}{2.438}(30.120) = -9.0-12.354 = -21.354\,(\mathrm{kN})$$

$$Lu_5 = \sum_{j=5}^{n}P_j + \frac{1}{a_5}\sum_{j=5}^{n}\left(F_j\sum_{k=5}^{j}h_k\right)$$

$$= (P_5+P_6+P_7) + \frac{1}{a_5}(30.120) = -9.0+12.354 = 3.354\,(\mathrm{kN})$$

다른 힘에 대한 결과는 표 A3.3.에 나타나 있다.

표 A3.3 래싱 하지 않은 조건에서 압축력 및 수직 분리력

층수	$\sum_{j=i}^{n}\left(F_j\sum_{k=i}^{j}h_k\right)$	$\frac{1}{a_i}\sum_{j=i}^{n}\left(F_j\sum_{k=i}^{j}h_k\right)$	$\sum_{k=i}^{n}P_k$	Cu_i	Lu_i
7	2.510	1.030	-3.000	-4.030	-1.970
6	12.550	5.148	-6.000	-11.148	-0.852
5	30.120	12.354	-9.000	-21.354	3.354
4	53.220	22.650	-12.000	-34.650	10.650
3	87.850	36.034	-15.000	-51.034	21.034
2	128.010	52.506	-18.000	-70.506	34.506
1	175.770	72.067	-21.000	-93.067	51.067

3.5 그림 A3.1 과 같이, 래싱 브릿지를 사용하여 이중 래싱을 한 경우, 단순 계산을 위한 래싱설비에 대한 가정은 아래와 같다.

. 래싱 설비의 하층 연결 위치는 3번째 컨테이너의 왼쪽 하부 코너 로 한다.
. 짧은 래싱의 상층 연결 위치는 4번째 컨테이너의 오른쪽 하부 코너 로 한다.
. 긴 래싱의 상층 연결부의 위치는 5번째 컨테이너의 오른쪽 하부 코너 로 한다.
. 각각의 래싱 설비의 단면적은 1 mm^2 이다.
. 기타 래싱 설비의 특성들은 표 A3.4 에 나타나 있다.

표 A3.4 래싱 설비의 특성들

	층수	E_i	$\ell_i = \sqrt{a_i^2 + h_i^2}$	$\theta_i = \tan^{-1}\left(\frac{h_i}{a_i}\right)$(rad)	A_i	$K_i = \frac{E_i A_i \cos^2\theta_i}{\ell_i}$
긴 래싱	4	175.0	5.581	1.119	1	5.98
짧은 래싱	3	140.0	3.499	0.800	1	19.42

그림 9의 식에 따라, 만약 i가 3, $i+1$은 4라면, 래싱 설비에 의한 횡방향 및 수직방향 지지력은 다음과 같다.

$$T_3\cos\theta_3 = \frac{K_3K_4\left[\left(\sum_{k=1}^{3}Ru_k\right) - 3Ru_4\right] + K_3K_c\sum_{k=1}^{3}Ru_k}{3K_3(K_4+K_c) + K_c[(3+1)K_4+K_c]}$$

$$= \frac{19.42\times5.98\times[(13+16+19)-3\times10.0]+19.42\times3.7\times(13+16+19)}{3\times19.42(5.98+3.7)+3.7(4\times5.98+3.7)}$$

$$= 8.314\,(\mathrm{kN})$$

$$T_4\cos\theta_4 = \frac{K_4\left(K_c\sum_{k=1}^{4}Ru_k\right) + 3K_3K_4Ru_4}{3K_3(K_4+K_c) + K_c[(3+1)K_4+K_c]}$$

$$= \frac{5.98[3.7(10+13+16+19)+3\times19.42\times5.98\times10}{3\times19.42(5.98+3.7)+3.7(4\times5.98+3.7)}$$

$$= 7.158\,(\mathrm{kN})$$

$$T_3\sin\theta_3 = (T_3\cos\theta_3)\tan(\theta_3) = 8.314\times\tan(\theta_3) = 8.599\,(\mathrm{kN})$$

$$T_4 \sin\theta_4 = (T_4 \cos\theta_4)\tan(\theta_4) = 7.518 \times \tan(\theta_3) = 14.739\,(\mathrm{kN})$$

3.6 8항 (5)호에 따른 이중 래싱 조건에서 각 컨테이너의 래킹 하중은 **표 A3.5** 와 같다

표 A3.5 래싱 조건에서 래킹 하중 계산

층수	$T_i\cos\theta_i$	$T_i\sin\theta_i$	$Ft_i = F_i - T_i\cos\theta_i$	$Pt_i = P_i - T_i\sin\theta_i$	Rt_i
7			1.000	-3.000	1.000
6			3.000	-3.000	4.000
5			3.000	-3.000	7.000
4	7.158	14.739	-4.158	-17.739	2.842
3	8.314	8.559	-5.314	-11.559	-2.472
2			3.000	-3.000	0.528
1			3.000	-3.000	3.528

3.7 이중 래싱 조건에서 래킹 하중으로 인한 모멘트는 **표 A3.3** 에 기술한 것과 비슷한 과정을 통해 얻을 수 있다. 결과는 아래 **표 A3.6** 과 같다.

표 A3.6 래싱 조건에서 래킹 하중으로 인한 모멘트

층수	$Ft_j\sum_{k=1}^{j}h_k$	$Ft_j\sum_{k=2}^{j}h_k$	$Ft_j\sum_{k=3}^{j}h_k$	$Ft_j\sum_{k=4}^{j}h_k$	$Ft_j\sum_{k=5}^{j}h_k$	$Ft_j\sum_{k=6}^{j}h_k$	$Ft_j\sum_{k=7}^{j}h_k$
7	17.570	15.060	12.550	10.040	7.530	5.020	2.510
6	45.180	37.650	30.120	22.590	15.060	7.530	
5	37.650	30.120	22.590	15.060	7.530		
4	-41.748	-31.311	-20.874	-10.437			
3	-40.013	-26.676	-13.338				
2	15.060	7.530					
1	7.530						
$\sum_{j=i}^{n}\left(Ft_j\sum_{k=i}^{j}h_k\right)$	41.228	32.373	31.048	37.253	30.120	12.550	2.510

3.8 내부 이중 래싱한 조건에서, i가 3일 경우, 8항 (5)호에 따라 계산한 압축력과 수직 분리력은 아래와 같다.

$$Ct_3 = \sum_{j=3}^{n} Pt_j - \frac{1}{a_3}\sum_{j=3}^{n}\left(Ft_j\sum_{k=3}^{j}h_k\right)$$

$$= (-3-3-3-17.739-11.559) - \frac{1}{2.438}31.048 = -51.034\,(\mathrm{kN})$$

$$Lt_3 = \sum_{j=3}^{n} P_j + \frac{1}{a_3}\sum_{j=3}^{n}\left(Ft_j\sum_{k=3}^{j}h_k\right)$$

$$= (-3-3-3-3-3) + \frac{1}{2.438}31.048 = -2.265\,(\mathrm{kN})$$

그 외 결과들은 **표 A3.7** 에 나타나 있다. ⚓

표 A3.7 내부 래싱 조건에 대한 압축력 및 수직 분리력

층수	$\sum_{j=i}^{n}\left(F_j\sum_{k=i}^{j}h_k\right)$	$\frac{1}{a_i}\sum_{j=i}^{n}\left(F_j\sum_{k=i}^{j}h_k\right)$	$\sum_{k=i}^{n}Pt_k$	$\sum_{k=i}^{n}P_k$	Ct_i	Lt_i
7	2.510	1.030	-3.000	-3.000	-4.030	-1.970
6	12.550	5.148	-6.000	-6.000	-11.148	-0.852
5	30.120	12.354	-9.000	-9.000	-21.354	3.354
4	37.253	15.280	-16.739	-12.000	-42.019	3.280
3	31.048	12.735	-38.299	-15.000	-51.034	-2.265
2	32.373	13.279	-41.299	-18.000	-54.577	-4.721
1	41.228	16.911	-44.299	-21.000	-61.209	-4.089

부록 7-3 카페리선에 대한 지침

1. 적용

(1) 이 부록의 규정은 선박안전법령 및 고시 적용선박으로서 국내항해에 종사하는 카페리선에 적용하며, 강 이외의 재료로 건조되는 카페리선에 대하여는 이 규정을 준용할 수 있다. 다만, 이 부록의 규정에도 불구하고 관련 국제협약에 적합하도록 건조된 선박에 대하여는 이 부록의 규정에 적합한 것으로 간주할 수 있으며, 선박안전법 비적용 선박으로서 해당 정부의 법령에 따라 검사를 받고 연해만을 운항하는 선박에 대해서는 동 규정의 적용을 생략할 수 있다.

(2) 이 부록의 규정은 자동차 전용운반선(pure car carrier), 화물 창내에 차량을 적재 운송하는 일반 화물선에는 적용하지 아니한다.

(3) 이 부록에 규정되어 있지 아니한 사항에 대하여는 선급 및 강선규칙(이하 **규칙**이라 한다.)과 선급 및 강선규칙 적용지침(이하 **지침**이라 한다.)의 관련규정에 따른다.

(4) (3)호의 규정에 추가하여, 이 부록에서 규정되어 있지 아니한 사항에 대하여는 선박안전법의 관련 규정에도 적합하여야 한다.

2. 정의

(1) **"카페리선"**이란 차량을 육상교통 등에 이용되는 그대로 적재 및 운송할 수 있는 갑판이 설치되어 있는 선박을 말한다.

(2) **"카페리여객선"**이란 카페리선으로서 여객정원이 13인 이상인 여객운송을 겸하는 선박을 말한다.

(3) **"차량구역"**이란 자주용(自走用) 연료탱크를 가지고 있는 자동차를 운송하기 위한 화물구역을 말한다. *(2019)*

(4) **"차량갑판"**이란 차량이 통과하는 갑판 또는 차량구역내의 차량적재 갑판을 말한다.

(5) **"개방된 차량구역(open space)"**이란 양끝 또는 한쪽 끝이 개방되었으며, 그 구역 측면의 총면적에 대하여 최소한 10 %이상의 면적을 가지는 선측외판, 갑판정부 또는 상방의 상설개구로부터 전장에 걸쳐 효과적인 자연통풍이 적절히 제공되는 차량구역을 말한다. *(2019)*

(6) **"폐위된 차량구역"**이란 (5)호의 개방된 차량구역과 노출갑판을 제외한 차량구역을 말한다. *(2019)*

(7) **"선수문 등"**이란 선수문, 선미문, 내측문, 현측문 및 램프(선내에 설치되어 갑판 간 화물의 이동을 위한 것은 제외한다.)를 말한다.

3. 제출 도면 및 자료

우리 선급에 등록하고자 하는 페리에 대하여는 용골거치 전 **규칙 3편 1장 301., 302., 5편 1장 3절, 6편 1장 102.** 및 **8편 1장 102.**의 도면 및 자료에 추가하여 다음의 도면 및 자료를 제출하여야 한다.

(가) 선박의 예정항로를 확인할 수 있는 자료(예 : 주무관청의 사업내인가서 또는 선주의 확인서 등)

(나) 차량 및 화물적재도

(다) 선수문 등의 구조도, 상세도, 개폐장치(구동장치 포함), 원격조작장치 및 사용요령서

(라) 선수문 등 이외의 램프의 구조도, 상세도, 개폐장치(구동장치 포함) 및 사용요령서

4. 선체배치

(1) 선수루

연해구역 이상을 항해하는 카페리선은 선수루를 설치하여야 한다. 다만, 평수구역의 경계로부터 항해시간(이 경우 중간 기항지가 있을 때에는 그 중간 기항지 사이의 항해시간)이 해당선박의 최고속력으로 1시간 미만의 연해구역을 항해하는 경우에는 그렇지 않다.

(2) 선수격벽

선박의 선수미 구분없이 어느 방향으로 전진항해가 가능한 카페리선의 경우에는 **규칙 3편 14 장**의 규정에 적합한 선수격벽과 동등한 격벽을 선수미 양쪽에 설치하여야 한다.

5. 차량갑판

(1) 강도

차량갑판의 강도는 **규칙 7장 3절**에 따른다.

(2) 개방된 차량갑판

(가) 개방된 차량갑판에는 **규칙 4편 4장 1절**에 적합한 불워크를 설치하여야 하며, 선수부에서는 그 높이를 적절히 증가시켜야 한다.

(나) 불워크에는 **규칙 4편 4장 2절**의 규정에 적합한 배수구를, 갑판상에는 **규칙 5편 6장 3절**의 규정에 적합한 선외배출관을 각각 설치하여야 한다.

(3) 폐위된 차량갑판

폐위된 차량갑판에는 **규칙 5편 6장 3절**의 규정에 적합한 배수장치를 설치하여야 하며 배수관을 직접 기관실로 유도하여서는 안된다.

6. 차량구역

(1) 구조

(가) 연해구역 이상을 항해하는 카페리선의 차량구역은 풍우밀로 폐위되어야 한다. 다만, 평수구역의 경계로부터 항해시간(이 경우 중간기항지가 있을 때에는 그 중간 기항지 사이의 항해시간)이 해당 선박의 최고속력으로 1시간 미만인 경우 또는 건현갑판 상부의 갑판에 위치한 차량구역이 선박의 선수격벽 후방에 위치하고 만재흘수선으로부터 해당차량구역까지의 수직거리가 **선박만재흘수선 기준**의 규정에 의한 표준선루 높이의 2배 이상인 경우에는 그렇지 않다.

(나) 폐위된 차량구역으로서 길이가 $0.25L_f$ 이상인 선수루에는 선수격벽 위치에 선루갑판까지 도달하는 풍우밀의 격벽을 설치하거나 또는 풍우밀의 내측문을 설치하여야 한다.

(2) 폐위된 차량구역 내의 출입문

(가) 차량구역에 통하는 모든 출입문은 자동폐쇄형이어야 하며, 문은 어느 쪽에서도 개방할 수 있어야 한다. 또한, 관련 풍우밀 및 방화 관련 요건에도 적합하여야 한다.

(나) 차량구역에서 건현갑판하로 통하는 출입용 해치(hatch)의 코밍 또는 출입구의 문지방 높이는 230 mm 이상, 기관실로 통하는 출입용 해치의 코밍 또는 출입구의 문지방 높이는 380 mm 이상이어야 한다. *(2018)*

(다) (가)부터 (나)까지의 규정은 평수구역을 항해하는 카페리선에 적용하지 아니한다.

(3) 개방된 차량구역 내의 출입문 *(2018)*

차량구역에서 건현갑판하로 통하는 출입용 해치의 코밍 또는 출입구의 문지방 및 기관실로 통하는 출입용 해치의 코밍 또는 출입구의 문지방 높이는 **지침 3편 1장 표 3.1.2**에 적합하여야 한다. 또한, 관련 풍우밀 및 방화 관련 요건에도 적합하여야 한다. *(2018)*

(4) 여객실

(가) 차량구역 하방에는 여객실(여객정원에 포함되는 장소)을 설치하여서는 안된다.

(나) 차량갑판과 동일한 평면상에 설치된 여객탑재장소는 강재 또는 선박방화구조기준에 적합한 방열구조 격벽에 의하여 차량구역과 구분되어야 한다.

(5) 탈출설비

카페리선의 탈출설비는 **선박설비기준 제2장**의 규정에 적합하여야 한다.

(6) 환기장치

(가) 폐위된 차량구역에는 충분한 환기를 하여야 하며, 차량구역의 가스가 기관구역, 업무구역 또는 거주구역 등에 침입하지 않도록 조치된 경우를(**지침 8편 13장 203.**) 제외하고 다음 조건에 적합한 배기식(차량구역 내에 가스를 노출갑판상 대기로 배기)으로 하여야 한다.

(a) 다른 통풍장치로부터 독립되어 있어야 한다.

(b) 1시간당 폐위된 차량구역의 용적의 10배(카페리여객선에 대하여는 우리 선급이 화재의 위험이 적다고 인정하는 경우에는 6배) 이상의 용적의 공기를 환기시킬 수 있어야 한다.

(c) 차량구역의 외부의 장소로부터 제어되는 것이어야 한다.

(d) (a)부터 (c)까지에 추가하여 **규칙 8편 13장 201. 2 (3), 3** 및 **202.**부터 **204.**까지의 규정에도 만족하여야 한다.

(나) 차량갑판하에 설치된 기관구역 또는 업무구역에는 충분한 환기를 하여야 하며, 흡입식(대기중의 신선한 공기를 흡입하여 구역내로 공급)으로 하여야 한다.

(7) 폐위된 차량구역을 가지는 카페리선박은 다음의 어느 하나에 해당하는 장치를 설치하여야 한다.

(가) 선교에서 해당 차량구역 전체를 감시할 수 있는 폐쇄 회로 텔레비전

(나) 선교에서 차량구역 출입문 개폐상태를 확인할 수 있는 지시등 및 가청경보장치

(8) 차량구역 내의 표시

(가) 차량구역 내에는 출입구, 계단, 구명설비 또는 소방설비 등의 이용에 지장을 주지 않도록 통로를 설치하여야 하며, 이 통로는 눈에 잘 띠는 색의 경계선으로 쉽게 식별되도록 하여야 한다.

(나) 선수격벽위치에 램프 또는 내측문을 설치하지 않는 카페리선의 경우에는 선수격벽의 전방에 차량적재를 할 수 없다는 취지의 경고문 또는 표식을 설치하여야 한다.

(다) 차량구역은 쉽게 알 수 있도록 표시되어야 하며 다음 사항이 포함된 차량 및 화물적재도를 보기 쉬운 곳에 게시하여야 한다.
(a) 선박의 최대적재중량
(b) 차량의 최대적재대수
(c) 차량적재시 주의사항
(라) (다)의 (c) 차량적재시 주의 사항은 다음과 같으며 차량 및 화물적재도에 포함하여야 한다.
(a) 차축하중은 00톤을 초과하지 아니할 것(차축하중은 최대 적재량 00톤 화물자동차의 차축하중을 기준으로 검토 함)
(b) 선박에 적재되는 차량총중량(적재물 포함)은 00톤을 초과하지 아니할 것(차량 총중량은 최대적재량 00톤 화물자동차 00대를 기준으로 검토 함)
(c) 유사차종의 적재에 따라 적재차량 수가 증가하는 경우에는 충분한 강도를 가진 적절한 종류 및 수량의 이동식 고박설비를 추가로 설치할 것
(d) 유사차종을 적재하는 경우 선박의 복원성이 확보되도록 해당 차량을 적재 및 배치하여 운항할 것

7. 차량적재방법 및 고박설비

(1) 차량적재방법
(가) 차량의 적재방법은 원칙적으로 차량의 진행방향을 선수미방향으로 하여야 한다. 다만, 횡방향 미끄러짐에 충분하도록 쐐기 등의 추가 조치를 하는 경우에는 그렇지 않다.
(나) 차량은 선수격벽 위치보다 전방에 배치하여서는 안된다.
(다) 차량적재시에는 차량간의 간격이 600 mm 이상되도록 차량을 배치하여야 한다.
(라) 차량갑판내의 소방설비, 출입구 및 계단주위 1 m 이내에는 차량 또는 화물을 적재할 수 없도록 눈에 잘 띠는 색의 경계선 또는 보호망 등을 설치하여야 한다.
(마) 비상시 소집장소 및 승정장소 등 탈출경로에 이르는 통로를 충분히 확보할 수 있도록 차량을 배치하여야 한다.

(2) 차량의 고박방법
(가) 차량은 (4)호의 규정에 적합한 고정식 고박설비 (예: D-ring, 클로버소켓(clover socket), 데크아이(deck eye plate) 등)와 이동식 고박설비(예: 웹래싱(web lashing), 턴버클(turn buckle), 체인 등)에 의하여 선박에 견고히 고박되어야 한다.
(나) 차량 및 일반화물을 고정하는 고박설비는(고정식 및 이동식 고박설비) 우리 선급이 승인한 제품이어야 한다. 다만, 우리 선급이 승인한 제조법 승인공장에서 ISO 등 국제기준에 적합하게 제작되는 경우에는 제조자의 증명서로 대신할 수 있다.
(다) 차량 및 화물적재도에 표기된 차량 이외의 적재를 고려하여 충분한 수의 고정식 고박설비가 차량갑판 상에 설치되어야 한다.
(라) 연해구역 이상을 항해구역으로 하는 총톤수 1,000톤 이상의 카페리선박의 이동식 고박설비는 승인된 수량의 1.2배 이상을 비치하여야 한다.
(마) 차량의 고박은 승인된 차량 및 화물적재도에 따라 적재되어야 하며 선박 출항 전, 항해 중 선원에 의하여 점검되어야 한다.
(바) 차량의 고박은 차량의 바퀴 4곳 이상 또는 차량에 설치된 고박장치를 이용하여 차량 앞뒤 2곳과 고정식 고박설비 4개 이상에 의하여 고박하여야 한다.
(사) 평수구역만을 항해하는 선박으로서 항해시간이 30분 미만인 선박과 평수구역 및 연해구역을 항해구역으로 하는 선박으로서 출발항으로부터 도착항까지의 항해시간이 1시간 미만으로 승용차, 12인승 이하의 승합차 및 적재중량 1.5톤 이하의 화물차를 적재한 선박(이 경우 중간에 기항지가 있을 때에는 그 중간 기항지를 각각 출발항 또는 도착항으로 본다)은 해상상태가 평온(파고 1.5 m 이하, 풍속 7 m/sec 이하)하고 항해 중 쐐기 등으로 차량의 미끄러짐을 방지할 수 있는 적절한 조치를 한 경우에는 자동차를 묶어 매지 아니할 수 있다.

(3) 차량의 화물 적재
(가) 차량에 적재되는 화물의 용량은 다음 각 호의 요건에 적합한 것이어야 한다.
(a) 적재길이는 차량 길이에 차량 길이의 10분의 1의 길이를 더한 길이 이내
(b) 적재너비는 차량의 후사경으로 후방을 확인할 수 있는 범위
(c) 적재높이는 지상으로부터 4.0 m 이내. 다만, 지붕구조의 덮개가 있는 화물적재공간을 가지는 밴 등 화물자동차의 경우에는 덮개의 최상단까지의 높이를 말한다.
(나) 차량에 적재된 화물은 (4)호에 의한 선체운동에 견딜 수 있도록 묶어 매야 한다.

(4) 고박설비의 강도

(가) 고박설비의 강도를 평가하는데 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

W : 차량의 총중량으로 적재중량과 자체 중량의 합(ton)

x, y, z : 각각 종요, 횡요 중심으로부터 고려하는 차량의 중심까지의 선박의 길이 방향, 폭 방향, 수직 방향 거리(m) **(그림 1 참조)**

ϕ, ψ : 각각 **표1**에 따른 선박의 횡요각, 종요각(deg) **(그림 1 참조)**

T_r, T_p : 각각 **표1**에 따른 선박의 횡요, 종요 주기(sec)

V : 선박의 횡요, 종요시 갑판에 수직 방향의 힘(ton) **(그림 1 참조)**

H_r : 선박의 횡요시 선박의 폭 방향으로 작용하는 갑판에 평행한 힘(ton) **(그림 1 참조)**

H_p : 선박의 종요시 선박의 길이 방향으로 작용하는 갑판에 평행한 힘(ton) **(그림 1 참조)**

M_r : 선박의 횡요시 전도 모멘트(차량이 뒤집히려는 모멘트)(ton-m) **(그림 2 참조)**

SF_r, SF_p : 각각 차량에 작용하는 선박의 폭, 길이 방향의 갑판에 평행한 힘(ton)

b_m : 차량의 전폭 (m), **(그림 2 참조)**

b_t : 차륜간격(m), **(그림 2 참조)**

h_m : 갑판으로부터 차량 무게중심까지의 높이 (m) **(그림 2 참조)**

L_r, L_p : 각각 이동식 고박장치가 견딜 수 있는 횡 방향, 종 방향 수평 분력의 합(ton)

M_l : 이동식 고박장치가 차량 전도모멘트에 저항하는 힘의 합(ton)

n : 한 대의 차량에 사용되는 이동식 고박장치의 개수

α, β : 각각 이동식 고박장치와 갑판과 이루는 횡방향, 종방향의 각도(deg) **(그림 2 참조)**

h : 갑판으로부터 차량 고박점까지의 높이 (m) **(그림 2 참조)**

T : 이동식 고박설비의 사용안전하중으로 절단하중을 **표 1**의 안전율로 나눈 값으로 한다(ton)

μ : 차량과 갑판과의 마찰계수로서 다음에 따른다.

타이어(고무) / 미끄럼방지페인트 : 0.7[1)]
타이어(고무) / 강갑판 : 0.3
강재 / 강갑판 : 0.1(물에 젖지 않은 상태)
강재 / 강갑판 : 0.0(물에 젖은 상태)
목재 / 강갑판 : 0.3

1) 제조법 및 형식승인 기준에 따라 승인된 도료의 마찰계수 또는 우리선급이 인정할 수 있는 시험성적서의 마찰계수를 사용할 수 있다.*(2018)*

(나) 고박설비에 작용하는 하중은 **표 1**의 선체운동을 고려하여 결정하여야 한다.

표 1 선체운동

항목 / 선박의 분류	횡요		종요		안전율
	각도	주기 3)	각도	주기	
연해구역 이상을 항해하는 카페리선	25°	해당선박의 주기	5°	5초	4이상
평수구역 또는 항해시간이 1시간 미만인 카페리선	10°				

(비고)

1. 만재출항시 횡요중심 KG' 는 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$KG' = 0.5(KG + KB)$$

KG : 선체중심의 수직방향 위치
KB : 선체부력중심의 수직방향위치

2. 종요중심은 선체중심의 종방향 위치로 한다.
3. 해당 선박의 횡요주기는 다음 식에 의한 값으로 할 수 있다

$$T_r = \frac{0.7B}{\sqrt{GM}}$$

(다) 선체운동에 의한 하중의 각 성분은 **그림 1** 및 **표 2**에 따른다.

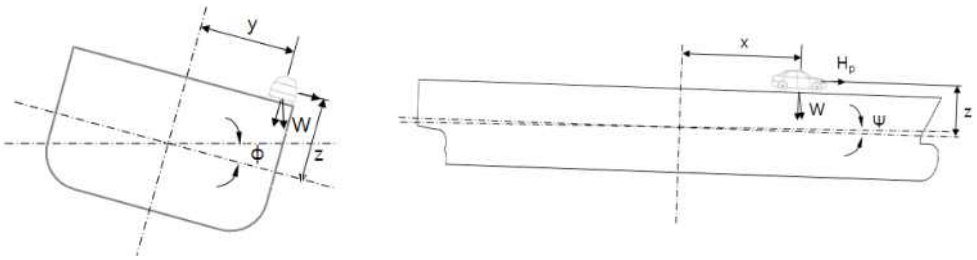


그림 1 선체운동

표 2 하중 성분

종류		하중의 성분 (ton)		
		수직력	수평력	
			횡방향	종방향
정하중	횡요	$W\cos\phi$	$W\sin\phi$	-
	종요	$W\cos\psi$	-	$W\sin\psi$
	조합	$W\cos(0.71\phi)\cos(0.71\psi)$	$W\sin(0.71\phi)$	$W\sin(0.71\psi)$
동하중	횡요	$0.07024\,W\frac{\phi}{T_r^2}y$	$0.070247\,W\frac{\phi}{T_r^2}z$	-
	종요	$0.07024\,W\frac{\psi}{T_p^2}x$	-	$0.07024\,W\frac{\psi}{T_p^2}z$

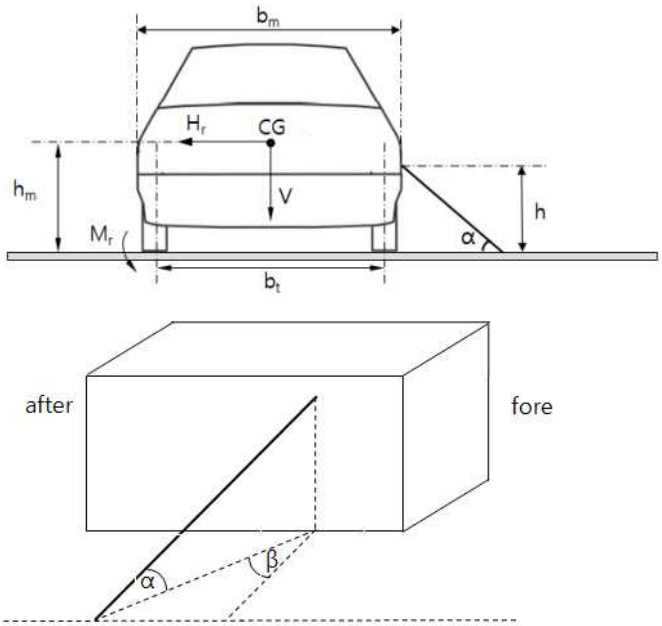


그림 2 차량고박시 각종 치수

(라) 선체운동에 의한 외력은 다음에 따른다.

(a) 수직력 : 다음 V_1, V_2, V_3 중 가장 작은 값으로 한다.

$$V_1 = W\left[\cos(0.71\phi)\cos(0.71\psi) - 0.07024\frac{\phi}{T_r^2}y - 0.07024\frac{\psi}{T_p^2}x\right]$$

$$V_2 = W\left[\cos\phi - 0.07024\frac{\phi}{T_r^2}y\right]$$

$$V_3 = W\left[\cos\psi - 0.07024\frac{\psi}{T_p^2}x\right]$$

(b) 횡방향 수평력 :

$$H_r = W\left[\sin\phi + \frac{0.07024\phi}{T_r^2}z\right]$$

(c) 종방향 수평력 :

$$H_p = W\left[\sin\psi + \frac{0.07024\psi}{T_p^2}z\right]$$

(마) 차량에 작용하는 하중은 다음에 따라 계산한다.

(a) 선박 폭 방향 수평력

$$SF_r = H_r - \mu V$$

(b) 선박 길이 방향 수평력

$$SF_p = H_p - \mu V$$

(c) 횡요 전도모멘트 :

$$M_r = H_r \times h_m - 0.5\,V \times b_m$$

(바) 이동식 고박설비 강도의 각 성분은 다음에 따른다.

(a) 횡방향 수평분력 : $L_r = \sum_{i=1}^{n/2} T_i \cdot (\cos\alpha_i \cdot \cos\beta_i + \mu\sin\alpha_i)$

(b) 종방향 수평분력 : $L_p = \sum_{i=1}^{n/2} T_i \cdot (\cos\alpha_i \cdot \sin\beta_i + \mu\sin\alpha_i)$

(c) 전도모멘트 분력 : $M_l = \sum_{i=1}^{n/2} T_i \cdot (0.5(b_m + b_t)\sin\alpha_i + h \cdot \cos\alpha_i\cos\beta_i)$

(사) 이동식 고박설비는 다음 식을 만족하는 것이어야 한다.

(a) 횡방향 수평분력 : $SF_r \le L_r$

(b) 종방향 수평분력 : $SF_p \le L_p$

(c) 전도모멘트 분력 : $M_r \le M_l$

(5) 차량 및 화물적재도의 작성지침

(가) 적재도에는 **자동차관리법 시행규칙 별표** 1에 따른 자동차 중에서 적재하고자 하는 자동차에 대한 차량의 배치, 적재방법 등을 표시하여야 한다.(이 경우 해당 차량의 총중량이 승인받은 차량의 총중량의 범위 이내이고, 고정방법과 고박강도 등이 적합한 경우에는 다른 자동차, **건설기계관리법 시행령 별표** 1에 따른 건설기계, **농업기계화촉진법 시행규칙 별표** 1에 따른 농업기계 등은 이를 준용하여 적재할 수 있다)

(나) (가)에도 불구하고 카페리선박의 소유자가 적재하고자 하는 차량의 종류를 특별히 정한 경우에는 해당 차량에 대한 배치, 적재방법 등을 표시한 차량적재도를 승인 받아야 한다.

(다) (가) 이외의 다른 차량을 적재하고자 하는 경우에는 해당 차량의 배치, 적재방법 등을 표시한 차량적재도를 추가로 승인 받아야 한다.

(라) 차량 및 화물적재도는 다음사항이 포함되어야 한다.

(a) 고정식 고박설비의 배치 및 상세(형식, 재질, 절단강도 등)

(b) 이동식 고박설비의 상세(재질, 절단강도, 사용법)

(c) 적재하고자 하는 차량에 대한 배치 및 고박방법의 상세(차량 및 선박의 고박점 위치, 이동식 고박설비의 종류)

(d) 적재하고자 하는 차량의 제원(차량의 길이, 폭, 화물중량을 포함한 차량중량)

(e) 소화설비, 배수설비 및 통로

(f) 6항 (8)호 (라)의 주의 사항

(g) 차량이외의 화물이 적재되는 경우 적재 및 고박방법에 대한 기술

(6) 차량 이외 화물의 적재

(가) 차량구역에는 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고 차량 이외의 화물을 적재할 수 없다. 차량 이외의 화물을 적재하고자 하는 경우에는 화물의 종류에 따른 차량구역의 폐위정도 및 적부설비 등에 관한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 화물용 컨테이너의 경우 1단의 하단 네 모서리를 각각 선박에 고정된 고정식 고박설비(소켓(socket), D 링, 스라이딩 베이스(sliding base), 래싱판(lashing plate) 등)에 고정하며, 2단 이상의 컨테이너는 그 하단 네 모서리를 그 하부 컨테이너 상단 모서리에 이동식 고정설비(트위스트 락(twist lock), 스태커 (stacker)등)으로 고정하거나, 래싱로드(lashing rod), 또는 턴버클 등으로 선박에 직접 고정시켜야 한다. 이들 고정식, 이동식 고정설비는 **지침 부록** 7-2의 요건에 적합하여야 한다.

(다) 차량 및 화물적재도에서 배치•적재•고박방법이 별도로 승인된 화물을 제외한 일반화물(여객의 휴대품 제외)의 경우에는 수납설비 등에 적재하여 고박이 가능하도록 하며 (4)호의 요건에 적합하게 고박되어야 한다.

8. 선수문 등

(1) 구조일반

(가) 모든 카페리선의 선수미문, 내측문, 현문 및 램프 등은 건현갑판 상부에 설치하여야 한다.

(나) 연해구역 이상을 항해하는 카페리선의 선수미문 및 현문은 풍우밀이어야 한다. 다만, 선수문 내측에 풍우밀의 내측문 또는 램프가 설치되어 있는 경우에는 선수문의 폐위정도를 적절히 참작할 수 있다.

(다) 선수문을 설치하는 선박의 내측문 또는 램프의 배치 및 구조는 **규칙 3편 14장 201.** 및 205.의 관련규정에 따른다.

(라) 선수미문, 내측문, 현문 및 램프 등의 강도는 **규칙 4편 3장**의 규정에 적합하여야 하며, 주위 구조의 강도 이상이어야 한다. 또한 현문의 주위는 적절히 보강하여야 한다.

(2) 램프의 강도 *(2018)*

램프는 다음의 규정에 만족하여야 한다. 선미문 또는 내측문이 램프로 사용될 경우에도 이 규정에 만족하여야 한다.

(가) 램프갑판의 두께, t는 **7장 3절 301**의 1.에 따른다.

(나) 램프갑판의 횡보강재의 단면계수, Z는 **7장 3절 301**의 2.에 따른다.

(다) 램프 갑판의 종거더 및 횡거더의 치수는 거더를 단순지지보 또는 연속보로 가정하여 계산한다. 이 경우 하중은 계획최대차량중량을 적용하며 허용 처짐은 스팬의 1/800 이하이어야 한다. 또는 직접강도계산 방법에 의하여 치수를 결정할 수 있다. 이 경우 하중은 계획최대차량중량의 1.3배로, 허용굽힘응력을 177/K N/mm^2 으로 하여 계산한 값 이상이어야 한다.

(라) 램프가 항해중 외판의 일부를 구성하는 경우에는 선측구조 또는 상부구조의 강도 이상이어야 한다.

(3) 원격조작 개폐장치

(가) 원격조작 개폐장치를 설치하는 경우에는 다음 조건에 적합하여야 한다.

(a) 조작반은 조작자가 문의 개폐를 용이하게 관찰할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.
다만, 조작반의 위치에서 문의 개폐를 관찰할 수 있는 설비를 설치하는 경우에는 그러하지 아니한다.

(b) 문의 개폐상태 표시장치를 선교에 설치하여야 한다.

(c) 원격개폐 조작레버를 각 조작상태에서 고정시킬 수 있는 잠금장치를 설치하여야 한다.

(나) 원격조작반이 노출갑판상의 선수에 위치하는 경우에는 조작레버를 선미쪽으로 이동시킬 때 문이 닫히도록 설치하여야 하며, 파도 등에 의하여 원격조작반이 파손되는 것을 방지할 수 있는 힌지붙이 강제덮개를 설치하여야 한다.

(4) 폐쇄장치 *(2018)*

(가) 카페리선은 선수문 등을 완전하게 폐쇄할 수 있는 개폐장치와 잠금장치(이하 "폐쇄장치"라 한다)를 설치하여야 하며, 이들 장치는 폐쇄된 선수문 등이 선체운동 또는 진동 등에 의하여 쉽게 개방되지 아니하는 구조의 것이어야 한다.

(나) 전 (가)의 폐쇄장치 중 잠금장치는 이중으로 하여야 하며, 하나의 잠금장치에 손상이 있더라도 다른 잠금장치로 문이 계속 유효하게 폐쇄될 수 있어야 한다.

(다) 선수문 등의 폐쇄장치는 선교 또는 조작장소에서 그 폐쇄상태를 쉽게 확인할 수 있어야 하며, 항해중 여객이 통행하는 곳에 설치하여서는 안된다.

(라) 잠금장치의 설계하중 및 허용응력에 대하여는 **규칙 4편 3장**에 따른다.

(5) 취급방법의 표시

승인된 차량문의 작동방법 및 주의사항 등을 차량문 근처 또는 조작반 근처의 잘 보이는 곳에 게시하여야 한다.

9. 공기관 및 측심장치

(1) 연료유 탱크

(가) 모든 연료유 탱크의 공기관 개구단은 이 개구로부터의 넘침이나 가스방출로 발화할 우려가 없는 노출 갑판상의 안전한 장소에 설치되어야 하며, 폐위된 차량 구역내에 개구되도록 하여서는 안된다.

(나) 모든 연료유 탱크의 측심관 상단은 노출갑판상의 안전한 장소에 설치되어야 한다. 다만, 부득이한 경우에는 전기장치 또는 기타 고온부로부터 떨어진 폐위구역내의 안전한 곳에 설치할 수 있으나, 그 상단에는 자동폐쇄형 슬루수밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.

(다) 공기관의 안지름 및 개구단에 설치하는 화염방지용 금속망 등에 대하여는 **규칙 5편 6장 201.**에 적합한 것이어야 한다.

10. 전기 설비

(1) 폐위된 차량구역 내의 전기설비에 대하여는 **규칙 7장 402.**의 규정에 따른다.

(2) 카페리여객선의 비상전기 설비

카페리여객선의 비상전원 요건 및 적용에 대하여는 **"카페리선박의 구조 및 설비 등에 관한 기준"**의 규정에 따른다.

(3) 차량 전원공급용 전선의 비치 및 사용

(가) 활어 운반차량을 탑재하는 카페리선박의 폐위된 차량구역에는 활어운반차량에 전원을 공급할 수 있는 다음의 릴리드(reel lead) 전선을 적재되는 차량의 수만큼 비치하여야 한다.
(a) 과부하시 전원을 자동적으로 차단할 수 있을 것
(b) 전선은 난연성일 것
(나) 활어 운반차량이 선박 운항 중 전기적 산소공급장치를 사용하는 경우 제동장치를 끄고 선박전원을 사용하여야 한다.

11. 방화구조

카페리선의 방화구조는 **선박방화구조기준** 제6장의 규정에 적합하여야 한다.

12. 카페리선에 대한 비손상시 복원성 기준

카페리선의 복원성은 **선박복원성 기준**에 적합하여야 한다.

13. 카페리여객선의 구획 및 손상 복원성기준

(1) 구획의 배치
(가) 모든 카페리여객선은 어느 한 구획이 침수하여도 한계선이 수면하로 잠기지 아니하도록 선박구획을 배치하여야 한다.
(나) L 이 45 m 이상인 카페리여객선은 (가)에 추가하여 선수미단에서 서로 인접하는 2개의 구획이 침수하여도 한계선이 수면하로 잠기지 아니하도록 선박구획을 배치하여야 한다.
(다) L 이 79 m 이상인 카페리여객선은 (가)에 추가하여 임의의 서로 인접하는 2개의 구획이 침수하여도 한계선이 수면하로 잠기지 아니하도록 선박구획을 배치하여야 한다.

(2) 손상시 복원성기준
(가) 손상시 복원성
(a) 카페리여객선은 손상을 받아 (2)호의 규정에 의한 구획이 침수된 경우 및 평형조치를 취하였을 경우의 최종상태가 다음 조건에 만족하여야 한다.
(i) 대칭으로 침수된 경우에는 메타센타 높이는 0.05 m 이상이어야 한다.
(ii) 비대칭으로 침수되는 경우에는 경사각은 7°를 초과하지 아니하여야 한다. 다만, 인접하는 2개의 구획이 동시에 침수하는 경우에는 경사각을 15° 이하로 할 수 있다.
(iii)한계선이 수면하로 잠기지 아니하여야 한다.
(b) 카페리여객선은 (a)의 규정에 적합하게 하기 위하여 모든 사용상태에 있어서 필요한 복원성을 가져야 한다.
(c) (a)의 침수중간단계에 있어서 한계선이 수면하로 잠기는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 조치를 취하여야 한다.
(d) (a)의 평형조치를 취하는 경우에는 평형전의 최대경사각은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것 이어야 한다.
(나) 손상시의 복원성 계산
(a) 손상시의 복원성 계산은 (2)호 및 다음 (다) 및 (라)의 규정에 추가하여 선박의 치수비율, 특성과 그 침수구획실의 배치 및 형상을 고려하여야 한다.
(b) 수밀갑판, 종격벽 또는 내측외판을 갖는 경우에 이들에 의하여 둘러싸여 있는 부분이 침수로 인한 선박의 경사등의 원인에 의하여 선박의 안전을 해칠 우려가 있을 경우에는 이들 사항에 대하여 고려하여야 한다.
(다) 침수구획의 침수율
침수율은 화물, 석탄 또는 저장품을 적재하는 장소는 60, 거주실은 95, 기관실은 85로 하며, 액체를 적재하는 장소는 0 또는 95 중 복원성에 악영향을 미치는 값으로 한다. 다만, 손상시 수면의 근방에 있어 실질적으로 거주설비 또는 기관이 포함되지 아니하는 장소 및 보통 상당량의 화물이나 저장품등에 의하여 점유되지 아니하는 장소에 대하여는 정밀한 계산을 하여야 한다.
(라) 손상범위의 가정
(a) 가정손상범위는 다음에 따른다.
(i) 종방향 범위 : $l = 0.03L + 3$ (m) 또는 11 m 중 작은 값
(ii) 횡방향 범위 : 최고 구획만재흘수선의 수평면에 있어서 외판으로부터 선체중심선에 직각으로 $0.2B$ (m).
(iii)수직방향 범위 : 용골상면상 상부
(b) (a)에 의한 것보다 적은 범위의 손상에 의하여 복원성에 악영향을 미치는 경우에는 이 손상범위도 고려하여야 한다.

(마) 횡격벽간의 거리

(a) 인접하는 두개의 횡격벽간의 거리가 다음 식에 의한 길이 l 또는 11 m 중 작은 것보다 작은 경우에는 이들 두개의 격벽 중 어느 한개는 없는 것으로 간주하여 (1)호의 규정을 적용한다.

$$l = 0.03L + 3 \quad (\mathrm{m})$$

(b) 횡격벽에 굴절부가 있는 경우에는 **카페리선박의 구조 및 설비 등에 관한 기준 제16조**의 5의 2항의 규정에 따른다.

(바) 비대칭 침수

(a) 비대칭 침수는 될 수 있는 한 적게 되도록 하여야 한다.

(b) 비대칭 침수에 의한 대각도 횡경사를 수정하는 장치는 가능한 한 자동식이어야 하며, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 한다.

(c) (b)의 장치가 크로스 플로딩(cross flooding) 설비인 경우에는 이 장치는 다음 조건에 적합하여야 한다.

(i) 제어장치가 설치되었을 경우에는 제어장치는 격벽갑판의 상방에서 조작할 수 있는 것이어야 한다.

(ii) 평형에 요하는 시간은 15분 이하이어야 하며 계산방법은 IMO Res.A266(Ⅷ) (개정안 포함)에 따른다.

(사) 관의 손상에 대한 설비

1개의 구획실의 배수에 사용되는 빌지관이 선박의 충돌이나 좌초등으로 인하여 해당 구획실 외부의 장소에서 손상을 받아 해당 구획실에 침수할 염려가 있는 경우에는 이를 방지하기 위하여 적당한 설비를 하여야 한다. 이 경우 빌지관의 어느 부분이 최고구획만재흘수선의 수평면에서 선체중심선에 직각으로 측정하여 선박의 너비의 1/5의 거리보다 선측에 가까운 경우에는 관의 개방단이 있는 구획실내의 관에 역지밸브를 장치하여야 한다. ⚓

부록 7-4 산적화물선에 대한 흘수의 함수로서 화물창의 최대허용 및 필요최소 적재중량 계산지침

1. 지침 3편 부록 3-1 2항 (4)호의 (다)에서 요구되는 적하지침서에 기재해야 할 각 화물창 단독으로의 최대허용적재질량 W_{MAX} 및 최소필요적재중량 W_{MIN}은 해당 화물창 길이의 중앙위치에서 흘수에 따라 이하와 같이 구한다.

(1) 최대허용적재중량

(가) 규칙 산식에 의하여 이중저 구조의 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma\,(\mathrm{kN/m^2})$는 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

$$\max\{a_1 n_{f1}, a_2 n_{f2}, \cdots, a_n n_{fn}\} + 9.81(d_x - 0.026L'\alpha_R - h_{BST})$$

h_x : 선체중심선에서 내저판 상면으로부터 화물표면까지의 적재높이(m)로, 상갑판까지의 높이 이하로 하여야 한다.

γ : 해당 화물창의 화물설계밀도 = $\dfrac{M_D}{V}$

M_D : 해당 화물창의 최대화물질량(ton).

V : 창구부분을 제외한 해당 화물창의 용적($\mathrm{m^3}$).

a_i : 적재조건의 수를 n으로 할 때, i번째 적재조건의 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 흘수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차($\mathrm{kN/m^2}$)로써, 다음 식에 의한다. 다만 강재 코일 등 중량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, 부재의 설계압력을 초과하여서는 안된다.

$$\max\{|p_i - 9.81(d_i + 0.026L')|, |p_i - 9.81(d_i - 0.026L')|\}$$

p_i : i번째 적재조건의 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력($\mathrm{kN/m^2}$).

d_i : i번째 적재조건에서 해당 화물창 l_H의 중앙에서의 흘수(m).

l_H : 화물창의 길이로, 규칙 3장 301. 4항에 의한다.

L' : 선박의 길이 L(m), 다만 230 m 이상으로 할 필요는 없다.

α_R : 1.0, 다만 항내 등 파랑의 영향이 적은 수역에서는 0.5로 한다.

n_{fi} : i번째 적재조건에서, 해당 화물창과 인접하는 전후 어느 쪽의 화물창 간에서 동시에 인접하여 적재화물창 또는 공창으로 되는 경우에는 0.9, 그렇지 않은 경우에는 1.0으로 한다.

d_x : 해당 화물창 l_H의 중앙 위치에서의 흘수(m).

h_{BST} : 선체중심선 상에서 이중저 내 탱크의 평형수의 높이(m), 다만 이중저 높이 이하로 한다.

(b) 최대허용적재질량 W_{MAX}(ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이하로 한다.

$$\gamma f(h_x)$$

$f(h_x)$: 선체중심선 상에서의 화물의 적재높이 h_x(m)와 화물창 내에 적재한 화물의 체적($\mathrm{m^3}$)과의 관계를 나타내는 함수. 다만 이 때 화물은 균일하게 트리밍하여 적재한 것으로 한다.

(나) 직접강도계산에 의하여 이중저 부재 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma\,(\mathrm{kN/m^2})$는 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

$$\max\{a_1, a_2, \cdots, a_n\} + 10.0(d_x - 0.25H_w\alpha_{DC} - h_{BST})$$

h_x, γ, d_x 및 h_{BST} : 전 (가)에 의한다.

a_i : 적재조건의 수를 n으로 할 때, i번째 적재조건의 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 흘수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차(kN/m^2)로써, 다음 식에 의한다. 다만 강재 코일 등 중량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, 부재의 설계압력을 초과하여서는 안된다.

$$\max\{|p_i - 10.0(d_i + 0.25H_w)|, |p_i - 10.0(d_i - 0.25H_w)|\}$$

p_i : i번째 적재조건의 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력(kN/m^2), 다만 화물에 의한 압력을 계산할 때에는 직접계산에서 이용된 화물밀도 및 화물의 적재형상을 고려하여 계산하여도 좋다.

d_i : i번째 적재조건에서 해당 화물창 l_H의 중앙에서의 흘수(m)

H_w : 다음 식에 의한다.

$L \le 150$ m인 경우: $0.61\,L^{1/2}$

$150\text{ m} < L \le 250$ m인 경우: $1.41\,L^{1/3}$

$250\text{ m} < L \le 300$ m인 경우: $2.23\,L^{1/4}$

$300\text{m} < L$인 경우: 9.28

α_{DC} : 1.0, 다만 항내 등 파랑의 영향이 적은 수역에서는 1/3로 한다.

(b) 최대허용적재질량 W_{MAX}(ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이하로 한다.

$\gamma f(h_x)$

$f(h_x)$: (가)에 의한다.

(2) 필요최소적재중량

(가) 규칙 산식에 의하여 이중저 구조의 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m^2)는 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

$$-\max\{a_1 n_{f1}, a_2 n_{f2}, \cdots, a_n n_{fn}\} + 9.81(d_x + 0.026L'\alpha_R - h_{BST})$$

h_x, γ, a_i, n_{fi}, d_x, L', α_R 및 h_{BST} : (1)호 (가)에 의한다.

(b) 필요최소적재중량 W_{MIN}(ton)은, 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 한다.

$\gamma f(h_x)$

$f(h_x)$: (1) (가)에 의한다.

(나) 직접강도계산에 의하여 이중저 부재 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m^2)는 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 하여야 한다.

$$\min\{a_1, a_2, \cdots, a_n\} + 10.0(d_x + 0.25H_w\alpha_{DC} - h_{BST})$$

h_x, γ, d_x, α_{DC}, h_{BST} 및 H_w : (1) (나)에 의한다.

a_i : 적재조건의 수를 n으로 할 때, i번째 적재조건의 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 흘수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차(kN/m^2)로써, 하향 하중을 양으로 하여 다음 식에 의하여 구한다. 다만 강재 코일 등 중량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, a_i의 절대값이 국부 부재의 설계압력을 초과하지 않도록 a_i의 값을 정하여야 한다.

$$\min\{(p_i - 10.0(d_i + 0.25H_w)), (p_i - 10.0(d_i - 0.25H_w))\}$$

p_i 및 d_i : (1)호 (나)에 의한다.

(b) 최소필요적재질량 W_{MIN}(ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 한다.

$$\gamma f(h_x)$$

$f(h_x)$: (1)호 (나)에 의한다.

2. 지침 3편 부록 3-1 2항 (4)호의 (라)에서 요구되는 적하지침서에 기재해야 할 인접하는 2개의 화물창(이하 인접 2 화물창이라 한다.)의 최대허용적재질량 W_{MAX} 및 최소필요적재중량 W_{MIN}은 해당 화물창 길이의 중앙위치에서 흘수에 따라 이하와 같이 구한다.

(1) 최대허용적재중량

(가) 규칙 산식에 의하여 이중저 구조의 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력은, 각 화물창마다 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

해당 화물창에 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma\,(\mathrm{kN/m^2})$에 관하여 ; $b + 9.81(d_x - 0.026L'\alpha_R - h_{BST})$
인접 화물창에 발생하는 압력 $9.81h'_x\gamma'\,(\mathrm{kN/m^2})$에 관하여 ; $b' + 9.81(d_x - 0.026L'\alpha_R - h'_{BST})$

h_x 및 h'_x : 각 화물창의 선체중심선에서 내저판 상면으로부터 화물표면까지의 적재높이(m)로, 상갑판까지의 높이 이하로 하여야 한다.

γ 및 γ' : 각 화물창에서의 화물설계밀도로, 인접 2 화물창이 동시에 적재화물창 또는 공창이 되는 적재조건 중 최대값이 되는 화물설계밀도

b 및 b' : a_j 및 a'_j이 이하의 관계를 만족할 때, b 및 b'은 각각 a_j 및 a'_j의 절대값으로 할 것. 다만 강재 코일 등 중량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, 부재의 설계압력을 초과하여서는 안된다.

$$a_j a'_j = \max\{a_1 a'_1, a_2 a'_2, \cdots, a_m a'_m\}$$

a_j 및 a'_j : 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 흘수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차이 중, 하향 하중을 양으로 하여, 해당 화물창 및 인접 화물창의 압력 차이가 동시에 같은 부호를 갖는 적재조건의 수를 m으로 한 경우에, j번째 적재조건에서의 해당화물창 및 인접화물창 각각의 압력 차이($\mathrm{kN/m^2}$). 이 때 j번째 적재조건에서, 정수압에 파랑변동압을 가한 경우 및 감한 경우 중, 해당화물창과 인접화물창의 압력차이가 동시에 같은 부호의 압력차이를 갖는 경우만을 고려하면 되는데, 양쪽 모두 같은 부호의 압력차이를 갖는 경우에는 a_j 및 a'_j의 값을 각각 이하의 관계를 만족하는 a_{jk} 및 a'_{jk}로 할 것.

$$a_{jk} a'_{jk} = \max\{a_{j1} a'_{j1}, a_{j2} a'_{j2}\}$$

a_{jk} 및 a'_{jk} : j번째 적재조건에서, 정수압에 파랑변동압을 가한 경우의 해당화물창과 인접화물창의 압력차이를 a_{j1} 및 a'_{j1}, 파랑변동압을 감한 경우의 해당화물창과 인접화물창의 압력차이를 a_{j2} 및 a'_{j2}로 하여, 각각 이하의 산식에 의하여 구할 것.

$$a_{j1} = p_j - 9.81(d_j + 0.026L')$$
$$a'_{j1} = p'_j - 9.81(d'_j + 0.026L')$$
$$a_{j2} = p_j - 9.81(d_j - 0.026L')$$
$$a'_{j2} = p'_j - 9.81(d'_j - 0.026L')$$

p_j 및 p'_j : j번째 적재조건의 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 해당화물창 및 인접화물창 각각에서의 압력($\mathrm{kN/m^2}$)

d_j 및 d'_j : j번째 적재조건에서, 해당화물창 및 인접화물창의 l_H의 중앙위치에서의 각 흘수(m)

l_H, L' 및 α_R : 1항 (1)호 (가)에 의한다.

d_x : d_j와 d'_j의 평균값(m)

h_{BST} 및 h'_{BST} : 각 화물창의 선체중심선 상에서 이중저 내 탱크의 평형수의 높이(m), 다만 이중저 높이 이상으로 할 필요는 없다.

(b) 최대허용적재질량 W_{MAX}(ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이하로 한다.

$$\gamma f_1(h_x)+\gamma' f_2(h'_x)$$

$f_1(h_x)$ 및 $f_2(h'_x)$: 각 화물창의 선체중심선 상에서의 화물의 적재높이(m)와 화물창 내에 적재한 화물의 체적(m^3)과의 관계를 나타내는 함수. 다만 이 때 화물은 균일하게 트리밍하여 적재한 것으로 한다.

(나) 직접강도계산에 의하여 이중저 부재 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력은, 각 화물창마다 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

해당 화물창에 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma\,(\mathrm{kN/m^2})$ 에 관하여 ; $b+10.0(d_x-0.25H_w\alpha_{DC}-h_{BST})$
인접 화물창에 발생하는 압력 $9.81h'_x\gamma'\,(\mathrm{kN/m^2})$ 에 관하여; $b'+10.0(d_x-0.25H_w\alpha_{DC}-h'_{BST})$

h_x, h'_x, γ, γ', d_x, h_{BST} 및 h'_{BST} : (가)에 의한다.
b 및 b' : (가)에 의하는데, a_{j1}, a'_{j1}, a_{j2} 및 a'_{j2}를 구할 때에는 각각 이하의 식에 의한다.

$$a_{j1}=p_j-10.0(d_j+0.25H_w)$$
$$a'_{j1}=p'_j-10.0(d'_j+0.25H_w)$$
$$a_{j2}=p_j-10.0(d_j-0.25H_w)$$
$$a'_{j2}=p'_j-10.0(d'_j-0.25H_w)$$

p_j 및 p'_j : (가)에 의하는데, 화물에 의한 압력을 계산할 때에는 직접계산에서 이용된 화물밀도 및 화물의 적재형상을 고려하여 계산하여도 좋다.
d_j 및 d'_j : (가)에 의한다.
H_w 및 α_{DC} : 1항 (1)호 (나)에 의한다.

(b) 최대허용적재질량 W_{MAX}(ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이하로 한다.

$$\gamma f_1(h_x)+\gamma' f_2(h'_x)$$

$f_1(h_x)$ 및 $f_2(h'_x)$: (가)에 의한다.

(2) 필요최소적재중량

(가) 규칙 산식에 의하여 이중저 구조의 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력은, 각 화물창마다 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 하여야 한다.

해당 화물창에 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma\,(\mathrm{kN/m^2})$ 에 관하여 ; $-b+9.81(d_x+0.026L'\alpha_R-h_{BST})$
인접 화물창에 발생하는 압력 $9.81h'_x\gamma'\,(\mathrm{kN/m^2})$ 에 관하여 ; $-b'+9.81(d_x+0.026L'\alpha_R-h'_{BST})$

h_x, h'_x, γ, γ', b, b', d_x, L', α_R, h_{BST} 및 h'_{BST} : (1)호 (가)에 의한다.

(b) 필요최소적재중량 W_{MIN}(ton)은, 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 한다.

$$\gamma f_1(h_x)+\gamma' f_2(h'_x)$$

$f_1(h_x)$ 및 $f_2(h'_x)$: (1)호 (가)에 의한다.

(나) 직접강도계산에 의하여 이중저 부재 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력은, 각 화물창마다 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 하여야 한다.

해당 화물창에 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma\,(\mathrm{kN/m^2})$에 관하여 ; $b+10.0(d_x+0.25H_w\alpha_{DC}-h_{BST})$
인접 화물창에 발생하는 압력 $9.81h'_x\gamma'\,(\mathrm{kN/m^2})$에 관하여 ; $b'+10.0(d_x+0.25H_w\alpha_{DC}-h'_{BST})$

h_x, h'_x, γ, γ', d_x H_w, α_{DC}, h_{BST} 및 h'_{BST} : (1)호 (나)에 의한다.

b 및 b' : a_j 및 a'_j이 이하의 관계를 만족할 때, b 및 b'은 각각 a_j 및 a'_j으로 할 것. 다만 강재 코일 등 중량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, b 및 b'의 절대값이 국부 부재의 설계압력을 초과하지 않도록 b 및 b'의 값을 결정할 것.

$$|a_j|\,a'_j=\min\{|a_1|a'_1,|a_2|a'_2,\cdots,|a_m|a'_m\}$$

a_j 및 a'_j : 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 흘수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차이 중, 하향 하중을 양으로 하여, 해당 화물창 및 인접 화물창의 압력 차이가 동시에 같은 부호를 갖는 적재조건의 수를 m으로 한 경우에, j번째 적재조건에서의 해당화물창 및 인접화물창 각각의 압력 차이($\mathrm{kN/m^2}$). 이 때 j번째 적재조건에서, 정수압에 파랑변동압을 가한 경우 및 감한 경우 중, 해당화물창과 인접화물창의 압력차이가 동시에 같은 부호의 압력차이를 갖는 경우만을 고려하면 되는데, 양쪽 모두 같은 부호의 압력차이를 갖는 경우에는 a_j 및 a'_j의 값을 각각 이하의 관계를 만족하는 a_{jk} 및 a'_{jk}로 할 것.

$$|a_{jk}|\,a'_{jk}=\min\{|a_{j1}|a'_{j1},|a_{j2}|a'_{j2}\}$$

a_{jk} 및 a'_{jk} : j번째 적재조건에서, 정수압에 파랑변동압을 가한 경우의 해당화물창과 인접화물창의 압력차이를 a_{j1} 및 a'_{j1}, 파랑변동압을 감한 경우의 해당화물창과 인접화물창의 압력차이를 a_{j2} 및 a'_{j2}로 하여, 각각 이하의 산식에 의하여 구할 것.

$$a_{j1}=p_j-10.0(d_j+0.25H_w)$$
$$a'_{j1}=p'_j-10.0(d'_j+0.25H_w)$$
$$a_{j2}=p_j-10.0(d_j-0.25H_w)$$
$$a'_{j2}=p'_j-10.0(d'_j-0.25H_w)$$

p_j 및 p'_j : (1)호 (나)에 의하는데, 화물에 의한 압력을 계산할 때에는, 직접계산에서 이용된 화물밀도 및 화물 적재형상을 고려하여 계산하여도 좋다.

d_j 및 d'_j : (1)호 (나)에 의한다.

(b) 최소필요적재질량 W_{MIN}(ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 한다.

$$\gamma f_1(h_x)+\gamma' f_2(h'_x)$$

$f_1(h_x)$ 및 $f_2(h'_x)$: (1)호 (나)에 의한다.

3. 1항에도 불구하고, **규칙 3장 201. 3**항에 규정된 BC-A, BC-B 및 BC-C의 부호를 갖는 산적화물선에 관해서는, 각 화물창의 최대허용적재질량 W_{MAX} 및 최소필요적재중량 W_{MIN}을 다음과 같이 구하여도 상관없다.(**그림 1** 참조)

$W_{MAX}=W_{\max}(0)+1.025V\dfrac{d_x}{h}$(ton) 다만, 해당 화물창의 최대화물질량 M_D(ton) 이하로 한다.

$W_{MIN}=W_{\min}(0)+1.025V\dfrac{d_x}{h}$(ton) 다만, 0 이상으로 한다.

$$W_{\max}(0) = \max\left\{ W_{\max}(d_i) - 1.025\,V\frac{d_i}{h} \right\}$$

$$W_{\min}(0) = \min\left\{ W_{\min}(d_i) - 1.025\,V\frac{d_i}{h} \right\}$$

$W_{\max}(d_i)$, $W_{\min}(d_i)$: 선박 종류에 따라 적용하는 적재조건에 따라 i번째 적재조건에 의하여 결정되는, 각각의 흘수 d_i에서의 최대화물적재질량 또는 최소필요화물질량(ton)

d_i : i번째 적재조건에서의 흘수(m).

V : 창구부분을 제외한 해당 화물창의 용적(m^3).

h : 선체중심선에서 내저판 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).

d_x : 1항 (1)호 (가)에 의한다.

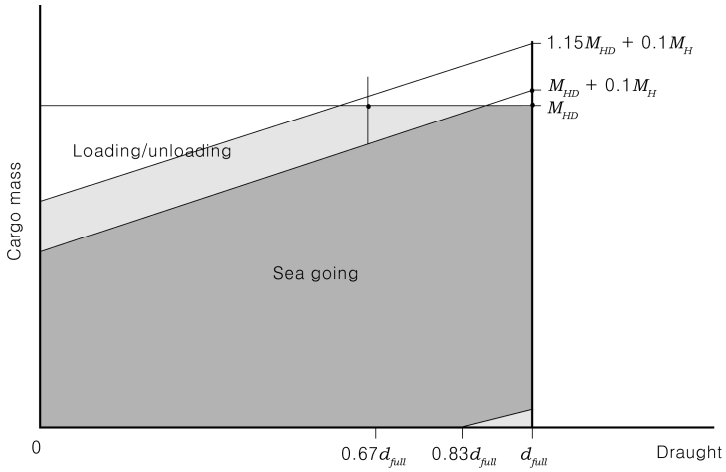


그림 1 단독화물창의 최대허용 및 최소필요 화물질량(BC-A 선박의 적하창의 예)

4. 2항에도 불구하고, **규칙 3장 201. 3**항에 규정된 BC-A, BC-B 및 BC-C의 부호를 갖는 산적화물선에 관해서는, 두 개 화물창의 최대허용적재질량 W_{MAX} 및 최소필요적재중량 W_{MIN}을 다음과 같이 구하여도 상관없다.(**그림 2** 참조)

$W_{MAX} = 2M_{Full} + 1.025(V_f + V_d)\dfrac{d_x - 0.67d}{h}$(ton), 다만 각 해당 화물창의 최대화물질량 M_D의 합을 초과하여서는 안된다.

$W_{MIN} = 1.025(V_f + V_d)\dfrac{d_x - d_{\min}}{h}$(ton), 다만 0 이상으로 하여야 한다.

M_{Full} : 창구코밍 정부까지 채운 가상밀도(균일질량/화물창용적, 최소 1.0 t/m^3)를 갖는 화물에 해당하는 화물창 내의 화물질량. M_{Full}은 최대흘수에서 균일적하상태에 해당하는 화물창 내의 실제 화물질량(M_H)보다 작아서는 안된다.

V_f 및 V_a : 창구부분을 제외한 전후 화물창의 용적(m^3)

$d_{\min}$: 0.75 d 또는 해당 인접 두 개의 화물창이 공창으로 되는 평형수흘수 중 큰 값(m)

5. 3항 및 4항의 경우, 항내 하역상태의 각 흘수에 대한 허용최대적재질량 및 필요최소적재질량은, 적하상태의 허용최대적재질량 또는 필요최소적재질량에 대하여, 해당 화물창의 계획만재흘수에서의 허용최대적재질량(4항의 경우에 관해서는 인접 두 화물창의 허용최대적재질량)의 15%에 해당하는 질량만큼을 각각 증가 또는 감소시켜도 관계없다. 다만 각 화물창은 만재흘수에서의 해당 화물창 단독의 허용최대적재질량을 초과하여서는 안된다.

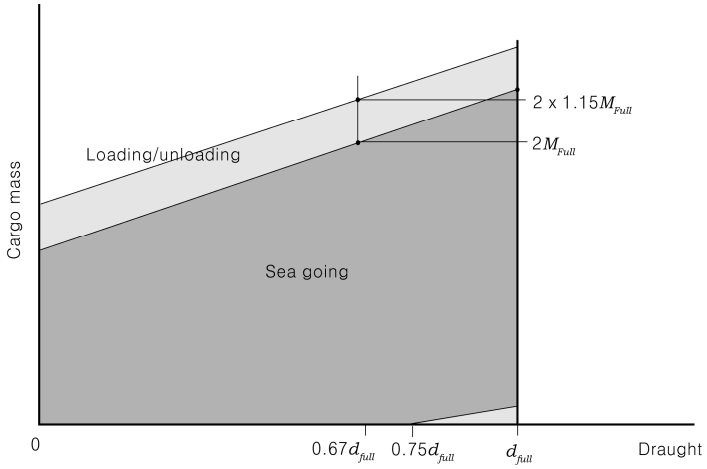


그림 2 두 개의 인접화물창의 최대허용 및 최소필요 화물질량(예)

6. 1항 및 4항에도 불구하고, 해당 화물창의 이중저 강도 산정을 전 **1항** 또는 **3항** 이외의 적하상태에 의하여 정한 경우에는, 그 적하상태를 이용하여 허용최대 및 필요최소 적재질량을 구하여도 관계없다. 또 1항 및 2항에 의하여 구한 허용최대 및 필요최소 적재질량보다, 각각 큰 값 또는 작은 값을 설정하고자 하는 경우에는, 추가의 직접강도계산 등에 의하여 강도검토를 행하는 것을 조건으로 수정하여도 관계없다.
7. 1항부터 6항까지에 관련하여, 적하지침서에는 허용최대 및 필요최소 적재질량을 사용하는 경우의 주의사항으로써 다음을 기재하여야 한다. 강재 코일 적재 등 이중저의 국부강도에 영향을 미치는, 적하지침서에 기재하지 않은 적재를 하는 경우에는, 허용최대 및 필요최소 적재질량은 별도로 고려할 필요가 있다.
8. **지침 3편 부록 3-1** 3항 (1)호 (바)에서 요구하는 적하지침서에 기재하여야 할 표준 적하/양하에 대한 지침에는, 적어도 다음의 적하상태에 대한 화물의 적하/양하 순서를 포함하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 다만 (2) 이외의 적하상태에 관하여는, 이를 설계조건으로 한 경우에만 기재하여도 관계없다.
   (1) **지침 3편 부록 3-1** 3항 (1)호 (바) (a)에 규정한 불균일 적하상태
   (2) **지침 3편 부록 3-1** 3항 (1)호 (바) (b)에 규정한 균일 적하상태
   (3) **지침 3편 부록 3-1** 3항 (1)호 (바) (d)에 규정하는 단기항해에서의 적하상태
   (4) **지침 3편 부록 3-1** 3항 (1)호 (바) (e)에 다항 적하 및 양하 상태
   (5) **지침 3편 부록 3-1** 3항 (1)호 (바) (f)에 규정하는 갑판화물 적하상태
   (6) 격창적하는 아닌 인접하는 두 개 이상의 화물창에 부분적재를 하는 적하상태
9. 8항에서 규정하는 요구하는 적하/양하 순서의 각 단계는 다음에 의한다. 단계(step)라고 하는 것은, 화물창 마다 하역작업을 행하고 하역설비가 다음 화물창으로 이동할 때까지를 말한다.
   (1) 화물적하에 관해서는, 평형수적재상태의 화물적재 개시로부터 해당 적재의 계획만재상태까지의 각 단계
   (2) 화물양하에 관해서는, 계획만재상태의 화물양하 개시로부터 출항시의 평형수적재상태까지의 각 단계
10. 8항에서 규정하는 매 적하상태의 각 단계는, 종굽힘 모멘트 및 전단력이 적하지침기기에 의하여 허용값 이내에 있다는 것을 확인하여야 한다.
11. 7항에 추가하여, 적하지침서에는 **지침 3편 부록3-1** 3항 (1)호 (바) (g)의 **표 4**의 서식을 첨부하고, 다음의 주의사항을 기재한다.
   "계획된 적하/양하 방법 이외의 적하/양하 또는 적하지침서에 기재하지 않은 적하/양하 순서를 행하는 경우에는, 화물의 적하/양하 속도, 평형수 주배수 용량 및 속도, 종강도, 그리고 이중저의 허용최대 및 필요최소 적재중량을 고려하여, 새로 해당 적하/양하에 대한 순서를 정한 서식을 이용하여 작성한다." ⚓

부록 7-5 현존 산적화물선에 대한 추가요건

1. 1번 화물창 침수시 1번과 2번 화물창 사이의 파형 횡수밀격벽에 대한 구조치수

(1) 적용 및 정의

(가) 이 규정은 선박의 길이(L_f)가 150 m 이상이고, 호퍼탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일갑판선으로서, 밀도가 1.78 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하고자 하는 모든 산적화물선에 대하여, 다음 (a) 또는 (b)에 해당하는 최전방 화물창의 수직 파형 횡수밀격벽(1번과 2번 화물창 사이)에 적용한다.

(a) 1998년 7월 1일 전에 건조 계약된 산적화물선의 경우, 선측 외판으로만 화물의 경계를 갖는 최전방 화물창으로서, **규칙 3장 12절**의 요건에 따라서 건조되지 않은 최전방 화물창

(b) 1999년 7월 1일 전에 용골이 거치되었거나 또는 이와 동등한 건조단계에 있던 산적화물선의 경우, 선측외판의 접선에 직각방향으로 측정한 폭이 760 mm 미만인 이중선측구조를 갖는 최전방 화물창으로서, **규칙 3장 12절**의 요건에 따라서 건조되지 않은 최전방 화물창

(나) 1번과 2번 화물창 사이의 횡격벽의 강도요구치수는 (2)호에 주어진 하중, (3)호에 주어진 굽힘모멘트와 전단력 및 (4)호에 주어진 강도평가에 따라 계산하여야 한다.

(다) 강재교환 및 보강에 대하여는 (6)호에 따른다.

(라) 균일적하상태라 함은 비중이 다른 화물을 고려한 최상층 적재높이와 최하층 적재높이의 비가 1.2를 초과하지 않는 적재조건을 말한다.

(2) 하중모델

(가) 일반

(a) 격벽에 작용하는 하중은 1번 화물창의 침수에 의한 하중과 화물하중의 결합에 의한 값을 말한다.

(b) 적하지침서에 포함된 모든 적하상태에 대하여 화물창의 침수시 화물하중과 수압의 조합하중 중 가장 불리한 하중을 고려하여 격벽의 강도를 평가하여야 한다.

(i) 균일적하상태

(ii) 비균일적하상태

(c) 균일적하상태를 위하여 여러 항구에서의 적재 또는 하역을 하는 비균일 부분적하상태는 이 규정에 따른 고려를 하지 않아도 된다.

(나) 격벽침수 수두

침수높이 h_f는 선박이 똑바로 선 상태에서 계산하고자 하는 위치에서 d_f까지 수직으로 측정한 거리(m)를 말한다.(**그림 1** 참조) 이 경우 d_f는 기선으로부터 다음에 규정된 높이(m)까지를 말한다.

(a) B형 건현을 갖는 재화중량 50,000톤 미만인 선박의 경우 : $d_f = 0.95D$

(b) 상기 (a) 이외의 선박인 경우 : $d_f = D$

(c) 다만, 지정만재흘수선을 감소시켜 운항하고자 하는 경우에는 전 (a) 또는 (b)에서 감소된 흘수만큼 감할 수 있다.

(다) 침수된 화물창내 압력

(a) 산적화물적재창

d_1과 d_f의 값에 따라서 다음의 두 가지 경우를 고려하여야 한다. 다만, d_1은 화물의 적재높이에 대응하는 수평면까지의 높이로서 다음 식에 따른다. (**그림 1** 참조)

$$d_1 = \frac{M_c}{\rho_c l_c B} + \frac{V_{LS}}{l_c B} + (h_{HT} - h_{DB})\frac{b_{HT}}{B} + h_{DB} \quad \text{(m)}$$

M_c : 해당 화물창의 화물의 질량 (ton).

ρ_c : 산적화물밀도 (t/m^3).

l_c : 해당 화물창의 길이 (m).

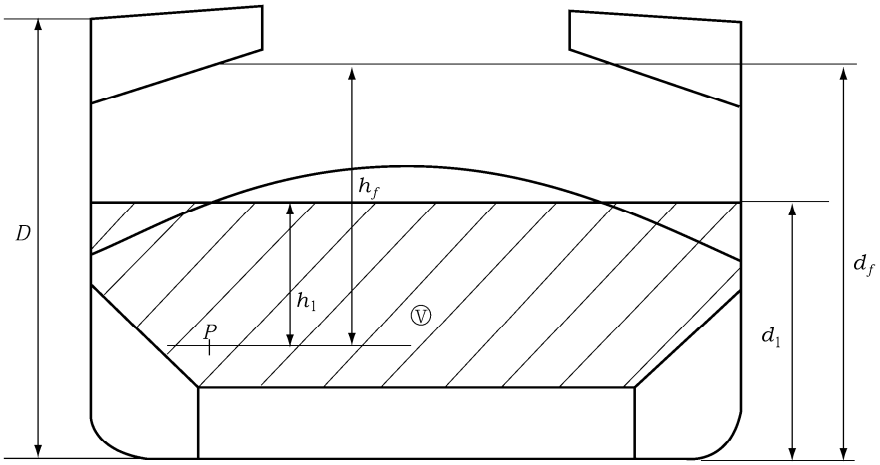
B : 선체중앙부에서의 선박의 너비 (m).

V_{LS}: 내저판 상부의 하부스툴의 용적 (m^3).

h_{HT}: 선체중앙부에서의 기선으로부터 호퍼탱크의 높이 (m).

h_{DB}: 이중저의 높이 (m).

b_{HT}: 선체중앙부에서의 호퍼탱크의 너비 (m).



V : 화물의 용적
P : 계산하고자 하는 지점.

그림 1 d_f, h_1 및 h_f의 측정방법

(i) $d_f \geq d_1$ 인 경우

① 고려하는 위치가 d_1 과 d_f 사이인 경우 압력 $P_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$P_{c,f} = \rho g h_f \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ : 해수의 밀도로 1.025 $\mathrm{t/m^3}$ 으로 한다.
g : 중력가속도로서 9.81 $\mathrm{m/s^2}$ 으로 한다.
h_f : 전 (나)에 정의된 침수수두.

② 고려하는 위치가 d_1 보다 낮은 경우 압력 $P_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$P_{c,f} = \rho g h_f + [\rho_c - \rho(1 - perm)] g h_1 \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ, g 및 h_f : 전 ①에 따른다.
ρ_c : 산적화물밀도 ($\mathrm{t/m^3}$).
$perm$: 화물의 침수율로서 광석에 대하여는 0.3으로 한다. (일반적으로 철광석의 산적화물밀도를 3.0 $\mathrm{t/m^3}$ 으로 한다.)
h_1 : 계산하고자 하는 위치로부터 d_1 까지의 수직거리(m). (**그림 1** 참조)
γ : 45° - (ϕ/2)
ϕ : 화물적하각(도)으로, 철광석의 경우에는 35°로, 시멘트의 경우에는 25°로 할 수 있

③ 파형에 작용하는 힘 $F_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$F_{c,f} = S_1 \left[\frac{\rho g (d_f - d_1)^2}{2} + \frac{\rho g (d_f - d_1) + (P_{c,f})_{le}}{2} (d_1 - h_{DB} - h_{LS}) \right] \quad (\mathrm{kN})$$

S_1 : 파형의 간격 (m). (**그림 2** 참조)
ρ 및 g : 전 ②에 따른다.
d_f : 전 (나)에 따른다.
$(P_{c,f})_{le}$: 파형의 하단에서의 압력 ($\mathrm{kN/m^2}$).
d_1 및 h_{DB} : 전 (a)에 따른다.
h_{LS} : 내저판으로부터 하부스툴정판까지의 평균 높이 (m).

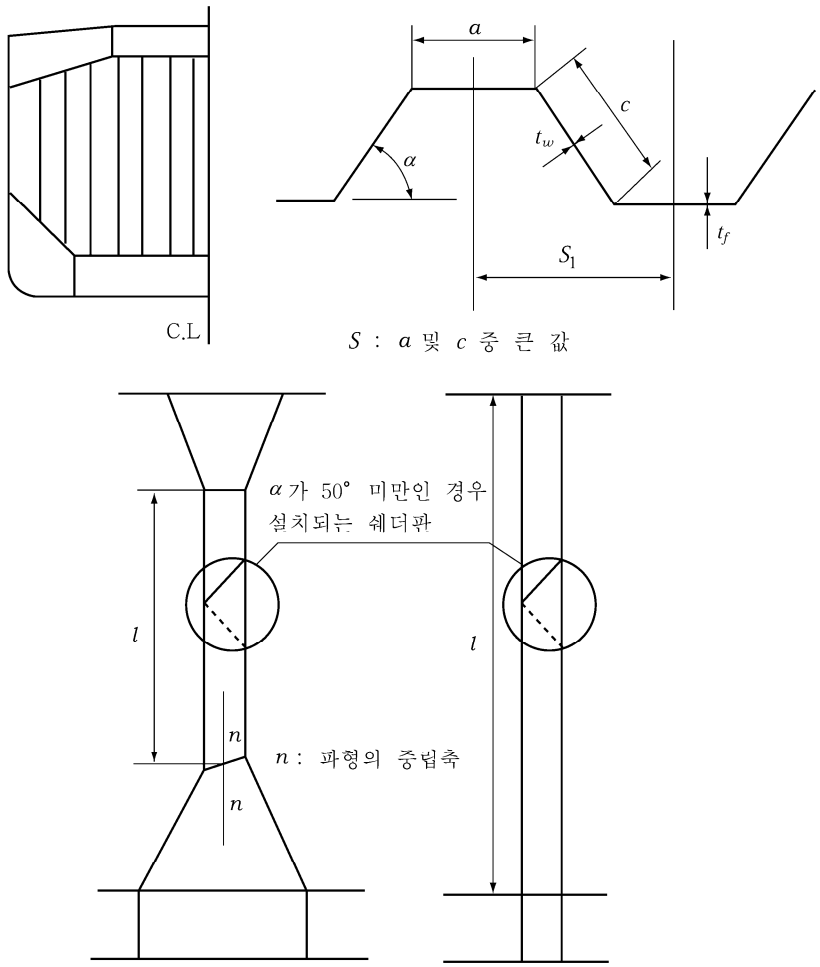


그림 2 S 및 l 의 측정방법

(ii) $d_f < d_1$ 인 경우

① 고려하는 위치가 d_1 과 d_f 사이인 경우 압력 $P_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$P_{c,f} = \rho_c g h_1 \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ_c, g, h_1 및 γ : (i)에 따른다.

② 고려하는 위치가 d_f 보다 낮은 경우 압력 $P_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$P_{c,f} = \rho g h_f + [\rho_c h_1 - \rho(1-perm)h_f] g \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ, g, h_f, ρ_c, h_1, $perm$ 및 γ : (i)에 따른다.

③ 파형에 작용하는 힘 $F_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$F_{c,f} = S_1\left[\frac{\rho_c g(d_1-d_f)^2}{2}\tan^2\gamma + \frac{\rho_c g(d_1-d_f)\tan^2\gamma + (P_{c,f})_{le}}{2}(d_1 - h_{DB} - h_{LS})\right] \quad (\mathrm{kN})$$

S_1, ρ_c, g, γ, $(P_{c,f})_{le}$ 및 h_{LS} : (i)에 따른다.

d_1 및 h_{DB} : (a)에 따른다.

d_f : (나)에 따른다.

(b) 빈 화물창의 침수에 의한 압력

고려하는 위치에서의 침수시 압력 P_f는 다음 식에 따른다.

$$P_f = \rho g h_f \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

파형에 작용하는 힘 F_f는 다음 식에 따른다.

$$F_f = S_1 \rho g \frac{(d_f - d_{DB} - h_{LS})^2}{2} \quad (\mathrm{kN})$$

S_1, g, ρ 및 h_{LS} : (i)에 따른다.
d_1 및 h_{DB} : (a)에 따른다.
d_f : (나)에 따른다.

(라) 침수되지 않은 산적화물 적재화물창의 압력

(a) 격벽의 각 위치에 있어서의 압력 P_c는 다음 식에 따른다.

$$P_c = \rho_c g h_1 \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

ρ_c, g, h_1 및 γ : (다), (a)의 (i)에 따른다.

(b) 파형에 작용하는 힘 F_c는 다음 식에 따른다.

$$F_c = S_1 \rho_c g \frac{(d_1 - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} \tan^2\gamma \quad (\mathrm{kN})$$

ρ_c, g, S_1, h_{LS} 및 γ : (다), (a)의 (i)에 따른다.
d_1 및 h_{DB} : (다)의 (a)에 따른다.

(마) 합성압력 및 합성힘

(a) 균일적재조건

(i) 격벽의 각점에 있어서의 격벽의 강도평가를 위한 합성압력 P는 다음 식에 따른다.

$$P = P_{c,f} - 0.8P_c \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

(ii) 격벽에 작용하는 합성힘 F는 다음 식에 따른다.

$$F = F_{c,f} - 0.8F_c \quad (\mathrm{kN})$$

(b) 비균일적재조건

(i) 격벽의 각점에 있어서의 격벽의 강도평가를 위한 합성압력 P는 다음 식에 따른다.

$$P = P_{c,f} \quad (\mathrm{kN/m^2})$$

(ii) 격벽에 작용하는 합성힘 F는 다음 식에 따른다.

$$F = F_{c,f} \quad (\mathrm{kN})$$

(iii) 비균일적하상태에서 1번 화물창이 공창인 경우의 합성압력 P와 파형격벽에 작용하는 합성하중 F는 다음 식에 따른다.

$$P = P_f \quad (\mathrm{kN/m^2})$$
$$F = F_f \quad (\mathrm{kN})$$

(3) 파형에 작용하는 굽힘모멘트 및 전단력

파형에 대한 굽힘모멘트 M과 전단력 Q는 (가)와 (나)에서 주어진 식에 따른다. 또한 굽힘모멘트 M과 전단력 Q의 값은 다음 (4)호의 검토에 사용된다.

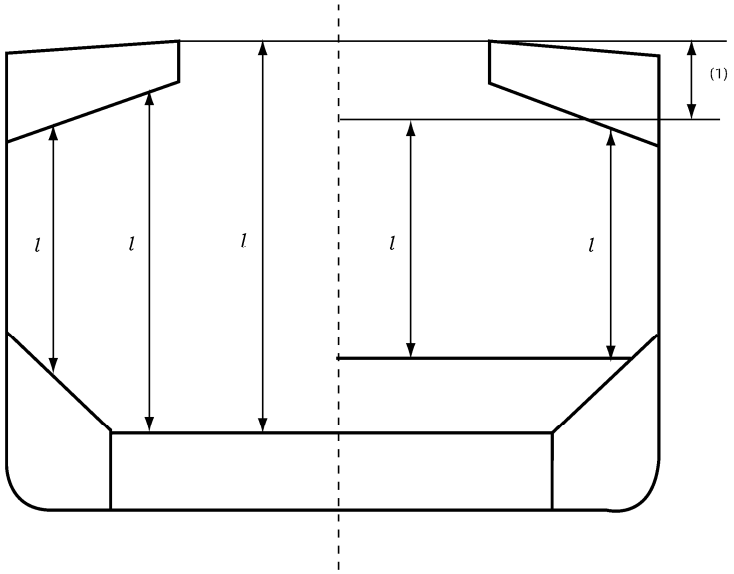
(가) 굽힘모멘트

파형에 대한 굽힘모멘트 M은 다음 식에 따른다.

$$M = \frac{Fl}{8} \quad \text{(kN-m)}$$

F : 합성힘 (kN)으로 (2)호의 (마)에 따른다.

l : 파형의 스팬 (m). (**그림 2** 및 **3** 참조)



(비고)

(1) 파형 스팬 l을 측정하는 경우, 선박의 중심선에서 갑판으로부터 상부스툴의 가상끝점까지의 거리는 다음 값보다 커서는 아니된다.

(1) 사각형 스툴의 경우 : 파형깊이의 2배

(2) 전 (1) 이외의 경우 : 파형깊이의 3배

그림 3 파형 스팬 l의 측정방법

(나) 전단력

파형하단에서의 전단력 Q은 다음 식에 따른다.

$$Q = 0.8F \quad \text{(kN)}$$

F 및 l : (가)에 따른다.

(4) 강도평가기준

(가) 일반

다음 사항은 수직파형을 갖는 격벽에 대하여 적용한다. (**그림 2** 참조)

(a) 강도요구두께 t_{net}의 요구치는 (나), (마), (바) 및 (사)를 만족하는 두께를 말한다.

(b) **그림 2**와 같이 파형각도 α가 50°보다 작은 경우에는 침수시 격벽의 형상 유지를 확보하기 위하여 파형중앙부에 쉐더판을 수평방향으로 엇갈리게 설치하여야 한다. 쉐더판은 격벽에 양면연속용접에 의하여 고착되어야 하며, 선측외판에는 부착되어서는 안된다.

(c) (나) 및 (다)의 계산에 이용되는 파형하단의 두께는 내저판(하부스툴이 없는 경우) 또는 하부스툴로부터 적어도 $0.15l$ 이상 유지되어야 한다.

(d) (나) 및 (라)의 계산에 이용되는 파형중앙부의 두께는 갑판(상부스툴이 없는 경우) 또는 상부스툴하단으로부터 적어도 $0.3l$ 이내인 곳까지 유지되어야 한다.

(나) 굽힘능력(bending capacity) 및 전단응력

(a) 파형의 굽힘능력은 다음을 만족하여야 한다.

$$\frac{M}{0.5Z_{le}\sigma_{a,le}+Z_m\sigma_{a,m}}\times 10^3 \le 1.0$$

M : (3)호의 (가)에 규정된 굽힘모멘트 (kN · m).

Z_{le} : (다)에 규정된 파형하단에서의 반피치 파형의 단면계수 (cm^3).

Z_m : (라)에 규정된 파형중앙부에서의 반피치 파형의 단면계수 (cm^3).

$\sigma_{a,le}$: (마)에 규정된 파형하단에서의 허용응력 (N/mm^2).

$\sigma_{a,m}$: (마)에 규정된 파형중앙부에서의 허용응력 (N/mm^2).

(i) 굽힘능력 계산시 Z_m 의 값은 $1.15Z_{le}$ 와 $1.15Z'_{le}$ 중 작은값 이하로 하여야 하며, Z'_{le} 는 다음의 경우에 적용하며, 다음 (ii)의 식에 따라 계산한다.

① 다음을 만족하는 쉐더판을 부착한 경우

㉮ 쉐더판은 너클이 되지 않아야 한다.

㉯ 쉐더판은 일면용입용접이나 이와 동등한 방법에 의해 파형과 하부스툴의 상단에 용접되어야 한다.

㉰ 쉐더판은 경사각 45° 이상으로 부착되어야 하고, 그 끝단은 스툴측판과 일치시켜야 한다.

② 다음을 만족하는 거싯판을 부착한 경우

㉮ 거싯판은 스툴측판과 일치되게 부착되어야 한다.

㉯ 거싯판은 적어도 파형면재와 재료특성이 동일하여야 한다.

(ii) 단면계수 Z_{le} 는 다음에 주어진 Z'_{le} 이하이어야 한다.

$$Z'_{le}=Z_g+\frac{Q\ h_g-0.5h_g^2S_1P_g}{\sigma_a}\times 10^3 \quad (cm^2)$$

Z_g : 쉐더 및 거싯판의 상부끝단에서 다음 (라)에 따라 계산된 반피치 파형의 단면계수 (cm^3).

Q : (3)호 (나)에 규정된 전단력 (kN).

h_g : 쉐더판 또는 거싯판의 높이 (m). (**그림 4**의 (1), (2), (3) 및 (4) 참조)

S_1 : (2)호 (다)의 (a)에 따른다.

P_g : 쉐더판 또는 거싯판의 중앙부에서의 (2)호 (마)에 따라 계산되어진 합성압력 (kN/m^2).

σ_a : (마)에 규정된 파형 하단부 면재의 허용응력 (N/mm^2).

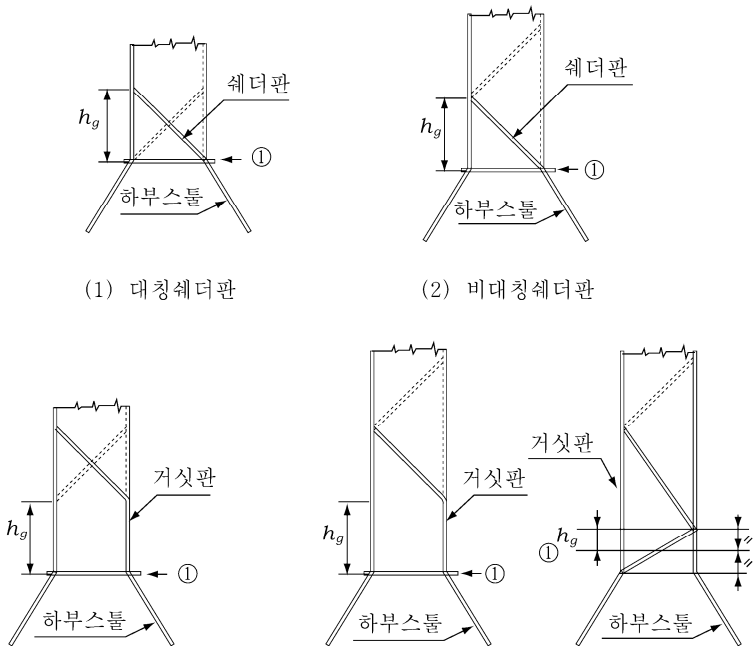


그림 4 쉐더판 및 거싯판

(b) 전단응력 τ는 전단력 Q를 전단면적으로 나누어 얻어진다. 파형의 경우, 웨브와 면재사이의 각도가 직각을 이루지 않음으로 전단 단면적이 감소한다. 일반적으로 감소된 전단 단면적은 웨브단면적에 $\sin\alpha$를 곱하여 구할 수 있다. α는 웨브와 면재사이의 각도이다.(**그림 2** 참조)

(c) 단면계수와 전단면적의 계산시에는 강도요구 판두께 t_{net}가 사용된다.

(d) 파형격벽의 단면계수는 (다) 및 (라)에 따라 계산한다.

(다) 파형하단에서의 단면계수

파형하단에서의 단면계수는 압축면재의 폭을 (바)의 (a)에 의한 유효면재폭 b_{ef}로 하여 계산하여 파형웨브가 스툴정판의 하부(또는 내저판의 하부)에서 브래킷에 의하여 지지되지 않은 경우에는 파형웨브의 30%만 유효하다고 간주하여 계산한다.

(a) (나)에 규정된 유효한 쉐더판이 부착된 경우 (**그림 4**의 (1) 및 (2) 참조)

파형하단(**그림 4**의 (1) 및 (2)의 단면 ①참조)의 단면계수 계산시 면재판의 면적을

$2.5a\sqrt{t_f t_{sh}}\sqrt{\dfrac{\sigma_{Fsh}}{\sigma_{Ffl}}}$ 만큼 증가시킬 수 있다. 다만, $2.5at_f$ 이하이어야 한다.

a : 파형격벽 면재의 폭 (m). (**그림 2** 참조)

t_{sh} : 쉐더판의 강도요구두께 (mm).

t_f : 면재의 강도요구두께 (mm).

σ_{Fsh}: 쉐더판의 항복응력 (N/mm^2).

σ_{Ffl}: 파형면재의 항복응력 (N/mm^2).

(b) (나)에 정의된 유효한 거싯판이 부착된 경우 (**그림 4**의 (3) 및 (4) 참조)

파형하단(**그림 4**의 (3) 및 (4)의 단면 ① 참조)의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 $7h_g t_{gu}$ 만큼 증가시킬 수 있다.

h_g : 거싯판의 높이 (m)로서 (**그림 4**의 (3) 및 (4) 참조) $\dfrac{10}{7}S_{gu}$ 이하이어야 한다.

S_{gu} : 거싯판의 폭 (m).

t_{gu} : 거싯판의 강도요구두께 (mm)로서, t_f 이하이어야 한다.

t_f : 면재의 강도요구두께 (mm).

(c) 파형웨브가 경사진 스툴정판에 용접되는 경우, 파형하단의 단면계수 계산시 파형격벽 웨브의 유효도는 스툴정판의 각도가 수평면에 대하여 45°이상인 경우에는 100 %로, 0°인 경우에는 30 %로 하며, 중간값에 대하여는 보간법에 따른다. 유효한 거싯판이 고착된 경우에는 파형의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 전 (b)에 규정된 값만큼 증가시킬 수 있으나 쉐더판만 설치된 경우에는 면재판의 면적을 증가시켜서는 안된다.

(라) 파형하단 이외에서의 단면계수

파형하단 이외에서의 단면계수는 압축면재의 폭을 (바)의 (a)에 의한 유효면재폭 b_{ef} 로 하고 파형 웨브는 유효하다고 가정하여 계산한다.

(마) 허용응력

수직응력 σ 및 전단응력 τ 는 다음 식에 주어진 허용값 σ_a 및 τ_a 를 초과하여서는 안된다.

$$\sigma_a = \sigma_y \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

$$\tau_a = 0.50\sigma_y \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ_y : 재료의 항복응력 ($\mathrm{N/mm^2}$).

(바) 압축면재폭 및 전단좌굴

(a) 압축면재의 유효폭

파형격벽 압축면재의 유효폭 b_{ef} 는 다음 식에 따른다.

$$b_{ef} = C_e a \quad (\mathrm{m})$$

$\beta > 1.25$ 인 경우 : $C_e = \dfrac{2.25}{\beta} - \dfrac{1.25}{\beta^2}$

$\beta \le 1.25$ 인 경우 : $C_e = 1.0$

$$\beta = \frac{a}{t_f}\sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \times 10^3$$

t_f : 파형면재의 강도요구두께 (mm).

a : 파형면재의 너비 (m). (**그림 2** 참조)

σ_y : 재료의 항복응력 ($\mathrm{N/mm^2}$).

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우에는 2.06×10^5 ($\mathrm{N/mm^2}$) 으로 한다.

(b) 전단

파형단부에 있는 웨브판에 대하여 전단좌굴을 검토하여야 하며, 전단응력 τ 는 다음의 임계좌굴응력 τ_c 값을 초과하여서는 안된다.

$\tau_c = \tau_E$: $\tau_E \le 0.5\tau_y$ 일 때

$\tau_c = \tau_y\left(1 - \dfrac{\tau_y}{4\tau_E}\right)$: $\tau_E > 0.5\tau_y$ 일 때

τ_y : 재료의 전단응력($\mathrm{N/mm^2}$)으로서 $\sigma_y/\sqrt{3}$ 로 한다.

τ_E : 탄성좌굴응력($\mathrm{N/mm^2}$)으로 다음에 따른다.

$$\tau_E = 0.9k_t E\left(\frac{t}{1000c}\right)^2 \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

k_t = 6.34

t : 파형웨브의 강도요구두께 (mm).
c : 파형웨브의 너비 (m). (**그림 2** 참조)
σ_y, E : (a)에 따른다.

(사) 국부 강도요구두께

(a) 격벽의 국부 강도요구두께 t_{net} 는 다음 식에 따른다.

$$t_{net} = 14.9 S_w \sqrt{\frac{P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

S_w : 판폭(m)으로서, 파형격벽의 면재와 웨브의 폭중 큰값. (**그림 2** 참조)
P : 해당 판의 각 아래 가장자리에서의 전 (2)호의 (마)에서 정의된 합성압력(kN/m^2). 최하단부의 국부강도 요구두께는 하부스툴의 상단판에서, 하부스툴이 없는 경우에는 내저판에서 또는 쉐더판 혹은 쉐더/거싯판이 부착된 경우에는 쉐더판 상단에서의 합성압력을 사용하여 결정한다.
σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2).

(b) 파형면재와 웨브의 두께가 다른 조립파형격벽의 경우 :

(i) 좁은 판의 강도요구두께 t_n 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_n = 14.9 S_n \sqrt{\frac{P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

S_n : 좁은 판의 폭 (m).
P 및 σ_y : (a)에 따른다.

(ii) 넓은 판의 강도요구두께 t_w 는 다음 두 식에 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_{w1} = 14.9 S_w \sqrt{\frac{P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

$$t_{w2} = \sqrt{\frac{440 S_w^2 P}{\sigma_y} - t_{np}^2} \quad (\text{mm})$$

t_{np} : 좁은 판의 실제사용두께(부식여유두께를 제외한 두께)와 상기 t_{w1} 중 작은 값.
S_w : 넓은 판의 폭 (m).
P 및 σ_y : (a)에 따른다.

(5) 국부 상세

(가) 격벽의 힘과 모멘트가 주변구조, 특히, 이중저와 크로스 갑판으로 잘 전달될 수 있도록 설계하여야 한다.

(나) (2)호에서 규정한 거싯판 및 쉐더판의 두께와 보강방법, 용접이음부의 치수 및 재료는 우리 선급의 규정에 적합하여야 한다.

(6) 부식여유두께 및 강재교환

(가) 계측된 판의 두께가 $t_{net}+0.5$ mm 미만인 부위에 대하여는 강재신환을 하여야 한다. t_{net} 는 (4)호 (나)의 굽힘능력 및 전단응력 또는 (4)호 (사)의 국부강도 요구두께로 계산되어진 두께이어야 한다. 또한, 웨브판의 전단강도요구조건((4)호 (마) 및 전 (4)호 (바)의 (b) 참조) 또는 웨브 및 면재판의 국부압력 강도 요구조건((4)호 (사) 참조)을 만족하기 위하여 이중판을 사용하여서는 안된다.

(나) 계측된 판의 두께가 $t_{net}+0.5$ mm 부터 $t_{net}+1.0$ mm 까지 내에 있는 경우에는 강재신환을 하거나 강재신환을 하지 않을 시에는 도료 제조자의 요건에 따른 도장을 한 후 방식도장의 유효성을 연차검사시 확인하여야 한다. 방식도장을 하지 않는 경우에는 매년 두께 계측을 하여야 한다.

(다) 강재신환이나 보강이 요구되는 경우, 강재신환 또는 보강되는 부위의 최소두께는 $t_{net}+2.5$ mm 이상 되어야 한다.

(라) $0.8(\sigma_{Ffl} t_{fl}) \geq \sigma_{Fs} t_{st}$ 인 경우,

σ_{Ffl}: 파형면재의 허용응력 (N/mm^2).

σ_{Fs} : 하부스툴측판 및 늑판(스툴이 없는 경우)의 허용응력 (N/mm^2).

t_{fl} : 면재의 두께 (mm)로 (가)의 기준에 따르거나 강재교환이 요구되는 경우 (다)의 기준에 따라 보충되어진 두께. 다만, 이 면재의 두께는 국부압력 요구조건((4)호 (사) 참조)을 만족하기 위한 두께일 필요는 없다.

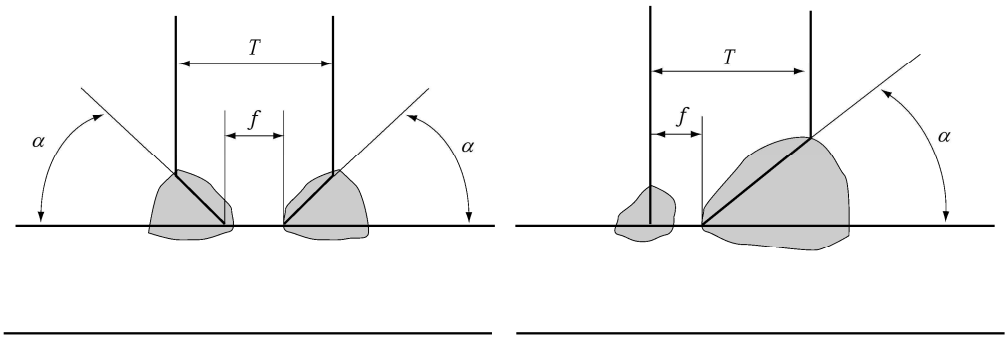
t_{st} : 하부스툴측판 및 늑판(스툴이 없는 경우)의 실제두께 (mm).

(a) 파형의 하부끝단으로부터 0.1l 까지 쉐더판을 가진 거싯판을 설치하거나 스툴측판에 상기식을 만족하는 두께의 이중판을 부착하여야 한다.

(b) 거싯판을 설치하는 경우 거싯판은 파형격벽 면재의 재료특성과 동일하여야 한다. 또한 거싯판은 깊은용입용접 (**그림 5** 참조)에 의해 하부스툴정판이나 내저판(하부스툴이 없는 경우)에 부착되어야 한다.

(마) 강재교환이 요구되는 경우 격벽과 하부스툴정판 또는 내저판(하부스툴이 없는 경우)은 깊은용입용접에 의해 설치되어야 한다.

(바) 거싯판을 설치하거나 교환하는 경우에는 파형 및 하부스툴정판 또는 내저판(하부스툴이 없는 경우)과는 **그림 5** 에서와 같이 깊은용입용접(deep penetration weld)에 의해 설치되어야 한다.



루 트 면 f : 3 mm ~ T/3 mm
개선각도 α : 40° ~ 60°

그림 5 깊은 용입 용접

(사) 1번과 2번 화물창 사이의 파형 횡수밀격벽에 대한 신환 또는 보강에 대한 지침

(a) 1번과 2번 화물창 사이의 파형 횡수밀 격벽에 대한 신환이나 보강의 필요성은 가장 최근에 두께 계측한 결과와 검사시 발견된 사항을 기준으로 결정한다.

(b) 다음의 사항이 고려되어야 한다.

(i) 각 수직파형에 대한 보강 또는 신환 여부는 **지침 1편 부록 1-5, 표 9**에 따라 수직 파형의 하단부, 중간부위 및 하단부와 하단부로부터 상방으로 70 %인 부분 사이에서 두께가 변하는 부분의 계측결과에 따른다. 또한, (4)호 (나) 및 (가)부터 (바)까지에 따라 쉐더판 또는 거싯판의 유효성을 판단하여야 한다.

(ii) 판의 허용 쇠모한도는 전 (가) 및 (나)에 따른다.

(c) 판의 신환이 필요한 경우, 신환의 범위를 도면에 명확히 나타내어야 한다. 신환의 범위는 선체중심선 상에서 측정한 파형 수직거리의 15 % 이상이어야 한다.

(d) 보강 스트립으로 보강하는 경우, 보강 스트립의 길이는 쇠모된 판의 길이 이상이어야 한다. 일반적으로 보강 스트립의 너비와 두께는 (가)부터 (바)까지의 규정에 따른다. 보강 스트립의 재질은 파형과 동일하여야 하며, 연속필렛용접으로 격벽판에 부착되어야 한다. 보강 스트립은 적절히 테이퍼져야 하며 단부고착은 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. (**그림 6** 참조)

(e) 보강 스트립을 내저판이나 하부스툴에 연결하는 경우에는 일면완전 용입용접으로 한다. 보강 스트립이 파형면재에 부착되고 하부스툴과 연결되는 경우 보강 스트립은 하부 스툴측판에 부착되는 보강 스트립과 구조적인 연속성을 가져야 한다. 하부 스툴측판에 부착되는 보강 스트립은 파형면재에 부착된 보강 스트립과 동일한 두께를 가져야 하며, 길이는 면재의 너비 이상이어야 한다.

(f) 일반적인 보강 예는 **그림 6**과 같다.

(7) 1번과 2번 화물창 사이 파형 횡수밀격벽의 강도와 관련된 현존 산적화물선에 대한 고밀도화물의 운송능력을 평가하기 위한 흐름도는 **그림 7**을 참조할 수 있다. 다만, 전 (2)호의 (마)에서 정의된 합성압력이 ρ_c가 1.78 t/m^3 일 때 가장 큰 경우에는 이에 따르지 아니할 수 있다.

2. 1번 화물창 침수시 1번 화물창의 허용적재하중

(1) 적용 및 정의

(가) 이 규정은 선박의 길이(L_f)가 150 m 이상이고 호퍼탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일 갑판선으로서, 밀도가 1.78 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하고자 하는 모든 산적화물선에 대하여, 다음 (a) 또는 (b)에 규정하는 최전방 화물창에 적용한다.

(a) 1998년 7월 1일 전에 건조 계약된 산적화물선의 경우, 선측 외판으로만 화물의 경계를 갖는 최전방 화물창으로서 **규칙 3장 11절**의 요건에 따라서 건조되지 않은 최전방 화물창

(b) 1999년 7월 1일 전에 용골이 거치되었거나 또는 이와 동등한 건조단계에 있던 산적화물선의 경우, 선측외판의 접선에 직각방향으로 측정한 폭이 760 mm 미만인 이중선측구조를 갖는 최전방 화물창으로서 **규칙 3장 11절**의 요건에 따라서 건조되지 않은 최전방 화물창

(나) 본 규정의 적용을 연기할 목적으로 1998년 7월 1일 이후에 도래하는 정기검사를 1998년 7월 1일 이전에 완료하는 것은 허용되지 않는다.

(다) 1번 화물창의 적재하중은 (3)호에 의한 이중저의 전단능력을 이용하여 (4)호에서 계산된 허용 적재하중을 초과하여서는 안된다.

(라) 어떠한 경우에도, 침수시의 허용 적재하중은 비손상시의 설계 적재하중 보다 작아야 한다.

(2) 하중모델

(가) 일반사항

(a) 이중저에 작용하는 하중은 다음을 고려하여야 한다.

(i) 외부수압에 의한 하중

(ii) 화물창의 침수에 의한 화물 하중의 조합하중

(b) 적하지침서에 포함된 적하상태에 대하여 화물창의 침수에 의한 하중과 화물하중의 조합하중중 가장 불리한 하중을 고려하여야 한다.

(i) 균일적하상태

(ii) 비균일적하상태

(iii) 포장화물 적하상태 (강재제품과 같은 경우)

(c) 허용적재하중의 계산시 각 적재상태에서 운송하고자 하는 산적화물밀도의 최대값을 고려하여야 한다.

(나) 이중저 침수수두

침수수두 h_f는 선박이 똑바로 선상태에서 내저판으로부터 d_f까지 수직으로 측정한 거리(m)를 말한다. (**그림 8** 참조) 이 경우 d_f는 기선으로부터 다음에 규정된 높이(m)까지를 말한다.

(a) B형 건현을 갖는 재화중량이 50,000톤 미만인 선박의 경우 : $0.95D$

(b) 전 (a) 이외의 선박의 경우 : D

(3) 1번 화물창 이중저의 전단능력

(가) 1번 화물창 이중저의 전단능력 C는 다음의 늑판 및 거더의 양단에서의 전단강도의 합으로 정의된다.

(a) 양쪽 호퍼에 인접한 모든 늑판. 다만, 스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 두 늑판의 강도는 1/2로 한다. (**그림 9** 참조)

(b) 양쪽스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)사이에 인접한 이중저의 모든 거더.

(나) 거더나 늑판이 스툴 및 빌지호퍼측 거더에 직접 설치되지 않은 경우 이들의 강도는 고착된 부분만 고려한다.

(다) 빌지호퍼와 스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)로 형성되는 화물창 경계 내의 늑판과 거더를 고려한다. 격벽스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 직접적으로 결합되는 늑판 및 빌지호퍼측 거더는 포함시키지 않는다.

(라) 이중저의 기하학적 또는 구조적 배치가 전 (가)부터 (다)까지에 해당되지 않는 경우에는 우리 선급에서 인정하는 바에 따라 이중저의 전단능력 C를 계산하여야 한다.

(마) 전단강도를 계산할 때에는 늑판과 거더의 강도요구두께를 사용하여야 하며, 이 경우 강도요구두께 t_{net}는 다음 식에 따른다.

$$t_{net} = t - t_c \quad (\text{mm})$$

t : 늑판 또는 거더의 설계두께 (mm).

t_c : 부식감소량으로 일반적으로 2.0 mm 로 한다. 다만, 선급이 인정하는 경우에는 t_c 는 2.0 mm 보다 작은 값으로 할 수 있다.

(바) 늑판의 전단 강도

호퍼에 인접한 늑판패널에서의 늑판의 전단강도 S_{f1} 과 가장 바깥쪽의 베이(bay)에 있는 개구 위치에서의 늑판의 전단강도 S_{f2} 는 다음 식에 따른다.

$$S_{f1} = A_f \frac{\tau_a}{\eta_1} \times 10^{-3} \quad \text{(kN)}$$

$$S_{f2} = A_{f,h} \frac{\tau_a}{\eta_2} \times 10^{-3} \quad \text{(kN)}$$

A_f : 빌지호퍼에 인접한 늑판패널의 전단면적 (mm^2).

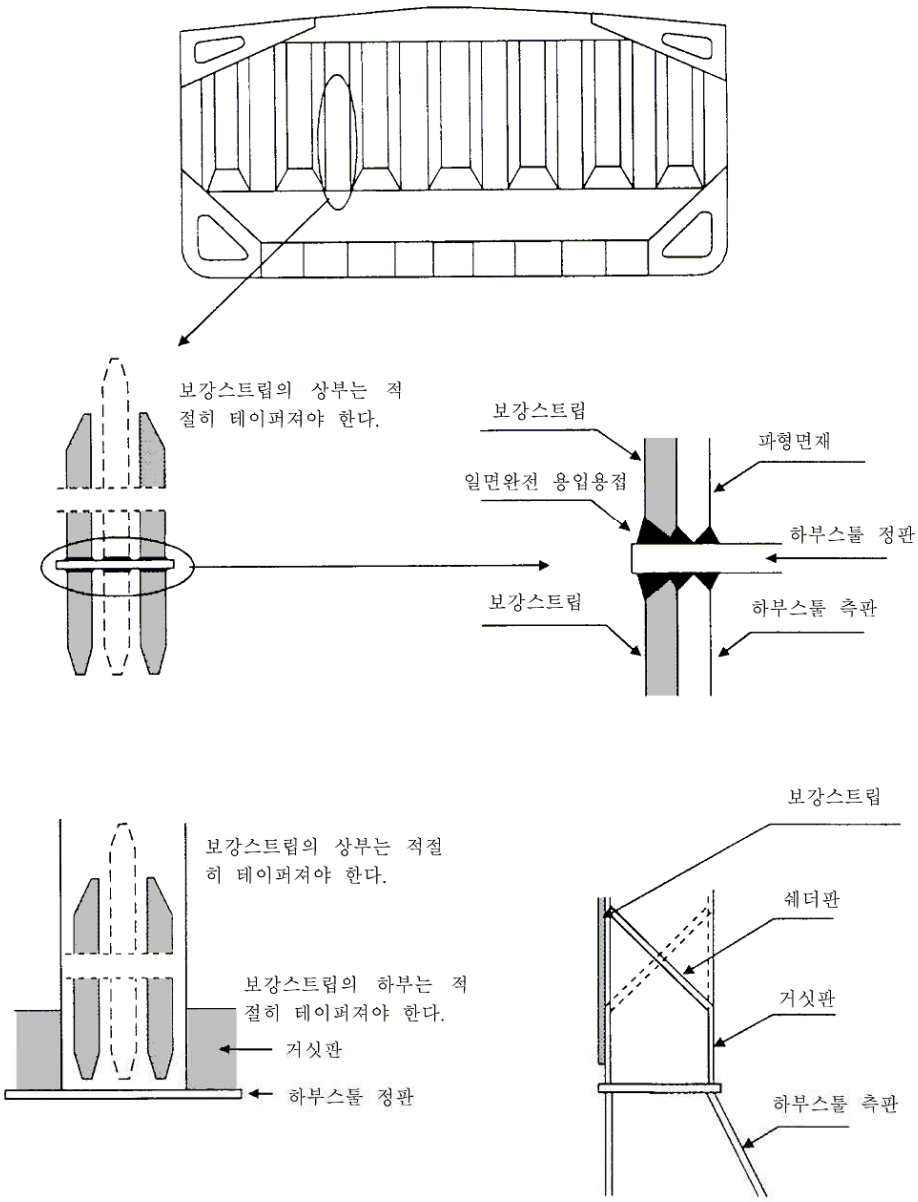
$A_{f,h}$: 가장 바깥쪽의 베이에 있는 개구 위치에서의 늑판패널의 단면적 (mm^2).

τ_a : 허용 전단응력으로 (N/mm^2)으로 한다.

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2).

η_1 : 1.1 로 한다.

η_2 : 1.2 로 한다. 다만, 개구가 적절히 보강되었다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 1.1 로 할 수 있다.



(비고)

1. 사각 또는 사다리꼴형 파형의 경우 보강 스트립은 1항 (4)호 (가) 내지 (바)의 규정에 충분히 만족하도록 각 면재에 설치되어야 한다.
2. 각 파형면재에 부착된 보강 스트립의 개수는 1항 (4)호의 규정에 따라야 한다.
3. 쉐더판은 단판으로 붙이거나 용접된 거싯판을 갖는 형태로 할 수 있다.
4. 거싯판이 설치된 경우 파형의 단부에서의 응력집중을 감소시키기 위하여 파형의 면재와 구조적 연속성을 갖도록 하부스툴정판과 용접되어야 한다. 거싯판, 파형면재 및 하부스툴 측판은 구조적 연속성을 가져야 한다. 모든 연결부위는 깊은 용입용접을 하여야 한다. 또한, 용접의 시작점과 끝점은 가능한 한 파형의 단부로부터 멀리 떨어져야 한다.
5. 쉐더판은 일면 완전용입으로 뒷댐판(backing bar)에 설치되어야 한다.
6. 쉐더판이나 거싯판의 두께는 원래 격벽의 두께 이상이어야 한다. 거싯판의 수직높이는 파형 면재나비의 1/2 이상이어야 한다. 쉐더판이나 거싯판의 재질은 파형 면재와 동일하여야 한다.

그림 6 일반적인 보강 예

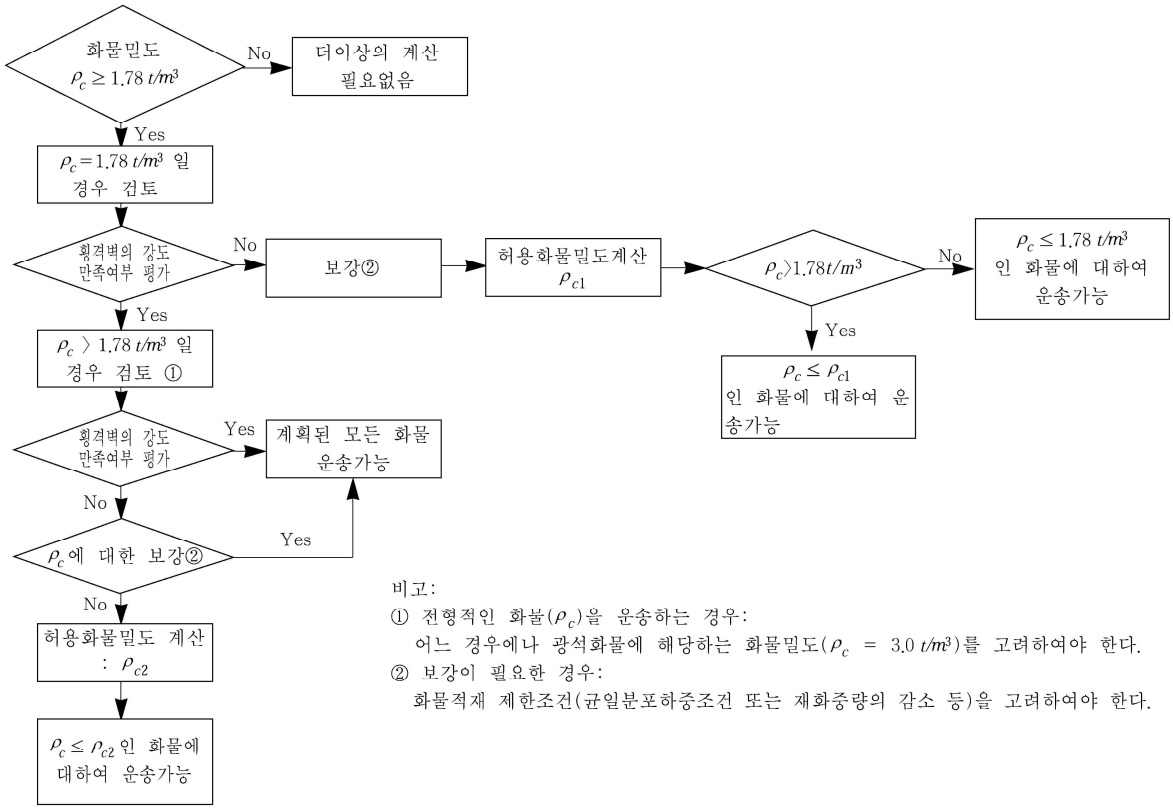
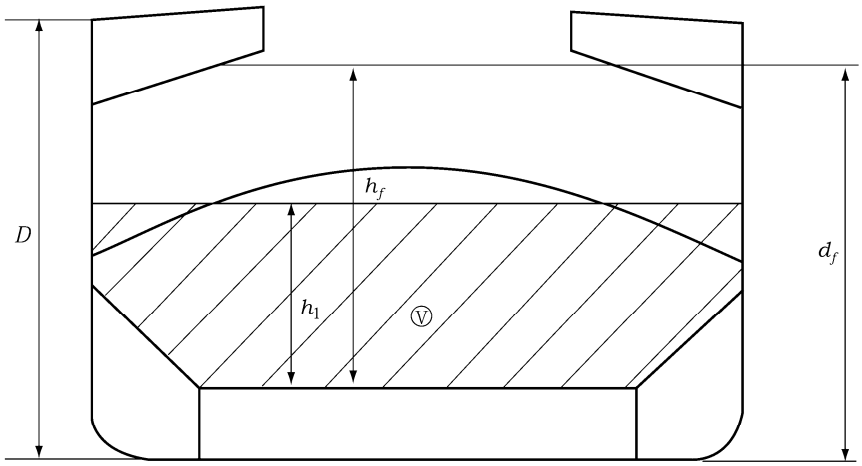


그림 7 횡경벽 강도와 관련한 현존산적화물선의 고밀도화물 운송능력 평가를 위한 흐름도



V : 화물의 용적

그림 8 d_f, h_1 및 h_f의 측정방법

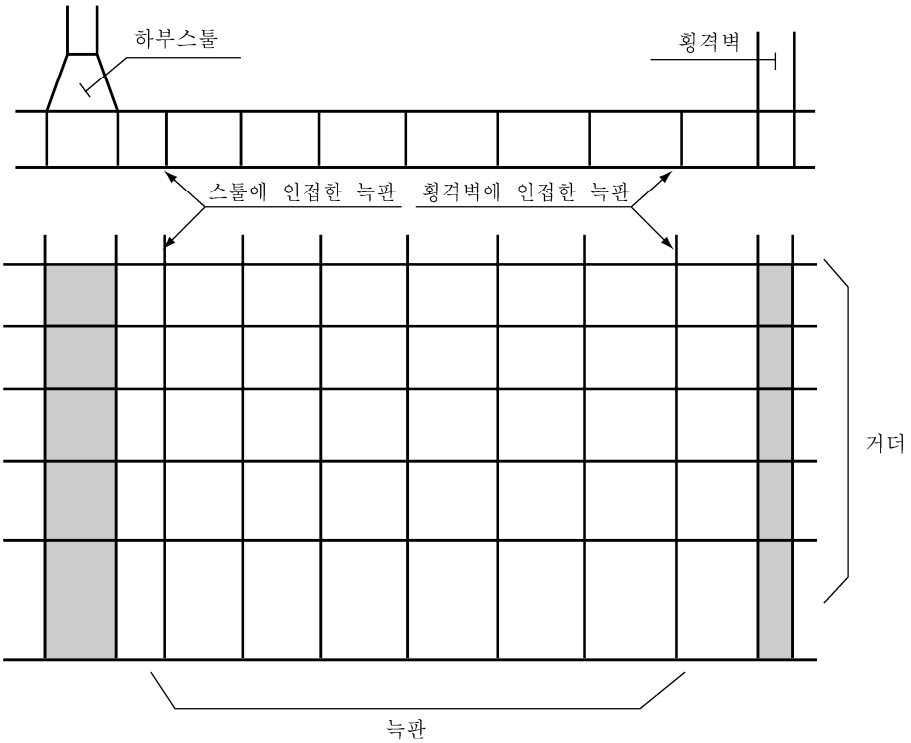


그림 9 고려하는 늑판 및 거더

(사) 거더의 전단강도

스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 거더패널에서의 거더의 전단강도 S_{g1} 과 스툴(스툴이 없는 경우에는 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더의 전단강도 S_{g2} 는 다음 식에 따른다.

$$S_{g1} = A_g \frac{\tau_a}{\eta_1} \times 10^{-3} \quad (\mathrm{kN})$$

$$S_{g2} = A_{g,h} \frac{\tau_a}{\eta_2} \times 10^{-3} \quad (\mathrm{kN})$$

A_g : 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)에 인접한 거더패널의 최소단면적 (mm^2).

$A_{g,h}$: 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더패널의 단면적 (mm^2).

τ_a : (바)에 준한 허용 전단응력 ($\mathrm{N/mm}^2$).

η_1 : 1.1 로 한다.

η_2 : 1.15 로 한다. 다만, 개구가 적절히 보강되었다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 1.1 로 할 수 있다.

(4) 화물창의 허용적재하중

화물창의 허용적재하중 W는 다음 식에 따른다.

$$W = \rho_c V \frac{1}{F} \quad (\mathrm{ton})$$

F : 1.05 로 한다. 다만, 강재제품을 적재하는 경우에는 1.0 으로 한다.

ρ_c : 화물밀도 ($\mathrm{t/m}^3$)로서 산적화물에 대하여는 산적화물밀도를, 강재제품에 대하여는 강재의 밀도를 사용한다.

V : h_1 까지의 화물적재용적 (m^3).

$$h_1 = \frac{X}{\rho_c g}$$

X : 다음에 따른다.

(가) 산적화물의 경우에는 다음 두 값 중 작은 값으로 한다.

$$X_1 = \frac{Z + \rho g(E - h_f)}{1 + \frac{\rho}{\rho_c}(perm - 1)}$$

$$X_2 = Z + \rho g(E - h_f perm)$$

ρ : 해수밀도 (t/m^3).

g : 중력가속도로서 9.81 m/s^2 으로 한다.

E : 화물창 침수시의 선박흘수(m)로서 $d_f - 0.1D$ 로 한다.

d_f : (2)호 (나)에 따른다.

h_f : (2)호 (나)에 정의된 침수수두 (m).

$perm$: 화물의 침수율로서 광석의 경우 0.3 으로 한다.

Z : 다음의 두 값 중 작은 값으로 한다.

$$Z_1 = \frac{C_h}{A_{DB,h}}, \qquad Z_2 = \frac{C_e}{A_{DB,e}}$$

C_h : (3)호에 정의된 이중저의 전단능력 (kN)으로서, 각각의 늑판에 대하여는 전단강도 S_{f1} 과 S_{f2} ((3)호 (바) 참조)중 작은 값을 고려하며, 각각의 거더에 대하여는 전단강도 S_{g1}과 S_{g2} ((3)호 (사) 참조)중 작은 값을 고려하여야 한다.

C_e : (3)호에 정의된 이중저의 전단능력 (kN)으로서, 각각의 늑판에 대하여는 전단강도 S_{f1} ((3)호 (바) 참조)과 각각의 거더에 대하여는 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2} ((3)호 (사) 참조)중 작은 값을 고려하여야 한다.

$$A_{DB,h} = \sum_{i=1}^{i=n} S_i B_{DB,i}, \qquad A_{DB,e} = \sum_{i=1}^{i=n} S_i (B_{DB} - S)$$

n : 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)사이의 늑판의 개수.

S_i : i 번째 늑판의 간격 (m).

$B_{DB,i}$: 늑판의 전단강도가 S_{f1} 으로 주어진 경우 $B_{DB} - S$ 로((3)호 (바) 참조), S_{f2} 으로 주어진 경우 $B_{DB,h}$ 로 한다 ((3)호 (바) 참조).

B_{DB} : 빌지호퍼 사이의 이중저의 너비 (m). (**그림 10** 참조)

$B_{DB,h}$: 고려하는 개구사이의 거리 (m). (**그림 10** 참조)

S : 빌지호퍼에 인접한 내저종늑골의 간격 (m).

(나) 강재제품의 경우에는 (가)의 X_1 에 따른다. 다만, 침수율은 0 으로 한다.

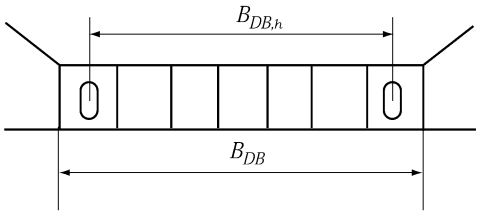


그림 10 $B_{DB,h}$ 및 B_{DB}의 측정

3. 손상복원성

(1) 1항과 2항을 적용하는 산적화물선은 하기만재흘수선까지 적재되었을 때 모든 적하상태에서 최전방 화물창의 침수 시 **해상인명안전협약**(SOLAS) 12장 **규칙** 4.3부터 4.7까지의 규정을 만족하여야 한다.

(2) 횡수밀 격벽의 수가 충분하지 못하여 1항과 2항 및 (1)호의 적용이 곤란한 선박은 **해상인명안전협약**(SOLAS) 12장 **규칙** 9를 만족하여야 한다. ⚓

부록 7-6 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치

I. 수위감지 및 경보장치

1. 일반사항

(1) 이 부록에서 정하는 장치들은 상세설치도, 용접상세도 및 전기설비 상세도 등을 포함한 관련 도면을 우리 선급에 제출하여 승인을 받은 후 설치하고 검사를 받아야 한다.

(2) 수위감지 및 경보장치는 별도로 정하는 기준에 따라 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.

(3) 다음의 화물을 운송하는 선박은 SOLAS Ch.II-1, III, IX, XI-1 및 XII의 산적화물선과 관련된 규정이 적용되지 않는다. 다만, 화물창에 구조적인 손상을 일으키는 수단(10톤을 초과하는 그랩(grabs), 동력삽(power shovels), 기타 수단)에 의해 적/양하가 이루어져서는 아니 된다. *(2019)*

(가) 우드칩(woodchips)

(나) 시멘트, 플라이애시(fly ash), 설탕

2. 용어정의

(1) **수위감지기(water level detector)**

규칙 3장 1403.의 **1항** 및 **3항**에서 규정한 화물창 또는 기타 구역으로 물이 침입하는 것을 감지하여 경보를 울리는 장치로서 센서 및 지시기로 구성된다.

(2) **센서(sensor)**

규칙 3장 1403.의 **1항** 및 **3항**에서 규정한 화물창 및 기타구역에 물의 존재여부를 알려주는 신호를 작동시키기 위하여 설치되는 장치를 말한다.

(3) **예비경보수위(pre-alarm level)**

화물창 내의 센서가 작동하는 낮은 쪽 수위(0.5 m, 단일화물창의 화물선은 0.3 m 이상)를 말한다.

(4) **주경보수위(main alarm level)**

화물창 내의 센서가 작동하는 높은 쪽 수위(0.15 D 이상, 최대 2 m를 초과하지 않는 수위, 단일화물창의 화물선은 0.15 D 이하) 또는 화물창 이외의 구역에 설치된 센서가 작동하는 수위를 말한다.

(5) **오버라이딩 장치(overriding device)**

어떠한 경보신호가 발생하였을 경우, 그 신호를 무시하고 그 전의 상태를 계속 유지시키기 위한 장치를 말한다.

(6) **가시경보(visual indication)**

위치한 장소의 모든 밝기에서도 육안으로 볼 수 있는 등이나 다른 장치의 작동에 의한 표시를 말한다.

(7) **가청경보(audible indication)**

신호를 받는 장소에서 감지할 수 있는 가청 신호를 말한다.

(8) **선박 깊이(depth)**

화물창 바닥에서 화물창의 창구코밍까지의 거리를 말한다. (**그림 1** 참조)

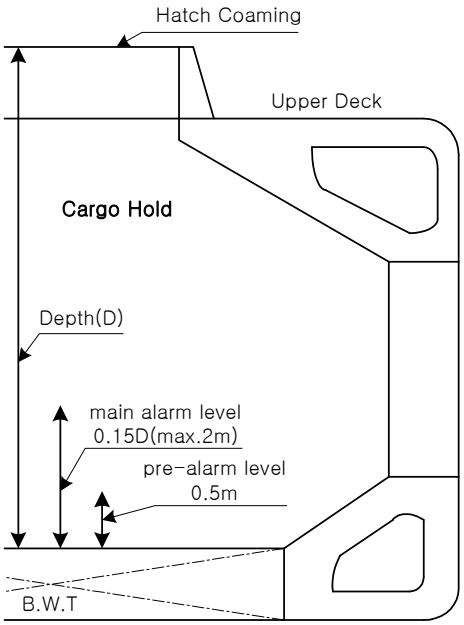


그림 1 선박깊이(D)

3. 설치요건

(1) 산적화물선

(가) 화물창

(a) 화물창의 수위가 내저판으로부터 상방 0.5 m 높이에 도달했을 때 및 화물창 깊이의 15% 이상(최대 2 m)의 높이에 도달했을 때 가시가청의 경보를 발하는 것이어야 한다. 다만, **'부록 7-5 현존 산적화물선에 대한 추가 요건'**을 만족하지 못하여 SOLAS Reg.XII/9.2 의 요건을 적용받는 산적화물선의 경우, 화물창 깊이의 15% 이상(최대 2 m) 높이에 도달했을 때에만 가시가청의 경보를 발하는 것을 인정할 수 있다.

(b) 수위감지기는 화물창의 최후단 중앙부에 설치하여야 하며, 화물창이 평형수적재용으로 사용되는 경우에는 경보 오버라이딩 장치를 설치할 수 있다. 가시경보는 각 화물창에서 감지된 2개의 다른 수위를 명확히 구별하는 것이어야 한다. **그림 2**부터 **그림 5**까지는 수위감지기의 설치위치 및 적용 예를 나타낸 것이다.

(c) 하역작업 시 내부재가 손상을 입는 경우가 있으므로 스툴을 가진 선박의 경우에는 스툴 내에 수위감지기를 설치하는 것을 권장하나, 이 경우 각 수위감지기의 특성을 고려하여 설치하여야 한다.

(d) 수위감지기 중 직접 접촉식을 선택하는 경우에는 필터를 설치하더라도 챔버 하부에 화물 잔류물이 축적될 가능성을 피할 수 없기 때문에, 잔류물의 제거를 위한 검사 및 고형물 제거용 구멍을 설치하거나 이와 동등한 수단을 갖춰야 한다. 필터의 선정은 화물의 종류에 따라 다르나 메쉬(mesh)를 결정할 경우 운송예정인 화물의 입자직경을 고려하여 선정하고 예비필터를 갖춰야 한다. 필터는 하역작업 후 항상 세척하여야 한다.

(나) 선수격벽 전방의 평형수탱크

탱크 용적의 10%를 넘지 않는 수위에 도달했을 때 가시가청의 경보를 발하는 것이어야 한다. 해당 탱크가 평형수탱크인 경우에는 오버라이딩 장치를 설치할 수 있다.

(다) 최전방 화물창 보다 앞쪽에 위치하는 체인로커를 제외한 건구역(dry spaces) 또는 보이드 구역 내에는 수위가 갑판 상방 0.1 m 높이에 도달하는 경우에 작동하는 가시가청의 경보장치를 설치해야 한다. 단, 선박의 최대 배수용적의 0.1%이하의 용적을 가지는 폐위된 구역에는 그러한 경보장치를 설치할 필요가 없다.

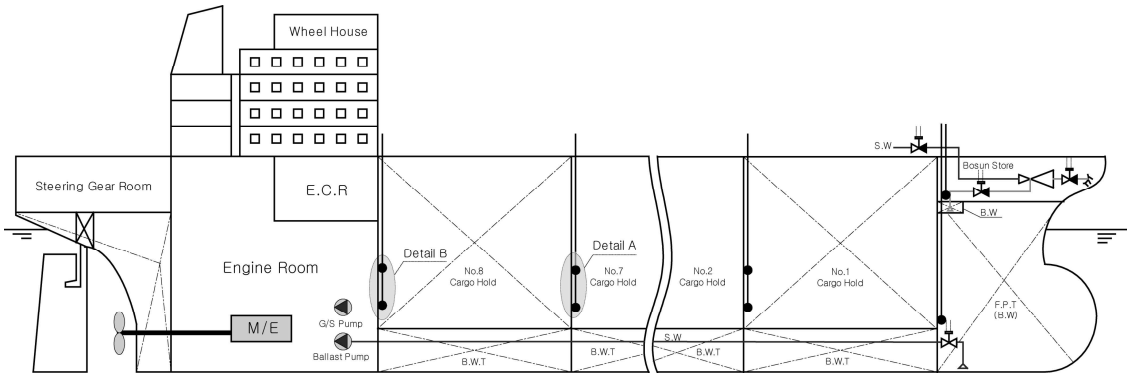


그림 2 수위감지기 설치위치

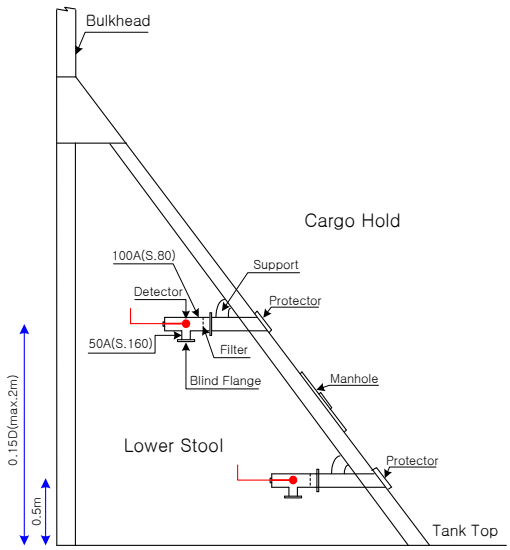


그림 3 (Detail A)

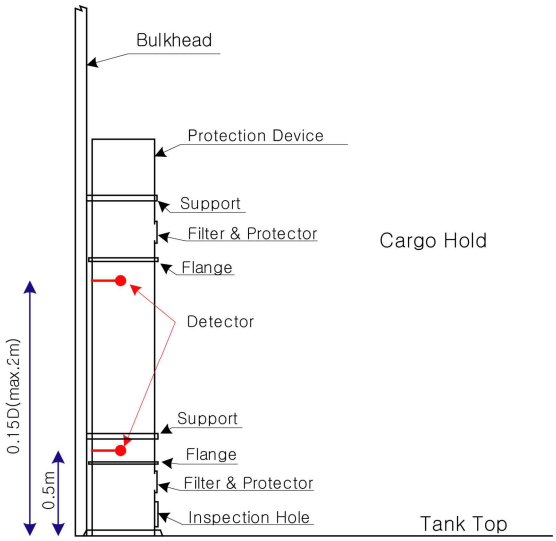


그림 4 (Detail A)

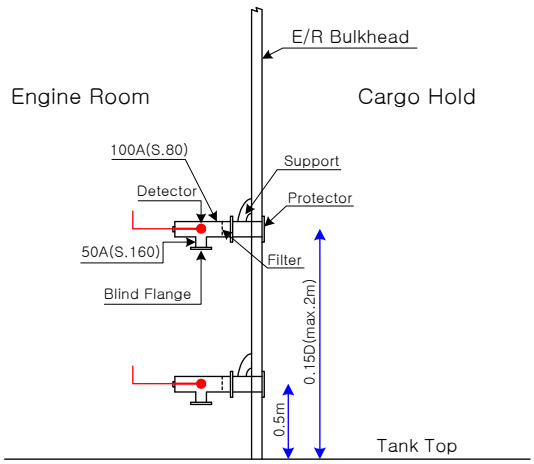


그림 5 (Detail B)

(2) 단일 화물창의 화물선

(가) 수위가 화물창내 내저판으로부터 상방 0.3미터 이상의 높이와 화물창 평균깊이의 15퍼센트를 넘지 아니하는 높이에 달하였을 때 각각 항해 선교에 가시·가청의 경보를 발할 수 있는 수위감지기를 설치하여야 한다.

(나) 화물창의 후단부(내저판이 계획흘수선에 평행하지 않은 경우에는 가장 낮은 위치의 상방)에 설치하여야 하며, 특설늑골 또는 부분수밀격벽이 내저판 상방에 설치된 경우에는 추가의 수위감지기를 설치하여야 한다.

4. 수위감지장치의 요건

(1) 일반사항

(가) 수위감지장치는 미리 정해진 수위에 물이 도달하는 것을 확실하게 지시하여야 하며, 경보장치는 항해선교에 설치하여야 한다. 미리 정해진 예비경보수위(pre-alarm level)와 주경보수위(main alarm level) 모두 감지할 수 있는 1개의 센서를 사용하는 것은 허용된다.

(나) 화물창, 평형수탱크 및 건구역(dry spaces) 내에 설치되는 전기 구성품에 대한 보호외피는(KS C)IEC 60529에 적합한 IP68이어야 한다.

(다) 평형수 및 화물장소의 상방에 설치되는 전기기기에 대한 보호외피는 (KS C)IEC 60529에 적합한 IP56이어야 한다.

(라) 수위감지장치에는 다음과 같은 두개의 독립된 전원으로부터 급전되어야 하며, 1차 전원이 차단된 경우 가시가청의 경보를 발하는 것이어야 한다.

(a) 두 개의 독립된 전원중 1개는 주전원이어야 하며 다른 1개는 비상전원이어야 한다. 다만, 연속적으로 충전되는 전용의 축전지가 비상전원과 동등한 배치, 장소 및 지속성(18h)을 가지도록 설치되면 비상전원을 대체할 수 있다. 축전지 전원공급은 수위감지장치의 내부축전지로 할 수도 있다.

(b) 어느 한 전원에서 다른 것으로 전원공급을 전환하는 장치는 수위감지장치에 통합될 필요는 없다.

(c) 2차 전원공급용으로 축전지가 사용될 경우, 양쪽 전원공급에 대해서 고장경보가 제공되어야 한다.

(2) 화물창

감시되는 화물창의 수위가 예비경보수위(pre-alarm level)에 도달했을 때와 주경보수위(main alarm level)에 도달했을 때에 각각 가시가청의 경보가 작동하여야 한다. 가시경보는 해당 화물창을 식별할 수 있어야 하며 가청경보는 예비 경보수위용과 주 경보수위용이 서로 구별되도록 각각 설치하여야 한다.

(3) 화물창이외의 구역

감시되는 구역의 수위가 센서에 감지되는 경우 가시가청의 경보가 작동하여야 한다. 이 가시가청 경보는 화물창의 주경보수위용 가시가청 경보장치와 동일한 특성의 것이어야 한다.

5. 수위감지기의 기능요건

(1) 수위감지기의 종류

수위를 감지하는 방법에는 감지기에 물이 접촉함으로써 물의 존재 여부가 결정되는 직접접촉식과 에어퍼지(air-purge)나 초음파 등을 이용하는 비접촉식이 있다.

(2) 기능요건

(가) 선박이 항해중에 있는 동안 계속적으로 작동할 수 있는 것이어야 한다.

(나) 모든 선적화물에 대하여 유효하게 방식되는 것이어야 하며, 수위감지기는 규칙 3장 1403.의 1항 및 3항에서 규정한 화물창 및 기타구역에 설치되는 감지기용 센서, 필터 및 보호 장치를 포함한다.

(다) ±100 mm의 정확도로 작동할 수 있는 것이어야 한다.

(라) 화물구역내의 전기회로는 IEC 60079-11:2011 시리즈 규격에 따른 승인된 본질안전방폭형으로서 최소 IIB T3 등급 이상이어야 한다. 다만, 선박이 가연성 또는 폭발성 분위기를 생성할 수 없는 화물만 운송하기 위하여 설계된 경우, 본질안전회로에 대한 요건은 요구되지 않는다. 이 경우, 잠재적인 폭발성 분위기를 생성할 수 있는 화물 운송을 명확하게 배제하는 지침이 매뉴얼에 포함되어야 하며, 선박의 적하기록부 및 승인증서와 일치하여야 한다. 화물구역내에 설치되는 설비의 최대 표면 온도는 쉽게 접할 수 있는 가연성 분진 및 폭발성 가스에 적합하여야 한다. 분진이나 가스의 특성을 알 수 없는 경우, 설비의 최대 표면온도는 85°C를 초과해서는 안된다. 수위감지장치에 본질안전회로가 포함될 경우, 배치도면을 제출하여 승인 받아야 한다. *(2022)*

(마) 화물창에 화물이 없는 경우에 직접 또는 간접적인 방법으로 성능시험을 행할 수 있는 것이어야 한다.

(3) 감지기의 설치 요건

(가) 감지기는 화물창의 뒤쪽 부분과 통하는 보호된 장소에서 실제 화물창내의 대표적인 수위를 감지할 수 있는 것이어야 한다. 이러한 감지기는 가능한 한 화물창의 중심선 가까이에 설치하거나 또는 양현에 설치하여야 한다.

(나) 감지기는 화물창이나 다른 구역용 측심관 또는 다른 수위를 측정하는 장비의 사용에 방해가 되지 않도록 설치하여야 하며, 검사, 정비 및 수리를 위하여 쉽게 접근할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.

(다) 화물창 내에 설치되는 케이블 및 관련 장치는 튼튼한 구조의 튜브 또는 보호된 장소에 설치하여 화물 또는 화물 작업과 관련한 기계장비에 의한 손상으로부터 보호되어야 한다.

6. 경보장치

(1) 가시가청의 경보장치는 항해선교의 적당한 위치에 설치하여야 한다. 이 경보장치는 IMO의 "Code on Alerts and Indicators, 2009"의 주경보(primary alarm) 요건에도 적합하여야 한다. 주경보(primary alarm)로서 예비경보(pre-alarm)는 비상상황을 방지하도록 신속한 조치가 필요한 상황을 나타내고, 비상경보(emergency alarm)로서 주경보(main alarm)는 인명과 선박에 위험을 방지하기 위한 즉각적인 조치가 취해져야 한다는 것을 나타낸다.

(2) 가시경보는 주위의 모든 밝기에서도 다른 경보와는 구별되는 색깔이나 디지털 디스플레이를 이용하여 선명하게 표시할 수 있어야 하며, 선박의 안전운항에 필수적인 기기의 작동에 중대한 장애를 일으키지 않는 것이어야 한다. 또한, 수위가 감지기의 위치 이하로 저하될 때까지는 계속하여 작동하여야 하고 조작자의 수동조작으로 해제되는 것이어서는 안된다. 플리커(flicker) 기능이 있는 시스템의 경우에는 조작자가 플리커를 정지시킬 수 있어야 한다. 그러나 이때에도 가시경보는 해제되어서는 안된다.

(3) 경보장치는 동일한 감지기에 의해 경보기가 설치된 장소에도 상기의 가시경보와 동시에 가시 및 가청의 경보를 제공할 수 있는 것이어야 한다. 또한 조작자에 의해 이 경보를 정지시킬 수 있는 기능이 있어야 한다.

(4) 선박의 운동에 기인한 슬로싱에 의해 작동되는 경보의 작동을 방지하기위하여 경보장치에 타임딜레이(time delay)를 설치할 수 있다.

(5) 평형수적재용으로 지정된 화물창 및 탱크에만 설치되는 경보장치에는 지시 및 경보에 대한 오버라이딩 기능을 추가할 수 있다. 오버라이딩용 지시장치는 평형수적재용으로 지정된 화물창 및 탱크의 수위 감지기가 활성화되지 않는 동안에는 계속하여 작동되는 것이어야 한다. 다만, 오버라이드 조건의 취소 및 경보의 재활성화는 화물창 또는 탱크의 수위가 예비경보수위 이하로 저하된 경우에는 자동적으로 이루어져야 한다.

(6) 상기 (5)호의 요건에도 불구하고, 평형수적재용으로 설계되지도 않고 사용되지도 않는 구역(예: 건구역, 화물창 등)의 경보장치에 대해서는 오버라이딩 기능을 부여하여서는 안된다.

(가) 오버라이딩 경보를 설치하고자 할때는 우리 선급 검사원 입회하에 시운전(commissioning test) 하기 전에 각 호선에 최적화되어야 한다. 이 경우 작업착수 전에 관련 도면을 제출하여 승인받아야 한다.

(나) 어떤 화물창에 선원이 임의로 경보를 오버라이딩하는 것을 금지하는 경고판으로 상기 규정을 대체할 수는 없다.

(7) 경보장치는 연속적으로 본 시스템을 감시하여야 하며, 고장이 발생하는 경우 가시가청의 경보를 발하여야 한다. 이때 가청경보는 수동조작으로 해제시킬 수 있으나 가시경보는 오작동의 원인이 해결될 때까지 계속적으로 작동하는 것이어야 한다. 이 고장 경보는 수위감지용 경보와는 구별 가능한 것이어야 하나, 시스템 고장 경보로 대체할 수 있다. 시스템 고장이란 단선, 단락, 전력공급 상실 그리고 CPU 고장 등을 말한다.

(8) 경보장치는 (KS C)IEC 60092-504의 요건(환경시험)에 적합한 것이어야 한다. 가시 및 가청경보 시험용 스위치를 경보반에 설치하여야 하며, 이 시험용 스위치는 사용 후 항상 오프위치로 되돌아가는 것이어야 한다.

7. 장치에 대한 시험

(1) 경보장치

(가) 가시장치는 조작자에 의해 해제되지 않는 것이어야 한다.

(나) 조작자에게 경보를 발하는 수위로 설정하여 시험하여야 하며, 이때 선박의 안전한 운항에 영향을 미치지 않아야 한다.

(다) 기타의 경보와 구분이 가능한 것이어야 한다.

(2) 수위감시장치

(가) 선내설치 후 성능시험을 실시하여야 한다. 모든 탐지기가 물의 접촉으로 인하여 그 수위를 나타내어야 하나 물의 직접적인 사용이 불가능한 경우, 시뮬레이션 방법으로 할 수 있다.

(나) 각각의 감지장치에 대한 경보는 설치된 모든 장소의 예비경보수위(0.5 m, 단일화물창의 화물선은 0.3 m 이상)와 주경보 수위[0.15 D (max. 2 m), 단일화물창의 화물선은 0.15 D 이하]가 올바르게 작동하고 있는지에 대한 시험을 실시하여야 한다. 실행 가능한 한 고장감지장치에 대한 시험도 실시한다.

(다) 경보장치에 대한 시험기록부를 선상에 비치하여야 한다.

8. 지침서(manuals)

수위 감지장치에 대한 조작 및 정비지침서를 포함한 지침서를 선내의 쉽게 접근이 가능한 장소에 비치하여야 하며, 지침서에는 다음의 내용을 포함하여야 하며, 선원들이 이해할 수 있는 언어로 작성되어야 한다.

- 감지 및 경보장치에 대한 설명
- 장치의 형식시험에 대한 기록
- 장치의 위치를 포함하는 감지 및 경보장치관련 도면
- 설치설명서

- 감지기가 50%의 해수 혼합물에서도 작동되는 화물목록
- 장치의 고장 시 처리절차
- 장치에 정비방법

II. 배수 및 펌핑장치

1. 일반사항

이 부록에서 정하는 배수 및 펌핑장치는 관장치 등 관련 도면을 우리 선급에 제출하여 승인을 받은 후 설치하고 검사를 받아야 한다.

2. 설치장소

(1) 선수격벽 전방의 평형수탱크

(2) 맨 앞쪽 화물창 전방의 건구역(dry spaces)중 선박의 최대배수용적의 0.1%를 초과하는 구획(선수 체인로커는 적용제외)

3. 설치요건

(1) 선수격벽 전방의 평형수탱크와 최전방 화물창보다 앞쪽에 위치하는 건구역(dry spaces)의 빌지에 대한 배수 및 펌핑장치는 노출된 건현갑판 또는 강력갑판을 통과하지 않고 항해 선교 또는 주기관의 제어장소로부터 쉽게 접근할 수 있는 폐위된 장소에서 조작할 수 있어야 한다.

(2) 건구역(dry spaces)의 배수 배관장치가 평형수탱크의 배수 배관장치와 연결되어 있는 경우, 평형수를 운반하는 평형수탱크로부터 건구역의 침수를 방지하기 위해 2개의 체크밸브를 설치하여야 한다. 이 2개의 체크밸브는 접근하기 쉬운 위치에 있어야 하고, 이 중 하나의 밸브에는 차단 할 수 있는 장치를 설치하여야 한며, 이 차단장치는 노출된 건현갑판 또는 강력갑판을 통과하지 않고 항해 선교 또는 주기관의 제어장소로부터 쉽게 접근할 수 있는 폐위된 장소에서 조작할 수 있어야 한다. 갑판하부 통로, 관 통로, 또는 다른 유사 접근 방법을 통해 접근할 수 있는 장소는 “쉽게 접근할 수 있는 폐위된 장소”로 인정하지 않는다.

(3) 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크에 사용되는 해수관이나 또는 빌지관이 선수격벽을 관통하는 경우, 선수격벽에 부착된 밸브의 제어장소가 이 규정 3항 (1)호에 만족하는 것을 조건으로 원격조작제어 수단에 의한 구동 밸브를 인정할 수 있다.

(4) 원격조작밸브는 동력원이 상실되었을 경우에도 요구되는 상태(Open or Close)를 계속해서 유지하여야 한다.

(5) 원격조작밸브에는 펌핑장치를 원격으로 조작하는 장소(항해선교, 주기관 제어장소 등)에서 밸브의 개폐상태(Open/Close)를 지시할 수 있어야 한다.

(6) 펌핑장치가 작동 중에도 선박의 소화 및 빌지장치와 같이 선박안전에 필수적인 장치를 즉시 사용할 수 있는 구조여야 하고, 전원공급, 추진 및 조타의 통상적인 조작을 위한 장치들에 영향을 주지 않아야 한다.

(7) 건구역에 설치된 빌지웰의 빌지흡입구에는 막힘 방지용 여과망 또는 그레이팅이 설치되어야 한다.

(8) 건구역의 배수장치용으로 사용되는 모든 전기설비의 구조 및 시험요건은 **지침 6편 1장 201.**의 1항 (2)호 (가)의 (b) **표 6.1.3** 및 IEC 60529:1989/AMD2:2013/COR1:2019의 기준에 따른 “IP X8"의 등급이어야 하고 설치되는 해당구역의 높이와 같은 수두의 압력으로 최소한 24시간 이상 물속에 잠긴 상태로 시험하여 합격해야 한다. *(2022)*

(9) 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크 및 구역의 일부가 조금이라도 최전방 화물창 앞쪽으로 연장되어 있는 건구역의 빌지에 대한 배수는 펌프 또는 에덕터에 의해서 직접 배출되어야 하고, 이러한 펌프 및 에덕터의 용량은 다음 식에 의한 것보다 작아서는 안된다.

$$Q = 320 \times A$$

Q : 배수장치의 용량 (m^3/h)

A : 노출갑판으로부터 이 장치를 이용하여 배수될 것이 요구되는 폐위된 해당구역까지 연결되어 있는 가장 큰 공기관 또는 통풍관의 단면적 (m^2). ⚓

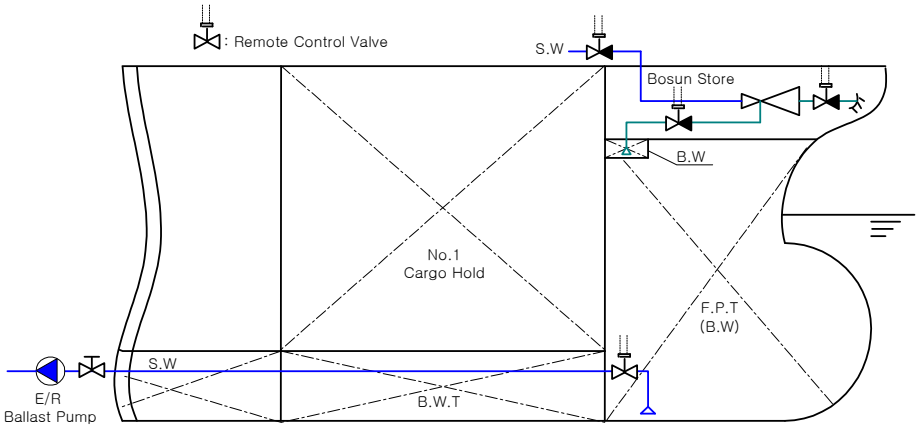

: Remote Control Valve
S.W
Bosun Store
B.W
No.1
Cargo Hold
F.P.T
(B.W)
S.W
E/R
Ballast Pump
B.W.T

그림 6 적용 예

부록 7-7 협약 통일 해석

(이 부록은 별도로 명시하는 것을 제외하고는 SOLAS 협약의 용골거치일을 기준으로 한다.)

1. UI SC 207 (화물창 침수에 따른 산적화물선의 구조강도) *(2020)*

(1) 선박의 길이 150 m 이상, 밀도 1.0 t/m^3 이상인 고체 산적화물을 운송하는 산적화물선의 모든 화물창의 침수와 관련한 구조강도 규정인 SOLAS XII/5.2 및 IACS UR S17, S18 및 S20과의 적용을 명확히 하고자 함.

(2) 통일 해석

건조 계약일 또는 화물창 구조형상과 관련없이 SOLAS XII/5.2를 만족해야 하는 선박으로서 산적화물선 및 유조선 공통규칙(CSR)을 따르지 않는 선박에 대해서는 UR S17, S18 및 S20에 적합하여야 한다.

(3) 이 해석은 2015년 7월 1일 이후 건조계약되는 선박에 적용한다.

2. UI SC 208 (양하역 장비로부터 화물창 보호) *(2020)*

(1) 선박의 길이 150 m 이상, 밀도 1.0 t/m^3 이상인 고체 산적화물을 운송하는 산적화물선의 양하역 장비로 부터의 화물창 보호와 관련하여 SOLAS XII/6.4.1(SLS.14/Circ.250) 및 산적화물선 및 유조선 공통규칙(CSR) 적용대상 선박과의 적용을 명확히 하고자 함.

(2) 통일 해석

CSR 적용대상 선박이 아닌 선박으로서, SOLAS XII/6.4.1의 적용을 받는 선박은 다음 사항을 만족하여야 한다.

(가) **3편**의 Grab 관련 규정

(나) 화물창 개구부에 있어서 창구옆거더(예: 톱 사이드 탱크판의 상부), 화물창내의 창구 단부보 및 창구코밍의 상부에는 와이어 로프에 의한 손상을 방지하기 위하여 반 환봉 같은 적절한 보호를 하여야 한다.

(3) 상기 (가), (나)호를 만족할 시, 우리 선급의 "Grab" 부기부호를 부여한다.

(4) 이 해석은 2015년 7월 1일 이후 건조계약되는 선박에 적용한다.

3. UI SC 209 (화물창 구조부재 및 패널의 파손) *(2020)*

(1) 산적화물선 및 유조선 공통규칙(CSR) 적용대상 선박이 아닌 선박으로서 SOLAS XII/6.4.3의 적용을 받는 선박의 일반보강재의 횡좌굴에 관한 기준을 제공하기 위함.

(2) 통일 해석

SOLAS XII/6.4.3을 적용받는 선박은 다음 각 호를 만족하여야 한다.

(가) CSR의 적용을 받는 선박 : **13편 1부 3장 1절**의 "재료" 및 **8장 5절**의 "좌굴능력"

(나) CSR (**13편 1부 3장 1절** 및 **8장 5절**)의 적용을 받지 않는 선박 :

(a) 단일 선측구조를 가지는 선박의 다음의 부재들은 강재의 등급이 D/DH급 이상이어야 한다.

- 늑골의 하부 브래킷
- 빌지호퍼 경사판 또는 내저판과 외판과의 경계를 기점으로 0.125 l 상하방의 외판. 늑골의 스팬 l 은 지지구조간의 거리로 정의한다. 또한, 여러 개의 스팬이 있는 구조에서는 최하부에만 상기의 요건을 적용 한다. (**그림 1** 참조)

(b) 종방향 및 횡방향 일반보강재의 횡좌굴에 대한 안전율은 다음의 지역에서는 적어도 1.15(허용 사용계수는 적어도 1/1.15 =0.87)이상이어야 한다.

- 창구 코밍
- 내저판
- 톱사이드 탱크 및 호퍼탱크의 경사진 보강 패널
- 내부 구조(inner side)
- 횡격벽의 상하부 스툴
- 보강된 횡격벽
- 외판(직접적으로 화물창을 형성하고 있을 때)

일반보강재의 횡좌굴에 대한 요건은 우리 선급의 기준에 따른다.

(3) 이 해석은 2020년 7월 1일 이후 건조계약되는 선박에 적용한다. ⚓

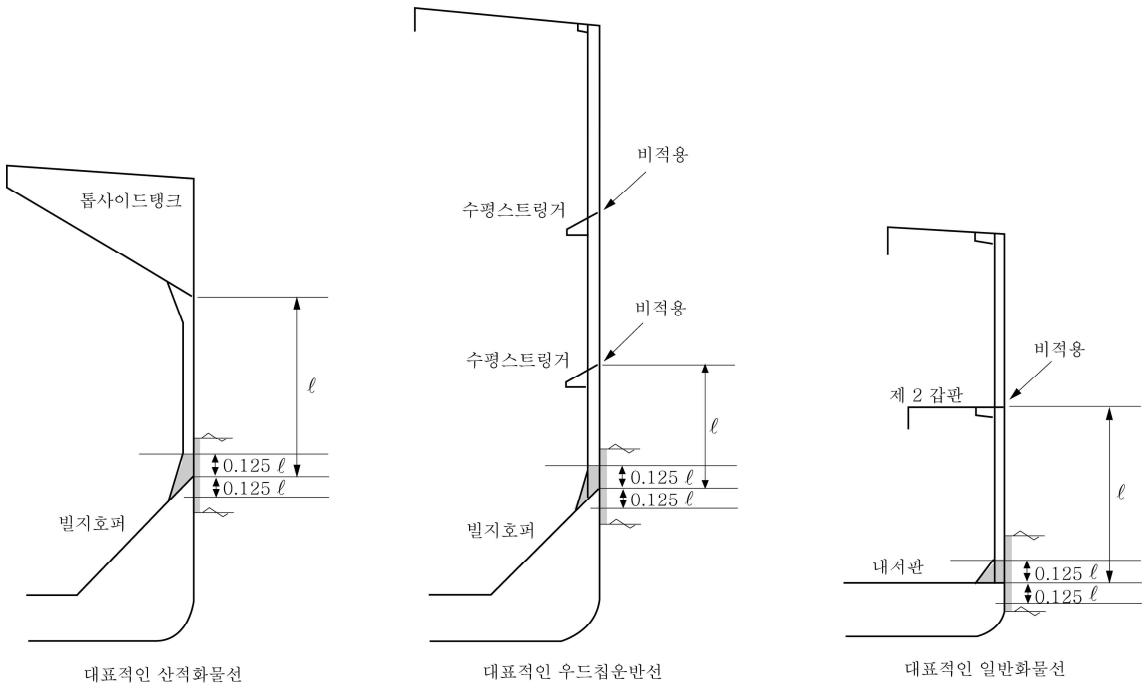

톱사이드탱크
ℓ
0.125 ℓ
0.125 ℓ
빌지호퍼
대표적인 산적화물선
비적용
수평스트링거
비적용
수평스트링거
ℓ
0.125 ℓ
0.125 ℓ
빌지호퍼
대표적인 우드칩운반선
비적용
제 2 갑판
ℓ
내저판
0.125 ℓ
0.125 ℓ
대표적인 일반화물선

그림 1 일반적인 형상

부록 7-8 컨테이너선의 고강도 극후강판의 적용 및 검사지침 *(2021)*

1. 적용

(1) 일반사항

(가) 이 지침은 (2)호 및 (3)호 각각에 따른 극후강판이 사용된 컨테이너선에 대하여 적용한다.

(나) 이 지침은 종방향 구조부재에 사용되는 극후강판에 대한 취성파괴 방지를 위한 수단이 언제 요구되는지를 파악한다.

(다) 이 지침은 상갑판영역내의 종방향 구조부재에 대한 극후강판 적용을 위한 기본 개념을 제공한다.

(라) 이 지침의 요건은 균열 발생 및 전파 방지를 위한 컨테이너선의 극후강판에 적용하는 다음 방법을 정의한다.

(a) 2항의 비파괴검사

(b) 3항의 인성증가용접

(c) 4항의 취성균열정지 설계

2, 3 및 4에 규정된 안전 조치의 적용은 5항에 따라야 한다.

(마) 이 지침의 적용에서, 상갑판 영역은 상갑판, 창구옆코밍, 창구코밍정판 및 그에 부착된 종부재를 의미한다.

(2) 강종

(가) 이 지침은 상갑판 영역의 종방향 구조부재에 YP36, YP40 및 YP47 강판이 사용되는 경우에 적용한다.

(나) YP36, YP40 및 YP47은 최소 규정 항복강도가 각각 355, 390 및 460 N/mm^2인 강판을 의미한다.

(다) YP47강판이 상갑판 영역의 종방향 구조부재에 사용되는 경우, YP47강판은 **규칙 2편 1장 3절**에 규정된 EH47-H이어야 한다.

(3) 두께

(가) 두께가 50mm를 넘고 100mm 이하인 강판에 대하여는, 취성균열의 발생과 전파를 방지하기 위하여 2. 3. 및 4.항에 규정된 안전조치가 취해져야 한다.

(나) 두께가 100mm를 넘는 극후강판에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 특히 취성균열의 발생과 전파의 방지와 관련하여 이 지침의 요건이 적절히 고려되어야 한다.

2. 건조 중 비파괴검사 (5항의 안전조치 No. 1)

5항에서 건조 중 NDT가 요구되는 경우, NDT는 (1)호 및 (2)호에 따라야 한다. 4항 (3)호 (마)에 규정된 것과 같은 향상된 NDT는 적절한 표준에 따라 수행되어야 한다.

(1) 일반사항

(가) 화물창 구역의 모든 상부(upper flange) 종방향 구조부재의 선체 블록 간의 모든 맞대기 용접이음부에 대하여는 취성균열의 발생을 방지하기 위하여 초음파탐상검사(이하 UT라고 한다)를 하여야 한다.

(나) 종방향 구조부재에는 **그림** 1과 같이 창구옆코밍, 창구코밍 정판, 상갑판, 현측후판, 내측종격벽의 최상부판과 그에 부착되는 종부재를 포함한다.

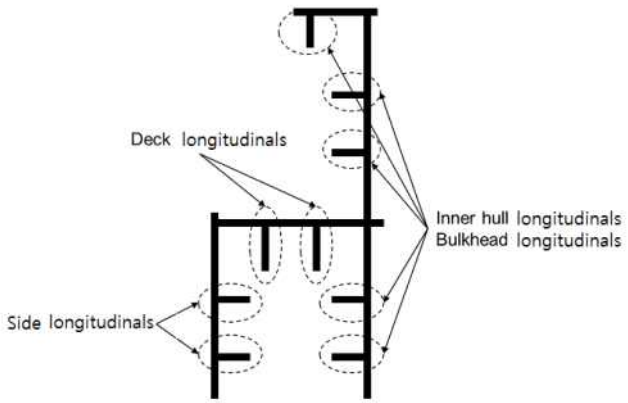


그림 1 상부 종방향 구조부재

(다) UT 검사방법에 대하여는 **적용지침 2편 부록 2-7**에 따르는 이외에 다음의 규정에도 적합하여야 한다.

(a) 탐상은 **그림** 2의 예와 같이 최소한 일면 양쪽(가급적 루트면 양쪽 탐상 권고)에서 탐상을 실시하여야 한다.

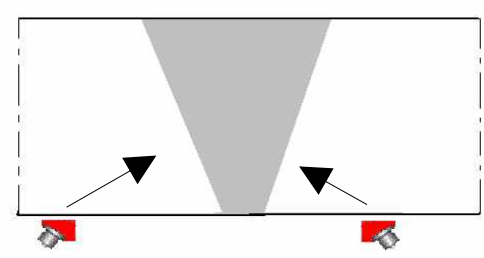


그림 2 일면 양쪽 탐상 예

(b) 탐촉자의 굴절각은 70°를 포함한 2개의 굴절각(45° 또는 60°)을 병용하여 탐상을 실시하여야 한다.
(c) 표준시험편을 사용하여 감도조정을 하는 경우의 감도 보정량은 KS B 0896 또는 동등 이상의 표준에 따른다.
(d) 결함의 위치를 평가하여 융합부족(LF) 등의 방향성 결함으로 의심되는 경우, 결함에코의 높이에 관계없이 6dB법으로 길이를 측정하고, 판정(기준 25 mm 이하)하여야 한다.
(e) 제조자는 두께 50 mm를 넘는 용접부의 초음파탐상검사에 종사하는 검사자에 대하여 방향성결함의 검출 및 판정과 관련하여 필요한 교육 및 훈련을 시켜야 한다.
(f) 가로방향결함 검출을 위하여 **그림 3**의 예와 같이 일면 양쪽에서 15°각도로 용접선에 평행하게 또는 용접비드 위에서 UT 검사를 추가로 하여야 한다.

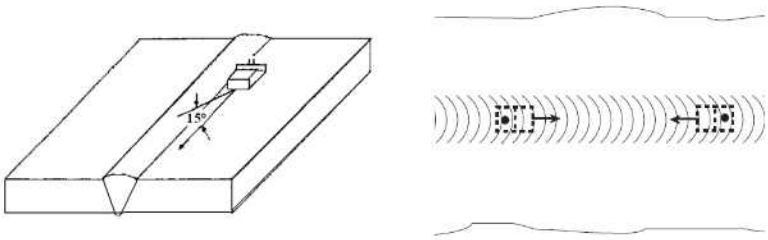


그림 3 가로방향결함 검출을 위한 UT 검사 예

(2) UT 판정기준
(가) UT 판정기준에 대하여는 **적용지침 2편 부록 2-7**에 따라야 한다.
(나) UT 판정기준은 관련된 취성균열 방지절차에 대한 고려하에 조정될 수 있으며, 이러한 조정 결과가 **적용지침 2편 부록 2-7**의 요건보다 더 엄격해야 하는 경우, UT 절차는 더 엄격한 감도로 수정되어야 한다.

3. 인성증가 용접(5항의 안전조치 No. 2)

(1) 취성파괴를 식별하고 방지하기 위한 안전조치로서 5항의 B를 선택한 경우에는 인성증가 용접을 수행하여야 한다.
(2) 충격시험편은 (가)에 따라 채취한다.
(가) 충격시험편은 용접부 중심“WM”, 용융선상 “FL”, 용융선으로부터 2mm의 용접열영향부, 용융선으로부터 5mm의 용접열영향부에서 채취한다.
(3) 충격시험편은 모재의 충격시험 시험온도 및 흡수에너지 기준을 만족하여야 한다.

4. 취성균열 정지설계 (5항의 안전조치 No. 3, 4 및 5)

(1) 일반사항

(가) 4항에 기술된 취성균열 정지강은 5항의 안전조치 No. 3, 4 및 5의 조치를 취하고 상갑판 강재 등급이 YP40보다 높지 않은 경우에 적용할 수 있다. 그렇지 않으면 균열 시작 및 전파 방지를 위한 다른 조치는 우리 선급과 합의하여야 한다.

(나) 화물창 영역 내에는 취성균열 전파방지를 위한 안전조치가 취해져야 한다. 취성균열 정지 설계는 이러한 조치를 사용한 설계를 의미한다.

(다) 취성 균열 정지설계는 일반적으로 선체블록간의 맞대기 용접부에 적용된다. 그러나 균열은 이러한 연결부를 벗어나 발생 및 전파될 수 있으므로 (2)호(나)(b)에 따라 적절한 안전조치가 고려되어야 한다.

(라) 취성균열 정지강은 **지침 2편 1장 3절 311.**의 정의에 따른다.

(2) 취성균열 정지설계의 기능 요건

취성균열 정지설계의 목적은 적절한 위치에서 균열의 전파를 정지시키고 선체거더의 대형 파괴를 방지하기 위한 것이다.

(가) 취성 균열 시작 및 전파가 가장 쉬운 위치는 창구옆코밍 혹은 상갑판의 블록간 맞대기 용접 결합부이다. 결합부가 정렬되는 블록 제작의 다른 위치는 맞대기 용접 결합부를 따라 균열 시작 및 전파될 가능성이 높을 수 있다.

(나) 취성균열의 전파 경로와 관련하여 다음의 경우가 모두 고려되어야 한다.

(a) 취성균열이 맞대기 용접이음부를 따라서 직진 전파하는 경우

(b) 취성균열이 맞대기 용접이음부에서 시작되어 용접부를 벗어나 모재로 전파하는 경우, 또는 취성균열이 맞대기 용접이음부가 아닌 다른 용접부에서 시작되어 모재로 전파하는 경우

(c) (b)의 '다른 용접'은 다음을 포함한다. (**그림 4** 참조)

1 창구옆코밍(정판 포함)과 종부재의 필릿용접
2 창구옆코밍(정판, 종부재 포함)과 부착물의 필릿용접 (예, 창구옆코밍 정판과 창구덮개 패드판의 필릿용접부)
3 창구옆코밍 정판과 창구옆코밍판의 필릿용접
4 창구옆코밍판과 상갑판의 필릿용접
5 상갑판과 내측선체/격벽의 필릿용접
6 상갑판과 종부재의 필릿용접
7 현측후판과 상갑판의 필릿용접

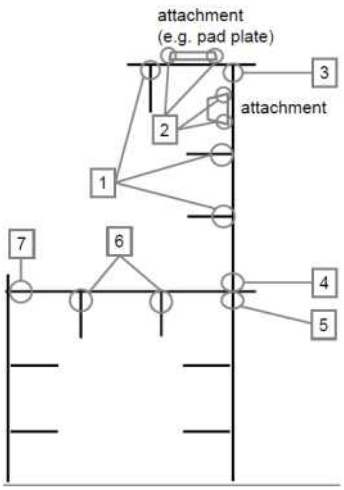


그림 4_ 다른 용접부

(3) 취성균열 정지설계의 개념 예

다음은 취성균열 전파 방지를 위해 취성균열 정지설계에 사용할 수 있는 인정 가능한 예로 간주된다. 상세한 설계 배치는 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 다른 조치도 우리 선급의 검토를 받고 인정될 수 있다.

(가) (2)호 (나) (b)에 대한 취성균열 정지설계

(a) 취성균열이 코밍으로부터 발생해서 하부의 구조로 전파하는 것을 정지시키기 위하여 상부갑판은 화물창 구역의 적절한 범위까지 취성균열 정지강이 사용되어야 한다.

(나) (2)호 (나) (a)에 대한 취성균열 정지설계

(b) 창구옆코밍의 블록 간 맞대기 용접이음부와 상부갑판의 블록 간 맞대기 용접이음부가 이격(shift)되어 있는 경우, 이 이격 간격은 300 mm 이상이어야 하며, 창구옆코밍은 취성균열 정지강으로 시공되어야 한다.

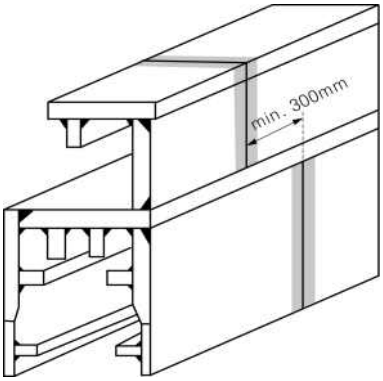
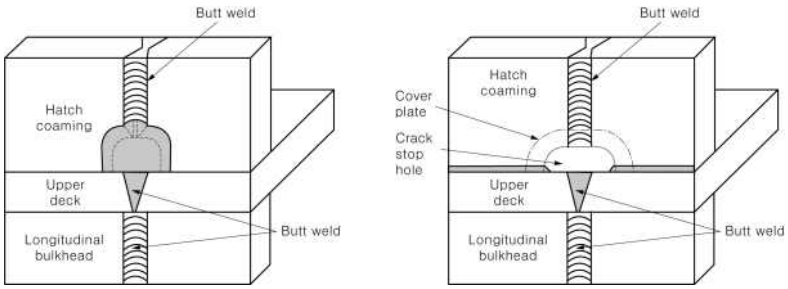


그림 5 적절한 이격 간격 시공 예



(a) Arrest welding type (b) Arrest hole type

그림 6 취성균열 정지설계 시공 예

(다) 창구옆코밍 용접부가 갑판 용접부와 만나는 지점에서 블록 간 맞대기 용접이음부 부근에 균열정지 구멍(crack arrest hole)을 시공하는 경우, 맞대기 용접이음부 하단의 피로강도가 평가되어야 한다. 취성균열의 전파가 용접선으로부터 창구옆코밍 또는 상갑판으로 벗어날 가능성을 고려하여 추가적인 안전조치가 필요하다. 이 조치에는 창구옆코밍판을 취성균열 정지강으로 적용하는 것을 포함한다. (**그림 6** (a)참조)

(라) 창구옆코밍 용접부가 갑판 용접부와 만나는 지점에서 블록 간 맞대기 용접이음부에 취성균열 정지강으로 된 균열정지 삽입판(arrest insert plates) 또는 높은 균열정지인성 특성을 가지는 용접금속 삽입(weld metal inserts)으로 시공하는 경우, 취성균열의 전파가 용접선으로부터 창구옆코밍 또는 상갑판으로 벗어날 가능성을 고려하여 추가적인 안전조치가 필요하다. 이 조치에는 창구옆코밍판을 취성균열 정지강으로 적용하는 것을 포함한다.(**그림 6** (b)참조)

(마) 취성파괴를 식별하고 방지하기 위한 안전조치로서 5항의 선택 B를 선택한 경우, 건조중 NDT로는 2항에 규정된 표준 UT 검사 대신에 회절파 시간측정법(TOFD)과 같은 더욱 엄격한 결함 판정기준을 사용하는 향상된 NDT를 적용하여야 한다.

(4) 취성균열 정지강 선정

(가) 컨테이너선 상갑판에 적용하는 취성균열 정지강은 표1에 따른다. BCA1 및 BCA2는 **규칙 2편**에서 정의한다.

(나) 취성균열 정지강은 **표 1**에 따라 두께 50mm를 초과하는 각각의 개발 구조부재에 대해서 선택되어야 한다.

(다) **표 1**에 규정된 취성균열 정지강을 사용하는 경우, 창구옆코밍과 상갑판의 용접 결합부는 우리 선급이 인정하는 부분용입용접이어야 한다.

표 1 구조부재 및 두께에 따른 취성균열 정지강 요건

구조부재(1)	두께(mm)	취성균열정지강
상갑판	$50 < t \leq 100$	BCA1의 YP36 혹은 YP40
창구옆코밍	$50 < t \leq 80$	BCA1의 YP40 혹은 YP47
	$80 < t \leq 100$	BCA2의 YP40 혹은 YP47
(비고) (1) 부착한 종부재 제외함		

선박 블록 결합부 근처에서, 균열 전파 방지를 위한 추가 수단이 실행되고 우리 선급이 합의한 경우, 갑판 및 창구옆코밍 연결부에 대체 용접 세부 사항을 사용할 수 있다.

5. 극후강판의 사용에 대한 안전조치

표 2의 두께 및 항복강도는 창구옆코밍 및 창구코밍 정판에 대한 것으로, 안전조치를 결정하는 기준이 된다. 표 2의 두께 및 항복강도는 상갑판에는 적용되지 않는다. 만약 창구코밍 구조의 실제 시공 두께가 표 3의 값보다 작다면, 상부갑판의 강도 및 두께에 관계없이 안전조치는 요구되지 않는다.

표 2

항복강도 (kgf/mm²)	두께 (mm)	선택	안전조치			
			1	2	3+4	5
36	50<t≤85	-	NA	NA	NA	NA
	85<t≤100	-	O	NA	NA	NA
40	50<t≤85	-	O	NA	NA	NA
	85<t≤100	A	O	NA	O	O
		B	O*	O**	NA	O
47(FCAW)	50<t≤100	A	O	NA	O	O
		B	O*	O**	NA	O
47(EGW)	50<t≤100	-	O	NA	O	O

안전조치:

번호	안전조치 내용
1	모든 대상 블록 간 맞대기 용접부에 NDT 적용 (건조 중). 2항 참조.
2	인성증가 용접 적용(건조 중). 3항 참조.
3	용접선을 따른 취성균열의 직진 전파를 대비한 취성균열 정지설계 (건조 중). 4항 (3)호 (나), (다) 또는 (라) 참조
4	용접선에서 벗어나 모재로 취성균열의 전파를 대비한 취성균열 정지설계 (건조 중). 4항 (3)호 (가) 참조
5	필릿 및 부착품 용접부와 같이 다른 용접으로부터 균열의 전파를 대비한 취성균열 정지설계 (건조중), 4항 (3)호 (가) 참조

기호:

(a) "O"는 "적용하여야 함"을 의미한다.

(b) "N.A"는 "적용할 필요가 없음"을 의미한다.

(c) 선택 "A" 및 "B" 중에서 선택

비고:

*: 4항 (3)호 (마) 참조

**: 3항 참조

6. YP47 강판의 적용

이 항은 규칙 **2편 1장 311.**에서 규정하고 있는 YP47 강판에 대하여 적용한다.

(1) 선체구조(설계) 요건

(가) 선체거더 강도의 평가를 위한 재료 계수는 0.62로 하여야 한다.

(나) 종방향 구조부재에 대한 피로평가는 **적용지침 3편 부록 3-3**의 요건을 준용한다. 다만, 피로강도 평가부위에 대하여는 적용지침 **제3편 부록 3-3 선체구조의 피로강도 평가지침 표 6**에 추가하여 창구옆코밍에서의 맞대기 용접이음부 및 의장품을 고정하기 위한 필릿 용접이음부 등을 추가하여야 한다.

(다) 창구옆코밍에서의 맞대기용접이음부 및 의장품을 고정하기 위한 필릿 용접이음부는 창구 코너(hatch corner)로부터 적절한 거리를 유지하여 응력집중의 영향을 피하여야 한다.

(라) 창구옆코밍의 창구 코너를 포함하는 자유변(free edge)은 피로강도에 유해한 노치와 같은 결함이 없어야 한다. **그림 7**과 같이 자유변의 가장자리에 그라인딩을 하여 적절한 피로강도를 가질 수 있도록 처리되어야 한다.

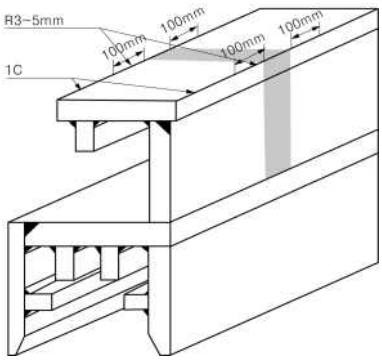


그림 7 창구 코너부의 적절한 변 조치 예

(마) 창구덮개패드(hatch cover pads) 및 컨테이너패드(container pads)와 같은 의장품을 부착하는 경우, 의장품의 가장자리에 테이퍼를 주거나 또는 부착위치에서 판의 두께를 증가시키는 등 의장품과 선체구조 사이에 강성의 차이가 크지 않도록 하여야 한다.

(바) 선체구조와 의장품 사이의 연결부 같은 구조부재에 극후강판이 적용될 때에는 구조상세에 대하여 특별히 주의하여야 한다. ⚓

부록 7-9 컨테이너선 종강도에 대한 지침

이 부록은 컨테이너선박에 대한 전단흐름의 계산, 좌굴능력 및 선체거더 최종굽힘능력 평가를 위하여 적용되어야 한다.

별 첨 1 - 전단흐름의 계산

1. 일반

(1) 이 별첨은 선체거더 수직 전단력으로 인하여 선체 횡단면을 따라 작용하는 전단흐름의 직접 계산 절차를 기술한다.

(2) 전단흐름 q_V는 단위 수직 전단력, 1N이 횡단면에 작용하는 경우를 고려하여 그 횡단면의 각 위치에서 계산한다.

(3) mm당 단위 전단흐름 q_V는 다음과 같다:

$$q_V = q_D + q_1$$

q_D : 2항에 따른 확정 전단흐름.

q_1 : 3항에 따른 닫힌 셀 주위를 순환하는 불확정 전단흐름.

(4) 단위 전단흐름 q_V의 계산에서는 종방향 보강재가 고려되어야 한다.

2. 확정 전단흐름

(1) 횡단면의 각 위치에서 확정 전단흐름 q_D은 다음의 선적분으로부터 구할 수 있다.

$$q_D(S) = -\frac{1}{10^6 I_{y-net}} \int_0^s (z - z_n) t_{net} ds$$

s : 횡단면을 따라 움직이는 좌표의 값(m).

I_{y-net} : 횡단면의 순 단면2차모멘트(m^4).

t_{net} : 판의 순 두께(mm).

z_n : 기선으로부터 수평 중립축까지 수직거리(m).

(2) 각각의 선분이 동일한 판의 순 두께를 가질때, 횡단면은 **그림** A1.1과 같이 선분으로 구성된다고 가정한다. 확정 전단흐름은 다음 식에 의해 계산될 수 있다.

$$q_{Dk} = -\frac{t\ell}{2 \times 10^6 I_{y-net}} (z_k + z_i - 2z_n) + q_{Di}$$

q_{Dk}, q_{Di} : 각각 절점 k 및 i 에서의 확정 전단흐름(N/mm).

ℓ : 선분의 길이(m).

y_k, y_i : **그림** A1.1에 정의된 선분 끝점 k 및 i의 Y 좌표(m).

z_k, z_i : **그림** A1.1에 정의된 선분 끝점 k 및 i의 Z 좌표(m).

(3) 횡단면이 닫힌 셀을 포함하는 경우, 확정 전단흐름을 구하기 위해서 **그림** A1.2와 같이 닫힌 셀은 가상 슬릿(slit)으로 절단되어야 한다. 다만, 가상 슬릿은 다른 닫힌 셀의 일부를 형성하는 벽안에 위치하여서는 안된다.

(4) 분기점에서 확정 전단흐름은 **그림** A1.2와 유사하게 또는 유수량 계산에 의해 구할 수 있다.

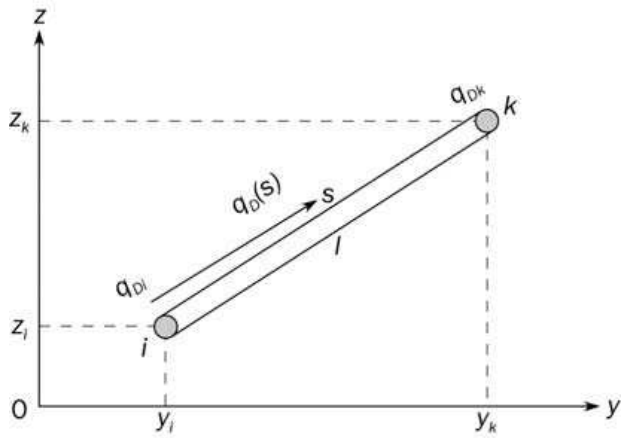


그림 A1.1 선분의 정의

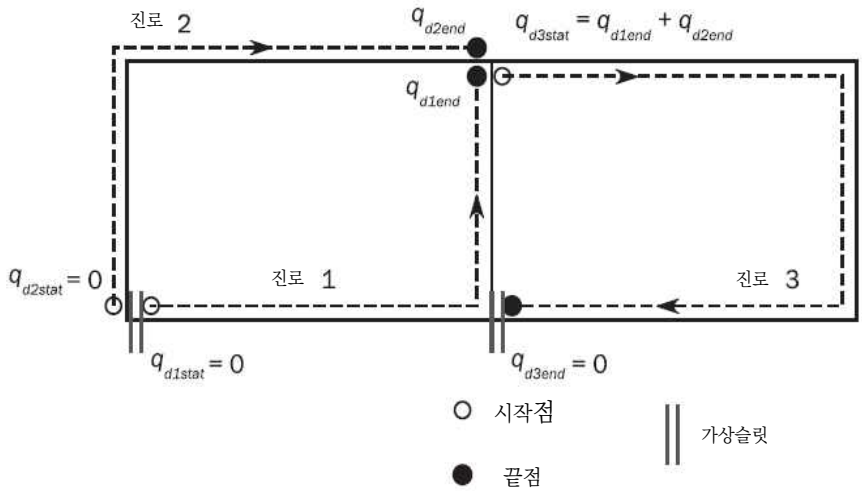


그림 A1.2 분기점에서 확정 전단흐름의 계산과 가상 슬릿의 배치

3. 불확정 전단흐름

(1) 횡단면의 닫힌 셀 주위의 불확정 전단흐름은 동일한 닫힌 셀 내에서 상수값으로 고려될 수 있다. 불확정 전단흐름의 결정을 위한 다음 연립방정식을 세울 수 있다. 이 식에서, 모든 닫힌 셀 주위의 여러 변수들에 대하여 폐곡선에 관한 적분이 수행된다.

$$q_{Ic}\oint_c \frac{1}{t_{net}}ds - \sum_{m=1}^{Nw}(q_{Im}\oint_{cm}\frac{1}{t_{net}}ds) = -\oint_c \frac{q_D}{t_{net}}ds$$

Nw : 셀 c와 다른 셀들이 공유하는 벽의 개수.

c, m : 셀 c와 셀 m이 공유하는 벽.

q_{Ic}, q_{Im} : 각각 닫힌 셀 c 및 m 주위의 불확정 전단흐름(N/mm).

(2) 그림 A1.1에 주어진 선분 요소의 집합과 각각의 선분이 동일한 판의 두께를 가진다고 가정하여, 위 식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$q_{Ic}\sum_{j=1}^{Nc}(\frac{\ell}{t_{net}})_j - \sum_{m=1}^{Nw}\left\{q_{Im}\left[\sum_{j=1}^{Nm}\left(\frac{l}{t_{net}}\right)_j\right]_m\right\} = -\sum_{j=1}^{Nc}\phi$$

$$\phi = \left[-\frac{\ell^2}{6 \times 10^3 l_{y-net}} (Z_k + 2Z_i - 3Z_n) + \frac{\ell}{t_{net}} q_{Di} \right]_j$$

Nc : 셀 c의 선분의 개수.
Nm : 셀 c와 셀 m이 공유하는 벽에 대한 선분의 개수.
q_{Di} : **별첨 1, 2**에 따라 계산된 확정 전단흐름(N/mm).

(3) **별첨 1, 2**에 명시한 움직이는 좌표의 방향과 이 단면의 차이가 고려되어야 한다.

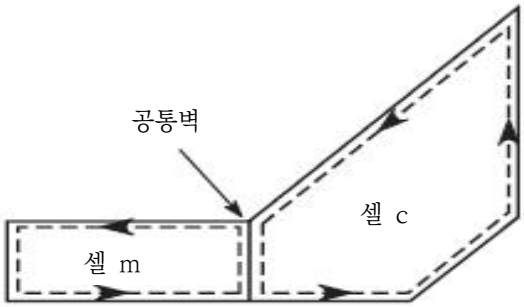


그림 A1.3 닫힌 셀과 공통벽

4. 횡단면의 계산

(1) 횡단면을 선분 요소의 집합으로 가정하는 경우, 횡단면의 특성은 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$\ell = \sqrt{(y_k - y_i)^2 + (z_k - z_i)^2}$$

$$a_{net} = 10^{-3} \ell \, t_{net} \qquad A_{n50} = \sum a_{net}$$

$$s_{y-net} = \frac{a_{net}}{2}(z_k + z_i) \qquad s_{y-net} = \sum s_{y-net}$$

$$i_{y0-net} = \frac{a_{net}}{3}(z_k^2 + z_k z_i + z_i^2) \qquad I_{y0-net} = \sum i_{y0-net}$$

a_{net}, A_{net} : 각각 횡단면 및 선분요소의 면적(m^2).
s_{y-net}, S_{y-net} : 각각 기선에 대한 횡단면 및 선분요소의 단면1차모멘트(m^3).
i_{y0-net}, I_{y0-net} : 각각 기선에 대한 횡단면 및 선분요소의 단면2차모멘트(m^4).

(2) 수평 중립축의 높이 z_m 은 다음과 같이 구한다.

$$z_m = \frac{s_{y-net}}{A_{net}} \qquad (\mathrm{m})$$

(3) 수평 중립축에 대한 단면2차모멘트는 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$I_{y-net} = I_{y0-net} - z_n^2 A_{net} \qquad (\mathrm{m}^4)$$

별첨 2 - 좌굴능력 【규칙 참조】

기호

x_{axis} : 긴변에 평행한 직사각형 좌굴 패널의 국부 축.

y_{axis} : 긴변에 수직한 직사각형 좌굴 패널의 국부 축.

σ_x : x방향으로 작용하는 막응력(N/mm^2).

σ_y : y방향으로 작용하는 막응력(N/mm^2).

τ : xy평면에 작용하는 막전단응력(N/mm^2).

σ_a : 보강재의 축응력(N/mm^2).

σ_b : 보강재의 굽힘응력(N/mm^2).

σ_w : 보강재의 와핑응력(N/mm^2).

σ_1, σ_2, τ_c : 2.1.1에 정의된 판의 임계응력(N/mm^2).

R_{eH_S} : 보강재의 최소 항복응력(N/mm^2).

R_{eH_P} : 판의 최소 항복응력(N/mm^2).

a : 표 2에 따른 패널의 장변의 길이(mm).

b : 표 2에 따른 패널의 단변의 길이(mm).

d : 표 3에 따른 곡면 판 패널에 대한 원통의 축에 평행한 변의 길이(mm).

σ_E : 탄성좌굴 참조응력(N/mm^2)으로 다음에 따라 구한다:

- 2.1.1에 따른 판의 한계 상태의 경우 :

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12\,(1-v^2)}\left(\frac{t_p}{b}\right)^2$$

- 2.2에 따른 곡면 패널의 경우 :

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12\,(1-v^2)}\left(\frac{t_p}{d}\right)^2$$

ν : 프와송비, 0.3으로 한다.

t_p : 그림 A2.3과 같이 패널의 순 두께(mm).

t_w : 그림 A2.3과 같이 보강재 웨브의 순 두께(mm).

t_f : 그림 A2.3과 같이 플랜지의 순 두께(mm).

b_f : 그림 A2.3과 같이 보강재 플랜지의 폭(mm).

h_w : 그림 A2.3과 같이 보강재 웨브의 깊이(mm).

e_f : 그림 A2.3과 같이 부착판에서 플랜지의 중심까지의 거리(mm)로서 다음에 따른다:

$e_f = h_w$, 평강의 경우

$e_f = h_w - 0.5\,t_f$, 구평강의 경우

$e_f = h_w + 0.5\,t_f$, 앵글 및 T 형강의 경우

α : 판 패널의 종횡비로서 $\alpha = a/b$로 한다.

β : 계수로서 $\beta = \dfrac{1-\psi}{\alpha}$로 한다.

ψ : 단부 응력비로서 $\psi = \dfrac{\sigma_2}{\sigma_1}$로 한다.

σ_1 : 최대응력(N/mm^2).

σ_2 : 최소응력(N/mm^2).

R : 곡면 판 패널의 반지름(mm).

ℓ : 1차 지지부재 사이의 간격과 동일한 보강재의 스팬(mm).

s : 보강재의 간격(mm), 고려하는 보강 패널의 보강재 사이의 거리.

1. 요소판 패널

1.1 정의

요소판 패널은 보강재 및/또는 1차 지지부재사이의 보강되지 않은 판이다. 요소판 패널의 모든 단부는 주위 구조/인접 판(일반적으로 갑판, 선저 및 내저판 내의 종방향 보강된 패널, 외판 및 종방향 격벽) 때문에 직선 형태(그러나 면내 방향으로는 자유롭게 이동)를 유지하여야 한다.

1.2 두께가 다른 요소판 패널

1.2.1 두께가 다른 종방향으로 보강된 요소판 패널

종늑골 방식에서, 판 두께가 패널의 폭, b에 따라 변하는 경우, 좌굴능력은 얇은 쪽 판 두께(t_1)의 등가 패널의 폭에 대하여 계산되어야 한다. 이 등가 패널의 폭 b_{eq}은 다음 식에 의해 정의된다.

$$b_{eq} = \ell_1 + \ell_2 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{1.5} \qquad \text{(mm)}$$

ℓ_1 : 그림 A2.1의 얇은 쪽 판 두께 t_1 패널 부분의 폭(mm)
ℓ_2 : 그림 A2.1의 두꺼운 쪽 판 두께 t_2 패널 부분의 폭(mm)

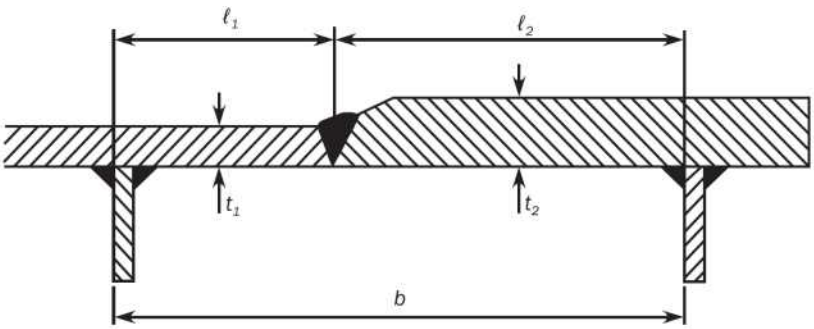


그림 A2.1 폭에 걸친 판 두께 변화

1.2.2 두께가 다른 횡방향으로 보강된 요소판 패널

횡늑골 방식에서, 요소판 패널의 두께가 다른 경우, 판과 보강재의 좌굴검토는 요소판 패널에서 동일하다고 가정하여 각 두께에 대하여 이루어져야 한다.

2. 판의 좌굴능력

2.1 판 패널

2.1.1 판의 한계상태

판의 한계상태는 다음의 관계식을 기반으로 한다.

a) 종방향으로 보강된 배치

$$\left(\frac{\gamma_c \sigma_x}{\sigma_{cx}} \right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_c |\tau|}{\tau_c} \right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1$$

b) 횡방향으로 보강된 배치

$$\left(\frac{\gamma_c \sigma_y}{\sigma_{cy}}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_c |\tau|}{\tau_c}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1$$

σ_x, σ_y : 고려하는 요소판 패널의 하중계산점에서 4.4에 따른 패널의 작용 수직응력(N/mm^2).

τ : 고려하는 요소판 패널의 하중계산점에서 4.4에 따른 패널의 작용 전단응력(N/mm^2).

σ_{cx} : 2.1.3에 따른 좌굴패널의 장변과 평행한 방향의 최종 좌굴응력(N/mm^2).

σ_{cy} : 2.1.3에 따른 좌굴패널의 단변과 평행한 방향의 최종 좌굴응력(N/mm^2).

τ_c : 2.1.3에 따른 최종전단 좌굴응력(N/mm^2).

β_p : 판의 세장비에 따른 계수로서 다음 식에 따른다.

$$\beta_p = \frac{b}{t_p}\sqrt{\frac{R_{eH_P}}{E}}$$

2.1.2 세장비 참조 정도

세장비 참조 정도는 다음과 같다.

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_{eH_P}}{K\sigma_E}}$$

K : 표 2와 표 3에 따른 좌굴계수.

2.1.3 최종 좌굴응력

판 패널의 최종 좌굴응력(N/mm^2)은 다음 식에 따른다;

$$\sigma_{cx} = C_x R_{eH_P}$$

$$\sigma_{cy} = C_y R_{eH_P}$$

전단을 받는 판 패널의 최종 좌굴응력은 다음 식에 따른다;

$$\tau_c = C_\tau \frac{R_{eH_P}}{\sqrt{3}}$$

C_x, C_y, C_τ : 표 2에 따른 경감계수.

판에 대한 경계조건은 단순지지로 고려한다(표 2의 경우 1, 2 및 15 참조). 경계조건이 단순지지와 크게 다를 경우, 우리 선급의 동의하에 표 2와 다른 경우로 더 적절한 경계조건이 적용될 수 있다.

2.1.4 수정계수 F_{long}

좌굴패널 장변의 보강재 종류에 따른 수정계수 F_{long}는 표 1에 따른다. F_{long}의 평균값은 다른 단부 보강재를 가지는 패널에 대하여 사용할 수 있다. 표 1 이외의 보강재 종류의 경우, c의 값은 우리 선급의 동의가 있어야 한다. 이러한 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하고 비선형 유한요소 해석을 이용하여 패널의 좌굴강도 검토가 확인된다면, 표 1에서 언급된 것보다 더 높은 c의 값을 사용할 수 있다.

표 1 수정 계수(F_{long})

<table>
<tr><th colspan="3">구조요소의 종류</th><th>F_{long}</th><th>c</th></tr>
<tr><td colspan="3">보강되지 않은 패널</td><td>1.0</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td rowspan="6">보강
패널</td><td colspan="2">양단이 고정이 아닌 보강재</td><td>1.0</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td rowspan="5">양단이
고정인
보강재</td><td>평강 (1)</td><td rowspan="4">$F_{long} = c + 1 \quad \text{for } \frac{t_w}{t_p} > 1$
$F_{long} = c(\frac{t_w}{t_p})^3 + 1 \quad \text{for } \frac{t_w}{t_p} \le 1$</td><td>0.10</td></tr>
<tr><td>구평강</td><td>0.30</td></tr>
<tr><td>앵글</td><td>0.40</td></tr>
<tr><td>T 형강</td><td>0.30</td></tr>
<tr><td>큰 강성의 거더
(예, 선저트랜스버스)</td><td>1.4</td><td>N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">(1) t_w는 4.3.5에 정의된 수정을 하지 않은 순 웨브 두께(mm)</td></tr>
</table>

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수

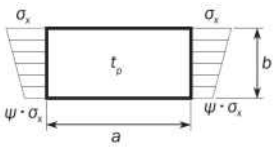
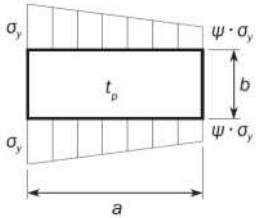
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
1 	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_x = F_{long}\dfrac{8.4}{\psi + 1.1}$	$C_x = 1,$ $\lambda \leq \lambda_c$경우 $C_x = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > \lambda_c$ 경우 $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \dfrac{0.88}{c}}\right)$
	$0 > \psi > -1$		$K_x = F_{long}[7.63 - \psi(6.26 - 10\psi)]$	
	$\psi \leq -1$		$K_x = F_{long}[5.975(1-\psi)^2]$	
2  (뒷면계속)	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_y = \dfrac{2\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2}{1 + \psi + \dfrac{(1-\psi)}{100}\left(\dfrac{2.4}{\alpha^2} + 6.9 f_1\right)}$	(뒷면 참조)
		$\alpha \leq 6$	$f_1 = (1-\psi)(\alpha - 1)$	
		$\alpha > 6$	$f_1 = 0.6\left(1 - \dfrac{6\psi}{\alpha}\right)\left(\alpha + \dfrac{14}{\alpha}\right),$ 다만, $14.5 - \dfrac{0.35}{\alpha^2}$ 이하이어야 한다.	

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

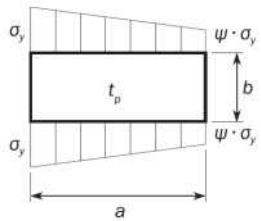
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
(앞면에서 계속) 2.  (뒷면계속)	$0 > \psi \geq 1 - \frac{4\alpha}{3}$ (뒷면 계속)		$K_y = \frac{200(1+\beta^2)^2}{(1-f_3)(100+2.4\beta^2+6.9f_1+23f_2)}$	$C_y = c\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{R+F^2(H-R)}{\lambda^2}\right)$ $c = (1.25-0.12\psi) \leq 1.25$ $R = \lambda(1-\lambda/c)$, $\lambda < \lambda_c$ 경우 $R = 0.22$, $\lambda \geq \lambda_c$ 경우 $\lambda_c = 0.5c\left(1+\sqrt{1-0.88/c}\right)$ $F = \left[1-\left(\frac{K}{0.91}-1\right)/\lambda_p^2\right]c_1 \geq 0$ $\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0.5$ 및 $1 \leq \lambda_p^2 \leq 3$ 경우 $c_1 = \left(1-\frac{1}{\alpha}\right) \geq 0$ $H = \lambda - \frac{2\lambda}{c\left(T+\sqrt{T^2-4}\right)} \geq R$ $T = \lambda + \frac{14}{15\lambda} + \frac{1}{3}$
		$\alpha > 6(1-\psi)$	$f_1 = 0.6\left(\frac{1}{\beta} + 14\beta\right)$, 다만, $14.5 - 0.35\beta^2$ 이하이어야 한다. $f_2 = f_3 = 0$	
		$3(1-\psi) \leq \alpha \leq 6(1-\psi)$	$f_1 = \frac{1}{\beta} - 1$ $f_2 = f_3 = 0$	
		$1.5(1-\psi) \leq \alpha < 3(1-\psi)$	$f_1 = \frac{1}{\beta} - (2-w\beta)^4 - 9(w\beta-1)\left(\frac{2}{3}-\beta\right)$ $f_2 = f_3 = 0$	
		$1-\psi \leq \alpha < 1.5(1-\psi)$	• $\alpha > 1.5$ 경우: $f_1 = 2\left(\frac{1}{\beta} - 16\left(1-\frac{\omega}{3}\right)^4\right)\left(\frac{1}{\beta}-1\right)$ $f_2 = 3\beta - 2$ $f_3 = 0$ • $\alpha \leq 1.5$ 경우: $f_1 = 2\left(\frac{1.5}{1-\psi}-1\right)\left(\frac{1}{\beta}-1\right)$ $f_2 = \frac{\psi(1-16f_4^2)}{1-\alpha}$ $f_3 = 0$ $f_4 = (1.5 - \mathrm{Min}(1.5;\alpha))^2$	

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

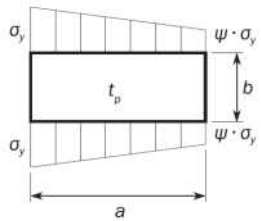
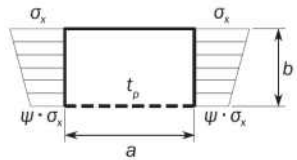
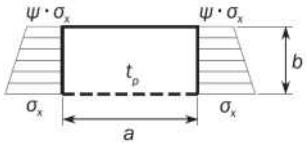
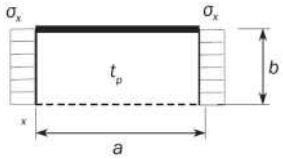
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
(앞면에서 계속) 2.  	$0 > \psi \geq 1-\frac{4\alpha}{3}$	$0.75(1-\psi) \leq \alpha < 1-\psi$	$f_1 = 0$ $f_2 = 1+2.31(\beta-1)-48(4/3-\beta)f_4^2$ $f_3 = 3f_4(\beta-1)\left(\frac{f_4}{1.81}-\frac{\alpha-1}{1.31}\right)$ $f_4 = (1.5-\mathrm{Min}(1.5;\alpha))^2$	(앞면 참조)
	$\psi < 1-\frac{4\alpha}{3}$	$K_y = 5.972\frac{\beta^2}{1-f_3}$ $f_3 = f_5\left(\frac{f_5}{1.81}+\frac{1+3\psi}{5.24}\right)$ $f_5 = \frac{9}{16}(1+\mathrm{Max}(-1;\psi))^2$		
3  	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_x = \frac{4(0.425+1/\alpha^2)}{3\psi+1}$		$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.7$ 경우 $C_x = \frac{1}{\lambda^2+0.51},$ $\lambda > 0.7$ 경우
	$0 > \psi \geq -1$	$K_x = 4(0.425+1/\alpha^2)(1+\psi)-5\psi(1-3.42\psi)$		
4  	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_x = \left(0.425+\frac{1}{\alpha^2}\right)\frac{3-\psi}{2}$		
5  	-	$\alpha \geq 1.64$	$K_x = 1.28$	
		$0 < \alpha < 1.64$	$K_x = \frac{1}{\alpha^2}+0.56+0.13\alpha^2$	

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수(계속)

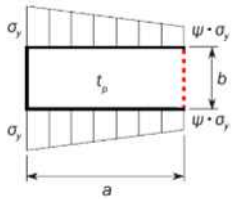
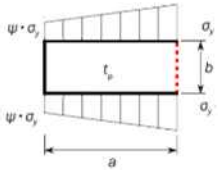
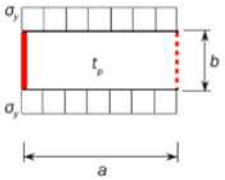
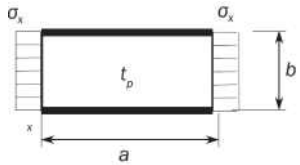
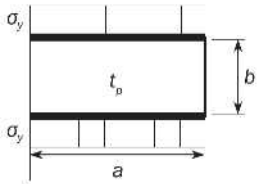
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
6. 	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_y = \dfrac{4(0.425+\alpha^2)}{(3\psi+1)\alpha^2}$		$C_y = 1$, $\lambda \leq 0.7$ 경우 $C_y = \dfrac{1}{\lambda^2+0.51}$, $\lambda > 0.7$ 경우
	$0 > \psi \geq -1$	$K_y = 4(0.425+\alpha^2)(1+\psi)\dfrac{1}{\alpha^2} - 5\psi(1-3.42\psi)\dfrac{1}{\alpha^2}$		
7. 	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_y = (0.425+\alpha^2)\dfrac{(3-\psi)}{2\alpha^2}$		
8. 	-	$K_y = 1 + \dfrac{0.56}{\alpha^2} + \dfrac{0.13}{\alpha^4}$		
9 	-	$K_x = 6.97$		$C_x = 1$, $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_x = 1.13\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right)$, $\lambda > 0.83$ 경우
10. 	-	$K_y = 4 + \dfrac{2.07}{\alpha^2} + \dfrac{0.67}{\alpha^4}$		

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수(계속)

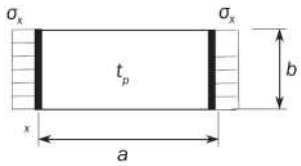
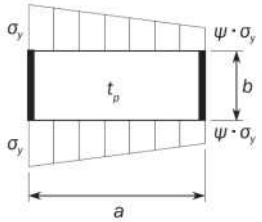
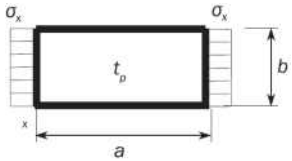
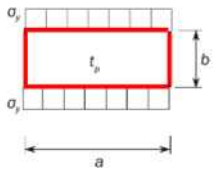
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
11 	-	$\alpha \geq 4$	$K_x = 4$	$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > 0.83$ 경우
		$\alpha < 4$	$K_x = 4 + 2.74\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	
12. 	-	$K_y = K_y$ 경우 2에 따라 결정		• $\alpha < 2$ 경우: $C_y = C_{y2}$ • $\alpha \geq 2$ 경우: $C_y = \left(1.06 + \frac{1}{10\alpha}\right)C_{y2}$ C_{y2}: C_y 경우 2에 따른다.
13. 	-	$\alpha \geq 4$	$K_x = 6.97$	$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > 0.83$ 경우
		$\alpha < 4$	$K_x = 6.97 + 3.1\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	
14. 	-	$K_y = \frac{6.97}{\alpha^2} + \frac{3.1}{\alpha^2}\left(\frac{4-1/\alpha}{3}\right)^4$		$C_y = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_y = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > 0.83$ 경우

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수(계속)

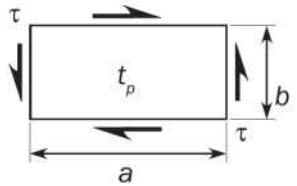
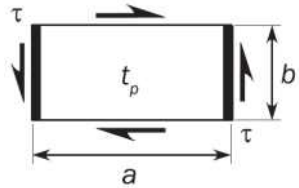
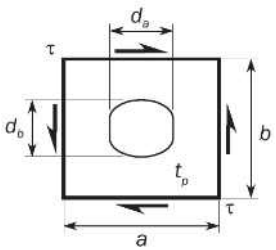
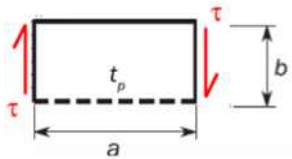
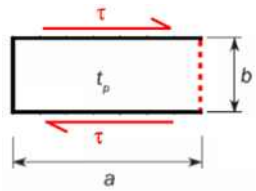
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
15 	-	$K_\tau = \sqrt{3}\left[5.34 + \frac{4}{\alpha^2}\right]$		$C_\tau = 1,$ $\lambda \le 0.84$ 경우 $C_\tau = \frac{0.84}{\lambda},$ $\lambda > 0.84$ 경우
16 	-	$K_\tau = \sqrt{3}\left\{5.34 + Max\left[\frac{4}{\alpha^2}; \frac{7.15}{\alpha^{2.5}}\right]\right\}$		
17 	-	$K_\tau = K' r$ K': 경우 15에 따른 K r: 개구 경감계수로서 다음 식에 의한다: $r = \left(1 - \frac{d_a}{a}\right)\left(1 - \frac{d_b}{b}\right)$ $\frac{d_a}{a} \le 0.7$ 및 $\frac{d_b}{b} \le 0.7$ 경우		
18. 	-	$K_\tau = 3^{0.5}(0.6 + 4/\alpha^2)$		

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수(계속)

경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
19. 	-	$K_\tau = 8$		(앞면 참조)
변의 경계조건 ----- 자유 변 ——— 단순지지 변. ▬▬▬ 고정 변.				
비고 1: 표에 나열된 경우는 일반적인 경우들이다. 각 응력성분(σ_x, σ_y)은 국부좌표계에서 이해되어야 한다.				

2.2 곡면 패널

곡면 판의 한계상태에 대한 이 항의 요건은 $R/t_p \le 2500$ 인 경우에 적용하며 그러하지 않은 경우는 2.1.1의 한계상태를 적용한다.

곡면 패널의 한계상태는 다음 관계식에 따른다.

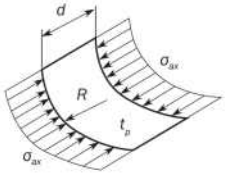
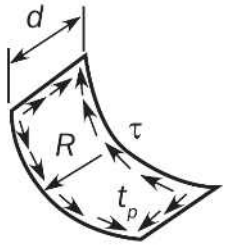
$$\left(\frac{\gamma_c \sigma_{ax}}{C_{ax} R_{eH_p}}\right)^{1.25} + \left(\frac{\gamma_c \tau \sqrt{3}}{C_\tau R_{eH_p}}\right)^2 = 1.0$$

σ_{ax} : 곡면 패널에 상응하는 원통에 작용하는 축 응력(N/mm^2)으로 인장 축 응력인 경우 0으로 한다.

C_{ax}, C_τ : 표 3에 따른 곡면 패널의 좌굴 감소 계수.

곡면패널의 응력증식계수γ_c 는 2.1.1에 따라 연장된 평면 패널에 대한 응력증식계수 γ_c보다 작을 필요는 없다.

표 3 $R/t_p \le 2500$인 경우의 곡면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수

경우	종횡비	좌굴계수(K)	경감계수(C)
1 	$\frac{d}{R} \le 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 1 + \frac{2}{3}\frac{d^2}{Rt_p}$	일반적인 적용의 경우: $C_{ax} = 1,$ $\lambda \le 0.25$ 경우 $C_{ax} = 1.233 - 0.933\lambda$ $0.25 < \lambda \le 1$경우 $C_{ax} = 0.3/\lambda^3,$ $1 < \lambda \le 1.5$ 경우 $C_{ax} = 0.2/\lambda^2,$ $\lambda > 1.5$ 경우 빌지 외판과 같이 평면 패널에 의해 제한 받는 곡면 단일 필드의 경우: $C_{ax} = \frac{0.65}{\lambda^2} \le 1.0$
	$\frac{d}{R} > 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.267\frac{d^2}{Rt_p}[3 - \frac{d}{R}\sqrt{\frac{t_p}{R}}]$ $\ge 0.4\frac{d^2}{Rt_p}$	
2 	$\frac{d}{R} \le 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\sqrt{28.3 + \frac{0.67d^3}{R^{1.5}t_p^{1.5}}}$	$C_\tau = 1,$ $\lambda \le 0.4$ 경우 $C_\tau = 1.274 - 0.686\lambda,$ $0.4 < \lambda \le 1.2$ 경우 $C_\tau = \frac{0.65}{\lambda^2},$ $\lambda > 1.2$ 경우
	$\frac{d}{R} > 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\frac{0.28d^2}{R\sqrt{Rt_p}}$	
경계조건에 대한 설명: —— 단순지지 변			

3. 전반적인 보강패널의 좌굴능력

탄성 보강패널의 한계상태는 다음 관계식에 따른다.

$$\frac{P_z}{c_f} = 1$$

P_z 와 c_f 는 4.4.3에 따른다.

4. 종방향 보강재의 좌굴능력

4.1 보강재의 한계상태

종방향 보강재의 좌굴능력은 다음의 한계상태를 검토하여야 한다.

- 보강재의 파손 (SI)
- 부착판의 파손 (PI)

4.2 면외압력

면외압력은 종방향 보강재의 좌굴강도 평가 시와 동일한 값으로 고려되어야 한다.

4.3 보강재 이상화

면외압력은 종방향 보강재의 좌굴강도 평가 시와 동일한 값으로 고려되어야 한다.

4.3.1 보강재의 유효 길이

보강재의 유효길이 ℓ_{eff}(mm)는 다음과 같다.

- 양단 고정인 보강재 : $\ell_{eff} = \dfrac{\ell}{\sqrt{3}}$
- 일단 고정 및 타단 단순지지인 보강재 : $\ell_{eff} = 0.75\ell$
- 양단 단순지지인 보강재 : $\ell_{eff} = \ell$

4.3.2 부착판의 유효폭

전단 지연이 없는 보강재 부착판의 유효폭 b_{eff1}(mm)은 다음과 같다.

$$b_{eff1} = \frac{C_{\chi 1} b_1 + C_{\chi 2} b_2}{2}$$

$C_{\chi 1}, C_{\chi 2}$: 표 2에 정의된 경감계수, 경우 1에 따라서 고려하는 보강재의 각 측면에서 EPP1과 EPP2가 계산되어야 한다.

b_1, b_2 : 고려하는 보강재 각 측면에서 판 패널의 폭.

4.3.3 부착판의 유효폭

보강재 부착판의 유효폭 b_{eff}(mm)은 다음과 같다.

$$b_{eff} = \mathrm{Min}(\mathrm{b_{eff1}}, \chi_\mathrm{s}\ \mathrm{s})$$

χ_s : 유효폭계수는 다음과 같다.

$\frac{\ell_{eff}}{s} \geq 1$ 경우, $\chi_s = \mathrm{Min}\left[\frac{1.12}{1+\frac{1.75}{\left(\frac{\ell_{\mathrm{eff}}}{\mathrm{s}}\right)^{1.6}}};1.0\right]$

$\frac{\ell_{eff}}{s} < 1$ 경우, $\chi_s = 0.407\frac{\ell_{eff}}{s}$

4.3.4 부착판의 순 두께

부착판의 순 두께 t_p(mm)는 두 개의 부착판 패널의 평균 두께로 고려되어야 한다.

4.3.5 평강의 유효 웨브 두께

국부 면외변형에 의한 강성의 감소를 고려하기 위하여, 평강 보강재의 유효 웨브 두께는 보강재의 순 단면적 A_s, 순 단면계수 Z 및 단면2차모멘트 I의 계산 시 사용되어야 하며 다음 식에 의한 값을 사용한다.

$$t_{w-red} = t_w\left[1-\frac{2\pi^2}{3}\left(\frac{h_w}{s}\right)^2\left(1-\frac{b_{eff1}}{s}\right)\right] \quad \text{(mm)}$$

4.3.6 보강재의 순 단면계수 Z

판의 유효폭 b_{eff}를 포함한 보강재의 순 단면계수 Z는 다음과 같다.

- 보강재의 파손에 대하여 보강재의 플랜지 끝단에서 계산된 보강재의 단면계수.
- 부착판의 파손에 대하여 부착판에서 계산된 판의 단면계수.

4.3.7 보강재의 순 단면2차모멘트 I

유효폭 b_{eff}를 포함한 보강재의 순 단면2차모멘트 I는 다음과 요건을 만족하여야 한다.

$$I \geq \frac{s\,t_p^3}{12\times10^4}$$

4.3.8 구평강의 이상화

구평강은 등가의 형강의 치수로 고려한다. 등가의 조립 단면의 순 치수는 다음 식에 의해 얻을 수 있다.

$$h_w = h'_w - \frac{h'_w}{9.2} + 2 \quad \text{(mm)}$$

$$b_f = \alpha\left(t'_w + \frac{h'_w}{6.7} - 2\right) \quad \text{(mm)}$$

$$t_f = \frac{h'_w}{9.2} - 2 \quad \text{(mm)}$$

$$t_w = t'_w \quad \text{(mm)}$$

h'_w, t'_w : 그림 A2.2에 따른 구형강의 순 높이와 두께

α : 계수로서 다음과 같다.

$h'_w \le 120$인 경우, $\alpha = 1.1 + \dfrac{(120 - h'_w)^2}{3000}$

$h'_w > 120$인 경우, $\alpha = 1.0$

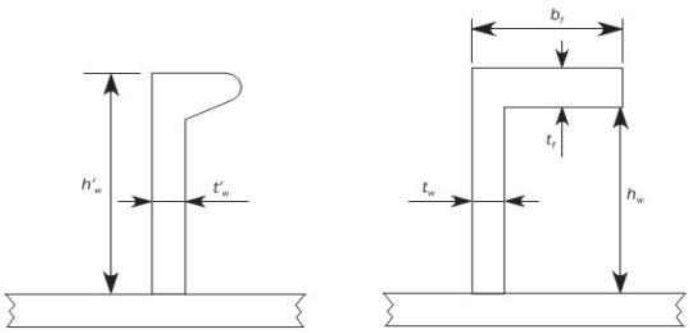


그림 A2.2 구형강의 이상화

4.4 최종좌굴능력

4.4.1 종방향 보강재의 한계상태

$\sigma_a + \sigma_b + \sigma_w > 0$ 경우, 보강재에 대한 최종좌굴능력은 다음의 식에 따라 검토하여야 한다.

$$\frac{\gamma_c \sigma_a + \sigma_b + \sigma_w}{R_{eH}} = 1$$

σ_a : 4.4.2에 정의된 보강재의 스팬 중앙에서의 유효 축응력(N/mm^2).

σ_b : 4.4.3에 정의된 보강재의 굽힘응력(N/mm^2).

σ_w : 4.4.4에 정의된 비틀림 변형에 의한 응력(N/mm^2).

R_{eH} : 재료의 최소 항복응력(N/mm^2).

- 보강재의 파손인 경우 $R_{eH} = R_{eH-S}$
- 부착판의 파손인 경우 $R_{eH} = R_{eH-P}$

4.4.2 유효 축응력 σ_a

부착판의 보강재의 스팬 중앙에서 작용하는 유효 축응력(N/mm^2)은 다음과 같다.

$$\sigma_a = \sigma_x \frac{s\,t_p + A_s}{b_{eff1}\,t_p + A_s}$$

σ_x : 4.4.1 a)에 따라서 보강재의 계산점에서 계산된 부착판의 보강재에 작용하는 공칭 축응력(N/mm^2).

A_S : 고려하는 보강재의 순 단면적(mm^2).

4.4.3 굽힘응력 σ_b

보강재의 굽힘응력(N/mm^2)은 다음 식에 의한다.

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{Z \times 10^3}$$

M_1 : 면외 하중 P에 따른 굽힘 모멘트(N/mm).

연속 보강재인 경우, $M_1 = C_i \dfrac{|P|\, s\, \ell^2}{24 \times 10^3}$

스닙된 보강재인 경우, $M_1 = C_i \dfrac{|P|\, s\, \ell^2}{8 \times 10^3}$

P : 면외하중(kN/m^2)으로 보강재의 하중 계산점에 작용하는 정압력과 같다.

C_i : 압력 계수:

C_i = C_{SI} 보강재의 파손의 경우

C_i = C_{PI} 부착판의 파손의 경우

C_{PI} : 판에 의한 파손 압력계수:

C_{PI} = 1, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우

C_{PI} = -1, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우

C_{SI} : 보강재의 파손 압력계수:

C_{SI} = -1, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우

C_{SI} = 1, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우

M_0 : 보강재의 면외변형으로 인한 굽힘 모멘트(N/mm)로서 다음 식에 의한 값.

$$M_0 = F_E\left(\frac{P_z w}{c_f - P_z}\right), \quad c_f - P_z > 0$$

F_E : 보강재의 이상화된 탄성좌굴 힘(N)으로 다음 식에 의한 값.

$$F_E = \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 EI10^4$$

P_z : 보강재 스팬 중앙위치의 부착판에서 σ_x 및 τ 에 의해 보강재에 작용하는 공칭 면외하중(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값.

$$P_z = \frac{t_p}{s}\left(\sigma_{xI}\left(\frac{\pi s}{\ell}\right)^2 + \sqrt{2}\,\tau_1\right)$$

$\sigma_{x\ell}$: 다음 식에 의한 값, 다만 0 이상이어야 한다.

$$\sigma_{x\ell} = \gamma_c \sigma_x \left(1 + \frac{A_s}{s\, t_p}\right)$$

τ_1 : 다음 식에 의한 값, 다만 0 이상이어야 한다.

$$\tau_1 = \gamma_c |\tau| - t_p \sqrt{R_{eH_p} E\left(\frac{m_1}{a^2} + \frac{m_2}{s^2}\right)}$$

m_1, m_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$m_1 = 1.47$, $m_2 = 0.49$, $\alpha \geq 2$ 경우

$m_1 = 1.96$, $m_2 = 0.37$, $\alpha < 2$ 경우

w : 보강재의 변형으로 다음 식에 의한 값.

$w = w_0 + w_1$

w_0 : 가정된 초기변형(imperfection)으로서 다음 식에 의한 값.

$w_0 = \ell/1000$, 일반적인 경우

$w_0 = -w_{na}$, 양단 스닙 보강재의 보강재에 의한 파손을 고려하는 경우

$w_0 = w_{na}$, 양단 스닙 보강재의 판에 의한 파손을 고려하는 경우

w_{na} : 부착판의 중앙점으로부터 부착판의 유효폭b_{eff}을 포함하여 계산된 보강재의 중립축까지의 거리.

w_1 : 면외 하중 P에 의한 보강재 스팬 중앙점에서의 보강재의 변형으로 균일분포하중의 경우, w_1은 다음과 같다.

$$w_1 = C_i \frac{|P|s\,\ell^4}{384 \times 10^7 EI}, \quad \text{일반적인 경우}$$

$$w_1 = C_i \frac{5|P|sI^4}{384.10^7 EI}, \quad \text{양단 스닙 보강재인 경우}$$

c_f : 보강재에 의한 탄성지지(N/mm²)로서 다음 식에 의한 값.

$$c_f = F_E \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 (1 + c_p)$$

c_p : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$c_p = \frac{1}{1 + \frac{0.91}{c_{xa}}\left(\frac{12\,I\,10^4}{s\,t_p^3} - 1\right)}$$

c_{xa} : 계수로서 다음에 의한 값.

$$c_{xa} = \left(\frac{\ell}{2s} + \frac{2s}{\ell}\right)^2, \quad \ell \geq 2s \text{ 경우}$$

$$c_{xa} = \left(1 + \left(\frac{\ell}{2s}\right)^2\right)^2, \quad \ell < 2s \text{ 경우}$$

4.4.4 비틀림 변형에 의한 응력 σ_w

비틀림 변형에 의한 응력(N/mm²)은 다음 식에 의한다.

$$\sigma_w = E\,y_w\left(\frac{t_f}{2} + h_w\right)\Phi_0\left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2\left(\frac{1}{1 - \frac{0.4\,R_{eH_S}}{\sigma_{ET}}} - 1\right) \quad \text{보강재의 파손}$$

$$\sigma_w = 0 \quad \text{부착판의 파손}$$

y_w : 보강재 횡단면의 중심으로부터 보강재 플랜지의 자유단까지의 거리(mm)로 다음 식에 의한 값

$$y_w = \frac{t_w}{2}, \quad \text{평강인 경우.}$$

$$y_w = b_f - \frac{h_w t_w^2 + t_f b_f^2}{2A_s}, \quad \text{앵글 및 구평강인 경우}$$

$$y_w = \frac{b_f}{2} \quad \text{T 형강인 경우}$$

Φ_0 : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$\Phi_0 = \frac{\ell}{h_w} 10^{-3}$$

σ_{ET} : 비틀림 좌굴에 대한 참조응력(N/mm²)으로 다음 식에 의한 값.

$$\sigma_{ET} = \frac{E}{I_p}\left(\frac{\epsilon\,\pi^2 I_w 10^2}{\ell^2} + 0.385 I_T\right)$$

I_P : 표 4에 따른, 그림 A2.3의 지점 C에 대한 보강재의 순 극관성모멘트(cm^4).

I_T : 표 4에 따른, 보강재의 순 상브난(St. Venant) 관성모멘트(cm^4).

I_w : 표 4에 따른, 그림 A2.3의 지점 C에 대한 보강재의 순 단면1차모멘트(cm^6).

ϵ : 고정도로서 다음 식에 의한 값.

$$\epsilon = 1 + \frac{\left(\frac{\ell}{\pi}\right)^2 10^{-3}}{\sqrt{I_w\left(\frac{0.75s}{t_p^3} + \frac{e_f - 0.5t_f}{t_w^3}\right)}}$$

표 4 단면2차모멘트

	평강	구평강, 앵글 및 T 형강
I_p	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \times 10^4}$	$\left(\frac{A_w(e_f - 0.5t_f)^2}{3} + A_f e_f^2\right)10^{-4}$
I_T	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$	$\frac{(e_f - 0.5t_f)t_w^3}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_w}{e_f - 0.5t_f}\right) + \frac{b_f t_f^3}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_f}{b_f}\right)$
I_w	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36 \times 10^6}$	$\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12 \times 10^6}\left(\frac{A_f + 2.6A_W}{A_f + A_W}\right)$: 평강 및 앵글의 경우 $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12 \times 10^6}$, : T 형강의 경우
A_w : 웨브 순 면적(mm^2) A_f : 플랜지 순 면적(mm^2)		

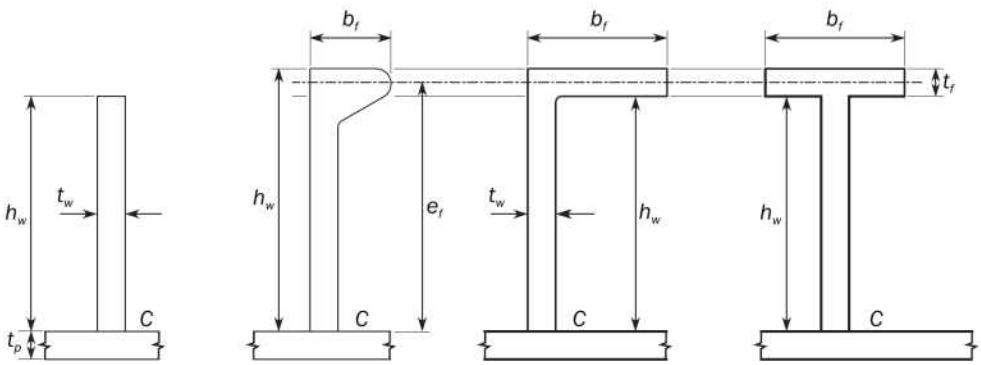


그림 A2.3 보강재 횡단면

별첨 3 - 선체거더 최종굽힘능력

기호

I_{y-net} : 수평 중립축부근 선체 횡단면의 단면2차모멘트(m^4).

Z_{B-net}, Z_{D-net} : 선저와 갑판에서의 단면 계수(m^3).

R_{e_Hs} : 고려하는 보강재 재료의 최소 항복 응력(N/mm^2).

R_{e_Hp} : 고려하는 판 재료의 최소 항복 응력(N/mm^2).

A_{s-net} : 부착판을 포함하지 않는 보강재의 순 단면적(cm^2).

A_{p-net} : 부착판의 순 단면적(cm^2).

1. 일반적인 가정

1.1

최종 선체거더 능력 계산 방법은 모든 주요 종방향 구조부재의 심각한 손상 모드를 식별하기 위함이다.

1.2

좌굴한계를 넘어 압축을 받는 구조는 하중부담능력이 감소한다. 늑골 간의 가장 취약한 손상 모드를 식별하기 위하여 판 좌굴, 보강재의 비틀림 좌굴, 보강재 웨브의 좌굴, 보강재의 면외 및 전체 좌굴, 그리고 이들의 상호작용과 같은 개별 구조요소에 대한 모든 관련된 손상 모드가 고려되어야 한다.

2. 증분-반복법

2.1 가정

증분-반복법을 적용함에 있어서, 일반적으로 다음과 같이 가정한다.

- 최종강도는 인접한 두개의 횡방향 웨브 사이의 선체 횡단면에서 계산한다.
- 각 곡률 증분 동안 선체거더 횡단면은 평면을 유지한다.
- 선체 재료는 탄소성(elasto-plastic) 거동을 한다.
- 선체거더 횡단면은 2.2.2와 같이 독립적으로 거동한다고 고려되는 요소로 분할되어야 한다.

반복 절차에 따라, 각 곡률 값 χ_i에서, 횡단면에 작용하는 굽힘 모멘트 M_i는 각 요소에 작용하는 응력 σ의 기여분을 합하여 구한다. 요소의 비선형 응력-변형률 곡선(non-linear load-end shortening curve) $\sigma-\varepsilon$으로부터 각 곡률 증분에 대한 요소 변형률 ε에 해당하는 응력 σ를 구할 수 있다. 요소의 손상 메커니즘에 대하여, 이러한 응력-변형률 곡선을 2.3에 규정한 식들로부터 계산하여야 한다. 응력 σ은 고려하는 응력-변형률 곡선으로부터 얻은 값 중 가장 낮은 값을 선택한다. 이 절차는, 부과된 곡률 값이 호깅 및 새깅 상태에서 다음 식으로 구한 값 $\chi_F(m^{-1})$에 도달할 때까지 반복하여야 한다.

$$\chi_F = \pm 0.003 \frac{M_y}{EI_{y-net}}$$

M_y : M_{Y1} 및 M_{Y2} 중 작은 값 (kNm).

$$M_{Y1} = 10^3 R_{eH} Z_{B-net}$$

$$M_{Y2} = 10^3 R_{eH} Z_{D-net}$$

만약 χ_F 값이 모멘트-곡률 곡선($M_{-\chi}$ 곡선)의 정점 값을 평가하기에 충분하지 않을 경우, 이 절차는 부과된 곡률 값이 곡선의 최대 굽힘 모멘트를 허용할 수 있을 때까지 반복하여야 한다.

2.2 절차

2.2.1 일반

모멘트-곡률 곡선,M_{-x}은 **그림 A3.1** 흐름도의 증분-반복적 방법으로 구해야 한다.

이 절차에서, 최종 선체거더 굽힘 모멘트 능력 M_U는 **그림 A3.1**에 보인 바와 같이 선체 횡단면의 수직 굽힘 모멘트 M 대 곡률 χ 곡선의 정점 값으로 정의된다. 굽힘 모멘트-곡률 곡선은 증분-반복법에 의하여 구하여야 한다. 증분 절차의 각 단계는 부과된 곡률 χ_i의 영향으로 선체횡단면에 작용하는 굽힘모멘트 M_i의 계산으로 나타내어 진다. 각 증분 단계에서, χ_i 값은 이전 단계의 χ_{i-1}에 곡률 증분 $\triangle\chi$을 합하여 구하여야 한다. 이러한 곡률 증분은 수평 중립축 부근 선체거더 횡단면의 회전각의 증분에 해당한다. 이 회전 증가분은 각 선체 구조요소의 축방향 변형률 ε을 발생시키며, 그 값은 요소의 위치에 따라 결정된다. 호깅 상태에서, 중립축 상부의 구조요소에는 인장이 발생하고, 중립축 하부요소에는 압축이 발생한다. 그리고 새깅 상태에서는 이와는 반대의 변형이 발생한다. 변형률 ε로 인하여 각 구조 요소에 발생한 응력 σ은 비선형 탄소성 영역의 요소 거동을 고려한 요소의 응력-변형률 곡선으로부터 구하여야 한다. 응력-변형률 관계가 비선형이기 때문에, 각 단계에 대하여 선체 횡단면을 구성하는 모든 구조부재에서 유발되는 응력 분포는 중립축 위치의 변화를 결정한다. 고려하는 단계에 대한 새로운 중립축 위치는 횡단면의 모든 선체 요소에 작용하는 응력 간에 평형조건을 부과하는 반복 절차를 통하여 구하여야 한다. 중립축 위치를 결정하고 단면 구조요소의 응력 분포를 구한 후, 고려하는 단계에서 부과된 곡률 χ_i에 해당하는 새로운 중립축 위치 주변 단면의 굽힘모멘트 M_i는 각 요소 응력의 기여분을 합하여 구하여야 한다.

위에서 규정한 증분-반복법의 주요단계를 요약하면 다음과 같다. (**그림 A3.1** 참조)

a) **단계 1** : 선체 횡단면을 보강판 요소로 나눈다.

b) **단계 2** : **표 1**의 모든 요소들에 대한 응력-변형률의 관계를 정의한다.

c) **단계 3** : 다음과 같이, 증분 곡률 값(강력 갑판에서 항복강도의 1 %에 해당하는 응력을 유발하는 곡률)을 가진 최초 증분 단계에 대하여 곡률 χ_1와 중립축을 초기화한다.

$$\chi_1 = \triangle\chi = 0.01\frac{R_{eH}}{E}\frac{1}{z_D - z_n}$$

z_D : 선측에서의 강력갑판의 Z좌표(m)

z_n : 1.2.3에 정의된 기준 좌표계에 대한 선체횡단면의 수평중립축의 Z좌표(m).

d) **단계 4** : 각 요소에 상응하는 변형률 $\varepsilon_i = \chi(z_i - z_n)$과 상응하는 응력$\sigma_i$을 계산한다.

e) **단계 5** : 다음과 같이, 각 증분 단계에서 전 횡단면에 걸친 하중의 평형을 설정하여 중립축 z_{NA-cur}을 결정한다.
$\Sigma A_{i-net}\sigma_i = \Sigma A_{j-net}\sigma_j$ (i-번째 요소는 압축, j-번째 요소는 인장)

f) **단계 6** : 다음과 같이, 모든 요소의 기여분을 합하여 상응하는 모멘트를 계산한다.
$M_u = \Sigma\sigma_{Ui}A_{i-net}|(z_i - z_{NA-cur})|$

g) **단계 7** : 이전 증분 단계의 모멘트와 현재 증분 단계의 모멘트를 비교해야한다. 만일 굽힘 모멘트-곡률 곡선의 기울기가 음의 고정된 값보다 작으면, 이 과정을 끝내고 M_U의 정점 값을 정의하여야 한다. 그렇지 않으면 $\triangle\chi$의 양 만큼 곡률을 증가시킨 후 **단계 4**로 간다.

2.2.2 선체 거더 횡단면의 모델링

선체거더 횡단면은 선체거더 최종강도에 기여하는 부재들로 구성 된 것으로 고려되어야 한다. 스닙된 보강재들은 선체거더 강도에 기여하지 않는 것으로 가정하여 모델링되어야 한다. 구조부재들은 보강재요소, 보강된 판요소 또는 강체요소(hard corner element)로 분류된다. 거더의 웨브 또는 선측스트링거를 포함하는 판 패널은 보강된 판요소, 보강재 요소의 부착판 또는 강체요소로 이상화되어야 한다.

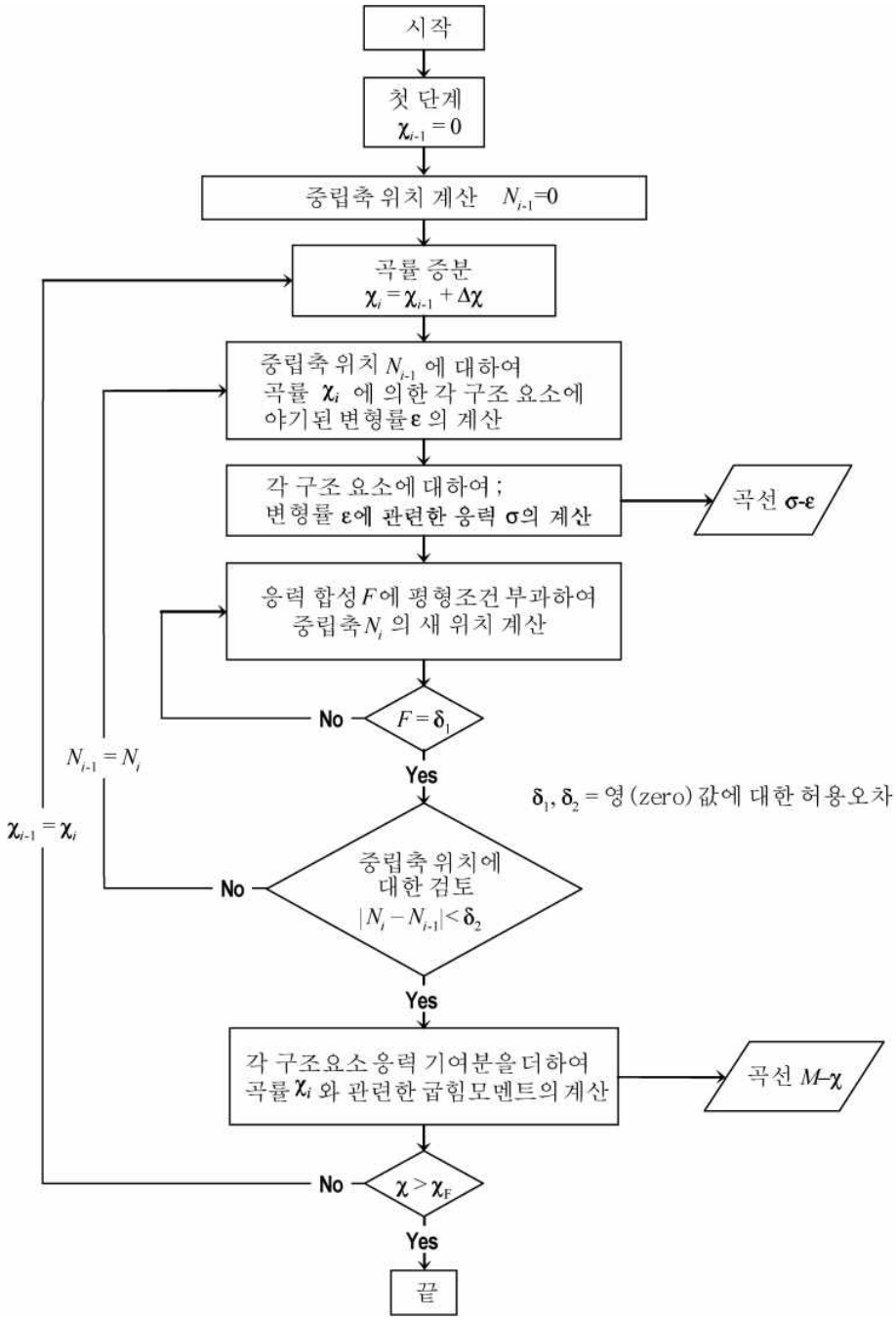


그림 A3.1 곡선 $M_{-\chi}$ 계산 과정 흐름도

판 패널은 다음의 두 종류로 분류된다.

- 종방향으로 보강된 종방향으로 긴 패널
- 횡방향으로 보강된 종방향에 수직한 방향으로 긴 패널

a) 강체요소(hard corner element)

강체요소란 선체 거더 횡단면을 구성하는 강한 요소로서, 주로 탄소성 손상 모드(재료항복)에 따라 파괴된다. 이러한 요소는 일반적으로 동일 평면에 있지 않은 두개의 판으로 구성된다. 판의 교차점으로부터 강체요소의 범위는 횡방향 보강 패널의 경우 $20t_{net}$, 종방향 보강 패널의 경우 $0.5s$로 한다. (**그림 A3.2** 참조)

t_{net} : 판의 순 제공 두께 (mm).

s : 인접한 종방향 보강재의 거리 (m).

빌지, 현측후판-갑판 스트링거 요소, 거더-갑판 연결부와 대형 거더의 면재-웨브 연결부가 일반적인 강체요소이다.

b) 보강재 요소(stiffener element)

보강재는 부착판을 포함한 일반 보강재 요소로 구성된다. 원칙적으로, 부착판의 폭은 다음과 같다.

- 보강재의 평균 간격 (보강재 양측의 패널이 종 방향으로 보강되는 경우)
- 종방향으로 보강된 패널의 폭 (보강재 한쪽 측의 패널이 종 방향으로 보강되고 다른 패널은 횡방향으로 보강되는 경우, **그림 A3.2** 참조)

c) 보강판 요소(stiffened plate element)

보강재 요소 사이, 일반 보강재 요소와 강체요소 사이 또는 강체요소들 사이의 판은 보강판 요소로 취급되어야 한다. (**그림 A3.2** 참조)

그림 A3.3 은 선체거더 단면 모델링의 일반적인 예를 보여주며, 앞서 언급한 원칙에도 불구하고, 이 그림은 상갑판, 현측후판 및 창구 코밍 부근의 모델링에 적용되어야 한다.

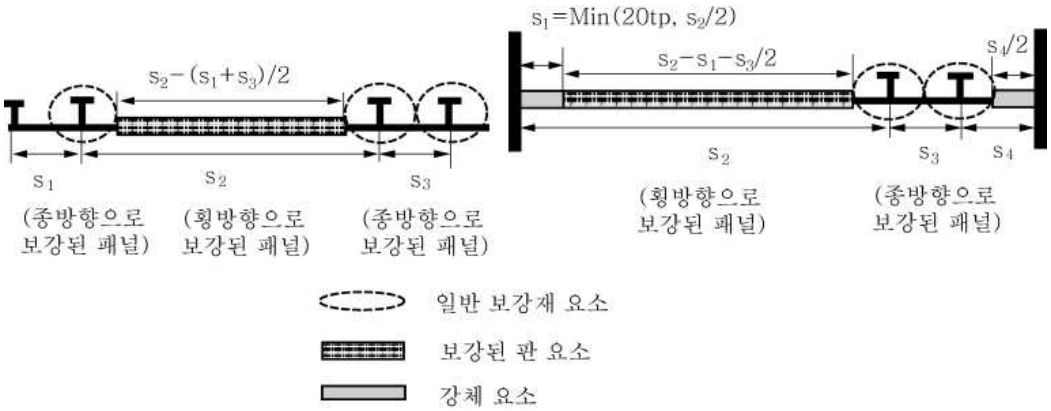


그림 A3.2 강체 요소 및 부착판 폭의 범위

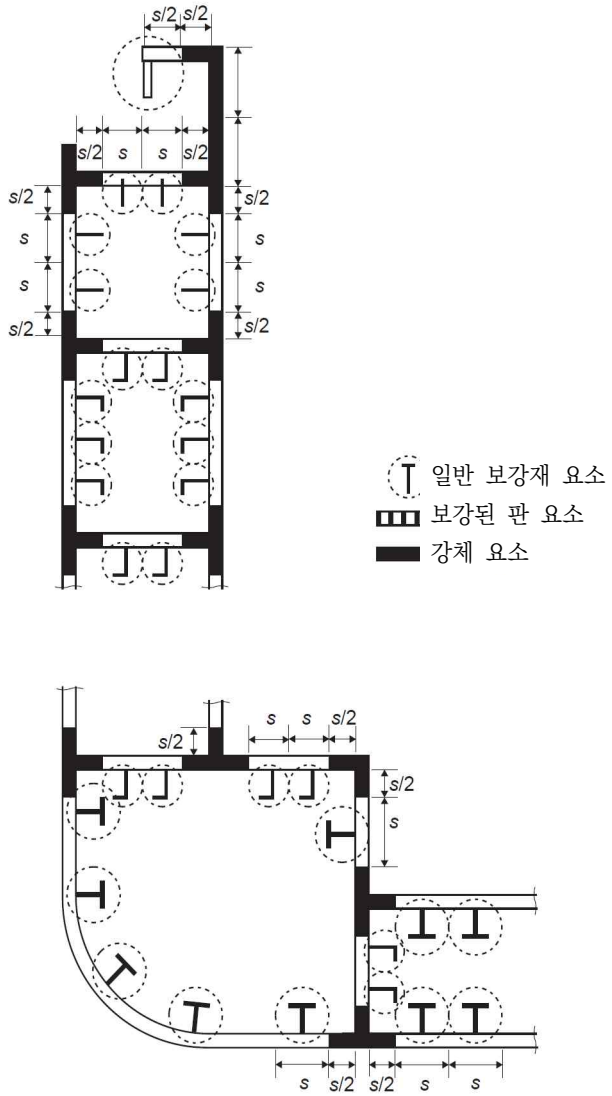


그림 A3.3 선체단면 보강판 요소, 일반 보강재 요소 및 강체 요소의 형상 예

- **그림 A3.4의** 너클 포인트의 경우, 30도 보다 큰 각을 가지는 판의 너클에 인접한 판 구역은 강체요소로 정의된다. 강체요소의 한쪽의 범위는 너클 포인트로부터 횡늑골식 패널의 경우에는 20 t_{net}, 종늑골식 패널의 경우에는 0.5s로 한다.
- 판 요소가 불연속 종보강재에 의해 보강되는 경우, 불연속 보강재는 판을 여러 요소 판 패널로 나누는 것으로만 고려한다.
- 보강된 판 요소에 개구가 있는 경우, 개구는 우리 선급이 인정하는 바에 따라 고려되어야 한다.
- 부착판이 서로 다른 두께 및/또는 항복응력의 강재로 만들어진 경우, 다음의 식에서 구한 평균 두께 및/ 또는 항복응력이 계산에 사용되어야 한다.

$$t_{net} = \frac{t_{1-net}s_1 + t_{2-net}s_2}{s} \qquad R_{e_Hp} = \frac{R_{e_Hp1}t_{1-net}s_1 + R_{eH_p2}t_{2-net}s_2}{t_{net}S}$$

R_{eH_P1}, R_{eH_P2}, t_{1-net}, t_{2-net}, s_1, s_2와 s는 **그림 A3.5**에 따른다.

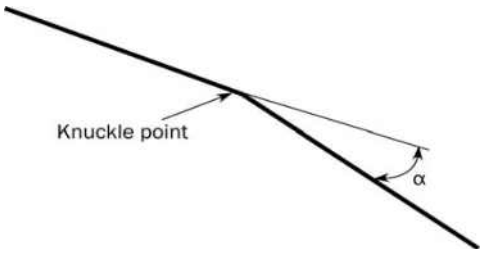


그림 A3.4 너클 포인트가 있는 판

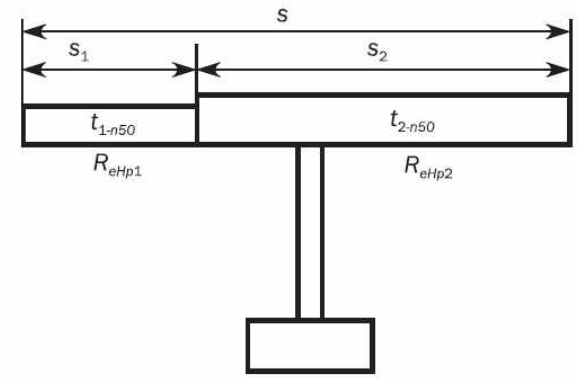


그림 A3.5 다른 두께 및 항복응력을 가지는 요소

2.3 응력-변형률 곡선

2.3.1 보강판 요소 및 일반 보강재 요소

선체 거더 횡단면을 구성하는 보강판 요소 및 일반 보강재 요소는 **표** 1에 규정한 손상 모드 중 하나에 따라서 붕괴 될 수 있다.

- 판부재가 불연속 종통 보강재로 보강되는 경우, 요소의 응력은 불연속 종통 보강재를 고려하여 2.3.2 부터 2.3.7까지에 따라 구하여야 한다. 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체하중을 계산할 때, 불연속 종통 보강재의 면적은 0으로 가정하여야 한다.
- 보강판 요소에 개구가 있는 경우, 선체 거더 최종강도 확인을 위한 전체 하중의 계산 시 보강판 요소의 면적은 판에서 개구부 면적을 제외하고 구하여야 한다.
- 보강판 요소의 경우, 응력-변형률 곡선의 하중단절 부분(load shortening portion)에 대한 판의 유효폭은 판의 전폭 즉, 인접 판 또는 종방향 보강재의 교차부분까지(강체요소 끝단부터 또는 일반보강재의 부착판에서부터는 아님)로 구하여야 한다. 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체 하중의 계산 시, 보강판 요소의 면적은 해당되는 경우, 강체요소와 일반보강재 사이 또는 강체요소들 사이에서 구하여야 한다.

표 1 보강된 판요소 및 일반 보강재 요소의 손상모드

요소	손상 모드	$\sigma-\varepsilon$ 곡선이 정의된 조항
인장을 받는 보강판 또는 일반 보강재 요소	탄소성 파괴	2.3.2
압축을 받는 일반 보강재 요소	보 기둥 좌굴 비틀림 좌굴 플랜지가 있는 형강 웨브의 국부 좌굴 평강 웨브의 국부좌굴	2.3.3 2.3.4 2.3.5 2.3.6
압축을 받는 보강판 요소	판 좌굴	2.3.7

2.3.2 구조요소의 탄소성 붕괴 (강체요소)

선체 횡단면을 구성하는 구조 요소들의 탄소성 붕괴에 관한 응력-변형률 곡선$\sigma-\epsilon$을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 얻어진다.

$$\sigma = \Phi R_{eHA}$$

R_{eHA} : 고려하는 요소의 등가 최소 항복응력 (N/mm^2)으로 다음 식으로 구한다.

$$R_{eHA} = \frac{R_{eH_P}A_{p-net} + R_{eH_s}A_{s-net}}{A_{p-net} + A_{s-net}}$$

Φ : 경계함수(edge function)로서 다음과 같다.

Φ = -1 ε 〈 -1인 경우

Φ = ε -1 ≤ ε ≤ 1인 경우

Φ = 1 ε 〉 1인 경우

ε : 상대 변형률로서 다음과 같다.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_E}{\varepsilon_Y}$$

ε_E : 요소 변형률

ε_Y : 요소의 항복응력에서의 변형률로서 다음과 같다.

$$\varepsilon_Y = \frac{R_{eHA}}{E}$$

2.3.3 보 기둥 좌굴

판과 보강재 조합의 보 기둥 좌굴에 근거한 평균응력-평균변형률 곡선 $\sigma_{CR1}-\varepsilon$의 양의 인장 변형률은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR1} = \Phi\sigma_{C1}\frac{A_{s-net} + A_{pE-net}}{A_{s-net} + A_{p-net}}$$

Φ : 2.3.3에 따른 경계함수

σ_{C1} : 임계응력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$$\sigma_{C1} = \frac{\sigma_{E1}}{\varepsilon} \quad , \quad \sigma_{E1} \le \frac{R_{eHB}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{C1} = R_{eHB}\left(1 - \frac{R_{eHB}\varepsilon}{4\sigma_{E1}}\right) \quad , \quad \sigma_{E1} > \frac{R_{eHB}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

R_{eHB} : 고려하는 요소의 등가 최소 항복응력 (N/mm²)으로서 다음 식으로부터 구한다.

$$R_{eHB} = \frac{R_{eH_P}A_{pEI-n50}\ell_{pE} + R_{eH_S}A_{s-net}\ell_{sE}}{A_{pEI-net}\ell_{pE} + A_{s-net}\ell_{sE}}$$

$A_{pEI-net}$: 유효면적(cm²)으로서 다음과 같다.

$$A_{pEI-net} = 10 b_{E1} t_{net}$$

ℓ_{pE} : 폭 b_{E1}인 부착판을 갖는 보강재의 중립축으로부터 부착판의 하단까지의 거리(mm).

ℓ_{sE} : 폭 b_{E1}인 부착판을 갖는 보강재의 중립축으로부터 보강재의 상단까지의 거리(mm).

ε : 2.3.2에 따른 상대 변형률.

σ_{E1} : 오일러(Euler) 기둥 좌굴 응력(N/mm²).

$$\sigma_{E1} = \pi^2 E \frac{I_{E-net}}{A_{E-net}\ell^2} 10^{-4}$$

I_{E-net} : 폭 b_{E1}인 부착판을 포함하는 보강재의 단면2차모멘트(cm⁴).

A_{E-net} : 폭 b_E인 부착판을 포함하는 보강재의 순 단면적(cm²).

b_{E1} : 부착판의 상대 변형율에 대한 수정한 유효폭(m)으로서 다음과 같다.

$$b_{E1} = \frac{s}{\beta_E} \quad , \quad \beta_E > 1.0 \text{ 인 경우}$$

$$b_{E1} = s \quad , \quad \beta_E \le 1.0 \text{ 인 경우}$$

β_E : 다음 식에 의한 값.

$$\beta_E = 10^3 \frac{s}{t_{net}} \sqrt{\frac{\varepsilon R_{eH_P}}{E}}$$

A_{pE-net} : 폭 b_E인 부착판의 순 단면적(cm²)으로서 다음과 같다.

$$A_{pE-net} = 10 b_E t_{net}$$

b_E : 부착판의 유효폭(m)으로서 다음과 같다.

$$b_E = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2}\right)s \quad , \quad \beta_E > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$b_E = s \quad , \quad \beta_E \le 1.25 \text{ 인 경우}$$

2.3.4 비틀림 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 일반 보강재의 굽힘-비틀림 좌굴에(flexural-torsional buckling) 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR2} - \varepsilon$은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR2} = \Phi \frac{A_{s-net}\sigma_{C2} + A_{p-net}\sigma_{CP}}{A_{s-net} + A_{p-net}}$$

Φ : 2.3.2에 따른 경계함수.

σ_{C2} : 임계응력(N/mm²)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{C2} = \frac{\sigma_{E2}}{\varepsilon} \quad , \quad \sigma_{E2} \le \frac{R_{eH_s}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{C2} = R_{eH_s}\left(1 - \frac{R_{eH_s}\varepsilon}{4\sigma_{E2}}\right) \quad , \quad \sigma_{E2} > \frac{R_{eH_s}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

ε : 2.3.2에 따른 상대 변형률.

σ_{E2} : 오일러(Euler) 기둥 좌굴 응력(N/mm^2).(별첨 2. 4.4.4의 σ_{ET})

σ_{CP} : 부착판의 좌굴응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{CP} = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2}\right) R_{eH_P} \ , \quad \beta_E > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{CP} = R_{eH_P} \ , \quad \beta_E \le 1.25 \text{ 인 경우}$$

β_E : 2.3.3에 따른 계수.

2.3.5 플랜지 형상 보강재의 웨브 국부좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 플랜지 보강재의 웨브 국부좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR3} - \varepsilon$은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR3} = \Phi \frac{10^3 b_E t_{net} R_{eH_p} + (h_{we} t_{w-net} + b_f t_{f-net}) R_{eH_s}}{10^3 s t_{net} + h_w t_{w-net} + b_f t_{f-net}}$$

Φ : 2.3.2에 따른 경계함수.

b_E : 2.3.3에 따른 부착판의 유효폭(m).

h_{we} : 웨브의 유효 높이(mm)로서 다음과 같다.

$$h_{we} = \left(\frac{2.25}{\beta_w} - \frac{1.25}{\beta_w^2}\right) h_w \ , \quad \beta_w > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$h_{we} = h_w \ , \quad \beta_w \le 1.25 \text{ 인 경우}$$

β_w : 다음 식에 의한 값.

$$\beta_w = \frac{h_w}{t_{w-net}} \sqrt{\frac{\varepsilon R_{eH_s}}{E}}$$

ε : 2.3.2에 따른 상대 변형률.

2.3.6 평강 보강재의 웨브 국부좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 평강 보강재의 웨브 국부좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR4} - \varepsilon$은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR4} = \Phi \frac{A_{P-net} \sigma_{CP} + A_{s-net} \sigma_{C4}}{A_{p-net} + A_{s-net}}$$

Φ : 2.3.2에 따른 경계함수.

σ_{CP} : 2.3.4에 따른 부착판의 좌굴응력(N/mm^2).

σ_{C4} : 임계응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{C4} = \frac{\sigma_{E4}}{\varepsilon} \ , \quad \sigma_{E4} \le \frac{R_{eH_s}}{2} \varepsilon \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{C4} = R_{eH_s} \left(1 - \frac{R_{eH_s} \varepsilon}{4 \sigma_{E4}}\right) \ , \quad \sigma_{E4} > \frac{R_{eH_s}}{2} \varepsilon \text{ 인 경우}$$

σ_{E4} : 국부 오일러(Euler) 좌굴응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{E4} = 160{,}000\left(\frac{t_{w-net}}{h_w}\right)^2$$

ε : 2.3.2에 따른 상대 변형률.

2.3.7 판 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 횡식 보강 패널의 좌굴에 대한 응력-변형률 $\sigma_{CR5}-\varepsilon$ 곡선은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR5} = \mathrm{Min}\left\{\begin{array}{l} \mathrm{R_{eH_p}}\Phi \\ \Phi\mathrm{R_{eH_p}}\left[\frac{\mathrm{s}}{\ell}\left(\frac{2.25}{\beta_{\mathrm{E}}}-\frac{1.25}{\beta_{\mathrm{E}}^2}\right)^{\mathrm{R_{eH_p}}\Phi}+0.1\left(1-\frac{\mathrm{s}}{\ell}\right)\left(1+\frac{1}{\beta_{\mathrm{E}}^2}\right)^2\right] \end{array}\right\}$$

Φ : 2.3.2에 따른 경계함수.
β_E : 2.3.3에 따른 계수.
s : 판의 폭(m)으로서 보강재 간격으로 한다.
ℓ : 판의 긴 변(m).

3. 대안방법

3.1 일반

3.1.1

대안방법의 적용은 수행 전에 선급의 동의를 얻어야 한다. 해석 방법론과 상세한 비교결과가 문서화 되어서 검토 및 수락을 위하여 제출되어야 한다. 이러한 방법의 사용은 부분적으로 안전계수의 재측정을 요구할 수 있다.

3.1.2

굽힘 모멘트-곡률 관계($M-\chi$)는 대안방법에 의하여 구할 수 있다. 이런 모델은 다음 사항을 고려한 비선형 응답에 중요한 모든 관련된 효과를 고려하여야 한다.

a) 비선형 기하학적 거동
b) 비탄성 재료 거동
c) 기하학적 결함 및 잔류응력 (판 및 보강재의 기하학적 면외 처짐)
d) 동시에 작용하는 하중 :
- 2축 압축
- 2축 인장
- 전단 및 면외 압력

e) 경계조건
f) 좌굴 모드 간의 상호작용
g) 평판, 보강재, 거더 등과 같은 구조요소 간의 상호작용
h) 후 좌굴 능력(post-buckling capacity)
i) 판과 보강재에서 국부 영구 변형/좌굴 손상(예, 이중저 효과나 그와 유사한 것)을 초래할 수 있는 선체거더 횡단면의 압축 측면에 대한 과응력 요소(overstressed element)

3.2 비선형 유한 요소 해석

3.2.1

선체 거더 최종 능력의 평가를 위하여 진보된 비선형 유한요소해석 모델을 사용할 수 있다. 이러한 모델은 3.1.2에 명시된 항목들을 고려한 비선형 응답에 중요한 관련 효과를 고려하여야 한다.

3.2.2

기하학적 결함의 형상 및 크기의 모델링에 특히 주의하여야 한다. 기하학적 결함의 형상 및 크기는 가장 심각한 손상 모드를 유발하는지를 확인하여야 한다. ⚓

부록 7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침 *(2020)* 【규칙 참조】

(1) 일반

광석운반선의 직접강도계산은 (1)부터 (9)까지에 따르며 그림 1의 구조해석 흐름도에 따라 진행한다. 직접 강도계산에 의해 부재치수를 정할 수 있는 대상부재는 선저 트랜스버스, 갑판 트랜스버스, 선측 트랜스버스, 종격벽 트랜스버스, 크로스타이, 늑판, 내저판, 선저 외판, 선측 외판, 크로스 갑판 및 거더이다. 부식여유치가 포함된 총 두께가 직접강도평가에 사용된다. 좌굴강도는 (7)에서 정의된 부식여유치를 고려한 순 두께로 평가되어야 한다.

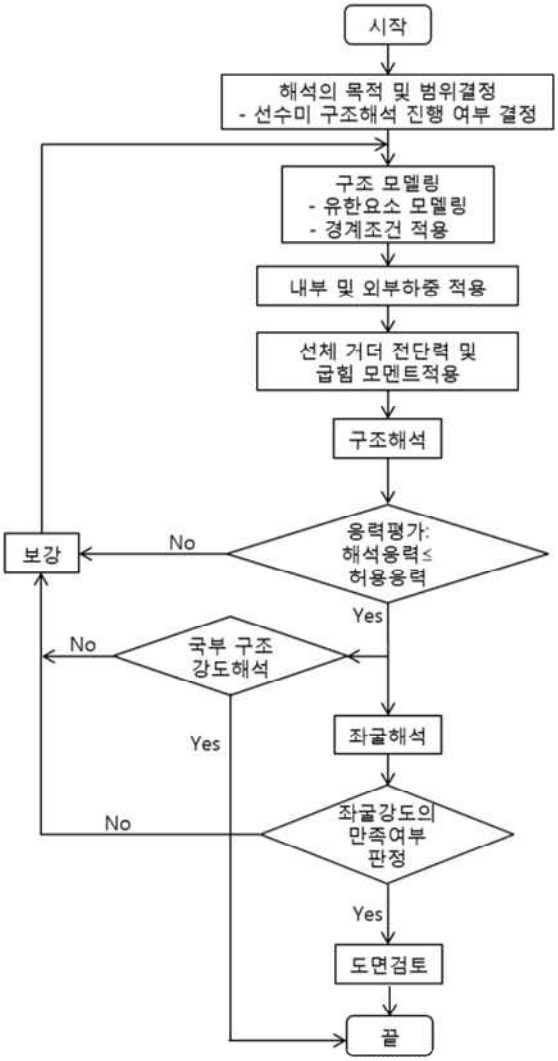


그림 1 중앙부 및 선수미 화물창 구조해석 흐름도

(2) 모델링

중앙부 화물창(또는 화물탱크) 및 선수미 화물창의 모델화는 다음에 따른다.

(가) 모델 범위

(a) 중앙부 화물창 구조해석은 2번 화물창에서 $n-1$번 화물창까지의 구조 강도 평가를 반영할 수 있도록 해석이 진행되어야 한다. 또한 선수부 화물창 구조해석은 1번 화물창, 선미부 화물창 구조해석은 n번 화물창의 구조 강도 평가를 반영할 수 있도록 해석이 진행되어야 한다.

(b) 중앙부 화물창의 유한요소 모델 종 방향 범위는 **그림 2** 와 같이 3개의 화물창 및 4개의 횡격벽을 포함하여야 한다. 모델 범위의 양단에 있는 횡격벽은 연결되어 있는 스툴과 함께 포함되어야 한다. 모델의 양단은 수직면을 형성하여야 하며, 해당되는 경우 평면상의 모든 트랜스버스 웨브 프레임을 포함하여야 한다. 모델은 좌현과 우현 모두 구현되어야 한다.

(c) 선수부 및 선미부 화물창 모델은 **그림 3** 에서 **그림 5**와 같이 해당 화물창 전 길이와 선수부 화물창은 선

수피크까지, 선미부 화물창 모델은 기관구역 후단격벽까지 연장함을 기본으로 한다. 단, 화물, 평형수 적하 상태 및 격벽, 격벽에 부착된 거어더의 종방향, 횡방향 대칭성을 고려하여 해석의 범위를 결정한다. 선수부 화물창 모델에서 선수격벽과 선수피크의 중앙에서부터 선수피크까지는 선수선체 형상 및 횡단면을 단순화된 형상으로 모델링 할 수 있다. 선미부 화물창 모델에서도 기관구역의 중앙에서부터 기관실 후단격벽까지는 선체형상 및 횡단면을 단순화된 형상으로 모델링 할 수 있다.

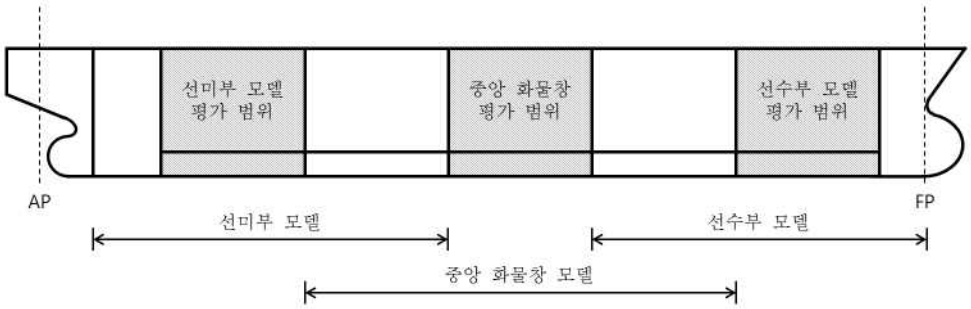


그림 2 모델 범위 및 평가 범위

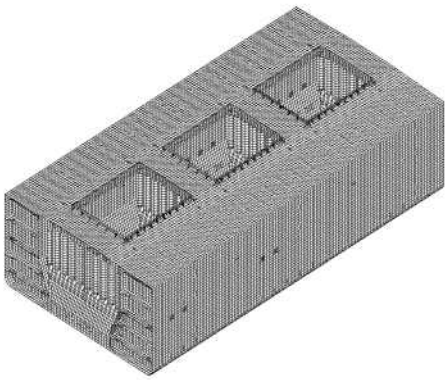


그림 3 중앙부 화물창 모델그림

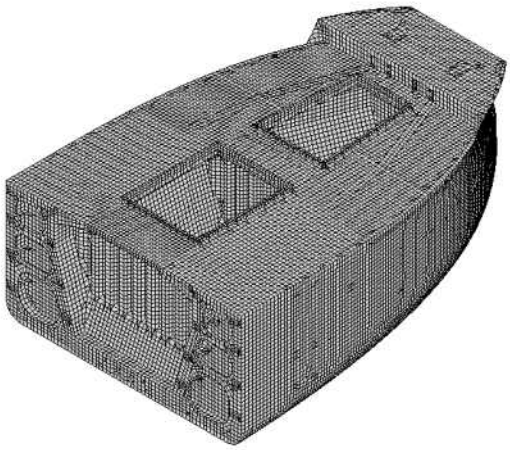


그림 4 선수부 화물창 모델

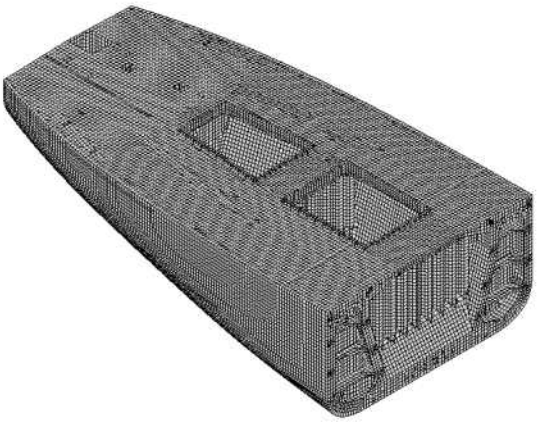


그림 5 선미부 화물창 모델

(나) 구조 모델화

구조 모델의 요소분할에 대해서는 다음의 (a)에서부터 (g)까지를 표준으로 한다.

(a) 요소 분할 시 모델내의 응력 분포상태를 예상하여 적절한 분할 크기를 선정하여야 하며, 종횡비(aspect ratio)는 3을 넘지 않아야 한다.

(b) 거더 부재와 같이 깊이방향으로 응력분포가 있는 부재에 대해서는 응력분포가 판별 가능하도록 요소분할을 하여야 한다.
(b) 각 요소의 짧은 변의 길이는 종강도 부재 간격 정도로 한다.
(d) 모든 보강재는 축, 비틀림, 두 방향 전단 및 굽힘 강성을 갖고 있는 보 요소로 모델링하여야 한다. 또한 보강재의 편심을 고려한 오프셋 빔을 사용해야 한다.
(e) 1차 지지부재 및 브래킷의 면재는 봉 또는 보 요소를 사용하여 모델링하여야 한다.
(f) 모델의 좌표계는 **표 1**과 같이 사용한다.
(g) 1차 지지부재의 웨브 내의 개구를 나타내는 방법은 **표 2**에 따른다. 단, 개구가 모델링되지 않는 경우, 개구 인근의 요소 전단응력은 실제 개구에 따른 전단면적 감소에 따라 수정되어야하며 수정된 전단응력은 항복기준에 대한 검증을 위한 요소의 등가응력을 계산하는데 사용되어야 한다.

표 1 좌표계

좌표	방향	비고
X	길이방향	선미에서 선수(+)
Y	폭방향	중심선면에서 좌현(+)
Z	깊이방향	상향(+)

표 2 1차 지지부재 웨브에서의 개구의 표현

$h_0/h < 0.5$ and $g_0 < 2.0$	개구를 모델링할 필요가 없다.
$h_0/h \geq 0.5$ and $g_0 \geq 2.0$	개구 형상을 모델링하여야 한다.

여기서 :

$$g_0 = (1 + \frac{l_0^2}{2.6(h-h_0)^2})$$

l_0 : 1차 지지부재 웨브의 길이 방향과 평행한 개구의 길이 (m, **그림 6** 참조). 개구부 간의 거리, d_0가 $0.25h$보다 작은 연속된 개구의 경우, 길이, l_0는 **그림 7**과 같이 개구를 가로지르는 길이로 취하여야 한다.

h_0 : 웨브의 깊이 방향과 평행한 개구의 높이 (m, **그림 6** 및 **그림 7** 참조)

h : 개구가 위치한 1차 지지부재 웨브의 높이 (m, **그림 6** 및 **그림 7** 참조)

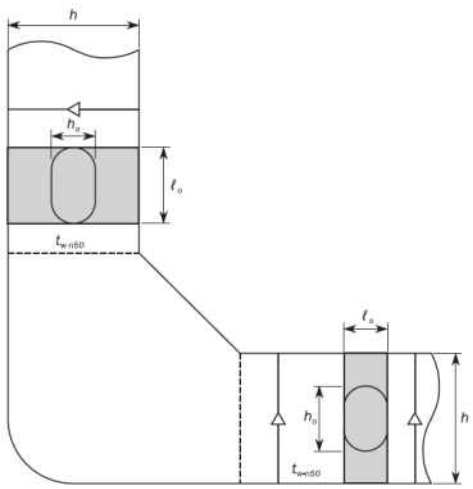


그림 6 웨브 내의 개구

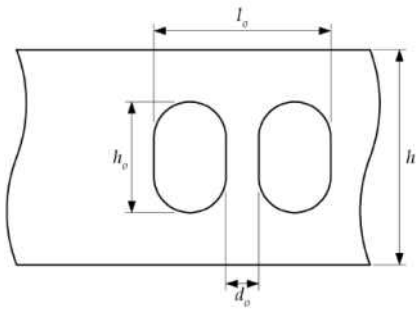


그림 7 웨브 내의 개구

(3) 구조모델의 경계조건 및 지지조건

구조모델의 경계조건 및 지지조건은 모델화의 범위에 따라서 구조모델의 거동을 합리적으로 재현할 수 있도록 한다. 모델의 양단은 **표 3** 및 **표 4**에 따라 단순 지지한다. 양 단면에서 종강도 부재상의 절점은 **표 3**에 보인 바와 같이 선체 중심선 상에서 중립축에 있는 독립 절점에 강체 연결되어야 한다. 이 양단의 독립 절점은 **표 4**에 보인 것처럼 고정되어야 한다.

표 3 모델 양단의 강체-연결

강체-연결	병진			회전		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
모델 전단의 종강도 부재 절점	-	RL	RL	RL	-	-
모델 후단의 종강도 부재 절점	-	RL	RL	RL	-	-
RL은 독립 절점의 관련된 자유도에 강체 연결됨을 의미한다.						

표 4 모델 독립 절점에서의 지지 조건

독립절점의 위치	병진			회전		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
모델 전단의 독립 절점	-	Fix	Fix	Fix	-	-
모델 후단의 독립 절점	-	Fix	Fix	Fix	-	-
중심선과 내저판의 교점	Fix					

(4) 하중 적용

(가) 내부하중

(a) 광석 등 입상화물에 의한 하중

(i) 화물의 적재 높이 및 형상은 다음을 기준으로 한다. (**그림 8**, **그림 9** 및 **그림 10** 참조)

- 화물의 적재형상은 화물창 종횡방향으로 수평하고 선측방향으로는 화물 적하각(repose angle, ψ)의 1/2로 하향 경사진다고 가정한다. (호퍼 경사각에 의해 화물창이 종횡방향으로 균일하지 않을 경우, 화물창 중앙의 횡단면 형상이 종방향으로 균일하다고 가정한다.)
- 화물창 중앙부 수평부분 폭 b_{iB}는 화물창폭의 1/4로 가정한다.
- 적재높이 h_c 는 적재되는 화물의 질량, 화물 적하각, 밀도에 따라 결정한다. 길이 방향의 적하형상은 폭 방향 형상으로 일정하다고 가정한다.
- 화물의 밀도 및 적하각은 아래와 같이 고려되어야 한다.

	화물 밀도 γ (ton/m^{3}ton/m^3)	화물 적하각 ψ(°)
저비중 화물	$M' / V_H (\geq 1.0)$	35
고비중 화물	3.0	35 [1)]
[1)] 화물적하각이 35° 이외의 조건이 있는 경우에는 추가 고려되어야 한다.		

M' : 해당 화물창의 산적화물 중량으로 아래의 수식을 따른다.

$$M' = M + \frac{1}{n} Min(3000, 0.1M) \ (t)$$

M : 해당 화물창의 최대 허용 산적화물 중량 (t)

n : 전체 화물창 중 하나의 화물창에 적재하는 최소 적재횟수

V_H : 창구코밍에 둘러 쌓인 부피를 제외한 창구코밍과 상갑판 이 교차하는 높이까지의 화물창 용적, m^3

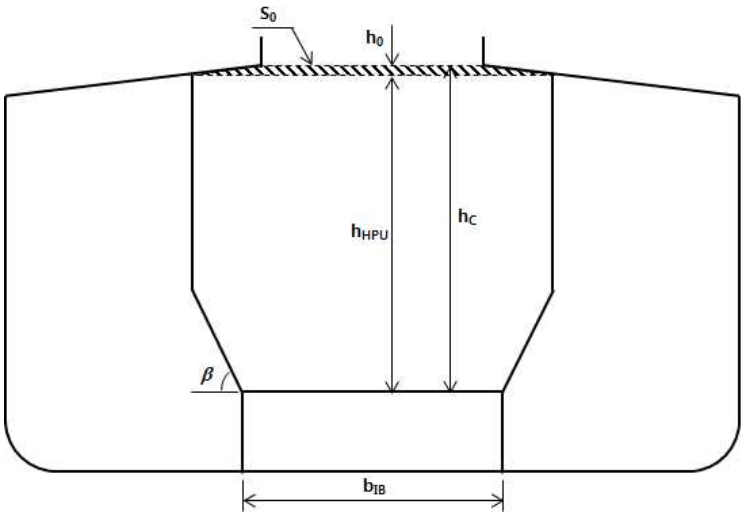


그림 8 화물창의 적재형상 (저비중화물)

(ii) 화물창 내벽에 작용하는 화물의 하중, w는 다음 식에 의한다.

$$w = 9.81\gamma h K_C \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

여기서,

γ : 화물의 밀도(kg/m^3)
h : 고려하는 패널로부터 직상부 화물 표면까지의 수직 높이(m)
K_C : $K_C = \cos^2\beta + (1-\sin\psi)\sin^2\beta$
β : 빌지호퍼 탱크의 경사판과 내저판 사이의 각(**그림** 8 참조)
ψ : 화물 적하각 (repose angle) (**그림** 9 참조)

- 화물창 내벽에 작용하는 저비중 화물의 하중은 다음 식에 의한다.

$$h_C = h_{HPU} + h_0$$

여기서,

$$h_0 = \frac{S_A}{B_H}$$

$$S_A = S_o + \frac{V_{HC}}{l_H}$$

h_{HPU} : 톱사이드 탱크와 선측외판 또는 내측판과의 하부교점과 내저판사이의 수직거리(m)
S_o : 톱사이드 탱크와 선측외판 또는 내측판과의 하부교점 상방으로 상갑판 높이까지의 음영면적 (m^2)
V_{HC} : 창구코밍으로 폐위된 용적(m^3)

- 화물창 내벽에 작용하는 고비중 화물의 하중은 다음 식에 의한다.

• **그림** 9와 같이 $h_1 \geq 0$인 경우

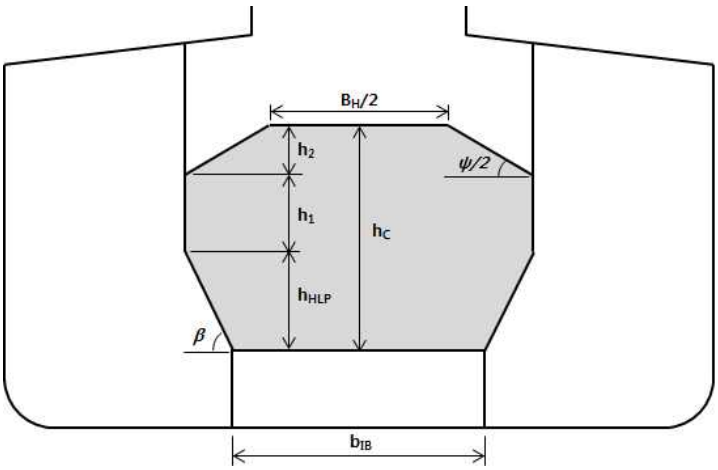


그림 9 화물창의 적재형상 (고비중화물, $h_1 \geq 0$**)**

$h_C = h_{HPL} + h_1 + h_2$

여기서,

h_{HPL} : 호퍼탱크와 내측판과의 상부교점과 내저판사이의 수직거리(m)

h_1 : 수직거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_1 = \frac{M'}{\rho B_H l_H} - \frac{B_H + b_{IB}}{2B_H} h_{HPL} - \frac{3}{16} B_H \tan\frac{\psi}{2} + \frac{V_{TS}}{B_H l_H}$$

M' : 해당 화물창의 산적화물 중량으로 아래의 수식을 따른다.

$$M' = M + \frac{1}{n} Min(3000, 0.1M)$$

M : 해당 화물창의 최대 허용 산적화물 중량 (t)

n : 전체 화물창 중 한 화물창에 적재하는 최소 적재횟수

B_H : 화물창의 폭(m)

l_H : 화물창의 길이(m)

b_{IB} : 이중저의 폭(m)

V_{TS} : 고려하는 화물창 길이, l_H 내에서 횡격벽의 하부에 있는 횡스툴의 전체용적(m^3). 이 용적에서 횡격벽을 통과하는 호퍼탱크의 부분의 용적은 제외한다.

h_2 : 폭에 따른 산적화물의 상부표면 높이(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_2 = \frac{B_H}{4}\tan\frac{\psi}{2}, \qquad 0 \leq |y| \leq \frac{B_H}{4} \text{ 인 경우}$$

$$h_2 = \left(\frac{B_H}{2} - |y|\right)\tan\frac{\psi}{2}, \qquad \frac{B_H}{4} \leq |y| \leq \frac{B_H}{2} \text{ 인 경우}$$

• 그림 10과 같이 $h_1 < 0$인 경우

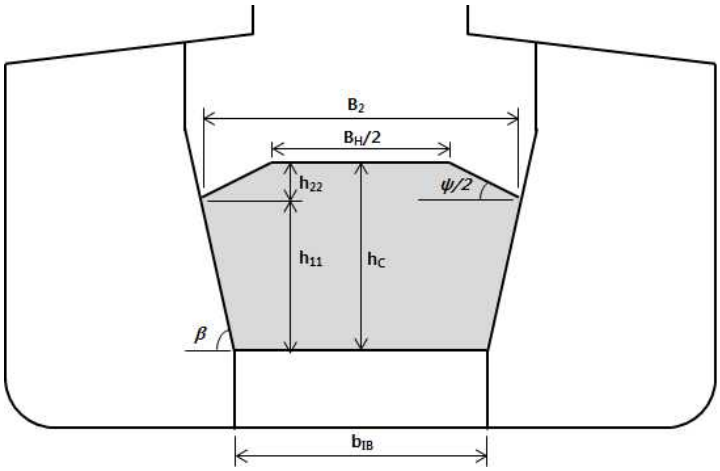


그림 10 화물창의 적재형상 (고비중화물, $h_1 < 0$)

$$h_C = h_{11} + h_{22}$$

여기서,

h_{11} : 수직거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_{11} = h_{HPL}\left(\frac{B_2 - b_{IB}}{B_H - b_{IB}}\right)$$

h_{22} : 수직거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_{22} = \left(\frac{B_2}{2} - \frac{B_H}{4}\right)\tan\frac{\psi}{2}$$

$$B_2 = \sqrt{\frac{\frac{1}{l_H}\left(\frac{M'}{\rho_c} + V_{TS}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{h_{HPL} \cdot b_{IB}^2}{B_H - b_{IB}}\right) + \frac{B_H^2}{16}\tan\frac{\psi}{2}}{\frac{1}{2}\left[\left(\frac{h_{HPL}}{B_H - b_{IB}}\right) + \frac{1}{2}\tan\frac{\psi}{2}\right]}}$$

- 수직방향의 전체 힘을 평가하기 위하여, 산적건화물에 의하여 빌지호퍼탱크 및 하부스툴의 경사판에 작용하는 전단하중을 고려하여야한다. 정수 중 산적건화물에 의하여 경사부재에 작용하는 전단하중은 다음 식에 의한다.

$$w_{sh} = 9.81\gamma\frac{(1 - K_C)(h_C + h_{DB} - z)}{\tan\beta}$$

z : 이중저로부터 고려하는 위치까지의 수직거리

(b) 평형수에 의한 하중

평형수창에 있어서 각 위치에서의 수두, h_W는 다음 식에 따른다.

$$h_W = \mathrm{Max}(0.85(\mathrm{h} + \triangle\mathrm{h}), \mathrm{h}) \quad (\mathrm{m})$$

여기서,

h : 고려하는 위치에서 탱크의 넘침관(overflow pipe)의 1/2지점까지의 높이 (m)
$\triangle h$: 다음 식에 의한다.

$$\triangle h = 16/L(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10)$$

l_t : 탱크의 길이(m)로서 10m 이하일 때는 10m로 한다.
b_t : 탱크의 너비(m)로서 10m 이하일 때는 10m로 한다.

(c) 수압시험 상태에서의 하중
수압시험의 수두는 탱크 정판상 2.4m의 위치로 한다.

(나) 정수압
정수압은 **3편 부록 3-2 III 1항 (8)**호를 따른다.

(다) 파랑하중
파랑하중은 **3편 부록 3-2 III 1항 (9)**호를 따른다.

(라) 선체자중
중력가속도를 고려한 선체의 자중을 적용한다.

(마) 상부 구조물 하중
구조 모델에 포함이 되어 있다면 중력가속도를 고려하여 하중을 계산한다. 구조모델에서 생략하고자 한다면, 해당 구조의 하중을 해당 갑판 절점에 분할하여 분포시킨다.

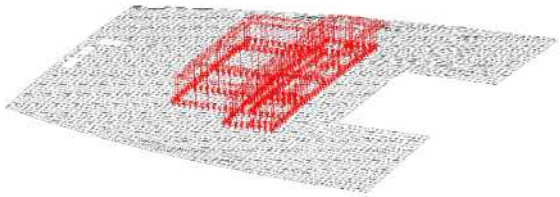


그림 11 상부구조물 갑판 하중 적용

(바) 주엔진 하중
주엔진의 하중을 주엔진 받침 절점에 분할하여 분포시킨다.

그림 12 주엔진 하중 적용

(사) 선체 거더 전단력의 고려
(a) 선체 거더 전단력은 각 화물창 중심의 횡격벽의 위치에서 계산하여야 하며, 목표값은 다음과 같이 정해진다. 또한 각 횡격벽에서의 부호는 **표 5**, **표 6** 및 **표 7**의 적재조건과 같이 적용한다.

$$Q_{targ} = F_s + F_w$$

여기서,

F_s : 정수 중 전단력(kN)
F_w : 파랑 전단력으로서 **규칙 3편 3장 3절 301**을 따른다.(kN)

(b) 중앙부 화물창의 경우 **규칙 13편 1부 7장 2절**을 따르며, 선수미 화물창의 경우 규칙 13편 **1부** 7장 2절을 따른다.

(e) 전단 흐름의 직접 계산은 **규칙 13편 1부 5장 부록** 1을 따른다.

(아) 선체 거더 굽힘 모멘트의 고려

(a) 선체 거더 굽힘모멘트의 조정은 전단력을 조정한 후에 적용한다.

(b) 수직 굽힘 모멘트 해석에 있어서 목표 선체 거더 굽힘모멘트는 유한 요소 모델 내의 중앙부 화물창의 중앙부에서 발생할 수 있는 최대 수직 굽힘 모멘트이다. 선체 거더 굽힘모멘트의 목표값은 다음과 같이 구해진다.

$$M_{v-targ} = M_s + M_w$$

여기서 :

M_s : 정수 중 수직 굽힘 모멘트(kNm)

M_w : 파랑 수직 굽힘 모멘트로서 **3편 3장 표 3.3.1**에 따른다.(kNm)

(c) 모델에 가해진 국부 하중에 의하여 야기되는 선체 거더 굽힘 모멘트의 분포는 **규칙 13편 1부 7장 2절**에 따라 단순 보 이론을 사용하여 계산된다.

(d) 목표 수직 굽힘 모멘트에 도달해야 하는 경우, 모델의 중앙부 화물창에서 이 목표값을 발생시키기 위하여 추가적인 수직 굽힘 모멘트가 화물창 유한요소모델의 양쪽 단부에 적용되어야 한다. 이러한 단부 수직 굽힘 모멘트는 다음에 따른다.

$$M_{Y-aft} = M_{v-targ} - M_{V_FEM}(x_{v-max})$$

$$M_{Y-fwd} = - M_{Y-aft}$$

여기서,

x_{v-max} : 중앙부 화물창에서 국부 하중에 의해 최대 굽힘 모멘트가 발생하는 길이방향 위치(m)

M_{Y-fwd} : 유한요소모델의 전단에 적용되는 추가적인 수직 굽힘 모멘트(kNm)

M_{Y-aft} : 유한요소모델의 후단에 적용되는 추가적인 수직 굽힘 모멘트(kNm)

M_{V_FEM} : 국부 하중에 의해 x_{v-max} 위치에서 발생하는 수직 굽힘 모멘트(kNm)

(e) 선수부 및 선미부 화물창 구조해석의 굽힘 모멘트 조정 절차는 **규칙 13편 1부 7장 2절 4.4.9**를 따른다.

(자) 적재조건

고려하는 적재 조건은 만재 시(고비중/저비중), 평형수 적재, 다항 적재, 항구 적재를 기준으로 한다. 특수한 적재상태가 예상될 경우 그러한 적하 상태도 계산에 포함되어야 한다. **표 5**, **표 6** 및 **표 7**은 중앙부 화물창 및 선수미 화물창의 적재 조건이다. 적재 조건은 적하지침서, 적하순서 및 구획배치에 따라 변경될 수 있으며, 적하지침서에 다항적재 조건이 없는 경우, **표 5**, **표 6** 및 **표 7**의 다항적재 조건은 생략 가능하며 [no MP] 부기부호를 부여 한다.

표 5 중앙부 화물창 적재 조건

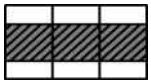
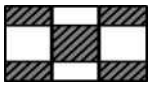
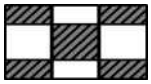
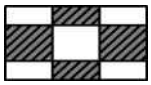
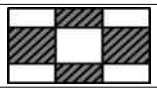
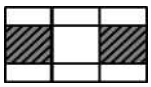
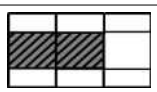
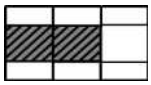
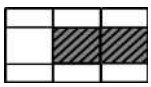
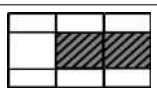
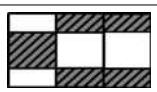
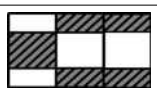
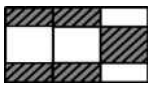
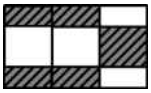
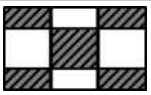
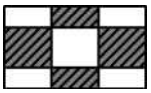
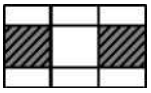
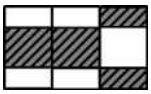
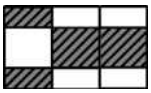
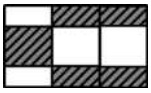
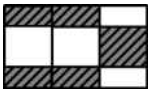
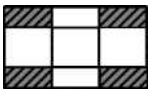
상태	번호	설명	흘수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
항해	1	만재상태 (1)	T_s	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	2	만재상태 (2)	T_s	파고	고비중/ 저비중		0%[11]	100% (Hog)	-	-
항해	3	평형수 (Normal)	T_{bal}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	4	평형수 (Heavy)	$T_{bar\text{-}H}$	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	5	다항적재 (1)	$T_{multi\text{-}min}$[1]	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	6	다항적재 (2)	$T_{multi\text{-}min}$[1]	파고	고비중/ 저비중		0%[11]	100% (Hog)	-	-
항해	7	다항적재 (3)	$T_{multi\text{-}max}$[2]	파저	고비중/ 저비중		0%[11]	100% (Sag)	-	-
항해	8	다항적재 (4)	$T_{multi\text{-}max}$[2]	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	9	다항적재 (5)[7]	$T_{multi\text{-}min}$[1]	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	Fore[5] : +100% Aft[6] : -100%	Fore[5] : +100% Aft[6] : -100%
항해	10	다항적재 (6)[8]	$T_{multi\text{-}max}$[2]	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	Fore[5] : -100% Aft[6] : +100%	Fore[5] : -100% Aft[6] : +100%
항해	11	다항적재 (7)	$T_{multi\text{-}min}$[1]	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	12	다항적재 (8)	$T_{multi\text{-}min}$[1]	파고	고비중/ 저비중		0%[11]	100% (Hog)	-	-
항해	13	다항적재 (9)	$T_{multi\text{-}min}$[1]	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	14	다항적재 (10)	$T_{multi\text{-}min}$[1]	파고	고비중/ 저비중		0%[11]	100% (Hog)	-	-
항해	15	다항적재 (11)	$T_{multi\text{-}max}$[2]	파저	고비중/ 저비중		0%[11]	100% (Sag)	-	-
항해	16	다항적재 (12)	$T_{multi\text{-}max}$[2]	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	17	다항적재 (13)	$T_{multi\text{-}max}$[2]	파저	고비중/ 저비중		0%[11]	100% (Sag)	-	-

표 5 중앙부 화물창 적재 조건(계속)

상태	번호	설명	흘수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
항해	18	다항적재 (14)	$T_{multi-max}$ 2)	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항구	19	항구적재 (1)	$T_{harbour-min}$ 3)	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	20	항구적재 (2)	$T_{harbour-max}$ 4)	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	21	항구적재 (3)9)	$T_{harbour-min}$ 3)	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	Fore5) : +100%	-
									Aft6) : -100%	-
항구	22	항구적재 (4)10)	$T_{harbour-max}$ 4)	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	Fore5) : -100%	-
									Aft6) : +100%	-
항구	23	항구적재 (5)	$T_{harbour-min}$ 3)	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	24	항구적재 (6)	$T_{harbour-min}$ 3)	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	25	항구적재 (7)	$T_{harbour-max}$ 4)	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	26	항구적재 (8)	$T_{harbour-max}$ 4)	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-
탱크	27	탱크시험 (1)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-
탱크	28	탱크시험 (2)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-

(비고)

적재 조건은 적하지침서에 따라 변경/추가될 수 있다. 적하지침서에 다항적재 조건이 없는 경우, 표 5의 다항적재 조건은 생략 가능하며 특기사항으로 no MP를 부여 한다.

1) $T_{multi-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
2) $T_{multi-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
3) $T_{habour-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
4) $T_{habour-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
5) Fore : 중심 화물창의 앞쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
6) Aft : 중심 화물창의 뒤쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
7) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 다항적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
8) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 다항적재(4)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
9) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 항구적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
10) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 항구적재(2)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
11) 0%* : 적하지침서를 참조하여 적용한다.

표 6 선미부 화물창의 적재조건

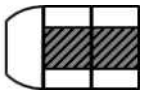
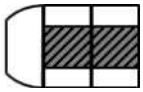
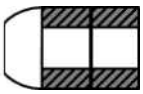
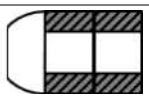
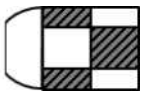
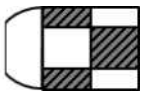
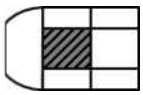
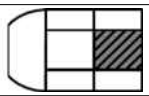
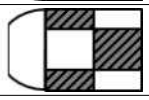
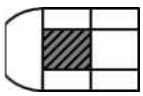
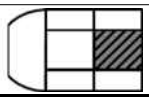
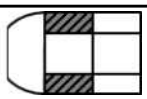
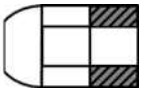
상태	번호	설명	흘수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
항해	1	만재상태 (1)	T_s	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	2	만재상태 (2)	T_s	파고	고비중/ 저비중		0%[9]	100% (Hog)	-	-
항해	3	평형수 (Normal)	T_{bal}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	4	평형수 (Heavy)	T_{bal-H}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	5	다항적재 (1)	$T_{multi-min}$[1]	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	6	다항적재 (2)	$T_{multi-min}$[1]	파고	고비중/ 저비중		0%[9]	100% (Hog)	-	-
항해	7	다항적재 (3)	$T_{multi-max}$[2]	파저	고비중/ 저비중		0%[9]	100% (Sag)	-	-
항해	8	다항적재 (4)	$T_{multi-max}$[2]	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	9	다항적재 (5)[7]	$T_{multi-min}$[1]	파고	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	Fore[5] : +100% Aft[6] : -100%	Fore[5] : +100% Aft[6] : -100%
항해	10	다항적재 (6)	$T_{multi-max}$[2]	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항구	11	항구상태 (1)	$T_{harbour-min}$[3]	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	12	항구상태 (2)	$T_{harbour-max}$[4]	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	13	항구적재 (3)[8]	$T_{harbour-min}$[3]	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	Fore[5] : +100% Aft[6] : -100%	- -
항구	14	항구상태 (4)	$T_{harbour-max}$[4]	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-

표 6 선미부 화물창의 적재조건(계속)

상태	번호	설명	흘수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
탱크	15	탱크시험 (1)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-
탱크	16	탱크시험 (2)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-

(비고)

적재 조건은 적하지침서에 따라 변경/추가될 수 있다. 적하지침서에 다항적재 조건이 없는 경우, 표 6의 다항적재 조건은 생략 가능하며 특기사항으로 no MP를 부여 한다.

1) $T_{multi-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
2) $T_{multi-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
3) $T_{habour-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
4) $T_{habour-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
5) Fore : 중심 화물창의 앞쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
6) Aft : 중심 화물창의 뒤쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
7) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 다항적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
8) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 항구적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
9) 0%* : 적하지침서를 참조하여 적용한다.

표 7 선수부 화물창의 적재조건

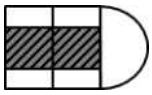
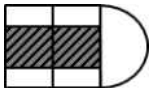
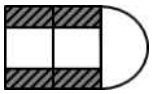
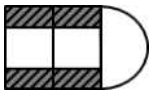
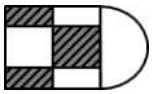
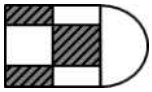
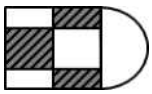
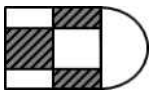
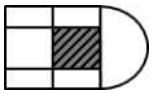
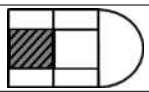
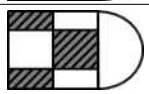
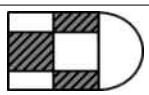
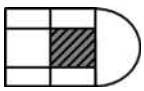
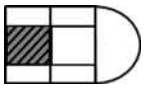
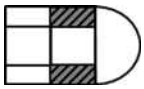
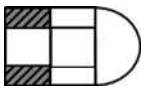
상태	번호	설명	흘수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
항해	1	만재상태 (1)	T_s	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	2	만재상태 (2)	T_s	파고	고비중/ 저비중		0%[9]	100% (Hog)	-	-
항해	3	평형수 (Normal)	T_{bal}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	4	평형수 (Heavy)	T_{bal-H}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	5	다항적재 (1)	$T_{multi-min}$[1]	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	6	다항적재 (2)	$T_{multi-min}$[1]	파고	고비중/ 저비중		0%[9]	100% (Hog)	-	-
항해	7	다항적재 (3)	$T_{multi-max}$[2]	파저	고비중/ 저비중		0%[9]	100% (Sag)	-	-
항해	8	다항적재 (4)	$T_{multi-max}$[2]	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	9	다항적재 (5)[7]	$T_{multi-min}$[1]	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	Fore[5] : +100% Aft[6] : -100%	- -
항해	10	다항적재 (6)	$T_{multi-max}$[1]	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	11	항구상태 (1)	$T_{harbour-min}$[3]	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	12	항구상태 (2)	$T_{harbour-max}$[4]	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	13	항구적재 (3)[8]	$T_{harbour-min}$[3]	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	Fore[5] : +100% Aft[6] : -100%	- -
항구	14	항구상태 (4)	$T_{harbour-max}$[4]	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-

표 7 선수부 화물창의 적재조건(계속)

상태	번호	설명	흘수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
탱크	15	탱크시험 (1)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-
탱크	16	탱크시험 (2)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-

(비고)
적재 조건은 적하지침서에 따라 변경/추가될 수 있다. 적하지침서에 다항적재 조건이 없는 경우, 표 7의 다항적재 조건은 생략 가능하며 특기사항으로 no MP를 부여 한다.
1) $T_{multi-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
2) $T_{multi-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
3) $T_{habour-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
4) $T_{habour-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
5) Fore : 중심 화물창의 앞쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
6) Aft : 중심 화물창의 뒤쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
7) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 다항적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
8) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 항구적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
9) 0%* : 적하지침서를 참조하여 적용한다.

(5) 횡파에 의한 동적전단력 적용

(가) 일반

(a) 횡파에서 메타센터 높이가 클 경우 횡동요가 크게 발생되고 이로 인한 동적전단력에 대한 횡부재의 안전성을 위하여 BSR 및 BSP 하중조건이 표 8과 표 9에 보인 바와 같이 적용되어야 한다. BSR 및 BSP 하중조건의 의미는 다음과 같다.

BSR-1P 와 BSR-2P : 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 좌현의 상하방향으로의 횡동요 운동을 최소화 및 최대화하는 횡파에 대한 등가설계파

BSR-1S 와 BSR-2S : 우현으로부터 오는 파도에 의하여 우현의 상하방향으로의 횡동요 운동을 최대화 및 최소화하는 횡파에 대한 등가설계파

BSP-1P 와 BSP-2P : 중앙부 흘수선에서 좌현의 동적수압을 최대화 및 최소화 하는 횡파에 대한 등가설계파

BSP-1S 와 BSP-2S : 중앙부 흘수선에서 우현의 동적수압을 최대화 및 최소화 하는 횡파에 대한 등가설계파

(b) BSR 및 BSP 하중조건은 중앙화물창 모델에 대하여 화물비중 $\gamma = 3.0$ (ton/m^3) 에 해당하는 고비중 화물의 만재적재 조건에 대하여 적용한다. 하중 적재 패턴은 표 5의 1번에 해당하는 적재조건이 적용되어야 한다.

(나) 하중 적용

(a) BSR 및 BSP 하중조건에 대한 기호의 정의는 다음과 같다.

T_θ : 횡동요 주기 (s)로 다음 식에 의한다.

$$T_\theta = \frac{2.3\pi k_r}{\sqrt{g\,GM}}.$$

여기서;

k_r : 횡동요 회전반경(m), 적하지침서에서 명시하지 않는 경우 0.25B가 사용되어야 한다.
GM : 메타센터 높이(m), 적하지침서에서 명시하지 않는 경우 0.20B가 사용되어야 한다.
g : $9.81\,m/s^2$
θ : 횡동요 각도(deg)로 다음 식에 의한다.

$$\theta = \frac{9000(1.25 - 0.025\,T_\theta)f_{BK}}{(B+75)\pi}$$

여기서,

f_{BK} : 다음식에 의한다:

$f_{BK} = 1.2$, 빌지킬이 없는 선박의 경우.
$f_{BK} = 1.0$, 빌지킬이 있는 선박의 경우

T_ϕ : 종동요 주기(s)sms 다음 식에 의한다.

$$T_\phi = \sqrt{\frac{2.6\pi L}{g}}$$

ϕ : 종동요 각도(deg)오 다음 식에 의한다.

$$\phi = 1350\,L^{-0.94}\left\{1 + \frac{3.0}{\sqrt{gL}}\right\}$$

a_0 : 가속도 변수로서 다음 식에 의한다.

$$a_0 = (1.58 - 0.47C_B)\left(\frac{2.4}{\sqrt{L}} + \frac{34}{L} - \frac{600}{L^2}\right)$$

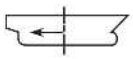
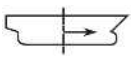
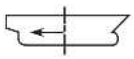
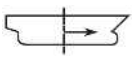
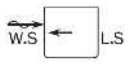
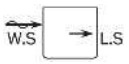
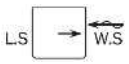
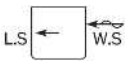
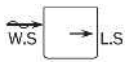
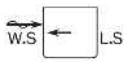
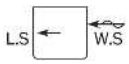
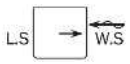
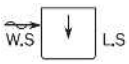
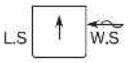
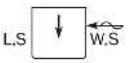
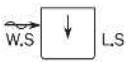
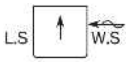
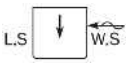
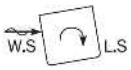
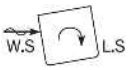
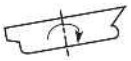
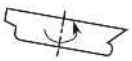
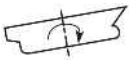
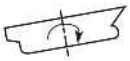
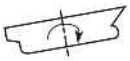
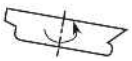
x, y, z : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z 좌표 (m) 로 원점은 선박의 종방향 대칭면, L의 선미단 및 기준선 사이의 교차점이다.

R : 선박 회전 중심에 대한 수직좌표(m)는 다음 식에 의한다.

$$R = \min\left(\frac{D}{4} + \frac{T_{LC}}{2},\ \frac{D}{2}\right)$$

T_{SC} : 설계흘수
f_β : 파도의 진행방향에 대한 수정계수로서 다음 식에 따른다.
$f_\beta = 0.8$, 최대파랑하중 설계하중시나리오에 대한 BSR 및 BSP 하중상태

표 8 BSR 및 BSP 하중 상태에 대한 선박응답

하중성분	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
EDW	BSR				BSP			
파랑	횡파				횡파			
영향	최대 횡동요				수선에서의 최대 압력			
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	우현 인장	좌현 인장	우현 인장	좌현 인장	우현 인장	좌현 인장	우현 인장	좌현 인장
Surge	-	-	-	-	선수방향	선미방향	선수방향	선미방향
a_{surge}	-	-	-	-				
Sway	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향
a_{sway}								
상하동요	하향	상향	하향	상향	하향	상향	하향	상향
a_{heave}								
횡동요	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향
a_{roll}								
종동요	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향
a_{pitch}								

Note)
VWBM & VWSF : 파랑 수직굽힘 모멘트 및 전단력 Pt. 3, Ch 3을 따른다 .
HWBM : 파랑 수평굽힘 모멘트로 (B)에 정의된 식에 의한다.
WS : 풍상측, 오는 파도에 노출된 선박의 측면.
LS : 풍하측, 오는 파도에 노출되지 않은 선박의 보호된 측면.

(b) 선체운동 가속도는 다음에 의한다.

전후동요에 의한 종가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{surge} = 0.25\ a_0\ g$$

좌우동요에 의한 횡가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{sway} = 0.55\ a_0\ g$$

상하동요에 의한 수직가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{heave} = a_0\ g$$

표 9 BSR 및 BSP 하중상 태에 대한 하중조합계수

하중성분		LCF	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
선체거더하중	M_{wv}	C_{WV}	-0.1	0.1	-0.1	0.1	-0.4	0.4	-0.4	0.4
	Q_{wv}	C_{QW}	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.3	-0.3	0.3	-0.3
	M_{wh}	C_{WH}	0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4
종가속도	a_{surge}	C_{XS}	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.15	0.15	-0.15	0.15
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.45	-0.45	0.45	-0.45
	$gsin\phi$	C_{XG}	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.25	0.25	-0.25	0.25
횡가속도	a_{sway}	C_{YS}	0.5	-0.5	-0.5	0.5	0.4	-0.4	-0.4	0.4
	a_{roll-y}	C_{YR}	1.0	-1.0	-1.0	1.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$gsin\theta$	C_{YG}	-1.0	1.0	1.0	-1.0	-0.9	0.9	0.9	-0.9
수직가속도	a_{heave}	C_{ZH}	-0.25	0.25	-0.25	0.25	0.5	-0.5	0.5	-0.5
	a_{roll-z}	C_{ZR}	1.0	-1.0	1.0	-1.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.45	-0.45	0.45	-0.45

횡동요에 의한 각가속도(rad/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{roll} = \theta \frac{\pi}{180}\left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2$$

종동요에 의한 각가속도(rad/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{pitch} = 1.5\,\phi \frac{\pi}{180}\left(\frac{2\pi}{T_\phi}\right)^2$$

임의 위치에서 관성하중을 도출하기 위한 가속도는 선박 고정 좌표계에 관하여 정의된다. 따라서 정의되는 가속도 값들은 일시적인 횡동요각으로 인한 중력 가속도 요소를 포함한다.

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 종가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_X = -C_{XG}\,g\sin\phi + C_{XS}a_{surge} + C_{XP}a_{pitch}(z-R)$$

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 횡가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_Y = C_{YG}\,g\sin\theta + C_{YS}a_{sway} - C_{YR}a_{roll}(z-R)$$

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 수직가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_Z = C_{ZH}a_{heave} + C_{ZR}a_{roll}y - C_{ZP}a_{pitch}(x-0.45L)$$

(c) 선체거더 하중

파랑 수직 굽힘 모멘트 및 전단력은 (4)의 (사) 및 (아) 에 따른다. 파랑 수형굽힘 모멘트(kNm)는 다음 식에 의한다,

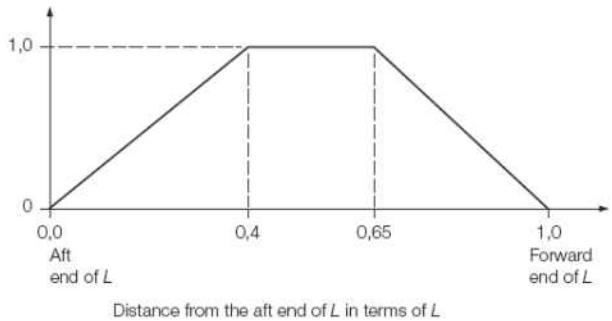
$$M_{wh} = f_{nlh}\left(0.31 + \frac{L}{2800}\right) f_m C_w L^2 T_{SC} C_B$$

여기서 :

f_{nlh} : 비선형 효과를 고려하는 계수로서 다음과 같다.

$f_{nlh} = 0.9$

f_m : 분포계수로서 다음에 따른다.



C_w : Wave coefficient, in m, to be taken as:

$$C_w = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100}\right)^{1.5} \quad \text{for } 90 \le L \le 300$$

$$C_w = 10.75 \quad \text{for } 300 < L \le 350$$

$$C_w = 10.75 - \left(\frac{L - 350}{150}\right)^{1.5} \quad \text{for } 350 < L \le 500$$

(d) BSR 하중상태에 대한 동적수압

임의의 하중점에서 BSR-1 및 BSR-2 하중상태에 대한 파랑압력, P_W (kN/m^2), **표 10**, **그림 13** 및 **그림 14**에 따른다. 전체 외부 수압은 $P_S + P_W$ 로 계산되어야 하며, P_S 는 임의의 하중점에서 정수중 수압을 말한다.

표 10 BSR 하중상태에 대한 동적수압

	파랑압력, in kN/m^2		
하중상태	$z \le T_{SC}$	$T_{SC} < z \le h_W + T_{SC}$	$z > h_W + T_{SC}$
BSR-1P	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{SC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{SC})$	$P_W = 0.0$
BSR-2P	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{SC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{SC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{SC}))$		

여기서;

BSR-1P 및 BSR-2P 하중상태:

$$P_{BSR} = f_\beta f_R f_{nl} k_a k_p \left[9 y \sin\theta + (-0.95 f_{yB} - 2 f_{zT} - 0.2) C_W \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}}\right]$$

BSR-1S 및 BSR-2S 하중상태:

$$P_{BSR} = f_\beta f_R f_{nl} k_a k_p \left[-9y\sin\theta + (-0.95 f_{yB} - 2f_{zT} - 0.2) C_W \sqrt{\frac{L+\lambda-125}{L}} \right]$$

f_R : 운항관련 수정계수로 다음에 따른다.

$$f_R = 0.85$$

f_{nl} : 비선형효과를 고려하는 수정계수로 다음에 따른다

$$f_{nl} = 1.0$$

$$k_a = k_{a-WL} f_{yB} + k_{a-CL}(1-f_{yB})$$

$$k_p = k_{p-WL} f_{yB} + k_{p-CL}(1-f_{yB})$$

위상계수, k_{a-WL}, k_{a-CL}, k_{p-WL} and k_{p-CL} 은 다음에 따른다. 중간위치에서는 선형보간법에 의한다

- BSR-1P 및 BSR-2P의 좌현 또는 BSR-1S 및 BSR-2S의 우현

f_{xL}	0.0	0.2	0.35	0.5	0.7	1.0
k_{a-WL}	0.4	0.9	1.05	1.0	0.9	0.6

f_{xL}	0.0	0.15	0.3	0.6	0.85	1.0
k_{p-WL}	2.0	2.0	1.6	1.0	1.0	-1.0

- BSR-1S 및 BSR-2S의 좌현 또는 BSR-1P 및 BSR-2P의 우현

f_{xL}	0	0.3	0.5	0.65	0.8	1.0
k_{a-WL}	0.2	0.75	1.	1.1	1.0	0.8

f_{xL}	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
k_{p-WL}	0.95	0.9	0.7	1.0	1.0	0.9	1.0

- 중심선

f_{xL}	0.0	0.2	0.4	0.6	0.85	1.0
k_{a-CL}	1.5	1.5	1.0	1.0	2.0	2.0

f_{xL}	0.0	0.2	0.5	0.7	1.0
k_{p-CL}	-0.5	-0.5	1.0	1.0	1.0

f_{xL} : 임의의 하중점의 X-좌표와 선체길이의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{xL} = \frac{x}{L}$$, 단 0.0 보다 작거나 1.0보다 클 필요는 없다.

f_{zT} : 임의의 하중점의 Z 좌표와 설계흘수의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{zT} = \frac{z}{T_{SC}}$$, 단 1.0 보다 클 필요는 없다.

f_{yB} : 임의의 하중점의 Y 좌표와 선체 폭의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{yB} = \frac{|2y|}{B_x}$$, 단 1.0 보다 클 필요는 없다.

$f_{yB} = 0$, 단, $B_x = 0$ 일때

B_x : 고려하는 단면에서 흘수선에서 측정한 선박의 형 너비(m).

λ : 파장(m)으로 다음 식에 의한다.

$$\lambda = \frac{g}{2\pi} T_\theta^2$$

$P_{W,WL}$: 고려하는 동적 하중 상태에 대해 흘수선에서 파랑압력 (kN/m^2) 으로 다음에 따른다.

$y = B_x/2$ 이고 $z = T_{SC}$ 인 경우 $P_{W,WL} = P_{BSR}$

h_W : 흘수선에서의 압력과 동등한 수두 (m)로 다음에 의한다.

$$h_w = \frac{P_{W,WL}}{\rho g}$$

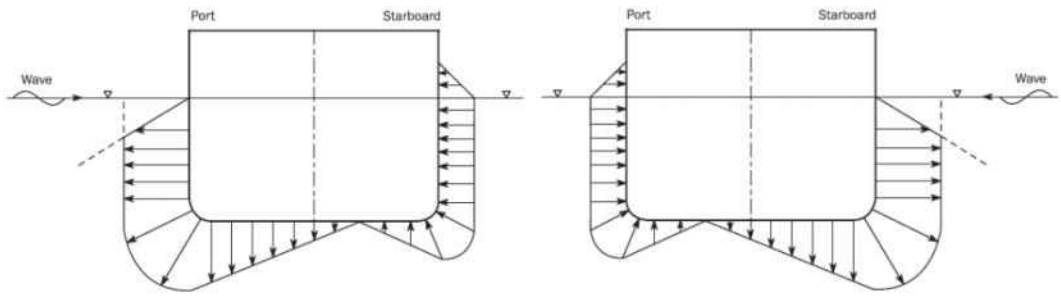


그림 13 BSR-1S (좌) 및 BSR-1P (우) 하중 상태에 대한 동적압력의 횡방향 분포

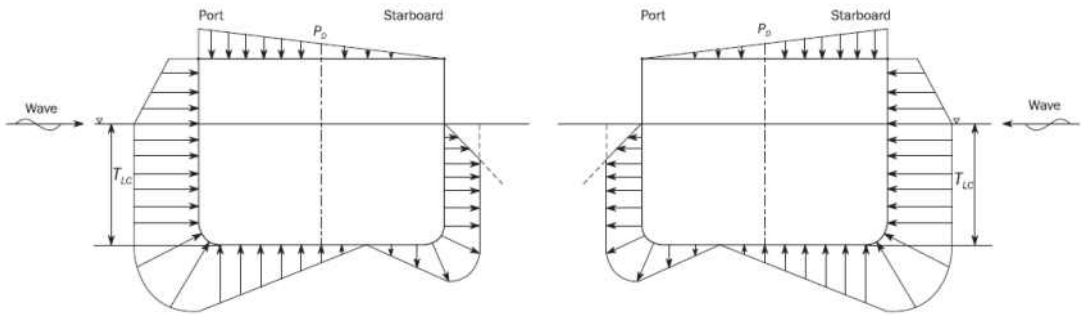


그림 14 BSR-2S (좌) 및 BSR-2P (우) 하중 상태에 대한 동적압력의 횡방향 분포

(e) BSP 하중상태에 대한 동적수압

임의의 하중점에서 BSP-1 및 BSP-2 하중상태에 대한 파랑압력, P_W (kN/m^2), **표 11**, **그림 15** 및 16에 따른다. 전체 외부 수압은 $P_S + P_W$ 로 계산되어야 하며, P_S 는 임의의 하중점에서 정수중 수압을 말한다.

표 11 BSP 하중상태에 대한 동적수압

	파랑압력, in kN/m^2		
하중상태	$z \le T_{SC}$	$T_{SC} < z \le h_W + T_{SC}$	$z > h_W + T_{SC}$
BSP-1P	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{SC})$	$P_W = 0.0$
BSP-2P	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		
BSP-1S	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		
BSP-2S	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		

여기서;

$$P_{BSP} = 1.25 f_\beta f_R f_{nl} k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L+\lambda-125}{L}}$$

f_R : 운항관련 수정계수로 (d)에 따른다.

f_{nl} : 비선형효과를 고려하는 수정계수로 다음에 따른다
극심한 해수 하중 설계 하중 시나리오, 중간위치에서는 선형보간법에 의한다.

$f_{nl} = 0.6$ at $f_{xL} = 0$
$f_{nl} = 0.8$ at $f_{xL} = 0.3$
$f_{nl} = 0.8$ at $f_{xL} = 0.7$
$f_{nl} = 0.6$ at $f_{xL} = 1$

횡방향 위치	BSP-1P 및 BSP-2P	BSP-1S 및 BSP-2S
$y \ge 0$	$f_{yz} = 10\frac{z}{T_{SC}} + 8.5 f_{yB} + 0.1$	$f_{yz} = -1.3\frac{z}{T_{SC}} - 4 f_{yB} + 0.1$
$y < 0$	$f_{yz} = -1.3\frac{z}{T_{SC}} - 4 f_{yB} + 0.1$	$f_{yz} = 10\frac{z}{T_{SC}} + 8.5 f_{yB} + 0.1$

λ : 파장(m)으로 다음 식에 의한다.

$$\lambda = 0.5L$$

$$k_a = k_{a-WL} f_{yB} + k_{a-CL}(1 - f_{yB})$$
$$k_p = k_{p-WL} f_{yB} + k_{p-CL}(1 - f_{yB})$$

위상계수, k_{a-WL}, k_{a-CL}, k_{p-WL} and k_{p-CL} 은 다음에 따른다. 중간위치에서는 선형보간법에 의한다.

- BSP-1P 및 BSP-2P의 좌현 또는 BSP-1S 및 BSP-2S의 우현

f_{xL}	0.0	0.2	0.35	0.5	0.6	0.8	0.9	1
k_{a-WL}	0.3	0.9	1.1	1.0	0.9	0.9	0.7	0.5

f_{xL}	0.0	0.2	0.4	0.9	1.0
k_{p-WL}	1.0	0.9	1.0	1.0	0.5

- BSP-1S 및 BSP-2S의 좌현 또는 BSP-1P 및 BSP-2P의 우현

f_{xL}	0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0
k_{a-WL}	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.15	1.1	0.9

f_{xL}	0.0	0.05	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0
k_{p-WL}	0.5	1.2	-0.4	-0.1	0.6	1.0	0.9	0.3	0.8	1.0

- 중심선

f_{xL}	0.0	0.2	0.4	0.6	0.85	1.0
k_{a-CL}	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0

f_{xL}	0.0	0.35	0.5	0.8	1.0
k_{p-CL}	1.6	1.6	1.0	1.5	1.0

$P_{W,WL}$: 고려하는 동적 하중 상태에 대해 흘수선에서 파랑압력 (kN/m^2) 으로 다음에 따른다.
$y = B_x/2$ 이고 $z = T_{SC}$ 인 경우 $P_{W,WL} = P_{BSP}$

그 외 기호는 (d) 에 정의한 바에 의한다.

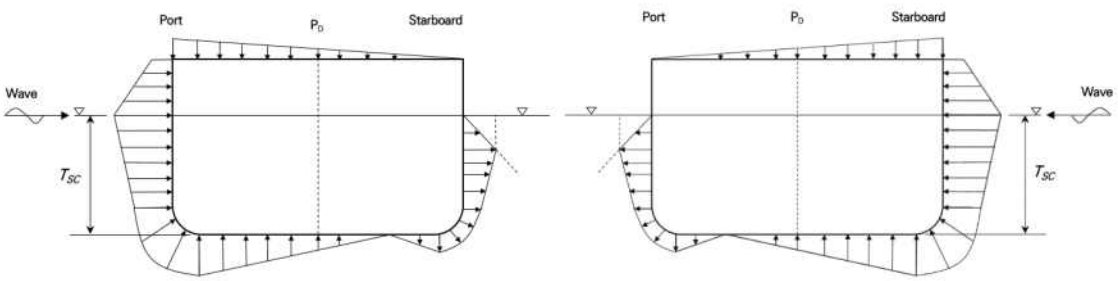


그림 15 BSP-1P (좌) 및 BSP-1S (우) 하중 상태에 대한 동적하중의 횡방향 분포

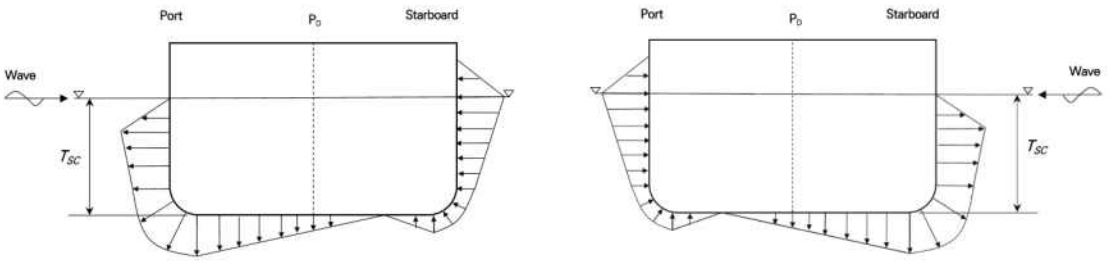


그림 16 BSP-2P (좌) 및 BSP-2S (우) 하중 상태에 대한 동적하중의 횡방향 분포.

(e) 내부 화물하중
화물창 경계의 임의 하중점에 작용하는 산적건화물로 인한 전체압력(kN/m2)은 다음에 따른다.

$$P_{in} = w + P_{bd}$$

화물에 의한 정적압력은, w (kN/m2) (4), (A), (a) (ii)에 의한다. 화물에 의한 동적압력은, P_{bd} (kN/m2) 다음에 의한다.

$$P_{bd} = f_\beta \gamma [0.25 a_x (x_G - x) + 0.25 a_y (y_G - y) + K_C a_z (z_C - z)] \quad (kN/m^2),$$

$z < z_C$ 인 경우

$P_{bd} = 0 \quad (kNm^2), \qquad z > z_C$ 인 경우

여기서,

a_x, a_y, a_z : 무게중심 x_G, y_G, z_G. 에서 종, 횡 및 수직 가속도 (m/s2)

x_G, y_G, z_G : 고려하는 탱크의 또는 완전히 채워진 화물창의 무게중심으로 (d)에 정의된 기준 좌표계에 대한 X, Y, Z 좌표(m). 즉 . V_{Full}, 에 대한 X, Y, Z 좌표. 부분적으로 채워진 화물창의 x_G, y_G, z_G 는 다음과 같다.

x_G, y_G : 화물창에 대한 무게중심 체적

$z_G = h_{DB} + h_C/2$, h_{DB} 및 h_c 는 (4), (A), (a)에 따른다.

V_{Full} : 창구코밍 상단까지 화물창의 부피 (량)로서 다음에 의한 값

$V_{Full} = V_H + V_{HC}$, V_H 및 V_{HC} 는 (4), (A), (a)에 의한다.

z_c : 기선으로부터 하중점의 화물창 상부표면까지의 높이(m)로서 다음에 의한 값

$z_c = h_{DB} + h_c$

K_C : 계수로서 (4), (A), (a) 에 의한다.

하중점 높이 z가 z_c 이하인 경우, 화물 압력에 추가하여 하부 스툴판과 호퍼 탱크 경사판에 전단하중압력 $P_{bs-s} + P_{bs-d}$ 가 고려되어야 한다. 중력에 의한 정적 전단하중압력, P_{bs-s} 는 (4), (A), (a) (ii) 의 w_{sh}에 의한다.

동적 전단하중압력, P_{bs-d} (판의 하방이 양(+), (kN/m2))는 다음 식에 의한다.

$$P_{bs-d} = f_\beta \gamma a_z \frac{(1 - K_C)(z_C - z)}{\tan\beta}$$

내저판을 따라 작용하는 산적건화물 하중으로 인한 횡 방향(좌현 쪽이 양의 방향) 의 동적 전단하중압력 P_{bs-dx} 및 P_{bs-dy} (kN/m2) 는 다음에 따른다.

$P_{bs-dx} = -0.75 f_\beta \gamma a_x h_C$, 선체 길이 방향(선수(+))인 경우

$P_{bs-dy} = -0.75 f_\beta \gamma a_y h_C$, 선체 폭 방향(좌현(+)) 인 경우

(6) 허용 응력

부식 여유치를 포함한 초기 부재치수를 이용하여 직접강도계산에 의해 산정된 응력은 다음의 기준을 만족하여야 하며, 평가 범위는 **그림** 17과 같다.

$$\sigma_{act} < \sigma_{allow}$$

$$\sigma_{act} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{allow} = \eta \sigma_{yield}$$

$$\sigma_{yield} = 235/K \ (\mathrm{N/mm^2})$$

여기서 :

η : 항복강도 보정 계수
$\eta = 0.9$: (4)에 정의된 항해 및 항수 상태의 종강도 부재 및 (5)에 정의된 하중상태의 모든 부재
$\eta = 0.72$: (4)에 정의된 항해 및 항수 상태의 횡강도 부재
K : 재료 계수 (**3편 부록 3-2 표 5** 참조)
σ_x : 요소 좌표계 x방향 응력
σ_y : 요소 좌표계 y방향 응력
τ : 요소 좌표계 $x-y$ 평면내의 응력

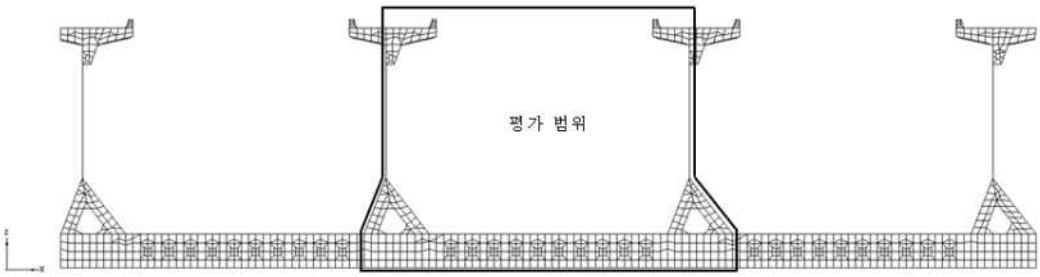


그림 17 평가 범위

(7) 좌굴

선체구조의 판 패널은 보강판 패널 SP 또는 보강되지 않은 패널, UP로 구분하여, **13편 1부 8장**에 정의된 방법 A 및 방법 B는 **그림 18** 및 **그림 19**에 따라 정의되어야 한다. 좌굴 평가는 **규칙 13편 1부 8장**을 따르며 좌굴평가를 위한 부식 두께 및 좌굴 판정치는 **표 12** 및 **표 13**과 같다. (5)에 정의된 횡파에 의한 동적전단력이 반영된 하중상태일 경우 모든 부재에 좌굴계수 1.0을 적용한다.

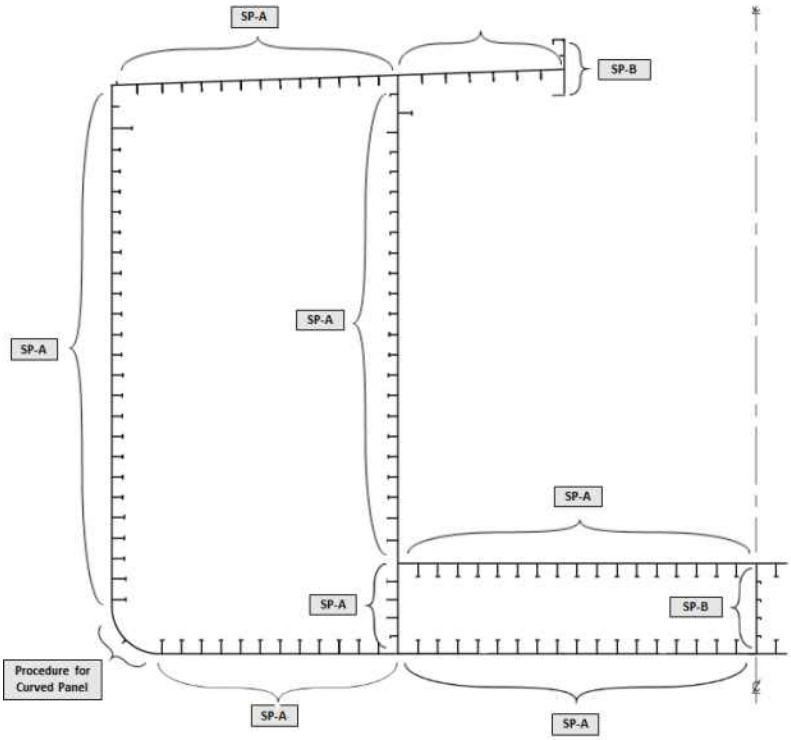


그림 18 광석운반선의 종강도 판 패널

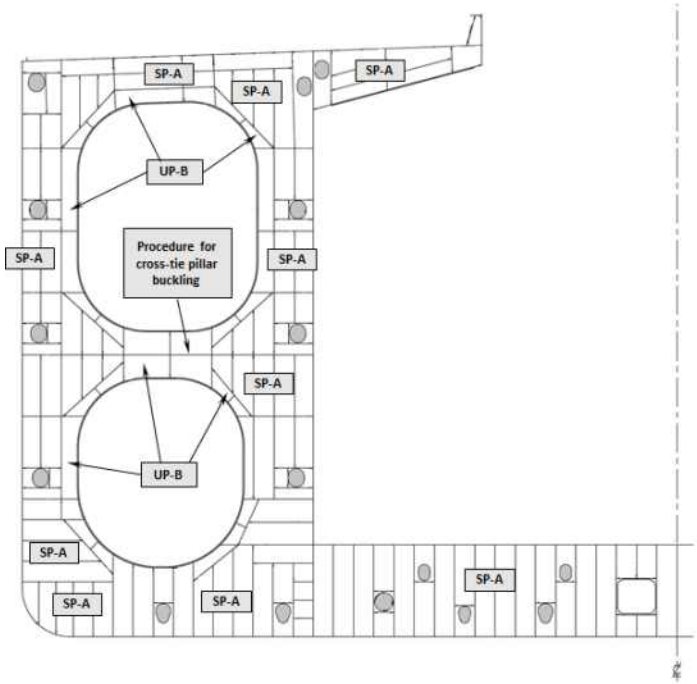


그림 19 광석운반선의 웨브 프레임 판 패널

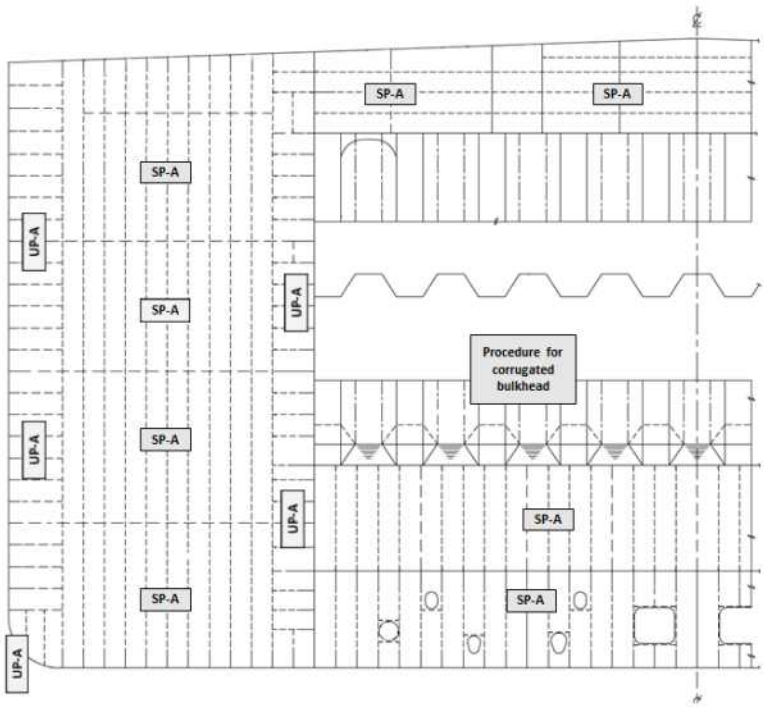


그림 20 광석운반선의 횡격벽 판 패널

표 12 부식 두께

위치	부식 두께
양 면이 해수에 접하는 경우	2.5 mm
한 면이 해수에 접하는 경우	2.0 mm
어떠한 면도 해수에 접하지 않는 경우	1.5 mm

표 13 좌굴 판정치

부재	좌굴 판정치
Cross Deck, Hatch End Beam and Upper Stool	0.8
그 밖의 부재	1.0

(8) 국부 구조강도해석

(가) 적용

(a) 국부 구조강도해석의 구조 상세부 목록은 다음과 같다.

- 호퍼 너클
- 개구부
- 갑판 및 이중저의 종통보강재와 횡격벽과의 연결부
- 파형격벽과 인접한 구조의 연결부
- 창구 모서리

(b) 직접강도해석으로 계산된 응력(σ_{act})이 허용응력(σ_{allow})의 95% 이상인 범위의 기타 고응력 발생부위는 선급의 판단에 따라 상세해석을 추가 수행해야 한다.

(나) 구조상세분할

(a) 국부 구조강도해석의 범위는 검토대상 구역으로부터 모든 방향으로 10개 이상의 요소여야 한다.

(b) 국부 구조강도해석 범위 내의 모든 판 및 보강재는 쉘 요소로 표현되어야 한다.

(c) 요소 코너의 각도가 45도 미만이거나 135도를 초과하는 비뚤어진 요소는 피해야 한다.

(d) 요소의 종횡비는 가능한 1에 가깝게 유지되어야 하며, 3 이하여야 한다.

(e) 국부 구조강도해석의 요소분할 크기는 구조를 잘 표현할 수 있어야 하며, 종통재 간격 미만으로 하여야 한다.

(f) 개구부에 대하여 국부 구조강도해석을 진행할 경우, 개구부 주위에서 처음 두 층의 요소는 50mm×50mm 이하의 크기로 모델링 되어야 한다. 개구 단부에 직접 용접된 단부 보강재는 쉘 요소로 모델링하여야 한다. 개구에 가까운 웨브 보강재는 개구의 단부로부터 최소한 50 mm 거리에 위치하며 봉 또는 보 요소를 이용하여 모델링 할 수 있다.

(다) 상세분할해석의 허용응력

(a) 국부 구조강도해석 허용 응력은 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$$\sigma_{act_l} < \sigma_{allow_l}$$

$$\sigma_{act_l} = \sqrt{\sigma_{x_l}^2 + \sigma_{y_l}^2 - \sigma_{x_l}\sigma_{y_l} + 3\tau_l^2}$$

$$\sigma_{allow_l} = \eta\eta_{local}\sigma_{yield_l}$$

$$\sigma_{yield_l} = 235/K \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

여기서 :

η : 항복강도 보정 계수는 (6)에 정의된 바에 따른다.

η_{local} : 국부 구조강도해석 조정 계수

η_{local} = 1.00 , 요소의 크기 ≤ 종통재 간격 (mm)
η_{local} = 1.15 , 요소의 크기 ≤ 200×200 (mm)
η_{local} = 1.25 , 요소의 크기 ≤ 100×100 (mm)
η_{local} = 1.50 , 요소의 크기 ≤ 50×50 (mm)
σ_{act_l} : 실제 계산된 응력 (N/mm^2)
σ_{allow_l} : 국부 구조강도해석에서의 허용 응력 (N/mm^2)
K : 재료 계수 (**3편 부록 3-2 표 5** 참조)
σ_{x_l} : 요소 좌표계 x방향 응력 (N/mm^2)
σ_{y_l} : 요소 좌표계 y방향 응력 (N/mm^2)
τ_l : 요소 좌표계 $x-y$ 평면내의 응력 (N/mm^2)

(b) 개구부 코너 부분을 평가할 경우, 아래와 같이 평균 응력을 구하여 평가할 수 있다.

$$\sigma_{av} < \sigma_{allow}$$

$$\sigma_{av} = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_i}{\sum_1^n A_i}$$

여기서 :
σ_{allow} : 직접강도계산에서의 허용 응력 (N/mm^2)
σ_{av} : 고려하는 범위 안의 평균 응력 (N/mm^2)
σ_i : 고려하는 범위 안의 각 요소 응력 (N/mm^2)
A_i : 고려하는 범위 안의 각 요소 넓이 (mm^2)
n : 고려하는 범위 안의 요소 개수

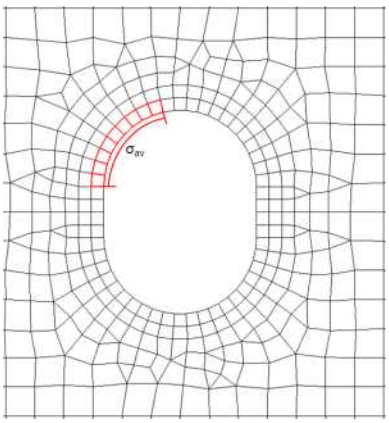


그림 21 평균 응력 예시_

(9) 화물창 질량 곡선

(가) 각 화물창의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재중량을 만족하는 최소 및 최대 흘수를 아래 수식을 이용하여 계산하여야 한다. 중앙부 화물창 구조해석 시에는 2번 화물창에서 n-1번 화물창까지의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재중량을 만족해야 한다. 또한 선수부의 흘수는 1번 화물창, 선미부의 흘수는 n번 화물창의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재중량을 만족해야 한다. (**그림 22** 참조)

최대허용 중량 적용

Curve 1 : $W_{MAX,SEA}(T_{LC}) = M - 1.025LB(T_{MIN,SEA} - T_{LC})$ $(\leq M)$ (ton)

Curve 2 : $W_{MAX,HAR}(T_{LC}) = M - 1.025LB(T_{MIN,HAR} - T_{LC})$ $(\leq M)$ (ton)

필요최소 중량 적용

Curve 3 : $W_{MIN,SEA}(T_{LC}) = 1.025LB(T_{LC} - T_{MAX,SEA})$ (≥ 0) (ton)

Curve 4 : $W_{MIN,HAR}(T_{LC}) = 1.025LB(T_{LC} - T_{MAX,HAR})$ (≥ 0) (ton)

여기서 :

$W_{MAX,SEA}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC}일 때의 항해상태 최대허용 중량 (ton)

$W_{MAX,HAR}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC}일 때의 항구상태 최대허용 중량 (ton)

$W_{MIN,SEA}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC}일 때의 항해상태 필요최소 중량 (ton)

$W_{MIN,HAR}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC}일 때의 항구상태 필요최소 중량 (ton)

M : 해당 화물창의 최대 허용화물 중량 (ton)

$T_{MIN,SEA}$: 화물창의 최대 허용 화물 중량(M)이 적용되는 항해 상태에서의 최소 흘수(m) 다만, 항해 상태의 적재 최소 흘수 값(트림 고려)에서 0.2m 감소시킨 값 (m)

$T_{MAX,SEA}$: 화물창의 최소 허용 화물 중량이 적용되는 항해 상태에서의 최대 흘수(m) 다만, 항해상태의 적재 최대 흘수 값(트림 고려)에서 0.2m 증가시킨 값 (m)

$T_{MIN,HAR}$: 화물창의 최대 허용 화물 중량(M)이 적용되는 항구 상태에서의 최소 흘수 (m) 만약 항구 상태에서의 최소 흘수가 확인되지 않는 경우에는 아래의 식을 통해 강도평가가 이루어져야 한다.

$$T_{MIN,HAR} = T_{MIN,SEA} - (1.15M - W_{MAX,SEA}(T_{LC}))/(1.025LB)$$

L : 고려하는 화물창의 길이 (m)

B : 고려하는 화물창의 평균 폭 (m)

$T_{MAX,HAR}$: 화물창의 최소 허용 화물 중량이 적용되는 항구 상태에서의 최대 흘수 (m)

(나) 인접한 두 개 화물창의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재중량을 만족하는 최소 및 최대 흘수를 아래 수식을 통하여 계산하여야 한다. 중앙부 화물창 구조해석 시에는 2번 및 3번 화물창에서 n-2번 및 n-1번 화물창까지의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재 중량을 만족해야 한다. 또한 선수부의 흘수는 1번 및 2번 화물창, 선미부의 흘수는 n번 및 n-1번 화물창의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재 중량을 만족해야 한다. (**그림 22** 참조)

최대허용 중량 적용

Curve 1 : $W_{MAX,SEA_AD}(T_{LC}) = M_{AD} - 1.025L_{AD}B_{AD}(T_{MIN,SEA_AD} - T_{LC})$ $(\leq M_{AD})$ (ton)

Curve 2 : $W_{MAX,HAR_AD}(T_{LC}) = M_{AD} - 1.025L_{AD}B_{AD}(T_{MIN,HAR_AD} - T_{LC})$ $(\leq M_{AD})$ (ton)

필요최소 중량 적용

Curve 3 : $W_{MIN,SEA_AD}(T_{LC}) = 1.025L_{AD}B_{AD}(T_{LC} - T_{MAX,SEA_AD})$ (≥ 0) (ton)

Curve 4 : $W_{MIN,HAR_AD}(T_{LC}) = 1.025L_{AD}B_{AD}(T_{LC} - T_{MAX,HAR_AD})$ (≥ 0) (ton)

여기서 :

$W_{MAX,SEA_AD}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC}일 때의 항해상태 인접한 두 화물창의 최대허용 중량 (ton)

$W_{MAX,HAR_AD}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC}일 때의 항구상태 인접한 두 화물창의 최대허용 중량 (ton)

$W_{MIN,SEA_AD}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC}일 때의 항해상태 인접한 두 화물창의 필요최소 중량 (ton)

$W_{MIN,HAR_AD}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC}일 때의 항구상태 인접한 두 화물창의 필요최소 중량 (ton)

T_{MIN,SEA_AD} : 인접한 두 화물창의 화물창의 최대 허용 화물 중량(M_{AD})이 적용되는 항해 상태에서의 최소 흘수 (m)

T_{MAX,SEA_AD} : 인접한 두 화물창의 최소 허용 화물 중량이 적용되는 항해 상태에서의 최대 흘수(m)

T_{MIN,HAR_AD} : 인접한 두 화물창의 최대 허용 화물 중량(M_{AD})이 적용되는 항구 상태에서의 최소 흘수 (m). 만약 항구 상태에서의 최소 흘수가 확인되지 않는 경우에는 아래의 식을 통해 강도 평가가 이루어져야 한다.

$$T_{MIN,HAR_AD} = T_{MIN,SEA_AD} - (1.15M_{AD} - W_{MAX,SEA_AD}(T_{LC}))/(1.025L_{AD}B_{AD})$$

M_{AD} : 인접한 두 화물창의 최대 허용 화물창 중량 (ton)

L_{AD} : 고려하는 화물창들의 길이 (m)

B_{AD} : 고려하는 화물창들의 평균 폭 (m)

T_{MAX,HAR_AD} : 인접한 두 화물창의 최소 허용 화물 중량이 적용되는 항구 상태에서의 최대 흘수 (m)

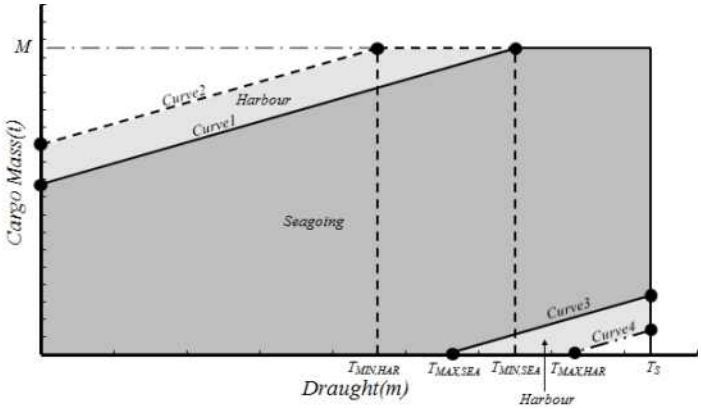


그림 22 화물창 질량 곡선

부록 7-11 개방갑판 상 컨테이너 고박을 위한 안전한 작업조건 제공에 대한 지침 *(2019)*

1. 일반

(1) 목적

추가특기사항 CSAP는 개방갑판 상 컨테이너 고박 작업에 종사하는 사람들에게 안전한 작업, 특히 안전한 접근과 안전한 작업 공간의 제공을 목적으로 한다.

(2) 범위

추가특기사항 CSAP의 범위는 컨테이너 고박 작업에서 보다 안전한 작업 조건을 보장하는 것이다. 이 지침에서는 작업구역, 컨테이너 상부 작업, 펜싱 및 낙하 방지의 설계 및 배치, 장애물 및 개구부의 표시, 통로, 사다리, 계단 및 기타 접근 설비, 냉동 컨테이너의 전원 공급 장치와 작업구역과 이동구역의 조명에 관한 설계와 배치에 대한 요구사항을 설명한다.

(3) 적용

이 지침에서 제시하는 요건을 준수하는 선박에는 추가특기사항 'CSAP'를 부여한다. CSAP는 개방갑판 상에 컨테이너를 운반하도록 설계된 선박에 적용 할 수 있으며, 요청에 따라 다른 선박에도 적용할 수 있다.

(4) 용어의 정의

(가) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

- 작업구역 : 컨테이너 고박장치를 조작하는 위치 또는 구역, 예, 창구 덮개 상부 컨테이너 적재 사이; 래싱브릿지와 플랫폼
- 이동구역 : 통로, 계단, 갑판 및 선박에서 이동에 이용되는 기타 구역
- 펜스 : 사람의 추락을 막을 수 있는 가드 레일, 안전 장벽 및 이와 유사한 구조물
- 스트링거 : 사다리의 수직부 또는 측면부
- 수직 사다리 발판(rungs) : 사다리의 계단을 형성하는 바(bar)

2. 제출문서

(1) 화물안전접근도가 승인을 위하여 제출되어야 하며, 다음의 내용을 포함하여야 한다.

- 작업구역 및 이동구역의 배치 및 상세
- 작업구역 및 이동구역의 조명 배치 및 조도
- 냉동컨테이너 전원콘센트 및 인접 작업구역의 위치를 포함한 상세

3. 설계 요건

(1) 일반

(가) 화물안전접근도(Cargo Safe Access Plan, CSAP)는 의도된 모든 컨테이너 적재 상태에 대해 고박작업이 안전하게 수행될 수 있도록 설계 단계에서 개발되어야 한다.

(나) 일반적으로 화물안전접근도는 다음과 같은 위험성 평가를 기반으로 개발되어야한다.

- 미끄러짐, 넘어짐
- 추락
- 수동으로 고박장치를 취급하는 동안의 부상
- 추락하는 고박장치 또는 다른 물체에 의한 충격
- 컨테이너 하역 및 적재 작업으로 인한 손상위험(심각한 손상을 방지하기 위한 적절한 보호장치 또는 기타의 방법을 개발하기 위하여 고 위험지역(high-risk area)이 식별되어야 한다.)
- 인접한 지역의 전기 위험(온도 제어 장치 케이블 연결 등)
- 컨테이너 고박작업을 안전하게 수행하기 위해 필요한 모든 영역에 대한 적절한 접근 설비
- 래싱 장비를 다루기 위한 인간공학(예: 장비의 크기와 무게)
- 하이큐브(9'6") 컨테이너 고박 및 40피트/45피트 컨테이너의 혼합 적재

(2) 이동구역

(가) 이동구역의 최소 여유 공간은 높이가 2m 이상이고 너비가 600 mm 이상이어야 한다(**표 1** B, J 및 F1참조).

(나) 이동구역의 표면은 미끄럼 방지가 되어야 한다.

(다) 안전을 위하여 필요한 경우, 갑판 위의 통로는 페인트 칠 된 선이나 그림으로 표시되어야 한다.

(라) 넘어질 위험을 초래할 수 있는 클리트, 리브 및 브래킷과 같은 이동구역 내 접근로에 있는 모든 돌출부는 대조되는 색상으로 강조 표시를 해야 한다.

(마) 실행 가능한 한, 접근 사다리와 통로는 작업자가 배관을 타고 오르거나 영구 장애물이 있는 곳에서 일할 필요가 없도록 설계되어야 한다.

(3) 작업구역

(가) 작업구역에서는 3단 높이의 래싱바가 사용되지 않도록 설계되어야하며, 고박장비 보관 구역과 가까워야 한다.

(나) 작업구역은 갑판 배관, 보관상자 및 창구덮개의 재배치를 위한 가이드와 같은 방해물에 의해 방해받지 않도록 설계되어야 한다.

(다) 래싱 포인트로부터 컨테이너까지 수평 거리는 1,100 mm를 초과하지 않아야 하며, 래싱브릿지까지는 220 mm이상, 그 외의 위치까지는 130 mm 이상이어야 한다(**표 1** C1, C2 및 C3 참조). 40피트 및 45피트 컨테이너 적재를 위해 설계된 컨테이너 베이의 경우, 40피트 컨테이너에 대해 측정했을 때, C1 치수는 기국의 승인에 따라 1,300 mm까지로 완화 할 수 있다.

(라) 작업구역의 폭은 750 mm 이상이어야 한다. 또한, 영구 래싱브릿지의 폭은 펜스의 상부 레일 사이에서 750 mm 이상이어야 하며, 적재 선반, 래싱 클리트 및 기타 장애물 사이에서는 최소한 600 mm의 거리가 명확히 제공되어야 한다(**표 1** A, GL, GT, I, F 및 F1 참조).

(마) 창구 끝단 및 선측 래싱 위치(outboard lashing positions)의 끝에는 플랫폼이 제공되어야 한다. 래싱 위치의 끝에 있는 플랫폼은 창구덮개의 상단과 같은 수준의 높이에 있어야 한다. *(2022)*

(바) 탈착이 가능한 부분(section)을 포함하는 작업구역은 임시로 고정 될 수 있어야 한다.

(사) 자동 또는 반자동 트위스트록을 사용하여 컨테이너 상단에서의 작업을 피해야 한다.

(자) 장비가 떨어지거나 작업자가 부상당하는 것을 방지하기 위하여, 높은 작업장의 측면에는 주변으로 150mm 높이의 발판(toe boards)을 제공해야 한다. 발판이 컨테이너의 적재를 방해하는 경우, 발판의 높이를 100mm로 경감할 수 있다.

(4) 펜스 설계

(가) 사람이 떨어질 수 있는 래싱브릿지, 플랫폼 및 기타 작업구역에는 (라)의 요건을 만족하는 펜스를 제공해야 한다. *(2020)*

(나) 필요한 경우, 이동식 펜스가 허용될 수 있다.

(다) 창구덮개를 제거하면 보호되지 않은 통로가 있는 경우, 화물 고박 통로는 (라)에 주어진 요건을 만족하는 펜스로 보호되어야 한다.

(라) 펜스는 최소 3단의 레일로 구성되어야 한다. 최 상단 레일의 높이는 바닥으로부터 최소 1.0m 이상이어야 한다. 최 하단 레일의 하부는 230mm를, 그 다음의 레일은 380mm를 넘지 않아야 한다. 수평으로 막혀있지 않은 펜스의 간격은 300mm를 초과해서는 안된다.

(마) 컨테이너 고박장치의 위치를 고려하여 필요한 경우, 하위 2개 레일을 선급과 협의하여 배치할 수 있다. *(2022)*

(5) 출입구

(가) 추락 우려가 있는 작업구역의 출입구는 (4)(라)에 따른 펜스로 보호되거나 덮개(access cover)로 막을 수 있어야 한다. *(2020)*

(나) 선박의 운용을 위하여 필요하지만 펜스에 의해 보호되지 않는 개구는 화물고박 작업 시에는 닫혀있어야 한다. 작업 플렛폼 상에서 보호되지 않는 개구(예, 2 m 미만의 추락 가능성을 가진) 및 갑판상의 틈과 구멍은 적절히 강조 표시되어야 한다. *(2022)*

(다) 작업구역과 이동구역의 출입구는 개구부의 테두리 주위에 대비되는 색으로 칠해야 한다.

(라) 서로 다른 층의 래싱브릿지에서의 접근 개구는 하나가 다른 하나의 바로 아래에 위치해서는 안된다.

(6) 사다리

(가) 고정식 사다리로 작업구역의 바깥에서 접근하는 경우, 스트링거는 작업구역의 보호난간에 연결되어야 한다. 스트링거는 사람이 그 사이를 통과할 수 있도록 700 mm에서 750 mm의 폭을 제공해야 하며 작업구역 위쪽으로 개방되어야 한다. *(2022)*

(나) 고정식 사다리가 작업구역의 개구부를 통해 작업구역에 접근하는 경우, 개구부를 통해 안전하게 접근 할 수 있도록 작업구역보다 적어도 1.0m 위에 손잡이가 제공되어야 한다

(다) 고정식 사다리는 수직으로부터 25°이상 경사지 않아야 한다. 사다리의 경사가 수직으로부터 15°를 초과하는 경우, 사다리는 수평으로 측정된 스트링거에서 540mm 이상 떨어진 곳에 적절한 손잡이가 있어야 한다.

(라) 고정식 사다리는 최소한 150mm 깊이의 발판(foothold)을 제공해야 한다.

(마) 수직 높이가 3.0m를 초과하는 고정식 사다리와 사람이 화물창으로 떨어질 수 있는 고정식 사다리에는 (바)에서 (사)에 주어진 요구 사항을 만족하는 안전 케이지가 설치되어야 한다.

(바) 안전 케이지의 등부분과 수직사다리 발판(rung)사이의 거리는 최소 750mm가 되어야 한다. 안전 케이지의 후프(hoop)는 900mm를 초과하지 않는 간격으로 일정하게 배치되어야 하고, 후프의 안쪽에 균일하게 간격을 둔 수직 바로 연결되어야 한다.

(사) 스트링거는 작업구역으로부터 적어도 1.0m 이상 연장되어야 하며, 스트링거의 단부는 측면부가 지지되어야 한다. 수직사다리 발판 또는 계단은 작업구역과 동일한 높이에 있어야 한다.

(7) 컨테이너 고박장치의 배치

(가) 하이큐브 컨테이너를 고박할 때, 턴버클의 길이 및 설계와 연계하여 래싱로드의 길이는 연장의 필요성이 없도록 하여야 한다. 9'6" 컨테이너가 선내에 적재되는 경우, 컨테이너 적재배치도에는 9'6"컨테이너의 통상적인 래싱 패턴이 표시되어야 한다.

(나) 턴버클을 잠그거나 푸는 작업 동안, 예를 들어 턴버클 사이에 충분한 거리를 두어, 손 부상의 위험을 최소화해야한다. 잠그거나 푸는 작업 중 턴버클 사이의 거리는 일반적으로 70mm 이상이어야 한다. *(2020)*

(다) 컨테이너 고정 장치에는 보관함이 제공되어야 한다.

(8) 전원공급장치

(가) 냉동기 전원 콘센트의 전기적 접속은 수밀이 되어야 한다.

(나) 냉동기에는 견고하며, 연동되고, 차단기로 보호되는 전원 콘센트가 설치되어야 한다. 이는 플러그가 완전히 체결되고 액추에이터 로드가 “ON” 위치로 밀려 나기 전까지 콘센트를 켤 수 없도록 하기 위한 것이다. 액추에이터 로드를 “OFF” 위치로 수동으로 당김으로서 회로의 전원을 차단해야 한다.

(다) “ON” 위치에 있는 동안 플러그가 우연히 탈락하게 되면 냉각기 콘센트의 전원은 자동적으로 차단되어야 한다. 또한, 핀과 슬리브 접촉부가 여전히 맞물린 상태에서 회로를 차단하는 인터록 메카니즘이 이루어져야 한다.

(라) 냉동기 전원 콘센트는 전환이 발생할 때 작업자가 소켓 바로 앞에 서 있지 않도록 배치되고 설계되어야 한다.

(마) 냉동기 전원 콘센트의 위치는 위험을 초래하지 않으면서 유연한 케이블 포설을 할 수 있어야 한다.

(9) 조명

(가) 작업구역과 이동구역에는 조명이 제공되어야 한다.

(나) 조명은 영구 설치물로 설계되어야 하며, 파손으로부터 적절하게 보호되어야 한다. 영구조명의 설치가 용이하지 못한 장소의 경우, 선급은 임시조명을 인정할 수 있다.

(다) 조명의 밝기 수준은 이동구역에서는 10룩스, 작업구역에서는 50룩스보다 높아야 한다.

표 1 작업 및 이동구역의 치수

기호 (그림 참조)	내용	요건 (mm)
A	컨테이너 스택 간 작업구역의 폭 (그림 1)	min. 750
B	갑판 또는 창구덮개 상의 래싱 판 간의 거리(그림 1)	min. 600
C1	래싱브릿지 펜스에서 컨테이너 스택까지의 거리 (그림 2)	max 1,100*
C2	래싱판에서 컨테이너 스택(래싱브릿지)까지의 거리(그림 2)	min. 220
C3	래싱판에서 컨테이너 스택(기타의 곳)까지의 거리(그림 1)	min. 130
F	펜스의 상단 레일 사이 래싱브릿지의 폭(그림 2)	min. 750
F1	적재 랙, 래싱 클리트 및 기타 다른 장애물 사이 래싱브릿지의 폭 (그림 2)	min. 600
GL	선외 래싱을 위한 작업 플랫폼의 폭 - 앞/뒤 방향(그림 3)	min. 750
GT	선외 래싱을 위한 작업 플랫폼의 폭 - 횡방향(그림 3)	min. 750
I	창구 덮개의 단부 또는 선루에 인접한 작업 플랫폼의 폭 (그림 4)	min. 750
J	펜스 간 또는 펜스에서 선루까지의 거리 (그림 4)	min. 600
K	펜스의 상단 레일 사이 래싱브릿지의 폭(그림 2)	min. 750
K1	래싱브릿지의 필러 사이 래싱브릿지의 폭(그림 2)	min. 600

(비고)

B	래싱 판의 중심 간 계측
C1	펜스 내부에서부터 계측
C2, C3	래싱판의 중심에서부터 컨테이너 끝단까지 계측
F, K	펜스 내부에서부터 계측
GL	컨테이너의 끝단에서부터 펜스 내부까지 계측
GT, I, J	펜스 내부까지 계측
*	기국의 승인에 따라 1,300mm까지 증가 할 수 있다.

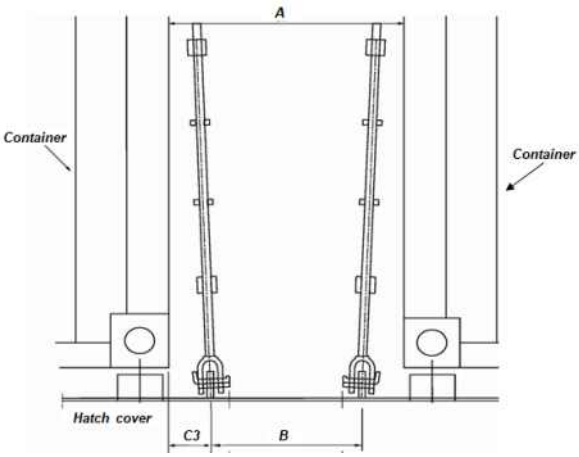


그림 1 Work area between container stacks

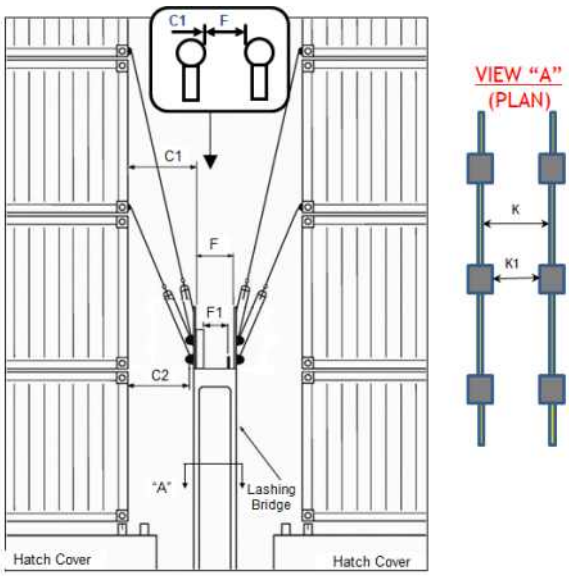


그림 2 Lashing bridge

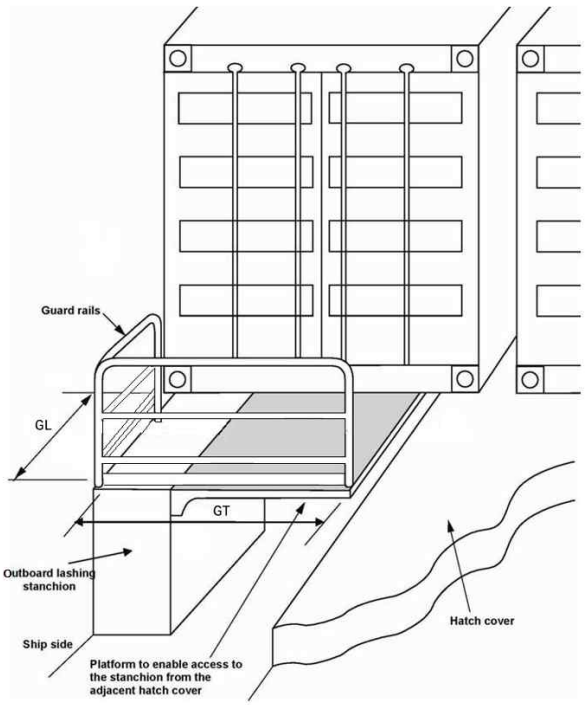


그림 3 Lashing platforms on outboardstanchions

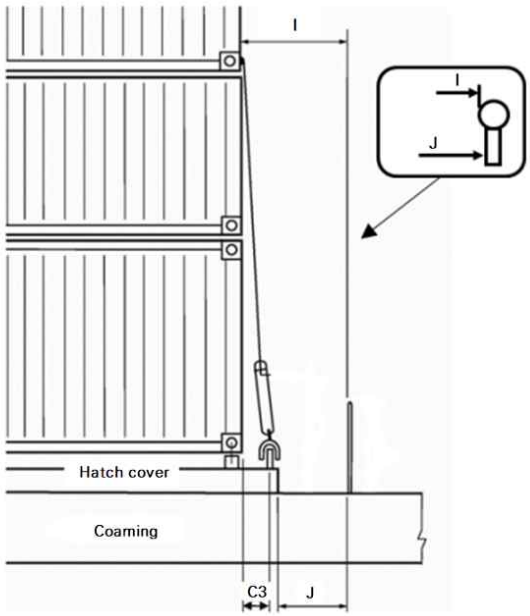


그림 4 Work area between hatch covers

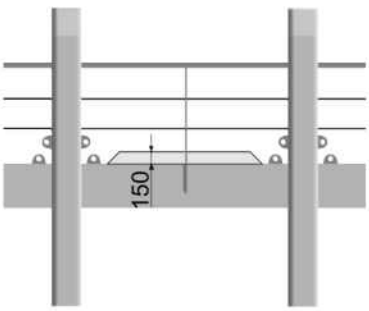


그림 5 Toe boards

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제7편 전용선박

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화: 070-8799-9114
FAX: 070-8977-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR

이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제7편 전용선박(5장,6장)

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제7편 전용선박(5장,6장)

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

제 7 편

전용선박

제 5 장 액화가스 산적운반선

제 6 장 위험화학품 산적운반선

RA-07B-K

한 국 선 급

제 7 편 “전용선박(5장, 6장)”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 5 장 액화가스 산적운반선

제 4 절 화물격납설비

- 419.의 1항 (4), 2항 (1) 및 (2)를 개정함.

제 6 절 구조재료 및 품질관리

- 604.의 1항을 개정함.
- 604.의 1항 표 7.5.4, 표 7.5.5.a, 표 7.5.5.b, 표 7.5.6 및 표 7.5.8을 개정함.

차 례

제 5 장 액화가스 산적운반선 ····· 1
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 선박의 생존능력 및 화물탱크의 위치 ····· 7
제 3 절 선체배치 ····· 17
제 4 절 화물격납설비 ····· 22
제 5 절 프로세스용 압력용기와 액체, 증기 및 압력관장치 ····· 45
제 6 절 구조재료 및 품질관리 ····· 53
제 7 절 화물의 압력 및 온도제어 ····· 68
제 8 절 화물격납설비 벤트장치 ····· 70
제 9 절 화물격납설비 환경제어 ····· 75
제 10 절 전기설비 ····· 77
제 11 절 방화 및 소화 ····· 78
제 12 절 화물지역 내의 동력통풍장치 ····· 82
제 13 절 계기 및 자동화시스템 ····· 83
제 14 절 인신보호 ····· 87
제 15 절 화물탱크의 충전한도 ····· 88
제 16 절 연료로서 화물의 사용 ····· 90
제 17 절 특별규정 ····· 94
제 18 절 작업규정 ····· 102
제 19 절 최저요건일람표 ····· 107

제 6 장 위험화학품 산적운반선 ····· 111
제 1 절 일반사항 ····· 111
제 2 절 선박의 생존능력 및 화물탱크의 배치 ····· 115
제 3 절 선체배치 ····· 119
제 4 절 화물격납설비 ····· 122
제 5 절 화물의 이송 ····· 123
제 6 절 구조재료 ····· 126
제 7 절 화물의 온도제어 ····· 127
제 8 절 화물탱크 벤트 및 가스프리장치 ····· 128
제 9 절 환경제어 ····· 131
제 10 절 전기설비 ····· 132
제 11 절 방화 및 소화 ····· 133
제 12 절 화물지역 내의 동력통풍장치 ····· 135
제 13 절 계기 ····· 136
제 14 절 인신보호 ····· 137
제 15 절 특별요건 ····· 139
제 16 절 작업규정 ····· 152
제 17 절 최저요건 일람표 ····· 154

제 18 절 IBC 코드를 적용받지 아니하는 화물목록 ····· 155
제 19 절 산적운송 화물 색인 ····· 156
제 20 절 액체화학품 폐기물의 운송 ····· 157
제 21 절 IBC 코드에 있는 화물 운송 요건을 정하는 기준 ····· 158

제 5 장 액화가스 산적운반선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 요건은 총톤수 500톤 미만의 선박을 포함하여 선박의 크기에 관계없이 37.8 °C에서의 증기압이 0.28 MPa(절대압력)을 넘는 액화가스 또는 **19절**에서 정하는 기타 제품을 산적으로 운반하는 선박에 적용한다.
2. (1) 별도로 정하는 경우를 제외하고, 이 장의 요건은 2016년 7월 1일 이후에 용골이 거치되거나 다음의 동등한 건조단계에 있는 선박에 적용한다.
   (가) 해당 선박이 건조되기 시작함을 확인할 수 있는 단계
   (나) 구 선박의 조립이 적어도 전 구조물의 견적중량의 1 % 또는 50톤 중에서 적은 쪽의 양만큼 이루어지고 있는 단계
   (2) 이 장에서 **선박 건조**라 함은 용골이 거치되거나 동등한 건조단계에 있는 선박을 말한다.
   (3) 1986년 7월 1일 이후 및 2016년 7월 1일 이전에 건조된 선박은 IMO Res. MSC.5(48) 및 IMO Res. MSC.17(58), MSC.30(61), MSC.32(63), MSC.59(67), MSC.103(73), MSC.177(79) 및 MSC.220(82)에 의해 개정된 요건을 적용하여야 한다.
   (4) 1986년 이전에 건조된 선박으로서 적합증서를 요구하지 아니하는 선박에 대한 요건은 **부록 7A-1「 적합증서를 요구하지 아니하는 선박에 대한 요건」**에 따른다. *(2021)*
3. 선박의 형식에 따라 다음에 따른다.
   (1) 이 장에서 1G형의 선박이 요구되는 제품을 화물탱크에 적재하는 경우, 인화점 60 °C 이하의 인화성 액체 (밀폐용기시험) 또는 **19절**에서 정하는 인화성 제품은 **204. 1**항 (1)호에서 규정한 보호구역 내에 위치한 탱크로 운반하여서는 아니 된다.
   (2) 이 장에서 2G/2PG형의 선박이 요구되는 제품을 화물탱크에 적재하는 경우, (1)호에서 규정한 인화성 액체를 **204. 1**항 (2)호에서 규정한 보호구역 내에 위치한 탱크로 운반하여서는 아니 된다.
   (3) 이 장에서 1G형 또는 2G/2PG형의 선박이 요구되는 제품을 화물탱크에 적재하는 각 경우에, 화물탱크용 화물창구역의 횡방향 범위 내의 보호구역에 제한한다.
   (4) 이 장에서 1G형 또는 2G/2PG형의 선박이 요구되는 화물탱크에 남아있는 제품이 단지 냉각, 순환 또는 연료공급의 목적으로 사용되는 경우, (1)호에서 규정한 인화성 액체 및 제품은 보호구역 내에서 운반될 수 있다.
4. 이 장 및 **6장**에서 동시에 규정하는 제품을 운반하고자 할 경우, 운반 화물에 따라 양쪽 규정을 만족하여야 한다.
   (1) 다음의 제품을 운반하기 위하여 설계되고 건조된 선박은 이 장의 요건을 우선 적용하여야 한다.
   (가) 이 장의 **19절**에 기재된 제품
   (나) 이 장 및 **6장** 양쪽에 기재되어 있는 1개 이상의 제품. 이 제품들은 **19절** 표의 “a" 항목에서 별표로 표시된다.
   (2) 이 규정에도 불구하고 (1)호 (나)에서 규정한 1개 이상의 제품을 전용으로 운반하는 선박의 경우, **6장**의 요건을 적용하여야 한다.
5. 개개의 규정의 적용에 대하여는 규정된 모든 요건을 적용하여야 한다.
6. 재기화 및 가스방출 모드 또는 가스 수급, 처리, 액화 및 저장 모드에서 고정된 위치에 있는 기간 동안 운영하기 위한 선박의 경우, 우리 선급이 이 장의 요건에 대하여 제안된 배치가 적절하다는 것이 보장되도록 적절한 조치를 취하여야 한다. 또한, 이 장의 요건뿐만 아니라 예상하지 못한 특정 위험에 대하여 인정된 기준에 따라 추가 요건이 제정되어야 한다. 최소한 다음의 위험들은 포함되어야 한다.
   (1) 화재 및 폭발
   (2) 탈출
   (3) 위험구역의 확대
   (4) 육상으로 가압된 가스 방출
   (5) 고압가스 벤트
   (6) 프로세스 이상 상태
   (7) 인화성 냉매의 저장 및 취급
   (8) 화물격납설비 외부에 액체 및 기체화물의 지속적인 존재
   (9) 탱크 과부압

(10) 선박간의 액체화물 이송
(11) 정박 중 충돌 위험

7. 위험성평가 또는 이와 유사한 목적의 연구가 이 장에서 이용되는 경우, 결과는 유효성의 증거로 최소한 다음을 포함하여야 한다.
(1) 방법론의 설명과 적용기준
(2) 시나리오 해석에서 잠재적인 변화 또는 연구에서 오류의 원인
(3) 독립적이고 적절한 제3자에 의한 위험성평가 과정의 검증
(4) 위험성평가가 개발된 배경의 품질시스템
(5) 평가에서 사용된 자료의 적합성과 타당성
(6) 평가에 관여한 사람들의 지식기반
(7) 관련 당사자에 대한 결과의 배부시스템
(8) 독립적이고 적절한 제3자에 의한 결과의 검증

8. 이 장에서 규정하지 아니하는 선박의 선체, 기관 및 의장은 관련 규칙의 해당 요건에 따른다. *(2021)*

9. 2021년 1월 1일 이후 건조계약되는 150m 이상의 선박으로서, 멤브레인 타입의 LNG 화물격납설비를 가지는 경우, **선급 및 강선규칙 15편**을 따른다. *(2021)*

102. 도면승인

제조중 등록검사를 받고자 하는 선박에 대하여는 공사를 시작하기 전에 적재 예정화물의 저장상태, 화물 격납설비의 구조방식 등에 따라서 다음의 도면 및 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

1. 승인용 도면 및 자료

(1) 화물 탱크, 단열 및 2차 방벽의 제작시방서(용접시공요령, 용접부의 시험검사요령, 화물탱크의 시험검사요령, 2차 방벽 및 단열재의 성질과 시공요령, 공작기준을 포함한다.)
(2) 화물탱크, 화물격납설비의 구조상세도 *(2019)*
(3) 화물탱크 내부 부착품의 상세를 포함하는 화물탱크 부속품의 배치도
(4) 화물탱크의 지지구조, 화물탱크의 갑판관통부 및 폐쇄장치의 상세도
(5) 2차방벽의 상세도
(6) 설계압력 또는 온도와 관련하여 화물관장치에 사용하는 단열재료를 포함하는 재료의 사양 및 규격
(7) 화물탱크, 단열, 2차방벽 및 화물탱크 지지구조의 재료규격 또는 사양
(8) 단열재의 배치 및 부착상세도
(9) 화물펌프, 화물압축기 및 이들 원동기의 구조도
(10) 냉각장치 주요부의 구조도
(11) 화물관 및 계측장치의 계통도
(12) 냉각장치용 냉매관 장치도
(13) 화물창 구역 또는 방벽간 구역, 화물펌프실, 화물압축기실 및 화물제어실의 빌지 및 통풍장치
(14) 가스탐지, 온도지시 및 압력계의 검출단 배치도
(15) 화물창 구역 또는 방벽간 구역을 불활성화할 때에는 그 불활성장치와 관련된 다음 도면 *(2019)*
(가) 관계통도
(나) 다음을 나타내는 배치도
(a) 불활성가스 발생장치
(b) 화물가스 역류방지장치
(다) 압력조정장치의 상세도
(16) 화물창 구역 또는 방벽간 구역의 압력도출장치의 상세도 및 누설액 배출장치의 상세도
(17) 각종 압력용기의 조립단면도, 노즐상세도, 부착품장치도 및 부착품 상세도
(18) 화물관장치용 특수밸브류, 화물호스, 신축조인트, 스트레이너 등의 상세도
(19) 화물을 연료로 사용하는 경우에는 연료와 관련된 다음 도면 *(2019)*
(가) 관계통도
(나) 연소장비의 요목 및 구조도
(다) 관련 장비 및 연료관의 경로를 나타내는 배치도
(20) 위험장소의 케이블 포설 요령도와 전기기기 및 장비 일람표

(21) 화물탱크, 관장치 및 기기류의 접지 요령도 등
(22) 위험장소를 표시하는 도면
(23) **11절**에 규정하는 소화장치도
(24) 화물취급설명서
(25) 화물탱크의 안전밸브 도출능력 검토계산서(벤트관의 배압계산서를 포함한다.) *(2019)*
(26) **505.**의 **7**항에서 요구되는 경우, 화물관장치의 압력도출밸브 용량계산서 *(2019)*
(27) 비상차단장치 *(2019)*

2. 참고용 도면 및 자료 【지침 참조】

(1) 화물격납설비의 기본설계 원리 및 기술검토서
(2) **4절**의 규정에 따라 모형시험 등을 할 때에는 그 방법 및 결과에 관한 자료
(3) 구조용 재료(화물탱크, 2차방벽, 단열재 등)로써 새로운 재료 및 용접법을 채용할 때에는 그 재료 또는 용접부의 상온에서의 물리적, 기계적 성질, 저온 인성, 내식성에 관한 자료
(4) **403.**에서 규정하는 설계하중의 자료
(5) **404.** 내지 **406.**에 규정하는 화물탱크 및 지지구조의 강도계산서
(6) 화물탱크, 단열, 2차방벽 및 화물탱크 지지구조의 강도와 성능에 관하여 모형시험을 할 때에는 그 방법 및 결과에 관한 자료
(7) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 각종 적재상태에서의 화물탱크 주요 부분의 온도에 관한 열전도 계산서 등
(8) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, (7)호에 표시하는 자료에 기재되어 있는 온도분포 상태에서의 주요부재의 열응력 계산서
(9) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 선체의 온도분포에 관한 계산서
(10) 화물취급장치의 사양서
(11) 화물의 조성 및 물리적인 성질(필요한 온도범위의 포화증기압 선도를 포함한다.)
(12) 냉각장치의 냉각능력 검토계산서
(13) 화물관 배치도 및 설계온도가-110℃ 이하인 경우, 응력해석 결과 *(2019)*
(14) 화물탱크의 충전한도 검토계산서
(15) 화물탱크 구역에 있어서 **305.**에서 규정하는 맨홀 배치 및 이들 맨홀 출입 안내
(16) **2절**에서 규정하는 선박의 생존능력 계산서
(17) **14절**에서 규정하는 인신보호장구
(18) 설치되는 경우, 재액화장치 및 가스연소장치의 용량 계산서 *(2019)*

103. 동등효력

이 장의 규정에 적합하지 아니한 구조, 설비라도 우리 선급이 이와 동등한 효력이 있다고 인정할 경우에는 이것을 이 장의 규정에 적합한 것으로 본다.

104. 정부규칙

선박의 구조 및 설비에 대하여 선박이 등록된 국가 또는 해당 선박이 입항하는 국가의 국내법에 따라 규제를 받을 경우가 있으므로 주의하여야 한다.

105. 정의

용어의 정의는 **4절**의 정의 및 별도로 정하는 경우를 제외하고 다음에 의한다.

1. 거주구역이라 함은 공용실, 통로, 세면실, 침실, 사무실, 병실, 영화실, 오락실, 조리설비가 없는 배식실 및 이와 유사한 구역을 말한다.

2. A급 구획이라 함은 다음 기준에 적합한 격벽 및 갑판으로 구성된 구획을 말한다.

(1) 강 또는 이와 동등한 재료를 사용한 구조일 것
(2) 충분히 보강된 것일 것
(3) 다음에 주어진 시간 내에 화염에 노출되었을 경우, 화염에 노출되지 아니한 쪽의 평균온도가 시험초기 온도보다 140℃ 초과하여 상승하지 아니하며, 이음매를 포함한 어느 한 점에서의 온도도 시험초기 온도보다 180℃ 초과하여 상승하지 아니하도록 승인된 불연성 재료로 방열되어 있을 것.

"A-60"급 60분

"A-30"급 30분
"A-15"급 15분
"A-0" 급 0분

(4) 표준화재시험 1시간 동안 연기 및 화염이 통과할 수 없도록 제작된 것일 것.

(5) 화재시험절차코드에 따라 격벽이나 갑판의 프로토타입 시험을 하여야 하며, 건전성 및 온도 상승에 대하여 상기 요건을 만족할 것.

3. **주관청**이라 함은 선박이 등록된 국가의 정부를 말한다.

4. **비등점**이라 함은 화물이 대기압과 같은 증기압을 나타내는 온도를 말한다.

5. **너비**(B)라 함은 선박의 중앙에 있어서 금속 외판을 갖는 선박에서는 늑골의 외면에서 외면까지, 금속 이외의 재료의 외판을 갖는 선박에서는 선체의 외면에서 외면까지 측정한 최대 수평거리를 말한다.
너비 B는 미터(m)로 표시한다.

6. **화물지역**이라 함은 화물격납설비와 화물펌프실 및 화물압축기실을 포함하는 선박의 부분을 말하며 이들 구역 상부의 선박 전 너비 및 길이에 걸친 갑판지역을 포함한다. 최후부 화물창 구역의 후단 또는 최전부 화물창 구역의 전단에 코퍼댐, 평형수구역 또는 보이드 스페이스가 설치되는 경우, 코퍼댐, 평형수구역 또는 보이드 스페이스는 화물지역에서 제외한다. **【지침 참조】**

7. **화물격납설비**라 함은 화물을 격납하기 위한 설비를 말하며 1차 및 2차 방벽, 부수되는 단열재 및 이들 사이에 공간을 설치하는 경우에는 그들 모두를 말하며, 또한 이들의 구성요소를 지지하는데 필요한 경우에는 인접하는 구조 역시 포함한다. 2차방벽이 선체구조의 일부일 경우에는 이 2차 방벽은 화물창 구역의 주위벽으로 보아도 좋다.

8. **화물제어실**이라 함은 하역작업의 제어를 위해 사용되는 구역을 말한다.

9. **화물기기구역**이라 함은 기관실에 가스연료를 공급하는 장치를 포함하여 화물압축기실 또는 화물펌프실, 화물용 프로세스장치가 있는 구역을 말한다.

10. **화물펌프**라 함은 액체화물의 이송에 사용되는 주펌프, 승압펌프, 스프레이펌프 등을 포함한다.

11. **화물**이라 함은 이 장의 적용을 받는 선박에 의하여 운반되는 **19절**에 규정하는 제품을 말한다.

12. **화물업무구역**이라 함은 면적이 2 m^2를 넘는 공작실, 로커 및 창고로써 사용되는 화물지역 내의 구역을 말한다.

13. **화물탱크**라 함은 1차격납 용기가 단열재 및 2차방벽의 양쪽 또는 어느 한쪽과 병합되는 경우 및 병합되지 아니하는 어느 경우도 포함되며 화물의 1차격납 용기로서 설계된 액밀의 용기를 말한다.

14. **폐회로형 시료채취**(closed loop sampling)라 함은 채취하는 동안 제품이 화물탱크로 다시 유입되므로써 대기압에서 화물증기의 누출을 최소화하는 화물시료채취시스템을 말한다.

15. **코퍼댐**이라 함은 2개의 인접하는 강재의 격벽 또는 갑판 사이에 격리되어 있는 구역을 말한다. 이 구역은 보이드 스페이스 또는 평형수구역으로 할 수 있다.

16. **제어장소**라 함은 선박의 통신 또는 주요 항해장비나 비상전원이 설치된 구역, 또는 화재기록장치 또는 화재제어장치가 집중 배치되어 있는 구역을 말한다. 다만, 특별한 화재제어장치가 설치되어 있는 구역은 제외한다.

17. **인화성제품**이라 함은 **19절**의 표 f란에 "F" 로 표시한 화물을 말한다.

18. **인화성한계**라 함은 시험장치 내의 연료-산화제 혼합물에 외부로부터 충분히 강한 점화원을 적용하였을 때 인화되기 시작하는 연료-산화제 혼합물의 상태를 말한다.

19. FSS CODE라 함은 IMO 해사안전위원회에서 Res. MSC. 98(73)에서 채택한 최근 개정된 국제화재안전장치코드를 말한다.

20. **가스운반선**이라 함은 **19절**의 표에 게재되어 있는 액화가스 또는 기타 화물을 산적으로 운반하기 위하여 건조되거나 개조되는 선박을 말한다.

21. **가스연소장치**라 함은 연소에 의해 과도한 화물증기를 처리하는 장치를 말한다.

22. **가스소모장치**(gas consumer)라 함은 화물증기를 연료로 사용하는 선박 내에 있는 모든 장치를 말한다.

23. **위험구역**이라 함은 전기설비의 구조, 설치 및 사용에 대하여 특별한 조치가 요구되는 양의 가스 폭발 분위기가 존재하거나 존재할 것으로 예상되는 구역을 말한다. 가스 분위기가 존재하는 경우, 다음의 독성, 질식, 부식성, 반응성 및 저온의 위험요소는 존재할 수 있다. 이 위험요소들은 고려되어야 하며, 구역의 환기 및 승무원의 보호에 대한 추가적인 조치가 고려될 필요가 있다. 위험구역의 예는 다음을 포함하며, 이에 한정되지 않는다.(전기설비의 선택 및 설계의 목적에 대한 위험구역의 예제 및 분류의 별도의 목록은 **10절**을 참조한다.) **【지침 참조】**

(1) 화물격납설비 및 화물탱크용 압력도출관장치 또는 벤트장치의 내부, 화물을 포함하는 배관 및 설비의 내부

(2) 방벽간 구역

(3) 화물격납설비가 2차 방벽을 요구하는 경우의 화물창 구역

(4) 화물격납설비가 2차 방벽을 요구하지 않는 경우의 화물창 구역
(5) 2차 방벽이 요구되는 화물격납설비가 위치한 한겹의 가스밀 강재 주위벽에 의해 화물창 구역으로부터 분리된 구역
(6) 화물기기구역
(7) 화물용 밸브, 화물관 플랜지, 화물기기구역의 통풍용 출구 등과 같이 가능성 있는 가스방출원으로부터 3 m 이내에 있는 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위 구역
(8) 화물기기구역의 출입구 및 화물기기구역의 통풍용 흡입구로부터 1.5 m 이내에 있는 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위 구역
(9) 화물지역의 개방갑판 및 개방갑판 상의 화물지역의 전후 3 m 이내의 구역으로서 높이가 노출갑판으로부터 2.4 m 이내의 구역
(10) 화물격납설비가 노출되어 있는 경우에는 그 화물격납설비의 외부표면으로부터 2.4 m 이내의 구역
(11) 화물관이 설치된 폐위 또는 반폐위 구역. 다만, 보일오프가스를 연료로 사용하는 연소장치용 화물관이 설치된 구역은 제외한다.
(12) 모든 위험구역에 직접개구를 갖는 폐위 또는 반폐위 구역
(13) 화물격납설비 직상하부 또는 인접한 보이드구역, 코퍼댐, 트렁크, 통로 및 폐위 또는 반폐위 구역
(14) 벤트출구의 중심으로부터 상부가 반경 6 m 이내의 원통형(높이의 제한 없음)이고 하부가 반경 6 m의 반구형인 개방갑판 구역 및 개방갑판상의 반폐위 구역 및 벤트라이저 출구 근처
(15) 화물 메니폴드 밸브 주위에 설치된 화물 유출 보호용 격납설비의 안쪽 및 그 주위 3 m 이내의 구역으로서 높이가 갑판상으로부터 2.4 m 이내의 개방갑판상의 구역

24. **비위험구역**이라 함은 위험구역 이 외의 지역을 말한다.
25. **화물창 구역**이라 함은 화물격납설비가 있는 구획을 선체구조에 의해 폐위된 구역을 말한다. **【지침 참조】**
26. **독립**이라 함은 예를 들어 한 개의 관장치 또는 벤트장치가 다른 장치와 절대로 연결되지 않고 그리고 기타 장치와 잠재적인 연결을 위한 이용할 수 있는 장치가 없는 것을 말한다. **【지침 참조】**
27. **단열구역**이라 함은 방벽간 구역으로 된 경우 또는 그러하지 아니한 경우의 어느 경우에라도 단열재에 의하여 전부 또는 그 일부가 채워져 있는 구역을 말한다.
28. **방벽간 구역**이라 함은 단열재 또는 기타의 재료에 의하여 완전히 또는 그 일부가 채워져 있는 경우 또는 채워져 있지 아니하는 경우의 어느 경우라도 1차와 2차 방벽 사이의 구역을 말한다. **【지침 참조】**
29. **길이**(L)라 함은 국제만재흘수선협약에서 정의한 길이를 말한다.
30. **A류 기관구역**이라 함은 다음을 포함하는 장소 및 그 장소에 이르는 트렁크를 말한다.
(1) 주추진용 내연기관, 또는
(2) 주추진 이 외 용도로 합계출력이 375 kW 이상의 내연기관, 또는
(3) 기름보일러 또는 연료유장치 또는 보일러 이 외의 불활성가스발생장치나 소각기 등의 기름연소장치
31. **기관구역**이라 함은 A류 기관구역과 추진기관, 보일러, 연료유장치, 증기기관, 내연기관, 발전기, 주요전기설비, 급유장소, 냉동기계, 감요장치, 통풍기계 또는 공기조화장치를 포함한 기타구역 및 이와 유사한 구역과 이들 구역으로 통하는 트렁크를 말한다.
32. **최대허용설정압력**(MARVS)이라 함은 화물탱크의 도출밸브에 대한 최대허용설정압력을 말한다.
33. **지정된 검사원**이라 함은 조사, 검사 및 이들 면제의 부여와 관련 SOLAS 협약을 적용하는 주관청에 의해 지정/임명되는 검사원을 말한다.
34. **연료유장치**라 함은 기름보일러에 연료유를 이송하도록 준비된 장치 또는 내연기관에 가열유를 이송하도록 준비된 장치를 말하며 0.18 MPa 게이지압 이상의 압력으로 기름을 처리하는 유압펌프, 여과기 및 가열기를 포함한다.
35. **기구**라 함은 국제해사기구(IMO)를 말한다.
36. **구획침수율**이라 함은 어떤 구역에 물이 충만할 것으로 추정되는 용적과 그 구역의 전용적과의 비율을 말한다.
37. **항만주관청**이라 함은 선박이 하역하는 항구를 관리하는 당국을 말한다.
38. **1차방벽**이라 함은 화물격납설비가 2개의 주위벽으로 구성되는 경우에는 화물을 격납하기 위하여 설계된 내측의 구성요소를 말한다.
39. **제품**이라 함은 이 장의 **19절**에 기재된 가스목록을 포함하는 통합용어를 말한다.
40. **공용실**이라 함은 거주구역 일부로서 홀, 식당, 휴게실 및 이와 유사한 항시 폐위된 구역을 말한다.
41. **인정기관**이라 함은 SOLAS Ch XI-1/1에 적합한 주관청에 의해 위임된 기관을 말한다.
42. **인정하는 기준**이라 함은 우리 선급이 인정하는 국제 또는 국가 기준 혹은 기구에서 채택한 기준에 적합하고 우리 선급에 의하여 인정된 단체에 의하여 제정되고 유지되는 기준을 말한다.
43. **비중**이라 화물의 질량과 같은 용적의 청수질량과의 비를 말한다.

44. **2차방벽**이라 함은 1차방벽으로부터 액체화물의 어떠한 가상 누설을 일시적으로 격납하는 성능을 가지고 있고 또한 선체구조의 온도가 위험한 상태까지 떨어지는 것을 방지하도록 설계된 화물격납설비의 액밀되는 외측 구성요소를 말한다. 2차방벽의 종류는 **4절**에 더욱 상세하게 규정되어 있다.
45. **분리시스템**이라 함은 화물관장치와 벤트장치가 서로 영구적으로 연결되지 않는 것을 말한다.
46. **업무구역**이라 함은 조리실, 조리설비를 갖는 배식실, 로커, 우편실 및 금고실, 창고, 기관실의 일부를 형성하지 않는 공작실 및 이와 유사한 구역과 이들 구역에 이르는 트렁크를 말한다.
47. SOLAS라 함은 최근 개정된 1974년의 해상에서의 인명안전을 위한 국제협약을 말한다.
48. **탱크커버**라 함은 화물격납설비가 노출갑판상에 돌출되어 있는 경우, 화물격납설비를 보호하거나 갑판구조의 연속성 및 건전성을 확보하기 위한 보호구조를 말한다.
49. **탱크돔**이라 함은 화물탱크의 일부인 상부의 연장부를 말한다. 갑판하에 있는 화물격납설비의 경우, 탱크돔은 노출갑판 또는 탱크커버를 관통해서 돌출하게 된다.
50. **연소수단**(thermal oxidation method)이라 함은 보일오프가스를 선박용 연료로 사용하거나 **16절**의 규정을 적용받는 폐열장치로써 사용하거나 연료로써 가스를 사용하지 않는 이 장에 적합한 장치를 말한다.
51. **독성화물**이라 함은 **19절**의 표 f란에 "T"로 표시한 화물을 말한다.
52. **터릿구획**(turret compartments)이라 함은 분리 가능한 터릿계류장치의 회수 및 분리를 위한 설비와 기기, 고압용 유압조작장치, 화재방화설비 및 화물이송용 밸브를 포함하는 구역 및 트렁크를 말한다.
53. **증기압**이라 함은 특정 온도에서 액체의 절대포화 증기압을 말하며 Pa로 표시한다.
54. **보이드 스페이스**라 함은 화물지역 내에서 화물격납설비의 외측에 있는 폐위된 구역을 말하며 화물창 구역, 평형수구역, 연료유탱크, 화물펌프실, 화물압축기실 또는 통상 작업원이 사용하는 어떠한 구역도 포함하지 아니한다.

제 2 절 선박의 생존능력 및 화물탱크의 위치

201. 일반사항

1. 이 장의 적용을 받는 선박은 어떠한 외력에 의하여 선체손상이 야기되는 것을 가정했을 때 이에 따른 침수의 영향에서도 생존능력을 가져야 한다. 선박 및 환경을 보호하기 위하여 화물탱크는 선체외판으로부터 정하여진 최소거리 이상 떨어져 선박의 내측에 설치함으로서, 예를 들면, 안벽 또는 예선과의 접촉에 의하여 선박이 경미한 손상을 입은 경우에 화물탱크에 영향이 미치지 않도록 보호하고 또한 충돌이나 좌초시의 손상으로부터 보호하는 조치를 강구하여야 한다. 가정되는 손상형태 및 선체외판으로부터 화물탱크까지의 최소거리는 운송하는 화물의 위험도에 따라 정하여야 한다. 추가로, 선체외판으로부터 화물탱크까지의 최소거리는 화물창의 부피에 따라 정하여야 한다.
2. 이 장의 적용을 받는 선박은 다음 중 어느 하나의 형식으로 설계되어야 한다.
   (1) **1G형의 선박**이라 함은 **19절**의 표시 c란에 1 G로 표시된 화물을 운송하고자 하는 가스운반선으로서 화물의 누설을 방지하기 위하여 최고의 예방조치가 요구된다.
   (2) **2G형의 선박**이라 함은 **19절**의 표시 c란에 2 G로 표시된 화물을 운송하고자 하는 가스운반선으로서 화물의 누설을 방지하기 위하여 고도의 예방조치가 요구된다.
   (3) **2PG형 선박**이라 함은 **19절**에 화물의 누설을 방지하기 위하여 고도의 예방조치를 필요로 하는 것으로 표시된 화물을 운송하기 위한 길이 150 m 이하의 가스운반선으로서 적어도 0.7 MPa 게이지압의 최대허용설정압력 및 화물격납설비 설계온도가 -55 °C 이상으로 설계된 독립형탱크 형식 C(**423.** 참조)로서 화물을 운송하는 선박을 말한다. 길이 150 m를 초과하는 이와 같은 선박은 2 G형 선박으로 분류됨을 주의하여야 한다.
   (4) **3G형 선박**이라 함은 **19절**의 화물의 누설을 방지하기 위하여 보통의 예방조치를 필요로 하는 것으로 표시된 화물을 운송하고자 하는 가스운반선을 말한다.
   즉, 1 G형 선박은 가장 위험하다고 간주되는 화물을 운송하고자 하는 가스운반선이고 2 G/2 PG와 3 G형 선박은 점차적으로 위험부담이 감소되는 화물을 운송하고자 하는 가스운반선이다. 따라서 1 G형 선박은 가장 엄격한 손상기준에서 생존하여야 하며 그 화물탱크는 외판으로부터 선내측에 최대규정거리에 배치하여야 한다.
3. 개개의 화물에 대하여 요구되는 선박의 형식은 **19절**의 표 c란에 표시되어 있다.
4. **19절**에 게재된 화물을 2종 이상 운송하고자 할 때에는 가장 엄격한 선박의 형식에 대한 손상기준에 적합하여야 한다. 다만, 개개의 화물탱크의 위치에 대한 규정은 운송하고자 하는 개개의 화물에 따른 선종의 규정을 따른다.
5. 다양한 화물탱크의 형식에 따른 형선의 위치는 **그림 7.5.1** (a)에서 (e)까지를 참고한다.

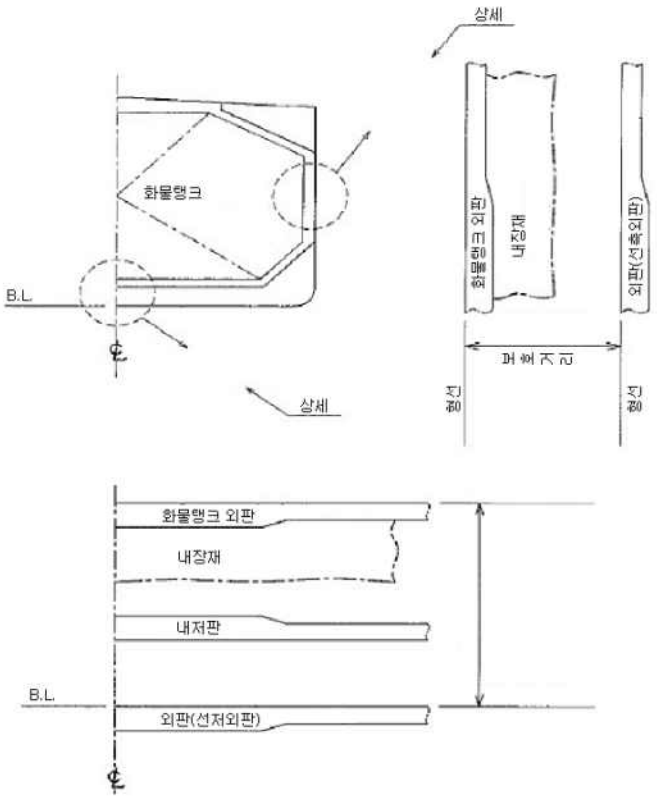


그림 7.5.1 (a) - 보호거리 (독립형 주형탱크)

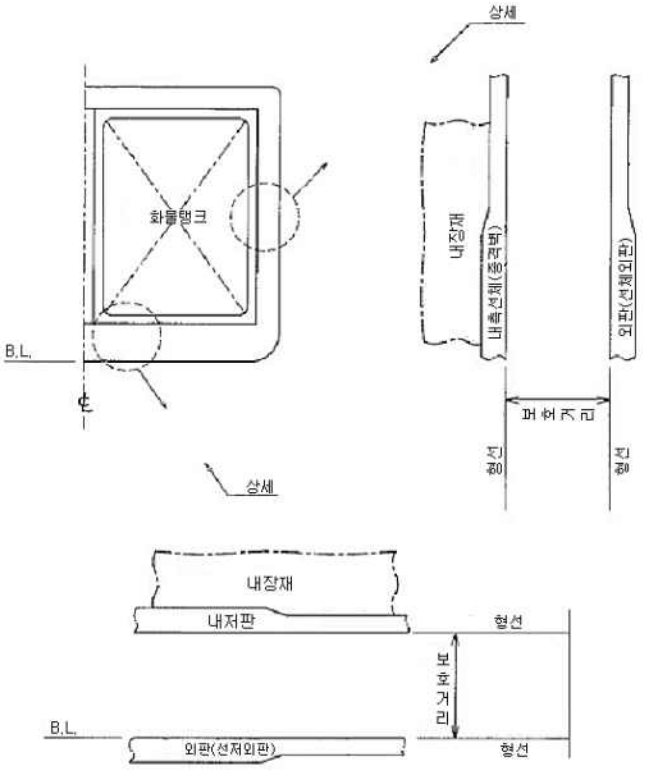


그림 7.5.1 (b) - 보호거리 (세미멤브레인탱크)

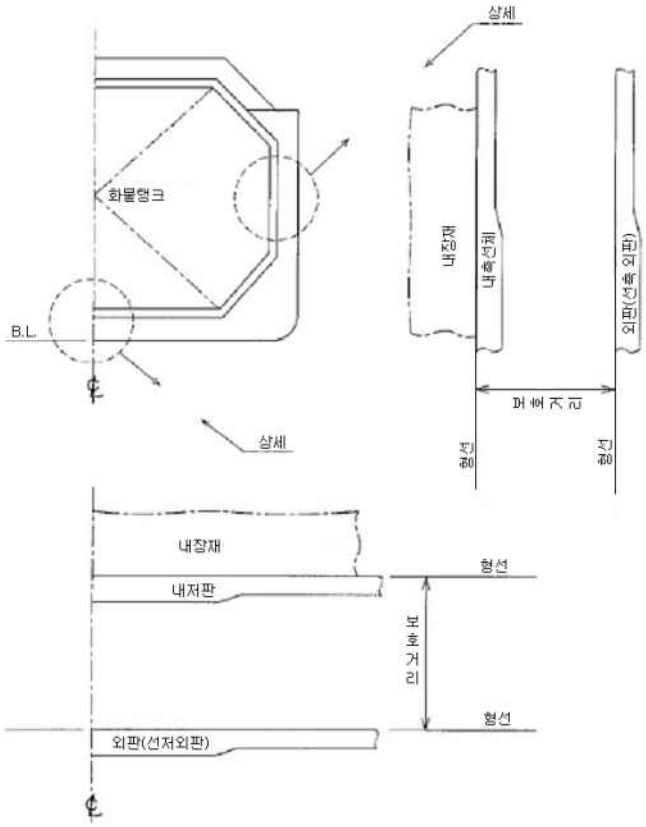


그림 7.5.1 (c) - 보호거리 (멤브레인탱크)

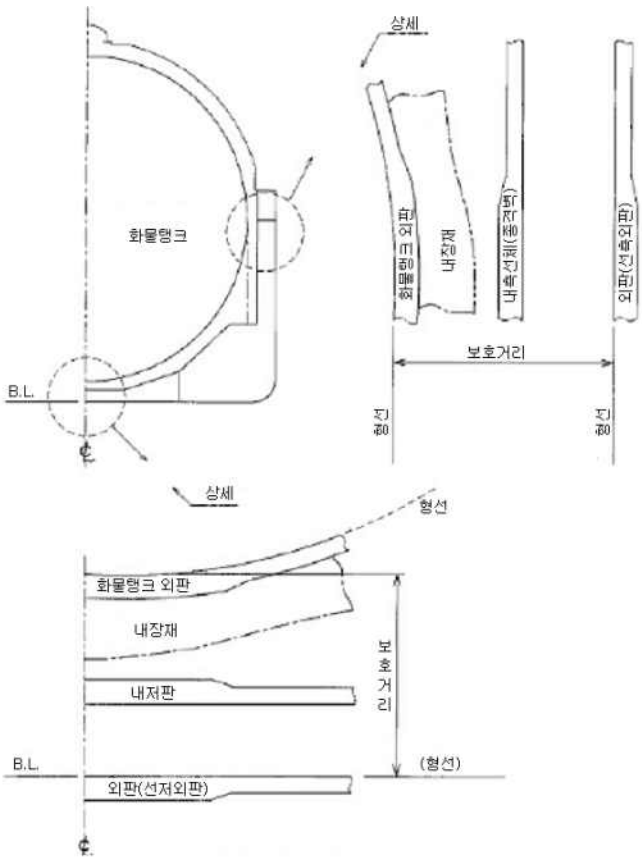


그림 7.5.1 (d) - 보호거리 (구형 탱크)

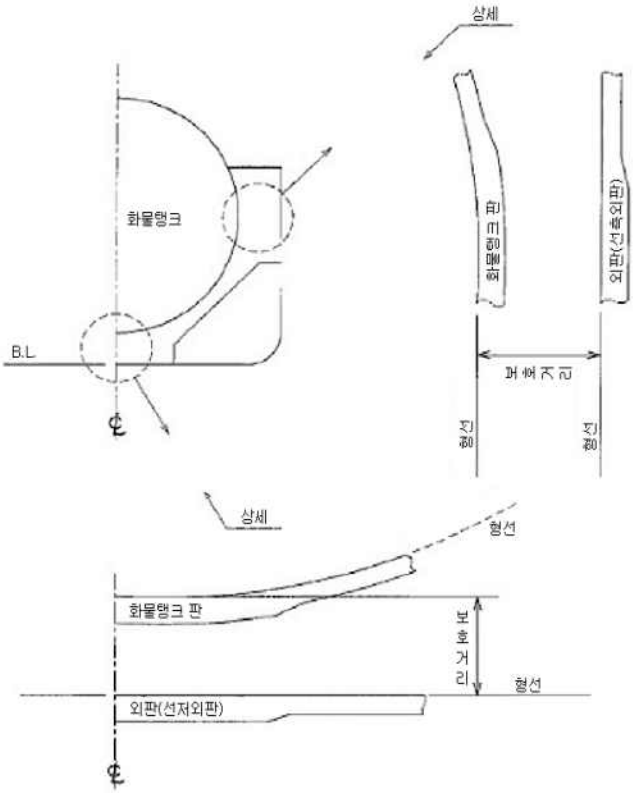


그림 7.5.1 (e) - 보호거리 (압력용기 탱크)

202. 건현 및 복원성

1. 이 장의 적용을 받는 선박은 현행 국제만재흘수선협약에 의하여 정한 최소건현을 지정받을 수 있다. 다만, 지정된 흘수는 이 장에 의해 별도로 정하는 최대흘수를 넘어서는 안 된다.
2. 모든 항해상태 및 화물의 양하 및 적하중의 선박의 복원성은 우리 선급이 인정하는 기준에 따라야 한다. 이 때 인정하는 기준에는 해당되는 부분적하와 해상에서의 적하 및 양하가 포함된다. 또한, 평형수 작업중에도 복원성 요건은 만족하여야 한다.
3. 소비성 액체의 자유표면영향을 계산할 때에는 종류별 액체에 대하여 적어도 횡방향으로 한쌍의 탱크 또는 1개의 중앙탱크가 자유표면을 갖는다고 가정하여야 한다. 그리고 자유표면을 갖는 것으로 가정하는 탱크는 자유표면의 영향이 최대가 되는 탱크이어야 한다. 비손상 구획실 내의 자유표면 영향은 우리 선급이 인정하는 방법에 의하여 계산되어야 한다.
4. 고체밸러스트는 보통 화물지역 내의 이중저구획에 사용하여서는 안 된다. 그러나 복원성을 고려하여 이와 같은 구획에 고체밸러스트의 사용이 불가피할 경우에는 검사를 위해 접근이 가능하며, 선저손상으로 인한 충격하중이 화물탱크 구조에 직접 전달되지 않도록 고려하여 그 배치를 결정하여야 한다. **【지침 참조】**
5. 선박의 선장에게는 적하 및 복원성에 관한 정보책자가 제공되어야 한다. 이 정보책자에는 대표적인 운항 상태, 적하, 양하 및 평형수주입 작업의 상세 및 기타 적하조건을 평가하는 방책과 선박의 생존능력의 개요를 포함하여야 한다. 또한, 이 정보책자는 선장이 안정성 및 내항성을 유지하면서 적하하고 조선할 수 있도록 충분한 정보를 포함하여야 한다.
6. 국제 액화가스 산적운반선 코드(IGC Code) 적용대상의 모든 선박은 손상 및 비손상 복원성 요건을 만족시키고 있음을 검증 가능케 하는 복원성 적하지침기기를 설치하여야 하며, 그러한 기기는 기구가 권고한 성능기준을 고려하여 우리 선급이 승인한 것이어야 한다. **【지침 참조】**
   (1) 2016년 7월 1일 전에 건조된 선박은, 2016년 7월 1일 이후의 첫 계획된 정기검사 시까지, 그러나 늦어도 2021년 7월 1일 전에 이 요건을 충족하여야 한다.
   (2) 상기 (1)의 요건에도 불구하고, 2016년 7월 1일 전에 건조된 선박에 설치된 복원성 적하지침기기는 손상 및 비손상 복원성 요건 검증에 적합하고 선급이 인정하는 경우, 교체할 필요가 없다.
   (3) 우리 선급이 인정하는 경우, 이 항의 요건을 면제할 수 있으며 이러한 면제는 IGC **적합증서**에 명기되어야 한다.

7. 6항의 적용대상 선박이 아닌 경우, 해당 선적국의 요건에 적합하여야 한다.
8. **적하상태**
손상시 생존능력은 예측되는 적하상태와 흘수 및 트림의 변화에 대해 우리 선급에 제출된 적하지침서를 근거로 검토되어야 한다. 이는 평형수 적하상태 및 화물잔량(cargo heel) 적하상태를 포함한다.

203. 손상가정

1. 가정 최대손상범위는 다음에 따른다.

(1) 선측 손상 :		
(가) 종방향의 범위:	1/3 $L^{2/3}$ 또는 14.5 m 중 작은 쪽	
(나) 횡방향의 범위:	B/5 또는 11.5 m 중 작은 쪽, 하기만재흘수선의 위치에서 외판의 형선으로부터 내측으로 선체중심선에 직각 방향으로 측정한다.	
(다) 수직방향의 범위:	한정없이 상방전부, 선저외판의 형선으로부터 측정한다.	
(2) 선저 손상:		
	선박의 전부수선에서 0.3 L의 범위	기타의 범위
(가) 종방향의 범위:	1/3 $L^{2/3}$ 또는 14.5 m 중 작은 값	1/3 $L^{2/3}$ 또는 14.5m 중 작은 값
(나) 횡방향의 범위:	B/6 또는 10 m 중 작은 값	B/6 또는 5 m 중 작은 값
(다) 수직방향의 범위:	B/15 또는 2 m 중 작은 값 선체중심선에서 선저외판의 내면에서 측정한다. (204.의 3항)	B/15 또는 2 m 중 작은 값 선체중심선에서 선저외판의 내면에서 측정한다. (204.의 3항)

2. **기타 손상**
(1) 1항에 정하는 최대손상보다 작은 범위의 손상이 보다 심한 상태를 야기할 경우에는 그러한 손상을 가정하여야 한다.
(2) 화물지역의 모든 장소에서 204.의 1항 (1)호에 정의된 거리 d (선체외판의 형선에 직각으로 계측)까지의 국부손상을 고려하여야 한다. 206.의 1항이 적용되는 경우, 횡격벽도 손상을 받는 것으로 가정하여야 한다. d 보다 작은 범위의 손상이 더 가혹한 상태가 되는 경우, 이들 손상도 가정하여야 한다. **【지침 참조】**

204. 화물탱크의 위치

1. 화물탱크는 다음 거리의 선내측에 설치하여야 한다.
(1) 1 G형 선박 : 외판의 형선으로부터 203.의 1항 (1)호 (나)에 정하는 손상의 횡방향 범위 이상이고, 선체중심선에서 선저외판의 형선으로부터 203.의 1항 (2)호 (다)에 정하는 손상의 수직방향범위 이상이며, 또한, 모든 위치에서 다음에 따른 d 이상.
(가) $V_c \le 1{,}000\,\mathrm{m}^3$ 인 경우, $d = 0.8\mathrm{m}$;
(나) $1{,}000\,\mathrm{m}^3 < V_c < 5{,}000\,\mathrm{m}^3$ 인 경우, $d = 0.75 + V_c \times 0.2/4{,}000\,\mathrm{m}$
(다) $5{,}000\,\mathrm{m}^3 \le V_c < 30{,}000\,\mathrm{m}^3$ 인 경우, $d = 0.8 + V_c/25{,}000\,\mathrm{m}$
(라) $V_c \ge 30{,}000\,\mathrm{m}^3$ 인 경우, $d = 2\,\mathrm{m}$
V_c : 20°C에서 돔(dome)과 부속물(**그림 7.5.2** 및 **그림 7.5.3** 참조)을 포함하는 각 화물탱크의 총 설계부피. 화물탱크의 보호거리를 위해, 화물탱크의 부피는 하나의 공통격벽을 포함하는 탱크의 모든 부분 부피의 합으로 함.
d : 임의의 단면에서 외판의 형선으로부터 직각으로 측정한 거리.
탱크크기의 제한은 이 장의 **17절**에 따라, 1G형 선박의 화물에 적용할 수 있다.
(2) 2 G/2 PG형 선박 : 선체중심선에서 선저외판의 형선으로부터 203.의 1항 (2)호 (다)에 정하는 손상의 수직방향범

위 이상이며, 또한 모든 위치에서 **204.**의 1항 (1)호 (**그림 7.5.2** 및 **그림 7.5.4** 참조)에 정의된 거리 d 이상.

(3) 3G형 선박 : 선체중심선에서 선저외판의 형선으로부터 **203.**의 1항 (2)호 (다)에 정하는 손상의 수직방향범위 이상이며, 또한 모든 위치에서 선체외판의 형선으로부터 직각거리 $d = 0.8\text{m}$ 이상(**그림 7.5.2** 및 **그림 7.5.5** 참조).

2. 탱크위치를 정하기 위하여 멤브레인 또는 세미멤브레인탱크의 경우, 선저손상의 수직방향범위는 내저판까지, 기타 탱크의 경우에는 화물탱크의 저부까지 측정하여야 한다. 멤브레인 또는 세미멤브레인탱크의 경우, 선측손상의 횡방향범위는 종격벽까지, 기타 탱크의 경우에는 화물탱크의 측부까지 측정하여야 한다. 이 조 및 **203.**에 명시된 거리는 **그림 7.5.1** (a)에서 (e)까지와 같이 적용하여야 한다. 이 때 거리는 내장재를 제외한 판에서 판까지, 즉 형선에서 형선까지 측정하여야 한다.

3. 1 G형 선박을 제외한 선박에 대해, 화물탱크 내의 흡입용 웰은 가능한 한 작게 하고 또한 웰의 돌출을 내저판 아래로 이중저 깊이의 25 % 또는 350 mm 중 작은 것 이하로 할 경우, **203.**의 1항 (2)호 (다)에 정한 선저손상의 수직방향 범위 내에 돌출될 수 있다. 이중저가 없는 경우 선저손상의 범위로 돌출은 350 mm를 넘어서는 안 된다. 이 항에 적합하게 설치되는 흡입용 웰은 손상에 의하여 영향을 받는 구획실을 결정할 때 고려하지 않을 수 있다. **【지침 참조】**

4. 화물탱크는 선수격벽의 전방에 있어서는 안 된다.

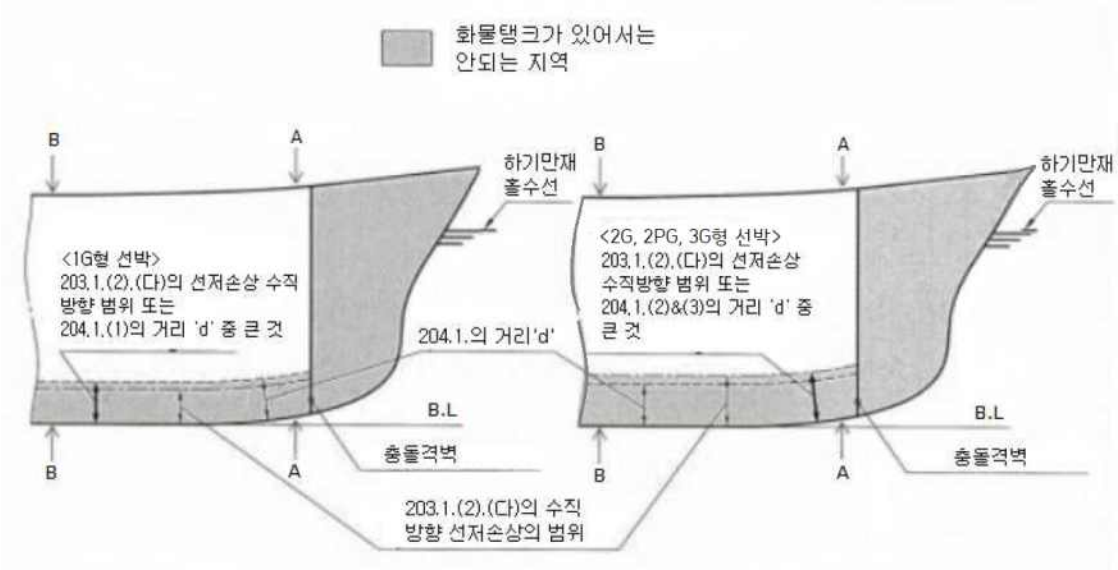


그림 7.5.2 탱크위치의 요건 (종단면-1G, 2G, 2PG 및 3G 형 선박)

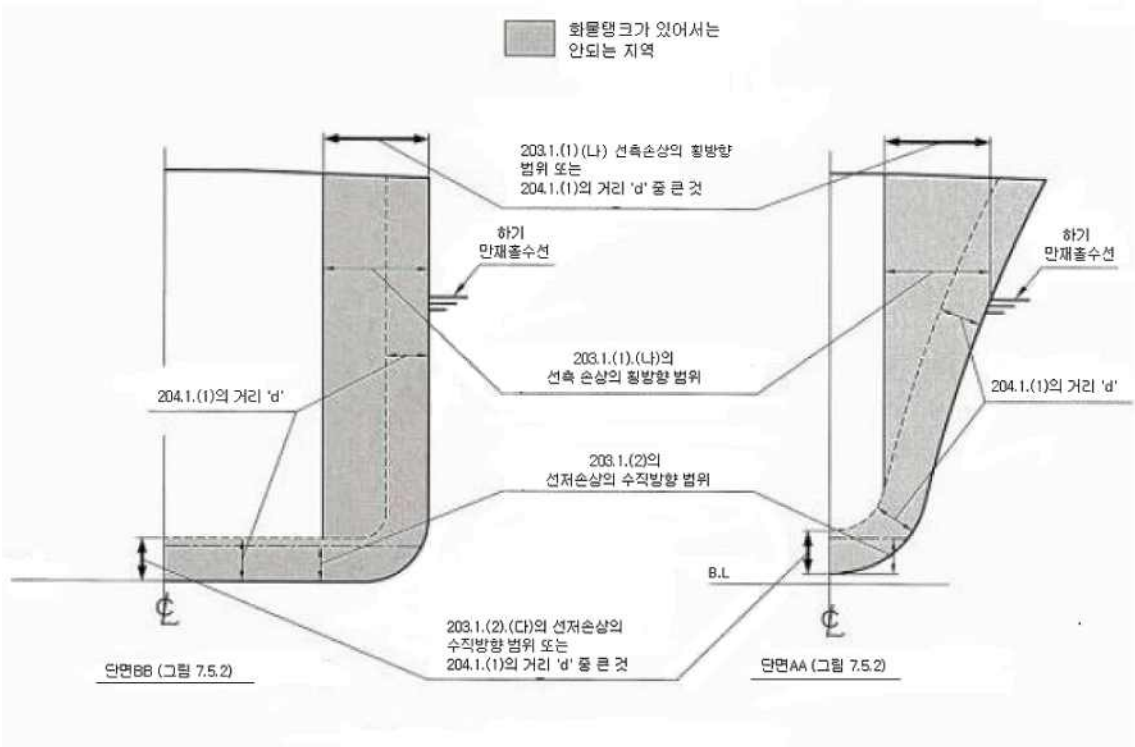


그림 7.5.3 탱크위치의 요건 (횡단면-1G형 선박)

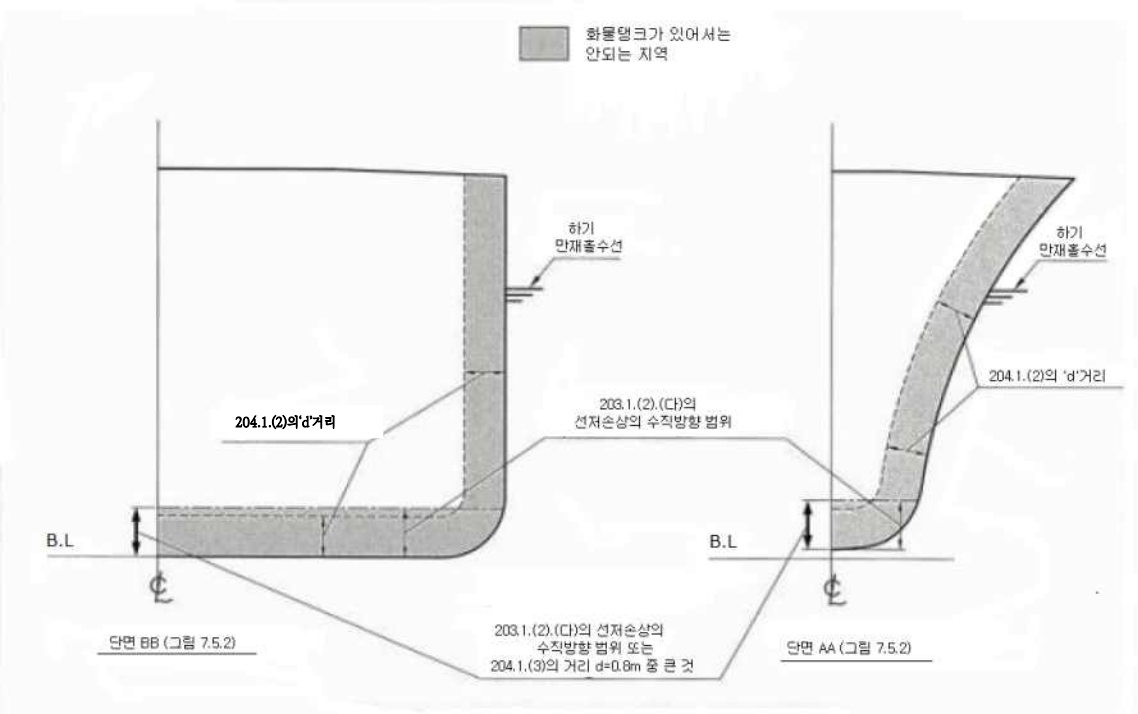


그림 7.5.4 탱크위치의 요건 (횡단면-2G 및 2PG형 선박)

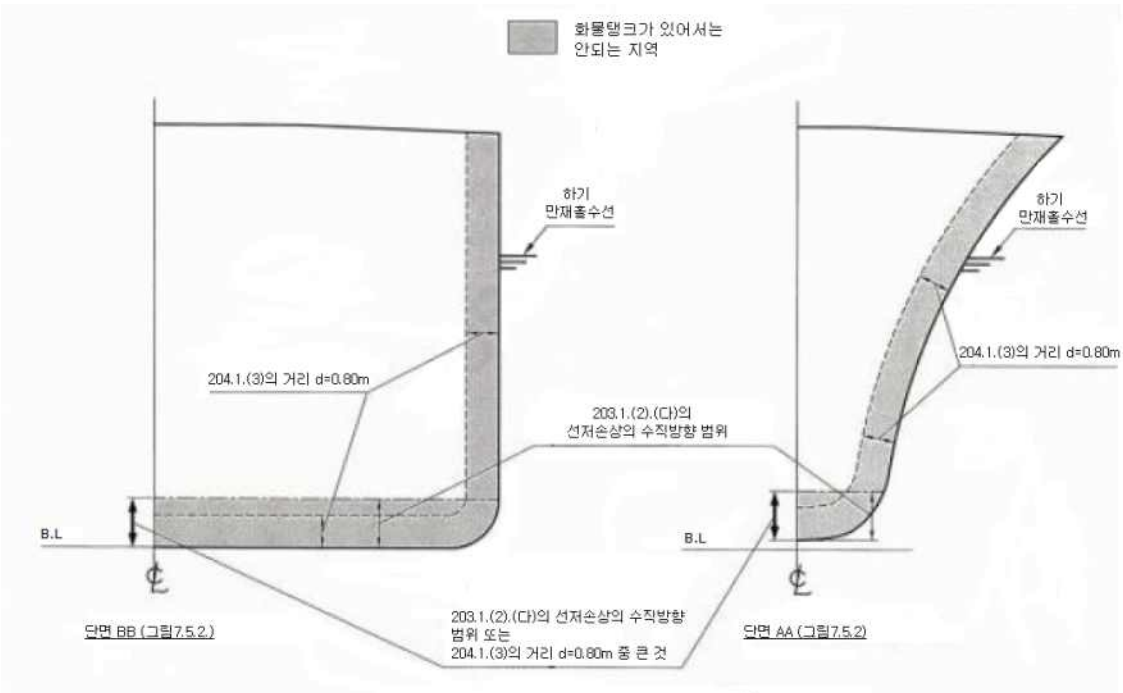


그림 7.5.5 탱크위치의 요건 (횡단면-3G형 선박)

205. 침수의 가상 【지침 참조】

1. 207.의 요건은 선박의 설계특성, 손상구획실의 배치, 형상 및 내용물, 액체의 분포, 비중 및 자유표면의 영향과 모든 적하상태에 대한 흘수 및 트림을 고려한 계산에 의하여 확인하여야 한다.
2. 손상 받은 것으로 가정하는 장소의 침수율은 다음에 따른다.

장소	침수율
선용품용 장소	0.60
거주설비가 있는 장소	0.95
기관이 있는 장소	0.85
보이드스페이스	0.95
화물창 구역	0.95(1)
소비성 액체용 장소	0 ~ 0.95(2)
기타 액체용 장소	0 ~ 0.95(2)

(비고)
(1) 다른 장소의 침수율은 상세 계산에 기초하여 고려할 수 있다. SOLAS Ch II-1 Part B-1의 규정에 대한 해석(MSC/Circ.651)을 참고한다.
(2) 부분 적재된 구획의 침수율은 구획에 적재되는 액체의 양과 일치되어야 한다.

3. 손상이 액체가 들어있는 탱크를 관통하는 경우에는 항상 내용액은 해당구획으로부터 완전히 유출하여 최종 평형 액면의 위치까지 해수와 대체되는 것으로 가정하여야 한다.
4. 206.의 1항 (4)호에서 (6)호에 정한 것과 같이 횡수밀격벽간의 구조가 손상된 경우, 침수구획실 결정상 횡격벽이 유효하다고 간주하기 위해 횡격벽은 203.의 1항 (1)호 (가)에 정하는 손상의 종방향범위와 적어도 같은 길이의 간격으로 설치되어야 한다. 이 간격보다 좁은 간격으로 횡격벽이 1개 또는 그 이상 설치되어 있는 경우, 가정손상의 종방향 범위 내의 횡수밀격벽은 침수구획실 결정상 존재하지 않는 것으로 간주하여야 한다. 더우기 선측구획 또는 이중저구획의 경계가 되는 횡격벽의 모든 부분은 수밀격벽구획이 203.에 의하여 요구되는 수직 또는 수평 손상의 범위 내에 있을 경우에는 손상되는 것으로 가정하여야 하며, 또한 길이 3 m를 초과하는 계단부 또는 굴절부가 가정손상의 관통범위 내에 있는 경우의 모든 횡격벽도 손상되는 것으로 가정하여야 한다. 선미격벽 및 선미탱크 천정이 형성하는 계단부는 이 항의 적용상 계단부로 간주하여서는 안 된다.
5. 선박은 효과적인 배치에 의하여 비대칭 침수를 최소한으로 유지하도록 설계하여야 한다.
6. 밸브 또는 수평조정용 교차관(cross-levelling pipes)과 같은 기계적 수단이 필요한 평형설비를 설치할 경우, 이들 장치는 207.의 1항의 요건을 충족시키기 위하여 횡경사각을 감소시키거나 잔존복원력의 최소범위를 달성하는 목적으로 고려하여서는 안 되며, 또한 평형설비가 사용되는 모든 단계에서 충분한 잔존복원력을 유지하여야 한다. 큰 단면의 덕트에 의하여 연결되는 구획은 공통구획으로 간주할 수 있다.
7. 관, 덕트, 트렁크 또는 터널이 203.의 손상범위 내에 있는 경우에는 손상이 발생하여 침수하게 될 구획실 이외의 구획실에 침수가 미치지 않도록 하여야 한다.
8. 선측손상부 직상에 있는 선루의 부력은 고려하여서는 안 된다. 그러나 손상범위 외의 선루의 비침수부는 다음과 같은 경우에는 고려할 수 있다.
   (1) 해당 비침수부가 수밀격벽에 의하여 손상개소로부터 분리되고 207.의 1항 (1)호의 요건에 적합한 경우 및
   (2) 이러한 구획에 있는 개구가 원격조작의 슬라이딩 수밀문에 의하여 폐쇄할 수 있고, 보호되어 있지 아니한 개구가 207.의 2항 (1)호에 요구되는 잔존복원력의 최소범위 내에서 침수되지 않는 경우. 그러나 풍우밀로 폐쇄되는 기타 개구의 침수는 허용될 수 있다.

206. 손상기준 【지침 참조】

1. 선박은 다음의 선박종류에 따른 범위에서 203.에 따른 손상을 받고 205.의 침수가 발생한 경우에도 생존할 수 있어야 한다.
   (1) 1 G형 선박은 선박 길이방향의 모든 부분이 손상된 것으로 가정하여야 한다.
   (2) 길이 150 m를 초과하는 2 G형 선박은 선박 길이방향의 모든 부분이 손상된 것으로 가정하여야 한다.
   (3) 길이 150 m 이하의 2 G형 선박은 선미부 기관구역의 어느 1개의 격벽을 포함하는 위치를 제외하고, 그 길이방향의 모든 부분이 손상된 것으로 가정하여야 한다.

(4) 2PG형 선박은 203.의 1항 (1)호 (가)에 정하는 손상의 종방향범위를 초과하는 간격으로 배치된 횡격벽을 포함하는 위치를 제외하고, 그 길이 방향의 모든 부분이 손상된 것으로 가정하여야 한다.

(5) 길이 80 m 이상의 3 G형 선박은 203.의 1항 (1)호 (가)에 정하는 종방향 손상범위를 초과하는 간격으로 배치된 횡격벽을 포함하는 위치를 제외하고, 그 길이방향의 모든 부분이 손상된 것으로 가정하여야 한다.

(6) 길이 80 m 미만의 3 G형 선박은 203.의 1항 (1)호 (가)에 정하는 종방향 손상범위를 초과하는 간격으로 배치된 횡격벽을 포함하는 위치 및 후부에 있는 기관구역을 포함한 손상을 제외하고 그 길이방향의 모든 부분이 손상된 것으로 가정하여야 한다.

2. 소형의 2 G/2 PG 선박 및 3 G형 선박이 1항 (3)호, (4)호 및 (6)호의 규정에 모든 면에서 적합하지 않을 경우, 우리 선급은 동등한 안전도를 유지하는 대체조치를 취하는 조건으로 특별히 완화를 고려할 수 있다. 대체조치의 내용에 대하여는 승인을 받고 명확히 기재하여 주관청에 제시할 수 있도록 하여야 한다. 이와 같은 모든 완화사항은 104.의 4항의 액화가스 산적운송에 관한 국제적합증서(이하 IGC **적합증서**라 한다.)상에 적절한 절차에 따라 기재하여야 한다.

207. 생존요건 【지침 참조】

이 장이 적용되는 선박은 206.의 기준에 따라 203.의 손상범위에 대하여 안정된 평형상태로 생존할 수 있어야 하며 또한 다음 기준을 만족하여야 한다.

1. **침수의 모든 단계에서 :**

(1) 선박의 침하, 횡경사 및 종경사를 고려한 흘수선은 침수가 진행중이거나 새로운 침수가 발생할 우려가 있는 모든 개구의 하단부보다 하방에 있어야 한다. 그러한 개구는 공기관 및 풍우밀문 또는 창구덮개에 의하여 폐쇄되는 개구를 포함하여야 하며, 수밀 맨홀덮개, 수밀 평갑판구(watertight flush scuttle), 갑판의 건전성을 높이기 위한 소형 수밀 화물창구덮개로 폐쇄되는 개구와 원격조작 수밀 슬라이딩 문 및 고정식 현창(non-opening type side scuttles)은 제외할 수 있다.

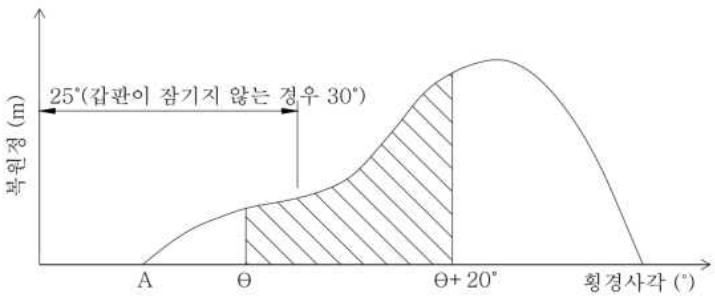
(2) 비대칭 침수에 의한 최대횡경사각은 30°를 초과하여서는 안 된다.

(3) 침수의 중간단계에서의 잔존복원력은 2항 (1)호에서 요구하는 것 이상이어야 한다.

2. **침수 후의 최종평형시 :**

(1) 복원정곡선은 평형상태로부터 적어도 20°의 복원력 범위를 갖고 또한 20°의 범위 내에서 적어도 0.1 m의 최대 잔존복원정을 가져야 한다. 이 범위내의 곡선하의 면적은 0.0175 m rad 이상이어야 한다. 복원정 곡선은 침수후의 최종 평행상태로부터 25°(노출갑판이 잠기지 않은 경우 30°)의 횡경사까지의 사이에 임의의 횡경사 각으로부터 20°의 잔존복원 범위에서 규정을 만족하는 것으로 할 수 있다. 비보호 개구는 해당구역이 침수한다고 가정하는 경우를 제외하고 이 범위 내에서 침수되어서는 안 된다. 이 범위 내에서 1항 (1)호에 규정된 개구 및 풍우밀 폐쇄할 수 있는 기타 개구의 침수는 인정할 수 있다. (**그림 7.5.6 참조**)

(2) 비상용 동력원은 작동할 수 있어야 한다.



θ : 최종 평형상태의 횡경사각(A)과 25°(갑판이 잠기지 않는 경우는 30°) 사이의 임의의 횡경사각

그림 7.5.6

제 3 절 선체배치

301. 화물지역의 격리 【지침 참조】

1. 화물창 구역은 기관 및 보일러구역, 거주구역, 업무구역, 제어장소, 체인로커, 청수탱크 및 창고와 격리되어야 한다. 화물창 구역은 A류 기관구역의 전방에 위치하여야 한다. SOLAS II-2/17 에 기초하여, 화물의 방출 및 경감수단을 포함한 위험성을 고려하여, A류 기관구역을 화물창 구역 전방에 위치하는 배치를 허용할 수 있다.
2. 완전 또는 부분 2차 방벽을 필요로 하지 않는 화물격납설비로 화물을 운송하는 경우 화물창 구역은 1항의 구역 또는 화물창 구역 직하 또는 화물창 구역 외측의 구역으로부터 코퍼댐, 연료유탱크 또는 A-60급 전체 용접구조의 단일 가스밀 격벽으로 유효하게 격리시켜야 한다. 인접구역에 발화원 또는 화재위험이 없는 경우, A-0급 단일 가스밀 경계로 할 수 있다.
3. 완전 또는 부분 2차 방벽을 필요로 하는 화물격납설비로 화물을 운송하는 경우, 화물창 구역은 1항의 구역, 발화원 또는 화재의 위험이 있는 구역을 포함하는 화물창 구역의 직하 또는 외측의 구역으로부터 코퍼댐 또는 연료유탱크로 유효하게 격리시켜야 한다. 인접구역에 발화원 또는 화재위험이 없는 경우, A-0급 단일 가스밀 경계로 할 수 있다.
4. 터릿형 구획(turret compartments)은 1항의 구역 또는 발화원 또는 화재 위험요소를 포함하는 터릿형 구획의 직하 또는 외부의 구역으로부터 코퍼댐 또는 A-60급 경계로 유효하게 격리시켜야 한다. 인접구역에 발화원 또는 화재위험이 없는 경우, A-0급 단일 가스밀로 격리시킬 수 있다.
5. 추가로, 터릿형 구획으로부터 인접구역으로의 화재전파 위험성은 위험성해석에 의해 평가되어야 한다.(101.의 7항 참조) 그리고, 필요한 경우 터릿형 구역의 주위로 코퍼댐을 배치하는 것과 같은 추가의 예방조치를 하여야 한다.
6. 완전 또는 부분 2차 방벽을 필요로 하는 화물격납설비로 화물을 운송하는 경우에는 다음의 규정에 따른다.
   (1) 화물온도가 -10 °C미만의 경우에는 화물창 구역은 이중저로서 해수로부터 격리하여야 한다.
   (2) 화물온도가 -55 °C미만의 경우에는 화물창 구역은 이중저로서 해수로부터 격리하고 또한 선측탱크를 구성하는 종통격벽도 설치하여야 한다.
7. 화물격납설비의 노출갑판상 개구에는 유효한 폐쇄장치를 설치하여야 한다.

302. 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소 【지침 참조】

1. **화물지역** 내에는 거주구역, 업무구역 또는 제어장소를 설치하여서는 안 된다. 화물지역에 접하는 거주구역, 업무구역 또는 제어장소의 위벽은 2차방벽을 필요로 하는 격납설비를 갖는 선박의 갑판 또는 격벽의 단층파괴에 의하여 화물창 구역으로부터 해당 구역으로 가스가 침입하는 것을 피할 수 있도록 배치하여야 한다.
2. 거주구역, 기관구역, 업무구역 및 제어장소의 공기흡입구/배출구 및 개구의 위치는 화물관장치, 화물벤트장치 및 가스연소장치로부터의 기관구역의 배기와 관련하여 유해한 화물증기의 위험으로부터 보호되도록 고려하여야 한다.
3. 거주구역이 선미부에 있는 경우, 306.의 1항에서 허용하는 에어로크를 통하여 화물지역 전방에 있는 업무구역으로 통하는 경우를 제외하고, 문의 가스밀 여부에 관계없이 비위험지역으로부터 위험지역으로 통하는 문을 설치하여서는 안 된다.
4. (1) 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소의 출입구, 공기흡입구 및 개구는 화물지역에 면해서는 안 된다. 이들의 개구는 화물지역에 면하고 있지 않은 단부 격벽에 배치하거나 화물지역에 면하는 선루 또는 갑판실 단부로부터 $L/25$ 또는 3 m 중 큰 것 이상의 거리로 선루 또는 갑판실 측부에 배치하여야 한다. 다만, 이 거리는 5 m를 넘을 필요는 없다.
   (2) 화물지역에 면하는 창/현창 및 위에 언급한 범위 내의 선루 또는 갑판실 측부의 창/현창은 고정식(비개폐식)이어야 한다. 조타실이 신속하고 유효하게 가스밀 되도록 설계할 경우 조타실의 창은 비고정식으로 할 수 있으며 조타실 문은 (1)호의 제한범위 내에 설치할 수 있다.
   (3) 인화성이나 유독위험이 없는 화물을 운송하는 선박에 대하여 우리 선급은 이 규정을 완화할 수 있다.
   (4) 발화원이 있는 선수루 구역으로의 출입은 문이 10절에 따른 위험지역의 바깥쪽에 설치되는 경우, 화물지역을 면하는 하나의 문으로만 허용할 수 있다.
5. 조타실의 창들을 제외한, 화물지역에 면하는 창/현창 및 4항 (1)의 언급한 범위 내의 선루 또는 갑판실 측면의 창/현창은 "A-60"급이어야 한다. 최상층 전통갑판하의 외판 및 제1층의 선루 또는 갑판실에 설치하는 현창은 고정식(비개폐식)이어야 한다. *(2019)*
6. 거주구역, 업무구역 및 제어장소의 모든 공기흡입구/배출구 및 기타 개구는 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 독성화물을 운송하는 경우, 폐쇄장치는 구역 내부에서 작동시킬 수 있어야 한다. 독성화물을 운송하는 경우 구역 내부에서 작동할 수 있는 폐쇄장치를 갖춘 공기흡입구 및 개구의 설치에 관한 요건은 갑판창고, 선수창고, 작업실과 같이 일반적으로

무인구역에 대하여는 적용하지 않는다. 추가로, 이 요건은 화물지역 내에 위치한 화물제어실에도 적용하지 않는다.

7. 터릿형 설비의 제어실 및 기관구역은 화물탱크의 전방 또는 후방의 화물지역에 설치할 수 있다. 발화원을 포함한 이 구역의 출입은 문이 위험지역 바깥쪽에 위치하거나 에어로크를 통과하는 경우, 화물지역에 면하는 문을 통해서 가능하다.

303. 화물기기구역 및 터릿형 구획 【지침 참조】

1. 화물기기구역은 노출갑판 상부 및 화물지역 내에 설치하여야 한다.
화물기기구역 및 터릿형 구획은 SOLAS 제II-2장 제9규칙 2.4항에 따른 방화구조 목적상, SOLAS 제II-2장 제4규칙 5.10항에 따른 폭발방지 목적상, 화물펌프실로서 취급되어야 한다.
2. 화물기기구역이 최후부 화물창 구역의 후단에, 또는 최전부 화물창 구역의 전단에 설치되어 있을 경우, 105.의 6항에서 정의된 것과 같은 화물지역은 선박의 전 너비 및 깊이까지의 화물기기구역 및 이들 구역 상부의 갑판구역을 포함하도록 확대되어야 한다.
3. 화물지역의 한계가 2항에 의하여 확대될 경우, 거주 및 업무구역, 제어장소 및 A류 기관구역을 화물기기구역과 분리시키는 격벽은 갑판 또는 격벽의 단층파괴를 통하여 가스가 이 구역으로 침입하지 못하도록 설치되어야 한다.
4. 격벽 관통부가 두 구역을 유효하게 가스밀로 분리하는 경우, 화물압축기 및 화물펌프는 격벽 또는 갑판에 의해 분리되는 인접한 비위험구역에 있는 전기모터로 구동할 수 있다. 대안으로, 전기설비가 10절의 요건을 만족하는 경우, 화물압축기 및 화물펌프는 같은 구역에 설치된 승인된 안전형 전동기로 구동될 수 있다.
5. 화물기기구역 및 터릿형 구획은 보호복 및 호흡구를 착용한 사람이 지장없이 안전하게 통행할 수 있고 사고시 의식불명의 사람을 운반할 수 있도록 배치하여야 한다. 화물기기구역에는 최소한 2개의 멀리 떨어진 탈출로와 문이 설치되어야 하며, 문까지 최대이동거리가 5 m 이하인 경우, 하나의 탈출로를 허용할 수 있다.
6. 하역에 필요한 모든 밸브는 보호복을 착용한 사람이 용이하게 접근할 수 있도록 배치하여야 한다. 화물펌프실 및 화물압축기실에는 배수할 수 있는 적절한 설비를 갖추어야 한다.
7. 터릿형 구획은 폭발 또는 제어되지 않은 고압가스분출(과압 및/또는 취성파괴)의 경우에도 구조 건전성을 유지하도록 설계되어야 하며 이러한 특성은 압력방출장치의 성능을 고려한 위험성 해석을 기초하여 입증되어야 한다.

304. 화물제어실 【지침 참조】

1. 모든 화물제어실은 노출갑판 상부에 배치하여야 한다. 하지만 화물지역 내에 배치할 수도 있다. 다만, 화물제어실은 다음에 정하는 상태를 만족할 경우, 거주구역, 업무구역 또는 제어장소 구역 내에 배치할 수 있다.
(1) 화물제어실은 비위험지역이어야 한다. 그리고,
(2) 출입구가 302.의 4항 (1)의 규정에 적합한 경우, 제어실은 상기에서 규정한 구역에 출입문을 설치할 수 있다.
(3) 출입구가 302.의 4항 (1)의 규정에 적합하지 않을 경우, 화물제어실은 상기에서 규정한 구역에 출입문을 설치할 수 없고 그러한 구역의 경계는 A-60급 이어야 한다.
2. 화물제어실을 비위험지역으로 설계할 경우, 계기장치는 가능한 한 간접읽기 방식으로 하고, 어떠한 경우에도 그 구역에 가스가 누설되지 않도록 설계하여야 한다. 1306.의 11항에 따라 가스탐지장치를 설치할 경우, 화물제어실은 비위험지역으로 간주하여야 한다.
3. 가연성화물을 운송하는 선박의 화물제어실이 위험지역인 경우에는 발화원을 제거하여야 하며, 모든 전기설비는 10절에 따라 설치하여야 한다.

305. 화물지역 내에 있는 구역으로의 출입 【지침 참조】

1. 선박 내측구조의 적어도 일면은 어떠한 고정구조물 또는 장비품을 제거하지 않고 육안검사가 가능하도록 하여야 한다. 2항, 406.의 2항 (4) 또는 420.의 3항 (7)의 요건여부에 관계없이 육안검사가 선박 내측구조의 외측에서만 가능할 경우, 선박 내측구조는 연료유탱크의 격벽으로 하여서는 안 된다.
2. 화물창 구역의 단열재의 일면은 검사할 수 있도록 하여야 한다. 화물탱크가 사용온도의 상태일 때에 화물창 구역 경계의 외측에서 검사함으로서 단열장치의 건전성을 확인할 수 있는 경우에는 그렇지 않다.
3. 위험지역으로 분류되는 화물창 구역, 보이드 스페이스, 화물탱크 및 기타 구역의 배치는 보호복 및 호흡구를 착용한 사람이 이들 구역 내에 들어가서 검사할 수 있도록 하고 부상이나 의식불명의 사람을 운반할 수 있도록 하여야 한다. 또한 다음의 규정에 적합하도록 하여야 한다.
(1) 통행에 대하여는 다음의 규정에 따른다.

(가) 모든 화물탱크는 노출갑판에서 직접 출입할 수 있을 것

(나) 수평개구, 창구 또는 맨홀의 치수는 호흡구를 장비한 사람이 장애없이 사다리로 오르내릴 수 있고 또한 구역의 저부로부터 부상당한 사람을 용이하게 끌어올리는데 충분한 간격을 갖는 것이어야 한다. 최소 개구치수는 600 mm × 600 mm 이상이어야 한다.

(다) 구역의 길이 또는 너비방향의 통행에 사용하는 수직한 개구 또는 맨홀의 최소개구치수는 바닥판과 또는 기타의 발판이 설치되는 경우를 제외하고 구역의 바닥으로부터 600 mm 이하의 높이 위치에서 600 mm × 800 mm 이상으로 하여야 한다.

(라) C형 탱크로의 원형 통행개구는 지름이 600 mm 보다 작아서는 안 된다.

(2) 개구를 통과하는 것 또는 부상한 사람을 이동하는 것이 가능하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 (1)호 (나) 및 (다)의 치수를 경감할 수 있다.

(3) 2차방벽을 필요로 하는 화물격납설비에 운송되는 경우, (1)호 (나) 및 (다)의 규정은 단일의 가스밀 강재경계로 화물창구역과 분리되는 구역에는 적용되지 않는다. 이와 같은 구획에는 폐위된 비위험지역을 포함하지 않는 노출갑판으로부터 직접 또는 간접통로만을 설치하여야 한다. *(2021)*

(4) 검사를 위해 요구되는 통행로는 최소한 (1)호 (다)에서 요구되는 횡단면을 가지며, 화물탱크의 위 및 아래로 통하는 지정된 통로이어야 한다.

(5) 1항 또는 2항의 목적상, 다음을 적용하여야 한다.

(가) 평면 또는 곡면 그리고 갑판보, 보강재, 늑골 거더 등과 같은 구조물을 검사하기 위하여 구조들의 표면 사이를 지나야 하는 경우, 그 구조의 표면 및 자유단 사이의 거리는 최소 380mm 이상이어야 한다. 검사하여야 할 면과 갑판, 격벽 또는 외판 등과 같이 상부 구조물의 표면 사이의 거리는 곡진 탱크(즉, C형 탱크)의 경우, 최소 450 mm 이상이거나, 평평한 탱크(즉, A형 탱크)의 경우, 600mm 이상이어야 한다.(**그림 7.5.7** 참조)

(나) 가시성을 이유로 검사할 면과 선체구조의 임의의 부분 사이를 통행할 필요가 없는 경우, 구조부재의 자유단과 검사하여야 할 면 사이의 거리는 최소 50 mm 또는 구조물 면재의 반폭 중 큰 값 이상이어야 한다.(**그림 7.5.8** 참조)

(다) 곡면에 대한 검사를 위하여, 그 면과 구조부재가 없는 다른 면(평면 또는 곡면) 사이를 통행할 필요가 있다면, 양 면 사이의 거리는 최소 380 mm 이상이어야 한다(**그림 7.5.9** 참조). 곡면과 다른 면 사이의 통행이 요구되지 않는 경우, 곡면의 형상을 고려하여 380 mm 보다 작은 거리도 허용될 수 있다.

(라) 거의 평면인 면의 검사를 위하여, 구조부재가 없는 거의 평면인 면 사이 또는 거의 평행인 면 사이를 통행할 필요가 있다면, 이 면들 사이의 거리는 최소 600 mm 이어야 한다. 고정식 통행 사다리가 설치된 경우, 간격은 최소 450 mm 이상이어야 한다.(**그림 7.5.10** 참조)

(마) 화물탱크 섬프(sump)와 흡입웰 근처의 이중저구조 사이의 최소거리는 **그림 7.5.11**의 거리보다 작아서는 안 된다. (**그림 7.5.11** 섬프의 평면과 웰 사이의 거리는 최소 150 mm 이며, 내저판 사이 모서리 간, 웰의 수직 면간 그리고 구형 또는 원형면과 탱크의 섬프(sump) 사이의 너클포인트(knuckle point)의 간격은 최소 380 mm 이상이어야 한다.) 만약, 흡입웰이 없다면, 화물탱크 섬프와 이중저 사이의 거리는 50 mm 보다 작아서는 안 된다.

(바) 화물탱크 돔과 갑판구조 사이의 거리는 150 mm 이상이어야 한다.(**그림 7.5.12** 참조)

(사) 화물탱크, 화물탱크 지지구조 및 구속구조(예: 종동요 방지설비, 횡동요 방지설비 및 이탈방지 초크 등), 화물탱크 단열재 등의 검사를 위해 필요하다면 고정식 또는 이동식 작업대를 설치하여야 한다. 이러한 작업대는 (가)에서 (라)의 요구하는 간격을 유지하여야 한다.

(아) 만약, 고정식 또는 이동식 배기덕트가 **1201.**의 **2**항에 따라 설치되어야 하는 경우, 이러한 덕트는 (가)에서 (라)의 요구하는 간격을 침범하여서는 안 된다.

4. 개방 노출갑판으로부터 비위험지역으로의 출입은 **306.**에 적합한 에어로크에 의한 출입이 아닌 경우, **10절**에 정의된 위험지역의 외부에서 출입하도록 하여야 한다.

5. 터릿형 구획에는 2개의 독립된 출입수단이 마련되어야 한다.

6. 노출갑판 하방의 위험지역에서 비위험지역으로의 출입은 허용되지 않는다.

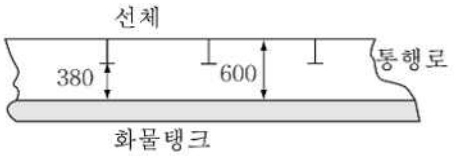


그림 7.5.7

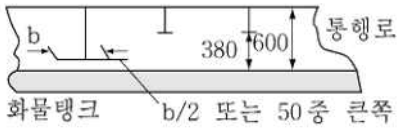


그림 7.5.8

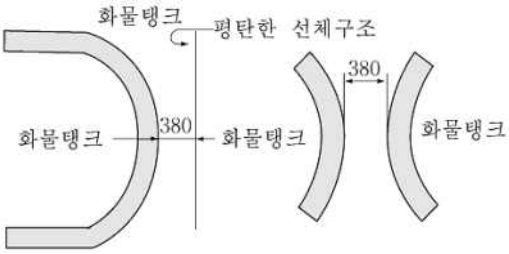


그림 7.5.9

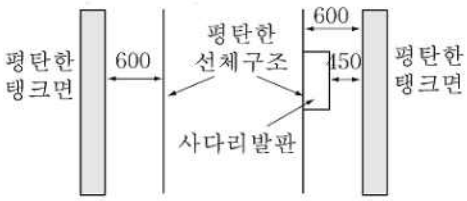


그림 7.5.10

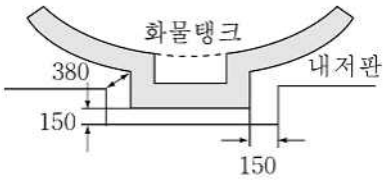


그림 7.5.11

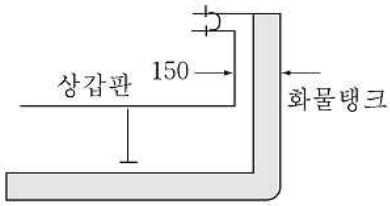


그림 7.5.12

306. 에어로크 【지침 참조】

1. 개방 노출갑판상의 위험지역과 비위험구역 사이의 출입은 에어로크에 의한 방법만 가능하다. 에어로크는 어떠한 개방고정용 장치도 없어야 하고, 과압을 유지할 수 있으며, 확실하게 가스밀을 유지할 수 있는, 2개의 자동 폐쇄식 강재문으로 구성되어야 한다. 이 강재의 문은 1.5 m 이상 2.5 m 이하의 간격으로 떨어져 설치되어야 한다. 에어로크 구역은 비위험지역으로부터 기계식 통풍이 되어야 하며, 노출갑판상의 위험지역에 대하여 과압을 유지하여야 한다.
2. 과압에 의해 보호되는 구역의 경우, 배기는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.
3. 경보를 알리는 가시가청 경보장치를 에어로크로 분리된 양쪽 구획에 설치하여야 한다. 한쪽 문이 열린 경우, 가시경보장치는 경보를 발하여야 한다. 에어로크의 양쪽 문이 폐쇄상태로 되지 않은 경우, 가청경보장치는 경보를 발하여야 한다.
4. 인화성 물질을 운송하는 선박의 경우, 에어로크로 보호되는 구역 내의 전기설비가 승인된 안전형이 아닌 경우에는 그 구역의 가압상태가 상실되었을 때 무통전상태로 되어야 한다.
5. 에어로크로 보호되는 구역에 설치되는, 비상소화펌프, 조선, 양묘 및 계선장치용 전기설비는 승인된 안전형이어야 한다.
6. 에어로크 구역에서는 화물증기를 감시하여야 한다.(1306.의 2항 참조)
7. 현행 국제만재흘수선 협약의 규정이 적용되는 문의 문턱 높이는 300 mm 이상이어야 한다.

307. 빌지, 평형수 및 연료유 장치 【지침 참조】

1. 2차방벽을 필요로 하지 아니하는 화물격납설비로서 화물을 운송하는 경우, 화물창 구역에는 적절한 배출설비를 설치하여야 한다. 이 흡입관은 기관구역에 연결하여서는 아니되며, 또한 누설탐지장치를 설치하여야 한다.
2. 2차방벽이 설치된 경우에는 인접하는 선체구조를 통하여 화물창 구역 또는 단열구역으로 유입되는 모든 누설물을 처리할 수 있는 적절한 배출설비를 설치하여야 한다. 이 흡입관은 기관구역의 펌프에 인도하여서는 아니되며 또한 누설

탐지장치도 설치하여야 한다.

3. 독립형탱크 형식 A의 선박에서 화물창 또는 방벽간 구역에는 화물탱크의 누설 또는 파손에 의한 액체화물을 취급하기에 적합한 드레인 배출장치를 갖추어야 한다. 이 장치는 누설화물을 화물액관으로 회송시킬 수 있는 것이어야 한다.
4. 상기 3항의 장치에는 떼어낼 수 있는 스풀피스를 갖추어야 한다.
5. 평형수구역(평형수관으로 사용되는 습식 덕트킬 포함), 연료유탱크 및 비위험지역은 기관실 내의 펌프로 관을 연결할 수 있다. 평형수관이 통과하는 건식 덕트킬은 기관구역의 펌프에 연결할 수 있으나 이러한 연결은 펌프에 직접 연결하여야 하며, 펌프로부터의 배출은 직접 선외로 유도하여야 한다. 이 경우, 펌프의 흡입측 및 배출측 배관에는 비위험구역에 사용되는 배관과 연결되는 밸브 또는 매니폴드를 설치하지 않아야 한다. 펌프의 밴트는 기관구역 내에 개방하여서는 안 된다. *(2021)*

308. 선수미 하역설비

1. 이 308. 및 **제5절**의 요건에 적합한 경우, 화물관장치는 선수 또는 선미에서 하역할 수 있도록 배치할 수 있다.
2. 거주구역, 업무구역 또는 제어장소를 통과하는 선수 또는 선미의 하역용 관장치는 1 G형 선박이 요구되는 화물의 이송에 사용하여서는 안 된다. 선수 또는 선미의 하역용 관장치는, 설계압력이 2.5 MPa 이상인 경우, 102.의 51항에 명시된 독성화물의 이송에 사용하여서는 안 된다.
3. 휴대식 설비는 인정되지 않는다.
4. (1) 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소의 출입구, 공기흡입구 및 개구는 선수 또는 선미 하역설비의 화물 육상시설 연결장소에 면하는 선루 또는 갑판실 단부로부터 3 m 이상이거나 적어도 선박길이의 4 %이상 떨어진 선루 또는 갑판실의 외측에 배치하여야 한다. 다만, 이 거리는 5 m를 넘을 필요는 없다.
   (2) 육상시설 연결장소에 면한 상기 거리 내의 선루 또는 갑판실의 선측에 있는 창 및 현창은 고정식(비개방식)의 것이어야 한다. **【지침 참조】**
   (3) 또한, 선수 또는 선미 하역설비의 사용 중에는 선루 또는 갑판실 측면의 상기 거리 내의 모든 문, 현창 및 기타 개구는 폐쇄하여야 한다.
   (4) 소형선으로서 302.의 4항 (1)에서 (4)까지 및 상기의 (1)에서 (3)까지를 적용함이 불가능할 경우, 우리 선급은 상기 요건을 완화할 수 있다.
5. 화물육상 연결장소로부터 10 m거리의 구역 내에 있는 갑판개구 및 공기흡입구는 선수 또는 선미 하역설비 사용 중에는 폐쇄되어야 한다.
6. 선수 또는 선미 하역구역의 소화설비는 1103.의 1항 (4) 및 1104.의 6항의 규정에 따라야 한다.
7. 화물제어장소와 육상시설 연결장소 사이에 통신장치를 설치하여야 하며, 또한 이 장치는 해당되는 경우, 위험지역에서의 사용에 대해 승인된 것이어야 한다.

제 4 절 화물격납설비

401. 정의 (IGC Code 4.1)

1. **콜드스폿**(cold spot)은 선체 또는 단열재 표면의 한 부분으로, 선체 또는 인접한 선체구조물의 허용최저온도에 비해, 또는 **7절**의 화물의 압력/온도 제어시스템의 설계치에 비해 국부적으로 온도 저하가 일어난 지점이다.
2. 설계증기압 P_0라 함은 화물탱크의 설계시 사용되는 탱크 정부에서의 최대 게이지 압력이다.
3. 재료선정을 위한 설계온도라 함은 화물탱크에 화물이 적재되고 이송될 수 있는 최저온도를 말한다.
4. 독립형탱크라 함은 자기지지형 탱크로서 선체구조를 구성하지 아니하고 또한 선체강도상 필요로 하지 않는 것을 말한다. 독립형탱크는 421.에서 423.에 따른 3종류가 있다.
5. 멤브레인탱크라 함은 인접하는 선체구조에 의하여 단열재를 통하여 지지된 얇은 막으로 구성되는 비자기지지형의 탱크를 말한다. 멤브레인탱크의 상세요건은 424.에 따른다.
6. 일체형탱크라 함은 선체구조의 일부를 구성하고, 인접하는 선체구조에 응력을 주는 하중에 의하여 인접하는 구조와 같은 영향을 받는 탱크를 말한다. 일체형탱크의 상세요건은 425.에 따른다.
7. 세미멤브레인탱크라 함은 적재상태에 있어서 비자기지지형의 탱크로서 인접하는 선체구조에 의하여 단열재를 통하여 지지되는 부분과 하나의 막으로 구성되는 탱크를 말한다. 세미멤브레인탱크의 상세요건은 426.에 따른다.
8. 102.의 정의에 추가하여, 이 절의 정의는 이 장에 적용한다.

402. 적용

421.에서 426.에 기술되지 않은 경우, 427.에 요건을 포함한, 403.에서 420.의 요건은 모든 탱크형식에 적용하여야 한다.

403. 기능적 요건 【지침 참조】

1. 화물격납설비의 설계수명은 선박의 설계수명보다 작아서는 안 된다.
2. 화물격납설비는 북대서양 환경조건 및 항해구역에 제한을 받지 않는, 장기 해상상태 분포도를 기준으로 설계하여야 한다. 예상운항조건이 더 양호한 환경조건인 경우, 제한된 항해구역에서 전용으로 사용되는 화물격납설비에 대해서는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 북대서양의 환경조건보다 더 가혹한 환경에서 운용되는 화물격납설비는 해당 환경조건에 대하여 고려하여야 한다.
3. 화물격납설비는 다음과 같은 이유로 적절한 안전여유를 갖도록 설계되어야 한다. 안전여유에 대해서는 **부록 7A-8「화물격납설비 안전여유에 대한 지침」**에 따른다. *(2021)*
   (1) 비손상 조건에서, 화물격납설비의 설계수명동안 예상되는 환경조건과 이에 따른 적재조건, 균일만재 및 부분적재, 정의된 제한범위 내에서의 부분적재 및 밸러스트 항해조건을 포함한 적절한 적재조건을 견딜 수 있을 정도의 강도.
   (2) 하중, 구조적 모델링, 피로, 부식, 열영향, 재료의 가변성, 열화 및 건조공차 등에 있어서의 불확실성에 대한 적절성.
4. 화물격납설비의 구조강도는 파괴모드에 대해 평가되어야 한다. 파괴모드는 소성변형, 좌굴 및 피로를 포함한다. 각 화물격납설비의 설계시 고려될 상세설계조건은 421.에서 426.에 따른다. 설계조건에는 다음 3가지의 범주가 있다.
   (1) 최종설계조건 - 화물격납설비의 구조 및 구조 요소는 건조, 시험 및 운항중 예상되는 이용조건에서 발생할 수 있는 하중에 대하여 구조 건전성의 손실없이 견딜 수 있어야 한다. 설계시에는 다음 하중의 적절한 조합을 고려하여야 한다.
      (가) 내 압
      (나) 외 압
      (다) 선박의 운동으로 인한 동하중
      (라) 열로 인한 하중
      (마) 슬로싱 하중
      (바) 선체의 변형에 의한 하중
      (사) 지지구조에 걸리는 탱크 및 화물중량
      (아) 단열재 중량
      (자) 타워 및 근처 부속품에 작용하는 하중
      (차) 시험하중

(2) 피로설계조건 - 화물격납설비의 구조 및 구조요소는 누적되는 반복 하중하에서 파괴되어서는 안 된다.

(3) 화물격납설비는 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(가) 충돌 : 화물격납설비는 204.의 1항에 따라, 충돌로부터 보호될 수 있도록 배치하여야 한다. 415.의 1항에 따른, 충돌하중에 견딜 수 있어야 하며, 탱크구조를 위협할 수 있는 지지구조 또는 지지구조 근처에 탱크구조의 변형이 없어야 한다.

(나) 화재 : 화물격납설비는 화재시나리오 하에서, 804.의 1항에 명시된 내압의 상승을, 파열(rupture)없이, 견딜 수 있어야 한다.

(다) 탱크에 부력을 야기하는 구획 침수: 부상방지설비(anti-flotation arrangements)는 415.의 2항에 명시된 상승력을 견뎌야 하며, 선체에 소성변형위험이 없어야 한다.

5. 요구되는 치수가 구조강도요건을 만족하도록 하며, 설계수명 동안 유지되도록 하는 조치를 취하여야 한다. 이러한 조치에는 재료의 선택, 도장, 부식여유, 음극방식조치 및 불활성화 등을 포함하되 이에 제한하지 않는다. 구조해석의 결과로 요구되는 두께에 부식여유를 추가할 필요는 없다. 다만, 화물탱크주위에서 불활성화와 같은 환경제어가 없는 경우, 또는 화물의 부식성에 의하여 필요한 경우, 우리 선급은 적절한 부식여유두께를 요구할 수 있다.

6. 화물격납설비의 검사계획은 우리 선급과 상의하여 계획하고 승인을 받아야 한다. 검사계획은 화물격납설비의 생애에 걸쳐 검사시기에 검사되어야 할 필요가 있는 구역을, 특히, 모든 항해중 검사시에 필요한 부분과 화물격납설비의 설계인자를 선택할 때 유지보수가 필요할 것으로 추정되는 구역을 식별해야 한다. 화물격납설비는 검사계획에 명시된 바와 같이 검사가 필요한 구획으로 적절한 출입수단을 제공하도록 설계, 건조 및 설비되어야 한다. 모든 관련된 내부설비를 포함한 화물격납설비는 작동, 검사 및 유지보수 시에 안전을 보장하도록 설계 및 건조되어야 한다. (305. 참조)

404. 화물격납 안전원칙

1. 화물격납설비는 1차 방벽을 통한 모든 잠재적 누설을 안전하게 막을 수 있는 완전한 2차 수밀방벽을 갖추어야 한다. 이 2차 방벽은 선체구조를 불안전한 수준까지 온도가 낮아지는 것을 방지하는 단열설비를 함께 갖추어야 한다.

2. 그러나, 3항에서 5항까지 적용되는 요건에 따라 동급의 안전등급이 적용된 곳이라 입증된 곳에 대해, 2차 방벽의 크기 및 배열 또는 배치는 경감할 수 있다.

3. 구조파괴가 임계상태로 발전될 가능성은 매우 낮지만 1차 방벽을 통한 누설의 가능성을 배제할 수 없는 화물격납설비는 부분 2차 방벽과 누설시 안전한 처리 및 제거를 할 수 있는 소규모 누설 보호설비를 갖추어야 한다. 이 설비는 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(1) 임계상황에 도달하기 전 확실히 감지될 수 있는 파괴진행은 처리작업을 할 충분히 긴 진행시간을 가져야 한다.(예, 가스탐지 또는 검사)

(2) 임계상황에 도달하기 전 확실히 감지될 수 없는 파괴진행은 탱크의 예상 수명보다 훨씬 긴 예상 진행시간을 가져야 한다.

4. 구조파괴 및 1차 방벽을 통한 누출될 확률이 현저히 낮으며, 이를 무시할 수 있는 경우, 화물격납설비의 2차 방벽은 요구되지 않는다.(예, C형 독립형탱크)

5. 대기압에서 화물온도가 -10 °C 이상인 경우, 2차 방벽은 요구되지 않는다.

405. 탱크형식에 따른 2차 방벽 【지침 참조】

421.에서 426.에 정의된 탱크형식에 따른 2차 방벽은 **표 7.5.1**에 따른다.

표 7.5.1 탱크형식과 2차방벽과의 관계

대기압에서 화물온도	-10 °C이상	-10 °C 미만 -55 °C 이상	-55 °C 미만
기본 탱크 형식	2차 방벽 요구되지 않음	선체구조를 2차 방벽으로서 이용 가능	요구되는 경우, 별개의 2차 방벽이 필요
일체형 멤브레인 세미멤브레인 독립형: 형식 A 형식 B 형식 C		일반적으로 이 탱크형식은 인정되지 않는다.(1) 완전 2차 방벽 완전 2차 방벽(2) 완전 2차 방벽 부분 2차 방벽 2차 방벽 요구하지 않음	
(비고) (1) 425.의 1항의 규정에 따라 대기압에서 온도가 -10 °C 미만의 화물로 인정될 경우, 일반적으로 완전 2차 방벽이 요구된다. (2) 탱크의 지지방법을 제외하고 독립형탱크 형식 B에 필요한 규정을 모두 만족하는 세미 멤브레인탱크에 대하여는 특별히 고려하여 우리 선급은 부분 2차 방벽을 인정할 수 있다.			

406. 2차 방벽의 설계 【지침 참조】

1. 대기압 하에서 화물온도가 -55 °C 이상의 경우, 선체구조가 2차 방벽으로서 역할을 한다고 볼 수 있다. 그러한 경우;
   (1) 선체재료는 419.의 1항 (4)호에 정하는 대기압 하에서 화물온도에 적합한 재료이어야 한다.
   (2) 선체구조는 이 온도에서 허용되지 않는 높은 응력이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.
2. 2차 방벽은 다음의 규정을 만족하도록 설계하여야 한다.
   (1) 특별한 항로에 따라 다른 요건이 적용되는 경우를 제외하고 418.의 2항 (6)호에 정한 하중빈도 분포를 고려하여 2차 방벽은 누설된 액체화물을 15일간 격납할 수 있어야 한다.
   (2) 화물탱크 내에서 1차 방벽의 파괴를 일으킬 수 있는 물리적, 기계적 또는 운용상의 사건들이 2차 방벽의 기능을 손상시켜서는 안 되며, 그 반대의 경우도 안 된다.
   (3) 선체 지지부재 또는 선체의 부착물의 파괴가 1차 및 2차 방벽의 밀폐성을 손상시켜서는 안 된다.
   (4) 2차 방벽의 유효성은 우리 선급이 인정하는 방법에 의해 주기적으로 점검할 수 있어야 한다. 이는 육안검사 또는 압력/진공시험 또는 우리선급이 승인한 문서화된 절차에 따른 적절한 방법에 의할 수 있다.
   (5) 상기 (4)호에서의 방법은 우리 선급에 의해 승인되어야 하며, 해당되는 경우 다음 사항이 시험절차에 포함되어야 한다.
      (가) 밀폐유효성이 위태롭기 전의 2차 방벽내의 허용 가능한 결함의 크기 및 위치에 대한 상세
      (나) 상기 (가)의 결함식별 방법의 정확도 및 범위
      (다) 실물크기 모형시험이 수행되지 않는 경우, 허용기준 결정시의 축척계수
      (라) 제안된 시험으로 인한 열하중 및 기계적 반복하중이 2차 방벽의 유효성에 미치는 영향 *(2018)*
   (6) 2차 방벽은 30도의 정적 횡경사에서도 기능적 요건을 충족시켜야 한다. *(2018)*

407. 부분 2차 방벽과 1차 방벽의 소규모 누설에 대한 보호장치 【지침 참조】

1. 404.의 3항에서 허용된 부분 2차 방벽은 소규모 누설에 대한 보호장치와 함께 사용할 수 있어야 하며, 406.의 2항의 모든 요건을 만족하여야 한다. 소규모 누설에 대한 보호장치는 1차 방벽에 누설을 감지하는 수단, 누설화물을 부분 2차 방벽으로 유도하는 스프레이 실드와 같은 설비 및 자연 기화되게 하는 액체화물의 처리수단 등을 갖추어야 한다.
2. 부분 2차 방벽의 용량은 1차 방벽(탱크)의 누설발견 후 418.의 2항 (6)호에 정하는 하중빈도 분포에 의한 파괴의 진전에 대응하는 누설화물을 기초로 하여 정하여야 한다. 이 경우에는 액체의 증발, 누설량, 신뢰할 수 있는 펌프능력 및 기타 관련 요인을 정확히 평가해야 한다.
3. 액체누설감지는 액체센서에 의한 방법, 또는 압력의 유효한 사용, 온도 또는 가스 감지장치, 또는 이들의 조합에 의해 감지할 수 있다.

408. 지지구조의 배치

1. 화물탱크는 온도변화 및 선체변화에 의하여 탱크 및 선체의 과대한 응력이 발생하는 일 없이 탱크의 신축을 허용하고 해당되는 경우, 412.에서 415.의 정적 및 동적하중하에서 탱크 본체의 이동을 방지하도록 선체로 지지하여야 한다.
2. 독립형탱크에는 부상 방지장치를 설치하여야 하며, 415.의 2항의 하중에 견딜 수 있어야 하며, 선체구조의 위험한 소성변형을 일으키지 않는 것이어야 한다.
3. 지지구조 및 지지구조 배치는 413.의 9항 및 415.에서 정한 하중을 견딜 수 있어야 하나, 상호 또는 파랑하중과 함께 조합시킬 필요는 없다.

409. 관련 구조 및 장치

화물격납설비는 관련 구조 및 장치에 의해 부과되는 하중을 고려하여 설계되어야 한다. 이는 펌프타워, 화물돔, 화물펌프 및 관장치, 스트리핑 펌프 및 관장치, 질소 관장치, 출입 창구, 사다리, 배관 관통부, 액면지시장치, 독립 액면경보 게이지, 스프레이 노즐 및 기기장치(압력, 온도 및 스트레인 게이지(strain gauges) 등)등을 포함한다.

410. 단열재 【지침 참조】

1. 단열재는 허용온도(419.의 1항 참조) 이하의 온도로부터 선체를 보호하기 위해 설치하여야 한다. 7절의 압력과 온도 제어장치에 의해 유지될 수 있는 수준까지 탱크로부터의 열유속을 억제할 수 있어야 한다.
2. 단열재의 성능을 결정함에 있어서, 재액화 설비, 주추진기관 또는 기타 온도제어장치와 관련하여 허용 가능한 증발량에 대해 고려하여야 한다.

411. 설계하중 - 일반사항

이 절은 416.에서 418. 요건을 고려하여 설계하중을 정의한다. 이는 다음 요건을 포함한다.

1. 하중분류(영구, 기능, 환경 및 사고) 및 하중의 상세
2. 하중의 범위는 탱크의 형식에 따라 고려되어야 하며, 412.에서 415.에 상세히 규정한다.
3. 탱크는 탱크의 지지구조 및 기타 부착물을 포함하여 아래에 설명된 하중조합을 고려하여 설계되어야 한다.

412. 영구하중

1. **중력하중**

탱크와 단열재의 무게, 타워 및 기타 부착물에 의한 하중을 고려하여야 한다.

2. **영구 외부하중**

외부에서 탱크에 작용하는 구조부 및 장비의 중력하중을 고려하여야 한다.

413. 기능하중

1. 탱크의 운용으로 발생하는 하중은 기능하중으로 분류한다. 모든 설계조건에서 탱크의 건전성을 보장하는데 필수적인 모든 기능 하중이 고려되어야 한다. 해당되는 경우, 기능하중을 정할 때 최소한 다음의 기준으로부터의 영향들을 고려하여야 한다.
   (1) 내압
   (2) 외압
   (3) 열로 인한 하중
   (4) 진동
   (5) 상호작용에 의한 하중
   (6) 건조 및 설치와 관련된 하중
   (7) 시험하중
   (8) 정적 횡경사 하중
   (9) 화물중량
2. **내압**
   (1) (2)호를 포함하여 어떠한 경우에도 P_0는 안전밸브의 최대 허용설정압력 이상이어야 한다.
   (2) 온도 제어없이 화물의 압력이 대기온도만으로 결정되는 화물탱크에서는 P_0는 45 °C에서의 화물의 게이지 증기압 이상이어야 한다. 다만, 다음을 제외한다.

(가) 제한된 선박 운항구역을 고려하여 우리 선급이 인정하는 경우 45 °C미만의 온도를 사용할 수 있다. 또한, 이 온도를 넘는 온도를 요구할 수 있다.

(나) 운항기간의 제한이 있는 선박의 경우, P_0는 탱크의 단열재를 고려하여 운항중 실제 압력상승을 기초로 계산할 수 있다.

(3) 우리 선급이 특별히 고려하고 각종 탱크의 형식에 대하여 421.에서 426.까지에 주어진 제한조건에 따라, 동적하중이 경감되는 특정 지역 조건(항내 또는 기타 위치들)에서는, P_0 보다 더 높은 증기압 P_h를 허용할 수 있다. 이 호에 해당하는 압력도출밸브의 설정은 IGC **적합증서** 상에 기록되어야 한다. *(2019)*

(4) 내부압력 P_{eq}는 *증기압* P_0 또는 P_h에 관련 최대동적 액체압력 P_{gd}를 더한 값이다. 그러나 액체 슬로싱 하중의 영향은 포함하지 않는다. 동적 액체 압력 P_{gd}는 428.의 1항에 따른다.

3. 외압

설계 외부압력은 탱크의 어떠한 장소에도 동시에 발생하는 것으로 최소 내압과 최대 외압의 차로 하여야 한다.

4. 열로 인한 하중 【지침 참조】

(1) -55 °C미만의 화물을 적재할 계획이 있는 탱크의 경우에는 과도기(transient) 냉각 하중을 고려하여야 한다.

(2) 지지구조 또는 부착물 및 사용온도에 의한 열응력이 발생하는 탱크에 대하여는 정상적인(stationary) 열로 인한 하중을 고려하여야 한다.(702. 참조)

5. 진동

진동으로 인해 화물격납설비에 잠재적으로 손상을 주는 영향을 고려하여야 한다.

6. 상호작용에 의한 하중

관련구조물 및 장비를 포함하여 화물격납설비와 선체구조 사이의 상호작용에 의한 정적하중을 고려하여야 한다.

7. 건조 및 설치에 따른 하중

건조 및 설치에 따른 하중 및 상태(예를 들어 인양)을 고려하여야 한다.

8. 시험하중

421.에서 426.에 따른 화물격납설비의 시험시의 하중을 고려하여야 한다.

9. 정적 횡경사 하중 【지침 참조】

0°에서 30° 의 범위 내에서 가장 불리한 정적 횡경사각에 따른 하중을 고려하여야 한다.

10. 기타 하중

화물격납설비에 영향을 줄 수 있는 기타 하중을 고려하여야 한다.

414. 환경하중

환경하중은 주위 환경에 의해 화물격납설비에 미치는 하중을 의미한다. 다만, 이를 영구, 기능 또는 사고하중으로 분류하지는 않는다.

1. 선박운동으로 인한 하중

(1) 동하중의 산정에는 선박이 그 운항기간 중에 만난다고 예상되는 불규칙 해상에서 선체운동의 장기분포를 고려하여야 한다. 선박의 속력저하 및 조우각의 변화에 의한 동하중의 감소를 고려할 수 있다.

(2) 선체의 운동에는 전후동요, 좌우동요, 상하동요, 횡동요, 종동요 및 선수동요를 포함하여야 한다. 탱크의 가속도는 탱크의 무게 중심에서 산정하여야 하며, 다음의 성분을 포함하여야 한다.

(가) 상하방향 가속도 : 상하동요, 종동요 및 가능한 경우 횡동요의 운동 가속도(선저에 수직성분)

(나) 횡방향 가속도 : 좌우동요, 선수동요 및 횡동요의 운동 가속도 및 횡동요의 중력성분

(다) 종방향 가속도 : 전후동요 및 종동요의 운동가속도 및 종동요의 중력성분

(3) 선체운동으로 인한 가속도를 예측하는 방안은 우리 선급에 제출 및 승인을 받아야 한다.

(4) 가속도 각성분은 428.의 2항에 따른다.

(5) 항로에 제한이 있는 선박은 특별한 고려를 할 수 있다.

2. 동적 상호작용에 의한 하중

화물격납설비 관련 구조물 및 장비로부터의 하중을 포함하여 선체구조와 화물격납설비의 상호작용에 의한 동적 하중이 고려되어야 한다.

3. 슬로싱 하중 【지침 참조】

(1) 화물격납설비와 내부 구성품에 작용하는 슬로싱 하중은 허용적재높이에 기초하여 산정하여야 한다.

(2) 과대한 슬로싱 하중의 영향이 있을 것으로 예상될 경우, 계획적재높이의 전 범위를 포함하는 특별한 시험 및 계산을 하여야 한다.

4. **눈 및 얼음에 의한 하중**
관련이 있는 경우 고려하여야 한다.
5. **빙해지역 운항으로 인한 하중**
빙해지역을 운항할 예정인 선박은 빙해지역 운항으로 인한 하중을 고려하여야 한다.

415. 사고하중

사고하중은 비정상적이거나 계획하지 않은 상태에서 화물격납설비 및 이의 지지구조에 가해지는 하중으로 정의된다.

1. **충돌하중**
충돌하중은 만재적재상태에서 선수방향으로 $0.5g$의 관성력, 후방으로 $0.25g$의 관성력이 화물격납설비에 작용하는 것으로 가정하여 산정하여야 한다. 이때 g는 중력가속도이다.
2. **침수로 인한 하중**
독립형탱크의 경우, 하기만재흘수선까지 침수된 화물창 구역에서 빈 화물창의 부력에 의한 하중을 선체지지구조와 부상방지설비 등의 설계시에 고려하여야 한다.

416. 구조 건전성 - 일반사항

1. 구조설계는 탱크가 적절한 안전율을 가지고, 모든 관련된 하중을 견딜 수 있는 능력을 가지고 있음을 보장하여야 한다. 또한 소성변형, 좌굴, 피로 및 화물의 누설 및 가스밀의 상실에 대한 가능성을 고려하여야 한다.
2. 화물격납설비의 구조 건전성은 해당되는 화물격납설비의 탱크형식에 따른 421.에서 426.의 요건에 따라 실증되어야 한다.
3. 새로운 설계방식이거나, 421.에서 426.의 요건으로 다룰 수 없는 형식의 화물격납설비의 구조 건전성은 427.의 요건에 따라 이 절에 의한 전반적인 안전의 수준이 유지됨을 보장하도록 실증되어야 한다.

417. 구조해석

1. **해석**
(1) 설계해석은 정역학, 동역학 및 재료강도에 대한 우리 선급이 인정하는 기준에 기초하여야 한다.
(2) 해석이 보수적인 경우, 하중영향을 계산하기 위해 간이 방법 또는 간이 해석이 사용될 수 있다. 모형시험을 조합하여 사용하거나 이론적 계산을 대신하여 사용할 수 있다. 이론적 방법이 부적절한 경우, 모형 또는 실물크기 시험이 요구될 수 있다.
(3) 동하중에 대한 응답을 결정할 때, 구조 건전성에 영향을 주는 구역에 대하여는 동적 영향을 고려하여야 한다.
2. **하중 시나리오**
(1) 고려하여야 하는 화물격납설비의 각 위치 또는 부분, 해석하여야 하는 가능한 모든 파괴모드에 대하여 동시에 작용할 수 있는 모든 관련 하중의 조합이 고려되어야 한다.
(2) 건조 중, 화물 취급 중, 시험 중 그리고 운항 중의 모든 관련된 단계에서 가장 불리한 시나리오와 조건들이 고려되어야 한다.
3. 정적응력 및 동적응력이 별도로 계산되고, 또한 다른 적절한 계산방법이 확립되어 있지 않은 경우, 전체응력은 다음에 따른다.

$$\sigma_x = \sigma_{x,st} \pm \sqrt{\sum(\sigma_{x,dyn})^2}$$

$$\sigma_y = \sigma_{y,st} \pm \sqrt{\sum(\sigma_{y,dyn})^2}$$

$$\sigma_z = \sigma_{z,st} \pm \sqrt{\sum(\sigma_{z,dyn})^2}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy,st} \pm \sqrt{\sum(\tau_{xy,dyn})^2}$$

$$\tau_{xz} = \tau_{xz,st} \pm \sqrt{\sum(\tau_{xz,dyn})^2}$$

$$\tau_{yz} = \tau_{yz,st} \pm \sqrt{\sum(\tau_{yz,dyn})^2}$$

$\sigma_{x,st}$, $\sigma_{y,st}$, $\sigma_{z,st}$, $\tau_{xy,st}$, $\tau_{xz,st}$, 및 $\tau_{yz,st}$: 정적응력

$\sigma_{x,dyn}$, $\sigma_{y,dyn}$, $\sigma_{z,dyn}$, $\tau_{xy,dyn}$, $\tau_{xz,dyn}$, 및 $\tau_{yz,dyn}$: 동적응력

상기의 응력성분은 가속도에 의한 응력성분과 처짐 및 비틀림에 기인하는 선체변형에 의한 응력성분으로부터 각각 구하여야 한다.

418. 설계조건

모든 관련 하중 시나리오와 설계조건에 대하여 설계시 모든 관련된 파괴모드가 고려되어야 한다. 하중 시나리오는 417. 의 2항에 따른다.

1. 최종설계조건(ultimate design condition)

구조적 능력은 탄성 및 소성 재료특성을 고려하여, 간이화된 선형 탄성 해석 또는 이 절의 요건에 따른 시험 또는 해석에 의해 결정할 수 있다.

(1) 소성변형 및 좌굴이 고려되어야 한다.

(2) 해석은 다음의 특정 하중값을 기초로 한다.

영구하중 : 예상되는 값

기능하중 : 특정 값

환경하중 : (파랑하중의 경우) 10^8개 파 중 가장 큰 하중

(3) 최종강도 산정을 위해, 다음 재료변수를 적용한다.

(가) R_e : 상온에서 규격 최소 항복응력(N/mm^2), 항복점이 응력-변형선도에 명확하게 나타나지 않는 경우, 0.2 % 변형에서의 내력을 말한다.

(나) R_m : 상온에서 규격 최소 인장강도(N/mm^2). 알루미늄합금과 같이, 용접금속의 인장강도가 모재보다 작은 부재를 용접하는 경우, 각각 용접부의 R_e 및 R_m 는(적용된 경우) 열처리 후의 값을 사용하여야 한다. 이 경우에 횡방향 용접인장강도는 모재의 실제 항복강도보다 작아서는 안 된다. 만약 이를 만족하지 못할 경우, 이 용접구조는 화물격납설비에 적용되어서는 안 된다. *(2021)*

(다) (가) 및 (나)의 R_e 및 R_m은 용접금속을 포함한 제작상태에서의 재료의 기계적 성질의 규격 최소치에 대응하는 것이어야 한다. 우리 선급은 저온에서의 향상된 항복응력 및 인장강도에 대해 특별히 고려할 수 있다. 이 경우, 재료특성에 기준이 되는 온도는 IGC **적합증서**에 기록되어야 한다.

(4) 등가응력 σ_c 은 다음에 따른다.

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_x\sigma_z - \sigma_y\sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$

σ_x, σ_y, σ_z: x축, y축, z축 방향의 전체 수직응력

τ_{xy}, τ_{xz}, τ_{yz}: $x-y$, $x-z$, $y-z$면의 전체 전단응력

(5) **6절**에 정하는 것 이외의 재료의 허용응력은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(6) 응력은 피로해석, 균열진전해석 및 좌굴기준에 의하여 제한될 수 있다.

2. 피로설계조건 【지침 참조】

(1) 피로설계조건은 누적 주기 하중과 관련된 설계조건이다.

(2) 피로해석이 요구되는 경우, 피로하중의 누적 영향은 다음 식을 만족하여야 한다. 피로손상은 탱크의 설계수명에 기초하여야 하며, 조우 파도의 수는 10^8 보다 작아서는 안 된다.

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{n_{Loading}}{N_{Loading}} \le C_W$$

n_i : 탱크의 수명동안 각 응력수준에서 반복회수

N_i : Wöhler (S-N)곡선에 따른 각각의 응력수준에 대한 파괴까지의 반복회수

$n_{Loading}$: 탱크의 수명동안 적하 및 양하의 주기수로, 1000 사이클 보다는 작아서는 안 된다. 적하 및 양하

주기에는 완전한 압력 및 열 사이클을 포함한다.(일반적으로 1,000 회는 운전시간 20년에 상당한다.)

$N_{Loading}$: 적하 및 양하에 의해 발생하는 피로하중으로 인해 파괴에 이르는 주기 수

C_W : 최대 허용 누적 피로 손상율

(3) 필요한 경우, 화물격납설비는 예상수명동안의 모든 피로하중과 적절한 하중의 조합을 고려하여 피로해석을 하여야 한다. 다양한 적재조건(filling condition)을 고려하여야 한다.

(4) (가) 해석시 사용된 설계 S-N 곡선은 재료 및 용접, 건조상세, 제작절차 및 예상되는 응력의 적용상태에 적용할 수 있어야 한다.

(나) S-N 곡선은 최종파괴시까지 관련 실험자료의 평균-2배의 표준편차(mean minus two standard deviation)에 상응하는 97.6% 생존확률에 기초하여야 한다. 여러 가지 방법으로 도출된 S-N 곡선은 허용 C_W값을 조정하여 이용할 수 있다.

(5) 해석은 다음의 특정 하중값을 기초로 한다. 간이화된 동적 하중 스펙트럼이 피로수명의 추정에 사용된 경우, 선급은 이를 특별히 고려할 수 있다.

영구하중: 예상값

기능하중: 특정값 또는 특정 이력

환경하중: 예상되는 하중이력, 10^8 사이클보다 작아서는 안 된다.

(6) (가) **404.**의 **3**항과 같이 2차방벽의 크기가 감소된 경우, 피로 균열 진행의 파괴역학해석은 다음을 결정하기 위해 수행되어야 한다. 일반적으로, 파괴역학에서는 시험자료의 평균+2배의 표준편차를 취한 균열의 성장자료를 기초로 한다.

(a) 구조에서 균열전파경로

(b) 균열성장율

(c) 균열이 탱크에 누설을 발생하기까지 소요되는 시간

(d) 균열의 두께방향 크기 및 형상

(e) 식별가능한 균열이 임계상황에 도달하는데 걸리는 시간

(나) 균열전파해석에서, 허용 비파괴 검사 및 육안검사 기준을 고려하여, 검사시 발견할 수 없는 최대크기의 최초 균열을 추정하여야 한다.

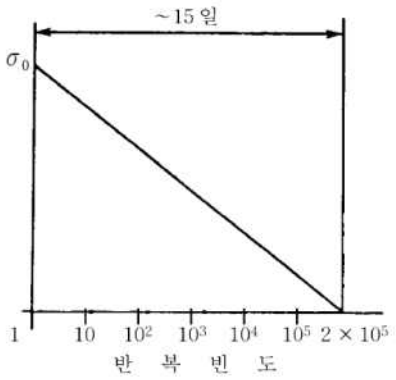
(다) (7)호의 조건하에서 균열전파해석: 15일 기간 동안의 간이화된 하중분포 및 진행과정이 사용될 수 있다. 이러한 분포는 **그림 7.5.13**에서와 같이 얻을 수 있다. (8) 및 (9)의 더 긴 기간 동안의 하중분포 및 진행과정은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(라) 해당되는 경우 배치는 (7)호에서 (9)호에 적합하여야 한다.

(7) 누설감지방법에 의해 확실히 감지되는 파괴의 경우, C_W는 0.5 이하 이어야 한다. 특정 항로에 종사하는 선박에 대해 다른 요건을 적용하는 경우를 제외하고, 누설의 감지시점으로부터 임계상황에 이르기까지의 예상 잔존 파괴진행시간은 15일 보다 작아서는 안 된다.

(8) 누설에 의해 감지되지 않으나, 운항중 검사시 확실히 식별될 수 있는 파괴의 경우, C_W는 0.5 이하이어야 한다. 운항중 검사방법으로 식별될 수 없는 최대크기의 균열이 임계상황에 이르기까지의 예상 잔존 파괴진행시간은 검사주기의 3배보다 작아서는 안 된다.

(9) 유효한 결함 또는 균열전파를 감지할 수 없는 탱크의 특정위치에서는 보다 엄격한 파괴허용기준이 최소값으로 적용되어야 한다. C_W는 0.1 이하이어야 한다. 가정된 최초결함으로부터 임계상황에 도달하기까지의 예상되는 파괴진행시간은 탱크수명의 3배보다 작아서는 안 된다.



σ_0 : 선박의 일생에 있어서 최대응력의 기대치
반복빈도는 대수표시 : 2×10^5을 추정의 일례로써 표시한다.

그림 7.5.13 간소화된 하중분포

3. 사고 설계 조건

(1) 사고설계조건은 발생가능성이 매우 낮은 사고하중에 대한 설계조건이다.

(2) 해석은 다음의 특성 값들을 기초로 하여야 한다.

영구하중: 예상값
기능하중: 특정값
환경하중: 특정값
사고하중: 특정값 또는 예상값

(3) 413.의 9항 및 415.에 언급된 하중들은 서로 또는 파도로 인한 하중과 조합할 필요는 없다.

419. 재료 【지침 참조】

1. 선체구조를 형성하는 재료

(1) 화물온도가 -10°C 미만인 경우, 선체구조에 사용되는 판 및 형강들의 재료등급을 결정하기 위해, 모든 탱크형식에 대해 온도계산이 수행되어야 한다. 계산시 다음의 가정을 적용하여야 한다.

(가) 모든 탱크의 1차 방벽은 화물온도로 가정하여야 한다.

(나) (가)에 추가하여, 완전 또는 부분 2차 방벽이 요구되는 경우, 2차 방벽은 임의의 1개 탱크에 대해 표준대기압에서의 화물온도와 같다고 가정하여야 한다.

(다) 항해구역이 제한되지 않는 경우, 주위온도가 대기는 5°C 및 해수는 0°C로 하여야 한다. 우리 선급이 인정하는 경우 한정된 항로를 운항하는 선박에 대해서는 더 높은 주위온도를 적용할 수 있다. 반대로, 동계에 더 낮은 온도가 예상되는 지역을 운항하는 선박에 대해서는 우리 선급이 더 낮은 온도를 요구할 수 있다. *(2021)*

(라) 대기 및 해수가 잔잔한 조건으로 가정하여야 한다. 즉 강제 대류에 대한 조정이 없어야 한다.

(마) 3항 (6)호 및 (7)호의 열 및 기계적 노후화, 압착작용(compaction), 선박운동 및 탱크진동과 같은 요소로 인한 선박의 수명동안 단열재 특성의 열화가 가정되어야 한다.

(바) 해당되는 경우, 액체화물로부터 누설되는 화물의 증발증기로 인한 냉각효과가 고려되어야 한다.

(사) 가열장치가 (6)호를 만족하는 경우, (5)호에 따른 선체가열이 있는 것으로 한다.

(아) (5)호에 기술된 경우를 제외하고, 임의의 가열방법은 인정하지 않는다.

(자) 내부선체와 외부선체을 연결하는 구조부재의 강재 등급은 그 평균온도를 사용하여 정할 수 있다.

이 절에 언급된, 설계시 사용되는 주위 온도는 IGC **적합증서**에 기술되어야 한다.

(2) 선박의 외판, 갑판 및 이들에 설치되는 모든 보강재는 **3편**의 관련 각 장의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 저온화물의 영향에 따라 설계상태에서 재료의 계산온도가 -5 °C 미만으로 되는 경우, 이 재료는 **표** 7.5.8에 정하는 바에 따른다.

(3) 화물온도의 영향으로 설계조건에서 계산된 온도가 0°C 보다 낮은 모든 기타 선체구조의 재료 및 2차 방벽을 구성하지 않은 재료는 **표** 7.5.8에 따른다. 이는 화물탱크를 지지하는 선체구조를 포함하며, 이중저 판, 종격벽판, 횡격벽판, 늑판, 웨브, 스트링거 및 모든 부착된 보강재를 포함한다.

(4) 2차 방벽을 구성하는 선체구조의 재료는 **표** 7.5.5a 및 7.5.5b의 규정에 따른다. 2차 방벽을 갑판 또는 선측외판으

로 구성하는 경우, **표 7.5.5a** 및 **7.5.5b**에서 요구하는 강재의 등급은 필요에 따라서 적절한 범위의 인접갑판 또는 인접선측 외판에까지 적용하여야 한다. *(2022)*

(5) 재료의 온도가 **표7.5.8**에 명시된 재료 등급에 따른 허용최저온도 이하로 떨어지지 않도록 하기 위하여 구조재료에 가열장치가 사용될 수 있다. (1)의 계산에서 이러한 가열장치를 다음의 위치에 고려할 수 있다.

(가) 임의의 횡방향 선체구조

(나) 가열을 고려하지 않은 계산온도로서, 재료가 공기 중 +5°C 및 해수 0°C의 주위온도조건에서 적절하게 유지된다면, (2) 및 (3)에 명시된 종방향 선체구조 *(2019)*

(다) (나)의 대안으로, -30°C의 최저설계온도 또는 가열을 고려하는 (1)항에 따라 결정된 온도보다 30°C 낮은 온도 중 더 낮은 온도에서도 재료가 적절하게 유지된다면, 가열할 수 있는지 증명되는 화물탱크 사이의 종격벽 *(2019)*

이러한 격벽이 유효하다고 고려되는 경우 및 그렇지 않은 경우 모두에 대해, 선박의 종강도는 **3편 3장**의 요건을 만족하여야 한다.

(6) (5)에 따른 가열장치는 다음 요건을 만족하여야 한다.

(가) 가열설비는 이 장치의 어떠한 부분이 고장난 상태에서도 예비의 가열장치에 의하여 이론적으로 필요한 열량을 100 % 이상 공급할 수 있는 것이어야 한다.

(나) 가열장치는 중요 보기로서 고려하여야 한다. (5) (가)에 따라 제공되는 최소 하나 이상 시스템의 모든 전기 부품들에 비상전원이 공급되어야 한다.

(다) 가열장치의 설계 및 구성은 격납설비에 포함하여 우리선급의 승인을 받아야 한다.

2. 1차 및 2차 방벽의 재료

(1) 선체를 구성하지 않는, 1차 및 2차 방벽의 제작에 사용되는 금속재료는 해당되는 설계하중에 적합하여야 하며 **표 7.5.4, 7.5.5a, 7.5.5b** 또는 **7.5.6**에 따른다. *(2022)*

(2) 1차 및 2차 방벽이 **표 7.5.4, 7.5.5a, 7.5.5b** 및 **7.5.6**에 규정되지 않은 금속재료 또는 비금속재료로 제작된 경우, 재료는 방벽의 특성 및 용도에 따른 설계하중을 고려하여 우리 선급에 의해 승인되어야 한다. *(2022)*

(3) 1차 또는 2차 방벽에 복합재료를 포함하여, 비금속 재료가 사용되거나 포함되는 경우, 이들의 의도된 기능에 대한 적합성을 확인하기 위하여 해당되는 경우 다음의 특성에 대해 시험하여야 한다.

(가) 화물과의 적합성

(나) 노후화

(다) 기계적 특성

(라) 열팽창 및 열수축

(마) 마모

(바) 결합(cohesion)

(사) 진동 저항성

(아) 화재 및 화염 전파에 저항성

(자) 피로파괴 및 균열 전파에 대한 저항성

(4) 해당되는 경우 상기 특성들은 운항중 예상최고온도와 최저설계온도보다 5°C 낮은 온도 사이의 범위에서 시험하여야 하고, -196°C보다 낮아서는 안 된다.

(5) (가) 복합재료를 포함한, 비금속재료가 1차 및 2차 방벽으로 사용되는 경우 결합절차는 (1)에서 (4)호에 따른 것과 같이 시험되어야 한다.

(나) 1차 및 2차 방벽의 제작에 비금속재료가 사용될 경우, **부록「 7A-6 비금속 재료 」**에 따른다. *(2021)*

(6) 1차 및 2차 방벽에 사용되는 재료가 화재와 화염의 확산이 느린 특성을 가지지 않은 경우라도, 적절한 시스템 (예를 들어, 영구적 불활성 가스 환경)으로 보호되거나 또는 방화벽이 제공된다면 적절히 고려할 수 있다.

3. 화물격납설비에 사용되는 단열재 및 기타 재료

(1) 화물격납설비에 사용되는 하중을 견디는 단열재 및 기타 재료는 설계하중에 적합하여야 한다.

(2) 화물격납설비에 사용되는 단열재 및 기타 재료는 다음 특성을 가져야 하며 계획된 운용에 적합함을 보장하기 위하여 시험하여야 한다. (*2019*)

(가) 화물과의 적합성

(나) 화물에 의한 용해성

(다) 화물의 흡수성

(라) 수축성

(마) 노후화
(바) 독립기포율
(사) 밀도
(아) 기계적 성질, 화물 및 기타 하중영향, 열팽창 및 수축 등.
(자) 마모성
(차) 결합성
(카) 열전도율
(타) 진동에 대한 저항
(파) 불과 화염전파에 대한 저항
(하) 피로파괴 및 균열 전파에 대한 저항

(3) 해당되는 경우, 상기 특성들은 운항 중 예상최고온도와 최저설계온도보다 5°C 낮은 온도 사이의 범위에서 시험하여야 하고, -196°C보다 낮아서는 안 된다. (*2019*)

(4) 단열재는 설치되는 장소 또는 그 환경조건에 따라, 적절한 내화성 및 내화염전파성을 갖는 것이어야 하고, 또한 수증기의 침입 및 기계적 손상에 대하여 적절히 보호되어야 한다. 단열재가 노출갑판상 또는 그 보다 위에 위치하거나 탱크덮개 관통부 근처에 위치하는 경우, 우리 선급의 기준에 따른 적절한 방화특성을 가지거나 또는 화염전파가 느린 특성을 가지며 승인된 유효한 증기밀봉(vapour seal)이 되는 재료로 보호되어야 한다.

(5) 표면이 화염전파가 느린 특성을 가지며 승인된 유효한 증기밀봉이 되는 재료로 보호된다면, 방화기준에 적합하지 않는 단열재라도 영구적으로 불활성화 되지 않는 화물창 구역 내에 사용될 수 있다. (*2019*)

(6) 단열재의 열전도율 시험은 적절히 열화된(suitably aged) 표본으로 시행하여야 한다.

(7) 분말상 또는 입자상의 단열재가 사용될 경우, 운용중 재료가 작아지는 것을 최소화하고, 필요한 열전도율을 유지하는 조치를 취하여야 한다. 또한, 화물격납설비에 가해지는 현저한 압력증가를 방지할 수 있는 방법도 고려하여야 한다.

420. 제작 【지침 참조】

1. 용접 이음부의 설계

(1) 독립형탱크의 탱크판의 모든 용접이음은 완전 용입형의 맞대기용접으로 하여야 한다. 탱크판과 돔의 연결부에만은 용접절차 승인시험의 결과에 따라 완전용입형의 필릿이음 용접으로 할 수 있다. 돔에 설치되는 작은 관통부를 제외하고 노즐의 용접도 원칙적으로 완전용입형으로 설계하여야 한다.

(2) 독립형탱크 형식 C 및 주로 곡면으로 제작되는 독립형탱크 형식 B의 수밀 1차 격벽의 용접이음의 상세는 다음에 따른다.

(가) 압력용기의 모든 길이방향 및 원주방향 이음은 양면 V형 개선 또는 일면 V형 개선의 완전용입형의 맞대기용접으로 하여야 한다. 완전용입형의 맞대기용접은 양면용접 또는 뒷댐판을 사용하여 행하여야 한다.
뒷댐판을 사용한 경우, 대단히 작은 프로세스용 압력용기에 사용되는 경우를 제외하고 뒷댐판은 제거하여야 한다. 그 밖의 V형 개선은 용접절차 인정시험의 결과에 따라 우리 선급이 인정하는 경우, 사용할 수 있다.

(나) 탱크 본체와 돔 및 돔과 관련 부착품과의 이음부의 V형 개선 형상은 **5편 5장**의 규정에 따라 설계하여야 한다. 용기의 노즐, 돔 또는 기타 관통부의 모든 용접 및 용기나 노즐의 플랜지이음의 모든 용접은 완전용입형의 용접으로 하여야 한다.

(3) 3항에 명시된 경우를 제외하고, 해당되는 경우 모든 제작과정 및 시험은 **6절**의 관련 규정에 따른다.

2. 접착 및 기타 이음공정에 대한 설계

접착에 의한 이음부(또는 기타 용접을 제외한 다른 방법)의 설계는 연결과정의 강도특성을 고려하여야 한다.

3. 시험

(1) 모든 화물탱크 및 프로세스용 압력용기는 421.에서 426.의 해당되는 탱크의 형식에 따라, 수압시험 또는 수압-공기압시험을 하여야 한다.

(2) 모든 탱크는 (1)호에 따른 압력시험과 결합하여 밀폐시험을 하여야 한다.

(3) 2차 방벽의 검사에 관한 요건은 방벽의 접근성을 고려하여(406.의 2항 참고), 각각의 경우에 대하여 우리 선급이 정하는 바에 따른다.

(4) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 새로운 독립형탱크 형식 B 또는 427.에 따라 설계된 탱크가 설치되는 선박에 있어서 적어도 1개의 원형(prototype)탱크 및 그 지지구조는 스트레인 게이지(strain gauges) 또는 기타 적절한 장비로 응력크기를 확인하기 위하여 그 응력을 계측하도록 요구할 수 있다. 탱크의 형상 및 지지구조와 그

부착품의 배치에 따라 독립형탱크 형식 C도 우리 선급이 필요하다고 인정한 경우, 동일한 계측장치를 요구할 수 있다. *(2021)*

(5) 화물격납설비로서의 모든 성능은 IGC code 1.4 및 기타 우리 선급의 요건에 따라 최초의 화물 만재 적재 및 하역중의 설계변수에 적합함을 증명하여야 한다. 설계변수를 증명하는 중요한 구조요소 및 의장품의 성능에 대한 기록은 선내에 보관되어 우리 선급 검사원이 확인 할 수 있어야 한다. *(2021)*

(6) 419.의 1항 (5)호 및 419.의 1항 (6)호에 따라 가열설비를 설치할 경우, 이 설비는 필요한 열출력(heat output) 및 열분포(heat distribution)에 대하여 시험하여야 한다.

(7) 화물격납설비는 최초의 적하 항해시 또는 직후에 콜드스폿(cold spot) 검사를 하여야 한다. 육안으로 확인할 수 없는 단열재 표면에 대한 건전성 검사는 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 시행되어야 한다.

421. 독립형탱크 형식 A 【지침 참조】

1. 설계기준

(1) 독립형탱크 형식 A라 함은 주로 종래에 사용되는 있는 선체강도 해석법에 따라 인정하는 기준에 의해 설계되는 탱크를 말한다. 이 탱크가 주로 평면구조로 제작되는 경우, 설계증기압 P_0는 0.07 MPa 미만이어야 한다.

(2) 대기압에서 화물온도가 -10°C 미만인 경우, 405.에 따른 완전 2차 방벽이 설치되어야 한다. 2차방벽은 406.에 따라 설계되어야 한다.

2. 구조해석

(1) 구조해석은 413.의 2항에 규정하는 내압을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 하여야 하며, 해당 선체구조와 주요부재의 상호작용에 대해 고려하여야 한다.

(2) **3편 15장**에서 규정하지 않는 부분(예를 들면, 지지 구조)에 대하여는, 적용 가능한 한 412.에서 415.에 명시하는 하중과 지지 구조 부근의 선체처짐을 고려하여, 직접 계산에 의하여 응력을 구하여야 한다.

(3) 지지부를 갖춘 탱크들은 415.의 사고하중을 고려하여 설계되어야 한다. 이 하중들은 서로 또는 환경하중과 조합할 필요는 없다.

3. 최종설계조건(ultimate design condition)

(1) 주로 평판에 의하여 구성되는 탱크에 대해, 종래 사용되고 있는 방법으로 구하는 1차 및 2차부재(보강재, 특설늑골, 스트링거, 거더)의 공칭 막응력은 니켈강, 탄소망간강, 오스테나이트계 강재 및 알루미늄 합금에 대하여 $R_m/2.66$ 또는 $R_e/1.33$중 작은 것을 넘어서는 안 된다. 여기서, R_m 및 R_e 는 418.의 1항 (3)호에 따른다. 다만, 1차부재에 관한 상세응력 계산을 행할 경우, 418.의 1항 (4)호에서 정한 등가응력 σ_c는 우리 선급이 인정하는 경우, 보다 높은 허용응력으로 할 수 있다. 이 상세계산은 이중저와 탱크저부의 처짐에 의한 선체와 탱크의 상호 반력의 영향을 포함하고 굽힘, 전단, 축방향 및 비틀림 변형의 영향을 고려한 것이어야 한다.

(2) 탱크판의 두께는 413.의 2항에 따른 내부압력과 403.의 5항에서 요구하는 모든 부식허용치를 고려하여 최소한 **3편 15장**의 디프탱크의 규정에 적합하여야 한다. (*2019*)

(3) 화물탱크구조는 좌굴에 대해 검토되어야 한다.

4. 사고설계조건

(1) 탱크 및 탱크 지지부는 403.의 4항 (3)호 및 415.의 사고하중 및 설계조건을 고려하여 설계되어야 한다.

(2) 415.의 사고하중을 적용할 경우, 응력은 사고의 낮은 발생확률을 고려하여 적절히 수정된 3항의 허용기준에 따라야 한다.

5. 시험

모든 독립형탱크 형식A에 대하여 수압 또는 수압-공기압 시험을 하여야 한다. 이 시험은 적어도 탱크상부의 압력을 최대 허용설정압력에 상응하는 압력으로 하고, 또한 가능한 한 탱크에 발생하는 응력이 설계응력에 가깝도록 하여야 한다. 수압-공기압시험을 할 경우, 시험조건은 가능한 한 탱크 및 지지구조에 동적요소를 포함한 설계하중을 구현하여야 한다. 이때 영구변형을 일으키는 정도의 응력이 발생하지 않도록 하여야 한다.

422. 독립형탱크 형식 B 【지침 참조】

1. 설계기준

(1) 독립형탱크 형식 B는 응력수준, 피로수명 및 균열진전 특성 등을 결정하기 위해 모형시험, 정밀한 해석수단 및 해석법을 이용하여 설계된 탱크를 말한다. 이 탱크는 주로 평면판에 의하여 구성되는(주형탱크) 경우, 설계증기압 P_0는 0.07 MPa 미만이어야 한다.

(2) 만약 대기압에서 화물온도가 -10°C 보다 낮은 경우, 소규모 누설방지장치가 있는 부분 2차 방벽이 405.에 따라

설치되어야 한다. 소규모 누설방지장치는 407.에 따라 설계되어야 한다.

2. 구조해석

(1) 다음의 각 항에 대하여 모든 동적 및 정적하중의 영향을 고려하여 구조의 적합성을 확인하여야 한다. 유한요소해석 또는 이와 동등한 해석방법과 파괴역학해석 또는 이와 동등한 해석을 하여야 한다.

(가) 소성변형

(나) 좌굴

(다) 피로파괴

(라) 균열진전

(2) 선체와의 상호작용을 포함한 응력을 평가하기 위하여 3차원해석을 하여야 한다. 이 해석의 구조모델은 화물탱크와 그 지지 및 고정방법과 적절한 범위의 선체구조 부분을 포함하여야 한다.

(3) 유사선으로부터의 유효한 자료가 제공되지 않는 경우, 불규칙 파로 인한 선체 가속도와 거동, 그리고 그 하중 및 거동에 대한 선박과 화물탱크 응답의 정밀한 해석이 수행되어야 한다.(*2019*)

3. 최종설계조건(ultimate design condition)

(1) 소성변형

(가) 주로 구형의 독립형탱크 형식 B의 허용응력은 다음의 규정을 만족하여야 한다.

$\sigma_m \leq f$

$\sigma_L \leq 1.5f$

$\sigma_b \leq 1.5F$

$\sigma_L + \sigma_b \leq 1.5F$

$\sigma_m + \sigma_b \leq 1.5F$

$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0F$

$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0F$

σ_m : 등가 1차 일반막응력

σ_L : 등가 1차 국부막응력

σ_b : 등가 1차 굽힘응력

σ_g : 등가 2차 응력

σ_m, σ_L, σ_b 및 σ_g : 428.의 3항에 따른다.

f : R_m/A 또는 R_e/B 중 작은 것

F : R_m/C 또는 R_e/D 중 작은 것

R_m 및 R_e : 418.의 1항 (3)호에 따른다.

A, B, C 및 D의 값은 **표 7.5.2**에 표시하는 최소값 이상으로 하여야 한다.

A, B, C 및 D의 값은 IGC **적합증서**에 기재하여야 한다.

표 7.5.2 A, B, C 및 D 의 값

	니켈강 및 탄소망간강	오스테나이트강	알루미늄합금
A	3	3.5	4
B	2	1.6	1.5
C	3	3	3
D	1.5	1.5	1.5
상기 값들은 우리 선급이 인정하는 경우 다른 값을 사용할 수 있다.			

(나) 주로 평면구조로 제작되는 독립형탱크 형식 B에 대하여, 유한요소해석시 허용 멤브레인 등가응력은 다음을 초과하여서는 안 된다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우, 응력의 위치, 응력해석방법 및 설계조건을 고려하여 수정할 수 있다.

(a) 니켈강 및 탄소 망간강: $R_m/2$ 또는 $R_e/1.2$ 중 작은 값보다 작아야 한다.
(b) 오스테나이트강: $R_m/2.5$ 또는 $R_e/1.2$ 중 작은 값보다 작아야 한다.
(c) 알루미늄 합금: $R_m/2.5$ 또는 $R_e/1.2$ 중 작은 값보다 작아야 한다.

(다) 탱크외판의 두께 및 보강재의 크기는 독립형탱크 형식 A에 요구하는 것보다 작아서는 안 된다.

(2) 좌굴

외압과 압축응력을 일으키는 기타 하중을 받는 화물탱크의 좌굴강도해석은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기준에 따라 수행되어야 한다. 해석방법은 이론적인 것과 판 끝단의 정렬 불량, 직선도 및 편평도 결함, 정원과의 편차의 결과에 따른 실제 좌굴응력과의 차이를 적절히 고려할 수 있어야 한다.

4. 피로설계조건

(1) 피로 및 균열진전 평가는 418.의 2항에 따라 수행되어야 한다. 승인기준은 결함의 탐지가능성에 따라 418.의 2항 (7)호에서 (9)호에 따라야 한다.

(2) 피로해석은 건조공차를 고려하여야 한다.

(3) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 모형시험은 구조부재의 응력집중계수 및 피로수명을 결정하기 위해 요구될 수 있다.

5. 사고설계조건

(1) 탱크 및 탱크지지부는 403.의 4항 (3)호 및 415.에 따라, 해당되는 사고하중 및 설계조건에 대해 설계하여야 한다.

(2) 415.에 따른 사고하중을 적용할 때, 응력은 낮은 발생빈도를 고려하여 적절히 수정된 3항의 허용기준에 따라야 한다.

6. 시험

독립형탱크 형식 B는 수압 또는 수압-공기압시험을 다음에 따라 시행하여야 한다.

(1) 시험은 독립형탱크 형식 A에 대한 421.의 5항의 규정을 따라야 한다.

(2) 또한, 시험상태에서 1차부재의 최대 막응력 또는 굽힘응력은 시험온도에서 재료의 항복응력(조립상태)의 90 %를 넘어서는 안 된다. 계산상의 응력이 항복응력의 75 %를 넘을 경우, 원형시험(prototype test)시 스트레인 게이지(stain gauge) 또는 다른 적절한 장치를 사용하여 상기의 상태가 만족하는 것을 확인하여야 한다.

7. 표시

압력용기의 모든 표시는 허용 불가한 국부응력 상승을 초래하지 않는 방법으로 표시되어야 한다.

423. 독립형탱크 형식 C 【지침 참조】

1. 설계기준

(1) 독립형탱크 형식 C에 대한 설계기준은 파괴역학 및 균열진전기준을 포함한 수정된 압력용기기준에 기초한다. (2)호에 정의된 최소설계압력은 동적 응력이 충분히 작아서 최초 표면결함이 탱크의 수명동안 탱크외판 두께의 반 이상 진전되지 않는다는 것을 보장하도록 설계되어야 한다.

(2) 설계증기압 P_0는 다음보다 작아서는 안 된다.

$$P_o = 0.2 + A\,C(\rho_r)^{1.5} \ (\mathrm{MPa})$$

$$A = 0.00185\left(\frac{\sigma_m}{\Delta\sigma_A}\right)^2$$

σ_m : 설계 1차막응력

$\Delta\sigma_A$: 허용 동적막응력(발현확률 $Q = 10^{-8}$ 레벨에서의 양진폭)으로 다음에 따른다. 페라이트-펄라이트강, 마르텐사이트강, 오스테나이트강의 경우: 55 N/mm^2, 알루미늄합금(5083-O)의 경우: 25 N/mm^2, 명시된 탱크의 설계수명이 10^8 의 파도를 만나는 것보다 길 때, $\Delta\sigma_A$는 설계수명에 따라 동등한 균열진전을 고려하기 위해 수정하여야 한다.

C : 탱크의 크기에 따라 결정되는 아래의 값중 최대값

h, $0.75b$ 또는 $0.45l$

h : 탱크 높이(m) (선박의 깊이 방향)
b : 탱크 너비(m) (선박의 너비 방향)
l : 탱크 길이(m) (선박의 길이 방향)

ρ_r : 설계온도에 있어서 화물의 비중(ρ_r=1:청수)

(3) (2)의 최소설계압력의 기준에 적합한 형식C 탱크에, 탱크의 형상, 지지구조 및 부착품을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 형식 A 또는 형식 B의 규정의 적용을 요구할 수 있다.

2. 탱크외판 두께

(1) 외판 두께는 다음을 따른다.

(가) 압력용기의 경우 (4)호에 따라 계산된 두께는 마이너스 공차가 없는 성형 후 최소두께로 고려하여야 한다.

(나) 성형 후의 부식여유를 포함한 압력용기의 동판 및 경판의 최소두께는 탄소망간강 및 니켈강에 대하여는 5 mm, 오스테나이트강에 대하여는 3 mm 및 알루미늄합금에 대하여 7 mm 이상이어야 한다.

(다) (4)호의 계산에 사용하는 용접이음 효율은 605.의 6항 (5)호에 정하는 검사 및 비파괴검사을 행할 경우 0.95로 하여야 한다. 이 수치는 사용재료, 이음의 종류, 용접법 및 하중의 종류 등을 고려하여 1.0까지 증가할 수 있다. 프로세스용 압력용기에 대하여 우리 선급은 부분적으로 비파괴검사을 인정할 수 있으나, 그 시행범위는 사용재료, 설계온도, 조립상태에서의 재료의 무연성 천이온도, 용접이음의 종류 및 용접법에 따라 605.의 6항 (5)호에 따라 정한 것 이상이어야 하고, 또한 이음효율은 0.85이하의 값을 적용하여야 한다. 특별한 재료에 대하여 상기의 이음효율은 용접이음부의 규정된 기계적 성질에 따라서 감소하여야 한다.

(2) 413.의 2항에 정의된 설계액체압은 내부압력 계산시에 고려되어야 한다.

(3) 압력용기의 좌굴을 검토하는데 사용하는 설계외압 P_e는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \text{ (MPa)}$$

P_1 : 진공 도출밸브의 설정압력, 진공 도출밸브가 설치되지 않은 압력용기에 대한 P_1은 특별히 고려하여야 하고 일반적으로 0.025 MPa 이상이어야 한다.

P_2 : 압력용기 또는 그 일부를 완전하게 폐위하는 구획의 도출밸브(PRVs, pressure relief valves)의 설정압력, 기타의 경우에는 P_2 = 0으로 한다.

P_3 : 단열재의 무게와 수축, 부식 여유를 포함한 판의 무게 및 압력용기가 받게 되는 기타 외부 압력으로 인한 판 내부 또는 외부에서의 압축 작용. 여기에는 돔의 무게, 타워 및 관장치의 무게, 부분 적재된 화물의 영향, 가속도 및 선체 변형이 포함 되나 이에 국한되지 않는다. 그리고 외압, 내압 또는 그 두 가지 모두의 국부적 영향이 고려되어야 한다. (*2019*)

P_4 : 노출갑판상에 있는 압력용기 또는 그 일부의 수두에 의한 외압, 기타의 경우 P_4 = 0으로 한다.

(4) 내압에 기초한 부재치수는 다음에 따른다.

413.의 2항에 정의된 내압 하에서 압력용기의 압력유지부의 형상 및 두께는 플렌지를 포함하여 결정되어야 한다. 이러한 계산은 모든 경우에 승인된 압력용기 설계이론에 기초하여야 한다. 압력용기의 압력유지부의 개구는 **4편 2장**에 따른다.

(5) 정적 및 동적하중에 대한 응력해석

(가) 압력용기의 치수는 2항 (1)호에서 (4)호 및 3항의 규정에 따라야 한다.

(나) 지지구조 및 지지구조부의 동판 또는 경판 부착품에 가해지는 하중 및 응력을 계산하여야 한다. 해당되는 경우, 412.에서 415.에 정하는 하중을 사용하여야 한다. 지지구조부의 응력은 선급이 적절하다고 인정하는 기준에 따른다. 우리 선급이 필요하다고 인정할 경우에는 피로해석을 요구할 수 있다.

(다) 우리 선급이 필요하다고 인정할 경우, 2차응력 및 열응력에 대하여는 특별히 고려할 수 있다.

3. 최종설계조건(ultimate design condition)

(1) 소성변형

독립형탱크 형식 C의 허용응력은 다음의 규정을 만족하여야 한다.

$$\sigma_m \le f$$
$$\sigma_L \le 1.5f$$
$$\sigma_b \le 1.5f$$
$$\sigma_L + \sigma_b \le 1.5f$$
$$\sigma_m + \sigma_b \le 1.5f$$
$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \le 3.0f$$
$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \le 3.0f$$

σ_m : 등가 1차 일반막응력
σ_L : 등가 1차 국부막응력
σ_b : 등가 1차 굽힘응력
σ_g : 등가 2차 응력
f : R_m/A 또는 R_e/B 중 작은 것

σ_m, σ_L, σ_b 및 σ_g에 대하여는 428.의 3항에 따른다.
R_m 및 R_e에 대하여는 418.의 1항 (3)호에 따른다.

A 및 B의 값은 표 7.5.3에 표시하는 최소값 이상으로 하여야 한다.
A 및 B의 값은 IGC 적합증서에 기재하여야 한다.

표 7.5.3 A 및 B의 값

	니켈강 및 탄소망간강	오스테나이트강	알루미늄합금
A	3	3.5	4
B	1.5	1.5	1.5

(2) 좌굴기준은 다음에 따른다.
압축응력을 일으키는 외압 및 기타의 하중을 받는 압력용기의 두께 및 모양은 승인된 압력용기 좌굴이론을 이용한 계산에 기초하여야 하며, 또한, 판 가장자리의 어긋남, 난형도(ovality) 및 규정된 호/현의 길이에 대한 진원의 편차에서 발생되는 좌굴응력의 이론과 실제 값과의 차이를 적절하게 고려하여야 한다.

4. 피로설계조건

크기가 큰 독립형탱크 형식 C의 경우, 대기압에서 화물온도가 -55°C 이하인 경우, 우리 선급은 정적 및 동적응력을 고려하여 1항 (1)호에 적합함을 확인하기 위해 추가검증을 요구할 수 있다.

5. 사고설계조건

(1) 탱크 및 탱크지지구조는 사고하중 및 403.의 4항 (3)호 및 415.에 명시된 설계조건에서 해당되는 조건에 따라 설계되어야 한다.
(2) 415.에 명시된 사고하중을 적용할 경우, 응력은 발생가능성이 낮음을 고려하여 적절히 수정한, 3항 (1)호에 명시된 승인기준에 따라야 한다.

6. 시험

(1) 각 압력용기는 탱크정부에서 1.5 P_0 이상의 압력으로 수압시험을 하여야 하며, 시험중 어떠한 부위에 있어서도 계산에 의한 1차 막응력이 재료의 항복응력의 90 %를 넘지 않도록 하여야 한다. 간단한 원통형 또는 구형의 압력용기를 제외하고 계산에서 이 응력이 항복응력의 75 %를 넘는다고 예상될 경우, 원형시험을 할 때 압력용기에 스트레인게이지 또는 다른 적절한 장치를 부착하고 상기의 상태가 만족하는 것을 확인하여야 한다. *(2021)*
(2) 시험에 사용하는 수온은 조립상태의 재료의 무연성 천이온도보다 적어도 30 °C 높은 온도이어야 한다.
(3) 압력은 판두께 매 25 mm 당 2시간을 유지하여야 하며 어떠한 경우에도 2시간미만으로 하여서는 안 된다.
(4) 화물용 압력용기의 수압-공기압시험은 불가피하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 (1)호에서 (3)호에 규정하는 상태로 할 수 있다.
(5) 우리 선급이 인정하는 경우, 사용온도에 따라서 보다 높은 허용응력을 사용하는 압력용기의 시험을 특별히 고려할 수 있다. 다만, (1)호의 규정에는 완전히 적합하여야 한다. *(2021)*
(6) 공사 완료 후 각 압력용기 및 그 부착품은 적절한 밀폐시험을 하여야 한다. 이 때는 밀폐시험을 (1)호에 따른 압력시험과 결합하여 실시할 수 있다.
(7) 화물탱크 이외의 압력용기의 기압시험은, 각각의 경우에 대하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에 한하여 시행하여야 한다. 압력용기가 안전하게 물을 채울 수 없게 설계 또는 지지되어 있거나, 이 용기를 건조시킬 수 없는 경우와 사용 중에 시험용 매체의 잔류를 허용할 수 없는 경우에 한하여 이 시험은 인정될 수 있다.

7. 표시

압력용기의 모든 표시는 허용 불가한 국부응력 상승을 초래하지 않는 방법으로 표시되어야 한다.

424. 멤브레인탱크 【지침 참조】

1. 설계기준

(1) 멤브레인 화물격납설비는 열 및 기타의 신축이 멤브레인의 밀폐성 상실에 과도한 위험이 없도록 설계하여야 한다.

(2) 해석 및 시험에 기초한 체계적 접근은 2항 (1)호에 명시된 사용중 식별된 사례를 고려하여 탱크의 의도된 기능을 제공함을 입증하도록 사용되어야 한다.

(3) 대기압에서 화물온도가 -10°C 미만일 경우, 405.에서 요구하는 완전 2차 방벽을 설치하여야 하며, 이 2차 방벽은 406.에 따라 설계되어야 한다.

(4) 설계증기압 P_0는 원칙적으로 0.025 MPa를 넘어서는 안 된다. 다만, 선체구조 치수를 필요에 따라 증가하고, 또한 단열구조의 지지강도가 적절하면 P_0는 보다 큰 값으로 할 수 있으나 0.07 MPa 미만이어야 한다.

(5) 멤브레인탱크의 정의에는 비금속성 멤브레인이 사용될 경우, 또는 멤브레인이 단열재에 포함되는 경우, 혹은 멤브레인이 단열재와 조립되는 설계를 포함한다.

(6) 일반적으로 멤브레인의 두께는 10 mm를 넘어서는 안 된다.

(7) 902.의 1항에 따라, 1차 단열공간과 2차 단열공간에 불활성 가스의 순환은 유효한 가스탐지방법을 충분히 가능하도록 하는 것이어야 한다.

2. 설계시 고려사항

(1) 멤브레인의 수명동안 수밀성을 상실하도록 할 수 있는 잠재적 사고는 평가되어야 한다. 이 사고는 아래의 사항을 포함하나, 이에 제한하여서는 안 된다.

(가) 최종설계(ultimate design) 사건:

(a) 멤브레인의 인장파괴
(b) 단열재의 압축붕괴
(c) 열에 의한 노화
(d) 단열재와 선체구조 간 접착의 상실
(e) 단열재와 멤브레인의 접착의 상실
(f) 내부구조 및 이의 지지구조의 구조적 건전성
(g) 지지선체구조의 파괴

(나) 피로설계 사건:

(a) 선체구조에의 부착물 및 선체구조와의 결합부를 포함한 멤브레인의 피로 (*2019*)
(b) 단열재의 피로균열
(c) 내부구조 및 이의 지지구조의 피로
(d) 평형수의 침수로 이어지는 내부선체의 피로균열

(다) 사고설계 사건 :

(a) 돌발적인 기계적 손상(예, 운항중 탱크내부에서의 물체의 낙하)
(b) 단열공간의 돌발적인 과압
(c) 탱크내의 돌발적인 진공
(d) 내부선체구조를 통한 물의 침투

하나의 내부 사고가 동시에 또는 순차적으로 양쪽 멤브레인의 파괴를 일으키는 설계는 허용하지 않는다. (*2019*)

(2) 화물격납설비의 제작에 사용되는 재료의 필요한 물질적 특성(기계적, 열특성, 화학적 등)은 1항 (2)호에 따라 설계개발시에 설정되어야 한다.

3. 하중 및 하중조합

방벽간 구역의 과압, 화물내의 부압, 슬로싱의 영향, 선체진동의 영향, 또는 이들의 조합으로 가능한 탱크 건전성의 상실에 대하여 특별히 주의하여야 한다.

4. 구조해석

(1) 409.에 정의된 화물격납설비 및 이와 관련된 구조부의 최종강도 및 피로강도의 평가를 위하여 구조해석 및/또는 시험을 하여야 한다. 구조해석은 화물격납설비에 치명적인 것으로 식별된 각 파괴모드를 평가하는데 필요한 자료를 제공하여야 한다.

(2) 선체구조해석은 413.의 2항에 규정하는 내압을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 하여야 한다. 다만, 선체의 변형 및 멤브레인과 단열재의 적합성에 대하여는 특별히 주의하여야 한다.

(3) (1)호 및 (2)호에 따른 해석은 선박 및 화물격납설비의 운동, 가속도 및 반응에 기초하여야 한다.

5. 최종설계조건(ultimate design condition)

(1) 모든 주요 구성품, 하위체계 또는 조립품의 구조적 저항성은 운항중인 상태에 대해, 1항 (2)호에 따라 설정되어야 한다.

(2) 화물격납설비 및 이것의 선체구조에 붙는 부착물, 탱크내부구조의 파괴모드에 대한 허용강도기준의 선택은 고려하는 파괴모드와 관련된 결과를 반영하여야 한다.

(3) 내측선체구조는 413.의 2항에 규정하는 내압과 414.의 3항에 따른 슬로싱 하중에 대한 요건을 고려하여 디프탱크에 대한 요건에 적합하여야 한다.

6. 피로설계조건

(1) 지속적인 감시에 의해서도 결함의 진전이 확실히 탐지되지 않는 탱크 내부의 구조물(펌프타워), 펌프타워와 멤브레인의 결합부에 대하여는 피로해석을 수행하여야 한다. (*2019*)

(2) 피로계산은 다음에 따른 관련요건과 418.의 2항에 따라 수행되어야 한다.

(가) 구조적 건전성에 대한 구조 요소들의 중요도

(나) 검사의 유용성

(3) 균열이 양측 멤브레인에 동시 또는 종속적 파괴를 야기하도록 진행되지 않음을 시험 및/또는 해석에 의해 증명될 수 있는 구조요소의 경우, C_W는 0.5보다 작거나 같아야 한다.

(4) 주기적으로 검사되고 식별되지 않는 피로균열이 양측 멤브레인에 동시 또는 종속적 파괴를 야기하도록 진행될 수 있는 구조요소는 418.의 2항 (8)호에 따른 피로 및 파괴공학의 요건을 만족하여야 한다.

(5) 운용 중일때는 구조부재의 검사를 위한 접근이 불가하며, 경고없이도 피로균열이 양측 멤브레인에 동시 또는 순차적 파괴를 일으킬 수 있도록 발전할 수 있는 경우, 418.의 2항 (9)호에 따른 피로 및 파괴공학의 요건을 만족하여야 한다. (*2019*)

7. 사고설계조건

(1) 격납설비 및 지지구조부는 415.에 따른 사고하중에 대하여 설계되어야 한다. 이러한 하중들은 서로 또는 환경하중과 결합될 필요는 없다.

(2) 추가의 관련 사고 시나리오는 위험도 해석에 기초하여 결정되어야 한다. 탱크 내부의 고정장치에 대해서는 특별히 주의하여야 한다.

8. 설계개발을 위한 시험

(1) 1항 (2)호에서 요구되는 설계개발을 위한 시험은 모퉁이 및 연결부를 포함한 1차 및 2차 방벽 모두에 대한 일련의 해석적 모형과 물리적 모형을 포함하여야 한다. 이러한 모형은 정적, 동적 및 열하중으로 인한 예상되는 조합된 변형에 대해 견딤을 입증하기 위하여 시험하여야 한다. 이는 화물격납설비의 원형축척모형(prototype-scaled model)의 제작으로 마무리 될 수 있다. 해석적 및 물리적 모형에서 고려하는 시험조건은 화물격납설비가 그 수명동안의 가장 극한운용조건을 대표하는 것이어야 한다. 406.의 2항에 요구하는 2차방벽의 주기적 시험시 제안 허용조건은 원형크기모형으로 시험한 결과에 기초할 수 있다. *(2021)*

(2) 멤브레인 재료 및 멤브레인에서의 대표적인 용접부 또는 접합부의 피로성능은 시험에 의하여 결정되어야 한다. 선체구조에 단열재를 고정하는 설비의 최종강도 및 피로성능은 해석적 방법 또는 시험에 의해 결정되어야 한다.

9. 시험

(1) 멤브레인 화물격납설비가 설치된 선박에서, 통상 액체를 적재하면서 멤브레인을 지지하는 선체구조에 인접한 모든 탱크 및 기타 구역은 수압시험을 하여야 한다.

(2) 멤브레인을 지지하는 모든 화물창구조는 화물격납설비의 설치전 밀폐성을 시험하여야 한다.

(3) 일반적으로 액체를 담지 않는 파이프 터널 및 기타 구획은 수압시험을 할 필요는 없다.

425. 일체형탱크 【지침 참조】

1. 설계기준

선체구조의 일부를 구성하고 또한, 인접하는 선체구조에 응력을 주는 하중에 의한 영향을 받는 일체형탱크는 다음에 적합하여야 한다.

(가) 401.의 2항의 설계증기압 P_0는 원칙적으로 0.025 MPa를 넘어서는 안 된다. 다만 선체구조치수를 필요에 따라서 증가할 경우 P_0는 보다 큰 값으로 할 수 있으나 0.07 MPa 미만이어야 한다.

(나) 일체형탱크는 화물의 비등점이 -10 °C이상의 화물에 사용될 수 있다. -10 °C미만의 것에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 그러나 이런 경우, 완전한 2차방벽이 제공되어야 한다.

(다) 19절에 의하여 1G 형 선박으로 운송이 요구되는 화물은 일체형탱크로 운송하여서는 안 된다.

2. 구조해석

일체형탱크의 구조해석은 **3편 15장**의 관련 요건을 따른다.

3. 최종설계조건(ultimate design condition)

(1) 탱크 경계의 구조치수는 413.의 2항에 규정하는 내압을 고려하여 **3편 15장**의 디프탱크의 규정에 적합하여야 한다.

(2) 일체형탱크의 허용응력은 일반적으로 우리 선급이 인정하는 선체구조에 대한 허용응력으로 한다.

4. 사고설계조건

(1) 탱크 및 탱크 지지부는 403.의 4항 (3)호 및 415.의 관련 하중에 대해 설계되어야 한다.

(2) 415.의 하중을 받는 경우, 응력은 이들의 발생빈도가 낮음을 고려하여 적절히 수정되어 3항에 명시된 허용기준에 따라야 한다.

5. 시험

모든 일체형탱크는 수압 또는 수압-공기압 시험을 하여야 한다. 이때 시험은 응력이 설계응력과 가능한 한 유사하도록 하여야 하며, 탱크정부에서 압력은 적어도 최대허용설정압력(MARVS, maximum allowable relief valve setting of a cargo tank)에 상응하는 압력으로 하여야 한다.

426. 세미멤브레인탱크 【지침 참조】

1. 설계기준

(1) 세미멤브레인탱크라 함은 적재상태에 있어서 비자기지지형의 탱크로서 인접하는 선체구조에 의하여 방열재를 통하여 지지되는 탱크관과 이 탱크관에 접속하여 열 및 기타의 신축에 적합하도록 설계된 곡면부에 의하여 구성되는 탱크를 말한다.

(2) 설계증기압 P_0는 일반적으로 0.025 MPa를 넘어서는 안 된다. 다만, 선체구조치수를 필요에 따라 증가하고, 또한 단열구조의 지지강도가 적절하면 P_0는 보다 큰 값으로 할 수 있으나 0.07 MPa 미만이어야 한다.

(3) 세미멤브레인탱크의 경우, 독립형탱크 또는 멤브레인탱크에 대한 이 절의 관련 요건들은 적절히 적용하여야 한다.

(4) 지지방법을 제외한, 독립형탱크 형식 B의 해당 요건이 모든 면을 만족하는 세미멤브레인탱크의 경우, 우리 선급은 부분 2차 방벽을 특별히 고려할 수 있다.

427. 새로운 형태에 대한 한계상태설계

1. 421.에서 426.를 이용하여 설계될 수 없는 새로운 형태의 화물격납설비는 이 조 및 403.~410. 및 411.~415., 그리고 해당되는 경우 416.~418. 및 419.~420.을 이용하여 설계하여야 한다. 이 조에 따른 화물격납설비의 설계는 설정된 설계해법과 함께 새로운 설계에 적용할 수 있는 구조설계에 대한 접근법인 한계상태설계의 원칙에 기초하여야 한다. 상기의 보다 포괄적인 접근은 421.에서 426.를 사용하여 설계된 것으로 알려진 화물격납설비의 안전등급과 유사한 등급을 유지하여야 한다.

2. 한계상태설계는 각 구조요소가 403.항 4항에 따라 식별된 설계조건과 관련하여 가능한 파괴모드에 관해 평가되는 체계적 접근법이다. 한계상태는 구조물 또는 구조물의 일부가 더 이상 규정을 만족시키지 못하는 상태로 정의할 수 있다.

3. 각 파괴모드에 대해, 하나 또는 그 이상 한계상태가 관련이 있을 수 있다. 모든 관련 한계상태를 고려하여, 구조에 대한 한계하중은 모든 관련 한계상태로 결정되는 최소한계하중이다. 한계상태는 다음 세가지 분류로 나누어진다.

(1) 최종한계상태(ULS-Ultimate Limit States), 최대하중을 견딜 수 있는 능력 또는, 어떤 경우에는, 비손상 조건에서 최대 적용되는 변형율 또는 변형에 상응하는 상태

(2) 피로한계상태(FLS-Fatigue Limit States), 시간에 따른 주기적 하중의 영향으로 인한 구조능력저하에 상응하는 상태

(3) 사고한계상태(ALS-Accident Limit States), 사고상황에서 구조물이 견디는 능력에 상응하는 상태

4. 한계상태설계의 절차 및 관련 설계인자는 '새로운 형태의 화물격납설비의 설계에 대한 한계상태방법의 사용기준'에 따라야 한다(LSD 기준) **부록 7A-7「 신개념 화물격납설비의 설계에 한계상태방법의 사용에 대한 기준 」**.*(2021)*

428. 제4절에 대한 지침 【지침 참조】

1. 정적 설계를 위한 내압의 상세계산에 대한 지침

(1) 이 조는 정적 설계계산을 위한 관련된 동적 액체압의 계산에 대한 지침을 제공한다. 이 압력은 413.의 **2항** (4)호의 내압을 결정하는데 사용될 수 있다.

(가) $(P_{gd})\max$는 최대설계가속도를 사용하여 결정되는 관련 액체압이다.

(나) $(P_{gd}site)\max$는 국부특정가속도를 사용하여 결정되는 관련 액체압이다.

(다) P_{eq} 는 다음에 따른 P_{eq1}과 P_{eq2}보다 커야 한다.

$$P_{eq1} = P_o + (P_{gd})\max \quad (\mathrm{MPa})$$

$$P_{eq2} = P_h + (P_{gd}site)\max \quad (\mathrm{MPa})$$

P_0 : 화물의 증기압
P_h : 항구에서의 화물의 증기압
우리 선급은 이와 동등한 기타의 계산방법도 인정할 수 있다.

(2) 내부 액체압은 414.의 1항의 선박의 운동에 의하여 화물의 중심에 작용하는 가속도에 의한 것으로 하여야 한다. 내부 액체압은 중력과 동적가속도를 합성하여 다음 식에 따른다.

$$P_{gd} = a_\beta Z_\beta \frac{\rho}{1.02 \times 10^5} \qquad (\mathrm{MPa})$$

a_β : 임의의 방향 β (**그림 7.5.14** 참조)에 있어서 중력 및 동하중에 의한 가속도의 무차원화 표시(즉, 중력가속도에 대한 비율)
Z_β : 압력을 β방향(**그림 7.5.15** 참조)으로 탱크판에서 측정하여 정한 점에 대응하는 최대 액두(m)
탱크 돔의 총용적(V_d)이 다음의 값을 초과하지 않는 경우를 제외하고 Z_β를 결정하는데 총 탱크용적의 일부분으로 간주되는 탱크 돔은 고려되어야 한다.

$$V_d = V_t\left(\frac{100 - FL}{FL}\right)$$

V_t : 돔을 제외한 탱크용적
FL : 15절에 따른 충전한도(%)
ρ : 설계온도에 있어서 화물의 최대 밀도(kg/m^3)
β의 방향은 최대값 $(P_{gd})\max$ 또는 $(P_{gd}site)\max$가 되는 방향을 고려하여야 한다. 상기 식은 만재탱크에만 적용한다.

(3) 우리 선급은 이와 동등한 기타의 계산방법도 인정할 수 있다.

2. 가속도 성분에 대한 식의 지침

(1) 다음 식은 북대서양 10^{-8} 확률수준에 상응하는 선체운동으로 인한 가속도 성분에 대한 지침으로서, 서비스 속도로 또는 그 근처의 속도에서의 길이가 50 m를 초과하는 선박에 적용한다. (*2019*)

414.의 1항의 상하방향 가속도 a_z:

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1 + \left(5.3 - \frac{45}{L}\right)^2 \left(\frac{x}{L} + 0.05\right)^2 \left(\frac{0.6}{C_B}\right)^{1.5} + \left(\frac{0.6yK^{1.5}}{B}\right)^2}$$

414.의 1항의 횡방향 가속도 a_y :

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0.6 + 2.5\left(\frac{x}{L} + 0.05\right)^2 + K\left(1 + 0.6K\frac{z}{B}\right)^2}$$

414.의 1항의 길이방향 가속도 a_x:

$$a_x = \pm a_0 \sqrt{0.06 + A^2 - 0.25A}$$

a_0: 다음 식에 따른다.

$$a_0 = 0.2\frac{V}{\sqrt{L}} + \frac{34 - \frac{600}{L}}{L}$$

L : **3편 1장**에 의한 선박의 길이(m)
C_B : **3편 1장**에 의한 방형계수
B : **3편 1장**에 의한 선박의 너비(m)
V : 선박의 항해속도(knot)
x : 선박의 중앙으로부터 적재물을 포함한 탱크의 중심위치까지의 선박 길이방향 거리(m), x는 선박의 중앙으로부터 선수방향을 정(+), 선미방향을 부(-)로 표시한다.
y : 선박의 중심선으로부터 적재물을 포함한 탱크의 무게중심까지 횡방향 거리(m).
z : 선박의 실제의 흘수선으로부터 적재탱크중심까지의 수직거리(m), z는 흘수선상으로부터 상을 정(+), 하를 부(-)로 표시한다.
K : 일반적으로 1.0. 특수한 적하상태 및 선형인 경우에는 다음 식에 따른다.

$K = \frac{13\overline{GM}}{B}$ 다만, $K \geq 1.0$으로 한다.

$\overline{GM}$: 선체 중심으로부터 횡메타센터까지의 수직거리(m)

A : 다음 식에 따른다.

$$A = \left(0.7 - \frac{L}{1200} + 5\frac{z}{L}\right)\left(\frac{0.6}{C_B}\right)$$

a_x, a_y 및 a_z : 각 방향의 최대 무차원가속도(즉 중력가속도와의 비율)로서 각각 별개로 작용하는 것으로 한다. a_z는 정적 중량성분을 포함하지 않고 a_y는 횡동요에 의한 정적 중량의 횡방향 성분을, a_x는 종동요에 의한 정적 중량의 종방향 성분을 포함하는 것으로 한다. 상기 식에 의한 가속도는 정박 중 또는 비슷한 상태가 아닌 상태 즉, 선박의 운항속도로 항해하는 선박에 적용한다.

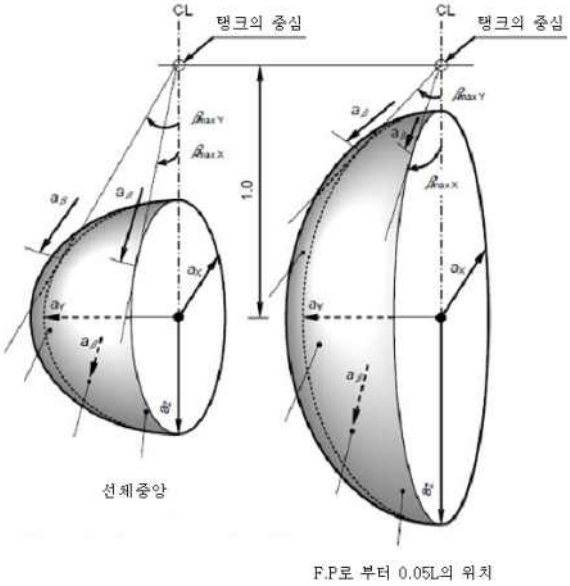
3. 응력의 분류

(1) 응력의 평가를 위하여 이 항과 같이 응력의 분류를 정의한다.
(2) 수직응력 : 대상으로 고려하는 단면에 수직의 응력성분
(3) 막응력 : 대상으로 고려하는 단면에서 두께방향의 응력분포에 동일하고 두께방향에 균일하게 분포하고 있는 수직응력성분
(4) 굽힘응력 : 막응력을 제거한 후, 고려하는 단면의 두께방향으로 변화하는 응력
(5) 전단응력 : 대상으로 고려하는 단면의 접선방향에 적용하는 응력성분
(6) 1차응력 : 하중에 의하여 발생되는 응력으로서 외부로부터의 힘 및 모멘트에 균형을 갖기 위하여 필요한 응력이다. 1차응력의 기본적인 특성은 그것이 자기평형작용이 없는 것이다. 항복강도를 크게 초과한 1차응력은 파괴 또는 적어도 큰 변형을 일으킨다.
(7) 1차일반막응력 : 구조물에 분포하고 항복에 의하여 하중의 재배분을 일으키는 일이 없는 1차막응력
(8) 1차국부막응력 : 압력 또는 다른 기계적 하중에 따라 발생하고 또한, 1차응력 또는 불연속효과와 조합된 막응력이 구조물의 다른 부분에 하중을 전달할 때 과도한 변형을 일으키는 경우가 있다. 이 응력은 2차응력적인 성질을 일부 가지고 있지만, 1차국부막응력으로 분류한다. 이 응력영역이 다음 식을 만족할 때에는 국부적으로 간주할 수 있다.

$$S_1 \leq 0.5\sqrt{Rt}$$
$$S_2 \geq 2.5\sqrt{Rt}$$

S_1 : 등가응력이 1.1 f를 넘는 영역의 자오선 방향의 거리
S_2 : 1차 일반막응력의 허용치를 넘는 기타의 고응력 영역까지의 자오선 방향의 거리
R : 용기의 평균 반경
t : 1차 일반막응력의 허용치를 넘는 위치의 용기의 판두께
f : 1차 일반막응력의 허용치

(9) 2차응력 : 인접부재의 구속 또는 구조물의 자기구속에 의하여 발생되는 수직응력 또는 전단응력, 2차응력의 기본적 특성은 2차응력이 자기평행작용을 갖는 것이다.
국부적인 항복 또는 미세한 변형은 응력을 발생하는 원인이 되는 조건을 만족할 수 있다.



a_β : 임의의 방향 β에 있어서 최종적인 가속도(정+동)
a_X : 가속도의 종방향 성분
a_Y : 가속도의 횡방향 성분
a_Z : 가속도의 상하방향 성분

그림 7.5.14 가속도 타원

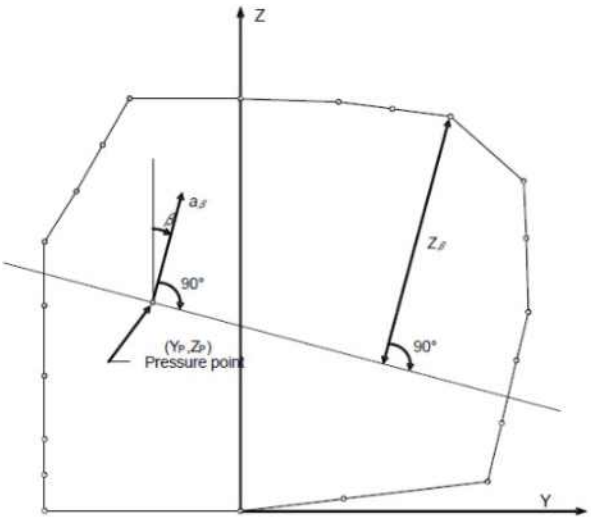


그림 7.5.15 내압을 구하는 방법

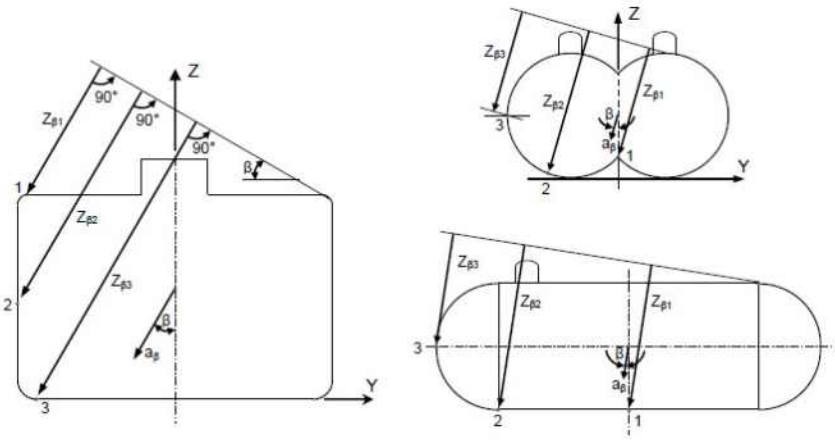


그림 7.5.16 위치 1, 2, 3에서 액체높이 Z_β 구하는 방법

제 5 절 프로세스용 압력용기와 액체, 증기 및 압력관장치

501. 일반사항 【지침 참조】

1. 이 절의 규정은 화물증기관장치, 가스연료관 및 안전밸브의 벤트관장치 또는 유사한 관장치를 포함하여 화물용 및 프로세스용 관장치에 적용한다. 화물을 포함하지 않는 보조 관장치에는 이 절의 규정을 적용하지 않는다.
2. **4절**의 독립형탱크 형식 C의 규정은 프로세스용 압력용기에도 적용할 수 있다. 이 경우 **4절**에 사용되고 있는 "압력용기"라 함은 독립형탱크 형식 C 및 프로세스용 압력용기의 양쪽을 의미한다.
3. 프로세스용 압력용기는 액체 또는 증기 화물을 저장 또는 취급하는 서지탱크, 열교환기 및 축압기를 포함한다.

502. 시스템 요건

1. 화물취급장치 및 화물제어장치는 다음을 고려하여 설계되어야 한다.
   (1) 액체 또는 증기 화물의 유출이 확산되는 비정상상태의 방지
   (2) 유출된 화물유체의 안전한 수집 및 처리
   (3) 인화성 혼합물의 형성 방지
   (4) 유출된 인화성 액체 또는 가스 및 증기의 점화 방지
   (5) 화재 및 기타 위험요소로부터 인간에 대한 노출 제한
2. **배치: 일반사항 【지침 참조】**
   (1) 액체 또는 증기 화물을 포함할 수 있는 모든 관장치는 다음의 규정에 따른다.
      (가) 퍼징, 가스프리 또는 불활성화와 같이 화물과 관련한 작동에 필요한 연결관을 제외하고 다른 관장치로부터 격리되어야 하며, **904. 4**항에서 규정한 화물의 역류방지가 고려되어야 한다. 이러한 연결관을 설치할 경우에는 화물 또는 화물증기가 연결관을 통하여 다른 관장치에 유입되지 않도록 조치를 취하여야 한다.
      (나) **16절**에 정하는 경우를 제외하고, 어떠한 거주구역, 업무구역, 제어장소 및, 화물기기구역을 제외한 기관구역을 통과해서는 아니 된다.
      (다) 개방갑판으로부터 직접 화물격납설비로 유도하여야 한다. 다만, 수직트렁크 또는 동등한 설비에 설치된 관은 화물격납설비 상부의 보이드 스페이스를 통과할 수 있다. 또한, 배수, 벤트 또는 퍼지용 관은 코퍼댐을 통과할 수 있다.
      (라) **308.**에서 정하는 선수미 하역설비, **503. 1**항에서 정하는 비상 화물투하관장치, **503. 3**항에서 정하는 터릿구획장치 및 **16절**에서 정하는 것을 제외하고 개방갑판상의 화물지역 내에 배치하여야 한다.
      (마) 항해 중 내압을 받지 아니하는 가로 놓인 선측 육상 연결용 관 또는 비상용 화물투하관장치를 제외하고 **204. 1**항의 횡방향 탱크 위치 규정의 범위 내에 배치하여야 한다.
   (2) 하역용 연결부를 분리하기 전, 하역용 크로스오버 헤더 및 매니폴드의 최외측 밸브와 로딩암 또는 화물호스 사이의 모든 관장치로부터 화물탱크 또는 적절한 장소로 압력을 도출시키고 액체화물을 배출하기 위한 적절한 수단을 갖추어야 한다.
   (3) 화물지역 외부로 화물증기가 유출되는 것을 방지 또는 감지하기 위한 적절한 설비를 갖추지 않는 경우, 화물을 직접 가열 또는 냉각하는 유체를 이송하는 관장치는 화물지역의 바깥쪽으로 유도하여서는 아니 된다.(**1306. 2**항 (6)호 참조)
   (4) 화물관장치로부터 액체화물을 배출하기 위한 도출밸브는 배출된 액체화물을 화물탱크로 유도하여야 한다. 이에 대한 대체 방법으로써 벤트장치 내에 유입하는 액체화물을 탐지하고 처리할 수 있는 설비가 되어 있는 경우, 도출밸브를 벤트마스트에 유도할 수 있다. 관장치 후단에 과압을 방지하도록 요구되는 경우, 화물펌프의 도출밸브로부터 액체화물은 펌프 흡입측으로 유도하여야 한다.

503. 화물지역 외부에 위치한 화물관장치의 배치

1. **비상화물투하설비 【지침 참조】**
   비상화물투하설비가 설치된 경우, 비상화물투하관장치는 **502. 2**항에 적합하여야 한다. 이 관장치는 거주구역, 업무구역, 제어장소 또는 기관구역의 외부를 통하여 후부로 유도할 수 있으나 이들 구역을 통과하여서는 아니 된다. 비상화물투하관장치가 영구적으로 설치된 경우, 화물관장치로부터 분리할 수 있는 적절한 조치가 화물지역 내에 설치되어야 한다.
2. **선수미 하역설비**
   (1) **308.**, **503.** 및 **510. 1**항의 요건에 적합한 경우, 화물관장치는 선수 또는 선미에서 하역할 수 있도록 배치할 수 있다.

(2) 관장치에는 사용 후 퍼지 및 가스프리를 할 수 있는 장치를 하여야 한다. 사용하지 않을 경우, 스풀피스를 제거하고 관 끝단부에 맹플랜지를 부착하여야 한다.

3. **터릿구획 이송장치**(turret compartment transfer systems)

화물지역의 외부에 위치한 내부터릿설비를 통과하여 액체 또는 증기 화물을 이송하는 경우, 이송용 관장치는 502. 2항, 510. 2항의 규정 및 다음에 적합하여야 한다.

(1) 터릿연결용을 제외한 관장치는 노출갑판 상에 설치하여야 한다.

(2) 휴대식 설비는 허용되지 않는다.

(3) 관장치에는 사용 후 퍼지 및 가스프리를 할 수 있는 장치를 갖추어야 한다. 사용하지 않을 경우, 스풀피스를 제거하고 관 끝단부에 맹플랜지를 부착하여야 한다. 퍼지용 관에 연결된 벤트관은 화물지역 내에 설치하여야 한다.

4. **가스연료 관장치**

기관구역 내에 배치되어 있는 가스연료 관장치는 16절의 규정에 추가하여 이 절의 해당 규정을 따라야 한다.

504. 설계압력

1. 관장치 및 관장치의 구성품의 치수를 결정하기 위하여 사용되는 설계압력 P_o는 장치의 사용 중에 발생하는 최대게이지압력 이상이어야 한다. 사용되는 최소설계압력은 1 MPa 게이지압 이상이어야 한다. 다만, 개구단 관장치 또는 압력도출밸브 배출관장치의 최소설계압력은 0.5 MPa 게이지압 또는 도출밸브 설정압력의 10배 중 작은 값 이상이어야 한다.

2. 다음 설계조건 중에서 가장 큰 압력을 관, 관장치 및 관장치 구성품에 적절히 사용하여야 한다. **【지침 참조】**

(1) 도출밸브로부터 격리될 수 있고 액이 존재할 수 있는 화물증기관장치 또는 구성품의 경우, 설계온도 45 °C에서 포화증기압력. 이 값보다 높은 압력 또는 낮은 압력이 사용될 수 있다.(413. 2항 (2)호 참조)

(2) 도출밸브로부터 격리될 수 있고 항상 화물증기만이 존재할 수 있는 장치 또는 관장치 구성품의 경우, 45 °C에서 과열증기압력. 장치의 사용압력 및 온도에서 장치 내에 포화증기가 초기상태에 있다고 가정한 경우에 과열증기압력보다 높은 압력 또는 낮은 압력이 사용될 수 있다.(413. 2항 (2)호 참조)

(3) 화물탱크 및 화물 프로세스장치의 최대허용설정압력

(4) 관련 펌프 또는 압축기 출구측 도출밸브의 설정압력

(5) 관장치에 부착된 도출밸브의 설정압력 및 모든 펌프설비의 배치를 고려한 화물관장치의 양하 또는 적하 시 최대 전양정

3. 서지압력이 발생할 수 있는 액체용 관장치는 그 서지압력을 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.

4. 가스연료장치의 외측관 또는 덕트의 설계압력은 가스 내측관의 최대사용압력이상이어야 한다. 다만, 사용압력이 1 MPa을 초과하는 가스연료 공급장치의 경우에 외부덕트의 설계압력은 모든 파열판 및 통풍장치를 고려하여 이중관 내외측 사이에서 발생가능한 순간 최대압력 이상으로 할 수 있다.

505. 화물용 밸브

1. **일반사항**

(1) 모든 화물탱크 및 화물관장치는 이 절에서 규정한 바와 같이 수동조작의 차단밸브를 설치하여야 한다.

(2) 이에 추가하여, 액체 또는 증기 화물을 이송작업 중에 비상시 화물의 흐름 및 누설을 정지하기 위한 비상차단(ESD)장치로서 원격조작 밸브를 설치하여야 한다. 비상차단(ESD)장치는 어떠한 시정조치를 할 수 있도록 안전한 정적상태로 화물장치를 복구하는 것이다. 화물이송관장치 내에 서지압력의 발생을 방지하도록 비상차단(ESD)장치의 설계를 고려하여야 한다. 최대허용설정압력이 0.07 MPa을 초과하는 경우, 적재 또는 양하 중 매니폴드 밸브, 내부 또는 외부(예를 들어, 육상 또는 다른 선박/부선)로 화물을 이송하는 모든 펌프 또는 압축기 등 및 화물탱크 밸브와 같은 설비들은 비상차단(ESD)장치의 작동 시 차단되어야 한다.

2. **화물탱크 연결관 【지침 참조】**

(1) 안전밸브 및 액면계측장치를 제외한 모든 액체 및 증기 화물의 연결관에는 가능한 탱크와 근접한 위치에 차단밸브를 설치하여야 한다. 이 차단밸브들은 설치장소에서 수동조작이 가능하여야 하고 완전히 폐쇄할 수 있는 것이어야 한다. 이 차단밸브들은 또한, 원격조작이 가능한 것을 허용할 수 있다. *(2021)*

(2) 최대허용설정압력이 0.07 MPa 게이지압을 초과하는 화물탱크의 경우, 상기의 연결관에 원격조작의 비상차단(ESD) 밸브를 설치하여야 한다. 또한 가능한 탱크와 근접한 위치에 설치하여야 한다. 1810. 2항의 요건에 적합하고 그 장치를 완전하게 폐쇄할 수 있는 경우, 별도의 2개 밸브를 대신하여 1개의 밸브로 할 수 있다.

3. 화물 매니폴드 연결관 【지침 참조】

(1) 하역작업 시 액체 및 증기 화물의 이송을 정지하기 위해 사용되는 각 화물이송 연결관에 원격조작의 비상차단(ESD)밸브 1개를 설치하여야 한다. 사용하지 않는 이송 연결관은 적절한 맹플랜지를 설치하여야 한다.

(2) 최대허용설정압력이 0.MPa07 게이지압을 초과하는 화물탱크의 경우, 사용하는 각 이송 연결관에 추가로 1개의 수동조작밸브를 설치하여야 하고 이러한 수동조작밸브는 선박의 설계에 따라 비상차단(ESD)밸브의 전단 또는 후단에 설치할 수 있다.

4. 비상차단(ESD)밸브에 의해 보호되는 관의 지름이 50 mm 이하인 경우, 과류방지밸브는 비상차단밸브를 대신하여 설치할 수 있다. 과류방지밸브는 제조자가 정한 증기 또는 액체 화물의 정격폐쇄유량에서 자동적으로 폐쇄되어야 한다. 과류방지밸브에 의해 보호되는 부착품, 밸브 및 부속품을 포함하는 관장치는 과류방지밸브의 정격폐쇄유량보다 더 큰 용량의 것이어야 한다. 과류방지밸브는 폐쇄된 후에 압력이 평형이 되도록 하기 위하여 개구 단면내부지름이 1.0 mm 을 넘지 아니하는 바이패스를 설치할 수 있다.

5. 게이지 또는 계측장치용 화물탱크 연결관에는 탱크내용물의 외부 유출이 내부지름 1.5 mm 이하가 되는 구조인 경우에 과류방지밸브 또는 비상차단밸브를 설치할 필요가 없다.

6. 액이 충만된 상태로 격리될 우려가 있는 모든 관장치 또는 구성품은 열팽창 및 증발용 도출밸브를 설치하여야 한다. 【지침 참조】

7. 화재에 의해서 화물 액체용량 0.05 m^3 이상이 자동적으로 격리될 수 있는 모든 관장치 또는 구성품은 화재상태에 대한 적합한 크기의 압력도출밸브를 설치하여야 한다.

506. 화물 이송설비 【지침 참조】

1. 화물 이송펌프가 고장났을 때 화물탱크의 사용 중인 펌프의 수리를 위하여 접근할 수 없을 경우에는 적어도 2개의 별개의 설비를 각 화물탱크로부터 화물을 이송하기 위하여 설치하여야 한다. 이 설계에서는 1개의 화물펌프 또는 이송설비의 고장이 다른 펌프나 또는 다른 이송수단으로써 화물을 이송하는데 방해가 되어서는 아니 된다.

2. 가스의 가압에 의하여 화물을 이송하는 방법에서는 이송 중에 도출밸브가 열리지 않도록 하여야 한다. 화물 이송작업 중에 정상상태에서 설계 안전율이 감소되지 않도록 설계된 탱크는 화물의 이송방법으로써 가스가압을 인정할 수 있다. 802. 7항 및 8항에 따라 허용된 바와 같이 화물탱크 도출밸브 또는 설정압력이 변경되는 경우, 새로운 설정압력은 413. 2항에서 정의한 P_h 이하이어야 한다.

3. 화물증기 회수관

육상시설에서의 화물증기 회수관장치를 위한 연결부를 설치하여야 한다.

4. 화물탱크 벤트관장치

압력도출장치는 화물증기가 갑판 상에 축적되거나 거주구역, 업무구역, 제어장소 및 기관구역 또는 위험조건이 형성될 수 있는 기타 구역에 유입될 가능성을 최소화 하도록 설계된 벤트관장치에 유도하여야 한다.

5. 화물시료채취연결부

(1) 화물관장치에 액체화물 시료채취용 연결부는 명확히 표시되어야 하고 증기화물의 유출을 최소화 하도록 설계되어야 한다. 독성화물을 운반하는 선박의 경우, 시료채취장치는 액체 및 증기 화물이 대기로 유출되지 않도록 설계된 폐회로형 시스템이어야 한다.

(2) 액체시료채취장치는 흡입측에 2개의 밸브가 설치되어야 한다. 이 중 1개 밸브는 의도하지 않은 개방을 방지하기 위하여 다회전식(multi-turn type)이어야 하고, 예를 들어, 얼음 또는 하이드레이트(hydrates)에 의해 막힘이 있는 경우에 관을 격리할 수 있도록 충분히 멀리 떨어져 설치하여야 한다.

(3) 폐회로형 시스템에서 회수관에 부착되는 밸브는 (2)호에 따라야 한다.

(4) 시료채취용기의 연결부는 인정하는 기준에 적합하여야 하며, 채취용기의 무게를 지지할 수 있어야 한다. 나사박이 연결부는 채취용기의 정상적인 연결 및 분리를 하는 동안 느슨해지는 것을 방지하도록 가용접(tack-welded)하거나 다른 방법으로 고정하여야 한다. 채취 연결부를 사용하지 않는 경우, 누설을 방지하기 위하여 폐쇄 플러그 또는 플랜지를 채취 연결부에 설치하여야 한다.

(5) 증기 채취용으로 사용되는 채취 연결부는 505., 508. 및 513.에 따른 1개의 밸브를 설치하여야 한다. 그리고 폐쇄 플러그나 플랜지를 설치하여야 한다.

(6) 1809.에 규정된 채취작업을 수행하여야 한다.

6. 화물 여과기

액체 및 증기 화물장치에는 이물질에 의한 손상으로부터 보호할 수 있는 여과기를 설치하여야 한다. 이러한 여과기는 영구적 또는 일시적으로 설치할 수 있고 여과 기준은 화물장치에 유입되는 파편 등의 위험에 적절한 것이어야 한다.

여과기의 막힘을 지시하고 여과기를 안전히 분리, 감압 및 청소할 수 있는 수단이 설치되어야 한다.

7. LNG를 연료로 사용하는 선박에 LNG연료를 공급하는 벙커링 설비에 대해서는 **부록 7A-3**을 따른다. *(2021)*

507. 설치규정

1. 신축성에 대한 설계

열신축 및 화물탱크와 선체구조의 거동에 의해 관, 관장치 및 구성품, 그리고 탱크에 과대한 응력이 발생하지 않도록 설계하여야 한다. 화물탱크 외부에서 선호되는 방법은 옵셋트관, 만곡, 환상관을 사용하는 것이며 다만, 옵셋트관, 만곡, 환상관을 사용하는 것이 불가능한 경우에 다층(multi-layers)벨로스를 사용할 수 있다.

2. 저온에 대한 조치 【지침 참조】

저온용 관은 필요하다고 인정할 경우에는 선체의 온도가 선체재료의 설계온도보다 저온으로 되지 아니하도록 인접하는 선체구조로부터 열적으로 격리하여야 한다. 육상연결구 및 펌프 실(seal)부와 같이 액체용관이 정기적으로 개방되거나 액체 누설의 염려가 있는 장소의 하부에는 선체를 보호하기 위한 설비를 하여야 한다.

3. 수막(Water curtain)

화물온도가 -110 °C 미만인 경우, 선체 강재 및 선측 구조의 추가적인 보호를 위하여 저압식 수막을 형성하도록 육상연결부 하방에 물공급장치가 설치되어야 한다. 이 장치는 **1103. 1**항 (4)호에 대한 추가적인 규정이며, 화물이송이 진행하는 동안 작동되어야 한다.

4. 접지(Bonding) 【지침 참조】

탱크 또는 화물관 및 관장치가 열적 격리에 의해 선체구조로부터 분리되는 경우, 관장치 및 탱크는 전기적으로 접지되어야 한다. 모든 개스킷붙이 관이음 및 호수 연결구는 전기적으로 접지되어야 한다. 접지접속도체를 사용하는 경우를 제외하고, 각 이음 또는 연결부의 전기적 저항이 1 MΩ 미만이 되는 것을 증명하여야 한다.

508. 관의 조립 및 이음상세

1. 일반사항 【지침 참조】

이 규정은 화물탱크 내외부에 위치한 관장치에 대하여 적용한다. 다만, 화물탱크 내의 관 및 개구단관에 대하여는 인정하는 기준에 따라서 이 규정을 완화할 수 있다.

2. 직접이음 【지침 참조】

플랜지 없는 다음의 직접이음은 사용할 수 있다.

(1) 루트부에 완전 용입형의 맞대기용접 이음은 모든 경우에 사용할 수 있다. 설계온도가 -10 °C 미만인 경우, 맞대기용접은 양면용접 혹은 양면용접과 동등한 것이어야 한다. 이 경우 최초의 층에 뒷댐판, 용접재료 삽입(consumable insert) 또는 불활성가스의 사용에 의한 용접은 양면 용접법과 동등한 것으로 인정할 수 있다. 설계압력이 1.0 MPa을 초과하고 설계온도가 -10 °C 미만인 경우에는 뒷댐판이 제거되어야 한다.

(2) 인정하는 기준에 따른 용접치수를 가진 슬리브 삽입 용접이음 및 관련 용접은 바깥지름이 50 mm 이하이고 설계온도가 -55 °C 이상의 계측용 관 및 개구단 관장치에 대하여만 사용할 수 있다.

(3) 인정하는 기준에 적합한 나사박이 이음은 바깥지름 25 mm 이하의 부속관 및 계측용 관에 대하여만 사용할 수 있다.

3. 플랜지이음 【지침 참조】

(1) 플랜지는 맞대기 용접형, 삽입형 또는 소켓 용접형이어야 한다.

(2) 플랜지는 형식, 제조 및 시험에 대하여 인정하는 기준을 따라야 한다. 개구단 관을 제외한 모든 관에 대하여는 다음의 규정을 적용한다.

(a) 설계온도가 -55 °C 미만의 경우, 맞대기 용접형 플랜지를 사용하여야 한다.

(b) 설계온도가 -10 °C 미만의 경우, 호칭지름이 100 mm를 초과 시 삽입형 플랜지를 사용하지 않아야 하고 호칭지름이 50 mm를 초과 시 소켓 용접형 플랜지를 사용하지 않아야 한다.

4. 신축이음

벨로스 및 신축이음이 **507. 1**항에 따라 설치되는 경우, 다음 규정을 적용한다.

(1) 필요한 경우, 벨로스는 빙결에 대하여 보호되어야 한다.

(2) 삽입형 이음은 화물탱크 내부에서만 사용되어야 한다.

5. 기타이음 【지침 참조】

관 연결부는 **2**항에서 **4**항까지의 규정에 따라 이음되어야 한다. 다만, 기타 예외적인 경우 우리 선급은 대체 이음을 고려할 수 있다.

509. 용접, 용접후 열처리 및 비파괴검사

1. 일반사항

용접은 605.의 규정에 따라 수행되어야 한다.

2. 용접후 열처리 【지침 참조】

용접후 열처리는 탄소강, 탄소망간강 및 저합금강 관의 모든 맞대기 용접에 대하여 실시하여야 한다. 우리 선급은 관련하는 관장치의 설계온도 및 설계압력을 고려하여 두께가 10 mm 미만의 관에 대하여 열응력 제거를 위한 열처리의 규정을 생략할 수 있다.

3. 비파괴검사 *(2021)* 【지침 참조】

용접 시공 전 및 시공 중에 통상의 검사 및 용접후의 외관검사에 추가하여 용접이 정확하게 그리고 508.의 규정에 따라 행하여진 것인가를 확인하기 위하여 다음의 검사를 하여야 한다.

(1) -10 °C 미만의 설계온도로써 안지름이 75 mm를 초과하거나 관두께가 10 mm를 초과하는 관장치의 맞대기 용접이음에 대하여는 100 % 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사.

(2) 우리 선급의 승인을 득한 자동용접절차에 따라 제조된 관단면의 맞대기 용접이음부는 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사의 범위를 점차 감소할 수 있으나 각 이음부의 10 %이상은 시험을 하여야 한다. 결함이 발견되는 경우, 시험범위는 100 %로 하여야 하며 바로 이전에 승인된 용접부위의 검사를 포함하여야 한다. 우리 선급이 문서화된 품질보증절차와 기록을 검토하여 만족할 만한 용접을 계속적으로 수행할 수 있는 제조자의 능력이 입증될 때 승인을 할 수 있다.

(3) (1)호 및 (2)호에 의해 다루지 않는 기타 관의 맞대기 용접이음의 경우, 용도, 설치장소 및 재료에 따라 부분 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사 또는 기타 비파괴검사를 수행하여야 한다. 통상 관의 맞대기 용접이음의 최소 10 %는 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사를 하여야 한다. **【지침 참조】**

510. 화물지역 외부의 화물관장치에 대한 설치요건

1. 선수미 하역설비

다음의 규정을 화물지역 외부에 설치한 화물관 및 관련 관장치에 적용하여야 한다.

(1) 화물지역 외부의 화물관 및 관련 관장치의 이음은 용접이음이어야 한다. 화물지역 외부의 배관은 개방 갑판상을 통하여야 하며, 가로놓인 육상시설 연결관을 제외하고 선측으로부터 적어도 800 mm 내측에 설치하여야 한다. 이러한 배관은 명확하게 식별할 수 있어야 하며 화물지역 내에 화물관장치와의 연결부에는 차단밸브를 설치하여야 한다. 이 배관을 사용하지 않는 경우, 이 위치에서 분리형 스풀피스 및 맹플랜지에 의해 분리되는 것이어야 한다.

(2) 관의 이음은 완전용입 맞대기 용접의 것으로 관지름 및 설계온도에 관계없이 전용접부에 방사선검사 또는 초음파검사를 하여야 한다. 배관의 플랜지이음은 화물지역 내 및 육상연결구에만 허용된다.

2. 터릿구획 이송장치

다음의 규정은 화물지역 외부에 설치한 액체 및 증기 화물관에 적용하여야 한다.

(1) 화물지역 외부의 화물관 및 관련 관장치의 이음은 용접이음이어야 한다.

(2) 관의 이음은 완전용입 맞대기 용접의 것으로 관지름 및 설계온도에 관계없이 전용접부에 방사선검사 또는 초음파검사를 하여야 한다. 관의 플랜지이음은 화물지역 내, 화물호스 연결부 그리고 터릿연결부에만 허용된다.

3. 가스연료관

가스연료관은 가능한 용접이음이어야 한다. 1604. 3항에 따라 통풍되는 관 또는 덕트로 밀폐되지 않은 가스연료관장치 및 화물지역 외부의 개방갑판 상의 가스연료관장치는 완전용입 맞대기 용접이음이어야 하고 전용접부에 방사선검사 또는 초음파검사를 하여야 한다.

511. 관장치 구성품

1. 일반사항

관의 치수. 관장치는 인정하는 기준에 따라 설계되어야 한다.

2. 관의 두께 【지침 참조】

(1) 관의 두께를 결정하기 위해 다음의 기준이 적용되어야 하며 다음 식의 값 이상이어야 한다.

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}}$$

t : 식에 의한 소요두께(mm)

t_0 : 설계압력으로부터 계산되는 소요두께(mm)로써 다음 식에 따른 값

$$t_0 = \frac{P \cdot D}{2Ke + P}$$

P : 504.에 규정하는 설계압력(MPa)

D : 관의 바깥지름(mm)

K : 3항에 규정하는 허용응력(N/mm^2)

e : 이음효율, 이음매 없는 관 및 이와 동등하다고 인정되는 제조법에 따르고 또한 승인된 제조자에 의하여 제조되는 용접관으로서 인정하는 기준에 따라 용접부의 비파괴검사가 행하여진 종이음매 또는 나선형이음매 용접관에 대하여는 1.0으로 한다.

b : 굽힘가공에 대한 예비두께(mm). b는 내압에 의하여 계산된 굽힘부에 있어서 응력이 허용압력을 넘지 아니하는 값이어야 한다. 응력을 계산에 의하여 확인할 수 없는 경우, b의 값은 다음 계산에 따라야 한다.

$$b = \frac{Dt_0}{2.5r}$$

r : 평균굽힘 반지름(mm)

c : 부식예비두께(mm). c의 값은 부식 또는 침식의 염려가 있는 경우, 다른 설계조건에서 요구되는 관두께에 증가시켜야만 되기 때문에 그 값은 관에 기대하는 수명에 따라야 한다.

a : 관두께에 대한 마이너스의 제작공차(%)

(2) 최소 두께는 인정하는 기준에 따라야 한다.

(3) 부가되는 하중에 따른 관의 손상, 붕괴, 과대한 처짐 또는 좌굴을 방지하기 위하여 기계적 강도가 필요한 경우, (1)호에서 요구되는 값보다 크게 관두께를 증가하여야 한다. 관두께를 증가하는 것이 불가능하거나 과도한 국부응력을 야기하는 경우, 이러한 부가하중은 다른 설계방법에 의해 감소, 보호 또는 제거할 수 있다. 지지구조, 선체변형, 이송작업 중 액체 서지압력, 매달린 밸브의 중량, 로딩 암 연결부의 반동, 또는 기타 방법에 의하여 이러한 부가하중이 발생할 수 있다.

3. 허용응력

(1) 관에 대하여 2항의 식에 표시되어 있는 허용응력 K는 다음 중 작은 값으로 한다.

R_m/A 또는 R_e/B

R_m : 상온에서 규격 최소 인장강도(N/mm^2)

R_e : 상온에서 규격 최소 항복응력(N/mm^2)

응력-변형곡선에서 정의된 항복응력을 보여주지 않는 경우, 0.2 % 내력을 적용한다.

A및 B의 값은 IGC **적합증서**에 기재되어야 하고 적어도 각각 2.7 및 1.8로 하여야 한다.

4. 고압가스연료 외관 또는 덕트 치수

임계압력보다 높은 설계압력을 갖는 가스연료관장치에서, 504.에서 규정한 설계압력을 받는 관 또는 덕트의 횡단면부의 접선 막응력(tangential membrane stress)은 인장강도를 1.5로 나눈 값(R_m/1.5)을 초과하지 않아야 한다. 모든 관장치 구성품의 압력등급은 직관과 같은 수준의 강도가 반영되어야 한다.

5. 응력해석 【지침 참조】

설계온도가 -110 °C 이하인 경우, 관장치의 각 지관에 대한 전응력해석을 수행하여 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 이러한 응력해석은 가속도 하중(무시할 수 없는 경우)을 포함하는 관의 중량, 내압, 열신축 및 선박의 호깅 및 새깅에 의한 하중으로 발생되는 모든 응력을 고려하여 한다. 설계온도가 -110 °C를 넘을 경우에도 설계 또는 관장치의 강도 및 사용재료에 관련하여 우리 선급은 응력해석을 요구할 수 있다. 어떠한 경우에도 계산서를 제출하지

않더라도 열응력에 대하여는 고려하여야 한다. 응력해석은 실제로 적용되는 우리 선급이 인정하는 코우드에 따라 해석을 할 수 있다.

6. 플랜지, 밸브 및 부착품 【지침 참조】

(1) 플랜지, 밸브 및 기타 부착품은 재료 및 504.에서 정의하는 설계압력을 고려하여 인정하는 기준에 적합하여야 한다. 화물 증기용관에 사용하는 벨로스 신축이음의 경우, 보다 낮은 최소설계압력으로 할 수 있다.

(2) 인정하는 기준에 적합하지 않은 플랜지의 경우, 플랜지 및 관련 볼트의 치수는 우리 선급에 만족하는 것이어야 한다.

(3) 모든 비상차단밸브는 "페일-클로즈(fail-closed)"형이어야 한다.(513. 1항의 (1)호 및 1810. 2항 참조)

(4) 신축 밸로스의 설계 및 설치는 인정하는 기준에 적합하여야 하며 과도한 신장 또는 압축으로 인한 손상을 방지하는 수단을 설치하여야 한다.

7. 선박의 화물호스

(1) 화물 이송에 사용하는 액체 및 증기 호스는 화물에 적합하여야하고 화물온도에 적합한 것이어야 한다.

(2) 탱크의 압력 또는 펌프나 가스압축기의 토출압력을 받는 호스는 그 파괴압력이 화물의 이송 중에 호스에 걸리는 최대 압력의 5배 이상이 되도록 설계하여야 한다.

(3) 새로운 형식의 화물호스는 끝단 부품이 부착된 상태에서 우리 선급이 별도로 정하는 규정에 따라 형식승인을 받아야 한다. *(2019)*

(4) 제품시험

형식승인시험에 사용한 호스는 화물의 실제 하역에 사용하여서는 아니 된다. 새로 제조되는 모든 화물 호스는 사용하기 전에 계획 최대 사용압력의 1.5배 이상의 압력(다만, 파열압력의 2/5 이하로 한다)으로 대기온도에서 수압시험을 하여야 한다. 호스에는 시험일, 계획 최대 사용압력 및 대기온도 이외의 온도에서 사용하는 경우에는 그 최고 및 최저 사용온도를 스텐실 또는 기타의 방법으로 표시하여야 한다. 계획 최대 사용압력은 1 MPa 게이지압 이상이어야 한다.

512. 재료 【지침 참조】

1. 관장치에 사용하는 재료의 선정과 시험은 최저 설계온도를 고려하여 6절의 규정에 따라야 한다. 다만, 도출밸브의 설정압력에서의 화물온도가 -55 °C 이상이고, 또한 벤트관 내로 액이 배출되는 일이 없는 개구단벤트관 재료의 성질은 완화할 수 있다.

배출관과 멤브레인 및 세미 멤브레인방식 탱크 내의 모든 관을 제외하고 화물탱크 내의 개구단 관장치에 대해서는 동일한 온도조건에서 완화할 수 있다.

2. 융점이 925 °C 미만의 재료는 내화성 방열재를 시공한 화물탱크에 접속되는 짧은 관을 제외하고 탱크 외측의 관으로 사용하여서는 아니 된다.

3. 시간당 최소 30회 용량의 통풍장치가 설치된 외측관 또는 덕트는 내측의 고압관의 손상으로 인한 압력과 저온의 영향을 고려하여야 한다. *(2021)*

4. 화물관 방열장치

(1) 화물이송 작업 중 화물에 열유입을 최소화하고 작업자가 저온면과 직접 접촉되는 것을 보호하기 위해 요구되는 화물관장치에는 방열장치를 설치하여야 한다.

(2) 방열재는, 설치장소 또는 환경조건으로 인하여 적용되는 경우, 화재 및 화염에 대하여 적절한 내화성을 가져야 하고, 수증기의 침투 및 기계적 손상에 대하여 보호되어야 한다.

5. 화물관장치가 염분을 함유한 대기상태에서 응력부식균열에 취약한 재료의 경우, 재료의 선정, 염수 노출에 대한 보호 및/또는 검사에 대한 준비를 고려하여 응력부식균열이 발생하지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.

513. 시험

1. 관장치 구성품의 시험 【지침 참조】

(1) 밸브

(가) 형식시험

(a) -55 °C 미만의 온도로 사용하는 밸브는 별도로 정하는 규정에 따라 형식승인을 받아야 한다.

(b) -55 °C 이상의 온도로 사용하는 밸브에 대해서는 형식승인이 요구되지 않는다.

(나) 제품시험

모든 밸브는 제조자의 공장에서 우리 선급 검사원의 입회하에 다음의 시험을 하여야 한다.

(a) 모든 밸브는 설계압력의 1.5배의 압력으로 밸브몸체의 수압시험을 하여야 한다.
(b) 안전밸브를 제외한 밸브는 설계압력의 1.1배의 압력으로 밸브시트와 밸브봉의 누설시험을 하여야 하고, 이에 추가하여 -55 °C 미만의 온도로 사용하는 밸브는 치수 및 형식마다 최소 10%에 대하여 설계온도에서 밸브작동과 누설확인을 포함한 저온시험을 하여야 한다.
(c) 안전밸브는 주위온도에서 설정압력에 대한 작동시험을 하여야 한다.

(다) 제조자는 다음의 모든 조건을 만족할 경우 상기 (나)의 제품시험을 면제해줄 것을 우리 선급에 요청할 수 있다.
(a) -55 °C 미만의 온도로 사용하는 밸브에 대한 (가)에서 요구하는 형식승인을 받을 것
(b) 제조자가 우리 선급에서 평가하여 인정한 승인된 품질시스템을 갖추고 있고 정기적인 심사를 받을 것
(c) 품질관리계획에 밸브마다 다음의 시험을 하도록 하는 규정이 있고, 제조자가 그 시험의 기록을 유지할 것
(i) 모든 밸브에 대하여 설계압력의 1.5배의 압력으로 밸브몸체의 수압시험
(ii) 안전밸브를 제외한 밸브에 대하여 설계압력의 1.1배의 압력으로 밸브시트와 밸브봉의 누설시험
(iii) 안전밸브에 대하여 주위온도에서 설정압력에 대한 작동시험
(d) 안전밸브를 제외한 -55 °C 미만의 온도로 사용하는 밸브에 대하여 치수 및 형식마다 최소 10 %에 대하여 설계온도에서 밸브작동과 누설확인을 포함한 저온시험을 우리 선급 검사원의 입회하에 할 것

(2) 신축이음
화물탱크의 외측의 화물용 관에 사용하는 신축 밸로스 및 화물탱크 내에 사용하는 신축밸로스로써 우리 선급이 요구하는 것은 별도로 정하는 규정에 따라 형식승인을 받아야 한다.

(3) 화물 펌프
(가) 펌프는 별도로 정하는 규정에 따라 형식승인을 받아야 한다.
(나) 제품시험
형식승인을 받은 모든 펌프는 제조자의 공장에서 우리 선급 검사원의 입회하에 다음의 (a) 및 (b)의 시험을 하여야 한다.
(a) 설계압력의 1.5배의 압력으로 펌프몸체의 수압시험을 하여야 한다.
(b) 다음의 용량시험을 하여야 한다.
(i) 잠수 펌프는 설계매체 또는 설계온도 이하의 매체로 용량시험을 하여야 한다,
(ii) 디프웰 펌프는 물로 용량시험을 할 수 있다.

(다) 제조자는 다음의 모든 조건을 모두 만족할 경우 상기 (나)의 제품시험을 면제 해줄 것을 우리 선급에 요청할 수 있다.
(a) 펌프가 **5장 513.**의 **1**항 (3)호 (가)에서 요구하는 형식승인을 받을 것.
(b) 제조자가 우리 선급에서 평가하고 인정한 승인된 품질시스템을 갖추고 있고 정기적인 심사를 받을 것
(c) 품질관리계획에 펌프마다 설계압력의 1.5배의 압력으로 펌프몸체의 수압시험을 하여야 하고 용량시험을 하도록 하는 규정이 있고, 제조자가 그 시험의 기록을 유지할 것

2. 관장치 시험 【지침 참조】

(1) 이 규정은 화물탱크의 내외의 관장치에 적용한다. *(2021)*

(2) 모든 화물 및 프로세스용 관장치는 조립 후 적절한 유체로 강도시험을 하여야 한다. 액체관의 경우, 설계압력의 1.5배(시험유체가 압축성인 경우 설계압력의 1.25배)로 압력시험을 하여야 한다. 화물증기관의 경우, 최대사용압력의 1.5배(시험유체가 압축성인 경우, 최대사용압력의 1.25배)로 압력시험을 하여야 한다. 관장치 또는 장치의 일부가 완성품이고 모든 부착품이 완비된 경우, 선내에 설치하기 전에 압력시험을 할 수 있다. 선내에서 행한 용접이음은 적어도 설계압력의 1.5배로 압력시험을 하여야 한다.

(3) 각 화물 및 프로세스용 관장치는 선내 조립 후 적용되는 탐지방법에 따른 압력으로 공기 또는 기타 적절한 매체를 이용하여 누설시험을 하여야 한다.

(4) 이중 가스연료관장치의 경우, 외측관 또는 덕트는 가스관이 파열시 예상되는 최대압력을 견딜 수 있다는 것을 증명하기 위해 압력시험을 하여야 한다.

(5) 화물 또는 화물증기를 취급하기 위한 밸브, 부착품 및 관련 장비를 포함하는 모든 관장치는 최초의 하역작업 이전에 통상의 사용상태에서 인정하는 기준을 따라 시험을 하여야 한다.

3. 비상차단밸브

액체화물관장치에서 사용되는 비상차단밸브의 성능이 **1810. 2**항의 (1)호 (다)에 적합하다는 것을 증명하기 위해 시험되어야 한다. 이 시험은 선내 설치 후 시행할 수 있다.

제 6 절 구조재료 및 품질관리

601. 정의

1. 이 절의 규정에서 언급하는 A, B, D, E, AH, DH, EH 및 FH 선체구조용 강재는 **2편**에 따른 선체구조용 강재이어야 한다.
2. 피스(piece)라 함은 1개의 강편(slab), 1개의 빌릿 또는 1개의 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판, 형강 또는 봉강 전체의 압연제품을 말한다.
3. 배치(batch)라 함은 샘플링 단위로 수행되는 시험을 기반으로 함께 승인 또는 거절되는 항목 또는 피스의 수를 말한다. 배치의 크기는 **2편**에 따른다.
4. 온도제어압연(CR)이라 함은 최종압연온도를 노멀라이징 열처리 구간 내로 제어하는 압연법을 말하며 이 압연법으로 생산된 강재의 기계적 성질은 일반적으로 노멀라이징 열처리를 실시한 강재와 동등하다.
5. 열가공제어법(TMCP)이라 함은 제어압연의 일종으로 압연온도뿐만 아니라 압연량을 엄격히 제어하는 것을 말한다. 온도제어압연과 달리, 열가공압연에 의해 주어진 성질은 노멀라이징 또는 기타 열처리에 의해 생산될 수 없다. 열가공압연이 완료된 후 가속냉각 또는 템퍼링 처리는 우리 선급의 승인을 얻은 후 적용할 수 있다.
6. 가속냉각(AcC)이라 함은 최종 열가공압연이 완료된 직후에 공기냉각보다 빠른 냉각속도로 제어하여 강재의 기계적 성질을 개선하기 위한 공정을 말한다. 직접담금질법(direct quenching)은 가속냉각에서 제외된다. 열가공압연 및 가속냉각에 의해 주어진 재료의 성질은 노멀라이징 또는 기타 열처리에 의해 생산될 수 없다.

602. 적용범위 및 일반사항

1. 이 절은 화물장치의 구조에 사용하는 금속 및 비금속 재료에 대한 규정이다. 이 절은 제품검사를 포함한 이음 프로세스, 생산 프로세스, 자격인정, 비파괴검사, 검사 및 시험에 대한 규정을 포함하고 있다. 압연재료, 단조품 및 주조품에 대한 요건은 **604.** 및 **표 7.5.4**에서 **표 7.5.8**에 따른다. 용접에 대한 요건은 **605.**를 따른다. 비금속 재료에 대해서는 **부록「 7A-6 비금속 재료 」**를 따른다. 품질보증/품질관리 프로그램은 **602.**의 규정에 적합하도록 시행되어야 한다. *(2021)*
2. 제조, 시험, 검사 및 성적증명서는 **2편 2장** 및 이 장의 규정에 따른다.
3. 용접 후 열처리가 규정되어 있거나 요구되는 경우, 모재의 성질은 이 절의 해당 표에 따른 적합한 열처리 조건에서 결정되어야 한다. 그리고 용접부의 성질은 **605.**에 따른 적합한 열처리 조건에서 결정되어야 한다. 용접 후 열처리가 적용되는 경우, 시험요건은 우리 선급이 승인한 경우 변경될 수 있다.

603. 일반시험요건 및 사양서 【지침 참조】

1. **인장시험**
   (1) 인장시험은 **2편**에 따라 시행되어야 한다.
   (2) 인장강도, 항복응력 및 연신율은 우리 선급이 인정하는 것이어야 한다. 항복점이 명확한 탄소망간강 및 기타 재료는 항복비(항복강도와 인장강도의 비율)의 제한에 대하여 고려하여야 한다. *(2021)*
2. **인성시험** *(2021)*
   (1) 별도로 언급하지 않는 한, 금속재료의 승인시험은 샤르피 V노치 인성 시험을 실시하여야 한다. 샤르피 V노치 시험의 평가기준은 3개의 표준크기(10 mm×10 mm) 시험편의 최소 평균흡수에너지 값 및 개별 시험편에 대한 최소 흡수에너지 값이다. 샤르피 V노치 시험편의 치수 및 허용오차는 **2편 1장 2절**의 규정에 따라야 한다. 5 mm 치수의 시험편보다 작은 시험편의 시험 및 요건은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 서브 사이즈 시험편의 최소 평균흡수에너지 값은 다음 표에 따라야 한다.

샤르피 V노치 시험편 치수	3개 시험편 최소 평균흡수에너지 값
10 mm x 10 mm	KV
10 mm x 7.5 mm	5/6 KV
10 mm x 5.0 mm	2/3 KV
(비고) KV는 **표 7.5.4** 부터 **표 7.5.7** 에 따른 에너지 값 (J)	

오직 1개의 개별 흡수에너지 값이 규정의 최소 평균흡수에너지 값 미만이어도 된다. 다만, 이 값은 최소 평균흡수에너지 값의 70 % 이상이어야 한다.

(2) 모재의 경우, 재료의 두께로 채취 가능한 최대치수의 샤르피 시험편은 표면과 두께중심의 가운데에 가능한 가까운 위치에서 시험편을 채취하고 노치의 방향이 재료표면에 수직이 되도록 기계가공하여야 한다. (**그림 7.5.17** 참조)

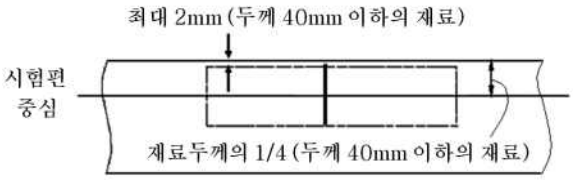


그림 7.5.17 모재 시험편의 위치

(3) 용접시험편의 경우, 샤르피 시험편은 재료두께를 고려하여 가능한 최대치수로 가공되어야 하며, 가능한 한 표면과 두께중심 간의 가운데에 가깝게 위치하도록 하여야 한다. 어떠한 경우에도 재료의 표면과 시험편의 단부까지의 거리는 약 1 mm 이상이어야 한다. 양면 V형 맞대기용접의 경우, 시험편은 제 2 용접측의 표면과 가깝게 기계가공하여야 한다. 일반적으로 시험편은 **그림 7.5.18**에서 표시하는 노치의 위치가 용접의 중심선, 경계부 및 경계부로부터 1 mm, 3 mm 및 5 mm가 되도록 채취하여야 한다.

(4) 최초 3개의 샤르피 V노치 시험편의 평균흡수에너지 값이 상기 규정을 만족하지 않는 경우, 또는 1개 이상의 시험편의 개별 흡수에너지 값이 규정의 평균값보다 낮은 경우, 또는 1개 시험편의 흡수에너지 값이 개별 시험편에 허용되는 최소 흡수에너지 값보다 낮은 경우에는, 같은 재료로부터 추가로 3개의 시험편을 채취하여 재시험할 수 있다. 이때 먼저 실시한 시험결과를 포함한 새로운 평균값을 얻을 수 있다. 6 개의 시편으로부터 얻은 새로운 평균값이 규정에 적합하고 또한 요구되는 평균값보다 낮은 것이 2개 이하이고, 또한 1개의 결과가 개개 시험편에 요구되는 값보다 낮을 경우에는, 피스(piece) 또는 배치(batch or lots)를 인정할 수 있다.

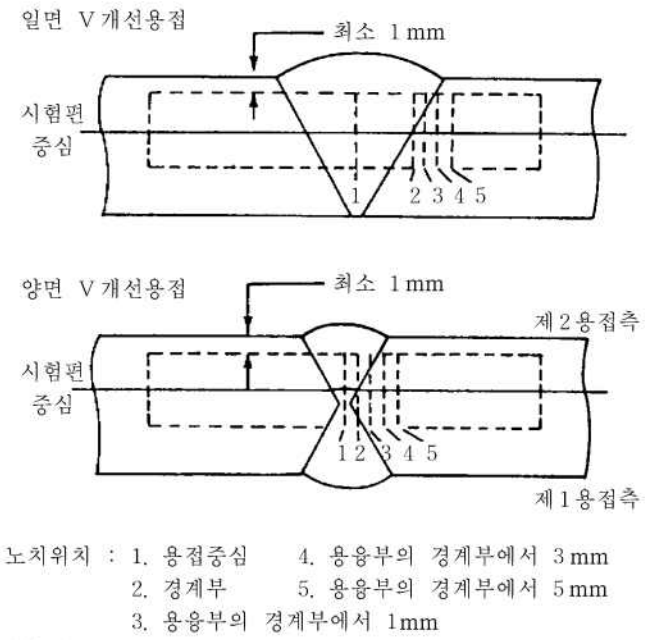


그림 7.5.18 용접 시험편의 노치위치

3. 굽힘시험 *(2021)*

(1) 재료승인시험 시에는 굽힘시험을 생략될 수 있지만, 용접시험 시에는 굽힘시험을 하여야 한다. 굽힘시험을 하는 경우, **2편 2장**에 따라 시행되어야 한다.

(2) 굽힘시험은 가로방향 굽힘시험이어야 하며, 우리 선급이 인정하는 바에 따라 앞면굽힘, 뒷면굽힘 또는 측면굽힘으로 할 수 있다. 다만, 모재와 용접금속의 강도가 다를 경우에는 가로방향 굽힘시험 대신에 세로방향 굽힘시험을

할 수 있다.

4. 단면관측 및 기타시험

우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에 매크로단면, 마이크로단면 관측 및 경도시험을 요구할 수 있으며 **2편 2장**에 따라 수행하여야 한다.

604. 금속재

1. 일반사항

재료의 적용은 다음 표에 따른다. *(2022)*

표 7.5.4 : 설계온도가 0 °C 이상의 화물탱크 및 프로세스용 압력용기의 판, 관(이음매 없는 관 및 용접관), 형재 및 단조품

표 7.5.5a : 설계온도가 0°C 미만 -10°C 이상의 화물탱크, 2차방벽 및 프로세스용 압력용기의 판, 평재 및 단조품

표 7.5.5b : 설계온도가 -10°C 미만 -55°C 이상의 화물탱크, 2차방벽 및 프로세스용 압력용기의 판, 평재 및 단조품

표 7.5.6 : 설계온도가 -55 °C 미만 -165 °C 이상의 화물탱크, 2차방벽 및 프로세스용 압력용기의 판, 형재 및 단조품(합금강 및 알루미늄 합금)

표 7.5.7 : 설계온도가 0 °C 미만 -165 °C 이상의 화물 및 프로세스용 관장치의 관(이음매 없는 관 및 용접관), 단조품 및 주조품

표 7.5.8 : 419.의 1항의 (2)호 및 (3)호에 의하여 요구되는 선체구조용 판 및 형재

극저온용 고망간강을 사용하는 화물탱크의 경우, **부록 7A-4 「극저온용 고망간강」**의 요건에 따른다. *(2021)*

표 7.5.4 설계온도가 0 °C 이상 화물탱크 및 프로세스용 압력용기의 판, 관(이음매 없는 관 및 용접관)[(1)(2)], 형재 및 단조품 *(2022)* 【지침 참조】

1. 화학성분 및 열처리의 요건		
- 탄소망간강, 세립킬드강으로 할 것 - 합금성분을 소량 추가할 경우에는 우리 선급의 승인을 받을 것 - 화학성분은 우리 선급의 승인을 받을 것 - 열처리는 노멀라이징 또는 담금질 후 템퍼링[(4)]으로 할 것		
2. 인장 및 인성(충격)시험의 규정		
2.1 채취빈도		
판	각 피스(piece) 마다 시험	
형재 및 단조품	각 배치(batch) 마다 시험	
2.2 기계적 성질		
인장특성	최소 항복응력은 410 N/mm^{2}를 넘지 아니할 것[(5)]	
2.3 인성 (샤르피 V노치 충격시험)		
	가로방향 및 세로방향은 시험편의 길이방향이 압연방향과 각각 직각 또는 평행할 때	
판	가로방향 시험편: 최소 평균 흡수에너지값(KV) 27 J	
형재 및 단조품	세로방향 시험편: 최소 평균 흡수에너지값(KV) 41 J	
시험온도	두께(mm)	시험온도(°C)
	$t \leq 20$	0
	$20 < t \leq 40$	-20
	$40 < t \leq 50$[(6)]	-20[(7)]
	$40 < t \leq 50$[(6)]	-30[(8)]

(비고)
(1) 이음매 없는 관 및 부착품은 **2편**의 규정에 따른다. 종방향 및 나선형 용접관의 사용은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(2) 관의 경우, 샤르피 V노치 충격시험을 요구하지 않는다.
(3) 이 표는 재료두께 50 mm까지 적용할 수 있다. 재료두께가 50 mm를 초과하는 경우, 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(4) 온도제어압연(CR) 또는 열가공제어법(TMCP)을 행한 강재는 노멀라이징 또는 담금질 후 템퍼링을 한 것으로 간주할 수 있다.
(5) 규격 최소항복응력이 410 N/mm^{2}를 초과하는 경우, 용접부 및 열영향부의 경도에 대하여 자료를 제출하여야 한다.
(6) 2편 압연 강재가 아닌 경우 판두께 중심에서 시편을 채취하여 충격테스트를 추가해서 실시하여야 한다.
(7) 독립형탱크 형식 C 화물탱크 및 압력용기에 적용한다. 용접후열처리를 실시하여야 한다. 용접후열처리를 대신하여 대체 방법(예: Engineering critical assessment)을 사용하는 경우 선급 승인을 받거나 인정하는 기준을 따라야 한다.
(8) 독립형탱크 형식 C 이외의 화물 탱크에 적용한다.

표 7.5.5a 설계온도가 0 °C 미만 -10 °C 이상의 화물탱크, 2차방벽 및 프로세스용 압력용기의 판, 형재 및 단조품(1) 다만, 최대두께 25 mm(2)로 한다. *(2022)* 【지침 참조】

1. 화학성분 및 열처리의 규정

- 탄소망간강, 킬드강, 알루미늄처리의 세립강으로 할 것
- 화학성분(레이들분석)

C	Mn	Si	S	P
0.16 % 이하(3)	0.70 ~ 1.60 %	0.10 ~ 0.50 %	0.025 % 이하	0.025 % 이하

- 임의의 첨가원소 : 합금 및 세립화용 원소는 일반적으로 다음에 따를 것

Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
0.80 % 이하	0.25 % 이하	0.08 % 이하	0.35 % 이하	0.05 % 이하	0.10 % 이하

- 알루미늄 함유량은 최소 0.02 % 일 것(산 가용성은 최소 0.015 %)
- 열처리는 노멀라이징 또는 담금질 후 템퍼링(4)으로 할 것

2. 인장 및 인성(충격)시험의 규정

2.1 채취 빈도

판	각 피스(piece)마다 시험
형재 및 단조품	각 배치(batch)마다 시험

2.2 기계적 성질

인장특성	최소 항복응력은 410 N/mm^{2}를 넘지 않을 것(5)

2.3 인성 (샤르피 V노치 충격시험)

	가로방향 및 세로방향은 시험편의 길이방향이 압연방향과 각각 직각 또는 평행할 때
판	가로방향 시험편: 최소 평균 흡수에너지값(KV) 27 J
형재 및 단조품	세로방향 시험편: 최소 평균 흡수에너지값(KV) 41 J
시험온도	설계온도보다 5 °C 낮은 온도 또는 -20 °C 중 낮은 것

(비고)

(1) 단조품에 대한 샤르피 V노치 충격시험 및 화학성분의 규정은 우리 선급의 승인을 받는 것이어야 한다.

(2) 두께가 25 mm를 넘는 재료의 경우, 다음과 같이 샤르피 V노치 충격시험을 하여야 한다.

재료의 두께(mm)	시험온도(°C)
$25 < t \leq 30$	설계온도보다 10 °C 낮은 온도 또는 -20 °C 중 낮은 것
$30 < t \leq 35$	설계온도보다 15 °C 낮은 온도 또는 -20 °C 중 낮은 것
$35 < t \leq 40$	설계온도보다 20 °C 낮은 온도
$40 < t \leq 50$(6)	설계온도보다 5°C 낮은 온도 또는 -20°C중 낮은 것(7)
$40 < t \leq 45$(6)	설계온도보다 25°C 낮은 온도(8)
$45 < t \leq 50$(6)	설계온도보다 30°C 낮은 온도(8)

충격에너지 값은 시편형태의 표에 따라 값이 정하여진다. 탱크 또는 탱크의 한 부분으로 사용되는 재료는 용접 후에 완전히 열응력을 제거하여야 하며 설계온도보다 5 °C 낮은 온도 또는 -20 °C 중 낮은 온도에서 시험을 하여야 한다. 강력부재와 다른 의장품에 열응력을 제거시키기 위하여 시험온도는 주위 탱크판 두께에서 요구하는 값과 같게 하여야 한다.

(3) 설계온도가 -40 °C 이상의 경우, 탄소함유량은 우리 선급의 승인을 받아 0.18 %까지 증가시킬 수 있다.

(4) 온도제어압연방법 또는 열가공제어법(TMCP)은 노멀라이징 또는 담금질 후 템퍼링을 한 것으로 간주할 수 있다.

(5) 규격 최소 항복응력이 410 N/mm^{2}를 초과하는 경우, 용접부 및 열영향부의 경도에 대하여 자료를 제출하여야 한다.

지침 : 두께 25 mm를 초과하는 재료에 대한 시험온도가 -60 °C 이하인 경우, 그 적용은 특별히 처리된 강이나 **표 7.5.6**에 의한 강이 요구될 수 있다.

(6) 2편 압연 강재가 아닌 경우 판두께 중심에서 시편을 채취하여 충격테스트를 추가해서 실시하여야 한다.
(7) 독립형탱크 형식 C 화물탱크 및 압력용기에 적용한다. 용접후열처리를 실시하여야 한다. 용접후열처리를 대신하여 대체 방법(예: Engineering critical assessment)을 사용하는 경우 선급 승인을 받거나 인정하는 기준을 따라야 한다.
(8) 독립형탱크 형식 C 이외의 화물 탱크에 적용한다.
(9) 이 표는 재료 두께 50mm까지 적용할 수 있다. 재료 두께가 50mm를 초과하는 경우, 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 7.5.5b 설계온도가 -10 °C 미만 -55 °C 이상의 화물탱크, 2차방벽 및 프로세스용 압력용기의 판, 형재 및 단조품[1] 다만, 최대두께 25 mm[2]로 한다. *(2022)* 【지침 참조】

1. 화학성분 및 열처리의 규정

- 탄소망간강, 킬드강, 알루미늄처리의 세립강으로 할 것
- 화학성분(레이들분석)

C	Mn	Si	S	P
0.16 % 이하[3]	0.70 ~ 1.60 %	0.10 ~ 0.50 %	0.025 % 이하	0.025 % 이하

- 임의의 첨가원소 : 합금 및 세립화용 원소는 일반적으로 다음에 따를 것

Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
0.80 % 이하	0.25 % 이하	0.08 % 이하	0.35 % 이하	0.05 % 이하	0.10 % 이하

- 알루미늄 함유량은 최소 0.02 % 일 것(산 가용성은 최소 0.015 %)
- 열처리는 노멀라이징 또는 담금질 후 템퍼링[4]으로 할 것

2. 인장 및 인성(충격)시험의 규정

2.1 채취 빈도

판	각 피스(piece)마다 시험
형재 및 단조품	각 배치(batch)마다 시험

2.2 기계적 성질

인장특성	최소 항복응력은 410 N/mm^{2}를 넘지 않을 것[5]

2.3 인성 (샤르피 V노치 충격시험)

	가로방향 및 세로방향은 시험편의 길이방향이 압연방향과 각각 직각 또는 평행할 때
판	가로방향 시험편: 최소 평균 흡수에너지값(KV) 27 J
형재 및 단조품	세로방향 시험편: 최소 평균 흡수에너지값(KV) 41 J
시험온도	설계온도보다 5 °C 낮은 온도 또는 -20 °C 중 낮은 것

(비고)

(1) 단조품에 대한 샤르피 V노치 충격시험 및 화학성분의 규정은 우리 선급의 승인을 받는 것이어야 한다.

(2) 두께가 25 mm를 넘는 재료의 경우, 다음과 같이 샤르피 V노치 충격시험을 하여야 한다.

재료의 두께(mm)	시험온도(°C)
$25 < t \leq 30$	설계온도보다 10°C 낮은 온도 또는 -20°C중 낮은 것
$30 < t \leq 35$	설계온도보다 15°C 낮은 온도 또는 -20°C중 낮은 것
$35 < t \leq 40$	설계온도보다 20°C 낮은 온도
$40 < t \leq 50$[6]	설계온도보다 5°C 낮은 온도 또는 -20°C중 낮은 것[7]
$40 < t \leq 45$[6]	설계온도보다 25°C 낮은 온도[8]
$45 < t \leq 50$[6]	설계온도보다 30°C 낮은 온도[8]

충격에너지 값은 시편형태의 표에 따라 값이 정하여진다. 탱크 또는 탱크의 한 부분으로 사용되는 재료는 용접 후에 완전히 열응력을 제거하여야 하며 설계온도보다 5 °C 낮은 온도 또는 -20 °C 중 낮은 온도에서 시험을 하여야 한다. 강력부재와 다른 의장품에 열응력을 제거시키기 위하여 시험온도는 주위 탱크판 두께에서 요구하는 값과 같게 하여야 한다.

(3) 설계온도가 -40 °C 이상의 경우, 탄소함유량은 우리 선급의 승인을 받아 0.18 %까지 증가시킬 수 있다.

(4) 온도제어압연방법 또는 열가공제어법(TMCP)은 노멀라이징 또는 담금질 후 템퍼링을 한 것으로 간주할 수 있다.

(5) 규격 최소 항복응력이 410 N/mm^{2}를 초과하는 경우, 용접부 및 열영향부의 경도에 대하여 자료를 제출하여야 한다.

지침 : 두께 25 mm를 초과하는 재료에 대한 시험온도가 -60 °C 이하인 경우, 그 적용은 특별히 처리된 강이나 **표 7.5.6**에 의한 강이 요구될 수 있다.

(6) 2편 압연 강재가 아닌 경우 판두께 중심에서 시편을 채취하여 충격테스트를 추가해서 실시하여야 한다.
(7) 용접후열처리는 606.의 2항 (2)호를 따라야 한다. 용접후열처리를 대신하여 대체 방법(예: Engineering critical assessment)을 사용하는 경우 선급 승인을 받거나 인정하는 기준을 따라야 한다.
(8) 독립형탱크 형식 C 이외의 화물 탱크에 적용한다.
(9) 이 표는 재료 두께 50mm까지 적용할 수 있다. 재료 두께가 50mm를 초과하는 경우, 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 7.5.6 설계온도가 -55 °C 미만 -165 °C[2] 이상의 화물탱크, 2차방벽 및 프로세스용 압력용기의 판, 형재 및 단조품[1] 단, 최대두께 25 mm(3)(4)로 한다. *(2022)* 【지침 참조】

최저설계온도 (°C)	화학성분[5] 및 열처리	충격시험온도 (°C)
-60	1.5 % 니켈강 - 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 열가공제어법(TMCP)[6]	-65
-65	2.25 % 니켈강 - 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 열가공제어법(TMCP)[6][7]	-70
-90	3.5 % 니켈강 - 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 열가공제어법(TMCP)[6][7]	-95
-105	5 % 니켈강 - 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 열가공제어법(TMCP)[6][7]	-110
-165	9 % 니켈강 - 2회 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링[6]	-196
-165	오스테나이트강[9](예 304, 304 L, 316, 316 L, 321 및 347) 고용화 처리	-196
-165	알루미늄합금(예 5083형 어닐링)	요구하지 않음
-165	오스테나이트 Fe-Ni 합금강(예 36 % 니켈강) 열처리는 승인을 득하여야 함	요구하지 않음

1. 인장 및 충격시험의 규정	
1.1 채취빈도	
판	각 피스(piece)마다 시험
형재 및 단조품	각 배치(batch)마다 시험
1.2 인성 (샤르피 V노치 충격시험)	
	가로방향 및 세로방향은 시험편의 길이방향이 압연방향과 각각 직각 또는 평행할 때
판	가로방향 시험편 : 최소 평균 흡수 에너지값(KV) 27 J
형재 및 단조품	세로방향 시험편 : 최소 평균 흡수 에너지값(KV) 41 J

(비고)

(1) 가혹한 조건하에서 사용되는 단조품의 충격시험은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(2) 설계온도가 -165 °C 미만에 대한 규정은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(3) 두께 25 mm를 넘는 1.5 % Ni, 2.25 % Ni, 3.5 % Ni과 5 % Ni에 대한 재료의 충격시험은 다음과 같이 시행되어야 한다.

재료의 두께(mm)	시험온도(°C)
$25 < t \leq 30$	설계온도보다 10°C 낮은 온도
$30 < t \leq 35$	설계온도보다 15°C 낮은 온도
$35 < t \leq 40$	설계온도보다 20°C 낮은 온도
$40 < t \leq 45$[10]	설계온도보다 25°C 낮은 온도
$45 < t \leq 50$[10]	설계온도보다 30°C 낮은 온도

에너지 값은 적용한 시편형태에 따라 표의 값을 따라야 한다. 두께가 50 mm 를 넘는 재료의 경우, 샤르피 V노치 충격에너지 값을 특별히 고려하여야 한다.

(4) 9 % Ni강, 오스테나이트 스테인리스강 및 알루미늄 합금의 경우, 두께가 25 mm 이상인 재료를 사용할 수 있다.
(5) 화학성분은 **2편 1장** 또는 우리 선급이 인정하는 기준에 적합하여야 한다.
(6) 열가공제어법(TMCP) 니켈강은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(7) 담금질 후 템퍼링한 강은 우리 선급의 승인을 받아 더욱 낮은 설계온도의 장소에 사용할 수 있다.
(8) 특별히 열처리한 5 % 니켈강(예를 들면, 3회 열처리한 5 % 니켈강 등)은 충격시험이 -196 °C에서 행하여 진다면 -165 °C 이하의 장소에 사용할 수 있다.
(9) 충격시험은 우리 선급의 승인을 받아 생략할 수 있다.
(10) 2편 압연 강재가 아닌 경우 판두께 중심에서 시편을 채취하여 충격테스트를 추가해서 실시하여야 한다.
(11) 이 표는 재료 두께 50mm까지 적용할 수 있다. 재료 두께가 50mm를 초과하는 경우, 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 7.5.7 설계온도가 0 °C 미만 -165 °C 이상[3]의 화물 및 프로세스용 관장치의 관(이음매 없는 관 및 용접관)[1], 단조품[2] 및 주조품[2] 단, 최대두께는 25 mm로 한다. 【지침 참조】

최저설계 온도(°C)	화학성분[5] 및 열처리	충격시험	
		시험온도 (°C)	최소평균흡수 에너지(KV)(J)
-55	탄소망간강, 세립킬드강, 노멀라이징 또는 특별히 승인된 방법[6]	[4]	27
-65	2.25 % 니켈강, 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링[6]	-70	34
-90	3.5 % 니켈강, 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링[6]	-95	34
-165	9 % 니켈강[7], 2회 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링	-196	41
	오스테나이트강(예: 304, 304 *L*, 316, 316 *L*, 321 및 347) 고용화처리[8]	-196	41
	알루미늄합금(예: 5083형 어닐링)	-	요구하지 않음

1. 인장 및 인성(충격)시험의 규정

1.1 채취빈도

- 각 배치(batch)마다 시험하여야 한다.

1.2 인성 (샤르피 V노치 충격시험)

충격시험 : 세로방향 시험편

(비고)
(1) 종방향 및 나선형 용접관의 사용은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(2) 단조품 및 주조품에 대한 규정은 우리 선급에 의해 고려될 수 있다.
(3) 설계온도가 -165 °C 미만의 규정은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(4) 시험온도는 설계온도보다 5 °C 낮은 온도 또는 -20 °C 중 낮은 온도이어야 한다.
(5) 화학성분은 **2편 1장** 또는 우리 선급이 인정하는 기준에 따른다.
(6) 담금질 후 템퍼링한 강은 우리 선급의 승인을 받아 더욱 낮은 설계온도의 장소에 사용할 수 있다.
(7) 화학성분은 주조품에는 적용하지 않는다.
(8) 충격시험은 우리 선급의 승인을 받아 생략할 수 있다.

표 7.5.8 419.의 1항 (2)호 및 (3)호에 의하여 요구되는 선체구조용의 판 및 형재 *(2022)*

선체구조의 최저설계온도(°C)	강재등급의 최대두께(mm)							
	A	B	D	E	AH	DH	EH	FH
0이상[1] -5이상[2]	우리 선급이 인정하는 기준에 따른다.							
0미만 -5까지	15	25	30	50	25	45	50	50
-5미만 -10까지	×	20	25	50	20	40	50	50
-10미만 -20까지	×	×	20	50	×	30	50	50
-20미만 -30까지	×	×	×	40	×	20	40	50
-30미만	**표 7.5.5a** 및 **7.5.5b**의 두께제한과 동표 비고 (2)의 제한을 적용하지 않을 경우를 제외하고 **표 7.5.5a** 및 **7.5.5b**에 적합할 것							

(비고)
"×"는 사용하지 않는 강재의 등급을 표시
(1) 419. 1항의 (3)호 적용상
(2) 419. 1항의 (2)호 적용상

605. 금속재료의 용접 및 비파괴검사 【지침 참조】

1. 일반사항 *(2021)*

이 규정은 1차방벽 및 2차방벽(2차방벽을 형성하는 내부선체 포함)에 적용한다. 승인시험은 탄소강, 탄소망간강, 니켈합금강 및 스테인리스강에 적용하지만 이 외의 재료에도 적용할 수 있다. 우리 선급이 인정하는 경우, 스테인리스강 및 알루미늄합금의 용접에 대한 충격시험은 생략할 수 있고, 모든 재료에 대해서 다른 시험이 특별히 요구될 수 있다.

2. 용접재료

화물탱크의 용접용 재료는 **2편**의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 용착금속시험 및 맞대기용접시험은 모든 용접재료에 대하여 적용하여야 한다. 인장시험 및 샤르피 V노치 충격시험의 결과는 **2편**에 적합하여야 한다. 이 경우 용착금속의 화학성분을 참고용으로 기록하여야 한다.

3. 화물탱크 및 프로세스용 압력용기의 용접절차 인정시험

(1) 화물탱크 및 프로세스용 압력용기의 모든 맞대기용접에 대하여 용접절차 인정시험을 하여야 한다.

(2) 용접절차 인정시험의 시험재는 다음에 따라 채취하여야 한다.

(가) 모재마다

(나) 용접재료 및 용접법마다

(다) 용접자세마다

(3) 판의 맞대기용접의 경우, 시험재는 압연방향이 용접방향에 평행하게 되도록 하여야 한다. 각 용접절차 시험에 의해 인정된 두께의 범위는 우리 선급이 인정하는 기준에 따라야 한다. 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상검사는 제조자의 선택에 따라 시행될 수 있다. *(2021)*

(4) 각 시험재마다 다음의 용접절차 인정시험을 **603.**에 따라 시행하여야 한다. *(2021)*

(가) 가로방향 인장시험

(나) 길이방향 모든 용접시험(우리 선급이 요구하는 경우)

(다) 가로방향 굽힘시험 : 앞면굽힘, 뒷면굽힘 또는 측면굽힘일 수 있다. 다만, 모재와 용접금속의 강도수준이 다를 경우, 가로방향 굽힘을 대신하여 세로방향 굽힘시험을 요구할 수 있다.

(라) 충격시험 : 3개 1조로된 샤르피 V노치 충격시험편은 일반적으로 **그림 7.5.18**에 표시하는 노치의 위치가 다음의 각 위치가 되도록 채취하여야 한다.

(a) 용접의 중심선

(b) 경계부

(c) 경계부로부터 1 mm

(d) 경계부로부터 3 mm

(e) 경계부로부터 5 mm

(마) 우리 선급이 필요하다고 인정할 경우, 매크로단면 관측, 마이크로단면 관측 및 경도시험을 요구할 수 있다.

(5) 각 시험은 다음의 규정을 만족하여야 한다.

(가) 인장시험: 가로방향 인장강도는 모재의 규격 최소인장강도 이상이어야 한다. 알루미늄합금과 같이 용접금속이 모재보다 낮은 인장강도를 가지는 언더매치(under-matched)용접부의 경우, 용접금속강도에 대한 규정인 **418.**의 1항 (3)호에 적합하여야 한다. 어떠한 경우에도 파단위치는 참고용으로 우리 선급에 제출하도록 하여야 한다. *(2021)*

(나) 굽힘시험: 시험편 두께의 4배에 해당하는 직경의 굽힘시험용 플런저로 180도 굽힌 후에도 파단이 없어야 한다.

(다) 충격시험 : 샤르피 V노치 충격시험은 접합된 모재에 대한 규정온도로 실시하여야 한다. 용접금속의 충격시험결과의 최소 평균흡수에너지값(KV)은 27 J이상이어야 한다. 서브사이즈 시험편 및 개개의 최소 흡수에너지 값은 **603.**의 2항 규정에 따른다. 경계부 및 열영향부의 충격시험의 결과는 적용되는 모재의 가로방향 또는 세로방향 규정에 따라 최소 평균흡수에너지 값(KV)을 나타내어야 하며, 서브사이즈 시험편의 최소 평균흡수에너지 값은 **603.**의 2항에 따라야 한다. 재료의 두께가 표준크기(full-size) 또는 규정의 서브사이즈로 가공이 불가능한 경우, 시험절차 및 판정기준은 우리 선급이 인정하는 기준에 따른다.

(6) 필릿용접에 대한 용접절차 인정시험은 **2편 2장**의 규정에 따른다. 이 경우, 용접재료는 모재의 충격특성과 동등 이상의 것이어야 한다.

4. 관장치의 용접절차 인정시험

관장치의 용접절차 인정시험은 3항의 규정에 준하여 하여야 한다.

5. 용접시공시험

(1) 일체형탱크 및 멤브레인탱크를 제외한 모든 화물탱크 및 프로세스용 압력용기에 대하여 일반적으로 맞대기용접이음 약 50 m마다 각 용접자세마다 시공시험을 하여야 한다. 우리 선급의 승인을 받아 시험의 수를 경감받은 경우를 제외하고 2차방벽에 대하여는 1차방벽에 요구하는 것과 동등한 시공시험을 하여야 한다. 화물탱크 또는 2차방벽에 대하여는 우리 선급이 필요하다고 인정할 경우, (2)호에서 (5)호에 정한 것 이외의 시험을 요구할 수 있다.

(2) 독립형탱크 형식 A 및 B와 세미멤브레인탱크의 시공시험으로는 굽힘시험을 하여야 하며, 용접절차 인정시험에서 요구되는 경우에는 용접길이 50 m마다 3개 1조의 샤르피 V노치 충격시험을 추가로 하여야 한다. 샤르피 V노치 충격시험편은 노치의 위치가 교대로 용접 중심선과 열영향부(용접절차 인정시험의 결과에 의해 가장 취약한 위치)가 되도록 채취하여야 한다. 오스테나이트 스테인리스강의 경우, 모든 노치의 위치는 용접 중심선과 일치하여야 한다.

(3) 독립형탱크 형식 C 및 프로세스용 압력용기의 경우, (2)호에서 규정하는 시험에 추가하여 가로방향 용접이음부 인장시험을 하여야 한다. 인장시험은 **3**항 (5)호의 규정을 따른다.

(4) 품질보증/품질관리 프로그램은 재료 제조자 품질메뉴얼에서 규정한 용접시공의 지속적인 적합성을 보장하여야 한다.

(5) 일체형탱크 및 멤브레인탱크의 시험은 **3**항의 관련 규정에 따른다.

6. 비파괴검사

(1) 설계자가 설계상의 가정을 충족하기 위하여 더 엄격한 기준을 규정하지 않는 한 모든 시험절차 및 승인기준은 우리 선급이 인정하는 기준에 따라야 한다. 원칙적으로 내부결함을 검출하기 위해 방사선 투과검사를 하여야 한다. 방사선 투과검사를 대신하여 승인된 초음파탐상검사을 할 수 있다. 다만, 초음파 탐상검사 결과를 검증하기 위해 선정된 위치에 대하여 방사선 투과검사에 의한 보충시험을 추가로 수행하여야 한다. 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사의 기록은 보관되어야 한다.

(2) 설계온도가 -20 °C 미만인 독립형탱크 형식 A 및 세미멤브레인탱크의 경우, 그리고 온도에 관계없이 모든 독립형탱크 형식 B의 경우에는 용접부 전길이에 걸쳐 내부결함을 검출하기 위해 화물탱크 외판의 모든 완전용입 맞대기용접부는 적절한 비파괴검사를 하여야 한다. (1)호에 규정한 바와 같이 동일한 조건하에서 방사선투과검사 대신에 초음파탐상검사를 할 수 있다.

(3) 설계온도가 -20 °C보다 높은 경우, 탱크구조의 교차부의 모든 완전용입 맞대기용접 및 나머지 완전용입 용접부의 적어도 10 %는 방사선투과검사를 하여야 하며, 만약 (1)호와 동일한 조건인 경우 방사선 투과검사를 대신하여 초음파탐상검사를 할 수 있다.

(4) 보강재, 기타의 부착품 및 부속장치의 용접을 포함한 탱크의 나머지 구조의 용접은 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 자기탐상법 또는 침투탐상법에 따라 시험하여야 한다.

(5) 독립형탱크 형식 C의 경우, 비파괴검사의 범위는 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 전체 또는 부분검사를 하여야 한다. 다만, 다음에 정하는 것 이상으로 하여야 한다.

(가) **423.**의 **2**항 (1)호 (다)의 규정에 따른 전체 비파괴검사: 방사선투과검사의 일부를 (1)호에서 규정한 초음파탐상검사로 대신할 수 있다. 이에 추가하여, 우리 선급은 개구부 주변의 보강링, 노즐 등의 용접부 전체에 초음파탐상검사를 요구할 수 있다.

(a) 방사선투과검사: 전 용접길이에 걸쳐 모든 맞대기용접부

(b) 표면균열검출을 위한 비파괴 검사:

(i) 용접길이의 10 % 이상의 모든 용접부

(ii) 개구부 주변의 보강링, 노즐 등의 전 용접부

(나) **423.**의 **2**항 (1)호 (다)의 규정에 따른 부분 비파괴검사:

(a) 방사선투과검사: 모든 맞대기용접의 교차부 및 균일하게 선정된 위치에서 용접부 전 길이의 10 %

(b) 표면균열검출을 위한 비파괴검사: 개구부 주변의 보강링, 노즐 등의 전 용접길이

(c) 초음파탐상검사:

(i) 각 경우에 따라 우리 선급에서 요구하는 부분

(6) 품질보증/품질관리 프로그램은 재료 제조자 품질메뉴얼에서 규정한 용접부에 대해서 비파괴검사를 통해서 용접의 적합성을 확인하도록 하여야 한다.

(7) 관장치의 검사는 **5절**의 규정에 따라 하여야 한다.

(8) 필요하다고 인정되는 경우 내부결함을 검출하기 위해 2차방벽은 방사선투과검사을 하여야 한다. 선체외판이 2차방벽의 일부인 경우, 현측후판의 모든 횡연이음 및 선측외판의 모든 횡연과 종연이음의 교차부는 방사선투과검사을 하여야 한다.

606. 구조용 금속재료의 기타요건

1. 일반사항

용접부의 검사 및 비파괴검사는 605.의 5항 및 6항의 규정에 따라야 한다. 설계상 더 엄격한 기준 또는 허용오차를 적용하는 경우, 그 기준 또는 허용오차에 적합하여야 한다.

2. 독립형탱크 【지침 참조】

(1) 관장치의 검사는 5절의 규정에 따라 시행하여야 한다. 주로 회전체에 의해 제조되는 독립형탱크 형식 B 및 형식 C의 경우, 진원도, 바른 형상으로부터의 국부적인 오차, 용접부 정렬 및 서로 다른 두께를 가지는 판들의 테이퍼와 같은 제조와 관련된 허용오차들은 우리 선급이 인정하는 기준에 적합하여야 한다. 허용오차는 422.의 3항 (2)호 및 423.의 3항 (2)호의 좌굴해석에도 관련하여 정하여야 한다.

(2) 탄소강 및 탄소망간강의 독립형탱크 형식 C는 설계온도가 -10 °C 미만인 경우에는 용접후열처리를 하여야 한다. 기타의 모든 탄소강 및 탄소망간강 이외의 재료의 경우 및 기타의 경우 용접후열처리는 우리 선급이 인정하는 기준에 따라야 한다. 용접후열처리의 가열온도 및 유지시간은 우리 선급이 인정하는 기준에 따라야 한다.

(3) 열처리를 하기 어려운 탄소강 또는 탄소망간강의 독립형탱크 형식 C와 화물용 대형압력용기의 경우, 가압에 의한 기계적 응력제거는 열처리를 대신하여 수행할 수 있으며 다음의 규정을 만족하여야 한다.

(가) 인접한 동판과 함께 섬프(sump) 또는 노즐을 포함한 돔과 같은 복잡한 용접구조 압력용기의 부분은 그 압력용기의 본체에 용접하기 전에 열처리 하여야 한다.

(나) 423.의 6항 (1)호에 의한 시험압력보다 높은 압력을 적용함으로써 가급적 423.의 6항에서 요구하는 수압시험을 하는 동안 기계적 응력제거를 시행하여야 한다. 가압매체는 물을 사용하여야 한다.

(다) 물의 온도는 423.의 6항 (2)호에 따른다.

(라) 응력제거는 탱크를 탱크전용 새들이나 지지구조에 의하여 지지된 상태 또는 선내에서 응력제거를 시행할 수 없는 경우, 탱크전용 새들이나 지지구조에 의하여 지지된 것과 같은 응력과 응력분포를 주고 시행되어야 한다.

(마) 최대 응력제거압력은 판두께 25 mm당 2시간을 유지하여야 하며, 어떠한 경우에도 2시간미만으로 하지 않아야 한다.

(바) 응력을 제거하는 동안의 계산된 응력 최대치는 다음에 적합하여야 한다.

(a) 등가 1차일반막응력 : 0.9 R_e

(b) 1차 굽힘응력과 막응력의 조합응력 : 1.35 R_e

R_e는 탱크에 사용되는 강의 시험온도에서 규격 최소항복응력 또는 0.2 % 내력

(사) 연속적으로 동종의 탱크를 제작하는 경우, 적어도 첫 번째 탱크에 대하여는 이들 한계값을 증명하기 위하여 스트레인 계측이 요구된다. (3)호에 따라 제출된 기계적 응력제거절차에 스트레인게이지의 위치가 포함된 이 호에 적합한 기계적 응력제거절차가 제출되어야 한다.

(아) 시험절차는 응력제거압력이 설계압력까지 다시 상승하였을 때 응력제거과정의 최종단계에서 압력과 스트레인은 선형관계임을 입증하여야 한다.

(자) 노즐 및 기타 개구부와 같이 기하학적 불연속을 갖는 높은 응력부위는 기계적 응력제거 후 액체침투탐상 또는 자분탐상검사로 균열에 대한 검사를 하여야 한다. 이와 관련하여 두께 30 mm를 넘는 판에는 특별히 주의하여야 한다.

(차) 항복비(항복응력과 최대인장강도의 비)가 0.8보다 큰 강은 일반적으로 기계적 응력제거를 하여서는 안 된다. 다만, 높은 연성을 주는 방법으로 강의 항복응력을 상승시킨 경우에는 경우에 따라 이보다 약간 높은 항복비를 허용할 수 있다.

(카) 냉간성형의 온도가 열처리 시 요구되는 온도보다 높을 경우, 탱크의 냉간성형부분의 열처리를 기계적 응력제거로 대신하여서는 안 된다.

(타) 탱크의 동판 및 경판의 두께는 40 mm를 초과하여서는 안 된다. 다만, 열처리에 의하여 응력제거가 된 부분은 이보다 두꺼운 것을 허용할 수 있다.

(파) 탱크 및 돔에 원환체 구형 경판이 사용되는 경우, 국부좌굴에 대하여 특별히 보호되어야 한다.

(하) 기계적 응력제거의 절차는 우리 선급이 인정하는 기준에 따라야 한다.

3. 2차방벽

제작 중, 2차방벽의 시험 및 검사에 대한 규정은 우리 선급에 의해 승인되어야 한다.(406.의 2항 (5)호 및 (6)호를 참조한다.)

4. 세미멤브레인탱크

세미멤브레인탱크의 경우, 독립형탱크 또는 멤브레인탱크에 대한 606.의 관련 규정을 적절히 적용하여야 한다.

5. 멤브레인탱크

품질보증/품질관리 프로그램은 용접절차 인정시험, 설계상세, 재료, 제작, 각 요소의 검사 및 시공시험의 지속적인 적합성을 보장하여야 한다. 이러한 기준과 절차는 원형시험 프로그램 중에 개발되어야 한다.

607. 비금속재료

1. 일반사항

비금속재료의 선정 및 사용에 대하여는 **부록「 7A-6 비금속 재료 」**를 따른다. *(2021)*

제 7 절 화물의 압력 및 온도제어

701. 제어방법 【지침 참조】

1. 설계 주위온도의 상한 조건에서 화물의 최대게이지증기압에 견딜 수 있도록 설계되는 탱크를 제외하고, 화물탱크의 압력 및 온도는 다음 중 하나 이상의 방법에 의해 설계범위 내에서 항상 유지하여야 한다.
   (1) 화물증기의 재액화
   (2) 화물증기의 연소
   (3) 축압
   (4) 액체화물 냉각
2. 17절에서 정하는 특정화물의 경우, 보일오프가스를 처리하기 위한 어떤 장치를 설치한 경우에 화물격납설비는 고온측의 설계 주위온도에서 화물의 증기압에 견디는 것이어야 한다.
3. 비상상황을 제외하고, 화물탱크의 압력 및 온도를 유지하기 위해 화물을 배출하는 것은 허용되지 않는다. 다만, 우리 선급은 항해 중에 화물증기를 대기로 유출하여 화물을 제어하는 특정 화물은 인정할 수 있다. 우리 선급은 항만당국이 승인하는 경우에 이 방법을 항내에서도 승인할 수 있다.

702. 시스템설계

통상 사용상태의 경우, 고온측의 설계 주위온도는 다음의 값으로 하여야 한다.

- 해수 : 32 °C
- 대기 : 45 °C

특히 더운지역 또는 추운지역에서 사용하는 경우, 이 온도는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 증감하여야 한다. 장치의 총용량은 화물증기를 대기로 방출하지 않고 설계조건 내에서 압력을 제어할 수 있어야 한다.

703. 화물증기의 재액화장치 【지침 참조】

1. **일반사항**
   (1) 재액화장치는 다음에 규정하는 어느 하나의 방식으로 할 수 있다.
      (가) 보일오프가스를 압축, 응축하여 화물탱크에 되돌려 보내는 직접방식
      (나) 화물 또는 보일오프가스를 압축하지 않고 냉매에 의해 냉각 또는 응축하는 간접방식
      (다) 보일오프가스를 압축하여 냉매로 열교환기 내에서 응축시켜 화물탱크에 되돌려 보내는 혼합방식
      (라) 재액화장치가 설계조건 내에서 압력제어 작동 중 메탄을 포함하는 폐기가 생산되는 경우, 가능한 폐기는 대기로 방출하지 않고 처리되어야 한다.
   (2) **17절** 및 **19절**의 규정은 이들 방식 중 1개 이상의 사용을 금지하거나 특정 장치를 요구할 수 있다.
2. **적합성**
   재액화장치에 사용되는 냉매는 접촉할 수 있는 화물과 반응하지 않아야 한다. 추가하여, 여러 냉매가 사용되고 서로 접촉할 수 있는 경우, 이들 냉매는 서로 반응하지 않아야 한다.

704. 화물증기의 연소

1. **일반사항**
   105. 50항 및 **1602.**에서 정의한 바와 같이, 화물증기를 연소하여 화물탱크의 압력 및 온도를 유지하는 것은 일반적으로 LNG 화물에만 허용되어야 한다.
   (1) 연소시스템은 외부에서 불꽃을 볼 수 없어야 하고, 배기온도는 535 °C 미만이어야 한다.
   (2) 연소시스템이 설치되는 구역의 배치는 **1603.**에 적합하여야 하고 공급장치는 **1604.**에 따른다.
   (3) 다른 장치에서 발생하는 폐기가 연소되는 경우, 연소시스템은 공급이 예상되는 모든 가스성분을 수용하기 위해 설계되어야 한다.
2. **연소시스템**
   연소시스템은 다음 규정에 따른다.
   (1) 각 연소시스템은 분리된 연도를 가져야 한다.
   (2) 각 연소시스템은 전용의 강제 송풍장치를 설치하여야 한다.
   (3) 연소시스템의 연소실 및 연도는 모든 가스의 축적을 방지하기 위해 설계되어야 한다.

3. 버너

버너는 모든 설계착화조건에서 안정적인 연소를 유지하기 위해 설계되어야 한다.

4. 안전장치

(1) 정상적인 점화가 이루어지지 않거나 연소가 지속되지 않는 경우, 버너로 유입되는 가스연료를 차단할 수 있는 적절한 장치가 설치되어야 한다.

(2) 각 연소시스템은 안전하게 접근할 수 있는 위치에서 가스연료 공급을 수동으로 차단할 수 있는 수단을 설치하여야 한다.

(3) 버너를 소화한 후에, 버너에 연결되는 가스공급관을 불활성가스로 자동으로 퍼징하는 수단을 설치하여야 한다.

(4) 가스연료 또는 연료유의 단독 또는 이들의 조합으로 작동되는 모든 버너의 화염소실이 발생한 경우, 연소시스템의 연소실은 재점화되기 전에 자동으로 퍼징되어야 한다.

(5) 연소시스템의 연소실을 수동으로 퍼징할 수 있는 설비를 하여야 한다.

705. 축압시스템

화물격납설비의 단열재, 설계압력 또는 이들 모두가 운전시간 및 온도에 대한 적절한 여유를 가져야 한다. 추가적인 압력 및 온도제어장치는 요구되지 않는다. 승인조건은 IGC **적합증서**에 기록되어야 한다.

706. 액체화물 냉각

액체산적화물은 화물탱크 내부 또는 화물탱크 외부 표면에 설치된 코일을 통하여 순환되는 냉각재에 의해 냉각될 수 있다.

707. 분리 【지침 참조】

화학적으로 위험한 반응을 서로 일으킬 수 있는 2종 이상의 화물을 동시에 운반하는 경우, 708.의 규정에 따른 105. 45항에서 정의한 분리시스템은 각 화물에 제공되어야 한다. 서로 반응하지 않는 2종 이상의 균질한 화물을 운반하는 경우, 그 화물 증기의 특성으로 인해 분리시스템이 필요한 경우에는 차단밸브에 의해 분리될 수 있다.

708. 유효성 【지침 참조】

장치의 유효성 및 그 장치의 보조설비들은 다음을 따라야 한다.

1. 비정적인 기계적 구성품 또는 제어장치의 구성품의 단일고장이 발생한 경우, 화물탱크의 압력 및 온도는 기타 중요한 용도에 영향을 미치지 않고 설계범위 내에서 유지할 수 있어야 한다.
2. 복수의 관장치는 요구되지 않는다.
3. 압력제어용으로 최대 요구되는 용량의 25 %을 초과하고 외부의 도움 없이 선내에서 수리 가능한 열교환기가 설치되는 경우를 제외하고, 단지 화물탱크의 압력 및 온도를 설계범위 내로 유지하기 위해 필요한 열교환기는 예비 열교환기를 설치하여야 한다. 열교환기에만 의존하지 않는 화물탱크의 압력 및 온도제어를 하는 추가적인 별도의 수단이 설치된 경우, 예비 열교환기는 요구되지 않는다.
4. 화물을 가열 또는 냉각하는 모든 매체의 경우, 1306.에 따라 비위험구역 또는 선외 이 외의 지역에서 독성 또는 인화성 증기의 누설을 탐지할 수 있어야 한다. 누설탐지장치의 모든 벤트출구는 안전장소에 위치하여야 하고 플레임스크린이 설치되어야 한다.

제 8 절 화물격납설비 벤트장치

801. 일반사항 【지침 참조】

모든 화물탱크에는 화물격납설비 및 운반하는 화물의 설계에 적절한 압력도출장치를 설치하여야 한다. 설계상의 능력을 넘는 압력을 받을 염려가 있는 화물창 구역 및 방벽간 구역에는 적절한 압력도출장치를 설치하여야 한다. 7절에 규정하는 압력제어장치는 압력도출밸브와 별개의 것이어야 한다.

802. 압력도출장치 【지침 참조】

1. 갑판상의 탱크를 포함하여 각 화물탱크에는 적어도 2개의 압력도출밸브를 설치하여야 한다. 이 밸브는 사용목적에 따라 설계되고 제조된 것으로써 제조자의 허용오차 내에서 동일한 용량이어야 한다.
2. 방벽간 구역에는 압력도출장치를 설치하여야 한다. 멤브레인탱크의 경우, 설계자는 방벽간 구역의 압력도출장치가 적절한 용량임을 증명하여야 한다.
3. 압력도출밸브의 설정압력은 화물탱크의 설계증기압력 이하여야 한다. 2개 이상의 압력도출밸브가 설치되는 경우, 불필요한 증기방출을 최소화하는 순차적 방출을 허용하기 위해 총도출용량의 50%를 넘지 않는 밸브들에 대하여 최대허용설정압력보다 5 %까지 높은 압력을 설정할 수 있다.
4. 압력도출밸브는 다음의 온도규정을 따른다.
   (1) 설계온도가 0 °C 미만인 화물탱크의 압력도출밸브는 결빙으로 밸브가 작동불능이 되는 것을 방지하도록 설계 및 배치되어야 한다.
   (2) 압력도출밸브의 구조 및 배치는 주위온도에 의한 결빙의 영향이 고려되어야 한다.
   (3) 압력도출밸브는 925 °C를 넘는 용융점을 갖는 재료로 만들어져야 한다. 압력도출밸브의 페일세이프(fail-safe)작동이 손상되지 않는 경우, 밸브의 내부 부품 및 실(seal)에 대하여 925 °C 이하의 용융점을 갖는 재료의 사용을 허용할 수 있다.
   (4) 파일럿 작동 도출밸브의 압력감지관 및 도출관은 손상을 방지하기 위한 견고한 구조이어야 한다.
5. 밸브시험
   (1) 압력도출밸브는 별도로 정하는 규정에 따라 형식승인을 받아야 한다.
   (2) 각 압력도출밸브는 다음을 확인하기 위해 시험하여야 한다.
      (가) 밸브는 계획설정압력에 대하여 아래 표의 허용범위를 넘지 아니하는 압력으로 작동하는가를 확인하기 위하여 시험을 하여야 한다.

압력도출밸브의 허용범위

계획설정압력(MPa)		허용범위(%)
이상	미만	
0	0.15	± 10
0.15	0.3	± 6
0.3	-	± 3

      (나) 밸브시트의 기밀을 보장하는지 확인하기 위하여 밀폐시험을 하여야 한다.
      (다) 압력을 받는 부분이 설계압력의 최소 1.5 배의 압력을 견디는지 확인하기 위하여 압력시험을 하여야 한다.
6. 압력도출밸브는 우리 선급의 검사원에 의하여 설정 및 봉인되어야 한다. 선박에는 설정압력의 값을 포함한 검사기록을 보관하여야 한다.
7. 2개 이상의 설정값을 가진 도출밸브를 설치하는 것이 인정되는 화물탱크의 경우에는 다음의 어느 하나에 적합하여야 한다.
   (1) 적절히 압력이 설정되고 봉인된 밸브를 2개 이상 설치하고, 또한 사용하지 아니하는 밸브를 화물탱크로부터 격리시키기 위하여 필요한 장치를 설치할 것.
   (2) 새로운 설정압력을 확인하는 압력시험이 요구되지 않는 미리 승인된 장치를 이용하여 설정압력의 변경이 가능한 도출밸브를 설치할 것. 이 경우 모든 기타 밸브의 조정장치는 봉인하여야 한다.
8. 802. 7항에 의한 설정압력의 변경과 이에 따른 1304. 2항의 요건에 의한 경보장치의 재설정은 우리 선급이 승인한 절차서 및 선박의 취급설명서에서 정하는 바에 따라 선장의 감독 하에 실시하여야 한다. 설정압력의 변경은 본선의

항해일지에 기재하여야 하며, 화물제어실이 있는 경우에는 해당 장소에 표식을 게시하고, 또한 각 도출밸브에 설정압력을 표시하여야 한다.

9. 화물탱크에 설치된 압력도출밸브의 손상이 발생된 경우, 다음과 같이 격리할 수 있는 안전수단이 제공되어야 한다.
(1) 안전수단에 대한 절차가 제공되어야 하고 화물취급설명서에 포함되어야 한다. (1802. 참조)
(2) 절차는 화물탱크에 설치된 압력도출밸브 중 1개만 차단되는 것이 허용되어야 한다.
(3) 압력도출밸브의 차단은 선장의 감독 하에 시행되어야 한다. 압력도출밸브의 차단은 본선의 항해일지에 기재하여야 하며, 화물제어실이 있을 경우에는 해당 장소에 차단되었다는 것을 나타내는 표지판을 게시하고, 또한 압력도출밸브에도 밸브의 차단이 표시되어야 한다
(4) 완전한 도출용량이 복구되기 전까지 그 탱크는 적재되지 않아야 한다.

10. 화물탱크에 설치되는 각 압력도출밸브는 벤트장치에 연결되어야 하고, 벤트장치는 다음의 규정에 적합하여야 한다.
(1) 배기가 방해받지 않고 수직상방의 출구로 유도되는 구조이어야 한다.
(2) 벤트장치 내에 물 또는 눈이 유입될 가능성을 최소화하는 구조이어야 한다.
(3) 벤트출구의 높이는 노출갑판상 B/3 또는 6 m 중 큰 것 이상으로 하여야 한다.
(4) 작업구역 및 통행로보다 6 m 이상 높게 하여야 한다.

11. 화물탱크 압력도출밸브의 벤트출구는 가장 가까운 거주구역, 업무구역 및 제어장소 또는 기타 비위험구역의 공기 흡입구 및 출구 또는 개구로부터 적어도 B 또는 25 m 중 작은 것 이상의 거리에 설치되어야 한다. 선박의 길이가 90 m 미만의 경우, 우리 선급은 보다 작은 값을 인정할 수 있다. 화물격납설비에 연결된 기타 모든 벤트의 출구는 가장 가까운 공기 흡입구 및 출구 또는 거주구역, 업무구역 및 제어장소 또는 기타 비위험구역의 개구로부터 적어도 10 m 이상의 거리에 설치하여야 한다.

12. 다른 절에서 규정하지 않는 기타 모든 화물벤트의 출구는 10항 및 11항의 규정에 따라 배치하여야 한다. 벤트마스트가 연결되는 구역의 정수압으로 인한 벤트마스트 출구에서의 액체넘침을 방지하는 수단이 제공되어야 한다.

13. 서로 위험한 반응을 일으키는 화물을 동시에 운반하는 경우에는 화물마다 별개의 압력도출장치를 설치하여야 한다.

14. 벤트관장치에는 액체가 고일 염려가 있는 장소에 배수설비를 설치하여야 한다. 압력도출밸브 및 관장치는 어떠한 경우에도 압력도출밸브의 내부 또는 그 부근에 액체가 고이지 아니하도록 배치하여야 한다.

15. 벤트의 출구에는 유체흐름에 영향을 주지 않고 이물질의 침입을 방지하기 위하여 13 mm x 13 mm 메시 이하의 적절한 보호망을 설치하여야 한다. 특정 화물을 운반하는 경우, 보호망에 대한 다른 규정을 적용한다.(1709. 및 1721. 참조)

16. 모든 벤트관장치는 장치가 노출되는 온도변화, 유체흐름 또는 선박의 운동에 의한 힘에 의해 손상이 일어나지 않도록 설계하고 배치되어야 한다.

17. 갑판 상방 화물탱크의 최고 높은 지점에 압력도출밸브를 설치하여야 한다. 압력도출밸브는 15절에서 규정한 최대허용 충전한도에서 15 °의 횡경사 및 0.015 L의 종경사의 상태하의 기상 상태로 유지될 수 있는 화물탱크의 위치에 설치하여야 한다. 여기서, L은 105. 29항에 정의되어 있다.

18. 1505.의 2항에 따라 적재되는 탱크에 부착되는 벤트장치의 적합성은 IMO Res. A. 829(19)를 고려하여 검증되어야 하고, 이에 대한 증서를 선박에 영구히 비치하여야 한다. 여기서 벤트장치라 함은 다음의 것을 말한다.
(1) 탱크 출구 및 압력도출밸브까지의 배관
(2) 압력도출밸브
(3) 압력도출밸브로부터 대기 방출위치까지의 배관과 다른 탱크와 연결되는 연결구 및 배관을 포함한다.

803. 부압방지장치

1. (1)호부터 (4)호까지 중 어느 하나에 해당되는 화물탱크에는 (5)호 및 (6)호에서 규정하는 장치 중 어느 하나를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
(1) 최대외압차(탱크 내압과 외압의 차) 0.025 MPa에 견디도록 설계되지 않은 화물탱크
(2) 화물탱크로 증기회수가 되지 않는 상태에서 최대 양하 시 형성되는 최대외압차에 견딜 수 없는 화물탱크
(3) 화물냉각장치의 작동 시 도달하는 최대외압차에 견딜 수 없는 화물탱크
(4) 연소시스템에 의해 도달하는 최대외압차에 견딜 수 없는 화물탱크
(5) 화물탱크의 설계상 최대외압차보다 충분히 낮은 압력에서 순차적으로 경보를 발하고, 또한 계속하여 화물탱크로부터 액체화물이나 증기화물의 모든 흡입을 정지할 수 있고, 또한 냉각장치를 설치할 경우에는 이를 정지하기 위한 2개의 독립된 압력스위치
(6) 화물탱크의 설계상 최대외압차보다 충분히 낮은 압력에서 열릴 수 있도록 설정되고, 또한 각 화물탱크의 최대 화물

배출율 이상의 도출용량을 가진 진공도출밸브

2. 17절의 규정에 따라, 진공도출밸브를 통해 불활성가스, 화물증기 또는 대기가 화물탱크에 유입되어야 하고, 또한 가능한 한 물이나 눈이 들어갈 염려가 없도록 설비하여야 한다. 화물증기가 유입될 경우, 그 화물증기관 이외의 공급원으로부터 유입되어야 한다. **【지침 참조】**
3. 부압방지장치는 정해진 압력에서 작동하는 것을 확인하기 위해 시험할 수 있어야 한다.

804. 압력도출장치의 용량

1. 압력도출밸브의 용량 【지침 참조】

압력도출밸브는 각 화물탱크의 압력이 도출밸브의 최대허용설정압력의 120 % 이하에서 다음에 정하는 것 중 큰 가스량을 배출할 수 있는 총용량을 가진 것이어야 한다.

(1) 화물탱크 불활성가스의 최대사용압력이 화물탱크 도출밸브의 최대허용설정압력을 넘는 경우, 화물탱크 불활성화가스장치의 최대용량

(2) 다음 식에 의해 계산된 화재에 노출된 상태에서 증발하는 증기량

$$Q = FGA^{0.82} \ (\mathrm{m^3/s})$$

여기서,

Q = 273 K 및 0.1013 MPa의 표준상태에서 요구되는 최소 공기배출율

F = 화물탱크의 형식에 따른 화재노출계수로 다음에 따른다.

F = 1.0 : 갑판상에 거치되고 방열하지 않은 탱크

F = 0.5 : 우리 선급이 승인한 방열재를 설치한 갑판상의 탱크(방열재의 승인은 승인된 방화재료의 사용, 방열재의 열전도율 및 화재에 노출될 시의 방열재의 안전성에 기준을 둔다)

F = 0.5 : 화물창 내에 설치되고 방열하지 않은 독립형탱크

F = 0.2 : 화물창 내에 설치되고 방열된 독립형탱크(또는 방열된 화물창 내 방열하지 않은 독립형탱크)

F = 0.1 : 불활성화된 화물창 내의 방열된 독립형탱크(또는 불활성화 되고 방열된 화물창 내 방열하지 않은 독립형탱크)

F = 0.1 : 멤브레인탱크 및 세미멤브레인탱크

(부분적으로 노출갑판으로 돌출한 독립형탱크의 경우, 화재노출계수는 갑판의 상하부의 표면적을 기준으로 정하여야 한다.)

G : 가스계수는 다음 식을 따른다.

$$G = \frac{12.4}{LD}\sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

T = 분출상태(즉, 압력도출밸브의 설정압력의 120 %)에서의 온도로서 절대온도 $K = 273 + ℃$ 로 표시한다.

L = 분출상태에서 증발하고 있는 물질의 잠열(kJ/kg)

D = 비열비(k)에 의하여 정하는 계수로 다음 식에 의해 계산된다.

$$D = \sqrt{k\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

여기서,

k = 분출상태에서 비열비로 k 는 1~2.2 사이의 값으로 정한다. k의 값이 불분명한 경우, D = 0.606으로 한다.

Z = 분출상태에서 가스의 압축계수, 불분명한 경우에는 Z = 1.0으로 한다.

M = 화물의 분자량

운반되는 각 화물의 가스계수가 결정되어야 하고, 가장 높은 값이 압력도출밸브의 용량 산정에 사용되어야 한다.

A = 탱크의 형식에 따른 105. 13항에서 정의한 탱크의 외부표면적($\mathrm{m^2}$)**(그림 7.5.19 참조)**

(3) 분출상태에서 요구되는 공기 질량유량은 다음 식에 의해 주어진다.

$$M_{air} = Q\rho_{AIR} \ (\mathrm{kg/s})$$

여기서,
공기밀도(ρ_{air}) = 1.293 kg/m^3 (273 K 및 0.1013 MPa의 대기상태)

2. 벤트관장치의 크기

804. 1항에서 요구되는 유량을 보장하기 위해 벤트관장치의 크기를 결정할 때, 압력도출밸브의 상하류측의 압력손실이 고려되어야 한다.

3. 상류측 압력손실

(1) 화물탱크에서 압력도출밸브 입구까지 벤트관에서의 압력저하는 804. 1항에 따라 계산된 유량에서 압력도출밸브 설정압력의 3 % 이하여야 한다.

(2) 파일럿이 탱크돔으로부터 직접 감지할 때, 입구측 관의 압력저하로 인하여 파일럿 작동 압력도출밸브는 영향을 받지 않아야 한다.

(3) 유동형 파일럿의 경우, 원격감지 파일럿장치 배관의 압력 손실을 고려해야 한다.

4. 하류측 압력손실

(1) 공통 벤트헤더 및 벤트마스터가 설치되는 경우, 부착된 모든 압력도출밸브의 유량이 계산서에 포함되어야 한다.

(2) 다른 탱크와 연결된 모든 벤트관 연결관을 포함하여 압력도출밸브의 출구에서 개구단까지 벤트관에서 발생하는 배압은 다음의 값을 초과하지 않아야 한다.

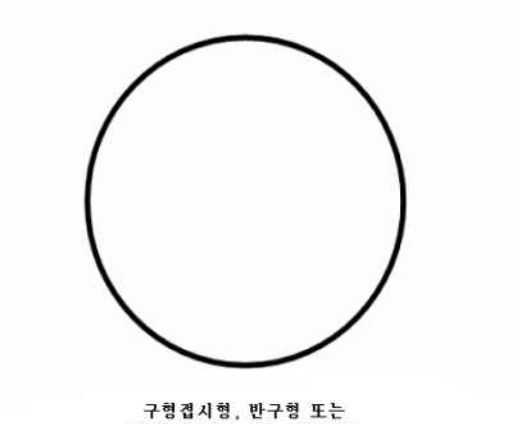
(가) 불평형한 압력도출밸브: 최대허용설정압력의 10 %

(나) 평형한 압력도출밸브: 최대허용설정압력의 30 %

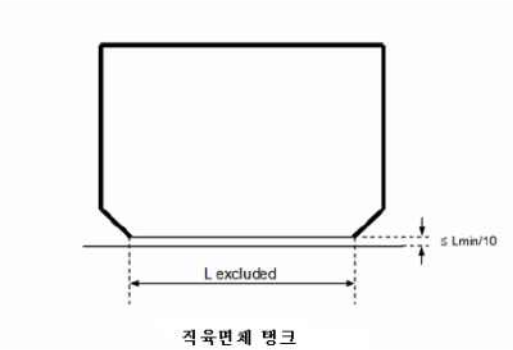
(다) 파일럿 작동 압력도출밸브: 최대허용설정압력의 50 %

압력도출밸브의 제조자에 의해 제공된 대체값은 인정할 수 있다.

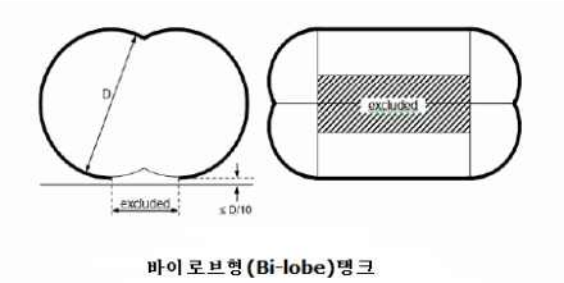
5. 압력도출밸브의 안정된 작동을 보장하기 위하여, 배출(blow-down)은 정격용량에서 입구 측 압력손실과 0.02×최대허용설정압력의 합보다 이상이어야 한다.



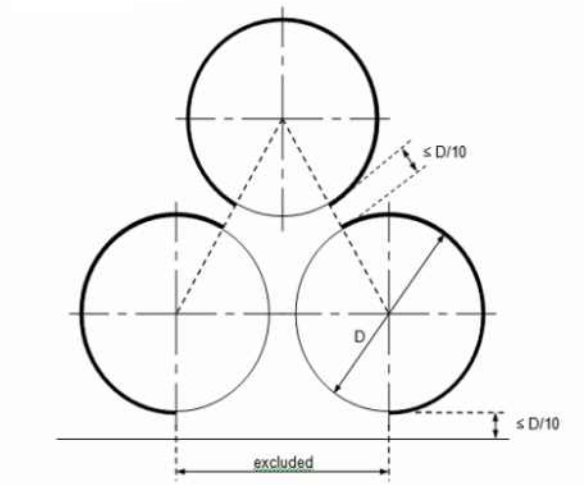
구형겹시형, 반구형 또는
반타원형 탱크 또는 원형탱크



직육면체 탱크



바이로브형(Bi-lobe)탱크



수평 원통형 탱크 배치

그림 7.5.19

제 9 절 화물격납설비 환경제어

901. 화물격납설비 내의 환경제어 【지침 참조】

1. 각 화물탱크를 안전하게 가스프리하고 또한 가스프리 상태에서 화물증기로 안전하게 치환하기 위한 관장치를 설치하여야 한다. 환경을 변화시킨 후, 가스 또는 에어포켓의 잔류 가능성을 최소로 하도록 관장치를 배열하여야 한다.
2. 인화성 화물의 경우, 중간단계로써 불활성 매체를 사용함으로써 환경변화 작업의 어느 기간에도 화물탱크 내에 인화성 혼합물이 존재하는 가능성을 제거하도록 장치를 설계하여야 한다.
3. 인화성 화물을 수용할 수 있는 관장치는 1항 및 2항의 규정에 적합하여야 한다.
4. 환경변화의 진행상황을 적절히 감시하기 위하여 각 화물탱크 및 화물관장치에는 충분한 수의 가스채취단을 설치하여야 한다. 가스채취 연결관에는 상갑판상에 적절한 캡 또는 맹플랜지로 폐쇄할 수 있는 1개의 밸브를 설치하여야 한다. (506의 5항 (5)호 참조)
5. 환경변화 작업에 사용하는 불활성가스는 육상 또는 선내로부터 공급할 수 있다.

902. 화물창구역 내의 환경제어(독립형탱크 형식 C를 제외한 화물격납설비) 【지침 참조】

1. 완전 또는 부분 2차방벽을 요구하는 인화성 가스용 화물격납설비의 방벽간구역 및 화물창구역은 적합한 건성 불활성가스로 불활성화 하여야 하며 선박의 불활성가스발생장치 또는 적어도 30일 동안 충분하게 통상 사용할 수 있는 양을 저장하는 선박의 저장설비에 의하여 공급되는 불활성가스로 불활성화 상태를 유지하여야 한다.
2. 17절에 정하는 경우를 제외하고, 부분 2차방벽만을 요구하는 1항에서 정하는 구역은 건조공기를 채울 수 있다. 이 경우, 이들 구역 중 가장 큰 구역을 불활성화하기 위하여 선박에 충분한 불활성가스의 저장상태를 유지하거나 또는 불활성가스 발생장치가 설치되어야 한다. 그리고 불활성화 설비의 성능, 구역의 배치 및 관련 증기탐지장치는 위험한 상태가 되기 전에 화물탱크의 누설을 즉시 발견하고 불활성화할 수 있는 것이어야 한다. 선박에는 예상되는 요구량을 만족할 수 있는 적절한 품질의 건조공기를 충분히 공급할 수 있는 설비를 설치하여야 한다.
3. 비인화성가스의 경우, 1항 및 2항에서 정하는 구역은 적절한 건조공기 또는 불활성 환경으로 유지할 수 있다.

903. 독립형탱크 형식 C의 주위구역의 환경제어 【지침 참조】

2차방벽을 가지지 아니하는 화물탱크의 주위구역은 적절한 건성 불활성가스 또는 건조공기로 채워야 한다. 그리고 선내의 불활성가스 발생장치에 의해 공급되는 불활성가스, 선내에 저장된 불활성가스에 의해 공급되는 불활성가스 또는 적절한 공기건조장치에 의해 공급되는 건조공기를 이용하여 불활성상태 또는 건조공기상태를 유지하여야 한다. 대기온도에서 화물이 운반되는 경우, 건조공기 또는 불활성가스에 대한 규정은 적용되지 않는다.

904. 불활성화 【지침 참조】

1. 불활성화라 함은 불연성 환경을 만드는 과정을 의미한다. 불활성가스는 구역 및 화물 내에 발생할 수 있는 모든 온도에서 화학적 및 운전상 적합하여야 한다. 가스의 노점이 고려되어야 한다.
2. 소화목적으로 불활성가스를 저장하는 경우, 이 목적의 불활성가스는 별도의 용기에 저장하여야 하며 화물용으로 사용하지 않아야 한다.
3. 0 °C미만의 온도로 액체 또는 증기상태로써 불활성가스가 저장되는 경우, 저장 및 공급장치는 선박구조의 온도가 제한치 이하로 감소되지 않도록 설계되어야 한다.
4. 운반되는 화물에 적합한 불활성가스장치로 화물증기가 역류하는 것을 방지하기 위한 장치를 하여야 한다. 이러한 불활성가스장치가 기관구역 또는 화물지역 외부의 기타구역에 위치하는 경우, 2개의 체크밸브 또는 이와 동등한 장치, 그리고 이에 추가하여 제거 가능한 스풀피스를 화물지역 내 불활성가스 주관에 설치하여야 한다. 불활성가스장치를 사용하지 않는 경우, 화물창구역 또는 방벽간구역의 연결부를 제외하고 화물지역 내의 화물장치로부터 불활성가스장치가 분리되어야 한다.
5. 불활성화된 각 구역이 격리될 수 있도록 배치되어야 하고 필요한 제어장치 및 도출밸브 등이 이 구역의 압력조정을 위하여 설치되어야 한다.
6. 방열구역에 누설탐지장치의 일부로써 불활성가스가 연속적으로 공급되는 경우, 개별 구역에 공급되는 가스양을 감시할 수 있는 수단이 설치되어야 한다.

905. 선내에서의 불활성가스 생산

1. 불활성가스 발생장치는 **17절**의 특별규정을 적용받는 것 외에 산소농도가 5 %(용적률)이하의 불활성가스를 생산할 수 있어야 한다. 불활성가스 발생장치로부터의 불활성가스 공급관에는 계속 판독 가능한 산소농도계를 설치하고, 또한 **17절** 규정의 적용을 받는 것 외에 최대산소농도 5 %(용적률)로 설정된 경보장치를 비치하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 불활성가스장치는 화물격납설비에 적합한 압력제어 및 감시설비를 설치하여야 한다.
3. 불활성가스 발생장치가 설치되는 구역은 거주구역, 업무구역 또는 제어장소에 직접 통하는 출입구를 설치하지 않아야 한다. 다만, 이 장치는 기관구역 내에 설치할 수 있다. 불활성가스관은 거주구역, 업무구역 및 제어장소를 통과하지 않아야 한다.
4. 불활성가스를 생산하는 연소장치는 화물지역 내에 설치하여서는 아니 된다. 접촉반응 연소과정을 사용하는 불활성가스 발생장치의 설치위치는 특별히 고려되어야 한다.

제 10 절 전기설비

1001. 정의

이 절의 규정은 특별히 명시하지 않는 한 다음의 정의를 적용하여야 한다.

1. **위험구역**이라 함은 전기설비의 구조, 설치 및 사용에 대하여 특별한 예방조치가 요구되는 양의 가스 폭발 분위기가 존재하거나 존재할 것으로 예상되는 구역을 말한다(IEC 60092-502:1999 등을 참조한다).
   (1) 구역 "0"(zone 0): 가스 폭발 분위기가 연속적으로 또는 장기간 존재하는 구역
   (2) 구역 "1"(zone 1): 가스 폭발 분위기가 정상작동 상태에서 발생할 수 있는 구역
   (3) 구역 "2"(zone 2): 가스 폭발 분위기가 정상작동 상태에서는 거의 발생하지 않고, 발생하는 경우에는 그 빈도가 극히 적고 아주 짧은 시간동안만 지속되는 구역
2. **비위험구역**이라 함은 전기설비의 구조, 설치 및 사용에 대하여 특별한 예방조치가 요구되는 양의 가스 폭발 분위기가 존재할 것으로 예상되지 않는 구역을 말한다.

1002. 일반사항

1. 전기설비는 인화성 화물의 화재 및 폭발의 위험성을 최소로 하여야 한다.
2. 전기설비는 IEC 60092-502:1999에 적합하여야 한다.
3. 운항목적 또는 안전성 향상을 위해 필수적이 아닌 경우, 전기기기 또는 배선은 위험구역에 설치되어서는 아니 된다.
4. 3항의 규정에 따라 전기기기가 위험구역에 설치되는 경우, 전기기기는 우리 선급에서 인정하는 동등 이상의 표준에 따라 선택, 설치 및 유지되어야 한다. 위험구역용 전기기기는 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다. 인화성가스 탐지 시 작동하는 비방폭형 전기설비를 자동으로 차단하는 것은 방폭형 전기설비의 대안으로 인정되지 않는다.
   【지침 참조】
5. 적절한 전기설비의 선택 및 설계가 용이하도록, 위험구역은 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 구역별로 분류되어야 한다.
6. 발전 및 배전시스템, 그리고 관련 제어장치는 단일고장으로 인해 708. 1항에서 요구되는 화물탱크의 압력 유지 능력이 손실되지 않도록 설계되어야 하며, 선체구조온도는 419. 1항의 (6)호에서 요구하는 정상작동 제한치 이내이어야 한다. 고장모드 및 영향은 우리 선급이 인정하는 것(예: IEC 60812 등)보다 동등 이상의 표준에 따라 분석 및 문서화되어야 한다.
7. 위험구역 내의 조명장치는 적어도 2개의 분기회로로 나누어져야 한다. 모든 스위치 및 보호장치는 모든 극 또는 상을 차단하여야 하며 비위험구역에 설치되어야 한다.
8. 전기측심장치 또는 선속거리계 및 외부전원식 음극방식 장치의 아노드(anode) 또는 전극(electrodes)은 기밀 구획내에 설치되어야 한다.
9. 수중형 화물펌프 전동기 및 관련 급전 케이블은 화물격납설비 내에 설치되어야 한다. 저액면에 도달했을 때, 전동기는 자동으로 정지되어야 한다. 이러한 자동정지는 펌프토출압력의 저하, 전동기 저전류 또는 저액면을 감지하여 작동될 수 있다. 전동기 자동정지시 화물제어실에 경보를 발하여야 한다. 가스프리 작업 중에는 화물펌프 전동기의 공급전원은 차단되어야 한다.

제 11 절 방화 및 소화

1101. 화재의 안전성에 대한 요건

1. SOLAS 제II-2장 중 탱커에 대한 요건은 총톤수 500톤 미만의 선박을 포함하여 이 규칙의 적용을 받는 선박에 적용하여야 한다. 다만, 다음의 경우는 제외한다.
   (1) 4규칙 5.1.6항 및 5.10항은 적용하지 않는다.
   (2) 10규칙 4항 및 5항은 총톤수 2,000톤 이상의 탱커에 적용하는 것과 같이 적용한다.
   (3) 10규칙 5.6항은 총톤수 2,000톤 이상의 선박에 적용한다.
   (4) SOLAS 제II-2장의 탱커에 관한 다음 규칙은 적용하지 않는다. 그러나 다음과 같이 이 규칙의 장 및 절로 대체한다.

표 7.5.9

SOLAS 규칙	이 규 칙
10.10	**1106.**
4.5.1.1 및 4.5.1.2	**3절**
4.5.5	**이 장의 관련 절**
10.8	**1103.** 및 **1104.**
10.9	**1105.**
10.2	**1102. 1항부터 4항까지**

   (5) 13규칙 3.4항 및 4.3항은 총톤수 500톤 이상의 선박에 적용한다.
2. 모든 발화원은 **10절** 및 **16절**의 규정에 따라 특별히 인정된 경우를 제외하고 인화성 화물증기가 존재할 염려가 있는 구역으로부터 배제하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 이 절의 규정은 **3절**의 규정과 관련하여 적용한다.
4. 소화규정의 적용상, 최후부 화물창 구역의 선미단 또는 최전부 화물창 구역의 선수단에 인접한 코퍼댐, 평형수 또는 보이드 구역 상방에 있는 모든 노출갑판을 화물지역에 포함하여야 한다.

1102. 소화주관 및 소화전

1. 이 규칙의 적용을 받는 화물을 운반하는 모든 선박은 그 크기에 관계없이 SOLAS 제II-2장 제10규칙 2항의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 소화펌프 및 소화주관이 **1103. 3**항의 규정에 따라 인정되는 분무장치의 일부로써 사용되는 경우는 소화주관 및 송수관의 직경과 펌프의 용량은 SOLAS 제II-2장 제10규칙 2.2.4.1항 및 2.1.3항의 규정에 의하여 허용되는 각각의 최대치에 따라서 제한을 받아서는 아니 된다. 19 mm 노즐을 갖는 소화호스가 최소 0.5 MPa 게이지 압력으로 2줄기 사수를 동시에 하는 경우, 이 소화펌프의 용량은 요구되는 지역을 보호할 수 있는 것이어야 한다. **【지침 참조】**
2. 화물지역 내 갑판의 모든 부분, 갑판상 화물격납설비 및 탱크 덮개의 모든 부분에 적어도 2줄기 사수가 도달하도록 소화전을 설비하여야 한다. 필요한 소화전의 수는 SOLAS 제II-2장 제10규칙 2.3.1.1항에서 규정하는 길이의 호스로 위에서 언급된 배치를 만족하고 또한 SOLAS 제II-2장 제10규칙 2.1.5.1항 및 2.3.3항 규정에 적합하여야 한다. 이에 추가하여, SOLAS 제II-2장 제10규칙 2.1.6항에 규정되는 압력은 적어도 0.5 MPa 게이지압으로 하여야 한다.
3. 가장 인접한 소화전에서 2개 이하의 소화호스를 사용하는 **2**항의 규정에 적합하기 위하여 소화주관에는 모든 크로스오버, 화물지역 진입 전의 보호장소 내, 그리고 소화주관의 손상된 단일 구획의 격리를 보장하는 간격으로 스톱밸브가 설치되어야 한다. 화물지역에 사용되는 소화주관의 물공급은 주소화펌프에 의해 공급되는 원형주관(ring main)이거나, 화물지역의 선수 및 선미에 위치하는 소화펌프에 의해 공급되는 단일주관이어야 한다. 화물지역의 선수 및 선미에 위치하는 소화펌프 중 1개는 독립구동이어야 한다.
4. 노즐은 정지수단을 갖추고 사수 및 분무 겸용으로 승인된 제품이어야 한다. *(2019)* **【지침 참조】**
5. 설치 후에 관, 밸브, 부착품 및 장비품은 밀폐시험 및 성능시험을 하여야 한다.

1103. 물분무장치

1. 인화성 또는 독성의 화물을 운반하는 선박에는 냉각, 방화 및 승무원의 보호를 위하여 다음의 장소에 물분무장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
   (1) 노출된 화물탱크 돔, 화물탱크의 모든 노출부 및 가스 프로세스장치로써 사용되는 노출된 승압펌프/열교환기/재기화 또는 재액화설비와 같이 인접한 화물기기의 화재로 인한 열에 노출될 수 있는 화물탱크 덮개의 모든 부분 *(2019)*
   (2) 갑판상의 노출된 인화성 또는 독성 화물의 저장용기
   (3) 갑판상에 위치한 가스 프로세스장치
   (4) 액체 및 증기 화물의 플랜지를 포함한 하역용 연결부 및 이들의 제어용 밸브가 설치되는 지역. 이것들은 설치되는 드립 트레이의 면적 이상을 대상으로 하는 것이어야 한다.
   (5) 가스소모장치로의 공급용 마스터밸브를 포함하여 액체 및 증기 화물관에 설치된 노출되는 모든 비상차단밸브(ESD) *(2019)*
   (6) 통상적으로 사람이 거주하는 선루 및 갑판실, 화물기기구역, 화재위험성이 높은 물건을 저장하는 창고 및 화물제어실의 격벽과 같이 화물지역에 면하는 노출된 경계부분. 분리 가능한 화물관장치 연결부가 노출된 수평경계 부분의 상방 또는 하방에 설치되지 않는 경우, 이들 지역의 노출된 수평 경계부분에는 물분무장치를 요구하지 않는다. 화재위험성이 높은 물건 또는 설비를 비치하지 않는 비거주 선수루 구조의 경계부분에는 물분무장치가 요구되지 않는다. *(2019)*
   (7) 화물지역과의 거리에 상관없이 화물지역과 마주하는 노출된 구명정, 구명뗏목 및 집결장소
   (8) 모든 반폐위 화물기기구역 및 반폐위 화물전동기실

   101. 6항에서 규정하는 운항을 위한 선박은 특별히 고려하여야 한다.(1103. 3항의 (2)호 참조)

2.(1) 물분무장치는 최대 수평투영면에 대하여 분당 10 L/m^2, 수직면에 대하여 분당 4 L/m^{2}로 균일하게 산포되는 물분무율에 의해 1항에서 규정한 모든 지역을 보호할 수 있어야 한다. 수평면 또는 수직면이 명확하지 않은 구조물의 경우, 물분무장치의 용량은 수평투영면에 분당 10 L/m^{2}를 곱한 값 이상이어야 한다.
   (2) 수직면의 하부 지역을 보호하는 노즐의 간격은 수직면의 높은 지역으로부터 흘러내릴 예상 유량을 고려하여 결정할 수 있다. 스톱밸브는 손상된 물분무관을 격리하기 위해 40 m 이하의 간격으로 물분무장치의 주공급관에 설치되어야 한다. 다만, 작동에 필요한 제어장치가 화물지역 외부의 쉽게 접근할 수 있는 위치에 설치되는 경우, 독립적으로 작동할 수 있는 2개 이상의 구간으로 분할되어 있는 물분무장치로 대체할 수 있다. 1항의 (1)호 및 (2)호에 포함되는 모든 구역을 보호하는 각 구간의 장치는 해당구역을 포함하는 선박의 횡방향 탱크군의 모두를 대상범위로 하여야 한다. 1항의 (3)호에서 규정하는 모든 가스 프로세스장치는 독립된 구간의 장치에 의해 공급될 수 있다. **【지침 참조】**

3. 물분무펌프의 용량은 다음 중 큰 것으로 보호할 수 있어야 한다.
   (1) 어느 2개의 완전한 횡방향 탱크군(이 지역 내의 가스 프로세스장치를 포함)
   (2) 101. 6항에서 규정하는 운항을 위한 선박의 경우, 추가된 모든 화재위험요소와 인접한 횡방향 탱크군에 대하여 1항에서 특별히 고려되는 필요한 보호

   이에 추가하여, 1항의 (4)호부터 (8)호까지 규정한 표면을 동시에 보호할 수 있어야 한다. 주소화펌프 총용량을 분무장치에 필요한 양만큼 증가시키는 경우에만 주소화펌프를 분무펌프의 대체로서 사용할 수 있다. 어떤 경우에도 소화주관과 물문무장치의 주공급관 사이에 스톱밸브를 가진 연결관을 사용하여 화물지역 외부에서 연결하여야 한다.

4. 한 구획의 화재로 해당 구역의 모든 소화펌프를 사용할 수 없는 경우, 통상 사람이 거주하는 선루 및 갑판실의 경계부분, 그리고 화물지역에 인접한 구명정, 구명뗏목 및 집결장소에는 화재가 발생한 이 외의 구역에 위치한 소화펌프 또는 비상소화펌프 중 1개에 의해 공급될 수 있어야 한다.
5. 통상 다른 목적에 사용하는 급수펌프를 물분무장치 주공급관에 공급하도록 배치할 수 있다. **【지침 참조】**
6. 물분무장치에 사용되는 모든 관, 밸브, 노즐 및 기타 부착품은 해수에 대한 내식성을 가져야 한다. 화물지역 내의 관, 부착품 및 관련 장비품(개스킷 제외)은 925 ℃ 이상의 용융점을 갖는 재료의 것이어야 한다. 물분무장치는 관 및 노즐의 막힘을 방지하기 위해 인라인(in-line) 여과기를 설치하여야 한다. 이에 추가하여, 청수로 백플러싱할 수 있는 수단을 설치하여야 한다.
7. 물분무장치에 물을 공급하는 펌프의 원격시동장치 및 이 장치에 부착된 통상 폐쇄되어 있는 밸브의 원격조작장치는 그 화물지역 외부의 적절한 위치에 거주구역에 인접하게 배치되어야 하며 보호되는 구역의 화재 발생 시에 쉽게 접근하여 조작할 수 있어야 한다.
8. 설치 후에 관, 밸브, 부착품 및 장비품은 밀폐시험 및 성능시험을 하여야 한다.

1104. 드라이 케미컬 분말소화장치 【지침 참조】

1. 인화성화물을 운반하는 선박이 적용되는 경우에 갑판상의 액체 및 증기 화물의 하역용 연결부, 그리고 선수 또는 선미 화물 취급지역을 포함하여 화물지역의 갑판상에 소화용으로 MSC.1/Circ.1315에 따라 우리 선급에 승인을 받은 드라이 케미컬 분말소화장치를 설치하여야 한다.
2. 장치는 적어도 2개의 수동 호스, 또는 모니터와 수동 호스의 조합에 의해 노출된 액체 및 증기 화물용 관장치, 하역용 연결부 및 노출된 가스 프로세스장치의 모든 부분에 분말소화제를 공급할 수 있어야 한다.
3. 드라이 케미컬 분말소화장치는 2개 이상의 독립된 장치로 설계되어야 한다. 2개 이상의 독립된 장치와 관련 제어장치, 가압용 고정배관, 모니터 또는 수동 호스에 의해 2항에 의해 보호되는 모든 부분에 도달할 수 있어야 한다. 재화용적이 1,000 m^3 미만인 선박의 경우, 1개의 장치만 설치할 수 있다. 모든 하역용 연결부 지역을 보호하기 위해 모니터를 설치하여야 한다. 이 모니터는 수동 및 원격조작에 의해 작동되고 소화제를 방출할 수 있어야 한다. 모니터가 단일위치로부터 보호가 요구되는 모든 지역에 필요한 분말을 공급할 수 있는 경우, 원격으로 조준되는 모니터를 요구하지 않는다. 거주구역과 인접한 화물지역 후단의 좌측 및 우측에 1개의 호스를 설치하여야 하며, 거주구역으로부터 쉽게 사용할 수 있어야 한다.
4. 모니터의 용량은 10 kg/s 이상이어야 한다. 수동호스는 꼬이지 않아야 하고, 시동/정지 조작을 할 수 있는 노즐이 부착되어야 하며, 3.5 kg/s이상으로 소화제를 방출할 수 있어야 한다. 최대 방출율은 한 사람이 조작할 수 있는 것이어야 한다. 수동호스의 길이는 33 m 이하여야 한다. 분말소화제 용기와 수동 호스 또는 모니터와의 사이에 고정배관을 설치하는 경우, 이 관장치의 길이는 장치를 연속 또는 단속하여 사용하는 동안 분말소화제의 유동상태를 유지할 수 있고, 또 장치의 사용이 끝난 경우, 분말소화제를 퍼징하는 것이 가능한 길이 이내로 하여야 한다. 수동호스 및 노즐은 내풍우성의 것이거나, 내풍우성의 상자 또는 덮개 내에 보관하고 쉽게 접근할 수 있어야 한다.
5. 수동호스는 호스의 길이와 동등한 범위의 최대유효거리를 갖는 것으로 간주되어야 한다. 보호되어야 하는 지역이 모니터 또는 수동 호스 릴의 위치보다 상당히 높은 경우에는 특별히 고려하여야 한다.
6. 선수 또는 선미에 하역용 연결부가 설치된 선박은 1항에서 5항까지의 규정에 적합한 선수 또는 선미 하역설비를 보호하는 호스 및 모니터에 의해, 화물지역의 전방 또는 후방의 액체 및 증기 화물관장치를 보호하는 별도의 드라이 분말장치를 설치하여야 한다.
7. 101. 6항에서 규정하는 운항을 위한 선박은 특별히 고려하여야 한다.
8. 설치 후에 관, 밸브, 부착품 및 장비품은 밀폐시험과 원격 및 수동 방출장소에서 성능시험이 시행되어야 한다. 장치가 적절하게 작동하는지 검증하기 위해 드라이 케미컬 분말의 충분한 양의 방출이 초기시험에 포함되어야 한다. 모든 분배관은 막힘이 없는 것을 확인하기 위해 건조 공기로 불어야 한다.

1105. 화물취급장치를 포함하는 폐위구역

1. 105. 9항에서 규정한 화물기기구역의 기준에 적합한 폐위구역, 그리고 모든 선박의 화물지역 내의 화물전동기실은 FSS코드에 적합한 고정식 소화장치가 설치되어야 하고 가스화재의 소화용으로 요구되는 농도 또는 분무율이 고려되어야 한다. 【지침 참조】
2. 제한된 종류의 화물을 전용으로 운반하는 선박의 화물지역 내 303.에서 정한 화물기기구역의 기준에 적합한 폐위구역은 운반되는 화물에 대한 적절한 소화장치에 의해 보호되어야 한다.
3. 모든 선박의 터릿구획은 가장 큰 수평투영면적에 대하여 분당 10 L/m^2 이상의 분무율을 가지는 내부 물분무장치에 의해 보호되어야 한다. 터릿의 가스흐름의 압력이 4 MPa을 초과하는 경우, 분무율은 분당 20 L/m^2까지 증가시켜야 한다. 이 물문무장치는 모든 내부 표면을 보호하도록 설계되어야 한다.

1106. 소방원장구

1. 인화성 정제품을 운반하는 모든 선박은 다음에 표시한 것에 따라 SOLAS 제II-2장 제10규칙 10항의 요건에 적합한 소방원장구를 비치하여야 한다.

표 7.5.10

총 화물용적	장구의 수
5,000 m^3 이하	4
5,000 m^3 초과	5

2. 안전설비에 대한 추가요건은 **14절**에 표시한다.
3. 소방원장구 중 요구되는 호흡구는 적어도 1,200 ℓ 의 개방공기를 가지는 자장식 호흡구이어야 한다.

제 12 절 화물지역 내의 동력통풍장치

이 절의 요건은 SOLAS 제II-2장 제4규칙 5.2.6항 및 5.4.1항 규정을 대체한다.

1201. 통상의 화물취급 작업 중 사람이 출입할 필요가 있는 구역

1. 전동기실, 화물압축기실 및 화물펌프실, 화물취급설비가 설치되어 있는 구역 및 화물증기가 축적될 수 있는 기타 폐위구역에는 이들 구역의 외부에서 제어할 수 있는 고정식 동력통풍장치를 설치하여야 한다. 통풍장치는 독성 또는 인화성 증기가 축적되지 않도록 연속적으로 운전되어야 하고 우리 선급이 승인한 감시장치가 설치되어야 한다. 사람이 진입하기 전에 해당 통풍장치의 사용을 요구하는 경고문이 구획실 외부에 게시되어야 한다.
2. 인화성, 독성 또는 질식성의 증기가 축적되지 않도록 해당 구역으로 충분한 공기유동을 보장하고 안전한 작업환경을 보장하도록 동력통풍장치의 흡입구 및 배출구가 배치되어야 한다.
3. 통풍장치는 해당 구역의 총용적을 기준으로 하여 시간당 30회 이상의 환기 능력을 가지는 것이어야 한다. 다만, 비위험 화물제어실의 환기 횟수는 시간당 8회로 할 수 있다.
4. 해당구역보다 더 높은 위험을 갖는 인접한 구역 또는 지역으로 통하는 개구를 갖는 구역은 과압상태를 유지하여야 한다. 그 구역은 인정하는 기준에 따른 과압보호에 의해 덜 위험한 구역 또는 비위험한 구역으로 될 수 있다.
5. 동력통풍장치용 통풍덕트, 공기 흡입구 및 배출구는 우리 선급이 인정하는 기준(예: IEC 60092-502:1999 등)에 적합한 위치에 설치되어야 한다.
6. 16절에서 허용되는 경우를 제외하고, 위험구역용 통풍덕트는 거주구역, 업무구역 및 기관구역 또는 제어장소를 통과하지 않아야 한다.
7. 통풍팬을 구동하는 전동기는 인화성 증기를 수용할 수 있는 통풍덕트의 외부에 설치되어야 한다. 통풍팬은 통풍구역 내 또는 통풍구역과 연결된 통풍장치 내부에 점화원을 발생시키지 않아야 한다. 위험구역의 경우, 통풍팬 및 통풍덕트, 그리고 팬과 인접한 부분은 다음에서 규정한 바와 같이 스파크가 발생하지 않는 구조의 것이어야 한다.

   【지침 참조】

   (1) 정전기 제거를 고려한 비금속 재료로 만들어진 임펠러 또는 하우징
   (2) 비철재료로 만들어진 임펠러 및 하우징
   (3) 오스테나이트계 스테인리스강으로 만들어진 임펠러 및 하우징
   (4) 설계익단간극이 13 mm 이상인 철계의 임펠러 및 하우징

   익단간극에 관계없이, 알루미늄합금 또는 마그네슘합금으로 만들어진 고정부품 또는 회전부품과 철계 고정부품 또는 회전부품과의 조합은 불꽃이 발생할 위험이 있는 것으로 간주되고 이러한 장소에 사용하여서는 아니 된다.
8. 이 절에 따라 팬이 요구되는 경우, 하나의 팬이 고장 나더라도 각각의 구역에 대해 요구되는 전체 환기 용적에는 문제가 없거나, 종류별 베어링을 포함하여 모터, 기동기 및 완성된 회전부품으로 구성된 예비부품이 비치되어야 한다.
9. 통풍덕트의 외부 개구단에는 13 mm × 13 mm 메쉬 이하의 보호스크린을 설치하여야 한다.
10. 구역이 가압에 의해 보호되는 경우, 통풍장치는 인정하는 기준(예: IEC 60092-502:1999 등)에 따라 설계되어야 한다.

1202. 통상 사람이 출입하지 않는 구역 【지침 참조】

1. 화물증기가 축적될 수 있는 폐위구역에 사람이 출입할 필요가 있는 경우, 안전한 환경이 확보되도록 통풍할 수 있어야 한다. 이 경우, 그 구역에 들어갈 필요 없이 통풍을 할 수 있어야 한다.
2. 영구적인 장치가 필요한 경우에 시간당 8회, 이동식 장치의 경우에 시간당 16회의 통풍능력을 가진 것이어야 한다.
3. 팬 또는 송풍기는 사람이 통행하는 개구에 설치되지 않아야 하며, 1201. 7항의 규정에 적합한 것이어야 한다.

제 13 절 계기 및 자동화시스템

1301. 일반사항

1. 각 화물탱크에는 화물의 액면, 압력 및 온도를 지시하는 장치가 설치되어야 한다. 압력계 및 온도지시장치는 화물냉각설비의 액체 및 증기 관장치에 설치되어야 한다.
2. 선박의 하역에 원격제어 밸브 및 펌프가 사용되는 경우, 하역 중인 탱크와 관련된 모든 제어 및 지시장치는 하나의 제어장소에 집중 배치되어야 한다. **【지침 참조】**
3. 계측장치는 사용조건하에서 신뢰성을 확인하기 위하여 주기적으로 시험하고 검교정되어야 한다. 이에 대한 시험방법 및 검교정 주기는 제조자의 권고에 따른다. **【지침 참조】**

1302. 화물탱크의 액면지시장치 【지침 참조】

1. 각 화물탱크에는 액면계측장치가 설치되어야 하며, 화물탱크를 조작할 때마다 항상 액면지시값을 얻을 수 있도록 배치되어야 한다. 액면계측장치는 화물탱크의 설계압력범위 및 화물사용온도범위 내에서 작동하도록 설계되어야 한다.
2. 액면계측장치가 1개만 설치되는 경우, 이 액면계측장치는 탱크를 비우거나 가스를 제거할 필요 없이 탱크의 사용 상태에서도 유지보수가 가능하도록 배치되어야 한다.
3. 화물탱크의 액면계측장치는 **19절**의 최저요건 일람표 “g”란에 표시된 특정 화물에 대한 특별규정에 따라 다음의 형식으로 할 수 있다.
   (1) 중량 또는 유량 계측과 같은 방법으로 화물의 양을 측정하는 간접식 장치.
   (2) 방사성 동위원소 또는 초음파를 이용하여 계측하는 장치로써 화물탱크를 관통하지 않는 밀폐식 장치
   (3) 플로트식, 전자탐지식, 자기탐지식 및 기포관식처럼 밀폐장치를 구성하고, 또한 화물이 누설되지 아니하는 구조의 장치로써 화물탱크를 관통하는 밀폐식 장치. 다만, 밀폐식 계측장치가 직접 탱크에 설치되지 않는 경우, 탱크에 가능한 가까운 위치에 차단밸브가 설치되어야 한다.
   (4) 고정 튜브식 및 슬립 튜브식과 같이 액면계측장치가 화물탱크를 관통하고 계측 중에는 소량의 화물액체 또는 가스를 대기 중에 방출하는 구조의 제한식 장치. 이 장치는 계측에 사용되지 않을 때는 완전히 폐쇄할 수 있는 구조의 것이어야 한다. 또한, 장치를 개방할 때 화물의 누설 위험이 없도록 설계하고 설치하여야 한다. 이 계측장치는 과류방지밸브를 설치하지 않는 경우, 최대개구가 지름 1.5 mm 또는 이와 동등한 단면적을 넘지 않도록 설계하여야 한다.

1303. 넘침제어 【지침 참조】

1. 4항에 규정하는 경우를 제외하고, 각 화물탱크에는 다른 액면지시장치로부터 독립적으로 작동하고 작동 시 가시가청 경보를 발하는 고액면경보장치가 설치되어야 한다.
2. 고액면경보와 별도로 작동하는 추가적인 센서는 하역용 관장치가 과도한 액체압력을 받지 않고 탱크가 액체로 가득 채워지는 것을 방지하도록 차단밸브를 자동으로 작동시켜야 한다.
3. 505. 및 1810.에서 규정하는 비상차단밸브는 상기 용도로 사용될 수 있다. 다른 밸브가 이 용도로 사용되는 경우, 1810. 2항 (1)호 (다)에서 언급한 것과 같은 정보가 선내에서 이용될 수 있어야 한다. 적재작업을 하는 동안 적재계통에 잠재적인 과도한 서지압력이 발생할 수 있는 밸브를 사용할 경우에는 적재율을 제한하는 것과 같은 대안이 준비되어야 한다.
4. 다음의 화물탱크에 있어서는 고액면경보장치 및 화물탱크의 주입자동정지장치를 설치할 필요는 없다.
   (1) 용량이 200 m^3 이하의 압력식 탱크
   (2) 적하작업 중 발생하는 최대압력에 견딜 수 있도록 설계되고, 이 압력이 화물탱크 도출밸브의 설정압력보다 낮은 탱크
5. 탱크 내의 센서위치는 시운전 전에 검증할 수 있어야 한다. 선박 인도 후 및 각 입거 후에 첫 번째 화물만재를 하는 경우, 경보점까지 화물탱크 내의 액체화물수위를 상승시킴으로써 고액면경보시험이 시행되어야 한다.
6. 고액면경보장치 및 넘침경보장치의 전기회로 및 센서를 포함한 액면 경보장치의 모든 구성요소는 성능시험을 할 수 있는 것이어야 한다. 1806. 2항에 따라 화물작업을 하기 전에 이 장치들은 시험되어야 한다.
7. 넘침제어장치에 대한 오버라이딩 설비를 하는 경우, 오작동을 방지할 수 있는 것이어야 한다. 오버라이딩 장치가 작동하는 경우, 관련 제어장소 및 선교에 연속적으로 가시적인 지시를 나타내어야 한다.

1304. 압력감시장치

1. 각 화물탱크의 증기부에는 직접 판독 게이지가 제공되어야 한다. 추가적으로, 1301. 2항에서 요구하는 제어장소에 간접식 지시장치가 제공되어야 한다. 최대 및 최소 허용압력은 명확히 표시되어야 한다.
2. 1301. 2항에서 요구하는 선교 및 제어장소에 고압경보장치 및 저압경보장치(부압 보호가 요구되는 경우)가 제공되어야 하며, 설정압력에 도달하기 전에 경보를 발하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 802. 7항에 따라 2개 이상의 압력으로 설정할 수 있는 압력도출밸브를 부착한 화물탱크의 경우, 각 설정된 압력에 대한 고압경보가 제공되어야 한다. **【지침 참조】**
4. 각 화물펌프의 토출관과 각 액체 및 증기 화물의 매니폴드에는 1개 이상의 압력계가 설치되어야 한다.
5. 선박의 매니폴드 밸브와 육상과의 호스 연결부 사이에는 그 장소에서 압력을 읽을 수 있는 매니폴드용 압력계를 설치하여야 한다.
6. 대기에 개구단을 가지지 아니하는 화물창 구역 및 방벽간 구역에는 압력계를 설치하여야 한다.
7. 모든 압력계는 사용압력범위에 걸쳐 지시할 수 있는 것이어야 한다.

1305. 온도지시장치

1. 각 화물탱크에는 화물온도를 지시하는 최소 2개의 장치를 설치하여야 한다. 이 장치 중 1개는 화물탱크의 하부에 위치하고 다른 1개는 탱크 상부 부근의 최고 허용액면보다 낮은 위치에 설치하여야 한다. IGC **적합증서**에 표시되는 화물탱크의 최저설계온도는 온도지시장치 또는 장치 부근에 기호를 사용하여 명확히 표시되어야 한다.
2. 온도지시장치는 화물탱크의 예상되는 화물사용온도범위에서 온도를 지시할 수 있는 것이어야 한다.
3. 온도지시장치 보호관(thermowells)이 설치되는 경우, 통상 사용 중에 피로에 의한 고장을 최소화하도록 설계하여야 한다.

1306. 가스탐지장치

1. 이 규정에 따라 화물격납설비, 화물취급장치 및 보조장치의 건전성을 감시하기 위해 가스탐지장치를 설치하여야 한다.
2. 고정식 가스탐지 및 가시가청경보장치는 다음의 장소에 설치하여야 한다.
   (1) 가스관장치, 가스설비 또는 가스소모장치를 포함하는 폐위된 모든 화물구역 및 화물기기구역(터렛구획 포함)
   (2) 탱크 형식 C를 제외한 독립형탱크의 방벽간구역 및 화물창구역을 포함하여 화물증기가 축적될 수 있는 기타 폐위구역 또는 반폐위구역
   (3) 에어록
   (4) 1607. 3항 (3)호에서 규정한 가스연료 내연기관이 설치된 구역
   (5) 16절에서 규정하는 통풍용 후드 및 가스덕트
   (6) 708. 4항에서 요구하는 냉각/가열 회로
   (7) 불활성가스 발생장치 공급헤더
   (8) 화물취급기기용 전동기실
3. 가스탐지장치는 우리 선급이 인정하는 기준(예: IEC 60079-29-1 등)에 따라 설계, 설치 및 시험하여야 한다. 그리고 19절의 최저요건 일람표 “f”란의 규정에 따라 운반되는 화물에 적합하여야 한다.
4. 19절의 최저요건 일람표 “f”란에 “A”로 표시되는 비인화성 화물을 운반하는 선박의 경우, 화물기기구역 및 형식 C를 제외한 독립형 화물탱크의 화물창구역에 산소농도 감시장치를 설치하여야 한다. 또한 질소발생장치, 불활성가스발생장치 또는 질소냉매 순환장치와 같이 산소결핍환경을 만들 수 있는 장치가 설치된 폐위구역 또는 반폐위구역에도 산소농도 감시장치가 설치되어야 한다.
5. 19절의 최저요건 일람표 “i”란에 1705. 3이 기재되어 있는 경우를 제외하고, 독성화물, 또는 독성을 가지는 인화성 화물의 경우, 독성화물을 탐지하기위해 고정식 가스탐지장치 대신에 휴대식 가스탐지장치의 사용을 인정할 수 있다. 이 장치는 2항에서 규정한 구역에 사람이 들어가기 전과 사람이 머물러 있는 동안 30분 간격으로 사용되어야 한다. **【지침 참조】**
6. 독성가스의 경우, 화물창구역 및 방벽간구역에는 이 구역으로부터 가스를 채취할 수 있는 고정식 배관장치를 설치하여야 한다. 이들 구역의 가스는 각 검출단으로부터 채취되고 분석되어야 한다.
7. 고정식 가스탐지장치는 즉시 응답할 수 있는 연속적으로 탐지하는 형식이어야 한다. 이 장치를 9항 및 16절에서 요구하는 안전 차단기능을 작동하기 위해 사용되지 않는 경우, 시료채취식 탐지장치를 인정할 수 있다.
8. 시료채취식 가스탐지장치를 사용하는 경우, 다음의 규정을 만족하여야 한다.

(1) 가스탐지장치는 30분을 넘지 아니하는 간격으로 각 검출단으로부터 순차적으로 자료를 채취하고 분석할 수 있는 것이어야 한다.
(2) 검출단에서 탐지장치까지 개별적인 채취관을 설치하여야 한다.
(3) 9항에서 허용되는 경우를 제외하고, 검출단으로부터 설치되는 관은 비위험구역을 통과하지 않아야 한다.

9. 시료채취용 관장치, 펌프, 솔레노이드 및 분석장치 등을 포함한 가스탐지장치가 개스킷에 의해 밀봉된 문을 가지는 완전 폐위된 강재함에 위치하는 경우, 가스탐지장치는 비위험구역에 위치할 수 있다. 강재함 내의 환경은 지속적으로 감시되어야 한다. 강재함 내의 인화성 범위 하한치(LFL)의 30 %를 초과하는 가스농도에서 가스탐지장치는 자동적으로 정지되어야 한다.

10. 강재함을 전단격벽 상에 직접 설치할 수 없는 경우, 시료채취관은 강재 또는 강과 동등한 재료로 만들어져야 하고 가장 짧은 길이로 배치하여야 한다. 11항 및 분석장치에서 요구하는 차단밸브용 연결부를 제외한, 분리 가능한 연결부는 허용하지 않는다.

11. 시료채취설비가 비위험구역에 설치되는 경우, 플레임어레스터 및 수동차단밸브가 각 가스시료채취관에 설치되어야 하며, 차단밸브는 비위험구역에 설치되어야 한다. 시료채취관의 위험구역과 비위험구역 사이 격벽 관통부는 관통구획과 같은 건전성을 유지하여야 한다. 배출가스는 안전장소 내의 대기로 배출하여야 한다.

12. 장치를 설비하는 경우, 구획의 크기 및 배치, 운반할 화물의 성분 및 밀도, 그리고 그 구획을 가스퍼지 또는 통풍에 의한 가스농도의 희석 및 정체된 구역을 고려하여 장치의 수 및 위치를 정하여야 한다.

13. 이 1306. 규정에 의해 요구되는 가스탐지장치의 모든 경보상태는 다음의 장소에 가시가청의 경보를 발하여야 한다.
(1) 선교
(2) 지속적으로 가스농도를 감시하고 기록하는 관련 제어장소
(3) 가스탐지 판독장소

14. 인화성 화물의 경우, 불활성화가 요구되는 화물창구역 및 방벽간구역용으로 제공되는 가스탐지장치는 용적률 0 %부터 100 %까지의 가스농도 계측이 가능한 것이어야 한다. **【지침 참조】**

15. 증기의 용적 농도가 대기 중에서 인화성 범위 하한치(LFL)의 30 %에 도달하였을 때 경보를 발하여야 한다.

16. 멤브레인 격납설비의 경우, 1차 및 2차 단열구역은 불활성화될 수 있어야 하고 가스농도는 독립적으로 분석되어야 한다. 2차 단열구역 내의 경보는 15항에 따라 설정되어야 한다. 1차 단열구역 내의 경보는 우리 선급에 의해 승인된 값으로 설정되어야 한다.(국제가스탱커 및 터미널 운영자 협회에서 발행한 "Gas concentrations in the insulation spaces of membraned LNGC"을 참조한다.)

17. 2항에서 규정한 기타 구역의 경우, 증기농도가 인화성 범위 하한치(LFL)의 30 %에 도달하였을 때 경보를 발하여야 한다. 그리고 증기농도가 인화성 범위 하한치(LFL)의 60 %에 도달하기 전에 16절에서 요구하는 안전장치가 작동하여야 한다. 가스를 연료로 사용하는 내연기관의 크랭크케이스는 인화성 범위 하한치(LFL)의 100 %가 되기 전에 경보를 발하여야 한다.

18. 가스탐지장치는 쉽게 시험할 수 있도록 설계되어야 하며, 주기적으로 시험 및 검교정이 시행되어야 한다. 이러한 용도에 적합한 설비는 제조자의 권고에 따라 선내에 비치되고 사용되어야 한다. 이러한 시험설비를 위한 고정식 연결부가 설치되어야 한다.

19. 모든 선박에는 3항의 규정에 적합하거나 우리 선급이 인정하는 국가표준 또는 국제표준에 적합한 휴대식 가스탐지장치를 2조 이상 비치하여야 한다.

20. 불활성화 분위기 중의 산소농도를 계측하는 적절한 장치를 비치하여야 한다. **【지침 참조】**

1307. 2차방벽을 요구하는 격납설비에 대한 추가요건

1. 방벽의 건전성

2차방벽이 요구되는 경우, 1차방벽의 어느 한 부분에서 액밀성이 상실될 때 또는 모든 2차방벽의 어느 한 부분에 액체화물이 접촉하였을 때 탐지할 수 있는 고정식 계측장치를 비치하여야 한다. 이 장치는 1306.에 적합한 가스탐지장치이어야 한다. 다만, 이 장치는 액체물질이 1차방벽을 통하여 누설하고 있는 장소 또는 액체물질이 2차방벽과 접촉하고 있는 장소를 표시할 필요는 없다.

2. 온도지시장치 【지침 참조】

(1) 온도지시장치의 수 및 위치는 격납설비의 설계 및 화물사용조건에 적합하여야 한다.
(2) 2차방벽을 가진 화물격납설비에 의하여 화물을 -55 °C 미만의 온도상태로 운반하는 경우, 단열재의 내부 또는 화물격납설비에 인접하는 선체구조에 온도지시장치용 검출단을 설치하여야 한다. 이 장치는 적절한 간격으로 온도를 읽고 필요한 경우에는 선체구조의 허용 최저온도에 이르렀을 때 경보를 발하여야 한다.

(3) -55 °C미만의 온도상태로 화물을 운반하는 경우, 화물격납설비의 설계상 필요한 경우에는 불만족스러운 온도구배가 발생하지 않는 것을 검증하기 위해 화물탱크 경계에 충분한 수의 온도지시장치를 설치하여야 한다.

(4) 단일선박 또는 동형선을 연속으로 건조하는 선박의 설계검증 및 최초 냉각절차의 유효성을 결정하는 목적으로, (1)호에서 규정하는 수를 초과하는 온도지시장치를 하나의 탱크에 설치하여야 한다. 동형선을 연속으로 건조하는 경우, 이러한 온도지시장치는 임시 또는 영구적으로 설치할 수 있으며 첫 번째 선박에만 설치할 필요가 있다.

1308. 자동화시스템

1. 이 장에서 요구하는 계측제어, 감시/경보 또는 안전장치에 사용되는 자동화시스템은 이 절의 규정을 적용한다.
2. 자동화시스템은 우리 선급이 인정하는 기준(예: IEC 60092-504 등)에 따라 설계, 설치 및 시험되어야 한다.
3. 하드웨어는 형식승인에 의해 해양환경에서 사용하기에 적합한 것으로 입증되어야 한다.
4. 소프트웨어는 시험, 운영 및 유지보수를 포함하여 사용의 용이성을 위해 설계되고 문서화되어야 한다.
5. 사용자 인터페이스는 제어되는 장비가 항상 안전하고 효과적인 방법으로 작동할 수 있도록 설계되어야 한다.
6. 자동화시스템은 하드웨어의 장애 또는 사용자에 의한 오류가 위험한 상태로 연결되지 않아야 한다. 오작동에 대한 적절한 보호 수단이 제공되어야 한다.
7. 단일고장의 영향을 제한하기 위해 제어, 감시/경보 및 안전장치 사이는 적절히 분리되어야 하며, 이는 연결된 장치 및 전원공급을 포함하여 특정 기능을 제공하기 위해 필요한 자동화시스템의 모든 부분을 포함한다.
8. 소프트웨어의 구성 및 파라미터가 무단변경 또는 의도하지 않은 변경에 대해 보호되도록 자동화시스템을 설비하여야 한다.
9. 변경프로세스는 예상치 못한 수정의 결과에 대해 보호되도록 관리되어야 한다. 구성 변경 및 승인에 대한 기록은 선내에 보관되어야 한다.
10. 통합시스템의 개발 및 유지보수에 대한 프로세스는 우리 선급이 인정하는 기준(예: ISO/IEC 15288 및 ISO 17894 등)에 따라야 한다. 이 프로세스는 적절한 위험성 식별 및 관리를 포함하여야 한다.

1309. 시스템 통합 【지침 참조】

1. 필수 안전기능은 정상 작동 및 고장상태 하에서 인명에 대한 상해나 설비 또는 환경에 대한 위험이 최소화되도록 설계되어야 한다. 이 기능은 페일세이프 원칙에 따라 설계되어야 한다. 시스템 통합에 대한 역할 및 책임은 관련 당사자들에 의해 명확히 정의되고 합의되어야 한다.
2. 통합시스템의 기능 및 안전요건을 만족하고 제어 중인 장비의 한계를 고려할 수 있도록, 각 구성요소 부시스템의 기능상 요건은 명확히 정의되어야 한다.
3. 통합시스템의 주요 위험들은 적절한 위험성평가 기법을 이용하여 식별되어야 한다.
4. 통합시스템은 적절한 복귀제어 수단이 있어야 한다.
5. 결함 부분에 직접적으로 의존하는 기능을 제외하고, 통합시스템의 일부 고장이 다른 부분의 기능에 영향을 미쳐서는 아니 된다.
6. 통합시스템의 사용은 적어도 개별적이고 독립형의 장치 또는 시스템이 되는 것만큼 효과적이어야 한다.
7. 정상 작동 및 고장상태 동안 필수 기기 또는 시스템의 건전성이 입증되어야 한다.

제 14 절 인신보호

1401. 보호장구

1. 화물작업에 종사하는 승무원의 보호를 위하여 선박에는 운반되는 화물의 특성을 고려하여 인정되는 국가표준 또는 국제표준에 적합한 눈 보호구를 포함한 보호장구를 비치하여야 한다.
2. 이 절에서 요구하는 인신보호장구 및 안전장구는 쉽게 접근할 수 있는 장소에 명확히 표시된 적절한 로커에 보관하여야 한다.
3. 압축공기장치는 적어도 1개월에 1회 담당사관에 의하여 검사되고, 그 결과는 본선의 항해일지에 기록되어야 한다. 또한, 압축공기장치는 적어도 1년에 1회 전문가에 의하여 검사되고 시험되어야 한다.

1402. 응급기구

1. 갑판 하부의 구역으로부터 부상당한 사람을 끌어 올리는데 적절한 들것을 용이하게 접근하기 쉬운 위치에 보관하여야 한다.
2. 선박에는 IGC **적합증서**에 기재된 화물에 대한 의료응급처리지침(MFAG)의 규정을 기반으로 산소소생기를 포함하는 응급의료기구를 비치하여야 한다.

1403. 안전장구

1. 1106. 1항에 규정하는 소방원장구에 추가하여 완전히 갖춘 3조 이상의 안전장구를 비치하여야 한다. 각 조는 가스가 가득한 구획에 출입 또는 작업을 허용하기 위한 적절한 인신보호장구를 제공하여야 한다. 이 장구는 IGC **적합증서**에 기재된 화물의 특성을 고려하여야 한다.
2. 안전장구 1조라 함은 다음에 정하는 것으로 구성되어야 한다.
   (1) 저장산소를 사용하지 아니하고 대기압 상태에서 1,200 ℓ 이상의 공기량을 갖는 안면보호마스크와 결합된 1개의 자장식 정압 공기호흡구. 각 조는 1106. 1항에서 요구하는 것과 호환이 되어야 한다.
   (2) 인정하는 기준에 따른 보호복, 장화 및 장갑
   (3) 벨트붙이 강심 구명줄
   (4) 방폭램프
3. 압축공기를 충분하게 공급될 수 있도록 하여야 하고 다음에 정하는 것으로 구성되어야 한다.
   (1) 1항에 규정하는 각 호흡구에 대하여 완전하게 충전된 최소 1개의 예비공기병
   (2) 호흡할 수 있는 고압공기의 공급에 적합하고 연속적인 운전이 가능한 충분한 용량의 공기압축기
   (3) 1항에서 규정하는 호흡구에 대하여 충분한 수의 예비용 호흡구 실린더를 연결할 수 있는 충전용 매니폴드

1404. 개개의 화물에 대한 인신보호규정

1. 이 규정은 **19절**의 표의 i란에 기재되어 있는 화물을 운반하는 선박에 적용하여야 한다.
2. 비상탈출용에 적합한 호흡보호구 및 보호안경을 승선자 전원용으로 비치하여야 하고 다음에 적합하여야 한다.
   (1) 필터형식의 호흡보호구는 사용할 수 없다.
   (2) 자장식호흡구는 통상 적어도 15분간 사용할 수 있어야 한다.
   (3) 비상탈출용 호흡보호구는 소화 또는 화물취급작업 중에 사용하여서는 아니되며 그 취지가 명기되어야 한다.
3. 적합하게 표시된 오염제거 샤워기 및 눈 세척기는 갑판상 편리한 장소에서 이용할 수 있도록 1개 이상 설치되어야 하며 선박의 크기 및 배치가 고려되어야 한다. 샤워기 및 눈 세척기는 모든 주위환경에서도 사용할 수 있어야 한다.
4. 1403. 2항 (2)호에서 규정하는 보호복은 기밀의 것이어야 한다.

제 15 절 화물탱크의 충전한도

1501. 정의

1. 충전한도(FL)라 함은 액체 화물이 기준온도에 도달할 때 화물의 최대액체용적과 화물탱크의 총용적과의 비를 말한다.
2. 적재한도(LL)라 함은 최대허용액체용적과 탱크에 적재할 수 있는 탱크용적과의 비를 말한다.
3. 이 절에서 말하는 **기준온도**라 함은 다음을 말한다.
   (1) **7절**에 정하는 화물 증기압력·온도 제어장치를 설치하지 않을 경우, 압력도출밸브의 설정압력에서 화물의 증기압에 대응하는 온도
   (2) **7절**에 정하는 화물 증기압력·온도 제어장치를 설치할 경우, 적하 종료시, 운반중 또는 양하시의 화물온도 중 가장 높은 온도.
4. 항로에 제한받지 않는 선박의 설계 주위온도라 함은 32 °C의 해수온도와 45 °C의 대기온도를 말한다. 다만, 제한된 항로 또는 제한된 기간의 항해로 운항하는 선박은 이러한 온도보다 작은 값이 우리 선급에 의해 승인될 수 있다. 이 경우, 탱크의 단열에 대하여도 고려할 수 있다. 반대의 경우, 고온지역에 정기적으로 운항되는 선박은 이러한 온도보다 높은 값을 요구할 수 있다.

1502. 일반사항

1. 다음을 고려하여 기준온도에서 증기구역이 최소용적을 가지도록 화물탱크의 최대충전한도가 결정되어야 한다.
   (1) 액면계 및 온도게이지와 같은 계측장치의 허용오차
   (2) 압력도출밸브의 설정압력과 804.에서 규정한 최대허용설정압력 사이에서 화물의 체적팽창
   (3) 적재 완료, 사용자 반응시간 및 밸브의 폐쇄시간 이후에 화물탱크로 되돌아오는 액체화물을 고려하는 운영상의 여유 (505. 및 1810. 2항 (1)호의 (D)를 참조한다)

1503. 기본충전한도

화물탱크의 충전한도에 대한 기본값은 기준온도에서 98 %이다. 이 외의 값은 1504.의 규정에 만족하여야 한다.

1504. 증가된 충전한도의 결정 【지침 참조】

1. 1503.에서 규정한 98 %보다 높은 충전한도는 802. 17항에서 규정한 횡경사 및 종경사 상태하에서 **다음의 경우에** 허용될 수 있다.
   (1) 격리된 증기 포켓이 화물탱크 내에 생성되지 않는 경우
   (2) 압력도출밸브 흡입구가 여전히 증기구역에 있는 경우
   (3) 다음의 허용치를 제공하는 경우
      (가) 최대허용설정압력부터 804. 1항에 따른 최대배출압력까지 압력이 증가함으로써 발생한 액체 화물의 체적팽창
      (나) 탱크용적의 최소 0.1 %의 운영상 여유
      (다) 액면계 및 온도게이지와 같은 계측기기의 허용오차
2. 어떠한 경우에도 기준온도에서 99.5 %를 초과하는 충전한도는 허용되지 않아야 한다.

1505. 최대적재한도 【지침 참조】

1. 화물탱크에 적재할 수 있는 최대 적재한도(LL)는 다음 식에 따른다.

$$LL = FL\frac{\rho_R}{\rho_L}$$

여기서,
LL : 1501. 2항에서 정의한 적재한도 (%)
FL : 1503. 및 1504.에서 정의한 충전한도 (%)
ρ_R : 기준온도에서 화물의 비중
ρ_L : 적재온도에서 화물의 비중

2. 우리 선급은 802. 18항에 따라 승인된 화물탱크 벤트장치가 설치될 경우, 아래 정의된 비중 ρ_R을 사용하는 1항의 식에 따라 탱크 형식 C에 적재를 허용할 수 있다.

ρ_R : 1501. 4항에 정하는 설계 주위온도 조건하에 적재 종료 시, 운반 중 또는 양하 시에 화물이 도달할 수 있는 가장 높은 온도에서 화물의 비중

이 요건은 1 G형 선박이 요구하는 화물에는 적용하지 아니한다.

1506. 선장에게 제공하여야 할 정보

1. 적용될 수 있는 각 적재온도 및 최대기준온도에서 각 화물탱크 및 제품에 대한 최대허용적재한도를 규정하는 문서는 선박에 제공되어야 한다. 이 문서의 정보는 우리 선급에 의해 승인되어야 한다.
2. 압력도출밸브의 설정압력은 문서에 명시되어야 한다.
3. 이 문서의 사본은 선장에 의해 선내에 영구적으로 보관되어야 한다.

제 16 절 연료로서 화물의 사용

1601. 일반사항

1. 1609.에서 규정된 경우를 제외하고, 메탄(LNG)의 증기 또는 보일오프가스는 A류 기관구역에 사용할 수 있는 유일한 화물이며, 이 구역에서 보일러, 불활성가스 발생장치, 내연기관, 가스연소장치 및 가스터빈과 같은 장치만 사용할 수 있다.

1602. 연료로써 화물증기의 사용

1.이 규정은 보일러, 불활성가스 발생장치, 내연기관, 가스연소장치 및 가스터빈과 같은 장치에 연료로써 화물증기의 사용을 규정하고 있다.

(1) 기화된 LNG의 경우, 연료공급장치는 1604. 1항부터 3항까지의 규정을 따라야 한다.

(2) 기화된 LNG의 경우, 가스소모장치는 눈에 보이는 불꽃이 발생하지 않아야 하고 연도의 배기온도는 535 °C 미만으로 유지하여야 한다.

1603. 가스소모장치가 설치된 구역의 배치

1. 가스소모장치가 설치된 구역은 증기의 밀도 및 잠재적 점화원을 고려하여 가스가 축적될 수 있는 지역이 없도록 기계식 통풍장치가 설치되어야 한다. 이들 통풍장치는 다른 구역의 통풍장치와 분리되어야 한다.
2. 가스소모장치가 설치된 구역에는 가스탐지기를 설치하여야 하고 특히 공기순환이 감소되는 곳에 설치하여야 한다. 가스탐지기는 13절의 규정에 따라야 한다.
3. 1604. 3항에서 규정한 이중관 또는 덕트 내부에 설치된 전기설비는 10절의 규정에 따라야 한다.
4. 가스연료를 포함할 수 있는 또는 가스연료에 의해 오염될 수 있는 모든 벤트 및 블리드관(bleed line)은 기관구역 외부의 안전한 장소에 유도되어야 하며 플레임스크린이 설치되어야 한다.

1604. 가스연료의 공급

1. **일반사항**

(1) 이 규정은 화물지역의 외부에 위치한 가스연료 공급관에 적용되어야 한다. 가스연료관은 거주구역, 업무구역, 전기설비실 또는 제어장소를 통과하여서는 아니 된다. 관장치의 설치는 창고 또는 기기취급지역과 같은 지역에서 기계적 손상으로 인한 잠재적 위험성이 고려되어야 한다.

(2) 기관구역 내에 배치되어 있는 가스연료 관장치에는 불활성화 및 가스프리를 위한 설비를 하여야 한다.

2. **누설탐지**

폐위구역 내에서 관장치의 누설을 지시하고 관련 가스연료 공급을 정지하도록 지속적인 감시 및 경보장치를 설치하여야 한다.

3. **연료공급관의 설치**

다음 중 어느 하나를 만족할 경우에는 연료관장치는 1항에서 규정한 이 외의 폐위구역을 통과 또는 유도할 수 있다.

(1) 이중관으로 설계되어야 하고 이중관 내외측 사이는 가스연료 압력보다 높은 압력의 불활성가스로 가압되어야 한다. 6항에서 규정한 마스터 가스연료밸브는 불활성가스의 압력이 손실되었을 때 자동적으로 닫혀야 한다.

(2) 이중관 내외측 사이는 적어도 시간당 30회의 공기 치환이 되고 대기압 미만의 압력을 유지시킬 수 있는 기계식 배기통풍장치를 관 또는 덕트 내부에 설치하여야 한다. 기계식 통풍장치는 가능한 12절의 규정에 따른다. 관장치 내에 연료가 존재하고 있을 때 통풍장치는 항상 작동 중에 있어야 하며, 6항에서 규정한 마스터 가스연료밸브는 요구되는 공기량이 배기식 통풍장치에 의해 공급이 유지되지 않는다면 자동으로 폐쇄되어야 한다. 통풍장치 입구 또는 덕트는 비위험 기관구역에 위치할 수 있으며, 통풍장치 출구는 안전한 장소에 위치되어야 한다.

4. **사용압력이 1 MPa을 초과하는 가스연료의 요건**

(1) 고압 연료펌프/압축기와 가스소모장치 사이의 연료공급관은 압력 및 저온의 영향을 고려하여 고압관의 손상 시 보호할 수 있는 이중관장치를 하여야 한다. 화물지역에는 6항에서 규정한 차단밸브까지 단일관을 인정할 수 있다.

(2) 7항의 요건에 따르며 압력과 발생 가능한 저온의 영향을 고려하여 외측관 또는 트렁크가 고압관의 손상을 보호할 수 있고 또한, 외측관 또는 트렁크의 흡기구 및 배기구가 모두 화물지역에 있는 경우, 3항 (2)호의 배치를 허용할 수 있다.

5. 가스소모장치의 차단

정상 및 비상 작동 시에 각 가스소모장치의 공급관장치는 가스연료를 안전한 장소에 방출하는 자동 이중블록 및 블리드장치에 의해 차단되어야 한다. 이 자동밸브는 페일클로즈 형식이어야 한다. 복수의 가스소모장치가 설치된 구역의 경우, 그 중 하나의 가스소모장치의 차단이 다른 장치의 가스 공급에 영향을 미쳐서는 아니 된다.

6. 가스소모장치가 설치된 구역 *(2019)*

(1) 가스소모장치가 설치되거나 가스연료공급관이 통과하는 각 개별 구역으로의 가스연료공급은 화물지역에 설치된 개별 마스터밸브로 차단될 수 있어야 한다. 가스소모장치가 두 개 이상의 구역에 설치된 경우, 한 공간의 가스연료공급의 차단은 가스소모장치가 설치된 다른 구역으로의 가스공급에 영향을 주지 않아야 하며, 추진 또는 전력의 손실을 초래하지 않아야 한다.

(2) 공기 흡입구 또는 다른 개구로 인하여 가스공급계통의 이중벽 구조가 연속되지 않는 경우, 또는 단일손상으로 인해 그 구역에 누설이 발생할 수 있는 부분이 있는 경우, 그 구역의 개별 마스터밸브는 다음 조건에서 작동하여야 한다.

(가) 다음의 경우에는 자동으로 작동하여야 한다.

(a) 구역 내의 가스탐지

(b) 이중관 사이의 구역에서 누설탐지

(c) 단일관을 포함하는 구역 내의 기타 구획에서 누설탐지

(d) 이중관 사이의 구역에서 통풍장치의 고장

(e) 단일관을 포함하는 구역 내의 기타 구획에서 통풍장치의 고장

(나) 설치구역 내부 및 적어도 한 곳의 멀리 떨어진 장소에서 수동으로 작동할 수 있어야 한다.

(3) 가스공급장치의 이중벽 구조가 연속되는 경우, 화물지역 내에 위치한 개별적인 마스터밸브를 구역 내부에 있는 각 가스소모장치용으로 설치할 수 있다. 개별적인 마스터밸브는 다음 조건에서 작동하여야 한다.

(가) 다음의 경우에는 자동으로 작동하여야 한다.

(a) 개별적인 마스터밸브에 연결된 이중관 사이의 구역에서 누설탐지

(b) 개별적인 마스터밸브에 연결된 공급장치의 단일 가스관장치가 설치된 기타 구획에서 누설탐지

(c) 이중관 사이의 구역에서 통풍장치의 고장 또는 압력손실

(나) 설치구역 내부 및 적어도 한 곳의 멀리 떨어진 장소에서 수동으로 작동할 수 있어야 한다.

7. 관장치 및 덕트 구조

기관구역 내의 가스연료관장치는 적용 가능한 501. 부터 509.의 규정에 적합하여야 한다. 관장치는 가능한 용접이음이어야 한다. 3항에 따라 통풍관 또는 덕트 내에 폐위되지 않고 화물지역 외부의 노출갑판에 설치되는 가스연료관장치의 이음부는 완전용입 맞대기 용접이음이어야 하고 전방상선시험을 하여야 한다.

8. 가스탐지

이 절의 규정에 따라 설치되는 가스탐지장치는 인화성 범위 하한치(LFL)의 30 %에서 경보가 작동되어야 하며, 인화성 범위 하한치(LFL)의 60 % 이하에서 6항에서 요구하는 마스터 가스연료밸브가 차단되어야 한다.(1306. 17항의 규정을 참조한다.)

1605. 가스연료설비 및 관련 저장탱크

1. 가스연료의 규정

연료로 사용하기 위하여 화물 또는 화물 보일오프 증기를 적합하게 조정하기 위한 모든 설비(가열기, 압축기, 증발기, 여과기 등)와 관련된 모든 저장탱크는 화물지역에 설치되어야 한다. 설비가 폐위구역에 있는 경우, 그 구역은 가능한 1201.의 규정에 따라 통풍되어야 하고 1105.의 규정에 따라 고정식 소화장치 및 1306.의 규정에 따라 가스탐지장치를 설치하여야 한다.

2. 원격 정지

(1) 연료로 사용하기 위하여 화물을 적합하게 조정하기 위한 모든 회전기기는 기관실에 수동 원격정지설비를 설치하여야 한다. 추가적인 원격정지설비는 항상 쉽게 접근할 수 있는 지역, 통상 화물제어실, 선교 및 화재제어실에 설치하여야 한다.

(2) 연료공급장치에서 흡입측 압력의 저하 또는 화재탐지가 되는 경우, 이 장치는 자동적으로 정지되어야 한다. 특별히 정하는 경우를 제외하고, 가스소모장치에 공급하기 위해 가스연료 압축기 또는 펌프가 사용되는 경우에 가스연료 압축기 또는 펌프는 1810.의 규정을 적용할 필요가 없다.

3. 가열 및 냉각매체

가스연료 조절장치용 가열 또는 냉각매체가 화물지역 외부의 구역으로 되돌아오는 경우, 이 매체에 화물/화물증기의 존재를 탐지하고 경보하는 설비를 하여야 한다. 모든 벤트출구는 안전한 장소에 설치하여야 하고 승인된 플레임스크린을 부착하여야 한다.

4. 관장치 및 압력용기

가스연료 공급장치에 부착되는 관장치 또는 압력용기는 **5절**의 규정을 따라야 한다.

1606. 주보일러의 특별요건

1. 배치

(1) 각 보일러는 분리된 연도(uptake)를 가져야 한다.

(2) 각 보일러는 전용의 강제 송풍장치를 설치하여야 한다. 모든 관련 안전기능이 유지되는 경우, 비상용으로 보일러 강제 송풍장치 사이에 크로스오버를 설치할 수 있다.

(3) 보일러의 연소실 및 연도는 모든 기체연료의 축적을 방지하도록 설계되어야 한다.

2. 연소장치

(1) 이중연료의 버너장치로써 기름연료 또는 가스연료 단독으로, 또는 기름연료와 가스연료를 동시에 연소할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 버너는 모든 점화상태에서 안정된 연소를 유지하도록 설계되어야 한다.

(3) 가스연료공급의 손상이 발생한 경우, 보일러 연소를 중단하지 않고 가스연료 운전에서 기름연료 운전으로 자동 전환되는 장치를 설치하여야 한다.

(4) 보일러 및 연소장치가 가스연료 점화에 대해 설계되어 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고는, 가스연료는 기름연료 화염에 의해서만 점화될 수 있도록 가스노즐 및 버너 제어장치가 구성되어야 한다.

3. 안전장치 【지침 참조】

(1) 정상적인 점화가 이루어지지 않거나 연소가 지속되지 않는 경우, 버너로 유입되는 가스연료를 차단할 수 있도록 설비하여야 한다.

(2) 각 가스버너의 관에는 수동조작의 차단밸브를 부착하여야 한다.

(3) 이 버너를 소화한 후, 불활성가스에 의해 버너의 가스공급관을 자동으로 퍼징하는 설비를 하여야 한다.

(4) 2항 (3)호에서 요구하는 자동 연료전환장치는 지속적으로 이용하기 위해 경보장치로 감시되어야 한다.

(5) 운전되는 모든 버너의 화염소실이 발생한 경우, 보일러의 연소실은 재점화되기 전에 자동으로 퍼징되는 설비를 하여야 한다.

(6) 보일러는 수동으로 퍼징할 수 있는 설비를 하여야 한다.

1607. 가스연료 내연기관의 특별요건 【지침 참조】

이중연료기관이라 함은 가스연료(파일럿 오일 포함) 및 기름연료를 사용하는 기관을 말한다. 기름연료는 증류유 및 잔사유를 포함할 수 있다. 가스기관은 가스연료만을 사용하여야 한다.

1. 배치

(1) 가스가 공통 매니폴드를 통해 공기와 혼합되어 공급되는 경우, 플레임어레스터는 각 실린더헤드 이전에 설치되어야 한다.

(2) 각 기관은 전용의 분리된 배기연도를 가져야 한다.

(3) 배기는 불연소된 기체연료의 축적을 방지하도록 구성되어야 한다.

(4) 누설가스의 점화로 인해 과압되는 최악의 경우에 견디는 강도로 설계되지 않는 경우, 매니폴드 공기 흡입구, 소기구역, 배기장치 및 크랭크케이스에는 적절한 압력도출장치를 설치하여야 한다. 압력도출장치는 사람으로부터 멀리 떨어진 안전한 장소에 유도되어야 한다.

(5) 각 기관은 크랭크케이스, 섬프(sump) 및 냉각장치에 대해 다른 기관과 독립적인 벤트장치를 설치하여야 한다.

2. 연소장치

(1) 가스연료가 공급되기 전에, 각 연소장치의 파일럿오일 분사장치의 올바른 작동이 검증되어야 한다.

(2) 불꽃 점화기관의 경우, 가스공급밸브가 열린 이후 기관의 지정된 시간 내로 기관감시장치에 의해 점화가 탐지되지 않는 경우에 가스공급밸브는 자동으로 차단되어야 하고 시동절차가 종료되어야 한다. 연소되지 않은 가스혼합물은 배기장치로부터 확실히 퍼징되어야 한다. *(2019)*

(3) 파일럿오일 분사장치가 부착된 이중연료 기관의 경우, 엔진출력의 변동을 최소로 하면서 가스연료 운전에서

기름연료 운전으로 전환하기 위한 자동전환장치가 설치되어야 한다.

(4) (3)호의 배치를 가지는 기관이 가스 연소 시 불안정한 운전을 하는 경우, 기관은 기름연료 운전으로 자동으로 전환되어야 한다.

3. 안전장치

(1) 기관이 정지되는 동안, 가스연료는 점화원 이전에서 자동으로 차단되어야 한다.

(2) 점화되기 전에, 배기가스장치에는 미연소된 가스연료가 남아있지 않도록 설비하여야 한다.

(3) 크랭크케이스, 섬프(sumps), 소기구역 및 냉각장치의 벤트장치에는 가스탐지장치가 설치되어야 한다.(1306. 17항 참조)

(4) 크랭크케이스 내에서 발생 가능한 점화원의 지속적인 감시를 허용하도록 기관은 설계되어야 한다. 크랭크케이스 내부에 부착된 계측기기는 10절의 규정에 따라야 한다.

(5) 운전 중 배기관장치 내에 연소되지 않은 가스가 유도될 수 있는 불완전 연소 또는 착화실패를 감시하고 탐지할 수 있는 수단이 설치되어야 한다. 탐지되는 경우, 가스연료공급은 차단되어야 한다. 배기장치의 내부에 부착된 계측기기는 10절의 규정에 따라야 한다.

1608. 가스터빈의 특별요건

1. 배치

(1) 각 터빈은 전용의 분리된 배기연도를 가져야 한다.

(2) 배기는 불연소된 가스연료의 축적을 방지하도록 적절히 구성되어야 한다.

(3) 누설가스의 점화로 인해 과압되는 최악의 경우에 견디는 강도로 설계되지 않는 경우, 가스누설에 의한 폭발을 고려하여 압력도출장치를 적합하게 설계하여 배기장치에 부착하여야 한다. 배기연도 내의 압력도출장치는 사람과 멀리 떨어진 비위험 장소로 유도되어야 한다.

2. 연소장치

엔진출력의 변동을 최소로 하며, 가스연료 운전에서 기름연료 운전으로 쉽고 빠르게 전환할 수 있는 자동장치가 설치되어야 한다.

3. 안전장치

(1) 운전 중 배기관장치 내에 연소되지 않은 가스가 유도될 수 있는 불완전 연소를 감시하고 탐지할 수 있는 수단이 설치되어야 한다. 탐지되는 경우, 가스연료공급은 차단되어야 한다.

(2) 각 터빈은 높은 배기온도에 대한 자동차단장치를 설치하여야 한다.

1609. 대체연료 및 기술

1. 이 장에서 천연가스와 동일한 안전수준이 보장되는 것을 우리 선급이 인정하는 경우, 다른 화물가스를 연료로써 사용할 수 있다. LPG화물을 연료로 사용하는 경우에는 **부록 7A-5**를 따른다. *(2021)*
2. 독성 제품으로 식별된 화물의 사용은 연료로써 허용되지 않아야 한다.
3. LNG 이 외의 화물의 경우, 연료공급장치는 가능한 1604.의 1항, 2항, 3항 및 1605.의 규정에 따라야 한다. 그리고 장치 내의 증기의 응축을 방지하기 위한 수단을 설치하여야 한다.
4. 액화가스 연료공급장치는 1604. 5항의 규정에 따라야 한다.
5. 1604. 3항 (2)호의 규정에 추가하여, 통풍장치의 입출구는 기관구역 외부에 설치되어야 한다. 통풍장치의 입구는 비위험 구역에 설치되어야 하고 통풍장치의 출구는 안전장소에 설치되어야 한다.

제 17 절 특별규정

1701. 일반사항

이 절의 규정은 19절의 최저요건 일람표의 “i”란에 특별히 지시가 있는 경우에 적용한다. 이들 규정은 이 장의 일반적인 규정에 추가하여 적용하여야 한다.

1702. 구조재료

통상 사용상태 중 화물에 노출될 가능성이 있는 재료는 가스의 부식반응에 견딜 수 있어야 한다. 또한 화물탱크 및 액체 또는 증기 화물에 직접 접촉하는 부속관장치, 밸브, 장비품 및 의장품의 구조재료로써 다음의 재료는 19절의 최저요건 일람표의 “i”란에 정하는 화물에 사용하여서는 아니 된다.

(1) 수은, 동, 동합금 및 아연
(2) 동, 은, 수은, 마그네슘 및 기타의 아세틸리드 형성금속
(3) 알루미늄 및 알루미늄합금
(4) 동, 동합금, 아연 또는 아연 도금강
(5) 알루미늄 또는 동이나 이들의 합금
(6) 동 및 1% 이상의 동을 함유하는 동합금

1703. 독립형탱크

1. 화물은 독립형탱크로만 운반되어야 한다.
2. 화물은 독립형탱크 형식 C로 운반하여야 하며, 또한 701. 2항의 규정에 적합하여야 한다. 화물탱크의 설계압력은 모든 봉입압력 및 증기배출식 양하의 압력을 고려하여야 한다.

1704. 냉각장치

1. 냉각장치는 703. 1항 (2)호에 정하는 간접식을 사용하여야 한다.
2. 위험한 과산화물을 용이하게 생성하는 화물을 운반하는 선박에서는 재응축한 화물이 중합하는 액의 정체가 생기지 않도록 하여야 한다. 이것은 다음 어느 하나의 방법으로 행할 수 있다.
   (1) 화물탱크 내에 응축기를 비치하는 703. 1항 (2)호에 정하는 간접식의 사용.
   (2) 703.의 1항 (1)호 및 (3)호에 정하는 직접 또는 혼합식의 사용 또는 화물탱크의 외부에 응축기를 비치한 703.의 1항 (2)호에 정하는 간접식의 사용, 또한 어떠한 장소에 있어서도 액이 모이는 것을 피하도록 설계된 응축장치의 사용. 이것이 불가능할 경우에는 그 장소의 상방으로부터 중합 방지제를 첨가하여야 한다.
3. 평형수적재항해를 사이에 두고 2항에서 규정한 화물을 연속하여 운반하는 선박에서는 평형수적재항해 이전에 중합방지처리가 되지 아니한 잔액을 제거하여야 한다. 다른 화물을 연속하여 운반하는 경우, 재액화장치는 다른 화물을 적재하기 전에 완전히 배출하고 치환하여야 한다. 치환작업은 불활성가스 또는 적합성이 있을 경우에는 이와 다른 화물 증기를 사용하여야 한다. 실시단계에서는 선박의 장치 중에 중합체 또는 과산화물이 축적되지 않도록 하여야 한다.

1705. 1G형의 선박을 요구하는 화물

1. 지름 75 mm을 초과하는 화물관장치의 모든 맞대기 용접이음은 100 % 방사선검사를 하여야 한다.
2. 가스 채취관은 비위험구역에 설치하거나 통과하여서는 아니 된다. 증기농도가 허용한계값에 도달하였을 때 1306. 2항에서 정하는 경보장치가 작동되어야 한다.
3. 1306. 5항에 따라 휴대용 가스탐지장치를 사용하는 대체 방법은 허용되지 않는다.
4. 화물제어실은 비위험구역에 설치되어야 하고, 그리고 추가적으로 모든 계측기기는 간접식이어야 한다.
5. 거주구역 내에 우리 선급이 인정하는 바에 따라 설계되고 장비된 하나의 구획을 설치하여 화물의 대량방출의 영향으로부터 승무원을 보호하여야 한다. **【지침 참조】**
6. 306.에 따라 에어록을 설치하지 않는 경우, 302. 4항 (3)호의 규정에 관계없이 선수루구역의 접근수단은 화물지역에 접하는 문을 통하여서는 아니 된다.
7. 302. 7항의 규정에 관계없이, 터릿장치의 제어실 및 기관구역의 접근수단은 화물지역에 접하는 문을 통하여서는 아니 된다.

1706. 증기 공간으로 부터의 공기의 제거

1. 공기는 적재 전에 화물탱크 및 부속된 관장치로부터 제거하고 또한 적재 중 및 그 후에 다음 중 어느 하나의 방법에 의하여 공기의 침입을 배제하여야 한다.
   (1) 정압을 유지하기 위한 불활성가스의 도입. 불활성가스의 저장 또는 생산되는 용량은 통상 사용상태에서의 필요량 및 도출밸브의 누설량을 고려하여 충분히 만족되는 것이어야 한다. 불활성가스중의 산소함유량은 용적의 0.2 %를 넘어서는 아니 된다.
   (2) 항상 정압을 유지하도록 화물온도의 제어.

1707. 습도제어

불연성으로써 물과 혼합하여 부식 또는 기타의 위험한 반응을 일으킬 염려가 있는 가스의 경우, 습도제어를 위하여 화물탱크는 적재 전에 건조시켜야 하며, 또한 양하 중에는 화물탱크의 부압을 방지하기 위하여 건조공기는 대기압에서의 노점이 -45 °C이하의 공기로 하여야 한다.

1708. 중합방지

항해 중 어떠한 경우에도 자가반응(예: 중합반응 또는 이합체화반응)을 방지하기 위해 충분히 고려되어야 한다. 선박에는 화물의 제조자가 발행하는 다음 사항을 기재한 증서를 비치하여야 한다.
(1) 첨가하여야 할 중합방지제의 명칭 및 양
(2) 중합방지제를 첨가한 일자 및 일반적으로 예상되는 유효기간
(3) 중합방지제에 영향을 미치는 온도제한
(4) 중합방지제의 유효기간을 초과하는 항해기간 중의 처치방법

1709. 벤트 출구단의 플레임스크린

이 장에 관련된 화물을 운반하는 경우, 화물탱크의 벤트 출구단에는 용이하게 교환할 수 있고 또한 효과적인 플레임스크린 또는 승인된 안전관두를 비치하여야 한다. 플레임스크린 및 안전관두의 설계상 화물증기의 동결 또는 악천후 조건하에서의 결빙에 의한 이들 장치의 폐쇄의 가능성에 주의하여야 한다. 이 장에서 정하지 않은 화물을 운반하는 경우, 802. 15항에 따라 플레임스크린은 제거한 후 보호스크린으로 대체되어야 한다.

1710. 각 탱크의 최대허용화물량

이 절에 관련된 화물을 운반하는 경우, 화물량은 어느 하나의 탱크당 3,000 m^3를 넘을 수 없다.

1711. 화물펌프 및 하역설비

1. 잠수형 전동기 구동펌프를 설치한 화물탱크의 증기구역은 인화성 액체를 적재 전, 운반 중, 그리고 양하 중 정압으로 불활성화하여야 한다.
2. 화물은 디프웰 펌프 또는 유압구동의 수중펌프에 의해서만 양하되어야 한다. 이들 펌프는 축 글랜드에 액체압력을 받지 않도록 설계된 형식의 것이어야 한다.
3. 불활성가스에 의한 치환은 화물장치가 예정된 압력으로 설계되어 있을 경우, 독립형탱크 형식 C로부터의 양하에 사용할 수 있다.

1712. 암모니아

1. 무수암모니아는 탄소망간강 또는 니켈강으로 만든 용기 또는 제조설비에 응력부식 균열을 발생시킬 수 있다. 이 균열 발생의 위험성을 최소화하기 위하여 2항부터 8항까지 규정의 대책을 적절히 따라야 한다.
2. 탄소망간강이 사용되는 화물탱크, 제조용 압력용기 및 화물용 관장치는 규격최소 항복응력이 355 N/mm^2 이하이며, 실제 항복응력이 440 N/mm^2 이하의 세립강으로 만들어야 한다. 다음의 구조적 또는 조작상의 대책 중 하나에 따라야 한다.
   (1) 규격최소 인장강도가 410 N/mm^2 이하인 낮은 강도의 재료를 사용하여야 한다.
   (2) 화물탱크 등은 용접후 응력제거 열처리를 하여야 한다.
   (3) 운반 시의 온도는 -33 °C의 제품 비등점에 가까운 온도를 최대한 유지하여야 하며, 어떠한 경우에도 -20 °C를 초과하여서는 아니 된다.

(4) 암모니아는 질량 0.1 % 이상의 수분을 함유하여야 하며, 선장은 이를 확인할 수 있는 문서를 비치하여야 한다.

3. 2항에서 규정한 탄소망간강보다 더 높은 항복응력을 갖는 탄소망간강을 사용하는 경우, 완성된 화물탱크 및 관장치 등은 용접후 응력제거 열처리를 실시하여야 한다.
4. 냉각장치 응축부의 프로세스용 압력용기 및 관장치가 1항에 규정한 재료를 사용할 경우, 용접후 응력제거 열처리를 실시하여야 한다.
5. 용접봉의 인장 및 항복 특성은 가장 작은 실제의 수치로써 탱크 또는 관장치 재료의 특성보다 커야 한다.
6. 니켈 함유량이 5 %를 초과하는 니켈강과 2항 및 3항의 요건에 적합하지 않는 탄소망간강은 암모니아의 응력부식 균열을 발생하기 쉬우므로 이 제품의 운반용 용기 및 관장치로 사용하지 않아야 한다.
7. 운반온도가 2항 (3)호의 규정에 적합한 경우, 니켈 함유량이 5 % 이하인 니켈강을 사용할 수 있다.
8. 암모니아의 응력부식 균열의 위험성을 최소화하기 위하여 질량비 2.5 ppm 미만의 용해산소량을 유지할 것을 권장한다. 이를 위한 최상의 방법은 다음 표에서 운반온도 T의 함수로써 주어지는 값보다 작은 암모니아액을 탱크에 넣기 전에 탱크내의 평균 산소량을 감소시키는 것이다.

표 7.5.11

운반온도 T (°C)	O_2(%, 체적비)
-30 이하	0.90
-20	0.50
-10	0.28
0	0.16
10	0.10
20	0.05
30	0.03

중간온도의 산소 %는 보간법으로 구한다.

1713. 염소

1. 화물격납설비

(1) 각 탱크의 용량은 600 m^3 이하여야 하며, 화물탱크의 합계용량은 1,200 m^3 이하이어야 한다.
(2) 탱크의 설계증기압은 1.35 MPa이상이어야 한다. 또한 701. 2항 및 1703. 2항의 규정도 참조하여야 한다.
(3) 상갑판상의 탱크 돌출부는 복사열에 대하여 보호되어야 한다. 이 보호장치는 화재로 파괴되지 아니하는 것이어야 한다.
(4) 각 탱크에는 2개의 도출밸브를 설치하여야 한다. 탱크와 도출밸브사이에는 적절한 재료를 가진 파열판을 설치하여야 한다. 이 파열판의 파열압력은 최소 1.35 MPa 게이지압 이상인 탱크의 설계 증기압으로 설정되어 있는 도출밸브가 개방하는 압력보다 0.1 MPa 낮은 값이어야 한다. 파열판과 압력도출밸브 사이의 구역은 과류방지밸브를 통하여 압력계 및 가스탐지기에 연결되어야 한다. 통상 사용상태에 있어서 이 구역은 대기압 또는 대기압 부근의 압력으로 유지되어야 한다.
(5) 도출밸브의 배출구는 선내 및 주위환경에 대한 위험이 최소가 되도록 배치하여야 한다. 도출밸브로부터의 누설은 가능한 가스농도를 감소시키는 흡수장치를 통해 유도되어야 한다. 도출밸브의 배기관은 선박의 선수부 전단의 갑판 위치에서 선외로 배출하도록 배치하여야 하며, 또한 한쪽 현의 배기관이 항상 열려 있도록 기계적 연동장치로 좌현 또는 우현측의 어느 것이든지 선택할 수 있는 설비를 하여야 한다.
(6) 우리 선급 및 항만 주관청은 염소를 규격최대압력에서 냉각상태로 운반할 것을 요구할 수 있다.

2. 화물관장치

(1) 화물의 양하는 육상으로부터의 압축염소가스, 건조공기나 기타 인정할 수 있는 가스 또는 완전 잠수형펌프에 의하여 이루어져야 한다. 선내에 설치되는 화물 양하용 압축기는 상기 목적으로 사용되지 않아야 한다. 양하 중의 탱크내 증기부의 압력은 1.05 MPa 게이지압 이하이어야 한다.
(2) 화물관장치의 설계압력은 2.1 MPa 게이지압 이상이어야 한다. 화물관의 안지름은 100 mm이하이어야 한다. 관장치의 열에 의한 변형의 보상방법으로서는 굽힘관만이 인정된다. 플랜지이음의 사용은 최소한으로 제한하고, 또한 사용할 경우에는 홈이음의 맞대기 용접식 플랜지의 것이어야 한다.
(3) 화물관장치의 도출밸브는 흡수장치로 유도하여야 하며, 도출밸브장치를 설계할 때 이 장치에 의해 만들어진 유량제

한이 고려되어야 한다. (802. 18항 참조)

3. 재료

(1) 화물탱크 및 화물관장치는 화물 및 온도가 보다 높은 운반조건에서도 -40 °C의 온도에 적합한 강재로 만들어져야 한다.

(2) 탱크는 열처리에 의한 응력제거를 하여야 하며 기계적인 응력제거는 이와 동등의 것으로 인정하지 아니 한다.

4. 각종장치-안전설비

(1) 선박에는 화물관장치와 화물탱크에 연결되는 염소흡수장치를 설치하여야 한다. 흡수장치는 적절한 흡수율로 합계 화물용량의 적어도 2 %를 중화할 수 있어야 한다.

(2) 화물탱크를 가스프리하는 경우, 대기에 화물증기를 방출하여서는 아니 된다.

(3) 가스탐지장치는 용적비 1 ppm의 염소 농도를 검출할 수 있는 것이어야 한다. 시료채취단은 다음의 위치에 배치하여야 한다.

(가) 화물창구역의 저부 부근

(나) 안전도출밸브로부터 유도되는 관내

(다) 가스 흡수장치의 배출구

(라) 거주구역, 업무구역, 제어구역 및 기관구역의 통풍장치의 공기 흡입구

(마) 화물지역의 전단, 선체 중앙부 및 후단(화물의 하역 및 가스프리 시에만 사용함) 가스탐지장치는 5 ppm의 설정점에서 가시 가청경보를 알리는 것이어야 한다.

(4) 각 화물탱크에는 1.05 MPa 게이지 압력에서 가청경보를 알리는 고압경보장치를 설치하여야 한다.

5. 인신보호

1705. 5항에서 규정하는 폐위구역은 다음의 규정에도 적합하여야 한다.

(1) 이 구역은 에어록 장치를 통해서 노출갑판 및 거주구역으로부터 쉽고 빠르게 접근할 수 있어야 하며, 신속히 기밀하게 폐쇄되어야 한다.

(2) 1404. 3항의 규정에서 요구하는 오염제거 샤워기 중 하나는 폐위구역에 통행하기 위한 노출갑판의 에어록 근처에 설치하여야 한다.

(3) 이 구역은 선박의 전 승무원이 거주하도록 설계되어야 하고, 4시간 이상 승무원이 거주하는데 오염되지 않은 충분한 공기를 공급할 수 있는 장치가 설치되어야 한다.

(4) 이 폐위구역에는 산소치료기구 1조를 비치하여야 한다.

6. 화물탱크의 충전한도

(1) 1501. 3항 (2)호의 규정은 염소를 운반하는 탱크에는 적용하여서는 아니 된다.

(2) 적재 후에 화물탱크 내 증기공간의 염소가스 농도는 용적비로 80 %보다 높아야 한다.

1714. 산화에틸렌

1. 산화에틸렌을 운반하는 경우, 1718.의 규정을 적용하여야 하며 다음 규정은 보충 또는 완화규정으로써 적용한다.
2. 갑판탱크는 산화에틸렌의 운반용으로 사용하여서는 아니 된다.
3. 스테인리스강 416, 442 및 주철은 산화에틸렌 화물격납설비 및 관장치에 사용하여서는 아니 된다.
4. 적재 전에 탱크 및 관련 배관으로부터 이전 화물을 제거하기 위하여 탱크를 철저하고 효과적으로 세정되어야 한다. 다만, 이전 화물이 산화에틸렌, 산화프로필렌 또는 이들 혼합물인 경우는 제외한다. 스테인리스강 이 외의 강으로 만들어진 탱크에 암모니아가 있는 경우에는 특별히 주의를 하여야 한다.
5. 산화에틸렌은 디프웰 펌프 또는 불활성가스 치환법에 의해서만 양하되어야 한다. 펌프의 배치는 1718. 15항에 적합하여야 한다.
6. 산화에틸렌은 냉각상태로만 운반하고 30 °C 미만의 온도를 유지하여야 한다.
7. 압력도출밸브는 0.55 MPa 게이지압 이상의 압력으로 설정하여야 한다. 최대설정압력은 우리 선급에 특별히 승인을 받아야 한다.
8. 1718. 27항에 규정된 질소가스의 보호패딩은 화물탱크의 증기구역의 질소농도가 항상 용적의 45 %보다 적어서는 아니 된다.
9. 적재 전, 그리고 화물탱크가 산화에틸렌의 액체 및 기체 상태를 내용물로 할 때는 항상 화물탱크는 질소로 불활성화하여야 한다.
10. 1718. 29항 및 1103.에 의해 요구된 물분무장치는 화물격납설비를 포함하여 화재 시 자동으로 작동되어야 한다.
11. 제어할 수 없는 자가반응이 발생한 경우, 비상배출을 가능하기 위한 투하설비가 설치되어야 한다.

1715. 분리된 관장치

1. 105. 45항에서 정의한 바와 같이 분리된 관장치를 설치하여야 한다.

1716. 메틸 아세틸렌-프로파디엔 혼합물

1. 메틸 아세틸렌-프로파디엔 혼합물은 운반을 위하여 적절하게 안정화되어야 한다. 또한 냉각 중의 온도 및 압력의 상한치는 혼합물에 따라 정하여야 한다.
2. 허용가능한 안정화된 혼합물의 예는 다음과 같다.
   (1) 혼합물 1
      (가) 최대의 메틸 아세틸렌에 대한 프로파디엔의 질량비가 3 : 1
      (나) 메틸 아세틸렌 및 프로파디엔의 양쪽을 혼합한 농도의 최대치가 65 몰 퍼센트
      (다) 프로판, 부탄 및 이소부탄을 혼합한 농도의 최소치가 24 몰 퍼센트이고 또 적어도 몰 기준으로 그 1/3은 부탄류이고 1/3이 프로판일 것
      (라) 프로필렌 및 부타디엔을 혼합한 농도의 최대치가 10 몰 퍼센트.
   (2) 혼합물 2
      (가) 메틸 아세틸렌 및 프로파디엔을 혼합한 농도의 최대치가 30 몰 퍼센트
      (나) 메틸 아세틸렌의 농도의 최대치가 20 몰 퍼센트;
      (다) 프로파디엔의 농도의 최대치가 20 몰 퍼센트;
      (라) 프로필렌의 농도의 최대치가 45 몰 퍼센트;
      (마) 부타디엔 및 브틸렌류를 혼합한 농도의 최대치가 2몰 퍼센트;
      (바) 포화 C_4 탄화수소의 농도의 최소치가 4 몰 퍼센트; 및
      (사) 프로판의 농도의 최소치가 25 몰 퍼센트.
3. 기타의 조성은 그 혼합물의 안전성을 우리 선급에 제시하고 승인될 경우, 인정된다.
4. 직접 증기압축식 냉각장치가 선박에 설치된 경우, 조성에 따른 압력 및 온도제한 하에서 다음에 적합하여야 한다. 2항에서 규정한 혼합물의 예는 다음의 상태로 하여야 한다.
   (1) 운전 중의 증기의 온도 60 °C 이상 및 증기의 압력이 1.75 MPa 게이지압을 넘지 아니하고, 또한 압축기를 연속하여 운전하고 있는 동안에 그 속에 증기가 체류하지 않는 증기압축기.
   (2) 각 압축단계로부터의 배출관 또는 왕복형 압축기의 같은 단계에서 각 실린더는 다음의 것을 비치하여야 한다.
      (가) 60 °C 이하의 설정온도에서 작동하는 2개의 차단 스위치
      (나) 1.75 MPa 게이지압 이하의 설정압력에서 작동하는 차단 스위치
      (다) 1.8 MPa 게이지압 이하의 설정압력에서 작동하는 안전도출밸브
   (3) 4항 (2)호 (다)에서 요구되는 도출밸브는 802.의 10항, 11항 및 15항에 적합한 마스트로 통기하여야 하며, 압축기의 흡입관으로 도출하여서는 아니 된다.
   (4) 고압스위치 또는 고온스위치가 작동하였을 경우의 화물제어장소 및 항해선교에서 가청하는 경보기
5. 화물 냉각장치를 포함한 메틸 아세틸렌-프로파디엔 혼합물을 적재하는 탱크의 관장치는 기타 탱크의 관 및 냉각장치로부터 완전히 독립(105. 26항에서 정의) 또는 분리(105. 45항에서 정의)되어야 한다. 이러한 독립 또는 분리는 액체 및 증기의 벤트관장치와 공통 불활성가스 공급관과 같이 기타 가능한 모든 연결부에 적용하여야 한다.

1717. 질소

구조재료 및 단열재 등과 같은 보조적인 의장품은 화물장치의 각 부가 저온으로 되기 때문에 응축 및 농축에 의한 높은 산소 농도의 영향에 견딜 수 있어야 한다. 산소농도가 높은 대기환경이 형성되지 않도록 하기 위해서 응축이 발생할 수 있는 장소에는 통풍을 충분히 고려하여야 한다.

1718. 산화프로필렌 및 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물(중량비 30 %이하의 산화에틸렌을 혼합한 것)

1. 이 규정에 따라 운반하는 제품은 아세틸렌을 포함하지 않아야 한다.
2. 화물탱크가 적절히 세정되지 않은 경우, 중합반응을 촉매작용하는 것으로 알려진 다음의 어느 제품을 이전의 화물로써 운반하였던 탱크는 산화프로필렌 및 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물을 운반하여서는 아니 된다.
   (1) 무수 암모니아 및 암모니아수용액
   (2) 아민류 및 아민용액
   (3) 산화성 물질 (예를 들면, 염소)
3. 적재 전에 전회의 화물이 산화프로필렌 또는 산화에틸렌과 산화프로필렌의 혼합물인 경우를 제외하고, 탱크 및 관련

배관으로부터 이전 화물을 제거하기 위하여 탱크를 철저하고 효과적으로 세정하여야 한다. 스테인리스강 이 외의 강재 탱크로써 암모니아를 운반하는 경우, 특별히 주의하여야 한다.

4. 어떠한 경우에도, 이 제품들의 존재가 위험한 상황을 발생할 수 있는 산 또는 알칼리성 물질의 흔적이 없다는 것을 확인하기 위하여 적절한 시험 또는 검사에 의해 탱크 및 관련 배관에 대한 세정절차의 유효성을 확인하여야 한다.
5. 오염물질, 녹의 침전물 및 육안으로 볼 수 있는 모든 구조적 결함을 확실히 제거하기 위하여 이들 화물을 최초 적재하기 전에 탱크에 들어가서 검사하여야 한다. 화물탱크가 이들 제품을 연속하여 운반하는 경우, 2년을 넘지 않는 간격으로 검사를 하여야 한다.
6. 이 제품들을 운반하는 탱크는 강 또는 스테인리스강재의 것이어야 한다.
7. 이 제품들을 적재한 탱크는 탱크 및 관련 배관장치를 세정 또는 퍼징에 의하여 철저히 세척한 후 다른 화물의 적재에 사용될 수 있다.
8. 모든 밸브, 플랜지 및 부속장치는 이 제품들의 사용에 적합한 형식의 것으로 인정하는 기준에 따른 강 또는 스테인리스강으로 제조되어야 한다. 밸브의 디스크 또는 디스크 표면, 밸브시트 및 기타의 마모부분은 크롬을 11 %이상 포함하는 스테인리스강재의 것이어야 한다.
9. 개스킷은 이들 화물과 반응하지 아니하거나 용해되지 아니하며, 또는 그 자연발화온도를 저하하지 않는 것으로써 내화성이 있고 적절한 기계적 성질을 가지는 재료로 제작되어야 한다. 화물에 노출되는 표면은 폴리테트라 플루오르 에틸렌(PTPE) 또는 불활성재로써 PTPE와 동등한 안전성을 가진 재료이어야 한다. 우리 선급은 나선형으로 감긴 PTPE 또는 이와 동등한 플루오르화 폴리머를 코팅한 것을 인정할 수 있다.
10. 단열재 및 패킹을 사용할 경우에는 이들 화물과 반응하지 않거나 용해되지 않거나 또는 그 자연발화온도를 저하하지 않는 재료의 것이어야 한다. **【지침 참조】**
11. 다음의 재료는 이들 화물의 격납설비에 사용되는 개스킷, 패킹 및 유사한 용도에 사용하기에는 일반적으로 부적절하므로 우리 선급에 승인을 받기 전에 시험을 할 필요가 있다.
    (1) 이 제품들과 접촉하는 경우, 네오프렌 또는 천연고무
    (2) 석면 또는 석면류의 결합물
    (3) 광물면과 같은 마그네슘 산화물을 함유하는 재료
12. 주입 및 배출관은 탱크의 저부 또는 모든 흡입웰 밑바닥에서 100 mm 이내의 위치까지 연장하여야 한다.
13. 이들 제품은 화물탱크로부터 증기를 대기 중에 배출하지 않도록 적재 및 양하하여야 한다. 탱크에 적재 하는 동안 육상시설로 증기를 회수하는 경우, 이들 화물의 격납설비에 연결되는 증기회수장치는 다른 모든 격날설비로부터 독립되어야 한다.
14. 양하작업 중, 화물탱크의 압력은 0.007 MPa 게이지압 이상으로 유지하여야 한다.
15. 화물은 단지 디프웰 펌프, 유압작동 잠수펌프 또는 불활성가스 치환법에 의해 양하되어야 한다. 각 화물펌프는 펌프로부터의 양하관이 폐쇄 또는 다른 방법으로 봉쇄된 경우, 이 제품들이 심하게 발열하지 않도록 배치하여야 한다.
16. 이 제품들을 운반하는 탱크는 다른 화물을 운반하는 탱크와 독립적으로 통풍되어야 한다. 탱크를 대기에 노출시키지 않고 탱크 내의 화물을 채취할 수 있는 설비를 하여야 한다.
17. 이 제품들의 이송에 사용되는 화물호스에는 “FOR ALKYLENE OXIDE TRANSFER ONLY"이라고 표시되어야 한다.
18. 화물창 구역은 이 제품들을 감시할 수 있어야 한다. 독립형탱크 형식 A 및 B로 둘러싸인 화물창 구역은 불활성화하고 산소농도를 감시할 수 있어야 한다. 이 구역의 산소농도는 2 % 이하로 유지되어야 한다. 또한, 농도측정을 위하여 휴대용 검지기를 비치하여야 한다.
19. 육상의 배관과 분리하기 전에 액체 및 증기관 내의 압력은 적재용 헤더에 설치된 적절한 밸브를 통하여 배출하여야 한다. 이들 관내의 증기 및 액체는 대기 중에 방출하여서는 아니 된다.
20. 탱크는 화물의 적재, 운반 또는 양하 중에 발생할 수 있는 예상 최대압력을 고려하여 설계하여야 한다.
21. 설계증기압 0.06 MPa 미만의 산화프로필렌을 운반하는 탱크 및 설계증기압 0.12 MPa 미만의 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물을 운반하는 탱크는 화물을 기준온도 이하로 유지하기 위한 냉각설비를 갖추어야 한다. 기준온도는 1501. 3항을 참조한다.
22. 압력도출밸브의 설정압력은 0.02 MPa 게이지압 이상이어야 하며, 독립형탱크 형식 C로써 프로필렌과 산화물을 운반하는 경우에 0.7 MPa 게이지압 이하, 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물을 운반하는 경우에는 0.53 MPa 게이지압 이하로 조정하여야 한다.
23. 이 제품들을 적재하는 탱크의 관장치는 빈탱크를 포함하여 다른 모든 탱크의 관장치 및 모든 화물압축기로부터 완전히 분리시켜야 한다. 이 제품들을 적재하는 탱크의 관장치가 105. 26항에서 정의한 것과 같이 독립되지 않은 경우,

요구되는 배관의 분리는 스풀피스, 밸브 또는 기타의 관을 제거하고 이 위치에 맹플랜지의 설치에 의하여 실시되어야 한다. 요구되는 분리는 액체 및 증기관, 액체 및 증기통풍관, 그리고 공통 불활성가스 공급관과 같은 기타 연결부에도 적용하여야 한다.

24. 이 제품들은 오직 우리 선급에 의하여 승인된 화물취급계획에 따라 운반되어야 한다. 각 사용예정인 적재설비는 별도의 화물취급계획에 표시하여야 한다. 화물취급계획은 전체의 화물관장치 및 상기의 관 분리요구에 따라 필요하게 되는 맹플랜지의 설치위치를 표시하여야 한다. 승인된 화물취급계획의 사본은 선내에 보관하여야 한다. IGC **적합증서**에 승인된 화물취급계획의 참조를 포함하여 이서하여야 한다.

25. 이들 화물을 최초로 적재하기 전과 이와 같은 용도로 사용하기 전에 요구되는 배관의 분리가 되었음을 증명하는 증서를 항만주관청이 지정하는 자로부터 발급받아야 하고 이를 선내에 비치하여야 한다. 부주의로 맹플랜지를 제거하지 않도록 맹플랜지와 관장치의 플랜지 사이의 각 접속부에는 책임있는 자에 의해 와이어와 실(seal)이 부착되어야 한다.

26. 1505.에 따라 적용할 수 있는 각 적재온도에 대한 각 화물탱크의 최대허용 적재한도를 승인된 증서에 표시하여야 한다.

27. 질소가스로 적절한 보호패딩이 된 상태에서 화물이 운반되어야 한다. 냉각장치의 주위환경 또는 오작동으로 인하여 제품의 온도가 저하되는 경우, 탱크압력이 0.007 MPa 게이지압 이하로 되는 것을 방지하기 위하여 자동 질소공급장치를 설치하여야 한다. 자동압력제어에 필요한 충분한 양의 질소를 선내에서 사용할 수 있어야 하며, 패딩용 질소가스는 상업용의 순수질소(99.9 % 용적비)를 사용하여야 한다. 감압밸브를 통하여 화물탱크에 연결된 질소병의 축전지는 여기서 말하는 자동화의 목적에 만족한 것으로 본다. **【지침 참조】**

28. 화물탱크의 증기공간은 산소농도가 2 %(용적비)이하인 것을 확인하기 위하여 적재 전후에 시험을 하여야 한다.

29. 적재용 매니폴드, 노출갑판상의 화물 하역용 관장치 및 탱크돔 주위의 지역을 유효하게 보호할 수 있는 충분한 용량의 물분무장치를 설치하여야 한다. 분당 10 l/m^2의 비율로 균일하게 살수할 수 있도록 관 및 노즐을 배치하여야 한다. 이 배치는 누설된 모든 화물을 씻어낼 수 있도록 보장되어야 한다.

30. 화물격납설비에 화재 발생 시, 물분무장치는 수동 및 원격조작을 할 수 있는 것이어야 한다. 물분무장치에 물을 공급하는 펌프의 원격시동장치 및 이 물분무장치에 부착된 통상 폐쇄되어 있는 밸브의 원격조작장치는 그 화물지역의 외부의 적절한 위치에 거주구역에 인접하게 배치되어야 하며, 보호되는 구역의 화재 발생 시 즉시 접근하여 조작할 수 있어야 한다.

31. 상기 물분무장치의 규정에 추가하여, 주위온도상 가능한 경우 하역작업 중에 가압된 물호스를 즉시 사용할 수 있도록 준비하여야 한다.

1719. 염화비닐

억제제를 첨가하므로써 염화비닐의 중합을 방지하는 경우, 1708.의 규정을 적용한다. 억제제를 첨가하지 않는 경우, 또는 억제제의 농도가 충분하지 않은 경우, 1706.의 목적으로 사용하는 불활성가스의 산소농도를 0.1 % 이하로 하여야 한다. 적재 전에 탱크 및 관장치로부터 불활성가스의 시료를 채취하여 분석하여야 한다. 염화비닐을 운반하는 경우, 이 화물을 연속 운반할 때의 평형수적재항해를 포함하여 탱크는 항상 정압을 유지하여야 한다.

1720. C4 혼합물

1. 이 장의 규정에 따라 운반할 수 있는 개별 화물들(특히, 부탄, 부틸렌 및 부타디엔)은 이 규정을 적용받는 조건으로 혼합된 형태로 운반될 수 있다. 이 혼합된 화물들은 “원유 C4", "원유 부타디엔”, “원유를 증기 분해한 C4", "사용 후 증기 분해한 C4", "C4 스트림(stream)" 또는 "C4 라피네이트”로써 다양하게 지칭하거나 다른 화물명을 부여할 수도 있다. 어떠한 경우에도, 부타디엔의 독성 및 반응특성 때문에 부타디엔을 포함하는 혼합물은 부타디엔에 관한 세심한 정보를 포함하는 물질안전보건자료(MSDS)가 작성되어야 한다. 부타디엔은 상대적으로 낮은 증기압을 가지고 있는 것으로 인식되지만, 부타디엔을 포함하는 혼합물의 경우, 독성으로 간주되어야 하고 적절한 예방조치를 하여야 한다.
2. 이 규정의 용어에 따라 운반되는 C4 혼합물이 부타디엔 함유량이 50 %(mole)을 초과하는 경우, 1708.의 규정에 따라 억제 예방조치를 하여야 한다.
3. 혼합물의 액체팽창계수에 대한 구체적인 자료가 주어지지 않는 경우, 혼합물 중 가장 높은 팽창비를 가지는 화물의 100 % 농도로 15절의 충전한도 제한치를 계산하여야 한다.

1721. 이산화탄소: 고순도

1. 화물에서 제어되지 않는 압력손실은 “승화”를 발생할 수 있으며, 화물은 액체상태에서 고체상태로 변할 수 있다. 화물을 적재하기 전, 특정 이산화탄소 화물의 정확한 “삼중점” 온도를 제공하여야 한다. 그리고 그 온도는 화물의 순도에

따라 달라질 수 있으며 화물 계측이 조정되는 경우를 고려하여야 한다. 이 규정에서 경보 및 자동작동에 대한 설정압력은 운반할 특정 화물에 대한 삼중점보다 적어도 0.05 MPa 높게 설정하여야 한다. 순수 이산화탄소의 "삼중점"은 0.5 MPa 게이지압과 -54.4 °C에서 발생한다.

2. 802.에 따라 부착되는 화물탱크의 도출밸브가 개방위치에서 손상된 경우, 화물은 고체화될 수 있다. 이것을 피하기 위하여, 화물탱크 안전밸브를 격리하기 위한 수단을 설치하여야 한다. 그리고 이산화탄소를 운반하는 경우에는 802. 9항 (2)호의 규정을 적용하지 않는다. 막힘을 일으킬 수 있는 장애물이 없도록 안전도출밸브의 배출관을 설계하여야 한다. 도출밸브 배출관의 출구에는 보호스크린을 설치하지 않아야 하며, 802. 15항의 규정을 적용하지 않는다.
3. 802. 10항에 따라 안전도출밸브의 배출관은 요구되지 않지만, 막힘을 일으킬 수 있는 장애물이 없도록 설계하여야 한다. 도출밸브 배출관의 출구에는 보호스크린을 설치하지 않아야 하며, 802. 15항의 규정을 적용하지 않는다.
4. 이산화탄소 화물을 운반하는 경우, 화물탱크는 저압에 대해 연속하여 감시되어야 한다. 화물제어실 및 선교에 가시가청의 경보가 설치되어야 한다. 화물탱크의 압력이 특정화물에 대한 삼중점의 0.05 MPa 이내로 연속해서 저하되는 경우, 감시장치는 모든 화물 매니폴드의 액체 및 증기 밸브를 자동적으로 폐쇄하여야 하고 모든 화물 압축기 및 화물펌프는 자동적으로 정지하여야 한다. 1810.에서 규정하는 비상차단장치는 이 목적으로 사용될 수 있다.
5. 화물탱크 및 화물관장치에서 사용되는 모든 재료는 1항에서 규정한 자동안전장치의 설정압력에서 이산화탄소 화물의 포화온도로 정의된 사용 상태에서 발생할 수 있는 가장 낮은 온도에 적합하여야 한다.
6. 화물창구역, 화물압축기실 및 이산화탄소가 축적할 수 있는 기타 폐위구역에는 이산화탄소 축적에 대한 지속적인 감시장치를 설치하여야 한다. 이 고정식 가스탐지장치는 1306.의 규정을 대체하고, 화물격납설비 형식 C를 가지는 선박의 경우에도 화물창구역은 영구적으로 감시되어야 한다.

1722. 이산화탄소: 재생품

1. 1721.의 규정을 이 화물에도 적용하여야 한다. 추가로 재생품의 이산화탄소가 산성부식 또는 다른 문제를 발생시킬 수 있는 물, 이산화황 등과 같은 불순물을 포함하는 경우, 화물장치에 사용되는 구조의 재료는 부식의 가능성을 고려하여야 한다.

제 18 절 작업규정

1801. 일반사항

1. 액화가스 산적운반 작업에 관여하는 작업자들은 안전작업에 필요한 주의사항과 관련된 특별규정을 인지하고 있어야 한다.
2. 이 규칙이 적용되는 모든 선박에는 이 규칙 또는 IGC 코드의 규정이 반영된 국가규칙의 사본을 비치하여야 한다.

1802. 화물 취급설명서

1. 운반이 허용된 화물의 위험성 및 특성을 고려하여 훈련받은 사람이 선박을 안전하게 운항할 수 있도록 우리 선급에 의해 승인된 상세한 화물장치 취급설명서의 사본은 선박에 비치되어야 한다.
2. 메뉴얼은 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.
   (1) 입거부터 다음 입거까지 선박의 전반적인 작업. 화물탱크의 냉각 및 예열, 이송(선박간의 이송을 포함), 화물시료채취, 가스프리, 탱크세정 및 화물변경에 대한 절차가 포함한다.
   (2) 화물의 온도 및 압력제어장치
   (3) 화물장치의 제한사항. 최소온도(화물장치 및 내부선각), 최대압력, 이송률, 충전한도 및 슬로싱 제한사항을 포함한다.
   (4) 질소 및 불활성가스장치
   (5) 소화절차: 소화장치의 작동 및 유지보수와 소화제의 사용
   (6) 특정 화물의 안전한 취급을 위해 필요한 특수장비
   (7) 고정식 및 휴대식 가스탐지장치
   (8) 제어, 경보 및 안전장치
   (9) 비상차단장치
   (10) 802. 8항 및 413. 2항 (3)호에 따른 화물탱크용 압력도출밸브의 설정압력 변경절차
   (11) 비상절차. 화물탱크용 도출밸브의 분리, 단일 탱크의 가스프리 및 진입, 그리고 선박간의 비상이송작업을 포함한다.

1803. 화물정보

1. 선박에는 화물의 안전한 운반에 필요한 자료를 포함하는 화물정보 데이터시트(data sheet)의 양식으로 선내에 비치하고 관계자 모두가 이용할 수 있어야 한다. 운반되는 각 화물에 대한 정보는 다음 사항이 포함되어야 한다.
   (1) 화물의 안전한 운반 및 격납에 필요한 물리적 및 화학적 성질의 상세
   (2) IGC **적합증서**에 따라 선내에 운반될 수 있는 다른 화물들과의 반응
   (3) 화물의 유출 또는 누설 시에 취하여야 할 조치
   (4) 사람과 화물의 접촉사고에 대한 대책
   (5) 소화절차 및 소화제
   (6) 특정 화물의 안전한 취급을 위해 필요한 특수장비
   (7) 비상절차
2. 1항에 따라 선장에게 제공되는 물리적 자료는 **15절**의 규정에 따라 화물탱크 충전한도의 계산을 가능하게 하기 위해 다양한 온도에서 상대적인 화물밀도에 관한 정보를 포함하여야 한다.
3. 주위온도에서 운반되는 화물의 유출에 대한 1항 (3)호에 따른 비상대책은 유출된 화물이 대기압과 선체강재로 인한 냉각의 잠재적인 효과로 감소하였을 때 국부적인 온도저하를 고려하여야 한다.

1804. 운반에 대한 적합성

1. 선장은 적재할 화물의 양 및 그 특성이 IGC **적합증서** 및 202.의 5항에서 정하는 적하 및 복원성에 관한 지침에 지시된 제한 내에 있는 것을 확인하여야 하고, 증서의 4항에 의하여 요구되는 바와 같이 화물이 IGC **적합증서**에 기재되어 있는지의 여부를 확인하여야 한다.
2. 화물이 혼합될 경우, 위험한 화학반응을 피하도록 주의하여야 한다. 다음 사항에 대하여 특히 주의하여야 한다.
   (1) 같은 탱크에 계속하여 화물을 적재할 때에 필요한 탱크세정절차.
   (2) 혼합된 경우에 반응할 수 있는 화물의 동시 운반. 이 경우 화물관장치, 탱크, 벤트장치 및 냉각장치에 국한되지 않지만 이들을 포함한 완전한 화물장치가 105. 45항에서 정의한 바와 같이 분리되어 있는 경우에만 허용되어야 한다.

3. 억제작용을 요구하는 화물의 경우, 1708.에서 정하는 증서가 출항 전에 제공되어야 하며, 제공되지 않는 경우에는 화물을 이송하지 않아야 한다.

1805. 저온에서의 화물운반

1. **저온에서 화물을 운반하는 경우**
   (1) 특정 탱크, 관장치 및 보조설비에 대해 정해진 냉각절차를 엄격히 따라야 한다.
   (2) 모든 화물탱크, 관장치 또는 기타 보조설비에서 설계온도구배를 초과하지 않는 방법으로 적재를 하여야 한다.
   (3) 화물격납설비와 관련된 가열장치를 설치하는 경우, 이 장치는 선체구조의 온도가 재료의 설계온도보다 낮아지지 않도록 작동되어야 한다.

1806. 화물이송작업

1. 이송작업을 시작하기 전에 선박의 관계자와 이송설비의 담당자간에 사전 화물작업회의를 하여야 한다. 교환된 정보는 계획된 화물이송작업 및 비상절차의 상세사항이 포함되어야 한다. 화물이송작업을 위해 인정되는 산업점검표의 작성이 완료되어야 하고 유효한 통신이 작업 전반에 걸쳐 유지되어야 한다.
2. 화물이송작업을 시작하기 전에 중요한 화물취급의 제어 및 경보장치를 점검하고 시험하여야 한다.

1807. 선원의 훈련

1. 선원은 개정된 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약 1978(STCW 1978), 국제안전관리규약(ISM Code) 및 의료응급처리지침(MFAG)에서 요구하는 액화가스운반선의 운영 및 안전 측면에서 적절한 훈련을 받아야 한다. 최소한 다음의 훈련을 받아야 한다.
   (1) 모든 선원은 선내에 비치된 보호장구의 사용에 대해 충분한 훈련을 받아야 하며, 비상상태에서 각자 역할에 대응하여 필요한 작업에 관한 기본적인 훈련을 받아야 한다.
   (2) 사관은 화물의 누설, 유출 또는 화재 시 비상절차에 대한 훈련을 받아야 하며, 이들 중 충분한 인원은 운반되는 화물의 중요한 응급처치에 대하여 교육 및 훈련을 받아야 한다.

1808. 폐위구역의 출입

1. 산소가 충분하고 독성가스의 존재를 확인하기 위해 해당구역의 가스가 고정식 또는 휴대식 탐지기에 의해 측정되지 않은 경우, 정상작동 시 가스가 축적할 수 있는 화물탱크, 화물창구역, 공소구역 또는 기타 폐위구역에 선원은 출입을 하지 않아야 한다.(IMO Res. A. 1050(27)을 참조한다)
2. 일반적인 검사를 하기 위해서 화물탱크 형식 A 주위의 화물창구역을 가스프리와 산소공급(aerate)이 필요한 경우 및 인화성 화물을 운반하는 경우에는, 화물탱크의 냉각 유지를 위한 화물잔량(cargo heel)이 탱크에 남아있는 경우에만 검사를 하여야 한다. 화물창구역의 검사가 완료되면 즉시 불활성화가 되어야 한다.
3. 가스프리 상태인 것이 확인되고 그 상태가 유지되는 이 외의 경우, 인화성 제품을 운반하는 선박의 위험구역으로서 설계된 모든 구역에 출입하는 선원은 구역에 발화 염려가 있는 것을 가지고 출입하여서는 아니 된다.

1809. 화물 시료채취

1. 책임자의 감독하에서 화물이 채취되어야 하며, 책임자는 작업과 관련된 모든 사람이 화물의 위험성에 적합한 보호복을 착용하였는지 확인하여야 한다.
2. 액체 화물을 채취하는 경우, 책임자는 시료채취설비가 화물펌프 토출압력을 포함하여 이와 관련된 온도 및 압력이 적합한지 확인하여야 한다.
3. 책임자는 사용되는 시료채취설비가 화물의 누설을 방지하기 위해 적절히 연결되었는지 확인하여야 한다.
4. 채취된 화물이 독성제품인 경우, 책임자는 대기로 방출되는 화물을 최소화하기 위해 105. 14항에서 정의한 폐회로형 시료채취시스템을 적용하여야 한다.
5. 시료채취 작업이 완료된 후, 책임자는 사용된 모든 시료채취용 밸브가 적절히 닫혀있으며, 사용된 연결부가 폐쇄되었는지 확인하여야 한다.

1810. 화물 비상차단(ESD)장치

1. 일반사항

(1) 선박 내에서 이송하거나 화물을 육상 또는 선박으로 이송 중에 비상상황 발생 시, 화물의 흐름을 차단할 수 있는 화물 비상차단(ESD)장치를 설치하여야 한다. 화물이송관장치 내에 서지압력의 발생 가능성을 방지하도록 비상차단(ESD)장치를 설계하여야 한다.(1810. 2항 (1)호 (라) 참조)

(2) 독성, 인화성 액체 또는 증기를 사용하여 화물을 조절하는 보조장치는 비상차단(ESD)의 목적상 화물장치로 취급되어야 한다. 질소와 같은 불활성 매체를 사용하는 간접식 냉각장치는 차단장치(ESD)의 기능에 포함할 필요가 없다.

(3) **표 18.1**에 기재된 수동 및 자동 설정에 의해 비상차단(ESD)장치가 작동되어야 한다. 어떠한 추가의 비상차단(ESD) 작동개시장치는 전체장치의 건전성 및 신뢰성을 저하시키지 않는 것을 보여주는 경우, 모든 추가적인 설정은 비상차단(ESD)장치에만 포함되어야 한다.

(4) 선박의 비상차단장치는 인정하는 기준(예: ISO 28460 등)에 따라 선박과 육상간의 통신시스템을 포함하여야 한다.

(5) 비상차단장치 및 관련 장치의 기능상 순서도(functional flow chart)는 화물제어실 및 선교에 비치되어야 한다.

2. 비상차단밸브 【지침 참조】

(1) 일반사항

(가) **비상차단(ESD)밸브**라 함은 비상차단장치에 의해 작동되는 모든 밸브를 말한다.

(나) 비상차단(ESD)밸브는 원격으로 작동되어야 하며, 페일-클로즈형(작동원의 손실 시 폐쇄)이어야 한다. 그리고 설치장소에서 수동폐쇄할 수 있는 것이어야 하고 작동밸브의 개폐상태를 표시하여야 한다. 이 수동폐쇄조작을 대신하여 비상차단(ESD)밸브와 직렬로 연결한 수동조작 차단밸브는 허용되어야 한다. 이 수동밸브는 비상차단(ESD)밸브와 인접하게 설치되어야 한다. 비상차단(ESD)밸브가 폐쇄되고 또한 수동밸브가 폐쇄되는 동안 이 사이에 갇힌 액체를 처리할 수 있는 수단을 설비하여야 한다.

(다) 액체관장치에 부착된 비상차단밸브는 30초 이내의 동작으로 부드럽게 완전히 폐쇄되어야 한다. 밸브의 폐쇄시간 및 작동특성에 대한 정보는 선내에서 이용할 수 있어야 하며 폐쇄시간은 검증되고 반복할 수 있는 것이어야 한다.

(라) 1303. 1항에서 3항까지 규정된 밸브의 폐쇄시간(즉, 차단신호 시작부터 밸브가 완전히 폐쇄되기까지의 시간)은 다음 식에 의한 값보다 이하이어야 한다.

$$\frac{3{,}600\,U}{LR} \text{ (초)}$$

여기서,

U = 작동신호 액위에서 얼리지 용적(m^3)

LR = 선박과 육상시설간에 합의된 최대 적재속도(m^3/h)

적재속도는 적재호스 또는 암, 관련된 선박과 육상 배관장치를 고려하여 밸브 폐쇄로 인한 서지압력이 허용되는 압력 이하가 되도록 조정되어야 한다.

(2) 선박과 육상간 및 선박간 매니폴드 연결부

1개의 비상차단밸브를 각 매니폴드 연결부에 설치하여야 한다. 화물의 이송작업에 사용하지 않는 화물용 매니폴드 연결부는 관장치의 설계압력을 가지는 맹플랜지로 차단되어야 한다.

(3) 화물용 밸브

505.에서 정의한 화물용 밸브가 1810.에서 의미하는 비상차단밸브인 경우, 1810.의 규정을 적용하여야 한다.

3. 비상차단장치의 제어

(1) 최소한의 요건으로, 비상차단(ESD)장치는 선교 및 1301. 2항에서 요구되는 제어장소 또는 화물제어장소(설치되는 경우) 중 하나의 장소, 그리고 적어도 화물지역 내에 2개의 장소에서 단일제어에 의하여 수동조작할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 화물지역의 노출갑판상 또는 화물기기구역의 화재탐지에 의해 비상차단장치를 자동으로 작동하여야 한다. 노출갑판에 사용되는 탐지장치는 최소한 화물탱크의 액체 및 증기 돔, 화물용 매니폴드 및 정기적으로 분리되는 액체관이 설치되는 지역을 탐지하여야 한다. 98 °C에서 104 °C 사이의 온도에서 용해할 수 있도록 설계된 가용성 엘리먼트 또는 화재탐지장치에 의해 탐지할 수 있다.

(3) 운전 중인 화물기기는 **표 7.5.12**에 따른 비상차단장치의 작동에 의해서 정지되어야 한다.

(4) 1303. 5항에서 요구하는 고액면경보시험을 안전한 제어방법으로 수행할 수 있도록 비상차단제어장치는 구성되어야

한다. 이 시험의 목적상 화물펌프는 넘침제어장치가 오버라이드되는 동안에도 작동될 수 있다. 액면경보시험 및 고액면경보시험을 완료한 후 비상차단장치의 재설정을 위한 절차는 1802. 1항에 요구되는 취급설명서에 포함되어야 한다.

4. **추가적인 차단**

(1) 외압차로부터 화물탱크를 보호하기 위한 803. 1항 (1)호의 규정은 독립적인 저압트립장치를 이용하여 비상차단(ESD)장치를 작동하거나, 또는 최소한 화물펌프 또는 압축기를 정지하는 것으로 만족될 수 있다.

(2) 1303.의 규정에서 요구하는 넘침제어장치로부터 비상차단(ESD)장치의 입력신호는 고액면이 탐지될 때 운전 중인 모든 화물펌프 또는 압축기를 정지하기 위해 제공될 수 있다. 이러한 경보는 탱크간에 의도하지 않은 화물 내부이송으로 인하여 발생할 수 있다.

5. **작업 전 시험**

화물하역작업을 시작하기 전에 화물이송에 관련된 화물용 비상차단 및 경보장치는 확인 및 시험하여야 한다.

1811. 화물격납설비 또는 근처에서의 열작업

1. 화물탱크 및 특히 가연성 또는 탄화수소를 포함하거나, 연소의 산물로써 유독가스를 발산할 수 있는 단열장치의 부근에서 특수화재에 대한 예방조치가 이루어져야 한다.

1812. 추가의 작업규정

추가의 작업규정은 다음에 기재하는 바에 따른다.

202.의 2항, 5항 및 8항, 308.의 4항 및 5항, 503.의 2항 및 3항 (3)호, 507. 3항, 701., 802.의 8항 및 9항, 902., 903., 904. 4항, 1201. 1항, 1301. 3항, 1303. 6항, 1306. 18항, 1403. 3항, 1503., 1506., 1606. 3항, 1704. 2항, 1706., 1707., 1709., 1710., 1711., 1712., 1713., 1714., 1716., 1718., 1719., 1721., 1722.

표 7.5.12 비상차단의 기능구성

정지동작 / 작동원인	펌프		압축장치				밸브	링크 (Link)
	화물펌프/화물승압펌프	분무/스트리핑 펌프	증기회수 압축기	연료가스 압축기	응축회수 펌프를 포함한 재액화 장치*** (설치시)	가스 연소 장치	비상 차단 밸브	선박/육상 링크로 신호발신 ****
비상 누름 버튼 (1810. 3항 (1)호 참조)	√	√	√	비고 2	√	√	√	√
갑판상 또는 압축기실의 화재탐지* (1810. 3항 (2)호 참조)	√	√	√	√	√	√	√	√
화물탱크의 고액면 (1303. 2항 및 3항 참조)	√	√	√	비고 1 비고 2	비고 1 비고 3	비고 1	비고 6	√
선박/육상 링크로부터의 신호 수신 (1810. 1항 (4)호 참조)	√	√	√	비고 2	비고 3	n/a	√	n/a
비상차단밸브의 동력원 손실**	√	√	√	비고 2	비고 3	n/a	√	√
주전원 손실 (“블랙아웃”)	비고 7	비고 7	비고 7	비고 7	비고 7	비고 7	√	√
액위경보 오버라이드 (1303. 7항 참조)	비고 4	비고 4 비고 5	√	비고 1	비고 1	비고 1	√	√

(비고)
1. 장비의 흡입측에 액체 화물의 유입이 방지되는 경우, 이러한 장비는 해당 비상차단(ESD) 항목에서 제외될 수 있다.
2. 연료가스 압축기가 육상으로 화물증기를 이송하는데 사용되는 경우, 이 모드에서 작동할 때에는 비상차단(ESD)계통에 포함되어야 한다.
3. 재액화설비의 압축기가 증기 회수/육상의 배관에 남아있는 가스를 제거하기 위해 사용되는 경우, 이 모드에서 작동할 때에는 비상차단(ESD)계통에 포함되어야 한다.
4. 1303. 7항에서 허용하는 오버라이드장치는 오경보 또는 오정지를 방지하기 위해 해상에서 사용될 수 있다. 액위경보가 오버라이드된 경우, 1303. 5항에 따라 고액면경보시험을 시행하는 경우를 제외하고 화물펌프의 작동 및 매니폴드용 비상차단(ESD)밸브의 개방 조작이 금지되어야 한다(1810. 3항 (4)호 참조).
5. 강제 기화기에 공급용으로 사용하는 화물용 분무 또는 스트리핑 펌프는 해당 모드에서 작동할 때에는 비상차단(ESD)계통에서 제외될 수 있다.
6. 1810. 2항 (2)호에서 정한 비상차단밸브를 폐쇄하기 위한 대안으로써, 1303. 2항에서 정한 센서가 설치된 개별 탱크의 주입밸브를 자동으로 폐쇄하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 경우, 적재되는 모든 탱크에서 상기의 고액면센서가 작동될 때에는 모든 비상차단(ESD)장치가 작동되어야 한다.
7. 이러한 장비의 항목들은 주전원의 회복시 안전한 상태를 확인없이 장비가 기동되지 않도록 설계되어야 한다.

* 가용성 플러그, 전자식 온도감시 또는 지역 화재탐지가 갑판상에서 비상차단(ESD)의 목적으로 사용될 수 있다.
** 원격 조작 비상차단(ESD)밸브의 구동기용 유압, 전원 또는 공압의 손실
*** 냉각사이클에 질소와 같은 불활성 매체를 사용하는 경우, 재액화설비의 일부를 형성하는 간접식 냉각장치는 비상차단(ESD)의 기능을 포함할 필요가 없다.
**** 비상차단(ESD)의 작동원인을 신호로 표시할 필요가 없다.
√ 기능요구
N/A 해당없음

제 19 절 최저요건일람표 [지침 참조]

최저요건 일람에 관한 주

표 7.5.13

품명 (a란)	제품명은 산적 화물용으로 신청된 모든 화물의 선적서류에 사용하여야 한다. 어떠한 추가명을 화물명 뒤의 괄호안에 포함시킬 수 있다. 일부 경우에 화물명이 이전에 발행된 화물명과 일치하지 아니한다.
(b란)	삭제
선박의 형식 (c란)	1: 1G형 선박 (201. 2항 (1)호) 2: 2G형 선박 (201. 2항 (2)호) 3: 2PG형 선박 (201. 2항 (3)호) 4: 3G형 선박 (201. 2항 (4)호)
독립형탱크 형식 C의 요구 (d란)	독립형탱크 형식 C (423.)
화물탱크 환경제어 (e란)	Inert: 불활성화 (904.) Dry: 건조 (1707.) -: 특별규정 없음.
화물증기의 탐지 (f란)	F: 인화성증기 탐지 T: 유독증기 탐지 F+T: 인화성 및 유독증기 탐지 A: 질식성
계측 (g란)	I: 간접식 또는 밀폐식 (1302. 3항의 (1)호와 (2)호) R: 간접식, 밀폐식 또는 제한식 (1302. 3항의 (1)호부터 (4)호까지) C: 간접식 또는 밀폐식 (1302. 3항의 (1)호부터 (3)호까지)
(h란)	삭제
특별규정 (i란)	다른 란의 요건에 추가하여 14절 및/또는 17절의 특별규정을 요구하여야 한다.
냉매가스	비독성 및 비인화성 가스

별도로 정하는 경우를 제외하고, 5 %미만의 아세틸렌 가스혼합물은 주요성분에 대하여 정해진 요건보다 추가적인 요구사항 없이 운반할 수 있다.

a	b	c	d	e	f	g	h	i
품 명		선박의 형식	독립형탱크 형식 C의 요구	화물탱크내 증기부의 제어	화물증기의 탐지	계측		특별규정
Acetaldehyde		2 G/2 PG	-	Inert	F+T	C		1404.3, 1403.3.(1), 1704.1, 1706.1
Ammonia, anhydrous		2 G/2 PG	-	-	T	C		1404, 1702.1, 1712
Butadiene (all isomers)		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		1404, 1702.2, 1704.2, 1704.3, 1706, 1708
Butane (all isomers)		2 G/2 PG	-	-	F	R		
Butane-propane mixtures		2 G/2 PG	-	-	F	R		
Butylenes (all isomers)		2 G/2 PG	-	-	F	R		
Carbon dioxide (high purity)		3 G	-	-	A	R		1721
Carbon dioxide (Reclaimed quality)		3 G	-	-	A	R		1722
Chlorine		1 G	Yes	Dry	T	I		1404, 1703.2, 1704.1, 1705, 1707, 1709, 1713
Diethyl ether*		2G/2PG	-	Inert	F+T	C		1404.2, 1404.3, 1702.6, 1703.1, 1706.1, 1709, 1710, 1711.2, 1711.3
Dimethylamine		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		1404, 1702.1
Dimethyl ether		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		
Ethane		2 G	-	-	F	R		
Ethyl chloride		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		
Ethylene		2 G	-	-	F	R		
Ethylene oxide		1 G	Yes	Inert	F+T	C		1404, 1702.2, 1703.2, 1704.1, 1705, 1706.1, 1714
Ethyene oxide-propylene oxide mixtures with ethylene oxide content of not more than 30% by weight*		2 G/2 PG	-	Inert	F+T	C		1404.3, 1703.1, 1704.1, 1706.1, 1709, 1710, 1718
Isoprene* (all isomers)		2 G/2 PG	-	-	F	R		1404.3, 1708, 1709, 1711.1
Isoprene (part refined)*		2 G/2 PG	-	-	F	R		1404.3, 1708, 1709, 1711.1
Isopropylamine*		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		1404.2, 1404.3, 1702.4, 1709, 1710, 1711.1, 1715

a	b	c	d	e	f	g	h	i
품 명		선박의 형식	독립형탱크 형식 C의 요구	화물탱크내 증기부의 제어	화물증기의 탐지	계측		특별규정
Methane (LNG)		2 G	-	-	F	C		
Methyl acetylene-propadiene mixtures		2 G/2 PG	-	-	F	R		1716
Methyl bromide		1 G	Yes	-	F+T	C		1404, 1702.3, 1703.2, 1704.1, 1705
Methyl chloride		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		1702.3
Mixed C4 Cargoes		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		1404, 1702.2, 1704.2, 1704.3, 1706, 1720
Monoethylamine*		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		1404, 1702.1, 1703.1, 1709, 1710, 1711.1, 1715
Nitrogen		3 G	-	-	A	C		1717
Pentanes (all isomers)*		2 G/2 PG	-	-	F	R		1709, 1711
Pentene (all isomers)*		2 G/2 PG	-	-	F	R		1709, 1711.
Propane		2 G/2 PG	-	-	F	R		
Propylene		2 G/2 PG	-	-	F	R		
Propylene oxide*		2 G/2 PG	-	Inert	F+T	C		1404.3, 1703.1, 1704.1, 1706.1, 1709, 1710, 1718
Refrigerant gases		3 G	-	-	-	R		
Sulphur dioxide		1 G	Yes	Dry	T	C		1404, 1703.2, 1704.1, 1705, 1707
Vinyl chloride		2 G/2 PG	-	-	F+T	C		1404.2, 1404.3, 1702.2, 1702.3, 1703.1, 1706, 1719
Vinyl ethyl ether*		2 G/2 PG	-	Inert	F+T	C		1404.2, 1404.3, 1702.2, 1703.1, 1706.1, 1708, 1709, 1710, 1711.2, 1711.3
Vinylidene chloride*		2 G/2 PG	-	Inert	F+T	C		1404.2, 1404.3, 1702.5, 1706.1, 1708, 1709, 1710
* 이 화물은 IBC Code.에도 포함되어 있다.								

제 6 장 위험화학품 산적운반선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 요건은 특별히 정하는 경우를 제외하고 1986년 7월 1일 이후에 건조된 선박에 적용한다. 또한 이 요건은 IMO Res. MSC. 4(48), MSC. 176(79) 및 추가 개정요건에 적합하여야 한다. 1986년 7월 1일 전에 건조된 선박은 IMO Res. A.212(VII), MEPC. 144 (54) 및 추가 개정요건에 적합하여야 한다.
2. 이 장의 요건은 크기에 관계없이 총톤수 500톤 미만을 포함한 다음과 같이 위험화학품이나 유해액체를 산적운반선으로 운송하는 선박에 대하여 적용한다. 다만, 석유제품 또는 이와 유사한 인화성 제품을 제외한다.
   (1) 석유제품 및 이와 유사한 인화성 제품보다 화재 위험성이 현저히 높은 제품
   (2) 인화성에 추가한 위험성 또는 인화성 이외의 위험성이 있는 제품
3. 이 규칙의 적용상 안전 및 오염의 위험이 없는 제품으로 검토되고 결정된 화물은 **18절**에 명시되어 있다.
4. 이 장에서 액체라 함은 37.8 °C에서 증기압이 0.28 MPa(절대압력)를 넘지 아니하는 것을 말한다.
5. MARPOL에서 정한 NLS 탱커중에서 17절 c란에서 X, Y, Z로 기재된 유해액체물질을 운송하는 경우에는 이 요건을 적용한다.
6. **17절**과 **18절**에 규정되어 있지 아니한 제품을 산적운송하는 경우, 주관청에서 사전에 적합한 운송조건을 규정하여야 하며 산적화학품의 위험 평가 기준을 감안하여야 한다. 이러한 제품의 오염 위험성 평가와 오염분류에 대해서는 해양오염방지협약 부속서 II의 6.3 규정에서 정한 절차를 따라야 한다.
7. 이 장에서 규정하지 아니하는 선박의 선체, 기관 및 의장은 관련 규칙의 해당 요건에 따른다.
8. 인화성 위험화학품을 산적운송하는 선박은 이 장에서 규정하는 것 이외에는 **7편 1장** 및 **8편** 규정에 적합하여야 한다.
9. 항로를 제한하는 선박이나 추진기관이 없는 선박에 대하여는 이 장의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
10. 이 장 및 **5장**에서 동시에 규정하는 제품을 운송하고자 할 경우, 운송 화물에 따라 양쪽 규정을 만족하여야 한다. 다만, 이 장 **17절**에 기재된 화물을 운송하기 위하여 설계되고 건조된 선박인 경우에는 이 장을 우선 적용한다.

102. 도면승인

제조중 등록검사를 받고자 하는 선박에 대하여는 공사를 시작하기 전에 적재예정화물의 저장상태, 화물의 저장방법, 화물탱크의 구조방식 등에 따라 다음의 도면 및 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

1. 승인용 도면 및 자료

(1) 독립형 화물탱크의 제작사양서(용접재료, 용접절차 및 시험 등 용접요령 상세를 포함)
(2) 화물탱크 제작 상세도
(3) 화물탱크의 부속품 배치도(탱크 내부설비의 상세도 포함)
(4) 독립형 화물탱크 받침대, 화물탱크의 갑판관통부 및 폐쇄장치의 상세도
(5) 작업절차에 따른 단열방법 및 배치도
(6) 냉각을 요하는 화물인 경우, 화물적재도 및 화물탱크 제작형식에 따라 **5장 102.**의 1항 (1)호, (6)호, (7)호, (8)호, (16)호에 준한 도면 및 자료
(7) 사용될 재료목록을 포함한 화물펌프의 구조도 및 제조사양서
(8) 화물탱크 구역내 배관 배치도
(9) 화물탱크 통풍장치
(10) 화물펌프실, 코퍼댐, 이중저탱크 등의 통풍장치도
(11) 화물액면계측 및 화물온도 등의 감시계측도 및 이들 설비의 상세구조도
(12) 화물온도 제어장치
(13) 불활성, 패딩, 건조통풍 등의 주위환경 제어장치 상세도(배관선도 포함) 및 이들 설비의 상세구조도
(14) 화물증기 감시장치
(15) 위험장소의 전기기기 일람표 및 전선배치도
(16) 가연성 화물이 적재되는 화물탱크, 배관, 기관 및 설비의 접지배치도
(17) 위험구역 배치도

(18) 소화장치도

2. 참고용 도면 및 자료

(1) 모든 적재 예정화물의 화학적 및 물리적 특성과 기타 제 성질의 일람표. 이 장의 범위에 속하는 위험 화학품의 적재계획표 및 이들 위험화학품과의 동시 적재가 가능한 화물 일람표

(2) 기타 화물 또는 물과의 위험한 반응 및 중합 등의 자기반응과 필요에 따라서 가열 또는 냉각매체와의 위험한 반응의 유무를 조사한 자료. 다만, 적재예정화물 중 이 장의 위험화학품과 동시에 적재할 예정이 없는 화물은 생략할 수 있다.

(3) 화물탱크내 도료 혹은 라이닝과 화물 또는 화물증기와 접촉할 가능성이 있는 관장치 및 기기의 도료 혹은 라이닝과 화물과의 반응성의 유무를 조사한 자료

(4) 부식성을 갖는 화물과 내식성 재료와의 적합성 검토서

(5) 각 화물탱크의 강도계산서 및 필요한 경우, 열응력 계산서

(6) 가열을 필요로 하는 화물을 적재하는 경우, 가열장치의 용량검토 계산서

(7) 냉각을 필요로 하는 화물을 적재하는 경우, 화물의 저장방법 및 화물탱크의 구조방식에 따라 **5장** 102.의 2항 (1)호, (6)호, (7)호, (8)호, (10)호에 규정하는 참고용 제출도면 및 기타 자료

(8) 304.에 규정하는 화물탱크 구역내 통행용 맨홀의 배치도 및 통행요령도

(9) 16절에 규정하는 취급설명서

(10) 2절에 규정하는 선박의 생존능력 계산서

(11) 인신보호장구

103. 동등효력

이 장의 규정에 적합하지 아니한 구조, 설비라도 우리 선급이 이와 동등의 효력이 있다고 인정할 경우에는 이것을 이 장의 규정에 적합한 것으로 본다.

104. 정부규칙

선박의 구조 및 설비는 선박이 등록된 국가 또는 해당 선박이 입항하는 국가의 국내법에 따라 규제를 받을 수 있으므로 주의하여야 한다.

105. 위험성

이 장에서 규정하는 위험물질의 위험성은 다음에 따른다.

1. 화학품의 인화점, 폭발/인화성의 한계/범위 및 자연발화온도로 결정되는 화재 위험성

2. 다음과 같은 건강에 대한 위험성

(1) 액체 상태에서 피부에 미치는 부식 영향

(2) 고려하여야 할 독성 영향

구강 $LD50$: 복용시 시험재 50 %가 치사하는 양

피부접촉 $LD50$: 피부 접촉시 시험재 50 %가 치사하는 양

$LC50$: 흡입시 시험재 50 %가 치사하는 농도

(3) 기타 발암성 및 과민성과 같이 인체에 미치는 영향

3. 다른 물질과 반응성으로 결정되는 반응 위험성

(1) 물 또는

(2) 공기 또는

(3) 기타 물질

(4) 자체 물질 (예, 중합반응)

4. 다음과 같은 해양오염에 대한 위험성

(1) 생물학적 축적

(2) 생물분해성의 결핍

(3) 수중 생물에 대한 민감한 독성

(4) 수중 생물에 대한 만성적 독성

(5) 장기간 인체 손상

(6) 부유성 또는 침전성으로 해양생물에 악영향을 미치는 물질 특성

106. 정의

용어의 정의는 별도로 정하는 경우를 제외하고 다음에 따른다.

1. **거주구역**이라 함은 공용실, 통로, 세면실, 침실, 사무실, 영화실, 오락실, 이발소, 조리기구가 없는 식품실 및 이와 유사한 구역을 말한다. **공용실**이라 함은 홀, 식당, 휴게실 및 이와 유사하게 항구적으로 폐위된 구역을 말한다.
2. **주관청**이라 함은 선박이 국기를 게양할 자격이 있는 기국 정부를 말한다.
3. **연차일**이라 함은 위험화학품산적운반적합증서의 유효만기일에 해당하는 매년 월일을 말한다.
4. **비등점**이라 함은 화물이 대기압과 같은 증기압을 나타내는 온도를 말한다.
5. **너비**(B)라 함은 선박의 중앙에서 최대너비로써 금속 외판을 갖춘 선박인 경우 늑골형까지 너비를 말하며, 금속 이외 외판을 갖춘 선박인 경우 선체 외판까지 너비를 말한다. 너비 B는 미터로 표시한다.
6. **화물지역**이라 함은 화물탱크 또는 슬롭탱크에 인접하는 펌프실, 코퍼댐, 평형수구역 또는 보이드 스페이스를 포함하여 화물탱크, 슬롭탱크, 화물펌프실 및 앞에서 언급한 구역 상부에 있는 선박의 전 길이 및 너비에 걸친 갑판지역을 말한다. 다만 독립형탱크를 화물창 구역에 거치하는 경우, 최후부 화물창 구역의 후단 또는 최전부 화물창 구역의 전단에 있는 코퍼댐, 평형수구역 또는 보이드 스페이스는 화물지역에서 제외한다. **【지침 참조】**
7. **화물펌프실**이라 함은 이 장의 적용을 받는 화물을 취급하는 펌프 및 이들의 부속품을 격납하는 구역을 말한다.
8. **화물업무구역**이라 함은 면적이 2 m^2를 넘는 공작실, 로커 및 창고로써 사용되는 화물지역 내의 구역을 말한다.
9. **화물탱크**라 함은 화물을 격납하도록 설계된 위벽을 말한다.
10. **케미컬 탱커**라 함은 **17절**에 기재된 액체화물을 산적운송하기 위하여 건조 또는 개조되어 사용되는 선박을 말한다.
11. **코퍼댐**이라 함은 2개의 인접하는 강재의 격벽 또는 갑판간의 격리되어 있는 구역을 말한다. 이 구역은 보이드 스페이스 또는 평형수구역으로 할 수 있다.
12. **제어장소**라 함은 선박의 통신 또는 주항해장치나 비상전원이 설치된 구역 및 화재탐지 또는 화재제어장치가 집중 설비되어 있는 구역을 말한다. 다만, 특별한 화재제어장치가 설치되어 있는 구역은 제외한다.
13. **위험화학품**이라 함은 제17절에 정해진 화물의 안전기준을 근거로 안전위험성을 표시한 액체화학품을 말한다.
14. **밀도**라 함은 화물의 용적당 무게비율을 말하며 kg/m^3로 표시한다. 이는 액체, 가스, 증기에 적용된다.
15. **폭발/인화성의 한계/범위**라 함은 시험장치 내의 연료-산화제 혼합물에 외부로부터 충분히 강한 점화원을 가하였을 때 인화되기 시작하는 연료-산화제 혼합물의 상태를 말한다.
16. **인화점**이라 함은 화물이 발화하는데 충분한 인화성 증기를 발생하는 온도(°C)를 말한다. 이 장의 값은 승인된 발화점 장치에 의하여 결정되는 밀폐식 시험방법에 의한 것이다.
17. **화물창 구역**이라 함은 독립형 화물탱크가 설치되어 있는 선체구조에 의하여 폐위된 구역을 말한다.
18. **독립**이라 함은 예를 들면, 한 개의 관장치 또는 벤트장치가 다른 동일한 장치와 절대로 접속하지 않고, 또한 기타 장치와의 접속을 가능하게 하는 어떠한 방법도 잠재적으로 갖지 아니하는 상태를 말한다.
19. **길이**(L)라 함은 용골의 상면으로부터 측정한 최소 형깊이의 85 %의 흘수선상에 있어서 선수재의 전면으로부터 선미외판의 후면까지 측정한 거리의 96 % 또는 그 흘수선상에 있어서 선수재의 전면으로부터 타두재의 중심선까지 측정한 거리 중 큰 것을 말한다. 용골이 경사된 선박에서는 이 길이를 측정하는 흘수선은 설계상의 흘수선과 평행으로 하여야 한다. 길이 L은 미터로 표시한다.
20. **A류 기관구역**이라 함은 다음을 포함하는 장소 및 그 장소에 이르는 트렁크를 말한다.
    (1) 주추진에 사용되는 내연기관, 또는
    (2) 주추진 이외의 목적을 위해 사용되고 합계출력이 375 kW 이상의 내연기관, 또는
    (3) 기름보일러 또는 연료유장치 또는 보일러이외 불활성가스발생장치나 소각기 등의 기름연소장치
21. **기관구역**이라 함은 A류 기관구역 및 기타의 추진기관, 보일러, 연료유장치, 증기기관 및 내연기관, 발전기 및 주요 전기기기, 급유장소, 냉동기계, 스테빌라이저, 통풍기계, 공기조화용 기계를 수용하는 구역 및 이들과 유사한 구역을 말한다. 또한, 이들의 구역에 이르는 트렁크도 포함한다.
22. MARPOL 이라 함은 1978년 의정서에 의하여 수정된 1973년 선박으로부터의 오염방지를 위한 국제협약을 말한다.
23. **유해액체물질**이라 함은 제17절과 제18절에서 오염분류로 식별된 물질이거나 또는 MEPC.2/Circular 또는 MARPOL 부록서 2의 6.3에서 정한 평가기준에 따라 X,Y,Z로 나타난 물질을 말한다.
24. **연료유장치**라 함은 기름을 연료로 하는 보일러에 보내는 연료유의 처리에 사용하는 장치 또는 내연기관에 보내는 가열유의 처리에 사용하는 장치를 말하며 0.18MPa 게이지압을 초과하는 압력에서 기름을 처리하는 유압펌프, 여과기 및 가열기를 포함한다.
25. **기구**라 함은 국제해사기구(IMO)를 말한다.
26. **구획침수율**이라 함은 어떤 구역에 물이 충만할 것으로 추정되는 용적과 그 구역의 전용적과의 비율을 말한다.

27. **항만주관청**이라 함은 선박이 하역하는 국가의 항만관리기관을 말한다.
28. **제품**이라 함은 유해액체물질과 위험화학품을 포함하는 통합을 말한다.
29. **펌프실**이라 함은 화물지역 내에 위치하는 평형수 및 연료유를 취급하는 펌프 및 이들의 부속품을 격납하는 구역을 말한다.
30. **인정하는 기준**이라 함은 우리 선급이 인정하는 국제 또는 국가 기준 혹은 기구에서 채택한 기준에 적합하고 우리 선급에 의하여 인정된 단체에 의하여 제정되고 유지되는 기준을 말한다.
31. **기준온도**라 함은 화물증기압이 압력도출밸브에 설정된 압력과 일치할 때의 온도를 말한다.
32. **분리**라 함은 예를 들면, 한 개의 화물관장치 또는 화물벤트장치가 다른 화물관장치 또는 화물벤트장치와 접속하지 아니하는 상태를 말한다. **【지침 참조】**
33. **업무구역**이라 함은 조리실, 조리설비를 갖는 배식실, 로커, 우편실 및 금고실, 창고, 기관실의 일부를 형성하지 않는 공작실 및 이와 유사한 구역과 이들 구역에 이르는 트렁크를 말한다.
34. SOLAS라 함은 해상에 있어서 인명의 안전을 위한 1974년 국제협약을 말한다.
35. **증기압**이라 함은 규정온도에 있어서 액체상방의 포화증기의 평형압력(MPa : 절대압력)을 말한다.
36. **보이드 스페이스**라 함은 화물지역 내의 화물탱크 외측에 있는 폐위된 구역을 말하며 화물창 구역, 평형수구역, 연료유탱크, 화물펌프실, 펌프실 또는 통상 작업원이 사용하는 어떠한 구역도 포함하지 아니한다.
37. **퍼징(purging)**이라 함은 이미 불활성 환경에 있는 탱크 안에 공기가 유입 되더라도 연소가 발생하지 않도록 탱크 안의 산소, 탄화수소 또는 가연성 가스 농도를 더 낮추기 위해 불활성가스를 불어 넣는 것을 말한다.
38. **가스프리(gas free)**라 함은 이동식 또는 고정식 통풍장치를 이용하여 탱크 안의 위험가스 농도를 사람이 탱크에 출입이 가능할 정도로 낮추는 것을 말한다.

제 2 절 선박의 생존능력 및 화물탱크의 배치

201. 일반사항

1. 이 규칙의 적용을 받는 선박은 어떠한 외력에 의하여 발생하는 선체손상시 통상 침수의 영향에서도 생존하여야 한다. 특히 선박 및 환경을 보호하기 위하여 특정 선형의 화물탱크는 화물탱크를 선체외판에서 규정하는 최소거리 이상 내측에 배치함으로써 잔교 또는 예인선과의 접촉으로 인하여 선박이 가벼운 손상을 받았을 경우에 화물탱크가 관통하지 않도록 보호하고, 또한 충돌 또는 좌초의 경우에 손상으로부터 보호하는 수단을 강구하여야 한다.
   가정하는 손상 및 선체외판과 화물탱크와의 거리에 대하여는 운송하는 화물이 가진 위험도에 따라 규정하여야 한다.
2. 이 규칙의 적용을 받는 선박은 다음의 기준 어느 것에 따라 설계하여야 한다.
   (1) **I형 선박**이란 화물의 유출을 방지하기 위한 최고의 예방조치가 요구되며 환경 또는 안전에 대하여 매우 중대한 위험성을 가진 **17절**의 화물을 운송하도록 예정된 케미컬 탱커를 말한다.
   (2) **II형 선박**이란 화물의 유출을 방지하기 위한 고도의 예방조치가 요구되며 환경 또는 안전에 대하여 상당히 중대한 위험성을 가진 **17절**의 화물을 운송하도록 예정된 케미컬 탱커를 말한다.
   (3) **III형 선박**이란 손상시의 생존능력을 증대시키기 위한 보통정도의 보호가 요구되며 환경 또는 안전에 대하여 충분히 중대한 위험성을 가진 **17절**의 화물을 운송하도록 예정된 케미컬 탱커를 말한다.
   즉, I형 선박은 가장 큰 위험성을 가지고 있다고 생각되는 화물을 운송하는 케미컬 탱커를 말하며, II형 및 III형 선박은 I형 선박보다도 위험성이 적다고 생각되는 화물을 운송하는 선박을 말한다. 또한 그 화물탱크는 외판에서 최대의 규정거리 내측에 배치하여야 한다.
3. 각각의 화물에 대하여 요구되는 선형은 **17절**의 표 e란에 따른다.
4. **17절**에 기재되어 있는 화물 중 1종류 이상의 화물을 운송하는 경우, 손상의 표준은 가장 엄격한 선형요건을 가진 화물에 적합하도록 하여야 한다. 각각의 화물탱크의 위치에 관한 요건은 운송하고자 하는 화물에 관련된 선형에 대한 요건에 따라야 한다.

202. 건현 및 비손상시의 복원성

1. 이 장의 적용을 받는 선박은 현행 국제만재흘수선협약에 의하여 정한 최소건현을 지정받을 수 있다. 다만, 지정된 흘수는 이 장에 의해 별도로 정하는 최대흘수를 넘어서는 아니 된다.
2. 선박의 복원성은 모든 항해상태에 대하여 우리 선급이 인정하는 기준에 적합하여야 한다.
3. 적하상태에 대한 소비성 액체의 자유표면효과를 계산하는 경우, 각종의 액체마다 적어도 횡방향의 1쌍의 탱크 또는 단일의 중앙탱크가 자유표면을 가지는 것을 가정하고, 또한 고려하는 탱크 또는 탱크의 조합은 자유표면 효과가 최대로 되는 것으로 하여야 한다. 비손상구획에 있어서 자유표면효과는 우리 선급이 인정하는 방법에 따라 계산하여야 한다.
4. 고체밸러스트는 통상 화물지역 내의 이중저구역내에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 복원성을 고려하여 부득이 이들 구역에 고체밸러스트를 적재하여야만 할 경우에는 선저손상에 기인하는 충격하중이 직접 화물탱크구조에 전달되지 않도록 배치하여야 한다. **【지침 참조】**
5. 선장은 적하 및 복원성 자료를 보관하여야 하며 이 자료에는 대표적인 적하상태, 평형수적재상태와 기타의 적하상태를 평가할 수 있는 방법 및 선박의 생존능력을 요약한 것을 포함한 것이어야 한다. 이 자료에는 선장이 안전성 및 감항성을 유지하도록 적하하고, 또한 선박을 운항하는데 있어 충분한 정보를 포함하도록 하여야 한다.
6. 국제 위험화학품 산적운반선 코드(IBC Code) 적용대상의 모든 선박은 손상 및 비손상 복원성 요건을 만족시키고 있음을 검증 가능케 하는 복원성 적하지침기기(stability instrument)를 설치하여야 하며, 그러한 기기는 기구가 권고한 성능기준을 고려하여 우리 선급이 승인한 것이어야 한다. **【지침 참조】**
   (1) 2016년 1월 1일 전에 건조된 선박은 2016년 1월 1일 이후의 첫 계획된 정기검사 시까지, 그러나 늦어도 2021년 1월 1일 전에 이 요건을 충족하여야 한다.
   (2) 상기 (1)호의 요건에도 불구하고 2016년 1월 1일 전에 건조된 선박에 설치된 복원성기기는 손상 및 비손상 복원성 요건에 적합하고 우리선급이 인정하는 경우, 교체할 필요가 없다.
   (3) 우리선급이 인정하는 경우, 이 항의 요건을 면제할 수 있으며 이러한 면제는 IBC **적합증서**에 명기되어야 한다.
7. 6항의 적용대상 선박이 아닌 경우, 해당 선적국의 요건에 적합하여야 한다.

203. 건현갑판하의 선외배출관 【지침 참조】

1. 건현갑판하의 구역 또는 풍우밀문을 가진 건현갑판상의 선루 및 갑판실의 내부에서 외판의 외부로 통하는 배출관에 부착하는 밸브의 설비 및 제어방식은 국제만재흘수선조약에 적합한 것이어야 한다. 다만, 밸브가 다음에 한정된 경우는 제외한다.
   (1) 건현갑판 상방에서 유효하게 폐쇄할 수 있는 자동체크밸브 1개, 또는
   (2) 하기만재흘수선에서 배출관의 선내개구단까지의 수직거리가 0.01 L을 넘는 경우에는 유효한 폐쇄수단이 없는 2개의 자동체크밸브. 다만, 선내측의 밸브를 운항상태에서도 항상 검사를 위하여 접근할 수 있는 경우에 한한다.
2. 이 절의 적용상 **"하기만재흘수선"** 및 **"건현갑판"**이란 현행 국제만재흘수선 규정에 정의된 것을 말한다.
3. 1항의 (1)호 및 (2)호에서 규정하는 자동체크밸브는 인정하는 기준에 적합하여야 하며, 또한 209.의 생존요건 중의 침하, 종경사 및 횡경사를 가정하였을 경우에도 선내로의 물의 유입을 충분히 방지할 수 있는 것이어야 한다.

204. 적하상태

손상시의 생존능력은 예측되는 적하상태와 흘수 및 트림의 변화에 대해 우리 선급에 제출된 적하자료를 근거로 검토되어야 한다. 위험화학품 산적운반선이 규칙의 적용을 받는 화물을 운송하지 않는 경우 또는 규칙의 적용을 받는 화물의 잔류물만을 운송하는 경우에는 평형수적재상태를 고려할 필요가 없다.

205. 손상가정

1. 가정하는 손상의 최대범위는 다음에 따라야 한다.
   (1) 선측손상
      (가) 종방향의 범위 : 1/3 $L^{2/3}$ 또는 14.5 m중 작은 값
      (나) 횡방향의 범위 : $B/5$ 또는 11.5 m 중 작은 값,하기만재흘수선에 있어서 선측에서 내측으로 향하여 선체중심선에 직각으로 측정한다.
      (다) 수직방향의 범위 : 상방무제한, 선체중심선에서 선저외판의 형선(내면)으로부터 측정한다.
   (2) 선저손상 **【지침 참조】**

	선박의 전부수선에서 0.3 L의 범위	기타의 범위
(가) 종방향의 범위	1/3 $L^{2/3}$ 또는 14.5 m 중 작은 값	1/3 $L^{2/3}$ 또는 5 m 중 작은 값
(나) 횡방향의 범위	$B/6$ 또는 10 m 중 작은 값	$B/6$ 또는 5 m 중 작은 값
(다) 수직방향의 범위	$B/15$ 또는 6 m 중 작은 값 선체중심선에 있어서 선저외판의 내면에서 측정한다.(206.의 2항 참조)	$B/15$ 또는 6 m 중 작은 값 선체중심선에 있어서 선저외판의 내면에서 측정한다.(206.의 2항 참조)

2. **기타의 손상**
   1항에 의한 최대손상보다 작은 범위의 손상 쪽이 특히 엄한 상태를 일으키는 경우에는 이와 같은 손상을 고려하여야 한다.

206. 화물탱크의 위치 【지침 참조】

1. 화물탱크는 다음에서 정하는 거리보다 선내측에 배치하여야 한다.
   (1) I형 선박 : 선측외판에서 205.의 1항 (1)호 (나)에 규정하는 횡방향의 손상범위 이상, 선체중심선에 있어서 선저외판의 내면에서 205.의 1항 (2)호 (다)에 규정하는 수직방향의 손상범위 이상 및 모든 장소에 대하여 외판에서 760 mm 이상.
   이 요건은 탱크세정에 의하여 희석된 슬롭을 저장하는 탱크에는 적용하지 않는다.
   (2) II형 선박 : 선체중심선에 있어서 선저외판의 내면에서 205.의 1항 (2)호 (다)에 규정하는 수직방향의 손상범위 이상 및 모든 장소에 대하여 외판에서 760 mm 이상.
   이 요건은 탱크세정에 의하여 희석된 슬롭을 저장하는 탱크에는 적용하지 않는다.
   (3) III형 선박 : 규정하지 않는다.
2. I형 선박을 제외하고 화물탱크에 설치하는 흡입웰은 205.의 1항 (2)호 (다)에 규정하는 선저손상의 수직방향 범위에

돌출시켜도 좋다. 다만, 가능한 한 작게하여 내저판 하부로의 돌출이 이중저 깊이의 25 % 또는 350 mm 중 작은 값을 넘지 않는 경우에 한한다. 이중저가 없는 경우, 독립형탱크의 흡입웰의 선저손상의 상한 밑으로의 돌출은 350 mm를 넘어서는 아니 된다. 이 항에 따라 설치한 흡입웰은 손상에 의한 영향을 받는 구획실을 결정할 때 무시할 수 있다.

207. 침수의 가상

1. 209.의 규정은 선박의 설계특성, 손상구획실의 배치, 형상 및 적재물, 액체의 분포, 비중 및 자유표면효과와 모든 적하상태에 대한 흘수 및 트림을 고려한 계산에 따라 확인하여야 한다.
2. 손상을 받는 것으로 가정되는 구역의 침수율은 다음과 같이 하여야 한다.

구 역	침 수 율
저장용품 구역	0.60
거주설비가 있는 구역	0.95
기관이 있는 구역	0.85
보이드 스페이스	0.95
소비성 액체용 구역	0 ~ 0.95
기타 액체용 구역	0 ~ 0.95

3. 손상이 액체가 들어있는 탱크를 관통하는 경우, 내용액은 해당 구획실에서 완전히 유출하여 최종평형면까지 해수가 대신 들어간 것으로 가정하여야 한다.
4. 205.의 1항에 규정하는 손상최대범위내에 있고 208.의 1항에 규정하는 위치에 손상을 받은 것으로 고려되는 모든 수밀구획은 관통된 것으로 가정하여야 한다.
   205.의 2항에 규정하는 최대손상보다 작은 손상을 가정한 경우, 이보다 작은 손상의 위벽내에 존재하는 수밀구획 또는 수밀구획을 조합시킨 것만이 관통된 것으로 가정하여야 한다.
5. 선박은 유효하게 배치함으로써 비대칭 침수가 최소한도가 되도록 설계하여야 한다.
6. 밸브 또는 수평조정용 교차관과 같이 기계적인 보조기구에 의하여 평형장치를 부착한 경우, 209.의 요건에 만족시키기 위하여 횡경사각을 감소시키거나 잔존복원성의 최소범위를 달성하기 위하여 고려한 것이어서는 아니되며, 또한 평형화가 행하여지는 모든 단계에 있어서 충분한 잔존복원성이 유지될 수 있어야 한다. 단면적이 큰 덕트에 연결된 구획은 동일 구획으로 간주할 수 있다. **【지침 참조】**
7. 관, 덕트, 트렁크 또는 터널이 205.에 정하는 가정손상 범위내에 배치되어 있는 경우, 그들에 의해 각 손상상태에 대하여 침수한 것으로 가정한 구획 이외의 구획에까지 침수가 확산되지 않도록 배치하여야 한다.
8. 선측손상부 직상의 모든 상부구조물의 부력은 무시하여야 한다. 다만, 손상범위상의 상부구조물의 비침수 부분은 다음의 경우에 한하여 고려할 수 있다. **【지침 참조】**
   (1) 수밀구획에 의해 손상구역과 분리될 수 있고, 또한 이들 비손상구획이 209.의 3항의 요건에 적합한 것일 것.
   (2) 이와 같은 구획이 설치되어 있는 개구는 원격조작에 의해 폐쇄될 수 있고, 또한 모든 형식의 수밀문 및 보호되어 있지 않은 개구가 209.에 요구하는 잔존복원성의 최대범위 내에서 물에 잠기지 않을 것. 다만, 풍우밀에 폐쇄될 수 있는 기타의 개구는 물에 잠겨도 좋다.

208. 손상기준 【지침 참조】

1. 선박은 선박의 형식에 따라 다음의 기준에 의한 범위까지 207.의 침수 가상시 205.에 정하는 손상으로부터 생존할 수 있어야 한다.
   (1) I형 선박은 그 길이방향의 어느 부분에도 손상을 받은 것으로 가정하여야 한다.
   (2) L이 150 m를 넘는 II 형 선박은 그 길이방향의 어느 부분에도 손상을 받은 것으로 가정하여야 한다.
   (3) L이 150 m 이하의 II 형 선박은 선미에 배치된 기관구역을 구획한 격벽을 제외하고 그 길이방향의 어느 부분에도 손상을 받은 것으로 가정하여야 한다.
   (4) L이 225 m를 넘는 III 형 선박은 그 길이방향의 어느 부분에도 손상을 받은 것으로 가정하여야 한다.
   (5) L이 125 m 이상 225 m 이하의 3형 선박은 선미에 배치된 기관구역을 구획한 격벽을 제외하고 그 길이 방향의 어느 부분에도 손상을 받은 것으로 가정하여야 한다.

(6) L이 125 m 미만의 III형 선박은 선미에 배치된 기관구역을 포함한 손상을 제외하고 그 길이방향의 어느 부분에도 손상을 받은 것으로 가정하여야 한다. 다만, 기관구역의 침수에 대한 생존능력은 우리 선급이 정하는 바에 따른다.

2. 1항의 (3)호 및 (6)호의 해당요건을 모두 만족하지 않은 II형 선박 및 III형 선박중 소형선에 대하여는 우리 선급이 대체조치가 동등의 안전성을 보장할 수 있다고 인정하는 경우에 한하여 면제할 수 있다.

209. 생존요건 【지침 참조】

1. 이 규칙에 적용을 받은 선박은 205.의 손상가정에 대해 208.의 기준에 대하여 안정된 평형상태에서 생존될 수 있고, 또한 다음의 기준에 만족하여야 한다.

2. **모든 침수단계에 대한 경우**

(1) 선박의 침하, 횡경사 및 종경사를 고려한 침수단계에서 흘수선은 새로운 침수가 발생할 우려가 있는 모든 개구의 하단부보다 하방에 있어야 한다.
이와 같은 개구에는 공기관, 풍우밀문 또는 창구덮개에 의하여 폐쇄되는 개구도 포함하고, 또한 수밀맨홀덮개 및 수밀현창, 갑판과 고도의 건전성을 가진 소형의 수밀화물탱크 창구덮개, 원격조작식 수밀슬라이딩문 및 고정식 선측현창에 의해 폐쇄되는 개구는 제외할 수 있다.

(2) 비대칭 침수에 의한 최대횡경사각은 25°를 넘어서는 아니 된다. 다만, 갑판의 어느 부분도 물에 잠기지 않는 경우에는 그 각도를 30°까지 증가시킬 수 있다.

(3) 침수의 중간단계에서의 잔존복원성은 우리 선급이 인정하는 바에 따라야 한다. 다만, 이 복원성은 3항에서 요구하는 것보다 현저히 작아서는 아니 된다.

3. **침수 후 최종 평형시의 경우** *(2017)*

(1) 복원정곡선은 평형상태를 넘어 최저 20°의 복원범위를 갖고, 또한 20° 범위내에서 적어도 0.1 m의 최대잔존복원정을 가진 것이어야 한다. 이 범위내 곡선하의 면적은 0.0175 m·rad 이상이어야 한다. 비보호 개구는 해당구역이 침수한다고 가정하지 않을 경우에 이 범위 내에서 침수되어서는 아니 된다. 이 범위내에서 2항 (1)호에 규정한 모든 개구 및 풍우밀 폐쇄할 수 있는 기타 개구의 침수는 인정할 수 있다.

(2) 비상동력원은 작동할 수 있는 것이어야 한다.

제 3 절 선체배치

301. 화물지역의 격리 【지침 참조】

1. 별도로 규정하지 않는 한, 이 규칙의 적용을 받는 화물 또는 화물의 잔류물을 적재하는 탱크는 코퍼댐, 보이드 스페이스, 화물펌프실, 펌프실, 빈 탱크, 연료탱크 또는 기타의 유사한 구역에 의하여 거주구역, 업무구역, 기관구역, 음료수 및 식량창고와 격리되어야 한다.
2. 화물배관은 화물펌프실 또는 펌프실 이외의 거주구역, 업무구역 또는 기관구역을 통과하여서는 아니 된다.
3. 다른 화물, 잔류물 또는 혼합물과 위험반응을 일으키는 화물이나 화물의 잔류물 또는 화물에 포함된 혼합물은 다음에 따라야 한다.
   (1) 코퍼댐, 보이드 스페이스, 화물펌프실, 펌프실, 빈 탱크 또는 상호 반응을 일으키지 않는 화물을 적재한 탱크에 의하여 다른 화물로부터 격리되어야 한다.
   (2) 각각 독립된 펌프장치 및 관장치를 설치하여야 하고 터널내에 설치하는 경우를 제외하고 그들의 관장치는 위험한 반응을 일으키는 화물을 적재하는 다른 화물탱크내를 관통하여서는 아니된다.
   (3) 각각 독립된 탱크 통풍장치를 설치하여야 한다.
4. 화물 관장치나 화물 통풍관장치가 분리되어야 하는 경우, 설계 또는 작동법을 이용하여 분리할 수 있다. 이 작동법은 화물탱크 내에서 사용하지 아니하여야 하며, 다음 중 하나로 구성하여야 한다.
   (1) 분리 가능한 스풀피스 또는 밸브 및 배관끝단에 있는 맹판
   (2) 두 스펙터클플랜지 사이의 배관에서 누설을 감지할 수 있는 요건을 갖춘 연속 스펙터클플랜지
5. 이 규칙의 적용을 받는 화물은 선수창 또는 선미창내에 적재하여서는 아니 된다.

302. 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소 【지침 참조】

1. 거주구역, 업무구역 또는 제어장소는 SOLAS 개정협약 제II-2장 제4.5.1규칙에서 제4.5.2.4규칙에 만족하는 화물펌프실 리세스 또는 펌프실 리세스의 상방을 제외하고 화물지역 내에 배치되어서는 안 되며, 화물탱크 또는 화물슬롭탱크는 거주구역 전단의 후방에 배치되어서는 아니 된다.
2. 유해한 증기의 위험으로부터 보호하기 위하여 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소로 통하는 공기흡입구 및 개구의 위치에 대하여는 화물관장치 및 화물통풍장치와 관련하여 특별히 주의를 하여야 한다.
3. 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소로 통하는 출입구, 공기흡입구 및 개구는 화물지역에 면하여서는 안 된다. 이들은 화물지역에 면하지 않는 단부격벽 또는 화물지역에 면하는 선루 또는 갑판실의 측벽에서 적어도 $L/25$(다만, 적어도 3 m 이상) 이상 떨어진 거리에서 선루 또는 갑판실의 측벽에 설치하여야 한다. 다만, 이 거리는 5 m를 넘을 필요는 없다.
   화물제어장소 및 선용품실과 같이 거주구역, 업무구역 및 제어장소로 통하는 통로가 없는 구역으로 통하는 문을 설치할 수 있으나 이때에는 그 구역의 경계는 A-60급 구획으로 하여야 한다. 기기이동용 볼트붙이판은 상기의 범위내에 설치할 수 있다. 조타실의 문 및 창은 조타실이 신속하고 유효하게 가스 또는 증기를 차단시킬 수 있도록 설계되어 있는 경우에 한하여 상기의 범위내에 설치할 수 있다. 화물지역에 면하는 창 및 현창이나 상기 범위내에 있는 선루 및 갑판실의 측벽에 설치된 창 및 현창은 고정식(비개방식)이어야 한다. 주갑판상 제1층에 있는 이러한 현창에는 강 또는 이와 동등한 재료의 안덮개를 부착하여야 한다.

303. 화물펌프실 【지침 참조】

1. 화물펌프실은 다음과 같이 배치되어야 한다.
   (1) 모든 층계참 및 바닥에서 항상 자유로이 통행할 수 있을 것.
   (2) 요구되는 인신보호구를 착용한 사람이 화물을 취급하는데 필요한 모든 밸브에 쉽게 접근할 수 있을 것.
2. 부상자를 돌출한 장애물에 부딪치지 않고 구명줄로 끌어올릴 수 있는 항구적인 설비를 설치하여야 한다.
3. 모든 사다리 및 층계참에는 손잡이를 설치하여야 한다.
4. 통상 통행에 사용되는 사다리는 수직으로 설치되어서는 안 되며, 적절한 간격으로 층계참이 설치되어야 한다.
5. 화물펌프실에는 드레인 및 화물펌프나 밸브로부터 누설할 수 있는 화물을 처리할 수 있는 설비가 설치되어야 한다.
   화물펌프실용 빌지배출장치는 화물펌프실 외부에서 조작될 수 있어야 하며, 오염된 빌지 또는 탱크세정수를 수용하기 위한 1개 이상의 슬롭탱크가 설치되어야 한다. 육상의 수용설비에 오염된 액체를 이송하기 위하여 기준에 적합한 이음 또는 기타의 설비를 가진 육상시설 연결구가 비치되어야 한다.
6. 화물펌프의 토출측 압력계는 화물펌프실 밖에 부착되어야 한다.

7. 기관장치가 격벽 또는 갑판을 관통하는 축계에 의하여 구동되는 경우에는 격벽 또는 갑판의 관통부에 유효하게 윤활되는 기밀장치 또는 항구적으로 기밀을 확보할 수 있는 기타의 장치가 부착되어야 한다.

304. 화물지역 내에 있는 구역으로의 통행 【지침 참조】

1. **화물지역 내**의 코퍼댐, 평형수탱크, 화물탱크 및 기타의 장소로 통하는 통로는 개방갑판에서 직접 출입할 수 있도록 하여야 하며, 또한 이들의 완전한 검사를 행할 수 있도록 하여야 한다.
   이중저구획으로 통하는 통로는 통풍이 되는 것을 조건으로 화물펌프실, 펌프실, 디프 코퍼댐, 파이프터널 또는 이와 유사한 구획과 통하게 할 수 있다.
2. 수평의 개구, 창구 또는 맨홀을 통하여 통행하는 경우, 그 치수는 자장식 공기호흡구 및 보호복을 착용한 사람이 지장없이 사다리를 이용할 수 있고, 구역의 바닥에서 부상자를 쉽게 끌어올리기에 충분한 것이어야 한다. 개구의 최소치수는 600 mm× 600 mm 이상이어야 한다.
3. 구역의 길이 또는 너비방향의 통행을 위하여 수직의 개구 또는 맨홀을 통하여 통행하는 경우, 개구의 최소치수는 600 mm × 800 mm 이상이어야 하며, 바닥판 또는 기타의 발판이 설치되어 있지 않은 경우에는 개구의 위치는 바닥에서의 높이가 600 mm를 넘어서는 아니 된다.
4. 개구를 통과할 수 있거나 부상자를 이동시킬 수 있다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 특별한 경우에 한하여 치수를 경감할 수 있다.

305. 빌지 및 평형수설비 【지침 참조】

1. 평형수전용탱크에 사용되는 펌프, 평형수관, 통풍관 및 기타 유사한 장치는 화물탱크에 사용되는 유사한 장치 및 화물탱크 자체로부터 독립되어야 한다. 화물탱크에 인접하는 평형수전용탱크의 배출설비는 기관구역 및 거주구역밖에 설치하여야 한다. 주입설비는 탱크갑판 위치에서 주입하고 체크밸브를 설치하는 경우 기관구역 내에 설치할 수 있다.
2. 화물탱크에의 평형수 주입은 평형수전용탱크용 펌프를 사용하여 갑판위치에서 행할 수 있다. 다만, 그 주입관에는 화물탱크 또는 화물관과의 고정연결관이 설치되어서는 안 되며 체크밸브가 설치되어야 한다.
3. 보이드 스페이스, 이중저탱크 및 평형수탱크가 화물 또는 화물의 잔류물을 적재하는 탱크와 이중의 격벽으로 분리되어 있는 경우를 제외하고 화물펌프실, 펌프실, 보이드 스페이스, 슬롭탱크, 이중저탱크 및 이들과 유사한 장소의 빌지 배출설비는 완전히 화물지역 내에 설치하여야 한다.

306. 펌프 및 관의 식별 【지침 참조】

펌프, 밸브 및 관에는 그 용도 및 탱크를 식별할 수 있도록 표시를 하여야 한다.

307. 선수미 하역설비 【지침 참조】

1. 선수 또는 선미에 하역용 화물배관을 부착할 수 있으며 이동식 설비는 인정되지 않는다.
2. 선수 또는 선미하역관은 I형 선박으로 운송하도록 요구되는 화물의 이송에 사용하여서는 안 된다. 선수 또는 선미하역관은 우리 선급이 특별히 인정하는 경우를 제외하고 1512.의 1항 규정에 적합하도록 요구되는 유독증기를 발생하는 화물의 이송에 사용되어서는 안 된다.
3. 501.의 규정에 추가하여 다음에 정하는 바에 따라야 한다.
   (1) 화물지역 밖의 배관은 개방갑판상에서 선측에서부터 내측으로 적어도 760 mm 떨어진 곳에 부착되어야 한다. 이들 배관은 화물지역 내의 화물관장치와의 접속부에서 명확히 식별될 수 있도록 하고 차단밸브가 부착되어야 한다. 또한 이 위치에서 관장치가 사용되지 않은 경우 스풀피스 및 맹플랜지에 의하여 분리될 수 있도록 하여야 한다.
   (2) 육상시설 연결구에는 차단밸브 및 맹플랜지를 부착하여야 한다.
   (3) 배관은 충분히 용입한 맞대기이음으로 하고 방사선시험을 하여야 한다. 배관에서의 플랜지이음은 화물지역 내 및 육상시설 연결구에 한하여 인정되어야 한다.
   (4) (1)호에 규정하는 접속부에는 배수처리가 가능한 충분한 용량의 물받이와 비산방호용 덮개를 설치하여야 한다.
   (5) 배관은 화물지역 및 가능한 한 화물탱크내로 자체배수될 수 있어야 하며 배관내의 드레인을 빼기 위한 대체설비를 인정할 수 있다.
   (6) 이와 같은 배관은 사용 후에 퍼징하고 사용하지 않을 때에는 가스가 없는 안전한 상태로 유지될 수 있도록 배치되어야 하며 퍼징을 위한 배기용 통풍관은 화물지역 내에 설치되어야 한다. 배관에 대한 관련 접속부에는 차단밸브 및 맹플랜지가 설치되어야 한다.

4. 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소로 통하는 출입구, 공기흡입구 및 개구는 선수 및 선미하역설비의 화물육상시설 연결개소에 면하여서는 아니 된다. 이들은 선루 또는 갑판실의 외측에 있어서 선수 또는 선미하역설비의 화물육상시설 연결개소에 면하는 갑판실단부에서 적어도 L의 4 %(다만, 적어도 3 m 이상) 떨어진 거리에 배치되어야 한다. 다만, 이 거리는 5 m를 넘을 필요는 없다. 육상시설 연결개소에 면하는 현창 및 상기의 거리 내에 있는 선루 또는 갑판실 측면의 현창은 고정식(비개폐식)이어야 한다. 뿐만 아니라 선수미 하역설비를 사용하는 동안에는 사용 중인 선수미 하역설비가 있는 선루 또는 갑판실 측면의 모든 출입구, 현창 및 기타의 개구를 폐쇄하여야 한다. 소형선박에 있어서 302.의 3항 및 이 항에 적합하게 할 수 없는 경우에는 우리 선급은 상기 요건의 완화를 인정할 수 있다.
5. 307.의 4항에 규정되어 있지 않은 폐위구역의 공기관 및 기타의 개구는 파열된 호스 또는 연결구로부터의 비산으로부터 방호될 수 있어야 한다.
6. 탈출통로는 307.의 7항 규정에 의하여 요구되는 코밍내 또는 코밍을 넘어 3 m 거리 내에서 끝나게 하여서는 아니 된다.
7. 갑판상에 누설된 화물을 유지하고 거주구역이나 업무구역으로 들어가지 않게 하기 위하여 적절한 높이의 연속코밍을 부착하여야 한다.
8. 307.의 7항 규정에서 요구되는 코밍내 또는 코밍을 넘어 3 m 거리 내에 있는 전기설비는 10절의 규정에 만족하여야 한다.
9. 선수 또는 선미하역장소용의 소화설비는 1103.의 16항 규정에 만족하여야 한다.
10. 화물제어장소 및 화물육상 연결개소에는 필요에 따라 통신수단을 비치하여야 하고 그것은 안전성이 보증된 것이어야 한다. 화물육상시설 연결개소에서 화물펌프를 원격차단할 수 있는 장치가 설치되어야 한다.

제 4 절 화물격납설비

401. 정의

1. **"독립형탱크"** 라 함은 선각구조에 연속되지 아니하는 화물격납설비를 말한다. 독립형탱크는 인접한 선각구조에 미치는 압력 또는 운동에 의하여 야기되는 응력을 가능한 한 제거(또는 어떠한 경우에도 최소한으로 함)하도록 건조되고 거치되도록 하여야 한다. 독립형탱크는 선각구조를 형성하는 필수적인 부분은 아니다.
2. **"일체형탱크"** 라 함은 선각의 일부를 구성하는 화물격납설비로서 동일하중에 의하여 연속된 선각구조와 동일한 응력을 받는 것을 말하며 통상 선각구조를 형성하는 필수적인 부분이다.
3. **"중력식 탱크"** 라 함은 탱크 최상부에 있어서 0.07 MPa 게이지압을 넘지 않는 설계압력을 가진 탱크를 말한다. 중력식 탱크는 독립형 또는 일체형으로 할 수 있으며 화물의 수송온도 및 비중을 고려하여 인정하는 기준에 따라 건조하고 시험하여야 한다.
4. **"압력식 탱크"** 라 함은 0.07 MPa 게이지압을 넘는 설계압력을 가진 탱크를 말한다. 압력식 탱크는 독립형이어야 하며 인정하는 기준에 따라 압력용기 설계방식을 적용한 형상이어야 한다.

402. 각각의 화물에 대한 탱크형식의 요건

각각의 화물에 대한 탱크형식의 거치 및 설계요건은 **17절**의 표중 f란에 따른다.

제 5 절 화물의 이송

501. 관의 치수

1. 4항에 규정하는 조건을 만족하기 위하여 관의 두께(t)는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}} \quad (\text{mm})$$

t_0 : 이론상 두께

$$t_0 = \frac{P \cdot D}{2K \cdot e + P} \quad (\text{mm})$$

P : 2항에서 규정하는 설계압력 (MPa)

D : 바깥지름 (mm)

K : 5항에서 규정하는 허용응력 (N/mm^2)

e : 이음효율.

1.0 --- ① 이음매 없는 관

② 이음매 없는 관과 동등하다고 인정되는 종이음매 또는 나선형이음매 용접관으로서 제조법 승인을 받은 제조자가 공급하고 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 비파괴검사를 실시한 경우

1.0 미만 --- 기타의 경우. 제조법에 따라 우리 선급이 인정하는 기준에 따른다.

b : 굽힘가공에 대한 예비두께(mm). 굽힘부분에 대하여 계산한 응력이 내압만을 고려한 허용응력을 넘지 않도록 b값을 결정하여야 한다. 이와 같은 판단을 할 수 없는 경우에는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = \frac{D \cdot t_0}{2.5r} \quad (\text{mm})$$

r : 평균 곡률반지름 (mm)

c : 부식예비두께 (mm). 부식 또는 침식할 우려가 있는 경우, 관의 두께는 다른 설계요건에 의하여 요구되는 것보다 증가시켜야 한다.

a : 두께에 대한 마이너스 제작공차 (%)

2. 1항의 규정에서 t_0의 식 중 설계압력 P 는 장치에 사용되는 도출밸브의 최대설정압력도 포함하여 장치가 가동중에 받을 가능성이 있는 최대 게이지압으로 한다.

3. 도출밸브에 의하여 보호되지 않는 경우, 또는 도출밸브가 없는 배관 및 관장치는 적어도 다음의 압력 중 최대의 것으로 설계하여야 한다.

(1) 액체를 포함할 가능성이 있는 관장치 또는 구성부품에 대하여는 45 °C에 있어서의 포화증기압

(2) 접속된 펌프의 토출측에 설치된 도출밸브의 설정압력

(3) 펌프의 토출측에 도출밸브가 설치되어 있지 않는 경우에는 접속된 펌프의 토출구에서 발생되는 최대총수두

4. 설계압력은 1.0 MPa 게이지압 이상이어야 한다. 다만, 단부가 개방된 관장치에 있어서는 0.5 MPa 게이지압 이상으로 하여야 한다.

5. 1항에서 규정하는 t_0에 대한 공식에 사용하는 허용응력은 다음 중 작은 것으로 한다.

R_m/A 또는 R_e/B

R_m : 주위온도에서 규격최소인장강도 (N/mm^2)

R_e : 주위온도에서 규격최소항복강도 (N/mm^2)
응력-변형율선도에 명확한 항복강도가 표시되지 않는 경우, 0.2 %내력을 사용한다.

A 및 B : 적어도 다음의 값 이상이어야 한다.
$A = 2.7,\ B = 1.8$

6. (1) 최소 관두께는 인정하는 기준에 따라야 한다. **【지침 참조】**

(2) 관 및 관내 유체의 무게와 지지물, 선박의 변형 또는 기타 요인으로부터 부가되는 하중에 의한 관의 손상, 파손,

과도한 처짐 또는 좌굴을 방지하기 위하여 기계적인 강도가 필요한 경우, 관두께는 1항에서 규정하는 것보다 두껍게 하여야 한다. 두께를 증가시키는 것이 실행 불가능하거나 과도한 국부응력을 야기하는 경우, 다른 설계방법을 이용하여 그러한 하중을 감소 또는 제거하거나 부가하중이 작용하지 않도록 하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 플랜지, 밸브 및 기타의 부착품은 2항에서 규정하는 설계압력을 고려하여 인정하는 기준에 적합한 것이어야 한다. **【지침 참조】**

(4) 플랜지의 치수기준이 적용되지 않는 플랜지에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

502. 관의 조립 및 이음상세

1. 이 규정은 화물탱크의 내부 및 외부의 관에 적용한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 규격에 따를 경우, 다른 화물탱크에 접속된 화물관을 제외한 개방단을 가진 관 및 화물탱크 내의 관에 대하여는 이 요건을 완화하여 적용할 수 있다.
2. 화물관은 다음의 경우를 제외하고 용접이음으로 하여야 한다. **【지침 참조】**
   (1) 차단밸브 및 신축이음에 대하여 승인된 이음
   (2) 우리 선급에서 특별히 인정하는 기타의 예외적인 경우
3. 플랜지를 사용하지 않는 관의 직접연결에서는 다음 사항을 고려하여야 한다.
   (1) 완전용입 맞대기용접 이음은 모든 경우에 사용할 수 있다. **【지침 참조】**
   (2) 슬리브붙이 끼워넣기 용접이음 및 인정하는 기준에 따른 치수를 가진 유사한 용접이음은 바깥지름이 50 mm 이하인 경우에 한하여 사용할 수 있다. 이 형식의 이음은 균열부식을 일으킬 우려가 있는 경우에는 사용하여서는 아니 된다.
   (3) 인정하는 기준에 따른 나사박이식 이음은 바깥지름이 25 mm 이하인 부속관장치 및 측정관장치에 한하여 사용될 수 있다.
4. 관장치에 신축이음을 사용하는 경우, 원칙적으로 신축루프 또는 신축벤드는 허용된다.
   (1) 인정하는 기준에 따른 벨로스형은 인정할 수 있다. **【지침 참조】**
   (2) 슬립이음은 사용되어서는 아니 된다.
5. 용접, 용접 후의 열처리 및 비파괴검사은 승인된 기준에 따라 실시하여야 한다.

503. 플랜지이음

1. 플랜지는 맞대기, 끼워넣기 또는 소켓용접형으로 하여야 한다. 다만, 소켓용접형 플랜지는 호칭지름이 50 mm를 넘는 것에 사용하여서는 아니 된다.
2. 플랜지는 그 형식, 제조 및 시험에 대하여 인정하는 기준에 적합한 것이어야 한다. **【지침 참조】**

504. 관에 대한 시험요건 【지침 참조】

1. 이 규정의 시험요건은 화물탱크의 내부 및 외부의 관에 적용한다(비파괴 및 기타 시험은 지침참조). 다만, 우리 선급이 인정하는 규격에 따를 경우, 화물탱크 내의 관 및 개구단관에 대하여는 이 규정을 완화하여 적용할 수 있다.
2. 조립 후 각각의 화물 관장치는 적어도 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 관장치 또는 관장치의 일부분에 모든 부착품을 갖춘 상태로 제작되는 경우에는 선박에 설치하기 전에 수압시험을 할 수 있다. 선내에서 용접되는 이음은 적어도 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.
3. 각각의 화물관장치는 선내에 설치한 후 사용상태에 따른 압력으로 누설시험을 하여야 한다.

505. 배관

1. 손상으로부터 보호하기 위하여 요구되는 간격(206. 참조)이 유지되는 경우를 제외하고 화물관은 화물격납구역의 외벽과 선박의 외판과의 사이의 갑판 하에 설치되어서는 아니 된다. 다만, 검사를 위하여 요구되는 공간이 유지되는 것을 조건으로 관의 손상이 화물의 유출을 야기시키지 않는 경우에는 그 거리를 감할 수 있다.
2. 주갑판하에 배치되는 화물관은 접속되는 화물탱크 내에 노출갑판 상에서 조작 가능한 스톱밸브를 부착하고 배관이 손상되어도 화물 상호간에 위험한 반응을 일으키지 않는 경우, 화물탱크, 평형수탱크, 빈 탱크, 펌프실 또는 화물펌프실과 길이방향 또는 횡방향으로 인접하는 공통의 탱크격벽 또는 위벽을 관통하여 배관할 수 있다. 예외로써 화물탱크가 화물펌프실에 인접하는 경우에는 격벽에 부착하는 밸브와 화물펌프와의 사이에 1개의 추가 밸브를 설치하는 조건으로 노출갑판 상에서 조작 가능한 스톱밸브를 화물펌프실측의 탱크격벽에 부착할 수 있다. 다만, 밸브가 다음의 요건

을 만족하는 경우에 한하여 화물탱크의 외측에 부착된 완전밀폐형 유압작동밸브를 인정할 수 있다. **【지침 참조】**

(1) 누설의 위험성을 방지하도록 설계되어 있을 것
(2) 접속되는 화물탱크의 격벽에 부착할 것
(3) 기계적인 손상에 대하여 적절히 보호되어 있을 것
(4) 손상으로부터 보호하기 위하여 요구되는 거리만큼 외판에서 떨어진 곳에 부착할 것
(5) 노출갑판에서 조작할 수 있을 것

3. 1개의 화물펌프가 2개 이상의 화물탱크에 사용되는 경우에는 화물펌프실내에 각 탱크로 통하는 관에 스톱밸브를 부착하여야 한다.
4. 파이프터널내에 설치하는 화물배관은 1항 및 2항에 규정하는 요건에 만족하여야 한다. 파이프터널은 구조, 위치 및 통풍에 대하여는 탱크의 요건 및 전기적인 위험성에 대한 요건을 만족하여야 한다. 관이 손상된 경우, 화물의 상호반응이 일어나지 아니하도록 하여야 하며, 노출갑판 및 화물펌프실 또는 펌프실에 이르는 개구 이외에는 어떠한 개구도 설치하여서는 아니 된다.
5. 격벽을 관통하는 화물배관은 격벽에 과대한 응력이 발생하지 않도록 배치하여야 하며 격벽을 관통하는 볼트조임식 플랜지의 사용은 인정하지 아니한다.

506. 화물이송 제어장치

1. 화물을 적절히 제어하기 위하여 화물이송장치는 다음의 요건을 만족하여야 한다. **【지침 참조】**

(1) 각 화물탱크의 주입 및 배출관장치에는 탱크 관통부 부근에 위치하는 수동으로 조작 가능한 1개의 스톱밸브. 다만, 각 화물탱크내의 화물을 배출하기 위하여 전용의 디프웰펌프를 사용할 경우에는 해당 탱크의 배출관장치에 스톱밸브를 설치하지 않아도 좋다.
(2) 각 화물용호스 접속부에 1개의 스톱밸브
(3) 모든 화물펌프 및 유사한 장치의 원격차단장치

2. 이 장의 적용을 받는 화물의 이송 또는 수송에 필요한 제어장치는 규칙에서 별도로 정하는 화물펌프실내의 것을 제외하고 노출갑판하에 설치하여서는 아니 된다.
3. 특정의 화물에 대한 화물이송 제어장치의 추가요건은 **17절**의 표중 o란에 따른다.

507. 선박용 화물호스

1. 화물이송에 사용되는 액체 및 증기용 호스는 화물에 적합하고, 또한 화물의 온도에 적합한 것이어야 한다.
【지침 참조】
2. 탱크압력 또는 펌프의 토출압력을 받는 호스는 화물 이송중에 호스가 받는 최대압력의 5배 이상의 파열압력으로 설계하여야 한다.
3. 2002년 7월 1일 이후 비치되는 단부 부착품이 완비된 새로운 형식의 화물호스는, 표준 대기온도에서 0부터 계획최대사용압력 2배 이상의 200회 압력사이클로 형식승인시험을 하여야 한다. 이 반복압력시험을 완료한 후 최악의 사용온도에서 파열압력이 계획최대사용압력의 5배 이상임이 입증되어야 한다. 형식시험에 사용한 호스는 화물하역에 사용하여서는 아니 된다. 그 후 제조된 동형식의 각 화물호스는 실제 사용하기 전에 대기온도에서 계획최대사용압력의 1.5배 이상의 압력(다만, 그 파열압력의 2/5배 이하로 한다)으로 수압시험을 하여야 한다. 호스에는 시험일, 계획최대사용압력 및 대기온도 이외에서 사용하는 경우에는 사용 가능한 최대 및 최저사용온도를 스텐실로 기입하거나 기타의 방법으로 표시하여야 한다. 계획최대사용압력은 1.0 MPa 게이지압 이상이어야 한다.

508. 화물 및 평형수 통합구동장치

제어장치 및 안전장치를 포함하여, 화물 및 평형수펌프 양쪽을 구동하기 위하여 사용되는 통합된 유압 및/또는 전기장치(이하, 「통합구동장치」라 한다)의 비상 정지장치 및 제어장치는 다음에 적합하여야 한다.

1. 통합구동장치의 비상 정지장치는 제어장치로부터 독립되어야 한다. 비상 정지장치 또는 제어장치 중 한 장치의 고장으로 통합구동장치가 운전불능이 되어서는 아니 된다.
2. 화물펌프의 수동 비상 정지장치는 평형수펌프의 유압원이 정지되지 않도록 배치하여야 한다.
3. 제어장치에는 백업 전원이 공급되어야 하며, 백업 전원은 주배전반으로부터 2중 회로로 급전할 수 있다. 또한 어느 한 동력공급이 정지된 경우 제어반이 설치된 각 장소에 가시·가청의 경보를 발하여야 한다.
4. 자동 또는 원격제어장치의 고장시에도 통합구동장치의 운전이 가능하도록 제어장치 내에 수동 오버라이딩장치 또는 2중의 제어장치가 설치되어야 한다.

제 6 절 구조재료

601. 일반사항

1. 탱크 및 관련 배관, 펌프, 밸브, 벤트장치 및 이들의 이음에 사용되는 구조재료는 실제로 화물을 운송할 때의 온도 및 압력에 대하여 인정하는 기준에 적합한 것이어야 한다. 강은 통상의 구조재료로 본다.
2. 조선소는 선박 운항자나 또는 선장에게 적합성 정보를 제공할 책임이 있다. 이는 선박 인도전이거나 또는 건조 재료와 관련된 변경을 완료시 적절한 방법으로 이행되어야 한다.
3. 구조 부재를 선정할 때에는 필요에 따라 다음 사항을 고려하여야 한다.
   (1) 사용 온도에서의 노치인성
   (2) 화물의 부식작용
   (3) 화물과 구조 재료의 반응성
   (4) 라이닝의 적합성
4. 화물의 화주는 선박의 운항자나 또는 선장에게 적합성 정보를 제공할 책임이 있다. 이는 제품 전달 전에 적절한 방법으로 이행되어야 한다. 그 화물은 다음과 같이 건조 재질에 적합하도록 한다.
   (1) 건조 재료 건전성에서 어떠한 손상이 생기지 아니한다.
   (2) 어떠한 위험이나 잠재된 반응위험을 발생하지 아니한다.
5. 제품을 평가하기 위해 IMO로 제출할 때 1항에서 정한 재료를 포함하는 화물과 적합성을 특별요건으로 하는 경우 BLG 제품자료보고서로 필요한 제작 재료에 대한 정보를 제공하여야 한다. 이 요건을 15절에서 반영하여야 하고 17절 o란에 계속해서 언급하여야 한다. 만약 특별 요건이 필요하지 아니하더라도 이 보고서에 표시하여야 한다. 제품 생산자는 정확한 정보를 제공할 책임이 있다.

제 7 절 화물의 온도제어

701. 일반사항 【지침 참조】

1. 화물의 가열 또는 냉각장치를 설치하는 경우 우리 선급에서 인정하는 바에 따라 제조, 부착 및 시험을 하여야 한다. 온도제어장치에 사용되는 구조재료는 운송하는 화물에 사용하기에 적합한 것이어야 한다.
2. 가열 또는 냉각용 매체는 특정의 화물에 한하여 그의 사용을 승인 받은 것이어야 한다. 화물의 국부적인 과열 또는 과냉각으로 인한 위험한 반응을 방지하기 위하여 가열코일 또는 덕트의 표면온도를 고려하여야 한다(1513.의 6항 참조).
3. 가열 또는 냉각장치에는 각 탱크마다 장치를 분리하고 매체의 흐름을 수동으로 제어할 수 있는 밸브를 설치하여야 한다.
4. 화물탱크가 빈 상태인 경우를 제외하고 가열 또는 냉각장치에는 장치내의 압력이 탱크내의 화물에 의하여 받는 최대 압력보다 높은 압력으로 유지될 수 있는 수단을 강구하여야 한다.
5. 화물의 온도를 계측하기 위한 장치를 설치하여야 한다.
   (1) 화물온도를 계측하기 위한 장치는 17절의 표 중 j란의 각각의 화물에 대하여 제한형 또는 밀폐형 계측장치가 요구되는 경우에는 각각 제한형 또는 밀폐형으로 하여야 한다.
   (2) 제한형 온도계측장치란 1301.의 1항 (2)호에서 규정하는 제한형 계측장치의 정의에 따른다(예 : 제한형 계측관내에 달아 맨 휴대용 온도계).
   (3) 밀폐형 온도계측장치란 1301.의 1항 (3)호에서 규정하는 밀폐형 계측장치의 정의에 따른다(예 : 온도감지부를 탱크내에 설치한 원격표시식 온도계).
   (4) 과열 또는 과냉각으로 위험한 상태가 발생할 수 있는 경우에는 화물온도를 감시하는 경보장치를 설치하여야 한다(1606.의 작업요건 참조).
6. 17절의 표중 o란에 1512., 1512.의 1항 또는 1512.의 3항이 게기되어 있는 화물을 가열 또는 냉각하는 경우, 가열 또는 냉각매체는 다음의 순환경로내에서 작용하여야 한다.
   (1) 선박의 다른 용도와 독립된 순환경로 (다른 화물의 가열 또는 냉각장치에 사용하는 경우는 제외한다) 및 기관구역에 유입되지 않는 순환경로
   (2) 유독화물을 운송하는 탱크의 외측에 있는 순환경로, 또는
   (3) 선박의 다른 용도 또는 기관구역으로 재순환하기 전에 화물의 혼입여부을 확인하기 위하여 매체에서 샘플을 채취하는 경우. 화물지역 내에 시료채취설비를 설치하여야 하며 가열 또는 냉각되는 모든 유독화물의 혼입여부를 검출할 수 있어야 한다. 이 방법을 이용하는 경우, 환류관은 유독화물의 가열 또는 냉각을 개시할 때 뿐만 아니라 가열 또는 냉각을 하지 않는 유독화물을 운송한 후 코일을 최초로 사용하는 경우에도 시험을 하여야 한다.

702. 추가조건

특정의 화물에 대한 15절에서 규정하는 추가요건은 17절의 표 중 o란에 따른다.

제 8 절 화물탱크 벤트 및 가스프리장치

801. 적용

1. 이 절은 별도 규정이 없는 한 1994년 1월 1일 이후에 건조된 선박에 적용한다.
2. 1994년 1월 1일 이전에 건조된 선박은 그 날짜 이전에 유효한 그 규정의 요건을 만족하여야 한다.
3. 1986년 7월 1일 이후 1994년 1월 1일 전에 건조된 선박이 당시 적용 규칙의 요건에 적합할 경우에는 SOLAS 개정 협약 제II-2장 제4.5.3규칙, 제4.5.6규칙, 제 4.5.8규칙, 제4.5.10규칙, 제11.6규칙에 적합한 것으로 간주할 수 있다.
4. 이 규칙의 적용을 받는 선박에 대하여는 SOLAS 개정 협약 제II-2장 제4.5.3규칙(화물탱크 통풍), 제4.5.6규칙(불활성화, 퍼징 및 가스프리) 및 제16.3.2규칙(화물탱크 퍼징 및 가스프리 절차)은 이 절로써 대체 적용한다.
5. 1986년 7월 1일 이후 2002년 7월 1일 이전에 건조된 선박은 803의. 3을 만족하여야 한다. 다만 총톤수 500톤 미만인 경우에는 이 요건을 경감할 수 있다.

802. 화물탱크 벤트장치

1. 모든 화물탱크에는 운송하는 화물에 적합한 벤트장치를 설치하여야 하며 이들 장치는 선박의 모든 다른 구획의 공기관장치 및 벤트장치로부터 독립하여야 한다. 탱크 벤트장치는 화물증기가 갑판부근에 축적되거나 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소에 유입될 가능성을 최소로 할 수 있도록 설계하여야 하며 인화성 증기의 경우에는 발화원을 포함하는 구역 또는 지역에 인화성증기가 유입 또는 모일 가능성을 최소로 할 수 있도록 설계하여야 한다. 탱크 벤트장치는 화물탱크로 물이 유입되는 것을 방지할 수 있도록 배치하여야 하며 이와 동시에 배기구는 증기의 흐름을 방해하지 않으면서 증기를 상방으로 분출되도록 하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 벤트장치는 각 화물탱크의 상부에 연결되어야 하며 실행 가능한 한 화물 벤트관은 정상적인 운항조건에서의 횡경사 및 트림에서도 그 화물탱크로 드레인을 배출하여야 한다. PV밸브(압력/진공밸브)보다 높은 위치에 있는 벤트장치를 드레인할 필요가 있는 경우에는 뚜껑이 씌워져 있거나 플러그로 된 드레인콕을 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 모든 탱크의 액체 수두가 해당 탱크의 설계 수두를 넘지 않도록 보장하는 설비를 하여야 한다. 이를 위하여 계측 및 탱크주입절차와 함께 적절한 고액면 경보장치, 넘침제어장치 또는 스필밸브를 사용하는 것을 인정할 수 있다. 화물탱크의 과압을 제한하는 수단으로 자동차단밸브를 설치하는 경우, 이 밸브는 1519.의 규정에 적합한 것이어야 한다. **【지침 참조】**
4. 탱크 벤트장치는 적하 또는 양하 도중에 화물탱크내에서 생성된 압력 또는 진공상태가 탱크의 설계파라미터를 넘지 아니하도록 설계되고 작동되도록 하여야 한다. 탱크 벤트장치의 크기를 결정하는 주요 요소는 다음과 같다.
   【지침 참조】
   (1) 설계 적하 및 양하율
   (2) 적하중 가스발생 : 이것은 최소한 1.25를 최대적하율에 곱하여 고려한다.
   (3) 화물증기 혼합물의 밀도
   (4) 벤트관, 밸브 및 부착품의 압력손실
   (5) 도출장치의 압력/진공 설정치
5. 이 장에 규정된 특수한 화물을 취급하기 위한 내식성재료를 사용한 탱크 또는 라이닝되거나 도장된 화물탱크에 접속되는 탱크 벤트관장치는 화물탱크와 동등한 내식성재료이거나 라이닝 또는 도장되어야 한다.
6. 벤트장치의 설계와 관련된 각 탱크 또는 탱크군의 최대 허용 적하율 및 양하율을 선장에게 제공하여야 한다.

803. 탱크 벤트장치의 형식

1. 개방식 탱크 벤트장치라 함은 통상 사용상태에 있어서는 마찰저항 이외의 저항이 없고 화물증기의 출입이 방해받지 않는 것을 말한다. 개방식 벤트장치는 각 탱크마다 독립의 벤트를 설치하거나 화물의 격리를 고려하여 그러한 독립의 벤트를 하나 또는 몇 개의 공통헤더로 통합할 수 있다. 다만, 어떠한 경우에도 각각의 벤트 및 헤더에는 차단밸브를 부착하여서는 아니 된다. **【지침 참조】**
2. 제어식 탱크 벤트장치라 함은 탱크내의 과압 또는 부압을 제한하기 위하여 각 탱크에 압력도출밸브와 진공도출밸브 또는 PV밸브(압력/진공밸브)가 설치되는 장치를 말한다. 제어식 벤트장치는 각 탱크마다 독립의 벤트를 설치하거나 화물의 격리를 고려하여 그러한 독립의 벤트 과압측에 한하여 하나 또는 몇 개의 공통헤더로 통합할 수 있다. 어떠한 경우에도 압력도출밸브 또는 진공도출밸브 혹은 PV밸브의 전후에 차단밸브를 부착하여서는 아니 된다. 다만, 6항의 요건이 유지되고 그 밸브가 바이패스되고 있는지 여부를 표시하는 적절한 표식이 있는 것을 조건으로 특정 작동상태하에서 압력도출밸브 또는 진공도출밸브 혹은 PV밸브를 바이패스할 수 있는 장치를 설치할 수 있다. **【지침 참조】**

3. 제어식 탱크 벤트장치는 어느 하나의 수단이 고장인 경우에도 과압 및 부압을 방지할 수 있도록 증기의 완전한 배출을 가능하게 하는 1차 및 2차의 수단으로 구성되어야 한다. 2차 수단의 대체방법으로 각 탱크에는 화물제어실 또는 통상적으로 화물작업이 이루어지는 장소에 감시장치를 갖추고 있는 압력센서를 설치할 수 있다. 그러한 감시장치는 탱크 내의 과압 또는 부압을 탐지한 경우에 작동되는 경보기능을 갖추고 있어야 한다.
4. 제어식 탱크 벤트장치의 배기구의 위치는 다음과 같이 설치되어야 한다.
   (1) 노출갑판상 6 m 이상의 상방 또는 돌출된 보행로의 4 m 이내에 있는 경우, 돌출된 보행로상 6 m 이상 상방에 배치하여야 한다. **【지침 참조】**
   (2) 거주구역, 업무구역 및 기관구역의 가장 가까운 공기흡입구 또는 개구와 발화원으로부터 수평거리로 10 m 이상 떨어진 곳에 배치하여야 한다.
5. 4항 (1)호에 언급된 배기구의 높이는 증기와 공기의 혼합기체를 적어도 30 m/s의 속도로써 지장없이 상방으로 분출할 수 있는 우리 선급이 승인한 형식의 고속배기밸브가 부착되어 있는 경우, 갑판상 또는 돌출된 보행로상 3 m 까지 낮게 할 수 있다. **【지침 참조】**
6. 인화점이 60 °C 이하인 화물(밀폐용기시험)용 탱크에 설치된 제어식 탱크 벤트장치는 화물탱크로 화염이 침입하는 것을 방지하기 위한 장치를 설치하여야 한다. 이 장치의 설계, 시험 및 위치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
7. 벤트장치를 설계하는 경우 및 벤트장치와 조합하여 불꽃의 유입을 방지하기 위한 장치를 선택하는 경우에는 화물증기의 결빙, 중합체의 생성, 대기 중의 먼지 또는 악천후에서의 결빙으로 인하여 이들 장치 및 부착품이 막힐 가능성을 고려하여야 한다. 이와 관련하여 플레임어레스터 및 플레임스크린은 막히기 쉽다는 것에 유의하여야 하며 이들 장치 및 부착품을 적절히 검사하고, 운전상태를 점검하며, 청소 또는 교환할 수 있는 설비를 갖추어야 한다. **【지침 참조】**
8. 벤트관장치에서의 차단밸브의 사용에 대한 1항 및 2항의 규정은 스펙터클 맹플랜지 및 맹플랜지를 포함한 기타 모든 정지수단에도 적용하는 것으로 해석하여야 한다.

804. 각각의 화물에 대한 벤트요건

각각의 화물에 대한 벤트요건은 17절의 표중 g란 및 o란에 따른다.

805. 화물탱크 퍼징

가스프리 작업 전에 1101.의 1항에 따라 불활성화 작업이 요구되는 경우, 화물탱크는 불활성가스로 퍼징되어야 하며 체적이 가장 큰 3개의 화물탱크에 불활성가스를 동시에 공급하더라도 배출속도가 최소 20 m/s를 유지하여야 한다. 배출개구는 갑판으로부터 2 m 이상 상방에 설치하여야 한다. 퍼징은 탄화수소 및 가연성 가스 농도가 체적으로 2 % 이하가 될 때까지 계속하여야 한다.

806. 화물탱크 가스프리 【지침 참조】

1. 개방식 벤트가 허용되는 화물 이외의 화물을 적재하는 화물탱크의 가스프리장치는 인화성 또는 독성증기가 대기에 확산됨으로 인한 위험과 화물탱크 내에 있는 인화성 또는 독성증기 혼합물로 인한 위험을 최소화할 수 있어야 한다. 따라서 다음 중 어느 하나를 통하여 증기가 우선적으로 배출되도록 가스프리작업을 실시하여야 한다.
   (1) 803.의 4항과 5항에 규정하고 있는 배기구를 통한 배출
   (2) 화물탱크 갑판 상의 최소 2 m 높이에 있는 배기구로서 가스프리작업 중에는 최소한 30 m/s의 수직유출속도를 유지하는 배기구를 통한 배출
   (3) 화물탱크 갑판 상의 최소 2 m 높이에 있는 배기구로서 화염의 침입을 방지할 수 있는 적절한 장치로 보호되며 최소 20 m/s의 수직유출속도를 가지는 배기구를 통한 배출
   배기구에서의 인화성증기농도가 최저 인화성 한계의 30 %까지 감소되었을 때 및 독성화물의 경우에는 증기의 농도가 인체에 심각한 위험을 나타내지 아니할 때에는 그후부터 화물탱크 갑판 위치에서 가스프리를 계속할 수 있다.
2. 1항 (2)호 및 (3)호에 언급된 배기구는 고정식 또는 이동식 관으로 할 수 있다.
3. 1항에 따라 가스프리설비를 설계하는 경우, 특히 1항 (2)호 및 (3)호의 필요한 유출속도를 얻기 위하여 다음 사항을 적절히 고려하여야 한다.
   (1) 장치의 구조재료
   (2) 가스프리 시간
   (3) 사용되는 송풍기의 공기흐름 특성

(4) 덕트, 배관, 화물탱크 흡입구 및 배출구에 의하여 발생한 압력 손실
(5) 송풍기 구동매체(예 : 물 또는 압축공기)의 압력
(6) 운반되는 화물의 범위에 대한 화물/공기 혼합물의 밀도

제 9 절 환경제어

901. 일반사항

1. 화물탱크내의 증기공간 및 경우에 따라서는 화물탱크 주위의 공간은 특별히 환경제어를 요구할 수 있다.
2. 화물탱크 제어에 대하여는 다음 4종류의 방법에 따른다.
   (1) 불활성화법 : 화물탱크와 그것에 접속되어 있는 관장치 및 **15절**에서 규정되는 경우에는 화물탱크 주위의 공간을 연소를 촉진시키지 않고 화물과 반응하지 않는 가스 또는 증기로 채워서 그 상태를 유지하여 두는 방법
   (2) 차단법 : 화물탱크 및 그것에 접속되어 있는 관장치를 공기와 화물이 접촉하지 않도록 액체, 가스 또는 증기로 채워서 그 상태를 유지하여 두는 방법
   (3) 건조법 : 화물탱크 및 그것에 접속되어 있는 관장치를 대기압하에서 노점이 -40 °C 이하의 건조 가스 또는 증기로 채워서 그 상태를 유지하여 두는 방법
   (4) 환기법 : 강제 또는 자연통풍을 행하는 방법
3. **부록 7B-1 h란에 의해 화물탱크의 불활성화 또는 차단법이 요구되는 경우**
   (1) 화물탱크에 적하 및 하역시에 사용하는 불활성가스가 육상으로부터 공급되지 않는 경우에는 선내에 충분한 양의 불활성가스를 적재하거나 선내에서 제조할 수 있어야 한다. 추가하여 운송중의 통상 손실분을 보충하기에 충분한 양의 불활성가스를 선내에서 얻을 수 있도록 하여야 한다. **【지침 참조】**
   (2) 선내에 설치된 불활성가스장치는 항상 화물격납설비 내의 압력을 적어도 0.007 MPa(게이지압)으로 유지할 수 있어야 한다. 뿐만 아니라 불활성가스장치는 화물탱크 내의 압력을 탱크의 도출밸브 설정압력보다 높은 압력으로 상승시켜서는 아니 된다.
   (3) 차단법을 사용하는 경우, (1)호 및 (2)호의 불활성가스에 대하여 요구되는 것과 유사한 차단매체의 공급장치를 설치하여야 한다.
   (4) 정상적인 환경이 유지되고 있는가를 확인하기 위하여 가스 블랭킷을 포함한 얼리지 공간을 감시하는 수단을 강구하여야 한다. **【지침 참조】**
   (5) 인화성 화물에 대하여 불활성화법 또는 차단법 혹은 두 가지 방법 모두를 사용하는 경우, 불활성 매체를 주입하는 동안 정전기의 발생을 최소화하도록 하여야 한다.
4. **건조법을 사용하고 매체로써 건조질소를 사용하는 경우** 건조법을 사용하고 매체로써 건조질소를 사용하는 경우, 건조제 공급장치는 **3**항에서 요구하는 것과 유사한 형식의 것을 설치하여야 한다. 화물탱크의 모든 공기흡입구에 건조매체로써 건조제를 사용하는 경우에는 매일의 온도변화 및 예상되는 습도를 고려하여 항해기간에 대하여 충분한 양의 건조제를 싣고 다녀야 한다.

902. 각각의 화물에 대한 환경제어 요건

특정의 화물에 대하여 요구되는 환경제어방식은 **17절**의 표중 h란에 따른다.

제 10 절 전기설비

1001. 일반사항

1. 이 절의 규정은 화물 자체 또는 다른 화물과의 반응에 따라 인화성 또는 부식성을 가진 화물을 운송하는 선박에 적용한다. 한편 1983년 SOLAS 개정협약 제II-1장 D편의 전기설비 요건도 동시에 만족하여야 한다.
2. (1) 전기설비는 인화성 화물에 의한 화재 및 폭발의 위험성을 최소화할 수 있는 것이어야 한다. 이때 IEC 60079-1-1 (2002) 로 발행된 권고사항을 참고한다.
   (2) 특정의 화물이 전기장치에 통상적으로 사용되는 재료에 손상을 주기 쉬운 경우, 도체, 절연체, 금속부품 등의 재료 선정시 개별적인 특성을 고려하여야 한다. 필요한 경우, 발생이 예상되는 가스 또는 증기와 접촉하지 않도록 이들 구성품을 보호하여야 한다.
3. 우리 선급은 전기설비에 관한 이 절의 규정을 시행 및 적용함에 있어서 통일을 기하기 위한 적절한 조치를 하여야 한다.
4. 전기기기 및 배선은 위험구역에 설치하여서는 아니된다. 만약 IEC 60079-1-1 (2002) 로 발행된 권고사항을 참고하여 기구가 허용할 수 있는 것보다 강화된 기준에 적합할 경우 이를 제외한다. 그러나 그러한 기준으로 보호되지 아니하는 위치에서 그 기준에 적합하지 아니하는 전기설비, 전선, 배선일 경우 우리 선급이 만족하는 위험평가를 근거로 위험장소에 설치해도 되며 동등한 안전기준을 보장하여야 한다.
5. 이 절에서 허용하는 위험구역에 전기기기를 설치하는 경우, 17절의 표 중 i란에 표시되어 있는 인화성 분위기에서 전기기기를 사용하기 위해서는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**
6. 참고로 만약 인화점이 60°C 초과하는 화물이면 표시한다. 가열된 화물인 경우 운송 조건을 수립할 필요가 있으며, 인화점이 60°C 이하의 화물에 대해서 이 요건을 적용한다.

1002. 접지 【지침 참조】

독립형 화물탱크는 선체에 전기적으로 접지되어야 한다. 모든 개스킷붙이 화물관 이음 및 호스 접속구는 전기적으로 접지되어야 한다.

1003. 각각의 화물에 대한 전기요건

각각의 화물에 대한 전기요건은 17절의 표 중 i란에 따른다.

제 11 절 방화 및 소화

1101. 적용

1. SOLAS 개정협약 제II-2장에 있는 탱커의 요건은 톤수에 관계없이 총톤수 500톤 미만을 포함하여 이 규칙을 적용받는 모든 선박에 적용하여야 한다. 다만, 다음 사항은 제외된다.
   (1) 제10.8규칙(화물탱크의 보호) 및 제10.9규칙(화물펌프실의 보호)을 적용하지 않는다.
   (2) 제4.5.1.2규칙 (예를들어 주화물제어장소의 위치에 관한 요건)을 적용할 필요는 없다.
   (3) 제10.2규칙(물공급장치), 제10.4규칙(고정식소화장치), 제10.5규칙(기관구역의 소화장치)는 총톤수 2000톤 이상 화물선에 적용되는 것과 같이 적용한다.
   (4) 제10.5.6규칙은 총톤수 2,000톤 이상의 선박에 적용한다.
   (5) 제10.8규칙 대신에 **1103.**을 적용하여야 한다.
   (6) 제10.9규칙 대신에 **1102.**를 적용하여야 한다.
   (7) 제4.5.10규칙을 총톤수 500톤 이상의 선박에 적용한다. 단, 규칙내의 '탄화수소 가스'는 '인화성 증기'로 대체 된다.
   (8) 제13.3.4 및 13.4.3규칙을 총톤수 500톤 이상의 선박에 적용한다.
2. 1항의 규정에 관계없이 불연성화물(**17절** 최저요건일람표의 i란에 NF로 표기된다.)만을 운송하는 선박인 경우 SOLAS 개정협약 제II-2장 화물선 요건을 만족한다면 탱커 요건을 적용할 필요없다. 다만 제10.7규칙(화물구역의 소화장치)를 적용할 필요가 없으며 또한 1102 및 1103 규정을 적용할 필요가 없다.
3. 인화점이 60 °C를 넘는 화물(**17절** 최저요건일람표의 i란에 Yes로 표기된다.)만을 운송하는 선박인 경우 이 절의 규정 대신에 SOLAS 개정협약 제II-2장의 제1.6.4규칙을 적용할 수 있다.
4. **인화성증기의 농도 감시** SOLAS 개정협약 제II-2장/제1.6.7규칙 대신에, 제II-2장/제4.5.10.1.1 및 4.5.10.1.4규칙의 요건이 적용되며 2009년 1월 1일 전에 건조된 총톤수 500톤 이상의 선박에 대하여 인화성 증기 농도의 연속적인 감시를 위한 장치는 2009년 1월 1일 후 첫 번째 예정된 입거일 까지 그러나 늦어도 2012년 1월 1일까지 설치되어야 한다. 시료 채취구 또는 탐지기는 잠재적으로 위험한 누설이 쉽게 탐지될 수 있도록 적절한 장소에 위치되어야 한다. 인화성 증기 농도가 하한 인화성 한계 값의 10%를 넘지 아니하는 미리 설정된 값에 도달하면, 선원에게 잠재적인 위험을 경고하도록 연속적인 가시 가청의 경보가 펌프실 및 화물제어실에 자동으로 발하여져야 한다. 그러나 하한 인화성 한계 값의 30%를 넘지 아니하는 미리 설정된 값을 가지는 이미 설치된 현존 감시 장치는 인정할 수 있다. 상기 규정에도 불구하고, 국제항해에 종사하지 아니하는 선박에 대하여 이들 요건을 면제할 수 있다.

1102. 화물펌프실

1. 모든 선박의 화물펌프실에는 SOLAS 개정협약 제II-2장 제10.9.1.1규칙에 규정하는 고정식탄산가스소화장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 소화용으로만 사용하여야 하며 정전기에 의한 발화 위험성으로 인하여 불활성화의 목적으로 사용하여서는 아니된다는 취지를 기재한 주의서를 그 제어장소에 표시하여야 한다. SOLAS 개정협약 제II-2장 제10.9.1.1규칙에서 규정한 경보는 인화성 화물증기와 공기와의 혼합기 중에서 사용하여도 안전한 것이어야 한다. 이 규칙의 적용상 소화장치는 기관구역에 적합한 것을 설치하여야 한다. 다만, 보유가스량은 모든 경우에 있어서 화물펌프실 총용적의 45 %에 상당하는 가스량을 공급하는데 충분한 양이어야 한다.
2. 한정된 종류의 화물을 전용으로 운송하는 선박의 화물펌프실은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 소화장치에 의해 보호하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 고정식 가압수 분무장치 또는 고팽창률 포말소화장치는 탄산가스 또는 이와 동등한 소화제에 의한 소화에 적합하지 않는 화물을 운송하는 경우에 한하여 화물펌프실에 설치할 수 있다. 이러한 경우에는 IBC **적합증서** 상에 그러한 조건을 표시하여야 한다.

1103. 화물지역

1. 모든 선박은 2항 내지 12항에 규정하는 요건에 따라 고정식 갑판포말장치를 설치하여야 한다.
2. 1종류의 포말 원액만을 공급하여야 하며, 또한 이 포말은 가능한 한 많은 운송예정화물에 대하여 유효한 것이어야 한다.
   포말이 유효하지 않은 경우, 또는 화물에 부적합한 경우에는 우리 선급이 인정하는 추가의 설비를 하여야 한다. 다만, 표준형 단백질계 포말은 사용하여서는 아니 된다. **【지침 참조】**
3. 포말공급장치는 갑판이 파괴된 화물탱크내 및 모든 화물탱크 갑판에 포말을 공급할 수 있는 것이어야 한다.
   【지침 참조】

4. 갑판포말장치는 쉽고 신속하게 조작될 수 있는 것이어야 하며 장치의 주제어장소는 보호되는 구역의 화재 발생시에 쉽게 접근해서 조작할 수 있도록 거주구역에 인접한 화물지역 밖의 적절한 장소에 배치하여야 한다.
5. 포말용액의 공급률은 다음 중 큰 것 이상으로 하여야 한다.
   (1) 화물탱크 갑판구역에 대하여 매분 2 L/m^2.
   여기에서 화물탱크 갑판구역이란 선박의 최대 너비에 화물탱크 구역의 종방향의 합계길이를 곱한 것을 말한다.
   (2) 최대의 수평 단면적을 가진 1개의 화물탱크의 수평 단면적에 대하여 매분 20 L/m^2.
   (3) 최대의 모니터의 전방에 있어서 그 모니터에 의하여 보호되는 면적에 대하여 매분 10 L/m^2. 다만, 1,250 L/분 미만이어서는 아니 된다.
   재화중량이 4,000톤 미만의 선박에 있어서는 모니터의 최소용량은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
6. 5항 (1)호 내지 (3)호에 규정하는 용액의 공급률 중 최대의 것을 사용할 때 포말의 발생이 적어도 30분간 확보될 수 있는 충분한 포말원액이 비치되어야 한다.
7. 고정식 포말장치로부터 나오는 포말은 모니터 및 포말방사기에 의하여 공급되어야 하며 5항 (1)호 또는 (2)호의 규정에서 요구되는 포말 공급률의 적어도 50 %는 각 모니터에서 방사되어야 한다.
   각 모니터의 용량은 그 모니터 전방의 보호되는 갑판 면적 1평방미터당 적어도 매분 10 L의 포말용액을 공급하는 것이어야 하며, 이 용량은 1,250 L/분 미만이어서는 아니 된다. 재화중량이 4,000톤 미만의 선박에 있어서는 모니터의 최소용량은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
8. 모니터로부터 그 모니터 전방의 보호구역의 최선단까지의 거리는 무풍상태에서 모니터의 사정거리의 75%를 넘어서는 아니 된다.
9. 모니터 및 포말방사기의 호스 연결구는 선미루 전단 또는 화물지역에 면하는 거주구역의 양현에 배치하여야 한다.
10. 방사기는 소화작업중 작업성 및 모니터로부터 차단된 면적을 보호하기 위하여 방사기를 설치하여야 한다. 각 방사기의 용량은 400 L/분 이상이어야 하며 무풍상태에서 방사기의 사정거리는 15 m 이상이어야 한다. 포말방사기의 수량은 4개 이상이어야 하며 포말의 주방사구의 수량 및 배치는 적어도 2개의 방사기로 화물탱크 갑판면적의 모든 개소를 보호할 수 있도록 하여야 한다.
11. 포말주관 및 갑판포말장치를 일부로 하는 소화주관에는 이들 주관의 손상부를 차단하기 위하여 각 모니터 위치의 바로 전방에 밸브를 설치하여야 한다.
12. 갑판포말장치가 요구되는 방출능력으로 작동하는 경우에도 요구되는 압력 및 최소 수량의 사수가 소화주관으로부터 동시에 얻어질 수 있어야 한다. **【지침 참조】**
13. 한정된 종류의 화물을 전용으로 운송하는 선박은 우리 선급이 인정하는 대체 설비에 따라 보호되어야 한다. 다만, 이들의 설비는 해당 화물에 대하여 일반적으로 인화성 화물에 요구되는 갑판포말장치와 동등한 유효성을 가진 것이어야 한다. **【지침 참조】**
14. 운송하는 화물에 대하여 적절한 이동식 소화기를 비치하고 양호한 조작상태로 유지하여야 한다. **【지침 참조】**
15. 인화성 화물을 운송하는 경우, 모든 발화원은 1001.의 4항에 규정하는 위험장소로부터 제거되어야 한다.
   【지침 참조】
16. 선수 또는 선미 하역설비를 가진 선박은 7항의 규정에 적합한 1개의 추가 포말모니터 및 10항의 규정에 적합한 1개의 추가 방사기를 비치하여야 한다. 또한 추가 모니터는 선수 또는 선미 하역설비를 보호할 수 있도록 배치하여야 한다. 화물지역 전후의 화물관의 범위는 상기의 방사기에 의해 보호되어야 한다.

1104. 특별요건

특정의 화물에 적합한 소화제는 17절의 표 중 l란에 따른다. **【지침 참조】**

제 12 절 화물지역 내의 동력통풍장치

이 규칙을 적용받는 선박은 SOLAS 개정협약 제II-2장 제4.5.2.6규칙 및 제4.5.4규칙 대신에 이 절을 적용한다. 그러나 1101.의 2항 및 3항에 언급된 화물은 이 절의 규정 대신에 SOLAS 개정협약 제II-2장 제4.5.2.6규칙 및 제4.5.4규칙을 적용할 수 있다. 다만, 1517.을 적용받는 제품 및 산성제품을 제외한다.

1201. 화물취급작업 중 통상 사람이 들어가는 구역 【지침 참조】

1. 화물펌프실 및 하역장치를 포함하고 있는 기타 폐위구역과 화물취급 작업을 하는 유사한 구역에는 그러한 구역의 외부에서 조작할 수 있는 동력통풍장치를 설치하여야 한다.
2. 사람이 구획실에 들어가서 기기를 조작하기 전에 해당 구역을 환기할 수 있는 설비를 갖추어야 하며 그러한 통풍장치를 사용하라

는 취지의 경고문을 구획실 외측에 게시하여야 한다.

3. (증기밀도를 고려하여) 독성 또는 인화성 증기 혹은 둘 모두가 축적되는 것을 피하기 위하여 해당 구역으로 충분한 공기의 유동을 보장하고 안전한 작업환경을 제공하기에 충분한 산소의 공급을 보장할 수 있도록 동력통풍장치의 흡입구 및 배기구를 배치하여야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 통풍장치는 해당 구역의 총용적에 대하여 시간당 30회 이상의 환기능력을 가지는 것이어야 한다. 특정 화물 에 대하여는 1517.에서 규정하는 횟수만큼 화물펌프실의 통풍횟수를 증가시켜야 한다.
4. 통풍장치는 고정식으로써 일반적으로 배기식의 것이어야 하며 바닥판의 상부 및 하부로부터 배기가 가능한 것이어야 한다. 화물펌프를 구동하는 원동기가 설치된 구역의 환기장치는 급기식의 것이어야 한다.
5. 화물지역 내에 있는 구역에 설치되는 통풍용 배기 덕트는 거주구역, 업무구역, 기관구역, 제어장소 및 화물지역 이외의 기타 구역의 통풍장치 흡입구 및 개구로부터 수평방향으로 적어도 10 m 이상 떨어진 장소에서 상방으로 배출하여야 한다.
6. 통풍용 흡입구는 모든 통풍용 배출 개구로부터 위험한 증기가 다시 흡입될 가능성이 최소가 되도록 배치하여야 한다.
7. 통풍용 덕트는 거주구역, 업무구역, 기관구역 또는 유사한 구역을 통과하여서는 아니 된다.
8. 인화성 화물을 운송하고자 하는 경우, 송풍기를 구동하는 전동기는 통풍용 덕트의 바깥쪽에 배치하여야 한다. 10절에서 규정하는 위험구역의 통풍용 송풍기 및 송풍기 덕트는 송풍기가 설치되어 있는 그 부분에 한하여 아래에서 규정하고 있는 스파크가 발생하지 않는 구조의 것이어야 한다.
   (1) 정전기 제거를 고려한 비금속구조의 임펠러 또는 하우징
   (2) 비철재료의 임펠러 및 하우징
   (3) 오스테나이트계 스테인리스강의 임펠러 및 하우징
   (4) 13 mm 이상의 선단 간격을 가진 철재 임펠러 및 하우징.
   알루미늄 또는 마그네슘 합금의 고정부품 또는 회전부품과 철재의 고정부품 또는 회전부품과의 조합은 선단 간격에 관계없이 불꽃 발생할 위험이 있는 것으로 간주하며 이러한 장소에 사용해서는 아니된다.
9. 이 절에서 요구하는 각 형식의 송풍기에 대하여 충분한 예비품을 선내에 비치하여야 한다.
10. 통풍용 덕트의 개구 바깥쪽에는 13 mm × 13 mm 메시 이하의 보호 스크린을 부착하여야 한다.

1202. 펌프실 및 통상 사람이 들어가는 기타의 폐위구역 【지침 참조】

펌프실 및 1201.의 1항의 적용을 받지 않는 통상 사람이 들어가는 기타의 폐위구역에는 해당 구역의 외측에서 조작될 수 있고 해당 구역의 총용적에 대하여 시간당 20회 이상의 환기능력을 가진 동력통풍장치를 설치하여야 한다. 해당 장치의 환기능력 이외의 요건에 대하여는 1201.의 3항의 요건에 적합하여야 한다. 사람이 들어가기 전에 해당 구역을 환기할 수 있는 설비를 설치하여야 한다.

1203. 통상 사람이 들어가지 않는 구역 【지침 참조】

이중저, 코퍼댐, 덕트킬, 파이프터널, 화물창 구역 및 화물이 축적할 염려가 있는 기타 구역은 이들 구역에 사람이 들어갈 필요가 있는 경우에는 안전한 환경을 확보하기 위하여 통풍을 할 수 있어야 한다. 이와 같은 구역에 고정식 통풍장치가 설치되어 있지 않은 경우에는 승인된 이동식 동력통풍장치를 비치하여야 한다. 화물창 구역과 같이 구역의 배치로 인해 필요한 경우에는 이동식 통풍장치를 위한 덕트를 항구적으로 설치하여야 한다. 고정설비는 시간당 8회, 이동식 장치는 시간당 16회의 환기능력을 가진 것이어야 한다. 환풍기 및 송풍기는 사람이 통행하는 개구에서 떨어진 곳에 설치하고, 또한 1201.의 8항의 규정에 적합하여야 한다.

제 13 절 계기

1301. 계측

1. 화물탱크에는 다음 형식의 계측장치 중 어느 하나를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
   (1) 개방형
   탱크에 있는 개구를 사용하는 것으로써 계측자가 화물 또는 그 증기에 노출되는 계측장치를 말하며 얼리지 개구가 그 예이다.
   (2) 제한형
   탱크를 관통하며 사용할 때 소량의 화물 증기 또는 화물액이 대기 중에 누설되는 것이 허용되는 계측장치를 말하며 사용하지 않을 때에는 완전히 폐쇄시킨다. 계측장치를 열 때 탱크 내용물(화물액 또는 그 분무액)의 위험한 누출이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.
   (3) 밀폐형
   탱크를 관통하지만 밀폐된 시스템의 일부를 구성하고 있어서 탱크 내용물이 방출되지 않는 계측장치를 말한다. 플로트식 장치, 전자식 프로브, 자기식 프로브 및 보호식 사이트글라스가 그 예이다. 이들 대신에 탱크벽을 관통하지 않고 탱크로부터 독립되어 있는 간접식 장치를 사용할 수 있으며 화물중량계, 관유량계가 그 예이다.
2. 계측장치는 1519.의 규정하고 있는 장치와는 독립된 것이어야 한다.
3. 개방형 및 제한형에 의한 계측은 다음의 경우에만 인정하여야 한다.
   (1) 이 장의 규정에 의하여 개방 벤트가 인정되는 경우, 또는
   (2) 계측하기 전에 탱크의 압력을 도출하는 수단을 갖추고 있는 경우.
4. 각각의 화물에 대한 계측장치의 형식은 17절의 표 중 j란에 따른다.

1302. 증기검지

1. 독성 또는 인화성 화물 혹은 이들 모두를 운송하는 선박은 대상이 되는 특정의 증기를 시험할 수 있도록 설계되고 검교정된 적어도 2개의 검지기를 비치하여야 한다. 이와 같은 검지기가 독성 및 인화성 농도를 함께 탐지할 수 없는 경우에는 각각 2조의 검지기를 별도로 비치하여야 한다.
2. 증기 검지기는 이동식 또는 고정식으로 할 수 있으며, 고정식 검지기를 설치하는 경우에는 적어도 1개의 이동식 검지기를 비치하여야 한다.
3. 독성증기 검지장치가 17절의 표 중 k란에 표시되어 있는 것과 같이 독성증기의 탐지를 요구하는 화물에 대하여 유효하지 않은 경우, 우리 선급은 IBC **적합증서**에 그 화물목록을 명기하고 그 선박에 대하여 해당 요건을 면제할 수 있다. 면제를 인정하는 경우, 우리 선급은 추가의 호흡용 공기를 공급할 필요성을 확인하고 1402.의 4항 및 1604.의 2항 (2)호의 규정에 유의하여 IBC **적합증서**에 기재하여야 한다. **【지침 참조】**
4. 각각의 화물에 대한 증기 검지기의 요건은 17절의 표 중 k란에 따른다.

제 14 절 인신보호

1401. 보호장구

1. 하역작업에 종사하는 승무원을 보호하기 위하여 선박에는 내화학약품성을 가진 큰 앞치마, 긴 소매의 특별한 장갑, 적절한 구두, 전신보호복 및 밀착식 보호안경이나 안면보호구 또는 이들을 함께 만든 적절한 보호장구를 선내에 비치하여야 한다. **【지침 참조】**

   보호복 및 보호장구는 전신을 보호하기 위하여 피부 전체를 가릴 수 있는 것이어야 한다.
2. 작업복 및 보호장구는 쉽게 접근할 수 있는 장소 및 특별한 로커에 보관하여야 한다. 이들 장구는 신품, 미사용품 및 세정 후 사용하지 않은 것을 제외하고 거주구역 내에 보관하여서는 아니 된다. 다만, 우리 선급은 이들 장구의 보관실이 선실, 통로, 식당, 욕실 등과 같은 생활구역으로부터 적절히 격리되어 있는 경우에 한하여 거주구역 내에 보관실을 두는 것을 인정할 수 있다. **【지침 참조】**
3. 보호장구는 인체에 위험을 줄 가능성이 있는 작업을 하는 경우에 사용하여야 한다.

1402. 안전장구

1. **17절**의 표 중 o란에 **1512., 1512.**의 **1**항 또는 **3**항이 기재되어 있는 화물을 운송하는 선박에는 가스가 충만된 구획실에 사람이 들어가서 적어도 20분간 작업할 수 있는 충분한 안전장구 3조 이상을 선내에 비치하여야 한다. 이들 장구는 SOLAS 개정협약 제II-2장 제10.10규칙에서 요구하는 장비에 추가하여 비치하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 1조의 안전장구는 다음과 같이 구성된 것이어야 한다. **【지침 참조】**
   (1) 1개의 자장식 공기호흡구(압축산소를 사용하지 않은 것)
   (2) 보호복, 장화, 장갑, 밀착식 보호안경
   (3) 운송하는 화물에 견디는 벨트붙이 내화구명줄
   (4) 방폭등
3. **1**항에 규정하는 안전장구에 대하여 모든 선박에는 (1)호 내지 (3)호 또는 (4)호 중 어느 하나를 비치하여야 한다.
   (1) 각 호흡구마다 충분히 충전시킨 1개의 예비 공기병
   (2) 요구되는 청정도의 고압공기를 충전하기에 적합한 전용공기압축기 **【지침 참조】**
   (3) 호흡구에 대하여 충분한 수의 예비 호흡구용 병에 접속할 수 있는 충전용 매니폴드
   (4) SOLAS 개정협약 제II-2장 제10.10규칙의 요건에 추가하여 선내에 비치하는 각 호흡구마다 합계 용량이 적어도 6,000 l의 개방공기를 충전한 예비 공기병
4. **1518.**의 규정에 따르는 화물 또는 **17절**의 표 중 k란에서 독성증기 검지장치를 요구하나 따르지 못하는 경우에 대한 화물을 운송하는 선박의 화물펌프실에는 다음 중 하나를 비치하여야 한다. **【지침 참조】**
   (1) **1**항에서 요구하는 호흡구에 대하여 사용에 적합한 호스 접속구를 가진 저압의 공기공급장치.
   이 장치는 두 사람이 가스위험구역에서 호흡구의 공기병을 사용하는 일이 없이 적어도 1시간동안 작업하기에 충분한 저압공기를 감압장치를 통하여 공급하기 위한 충분한 용량의 고압공기가 필요하다.
   요구되는 순도의 고압공기의 공급에 적합한 전용의 공기압축기로부터 고정식 공기병 및 호흡구용 공기병에 재충전될 수 있는 것이어야 한다.
   (2) 저압의 공기공급장치 대신에 동등량의 예비 공기병.
5. **2**항에서 요구하는 안전장구 중 적어도 1조는 화물펌프실 부근의 쉽게 접근할 수 있으며 명확히 표시된 적절한 로커에 보관되어야 한다.

   기타의 안전장구도 명확히 표시되고 쉽게 접근할 수 있는 적절한 장소에 보관되어야 한다.
6. 호흡구는 책임있는 사관이 적어도 매월 1회 검사하고 그 검사 결과를 항해일지에 기록하여야 하며 장구는 전문가에 의해 적어도 매년 1회 검사 및 시험이 행해져야 한다.

1403. 비상장구

1. **17절**의 표 중 n란에 Yes라고 표기된 화물을 운송하는 선박에서 비상시 탈출을 위하여 다음의 규정에 만족하는 적절한 호흡 및 눈 보호구를 승선자 전원이 사용하는데 충분하도록 비치하여야 한다.
   (1) 필터형식의 호흡보호구는 사용할 수 없다.
   (2) 자장식 호흡구는 통상 사용상태에서 적어도 15분간 기능을 발휘할 수 있는 것이어야 한다.
   (3) 비상 탈출용 호흡보호구는 소화 또는 하역작업에 사용하여서는 아니되며, 또한 그 취지를 표시해 두어야 한다.
2. 선내에는 산소흡입 소생기 및 운송하는 화물에 적합한 해독제를 포함한 의료응급기구를 국제해사기구가 개발한 지침

에 따라 비치하여야 한다. **【지침 참조】**

3. 펌프실과 같은 구역으로부터 다친 사람을 들어 올리는데 적합한 들것을 쉽게 접근할 수 있는 위치에 놓아야 한다.
4. 적절히 표시된 오염제거용 샤워기 및 세안기를 갑판상 편리한 장소에서 이용할 수 있도록 설치하여야 하며 이들은 어떠한 기상조건하에서도 사용할 수 있는 것이어야 한다.

제 15 절 특별요건

1501. 일반사항

이 절의 규정은 17절의 표 중 o란에 특별히 지시가 있는 경우에 적용하며 이들 요건은 규칙의 일반요건에 추가되는 사항이다.

1502. 93 % 이하의 질산암모늄 용액

1. 질산암모늄 용액은 적어도 중량비로 7 %의 물을 포함한 것이어야 하며, 물 10에 대한 화물 1의 중량비로 희석한 화물의 산성도(pH)는 5.0 내지 7.0 사이에 있는 것이어야 한다.
   수용액은 염화이온 10 ppm, 철이온 10 ppm 이상을 포함하여서는 아니되며, 또한 다른 오염물질을 포함하여서는 아니 된다.
2. 질산암모늄 용액의 탱크 및 설비는 다른 화물 또는 가연성 화물을 적재한 탱크 및 설비와 독립시켜야 한다. 사용중 또는 고장시에 예를 들면 윤활제와 같은 가연성 물질을 화물내에 방출하는 설비를 사용하여서는 아니되며 탱크는 평형수용으로 사용하여서는 아니 된다.
3. 우리 선급이 특별히 승인한 경우를 제외하고 질산암모늄 용액은 탱크 및 관련설비가 우리 선급에서 인정하는 바에 따라 세정된 경우를 제외하고 이전에 다른 화물을 적재한 탱크로 운송하여서는 아니 된다.
4. 탱크 가열장치내의 열교환 매체의 온도는 160 °C를 넘어서는 아니되며 가열장치에는 화물의 산적평균온도가 140 °C를 유지하도록 제어장치를 설치하여야 한다. 또한, 이들 장치에는 145 °C 및 150 °C에서 작동하는 고온경보장치 및 125 °C에서 작동하는 저온경보장치를 설치하여야 하며 열교환 매체의 온도가 160 °C를 넘는 경우에도 경보를 발하여야 한다.
   온도경보 및 제어장치는 항해 선교에 배치하여야 한다. **【지침 참조】**
5. 산적 평균화물온도가 145 °C에 달하는 경우, 화물의 시료를 화물 1에 대하여 증류수 또는 비광화수 10의 중량비로 희석하여 범위가 좁은 시험지 또는 시험봉에 의해 산성도(pH)를 결정하여야 한다. 산성도(pH)는 24시간마다 계측하여야 하며 산성도(pH)가 4.2 이하인 경우에도 산성도(pH)가 5.0에 달할 때까지 암모니아가스를 화물내에 주입하여야 한다.
6. 화물에 암모니아가스를 주입하기 위한 고정설비를 설치하여야 하며 이 설비의 제어장치는 항해선교에 배치하여야 한다. 이를 위하여 질산암모늄 용액 1,000톤당 300 kg의 암모니아를 선내에 비치하여야 한다. **【지침 참조】**
7. 화물 펌프는 원심 디프웰 펌프 또는 마찰부 수밀방식 원심펌프로 하여야 한다.
8. 통풍배관에는 막히는 것을 방지하기 위하여 승인된 비막이 덮개를 부착하여야 하며 이 비막이 덮개는 검사 및 청소를 위하여 쉽게 접근할 수 있는 것이어야 한다.
9. 질산암모늄 용액에 접촉되는 탱크, 배관 및 장치의 가열작업은 질산암모늄의 흔적을 탱크 외측 및 내측 모두 제거한 후에만 실시하여야 한다.

1503. 이황화탄소

이황화탄소는 아래 규정에 따라, 봉수 또는 적절한 불활성가스 패드 상태로 운송될 수 있다.

봉수로 운송할 때

1. 하역, 적재, 및 이송 중에 화물탱크내를 봉수해 놓기 위한 설비를 설치하여야 하며 특히 이송중에 얼리지 공간부의 봉입을 위하여 불활성가스를 채울 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
2. 모든 개구는 갑판상 탱크 최상부에 설치하여야 한다.
3. 적재용 관은 탱크바닥 부근까지 유도하여야 한다.
4. 비상시 계측용으로써 표준 얼리지 개구를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
5. 화물배관 및 통풍관장치는 다른 화물에 사용하는 배관 및 통풍관장치로부터 독립시켜야 한다.
6. 하역용 펌프는 디프웰형 또는 유압구동식 잠수형에 한하여 사용할 수 있다. 디프웰 펌프의 구동수단은 이황화탄소에 대하여 발화원이 되지 아니하는 것으로 온도가 80 °C를 넘을 우려가 있는 장치를 사용하여서는 아니된다.
7. 하역펌프를 사용하는 경우, 펌프는 화물탱크의 최상부에서 저부 부근까지 결쳐 원통형 웰내에 삽입된 것이어야 한다. 탱크내에 가스가 없는 것을 확인할 수 있는 경우를 제외하고 펌프를 작동시키기 전에 그 웰내에 물을 채워넣어야 한다.
8. 화물장치가 설정압력 및 온도에 대하여 설계되어 있는 경우에는 하역을 위하여 물 또는 불활성가스에 의한 치환법을 사용할 수 있다.

9. 안전밸브는 스테인리스강재로 하여야 한다.
10. 이황화탄소는 발화온도가 낮고, 화염전파 방지를 위해 요구되는 간격이 좁기 때문에 위험구역에는 본질안전장치 및 회로만 설치할 수 있다. *(2021)*

불활성가스 패드로 운송할 때

11. 이황화탄소는 0.06 MPa 게이지압력 이상으로 설계된 독립 탱크로 운송하여야 한다.
12. 모든 개구는 갑판상 탱크 최상부에 설치하여야 한다.
13. 화물격납설비에 사용되는 개스킷은 이황화탄소와 반응하거나 용해되지 않는 재료이어야 한다.
14. 나사박음식 이음은 증기관을 포함한 화물격납설비에 사용하여서는 아니 된다.
15. 적재 전에, 탱크는 체적비로 산소농도가 2 %이하가 될때까지 적절한 불활성가스로 불활성화 되어야 한다. 적재, 하역 또는 이송 중에도 적절한 불활성가스를 이용하여 탱크내부가 자동적으로 정압을 유지할 수 있는 수단이 제공되어야 한다. 이 설비는 정압을 0.01에서 0.02 MPa 게이지압으로 유지할 수 있어야 하고 원격감시가 가능하여야 하며 과압/부압에 대한 경보장치를 갖추어야 한다.
16. 이황화탄소를 운송하는 독립탱크의 주변 화물창구역은 산소농도가 2 %이하가 될 때까지 적절한 불활성가스로 불활성화 되어야 한다. 전 항해기간을 통하여 이 상태를 유지하고 감시하기 위한 수단이 제공되어야 한다. 이러한 구역의 이황화탄소 증기의 표본을 채취 할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.
17. 이황화탄소는 대기중으로 벤팅되지 않도록 적절한 방법으로 적재, 이송 및 하역되어야 한다. 만일 이황화탄소 증기가 적재시 육상으로 환류하거나 하역시 선박으로 환류하는 경우, 증기환류설비는 다른 모든 화물격납설비로부터 독립되어야 한다.
18. 이황화탄소는 잠수형 디프웰 펌프 또는 적절한 불활성가스 치환법에 의해서만 하역되어야 한다. 잠수형 디프웰 펌프는 펌프의 온도가 상승하지 아니하는 방법으로 운전되어야 한다. 펌프는 화물제어실에서 온도를 원격으로 읽을 수 있고 경보를 발하기 위해 펌프의 하우징에 온도감지기를 부착하여 한다. 경보는 80 °C에 맞추어야 한다. 펌프에는 하역 중 탱크압력이 대기압 미만으로 떨어질 경우를 위한 자동정지장치를 설치하여야 한다.
19. 이황화탄소가 화물탱크, 화물펌프나 관장치 내에 존재할 시 이들 장치 내에 공기가 유입되지 아니하여야 한다.
20. 이황화탄소의 적재 및 하역시 여하한 다른 화물조작, 탱크청소 및 평형수의 배출을 하여서는 아니 된다.
21. 적재용 매니폴더, 화물조작과 관련된 노출된 갑판상의 배관 및 탱크돔 주위를 유효하게 덮을 수 있는 충분한 용량의 물분무장치를 설치하여야 한다. 배관 및 노즐 장치는 매분 10 l/m^2 의 일정 방출률을 유지할 수 있는 것이어야 한다. 이러한 보호구역에 화재가 발생한 경우, 거주구역에 근접한 화물지역 밖의 항시 접근가능하고 조작 가능한 적절한 구역에서 물분무장치 공급펌프의 원격시동 및 통상 폐쇄된 밸브의 원격조작을 가능하게 하는 원격수동조작장치가 제공되어야 한다. 물분무장치는 기측 수동조작 및 원격 수동조작이 가능하여야 하고 누설된 화물을 확실히 씻어 내릴 수 있도록 배치하여야 한다. 추가로, 대기온도가 허용되는 경우, 압력을 가한 물 호스를 노즐에 연결하여 적재 및 하역 중 즉시 사용할 수 있어야 한다.
22. 화물탱크는 기준온도(R)에서 액면 98 %를 초과하여 적재하여서는 아니 된다.
23. 화물탱크에 적재하는 최대용량 (V_L)은 다음 식에 따른다.

$$V_L = 0.98\, V\rho_R / \rho_L$$

여기서

V_L : 탱크의 용량

ρ_R : 기준온도(R)에 있어서 화물의 비중

ρ_L : 적재온도에 있어서 화물의 비중

R : 압력도출밸브의 설정압력에서 화물의 증기압에 대응하는 기준온도

24. 주관청이 승인한 목록에는 적용될 수 있는 각각의 적재온도 및 적용하는 최대기준온도에 대하여 각 화물탱크에 대한 최대허용탱크 적재한도가 표시되어야 한다. 선장은 이 목록의 사본을 본선에 영구 보존하여야 한다.
25. 이황화탄소를 운송하도록 지정된 탱크출구, 가스 또는 증기 배기구, 화물관 플랜지 또는 화물밸브로부터 3 m 이내에 위치한 개방갑판 상의 구역 또는 개방갑판 상의 반폐위구역은 **17절** 표 중 i란의 전기설비 규정에 적합하여야 한다. 또한 이러한 구역에는 표면온도가 80 °C를 넘는 증기관과 같은 어떠한 열원도 허용되지 아니 한다.
26. 탱크를 열지 않거나 정압의 불활성가스 충전부를 교란시키지 않으면서 얼레지를 측정하고 화물표본의 추출이 가능한 수단이 제공되어야 한다.
27. 화물이송은 주관청이 승인한 화물작업계획서에 따라야 한다. 화물작업계획서는 전 화물배관을 나타내어야 한다. 승

인된 화물작업계획서 사본을 본선에 비치하여야 한다. 승인된 화물작업계획서를 참조하도록 IBC 증서에 이서하여야 한다.

1504. 디에틸에테르

1. 항해 중에 화학작용을 일으키는 경우, 화물탱크 주위의 보이드 스페이스에는 자연 통풍장치를 설치하여야 한다. 동력식 환기장치를 설치하는 경우, 송풍기는 불꽃을 발생하지 않는 구조이어야 하며 화물탱크 주위의 보이드 스페이스내에 설치하여서는 아니 된다.
2. 중력식 화물탱크의 압력도출밸브의 조정압력은 0.02 MPa 게이지압 이상으로 설정하여야 한다.
3. 화물장치가 가정압력에 대하여 설계되어 있는 경우에는 압력식 탱크로부터 하역하는 경우, 불활성가스 치환법을 사용할 수 있다.
4. 화재 위험성을 고려하여 화물지역 내에 어떠한 발화원이나 발열원을 설치하여서는 아니 된다.
5. 펌프는 축글랜드에 액압을 받지 않도록 설계된 형식 또는 유압구동식 잠수펌프로 하고 그 화물에 대하여 사용에 적합한 것에 한하여 하역용으로 사용할 수 있다.
6. 하역, 적재 및 이송 중에 화물탱크내를 불활성가스로 충전할 수 있는 설비를 하여야 한다.

1505. 과산화수소 용액

1. 중량농도 60 % 초과 70 % 이하인 과산화수소 용액

(1) 중량농도 60 % 초과 70 % 이하인 과산화수소 용액은 전용선으로 운송하여야 하며 다른 화물을 적재하여서는 아니 된다.

(2) 화물탱크 및 관련설비는 순수알루미늄(99.5 %) 또는 순수스테인리스강(304 L, 316, 316 L 또는 316 Ti)으로 하여야 하며 승인된 절차에 따라 표면 안정화된 것이어야 한다.
알루미늄을 갑판상의 배관에 사용하여서는 아니되며 적재장치의 모든 비금속구조 재료는 과산화수소에 침투되거나 분해를 조장하는 것이어서는 아니 된다.

(3) 펌프실을 화물이송 작업에 사용하여서는 아니 된다.

(4) 화물탱크와 연료탱크, 인화성이나 가연성 재료가 있는 구획과의 사이에는 코퍼댐으로 분리시켜야 한다.

(5) 과산화수소를 운송하고자 하는 탱크를 평형수용으로 사용하여서는 아니 된다.

(6) 탱크의 최상부 및 저부에는 온도검지기를 설치하여야 하며 항해선교에는 원격 온도표시장치 및 연속감시장치를 배치하여야 한다.
탱크내의 온도가 35 °C 이상 상승하는 경우에는 가시가청경보기가 항해선교에서 작동되도록 하여야 한다.

(7) 탱크에 인접하는 보이드 스페이스로 화물이 누설하는 것을 감지하기 위하여 이들 구역에는 고정식 산소감시장치(또는 가스채취관)를 설치하여야 한다.
온도검지기용과 유사한 원격 온도표시장치, 연속감시장치(가스채취관을 사용하는 경우에는 단속적으로 채취할 수 있다) 및 가시가청경보장치도 항해선교에 배치하여야 한다. 가시가청경보장치는 이들의 보이드 스페이스에 있는 산소농도가 용적의 30 %를 넘는 경우에 작동하도록 하여야 한다. 2개의 이동식 산소감시장치는 보조장치로써 이용될 수 있어야 한다.

(8) 자연분해에 대한 안전조치로써 화물을 선외로 배출하기 위한 투하장치를 설치하여야 하며 화물의 온도상승률이 5 시간 이상에 걸쳐 매시 2 °C를 넘는 경우, 또는 탱크내의 온도가 40 °C를 넘는 경우에는 투하하여야 한다.

(9) 화물탱크 통풍장치에는 자연분해로 인하여 탱크압력이 급격히 상승하는 경우에 대비하여 통상의 통풍제어용 압력/진공 도출밸브 및 비상통풍용 파괴디스크 또는 이와 유사한 장치를 설치하여야 한다. 파괴디스크는 탱크의 설정압력, 탱크의 치수 및 예측 분해율에 따라 그 치수를 결정하여야 한다.

(10) 갑판상에 누출된 과산화수소 농축용액을 희석하고 세척하기 위하여 고정식 물분무장치를 설치하여야 하며 물분무에 의하여 덮히는 범위에는 매니폴드와 호스의 접속부 및 과산화수소 용액을 운송하도록 지정된 탱크의 최상부를 포함하여야 한다.
(가) 누설된 과산화수소 용액은 5분 이내에 원래의 농도에 대한 중량농도 35 %까지 희석될 수 있을 것.
(나) 누설속도 및 합계량은 최대 예측적하 및 하역속도, 탱크의 과적 또는 배관이나 호스의 파괴시에 화물의 유출을 방지하는데 요하는 시간 및 화물제어장소 또는 항해선교에서의 작동에 의해 희석용수의 사용을 시작하는데 필요한 시간을 기초로 하여야 한다. **【지침 참조】**

(11) 25°C에서 매년 최대 1 %의 분해율을 가진 과산화수소 용액에 한하여 운송할 수 있으며 화주는 해당 물질이 이 기준에 적합하다는 내용의 증명서를 선장에게 제공하고 이를 선내에 보관하여야 한다.

제조자의 기술책임자는 화물이송 작업을 감시하기 위하여 승선하고 과산화물의 안정성을 시험할 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다.

(12) 화물이송 작업에 종사하는 각 승무원은 과산화수소 용액에 견딜 수 있는 보호복을 착용하여야 하며 이들은 불연성의 전신보호복, 적절한 장갑, 장화 및 눈 보호구로 구성되어야 한다.

2. 중량농도 8 % 내지 60 % 이하의 과산화수소 용액

(1) 선체외판은 이 화물을 적재하는 화물탱크의 주위벽이 되도록 하여서는 아니 된다.

(2) 과산화수소는 전회의 화물 및 그 증기 또는 평형수의 모든 흔적을 완전하고 효과적으로 세정한 탱크에 적재 운송하여야 한다. 탱크의 점검, 세정, 표면안정화 및 적재방법은 MSC/Circ. 394에 따라야 하며 동 Circ.에 의한 방법에 따랐음을 표시하는 증명서를 선내에 비치하여야 한다. 국내 단기운송의 경우, 표면안정화의 요건을 면제할 수 있으며, 이 경우 과산화수소의 안전운송을 확보하기 위하여 다음 사항에 대하여 특별히 세심한 주의가 필요하다.

(가) 과산화수소는 다른 화물과 동시에 운송하여서는 아니 된다.

(나) 과산화수소를 적재한 바 있는 탱크는 MSC/Circ. 394에 규정하는 절차에 따라 세정한 후에 다른 화물의 운송에 사용할 수 있다.

(다) 과산화수소를 적재하는 탱크는 설계시 탱크내부 구조부재를 최소화하고 배수가 효과적으로 이루어져야 하며 액이 고이지 않도록 하고 육안점검이 용이하도록 고려하여야 한다.

(3) 화물탱크 및 관련설비에 사용하는 재료는 순수 알루미늄(99.5 %) 또는 과산화수소용으로 적합한 순수 스테인리스강(예 : 304. 304 L, 316, 316 L, 316 Ti)이어야 한다. 알루미늄은 갑판상의 배관에 사용하여서는 아니되며 적재장치에 사용하는 모든 비금속재료는 과산화수소에 의하여 침해되거나 과산화수소의 분해를 일으키는 것이어서는 아니 된다.

(4) 화물탱크는 연료유탱크 또는 과산화수소와 상호반응하는 물질을 적재하는 다른 모든 구획과는 코퍼댐으로 분리시켜야 한다.

(5) 화물탱크의 상단부 및 하단부에는 온도검지기를 설치하여야 한다. 항해선교에는 원격온도표시장치 및 연속감시장치와 화물탱크내의 온도가 35 ℃ 이상으로 상승한 경우에는 보고 들을 수 있는 경보장치를 설치하여야 한다.

(6) 화물탱크에 인접하는 보이드 스페이스에는 화물누설을 검지하기 위하여 고정식 산소감시장치(또는 가스채취관)를 설치하며 산소농도의 증대에 따라 인화성이 커진다는 것을 알아야 한다. 항해선교에는 온도감지기용의 산소농도 원격표시장치 및 연속감시장치(가스채취관을 사용할 경우에는 단속적으로 채취하여도 된다)와 보이드 스페이스에서 산소의 용적농도가 30 %를 넘을 경우에 가시가청 경보장치를 설치하여야 한다. 또한 보조장치로서 2조의 휴대식 산소감시장치를 비치하여야 한다.

(7) 제어불능으로 인한 분해에 대한 안전조치로써 화물을 선외로 배출하기 위한 화물배출장치를 설치하여야 하며 만일 화물의 온도상승률이 2 ℃/시간 이상으로 5시간 이상 지속되거나 탱크내의 온도가 40 ℃를 넘을 경우에는 화물을 선외에 배출하여야 한다.

(8) 여과장치가 부착된 화물 벤트장치에는 통상의 벤트제어를 위하여 PV밸브를 설치하고 (7)호의 규정에서와 같이 분해속도의 제어 불가능으로 탱크내 압력이 급상승하는 경우를 대비하여 비상 벤트장치를 설치하여야 한다. 이 벤트장치는 황천시에도 해수가 유입되지 않도록 설계하여야 하며 탱크의 설계압력 및 탱크의 크기에 따라 그 치수를 결정하여야 한다.

(9) 갑판상에 누출된 농축 용액을 희석시키고 세척하기 위하여 고정식 물분무장치를 설치하여야 한다. 물분무장치의 유효범위내에는 매니폴드와 호스의 연결부 및 과산화수소 수용액을 운송하도록 지정된 탱크의 상부를 포함하여야 하며 최저 물분무율은 다음 기준에 적합하여야 한다.

(가) 누출된 화물은 5분 이내에 중량농도 35 %까지 희석되어야 한다.

(나) 누출속도 및 추정량은 최대계획적재 및 하역속도, 탱크에의 과적 또는 배관과 호스의 파손시에 화물의 유출을 중지시키는데 소요하는 시간 및 화물제어장소 또는 항해선교에서 작동하여 희석용수의 분무개시에 필요한 시간을 기초로 하여 계산하여야 한다.

(10) 최대분해속도가 25 ℃에서 연간 1 % 이하인 과산화수소 용액에 한하여 운송할 수 있으며 하주는 화물이 이 기준에 적합하다는 내용의 증명서를 선장에게 제공하고 이를 선내에 보관하여야 한다. 제조자의 기술책임자는 화물 이송작업을 감시하기 위하여 승선하여야 하며 과산화수소의 안정성을 시험할 수 있는 능력을 가지고 있어야 하고 선장에게 화물이 안전한 조건으로 적하되었음을 증명하여야 한다.

(11) 화물 이송작업에 종사하는 승무원은 과산화수소 용액에 견딜 수 있는 보호복을 착용하여야 하며 이들은 불연성의 전신보호복, 적절한 장갑, 장화 및 눈보호구로 구성되어야 한다.

(12) 과산화수소 용액의 하역에 사용되는 관장치는 화물이송시 다른 관장치와 분리되어야 한다. 과산화수소 용액의 이

송에 사용하는 화물호스에는 과산화수소 용액 이송전용"이라는 표시를 하여야 한다.

3. 8 % 내지 60 % 이하의 과산화수소 용액을 운송하기 위해서 다른 화물이 내제된 탱크의 검사, 소제, 산화보호막 및 적재를 하기 위한 절차 또는 과산화수소를 운송한 후 다른 화물을 운송하기 위한 절차

(1) 과산화수소용액을 수송용으로 재사용하기 전에 과산화수소 이외에 다른 화물을 포함한 탱크를 검사, 소제, 및 산화보호막을 하여야 한다. 하기 (2)내지 (8)에서 정한 바와 같이 검사와 소제절차는 스테인리스강과 순수 알루미늄 탱크에 적용한다. (**2.** (2)를 참조한다.) 스테인리스강의 산화보호막 절차는 (9)에서 정하고 알루미늄의 산화보호막 절차는 (10)에서 정한다. 특별히 정한 경우가 아니라면 다른 화물과 접촉하는 모든 탱크와 관련 설비에 적용한다.

(2) 이전 화물을 양하 후 그 탱크를 안전하게 하여 잔류물, 녹 및 먼지를 조사하여야 한다.

(3) 탱크 및 관련 설비는 깨끗한 여과수로 소제하여야 한다. 이때 사용하는 물은 최소한 낮은 염소의 식수를 사용하여야 한다.

(4) 이전 화물의 잔류 흔적과 증기 접촉부는 탱크 및 설비의 증기로써 제거되어야 한다.

(5) 탱크 및 설비는 깨끗한 물로 다시 소제하고 건조시키며 여과된 기름기 없는 공기를 사용한다.

(6) 탱크 내부의 대기공간을 표본 채취하여 유기성 증기와 산소농도를 조사하여야 한다.

(7) 그 탱크 내 이전 화물의 모든 냄새는 물론 잔류물, 녹, 먼지를 육안으로 재조사하여야 한다.

(8) 만약 조사 및 측정시 이전 화물 또는 증기가 있다고 표시되면 (3)내지 (5)에서 정한 조치를 반복하여야 한다.

(9) 과산화수소 이외의 화물을 포함한 스테인리스강으로 제작된 탱크 및 설비 또는 수리중인 경우에는 이전 산화보호막에 관계없이 다음 절치에 따라 소제하고 산화보호막을 시공하여야 한다.

(가) 새로운 용접과 기타 수리부는 스테인리스 와이어브러쉬, 정, 사포, 완충재를 사용하여 소재하고 마무리를 하여야 한다. 거친 표면은 부드럽게 손질하고 최종 광택을 낼 필요가 있다.

(나) 지방 과다 및 기름 잔유물은 적절한 유기솔벤트를 사용하여 소제하거나 수용성 합성세제를 사용하여야 한다. 염소를 포함하여 사용하면 산화보호막을 심각하게 훼손하기 때문에 피하도록 한다.

(다) 세정제의 잔류물을 제거하고 물로서 소제하여야 한다.

(라) 다음 단계에서 녹과 먼지를 산성 매체를 이용하여 소제하여야 한다. (예를 들어 질소 및 플루오르화수소산) 깨끗한 물로써 소제를 다시 하여야 한다.

(마) 과산화수소와 접촉하는 모든 금속표면은 중량비 10% 내지 35%인 질산을 사용하여 산화보호막을 하여야 한다. 그 질산은 중금속, 기타 산화재 또는 불화수소가 없어야 한다. 산화보호막의 형성 과정은 산화농도, 충분한 온도, 기타 변수에 의존하여 8시간 내지 24시간 계속하여야 한다. 이러한 시간동안 산화보호하여야 할 표면과 질산사이에 계속적인 접촉을 확보하여야 한다. 대규모 표면인 경우 산성 매체 용액을 재순환할 수 있다. 수소가스로 산화보호막의 과정을 전개할 수 있으며 탱크내의 폭발환경을 유도하게 된다. 그러므로 그러한 환경의 조성이나 발화를 피하도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

(바) 산화보호막을 처리한 후 그 표면을 여과된 깨끗한 물로 철저히 소제하여야 한다. 소제과정은 공급수와 같은 산성도일 때까지 충분히 물을 사용하여 반복하여야 한다.

(사) 상기 단계로 처리된 표면은 최초에 과산화수소와 접촉할 때 분해 작용이 일어날 수 있다. 이러한 분해과정은 단시간 후에 중지할 것이다. (통상 2일 또는 3일 이내) 그러므로 과산화수소로써 추가로 세척 작업을 최소한 2일간 실시하도록 권장한다.

(아) 이러한 목적으로 과산화수소의 제조자가 추천하는 유분 제거 매체와 소제용 산성 매체는 단지 처리 과정에서만 사용하여야 한다.

(10) 과산화수소이외 화물을 포함하는 탱크 및 설비가 알루미늄으로 제작되거나 수리 중에 있는 경우 소제하고 산화보호막을 하여야 한다. 권고절차의 예는 다음과 같다.

(가) 탱크는 뜨거운 물에 황산염 세정제의 용액을 갖고 세정하여야 한다.

(나) 표면을 15분 내지 20분간 수산화나트륨 농도 7%로 처리하거나 또는 보다 묽은 농도의 용액(예를 들어 0.4% 내지 0.5% 수산화나트륨 용액으로 12시간) 으로 장시간 처리하여야 한다. 보다 많은 과산화나트륨 용액으로 처리할 때 탱크바닥의 과도한 부식을 방지하기 위해서 물을 계속 첨가하여 내제된 수산화나트륨 용액을 희석시켜야 한다.

(다) 그 탱크를 깨끗이 여과된 물로 완전히 세정하여야 한다. 세정 후 가능한 빨리 그 표면을 질산농도 30% 내지 35%로써 산화보호막을 처리하여야 한다. 그 산화보호막 처리과정은 16시간 내지 24시간 계속하여야 한다. 그 시간동안 산화 방지하여야 할 표면과 질산을 지속적으로 접촉하도록 하여야 한다.

(라) 산화보호막 처리 후 그 표면을 깨끗이 여과된 물로 완전히 세정하여야 한다. 주입하는 물의 산성도와 같이 될 때까지 충분한 물을 갖고 그 세정과정을 반복하여야 한다.

(마) 모든 표면이 처리되도록 육안 검사를 실시하여야 한다. 대략 3% 농도의 희석된 수산화용액으로써 추가의 세척 작업을 최소 24시간동안 실시하도록 권장한다.

(11) 적재할 과산화수소 용액의 농도 및 안정성을 결정하여야 한다.

(12) 간헐적으로 탱크내부를 적합한 개구부로부터 육안 감시하며 과산화수소를 적재하여야 한다.

(13) 만약 적재 완료 후 15분 이내에 실질적인 거품현상이 사라지지 않을 경우 탱크 내 화물을 양하하여야 하며 환경적으로 안전한 방법으로 폐기하여야 한다. 이때 탱크 및 설비는 상기 정한 바와 같이 재산화보호막을 하여야 한다.

(14) 과산화수소용액의 농도 및 안정성을 다시 결정하여야 한다. 만약 (10)의 오차범위 내에서 같은 값이 구해지면 그 탱크를 알맞게 산화보호막 처리된 것으로 간주하고 그 화물을 선적 준비하여야 한다.

(15) (2)내지 (8)에서 정한 조치를 선주나 선장 감시 하에 실시하여야 한다. (9)내지 (15)에서 정한 조치를 현지 감독이나 과산화수소 제조 대표의 책임 하에 실시하거나 과산화수소의 나전특성이 정통한 감독 책임하에 실시하여야 한다.

(16) 과산화수소용액을 내재한 탱크가 다른 화물용으로 사용하고자 할 때에는 다음 절차를 적용하여야 한다. (특별히 정하지 아니한 경우 과산화수소와 접촉한 모든 탱크 및 설비에 적용한다.)

(가) 과산화수소 화물 잔류물은 탱크와 설비로부터 가능한 완전히 제거되어야 한다.

(나) 탱크와 설비를 깨끗한 물로 행군 다음 깨끗한 물로써 완전히 세정하여야 한다.

(다) 탱크 내부를 건조시키고 모든 잔류물을 조사하여야 한다. (가)내지 (다)단계를 선주나 선장 감시 하에 실시하여야 한다. (다)단계를 운송할 화학제품과 과산화수소의 안전 관련 특성에 정통한 사람이 실시하여야 한다.

특별조치

(1) 과산화수소 분해과정은 산소가 있는 환경에서 활발하며 적절한 사전조치를 하여야 한다.

(2) 수소가스는 (9) (마), (10) (나), (10) (라)에서 정한 산화보호막 과정에 발생할 수 있으며 탱크내의 폭발환경을 유도할 수 있다. 그러므로 적절한 조치를 취하여 그러한 환경 조성이나 점화를 피하도록 한다.

1506. 알킬납을 함유하는 앤티녹제

1. 이들의 화물을 적재하는 탱크는, 이들 화물의 제조에 사용하는 물질 이외에 다른 화물의 운송에 사용하여서는 아니된다.
2. 화물펌프실의 1518.의 규정에 따라 갑판상에 배치되는 경우에는 1517.의 규정에 적합한 통풍장치를 설치하여야 한다.
3. 우리 선급이 인정하는 경우를 제외하고 이들의 화물을 적재하는 화물탱크내에 들어가서는 아니 된다.
4. 화물펌프실 또는 화물탱크에 인접하는 보이드 스페이스에 들어가기 전에 공기중의 납량이 허용한도내에 있는 것을 확인할 수 있는 계측장치를 비치하여야 한다.

1507. 황색 인 또는 백색 인

1. 인은 항상 최저 760 mm 깊이의 봉수하에서 적재 및 수송하고 하역하여야 한다. 하역작업 중에 하역된 인의 용적에 상당하는 물을 보급할 수 있는 장치를 하여야 하며 화물탱크로부터 배출된 물은 모두 육상설비에 배출하여야 한다.
2. 화물탱크는 탱크의 깊이, 인의 비중, 인의 적재 및 하역방법을 고려하고 설계하중 상태에서 탱크의 정판상 2.4 m 이상의 수두압에 견디도록 설계하고, 또한 이 수두로 시험하여야 한다.
3. 탱크는 액상 인과 봉수와의 접촉면적이 최소가 되도록 설계하여야 한다.
4. 봉수의 상부에는 적어도 화물탱크 용적의 1 % 이상의 얼리지 공간을 유지하여야 하며 이 공간은 불활성가스로 채우거나 적어도 갑판상 6 m 및 펌프실 정부상 2 m의 각각 다른 높이를 가진 2개의 고깔형 통풍통에 의하여 자연통풍이 되어야 한다.
5. 모든 화물탱크 개구는 화물탱크의 정부에 설치하고 이것에 부착되는 부속품 및 접합구는 산화 인에 견딜 수 있는 재료이어야 한다.
6. 인은 60 °C를 넘지 아니하는 온도로 적재하여야 한다.
7. 탱크의 가열장치는 탱크의 외부에 설치하고 인의 온도가 60 °C를 넘지 않도록 하기 위하여 적절한 온도제어수단을 강구하여야 하며 고온경보장치를 부착하여야 한다.
8. 탱크 주위의 모든 보이드 스페이스에는 인이 누설했을 경우에 자동적으로 물을 넣을 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
9. 전 항에서 규정하는 보이드 스페이스에는 비상시에 신속하게 폐쇄할 수 있는 동력식 벤트장치를 설치하여야 한다.
10. 인의 적재 및 하역장치는 선내에서 집중제어가 가능하게 하고, 또한 고액면 경보기를 설치하고 화물탱크의 넘침 가

능성이 없고 비상시에 선내와 육상의 어느 곳에서도 신속히 하역을 정지시킬 수 있어야 한다.

11. 화물이송 중에는 갑판상의 물 호스를 급수장치에 연결해 놓고 인이 누설하면 즉시 물로 씻어낼 수 있도록 하여야 한다.

12. 선박과 육상을 연결하는 적재 및 하역 연결구는 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.

1508. 산화프로필렌 및 중량농도 30 % 이하의 산화에틸렌을 함유하는 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물

1. 이 규정에 따라 운송되는 화물은 아세틸렌이 포함되지 아니한 것이어야 한다.

2. 화물탱크가 충분히 세정되지 않은 경우에는 이전 3회까지 적재한 화물 중 1번이라도 중합촉매로서 작용하는 다음의 물질을 적재하였던 탱크에는 이들 화물을 운송하여서는 아니된다.
   (1) 무기산류(예 : 유산, 염산, 질산)
   (2) 카르복실산 및 무수물류(예 : 의산, 초산)
   (3) 할로겐화 카르복실산류(예 : 클로르 초산)
   (4) 슬폰산류(예 : 벤젠슬폰산)
   (5) 가성알카리류(예 : 가성소다, 가성가리)
   (6) 암모니아 및 암모니아용액
   (7) 아민류 및 아민용액류
   (8) 산화성 물질류

3. 직전에 적재하고 있던 화물이 산화프로필렌 또는 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물인 경우 이외에는 이들 물질을 적하하기 전에 탱크 및 관련 관장치에 있는 전의 화물의 모든 잔유물을 제거하도록 충분하고 유효하게 탱크를 세정하여야 한다.
   암모니아를 스테인리스강 이외의 연강 탱크에 적재한 경우에는 특히 주의하여야 한다.

4. 어떠한 경우에도 이들 화물의 존재로 인하여 위험한 상태를 일으킬 우려가 있는 산성 및 알카리성 물질의 잔유물이 남아있지 않는가를 확인하기 위해 적절한 시험 또는 검사를 행하여 탱크 및 관련 관장치의 세정효과를 확인하여야 한다.

5. 이들 화물을 최초로 각각의 탱크에 적재하기 전에 대량의 녹의 침전, 명확한 구조상의 결함 및 오염이 없는가를 확인하기 위하여 탱크내에 들어가 검사하여야 한다. 화물탱크에 연속적으로 이들 화물을 적재하는 경우에는 2년을 넘지 않는 간격으로 동등의 검사를 하여야 한다.

6. 이들 화물을 적재하는 탱크는 강 또는 스테인리스강재로 하여야 한다.

7. 이들 화물을 적재한 탱크는 물세척 또는 공기배출에 의하여 탱크 및 관련 관장치를 완전히 세정한 후에 다른 화물을 적재할 수 있다.

8. 모든 밸브, 플랜지, 부착물 및 부속품은 이들 화물의 사용에 적합한 형식으로써 인정하는 기준에 적합한 강 또는 스테인리스강으로 제작하여야 한다. 밸브의 디스크, 디스크 표면, 밸브시트 및 기타의 마모부분은 11 % 이상의 크롬을 포함한 스테인리스강으로 제작하여야 한다.

9. 개스킷은 이들 화물과 반응하거나 그것에 용해되거나 또는 그 자연발화 온도를 떨어뜨리지 않는 것으로써 내화성이 있고 적절한 기계적 성질을 가진 재료로 제작하여야 한단.
   화물에 노출되는 표면은 폴리테트라 플루오르 에틸렌(PTFE) 또는 불활성재로서 PTFE와 동등의 안전성을 가진 재료이어야 한다. PTFE 또는 동등의 불소중합체로 채운 것으로 나선모양으로 감은 스테인리스강은 인정할 수 있다.

10. 단열재 및 패킹을 사용하는 경우에는 이들 화물과 반응하거나 그들에 용해되거나 또는 그 자연발화온도를 떨어뜨리지 않는 재료이어야 한다.

11. 다음의 재료는 이들 화물의 격납설비에 사용되는 개스킷, 패킹 및 유사의 용도에 사용하기에는 일반적으로 부적절하므로 우리 선급의 승인을 받기 전에 시험을 할 필요가 있다.
   (1) 이들 화물과 접하는 경우의 네오프렌 또는 천연고무
   (2) 석면류 또는 석면류를 사용한 고착재
   (3) 광물면과 같은 산화마그네슘을 포함하는 재료

12. 나사박이식 이음은 화물액 및 증기관장치에 사용하여서는 아니 된다.

13. 화물의 주입 및 배출관은 화물탱크의 저부 또는 모든 빌지웰의 하면에서 100 mm 이내의 위치까지 연장하여야 한다.

14.1 이들 화물을 적재하는 탱크의 적재설비는 밸브붙이 증기환류 연결구를 설치하여야 한다.

14.2 이들 화물은 탱크로부터 증기를 대기중에 배출하지 않도록 적재 및 하역하여야 한다.

탱크에 적재중에 육상시설로 증기를 환류하는 경우, 이들 화물의 적재설비에 접속되는 증기환류장치는 다른 모든 적재설비로부터 독립되어야 한다.

14.3 하역작업 중 화물탱크내의 압력은 0.007 MPa 게이지압 이상으로 유지하여야 한다.

15. 이들 화물을 적재하는 탱크는 다른 화물을 적재하는 탱크와는 독립된 통풍장치를 설치하여야 하며 화물탱크를 대기에 노출시키지 않고 탱크내의 이들 화물을 채취할 수 있는 설비를 하여야 한다.

16. 화물은 오직 디프웰 펌프나 유압구동식 잠수펌프 또는 불활성가스 치환법에 의하여 하역할 수 있으며 각 화물펌프는 펌프로부터의 하역장치가 차단 또는 폐쇄된 경우에 이들 화물이 비정상적으로 가열되지 않도록 배치하여야 한다.

17. 이들 화물의 이송에 사용되는 화물호스에는 「산화알킬렌 이송전용」이라고 표시하여야 한다.

18. 산화프로필렌을 운송하는 일체형 중력식 탱크에 인접하는 화물탱크, 보이드 스페이스 및 기타 폐위구역은 상호반응을 하지 않는 화물(2항에 규정하는 화물은 상호 반응을 하는 물질의 예이다)을 적재하거나 적절한 불활성가스를 주입하여 불활성화하여야 한다.

독립형 화물탱크가 거치된 모든 화물창 구역은 불활성화하여야 하며 불활성화된 구역 및 탱크에는 이들 화물 및 산소의 감시장치를 설치하여야 한다.

이동식 채취설비는 인정할 수 있으며 이들 구역의 산소농도는 2 % 이하로 유지되도록 하여야 한다.

19. 이들 화물이 장치내에 들어있는 동안은 어떠한 경우에도 화물펌프 또는 화물관 장치내에 공기가 들어가지 않도록 하여야 한다.

20. 육상 관장치를 떼어내기 전에 액체 및 증기관장치의 압력은 로딩헤더에 부착된 적절한 밸브를 통하여 토출시켜야 하며 이들 관장치로부터 액체 또는 증기가 대기중에 배출하여서는 아니 된다.

21. 산화프로필렌은 압력식 탱크, 독립형탱크 또는 일체형 중력식 탱크로 운송할 수 있으며 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물은 독립형 중력식 또는 압력식 탱크로 운송하여야 한다. 탱크는 적재, 운송 및 하역 중에 발생할 것이 예상되는 최고압력에 견딜 수 있도록 설계하여야 한다.

22.1 0.06 MPa 게이지압 미만의 설계압력으로 제작된 산화프로필렌 운송탱크 및 0.12 MPa 게이지압 미만의 설계압력으로 제작된 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물 운송탱크에는 화물을 기준온도 이하로 유지시키기 위한 냉각장치를 설치하여야 한다.

22.2 선박이 한정된 해역내 또는 한정된 기간의 항해로 운송하는 선박에 대하여 우리 선급은 설계압력 0.06 MPa 게이지압 미만의 화물탱크에 대한 냉각요건의 적용을 면제할 수 있다. 이 경우 화물탱크의 단열에 대하여도 고려할 필요가 있다. 이와 같은 운송이 인정된 해역 및 기간은 IBC **적합증서**상의 운송조건란에 이를 기재하여야 한다.

23.1 모든 냉각장치는 적재시의 탱크내 압력하에서 액체온도가 비등점 이하가 되도록 유지시킬 수 있는 것이어야 하며 탱크내의 상태변화에 따라 자동적으로 조정되는 적어도 2조의 완전한 냉각장치를 설치하여야 한다. 각 냉각장치는 통상 조작시 필요한 보기를 각각 전용으로 비치하여야 하며 제어장치는 수동으로 조작될 수 있는 것이어야 한다. 온도제어 장치가 고장난 경우, 이를 알리는 경보장치를 설치하여야 하며 각 냉각장치의 용량은 액체화물의 온도를 장치의 기준온도 이하로 유지하는데 충분한 것이어야 한다.

23.2 대체설비로서 3조의 냉각장치를 설치할 수 있으며, 이 경우 이들 중 2조의 냉각장치에 의해서 액체온도를 기준온도 이하로 유지하는데 충분한 능력을 가진 것이어야 한다.

23.3 한 겹의 위벽만으로 이들 화물과 분리되어 있는 냉각매채는 이들 화물과 반응하지 않는 것이어야 한다.

23.4 이들 화물의 압축을 필요로 하는 냉각장치는 사용하여서는 아니 된다.

24. 압력도출밸브의 설정압력은 0.02 MPa 게이지압 이상으로 하여야 하며 압력식 탱크로서 산화프로필렌을 적재할 경우에는 0.7 MPa 게이지압 이하, 산화프로필렌/산화에틸렌 혼합물을 적재할 경우에는 0.53 MPa 게이지압 이하로 하여야 한다.

25.1 이들 화물을 적재하는 탱크의 관장치는 빈 탱크를 포함하여 다른 모든 탱크의 관장치와는 분리하여야 한다(301.의 4항 참조). 적재하는 탱크의 관장치가 독립되어 있지 않은 경우(106.의 18항 참조), 요구되는 배관의 분리는 스풀피스, 밸브 또는 기타의 관을 제거하고 이 위치에 맹플랜지를 부착하여야 한다. 요구되는 분리는 모든 액체 및 증기배관, 액체 및 증기 통풍관장치 및 공통의 불활성가스 공급관장치와 같은 기타의 연결구에도 적용한다. *(2021)*

25.2 이들 화물은 우리 선급에 의하여 이미 승인받은 화물취급 도면에 따라서만 운송될 수 있다. 각각의 사용예정 적재설비는 별개의 화물취급 도면에 표시하여야 하며 화물취급 도면에는 모든 화물관장치 및 상기의 배관 격리요건에 적합한 필요한 맹플랜지의 부착장소를 표시하여야 한다. 승인된 각각의 화물취급 도면 사본은 선내에 보관하여야 하며 IBC **적합증서**상에 「승인된 화물취급 도면을 참조할 것」을 이서하여야 한다.

25.3 이들 화물을 최초로 적재하기 전과 이와 같은 용도로 쓰이게 될 때마다 요구되는 배관의 분리가 되어있음을 증명하는 증서를 항만당국, 또는 항만당국이 지정하는 자로부터 발급받아 이를 선내에 비치하여야 한다. 부주의로 맹플랜

지를 제거하지 않도록 맹플랜지와 관장치의 플랜지 사이의 각 접속부에는 책임있는 자에 의하여 와이어와 봉인이 부착되어야 한다.

26.1 화물탱크는 기준온도에서 최대적재용량의 98%를 넘어 적재하여서는 아니된다.

26.2 화물탱크에 적재하는 최대용적(V_L)은 다음 식에 따른다.

$$V_L = 0.98\,V\frac{\rho_R}{\rho_L}$$

V : 탱크의 용량
ρ_R : 기준온도에 있어서의 화물의 비중
ρ_L : 적재온도 및 압력에 있어서의 화물의 비중

26.3 각 화물에 적용되는 적재온도 및 최대기준온도에 대한 각 화물탱크의 최대적재 허용한도를 우리 선급이 승인한 목록표에 표시하여야 하며, 선장은 그 목록표의 사본을 선내에 영구히 보관하여야 한다.

27. 화물은 질소가스로 적절하게 보호·차단된 상태에서 운송하여야 하며, 환경조건 또는 냉각장치의 고장으로 화물의 온도가 저하한 경우에 탱크압력이 0.007 MPa 게이지압 이하로 되는 것을 방지할 수 있도록 자동 질소보급장치를 설치하여야 한다.

자동압력제어에 필요한 충분한 양의 질소를 선내에서도 사용할 수 있도록 비치하여야 하며, 차단용 질소가스는 상업용 순수질소(99.9 % 용적)를 사용하여야 한다. 감압밸브를 통하여 화물탱크에 접속된 질소병 장치는 자동 질소보급장치로 본다. **【지침 참조】**

28. 화물탱크의 증기공간은 산소농도가 용적농도 2 % 이하인 것을 확인하기 위하여 적재 전후에 시험을 하여야 한다.

29. 적재용 매니폴드, 화물의 하역에 관계되는 노출갑판상의 배관 및 탱크돔 주위의 구역을 유효하게 덮을 수 있는 충분한 용량의 물분무장치를 설치하여야 한다.

배관 및 노즐의 배치는 매분 10 l/m^{2}의 일정 방출률을 유지할 수 있는 것이어야 한다. 물분무장치에 물을 공급하는 펌프의 원격시동장치 및 이 물분무장치에 부착된 통상 폐쇄되어 있는 밸브의 원격조작장치는 그 화물지역의 외부의 적절한 위치에 거주구역에 인접하게 배치되어야 하며 보호되는 구역의 화재발생시 즉시 접근하여 조작할 수 있어야 한다. 물분무장치는 그 설치장소에 조작 가능한 원격수동조작 장치를 설치하고 누설된 화물을 씻어낼 수 있도록 배치하여야 한다.

또한 동결할 우려가 없는 경우, 호스를 노즐에 연결하고 노즐에 있는 밸브의 개폐만으로도 하역작업 중에 즉시 사용할 수 있도록 준비하여야 한다.

30. 화물이송에 사용되는 각 화물호스의 접속부에는 원격조작식이며 폐쇄속도 제어식의 차단밸브를 설치하여야 한다.

1509. 50 % 이하의 염화나트륨 용액

1. 이 화물을 적재한 후의 탱크 및 관련 장치는 물로 완전히 씻어내거나 또는 공기세척을 한 후 다른 화물에 사용될 수 있다.
2. 이 화물이 누설된 경우에는 즉시 모든 누설된 액체를 세척하여야 하며 화재의 위험성을 최소화하기 위하여 누설된 액체를 건조시켜서는 아니 된다.

1510. 용융유황 【지침 참조】

1. 화물탱크의 통풍장치는 용융유황 적재시에 화물탱크내의 증기부분에서의 유화수소 농도를 폭발하한치의 1/2미만(용적률 1.85 % 미만)으로 유지하는 것이어야 한다.
2. 화물탱크내의 가스농도를 낮게 유지하기 위하여 동력통풍장치를 사용하는 경우에는 그 장치가 고장난 경우에 경보를 발하는 장치를 설치하여야 한다.
3. 화물탱크의 통풍장치는 장치내에 유황이 부착하는 것을 방지할 수 있도록 설계하고 배치하여야 한다.
4. 화물탱크에 인접하는 보이드 스페이스의 개구는 물, 유황 또는 화물증기의 침입을 방지할 수 있도록 설계 및 부착하여야 한다.
5. 보이드 스페이스에는 증기를 채취하고 이를 분석할 수 있도록 연결구를 설치하여야 한다.
6. 용융유황의 온도가 155 °C를 넘지 않도록 유지할 수 있는 화물 온도제어장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
7. 용융유황은 인화점 60 °C 이상이어야 하지만 전기설비는 승인된 가스안전형이어야 한다.

1511. 산

1. 선체외판은 무기산을 적재하는 탱크의 주위벽으로 사용하여서는 아니 된다.
2. 우리 선급이 지장이 없다고 인정한 경우에는 연강재의 화물탱크 및 그것에 접속하는 관장치에 대하여 내식재료에 의한 라이닝을 시공할 수 있다. 라이닝 재료의 탄성은 지지하는 주위벽의 탄성보다 적어서는 아니 된다. **【지침 참조】**
3. 전체가 내식성 재료로 제작되어 있거나 승인된 라이닝으로 시공되어 있는 경우를 제외하고 부재의 두께는 화물의 부식성을 고려하여 정하여야 한다.
4. 적재 및 하역용 매니폴드 연결관의 플랜지부에는 화물의 분출 위험성을 방지하기 위하여 덮개(이동식도 가함)을 설치하여야 하며, 또한 갑판상으로 누설하는 것을 방지하기 위하여 기름받이를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
5. 이들 화물은 운송 중에 수소를 발생할 위험이 있으므로 전기설비는 1001.의 **4항**에 적합한 것이어야 하며 승인된 안전형식의 설비는 수소와 공기의 혼합기체 중에서도 사용하기에 적합한 것이어야 한다. 기타의 발화원을 이들 구역에서 사용하여서는 아니된다.
6. 이 절의 적용을 받는 물질은 301.의 1항에 규정하는 격리에 관한 요건에 적합하여야 하며 연료유 탱크와도 격리시켜야 한다. **【지침 참조】**
7. 인접하는 구역으로 화물이 누설하는 것을 검지할 수 있는 적절한 장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
8. 화물펌프실의 빌지흡입설비 및 배출설비는 내식성 재료로 하여야 한다. **【지침 참조】**

1512. 유독물질

1. 탱크 통풍장치의 배기구는 다음의 장소에 배치하여야 한다.
   (1) 노출갑판상 또는 갑판탱크의 경우는 보행로상 $B/3$ 또는 6 m 중 큰 쪽의 높이.
   (2) 선루간 보행로에서 6 m 이내에 설치하는 경우에는 선루간 보행로상 6 m 이상의 높이.
   (3) 거주구역 및 업무구역에 이르는 모든 개구 또는 공기흡입구로부터 15 m 이상 떨어진 장소.
   (4) 통풍통의 높이는 갑판상 또는 필요한 경우에는 선루보행로의 전후부상 3 m까지 감할 수 있다.
   다만, 증기와 공기의 혼합기체를 적어도 30 m/s의 배출속도로 분출하는데 지장없이 상방으로 유도될 수 있도록 우리 선급의 승인을 받은 형식의 고속배기밸브가 부착된 경우에 한한다.
2. 탱크 통풍장치에는 육상시설로 가는 환류관을 연결할 수 있는 접속장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 화물은 다음의 요건에 따라야 하며 307.의 2항 규정을 참조하여야 한다.
   (1) 연료탱크에 인접하여 적재하여서는 아니 된다.
   (2) 분리된 관장치를 가질 것.
   (3) 독성이 없는 화물을 적재하는 탱크로부터 분리된 탱크 통풍장치를 설치할 것.
4. 화물탱크 압력도출밸브의 설정압력은 적어도 0.02 MPa 게이지압으로 하여야 한다.

1513. 첨가제에 의하여 보호된 화물

1. **17절**의 표 중 o란에 기재되어 있는 특정의 화물은 그 화학적 성질에 따라 어느 온도, 공기와의 접촉 또는 화학적 변화를 일으키기 쉬운 경향이 있으며 이러한 경향을 완화하기 위하여 액체화물중에 소량의 첨가제를 투입하거나 화물탱크의 환경을 제어하여야 한다.
2. 이들 화물을 운송하는 선박은 화물탱크 및 화물취급장치로부터 촉매로서 작용하거나 첨가제의 효과를 파괴하는 구조재료 또는 오염물질이 제거되어 있는가를 확인하여야 한다.
3. 항해 중에 항상 유해한 화학적 변화를 방지하기 위하여 이들의 화물이 충분히 보호되도록 주의하여야 하며 이와 같은 화물을 운송하는 선박에는 화물에 첨가된 첨가제에 관하여 제조자로부터 다음의 사항을 기재한 증명서를 발부받아 선내에 비치하여야 한다.
   (1) 첨가제의 명칭 및 양
   (2) 첨가제가 산소 의존형(oxygen-dependent)인가의 여부 **【지침 참조】**
   (3) 화물에 첨가제를 투입한 날짜 및 그 유효기간
   (4) 첨가제의 유효기간을 보증하는 온도범위
   (5) 항해기간이 첨가제의 유효기간을 넘는 경우에 취하여야 할 조치사항
4. 화물의 산화를 억제하는 방법으로 공기와 차단하는 것을 선택한 선박은 901.의 3항 규정에 적합하여야 한다.
5. 산소 의존형 반응억제제를 함유한 제품을 운반하는 경우 **【지침 참조】**
   (1) SOLAS II-2/4.5.5 **규칙**에 의해 불활성화가 요구되는 선박은 적하 전 또는 항해 중에는 불활성가스를 적용해서는 안 되며 양하 직전에 적용하여야 한다.

(2) SOLAS II-2/4.5.5 **규칙**을 적용받지 않는 선박(개별 탱크 용량이 3,000 m^3 이하인 선박)에는 불활성화 작업 없이 그러한 제품을 운반할 수 있다. 다만, 불활성화를 해야 하는 경우 적하 전 또는 항해 중에는 불활성가스를 적용해서는 안 되며 양하 직전에 불활성가스를 적용하여야 한다.

6. 통풍장치는 생성중합체에 의하여 막히는 일이 없도록 설계하여야 하며 정기적으로 작동상태의 적합여부를 점검할 수 있는 형식이어야 한다.
7. 통상 용융상태에서 운송되는 화물의 결정화 또는 응고는 탱크내의 화물이 있는 부분에서 첨가제가 소모될 가능성이 있으며 그 결과 계속해서 재용융함으로 인하여 위험한 중합반응을 야기시키는 억제되지 않은 액체부분이 생길 가능성이 있다.

이러한 사태를 방지하기 위하여는 탱크내의 모든 부분에 대하여 이와 같은 화물이 전체적 또는 부분적으로 결정화 또는 응고되지 않도록 항상 충분한 주의를 하여야 한다. 가열장치가 필요한 경우, 탱크내의 모든 부분에 대하여 화물이 위험한 중합반응을 일으킬 가능성이 있는 범위까지 과열되지 않도록 하여야 하며 수증기 코일로부터 온도가 과열이 될 가능성이 있는 경우에는 간접식 저온가열장치를 사용하여야 한다.

1514. 37.8 °C에서 절대증기압이 0.1013 MPa 보다 높은 증기압을 가진 화물

1. **17절**의 표 중 o란에 이 규정에 언급된 화물에 대하여는 화물장치가 45 °C에서 화물의 증기압에 견딜 수 있도록 설계된 경우를 제외하고 동력냉각장치를 설치하여야 한다.

화물장치가 45 °C에 있어서 화물의 증기압에 견딜 수 있도록 설계되어 있고 냉각장치가 설치되어 있지 않은 경우에는 IBC **적합증서**상의 운송조건란에 탱크에 대해 요구되는 도출밸브의 설정압력을 기재하여야 한다.

2. 동력냉각장치는 액체온도를 탱크의 설계압력에 대하여 비등점 이하를 유지하도록 하여야 한다.
3. 선박이 한정된 해역 및 연간 여러번 항해하거나 또는 한정된 기간의 항해에 취항하는 경우, 우리 선급은 냉각장치의 요건을 면제할 수 있다. 지리적 해역의 제한 및 연간 항해일수 또는 항해기간의 한정에 관한 합의 사항을 IBC **적합증서**의 운송조건란에 기재하여야 한다.
4. 적재 중에 방출가스를 육상시설로 되돌릴 수 있는 연결장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
5. 각 탱크에는 화물상방의 증기공간의 압력을 표시하는 압력계를 설치하여야 한다.
6. 화물을 냉각할 필요가 있는 경우에는 각 탱크의 최상부 및 저부에 온도계를 설치하여야 한다.
7. (1) 화물탱크에는 기준온도(R)에 있어서 98 %를 넘어 액체를 적재하여서는 아니 된다.

(2) 화물탱크에 적재하는 최대용량(V_L)은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$V_L = 0.98\,V\frac{\rho_R}{\rho_L}$$

여기서,

V : 화물탱크의 용량.

ρ_R : 기준온도(R)에 있어서의 화물의 비중.

ρ_L : 적재온도에 있어서의 화물의 비중.

R : 압력도출밸브의 설정압력에서의 화물의 증기압에 대응하는 기준온도.

(3) 적용되는 화물적재온도 및 적용할 최대증기온도에 대응하는 각 화물탱크의 최대허용 충전한도는 우리 선급에서 승인한 목록표에 표시하여야 하며, 선장은 그 목록표 사본을 선내에 영구히 보관하여야 한다.

1515. 산적액체용 황화수소(H_2S) 검지장치 *(2021)*

황화수소 검지기를 황화수소가 생성되기 쉬운 산적액체 운송선박에 비치하여야 한다. 제거제(scavengers) 및 살생물제(biocides)는 황화수소의 형성을 100% 제어하지 못할 수 있다. 황화수소 검사에 대하여 **1302.**의 **1**항에서 규정한 독성증기 검지기를 사용할 수 있다.

1516. 화물의 혼합 【지침 참조】

1. 삭제됨. *(2021)*
2. **17절**의 표 중 o란에 이 항이 표시되는 경우 화물에 물이 혼입되는 것은 허용하지 않으며 다음의 규정을 만족하여야 한다.

(1) 화물을 적재하는 탱크의 압력/진공 도출밸브의 공기흡입구는 노출갑판상 적어도 2 m의 높이에 설치하여야 한다.

(2) 7절에 의하여 요구되는 화물 온도제어장치의 열전달 매체로서 물 또는 수증기를 사용하여서는 아니 된다.
(3) 전용 평형수탱크 또는 물탱크가 비어있고 건조상태가 아닌 한 이들에 인접하는 화물탱크에 화물을 적재하여서는 아니 된다.
(4) 화물은 평형수, 슬롭 혹은 위험한 반응을 일으킬 우려가 있는 수분을 포함한 다른 화물을 적재한 슬롭탱크 또는 화물탱크에 인접하는 탱크에 적재하여서는 아니 된다.
이와 같은 탱크에 인접하는 펌프, 밸브 및 통풍관 장치는 화물을 적재한 탱크에 접속하는 유사한 장치로부터 분리하여야 한다.
슬롭탱크로부터의 관장치 및 평형수 관장치는 배관 터널내에 포설하지 않는 한 화물을 적재한 탱크내를 통하여서는 아니된다.

1517. 통풍증가요건 【지침 참조】

특정화물에 대하여 1201.의 3항에 규정하는 통풍장치는 해당 구역의 총용적을 적어도 매시 45회의 환기능력을 가진 것이어야 한다.
통풍장치의 배기덕트는 거주구역, 작업구역 또는 기타 유사한 구역의 개구 및 통풍장치의 흡입구로부터 적어도 10 m 떨어져야 하며 탱크 갑판상 적어도 4 m의 높이에서 배기되어야 한다.

1518. 특별한 화물펌프실 요건 【지침 참조】

특정화물에 대하여 화물펌프는 화물탱크내에 설치하거나 화물펌프실을 갑판과 같은 높이로 하여야 한다. 개방갑판하에 화물펌프실을 설치할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

1519. 넘침제어

1. 이 규정은 17절의 표 중 o란에 언급되어 있는 경우에 계측장치에 대한 요건에 추가하여 적용한다.
2. 안전한 적재를 위한 필수적인 장치의 동력원이 고장난 경우에도 작동자에게 경보를 발하는 것이어야 한다.
3. 안전한 적재를 위한 필수적인 장치가 조작 불가능한 경우에 적재작업이 즉시 중지될 수 있는 것이어야 한다.
4. 액면경보장치는 적재하기 전에 시험을 할 수 있는 것이어야 한다. **【지침 참조】**
5. 6항의 규정에서 요구하는 고액면 경보장치는 7항의 규정에서 요구하는 넘침 제어장치 및 1301.의 규정에서 요구하는 장치와는 독립으로 하여야 한다. **【지침 참조】**
6. 화물탱크는 1항 내지 5항의 규정에 적합하여야 하며 화물탱크내의 액면이 통상 만재상태에 달하는 경우에 지시하는 가시가청 고액면 경보장치를 부착하여야 한다. **【지침 참조】**
7. 이 항에서 요구하는 탱크 넘침 제어장치는 다음의 규정에 적합한 것이어야 한다.
   (1) 정상적인 탱크 적재 절차에 따라 작업할 경우, 통상의 만재상태를 넘는 액면에서 정지시킬 수 없는 경우에 작동할 것.
   (2) 선박의 조작자에게 가시가청 경보를 발할 것.
   (3) 육상의 펌프, 밸브 또는 그 양쪽이나 선박측의 밸브가 순차적으로 차단된 경우에 규정의 신호를 발할 것. 펌프 및 밸브의 차단과 신호는 조작자의 작동에 의해서도 가능할 것.
   선상에서 자동폐쇄밸브를 사용할 때에는 우리 선급의 승인을 받은 경우에 한하여 인정한다.
8. 탱크의 적재속도(LR)는 다음 식을 넘어서는 아니 된다.

$$LR = \frac{3{,}600\,U}{t} \quad (\mathrm{m^3/h})$$

U : 신호를 발하는 액면에서의 얼리지 용적($\mathrm{m^3}$)
t : 신호가 발하여 탱크내로 화물이 들어가는 것을 완전히 정지하기까지에 소요되는 시간(초)으로써 신호에 대한 조작자의 반응시간, 펌프정지 및 밸브개폐에 소요되는 시간들을 합한 일련의 연속작동에 소요되는 합계시간이어야 한다.
또한, 관장치의 설계압력도 고려하여야 한다.

1520. 질산염 알킬(C_7-C_9) 및 이성체

1. 화물의 운송온도는 자기발연 분해반응이 일어나는 것을 막기 위하여 100 °C 미만의 온도로 유지하여야 한다.
2. 화물은 다음의 경우 이외에는 선박의 갑판상에 영구히 고정된 독립형 압력용기에 운반하여서는 아니 된다.
   (1) 탱크는 화염에 대하여 충분히 방열조치가 되어 있을 것.
   (2) 선박은 화물의 온도가 100 °C 미만을 유지하고 탱크내의 온도상승이 650 °C (1200 °F)의 화염에도 1.5°C/시간을 초과하지 않도록 탱크에 살수장치를 설치할 것.

1521. 온도감지기

펌프의 고장으로 인한 이상 온도상승을 탐지하기 위하여 화물펌프에 온도감지기를 설치하여야 한다.

제 16 절 작업규정

1601. 탱크당 최대 허용화물량 【지침 참조】

1. 1형 선박으로 운송이 요구되는 화물의 적재량은 1개 탱크당 1,250 m^3을 넘어서는 아니 된다.
2. 2형 선박으로 운송이 요구되는 화물의 적재량은 1개 탱크당 3,000 m^3을 넘어서는 아니 된다.
3. 주위온도에서 액체를 운송하는 탱크는 화물이 도달할 수 있는 최고온도를 고려하여야 하며 항해 중에 탱크가 액체로 충만하게 되는 것을 피하도록 적재하여야 한다.

1602. 화물에 관한 자료

1. 이 장의 적용을 받는 선박은 이 장 또는 이 장의 규정과 관련된 국내법 사본 1부를 선내에 보관하여야 한다.
2. 산적 운송하는 모든 화물은 **17절** 및 **18절**에서 등재되거나 또는 MEPC.2/Circ. 최신판 또는 잠정 평가된 화물명을 선적서류에 표시하여야 한다. 화물 혼합물일 경우에는 화물의 전체적인 위험성에 대하여 중대한 요인이 되는 위험한 요소를 나타내는 분석을 하거나 가능하다면 전체 혼합물에 대한 분석을 하여야 한다. 이 분석은 제조자 또는 우리 선급이 인정하는 제3자인 전문가에 의하여 증명된 것이어야 한다.
3. 화물의 안전한 운송을 위하여 필요한 정보를 선내에 보관하여야 하며 관계자 전원이 이용할 수 있어야 한다. 선내의 모든 화물을 나타낸 것으로 선내의 접근하기 쉬운 장소에 보관하는 화물적재 계획 및 운송하는 각각의 위험화학품에 대하여 다음 사항이 포함되어야 한다.
   (1) 화물의 안전한 적재에 필요한 반응성을 포함한 물리적, 화학적 특성에 대한 충분한 해설
   (2) 누설되거나 넘친 경우에 취할 조치사항
   (3) 인체의 접촉사고에 대한 대책
   (4) 소화방법 및 소화제
   (5) 화물이송, 탱크세정, 가스프리 및 평형수주입작업의 절차
   (6) 안정제 또는 억제제의 첨가가 요구되는 화물의 경우, 이 규정에서 요구하는 증명서가 없는 경우에는 그 화물의 적재를 거부하여야 한다.
4. 화물의 안전한 운송에 필요한 충분한 정보가 없는 경우에는 그 화물의 적재를 거부하여야 한다.
5. 독성이 높아 검지할 수 없는 증기를 발하는 화물은 화물내에 검지할 수 있는 첨가물을 투입하지 않는 한 운송하여서는 아니된다.
6. **17절**의 표 중 o란에 이 항이 언급된 경우에는 20°C에서의 화물의 점도를 선적서류에 기재하여야 하며 20°C에서 화물의 점도가 50 MPa·s를 넘는 경우에는 화물의 점도가 50 MPa·s가 되는 온도를 선적서류에 기재하여야 한다.
7. **17절**의 표 중 o란에 이 항이 표시되는 경우, MARPOL Annex II의 13.7.1.4 규정에 따라 예비 세정 요건을 준수하여야 한다. *(2021)*
8. 삭제됨. *(2021)*
9. **17절**의 표 중 o란에 이 항이 표시되는 경우, 화물의 융점을 선적서류에 기재하여야 한다. *(2021)*

1603. 선원의 훈련

1. 모든 선원은 보호장구의 사용법에 대하여 적절한 훈련을 받아야 하며 비상사태 시 각 선원에 부여된 필요한 조치에 대하여 기본적인 훈련을 받아야 한다.
2. 화물작업에 종사하는 선원은 취급절차에 대하여 적절한 훈련을 받아야 한다.
3. 국제해사기구가 개발한 지침에 따라 사관은 화물과 관련된 누설, 유출 또는 화재에 대처할 수 있는 비상조치에 관한 훈련을 받아야 하며 사관 중에 충분한 인원이 운송화물에 대한 기본적인 응급조치에 대하여 교육 및 훈련을 받아야 한다. 참고로 위험물을 포함한 사고 시 의료응급조치지침으로써 적절한 사고처리할 수 있는 설비나 해독제는 물론 나타나는 현상에 따라 사고 처리 안내를 제공한다. 또한 STCW A편 과 B편의 관련규정을 참고한다.

1604. 화물탱크의 개폐 및 출입

1. 인화성 또는 독성 증기 혹은 둘 모두가 발생하는 화물을 취급 및 운송중이거나 그와 같은 화물의 하역 후 평형수주입작업시, 또는 화물의 적재나 하역시 화물탱크의 덮개는 항상 폐쇄되어 있어야 한다. 위험화물의 경우, 화물탱크의 덮개, 얼리지용 개구, 관측창 및 탱크세정용 출입덮개는 필요한 경우에만 개방하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 다음 중 어느 하나의 규정에 만족하지 않는 한 화물탱크, 화물탱크 주위의 보이드 스페이스, 화물취급 장소 또는 기

타 폐위장소에 들어가서는 아니 된다.
(1) 해당 구획 내에 유독성 증기가 없고 산소가 부족하지 않을 것.
(2) 호흡구 및 기타 필요한 보호장구를 착용하고 모든 작업이 책임있는 사관의 엄중한 감독하에 있을 것.
3. 단지 인화의 위험성이 있는 장소에는 책임있는 사관의 엄중한 감독하에 출입을 허가할 수 있다.

1605. 화물시료의 보관 【지침 참조】

1. 선내에 보관하여야 하는 시료는 화물지역 내의 지정된 장소 또는 예외적으로 우리 선급이 인정하는 다른 장소에 보관하여야 한다.
2. 보관장소는 다음의 요건에 만족하여야 한다.
(1) 항해 중에 시료용기가 이동하는 것을 방지하기 위하여 보관장소는 격자형태로 분할되어 있을 것.
(2) 보관하고자 하는 각종 시료에 충분히 견디는 재료로 만든 것일 것.
(3) 적절한 통풍장치를 갖추고 있을 것.
3. 위험하게 상호반응하는 시료는 서로 인접하게 보관하여서는 안 된다.
4. 시료는 필요 이상으로 오래 보관하여서는 아니 된다.

1606. 과도한 열에 노출시켜서는 안 되는 화물 【지침 참조】

1. 탱크 내 또는 관련 관장치 내에서 화물의 국부적인 과열로 인한 중합, 분해, 열적 불안정 또는 가스발생과 같은 위험한 반응을 일으킬 가능성이 있는 경우, 그러한 화물은 반응을 일으키는데 충분히 높은 온도로 가열되어 있는 다른 화물로부터 적절히 격리하여 적재하고 운송하여야 한다.(701.의 5항 (4)호 규정 참조)
2. 이러한 화물을 적재하는 탱크내의 가열코일은 맹플랜지로 차단하거나 동등한 방법으로 보호하여야 한다.
3. 열에 민감한 화물을 방열조치가 없는 갑판탱크로 운송하여서는 아니 된다.
4. 화물의 온도상승을 피하기 위하여 이러한 화물은 갑판탱크로 운송하여서는 안 된다.

제 17 절 최저요건 일람표

1. 이 절의 적용을 받는 화물 목록표는 최신 개정된 IBC 코드 제17장의 최저요건 일람표를 인용하며 **부록** 7B-1에 따른다. *(2021)* **【지침 참조】**
2. 별도의 언급이 없는 한, 오염위험성만을 가지며 MARPOL 73/78 부속서 II의 제6.3규칙에 의하여 잠정적으로 평가된 유해액체물질의 혼합물은 유해액체물질에 대한 이 절의 해당부분에 적용되는 이 장의 요건에 따라 운송될 수 있다.

제 18 절 IBC 코드를 적용받지 아니하는 화물목록

1. 이 절은 안전 및 오염상의 위험성에 대하여 검토하여 IBC 코드를 적용할 만큼 위험성을 나타내지 아니한다고 결정된 물질에 적용된다.
2. 이 절에 속한 물질은 IBC 코드의 적용 범위를 벗어나지만, 우리 선급에서 이 화물을 안전하게 운송하기 위하여 안전에 관한 예방조치가 필요하다는 점을 유의하여야 한다. 따라서 적절한 안전기준을 요구할 수 있다.
3. 오염분류 Z로 판명된 액체물질은 MARPOL 73/78 부속서 II의 작업규정에 따른다.
4. 안전성 위험이 없고 MARPOL 부속서 II의 제6.3규칙에서 Z 및 OS 오염분류로 평가되거나 잠정 평가된 액체혼합물을 이 절에서 특별히 정해지지 아니한 유해액체물질 또는 비유해 액체물질로 등재하고 운송할 수 있다.
5. 이 절에 적용받는 화물목록은 최신 개정된 IBC 코드 제18장의 일람표를 인용하며 주석은 아래와 같다.
   (1) 화물명칭 : 화물명은 산적 화물용으로 신청된 모든 화물의 선적서류에 사용하여야 한다. 어떠한 추가명칭을 화물명 뒤의 괄호 안에 포함시킬 수 있다. 일부 화물명이 이전에 발행된 화물명과 일치하지 아니한다.
   (2) 오염분류 : Z 는 MARPOL 73/78 부속서 II에서 지정된 각 화물의 오염분류를 말한다. OS는 X,Y,Z 분류를 벗어나서 평가되는 화물을 말한다.
6. 화물 목록표는 **지침 부록** 7B-2에 따른다. *(2021)* **【지침 참조】**

제 19 절 산적운송 화물 색인

산적운송 화물 색인은 **지침 부록** 7B-3에 따른다. *(2021)* **【지침 참조】**

제 20 절 액체화학품 폐기물의 운송

2001. 일반

1. 액체화학품 폐기물의 해상운송은 인체와 환경에 위협을 줄 수 있다.
2. 따라서 액체화학품 폐기물도 적절한 국제협약 및 권고에 따라 운송되어야 한다. 특히 액체화학품 폐기물이 산적으로 해상운송되는 경우에는 이 규칙의 요건에 따라 운송되어야 한다.

2002. 정의

이 절에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

(1) **액체화학품 폐기물** 이라 함은 이 장의 적용을 받는 하나 이상의 성분이 포함되거나 이들 성분으로 오염된 물질, 용액 또는 혼합물로서 직접적인 사용이 예상되지 않고 해양 이외의 곳에서 투기, 소각 또는 기타의 다른 방법에 의한 처분을 위하여 산적 운송되는 것을 말한다.

(2) **지역횡단운송** 이라 함은 2개 이상의 국가가 운송에 관계되는 경우, 한 국가의 관할권하에 있는 지역으로부터 다른 국가의 관할권하에 있는 지역까지 또는 이 지역을 경유하여 어떠한 국가의 관할권에도 속하지 아니하는 지역까지 또는 이 지역을 경유하여 폐기물을 해상 운송하는 것을 말한다.

2003. 적용

1. 이 절의 규정은 해상을 운항하는 선박에 의하여 산적액체화학품 폐기물의 지역횡단 운송하는 것에 적용할 수 있으며, 또한 이 장의 다른 규정도 고려하여야 한다.
2. 이 절의 규정은 다음에 대하여는 적용하지 아니한다.

(1) MARPOL 73/78 요건을 적용받는 선내작업으로부터 나온 폐기물

(2) 방사성물질에 대하여 적용할 수 있는 규정의 적용을 받는 방사성물질을 포함하고 있거나 방사성물질로 오염되어 있는 물질, 용액 또는 혼합물

2004. 허용적하

폐기물의 지역횡단 운송은 다음의 경우에 한하여 시작할 수 있다.

(1) 원산지 국가의 권한 있는 당국, 또는 원산지 국가의 권한이 있는 당국을 통한 생산자 또는 수출자에 의해 최종 도착지의 국가에 통보가 된 경우, 및

(2) 원산지 국가의 권한이 있는 당국이 최종 도착항의 국가로부터 폐기물이 안전하게 소각되거나, 또는 기타의 방법으로 안전하게 처분될 것이라는 서면 동의를 접수하고, 운송의 권한을 주는 경우

2005. 선내 비치서류

액체화학품 폐기물의 지역횡단 운송에 종사하는 선박은 1602.에 규정된 서류에 추가하여 원산지 국가의 권한있는 당국이 발행한 폐기물의 운송에 관한 서류를 선내에 비치하여야 한다.

2006. 액체화학품 폐기물의 분류

해양환경의 보호를 위하여 산적 운송되는 모든 액체화학품 폐기물은 실제 평가된 분류에 관계없이 X류 유해액체물질로 취급되어야 한다.

2007. 액체화학품 폐기물의 운송 및 처리

액체화학품 폐기물은 17절에 규정된 액체화학품 폐기물의 최저요건에 따라 선박 및 탱크로 운반되어야 하며, 이는 그 폐기물의 위험상 다음의 요건을 따를 것을 요구하는 명백한 근거가 없는 경우에 한한다.

(1) I형 선박에 대한 운송요건, 또는

(2) 그 물질 또는 혼합물의 경우, 그 혼합물의 성분 중 가장 큰 위험성을 가진 성분에 적용할 수 있는 이 장의 추가요건.

제 21 절 IBC 코드에 있는 화물 운송 요건을 정하는 기준

이 기준은 **지침 부록** 7B-4에 따른다. *(2021)* **【지침 참조】** ⚓

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제 7 편

전용선박

제 5 장 액화가스 산적운반선
제 6 장 위험화학품 산적운반선

GA-07B-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다. 다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 7 편 “전용선박(5장, 6장)”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 7월 1일 (건조계약일 기준, 관련 회보번호: 2021-9-E)

제 5 장 액화가스 산적운반선

제 5 절 프로세스용 압력용기와 액체, 증기 및 압력관장치
- 504.의 2항을 신설함.
- 506.의 5항 및 6항을 신설함.
- 513.의 3항을 신설함.

제 13 절 계기 및 자동화시스템
- 1306.의 1항을 신설함.

제 16 절 연료로서 화물의 사용
- 1607.의 1항 (1)호를 개정함.
- 1607.의 2항을 신설함.

제 18 절 작업규정
- 1809.을 신설함.
- 1810.의 2항을 신설함.

부록 7A-3 LNG 벙커링 장치

제 6 절 제어, 감시 및 안전장치
- 604.을 개정함.

부록 7A-5 연료로서 LPG화물의 사용

제 2 절 규칙 5장 16절의 대체요건
- 207.의 4항을 신설함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 5 장 액화가스 산적운반선

제 4 절 화물격납설비
- 406. 1항 (3)을 신설함.

제 5 절 프로세스용 압력용기와 액체, 증기 및 압력관장치
- 502.의 1항을 개정함.
- 505.의 3항 (3)호를 개정함.
- 513.을 개정함.

제 7 절 **화물의 압력 및 온도제어**
- 701.의 1항을 개정함.

제 8 절 **화물격납설비 벤트장치**
- 802.의 1항 (3)호를 개정함.

제 11 절 **방화 및 소화**
- 1102.의 2항을 신설함.

제 6 장 위험화학품 산적운반선

제 5 절 **화물의 이송**
- 506.의 1항 (3)호를 개정함.

부록 7A-3 LNG 벙커링 장치

제 1 절 **일반사항**
- 105.을 개정함.

제 2 절 **제조중등록검사**
- 201.의 (2)호를 개정함.
- 202.의 1항을 개정함.

제 5 절 **벙커링 장치의 배치 및 설계**
- 503.의 1항을 신설함.

제 6 절 **제어, 감시 및 안전장치**
- 601.을 개정함.
- 602.의 3항을 개정함.
- 602.의 4항을 신설함.
- 604.의 1항, 3항 및 4항을 개정함.

부록 7A-5 연료로서 LPG화물의 사용

제 2 절 **규칙 5장 16절의 대체요건**
- 205.의 1항 (3)호 (가) (c)를 개정함.

차 례

제 5 장 액화가스 산적운반선 ····· 1
제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 선박의 생존능력 및 화물탱크의 위치 ····· 3
제 3 절 선체배치 ····· 7
제 4 절 화물격납설비 ····· 14
제 5 절 프로세스용 압력용기와 액체, 증기 및 압력관장치 ····· 34
제 6 절 구조재료 및 품질관리 ····· 40
제 7 절 화물의 압력 및 온도제어 ····· 43
제 8 절 화물격납설비 벤트장치 ····· 50
제 9 절 화물격납설비 환경제어 ····· 54
제 10 절 전기설비 ····· 57
제 11 절 방화 및 소화 ····· 59
제 12 절 화물지역내의 동력통풍장치 ····· 62
제 13 절 계기 및 자동화시스템 ····· 63
제 15 절 화물탱크의 충전한도 ····· 65
제 16 절 연료로서 화물의 사용 ····· 67
제 17 절 특별규정 ····· 68
제 18 절 작업규정 ····· 69
제 19 절 최저요건일람표 ····· 70

제 6 장 위험화학품 산적운반선 ····· 71
제 1 절 일반사항 ····· 71
제 2 절 선박의 생존능력 및 화물탱크의 배치 ····· 73
제 3 절 선체배치 ····· 78
제 5 절 화물의 이송 ····· 87
제 7 절 화물의 온도제어 ····· 92
제 8 절 화물탱크 벤트 및 가스프리장치 ····· 94
제 9 절 환경제어 ····· 98
제 10 절 전기설비 ····· 99
제 11 절 방화 및 소화 ····· 100
제 12 절 화물지역 내의 동력통풍장치 ····· 102
제 13 절 계기 ····· 104
제 14 절 인신보호 ····· 106
제 15 절 특별요건 ····· 107
제 16 절 작업규정 ····· 110

부록 7A-1 적합증서를 요구하지 아니하는 선박에 대한 요건 ····· 111

부록 7A-2 독립형탱크 형식C의 벤트장치의 적합성 평가지침 ····· 132

부록 7A-3 LNG 벙커링 장치 ····· 137
부록 7A-4 극저온용 고망간강 ····· 146
부록 7A-5 연료로서 LPG화물의 사용 ····· 148
부록 7A-6 비금속 재료(IGC Code Appendix 4) ····· 154
부록 7A-7 신개념 화물격납설비의 설계에 한계상태방법의 사용에 대한 기준(IGC Code Appendix 5) ····· 159
부록 7A-8 화물격납설비 안전여유에 대한 지침 ····· 165
부록 7B-1 위험화학품 최저요건 일람표 ····· 176
부록 7B-2 IBC 코드를 적용받지 아니하는 화물목록 ····· 217
부록 7B-3 산적운송 화물 색인 ····· 218
부록 7B-4 IBC 코드에 있는 화물 운송 요건을 정하는 기준 ····· 219

제 5 장 액화가스 산적운반선

제 1 절 일반사항

102. 도면승인 【규칙 참조】

규칙 102.의 2항 (7)호, (8)호 및 (9)호에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **규칙 5장** 413.의 4항 및 **5장** 413.의 1항 등에 해당하는 경우를 말한다.

105. 정의

1. 화물지역 【규칙 참조】

규칙 303.의 2항에 의하여 확대된 화물지역은 예를 들면 **그림** 7.5.1에 표시하는 바와 같다.

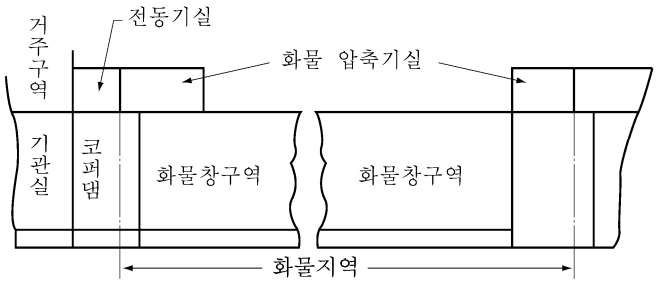


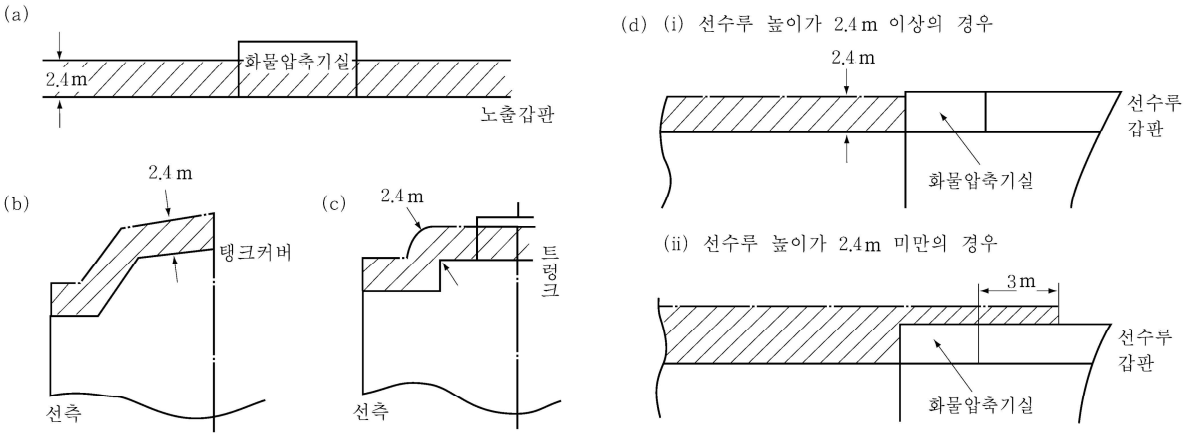
그림 7.5.1

2. 위험구역 【규칙 참조】

(1) **규칙** 105.의 23항 (7)호에서 규정하는 가스방출원으로부터 "3 m 이내"라 함은 출구 및 개구 상방에서는 개구단을 중심으로 하는 반지름이 3 m인 구의 내측을 말하며, 하방에서는 반지름이 3 m인 원주(圓柱)의 내측을 말한다.

(2) **규칙** 105.의 23항 (9)호에 규정하는 "노출갑판으로부터 2.4 m 이내의 구역"은 예를 들면 **그림** 7.5.2의 (a) 부터 (d)에 표시하는 바와 같다.

(3) **규칙** 105.의 23항 (12)호에서 말하는 "직접개구"라 함은 통상 통행에 사용하는 개구로서 문, 덮개판 등으로 덮여지는 해치도 포함한다. 기계반입용 해치등에 볼트조임 덮개판으로 폐쇄된 개구로서 해당구역에 출입하기 위한 다른 개구가 있는 경우에는 여기에서 직접개구로 간주하지 아니한다.



(비고)
화물압축기실내는 **규칙 105.**의 **23**항 (6)호의 규정에 의해 가스위험장소로 본다.

그림 7.5.2

3. **화물창구역의 정의** **규칙** 105.의 25항의 "화물창 구역" 정의에 있어서 일체형 탱크의 경우에는 화물탱크의 주위구획을 말한다. (**그림** 7.5.3 참조) **【규칙 참조】**
4. **독립의 정의** **규칙** 105.의 26항의 "독립" 의 정의에서 "기타 장치와의 접속을 가능하게 하는 어떠한 방법" 에는 맹판을 설치한 관의 플랜지 단부도 포함한다. **【규칙 참조】**
5. **방벽간 구역의 정의** **규칙** 105.의 28항의 "방벽간 구역" 의 정의에서 일체형 탱크의 경우에는 화물탱크의 주위구획을 말한다. (**그림** 7.5.3 참조) **【규칙 참조】**

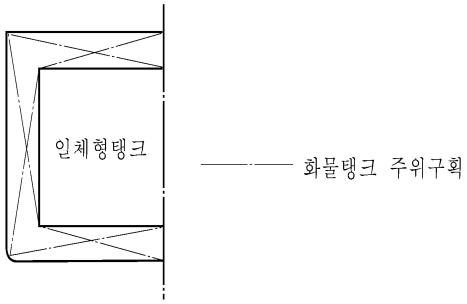


그림 7.5.3

제 2 절 선박의 생존능력 및 화물탱크의 위치

202. 건현 및 복원성

1. **규칙** 202.의 2항의 적용시, 열대만재흘수선을 지정하는 선박의 경우 '모든 항해 상태'라 함은 열대만재흘수선에 상응하는 적하상태를 포함한다.
2. **고체밸러스트 【규칙 참조】**
   규칙 202.의 4항의 고체밸러스트는 다음 각호에 따른다.
   (1) 복원성을 확보하기 위하여 고체밸러스트를 배치하는 경우, 고체밸러스트 표면과 화물탱크의 외판과는 어떠한 장소에서도 **규칙** 204.의 1항에 따른 거리 d 이상 떨어져 배치하여야 한다.
   (2) 고체밸러스트는 몰타르에 의해 고정된 콘크리트 블록 등 선체구조에 확실하게 고정되어야 한다. 고철 등의 산적은 인정하지 않는다.
3. **규칙** 202.의 6항의 기구가 권고한 성능기준은 다음을 참조한다. **【규칙 참조】**
   - part B, chapter 4, of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code);
   - the Guidelines for the Approval of Stability Instruments (MSC. 1/Circ.1229), annex, section 4;
   - the technical standards defined in part 1 of the Guidelines for verification of damage stability requirements for tankers (MSC.1/Circ.1461)
4. **규칙** 202.의 6항 (3)호의 "우리 선급이 인정하는 경우"란, 손상 및 비손상 복원성 검증 절차가 승인된 조건에 적합하게 적하되는 것과 동등한 안전 수준을 유지하는 다음의 선박 중 하나를 말한다.
   (1) 모든 형태의 예상 가능한 적하 조건이 **규칙** 202의 5항에 따라 선장에게 제공되는 승인된 복원성 자료에 포함되고 전용작업에 사용되는 선박
   (2) 우리 선급이 승인한 방법에 의해 원격으로 복원성 검증이 가능한 선박
   (3) 승인된 적하 조건 범위 안에서 적하되는 선박
   (4) KG/GM을 제한하여 승인함으로써 적용 가능한 모든 손상 및 비손상 복원성 요건을 충족하는 2016년 7월 1일 이전에 건조된 선박
5. 4항의 승인된 조건은 다음을 참조한다.
   - operational guidance provided in part 2 of the Guidelines for verification of damage stability requirements for tankers (MSC.1/Circ.1461)

203. 손상가정

1. **기타손상 【규칙 참조】**
   규칙 203.의 2항 (2)호의 경우 **규칙** 206.의 1항 (4)호 부터 (6)호 규정 중 손상을 받지 않는다고 가정하는 횡격벽은 국부손상도 받지 않는 것으로 가정할 수 있다.

204. 화물탱크의 위치 【규칙 참조】

1. **규칙** 204.의 3항의 경우 흡입용 웰은 선측외판으로부터 **규칙** 204.의 1항에 따른 거리 d 이상 떨어져 설치하여야 한다.

205. 침수의 가상 【규칙 참조】

1. **일반**
   (1) 예측되는 모든 적하상태 중에서 보다 위험한 결과를 가져올 것이 예상되는 상태를 선택하여 **규칙** 205.의 1항에 규정하는 계산을 할 경우 다음 각호에 정하는 사항을 고려하여야 한다.
   (가) 가정손상범위내의 화물을 적재하는 화물탱크에 공탱크 및 만재의 사이에서 만재량의 약 25 %씩 증가하여 화물을 적재한 각 상태
   (나) 트림을 고려하여 가장 위험한 결과를 가져올 수 있도록 인접탱크 사이에 화물이 배분 적재된 상태
   (다) 운항 범위내에서 열대건현까지의 흘수. 담수건현은 고려하지 않을 수 있다.
   (라) (다)에 표시하는 여러가지의 흘수상태에서 기관구역 및 화물이 적재되는 화물탱크에 손상을 받을 때의 영향
   (마) 출항 또는 입항상태 중 어느 쪽이든 위험한 결과를 가져올 쪽의 상태
   (바) 운항상태를 망라하는 충분한 수의 트림상태
   (사) 가정손상에 의해 선미트림으로 되는 경우 운항범위 내에서 최대의 선미트림으로 되는 상태

(아) 가정손상에 의해 선수트림으로 되는 경우 운항 범위내에서 최대의 선수트림으로 되는 상태

(2) 손상시 복원성 계산에 있어서 비손상 화물탱크의 자유표면영향은 가정손상에 의해 발생하는 실제의 횡경사 및 복원 범위내의 횡경사의 각 각도에 있어서 산출한 것으로 하여야 한다.

(3) 손상시 복원성 계산에 있어서 비손상 소비성 액체탱크의 자유표면영향은 각각의 종류의 액체에 대하여 적어도 횡방향의 한쪽 편의 탱크 또는 단일의 센터탱크가 자유표면을 가진 것으로 가정하여(이 대상의 탱크 또는 탱크의 조합은 자유표면영향이 최대로 되는 것으로 하고 각 탱크의 중심위치는 탱크 용적의 중심 위치에 있는 것으로 산정한다) 산출한 것으로 할 수 있다. 이 경우 대상탱크 이외의 탱크는 공탱크 또는 만재로 가정하여도 좋으나 각종 액체의 배분상태는 중심 높이가 최대가 되도록 가정하여야 한다.

(4) (3)호에 정하는 자유표면영향 산출시에는 (2)호에 정하는 바에 따라야 한다.

2. 침수율

규칙 205.의 2항에 정하는 침수율의 적용상 우리 선급은 구획내의 단열재 등의 존재에 따라 보다 작은 침수율을 인정할 수 있다.

3. 횡수밀격벽의 손상

규칙 205.의 4항에 정하는 횡수밀격벽의 손상의 적용상 해당 횡격벽에 계단부 또는 굴절부를 설치한 경우에 손상범위는 예를 들면 **그림 7.5.4**에 표시하는 바에 따른다.

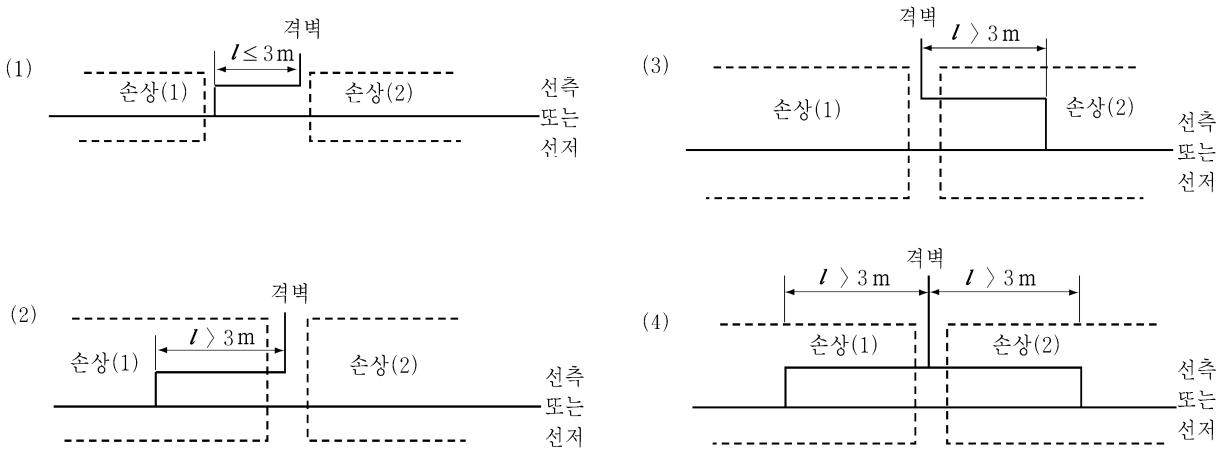


그림 7.5.4 횡수밀격벽의 손상범위

4. 평형장치

(1) **규칙 205.**의 6항에 규정하는 평형장치는 이 장치 사용전과 손상시 선박의 상태에 있어서 용이하게 접근 가능한 장소로부터 작동할 수 있는 것이어야 한다.

(2) (1)호의 설비를 사용하기 전의 복원성 곡선은 **규칙 205.**의 3항의 규정에 따라 결정되어야 하나 수평조정용 교차관(cross-levelling pipes)은 폐쇄되어 있는 상태 또는 이 설비가 유효한 기능이 없다고 가정하여 산출하여야 한다.

(3) (1)호의 설비에 사용하는 수평조정용 교차관의 단면적은 다음 식에 의하여 산정되는 값을 만족하여야 한다.

$$A \geq 7.5\frac{V}{\sqrt{H}} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

A : 수평조정용 교차관의 단면적(cm^2)
V : 침수구획에 유입되는 것으로 산정하는 양(cm^3)
H : 손상전 흘수선에서 관의 중심선까지의 높이(m)

(4) **규칙 205.**의 6항 중 “큰 단면의 덕트”라 함은 다음 식 모두를 만족하는 단면적을 가진 덕트를 말한다.

$$A \geq 150\frac{V}{\sqrt{H}} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

$$A \geq 2Sh \quad (\mathrm{cm}^2)$$

V : (3)호에 따른 값.
H : (3)호에 의한 높이에서 덕트 중심까지의 값.
S : 늑골간격(cm). 다만, 종늑골식의 경우, S는 다음 식에 따라도 좋으나 61 cm 미만이어서는 안 된다.

$$S = 45 + 0.2L_f \quad (\text{cm})$$

$$h \ : \ B/15 \quad (\text{cm})$$

5. 침수구획의 확대

규칙 205.의 7항에서 침수가 미치지 않도록 하는 조치는 노출갑판상에서 작동 가능한 스톱밸브를 해당 가정손상 범위 밖의 장소에 설치하는 것으로 할 수 있다.

6. 선루의 부력산입

(1) **규칙 205.**의 8항의 경우 후부에 배치된 기관실 직상의 선루의 길이 방향의 손상범위는 **규칙 206.**의 1항에서 정하는 길이방향의 선측손상 범위와 동일한 것으로 할 수 있다.(**그림 7.5.5** 참조)

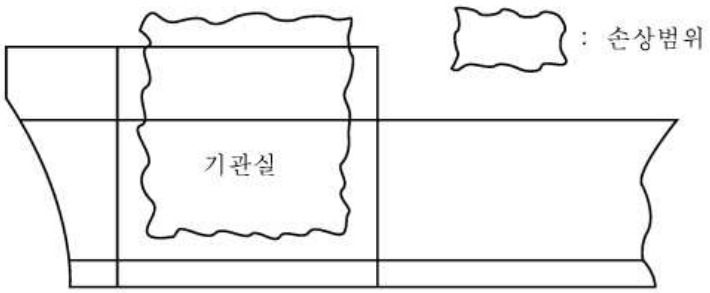


그림 7.5.5 선루의 부력산입

(2) **규칙 205.**의 8항 (2)호에서 규정하는 슬라이딩 수밀문은 손상시 용이하게 접근 가능한 장소에서 원격조작 할 수 있어야 한다. 또한, 잔존복원력의 최소 범위 내에서의 수몰이 인정되는 풍우밀의 개구는 침수후의 최종 평형상태에 있어서 확실하게 폐쇄 가능한 것이어야 한다.

206. 손상기준 【규칙 참조】

1. 일 반

(1) **규칙 206.**의 1항에서 정하는 손상기준의 적용상 선수단으로부터 0.3 L_f 부근에서 가정하는 손상은 다음에 정하는 바에 따른다.

(가) 선수로부터 0.3 L_f의 장소 및 이보다 전방에 적용하는 선저손상범위(**규칙 203.**의 1항 (2)호에 따른다)의 경우 손상은 선수단으로부터 0.3 L_f의 장소보다 후방에 연장하지 않은 것으로 한다.

(나) 선수단으로부터 0.3 L_f의 장소보다 후방에 적용하는 선저손상범위(**규칙 203.**의 1항 (2)호에 따른다)의 경우 손상범위는 선수로부터 $0.3L_f - 1/3L_f^{2/3}$ 또는 $0.3L_f - 14.5$ m 중 큰 값의 장소까지 연장하는 것으로 한다. *(2018)*

(2) **규칙 206.**의 1항 (6)호에 규정하는 L_f가 80 m 미만의 3 G형 선박의 기관구역의 침수에 대한 생존능력은 다음 각 호에 정하는 바에 따른다.

(가) **규칙 207.**의 1항 (1)호 및 (2)호의 규정에 적합하여야 한다.

(나) L_f가 70 m 이상 125 m 미만의 경우에는 침수후의 최종 평형상태에 있어서 평형상태로부터 적어도 20°의 복원성 범위 내에 복원력 곡선하의 면적은 0.0175 m·rad 이상이어야 한다.

(다) L_f가 70 m 미만의 경우에는 (나)에서 정하는 복원력 곡선하의 면적은 0.0088 m·rad 이상이어야 한다.

(3) (2)호에서 정한 기관구역의 침수에 있어서 기관실 위벽이 수밀구조인 경우에는 선미루의 기관실 주위구획은 예비부력으로 취급할 수 있다. 이 경우 기관실 위벽에 설치하는 문은 선미루 갑판으로부터 원격조작이 가능한 슬라이딩 수밀문으로 하여야 한다.

2. 소형선의 손상기준

규칙 206.의 2항 규정 중 "소형의 선박"이라 함은 L_f가 70 m 미만의 선박을 말한다. 특별한 완화조치는 1 G형 선박을 제외하고 다음 각호에 정하는 바에 따를 수 있다.

(1) 손상범위 및 손상기준에 대하여는 **규칙 203.** 및 **206.**의 1항의 해당 각 규정에 따라야 한다.

(2) **규칙 207.**의 1항 (1)호 및 (2)호 규정에 적합하여야 한다.

(3) 침수후의 최종평형상태에 있어서 평형상태로부터 20°의 복원 범위내의 복원력 곡선하의 면적은 0.0175 m·rad 이상이어야 한다.

(4) 잔존복원정의 최대값은 규정하지 않는다.

207. 생존요건 【규칙 참조】

1. 생존요건 *(2017)*

(1) **규칙 207.**의 1항 (1)호의 경우 다음 각호에 정하는 개구는 수밀 평갑판구로 볼 수 있다.

(가) 갑판과 동등한 강도의 탱크커버로 보호되어 있는 개구

(나) 화물격납설비용의 노출갑판의 개구부에 **규칙 8편 3장 201.**의 규정에 따른 불연성 재료 또는 이와 동등 이상의 재료와 충분한 강도를 가진 패킹으로 유효하게 폐쇄된 개구

(다) 통상의 구조를 갖는 측심관

(2) **규칙 207.**의 2항의 (1)호 적용상 규정의 잔존복원 범위에 있어서 물에 잠김이 인정되는 풍우밀폐쇄개구는 침수후의 최종 평형상태에서 확실히 폐쇄 가능한 것이어야 한다.

(3) 국제만재흘수선협약(International Convention on Load Lines, ICLL) 19(4)규칙을 만족하는 풍우밀 폐쇄장치가 있다하더라도, 기관실 또는 비상발전기실(복원성계산시 부력으로 고려되었거나 하방으로 통하는 개구를 보호하는 경우에 한함)에 운항상의 이유로 충분한 공기 공급을 위하여 폐쇄장치의 개방이 유지되어야 하는 통풍통은 규칙 **207.**의 2항 (1)호의 풍우밀폐쇄할 수 있는 기타 개구에 포함되지 않는다.

제 3 절 선체배치

301. 화물지역의 격리 【규칙 참조】

1. 화물창 구역의 격리

(1) **규칙** 301.의 1항에서 "A류 기관구역의 전방" 이라 함은 A류 기관구역의 전단벽(계단부 또는 굴절부를 포함한다) 보다 전방에 배치하는 것을 말한다.(**그림** 7.5.6 참조)

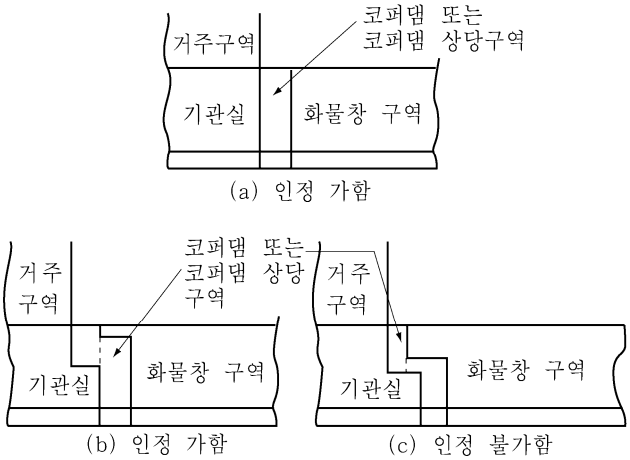


그림 7.5.6 화물창 구역의 격리

(2) **규칙** 301.의 1항에서 A류 기관구역을 화물창 구역의 전방에 배치하는 경우에는 다음 각호에 정하는 바에 따라야 한다. 또한, 해당구역의 배치에 따라서 필요하다고 인정되는 경우 우리 선급은 추가의 요구를 할 수 있다.

(가) A류 기관구역에 대하여는 **규칙 8편**에 정하는 방화 및 소방에 관한 규정에 따라야 한다.

(나) **규칙 9편 3장** 및 **8편 2장**부터 **4장**에서 정하는 UMA선박의 기관구역에 관한 규정에 따라야 한다.

(3) 화물창 구역은 선수격벽의 전방 및 선미격벽의 후방에 배치하여서는 안된다.

2. 완전 또는 부분 2차 방벽을 필요로 하지 않는 경우 화물창 구역의 격리

(1) **규칙** 301.의 2항에서 "발화원 또는 화재위험이 없는 경우" 라 함은 평형수탱크, 청수탱크, 코퍼댐, 연료유탱크, 발화원이 없고 통상시 사람이 없는 화물업무구역, 화물펌프실 및 압축기실 등의 구획을 말한다.

(2) (1)호에서 말하는 구획중 평형수탱크, 코퍼댐, 연료유탱크와 화물창 구역 사이에 설치되는 맨홀 등의 볼트조임 수밀 덮개의 패킹은 불연성 재료가 아닌 경우에도 가능하다.

3. 완전 또는 부분 2차 방벽을 필요로 하는 화물창 구역의 격리

규칙 301.의 3항에서 "발화원 또는 화재의 위험이 없는 경우" 의 구획이라 함은 301.의 2항 (1)호에 정하는 구획을 말한다.

4. 화물격납설비의 노출갑판상 개구

규칙 301.의 7항에서 "유효한 폐쇄장치" 라 함은 **규칙 4편 2장** 102. 및 103.의 규정을 만족하는 설비를 말한다.

302. 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소 【규칙 참조】

1. 2차 방벽을 가진 화물창 구역의 격리

규칙 302.의 1항에서 "단층파괴에 의하여 화물창 구역으로부터 해당구역으로 가스가 침입하는 것을 피할 수 있도록 배치" 라 함은 해당구역의 주위벽이 화물창 구역과 선접촉 또는 점접촉도 하지 않도록 배치하는 것을 말한다. (**그림** 7.5.8 참조)

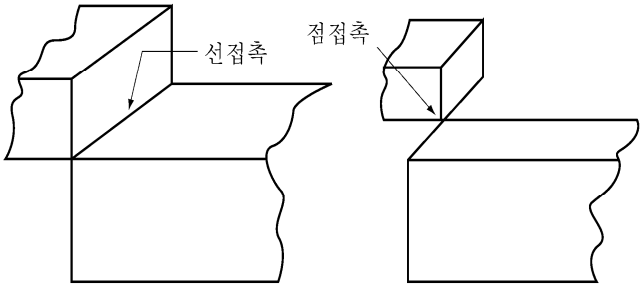


그림 7.5.8 2차 방벽을 가진 화물창 구역의 격리

2. 공기흡입구 및 개구의 위치

(1) **규칙** 302.의 4항 (2)호에서 신속하고 유효하게 기밀을 확보할 수 있는 창 및 문이라 함은 패킹붙이 클램핑 장치붙이의 창 및 문을 말하며, **8편 2장** 402의 **2항**에 따라 기밀시험 또는 사수시험을 하여야 한다.

(2) **규칙** 302.의 4항에서 정하는 제한범위내의 조타실에 선회창을 설치하는 경우는 가스밀을 확보하기 위하여 선회창에 추가하여 클램핑 장치붙이의 창을 설치하거나 선회하지 않을 때에 윈도우 글라스를 잠가 가스밀로 할 수 있는 장치로 하여야 한다.

(3) **규칙** 302.의 4항은 **규칙 5장 19절**의 표의 *f*란에 있어서 인화성 가스탐지(*F*) 및 독성가스탐지(*T*)의 어느 것도 요구되지 않는 화물을 전용으로 운송하는 선박에는 적용하지 않을 수 있다.

3. 공기흡입구 및 개구의 폐쇄장치

(1) **규칙** 302.의 6항의 폐쇄장치는 적절한 가스밀성을 가진 것으로 가스킷/씰이 없는 강재 방화플랩은 인정하지 않는다.

(2) **규칙** 302.의 6항을 적용함에 있어서 **규칙 5장 19절**의 표 *f*란에 독성가스탐지(*T*)가 요구되는 화물을 운송하는 경우의 폐쇄장치는 다음 각호에 정하는 바에 따라야 한다.

(가) (1)호의 정하는 바에 따라야 한다.

(나) 개별구역(single spaces) 내에서 작동 가능할 필요 없는 폐쇄장치는 집중배치구역(centralized positions)에 배치할 수 있다. **(표 7.5.1-1** 참조) *(2018)*

(다) **규칙** 302.의 6항은 원칙적으로 기관실, 화물기기구역, 전동기실 및 조타기실에 적용하지 않는다. 따라서, 폐쇄장치 요건도 적용할 필요가 없다. *(2017)*

표 7.5.1-1 개별구역 내 폐쇄장치 수단 설치 여부

	유인구역	무인구역
독성물질 운반하는 구역	내부에 설치	내부에 설치하지 않아도 됨
독성물질 운반하지 않는 구역	내부에 설치하지 않아도 됨	내부에 설치하지 않아도 됨

(3) (2)의 규정에 상관없이, 모든 폐쇄장치는 보호구역 외부에서 작동 가능하여야 한다. (SOLAS II-2/ 5.2.1.1) *(2018)*

303. 화물기기구역 및 터릿형 구획 【규칙 참조】

1. 배치

(1) **규칙** 303.의 1항의 경우 화물기기구역을 화물창 구역의 전후부에 설치하는 경우의 배치는 예를 들면 **그림** 7.5.9에 표시하는 바에 따른다.

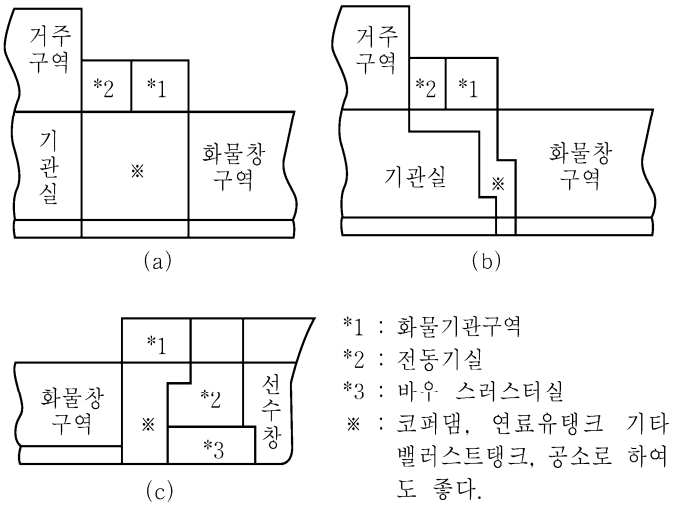


그림 7.5.9 화물기기구역을 화물창 구역의 전후부에 설치하는 경우

(2) 화물기기구역을 노출갑판보다 하방에 배치하는 것은 인정하지 않는다.

(3) **규칙 303.**의 2항에 따라 확대되는 화물지역 내의 구획은 다음 각호에 정하는 요건을 만족하는 경우 위험구역으로 보지 않는다(**그림 7.5.10** 참조). 다만, **규칙 303.**의 3항에 유의하여야 한다.

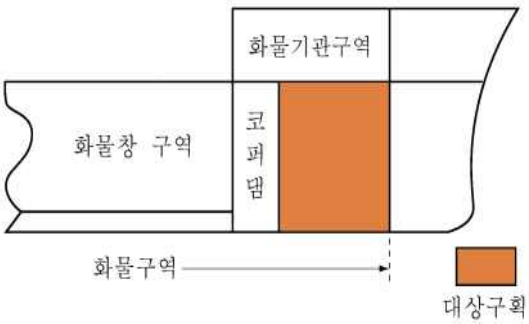


그림 7.5.10 화물지역 내 비위험구역

(가) 해당구획에의 통행구 및 공기관은 위험구역에 개구하지 않아야 한다.

(나) 해당구획이 **규칙 105.**의 23항 및 1001.의 1항에서 정하는 구획에 해당되지 않아야 한다.

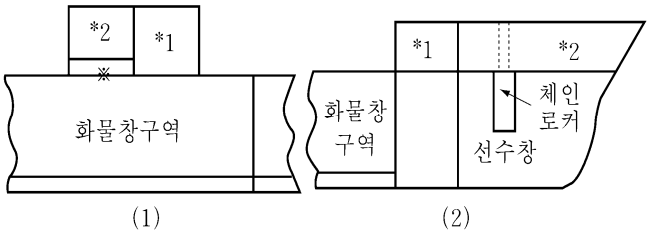
(4) **규칙 303.**의 3항은 **규칙 303.**의 2항에 따라 화물지역이 확대되지 않는 경우에도 적용한다.

2. 화물펌프 및 화물압축기

(1) 정기적으로 수동에 의해 그리스를 주입하는 축봉장치는 **규칙 303.**의 4항에서 말하는 "유효하게 가스밀로 분리"가 가능한 설비로 인정하지 않는다.

(2) **규칙 303.**의 4항에서 말하는 화물펌프 및 화물압축기를 구동하는 전동기를 설비한 전동기실의 배치는 예를 들면 **그림 7.5.11** (1)호에 표시하는 바와 같다. 소형선 등에서 부득이한 경우 예를 들면 **그림 7.5.11** (2)호에 표시하는 배치로 하여도 좋으나 체인 로커 등 발화원으로 보는 개구는 해당 전동기실에 배치하여서는 안된다. 다만, "항시 폐쇄하여야 한다. 다만, 개방하는 경우는 반드시 전동기실을 충분히 환기시킬 것"의 취지를 명시한 주의명판을 붙인 강제수밀 덮개에 의하여 폐쇄되는 경우는 이에 따르지 않는다.

(3) (1)호에 적합한 전동기실은 비위험구역으로 하여야 한다.



*1 : 화물기관구역
*2 : 전동기실
※ : 코퍼댐, 2 차방벽을 가지는 화물창구역에 대하여 요구된다.

그림 7.5.11 화물펌프 및 화물압축기를 구동하는 전동기를 설비한 전동기실의 배치

3. 배출설비

규칙 303.의 6항 중 "배수할 수 있는 적절한 설비"로서 노출갑판상에 배출하는 해당실의 주위벽에 설치한 드레인 플러그는 인정할 수 있다.

304. 화물제어실 【규칙 참조】

1. 배치

(1) **규칙 304.**의 1항 (3)호에 의하여 "A-60"급 방열이 필요한 장소의 경계는 **그림 7.5.12**에 표시하는 바와 같다. 그림 중 *표시를 붙인 해당화물 제어실의 천정 및 바닥판에도 "A-60"급의 방열을 시공하여야 한다.

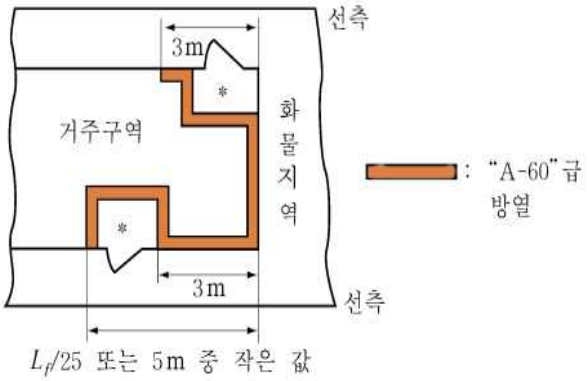


그림 7.5.12 화물제어실의 방열

(2) 상기 (1)의 요건은 화물제어실 및 이의 출입구, 공기흡입구 및 개구 이외의 구획(안전설비함, 화물설비함, 기타 구획 등)에도 적용할 수 있다.

2. 발화원의 제거 **규칙 304.**의 3항의 적용상 화물제어실의 전기설비는 해당실의 설비장소에 따라서 **규칙 1002.**의 규정을 만족하는 것이어야 한다. 해당실에는 **규칙 1201.**의 규정을 만족하는 동력 통풍장치를 설치하여야 한다.

305. 화물지역 내에 있는 구역으로의 출입 【규칙 참조】

1. 단열재 검사를 위한 통행

규칙 305.의 2항에 따라 멤브레인탱크 및 세미 멤브레인탱크 등의 화물창 구역에는 단열재의 1면의 외관검사가 요구되지 않으며 **규칙 305.**의 3항의 규정도 적용되지 않는다.

2. 규칙 305.의 3항 (1)호 (나)에서 최소개구치수는 600mm x 600mm, 코너 반경 100mm까지 인정할 수 있다. 구조해석의 결과로 개구 주위로 응력을 감소시켜야 하는 경우. 개구의 크기 및 코너 반경을 증가시켜(예를 들어, 최대적정

개구 크기가 600mm x 600mm, 코너 반경 100mm인 개구를 600mm x 800mm, 코너 반경 300mm로 증가) 응력 경감하는 방법을 인정할 수 있다. *(2017)*

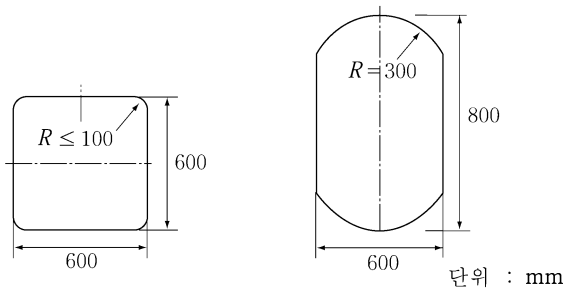


그림 7.5.13 최소 개구치수

3. **규칙 305.**의 3항 (1)호 (다)에서의 개구는 다음을 따른다. *(2017)*

(1) 최소개구치수 600mm x 800mm의 최대 코너 반경은 300mm이다. 이중저 탱크 내의 거더나 늑판 부위와 같이, 구조 강도상 커다란 개구 설치가 바람직하지 못한 경우, 높이 600mm, 폭 800mm인 개구를 수직구조에서의 접근로로 인정할 수 있다.

(2) 부상자를 들것으로 쉽게 이송할 수 있음을 증명할 수 있는 경우, 코너 반경 300mm인 600mm x 800mm 전통적인 개구 대신에 총 높이가 850mm 이상인 개구에서 하부가 600mm 미만일지라도, 개구의 상부의 폭이 600mm 이상인 850mm x 620mm인 수직개구를 인정할 수 있다.

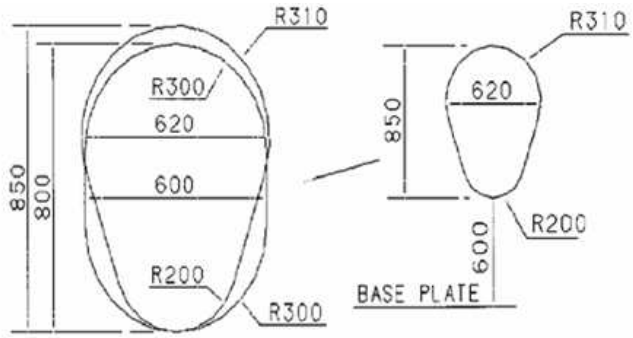


그림 7.5.14 전통적인 개구를 대신할 수 있는 개구치수

(3) 바닥으로부터 개구까지의 높이가 600mm를 넘는 경우 발판 및 손잡이가 제공되어야 한다. 이런 배치는 부상자를 쉽게 이송할 수 있음이 증명되어야 한다.

4. **화물창 구역 등의 구역내의 통행**

(1) **규칙 305.**의 3항 (1)호 (나)의 적용상 독립형탱크 형식 C의 통행개구로 노출부에서 직접 출입하는 것에 대하여는 600 mm 이상의 지름을 가진 원의 개구로 할 수 있다.

(2) (1)호에 정하는 통행개구로 L_f가 70 m 이하의 선박에 있어서 강도상의 이유로 규정의 치수를 가지는 개구를 설치하기가 곤란한 경우는 통행개구의 치수를 500 mm 이상 지름을 가진 원의 개구 또는 이와 동등의 개구면적을 가진 원의 개구로 할 수 있다. 다만, 부상자를 용이하게 끌어올리고 안전장구를 장비한 상태로 용이하게 출입 가능하여야 한다.

(3) **규칙 105.**의 23항 (4)호에 정하는 화물창구역으로부터 한겹의 가스밀 강재위벽에 의해 격리되어 있는 구역에의 통행은 가스안전장소를 통하지 않고 개방된 노출갑판에서 직접 또는 간접으로 통행하는 것만의 경우, 해당구역내의 통행개구에는 **규칙 305.**의 3항 (1)호 (나) 및 (다)의 규정은 적용하지 않을 수 있다.

(4) (3)호에서 정하는 구획에의 노출갑판으로부터의 통행개구는 가스위험구역에 개구할 수 있다. 이 경우 해당구역에는 **규칙 305.**의 3항 (1)호 (나) 및 (다) 규정 이외의 가스위험구역에 대한 규정을 적용하여야 한다.

(5) **규칙 305.**의 3항 (3)호 적용상 노출갑판으로부터 해당구획에의 통행개구는 (4)호에 정하는 바에 따를 수 있다.

5. 가스안전 구획에의 통로

규칙 305.의 4항에서 "개방 노출갑판"이란 화물지역내의 최상층 전통갑판의 노출부를 말한다.

306. 에어로크 【규칙 참조】

1. 기밀문의 배치

규칙 306.의 1항 적용상 에어로크의 문은 필요에 따라 사수시험 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 다른 방법에 의하여 기밀을 확인한 것이어야 한다.

2. 통풍장치의 설계 및 배치

규칙 306. 2.항의 "우리선급이 별도로 정하는 지침"이라 함은 IEC 60092-502:1999 또는 이와 동등 이상의 표준을 말한다. *(2018)*

3. 보호된 구역에 대한 가압상태의 유지

규칙 306.의 4항 적용상 에어로크로 보호된 구역에 대한 가압상태 감시방법은 해당구역 내에 설치된 차압센서(differential pressure sensing devices)에 의하여야 하나, 다음 각호에 정하는 방법에 따를 수 있다.

(1) 해당보호구역이 시간당 30회 이상으로 환기되는 경우는 (가) 또는 (나)에 만족하여야 한다.

(가) 환기용 송풍기를 구동하는 전동기에 급전된 전류값 또는 전력값의 감시

(나) 환기 덕트내의 풍량의 감시

(2) 해당보호구역이 시간당 30회 미만으로 환기되는 경우는 (1)호의 (가) 또는 (나)에 부가하여 에어로크 공간을 구성하는 2개의 문이 함께 폐쇄되지 않은 상태에서는 해당보호구역의 전기설비가 무통전상태로 되도록 조치를 취하여야 한다.

4. 통풍장치

(1) 규칙 306.의 1항의 에어로크 공간의 송풍기 및 흡입개구는 안전구역에 설치하여야 한다. 이 경우 환기팬의 형식은 규칙 1201.의 규정을 만족하지 않은 것으로 할 수 있다. 환기덕트의 외측에는 13 mm × 13 mm 메시 이하의 보호망을 설치하여야 한다.

(2) 규칙 306.의 1항의 에어로크 공간에 대한 가압상태의 확인은 예를 들면 환기팬을 구동하는 전동기의 전류값으로 환기덕트내의 풍량의 감시 또는 압력검지 등에 따른다. 에어로크 공간의 환기회수는 시간당 8회를 표준으로 한다.

307. 빌지, 평형수 및 연료유장치 【규칙 참조】

1. 화물창 구역의 배출설비

(1) 규칙 307.의 1항의 화물창 구역의 배출설비는 화물지역 내에 설치된 빌지펌프 및 빌지관장치를 설비하든지 에덕터에 의한 빌지흡입 설비를 하여야 한다.

(2) 1항에 의한 에덕터를 설치한 경우 구동수 스톱밸브를 화물지역 후단에 설치하고 구동수관의 지관에는 나사조임 체크밸브를 설치하여야 한다.

(3) 규칙 307.의 1항의 화물창 구역의 누설탐지장치는 화물창 구역에 불활성화를 하지 않는 경우 **규칙 5편 6장 203.**에 규정된 측심관과 겸용으로 할 수 있다. 이 경우 해당 측심관의 상단에는 자동폐쇄장치를 설치하여야 한다. 화물창 구역을 불활성화 할 경우는 (4)호에서 정하는 바에 따른다.

(4) 규칙 307.의 2항의 화물창 구역의 배출설비는 (1)호 및 (2)호에 따른다. 화물창 구역의 누설탐지장치는 **규칙 1302.**의 3항 (3)호 규정을 만족하는 밀폐식의 누설액면경보장치로 한다.

(5) 코퍼댐 및 보이드 스페이스에도 이 항의 규정을 적용한다.

2. 방벽간구역의 누설화물 처리설비

규칙 307.의 3 및 4항의 누설화물처리설비는 다음 각호에 따른다.

(1) 부분 2차 방벽이 설치된 경우에는 화물누설 전량이 증발하는 조건에서 설계된 방벽간구역에 있어서도 이 누설화물처리 설비를 설치하여야 한다.

(2) 완전 2차 방벽이 설치된 경우에는 화물누설량을 산출하지 않는 경우 해당설비의 용량은 **규칙 5편 6장 4절**의 규정을 만족하여야 한다.

(3) 누설화물처리 설비는 **규칙 307.**의 2항에서 규정하는 배수설비의 겸용할 수 있다.

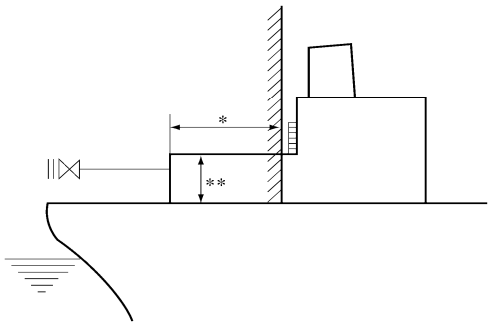
(4) 누설화물처리 설비의 관장치는 **규칙 5절**의 규정을 만족하여야 한다. 수(水)구동의 에덕터는 이 설비로서 인정되지 않는다.

3. 규칙 307.의 5항의 "펌프의 벤트는 기관구역 내에 개방하여서는 안된다."의 요건은 기관구역에 설치된 펌프가 평형수 관장치가 통과하는 건식 덕트킬에 사용되는 경우에만 적용한다.

308. 선수미 하역설비 【규칙 참조】

1. 공기흡입구 및 개구의 배치

규칙 308.의 4항의 적용상 거주구역 등의 공기흡입구 및 개구의 배치는 **그림** 7.5.15의 사선으로 표시된 범위내에 설치하여서는 안된다.



* : 0.04 L_f 또는 3m 중 큰쪽. 다만, 5m를 넘을 필요는 없다.
** : 1966년 국제만재흘수선협약에 정한 선루의 표준높이 이상일 것.

그림 7.5.15 거주구역 등의 공기흡입구 및 개구의 배치

제 4 절 화물격납설비

402. 적용 【규칙 참조】 *(2021)*

규칙과 지침의 이 절의 요건은 화물격납설비의 설계, 제작 및 설치와 관련한 모든 사항을 다루는 것은 아니다.

403. 기능적 요건 【규칙 참조】

1. 부식예비두께

(1) **규칙** 403.의 5항에서 "화물탱크주위에서 불활성화와 같은 환경제어가 없는 경우"의 부식 예비두께는 강의 경우 1 mm로 한다. 알루미늄합금 또는 스테인리스강에 대하여 특히 불순물이 많은 화물, 염소 및 이산화황 등의 부식성 물질을 운송하는 탱크를 제외하고 부식성에 대한 부식 예비두께는 고려하지 않을 수 있다.

2. 환경조건

(1) **규칙** 403. 2 의 "북대서양 환경조건 및 관련 장기해상상태 분포도"는 **3편 부록** 3-2 II 5의 파랑자료(IACS Rec.34 "Standard wave data")에 따른다. *(2018)*

405. 탱크형식에 따른 2차 방벽 【규칙 참조】

1. 화물탱크 형식과 2차 방벽

규칙 표 7.5.1의 비고 (2)에서 정하는 세미 멤브레인탱크에 대한 부분 2차 방벽을 인정하는 조건은 다음 각호에 따른다.

(1) 화물탱크의 상세한 응력해석을 하여야 한다. 설계하중으로서의 파랑하중은 **규칙** 414.의 1항에 따라 상세히 추정하여야 한다. 응력해석의 결과는 모델시험 또는 실선의 압력시험 시에 응력계산을 하여 그의 정도를 확인하여야 한다.

(2) (1)호의 규정에 의한 응력해석의 결과는 **규칙** 422.의 3항 (1)호에서 정한 허용응력을 넘지 않아야 한다.

(3) 422.의 1항 (6)호, (7)호 및 (9)호에서 정하는 바에 따른다.

(4) 화물탱크는 그 구조방식에 따라서 좌굴해석을 하여 좌굴에 대한 충분한 강도를 가지는 것을 확인하여야 한다.

(5) 화물탱크의 수리방법을 확립하여야 한다. 또한, 그 수리방법을 적용한 경우의 화물탱크 피로강도 및 균열진전 해석에 관하여 422.의 4항 (6)호 및 (7)호의 규정을 준용하여 검토하여야 한다.

(6) 화물탱크에 인접하는 선체구조는 화물탱크와 동등한 강도해석을 하여야 한다. 응력계측 등에 의하여 그 정도가 확인될 수 있는 방법으로 상세응력 해석을 하고 **규칙** 418.을 준용하여 피로강도해석 및 균열진전 해석을 하여 그 강도가 충분함을 확인하여야 한다.

406. 2차 방벽의 설계 【규칙 참조】

1. 2차 방벽의 기준

(1) **규칙** 406.의 2항의 경우 비금속 재료의 2차 방벽은 다음에 정하는 바에 따른다.

(가) 화물과의 적합성이 확인되어 있고 대기압에 있어서 화물온도에 따른 필요한 기계적 성질을 가지는 것으로 하여야 한다.

(나) 우리 선급이 필요하다고 인정한 경우, 이 2차 방벽이 유효한 성능을 가짐을 확인하기 위하여 모델시험을 요구할 수 있다.

(다) 용접 이음부에 대해서는 시공법시험 및 시공확인시험을 하여야 한다. 이 시험의 방안은 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(2) **규칙** 406.의 2항 (1)호의 경우, 우리 선급이 특별히 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고는, 완전 2차 방벽이 누설된 액체화물을 15일간 격납할 수 있음을 확인하기 위한 특별한 해석은 하지 않을 수 있다.

(3) 원칙적으로, 2차방벽에는 맨홀과 같은 개구가 허용되지 않는다. *(2022)*

2. 2차 방벽의 정기적 검사

(1) **규칙** 406.의 2항 (4)호의 적용상 적절한 방법에 의해 2차 방벽은 설계에서 요구하는 특정 밀폐수준이 확보됨을 확인하여야 한다.

(2) 접착식 2차 방벽에 대해서는 선박 건조 시 최초 쿨다운의 실시 전과 후에 밀폐시험이 승인된 설비설계자의 절차 및 허용기준에 따라 수행되어야 한다. 기록된 값은 향후 2차 방벽의 밀폐성을 평가하기 위한 참고 자료로 사용되어야 한다. *(2020)*

(가) 저차압시험(low differential pressure test)은 허용 가능한 시험으로 인정되지 않는다.

(나) 만약 설계자의 허용치(threshold values)를 넘을 경우, 조사를 수행하여야 하며, 필요한 경우, 차압시험, 온도기

록시험 또는 음향방출시험(acoustic emission test) 과 같은 추가시험이 수행되어야 한다.

(3) 용접식 금속 2차 방벽의 화물 격납 시스템에서 선박 건조 시 최초 쿨다운 전에 밀폐시험을 하고, 후의 밀폐시험은 요구되지 않는다.

(4) **규칙** 406.의 2항 (4)호의 적용상 2차 방벽의 검사가 육안검사에 의하지 않을 경우의 검사방법은 다음의 규정에 따른다.

(가) 2차 방벽의 검사방법 및 판정기준과 2차 방벽으로서의 성능관련에 대한 모델시험 등으로 유효성을 확인한다.

(나) 2차 방벽에 대하여 요구되는 성능은 모델시험을 통하여 검증되어야 한다. 이 모델시험은 이 2차 방벽이 선박의 일생동안 필요한 성능을 유지할 수 있는지를 확인될 수 있어야 한다.

(다) (가) 및 (나)에 관하여 유효성 및 신뢰성을 나타낸 충분한 자료가 제출되어 이것이 적절하다고 인정될 경우 이 모델시험을 생략할 수 있다.

3. 선체구조의 열응력 해석

(1) **규칙** 406.의 1항 (2)호의 적용상 **규칙** 419.의 1항의 규정에서 정하는 화물누설시의 계산조건에 대하여 열응력 해석을 하여야 한다.

(2) (1)호의 해석에서 얻은 결과는 **규칙** 403.에서 규정하는 정하중에서 생기는 정적응력과의 합이 최대 1차막응력 또는 최대 굽힘응력은 재료의 항복응력의 90 %를 넘지 않아야 한다.

(3) 동일의 설계온도 및 하중조건과 유사한 설계의 선체구조에 있어서 열응력이 충분히 적다고 확인될 경우 우리 선급은 (1)호에서 정하는 해석을 생략할 수 있다.

407. 부분 2차 방벽과 1차 방벽의 소규모 누설에 대한 보호장치 【규칙 참조】

1. 부분 2차 방벽

(1) 누설화물로부터 내저판의 보호는 다음의 규정에 따른다.

(가) **규칙** 406.의 1항의 규정에 따라 내저판을 2차 방벽으로 한다.

(나) 드립 트레이(drip tray) 등을 설치하여 2차 방벽으로 하는 경우 예를 들어 **그림** 7.5.16과 같이 누설액화물이 2차 방벽으로부터 새어나오지 않도록 하는 조치가 되어있는 경우는 보호할 필요는 없으나 이와 같은 조치가 되어있지 않은 경우는 내저판을 단열재 등으로 보호하여야 한다.

(2) **규칙** 407.의 1항에 규정한 스프레이 실드는 그 기능이 시험에 의하여 확인되어야 한다.

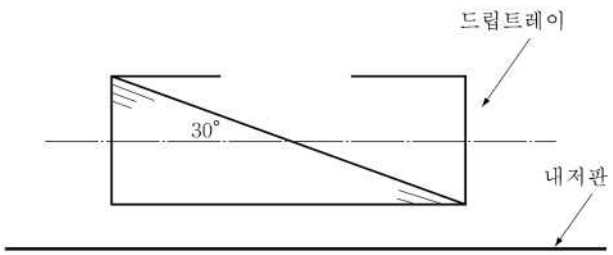


그림 7.5.16 내저판을 보호하기 위한 드립 트레이(drip Tray)

410. 단열재 【규칙 참조】

1. 일반

냉각식 화물탱크와 지지대 금속부와의 사이에는, 지지대를 통하여 선체구조 부재가 과도하게 냉각되지 않도록 **규칙** 419.의 1항의 요건에 따른 적합한 단열재를 설치하여야 한다.

413. 기능하중

1. 열로 인한 하중 【규칙 참조】

(1) **규칙** 413.의 4항 (1)호의 경우 탱크구조에 과대한 열응력이 발생하지 않도록 쿨링다운을 위한 장치를 설치해야 한다. (*2019*)

(2) (1)호에서 규정한 장치는 쿨링다운 실적이 있는 유사한 설계의 화물탱크로서 안전성이 입증되었든지 또는 쿨링다운 작업이 열응력 해석을 통하여 입증된 안전온도강하곡선을 상회하지 않는 속도에서 수행되어야 한다.

(3) (1)호에 나타낸 장치는 화물적재시 뿐 아니라 평형수적재 항해중의 황천 항해시, 화물탱크의 잔류 화물의 출렁임

(splash)에 의하여 과도한 열응력이 생길 가능성이 있을 경우에는 쿨링다운을 수행할 수 있어야 한다.

(4) **규칙 413.**의 4항 (2)호의 경우 일반적으로 설계온도가 -10°C 이상인 화물탱크에는 열응력 해석을 하지 않아도 좋다. 설계온도가 -55°C 보다 낮은 화물탱크에 있어서는 쿨링다운시 및 화물의 부분적재시의 상하방향의 온도분포 및 필요한 경우 화물만재 상태에 있어서 화물탱크판의 판두께 방향의 온도분포를 고려하여 열응력 해석을 하여 강도를 확인하여야 한다.

(5) (4)호에서 정하는 화물탱크에 대하여서는 우리 선급은 지지구조의 방식이 특수한 경우에는 지지구조에 의한 화물탱크 구속조건을 고려한 화물탱크의 열응력 해석을 또한, 열팽창 계수가 다른 재료를 사용하는 경우에는 그 영향을 고려한 열응력 해석을 요구할 수 있다.

(6) (4)호 및 (5)호에서 지지구조의 방식이 특수한 경우 우리 선급은 지지구조 자신의 열응력 해석을 요구할 수 있다.

2. 정적 횡경사 하중 【규칙 참조】

(1) **규칙 413.**의 9항의 경우 선체의 손상 또는 침수에 의한 부가하중을 고려하지 않아도 좋다.

414. 환경하중

1. 슬로싱 하중【규칙 참조】

(1) **규칙 414.**의 3항의 경우 슬로싱 하중은 화물탱크의 방식에 따른 모형실험에 의한 검토를 한 것으로 한다. 화물을 반적재 할 계획이 있는 화물탱크에는 선체동요주기와 액체의 고유주기의 동조를 피하기 위해서 이들에 관한 자료를 본선에 비치하여야 한다.

(2) (1)호에 관계없이 L_f가 90 m 미만의 선박으로서 독립형탱크 형식C에 있어서는 특별히 슬로싱 하중에 의한 화물탱크의 구조강도에 대하여 고려하여야 할 필요는 없으나 화물을 반적재 할 계획이 있는 화물탱크에는 탱크내의 화물관장치, 화물펌프 등의 설치에 관해서 슬로싱에 의한 충격압을 충분히 주의하여야 한다.

418. 설계조건

1. 피로설계조건【규칙 참조】

(1) **규칙 418.**의 2항의 경우 피로하중에 의한 응력은 원칙적으로 각종의 변동응력 중 지배적인 것에 대하여 **그림 7.5.17**의 누적빈도 곡선으로부터 구하여야 한다.

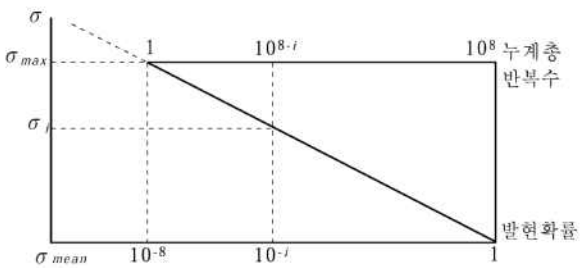


그림 7.5.16 누적빈도곡선

(2) (1)호에서 나타낸 동적빈도 분포를 사용하여 **규칙 422.**의 2항 규정에 정한 피로강도해석을 행할 때 사용하는 대표응력(σ_i)의 수는 8점으로 하여 σ_i 및 그 반복수 n_i는 일반적으로 다음 산식에 따를 수 있다.

$$\sigma_i = \frac{17-2 \cdot i}{16}\sigma_{\max}$$
$$n_i = 0.9 \times 10^i$$

다만, i = 1, 2, 3, ..., 8

σ_{max} : 하중최대 기대값에 의해서 발생되는 응력.

(3) **규칙 418.**의 2항 (6)호 (다)의 경우 피로균열 진전속도의 산정에 사용하는 피로하중은 원칙적으로 규정하는 항해구역의 가장 가혹한 기간에 일어날 수 있는 하중의 최대 기대값을 사용하여야 한다. **규칙 그림 7.5.13**의 하중 빈도분포를 사용하여 해석을 할 경우 대표응력(σ_i)의 수는 5점으로 하여 σ_i 및 그의 반복수 n_i은 다음 식에 따를 수 있다.

$$\sigma_i = \frac{5.5-i}{5.3}\sigma_{max}$$
$$n_i = 1.8 \times 10^i$$

다만, i = 1, 2, 3, ..., 5
σ_{max} : 하중최대 기대값에서 발생되는 응력.

(4) **규칙 418.**의 2항 (7)호에서 "특정항로에 종사하는 선박"이란 선급부호에 "연해구역" 또는 "평수구역"으로 등록된 선박을 말한다. 이 경우 항해구역에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 해상자료에 따라 행한 선체 운동 계산의 결과에 의해서 동적하중을 결정할 수 있다.

419. 재료 【규칙 참조】

1. 선체온도분포의 계산

규칙 419.의 1항 (1)의 경우 선체구조의 온도를 산출하는 경우의 계산조건은 다음에 정하는 바에 따른다.

(1) 계산의 대상으로 하는 선박의 상태는 계획만재 흘수의 정립상태로 하여야 한다.

(2) 계산의 대상으로 하는 화물탱크의 손상은 다음에 따른다. 다만, 일체형탱크 및 독립형탱크 형식C에 관한 화물탱크의 손상은 고려하지 않아도 좋다.

(가) 화물탱크는 선체의 횡방향 수밀격벽간에 있는 모든 화물탱크가 손상한 것으로 한다. 다만, 선체의 횡단면이 선체의 종통격벽에 의해 2개 이상의 구획으로 분할된 경우 각각의 구획내의 모든 화물탱크가 손상한 것으로 가정한다.

(나) 화물탱크의 손상개소는 예상되는 모든 부분을 포함한다.

(다) 화물탱크의 손상시는 화물액만 누설유출하는 것으로 보고 화물탱크 지지구조 및 설치물 등이 변형 또는 파괴되지 않은 것을 가정한다.

(라) 완전 2차 방벽이 요구될 경우, 화물의 누설은 순식간에 일어나고 화물창 구역 내로 누설된 액체의 액위는 손상된 화물탱크내의 잔류 화물과 곧바로 동일한 액위에 이르는 것으로 가정한다.

(3) 계산모델의 경계조건은 다음에 따른다.

(가) 화물창구역에 인접하는 구획의 온도는 열전달계산에 의하여 결정한 것으로 한다. 화물창구역에 인접하는 구획에 바로 인접하는 구획의 온도는 0°C의 정지기체로 생각할 수 있으며, 또한 기관실의 경우 5°C의 정지기체로 할 수 있다.

(나) 햇빛의 복사는 없는 것으로 한다.

(다) 외기 및 해수는 각각 5°C의 정지대기 및 0°C의 정지해수로 가정한다.

(라) 단열재, 지지구조 등의 화물창구역내의 구조물은 화물액을 흡입하지 않는 것으로 가정한다.

(마) 화물창구역 이외의 기체가 존재하는 구획 내에는 자연대류가 되고 있는 것으로 가정한다.

(바) 동구획내의 기체 및 액체는 동일온도로 가정한다.

(사) 화물탱크의 손상시에 있어서 화물탱크내 기상부와 화물창구역내 기상부의 압력은 대기압과 동등하다고 가정한다.

(아) 단열재 내부의 기체이동은 없는 것으로 가정한다.

(자) 습기의 영향은 없는 것으로 가정한다.

(차) 화물탱크 손상상태시 2차 방벽의 온도는 대기압에 있어서의 화물온도로 하고 정상상태의 화물탱크는 그 설계온도로 가정한다. 또한, 화물탱크 손상상태에 있어서도 선체는 정립상태를 유지하는 것으로 가정할 수 있다.

(카) 도장의 영향은 없는 것으로 가정한다.

(4) 열전달계산의 계산조건은 다음에 따른다.

(가) 온도분포 및 전열은 정상상태에서 취급하고 과도상태는 고려하지 않아도 좋다.

(나) 해수는 밀도 1,025 kg/m^3 및 응고점 -2.5°C로 하는 이외에는 청수와 같은 성질로 가정한다.

(다) 화물액은 균일온도로 가정한다.

(라) 각종 경계벽의 열전달율은 **표 7.5.1**에 나타낸 치수를 사용하여 계산할 수 있으나 보통 공표된 전열공학 자료의 실험식을 기본으로 하여 계산할 수 있으며 이 경우 복사에 의한 열전달도 고려하여야 한다.

표 7.5.1 각종 경계벽의 열전달율

경계벽	열전달율 (W/m^2 • °C)
정지기체 ← → 선체 또는 액체	5.8
정지해수 ← → 선체	116.3
화물증기 ← → 공기에 접한 선체	11.6

(마) 온도분포 검토대상의 물체는 일반적으로 방향성이 없는 균질의 것으로 가정한다.
(바) 휨보강재는 핀(fin)으로 취급할 수 있다.
(사) 검토대상의 화물창구역의 전후 화물창구역이 동일 조건하에 있는 경우 2차원 문제로 취급할 수 있다.
(아) 화물액의 증발잠열에서 냉각은 고려하지 않아도 좋다.
(자) 각 단열판재 온도는 판두께 중앙의 온도로서 표시하고 각각의 부재에 대해서는 다음에 따른다.
(a) 판에 부착된 2차 휨보강재의 온도는 판의 온도와 같지만 2차 휨보강재의 깊이방향의 온도분포가 구분되어 있는 경우는 그 온도분포 면적 평균으로 할 수 있다.
(b) 판 또는 2차 휨보강재를 지지하는 1차 휨보강재의 온도는 웨브에 대해서는 깊이의 중앙에서의 온도 또한 부재에 대해서는 면재의 온도로 한다.
(c) 내각과 외각을 접속하는 부재 예를 들면 브래킷과 거더 등의 온도는 내각온도와 외각온도의 평균으로 한다.
(d) 브래킷에 대해서는 브래킷의 면적중심에 대한 온도로 한다.

2. 선체구조용 재료

(1) **규칙 419.**의 1항 (3)호에서 좌굴방지를 위하여 설치하는 브래킷, 거더 등의 웨브보강재 및 트리핑 브래킷과 독킹 브래킷은 **규칙 419.**의 1항 (3)호의 요건을 적용하지 않는다.
(2) (1)호에 관계없이 상기의 부재중 종강도 부재 및 디프탱크, 수밀격벽의 휨보강재로 되는 것은 규정의 적용대상으로 한다.

3. 가열수단 *(2019)*

(1) **규칙 419.** 1항 (6) (가)에서 언급된 가열설비는 장치의 어느 한 부분에서 기계적 또는 전기적으로 단일의 고장이 발생했을 경우에도 이론적으로 필요한 열량을 100% 이상 공급할 수 있어야 한다.
(2) 가열기, 글리콜 순환 펌프, 전기 제어반, 보조 보일러 등의 장치 구성품들의 이중화에 의해 (1)호의 요건들이 만족되는 경우, 최소 하나 이상 시스템의 모든 전기 부품들에 비상전원으로부터 전원이 공급되어야 한다.
(3) 기름보일러와 같이 주열원의 이중화가 불가능한 경우, 비상배전반에서 별도의 개별회로로 배치하여 이론적으로 필요한 열량의 100%를 공급할 수 있는 전기가열기 등을 대안으로 설치할 수 있다. 우리 선급이 인정하는 경우, 적절한 위험 평가를 통하여 **규칙 419.** 1항 (6) (가)의 요건을 충족시키기 위한 다른 대안을 고려할 수 있다. (2)호의 요건은 장치의 다른 모든 전기 구성품에도 적용된다.

4. 단열재료

(1) **규칙 419.**의 3항 (1)호의 단열재는 단열구조가 실제 생긴 강제변형 및 열신축을 받은 상태에 대해서도 단열성능을 저하시키는 유해한 결함이 발생하지 않도록 한다.
(2) (1)호에 정한 성능은 필요에 따라 7항에 규정한 단열재시공법 시험에서 확인하여야 한다.

5. 단열재의 보호

규칙 419.의 3항 (4)호에서 규정하는 단열재는 다음 각호에 따라서 보호된 것으로 한다.
(1) 화물창구역내 및 탱크덮개내에 설치하는 방열재에 대하여는 특별히 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 화재에 대한 보호 및 기계적 손상에 대하여 보호하지 않아도 좋다. 다만, 코팅 또는 알루미늄 호일 등에 의하여 표면처리된 것으로 하여야 한다.
(2) 노출부에 설치된 방열재는 아연철판 등으로 보호되거나 **규칙 8편 3장 201.**의 규정에 정한 불연성의 단열재이어야 한다. 우리 선급이 필요하다고 인정한 경우 기계적 손상에 대하여 보호하고 적절한 강재피복을 시공할 것을 요구할 수 있다.
(3) 단열재 표면의 코팅 재료는 **규칙 8편 4장 1절**의 규정 혹은 이것과 동등 이상의 것으로 하여야 한다.

6. 단열재료의 특성

(1) **규칙 419.**의 3항 (2)호에서 규정하는 단열재료의 특성은 일반적으로 **표 7.5.4**에 주어진 시험에 의하여 검증되어야 한다.
(2) (1)호에 정하는 것 이외의 단열방식에 대해서 우리 선급은 추가의 특성확인시험을 요구할 수 있다.

(3) (1)호에 정한 방열재 특성의 확인시험에서 별도로 정하는 승인요령에 따라 승인된 단열재에 대하여는 이미 우리 선급에 의해 성능이 확인되어 그 성능이 목적을 위하여 충분히 인식된 경우에는 해당 항목의 시험을 생략할 수 있다.

(4) (1)호 내지 (3)호에 해당되지 않는 단열재에 대하여는 다음에 따른다.

(가) 독립형탱크의 지지재에 사용되는 단열재에 대하여는 **표** 7.5.3의 멤브레인, 세미 멤브레인탱크의 란을 적용하여야 한다.

(나) **규칙** 410.의 규정에 따라 단열재의 설치가 요구되지 않는 화물탱크에 설치하는 단열재에 대하여는 단열방식에 따라서 **규칙** 419.의 3항 (2)호에서 규정하는 특성 중 필요한 특성에 대한 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(5) **규칙** 419.의 3항 (2)호에서 정하는 특성에 대한 시험방법은 **표**7.5.4 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법을 따른다.

7. 저온구역에 설치되는 의장품에 대한 저온강의 적용은 **표** 7.5.2에 따른다.

표 7.5.2 저온구역에 설치되는 의장품에 대한 저온강의 적용

~와 용접되는 경우 / 해당 의장품		1차 방벽	2차방벽 및 방벽간 구역	2차 방벽 이면구역	그 외 구역
패드		저온강	저온강	NA	NA
의장품	패드가 없는 의장품	저온강	저온강	NA	NA
	패드가 있는 의장품	저온강	NA	NA	NA
창구, 맨홀 (덮개, 코밍 포함, 피팅류 제외)		저온강	저온강	NA	NA

표 7.5.3 화물탱크 형식과 단열재료의 특성 *(2019)*

No.	확인항목		일체형탱크	멤브레인, 세미멤브레인탱크[3]	독립형 탱크 형식 A/B	독립형 탱크형식 C	비고
1	화물과의 적합성			○[1]	○[1]		
2	화물에 의한 용해성			○[1]	○[1]		
3	화물의 흡수성		□	○[1]	○[1]		
4	수축성			○[1]	○[1]		
5	시효성		□	○	○[1]	□	
6	독립기포율		△	△	△	△	독립기포재료만 대상
7	밀도		○	○	○	○	
8	기계적성질	굽힘강도	○	○	○	○	
		압축강도		○			
		인장강도	○	○	○	○	
		전단강도	○	○			
9		열팽창성	□	○	○[2]	○[2]	
10	마모성			○			
11	결합성		□	△	△[1]	□	접착 사용된 재료를 대상
12	열전도율		○	○	○	○	
13	진동에 대한 저항		△	△	△[1]		규칙 419.의 3항 (7)호도 고려할 것
14	불과 화염에 대한 저항		○	○	○	○	
15	피로파괴 및 균열 전파에 대한 저항			△			

(비고)

○ 표는 확인시험을 하여 특성을 확인할 필요가 있는 항목.

△ 표는 재료의 종류에 따라서 확인시험을 할 필요가 있는 항목.

□ 표는 특성에 관한 자료를 준비하여 두는 것이 바람직한 항목.

(주)

1) 단열재가 규칙 407.의 1항에서 규정하는 스프레이 실드로 된 경우는 필요로 한다. 기타 경우에는 이 특성에 관한 자료를 준비하여 둔다.

2) 화물탱크의 설계온도가 -10°C보다 높은 경우는 일반적으로 필요하지 않다.

3) 피로강도 특성에 대해서도 확인할 필요가 있다.

표7.5.4 단열재료 시험방법 *(2019)*

시험항목	시험방법
1. 화물과의 적합성	화물에 침적후, 인장, 압축, 전단 및 굽힘시험 (DIN 53428)
2. 화물에 의한 용해성	화물에 침적전후, 시험편 치수 및 중량의 변화 (DIN 53428)
3. 화물의 흡수성	화물에 침적전후, 시험편의 중량비교 또는 흡수성 시험 (DIN 53428)
4. 수축성	ISO 2796, ASTM D 2126
5. 시효성	-
6. 독립기포율	ISO 4590, ASTM D 6226
7. 밀도	ISO 845, ASTM D 1622
8. 기계적 성질	굽힘강도(ISO 1209, ASTM C 203, D 790), 압축강도(ASTM D 695, D 1621), 인장강도(ISO 1926, ASTM D 638, D 1623), 전단강도(ISO 1922, ASTM C 273)
9. 열팽창성	ASTM D 696, E 831
10. 마모성	-
11. 결합성	ASTM D 1623
12. 열전도율	ISO 8302, KS L 9016, ASTM C 177, C 518
13. 진동에 대한 저항	ISO 10055
14. 화재 및 화염에 대한 저항	DIN 4102
15. 피로파괴 및 균열 전파에 대한 저항	-

8. 단열재의 품질관리

단열재료의 제조, 저장, 취급, 조립, 품질관리 및 햇빛에 노출됨에 따른 영향에 대한 관리방법은 다음 각호에 정하는 것을 따른다.

(1) 단열재는 별도로 정한 승인요령에 따라서 승인을 받아야 한다. 이때 제조소에서 제조, 저장, 취급, 품질관리에 대해서 정해진 방법에 따라 시험검사를 한다.

(2) 단열시공에 관한 검사는 다음에 정하는 시험 및 검사를 하여야 한다.

(가) 단열시공법 시험

실적이 없는 단열방식 및 시공방법에 대해서 본 선급의 승인을 얻은 방안에 따라 시공법 확인을 위한 시험을 한다. 이 시험은 필요에 따라서 단열재 제조소 또는 조선소에서 하여야 한다.

(나) 단열시공확인 시험

우리 선급의 승인을 득한 방안에 따라 단열시공중의 작업관리, 작업환경관리 및 품질관리 상황을 확인하기 위한 시험을 하여야 한다.

(다) 완성검사

단열시공후 치수 모양, 외관 등에 대해서 미리 우리 선급의 승인을 받은 시공요령에 따라 검사를 하고 또한 **규칙 420.**의 3항 (5)호에서 정하는 시험에 대하여도 단열성능을 확인하여야 한다.

9. 1차 및 2차 방벽의 재료

(1) 고망간강을 액화천연가스(LNG) 화물 탱크에 사용하는 경우에는 **부록 7A-4**에 따른다. *(2020)*

420. 제작 【규칙 참조】

1. 독립형탱크

(1) **규칙 420.**의 1항 (1)호의 경우 화물탱크판과 돔의 연결부에 대해서 인정된 완전용입형의 필릿이음 용접은 화물탱크 형식에 따라서 다음 각호에 따라야 한다.

(가) 독립형탱크 형식A의 경우 비파괴검사 방법이 확립되어 있어야 한다.

(나) 독립형탱크 형식B 및 C의 경우 제안된 구조에 대해서 충분한 실적이 있거나 피로강도해석을 하여 충분한 피로

강도를 가진 것이 인정되고 또한 비파괴검사 방법이 확립되어 있어야 한다.

(2) **규칙 420.**의 1항 (1)호에서 "돔에 설치되는 작은 관통부"라 함은 최대허용 설정압력이 0.07 MPa 이하의 화물탱크의 경우에 있어서 돔에 비하여 매우 작은 통상의 화물관 또는 이와 동등한 크기인 기타 관통부를 말한다.

(3) **규칙 420.**의 1항 (1)호는 주로 평판으로 제작한 독립형 탱크 형식A 혹은 B에 적용한다. 이는 탱크 표면과 정렬한 굽힘판을 면내 용접으로 연결한 탱크 코너를 포함한다.

(가) 탱크판과 돔의 연결부는 다음과 같다.

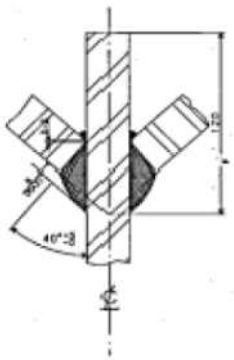
(a) 코너 용접은 주요 탱크판 건조에 사용하면 안된다. 즉 탱크 측면(호퍼 또는 탑사이드와 평행한 경사판 표면)과 탱크 바닥 또는 상단사이의 코너, 탱크 끝 횡격벽과 탱크 바닥, 상단 또는 측면(있는 경우 경사면 표면 포함)과 코너부에 사용하면 안된다. 대안으로, 탱크 표면과 정렬된 굽힘판을 면내 용접으로 연결한 탱크 코너부를 사용하여야 한다.

(b) T용접은 흡입웰(suction well), 섬프(sump), 돔(dome)과 같은 판의 국부적 구조에 사용할 수 있다. 이 경우에 T용접은 완전용입용접으로 수행하여야 한다.

(4) (2)호에 정하는 관통부의 용접에 대하여는 완전용입형 용접으로 하지 않아도 좋으나 적절한 V형 홈을 가져야 한다. 이 경우 바깥지름이 100 mm 이상의 관통부에 대하여서 전 용접선에 대하여 바깥지름이 100 mm 미만의 관통부에 대하여는 적절히 선정하여 비파괴검사를 하여야 한다.

(5) **규칙 420.**의 1항 (2)호는 중심선 격벽을 가지며 주로 곡면으로 구성된 바이로브(bi-lobe) 탱크를 포함한 독립형 C형 탱크에 적용한다. 그밖의 용접부 개선은 다음에 따른다.

(가) 중심선 격벽이 있는 바이로브(bi-lobe) 탱크의 십자형 완전 용입 용접부에는 승인된 용접절차 시방서에 따른 탱크 중심선 용접부개선이 인정될 수 있다.



(6) **규칙 420.**의 1항 (2)호 (가)에서 "우리 선급이 인정한 경우"라 함은 최대허용 설정압력이 1.0 MPa 이하이고 또한 설계온도가 -10°C 보다 높은 화물탱크에 있어서 다음 모두를 만족하는 경우를 말한다. 다만, 비파괴검사가 가능한 장소에 한한다.

(가) 공작상 뒷댐판의 제거가 곤란한 압력용기는 응력부식 균열이 발생하기 쉬운 분위기에서 사용하여서는 안 된다.

(나) 과대한 응력집중이 발생하여서는 안 된다.

2. 멤브레인탱크의 시공확인시험 등

(1) **규칙 606.**의 5항에서 품질보증의 방법, 용접시공조건, 설계상세, 재료의 품질관리, 건조방법, 검사 및 구성요소의 시공확인시험 기준은 **규칙 424.**의 8항에서 정한 원형크기 모형시험(prototype) 또는 별도 시공기술 확립을 위한 표본시험이 확립되고 그 유효성이 확인되어야 하며 이들은 멤브레인탱크의 단열구조를 포함한 화물탱크 건조요령서에 기재되어야 한다.

(2) (1)호의 건조요령서는 원형크기 모형시험에 의하여 확인된 후에 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

3. 독립형탱크 형식B의 응력계측장치

규칙 420.의 3항 (4)호의 경우 동일 조선소에서 건조되고 동일 설계로 간주되는 화물탱크에 대하여 이전에 건조된 화물탱크에 응력계측을 하여 설계응력과 양호한 대응이 확인된 경우에는 그 이후에 건조된 화물탱크에 대하여는 이 계측장치의 설치를 생략할 수 있다.

4. 가스 시운전 및 화물만재시험 (규칙 513.의 2항 (5)호 관련)

(1) **규칙 420.**의 3항 (5)호 및 **513.**의 2항 (5)호 규정에 따라 다음에 규정한 시험을 우리 선급검사원 입회하에 실시하여 화물격납설비 및 화물취급기기 등의 성능을 확인하여야 한다.

(가) 가스 시운전

표 7.5.5에 정하는 항목에 대해서 모든 공사가 완료된 후 적당량의 화물액을 사용하여 화물격납설비, 화물취급기기 및 계측장치의 성능을 확인하는 시험을 하여야 한다. 다만, 쿨다운 작업 또는 **규칙 제 7절** 701. 1에 명시된 압력 및 온도 제어가 요구되지 않는 화물탱크에 대해서는, 화물탱크 건조자가 건조하는 첫 번째 화물탱크를 제외하고, 조선소 또는 제조공장에서 **표** 7.5.5의 요건을 확인하기 위한 대체매체로 작동시험을 하는 경우, 이 가스 시운전은 생략할 수 있다. (*2019*)

(나) 화물만재시험

표 7.5.6에서 정하는 항목에 대하여 모든 공사가 완료된 후 계획된 화물을 만재한 상태에서 화물격납설비, 화물취급기기 및 계측장치가 계획된 조건을 만족하는가를 확인하는 시험을 한다. 다만, 이 시험은 동일 조선소 및 동일탱크 건조소에서 건조되어 이 시험을 한 선박과 동일 사양으로 간주되는 화물격납 및 이송설비를 가지는 선박에 대하여는 우리 선급검사원의 입회를 생략할 수 있다.

(2) (1)호에 정하는 가스 시운전 및 화물만재시험에 사용하는 실제 화물액 및 가스 종류는 화물격납, 이송설비, 재액화장치 등의 설계조건상 가장 엄격한 조건을 재현할 수 있는 것으로 다음 각호에 정하는 사항을 고려하여야 한다.

(가) 설계온도에 관한 확인은 설계온도를 결정하는 기본이 된 화물을 가능한 한 설계사용 온도에 가까운 온도까지 냉각되는 상태로 재현하여야 한다.

(나) 부식성 또는 고도의 독성 등에 따른 설계조건에 대하여 구조재료를 포함한 구조 및 설비의 적합성을 표시하는 유효한 실험데이터 및 자료를 제출한 경우에는 가스 시운전시 이들 화물에 의한 확인을 생략할 수 있다.

(3) (1)호에 규정한 가스 시운전 및 화물만재시험에 사용하는 실제화물액 및 가스량은 (1)호에 정한 제시험을 하는데 충분한 양이어야 한다.

(4) (1)호 (나)에 규정한 화물만재시험은 (1)호 (가)에 규정한 가스시운전시에 할 수 있다.

(5) (1)호 (나)의 **표** 7.5.6에서 정하는 화물만재시험의 확인항목 중 적하작업시 확인하여야 할 항목은 선내시험 및 가스시운전시의 확인 항목으로 대체할 수 있으며, 만재후의 화물탱크 및 기타 화물격납설비의 상황에 있는 항목은 양하시 확인할 수 있다.

표 7.5.5 가스시운전의 시험항목

항목	◎우리 선급 검사원 입회 ○기록치 제출	주요시험 대상기기	주요 확인 내용
1. 드라잉시험	○	·불활성가스 발생장치	·노점 ·건조도에 시간에 대한 변화(화물탱크내, 화물창구역 내)
2. 불활성시험	○	·불활성가스 발생장치	·불활성가스 발생장치의 운전상태 ·화물탱크 내 환경계측
3. 화물증기에 의한 불활성 가스퍼지 시험	○	·화물증발기 ·압축기	·화물탱크 내 O_2/화물증기의 온도(시간에 대한 변화) ·화물증기(또는 액) 공급량 ·증발기 성능 ·압축기 성능
4. 쿨링다운시험	◎/○	·스프레이 펌프 ·압축기 ·화물액, 가스관계통 ·화물탱크의 온도계 ·스프레이 관계통	·화물탱크 온도곡선 ·화물창구역 내 검사/탱크 단열 상황(쿨링다운 완료시)[1)] ·스프레이 관계통의 냉각상태 ·화물액, 가스관계통의 냉각상태 ·스프레이 펌프의 성능 ·화물소비량 ·압축기성능(육상으로 보내는 가스의 특성) ·화물탱크 온도/압력 ·화물탱크 수축량[2)]
5. 화물액 적재시험	◎/○	·압축기 ·적하관련액, 가스관계통 ·액면계/온도계	·화물탱크 온도/압력/액면 ·화물창구역 온도/압력 ·매니홀드부의 화물액, 가스의 온도/압력 ·화물액, 가스관계통의 사용상태
6. 화물펌프의 작동 시험	◎/○	·모든 화물펌프	·화물펌프 토출압력/전류값 ·화물탱크 액면/압력 ·스트리핑 상태
7. 압력/온도 제어 장치 작동시험	◎/○	·제어장치의 형식에 따라 다름	·좌동

(비고)
1) 우리 선급은 단열재의 품질관리 상황 및 건조실적을 고려하여 생략할 수 있다.
2) 독립형 탱크의 경우만 확인한다.

표 7.5.6 화물만재시험의 확인항목

	주요확인내용
1. 적하작업시	·정격 적재속도 ·액면계, 온도계 및 압력계의 실제작동 ·경보장치의 실제작동[1)] ·넘침방지장치의 실제작동[1)]
2. 만재후의 화물탱크 및 기타 화물격납설비의 상황	·화물탱크 및 지지구조 ·화물탱크 인접선체구조(콜드스폿) ·화물탱크 및 지지구조의 단열재 성능 ·화물창구역내 분위기
3. 만재 항해중	·화물탱크 및 지지구조의 단열재 성능 ·화물탱크 인접구조의 콜드스폿 ·압력/온도제어장치의 성능
4. 양하시	·양하속도 ·기타 양하 전반의 조작 ·3항에 입회하지 아니한 경우 관련기록의 제출/확인
(비고) 1) 실시하기 곤란한 경우, 별도의 적절한 방법으로 작동확인을 할 수 있다.	

5. 콜드스폿 검사

(1) **규칙 420.**의 3항 (7)호에 규정하는 화물탱크의 인접 선체구조의 콜드스폿 검사는 멤브레인탱크, 세미 멤브레인탱크 및 내부단열방식 탱크와 필요한 경우 독립형탱크에 대하여 4항 (1)호에 정한 화물만재시험시에 하여야 한다.

(2) (1)호의 화물만재시험시에 시행하는 화물탱크의 인접선체구조의 콜드스폿 검사는 양하시에 확인할 수 있다.

6. 최초 적하 및 양하 항차 시의 검사(LNG, LPG 운반선에 한함) *(2021)*

규칙 420.의 3항 (5)호 및 (7)호의 경우, 화물만재시험은 조선소에서 완료하여야 한다. 그러나 이것이 시행되기 곤란한 경우 시험의 일부를 취항 후로 연기할 수 있으며 검사요건은 다음에 따른다.

(1) 최초 적하 (화물만재상태)

(가) 적하 종료단계(대략 마지막 6시간)에서의 검사

(나) 화물일지와 경보보고서 검토

(다) 우리 선급검사원 입회하에 아래 장치에 대한 작동시험이 만족스럽게 이루어져야 한다.

- 가스탐지장치
- 액면 계측용 장비, 온도감지기, 압력계, 화물펌프, 압축기, 화물열교환기의 적절한 제어(운전 시)등과 같은 화물 제어 및 감시장치
- 질소발생장치 또는 불활성가스발생기 (운전 시)
- 가능한 한 단열구역/방벽 간 구역/환상(annular) 구역에 대한 질소압력제어장치
- 코퍼댐 히팅장치 (운전 시)
- 재액화장치 (운전 시)
- 보일러, 엔진, 가스연소기 유니트와 같은 화물증기 연소를 위해 설치된 장비 (운전 시)

(라) 팽창과 지지구조를 포함하는 갑판상의 화물파이프 장치 점검

(마) 정상 적하 시 작동되는 고액면 경보기를 포함하는 화물탱크에 대한 검사원의 마무리 공정

(바) 선장에게 양하항으로 가는 항차동안 선체와 외부 단열에 대한 콜드스폿 점검을 수행하도록 권고

(2) 최초 양하

(가) 양하 시작단계(대략 시작 4-6시간)에서의 검사

(나) 양하 시작에 앞서 검사원 입회하에 비상차단장치 시험

(다) 화물일지와 경보보고서 검토

(라) 우리 선급검사원 입회하에 아래 장치에 대한 작동시험이 만족스럽게 이루어져야 한다.

- 가스탐지장치

- 액면 계측용 장비, 온도감지기, 압력계, 화물펌프, 압축기, 화물열교환기의 적절한 제어(운전 시)등과 같은 화물 제어 및 감시장치
- 질소발생장치 또는 불활성가스발생기 (운전 시)
- 가능한 한 단열구역/방벽 간 구역/환상(annular) 구역에 대한 질소압력제어장치
- 멤브레인 선박에서는 코퍼댐과 선체내부 온도감지기 기록이 선정된 강재등급의 허용 가능한 온도 이하에 있는지에 대한 확인, 앞전기록 검토
- 코퍼댐 히팅장치 (운전 시)
- 재액화장치 (운전 시)
- 보일러, 엔진, 가스연소기 유니트와 같은 화물증기 연소를 위해 설치된 장비 (운전 시)

(마) 팽창과 지지구조를 포함하는 갑판상의 화물파이프 장치 점검

(바) 선장으로부터 양하항으로 가는 항차동안 콜드스폿 검사가 만족스럽게 행하여졌다는 진술서 수령, 가능하면 검사원은 선정된 구역 점검

421. 독립형탱크 형식 A 【규칙 참조】

1. 설계기준

(1) **규칙** 421.의 1항 (1)호에서 인정하는 기준이라 함은 원칙적으로 **규칙 3편 15장**의 요건을 말한다.

2. 구조해석

(1) **규칙** 421.의 2항 (1)호의 적용상 부식 예비두께는 **규칙** 403.의 5항의 규정에 따라 경감 또는 무시할 수 있다. 내압에 의한 막응력 또는 축응력을 무시할 수 없는 구조에 대하여서는 **규칙 3편 15장**에서 정하는 식을 적절히 수정하여 적용하여야 한다.

(2) (1)호에 따라서 **규칙** 403.의 5항에 의한 부식예비두께를 고려하지 않는 경우 보강재의 단면계수는 **규칙 3편 15장 2절**의 규정을 준용하여 산출된 값을 1.2로 나눈 값 이상이어야 한다.

(3) **규칙** 421.의 2항 (2)호의 적용상 하중 및 선체변형에 대하여서는 다음을 고려하여야 한다.

(가) 파랑에 의한 종방향 굽힘모멘트 및 정수중 종방향 굽힘모멘트에서 발생되는 선체변형

(나) 지지구조의 방식에 있어서 필요한 경우 파랑에 의한 수평 굽힘모멘트 및 비틀림 모멘트에 의해서 발생되는 선체변형

(다) **규칙** 428.의 1항의 규정에서 정한 내압

3. 허용응력

(1) **규칙** 421.의 3항 (1)호에서 "종래 사용되고 있는 방법"이란 보이론을 말하며 대상으로 하는 응력의 종류는 굽힘응력과 축응력을 합한 것으로 한다.

(2) **규칙** 421.의 3항 (1)호에서 적용상 1차부재에 대한 상세한 응력계산을 할 경우의 등가응력 σ_C에 대한 허용응력은 **표** 7.5.7에 따른다.

표 7.5.7 1차등가응력에 대한 허용응력

페라이트강	오스테나이트강	알루미늄합금
0.79 R_e	0.84 R_e	0.79 R_e
0.53 R_m	0.42 R_m	0.42 R_m
(비 고) 각각의 재료에 대하여 상기 값중 작은 쪽으로 한다. R_e 및 R_m는 **규칙** 418.의 1항 (3)호에서 정하는 바에 따른다.		

4. 독립형탱크의 수압 또는 수압-공기압시험

(1) **규칙** 421.의 5항 및 422.의 6항에서 화물탱크의 수압 또는 수압-공기압시험은 다음에 따라 실제의 하중상태(정하중+동하중)를 모의시험 하여야 한다.

(가) 화물탱크의 시험

수두 및 공기압으로 화물의 정압, 선체운동에 의한 가속도 및 증기압을 포함하는 내압에 대한 수압-공기압의 모의시험. (**그림** 7.5.18, 7.5.19, 7.5.20 참조)

(나) 지지구조의 하중시험

물 무게만으로 화물의 중량 및 선체운동에 의한 가속도로 인하여 생긴 하중에 대한 수압 모의시험. (**그림** 7.5.21 참조)

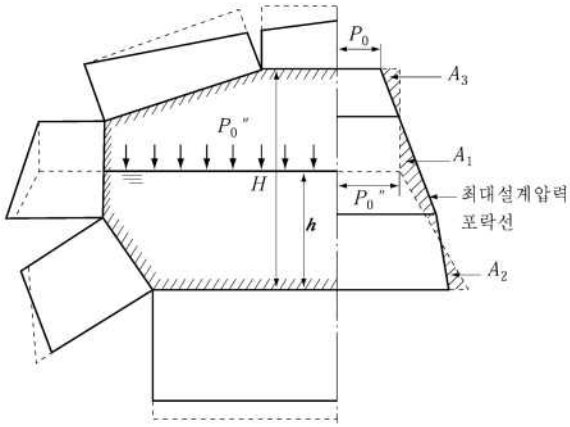


그림 7.5.18 방형탱크의 내압 모의시험

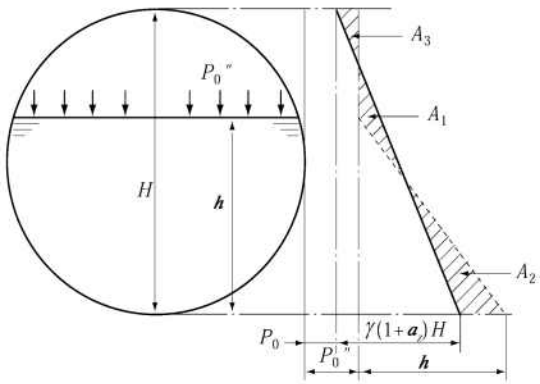


그림 7.5.19 구형탱크의 내압 모의시험

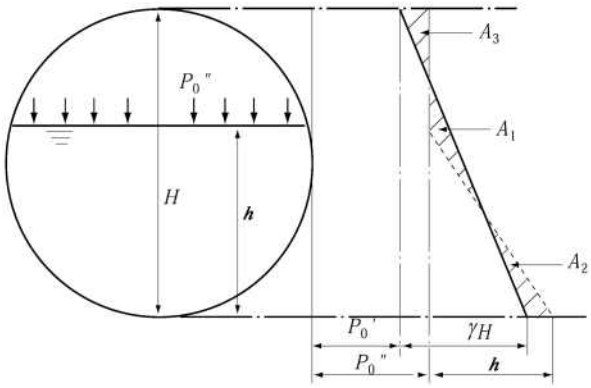


그림 7.5.20 압력배출상태에서의 내압 모의시험

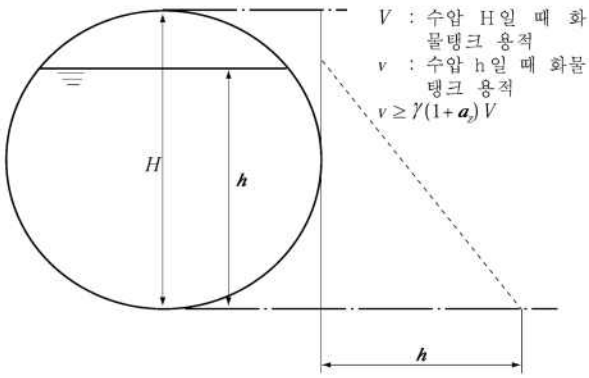


그림 7.5.21 지지구조의 하중상태 모의시험

* **그림** 7.5.18 부터 **그림** 7.5.21까지의 기호설명

- : 실제 만난다고 예상되는 최대하중 상태.

… : 상기 가능한 모의 시험한 압력상태

($P_0'' > P_0$ 또는 $P_0'' > P_0'$에서 또한,

가능한 한 $A_2 + A_3 > A_1$이 되도록 P_0'' 및 h를 선정한다.)

H : 탱크깊이, γ : 화물비중, h : 시험시 수두,

a_z : 상하방향 최대가속도(무차원)

P_0 : 통상 항해시의 설계증기압

P_0' : 항내 압력하역시 설계증기압

P_0'' : 시험시 공기압

(2) (1)호 (가) 및 (나)에서 정하는 각 시험은 각각 별개로 할 수 있다.

(3) (1)호 (나)에 정하는 시험은 동일 제조소에서 건조된 동일 형식이라고 간주되는 화물탱크 및 지지구조물은 우리 선급이 지장이 없다고 인정하면 2번째 이후 건조된 화물탱크 및 지지구조물에 대하여는 시험을 생략할 수 있다.

5. 화물탱크 밀폐시험

규칙 421.의 5항의 규정에 의한 수압 또는 수압-공기시험에 따라 화물탱크의 누설을 검사할 수 없는 경우는 화물탱크의 밀폐시험을 별도로 하여야 한다. 이 시험은 화물탱크의 최대허용 설정압력 이상의 압력에서 밀폐시험을 한다.

422. 독립형탱크 형식 B 【규칙 참조】

1. 구조해석

규칙 422.의 2항의 적용은 다음 각호에 따른다.

(1) 화물탱크를 구성하는 주요구조는 입체골조 구조해석 또는 유한요소법 등에 의하여 해석을 하여야 한다. 이 경우 해석 대상범위는 선체의 국부구조 및 지지구조를 포함하여 선체의 수직, 수평굽힘 및 비틀림모멘트에 의한 선체변형 및 국부적인 선체변형을 고려하여야 한다.

(2) 화물탱크를 구성하는 주요 구조부재는 유한요소법에 의해 그 상세부까지 응력계산을 하여야 한다. 다만, 이와 동등한 결과를 얻을 수 있다고 인정되는 경우는 골조구조해석에 따를 수 있다.

(3) (1)호 및 (2)호에 있어서 **규칙** 422.의 2항 (2)호에서 정하는 선체와 화물탱크와의 상호작용력의 계산에 필요한 각종 동적하중은 원칙적으로 **규칙** 414.의 1항 및 **규칙** 422.의 2항 (3)호에 따라 장기예측을 하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 발현확률의 최대 기대값으로 하여야 한다. 이 하중에 의한 동적응력(σ_{dyn})은 상호의 위상차를 **규칙** 417.의 3항에 따라 동적응력을 포함한 전응력은 이 동적응력과 정적응력(σ_{st})을 합한 것으로 한다. 다만, 화물탱크내 하중은 **규칙** 414.의 1항 및 **규칙** 422.의 2항 (3)호에서 직접 계산한 가속도의 장기예측값을 사용하여 **규칙** 428.의 1항 (2)호에서 정하는 내압으로 고려할 수 있다.

(4) 화물탱크판 및 탱크판에 부착된 방요재의 치수는 그 응력분포 및 응력의 형태를 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(5) 화물탱크내에 격벽을 설치한 경우 격벽판 및 격벽판에 붙은 방요재의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(6) 화물탱크의 강도부재는 고응력부 또는 응력집중부의 모재 및 용접접속부에 대하여 피로강도해석을 하여야 한다. S-N 곡선은 다음 기재사항을 고려한 실험에 의하여 구하여야 한다.

(가) 시험편의 모양 및 치수
(나) 응력집중과 노치감도
(다) 응력형태
(라) 평균응력
(마) 용접조건
(바) 환경온도

또한, 실험시 통계적 방법에 의하여 시험편의 수를 정하고 비파괴확률 P = 50 %에 대한 S-N곡선을 구하여야 한다.

(7) 2차 방벽의 설계기준에 관련하여 **규칙** 422.의 2항 (1)호에서 정하는 균열진전해석을 하여 예정된 초기균열이 일정기간에 한계균열 길이에 도달하지 않는 것을 확인하여 이 해석으로부터 얻은 균열길이를 기본으로 화물누설량을 구하여야 한다.

(8) 화물탱크판의 압축좌굴, 방요거더의 트리핑좌굴, 전단좌굴, 트리핑브래킷의 굽힘좌굴 등에 대하여 충분한 강도를 가지는 것을 확인하여야 한다.

(9) 화물탱크판 및 방요거더는 기진원과 공진하여 악영향이 발생되지 않은 치수의 것이어야 한다. 화물탱크판 및 방요거더 고유진동수는 화물액에 접해진 상태에 있어서 최저치로 하여야 한다.

(10) 응력해석의 정도는 **규칙** 420.의 3항 (4)호의 규정에 따라 모형탱크시험 또는 실선 압력시험시에 응력계측을 하여 확인하여야 한다.

2. 허용응력

(1) **규칙** 422.의 3항 (1)호 (나)의 적용상 독립형 주형탱크 형식B의 1차응력의 허용응력은 **규칙** 422.의 3항 (1)호 (가)에서 정하는 바에 따른다.

(2) **규칙** 418.의 1항 (3)호 적용상 9 % 니켈강과 같이 용접부의 강도가 모재의 강도보다 낮을 경우 R_e 및 R_m 값은 용접금속의 기계적 성질의 규격치로 하여야 한다. 알루미늄합금 R 5083-O재 및 R 5083/5183의 용접접속 등에 9 % Ni강은 용접법 등을 감안하여 사용상태의 저온에 있어서 항복응력 및 인장응력의 증가를 고려하여 R_e 및 R_m 값을 수정할 수 있다.

(3) **규칙** 422.의 3항 (1)호 (다)의 적용상 화물탱크의 판에 9 % 니켈강이 사용되는 경우, 판의 치수 계산 시, 허용응력은 $R_e/1.33$을 기준으로 한다. *(2021)*

3. 구조시험 및 누설시험

(1) **규칙** 422.의 6항의 시험에 대해서는 421.의 4항 및 5항의 규정을 따른다.

423. 독립형탱크 형식 C 【규칙 참조】

1. **규칙 423.**의 1항 (2)호의 적용에 있어서 이 규칙의 적용을 받지 않는 제품(비중이 1.0을 초과하는 경우에만 적용)을 운송하고자 하는 선박에 대하여는 다음을 적용한다. *(2017)*

(1) 최대 동적 압력차($\triangle P$)에 의하여 발생하는 1차 막응력($\triangle\sigma_m$)은 **규칙 423.**의 1항 (2)호의 허용 동적막응력($\triangle\sigma_A$)을 초과하여서는 안 된다. 즉,

$$\triangle\sigma_m \leq \triangle\sigma_A$$

(2) 동적 압력차($\triangle P$)는 다음과 같이 계산한다.

$$\triangle P = \rho(a_{\beta 1}Z_{\beta 1} - a_{\beta 2}Z_{\beta 2})/(1.02\times 10^5) \quad (\mathrm{MPa})$$

ρ : 설계온도에서 화물의 최대밀도($\mathrm{kg/m^3}$)
a_β, Z_β: **규칙 428.**의 1항 (2)호에 따르고 **그림 7.5.22**을 참고한다.
$a_{\beta 1}$, $Z_{\beta 1}$: 최대 액체압($(P_{gd})max$)에서의 a_β값과 Z_β값이다.
$a_{\beta 2}$, $Z_{\beta 2}$: 최소 액체압($(P_{gd})min$)에서의 a_β값과 Z_β값이다.

최대 동적 압력차($\triangle P$)을 평가하기 위하여, 압력차는 **그림 7.5.22**과 같이 가속도타원의 전체 범위에서 평가되어야 한다.

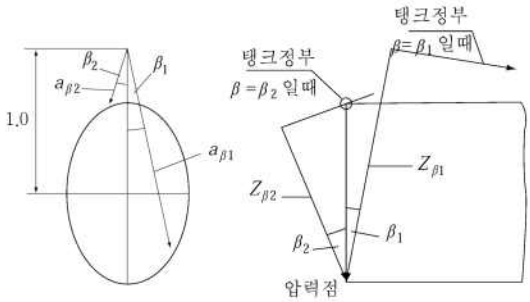


그림 7.5.22 타원 가속도 및 압력차의 평가

2. 구조해석

(1) **규칙 423.**의 2항의 적용상 화물탱크 압력에 의한 치수, 모양 및 개구의 보강에 대하여서는 **규칙 5편 5장**의 제1급 압력용기의 규정을 적용하여야 한다.

(2) **규칙 423.**의 2항 (3)호의 설계외압 P_0 중 P_4는 화물탱크의 배치에 따라서 **규칙 3편 10장 2절, 3편 16장 2절, 3편 17장 2절**의 규정을 준용하여 산출한 것으로 한다.

3. 허용응력

지지구조에서의 원주방향 응력은 발생 가능한 하중조건을 충분히 고려하여 우리 선급이 허용 가능한 절차에 따라 계산되어야 한다.

(1) 보강링에서의 허용응력

탄소망간강으로 제작된 수평 실린더형 탱크가 새들(saddles)에 의해 지지되는 경우, 유한요소해석법을 사용하여 계산한다면, 보강링에서의 등가응력(σ_e)은 다음의 허용응력(σ_{all}) 보다 작아야 한다. *(2021)*

$\sigma_e \leq \sigma_{all}$

여기서,

σ_{all} : $0.57R_m$ 과 $0.85R_e$ 중 작은 값

$\sigma_e = \sqrt{(\sigma_n+\sigma_b)^2+3\tau^2}$

σ_e : 공칭응력 ($\mathrm{N/mm^2}$)

σ_n : 보강링 원주방향의 수직응력(normal stress)($\mathrm{N/mm^2}$)

σ_b : 보강링 원주방향의 굽힘응력($\mathrm{N/mm^2}$)

τ : 보강링에서 전단응력($\mathrm{N/mm^2}$)

R_m 과 R_e는 **규칙** 418.의 1항 (3)호에 따른다.

등가응력값 σ_e는 **규칙** 413.의 9항, 414.의 2항 및 415.에 정하는 하중조건을 충분히 고려하여 우리 선급이 인정하는 절차에 따라 보강링의 모든 범위에 걸쳐 계산되어야 한다.

(2) 보강링에 대하여는 다음의 가정이 적용되어야 한다.

(가) 보강링은 웨브, 면판, 이중판 그리고 조합되는 동판으로 형성되는 원주방향 빔으로 고려하여야 한다. 동판의 유효폭은 다음에 따른다.

(a) 원통형 동체

웨브의 각 측면에서 $0.78\sqrt{rt}$ 이하의 유효폭 (mm).

이중판의 경우, 그 거리 내에 포함시킬 수 있다.

여기서,

r : 원통형 동체의 평균 반지름 (mm)

t : 동판 두께(mm)

(b) 종격벽(둥근정판 탱크의 경우)

유효폭은 적절한 기준을 만들어 그에 따르고, 웨브의 각 측면에서 $20\,t_b$ 값을 기준값으로 할 수 있다.

여기서,

t_b : 격벽 두께 (mm).

(나) 보강링은 탱크의 전단력으로부터 이차원전단류이론에 의해 결정되는 전단응력 때문에 링의 각 측면에서 원주방향 힘을 받는 것으로 되어야 한다.

(3) 지지구조에서의 반력 계산을 위해 다음의 요인들이 고려되어야 한다.

(가) 지지구조 재료의 탄성률(목재 또는 유사 재료의 중간층)

(나) 탱크와 지지구조 사이의 접촉면의 변화와 다음에 의한 적절한 반력의 변화

(a) 탱크의 열수축

(b) 탱크와 지지구조 재료의 소성변형

지지구조에서 반력의 최종분포는 어떠한 인장력도 보여서는 안 된다.

(4) 보강링의 좌굴강도는 검토되어야 한다.

4. 독립형탱크의 수압 또는 수압 - 공기압시험

(1) **규칙** 423.의 6항 (1)호에서 "간단한 원통형 또는 구형의 압력용기"라 함은 충분한 실적이 있고 지지구조물을 가진 원통형 또는 구형의 압력용기를 말한다. 과대한 굽힘응력을 일으키는 지지구조물이나 쌍원통형과 같은 특수한 형상의 탱크에 대해서는 표본시험에 의한 변형계측을 하여 응력상태를 확인한다.

(2) **규칙** 423.의 6항 (4)호에서 "불가피한 경우"라 함은 화물탱크 꼭대기까지 물이 찬 경우 선대 또는 선체구조가 이 수압하중에 견디지 못한 경우 및 수압시험을 하여 설계하중을 크게 상회하는 과대한 하중이 화물탱크의 부재 또는 그 인접구조에 걸리는 것으로 가정한 경우를 말한다.

(3) **규칙** 423.의 6항 (6)호의 경우 누설시험은 압력용기의 최대허용 설정압력 이상의 압력으로 하는 기밀시험으로 한다.

5. 구조시험 및 밀폐시험

(1) **규칙** 423.의 6항의 시험에 대해서는 421.의 4항 및 5항의 규정을 따른다.

424. 멤브레인 탱크 【규칙 참조】

1. 설계기준

규칙 424.의 1항 (4)호에 의해 설계증기압을 0.025 MPa 보다 높은 압력으로 할 경우 **규칙** 424.의 8항 (1)호에서 규정하는 모델시험에 있어서도 이 증기압을 고려한 것이어야 한다. 이 경우 인접된 선체구조의 용접 및 구조상세에 대하여는 응력집중에 대한 특별한 고려를 하여야 한다.

2. 하중 및 하중조합

(1) **규칙** 424.의 3항에서 정하는 멤브레인의 파괴에 관한 검토는 다음에 따른다.

(가) 방벽간구역의 과압 및 부압의 경우, 최종강도를 확인을 위하여 멤브레인의 원형모델에 대하여 파열시험이 수행되어야 한다. (*2019*)

(나) 슬로싱 하중에 대하여서는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 멤브레인의 프로토 모델에 대한 충격시험 등

을 하여 멤브레인의 내충격 강도를 확인하여야 한다.

(다) 진동의 경우, 멤브레인의 고유진동수가 결정되어야 하고, 프로펠러와 주기에 의해 야기된 진동과 공진을 일으키지 않는 것을 확인하여야 한다. (*2019*)

3. 구조해석

(1) **규칙** 424.의 4항 (2)호의 적용상 멤브레인탱크에 인접하는 선체구조는 관련규칙에 따르고 기타 우리 선급이 필요한 경우에는 멤브레인탱크의 구조강도상 선체구조의 응력을 제한함을 고려하여야 한다. 멤브레인, 멤브레인 지지구조 및 단열재의 허용응력은 재료의 기계적 성질, 건조실적, 제품사양 및 품질관리 상황에 따라서 정한다. *(2021)*

4. **멤브레인 또는 세미 멤브레인탱크의 인접 선체구조** *(2019)*

(1) **규칙** 424.의 9항의 "수압시험"은 **1편 부록**1-16에 의한 수압시험을 말한다. 이 경우 평형수 적재탱크, 코퍼댐 등의 선체구조측으로부터 수압을 가할 수 있다.

(2) **규칙** 424.의 9항에서 "멤브레인을 지지하는 화물창구조"의 누설시험은 **1편 부록**1-16에 명시된 요건에 따른다.

425. 일체형 탱크 【규칙 참조】

1. 설계기준

규칙 425.의 1항에 의해 설계증기압을 0.025 MPa 보다 높은 압력으로 할 경우 화물탱크의 용접 및 구조상세에 대하여는 응력집중에 대한 특별한 고려를 하여야 한다.

2. 시험

규칙 425.의 5항에서 일체형 탱크의 수압시험은 **1편 부록**1-16의 규정에 따라야 한다. 다만, 최대허용 설정압력이 0.025 MPa를 넘거나 적재화물의 비중이 0.6을 넘는 화물탱크의 경우는 **규칙** 421.의 5항에서 정한 시험에 준할 수 있다.

426. 세미멤브레인탱크 【규칙 참조】

1. 구조해석

(1) **규칙** 426.의 1항의 적용상 화물탱크 주요구조 부재는 **규칙** 412. 내지 414.에서 정하는 하중을 고려하여 응력해석을 하여야 한다. 이 경우 허용응력은 **규칙** 422.의 3항 (1)호의 규정을 준용한다.

(2) (1)호에서 규정한 응력해석은 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 응력해석의 정도를 확인하기 위해서 모델테스트 또는 화물탱크 압력시험시에 응력계측을 요구할 수 있다.

428. 제4절에 대한 지침 【규칙 참조】

1. 내압

(1) **규칙** 428.의 1항 (1)호에서 "동등한 기타의 계산방법"으로서는 다음에 따를 수 있다.

(가) 방형탱크인 경우, 탱크판상의 임의의 점 j의 수두는 다음 식에 따른다. *(2021)*

$$h_j = h_{j\cdot st} + h_{j\cdot dyn} \quad (\mathrm{MPa})$$

$$h_{j\cdot st} = P_0 + \frac{\rho \cdot z_j}{1.02\times 10^5} \quad (\mathrm{MPa})$$

$$h_{j\cdot dyn} = \frac{\rho\sqrt{(x_j\cdot a_x)^2 + (y_j\cdot a_y)^2 + (z_j\cdot a_z)^2}}{1.02\times 10^5} \quad (\mathrm{MPa})$$

P_0, ρ : **규칙** 428.의 1항에 따른다.

a_x, a_y 및 a_z : **규칙** 428.의 1항 및 **그림** 7.5.23에 따른다.

x_j, y_j 및 z_j (m) : **그림** 7.5.23에 나타낸 바에 따른다.

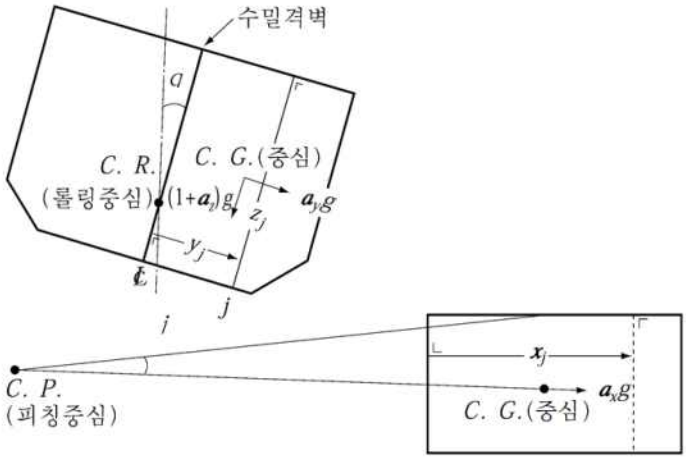


그림 7.5.23 방형탱크에서의 x_j, y_j **및** z_j (m)

(나) 구형탱크인 경우, 탱크판상의 임의의 점에 있어서 압력 $P(\phi,\ \theta)$는 (a) 및 (b)에 나타낸 식에 따른다.

(a) $P(\phi,\theta) = P(\phi,\theta)_{st} + P(\phi,\theta)_{dyn}$ (MPa)

$$P(\phi,\theta)_{st} = P_0 + \rho \cdot R \cdot (1-\cos\theta)/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

$$P(\phi,\theta)_{dyn} = \sqrt{P_1^2+P_2^2+P_3^2} \quad \text{(MPa)}$$

$$P_1 = \rho \cdot R(\sqrt{1+a_x^2} - a_x \cdot \sin\phi \cdot \cos\theta - 1)/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

$$P_2 = \rho \cdot R(\sqrt{1+a_y^2} - a_y \cdot \sin\phi \cdot \cos\theta - 1)/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

$$P_3 = \rho \cdot R \cdot a_z(1-\cos\theta)/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

P_0, ρ, a_x, a_y 및 a_z : (가)에서 정하는 바와 같다.
R : 구의 안쪽반지름(m).
ϕ, θ : **그림 7.5.24**에 나타낸 바와 같다.

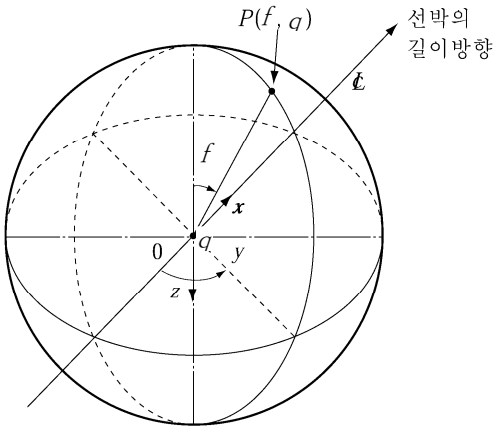


그림 7.5.24 구형탱크에서의 ϕ, θ

(b) (a)에 의해 정하여진 값에 관계없이 P의 값은 다음의 값보다 적어서는 안 된다.

$$P(\phi,\theta)_{\min} = P_0 + \rho \cdot R(1+a_z) \cdot (1-\cos\phi)/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

P_0, ρ, R 및 a_z : (가)에서 정하는 바와 같다.

(다) 선박의 길이방향에 따른 수평에 설치된 원통형 탱크인 경우, 탱크판상의 임의의 점에 있어서 압력 $P(x_j, \phi)$는 (a) 및 (b)에 나타낸 식에 따른다. *(2021)*

(a) $P(x_j, \phi) = P(x_j, \phi)_{st} + P(x_j, \phi)_{dyn}$

$$P(x_j, \phi)_{st} = P_0 + \rho \cdot R(1-\cos\phi)/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

$$P(x_j, \phi)_{dyn} = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \quad \text{(MPa)}$$

$$P_1 = \rho \cdot x_j \cdot a_x/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

$$P_2 = \rho \cdot R(\sqrt{1+a_y^2} - a_y\sin\phi - 1)/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

$$P_3 = \rho \cdot R \cdot a_z(1-\cos\phi)/(1.02\times10^5) \quad \text{(MPa)}$$

P_0, ρ, a_x, a_y, a_z : (나)에서 정하는 바에 따른다.
R : 원통의 안쪽 반지름
ϕ 및 x_j : **그림 7.5.25**에서 보인 바와 같다.

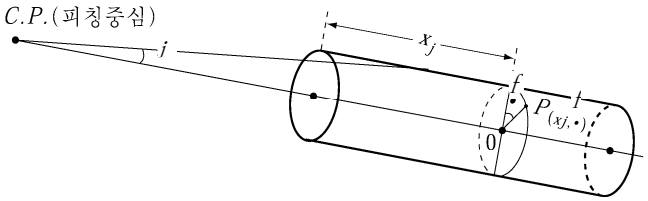


그림 7.5.25 선박의 길이방향에 따른 수평에 설치된 원통형 탱크에서의 ϕ 및 x_j

(b) (a)에서 정하여진 값에 관계없이 P의 값은 다음 값 미만이어서는 안 된다.

$$P(x_j, \phi)\min = P_0 + \rho \cdot R(1+a_z)(1-\cos\phi)/(1.02\times10^5) \cdots \text{(MPa)}$$

제 5 절 프로세스용 압력용기와 액체, 증기 및 압력관장치

501. 일반사항 【규칙 참조】

1. 화물 및 프로세스용 관장치

(1) **규칙** 501.의 1항에서 "화물용 및 프로세스용 관장치"라 함은 화물의 하역작업, 냉각, 가열 및 보일오프가스의 처리에 사용되고 화물에 접촉하는 관장치를 말한다. 화물에 직접 접촉하지 아니하는 냉매용 관장치는 포함하지 아니한다.

(2) (1)호에서 정하는 화물용 및 프로세스용 관장치에 대하여는 **규칙 5절**의 규정 이외에 **규칙 5편 6장**의 규정을 적용할 수 있다.

(3) **규칙 5절**을 적용함에 있어서 화물 및 프로세스용 기자재의 승인 및 시험요건은 **저인화점 연료선박 규칙 부록** 1의 요건을 따른다. **규칙**에 시험요건이 규정된 기자재에 대해서는 **저인화점 연료선박 규칙 부록** 1의 관련 요건을 추가로 적용하여야 한다.

2. 프로세스용 압력용기

(1) **규칙** 501.의 2항에서 "프로세스용 압력용기"라 함은 화물의 하역작업, 냉각 및 보일 오프가스의 처리 등에 사용되고 화물을 내부에 일시적으로 보유할 수 있는 압력용기를 말하며 열교환기를 포함한다. 화물이 들어가지 않는 냉매용 압력용기, 화물펌프, 압축기 및 밸브의 압력부위는 포함하지 아니한다.

(2) (1)호에서 말하는 프로세스용 압력용기 중 화물을 저장하지 아니하는 것에 대하여는 **규칙 4절**의 규정 중 403.의 5항, 419.의 2항 (1)호, 420.의 1항, 423.의 2항 (1)호 (다), (3)호, 3항, 6항 및 7항, 604., 605.의 6항 (5)호 및 606.의 2항 (2)호의 규정만을 적용한다.

502. 시스템 요건 【규칙 참조】

1. 화물관의 격리 *(2022)*

(1) **규칙** 502.의 2항 (1)호 (다) 중 수직트렁크는 다음 각호에 정하는 바에 따른다.

(가) 해당 트렁크내의 통행은 **규칙** 305.의 3항의 규정을 만족하여야 한다.

(나) 해당 트렁크내의 빌지 배출장치는 **규칙** 307.의 2항, 3항 및 4항의 규정을 만족하여야 한다.

(다) **규칙** 802.의 2항의 규정을 만족하는 압력도출장치를 설치하여야 한다.

(라) **규칙** 902.의 규정을 만족하는 불활성화 장치를 설치하여야 한다.

(마) 해당 트렁크내의 전기설비는 **규칙 10절**의 규정을 만족하여야 한다.

(바) **규칙** 1202.의 규정을 만족하는 통풍장치를 설치하여야 한다.

(사) **규칙** 1306.의 2항의 규정을 만족하는 가스탐지장치를 설치하여야 한다.

2. **규칙** 502.의 2항 (2)호에서 "액을 배출하기 위한 적절한 설비"라 함은 화물탱크, 화물액관 또는 기타의 드레인탱크에 유도된 잔액배출관을 말한다.

3. **규칙** 502.의 2항 (4)호에서 "벤트 장치 내에 유입하는 액체화물을 탐지하고 또한 처리할 수 있는 설비"라 함은 **그림** 7.5.26 과 같은 설비를 말한다.

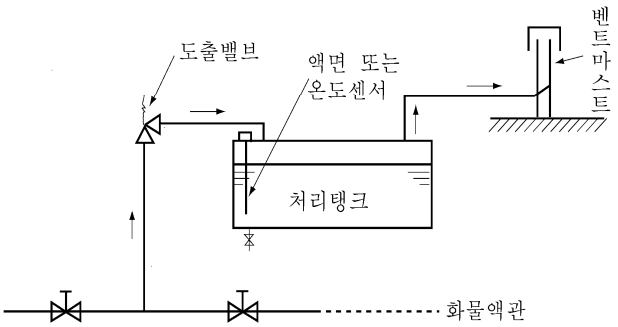


그림 7.5.26

(1) 액체화물의 처리설비로서 다음에 정하는 것 이상의 용량을 가진 처리탱크를 설치하여야 한다. 이 처리탱크의 재질은 화물액관과 동등 또는 그 이상의 재질로서 압력식 화물탱크의 경우는 팽창 및 기화에 의한 온도저하를 고려한 것으로 하여야 한다.

(가) 실제로 일어날 수 있는 액봉상태를 상정하여 대상으로 되는 화물액량을 구한다.
(나) 화재로 인한 입열에 따라 초기온도(통상 관장치의 최저설계온도)로부터 도출밸브의 설정압력에서의 포화증기 온도까지 상승하는 사이의 (가)의 액량에 대한 액팽창량을 산출하여 처리탱크로의 유입량을 구한다.
(다) 벤트관장치의 배압을 고려하여 (나)에서 구한 유입량 중 처리탱크내에 있는 액상을 산정한 용량을 구한다.

(2) 액체화물의 탐지장치로서 저온식 화물탱크의 경우에는 저온 또는 고액면, 압력식 화물탱크의 경우에는 고액면을 감지하여 경보를 발하는 센서를 처리탱크에 설치하여야 한다.

503. 화물지역 외부에 위치한 화물관장치의 배치 【규칙 참조】

1. **비상화물투하설비** **규칙** 503.의 1항을 적용함에 있어서 비상용 화물투하관장치는 **규칙** 308.의 6항 및 510.의 1항의 규정도 만족하여야 한다. 우리 선급은 이 설비의 상세에 따라서 추가의 설비를 요구할 수 있다.

504. 설계압력 【규칙 참조】

1. **규칙** 504.의 2항의 적용상 45°C 보다 높거나 낮은 온도에서의 설계증기압력을 채용하는 경우에는 **규칙** 401.의 2항에 따른다.
2. **규칙** 504.의 4항의 적용상 "외측관 또는 덕트의 설계압력"은 다음 중 하나로 한다. *(2021)*
   (1) 벤트장치를 고려한 적절한 계산에 의해 문서화된, 내측관 파열 후 외측관 또는 장비 폐위함에 작용하는 최대압력
   (2) 사용압력이 1 MPa을 초과하는 가스연료장치의 경우, **저인화점연료선박 규칙 9장 802.**에 따라 계산된 이중관 내외측 사이에서 발생 가능한 순간 최대압력

505. 화물용 밸브

1. **화물탱크에 부착되는 스톱밸브 【규칙 참조】**
   (1) **규칙** 505.의 2항을 적용함에 있어서 화물탱크와 화물탱크에 부착되는 스톱밸브 사이에는 신축이음을 설치하여서는 아니 된다. 또한, 이 규정에서 "설치장소에서 수동조작이 가능하여야 하고 완전하게 폐쇄할 수 있는 것" 이라 함은 해당밸브에 수동핸들에 의한 폐쇄기구를 설치하는 것을 말한다.
   (2) **규칙** 505.의 2항 (2)호 적용상 수동의 스톱밸브와 비상차단밸브의 병설은 **그림** 7.5.27과 같이 할 수 있다.

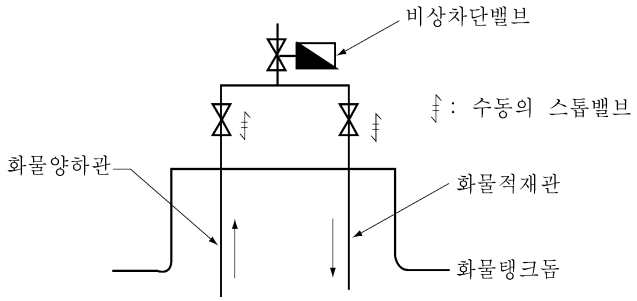


그림 7.5.27 스톱밸브와 비상차단밸브의 병설

2. **화물호스 연결부의 요건 【규칙 참조】**
   (1) **규칙** 505.의 3항의 규정에서 "사용하지 않는 이송 연결관" 이라 함은 하역에 사용되지 아니하는 것으로 가스프리에 사용되는 호스 연결관 등을 말한다. 이 경우 연결관에는 스톱밸브와 맹플랜지를 설치하여야 한다.
   (2) **규칙** 505.의 3항의 적용상 화물호스 연결관의 육상 배관과의 접속부는 전기적으로 접속할 수 있는 것이어야 한다.
3. **규칙** 505.의 6항에서 "액이 충만된 상태로 격리될 우려가 있는 모든 관장치 및 구성품" 이라 함은 예를 들면 다음 각 호의 관장치를 말한다. **【규칙 참조】**
   (1) 스톱밸브와 스톱밸브 사이의 관
   (2) 스톱밸브와 압축기 또는 액봉의 가능성이 있는 펌프사이의 관. 다만, 기계에 부착된 안전밸브가 유효한 경우에는 이에 따르지 아니한다.
   (3) 상기의 관장치에는 그 설계압력의 대소에 관계없이 도출밸브를 설치하여야 한다. 다만, 격리되는 액체 용량이 0.05 m3 미만의 관장치 또는 구성품에 대해서는, 스톱밸브 사이의 간격이 좁아서 도출밸브를 설치할 수 없는 경우 또

는 통상 개방상태를 유지하고 경고문이 부착된 스톱밸브 사이에는 압력도출밸브를 설치하지 아니할 수 있다. *(2022)*

506. 화물이송설비 【규칙 참조】

1. **규칙** 506.의 1항에 정하는 화물펌프는 별도로 정한 승인요령에 따라 승인된 것이어야 한다.
2. **규칙** 506.의 1항을 적용함에 있어서 화물이송 설비를 잠수펌프 또는 디프웰형 펌프로 하는 경우에는 예비의 화물펌프 또는 **규칙** 506.의 2항의 규정에 정하는 화물이송설비를 설치하여야 한다.
3. 2항에서의 예비화물펌프는 다음에 따를 수 있다.
   (1) 1개의 화물탱크에 2대 이상의 화물펌프를 설비한 경우에는 이들 펌프가 상용되는 것이라도 예비화물 펌프를 생략할 수 있다. 화물탱크를 격벽으로 막고 격벽의 최하부에 연락구멍 또는 원격조작의 격벽밸브 등을 설치하지 않은 구조에서는 격벽으로 칸막이한 각 탱크를 1개의 탱크로 간주한다.
   (2) 스트리핑 펌프는 예비펌프로 간주할 수 있다.
   (3) 에덕터는 예비의 펌프로 간주할 수 있다. 다만, 다른 종류의 화물을 혼재한 경우에도 구동유체를 항상 사용할 수 있도록 주의를 기울인 것이어야 한다.
4. **규칙** 506.의 2항에서 가스의 가압에 의한 화물이송방법이라 함은 예를 들어 액체화물의 가열(heat up) 또는 압축기에 의한 가압에 의하여 화물을 이송하는 방법을 말한다.
5. **규칙** 506.의 5항의 요건은 시료채취장치가 선내 설치된 경우에 적용한다. 불활성화 또는 가스업(gassing up)하는 동안 화물탱크의 환경제어에 사용되는 시료채취연결부는 이 요건의 적용상 시료채취연결부로 고려되지 않는다. *(2021)*
6. **규칙** 506.의 6항을 적용함에 있어서, 배관 상에 고정된 필터장치 및 전용의 필터 덥게배관(housing piping)이 설치된 휴대식(portable)필터장치에는 필터가 막혀있어서 보수가 필요함을 표시하는 수단이 설치되어야 한다. 매니폴드 연결 플랜지(presentation flanges)에 장착되는 휴대식 필터가 전용의 필터 덥게 없이 사용되고 이러한 필터가 각 하역작업 후에 육안으로 검사될 수 있다면, 막힘을 표시하거나 드레인을 용이하게 하는 추가의 장치는 요구되지 않는다. *(2021)*

507. 설치규정

1. **규칙** 507.의 2항에서 설계온도가 -5°C 보다 낮은 관장치에는 다음에 정하는 바에 따라 선체구조를 보호하여야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 관장치의 지지부에는 단열재의 설치 등에 의해 선체구조와 열적으로 격리하여야 한다. 관장치의 설계온도를 고려하여 전열계산을 하여 얻은 온도에 대하여 선체구조의 재질이 **규칙 표** 7.5.8에 정하는 바에 적합한 경우에는 이에 따르지 아니한다.
   (2) 관장치로부터의 화물액 누설에 대하여 선체구조를 보호하기 위하여 관장치의 설계온도에 따라 **규칙 표** 7.5.5, **표** 7.5.6 및 **표** 7.5.7에 정하는 재료로 구성되고 충분한 용량을 가진 드레인받이 또는 이와 동등의 설비를 액누설이 예상되는 각 장소에 배치한다.
   (3) 설계온도가 -55°C 미만의 액관장치에서 화물탱크 외부에 설치되는 플랜지이음의 모든 장소에 (2)호에서 정하는 드레인받이 또는 이와 동등의 설비를 설치한다. 다만, 플랜지로부터의 누설이 있어도 선체구조가 위험한 온도에 이르지 아니하도록 배치되어 있는 경우에는 이에 따르지 아니한다.
2. 1항 (2)호 및 (3)호의 드레인받이 재질은 해당 관장치의 설계온도에 적합한 것으로 인정하는 기준에 정하여진 재료로 할 수 있다.
3. **규칙** 507.의 4항에서 전기적 접지는 **규칙 6편 1장** 201.의 3항의 규정을 준용한 것으로 하여야 한다. 가스킷붙이 플랜지이음의 경우 플랜지 볼트만으로서는 접지로 인정하지 아니하고 접지접속도체로 접속 및 접지하여야 한다. 또한, 화물탱크 및 2차 방벽의 접지가 필요한 경우 이 접지는 접근이 용이한 장소에 설치하여야 한다. **【규칙 참조】**

508. 관의 조립 및 이음상세

1. **적용** **규칙** 508.의 1항 규정에 따라 화물탱크내의 관 및 개구단관에 대하여는 다음 각호에 따라 **규칙** 508.의 2항부터 5항까지 및 **규칙** 509.의 요건을 경감할 수 있다. **【규칙 참조】**
   (1) 화물탱크내의 개구단관에 대하여는 펌프배출관을 제외하고 다음에 따른다.
      (가) 뒷댐판을 사용한 맞대기용접이음, 슬리브이음 및 나사박이이음은 모든 경우에 사용할 수 있다.
      (나) 삽입식 및 소켓용접 플랜지는 모든 경우에 사용할 수 있다.
      (다) 맞대기용접 이음부의 비파괴검사는 생략할 수 있다.

(2) 화물탱크 외부의 관으로 개구단관에 대하여는 생략할 수 있다. (1)호의 (가) 및 (나)에 따르는 외에 맞대기용접 이음부의 비파괴검사는 10 %를 선정하여 시행할 수 있다.

2. **플랜지 없는 이음** **규칙 508.**의 2항 (3)호 규정에서 "나사박이 관이음"은 KS B 0222 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것으로 한다. **【규칙 참조】**

3. **플랜지이음** **규칙 508.**의 3항 (2)호의 적용상 플랜지용접부의 형식 및 치수는 맞대기이음 용접형, 삽입식용접형 및 소켓형의 각각에 대하여 다음 각호와 같이 **규칙 5편 6장 그림 5.6.1**에 따른 형식으로 한다. 용접부 이외의 형식 및 치수에 대하여는 인정하는 기준에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 맞대기이음 용접형 : **규칙 5편 6장 그림 5.6.1** 형식(A)

(2) 삽입식 용접형 : **규칙 5편 6장 그림 5.6.1** 형식(B1).

(3) 소켓 용접형 : **규칙 5편 6장 그림 5.6.1** 형식(B2), (B3).

4. **규칙 508.**의 5항을 적용함에 있어서 "우리 선급은 대체 이음을 고려할 수 있다"라 함은 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

509. 용접, 용접후 열처리 및 비파괴검사

1. **규칙 509.**의 2항 적용상 두께가 10 mm 미만의 관의 용접후 열처리는 **규칙 5편 6장 105.**의 5항의 규정에 정한 것을 제외하고는 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**

2. **규칙 509.**의 3항 적용상 관장치의 방사선검사는 **규칙 5편 6장 1404.**의 규정에 따른다. **【규칙 참조】**

3. **규칙 509.**의 3항 (3)호 규정에서 "기타의 비파괴시험"이라 함은 초음파검사 및 관의 용도에 따라 자분탐상검사 또는 침투탐상검사를 말한다. 검사방법은 각각 KS D 0250, KS D 0213, KS B 0816에 따른다. **【규칙 참조】**

511. 관장치 구성품

1. **내압에 의한 구조** **규칙 511.**의 2항을 적용함에 있어서는 다음 각호에 정한 바에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 전기저항 용접관으로서 전 용접선에 대한 비파괴시험을 하지 않은 경우의 이음효율은 0.85로 한다.

(2) 부식예비두께는 메탄, 프로판, 부탄, 부타디엔 및 프로필렌 화물에 대하여 탄소·망간강은 0.3 mm, 스테인리스강 및 알루미늄합금에 대하여는 0 mm로 한다. 내면에 유효한 방식조치를 한 탄소·망간강에 대하여는 0.15 mm로 할 수 있다.

(3) (2)에 추가하여 갑판상의 배치로 외면에 유효한 방식조치를 하지 않은 탄소·망간강에 대하여는 1.2 mm를 더한다.

(4) 두께에 대한 마이너스 제조공차는 특별히 정하여진 경우를 제외하고 **규칙 2편 1장 401.**의 7항, **402.**의 7항 및 **404.**의 7항의 규정에 따른다.

2. **규칙 511.**의 2항 (2)호에서 "최소 두께는 인정하는 기준에 따라야 한다"라 함은 탄소·망간강에 대하여는 KS규격 SPPS SCH 40의 값 및 스테인리스강에 대하여는 SCH 10 S에 상당하는 값을 말한다. 다만, 유효한 방식조치가 시공된 강관 및 부식환경하에서 배관되지 않는 강관에 대하여는 1 mm를 한도로 우리 선급이 인정하는 범위에서 그 값을 감소할 수 있다. 또한 화물탱크내의 관 및 개구단관에 대하여도 우리 선급이 적절하다고 인정하는 범위에서 그 값을 감할 수 있다.

3. **규칙 511.**의 2항 (3)호 규정에 따른 관의 치수 증가가 요구되는 것은 **규칙 511.**의 5항의 규정에 정한 응력해석의 결과 필요로 하는 경우 및 본선의 갑판상 배관의 배치 등 적절한 지지방법 및 신축흡수 방법을 택하지 않은 경우로 한다.

4. 3항의 요건을 전제로 한 관장치의 지지구조는 관의 자중이 밸브 또는 기타의 부착품에 걸리는 것을 방지하고 또한 과대한 진동을 일으키지 않도록 지지할 수 있는 것이어야 한다.

5. **응력해석** **【규칙 참조】**

(1) **규칙 511.**의 5항을 적용함에 있어서 응력해석의 계산조건 및 허용응력은 다음에 따른 것을 표준으로 한다.

(가) 온도조건은 설계온도까지 균일하게 냉각되는 상태를 고려한다. 기준온도 (열응력 = 0)는 15°C를 표준으로 한다.

(나) 하중조건은 다음에 따른다.

(a) 내압은 **규칙 504.**의 2항에 정한 설정압력을 고려한다.

(b) 관장치의 자중은 무시할 수 없는 경우 가속도도 포함하여 고려한다.

(c) 강제변위로서 선체의 허용 새깅 및 호깅모멘트에 대응하는 강제 변형을 고려한다.

(d) 열하중은 (가)에 따라 정한 조건에 따르는 것을 고려한다.

(다) 지지조건은 관장치 지지부의 구조, 배치 및 재질에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(라) 허용응력은 계산방법 및 관장치의 재질에 대하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
(마) 단열재는 관의 강도에 전혀 기여하지 않는 것으로 한다.

(2) **규칙 511.**의 5항의 규정에 따라 설계온도가 -110°C 보다 높은 관장치에 대하여 다음의 경우에는 응력해석을 요구할 수 있다.
(가) 갑판상 배관의 배치 등에 따라 적절한 지지방법 및 신축흡수 방법을 택하지 않는 경우
(나) 새로운 지지방법 및 신축흡수 방법을 채용하는 경우
(다) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우

6. **규칙 511.**의 6항 (1)호 적용상 관부착품은 다음에 따라야 한다. **【규칙 참조】**
(1) 밸브, 플랜지 및 기타의 부착품은 그 형식 및 치수에 대하여 인정하는 기준에 따르는 외에 플랜지에 대하여는 **규칙 5편 6장 104.**의 규정에 따른다.
(2) 가스관장치에 사용되는 벨로즈 신축이음의 설계압력은 개구단관에 설치한 것에 대하여 0.2 MPa 기타의 관에 설치한 것에 대하여는 0.5 MPa로 할 수 있다.

7. **규칙 511.**의 6항 (2)호를 적용함에 있어서 "우리 선급에 만족하는 것"이라 함은 플랜지의 사용온도, 압력 및 크기가 정해진 것보다 큰 값을 가지는 경우로서 볼트 및 플랜지에 대한 완전한 계산을 수행한 경우를 말한다.

512. 재료 【규칙 참조】

1. **규칙 512.**의 1항을 적용함에 있어서 관장치, 밸브 및 관부착품의 재질은 **규칙 6절**의 관련 규정에 적합하고 **규칙 2편 1장**의 관련 규정에도 적합한 것으로 한다. 다만, 다음의 관장치 등에 사용되는 재료에 대하여는 **규칙 5편 6장 1절**에 적합한 것으로 할 수 있다. *(2019)*
(1) 설계온도가 0°C 이상의 화물용 및 프로세스용 관장치에 사용되는 관, 밸브 및 관부착품
(2) 설계온도 0°C 미만이고 바깥지름 25 mm 이하의 부속관장치 또는 계측용 관장치에 사용되는 관, 밸브 및 관부착품. 또한, **규칙 6절**의 관련 규정에 적합하여야 한다.

2. 1항의 규정에 관계없이 설계온도가 -55°C 이상인 관장치의 재료는 다음을 따른다.
(1) 화물탱크 또는 화물용 및 프로세스용 관장치의 압력도출 밸브로부터 유도되고 화물액에 접촉하지 않는 개구단 관장치는 **규칙 표 7.5.7**에 정하는 저온용 강으로 하지 않아도 좋다. 또한 이 재질은 우리 선급이 인정하는 기준에 적합한 것으로 할 수 있다.
(2) 밸브 및 관부착품에 대해서는 제조법 승인을 받은 제조자의 증서를 인정할 수 있다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 검사원은 재료시험의 입회를 요구할 수 있다. *(2021)*

3. **규칙 512.**의 2항의 적용상 융점이 925°C 보다 낮은 재료의 화물탱크에 부착된 관에 시공하는 단열은 관플랜지의 보수점검에 필요한 최소의 범위를 제외하고 **419.**의 5항 (2)호에 따라 보호하여야 한다. 또한 화물관 등의 관장치에 시공한 단열재료에 대하여는 **419.**의 6항 (4)호 (나)에 따라야 한다.

4. **규칙 512.** 3항 (1)호에서 "화물이송 작업 중 화물에 열유입을 최소화하기 위하여 요구되는 단열장치"란 격납설비의 열평형과 압력/온도 제어장치(냉각장치 등)의 용량을 계산할 때 관장치 단열재의 특성을 고려해야 함을 말한다. 또한 "작업자가 저온면과 접촉되는 것을 보호하기 위해 요구되는 화물관장치의 단열장치"는 정상 운전 상태에서 사람이 접촉할 가능성이 있는 화물관장치의 표면이 단열재로 보호되어야 함을 말한다. 다만 다음은 제외한다. *(2020)*
(1) 직접 접촉하는 것을 방지하기 위해 스크린으로 보호되는 화물관장치의 표면
(2) 화물온도로부터 작업자를 보호하기 위해 스핀들이 연장된 수동밸브의 표면
(3) 설계온도(내부 유체온도에 의해 결정됨)가 -10℃ 이상인 화물배관장치의 표면

513. 시험 *(2022)*

1. **시험의 요건 【규칙 참조】**
(1) **규칙 513.**의 1항 (1)호 (나)를 적용함에 있어서, 바깥지름 25 mm 이하의 계측용 관장치에 사용되는 밸브는 제품시험 시 우리 선급 검사원의 입회를 생략할 수 있다. 다만, 밸브의 시험기록은 검토용으로 제출되어야 한다.
(2) **규칙 513.**의 1항 (2)호를 적용함에 있어서 화물탱크의 내부 및 외부에 설치한 화물액관 및 화물증기관과 개구단의 벤트관 등을 포함한 모든 화물관장치에 설치한 벨로우즈 신축이음은 형식승인을 받아야 한다.
(3) **규칙 513.**의 1항 (1)호, (2)호 및 (3)호에서 "별도로 정하는 규정"이라 함은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 15절**의 규정을 말한다. 다만, **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 15절에서 규정된 원형시험(ptototype test)을 하는 것으로 형식승인을 대체할 수 있다.** *(2022)*

(4) **규칙 513.**의 1항을 적용함에 있어서 **저인화점 연료선박 규칙 부록 1**의 관련 요건을 추가로 적용하여야 한다.

2. **적용** **규칙 513.**의 2항 (1)호의 적용상 화물탱크내의 관 및 개구단관에 대하여는 **규칙 513.** 2항의 (2)호 및 (3)호의 규정에서 정하는 수압시험 및 누설시험을 생략할 수 있다. 다만, 화물탱크내의 관으로서 개구단관이 아닌 것 및 펌프 배출관에 대하여는 **규칙 513.**의 2항 (2)호에 정하는 수압시험을 하여야 한다.

3. **압력시험** **규칙 513.**의 2항 (4)호의 적용상 "가스관이 파열시 예상되는 최대압력"이라 함은 내측관 파열시 외측관 또는 덕트에 작용하는 최대압력을 말하며, 시험에 사용되는 이 압력은 **규칙 504.**의 4에서 사용되는 설계압력과 동일하다. *(2021)*

4. **사용시험** **규칙 513.**의 2항 (5)호의 적용상 관장치의 사용시험은 420.의 4항에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

제 6 절 구조재료 및 품질관리

603. 일반 시험요건 및 사양서 【규칙 참조】

1. 재료의 기계적 성질

규칙 603.의 1항의 경우 재료의 인장강도, 항복응력 및 연신율의 규격치는 **규칙 2편 1장**의 관련 규정에 따른다.

2. 이 절의 규정과 다른 재료

규칙 표 7.5.4 및 **7.5.5**에 규정된 재료가 그 표에 정하여진 최저설계 온도보다 높은 설계온도로 사용되는 경우, 그 충격시험 온도는 해당 설계온도에 따라서 **규칙 표 7.5.2** 내지 **7.5.5**에서 그 설계온도에 대응하는 충격시험 온도로 할 수 있다. 예를 들어, 설계온도가 -45°C에서 사용되는 2.25 % Ni 강관의 경우에는 그 충격시험 온도는 -50°C로, 설계온도가 -61°C로 사용되는 3.5 % Ni 강판의 경우에는 그 충격시험 온도는 -70°C로 할 수 있다.

3. 용접후 열처리를 하는 경우의 규격치

규칙 606. 또는 **규칙 504.**의 6항 (2)호 규정에 따라 용접후 열처리를 행하든지 행하지 않든지 모재의 성질은 용접후 열처리를 행한 상태 또는 이와 동등한 상태에서 **규칙 표 7.5.2** 내지 **7.5.5**에서 정한 바에 따라야 한다. 또한, **규칙 605.**의 규정에 정한 용접절차 인정시험 및 용접시공 시험에서 용접부의 성질은 용접후 열처리를 행한 상태에서 **규칙 605.**의 3항 및 5항의 규정에 만족하여야 한다.

4. 인성시험

(1) **규칙 603.**의 2항 (2)호와 관련하여 재료의 두께가 40 mm 이하인 경우, 샤르피 V노치 충격시험편을 재료의 최종 압연 방향과 가로 혹은 세로 방향으로 길이방향을 가지는 충격시험편의 표면이 재료의 압연된 표면으로부터 2 mm 사이에 위치하도록 절단 가공해야 한다.

(2) **규칙 603.**의 2항 (4)호와 관련하여 샤르피 V노치 시험편의 재시험은 **규칙 2편 1장 109.**에 따른다.

604. 금속재료

1. **규칙 표 7.5.4**의 경우 다음에 따라야 한다. 【규칙 참조】

(1) 비고 (1)의 종방향 및 나선형 용접관의 사용은 **규칙 2편 1장 4절**의 관련 규정에 따른다.

(2) 비고 (1)에 언급한 부착품은 설계압력이 3.0 MPa 미만, 설계온도가 0°C 이상의 독립형탱크 형식C 및 프로세스용 압력용기의 부착품으로써 호칭지름 100A 미만의 것에 대하여는 KS규격 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 적합한 것으로 할 수 있다.

(3) 비고 (4)의 노멀라이징에 대한 대체로서 제어압연은 온도제어압연 또는 TMCP로 할 수가 있다. 또한 담금질 및 탬퍼링의 대체로서의 제어압연은 TMCP로 할 수 있다.

(4) 두께가 40mm를 초과하고 50mm 이하인 재료에 대한 충격시험은 -30℃의 온도에서 실시하여야 한다. *(2018)*

2. **규칙 표 7.5.5**의 비고 (4)에서 노멀라이징 또는 담금질 및 탬퍼링의 대체로서의 제어압연은 TMCP로 할 수 있다. 【규칙 참조】

3. **규칙 표 7.5.6**의 경우 다음에 따른다. 【규칙 참조】

(1) 비고 (2)에서 -165°C 보다 낮은 설계온도에서의 사용에 대하여는 5083형의 알루미늄합금, 오스테나이트 스테인리스강, 36 % Ni 및 9 % Ni 강은 -196°C의 설계온도에서 사용할 수 있다.

(2) 비고 (4)에서의 두께가 25 mm를 넘고 40 mm이하인 9 % Ni 강은 25 mm 이하의 9 % Ni 강에 대한 요건에 적합하여야 한다. *(2018)*

(3) 비고 (5)에서의 화학성분의 규격치는 **규칙 2편 1장**의 관련 규정을 적용한다.

(4) 비고 (9)에서의 충격시험의 생략은 이 표에 있는 오스테나이트강에 대하여 일반적으로 적용할 수 있다.

4. **규칙 표 7.5.7**의 경우 다음에 따라야 한다. 【규칙 참조】

(1) 비고 (1)의 종방향 및 나선형 용접관의 사용은 (1)호 (가)에 따른다.

(2) 비고 (2)의 단조품 및 주조품의 규격치는 **규칙 2편 1장**의 각 규정에 따른다.

(3) 비고 (3)의 -165°C 보다 낮은 설계온도에서의 사용은 **3항** (1)호에 따른다.

(4) 비고 (5)의 화학성분의 규격치는 **3항** (3)호에 따른다.

(5) 비고 (8)의 충격시험의 생략은 **3항** (4)호에 따른다.

5. **규칙 604.**의 1항과 관련하여 다음에 따라야 한다. *(2017)*

(1) 설계온도가 0 °C 이상의 화물탱크 및 프로세스용 관장치에 사용하는 주조품 및 단조품은 **규칙 2편 1장**에 따른다.

(2) 재료의 화학 성분 및 기계적 성질은 우리 선급의 승인을 받아 변경할 수 있다.

(3) 재료의 용접후열처리가 요구되는 경우, 재료 특성은 **규칙 604.**의 **1항** 표들에 따른 열처리를 고려하여 결정해야 하

며 용접 특성은 **규칙 605.**에 따른 열처리를 고려하여 결정해야 한다. 용접후열처리를 하는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 시험 요건을 변경할 수 있다.

(4) 선체구조용 압연강재의 경우에는 **규칙 2편 1장 301.**에 따른 재료기호별로 적절하게 적용한다.

605. 금속재료의 용접 및 비파괴검사 【규칙 참조】

1. 일반사항

(1) **규칙 605.**의 규정은 독립형 탱크, 세미 멤브레인탱크, 프로세스용 압력용기 및 일체형탱크와 관장치에 대한 것이며 멤브레인탱크에 대하여는 그 구조양식에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(2) **규칙 605.**의 5항의 경우 다음에 따른다.

(가) 스테인리스강의 충격시험은 **규칙 표 7.5.6** 및 **7.5.7**의 오스테나이트강에 대하여 일반적으로 생략할 수 있다.

(나) 알루미늄합금의 충격시험에 대하여는 5083형의 알루미늄합금 및 5183형의 용접용 재료에 대하여 일반적으로 생략할 수 있다.

(3) 2차 방벽의 용접절차 인정시험은 **규칙 2편 2장 4절**을 따른다. *(2017)*

2. 화물탱크 및 프로세스용 압력용기의 용접절차 인정시험

(1) **규칙 605.**의 3항 (4)호 (다) 규정중 모재와 용접금속 강도레벨이 다른 경우에 행하는 종방향 시험편에 의한 굽힘시험으로서 예를 들어 9 % *Ni*강의 경우에는 **규칙 2편 2장 402.**의 규정에 정한 종방향 굽힘시험을 하여야 한다.

(2) **규칙 605.**의 3항 (4)호 (마)의 적용상 독립형탱크 형식C 및 프로세스용 압력용기에 대하여는 강선규칙에 규정된 매크로검사, 마이크로검사 및 경도시험을 하여야 한다. 기타의 독립형탱크, 일체형탱크 및 세미멤브레인탱크에 대하여는 **규칙 2편 2장 4절**의 규정에 따르고 매크로검사를 하여야 한다.

(3) **규칙 605.**의 3항 (5)호의 경우 용접절차 인정시험은 **규칙 605.**의 3항 (5)호의 규정에 따르는 외에 **규칙 2편 2장 4절** 및 **5편 5장 4절**의 해당 규정에 따라야 한다.

(4) **규칙 605.**의 3항 (5)호 (나)의 경우 굽힘시험은 **규칙 605.**의 3항 (5)호 (나) 규정에 따르는 외에 **규칙 2편 2장 404.**의 5항의 규정에도 따른다. 모재가 **규칙 2편 1장**에 정한 RLP 9의 경우 굽힘시험은 생략할 수 있다.

(5) **규칙 605.**의 3항 (5)호의 경우 충격시험의 시험온도는 **603.**의 2항에 따라도 좋다.

(6) **규칙 605.**의 3항 (3)호와 관련하여 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상검사는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에도 실시할 수 있다. *(2017)*

(7) **규칙 605.**의 3항 (5)호 (가)와 관련하여 알루미늄합금 외에 용접금속이 모재보다 낮은 인장강도를 가지는 경우, 우리 선급의 승인을 받아 가로방향 인장시험의 인장강도가 용접금속의 규격 최소인장강도보다 높으면 합격으로 할 수 있다. *(2017)*

3. 관장치의 용접절차 인정시험

규칙 605.의 4항의 경우 관의 용접절차 인정시험은 **규칙 605.**의 4항의 규정에 따르는 외에 **규칙 2편 1장** 및 **2편 2장 4절**의 해당 규정에 따라야 한다.

4. 용접시공시험

(1) **규칙 605.**의 5항의 경우 용접시공시험은 **규칙 605.**의 5항의 규정에 따르는 외에 **규칙 2편 2장 3절** 및 **5편 5장 405.**의 해당 규정에 따라야 한다.

(2) 규칙 605.의 5항 (1)호의 경우 2차 방벽의 용접시공시험 시험편의 수는 건조실적 및 품질관리 상황 등을 고려하여 동일조건의 용접시공에 대하여는 우리 선급이 인정하는 바에 따라 감할 수 있다. 이 경우 용접자세마다 맞대기 용접이음 200 m까지 감할 수 있다. 또한 시험 결과는 규칙 605.의 3항 (5)호에 따른다. *(2021)*

(3) 규칙 605.의 5항 (5)호의 경우 일체형탱크의 용접시공시험용 시험편의 수는 (2)호의 2차 방벽의 취급에 준하여 감할 수 있다. 멤브레인탱크의 용접시공시험에 대하여는 탱크의 구조방식에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

5. 비파괴시험

(1) **규칙 605.**의 6항 (2)호의 경우 다음에 따른다.

(가) **규칙 605.**의 6항 (4)호에 정한 독립형탱크 형식A 및 형식B와 세미 멤브레인탱크의 탱크판의 맞대기용접 이음부 이외의 비파괴검사는 화물탱크의 중요구조 부재중 우리 선급이 특히 필요하다고 인정하는 고응력부 등의 필릿용접이음에 대하여는 (나)의 자기탐상시험 또는 침투탐상시험을 하여야 한다. 또한, 화물탱크의 중요부재 중 거더면재 등의 맞대기 용접이음에는 우리 선급이 특히 필요하다고 인정하는 고응력부에 대하여 (나)의 방사선 투과시험을 하여야 한다.

(나) **규칙 605.**의 6항 (5)호 비파괴시험 방법 및 판정기준은 다음에 따라야 한다.

(a) 방사선 투과시험은 "KS B 0845, ISO 2437, 2504 및 ISO/R 1027" 등에 따라 행하고 2급 이상을 합격으로

한다. 3급의 경우는 부재의 중요도, 결함의 성질 등에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 판정한다.

(b) 초음파시험은 화물탱크 및 프로세스용 압력용기는 “KS B 0896”을, 관장치는 “KS D 0250”규정을 준용한다. *(2021)*

(c) 자분탐상시험은 "KS D 0213" 규정을 준용한다.

(d) 침투탐상시험은 "KS B 0816" 규정을 준용한다.

(다) **규칙 605.**의 6항 (5)호 규정에 따라 방사선투과시험에 대신하여 초음파시험을 하는 경우 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 적어도 그 총수의 10 %에 상당하는 수의 해당검사 개소에 대하여 방사선투과시험을 하여야 한다.

(2) 일체형탱크의 용접검사 방법 및 판정기준은 **규칙 605.**의 6항 (3)호에 준한다. 멤브레인탱크의 경우는 탱크의 구조방식에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(3) **규칙 605.**의 6항 (8)호의 경우 선체구조가 2차 방벽으로 되는 경우의 해당 2차 방벽의 방사선 투과시험은 이중저 정판 및 격벽판에 대하여 **규칙 2편 2장 309.**의 규정에 따르고 일반 선체구조로서의 외판과 동등의 시험을 하여야 한다.

606. 구조용 금속재료의 기타요건 【규칙 참조】

1. 용접후 열처리에 의한 응력제거

규칙 606.의 2항 (2)호의 경우 응력제거는 다음 각호에 따른다.

(1) 용접후 열처리 방법은 **규칙 5편 5장 403.**의 규정에 따른다.

(2) 9 % 니켈강, 5 % 니켈강 및 알루미늄합금 5083-O에 대해서는 일반적으로 용접후 열처리를 생략할 수 있다.

(3) 설계온도가 - 10°C 이상의 탄소강 및 탄소망간 강제의 화물탱크에서는 염소, 암모니아 및 독성화물을 적재할 예정인 화물탱크를 제외하고 **규칙 5편 5장 403.**에 따라도 좋다.

제 7 절 화물의 압력 및 온도제어

701. 제어방법 【규칙 참조】

1. **가스연소장치** **규칙** 701.의 1항을 적용함에 있어서 화물증기를 연소하여 처리하는 가스연소장치는 다음에 따른다. *(2022)*

(1) 가스연소장치가 설치된 액화가스 산적운반선은 추가설비부호로서 GCU를 부여할 수 있다.

(2) 가스연소장치는 다음으로 구성된다.

(가) 가스공급장치

(a) 압축기

(b) 열교환기

(c) 자동 가스차단밸브

(d) 관장치

(e) 가스밸브유닛 및 통풍장치

(나) 가스버너장치

(a) 가스버너

(b) 연소챔버

(c) 강제급기팬

(d) 연소가스덕트

(3) 압축기의 설계는 506.의 5항을 따른다. 다만, 압축기는 기기 측에서 정지할 수 있어야 하고, 또한 화물제어실 및 선교에서 원격으로 정지할 수 있어야 한다.

(4) 열교환기는 **규칙 5편 5장 3절**의 요건을 따른다.

(5) 가스연료공급 관장치는 **규칙** 1604.을 따른다. 다만, 가스연료공급 관장치가 단일관(single wall piping)이고 가스연소기의 가스연료 연결부를 포함한 관련 밸브가 기관실내의 가스밀구획에 설치되는 경우에는 다음에 따라야 한다.

(가) 가스연료 공급관의 내압은 1.0 MPa을 초과해서는 아니 된다.

(나) 배관는 용접구조이어야 하고 장비연결부에만 플랜지를 사용하여야 한다.

(다) 가스연료관련 밸브가 설치된 구획은 개방갑판으로의 출입구를 갖추어야 한다. 그러하지 않을 경우에는 자동폐쇄형 가스밀문을 통하여 그 구획으로 출입하여야 한다.

(라) 가스연료관련 밸브가 설치된 구획은 (11)호를 만족하는 기계식 배기통풍장치를 설치하여야 한다.

(마) 가스연료관련 밸브가 설치된 구획은 (12)호를 만족하는 가스탐지장치를 설치하여야 한다.

(6) 가스버너장치는 다음에 따른다.

(가) 가스노즐은 가스연료가 오일파일럿버너의 화염 또는 전기적 점화장치로 점화되도록 설치되어야 한다.

(나) 가스버너는 화염 스케너가 설치되어야 한다. 화염 스케너는 이중 스케너 또는 자기진단형(self-checking type)이어야 한다. 점화는 10초 이내에 이루어져야 하고 10초 이내에 점화가 이루어 지지 아니 하면 가스연료공급은 자동으로 즉시 차단되어야 한다. 화염이 소실되는 경우에는 4초 이내에 가스연료공급이 차단되어야 한다. 화염 스케너가 고장나는 경우, 가스연료공급은 차단되어야 한다.

(다) 가스버너를 소화한 후 **규칙** 1606. 2항 및 3항에 따라 가스연료관 및 연소챔버를 퍼징하는 설비를 하여야 한다.

(라) 강제통풍팬 및 희석공기팬의 유량이 확보되기 전에는 가스버너가 점화되어서는 아니 된다.

(마) 가스버너장치는 자동으로 작동될 수 있어야 하고, 기기 측에서 수동으로 제어할 수 있어야 한다.

(바) 각 버너의 가스연료 공급관에는 수동으로 작동하는 차단밸브를 설치하여야 한다.

(7) 각 가스버너장치는 오일파일럿버너 또는 전기점화기가 설치되어야 한다. 오일파일럿버너는 화염이 소실되는 경우 6초 이내에 연료공급이 차단되어야 한다. 화염 스케너가 고장나는 경우, 연료공급이 자동으로 차단되어야 한다.

(8) 각 가스연소장치에는 다음을 만족하는 최소 2개의 강제통풍팬 및 최소 2개의 희석공기팬이 설치되어야 한다. 다만, 강제통풍팬과 희석공기팬을 겸용으로 사용할 수 있다. *(2017)*

(가) 강제통풍팬 중 어느 1대의 단일고장이 발생한 경우, 나머지 각 강제통풍팬의 전체용량은 가스연소장치의 정격 최대용량에서 요구되는 용량의 100 % 이상이어야 한다. 강제통풍팬의 전동기는 가스안전구역에 설치되어야 한다. 전동기를 가스안전구역에 설치하는 것이 불가능한 경우, 전동기는 안전증가 방폭구조 또는 압력 방폭구조이어야 한다.

(나) 희석공기팬 중 어느 1대의 단일고장이 발생한 경우, 나머지 각 희석공기팬의 전체용량은 가스연소장치의 정격

최대용량에서 요구되는 용량의 100 % 이상이어야 한다.

(다) 토출측의 강제통풍 공기유량 및 희석 공기유량을 측정하고 감시하는 수단을 갖추어야 한다.

(9) (8)호에서 규정하는 희석공기팬을 대신하여 희석공기팬과 동등한 수단(예: 청수 및 해수에 의한 직/간접 냉각장치 등)임을 증명할 수 있는 자료를 우리 선급에 제출하는 경우, 이를 인정할 수 있다. *(2017)*

(10) 연소챔버는 다음을 따라야 한다. *(2017)*

(가) 연소챔버의 벽은 내화벽돌 및/또는 냉각장치로 보호되어야 한다. 운전중 선원이 접근할 수 있는 고온표면은 안전보호장치를 하거나 단열되어야 한다.

(나) 연소챔버 및 내화벽돌은 희석용 공기팬 또는 이와 동등한 수단이 고장나는 경우에도 케이싱 외부의 온도가 230℃가 넘지 않도록 설계되어야 한다.

(다) 연소챔버의 케이싱이 그 재료의 온도제한 때문에 냉각되어야 하는 경우, (8)호 또는 (9)호의 희석용 공기팬 또는 이와 동등한 수단을 사용하여 냉각할 수 있다.

(라) 연소챔버는 가스가 축적될 수 있는 포켓이 존재하지 않는 형상이어야 한다.

(11) 운전 중 가스연소장치 출구에서의 배기가스 온도는 535℃를 초과해서는 아니 된다.

(12) 통풍장치는 **규칙 1604.**을 따라야 한다. 다만, 가스연료관장치가 1항 (5)호에서 규정된 단일관인 경우에는 가스연소장치가 설치된 구획의 통풍은 다음을 따라야 한다.

(가) 가스연소장치가 설치된 구획은 총용적을 기준으로 시간당 30회의 공기치환을 할 수 있는 기계식 통풍장치를 설치하여야 한다. 통풍장치에는 2개 이상의 통풍팬을 설치하여야 하고, 각 통풍팬의 용량은 요구되는 총용량의 100% 이상어야 한다.

(나) 통풍덕트는 전체구획에서 가스포켓이 형성되지 않고 누설가스를 즉시 배출할 수 있도록 가스연소장치 구획에 배치되어야 한다. 통풍덕트 입구의 위치가 해당 장소의 누설가스를 효과적으로 배출할 수 있다는 것을 검정하기 위하여 가스분산분석 또는 실제 연기시험을 수행하여야 한다.

(다) 가스연소장치구획의 통풍장치는 다른 구역의 통풍장치와 분리되어야 한다. 통풍입구 및 출구는 각각 안전한 위치에서 흡입 및 안전한 위치로 배출되어야 한다.

(라) 통풍팬은 **규칙 8편 3장 104.**에 따른 스파크가 발생하지 않는 구조이어야 하고, 팬의 전동기는 덕트의 바깥쪽에 설치하여야 한다.

(13) 가스탐지장치는 **규칙 1604.**을 따라야 한다. 다만, 가스연료관장치가 1항 (5)호에서 규정된 단일관인 경우 가스탐지장치는 다음을 따라야 한다.

(가) 가스연소장치구획에는 누설가스의 존재를 연속적으로 감시하는 적어도 2개의 독립된 고정식 가스탐지장치를 설치하여야 한다.

(나) 각 가스탐지장치는 자기감시형(self-monitoring type)이어야 한다.

(다) 자기감시기능에 의해 가스탐지장치의 고장이 감지되는 경우, 탐지기의 고장이 잘못된 비상차단의 원인이 되지 않도록 탐지장치의 출력은 자동으로 차단되어야 한다.

(라) 각 가스탐지장치는 어느 하나의 장치가 고장이 나더라도 기능을 유지할 수 있도록 이중화되어야 한다.

(마) 가스탐지장치는 쉽게 시험할 수 있도록 설계되어야 한다.

(14) 경보 및 안전장치가 **표 7.5.8**에 따라 제공되어야 한다.

(15) 자동정지장치는 **규칙 1604.**에 따라야 한다.

(16) 가스연소장치가 불활성가스 발생장치와 통합된 경우, 점화용 연료의 착화실패로 인해여 점화용 연료가 선외로 배출되지 않도록 다음과 같은 적절한 수단이 고려되어야 한다.

(가) 스크러버의 선외 배출관에 수밀봉을 설치,

(나) 점화 매체로 점화용 연료를 사용하지 않고 스파크를 사용, 또는

(다) 점화용 연료가 선외로 배출될 가능성이 없음을 증명하는 자료를 제출

표 7.5.8 가스연소장치의 경보 및 안전장치

감시 파라미터 [H=고 L=저 HH=고고 O=이상상태]		경보	가스연소장치의 자동정지	주가스연료밸브의 자동차단	기타의 안전장치
가스공급 압력	L	●	●		
가스공급 온도	H L	●	●		
강제통풍팬, 희석공기팬 또는 겸용팬-고장	O	●			예비팬 자동시동
화염 - 상실	O	●	●		
화염감시장치 - 고장	O	●			
연도가스 온도	H HH	● ●	●		
가스연소장치의 정지	O	●	●		
제어 동력원 고장	O	●			
이중관장치의 가스탐지	30% LEL	●			
	60% LEL	●	●	●	
이중관장치의 배기통풍상실	O	●	●	●	
단일관 가스연소장치구획의 가스탐지	30% LEL	●			
	60% LEL	●	●	●	방폭 비보호 전기설비의 전원분리
단일관 가스연소장치구획의 통풍상실	O	●	●	●	

2. **제어장치** **규칙** 701.의 1항 (3)호 규정에서 “축압” 이라 함은 축압식 화물탱크를 말한다. 이 축압식 화물탱크는 원칙적으로 항해구역이 한정된 선박에 대하여 인정하고 이 설비의 설계조건으로서의 주위 온도 조건 및 항해일수는 항해구역의 해상상태 데이터 및 필요한 경우 황천회피에 따른 항해일수의 연장을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

3. **특정화물에 대한 장치의 설계요건** **규칙** 701.의 2항에서 “17절에 정하는 특정화물의 경우” 라 함은 **규칙 19절** 표의 *i*란에서 **규칙** 1703.의 2항의 규정 적용이 요구되는 화물을 말한다.

703. 화물증기의 재액화장치 【규칙 참조】

1. **장치의 설계요건**

(1) **규칙** 703.을 적용함에 있어서 재액화장치는 다음에 따른다.

(가) 냉동기기에 대하여는 다음의 정하는 바에 따라야 한다.

(a) 간접냉각식의 냉동기기의 경우는 **규칙 9편 1장**의 관련 규정을 준용한다.

(b) 직접냉각식의 냉동기기의 경우에는 (i)부터 (vii)에 따른다.

(i) 압축기는 화물을 유효하게 압축할 수 있는 것으로서 가스누설이 적고 불꽃을 발생할 염려가 없는 구조이어야 한다.

(ii) 압축기의 토출측에는 도출밸브 또는 과압방지장치를 설치하여야 한다. 다만, 과압발생의 염려가 없는 경우에는 이에 의하지 않는다. 압축기의 토출측의 도출밸브의 배출관은 **규칙** 802.의 10항의 규정에 정한 벤트장치에 유도한다.

(iii) 압축기의 토출측에는 압력계를 설치한다.

(iv) 압축기에는 화물액이 침입하지 않도록 조치를 강구한다.

(v) **규칙 9편 1장** 401. 및 404.의 1항 규정을 준용한다.

(vi) 냉각장치의 능력계산에 사용되는 냉각해수 온도는 **규칙** 702.의 규정에 정한 주위해수 온도로 한다.

(vii) 압축기 및 열교환기는 **저인화점연료선박 규칙 부록** 1에 따라 승인된 것으로 한다.

(나) 압력용기 및 관장치에 대하여는 **규칙 5절**의 관련 규정을 따른다.

(다) 압력도출밸브 액면계 및 기타의 부착품에 대하여는 **규칙 5절, 8절** 및 **13절**의 관련 규정을 필요에 따라 준용한다.

(2) **규칙 702.**에 정한 설계주위 온도의 증감은 **규칙 413.**의 2항 (2)호에 따른다.

(3) 화물지역내의 증기 및 열매체유의 최고온도는 화물의 온도분류를 고려하여 조절되어야 한다.

2. 메탄(LNG)의 재액화장치 **규칙 703.**을 적용함에 있어서 메탄의 재액화장치는 다음에 따른다. 다만, 메탄 이 외의 화물에 대하여 화물 특성 등을 고려하여 다음의 규정을 준용할 수 있다.

(1) 재액화장치가 설치된 액화가스 산적운반선은 추가설비부호로서 Reliquefaction을 부여할 수 있다.

(2) 용량은 다음에 따른다.

(가) 화물압력제어를 위한 주 장치로서 설치된 기계적 냉각장치

(a) **규칙 703.**는 **규칙 701.**의 1항 (1)호에 정의된 수단을 사용함으로서 **규칙 701.**의 1항을 만족한다는 것을 가정하는 것, 즉, 기계적 냉각장치가 화물탱크의 압력을 최대 허용 설정압력이하로 유지하는 주요수단으로 설치되는 것에 근거한다.

(b) **규칙 703.**는 액화가스 산적운반선에 설치된 재액화장치에 적용되어야 한다. 즉, **규칙 708.**에 따라 예비용량이 요구된다. 다만, 예비 LNG/냉매 열교환기는 갖추지 않아도 되며, 설치된 LNG/냉매 열교환기는 통상 요구되는 용량의 25% 과잉 용량이 요구되지 않는다. 냉각수를 사용하는 기타의 열교환기는 예비 또는 25% 이상의 과잉 용량을 가져야 한다.

(나) 화물압력제어를 위한 2차 장치로서 설치된 기계적 냉각장치

(a) 냉각장치가 과잉에너지를 처리하기 위한 수단으로 설치되는 경우에는 예비장치가 요구되지 아니 한다.

(3) 재액화장치는 다음으로 구성된다.

(가) 화물탱크로부터 나온 보일오프가스가 액화되어 화물탱크로 되돌아가는 보일오프가스회로

(나) 보일오프가스를 냉각하여 재액화하는 냉각회로

(4) 화물탱크로 재충전되는 액화가스는 화물탱크의 충전한도를 초과하지 않도록 분배되어야 한다. 액화가스가 중력 또는 압력으로 화물탱크에 이송되는 경우에는 압력강하 계산서를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(5) 보일오프가스회로를 구성하는 장비는 다음에 따른다.

(가) 가스압축기는 다음을 따른다.

(a) 보일오프가스를 압축하는 압축기는 화물장치와 관련된 프로세스장치와는 독립되어야 한다.

(b) 압축기의 설계는 **506.의** 5항을 따른다. 다만, 압축기는 기기 측에서 정지할 수 있어야 하고 화물제어실 및 선교에서 원격으로 정지할 수 있어야 한다.

(나) 재액화장치용 펌프는 화물펌프와는 별도로 갖추어야 하고, 재료는 **규칙 6절**을 따른다.

(다) 분리기가 필요한 경우, 보일오프가스에서 질소와 같은 불순물을 제거하는 분리기를 갖추어야 하고 분리기의 상세를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(6) 냉각회로를 구성하는 장비는 다음을 따른다.

(가) 오존파괴 물질 및 온실효과를 유발하는 냉매를 사용하여서는 아니 된다.

(나) 선박의 질소발생장치로 공급되는 질소가 냉매로 사용되는 경우, 독립된 2개 이상의 장치를 설치하여 어느 하나가 고장이 나더라도 요구되는 용량의 100%를 확보할 수 있어야 한다.

(다) 냉매압축기는 **규칙 9편 1장 3절**에 따른다.

(라) 열교환기는 다음에 따른다.

(a) 열교환기는 **규칙 5장 5절**의 요건을 따른다. 냉매압축기가 가스안전구역에 설치되어야 하는 경우, 보일오프가스가 냉매장치를 통해 냉매압축기로 유입되는 위험을 줄이기 위하여 냉매회로의 압력은 보일오프가스회로의 압력보다 항시 높게 유지되어야 한다.

(b) 콜드박스가 설치된 경우, 다음에 따른다.

(i) 콜드박스의 내부 배관은 용접구조이어야 한다. 플랜지이음이 꼭 필요한 경우, 사안별로 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(ii) 열교환기가 콜드박스로 폐위된 경우, 다음에 따른다.

① 콜드박스는 운전 중에 발생할 수 있는 질소 퍼지압력을 견딜 수 있도록 설계되어야 하고, 과압 및 부압를 방지하기위한 압력 및 진공 도출장치가 설치되어야 한다.

② 질소 또는 보일오프가스/LNG의 누설에 의한 콜드박스의 과압을 방지하기 위하여 안전도출밸브를 설치

하여야 한다. 콜드박스의 안전도출밸브의 벤트관은 노천갑판으로 유도하여야 한다.

③ 콜드박스 내부에 보일오프가스 누설탐지장치가 설치되어야 한다. 탐지장치가 가스누설을 탐지한 경우, 화물제어실 및 선교에 가시가청의 경보를 발하여야 한다.

④ 콜드박스가 단열된 경우, 단열공간을 질소 또는 기타 적절한 불활성 가스로 연속해서 퍼징하는 장치를 설치하여야 한다.

(7) 안전장치는 다음에 따른다.

(가) 재액화장치의 온도 및 압력은 다음과 같이 제어되어야 한다.

(a) 제어 및 감시장치가 화물제어실에 제공되어야 한다. 이에 추가하여, 전동기 제어반은 보일오프가스 압축기 및 냉매압축기 전동기의 근처에 설치되어야 한다.

(b) 제어장치는 프로세스시스템 및 장비의 고장을 식별할 수 있도록 설계되어야 한다.

(c) 전기적 제어장치는 2개의 전력공급 수단을 갖추어야 하고, 각 수단의 고장에 대하여는 개별적으로 감시되어야 한다.

(나) 다음을 만족하는 독립된 정지장치를 갖추어야 한다.

(a) 정지의 원인이 되는 요소를 지시하는 수단이 제공되어야 한다.

(b) 안전정지장치가 작동하면 통상의 제어위치 및 기기측 제어위치에 경보를 발하여야 한다.

(c) 안전정지장치는 2개의 전원으로부터 급전되어야 한다.

(d) 정지 후에 장치내의 잔여 화물을 배출하는 설비를 갖추어야 한다.

(다) 경보 및 안전장치가 **표 7.5.9**에 따라 제공되어야 한다.

표 7.5.9 재액화장치의 경보 및 안전장치

감시 파라미터 [H=고 L=저 HH=고고 LL=저저 O=이상상태]				경보	자동정지
BOG 압축기	유량		L	●	
			LL	●	●
	구동 전동기		O	●	
	윤활유 온도		H	●	
	흡입측	압력	H L	●	
			HH	●	●
		온도	H	●	
			HH	●	●
	토출측	압력	L	●	
			LL	●	●
		온도	H L	●	
			HH	●	●
	콜드박스 내 가스탐지		30% LEL	●	
			60% LEL	●	●
	열교환기 입구 온도		H	●	●
냉매 압축기	구동 전동기		O	●	
	윤활유 온도		H	●	
			HH	●	●
	흡입측	압력	L	●	
			LL	●	●
		온도	H L	●	
			HH	●	●
	토출측	압력	H	●	
			HH	●	●
		온도	H L	●	
	밀봉가스의 압력		L	●	
			LL	●	●

3. **열교환** **규칙** 703.의 2항의 적용상 냉매용 압축기 및 기타의 냉매를 직접 취급하는 장치는 원칙적으로 화물지역내에 설치하여야 한다. 다만, 열교환기 내에서의 냉매관으로 화물누설의 가능성 정도에 대하여 적절한 냉매중으로의 화물탐지장치 및 누설탐지 후에 누설화물의 화물지역 외의 구역으로의 유입을 차단하는 장치가 확립되어 있는 경우에는 이를 제한하지 않는다.

707. 분리 【규칙 참조】

1. **상호반응 화물의 동시운송에 관한 요건** **규칙** 707.에서 화학적으로 위험한 반응을 서로 일으킬 우려가 있는 화물이라 함은 **표** 7.5.10에 기재된 화물의 조합에서의 각 화물을 말한다. 이 표에 기재되지 않은 화물에 대하여는 동 표의 비고에 적은 것을 제외하고 화물의 성질을 조사하여 그때마다 정한다.

표 7.5.10 위험한 상호 반응을 일으킬 우려가 있는 화물

그룹No.	그 룹	화 물 명	6	7	16	19	30	31	35	36
6	암모니아류	암모니아(무수)	6							
7	지방족 아민류	디메틸아민 모노에틸아민		7						
16	산화알킬렌류	산화프로필렌	*H*	*H*	16					
19	알데히드류	아세트알데히드	*H*	*H*		19				
30	올레핀류	부타디엔 에틸렌 프로필렌 부틸렌 메틸아세틸렌과 프로파디엔의 혼합물					30			
31	파라핀유	부탄 에탄 메탄(LNG) 프로판						31		
35	비닐할로겐류	염화비닐							35	
36	할로겐 탄화수소류	염화에틸 취화메틸 염화메틸								36

(비 고)
1. 표 중 [*H*]는 위험한 반응의 가능성을 표시하고 빈칸은 위험한 반응이 없음을 표시한다.
2. 염소 및 산화에틸렌은 각각 독립된 냉각장치로 하든지 다른 화물과 동시에 운송되지 않는 것을 원칙으로 한다.
3. 질소는 다른 화물과의 위험한 반응은 없다.

708. 유효성 【규칙 참조】

1. **예비장치 및 열교환기** **규칙** 708.을 적용함에 있어서 냉각장치의 예비장치 및 예비열교환기에 대하여는 다음 각호에 따른다.
(1) 규칙의 규정에 정한 냉각장치의 예비장치에는 열교환기를 포함하지 않는다.
(2) 예비장치의 능력은 전 필요용량을 여러 조의 장치로 분담하는 경우 그 여러 조의 장치중 최대의 용량을 가지는 1조의 장치를 보충한 것으로 하여도 무방하다.
(3) 냉각장치를 구동하는 원동기가 모두 전동의 경우 2대 이상의 발전기로부터 급전할 수 있는 것으로 한다.
(4) 예비의 열교환기의 배관은 예를 들어 **그림** 7.5.30에 따라도 좋다. 이 경우 예비를 포함한 열교환기의 합계용량은 최대필요 능력의 125 % 이상으로 한다.

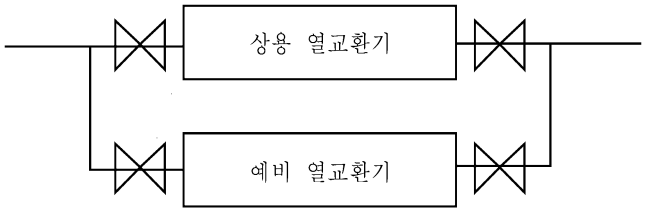


그림 7.5.30 예비 열교환기의 배치 예

2. 냉각수

(1) **규칙 708.**의 1항의 규정에서 "기타 중요한 용도" 라 함은 **5편 1장 102.**의 1항에 나타낸 추진상 필요한 기기로의 물공급, 빌지배출, 평형수적재 주입·배출 및 소방을 목적으로 사용함을 말한다. **규칙 1103.**의 규정에 정한 물분무 장치로의 사용도 여기에 포함된다.

(2) (1)호의 용도에 사용되는 펌프와 냉각예비펌프를 겸용하는 경우에는 해당 펌프의 용량이 최대냉각 필요량 및 해당 용도 필요량의 합계량보다 적지 않은 것으로 하여야 한다.

제 8 절 화물격납설비 벤트장치

801. 일반사항 【규칙 참조】

1. **규칙** 801.을 적용함에 있어서 화물창구역의 압력도출장치는 다음 각호에 따른다.
   (1) 방벽간 구역으로 간주되지 않은 화물창구역으로서 **규칙** 902. 및 903.의 정하는 바에 따라 해당 구역내의 환경제어가 요구되는 경우에는 불활성화 중 건조공기 주입 중 또는 항해 중에 해당 구역내의 압력이 화물격납설비 및 선체구조의 설계압력을 넘지 않게 조정되고 또한 충분한 용량을 가지는 1개 이상의 압력도출장치를 설치하여야 한다. 이 압력도출장치로부터의 배출가스가 유도되는 벤트관장치의 배출구의 위치는 **규칙 5편 6장** 201.의 5항에 정하는 바에 따르는 외에 불활성가스가 갑판상에 축적될 염려가 없도록 고려되어야 한다.
   (2) 방벽간구역 또는 그 일부로 간주되는 화물창구역의 압력도출장치는 802.의 1항에서 정하는 바에 따른다.
   (3) 독립형탱크 형식 C의 벤트장치의 적합성 평가는 IMO Res. A.829(19)에 따른다.
2. **규칙** 801.을 적용함에 있어서 방벽간구역의 압력도출장치는 802.의 1항에 따른다. *(2020)*

802. 압력도출장치 【규칙 참조】

1. **방벽간 구역의 압력도출장치**
   (1) **규칙** 802.의 2항에서 "압력도출장치" 라 함은 압력도출밸브, 파열판 또는 이와 동등한 장치를 말한다. 대상구역마다에 이들 장치 또는 그 조합한 것을 2개 이상 설치하여야 한다.
   (2) (1)호의 압력도출장치로서 압력도출밸브만을 설치할 경우 다음에 따른다.
      (가) 화물탱크가 독립형탱크 형식A, 완전 2차 방벽을 설치하는 세미 멤브레인탱크, 멤브레인탱크 또는 일체형탱크의 경우에는 다음에 따른다.
         (a) 불활성화장치 및 건조장치 공급장치의 공급 최대용량과 화물탱크의 파괴시에 예상되는 화물증발량 중에 큰쪽을 도출하는데에 충분한 용량을 가지는 압력도출밸브로 한다.
         (b) 압력도출밸브는 **규칙** 802.의 5항에 정하는 바에 따른다.
      (나) 화물탱크가 독립형탱크 형식B 또는 부분 2차 방벽을 설치하는 세미 멤브레인탱크의 경우에는 다음에 따른다.
         (a) 압력도출밸브의 용량은 (가) (a)에 정하는 바에 따른다.
         (b) 압력도출밸브는 **규칙** 802.의 5항 (1)호에서 별도로 정하는 승인요령에 따라 승인된 것이 아니라도 된다. 다만, **지침 8편 9장** 501.의 PV밸브에 관한 규정에 적합하거나 동등 이상의 것이어야 한다.
   (3) (1)호의 압력도출장치로서 압력도출밸브와 파열판을 병행하여 설치할 경우에는 (2)호 (가)에 정한 화물탱크 형식에 대하여 다음의 규정에 따른다. *(2022)*
      (가) 압력도출밸브는 (2)호 (나) (b)에 따른다.
      (나) 파열판의 용량과 압력도출밸브 용량과의 합계용량은 화물탱크 파괴 시에 예상되는 화물증기량을 도출할 수 있는 충분한 것이어야 하고 그 구조는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. *(2021)*
   (4) 방벽간 구역의 압력도출장치 크기는 다음과 같이 결정한다.
      (가) 화물탱크가 단열시공된 경우에 독립형탱크 형식 A를 둘러싸는 방벽간 구역에 대한 압력도출장치의 총 도출용량은 다음 식에 따라 결정할 수 있다.

$$Q_{sa} = 3.4 A_c \frac{\rho}{\rho_v} \sqrt{h} \quad (\mathrm{m^3/s})$$

여기서,

Q_{sa} : 273 K 및 0.1013 MPa의 표준상태에서 공기의 최소규정 배출유량
A_c : 설계 균열개구면적, $\pi \delta\, l/4$ ($\mathrm{m^2}$)
δ : 최대 균열개구 폭, 0.2 t (m)
t : 탱크 저판두께(m)
l : 탱크 저판의 가장 큰 판면의 대각선과 같은 설계 균열길이(m), **그림** 7.5.31 참조
h : 탱크 저판상의 최고 액위에 10 × 최대허용설정압력(MPa)을 더한 값(m)
ρ : 방벽간 구역의 압력도출장치의 설정압력에서 화물 액상의 밀도($\mathrm{kg/m^3}$)
ρ_v : 방벽간 구역의 압력도출장치의 설정압력과 273 K의 온도에서 화물 증기상의 밀도($\mathrm{kg/m^3}$)

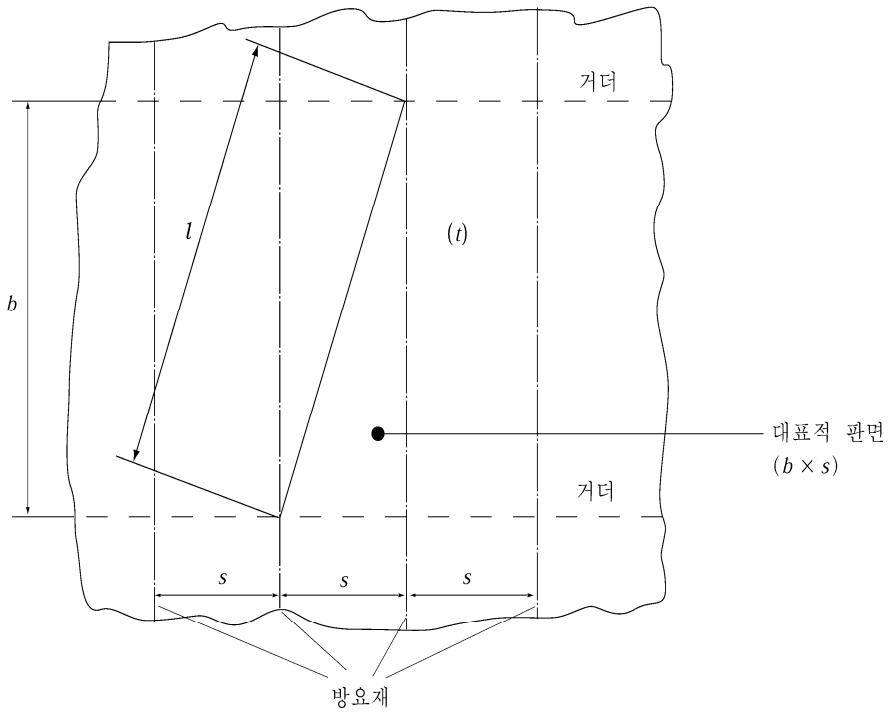


그림 7.5.31 탱크 저판면 크기 예

(나) 독립형탱크 형식 B를 둘러싸는 방벽간 구역의 압력도출장치의 도출용량은 (가)의 방법으로 결정할 수 있으나 누설량은 **규칙** 407.의 2항에 따라 결정되어야 한다.

(다) 멤브레인탱크 또는 세미멤브레인탱크의 방벽간 구역의 압력도출장치의 도출용량은 멤브레인탱크 또는 세미멤브레인탱크 설계요건에 따라 평가되어야 한다.

(라) 일체형 탱크에 인접한 방벽간 구역의 압력도출 장치의 도출용량은 독립형탱크 형식 A의 경우와 같이 결정할 수 있다.

2. **압력도출밸브의 배치 등** **규칙** 802.의 4항을 적용함에 있어서 설계온도가 0°C 보다 낮은 화물탱크의 경우 압력도출밸브는 온도분포계산 등에 따라 결빙되지 않은 것이 확인되는 배치로 하거나 결빙하지 아니하는 구조이어야 한다. 또한, **빙해선박지침**의 규정을 적용하는 선박 및 한랭해역을 정기적으로 운항하는 선박에는 결빙상태에서의 작동이 양호한 것이 확인된 구조의 압력도출밸브이거나 또는 가열장치 등을 설치하여 결빙을 방지할 수 있는 것이어야 한다.

3. **압력도출밸브 설정압력의 변경** **규칙** 802.의 7항에서 "사용하지 아니하는 밸브를 화물탱크로부터 격리시키기 위하여 필요한 장치" 라 함은 예를 들어, **그림** 7.5.32와 같은 배치를 말한다.

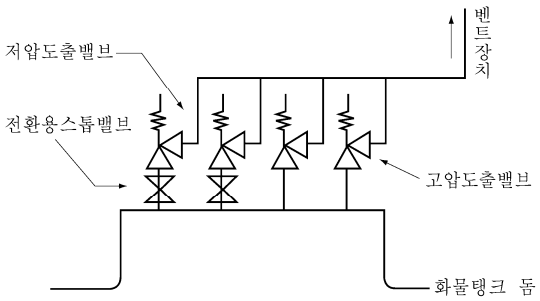


그림 7.5.32

4. **압력도출밸브의 안전한 격리수단**

규칙 802.의 9항에서 요구하는 "압력도출밸브의 안전한 격리수단"은, 압력도출밸브가 재설정 또는 수리를 위해 압력도출밸브가 작동상태로 돌아가기 전까지, 임시로 격리할 수 있도록 설치되어야 한다. 그러한 수단은 오작동이 발생

하지 않도록 설치되어야 한다.

5. **벤트장치**

(1) **규칙 802.**의 10항에서 "가스를 상방으로 방출하고 해당 장치내에 물 또는 눈이 들어갈 염려가 없는 구조" 라 함은 예를 들어, **그림 7.5.34**와 같은 것을 말한다.

(2) **규칙 802.**의 10항 (3)호를 적용함에 있어서 벤트출구의 높이는 그 벤트마스트가 설치된 장소의 노출갑판에서 측정한 것으로 한다.

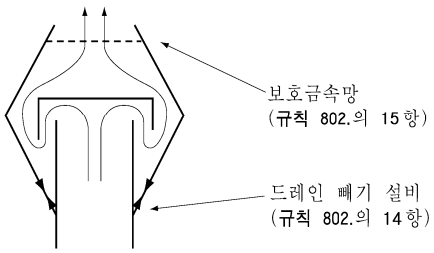


그림 7.5.34

6. **벤트출구의 위치** **규칙 802.**의 11항을 적용함에 있어서 벤트출구까지의 거리는 수평으로 측정한 거리를 말한다.

7. **기타 화물벤트 출구의 위치** **규칙 802.**의 12항을 적용함에 있어서 방벽간구역의 압력도출밸브 또는 파열판의 벤트출구는 가스위험구역로 개구하여야 한다.

8. **상호 반응화물을 동시 운송할 경우의 압력도출장치** **규칙 802.**의 13항에서 "별개의 압력도출장치" 라 함은 독립하여 설치한 압력도출밸브를 포함한 벤트장치를 말한다. 이 경우 벤트출구의 상호간 거리는 특별히 규정하지 아니한다.

9. **벤트관장치의 드레인배출 설비** **규칙 802.**의 14항을 적용함에 있어서 벤트 포스트하부 및 벤트관 만곡부로서 드레인이 고이기 쉬운 개소에는 드레인 플러그 또는 콕을 설치하여야 한다.

10. **규칙 802.**의 18항에서 "IMO Res. A. 829(19)" 라 함은 **부록 7A-2**를 말한다.

803. 부압방지장치

1. **부압방지장치의 설치** **【규칙 참조】**

(1) **규칙 803.**의 1항 (5)호를 적용함에 있어서 화물액 또는 화물증기의 모든 흡입을 정지하기 위한 수단은 밸브의 차단 또는 기기를 정지하여도 좋으나 자동적으로 작동하는 것이어야 한다.

(2) **규칙 803.**의 1항 (6)호를 적용함에 있어서 진공도출밸브는 **규칙 802.**의 5항에 정하는 바에 따르고 우리 선급에서 승인한 것이어야 한다. 다만, **규칙 803.**의 1항 (5)호에 규정하는 장치를 설치하고 작동압력보다 낮은 설정압력으로 조정된 진공도출밸브를 이들 장치의 추가조치로서 설치할 경우 이 추가조치로서 진공도출밸브는 이에 따르지 아니할 수 있다.

2. **부압방지장치의 요건** **규칙 803.**의 2항을 적용함에 있어서 진공도출밸브는 다음 각호에 따른다. **【규칙 참조】**

(1) **규칙 803.**의 1항 (5)호에 규정하는 장치의 작동압력보다 낮은 설정압력으로 조정된 진공도출밸브를 이들 장치의 추가조치로서 설치할 경우에 한하여 **규칙 17절**의 관련규정에 정하는 경우를 제외하고 인화성화물에 있어서도 대기를 흡입하는 것으로 할 수 있다.

(2) (1)호의 추가조치로서의 진공도출밸브의 대기흡입구는 **규칙 802.**의 10항 및 11항의 규정을 적용하지 아니하는 것으로 할 수 있다. 다만, **규칙 5편 6장 201.**의 5항의 규정에 적합한 것으로서 흡입구의 구조는 예를 들어 **그림 7.5.34**과 같은 것으로 하여야 한다.

804. 압력도출장치의 용량 【규칙 참조】

1. **밸브의 용량** **규칙 804.**의 1항 (2)호를 적용함에 있어서 화재노출계수에 대하여는 다음에 따른다.

(1) F = 0.5로 될 경우의 노출부에 설치하는 단열재는 **419.**의 5항 (2)호에 따른다.

(2) 일체형탱크에는 F = 0.1로 한다.

(3) 갑판 또는 갑판구조와 동등의 내화 건전성을 가지는 탱크커버에 부분적으로 돌출하는 화물탱크의 화재노출계수는 갑판 또는 탱크커버 상하의 화물탱크 표면적에 따라 비례배분하여 구한 값으로 한다.

(4) 부분 2차 방벽을 설치하는 세미 멤브레인탱크로서 **규칙 902.**의 **2**항에 따라 화물창구역을 건조공기로써 충만시키는 것이 인정된 경우에는 F = 0.2로 한다.

2. 압력도출밸브의 용량 결정을 위한 탱크의 외부표면적 규칙 804.의 1항 (2)호 **그림 7.5.19**를 적용함에 있어서 주형 탱크의 외부표면적은 다음을 따른다.

(1) 경사지지 않은 탱크에 대해서는 L_{min}은 탱크의 평평한 바닥의 수평 치수 중에서 작은 값이어야 한다. 선수탱크에 사용될 수 있는 경사진 탱크에 대해서는 L_{min}은 길이와 평균 폭 중에서 작은 값이어야 한다.

(2) 탱크의 평평한 바닥과 화물창구역의 바닥 간 거리가 $L_{min}/10$ 이하인 주형 탱크에 대해서는 A값은 외부표면적에서 평평한 바닥면적을 뺀 값이어야 한다.

(3) 탱크의 평평한 바닥과 화물창구역의 바닥 간 거리가 $L_{min}/10$을 초과하는 주형 탱크에 대해서는 A값은 외부표면적이어야 한다.

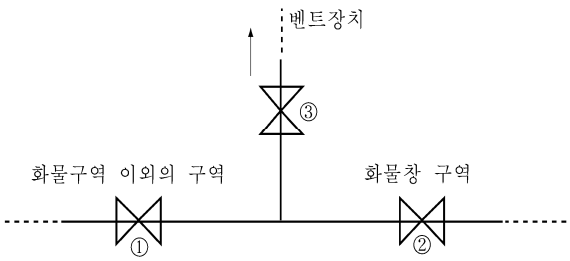
제 9 절 화물격납설비 환경제어

901. 화물격납설비 내의 환경제어 【규칙 참조】

1. **화물탱크의 가스프리 및 퍼지장치** **규칙** 901.의 1항을 적용함에 있어서 화물탱크의 가스프리 및 퍼지관의 설계 및 배관은 다음에 따른다.
   (1) 화물탱크내의 배관 및 부착품 취부에는 과도적으로 일어나는 온도차를 충분히 고려한 지지방법으로 한다.
   (2) 화물탱크내의 분위기 치환의 유효성에 대하여는 420.의 4항에 따라 가스시운전시 확인하는 것으로 한다.
2. **화물탱크내의 불활성화** **규칙** 901.의 2항을 적용함에 있어서 석유정제품 등을 운송하는 화물탱크에 있어서는 본 장의 규정에 따르는 외에 **8편 1장** 103.의 9항 (2)호에도 따라야 한다.
3. **퍼지 또는 가스프리상태의 감시** **규칙** 901.의 4항을 적용함에 있어서 화물탱크내의 가스채취단의 배치는 화물의 물성, 화물탱크 구조 및 용량과 가스프리 및 퍼지장치의 능력 등에 따라 정하고 필요한 경우 효력시험으로 가스검출단의 배치가 적절한가를 확인한다. 이 배치는 일반적으로 화물탱크의 상, 중, 하의 3점에 설치하는 것을 표준으로 한다.

902. 화물창구역 내의 환경제어(독립형탱크 형식C를 제외한 화물격납설비) 【규칙 참조】

1. **완전 2차 방벽이 요구되는 경우의 환경제어**
   (1) **규칙** 902.의 1항을 적용함에 있어서 **규칙** 405. 규정에서 완전 2차 방벽이 요구되지 않은 경우에도 독립형탱크 형식A, 일체형탱크, 멤브레인탱크 및 세미 멤브레인탱크로서 인화성가스를 운반할 경우에는 **규칙** 902.의 1항의 규정을 적용한다.
   (2) **규칙** 902.의 1항의 규정 중 "적합한 건성 불활성가스"라 함은 904.의 1항 (4)호에 정한 바에 따라 노점이 제어된 불활성가스를 말한다. 또한 **규칙** 902.의 1항의 규정 중 "적어도 30일간 충분하게 통상 사용할 수 있는 양"은 항해중 대기의 압력 및 온도변화, 가스검지에 의한 소비 등을 고려한 것으로 한다.
2. **부분 2차 방벽이 요구되는 경우의 환경제어**
   (1) **규칙** 902.의 1항 및 2항을 적용함에 있어서 **규칙** 405.에서 부분 2차 방벽이 요구되지 않는 경우에도 독립형탱크 형식B로서 인화성가스를 운반하는 경우에는 **규칙** 902.의 1항 및 2항의 규정을 적용한다.
   (2) **규칙** 902.의 2항에 따라 건조공기를 방벽간구역 및 화물창구역에 충만시킬 경우는 적어도 다음에 정하는 바에 따른다.
      (가) 건조공기는 904.의 1항 (4)호에 정하는 바에 따라 노점이 제어된 것으로 한다.
      (나) 건조공기의 공급관에는 해당 봉입구역의 입구에 스톱밸브 및 화물지역 이외 구역의 관통부 부근 화물지역측에 2개의 체크밸브를 설치한다. 다만, 2개의 체크밸브 중 1개는 **그림** 7.5.35와 같이 3개 1조의 밸브로 할 수 있다.



1) 건조공기 공급중은 스톱밸브 ① 및 ②를 개방, 스톱밸브 ③을 폐쇄.
2) 공급정지시는 스톱밸브 ③을 개방, 스톱밸브 ① 및 ②를 폐쇄.

그림 7.5.35

      (다) (a) 부터 (c)에 정한 계측장치를 설치한다.
         (a) 건조공기 공급장치의 출구에는 압력계 및 온도계
         (b) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 노점계를 1대 이상 비치한다. 다만, 노점계가 1대의 경우에는 셀유니트를 설치한다.

(c) 건조공기 공급장치의 출구, 방벽간구역 및 화물창구역에는 노점계측구를 설치한다.

3. **비인화성가스 경우의 환경제어**

(1) **규칙** 902.의 3항에서 "적절한 건조공기 또는 불활성 환경으로 유지할 수 있다"라 함은 904.의 1항 (4)호에 따라서 노점이 제어된 공기 또는 불활성가스로서 충만된 상태를 말한다. 이 불활성 가스장치는 **규칙** 904. 및 905.의 규정에 적합하지 않아도 되지만 30일간의 통상 소비량을 보충하기 위한 저장설비 또는 발생장치를 설치하여야 한다.

(2) 전 (1)호에 따라서 건조공기를 충만시킬 경우에는 902.의 2항 (2)호에 따른다.

4. **이중선체구역 등의 환경제어**

이중선체구역 및 이중저구역의 벤트장치, 불활성가스장치 및 가스탐지는 **규칙 8편 2장** 405.의 1항 (3)호, 407. 2항 및 408.에 따른다.

903. 독립형탱크 형식 C의 주위구역의 환경제어 【규칙 참조】

1. **독립형탱크 형식 C의 주위구역의 환경제어** **규칙** 903. 적용상 해당 구역의 환경제어는 902.의 3항 (1)호 및 (2)호에서 정하는 바에 따른다.

904. 불활성화 【규칙 참조】

1. **불활성가스의 성상 및 공급** **규칙** 904.의 1항을 적용함에 있어서는 다음 각호에서 정하는 바에 따른다.

(1) 불활성가스 공급관에는 불활성가스가 공급되는 구역에 적합한 온도 및 압력으로 조정되어야 하고 필요한 경우에는 증발기 및 가열기를 설치하여 이 온도계 및 압력계로 이를 감시할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 불활성가스가 불활성가스 용기에 저장된 경우에는 다음에 정하는 바에 따른다.

(가) 저장용기 및 배관의 취급은 다음에 정하는 바에 따른다.

(a) 배관의 재료는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 따를 수 있다.

(b) 저장용기는 **규칙 5편 5장 3절**의 규정에 불구하고 "고압가스안전관리법"에 따라 제조된 것도 사용할 수 있다.

(c) 관, 밸브 및 관부착품의 수압시험은 생략할 수 있다.

(나) 저장용기의 설치장소는 다음에 따른다.

(a) 저장용기는 원칙적으로 화물지역내의 격납실에 설치한다.

(b) 저장용기의 격납실은 누설가스가 체류하지 않게 통풍이 양호하고 노출갑판에서 출입할 수 있어야 한다.

(다) 저장용기는 선박의 동요 및 진동에 안전하고 반드시 바로세워 설치한다.

(라) 관장치는 선내 설치 후 최고사용압력의 1.25배 이상의 압력으로 기밀시험 및 적절한 압력으로 통기시험을 하여야 한다.

(3) 불활성가스 저장설비가 갑판상에 영구적으로 설치한 저장탱크일 경우에는 탱크 및 배관의 설계와 시험, 검사의 요건은 **규칙 4절** 및 **5절**의 프로세스용 압력용기 및 관장치의 관련 규정에 따른다. 다만, 그 사용조건에 따라 요건을 적절히 참작할 수 있다.

(4) 건성 불활성가스의 노점은 원칙으로 정상시의 불활성화 대상구역내의 선체구조부재 및 화물창구역에 면하는 화물탱크 단열재 표면의 최저설계온도 이하로 하여야 한다.

2. **불활성가스의 저온저장** **규칙** 904.의 3항을 적용함에 있어서 불활성가스 저장탱크 및 필요한 경우 공급관과 선체구조와의 열적격리는 507.의 1항에 따른다.

3. **화물가스의 역류방지** **규칙** 904.의 4항을 적용함에 있어서 불활성가스 장치에 화물증기가 역류하는 것을 방지하기 위한 설비는 502.의 1항 (1)호와 같이 한다. (**그림** 7.5.36참조)

4. **불활성화 된 구역의 격리**

(1) **규칙** 904.의 5항을 적용함에 있어서 불활성화 된 구역과 화물탱크, 화물관장치, 프로세스용 압력용기 및 관장치와의 격리는 3항에 정하는 바에 따른다.

(2) 정상시에 화물가스가 존재하지 않은 방벽간구역, 화물창구역 및 **규칙** 1604.의 3항 (1)호 규정에 정하는 가스연료 2중관 외측과의 격리는 스톱밸브를 사용할 수 있다.

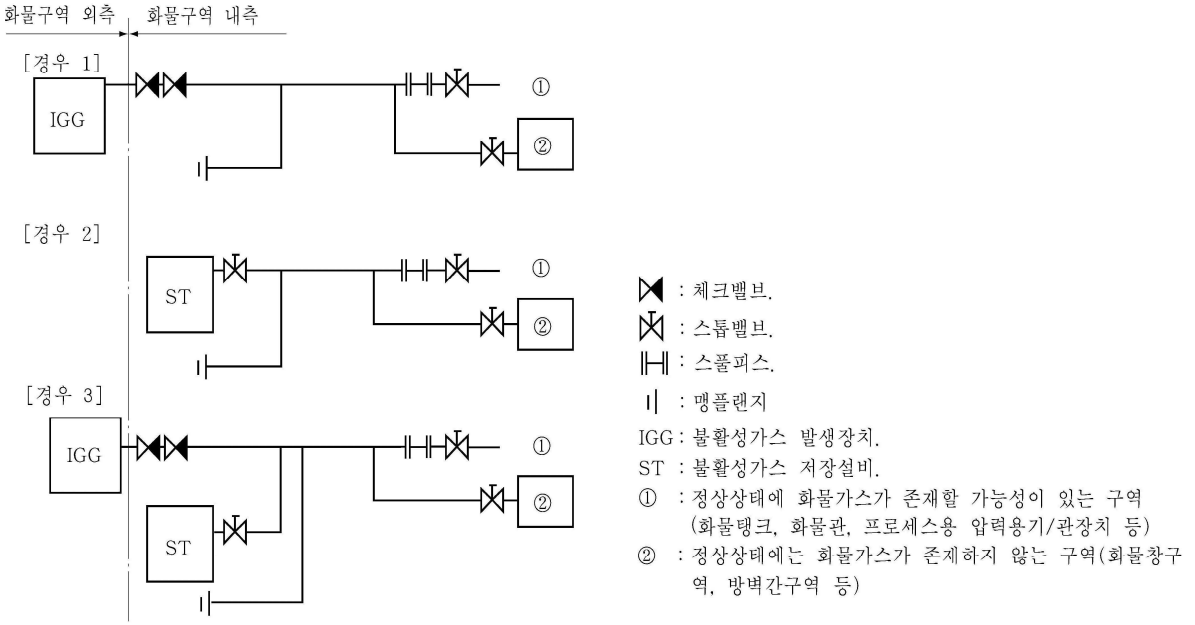


그림 7.5.36

905. 선내에서의 불활성가스 제조

1. 불활성가스 발생장치 【규칙 참조】

(1) **규칙 905.**의 1항을 적용함에 있어서 연소식 불활성가스 발생장치는 **8편 부록 8-5**의 5항 (1)호부터 (5)호를 적용하는 이외에 다음에 정하는 바에 따른다. *(2020)*

(가) 불활성가스 발생장치는 충분한 양의 적절한 연료유가 공급되도록 한다.

(나) 2대 이상의 불활성가스 발생장치가 설비되어 있는 경우에는 각 장치의 공급출구에 스톱밸브를 설치한다.

(다) 불활성가스 발생장치에 용적형 송풍기가 설비된 경우에는 송풍기의 배출측에 과대한 압력이 발생하는 것을 방지하기 위하여 압력도출밸브를 설치한다.

(2) (1)호 이외의 N_2 발생장치는 **8편 부록 8-5** 의 관련 규정에 따른다.

(3) (1)호 및 (2)호에 정한 불활성가스 발생장치의 각 구성기기는 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.

제 10 절 전기설비

1002. 일반사항

1. 안전형 전기기기 【규칙 참조】

(1) 위험구역에 설치되는 전기기기는 **규칙 6편 1장 9절**의 규정에 적합한 것으로서 가스의 종류에 따라서 **표 7.5.11**에 따른 가스증기그룹 및 온도분류의 성능을 가지는 것 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다.

(2) **규칙 1002.**의 4항에서 “우리 선급에서 인정하는 동등 이상의 표준”이라 함은 IEC 60079 시리즈 또는 이와 동등 이상의 표준을 말한다.

(3) **규칙 1002.**의 4항을 적용함에 있어서, IECEx, ATEX, KC 또는 이와 동등하다고 인정되는 방폭증서가 있는 경우 형식승인을 면제할 수 있다.

표 7.5.11 가스증기 그룹 및 온도분류 *(2020)*

화물명	UN분류번호	가스증기그룹	온도등급
Acetic aldehyde	1089	II A	T4
Ammonia, anhydrous	1005	II A	T1
Butadiene	1010	II B	T2
Butane	1011	II A	T2
Butane - propane mixtures	1011/1978	II A	T2
Butylenes	1012	※	※
Chlorine	1017	-	-
Diethyl ether	1155	II B	T4
Dimethylamine	1032	II A	T2
Ethane	1961	II A	T1
Ethyl chloride	1037	II A	T1
Ethylene	1038	II B	T2
Ethylene oxide	1040	II B	T2
Ethylene oxide - propylene oxide mixtures with ethylene oxide content of not more than 30 % by weight	2983	※	※
Isoprene	1218	II B	T3
Isopropylamine	1221	II A	T2
Methane (LNG)	1972	II A	T1
Methyl acetylene-propadiene mixtrues	1060	※	※
Methyl bromide	1062	※	※
Methyl chloride	1063	II A	T1
Monoethylamine	1036	II A	T2
Nitrogen	2040	-	-
Propane	1978	II A	T2
Propylene	1077	II A	T2
Propylene oxide	1280	II B	T2
Refrigerant gases (see notes)	-	-	-
Sulphur dioxide	1079	-	-
Vinyl chloride	1086	II A	T3
Vinyl ethyl ether	1302	II B	T3
Vinylidene chloride	1303	II A	T2

(비고)
1) 가스증기그룹 및 온도분류는 국제전기표준규격(IEC 60079)에 따른다.
2) 표 중 " - "는 비인화성을 나타내고, "※" 표의 것은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

제 11 절 방화 및 소화

1101. 화재의 안전성에 대한 요건 【규칙 참조】

1. **발화원의 배제** **규칙** 1101.의 2항의 적용상, 인화성물질을 운반하는 선박에 있어서 **규칙** 105.의 23항의 규정에서 정하는 가스위험구역 또는 지대에는 **규칙 10절**의 관련 규정에서 인정하는 전기기기 이외의 전기기기, 윈드러스 및 체인로커의 개구 등 발화원이 될 수 있는 것을 설치하여서는 아니 된다.

1102. 소화주관 및 소화전

1. **소화펌프 및 소화주관** **규칙** 1102.의 1항을 적용함에 있어서 소화주관의 소화전의 최소압력은 소화주관장치가 물분무장치와 겸용하는 것에 관계없이 0.5 MPa(게이지압) 이상이어야 한다. **【규칙 참조】**
2. **소화펌프 및 소화주관** **규칙** 1102.의 3항을 적용함에 있어서 보호장소에 설치되어야 하는 스톱밸브란 거주구역, 업무구역 또는 제어 장소 내에 설치된 밸브를 말한다. 그러나 화물지역 후방의 개방갑판에 밸브가 위치해야 한다면, 다음의 장소에 설치할 수 있다. *(2022)* **【규칙 참조】**
   (1) 최후방에 있는 화물탱크의 끝단에서 최소한 5 m 후방
   (2) (1)호의 적용이 불가능할 경우에는 영구적인 강재 차단막으로 보호되는 경우, 최후방 화물탱크의 끝단으로부터 5 m 이내의 장소
3. **노즐** **규칙** 1102.의 4항의 적용상 소화용 노즐은 **규칙 8편 8장**의 관련 규정에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

1103. 물분무장치

1. **대상범위** **【규칙 참조】**
   (1) **규칙** 1103.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서 노출된 화물탱크 돔에서의 대상범위는 **규칙** 505.의 2항의 규정에서 정하는 화물탱크에 설치되는 밸브 및 비상차단밸브가 설치되는 장소를 포함한다.
   (2) **규칙** 1103.의 1항 (4)호를 적용함에 있어서 하역용 연결부의 대상범위는 **규칙** 505.의 3항에서 규정하는 비상차단밸브가 있는 장소를 포함한다. 또한 **규칙** 1103.의 1항 (4)호의 "제어용밸브"에는 화물 및 증기관 절환용의 스톱밸브를 포함하여야 한다.
   (3) **규칙** 1103.의 1항 (6)호에서 "화재 위험성이 높은 물건"이라 함은 유압기기 및 전동기는 포함하지 아니한다.
   (4) **규칙** 1103. 1항 (7)호를 적용함에 있어서 화물지역과 면하는 원격 생존정(SOLAS III/Reg. 31.1.4 참조)을 포함한 선상의 생존정들은, **규칙** 1101.의 4항에 규정된 소화목적에서의 화물지역의 범위를 고려하여, 물문부장치로 보호하여야 한다. **규칙** 1103. 1항 (6)호에서 요구하는 불분무장치에 의해 보호되는 지역에 위치한 원격 구명뗏목은 적절히 보호되는 것으로 고려할 수 있다. *(2019)*
2. **성능 및 배치** **규칙** 1103.의 2항의 적용상 다음 각호에 따라야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 수직면을 보호하는 노즐의 배치는 거주구역 단벽에는 2층마다 설치하는 것을 표준으로 한다.
   (2) 주관에 설치하는 중간밸브에는 **그림** 7.5.37에 표시한 바와 같이 지관과 주관의 접속되는 장소에 설치하여야 한다.

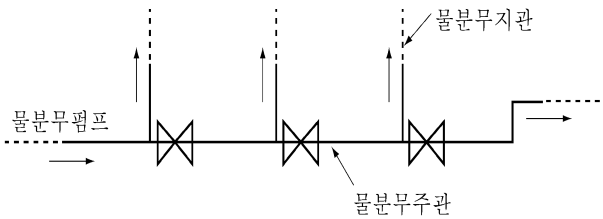


그림 7.5.37

3. **화물지역의 탱크군** **규칙** 1103. 3항 (1)호를 적용함에 있어 "2개의 완전한 횡방향 탱크군"이란 한 선측에서 반대쪽 선측으로 가로지르는 방향에 위치한 탱크들을 하나의 군으로 본 상태에서 2개의 군을 말한다. 한 선측에서 반대쪽 선측까지의 고정된 공간을 갖는 화물탱크가 단 1개라면 이 1개의 탱크도 이 요건의 적용 상 "탱크군"으로 간주된다. "어느 2개의 완전한 횡방향 탱크군"은 화물구역에 있는 모든 가스 프로세스장치를 포함한 가장 큰 탱크군 2개의 합과 같다. *(2019)*

4. **물분무장치로 사용되는 소화펌프** 비상소화펌프가 **규칙 1103.**의 4항의 요건을 만족하기 위하여 사용되는 경우, 그 용량은, FSS 코드 12.2.2.1.1에서 요구하는 두 줄기 사수에 추가하여, **규칙 1103.** 2항 (1)호에 명시된 살수량을 고려하여 증가되어야 한다. 다만, 보호범위는 사람이 거주하는 선루, 갑판, 구명정 및 집결장소의 경계까지로 한정한다. **규칙 1103.** 4에서 사용되는 용어는 다음을 따른다. *(2021)* **【규칙 참조】**
   (1) "소화펌프 또는 비상소화펌프 중 1개"란 SOLAS II-2/10.2.2에서 요구하는 소화펌프와 관련되며 물분무펌프가 위치한 장소의 외부에 설치된 소화펌프를 말한다.
   (2) "한 구획의 화재"란 A급 경계로 구획되고 **규칙 1103.** 3항에 따른 물분무장에 물을 공급하는 소화펌프 또는 소화펌프의 동력원이 있는 구획을 의미한다.
5. **물분무장치로 사용되는 소화펌프** *(2021)* **【규칙 참조】**
   (1) **1103.**의 4항의 적용상, "비상"이라는 단서가 붙지 않은 "소화펌프"는 SOLAS II-2 규칙/10.2.2.2.2에 따라서 요구되는 소화펌프를 말한다.
   (2) 물분무장치(선루 및 갑판실을 보호하는)에 사용되는 (1)호에서 언급된 모든 소화펌프가 어느 한 구획의 화재로 인해 작동불능이 되는 경우, 비상소화펌프는 다음의 용량을 만족하여야 한다.
      (가) 선루 및 갑판실, 화물지역을 면하는 구명정, 구명뗏목 및 집결장소(**규칙 1103.**의 4항에 따른) 및
      (나) 2개의 소화전(**규칙 1102**에 따른)
   (3) 선박에 기관실 보호용으로 완전 침수형 고팽창포말장치 또한 설치(SOLAS II-2/10.4.1.1.2 및 10.5.1.1에 따라서)되고 비상소화펌프가 이러한 장치에 해수를 공급할 용도로 사용된다면 비상소화펌프는, 주소화펌프가 불능 시, 기관실 화재에 사용되는 포말장치에 필요한 용량이어야 한다.
   (4) 한 번에 단일 화재를 처리하는 원칙을 기반으로, 비상소화펌프는 상기 (2)호 및 (3)호에서 요구하는 3가지 장치(즉, 물분무, 소화전 및 포말) 모두를 한 번에 보호할 수 있는 용량이어야 할 필요는 없으며 다음과 같이 최대로 요구되는 지역 및 요구되는 장치에 물을 공급할 수 있는 용량이면 된다.
      (가) 포말장치 및 2개의 소화전; 또는
      (나) 물분무장치 및 2개의 소화전; 중에서 큰 것
6. **다른 용도 펌프와의 겸용** **규칙 1103.**의 5항의 적용상 평형수적재펌프 및 빌지펌프는 물분무용으로 겸용할 수 있다. **【규칙 참조】**
7. **물분무장치의 백플러싱** **규칙 1103.**의 6항의 적용상 "청수로 백플러싱할 수 있는 수단"이라 함은 관, 노즐 및 여과기의 막힘을 방지하기 위해 물분무장치 전체(즉, 배관, 노즐 및 인라인여과기)를 플러싱 또는 백플러싱 할 수 있는 수단을 말한다. (*2018*)
8. **화물지역의 범위** **규칙 1103.**의 6항의 적용상, **규칙 301.**의 2항 및 3항에 따라 최후부 화물창구역의 후단 또는 최전단 화물창 구역의 전단에 코퍼댐 대신에 연료유탱크가 설치된 경우에는, 이러한 탱크 상부의 노출갑판은 화물지역으로 간주되어야 한다. (*2020*)

1104. 드라이 케미컬 분말소화장치 【규칙 참조】

1. **규칙 1104.**의 1항을 적용함에 있어서 드라이케미컬 분말소화장치는 선급의 승인을 대신하여 기국의 승인을 인정할 수 있다. *(2017)*
2. **모니터 및 수동호스** **규칙 1104.**의 3항의 적용상 모니터에 의한 매니폴드의 보호는 양현에 매니폴드가 있는 경우에도 하역에 사용하는 측의 매니폴드를 보호할 수 있도록 고정시킬 수 있으면 한 개의 모니터로 할 수 있다.
3. **소화제의 용량** **규칙 1104.**의 5항의 적용상 대상보호 구역이 모니터 또는 수동호스 릴(reel)의 위치보다 높은 위치에 있는 경우 우리 선급은 그 배치에 따라 모니터 및 소화유니트의 능력 증가를 요구할 수 있다.
4. **장치의 시험** **규칙 1104.**의 8항의 적용상, 시험장치는 선내의 모든 모니터 및 수동호스로부터 드라이 케미컬 분말을 방출 할 수 있어야 한다. 다만 요구되는 드라이 분말의 양이 완전히 방출될 필요는 없다. 모든 분배관에 건조공기를 불어 넣는 대신에 이 시험을 통해 배관에 막힘이 없어야 한다는 요건의 만족을 확인할 수 있다. 다만 시험을 마친 후에는 모든 모니터와 수동호스라인을 포함한 장치에 건조공기를 불어 넣어서 잔류 드라이 케미컬 분말을 제거하여야 한다. *(2020)*

1105. 화물압축기실 및 화물펌프실 【규칙 참조】

1. **화물압축기 및 화물펌프실의 고정식 소화장치** **규칙 1105.**의 1항을 적용함에 있어서 화물압축기실 및 화물펌프실의 고정식 가스소화장치는 다음 각호에 따라야 한다. 소화장치가 불활성화에 적절하지 아니한 경우 별도의 불활성가스장치를 설치하여야 한다.

(1) 고정식 가스소화장치는 **규칙 8편 8장의** 관련 규정을 준용한다.
(2) 탄산가스로 하는 경우에는 **규칙 6장 1102.**의 1항의 규정에 따라야 한다.
(3) 질소가스 소화장치로 하는 경우에는 “선박소방설비 기준"의 해당 규정에 따르는 외에 질소가스의 양은 해당 구획의 총용적에 다음의 산식에 따라 얻어지는 값을 곱한 것 이상으로 하여야 한다.

$$\frac{21-O_2}{21}\times 1.2$$

여기서 O_2는 질소가스를 봉입하는 경우 각종 화물가스에 대한 한계탄소량(Vol %).

(4) 질소가스 소화장치의 저장용기 및 배관은 (3)호에서 정하는 양의 85 %에 상당하는 질소가스를 2분이내에 해당구획으로 방출할 수 있어야 한다.
(5) **규칙 1105.**와 관련하여 화물압축기실 및 화물펌프실의 위벽은 문 등의 개구부를 포함하여 “A - 0"급 상당의 건전성을 가진 것으로 하여야 한다. 문 등에 설치하는 패킹은 원칙적으로 **규칙 8편 1장 103.**의 3항 규정에 정하여진 불연성재료이어야 한다. 다만, 개구부의 구조상세, 패킹의 재질 및 사용량에 있어서 특별한 고려를 한 경우에는 반드시 불연성재료의 것이 아니어도 좋다.
(6) (5)호에도 불구하고 해당구획의 노출부와의 경계에 설치하는 창에 강재의 바깥덮개를 설치한 경우 이 창은 “A - 0" 급이 아니어도 좋다. 또한 전동기실과의 경계에는 “A - 0"급 상당이 아니면 창을 설치하여서는 아니 된다.

제 12 절 화물지역내의 동력통풍장치

1201. 통상의 화물취급 작업중 사람이 출입할 필요가 있는 구역 *(2019)*

1. **통풍용 흡입구의 배치** **규칙** 1201.의 2항의 적용상 흡입구는 적어도 가스안전장소에 설치하여야 한다.
2. **통풍팬의 구조** **규칙** 1201.의 7항의 적용상 다음 각호에 따라야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 통풍팬은 별도로 정하는 승인요령에 따라 승인된 것이어야 한다.
   (2) 화물압축기 및 펌프를 구동하는 전동기를 설치하는 전동기실의 통풍팬은 **규칙** 1201.의 7항의 규정에 따르는 외에 (가) 및 (나)에 따라야 한다.
   (가) 전동기실의 총용적을 매시 30회 이상 환기시킬 수 있는 것이어야 한다.
   (나) 통풍팬을 구동하는 전동기는 전동기가 설치된 장소에 따라 **규칙 5장 10절**의 관련규정에 정하여진 바에 따르는 외에 노출부에 설치하는 경우에는 **규칙 8편 12장** 201.의 4항 (2)호에 따른 외장형의 요건에 적합한 것이어야 한다.
3. **규칙** 1201.의 7항을 적용함에 있어서, 통풍팬을 구동하는 전동기가 해당 위험구역용으로 승인된 방폭형일 경우 그 전동기는 통풍 덕트 내부에 설치될 수 있다. *(2017)*

1202. 통상 사람이 출입하지 않는 구역 【규칙 참조】

1. **화물창구역 등의 통풍**
   (1) 통풍을 자연통풍장치만으로 하는 것은 인정하지 않는다.
   (2) **규칙** 1202.을 적용함에 있어서 이동식 통풍장치의 경우에도 우리 선급이 승인한 것이어야 한다.

제 13 절 계기 및 자동화시스템

1301. 일반사항

1. **제어장치 및 지시장치의 집중배치** **규칙** 1301.의 2항을 적용함에 있어서 제어장치 및 지시장치의 집중배치 장소를 화물제어실 또는 다른 적절한 장소로 할 수 없는 경우에는 조타실로 한다. **【규칙 참조】**
2. **계측장치의 검정 및 시험** **규칙** 1301.의 3항을 적용함에 있어서 계측장치의 시험 및 검사는 다음 각호에 따라야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 계측장치의 제조시 시험 및 검사는 각 장치에 대하여 다음에 따른다.
   (가) 가스탐지장치는 별도로 정하여진 승인요령에 따른다.
   (나) 액면계측장치는 "**제조법 및 형식승인 등에 관한 기준**"에 따른다.
   (다) 압력/온도계측장치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 따르거나 충분한 사용실적이 있는 제조자가 충분한 품질관리에 따라 제조하고 그 신뢰성이 확인된 것이어야 한다.
   (2) 계측장치는 본선 설치후에 효력시험을 하여 소정의 성능을 가지는가를 확인한다. 이 시험은 반드시 실제의 화물로 할 필요는 없으나 가스탐지장치는 적절한 시험가스를 사용하여야 한다.
   (3) 계측장치에 대한 취항후의 재검정 및 시험방법에 대하여는 적어도 (가) 부터 (바)의 사항이 **규칙** 1803.의 1항에서 정하는 작업지침서에 기재되어야 한다.
   (가) 사용전의 체크방법 및 시험방법
   (나) 사용중의 체크방법 및 시험방법
   (다) 제조자가 정한 정기적 체크방법 및 그 간격
   (라) 장치의 유효기간(영구적으로 유효한 장치는 제외)
   (마) **규칙 1편 2장** 204.의 (4)호 규정에 정하는 정기적검사 방법
   (바) 기타의 주의사항

1302. 화물탱크의 액면지시장치 【규칙 참조】

1. **일반사항** **규칙** 1302.의 1항을 적용함에 있어서 다음 각호에 따라야 한다.
   (1) 액면지시장치의 성능 및 구조는 "제조법 및 형식승인 등에 관한 기준"에 따라 승인된 것이어야 한다.
   (2) 액면지시장치의 유효성 및 설치개수는 다음에 따라야 한다.
   (가) 화물탱크에 화물을 적재한 상태에서 액면계의 필요한 보수를 할 수 있는 경우에는 액면계측 장치는 1개로 할 수 있다.
   (나) 예를 들어 고액위 또는 저액위의 액면계측의 범위가 한정되는 경우로 그의 범위에 화물을 적재할 것을 조건으로 하고 있는 화물탱크에 대하여 그 액면계측장치는 유효한 것으로 본다.
2. **규칙** 1302.의 2항을 적용함에 있어서, 1개의 액면지시장치만이 수용가능한지 여부를 평가하기 위하여, "유지보수 될 수 있다"라는 표현은 수동부품 이외에 액면지시장치의 어떤 부품도 화물탱크가 작동되는 동안 정비될 수 있음을 의미한다. 다만, 수동부품은 정상적인 작동 조건하에서는 고장이 발생하지 않아야 한다. *(2020)*
3. **액면계측장치의 형식** **규칙** 1302.의 3항을 적용함에 있어서 적재예정화물이 복수인 경우에 **규칙 19절**의 최저요건 일람표 g란에서 요구하는 액면지시장치의 형식이 복수종류로 되는 경우 각 형식의 장치를 2개 이상(1항 (2)호 (가)의 경우 1개로 할 수 있다) 설치하는 경우에는 이를 병렬로 설치할 수 있다. 다만, 요건보다 완화된 형식의 장치에는 대응하는 화물 이외의 화물적재시에 사용하지 아니한다는 취지를 명기한 주의명판을 부착하여야 한다.

1303. 넘침제어 【규칙 참조】

1. **일반사항** **규칙** 1303.의 1항을 적용함에 있어서 다음 각호에 따라야 한다.
   (1) 고위액면경보장치는 **규칙 8편 9장** 503.의 1항에 따라야 한다.
   (2) 고액위에서 적하밸브를 자동폐쇄하기 위하여 설치된 액면경보장치의 센서는 **규칙** 1302.의 1항에 정한 액면지시장치에 사용한 센서와 겸용할 수 있다.
2. **주입자동 정지장치의 생략** **규칙** 1303.의 4항 (2)호에서 "적하작업 중 발생하는 최대압력" 이라 함은 육상의 이송펌프의 최대토출압력 및 화물증기압을 고려한 것으로 한다.
3. **화물탱크의 고액면경보에 대한 시험** **규칙** 1303.의 2항 및 5항을 적용함에 있어서 다음 각 호에 따라야 한다. *(2018)*
   (1) "각 입거" 라 함은 화물선안전구조증서 및/또는 화물선안전증서의 갱신을 위해 요구되는 선박의 바닥 외부에 대

한 검사로 간주된다.

1304. 압력감시장치

1. **화물탱크의 압력계 및 압력경보**
   (1) **규칙** 1304.의 2항의 규정에서 항해선교에 설치된 저압경보는 **규칙** 803.의 1항에 따라 부압방지장치가 요구된 경우 화물탱크의 최대설계 외압보다 낮은 적절한 설정압력에서 경보를 발하는 것이어야 한다. **【규칙 참조】**
   (2) **규칙** 1304.의 2항 및 3항의 규정에서 정하는 경보장치는 보고 들을 수 있는 경보를 발하는 것이어야 한다. **【규칙 참조】**

1306. 가스탐지장치

1. **규칙** 1306.의 4항을 적용함에 있어서, **19절**의 최저요건 일람표 "f"란에 "A"로 표시되는 화물의 운반과 상관없이 모든 가스 운반선에 대해 국제화재안전장치 코드 15.2.2.4.5.4에 따라 불활성가스장치를 포함하는 구역(들)의 적절한 위치에 두 개의 산소 센서를 배치해야 한다. *(2021)*
2. **독성화물의 가스탐지장치** **규칙** 1306.의 5항의 적용상 이동식 가스탐지장치의 사용은 다음 각호에 따라야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 이동식 독성 가스탐지장치는 적어도 2조 설치하여야 한다.
   (2) **규칙 19절**의 표 중 f란에 "$F+T$ "가 표시된 화물의 경우는 **규칙** 1306.의 14항에서 정하는 고정식 인화성 가스탐지장치를 별도로 설치하여야 한다.
   (3) 탐지관식과 같이 소모품을 구성요소로 가진 경우는 (1)호에서 정하는 2조 이외에 본선의 작업내용 대상화물의 운송빈도를 고려하여 적절한 추가의 예비탐지관을 비치하여야 한다. 또한, 탐지관식의 경우에는 탐지관을 대상화물마다 상기의 수만큼 비치할 필요가 있으나 흡입펌프는 가스탐지장치의 형식마다 적어도 2대 이상이어야 한다.
3. **독립형탱크 이외의 화물탱크의 가스탐지** **규칙** 1306.의 14항의 적용상 독립형탱크 이외의 화물탱크의 화물창 구역 및 방벽간 구역의 가스탐지장치는 다음 각 호에 따라야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 일체형탱크의 경우에는 **규칙** 1306.의 14항의 규정은 적용하지 아니한다. 다만, 해당 탱크의 화물창 구역 및 방벽간 구역은 **규칙** 1306.의 2항 (2)호의 규정을 적용한다.
   (2) 해당구획의 가스농도 계측가능 범위는 통상시에 연소한계를 100 %로 한 스케일로서 필요한 경우에 용적비로 0 %에서 100 %까지로 전환하는 것으로 할 수 있다.
4. **산소농도 계측장치** **규칙** 1306.의 20항에서 "산소농도를 계측하는 적절한 장치" 라 함은 511.의 8항의 해당호에 정하는 바에 따르는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

1307. 2차 방벽을 요구하는 격납설비에 대한 추가요건 【규칙 참조】

1. **화물을 -55°C 미만의 온도로 운송하는 경우 선체구조의 온도계측장치** **규칙** 1307.의 2항 (2)호에서 "필요한 경우" 라 함은 **규칙** 419.의 1항 (5)호에 정한 선체 횡강도부재를 가열하기 위한 장치가 설치된 경우를 말한다. 이 경우 적어도 이중저 정판상의 4개소에 검출단을 설치하여야 한다.
2. **화물을 -55°C 미만의 온도로 운송하는 경우 화물탱크의 온도계측장치** **규칙** 1307.의 2항 (3)호의 적용상 -55°C 미만의 온도로 화물을 운송하는 경우의 온도계측장치는 다음 각 호에 따라야 한다.
   (1) 413.의 4항 (1)호에 정하는 쿨링다운 또는 적하상의 순서를 확인하기 위하여 **규칙** 1307.의 2항 (3)호에 정한 온도계측장치를 설치하여야 한다.
   (2) **규칙** 1307.의 2항 (4)호에 규정한 쿨링다운의 방법이 적절함을 확인하기 위하여 설치하는 온도검출단은 스프레이 라인개구의 배치, 화물탱크의 구조, 지지구조 및 방열구조를 고려하여 배치하여야 한다. 이들의 구조 및 배치가 동일하다고 볼 수 있는 다른 화물유 탱크에는 **규칙** 1305.의 1항 및 **규칙** 1307.의 2항 (3)호에 정하는 온도계측장치만을 설치할 수 있다.

1309. 시스템 통합 *(2020)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 1309.의 3항을 적용함에 있어서, "통합시스템" 이라는 표현은 화물 액체 및 증기의 운반, 취급 및 검사(conditioning)에 필요한 제어, 감시/경보 및 안전 기능에 사용되는 컴퓨터기반시스템의 조합을 의미하며 컴퓨터기반시스템 간의 통신을 가능하게 하고 감시/경보 및 안전기능 및/또는 명령/제어에 중앙집중식 액세스(access)가 가능하도록 상호 연결된다.

제 15 절 화물탱크의 충전한도

1504. 증가된 충전한도의 결정 【규칙 참조】

1. 압력도출밸브의 흡입구가 증기구역으로 유지되는 것에 대한 결정

규칙 1504.의 1항 (2)호를 적용함에 있어서 15° 종경사 및 0.015L 횡경사 시에 압력도출밸브의 흡입구는 증기구역으로 유지되어야 한다.

2. 허용치의 계산

규칙 1504.의 1항 (3)호를 적용함에 있어서 허용치를 결정하기 위하여 다음의 방법이 사용될 수 있다. 다만, 동등수준의 안전성이 보장되는 경우 다른 방법을 사용할 수 있다.

규칙 1504.의 1항 (3)호에 규정된 파라메터는 다음과 같은 팽창계수 α_1 *부터* α_4 로 나타낼 수 있다.

α_1 : 액면지시장치의 오차에 따른 액체용적의 증가율
α_2 : 온도지시장치의 오차에 따라 액체용적의 증가율
α_3 : 압력도출밸브가 최대유량으로 분출할 때 압력상승으로 인한 화물용적의 팽창
α_4 : 운영상 여유(operational margin) 0.1%

계수 α_1 *부터* α_4 는 다음과 같이 결정된다.

$$\alpha_1 = \frac{dV}{dh}\left(\frac{\Delta h}{V}\right) \cdot 100 \ (\%)$$

여기서,

dV/dh : 충전액위 h에 있어서 액위에 대한 액용적의 변화율(m^3/m).
h : 미리 산정한 충전한도에 대응하는 충전액위(FL 〉 98%)(m).
V : 허용된 화물탱크의 총용적 (m^3)
Δh : 액면지시장치의 최대 총오차 (m)

$$\alpha_2 = \beta \times \Delta T \, (\%)$$

여기서,

β : 기준온도에서의 체적 열팽창 계수 (%/K)
ΔT : 온도지시장치의 최대오차 (K).

$$\alpha_3 = \left(\frac{\rho_{PRV}}{\rho_{PRV \cdot 1.2}} - 1\right) \cdot 100 \, (\%)$$

여기서,

ρ_{PRV} : ρ_R 기준상태(reference conditions)에서의 화물비중 즉, 압력도출밸브의 설정압력에서의 화물의 온도에서의 화물비중
$\rho_{PRV \cdot 1.2}$: 기준상태(reference conditions)에서의 화물비중 즉, 압력도출밸브의 설정압력의 1.2배 압력에서의 화물의 온도에서의 화물비중

α_4 : 운영상 여유(operational margin) 0.1%

계수 α_1 *부터* α_4 를 근거로 하여 다음의 총 팽창계수가 결정된다.

$$\alpha_t = \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2} + \alpha_3 + \alpha_4 \ (\%)$$

1505. 최대적재한도 【규칙 참조】

1. 2016년 7월 1일 이전에 건조되고 IMO Res. MSC.5(48)을 적용받는 선박의 경우, 독립형탱크 형식 C는 **규칙** 1505.의 1항을 대신하여 **규칙** 1505.의 2항에 따라 적재할 수 있다.

제 16 절 연료로서 화물의 사용

1606. 주보일러의 특별요건 【규칙 참조】

1. **규칙** 1606.의 3항에서 "가스버너의 관에는 수동조작의 차단밸브를 부착하여야 한다." 라 함은 **그림** 7.5.39에 따른다.

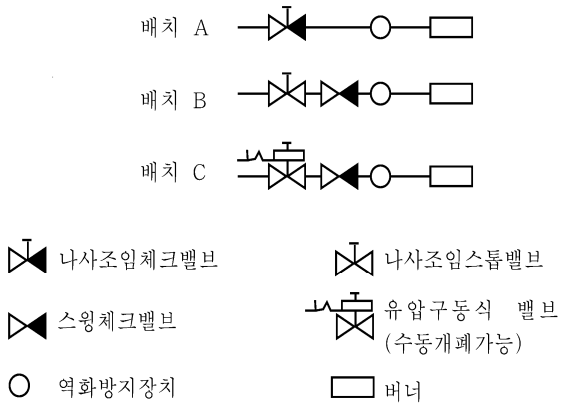


그림 7.5.39

1607. 가스연료의 내연기관의 특별요건 【규칙 참조】

1. **규칙** 1607.을 적용함에 있어서 메탄가스를 연료로 사용하는 이중연료 디젤기관(duel-fuel diesel engine)(이하 **DFD 기관**이라 한다)에 대하여는 다음에 따른다
   (1) DFD기관이 설치된 LNG운반선은 추가설비부호로서 DFDE(LNG) 부호를 부여할 수 있다. *(2021)*
   (2) DFD기관의 제어 및 안전장치는 **5편 부록 5-7**에 따른다.
2. **규칙** 1607.의 1항 (4)호를 적용함에 있어서 매니폴드 공기흡입구, 소기구역 및 배기장치에 대해서, 누설가스의 점화로 인한 최악의 가압에 견디는 강도로 설계되어 있지 않은 경우 또는 엔진의 안전개념으로 정당화되지 않은 경우에는 적합한 압력도출장치가 설치되어야 한다. 매니폴드 공기흡입구, 소기구역 및 배기장치 내의 과압의 위험가능성에 대하여 상세한 평가를 수행하여야 하고 엔진의 안전개념에 반영하여야 한다.
   크랭크케이스의 경우, **규칙 5편 2장 203.의 4항**에서 요구하는 폭발도출밸브는 엔진의 가스운전에 적합한 것으로 고려되어야 한다. 상기 요건에 해당되지 않는 엔진에 대해서는 크랭크케이스 내의 연료가스축적의 위험 가능성에 대한 상세한 평가를 수행하여야 한다. *(2021)*
3. **규칙** 1607.의 3항 (3)호를 적용함에 있어서 크랭크케이스의 가스탐지장치는 벤트장치에 설치할 수 있다.

제 17 절 특별규정

1705. 1G형의 선박을 요구하는 화물 【규칙 참조】

1. **규칙** 1705.의 5항을 적용함에 있어서 "우리 선급이 인정하는 바"라 함은 수용인원, 화물차단 등을 고려하여 승무원을 보호할 수 있도록 설계되고 장비된 구획을 말한다.

1718. 산화프로필렌 및 산화에틸렌/산화프로필렌의 혼합물 (중량비 30 % 이하의 산화에틸렌을 혼합한 것)

1. **밸브, 플랜지 및 부착품** **규칙** 1718.의 10항을 적용함에 있어서 방열재 및 패킹의 재질로서 네오프렌, 천연고무, 아스베스토스, 아스베스토스류의 암유물 및 석면과 같은 마그네슘 산화물을 함유하는 재료는 사용하지 말아야 한다. **【규칙 참조】**
2. **질소가스의 봉입** **규칙** 1718.의 27항의 적용상 순도 99 %(용적비) 이상을 확보하는 것이 가능한 멤브레인 타입 질소가스 발생기는 사용할 수 있다. **【규칙 참조】**

제 18 절 작업규정

1809. 화물시료채취 【규칙 참조】

1. **규칙 1809.**의 요건은 시료채취장치가 선내 설치된 경우에 적용한다. 불활성화 또는 가스업(gassing up)하는 동안 화물탱크의 환경제어에 사용되는 시료채취연결부는 이 요건의 적용상 시료채취연결부로 고려되지 않는다. *(2021)*

1810. 화물 비상차단(ESD)장치

1. **비상차단밸브의 요건 규칙 1810.**의 2항 (1)호의 적용상 다음 각호에 정하는 바에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 규정에서 "페일-클로즈형"이라 함은 (가) 또는 (나)에 정하는 바에 따른 것을 말한다.
   (가) 유압 또는 공기압은 밸브의 열림동작을 위하여만 사용하고 밸브의 닫힘동작은 페일-클로즈 작동시에도 포함하며 스프링 또는 중량 등에 의해 행하여지는 것.
   (나) 밸브의 구경이 커서 (가)의 방법을 이용할 수 없으므로 밸브의 개폐동작을 모두 유압 또는 공기압을 사용하는 경우 페일-클로즈시의 작동용 유압 또는 공기압은 특별히 설치한 축압탱크로부터 공급하는 것. 통상 동작용의 유압 또는 공기압의 소실 및 페일-클로즈 작동 시에 경보를 발하는 것이어야 한다.
   (2) 규칙의 규정에서 "설치장소에서도 수동폐쇄할 수 있는 것"이라 함은 수동핸들에 의하여 직접 수동폐쇄할 수 있는 것 이외에 페일-클로즈 기구를 이용한 유압 또는 공기압의 수동에 의한 개방에 따라 폐쇄될 수 있는 것 또는 수동펌프에 의해 폐쇄할 수 있는 것을 말한다.
   (3) 규칙의 규정에서 "30초 이내의 동작으로 완전하게 폐쇄"라 함은 비상차단밸브의 폐쇄신호를 발한 후부터 30초 이내에 해당밸브가 완전히 닫히는 상태를 말한다. 이 규정은 (2)호의 수동폐쇄기구에는 적용하지 않아도 좋다.
   (4) 비상차단밸브의 차단용의 유압 또는 공기압 관장치에는 스톱밸브를 설치하여서는 아니 된다.
2. **표 7.5.12 (비고) 4.**의 "화물펌프의 작동 및 매니폴드용 비상차단(ESD)밸브의 개방조작이 금지되어야 한다"를 적용함에 있어서 화물펌프 및 비상차단밸브의 오작동을 방지하기 위해 전기적 또는 기계적 인터록 장치와 같은 하드웨어 장치를 갖추어야 한다. *(2021)*

제 19 절 최저요건일람표

규칙 19절의 최저요건일람표의 액화가스 또는 그 외의 화물과 동등의 위험성을 가지는 것으로 인정되는 화물을 운반하는 경우의 구조설비는 선적국 정부의 특별한 요구가 없는 한 구조설비의 기본적인 설계에 대하여 화물의 물성치(증기압, 액의 밀도 및 증발잠열 등)에 따라 요건을 정한다. 따라서 화물의 독성, 인화성, 부식성, 반응성 및 저온 및 압력의 정도에 따라서 **규칙 19절**에 규정하는 최저요건일람표의 각 항목 및 특별요건에 대하여 별도로 정한다. **【규칙 참조】**

제 6 장 위험화학품 산적운반선

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 적용 【규칙 참조】

(1) 화물의 성상을 유지하기 위하여 산적 운송하는 화물에 **규칙 17절**의 표에서 정하는 물질을 첨가하는 경우 그 첨가물에 대하여는 **규칙 6장**의 규정을 적용할 필요는 없다. 다만, 첨가물의 물성 및 양을 고려하여 탱크의 벤트장치, 전기설비, 계측장치, 안전장구 등에 대하여는 추가의 요구를 할 수 있다.

(2) 중합, 축합 등 서로 반응하지 아니하는 혼합물질을 운송하는 경우에는 서로 분리된 화물의 모든 요건을 적용한다.

106. 정의

1. 용어의 정의

(1) **규칙 6장** 및 **지침 6장**의 적용에 있어 "인접"이라 함은 별도로 정하는 경우를 제외하고 면접촉, 선접촉 및 점접촉 모두를 포함한다.

(2) **규칙 106.**의 6항에서 규정하는 "화물지역"이라 함은 **그림 7.6.1**과 같이 배치된 화물탱크 또는 슬롭탱크에 인접하는 연료유 탱크는 포함하지 아니한다. 다만, **규칙 6장 304.**의 통행로의 요건은 적용한다. 【규칙 참조】

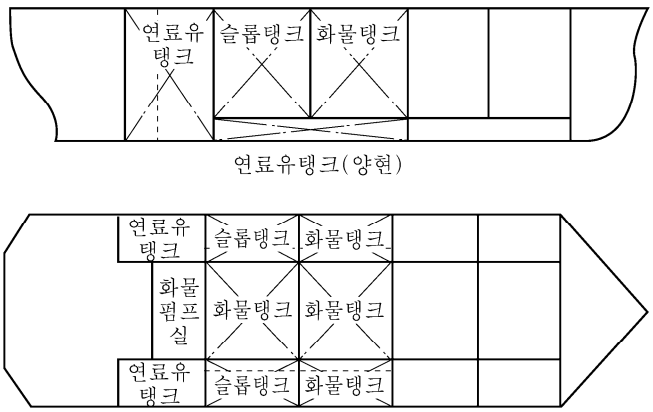


그림 7.6.1

(3) **규칙 106.**의 32항에서 규정하는 상호 “분리"된 배관계통이란 다음 각호의 것을 말한다. 【규칙 참조】

(가) 상호 완전히 독립된 배관계통

(나) 다른 화물을 적재한 탱크와 공통으로 사용하는 배관계통이 있거나 위험한 상호반응을 일으키는 화물을 적재하는 경우 **그림 7.6.2**와 같이 [가능]의 예에 따라 분리된 배관계통은 상호 분리된 배관계통으로 간주한다. 이 방법에 따라 분리되는 경우에는 작업지침서)에 그 취급방법에 대한 주의사항을 기재하여야 한다.

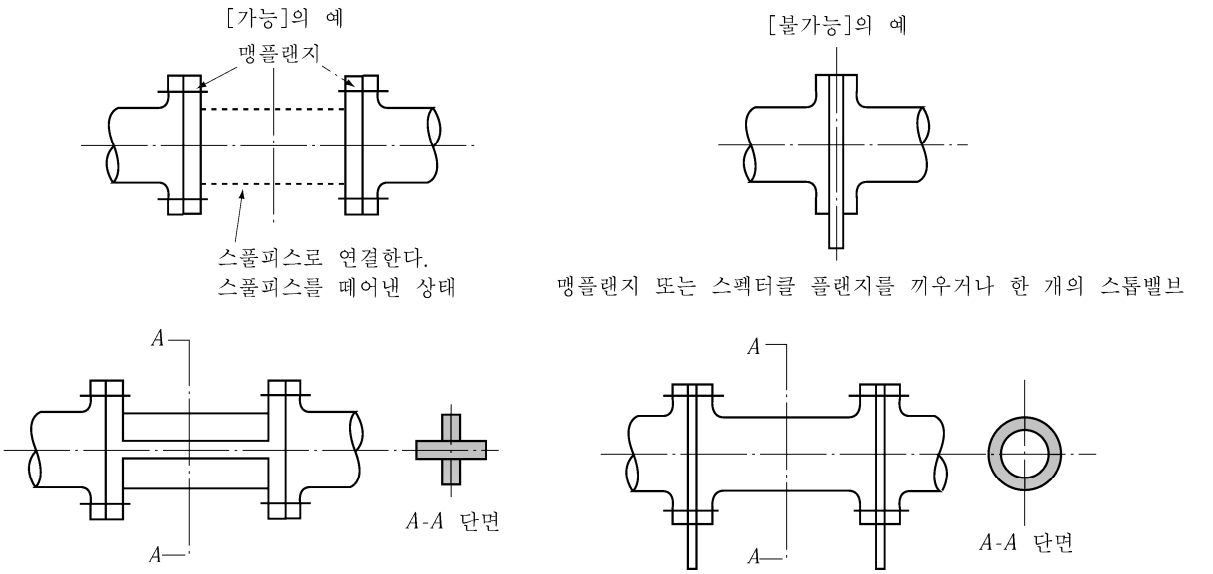

[가능]의 예
맹플랜지
스풀피스로 연결한다.
스풀피스를 떼어낸 상태
[불가능]의 예
맹플랜지 또는 스펙터클 플랜지를 끼우거나 한 개의 스톱밸브
A
A
A-A 단면
보빈피스(Bobbin piece)를 끼운 상태
A
A
A-A 단면
2중*의 맹플랜지 또는 스펙터클 플랜지를 끼워 넣거나 또는
2중*의 스톱밸브
* : 여러 개가 있더라도 일체 인정하지 아니한다.

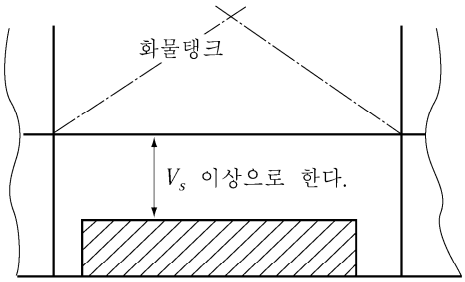
그림 7.6.2

제 2 절 선박의 생존능력 및 화물탱크의 배치

202. 건현 및 비손상시의 복원성

1. **고체밸러스트 【규칙 참조】**

초기 복원성의 요건을 만족할 수 없는 경우에는 고체밸러스트의 설치를 인정할 수 있다. 또한 탱크 바로 아래에 고체밸러스트를 설치하는 경우에는 고체밸러스트 정부에서 화물탱크의 바닥까지의 거리는 **그림 7.6.3**과 같이 선저손상시의 수직방향 손상범위(V_s) 이상으로 하여야 한다.



빗금부 : 고체밸러스트
V_s : **규칙** 205.에서 정하는 수직방향 손상범위

그림 7.6.3

2. **규칙** 202.의 2항의 적용시, 열대만재흘수선을 지정하는 선박의 경우 '모든 항해 상태'라 함은 열대만재흘수선에 상응하는 적하상태를 포함한다.
3. **규칙** 202.의 6항의 기구가 권고한 성능기준은 다음을 참조한다. **【규칙 참조】**
   - part B, chapter 4, of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code);
   - the Guidelines for the Approval of Stability Instruments (MSC. 1/Circ.1229), annex, section 4;
   - the technical standards defined in part 1 of the Guidelines for verification of damage stability requirements for tankers (MSC.1/Circ.1461)
4. **규칙** 202.의 6항 (3)호의 "우리 선급이 인정하는 경우"란, 손상 및 비손상 복원성 검증 절차가 승인된 조건에 적합하게 적하되는 것과 동등한 안전 수준을 유지하는 다음의 선박 중 하나를 말한다.
   (1) 모든 형태의 예상 가능한 적하 조건이 **규칙** 202의 5항에 따라 선장에게 제공되는 승인된 복원성 자료에 포함되고 전용작업에 사용되는 선박
   (2) 우리 선급이 승인한 방법에 의해 원격으로 복원성 검증이 가능한 선박
   (3) 승인된 적하 조건 범위 안에서 적하되는 선박
   (4) KG/GM을 제한하여 승인함으로써 적용 가능한 모든 손상 및 비손상 복원성 요건을 충족하는 2016년 7월 1일 이전에 건조된 선박
5. 4항의 승인된 조건은 다음을 참조한다.
   - operational guidance provided in part 2 of the Guidelines for verification of damage stability requirements for tankers (MSC.1/Circ.1461)

203. 건현갑판하의 선외배출관 【규칙 참조】

1. **규칙** 203.의 1항을 적용함에 있어서 다음 각호에 정하는 바에 따라야 한다.
   (1) 선루내의 배수관은 **5편 6장** 303.의 1항의 규정에 따른다.
   (2) 배수관의 선내 개구단은 **5편 6장** 303.의 2항 (1)호 (가)의 규정에 따른다.
2. **규칙** 203.의 1항의 요건은 건현갑판상 제2층 이상의 선루 및 갑판실에서의 선외배출관에는 적용치 아니한다.
3. 위험구역내의 배수관은 안전구역 또는 기관실을 원칙적으로 통과하여서는 아니 된다.

205. 손상가정 【규칙 참조】

1. **가정 최대손상범위** **규칙** 205.의 1항 (2)호에서 정하는 손상기준의 적용상 선수단으로부터 0.3 L_f 부근에서 가정하는 손상은 (1)호 및 (2)호에 따른다.

(1) 선수로부터 0.3 L_f의 장소 및 이보다 전방에 적용하는 선저손상범위(**규칙 205.**의 1항 (2)호에 따른다)의 경우 손상은 선수단으로부터 0.3 L_f의 장소보다 후방으로 연장하지 않는 것으로 한다.
(2) 선수단으로부터 0.3 L_f의 장소보다 후방에 적용하는 선저손상범위(**규칙 205.**의 1항 (2)호에 따른다)의 경우 손상범위는 선수로부터 0.3 L_f-5.0 m의 장소까지 연장하는 것으로 한다.

206. 화물탱크의 위치 【규칙 참조】

1. **화물탱크의 배치** **규칙 206.**에서 규정하는 화물탱크의 배치요건에 관계없이 화물펌프실의 빌지 또는 탱크세정수는 어떤 화물탱크에 주입할 수 있다.
2. **화물탱크에 설치하는 흡입웰** 흡입웰의 면적은 필요에 따라 화물펌프, 흡입관, 밸브, 가열관 등을 설치하기 위하여 필요한 면적과 충분한 흡인 및 청소와 보수에 필요한 간격을 확보할 수 있는 면적보다도 크지 않게 하는 것이 좋다.

207. 침수의 가상

1. **평형용 설비** **규칙 207.**의 6항에 규정하는 "연통관"은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
(1) 이 설비는 최대복원정이 0.1 m 및 평형상태에서 20° 범위에서의 *GZ*면적이 0.0175 m·rad를 확보할 수 있는 경우에만 사용하는 것을 인정한다. 이 설비를 사용하지 아니한 상태에서 손상후 횡경사각도 및 정복원력 범위의 규정을 만족하여야 한다. (**그림 7.6.4**)

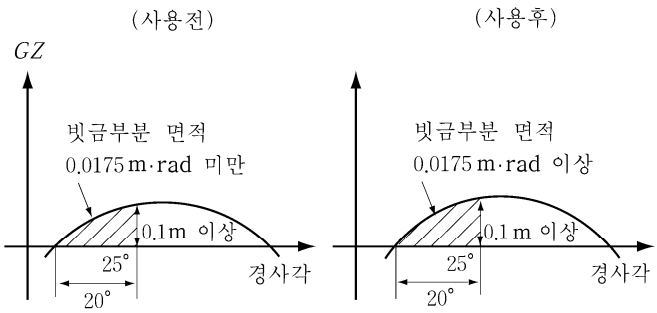


그림 7.6.4

(2) 이 설비를 사용하기 전의 복원정 곡선을 결정하는 경우에는 다음과 같이 가정한다.
(가) 손상구획의 화물 또는 소비액체는 전부 유출한 것으로 한다.
(나) 손상구획은 외측의 수선까지 해수로 만재된 것으로 한다.
(다) 연통관이 폐쇄된 것으로 한다.
(3) 평형화에 대한 소요시간은 15분 이내로 한다.
(4) 평형화에 사용되는 배관의 단면적 A는 다음과 같이 한다.

$$A \geq 7.5\,V/\sqrt{H}\ \ (\mathrm{cm}^2)$$

V : 침수구획에 유입된다고 예상되는 양(m^3)
H : 손상전 흘수선에서 관의 중심선까지의 높이(m).

(5) 침수가 동일 높이에서 진행하도록 하기 위하여 양현의 구획을 큰 덕트로써 연결하는 것은 선회시의 경사모멘트를 증가시키기 때문에 바람직하지 않다.

2. **선루의 부력** **【규칙 참조】**
(1) **규칙 207.**의 8항에 있어서 기관구역이 1구획침수로서 취급되는 선측손상의 경우 선미루에 대하여는 기관실 이외의 구역의 손상범위가 적용되므로, 예를 들면 **그림 7.6.5**와 같이 수밀격벽이 선미루내에 배치되지 않는 한 기관실 주위의 선미루내 구획에서 수밀격벽으로 폐위된 구획을 예비부력으로 취급하여서는 아니 된다. 다만, **규칙 208.**의 2항의 규정에 따라 소형선에 대한 특별규정을 적용하는 경우 우리 선급이 특별히 완화조치로서 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다. 또한, 기관실 격벽 계단부가 돌출된 경우에는 **그림 7.6.6**과 같이 기관실을 수직으로 절단하여 그의 최전단 및 최후단 바로 위의 범위를 선루구획의 손상범위로 한다.

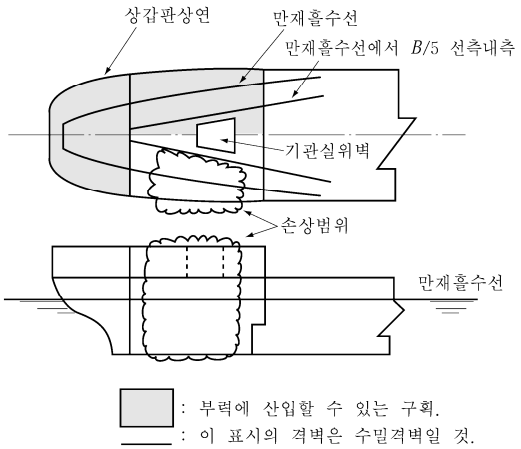


그림 7.6.5

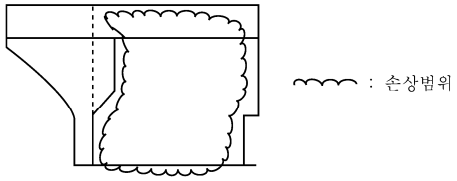


그림 7.6.6

(2) **규칙 207.**의 8항 (2)호에서 규정하는 수밀문의 원격조작은 안전하고 신속하게 접근할 수 있는 장소에서 조작할 수 있어야 한다. 또한, 잔존복원성의 규정최소 범위내에 침수하는 풍우밀의 개구는 평형상태에서 확실하게 폐쇄할 수 있어야 한다.

208. 손상기준 【규칙 참조】

1. 가정손상범위

(1) **규칙 208.**의 1항 (3)호 및 (5)호에 있어서 기관실 전후단 격벽의 계단부의 취급은 **그림 7.6.7**과 같이 한다.

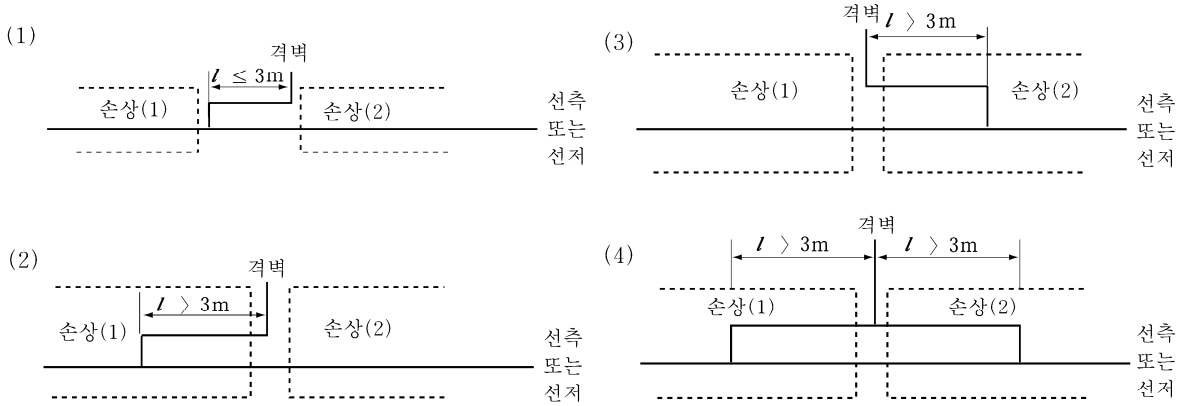


그림 7.6.7

(2) **규칙 208.**의 1항 (6)호에서 규정하는 "우리 선급이 정하는 바에 따른다"라 함은 기관실만 침수한 상태에서 **규칙 209.**의 생존요건을 만족하거나 다음의 요건을 만족하는 것을 말한다. (**그림 7.6.8**)

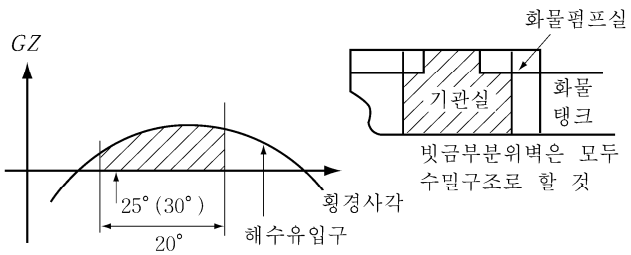


그림 7.6.8

(가) 침수후의 최종평형상태 및 25°(갑판 측선이 수몰하지 않는 경우는 30°) 사이의 임의의 점에서 20° 범위내에서의 복원정 곡선의 정의부분 면적은 다음에 의한다.

(a) 70 m ≤ L_f < 125 m의 경우 : 0.0175 m·rad 이상

(b) L_f < 70 m의 경우 : 0.0088 m·rad 이상

(나) 해수 유입구의 위치는 **규칙 209.**의 3항 (1)호에 따른다.

(다) 횡경사각도는 **규칙 209.**의 2항 (2)호에 따른다.

또한, 기관실 위벽이 수밀구조로 되어 있는 경우에는 선미루의 기관실 주위구획을 예비부력으로 취급할 수 있다. 문을 설치하는 경우 선미루 갑판에서 원격조작할 수 있는 수밀슬라이딩문을 설치하여야 한다.

2. **대체조치** **규칙 208.**의 2항에서 "인정하는 경우에 한하여 면제" 라 함은 다음에 따른다.(**그림 7.6.9**)

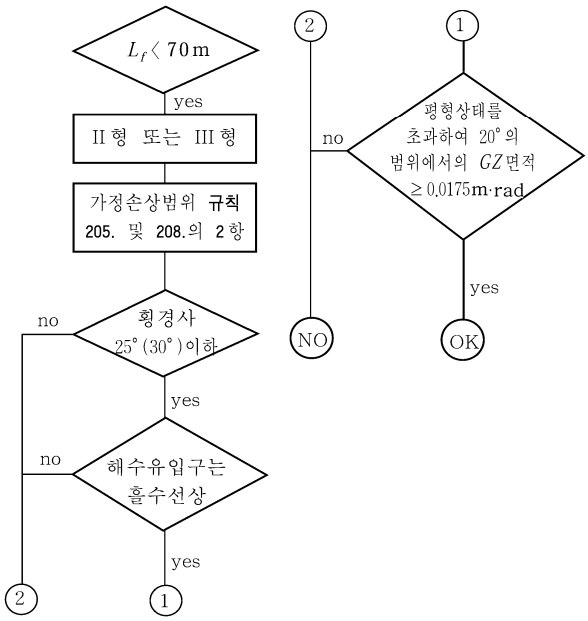


그림 7.6.9

(1) I형 선박에 대하여는 인정하지 아니한다.

(2) 소형선이라 함은 L_f < 70 m의 것을 말한다.

(3) III형 선박의 기관실 침수(**규칙 208.**의 1항 (6)호)를 제외하고 다음에 따른다.

(가) 가정손상범위는 **규칙 205., 208.**의 1항 (3)호 및 (6)호의 규정에 따른다.

(나) 해수유입구 및 횡경사 각도는 **규칙 209.**의 2항 및 3항에 따른다.

(다) 손상후의 최종평형상태 및 25°(갑판 측면이 수몰하지 않는 경우는 30°) 사이의 임의의 점에서 20°의 범위내에서의 복원정 곡선의 정의 부분의 면적은 0.0175 m·rad 이상이어야 한다.

(라) *GZ*의 최대값은 규정하지 아니한다.

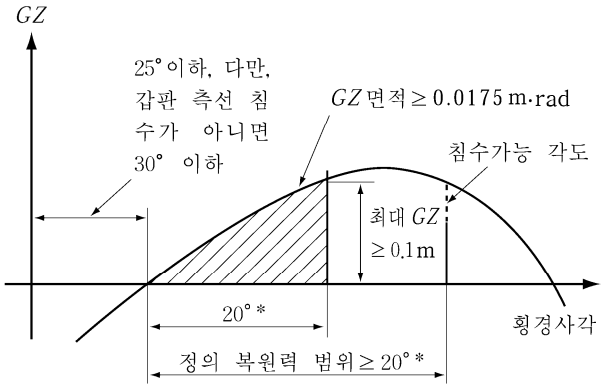
209. 생존요건 【규칙 참조】

1. **모든 침수단계에 대한 경우** **규칙 209.**의 2항 (3)호에서 "우리 선급이 인정하는 바" 라 함은 다음의 경우를 말한다. 통상의 경우 최종상태가 엄격하게 고려되지만 경우에 따라서는 손상구획의 해수와 대체되는 중간단계에서 보다 엄격한 상태가 일어날 가능성이 있기 때문에 우리 선급이 특별히 요구하는 경우에는 중간단계에서 복원성 검토를 하여야 한다.

2. **침수후 최종평형시의 경우** *(2017)*

(1) **규칙 209.**의 3항에 있어서 최소복원성 범위내(20°)에서 침수 가능한 풍우밀 개구는 손상후의 최종평형상태에 있어서 확실하게 폐쇄 가능한 것이어야 하며 갑판의 침수 또는 큰 횡경사로 인하여 안전하게 접근할 수 없는 것이어서는 안 된다.

(2) 침수후 최종평형상태에서의 생존요건은 **그림 7.6.10**에 따른다.



(비고) * : 20° 의 복원력 범위의 계산기점은 최종평형상대에서의 선체횡경사 각도와 최대횡경사 각도사이의 임의의 각도로 하여도 좋다.

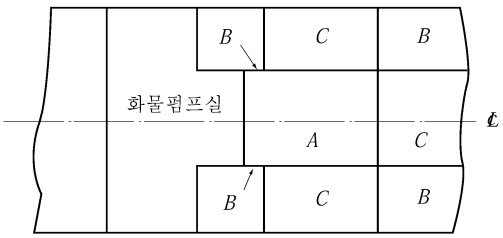
그림 7.6.10

(3) 국제만재흘수선협약(International Convention on Load Lines, ICLL) 19(4)규칙을 만족하는 풍우밀 폐쇄장치가 있다하더라도, 기관실 또는 비상발전기실(복원성계산시 부력으로 고려되었거나 하방으로 통하는 개구를 보호하는 경우에 한함)에 운항상의 이유로 충분한 공기 공급을 위하여 폐쇄장치의 개방이 유지되어야 하는 통풍통은 규칙 209.의 3항 (1)호의 풍우밀폐쇄할 수 있는 기타 개구에 포함되지 않는다.

제 3 절 선체배치

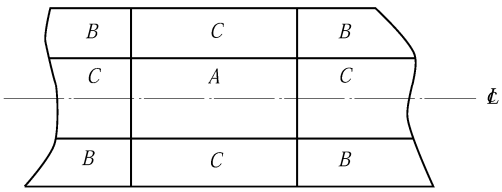
301. 화물지역의 격리 【규칙 참조】

1. **화물 또는 화물 잔류물을 적재하는 탱크의 격리** 화물탱크 및 슬롭탱크는 거주구역, 업무구역, 기관구역 등과 선접촉, 점접촉 어느 것도 인정하지 아니한다. 또한, 경사판에 의하여 접촉개소를 분리하는 방법도 인정하지 아니한다.
2. **다른 화물과 위험한 반응을 하는 화물의 격리** 위험한 상호반응을 일으키는 화물을 동시 적재하는 경우에는 **그림** 7.6.11과 같은 배치는 인정하지 아니한다. 또한, 상호반응화물의 격리요건에 한하여 **그림** 7.6.12와 같은 선접촉 및 점접촉은 인정한다. 화물관이 공통관인 경우에는 터널을 설치하거나 **그림** 7.6.13과 같이 배치하는 경우를 제외하고 위험한 상호반응을 하는 화물탱크를 관통하여서는 아니된다.



A 와 *B* 는 위험한 상호반응을 일으킴. (B 의 화살표시부분은 면접촉을 표시한다)
A 와 *C* 및 *B* 와 *C* 는 각각 위험한 상호반응을 일으키지 아니함.

그림 7.6.11



A 와 *B* 는 위험한 상호반응을 일으킴.
A 와 *C* 및 *B* 와 *C* 는 각각 위험한 상호반응을 일으키지 아니함.

그림 7.6.12

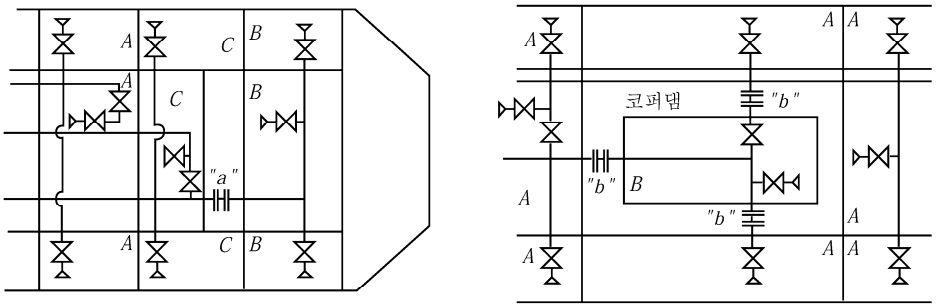


그림 7.6.13

(비고)

1. "a" 및 "b"는 **규칙** 301.의 5항에서 정하는 방법에 따라 코퍼댐, 보이드스페이스 내에서 분리시킬 것. 탱크내에서 분리하는 것은 인정하지 아니한다.
2. A와 B는 상호 위험한 반응을 하는 화물
3. A와 C 그리고 B와 C는 각각 상호 반응을 하지 아니하는 화물. 다만, 이 경우에는 화물 A 를 하역한 후 "a", "b"의 스풀피스를 접속하여 화물 B를 하역하는 방법은 인정할 수 없으므로 상기와 같이 분리된 탱크의 하역시에는 독립펌프등이 필요하다.

3. **화물관의 배치** 화물관은 **규칙** 301.의 3항에서 규정하는 구역 이외에 연료유 탱크, 청수탱크, 제어실 등의 구획내를 통과시켜서는 아니된다.

302. 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소 【규칙 참조】

1. **배치** 기밀 갑판으로 격리되고 적절히 통풍이 되는 경우에는 전기적인 위험구역이 아니므로 **그림** 7.6.14와 같이 선미부의 화물탱크에 인접하는 연료유 탱크의 상방에 거주구역, 업무구역 또는 제어장소를 배치하는 것을 인정한다. 페인트 창고는 그 사용 용도에 관계없이 화물지역의 상부에 배치 할 수 없다.

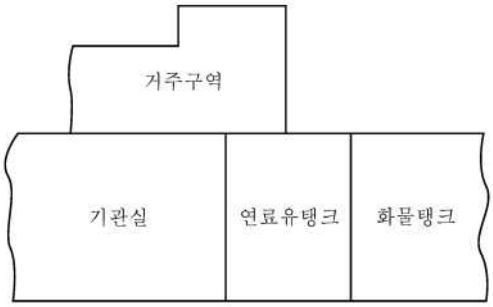


그림 7.6.14

2. **공기흡입구 및 개구의 배치** 개구의 위치에 대하여는 **규칙** 302.의 3항, 307.의 4항, 803.의 2항, 1201.의 5항 및 1512.의 규정에 따른다.

3. **거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소로 통하는 개구**

(1) 거주구역, 업무구역 및 기관구역의 동력식 통풍장치의 공기배기구 및 **규칙** 302.의 2항, 307.의 4항, 803.의 3항 및 1512.의 1항에서 규정하는 공기배기구에 대하여도 각각 이 규정을 적용한다.

(2) 문을 설치할 수 있는 구획은 화물장치 및 안전장구 격납실, 화물제어실 및 오염제거 샤워실에 한하며 이들의 구획은 **그림** 7.6.15와 같이 거주구역, 업무구역 및 제어장소에 이르는 통로가 없어야 한다.
또한 거주구역 등과 인접하는 주위벽, 바닥 및 천정에는 "A-60"급 방열을 시공하여야 한다. 그러나 인화점이 60℃ 이상인 화물을 전용으로 운송하는 선박의 경우, 화물지역과의 경계에 대한 요건은 **규칙 8편 7장** 103.을 적용할 수 있다, *(2020)*

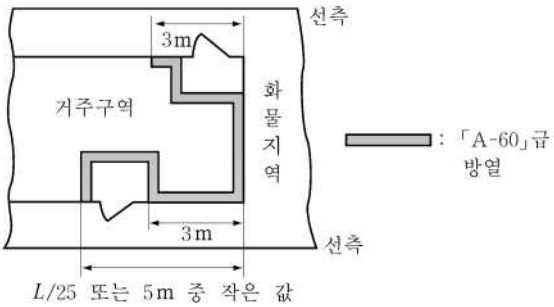


그림 7.6.15

〈비고〉
인화점이 60도 미만인 화물을 전용으로 운송하는 선박에 대한 방열 *(2020)*

(3) 조타실의 가스밀 창 및 문은 패킹 및 조임장치가 있는 것이어야 하며 이들의 창, 문 및 회전창은 0.2 MPa의 압력으로 사수시험을 한다. 회전창의 가스밀을 유지하기 위하여 회전창에 추가하여 조임장치가 있는 창을 설치하거나 회전하지 않는 경우에 유리를 조여서 가스밀이 될 수 있는 장치로 한다.

(4) 화물의 종류에 관계없이 위험화학품 산적운반선에는 갑판상에 넘친 화물이 거주구역, 업무구역 및 제어장소로 침입하는 것을 방지하기 위하여 **그림** 7.6.16과 같이 갑판실 전단에 영구적으로 코밍을 설치한다. 코밍의 갑판상 높이는 300 mm, 현측후판 상면상 50 mm 또는 갑판상에 부착한 종통재의 상면상 50 mm중 큰 것으로 한다.

303. 화물펌프실 【규칙 참조】

1. **화물펌프실의 배치** 화물펌프실에 통상적으로 인원이 배치되는 경우나 화물펌프실이 특히 큰 경우에는 추가의 탈출로가 요구되며 이 경우에 노출갑판으로 통하는 2계통의 탈출로가 필요하다.

2. **구명용 호이스팅 설비** 화물펌프실에서 구명줄로 끌어 올리기 위한 항구적인 설비는 다음에 따른다.

(1) 노출갑판상에서 한 사람이 조작할 수 있을 것.

(2) 노출갑판상에 호이스팅 장치를 설치할 것.

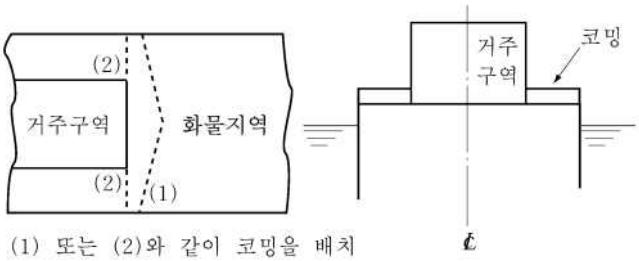


그림 7.6.16

(3) 호이스팅 능력은 255 kg 이상일 것.

3. 통행사다리 화물펌프실내에 설치하는 사다리의 수평면에 대한 각도는 60° 이내로 하여야 한다.

4. 화물 및 빌지 등의 배출설비

(1) 부식성물질, 상호반응물질, 금수성 물질 등이 누설하여 구조부재를 부식시키거나 펌프실내에서 다른 빌지와 혼합하여 위험을 초래하는 화물을 취급하는 펌프, 밸브 등에는 위험성에 대응하는 적절한 빌지처리설비를 하여야 한다. 예를 들면 위험한 상호반응을 하는 화물을 취급하는 펌프나 빌지처리설비는 각각 독립으로 하여야 하며 상호반응 화물을 동일 화물펌프실에서 취급하는 경우에는 동시 하역을 피하고 완전히 빌지처리가 종료된 후에 하역을 하여야 한다.

(2) **규칙 303.**의 5항에 규정하는 슬롭탱크는 다음에 따른다.

(가) 화물탱크와 겸용하는 경우에는 화물탱크에 대한 규정을 적용한다.

(나) 화물이 적재되지 않고 단지 빌지 또는 탱크세정수만을 적재하는 경우에는 이들에 포함되어 있는 화물의 종류에 관계없이 선박의 형식(화물탱크의 배치에 한함) 요건은 적용하지 아니한다. 다만, 선박의 형식 이외의 최저요건에 대하여는 다음에 정하는 바에 따른다.

(a) 통풍장치, 전기설비 및 계측장치에 대하여는 슬롭내에 포함되어 있는 화물에 요구되는 요건중 가장 엄격한 것에 적합할 것.

(b) 탱크의 환경제어 및 특별요건에 대하여는 슬롭내에 포함되어 있는 화물에 적용되는 모든 요건에 만족할 것.

(c) 탱크의 형식에 대하여는 슬롭탱크내에 포함되어 있는 화물에 요구되는 요건에 만족할 것.

(다) **규칙 1512.**에 적용을 받는 유독물질을 적재한 탱크의 세정수 및 이들 물질의 하역에 사용되는 화물펌프실의 빌지를 저장하는 슬롭탱크 및 이들과 접속하는 관장치에는 **규칙 1512.**를 모두 적용한다.

(라) 위험한 상호반응을 하는 화물을 2종류 이상 동시에 적재하는 경우에 이들의 화물을 포함하여 탱크세정수 및 빌지는 동일 슬롭탱크에 적재하여서는 아니된다. 따라서 위험한 상호반응을 하는 화물로서 동시에 적재되는 것과 같은 수의 슬롭탱크를 설치하여야 하며 격리에 관한 요건을 만족하여야 한다. 화물탱크를 슬롭탱크로 사용하는 경우에는 해당 화물탱크는 슬롭탱크로서의 펌프, 관장치를 설치하여야 한다.

(마) MARPOL 73/78 Annex I의 적용을 받는 기름을 운송하는 선박의 슬롭탱크의 용량은 MARPOL 73/78 Annex I 에 적합하여야 한다.

5. 화물펌프의 토출측 압력계 **규칙 303.**의 6항에서 규정하는 화물펌프란 화물펌프, 탱크세척용 펌프(폐쇄회로를 구성하는 경우에 한함), 빌지펌프 등과 같이 화물 및 화물을 포함한 액체를 취급하는 펌프를 말한다.

6. 구동축 관통부의 기밀성 정기적으로 그리스를 주입하는 형식의 축밀봉장치는 인정할 수 없으며 연속적으로 기밀을 유지할 수 있는 것이어야 한다. 이들의 축밀봉장치는 화물펌프실 밖에 설치하여야 한다. (**그림** 7.6.17)

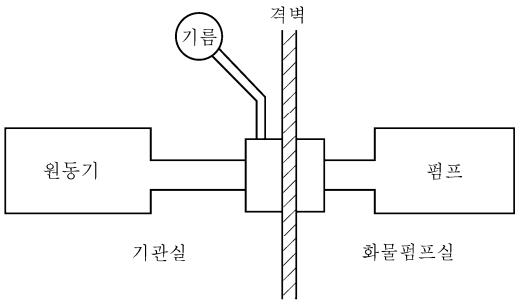


그림 7.6.17

304. 화물지역 내에 있는 구획으로의 통행 【규칙 참조】

1. 일반

(1) 독립형탱크를 격납하는 화물창구역에 직접 개구가 있는 구획은 화물지역의 정의에 불구하고 **규칙** 304.의 규정에 따른다. 화물탱크와 면접촉, 선접촉 또는 점접촉하는 연료유탱크 및 화물펌프실 직하의 연료유탱크는 화물지역에는 포함되지 않지만 다음의 요건에 만족하여야 한다.

(가) 화물탱크에 인접 또는 선접촉이나 점접촉하는 연료유탱크(**그림 7.6.18 참조**) 맨홀은 이 항의 규정에 따르며 출입은 화물지역내에서 한다.

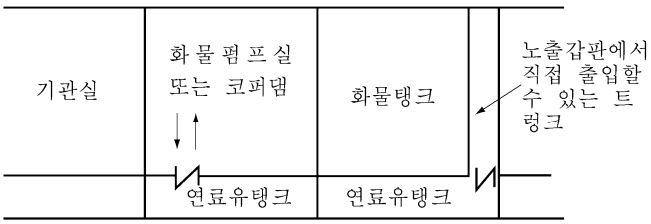
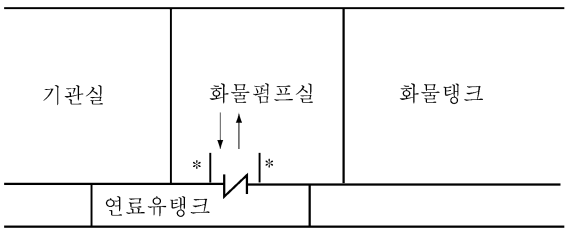


그림 7.6.18

(나) 화물펌프실 직하의 연료유탱크(**그림 7.6.19 참조**). 맨홀은 이 항의 규정에 따르며 출입은 화물의 누설을 고려하여 화물지역내에서 한다.



* : 적절한 높이의 코밍.

그림 7.6.19

(다) **그림** 7.6.20과 같이 연료유탱크에 대하여는 이 항의 규정을 적용받지 않으며 출입은 화물지역내에서 할 수 있다.

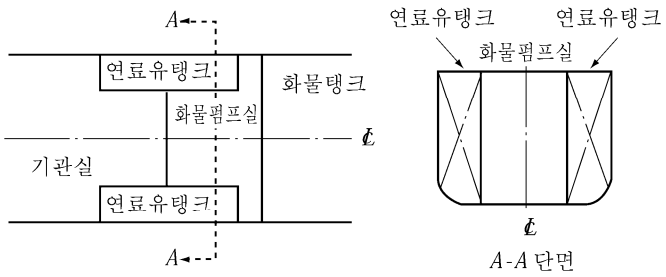


그림 7.6.20

(2) 이중저 등의 출입구에 대하여는 다음에 따른다.

이중저 또는 유사의 구획에는 **그림 7.6.21**의 (1) 부터 (3)과 같이 원칙으로 2계통의 출입구가 필요하며 그림 중 (4)는 인정하지 아니한다. 쉽게 통행할 수 있고 의식불명자를 구출할 수 있는 것을 조건으로 비교적 적은 구획에 대하여는 1계통만의 출입구를 인정할 수 있다. 덕트 킬에 대하여는 양단에 출입구를 설치하고 60 m를 넘지 않는 간격으로 노출갑판으로 통하는 개구를 설치하여야 한다.

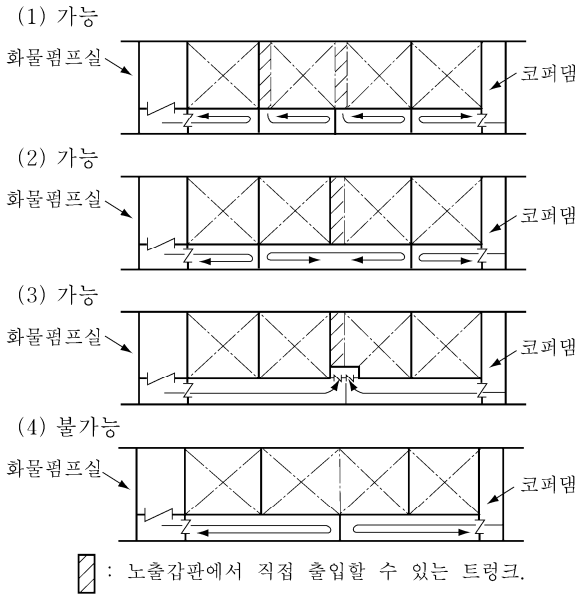


그림 7.6.21

(3) 독립형 화물탱크의 출입구는 다음에 따른다.

독립형 화물탱크는 **그림 7.6.22**와 같이 노출갑판보다 상방에 트렁크 또는 돔(dome)을 돌출시켜 그 정부에 화물탱크 해치를 설치하여야 하며 노출갑판보다 하방의 부분의 화물탱크 벽(빗금부분)에는 어떠한 개구도 설치하여서는 아니 된다.

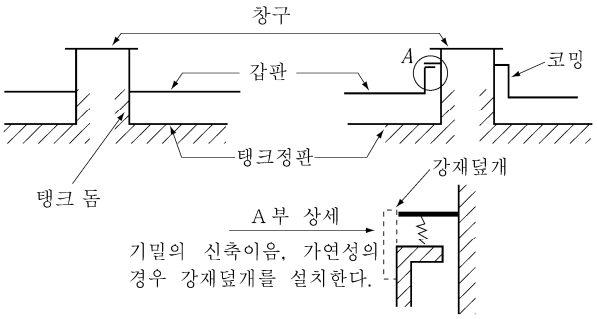


그림 7.6.22

2. **수평개구의 최소치수** 개구의 최소치수는 600 mm× 600 mm로 하여 모서리를 둥글게 한다.
3. **수직개구의 최소치수 및 배치** 통행용 개구에 대하여는 다음에 따른다.
   (1) 600 mm × 800 mm의 개구는 긴쪽을 수직방향으로 할 것. 다만, 구조상 긴쪽을 수직방향으로 하는 것이 곤란한 경우에는 수평방향으로 할 수 있다.
   (2) 통행용 개구 및 그 주위에는 통행로의 확보를 방해하는 관 또는 기타 의장품을 배치하지 말 것.
4. **개구치수의 경감** 개구치수는 안전장구를 착용한 사람이 출입할 수 있고 또한 해당구획의 바닥에서 부상자를 이동시킬 수 있는 것을 확인하는 조건으로 **표 7.6.1**에 정하는 치수까지 경감할 수 있다.

표 7.6.1 개구치수의 경감

대상구역	최소치수(mm)
화물탱크	600×600
보이드 스페이스, 평형수적재탱크	H : 500×500, V : 500×650
연료유탱크	H : 450×450, V : 400×500

305. 빌지 및 평형수적재 설비 【규칙 참조】

1. **일반**
   (1) 화물탱크에 인접하는 전용 평형수적재탱크의 배수는 **그림 7.6.23**과 같이 기관구역내의 평형수적재 펌프를 사용하여 화물펌프실내의 에덕터를 통하여 선외로 배출할 수 있다. 이때에 평형수적재펌프와 에덕터 사이에는 체크밸브를 설치하고 또한 화물지역 내의 노출갑판상에 스풀피스를 설치하여야 한다.

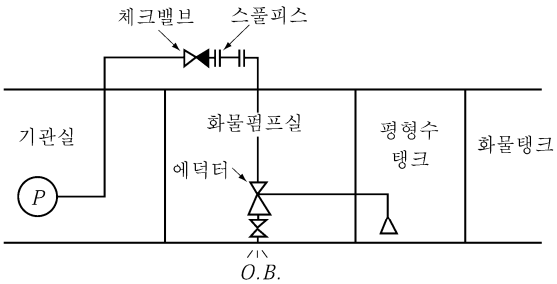
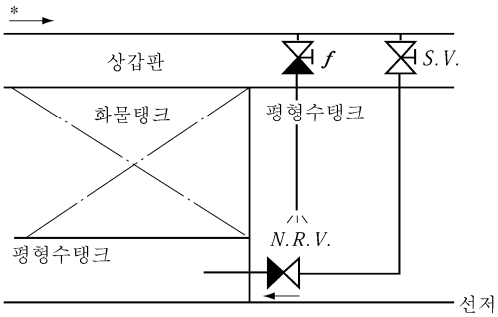


그림 7.6.23

   (2) **규칙 305.**의 1항에서 "탱크 갑판 위치에서 주입하고 체크밸브를 설치하는 경우"라 함은 특히 우리 선급이 인정하는 경우를 제외하고 **그림 7.6.24**와 같이 노출갑판에서 주입하는데만 사용하고 배출에는 사용되지 않는 관으로서 노출갑판상에 스톱밸브를 설치하거나 노출갑판상에서 조작할 수 있는 스톱밸브와 체크밸브를 설치하는 경우를 말한다. 또한, 어떠한 경우에도 관계통의 배치에 있어서는 관계통의 손상에 의하여 손상시 복원성의 요건을 만족시켜야 하며 위험한 평형수 또는 화물의 다른 구획으로 누설하는 등의 사고가 발생하지 않도록 충분히 고려하여야 한다.



* : 기관실내의 펌프에 의하여 주입만 하는 관
N. R. V. : 체크밸브
S. V. : 스톱밸브
f : 스톱밸브 + 체크밸브 또는 나사조임식 체크밸브

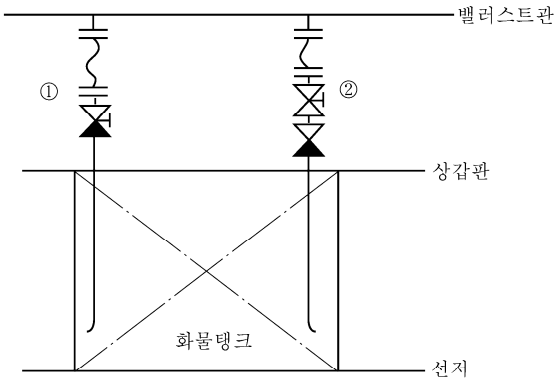
그림 7.6.24

(3) 화물탱크에 인접한 평형수탱크의 관장치와 인접하지 아니하는 평형수탱크의 관장치는 원칙적으로 독립시켜야 한다.

2. 화물탱크내의 평형수 주입

(1) **규칙 305.**의 2항에서 "주입관이 화물탱크 또는 화물관과 고정된 연결관으로 주입하여서는 아니되며 체크밸브가 설치되어 있는 경우" 라 함은 **그림 7.6.25**와 같은 경우를 말한다. 이 경우 노출갑판에서만 주입하여야 하며 스풀피스 또는 호스 및 스톱밸브나 체크밸브가 요구된다.

(2) (1)호에 따라 갑판 위치에서 주입하는 경우에 있어 화물탱크내의 배관에 대하여는 정전기의 발생을 최소화하기 위하여 탱크 바닥 근처까지 주입관을 연장하여야 한다.



① 호스(스풀피스) + 나사조임 체크밸브.
② 호스(스풀피스) + 스톱밸브 + 체크밸브.

그림 7.6.25

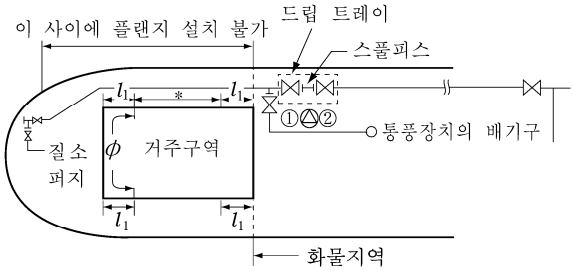
3. 화물지역의 빌지배출설비 화물 또는 화물 잔류물을 격납하는 탱크로부터 이중격벽으로 격리된 보이드 스페이스, 이중저탱크 및 평형수탱크 등의 구획에도 화물 또는 화물 잔류물을 취급하는 관이 통과하는 경우 해당 구획의 빌지화물 구역내로 취급한다.

306. 펌프 및 관의 식별 【규칙 참조】

규칙 306.에서 규정하는 "표시" 는 벗겨지지 않은 테이프 또는 페인트로 각 관을 명확히 식별할 수 있도록 한다.

307. 선수미 하역설비 【규칙 참조】

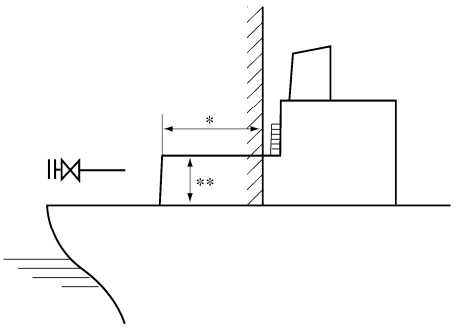
1. 일반 선수미 하역설비의 배치는 **그림 7.6.26**을 표준으로 한다.



l_1 : $L/25$ 또는 3 m 중 큰쪽. 다만 5 m를 넘을 필요는 없다.
* : 입구, 공기흡입구, 개구 등을 설치하여도 좋은 범위.
ϕ : 입구, 공기흡입구, 개구 등을 설치하여서는 아니되는 범위.
밸브① : **규칙** 307.의 3항 (1)호에서 요구하는 스톱밸브를 표시.
밸브② : 스풀피스의 부착 및 취외시에 필요한 스톱밸브를 표시.
△ : 스프레이 실드를 밸브 및 스풀피스에 덮을 것(이동식도 무방함).

그림 7.6.26

2. **거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소로 통하는 출입구** 거주구역, 업무구역, 기관구역 및 제어장소로 통하는 출입구, 공기흡입구 및 로프해치, 기관실 위벽의 개구, 탈출로의 개구 등 모든 개구는 **그림** 7.6.27에 빗금으로 표시한 범위 밖에 배치하여야 한다. 한편, 선루의 표준높이는 **표** 7.6.2와 같이 한다.



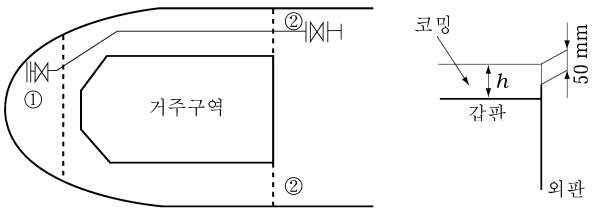
* : $L/25$ 또는 3 m 중 큰쪽. 다만 5 m를 넘을 필요는 없다.
** : 1966년 만재흘수선협약에 정하는 선루의 표준높이 이상으로 할 것.

그림 7.6.27

표 7.6.2 표준높이 (m)

L (m)	저선미루	기타의 선루
30 이하	0.90	1.80
75	1.20	1.80
125 이상	1.80	2.30

3. **탈출통로 규칙** 307.의 6항에서 규정하는 "탈출통로"란 기관구역에서의 탈출통로를 말한다.
4. **연속 코밍 규칙** 307.의 7항에서 "적절한 높이의 연속코밍"이라 함은 **그림** 7.6.28과 같이 하역설비가 있는 곳에 설치하고 갑판상 높이는 150 mm 또는 현측후판의 상연 위 50 mm 중 큰 쪽의 코밍을 말하며 선박의 너비방향에 연속으로 설치하여야 한다.



(비 고)
①의 코밍은 이 규정에 따라 요구되는 것으로 하고 h는 50 mm 미만 이어서는 아니된다.
②의 코밍은 **규칙** 302.의 3 항에서 요구하는 코밍으로 한다.

그림 7.6.28

5. **소화설비** 화물지역에 요구되는 포말소화장치의 모니터 및 포말방사기를 각 1대를 설치하여야 한다. 포말방사기에 접속하는 소화전은 소화제를 유효하게 방출할 수 있는 범위내에 배치하고 포말방사기는 신속하게 이용할 수 있는 장소에 설치하여야 한다.

제 5 절 화물의 이송

501. 관의 치수

1. 관의 설계기준

(1) **규칙 501.**의 6항 (1)호에 있어서 스테인리스 강관의 최소두께는 일반적으로 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
평형수탱크를 관통하는 화물관 : 스케쥴 40 S
다만, 최소두께는 **규칙 501.**의 1항에 규정하는 내압에 의한 관두께에 대한 요건을 만족하여야 한다.

(2) **규칙 501.**의 6항 (2)호에서 "기계적인 강도가 필요한 경우"의 보호에 대한 취급은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
(가) 통상 사용하는 강관에 대하여는 보호할 필요가 없다.
(나) 알루미늄재 관, 항장력에 따라 두께를 감소시킨 스테인리스 강관 등 외적충격에 약하다고 생각되는 것을 사용하는 경우에는 적절히 보호할 필요가 있다.
(다) 매니폴드는 강으로 하는 것이 좋다.
(라) 격벽 또는 갑판 관통부의 관, 상갑판상 높은 개소에 배치되어 있는 관, 매니폴드부의 로딩 암의 하중을 받는 관 등은 필요에 따라 두께의 증가를 요구할 수 있다.

(3) **규칙 501.**의 6항 (3)호에서 규정하는 "플랜지, 밸브 및 기타의 부착품"에 있어서 스톱밸브 및 신축이음을 사용할 경우에는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
(가) **규칙 5편 6장**의 규정에 적합한 것으로 할 것(제1급관, 제2급관도 포함).
(나) 제품의 품질을 유지하기 위하여 특별한 조치가 요구되는 화물을 적재하는 탱크 내부의 화물관에서는 신축이음의 사용을 인정하지 않으므로 U-벤드 등에 의하여 관의 신축이 흡수되도록 하여야 한다.
(다) 밸브, 실(seals) 등의 재료는 금지된 것을 사용하여서는 아니된다.

(4) **규칙 501.**의 6항 (4)호에서 규정하는 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 플랜지의 사용온도, 압력 및 크기가 정해진 것보다 큰 값을 가지는 경우로서 볼트 및 플랜지에 대한 완전한 계산을 수행한 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

502. 관의 조립 및 이음상세

1. **화물관의 이음** 화물관은 **규칙 502.**의 2항에서 인정하는 차단밸브 및 신축이음과 스풀피스 및 동등의 부착품에 대한 플랜지이음이거나 도장, 라이닝, 조립 및 검사 또는 보수를 위하여 필요한 플랜지이음을 제외하고는 용접이음으로 하여야 한다. 또한 **규칙 1511.**에 정한 화물의 갑판상의 화물관 플랜지 이음부에는 비산방지를 위하여 내산성의 떼어낼 수 있는 덮개를 설치하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **플랜지를 사용하지 않는 관의 직접연결** **규칙 502.**의 3항 (1)호에서 규정하는 "맞대기이음"에 있어서 **규칙 504.**에서 제1급관 또는 제2급관이 필요한 경우에는 **규칙 5편 6장**의 규정에 따라야 한다. 제3급관이 인정되는 화물관(화물액 및 화물증기관을 포함)의 맞대기용접 방법은 제2급관에 적용하는 방법과 같이 한다. 다만, 비파괴검사는 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**
3. **신축이음** **규칙 502.**의 4항 (1)호에서 규정하는 "벨로우즈"는 벨로우즈 저부에 남은 화물 드레인에 대한 고려가 되어 있지 않는 경우에는 부식성 또는 중합성을 가진 화물에는 사용하여서는 아니 된다. **【규칙 참조】**

503. 플랜지이음 【규칙 참조】

1. 플랜지의 기준
규칙 503.의 2항에서 규정하는 "인정하는 기준"이라 함은 **규칙 5편 6장 104.**의 규정을 말한다.

504. 관에 대한 시험요건 【규칙 참조】

1. **적용** 화물관의 분류기준 및 시험기준은 **표 7.6.3** 및 **7.6.4**에 따른다.

표 7.6.3 *(2021)*

선박의 형식	적용되는 화물관의 분류 (표 7.6.4 참조)	비고
I형	제1급관	설계압력 및 온도에 관계없이 좌란을 원칙적으로 적용하며 화물과 관장치 재료와의 적합성은 별도로 검토할 수 있다.
II형	제2급관	
III형	제3급관	

(비고)

(1) 화물관이란 액체화물 및 증기화물을 이송하는 관을 말한다.

(2) 선형요건 III형의 규정에 따라 배치된 슬롭탱크의 화물관은 슬롭에 포함되어 있는 화물에 대한 선박의 형식요건에 관계없이 제3급관으로 분류한다.

(3) 선박의 형식이 상위에 있는 화물을 적재하는 탱크를 관통하는 화물관은 그 상위의 화물에 요구되는 관장치의 요건에 적합하여야 한다.

(4) 개구단관(드레인, 넘침관, 벤트관 등)은 제3급관으로 분류한다.

표 7.6.4 관장치에 대한 시험기준

	관의 재료	밸브, 콕 및 관부착품의 재료	관의 가공에 대한 공장에서의 시험			밸브 및 관부착물의 공장에서의 시험	관장치의 선내에서의 시험
			용접절차 인정시험	비파괴시험	수압시험		
제 1 급	원칙적으로 **규칙 2편 1장**에 적합한 재료.	원칙적으로 **규칙 2편 1장**에 적합한 재료. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 KS 규격재료 또는 동등 이상의 재료를 인정할 수 있다.	제1급 또는 제2급 관장치에 있어서 다음에 해당한 경우에 행한다. ① 최초의 관상호, 관과 밸브(또는 콕), 관과 관부착품을 용접으로 접합하는 경우. ② 새로운 용접법을 채용한 경우. ③ 모재의 재질, 용접재료의 종류 또는 이음형식을 변경하는 경우.	① 호칭지름 65 A를 넘는 관상호, 관과 밸브(또는 콕), 관과 관부착품의 맞대기 용접이음에 대한 전용접부의 방사선 시험. ② 호칭지름 65 A 이하인 관상호, 관과 밸브(또는 콕), 관과 관부착품의 맞대기용접 이음에 대한 샘플링 방사선시험. ③ 방사선 대신에 기타의 적절한 비파괴시험을 인정할 수 있다. ④ 관상호, 관과 밸브(또는 콕), 관과 관부착품의 필릿 용접에 대하여 자분탐상 또는 기타 적절한 시험.	① 제1급, 제2급 또는 제3급에 속하는 모든 관장치는 가공후 부착품을 부착한 상태로 설계압력의 1.5배 압력으로 수압시험을 한다. ② 설계온도가 300°C를 넘는 강관 및 용접접합된 관부착품의 수압시험의 시험압력은 별도로 정한다. ③ 관상호 또는 관과 밸브(또는 콕)와의 이음용접을 선내에서 하는 관계통의 수압시험은 별도로 정한다.	제1급 또는 제2급에 속하는 관장치의 밸브(또는콕) 및 관부착품은 제조후 설계압력의 1.5배 압력으로 수압시험을 한다.	① 모든 관장치는 사용상태에서 누설시험을 한다. ② 모든 관장치는 기기와 함께 사용시험을 한다. ③ 모든 화물관장치는 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 한다.
제 2 급				① 호칭지름 80 A를 넘는 관상호, 관과 밸브(또는 콕), 관과 관부착품의 맞대기 용접이음에 대하여 샘플링 방사선시험 또는 기타 적절한 시험. ② 관상호, 관과 밸브(또는 콕), 관과 관부착품의 필릿 용접에 대하여 자분탐상 또는 기타 적절한 시험.			
제 3 급	KS 규격재료 또는 이와 동등 재료	KS 규격재료 또는 이와 동등 재료.					

505. 배관 【규칙 참조】

1. 갑판하의 화물배관

(1) **규칙** 505.의 2항에 규정하는 "노출갑판상에서 조작 가능한 스톱밸브" 는 각 탱크내의 개구단 가까이에 설치하여야 한다.

(2) **규칙** 505.의 2항에 있어서 "예외로써" 이하의 규정은 **그림** 7.6.29의 빗금부분과 같이 화물펌프실에 인접하는 1개의 화물탱크 또는 슬롭탱크내에만 배치되는 화물관에 한하여 적용할 수 있다. 이 경우 격벽밸브와 화물펌프와의 사이에 추가의 스톱밸브를 설치하여야 한다.

(3) **규칙** 505.의 2항 (1)호에 규정하는 "누설" 이란 패킹으로부터의 누설을 포함한다.

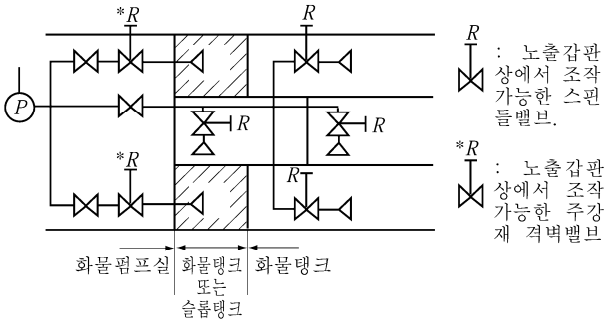


그림 7.6.29

506. 화물이송제어장치

1. 일반 【규칙 참조】

(1) **규칙** 506.의 1항 (1)호에 규정하는 "탱크관통부 부근에 위치하는 수동으로 조작 가능한 1개의 스톱밸브" 는 **그림** 7.6.30과 같이 화물탱크내에 설치되는 화물 관계통에는 **규칙** 505.의 2항에 규정하는 스톱밸브(개구단 가까이에 설치되어 있고 노출갑판상에서 조작가능한 스톱밸브) 및 **규칙** 505.의 3항에 규정하는 화물펌프실내에 설치되는 격벽밸브가 있는 경우에는 생략할 수 있다.

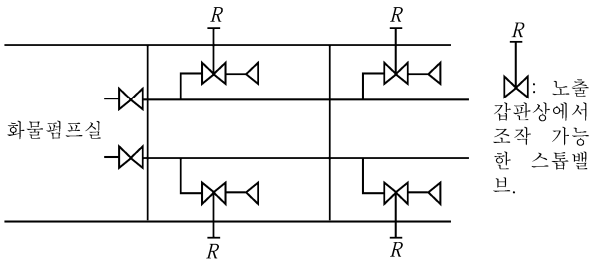


그림 7.6.30

(2) 각 탱크에 독립으로 설치되는 디프웰 펌프 또는 잠수형 펌프의 토출관의 갑판관통부에는 스톱밸브가 필요없으나 화물직접주입관(화물펌프를 경유하지 않고 화물을 적재할 수 있는 배관)에는 **그림** 7.6.31과 같이 각각의 노출갑판 관통부 부근에 스톱밸브를 설치한다.

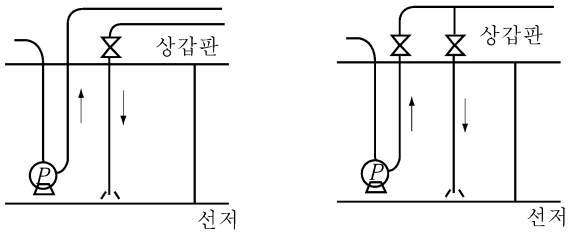


그림 7.6.31

(3) (2)호에서 정하는 “화물직접주입관”을 설치하는 경우 인화성 및/또는 독성을 가진 위험화학품에 대한 화물직접주입관의 개구는 탱크저부 또는 섬프면으로부터 10 cm 또는 주입관 반지름 중 큰 값을 넘지 아니하는 높이까지 연장하여야 한다. *(2022)*

(4) **규칙 506.**의 1항 (2)호에서 규정하는 “스톱밸브”는 화물증기이송에 사용되는 호스 접속부에도 스톱밸브를 부착한다.

(5) (4)호에 추가하여 화물증기의 육상환류용 호스의 접합부에도 스톱밸브가 요구되며 이 스톱밸브를 이동식으로 하여 필요에 따라 부착할 경우에는 해당선박에 대하여 육상환류가 요구되는 화물을 동시에 적재할 예정의 최대탱크수 이상의 스톱밸브를 선박에 비치하여야 한다. 또한, 이 스톱밸브의 수량에 따른 적재 탱크수의 제한에 대하여는 위험화학품 산적운반선의 작업지침서에 반영하여야 한다.

(6) **규칙 506.**의 1항 (3)호에서 규정하는 “원격차단장치”는 하역시에 항상 인원이 배치되는 장소(예를 들면 화물제어실)에서 집중제어할 수 있도록 하는 것이 좋다.

507. 선박용 화물호스

1. 일반 【규칙 참조】

(1) **규칙 507.**의 1항에서 규정하는 “호스”는 다음에 적합하여야 한다.

(가) 화물과 접촉할 경우, 화물호스의 기계적 강도가 손상되거나 극단적인 기능의 저하가 발생하지 않을 것.

(나) 화물호스의 재료가 화물에 대하여 위험한 영향을 미치지 않을 것.

(2) (1)호에서 호스가 비상용 화물펌프와 일체형이거나 해당펌프에 접속된 화물탱크에 잠기는 경우 (1)호의 규정은 호스 내외면에 대하여 고려하여야 한다.

제 7 절 화물의 온도제어

701. 일반사항 【규칙 참조】

1. **일반** **규칙** 701.의 1항에서 규정하는 "화물의 가열 또는 냉각장치"는 다음 각호의 규정에 적합하여야 한다.
   (1) 이 장의 적용을 받는 화물로서 가열을 필요로 하는 화학품을 운송하는 선박의 가열원이 되는 장치의 구성기기 또는 장치 전체가 고장난 경우 가열 또는 하역이 불가능한 사태가 생기거나, 선체의 안정성에 저해되는 사태가 발생하지 아니하도록 하는 수단을 갖추어야 한다.
   (2) 이 장의 적용을 받는 화물로서 냉각을 필요로 하는 화학품을 운송하는 선박의 냉각장치 및 방열재는 **규칙 5장 4절**부터 **7절**의 규정 및 **규칙 9편 1장** "냉장장치"의 규정을 준용한다. 또한, 산화프로필렌과 같이 냉각장치의 상세규정이 있는 것이 포함되어 있으므로 주의하여야 한다.
   (3) 가열이 필요한 화물이라 함은 용융점이 15°C 이상인 위험화학품을 표준으로 하지만, 항해구역 및 운항조건 등을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 화물의 가열설비를 요구할 수 있다. 이 경우 **규칙** 701.의 5항에 규정하는 온도계측장치는 고정식으로 하여야 한다.
   (4) 화물지역 내의 증기 및 열매체유의 최고온도는 화물의 온도분류를 고려하여 조절되어야 한다.
2. **화물온도 제어장치의 제어밸브** **규칙** 701.의 3항에서 "각 탱크마다 장치를 분리하고 매체의 흐름을 수동으로 제어할 수 있는 밸브"라 함은 주증기관과 각 탱크와의 사이에 설치한 유량조절이 가능한 밸브를 말한다. 이것은 냉각장치의 경우에도 동일하다. **규칙 17절**의 일람표에서 **규칙** 1516.의 1항의 규정이 적용되는 금수성물질을 운송할 경우에는 이 밸브에 추가하여 스풀피스를 장비하여야 한다.
3. **화물온도 제어장치 계통내의 압력유지** **규칙** 701.의 4항에 규정하는 압력유지를 위한 설비로서 기관실내의 공기탱크 및 공기압축기에서 공급되는 갑판상 잡용압축공기관으로부터 가열(냉각)관내에 압축공기를 봉입할 수 있다. 또한 가열(냉각)되는 화물만을 전 탱크에 적재할 경우에는 압축공기는 주관으로부터 봉입하여도 좋으며 일부의 탱크만 가열(냉각)되고 다른 탱크(온도제어라인이 있는 것)는 가열(냉각)하지 않고 적재할 경우에는 **그림** 7.6.32와 같이 공기압축기를 지관의 스톱밸브 탱크측에서 봉입하여야 한다. 가열(또는 냉각)이 필요하지 않은 화물로서 탱크내 및 탱크에 인접하는 코퍼댐을 불활성화 할 필요가 있는 화물을 운송할 경우 공기의 사용은 불가하므로 불활성가스를 봉입하여야 한다. 또한, 봉입되는 매체와 화물과의 사이에는 위험한 상호반응이 일어나지 않도록 고려하여야 하며 규정의 관내압력을 유지하기 위하여 별도의 방법을 채용할 경우에도 동일하다.

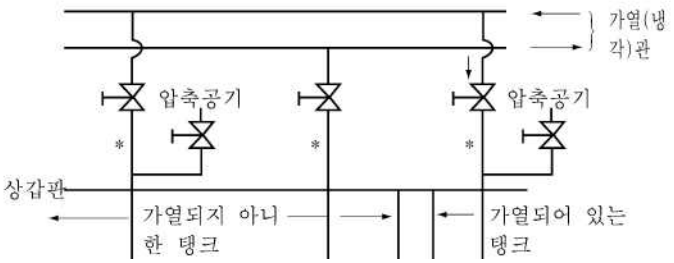


그림 7.6.32

* 금수성 물질을 적재한 탱크로 유도되는 가열관 또는 냉각관에는 스톱밸브의 탱크측에 금수성 물질을 적재한 탱크와 격리할 수 있는 수단을 설치할 것. *(2021)*

* 열매체와 위험한 반응을 일으키는 화물을 적재할 경우에는 화물적재 전에 가열관 또는 냉각관내를 비우고 건조시킨 후 기체를 봉입할 것.

4. **화물온도의 계측장치** **규칙** 701.의 5항 (4)호에서 화물의 "과열 또는 과냉각으로 위험한 상태를 야기시키는 경우"라 함은 인접하는 화물탱크 또는 연료유탱크가 가열 또는 냉각되어 열 영향을 받는 경우를 말한다. 이 경우 온도검지단은 탱크액면 부근과 탱크저부의 적어도 2개소에 설치하여야 한다.
5. **화물온도제어 매체의 순환경로**
   (1) **규칙** 701.의 6항의 대상이 되는 화물은 **규칙 17절**의 일람표에서 1512., 1512.의 1항 또는 1512.의 3항의 적용을 요구되는 화물뿐 만 아니라 동 일람표의 가스검지란에서 "*T*"를 요구하는 화물에도 적용한다.
   (2) **규칙** 701.의 6항 (3)호에서 설치를 요구하는 시료채취 가능한 회로는 **그림** 7.6.33에 표시된 예와 같이 배치할 수 있다. 또한, 일반 유조선에서는 **규칙 1장** 1002.의 9항에 따라 기관실내에 검유탱크를 설치하도록 규정되어 있으나 위험화학품 산적운반선에서는 기관실내에 설치하는 것은 인정되지 않으므로 화물지역내의 노출갑판상에 설치하여

야 한다. 검지방법은 유효한 독가스 검지관 또는 적절한 시료에 의한다. 또한, 적절한 시료는 미리 제조자로부터 입수해 두어야 한다. *(2021)*

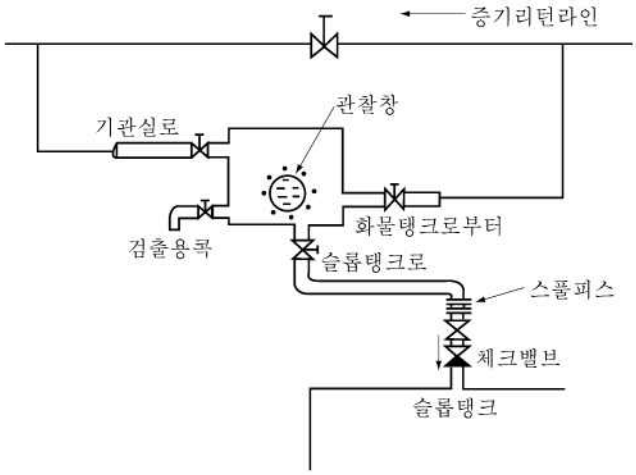


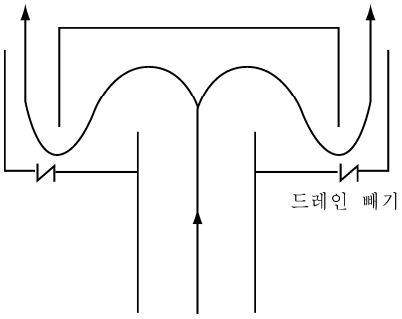
그림 7.6.33

제 8 절 화물탱크 벤트 및 가스프리장치

802. 화물탱크 벤트장치

1. 벤트장치 【규칙 참조】

(1) **규칙** 802.의 1항에서 "화물탱크로 물이 유입되는 것을 방지할 수 있도록 배치하여야 하며 이와 동시에 배기구는 증기의 흐름을 방해하지 않으면서 증기를 상방으로 분출"하는 배기구라 함은 **그림** 7.6.34와 같은 것을 말한다.



드레인 빼기는 증기가 대량으로 누설하지 않는 정도의 작은 치수로 할 것.

그림 7.6.34

2. 벤트관의 드레인 빼기장치 *(2019)* 【규칙 참조】

규칙 802.의 2항에서 규정하는 "화물 벤트관은 정상적인 운항조건에서의 횡경사 및 트림에서도 그 화물탱크로 드레인을 배출하여야 한다"라 함은 벤트관의 드레인이 선체의 횡경사, 및 트림에 의해 화물탱크에 자연적으로 흘러내리도록 배치하는 것을 말한다.

3. 과압방지장치 【규칙 참조】

(1) **규칙** 802.의 3항에서 규정하는 "모든 탱크의 액체수두가 해당 탱크의 설계수두를 넘지 않도록 보장하는 설비"의 설계시에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

(가) 적하/양하율
(나) 평형수주입 및 배수율
(다) 가스의 증발
(라) 저항계수를 고려한 압력손실
(마) 통풍관 계통의 압력손실
(바) 고속배기밸브 또는 도출밸브를 사용할 경우에는 그 작동압력(흡입/토출 설정압력)
(사) 증기/공기혼합기체의 평형밀도
(아) 고정식 환기계통에 의한 공기공급률

(2) **규칙** 1519.에서 요구하는 경우를 제외하고 액면계와 고액면경보장치 또는 넘침제어장치와의 독립성은 요구하지 않는다. 또한, **규칙** 1519.에서 요구되는 고액면경보장치 또는 넘침제어장치를 화물탱크의 과압방지에 사용할 수 있다. 한편, 화물탱크의 설계비중보다 큰 비중의 화물을 부분적재하여 운송할 경우 해당 화물탱크에는 **규칙** 1301.에서 요구하는 계측장치에 추가하여 화물탱크의 보호를 위해 액면을 임의로 설정할 수 있는 고액면경보장치를 설치하여야 한다.

(3) 화물탱크의 과압을 방지하기 위하여 **그림** 7.6.35와 같이 화물탱크 정부의 해치에 화물호스 접속을 위해 밸브 및 플랜지를 부착하는 장치는 다음 중 어느 하나의 경우에만 인정된다.

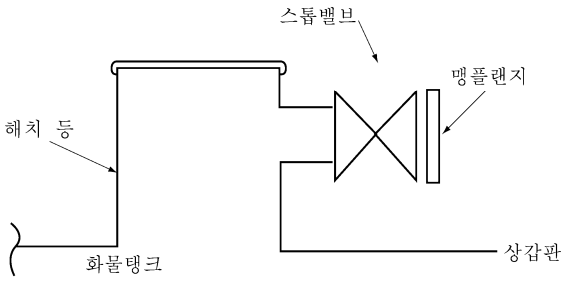


그림 7.6.35

(가) 환류설비가 완비된 항구에서만 적하할 경우

(나) 다른 화물탱크로 이송하는 작업방법이 확립되어 있는 경우. 다만, 이 경우에는 상호반응 등의 요건에 따라 적재가 제한되는 수가 있다.

(가) 및 (나)의 어느 경우라도 작업상의 제약을 준수하는 데에는 곤란한 점이 많으므로 **규칙 1519.**에서 규정하는 고액면경보장치 또는 넘침제어장치를 설치하는 것이 바람직하다. 또한 인화점이 60°C 이하인 화물을 적재하는 탱크는 **규칙 8편 9장 503.의 1항**에 의한 고액면경보장치 또는 넘침제어장치가 요구되며 스필밸브를 사용하여서는 아니 된다(스필밸브는 동등수단으로 간주할 수 없다).

4. **벤트장치의 설계 파라미터 【규칙 참조】**

(1) **규칙 802.**의 4항에서 규정하는 벤트장치의 크기는 최대설계적하율로 하역할 때 생기는 배압이 다음 중 어느 하나에 해당하는 허용압력을 넘지 않도록 고려하여야 한다.

(가) 화물탱크의 강도에 대하여 특별한 고려가 되어 있지 않은 경우 탱크설계압력 2.45 m(수두)

(나) 화물탱크가 적절히 보강되고 또한 우리 선급 검사원이 입회하여 탱크시험을 한 경우에는 그 수두.

(2) 탱크 벤트장치의 크기를 정함에 있어서는 **규칙 802.**의 4항에서 규정하고 있는 설계 파라미터를 고려하여야 하며 배압계산식은 우리 선급이 인정하는 식이어야 한다. 비등점이 45°C 이하이고 높은 증기압을 가지는 화물의 경우, **규칙 804.**의 4항에서 규정하고 있는 적하 중의 가스발생과 관련하여 1.25를 초과하는 계수를 요구할 수 있다.

(3) 적하/양하시에는 PV밸브 또는 고속배출장치에 바이패스 라인을 설치하여 통기할 수 있다. 또한, 이 경우에 바이패스 라인에 대한 대기개구의 높이는 벤트장치에 관한 배기구의 높이에 대한 요건(**규칙 803.**의 3항 (1)호, **1512.**의 1항 (1)호 및 (2)호)에 만족하여야 한다. 다만, 고속배출장치를 열어서 증기를 직접적으로 배출하는 벤트 방법은 인정되지 아니한다.

5. **규칙 802.**의 3항의 고액면경보장치 및 넘침제어장치는 우리 선급에 승인된 형식의 것이어야 한다.

803. 탱크벤트장치의 형식

1. **개방식 벤트장치** **규칙 803.**의 1항에서 "화물의 격리를 고려"라 함은 **그림 7.6.36**과 같이 황천시에도 화물탱크내의 화물이 벤트관을 따라 다른 화물탱크로 유입되지 아니하는 설계를 말한다. 다만, 다른 위험화학품 또는 이들의 증기접촉에 의한 품질저하를 고려한 경우 개방식이라도 가능한 한 독립으로 하는 것이 바람직하다. **【규칙 참조】**

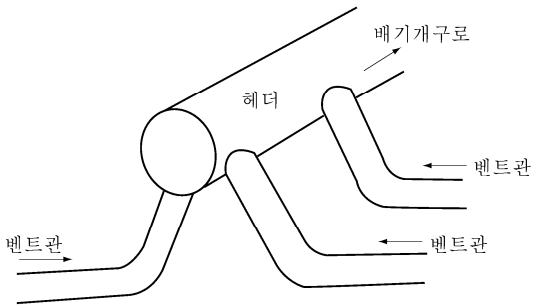


그림 7.6.36

2. 제어식 벤트장치 【규칙 참조】

(1) **규칙 803.**의 2항에서 "화물의 격리를 고려하여 그러한 독립의 벤트 과압측에 한하여 하나 또는 몇 개의 공통헤더로 통합할 수 있다"라 함은 다음을 말한다.

(가) 탱크마다 서로 다른 화물을 운송하는 화물탱크 또는 탱크마다 동일한 화물을 운송하는 화물탱크의 제어식 벤트장치를 공통헤더로 유도하는 경우, 별도의 압력도출밸브 및 진공도출밸브를 설치하여야 하며 **그림 7.6.37** 이외의 배치는 허용되지 아니한다. 또한, 상호반응을 일으키는 물질을 운송하는 탱크에서는 공통헤더로 유도하는 방식을 허용하지 아니한다.

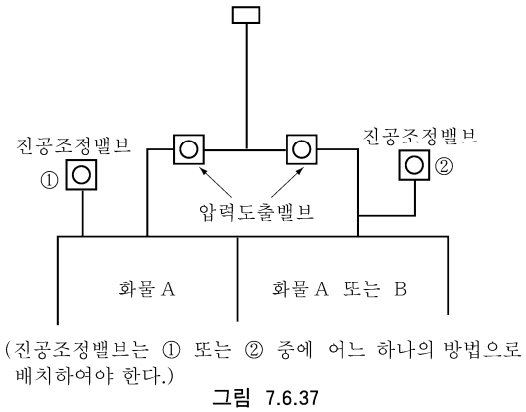


그림 7.6.37

(나) 탱크마다 서로 다른 화물을 운송하고자 하는 화물탱크 또는 탱크마다 동일한 화물을 운송하고자 하는 화물탱크의 벤트장치용 공통관에 PV밸브의 압력측 및 부압측이 유도되는 PV밸브를 사용하는 경우, 각 탱크마다 독립의 벤트장치를 설치하는 것 이외의 배치는 허용되지 아니한다. 따라서, **그림 7.6.38**의 (a) 및 (b)의 방법은 모두 인정되지 아니한다.

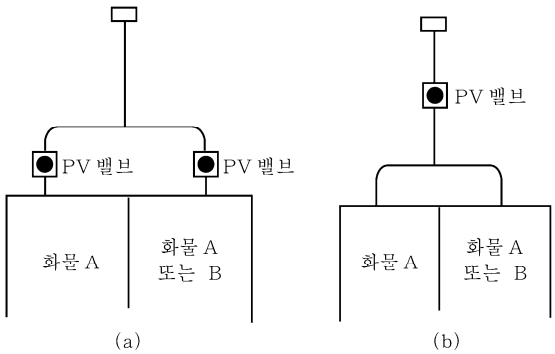


그림 7.6.38

(2) **규칙 803.**의 4항 (1)호에서 규정하는 "보행로상 6 m이상 상방에"의 측정은 **그림 7.6.39**와 같이 한다. 진공 조절밸브의 개구높이는 **규칙 1516.**의 2항의 규정이 요구되지 아니하는 화물은 건현갑판상 760 mm 이상일 것.) **【규칙 참조】**

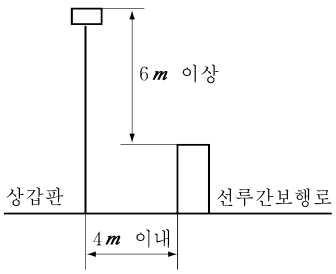


그림 7.6.39

(3) **규칙 803.**의 7항에서 규정하는 "화물증기의 결빙 또는 악천후하에서 착빙" 의 대책으로 한랭지역을 항해하는 선박은 결빙방지를 위하여 가열 설비 등을 하여야 한다. 가열설비 등을 특별히 갖지 아니한 선박에도 적절한 보수 및 검사작업절차를 확립하여 놓아야 한다. **【규칙 참조】**

(4) **규칙 803.**의 2항에서 PV밸브는 우리 선급의 형식승인을 받아야 하며, 압력설정, 부착, 검사 및 표시 등에 대하여는 **8편 9장 501.**을 따른다.

(5) **규칙 803.**의 5항 및 6항의 화염침입방지장치 (고속배출장치 포함)는 우리 선급의 형식승인을 받아야 하며 설계, 배치, 검사 등에 대하여는 **8편 2장 403.의** 2항에 따른다. **【규칙 참조】**

806. 화물탱크 가스프리 【규칙 참조】

1. **화물탱크의 가스프리 방법 및 지침에 대하여는 위험화학품** 산적운반선의 작업지침서에 상세히 기재되어야 한다.
2. 가스프리용 개구는 거주구역 또는 업무구역에 이르는 모든 개구 또는 공기흡입구에서 **규칙 803.** 또는 **1512.**에서 규정한 거리 이상 떨어진 장소에 설치하여야 한다.

제 9 절 환경제어

901. 일반사항 【규칙 참조】

1. 화물탱크의 불활성화 또는 차단이 요구되는 경우

(1) **규칙 901.**의 3항 (1)호에 규정하는 “운송중의 통상 손실분을 보충하기에 충분한 양의 불활성가스를 선내에서 얻을 수 있도록” 하기 위하여 불활성가스 공급장치는 다음에 따라야 한다. **【규칙 참조】**

(가) 압력용기에 격납한 불활성가스와 함께 항해 중의 보충을 위한 장치로서 대기로부터 질소를 분리하는 질소가스 발생장치를 사용할 수 있다.

(나) 본선에 싣고 다녀야 하는 불활성가스의 요구량은 본선의 구조, 설비 및 실제 운항중 발생할 수 있는 손실 예정분을 고려하여야 하며, 이와 관련된 계산자료를 제출하여야 한다. 추가로, 상기의 내용을 Cargo operation manual에 반영하여야 한다.

(2) **규칙 901.**의 3항 (4)호에서 “감시하는 수단” 라 함은 다음을 말한다. **【규칙 참조】**

(가) 연속감시 가능한 장치

(a) 고정식 산소농도계에 의한 연속감시 또는

(b) 탱크내 분위기의 연속압력계측과 휴대식 산소농도계의 병용

(나) “밀폐형” 계측장치가 요구되는 화물로서 불활성화법이 적용되는 경우, 휴대식 산소농도계를 사용하여 계측할 때에는 계측 중 및 계측 후에도 갑판 상에 화물이 누설되지 않는 라인에서 계측을 하여야 하며 배출가스를 화물 벤트라인으로 유도하는 수단을 갖추어야 한다. “제한형” 계측장치가 요구되는 화물의 경우, 계측용 개구를 자동으로 폐쇄하기 위한 수단을 갖추어야 한다.

2. 이중선체구역 등의 환경제어

이중선체구역 및 이중저구역의 벤트장치, 불활성가스장치 및 가스탐지는 **규칙 1장 1009.** 부터 1011.에 따른다.

제 10 절 전기설비

1001. 일반사항

1. 인화성 분위기 중의 전기기기 【규칙 참조】

(1) **규칙** 1001.의 5항을 적용함에 있어서 “우리 선급의 승인을 받아야 한다”라 함은 다음에 따른다.

(가) **규칙 6편 1장 9절**의 규정에 적합한 것으로 가스의 종류에 따라 **규칙 17절**의 최저요건일람표의 i란에 의한 장치그룹 및 온도분류를 가질 것.

(나) **규칙 6편 1장 9절**에 의한 방폭형 전기기기로서 형식시험을 받은 것일 것.

(다) 구조상 발화원이 될 염려가 없다고 인정되는 것일 것.

1002. 접지 【규칙 참조】

1. **규칙** 1002을 적용함에 있어서 전기적 접지는 **규칙 6편 1장** 201.의 3항의 규정을 준용한 것으로 하여야 한다. 가스킷붙이 플랜지이음의 경우 플랜지 볼트만으로서는 접지로 인정하지 아니하고 접지접속도체로 접속 및 접지하여야 한다.

제 11 절 방화 및 소화

1102. 화물펌프실

1. **한정된 종류의 화물을 전용으로 운송하는 선박의 소화장치** **규칙 1102.**의 2항에서 "우리 선급이 적당하다고 인정하는 소화장치"라 함은 고정식 탄산가스 소화장치를 말하며 한정된 종류의 화물로서 **규칙 17절**의 최저요건일람표의 *l*란에 "NO"라고 기재된 화물만을 운송하는 경우의 소화장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【규칙 참조】**

1103. 화물지역

1. **포말원액의 종류** **【규칙 참조】**
   (1) **규칙 1103.**의 2항에서 "표준형 단백질계 포말"이라 함은 포말 본래의 성질을 유지하기 위한 어떠한 안정제도 또한 포말원액의 유동점을 0°C 미만의 적절한 레벨로 유지하기 위한 동결방지제도 포함하지 않는 것을 말한다.
   (2) **규칙 17절** 최저요건일람표의 *l*란에 포말을 포함한 복수의 소화제가 유효하다고 되어 있는 경우에는 포말소화장치를 설치한다.
2. **포말공급장치** **규칙 1103.**의 3항을 적용함에 있어서 포말공급장치는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 화물탱크 갑판구역은 **그림 7.6.40**을 참조한다.
   (2) 화물탱크내로 포말을 공급할 경우에는 출입용해치를 이용할 수 있다.

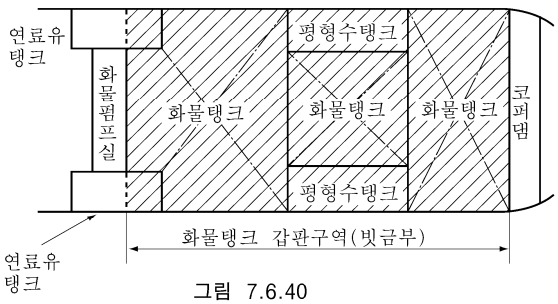


그림 7.6.40

3. **포말용액의 공급률** **규칙 1103.**의 5항 (3)호를 적용함에 있어서 재화중량 4000톤 미만의 선박에 대한 모니터의 최소용량은 매분당 1000 *l*로 하고 살포율은 10 $l/m^2/min$로 할 수 있다. **【규칙 참조】**
4. **모니터 및 포말방사기의 사양** **규칙 1103.**의 7항을 적용함에 있어서 재화중량 4000톤 미만의 선박의 모니터 및 포말방사기는 3항의 규정을 준용한다. **【규칙 참조】**
5. **소화주관의 요건** **규칙 1103.**의 12항을 적용함에 있어서 소화주관은 포말소화중 갑판상, 거주구역, 제어실 및 기관실의 구획에 적어도 합계 2조의 방수가 가능하여야 한다. **【규칙 참조】**
6. **한정된 종류의 화물을 전용으로 운송하는 선박에 대한 대체설비** **규칙 17절**의 최저요건일람표의 *l*란에 "NO"라고 표시된 화물만을 운송하는 경우의 소화장치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【규칙 참조】**
7. **이동식 소화장치** **규칙 1103.**의 14항을 적용함에 있어서 이동식 소화장치는 각 매니폴드부에 적재화물에 적합한 소화제를 사용한 용량 9 *l*에서 13.5 *l*까지의 소화기 2개를 비치하여야 하며 하역시 이외는 적절한 장소에 격납하여 두어야 한다. **【규칙 참조】**
8. **발화원의 배제** **규칙 1103.**의 15항을 적용함에 있어서 윈드러스 및 체인로커는 발화원으로 간주하여야 하며 위험구역내에 배치하여서는 아니 된다. 또한, **규칙 8편 2장의** 관련 규정에도 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**

1104. 특별요건

1. **특별요건** **【규칙 참조】**
   (1) **규칙 17절**의 최저요건일람표 중 *l*란의 적용에 있어 한 종류의 화물을 전적으로 운반하는 선박은 *l*란에 기재된 소화설비 중 하나를 선택하여 설치할 수 있다. **규칙 17절**의 최저요건일람표의 *i*란이 "NF"이고 *l*란이 "No"인 물질만을 운송하는 선박의 소화설비는 화물지역 갑판의 모든 장소에 서로 다른 소화전에서 방출되는 최소 2개의 소화노즐로 물을 분무할 수 있어야 한다.
   (2) 드라이 케미컬 분말소화장치의 소화제 용량은 다음 용량 중 큰 것 이상으로 한다.

(가) **규칙 5장 1104.**의 6항에서 규정하는 용량

(나) 이 소화장치가 요구되는 화물을 동시에 적재할 예정인 화물탱크의 합계 갑판면적에 대하여 1 m^2당 1.5 kg. 또한, 기타의 설비요건은 **규칙 5장 1104.**를 준용한다.

(3) 암모니아수용액(28 % 이하)"의 소화장치로서 **규칙 17절** 최저요건일람표의 *l*란에서 요구하는 "C(물분무)"는 고정식 갑판포말소화장치로부터의 살수로 대신할 수 있다.

제 12 절 화물지역 내의 동력통풍장치

1201. 화물취급 작업중 통상 사람이 들어가는 구역 【규칙 참조】

1. **구획실에 들어가기 전의 통풍** **규칙** 1201.의 2항을 적용함에 있어서 구획실에 들어가기 전의 통풍시간은 15분을 표준으로 한다.
2. **통풍장치의 형식** **규칙** 1201.의 4항을 적용함에 있어서 화물펌프실의 통풍용 덕트는 화물펌프실 상부에 설치하여야 하며 **규칙** 1장 105.에 적합하도록 배치하여야 한다. 화물의 증기밀도 및 공기의 흡입효율 등을 고려하여 흡입구의 상호거리는 화물펌프실의 대각선상에 가능한 한 멀리 떨어지도록 배치하여야 한다.
3. **통풍용 흡기구의 배치** **규칙** 1201.의 6항을 적용함에 있어서 통풍용 흡입구는 위험한 증기가 다시 흡입될 가능성이 최소가 되도록 배치하여야 한다.
4. **통풍용 덕트의 배치** **규칙** 1201.의 7항을 적용함에 있어서 **그림** 7.6.41에서 통풍덕트의 화물펌프실과 기관실의 경계격벽과의 공유격벽은 운송이 인정되는 화물증기에 대한 보호가 요구되는 경우 보수가 용이하지 않으므로 인정할 수 없다.

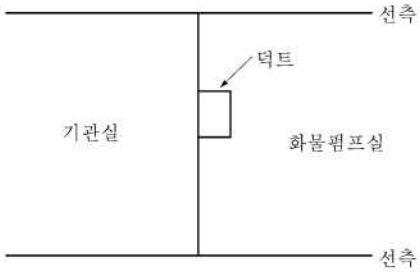


그림 7.6.41

5. **송풍기를 구동하는 전동기의 요건** **규칙** 1201.의 8항을 적용함에 있어서 “스파크가 발생하지 않는 구조”의 통풍용 송풍기는 **규칙** 8편 3장 104.에 따른다.
6. **송풍기의 예비품** **규칙** 1201.의 9항을 적용함에 있어서는 통풍기의 형식마다 1개의 임펠러를 예비품으로 비치하여야 한다.
7. **통풍용 덕트의 개구에 설치되는 보호 스크린** **규칙** 1201.의 10항을 적용함에 있어서 보호 스크린은 플레임스크린 기능이 없는 13 mm × 13 mm 메시의 금속망으로 할 수 있다. 다만, 금속망은 이물질의 낙하에 견딜 수 있는 적절한 강도를 가진 것이어야 한다.

1202. 펌프실 및 통상 사람이 들어가는 기타의 폐위구역 【규칙 참조】

1. **규칙** 1202.를 적용함에 있어서 아래 사항을 만족하여야 한다.
   (1) 펌프실 내에 있는 펌프 및 밸브의 제어장치가 펌프실 외부에 설치되어 있든지 펌프실 내부에 설치되든지에 상관없이 **규칙** 1202.의 규정을 적용한다.
   (2) 펌프실 및 통상 사람이 들어가는 기타의 폐위구역은 시간당 20회의 환기능력을 가지는 이외에 **규칙** 1201.의 규정에도 적합하여야 한다. “통상 사람이 들어가는 기타의 폐위구역”에는 **규칙** 1401.의 2항에서 규정하는 특별한 로커 및 보관실과 **규칙** 1402.의 5항에서 규정하는 로커를 포함한다. 다만, 최대이동거리가 5 m 이하인 폐위된 소구획에 대해서 고정식 통풍장치를 설치하기 곤란한 경우에는 이동식 통풍장치를 인정할 수 있다.
   (3) 화물관이 통과하지 않는 평형수펌프실 혹은 일체의 플랜지이음 또는 밸브를 가지지 아니하는 화물관이 통과하는 평형수펌프실은 다음과 같이 취급한다.
      (가) 평형수펌프실용 동력통풍장치의 배기구는 **규칙** 1201.의 5항에서 규정하는 위치의 제한을 받지 아니한다.
      (나) 평형수펌프실용 동력통풍장치의 흡기구 및 배기구는 13 mm × 13 mm 메시의 보호금속망을 부착한다.
      (다) 평형수펌프실의 동력통풍장치에 대하여는 각 형식마다 화물펌프실의 통풍장치에서 요구하는 예비부품을 비치하여야 한다.
      (라) 평형수펌프실의 소화장치로 고정식 가스소화장치를 설치할 필요는 없다.

1203. 통상 사람이 들어가지 아니하는 구역 【규칙 참조】

1. **통상 사람이 들어가지 아니하는 구역** 통상 사람이 들어가지 아니하는 장소에 설치하는 통풍장치로서 자연통풍장치만을 설치하는 것은 인정되지 아니한다. 고정식 덕트에 송풍기를 설치할 경우에는 시간당 8회, 고정식 덕트가 설치되지 않는 경우에는 시간당 16회의 환기능력이 요구된다.

제 13 절 계기

1301. 계측

1. 계측장치의 형식 【규칙 참조】

(1) **규칙 1301.**의 1항에서 규정하는 계측장치의 형식중에 제한형, 밀폐형에 대한 개구는 다음에 따른다.

(가) 제한형 : 측심관 및 얼리지 해치용 개구의 안지름은 200 mm 이하로 하고 자동폐쇄형의 관두 부착품을 부착하여야 한다. 화물탱크의 계측시에는 화물증기의 대량 누설을 방지하기 위한 구조의 계측장치를 부착할 수 있는 가스실 밸브이어야 한다. 필요한 경우에는 유리로 만든 관측용 창을 별도로 설치하여야 한다.

(나) 밀폐형 : 밀폐구조는 모두 용접구조로 하는 것을 원칙으로 하지만, 정기적 검사를 위한 플랜지 구조로서 평상시에는 개방하지 않는 구조로 된 것은 인정할 수 있다.

(2) **규칙 1301.**의 1항 (1)호 부터 (3)호에서 규정하는 형식으로서 밀폐형은 개방형 및 제한형을 제한형은 개방형을 각각 겸할 수 있다. 즉 안전성의 등급은 밀폐형, 제한형, 개방형 순서로 낮아지게 된다. 또한 밀폐형이 요구되는 화물을 적재하는 탱크에는 밀폐형에 추가하여 제한형의 계측장치를 병설할 수 있다. 밀폐형이 요구되는 화물을 적재할 경우에는 밀폐형의 계측장치만을 사용하여야 하며 이 탱크에 제한형이 요구되는 물질을 적재하는 경우는 밀폐형, 제한형 중 어느 계측장치를 사용할 수 있다. 다만, 밀폐형 또는 제한형이 요구되는 탱크에는 안전상 개방형의 계측장치를 설치하여서는 아니된다.

(3) 계측장치로서 관측용 창을 설치하는 경우에는 그 구조, 액밀 성능 및 가스밀 성능은 탱크정부와 동등의 것이어야 하며 충분한 강도를 가진 보호덮개를 설치하여야 한다.

(4) 어떠한 경우에도 계측장치를 탱크 격벽에 플랜지로 부착하는 방법은 인정되지 아니한다. 다만, **그림 7.6.42**와 같이 격벽의 오목한 부분에 계측장치를 설치하는 경우에는 인정할 수 있다.

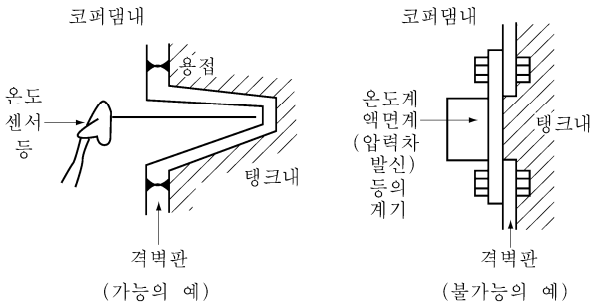


그림 7.6.42

(5) 액면지시장치의 성능 및 구조는 **"제조법 및 형식승인 등에 관한 기준"**에 따라 승인된 것이어야 한다.

(6) 기타 계측장치의 시험(압력, 온도 등) 및 검사는 다음에 따른다. 다만, 장치의 효과를 검증할 수 있는 경우에는 실제 화물을 이용하여 성능시험을 할 필요가 없다.

(가) 제조시의 시험방법

제조자가 작성한 시험방안에 따라 실제 화물을 사용하여 성능시험을 한다. 다만, 이미 승인한 것과 같은 형식의 장치에 대하여 우리 선급이 인정하는 경우에는 실제 화물을 사용하는 성능시험을 생략할 수 있다. 고정식 장치는 우리 선급이 승인한 본선시험방안에 따라 시험 및 검사를 한다.

(나) 선내에서의 재시험 및 재검사

본선에 설치되어 있는 계측장치 및 설비는 다음 사항을 명기한 자료(우리 선급의 승인을 받은 것)을 본선에 비치하여야 한다.

(a) 사용전의 점검방법(시험방법 포함)
(b) 사용중의 점검방법(시험방법 포함)
(c) 제조자가 정하는 정기적인 점검방법 및 그 주기
(d) 장치의 유효기간
(e) 정기적 검사시의 시험 및 검사방법
(f) 기타 주의사항

1302. 증기검지 【규칙 참조】

1. **독성증기검지기가 유효하지 않은 화물에 대한 요건** 특정 화물에 대하여 적절한 증기검지기를 사용할 수 없는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 다만, 이용이 가능한 한 고정식 증기검지기를 설치하는 것이 바람직하다. 최소한 이황화탄소 및 클로로슬폰산에 대하여는 고정식 증기탐지기를 설치하여야 한다.

제 14 절 인신보호

1401. 보호장구

1. **작업복 및 보호장구의 수량** **규칙 1401.**의 1항에서 요구하는 작업복 및 보호장구는 어떤 방향으로부터도 화물비산에 대하여 전신을 보호할 수 있는 것으로 하고 갑판상 및 화물펌프실내 작업원분의 수량을 비치하여야 한다. 한 종류의 작업복 또는 보호장구가 본선의 적재 예정인 화물 전체에 적합하지 아니한 경우에는 각 화물에 적합한 종류의 것을 각각 필요한 수만큼 비치하여야 한다. **【규칙 참조】**
2. **작업복 및 보호장구의 보관장소** **규칙 6장**의 적용을 받는 화물을 취급하기 위하여 1회 이상 사용한 인신보호구는 화물지역 내에 배치한 전용로커에 보관하는 것을 원칙으로 한다. 그 중 1조는 항상 화물펌프실 가까이에 있는 로커에 보관한다. 화물지역 내에 설치된 보호장구를 보관하기 위한 전용로커의 구조는 **규칙 3편 17장**의 규정에 따른다. 다만, 부득이한 경우에는 **그림 7.6.43**과 같이 거주구역 및 업무구역과의 사이에 개구가 없는 창고 또는 로커로서 화물지역 밖에 있는 곳에 보관할 수 있다. 또한 이 규정은 신품이나 미사용품 또는 충분히 세정된 후 사용하지 아니한 것에는 적용하지 아니한다. **【규칙 참조】**

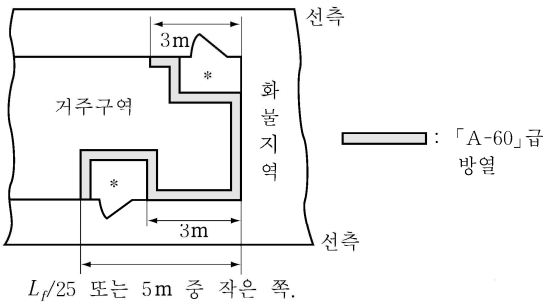


그림 7.6.43

* : 거주구역 또는 업무구역 내에 보호장구의 보관장소를 설치하는 경우, 보호장구의 보관장소는 **규칙 302.**의 3항에서 규정하는 개구를 가지는 지역에 한하여 인정된다. 이 경우, 보관실 내에 샤워기 등을 설치하는 것이 바람직하다. **규칙 1605.**의 4항에서 규정하는 화물시료보관실의 위치에 대하여도 동일하게 취급한다.

1402. 안전장구

1. 안전장구의 수는 본선의 작업인원의 배치 등을 충분히 고려하여 결정한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 1402.**의 2항에서 규정하는 안전장구는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 20분간 사용가능한 공기병의 용량은 상용압력에서 개방공기용적이 800 l 이상일 것.
   (2) 보호복 등은 적재예정화물에 대하여 내산, 내알카리성 및 방독성이 우수한 것을 사용할 것. 다만, **규칙 1401.**의 1항에서 요구하는 것과의 겸용은 인정하지 아니한다.
   (3) 내화구명줄은 폐위구획에 들어가는 사람과 구획밖에 있는 사람이 같이 사용할 수 있도록 30 m 이상일 것.
   (4) 방폭등은 3시간 이상 점등할 수 있는 것일 것.
   (5) 독성화물용 보호복은 장갑 및 장화와 일체형으로 되어야 한다.
3. **규칙 1402.**의 3항 (2)호에서 규정하는 공기압축기는 설비된 공기병의 최고사용압력까지 충진할 수 있는 것이어야 한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙 1402.**의 4항의 적용상 유효한 증기검지기가 없이 화물을 운송하는 선박의 화물펌프실에 대한 추가요건을 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 유효한 독성증기검지기 없이 독성화물을 운송하는 선박의 화물펌프실내의 작업용 추가공기병은 **규칙 1402.**의 3항에 규정하는 공기병에 추가하여 장비할 것.
   (2) 추가 호흡구로서 저압의 공기관계통에 대신하는 동등량의 공기병의 용량은 개방공기용량으로 4800 l 이상일 것.

1403. 비상장구 【규칙 참조】

규칙 1403.의 2항을 적용함에 있어서 위험물 사고시 의료응급처리지침를 참고로 하며 사고 처리용으로 적합할 수 있는 설비와 해독은 물론 그 증상에 따른 사고 처리 지침을 제공한다.

제 15 절 특별요건

1502. 93 % 이하의 질산암모늄 용액

1. **탱크 가열장치내의 열교환 매체의 온도** **규칙** 1502.의 4항 적용상 온도경보는 가시가청경보로 한다. 검지온도는 탱크내의 평균온도로 하고 가열장치는 부분가열이 되지 아니하도록 배치한다. **【규칙 참조】**
2. **암모니아가스를 주입하기 위한 고정설비** **규칙** 1502.의 6항 적용상 암모니아가스를 화물에 조입할 경우에는 화물펌프로 화물을 순환시키면서 주입한다. **【규칙 참조】**
3. **화물펌프의 형식** **규칙** 1502.의 7항 적용상 원심펌프의 수밀장치는 **그림** 7.6.44과 같이 랜턴링을 설치한 스터핑박스로 하여야 하며 가압청수를 랜턴링부에서 스터핑박스내로 분사되도록 한다.

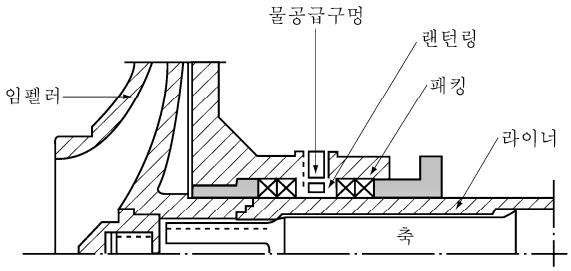


그림 7.6.44

1503. 이황화탄소 【규칙 참조】

1. **비상시 계측용 개구** **규칙** 1503.의 4항 적용상 비상시 계측용 개구에는 자동폐쇄장치붙이 게이트밸브 또는 콕을 설치하여야 하며 비상시 이외는 사용을 금지하는 주의표시를 하여야 한다.

1505. 과산화수소 용액 【규칙 참조】

1. **고정식 물 분무장치** **규칙** 1505.의 1항 (10)호 (나)에서 규정하는 "누설속도 및 합계량"을 산정하는 경우에는 배관 및 호스는 전손한 것으로 한다.

1508. 산화프로필렌 및 중량농도 30 % 이하의 산화에틸렌을 함유하는 산화에틸렌/산화프로필렌 혼합물 【규칙 참조】

1. **운송상의 요건** **규칙** 1508.의 35항을 적용함에 있어서 봉입된 질소가스는 순도 99 % 이상(용적)을 확보할 수 있는 멤브레인형 질소가스발생기에 의한 질소가스를 사용할 수 있다.

1510. 용융유황 【규칙 참조】

1. **화물온도제어장치** **규칙** 1510.의 6항을 적용함에 있어서 화물온도제어장치는 화물탱크내 온도표시 및 고온·저온 경보장치를 설치하는 경우 온도제어 트립 등은 수동으로 할 수 있다. 이 경우 탱크온도는 어떠한 검지점에서도 155°C를 초과하지 아니하도록 감시제어되어야 한다. 다만, 가열매체가 155°C를 넘지 아니하는 것은 온도표시만 한 것이어도 좋다. **【규칙 참조】**
2. 화물관 또는 벤트관 등이 응고되지 않도록 이중관에 넣어 배관하거나 유효한 장치를 설치하여야 한다.

1511. 산

1. **내식처리** **규칙** 1511.의 2항을 적용함에 있어서 라이닝 또는 내식재료의 사용은 화물펌프실의 주위벽(바닥 및 바닥에서 1 m 높이까지의 주위벽)에도 적용된다. 다만, 적재하고자 하는 화물에 대하여 라이닝 또는 내식재료의 내식 유효성이 확인되지 아니할 경우에는 주위벽은 내식성의 재료를 사용하여야 한다. 여기서 라이닝은 탱크 또는 관장치에 적용하는 고체상태에서 탄성성질을 가진 내산성 재료이다. **【규칙 참조】**
2. **화물의 분출 및 누설방지** **규칙** 1511.의 4항을 적용함에 있어서 화물의 분출을 예방하기 위한 덮개는 내산성의 것이어야 한다. **【규칙 참조】**

3. **화물과 연료유 탱크와의 격리** **규칙** 1511.의 6항을 적용함에 있어서 화물 또는 화물 찌꺼기를 적재하는 탱크와 연료유 탱크와의 격리에 대하여는 면접촉, 선접촉 및 점접촉 어느 것도 인정하지 아니한다. **【규칙 참조】**
4. **화물누설검지장치** **규칙** 1511.의 7항을 적용함에 있어서 누설검지는 pH계 및 수소검지기로 하며 이들 기구는 휴대식으로 할 수 있다. 다만, 대체수단으로 리트머스시험지 등을 사용할 수 있다. **【규칙 참조】**
5. **화물펌프실의 빌지흡입 및 배출설비** **규칙** 1511.의 8항을 적용함에 있어서 화물펌프 및 플랜지 커플링부에는 드레인받이를 설치하고 드레인 콕에 의해 빌지웰 또는 별도의 탱크까지 유도하여야 한다. 이들의 경로는 내식성 재료로 되어 있거나 유효한 코팅을 하여야 한다. 화물펌프실 바닥 및 바닥에서 1 m 높이까지의 주위벽을 내식성 재료로 하는 경우에는 예외로 한다. **【규칙 참조】**

1512. 유독물질 【규칙 참조】

1. **규칙** 1512.의 2항의 탱크 통풍장치에는 육상시설로 가는 환류관측에 스톱밸브를 설치하여야 한다.

1513. 첨가제로 보호되는 화물

1. **규칙** 1513.의 3항 (2)호의 적용에 있어서 첨가제가 산소의존형인 경우, 반응억제제가 활성화되기 위하여 탱크의 증기부에서 요구되는 최소 산소농도가 기재되어야 한다.(MSC-MEPC.2/Circ.14) **【규칙 참조】**
2. **규칙** 1513.의 3항 (2)호 및 5항의 적용에 있어서 산소 의존형 반응억제제를 함유한 제품이 SOLAS II-2/4.5.5 **규칙**에 의해 불활성화가 요구되는 선박으로 운송되는 경우, 증명서에 기재된 탱크 증기부 내의 산소농도를 유지하도록 규칙에서 요구하는 바에 따라 불활성장치를 작동하여야 한다.(MSC-MEPC.5/Circ.10) **【규칙 참조】**

1514. 37.8°C에서 절대증기압이 0.1013 MPa 보다 높은 증기압을 가진 화물

1. **규칙** 1514.의 4항의 적용에 있어서 탱크 통풍장치에는 육상시설로 가는 환류관측에 스톱밸브를 설치하여야 한다. **【규칙 참조】**

1516. 화물의 혼합 【규칙 참조】

1. **알카리성 또는 산성물질의 혼입금지** **규칙** 1516.의 적용을 받는 화물과 알카리성 또는 산성화물을 운송하는 화물탱크와의 격리에 대하여는 면접촉, 선접촉 또는 점접촉 어느 것도 인정하지 아니한다. 또한 화물관 및 화물탱크 벤트장치도 분리하여야 한다.
2. **물의 혼입금지** *(2021)*
   (1) **규칙** 1516.의 2항 (3)호에서 "전용 평형수탱크 또는 물탱크가 비어있고 건조 상태"라 함은 탱크주위벽, 골재 등에 수적(水滴), 습기가 없는 상태를 말한다. 건조상태가 확보되지 않는 전용 평형수탱크 또는 물탱크와 인접하는 화물탱크에는 **규칙** 1516.의 2항의 적용을 받는 화물을 적재하여서는 아니되며 이 경우 선접촉 및 점접촉 어느 것도 인정하지 아니한다. 다만, **그림** 7.6.45과 같은 십자형의 이음으로 분리된 선접촉 및 점접촉은 인정할 수 있다.

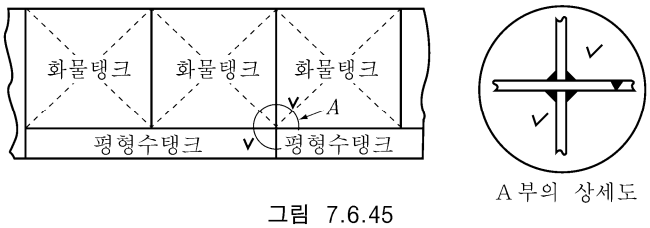


그림 7.6.45

   (2) 평형수탱크에 인접하는 화물탱크에 물과 위험한 반응을 하는 화물을 적재하는 경우에는 해당 평형수탱크의 평형수관에 평형수 배출후에 평형수탱크를 건조공기 등으로 건조시키고, 잘못된 조작으로 인하여 평형수가 주입되지 않도록 조치하여야 한다.
   (3) 물과 위험한 반응을 하는 화물을 가열하는 경우에는 열매체유설비 또는 기타의 간접 가열설비를 갖추어야 한다.

1517. 강제통풍요건 【규칙 참조】

1. **강제통풍요건** **규칙** 1517.에서 "작업구역 또는 기타 유사한 구역"이라 함은 업무구역, 화물제어실 및 이와 유사한 장소를 말하며 하역작업을 하는 화물 매니폴드부는 포함하지 않는다.

1518. 특별한 화물펌프실 요건 【규칙 참조】

어떤 경우에도 노출갑판 아래에 화물펌프실을 설치하는 것은 인정하지 아니한다. 즉 **규칙** 1518.의 규정이 적용되는 화물을 운송하는 탱크에는 잠수형 화물펌프를 설치하거나 개방갑판상에 화물펌프실을 설치한다.

1519. 넘침제어

1. **액면경보장치의 시험** **규칙** 1519.의 4항을 적용함에 있어서 적하에 앞서 실시하는 경보시험은 액면계의 실제작동에 따라 확인할 수 있어야 한다. 실제작동에 따라 확인이 불가능한 경우는 **그림** 7.6.46와 같이 경보회로가 정상임을 확인할 수 있는 적절한 장치를 설치하여야 한다. **【규칙 참조】**

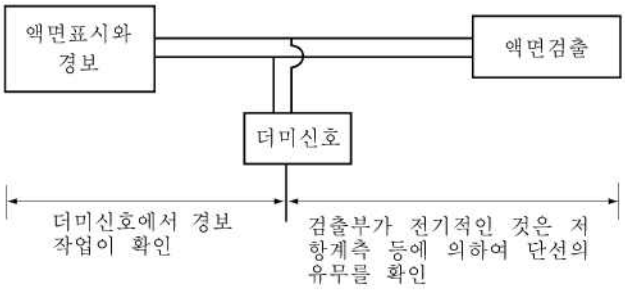


그림 7.6.46

2. **고액면 경보장치의 독립성** 고액면 경보장치와 넘침제어장치가 요구되는 화물은 밀폐형의 계측장치가 요구되는 경우가 많다. 이와 같은 물질을 적재하는 탱크는 다음 3종류의 검출단이 요구된다. **【규칙 참조】**
   (가) 액면계측용(**규칙** 1301.)
   (나) 고액면경보용(**규칙** 1519.의 6항)
   (다) 넘침제어용(**규칙** 1519.의 7항)
   (가), (나) 및 (다)의 검출단은 분리시켜야 하며 (나) 및 (다)의 검출단(리밋스위치, 플로터, 전기장치 등)이 부착된 관에 한하여 겸용할 수 있다. (가), (나) 및 (다)의 검출단에서 요구하는 전기, 공기, 유압의 화로는 하나의 결함에 의하여 다른 회로가 조작불능이 되지 아니하도록 서로 독립되어야 한다. 프로세스 유니트를 선교등에서 볼 수 있도록 표시할 경우에는 전기회로는 적어도 이 장소까지 독립으로 하여야 하며 전원은 분전반에서 공급되도록 하여야 한다.
3. **고액면 경보장치의 설치** **규칙** 1519.의 6항에서 규정하는 고액면 경보장치는 제어실 또는 선교에 모듈러 유니트가 있는 경우, 2항의 (가), (나) 및 (다)에 대하여 독립된 액면지시계 및 가시경보를 설치하여야 한다. 또한, 가시가청경보는 작업자가 화물지역에서 인지할 수 있는 장소에 설치하여야 하며. 가시경보는 육상시설에서도 잘 보이는 장소에 설치하여야한다. 제어실이 없는 경우에는 가시가청 경보는 화물제어장소에 설치하여야 한다. 완전하게 세정된 화물탱크의 출입을 제외하고 검출단의 시험장치는 탱크밖에 배치하여야 하며 전기회로 또는 자기감시형 회로의 시뮬레이션테스트는 인정할 수 있다. **【규칙 참조】**

제 16 절 작업규정

1601. 탱크당 최대허용화물량 【규칙 참조】

규칙 1601.에서 규정하는 최대허용화물량은 45°C에 있어서 화물의 온도팽창을 고려하여 결정하여야 하며 벤트관은 항해시 트림에 의하여 벤트관의 탱크내 개구부가 화물로 막히지 않도록 항상 탱크내 기상부에 있도록 배치하여야 한다. 또한, 탱크의 가열에 의한 영향으로 탱크온도가 45°C를 초과할 가능성이 있는 경우, 최대허용화물량은 그 온도를 기준으로 결정하여야 하며 이 경우에는 인접하는 탱크의 영향도 고려하여야 한다.

1604. 화물탱크의 개폐 및 출입 【규칙 참조】

규칙 1604.에서 규정하는 화물탱크의 덮개, 얼리지용 개구, 관측창 및 탱크세정용 출입덮개는 가스프리의 공기공급시, 탱크세정시, 개방형 및 제한형의 측심장치가 요구되는 탱크의 측심시, 가스검지시 및 시료채취시 이외는 개방하여서는 아니된다.

1605. 화물시료의 보관 【규칙 참조】

규칙 1605.을 적용함에 있어서 화물지역 내에 시료를 보관하는 경우, 시료를 보관하는 구획은 선박의 노출된 지역에서 바로 출입할 수 있어야 하며 해당구획에는 총용적에 대하여 시간당 20회 이상의 환기능력을 가지는 배기식의 동력통풍장치를 별도로 설치하여야 한다. 다만, 최대이동거리가 5 m 이하인 시료보관용 소구획에 대해서 고정식 통풍장치를 설치하기 곤란한 경우에는 이동식 통풍장치를 인정할 수 있다.

1606. 과도한 열에 노출시켜서는 안 되는 화물 【규칙 참조】

과도한 열에 노출시켜서는 아니되는 화물을 적재하는 탱크가 가열되는 경우 또는 가열되는 다른 탱크(화물탱크, 연료유탱크 등)에 인접하는 경우에는 고정식 온도계 및 온도경보장치를 설치하여야 한다.

부록 7A-1 적합증서를 요구하지 아니하는 선박에 대한 요건

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 적합증서를 요구하지 아니하는 액화가스 탱크선으로서 등록을 하고자 하는 선박의 구조, 설비 및 검사에 대하여는 이 부록의 규정에 따른다. 여기에서 액화가스 탱크선이라 함은 38°C에 있어서 증기압(게이지압)이 0.2MPa 이상의 액상 위험물을 산적으로 운반을 하는 선박을 말한다. 다만, **부록 104.**의 2항 (10)호에서 규정하는 시험은 그 선박이 처음으로 하역할 때에 시행하는 것을 조건으로 하여 생략할 수 있다.
2. 특히 이 부록에 규정하고 있지 않은 것에 대하여는 선급 및 강선규칙 해당 각편의 규정에 따른다.
3. 석유가스를 액화한 것 이외의 화물을 적재하는 액화가스 탱크선에 대하여는 그 화물의 성질에 따라 선박의 구조, 배치, 설비 및 검사에 대하여 특별히 고려하여야 한다.
4. 이 부록에서 규정한 것과 다르게 설계된 액화가스 탱크선의 적하설비도 우리 선급이 부록의 규정에 적합하다고 인정하거나 또는 동등한 효력이 있다고 인정하는 경우에는 이 부록에 적합한 것으로 간주한다.
5. 이 **부록 2절**은 가압식 액화석유가스 탱크선에, **3절**은 저온 액화석유가스 탱크선에 각각 적용한다. 다만, 저온 액화석유가스 탱크선으로 -50°C보다 낮은 온도에서 액화석유가스를 운송하는 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

102. 용어 및 정의

이 부록에 있어서 용어의 정의는 다음에 따른다.

1. 가압식 액화석유가스 탱크선이라 함은 38°C에서 0.2 MPa 이상의 증기압을 갖는 석유가스를 액화한 것을 선체에 항구적으로 설치된 적재탱크에 대기온하에서 가압상태로 적재하여 운송하는 선박을 말한다.
2. 저온 액화석유가스 탱크선이라 함은 38°C에서 0.2 MPa 이상의 증기압을 갖는 석유가스를 액화한 것을 선체로부터 독립되고 외면에 단열을 시공한 자기지지형의 탱크에 대기압 또는 그 부근의 압력하에서 냉각상태로 적재하여 운송하는 선박을 말한다.
3. 탱크라 함은 가압식 액화석유가스 탱크선에서는 적재탱크 및 중간탱크를 말하며, 적재탱크라 함은 1항에서 말하는 적재탱크를, 중간탱크라 함은 하역펌프에 압입수두를 주기 위한 탱크를 말한다. 한편 저온 액화석유가스 탱크선에서는 액화석유가스 화물을 적재하는 2항에서 규정한 탱크를 말한다.
4. 탱크창이라 함은 1항의 적재탱크 및 2항의 탱크를 설치하는 구획을 말한다.
5. 액이라 함은 액화석유가스의 액상을 말한다.
6. 가스라 함은 액화석유가스의 기상을 말한다.
7. 위험구역라 함은 인화 또는 폭발하기 쉬운 물질을 적재하는 장소 및 이들이 모이거나 또는 침입할 우려가 있는 장소를 말한다. 이 부록에서 규정하는 선박에서는 적어도 다음에 정하는 구획 또는 구역은 위험구역로 간주하여야 한다.
   (1) 탱크
   (2) 탱크에 인접하는 구획
   (3) 화물용 펌프실, 압축기실 등 화물을 취급하는 기기실
   (4) 노출갑판상에서 탱크 개구, 가스개구, 액(液) 개구, 화물용 관의 플랜지이음으로부터 3 m 이내의 구역 또는 반폐쇄 장소
      (가) 상기의 각종 개구는 다음의 개구를 말한다.
         탱크개구 : 맨홀, 탱크부착품 부착부
         가스개구 : 육상연결구 개구, 안전밸브 개구. (3), (7) 및 (8)에서 정하는 구획의 통풍용 개구 및 출입구
         액 개 구 : 육상연결구 개구, 선외비상 배출용관 개구
      (나) 상기의 화물용관의 플랜지이음이란 다음의 것을 말한다.
         화물용관이란 액용 및 가스용관을 말한다. 다만, 선외 비상 배출용관은 제외하며, 미끄럼이음 및 나사이음은 플랜지 이음과 동일한 것으로 취급한다.
   (5) 노출갑판상에서 다음의 너비, 높이 및 길이로 둘러싸인 구역
      (가) 선박의 전 너비
      (나) 노출갑판상 2.4 m의 높이

(다) 선수측에 가장 가까운 적재탱크의 전단으로부터 선미측에 가장 가까운 적재탱크의 후단까지의 길이를 선박의 전후 방향으로 각각 3 m 연장한 길이

(라) 소형선으로 선수루 갑판상의 일부가 (다)에서 말하는 가장 가까운 선수측 적재탱크의 전단으로부터 선박의 전방으로 3 m 연장한 위험구역에만 해당하는 경우로서 부득이 이 장소에 방폭형 이외의 기기를 설치하는 경우는 다음에 따른다.

(a) 선수루 갑판상에 강제 가스방벽을 설치한다.

(b) 가스방벽의 높이는 상갑판상 2.4 m로 하고 너비는 가스방벽 부착장소에 있어서 선수루 갑판의 거의 전 너비로 한다.

(c) 가스방벽에는 개구를 설치하지 않는다.

(d) 전기기기는 적어도 전폐방수형의 것으로 한다.

(6) 적재탱크의 바깥표면(탱크에 단열 기타의 외피가 있는 경우는 그것을 외표면이라 한다)으로부터 2.4 m 이내의 노출구역

(7) 화물용 관이 부착되는 폐쇄 또는 반폐쇄 장소

(8) 화물용 호스를 격납하는 구획

(9) (2) 또는 (3)에 정하는 위험구역 직상의 폐쇄 또는 반폐쇄 장소. 다만, 기밀갑판으로 구획되어 있고 적절한 환기장치가 있는 경우에는 제외한다. “적절한 환기장치가 있는 경우”란 (2), (3), (7) 및 (8)에 정하는 구획의 통풍기와는 별개의 기계통풍장치로 환기되는 경우를 말하며 환기회수는 별도로 지정하지 않는다.

(10) (1) 부터 (9)에 정하는 위험구역 중 직접개구를 갖는 폐쇄 또는 반폐쇄 장소
다음의 경우에는 “직접개구”로 간주하지 않는다.

(가) 창, 맨홀 등 중에서,

(a) 가스밀의 고정식 창

(b) 가스밀 또는 수밀의 볼트 조임개구로서 운항중에 보통은 개방할 필요가 없는 것.

(나) 문 중에서,

(a) 상갑판 거주구의 출입구문으로서 비바람막이문 이외에 금속제의 자동폐쇄문을 이중으로 설치한 경우. 다만, 자동폐쇄문의 접촉면에 패킹을 부착한 것이나 적절한 방법으로 충분한 접촉면을 얻을 수 있는 것으로 한다.

(b) 긴 갑판창고 등의 출입구문으로서 비바람막이문 이외에 금속제의 강제폐쇄문을 이중으로 설치하고 2중문 사이의 구획에 유효한 급기식 기계통풍장치를 설치하는 경우. 비바람막이문 이외에 금속제의 자동폐쇄문을 설치하고 또한 유효한 급기식 기계통풍장치를 설치하고 구획내의 비방폭형 전기기기와 인터록을 하는 경우. 한편, 본 (b)는 (a)의 출입구문에도 적용할 수 있다. 또한, (4), (7), (9) 및 (10)에서 말하는 “반폐쇄장소”란 갑판 및 격벽으로 간막이되고 통풍상태가 노출부와 현저히 다른 장소를 말한다.

8. 탱크창내 보이드 스페이스라 함은 탱크창내의 탱크 주위의 빈 공간을 말한다.

9. 2차 방벽이라 함은 탱크에 누설이 생기는 경우 일정한 기간 이상 누설화물을 보호하여 주 선체구조가 설계시 고려한 온도 이하로 되지 않도록 하기 위한 구조를 말하며, 하나의 탱크내 화물액이 탱크창내에 유출하여 탱크내와 탱크창내 빈공간의 액위가 동일 레벨에 있는 경우에도 그 액을 14일간 이상 유지하는 것으로 한다.
이 경우 선체의 종 및 횡경사를 고려할 필요는 없다. 또한 탱크내에 액체밀 격벽을 설치하는 경우에는 1구획에서의 누설만을 고려하여 이 액을 14일간 이상 유지하는 것으로 할 수 있다. 다만, 항해구역, 항로를 감안하여 우리 선급이 인정한 경우에는 상기 14일간의 기간을 감할 수 있다.

103. 승인도면 및 자료

선박에 액화석유가스의 적하설비를 설치하고자 하는 경우에는 적어도 다음의 도면 및 자료를 제출하여 승인을 받아야 한다.

가압식 액화석유가스 탱크선

1. 제출하여야 할 승인도면 및 자료는 다음과 같다.
(1) 탱크의 제작사양서(용접재료, 용접요령 상세를 포함)
(2) 탱크 및 압력용기의 전체조립도 및 상세도(부착품부착자리, 노즐, 내부 부착품 부착상태를 포함)
(3) 탱크 및 압력용기의 부착품 장치도 및 부착품 상세도(액면계, 급속차단밸브, 익세스플로우 밸브 등을 포함)
(4) 적재탱크 및 중간탱크의 배치도, 거치도, 갑판 관통부 및 폐쇄장치의 상세도, 작업대 상세도
(5) 액화석유가스 제관선도 및 계측장치관선도
(6) 액화석유가스 적하설비를 갖는 구획의 빌지 및 통풍장치도
(7) 안전장치의 배치도
(8) 가스탐지기 검출단 배치도
(9) 액화석유가스용 특수 밸브류, 하역호스, 신축이음, 필터 등의 상세도
(10) 하역용 펌프, 가스압축기 및 이들의 구동기 구조도
(11) 위험구역를 명시하는 도면
(12) 탱크, 관 계통, 기기류의 접지요령도
(13) 위험구역의 전로포설 요령도 및 전기기기 장비 일람표.
이 경우 전기기기 장비일람표는 **6편 1장 102.**에 따른다.
(14) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료
2. 제출하여야 할 참고자료는 다음과 같다.
(1) 화물구역의 사양서
(2) 화물의 조성 및 성질(-10°C부터 45°C까지의 포화증기압 선도를 포함)
(3) 탱크의 강도계산서, 탱크지지부의 강도계산서, 탱크 안전밸브 방출능력 계산서(벤트관의 배압계산을 포함)
(4) 액화석유가스 제관배치도
(5) 화물의 충전한도 계산서
(6) 이 **부록 106.**에 규정하는 취급설명서

저온 액화석유가스 탱크선

1. 제출하여야 할 승인도면 및 자료는 다음과 같다.
(1) 가압식 액화석유가스 탱크선에서 제출을 요구하는 (5)호, (6)호 및 (9)호 부터 (14)의 도면
(2) 탱크의 제작사양서(용접 시공요령, 용접부의 시험검사 요령, 탱크의 시험검사 요령 및 단열재의 모든 성질과 그 시공요령을 포함)
(3) 탱크의 구조도 및 상세도
(4) 탱크의 부착품 장치도(내부 부착품의 부착상태를 포함) 및 부착품 상세도(액면계 및 특수밸브류를 포함)
(5) 탱크 받침대, 탱크 고정장치, 탱크의 갑판관통부 및 폐쇄장치의 상세도
(6) 단열재의 배치 및 부착상세도
(7) 2차 방벽을 설치하는 경우에는 그 상세도
(8) 탱크창내 보이드 스페이스의 긴급압력도출장치의 상세도 및 누설액 배출장치의 상세도
(9) 탱크창내 보이드 스페이스를 불활성화하는 경우에는 그 압력조정장치의 상세도
(10) 각종 압력용기의 조립단면도, 노즐상세도, 부착품 장치도, 부착품 상세도
(11) 액화석유가스 관 계통의 계획압력, 계획온도에 대한 사용재료의 구분 및 재료규격
(12) 재액화장치용 냉매관 계통도
(13) 가스탐지기, 온도지시기, 압력계 등의 검출단 배치도
(14) 재액화장치의 주요부의 구조도(냉장장치 규격에 준한다)
2. 제출하여야 할 참고자료는 다음과 같다.
(1) 가압식 액화석유가스 탱크선에서 제출을 요구하는 (1)호 및 (3)호 부터 (6)호의 자료
(2) 화물의 조성 및 성질(필요한 온도범위의 포화증기압선도를 포함)
(3) 재액화장치의 능력계산서

104. 시험 및 검사

각종 시험 및 검사는 다음의 규정에 따르는 이외에 각장의 규정에도 적합하여야 한다.

1. 가압식 액화석유가스 탱크선

(1) 수압시험

탱크, 화물용 압력용기, 관, 밸브 및 이들의 부착품의 하역호스는 제조후 선박에 장비하기 전에 다음의 압력으로 수압시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(가) 탱크 및 화물용 압력용기 : 설계압력의 1.5배

(나) 관, 밸브 및 부착품과 하역호스 : 설계압력(또는 최고사용압력)의 2배

(다) 화물용 압축기 및 펌프 : 화물의 압력을 받는 부분은 각각 최고사용압력의 1.5배의 압력으로 수압시험

(라) 화물용관 : 관 상호의 용접을 현장에서 행하는 화물용관은 용접공사 완료후에 소정의 압력으로 수압시험

(2) 기밀시험

(가) 탱크, 화물용의 압력용기, 관, 밸브 및 이들의 부착품과 하역호스는 선박에 장비하기 전에 설계압력(또는 최고사용압력)으로 기밀시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(나) 화물용 관 계통은 선박에 장비한 후 관 계통 도출밸브의 조정압력의 90 % 이상으로 기밀시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(다) 화물용 압축기 및 펌프의 화물의 압력을 받는 부분은 최고사용압력으로 기밀시험을 한다.

(라) 관 상호의 용접을 현장에서 행하는 화물용관은 용접공사 완료후에 소정의 압력으로 기밀시험을 한다.

(3) 방사선 검사

화물용 관 계통의 용접 이음부는 검사원의 지시에 따라 방사선 검사를 하고 이에 합격하여야 하며, 화물용 관 계통의 용접이음의 방사선 검사는 적어도 용접이음 개소의 10 % 이상으로 하고 재료, 이음부의 치수, 용접자세, 용접관리, 실적 등을 감안하여 결정한다.

(4) 확인시험

안전밸브, 도출밸브, 압력계, 온도계, 안전장치, 가스탐지기, 원격조작장치 등은 부착 전 또는 부착 후에 그 성능을 확인하여야 한다.

2. 저온 액화석유가스 탱크선

(1) 2차 방벽 시험

2차 방벽을 설치하는 경우에는 건조시에 적절한 방법에 의하여 그 유효성을 확인하여야 한다. 또한 취항 후의 정기적인 검사시에 그 유효성을 확인할 수 있도록 설계할 것을 권장한다. 취항후 2차 방벽의 유효성을 확인할 수 없는 경우에는 건조시에 적절한 방법으로 그 신뢰성을 확인하여야 한다.

(2) 용접절차 인정시험

탱크의 용접에 사용하는 용접법은 **규칙 2편 2장 4절**의 규정에 따라 용접절차 인정시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(3) 용접이음부의 비파괴검사

(가) 탱크판의 모든 맞댐이음부는 방사선 검사를 하여야 한다. 다만, 액의 온도, 결함의 검출능력 등을 고려하여 우리 선급이 승인한 경우에는 방사선 검사의 일부를 다른 비파괴검사로 대신할 수 있으나 이 경우에 있어서도 맞댐이음부의 전 길이의 20 % 이상 및 용접선의 교차점 부근에 대하여는 방사선 검사를 하여야 한다.

(나) 화물용 관 계통의 용접이음부의 검사원의 지시에 따라 방사선 검사를 하고 이에 합격하여야 한다.

(4) 탱크의 수압시험

(가) 적어도 1개 이상의 탱크에 대하여는 건조후 단열을 시공하기 전에 탱크 정판(다만, 돔(dome)은 제외함. 이하 같다)까지 물을 채우고, 탱크 정판으로부터 2.45 m 또는 탱크 정판으로부터 창구 정부상 0.6 m까지의 수두 중 큰쪽의 압력에 상당하는 공기압 또는 수두를 가하여 수압시험을 하여 누설 또는 유해한 변형이 없는 것을 확인하여야 한다. 나머지 탱크에 대하여는 탱크 정판까지의 깊이의 60 % 깊이까지 물을 채운 후 위에서 말한 공기압을 가하는 방법으로 시험할 수 있다. 다만, 적어도 1개의 탱크에 대하여는 시험압력 또는 시험수두를 과압안전밸브의 조정압력의 1.2배 이상으로 하여야 한다.

(나) 수압시험에 있어서 탱크판의 외면을 점검할 수 없는 구조인 경우에는 이에 대신할 수 있는 적절한 방법을 제시하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(5) 각종 압력용기의 시험

각종 압력용기 및 부착품은 1항 (1)호 및 (2)호 (가)에 의하여 수압시험 및 기밀시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(6) 단열재
단열재를 탱크에 접착하는 경우에는 접착방법에 대한 모형시험을 하여 사용상태에 있어서의 박리, 파괴 등의 염려가 없는가를 확인하여야 한다.

(7) 탱크 부착품
(가) 과압안전밸브, 진공도출밸브 및 관 계통에 접속되지 않는 탱크 부착품은 탱크에 장비하기 전에 각각 0.2 MPa의 압력으로 수압시험 및 0.1MPa 이상의 압력으로 기밀시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
(나) (가) 이외의 부착품은 탱크에 장비하기 전에 (8)호 (가) 및 (나)에 의하여 각각 수압시험 및 기밀시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(8) 화물용 관, 밸브, 관 계통 부착품 등
(가) 화물용 관, 밸브, 관 계통 부착품 및 하역호스는 선박에 장비하기 전에 관 계통의 최고사용압력의 2배의 압력(적어도 1.0MPa)으로 수압시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
(나) 화물용 관, 밸브, 관 계통 부착품 및 하역호스는 선박에 장비하기 전에 최고사용압력으로 기밀시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
(다) 화물용 관 계통은 선박에 장비한 후 관 계통 도출밸브의 조정압력의 90 % 이상으로 기밀시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(9) 확인시험
1항 (4)호의 규정은 저온 액화석유가스 탱크선에도 적용한다.

(10) 사용시험
저온 액화석유가스 탱크선은 모든 공사가 완료된 후 계획한 화물을 만재한 상태에서 탱크 및 모든 장치가 각각 계획한 조건을 만족하고 있는가를 확인하여야 한다. 다만, 하역설비에 대하여는 실제의 화물에 의한 작동하에서 검사를 한다.

105. 표시

1. 가압식 액화석유가스 탱크선의 적재탱크에는 설계압력, 최고사용온도, 용적, 수압시험압력, 제조년월, 제조소명 및 제조소의 제작번호를, 저온 액화석유가스 탱크선의 적재탱크에는 돔부근에 탱크 번호, 용적, 과압안전밸브의 조정압력, 화물의 최고밀도, 최저사용온도, 제조년월 및 제조소명을 각각 보기 쉬운 위치에 표시하여야 한다.
2. 하역호스에는 그 최고사용압력을 표시하여야 한다.
3. 탱크로 통하는 관 계통은 액용인가 또는 가스용인가를 용이하게 식별할 수 있도록 표시하여야 한다.

106. 취급설명서

조선소는 화물관 계통의 제반설비의 취급 및 안전대책에 대하여 조작 및 보수의 요령을 해설한 취급설명서를 선주측에 제공하여야 한다.

제 2 절 가압식 액화석유가스 탱크선

201. 탱크의 배치, 설치 및 설치구획

1. **탱크의 설치 금지장소** 선수격벽의 전방 및 선미격벽의 후방에는 탱크를 설치하여서는 아니된다.
2. **노출갑판상의 탱크 공간** 탱크가 노출갑판상에 있거나 또는 노출갑판상에 돌출되어 있는 경우에는 탱크 또는 탱크 돌출부는 다음의 요건을 만족하여야 한다.
(1) 선원의 교통 및 제 작업에 지장이 없을 것.
(2) 거실, 보트, 승정장소, 소화전 및 가스폭발의 원인이 되는 기계 또는 기계류로부터 충분한 거리를 가질 것.
3. **탱크와 선체구조 사이 및 탱크 상호 사이의 거리**
(1) 선체구조와 탱크와의 간격은 보수나 점검을 할 수 있도록 특히 우리 선급이 인정하는 경우를 제외하고 선측늑골(다만, 특설늑골을 제외) 내면, 격벽부재(다만, 거더를 제외)의 내면 및 이중저 내저판 상면으로부터 각각 380 mm 이상으로 하여야 한다. 다만, 선체구조와 탱크와의 간격을 고려하는 경우 브래킷, 치구 등 교통에 지장이 없는 부재는 제거하지 않아도 좋다. 또한 선체구조의 고려를 간격이 380 mm로 하는 경우와 동일하게 접근 가능한 배치로 하는 경우에도 선체구조와 탱크와의 간격은 380 mm 미만으로 할 수 있다. 탱크를 쉽게 이동시킬 수 있는 구조로 하여 접근 가능한 경우에도 선체구조와 탱크와의 간격을 380 mm 미만으로 할 수 있다.

(2) L이 60 m 이상인 선박에서는 탱크와 선측 외판과의 거리는 610 mm 이상으로 하여야 한다. 또한 선박이 단저구조인 경우에는 탱크와 선저외판과의 거리는 610 mm 이상으로 하여야 한다.

(3) 2개 이상의 탱크가 설치되는 때의 탱크간의 거리는 특히 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고 380 mm 이상으로 하여야 한다.

4. **맨홀의 위치** 탱크의 맨홀 및 부착품은 노출갑판보다 위에 설치하여야 한다.

5. **탱크의 지지** 탱크는 탱크의 지지점에 과대한 하중이 집중되지 않도록 하고 강재지지대상에 확실히 지지하여야 한다.

6. **탱크를 설치하는 구획** 탱크를 설치하는 구획은 열원, 전기설비 등 액화석유가스가 발화하는 원인으로 되는 것을 흡수하지 않는 수밀구획으로 하고 발화원을 가진 구획과 공기의 유통이 있어서는 아니된다.

7. **노출갑판의 수밀** 탱크가 노출갑판을 관통하는 경우의 노출갑판의 수밀성은 **규칙 4편 2장**의 규정에 적합하여야 한다.

8. **접지** 탱크는 전기적으로 유효하게 접지(接地)하여야 한다.

202. 탱크 및 압력용기

1. **적용** 탱크 및 화물용 압력용기(이하 **압력용기**라고 한다)는 용접구조로서 이 절에서 특히 규정하는 것을 제외하고는 **규칙 5편 5장**에서 규정하는 제1급 압력용기의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2. **재료** 탱크 및 압력용기의 재료는 용접성이 양호하고, 또한 탱크 또는 압력용기가 노출되는 부분에 낮은 온도에 있어서도 충분한 인성을 갖는 것으로서 설계 및 공사에 관하여 미리 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.

3. **동판 및 경판의 최소두께** 탱크 및 압력용기의 동판 및 경판의 최소두께는 8 mm 이상이어야 한다. 다만, 동체의 안지름의 900 mm 이하의 탱크 및 압력용기로서 항상 액체를 적재하지 않는 것일 때에는 이것을 6 mm까지로 할 수 있다.

4. **맨홀** 탱크에는 그 정부 또는 그 근처에 275 mm × 375 mm 또는 지름이 375 mm 이상인 크기의 맨홀을 설치하여야 한다. 탱크에 출입용 트렁크를 설치할 때에는 그 안지름은 750 mm 이상으로 하여야 한다.

203. 화물용 관, 밸브, 관부착품, 압력용기 부착품 및 탱크 부속설비

1. **재료 및 공사**

(1) 밸브, 플랜지, 관부착품, 압력용기 부착품 및 탱크부착품은 운송하는 액화석유가스에 적합한 것으로서 강 또는 우리 선급의 승인을 받은 재질의 것이어야 한다.

(2) 밸브자리, 패킹 및 가스킷 등은 액체에 침식되지 않는 것이어야 한다. 맨홀 및 플랜지의 가스킷 재료는 530°C까지 가열하여도 사용에 견딜 수 있는 것이어야 한다.

(3) 액체 또는 가스의 압력을 받는 관은 전기저항 용접 또는 이음매 없는 강관이어야 한다.

(4) 전 호의 관계통의 공사는 **규칙 5편 6장**에서 규정하는 제1급 관장치의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2. **화물용 관 계통의 최고사용압력**

(1) 관 계통의 최고사용압력은 그 부분의 상용압력의 최고값으로 하여야 하며 펌프, 압축기 등에 의하여 가압되는 경우에는 그들의 압력을 고려한 최고값으로 하여야 한다.

(2) 관 계통의 최고사용압력이 1.0MPa 미만인 경우에도 관 및 관 부착품은 적어도 1.0MPa을 기준으로 설계하여야 한다. 다만, 12항의 배기관계는 예외로 한다.

3. **관이음**

(1) 관 상호간의 이음은 맞댐용접으로 하거나 또는 플랜지 이음으로 하여야 한다. 또한 관과 플랜지는 용접이음으로 하여야 한다.

(2) 관 플랜지는 한국산업규격의 호칭압력 2.0MPa 이상의 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 한다. 다만, 12항의 배기관계는 예외로 한다.

(3) KS B 0222(관용 테이퍼 나사)의 나사접합은 PT25 이하의 치수의 것에 한하여 탱크, 액체용 압력용기 및 하역용 주관으로부터 밸브로 차단할 수 있고 또한 용이하게 점검할 수 있는 곳에 사용할 수 있다.

4. **신축이음** 탱크 및 압력용기의 압력, 펌프 또는 압축기의 토출압력을 받는 관 계통의 신축이음을 사용할 때에는 전기저항 용접 또는 이음매 없는 강관으로 형성한 곡관 또는 승인된 파형 신축이음 또는 이와 동등한 것이어야 한다.

5. **관 계통 도출밸브** 액체로 충만되고 또 폐쇄되어 과압을 발생할 염려가 있는 관 계통에는 도출밸브를 설치하고 그 배기는 적재탱크의 안전밸브의 배기관으로 도설되어야 한다.

6. **지지** 관은 그 자중이 밸브 또는 기타의 부착품에 걸리는 것을 방지함과 동시에 과대한 진동을 일으키지 않도록 적절히 지지하여야 한다.

7. **접지** 관 계통은 전기적으로 접속시켜 유효하게 접지하여야 한다.

8. **탱크의 부착품 및 부착밸브**

(1) 탱크에는 필요한 액체 및 가스의 주입 및 배출용의 스톱밸브, 안전밸브, 액면계, 온도계 웰(well) 및 압력계를 노출갑판보다 위에 설치하고 조작을 편리하게 하기 위하여 쉽게 접근할 수 있도록 하여야 한다. 탱크가 노출갑판하에 설치되어 있는 경우에는 상기의 부착품 및 부착밸브는 노출갑판상에 설치된 트렁크 또는 돔에 부착하여야 한다. 탱크에 부착된 모든 부착품은 기계적 손상에 대하여 보호되도록 하여야 한다.

(2) 안전밸브 및 액면계 이외의 모든 탱크에의 연결부에는 수동조작의 스톱밸브를 가능한 한 탱크에 가깝게 설치하여야 한다.

(3) 액체를 탱크의 외측으로 방출시키는 형식인 액면계의 개구의 지름이 1.4 mm를 넘을 때에는 익세스플로우 밸브를 설치하여야 한다.

(4) 온도계 웰은 액상에 두고 탱크벽과의 연결은 용접 또는 플랜지 접합으로 하고 기밀덮개를 붙여야 한다.

(5) 압력계는 탱크의 최고위치 또는 그 근처에 설치하여야 한다.

(6) 압력계용 접속관은 그 안지름이 1.4 mm를 넘을 때에는 익세스플로우 밸브를 설치하여야 한다.

(7) 익세스플로우 밸브는 제조자가 지정한 액체 또는 가스의 유속에 의하여 자동적으로 폐쇄되는 것이어야 한다. 또한 익세스플로우 밸브로서 보호되는 관 부착품 및 부속품을 포함하는 배관은 밸브의 소정의 유량보다 큰 능력을 가지는 것이어야 한다. 익세스플로우 밸브는 압력을 균일화할 목적으로 지름 1 mm 이내의 바이패스를 설치할 수 있다.

9. **압력용기의 부착품 및 부착밸브** 압력용기의 부착품 및 부착밸브에 대하여는 가능한 범위에서 8항을 적용한다.

10. **탱크의 주입 및 배출관**

(1) 주입관에는 다음의 각호에서 규정하고 있는 밸브 중의 어느 하나를 설치하여야 한다.

(가) 체크밸브 및 익세스플로우 밸브

(나) 2중식 체크밸브

(다) 2개의 체크밸브

(2) 주입관, 안전밸브, 액면계 및 압력계가 붙는 관을 제외하고 탱크에 통하는 모든 액체관 및 가스관에는 익세스플로우 밸브 또는 주입 및 배출 이외는 항상 닫혀있는 내장형의 급속차단 밸브를 설치하여야 한다. 이 밸브는 항상 사용하는 개폐장치 이외에 원격조작 방식의 비상용 폐쇄장치를 장비한 것으로서 화재시 104°C 이하에서 용해하는 퓨즈에 의하여 자동적으로 밸브를 폐쇄할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 탱크의 주입 및 배출이 한 개의 관으로 이루어지고 탱크와의 접속부에 나사스톱밸브와 (2)호에 규정하는 급속차단 밸브를 함께 설치하는 경우에는 체크밸브 또는 익세스플로우 밸브를 생략할 수 있다.

(4) 익세스플로우 밸브, 내장형 급속차단 밸브 또는 체크밸브는 탱크의 내벽 또는 외벽에 접하여 설치하여야 한다. 이들 밸브를 탱크의 외벽에 설치할 때에는 밸브와 탱크와의 사이에 과대한 변형이 생겨서 파괴가 염려가 없도록 배려하여야 한다.

11. **안전밸브**

(1) 탱크에는 2개 이상의 안전밸브를 설치하고 탱크의 설계압력 이내의 압력에서 분기를 시작하도록 조정하여야 하며, 안전밸브는 다음 중 어느 것으로 한다. 이들의 형식 이외의 안전밸브를 사용하는 경우는 그때마다 우리 선급의 승인을 받을 필요가 있다.

(가) 고양정식(밸브의 리프트가 디스크 시트 구멍지름의 1/15 이상 1/7 미만, 밸브실 입구 및 배기구의 최소통로면적은 소요 디스크 시트 구멍의 면적에 대하여 각각 1배 및 2배 이상인 것)

(나) 전량식(디스크 시트 구멍이 토출부 지름의 1.15배 이상, 밸브가 열렸을 때 디스크 시트 구멍의 통로면적이 토출부 면적의 1.05배 이상, 배기구의 최소통로면적은 밸브가 열렸을 때의 디스크시트 구멍의 통로의 2배 이상인 것)

(2) 탱크의 안전밸브의 총용량은 다음 산식에 의한 양을 승인된 사용압력의 1.2배의 압력을 넘는 일이 없이 도출할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 단열피복을 시공한 탱크의 안전밸브의 용량은 단열피복의 능력을 고려하여 우리 선급이 인정하는 경우에는 1/2 W_r 까지의 범위로 감할 수 있다.

$$W_r = 1.56 \times \frac{A^{0.82}}{L_h} 10^5$$

W_r: 소요방출량(kg/h).

A : 탱크의 모양 및 치수에 따라 다음과 같이 정하여지는 수.
접시형 또는 타원형 경판을 갖는 원통형 탱크일 때 ---------- $D_t \times (U + 0.3\,D_t)$
반구형 경판을 갖는 원통형 탱크일 때---------- $D_t \times U$
구형 탱크일 때 ---------- D_t^2
D_t : 탱크의 바깥지름(m).
U : 탱크의 전 길이로서 외측에서 측정한 길이(m).
L_h : 탱크의 승인된 사용압력의 1.2배의 압력상태에 있어서 화물의 증발잠열(kcal/kg).

또한, 안전밸브의 토출량은 다음에 의한다. 또한 종류가 다른 물질 또는 혼합비가 다른 물질을 적재하는 경우에는 이와 같은 화물에 대하여도 충분한 용량인 것으로 한다.

$$W = KCA(10P+1)\sqrt{\frac{M}{ZT}}$$

W : 안전밸브의 토출량(kg/h).
A : πDL (cm^2) 고양정식의 경우
$\frac{\pi}{4}D_t^2$ (cm^2) 전량식인 경우.
D : 디스크 시이트 구멍의 지름(cm).
L : 밸브의 리프트(cm).
D_t : 토출부의 지름(cm).
P : 탱크 제한압력의 1.2배의 압력(MPa).
M : 유체의 분자량.
T : 압력 P에 있어서 유체의 절대온도(K).
Z : 압력 P 및 온도 T에 있어서 유체가스의 압축계수(불명인 경우는 1로 한다).
K : 0.65(비고 참조).

$$C = 387\sqrt{k\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

k : 압력 P 및 온도 T에 있어서 유체의 비열비(표준상태에 대한 값으로 할 수 있다).

(비고)
1. 필요하다고 인정하는 경우에는 토출량시험을 요구할 수 있다.
2. K값은 우리 선급이 승인한 방안에 따라 토출량시험을 행한 경우 그 성적에 따라 우리 선급이 인정하는 값까지 증가할 수 있다.
3. 상기 식에 따라 고려하는 C와 k와의 관계는 **부록 그림 1**에 나타낸다.

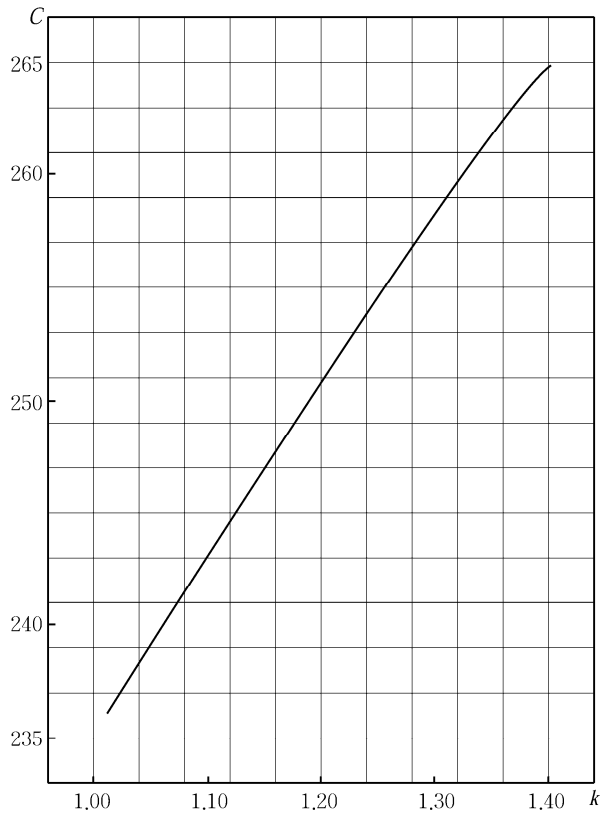


그림 1 C 와 k 와의 관계도

(3) 탱크의 안전밸브는 작동시에 가스를 방출할 수 있도록 가스부의 최고위치 또는 그 부근에 설치하여야 하며 탱크와 안전밸브와의 사이에 스톱밸브를 설치하여서는 아니 된다. 다만, 한쪽을 폐쇄하였을 때 다른쪽은 자동적으로 열리는 인터록식 스톱밸브를 탱크와 안전밸브와의 사이에 설치할 수 있다. 이 경우 열린 상태에 있는 2개 이상의 안전밸브의 총용량은 항상 전 호의 규정을 만족시키는 것이어야 한다.

(4) 액체를 넣는 압력용기에는 1개 이상의 안전밸브를 설치하여야 한다. 이 안전밸브의 용량 및 부착에 대하여는 전 각 항의 규정에 따른다.

12. 안전밸브 및 도출밸브의 배기관

(1) 안전밸브 및 도출밸브의 배기관에 유도하여야 한다.

(2) 배기관에는 스톱밸브를 설치하여서는 아니된다.

(3) 배기관은 기계적 손상, 눈과 비의 침입 및 배수가 고이지 않도록 설계하여야 한다.

(4) 적재탱크의 안전밸브의 배기관은 배기관에 접속하는 탱크의 수에 따라 **부록 표 1**에서 정한 양을 안전밸브가 배압에 의하여 분기를 저해시키는 일이 없이 배출할 수 있는 것이어야 한다.

표 1 배출량의 비율

탱크의 수	1 및 2	3	4	5	6이상
안전밸브의 합계 분기량에 대한 비율(%)	100	90	80	70	60

(5) 배기관의 대기개구단은 탱크의 정부로부터 4.5 m 이상 떨어져서 설치하여야 한다. 다만, 개구로부터 15 m의 수평거리 이내에 갑판실이 있을 때에는 갑판실의 정부로부터 3 m 이상의 높이에 설치하여야 한다. 또한 개구에는 적절한 역화방지장치를 설치하여야 한다. 이 경우의 적절한 역화방지장치로서는 다음의 것이 인정된다. 다만, 화물에 해를 주지 않는 재료를 사용할 필요가 있다.

13. 액면계

(1) 적재탱크의 액면계는 다음 각호의 규정에 따른다.

(가) 액면계는 -7°C로부터 45°C의 범위에서 적재할 수 있는 액체의 최고액면을 지시할 수 있는 것이어야 한다.

(나) 액면계는 로타리튜브식, 슬립튜브식, 고정튜브식, 자석식, 자동플로트식 또는 이와 동등의 효력을 갖는 형식의 것으로 할 수 있다.

(다) 플로트식 또는 자석식의 액면계에는 튜브식의 액면계를 함께 설치하여야 한다.

(라) 액면계를 탱크의 외측에 붙인 도설관에 접속하는 경우에는 외부 도설관이 파괴되었을 때 자동적으로 폐쇄되는 스톱밸브를 가능한 한 탱크에 가깝게 설치하여야 한다. 다만, 도서관을 충분한 강도를 가지는 구조로 할 때에는 이를 생략할 수 있다.

(마) 자동플롯트 테이프 읽기식의 액면계에는 평형의 사이트 유리를 설치할 수 있으나 이때에 사용하는 유리는 (4)호에 적합한 것으로서 금속제 덮개로 적절히 보호되어져야 한다.

(2) 중간탱크의 액면계는 (1)호 (나) 부터 (마)의 규정에 따른다. 다만, 탱크와의 접속부에 수동스톱밸브 이외에 자동스톱밸브 또는 익세스플로우 밸브를 함께 설치할 경우에는 주상의 평형 유리제 액면계를 사용할 수 있다.

(3) 압력용기에 주상의 평형 유리제 액면계를 붙이는 경우에는 (2)호의 규정에 따른다.

(4) 액면계에 사용하는 평형의 사이트 유리는 열처리를 행한 내열성으로서 두께 12.7 mm 이상의 강도가 높은 것이어야 한다.

(5) 원주상 유리재 액면계를 사용하여서는 아니 된다.

204. 하역장치

1. **적용** 이 조의 규정은 압축기 및 액체펌프 또는 압축기만을 사용하는 형식의 하역장치에 대하여 규정한 것으로 이와 다른 형식의 하역장치를 장비하고자 하는 경우에는 장치의 상세를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. **하역장치의 포설** 하역장치는 전용의 관이나 압축기를 설치하는 구획 이외에는 노출갑판상에 포설하여서는 아니 된다.

3. **하역호스** 하역호스는 액체에 잘 침식되지 않는 적절한 재질의 것으로서 최고사용압력의 5배 이상의 파괴압력을 가지도록 설계하여야 한다.

4. **육상배관과의 접속**

(1) 하역에 사용하는 관(액체 및 가스용 공통)의 육상배관과 선박의 하역용 헤더의 접속부 부근에는 각각 육상배관으로부터 차단할 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다. 또한 접속부에는 접속부의 관중의 압력을 배제할 수 있도록 스톱밸브를 설치하여야 한다.

(2) 육상배관과의 접속부는 전기적으로 접속할 수 있도록 하여야 한다.

5. **펌프 및 압축기**

(1) 펌프 및 압축기는 액체석유가스를 유효하게 이송할 수 있는 것으로 가스누설이 적고 불꽃을 발할 염려가 없는 구조의 것이어야 한다.

(2) 펌프 및 압축기는 액화석유가스의 하역 및 이에 부수되는 작업 이외의 용도에 사용하여서는 아니 된다.

(3) 펌프 및 압축기가 그것이 있는 구획 이외에 설치되어 있는 원동기로 구동되는 경우에는 구동축이 격벽을 관통하는 부분에 기밀 글랜드를 설치하고 축심의 변위를 조정할 수 있는 것이어야 한다.

(4) 펌프 및 압축기의 도출측에는 도출밸브 또는 과압방지 장치를 설치하여야 한다. 다만, 과압발생의 염려가 없을 때에는 예외로 한다. 펌프 토출측의 도출밸브로부터 토출한 액체는 펌프의 흡입측에, 압축기의 토출측의 도출밸브로부터 도출한 가스는 적재탱크의 안전밸브의 배기관에 각각 유도하여야 한다.

(5) 펌프 및 압축기의 도출측에는 각각 압력계를 설치하여야 한다.

(6) 압축기에는 액체가 침입되지 않도록 하여야 하며 중간 탱크를 설치하는 선박에서는 중간 탱크의 액면이 소정의 위치에 달하였을 때 자동적으로 압축기가 정지하는 장치를 설치하여야 한다.

6. **펌프 및 압축기의 설치장소** 펌프 및 압축기는 노출갑판상에 설치하거나 또는 다른 구획으로부터 기밀격벽으로 격리된 구획에 설치하여야 한다.

205. 통풍장치, 배수장치 등

1. **통풍장치**

(1) 다른 구획으로부터 기밀격벽으로 격리된 펌프 또는 압축기를 설치하는 구획은 매시간 해당 구획 용적의 20배 이상의 공기를 환기시킬 수 있는 독립의 배기식 기계통풍장치를 설치하여야 한다.

(2) 전동기 또는 기타의 전기장치를 설치한 구획에서 가스가 침입할 염려가 있는 것은 (1)호에서 규정한 능력을 가진 독립의 급기식 기계통풍장치를 설치하여야 한다.
(3) 탱크창은 충분히 환기시킬 수 있는 적절한 통풍장치를 설치하여야 한다.
(4) (1)호 및 (2)호에 해당하는 구획에 설치된 배기관의 대기 개구단은 승강구, 갑판실 또는 선루의 출입구로부터 3 m 이상의 거리를 유지하여야 한다. 다만, 해당 출입구로 통하는 구획이 가스폭발점에서 안전한 구획일 때에는 예외로 한다.

2. 기관실 및 기타의 발화원을 갖는 구획의 통풍장치

(1) 기관실 및 기타의 발화원을 갖는 구획의 통풍장치는 급기통풍으로 하고 이들의 통풍개구는 탱크 정부로부터 가능한 한 높게 설치하여야 하며 또한 탱크, 탱크창, 펌프 및 압축기를 설치하는 구획의 통풍개구 및 안전밸브의 배기관 개구단으로부터 가능한 한 떨어지게 설치하여야 한다.
(2) 내연기관, 보일러 또는 비방폭형의 전기기기가 있는 구획의 통풍개구는 화물이송장치의 사고시에 발생한 가스가 통풍개구를 통하여 실내에 흡입되지 않도록 설치하여야 한다.

3. 배수장치

(1) 탱크창, 액화석유가스용 펌프실 및 압축기실의 배수장치는 다른 구획의 배수장치와는 별개의 것으로 하여야 한다.
(2) (1)호의 구획내 또는 갑판상에는 탱크창, 펌프실 및 압축기실의 배수용으로서 2대 이상의 동력펌프를 비치하고 각각의 용량 Q는 다음 식에 의한 것 이상으로 하여야 한다. 다만, 길이가 50 m 미만의 선박에 대하여는 1대의 동력펌프를 2대의 수동펌프로 대치할 수 있다.

$$Q = 0.575\, d^2 \ (\mathrm{m^3/h})$$

d : (4)호에서 규정하는 빌지흡입주관의 안지름(cm).

(3) 동력펌프 대신으로 이젝터 또는 에덕터를 사용하고자 할 때에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(4) 빌지흡입주관의 안지름은 **규칙 5편 6장 404.**의 1항의 규정에 적합하여야 한다.
(5) (2)호에서 규정하는 동력펌프 중 1대는 (4)호에서 규정하는 빌지흡입주관의 안지름 이상의 비상용 빌지흡입관을 탱크창에 설치하고 이것을 기관실내의 적절한 독립동력펌프에 접속하는 구조로 바꿀 수 있다. 이 경우의 흡입관은 독립인 직접 빌지흡입관으로 하고, 또한 관이 기관실에 접하는 수밀격벽을 관통하는 위치에는 기관실측에 스톱밸브 및 맹판플랜지를 설치하여 확실히 차단하여 두어야 한다. 이 경우에는 밸브의 근처에 "비상시 이외는 사용금지"라는 주의서를 게시하여야 한다.

4. 냉각설비 적재탱크에는 주위온도로 인하여 탱크내의 액체온도가 45°C를 넘지 않도록 적절한 냉각장치를 설치하여야 한다.

5. 연소가스 배기관의 불티 방출방지 보일러, 내연기관 및 조리기구 등의 배기관 개구에는 불티가 나오지 않도록 하여야 한다.

6. 발화원으로 되는 기기의 설치 이 **부록 102.**의 (7)호에 규정하는 위험구역에는 발화원이 되는 기기를 설치하여서는 아니된다.

7. 가스탐지기 탱크창내에는 적절한 수의 가스검출단을 배치하여 탱크창내의 가스농도를 자동적으로 검출하는 장치를 설치하여야 한다.

206. 전기설비

1. 적용 전기설비는 다음의 각 항에 의한 것 이외에 **규칙 6편 1장**의 규정에도 적합하여야 한다.

2. 배전방식 배전방식은 다음 중의 하나로 하여야 한다.

(1) 직류절연 2선식
(2) 단상교류절연 2선식
(3) 3상교류절연 3선식
다만, 지락등 또는 이를 대신하는 장치 및 무선잡음방지용 콘덴서는 접지할 수 있다. 이 경우 지락등에 대신하는 장치란 지락표시 또는 경보에 사용하는 지락차단기를 말한다.

3. 배전반 구전반 및 분전반 배전반, 구전반 및 분전반으로부터 나오는 회로에는 각 극을 동시에 차단할 수 있는 연결식의 차단기 또는 스위치를 설치하여야 한다.

4. 위험구역의 배선 이 **부록 102.**의 (7)호에서 규정하는 위험구역에는 케이블을 포설하여서는 아니된다. 다만, 포설을

하는 경우에는 다음 각호의 규정에 따른다.

(1) 케이블은 다음의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 케이블의 외장이 부식할 염려가 있는 경우에는 외장에 임퍼비어스 시스를 시공하거나 또는 적절한 보호를 하여야 한다.

(가) 납피복 외장의 것.

(나) 임퍼비어스 시스 외장의 것.

(다) 무기절연금속 시스의 것.

다만, 무기절연동 시스케이블 이외의 무기절연 케이블을 사용하는 경우는 케이블의 구조, 치수, 시험검사요령, 허용전류, 포설요령 및 단말처리요령을 기재한 사양서를 제출하여 우리 선급이 승인을 받는다. 제조공장에 있어서 우리 선급의 시험검사 항목은 그때마다 정한다.

(2) 화물의 액체 또는 가스에 항상 노출되는 장소에 포설하는 케이블은 액체 또는 가스에 의하여 침식되거나 또는 온도 및 압력에 의하여 손상을 받을 염려가 없는 것이어야 한다.

(3) 케이블은 가능한 한 선체중심선 부근에 포설하여야 한다.

(4) 케이블은 모든 갑판, 격벽, 탱크 및 각종의 관으로부터 충분히 떨어지게 하여 포설하여야 한다.

(5) 케이블이 위험구역와 안전장소를 구획하는 격벽 또는 갑판을 관통하는 부분은 기밀구조로 하여야 한다.

(6) 상설보행로 및 갑판상에 포설하는 케이블은 기계적 손상을 받지 않도록 적절하게 보호하여야 한다. 또한 케이블 및 지지물은 선체구조의 신축 또는 기타의 작용에 견딜 수 있도록 붙여야 한다.

(7) 위험구역의 전기기기와 안전장소에 설치되는 그들 스위치 또는 제어장치와의 사이에 관 배선을 하는 경우에는 스위치 또는 제어장치측에 봉쇄함을 설치하고 기밀구조로 하여야 한다.

(5)호 및 (7)호의 규정에 관련하여 방폭형 기기에 끼우는 케이블의 단말은 케이블이 가스통로에 노출되지 않도록 테이프를 감거나 기타의 방법으로 봉쇄한다.

(8) 본질안전형 전기기기의 본질안전회로의 배선 및 케이블은 전용의 것으로 하고 일반회로용 케이블과는 분리하여 포설하여야 한다.

5. 위험구역의 전기설비

(1) 이 **부록 102.**의 (7)호에서 규정하는 위험구역에는 전기설비를 설치하여서는 아니 된다. 부득이 설치하는 경우에는 다음의 규정에 따른다.

(가) 모든 위험구역

본질안전형의 전기기기를 설치할 수 있다.

(나) 이 **부록 102.**의 (7)호 (가)에서 규정하는 위험구역

탱크내에 설치하는 서브머지드형의 전동기는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형의 것이어야 한다. 이 경우 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형의 전기기기란 원칙으로 제조법 및 형식승인 등에 관한 기준에 적합한 것을 말한다. 다만, 한국공업규격에 적합한 것 및 공인기관의 증명서나 성적서를 가진 것으로서 우리 선급이 적합하다고 인정하는 것을 포함한다.

(다) 이 **부록 102.**의 (7)호 (나), (다) 또는 (아)에서 규정하는 위험구역

(a) 밀폐된 외피(外皮)를 갖는 전기측심장치를 설치할 수 있다. 다만, 그 케이블은 주갑판까지 아연도금을 시공한 두꺼운 강관내에 포설하여야 하며 관 이음부는 기밀로 하여야 한다.

(b) 이들의 구획을 통과하여 선체 보호용의 외부 전원식 음극방식장치용 케이블을 포설하는 경우에는 (a)의 규정에 따른다.

(c) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형의 전등을 설치할 수 있다. 다만, 전등은 적어도 2회로로 나누고 구획외의 안전장소에 전등의 자물쇠장치와 관련하는 2극 스위치를 두어 제어하여야 한다. 또한 전등과 그 회로의 2극 스위치에는 적절한 관련기호를 붙여야 한다.

(d) (a) 부터 (c) 이외의 전기기기에 급전하는 케이블을 이들의 구획을 통과하여 포설하는 경우에는 필요한 최소의 것으로 하고 아연도 금을 시공한 두꺼운 강관내에 포설하여 기밀로 하여야 한다. 또한 케이블의 신축부를 설치하여서는 아니 된다. 다만, 케이블은 관공사로 하여 Draw-out Box 등의 내부에서 케이블에 여유를 두는 것은 케이블의 신축부를 설치한 것으로 보지 않는다.

(라) 이 **부록 102.**의 (7)호 (라), (사) 또는 (자)에서 규정하는 위험구역

(a) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형의 전기기기를 설치할 수 있다.

(b) 이들의 장소를 관통하여 케이블을 포설할 수 있다. 다만, 원칙적으로는 신축부를 설치하여서는 아니 된다.

(마) 이 **부록 102.**의 (7)호 (마), (바) 또는 (차)에서 규정하는 위험구역

(라)의 규정에 따를 수 있다. 또 케이블의 신축부를 설치할 수 있다.

(2) 화물용 펌프 또는 화물용 압축기의 구동기가 전동기인 경우에는 전동기는 펌프 또는 압축기를 설치하는 구획으로부터 기밀격벽 또는 갑판으로 구획된 별개의 구획에 설치하여야 한다. 이에 따르기 어려울 때에는 미리 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(3) (2)호에 규정하는 별개 구획이 다음의 규정에 적합한 경우에는 이 구획에 설치하는 전기기기는 방폭형 이외의 것으로 할 수 있다.

(가) 축이 관통하는 격벽 또는 갑판 부분의 구조는 이 **부록 204.**의 5항 (3)호의 규정에 의한다.

(나) 이 **부록 102.**의 (7)호에서 규정하는 위험구역에는 직접 개구를 설치하여서는 아니 된다.

(다) 충분한 안전수단을 강구한 급기식 기계통풍장치를 설치하여야 한다.

(4) 안전장소에 설치한 전등에 의하여 격벽 또는 갑판을 통하여 위험구역을 조명하는 경우에는 다음의 것 중 어느 하나에 따라야 한다.

(가) 격벽 또는 갑판에 붙인 기밀의 유리창을 통하여 안전측으로부터 조명하여야 한다. 다만, 유리창은 붙는 부분의 격벽 또는 갑판에 대하여 필요한 강도 및 수밀을 손상시키지 않는 것으로 하여야 한다.

(나) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형 격벽등(燈)에 따른다. 다만, 격벽 또는 갑판의 고착부분을 기밀로 유지하고 전구는 안전한 쪽에서 바꿀 수 있어야 한다.

(5) 계측, 제어 또는 통신장치에 사용하는 전기기기는 본질안전형으로 할 것을 권장한다.

6. **휴대등** 위험구역에서 사용하는 휴대등은 자체에 전지를 내장하고 있는 방폭형 또는 기타의 방폭형의 것으로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 한다. 이 경우 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형이란 5항의 (1)호 (나)에 의한 것을 말한다. 본질안전형인 것 및 공기구동의 내압방폭형인 것도 포함한다.

제 3 절 저온 액화석유가스 탱크선

301. 구조배치

1. **탱크의 크기** 탱크의 길이(탱크의 내면 사이의 거리)는 0.2 L 이하로 한다. 다만, L이 100 m 미만인 선박의 탱크길이는 다음에 정하는 것 이상이어야 한다. 다만, 용적이 600 m^3 미만인 탱크에 대하여는 그러하지 아니하다.

$0.1L + 10$ (m)

2. **이중저** 우리 선급이 특히 인정하는 경우를 제외하고 이중저를 설치하여야 한다.

3. **코퍼댐** 탱크창과 주기실 및 보일러실과의 사이에는 코퍼댐을 설치하여야 한다. 이 코퍼댐은 인화점이 60°C 이상의 기름탱크, 평형수탱크 또는 화물용 펌프실 등과 겸용할 수 있다. 또한 탱크창과 주기실 및 보일러실과의 사이의 격벽에 불연성의 방열을 시공한 경우에는 코퍼댐을 생략할 수 있다.

또한, 불연성의 방열을 시공하고 탱크창과 주기실 및 보일러실 사이의 코퍼댐을 생략하는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 이 방열은 격벽의 주기실측 및 보일러실측에 시공한다.

(2) 방열재에 대하여는 다음에 의해 화재시험을 행한다.

(가) 시험편

실제와 동일하게 강판에 방열을 시공한 시험편으로써 그 크기는 IMO Res. 754(18)에 따른다.

(나) 화재시험

다음에 계기하는 시간·온도 관계로서 시험편의 방열재측을 시험로 중에 댄다.

시험 시작후 5분 경과 576°C
시험 시작후 10분 경과 679°C
시험 시작후 15분 경과 738°C
시험 시작후 30분 경과 841°C
시험 시작후 60분 경과 945°C

(다) 판정기준

1시간의 화재시험에 있어서 강판표면의 평균온도가 시험중 어떠한 경우에도 최초의 온도에서 140°C를 넘어 상승하지 않고 또한 강판표면의 어느 점의 온도도 최초의 온도에서 180°C를 넘어 상승하지 않아야 한다.

4. **탱크의 배치**

(1) 선수격벽의 전방 및 선미격벽의 후방에는 탱크를 설치하여서는 아니 된다.

(2) 선체 구조부재, 탱크 및 단열등은 적어도 선체구조 및 탱크의 일면을 볼 수 있도록 배치하고, 선체구조와 탱크와의 사이는 보수 점검이 가능하도록 특히 우리 선급이 인정한 경우를 제외하고 선측늑골(다만, 특설늑골은 제외) 내면,

격벽부재(다만, 거더를 제외)의 내면 갑판부재(다만, 거더를 제외) 하면으로부터 380 mm 이상, 내저판 상면으로부터 610 mm 이상으로 하여야 한다. 또한 탱크와 선측외판과의 거리는 900 mm 미만으로 하여서는 아니 된다. 또한, 탱크의 배치에 대하여는 이 **부록 201.**에 따른다.

5. 비상용 설비

(1) 탱크창내 보이드 스페이스에는 위급압력 도출장치를 설치하여야 한다. 또한 누설된 화물을 처리하기 위하여 적절한 배출장치를 설치하여야 한다.

(2) 탱크에 대규모의 파괴가 발생한 경우에는 선체의 안전을 도모하기 위하여 파괴된 탱크 중의 화물을 선외로 버릴 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

6. 가스탐지, 온도감지 등

(1) 탱크창내 보이드 스페이스에는 빈공간의 압력이 미리 정한 압력 이상으로 상승하지 않도록 압력도출밸브를 설치하여야 한다.

(2) 탱크창내 보이드 스페이스에는 화물의 누설을 탐지하기 위하여 적절한 수의 가스탐지기 검출단을 설치하여 가스농도를 자동적으로 검출할 수 있는 장치를 설치하여야 한다. 이 탐지장치는 항해중 및 하역중의 어느 경우에도 감시하고 있는 장소에 두어 자동적으로 그 위치와 농도를 지시함과 동시에 가스의 농도가 폭발한 계치의 적어도 1/5을 넘었을 때에는 경보를 발하도록 하여야 한다. 이 경우 탱크창내 빈공간에 설치하는 가스검지기 검출단은 각 탱크창내에 적어도 2개씩 설치하여 30분간 이내에 모두 검출될 수 있고 또한 각각의 검출단에서 각각 30분 이내의 간격으로 검출할 수 있도록 한다. 경보는 소리에 의한 것과 경보등의 양쪽을 설치한다.

(3) 화물의 누설 등에 의하여 냉각될 우려가 있는 선체구조에는 적절한 위치에 온도검출단을 설치하여야 한다. 이 온도검출장치는 항해중 및 하역중의 어떠한 경우에도 감시하고 있는 장소에 있어서 자동적으로 그 위치와 온도를 지시하는 것이어야 하며 또한 검출단 부근이 이상저온으로 될 경우에는 경보를 발하도록 하여야 한다.

7. 노출갑판의 수밀 탱크의 도움주위의 노출갑판의 수밀성은 **규칙 4편 2장**의 규정에 적합하여야 한다.

8. 접지 탱크는 전기적으로 유효하게 접지하여야 한다.

302. 선체구조

1. 강재의 사용구분

(1) 2차 방벽을 설치하는 경우 : 2차 방벽을 설치하여 화물이 탱크로부터 누설된 경우에 선체구조 부재를 이상냉각시키는 일이 없도록 한 경우에는 선체 구조부재의 강재의 종류는 **규칙 3편 1장 405.** 및 **406.**의 규정에 따른다.

(2) 2차 방벽을 설치하지 않는 경우;

(가) 외기(外氣) 및 해수의 온도 5°C에 있어서 정상상태시 선체 주요 구조부재에 사용하는 강재는 각각의 급에 따라서 다음의 온도 이상이어야 한다.

RA	0°C
RB 또는 RD	-10°C
RE	-20°C

(나) 탱크로부터 화물액이 누설된 경우 외기 및 해수의 온도가 5°C에 있어서 선체 주요 구조부재에 사용하는 강재는 각각의 급에 따라서 다음의 온도 이상이어야 한다.

RA	-10°C
RB 또는 RD	-30°C
RE	-50°C

다만, 판두께가 15 mm를 넘는 강판으로서 그 온도가 -35°C보다 낮게 되는 경우에는 **규칙 2편 1장 304.**에서 규정하는 저온용 압연강재를 사용하여야 하며 선체 주요 구조부재의 온도를 계산하는 경우에도 적어도 다음의 조건을 고려한다.

A 선박의 상태

A-1 계획만재흘수, 계획항해속력으로 항해중인 것으로 한다.

A-2 손상발생 후 선체는 만재흘수를 유지하고 종 및 횡경사는 O의 상태를 갖는 것으로 한다.

B 탱크 손상상태

B-1 손상탱크는 1탱크로 한다. 다만, 탱크내가 수밀격벽으로 구획되어 있는 경우에는 그 1구획만을 고려하면 좋다.

B-2 손상개소는 저면으로 한다. 수직면, 정부면 등 기타의 면은 고려하지 않아도 좋다.

B-3 탱크 손상시에는 단지 화물액이 누설하여 유출한 것으로 보고 탱크, 지지, 장치, 선각 등이 변형 또는 파괴하지 않은 것으로 한다.

B-4 화물액을 누설하여 유출하는 것은 일순간에 일어나는 것으로 손상탱크내의 잔유액과 주위 빈공간내의 유출액위는 즉시 동일 레벨에 달하는 것으로 한다.

C 경계조건

C-1 손상발생은 즉시 검지될 수 있고 주위 빈공간에 인접하는 구획에 주수(注水)할 수 있는 설비를 가진 선박은 즉시 만수되는 것으로 한다.

C-2 주위 빈공간에 인접하는 전후의 구획내에는 +5°C의 정지기체로 한다.

C-3 일광의 복사는 무시한다.

C-4 보냉재, 지지장치 등 주위 빈공간내에 있는 물질은 우리 선급이 인정하는 것을 제외하고 화물액을 흡입하지 않는 것으로 한다.

C-6 손상탱크가 주위 빈공간내 기상부는 기화가스가 균일 속도로 상승하는 것으로 한다.

C-7 손상탱크의 주위 빈공간내 이외의 기체충만구획은 자연대류를 일으키는 것으로 한다.

C-8 동일 구획내의 기체, 액체는 동일 온도로 할 수 있다.

C-9 탱크내 기상부와 주위 빈공간의 기상부는 동일 압력으로 할 수 있다.

C-10 보냉재내의 기체이동은 무시할 수 있다.

C-11 습기의 영향은 무시할 수 있다.

C-12 도장의 영향은 무시할 수 있다.

D 계산조건

D-1 습도분포, 전열은 정상상태로 취급한다. 그러나 손상발생후 순간적으로 정상상태에 있지 않는 것으로 한다.

D-2 해수는 밀도 1,025 kg/m^3, 응고점 -2.5°C로 하는 이외에는 청수의 물성으로 표시하는 것으로 한다.

D-3 화물액은 균일온도로 한다.

D-4 열전달율은 다음의 수치를 사용하여 계산할 수 있다.

			열전달율(kcal/m^{2}h℃)
외기	↔	선체	10
밖의 해수	↔	선체	2000
정지 기체	↔	선체 또는 액체	5
정지 해수	↔	선체	100
화물액	↔	해수에 접하는 선체	3000
화물액	↔	공기에 접하는 선체	200

D-5 온도분포 대상물체는 일반적으로 방향성이 없는 균일하지 않는 것으로 취급할 수 있다.

D-6 골(骨)은 Fin으로 해석할 수 있다.

D-7 이차원 문제로 취급할 수 있다.

D-8 부재의 온도는 판두께의 중앙의 온도로 표시한다. 또한 거더의 웨브 등의 온도는 웨브의 깊이 방향의 평균온도로 표시한다.

2. **선체 주요구조부재** 1항 (2)호에서 말하는 선체 주요구조부재란 **부록 표 2**에 정하는 부재를 말한다.

표 2 선체 주요구조부재

상갑판	일중구조	갑판, 종보, 횡보, 종 및 횡거더
	이중구조 (톱사이드탱크)	내각판, 내각판 횡보강재, 내각판에 설치하는 거더
선측	일중구조	외판, 횡늑골, 선측종통재, 특설늑골
	이중구조	종격벽판, 종격벽 횡보강재, 종격벽에 설치하는 거더(링 구조인 것)
빌지호퍼		경사판, 횡보강재, 경사판에 설치하는 거더
이중저		내저판, 내저종늑골, 조립늑판의 부늑재
횡격벽		격벽판, 횡보강재, 거더
기타		상기 부재에 부착하는 브래킷(단, 트리핑 브래킷은 제외)
(비고) 상기 거더에는 거더판 및 면재를 포함한다. 다만, 거더판에 설치하는 횡보강재는 포함하지 아니한다.		

3. **강재의 사용구분** 선체온도의 계산을 생략하는 경우에는 선체구조부재에 사용하는 강재의 급별은 부록 **표 3**에 의해 정한다. 다만, 다음의 각 조건을 고려한다.

표 3 강재의 사용구분

부 재 명			강재의 등급
상갑판	일중구조	갑판, 종보, 횡보 종거더, 종통브래킷	*RB* 또는 *RD*
	이중구조 (톱사이드탱크)	내각판	*RB* 또는 *RD*
선측	일중구조	모든 주요구조부재	*RE*
	이중구조	종격벽판 상기 이외의 주요구조부재	*RE*, $t \geq 15$인 경우 *RT*-35 *RB* 또는 *RD*
빌지호퍼		강사판 상기 이외의 주요구조부재	*RE*, $t \geq 15$인 경우 *RT*-35 *RB* 또는 *RD*
이중저		내저판 상기 이외의 주요구조부재	*RE*, $t \geq 15$인 경우 *RT*-35 *RB* 또는 *RD*
횡격벽(이중격벽의 탱크창에 면하지 않는 격벽은 제외)		격벽판 상기 이외의 주요구조부재	*RE*, $t \geq 15$인 경우 *RT*-35 *RB* 또는 *RD*
탱크지지재		탱크붙이 지지재 탱크붙이 아닌 지지재	탱크와 동등재료 *RB* 또는 *RD*
(비고) 1. 주요구조부재란 **표 2**에 정하는 부재를 말한다. 2. **표 2**에 규정된 주요구조부재를 제외한 강재의 등급은 **규칙 3편 1장 405.**에 따라 정한다. 3. t는 두께를 표시한다.			

303. 탱크

1. **재료** 탱크의 주요부재에 사용하는 강재는 **부록 표 4**에 나타낸 것 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다.

표 4 탱크의 강재사용구분

사용온도 T의 범위 (°C)	두께 t (mm)		
	$t \le 15$	$15 < t \le 20$	$20 < t$
$-10 < T \le 0$	*RB*	*RD*	*RE*
$-25 \le T \le -10$	*RE*, *RL* 24 *A*		
$-35 \le T < -25$	*RL* 24 *A* 또는 $t \le 9$에서 *RE*		*RL* 24 *B*, *RL* 33 또는 *RL* 37
$-50 \le T < -35$	*RL* 24 *B*, *RL* 33, *RL* 37		우리 선급이 적절하다고 인정하는 재료

2. **공작**
(1) 탱크의 모양은 과대한 응력집중을 유발시키지 않는 것으로 하고 모서리는 완만한 곡면으로 하여야 한다.
(2) 탱크판 상호간의 접합은 특히 우리 선급의 승인을 받는 경우를 제외하고 양면용접 맞대기이음으로 하여야 한다.

3. **맨홀** 탱크의 맨홀은 노출갑판보다 위에 설치하고 그 크기는 275 mm × 375 mm, 또한 지름이 375 mm 이상의 것이어야 한다.

4. **부재의 배치 및 치수**
(1) 탱크를 구성하는 부재는 화물에 의한 내압, 탱크의 경사에 의한 하중의 증가 및 선박의 운동에 의한 동적인 하중 등을 고려한 충분한 강도의 것이어야 한다. 다만, 다음 각호에 의하여 산정되는 것 이상이어야 한다.
(가) 탱크판의 두께는 다음 계산식에 의한 것 및 7 mm 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$3.42S\sqrt{h} \times \sqrt{\frac{41}{\alpha}} + 2.2 \ \ (\mathrm{mm})$$

S : 휨보강재의 간격(m).
α : 사용재료의 규격 최소인장강도(kg/mm^2).
h : 탱크판의 하단으로부터 창구 정부까지의 거리(m).

(나) 탱크판의 휨보강재의 단면계수는 다음 계산식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$CShl^2\frac{41}{\alpha} \ \ (\mathrm{cm}^3)$$

C 및 l : **규칙 3편 15장 203.**의 규정에 따른다.
α 및 S : (가)의 규정에 따른다.
h : 수직휨보강재 일 때는 l의 중앙으로부터 수평휨보강재 일 때에는 상하의 휨보강재 사이의 중앙으로부터 각각 창구 정부까지의 거리(m).

(다) 탱크판의 휨보강재를 지지하는 거더의 깊이, 웨브의 두께 및 면재의 단면적은 각각 다음 산식에 의한 것 이상이어야 한다.
거더의 깊이 : 143 l(mm) 및 2.5 a 중 큰 것.
웨브의 두께 : $0.01d_0 + 2.0$ (mm). 다만, 어떠한 경우에도 다음 산식에 의한 것 미만으로 하여서는 아니 된다.

$$0.0417C\frac{Shl}{d_1} \times \frac{41}{\alpha} + 1.5 \ \ (\mathrm{mm})$$

면재의 단면적 :

$$71.3\frac{Shl}{d_0}\times\frac{41}{\alpha}-\frac{d_0 t}{600}\quad(\mathrm{cm}^2)$$

C, S, l 및 d_1 : **규칙 3편 15장 204.**의 규정에 따른다.
d_0 : 거더의 깊이(mm).
a : 슬롯의 깊이(mm).
t : 거더의 웨브의 두께(mm).
α : (가)의 규정에 따른다.
h : 수직거더일 때에는 l의 중앙으로부터 수평거더일 때에는 S의 중앙으로부터 각각 창구 정부까지의 거리(m).

(2) 탱크내에 설치하는 제수격벽의 격벽판, 휨보강재 및 거더는 탱크와 개구율을 고려하여 충분한 강도의 것이어야 하며 제수격벽의 부재치수는 다음 산식에 의하여 정한 h_s를 h로 하여 **규칙 3편 15장**에 따라 산정한 것 이상으로 한다. 다만, h_s는 2.0 이하로 하여서는 아니 된다.

$$h_s=\rho\left(0.176-\frac{0.025}{100}L\right)(1-a)l_t$$

ρ : 화물의 비중.
L : 선박의 길이(m).
a : 격벽판의 개구율.
l_t : 탱크의 길이(m).

304. 탱크의 지지 및 고정

1. **지지대** 탱크의 지지대는 적절한 재질의 것으로서 선체구조 및 탱크에 과대한 집중하중이 걸리지 않도록 배치하여야 한다. 또한 탱크의 온도변화에 따라 팽창수축에 대응할 수 있는 것으로서 탱크의 중량 및 선박의 롤링 및 피칭 등의 운동에 의하여 가하여지는 힘을 고려하여 충분한 강도의 것이어야 한다.
2. **이동스토퍼** 탱크에는 이동스토퍼를 설치하여 선박의 동요에 의하여 탱크가 이동하는 일이 없도록 하여야 한다. 이 이동스토퍼는 탱크의 온도변화에 따라 팽창수축에 대응할 수 있는 것으로서 선박의 롤링 및 피칭 등의 운동에 의하여 가하여지는 힘을 고려하여 충분한 강도의 것으로 하여야 한다.
3. **부상방지장치** 탱크에는 빈 탱크일 때 해난 또는 기타의 원인으로 인하여 탱크창 내 보이드 스페이스에 침수한 경우에는 탱크가 부상하여 선체구조에 대규모의 손상을 주는 일이 없도록 부상방지장치를 설치하여야 한다.

305. 단열

1. **탱크의 단열** 선체가 과도하게 냉각되지 않도록 탱크의 주위를 유효하게 단열하여야 한다.
2. **단열재** 단열재는 사용중에 가하여지는 외력에 견디어야 하며 화물에 접촉하였을 때에도 현저하게 변질하지 않는 것이어야 한다. 또한 단열재를 습기로부터 보호하기 위하여 단열재의 표면은 적절히 보호한다. 다만, 실험 결과 등에 따라 필요없다고 인정하는 경우에는 생략할 수 있다.

306. 탱크 부착품

1. **일반**
   (1) 탱크에는 하역 및 안전에 필요한 부착품을 설치하여야 한다.
   (2) 탱크에 설치하는 개구는 특히 우리 선급의 승인을 받은 경우 이외에는 노출갑판 상에 연장된 돔에 설치하여야 한다.
   (3) 탱크와 탱크붙이 밸브와의 사이에는 곡관 이외의 신축이음을 사용하여서는 아니 된다.
2. **재료** 탱크 부착품의 재료는 화물에 의해서 잘 침해되지 않고 또한 화물의 최저온도에 있어서 충분한 기계적 성질을 갖는 것이어야 한다.
3. **스톱밸브**
   (1) 탱크에 접속하는 관에는 과압안전밸브, 진공도출밸브 및 액면계를 제외하고 탱크의 돔의 가능한 한 가까운 위치에 수동의 스톱밸브를 설치하여야 한다.

만약 이 밸브를 원격조작 밸브로 할 때에는 수동으로 개폐할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 탱크와 과압안전밸브 및 진공도출밸브와의 사이에는 스톱밸브를 설치하여서는 아니된다.

4. **압력계 및 저압력 경보장치** 탱크에는 탱크의 가스압력을 적절히 지시할 수 있는 압력계를 설치하여야 한다. 탱크의 압력은 돔 부근에서 감시할 수 있는 것으로서 통상 항해중 및 하역중에 감시하는 장소에도 원격지시할 수 있는 것이어야 한다. 또한 탱크의 압력이 내려간 경우에는 진공도출밸브의 조정압력보다 높은 압력에서 경보하는 장치를 설치하여야 한다.

5. **온도계** 탱크에는 탱크벽의 온도를 검출할 수 있는 장치를 설치하여야 한다. 검출단은 탱크벽의 온도차를 판단할 수 있도록 배치하여야 한다.

6. **액면계 및 경보장치** 탱크에는 탱크를 열지 않고 액면을 검출할 수 있는 액면계를 설치하여야 한다. 또한 액면계와는 별개로 최고액면 경보장치를 실시하여 하역을 감시 또는 지휘하는 장소에 경보를 발하도록 하여야 한다.

7. **과압안전밸브**

(1) 탱크에는 가스부의 가장 높은 위치에 2개 이상의 과압안전밸브를 설치하여야 한다. 또한 파일럿식 안전밸브의 경우에는 압력검출단을 각각 별개로 설치하여야 한다.

(2) 과압안전밸브의 총용량은 다음 중 큰쪽의 양을 조정압력의 1.2배를 넘는 일이 없이 도출할 수 있는 것이어야 한다.

(가) 주위온도 45°C에 있어서 탱크에 침입하는 열에 의하여 발생하는 가스의 양에 최대적하속도로 적하하는 경우에 배출시키는 가스의 양을 더한 양.

(나) 화재시에 탱크에 침입하는 열에 의하여 발생하는 가스의 양으로서 다음 산식에 의한 열량에 의하여 발생하는 가스의 양. 다만, 선체구조 및 탱크구조를 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 다음 산식에 계수 12,200을 6,100까지의 범위로 감할 수 있다. 또한 탱크의 모양, 구조, 배치 등이 이 **부록 102.**의 (2)호 조건과 다른 경우 또는 다음 산식의 적용이 부적당하다고 인정되는 경우의 산정방법은 별도로 정한다.

$$Q_h = 12{,}200\,A^{0.82}$$

Q_h : 침입열량(kcal/h).

A : 선박의 취항 상태에 있어서 계획 최소흘수 이하의 표면적을 뺀 탱크의 전표면적(m^2).

8. **탱크의 진공에 대한 보호장치** 탱크가 위험한 진공상태로 되지 않도록 적어도 다음과 같은 보호장치를 설치하여야 한다.

(1) 화물용 펌프 및 냉각설비와 같이 탱크에 진공상태를 발생시키는 원인으로 되는 기기의 저압력자동정지장치. 자동정지장치의 압력검출은 4항의 저압력경보의 검출과는 별개의 것으로 하여야 한다. 다만, 자동정지장치는 설계에 관련하여 우리 선급이 동등한 효력을 갖는다고 인정하는 경우에는 경보장치로 할 수 있다.

(2) 탱크의 최대 양하율에 적응하는 진공도출밸브

9. **탱크의 예냉** 탱크는 적하시에 위험한 열응력을 발생하지 않도록 예냉할 수 있는 것이어야 한다.

307. 화물용 관장치

1. **적용** 관장치는 다음의 각 규정 이외에 **규칙 5편 6장**에서 정하는 제1급 관장치의 규정에도 적합하여야 한다.

2. **배치** 화물용의 관은 우리 선급의 승인을 받은 경우 이외에는 탱크내, 펌프실 및 가스압축기실을 제외하고 모두 노출갑판사에 포설하여야 한다.

3. **화물용 관계통의 최고사용압력, 재료 및 기타**

(1) 관계통의 최고사용압력은 그 부분의 사용압력의 최고값으로 하여야 하며 펌프, 압축기 등에 의하여 가압되는 경우에는 그들의 압력을 고려한 최고값으로 하여야 한다.

(2) 관계통의 최고사용압력이 0.5MPa 미만인 경우에는 관, 관플랜지 및 부착품 등은 적어도 0.5MPa을 기준으로 설계하여야 한다. 다만, 이 **부록 307.**의 12항의 배기관 계통에 대하여는 예외로 한다.

(3) 관장치의 재료는 화물에 잘 침해되지 않고 또한 화물의 최저온도에 있어서 충분한 기계적 성질을 갖는 것이어야 한다.

4. **관이음**

(1) 관 상호간의 접합은 탱크내 배관 및 배기관을 제외하고 맞대기 용접으로 하든지 또는 플랜지 이음으로 하여야 한다. 또한 관과 플랜지는 용접접합으로 하여야 한다.

(2) 관 플랜지는 배기관 계통을 제외하고 높은 면을 표준으로 한다.

(3) KS B 0222(관용 테이퍼 나사)의 나사접합은 PT 25 이하의 치수의 것에 한하여 탱크, 액용압력용기 및 하역용 주관으로부터 밸브로 차단할 수 있고 또 용이하게 점검할 수 있는 곳에 사용할 수 있다.

5. **신축이음** 관계통에는 신축에 의한 과대한 응력의 발생을 방지하기 위하여 적절한 위치에 신축이음을 설치하여야 한다. 신축이음은 곡관 또는 기타의 승인된 구조의 것이어야 한다.

6. **과오조작의 방지**

(1) 여러개의 탱크중 전용의 탱크를 갖는 경우 그 탱크의 관장치는 각기 전용의 것으로 하여야 한다. 다만, 관장치의 공용 또는 화물의 혼합에 의하여 지장이 생길 우려가 없는 경우에는 제외한다.

(2) 전용의 관장치를 서로 접속하는 경우에는 과오조작방지를 위한 수단을 강구하여야 한다.

7. **육상배관과의 접속**

(1) 하역용에 사용하는 관(액체 및 가스공동용)의 육상배관과 선박의 하역용 헤더의 접합부에는 비상시에 원격조작으로 차단할 수 있는 밸브를 설치하여야 한다. 이 밸브는 항상 조작하는 장소 이외의 접근하기 쉬운 다른 장소로부터도 차단할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 육상배관과의 접속부는 전기적으로 접속할 수 있도록 하여야 한다.

8. **관계통 도출밸브** 최고사용압력을 넘을 가능성이 있는 부분 및 관계통 중에서 액을 남긴 채로 폐쇄될 수 있는 부분에는 압력도출밸브를 설치하여야 한다.

9. **배관의 지지 및 부착** 모든 관은 그 자중이 밸브 또는 기타의 부착품에 걸리는 것을 방지함과 동시에 과대한 진동을 일으키지 않도록 지지되어야 한다. 또한 저온에서 사용하는 관은 인접하는 선체구조가 이상 냉각되지 않도록 부착하여야 한다.

10. **접지** 관계통은 전기적으로 접속시켜 유효하게 접지하여야 한다.

11. **화물용 호스** 선박에 비치하는 화물용 호스는 화물에 잘 침해되지 않고 또한 사용온도에 있어서 적절한 기계적 성질을 갖는 재질로 하여야 하며 최고사용압력의 5배(적어도 2.5MPa) 이상의 파괴압력을 갖도록 설계하여야 한다.

12. **배기관장치**

(1) 안전밸브 및 도출밸브의 배기는 배기관에 도설하여야 한다. 다만, 관계통 도출밸브의 배기는 그 효력이 저해되지 않을 경우에는 탱크측에 도설할 수 있다.

(2) 이 **부록 203.**의 12항의 (2)호 부터 (4)호는 이 규정에도 적용한다.

(3) 배기관의 대기개구단은 노출갑판상에 선박의 너비의 1/3 이상의 높이로서 가능한 한 선박의 안전을 손상시킬 우려가 없는 장소에 설치하여야 한다. 또한, 개구에는 적절한 역화(逆火) 방지장치를 설치하고 배기가 수평방향 이하로 불어내는 일이 없도록 하여야 한다.

308. 화물의 냉각설비

1. **냉동기기** 냉동기기는 적어도 2조를 비치하고 각기 서로 교대로 사용할 수 있도록 배치하여야 한다. 다만, 화물의 냉각설비용 냉각수 장치중 냉각수 냉각기는 1조로 할 수 있다.

2. **냉동기기의 용량** 냉동기기의 용량은 1조를 매일 24시간 정지하여도 나머지의 설비로써 화물을 소요의 온도로 유지할 수 있는 것이어야 한다.

3. **재액화장치**

(1) 냉각설비가 냉매를 사용하는 냉동기기인 경우에는 **규칙 9편 1장 401.**의 1항부터 4항, 동 **규칙 403.**의 3항 및 4항, 동 **규칙 404.** 부터 **405.**를 준용한다.

(2) 냉각설비가 가스를 직접 가압액화하는 방식인 경우에는 이 **부록 204.**의 5항 (1)호, (3)호부터 (6)호 및 6항과 **규칙 9편 1장 401.**의 1항 부터 4항, **403.**의 4항 (2)호, **404.**의 4항 및 **405.**를 준용한다.

(3) 액체 및 가스의 압력을 받는 압력용기에 대하여는 그 승인된 사용압력을 적어도 0.5 MPa로 하고 이 **부록 202.**의 1항 내지 4항 및 **규칙 5편 5장**의 규정을 준용한다. 또한 안전밸브, 액면계 및 기타의 부착품에 대하여는 각각 이 **부록 203.**의 9항, 11항 및 13항 (3)호부터 (5)호의 규정을 준용한다.

4. **저압력 자동정지장치** 이 **부록 306.**의 8항 (1)호에 의한 냉각설비의 자동정지장치는 탱크의 진공도출밸브의 조정압력보다도 높은 압력에서 정지하도록 조정하여야 한다. 또한 이 자동정지장치는 냉각설비를 수동운전 중에도 그 효력을 상실하는 것이어서는 아니 된다.

5. **접지** 액체 및 가스용의 기기는 모두 전기적으로 유효하게 접지하여야 한다.

309. 하역장치

1. **하역장치** 선박에는 상용 하역펌프장치 이외에 예비장치를 설치하여야 하며 예비장치는 다음에 의할 수 있다.

(1) 1개의 탱크에 2조 이상의 펌프를 비치하는 경우에는 그들이 상용되는 것일지라도 예비장치를 생략할 수 있다. (탱크를 격벽으로 사절하고 격벽의 최저부에 연결구멍 또는 원격조작의 격벽밸브를 설치하지 않는 경우는 사절된 각각의 구획을 1개의 탱크로 간주한다)

(2) 스트리퍼 펌프는 예비장치로 인정한다.

(3) 에덕터는 예비장치로 인정한다. 다만, 어떤 종류의 화물을 각 탱크중 1개의 탱크에만 적재할 계획인 선박인 경우에는 그 탱크의 예비장치로서 에젝터를 사용할 수 없는 경우가 있으므로 주의하여야 한다.

2. **재료** 하역장치용의 재료는 화물의 종류 및 사용온도에 대하여 적당한 것을 사용하여야 한다.

3. **하역펌프** 이 **부록** 204.의 5항의 (1)호부터 (5)호의 규정은 이 규정에도 적용한다.

4. **하역펌프의 자동정지 및 원격정지장치**

(1) 펌프에는 펌프 및 구동원동기를 보호하기 위하여 탱크의 액면이 미리 정한 저액면으로 되었을 때 자동적으로 정지하는 장치 또는 이것에 대신하는 자동정지장치를 설치하여야 한다.

(2) 이 **부록** 306.의 8항 (1)호에 의한 펌프의 저압력자동정지장치는 탱크의 진공도출밸브의 조정압력보다도 높은 압력에서 자동적으로 정지하도록 조정하여야 한다.

(3) 펌프는 하역을 감시 또는 지휘하는 장소로부터 원격 정지할 수 있는 것이어야 한다.

5. **가스압축기 및 부속장치** 가스의 송수용에 압축기를 비치하는 경우에는 이들의 기기에 대하여 이 **부록** 308.의 3항 (2)호 및 (3)호와 4항의 규정을 준용한다.

6. **접지** 액체 및 가스용의 기기는 모두 전기적으로 유효하게 접지하여야 한다.

310. 통풍장치 등

1. **통풍장치 등**

(1) 이 **부록** 205.의 1항 (1)호, (2)호, (4)호, 2항 및 5항의 규정은 이 규정에도 적용한다.

(2) 탱크창에는 빌지를 배출하는 설비를 갖추어야 한다. 다만, 이 빌지흡입관은 선내의 비위험구역으로 유도하여서는 아니 된다.

2. **발화의 원인으로 되는 기기의 설치** 이 **부록** 102.의 (7)호에 규정하는 위험구역에는 발화의 원인이 되는 기기를 설치하여서는 아니 된다.

311. 전기설비

1. **적용** 전기설비는 이 규정에 따르는 것 이외에 이 **부록** 206.의 규정에도 적합하여야 한다.

2. **냉각설비에의 급전** 이 **부록** 308.에서 규정하는 냉각설비의 원동기가 모두 전동일 경우에는 2개 이상의 발전기로부터 급전할 수 있도록 설비하고 전동기는 주배전반 또는 이에 준하는 급전반으로부터 적어도 2조 이상의 회로로 나누어 급전하여야 한다. ⚓

부록 7A-2 독립형탱크 형식C의 벤트장치의 적합성 평가지침

101. 일반

1. 압력도출밸브에 대한 탱크의 출구는 98 %의 적재한도와 15°의 횡경사 및 0.015 L의 종경사 상태하에서 기상부로 유지될 수 있어야 한다.
2. **규칙 5장 8절**에 따른 압력도출밸브는 적절한 용량의 것이어야 한다.
3. 적절한 도출능력 및 방출조건을 확인하기 위하여 다음에 따른다.
   (1) 화물탱크로부터 압력도출밸브 입구까지의 압력저하($\triangle p_{\in \leq t}$)는 모든 증기흐름에 대하여 최대허용설정압력(게이지압, 이하 MARVS라 한다)의 1.2배를 고려하여 **103.**의 (1)호의 식으로부터 규칙상의 압력도출밸브 능력에서 MARVS의 3 %를 초과하여서는 아니된다.
   (2) 방출($\triangle p_{dose}$)은 압력도출밸브의 안정된 작동을 확인하기 위하여 설치시 정격용량에 대해 $\triangle p_{\in \leq t}$ + 0.02·MARVS보다 적어서는 아니된다. 이 계산은 모든 증기흐름에 대하여 MARVS하에서 실시하여야 한다. 파일럿 작동밸브는 입구측 관의 압력저하에 의해 영향을 받지 않는 점에서 파일럿이 감응할 때 입구측 관의 더 큰 압력손실을 허용할 수 있다.
4. 다른 탱크와 연결된 벤트관 연결관을 포함하여 압력도출밸브의 출구에서 개구단까지의 벤트관의 배압은 다음의 값보다 커서는 아니된다.
   (1) 불평형한 압력도출밸브의 경우, MARVS의 3 %. 1.2·MARVS의 탱크압력에서 배압이 MARVS의 10%를 초과하는 경우에는 특별한 고려가 필요하다.
   (2) 평형한 압력도출밸브 및 제조자의 권고에 따른 파일럿 작동밸브의 경우, 원칙적으로 평형한 압력도출밸브에 대하여 MARVS의 30 %, 파일럿 작동밸브에 대하여는 MARVS의 50 %.
   이것은 1.2·MARVS에서 화재에 노출되는 벤트관을 가진 압력도출밸브를 통하여 포화액체의 등엔탈피 팽창을 가정한 경우이다.
5. 벤트관장치에서 발생하는 배압은 **102.**의 절차에 의해 평가한다.
6. 2상류 방출의 탱크 벤트장치에 대하여는 **102.**의 절차가 **3**항 및 **4**항의 요건에 적합한 것으로 설명되지 않는 한, 더 정확한 절차를 필요로 한다.

102. 평가절차

규칙 5장 805.의 **2**항의 화재 노출조건을 포함한 모든 조건하에서 화물탱크내 압력상승을 1.2·MARVS 이하로 제한하는 탱크 벤트장치의 정확성을 확인하기 위하여 다음의 절차를 따른다.

(1) 화물탱크 벤트장치, 부착품 식별, 배관의 정확한 지름 및 길이를 간단히 기재한 흐름도를 준비한다. 관 지름이 변하는 곳 및 다른 도출밸브와의 벤트관 연결관의 결점을 구획화하여 장치를 나눈다. 부착품과 그 동적손실계수의 목록을 작성하고 절점 사이의 배관구획의 외부표면적을 계산한다.

(2) **규칙 5장 805.**의 **2**항에 따라 표준상태에서 각 탱크 압력도출밸브의 공기에 대한 용량(Q_{GCC}, $\mathrm{m^3/s}$)을 계산하고, 1.2·MARVS 및 표준상태에서 공기에 대한 설치시 정격용량(Q_{IR}, $\mathrm{m^3/s}$)을 기록한다. 이 계산은 화물 목록에 포함된 화물의 최대가스계수에 대하여 수행한다. 노멀-부탄은 종종 규칙에서 최대가스계수(G)를 가지며, 규칙에서 통상 최소용량 결정에 이용한다.
증기 흐름 및 2상류 흐름에 대한 규칙의 압력도출밸브의 용량 및 설치시 정격용량에 대하여 1.2·MARVS 에서의 화물상태에 대한 질량흐름을 결정한다. 모든 증기흐름에 대한 설치시 정격용량에 대하여 MARVS에서의 질량흐름도 계산한다.
103.의 (1)호의 식은 모든 기체의 질량흐름에 대하여 이용하고, **103.**의 (2)호, (3)호 및 (4)호의 식은 2상류의 질량흐름에 대하여 이용할 수 있다. **103.**의 (2)호의 식은 비등점 범위가 100 K를 넘지 않는 혼합유체에 적용할 수 있다.

(3) 압력도출밸브에 작용하는 화물탱크의 알려진 압력을 이용하여 화물탱크 연결관에서 압력도출밸브 입구 플랜지까지의 배관에서 모든 증기흐름에 대한 압력저하를 결정한다. 이 압력은 정체압력의 차이를 이용하여 계산된다. 따라서, **103.**의 (5)호 (가) 식의 둘째 항은 일정 지름의 배관구획에 대하여 적용할 수 있다. 축소배관에 대하여는, **103.**의 (5)호 (나) 식을 이용할 수 있다.

(4) 적절한 도출능력을 확인하기 위하여 모든 증기흐름에 대해 규칙상의 압력도출밸브의 용량에서 각 압력도출밸브의 입구에서의 압력저하가 **101.**의 **3**항 (1)호에 적합한지 확인한다. **103.**의 (1)호의 식에서 화물의 증기질량유

량(W_g)을 계산에 이용할 수 있다.
제어목적상, 101.의 3항 (1)호는 1.2·MARVS에서 규칙상의 압력도출밸브의 2상류 질량유량(W', 103.의 (4)호의 식)을 이용하여 반복되어야 하고, 101.의 3항 (2)호는 MARVS에서 설치시 정격 2상류 흐름을 이용하여 반복되어야 한다. 이 두가지 계산은 상응하는 모든 증기압력손실보다 더욱 적은 압력손실을 주어야 한다. 안정된 작동을 하기 위하여, 방출($\triangle p_{dose}$)이 101.의 3항 (2)호에 적합한지 점검한다.

(5) 대기 방출관에서 2상류 흐름의 압력을 평가한다. 적절한 도출능력을 확인하고 출구압력이 0.1 MPa를 초과하는지 점검하기 위하여, 103.의 (6)호의 식이 규칙의 압력도출밸브의 2상류 질량유량(W')을 가지고 이용될 수 있다.

(6) 단열하지 않은 벤트관을 통한 108 kW/m^{2}의 열류속 전달을 가정하여, 대기방출관에서 증기비율 및 2상류 흐름의 밀도를 추정한다. 103.의 (7)호 및 (8)호의 식을 이용할 수 있다.

(7) 알려진 벤트관 출구압력, 배관 절점 사이의 압력저하 계산값 및 압력도출밸브까지의 배관 압력을 고려하여, 압력도출밸브 출구 플랜지에서의 배압을 평가한다.
103.의 (7)호, (8)호 및 (5)호 (가)의 식은 절점 역류압의 절대압력, 증기비율 및 비체적이 정확해질 때까지 증기가 포화상태임을 가정하여 반복 계산할 수 있다.
유속을 감소시키는 배관 팽창부착품에서 통상 압력 회복이 발생한다. 이 회복은 1상류 흐름에 대한 동적손실계수가 사용될 때 2상류 흐름의 경우에는 과대평가된다. 이 지침의 목적상, 원추형 팽창부착품의 정적출구압력은 정적입구압력과 같은 것으로 가정한다.

(8) 압력도출밸브와 벤트 출구 사이의 배관에 대한 구획에서 질량유속(G_p)을 가진 모든 구획 출구에서의 조임압력(p_{cc})을 추정한다. 103.의 (6)호의 식을 이용할 수 있다.
103.의 (6)호의 식에서 얻어진 각 구획에 대한 조임압력의 차이를 이용하여, (5)호부터 (7)호에서 언급된 벤트관을 따라 압력분산을 비교한다.
어느 위치에서의 조임압력이 (5)호부터 (7)호에서 얻어진 상응하는 계산한 압력을 초과하는 경우, (5)호부터 (7)호에 언급된 계산은 압력도출밸브까지 작용하는 압력을 이용해서 조임점 위치 및 상응 조임압력으로부터 시작하여 반복되어야 한다.
2곳 이상에서의 조임압력이 (5)호부터 (7)호에서 얻어진 상응하는 계산한 압력을 초과하는 경우, 재계산의 시작점은 최대배압을 주는 조임지점으로 하여야 한다.

(9) 적절한 도출능력의 가정하에 밸브의 안정된 작동을 확인하기 위하여, 2상류 질량유량(W')에 대한 규칙상의 압력도출밸브 용량에서 각 압력도출밸브에서의 배압이 101.의 4항에 적합한지 검토한다.

(10) 보통의 불평형한 밸브에 대하여는 다음에 따른다.
(가) (5)호 부터 (8)호에서 얻어진 배압이 MARVS의 10 % 부터 20 % 범위에 있다면, 벤트장치를 허용할 수 있는지 결정을 위하여 추가 평가가 요구된다.
(나) 벤트장치의 배압은 하나의 밸브를 폐쇄하고 다른 모든 밸브를 설치시 정격 압력도출밸브 용량에서 방출하게 하는 경우, MARVS의 10 % 미만이어야 한다.

103. 계산식

다음 식들은 벤트장치의 정확성을 확인하는데 이용할 수 있다.

(1) 탱크에서 압력도출밸브를 통과하는 모든 증기의 질량유량

$$W_g = \frac{71 \cdot 10^3 \cdot F \cdot A^{0.82}}{h_{fg}} \quad (\mathrm{kg/s})$$

F : 규칙 5장 804.에 따른 화재노출계수
A : 탱크형식 C 탱크의 외부표면적(m^2)
h_{fg} : 1.2·MARVS에서 화물의 증기 잠열(J/kg)

(2) 압력도출밸브의 오리피스를 통과하는 액체의 등엔탈피 질량유속
이 식은 비등점 범위가 100 K를 초과하지 않는 혼합화물에 유효하다.

$$G_v \approx h_{fg} \cdot p_g \left(\frac{1}{T_0 \cdot c} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\mathrm{kg/m^2s})$$

h_{fg} : (1)호에 따른다.

p_g : 1.2·MARVS 및 상응하는 비등점에서 증기밀도(kg/m^3)
T_0 : 1.2·MARVS에서 화물의 온도(K)
c : 1.2·MARVS 및 T_0에서 액체의 비열(J/kgK)

(3) 압력도출밸브를 통한 2상류의 질량유량

$$W = G_v \cdot K_w \cdot A_v \quad (\mathrm{kg/s})$$

G_v : (2)호에 따른다.(kg/m^{2}s)
K_w : 물에 대한 압력도출밸브의 방출계수(대략 공기중에 측정된 K_d의 0.8배)
A_v : 압력도출밸브의 정확한 오리피스 면적(m^2)

(4) 2상류의 질량흐름에 대한 규칙상의 압력도출밸브 용량

$$W' = G_v \cdot K_w \cdot A_v \frac{Q_{GCC}}{Q_{IR}} \quad (\mathrm{kg/s})$$

Q_{GCC} : **규칙 5장 804.**의 1항에 따른 표준상태에서 공기에 대한 규칙상의 압력도출밸브 용량(m^3/s)
Q_{IR} : 온도 273 K 및 압력 0.1013 MPa에서 설치시 정격 압력도출밸브 용량(m^3/s)

(5) 질량유속(G_p)이 일정한 일정 지름의 배관구획에서 정적차압의 계산
(가) 일반식

$$\Delta p = G_p^2(v_e - v_i) + \frac{1}{2} \cdot G_p^2\left(\frac{v_e + v_i}{2}\right)\left(4f\frac{L}{D} + \Sigma N\right) \quad (\mathrm{Pa})$$

G_p : 배관구획을 통과하는 질량유속,

$$\frac{W}{\pi \cdot D^2/4} \text{ 또는 } \frac{W'}{\pi \cdot D^2/4} \quad (\mathrm{kg/m^2s})$$

v_e : 배관구획 출구에서 2상류의 비체적(m^3/kg)
v_i : 배관구획 입구에서 2상류의 비체적(m^3/kg)
f : 패닝 마찰계수, 2상류의 완전난류에 대하여 f = 0.005
L : 배관구획의 길이(m)
D : 배관구획의 지름(m)
ΣN : 배관구획에서 부착품에 대한 동적손실계수, N은 $4f \cdot L/D$와 등가이다(N에 대한 전형적인 값은 **표 5**를 참조한다)

표 5 벤트장치 부착품에 대한 동적손실계수의 전형적인 값

부착품	$N(=4f \cdot L/D)$
탱크에서 압력도출밸브 사이의 배관 입구형상	
- 4 각	0.5
- 돌출 원추형	0.15
- 원추 축소형	0.10
압력도출밸브에서 벤트마스트 출구 사이의 배관	
- 45° 벤드	0.2
- 45° 단일미터 엘보	0.45
- 90° 긴 반지름 벤드	0.3
- 90° 짧은 반지름 벤드	0.5
- 90° 이중미디 엘보	0.6
- 소프트 티	0.3
- 하드 티	1.1
- 카울 마스트 벤트 출구	2.25
- 탑-해트 마스트 벤트출구	4.5
- 플레임 스크린(규칙 7편5장 1710. 참조)	1.4
(비고) N은 관지름에 따라 달라질 수 있다.	

(나) 축소배관에서 정체압력에 대한 차압계산

$$\Delta p = \frac{1}{2} \cdot G_{p,e}^2 \cdot v_i \cdot N \ (\mathrm{Pa})$$

N : 축소에 대한 동적손실계수
$G_{p,e}$: 축소부 출구에서 질량유속(kg/m^{2}s)
v_i : 축소부 입구에서 2상류의 비체적(m^3/kg)

(6) 벤트 마스트 출구 또는 벤트관 구획 출구에서의 2상류 임계조임압력

$$p_{ec} = G_p \left(\frac{p_0 \cdot \omega}{\rho_0} \right)^{\frac{1}{2}} \ (\mathrm{Pa})$$

G_p : (5)호 (가)에 따른다.
p_0 : 압력도출밸브 입구에서 탱크내 화물증기압(Pa)
ρ_0 : p_0 및 T_0에서 압력도출밸브 입구에서의 탱크내 화물액체밀도(kg/m^3)
ω : 압력도출밸브 입구에서의 탱크내 압축성 흐름에 대한 변수

$$= \alpha_0 + (1-\alpha_0) \frac{\rho_0 \cdot c \cdot T_0 \cdot p_0 \cdot (v_{go} - v_{fo})^2}{(h_{go} - h_{fo})^2}$$

α_0 : 압력도출밸브 입구에서 공간비율 또는 증기체적비율. 1.2·MARVS에서 압력도출밸브를 통과하는 포화액체의 등엔탈피 팽창시는 0으로 한다.
c 및 T_0 : (2)호에 따른다.
$(v_{go} - v_{fo})$: T_0에서 압력도출밸브 입구에서의 기체와 액체 비체적의 차(m^3/kg)
$(h_{go} - h_{fo})$: T_0에서 압력도출밸브 입구에서의 기체와 액체 엔탈피의 차(J/kg)

(7) 배관구획 출구에서 증기질량 비율

$$x_e = \frac{h_{fo} - h_{fe} + 1000 \cdot q \cdot \Sigma \frac{a}{W}}{h_{fg}}$$

(예, x_e = 0.3은 질량비 30 % 증기 + 70 % 액체이며, 30 % 품질라고도 한다.)

h_{fo} : 압력도출밸브 입구에서 탱크내 액체 엔탈피(J/kg)

h_{fe} : 배관구획 출구의 배압상태에서 액체 엔탈피(J/kg)

h_{fg} : 배관구획 출구의 배압상태에서 기화잠열(J/kg)

q : 벤트관내 화재노출시의 열유속, 108 kW/m^2

a : 벤트관구획의 가열되는 외부표면적(m^2)

W : 벤트관구획의 질량유량(kg/s)

(8) 2상류의 밀도(ρ) 및 비체적(v)

$$\rho = \frac{\rho_g}{x} \quad (\mathrm{kg/m^3})$$

ρ_g : 배관구획 입구 또는 출구에서 포화증기밀도(kg/m^3)

x : 배관구획 입구 또는 출구에서 증기비율

$$v = \frac{1}{\rho} \quad (\mathrm{m^3/kg})$$

부록 7A-3 LNG 벙커링 장치

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 부록은 LNG를 연료로 사용하는 선박에 LNG연료를 공급하는 설비(이하 벙커링 장치라 한다.)를 갖춘 액화가스 산적운반선(이하 벙커링 선박이라 한다.)에 대하여 선주의 신청이 있는 경우에 적용한다. LNG운반선에 LNG화물을 이송하는 액화가스 산적운반선에 대해서도 이 부록을 준용할 수 있다.
2. 이 부록에서는 벙커링 선박에 설치된 벙커링 장치 및 이와 관련된 안전장치에 대한 설계, 제작 및 검사 요건을 규정하고, 이 외의 선체, 기관장치, 화물과 관련된 요건에 대해서는 **규칙 5장** 및 관련 규칙을 따른다.

102. 용어의 정의

1. **수취선박**(receiving ship)라 함은 벙커링 선박으로 부터 연료용 LNG를 공급받는 선박을 말한다.
2. **이송장치**라 함은 LNG연료를 수취선으로 이송하기 위하여 수취선의 벙커매니폴드에 연결되는 장치를 말하며 이송호스 또는 이송암이 사용될 수 있다.
3. **비상차단장치**라 함은 비상시에 벙커링 선박과 수취선 간의 LNG 및 증기의 이송과 관련된 장비 및 작업을 정지시키고 밸브를 차단하여 이송을 안전하고 효과적으로 차단하는 장치를 말한다.
4. **비상분리커플링**이라 함은 수취선박과 벙커 이송장치 사이에 설치되어 커플링에 과도한 하중이 작용하면 신속하게 분리되는 커플링을 말한다.
5. **비상분리장치**라 함은 벙커 이송장치를 능동적으로 분리하고 벙커링 선박으로 부터 수취선박의 가스연료장치를 안전하게 격리하는 수단을 갖춘 장치를 말한다.
6. **신속 연결 분리 커플링**(QCDC)이라 함은 이송장치를 수취선박의 연결구에 볼트 없이 연결하는 수동 또는 유압식 기계장치를 말한다.
7. **운전범위**(operational envelope)라 함은 벙커링 선박 및 수취선박의 매니폴드 연결 플랜지 및 이송장치가 안전하게 운전되는 영역을 말한다.
8. **책임자**(person in charge)라 함은 벙커링작업의 모든 관리에 대하여 책임이 있는 사람을 말한다.
9. **벙커링 제어장소**(bunkering control station)라 함은 벙커링작업을 제어하는 장소를 말한다.
10. **승인된 안전형**(certified safe type)이라 함은 공인된 기준을 근거로 인화성 분위기에서의 작동에 대하여 우리 선급이 인정하는 관련 기관에 의해 안전성이 인증된 전기설비를 말한다.

103. 선급부호

1. 이 부록의 요건에 적합한 벙커링 장치를 설치한 선박은 선주의 요청에 따라 추가설비부호로서 LNG Bunker부호를 부여할 수 있다.
2. LNG Bunker부호에 추가하여 벙커링 작업 중 수취선박으로부터 발생한 과잉증기를 처리할 수 있는 장치를 갖춘 선박에 대해서는 다음에 따라 VRS부호를 부여할 수 있다.
   (1) 증기처리 용량을 kW 단위로 VRS 뒤에 기입하고 처리할 수 있는 용량이 [X] kW인 경우 LNG Bunker(VRS[X])로 표기한다.
   (2) 부호의 요건은 505.을 따른다.

104. 동등효력 및 신기술

1. 이 지침의 규정에 적합하지 아니한 구조, 설비라도 우리 선급이 이와 동등한 효력이 있다고 인정할 경우에는 이것을 이 지침의 규정에 적합한 것으로 본다.
2. 우리 선급은 이 지침을 직접적으로 적용할 수 없는 새로운 설계원칙 또는 특징에 기초하거나 이를 적용한 구조, 설비에 대하여 실험, 계산 또는 기타 우리 선급에 제공된 정보에 기초하여 등록하는 것을 고려할 수 있다.

105. 코드 및 표준

우리 선급이 인정하는 다음의 공인된 국가표준, 국제표준 및 산업표준을 참고할 수 있다.

표준번호	표준명
OCIMF/SIGTTO	액화가스의 선박 대 선박 이송 지침
OCIMF/SIGTTO	액화가스산적운반선의 매니폴드에 대한 권고
ISO 16904	석유 및 천연가스산업 - 전통적 육상터미널에 대한 LNG해상 이송암의 설계 및 시험
EN 1474-2	LNG의 장비 및 설치-해상 이송시스템의 설계 및 시험-이송호스의 설계 및 시험
EN 1474-3	LNG의 장비 및 설치-해상 이송시스템의 설계 및 시험- 해양 이송시스템
ISO 21593	LNG 벙커링에 사용되는 건식 커플링의 기술요건 *(2022)*
IACS	LNG 벙커링 안내서
SIGTTO	액화가스운반선에 대한 비상차단장치 및 선박/육상 간 링크 장치
IAPH	선박 대 선박 LNG 벙커링 점검표

제 2 절 제조중등록검사

201. 제출도면 및 자료

제조중등록검사 시에는 벙커링 장치에 대하여 다음의 도면 및 자료를 공사착수 전에 우리 선급에 제출하여야 한다.

(1) 승인용 도면 및 자료
- (가) 전력 및 제어계통도
- (나) 위험구역을 표시하는 도면
- (다) 위험구역의 케이블포설 요령도와 전기기기 일람표
- (라) 비상차단장치, 화재 및 가스탐지장치에 대한 배치도 및 원인 및 영향표(cause and effect diagram)
- (마) 배관계통도
- (바) 이송암의 지지구조 및 거치대의 강도해석
- (사) 벙커 매니폴드 배치도(저온 화물 누설에 대한 보호조치 포함)
- (아) 벙커링 작업 지침서

(2) 참고용 도면 및 자료 *(2022)*
- (가) 이송암 또는 이송호스의 배치도
- (나) 이송암의 사용범위 도표(working envelope diagram)
- (다) 이송암 또는 이송호스의 사양서
- (라) 가스 시운전절차서
- (마) VRS부호를 부여받은 경우, 505.의 7항에서 요구하는 증기회수장치의 용량 계산식

202. 시험 및 검사

1. 기자재의 시험

(1) 다음을 포함하는 이송암의 구성장비는 ISO 16904를 준용하여 형식승인을 받아야 하고 제품시험을 하여야 한다. 다만, ISO 16904에 따른 원형시험(prototype test)으로 형식승인을 대신할 수 있다. *(2022)*
- (가) 스위블
- (나) 비상분리장치
- (다) 유압으로 작동하는 신속 연결 분리 커플링

(2) 이송암이 조립된 후에는 ISO 16904에 따라 시험하여야 한다.

(3) 이송호스는 EN1474-2를 준용하여 형식승인을 받아야 하고 제품시험을 하여야 한다. 다만, EN1474-2에 따른 원형시험(prototype test)으로 형식승인을 대신할 수 있다. *(2022)*

(4) (1)호 (나)에 해당되지 않는(즉, 이송호스에 연결되는) 비상분리장치는 ISO 16904를 준용하여 형식승인을 받아야 하고 제품시험을 하여야 한다. 다만, ISO 16904에 따른 원형시험(prototype test)으로 형식승인을 대신할 수 있다. *(2022)*

(5) (1)호 (다)에 해당되지 않는(즉, 이송호스에 연결되는) 신속 연결 분리 커플링은 ISO 21593를 준용하여 형식승인을 받아야 하고 제품시험을 하여야 한다. 다만, ISO 21593에 따른 원형시험(prototype test)으로 형식승인을 대신할 수 있다. *(2022)*

(6) 호스 크레인은 **규칙 9편 2장**에 따라 시험하여야 한다.

(7) 펌프, 밸브는 **규칙 5장 513.**에 따라 시험하여야 한다.

2. **선내시험**

(1) 비상차단장치 및 비상분리장치의 작동시험을 하여야 하고 603. 및 604.에서 요구하는 순차적인 작동을 확인하여야 한다.

(2) 가스연료이송장비와 관련된 모든 지시기, 경보 및 안전장치의 기능을 시험하여야 한다.

(3) 가스탐지기의 올바른 작동을 검증하여야 한다.

(4) 이송암은 선내 설치 후에 ISO 16904에 따라 시험하여야 한다.

3. **가스 시운전 시험**

(1) 우리 선급에 제출한 가스 시운전 절차서에 따라 가스 시운전 시험을 하여야 한다.

(2) **5장**에서 요구하는 시험에 추가하여 다음 시험을 하여야 한다.

(가) VRS부호를 부여받은 경우, 증기회수 장치의 용량 및 성능을 시험하여야 한다.

(나) 제어, 경보 및 안전장치를 포함한 벙커링 장치의 작동시험을 하여야 한다.

제 3 절 정기적 검사

301. 일반사항

이 절에서 규정하지 아니하는 사항에 대하여는 **규칙 1편 2장**을 따른다.

302. 연차검사

1. 비상분리장치의 작동을 시험한다.
2. 절연플랜지의 절연저항치가 만족스러운지 점검한다.
3. 벙커링에 사용되는 펌프와 가스압축기에 대한 비상차단장치의 양호한 작동을 확인하고 비상차단밸브의 양호한 작동을 확인한다.
4. 이송호스의 시험 및 검사는 다음에 따른다.
   (1) 호스의 끝단 연결부를 포함하여 호스의 상태를 확인한다.
   (2) 호스 크레인 및 지지대의 상태를 확인한다.
5. 이송암의 시험 및 검사는 다음에 따른다.
   (1) 이송암의 만족스러운 기능을 확인한다.
   (2) 이송암의 배관 및 기타 부위를 육안으로 검사한다.

303. 중간검사

연차검사에서 요구하는 사항에 대하여 검사한다.

304. 정기검사

중간검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음 사항에 대하여 검사한다.

1. 이송암의 스위블, 밀봉장치 등의 상태를 확인하고 필요시 누설시험을 한다.
2. 이송암의 배관의 상태를 확인하고 필요시 두께계측 및 누설시험을 한다.
3. 이송호스는 최대사용압력에서 수압시험을 한다.

제 4 절 재료

401. 일반사항

1. LNG 또는 천연가스에 접촉하는 관장치, 장비 및 구조 등에 사용하는 재료의 선정과 시험은 최저설계온도를 고려하여 **규칙 5장 6절**의 규정을 따른다.
2. 1항 이외의 재료에 대해서는 **규칙 2편**의 규정을 따른다.

제 5 절 벙커링 장치의 배치 및 설계

501. 기능요건

1. 벙커링 장치는 선박 및 인명의 안전에 영향을 미치는 LNG 및 천연가스의 누설을 방지, 탐지, 제어 및 경감할 수 있는 충분한 기능을 가지도록 설계하여야 한다.
2. 이송장치를 연결하거나 분리하기 전에 장치를 드레인, 감압 및 불활성화 할 수 있어야 한다.
3. 벙커링 장치에 LNG가 충만된 상태로 격리되어 압력상승으로 인한 장치의 손상을 방지하도록 설계하여야 한다.
4. 부록에서 요구하는 장치에 대하여 작업절차로 대체하는 것을 인정하지 않는다.

502. 벙커링 매니폴드 지역

1. 벙커링 매니폴드 지역은 자연통풍이 충분히 제공되는 개방갑판에 위치하여야 한다.
2. LNG벙커링 연결부 하부 및 액체누설이 발생할 수 있는 부분의 하부에는 다음을 만족하는 드립 트레이를 설치하여야 한다.
   (1) 드립 트레이는 저온에 적합한 재료로 제작되어야 한다.
   (2) 드립 트레이는 선체구조와 열적으로 격리되어 액체연료가 누설되는 경우 주위의 선체구조나 갑판구조가 견딜 수 없는 냉각에 노출되지 않아야 한다.
   (3) 트레이마다 드레인 밸브를 설치하여 빗물이 선측으로 배수될 수 있도록 한다.
   (4) 각각의 트레이는 위험도 평가에 따른 최대 누설량을 확실히 처리할 수 있도록 충분한 용량을 가져야 한다.
3. 선체 강재 및 선측 구조의 추가적인 보호를 위하여 저압식 수막을 형성하도록 연결부 하부에 물공급장치를 설치하여야 하고 이송작업이 진행되는 동안 작동되어야 한다.
4. 벙커링 작업동안 벙커링 제어장소에서 벙커링 매니폴드 지역을 육안 또는 CCTV로 관찰할 수 있어야 한다.

503. 벙커링 매니폴드

1. 벙커링 매니폴드는 선내에 설치되어 벙커링 시스템과 연결되는 고정된 배관을 말한다. 이송암의 경우에는 스위블과 연결되는 고정된 배관을 매니폴드로 간주한다. *(2022)*
2. 벙커링 매니폴드의 안전사용하중은 벙커링 작업 동안 외부하중에 견딜 수 있도록 설계하여야 한다.
3. 화물이송 연결구의 최대 안전사용하중에 대한 정보를 작업지침서에 기재하여야 하고 매니폴드 근처에 게시하여야 한다.
4. 수취선박으로부터의 증기회수를 위한 연결구를 설치하여야 한다.
5. 매니폴드 연결구에 근접하여 증기관을 포함한 모든 벙커링 관에는 수동작동 정지밸브와 원격작동 정지밸브를 연속해서 설치하거나 원격작동과 수동작동 겸용의 밸브가 설치되어야 한다. 원격작동밸브는 벙커링 작업을 위한 제어장소 또는 다른 안전한 장소에서 조작이 가능하여야 한다.
6. 액이 충만된 상태로 격리될 우려가 있는 모든 관장치 또는 구성품은 압력 도출밸브를 설치하여 열팽창 및 증발로 인한 압력으로부터 보호되어야 한다.
7. 사용하지 않는 이송연결구는 설계압력에 적합한 맹플랜지를 설치하여 연결구를 막아야 한다.

504. 화물 탱크의 적재

1. 비상시에 벙커링 작업이 중단되는 것을 고려하여 벙커링 선박의 화물탱크는 모든 부분 적재 상태에서 슬로싱 하중을 평가하여야 하고 부분 적재로 인한 운전상의 제한이 있어서는 안 된다.
2. 부분 적재로 인한 운전상의 제한사항이 있는 경우, 우리 선급의 승인을 받아야 하고 이러한 제한은 작업지침서에 포

함되어야 한다.

505. 증기회수 장치

1. 103.의 2항에 따른 VRS부호를 갖는 선박은 수취선박의 연료탱크를 과압으로부터 보호하기 위하여 증기회수 장치를 설치하여야 한다.
2. 수취선박으로부터 회수된 증기는 다음 중 하나의 방법으로 처리될 수 있다.
   (1) 증기의 재액화
   (2) 증기의 연소
   (3) 축압(accumulation)
   (4) 상기 방법의 조합
3. 증기회수 장치는 수취선박으로 부터 회수된 증기를 처리하기에 충분한 용량이어야 한다.
4. 재액화 장치와 가스연소장치는 **규칙 5장 703.** 및 **704.**을 따른다.
5. 증기회수 관장치는 다른 화물 프로세스 관장치와 분리되어 벙커링 선박의 화물장치에 과압이 발생하는 것을 방지하여야 한다.
6. 증기회수 장치의 감시 및 제어장치는 벙커링 장치의 감시 및 제어장치와 통합된 시스템이어야 하고 증기회수 장치의 파라메터에 따라서 LNG벙커 이송률을 제어할 수 있어야 한다.
7. 최대 증기 이송률, 압력 및 이에 상응하는 탱크압력의 관리 상세에 대하여 계산을 수행한 결과를 제출하여야 하고 요약된 정보는 작업지침서에 포함되어야 한다.

506. 전기적 절연

1. 벙커링 선박과 수취선박 간의 선체의 전위차로 인하여 발생하는 높은 에너지 불꽃의 발생 위험을 감소하기 위하여, 이송 중에는 선박 간에 전기적 절연이 유지되어야 한다.
2. 전기적 절연을 유지하기 위해 각 이송 연결부의 끝단에 절연 플랜지를 설치하여야 한다. 절연 플랜지의 저항은 정전기가 소멸되도록 100 MΩ미만이어야 하고 절연을 유지하기 위하여 1kΩ 이상이어야 한다.

507. 벙커 이송장치

1. **이송호스**
   (1) 호스의 파괴압력은 최대사용압력의 5배 이상이 되도록 설계하여야 한다.
   (2) 호스의 재료는 화물의 화학적 성질 및 화물온도에 적합하여야 한다.
   (3) 이송호스는 운전상태 및 격납상태에 적합한 길이이어야 한다.
   (4) LNG 이송 연결구에는 매니폴드 밸브의 하류 쪽에 압력도출밸브를 설치하여 호스를 과도한 압력으로부터 보호하여야 한다.
   (5) 이송호스의 길이 및 지름은 다음을 고려하여 선정하여야 한다.
      (가) 호스의 최대허용 굽힘반경
      (나) 선박 간의 수평거리
      (다) 각 선박의 매니폴드 간 선수미 방향 오프셋
      (라) 매니폴드와 선측간의 거리
      (마) 선박의 수직 및 수평이동
      (바) 선박 간의 건현의 상대적 변화
      (사) 허용유속 및 압력강하
      (아) 호스의 지지 및 취급 장비
2. **호스의 지지 및 취급장치**
   (1) 이송 중 호스를 지지하고 비상분리 후에 호스를 안전하게 취급할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.
   (2) 호스를 지지하고 취급하는 장치는 **규칙 9편 2장**에 따른다.
   (3) 호스 지지대 또는 크래들의 설치는 호스의 굽힘 반경을 고려하여야 한다.
3. **이송암**
   (1) 이송암은 다음을 고려하여 설계하여야 한다.
      (가) 이송암에 작용하는 가속력
      (나) 매니폴드 허용하중

(다) 암의 운전범위
(라) 암의 운전상태 및 격납상태에서의 지지장치
(마) 암에 전달되는 선체진동의 영향
(바) 선박의 수직 및 수평이동
(사) 허용유속 및 압력강하

(2) 관장치는 열신축 및 구조의 거동에 의한 과도한 응력이 발생하지 않도록 배치하여야 한다.
(3) 모든 배관의 지지대는 배관 및 구조의 응력이 모든 거동에 대하여 허용범위 내에 있도록 적절히 설계하여야 한다.

4. 비상분리장치는 604.에 따른다.

508. 불활성 장치

1. 벙커링 선박은 벙커링 라인을 불활성화하여 퍼징할 수 있는 적절한 불활성 가스장치를 갖추어야 한다.
2. 불활성 가스 발생장치는 **규칙 5장 905.**에 따른다.
3. 벙커링 라인의 퍼징에 사용되는 불활성 가스는 관장치 내의 응축을 방지하기에 적절한 노점을 가져야 한다.
4. 불활성가스장치로 화물증기가 역류하는 것을 방지하기 위하여 **규칙 5장 905.**의 **4항**에 따른 설비를 하여야 한다.

509. 통신장치

1. 벙커링 선박에는 수취선박과 통신할 수 있는 통신장치를 갖추어야 하고 통신장치는 예비장치를 갖추어야 한다. 통신장치는 전기식, 광학섬유식(fibre-optic), 공압식 링크 또는 이러한 방식의 조합을 사용할 수 있다.
2. 위험구역에 설치된 통신장치의 구성품은 승인된 안전형이어야 한다.
3. 음성통신용으로 휴대식 통신장비를 사용하는 경우, 휴대식 통신장비는 승인된 안전형이어야 한다.

510. 계류설비

1. 벙커링 선박에는 수취선박의 안전한 계류를 위하여 충분한 수량의 밀폐형 페어리더(closed type fairlead)를 갖추어야 한다.
2. 계류설비는 OCIMF의 **계류설비지침**을 참고할 수 있다.

511. 드레인

벙커 이송장치에는 드레인 장치를 설치하여 장치 내의 잔여 LNG를 화물탱크로 드레인 할 수 있어야 한다.

제 6 절 제어, 감시 및 안전장치

601. 일반사항 *(2022)*

1. 벙커링 작업 중 벙커링 장치가 미리 설정된 파라메터의 범위 내에서 작동할 수 있도록 제어, 감시 및 안전장치를 갖추어야 한다.
2. 벙커링의 제어는 벙커링 작업과 관련 된 안전한 장소에서 할 수 있어야 한다.
3. 벙커링 작업 중 감시되는 파라메터에 대한 안전장치의 기능은 **표 1**을 따른다.

표 1 벙커링 작업 중 경보 및 비상차단 *(2022)*

작동원인	경보	비상차단
수취탱크의 고액면	●[1]	●
폐위 또는 반폐위된 매니폴드 지역에서 LEL의 30%의 가스농도를 탐지 [2]	●	
폐위 또는 반폐위된 매니폴드 지역에서 LEL의 60%의 가스농도를 탐지 [2]		●
벙커링 배관을 폐위한 관/덕트 내부에서 LEL의 30%의 가스농도를 탐지	●	
벙커링 배관을 폐위한 관/덕트 내부에서 LEL의 60%의 가스농도를 탐지	●	●
폐위된 화물기기구역에서의 LEL의 30%의 가스농도를 탐지[4]	●	
폐위된 화물기기구역에서의 LEL의 60%의 가스농도를 탐지[4]	●	●
비상차단장치의 수동 및 자동 작동	●	●
비상분리장치의 수동 및 자동 작동	●	●
이송암이 안전사용범위를 초과할 때	●	●
ESD밸브의 작동 동력의 상실[3]	●	●

비고:
1) 경보의 원인을 표시할 필요는 없다.
2) 개방된 구역에서 육안으로 가스 누설이 확인되면 수동으로 경보 및 ESD를 작동시켜야 한다.
3) ESD 밸브는 고장-닫힘형(fail-close) 이어야 한다.
4) 벙커링작업에 사용되는 기기가 설치된 화물기기구역에 적용한다.

602. 감시, 경보 및 제어장치

1. 가시가청의 경보는 벙커링 제어장소에 제공되어야 한다.
2. 벙커링 작업 중 경보는 **601.의 4항 표 1**을 따른다.
3. 이송장치로서 이송암이 사용되는 경우, **601.의 4항 표 1**에 추가하여 다음을 따른다. *(2022)*
   (1) 이송암의 유압장치에 대해서는 다음의 경우에 가시가청의 경보를 발하여야 한다.
      (가) 축압기의 저압
      (나) 구동기용 챔버의 이상압력
      (다) 작동유 탱크의 저유면(low oil level)
      (라) 축압기내의 질소 압력이 낮은 경우
4. 벙커링 작업 중 가스누설을 감시하기 위하여 다음의 장소에는 고정식 가스탐지장치를 설치하여야 한다. *(2022)*
   (1) 폐위 또는 반폐위된 매니폴드 지역
   (2) 벙커링 배관을 폐위하는 관/덕트 내부
   (3) 벙커링 작업에 사용되는 기기가 설치된 화물기기구역

603. 비상차단장치

1. 벙커링 작업 중 비상차단(ESD)은 **601.의 4항 표 1**을 따른다. 비상차단이 작동하면 벙커링 선박과 수취선박 사이의 벙커 이송을 안전하게 중단하고 격리하여야 한다.
2. 비상차단장치가 작동하면 다음이 조치되어야 한다.
   (1) 화물이송펌프 및 증기회수압축기의 정지
   (2) 비상차단장치의 차단밸브가 작동하여야 하고 이송관의 서지압력이 허용되는 압력 이하가 되도록 차단시간을 고려하여야 한다.
3. 비상차단장치(ESD) 및 관련 장치의 기능상 순서도를 벙커링 제어장소 및 화물제어장소 또는 선교에 비치하여야 한다.

4. 비상차단장치는 벙커링 선박 및 수취선박에서 작동할 수 있어야 한다.
5. 비상차단장치는 벙커링 선박과 수취선박 간의 서로 연결되어 그 기능이 링크되어 작동되도록 하여야 하고 ESD 링크는 고장안전형이어야 한다.
6. 벙커링 장치 및 관련 안전장치가 정상 작동상태로 돌아오기 전에는 벙커링 장치가 재가동되어서는 안 된다.
7. 비상차단장치는 최소한 다음의 장소에서 수동으로 작동할 수 있어야 한다.
(1) 벙커제어장소
(2) 화물제어장소
(3) 항해선교
(4) 벙커 이송 지역 주위에 최소 2개의 적절한 장소

604. 비상분리장치 *(2021)*

1. 비상분리장치(ERS)는 설계하중을 초과하는 경우, 이송장치를 선박과 신속하게 자동으로 분리하여 이송장치을 보호하여야 한다. 비상분리장치의 자동 분리 수단으로 선박분리장치(Vessel Separation Device)를 인정할 수 있다. *(2022)*
2. 비상분리장치는 비상분리커플링 및 두 개의 자동차단밸브로 구성되어야 하고 두 개의 밸브는 커플링의 양 쪽에 부착되어 분리 시 화물의 유출을 최소화하여야 한다.
3. 비상분리장치는 벙커링 선박에서 작동할 수 있어야 한다. *(2022)*
4. 비상분리장치는 동력식이어야 하고 주동력원이 불능(예를 들면, 블랙아웃)이 되더라도 즉시 작동할 수 있도록 예비동력원(예를 들면, 유압동력)을 갖추어야 한다. *(2022)*
5. 비상분리장치는 기기측(local) 및 벙커링 제어장소를 포함하는 적어도 두 개의 장소에서 원격으로 작동될 수 있어야 한다.
6. 비상분리장치가 작동하여 비상차단밸브가 작동되고 비상분리커플링이 분리되면 선체 및 이송장치의 손상을 방지하기 위해 다음을 따라야 한다.
(1) 이송암이 사용되는 경우, 분리된 암은 버스라인 뒤로 들어가야 하고 유압으로 잠겨야 한다.
(2) 이송호스가 사용되는 경우, 분리된 호스는 크레인에 의해 지지되거나 선체 및 호스의 손상을 방지하기 위한 수단을 갖추어야 한다.
7. 비상차단장치가 작동되지 않은 상태에서는 비상분리장치가 작동되지 않아야 한다.

제 7 절 방화 및 소화

701. 일반사항

1. 벙커링 매니폴드 지역에는 **규칙 5장 1103.**에 따른 물분무장치를 설치하여야 한다.
2. 벙커링 매니폴드 지역에는 **규칙 5장 1104.**에 따른 드라이케이컬 분말소화장치를 설치하여야 한다.

제 8 절 작업요건

801. 일반사항

1. 이송작업을 시작하기 전에 벙커링 선박의 책임자와 수취선박의 책임자 간에 다음을 위한 사전 벙커링 작업회의를 하여야 한다.
(1) 예냉각 및 가스업, 모든 단계에서의 최대 이송률 및 최대 이송량을 포함하는 이송절차에 대한 서면 동의
(2) 비상시 조치사항에 대한 서면 동의
(3) 벙커 점검표의 작성 및 서명. 벙커 점검표의 양식 및 항목은 IAPH의 **선박 대 선박 LNG 벙커링 점검표**를 따른다.
2. 유효한 통신이 작업 전반에 걸쳐 유지되어야 한다.
3. 벙커 이송작업을 시작하기 전에 중요한 화물취급의 제어 및 경보장치를 점검하고 시험하여야 한다.

802. 작업지침서

1. 우리 선급이 승인한 벙커링 작업지침서를 선박에 비치하여야 한다.

2. 벙커링 작업지침서는 다음의 내용을 포함하여야 한다.
(1) 작업 전 준비사항
(2) 작업 전에 선박 간 교환해야할 정보
(3) 호스 또는 암 취급안내서
(4) 불활성 및 밀폐시험을 포함한 연결부에 대한 절차
(5) 소화, 밀폐시험, 통신준비, 인원 및 업무 배정을 포함한 벙커링 작업준비,
(6) 연결구 예냉각(pre-cooling) 및 이송절차
(7) 이송이 끝난 후의 관의 드레인, 퍼징 및 분리
(8) 관 내부의 위험한 압력서지를 방지하기 위한 운전상 제한
(9) 이송 중의 화재안전
(10) 경보 작동 시 절차
(11) 통신 고장 시의 절차
(12) 비상시의 작업 중단
(13) 비상분리장치 작동의 명령절차
(14) 다음에 대한 비상절차
(가) 연료가스 누설
(나) 벙커링의 종료 및 비상분리
(다) 비상분리장치의 의도하지 않은 분리에 대한 대응
(15) 증기회수 관리계획서
(16) 벙커링 선박의 운전범위 ⚓

부록 7A-4 극저온용 고망간강

제 1 절 일반사항

101. 범위

1. 이 부록은 **7편 5장** 418에 정의된 설계 조건을 준수하기 위하여, 극저온용 고망간강을 사용하는 화물 탱크의 설계 및 시공에 대하여 실질적인 정보를 설계자와 제조자에게 제공한다.

102. 적용

1. 이 부록은 **7편 5장**을 대체하기 위한 것이 아니다. 이 부록은 **7편 5장**을 준수하는 화물 탱크의 설계 및 제작 시 고망간강 사용방법에 대한 보완적인 지침으로 사용한다.
2. 극저온용 고망간강은 국내항해에 사용한다. 극저온용 고망간강을 국제항해에 사용할 경우, 해당 기국 승인을 받아야 한다.

103. 용어 정의

1. **언더매치용접부**(Under-matched welds)라 함은 용접 금속이 모재보다 낮은 항복강도 또는 인장강도를 갖는 용접 연결부를 말한다.

제 2 절 적용

201. 설계적용

1. 하중 조건 및 설계 조건은 **7편 5장** 418에 따라야 한다.
2. 고망간강 안전율은(**7편 5장** 421에서 423 참조), 오스테나이트강 안전율을 모재 및 용접부에 적용한다.

202. 극한설계조건

1. 고망간강은 언더매치용접부를 갖는다. 항복 강도 및 인장 강도의 설계 값은 모재 및 용접 조건의 최소 기계적 물성치에 기초한다. 언더매치용접부인 경우, 용접인장강도 합격기준은 **7편 5장** 418.1.(3).(나)을 따른다.

203. 좌굴강도

1. 좌굴강도 해석은 우리선급이 인정하는 기준을 따라야 한다. **7편 5장** 403.4에 정의된 기능 하중을 고려하여야 한다. 필요 시, 설계 공차를 고려하고 **7편 5장** 606.2.(1)의 강도 평가에 포함하여야 한다.

204. 피로설계조건

1. 모재 및 맞대기 용접부에 대한 피로설계 선도는 IIW D-선도를 사용한다.
2. 맞대기 이외 용접부에 대한 피로설계 선도는 선급과 협의하여야 한다.
3. **표** 1의 설계 선도는 97.6% 생존확률에 기초한다.

표 1공기 중 S-N 선도

S-N 선도	$N \le 10^7$ 사이클		$N > 10^7$사이클 $\log \bar{a}_2$ $m_2 = 5.0$	10^7 사이클에서 피로한계 (MPa)	두께지수 k
	m_1	$\log \bar{a}_1$			
D	3.0	12.164	15.606	52.63	0.20

205. 파괴역학해석

1. 부분 2차 방벽이 적용된 화물 탱크에 대한 파괴역학 해석은 **7편 5장**을 따라야 한다.
2. 파괴역학 물성치는 우리선급이 인정하는 기준을 따라서 표시하여야 한다. 재료에 따라, 탱크시스템에서 예측되는 하중속도와 유사한 조건의 파괴인성특성이 필요하다. 피로균열전파율 특성은 관련 서비스 조건에 대한 탱크 재료 및 용접부에 대해 문서화되어야 한다. 이러한 특성은 균열선단에서의 피로균열전파율과 응력강도변화, $\triangle K$를 관련짓는 인정된 파괴역학법을 사용하여 표현하여야 한다. 피로균열전파율을 선택할 때, 정하중에 의해 생성되는 응력 영향을 고려하여야 한다.
3. 매우 높은 정적 하중 사용이 가해지는 경우, 연성파괴역학 해석같은 대안 방법을 고려하여야 한다.
4. 부분 2차 방벽이 적용되는 독립형탱크 형식 B(**7편 5장 422.4**)에 대해서 파괴역학해석이 요구된다. 또한 파괴역학해석은 피로 및 균열전파특성에 대한 적합성을 나타내기 위해 관련 있는 다른 탱크 형식에도 필요할 수 있다. 파괴역학해석에 사용되는 균열개구선단변위(CTOD)는 재료가 적용하기에 적합하다고 판단할 수 있는 중요한 특성이 될 수 있다.

206. 용접

1. 용접은 **7편 5장 605**을 따른다.
2. 용접에 대해서 다음 사항을 고려할 수 있다:
   (1) 생산 중 입열을 줄이기 위해:
      (A) 플럭스코어아크용접(FCAW)을 적용 시 첫 번째 루트패스에 특별히 주의하여야 한다. 낮은 전류를 고려하여야 한다.
      (B) 용접 입열을 30kJ/cm이하로 사용하여야 한다.
   (2) 용접과 노즐 사이 거리는 용융풀 근처에서 산소 함량을 줄이기 위해 최소로 유지하여야 한다.
   (3) FCAW 용접가스 조성은 아르곤 가스와 이산화탄소 가스의 80/20 혼합이어야 한다.
   (4) 유해한 용접흄에 대한 노출을 줄이기 위해 적절히 환기하여야 한다.

207. 비파괴검사

1. 비파괴검사 범위는 **7편 5장 605.6**을 따라야 한다. 비파괴검사 절차는 우리선급이 인정하는 기준을 따르며 선급 확인을 받아야 한다. 오스테나이트강에 대한 일반적으로 적용할 수 있는 적절한 비파괴검사 절차가 사용되어야 한다.

208. 내식성

1. 고망간강은 304 스테인리스강과 같이 매우 강한 내부식성 재료로 간주되지 않는다. 가동하지 않는 액화천연가스 화물 탱크의 경우, 부식이 일어나지 않는 환경을 유지하여야 한다. ⚓

부록 7A-5 연료로서 LPG화물의 사용 *(2021)*

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. **규칙 5장**에 적합한 LPG 운반선이 화물을 연료로 사용하는 경우에는 **규칙 5장 16절과 지침 5장 16절** 대신에 이 부록의 요건을 적용한다.
2. **규칙 5장**에서 **16절**을 제외하고는 **5장**을 따른다.

102. 목적

이 부록의 목적은 연료로써 LPG 화물을 사용함에 있어서 연료소모장치까지 연료공급장치 및 연료소모장치가 안전하고 신뢰성 있게 운전되는 것을 목적으로 한다.

103. 기능요건

1. 연료소모장치가 설치된 구역에서는 단일 손상으로 인해 LPG의 누설이 발생되지 않아야 한다.
2. LPG의 누설에 대한 통풍, 탐지 및 안전조치는 LNG의 누설에 대한 것과 동등한 효력을 갖추어야 한다.
3. 개방갑판 상에서 가스누출원(벤트마스트, 위험구역의 통풍출구, 연료관 벤트 출구 등)을 통해 누출된 가스가 주위의 가스안전구역(거주구역, 기관구역 등)의 개구를 통해 침입하지 않도록 배치하여야 한다. 필요한 경우, 가스탐지기를 그러한 개구에 설치하여야 한다.
4. LPG는 프로판과 부탄의 조성비에 따라 특성이 다르므로 연료로 사용하고자 하는 LPG의 조성비는 연료소모장치의 정상적인 작동에 적합하여야 한다.
5. 연료는 사용온도에서의 증기압을 고려하여 연료 공급과정에서 다음과 같이 의도하지 않은 상변화가 발생하지 않도록 하여야 한다.
   (1) 연료가 가스상태로 공급되는 경우에는 공급압력을 고려하여 연료의 온도가 노점이하로 내려가지 않도록 조치하여야 한다.
   (2) 연료가 액체상태로 공급되는 경우에는 사용온도에서 압력이 증기압이하로 내려가지 않도록 조치하여야 한다.
6. 연료공급장치의 벤트, 퍼징 및 배출관을 통해 대기로 LPG액체가 방출되지 않도록 하여야 한다.

104. 위험도 평가

1. LPG화물을 연료로써 사용함으로 인하여 선내 인원, 환경 및 선박에 발생하는 위험성을 확인하기 위하여 위험도 평가를 수행하여야 한다. 위험도 평가를 수행함에 있어서 장비의 배치, 운전 및 유지 보수와 관련된 모든 위험성에 대하여 고려하여야 한다.
2. 위험도 평가는 발생 가능한 연료의 누설 및 그 결과를 다루어야 한다. 특히 LPG가스가 공기 보다 무거운 특성을 고려하여 바닥에서의 가스 축적 및 다른 구역으로의 확산 가능성에 대하여 고려하여야 한다.
3. 위험도 평가에서는 최소한 다음에 대하여 고려하여야 한다. 다만, 다음에 한정하지는 않는다.
   (1) LPG의 누설가능성 및 그 영향
   (2) 누설된 LPG의 선박 내 분산 특성
   (3) 다음의 구역에 대해서는 누설 가스가 비위험 구역으로 유입될 가능성 및 그 영향에 대하여 다루어야 한다. 다만, 다음에 한정하지는 않는다. 필요시, 해당 구역의 누설 가스의 분산특성 및 통풍특성을 증명하기 위하여 분산해석 및/또는 통풍해석을 수행하여야 한다.
      (가) 연료서비스탱크
      (나) 연료준비실
      (다) 이중관으로 폐위되지 않은 LPG연료관이 설치된 지역
      (라) 가스밸브유닛 구역
      (마) 벤트마스트 주위
      (바) 위험구역의 통풍출구
   (4) **208.**의 1항 (1)호에 따른 가스터빈을 폐위하는 구역 내의 가스누설

(5) LPG연료가 벤트관 내에 체류할 가능성
(6) 고압의 액체연료를 기관에 공급하는 경우 연료관 내 LPG액체의 퍼징 및 벤트
(7) 이중관 공간에 누설되는 LPG액체 연료의 배출방법

제 2 절 규칙 5장 16절의 대체요건

201. 일반사항

1. 적용

이 절의 요건은 LPG 화물을 연료로 사용하기 위하여 **규칙 5장 16절**을 대체하는 요건을 규정한다.

2. 일반사항

(1) 화물을 A류 기관구역에 연료로 사용할 수 있으며, 이 구역에서 보일러, 불활성가스 발생장치, 내연기관, 가스연소장치 및 가스 터빈과 같은 장치만 사용할 수 있다.
(2) 이 부록에서 LPG는 액화석유가스를 말하며 주로 프로판(C_3H_8)과 부탄($C4H_{10}$) 또는 이들의 혼합으로 구성되어 있다. 이 편에서는 액체상태 뿐 만 아니라 가스 상태의 석유가스도 LPG라 지칭한다. 다만 액체상태와 기체상태를 구분할 필요가 있는 경우 LPG액체 또는 LPG가스라 지칭한다.

202. 연료로써 화물증기의 사용

1. 이 규정은 보일러, 불활성가스 발생장치, 내연기관, 가스연소장치 및 가스터빈과 같은 장치에 연료로써 화물증기의 사용을 규정하고 있다.
(1) LPG는 액체 또는 증기의 상태에서 연료로써 사용될 수 있다.
(2) 연료소모장치는 사용하고자 하는 연료의 구성성분의 특성에 대한 운전에 적합하도록 설계되어야 한다.
(3) 연료공급장치는 204.의 1항부터 204.의 3항까지의 규정을 따라야 한다.
(4) 연료소모장치는 눈에 보이는 불꽃이 발생하지 않아야 하고 미연소된 연료가 배기장치에서 자연발화하지 않도록 배기가스의 온도는 사용되는 연료의 자연발화온도 보다 낮은 온도로 유지하여야 한다. 또한 배기가스의 온도를 감시하는 장치를 설치하여야 한다.

203. 연료소모장치가 설치된 구역의 배치

1. 연료소모장치가 설치된 구역 내의 연료공급관 계통은 단일 손상으로 인하여 LPG가 누설되지 않는 구조이어야 한다. 따라서 204.의 3항에 따라 이중관으로 설계되어야 하고 그 구역 내에서의 이중관의 구조는 연속적이어야 한다. 이중관 공간의 공기흡입구가 기관구역 내에 있어서는 안 된다.
2. 연료소모장치가 설치된 구역은 증기의 밀도 및 잠재적 점화원을 고려하여 가스가 축적될 수 있는 지역이 없도록 기계식 통풍장치가 설치되어야 한다. 이들 통풍장치는 다른 구역의 통풍장치와 분리되어야 한다.
3. 특히 공기순환이 감소되는 구역에는 가스탐지기를 설치하여야 한다. 가스탐지기는 **규칙 5장 13절**의 규정에 따라야 한다.
4. 204.의 3항에서 규정한 이중관 또는 덕트 내부에 설치된 전기설비는 **규칙 5장 10절**의 규정에 따라야 한다.
5. 연료를 포함할 수 있거나 연료에 의해 오염될 수 있는 모든 벤트 및 블리드관(bleed line)은 기관구역 외부의 안전한 장소로 유도되어야 하며, 플레임스크린이 설치되어야 한다. 벤트 및 블리드관을 통해 LPG액체가 대기로 유출되어서는 안 된다.

204. 연료의 공급

1. 일반사항

(1) 이 규정은 화물지역의 외부에 위치한 연료공급관에 적용한다. 연료관은 거주구역, 업무구역, 전기설비실 또는 제어장소를 통과하여서는 안 된다. 관장치의 경로는 창고 또는 기기취급지역과 같은 지역에서 관장치의 기계적 손상으로 인한 잠재적 위험성이 고려되어야 한다.
(2) 기관구역 내에 배치한 연료관장치에는 불활성화 및 가스프리를 위한 설비를 하여야 한다. 연료관장치에 연결된 불활성가스 관장치에는 이중차단 배출밸브를 설치하여 연료가 불활성 관장치로 역류하는 것을 방지하여야 한다.

2. 누설탐지

폐위구역 내에서 연료관장치의 누설을 지속적으로 탐지하고 관련 연료공급을 차단하도록 감시 및 경보장치를 설치하여야 한다.

3. 연료공급관의 설치

다음 중 어느 하나를 만족할 경우에는 연료관장치는 1항에서 규정한 구역외의 폐위구역을 통과 또는 유도할 수 있다.

(1) 이중관으로 설계되어야 하고 이중관 내외측 사이는 LPG 연료의 압력보다 높은 압력의 불활성가스로 가압되어야 한다. 6항에서 규정한 마스터 가스연료밸브는 불활성가스의 압력이 손실되었을 때 자동적으로 닫혀야 한다.

(2) 이중관 내외측 사이는 적어도 시간당 30회의 공기 치환이 되고 대기압 미만의 압력을 유지시킬 수 있는 기계식 배기통풍장치를 관 또는 덕트 내부에 설치하여야 한다. 통풍장치는 다음을 따른다.

(가) 기계식 통풍장치는 가능한 규칙 5장 12절의 규정에 따른다.

(나) 관장치 내에 연료가 존재하고 있을 때 통풍장치는 항상 작동 중에 있어야 하며, 6항에서 규정한 마스터 연료밸브는 요구되는 공기량이 배기식 통풍장치에 의해 공급이 유지되지 않는다면 자동으로 폐쇄되어야 한다.

(다) 이중관 또는 덕트의 통풍입구는 점화원이 없는 개방갑판 상의 비위험구역에 위치하여야 하고 통풍출구는 안전한 장소에 위치하여야 한다.

(라) 이중관 및 덕트의 모든 범위에 걸쳐 부압이 유지되도록 이중관 및 덕트 상의 통풍 입구 및 출구의 위치를 결정하여야 한다.

4. 사용압력이 1 MPa을 초과하는 연료의 요건

(1) 고압 연료펌프/압축기와 연료소모장치 사이의 연료공급관은 고압관의 손상 시 보호할 수 있는 이중관장치를 하여야 한다. 화물지역에는 6항에서 규정한 차단밸브까지 단일관을 인정할 수 있다.

(2) (1)호를 적용함에 있어서, 연료공급관의 온도가 상온인 경우 6항에서 규정한 차단밸브 이후에도 104.의 3항 (1)호에 따른 위험도 평가를 통해 화물지역 내에는 단일관을 인정할 수 있다.

5. LPG연료소모장치의 차단

(1) 정상 및 비상 작동 시에 각 연료소모장치의 공급관장치는 연료를 안전한 장소에 방출하는 자동 이중블록 및 블리드장치에 의해 차단되어야 한다. 이 자동밸브는 폐일클로즈 형식이어야 한다. 복수의 연료소모장치가 설치된 구역의 경우, 그 중 하나의 연료소모장치의 차단이 다른 장치의 가스 공급에 영향을 미쳐서는 안 된다.

(2) LPG액체 연료공급관의 경우 블리드 라인(bleed line) 및 벤트관은 녹아웃 드럼(knock out drum)과 같은 기액분리장치를 통하도록 하여 액체LPG의 대기 방출을 방지하여야 한다. 위험도 평가를 통해 기액분리장치 가열 필요성이 식별되는 경우, 가열수단을 설치하여야 한다.

(3) 연료공급관의 이중차단 밸브 사이에는 불활성가스의 퍼징관을 연결하여 블리드 밸브가 열리면 자동으로 블리드 라인을 퍼징함으로써 LPG액체 또는 LPG가스가 배출배관 내에 잔존하지 않도록 하여야 한다.

6. 연료소모장치가 설치된 구역

(1) 소모장치가 설치되거나 연료공급관이 통과하는 각 개별 구역으로의 연료공급은 화물지역에 설치된 개별 마스터밸브로 차단될 수 있어야 한다. 연료소모장치가 두 개 이상의 구역에 설치된 경우, 한 구역의 연료공급의 차단은 연료소모장치가 설치된 다른 구역으로의 연료공급에 영향을 주지 않아야 하며, 추진 또는 전력의 손실을 초래하지 않아야 한다. 화물지역에 설치된 개별마스트 밸브는 구역 내부에 있는 각 연료소모장치 또는 연료소모장치 그룹 마다 설치할 수 있다.

(2) 마스터밸브는 다음을 만족하여야 한다.

(가) 다음의 경우에는 자동으로 작동되어야 한다.

(a) 마스터밸브에 연결된 이중관 사이의 구역에서 누설탐지

(b) 마스터밸브에 연결된 공급장치의 단일관장치가 설치된 기타 구획에서 누설탐지

(c) 이중관 사이의 구역 및 단일관장치가 설치된 기타 구획에서 통풍장치의 고장 또는 압력손실

(나) 설치구역 내에서 및 적어도 1개의 원격제어장소에서 수동으로 작동할 수 있어야 한다.

7. 관장치 및 덕트 구조

기관구역 내의 연료관장치는 적용 가능한 규칙 5장 501.부터 509.의 규정에 적합하여야 한다. 관장치는 가능한 용접이음이어야 한다. 3항에 따라 통풍관 또는 덕트 내에 폐위되지 않고 화물지역 외부의 노출갑판에 설치되는 연료관장치의 이음부는 완전용입 맞대기 용접이음이어야 하고 전방상선시험을 하여야 한다.

8. 가스탐지

이 절의 규정에 따라 설치되는 가스탐지장치는 인화성 범위 하한치(LFL)의 30 %에서 경보가 작동되어야 하며, 인화성 범위 하한치(LFL)의 60 % 이하에서 6항에서 요구하는 마스터 가스연료밸브가 차단되어야 한다.(규칙 5장 1306. 17항

의 규정을 참조한다.)

9. 벤트관의 퍼징

벤트마스트 내의 잔류가스를 퍼징할 수 있도록 벤트마스트에 퍼징수단을 갖추어야 한다.

205. 연료설비 및 관련 저장탱크

1. 연료의 규정

(1) 연료로 사용되는 화물 또는 화물 증발가스(boil-off gas)를 조절하기 위한 모든 설비(펌프, 가열기, 압축기, 증발기, 여과기 등)와 관련 모든 저장탱크는 화물지역에 설치되어야 한다. 또한 이러한 설비로부터 누설된 가스가 기관구역, 거주구역 등의 가스안전구역으로 침입하지 않도록 충분한 거리를 유지하여야 한다.

(2) 연료서비스탱크는 화물탱크에 적용하는 요건을 적용한다. 연료서비스탱크의 연결부 및 탱크밸브가 개방갑판 상에 있지 않는 경우에는 이러한 연결부 및 탱크밸브는 가스밀의 탱크연결부 구역 내에 있어야 한다. 탱크연결부 구역은 **저인화점연료선박 규칙**의 관련 요건에 적합하여야 한다.

(3) 연료설비가 폐위구역에 있는 경우, 그 구역은 가능한 **규칙 5장 1201.**의 규정에 따라 통풍되어야 하고 **규칙 5장 1105.**의 규정에 따라 고정식 소화장치 및 **규칙 5장 1306.**의 규정에 따라 가스탐지장치를 설치하여야 한다. 통풍장치 및 가스탐기기는 다음을 따른다.

(가) 통풍

(a) 연료 공급장치가 설치된 구역에는 증기의 밀도 및 잠재적 점화원을 고려하여 가스가 축적될 수 있는 지역이 없도록 기계식 통풍장치가 설치되어야 한다. LPG가스는 공기보다 무거운 특성을 고려하여 통풍덕트의 출구는 구역의 가장 낮은 곳에 배치하여야 하고, 통풍효율을 저해하지 않는 한 바닥면에 가까이 설치하여야 한다. 다만, 통풍해석을 통해 바닥면에 가까이 설치하는 경우와 동등이상의 통풍효과가 증명되는 경우 다른 덕트배치를 인정할 수 있다.

(b) 이들 통풍장치는 다른 구역의 통풍장치와 분리되어야 한다.

(c) 통풍출구에서 배출되는 가스가 공기흡입구를 통하여 재순환 되지 않도록 배치하여야 한다. 이러한 배치의 만족을 확인하기 위하여 필요시 가스분산해석을 수행할 수 있다. *(2022)*

(나) 가스탐지기는 다음 장소에 설치되어야 한다.

(a) 구역 내 공기순환이 감소되거나 및 바닥에 가까운 위치 등의 가스가 축적될 수 있는 장소

(b) 통풍 출구

2. 원격 정지

(1) 연료로 사용되는 화물을 조절하기 위한 모든 회전기기는 기관실에 수동 원격정지설비를 설치하여야 한다. 추가적인 원격정지설비는 항상 쉽게 접근할 수 있는 지역, 통상 화물제어실, 선교 및 화재제어실에 설치하여야 한다.

(2) 연료공급장치에서 흡입측 압력의 저하 또는 화재탐지가 되는 경우, 이 장치는 자동적으로 정지되어야 한다. 특별히 정하는 경우를 제외하고, 연료소모장치에 공급하기 위해 연료 압축기 또는 펌프가 사용되는 경우에 연료 압축기 또는 펌프는 **규칙 5장 1810.**의 규정을 적용할 필요가 없다.

3. 가열 및 냉각매체

연료 조절장치용 가열 또는 냉각매체가 화물지역 외부의 구역으로 되돌아오는 경우, 이 매체에 화물/화물증기의 존재를 탐지하고 경보하는 설비를 하여야 한다. 모든 벤트출구는 안전한 장소에 설치하여야 하고 승인된 플레임스크린을 부착하여야 한다.

4. 관장치 및 압력용기

연료공급장치에 설치되는 관장치 또는 압력용기는 **규칙 5장 5절**의 규정을 따라야 한다.

206. 보일러의 특별요건

1. 배치

(1) 각 보일러는 분리된 연도(uptake)를 가져야 한다.

(2) 각 보일러는 전용의 강제 송풍장치를 설치하여야 한다. 모든 관련 안전기능이 유지되는 경우, 비상용으로 보일러 강제 송풍장치 사이에 크로스오버를 설치할 수 있다.

(3) 보일러의 연소실 및 연도는 모든 기체연료의 축적을 방지하도록 설계되어야 한다.

2. 연소장치

(1) 이중연료의 버너장치로써 LPG 또는 기름연료를 단독으로 연소시키거나 LPG와 기름연료를 동시에 연소할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 버너는 모든 점화상태에서 안정된 연소를 유지하도록 설계되어야 한다.
(3) 연료공급의 손상이 발생한 경우, 보일러 연소를 중단하지 않고 LPG연료 운전에서 연료유 운전으로 자동 전환되는 장치를 설치하여야 한다.
(4) 보일러 및 연소장치가 LPG연료 점화에 대해 설계되어 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고는, LPG연료는 연료유 화염에 의해서만 점화될 수 있도록 가스노즐 및 버너 제어장치가 구성되어야 한다.

3. 안전장치

(1) 정상적인 점화가 이루어지지 않거나 연소가 지속되지 않는 경우, 버너로 유입되는 가스연료를 차단할 수 있도록 설비하여야 한다.
(2) 각 가스버너의 관에는 수동조작의 차단밸브를 부착하여야 한다.
(3) 이 버너를 소화한 후, 불활성가스에 의해 버너의 가스공급관을 자동으로 퍼징하는 설비를 하여야 한다.
(4) 2항 (3)호에서 요구하는 자동 연료전환장치는 지속적으로 이용하기 위해 경보장치로 감시되어야 한다.
(5) 운전되는 모든 버너의 화염소실이 발생한 경우, 보일러의 연소실은 재점화되기 전에 자동으로 퍼징되는 설비를 하여야 한다.
(6) 보일러는 수동으로 퍼징할 수 있는 설비를 하여야 한다.

207. LPG 연료 내연기관의 특별요건

이중연료기관이라 함은 LPG 연료(파일럿 오일 포함) 및 연료유를 사용하는 기관을 말한다. 연료유는 증류유 및 잔사유를 포함할 수 있다. LPG 전용기관은 LPG 연료만을 사용하여야 한다.

1. 배치

(1) LPG연료가 공통 매니폴드를 통해 공기와 혼합되어 공급되는 경우, 플레임어레스터는 각 실린더헤드 이전에 설치되어야 한다.
(2) 각 기관은 전용의 분리된 배기연도를 가져야 한다.
(3) 배기장치는 미연소된 연료의 축적을 방지하도록 구성되어야 한다.
(4) 누설된 가스의 점화로 인해 발생할 수 있는 최대 압력에 견디는 강도로 설계되지 않는 경우, 매니폴드 공기 흡입구, 소기구역, 배기장치 및 크랭크케이스에는 적절한 압력도출장치를 설치하여야 한다. 압력도출장치는 사람으로부터 멀리 떨어진 안전한 장소에 유도되어야 한다.
(5) 각 기관은 크랭크케이스, 섬프(sump) 및 냉각장치에 대해 다른 기관과 독립적인 벤트장치를 설치하여야 한다.

2. 연소장치

(1) 연료가 공급되기 전에, 각 연소장치의 파일럿오일 분사장치의 올바른 작동이 검증되어야 한다.
(2) 불꽃 점화기관의 경우, 연료공급밸브가 열린 이후 기관의 지정된 시간 내로 기관감시장치에 의해 점화가 탐지되지 않는 경우에 가스공급밸브는 자동으로 차단되어야 하고 순차시동제어가 종료되어야 한다. 연소되지 않은 가스혼합물은 배기장치로부터 확실히 퍼징되어야 한다.
(3) 이중연료 기관에 파일럿오일 분사장치가 부착되는 경우, 엔진출력의 변동을 최소로 하는 자동전환장치가 설치되어야 한다.
(4) 가스 점화 시 (3)호의 배치를 가지는 기관이 불안정한 운전을 하는 경우, 기관은 연료유 운전으로 자동으로 전환되어야 한다.

3. 안전장치

(1) 기관이 정지되는 동안, 연료는 점화원 이전에서 자동으로 차단되어야 한다.
(2) 점화되기 전에, 배기가스장치에는 불연소된 연료가 남아있지 않도록 설비하여야 한다.
(3) 크랭크케이스, 섬프(sumps), 소기구역 및 냉각장치의 벤트장치에는 가스탐지장치가 설치되어야 한다.(**규칙 5장 1306. 17**항 참조)
(4) 크랭크케이스 내에서 발생 가능한 점화원의 지속적인 감시를 허용하도록 기관은 설계되어야 한다. 크랭크케이스 내부에 부착된 계측기기는 **규칙 5장 10절**의 규정에 따라야 한다.
(5) 피스톤 하부공간이 크랭크케이스와 직접 연결되는 기관의 경우 크랭크케이스 내의 연료가스축적의 잠재된 위험에 대하여 상세한 평가를 수행하여 기관의 안전 개념에 반영하여야 한다. 특히, LPG가스의 비중을 고려하여 크랭크케이스 내의 LPG가스 축적 방지 및 배출수단이 마련되어야 한다.
(6) 운전 중 배기관장치 내에 연소되지 않은 가스를 발생시킬 수 있는 부분연소 또는 착화실패를 감시하고 탐지할 수 있는 수단이 설치되어야 한다. 탐지되는 경우, 연료공급은 차단되어야 한다. 배기장치에 내부에 부착된 계측기기는 **규칙 5장 10절**의 규정에 따라야 한다. 부분연소 또는 착화실패에 따른 미연소 가스의 제거방법이 마련되어야 한

다.

4. LPG를 연료로 사용하는 이중연료 디젤기관(duel-fuel diesel 설치된 LPG운반선은 추가설비부호로서 DFDE(LPG) 부호를 부여할 수 있다. *(2021)*

208. 가스터빈의 특별요건

1. 배치

(1) 가스터빈은 기밀의 구조로 폐위되어야 하고 그 폐위구역은 **저인화점연료선박 규칙에**서 요구하는 비상차단으로 보호되는 기관구역의 요건을 만족하여야 한다. 또한 가스터빈을 폐위하는 구역 내에서의 가스누설 및 그 영향에 대하여 위험도 평가를 수행하여야 한다.

(2) 가스터빈 폐위구역의 환기는 완전한 이중화(독립된 전기회로를 갖춘 100% 용량의 팬 2대)를 갖추어야 한다.

(3) 각 터빈은 전용의 분리된 배기연도를 가져야 한다.

(4) 배기는 불연소된 가스연료의 축적을 방지하도록 적절히 구성되어야 한다.

(5) 누설가스의 점화로 인해 과압되는 최악의 경우에 견디는 강도로 설계되지 않는 경우, 가스누설에 의한 폭발을 고려하여 압력도출장치는 적절히 설계되어야 하고 배기장치에 부착되어야 한다. 배기연도 내의 압력도출장치는 사람과 멀리 떨어진 비위험한 장소로 유도되어야 한다.

2. 연소장치

기관출력의 변동을 최소로 하며, LPG 연료 운전에서 기름연료 운전으로 쉽고 빠르게 전환할 수 있는 자동장치가 설치되어야 한다.

3. 안전장치

(1) 운전 중 배기관장치 내에 연소되지 않은 가스를 발생시킬 수 있는 부분연소를 감시하고 탐지할 수 있는 수단이 설치되어야 한다. 탐지되는 경우, LPG 연료공급은 차단되어야 한다.

(2) 각 터빈은 높은 배기온도에 대한 자동차단장치를 설치하여야 한다.

209. 주의사항의 게시

가스가 누설된 경우 가스연료의 공급금지에 관한 주의사항 및 조치의 내용을 기관실 내의 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다. ⚓

부록 7A-6 비금속 재료(IGC Code Appendix 4) *(2021)*

101. 일반사항

1. 비금속 재료가 적용되는 경우, 이 부록에 제시된 내용은 **규칙 5장 419.**의 추가요건이다.
2. 비금속 재료의 제조, 시험, 검사 및 문서화는 일반적으로 인정된 표준과, 해당되는 경우, 이 부록의 특정 요건을 준수해야 한다.
3. 비금속 재료를 선택할 때, 설계자는 시스템 요건의 사양 및 분석에 적합한 특성을 갖도록 해야 한다. 하나 또는 그 이상의 요건을 충족하기 위하여 하나의 재료가 선택될 수 있다.
4. 광범위한 비금속 재료가 고려 될 수 있다. 따라서 본 부록은 재료 선택 기준에 대한 모든 사항을 다룰 수 있는 것이 아니기 때문에, 본 부록 적용은 지침으로 간주되어야 한다.

102. 재료 선택 기준

1. 비금속 재료는 다음의 기본 특성에 대한 고려를 기반으로, 액화가스 산적운반선 화물 시스템의 여러 분야에서의 사용을 위하여 선택될 수 있다.
   (1) 단열(insulation) - 열 흐름(heat flow)을 제한하는 능력
   (2) 하중지지(load bearing) - 격납 시스템의 강도에 기여하는 능력
   (3) 밀폐성(tightness) - 액체 및 증기를 격벽으로 차단하는 능력
   (4) 결합(joining) - 결합 능력(예: 접합(bonding), 용접(welding) 또는 고정(fastening))
2. 특정 시스템 설계에 따라 추가적인 사항이 고려될 수 있다.

103. 재료의 특성

1. 단열 재료의 유연성은 손상(damage)이나 파손(breakage) 없이 단열 재료를 쉽게 구부리거나 성형 할 수 있는 능력을 말한다.
2. 충진 재료(loose fill material)는 일반적으로 분말 또는 작은 구슬(beads)과 같은 미세 입자 형태로 구성된 균질 고체로서, 효과적인 단열을 제공하기 위하여, 접근 할 수 없는 구역의 공극을 채우는 데 일반적으로 사용된다.
3. 나노 재료(nano-material)는 특정 미세 구조에서 파생된 특성을 가진 재료이다.
4. 셀룰러 재료(cellular material)는 개방형, 폐쇄 형 또는 두 유형 모두를 포함하고 있으며, 이는 전체 질량에 분산되어 있다.
5. 접착제 재료(adhesive material)는 두 개의 인접한 표면을, 접착 프로세스를 통해, 결합 또는 접합시키는 재료이다.
6. 이 부록에서 특성화되지 않은 재료는 추가적으로 식별 및 나열되어야 한다. 화물 시스템에 사용되는 재료의 적합성을 평가하기 위한 관련 시험이 식별되고 문서화되어야 한다.

104. 재료 선택 및 시험 요건

1. **재료 사양**
   (1) 재료의 초기 선택이 이루어지면, 이 재료가 의도된 용도에 적합한지를 검증하기 위한 시험이 수행되어야 한다.
   (2) 사용되는 재료는 명확하게 식별되어야 하며, 관련 시험은 완전히 문서화되어야 한다.
   (3) 재료는 다음의 의도된 용도에 따라 선택되어야 한다:
      (가) 운반되는 모든 제품과 양립 가능해야 한다.
      (나) 화물에 의해 오염되거나 반응하지 않아야 한다.
      (다) 화물에 의해 영향을 받는 특징이나 특성이 없어야 한다.
      (라) 작동 온도 범위 내에서 열 충격을 견딜 수 있어야 한다.
2. **재료 시험**
   특정 재료에 대해 요구되는 시험은 설계 분석, 사양 및 의도된 목적에 따라 다르다. 아래 **표1.1**은 시험목록을 보이고 있다. 예를 들어 슬라이딩, 댐핑 및 전기 절연(galvanic insulation)과 같이, 요구되는 추가 시험은 명확하게 식별되고 문서화되어야 한다. 1.에 따라 선택되어진 재료는 다음의 **표 1.1**에 따라 추가로 시험되어야 한다.

표 1.1

기능	단열	하중 지지	밀폐성	결합성
기계적 시험		V		V
밀폐성 시험			V	
열 시험	V			

열충격 시험(thermal shock test)은 재료 및/또는 제품의 사용 중 경험하게 되는 가장 극한 열 구배(thermal gradient)로 제출되어야 한다.

(1) 재료의 고유 특성(inherent properties)
(가) 시험은 선택된 재료의 고유 특성이 의도된 용도와 관련하여 부정적인 영향을 미치지 않도록 수행되어야 한다.
(나) 선택된 모든 재료에 대하여, 다음의 특성이 평가되어야 한다;
(a) 밀도: 예제 표준 ISO 845
(b) 선형 열팽창 계수(linear coefficient of thermal expansion, LCTE): 예제 표준 ISO 11359-가장 넓은 작동 온도 범위에서. 충진 재료의 경우에는, 열팽창 부피계수(volumetric coefficient of thermal expansion, VCTE)를 평가해야 한다.
(다) 고유의 특성 및 의도하는 목적에 상관없이, 선택된 모든 재료는 최소설계온도(minimum design temperature)보다 5°C 낮은 사용설계온도(design service temperature) 범위에서 시험되어야 한다. 그러나 온도가 -196 °C 보다 낮을 필요는 없다.
(라) 각 특성에 대한 평가 시험은 인정된 표준에 따라 수행되어야 한다. 인정된 표준이 없는 경우, 제안된 시험 절차는 충분히 상세히 작성되어야 하며, 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 샘플링은 선택된 재료의 특성을 실제로 표현하기에 충분해야 한다.
(2) 기계적 시험(mechanical tests)
(가) 기계적 시험은 다음 표 1.2에 따라 수행되어야한다.

표 1.2

기계적 시험	하중 지지
인장	ISO 527 ISO 1421 ISO 3346 ISO 1926
전단	ISO 4587 ISO 3347 ISO 1922 ISO 6237
압축	ISO 604 ISO 844 ISO 3132
굽힘	ISO 3133 ISO 14679
크리프	ISO 7850

(나) 재료에 대하여 선택된 기능이 인장, 압축 및 전단 강도, 항복 응력, 단면계수 또는 연신율과 같은 특성에 의존하는 경우, 이러한 특성은 인정된 기준에 따라 시험되어야 한다. 요구되는 특성이 고차원적 거동 법칙(high order behaviour law)에 따른 수치 시뮬레이션으로 평가되는 경우, 시험은 선급이 만족하도록 수행되어야 한다.
(다) 예를 들어 화물 압력 또는 구조 하중 같은 지속적인 하중으로 인하여 크리이프가 발생할 수 있다. 크리이프 시

험은 격납 시스템의 설계 수명 동안 겪게 될 것으로 예상되는 하중을 기준으로 수행되어야 한다.

(3) 밀폐 시험(tightness tests)

(가) 재료에 대한 밀폐 요건은 작동 기능과 관련이 있어야 한다.

(나) 밀폐 시험은 유체(예: 화물, 수증기 또는 미량의 가스)의 사용이 예상되는(예: 두께 및 응력 조건) 환경에서, 재료의 투수성(permeability)을 측정하기 위하여 수행되어야 한다.

(다) 밀폐 시험은 다음 **표 1.3**에 예시로 명시된 시험을 기반으로 하여야 한다.

표 1.3

밀폐시험	밀폐성
공극율 / 투수성	ISO 15106 ISO 2528 ISO 2782

(4) 열전도도 시험(thermal conductivity tests)

(가) 열전도도 시험은 화물 격납 시스템의 설계 수명 동안의 특성이 평가될 수 있도록 단열재의 수명주기(life cycle)를 대표해야 한다. 이러한 특성이 시간이 지남에 따라 악화될 가능성이 있는 경우, 예를 들어, 작동 온도, 조명, 증기 및 설치(예: 포장, 가방, 상자 등)와 같은 수명주기에 상응하는 환경에서 최대한 노화(aging)시켜야 한다.

(나) 열전도도 및 열용량(heat capacity)의 절대값 및 허용범위에 대한 요건은 화물 격납 시스템의 작동 효율에 미치는 영향을 고려하여 선택되어야 한다. 안전 릴리프 밸브와 증기 회수 및 취급 장비와 같은 부품과 관련 화물 취급 시스템의 크기에 특히 주의를 기울여야 한다.

(다) 열 시험(thermal test)은 다음 **표 1.4**에 예로 제시된 시험 또는 그에 상응하는 시험에 근거해야 한다.

표 1.4

열 시험(thermal test)	단열(insulation)
열전도도(thermal conductivity)	ISO 8301 ISO 8302
열용량(thermal capacity)	V

(4) 물리적 시험(physical tests)

(가) 규칙 419. 2. (3) 및 419. 3. (2)의 요건에 더하여, 추가의 물리적 시험에 대한 지침과 정보를 다음 **표 1.5**에서 제공한다.

(나) 열 순환 및 진동과 같은 환경 변화에 노출되는 경우, 재료 특성(밀도, 열전도도)에 대한 잠재적 악영향을 고려하여 충진 재료의 분리(material segregation)에 대한 요건이 선택되어야 한다.

(다) 폐쇄 셀(closed cell) 구조를 가진 재료에 대한 요건은 일시적인 열상(thermal phases) 동안의 가스유동(gas flow) 및 완충용량(buffering capacity)에 대한 최종 영향을 기반으로 하여야 한다.

(라) 유사하게, 흡착 및 흡수 요건이 액체 또는 가스의 제어되지 않은 완충작용(uncontrolled buffering)이 시스템에 미칠 수 있는 잠재적 악영향을 고려해야한다.

표 1.5

물리적 시험	유연한 단열 (Flexible insulating)	충진 (Loose fill)	나노-재료 (Nano-material)	셀룰러 (Cellular)	접착 (Adhesive)
입자의 크기		V			
폐쇄 셀 성분 (Closed cells content)				ISO 4590	
흡수/탈착	ISO 12571	V	V	ISO 2896	
점성					ISO 2555 ISO 2431
개방시간					ISO 10364
요변성 (Thixotropic properties)					V
경도					ISO 868

105. 품질보증/품질관리(QA/QC)

1. 일반

(1) 재료가 선택되어지면, 104.에 설명한 바대로 시험한 후, 설치 및 작동 중에 재료의 지속적인 적합성을 보장하기 위하여 상세한 품질보증/품질관리(QA/QC) 프로그램이 적용되어야 한다. 이 프로그램은 제조업체의 품질 매뉴얼(QM)에서 시작하여 화물 시스템을 구축하는 전체 과정 동안 재료를 고려해야 한다.

(2) QA/QC 프로그램에는 재료에 유해한 영향을 미칠 수 있는 노출을 막기 위한 제조, 보관, 취급 및 예방 조치 절차가 포함되어야 한다. 예를 들어 핸드크림과 같은 개인 제품과의 접촉으로 인한 재료 표면의 오염 또는 일부 단열재에 대한 햇빛의 영향 등이 포함 될 수 있다. 생산 및 설치 과정 전반에서 선택된 재료의 지속적인 적합성을 보장하기 위하여 QA/QC 프로그램에서의 샘플링 방법 및 시험 빈도가 지정되어야 한다.

(3) 분말 또는 과립형 단열제의 경우, 진동으로 인한 재료의 압축을 방지하기 위한 수단이 제공되어야 한다.

2. 부품 제조 중 QA/QC

부품 제조와 관련한 QA/QC 프로그램에는 최소한 다음 항목(그러나 제한되지는 않음)이 포함되어야 한다.

(1) 부품 식별

(가) 각 재료에 대하여, 제조업체는 생산 배치(batch)를 명확하게 식별하기 위하여 마킹 시스템을 시행해야 한다. 마킹 시스템은, 어떤 식 으로든, 제품의 특성에 영향을 주지 않아야 한다.

(나) 마킹 시스템은 부품에 대한 완전한 추적성을 보장하여야 하며, 다음을 포함하여야 한다;

(a) 생산일자 및 유효기간

(b) 제조업체의 참조

(c) 참조 사양

(d) 참조 순서

(e) 필요한 경우, 운반 및 보관 중 유지되어야 할 모든 잠재적 환경 변수

(2) 생산 샘플링 및 검사(audit) 방법

(가) 선택된 재료의 품질 수준과 지속적인 적합성을 보장하기 위하여 생산 중에 정기적인 샘플링이 요구된다.

(나) 수행 빈도, 방법 및 시험은 QA/QC 프로그램 내에 정의되어야 한다. 예를 들어, 이러한 시험은 일반적으로 특히 원자재, 공정 변수 및 부품 점검을 포함한다.

(다) 생산 QC 시험의 결과 및 공정 변수는 선택된 재료에 대한 QM에 상세히 기술된 것과 일치하여야 한다.

(라) QM에 기술된 검사 방법의 목적은 QA/QC 프로그램의 효율성과 프로세스의 반복성을 관리하기 위함이다.

(마) 검사원(auditor)은 검사 중 모든 생산 및 QC 영역에 자유롭게 접근 할 수 있어야 한다. 검사 결과는 관련 QM에 명시된 값과 허용오차를 준수해야 한다.

106. 접합 및 결합(bonding and joining) 절차 요건 및 시험

1. 접합 절차 자격
(1) 접합 절차 규격 및 자격 시험은 인정된 기준에 따라 지정되어야 한다.
(2) 접합의 특성이 허용가능 함을 보증하기 위하여, 작업을 시작하기 전에 접합 절차를 완전히 문서화해야 한다.
(3) 접합 절차 사양을 개발할 때는 다음 요소를 고려하여야 한다:
(가) 표면 준비
(나) 설치 전 재료의 보관 및 취급
(다) 전체 시간(covering-time)
(라) 개방 시간
(마) 혼합비, 용착 량(deposited quantity)
(바) 환경 변수(온도, 습도)
(사) 경화 압력(curing pressure), 온도 및 시간
(4) 결과의 허용성을 보장하기 위하여, 필요한 경우, 추가 요건이 포함될 수 있다.
(5) 접합 절차 규격은 적절한 자격 시험 프로그램에 의해 검증되어야 한다.
2. 작업자 자격
(1) 접합 프로세스에 관련된 작업자는 인정된 기준에 따라 교육을 받고 자격을 갖추어야 한다.
(2) 일정한 접합 품질을 보장하기 위하여, 접합 작업을 수행하는 사람들의 지속적 수행능력을 보장하기 위한 정기적인 시험을 시행하여야 한다.

107. 생산 접합 시험 및 관리

1. 파괴 시험
생산 과정 동안, 대표적인 샘플을 채취하여 설계에서 요구하는 강도수준을 만족하는지 확인하기 위한 시험을 수행하여야 한다.
2. 비파괴 시험
(1) 생산 과정 동안, 다음과 같은 적절한 기술을 사용하여 접합 건전성(bond integrity)에 손해를 끼치지 않는 시험을 수행하여야 한다:
(가) 육안 검사
(나) 내부 결함 검출(예를 들어, 음향, 초음파 또는 전단 시험)
(다) 국부 밀폐 시험
(2) 접합이 설계 기능의 일부로, 밀폐성을 제공해야 하는 경우, 설계자 및 QA/QC 프로그램에 따라 설치가 끝난 후 화물 격납 시스템의 전체적인 밀폐 시험이 완료되어야 한다.
(3) 격납 시스템의 제작 및 수명기간 동안 접합된 부분의 밀폐성에 대한 허용기준이 QA/QC 기준에 포함되어야 한다.

부록 7A-7 신개념 화물격납설비의 설계에 한계상태방법의 사용에 대한 기준(IGC Code Appendix 5) *(2021)*

101. 일반사항

1. 이 부록의 목적은 **규칙 5장** 427.에 따라 신개념 화물격납설비의 설계에 한계상태방법의 사용에 대한 절차 및 관련 설계인자를 제공함에 있다.
2. 한계상태설계는 각 구조요소를 **규칙 5장** 403.의 4항에서 확인되는 설계조건과 관련된 가능한 파괴모드에 대하여 평가하는 체계적 접근법이다. 한계상태는 구조물 또는 구조물의 일부가 더 이상 요건을 만족하지 못하는 상태로 정의할 수 있다.
3. 한계상태는 다음 세가지 분류로 나누어진다.
   (1) 최종한계상태(ULS-ultimate limit states): 최대 하중을 견딜 수 있는 능력 또는, 어떤 경우에는, 비손상 상태에서 최대 좌굴 및 소성붕괴로 인한 구조물의 최대 적용 가능 변형률, 변형 또는 불안정성에 상응하는 한계상태
   (2) 피로한계상태(FLS-fatigue limit states): 시간에 따른 주기적 하중의 영향으로 인한 열화(degradation)에 상응하는 한계상태
   (3) 사고한계상태(ALS-accident limit states): 사고 상황에서 구조물이 견디는 능력에 상응하는 한계상태
4. 화물격납설비의 개념에 따라 **규칙 5장** 401.에서 420.의 관련 요건을 준수하여야 한다.

102. 설계 방식

1. 이 부록의 설계 방식은 하중저항계수 방식에 기반을 두고 있다. 하중저항계수 설계방식의 기본 원리는 설계 하중효과 L_d가 모든 시나리오에서, 고려된 모든 파괴모드에 대하여도 설계 저항 R_d을 초과하지 않음을 검증하는 것이다.

$$L_d \leq R_d$$

(1) 설계 하중 F_{dk}은 특성 하중과 주어진 하중의 구분에 따른 하중계수를 곱하여 구한다:

$$F_{dk} = \gamma_f \cdot F_k$$

γ_f : 하중계수
F_k : **규칙 5장** 411.에서 418.에 명시된 하중 값

설계 하중효과 L_d(예, 응력, 변형률, 변형 및 진동)는 설계 하중으로부터 유도된 가장 불리하게 조합된 하중효과이고, 다음 식과 같다:

$$L_d = q(F_{d1}, F_{d2}, \cdots, F_{dN})$$

q : 구조해석에 의해 결정된 하중효과와 하중 사이의 함수관계

(2) 설계 저항 R_d은 다음 식에 의해 결정된다:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R \cdot \gamma_C}$$

R_k : 특성저항. **규칙 5장 6절**에서 다루는 재료의 경우, 이것에 한정하지는 않으나, 규격 최소항복응력, 규격 최소인장강도, 단면의 소성저항 및 최종좌굴강도일 수 있다.
γ_R : 저항계수. 다음 식에 따른다:

$$\gamma_R = \gamma_m \cdot \gamma_s$$

γ_m : 재료 물성의 확률 분포를 고려한 부분 저항계수(재료계수)

γ_s : 분석 정확도를 포함하여 능력 결정을 위한 방법, 건조 품질과 같은 구조물의 능력에 대한 불확실성을 고려한 부분 저항계수

γ_C : 화물의 유출 및 발생 가능한 인명피해와 관련한 파괴의 잠재적 결과를 설명하는 결과 등급계수

2. 화물격납설비의 설계는 잠재적 파괴결과를 고려하여야 한다. 파괴모드가 최종한계상태, 피로한계상태 또는 사고한계상태와 관련된 경우, 파괴의 결과를 지정하기 위하여 결과등급을 표 1.1에 정의하였다.

표 1.1 결과등급

결과등급	정의
낮음	파괴가 화물의 미소 유출을 수반함
보통	파괴가 화물의 유출 및 잠재적 인명피해(부상)를 수반함
높음	파괴가 화물의 상당한 유출 및 높은 인명피해(부상/사망) 가능성을 수반함

103. 필수 해석

1. 3차원 유한요소해석은 탱크와 선체, 해당되는 경우 지지 및 고정 시스템을 포함하는 통합 모델로 수행하여야 한다. 예상치 못한 파괴를 피하기 위해 모든 파괴모드를 식별하여야 한다. 불규칙파에 대한 선박 가속도 및 거동 그리고 이러한 하중 및 거동에 대한 선박 및 화물격납설비의 응답을 결정하기 위해 유체 동역학적 해석을 수행하여야 한다.
2. 외부 압력 및 압축응력을 일으키는 기타 하중을 받는 화물탱크의 좌굴강도해석은 우리선급이 적절하다고 인정하는 기준에 따라 수행되어야 한다. 해석방법은 판의 편평도 불량, 판 끝단의 정렬 불량, 직진도, 정원도 및 규정의 호 또는 현의 길이를 통한 정원으로부터의 편차의 결과에 따른 이론적 좌굴응력과 실제 좌굴응력과의 차이를 적절히 고려할 수 있어야 한다.
3. 피로 및 균열진전해석은 105.의 1항에 따라 수행하여야 한다.

104. 최종한계상태

1. 구조 저항은 탄성 및 소성 재료 물성을 모두 고려한 완전한 해석 또는 시험을 통해 정할 수 있다. 최종강도에 대한 안전여유는 하중과 저항의 확률적 특성(동적하중 및 압력하중, 중력하중, 재료강도, 좌굴능력)의 기여를 고려한 안전 관련 부분계수(하중계수, 저항계수)에 의해 도입되어야 한다.
2. 해석에서는 슬로싱 하중을 포함하는 환경하중, 기능하중 및 영구하중의 적절한 조합을 고려하여야 한다. 표 1.2에 주어진 부분 하중계수를 갖는 적어도 두 개의 하중 조합이 최종한계상태 평가에 사용되어야 한다.

표 1.2 부분 하중계수

하중 조합	영구하중	기능하중	환경하중
‘a’	1.1	1.1	0.7
‘b’	1.0	1.0	1.3

하중 조합 'a'의 영구하중 및 기능하중에 대한 하중계수는 증기압, 화물 중량, 설비 자체 중량 등과 같이 화물격납설비에 적용할 수 있는 일반적으로 잘 제어된 및/또는 지정된 하중에 적절하다. 예측 모델의 고유 변동성 및/또는 불확실성이 더 높은 경우, 영구하중 및 기능하중에 대해 보다 높은 하중계수가 적용 될 수 있다.

3. 슬로싱 하중의 경우, 추정 방법의 신뢰도에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 더 큰 하중 계수를 요구할 수 있다.
4. 화물격납설비의 구조적 파괴가 인명피해의 높은 가능성과 화물의 상당한 유출을 수반한다고 고려되는 경우, 결과등급

계수 γ_C는 1.2로 하여야 한다. 위험 분석을 통해 정당화되고 우리 선급이 승인하는 경우 작은 값을 사용할 수 있다. 위험 분석은 계획된 화물과 관련된 누출 및 이보다 덜한 위해로 부터 선체 구조를 보호하기 위한 완전 또는 부분 2차 방벽의 준비를 포함하는 요인을 고려하여야 하나 이에 한정하지 않는다. 반대로, 예를 들어 더 위험하거나 더 높은 압력의 화물을 운반하는 선박의 경우, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 더 높은 값을 정할 수 있다. 결과등급계수는 어떠한 경우에도 1.0 보다 작지 않아야 한다.

5. 사용된 하중계수들과 저항계수들은 안전수준이 **규칙 5장 421.**에서 **426.**에 설명된 화물격납설비의 안전수준과 동등한 것으로 하여야 한다. 이는 알려진 성공한 설계에 맞게 계수를 보정하여 수행할 수 있다.
6. 재료계수 γ_m은 일반적으로 재료의 기계적 성질의 통계적 분포를 반영하여야 하며, 규정된 전형적인 기계적 성질과 함께 해석되어야 한다. **규칙 5장 6절**에 정의된 재료에 대하여 재료계수를 다음과 같이 정할 수 있다.

1.1 : 우리 선급이 규정한 특유의 기계적 성질이, 기계적 성질의 통계적 분포에서 전형적으로 하위 2.5 % 정량을 나타내는 경우

1.0 : 우리 선급이 규정한 특유의 기계적 성질이, 규정된 것보다 하위일 확률이 매우 낮고 무시될 수 있을 정도로 충분히 작은 정량을 나타내는 경우

7. 부분 저항계수 γ_{si}는 일반적으로 건조 공차, 건조 품질, 적용되는 해석방법의 정확도 등을 고려한 구조물의 능력에 대한 불확실성에 기초하여 설정되어야 한다.
(1) 8항에 주어진 한계상태 기준을 사용한 과도 소성변형에 대한 설계의 경우, 부분 저항계수 γ_{si}는 다음과 같이 취해진다:

$$\gamma_{s1} = 0.76 \cdot \frac{B}{\kappa 1}$$
$$\gamma_{s2} = 0.76 \cdot \frac{D}{\kappa 2}$$
$$\kappa_1 = Min\left(\frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{B}{A}; 1.0\right)$$
$$\kappa_2 = Min\left(\frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{D}{C}; 1.0\right)$$

A, B, C 및 D : **규칙 5장 422.**의 3항 (1)호에 따른다.
R_m과 R_e : **규칙 5장 418.**의 1항 (3)호에 따른다.

위에서 주어진 부분 저항계수는 기존의 독립형탱크 형식 B에 맞게 보정된 결과이다.

8. 과도 소성변형에 대한 설계
(1) 아래에 주어진 응력 허용기준은 탄성 응력해석을 참조한다.
(2) 구조물의 막 응답에 의해 하중이 주로 전달되는 화물격납설비의 부분은 다음의 한계상태기준을 만족하여야 한다:

$$\sigma_m \le f$$
$$\sigma_L \le 1.5f$$
$$\sigma_b \le 1.5F$$
$$\sigma_L + \sigma_b \le 1.5F$$
$$\sigma_m + \sigma_b \le 1.5F$$
$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \le 3.0F$$
$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \le 3.0F$$

σ_m : 등가 1차 일반막응력
σ_L : 등가 1차 국부막응력
σ_b : 등가 1차 굽힘응력
σ_g : 등가 2차 응력

$$f = \frac{R_e}{\gamma_{s1} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{s2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

위 응력 합은 각 응력 성분(σ_x, σ_y, τ_{xy})을 합산하여 수행되어야 하며, 등가 응력은 각 응력 성분들의 합을 기반으로 아래의 식과 같이 계산되어야 한다:

$$\sigma_L + \sigma_b = \sqrt{(\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})^2 - (\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})(\sigma_{Ly} + \sigma_{by}) + (\sigma_{Ly} + \sigma_{by})^2 + 3(\tau_{Lxy} + \tau_{bxy})^2}$$

(3) 거더, 보강재 및 강판의 굽힘에 의해 하중이 주로 전달되는 화물격납설비의 부분은 다음의 한계상태 기준을 만족하여야 한다:

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} \leq 1.25F \qquad (1,\ 2)$$

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} \leq 1.25F \qquad (2)$$

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} + \sigma_{bt} + \sigma_g \leq 3.0F$$

σ_{ms}: 1차 부재의 등가 단면 막응력
σ_{bp} : 1차 부재의 굽힘에 기인한 2차 및 3차 부재의 응력과 1차 부재의 등가 막응력
σ_{bs} : 2차 부재의 굽힘에 기인한 3차 부재 응력과 2차 부재의 단면 굽힘응력
σ_{bt} : 3차 부재의 단면 굽힘응력
σ_g : 등가 2차 응력

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{s2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

σ_{ms}, σ_{bp}, σ_{bs} 및 σ_{bt}: (4)호에 따른다.

(비고1): 1차 부재의 등가 단면 막응력과 등가 막응력의 합($\sigma_{ms}+\sigma_{bp}$)은 일반적으로 3차원 유한 요소 해석에서 직접적으로 입수할 수 있다.
(비고2): 계수 1.25는 설계 개념, 구조물의 배치 및 응력 계산에 사용된 방법을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 조정할 수 있다.

외판은 우리 선급의 요구 사항에 따라 설계되어야 한다. 막응력이 상당한 경우, 판의 굽힘 능력에 대한 막응력의 영향을 적절히 고려하여야 한다.

(4) 단면 응력의 분류
(가) 수직응력: 기준 평면에 수직인 응력의 구성 요소
(나) 등가 단면 막응력: 고려하는 구조부재의 횡단면의 응력 평균값과 같고 균등하게 분배되는 수직응력의 구성 요소. 이것이 단순한 판 단면인 경우, 단면 막응력은 (2)호에 정의된 막응력과 동일하다.
(다) 단면 굽힘응력: 굽힘 작용에 노출된 구조부재의 단면에 선형으로 분포된 수직응력(**그림 1.1** 참조)의 구성 요소

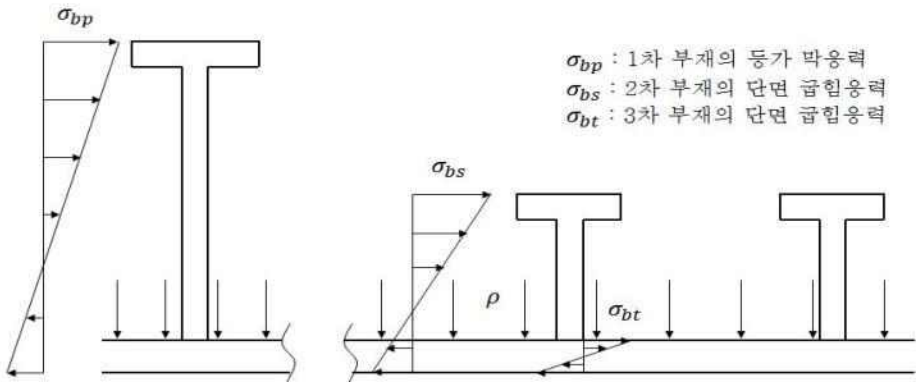


그림 1.1 단면응력의 세 가지 분류의 정의
(응력 σ_{bp}와 σ_{bs}는 단면에 수직)

9. 적용된 인정된 좌굴 기준에 별도 명시되어 있지 않는 한, 좌굴에 대한 설계에는 동일한 계수 γ_C, γ_m, γ_{si}를 사용하여야 한다. 어떠한 경우에도 종합적인 안전수준은 이들 계수에 의해 주어진 것 보다 작지 않아야 한다.

105. 피로한계상태

1. 화물격납설비의 개념에 따라 적용 가능한 경우 **규칙 5장 418.**의 2항에 기술된 피로설계조건을 준수하여야 한다. **규칙 5장 427.** 및 이 기준에 따라 설계된 화물격납설비는 피로해석이 요구된다.
2. 피로한계상태의 하중계수는 모든 하중 분류에 대해 1.0으로 하여야 한다.
3. 결과등급계수 γ_C 및 저항계수 γ_R은 1.0으로 하여야 한다.
4. 피로손상은 **규칙 5장 418.**의 2항 (2)호에서 (5)호에 설명된 바와 같이 계산되어야 한다. 화물격납설비에 대해 계산된 누적 피로손상율은 **표 1.3**에 주어진 값보다 작거나 같아야 한다.

표 1.3 최대 허용 누적 피로손상율

	결과등급		
C_W	낮음	보통	높음
	1.0	0.5	0.5*
* 결함이나 균열의 식별가능성에 따라, **규칙 5장 418.**의 2항 (7)호에서 (9)호에 따라 더 낮은 값을 사용하여야 한다.			

5. 우리 선급이 낮은 값들을 정할 수 있다.
6. **규칙 5장 418.**의 2항 (6)호에서 (9)호에 따라 균열진전해석이 요구된다.

106. 사고한계상태

1. 화물격납설비의 개념에 따라 적용 가능한 경우 **규칙 5장 418.**의 3항에 기술된 사고설계조건을 준수하여야 한다.
2. 손상 및 변형이 사고 시나리오를 확대시키지 않는 한 수용할 수 있음을 고려하면, 하중계수 및 저항계수는 최종한계상태에 비교하여 완화될 수 있다.
3. 영구하중, 기능하중 및 환경하중에 대해 사고한계상태의 하중계수는 1.0으로 하여야 한다.
4. **규칙 5장 413.**의 9항 및 **415.**에 언급된 하중들은 서로 또는 **규칙 5장 414.**에 정의된 환경하중과 조합될 필요는 없다.
5. 저항계수(γ_R)은 일반적으로 1.0으로 하여야 한다.
6. 결과등급계수(γ_C)은 일반적으로 **104.**의 4항에 정의된 바와 같이 정하여야 하나, 사고 시나리오의 성격을 고려하여 완화될 수 있다.
7. 특성 저항(R_k)는 일반적으로 최종한계상태를 위해 정하여야 하나, 사고 시나리오의 성격을 고려하여 완화될 수 있다.

8. 추가적인 사고 시나리오는 위험 분석에 근거하여 결정되어야 한다.

107. 시험

1. 이 부록에 따라 설계된 화물격납설비는 화물격납설비의 개념에 따라 적용 가능한 경우 **규칙 5장** 420.의 3항에 기술된 것과 동일한 정도로 시험되어야 한다. ⚓

부록 7A-8 화물격납설비 안전여유에 대한 지침 *(2021)*

제 1 장 일반사항

제 1 절 적용

101. 적용

이 지침은 각 화물격납설비에 대하여 최종, 사고 및 피로 설계조건에 대한 안전여유를 정의한다.

102. 설계조건 적용

화물격납설비 구조강도는 소성변형, 좌굴 및 피로를 포함한 파괴모드에 대하여 평가되어야 한다. 화물격납설비는 다음의 세 가지 설계조건에 대하여 안전여유를 가지고 설계되어야 한다.

(1) **규칙 5장 4절 411** 및 **418. 1**에 정의된 정하중, 슬로싱, 열영향 및 선체거동을 고려한 모든 기능적/환경적 조건에 대하여 전체 및 부분하중에 대한 최종 설계조건에 견뎌야 하고,

(2) **규칙 5장 4절 415** 및 **418. 3**에 정의된 바에 따라 충돌 및 탱크에 부력을 유발하는 침수조건에 대한 사고 설계조건을 견뎌야 하며,

(3) **규칙 5장 4절 418. 2**에 정의된 누적 주기 하중에 대하여 화물격납설비가 붕괴되지 않도록 피로설계조건에서 생존하여야 한다.

103. 하중의 불확실성

불분명한 하중은 영구하중(예: 중량)과 기능하중(예: 압력, 열하중, 화물 및 설치하중 등)과 비교하여 주로 환경하중을 말한다. 북대서양 환경조건 및 항로제한이 없는 장기해상 상태분포도를 기반으로 하여 도출된 선체운동과 가속도로 인한 슬로싱하중이 환경하중 중에서 지배적인 하중이 된다. 북대서양 환경조건보다 완화 또는 강화할 필요가 있을 경우, 이 지침의 **2장 6절 605.** (2)에 정의된 하중 조합 a 또는 b가 하중에 대한 안전여유로 적용 가능하다.

104. 구조 모델 및 평가기준

1. 유한요소모델

유한요소모델을 사용한 구조모델은 구조 응답이 모델 내부에서 잘 구현되도록 적절한 유한요소 밀도를 가져야 하며, **규칙 5장 4절 417.**에 따라 구조해석이 수행되어야 한다.

2. 항복강도 평가기준

최종 및 사고 설계기준에 대한 안전여유는 R_e 와 R_m으로 정의되어야 한다.

R_e : 상온에서의 규격 최소 항복응력 (N/mm^2)

R_m : 상온에서의 규격 최소 인장강도 (N/mm^2)

3. 피로손상기준

누적 피로손상은 저주기 하중(예: 적하 및 양하) 및 고주기 하중(예: 북대서양에서의 조우 파도 수로 10^8 이상)에 대하여 계산되어야 한다. 피로설계조건에 대한 안전여유는 아래와 같이 C_W로 정의되어야 한다.

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{n_{Loading}}{N_{Loading}} \le C_W$$

여기서,

n_i : 탱크의 수명동안 각 응력수준에서 반복 횟수

N_i : S-N 곡선에 따른 각각의 응력수준에 대한 파괴까지의 반복횟수

$n_{Loading}$: 탱크의 수명동안 적하 및 양하의 횟수, 20년 기준 1000회 및 40년 기준 2000회 보다 작아서는 안

된다. 적하 및 양하 주기는 완전한 압력 및 열 주기를 포함한다.

$N_{Loading}$: 적하 및 양하에 의하여 발생하는 피로하중으로 인해 파괴에 이르는 횟수

C_W : 최대 허용 누적 피로 손상율

105. 부식 허용

불순물 또는 부식 결정체(예: 이산화염소 및 이산화황)를 포함하는 화물을 운송하는 것을 제외하고, 알루미늄 합금 및 스테인리스강에 대하여 부식허용치를 고려할 필요는 없다. 독립형탱크 형식 C에 해당하는 압력용기의 경우에는 **규칙 5장 4절 423.2.** (1)에 규정한 바와 같이 부식허용치를 적용하여야 한다. 화물격납설비의 배관설비에 탄소망간강이 사용될 경우 **규칙 5장 5절 511.**에 따른 부식허용치가 적용되어야 한다.

106. 열 영향

1. 단열

규칙 5장 4절 419. 1에 규정한 바와 같이 허용온도 이내로 선체를 보호하고, **규칙 5장 7절**에 규정한 압력과 온도 조절장치에 의하여 유지 가능한 수준의 열전달을 제한하기 위한 단열설비가 제공되어야 한다.

2. 열 하중

-55 °C미만의 화물을 적재할 계획이 있는 탱크의 경우에는 과도기(transient) 냉각 하중을 고려하여야 한다. 지지구조 또는 부착물 및 사용온도에 의한 열응력이 발생하는 탱크에 대하여는 정상적인(stationary) 열로 인한 하중을 고려하여야 한다.(**규칙 5장 7절 702.** 참조)

107. 재료 열화 및 가변성

재료 특성치는 **규칙 5장 4절 419.** 또는 국제표준에 따른 재료시험을 통하여 선급의 인증을 받아야 한다. 국제표준의 단열성능에 대한 시험 항목은 **지침 5장 표 7.5.4**에 표시되어 있다. 재료 열화와 관련하여 단열재의 열전도 시험은 적절히 열화된 시험편에 대하여 시행되어야 한다.

108. 건조 공차

금속재료는 인장, 인성 및 굽힘 시험요건을 만족하여야 하고 **규칙 5장 6절 603.** 및 **604.**에 규정된 설계온도 하에서 제작 공차 요건을 만족하여야 한다. 용접부에 대한 검사 및 비파괴 시험은 **규칙 5장 6절 605.**의 요건에 만족하여야 한다. 주로 회전체 형상으로 제조되는 독립형탱크 형식 B 및 형식 C 의 경우, 진원도, 국부적인 오차, 용접부 정렬 및 서로 다른 두께를 가지는 판들의 테이퍼와 같은 제조와 관련된 허용오차들은 우리 선급이 인정하는 기준에 적합하여야 한다. 허용오차는 **규칙 5장 4절 422.** 및 **423.**의 좌굴해석에 적용되는 초기결함과 관련하여 결정되어야 한다.

109. 화물격납설비

형식에 따른 각 화물격납설비의 안전여유에 대한 정의는 다음을 따른다.

- 독립형 탱크 형식 A는 **2장 1절** 참조
- 독립형 탱크 형식 B는 **2장 2절** 참조
- 독립형 탱크 형식 C는 **2장 3절** 참조
- 멤브레인 탱크는 **2장 4절** 참조
- 일체형 탱크 및 세미멤브레인 탱크는 **2장 5절** 참조
- 새로운 형태의 탱크는 **2장 6절** 참조

제 2 장 안전 여유

제 1 절 독립형탱크 형식 A

101. 최종 및 사고 설계조건에 대한 허용응력

1차 부재(특설늑골, 스트링거 및 거더) 및 2차 부재(보강재)의 허용 공칭 막 응력은 니켈강, 탄소망간강, 오스테나이트강 및 알루미늄 합금에 대하여 $0.75R_e$ 또는 $0.37R_m$ 중 최소치 이하이어야 한다. 허용 1차 등가 응력 σ_c(**규칙 5장 4절 418. 1.** (4) 참조)은 니켈강 및 탄소망간강에 대하여는 $0.79R_e$ 또는 $0.53R_m$중 최소치 이하이어야 하고 오스테나이트강에 대하여는 $0.84R_e$ 또는 $0.42R_m$ 중 최소치 이하이어야 하며, 알루미늄 합금에 대하여는 $0.79R_e$ 또는 $0.42R_m$ 중 최소치 이하이어야 한다.

102. 최종 및 사고 설계조건에 대한 좌굴 사용계수

유한요소해석 시 외압 또는 압축을 유발하는 하중에 대한 화물탱크의 좌굴 강도 해석은 **규칙 13편 8장**에 따라 시행하여야 한다. 모든 정적 및 동적하중 조합에 대한 좌굴 사용계수는 최종설계조건에서 0.9, 사고설계조건에서 1.0 이하이어야 한다.

103. 허용 누적 피로 손상율

독립형탱크 형식 A의 허용 누적 피로 손상율 C_W는 1.0 이하이어야 한다. 다만, -55℃ 이상의 화물을 적재하고 안전성이 입증된 설계의 경우 피로 설계조건에 대한 적용은 생략할 수 있다.

제 2 절 독립형탱크 형식 B

201. 최종 및 사고 설계조건에 대한 허용응력

주로 구형 구조의 허용응력은 다음의 규정을 만족하여야 한다.

$\sigma_m \le f$

$\sigma_L \le 1.5f$

$\sigma_b \le 1.5F$

$\sigma_L + \sigma_b \le 1.5F$

$\sigma_m + \sigma_b \le 1.5F$

$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \le 3.0F$

$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \le 3.0F$

여기서,

σ_m = 등가 1차 일반 막응력

σ_L = 등가 1차 국부 막응력

σ_b = 등가 1차 굽힘 응력

σ_g = 등가 2차 응력

f = R_m/A 또는 R_e/B 중에서 작은 값

F = R_m/C 또는 R_e/D 중에서 작은 값

σ_m, σ_L, σ_b 과 σ_g 에 대한 정의는 **규칙 7편 5장 4절 428. 3**을 참조한다. A, B, C 및 D 값은 IGC 적합증서에 기재하여야 하며 다음 표에서 최소값 이상으로 하여야 한다.

A, B, C 및 D

	니켈 및 탄소망간강	오스테나이트강	알루미늄 합금
A	3	3.5	4
B	2	1.6	1.5
C	3	3	3
D	1.5	1.5	1.5
상기 값들은 우리선급이 인정하는 경우 다른 값을 사용할 수 있다.			

주로 평면구조로 제작되는 구조에 대하여 유한요소 해석 시 허용 등가 막응력은 니켈강 및 탄소망간강의 경우 $0.83R_e$ 또는 $0.5R_m$중에서 최소치 이하이어야 하며, 오스테나이트강 및 알루미늄 합금의 경우 $0.83R_e$ 또는 $0.4R_m$ 중에서 최소치 이하이어야 한다. 탱크외판의 두께 및 보강재의 크기는 독립형탱크 형식 A에 요구하는 것보다 작아서는 아니 된다. (화물탱크의 판에 9 % 니켈강이 사용되는 경우, 판의 치수 계산 시, 허용응력은 $0.75R_e$ 를 기준으로 한다.)

202. 최종 및 사고 설계조건에 대한 좌굴 사용계수

구형구조에 대한 좌굴평가는 직접해석 또는 이와 동등하다고 선급이 인정한 국제기준에 따라 수행하여야 한다. 주로 평면구조로 제작되는 구조에 대하여 유한요소 해석이 수행되는 경우 외압 또는 압축을 유발하는 하중에 대한 화물탱크의 좌굴 강도 평가는 **규칙 13편 8장**에 따라 시행하여야 한다. 모든 정적 및 동적하중 조합에 대한 좌굴 사용계수는 최종설계조건에서 0.9, 사고설계조건에서 1.0 이하이어야 한다.

203. 허용 누적 피로 손상율

누설감지방법에 의해 확실히 감지되는 피로파괴의 경우, 허용 누적 피로 손상율 C_W는 0.5 이하이어야 한다. 탱크 방벽의 누설이 균열이나 손상발생으로 인한 것인지 확실하지 않을 경우 C_W 는 0.1 이하이어야 한다.

제 3 절 독립형탱크 형식 C

301. 최종 및 사고 설계조건에 대한 허용응력

허용응력은 다음의 규정을 만족하여야 한다.

$\sigma_m \le f$

$\sigma_L \le 1.5f$

$\sigma_b \le 1.5f$

$\sigma_L + \sigma_b \le 1.5f$

$\sigma_m + \sigma_b \le 1.5f$

$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \le 3.0f$

$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \le 3.0f$

여기서,

σ_m, σ_L, σ_b 과 σ_g 에 대한 정의는 201.을 참조한다.

f = (R_m/A) 또는 (R_e/B) 중에서 작은 값 이하이어야 한다.

A 및 B 값은 IGC 적합증서에 기재하여야 하며 다음 표에서 최소값 이상으로 하여야 한다.

A 및 B

	니켈 및 탄소망간강	오스테나이트강	알루미늄 합금
A	3	3.5	4
B	1.5	1.5	1.5

탄소망간강으로 제작된 수평 원통형 탱크가 새들(saddles)에 의해 지지되는 경우, 유한요소해석을 통하여 계산된 보강링에서의 등가응력 σ_e 는 $0.85R_e$ 또는 $0.57R_m$ 중에서 최소치 이하이어야 한다.

$$\sigma_e = \sqrt{(\sigma_n + \sigma_b)^2 + 3\tau^2}$$

여기서,
σ_n : 보강링의 원주방향 공칭응력(N/mm^2)
σ_b : 보강링의 원주방향 굽힘응력(N/mm^2)
τ : 보강링의 전단응력(N/mm^2)

302. 좌굴에 대한 설계 외압

외압이 작용하는 경우, 원통형 또는 구형 쉘의 좌굴평가를 국제표준(예: Div.1 VIII, ASME) 또는 이와 동등한 수준의 규정에 따라 수행되는 경우 선급은 이를 승인할 수 있다. 대체방안으로 비선형 유한요소해석[(1)]이 수행될 경우 아래 규정을 만족하여야 한다.

$P_c / P_e \geq 3$, 원통형 또는 구형 쉘인 경우

여기서,
P_c : 좌굴 붕괴 압력(N/mm^2)
P_e : **규칙 7편 5장 4절 423. 2.** (3)에 정의된 설계외압(N/mm^2)

(비고1): 최종 종강도 평가 지침, 2장 또는 비선형 유한요소해석을 이용한 좌굴 및 최종강도 평가 지침 참조.

303. 허용 누적 피로 손상율

누설감지방법에 의해 확실히 감지되는 피로파괴의 경우, 허용 누적 피로 손상율 C_W는 0.5 이하이어야 한다. 탱크 방벽의 누설이 크랙이나 손상발생으로 인한 것인지 확실하지 않을 경우 C_W는 0.1 이하이어야 한다.

제 4 절 멤브레인 탱크

401. 일반사항

최종 및 사고설계조건에 대하여 멤브레인 탱크의 허용기준은 멤브레인 형식에 따라 변경될 수 있으며 멤브레인 탱크의 설계자 및 제조자에 의하여 제공될 수 있다.

402. 멤브레인 시스템의 허용응력 및 좌굴 압력

선체운동에 기인한 슬로싱 하중은 냉각, 화물 적하조건, 진동, 정적 경사 또는 충돌과 같은 하중과 비교하여 지배적인 하중이다. 최종 및 사고설계조건에서 슬로싱에 대한 화물격납설비의 멤브레인, 폴리우레탄폼, 플라이우드 및 마스틱의 구조강도 평가는 다음의 규정을 만족하도록 권장된다.

- 허용 등가 응력 : $\sigma_{eq} \leq 0.67R_e$
- 허용 좌굴 압력 : $P_c < 0.9P_{cr}$

P_{cr} 는 각 재료의 알려진 시험자료 및 선급에 의하여 인증된 표준에 따라 정해진 임계좌굴압력이다.

403. 펌프타워의 허용응력 및 좌굴 사용계수

펌프타워 관 부재에 대한 유한요소해석에서 허용응력 및 좌굴 사용계수는 다음의 규정을 만족하여야 한다.

- 허용 축 인장 응력 : $\sigma_t \le 0.9R_e$
- 허용 축 압축 응력 :

$$\sigma_c \le 0.783\,\sigma_{cr}, \qquad \text{for } \sigma_{el} \le R_e$$

$$\sigma_c \le \left(0.9 - 0.0827\sqrt{\frac{R_e}{\sigma_{el}}}\right)\sigma_{cr}, \qquad \text{for } \sigma_{el} > R_e$$

여기서,

σ_{el} : 관 단면에 대한 탄성 좌굴응력(N/mm^2)

σ_{cr} : 스테인리스 스틸의 임계좌굴응력(N/mm^2)

σ_{el} 및 σ_{cr} 은 **액화천연가스 운반선 펌프타워 구조강도평가 지침 3장 3절 301.** 참조

- 허용 전단 응력 : $\tau_c \le 0.52R_e$
- 허용 굽힘 응력 : $\sigma_b \le 0.9\sigma_{b-cr}$

σ_{b-cr} : 굽힘 강도(N/mm^2), **액화천연가스 운반선 펌프타워 구조강도평가 지침 3장 3절 301.** 참조

- 축 인장 및 굽힘에 대한 허용 기준

$$\left(\frac{\sigma_t}{0.9R_e}\right) + \left(\frac{\sigma_b}{0.9\sigma_{b-cr}}\right) \le 1$$

- 축 압축 및 굽힘에 대한 허용기준

$$\left(\frac{\sigma_c}{0.783\sigma_{cr}}\right) + \left[\frac{\min\left(0.85,\ 1 - 0.4\dfrac{\sigma_c}{0.783\sigma_{el}}\right)\sigma_b}{\left\{0.9\sigma_{b-cr}\left(1 - \dfrac{\sigma_c}{0.783\sigma_{el}}\right)\right\}}\right] \le 1, \qquad \text{for } \frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}} > 0.15$$

$$\left(\frac{\sigma_c}{0.783\sigma_{cr}}\right) + \left(\frac{\sigma_b}{0.9\sigma_{b-cr}}\right) \le 1, \qquad \text{for } \frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}} \le 0.15$$

- 국부 좌굴에 대한 허용응력

$$\sigma_c + \sigma_b \le 0.75\,\sigma_{l-cr}\,, \qquad \text{for } \sigma_{l-cr} \le 0.55\,R_e$$

$$\sigma_c + \sigma_b \le \min\left(0.566 + 0.334\frac{\sigma_{l-cr}}{R_e},\ 0.9\right)\sigma_{l-cr}\,, \qquad \text{for } \sigma_{l-cr} > 0.55\,R_e$$

여기서,

σ_{l-cr} : 임계 국부 좌굴응력(N/mm^2)으로 **액화천연가스 운반선 펌프타워 구조강도평가 지침 3장 3절 301.** 참조

404. 펌프타워 관 결합부의 허용응력

관 결합부의 평가는 굽힘, 펀칭 전단 및 축 응력을 고려하여 평가되어야 한다. 관 결합부는 다음의 규정을 만족하여야 한다.

$$\left|\frac{F_A}{\mu F_{UA}}\right| + \left(\frac{M_{IPB}}{\mu M_{UIPB}}\right)^2 + \left|\frac{M_{OPB}}{\mu M_{UOPB}}\right| \le 1$$

여기서.

μ : 0.9, 안전계수

F_A : 브레이스 부재의 축 하중(N)

F_{UA} : 브레이스 부재의 축 하중에 대한 관 결합부 강도(N)

M_{IPB} : 브레이스 부재의 면내 굽힘모멘트(N－mm)

M_{UIPB} : 브레이스 부재의 면내 굽힘모멘트에 대한 관 결합부 강도(N－mm)

M_{OPB} : 브레이스 부재의 면외 굽힘모멘트(N－mm)

M_{UOPB} : 브레이스 부재의 면외 굽힘모멘트에 대한 관 결합부 강도(N－mm)

405. 리퀴드 돔 커버 및 하부 지지부의 허용응력

리퀴드 돔 커버 및 하부지지부에 대한 유한요소해석에서 허용 등가응력은 $\sigma_{eq} \le 0.85R_e$를 만족하여야 한다.

406. 허용 누적 피로 손상율

누설감지방법에 의해 확실히 감지되는 피로파괴의 경우, 리퀴드 돔 커버와 하부 지지부의 허용 누적 피로손상율, C_W, 은 0.5 이하이어야 한다. 멤브레인 시스템 및 펌프타워 관 부재에서 누설탐지 방법에 의하여 피로파괴를 감지 할 수 없을 경우 C_W는 0.1 이하이어야 한다.

제 5 절 일체형 탱크 및 세미멤브레인 탱크

501. 일반

화물격납설비의 구조강도에 대한 설계하중이 적절히 선정된 사용계수 보다 작을 경우, 해당 화물격납설비는 승인 될 수 있다. 화물격납설비의 구조강도를 평가하기 위하여 허용기준 선정의 책임이 있는 설계자가 제공한 기준에 따라 구조해석이 수행되어야 한다.

제 6 절 새로운 형태의 화물격납설비

601. 일반사항

한계상태 설계의 절차와 관련 설계인자들은 새로운 형태의 화물격납설비의 설계에 있어서 한계상태 방법론을 위한 표준을 만족하여야 한다. (IGC Code Appendix 5 참조)

602. 한계상태(IGC Code Appendix 5 1.3)

한계상태는 다음 세 가지로 분류한다.

(1) 최종한계상태(ULS-ultimate limit states) : 최대 하중을 견딜 수 있는 능력 또는, 일부 경우에는, 비손상 상태에서 최대 좌굴 및 소성붕괴로 인한 구조물의 최대 적용 가능한 변형률, 변형 또는 불안정성에 상응하는 한계상태

(2) 피로한계상태(FLS-fatigue limit states) : 시간에 따른 반복 하중의 영향으로 인한 열화(degradation)에 상응하는 한계상태

(3) 사고한계상태(ALS-accident limit states) : 사고 상황에서 구조물이 견디는 능력에 관련된 한계상태

603. 설계 방식(IGC Code Appendix 5 2.)

설계 방식은 하중저항계수 방식에 기반을 둔다. 하중저항계수 설계방식의 기본 원리는 설계 하중효과 L_d가 모든 시나리오에서 고려된 모든 파괴모드에 대하여도 설계 저항 R_d를 초과하지 않음을 검증하는 것이다.

$L_d \leq R_d$

L_d: 설계 하중효과 L_d(예, 응력, 변형률, 변형 및 진동)는 설계 하중에서 유도된 가장 불리하게 조합된 하중효과이고, 다음 식과 같다.

$$L_d = q(F_{d1}, F_{d2}, ,,, F_{dk})$$

여기서,

q : 하중과 구조해석에 의해 결정된 하중효과 사이의 함수관계

F_{dk} : 설계하중, $F_{dk} = \gamma_f F_k$

γ_f : 하중계수

F_k : **규칙 5장 4절** 411.에서 418.에 명시된 하중

R_d : 설계저항

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R \gamma_C}$$

여기서,

R_k : 특성저항. **규칙 5장 6절**에서 다루는 재료의 경우, 이것에 한정하지는 않으나 규격 최소항복응력, 규격 최소인장강도, 단면의 소성저항 및 최종좌굴강도일 수 있다.

γ_R : 저항계수로 $\gamma_R = \gamma_m \gamma_s$.

γ_m : 재료 물성의 확률 분포를 고려한 부분 저항계수(재료계수)

γ_s : 해석 정확도를 포함하여 능력 결정을 위한 방법, 건조 품질과 같은 구조물의 능력에 대한 불확실성을 고려한 부분 저항계수

γ_C : 화물의 유출 및 발생 가능한 인명피해와 관련하여 파괴의 잠재적 결과를 설명하는 결과등급계수. γ_C 는 다음과 같이 3가지 단계로 분류할 수 있다
- 낮음 : 파괴가 화물의 미소 유출을 수반함
- 보통 : 파괴가 화물의 유출 및 인명피해(부상)의 가능성을 수반함
- 높음 : 파괴가 화물의 상당한 유출 및 인명피해(부상/사망)의 높은 가능성을 수반함

604. 유한요소해석(IGC Code Appendix 5 3.)

3차원 유한요소해석은 탱크와 선체, 해당되는 경우 지지 및 고정장치를 포함하는 통합 모델로 수행하여야 한다. 예상치 못한 파괴를 피하기 위해 모든 파괴모드를 식별하여야 한다. 불규칙파에 대한 상세한 선박 가속도 및 거동, 그리고 이러한 힘 및 거동에 대한 선박 및 화물격납설비의 응답을 결정하기 위해 유체 동력학적 해석을 수행하여야 한다. 필수 해석 요건은 다음과 같다

(1) 외압 및 압축응력을 일으키는 기타 하중을 받는 화물탱크의 좌굴강도해석은 **규칙 13편 8장** 또는 이와 동등한 규정에 따라 수행되어야 한다. 해석방법은 판의 편평도 불량, 판 끝단의 정렬 불량, 직진도, 정원도 및 규정의 호 또는 현의 길이를 통한 정원으로부터의 편차의 결과에 따른 이론적 좌굴응력과 실제 좌굴응력과의 차이를 적절히 고려할 수 있어야 한다.

(2) 피로 및 균열진전해석은 **규칙 5장** 418. 2에 따라 수행되어야 한다.

605. 최종한계상태

1. **구조저항의 결정**(IGC Code Appendix 5 4.1)

구조 저항은 탄성 및 소성 재료 물성을 모두 고려한 완전한 해석 또는 시험을 통해 정할 수 있다. 최종강도에 대한 안전여유는 하중과 저항의 확률적 특성(동적하중 및 압력하중, 중력하중, 재료강도, 좌굴능력)의 기여를 고려한 안전 관련 부분계수(하중계수, 저항계수)에 의해 도입되어야 한다.

2. **하중조합계수**(IGC Code Appendix 5 4.2)

슬로싱 하중을 포함하는 환경하중, 기능하중 및 영구하중의 적절한 조합을 해석에서 고려하여야 한다. 다음의 표에

주어진 부분 하중계수를 갖는 적어도 두 개의 하중 조합이 최종한계상태 평가에 사용되어야 한다.

하중조합	영구하중	기능하중	환경하중
a	1.1	1.1	0.7
b	1.0	1.0	1.3

하중 조합 'a'의 영구하중 및 기능하중에 대한 하중계수는 증기압, 화물 중량, 설비 자체 중량 등과 같이 화물격납설비에 적용할 수 있는 일반적으로 잘 제어된 및/또는 지정된 하중에 적절하다. 예측 모델의 고유 변동성 및/또는 불확실성이 더 높은 경우, 영구하중 및 기능하중에 대해 보다 높은 하중계수가 적절할 수 있다.

3. **슬로싱 하중계수**(IGC Code Appendix 5 4.3)
슬로싱 하중의 경우, 추정 방법의 신뢰도에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 더 큰 하중 계수를 요구할 수 있다.

4. **결과 등급계수**(IGC Code Appendix 5 4.4)
화물격납설비의 구조적 파괴가 인명피해의 높은 가능성과 화물의 상당한 유출을 수반한다고 고려되는 경우, 결과등급계수 γ_C는 1.2로 하여야 한다. 위험 분석을 통해 정당화되고 우리 선급이 승인하는 경우, 작은 값을 사용할 수 있다. 위험 분석은 계획된 화물과 관련된 누출 및 이 보다 덜한 위해로 부터 선체 구조를 보호하기 위한 완전 또는 부분 2차 방벽의 준비를 포함하는 요인을 고려하여야 하나, 이에 한정하지 않는다. 반대로, 예를 들어 더 위험하거나 더 높은 압력의 화물을 운반하는 선박의 경우, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 더 높은 값을 정할 수 있다. 결과등급계수는 어떠한 경우에도 1.0 보다 작지 않아야 한다.

5. **등가 안전 수준**(IGC Code Appendix 5 4.5)
사용된 하중계수들과 저항계수들은 안전수준이 1.에서 5.에 설명된 화물격납설비의 안전수준과 동등한 것으로 하여야 한다. 이는 알려진 성공한 설계에 맞게 계수를 보정하여 수행할 수 있다.

6. **재료계수**(IGC Code Appendix 5 4.6)
재료계수 γ_m는 일반적으로 재료의 기계적 성질의 통계적 분포를 반영하여야 하며, 규정된 전형적인 기계적 성질과 함께 해석되어야 한다. **규칙 5장 6절**에 정의된 재료에 대하여 재료계수를 다음과 같이 정할 수 있다.
   - 1.1 : 우리 선급이 규정한 특유의 기계적 성질이, 기계적 성질의 통계적 분포에서 전형적으로 하위 2.5 % 정량을 나타내는 경우
   - 1.0 : 우리 선급이 규정한 특유의 기계적 성질이, 규정된 것보다 하위일 확률이 매우 낮고 무시될 수 있을 정도로 충분히 작은 정량을 나타내는 경우

7. **저항계수**(IGC Code Appendix 5 4.7)
부분 저항계수 γ_{si}는 일반적으로 건조 공차, 건조 품질, 적용되는 해석방법의 정확도 등을 고려한 구조물의 능력에 대한 불확실성에 기초하여 설정되어야 한다.

8. **소성변형에 대한 저항계수**(IGC Code Appendix 5 4.7.1)
한계상태 기준을 사용한 과도 소성변형에 대한 설계의 경우, 부분 저항계수 γ_{si}는 다음과 같이 취해진다.

$$\gamma_{s1} = 0.76\frac{B}{\min\left(\frac{R_m}{R_e}\frac{A}{B},\ 1.0\right)} \quad , \quad \gamma_{s2} = 0.76\frac{D}{\min\left(\frac{R_m}{R_e}\frac{D}{C},\ 1.0\right)}$$

A, B, C 및 D는 **2장 2절 201.**에 정의되어 있으며 위에서 주어진 부분 저항계수는 기존의 독립형탱크 형식 B에 맞게 보정된 결과이다.

9. **과도 소성변형에 대한 설계**
응력 허용기준은 탄성 응력해석을 참조한다. 구조물의 막 응답에 의해 하중이 주로 전달되는 화물격납설비의 부분은 **2장 2절 201.**의 규정에서 다음의 계수들을 적용한 한계상태기준을 만족하여야 한다. (IGC Code Appendix 5 4.8.1, 4.8.2)

$$f = \frac{R_e}{\gamma_{s1}\gamma_m\gamma_C} \quad , \quad F = \frac{R_e}{\gamma_{s2}\gamma_m\gamma_C}$$

거더, 보강재 및 강판의 굽힘에 의해 하중이 주로 전달되는 화물격납설비의 부분은 다음의 한계상태 기준을 만족하여야 한다.

$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} \leq 1.25F$ (1), (2)

$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} \leq 1.25F$ (2)

$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} + \sigma_{bt} + \sigma_g \leq 3.0F$

(비고1) : 1차 부재의 등가 단면 막응력과 등가 막응력의 합($\sigma_{ms}+\sigma_{bp}$)은 일반적으로 3차원 유한 요소 해석에서 직접적으로 입수할 수 있다.

(비고2) : 계수 1.25는 설계 개념, 구조물의 배치 및 응력 계산에 사용된 방법을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 조정할 수 있다.

여기서,

σ_{ms} : 1차 부재의 등가 단면 막응력

σ_{bp} : 1차 부재의 굽힘에 기인한 2차 및 3차 부재의 응력과 1차 부재의 등가 막응력

σ_{bs} : 2차 부재(보강재)의 굽힘에 기인한 3차 부재(판) 응력과 2차 부재(보강재)의 등가 단면 굽힘응력

σ_{bt} : 3차 부재의 등가 단면 굽힘응력(판 굽힘응력)

σ_g : 2차 등가응력

(IGC Code Appendix 5 4.8.3)

법선응력은 기준평면에 대하여 수직방향 응력이다. 등가 단면 막응력은 고려하는 구조부재의 횡단면의 응력 평균값과 같고 균등하게 분배되는 법선 응력의 구성 요소로 단순한 판 단면인 경우, 단면 막응력은 막응력과 동일하다. 단면 굽힘응력은 굽힘 작용에 노출된 구조부재의 단면에 선형으로 분포된 법선 응력이다. (IGC Code Appendix 5 4.8.4)

10. **좌굴에 대한 저항계수**

적용된 좌굴 기준에 별도 명시되어 있지 않는 한, 좌굴에 대한 설계에는 동일한 계수 γ_C, γ_m, γ_{si}를 사용하여야 한다. 어떠한 경우에도 종합적인 안전수준은 이들 계수에 의해 주어진 것 보다 작지 않아야 한다. (IGC Code Appendix 5 4.9)

606. 피로한계상태

1. **피로하중계수**(IGC Code Appendix 5 5.2)

화물격납설비의 개념에 따라 적용 가능한 경우 **규칙 5장 418. 2**에 기술된 피로설계조건을 준수하여야 한다. 피로한계상태의 하중계수는 모든 하중 분류에 대해 1.0으로 하여야 한다.

2. **결과등급 및 저항 계수**(IGC Code Appendix 5 5.3)

결과등급계수 γ_C 및 저항계수 γ_R은 1.0으로 하여야 한다.

3. **누적피로손상율**(IGC Code Appendix 5 5.4)

피로손상은 1.5에 설명된 바와 같이 계산되어야 한다. 화물격납설비에 대해 계산된 누적 피로손상율은 다음의 표에 주어진 값보다 작거나 같아야 한다.

	결과 등급		
C_W	낮음	보통	높음
	1.0	0.5	0.5 (1)
(1) 결함이나 균열의 식별가능성을 고려하여 **규칙 7편 5장 418. 2.**에 따라 더 낮은 값을 사용하여야 한다.			

4. **균열진전해석**(IGC Code Appendix 5 5.6)

7편 5장 418. 2, (6)에서 (9)에 따라 균열진전해석이 요구된다.

607. 사고한계상태(IGC Code Appendix 5 6.)

1. 화물격납설비의 개념에 따라 적용 가능한 경우 사고설계조건을 준수하여야 한다.
2. 손상 및 변형이 사고 시나리오를 확대시키지 않는 한 수용할 수 있음을 고려하면, 하중계수 및 저항계수는 최종한계상태에 비교하여 완화될 수 있다.
3. 영구하중, 기능하중 및 환경하중에 대해 사고한계상태의 하중계수는 1.0으로 하여야 한다.
4. 정적 경사하중, 충돌 및 침수로 인한 하중과 관련된 하중들이 환경하중과 조합될 필요는 없다.
5. 저항계수(γ_R)은 일반적으로 1.0으로 하여야 한다.
6. 결과등급계수(γ_C)은 일반적으로 605.의 (4)에 정의된 바와 같이 정하여야 하나, 사고 시나리오의 성격을 고려하여 완화될 수 있다.
7. 특성 저항(R_k)는 일반적으로 최종한계상태를 위해 정하여야 하나, 사고 시나리오의 성격을 고려하여 완화될 수 있다.
8. 추가적인 사고 시나리오는 위험 분석에 근거하여 결정되어야 한다.

608. 시험(IGC Code Appendix 5 7.)

이 지침에 따라 설계된 화물격납설비는 화물격납설비의 개념에 따라 적용 가능한 경우 **규칙 5장 420. 3**에 기술된 것과 동일한 정도로 시험되어야 한다. ⚓

부록 7B-1 위험화학품 최저요건 일람표 *(2021)*

화물명(a 란)	화물명은 산적 화물용으로 신청된 모든 화물의 선적서류에 사용하여야 한다. 어떠한 추가명을 화물명 뒤의 괄호안에 포함시킬 수 있다. 일부 경우에 화물명이 이전에 발행된 화물명과 일치하지 아니한다.
유엔번호(b란)	-
오염분류(c 란)	X, Y, Z 는 MARPOL 부속서 II에서 지정된 각 화물의 오염분류를 말한다.
위험성(d 란)	S는 화물이 안전상 위험성을 이유로 코드의 대상물이 되고 있는 것을 의미하며, P는 화물이 오염상의 위험성을 이유로 코드의 대상물이 되고 있는 것을 의미한다. 또한, S/P는 화물이 안전상 및 오염상의 위험성을 이유로 코드의 대상물로 되고 있는 것을 의미한다.
선박형식(e 란)	1 : I형 선박 2 : II형 선박 3 : III형 선박
탱크 형식(f 란)	1 : 독립형탱크 2 : 일체형탱크 G : 중력식탱크 P : 압력식탱크
탱크벤트장치(g란)	Cont : 제어식 Open : 개방식
탱크환경제어(h 란)	Inert : 불활성화 Pad : 액체 또는 가스 Dry : 건조 Vent : 자연 또는 강제 No : 특별요건 없음(SOLAS에 의해 불활성화가 요구될 수 있다.)
전기설비(i 란)	온도등급 (i') : T1~T6, - 표시는 요건 없음, 빈칸은 정보 없음 장치그룹 (i'') : IIA, IIB, IIC, - 표시는 요건 없음, 빈칸은 정보 없음 인화점 (i''') : Yes는 인화점이 60°C를 넘는 물질 No는 인화점이 60°C 이하의 물질 NF는 불연성 물질
계측 (j 란)	O : 개방형 R : 제한형 C : 밀폐형
증기탐지장치(k 란)	F : 인화성가스(증기) T : 유독가스(증기) No : 특별 요건이 없음
소화설비(l 란)	A : 내알콜 포말 또는 다목적 포말 B : 표준형 포말, 플루오르계 단백질 및 수막형성 포말(AFFF)를 포함한 모든 내알콜형이 아닌 포말을 포함한다. C : 물분무 D : 드라이케미컬 No : 특별 요건이 없음.
구조재료(m 란)	삭제됨
비상장구(n 란)	Yes : IBC 코드 14.3.1 참조 No : 호흡기 및 눈 보호장치는 필요없음.
특별작동요건(o 란)	다른 란의 요건에 추가하여 15절 및 16절의 특별 사항을 요구하여야 한다.

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Acetic acid	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	F	AC	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1517, 1519, 1602.9
Acetic anhydride	Z	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512.3, 1512.4, 1519.6
Acetochlor	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Acetone cyanohydrin	Y	S/P	1	1G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1513, 1517, 1519, 1606.1, 1606.2, 1606.3
Acetonitrile	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Acetonitrile (Low purity grade)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Acid oil mixture from soya bean, corn (maize) and sunflower oil refining	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.7, 1602.9
Acrylamide solution (50% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	1512, 1513, 1517, 1519, 1602.9, 1606.1
Acrylic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512.3, 1512.4, 1513, 1517, 1519, 1602.9, 1606.1
Acrylic acid/ ethenesulphonic acid copolymer with phosphonate groups, sodium salt solution	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	
Acrylonitrile	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1513, 1517, 1519
Acrylonitrile-Styrene copolymer dispersion in polyether polyol	Y	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Adiponitrile	Z	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Alachlor technical (90% or more)	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Alcohol (C9-C11) poly (2.5-9) ethoxylate	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Alcohol (C6-C17) (secondary) poly(3-6) ethoxylates	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Alcohol (C6-C17) (secondary) poly(7-12) ethoxylates	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Alcohol (C10-C18) poly(7) ethoxylate	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Alcohol (C12-C16) poly(1-6) ethoxylates	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Alcohol (C12-C16) poly(20+) ethoxylates	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Alcohol (C12-C16) poly(7-19) ethoxylates	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Alcohols (C13+)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Alcohols (C12+), primary, linear	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Alcohols (C8-C11), primary, linear and essentially linear	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Alcohols (C12-C13), primary, linear and essentially linear	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Alcohols (C14-C18), primary, linear and essentially linear	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Alkanes (C6-C9)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Iso- and cyclo-alkanes (C10-C11)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Iso- and cyclo-alkanes (C12+)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
n-Alkanes (C9-C11)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
n-Alkanes (C10 - C20)	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Alkaryl polyethers (C9-C20)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6
Alkenoic acid, polyhydroxy ester borated	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Alkenyl (C11+) amide	X	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Alkenyl (C16-C20) succinic anhydride	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Alkyl acrylate/vinylpyridine copolymer in toluene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIB	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Alkylaryl phosphate mixtures (more than 40% Diphenyl tolyl phosphate, less than 0.02% ortho-isomers)	X	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Alkylated (C4-C9) hindered phenols	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Alkylbenzene, alkylindane, alkylindene mixture (each C12-C17)	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Alkyl benzene distillation bottoms	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Alkylbenzene mixtures (containing at least 50% of toluene)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Alkylbenzenes mixtures (containing naphthalene)	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Alkyl (C3-C4) benzenes	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Alkyl (C5-C8) benzenes	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Alkyl (C9+)benzenes	Y	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Alkyl (C11-C17) benzene sulphonic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Alkylbenzene sulphonic acid, sodium salt solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Alkyl/cyclo (C4-C5) alcohols	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Alkyl (C10-C15, C12 rich) phenol poly (4-12) ethoxylate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Alkyl (C12+) dimethylamine	X	S/P	1	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Alkyl dithiocarbamate (C19-C35)	Y	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Alkyldithiothiadiazole (C6-C24)	Y	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.6
Alkyl ester copolymer (C4-C20)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Alkyl (C7-C9) nitrates	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1520, 1606.1, 1606.2, 1606.3
Alkyl (C8-C10)/(C12-C14): (40% or less/60% or more) polyglucoside solution (55% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Alkyl (C8-C10)/(C12-C14): (60% or more/40% or less) polyglucoside solution(55% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Alkyl (C7-C11) phenol poly(4-12) ethoxylate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Alkyl (C8-C40) phenol sulphide	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Alkyl (C8-C9) phenylamine in aromatic solvents	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIB	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Alkyl (C9-C15) phenyl propoxylate	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Alkyl (C8-C10) polyglucoside solution (65% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Alkyl (C8-C10)/(C12-C14): (50%/50%) polyglucoside solution (55% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Alkyl (C12-C14) polyglucoside solution (55% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Alkyl (C12-C16) propoxyamine ethoxylate	X	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6
Alkyl (C10-C20, saturated and unsaturated) phosphite	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 11602.9
Alkyl sulphonic acid ester of phenol	Y	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Alkyl (C18+) toluenes	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Alkyl (C18-C28) toluenesulphonic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Alkyl (C18-C28) toluenesulphonic acid, calcium salts, borated	Y	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6
Alkyl (C18-C28) toluenesulphonic acid, calcium salts, low overbase	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Alkyl (C18-C28) toluenesulphonic acid, calcium salts, high overbase	Y	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Allyl alcohol	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Allyl chloride	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519
Aluminium chloride/Hydrogen chloride solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1517, 1519
Aluminium hydroxide, sodium hydroxide, sodium carbonate solution (40% or less)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519
Aluminium sulphate solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
2-(2-Aminoethoxy) ethanol	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AD	Yes	1512, 1517, 1519
Aminoethyldiethanolamine/Aminoethylethanolamine solution	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517,1519, 1602.9
Aminoethyl ethanolamine	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
N-Aminoethylpiperazine	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
2-Amino-2-methyl-1-propanol	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Ammonia aqueous (28% or less)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519
Ammonium chloride solution (less than 25%) (*)	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	
Ammonium hydrogen phosphate solution	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Ammonium lignosulphonate solutions	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1602.9
Ammonium nitrate solution (93% or less) (*)	Z	S/P	2	1G	Cont	No			NF	R	T	No	No	15.2, 1511.4, 1511.6, 1512.3, 1512.4, 1518, 1519.6, 1602.9
Ammonium polyphosphate solution	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	
Ammonium sulphate solution	Z	P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	
Ammonium sulphide solution (45% or less) (*)	Y	S/P	2	2G	Cont	Inert	T4	IIB	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.3
Ammonium thiosulphate solution (60% or less)	Z	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	
Amyl acetate (all isomers)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
n-Amyl alcohol	Z	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Amyl alcohol, primary	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
sec-Amyl alcohol	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
tert-Amyl alcohol	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
tert-Amyl ethyl ether	Z	P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
tert-Amyl methyl ether	X	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Aniline	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Aryl polyolefins (C11-C50)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 1602.9
Aviation alkylates (C8 paraffins and iso-paraffins BPT 95 - 120°C)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Barium long chain (C11-C50) alkaryl sulphonate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519, 16.2.6, 1602.9
Benzene and mixtures having 10% benzene or more (i)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Benzene sulphonyl chloride	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Benzenetricarboxylic acid, trioctyl ester	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 16.2.6
Benzyl acetate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Benzyl alcohol	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Benzyl chloride	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	ABC	Yes	1512, 1513, 1517, 1519
Bio-fuel blends of Diesel/gas oil and FAME (>25% but <99% by volume)	X	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Bio-fuel blends of Diesel/gas oil and vegetable oil (>25% but <99% by volume)	X	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Bio-fuel blends of Gasoline and Ethyl alcohol (>25% but <99% by volume)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Bis (2-ethylhexyl) terephthalate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6
Brake fluid base mix: Poly(2-8)alkylene (C2-C3) glycols/Polyalkylene (C2-C10) glycols monoalkyl (C1-C4) ethers and their borate esters	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	
Bromochloromethane	Z	P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Butene oligomer	X	P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	R	F	ABC	No	1519.6
2-Butoxyethanol (58%)/Hyperbranched polyesteramide (42%) (mixture)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519
Butyl acetate (all isomers)	Y	P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Butyl acrylate (all isomers)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	F	ABC	No	1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
tert-Butyl alcohol	Z	P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Butylamine (all isomers)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Butylbenzene (all isomers)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Butyl benzyl phthalate	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Butyl butyrate (all isomers)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Butyl/Decyl/Cetyl/Eicosyl methacrylate mixture	Y	S/P	2	2G	Open	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Butylene glycol	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
1,2-Butylene oxide	Y	S/P	3	2G	Cont	Inert	T2	IIB	No	C	FT	AC	No	15.8.1 to 15.8.7, 15.8.12, 15.8.13, 15.8.16, 15.8.17, 15.8.18, 15.8.19, 15.8.21, 15.8.25, 15.8.27, 15.8.29, 1512, 1517, 1519.6
n-Butyl ether	Y	S/P	3	2G	Cont	Inert	T4	IIB	No	R	F	AC	No	15.4.6, 1519
Butyl methacrylate	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
n-Butyl propionate	Y	P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Butyraldehyde (all isomers)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Butyric acid	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	O	No	AC	No	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1519.6
gamma-Butyrolactone	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Calcium alkaryl sulphonate (C11-C50)	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	
Calcium alkyl (C10-C28) salicylate	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Calcium hydroxide slurry	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6,1602.9
Calcium hypochlorite solution (15% or less)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Calcium hypochlorite solution (more than 15%)	X	S/P	1	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519
Calcium lignosulphonate solutions	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1602.9
Calcium long-chain alkyl (C5-C10) phenate	Y	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Calcium long-chain alkyl (C11-C40) phenate	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6
Calcium long-chain alkyl phenate sulphide (C8-C40)	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6
Calcium long-chain alkyl salicylate (C13+)	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 1602.9
Calcium long-chain alkyl (C18-C28) salicylate	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 1602.9
Calcium nitrate/Magnesium nitrate/Potassium chloride solution	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1602.9
Calcium nitrate solution (50% or less)	Z	S	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1602.9
Camelina oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 16.2.7
epsilon-Caprolactam (molten or aqueous solutions)	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Carbolic oil	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	FT	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Carbon disulphide	Y	S/P	1	1G	Cont	Pad +inert	T6	IIC	No	C	FT	C	Yes	15.3, 1512, 1517, 1518, 1519
Carbon tetrachloride	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	1512, 1517, 1519.6
Cashew nut shell oil (untreated)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 16.2.6, 16.2.7, 1602.9
Castor oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 16.2.7, 1602.9
Cesium formate solution (*)	Y	S/P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Cetyl/Eicosyl methacrylate mixture	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1513, 1519.6, 1602.9 16.6.1, 16.6.2
Chlorinated paraffins (C10-C13)	X	S/P	1	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	1512, 1517, 1519, 16.2.6
Chlorinated paraffins (C14-C17) (with 50% chlorine or more, and less than 1% C13 or shorter chains)	X	S/P	1	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519
Chloroacetic acid (80% or less)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512, 1517, 1518, 1519, 1602.9
Chlorobenzene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Chloroform	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	1512, 1517, 1519.6
Chlorohydrins (crude)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
4-Chloro-2-methylphenoxyacetic acid, dimethylamine salt solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
o-Chloronitrobenzene	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519, 16.2.6, 1602.9
1-(4-Chlorophenyl)-4,4-dimethyl-pentan-3-one	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABD	No	1519.6, 16.2.6, 1602.9
2- or 3-Chloropropionic acid	Z	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512.3, 1512.4, 1519, 1602.9
Chlorosulphonic acid	Y	S/P	1	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.5, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512, 1516.2, 1517, 1518, 1519
m-Chlorotoluene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519
o-Chlorotoluene	Y	P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
p-Chlorotoluene	Y	P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6, 1602.9
Chlorotoluenes (mixed isomers)	Y	P	2	2G	Cont	No	T4	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Choline chloride solutions	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Citric acid (70% or less)	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Coal tar	X	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	Yes	C	T	BD	No	1512, 1517, 1519.6, 16.2.6, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Coal tar naphtha solvent	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Coal tar pitch (molten) (*)	X	S/P	2	1G	Cont	No	T2	IIA	Yes	C	T	ABCD	No	1512, 1517, 1519.6, 16.2.6, 1602.9
Cocoa butter	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 16.2.7, 1602.9
Coconut oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 16.2.7, 1602.9
Coconut oil fatty acid	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 16.2.7, 1602.9
Coconut oil fatty acid methyl ester	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Copper salt of long chain (C17+) alkanoic acid	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 1602.9
Corn Oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 16.2.7, 1602.9
Cotton seed oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6, 16.2.7, 1602.9
Creosote (coal tar)	X	S/P	1	2G	Cont	No	T2	IIA	Yes	C	T	AD	No	1512, 1517, 1519.6, 16.2.6, 1602.9
Cresols (all isomers)	Y	S/P	1	2G	Cont	No	T1	IIA	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1518, 1519, 1602.9
Cresol/Phenol/Xylenol mixture	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Cresylic acid, dephenolized	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Cresylic acid, sodium salt solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Crotonaldehyde	X	S/P	1	1G	Cont	No	T3	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1518, 1519
1,5,9-Cyclododecatriene	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Cycloheptane	X	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Cyclohexane	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6, 1602.9
Cyclohexane-1,2-dicarboxylic acid, diisononyl ester	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6
Cyclohexane oxidation products, sodium salts solution	Z	P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	
Cyclohexanol	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Cyclohexanone	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Cyclohexanone, Cyclohexanol mixture	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	F	AC	No	1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Cyclohexyl acetate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Cyclohexylamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
1,3-Cyclopentadiene dimer (molten)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519, 16.2.6, 1602.9
Cyclopentane	Y	P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Cyclopentene	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
p-Cymene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Decahydronaphthalene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Decanoic acid	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Decene	X	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Decyl acrylate	X	S/P	1	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1513, 1519, 16.6.1, 16.6.2
Decyl alcohol (all isomers)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9(e)
Decyl/Dodecyl/Tetradecyl alcohol mixture	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Decyloxytetrahydrothiophene dioxide	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Diacetone alcohol	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Dialkyl (C8-C9) diphenylamines	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	
Dialkyl (C7-C13) phthalates	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 16.2.6
Dialkyl (C9-C10) phthalates	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6
Dialkyl thiophosphates sodium salts solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
2,6-Diaminohexanoic acid phosphonate mixed salts solution	Z	S/P	3	2G	Cont	No			NF	R	No	No	No	1511, 1517, 1519.6
Dibromomethane	Y	S/P	2	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6
Dibutylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABC	Yes	1512, 1517, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Dibutyl hydrogen phosphonate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
2,6-Di-tert-butylphenol	X	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Dibutyl phthalate	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Dibutyl terephthalate	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Dichlorobenzene (all isomers)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	Yes	C	T	ABD	No	1512, 1517, 1519.6
3,4-Dichloro-1-butene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
1,1-Dichloroethane	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Dichloroethyl ether	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1518, 1519
1,6-Dichlorohexane	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6
2,2'-Dichloroisopropyl ether	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519
Dichloromethane	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
2,4-Dichlorophenol	Y	S/P	2	2G	Cont	Dry			Yes	C	T	AD	Yes	1512, 1516.2, 1517, 1519, 16.2.6, 1602.9
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, diethanolamine salt solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, dimethylamine salt solution (70% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, triisopropanolamine salt solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519, 16.2.6, 1602.9
1,1-Dichloropropane	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
1,2-Dichloropropane	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
1,3-Dichloropropene	X	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Dichloropropene/Dichloropropane mixtures	X	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABD	No	1512, 1517, 1519
2,2-Dichloropropionic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	Dry			Yes	C	T	AD	Yes	1511.2, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512, 1516.2, 1517, 1519, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Dicyclopentadiene, Resin Grade, 81-89%	Y	S/P	2	2G	Cont	Inert	T2	IIB	No	C	FT	ABC	Yes	1512, 1513, 1517, 1519
Diethanolamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6, 16.2.6, 1602.9
Diethylamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Diethylaminoethanol	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
2,6-Diethylaniline	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Diethylbenzene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Diethylene glycol	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Diethylene glycol dibutyl ether	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	
Diethylene glycol diethyl ether	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Diethylene glycol phthalate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 16.2.6
Diethylenetriamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519
Diethylenetriaminepenta acetic acid, pentasodium salt solution	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	
Diethyl ether (*)	Z	S/P	2	1G	Cont	Inert	T4	IIB	No	R	F	AC	No	15.4, 1514, 1519
Di-(2-ethylhexyl) adipate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Di-(2-ethylhexyl) phosphoric acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AD	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Diethyl phthalate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Diethyl sulphate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Diglycidyl ether of bisphenol A	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 16.2.6, 1602.9
Diglycidyl ether of bisphenol F	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6, 16.2.6
Diheptyl phthalate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Di-n-hexyl adipate	X	S/P	1	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519
Dihexyl phthalate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Diisobutylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	C	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Diisobutylene	Y	P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Diisobutyl ketone	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Diisobutyl phthalate	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Diisononyl adipate	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6
Diisooctyl phthalate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 16.2.6
Diisopropanolamine	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1602.9
Diisopropylamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1517, 1519.6
Diisopropylbenzene (all isomers)	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Diisopropylnaphthalene	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6
N,N-Dimethylacetamide	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
N,N-Dimethylacetamide solution (40% or less)	Z	S/P	3	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Dimethyl adipate	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Dimethylamine solution (45% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519
Dimethylamine solution (greater than 45% but not greater than 55%)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519
Dimethylamine solution (greater than 55% but not greater than 65%)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1514, 1519
N,N-Dimethylcyclohexylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Dimethyl disulphide	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
N,N-Dimethyldodecylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Dimethylethanolamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Dimethylformamide	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Dimethyl glutarate	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Dimethyl hydrogen phosphite	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T4	IIB	No	R	F	AC	No	1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Dimethyl octanoic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 16.2.6, 1602.9
Dimethyl phthalate	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Dimethylpolysiloxane	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
2,2-Dimethylpropane-1,3-diol (molten or solution)	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1602.9
Dimethyl succinate	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Dinitrotoluene (molten)	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519, 1521, 1602.6, 1602.9, 16.6.4
Dinonyl phthalate	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6
Dioctyl phthalate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
1,4-Dioxane	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Dipentene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Diphenyl	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Diphenylamine (molten)	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Diphenylamine, reaction product with 2,2,4-Trimethylpentene	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519, 1602.6
Diphenylamines, alkylated	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519, 1602.6, 1602.9
Diphenyl/Diphenyl ether mixtures	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Diphenyl ether	X	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Diphenyl ether/Diphenyl phenyl ether mixture	X	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Diphenylmethane diisocyanate	Y	S/P	2	2G	Cont	Dry	-	-	Yes(a)	C	T(a)	AB(b)D	Yes	1512, 1516.2, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Diphenylol propane-epichlorohydrin resins	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Di-n-propylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512.3, 1512.4, 1517, 1519.6
Dipropylene glycol	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Dithiocarbamate ester (C7-C35)	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Ditridecyl adipate	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Ditridecyl phthalate	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6
Diundecyl phthalate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Dodecane (all isomers)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
tert-Dodecanethiol	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
1-Dodecene	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Dodecene (all isomers)	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Dodecyl alcohol	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
n-Dodecyl mercaptan	X	S/P	1	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Dodecylamine/Tetradecyl amine mixture	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Dodecylbenzene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Dodecyl diphenyl ether disulphonate solution	X	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6
Dodecyl hydroxypropyl sulphide	X	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Dodecyl methacrylate	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1513, 1519.6
Dodecyl/Octadecyl methacrylate mixture	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1513, 1519.6, 1602.6, 16.6.1, 16.6.2
Dodecyl/Pentadecyl methacrylate mixture	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Dodecyl phenol	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6
Dodecyl Xylene	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Drilling brines (containing zinc chloride)	X	S/P	2	2G	Open	No			NF	O	No	No	Yes	1519.6
Drilling brines (containing calcium bromide)	Z	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6
Epichlorohydrin	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Ethanolamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	Yes	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
2-Ethoxyethyl acetate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Ethoxylated long chain (C16+) alkyloxyalkylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Ethoxylated tallow amine (>95%)	X	S/P	2	2G	Cont	Inert	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Ethyl acetate	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Ethyl acetoacetate	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Ethyl acrylate	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	No	1512, 1513, 1517, 1519, 16.6.1, 16.6.2
Ethylamine (*)	Y	S/P	2	1G	Cont	No	T2	IIA	No	C	F	AC	No	1512.3.2, 1514, 1519
Ethylamine solutions (72% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	F	AC	No	1512.3.2, 1514, 1519
Ethyl amyl ketone	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Ethylbenzene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Ethyl tert-butyl ether	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Ethyl butyrate	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Ethylcyclohexane	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
N-Ethylcyclohexylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIB	No	C	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519
S-Ethyl dipropylthiocarbamate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Ethylene carbonate	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Ethylene chlorohydrin	Y	S/P	1	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1518, 1519
Ethylene cyanohydrin	Y	S/P	2	2G	Cont	No		IIB	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Ethylenediamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Ethylenediaminetetraacetic acid, tetrasodium salt solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Ethylene dibromide	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	1512, 1517, 1519, 1602.9
Ethylene dichloride	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Ethylene glycol	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Ethylene glycol acetate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Ethylene glycol butyl ether acetate	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Ethylene glycol diacetate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Ethylene glycol methyl ether acetate	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Ethylene glycol monoalkyl ethers	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519, 1602.9
Ethylene glycol phenyl ether	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1602.9
Ethylene glycol phenyl ether/Diethylene glycol phenyl ether mixture	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Ethylene glycol (>75%)/sodium alkyl carboxylates/borax mixture	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Ethylene glycol (>85%)/sodium alkyl carboxylates mixture	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6
Ethylene oxide/Propylene oxide mixture with an ethylene oxide content of not more than 30% by mass	Y	S/P	2	1G	Cont	Inert	T2	IIB	No	C	FT	AC	Yes	15.8, 1512, 1514, 1517, 1519
Ethylene-vinyl acetate copolymer (emulsion)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Ethyl-3-ethoxypropionate	Y	P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
2-Ethylhexanoic acid	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
2-Ethylhexyl acrylate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
2-Ethylhexylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519.6
2-Ethyl-2-(hydroxymethyl) propane-1,3-diol (C8-C10) ester	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Ethylidene norbornene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIB	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Ethyl methacrylate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
N-Ethylmethylallylamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Ethyl propionate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
2-Ethyl-3-propylacrolein	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6, 1602.9
Ethyl toluene	Y	P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Fatty acid (saturated C13+)	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Fatty acid methyl esters (m)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Fatty acids, (C8-C10)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Fatty acids, (C12+)	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Fatty acids, (C16+)	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Fatty acids, essentially linear (C6-C18) 2-ethylhexyl ester	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Ferric chloride solutions	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1517, 1519, 1602.9
Ferric nitrate/Nitric acid solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1517, 1519
Fish oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Fish silage protein concentrate (containing 4% or less formic acid)	Y	P	2	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6, 1602.6
Fish protein concentrate (containing 4% or less formic acid)	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	
Fluorosilicic acid solution (20-30%)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1517, 1519
Formaldehyde solutions (45% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Formamide	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Formic acid (85% or less acid)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T(g)	AC	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512.3, 1512.4, 1517, 1519, 1602.9
Formic acid (over 85%)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT(g)	AC	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512.3, 1512.4, 1517, 1519, 1602.9
Formic acid mixture (containing up to 18% propionic acid and up to 25% sodium formate)	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T(g)	AC	No	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512.3, 1512.4, 1519.6
Furfural	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Furfuryl alcohol	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Glucitol/glycerol blend propoxylated (containing less than 10% amines)	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Glucitol/glycerol blend propoxylated (containing 10% or more amines)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Glutaraldehyde solutions (50% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519
Glycerine	Z	S	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1602.9
Glycerol monooleate	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Glycerol propoxylated	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Glycerol, propoxylated and ethoxylated	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	
Glycerol/sucrose blend propoxylated and ethoxylated	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	
Glyceryl triacetate	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Glycidyl ester of C10 trialkylacetic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Glycine, sodium salt solution	Z	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	
Glycolic acid solution (70% or less)	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	NF	C	T	No	Yes	1512.3, 1512.4, 1517, 1519, 1602.9
Glyoxal solution (40% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Glyoxylic acid solution (50% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ACD	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512, 1517, 1519, 1602.9, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.3
Glyphosate solution (not containing surfactant)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Grape Seed Oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7
Groundnut oil	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Heptane (all isomers)	X	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
n-Heptanoic acid	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	No	ABC	No	1519.6, 1517
Heptanol (all isomers) (d)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Heptene (all isomers)	Y	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Heptyl acetate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
1-Hexadecylnaphthalene / 1,4-bis(hexadecyl)naphthalene mixture	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Hexamethylenediamine (molten)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Hexamethylenediamine adipate (50% in water)	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Hexamethylenediamine solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Hexamethylene diisocyanate	Y	S/P	2	2G	Cont	Dry	T1	IIB	Yes	C	T	AC(b)D	Yes	1512, 1516.2, 1517, 1518, 1519
Hexamethylene glycol	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Hexamethyleneimine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519
Hexamethylenetetramine solutions	Z	S	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Hexane (all isomers)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6
1,6-Hexanediol, distillation overheads	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Hexanoic acid	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Hexanol	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Hexene (all isomers)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Hexyl acetate	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Hexylene glycol	Z	S	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Hydrocarbon wax	X	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Hydrochloric acid (*)	Z	S/P	3	1G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1517, 1519
Hydrogen peroxide solutions (over 60% but not over 70% by mass)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	15.5.1, 1512.3, 1512.4, 1519.6
Hydrogen peroxide solutions (over 8% but not over 60% by mass)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	15.5.2, 1518, 1512.3, 1512.4, 1519.6
2-Hydroxyethyl acrylate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1513, 1517, 1519, 16.6.1, 16.6.2
N-(Hydroxyethyl)ethylene diaminetriacetic acid, trisodium salt solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
2-Hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Illipe oil	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Isoamyl alcohol	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Isobutyl alcohol	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Isobutyl formate	Z	P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Isobutyl methacrylate	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Isophorone	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Isophoronediamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Isophorone diisocyanate	Y	S/P	2	2G	Cont	Dry			Yes	C	T	ABD	Yes	1512, 1516.2, 1517, 1519
Isoprene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIB	No	C	FT	ABC	No	1512, 1513, 1514, 1517, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Isopropanolamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	Yes	R	No	AC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Isopropyl acetate	Z	P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Isopropylamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	No	1512.3.2, 1514, 1519
Isopropylamine (70% or less) solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	No	1512.3.2, 1519
Isopropylcyclohexane	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6, 1602.9
Isopropyl ether	Y	S/P	3	2G	Cont	Inert	T2	IIA	No	R	F	AC	No	15.4.6, 1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Jatropha oil	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7
Lactic acid	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Lactonitrile solution (80% or less)	Y	S/P	1	1G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1513, 1517, 1518, 1519, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.3
Lard	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Latex, ammonia (1% or less)- inhibited	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Latex: Carboxylated styrene-Butadiene copolymer; Styrene-Butadiene rubber	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1602.9
Lauric acid	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Ligninsulphonic acid, magnesium salt solution	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Ligninsulphonic acid, sodium salt solution	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1602.9
Linseed oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Liquid chemical wastes	X	S/P	2	2G	Cont	No			No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519, 20.5.1, 20.7
Long-chain alkaryl polyether (C11-C20)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Long-chain alkaryl sulphonic acid (C16-C60)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Long-chain alkylphenate/Phenol sulphide mixture	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Long-chain alkylphenol (C14-C18)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Long-chain alkylphenol (C18-C30)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
L-Lysine solution (60% or less)	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Magnesium chloride solution	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Magnesium hydroxide slurry	Z	S	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1602.9
Magnesium long-chain alkaryl sulphonate (C11-C50)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Magnesium long-chain alkyl salicylate (C11+)	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Maleic anhydride	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC(f)	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Maleic anhydride-sodium allylsulphonate copolymer solution	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	
Mango kernel oil	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Mercaptobenzothiazol, sodium salt solution	X	S/P	2	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6, 1602.9
Mesityl oxide	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Metam sodium solution	X	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	NF	C	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519
Methacrylic acid	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1513, 1512.3, 1512.4, 1519, 1602.9, 16.6.1
Methacrylic acid - alkoxypoly (alkylene oxide) methacrylate copolymer, sodium salt aqueous solution (45% or less)	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1602.9
Methacrylic resin in ethylene dichloride	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Methacrylonitrile	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1513, 1517, 1519
3-Methoxy-1-butanol	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
3-Methoxybutyl acetate	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
N-(2-Methoxy-1-methyl ethyl)-2-ethyl-6-methyl chloroacetanilide	X	S/P	1	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512,4, 1519, 1602.6
Methyl acetate	Z	P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Methyl acetoacetate	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Methyl acrylate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIB	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1513, 1519
Methyl alcohol (*)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	AC	No	1512.1, 1512.2, 1512.3.2, 1512.3.3, 1512.4, 1517, 1519
Methylamine solutions (42% or less)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Methylamyl acetate	Y	P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Methylamyl alcohol	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Methyl amyl ketone	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
N-Methylaniline	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
alpha-Methylbenzyl alcohol with acetophenone (15% or less)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Methylbutenol	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T4	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Methyl tert-butyl ether	Z	P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Methyl butyl ketone	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Methylbutynol	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T4	IIB	No	R	F	AC	No	1519.6
Methyl butyrate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T4	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Methylcyclohexane	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Methylcyclopentadiene dimer	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl	X	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1518, 1519, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Methyl diethanolamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
2-Methyl-6-ethyl aniline	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Methyl ethyl ketone	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
2-Methyl-5-ethyl pyridine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Methyl formate	Z	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1514, 1519.6
2-Methylglutaronitrile with 2-Ethylsuccinonitrile (12% or less)	Z	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
2-Methyl-2-hydroxy-3-butyne	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6, 1602.9
Methyl isobutyl ketone	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Methyl methacrylate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1513, 1519.6
3-Methyl-3-methoxybutanol	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Methyl naphthalene (molten)	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
N-Methylglucamine solution (70% or less)	Z	S	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
2-Methyl-1,3-propanediol	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	
2-Methylpyridine	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	F	AC	No	1512.3.2, 1519
3-Methylpyridine	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519
4-Methylpyridine	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519, 1602.9
N-Methyl-2-pyrrolidone	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Methyl propyl ketone	Z	S	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Methyl salicylate	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
alpha-Methylstyrene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIB	No	C	FT	AD(i)	No	1512, 1513, 1517, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
3-(methylthio)propionaldehyde	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Molybdenum polysulphide long chain alkyl dithiocarbamide complex	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Morpholine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519
Motor fuel anti-knock compound (containing lead alkyls)	X	S/P	1	1G	Cont	Inert	T4	IIA	No	C	FT	AC	Yes	15.6, 1512, 1517, 1518, 1519
Myrcene	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Naphthalene (molten)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Naphthalene crude (molten)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Naphthalenesulphonic acid-Formaldehyde copolymer, sodium salt solution	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1602.9
Neodecanoic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Nitrating acid (mixture of sulphuric and nitric acids)	Y	S/P	1	1G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1516.2, 1517, 1518, 1519
Nitric acid (70% and over)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1516.2, 1517, 1519
Nitric acid (less than 70%)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1517, 1519
Nitrilotriacetic acid, trisodium salt solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Nitrobenzene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519, 1602.9
Nitroethane	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	ABC (f)	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.4
Nitroethane (80%)/ Nitropropane(20%)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	ABC (f)	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.3
Nitroethane, 1-Nitropropane (each 15% or more) mixture	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	ABC (f)	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.3
o-Nitrophenol (molten)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	R	F	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
1- or 2-Nitropropane	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519
Nitropropane (60%)/ Nitroethane (40%) mixture	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	ABC (f)	No	1512, 1517, 1519.6
o- or p-Nitrotoluenes	Y	S/P	2	2G	Cont	No		IIB	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Nonane (all isomers)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Nonanoic acid (all isomers)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Non-edible industrial grade palm oil	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Nonene (all isomers)	Y	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Nonyl alcohol (all isomers)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Nonyl methacrylate monomer	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Nonylphenol	X	S/P	1	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Nonylphenol poly(4+)ethoxylate	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Noxious liquid, NF, (1) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST1, Cat. X	X	P	1	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519, 1602.6
Noxious liquid, F, (2) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST1, Cat. X	X	P	1	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519, 1602.6
Noxious liquid, NF, (3) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST2, Cat. X	X	P	2	2G	Open	No	-		Yes	O	No	AC	No	1519, 1602.6
Noxious liquid, F, (4) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST2, Cat. X	X	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519, 1602.6
Noxious liquid, NF, (5) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST2, Cat. Y	Y	P	2	2G	Open	No	-		Yes	O	No	AC	No	1519, 1602.6, 1602.9 (l)
Noxious liquid, F, (6) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST2, Cat. Y	Y	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519, 1602.6, 1602.9 (l)
Noxious liquid, NF, (7) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST3, Cat. Y	Y	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519, 1602.6, 1602.9 (l)
Noxious liquid, F, (8) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST3, Cat. Y	Y	P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519, 1602.6, 1602.9 (l)
Noxious liquid, NF, (9) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST3, Cat. Z	Z	P	3	2G	Open	No	-		Yes	O	No	AC	No	
Noxious liquid, F, (10) n.o.s. (trade name ....., contains ....) ST3, Cat. Z	Z	P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Octamethylcyclotetrasiloxane	Y	P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6, 1602.9
Octane (all isomers)	X	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Octanoic acid (all isomers)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Octanol (all isomers)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Octene (all isomers)	Y	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
n-Octyl acetate	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Octyl aldehydes	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	R	F	AC	No	1519.6, 1602.9
Octyl decyl adipate	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
n-Octyl mercaptan	X	S/P	1	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519
Offshore contaminated bulk liquid P (o)	X	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6
Offshore contaminated bulk liquid S (o)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1515, 1517, 1519
Olefin-Alkyl ester copolymer (molecular weight 2000+)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Olefin Mixture (C7-C9) C8 rich, stabilised	X	P	2	2G	Cont	No	T3	IIB	No	R	F	ABC	No	1513, 1519.6
Olefin mixtures (C5-C7)	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Olefin mixtures (C5-C15)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Olefins (C13+, all isomers)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
alpha-Olefins (C6-C18) mixtures	X	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Oleic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Oleum	Y	S/P	2	2G	Cont	Dry	-	-	NF	C	T	No	Yes	1511.2 to 1511.8, 1512, 1516.2, 1517, 1519, 1602.6
Oleylamine	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Olive oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Oxygenated aliphatic hydrocarbon mixture	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	
Palm acid oil	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm fatty acid distillate	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm kernel acid oil	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm kernel fatty acid distillate	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Palm kernel oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm kernel olein	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm kernel stearin	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm mid-fraction	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm oil	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm oil fatty acid methyl ester	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Palm olein	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Palm stearin	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Paraffin wax, highly-refined	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Paraffin wax, semi-refined	X	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Paraldehyde	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIB	No	R	F	AC	No	1519.6, 1602.9
Paraldehyde-ammonia reaction product	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIB	No	C	FT	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Pentachloroethane	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	1512, 1517, 1519.6
1,3-Pentadiene	Y	P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.3
1,3-Pentadiene (greater than 50%), cyclopentene and isomers, mixtures	Y	S/P	2	2G	Cont	Inert	T3	IIB	No	C	FT	ABC	Yes	1512, 1513, 1517, 1519
Pentaethylenehexamine	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Pentane (all isomers)	Y	P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	1514, 1519.6
Pentanoic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
n-Pentanoic acid (64%)/2-Methyl butyric acid (36%) mixture	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512, 1517, 1519
Pentene (all isomers)	Y	P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1514, 1519.6
n-Pentyl propionate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Perchloroethylene	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	1512, 1517, 1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Phenol	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
1-Phenyl-1-xylyl ethane	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Phosphate esters, alkyl (C12-C14) amine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Phosphoric acid	Z	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511.1, 1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512, 1517, 1519, 1602.9
Phosphorus, yellow or white (*)	X	S/P	1	1G	Cont	Pad +(vent or inert)			No(c)	C	No	ABC	No	15.7, 1519, 1602.9
Phthalic anhydride (molten)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
alpha-Pinene	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
beta-Pinene	X	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIB	No	R	F	ABC	No	1519.6
Pine oil	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O		ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Piperazine, 68% solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Polyacrylic acid solution (40% or less)	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	
Polyalkyl (C18-C22) acrylate in xylene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIB	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyalkylalkenaminesuccinimide, molybdenum oxysulphide	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Poly(2-8)alkylene glycol monoalkyl(C1-C6) ether	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	
Poly(2-8)alkylene glycol monoalkyl (C1-C6) ether acetate	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Polyalkyl (C10-C20) methacrylate	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyalkyl (C10-C18) methacrylate/ethylene-propylene copolymer mixture	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyaluminium chloride solution	Z	S	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	
Polybutene	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Polybutenyl succinimide	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Poly(2+)cyclic aromatics	X	S/P	1	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Polyether (molecular weight 1350+)	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Polyethylene glycol	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Polyethylene glycol dimethyl ether	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Poly(ethylene glycol) methylbutenyl ether (MW>1000)	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1602.9
Polyethylene polyamines	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6, 1602.9
Polyethylene polyamines (more than 50% C5 -C20 paraffin oil)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Polyferric sulphate solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519
Poly(iminoethylene)-graft -N-poly(ethyleneoxy) solution (90% or less)	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1602.9
Polyisobutenamine in aliphatic (C10-C14) solvent	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
(Polyisobutene) amino products in aliphatic hydrocarbons	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Polyisobutenyl anhydride adduct	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	
Poly(4+)isobutylene (MW>224)	X	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyisobutylene (MW≤Â224)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Polyglycerin, sodium salt solution (containing less than 3% sodium hydroxide)	Z	S	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519. 1602.9
Polymethylene polyphenyl isocyanate	Y	S/P	3	2G	Cont	Dry			Yes(a)	C	T(a)	AD	Yes	1512, 1516.2, 1517, 1519.6, 1602.9
Polyolefin (molecular weight 300+)	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyolefin amide alkeneamine (C17+)	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Polyolefin amide alkeneamine borate (C28-C250)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyolefin amide alkeneamine polyol	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyolefinamine (C28-C250)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Polyolefinamine in alkyl (C2-C4) benzenes	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Polyolefinamine in aromatic solvent	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyolefin aminoester salts (molecular weight 2000+)	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyolefin anhydride	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyolefin ester (C28-C250)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyolefin phenolic amine (C28-C250)	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Polyolefin phosphorosulphide, barium derivative (C28-C250)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Poly(20)oxyethylene sorbitan monooleate	Y	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Poly(5+)propylene	Y	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Polypropylene glycol	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Polysiloxane	Y	P	2	2G	Cont	No	T2	IIB	No	R	F	ABC	No	1519.6, 1602.9
Potassium chloride solution	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1602.9
Potassium hydroxide solution (*)	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	C	No	No	No	1512.3.2, 1519
Potassium formate solutions (*)	Z	S	3	2G	Open	No			NF	R	No	No	No	1519.6
Potassium oleate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Potassium thiosulphate (50% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
n-Propanolamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
2-Propene-1-aminium, N,N-dimethyl-N-2-propenyl-, chloride, homopolymer solution	Y	P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1519.6
beta-Propiolactone	Y	S/P	1	2G	Cont	No		IIA	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1518, 1519
Propionaldehyde	Y	S/P	3	2G	Cont	Inert	T4	IIB	No	R	F	AC	No	1519.6
Propionic acid	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1511.2, 1511.3, 1511.4, 1511.6, 1511.7, 1511.8, 1512, 1517, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Propionic anhydride	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Propionitrile	Y	S/P	1	1G	Cont	No	T1	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1518, 1519
n-Propyl acetate	Y	P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
n-Propyl alcohol	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6
n-Propylamine	Z	S/P	2	2G	Cont	Inert	T2	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Propylbenzene (all isomers)	Y	P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Propylene carbonate	Z	S	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519
Propylene glycol methyl ether acetate	Z	P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	F	AC	No	
Propylene glycol monoalkyl ether	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	AC	No	1519.6
Propylene glycol phenyl ether	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	
Propylene oxide	Y	S/P	2	2G	Cont	Inert	T2	IIB	No	C	FT	AC	No	15.8, 1512, 1514, 1517, 1519
Propylene tetramer	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Propylene trimer	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Pyridine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Pyrolysis gasoline (containing benzene)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Rapeseed oil	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Rapeseed oil (low erucic acid containing less than 4% free fatty acids)	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Rape seed oil fatty acid methyl esters	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Resin oil, distilled	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1517, 1519.6
Rice bran oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Rosin	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Safflower oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Shea butter	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Sodium alkyl (C14-C17) sulphonates (60-65% solution)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Sodium aluminosilicate slurry	Z	P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1602.9
Sodium benzoate	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1602.9
Sodium borohydride (15% or less)/Sodium hydroxide solution (*)	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	C	No	No	No	1519, 1602.6, 1602.9
Sodium bromide solution (less than 50%) (*)	Y	S/P	3	2G	Open	No	-	-	NF	R	No	No	No	1519.6
Sodium carbonate solution (*)	Z	S/P	3	2G	Open	No			NF	R	No	No	No	1519.6
Sodium chlorate solution (50% or less) (*)	Z	S/P	3	2G	Open	No			NF	R	No	No	No	15.9, 1512, 1519, 1602.9
Sodium dichromate solution (70% or less)	Y	S/P	1	1G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1518, 1519
Sodium hydrogen sulphide (6% or less)/Sodium carbonate (3% or less) solution	Z	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6, 1602.9
Sodium hydrogen sulphite solution (45% or less)	Z	P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1602.9
Sodium hydrosulphide/Ammonium sulphide solution (*)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T4	IIB	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1515, 1517, 1519, 16.6.1, 16.6.2, 16.6.3
Sodium hydrosulphide solution (45% or less) (*)	Z	S/P	3	2G	Cont	Vent or pad (gas)			NF	R	T	No	Yes	1512, 1515, 1519.6, 1602.9
Sodium hydroxide solution (*)	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	C	No	No	No	1519, 1602.6, 1602.9
Sodium hypochlorite solution (15% or less)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	NF	R	No	No	No	1517, 1519.6
Sodium methylate 21-30% in methyl alcohol	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6(only if >28%), 1602.9
Sodium nitrite solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519, 1602.6, 1602.9
Sodium petroleum sulphonate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	Yes	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6
Sodium poly(4+)acrylate solutions	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1602.9
Sodium silicate solution	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Sodium sulphate solutions	Z	S	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1602.9
Sodium sulphide solution (15% or less)	Y	S/P	3	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Sodium sulphite solution (25% or less)	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6, 1602.9
Sodium thiocyanate solution (56% or less)	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6, 1602.9
Soyabean oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Soybean Oil Fatty Acid Methyl Ester	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Styrene monomer	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1513, 1517, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Sulphohydrocarbon (C3-C88)	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Sulpholane	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Sulphur (molten) (*)	Z	S	3	1G	Open	Vent or pad (gas)	T3		Yes	O	FT	No	No	15.10, 1602.9
Sulphuric acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1516.2, 1517, 1519, 1602.9
Sulphuric acid, spent	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	C	T	No	Yes	1511, 1512, 1516.2, 1517, 1519
Sulphurized fat (C14-C20)	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	
Sulphurized polyolefinamide alkene (C28-C250) amine	Z	P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	
Sunflower seed oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Tall oil, crude	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Tall oil, distilled	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Tall oil fatty acid (resin acids less than 20%)	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Tall oil pitch	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6,1602.6, 1602.9
Tall oil soap, crude	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.6
Tallow	Y	P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Tallow fatty acid	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Tetrachloroethane	Y	S/P	2	2G	Cont	No			NF	R	T	No	No	1512.3, 1512.4, 1519

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Tetraethylene glycol	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	
Tetraethylene pentamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519
Tetrahydrofuran	Z	S	3	2G	Cont	No	T3	IIB	No	R	F	AC	No	1519.6
Tetrahydronaphthalene	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Tetramethylbenzene (all isomers)	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.9
Titanium dioxide slurry	Z	P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	
Toluene	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6
Toluenediamine	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1518, 1519, 1602.6, 1602.9
Toluene diisocyanate	Y	S/P	2	2G	Cont	Dry	-	-	Yes	C	T	ABC (b)D	Yes	1512, 1516.2, 1517, 1518, 1519, 1602.9
o-Toluidine	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519
Tributyl phosphate	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
1,2,3-Trichlorobenzene (molten)	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
1,2,4-Trichlorobenzene	X	S/P	1	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519, 1602.9
1,1,1-Trichloroethane	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
1,1,2-Trichloroethane	Y	S/P	3	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6
Trichloroethylene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	NF	C	T	No	No	1512, 1517, 1519.6
1,2,3-Trichloropropane	Y	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519
1,1,2-Trichloro-1,2,2-Trifluoroethane	Y	P	2	2G	Open	No			NF	O	No	No	No	1519.6
Tricresyl phosphate (containing 1% or more ortho-isomer)	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519, 1602.6
Tricresyl phosphate (containing less than 1% ortho-isomer)	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.6
Tridecane	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Tridecanoic acid	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Tridecyl acetate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	-	-	Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Triethanolamine	Z	S/P	3	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Triethylamine	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519
Triethylbenzene	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Triethylenetetramine	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	-	Yes	C	T	AC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Triethyl phosphate	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6
Triethyl phosphite	Z	S/P	3	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Triisopropanolamine	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.9
Triisopropylated phenyl phosphates	X	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1519.6, 1602.6
Trimethylacetic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1511, 1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
Trimethylamine solution (30% or less)	Z	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIB	No	R	FT	AC	No	1512.3, 1512.4, 1514, 1519.6
Trimethylbenzene (all isomers)	X	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6
Trimethylol propane propoxylated	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	Y	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol-1-isobutyrate	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
1,3,5-Trioxane	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIB	No	C	FT	AC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.9
Tripropylene glycol	Z	P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Trixylyl phosphate	X	S/P	1	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	No	1512, 1517, 1519.6, 1602.6
Tung oil	Y	S/P	2(k)	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Turpentine	X	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	AC	No	1519.6
Undecanoic acid	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.6, 1602.9
1-Undecene	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6
Undecyl alcohol	X	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Urea/Ammonium nitrate solution	Y	S/P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	1519.6
Urea/Ammonium phosphate solution	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	R	T	AC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Urea solution	Z	S/P	3	2G	Open	No			Yes	O	No	AC	No	1602.9
Used cooking oil (m)	X	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Used cooking oil (Triglycerides, C16-C18 and C18 unsaturated) (m) (n)	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Valeraldehyde (all isomers)	Y	S/P	3	2G	Cont	Inert	T3	IIB	No	R	F	ABC	No	15.4.6, 1513, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Vegetable acid oils (m)	Y	S/P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Vegetable fatty acid distillates (m)	Y	P	2	2G	Open	No	-	-	Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Vegetable oil mixtures, containing less than 15% free fatty acid (m)	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 16.2.7, 1602.9
Vinyl acetate	Y	S/P	3	2G	Cont	No	T2	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1513, 1517, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Vinyl ethyl ether	Z	S/P	2	2G	Cont	Inert	T3	IIB	No	R	F	ABC	No	15.4, 1513, 1514, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
Vinylidene chloride	Y	S/P	2	2G	Cont	Inert	T2	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1513, 1514, 1517, 1519, 16.6.1, 16.6.2

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
Vinyl neodecanoate	Y	S/P	2	2G	Cont	No			Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1513, 1517, 1519, 16.6.1, 16.6.2
Vinyltoluene	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	C	FT	ABC	No	1512, 1513, 1517, 1519.6, 16.6.1, 16.6.2
White spirit, low (15-20%) aromatic	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T3	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6, 1602.9
Wood lignin with sodium acetate/oxalate	Z	S/P	3	2G	Open	No	-	-	NF	O	No	No	No	
Xylenes	Y	P	2	2G	Cont	No	T1	IIA	No	R	F	ABC	No	1519.6, 1602.9 (h)
Xylenes/ethylbenzene (10% or more) mixture	Y	S/P	2	2G	Cont	No	T2	IIA	No	R	FT	ABC	No	1512.3, 1512.4, 1519.6
Xylenol	Y	S/P	2	2G	Cont	No	-	IIA	Yes	C	T	ABC	Yes	1512, 1517, 1519, 1602.9
Zinc alkaryl dithiophosphate (C7-C16)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6, 1602.9
Zinc alkenyl carboxamide	Y	S/P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6
Zinc alkyl dithiophosphate (C3-C14)	Y	P	2	2G	Open	No			Yes	O	No	ABC	No	1519.6, 1602.6

주석 ;

첨자 (a)	운송하는 화물이 인화점 60°C 이하인 인화성 용제를 포함하는 경우 특수 전기장치 및 인화성 증기탐지기를 갖추어야 한다.
첨자 (b)	이 첨자가 적용되는 화학품과 관련하여 물이 개방된 곳의 화재를 진압하는데 적합하더라도 소화과정에서 위험가스를 발생시킬 수 있으므로 물이 이러한 화학품 화물 탱크에 들어가는 것은 허용되지 않는다.
첨자 (c)	황색인 또는 백색인은 자연 발화점 이상에서 운송되므로 인화점을 적용하지 않는다. 전기설비 요건은 인화점 60℃를 넘는 화물과 같은 것으로 적용할 수 있다.
첨자 (d)	이 요건은 인화점이 60°C 이하인 이성체(isomers)를 기준으로 한다. 즉, 일부 이성체는 인화점 60°C를 초과하므로 인화성 요건을 적용하지 않는다.
첨자 (e)	n-decyl alcohol에만 적용한다.
첨자 (f)	분말소화제를 소화제로 사용하여서는 안 된다.
첨자 (g)	formic acid 및 일산화탄소가스의 분해물질을 제한된 구역에서 시험하여야 한다.
첨자 (h)	p-xylene에만 적용한다.

a	c	d	e	f	g	h	i'	i''	i'''	j	k	l	n	o
첨자 (i)	위험성이 있는 다른 성분을 포함하지 않은 혼합물로써 오염분류 Y 이하인 경우 적용한다.													
첨자 (j)	특정 내알콜포말만 유효하다.													
첨자 (k)	e란에 식별된 선박형식요건은 MARPOL 73/78 부속서 II의 4.1.3의 적용을 받을 수 있다.													
첨자 (l)	용융점이 0°C 이상일 때 적용할 수 있다.													
첨자 (m)	IBC Code에 규정된 식물성 기름, 동물성 지방 및 어유에 적용한다.													
첨자 (n)	구성성분이 트리글리세이드, C16-C18 및 불포화 C18인 제품에 적용되며, 이외의 일반적인 성분일 경우 식용유인 첨자 (m)을 적용한다.													
첨자 (o)	해저의 광물자원 수색 및 개발에 사용되는 해양시설에서 발생하는 오염된 산적액체물질에 적용한다.													
첨자 (*)	부록 7B-4(101.의 3항)과 관련하여, 일부 운송 요건에 사용되는 통상의 정하는 기준으로부터 편차가 있을 때 적용한다.													

부록 7B-2 IBC 코드를 적용받지 아니하는 화물목록 *(2021)*

화물명칭	오염분류
Acetone	Z
Alcoholic beverages, n.o.s.	Z
Apple juice	OS
n-Butyl alcohol	Z
sec-Butyl alcohol	Z
Calcium nitrate solutions (50% or less)	Z
Clay slurry	OS
Coal slurry	OS
Diethylene glycol	Z
Ethyl alcohol	Z
Ethylene carbonate	Z
Glucose solution	OS
Glycerine	Z
Glycerol ethoxylated	OS
Hexamethylenetetramine solutions	Z
Hexylene glycol	Z
Hydrogenated starch hydrolysate	OS
Isopropyl alcohol	Z
Kaolin slurry	OS
Lecithin	OS
Magnesium hydroxide slurry	Z
Maltitol solution	OS
N-Methylglucamine solution (70% or less)	Z
Methyl propyl ketone	Z
Microsilica slurry	OS
Molasses	OS
Noxious liquid, (11) n.o.s. (trade name ...., contains ....) Cat. Z	Z
Non-noxious liquid, (12) n.o.s. (trade name ...., contains ....) Cat. OS	OS
Orange juice (concentrated)	OS
Orange juice (not concentrated)	OS
Polyaluminium chloride solution	Z
Polyglycerin, sodium salt solution (containing less than 3% sodium hydroxide)	Z
Potassium formate solutions	Z
Propylene carbonate	Z
Propylene glycol	OS
Sodium acetate solutions	Z
Sodium bicarbonate solution (less than 10%)	OS
Sodium sulphate solutions	Z
Sorbitol solution	OS
Sulphonated polyacrylate solution	Z
Tetraethyl silicate monomer/oligomer (20% in ethanol)	Z
Triethylene glycol	OS
Vegetable protein solution (hydrolysed)	OS
Wate	OS

부록 7B-3 산적운송 화물 색인

1. IBC 코드 제19장에 색인된 산적 운송 화물 목록의 첫 번째란은 소위 이름을 제공한다. 색인명이 대문자로 굵은 글씨인 경우 색인명은 제17장이나 제18장에 있는 화물명과 일치한다. 따라서 두번째란에서 관련된 화물명이 빈칸으로 되어 있다. 그리고 굵은 글씨가 아닌 색인명은 동의어를 반영한 것이며 두번째란에서 제17장이나 제18장의 화물명과 세번째란에서 IBC 코드의 관련 장을 반영하고 있다.
2. 이 색인은 정보목적만으로 개발한 것이다. 첫번째란의 굵은 글씨가 아닌 어떠한 색인명도 선적 서류에 화물명으로 사용해서는 아니된다.
3. 전체이름을 구성하는 접두어는 로마체로 나타나며 알파펫 순서로 결정하게 되어 있다. 그러한 접두어는 다음과 같다. Mono, Di, Tri, Tetra, Penta, Iso, Bis, Neo, Ortho, Cyclo,
4. 알파펫 순서 목적을 무시하는 접두어는 이탤릭체로 다음과 같이 포함되어 있다.

   n- (normal-)
   sec- (secondary-)
   tert- (tertiary-)
   o- (ortho-)
   m- (meta-)
   p- (para-)
   N-
   O-
   sym- (symmetrical)
   uns- (unsymmetrical)
   dl-
   D-
   L-
   cis-
   trans-
   (E)-
   (Z)-
   alpha- (α-)
   beta- (β-)
   gamma- (γ-)
   epsilon- (ε-)
   omega- (ω-)

5. 이 색인의 색인명 뒤에 붙는 주석((a) 또는 (b))은 다음과 같다.
   (a) 이 색인명은 대응하는 제품명의 부분집합(subset)을 대표한다.
   (b) 이 색인명에 대응하는 제품명은 카본체인길이조건(carbon chain length qualification)을 포함한다. 색인명은 항상 부분집합을 대표하거나 대응하는 제품명의 정확한 유사어(exact synonym)이기 때문에, 이 색인명에 의해 식별되는 어떠한 제품에 대하여도 카본체인길이특성(carbon chain length characteristics)이 조사되어야 한다. ⚓

부록 7B-4 IBC 코드에 있는 화물 운송 요건을 정하는 기준 *(2021)*

101. 소개

1. 다음 기준은 MEPC.2/Circs.의 부록 1,3,4 또는 IBC 코드에 등재할 후보로 간주되는 산적액체화물의 적절한 운송 요건을 지정하고 오염등급을 결정하는 지침이다.
2. 그러한 기준을 개발하기 위해서 그 기준을 따르는 모든 노력으로 전세계적으로 조화된 시스템하에 개발된 사항을 마련한다.
3. 그 기준을 통일된 방식으로 정립하도록 엄밀히 정의된다하더라도 이것은 지침으로만 강조되어야 하며 경험이나 다른 변수로 대체 계획의 필요성을 표시한다. 그 기준으로부터 편차가 인정되면 적절히 정당성을 기록하여야 한다.

102. 목록

1. 이 절은 다음 사항을 포함하고 있다.
   (1) 17절에 속한 물질의 최소 안전성과 오염성
   (2) 17절에 속하기 위해서 안전성과 오염성에 적합한 물질의 최소 운송요건을 지정하는 기준
   (3) 17절 o란에 포함될 15절의 특별요건 기준
   (4) 17절 o란에 포함될 16절의 특별요건 기준
   (5) 이절에서 사용하는 특성 설명
   (6) GESAMP 위험 등급 사용에 대한 정보
   (7) SVC/LC_{50} 비율 방법의 적용에 관한 정보
2. 이 부록의 분류 기준에 따라 괄호안에 포함된 정보는 "개정된 GESAMP 위험 평가 절차에 대한 간략한 설명"에 의해 MARPOL Annex II의 부록 I에 명시된 GESAMP 위험 프로파일 등급을 나타낸다. 평가된 물질에 대한 GESAMP Hazard Profile 등급의 전체 목록은 매년 GESAMP Composite List에 PPR Circular로 게시된다. 괄호안의 등급(GESAMP에 의해 적용되는 추정 방법에 기초한)은 운송 요건을 지정할 목적으로 괄호 없는 등급과 동등한 것으로 간주된다.

103. 17절에 있는 물질의 최소 안전성과 오염성

1. 17절에 속한 물질이 다음 기준 중 1개 이상에 해당되면 위험성이 있는 것으로 간주한다.
   (1) 흡입시 LC50/ATE≤ 20 mg/l/4h (107.의 1항 (1)호 참조) (C3=1, 2, 3 또는 4)
   (2) 피부접축시 LD50/ATE ≤ 2000 mg/kg (107.의 1항 (2)호 참조) (C2=1, 2, 3 또는 4)
   (3) 구강시 LD50/ATE ≤ 2000 mg/kg (107.의 1항 (3)호 참조) (C1=1, 2, 3 또는 4)
   (4) 장기간 노출로 동물에게 주는 독성 (107.의 2항 참조) (D3=C, M, R, N, T 또는 I)
   (5) 피부 반응을 발생 (107.의 3항 참조)(D3=S_s)
   (6) 호흡기 민감성 유발(107.의 4항 참조)(D3=S_r)
   (7) 피부 부식 (107.의 5항 참조)(D1=3, 3A, 3B 또는 3C)
   (8) 물반응지수 (WRI) ≥ 1 (107.의 6항 참조)
   (9) 위험반응을 피하기 위한 불활성, 억제성, 안정성, 온도조절 또는 탱크 환경제어의 요구 (107.의 10항 참조)
   (10) 인화점 〈 23°C 및 폭발/가연성 범위(공기의 용적비로 표시) ≥ 20%
   (11) 자기점화 온도 ≤ 200°C
   (12) X,Y 오염분류에 속하거나 또는 104.의 5항 표의 11부터 13의 기준에 적합

104. 17절에 속하는 최소 안전성과 오염성에 적합한 물질의 최소운송요건 기준

1. a 란 - 화물명
   CAS 또는 IUPAC의 이름을 가능한 사용하여야 한다. 그러나 이것이 불필요하게 복잡할 경우, 기술적으로 정확하고 명확한 대체 화학명을 사용할 수 있다.
2. b 란 - 삭제
3. c 란 - 오염분류
   c란은 MARPOL 73/78 의 부속서 II에서 지정된 각 물질의 오염분류와 일치한다.

번호	A1 생물학적 축적	A2 생물 분해성	B1 급성적 독성	B2 만성적 독성	D3 장기간 지속시 건강 손상	E2 해양생물과 저생성 서식지에 미치는 영향	분류
1			≧5				X
2	≧4		4				
3		NR	4				
4	≧4	NR			CMRTNI[1]		
5			4				Y
6			3				
7			2				
8	≧4	NR		Not 0			
9				≧1			
10						F_P, F 또는 S 무기물인 아닌 경우	
11					CMRTNI[1]		
12	규칙 1 ~ 11 및 13의 기준을 충족하지 않는 제품						Z
13	다음과 같이 식별된 모든 제품 : A1에서 ≤ 2; A2에서 R; 열 E2에서 F_P, F 또는 S 무기물인 아닌 경우; 그리고, GESAMP 위험 프로파일의 다른 모든 열에서 0						OS
[1] D3 등급에 이러한 문자 또는 그 조합이 포함된 경우에 적용된다.							

4. d 란 - 위험성

(1) 만약 **103.**의 **1**항 (1)호 부터 (11)호에서 정한 안전성 기준 중 하나라도 충족되면 d란에 S를 지정한다.

(2) 제품이 **104.**의 **5**항 **표2**의 1부터 14에 정해진 선형1~ 3으로 지정된 기준에 적합하면 d란에 P를 지정한다.

5. e 란 - 선형

(1) 선형의 지정은 오염 및 안전 관점에서 수행된다. 오염 관점에서 선형을 지정하기 위한 근본적인 기준은 아래 표에 나와 있는 GESAMP 위험 프로필을 기준으로 수행된다. 자세한 설명은 MARPOL 부속서 II 의 부록 1에서 제공하고 있다.

번호	A1	A2	B1	B2	D3	E2	선형
1			≥5				1
2	≥4	NR	4		CMRTNI[2]		
3	≥4	NR			CMRTNI[2]		2
4			4				
5	≥4		3				
6		NR	3				
7				≥1			
8						Fp	
9					CMRTNI[2]	F	
10			≥2			S	
11	≥4						3
12		NR					
13			≥1				
14	다른 모든 Y 물질						
15	다른 모든 Z 물질, 모든 기타물질(OS)						비적용

[2]D3 등급에 이러한 문자 또는 그 조합이 포함된 경우에 적용된다.

(2) 선형은 다음 기준에 따라 지정된다.

(가) 선형 I

- 흡입시 LC_{50}/ATE≤ 0.5 mg/l/4h(C3=4) 및 SVC/LC_{50}≥ 20
- 피부접촉시 LD_{50}/ATE ≤ 50 mg/kg(C2=4)
- 물반응지수 (WRI) = 3
- 자기점화 온도 ≤ 65°C
- 공기내 용적비의 폭발범위 ≥ 50% 및 인화점 〈 23°C
- (1)에서 나타난 표의 1 또는 2 방식

(나) 선형 II

- 흡입시 LC_{50}/ATE≤ 0.5 mg/l/4h(C3=4) 및 SVC/LC_{50} 〈 20 또는
  LC_{50}/ATE〉 0.5 mg/l/4h-≤ 2mg/l/4h(C3=3) 및 SVC/LC_{50} ≥ 2 (비고 참조)
- 피부접촉시 LD_{50}/ATE〉 50 mg/kg-≤ 200 mg/kg(C2=3)
- 구강시 5 mg/kg 〈 LD_{50} ≤ 300 mg/kg
- 물반응지수 (WRI) = 2
- 자기점화온도 ≤ 200°C
- 공기내 용적비의 폭발범위 ≥ 40% 및 인화점 〈23°C
- (1)에서 나타난 표의 3 부터 10 방식

비고: 흡입 독성 기준에 따라 선형 2에 지정된 밀도〉 1025 kg/m3(sinkers) 또는 〉 50% (용해제)의 수용성을 가진 제품은 선형 3에 다시 지정될 수 있다.

(다) 선형 III

17절에 속한 산적 액체화물의 최소 안전성 및 오염성을 갖고 선형 I 또는 II의 최소요건에 적합하지 아니하며 (1)에서 나타난 표의 15방식에 해당되지 아니한 것.

6. f 란 - 탱크 형식

(1) 탱크 형식은 다음 기준에 따라 지정된다.

(가) 1G 탱크
- 흡입시 LC_{50}/ATE ≤ 0.5 mg/l/4h(C3=4) 및 SVC/LC_{50} ≥ 1000
- 피부접촉시 LD_{50}/ATE ≤ 50 mg/kg(C2=4)
- 물반응지수 = 3
- 자기점화온도 ≤ 65°C
- 공기내 용적비의 폭발범위 ≥ 40% v/v 및 인화점 〈 23°C
- 전문가의 판단에 따라 특정 제품(예 : 용융 황, 염산)에 탱크 형식 1G가 필요할 수 있다.

(나) 2G 탱크
17절에 속한 산적액체화물의 최소 안전성 및 오염성이 1G 탱크형식에 적합하지 아니한 것

7. g 란 - 탱크 벤트

(1) 탱크 벤트 배치는 다음기준에 따라 지정된다.

(가) 제어식
- 흡입시 107.12에 따르지 않는 경우 LC_{50}/ATE ≤ 10 mg/l/4h(C=2, 3 또는 4)
- 장시간 노출로 동물에게 미치는 독성(D3=C, M, R, T, N, 또는 I)
- 호흡과민성(D3=Sr, 107.4 참조)
- 필요한 특별운송제어
- 인화점 ≤ 60°C
- 피부 부식성 ≤ 4 시간 노출(D1=3A, 3B 또는 3C)

(나) 개방식
17절에 속한 산적액체화물의 최소 안전성 및 오염성이 제어식벤트요건에 적합하지 아니한 것

8. h 란 - 탱크 환경제어

(1) 탱크환경제어 조건은 다음 기준에 따라 지정된다.

(가) 불활성
자기점화온도 ≤ 200°C
위험을 일으키는 공기 반응
폭발범위 ≥ 40% 및 인화점 〈 23°C.

(나) 건조
물반응지수 (WRI) ≥ 1

(다) 차단
각 경우마다 식별된 특별 제품만에 적용한다.

(라) 통풍
각 경우마다 식별된 특별 제품만에 적용한다.

(마) 불요
상기 기준이 적용되지 아니한 경우 (불활성 요건은 SOLAS에서 요구할 수 있다)

9. i 란 - 전기설비

(1) 만약 제품이 인화점 60°C미만이거나 인화점의 15°C 이내에서 가열하는 경우 그때 필요한 전기설비는 다음 기준에 따라 지정된다. 그 외에는 i'와 i''란에 -로 표시된다.

(가) i' 란 - 온도등급

T1	450°C ≤ 자기점화온도
T2	300°C ≤ 자기점화온도 〈 450°C
T3	200°C ≤ 자기점화온도 〈 300°C
T4	135°C ≤ 자기점화온도 〈 200°C
T5	100°C ≤ 자기점화온도 〈 135°C
T6	85°C ≤ 자기점화온도 〈 100°C

(나) i'' 란 - 장치 그룹
(a) 이 시험은 IEC 60079-1-1:2002 및 IEC 79-3에서 정한 절차에 따라 실시하여야 한다.
(b) 가스 및 증기에 대해서 최대실험안전간격 또는 최소발화전류(MIC)로 충분히 결정한다. 다만,
(i) Group IIA인 경우 0.9 mm 〈 MESG 또는 0.8 〈 MIC 비율.
(ii) Group IIB인 경우 0.5 mm 〈 MESG ≤ 0.9 mm, 또는 0.5 〈 MIC 비율 ≤ 0.8.

(iii) Group IIC인 경우 MESG ≤ 0.5 mm 또는 MIC 비율 ≤ 0.45.

(c) 다음의 경우 MESG 와 MIC를 모두 결정하는 것이 필요하다.

장치그룹	20°C에서 MESG (mm)	제품/메탄의 MIC 비율
IIA	〉 0.9	〉 0.8
IIB	0.5 〈 및 ≤ 0.9	0.45 〈 및 ≤ 0.8
IIC	≤ 0.5	≤ 0.45

(i) MIC 비율만 결정되고 그 비율이 0.8과 0.9 사이에서 MESG 결정을 요구할 때

(ii) MIC 비율만 결정되고 그 비율이 0.45와 0.5 사이에서 MESG 결정을 요구할 때

(iii) MESG가 0.5와 0.55 사이에 알려져 MIC 비율이 필요한 것이다.

(다) i''' 란 - 인화점

Yes : 인화점 〉 60°C

No : 인화점 ≤ 60°C

NF : 불연성

10. j 란 - 계측

(1) 측정설비는 다음 기준에 따라 지정된다.

(가) 밀폐형

- 흡입시 107.12에 따르지 않는 경우, LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/l/4h(C3=3 또는 4)
- 피부접촉시 LD_{50}/ATE ≤ 1000 mg/kg(C2=2, 3 또는 4)
- 장시간 노출시 동물에게 미치는 독성(D3=C, M, R, T, N 또는 I)
- 호흡과민성(D3=Sr, 107.4 참조)
- 피부 부식성 ≤ 3 분 노출(D1=3C)

(나) 제한형

- 흡입시 107.12에 따르지 않는 경우, LC50/ATE 〉2 - ≤10 mg/l/4h(C3=2)
- 불활성을 요구하는 특별운송제어
- 과도한 피부 부식성(〉 3분 - ≤1시간 노출)(D1=3B)
- 인화점 ≤ 60°C.

(다) 개방형

17절에 속한 산적액체화물의 최소 안전성과 오염성을 갖고 상기 밀폐형이나 제한형에 적합하지 아니한 것

11. k 란 - 증기탐지

(1) 증기탐지설비는 다음 기준으로 결정된다.

(가) 독성 (T)

- 흡입시 107.12에 따르지 않는 경우, LC_{50}/ATE ≤ 10 mg/l/4h(C3=2, 3 또는 4)
- 호흡과민성(D3=Sr, 107.4 참조)
- 장시간 노출시 포유류에 독성(D3=C, M, R, T, N 또는 I)

(나) 인화성 (F)

인화점 ≤ 60°C

(다) 불요(No)

상기 기준에 적용되지 아니하는 경우

12. l 란 - 소화설비

(1) 적합한 소화매체는 제품특성과 관련된 다음기준에 따라 정해진다.

(가) 용해도 〉 10% (〉100000 mg/l) : A 내알콜포말

(나) 용해도 ≤ 10% (≤100000 mg/l) : A 내알콜포말 또는 B 표준형포말

(다) 물반응지수(WRI) = 0 : C

물분무는 일반적으로 냉각용으로 사용하고 WRI=0 이면 A, B와 함께 사용할 수 있다.

(라) 물반응지수(WRI) ≥ 1 : D 드라이케미컬.

(마) 열 i란에 NF로 분류된 제품인 경우 적용한다.(104.9.(1).(다) 참조) : No 불요

(2) 모든 적절한 매개체를 등재하여야 한다.

13. m 란 - 삭제

14. n 란 - 비상 설비

(1) 본선의 개인용 비상설비 요건은 n 란에 Yes로 식별되고 다음기준에 따른다.
- 흡입시 107.12에 따르지 않는 경우, LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/l/4h(C3=3 또는 4)
- 호흡과민성(D3=Sr, 107.4 참조)
- 심각한 피부 부식성 ≤ 3 분 노출(D1=3C)
- 물반응지수(WRI) = 2

(2) 상기 기준을 적용하지 아니하는 경우 No로 표시된다.

105. o 란 - 제 15절 특별요건에 대한 기준

1. o란에서 특별요건 지정은 통상 보고서를 송부한 날짜를 근거로 명확한 기준을 따른다. 그러한 기준으로부터 적절히 벗어나는 경우 요구에 따라 쉽게 회복할 수 있는 방법으로 확실히 문서화 하여야 한다.
2. 15절과 16절에서 식별된 특별요건을 참고로 표시하는 기준은 관련된 지적사항과 함께 아래와 같이 정한다.
3. 1502.부터 1510.과 1520.은 특별한 제품을 나타내며 모든 다른 방법으로 쉽게 운반할 수 없는 특별운송 요건 이름을 갖고 있다.
4. 1511.의 산은 모든 산성에 적용한다. 다만,
   (1) 유기산이라면 - 1511.의 2항 부터 4항 및 1511.의 6항부터 1511.의 8항을 적용한다.
   (2) 수소를 발생하지 아니한다면 - 1511.의 5항를 적용할 필요가 없다.
5. 1512.의 독성물질
   (1) 1512.은 다음 기준에 따라 o란에 추가한다.
   흡입시 107.12에 따르지 않는 경우, LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/l/4h(C3=3 또는 4)
   호흡과민성 물질(D3=Sr, 107.4 참조)
   장시간 노출시 포유류에 미치는 독성물질(D3=C, M, R, T, N 또는 I)
   (2) 1512.의 3항 및 4항 은 다음 기준에 따라 o란에 추가한다.
   흡입시 107.12에 따르지 않는 경우, LC_{50}/ATE 〉 2 - ≤ 10 mg/l/4h(C3 = 2)
   (3) 1512.의 3항 (2)은 다음기준에 따라 o란에 추가한다
   피부접촉 LD_{50}/ATE ≤ 1000 mg/kg (C2 = 2, 3 또는 4)
   구강시 LD_{50}/ATE ≤ 300 mg/kg (C1=2, 3 또는 4)
6. 1513.- 첨가제로 보호되는 화물
   o란에 1513.로 지정하는 요건은 제품과 관련된 정보로써 통상 운송조건에서 위험을 일으키는 중합, 분해, 산화, 또는 다른 화학품의 변화를 근거로 하고 있으며 적절한 첨가제로 보호하게 될 것이다.
7. 1514.- 37.8°C에서 대기압보다 높은 증기압을 갖춘 화물
   o란에 1514.로 지정되는 요건은 다음 기준을 근거로 한다.
   비등점 ≤ 37.8°C
8. 1516.- 화물의 혼합
   o란에 1516.의 2항을 다음 기준에 따라 추가한다.
   물반응지수 (WRI) ≥ 1
9. 1517.- 통풍증가요건
   o란에 있는 1517.를 다음기준에 따라 추가한다.
   - 흡입시 107.12에 따르지 않는 경우 0.5〈 LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/l/4h(C3=3)
   - 호흡과민성 물질(D3=Sr, 107.4 참조)
   - 장시간 노출시 동물에 미치는 독성(D3=C, M, R, T, N 또는 I)
   - 매우 과도한 피부 부식성 ≤ 1 시간 노출.(D1=3B 또는 3C)
10. 1518.- 화물펌프실 특별요건
   o 란에서 1518.을 다음기준에 따라 추가하여야 한다.
   - 흡입시 107.12에 따르지 않는 경우 LC_{50}/ATE ≤ 0.5 mg/l/4h(C3=4)
11. 1519.- 넘침제어
   (1) o란에서 1519.를 다음기준에 따라 추가하여야 한다.

- 흡입시 107.12에 따르지 않는 경우, LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/l/4h(C3=3 또는 4)
- 피부접촉시 LD_{50}/ATE ≤ 1000 mg/kg(C2=2, 3 또는 4)
- 구강시 LD_{50}/ATE ≤ 300 mg/kg(C1=2, 3 또는 4)
- 호흡과민성 물질(D3=Sr, 107.4 참조)
- 과도한 피부 부식성 ≤ 3 분 노출(D1=3C)
- 자기점화 온도 ≤ 200°C
- 공기내 용적당 폭발범위 ≥ 40% 및 인화점 〈 23°C
- 선형 I 등급의 오염

(2) 1519.의 6항은 다음 특성을 갖추고 있으면 적용하여야 한다.
흡입시 2 mg/l/4h 〈 LC_{50} ≤ 10 mg/l/4h
피부접촉시 1000 mg/kg 〈 LD_{50} ≤ 2000 mg/kg
구강시 300 mg/kg 〈 LD_{50} ≤ 2000 mg/kg
피부과민성
3 분 〈 노출피부 부식성 ≤ 1시간 노출
인화점 ≤ 60°C
선형 II 등급의 오염
X, Y 오염분류

12. 1521.의 온도감지기
o란에서 1521.은 제품의 열민감도에 따라 추가한다. 이 요건은 화물펌프실에만 관련되어 있다.

106. 제16절 특별요건중 o란에 포함되어야 하는 기준

1. 1601. 및 1602.의 1항부터 5항, 1603. 부터 1605. 요건은 모든 화물에 적용하며 o란에 특별히 언급하지 아니한다.
2. o란에서 다음기준에 적합한 1602.의 6항을 추가한다.
X, Y 오염분류 및 20°C에서 점도 ≥ 50 mPa·s
3. o란에서 다음기준에 적합한 제품의 경우 1602.의 9항을 추가한다.
용융점 ≥ 0°C.
4. 과도한 열에 노출시켜서는 아니 되는 화물은 o란에서 1606.의 2항부터 1606.의 4항을 추가하며 운송 중 최소온도제어와 같이 일치하여야 한다.
5. o란에서 다음기준에 적합한 제품의 경우 1602.의 7항을 추가한다.
- 20°C에서 점도가 50 mPa s 이상 및/또는 융점이 더 큰 지속적 부유물 (E2 = Fp) 인 오염 범주 Y 0°C 이상.

107. 용어정의

1. 급성 인축(mammalian) 독성

흡입 독성 (LC50)은 공기 중의 농도이고, LD50은 시험 물질의 양(용량)으로 시험 종의 50%까지 사망률을 유발하는 양이다. ATE는 LC50 또는 LD50에 해당하는 포유류에 치명적인 영향을 미치는 용량(농도)범위 또는 투여된 용량(농도)를 나타낸다.

(1) 삼킬 경우 급성 독성

구강 독성(LD50/ATE)		GESAMP 위험도 프로파일 비율
위험 등급	mg/l/4h	C1
최고	≤ 0.5	4
보통 높음	〉5 ≤ 50	3
보통	〉50 ≤ 300	2
약간	〉300 ≤ 2000	1
무시	〉2000	0

(2) 피부 접촉시 급성 독성

피부 독성 (LD50/ATE)		GESAMP 위험도 프로파일 비율
위험 등급	mg/kg	C2
최고	≤ 50	4
보통 높음	〉 50 ≤ 200	3
보통	〉 200 ≤ 1000	2
약간	〉 1000 ≤ 2000	1
무시	〉 2000	0

(3) 흡입시 급성 독성

모든 흡입 독성 자료는 별도로 정하지 아니한 경우 미스트나 스프레이가 아닌 증기에 인한 것으로 간주한다.

흡입 독성 (LC50/ATE)		GESAMP 위험도 프로파일 비율
위험 등급	mg/kg	C
최고	≤ 5	4
보통 높음	〉 0.5 ≤ 2	3
보통	〉 2 ≤ 10	2
약간	〉 10 ≤ 20	1
무시	〉 20	0

2. 장시간 노출시 포유류에 미치는 독성

(1) 만약 제품이 다음 기준에 해당하는 경우 장시간 노출로 인한 독성으로 분류된다.

- 기준 : 발암성, 돌연변이, 독성생성, 신경독, 면역독성으로 알려지거나 의심되는 것 또는 치사복용량 이하의 노출시 특별한 조직에서 생기는 시스템 독성(TOST)이거나 다른 관련된 영향을 일으키는 것으로 알려진 것.

(2) 이러한 영향은 GESAMP 위험도 프로파일 (D3 = C, M, R, T, N, or I)에서 그 제품의 위험측면을 인식할 수 있거나 기타 인정된 출처에서 정보를 확인할 수 있다.

3. 피부 과민성

(1) 다음 중 하나에 해당하는 제품은 피부 과민성이 있는 것으로 분류한다.

(가) 많은 사람이 피부 접촉시 민감한 반응을 보인 제품

(나) 포유류 시험에서 양성을 보인 제품

(2) 이러한 영향은 GESAMP 위험도 프로파일(D3=Ss)에서 확인할 수 있다.

4. 호흡 과민성

(1) 다음 중 하나에 해당하는 제품은 호흡기 과민성이 있는 것으로 분류한다.

(가) 많은 사람이 호흡시 민감한 반응을 보인 제품

(나) 포유류 시험에서 양성을 보인 제품

(다) GESAMP 위험도 프로파일이 없고 피부 과민성이 있는 것으로 확인된 제품이 호흡기 민감성이 없다고 입증되지 않은 제품

(2) 이러한 영향은 GESAMP 위험도 프로파일이 (D3=Sr)이거나 프로파일이 없는 경우 인정된 출처에서 정보를 확인할 수 있다.

5. 피부 부식성

피부의 부식성이 있는 제품은 흡입으로 인한 것으로 간주한다.

위험 등급	두꺼운 피부를 괴사시키는 노출 시간	GESAMP 위험도 프로파일 비율 D1
심각한 피부 부식	≤ 3분	3C
높은 피부 부식	〉3 분 ≤ 1시간	3B
보통 피부 부식	〉1시간 ≤ 4시간	3A

6. 물 반응 물질
이는 다음으로 분류된다.

물반응지수 (WRI)	용어 정의
3	물과 접촉시 반응성이 강하고 다량의 독성, 가연성 또는 부식성 또는 에어로졸을 발생할 수 있는 모든 화학품
2	물과 접촉시 독성, 가연성 또는 부식성 또는 에어로졸을 발생할 수 있는 모든 화학품
1	물과 접촉시 열을 발생하거나 비독성, 비가연성 또는 비에어로졸을 발생하는 모든 화학품
0	물과 접촉시 1 또는 2를 판정할 반응이 생기지 아니하는 모든 화학품

7. 공기반응 물질
공기반응물질은 공기와 반응하여 잠재적인 위험상태를 일으킨다. 예를 들면 폭발반응을 일으킬 수 있는 과산화물을 형성한다.

8. 전기설비의 온도등급 (인화점 60°C 미만이거나 인화점 보다 15°C 이내로 가열하는 제품)
(1) 온도등급은 국제전기규격 (IEC)에서 정한 것으로써 그 장치의 정격내 실제적인 동작조건하에서 있는 모든 표면의 최고온도 (또한 만약 관련되어 있다면 허용된 과부하) 폭발환경으로 노출되는 것은 위험을 내제할 수 있다.
(2) 전기설비의 온도 등급은 최고표면온도로써 선택하여 지정하며 제품의 자기점화온도 보다 낮거나 근접하고 있다.(104.의 9항 (1) (가)참조).

9. 전기설비의 장치등급 (인화점 60°C 이하인 제품)
(1) 이는 본질안전형으로 폭발가스환경과 관련된 전기장치이며 IEC에서 다음과 같이 구분하고 있다.
(가) 그룹 I : 폭발성메탄가스로 보는 뇌갱 (IMO에서 사용안함)
(나) 그룹 II : 다른 산업에 적용되며 최대시험안전간격(MESG) 및 가스/증기의 발화최소전류 (MIC)에 따라 IIA, IIB, IIC로 세부적으로 구분한다.
(2) 이 특성은 제품과 관련된 다른 자료로부터 결정될 수 없다. 이는 동종의 관련된 제품의 동화작용으로 측정되거나 지정되어야 한다.

10. 특별운송제어조건
(1) 특별운송제어조건은 아래의 위험 반응을 피하기 위해서 필요하게 취해진 특별조치를 말한다.
(가) 억제 : 합성제(일반적으로 유기성)를 추가하여 부식, 산화, 중합반응과 같은 예상치 아니한 화학반응을 지연시키거나 중지한다.
(나) 안정화 : 안정제물질을 추가하여 합성제, 혼합물, 용액의 그 형태나 화학성질을 변화하지 아니하도록 한다. 그러한 안정화로 반응율을 감소시키고 화학평형을 유지하고 환원제로 활동하고, 감광형태로 있는 안료와 기타 성분을 유지하거나 또는 교상체로 의심되는 분자가 침전되지 아니하도록 한다.
(다) 불활성 : 탱크의 얼리지 공간을 통상 질소가스를 추가하여 가연성 화물/공기 혼합물이 생기지 아니하도록 한다.
(라) 온도제어 : 화물의 특별온도범위를 유지하여 위험반응을 피하도록 하거나 점도를 낮게 유지하여 그 제품이 충분히 펌핑되도록 한다.
(마) 차단 및 벤팅 : 각각의 경우마다 식별된 특별제품에 적용한다.

11. 가연성 화물

(1) 화물은 다음 기준에 따라 가연성으로 정의된다.

IBC 코드 등급표시	인화점 (°C)
높은 인화성	〈 23
인화성	23 ≤ 및 ≤ 60

(2) 혼합물의 인화점을 기재하여야 한다. 만약 모든 구성품이 불연성이 아닐 경우 수용서 용액을 측정할 필요가 있다

(3) 인화점 60°C미만의 산적액체화물운송시 SOLAS 규정 조건으로 기재되어야 한다.

12. SVC/LC_{50} 비율 방식의 적용

(1) 물질의 증기압과 분자량을 알고 있는 경우, 폐위된 구역(예:탱크)의 최대 증기 농도의 추정치를 계산할 수 있으며 이를 SVC라고 한다.

(2) 위험도 SVC/LC_{50}은 액체 누출원(예: 탱크로부터의 누출 또는 탱크의 벤트)에서 유출되는 물질이 위험 농도에 달성하기 위한 증기의 속도에 대한 물질 특성이며, 흡입독성과 관련된 특별 운송 요건에 적용할 수 있다. ATE 값은 LC_{50}과 동일한 것으로 간주할 수 있으며 107.의 1항을 참조할 수 있다.

(3) 고체 물질이 수용액으로 운송되는 경우, 물 대신 이 고체의 증기압을 SVC/LC_{50} 비율 방식에 사용할 수 있다.

(4) 선박의 형식 및 탱크의 형식에 따른 SVC/LC_{50} 비율 방식의 적용

(가) 104.의 5항 및 6항에 명시된 선박의 형식 및 탱크의 형식에 따라 SVC/LC_{50} 비율 방식을 선택적으로 적용할 수 있다. SVC/LC50을 적용 시에는 20°C의 증기압을 사용해야 한다.

(나) 물질의 SVC mg/L 값은 다음 계산에 따른다. M_W는 물질의 몰질량이다.

$$SVC(mg/L) = \left(\frac{vapourpressure@20℃\,(Pa)}{101300(Pa)} \times 10^6\right) \times \frac{M_{w(g/mol)}}{24(L/mol) \times 1000}$$

(다) 물질의 SVC/LC50은 다음 계산에 따른다.

$$SVC/LC_{50} = \frac{SVC(mg/L)}{LC_{50}mg/L/4h}$$

(5) 특정 운송 요건을 위한 SVC/LC_{50} 비율 방식의 적용

(가) 아래 (마)에 나열된 화물을 운송할 경우 SVC/LC_{50} 비율 방식을 선택사항으로 적용할 수 있다. SVC/LC_{50}을 적용 시에는 40°C의 증기압을 사용해야 한다. 다만, 운송 온도가 40°C를 초과하는 경우 해당 온도의 증기압을 적용한다.

(나) 물질의 SVC mg/L 값은 다음 계산에 따른다. M_W는 물질의 몰질량이다.

$$SVC(mg/L) = \left(\frac{vapourpressure@40℃\,(Pa)}{101300(Pa)} \times 10^6\right) \times \frac{M_{w(g/mol)}}{26(L/mol) \times 1000}$$

(다) 물질의 SVC/LC_{50}은 다음 계산에 따른다.

$$SVC/LC_{50} = \frac{SVC(mg/L)}{LC_{50}mg/L/4h}$$

(라) 상기 (나)의 식은 증기압 40°C을 표준으로 한다. 더 높은 온도를 사용할 경우 식을 보정하여야 한다.

(마) 다음 운송 요건의 경우 40°C 이상에서 계산된 VC/LC50 비율 방식을 104.와 105.에 명시된 급성 흡입 독성 기준에 대한 대안으로 적용할 수 있다.

(a) g란 - 탱크 벤트

다음과 같이 흡입 위험이 있을 경우가 아니라면 제어된 벤트를 배치할 필요는 없다.

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 10 mg/L/4h (C3 = 2, 3 또는 4) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2

(b) j란 - 계측

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/L/4h (C3 = 3 또는 4) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2이지만, 제한된 측정을 한다. 흡입 LC_{50}/ATE 〉 2 - ≤ 10 mg/L/4h (C3 = 2) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2인 경우에는 제한된 측정이 필요하지 않다.

(c) k란 - 증기탐지

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 10 mg/L/4h (C3 = 2, 3 또는 4) 및 SVC/LC50 〈 0.2인 경우 흡입위험에 기초한 독성 증기 탐지를 배치하지 않아도 된다.

(d) n란 - 비상설비

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/L/4h (C3 = 3 또는 4) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2

(e) o란 - 15절에 따른 특별 요건

(i) 흡입위험에 근거하여 다음과 같은 경우 1512.의 1항과 2항은 적용할 필요가 없다.

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/L/4h (C3 = 3 또는 4) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2

(ii) 흡입위험에 근거하여 다음과 같은 경우 1512.의 3항과 4항은 적용할 필요가 없다.

- 흡입 LC_{50}/ATE 〉2 - ≤ 10 mg/L/4h (C3 = 2) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2

(iii) 흡입위험에 근거하여 다음과 같은 경우 1517.은 적용할 필요가 없다.

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 0.5 mg/L/4h (C3 = 4) and SVC/LC_{50} 〈 0.2

(iv) 흡입위험에 근거하여 다음과 같은 경우 1518.은 적용할 필요가 없다.

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 0.5 mg/L/4h (C3 = 4) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2

(v) 흡입위험에 근거하여 다음과 같은 경우 1518.은 적용할 필요가 없다.

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 0.5 mg/L/4h (C3 = 4) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2

(vi) 흡입위험에 근거하여 다음과 같은 경우 1519.은 적용할 필요가 없다. 단, 1519.의 6항은 적용하여야 한다.

- 흡입 LC_{50}/ATE ≤ 2 mg/L/4h (C3 = 3 또는 4) alc SVC/LC_{50} 〈 0.2, but 15.19.6

(vii) 흡입위험에 근거하여 다음과 같은 경우 1519.의 6항은 적용할 필요가 없다.

- 흡입 LC_{50}/ATE 〉 2 - ≤ 10 mg/L/4h (C3 = 2) 및 SVC/LC_{50} 〈 0.2 ⚓

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제7편 5장 액화가스 산적운반선
제7편 6장 위험화학품 산적운반선

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전 화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022
선급 및 강선규칙
제8편 방화 및 소화

규칙

2022
선급 및 강선규칙 적용지침
제8편 방화 및 소화

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

제 8 편

방화 및 소화

RA-08-K

한 국 선 급

제 8 편 “방화 및 소화”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조되는 선박에 적용한다.

2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 2 장 발화의 가능성

제 4 절 탱커 화물지역

- 402.의 1항을 개정함.

제 7 장 화재 차단

제 3 절 내화구획의 개구 보호

- 301.의 3항 (3)호를 개정함.

제 12 장 위험물의 운송

제 2 절 특별요건

- 201.을 개정함.

제 3 절 적합 문서

- 301.을 신설함.

차 례

제 1 장 일반사항 ····· 1

제 1 절 일반사항 ····· 1

제 2 장 발화의 가능성 ····· 7

제 1 절 연료유, 윤활유 및 기타 가연성유 배치 ····· 7

제 2 절 본선 생활용 가스연료 배치 ····· 9

제 3 절 기타 발화원 및 가연성 물질 ····· 9

제 4 절 탱커 화물지역 ····· 9

제 3 장 화재 확산 가능성 ····· 15

제 1 절 구역 내 급기 제어 및 가연성 액체 제어 ····· 15

제 2 절 방화 재료 ····· 16

제 4 장 연기발생 가능성과 유독성 ····· 19

제 1 절 페인트, 광택재(varnishes) 및 기타 마감재 ····· 19

제 2 절 일차갑판피복재 ····· 19

제 5 장 화재탐지장치 및 화재경보장치 ····· 21

제 1 절 일반요건 ····· 21

제 2 절 기관구역의 보호 ····· 21

제 3 절 거주구역, 업무구역, 제어장소의 보호 ····· 22

제 4 절 여객선 화물구역의 보호 ····· 22

제 5 절 수동조작 콜포인트(call point) ····· 23

제 6 절 여객선 화재 순찰 ····· 23

제 7 절 여객선 화재경보 신호장치 ····· 23

제 8 절 여객선 선실발코니 보호 ····· 23

제 6 장 연기확산제어 ····· 25

제 1 절 기관구역 외부의 제어장소 보호 ····· 25

제 2 절 기관구역의 연기 배출 ····· 25

제 3 절 통풍정지판 ····· 25

제 4 절 여객선 중앙홀의 연기배출장치 ····· 25

제 7 장 화재 차단 ····· 27

제 1 절 방열상 및 구조상 경계 ····· 27

제 2 절 내화구획 관통 및 열전달 방지 ····· 39

제 3 절 내화구획의 개구 보호 ····· 40

제 4 절 기관구역 경계의 개구 보호 ····· 42

제 5 절 화물구역 경계의 보호 ····· 42

제 6 절 통풍장치 ····· 42

제 8 장 소화 ····· 47
제 1 절 물공급장치 ····· 47
제 2 절 휴대식 소화기 ····· 50
제 3 절 고정식 소화장치 ····· 50
제 4 절 기관구역의 소화장치 ····· 51
제 5 절 제어장소, 거주구역, 업무구역의 소화장치 ····· 52
제 6 절 화물구역의 소화장치 ····· 53
제 7 절 화물탱크 보호 ····· 54
제 8 절 화물펌프실 보호 ····· 54
제 9 절 소방원장구 ····· 54

제 9 장 구조 보전 ····· 57
제 1 절 재료 ····· 57
제 2 절 구조 ····· 57
제 3 절 A류 기관구역 ····· 57
제 4 절 선외 부착품의 재료 ····· 57
제 5 절 탱커의 압력/진공으로부터 화물탱크구조 보호 ····· 57

제 10 장 탈출설비 ····· 59
제 1 절 선원 및 여객 통지 ····· 59
제 2 절 탈출설비 ····· 59

제 11 장 헬리콥터 설비 ····· 65
제 1 절 적용 ····· 65
제 2 절 구조 ····· 65
제 3 절 탈출설비 ····· 65
제 4 절 소화설비 ····· 65
제 5 절 배수설비 ····· 66
제 6 절 헬리콥터 연료보급 및 격납설비 ····· 66
제 7 절 작동지침서 및 소화 업무 ····· 66

제 12 장 위험물의 운송 ····· 67
제 1 절 일반요건 ····· 67
제 2 절 특별요건 ····· 67
제 3 절 적합 문서 ····· 71

제 13 장 차량구역, 특수분류구역 및 로로구역의 보호 ····· 73
제 1 절 일반요건 ····· 73
제 2 절 폐위된 차량구역 및 로로구역과 특수분류구역에서 가연성 증기의 발화 방지 73
제 3 절 탐지 및 경보 ····· 74
제 4 절 구조 보호 ····· 75
제 5 절 소화 ····· 75

제 6 절 자가 추진용으로 탱크에 압축수소 또는 압축천연가스를 채운 자동차를 화물로서 운송하는 차량운반선의 요건 ····· 76

제 14 장 여객선의 안전귀항 시스템 요건 ····· 77

제 1 절 일반사항 ····· 77

제 1 장 일반사항

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 별도 규정이 없는 한, 여객선 및 총톤수 500톤 이상의 화물선으로 국제항해에 종사하는 선박의 방화구조, 화재탐지 및 소화장치는 이 편을 적용한다. 다만, 총톤수 500톤 미만 화물선 또는 국제항해에 종사하지 않는 선박 또는 어선인 경우 우리 선급이 별도로 정한 **지침**에 따라 완화할 수 있다.
2. 1항에 추가하여 SOLAS 및 선적국의 법규에도 적합하여야 한다.
3. 1항 및 2항에도 불구하고 SOLAS의 적용을 받지 않고 대한민국의 선박안전법이나 어선법을 적용받는 선박의 소방설비는 관련 법규를 적용한다.
4. **탱커에 대한 요건의 적용** *(2020)* **【지침 참조】**
   (1) 이 편의 탱커에 대한 요건은 승인된 인화점 측정기에 의하여 인화점 60℃ 이하(밀폐용기시험에 의함)인 원유 또는 석유제품으로써 레이드증기압이 대기압보다 낮은 제품 및 유사한 화재위험성이 있는 액체제품을 운송하는 탱커에 적용한다.
   (2) (1)호에서 언급한 화물 이외의 액체화물 또는 추가로 화재위험성이 있는 액화가스를 운송할 경우에는 IBC **코드**, BC **코드**, IGC **코드**, GC **코드** 중 해당 조항을 추가 안전조치로 충분히 고려하여야 한다.
      (가) 인화점 60℃ 이하인 액체화물로서 FSS **코드**에서 정한 통상적인 포말소화장치로 효과가 없는 화물인 경우에는 추가로 화재위험성이 있는 화물로 간주하여야 하며 다음의 추가 조치사항을 요구한다.
         (a) 포말은 내알코올형이어야 한다.
         (b) 케미컬탱커에서 사용하는 포말 농축액의 종류는 IMO가 개발한 지침을 고려하여 우리 선급이 인정하는 것이어야 한다.
         (c) 포말소화장치의 용량 및 발포비율은 IBC **코드 제11장**에 적합하여야 한다. 다만, 성능 시험을 근거로 낮은 발포비율을 인정할 수 있다. 불활성가스장치를 설치한 탱커에는 20분간 포말을 생성하는데 충분한 양의 포말 농축액을 인정할 수 있다.
      (나) 이 규정 목적상 37.8℃에서 절대증기압이 1.013 bar보다 높은 액체화물은 추가의 화재위험성이 있는 화물로 간주하여야 하며, IBC **코드** 요건에 적합하여야 한다. 선박이 제한된 시기에 제한된 해역을 운항하는 경우 IBC **코드**에 의거하여 냉각장치 요건을 면제할 수 있다.
   (3) 석유제품이나 IBC **코드**의 적용을 받는 액체화물을 제외한 인화점 60℃를 초과하는 액체화물은 화재위험이 낮은 것으로 간주되고, 고정식 포말소화장치를 요구하지 않는다.
   (4) 승인된 인화점 측정기로 인화점(밀폐용기시험에 의함)이 60℃를 초과하는 석유제품을 운송하는 탱커는 **8장 101.**의 **4**항 (4)호 및 **8장 902.**의 **3항**과 탱커 이외의 화물선에 적용하는 요건에도 적합하여야 한다. 다만, **8장 6절**에서 요구하는 고정식 소화장치 대신에 FSS **코드**에 적합한 고정식 갑판포말장치를 설치하여야 한다.
   (5) 겸용선은 모든 화물구역에 기름이 없는 상태로 가스를 제거하지 않거나 IMO가 개발한 지침을 고려하여 우리 선급에서 승인한 경우가 아니면 기름 이외의 화물을 적재해서는 안 된다.
   (6) 케미컬탱커와 가스캐리어는 탱커 요건에 적합하여야 한다. 단, IBC **코드** 및 IGC **코드**의 요건을 고려하여 대체장치 및 부가장치를 우리 선급에서 만족하는 경우에는 제외한다.

102. 도면 및 자료

1. 공사 착수 전에 다음 도면 및 자료를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.
   (1) 방화구조도 (방화구조 및 개구부 폐쇄장치 등 배치 상세)
   (2) 탈출로 및 탈출로 너비 등 상세 도면 (여객선의 탈출계단너비의 계산방법 포함)
   (3) 화재제어도로써 제어장소, “A”급 구획으로 폐위된 각종 화재구역, 화재탐지 및 경보장치의 상세와 “B”급 구획으로 폐위된 장소, 스프링클러장치, 소화설비, 다른 구획 및 갑판 등으로 접근수단, 그리고 통풍장치(통풍기제어장소, 댐퍼의 위치 및 각 구역용 통풍기의 식별번호 상세 포함)에 대한 상세를 각 갑판별로 명시한 도면 **【지침 참조】**
   (4) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료 **【지침 참조】**

103. 용어의 정의

1. **거주구역**이란 공용구역, 통로, 화장실, 선실, 사무실, 병실, 영사실, 오락실, 이발소, 조리기구가 없는 식자재실 및 이와 유사한 장소를 말한다. **【지침 참조】**
2. **"A"급 구획**이란 다음 기준에 적합한 격벽 및 갑판으로 구성된 구획을 말한다. **【지침 참조】**
   (1) 강 또는 이와 동등한 재료로 제작되어야 한다.
   (2) 충분히 보강되어야 한다.
   (3) 다음에 주어진 시간 내에 화염에 노출되었을 경우, 화염에 노출되지 않은 쪽의 평균온도가 최초 온도보다 140℃ 초과하여 상승하지 않으며, 이음매를 포함한 어느 한 점에서의 온도도 최초 온도보다 180℃ 초과하여 상승하지 않도록 승인된 불연성 재료로 방열되어 있어야 한다.

"A-60"급 60분	"A-30"급 30분	"A-15"급 15분	"A-0" 급 0분

   (4) 표준화재시험 1시간 동안 연기 및 화염이 통과할 수 없도록 제작되어야 한다.
   (5) 화재시험절차코드(FTP code)에 따라 격벽이나 갑판의 원형시험을 하여야 하며, 방열성 및 온도 상승에 대하여 상기 요건을 만족하여야 한다.
3. **중앙홀**이란 하나의 주수직구역에서 3개 이상의 개방 갑판으로 통하는 공용구역을 말한다.
4. **"B"급 구획**이란 다음 기준에 적합한 격벽, 갑판, 천정 또는 내장판으로 구성된 구획을 말한다.
   (1) 승인된 불연성 재료로 제작되어야 하며, "B"급 구획의 구조 및 조립 시 사용되는 모든 재료는 불연성이어야 한다. 다만, 이 규칙의 기타 요건에 적합할 경우 가연성 박판을 사용할 수 있다.
   (2) 다음에 주어진 시간 내에 화염에 노출되었을 경우, 화염에 노출되지 않은 쪽의 평균 온도가 시험 초기 온도보다 140℃를 초과하여 상승하지 않으며, 이음매를 포함한 어느 한 점에서의 온도도 시험 초기 온도보다 225℃를 초과하여 상승하지 않는 방열치를 보유하여야 한다.

"B-15" 15분	"B-0" 0분

   (3) 표준화재시험 30분 동안 화염이 통과할 수 없도록 제작되어야 한다.
   (4) 화재시험절차코드(FTP code)에 따라 구획의 원형시험을 하여야 하며, 방열성 및 온도 상승에 대하여 상기 요건을 만족하여야 한다.
5. **격벽갑판**이란 수밀 횡격벽과 접하는 최상층갑판을 말한다.
6. **화물지역**이란 화물창, 화물탱크, 슬롭탱크 및 펌프실을 포함한 화물펌프실, 코퍼댐, 화물탱크와 인접한 평형수구역 및 보이드스페이스, 그리고 이들 상부갑판에서 선박 전길이와 폭을 포함하는 구역을 말한다.
7. **화물선**이란 여객선이 아닌 선박을 말한다.
8. **화물구역**이란 화물용 구역, 화물유탱크, 기타 액체화물탱크 및 그 장소에 이르는 트렁크를 말한다.
9. **중앙제어장소**란 다음 제어 및 지시장치 기능이 집중되어 있는 제어장소를 말한다.
   (1) 고정식 화재탐지 및 화재경보장치
   (2) 자동스프링클러, 화재탐지 및 화재경보장치
   (3) 방화문 표시반
   (4) 방화문 폐쇄장치
   (5) 수밀문 표시반
   (6) 수밀문 폐쇄장치
   (7) 통풍기
   (8) 일반경보 및 화재경보
   (9) 전화를 포함한 통신장치 **【지침 참조】**
   (10) 선내 방송용 마이크
10. **"C"급 구획**이란 승인된 불연성 재료로 제작된 구획을 말한다. 이 구획은 연기 및 화염 통과 및 온도 상승에 관한 제한 요건에 적합할 필요는 없다. 다만, 이 규칙의 요건에 적합하면 가연성 박판을 사용할 수 있다. **【지침 참조】**
11. **케미컬탱커**란 **7편 6장**에서 정한 선박을 말한다.
12. **폐쇄된 로로(ro-ro)구역**이란 개방된 로로구역도 아니며 노출갑판도 아닌 로로구역을 말한다.
13. **폐쇄된 차량구역**이란 개방된 차량구역도 아니며 노출갑판도 아닌 차량구역을 말한다.
14. **겸용선**이란 기름 및 고체화물을 산적 운송하도록 설계된 화물선을 말한다.
15. **가연성재료**란 불연성 재료가 아닌 모든 물질을 말한다.

16. **연속된 "B"급 천정판 또는 내장판**이란 "A"급이나 "B"급 구획과 경계하는 "B"급 천정판 또는 내장판을 말한다.
17. **연속적인 유인 중앙제어장소**란 당직 선원이 항상 배치되어 있는 중앙제어장소를 말한다.
18. **제어장소**란 선박의 무선설비, 주요 항해설비 또는 비상동력원이 배치되어 있는 장소이거나 화재기록장치 또는 화재제어장치가 집중 배치되어 있는 구역을 말한다. 화재기록장치 또는 화재제어장치가 집중 배치되어 있는 장소도 역시 화재제어장소로 간주될 수 있다. **【지침 참조】**
19. **원유**란 운송에 적합하도록 처리되는 것과 관계없이 지하에서 자연적으로 발생되는 기름을 말하며 약간의 증류 분류물이 제거되거나 첨가된 원유를 포함한다.
20. **위험물**이란 국제해사기구(이하 "IMO"라 한다)의 **IMDG 코드**에서 언급한 물질을 말한다.
21. **재화중량**이란 비중 1.025의 해수상태에서 하기건현만재흘수선의 배수톤수와 경하중량의 배수톤수 차이를 말한다.
22. **화재안전장치코드**(이하 "**FSS 코드**"라 한다)란 IMO에서 채택한 화재안전장치에 관한 국제코드를 말한다.
23. **화재시험절차코드**(이하 "**FTP 코드**"라 한다)란 IMO에서 채택한 화재시험방법에 관한 국제코드를 말한다.
24. **인화점**이란 가연성 증기를 발산하는 물질이 점화될 수 있는 섭씨온도(밀폐식 용기시험에 의함)를 말하며 승인된 발화점 측정장치로 결정된다.
25. **가스캐리어**란 **7편 5장**에서 정한 선박을 말한다.
26. **헬기갑판**이란 헬리콥터의 착륙을 위하여 선박 위에 설치된 지역을 말하며 모든 구조, 소화설비 및 헬리콥터의 안전운전을 위하여 필요한 기타 설비를 포함한다.
27. **헬리콥터설비**란 연료공급 및 격납고를 포함한 헬기갑판을 말한다.
28. **경하중량**이란 선박의 중량 배수톤수로써 화물, 연료, 윤활유, 평형수, 탱크 내 청수 및 음료수, 비품, 여객 및 선원과 그 소지품을 제외한다. *(2018)* **【지침 참조】**
29. **느린 화염확산**이란 정해진 표면에서 화염 확산을 제한하는 것을 말하며 **FTP 코드**에 의해 결정된다.
30. **기관구역**이란 A류 기관구역과 추진기관, 보일러, 연료유장치, 증기기관, 내연기관, 발전기, 주요전기설비, 급유장소, 냉동기계, 감요장치, 통풍기계 및 공기조화장치를 포함한 기타구역 및 이와 유사한 구역과 이들 구역으로 통하는 트렁크를 말한다.
31. **A류 기관구역**이란 다음 중 어느 하나를 수용하는 장소 및 그 장소로 통하는 트렁크를 말한다.
    (1) 주추진용 내연기관
    (2) 주추진 이외 용도로 합계출력 375 kW 이상 내연기관
    (3) 기름보일러, 연료유장치 또는 보일러 이외의 불활성가스발생장치나 소각기 등 기름연소장치
32. **주수직구획**이란 "A"급 구획에 의하여 선체, 선루 및 갑판실이 분리된 구역을 말하며 어느 갑판에서도 평균길이 및 평균폭이 일반적으로 40 m 이하이다.
33. **불연성재료**란 약 750 ℃ 정도로 가열할 때 연소되지 않으며, 자기 발화할 만큼 가연성 증기를 충분히 발생하지 않는 재료를 말하며 FTP 코드에 의하여 결정된다.
34. **연료유장치**란 기름보일러에 연료유를 이송하도록 준비된 장치 또는 내연기관에 가열유를 이송하도록 준비된 장치를 말하며 0.18 MPa 이상의 압력으로 기름을 처리하는 유압펌프, 여과기, 가열기를 포함한다. **【지침 참조】**
35. **개방된 로로(ro-ro)구역**이란 선수미 방향의 양쪽 끝이나 한쪽 끝이 개방되어 있으며, 그 구역 면의 총면적 10% 이상의 합계면적을 갖는 측면 또는 갑판정부에 배치된 영구적인 개구 또는 그 상방으로부터 그 구획 전 길이에 걸쳐서 적절히 유효한 자연 통풍이 갖추어진 로로구역을 말한다.
36. **개방된 차량구역**이란 선수미 방향의 양쪽 끝이나 한쪽 끝이 개방되어 있으며, 그 구역 면의 총면적 10% 이상의 합계면적을 갖는 측면 또는 갑판정부에 배치된 영구적인 개구로부터 또는 그 상방으로부터 그 구획 전 길이에 걸쳐서 적절히 유효한 자연 통풍이 갖추어진 차량구역을 말한다.
37. **여객선**이란 12인을 초과하는 여객을 운송하는 선박을 말한다.
38. **규정요건**이란 이 규칙에서 정한 건조특성, 제한범위, 화재안전장치를 말한다.
39. **공용실**이란 거주구역의 일부로서 홀, 식당, 휴게실 및 이와 유사한 항시 폐위된 구역을 말한다.
40. **화재위험성이 적은 가구 및 비품이 있는 방**이란 화재위험성이 적은 가구 및 비품을 비치하는 방(선원실, 공용실, 사무실 또는 기타 거주구역)을 말하며, 그 내부는 다음과 같다.
    (1) 책상, 옷장, 경대, 서랍장, 화장대의 수납형 가구는 승인된 불연성재료만으로 제작해야 한다. 단, 이들 가구의 표면 마무리에는 두께 2 mm 이하의 가연성 박판을 사용할 수 있다.
    (2) 의자, 소파, 책상 등 고정되지 않은 가구의 프레임은 불연성 재료로 제작해야 한다.
    (3) 휘장, 커튼 및 기타 매달린 직물류는 양모 0.8 kg/m^2의 질량을 가진 직물보다 나은 화염전파 내구성을 지녀야 하며 FTP 코드에 따라 결정된다.

(4) 바닥표면재는 느린 화염전파 특성을 가져야 한다.
(5) 격벽, 내장판 및 천정의 노출 표면은 느린 화염전파 특성을 가져야 한다.
(6) 가구 덮개는 점화 및 화염전파 내구성을 지녀야 하며 FTP 코드에 따라 결정된다.
(7) 침구류는 점화 및 화염전파 내구성을 지녀야 하며 FTP 코드에 따라 결정된다.

41. **로로(ro-ro)구역**이란 보통 어떤 방법으로도 구획을 나누지 않고 선박 전 길이에 걸쳐서 연장된 구역을 말하며 자체 주행 연료탱크를 가진 자동차 및/또는 화물(철도 또는 도로차량, (도로나 철도 유조차량을 포함하는) 자동차, 트레일러, 컨테이너, 팔레트, 분리 가능한 탱크, 이와 유사한 적재장치 또는 다른 용기 속에 넣거나 그 위에 적재된 포장된 화물 및 산적화물)을 통상 수평으로 하역 작업할 수 있는 구역을 말한다. **【지침 참조】**
42. **로로(ro-ro)여객선**이란 로로구역이나 특수분류구역을 가진 여객선을 말한다.
43. **강재나 이와 동등한 재료**란 불연성 재료를 말하며 그 자체 또는 방열재 때문에 표준화재시험에서 화재에 노출된 후에도 강과 동등한 구조 및 보전성을 지닌 재료를 말한다(예를 들면, 적절한 방열을 갖춘 알루미늄합금을 말함).
44. **사우나**란 뜨거운 표면(예를 들면, 전기가열 오븐)에 의해 열이 제공되어 온도가 보통 80 ℃에서 120 ℃ 사이에 있는 뜨거운 방을 말한다. 이 뜨거운 방은 오븐이 있는 구역과 인접된 목욕실도 포함할 수 있다.
45. **업무구역**이란 조리실, 식자재실, 로커, 우편물실, 금고실, 선용품실, 기관구역의 일부를 구성하지 않는 공작실, 이와 유사한 장소 및 이 장소로 통하는 트렁크를 말한다. **【지침 참조】**
46. **특수분류구역**이란 격벽갑판 상방이나 하부의 폐위된 차량구역으로서 자동차를 운전해서 출입할 수 있고 여객이 출입할 수 있는 구역을 말한다. 자동차의 전체 통과 높이가 10 m를 이하라면 특수분류구역은 2층 이상 갑판을 형성할 수 있다.
47. **표준화재시험**이란 FTP 코드에서 정한 시험방법에 의거 표본 시험로에서 해당 격벽이나 갑판을 표준 시간-온도곡선상 적합한 온도까지 노출시키는 시험을 말한다.
48. **탱커**란 가연성 액체화물을 산적하여 운송할 수 있도록 건조된 선박을 말한다. *(2020)*
49. **차량구역**이란 자체주행용 연료탱크를 갖는 자동차를 운송할 수 있는 화물구역을 말한다. **【지침 참조】**
50. **노출갑판**이란 상방 및 최소 2개의 측면이 비바람에 완전히 노출되어 있는 갑판을 말한다.
51. **안전구역**이란 사고 발생 시에 거주성의 관점에서 침수되지 않는 구역 또는 화재가 발생한 주수직구획 밖의 구역으로서, 선상의 모든 인원의 생명이나 건강을 위험으로부터 보호하고, 기본적인 서비스를 제공하여 안전하게 거주할 수 있는 구역을 말한다. *(2018)*
52. **안전센터**란 비상상황을 제어하는 장소를 말한다. 안전시스템의 작동, 제어 및/또는 감시는 안전센터의 중요한 요소이다.
53. **선실 발코니**란 단일 객실의 탑승자 전용으로 제공되고 그 객실에서 직접 출입할 수 있는 개방갑판 구역을 말한다.
54. **방화댐퍼**란 통풍덕트에 설치된 장치로서, 덕트 내에 공기가 흐를 수 있도록 열려 있다가 화재 시 화재의 전파를 제한하기 위하여 덕트 내의 공기의 흐름을 막을 수 있도록 폐쇄되는 장치이다. 다음과 같이 분류될 수 있다.
(1) 자동방화댐퍼란 화재에 노출되면 독립적으로 닫히는 방화댐퍼이다.
(2) 수동방화댐퍼란 댐퍼의 개방 및 폐쇄가 선원의 손에 의해 작동되는 방화댐퍼이다
(3) 원격작동방화댐퍼란 작동되는 댐퍼로부터 멀리 떨어진 곳에 있는 제어장치를 사용하여 선원이 폐쇄할 수 있는 방화댐퍼이다.
55. **방연댐퍼**란 평상시에는 덕트 내에 공기가 흐를 수 있도록 열려 있다가 화재 시 연기 및 고온가스의 전파를 제한하기 위해 덕트 내의 공기의 흐름을 막는 장치이다. 방연댐퍼는 통풍덕트가 관통하는 구획의 보존방열성에 기여하지 못하는 것으로 간주한다. 다음과 같이 분류될 수 있다.
(1) 자동방연댐퍼란 연기 또는 고온의 가스에 노출되면 독립적으로 닫히는 방연댐퍼이다.
(2) 수동방연댐퍼란 댐퍼의 개방 및 폐쇄가 선원의 손에 의해 작동되는 방연댐퍼이다.
(3) 원격작동방연댐퍼란 작동되는 댐퍼로부터 멀리 떨어진 곳에 위치한 제어장치를 사용하여 선원이 폐쇄할 수 있는 방연댐퍼이다.
56. **차량운반선**이란 비어있는 자동차를 화물로 운송하기 위해 설계되어 차량구역 또는 로로구역에만 이 화물을 운송하는 화물선을 말한다. *(2021)* **【지침 참조】**
57. **정기적으로 무인화가 되는 기관구역**이란 **9편 3장**에서 정한 UMA 선박의 기관구역을 말한다.
58. **헬리콥터착륙 구역**이란 일상적인 헬리콥터 작업을 위해 지정된 장소가 아닌 임시 또는 비상시에 헬리콥터 착륙을 위해 지정된 구역이다. *(2018)*
59. **권양 구역**이란 헬리콥터가 갑판 위를 맴도는 동안 사람 또는 물품을 선박으로부터 또는 선박으로 운반하기 위해 제공된 픽업구역을 말한다. *(2021)*

104. 기타 작동 요건 【지침 참조】

방화구조, 화재탐지 및 소화설비에 관한 작동 준비 및 보수, 선내교육 및 훈련, 화물 취급조작은 **지침 부록** 8-6에 따르도록 한다. ⚓

제 2 장 발화의 가능성

제 1 절 연료유, 윤활유 및 기타 가연성유 배치

101. 연료로서의 기름 사용 제한

1. 별도로 정하지 않는 한, 인화점 60 ℃ 미만의 연료유를 사용할 수 없다.
2. 비상발전기에는 인화점 43 ℃ 이상의 연료유를 사용할 수 있다.
3. 인화점 43 ℃ 이상 60 ℃ 미만의 연료유는 다음 조건으로 사용될 수 있다(예를 들면, A류 기관구역 이외의 장소에 있는 비상소화펌프 엔진 및 보기에 공급).
   (1) 연료유탱크가 이중저 구획에 설치된 경우 외에는 A류 기관구역의 외부에 설치하여야 한다.
   (2) 연료유펌프의 흡입측에 기름 온도측정 수단을 갖추어야 한다.
   (3) 연료유여과기의 입구측과 출구측에 스톱밸브 또는 콕을 설치해야 한다.
   (4) 가능한 한 용접구조의 관이음이거나, 원추형 또는 구상형 유니언 관이음을 적용해야 한다.
4. **저인화점연료선박 규칙**이 적용되지 않는 화물선의 경우, 인화점 60 ℃ 미만의 연료유(예, 원유) 사용은 이 연료유를 기관구역에 보관하지 않고, 장치 전체에 대해 우리 선급의 승인을 받은 경우 허용된다. *(2018)* **【지침 참조】**
5. **저인화점연료선박 규칙**이 적용되는 선박에는 인화점 60 ℃ 미만의 연료유 사용이 허용된다. *(2018)*

102. 연료유에 대한 조치

연료유를 사용하는 선박에서 연료유의 저장, 배분, 사용 시 선박 및 승선자의 안전을 확보하도록 배치하여야 하며 최소한 다음 요건을 만족하여야 한다.

1. **연료유 장치의 위치**
   가능한 0.18 MPa을 초과한 압력으로 가열된 연료유장치는 그 장치 부분의 결함 및 누설을 즉시 검출할 수 있는 장소에 설치하여야 한다. 또한 연료유장치가 있는 기관구역을 충분히 조명하여야 한다.
2. **기관구역의 통풍**
   기관구역을 충분히 통풍시켜 통상 유증기가 축적되지 않아야 한다.
3. **연료유탱크 【지침 참조】**
   (1) 연료유, 윤활유, 기타 가연성 기름을 선수탱크에 적재하지 않아야 한다.
   (2) 가능한 연료유탱크는 선체의 일부를 형성하여야 하며 A류 기관구역의 외부에 설치해야 한다. 이중저 탱크 이외의 연료유탱크를 A류 기관구역 내부나 A류 기관구역과 인접하여 설치할 경우 그 연료유 탱크의 수직면 중 최소 1개는 A류 기관구역 경계면과 연속해서 접하여야 하며, 이중저 탱크와 공동경계를 갖고, A류 기관구역과 공동의 탱크 경계면적을 최소화하여야 한다. 이러한 연료유탱크를 A류 기관구역 내부에 설치할 경우 인화점이 60 ℃ 미만인 기름을 적재하지 않아야 한다. 일반적으로 자기지지형 연료유 탱크의 사용을 피해야 하며, 여객선에는 A류 기관구역에 설치하여서는 안 된다. 허용할 경우 그 탱크 하부에 충분한 크기의 유밀 기름받이 및 드레인 배관을 설치하여 적절한 크기의 누설유 탱크로 유도하여야 한다.
   (3) 누설된 기름이 가열 표면에 떨어져 화재나 폭발 위험이 생길 위험이 있는 장소에 연료유탱크를 설치하지 않아야 한다.
   (4) 이중저 상부에 있는 연료유저장탱크, 세틀링탱크, 서비스탱크의 용량이 500 L 이상이고 연료유관 손상으로 기름이 누설할 우려가 있는 경우 해당 장소의 화재발생 시 외부에서 안전하게 폐쇄할 수 있도록 탱크직접붙이밸브나 콕을 설치하여야 한다. 축로, 배관터널, 이와 유사한 장소에 디프탱크가 설치되어 있는 경우 탱크에 추가밸브를 터널 또는 이와 유사한 장소 외부에 설치하여 화재 시 효과적으로 제어할 수 있어야 한다. 이 추가밸브를 기관구역 내부에 설치할 경우 기관구역 외부에서 그 밸브를 조작할 수 있어야 한다. 비상발전기의 연료유탱크용 원격작동밸브의 제어장치는 기관구역에 있는 다른 탱크의 원격작동밸브의 제어장치와 별도 장소에 설치되어야 한다.
   (5) 모든 연료유탱크 내의 연료유량을 안전하고 효과적으로 확인하는 수단을 마련하여야 한다.
      (가) 측심관이 사용되는 경우 측심관으로부터 연료 유출이 발생하여 발화될 위험성이 있는 장소로 측심관 상단을 유도해서는 안 된다. 특히 여객구역이나 선원구역으로 유도해서는 안 된다. 원칙적으로 기관구역에 측심관 상단을 유도할 수 없으나 불가피할 경우 다음 사항을 모두 만족하면 기관구역으로 측심관 상단을 유도할 수 있다.
         (a) (나) 요건에 적합한 액면계를 설치하여야 한다.
         (b) 측심관 끝단으로부터 연료유가 유출되어 발화원과 접촉하지 않도록 유효한 스크린을 부착하는 등의 사전 조

치를 한 경우 이외에는 측심관 끝단은 발화위험성이 있는 곳에서 멀리 떨어져야 한다.

(c) 측심관의 끝단에 자기폐쇄차단장치를 설치하고 이 차단장치를 개방하기 전에 연료유 유무를 확인하도록 이 차단장치 하부에 소구관경의 자기폐쇄제어콕을 설치하여야 한다. 제어콕을 통한 연료유의 유출이 발화위험성을 수반하지 않도록 조치하여야 한다.

(나) 다음의 조건에 만족하는 경우 측심관 대신에 다른 액면계를 사용할 수 있다.

(a) 여객선에서 연료유탱크의 최상부보다 하부를 관통하지 않으며, 해당 액면계의 파손이나 탱크 넘침으로 인하여 기름이 유출되지 않아야 한다.

(b) 화물선에서 해당 액면계 파손이나 탱크 넘침으로 인하여 기름이 기관구역으로 유출되어서는 안 된다. 원통형 유리액면계의 사용은 금지되며, 액면계와 연료유탱크 사이에 자기폐쇄형밸브를 갖춘 평면유리액면계의 사용은 허용된다.

(다) (나)장치는 항해 중에 적절한 상태를 유지하여 지속적으로 정확한 기능을 할 수 있어야 한다.

4. 과압 방지 【지침 참조】

선내 펌프로 주입하는 배관 및 모든 연료유탱크 또는 연료유장치에서 과압 방지 조치를 하여야 한다. 공기관, 넘침관, 도출밸브는 기름과 증기의 방출에 의한 화재나 폭발 위험이 없는 장소로 배출하여야 하며, 선원구역, 여객구역, 특수분류구역, 폐쇄된 로로구역, 기관구역 또는 이와 유사한 구역으로 유도해서는 안 된다.

5. 연료유관 【지침 참조】

(1) 연료유 배관, 밸브 및 부속품은 강 또는 승인된 재료이어야 하며 우리 선급이 인정하는 경우 신축관을 사용할 수 있다. 신축관 및 그 끝단 부착품은 충분한 강도를 가진 승인된 내화성 재료여야 한다. 정압을 받는 연료유탱크에 부착되는 밸브는 강 또는 구상흑연주철을 사용할 수 있다. 그러나 일반적으로 주철밸브는 설계압력이 7 bar 미만이고 설계온도가 60 ℃ 미만인 배관장치에 사용할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 고압연료펌프와 연료분사기 사이의 외부 고압연료유 이송관에는 고압관이 손상되면 연료를 모을 수 있는 피복관 보호장치를 하여야 한다. 피복관 보호장치는 내부고압연료유관과 외부관은 일체형으로 영구조립형이어야 한다. 피복관 보호장치는 누유를 회수할 수 있도록 배치하며 연료유관 손상을 알리는 경보장치를 설치하여야 한다. 피복에 비금속재료를 사용할 경우에는 승인품이어야 한다. **【지침 참조】**

(3) 연료유관은 보일러, 증기관, 배기매니폴드, 소음기, 6항에서 방열을 요구하는 고온 설비의 상부나 근처에 배치해서는 안 된다. 가능한 연료유관은 뜨거운 표면, 전기장치, 기타 발화원으로부터 멀리 떨어져야 하며, 기름이 발화원으로 비산이나 누설되지 않도록 막거나 적절한 방법으로 보호하여야 하고 해당 배관의 이음매를 최소화하여야 한다.

(4) 디젤기관의 연료장치 부속품은 운전 중 최대압력을 고려하여 설계하여야 한다. 연료분사펌프의 동작으로 인해 고압 맥동이 발생하여 연료공급관 및 누출관으로 전달되는 점을 고려하여야 한다. 운전 중 및 정비 후 연료공급관 및 누출관의 연결부에서 가압된 연료유 누출이 생기지 않도록 한다.

(5) 연료원이 같은 복수 엔진에서 개별 엔진으로 연료 공급관 및 누출관을 분리할 수 있는 수단이 있어야 한다. 이 분리 수단이 다른 엔진의 동작에 영향을 미쳐서는 안 되며, 다른 엔진의 화재로 인하여 접근할 수 없는 위치에서 작동하게 하여서는 안 된다.

(6) 기름 및 가연성 액체가 거주구역 및 업무구역을 통과하여 이송되는 경우, 기름 또는 가연성 액체를 이송하는 배관은 화재 위험을 고려하여 승인된 재료이어야 한다.

6. 고온표면의 보호

(1) 연료유 계통 손상의 영향을 받을 수 있는 220 ℃를 초과하는 모든 표면은 적절히 방열되어야 한다.

(2) 모든 펌프, 여과기, 가열기로부터 가압된 누출 기름이 가열 표면에 닿지 않도록 사전 조치하여야 한다.

103. 윤활유에 대한 조치

1. 압력윤활유장치에 사용하는 윤활유의 저장, 배분, 사용 시 선박 및 사람의 안전을 확보하도록 조치하여야 한다. A류 기관구역 및 적용이 가능한 기타 기관구역에서도 최소한 **102.의** 1항, 3항의 (3)호, (4)호, (5)호, **4항, 5**항의 (1)호, (3)호 및 6항을 만족하여야 한다. 다만, 아래 사항을 제외한다. **【지침 참조】**

(1) 윤활유장치의 유리유량계가 내화성시험으로 적절히 인정된 경우 사용할 수 있다.

(2) 기관구역 내에 측심관을 허용할 수 있다. 다만, 적절한 폐쇄수단이 있다면 **102.**의 3항 (5)호 (가)의 (a) 및 (c)를 적용할 필요는 없다.

2. **102.의** 3항 (4)호를 윤활유탱크에 적용하여야 하나 탱크 용량이 500 L 미만이거나 통상적인 운항 상태에서 밸브가 폐쇄되어 있는 저장탱크 또는 윤활유탱크에 설치된 신속차단밸브의 의도하지 않은 조작으로 주추진 및 중요보기의 운전을 위험하게 하는 경우는 제외한다. **【지침 참조】**

104. 기타 가연성유에 대한 조치 【지침 참조】

동력전달장치, 제어장치, 작동장치, 가열장치의 압력을 받는 기타 가연성유의 저장, 배분, 사용 시 선박 및 인명 안전을 확보하도록 배치하여야 한다. 유압밸브 및 유압실린더의 하부에는 누설유를 모으기 위한 적절한 조치를 하여야 한다. 발화될 위치에서 최소한 102.의 3항 (3)호와 (5)호, 5항의 (3)호 및 6항에 적합도록 배치하여야 하며 강도 및 구조면에서 102.의 4항 및 5항의 (1)호에 적합한 것이어야 한다.

105. 정기적으로 무인화되는 기관구역의 연료유에 대한 조치

정기적으로 무인화가 되는 기관구역에서 연료유장치 및 윤활유장치는 101.부터 104.의 요건에 추가하여 다음 사항을 만족하여야 한다.

1. 매일 사용하는 연료유탱크를 자동이나 원격조종으로 보충하는 경우 과주입으로 인하여 기름이 유출되지 않도록 수단이 마련되어야 한다. 가연성 액체를 자동으로 취급할 수 있는 기타 설비(예를 들면, 연료유 청정기)는 가능하면 청정기 및 부속된 가열기를 위해 지정된 특정장소에 설치하여야 하며, 기름의 과주입으로 인한 기름의 넘침 방지를 위한 조치를 하여야 한다.
2. 매일 사용하는 서비스연료유탱크나 가열장치가 부착된 세틀링연료유탱크에는 연료유가 인화점을 초과하면 작동하는 고온경보장치를 갖추어야 한다.

제 2 절 본선 생활용 가스연료 배치

201. 본선 생활용 가스연료 배치 【지침 참조】

본선 생활용 가스연료장치는 우리 선급의 승인을 받아야 하며, 가스용기는 개방갑판 또는 개방갑판으로만 개구되어 있는 통풍이 잘 되는 구역에 위치하여야 한다.

제 3 절 기타 발화원 및 가연성 물질

301. 전기 난방기 【지침 참조】

전기난방기를 사용하는 경우 고정하여야 하고 화재 위험을 최소로 줄일 수 있도록 한다. 난방기에 설치된 부품에서 발생된 열에 의하여 의류, 커튼 또는 기타 유사한 직물이 타거나 불이 붙도록 부품을 노출해서는 안 된다.

302. 쓰레기통 【지침 참조】

쓰레기통은 불연성 재료로 만들어야 하며 측면이나 바닥면에 개구가 없어야 한다.

303. 기름이 스며드는 것을 방지하기 위한 방열재 표면 【지침 참조】

기름이 스며들 수 있는 구역에서 방열재 표면은 기름이나 기름증기가 스며들지 못하도록 하여야 한다.

304. 일차갑판피복재

거주구역, 업무구역 및 제어장소 내, 또는 여객선의 선실발코니에 일차갑판피복재를 적용하는 경우 쉽게 인화되지 않는 승인된 재료이어야 하며 FTP 코드에 따라 결정되어야 한다.

제 4 절 탱커 화물지역 【지침 참조】

401. 화물유탱크의 격리

1. 화물펌프실, 화물탱크, 슬롭탱크, 코퍼댐은 기관구역의 전방에 위치하여야 한다. 다만, 연료유탱크는 기관구역의 전방에 위치할 필요는 없다. 화물탱크와 슬롭탱크는 기관구역과 코퍼댐, 화물펌프실, 연료유탱크 또는 평형수탱크로 격리되어야 한다. 화물탱크 및 슬롭탱크와 인접한 구역에 평형수를 적재하기 위해 사용되는 펌프 및 그 부속품, 연료유 이

송을 위한 펌프들이 있는 펌프실은 화물펌프실과 동등한 것으로 간주하여야 하며, 화물펌프실에 요구되는 것과 동등한 안전성을 가져야 한다. 다만, 평형수 또는 연료유 이송용으로만 사용되는 펌프실은 **8장 8절**을 만족할 필요는 없다. 펌프실 하부는 펌프를 설치하도록 A류 기관구역쪽으로 오목 들어가게 제작할 수 있다. 이 때 용골로부터 오목 들어간 부분의 갑판정부까지 높이는 통상 선박의 깊이의 1/3을 초과하지 않아야 한다. 다만, 재화중량 25,000톤 이하의 선박에서 접근 및 배관 배치가 불가능할 경우 용골로부터 오목 들어간 부분의 갑판정부까지 높이를 선박의 깊이의 1/2을 초과하지 않는 범위 내에서 허용할 수 있다. **【지침 참조】**

2. 주화물제어장소, 제어장소, 거주구역, 업무구역(별도 하역장비용 로커는 제외)은 화물탱크, 슬롭탱크, 기관구역과 화물/슬롭탱크를 격리시킨 구역의 후방에 설치하여야 한다. 다만, 갑판이나 격벽 중 어느 1개의 단순 파손으로 인해 화물탱크로부터 가스나 증기가 거주구역, 주화물제어장소, 제어장소, 업무구역으로 스며들지 않도록 배치할 경우에는 연료유탱크, 평형수탱크의 후방에 배치할 필요는 없다. 이러한 구역을 결정할 때 1항에서 요구되는 오목 들어간 부분을 고려하지 않아도 된다. **【지침 참조】**
3. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 주화물제어장소, 제어장소, 거주구역, 업무구역은 화물탱크, 슬롭탱크, 기관구역과 화물/슬롭탱크를 격리시킨 구역의 전방에 배치할 수 있으며, 연료유탱크 또는 평형수탱크의 전방에 배치할 필요는 없다. A류 기관구역 외의 기관구역은 화물탱크, 슬롭탱크와 코퍼댐, 화물펌프실, 연료유탱크, 평형수탱크로 격리되는 조건으로 화물탱크, 슬롭탱크의 전방에 배치할 수 있으며 휴대식소화기를 1개 이상 비치한다. A류 기관구역 이외에 내연기관이 있는 기관구역에는 최소 45 L 포말소화기 1개 또는 이와 동등한 준휴대식소화기를 추가로 비치하도록 한다. 준휴대식소화기의 사용이 불가한 경우 휴대식소화기 2개를 추가하여 대체할 수 있다. 주화물제어장소, 제어장소, 거주구역, 업무구역은 갑판이나 격벽 중 어느 1개의 단순파손으로 화물탱크로부터 가스, 증기가 스며들지 않도록 배치하여야 한다. 또한 선박 안전 또는 운항상 필요한 경우 이 규정에 따라 배치한다면 375 kW 이상 주추진기관 이외의 기관구역을 화물지역 전방에 배치할 수 있다. **【지침 참조】**
4. 겸용선은 다음 요건을 만족하여야 한다.
   (1) 건화물 운반 시, 슬롭이 있는 슬롭탱크의 경계가 선체, 주화물 갑판, 화물펌프실 격벽 또는 연료유탱크의 일부인 경우 외에는 슬롭탱크를 코퍼댐으로 둘러싸도록 한다. 이 코퍼댐은 이중저, 배관터널, 펌프실, 기타 폐위구역으로 개방되지 않고, 화물이나 평형수 적재용으로 사용하지 않으며 화물유나 평형수 배관에 연결하지 않도록 한다. 이 코퍼댐에 물을 채우고 배수하는 수단이 마련되어야 한다. 슬롭탱크의 경계벽이 화물펌프실 격벽의 일부인 경우 그 펌프실을 이중저, 파이프터널, 기타 폐위구역으로 개방하지 않도록 한다. 단, 가스밀 볼트 덮개를 갖춘 개구부는 허용할 수 있다. **【지침 참조】**
   (2) (1)호의 슬롭탱크의 배관과 펌프실을 격리하는 수단을 갖춰야 한다. 격리 수단은 스펙터클 플랜지 또는 적합한 맹판을 가진 스풀피스가 있는 밸브로 구성해야 한다. 이 장치는 슬롭탱크에 인접하여 설치하여야 하나, 설치가 불합리하거나 불가능한 경우 펌프실 내의 격벽을 관통하는 관의 바로 뒤에 설치할 수 있다. 선박이 건화물 운송 모드인 경우, 슬롭탱크의 내용물을 개방갑판을 통하여 육상수용시설로 배출할 수 있는 영구 분리된 펌핑장치 및 차단밸브와 맹판이 구비된 매니폴드를 포함한 배관장치가 설치되어야 한다. 건화물 운송 모드에서 이송장치를 슬롭 이송에 사용할 경우 다른 시스템과 연결해서는 안 된다. 이 때 스풀피스를 분리하여 다른 시스템과 격리할 수 있다.
   (3) 슬롭탱크로 통하는 창구 및 탱크소제용 개구는 개방갑판상에만 허용되며 폐쇄장치를 갖추어야 한다. 단, 수밀구역에서 볼트와 볼트플레이트로 구성된 경우를 제외한 폐쇄장치는 잠금장치를 갖추고 당직사관이 관리하여야 한다.
   (4) 화물윙탱크를 설치하는 경우 갑판 하부의 화물유관은 화물윙탱크 내에 설치하도록 한다. 단, 우리 선급이 인정하는 적절한 세정과 통풍을 할 수 있으면 화물유관을 전용 덕트에 설치할 수 있다. 또한 화물윙탱크가 설치되지 않는 경우에도 갑판 하부에 있는 화물유관을 전용 덕트 내에 설치해야 한다.
5. 항해장소를 화물지역 상부에 설치하는 경우에는 항해용으로만 사용하여야 하며 화물탱크 갑판으로부터 높이 2 m 이상 격리시켜야 한다. 그 항해장소의 방화구조는 **7장 104.**의 **2**항 및 탱커 조항의 제어장소 요건을 적용하여야 한다.
6. 갑판으로 누출된 기름이 거주구역, 업무구역으로 들어오지 못하도록 조치하여야 한다. 그 조치로써 선측에서 선측까지 최소 300 mm의 영구적인 연속 코밍을 설치할 수 있다. 선미 하역과 관련된 배치 시 특별히 고려하여야 한다. **【지침 참조】**

402. 경계벽 개구의 제한

1. **2**항에서 허용된 경우를 제외하고, 거주구역, 업무구역, 제어장소, 기관구역에 있는 문, 공기흡입구, 개구는 화물지역에 면해서는 안 된다. 이 개구부는 화물지역에 면하지 않는 횡격벽에 위치하거나 선루, 갑판실 끝단으로부터 최소한 선박 길이의 4 % 이상 떨어져야 하며 화물지역과 인접하는 선루, 갑판실 끝단으로부터 3 m 이상이어야 한다. 다만, 5 m를

초과할 필요는 없다. **【지침 참조】**

2. 화물지역과 인접한 경계 격벽이나 1항에서 정한 5 m 이내에 주화물제어장소, 식량창고, 비품실, 저장실과 같은 업무구역으로 통하는 출입문을 설치할 수 있다. 다만, 이들 구역에서 거주구역, 제어장소, 조리실, 식자재실, 공작실과 같은 업무구역, 증기발화원이 있는 유사한 구역으로 직간접적으로 통하지 않도록 한다. 이러한 구역의 경계는 A-60급으로 방열하여야 하나, 화물지역과 인접한 경계는 제외한다. 1항에서 정한 범위에서 기계의 이동을 위한 볼트플레이트를 설치할 수 있다. 조타실의 문과 창은 신속하고 효과적으로 가스 및 증기를 차단할 수 있는 경우에는 1항에서 정한 범위 내에 설치할 수 있다. **【지침 참조】**
3. 화물지역과 인접한 창, 현창 및 1항에서 제한된 범위 내에 있는 선루, 갑판실의 측면에 있는 창과 현창은 고정식 비개방형이어야 한다. 이러한 창 및 현창은 선교창 및 A-0급이 허용되는 **7장 104.**의 2항 (5)호에 규정된 범위를 벗어난 창과 현창을 제외하고 A-60급으로 제작되어야 한다.
4. 배관터널로부터 주펌프실까지 통상 출입하는 경우 관련 규정 및 다음 요건을 만족하는 수밀문을 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
   (1) 수밀문을 선교에서 동작하고 주펌프실의 입구 외부에서 수동 폐쇄할 수 있도록 한다.
   (2) 배관 터널로 접근이 필요한 경우를 제외하고 통상의 운항 중에는 수밀문을 폐쇄하여야 한다.
5. 화물펌프실을 조명하기 위해 승인된 영구적인 가스밀 덮개가 있는 조명은 격벽 및 갑판의 보전성과 가스밀 및 적절한 강도가 유지되면 화물펌프실과 다른 구역 사이를 구분하는 격벽 및 갑판에 설치할 수 있다.
6. 통풍 흡입구, 배기구, 기타 갑판실, 선루 경계구역의 개구부 배치 시 **403.** 및 **9장 5절**을 만족하여야 한다. 특히 기관구역용 벤트는 가능하면 후방으로 배치하여야 한다. 선미에 하역설비가 있는 경우 이를 고려하여야 한다. 전기기기와 같은 발화원은 폭발 위험성을 피하도록 배치되어야 한다.

403. 화물탱크의 벤트

1. 일반사항

화물탱크의 벤트장치는 다른 구획의 공기관과 완전히 분리하여야 한다. 가연성 증기가 생길 수 있는 화물탱크의 갑판 개구는 발화원이 있는 폐위된 구역에 가연성 증기가 침입할 가능성 또는 발화위험성이 있는 갑판기계와 갑판설비 부근에 가연성 증기가 체류할 수 있는 가능성을 최소화하도록 배치하여야 한다. 이 원칙에 따라 2항부터 5항 및 **9장 5절**을 적용한다.

2. 벤트장치

(1) 각 화물탱크의 벤트장치는 독립 또는 다른 화물탱크와 공통으로 할 수 있으며, 불활성가스 배관에도 연결할 수 있다.

(2) 화물탱크의 벤트장치가 다른 화물탱크와 공통될 경우 각 화물탱크가 격리되도록 스톱밸브나 다른 허용되는 수단을 갖추어야 한다. 스톱밸브를 설치할 경우 당직사관이 잠금장치를 관리하여야 한다. 밸브 또는 허용되는 수단의 작동 상태를 가시적으로 명확히 표시하여야 한다. 탱크가 각각 격리되는 경우 화물 및 평형수의 적재 또는 배출 작업 전에 관련된 격리밸브의 개방을 확인하여야 한다. 격리 상태는 **9장 501.**의 1항에 따라 화물탱크 내의 온도변화로 생기는 기체의 흐름을 계속적으로 가능하게 하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 공통벤트장치로부터 격리된 화물탱크 및 화물탱크그룹에서 화물 및 평형수를 적재하거나 배출할 경우 **9장 503.**의 2항에 따라 해당 화물탱크 및 화물탱크그룹에 과부압 방지장치를 설치해야 한다.

(4) 각 화물탱크 상부에 벤트장치를 연결하여 통상 선박의 모든 종경사나 횡경사에서 화물탱크로 자연 배수되도록 한다. 이때 자체적으로 배수가 불가할 경우 벤트관에서 화물탱크로 배수할 수 있는 영구적인 배치를 갖추어야 한다.

3. 통풍장치의 안전설비

벤트장치에서 화물탱크로 화염이 들어가지 않도록 한다. 이들 장치의 설계, 시험, 부착위치는 IMO가 정한 별도의 지침에 따른다. 얼리지 개구부를 압력 평형으로 사용하지 않도록 한다. 자기폐쇄형 기밀덮개를 갖추어야 하며 이 개구부에 화염방지망 및 스크린을 사용해서는 안 된다. **【지침 참조】**

4. 화물작업 및 평형수 작업 시 벤트배기구

(1) **9장 501.**의 2항에 따른 화물적재, 양하 및 평형수 작업 시 벤트배기구는 다음에 적합하여야 한다. **【지침 참조】**
   (가) 증기혼합물을 자연배출 하거나 유속 30 m/sec 이상이 되도록 배출을 조절할 수 있어야 한다.
   (나) 증기혼합물을 수직 상방으로 배출하도록 한다.
   (다) 증기혼합물을 자연배출할 경우 벤트배기구는 화물탱크갑판으로부터 6 m이상 상방에 설치해야 한다. 단, 선수미 통행로(catwalk) 4 m 이내에 벤트배기구가 있는 경우에는 그 통행로로부터 6 m 이상 상방에 배기구를 설치해야 하고, 발화원이 있는 폐위장소의 가장 가까운 공기흡입구 및 개구, 발화위험성이 있는 설비, 앵커윈들러스와 체인로커를 포함한 갑판기기로부터 수평방향으로 10 m 이상 떨어져 있어야 한다.

(라) 고속배출을 할 경우 화물탱크갑판으로부터 2 m 이상 상방에 설치하여야 한다. 발화원이 있는 폐위구역의 가장 가까운 공기흡입구 및 개구, 발화위험성이 있는 설비 및 앵커윈드라스와 체인 로커를 포함한 갑판기기로부터 수평방향으로 10 m 이상 떨어져 있어야 한다. 이 고속배출장치는 형식승인을 받아야 한다.

(2) 화물적하 또는 평형수작업 동안 화물탱크로부터 모든 증기 벤트장치는 **403.** 및 **9장 5절**을 만족하여야 하며, 마스트라이저를 1개 또는 그 이상으로 하거나 많은 고속배출관을 설치하여야 한다. 불활성 가스공급주관을 이러한 벤트장치로 사용할 수 있다.

5. 겸용선에서 슬롭탱크의 격리

겸용선에서 액체 이외의 화물을 운송할 때마다 기름 또는 기름잔류물이 들어있는 슬롭탱크와 기타 화물탱크를 분리 차단시키기 위해서 적당한 위치에 맹판을 설치하여야 한다.

404. 통풍

1. 화물펌프실의 통풍장치

화물펌프실은 기계적 통풍이 되도록 하며 개방 갑판상 안전한 장소로 배기가 유도되어야 하고, 가연성 증기의 축척 가능성을 최소화하도록 충분한 통풍용량을 가져야 한다. 환기회수는 해당 장소의 총용적을 기준으로 최소한 시간당 20회 이상이어야 한다. 공기 덕트는 해당 장소 모두 효과적으로 통풍될 수 있도록 배치하여야 하며 이 통풍장치는 스파크가 발생하지 않는 흡기식이어야 한다. **【지침 참조】**

2. 겸용선에서의 통풍장치

겸용선에서 모든 화물구역 및 화물구역에 인접하는 폐위구역은 기계식 통풍이 될 수 있어야 한다. 이 기계식 통풍을 이동식으로 할 수 있다. 가연성 증기를 검지할 수 있는 승인된 고정식 가스경보장치를 화물펌프실, 관덕트, **401.**의 **4** 항에서 정한 슬롭탱크에 인접하는 코퍼댐에 설치하여야 한다. 화물지역 내 다른 모든 장소에서 가연성 증기를 측정할 수 있는 장치를 배치하여야 한다. 또한 개방갑판이나 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 측정할 수 있어야 한다.

405. 불활성가스장치 【지침 참조】

1. 적용

(1) 재화중량톤수 8,000톤 이상의 탱커가 **규칙 1장 101.**의 **4**항 (1)호와 (2)호에 명시한 화물을 운송하는 경우에는 FSS 코드의 요건에 따른 고정식 불활성가스장치로 화물탱크를 보호하여야 한다. **3**항의 요건에 만족하는 경우는 제외한다.

(2) 화물탱크를 원유세정방식으로 세정하는 탱커는 FSS 코드의 요건에 적합한 불활성가스장치 및 고정식 탱크세정기를 설치하여야 한다.

(3) 불활성가스장치가 요구되는 탱커는 다음 사항을 만족하여야 한다.

(가) 이중선체구역에는 불활성가스를 공급하기 위한 적절한 연결구를 설치하여야 한다.

(나) 불활성가스 배분장치가 이중선체구역에 영구적으로 설치된 경우에는 화물탱크에서 생기는 탄화수소 가스가 그 장치를 통하여 이중선체구역으로 들어가지 않도록 한다.

(다) 불활성가스 배분장치가 이중선체구역에 영구적으로 설치되지 않는 경우에는 불활성가스 주관과 연결할 수 있는 적절한 수단을 갖추어야 한다.

2. 불활성가스장치의 일반요건

(1) 불활성가스장치로써 빈 탱크를 불활성, 퍼징 및 가스프리할 수 있어야 하고 화물탱크 내의 환경을 요구되는 산소 농도로 유지시켜야 한다.

(2) 고정식 불활성가스장치를 설치한 탱커에서는 밀폐식 얼리지 계측장치를 설치하여야 한다.

3. 동등 장치에 대한 요건

(1) 우리 선급은 선박의 배치 및 설비를 고려하여 SOLAS I/5규칙 및 (3)호에 따른 고정식 장치를 인정할 수 있다.

(2) 우리 선급은 재화중량톤수 8,000톤 이상 20,000톤 미만의 탱커에 대하여, (1)항에서 요구되는 고정식 장치 대신에 SOLAS I/5규칙 및 (3)호에 따라 다른 동등한 배치 또는 보호수단을 인정할 수 있다.

(3) 동등 장치의 배치

(가) 밸러스트항해를 포함한 통상 운항 중, 탱크 내에서 필요한 작업 중에 화물탱크에 폭발 위험이 있는 혼합물이 누적되지 않도록 해야 한다.

(나) 장치 자체의 정전기 발생에 의한 발화 위험성이 최소화되도록 설계되어야 한다.

406. 불활성화, 퍼징 및 가스프리

1. 퍼징 및 가스프리장치는 가연성 증기의 확산과 화물탱크 내 가연성 혼합물의 위험을 최소화되도록 배치하여야 한다.

2. 화물탱크의 퍼징 및 가스프리 절차는 별도로 정한 지침에 따른다. **【지침 참조】**
3. 405.의 2항 (1)호에서 요구되는 빈 탱크의 불활성, 퍼징 또는 가스프리장치는 탱크 내부 구조부재에 의해 형성되는 공간에서 탄화수소증기의 축적을 최소화하여야 하며 다음 사항을 만족하여야 한다.
   (1) 각 화물탱크에 가스배출관이 설치되었다면, 불활성가스/공기 흡입구로부터 가능한 멀리 떨어져서 설치하여야 하며, 403. 및 **9장 5절**에 따른다. 그 배출관의 흡입구를 갑판상에 설치하거나 탱크바닥 상부로부터 1 m 이내의 높이에 설치하여야 한다.
   (2) (1)호에서 가스배출관의 공통단면적은 불활성가스를 3개 탱크에서 동시에 공급할 때 배출속도를 최소 20 m/s로 유지할 수 있어야 하며 배출구높이는 갑판상 2 m 이상이어야 한다.
   (3) (2)호의 각 가스배출구에는 적절한 차단장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

407. 가스 측정

1. **휴대식 기기**
   탱커에서 산소를 측정하기 위한 1개 이상의 휴대식 측정기 및 가연성 증기 농도를 측정하기 위한 1개 이상의 휴대식 측정기와 충분한 수의 예비품을 비치하고, 그 측정기기를 검교정하여야 한다. **【지침 참조】**
2. **이중선체 및 이중저구역의 가스측정장치**
   (1) 산소농도와 가연성 증기의 농도를 측정하도록 적절한 휴대식 측정기를 비치하여야 한다. 이 측정기를 선택할 때 (2)호의 고정식 가스시료채취관장치와 연계하여 사용할 수 있도록 고려하여야 한다.
   (2) 이중선체구역 내의 환경을 가스시료채취용 신축호스를 사용하여 측정할 수 없을 경우 고정식 가스시료채취관을 설치하여야 하며 해당 구역에 적합하도록 설계되어야 한다.
   (3) 가스시료채취관의 재료 및 치수는 제한이 없으나 플라스틱을 사용할 경우 전기전도성이 있어야 한다.
3. **유조선에서 이중선체 및 이중저의 고정식 탄화수소가스탐지장치 【지침 참조】**
   (1) **1항** 및 **2항**에 추가하여, 재화중량 20,000톤 이상의 유조선인 경우, 화물탱크에 인접한 이중선체 및 이중저 구역의 평형수탱크와 보이드스페이스에는 FSS 코드에 적합한 고정식 탄화수소가스탐지장치가 설치되어야 한다. 또한, 화물탱크에 인접한 격벽갑판 하부의 선수평형수 탱크와 기타 탱크 및 구역에도 FSS 코드에 적합한 고정식 탄화수소가스탐지장치가 설치되어야 한다.
   (2) 이중선체 및 이중저 구역에 연속적으로 운전하는 불활성장치가 설치된 유조선에는 고정식 탄화수소가스탐지장치를 설치할 필요가 없다.
   (3) 상기 규정에도 불구하고 410.의 규정을 만족하는 화물펌프실에는 이 항을 적용할 필요가 없다.

408. 이중 선체 및 이중저 구역의 공기 공급

이중 선체 및 이중저 구역으로 공기를 공급할 수 있는 적절한 연결장치를 설치하여야 한다.

409. 화물구역의 보호

화물관 및 호스의 잔류물을 수집하도록 매니폴드 하부의 배관과 호스 연결부에 넘침받이를 설치하여야 한다. 화물호스 및 탱크세정호스는 커플링, 육상연결구를 제외한 플랜지를 포함하여 전 길이에 걸쳐서 전기적 연속성을 갖추어야 하며 정전기를 제거하도록 접지시켜야 한다.

410. 탱커의 화물펌프실 보호 【지침 참조】

1. 화물펌프실에 설치된 화물펌프, 평형수펌프, 스트리핑펌프가 축구동으로 펌프실격벽을 관통하는 경우 격벽축그랜드, 베어링, 펌프케이싱에 온도감지장치를 설치하여야 하며 화물제어실 또는 펌프제어장소에서 연속적인 가시가청 자동경보를 발하여야 한다.
2. 화물펌프실의 조명장치는 통풍장치가 작동하고 있는 상태에서만 조명장치의 전원이 켜지도록 통풍장치와 연동되어야 하고, 비상조명장치는 통풍기가 작동하고 있지 않는 경우에도 사용가능하여야 한다. 통풍장치의 고장 때문에 조명장치가 꺼져서는 안 된다. **【지침 참조】**
3. 탄화수소가스의 농도를 연속적으로 감지할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 샘플채취구 또는 감지단은 잠재적인 누설 위험을 쉽게 감지할 수 있도록 적절한 위치에 배치하도록 한다. 탄화수소가스 농도가 가연성 하한치의 10 % 보다 높지 않도록 예비 설정하여 이 수치에 도달하면 펌프실, 기관제어실, 화물제어실, 항해선교에서 연속적인 가시가청경보를 자동으로 작동시켜 당직자에게 잠재적인 위험을 경고하도록 한다. **【지침 참조】**
4. 모든 펌프실에는 빌지수위감시장치를 설치하고 동시에 경보장치를 적절히 배치하여야 한다. ⚓

제 3 장 화재 확산 가능성

제 1 절 구역 내 급기 제어 및 가연성 액체 제어

101. 통풍폐쇄장치 및 정지장치

1. 모든 통풍장치의 흡입구와 배기구는 그 통풍장소의 외부에서 폐쇄할 수 있어야 하고, 그 폐쇄장치로 쉽게 접근할 수 있으며 항상 뚜렷하게 식별되어야 하며, 개폐 상태를 표시하도록 한다. **【지침 참조】**
2. 거주구역, 업무구역, 화물구역, 제어장소 및 기관구역의 동력 통풍장치는 그 통풍장소의 외부로부터 쉽게 접근이 가능한 장소에서 정지할 수 있어야 한다. 이 장소는 통풍이 되는 장소에 화재가 발생하는 경우 쉽게 차단되어서는 안 된다. **【지침 참조】**
3. **36인 초과 여객선**에서 기관구역과 화물구역의 통풍장치와 **6장** 201.에 규정된 대체장치를 제외한 동력통풍장치는 가능한 멀리 떨어져서 2개의 분리된 장소에 위치하여야 하며, 어느 한 곳에서 모든 송풍기를 정지할 수 있고 그룹으로 통제할 수 있도록 설치하여야 한다. 화물구역의 동력통풍장치는 그 구역 외부의 안전한 곳에서 정지시킬 수 있어야 한다.

102. 기관구역의 제어수단

1. 천창 개폐 제어, 통상 배기관에 사용되는 연돌개구의 폐쇄제어, 통풍기 댐퍼의 폐쇄를 제어하는 수단을 설치하여야 한다.
2. 통풍팬을 정지시키는 제어수단을 갖추어야 한다. 기관구역의 동력통풍장치의 제어장치는 두 위치에서 그룹으로 작동할 수 있어야 하며 그 중 1개는 그 구역 외부에 위치하여야 한다. 기관구역의 동력통풍장치의 정지 수단은 기타 구역의 통풍정지 수단과 완전히 분리되어야 한다.
3. 강제흡기식통풍팬, 연료유 이송펌프, 연료유 장치펌프, 윤활유 서비스펌프, 열매체유 순환펌프, 기름분리기(청정기)를 정지하는 제어수단을 갖추어야 한다. 그러나 유수분리기는 4항과 5항을 적용할 필요는 없다.
4. 1항에서 3항, **2장** 102. 3항 (4)호의 제어장치는 그 구역의 외부에 위치하여야 하며 그 구역의 화재 발생 시 차단되지 않아야 한다.
5. 여객선에는 1항부터 4항, **6장** 201.의 3항 및 **7장** 402.의 3항에 의한 제어장치 및 소화장치가 요구하는 제어장치를 1개의 제어장소 또는 선급이 만족하는 가능하면 적은 장소에 집중화하여야 한다. 그 위치는 개방갑판으로부터 안전하게 접근할 수 있어야 한다.

103. 정기적으로 무인화가 되는 기관구역의 제어 수단을 위한 추가요건 【지침 참조】

1. 정기적으로 무인화가 되는 기관구역에서 화재 무결성 유지, 소화장치의 제어위치 및 집중화, 필요한 차단장치(예를 들면 통풍, 연료펌프 등)에 대하여 특별히 고려하여야 하며 추가 소화장치 및 기타 소화설비와 호흡장구를 요구할 수 있다.
2. 여객선에는 최소한 통상적으로 인원이 배치되는 기관구역에 적용되는 요건과 동등하게 적용하여야 한다.

104. 스파크가 발생하지 않는 통풍장치 【지침 참조】

1. **설계기준**

(1) 공극 (air gap)

임펠러와 케이싱 사이의 공극은 임펠러 베어링이 설치되는 부분의 축지름의 0.1배 이상이어야 하며 2 mm 미만이어서는 안 된다. 다만, 그 간격이 13 mm를 초과할 필요는 없다.

(2) 보호스크린

이물질이 통풍기 하우징 안으로 들어오는 것을 방지하기 위하여 개방갑판 상에 있는 통풍용 덕트의 개구에는 13 mm × 13 mm 메시 이하의 보호스크린을 설치하여야 한다.

2. **재료**

(1) 임펠러 및 그 하우징

임펠러 및 임펠러가 설치되는 부분의 하우징은 적절한 시험에 의하여 스파크가 발생하지 않는 것으로 인정되는 합금으로 만들어야 한다.

(2) 대전 (electrostatic charges)
비대전성의 재료를 사용하여 회전체 및 케이싱 모두 대전되는 것을 방지하여야 한다. 또한, 통풍용 송풍기는 선체에 유효하게 접지되도록 설치하여야 한다.

(3) 다음과 같은 재료의 조합으로 제작되는 통풍용 송풍기는 불꽃을 발생하지 않는 것으로 간주한다.
(가) 비금속 재료로 만들어진 임펠러 및/또는 하우징 (정전기의 제거를 고려해야 한다. (4)호 참조.)
(나) 비철재료로 만들어진 임펠러 및 케이싱
(다) 알루미늄 합금 또는 마그네슘 합금으로 만들어진 임펠러와 임펠러가 설치되는 부분에 비철재료로 만들어진 적절한 두께의 링을 부착한 철계 (오스테나이트계 스테인리스강을 포함함) 하우징
(라) 설계익단간극이 13 mm 이상인 철계 (오스테나이트계 스테인리스강을 포함함)의 임펠러 및 케이싱의 조합

(4) 다음과 같은 임펠러 및 하우징은 불꽃을 발생하는 것으로 간주하여 사용할 수 없다.
(가) 알루미늄 합금 또는 마그네슘 합금으로 만들어진 임펠러와 철계 하우징(익단간극에 상관없음)
(나) 알루미늄 합금 또는 마그네슘 합금으로 만들어진 하우징과 철계 임펠러(익단간극에 상관없음)
(다) 설계익단간극이 13 mm 미만인 철계의 임펠러 및 케이싱의 조합

제 2 절 방화 재료 【지침 참조】

201. 불연성 재료의 사용

1. 방열재

방열재는 불연성이어야 한다. 다만, 화물구역, 우편물실, 수하물실, 업무구역의 냉장실을 제외한다. 냉각장치의 관 부착품 방열은 물론 방열재에 연결된 부착제, 증기경계면을 불연성으로 할 필요는 없지만, 실제사용량을 최소로 유지하여야 하고, 그 노출표면은 느린 화염확산 특성을 지녀야 한다.

2. 천장판자 및 내장재

(1) 여객선에서 화물구역, 우편물실, 수하물실, 사우나 또는 업무구역의 냉동실을 제외하고 모든 내장판, 반자틀, 통풍정지판, 천장은 불연성 재료로 하여야 한다.

(2) 화물선에서 다음 구역의 모든 내장판, 천장, 통풍정지판 및 부속된 반자틀을 불연성으로 하여야 한다.
(가) **5장 305.**의 1항의 IC방식의 거주구역, 업무구역, 제어장소
(나) **5장 305.**의 1항 및 2항의 IIC 및 IIIC방식의 제어장소, 거주구역 및 업무구역에 이르는 통로와 폐위계단구역

3. 여객선의 부분격벽 및 부분갑판

(1) 실용 또는 장식 목적으로 어떠한 장소를 분리하기 위해 사용하는 부분격벽 및 부분갑판은 불연성 재료이어야 한다.

(2) 천정판자, 내장판 및 인접한 선실발코니와 분리하기 위해 사용하는 부분격벽 또는 부분갑판은 불연성 재료이어야 한다.

202. 가연성 재료의 사용

1. 일반 *(2019)*

(1) 여객선에서 거주구역, 업무구역 및 선실발코니의 A, B, C급 구획의 표면에 붙은 가연성 재료, 표면재, 몰딩, 장식물, 박판은 2항에서 4항 및 **4장**을 만족하여야 한다. 그러나 사우나실에서 재래식나무의자, 격벽과 천장의 목재내장판을 허용하며, 그 재료들은 2항과 3항에 따라 계산할 필요가 없다. 또한 3항의 요건은 선실발코니에는 적용할 필요가 없다.

(2) 화물선에서 거주구역, 업무구역에 불연성의 격벽, 천정 및 내장판이 설치되는 경우 2항에서 4항 및 **4장**에 따른 가연성 재료, 표면재, 몰딩, 장식물, 베니어판을 불연성의 격벽, 천정 및 내장판의 표면에 붙일 수 있다.

2. 가연성 재료의 최대열량

1항에서 정한 표면, 내장판의 가연성 재료의 사용두께는 45 MJ/m^2의 열량을 초과하지 말아야 한다. 단, 내장판이나 격벽에 고정된 가구 표면에는 적용하지 않는다.

3. 가연성 재료의 총용적

1항의 가연성 재료의 총용적은 다음을 만족하여야 한다.

(1) 거주구역, 업무구역의 가연성 표면재, 몰딩, 장식품, 박판의 총용적은 벽, 천장, 내장판을 합하여 2.5 mm 박판 두께에 상당하는 용적을 초과하지 않아야 한다. 이 때 내장판, 격벽, 갑판에 고정된 가구는 가연성 재료의 총용적 계산에 산입할 필요가 없다.

(2) FSS **코드**에 적합한 자동스프링클러장치를 설치하는 경우 상기 용적에서 C급 구획에 사용하는 가연성 재료를 포함할 수 있다.

4. 노출면의 느린 화염확산 특성

다음 노출표면은 FTP **코드**에 따라 느린 화염확산 특성을 지녀야 한다.

(1) 여객선

(가) 거주구역, 업무구역(사우나 제외), 제어장소에 있는 복도, 폐위계단구역, 격벽, 천장내장판의 노출면

(나) 거주구역, 업무구역, 제어장소 내 접근할 수 없는 표면과 반자틀

(다) 바닥재가 천연적으로 견고한 목재인 경우를 제외한 선실발코니의 노출면

(2) 화물선

(가) 통로, 폐위계단구역의 노출면, 거주구역, 업무구역(사우나 제외), 제어장소의 천정의 노출면

(나) 거주구역, 업무구역, 제어장소 내 은폐되거나 접근할 수 없는 표면과 반자틀

203. 여객선의 폐위계단구역에 있는 가구

여객선의 폐위계단구역에 있는 가구는 좌석으로 제한하여야 한다. 그 좌석은 고정되어야 하며, 각 폐위계단구역 내 각 갑판상에 6개로 제한되어야 한다. FTP 코드에 따라 화재위험성이 낮아야 하며, 여객 탈출로를 방해해서는 안 된다. 좌석이 고정되고, 불연성이며 여객의 탈출로를 제한하지 않는 것이면 주 리셉션 구역에 추가적인 좌석배치를 허용할 수 있다. 선실구역의 여객과 선원이 탈출할 탈출로를 형성하는 복도에는 가구를 설치해서는 안 된다. 추가하여 불연성 재료 보관함에 위험하지 않은 안전장비를 보관할 수 있다. 탈출로 너비 확보에 지장이 없다면 음료수대 및 음료제빙기를 고정하여 설치할 수 있다. 이는 복도 및 계단의 장식용꽃, 식물배치, 동상, 그림, 벽걸이융단과 같은 기타 예술품에도 적용한다.

204. 여객선의 선실발코니의 가구 및 비품

여객선 선실발코니가 **5장 801.** 및 **8장 501.**의 3항에 적용되는 고정식 가압수분무장치, 고정식 화재탐지장치 및 경보장치로 보호되지 않는 경우 그 선실발코니의 가구 및 비품은 **1장 103.**의 40항의 (1), (2), (3), (6) 및 (7)호를 만족하여야 한다. ⚓

제 4 장 연기발생 가능성과 유독성

제 1 절 페인트, 광택재(varnishes) 및 기타 마감재

101. 페인트, 광택재(varnishes) 및 기타 마감재 【지침 참조】

노출된 내부 표면에 사용하는 페인트, 광택재 및 기타 마감재는 과도한 양의 연기 및 유독물질을 발생시켜서는 안 되며 FTP 코드에 따른다.

102. 여객선 선실발코니용 페인트, 광택재(varnishes) 및 기타 마감재

여객선 선실발코니의 노출면에 사용되는 페인트, 광택재 및 기타 마감재는 바닥재가 천연적으로 견고한 목재인 경우 이외에는 과도한 양의 연기 및 유독물질을 발생시켜서는 안 되며 이는 FTP 코드에 따른다.

제 2 절 일차갑판피복재

201. 일차갑판피복재 【지침 참조】

일차갑판피복재가 거주구역, 업무구역, 제어장소 내부에 사용된다면 온도상승에 의하여 연기, 독성 또는 폭발 발생의 위험성이 없는 승인품이어야 하며 FTP 코드에 따른다.

202. 여객선 선실발코니용 일차갑판피복재

여객선 선실발코니의 일차갑판피복재는 온도상승에 의하여 연기, 독성 또는 폭발 발생의 위험성이 없어야 하며 이는 FTP 코드에 따른다. ⚓

제 5 장 화재탐지장치 및 화재경보장치

제 1 절 일반요건

101. 일반요건

1. 고정식 화재탐지 및 화재경보장치는 FSS **코드**에 적합하게 공급하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 고정식 화재탐지 및 화재경보장치, 시료채취연기탐지장치는 FSS **코드**에 적합한 승인된 형식이어야 한다. **【지침 참조】**
3. 고정식 화재탐지 및 화재경보장치가 301. 이외의 보호구역에서 요구되는 경우 FSS **코드**에 적합한 탐지기를 각 구역마다 최소 1개 설치하여야 한다.
4. 여객선에서 고정식 화재탐지 및 화재경보장치는 각각의 탐지기 및 수동조작 콜포인트를 원격 및 개별적으로 식별할 수 있어야 한다.

102. 최초 및 정기적 시험

1. 고정식 화재탐지 및 화재경보장치의 설치 후 여러 통풍조건하에서 성능시험을 하여야 한다.
2. 고정식 화재탐지 및 화재경보장치의 기능은 적정 온도에서 열기를 생산하는 장치, 적합한 밀도와 입자크기를 지닌 연기 또는 에어로졸, 탐지기가 반응하도록 설계되어 있는 초기화재와 관련된 현상을 이용하여 정기적으로 시험하여야 한다.

제 2 절 기관구역의 보호

201. 설치

아래 기관구역에 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다.

1. 정기적으로 무인화가 되는 기관구역 **【지침 참조】**
2. 다음에 해당되는 기관구역
   (1) 연속적인 당직 근무 대신 자동, 원격제어장치 및 설비의 설치가 허용된 기관구역
   (2) 주전원 공급을 포함하여 주추진, 보조기관을 여러 범위로 자동, 원격제어하고 그 제어장소에서 연속적으로 당직자가 감시하는 경우
3. 소각기가 설치되는 폐위된 별도의 구역

202. 설계 【지침 참조】

201.의 1항에서 요구하는 고정식 화재탐지 및 화재경보장치는 정상적인 기관운전상태, 주위온도의 변화에 따른 통풍 변화에서도 해당 구역의 모든 화재를 신속히 탐지될 수 있어야 한다. 제한된 높이를 가진 구역 및 특별히 적합한 경우를 제외하고 열탐지기를 사용해서는 안 된다. 그 탐지장치는 가시가청경보를 발하여야 하며 화재 표시 이외의 다른 경보장치와 구분되어야 한다. 선교 및 책임기관사에 의해 그 경보를 듣고 관찰할 수 있도록 충분히 장소를 확보하여야 한다. 선교 당직자가 없는 경우에는 책임선원이 근무하고 있는 장소로 경보하여야 한다.

제 3 절 거주구역, 업무구역, 제어장소의 보호

301. 거주구역의 연기탐지기

302., 303. 및 304.에서 정한 거주구역 내 모든 계단, 통로, 탈출로에 연기탐지기를 설치하여야 한다. 통풍덕트 내에는 특별한 연기탐지기를 고려하여야 한다.

302. 36인을 초과하는 여객을 운송하는 여객선에 대한 요건

거주구역의 계단, 통로, 탈출로를 포함하여 업무구역, 제어장소, 거주구역의 연기를 탐지하도록 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 개인목욕실이나 조리실에는 연기탐지기를 설치하지 않아도 된다. 또한 보이드스페이스, 공용화장실, CO_2저장실, 이와 유사한 화재위험이 거의 없는 장소에는 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하지 않아도 된다. 선실에 설치된 탐지기는 작동되고 있는 경우, 탐지기가 위치한 구역 내에 가청경보도 발생할 수 있거나 가청경보를 발생시키도록 설비를 갖추어야 한다.

303. 36인을 넘지 않는 여객을 운송하는 여객선에 대한 요건

보이드스페이스, 위생구역과 같이 화재위험이 적은 구역을 제외하고 모든 거주구역, 업무구역, 제어장소 내에서 수직이나 수평으로 각각 분리된 구역별로 다음 중 하나를 설치하여야 한다.

1. 거주구역의 계단, 통로 및 탈출로에서 연기를 탐지하여 그 구역의 화재 발생 여부를 탐지할 수 있도록 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치해야 한다. 선실에 설치된 탐지기는 작동되고 있는 경우, 탐지기가 위치한 구역 내에 가청경보도 발생할 수 있거나 가청경보를 발생시키도록 설비를 갖추어야 한다.
2. FSS 코드에 적합한 승인된 자동스프링클러장치, 화재탐지장치 및 화재경보장치를 설치하여 그 구역을 보호하고, 거주구역의 계단, 통로, 탈출로에 연기를 탐지하기 위한 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다.**【지침 참조】**

304. 여객선의 중앙홀에 대한 보호

여객선의 중앙홀을 포함하는 모든 주수직구역을 연기탐지장치로 보호하여야 한다.

305. 화물선

거주구역, 업무구역 및 제어장소는 **7장 103.**의 1항 (1)호에 따라 다음과 같이 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치 및/또는 자동스프링클러, 화재탐지장치 및 화재경보장치로 보호되어야 한다. **【지침 참조】**

1. IC **방식**
   거주구역 내의 모든 통로, 계단 및 탈출로에 연기 탐지를 하도록 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다.
2. IIC **방식**
   거주구역, 조리실 및 기타 업무구역을 보호하기 위하여 FSS 코드에 적합한 승인된 형식의 자동스프링클러장치, 화재탐지장치 및 화재경보장치를 설치해야 한다. 다만 보이드스페이스, 위생구역 등과 같이 화재위험이 적은 구역은 제외한다. 또한 거주구역 내의 모든 통로, 계단 및 탈출로에 연기 탐지를 하도록 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다.
3. IIIC **방식**
   모든 거주구역 및 업무구역의 화재 여부를 탐지할 수 있도록 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치를 설치해야 한다. 단, 보이드스페이스, 위생구역 등과 같이 화재위험이 적은 구역은 제외한다. 또한 거주구역 내의 모든 통로, 계단 및 탈출로에 연기 탐지용 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치해야 한다.

제 4 절 여객선 화물구역의 보호

401. 여객선 화물구역의 보호

선박의 짧은 항해로 인하여 이 요건의 적용이 불합리한 경우를 제외하고, 접근할 수 없다고 판단되는 모든 화물구역에 고정식 화재탐지장치와 화재경보장치 또는 시료채취연기탐지장치를 설치하여야 한다.

제 5 절 수동조작 콜포인트(call point)

501. 수동조작 콜포인트(call point) 【지침 참조】

FSS 코드에 적합한 수동조작 콜포인트를 거주구역, 업무구역, 제어장소에 설치하여야 한다. 외부로 통하는 각 출입구에 하나의 수동조작 콜포인트를 설치하여야 한다. 수동조작 콜포인트는 각 갑판의 통로에서 쉽게 접근할 수 있어야 하며 통로의 어느 부분에서도 수동조작 콜포인트까지 20 m 이상 떨어지지 않도록 한다.

제 6 절 여객선 화재 순찰

601. 화재순찰

36인 초과 여객선에서 화재 발생을 즉시 감지할 수 있도록 효과적인 순찰제도를 유지하여야 한다. 각 감시원은 선박 배치, 장비 위치 및 사용법을 숙지하도록 훈련되어야 한다.

602. 점검 창구

천정과 격벽의 구조는 방화 효율성을 저하시키지 않는 범위 내에서 은폐되거나 접근할 수 없는 구역의 연기발생 시 화재 감시 및 탐지할 수 있도록 한다. 단, 화재 위험이 없다고 간주되는 구역은 제외한다.

603. 휴대식 쌍방향 무선전화장치

각 화재감시원에게 휴대식 쌍방향 무선전화장치를 지급하여야 한다.

제 7 절 여객선 화재경보 신호장치

701. 여객선 화재경보 신호장치

1. 여객선이 항해나 정박 중(미취항 제외)에 당직선원이 최초 화재경보를 즉시 접수할 수 있도록 인원이나 장비를 배치하여야 한다.
2. 고정식 화재탐지 및 화재경보장치의 제어반은 고장대비(fail-safe)원칙에 따라 설계되어야 한다.(예를 들면, 탐지기의 개회로는 경보 발생의 원인이어야 한다.)
3. 36인 초과 여객선에서 302.에 의거하여 설치된 화재탐지경보장치는 사람이 항시 배치된 중앙제어장소에서 집중 통제되어야 한다. 추가로 동일 장소에서 방화문의 원격폐쇄와 통풍팬 정지의 제어도 집중 통제되어야 한다. 통풍팬은 사람이 항시 배치된 제어장소에서 선원이 재가동할 수 있어야 한다. 중앙제어장소의 제어반에 방화문의 개폐 여부와 탐지기, 경보기, 송풍기의 차단 여부를 표시하여야 한다. 제어반에 동력을 연속적으로 공급하여야 하며 통상 동력이 차단되면 예비전원으로 자동 전환되어야 한다. 적용 가능한 조항에 의해 허용된 다른 방식이 없으면 제어반은 주전원 및 비상전원으로부터 동력이 공급되어야 한다.
4. 선교 또는 화재제어실에서 선원 호출용으로 특별경보장치를 설치하여야 한다. 이 경보를 일반경보장치 일부로 사용할 수 있으나, 여객구역에 대한 경보와는 별개로 경보할 수 있어야 한다.

제 8 절 여객선 선실발코니 보호

801. 여객선 선실발코니 보호 【지침 참조】

2장 202.의 4항이 적용되는 여객선 선실발코니의 가구 및 비품이 1장 103.의 40항 (1), (2), (3), (6) 및 (7)호에서 규정하는 제품이 아닌 경우 동 선실발코니에는 FSS 코드 요건을 만족하는 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다. ⚓

제 6 장 연기확산제어

제 1 절 기관구역 외부의 제어장소 보호

101. 기관구역 외부의 제어장소 보호 【지침 참조】

기관구역 외부의 제어장소는 화재가 발생한 경우에도 통풍, 가시성을 확보하고 연기로부터의 자유를 유지하여 기계와 설비를 감시하고 효과적으로 성능을 계속 유지할 수 있도록 실질적인 조치가 취해져야 한다. 해당 제어장소에는 독립된 대체 급기수단이 있어야 하며, 2개의 공급원으로 된 공기흡입구에는 연기가 동시에 흡입될 위험이 최소가 되도록 배치해야 한다. 다만, 제어장소가 개방갑판상에 위치하거나 갑판상 개구를 가진 경우 또는 국부폐쇄장치로 동등한 효과가 있는 경우 이를 적용할 필요는 없다. 안전센터에 사용되는 통풍장치는 인접한 주수직구획 내에 없을 경우 항해선교에 사용되는 통풍장치로부터 유도될 수 있다.

제 2 절 기관구역의 연기 배출

201. 기관구역의 연기 배출

1. A류 기관구역, 기타 기관구역에 적용하여야 한다.
2. 해당 구역의 화재 시 연기를 배출하도록 적합한 설비를 갖추어야 하며 7장 402.의 1항을 만족하여야 한다. 통상 사용하는 통풍장치를 인정할 수 있다.
3. 해당 구역의 외부에 연기배출 제어수단을 설치해야 하며, 화재 시 해당 구역에서 제어불능이 되지 않도록 해야 한다.
4. 여객선에서 3항의 제어장치를 1개의 제어장소나 가능한 적은 그룹으로 위치하도록 하고 개방 갑판으로부터 안전하게 접근하도록 한다.

제 3 절 통풍정지판

301. 통풍정지판 【지침 참조】

천장, 패널 또는 내장판의 뒤쪽 폐위 공간은 14 m 이내 간격으로 밀착된 통풍정지판에 의해 적절히 구획되어야 한다. 계단, 트렁크 등의 내장판 뒤쪽 공간을 포함하는 폐위된 공간의 수직방향으로는 각 갑판에서 차단되도록 한다.

제 4 절 여객선 중앙홀의 연기배출장치

401. 여객선 중앙홀의 연기배출장치

중앙홀에 연기배출장치를 설치하여야 하며, 연기탐지장치에 의해 작동되고 수동조작 할 수 있어야 한다. 이 때 통풍팬은 구역 내 전용적을 10 분 이내로 배출할 수 있어야 한다. ⚓

제 7 장 화재 차단

제 1 절 방열상 및 구조상 경계

101. 방열상 및 구조상 구획 【지침 참조】

모든 선박은 그 구획의 화재위험을 고려하여 방열 구조로 구획되어야 한다.

102. 여객선

1. 주수직구획 및 주수평구획

(1) 선체, 선루, 갑판실

(가) 36인 초과 여객선에서 선체, 선루, 갑판실은 “A-60”급 주수직구역으로 구획되어야 한다. 계단 및 리세스(recess)는 그 수를 최소화하여야 하며 계단 및 리세스(recess)가 필요한 경우에는 “A-60”급으로 구획되어야 한다. 3항 (2)호 (나)의 ⑤, ⑨, ⑩의 장소가 그 구획 한쪽에 있거나, 연료유탱크가 그 구획 양쪽에 있는 경우 “A-0”로 경감할 수 있다.

(나) 36인 이하 여객선에서 거주구역, 업무구역의 선체, 선루, 갑판실은 “A”급 주수직구역으로 구획하여야 한다. 이들 구획은 4항 표에 따른 방열이어야 한다.

(2) 격벽갑판 상방에서 주수직구역의 경계를 이루는 격벽은 가능한 격벽갑판 하방에 위치한 수밀구역 격벽과 일직선상에 있어야 한다. 주수직구역의 끝단을 수밀구획격벽과 일치하도록 하거나 주수직구역의 전길이에 걸쳐 있는 넓은 공용실을 수용하도록 주수직구역의 길이와 폭을 최대 48 m까지 연장할 수 있다. 다만 이 때 주수직구역의 총면적은 어느 갑판에서도 1,600 m^2 이하이어야 한다. 주수직구역의 길이나 폭은 이들 경계 격벽사이의 최대거리이다. **【지침 참조】**

(3) 이러한 격벽은 갑판에서 갑판까지 및 외판 또는 다른 경계까지 연장되어야 한다.

(4) 주수직구역이 자동스프링클러장치로 보호되는 구역과 보호되지 않는 구역 사이에 방벽을 설치하기 위해 A급 수평구획으로 나눠지는 경우, 이 구획은 인접된 주수직구역의 격벽, 외판, 선박 외부경계선까지 연장되어야 하며, **표 8.7.4**의 화재방열성에 따른다.

(5) 특수 목적으로 설계된 선박

(가) 자동차선, 철도차량선 등 특수 목적으로 설계된 선박에서 주수직구역 격벽으로 인해 그 선박의 목적을 저해하는 경우에는 화재제어 및 확산방지를 위해 동등한 방법으로 대체하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 업무구역과 창고는 관련 규칙에 따라 보호되지 않으면 로로갑판에 설치해서는 안 된다.

(나) 특수분류구역이 있는 선박의 구역은 **13장**의 관련 규정에 적합하여야 하며 여객선의 요건과 이 요건이 불일치하는 경우 **13장**에 따른다.

2. 주수직구역의 격벽

(1) 36인 초과 여객선에서 A급 구획을 요구하지 않는 격벽은 최소한 3항 표에서 정한 B급 또는 C급 구획으로 하여야 한다.

(2) 36인 이하 여객선에서 A급 구획을 요구하지 않는 거주구역 및 업무구역의 격벽은 최소한 4항에서 정한 B급 또는 C급 구획으로 하여야 한다. 부가하여 A급을 요구하지 않는 통로 격벽은 갑판에서 갑판까지 B급 구획으로 하여야 한다. 단, 아래 사항을 제외한다.

(가) 연속된 B급 천정이나 내장판을 격벽 양측에 부착하는 경우, 연속된 B급 천장 또는 내장판의 뒷면 격벽부분의 두께와 성분은 B급 구획구조로 인정되는 재료여야 하며 그 재료는 B급 방열성 기준을 만족하도록 한다. **【지침 참조】**

(나) FSS 코드에 적합한 자동스프링클러장치로 보호되는 경우, 그 통로격벽이 그 격벽과 천정에서 4항에 적합한 B급 구획 구조이면 그 통로 천장에서 마감할 수 있다. 이들 격벽에 설치되는 모든 문과 문틀은 불연성재료이어야 하며, 설치된 격벽과 동등한 화재방열성을 지녀야 한다.

(3) (2)호에서 정한 통로 격벽을 제외하고, B급 구획을 요구하는 모든 격벽은 갑판에서 갑판까지, 갑판에서 외판이나 다른 경계면까지 연장되어야 한다. 그러나 연속된 “B”급 천장이나 내장판이 인접한 격벽과 같은 내화성의 격벽으로 양측에 설치될 경우 그 격벽을 연속된 천장이나 내장판에서 마감해도 된다. **【지침 참조】**

3. 36인 초과 여객선에서 격벽 및 갑판의 화재방열성

(1) 여객선의 갑판 및 격벽의 화재방열성에 관한 특별규정에 추가하여 갑판 및 격벽의 최소 화재방열성은 **표 8.7.1**과

표 8.7.2에서 정하는 바에 따르도록 한다. **【지침 참조】**

(2) 다음 표에 다음 사항을 적용하여야 한다.

(가) 표 8.7.1은 주수직구역 경계 또는 주수평구역 경계가 아닌 격벽에 적용한다. 표 8.7.2는 주수직구역의 계단을 구성하지 않거나, 주수평구역의 경계가 아닌 갑판에 적용한다.

(나) 인접구역 사이의 경계에 적용되는 화재방열성 기준을 결정하기 위해 화재위험성에 따라 ①부터 ⑭ 까지 분류한다. 이 규칙의 목적상 이러한 구역의 설치물(contents) 및 용도상 분류가 불확실하거나 2개 이상으로 분류될 수 있는 경우 가장 엄격한 분류의 경계요건을 가진 구역을 적용한다. 한 구역에서 30 % 이하의 통로 개구를 갖는 작은 폐위구역은 분리된 구역으로 간주한다. 그러한 소구역의 격벽 및 갑판 경계의 화재방열성은 표 8.7.1 및 표 8.7.2에 따른다. 각 분류는 제한되기 보다는 대표적인 것을 언급하고 있으며, 표 항이나 열로 분류되는 것을 말한다.

① 제어장소

비상용동력원 및 조명원이 있는 장소/
조타실, 해도실/
무선장치장소/
화재제어실/
추진기관 외부에 배치한 추진기관제어실/
화재경보장치를 집중배치한 장소/
중앙집중식 비상선내방송장치장소

② 계단

여객 및 선원용 내부계단/
승강기/
전 폐위된 비상탈출용트렁크/
에스컬레이터 (기관구역 내 완전히 들어있는 것은 제외) 및 그 주위벽
(이와 관련하여 한쪽 높이에서만 폐위된 계단은 방화문으로 격리되지 않은 장소로 간주한다.)

③ 복도

여객 및 선원용 복도와 로비

④ 퇴선장소 및 외부탈출로

생존정 승정지역/
구명정 및 구명뗏목의 승정, 강하장소로 구성된 개방갑판장소와 폐위통로/
내외부 소집장소/
탈출로로 이용되는 외부계단 및 개방갑판/
최소만재흘수선의 선측, 구명뗏목에 인접한 선루와 갑판측면의 하부, 퇴선 활강 탈출장소

⑤ 개방갑판구역

개방갑판구역과 폐위통로로써 구명정, 구명뗏목의 승정장소 및 강하장소가 아닌 장소/
이 때 폐위통로는 심각한 화재위험이 없어야 하고, 비품은 갑판용으로 제한되어야 하고 영구적인 개구부로 자연 통풍되어야 한다./
대기 구역(선루 및 갑판실 외부 구역)

⑥ 낮은 화재위험성을 지닌 거주구역

제한된 화재위험성을 지닌 가구 및 비품을 비치한 선실/
제한된 화재위험성을 지닌 가구 및 비품을 비치한 사무실 및 진료실/
제한된 화재위험성을 지닌 가구 및 비품을 비치한 공용실로서 바닥면적이 50 m^2이하인 장소

⑦ 보통의 화재위험성을 지닌 거주구역

⑥ 장소로서 제한된 화재위험성을 가진 가구 및 비품 이외의 것을 비치하는 장소/
제한된 화재위험성을 가진 가구 및 비품을 비치하는 공용실로서 마루면적이 50 m^2이상인 장소/
거주구역에서 4 m^2 미만 면적의 분리된 로커 및 소저장실(가연성 액체를 보관하지 않는 곳)/
영사실, 필름보관실/
소조리실 (화염을 사용하지 않는곳)/
청소용구함 (가연성 액체를 보관하지 않는 곳)/
실험실(가연성 액체를 보관되는 않는 곳)/

약국/
소건조실(바닥면적 4 m^2이하 장소) /
금고실/
수술실

⑧ 높은 화재위험성을 가진 거주구역

제한된 화재위험성을 가진 가구 및 비품 이외의 것을 비치하는 공용실로서 바닥면적이 50 m^2 이상인 장소 /
이발소, 미용실/
사우나실/
매점

⑨ 위생구역 및 이와 유사한 장소

공중위생설비실, 샤워실, 욕실, 화장실 등/
소세탁실/
실내수영장/
거주구역에서 조리기구가 없는 분리된 식자재실/
개인위생용품은 이를 포함한 장소로 간주한다.

⑩ 화재위험성이 전혀 없거나 거의 없는 탱크, 빈 공간 및 보조기관구역

선체구조 일부를 형성하는 물탱크/
빈 공간, 코퍼댐/
보조기관구역으로 압력윤활장치를 갖춘 기계를 제외하며 가연성 물질을 보관하지 않는 장소. 예를 들면, 통풍기실, 공기조화기실, 양묘기실, 조타기실, 균형장치실, 추진용전동기실, 배전반과 순수 전기설비실 (10 kVA 이상의 오일 변압기는 제외), 축로, 배관 터널/
펌프실 및 냉동기실 (가연성 액체를 사용하지 않는 곳)/
상기 장소로 통하는 폐위 트렁크/
배관 및 전선 트렁크와 같은 기타 폐위 트렁크

⑪ 보통 화재위험성을 가진 보조기관구역, 화물구역, 화물유, 기타 유탱크 및 이와 유사한 장소

화물유탱크/
화물창, 트렁크, 창구/
냉장실/
연료유탱크(기계를 설치하지 않은 독립된 장소에 있는 것)/
가연성 물질의 보관이 가능한 축로 및 배관 터널/
⑩의 보조기관실로서 압력윤활유장치 기계를 설치한 곳 또는 가연성 물질을 보관 허용된 곳/
연료유 주입장소/
10 kVA 이상의 오일 변압기를 비치하는 장소/
보조발전기 구동용 터빈 또는 왕복증기기관 및 110 kW 이하 소형내연기관으로 발전기, 스프링클러, 살수장치, 소화펌프, 빌지펌프 등을 구동하는 장소/
상기 장소로 통하는 폐위된 트렁크

⑫ 기관구역 및 주조리실

주추진기실(추진용 전동기실 제외) 및 보일러실/
⑩ 및 ⑪ 장소를 제외한 보조기관실로써 내연기관, 기타 기름연소장치, 가열장치 또는 펌프장치가 설치된 장소/
주조리실 및 부속장소/
상기 장소로 통하는 트렁크 및 케이싱

⑬ 창고, 작업실, 식자재실 등

조리실에 부속되지 않는 주 식자재실/
주세탁실/
대건조실 (바닥면적에 4 m^2이상인 곳)/
잡용 창고/
우편물실 및 수하물실/

폐기물실/
작업실(기관구역 및 조리실 등의 일부를 형성하지 않는 곳)/
4 m^2보다 큰 면적을 가진 로커 및 저장실로써 가연성 액체저장을 위한 설비를 제외하는 곳

⑭ 가연성 액체를 보관하는 기타 장소
페인트 창고/
가연성 액체(염료, 약제 등 포함)가 있는 선용품실/
실험실(가연성 액체가 있는 곳)

(다) 2개 구역 경계의 화재방열성이 단일값으로 표시된 경우 그 값을 모든 경우에 적용한다.

(라) 2항에도 불구하고 표에서 대쉬(-) 표시된 경계의 재료나 화재방열성에 대해서는 특별요건이 없다.

(3) 연속된 B급 천정이나 내장판은 관련된 갑판이나 격벽과 결합하여 구획에서 요구하는 보존방열성에 전체적 또는 부분적으로 기여하는 것으로 인정할 수 있다.

(4) 사우나실의 구조는 다음 요건에 적합하도록 배치하여야 한다.

(가) 사우나실의 경계는 A급 구획이어야 하며 탈의실, 샤워실, 화장실을 포함할 수 있다. 사우나실은 다른 구역과 A-60급으로 방열되어야 한다. 다만, 그 내부구역 및 ⑤, ⑨, ⑩ 구역을 제외한다.

(나) 사우나실로 직접 통하는 욕실은 사우나실의 일부로 간주할 수 있다. 이 때, 사우나실과 욕실 사이의 문은 화재안전요건에 적합하지 않아도 된다.

(다) 사우나실의 격벽과 천정에는 재래식 목재내장재를 허용한다. 오븐 상부의 천정에는 최소한 30 mm 의 공간을 두고 불연성판을 내장하여야 한다. 고온표면부로부터 가연성 재료와의 간격은 최소한 500 mm이거나 가연성 재료를 보호하여야 한다(예를 들면 30 mm 이상의 공간을 지닌 불연성판으로 시공한다).

(라) 재래식 목재의자를 사우나실 안에서 사용할 수 있다.

(마) 사우나실 문을 바깥쪽으로 개방하도록 한다.

(바) 전기 가열식 오븐은 타이머가 설치되어야 한다.

표 8.7.1 주수직구역이나 주수평구역과 경계하지 않는 격벽 (36인 초과 여객선)

구역		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
제어장소	①	B-0a	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-60	A-60	A-0	A-0	A-60	A-60	A-60	A-60
계단	②		A-0a	A-0	A-0	A-0	A-0	A-15	A-15	A-0c	A-0	A-15	A-30	A-15	A-30
복도	③			B-15	A-60	A-0	B-15	B-15	B-15	B-15	A-0	A-15	A-30	A-0	A-30
퇴선정소 및 외부탈출로	④					A-0	A-60b.d	A-60b.d	A-60b.d	A-0d	A-0	A-60b	A-60b	A-60b	A-60b
개방갑판장소	⑤						A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
저 화재위험성을 가진 거주구역	⑥						B-0	B-0	B-0	C	A-0	A-0	A-30	A-0	A-30
보통 화재위험성을 가진 거주구역	⑦							B-0	B-0	C	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60
고 화재위험성을 가진 거주구역	⑧								B-0	C	A-0	A-30	A-60	A-15	A-60
위생구역 및 이와 유사한 장소	⑨									C	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
화재위험성이 전무하거나 거의 없는 탱크, 보이드스페이스 및 보기실	⑩										A-0a	A-0	A-0	A-0	A-0
보통 화재위험성을 가진 보조기관실, 화물구역, 화물유, 기타 유탱크 및 이들과 유사한 장소	⑪											A-0a	A-0	A-0	A-15
기관구역 및 주조리실	⑫												A-0a	A-0	A-60
선용품실, 작업실, 식자재실 등	⑬													A-0a	A-0
가연성액체를 보관하는 기타장소	⑭														A-30

표 8.7.2 주수직구역내 계단을 구성하지 않거나 주수평구역과 경계하지 않는 갑판 (36인 초과 여객선)

하부구역 \ 상부구역		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
제어장소	①	A-30	A-30	A-15	A-0	A-0	A-0	A-15	A-30	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-60
계단	②	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-30	A-0	A-30
복도	③	A-15	A-0	A-0a	A-60	A-0	A-0	A-15	A-15	A-0	A-0	A-0	A-30	A-0	A-30
퇴선정소 및 외부탈출로	④	A-0	A-0	A-0	A-0	-	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
개방갑판장소	⑤	A-0	A-0	A-0	A-0	-	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
저 화재위험성을 가진 거주구역	⑥	A-60	A-15	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
보통 화재위험성을 가진 거주구역	⑦	A-60	A-15	A-15	A-60	A-0	A-0	A-15	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
고 화재위험성을 가진 거주구역	⑧	A-60	A-15	A-15	A-60	A-0	A-15	A-15	A-30	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
위생구역 및 이와 유사한 장소	⑨	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
화재위험성이 전무하거나 거의 없는 탱크, 보이드스페이스 및 보기실	⑩	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0a	A-0	A-0	A-0	A-0
보통 화재위험성을 가진 보조기관실, 화물구역, 화물유, 기타 유탱크 및 이들과 유사한 장소	⑪	A-60	A-60	A-60	A-60	A-0	A-0	A-15	A-30	A-0	A-0	A-0a	A-0	A-0	A-30
기관구역 및 주조리실	⑫	A-60	A-60	A-60	A-60	A-0	A-60	A-60	A-60	A-0	A-0	A-30	A-30a	A-0	A-60
선용품실, 작업실, 식자재실 등	⑬	A-60	A-30	A-15	A-60	A-0	A-15	A-30	A-30	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
가연성액체를 보관하는 기타장소	⑭	A-60	A-60	A-60	A-60	A-0	A-30	A-60	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0

표 8.7.1 및 **표 8.7.2** 비고 :

a. 인접 장소가 동일 분류에 속하고 상기 표에서 문자 a가 있는 경우, 우리 선급에서 필요없다고 간주할 때에는 이들 장소 사이의 격벽이나 갑판을 설치하지 않아도 된다. 예를 들면, ⑫에서 식자재실의 격벽 및 갑판이 그 조리실의 경계 방열성을 유지할 경우에는 격벽을 요구하지 않는다. 다만, 조리실과 기관구역이 비록 ⑫에 속하더라도 이들 장소 간에는 격벽을 요구한다.

b. 최소만재흘수선까지의 선측면, 선루, 갑판실 측면이 구명뗏목 승정장소, 활강탈출장치의 승강장소와 인접하거나 그 하부에 위치하면 A-30급까지 경감할 수 있다.

c. 공중화장실이 폐위계단구역 내에 설치되는 경우, 폐위계단장소 내의 공중화장실의 격벽은 B급 방열성으로 할 수 있다.

d. ⑥, ⑦, ⑧, ⑨ 구역이 소집장소의 외부 경계에 전체적으로 위치하는 경우 이 구역의 격벽은 B-0급으로 완화할 수 있다. 오디오, 비디오, 조명설비의 제어장소는 소집장소의 일부로 간주할 수 있다.

4. 36인 이하 여객선에서 격벽 및 갑판의 화재방열성

(1) 여객선의 격벽 및 갑판의 화재방열성에 대한 규정에 추가하여 최소한의 격벽 및 갑판의 화재방열성은 **표 8.7.3** 및 **표 8.7.4**에서 정한 것이어야 한다.

(2) 다음 표에 다음 사항을 적용하여야 한다.

(가) **표 8.7.3** 및 **표 8.7.4**를 인접구역과 분리하는 격벽 및 갑판에 각각 적용한다.

(나) 인접구역 사이의 경계에 적용되는 화재방열성 기준을 결정하기 위해 화재위험성에 따라 ①부터 ⑪까지 분류한다. 이 규칙의 목적상 이러한 구역의 설치물(contents) 및 용도상 분류가 불확실하거나 2개 이상으로 분류될 수 있는 경우 가장 엄격한 분류의 경계요건을 가진 구역을 적용한다. 한 구역에서 30 % 이하의 통로 개구를 갖는 작은 폐위구역은 분리된 구역으로 간주한다. 그러한 소구역의 격벽 및 갑판 경계의 화재방열성은 **표 8.7.3** 및 **표 8.7.4**에 따른다. 각 분류는 제한되기 보다는 대표적인 것을 언급하고 있으며, 표 항이나 열로 분류되는 것을 말한다.

① 제어장소

비상용동력원 및 조명원이 있는 장소/
조타실, 해도실/
무선장치장소/
화재제어실/
추진기관 외부에 배치한 추진기관제어실/
화재경보장치를 집중배치한 장소

② 복도

여객 및 선원용 복도와 로비

③ 거주구역

1장 103.의 1항에서 정한 구역이며 복도를 제외한다.

④ 계단

내부계단/

승강기/

전 폐위된 비상탈출용 트렁크/

에스컬레이터(기관구역 내 완전히 들어있는 것은 제외한다.) 및 그 주위벽,

이와 관련하여 한쪽 높이에서만 폐위된 계단은 방화문으로 격리되지 않은 장소로 간주한다.

⑤ 업무구역 (저위험)

4 m^2 미만 바닥면적을 지닌 로커 및 비품저장실로써 가연성액체를 보관하지 않는 곳/

건조실/

세탁실

⑥ A류 기관구역

1장 103.의 31항에서 정한 구역

⑦ 기타 기관구역

전기설비실(자동전화교환기, 공기조화 덕트구역)/

1장 103.의 30항에서 정한 구역. 단, A류 기관구역은 제외한다.

⑧ 화물구역

화물 용도의 모든 장소(화물유탱크를 포함) 및 이들 장소에 도달하는 트렁크 및 창구. 단, 특수 분류구역은 제외함.

⑨ 업무구역 (고위험)

조리실, 조리기구가 있는 식자재실/

페인트창고, 등창고(lamp room)/

4 m^2 이상인 로커 및 저장실/

가연성액체저장구역/

사우나실/

기관구역의 일부를 구성하지 않는 작업실

⑩ 개방갑판

개방갑판구역 및 폐위통로로써 화재위험이 거의 없거나 전혀 없는 곳/

이 폐위통로에는 심한 화재위험성이 없어야 하며, 비품은 갑판용으로 제한하여야 하며 추가로 이들 장소에서 영구적인 개구로 자연 통풍되어야 한다./

대기구역(선루 및 갑판실 외부 장소)

⑪ 특수분류구역 및 로로구역

1장 103.의 41항과 46항에서 정한 구역

(다) FSS 코드에 의한 자동스프링클러로 보호되지 않는 주수직구역 또는 주수평구역 내 2개의 구역 사이 또는 이 장치에 의해 보호되지 않는 이들 구역간의 경계에는 아래 2개의 표 중에서 화재방열성이 높은 쪽의 기준을 적용하여야 한다.

(라) FSS 코드에 의한 자동스프링클러로 보호되는 주수직구역 또는 주수평구역 내 2개의 구역 사이 또는 이 장치에 의해 보호되는 이들 구역간의 경계에는 아래 2개의 표 중에서 화재방열성이 낮은 쪽의 기준을 적용하여야 한다. 거주구역과 업무구역 내에서 자동스프링클러장치로 보호되는 구역과 보호되지 않는 구역이 인접하는 경우 이들 구역간의 경계에는 아래 2개의 표 중에서 화재방열성이 높은 쪽의 기준을 적용하여야 한다.

(3) 연속된 B급 천정이나 내장판은 관련된 갑판이나 격벽과 결합하여 구획에서 요구하는 보존방열성에 전체적 또는 부분적으로 기여하는 것으로 인정할 수 있다.

(4) 여객선에서 A급을 요구하지 않은 경우, 강재나 동등한 재료로 구성된 외부 경계에는 창문과 현창을 설치하기 위한 구멍을 낼 수 있다. 또한 A급이 요구되지 않는 경계에는 우리 선급이 인정하는 문으로 제작할 수 있다.

【지침 참조】

(5) 사우나실은 3항 (4)호에 적합하여야 한다.

표 8.7.3 인접구역과 분리된 격벽의 화재방열성 (36인 이하 여객선)

구역		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
제어장소	①	A-0c	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	*	A-60
복도	②		Ce	B-0e	A-0a B-0e	B-0e	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0d	*	A-30g
거주구역	③			Ce	A-0a B-0e	B-0e	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0d	*	A-30 A-0d
계단	④				A-0a B-0e	A-0a B-0e	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0d	*	A-30g
업무구역 (저위험)	⑤					Ce	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
A류 기관구역	⑥						*	A-0	A-0	A-60	*	A-60
기타 기관구역	⑦							A-0b	A-0	A-0	*	A-0
화물구역	⑧								*	A-0	*	A-0
업무구역 (고위험)	⑨									A-0b	*	A-30
개방갑판	⑩											A-0
특수분류구역 및 로로구역	⑪											A-30g

표 8.7.4 인접 구역과 분리된 갑판의 화재방열성 (36인 이하 여객선)

하부구역 \ 상부구역		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
제어장소	①	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-60g
복도	②	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30g
거주구역	③	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30 A-0d
계단	④	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30g
업무구역 (저위험)	⑤	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
A류 기관구역	⑥	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60f	A-30	A-60	*	A-60
기타 기관구역	⑦	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-0	*	A-0
화물구역	⑧	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	*	A-0
업무구역 (고위험)	⑨	A-60	A-30 A-0d	A-30 A-0d	A-30 A-0d	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
개방갑판	⑩	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	A-0
특수분류구역 및 로로구역	⑪	A-60	A-30g	A-30 A-0d	A-30g	A-0	A-60g	A-0	A-0	A-30	A-0	A-30g

표 8.7.3 및 **표 8.7.4**의 비고:

a. 이 적용을 명확히 하기 위해서 2항과 5항을 참조한다.

b. 인접구역이 동일 분류에 속하고 표에서 b로 표시되어 있는 경우, 표에서 나타난 격벽 및 갑판의 등급은 인접구역에서 서로 다른 목적으로만 사용되는 경우에 요구된다. 예를 들면, ⑨의 경우 조리실과 인접하는 조리실에는 격벽을 요구하지 않으나 도료창고와 인접하는 조리실에는 A-0급 격벽을 요구한다.

c. 조타실 및 해도실을 서로 분리하는 격벽은 B-0급으로 할 수 있다. 안전센터가 항해선교 내부에 위치하는 경우 항해선교와 안전센터를 분리하는 칸막이는 방화등급이 요구되지 않는다.

d. (2)호의 (다) 및 (라)를 참조한다.

e. 1항 (1)호 (나)를 적용 시 **표 8.7.3**의 B-0급 및 C급을 A-0급으로 이해하여야 한다.

f. 화재위험이 거의 없거나 전혀 없는 ⑦ 기관구역에는 방열하지 않아도 된다. 여기서 화재위험이 거의 없거나 전무한 구역은 3항 (2)호 (나) ⑩을 참조한다.

g. 2014년 7월 1일 전에 건조된 선박(단, 여기서 "건조된 선박"이라 함은 용골이 거치 되거나 또는 이와 동등한 건조 단계에 있는 선박을 말한다)은 최소한 동 선박이 건조될 때 적용되는 요건에 적합하여야 함.)

* 표에서 *로 표시되어 있는 경우 그 구획은 강재나 이와 동등한 재료가 요구되지만 A급이 요구되지는 않는다. 다만, 전기케이블, 관, 통풍 덕트가 ⑩ 장소를 제외한 갑판을 관통하는 경우 화염 및 연기의 통과를 방지하도록 해당 관통구를 밀폐해야 한다. 제어실(비상발전기실)에서 고정식 가스소화장치를 설치한 경우가 아니라면 개방갑판 사이의 구획에 폐쇄장치가 없는 흡입구를 설치할 수 있다. 1항 (1)호 (나)를 적용하면서 ⑧과 ⑩을 제외하고 **표 8.7.4**의 *를 A-0급으로 이해하여야 한다.

5. 거주구역 내 계단 및 승강기 보호

(1) 계단은 모든 개구에서 확실한 폐쇄장치를 지닌 A급의 폐위구역 내에 설치되어야 하며 다음 경우를 제외한다.

(가) 2개의 갑판만을 연결하는 계단은 적절한 격벽이나 자기폐쇄형 문으로 갑판의 보존 방열성을 유지할 경우 두 갑판을 연결하는 계단을 폐위할 필요는 없다. 계단을 갑판 사이 구역에서 폐위할 경우 3항 또는 4항의 갑판에 관한 표 요건에 따라 보호되어야 한다.

(나) 공용구역의 계단은 그 전체가 공용구역 내부에 있는 경우 폐위하지 않아도 된다.

(2) 승강기 트렁크는 갑판 사이에서 다른 갑판으로 연기 및 화염이 들어가지 못하도록 하여야 하며 또한 통기 및 연기를 제어할 수 있도록 폐쇄장치를 부착하여야 한다. 폐위계단구역에 있는 승강기용 기계장치는 강재 격벽으로 둘러싸인 격리실에 배치되어야 한다. 단, 승강기 케이블용 작은 통로를 제외한다. 복도, 공용구역, 특수분류구역, 계단, 외부 장소 이외 구역으로 개방되는 승강기를 탈출설비용 계단으로 사용해서는 안 된다.

6. 선실발코니의 배치

주위의 선실발코니를 분리하는 비내력 부분격벽은 소화 목적을 위해 양쪽에서 선원이 열 수 있어야 한다.

7. 중앙홀의 보호

(1) 적용 가능한 경우, 중앙홀은 **표 8.7.2** 및 **표 8.7.4**에 의해 결정되는 화재 등급을 갖는 A급 구획으로 형성된 폐위부 내에 있어야 한다.

(2) 적용 가능한 경우, 중앙홀 내부에서 구역을 분리하는 갑판은 **표 8.7.2** 및 **표 8.7.4**에 의해 결정되는 화재 등급을 가져야 한다.

103. 탱커를 제외한 화물선

1. 거주구역의 보호방법

(1) 거주구역, 업무구역, 제어장소에는 다음 보호 방법 중 하나를 적용하여야 한다.

(가) IC방식은 거주구역 및 업무구역에서 모든 내부구획격벽을 불연성의 B급 또는 C급의 구조로 하고 자동스프링클러장치, 화재탐지, 화재경보장치를 설치하지 않는다. 다만, **5장 305.**의 1항에서 요구하는 경우 설치한다.

(나) ⅡC방식은 화재 발생의 위험이 있는 모든 장소에서 화재탐지 및 소화를 위하여 **5장 305.**의 2항에 따라 요구되는 자동스프링클러장치, 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하는 것이며 일반적으로 내부구획격벽의 형식은 제한이 없다.

(다) ⅢC방식은 화재 발생의 위험이 있는 모든 장소에서 **5장 305.**의 3항에 따라 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하는 것이며 일반적으로 내부구획격벽의 형식은 제한이 없다. 단, 어떠한 경우에도 모든 거주구역이나 A급 또는 B급 구획으로 경계되는 구역 면적이 50 m^2 초과하여서는 안 된다. 공용구역의 면적 확대에 대하여 우리 선급에서 고려할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 기관구역, 제어장소, 업무구역 등 경계격벽 구조와 방열에 사용하는 불연성 재료의 요건, 폐위계단구역과 복도의 보호 요건은 (1)호에서 기술한 3가지 방법이 공통으로 적용된다.

2. 거주구역의 격벽

(1) B급 구획으로 요구되는 격벽은 갑판에서 갑판까지 또는 외판 또는 기타 경계까지 도달하는 것이어야 하며, 다만 연속된 B급 천장 또는 내장판을 격벽 양측에 설치하는 경우, 그 격벽은 연속된 천장 또는 내장판까지 마감할 수 있다.

(2) IC 방식에서 이 규칙이나 화물선의 기타 규칙상 A급이나 B급 구획을 요구하지 않는 격벽은 최소한 C급 구조로 한다.

(3) ⅡC방식에서 이 규칙이나 화물선의 기타 규칙상 A급이나 B급 구획을 요구하지 않는 격벽 구조에 대하여는 제한이 없다. 다만 **표 8.7.5**에서 C급 격벽을 요구하는 경우에는 제외된다.

(4) ⅢC방식에서 화물선 규칙상 A급이나 B급 구획을 요구하지 않는 격벽 구조에 대하여는 제한이 없다. 단, 어떠한 경우에도 거주구역이나 연속된 A급 또는 B급 구획으로 경계되는 구획 면적이 50 m^2를 초과하여서는 안 된다. **표 8.7.5**에 의하여 C급 격벽을 요구하는 경우에는 제외된다.

3. 격벽 및 갑판의 화재방열성

(1) 화물선에서 갑판 및 격벽의 최소 방열성의 요건에 추가하여 **표 8.7.5** 및 **표 8.7.6**에 따른다.

(2) 다음 표에 다음 요건을 적용하여야 한다.

(가) **표 8.7.5** 및 **표 8.7.6**은 인접장소를 분리하는 격벽 및 갑판에 각각 적용하여야 한다.

(나) 인접구역 사이의 경계에 적용되는 화재방열성 기준을 결정하기 위해 화재위험성에 따라 ①부터 ⑪까지 분류한다. 이 규칙의 목적상 이러한 구역의 설치물(contents) 및 용도상 분류가 불확실하거나 2개 이상으로 분류될

수 있는 경우 가장 엄격한 분류의 경계요건을 가진 구역을 적용한다. 한 구역에서 30 % 이하의 통로 개구를 갖는 작은 폐위구역은 분리된 구역으로 간주한다. 단, 제어장소의 화장실, 로커실(locker room) 등과 같이 그 구획 내에서만 출입하는 폐위구역은 그 구획의 일부로 간주 할 수 있다. 그러한 소구역의 격벽 및 갑판경계의 화재방열성은 **표 8.7.5** 및 **표 8.7.6**에 따른다. 각 분류 사항은 제한되기 보다는 대표적인 것을 언급하고 있으며, 표의 항이나 열로 분류되는 것을 말한다.

① 제어장소

비상용동력원 및 조명원이 있는 장소/
조타실, 해도실/
무선장치장소/
화재제어실/
추진기관 외부에 배치한 추진기관제어실/
화재경보장치를 집중배치한 장소/

② 복도

복도와 로비

③ 거주구역

1장 103.의 1항에서 정한 구역이며 복도를 제외한다.

④ 계단

내부계단/
승강기/
전 폐위된 비상 탈출용 트렁크/
에스컬레이터(기관구역 내 완전히 들어있는 것은 제외한다.) 및 그 주위벽,
이와 관련하여 한쪽 갑판에서만 폐위된 계단은 방화문으로 격리되지 아니한 장소로 간주한다.

⑤ 업무구역(저위험)

로커 및 비품저장실로써 4 m^2미만 바닥면적을 지닌 가연성액체를 보관하지 않는 곳/
건조실/
세탁실

⑥ A류 기관구역

1장 103.의 31항에서 정한 구역

⑦ 기타 기관구역

전기설비실(자동전화교환기, 공기조화덕트구역)/
1장 103.의 30항에서 정한 구역. 단, A류 기관구역은 제외한다.

⑧ 화물구역

화물용도의 모든 장소(화물유탱크를 포함) 및 이들 장소에 도달하는 트렁크 및 창구

⑨ 업무구역 (고위험)

조리실, 조리기구가 있는 식자재실/
사우나실/
페인트창고/
4 m^2 이상인 로커 및 저장실/
가연성액체 저장구역/
기관구역의 일부를 구성하지 않는 작업실

⑩ 개방갑판

개방갑판구역 및 폐위통로로써 화재위험이 거의 없거나 전혀 없는 곳/
이 폐위통로에는 심한 화재위험성이 없어야 하며, 비품은 갑판용으로 제한하여야 하고 추가로 이들 장소는 영구적인 개구로 자연 통풍되어야 한다.
대기구역(선루 및 갑판실 외부 장소)

⑪ 로로구역 및 차량구역

1장 103.의 41항과 49항에서 정한 구역

표 8.7.5 인접 구역과 분리된 격벽의 화재방열성 (탱커를 제외한 화물선)

구역		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
제어장소	①	A-0e	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	*	A-60
복도	②		C	B-0	B-0 A-0c	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
거주구역	③			Ca,b	B-0 A-0c	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
계단	④				B-0 A-0c	B-0 A-0c	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
업무구역 (저위험)	⑤					C	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
A류 기관구역	⑥						*	A-0	A-0g	A-60	*	A-60f
기타 기관구역	⑦							A-0d	A-0	A-0	*	A-0
화물구역	⑧								*	A-0	*	A-0
업무구역 (고위험)	⑨									A-0d	*	A-30
개방갑판	⑩										-	A-0
로로구역 및 차량구역	⑪											A-30i

표 8.7.6 인접 구역과 분리된 갑판의 화재방열성 (탱커를 제외한 화물선)

하부구역 \ 상부구역		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
제어장소	①	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-60
복도	②	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
거주구역	③	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
계단	④	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
업무구역 (저위험)	⑤	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
A류 기관구역	⑥	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60h	A-30	A-60	*	A-60
기타 기관구역	⑦	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-0	*	A-0
화물구역	⑧	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	*	A-0
업무구역 (고위험)	⑨	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0d	*	A-30
개방갑판	⑩	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	A-0i
로로구역 및 차량구역	⑪	A-60	A-30	A-30	A-30	A-0	A-60	A-0	A-0	A-30	A-0i	A-30i

표 8.7.5 및 **표 8.7.6**의 비고

a. IIC 및 IIIC 보호방식에서는 격벽에 대한 특별요건을 적용하지 않는다.

b. IIIC 방식에서 50 m^2 이상 구역이나 그룹 사이는 B-0급 격벽을 설치하여야 한다.

c. 이 적용을 명확히 하기 위해서 **2**항 및 **4**항을 참조한다.

d. 인접구역이 동일 분류에 속하고 표에서 d로 표시되어 있는 경우, 표에서 나타난 격벽 및 갑판의 등급은 인접구역에서 서로 다른 목적으로 사용되는 경우만 요구된다. 예를 들면, ⑨의 경우 조리실과 인접하는 조리실에는 격벽을 요구하지 않지만, 도료창고와 인접하는 조리실에는 A-0급 격벽을 요구한다.

e. 조타실, 해도실, 무선실을 서로 분리하는 격벽을 B-0급으로 할 수 있다.

f. 어떤 위험물도 운송하지 않거나 위험물을 해당 격벽에서 수평거리로 3 m 이상 떨어진 장소에 보관되는 경우 A-0급으로 할 수 있다.

g. 위험물을 운송할 화물구역은 **12장 201.**의 **8**항을 적용한다.

h. 화재위험이 거의 없거나 전혀 없는 ⑦ 기관구역은 방열하지 않아도 된다. 여기서 화재위험이 거의 없거나 전무한 구역이라 함은 **102.**의 **3**항 (2)호 (나) ⑩을 참조한다.

i. 2014년 7월 1일 전에 건조된 선박(단, 여기서 "건조된 선박"이라 함은 용골이 거치 되거나 이와 동등한 건조 단계에 있는 선박을 말한다)은 최소한 동 선박이 건조될 때 적용되는 요건에 적합하여야 함.

* 표에서 *로 표시되어 있는 경우, 그 구획을 강재나 이와 동등한 재료를 요구하지만 A급을 요구하지 않는다. 다만, 전기케이블, 관, 통풍덕트가 개방갑판을 제외한 갑판을 관통하는 경우, 화염 및 연기의 통과를 방지하도록 해당 관통구를 밀폐시켜야 한다. 제어실(비상발전기실)에서 고정식 가스소화장치를 설치한 경우가 아니라면 개방갑판사이 구획에서 폐쇄장치가 없는 흡입구를 설치할 수 있다.

(3) 연속된 B급 천정이나 내장판은 관련된 갑판이나 격벽과 결합하여 구획에서 요구하는 보존방열성에 전체적 또는 부분적으로 기여하는 것으로 인정할 수 있다.

(4) 화물선에서 A급을 요구하는 것이 아닌 경우 **9장 101.**에서 강재나 기타 동등한 재료를 요구하는 외부 경계에서는 창문과 현창을 설치하기 위해 구멍을 낼 수 있다. 또한 A급이 요구되지 않는 경계에는 우리 선급이 인정하는 문으로 제작할 수 있다. **【지침 참조】**

(5) 사우나실은 **102.**의 **3**항 (4)호에 적합하여야 한다.

4. 거주구역, 업무구역, 제어실의 계단 및 승강기트렁크 보호

(1) 단일갑판만 관통하는 계단은 최소한 한층에서 "B-0"급 구획과 자기폐쇄형문으로 보호되어야 하며, 단일갑판만 관통하는 승강기는 양층에서 강재문을 설치하고 "A-0"급 구획으로 폐위되어야 한다. 단일갑판 이상을 관통하는 계단 및 승강기트렁크는 최소한 "A-0"급 구획으로 폐위하여야 하며 모든 층에서 자기폐쇄형문으로 보호되어야 한다. **【지침 참조】**

(2) 12인 이하 거주설비의 선박에서 계단이 단일갑판 이상을 관통하면서 거주구역의 모든 층에서 개방갑판으로 직접 통하는 탈출로를 최소 2개 설치되어 있는 경우, (가)에서 요구되는 "A-0"급 구획을 "B-0"급 구획으로 경감할 수 있다.

104. 탱커

1. 탱커에서 **103.**의 **1**항 (1)호에서 정한 IC방식으로만 적용하여야 한다.

2. 격벽 및 갑판의 화재방열성

(1) 갑판 및 격벽의 최소 방열성은 **표 8.7.7** 및 **표 8.7.8**을 따르도록 한다.

(2) 다음 표에 다음 요건을 적용하여야 한다.

(가) **표 8.7.7** 및 **표 8.7.8**은 인접장소를 분리하는 격벽 및 갑판에 각각 적용한다.

(나) 인접구역 사이의 경계에 적용되는 화재방열성 기준을 결정하기 위해 화재위험성에 따라 ①부터 ⑩까지 분류한다. 이 규칙의 목적상 이러한 구역의 설치물(contents) 및 용도상 분류가 불확실하거나 2개 이상으로 분류될 수 있는 경우 가장 엄격한 분류의 경계요건을 가진 구역을 적용한다. 한 구역에서 30 % 이하의 통로 개구를 갖는 작은 폐위구역은 분리된 구역으로 간주한다. 그러한 소구역의 격벽 및 갑판 경계의 화재방열성은 **표 8.7.7** 및 **표 8.7.8**에 따른다. 각 분류는 제한되기 보다는 대표적인 것을 언급하고 있으며, 표 항이나 열로 분류되는 것을 말한다.

① 제어장소

비상용동력원 및 조명원이 있는 장소/
조타실, 해도실/
무선장치장소/
화재제어실/
추진기관 외부에 배치한 추진기관제어실/
화재경보장치를 집중 배치한 장소

② 복도

복도와 로비

③ 거주구역

1장 103.의 **1**항에서 정한 구역이며 복도를 제외한다.

④ 계단

내부계단/
승강기/
전 폐위된 비상탈출용트렁크/
에스컬레이터(기관구역 내에 완전히 들어있는 것은 제외한다) 및 그 주위벽.
이와 관련하여 한쪽 갑판에서만 폐위된 계단은 방화문으로 격리되지 아니한 장소로 간주한다.

⑤ 업무구역(저위험)

로커 및 비품저장실로써 4 m^2 미만의 바닥면적을 지닌 가연성액체를 보관하지 않는 곳/
건조실/
세탁실

⑥ A류 기관구역

1장 103.의 31항에서 정한 구역

⑦ 기타 기관구역

전기설비실(자동전화교환기, 공기조화덕트구역)/

1장 103.의 30항에서 정한 구역. 단, A류 기관구역은 제외한다.

⑧ 화물펌프실

화물펌프가 있는 구역 및 이들 구역과 통하는 트렁크, 입구

⑨ 업무구역 (고위험)

조리실, 조리기구가 있는 식자재실/

사우나실/

페인트창고/

4 m^2 이상인 로커 및 저장실/

가연성액체 저장구역/

기관구역의 일부를 구성하지 않는 작업실

⑩ 개방갑판

개방갑판구역 및 폐위통로로써 화재위험이 거의 없거나 전혀 없는 곳.

이 폐위통로에는 심한 화재위험성이 없어야 하며, 비품은 갑판용으로 제한하여야 하고 추가로 이들 장소는 영구적인 개구로 자연 통풍되어야 한다.

대기구역(선루 및 갑판실 외부 장소)

(3) 연속된 B급 천정이나 내장판은 관련된 갑판이나 격벽과 결합하여 구획에서 요구하는 보존방열성에 전체적 또는 부분적으로 기여하는 것으로 인정할 수 있다.

(4) 탱커에서 A급을 요구하는 것이 아닌 경우 강재나 기타 동등한 재료로 구성된 외부 경계에서 창문과 현창을 설치하기 위해 구멍을 낼 수 있다. 또한 A급을 요구하지 않는 경계에서는 우리 선급이 인정하는 문으로 제작할 수 있다. **【지침 참조】**

(5) 거주구역을 폐위하는 선루 및 갑판실 외부 경계(거주구역을 지지하는 돌출갑판을 포함)는 화물지역과 인접한 전체 및 화물지역과 인접한 끝단 경계로부터 3 m까지 강재로 하여야 하며 “A-60”급으로 방열되도록 한다. 이 때 3 m 거리는 각 갑판에서 화물지역과 인접한 경계로부터 선박의 중앙선과 나란하게 수평으로 측정하여야 한다. 또한 선루 및 갑판실의 측면은 항해선교 갑판 하부까지 방열하여야 한다. **【지침 참조】**

(6) 화물펌프실의 천창은 강재여야 하며 유리를 포함할 수 없고, 펌프실 외부에서 폐쇄할 수 있어야 한다.

(7) 사우나실은 102.의 3항 (4)호에 적합하여야 한다.

표 8.7.7 인접구역을 격리하는 격벽의 화재방열성 (탱커)

구역		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
제어장소	①	A-0c	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	*
복도	②		C	B-0	B-0 A-0a	B-0	A-60	A-0	A-60	A-0	*
거주구역	③			C	B-0 A-0a	B-0	A-60	A-0	A-60	A-0	*
계단	④				B-0 A-0a	B-0 A-0a	A-60	A-0	A-60	A-0	*
업무구역 (저위험)	⑤					C	A-60	A-0	A-60	A-0	*
A류 기관구역	⑥						*	A-0	A-0d	A-60	*
기타 기관구역	⑦							A-0b	A-0	A-0	*
화물펌프실	⑧								*	A-60	*
업무구역 (고위험)	⑨									A-0b	*
개방갑판	⑩										-

표 8.7.8 인접구역을 격리하는 갑판의 화재방열성 (탱커)

하부구역 \ 상부구역		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
제어장소	①	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	-	A-0	*
복도	②	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	-	A-0	*
거주구역	③	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	-	A-0	*
계단	④	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	-	A-0	*
업무구역 (저위험)	⑤	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	-	A-0	*
A류 기관구역	⑥	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60e	A-0	A-60	*
기타 기관구역	⑦	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-0	*
화물펌프실	⑧	-	-	-	-	-	A-0d	A-0	*	-	*
업무구역 (고위험)	⑨	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	-	A-0b	*
개방갑판	⑩	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-

표 8.7.7 및 표 8.7.8의 비고

a. 이 적용을 명확히 하기 위해서 103.의 3항 및 4항을 참조한다.

b. 인접구역이 동일 분류에 속하고 표에서 b로 표시되어 있는 경우, 표에서 나타난 격벽 및 갑판의 등급은 인접구역에서 서로 다른 목적으로만 사용되는 경우에 요구된다. 예를 들면, ⑨의 경우 조리실과 인접하는 조리실에는 격벽을 요구하지 않지만 도료창고와 인접하는 조리실에는 A-0급 격벽을 요구한다.

c. 조타실, 해도실, 무선실을 서로 분리하는 격벽을 B-0급으로 할 수 있다.

d. 화물펌프실과 A류 기관구역사이 격벽, 갑판에서 유효한 윤활식 가스밀이나 기타 항구적인 가스밀이 보장될 경우 화물펌프축 글랜드나 이와 유사한 글랜드로 관통할 수 있다.

e. 화재위험성이 거의 없거나 전무한 ⑦ 기관구역을 방열하지 않아도 된다. 여기서 화재위험이 거의 없거나 전무한 구역이라 함은 102.의 3항 (2)호 (나) ⑩을 참조한다.

* 표에서 *로 표시되어 있는 경우, 그 구획을 강재나 이와 동등한 재료를 요구하지만 A급을 요구하지 않는다. 다만, 전기케이블, 관, 통풍덕트가 개방갑판을 제외한 갑판을 관통하는 경우, 화염 및 연기의 통과를 방지하도록 해당 관통구를 밀폐시켜야 한다. 제어실(비상발전기실)에서 고정식 가스소화장치를 설치한 경우가 아니라면 개방갑판 사이 구획에서 폐쇄장치가 없는 흡입구를 설치할 수 있다.

제 2 절 내화구획 관통 및 열전달 방지

201. 내화구획 관통 및 열전달 방지 【지침 참조】

1. A급 구획을 관통하는 경우 그 관통부는 301.의 1항 (6)호에 의거 FTP 코드에 따라 시험하여야 한다. 통풍용 덕트는 601.의 2항 및 603.의 1항을 적용하여야 한다. 다만, 배관 관통부의 두께가 3 mm 이상이고 길이 900 mm 이상(가능한 구획 양측으로 450 mm)으로서 개구 없이 강이나 이와 동등한 재료인 경우에는 시험을 요구하지 아니한다. 그 관통부는 해당 구획과 동등하게 방열하여야 한다.
2. B급 구획을 관통하여 전선, 배관, 트렁크, 덕트 등이 통과하거나 통풍장치의 끝단, 조명기구, 기타 이와 유사한 장치를 부착할 경우에는 603.의 2항에 만족하는 조건으로 내화성이 손상되지 않아야 한다. 강재나 동 이외의 배관으로 B급 구획을 관통하는 경우 다음 중 하나로 보호되어야 한다.
   (1) 관통되는 구획의 내화성과 사용 배관 형식에 적합한 화재시험을 받은 관통장치
   (2) 지름 150 mm 이상의 관의 경우는 길이 900 mm(구획의 양측으로 균등하게)이상으로 하고, 지름 150 mm 미만의 관의 경우는 길이 600 mm(구획의 양쪽으로 균등하게)이상으로 각 두께 1.8 mm 이상의 강재슬리브로 하고, 관은 플랜지 또는 커플링에 의하여 슬리브단과 연결되거나 관과 슬리브 사이의 틈새가 2.5 mm 이하 또는 틈새를 불연성 또는 다른 적절한 재료로 밀폐하여야 한다.
3. A급, B급 구획을 관통하는 금속관이 방열되지 않은 경우 그 용융점은 A-0급 구획에서 950 ℃ 초과하고 B-0급 구획에서 850 ℃ 초과하여야 한다.
4. 방화구조 상세를 승인하면서 필요한 열차단부의 교차점이나 끝단부에서 열전달의 위험성을 고려하여야 한다. 강재나 알루미늄 구조의 갑판, 격벽 방열시 관통부, 교차부 및 끝단부에서 최소 450 mm 이상 연장되도록 한다. 이 구역을 서로 다른 등급의 방열로써 A급 갑판이나 격벽으로 나누는 경우 높은 등급의 방열은 낮은 등급의 갑판, 격벽으로 최소 450 mm 이상 연속되도록 한다.

제 3 절 내화구획의 개구 보호

301. 여객선의 격벽 및 갑판의 개구

1. A급 구획 개구

(1) 모든 개구에는 영구적인 폐쇄장치를 설치하여야 하며 이 폐쇄장치는 설치된 구획과 동등한 내화성을 가져야 한다. 다만, 화물구역, 특수분류구역, 선용품실, 수하물실 사이 창구 및 이들 구역과 노출갑판 사이 창구를 제외한다.

(2) A급 구획에서 모든 문과 문틀 구조는 문 잠금 시 고정장치와 함께 연기, 화재의 통과 방지는 물론 내화성을 갖추어야 하며, 가능한 그 문이 설치된 격벽과 동등한 것이어야 한다. 이는 **FTP 코드**에 따라 결정되어야 한다. 이 문과 문틀의 재료는 강재나 이와 동등한 재료여야 한다. 문틀의 일부인 문턱이 없이 승인된 문은 문 아래의 간극이 12 mm를 초과하지 않도록 설치되고, 바닥표면재가 닫힌 문 아래로 연장되지 않도록 문 아래에 불연성 문턱을 설치하여야 한다.

(3) 수밀문은 방열할 필요가 없다.

(4) 방화문의 격벽 어느 쪽에서도 한 사람이 개폐할 수 있어야 한다.

(5) 주수직구획 격벽, 조리실 경계, 폐위계단구역에서 동력작동식 수밀문과 통상 잠겨 있는 문을 제외하고 방화문은 다음 요건에 만족하여야 한다.

(가) 방화문은 자동폐쇄형이어야 하며 잠금 역방향으로 3.5도 기울어진 경우에도 폐쇄될 수 있어야 한다.

(나) 힌지식 방화문의 폐쇄시간은 선박의 수직상태에서 10초 이상 40초 이내이어야 한다. 슬라이딩식 방화문의 일정한 폐쇄속도는 선박의 수직상태에서 0.1 m/s에서 0.2 m/s 이내이어야 한다.

(다) 탈출용 트렁크 이외의 문들은 항상 인원이 배치된 중앙제어장소에서 동시 또는 그룹별로 원격해제할 수 있어야 한다. 또한 문 양쪽 위치에서도 개별 해제할 수 있어야 한다. 해제스위치장치가 자동복귀하지 못하도록 온-오프 기능을 갖추어야 한다.

(라) 중앙제어장소에서 해제하지 못하도록 개방 고정용 훅(holdback hook)을 사용하여서는 안 된다.

(마) 중앙제어장소에서 원격 폐쇄된 문은 양쪽에서 현장제어로 개방 가능하여야 한다. 그 현장에서의 개방 후에 문을 자동으로 다시 폐쇄하여야 한다.

(바) 항상 인원이 배치된 중앙제어장소에는 방화문 표시반으로 각 방화문의 폐쇄여부를 표시해야 한다.

(사) 해제장치는 제어장치나 주전원이 고장나면 문을 자동으로 폐쇄할 수 있도록 설계되어야 한다.

(아) 동력작동방화문의 국부동력축압기를 문 근처에 있도록 하며 제어장치나 주전원의 고장 시 그 국부제어로써 최소한 10회 동안 그 문을 완전개방 및 완전 잠금을 할 수 있어야 한다.

(자) 어느 한 문의 제어장치나 전원고장 때문에 다른 문의 안전작동에 영향을 미치지 않아야 한다.

(차) 원격해제 슬라이딩이나 동력작동방화문의 경보장치를 설치하여 중앙제어장소에서 해당 문을 해제한 후 그 문이 동작하기 전에 최소 5초에서 10초 이내에 경보를 발하여야 하고 해당 문이 다시 완전 잠금될 때까지 계속되어야 한다.

(카) 문이 움직이면서 물체와 접촉하였을 때 열리도록 설계된 문은 접촉점으로부터 1 m 이내에 열려야 한다.

(타) 화재방열성을 위해 설치한 걸쇠장치를 갖춘 쌍립문(double-leaf doors)은 시스템에 의해 해제되면 문의 동작에 의해 그 걸쇠도 자동으로 작동되어야 한다.

(파) 특수분류구역으로 직접 통하는 방화문이 동력작동으로 자동폐쇄하는 경우 (다) 및 (차)에서 요구되는 경보장치와 원격해제장치를 요구하지 아니한다.

(하) 국부 제어장치의 구성품을 보수 및 정비할 수 있어야 한다.

(거) 동력작동식 방화문은 승인된 형식의 제어장치가 있어야 하며, 화재발생시 작동 가능하여야 하고 FTP 코드에 따라야 한다. 또한 다음 요건을 만족하여야 한다.

(a) 제어장치의 공급전원으로 최소 200 ℃에서 최소 60 분간 그 문을 동작할 수 있어야 한다.

(b) 화재가 없는 다른 모든 문의 동력원은 방해받지 않아야 한다.

(c) 200 ℃를 초과하면 그 제어장치는 동력원으로부터 자동 분리되고, 문 잠금상태를 최소한 945 ℃까지 유지할 수 있어야 한다.

(6) 36인 이하 여객선 중에서, **FSS 코드**에 적합한 자동스프링클러장치, 화재탐지 및 경보장치로 보호되거나 연속된 B급 천장으로 되어있는 구역인 경우, 주수직구역의 계단부를 구성하지 않거나 수평구역의 경계를 이루지 않는 갑판의 개구는 합리적으로 폐쇄되어야 하며 우리 선급이 합리적이고 실행 가능하다고 인정하는 한 그 갑판은 A급 방열성 요건에 적합하여야 한다.

(7) 3항 (3)호에서 A급 방열성을 요구하지 않는 경우 선박 외부 경계의 A급 방열성 요건은 유리벽, 창, 현창에는 적용

하지 않는다. 선박의 바깥문에도 A급 방열성을 적용하지 않으나 구명설비, 승정 및 외부 소집장소에 인접한 선루, 갑판실, 탈출로로 이용되는 외부계단과 개방갑판에 있는 문은 제외된다. 폐위계단문에도 이 요건을 적용하지 않아도 된다. **【지침 참조】**

(8) 탈출로 중 계단, 공용실, 주수직구역 격벽에 위치한 모든 A급 방화문에 자동폐쇄 호스포트(hose port)를 설치하고 그 문과 동등한 재료, 건조, 방열성을 갖추어야 한다. 다만, 수밀문, 풍우밀문(반수밀문), 개방개판으로 통하는 문, 합리적으로 가스밀을 요구하는 문을 제외한다. 문 폐쇄상태에서 150 mm의 개구부를 갖추고 그 방화문의 하부 가장자리쪽에 위치하여야 하며, 그 문 힌지의 반대편이나 슬라이딩문의 개구부와 가장 가까운 곳에 설치되어야 한다.

(9) 통풍덕트가 주수직구획을 통과해야 하는 경우, 고장대비(fail-safe)형 자동폐쇄방화댐퍼를 그 주변에 설치하여야 한다. 구획 양측에서 그 댐퍼를 수동 폐쇄할 수 있어야 한다. 댐퍼 조작 위치는 쉽게 접근할 수 있고 또한 붉은 반사색으로 식별하여야 한다. 그 구획과 댐퍼사이 덕트는 강재나 이와 동등한 재료여야 하고 필요시 201.의 1항에 적합하게 방열되어야 한다. 최소한 구획 한쪽에 댐퍼 개방상태를 가시적으로 나타내는 표시기를 부착하여야 한다.

2. B급 구획 개구 【지침 참조】

(1) B급 구획에 설치하는 문, 문틀, 잠금장치는 B급 구획과 동등한 내화성을 가져야 하며 FSS 코드에 따른다. 다만, 이 문 하부에 통풍구를 허용하는 경우에는 제외한다. 통풍구를 문 안쪽이나 하부에 설치할 경우 통풍구 합계면적은 0.05 m^2 이하여야 한다. 선실과 복도 사이 및 위생장치 하부에 설치된 불연성 급기/배기 조절용 덕트는 단면적이 0.05 m^2 이하일 경우 인정될 수 있다. 모든 통풍구에는 불연성 재료의 격자창을 갖추어야 하며. 문은 불연성이어야 한다. 문틀의 일부인 문턱이 없이 승인된 문은 문 아래의 간극이 25 mm를 이하여야 한다.

(2) B급 구획의 선실문은 자동폐쇄형이어야 하며 개방고정용 훅(holdback hook)은 허용되지 않는다.

(3) 선박의 외부 경계에서 B급 방열성을 유리벽, 창, 현창에 적용하지 않는다. 또한 B급 방열성을 선루 및 갑판실의 바깥문에도 적용하지 않는다. 36인 이하 여객선에서 샤워실과 같은 개인위생구역과 선실을 분리하는 문은 가연성 재료로 사용할 수 있다.

(4) 36인 이하의 여객선에서 FSS 코드에 적합한 자동스프링클러장치인 경우 다음 요건을 갖추어야 한다.

(가) 주수직구역의 계단부를 구성하지 않거나, 수평구역과 경계되지 않는 갑판 개구는 합리적으로 폐쇄하여야 하며 또한 우리 선급에서 합리적이고 실행가능하다고 인정하는 한 그 갑판은 B급 방열성에 적합하여야 한다.

(나) B급 재료의 복도격벽 개구는 102.의 1항에 따라 보호되어야 한다.

3. 창문 및 현창

(1) 1항 (6)호 및 2항 (3)호에서 적용되는 것을 제외하고 거주구역, 업무구역, 제어장소의 격벽 내 모든 창 및 현창은 이들 격벽 형식의 방열성을 유지할 수 있도록 제작하며 FTP 코드에 따른다.

(2) 표 8.7.1부터 표 8.7.4의 요건에도 불구하고, 거주구역, 업무구역, 제어장소를 풍우로부터 보호하는 격벽 창 및 현창은 강재나 적절한 재료로 틀을 제작하여야 한다. 그 창유리는 금속끼움비드나 앵글로 고정하여야 한다.

(3) 구명설비, 승정, 소집장소와 면하는 창문, 탈출로로 사용되는 외부계단 및 개방갑판과 면하는 창문, 구명뗏목 및 탈출활강장치 승강구역 하방에 위치한 창문은 표 8.7.1에서 요구되는 화재방열성을 갖추어야 한다. 구명정 승정구역 아래의 선측에 위치한 창문은 최소한 “A-0”급과 동등한 화재방열성을 갖추어야 한다. 자동전용스프링클러헤드가 창문에 설치된 경우 “A-0”급 창문과 동등하게 인정할 수 있다. 이 때 스프링클러헤드는 다음 중 하나를 만족하여야 한다.*(2018)* **【지침 참조】**

(가) 창 상부에 전용 헤드를 설치하여 통상 천정 스프링클러에 추가되어야 한다.

(나) 통상 천정 스프링클러헤드는 최소 5 L/(min • m^2) 이상의 비율로 창문을 보호할 수 있어야 하며 보호면적 계산 시 창문면적을 추가로 포함하여야 한다.

(다) 국제해사기구가 승인한 지침에 따라서 시험되고 승인된 물분무노즐

302. 화물선의 내화구획문 【지침 참조】

1. 문의 내화성은 그 문이 설치된 구획과 동등하여야 하며 FTP 코드에 따른다. 문틀의 일부인 문턱이 없는 A급 구획으로 승인된 문은 문 아래 간격이 12 mm를 넘지 않도록 설치되어야 하며 바닥표면재가 닫힌 문 아래로 연장되지 않도록 문 아래에 불연성 문턱을 설치하여야 한다. 문틀의 일부인 문턱이 없는 B급 구획으로 승인된 문은 문 아래 간격이 25 mm를 넘지 않도록 설치되어야 한다. A급 구획에 있는 문과 문틀은 강재이어야 하며, B급 구획에 있는 문은 불연성 재료이어야 한다. A류 기관구역의 경계 격벽에 부착된 문은 합리적으로 기밀되고 자기폐쇄형이어야 한다. IC방식으로 건조된 선박에서 샤워실과 같은 개인위생구획과 선실을 분리하는 문은 가연성 재료로 인정할 수 있다.
2. 자기폐쇄형을 요구하는 문에 개방 고정용 후크를 부착하여서는 아니 된다. 그러나 고장 대비형의 원격해제 장치를 설치하는 개방 고정용 장치는 사용할 수 있다.

3. 복도 격벽의 통풍구를 선원실, 공용실의 문 안쪽이나 하부에 설치할 수 있다. 또한 화장실, 사무실, 식자재실, 로커, 저장고실로 통하는 B급 문에 통풍구를 설치할 수 있다. 아래 경우를 제외하고 이 통풍구를 문 하반부에 설치해야 한다. 즉, 문 안쪽이나 문 하부에 설치한 경우 통풍구의 합계면적이 0.05 m^2를 초과하지 않아야 한다. 그 대체안으로써 선실과 복도사이 및 위생장치 하부에 설치된 불연성 급기/배기 조절용 덕트의 단면적이 0.05 m^2 이하인 경우 인정할 수 있다. 통풍개구에 불연성재료의 격자창을 갖추어야 한다. 다만, 문 하부에 있는 것을 제외한다.
4. 수밀문을 방열할 필요는 없다.

제 4 절 기관구역 경계의 개구 보호

401. 적용

이 규정은 A류 기관구역 및 기타 기관구역에 적용하여야 한다.

402. 기관구역 경계의 개구 보호

1. 천창, 문, 통풍통, 배기용 연돌 개구, 기관구역의 기타 개구 숫자는 통풍 필요성 및 선박의 적정하고 안전한 운항을 위하여 적합한 범위 내에서 최소한 감소시켜야 한다.
2. 천창 재료는 강재여야 하며 유리를 포함하여서는 안 된다.
3. 동력작동식 문의 잠금 또는 동력작동식 수밀문 이외 문의 해제장치의 작동을 위하여 제어수단을 갖춘다. 이 제어수단을 해당 구역 외부에 설치하여야 하며 해당 구역 화재발생시 차단되지 아니하도록 한다.
4. 여객선에서 3항의 제어장치는 우리 선급의 인정하에 1개의 제어장소나 가능한 소그룹 장소에 집중화하여야 한다. 또한 개방갑판에서 이 제어장소로 안전하게 접근하여야 한다.
5. 여객선에서 동력작동식 수밀문 이외의 문은 그 구역 화재 발생 시 동력작동식 잠금장치로 하거나 또는 문 잠금의 역방향으로 3.5° 경사진 경우에도 자동폐쇄문장치로 폐쇄하여야 하며, 원격작동해제장치를 갖춘 고장대비 개방 고정용 장치를 갖추어야 한다. 비상탈출 트렁크 문에는 고장대비 개방 고정 설비 및 원격조작 해제장치를 설치할 필요가 없다.
6. 기관구역 경계에 창문을 설치해서는 안 된다. 그러나 기관구역 내의 제어실에는 유리 사용이 가능하다.

제 5 절 화물구역 경계의 보호

501. 화물구역 경계의 보호

1. **36인 초과 여객선**에서 특수분류구역 및 로로구역의 경계 격벽과 갑판은 A-60급 기준으로 방열되어야 한다. 다만, 102. 3항 (2)호 (나)의 ⑤, ⑨, ⑩의 한쪽 면이 그 구획일 경우에는 A-0급까지 경감될 수 있다. 연료유탱크가 특수분류구역의 하방에 있는 경우 그들 구역 간 갑판방열성은 A-0급으로 경감될 수 있다.
2. 여객선에서 특수분류구역으로 통하는 방화문이 폐쇄되어 있을 때 선교에서 그 폐쇄상태를 나타내는 표시기를 갖추어야 한다.
3. 탱커에서 원유 및 인화점이 60℃ 이하인 석유정제품을 운송하는 화물탱크를 보호하기 위해서 화물에 화재가 전파되는 것을 방지할 수 있도록 열에 약한 재료는 밸브, 부착품, 탱크개구덮개, 탱크통풍관 및 화물유관에 사용되어서는 안 된다. **【지침 참조】**

제 6 절 통풍장치 【지침 참조】

601. 일반사항

1. 단일벽 및 이중벽 덕트를 포함한 통풍덕트는 강재 또는 이와 동등한 재질이어야 하며, 공기조화실 내에서 송풍기와 연결되는 덕트에 사용되는 600 mm를 넘지 않는 짧은 길이의 플렉시블 벨로우즈는 제외한다. 6항에서 별도로 규정하는 것을 제외하고는 덕트의 구조에 사용되는 모든 재료는 불연성이어야 한다. 다만, 일반적으로 길이 2 m이하이며 실제단면적이 0.02 m^2 이하인 짧은 덕트는 아래조건을 만족한다면 강 또는 이와 동등한 재료를 사용하지 않아도 된다.

(1) 덕트는 불연성 재료로 만들어야 하고, 화염 확산이 느린 특성을 갖는 멤브레인을 내부 및 외부에 붙일 수 있으며, 각 경우마다 사용된 두께에 대하여 열량이 그 표면적에 대해 45 MJ/m^2를 이하여야 한다.
(2) 통풍장치의 끝부분에만 덕트가 사용되어야 한다.
(3) 해당 덕트는 A급 또는 B급 구획(연속된 B급 천정판자 포함)의 관통구로부터 덕트를 따라 측정하여 600 mm 이상 떨어진 곳에 배치되어야 한다.

2. FTP 코드에 따라 아래 장치들을 시험하여야 한다.
(1) 작동수단을 포함한 방화댐퍼. 다만, 조리실 레인지용 배기 덕트의 아래쪽 끝단에 위치한 댐퍼는 이러한 시험이 요구되지 않는다. 단, 반드시 강재여야 하고 통풍을 차단할 수 있어야 한다.
(2) A급 구획을 통과하는 덕트관통부. 다만, 강재슬리브를 리벳이나 나사이음 또는 용접으로 통풍덕트에 직접 연결하는 경우 시험을 요구하지 않는다.

3. 방화댐퍼는 쉽게 접근할 수 있어야 한다. 방화댐퍼가 천장 또는 내장재의 뒤쪽에 위치한 경우 천장 또는 내장재에는 해당 방화댐퍼의 식별번호가 표시된 점검용 창구가 제공되어야 한다. 방화댐퍼 식별번호는 원격제어 장치가 설치된다면 해당 원격제어 장치에도 표시되어야 한다.

4. 통풍덕트는 점검 및 청소를 위한 창구가 설치되어야 한다. 해당 창구는 방화댐퍼 부근에 위치해야 한다.

5. 통풍장치의 주 흡기구 및 배기구는 통풍되는 장소의 외부에서 폐쇄될 수 있어야 한다. 폐쇄장치는 눈에 잘 띄게 영구적으로 표시되고 쉽게 접근할 수 있어야 하며 폐쇄장치의 작동 위치가 표시되어야 한다.

6. 플랜지로 연결된 통풍덕트 이음부의 가연성 개스킷은 A급 또는 B급 구획의 개구로 부터 600 mm 이내 및 A급 구조가 요구되는 덕트에는 허용되지 않는다.

7. 301. 2항 (1)호 및 302. 3항에 허용된 경우를 제외하고, 통풍구나 두 개의 폐쇄구역 사이에 급기/배기 조절용 덕트가 제공되어서는 안 된다.

602. 덕트의 배치

1. A류 기관구역, 차량구역, 로로구역, 조리실, 특수분류구역, 화물구역의 통풍설비는 일반적으로 이들 상호간이나 다른 구역의 통풍설비와 분리되어야 한다. 총톤수 4,000톤 미만 화물선 및 36인 이하 여객선의 조리실용 통풍설비는 다른 구역의 통풍설비로부터 완전히 분리할 필요는 없으며, 다른 구역용 통풍장치에서 분리된 덕트에 의하여 통풍할 수 있다. 이 경우 통풍장치 근처의 조리실용 통풍덕트에는 자동방화댐퍼를 설치하여야 한다.

2. 4항에 만족할 경우를 제외하고 A류 기관구역, 조리실, 차량구역, 로로화물구역, 특수분류구역의 통풍덕트는 거주구역, 업무구역, 제어장소를 통과해서는 안 된다.

3. 4항에 만족할 경우를 제외하고 거주구역, 업무구역, 제어장소의 통풍덕트는 A류 기관구역, 조리실, 차량구역, 로로구역, 특수분류구역을 통과해서는 안 된다.

4. (1)호부터 (4)호에 만족하거나 또는 (5)호 및 (6)호를 만족할 경우 2항 및 3항을 적용하지 않을 수 있다.
(1) 강으로 제조되어야 하고, 실제 단면적이 0.075 m^2 미만인 경우 최소 3 mm, 0.075 m^2에서 0.45 m^2 사이는 최소 4 mm, 0.45 m^2를 초과하는 경우에는 최소 5 mm의 두께를 가져야 한다.
(2) 덕트를 적절히 지지하고 보강해야 한다.
(3) 경계를 통과하는 부근에서 덕트의 자동방화댐퍼를 설치해야 한다.
(4) 기관구역, 조리실, 차량구역, 로로구역, 특수분류구역으로부터 덕트는 각 방화댐퍼를 지나서 최소 5 m까지 A-60급으로 방열하여야 한다.
(5) 덕트 재료를 (1)호와 (2)호에 따라 강으로 제작하여야 한다.
(6) 102.의 3항 (2)호 (나)에 정의된 ⑨ 또는 ⑩ 구역을 관통하는 덕트를 제외하고, 관통하는 전 구역에 걸쳐 A-60급으로 방열되어야 한다.

5. 4항 (4)호 및 (6)호와 관련하여 덕트에 대한 방열은 전체 단면적 외부 표면을 둘러싸고 있어야 한다. 해당 구역의 바깥쪽에 있으나 인접한 덕트로 해당 구역과 한 면 또는 그 이상의 표면을 공유하는 경우에는 해당 구역을 관통하는 것으로 간주하여 해당 구역과 공유하는 표면을 덕트를 지나 450 mm까지 방열되어야 한다.

6. 통풍덕트가 주수직구역의 구획을 관통하여야 하는 경우, 해당 구획에 인접하여 자동방화댐퍼가 설치되어야 한다. 또한 해당 댐퍼는 구획의 양쪽에서 수동으로 폐쇄될 수 있어야 한다. 댐퍼의 제어 위치는 쉽게 접근할 수 있어야하고 명확하고 눈에 잘 띄게 표시되어야 한다. 해당 구획과 댐퍼 사이의 덕트는 4항 (1)호 및 (2)호에 따라 강재여야 하고 적어도 관통하는 구획과 동등한 보존방열성을 가져야 한다. 해당 댐퍼의 작동 위치를 보여주는 가시적인 지시장치가 해당 구획의 최소한 한 쪽에 설치되어야 한다.

603. 방화댐퍼 및 덕트관통부의 상세

1. A급 구획을 관통하는 덕트는 다음 요건들을 만족하여야 한다.
   (1) 실제단면적이 0.02 m^2 이하인 얇은 판의 통풍덕트가 A급 구획을 관통하는 경우 개구부에는 두께 3 mm 이상, 길이 200 mm 이상인 강재슬리브를 설치하여야 한다. 이 슬리브는 가능하면 격벽 관통시 양측으로 100 mm씩 균등하게 배분하고, 갑판을 관통할 때에는 슬리브 전체가 갑판 하부를 통과하도록 한다.
   (2) 실제단면적이 0.02 m^2를 초과하고 0.075 m^2 이하인 통풍덕트가 A급 구획을 관통하는 개구부에는 강재슬리브가 설치되어야 한다. 덕트와 슬리브는 최소한 두께 3 mm 이상, 길이 900 mm 이상이어야 한다. 격벽을 관통하는 경우 격벽 양측에서의 슬리브는 가능한 한 각각 450 mm로 균등하게 나누어져야 한다. 이들 덕트 또는 덕트에 연결되는 슬리브는 방열되어야 한다. 이 방열은 덕트가 관통하는 구획과 최소한 동등한 보존방열성을 가져야 한다.
   (3) 실제 단면적이 0.075 m^2를 초과하고 A급 구획을 관통하는 모든 통풍덕트에는 자동방화댐퍼가 설치되어야 한다. 각 댐퍼는 관통하는 구획과 근접하여 설치되어야 하며 해당 관통되는 구획과 댐퍼 사이의 덕트는 602.의 4항 (1)호 및 (2)호에 따라 강재여야 한다. 방화댐퍼는 자동으로 작동하여야 하고 해당 구획의 양쪽에서 수동으로도 폐쇄 가능하여야 한다. 해당 댐퍼의 작동 위치를 보여주는 가시적인 지시장치가 설치되어야 한다. 덕트가 A급 구획으로 폐위된 장소를 관통하는 경우, 이들 장소에서 사용되지 않고, 또 덕트가 관통하는 구획과 동등한 보존방열성을 가진다면 방화댐퍼가 요구되지 않는다. 실제 단면적이 0.075 m^2를 초과하는 덕트는 이 규정에서 요구하는 댐퍼의 설치를 피하기 위하여 A급 구획 관통부에서 더 작은 덕트로 나눈 후 해당 구획을 지난 뒤 원래의 덕트 크기로 다시 합쳐서는 안 된다.
2. B급 격벽을 관통하는 실제 단면적이 0.02 m^2를 초과하는 통풍덕트에는 길이 900 mm의 강재슬리브를 부착하여야 한다. 이 슬리브는 격벽 양측에서 각각 450 mm로 균등히 나누어져야 한다. 다만 격벽 양측 450 mm의 부분에서 덕트가 강재일 경우에는 그렇지 않다.
3. 모든 방화댐퍼는 수동 작동이 가능하여야 한다. 댐퍼는 직접적인 기계적 개방수단을 갖거나 또는 대체방안으로서 전기, 유압 또는 공기압에 의해 폐쇄되어야 한다. 모든 댐퍼는 해당 구획의 양쪽에서 수동으로 작동할 수 있어야 한다. 원격 작동되는 것을 포함한 자동방화댐퍼는, 화재에 의하여 전원 또는 유압 또는 공기압이 상실된 때에도 해당 댐퍼를 폐쇄하는 고장안전기능을 가져야 한다. 원격 작동 방화댐퍼는 댐퍼가 있는 장소에서 수동으로 다시 개방될 수 있어야 한다.

604. 36인 초과 여객선의 통풍장치

1. 601., 602. 및 603.에 추가하여, 36인이 넘는 여객을 운송하는 여객선의 통풍장치는 다음의 요건들에도 적합하여야 한다.
2. 일반적으로 통풍팬은 그 주수직구역내 여러 구역에 도달하도록 덕트를 배치하여야 한다.
3. 계단 폐위구역은 독립된 통풍용 송풍기 및 덕트 장치(배기 및 급기)에 의해 통풍되어야 하고 통풍장치 내의 어떠한 다른 구역에도 통풍을 제공하지 않아야 한다.
4. 단면적에 상관없이, 한 개를 초과하는 다중갑판('tween deck)의 거주구역, 업무구역 또는 제어장소에 통풍을 제공하는 경우, 그러한 구역의 각 갑판 관통부 가까이에 자동 방연댐퍼가 설치되어야 한다. 그러한 방연댐퍼는 해당 댐퍼 상부의 보호되는 갑판으로부터 수동으로 폐쇄될 수 있어야 한다. 송풍기가 하나의 주수직구역 내에서 분리된 덕트를 통해 한 개를 초과하는 갑판사이구역에 통풍을 제공하며 각각의 분리된 덕트는 하나의 갑판사이구역에 할당된 경우, 각각의 덕트에는 송풍기와 가까운 위치에 수동방연댐퍼가 설치되어야 한다.
5. 필요한 경우, 수직 덕트는 표 8.7.1 및 8.7.2에 따라 방열되어야 한다. 적용되는 경우, 덕트는 통풍을 제공하는 구역과 고려하는 구역 사이의 갑판에 대하여 요구되는 것과 동등하게 방열되어야 한다.

605. 조리실 레인지의 배기덕트

1. **36인을 초과하는 여객을 운송하는 여객선의 요건**
   601., 602. 및 603.에 추가하여 조리실 레인지의 배기덕트는 602.의 4항 (5)호 및 (6)호에 적합하여야 하며 거주구역, 업무구역 또는 제어장소를 관통하는 경우에는 전 길이에 걸쳐 A-60급으로 방열되어야 한다. 또한 다음의 설비를 갖추어야 한다.
   (1) 대체장치로 승인된 그리스 제거장치를 갖추지 아니한 경우, 쉽게 분리하여 청소할 수 있는 그리스트랩
   (2) 덕트의 하부 끝단과 조리실 레인지 후드 연결부 사이에 위치한 자동원격작동방화댐퍼 및 추가로 덕트의 배출구에 가까운 상부 끝단에 원격작동방화댐퍼
   (3) 덕트 내부의 고정식 소화장치

(4) 배기 및 급기 송풍기의 차단과 (2)호에 언급된 방화댐퍼의 작동 및 소화장치 작동용 원격 조정장치가 조리실 외부의 입구근처에 설치되어야 한다. 다지관식 배기장치가 설치된 경우에는 소화제가 그 장치내로 방출되기 전에 같은 주 덕트를 통하여 배기되는 모든 지관을 폐쇄할 수 있는 원격 수단이 상기 제어장치와 같은 위치에 설치되어야 한다.

(5) 점검 및 청소를 위해 적절한 곳에 위치한 창구, 이들 중 하나는 배기팬 근처에, 다른 하나는 그리스가 축적되는 경우를 위하여 하부에 설치되어야 한다.

2. 개방갑판에 설치된 요리설비를 위한 레인지의 배기덕트가 거주구역 또는 가연성 물질이 보관된 구역을 통과하는 경우에는 적용이 가능하면 1항에 따라야 한다.

3. **화물선 및 36인 이하 여객선**

거주구역 또는 가연성 물질을 포함한 구역을 통과하는 경우, 조리실 레인지의 배기 덕트는 602.의 4항 (1)호 및 (2)호에 따라서 설치되어야 한다. 각 배기덕트는 다음과 같은 설비를 갖추어야 한다.

(1) 쉽게 분리하여 청소할 수 있는 그리스트랩

(2) 덕트의 하부 끝단과 조리실 레인지 후드 연결부 사이에 위치한 자동원격작동방화댐퍼 및 추가로 덕트의 배출구에 가까운 상부 끝단에 원격작동방화댐퍼

(3) 조리실내에서 작동할 수 있는 배기 및 급기 송풍기 정지 장치

(4) 덕트 내부의 고정식 소화장치

606. 내연기관이 있는 A류 기관구역을 위한 통풍실

1. 기관구역과 방화 구획으로 나누어지지 않은 통풍실이 인접한 기관구역용일 경우, 해당 기관구역의 통풍을 위한 덕트의 폐쇄장치는 해당 통풍실 및 기관구역의 외부에 위치하여야 한다.

2. 기관구역과 통풍실 사이에 관통부를 포함하여 A-0급 구획으로 분리되어 인접한 기관구역뿐만 아니라 다른 구역에도 통풍을 제공하는 통풍실의 경우, 통풍덕트 또는 해당 기관구역의 통풍을 위한 덕트의 폐쇄장치는 통풍실 내에 위치할 수 있다.

607. 36인 초과 여객선에서 선박의 주 세탁실 배기덕트

102.의 3항 (2)호에 정의된 ⑬ 구역의 세탁실 및 건조실의 배기덕트는 다음과 같은 설비를 갖추어야 한다.

1.청소 목적을 위해 즉시 제거할 수 있는 필터

2. 덕트 하부 끝단에서 자동 및 원격으로 작동되는 방화댐퍼

3. 해당 구역 내부에서 배기용 송풍기와 흡기용 송풍기의 정지 및 2항에서 언급된 방화댐퍼의 작동을 위한 원격제어장치

4. 검사 및 청소를 위해 적절한 곳에 위치한 창구 ⚓

제 8 장 소화

제 1 절 물공급장치

101. 소화주관 및 소화전

1. 일반

열에 약한 재료는 적절히 보호되지 않는 경우 소화주관 및 소화전에 사용해서는 안 된다. 소화관 및 소화전에 소화호스를 쉽게 연결할 수 있도록 배치하여야 한다. 소화관 및 소화전의 동결 가능성을 피하고 소.화주관에 적합한 드레인 설비를 갖추어야 한다. 모든 개방 갑판에서 소화용도 이외로 사용하도록 소화지관에 분리밸브를 설치하여야 한다. 갑판 화물을 운송할 수 있는 선박에서 소화전 위치는 항상 쉽게 접근할 수 있어야 하며 가능한 갑판 화물로 인해 손상되지 않도록 배치하여야 한다.

2. 급수의 신속한 이용

(1) 여객선

(가) 총톤수 1,000톤 이상인 경우 선내의 어느 소화전에서도 최소 1줄기 사수를 즉시 효과적으로 사용할 수 있고 필요한 소화펌프 1개를 자동 기동하여 연속적으로 방출할 수 있어야 한다.

(나) 총톤수 1,000톤 미만인 경우 최소 1개 소화펌프를 자동기동되거나 최소 1개의 소화펌프를 선교에서 원격 시동되어야 한다. 이 때 소화펌프를 자동기동하거나 원격 시동하는 장소에서 흡입밸브를 개방할 수 없다면 그 흡입밸브는 항상 개방해야 한다.

(다) 정기적으로 무인화가 되는 기관구역에 설치되어 있는 경우 통상 인원이 배치되는 기관구역의 요건과 동등하게 고정식 물소화장치 규정을 적용하여야 한다.

(2) 화물선

정기적으로 무인화가 되는 기관구역이거나 당직에 단 1인이 요구되는 경우, 선교 및 화재제어장소(설치된 경우)에서 주소화펌프 중 1대를 원격 시동하거나 주소화펌프 중 1대로 소화주관을 상시 가압하여 적합한 압력으로 즉시 물을 공급할 수 있도록 한다. 총톤수 1,600톤 미만인 화물선은 기관구역의 쉽게 접근할 수 있는 장소에 소화펌프의 시동장치를 갖춘 경우 이 요건을 면제할 수 있다.

3. 소화주관 및 물공급 배관 직경

소화주관 및 급수관의 직경은 2개의 소화펌프로부터 동시에 요구되는 최대송수량을 효과적으로 분배하도록 충분해야 한다. 다만, 603.의 2항 이외 선박의 경우 140 m^3/h를 송수하는데 충분한 직경이면 된다.

4. 분리밸브 및 도출밸브

(1) 주소화펌프 또는 소화펌프가 있는 기관구역 내의 소화주관으로부터 분리시키기 위해 기관구역 외부의 쉽게 접근할 수 있는 보호 장소에 분리밸브를 설치하여야 한다. 소화주관에서 분리밸브를 폐쇄한 경우 상기 기관구역을 제외하고 다른 소화펌프나 비상소화펌프로써 모든 소화전에 물이 공급될 수 있도록 배치되어야 한다. 비상소화펌프, 해수흡입구, 흡입관, 배출관, 분리밸브들을 기관구역 외부에 설치하여야 한다. 이 배치가 불가능할 경우 비상소화펌프가 있는 장소에서 해수흡입밸브의 원격조작 및 가능한 짧은 흡입관 조건으로 해수흡입구를 기관구역에 설치할 수 있다. 이 때 짧은 흡입관 및 배출관을 두꺼운 강재 케이싱으로 폐위하거나 A-60급으로 방열되었다면 기관구역을 통과할 수 있다. 어떠한 경우라도 두께 11 mm 이상이어야 한다. 해수흡입밸브에 연결된 플랜지 연결부를 제외하고 용접이음을 하여야 한다. **【지침 참조】**

(2) 각 소화전마다 밸브를 설치하여 소화펌프가 작동하는 동안 모든 소화호스를 분리할 수 있어야 한다.

(3) 급수관, 소화전, 호스의 설계압력을 초과하는 펌프압력이 발생될 수 있는 경우 소화펌프에 도출밸브를 설치하여야 한다. 모든 소화주관계통에서 과도한 압력이 생기지 않도록 배치하고 조절하여야 한다.

(4) 탱커의 화재나 폭발 시 소화주관계통의 보전성을 확보하기 위하여 선미루 전방의 보호장소 및 탱크 갑판의 소화주관에 40 m 이내의 간격으로 분리 밸브를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

5. 소화전의 수 및 위치

(1) 소화전의 수 및 위치는 선박 운항 시 여객 또는 선원이 통상 접근할 수 있는 모든 장소와 빈 화물 구역, 모든 로로구역 및 차량구역에 동일한 소화전에서 방출되지 않는 최소한 2줄기의 사수가 가능하여야 하며 그 중 1줄기는 단일 소화호스로 사수할 수 있어야 한다. 이 때 모든 로로구역 또는 차량구역에서는 단일호스에 의한 2줄기 사수를 할 수 있어야 한다. 그 소화전을 보호구역 입구 부근에 배치하여야 한다.

(2) 여객선에서는 (1)호에 추가하여 다음 사항을 만족하여야 한다.

(가) 거주구역, 업무구역, 기관구역에 있는 소화전의 수 및 위치는 모든 수밀문 및 주수직구역 격벽에 있는 모든 문을 폐쇄한 경우에도 (1)호의 요건을 만족하도록 한다.

(나) 인접 축로의 낮은 위치에서 A류 기관구역으로 통로가 설치되어 있는 경우, 기관구역 입구 부근의 외부에 2개의 소화전을 설치하여야 한다. 다른 구역으로 향하는 통로를 갖춘 경우, 다른 구역 중 한 곳에서 A류 기관구역의 입구에 가깝게 2개 소화전을 설치하여야 한다. 이때 축로나 인접구역이 탈출로의 일부가 아닐 경우 설치하지 않아도 된다.

6. 소화전의 압력

2개 소화펌프는 동시에 3항에서 정한 송수량을 모든 인접 소화전을 통하여 103.의 3항에서 정한 노즐로 이송하도록 하며, 모든 소화전의 최소압력을 다음과 같이 유지하도록 한다. **【지침 참조】**

(1) 여객선

총톤수 4,000톤 이상인 경우 0.40 MPa

총톤수 4,000톤 미만인 경우 0.30 MPa

(2) 화물선

총톤수 6,000톤 이상인 경우 0.27 MPa

총톤수 6,000톤 미만인 경우 0.25 MPa

(3) 모든 소화전의 최대압력은 소화호스를 효과적으로 제어할 수 있는 범위를 초과하지 않아야 한다.

7. 국제육상연결구 【지침 참조】

(1) 총톤수 500톤 이상 선박에서 FSS 코드에 적합한 국제육상연결구를 최소 1개 비치하여야 한다.

(2) 선박의 양측에서 국제육상연결구를 사용할 수 있도록 조치하여야 한다.

102. 소화펌프

1. 소화펌프로 인정되는 펌프

위생수펌프, 평형수펌프, 빌지펌프, 잡용펌프를 통상 기름이송펌프로 사용하지 않거나 일시적으로 기름이송펌프로 사용하는 경우 적절한 전환장치를 갖추면 소화펌프로 인정할 수 있다.

2. 소화펌프의 수

선박에서 독립구동용 소화펌프를 다음과 같이 설치하여야 한다.

(1) 여객선

총톤수 4,000톤 이상인 경우: 최소 3대

총톤수 4,000톤 미만인 경우: 최소 2대

(2) 화물선

총톤수 1,000톤 이상인 경우: 최소 2대

총톤수 1,000톤 미만인 경우: 최소 2대의 동력구동펌프 중 1대를 독립구동으로 한다.

3. 소화펌프 및 소화주관 배치 【지침 참조】

(1) 소화펌프

해수연결관, 소화펌프, 펌프동력원의 배치 시 다음 사항을 보장할 수 있어야 한다.

(가) 총톤수 1,000톤 이상 **여객선**에서 어느 한 구획의 화재 시에도 모든 소화펌프가 작동되어야 한다.

(나) 총톤수 1,000톤 미만 **여객선**과 **화물선**에서 어느 한 구획의 화재 시 모든 소화펌프의 작동되지 않을 우려가 있을 경우, 그 대체수단으로써 FSS 코드에 적합한 비상소화펌프를 설치하고 펌프동력원 및 해수연결관을 그 구획(주소화펌프나 그 동력원이 있는 곳)의 외부에 설치하여야 한다.

(2) 비상소화펌프가 있는 구역에 대한 요건

(가) 구역의 위치

비상소화펌프가 있는 장소는 A류 기관구역이나 주소화펌프가 있는 장소와 인접하지 않아야 한다. 이것이 불가능할 경우 이들 구역 사이의 공통격벽은 **7장 103.**의 3항에 있는 제어장소와 동등한 방화구조기준으로 방열되어야 한다.

(나) 비상소화펌프로의 접근

기관구역과 비상소화펌프, 그 동력원이 있는 구역사이에 직접 통로를 설치해서는 안 된다. 이것이 불가능한 경우에는, 기관구역의 문이 A-60급이고 다른쪽 문은 최소한 강으로서 양쪽에 어떤 개방고정용 장치 없이 효과적으로 기밀이 되는 자기폐쇄형 문을 가진 에어록에 의한 통로인 경우 우리 선급은 이를 인정할 수 있다. 대체안으로 그 통로에 수밀문을 설치하여 기관구역과 비상소화펌프가 있는 구역으로부터 떨어진 곳에서 작동 가능하

여야 하고 그 구획의 화재로 차단되지 않아야 한다. 그러한 경우 비상소화펌프 및 그 동력원이 있는 구역으로 제2의 통로를 갖춰야 한다.

(다) 비상소화펌프실의 통풍

비상소화펌프용 독립동력원이 있는 구역의 통풍장치는 가능한 기관구역의 화재로 인한 연기가 그 구역으로 들어가거나 흡입될 가능성을 배제하도록 한다.

(3) 화물선에 대한 추가의 펌프

추가로 화물선에서 잡용펌프, 빌지 및 평형수 펌프 등과 같은 펌프들이 기관구역에 설치되는 경우 101.의 6항 (2)호 및 102.의 4항 (2)호에서 정한 압력과 용량을 갖는 펌프 중 최소 1개에서 소화주관으로 물을 공급할 수 있도록 한다.

4. 소화펌프의 용량 【지침 참조】

(1) 요구되는 소화펌프의 합계 용량

요구되는 소화펌프는 소화를 위하여 101.의 6항에 규정된 압력에서 다음과 같은 수량을 송수할 수 있어야 한다.

(가) **여객선**의 펌프는 빌지배출용 빌지펌프로 처리되어야 하는 규정 용량의 3분의 2이상이어야 한다.

(나) **화물선**의 펌프는 비상펌프를 제외하고 동일 여객선의 각 동력빌지펌프로 처리가 요구되는 용량의 3분의 4 이상이어야 한다. 다만 화물선의 소화펌프 합계용량을 180 m^3/h 초과할 필요는 없다.

(2) 각 소화펌프 용량

각 소화펌프 용량(화물선에 대하여 102.의 3항 (1)호 (나)에서 요구되는 비상펌프는 제외)은 소화펌프의 합계용량을 소화펌프의 최소개수로 나눈 값의 80 % 이상이어야 하며 어떤 경우에도 25 m^3/h 이상 이어야 한다. 각 펌프는 어떠한 경우에도 최소한 2줄기 사수를 할 수 있어야 한다. 이 소화펌프들은 요구 조건하에 소화주관으로 급수할 수 있어야 하며 펌프 최소 요구수보다 많이 설치된 추가 펌프는 최소 25 m^3/h 용량으로 101.의 5항 (1)호에서 요구하는 2줄기 사수를 할 수 있어야 한다.

103. 소화호스 및 노즐 【지침 참조】

1. 일반 사양

소화호스는 부식되지 않는 승인된 재료로 필요한 어떤 장소에도 사수하도록 충분한 길이여야 한다. 각 소화호스에 노즐과 필요한 커플링을 갖추어야 한다. 필수 부속품 ,공구와 함께 소화호스를 소화전이나 연결구 부근의 잘 보이는 장소에 비치하여야 하고 신속히 사용하도록 한다. 추가로 **36인 초과 여객선** 내부에서는 소화호스를 항상 소화전에 연결하도록 한다. 소화호스는 최소 10 m이어야 하며 다음 사항을 초과하지 않도록 한다.

(1) 기관구역에서 15 m

(2) 기타 장소와 개방갑판에서 20 m

(3) 최대선폭 30 m 초과하는 개방갑판에서 25 m

이 때 선박의 각 소화전마다 단일 소화호스 및 소화노즐로 공급되지 않는 경우 호스커플링 및 노즐은 완전히 호환성을 지녀야 한다.

2. 소화호스의 개수 및 직경

(1) 소화호스의 개수 및 직경을 우리 선급에서 만족하도록 선박에 공급하여야 한다.

(2) **여객선**에서 101.의 5항에서 요구하는 각 소화전마다 최소 1개 소화호스를 비치하여야 하며 이 소화 호스는 소화용 또는 소화훈련 및 검사 시험 목적으로만 사용되어야 한다.

(3) 화물선

(가) 총톤수 1,000톤 이상인 경우, 소화호스의 공급개수는 선박길이 30 m 단수마다 1개 및 예비용 1개를 갖추어야 하며 어떤 경우에도 합계 5개 이상이어야 한다. 다만 기관구역이나 보일러실에서 요구하는 소화호스를 포함하지 않는다. 우리 선급에서 선형 및 선박 운항의 특성을 고려하여 소화 호스를 항상 접근하여 이용할 수 있도록 그 개수를 증가시킬 수 있다. **12장**에 따라 위험물을 운송하는 선박에서 추가하여 3개 소화호스 및 노즐을 비치하여야 한다.

(나) 총톤수 1,000톤 미만인 경우, 소화호스의 공급 개수를 상기에 따라 계산하지만, 반드시 3개 이상이어야 한다.

3. 노즐 크기와 형식

(1) 노즐의 표준치수는 12 mm, 16 mm, 19 mm 또는 가능한 이와 가까운 치수이어야 한다. 우리 선급의 판단하에 보다 큰 노즐을 인정할 수 있다.

(2) 거주구역 및 업무구역에서 12 mm보다 큰 노즐을 사용할 필요는 없다.

(3) 기관구역 및 노출장소에서 가장 작은 소화펌프로부터 101.의 6항에서 정한 압력으로 2줄기 사수 방출량을 얻을 수

있는 노즐 치수이어야 하며 19 mm 보다 큰 노즐을 사용할 필요는 없다.
(4) 노즐은 정지수단을 갖추고 사수 및 분무 겸용으로 승인된 제품이어야 한다.

제 2 절 휴대식 소화기

201. 형식 및 설계 【지침 참조】

휴대식소화기는 FSS 코드 요건에 적합하여야 한다.

202. 소화기의 배치 【지침 참조】

1. 거주구역, 업무구역, 제어장소에 적합한 형식으로 충분한 수의 휴대식소화기를 비치하여야 한다. 총톤수 1,000톤 이상 선박에는 휴대식소화기를 적어도 5개 비치하여야 한다.
2. 모든 장소에 사용하는 휴대식소화기 중 1개를 그 장소의 출입구 부근에 비치하여야 한다.
3. 거주구역에 탄산가스소화기를 비치할 수 없다. 선박 안전에 필요한 전기전자장비나 설비가 있는 제어장소 및 기타구역에서는 비전도성이고 장비와 설비에 유해하지 않은 소화제를 갖춘 소화기를 비치하여야 한다.
4. 화재 시에도 항상 쉽게 보이는 장소에 소화기를 비치하고 신속히 접근하여 사용할 수 있어야 한다. 날씨, 진동, 외적 요인에 의해 손상되지 않도록 비치되어야 한다. 휴대식소화기의 사용 상태를 나타내는 수단을 갖추어야 한다.

203. 예비충전

1. 최초 10개 소화기의 예비충전을 100 % 하여야 하고, 나머지 소화기 중 50 %를 본선에서 충전할 수 있어야 한다. 총 예비충전수는 60개 초과할 필요가 없다. 재충전을 위한 지침서를 선내 비치하여야 한다.
2. 선내에서 재충전할 수 없는 소화기인 경우 (1)호에서 결정된 것과 같은 양, 형식, 용량, 개수의 휴대식소화기를 예비 소화제 대신 추가로 비치하여야 한다.

제 3 절 고정식 소화장치

301. 고정식 소화장치의 형식

1. **제4절**에서 요구되는 고정식 소화장치는 다음 시스템으로 할 수 있다. **【지침 참조】**
   (1) FSS 코드에 적합한 고정식 가스소화장치
   (2) FSS 코드에 적합한 고정식 고팽창포말소화장치
   (3) FSS 코드에 적합한 고정식 가압수분무소화장치
2. 이 장에서 요구되는 고정식 소화장치가 아닌 경우, 이 장의 관련 요건 및 FSS 코드의 요건에 만족하여야 한다.
3. 할론1211, 1301, 2402, 과탄화불소의 소화장치를 사용 금지한다.
4. 일반적으로 고정식 소화장치로 증기소화제를 허용하지 않는다. 다만 증기소화제를 사용하는 경우에는 필요한 소화장치의 추가사항으로서 제한된 장소에서만 사용할 수 있으며 FSS 코드 요건에 적합해야 한다.

302. 고정식 가스소화장치용 폐쇄설비

고정식 가스소화장치 사용할 때 보호구역 개구로 공기가 침입하거나 가스가 유출될 수 있는 경우에는 보호 구역의 외부에서 그 개구를 폐쇄할 수 있어야 한다.

303. 소화제의 보관실 【지침 참조】

소화제를 보호구역 밖에 저장할 경우 충돌격벽 후방에 배치하고 다른 용도로 사용하지 않도록 한다. 그 저장실 입구를 가급적 개방갑판으로 하며 보호구역과 독립하도록 한다. 저장장소가 갑판 하부에 위치할 경우 개방갑판의 직하부에 위치되도록 하며 개방갑판으로부터 계단이나 사다리로 직접 접근할 수 있어야 한다. 갑판 하부에 위치한 구역 또는 개방갑판으로부터 입구가 설치되지 않은 구역에는 기계식통풍장치를 설치하고 그 장소 바닥으로부터 공기를 배출할 수 있도록 설계하며 적어도 매시 6회 이상 환기가 가능하도록 한다. 입구문은 바깥으로 열리도록 하며, 그 장소와 인접한 폐위구역 사이 경계 격벽이나 갑판에서는 문 및 개구를 폐쇄하는 기타 수단을 포함하여 가스밀폐식으로 한다. **표 8.7.1**부터 **표**

8.7.8을 적용할 경우 그 저장실은 화재제어장소로 취급하도록 한다.

304. 다른 소화장치용 물 펌프

주소화장치 공급용 이외의 펌프로 소화하는 경우 해당 펌프, 펌프의 동력원 및 제어를 그 구역이나 보호되는 구역 밖에 설치하여야 하고 그 구역이나 보호구역의 화재가 이 장치에 영향을 미치지 않아야 한다.

제 4 절 기관구역의 소화장치

401. 기름보일러 또는 연료유장치가 있는 기관구역 【지침 참조】

1. 고정식 소화장치

기름보일러 또는 연료유장치가 있는 A류 기관구역에는 301.의 고정식 소화장치 중 1개를 설치하여야 한다. 기관실과 보일러실이 완전히 분리되지 않거나 보일러실 내의 연료유가 기관실로 유입할 수 있는 경우 그 기관실과 보일러실을 1개의 구획으로 간주한다.

2. 추가의 소화장치

(1) 각 보일러실이나 보일러실 입구 밖의 휴대식포말방사기는 FSS 코드에 적합하여야 하고 최소 1개 비치하여야 한다.

(2) 각 보일러실의 각 점화장소 및 연료유설비가 있는 각 장소에는 휴대식포말소화기를 최소 2개 또는 이와 동등한 것을 비치하여야 한다. 각 보일러실에 승인된 135 L이상의 포말소화기 또는 동등물 1개 이상을 비치하여야 하며, 호스를 적절히 릴에 감아서 보일러실 어느 부분에도 도달하도록 한다. 다만, 선내 보일러가 175 kW 미만이거나 보일러가 406.의 고정식 물소화장치로 보호되는 경우에는 승인된 135 L 포말소화기는 요구되지 않는다. *(2020)*

(3) 각 점화구역에 최소 0.1 m^3 모래, 소다(soda)가 있는 톱밥이나 기타 승인된 건조물질을 담을 수 있는 용기와 그것을 퍼뜨릴 수 있는 삽을 비치하여야 한다. 승인된 휴대식소화기로 대체할 수 있다.

402. 내연기관이 있는 A류 기관구역 【지침 참조】

1. 고정식 소화장치

내연기관이 있는 A류 기관구역에 301.의 고정식 소화장치 중 1개를 설치하여야 한다.

2. 추가의 소화장치

(1) 휴대식포말방사기를 최소 1개 있어야 하며 FSS 코드에 적합하여야 한다.

(2) 각 구역에 승인된 포말소화기 최소 45 L 또는 동등물을 비치하여야 하며 연료유 및 윤활유 압력장치의 모든 부분, 기어, 기타 화재위험개소로 충분히 방출되도록 하여야 한다. 또한 도보거리 10 m를 넘지 않도록 휴대식포말소화기 또는 동등물을 충분히 비치하여야 하며 각 구역마다 휴대식소화기를 최소 2개 비치하도록 한다. 화물선의 소구역인 경우 우리 선급에서 이 요건을 완화할 수 있다.

403. 증기터빈이나 밀폐형 증기기관이 있는 기관구역

1. 증기터빈 또는 밀폐형 증기기관으로 주추진하거나 기타 목적으로 합계출력 375 kW 이상인 장소에서 정기적으로 당직자가 배치되지 않는 경우 301.의 소화장치 중 1개를 설치하여야 한다.

2. 추가의 소화장치는 다음 요건을 만족하여야 한다.

(1) 각 구역에 승인된 포말소화기 최소 45 L 또는 이와 동등한 장치를 비치하여야 하며 윤활유 압력장치의 모든 부분, 터빈, 기관 또는 관련 장치의 윤활압력부분을 밀폐하고 있는 모든 케이싱 및 기타 화재위험개소로 충분히 방출하도록 하여야 한다. 이 최소 요건과 동등하게 보호되고 그 구역에 301.의 고정식 소화장치가 설치되어 있으면 이 소화기들을 요구하지 않는다.

(2) 도보로 10 m를 넘지 않도록 그 구역 내 휴대식포말소화기 또는 동등물을 충분히 비치하여야 하며, 각 구역마다 최소한 휴대식소화기를 2개를 비치하여야 한다. 다만, 401.의 2항 (2)호에서 요구하는 것 외에 추가하여 비치하지 않아도 된다.

404. 기타기관구역

401., 402., 403.에서 언급하지 않은 모든 기관구역 내에 화재위험이 있을 경우 그 기관구역이나 인접하는 구역에 우리 선급이 충분하다고 인정하는 기타 소화수단이나 승인된 휴대식소화기를 갖추어야 한다.

405. 여객선의 추가요건 【지침 참조】

36인 초과하는 여객선에서 A류 기관구역에 최소한 물분무방사기를 2개 비치하여야 한다.

406. 고정식 국부소화장치 【지침 참조】

1. 총톤수 500톤 이상의 여객선 및 총톤수 2,000톤 이상인 화물선에 적용한다.
2. 용적 500 m^3 넘는 A류 기관구역은 **401.**의 **1**항의 고정식 소화장치에 추가하여 IMO가 개발한 지침에 따라 형식승인된 고정식 물소화장치 또는 이와 동등한 국부소화장치로 보호되어야 한다. 정기적으로 무인화되는 기관구역인 경우 소화장치는 자동, 수동 방출능력을 가져야 한다. 계속 당직하는 기관구역인 경우 소화장치는 수동 방출만 요구된다.
3. 고정식 국부소화장치는 엔진의 정지, 인원의 대피 또는 구역을 밀폐할 필요 없이 다음 장소들을 보호하여야 한다.
   (1) 내연기관의 화재위험부분
   (2) 보일러 전방부
   (3) 소각기의 화재위험부분
   (4) 가열된 연료유 청정기
4. 국부소화장치가 작동할 때 보호구역 및 계속 당직하는 장소에 가시경보, 식별된 가청경보를 발하여야 하며 작동 계통을 표시하여야 한다. 이 시스템 경보요건은 이 규칙의 다른 조항에 서술한 화재탐지 및 경보장치의 대체사항이 아닌 추가 요건이다.

제 5 절 제어장소, 거주구역, 업무구역의 소화장치

501. 여객선의 스프링클러장치 및 물분무장치

1. 36인 초과 여객선에서 통로, 계단을 포함하여 모든 제어장소, 거주구역, 업무구역에 FSS 코드에 적합한 형식승인된 자동스프링클러, 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다. 물이 제어 장소의 주요설비를 손상시킬 수 있는 경우에는 이 대체사항으로 다른 형식의 승인된 고정식 소화장치를 설치할 수 있다. 화재위험이 거의 없거나 전무한 빈 공간, 공용화장실, 이산화탄소저장실 및 이와 유사한 구역에는 자동스프링클러장치를 설치할 필요가 없다. **【지침 참조】**
2. 36인 이하 여객선 중 거주구역 내 통로, 계단, 탈출로에만 FSS 코드에 적합한 고정식 연기탐지 및 화재경보장치를 설치할 경우에는 자동스프링클러장치를 **5장 303.**의 **2**항에 따라 설치하여야 한다.
3. **3장 204.**가 적용되는 여객선 선실발코니의 가구 및 비품이 **1장 103.**의 **40**항 (1), (2), (3), (6) 및 (7)호에서 규정하는 제품이 아닌 경우 동 선실발코니에는 FSS 코드의 요건을 만족하는 고정식 가압수 분무소화장치를 설치하여야 한다.

502. 화물선의 스프링클러장치

화물선에서 **7장 103.**의 **1**항 (1)호 (나)의 IIC 방식을 채택한 경우 **5장 305.**의 **2**항에 따라 자동스프링클러, 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다.

503. 가연성 액체가 있는 장소

1. 페인트창고는 다음 중 어느 하나에 의하여 보호되어야 한다.
   (1) 보호구역 총용적의 40 %에 상당하는 최소가스량을 공급하도록 설계된 탄산가스장치
   (2) 최소 0.5 kg/m^3 밀도로 설계된 분말소화장치
   (3) 분당 5 L/m^2로 설계된 물분무 또는 스프링클러장치. 이 때 물분무장치를 선박 소화주관에 연결할 수 있다.
   (4) 이와 동등한 보호장치. 어떠한 경우에도 보호장소 밖에서 이 장치를 작동할 수 있어야 한다.
2. 가연성액체 보관함은 우리 선급이 승인하는 적합한 소화장치로 보호되어야 한다. **【지침 참조】**
3. 거주구역을 통하지 않고 바닥 면적이 4 m^2 미만인 갑판 창고에는 그 구역 총용적의 40 %에 상당하는 최소가스량을 공급하도록 휴대식 탄산가스소화기(또는 분말소화기)를 갖춘 경우 고정식의 대체로 인정할 수 있다. 보호장소에 들어가지 않고 소화기를 방출할 수 있도록 창고 내에 투입구를 배치하여야 한다. 그 투입구에 인접하여 휴대식소화기를 비치하여야 한다. 대안으로 물소화장치의 사용을 위한 투입구 또는 호스연결구가 설치될 수 있다. **【지침 참조】**

504. 튀김기름을 사용하는 조리설비 【지침 참조】

폐위구역 또는 개방갑판에 설치된 튀김기름을 사용하는 조리설비는 다음 사항을 갖추어야 한다.

1. IMO가 인정하는 국제기준에 따라 시험된 자동 또는 수동소화장치

2. 어느 하나가 고장난 경우 경보가 울리는 경보기가 부착된 주 및 예비 자동온도조절장치
3. 소화장치 동작 시 자동으로 전원을 차단하는 장치
4. 소화장치가 설치된 조리실에서 소화장치의 작동을 알지는 경보장치
5. 선원들이 쉽게 사용하도록 명확하게 표식을 붙인 소화장치의 수동조작 제어장치

제 6 절 화물구역의 소화장치

601. 일반화물용 고정식 가스소화장치 【지침 참조】

1. 총톤수 1,000톤 이상 여객선에서 화물구역은 FSS 코드에 적합한 고정식 탄산가스 또는 불활성가스소화장치로 보호되거나 또는 동등물로 보호되는 고정식 고팽창포말소화장치를 갖추어야 한다. 다만, 602.에 따라 갖춘 것은 제외된다.
2. 단기간 항해에 종사한다고 인정하는 경우와 총톤수 1,000톤 미만 여객선에서 1항의 적용이 불합리한 경우 선박의 강재 창구덮개를 갖추고 화물구역으로 통하는 모든 통풍통과 기타 개구를 유효하게 폐쇄하는 수단을 갖추어야 한다.
3. 총톤수 2,000톤 이상 화물선에서 화물구역은 FSS 코드에 적합한 고정식 탄산가스 또는 불활성가스소화장치로 보호되거나 이와 동등하게 보호되는 소화장치를 갖추어야 한다. 단, 로로 및 차량구역을 제외한다.
4. **화물선**에서 광석, 석탄, 곡물, 건조되지 아니한 목재, 불연성화물, 화재위험성이 낮은 화물만 운송한다면 3항 및 602.의 요건을 면제할 수 있다. 다만 선박이 강재 창구덮개 및 화물구역의 통풍통과 기타 개구를 유효하게 폐쇄하는 수단을 갖춘 경우에만 적용할 수 있다. 우리 선급은 면제된 선박에 대한 면제증서를 발급하여야 하며 운송화물목록을 첨부하여야 한다.

602. 위험물에 대한 고정식 가스소화장치 【지침 참조】

화물구역에 위험물을 운송하는 선박은 FSS 코드에 적합한 고정식 탄산가스 또는 불활성가스 소화장치를 갖추거나 또는 이와 동등하게 보호하는 소화장치를 설치하여야 한다.

603. 노출갑판 상부에 컨테이너를 운송하도록 설계된 선박의 소화

1. 601. 및 602.에서 요구하는 설비 및 장치에 추가하여 적어도 하나의 물분무창(water mist lance)을 선박에 비치하여야 한다. 소화주관에 연결된 물분무창은 컨테이너벽을 관통하여 폐쇄공간(컨테이너 등) 내부에 물분무를 할 수 있는 관통 노즐을 갖춘 관으로 이루어져야 한다.
2. 개방갑판상에 컨테이너를 5단 이상 적재하도록 설계된 선박은 1항의 요건에 추가하여 다음과 같이 이동식 물모니터를 비치하여야 한다. **【지침 참조】**
   너비가 30m 미만인 선박에는 적어도 2개의 이동식 물모니터
   너비가 30m 이상인 선박에는 적어도 4개의 이동식 물모니터
   (1) 이동식 물모니터와 모든 필요한 호스, 장치 및 요구되는 고정 장구는 화물구역의 화재발생 시 차단될 가능성이 없는 화물구역의 밖에서 즉시 사용할 수 있도록 유지하여야 한다.
   (2) 다음과 같이 충분한 수의 소화전이 비치되어야 한다.
      (가) 비치된 모든 이동식 물모니터는 각 컨테이너 베이 전후에서 효과적인 물 장벽(water barrier)을 형성할 수 있도록 동시에 작동 가능하여야 한다.
      (나) 101.의 5항 (1)호에서 요구되는 두줄기 사수는 101.의 6항에서 요구되는 압력으로 공급 가능하여야 한다.
      (다) 요구되는 이동식 물모니터의 각각은 갑판상의 컨테이너 최상단까지 도달하는데 필요한 압력으로 별도의 소화전에서 공급 가능하여야 한다.
   (3) 이동식 물모니터는 소화주관에 연결할 수도 있다. 단, 소화펌프와 소화주관 직경이 요구되는 압력치에서 소화호스로부터 이동식 물모니터와 두 줄기 사수를 동시에 작동하기에 적절한 것을 조건으로 한다. 위험물을 운송하는 경우, 소화펌프의 용량과 소화주관 직경은 갑판화물구역에 가능한 한, 12장에도 적합하여야 한다.
   (4) 각 이동식 물모니터의 작동성능은 선내 최초검사 중에 우리 선급이 인정하는 시험을 받아야 한다. 시험 시 다음 사항을 확인하여야 한다.
      (가) 이동식 물모니터는 안전하고 효과적인 작동을 확보하기 위하여 선내 구조물에 고정할 수 있다.
      (나) 이동식 물모니터의 물줄기는 모든 요구되는 소화호스에 연결된 방사기와 물분사가 동시에 작동된 상태에서 갑판상의 컨테이너 최상단까지 도달하여야 한다.

제 7 절 화물탱크 보호

701. 고정식 갑판포말장치 【지침 참조】

1. 재화중량 20,000톤 이상의 탱커에서 FSS 코드에 적합한 고정식 갑판포말장치가 설치되어야 한다. 선박 배치 및 설비를 고려하여 이와 동등하게 보호된다면 기타 고정식 장치를 대체안으로 인정할 수 있으며 2항에 따른다.
2. 1항에 따라 고정식 갑판포말장치의 대체안으로 이와 동등한 고정식장치를 인정한 경우 다음 요건에 적합하여야 한다.
   (1) 누유 화재를 소화할 수 있고, 아직 발화하지 아니한 누유 발화원을 제거할 수 있어야 한다.
   (2) 파손된 탱크 내의 화재를 소화할 수 있어야 한다.
3. 재화중량 20,000톤 미만의 탱커는 FSS 코드의 요건에 적합한 갑판포말장치를 설치하여야 한다.

제 8 절 화물펌프실 보호

801. 고정식 소화장치 【지침 참조】

각 화물펌프실에 다음 중 하나의 고정식 소화장치를 설치하고 펌프실 외부의 접근이 쉬운 장소에서 조작되어야 한다. 화물펌프실은 A류 기관구역에 적합한 장치를 갖추어야 한다.

1. 탄산가스장치는 FSS 코드와 다음 요건에 적합하여야 한다.
   (1) 소화제 방출에 대하여 가청 경보를 발하는 경보기는 가연성 화물증기와 공기의 혼합물에서 사용상 안전한 것이어야 한다.
   (2) 정전기적 발화위험성 때문에 소화용으로만 사용되어야 하고 불활성 목적으로 사용하지 않도록 제어장치에 주의판을 게시하여야 한다.
2. 고팽창포말장치는 포말원액 공급이 운송 화물의 소화용으로 적합하고 FSS 코드 규정에 적합하여야 한다.
3. 고정식 가압수분무장치는 FSS 코드에 적합하여야 한다.

802. 소화제의 양

화물펌프실 장치에 사용되는 소화제를 다른 구역에도 사용하는 경우 최소 요구되는 소화제량 또는 방출률은 가장 큰 구역에서 요구되는 최대값을 초과할 필요는 없다.

제 9 절 소방원장구

901. 소방원장구의 형식 【지침 참조】

소방원장구는 FSS 코드에 적합하여야 한다.

902. 소방원장구의 수량

1. 선박에 소방원장구를 최소 2조 비치하여야 한다.
2. 여객선에 추가로 다음과 같이 비치하여야 한다.
   (1) 여객구역 및 업무구역이 있는 갑판에서 그 구역들의 합계 길이 또는 이와 같은 갑판이 2개 이상 있는 경우에는 여객구역 및 업무구역의 합계 길이가 가장 큰 갑판에서 그 구역들의 합계 길이에 대하여 80 m 또는 그 단수마다 FSS 코드에서 정한 소방원장구 2조 및 개인장구 2조를 부가 비치하여야 한다. 36인 초과 여객선에서는 각 주수직구획마다 소방원장구 2조씩 추가 비치하여야 한다. 그러나 각 주수직구획을 구성하는 계단폐위부와 **7장 102.**의 3항 (2)호 (나)의 ⑥, ⑦, ⑧, ⑫ 구역을 포함하지 않는 선박의 선수, 선미에 있는 주수직구획에는 소방원장구를 추가로 요구하지 않는다.
   (2) 36인 초과 여객선에서 호흡구 1쌍마다 그 부근에 물분무방사기를 1개씩 비치하도록 한다.
3. 탱커에는 추가로 소방원장구를 2조 비치하여야 한다.
4. 선박의 크기 및 형태를 고려하여 개인장구 및 호흡구를 추가로 요구할 수 있다.
5. 각 호흡구마다 예비공기병 2개를 비치하여야 한다. **36인 이하 여객선**과 **화물선**에서 오염되지 않은 공기를 실린더에 완전히 충전하는 적합한 수단이 있는 경우 각 호흡구당 예비공기병 1개가 필요하다. 36인 초과 여객선은 각 호흡구

당 예비공기병을 최소 2개 공급하여야 한다.

6. 36인 초과 여객선은 오염되지 않은 공기를 호흡용 공기 실린더에 완전히 재충전하기 위한 다음 중 하나의 수단을 적절한 장소에 갖추어야 한다.
   (1) 주 및 비상배전반으로부터 급전되거나 또는 독립적으로 구동되며, 요구되는 호흡구당 60 L/mn의 최소 용량(420 L/mn 이하)을 갖는 호흡용 공기압축기
   (2) 선박에서 사용되는 호흡구를 재충전하기 위하여, 요구되는 호흡구당 최소 1,200 L의 용량(자유공기로 50,000 L 이하)을 갖는 적절한 압력의 자장식 고압 저장장치
7. 훈련 시 사용되는 호흡구의 실린더를 본선에서 재충전할 수 있는 수단 또는 사용된 실린더를 대체할 적절한 수의 예비 실린더가 본선에 비치되어야 한다.

903. 소방원장구의 보관

1. 소방원장구 및 개인장구는 접근이 쉬운 장소에서 사용할 수 있도록 보관하여야 하며 영구적으로 명확히 표기되어야 한다. 또한 소방원장구나 개인장구가 2조 이상인 경우 서로 멀리 떨어뜨려 보관하여야 한다.
2. 여객선에서는 소방원장구 최소 2조에 부가하여 개인장구 1조를 어느 장소에서도 이용할 수 있어야 한다. 각 주수직구역에 소방원장구를 최소 2조 비치하여야 한다.

904. 소방원의 통신 【지침 참조】

소방원의 통신을 위하여 각 소화반별로 최소한 2대씩 방폭형 또는 본질안전형의 쌍방향 휴대식 무전기가 제공되어야 한다. ⚓

제 9 장 구조 보전

제 1 절 재료

101. 선체, 선루, 격벽, 갑판 및 갑판실의 재료 【지침 참조】

선체, 선루, 격벽, 갑판, 갑판실은 강이나 이와 동등한 재료로써 1장 103.의 43항에서 강재나 이와 동등한 재료를 말한다. 이 때 "적용하는 화재노출"은 표 8.7.1부터 표 8.7.4의 화재보전성 기준을 따르도록 한다. 예를 들어, 갑판, 갑판실 측면이나 끝단과 같은 구획이 "B-0"급 화재보전성으로 허용된 경우 "적용하는 화재노출"은 30분이어야 한다.

제 2 절 구조

201. 알루미늄합금 구조

101.에서 별도로 정하지 않고 선체구조의 어느 부분이라도 알루미늄합금으로 구성되어 있는 경우에는 다음에 적합하여야 한다.

1. A급이나 B급 구획에서 알루미늄합금 부분의 방열은 표준화재시험의 화재 노출동안 항상 구조 중심의 온도가 그 주위 온도보다 200℃를 초과하지 않아야 한다. 단, 우리 선급에서 구조물에 하중이 걸리지 않는 경우 제외한다.
   【지침 참조】
2. 구명정과 구명뗏목의 적재, 진수 승정장소, A급이나 B급 구획을 지지하는데 필요한 지주, 지지대 및 기타 구조부재의 알루미늄합금부 방열을 특별히 주목하고 다음을 보장하여야 한다.
   (1) 구명정 및 구명뗏목 구역, A급 구획을 지지하는 부재는 1항에서 정한 온도상승제한을 1시간 경과 후에 적용하여야 한다.
   (2) B급 구획을 지지하는데 필요한 부재는 1항에서 정한 온도상승제한을 30분 경과 후에 적용하여야 한다.

제 3 절 A류 기관구역

301. A류 기관구역

1. A류 기관구역의 정부 및 케이싱은 강 구조여야 하며 표8.7.5 및 표8.7.7와 같이 적절히 방열되어야 한다. 【지침 참조】
2. A류 기관구역의 통상적인 통로 바닥판은 강으로 제작되어야 한다.

제 4 절 선외 부착품의 재료

401. 선외 부착품의 재료 【지침 참조】

열에 의해 쉽게 유효성이 상실되는 재료는 선외 배수관, 위생수 배출관 및 흘수선 근처에 있고 화재 시에 재료의 손상으로 인하여 침수의 위험을 증가시키는 다른 배출구에 사용되어서는 안 된다.

제 5 절 탱커의 압력/진공으로부터 화물탱크구조 보호

501. 일반

화물탱크 내 압력이나 진공상태가 설계 기준을 초과하지 않도록 벤트장치를 설치하여야 한다.

1. 화물탱크의 온도 변화로 발생하는 소량의 증기, 공기, 불활성가스 혼합기체를 압력/진공밸브로 통과하도록 하여야 한다. 【지침 참조】
2. 화물적하, 평형수작업, 하역작업 시 다량의 증기, 공기, 불활성가스 혼합기체를 통과하도록 하여야 한다.

502. 온도변화에 의한 소량의 흐름을 위한 개구 *(2018)* 【지침 참조】

501.의 1항에서 요구하는 압력방출구는 가연성 증기를 가능하면 최대한 분산하도록 화물탱크 갑판 상부의 높은 곳에 설치하여야 하며, 어떠한 경우에도 화물탱크 갑판 상부 2 m 이상이어야 한다. 또한 발화원이 있는 폐위구역의 가장 가까운 공기흡입구 및 개구, 발화 위험성이 있는 갑판기계 및 장비로부터 5 m 이상으로 멀리 떨어뜨려 배치되도록 한다. 이 때 윈들러스 및 체인로커 개구는 발화위험성이 있는 것으로 본다. 2017년 1월 1일 이후에 건조된 탱커선의 경우, 개구는 2장 403.의 4항 (1)호에 따라 배치되어야 한다.

503. 화물탱크의 안전조치

1. 벤트장치의 액면 상승 방지 조치

화물탱크의 설계 수두를 초과하는 높이까지 벤트장치의 액면 상승을 방지하기 위한 보호 조치를 하여야 한다. 이는 고액면경보장치나 넘침제어장치 또는 기타 동등 수단을 갖추어야 하고 동시에 측정 및 탱크 주입 절차와 독립되어야 한다. 이 때 스필밸브를 넘침장치와 동등하게 간주하지 않는다.

2. 압력/진공 방출용 2차 수 【지침 참조】

501.의 2항에 설치된 장치가 실패했을 때 과부압을 방지하도록 증기, 공기, 불활성가스 혼합기체를 완전 방출하는 제2차 수단을 갖추어야 한다. 추가로 탱커선의 경우, 2차 수단은 2장 403.의 4항 (1)호에 따라 요구되는 분리 장치의 고장 또는 부주의한 폐쇄 시의 과압 또는 부압을 방지할 수 있어야 한다. 대안으로 501.의 2항의 장치로 보호되는 각 탱크에 압력감지기를 부착하여 화물제어실이나 통상 화물작업을 하는 장소에서 감시장치로 이용할 수 있다. 그 감시장치는 탱크 내 과압이나 부압을 감지했을 때 작동하는 경보장치도 갖추어야 한다. *(2018)*

3. 벤트 주관의 바이패스

501.의 1항의 압력/진공 밸브를 벤트주관이나 마스트헤드라이저에 설치한 경우 바이패스를 설치할 수 있다. 이 때 바이패스 개방이나 폐쇄를 적절히 나타내는 표시기를 갖추어야 한다.

4. 압력/진공 해제 장치

화물탱크를 다음 각 호의 상태로부터 보호하도록 압력/진공해제장치를 1개 이상 설치하여야 한다. 이 장치들이 2장 403.의 1항에서 요구하는 통풍장치나 각각의 화물탱크에 설치되지 않은 경우, 이 장치들은 불활성가스 주관에 설치하여야 한다. 이 장치의 위치 및 설계는 5절 및 2장 403.에 따른다.

(1) 화물이 최대정격용량으로 적재되고 모든 다른 개구가 폐쇄되어 있는 경우 화물탱크의 시험압력을 초과하는 정압

(2) 화물이 화물펌프의 최대정격용량으로 양하되고 불활성가스 송풍기가 고장난 경우 수두 700 mm를 초과하는 부압

504. 벤트 출구의 치수 【지침 참조】

501.의 2항에서 요구되는 화물의 적하, 양하 및 평형수 작업을 위한 벤트출구는 어떤 화물탱크 내의 압력이 설계압력을 초과하는 것을 방지하기 위하여 가스방출 최대 설계적재율에 최소한 1.25의 계수를 곱한 것을 기준으로 설계되어야 한다. 선장은 각 화물탱크의 최대허용적재율에 관한 자료 및 벤트장치가 결합된 경우에는 각 화물탱크 그룹의 최대 허용적재율에 관한 자료를 제공받아야 한다. ⚓

제 10 장 탈출설비

제 1 절 선원 및 여객 통지

101. 총비상경보장치

선원 및 여객에게 화재를 알리기 위하여 SOLAS에서 요구하는 총비상경보장치를 사용하도록 한다.

102. 여객선의 선내방송장치

SOLAS에서 요구하는 선내방송장치나 다른 효과적인 전달수단을 거주구역, 업무구역, 제어장소, 노출갑판 전체에서 가능하도록 한다.

제 2 절 탈출설비

201. 일반요건 【지침 참조】

1. 이 규칙에서 별도로 언급하지 않으면 모든 구역이나 구역그룹으로부터 탈출설비는 최소 2개를 서로 멀리 떨어뜨려 설치하여야 한다.
2. 승강기를 이 규칙에서 요구하는 탈출설비 중 하나로 간주하지 않는다.

202. 제어장소, 거주구역, 업무구역의 탈출설비

1. 일반요건

(1) 여객 및 선원의 거주구역, 선원이 통상 업무 종사하는 장소(기관구역 제외)로부터 구명정, 구명뗏목이 있는 승정갑판까지의 탈출 수단은 계단 및 사다리로 용이하게 배치하여야 한다.

(2) 이 규칙에서 별도로 언급하지 않는 한 복도, 로비 또는 복도 일부로부터 탈출설비를 1개만 배치해서는 안 된다. 연료유 공급장소, 선박의 횡단용 복도와 같이 선박 용도에 필요한 업무구역으로 사용되는 막다른 복도는 허용하나 선원거주구역과 격리되고 여객거주구역에서 접근할 수 없도록 해야 한다. 또한 복도의 깊이가 그 폭을 초과하지 아니하는 경우 그 복도의 일부분은 리세스나 국부 연장부로 인정되며 허용된다.

(3) 거주구역, 업무구역, 제어장소의 모든 계단은 강재나 이와 동등한 재료여야 한다. **【지침 참조】**

(4) 무선장소가 개방 갑판으로 직접 통하는 출구가 없는 경우 그 무선실로부터 2개 탈출설비를 갖추어야 한다. 그 중 1개는 충분한 크기의 현창 또는 창문 또는 기타 설비로 인정될 수 있다. **【지침 참조】**

(5) 탈출로 문은 일반적으로 탈출방향으로 개방하여야 한다. 다만, 다음은 예외로 한다. **【지침 참조】**

(가) 각각의 선실문을 복도에 있는 사람이 다치지 않도록 선실쪽으로 개방할 수 있다.

(나) 비상탈출용 수직트렁크 문은 트렁크 바깥쪽으로 개방하여 탈출 및 출입 시 그 트렁크를 이용할 수 있어야 한다.

2. 여객선의 탈출설비

(1) 격벽갑판 하부 구역에서의 탈출

(가) 격벽갑판 하부에서 각 수밀구획이나 이와 유사한 제한구역 또는 구역그룹으로부터 탈출설비를 2개 갖추어야 하며 그 중 1개는 적어도 수밀문과 독립되어야 한다. 예외적으로 요구되는 탈출로가 수밀문과 독립되어 있으면 가끔씩 출입하는 선원구역의 탈출설비 중 하나는 면제될 수 있다.

(나) 우리 선급에서 (가)의 면제를 인정하는 경우 이러한 단 하나의 탈출설비로 안전한 탈출이 확보되어야 한다. 다만, 계단 양측의 손잡이 폭은 800 mm 이상이어야 한다.

(2) 격벽갑판 상부 구역에서의 탈출

격벽갑판 상부에서 각 주수직구역 또는 이와 유사한 제한구역이나 구역그룹으로부터 탈출설비를 최소한 2개 설치하여야 하며, 그 중 1개를 최소한 수직 방향 탈출로를 구성하는 계단으로 통하여야 한다.

(3) 계단 폐위구역으로의 직접 통행

거주구역, 업무구역 내 폐위계단구역은 복도로부터 직접 통하고, 비상시 계단을 이용하는 인원수를 고려하여 혼잡을 피하도록 충분한 면적을 가져야 한다. 그 폐위계단구역 경계면에서 공용화장실, 무해한 안전설비를 저장하는 불

연성 로커, 개방 안내소의 설치를 인정한다. 여객이 통행할 수 있는 복도, 승강기, 공용화장실, 특수분류구역, 개방된 로로구역, (4)호 (가)에 의해 요구되는 다른 탈출계단 및 외부지역들은 이들 폐위계단구역으로 직접 접근이 허용된다. 극장의 무대 뒤편을 제외한 공용실 또한 폐위계단구역으로 직접 접근이 허용된다. 또한 조리실, 주세탁실로부터 폐위계단을 분리하는 소복도, 로비를 직접 그 계단으로 통할 수 있다. 다만, 최소갑판 면적 4.5 m^2이상, 폭 900 mm 이상이며 소화전을 포함하여야 한다.

(4) 탈출설비의 상세

(가) (1)호 (가) 및 (2)호의 탈출설비 중 최소 1개를 즉시 접근할 수 있는 폐위계단으로 구성하여야 하며, 그 기점으로부터 구명정, 구명뗏목의 승정갑판이나 최상층 노출갑판(그 승정갑판에 해당하는 주수직구역까지 연장되지 않는 경우)까지 이 계단을 화재로부터 보호하여야 한다. 이 때 외부 개방계단 및 통로를 통하여 승정갑판까지 직접 접근할 수 있어야 하며, SOLAS 협약에서 정한 비상 조명시설과 미끄럼방지 발판을 설치하여야 한다. 외부 개방계단과 탈출로 일부를 형성하는 여객통로와 인접하는 경계면과 화재발생시 승정갑판까지 탈출을 저해하는 위치에 있는 경계면은 **표 8.7.1**부터 **표 8.7.4**에 따라 화재방열성을 갖추어야 한다.

(나) 폐위계단구역으로부터 구명정, 구명뗏목의 승정장소까지 통행을 직접 보호하거나 **표 8.7.1**부터 **표 8.7.4**에서 정한 폐위계단의 화재방열성 및 방열로써 내부 통로를 보호하여야 한다.

(다) 한 장소용도 및 그 장소 발코니용도의 계단을 탈출설비 중 하나로 인정하지 않는다.

(라) 중앙홀 내 각 층에서 탈출설비를 2개 갖추어야 하며 그 중 하나를 (가)에 적합한 폐위 수직탈출 수단으로 직접 통하도록 한다.

(마) 탈출로 너비, 개수, 연속성은 FSS 코드에 따른다. **【지침 참조】**

(5) 탈출로 표시

(가) SOLAS에서 정한 비상조명에 추가하여 계단, 출구를 포함한 탈출설비로써 모서리 및 교차점을 포함하여 모든 탈출로 표시는 갑판상부 300 mm 이하에서 조명이나 형광띠로 표시하여야 한다. 여객이 이 탈출 표시를 식별하여 즉시 탈출구를 인식할 수 있어야 한다. 전기조명을 사용하는 경우 비상전원을 공급하여야 한다. 단일 조명이 부분 고장나거나 형광띠가 절단되더라도 그 표시가 식별되어야 한다. 또한 모든 탈출로 표시와 소화장비 위치의 표시를 형광물질이나 조명으로 하여야 한다. 이 조명이나 형광설비를 FSS 코드에 따라 평가 및 시험하여야 한다. **【지침 참조】**

(나) 36인 초과 여객선의 선원거주구역에도 (가) 요건을 적용하여야 한다.

(다) (가)에서 요구되는 비상탈출로의 조명장치 대신에, 국제해사기구가 개발한 지침에 근거하여 우리 선급이 승인한 경우, 대체 탈출안내시스템이 허용될 수 있다. **【지침 참조】**

(6) 탈출로의 일부를 형성하는 통상 잠긴 문

(가) 객실문과 특실문을 안쪽에서 열 때에는 열쇠가 필요 없는 것이어야 한다. 지정된 탈출로에 있는 모든 문들도 탈출방향으로 움직일 때 그 문들을 열기 위하여 열쇠가 필요 없는 문이어야 한다.

(나) 보통 잠긴 공용실의 탈출문에 긴급해제장치(quick release)를 갖추어야 한다. 이 장치는 힘을 가했을 때 탈출방향으로 잠금이 해제되는 장치로 구성되어야 한다. 우리 선급의 인정하에 긴급해제장치를 설계하여 설치하여야 한다. 특히 다음이 적용되어야 한다.

(a) 갑판상 760 mm이상 1120 mm이하 위치에서 최소 문너비의 1/2 정도의 작동용 봉이나 패널로 구성하여야 한다.

(b) 67 N 이하의 힘을 가했을 때 잠금이 해제되어야 한다.

(c) 해제장치에 압력을 가했을 때 잠금 해제를 방해하는 나사, 잠금장치, 기타장치를 설치해서는 안 된다.

(7) 여객선의 탈출분석 *(2019)* **【지침 참조】**

(가) 탈출로는 초기설계단계에서 탈출분석에 의하여 평가되어야 한다. 이러한 분석은 다음에 적용된다.

(a) 1999년 7월 1일 이후 건조된 로로 여객선

(b) 2020년 1월 1일 이후 건조된 36인 이상의 여객을 운송하는 기타 여객선

(나) 탈출분석은 승무원과 여객이 탈출로를 통하는 일반적인 이동으로 인하여 퇴선 과정에서 생길 수 있는 혼잡을 예상 및 제거하기 위하여 사용하며, 승무원이 여객의 이동방향과 정반대의 방향으로 움직일 필요가 있을 가능성을 포함하여 분석하여야 한다. 또한 이 탈출분석은 해난사고로 인해 특정 탈출로, 소집장소, 승정장소 또는 생존정을 이용할 수 없을 가능성이 있을 때에도 탈출 배치가 충분히 유연하게 제공되었다는 것을 입증하는 데 사용된다.

3. 화물선의 탈출설비 【지침 참조】

(1) 거주구역의 모든 층에서 각 제한 구역이나 그룹구역으로부터 서로 멀리 떨어진 최소 2개 이상의 탈출설비를 설치

하여야 한다.

(2) 최하층 개방갑판의 하부구역의 주탈출설비는 계단으로 하여야 하며, 제2의 탈출설비는 트렁크나 계단으로 할 수 있다.

(3) 최하층 개방갑판의 상부구역에서 개방갑판으로 탈출하는 설비는 계단이나 문 또는 이들의 조합으로 하여야 한다.

(4) 막힌 복도거리는 7 m 초과하지 않도록 한다.

(5) 탈출로 너비, 개수, 연속성을 FSS 코드에 적합하도록 한다.

(6) 가끔 출입하는 선원구역에서 필요한 탈출로가 수밀문과 독립된 경우 우리 선급에서는 그 탈출설비 1개를 면제할 수 있다.

4. 비상탈출용 호흡구

(1) 비상탈출용 호흡구는 FSS 코드에 적합하여야 하며 예비용 비상탈출용 호흡구를 본선에 비치하여야 한다.

【지침 참조】

(2) 모든 선박에서 거주구역 내 비상탈출용 호흡구를 최소 2개 비치하여야 한다.

(3) 여객선의 각 주수직구역에 비상탈출용 호흡구를 최소 2개 비치하여야 한다.

(4) 36인 초과 여객선은 (3)호에 추가하여 각 주수직구역에 비상탈출용 호흡구를 최소 2개 비치하여야 한다.

(5) (3)호, (4)호는 개별 주수직구역을 구성하는 폐위계단구역이나 **7장 102. 3**항 (2)호 (나)의 ⑥, ⑦, ⑧, ⑫ 장소를 포함하지 않는 선박의 전후단 주수직구역 폐위계단구역에는 적용하지 않는다.

203. 기관구역의 탈출설비

1. 여객선의 탈출설비 【지침 참조】

여객선의 각 기관구역의 탈출설비는 다음 요건에 적합하여야 한다.

(1) 격벽갑판 하부구역에서 2개의 탈출설비는 다음 중 하나로 이루어져야 한다.

(가) 강재사다리 2개를 가능한 멀리 떨어뜨려 그 구역 상부에 있는 문으로 유도하여야 하고 그 문으로부터 구명정, 구명뗏목의 승정갑판으로 통하도록 한다. 이 사다리 중 1개는 **7장 102.**의 **3**항 (2)호 (나) ② 또는 **7장 102.**의 **4**항 (2)호 (나) ④를 만족하는 보호폐위구역 내 있어야 하며 그 구역 하부로부터 외부의 안전한 위치까지 설치되도록 한다. 그 폐위구역에는 동일한 화재방열성을 갖는 자기폐쇄형문을 설치하여야 한다. 이 사다리는 설치시 방열되지 아니한 곳을 통하여 폐위구역으로 열전달이 되지 않도록 한다. 보호폐위구역의 최소크기를 800 mm× 800 mm로 하고 비상조명을 설치하여야 한다.

(나) 강재사다리 1개를 승정갑판으로 통하는 구역 상부에 있는 문으로 유도하고 추가로 그 구역 하부 및 이 사다리로부터 멀리 떨어진 위치에 강재문 1개를 설치하여 그 문의 양측에서 조작할 수 있으며 그 구역의 하부에서 승정갑판까지 안전하게 탈출하도록 한다.

(2) 격벽갑판 상부 구역으로부터의 탈출

격벽갑판 상방에 있는 구역의 경우 탈출설비 2개를 가능한 멀리 떨어져 있어야 하며 탈출설비 문은 구명정, 구명뗏목의 승정갑판으로 통하는 위치에 있어야 한다. 탈출설비로 사다리를 사용 할 경우 강재로 이루어져야 한다.

(3) 탈출로 2개에 대한 면제

총톤수 1,000톤 미만 선박에서 그 구역 상부 너비 및 배치를 고려하려 탈출설비 1개를 면제할 수 있다. **총톤수 1,000톤 이상 선박**에서 그 구역의 당직인원여부 및 그 구역의 배치 상태를 감안하여 문이나 강재사다리를 통하여 승정갑판으로 안전하게 탈출하는 경우 통상 무인 보조기관구역을 포함한 그러한 구역의 탈출설비를 1개 면제할 수 있다. 비상조타장소가 조타기실내에 있고 개방갑판으로 직접 통하지 않는다면 조타기실 내에는 제2의 탈출설비를 설치하여야 한다.

(4) 기관제어실로부터의 탈출

기관구역의 기관제어실로부터 2개의 탈출설비를 설치하여야 하며 그 중 한 개는 최소한 기관구역 외부의 안전한 위치까지 연속적으로 화재 보호를 하도록 한다.

(5) 경사 사다리 및 계단

(1)호에 따라 설치된 보호된 폐위구역에 있지 않은 탈출로의 일부이거나 탈출로에 접근하기 위한 통로로 쓰이는 기관실내로 개방된 발판을 갖는 모든 경사 사다리와 계단은 강으로 만들어야 한다. 그러한 경사 사다리와 계단은 하부에 화재차단용 강재를 부착하여 하부로부터의 열과 화염으로부터 탈출하는 인원을 보호할 수 있어야 한다.

(6) A류 기관구역내의 주 작업장으로부터 탈출

기관구역내의 주 작업장으로부터 두 개의 탈출설비가 비치되어야 한다. 이 탈출로 중 적어도 하나는 기관구역 외부의 안전한 장소까지 연속적인 화재 피난처를 제공하여야 한다.

2. 화물선의 탈출설비 【지침 참조】

화물선의 각 기관구역의 탈출설비는 다음 요건에 적합하여야 한다.

(1) A류 기관구역으로부터의 탈출설비

(2)호에서 별도로 정한 것을 제외하고 A류 기관구역으로부터 탈출설비를 2개 설치하여야 하며 특히 다음 요건 중 하나를 만족하여야 한다.

(가) 강재사다리 2개를 가능한 멀리 떨어뜨려 그 구역 상부에 있는 문으로 유도하여야 하고 그 문으로부터 개방갑판으로 통하는 통로가 설치된 것이어야 한다. 이 사다리 중 1개는 **7장 103.**의 **3**항 (2)호 (나) ④를 만족하는 보호폐위구역 내에 있어야 하며 그 구역 하부로부터 안전하게 외부 장소까지 설치하도록 한다. 그 폐위구역에는 동일한 화재방열성을 갖는 자기폐쇄형문을 설치하여야 한다. 이 사다리의 설치 시 방열되지 아니한 곳을 통하여 폐위구역으로 열전달이 되지 않도록 한다. 보호폐위구역의 최소크기를 800 mm × 800 mm로 하고 비상조명을 설치하여야 한다.

(나) 강재사다리 1개를 승정갑판으로 통하며 그 구역 상부에 있는 문으로 유도하며 부가하여 그 구역 하부 및 이 사다리로부터 멀리 떨어진 위치에 강재문 1개를 설치하고 그 문의 양측에서 조작할 수 있으며 그 구역의 하부로부터 개방갑판까지 안전하게 탈출하도록 한다.

(2) 탈출설비 2개에 대한 면제

총톤수 1,000톤 미만 선박에서 그 구역 상부의 치수 및 배치를 감안하여 (1)호의 탈출설비 중 1개를 면제할 수 있다. 부가하여 A류 기관구역 탈출설비는 (1)호 (가)의 폐위된 화재보호 요건에 적합할 필요는 없다. 비상조타장소가 조타기실 내에 있고 개방갑판으로 직접 통하지 아니한다면 조타기실 내에 제2의 탈출설비를 갖추어야 한다.

(3) A류 기관구역을 제외한 기관구역으로부터의 탈출 **【지침 참조】**

A류 기관구역 이외의 기관구역에서 탈출설비 2개를 설치하여야 한다. 다만, 통상 사람이 일시적으로 출입하는 경우와 그 문으로부터 최대이동거리가 5 m 이하인 경우 제외한다.

(4) 경사 사다리 및 계단

(1)호에 따라 설치된 보호된 폐위구역에 있지 않은 탈출로의 일부이거나 탈출로에 접근하기 위한 통로로 쓰이는 기관실내로 개방된 발판을 갖는 모든 경사 사다리와 계단은 강재로 만들어야 한다. 그러한 경사 사다리와 계단은 하부에 화재차단용 강재를 부착하여 하부로부터의 열과 화염으로부터 탈출하는 인원을 보호할 수 있어야 한다.

(5) A류 기관구역내의 기관제어실로부터 탈출

기관구역내의 기관제어실로부터 두 개의 탈출설비가 비치되어야 한다. 이 탈출로중 적어도 하나는 기관구역 외부의 안전한 장소까지 연속적인 화재 피난처를 제공하여야 한다.

(6) A류 기관구역내의 주 작업장으로부터 탈출

기관구역내의 주 작업장으로부터 두 개의 탈출설비가 비치되어야 한다. 이 탈출로 중 적어도 하나는 기관구역 외부의 안전한 장소까지 연속적인 화재 피난처를 제공하여야 한다.

3. 비상탈출용 호흡구 【지침 참조】

(1) 모든 선박의 기관구역에서 비상탈출용 호흡구를 항상 사용 가능하도록 비치하고 화재 시 항상 쉽게 접근 할 수 있으며 쉽게 보이는 장소에 있도록 한다. 비상탈출용 호흡구는 그 기관구역에 종사하는 인원과 기관구역의 배치를 고려하여야 한다.

(2) 이들 호흡구의 개수와 위치를 화재제어도상에 명기하여야 한다.

(3) 비상탈출용 호흡구를 FSS 코드에 적합하여야 한다.

204. 여객선 중 여객이 출입하는 특수분류구역 및 개방 로로(ro-ro)구역의 탈출설비

1. 여객이 출입하는 특수분류구역 및 개방 로로구역에서 격벽갑판 상하부의 탈출설비의 개수와 위치는 우리 선급에서 인정하여야 하고 승정갑판으로 안전하게 통하도록 최소한 **202.**의 **2**항 (1)호 (가), **2**항 (2)호, **2**항 (4)호 (가), **2**항 (4)호 (나)와 동등하여야 한다. 이들 구역에서 지정된 탈출설비의 최소 통로너비는 600 mm 이상이어야 한다. 차량 주차 시 항상 통로의 폭을 유지하도록 한다.
2. 통상 당직선원이 있는 기관구역의 탈출로 중 1개는 어떠한 특수분류구역으로도 직접 통하지 않도록 한다.

205. 로로(ro-ro)구역의 탈출설비 【지침 참조】

통상 당직선원이 있는 로로구역에서 탈출설비를 최소 2개 갖추어야 한다. 구명정, 구명뗏목 승정갑판까지 안전하게 탈출하도록 그 구역의 전후단에 그 탈출로를 설치하도록 한다.

206. 로로(ro-ro)여객선의 추가요건

1. 일반

(1) 통상 모든 거주구역으로부터 소집장소까지 탈출로를 갖추어야 한다. 이 탈출로는 가능한 소집장소까지 최단거리로 설치하도록 하며, 국제해사기구에서 개발한 지침에 의거 적절한 부호를 표시하여야 한다.

(2) 객실로부터 폐위계단구역까지 탈출로는 가능한 직선으로 하고, 방향 전환을 최소화한다. 탈출로로 가기 위해 현에서 현으로 횡단해서는 안 된다. 어떠한 여객구역으로부터 소집장소나 개방갑판으로 갈 때 2개 이상 갑판을 오르내려서는 안 된다.

(3) (2)호에서 정한 개방갑판으로부터 생존정 승정장소까지 외부 통행로를 갖추어야 한다.

(4) 개방갑판에 인접한 폐위구역이 있는 경우 그 폐위구역에서 개방갑판으로 개구를 가능한 비상구로 사용할 수 있도록 한다.

(5) 탈출로는 가구와 기타 장애물로 방해받지 아니하도록 한다. 개방구역에 설치하기 위해 치워진 탁자, 의자를 제외하고 공용구역과 탈출로에 있는 캐비닛, 기타 무거운 가구들을 고정시켜 선박의 종횡경사시 움직이지 않도록 한다. 바닥피복재도 그 장소에 고정시켜야 한다. 선박이 항해 중일 때 탈출로에 청소수레, 침구류, 수화물, 화물상자와 같은 장애물을 깨끗이 치우도록 한다.

2. 안전한 탈출을 위한 지침

(1) 갑판 번호를 순차적으로 부여하고 탱크상부나 갑판 최하부부터 1번을 시작한다. 계단참(stair landing)과 승강기 로비에 이 번호를 명확히 표시한다. 각 갑판마다 이름을 부여할 수 있으나, 항상 갑판번호와 함께 표시하도록 한다.

(2) “당신의 현재위치” 및 화살표로 표시된 탈출로를 보여주는 “간단한 모의도해”를 각 객실문 안쪽과 공용구역에 분명하게 게시하도록 한다. 이 도해에 탈출방향이 나타나도록 하고 본선에서 그 장소와 관련하여 적절하게 안내하도록 한다.

3. 핸드레일과 복도의 강도

(1) 전체 탈출로에 걸쳐 복도에는 핸드레일이나 기타 손잡이를 설치하여야 하며 견고한 손잡이를 모든 계단에서 이용하고, 가능한 소집장소와 승정장소까지 연결하도록 한다. 이 핸드레일은 선박의 너비 1.8 m 이상인 종방향 복도와 너비 1 m 이상인 횡방향 복도의 양측에 설치되어야 한다. 탈출로에서 로비, 중앙홀, 기타 넓은 개방 공간을 통과할 필요가 있을 경우 특별히 고려하여야 한다. 핸드레일과 기타 손잡이 강도는 그 복도나 구역의 중앙 방향으로 750 N/m 수평분포 하중을 견디어야 하고 하방으로 750 N/m의 수직분포 하중을 견딜 수 있도록 한다. 다만 동시에 이 두 하중을 적용할 필요는 없다. *(2021)*

(2) 탈출로를 따라 수직구획을 이루는 기타 부분과 격벽의 최하부 0.5 m까지는 750 N/m 하중을 견딜 수 있도록 하여 선박의 횡경사시 탈출로 측면으로부터 걸어가는데 이용할 수 있도록 한다. ⚓

제 11 장 헬리콥터 설비

제 1 절 적용

101. 적용 *(2020)*

1. 헬기갑판을 설치한 선박은 관련 협약에 추가하여 이 장에도 적합하여야 한다.
2. 헬기갑판이 없는 선박에서 임시/비상시 헬리콥터 착륙하거나 권양작업을 하는 경우 **5장**부터 **9장**에 따라 설치된 소방설비를 사용할 수 있다. 헬리콥터 작동 동안 착륙 또는 권양구역 근처에서 이 설비를 손쉽게 이용할 수 있어야 한다.
3. 2항에도 불구하고, 헬리콥터착륙구역이 있는 선박은 **FSS 코드 17장**에 적합한 포말소화장치를 비치하여야 한다.
4. 2항 및 3항에도 불구하고, 헬기갑판이 없는 로로여객선은 SOLAS Ⅲ/28 규칙에 에 따른다. **【지침 참조】**

제 2 절 구조

201. 구조

1. 헬기갑판 구조는 강재나 이와 동등한 재료이어야 한다. 헬기갑판이 갑판실이나 선루 상부갑판을 형성할 경우 A-60급으로 방열하여야 한다.
2. 알루미늄이나 저융점 비철금속 구조라면 다음 요건을 만족하여야 한다.
   (1) 승강장이 선측을 넘는 외팔보일 경우 선박이나 승강장 화재 후에 추가 사용을 위한 적합성을 결정하기 위한 구조해석을 하여야 한다.
   (2) 승강장이 갑판실이나 유사한 구조 위에 위치할 경우 다음 조건을 만족하여야 한다.
      (가) 승강장 하부의 갑판실상부와 격벽에서 개구부가 없도록 한다.
      (나) 승강장 아래의 창문은 강재의 뚜껑을 갖추어야 한다.
      (다) 승강장이나 부근의 화재 후 승강장의 추가 사용 적합성을 결정하기 위해 구조해석을 해야 한다.

제 3 절 탈출설비

301. 탈출설비

소화 및 구조요원을 위해 헬기갑판은 주탈출 및 비상탈출 통로를 갖추어야 한다. 이 통로는 가능한 서로 멀리 떨어져 설치하고 가급적 헬기갑판에서 서로 반대쪽에 설치하도록 한다.

제 4 절 소화설비

401. 소화설비

헬기갑판의 부근에 다음과 같이 소화설비를 갖추고 헬기갑판의 통로 부근에 보관하도록 한다. **【지침 참조】**

1. 총용량 45 kg 이상의 분말소화기 최소 2개
2. 총용량 18 kg 이상의 탄산가스소화기 또는 이와 동등한 것
3. 헬기갑판이 있는 선박의 경우, FSS 코드에 적합한 포말소화장치를 비치하여야 한다. *(2020)*
4. **8장 9절**의 요건에 추가하여 소방원장구 2조
5. 최소한 다음 장비를 즉각 이용할 수 있으며 폭풍우로부터 보호되도록 한다.
   (1) 조절가능한 렌치
   (2) 내화성 담요
   (3) 60 cm 볼트 절단기
   (4) 갈고리, 집게 또는 연고
   (5) 6개 예비 톱날 완비품을 갖춘 중기 쇠톱
   (6) 사다리

(7) 길이 15 m × 직경 5 mm 인 양줄(lift line)
(8) 사이드 절단 펜치
(9) 혼합 나사드라이버세트
(10) 칼집이 있는 견고한 나이프 완제품

제 5 절 배수설비

501. 배수설비

헬기갑판의 배수설비를 강재로 구성하며 기타 장치와 별도로 직접 선외로 유도하여 선박 내로 배수되지 않도록 한다.

제 6 절 헬리콥터 연료보급 및 격납설비

601. 헬리콥터 연료보급 및 격납설비

1. 연료유 탱크를 지정된 장소에 설치하여야 한다.
   (1) 거주구역, 탈출로, 승정장소로부터 가능한 멀리 떨어진 곳
   (2) 증기 발화원이 있는 장소로부터 격리된 곳
2. 연료유 저장장소에 누설 연료유를 모을 수 있고 안전한 곳으로 배수할 수 있도록 한다.
3. 탱크 및 관련 설비는 물리적인 손상 및 인접한 장소나 구역의 화재로부터 보호되도록 한다.
4. 이동식 연료유 저장탱크를 사용할 경우 특히 다음 사항을 유의하여야 한다.
   (1) 의도한 목적으로 탱크 설계
   (2) 거치 및 고박 장치
   (3) 전기 접지
   (4) 검사 절차
5. 화재 시 멀리 떨어진 안전한 장소로부터 저장탱크 연료유펌프를 정지하는 수단을 갖추어야 한다. 중력 연료공급장치를 설치한 경우 연료 차단을 위하여 동등한 폐쇄장치를 갖추도록 한다.
6. 연료유 펌프장치는 한꺼번에 한 탱크로 연결되어야 한다. 탱크와 펌프장치 사이의 배관 재료는 강재나 이와 동등한 재료로 가능한 짧게하여 손상으로부터 보호한다.
7. 전기식 연료유펌프장치 및 관련 제어설비는 그 장소와 위험잠재성에 대해서 알맞은 형식이어야 한다.
8. 연료유펌프장치의 토출측이나 주입 호스에 과압방지를 위한 장치를 하도록 한다.
9. 연료유 보급 작동에 사용되는 장치는 전기적 접지를 하도록 한다.
10. "금연" 표지판을 알맞은 위치에 게시하도록 한다.
11. 방화구조, 고정식 소화장치 및 탐지장치에 관해서 격납, 연료유보급, 관리시설을 A류 기관구역으로 취급하여야 한다.
12. 연료유 보급장치가 있는 폐위격납설비나 폐위구역에는 화물선의 폐위된 로로구역에 요구되는 기계식 통풍장치(**13장 2절**)가 설치되어야 한다. 이 통풍장치는 스파크가 발생하지 않는 형식이어야 하며, **규칙 3장 104.**에 따른다.
13. 연료유보급장치가 있는 폐위격납고나 폐위구역에서 전기장치, 전선은 **13장**의 **202, 203., 204.**에 적합하여야 한다.

제 7 절 작동지침서 및 소화 업무

701. 작동지침서 및 소화 업무

1. 각 헬리콥터설비마다 안전예방조치, 절차, 설비요건에 관한 설명 및 점검표를 포함한 작동지침서를 비치하여야 한다. 이 매뉴얼은 선박비상대응절차의 일부가 될 수 있다.
2. 연료공급 동안 수반되는 절차 및 예방조치는 인정된 안전실무에 따르고 작동지침서에 포함하도록 한다.
3. 헬리콥터 운항이 예상되면 구명 및 소화를 교육받은 소방요원을 2명 이상 배치하고, 소화설비를 언제든지 신속하게 이용할 수 있도록 한다.
4. 소방요원은 연료공급 동안 입회하여야 한다. 다만 소방요원이 연료공급 작업에 관여해서는 안 된다.
5. 선상 보수교육을 시행하여야 하며, 훈련 및 장비 시험용으로 소화매체를 추가로 공급하여야 한다. ⚓

제 12 장 위험물의 운송

제 1 절 일반요건

101. 일반요건

1. 추가사항으로 위험물을 운송하기 위하여 2항의 선박 종류 및 화물구역은 이 편의 다른 조항에 규정된 요건에 따름으로써 이 절을 만족하는 것으로 간주되는 경우를 제외하고는 이 절의 요건을 만족하여야 한다. 다만, 소량과 극소량의 위험물을 운송하는 경우에는 제외한다. 선박 형식과 위험물운송모드는 2항 및 **표** 8.12.1을 적용한다. 총톤수 500톤 미만 화물선은 이 규칙에 적합하여야 하지만 우리 선급에 의해 경감될 수 있다. 이 때 그 경감된 사항을 적합 문서에 기록하도록 한다. **【지침 참조】**
2. 다음 선박 종류 및 화물구역은 **표** 8.12.1 및 **표** 8.12.2를 적용하도록 한다. **【지침 참조】**
   (1) 특별히 화물컨테이너로 설계되지 않았지만 화물컨테이너, 이동식탱크에 제품을 포함한 포장된 위험물을 운송하는 선박 및 화물구역
   (2) 화물컨테이너, 이동식탱크에 위험물을 운송하는 전용 컨테이너선 및 화물구역
   (3) 위험물을 운송하는 로로선박 및 로로구역
   (4) 고체산적위험물을 운송하는 선박 및 화물구역
   (5) 선박에 실린 부선(shipborne barge)으로 산적 액체 및 기체 이외의 위험물을 운송하기 위한 선박 및 화물구역

제 2 절 특별요건

201. 특별요건 *(2022)* 【지침 참조】

별도로 정하지 않는 경우 다음 요건을 **표** 8.12.1, **표** 8.12.2, **표** 8.12.3에 적용하도록 하며 이 위험물의 "갑판상" 및 "갑판하" 적재 모두에 적용하여야 한다. 다음 항의 번호는 표의 첫째 열에 나타나 있다.

1. **급수 【지침 참조】**
   (1) 항상 가압되어 있거나 적절하게 배치된 소화펌프용 원격장치에 의하여 요구되는 압력으로 소화주관으로부터 신속하게 물을 공급하도록 배치하여야 한다.
   (2) 토출수량은 **8장 1절**에서 정한 치수 및 압력을 갖춘 노즐 4개로 공급하여야 하며, 빈 화물구역의 모든 곳에 미칠 수 있어야 한다. 우리 선급이 인정하는 동등한 수단으로 이 수량을 적용할 수 있다.
   (3) 정해진 갑판하 화물구역에서 수평면적 1 m^2 당 최소 5 L/min로 물을 고정식 살수장치나 화물구역 내 물을 넘치게 하여 효과적으로 냉각시키도록 한다. 우리 선급의 인정하에 작은 화물구획 및 큰 화물구역의 작은 장소에 이 목적상 호스를 사용할 수 있다. 그러나 물자유표면이 나타나지 않도록 배수 및 펌핑장치를 하여야 한다. 물분무장치펌프 및 필요한 소화호스노즐의 합계용량보다 125 % 이상으로 배수장치를 하여야 한다. 소화장치 제어부근에서 보호구역 밖으로부터 배수장치밸브를 조작할 수 있도록 한다. 빌지웰은 충분한 저장용량을 갖추고 각 수밀구획 내에서 40 m 이하의 간격으로 선박 양측에 배치하여야 한다. 이것이 불가한 경우, 복원성자료 승인 시 부가된 중량 및 물자유표면 영향에 대한 복원성 조치를 우리 선급이 인정하는 정도까지 고려하여야 한다.
   (4) 정해진 적절한 매체로 지정된 갑판 하부 화물구역을 넘치게 하는 경우 (3)호의 요건을 대체할 수 있다.
   (5) 전체 물공급량은 (2)호 및 (3)호를 만족하여야 하며 적용될 경우 동시에 정해진 가장 큰 화물구역을 계산하도록 한다. (2)호의 용량요건은 설치되어 있다면 비상소화펌프의 용량을 포함하지 않고 주소화펌프의 합계용량에 의해 만족되어야 한다. (3)호에 따라 살수장치를 이용한다면 그 살수펌프도 역시 합계용량 계산에서 고려되어야 한다.
2. **발화원 【지침 참조】**
   운항 목적상 필수적이라고 우리 선급이 인정한 경우 외에는 폐위된 화물구역이나 차량구역 내 전기설비 및 전선을 설치해서는 안 된다. 다만 이 화물구역에 전기설비를 설치한다면, 전기시스템으로부터 완전히 고립(예를 들면, 퓨즈 이외의 것으로 시스템에서 연결을 제거함)될 수 있는 위험한 상황에 노출되어도 사용할 수 있는 승인된 안전한 형식이어야 한다. 갑판 및 격벽의 전선관통부로 가스나 증기를 통과하지 못하도록 밀폐하여야 한다. 관통하는 전선 및 화물구역 내의 전선은 충격에 의한 손상으로부터 보호되어야 한다. 가연성 증기의 발화원이 될 수 있는 어떠한 설비도 인정하지 않는다.

3. 탐지장치

로로구역에서 FSS 코드 요건에 알맞은 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치를 설치하여야 한다. 모든 기타 화물구역에서 FSS 코드 요건에 알맞은 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치 또는 시료채취연기탐지장치를 설치하여야 한다. 시료채취연기탐지장치를 설치하는 경우 특히 독성증기가 사람이 있는 장소로 누설하지 아니하도록 FSS 코드에 따라야 한다.

4. 통풍장치 【지침 참조】

(1) 폐위화물구역에는 알맞은 기계통풍장치를 설치하여야 한다. 또한 빈 화물구역을 기준으로 그 화물구역을 최소 시간당 6회 환기할 수 있어야 한다. 화물구역의 상부나 하부로부터 증기를 제거할 수 있어야 한다.

(2) 가연성가스 공기혼합물의 점화가능성을 방지하도록 통풍팬을 설치한다. 통풍용 입출구의 개구부에는 알맞은 보호금속망을 부착하여야 한다.

(3) 기계식통풍장치의 규정이 없다면 고체위험물을 운송하는 폐위화물구역에서 자연통풍을 갖추도록 한다.

5. 빌지펌핑장치 【지침 참조】

(1) 폐위 화물구역에서 가연성(인화점이 23 ℃ 이하인 액체)이나 독성 액체를 운송할 경우, 기관구역의 관장치나 펌프를 통하여 부주의하게 액체가 들어가지 않도록 빌지배출장치를 설계하여야 한다. 다량의 액체를 운송할 경우, 이들 화물구역에 추가로 배수 장치를 하도록 한다.

(2) 기관구역 펌프장치에 추가하여 빌지배출장치를 설치할 경우, 화물구역별 장치 용량은 10 m^3/h 이상이어야 하며 이 추가 장치를 공통으로 사용할 경우 25 m^3/h 초과할 필요가 없으며 추가 빌지 장치를 이중화할 필요는 없다.

(3) 가연성이나 독성 액체를 운송할 때마다 기관실로 유도되는 빌지관은 맹플랜지나 고정폐쇄밸브로 격리시켜야 한다.

(4) 가연성이나 독성 액체를 운송하는 화물구역의 빌지펌프가 기관구역 외부의 폐위구역에 있는 경우 분리된 기계식통풍장치를 설치하여 시간당 최소 6회 환기시켜야 한다. 그 구역에서 기타 폐위 구역과 인접하는 문은 자동폐쇄식이어야 한다.

(5) 화물구역의 빌지를 중력으로 드레인할 경우 선외로 직접유도하거나 기관구역 밖의 폐위된 드레인탱크로 유도하여야 한다. 그 탱크 공기관은 개방갑판상 안전한 장소로 유도되어야 한다. 그 구역이 상기 화물구역과 동일하게 만족하는 경우 화물구역의 낮은 구역에 있는 빌지웰로 배수할 수 있다.

6. 인원의 보호 【지침 참조】

(1) **8장 9절**의 소방원장구에 추가하여 화학적 자극을 견딜 수 있도록 완전한 보호복 4조를 비치하여야 한다. 화학적 자극에 견딜 수 있는 완전한 보호복은 운송되는 화학품의 위험성과 분류 및 물리적 상태에 따라 개발된 우리 선급이 인정하는 기준을 고려하여 선택되어야 한다. 이 보호복은 모든 인체부를 보호하고 모든 피부를 덮을 수 있도록 한다.

(2) **8장 9절**의 요건에 추가하여 자장식호흡구를 최소 2조 비치하여야 한다. 각 호흡장구마다 호흡구에 적합한 예비공기병을 2개 공급하여야 한다. **36인 이하 여객선** 및 **화물선**에서 오염되지 않은 공기를 실린더에 완전히 재충전하는 수단을 갖춘 경우 각 호흡장구마다 예비공기병 1개만 갖출 수 있다.

7. 휴대식 소화기 【지침 참조】

화물구역에는 휴대식 분말소화기 또는 이와 동등한 것으로 합계 용량이 최소한 12kg이 되도록 비치하여야 한다. 이들 소화기는 다른 규정에서 요구되는 모든 휴대식소화기에 대하여 추가로 비치하여야 한다.

8. 기관구역 경계의 방열 【지침 참조】

위험물 적재 시 해당 격벽으로부터 수평방향으로 3 m 이상 떨어져 있지 않은 경우 화물구역과 A류 기관구역 사이의 경계 격벽은 A-60급으로 방열하여야 한다. 이들 구역과 다른 경계도 A-60급으로 방열하여야 한다.

9. 물 분무장치

상방 갑판이 있는 각 개방된 로로구역 및 밀폐될 수 없는 폐위된 로로구역으로 간주되는 각 구역에는 그 구역 내 모든 갑판과 차량 플랫폼을 보호하는 수동조작의 승인된 고정식 가압수분무장치를 설치하여야 한다. 다만, 다른 고정식 소화장치의 사용이 실물시험에 의하여 동등 이상의 효력이 증명되어 우리 선급이 허용하는 경우는 예외로 한다. 그러나 자유표면이 생기지 아니하도록 배수 및 펌핑장치를 하도록 한다. 물분무장치 펌프와 소화호스노즐의 합계 용량 125 % 이상을 배수하도록 배수장치를 결정하여야 한다. 배수장치 밸브는 보호되는 구역 밖의 소화장치의 제어장치 부근에서 조작할 수 있어야 한다. 빌지웰의 저장용량을 충분하도록 하며 각 수밀구획 내 선박 양현으로 40 m 이하가 되도록 배치한다. 이것이 불가한 경우 우리 선급에서 복원성 자료 승인 시 복원성에 불리한 영향을 미치는 부가중량 및 물자유표면을 필요한 범위까지 고려하도록 한다.

10. 로로구역 격리

(1) 로로구역이 있는 선박에서 폐위된 로로구역과 인접한 개방 로로구역 사이를 격리한다. 그 구역 사이로 위험한 증기

및 액체 흐름을 최소화하도록 격리한다. 대체안으로 로로구역이 전 길이에 걸쳐 폐위된 화물구역으로 간주되고 이와 관련된 특별요건을 완전히 만족한다면 격리할 필요가 없다.

(2) 로로구역이 있는 선박에서 폐위된 로로구역과 인접한 노출갑판 사이를 격리시켜야 한다. 그 구역 사이로 위험한 증기 및 액체 흐름을 최소화하도록 격리한다. 대체안으로 인접한 노출갑판상으로 운송하는 위험물의 요건에 따라 폐위된 로로구역을 배치할 경우 격리할 필요가 없다.

표 8.12.1 선박 및 화물구역의 각 모드별 위험물운송 적용 요건 【지침 참조】

제101.의 2항 / 제12장	(1) ~(5)호 노출갑판	(1)호 특별설계 없음	(2)호 컨테이너 화물구역	(3)호		(4)호 산적고체 위험물	(5)호 선박에 실린 부선
				폐위 로로구역[5]	개방 로로구역		
201. 1.(1)	x	x	x	x	x	위험물 분류별 제12장의 적용은 표8.12.2를 참조할 것.	x
201. 1.(2)	x	x	x	x	x		-
201. 1.(3)	-	x	x	x	x		x
201. 1.(4)	-	x	x	x	x		x
201. 2	-	x	x	x	x		x[4]
201. 3	-	x	x	x	-		x[4]
201. 4 (1)	-	x	x[1]	x	-		x[4]
201. 4 (2)	-	x	x[1]	x	-		x[4]
201. 5	-	x	x	x	-		-
201. 6 (1)	x	x	x	x	x		-
201. 6 (2)	x	x	x	x	x		-
201. 7	x	x	-	-	x		-
201. 8	x	x	x[2]	x	x		-
201. 9	-	-	-	x[3]	x		-
201. 10 (1)	-	-	-	x	-		-
201. 10 (2)	-	-	-	x	-		-

표 8.12.1에서 "x"로 나타난 표시 요건은 **표 8.12.3**의 해당 줄에 주어진 모든 위험물에 적용될 수 있는 것을 말한다. 다만, 비고에서 표시된 것을 예외로 한다.

비고)

1. 폐위된 화물컨테이너에서 제4류 고체 및 제5.1류 고체는 적용하지 않는다. 폐위된 화물컨테이너로 제2류, 제3류, 제6.1류, 제8류를 운송할 경우 환기회수를 시간당 2회 이상으로 경감할 수 있다. 제4류 액체 및 제5.1류 액체가 폐위된 화물 컨테이너에 운송되는 경우 환기 횟수를 시간당 2회 이상으로 경감할 수 있다. 이 요건 목적상 이동식탱크를 폐위된 컨테이너로 본다.
2. 갑판에서만 적용한다.
3. 밀폐될 수 없는 폐위된 로로구역에만 적용한다.
4. 특별히 부선에서 가연성증기를 수용할 수 있거나, 부선에 연결된 통풍용 덕트 수단으로 부선 외부에 있는 안전한 장소로 가연성 증기를 배출할 수 있는 경우 우리 선급에서 이 요건을 경감하거나 면제할 수 있다.
5. 특수분류구역으로 위험물을 운송할 경우 폐위된 로로구역으로 간주하여야 한다.

표 8.12.2 선박 및 화물구역으로 산적고체위험물을 운송하는 위험물 분류별 적용 요건

분류 / 제12장	4.1	4.2	4.3[6]	5.1	6.1	8	9
201. 1 (1)	x	x	-	x	-	-	x
201. 1 (2)	x	x	-	x	-	-	x
201. 2	x	x[7]	x	x[8]	-	-	x[8]
201. 4 (1)	-	x[7]	x	-	-	-	-
201. 4 (2)	x[9]	x[7]	x	x[7,9]	-	-	x[7,9]
201. 4 (3)	x	x	x	x	x	x	x
201. 6	x	x	x	x	x	x	x
201. 8	x	x	x	x[7]	-	-	x[10]

비고)

6. 산적 운송될 수 있는 이 분류 물질의 위험성은 이 표 외 특별히 그 선박의 구조 및 설비를 추가로 고려하도록 한다.
7. 솔벤트에서 추출한 씨드케익, 암모니움질소, 암모니움질소비료에만 적용한다.
8. 암모니움질소, 암모니움질소비료에만 적용한다. 다만, “(KS C)IEC 60079-폭발가스 환경의 전기기기”에 따른 보호 정도로 충분하다.
9. 알맞은 그물망 보호를 요구한다.
10. IMSBC 코드의 요건으로 충분하다.

표 8.12.3 산적고체위험물을 제외한 위험물 분류별 적용 요건

분류 / 제12장	1.1 - 1.6	1.4S	2.1	2.2	2.3 가연성[20]	2.3 불연성	3 FP[15] 〈 23℃	3 23℃ ≤FP[15]≤ 60℃	4.1	4.2	4.3 액체[21]	4.3 고체	5.1	5.2[16]	6.1 액체 FP[15] 〈 23℃	6.1 23℃≤ 액체 FP[15]≤60℃	6.1 액체	6.1 고체	8 액체 FP[15] 〈 23℃	8 23℃ ≤액체 FP[15]≤ 60℃	8 액체	8 고체	9
201. 1 (1)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
201. 1 (2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
201. 1 (3)	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201. 1 (4)	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201. 2	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	x[18]	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	x[17]
201. 3	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-
201. 4 (1)	-	-	x	-	-	x	x	-	x[11]	x[11]	x	x	x[11]	-	x	x	-	x[11]	x	x	-	-	x[11]
201. 4 (2)	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	x[17]
201. 5	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	x	x[19]	x[19]	-	-
201. 6	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[14]
201. 7	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	x	-	-	-
201. 8	x[12]	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[13]	x	x	x	-	-	x	x	-	-	-
201. 9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
201. 10 (1)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
201. 10 (2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

비고)

11. IMDG 코드 개정본에서 "기계적통풍구역"를 요구할 때
12. 모든 경우 기관구역의 경계로부터 수평방향으로 3 m 이상 떨어져서 적재
13. IMDG 코드 개정본 참조
14. 운송 화물에 따라 적합
15. FP는 인화점을 의미함.
16. IMDG 코드 개정에 의거 제5.2류 위험물을 갑판하 또는 폐위된 로로구역 내 금지함.
17. 가연성 가스를 포함한 위험물에만 적용
18. IMDG 코드에 등재된 23°C 이하의 인화점을 갖는 위험물에만 적용
19. 제6.1류의 부차적인 위험을 가지는 위험물에만 적용
20. IMDG 코드에서 갑판하 또는 폐위된 로로 구역에서 제2.1의 부차적인 위험을 가진 제2.3류의 저장은 금지된다.
21. 갑판하 또는 폐위된 로로 구역에서 23°C 이하의 인화점을 갖는 제4.3류 액체의 저장은 금지된다.

제 3 절 적합 문서

301. 적합 문서 *(2022)* 【지침 참조】

주관청은 구조 및 설비가 이 장의 요건에 적합함을 증명하는 적합 문서를 선박에 제공하여야 한다. 산적상태의 고체위험물을 제외하고, 위험물에 대한 적합 문서는 제6.2류 및 제7류로 분류되는 화물로 제한된 양 및 예외인 양의 위험물에 대하여는 요구되지 않는다. ⚓

제 13 장 차량구역, 특수분류구역 및 로로구역의 보호

제 1 절 일반요건

101. 적용

1. 차량구역, 특수분류구역, 로로구역은 이 규정 요건에도 적합하도록 한다.
2. 모든 선박에서 자가추진용으로 탱크에 연료를 적재한 차량은 다음의 조건이 준수된다면 차량, 특수분류구역 또는 로로구역 이외의 화물구역에서 운송될 수 있다. *(2020)*
   (1) 화물구역 내에서의 차량 운행은 금지된다.
   (2) 화물구역이 12장의 해당 요건에 적합하여야 한다.
   (3) 운반되는 차량이 SOLAS VII/1.1에 정의된 IMDG 코드에 적합하여야 한다.

102. 여객선의 기본 원칙

1. 이 기본 원칙으로써 여객선의 차량구역이 **7장 1절**에 의한 주수직구역구획으로 불가할 수 있으므로 이 구역을 수평구역으로 통용하며 유효한 고정식 소화장치로 동등하게 보호하도록 한다. 차량 전체 높이를 10 m 초과하지 않는다면, 이 규정 목적상 수평구역에서 한 갑판이상 특수분류구역을 포함시킬 수 있다. **【지침 참조】**
2. 1항의 기본 원칙을 로로구역에도 적용할 수 있다.
3. 수직구역의 방열을 유지하기 위해서 통풍장치 요건, A급 구획 개구요건, A급 구획 관통부의 요건은 그 선박의 수평구역을 서로 분리하거나 또는 나머지로부터 분리 경계를 이루는 갑판, 격벽에서 동일하게 적용되도록 한다.

제 2 절 폐위된 차량구역 및 로로구역과 특수분류구역에서 가연성 증기의 발화 방지

201. 통풍장치

1. **통풍장치의 용량**
   유효한 동력 통풍장치를 갖추고 최소한 아래 환기회수로 정하며 차량을 적재하거나 하역중일 때 환기회수를 증가할 수 있다.
   (1) 여객선
   특수분류구역 ; 시간당 10회 환기
   36인 초과 여객선의 특수분류구역 이외 폐위된 차량구역 및 폐위된 로로구역 ; 시간당 10회 환기
   36인 이하 여객선의 특수분류구역 이외 폐위된 차량구역 및 폐위된 로로구역 ; 시간당 6회 환기
   (2) 화물선: 시간당 6회 환기
2. **통풍장치의 성능**
   (1) 여객선에서 해당 구역의 동력식 통풍장치는 다른 통풍장치와 분리되어야 한다. (4)호에 따른 공기품질관리시스템이 제공된 경우를 제외하고, 동력식 통풍장치는 이러한 장소내에 차량이 있을 때는 항상 1항에서 요구하는 최소 환기 횟수를 제공할 수 있도록 계속 작동되어야 한다. 효과적으로 폐위된 화물구역에 사용하는 통풍덕트를 각 구역별로 분리하도록 한다. 이 구역 밖에서 이 장치를 제어할 수 있도록 한다. *(2018)*
   (2) 화물선에서 (4)호에 따른 공기품질관리시스템이 제공된 경우를 제외하고, 통풍용 송풍기는 차량이 탑재된 경우 정상적으로 계속 작동되어야 하며 1항에서 요구하는 최소 환기 횟수를 제공할 수 있어야 한다. 이것이 실행 불가한 경우, 날씨가 허용하는 한 통풍기를 매일 일정시간 작동하도록 한다. 어떠한 경우에도 양하전에 적절한 시간동안 작동하도록 한다. 이러한 작동 후 로로구역이나 차량구역은 가스프리 상태임이 증명되어야 한다. 이러한 용도로 휴대식 가연성가스탐지기를 1개 이상 비치하도록 한다. 이 장치와 다른 통풍장치를 완전히 분리하도록 한다. 로로구역이나 차량구역용 통풍덕트로 각 화물구역을 유효하게 밀폐할 수 있도록 한다. 이 구역 밖에서 이 장치를 제어할 수 있어야 한다. *(2018)*
   (3) 통풍장치에서 공기층과 공기포켓이 생기지 않아야 한다.
   (4) 모든 선박에서 IMO가 개발한 지침에 따른 공기품질관리시스템이 제공된 경우, 통풍장치의 환기 회수 및/또는 통풍량을 감소하여 작동할 수 있다. **202.**의 **2**항에 따라 시간당 최소 10회의 환기가 요구되는 장소, **6절** 및 **12장 201.**의 **4**항 (1)호의 요건에 따르는 장소에는 이 완화 요건을 적용하지 않는다.*(2018)* **【지침 참조】**

3. **통풍장치의 표시 【지침 참조】**
항해선교에 통풍능력의 상실을 나타내는 수단을 갖추도록 한다.

4. **폐쇄장치 및 덕트**
(1) 화재 발생 시 기상 및 해상조건을 고려하여 통풍장치구역의 외부에서 신속히 차단 및 유효한 폐쇄장치를 갖추도록 한다. **【지침 참조】**
(2) 공통 수평구역 내 댐퍼를 포함하여 통풍덕트의 재료를 강재로 한다. 여객선에서 기타 수평구역이나 기관구역을 통과하는 통풍덕트의 재료를 A-60급 강재로 하며 **7장 602.**에 따른다.

5. **상설 개구부 【지침 참조】**
이 구역의 외판, 끝단, 갑판 상부에 있는 상설개구부 배치 시 그 화물구역의 화재때문에 생존정의 탑재장소, 퇴선위치 및 화물구역 상방의 선루, 갑판실내 거주구역, 업무구역, 제어장소에 위험이 미치지 않도록 한다.

202. 전기설비 및 배선 【지침 참조】

1. **2항**을 제외하고 전기설비 및 배선은 폭발성가솔린 및 혼합기체에 적합한 형식이어야 한다.
2. **1항**에도 불구하고 격벽갑판 하부에 있는 특수분류구역 이외의 경우 가솔린가스를 아래로 통과시키는 데 충분한 개구크기를 갖춘 플랫폼을 제외하고 차량용 각 플랫폼이나 갑판으로부터 450 mm 이상 높이에 전기설비를 설치할 때에는 불꽃 방출을 방지하도록 폐위된 보호 형식의 전기설비를 그 대체로서 허용할 수 있다. 다만, 차량이 적재되어 있을 때에는 시간당 10회 이상 환기를 계속 가능하도록 설계되어야 한다.

203. 배기통풍 덕트 내의 전기설비 및 배선 【지침 참조】

배기통풍덕트 내 전기설비 및 배선은 폭발성 기름 및 혼합기체에서 사용하도록 형식승인된 것이어야 한다. 모든 배기덕트의 출구는 안전한 장소에 위치하여야 하며 기타 발화원을 고려하여야 한다.

204. 기타 발화원

가연성 증기의 발화원을 형성할 수 있는 기타 설비를 인정하지 않는다.

205. 배수구

배수구를 기관구역이나 발화원이 있는 기타 구역으로 유도하지 않아야 한다.

제 3 절 탐지 및 경보

301. 고정식 화재장치 및 경보장치 【지침 참조】

303.의 1항을 제외하고, FSS 코드의 요건에 따른 고정식 화재탐지 및 경보장치를 갖추도록 한다. 고정식 화재탐지장치는 화재 발생 시 신속하게 탐지할 수 있도록 한다. 탐지기의 형식, 간격, 및 위치에 관해서 통풍의 영향과 기타 관련사항을 고려하여 우리 선급이 만족하도록 해야 한다. 설치 완료 후 보통 통풍 조건하에서 이 장치를 시험하여야 하며 우리 선급이 인정하도록 전반적인 반응시간을 갖추도록 한다.

302. 시료채취연기탐지장치

개방된 로로구역, 개방된 차량구역, 특수분류구역을 제외하고, 301.의 고정식 화재탐지 및 화재경보장치의 대체안으로 FSS 코드 요건에 적합한 시료채취연기탐지장치를 사용할 수 있다.

303. 특수분류구역

1. 특수분류구역에 유효한 화재감시장치를 유지하여야 한다. 다만, 항해 중 연속적인 화재 당직으로 화재 감시장치를 효과적으로 유지한다면 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 요구하지 아니한다.
2. 수동 조작 콜포인트의 거리는 20 m 이내여야 하며, 그 구역의 출구 근처에 하나가 배치되어야 한다.

제 4 절 구조 보호

401. 구조 보호

7장 102.에도 불구하고 36인 초과 여객선에서 특수분류구역 및 로로구역과 경계하는 격벽, 갑판을 A-60급으로 방열하도록 한다. 그러나 7장 102.의 2항 (3)호 (나) ⑤, ⑨ 및 ⑩구역이 그 구획 한쪽을 경계하는 경우 A-0급으로 감소시킬 수 있다. 연료유탱크가 특수분류구역이나 로로구역 하방에 있는 경우 그들 구역 간 갑판 보전을 A-0급으로 감소시킬 수 있다.

제 5 절 소화

501. 고정식 소화장치

1. 차량구역과 로로구역으로써 특수분류구역이 아니고 화물구역 밖에서 밀폐할 수 있는 경우, 다음 중 어느 하나의 고정식 소화장치를 설치하여야 한다.
   (1) FSS 코드의 규정에 적합한 고정식 가스소화장치
   (2) FSS 코드의 규정에 적합한 고정식 고팽창포말소화장치
   (3) FSS 코드 및 2항의 (1)호부터 (4)호까지의 규정에 적합한 고정식 물기반 소화장치 **【지침 참조】**
2. 특수분류구역과 밀폐할 수 없는 차량구역 및 로로구역에는 화재안전장치 코드의 관련 규정에 적합한 고정식 물기반 소화장치가 설치되어야 한다. 또한, 이 장치는 다음 요건을 만족하여야 한다. **【지침 참조】**
   (1) 밸브 매니폴드측 압력게이지
   (2) 각 매니폴드 밸브에 공급하는 구역을 분명하게 표시
   (3) 밸브실 내에 비치된 정비 및 작동지침서
   (4) 해당 소화장치의 완전한 배수를 위한 충분한 개수의 드레인밸브
3. 우리 선급은 모든 형식의 고정식 소화장치 사용을 인정할 수 있다. 다만, 차량구역이나 로로구역에서 일어나기 쉬운 화재를 제어할 때 실제 규모로 유류화재 모의실험에서 효과적이라고 입증된 고정식 소화장치를 허용할 수 있다.
4. 고정식 가압수분무장치를 설치할 때 이 장치의 작동 중에 다량의 물이 갑판상에 축적되기 때문에 발생할 수 있는 복원성 상실을 심각하게 고려하여 다음 배치를 하도록 한다.
   (1) 여객선의 경우 **【지침 참조】**
      (가) 격벽 갑판 상부의 해당 구역에서 물을 신속하게 선외로 직접 배출하도록 IMO MSC.1/Circ.1320을 고려하여 배수구를 설치한다.
      (나) 로로여객선에서 국제만재흘수선협약에 따라 격벽갑판 상부로부터 폐쇄 작동할 수 있는 수단을 갖춘 배수용 배출밸브를 설치하여야 하며 운항 중 개방하도록 한다.
      (다) (나)의 밸브의 동작을 항해일지에 기재하도록 한다.
      (다) SOLAS 요건에 추가하여, 격벽갑판 하부에 있는 구역에서 펌핑 및 드레인 설비를 요구할 수 있다. 이 때 드레인배출장치는 IMO MSC.1/Circ.1320을 고려하여 물분무장치의 펌프용량과 요구되는 수의 소화호스노즐의 용량을 합한 양의 125 % 이상을 배출할 수 있도록 한다. 보호구역 밖에 있는 소화장치 제어 부근에서 드레인장치 밸브를 조작 하도록 한다. 빌지웰의 저장용량을 충분하도록 하며 수밀구획 내 선박 양현으로 빌지웰 거리를 40 m 이하 되도록 한다.
   (2) 화물선의 경우
      드레인 배출 및 펌핑 장치에서 자유표면이 생기지 않아야 한다. 이 때 드레인 배출장치는 IMO MSC.1/Circ.1320을 고려하여 물분무장치의 펌프용량과 요구되는 수의 소화호스노즐의 용량을 합한 양의 125 % 이상을 배출할 수 있도록 한다. 보호구역 밖에 있는 소화장치 제어 부근에서 드레인배출장치 밸브를 조작하도록 한다. 빌지웰의 저장용량을 충분하도록 하며 수밀구획 내 선박 양현으로 빌지웰 간 거리를 40 m 이하가 되도록 한다. 이것이 불가한 경우, 우리 선급에서 복원성자료 승인 시 복원성에 불리한 영향을 미치는 부가중량 및 물자유표면을 필요한 범위까지 고려하도록 한다. 또한 SOLAS에서 정한 바와 같이 선장에게 제공될 복원성자료에 이를 포함하도록 한다.
5. 모든 선박에서 폐위된 차량 및 로로구역과 특수분류구역에 대하여 고정식 가압수분무장치가 설치된 경우, IMO MSC.1/Circ.1320을 고려하여 배출장치의 막힘을 방지하는 수단이 마련되어야 한다.

502. 휴대식 소화기

1. 차량이 운송되는 각 화물창이나 구획의 각 갑판에 휴대식 소화기를 비치하여야 한다. 그 구역 양측으로 20 m 이하 거리로 배치해야 한다. 그러한 화물구역의 각 통로에 최소한 소화기 1개를 비치하도록 한다.
2. 1항에 추가하여 차량구역, 로로구역, 특수분류구역에서 차량자체 연료유탱크를 자체주행용으로 사용하는 경우 다음 소화설비를 갖추도록 한다. **【지침 참조】**
   (1) 물분무방사기 최소 3개
   (2) FSS 코드에 적합한 휴대식 포말방사기 1개, 다만, 이러한 로로구역에서 휴대식 포말방사기를 최소한 2개 사용할 수 있도록 한다.

제 6 절 자가 추진용으로 탱크에 압축수소 또는 압축천연가스를 채운 자동차를 화물로서 운송하는 차량운반선의 요건 *(2017)*

601. 목적

1. 이 절의 목적은 자가추진용으로 탱크에 압축수소 또는 압축천연가스를 채운 자동차를 화물로서 운송하는 차량운반선에 대하여 이 장의 화재안전 목적을 만족시키기 위한 추가 안전조치를 제공하는 것이다.

602. 자가추진용으로 탱크에 압축천연가스를 채운 자동차를 화물로서 운송하기 위한 구역의 요건

1. 전기설비 및 배선
(1) 모든 전기설비 및 배선은 폭발성의 메탄과 공기 혼합 상태에서 사용하기 위하여 승인된 안전형식의 것이어야 한다.

2. 통풍 요건
(1) 전기설비 및 배선이 통풍덕트내에 설치된 경우, 폭발성의 메탄과 공기 혼합 상태에서 사용하기 위하여 승인된 안전형식의 것이어야 한다.
(2) 통풍팬은 메탄과 공기 혼합물의 점화 가능성을 방지할 수 있는 것이어야 한다. 통풍 개구의 입구 및 출구에는 적절한 보호금속망이 부착되어야 한다.

3. 기타 점화원
메탄과 공기 혼합물의 점화원이 되는 기타 설비는 허용되지 않는다.

603. 자가 추진용으로 탱크에 압축수소를 채운 자동차를 화물로서 운송하기 위한 구역의 요건

1. 전기설비 및 배선
(1) 모든 전기설비 및 배선은 폭발성의 수소와 공기 혼합 상태에서 사용하기 위하여 승인된 안전형식의 것이어야 한다.

2. 통풍 요건
(1) 전기설비 및 배선이 통풍덕트내에 설치된 경우, 폭발성의 수소와 공기 혼합 상태에서 사용하기 위하여 승인된 안전형식의 것이어야 하며 모든 배기관으로부터의 출구는 다른 가능한 점화원을 고려하여 안전한 장소에 있어야 한다.
(2) 통풍팬은 수소와 공기 혼합물의 점화 가능성을 방지할 수 있는 것이어야 한다. 통풍 개구의 입구 및 출구에는 적절한 보호금속망이 부착되어야 한다.

3. 기타 점화원
(1) 수소와 공기 혼합물의 점화원이 되는 기타 설비는 허용되지 않는다.

604. 탐지

1. 최소 2대의 휴대용 가스 탐지기를 비치하여야 한다. 그러한 탐지기는 해당 가스연료를 탐지하는데 적절하고, 폭발성의 가스와 공기 혼합물 내에서 사용하도록 승인된 안전형식의 것이어야 한다. ⚓

제 14 장 여객선의 안전귀항 시스템 요건

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

여객선의 안전귀항 시스템요건은 우리 선급이 별도로 정하는 **지침 부록** 8-7에 따른다.

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제 8 편

방화 및 소화

GA-08-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다. 다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 8 편 “방화 및 소화”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 5월 26일 (건조계약일에 관계없이, 관련 회보번호 : 2022-7-E)

〈부록〉

부록 8-9 화물선에 대한 추가 요건
- 101. 을 개정함.
- 402. 1항 및 2항을 개정함.
- 402. 3항을 신설함.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 일반사항

제 1 절 일반사항
- 103. 5항을 개정함.

제 2 장 발화의 가능성

제 4 절 탱커 화물지역
- 403. 3항을 개정함.

제 3 장 화재 확산 가능성

제 1 절 구역 내 급기 제어 및 가연성 액체 제어
- 101. 3항을 개정함.

제 4 장 연기발생 가능성과 유독성

제 2 절 일차갑판피복재
- 201. 을 개정함.

제 5 장 화재탐지장치 및 화재경보장치

제 1 절 일반요건
- 101. 1항 (5)호를 신설함.

제 7 장 화재 차단

제 6 절 통풍장치
- 603. 3항을 개정함.

제 8 장 소화

제 2 절 휴대식 소화기
- 201. 1항을 개정함.

제 3 절 고정식 소화장치
- 301. 1항 (7)호를 신설함.

제 6 절 화물구역의 소화장치
- 601. 3항을 개정함.
- 602.를 개정함.

제 7 절 화물탱크 보호
- 701. 3항을 개정함.

제 9 장 구조 보전

제 5 절 탱커의 압력/진공으로부터 화물탱크구조 보호
- 502. 를 개정함.

제 12 장 위험물의 운송

제 1 절 일반요건
- 101. 3항을 개정함.

제 2 절 특별요건
- 201. 2항을 개정함.
- 201. 6항 (1)을 개정함.

제 3 절 적합 문서
- 301. 을 신설함

제 13 장 차량구역, 특수분류구역 및 로로구역의 보호

제 2 절 폐위된 차량구역, 폐위된 로로구역, 특수분류구역에서 가연성 증기의 발화 방지
- 202. 1항 및 2항을 개정함.

제 5 절 소화
- 501. 1항을 삭제함.

〈부록〉

부록 8-1 **방화 재료**

- 1, 2를 개정함.

부록 8-5 **불활성가스장치**

- 2.항 (10)호를 개정함.

차 례

제 1 장 일반사항 ····· 1

제 1 절 일반사항 ····· 1

제 2 장 발화의 가능성 ····· 3

제 1 절 연료유, 윤활유 및 기타 가연성유 배치 ····· 3

제 2 절 본선 생활용 가스연료 배치 ····· 4

제 3 절 기타 발화원 및 가연성 물질 ····· 5

제 4 절 탱커 화물지역 ····· 5

제 3 장 화재 확산 가능성 ····· 13

제 1 절 구역 내 급기 제어 및 가연성 액체 제어 ····· 13

제 2 절 방화 재료 ····· 14

제 4 장 연기발생 가능성과 유독성 ····· 15

제 1 절 페인트, 광택재(varnishes) 및 기타 마감재 ····· 15

제 2 절 일차갑판피복재 ····· 15

제 5 장 화재탐지장치 및 화재경보장치 ····· 17

제 1 절 일반요건 ····· 17

제 2 절 기관구역의 보호 ····· 17

제 3 절 거주구역, 업무구역, 제어장소의 보호 ····· 18

제 5 절 수동조작 콜포인트(call point) ····· 18

제 8 절 여객선 선실발코니 보호 ····· 18

제 6 장 연기확산제어 ····· 21

제 1 절 기관구역 외부의 제어장소 보호 ····· 21

제 3 절 통풍정지판 ····· 21

제 7 장 화재 차단 ····· 23

제 1 절 방열상 및 구조상 경계 ····· 23

제 2 절 내화구획 관통 및 열전달 방지 ····· 27

제 3 절 내화구획의 개구 보호 ····· 28

제 5 절 화물구역 경계의 보호 ····· 29

제 6 절 통풍장치 ····· 29

제 8 장 소화 ····· 31

제 1 절 물공급장치 ····· 31

제 2 절 휴대식 소화기 ····· 35

제 3 절 고정식 소화장치 ····· 37

제 4 절 기관구역의 소화장치 ····· 40

제 5 절 제어장소, 거주구역, 업무구역의 소화장치 ····· 43

제 6 절 화물구역의 소화장치 ····· 43

제 7 절 화물탱크 보호 ····· 44
제 8 절 화물펌프실 보호 ····· 45
제 9 절 소방원장구 ····· 45

제 9 장 구조 보전 ····· 47
제 1 절 재료 ····· 47
제 2 절 알루미늄합금 구조 ····· 47
제 3 절 A류 기관구역 ····· 47
제 4 절 선외 부착품의 재료 ····· 47
제 5 절 탱커의 압력/진공으로부터 화물탱크구조 보호 ····· 48

제 10 장 탈출 설비 ····· 51
제 2 절 탈출 설비 ····· 51

제 11 장 헬리콥터 설비 ····· 57
제 1 절 적용 ····· 57
제 4 절 소화설비 ····· 57

제 12 장 위험물의 운송 ····· 59
제 1 절 일반요건 ····· 59
제 2 절 특별요건 ····· 59
제 3 절 적합 문서 ····· 62

제 13 장 차량구역, 특수분류구역 및 로로구역의 보호 ····· 63
제 1 절 일반요건 ····· 63
제 2 절 폐위된 차량구역, 폐위된 로로구역, 특수분류구역에서 가연성 증기의 발화 방지 ····· 63
제 3 절 탐지 및 경보 ····· 64
제 5 절 소화 ····· 64

〈부 록〉
부록 8-1 방화 재료 ····· 65
부록 8-2 구획 관통부 ····· 69
부록 8-3 국제항해에 종사하지 아니하는 선박 또는 총톤수 500톤 미만 선박의 특별 요건 (SOLAS를 적용 받지 아니하고 선박안전법 적용 선박의 소방설비는 관련된 법규를 적용) ····· 74
부록 8-4 어선의 완화 요건 ····· 81
부록 8-5 불활성가스장치 ····· 83
부록 8-6 기타 작동 요건 ····· 90
부록 8-7 여객선의 안전귀항 시스템 요건 ····· 92
부록 8-8 여객선의 추진 및 조타에 대한 정성적 고장분석 ····· 94
부록 8-9 화물선에 대한 추가 요건 ····· 96

제 1 장 일반사항

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. **규칙 101.**의 1항에서 "별도로 정한 지침"이란 다음 요건에 적합한 것을 말한다.
   (1) 총톤수 500톤 미만 선박은 **부록의 특별 요건 8-3**에 따라 완화할 수 있다.
   (2) 국제항해에 종사하지 아니하거나 항해구역이 제한된 선박(선급부기부호 "C" 또는 "S")은 **부록의 특별 요건 8-3**에 따라 완화할 수 있다.
   (3) 어선은 **부록의 완화 요건 8-4**에 따라 완화할 수 있다.
2. 선박의 기국 정부가 우리선급으로 정부대행검사를 위임하지 않은 경우 소화장치 요건을 적용하지 않을 수 있다.
3. 탱커에 대하여 다음을 추가로 적용한다. *(2020)* **【규칙 참조】**
   (1) 규칙 101.의 4항의 (2)호 (b)에서 IMO가 개발한 지침은 MSC.1/Circ.1312 및 Corr.1을 말한다.
   (2) 규칙 101.의 4항의 (2)호 (c)에서 IBC 코드 및 BCH 코드가 적용되지 않는 선박의 경우에는 MSC/Circ.553을 참조한다.
   (3) 규칙 101.의 4항의 (5)호에서 IMO가 개발한 지침은 MSC/Circ.353과 이를 개정한 MSC/Circ.387을 말한다.
4. 이 규칙 및 지침에 추가하여 추가특기사항으로써 AFP(additional Fire Protection and Fire Extinction) 부기부호를 부여받고자 하는 화물선은 **부록 8-9**의 요건에도 적합하여야 한다. *(2021)*

102. 도면 및 자료

1. **규칙 102.**의 1항 (3)호에서 국부소화장치에 대한 검사를 받고자 하는 경우 다음 도면 및 자료를 승인용으로 제출하여야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 배관 및 기기 계통도
   (2) 제어장치도
   (3) 배관장치 및 수압계산서
   (4) 성능곡선을 포함한 펌프도면
   (5) 보호된 지역에서 위치 및 크기의 상세도
   (6) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우
2. **규칙 102.**의 1항 (4)호에서 불활성가스장치에 대한 검사를 받고자 할 경우 다음 승인도면 및 자료를 제출하여야 한다. 다만, 우리 선급이 이미 승인한 방식의 장치에 대하여는 승인도면 및 자료의 제출을 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**
   (1) 승인도면
      (가) 제어장치 및 감시장치를 포함한 불활성가스장치의 전체 배치도
      (나) 상기의 장치를 구성하는 각종 기기의 상세도
      (다) 관 장치의 계통도
      (라) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면
   (2) 자료
      (가) 장치의 취급 및 작동설명서(관계자의 안정상의 주의사항을 포함)
      (나) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 재료
   (3) (2)호 (가)의 자료는 선장에게 제공되어야 한다.

103. 용어의 정의

1. **규칙 103.**의 1항에서 조리기구가 없는 식자재실에는 다음 설비를 포함할 수 있다. 하지만 이러한 설비를 가진 식당을 식자재실로 간주하지 않는다. **【규칙 참조】**
   (1) 사용전력이 5 kW 이하인 토스터, 전자오븐, 전자조리기(induction heater) 및 이와 유사한 전기기기
   (2) 사용전력이 2 kW 이하이고 표면온도가 150 °C 이하인 요리용 전열판 및 음식 보온용 고온판
2. **규칙 103.**의 2항 (1)호와 (2)호에서 **FTP 코드**에 따른 관련 표준화재시험을 성공적으로 통과한 강재나 이와 동등한 재료의 경량구조(허니콤 형식 등)는 거주구역 및 업무구역내의 하중을 지지하지 않는 내부 A급 구획으로 사용할 수 있다. 이 경량 구조는 여객선의 주화재구역(main fire zone)의 격벽 및 폐위계단구역의 일부분으로 사용할 수 없다.

【규칙 참조】

3. **규칙** 103.의 9항 (9)호에서 통신시스템은 규칙에서 요구하는 내부 통신 시스템만을 의미한다. 【규칙 참조】
4. **규칙** 103.의 10항에서 C급 구획의 제작에 사용되는 접착제까지 불연성일 필요는 없다. 그러나 화염확산이 느린 특성을 갖는 접착제여야 한다. 【규칙 참조】
5. **규칙** 103.의 18항에서 다음 사항을 포함하여야 한다. *(2022)* 【규칙 참조】
   (1) 주요 항해설비는 특히 조타장소, 컴퍼스, 레이더 및 방향지시장치를 포함한다.
   (2) 비상조타위치를 포함한 조타기실은 제어장소로 간주하지 않는다.
   (3) 고정식 소화장치의 주요 구성품에 대하여 제어장소 내에 집중화하라는 특별 요건이 없는 한, 주요 구성품을 제어장소로 간주되지 않는 장소에 설치할 수 있다.
   (4) 축전지의 용량에 관계없이 다음의 비상동력원이 설치된 장소는 제어장소로 간주한다.
      (가) 정전부터 비상발전기의 시동될 때까지 분리된 축전지실에 있는 급전용 비상축전지
      (나) 무선전신장치용 예비전원으로써 분리된 축전지실에 있는 비상축전기
      (다) 비상발전기 시동용 축전지
      (라) 원칙적으로 **규칙 6편 1장**에 따른 모든 비상축전지
6. **규칙** 103.의 28항에서 경하중량에는 선내의 고정식소화장치용으로 적재된 소화제(매체, 예를 들면 청수, CO_2, 드라이케미컬 분말, 포말 원액 등)가 포함되어야 한다.*(2018)* 【규칙 참조】
7. **규칙** 103.의 34항에서 연료유장치란 불활성가스장치 또는 터빈으로 공급하거나 예비하는 모든 장치를 포함하며 연료유 이송펌프는 연료유장치로 간주하지 않는다. 【규칙 참조】
8. **규칙** 103.의 41항에서 “어떠한 방법에 의해서도 구획을 나누지 아니하고”라 함은 선박의 종방향으로 수밀 또는 기밀 격벽으로 구획되지 아니하는 것을 말한다. 【규칙 참조】
9. **규칙** 103.의 45항에서 식자재실 및 식당에는 다음 설비를 포함한다. 단, 사용전력이 5 kW 초과하는 요리용 전열판 또는 음식 보온용 고온판이 있는 구역을 조리실로 간주한다. 【규칙 참조】
   (1) 사용전력이 5 kW를 초과하는 토스터, 전자오븐, 전자조리기 및 이와 유사한 전기기기
   (2) 사용전력이 5 kW 이하인 요리용 전열판 및 음식 보온용 고온판
10. **규칙** 103.의 49항에서 "차량구역"이라 함은 로로구역 이외의 자동차가 있는 구역을 말한다. 【규칙 참조】
11. **규칙** 103.의 56항에서 차량운반선은 승용차와 트럭을 운반하는 선박을 의미하며, 로로화물선 또는 컨테이너/로로선 등의 기타 선종은 비어있는 승용차 및 트럭을 화물로서 운송하더라도 포함되지 않는다. *(2018)* 【규칙 참조】
   ⚓

제 2 장 발화의 가능성

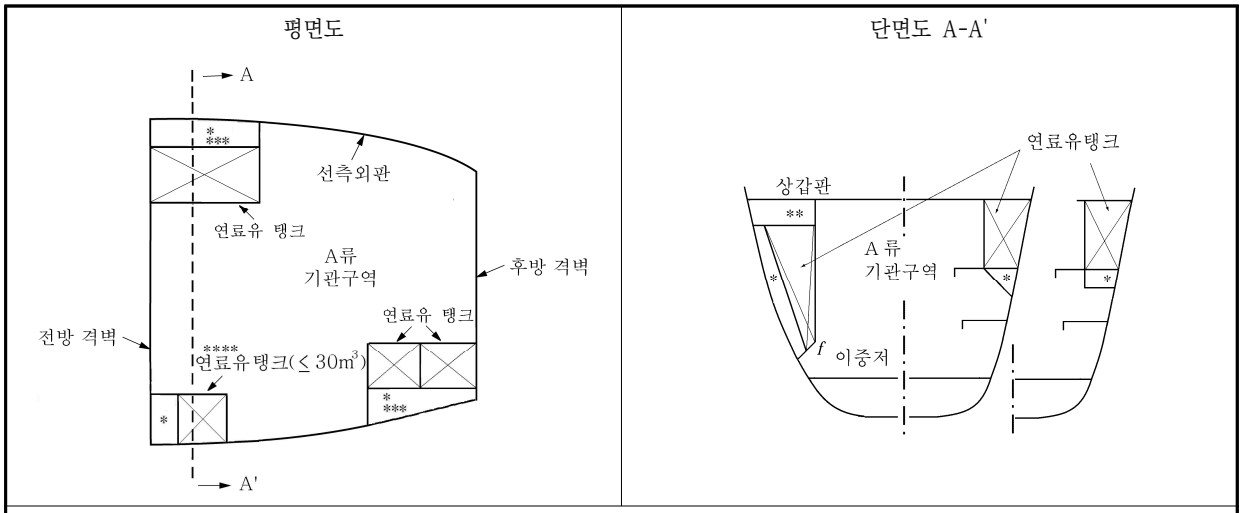
제 1 절 연료유, 윤활유 및 기타 가연성유 배치

101. 연로로써의 기름 사용 제한

1. **규칙** 101.의 4항에서 탱커의 보일러에 인화점 43℃ 이하의 연료유를 사용하는 경우의 연료유장치 및 배관장치는 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 연료유펌프 흡입관측에는 연료유의 온도 측정장치를 설치하여야 한다.
   (2) 연료유 여과기의 입구 및 출구측에는 스톱밸브 및/또는 콕을 설치해야 한다.
   (3) 가능한 용접구조의 관이음, 원뿔형 또는 구형 유니언 이음이 적용되어야 한다.
2. 원유 또는 슬롭을 보일러용 연료로 사용하는 탱커에는 **7편 부록** 7-1을 적용한다.

102. 연료유에 대한 조치

1. **규칙** 102.의 3항에서 연료유탱크는 **규칙 5편 6장** 901. 11항 (1)호 (가)에서 규정한 요건에 따른다.
2. **규칙** 102.의 3항 (1)호에서 총톤수 400톤 이상인 선박이 MARPOL의 적용을 받는 경우에는 선수탱크 또는 충돌격벽 전방에 있는 탱크에 기름을 적재하여서는 안 된다.
3. **규칙** 102.의 3항 (2)호에서 A류 기관구역 내 연료유 탱크의 배치는 **지침 그림** 8.2.1을 표준으로 하고 자기지지형 연료유탱크는 그 수 및 용량을 최소화하여야 한다.
4. **규칙** 102.의 3항 (4)호 및 103.의 2항에서 연료유탱크 및 윤활유탱크의 주입관을 탱크 정부 부근이나 넘침관 상부에 설치한 경우에는 손상으로 인해 기름이 누설할 우려가 없는 것으로 볼 수 있다. 또한, 연료유 및 윤활유탱크의 압축공기식 원격폐쇄밸브로서 폐쇄 시에만 압축공기가 필요한 방식의 것에 대하여는 다음에 따른다.
   (1) 전용의 원격폐쇄용 공기탱크(이하 **공기탱크**라 한다.)를 연료유 및 윤활유탱크 구획 외의 접근하기 쉬운 장소에 설치하여야 한다.
   (2) 공기탱크의 용량은 모든 연료유 및 윤활유탱크의 원격폐쇄밸브를 적어도 2회 폐쇄할 수 있어야 한다.
   (3) 공기탱크에는 원격폐쇄장치를 조작하는 장소로부터 쉽게 볼 수 있는 곳에 압력계를 설치하여야 한다.
   (4) 공기탱크로부터 원격폐쇄밸브의 작동장치까지의 공기관에는 원격조작을 위한 밸브 및 관계통의 블로우오프 밸브 이외의 밸브를 설치하여서는 안 된다.
   (5) 공기탱크로부터 원격폐쇄밸브 액추에이터까지의 공기관은 강관 또는 동관으로 하여야 한다.
   (6) 공기탱크 충기관에는 체크밸브를 설치하여야 한다.
   (7) 공기탱크가 비상소화펌프의 해수흡입밸브의 원격개방, 기관구역 통풍팬 댐퍼의 원격차단 등의 용도와 겸용으로 사용되는 경우에는 다음을 따른다.
      (가) 공기탱크의 용량은 연결된 모든 원격제어장치를 동시에 적어도 2회 작동할 수 있어야 한다.
      (나) 연료유 및 윤활유탱크의 밸브 원격폐쇄용 공기관계통은 다른 용도의 관계통과는 별개로 배관하고, 공기탱크의 공기 출구밸브에는 용도를 명확히 하는 명판을 부착하여야 한다.
5. **규칙** 102.의 3항 (4)호에서 별도의 장소(location)는 별도의 구역(space)을 의미하지는 않는다.
6. **규칙** 102.의 3항 (5)호에서 이중저탱크를 제외한 탱크에 넘침관장치가 설치되어 있다면 추가의 폐쇄식 측심장치 대신 짧은 측심관을 사용할 수 있다. 또한 레벨스위치가 화재에도 파손되지 않도록 강 또는 기타 재료로 폐위되어 있는 경우 탱크 정부 아래에 설치할 수 있다. **규칙** 102.의 3항 (5)호 (나)에서 국내항해에만 종사하는 경우에는 **부록** 8-3의 1항 (3)호 (마)를 따른다. **【규칙 참조】**
7. **규칙** 102.의 4항과 **규칙** 103.의 1항에서 연료유탱크 또는 가열 윤활유탱크의 공기관의 끝단은 발화할 우려가 없는 개방갑판의 안전한 장소에 설치되어야 한다. 비가열윤활유(작동유 포함) 탱크의 공기관의 끝단은 기관구역에 설치할 수 있으나 개구단에서 유출된 기름이 전기 장비 또는 기타 고온부와 접촉해서는 안 된다. **【규칙 참조】**
8. **규칙** 102.의 5항에서 고압은 통상 10 MPa 이상을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**
9. **규칙** 102.의 5항 (1)호에서 신축성배관에 부착된 호스클램프와 유사한 형식은 인정하지 않는다. **【규칙 참조】**
10. **규칙** 102.의 5항 (2)호에서 단일실린더인 엔진, 분리된 연료펌프를 가지거나 복수의 연료분사펌프를 가진 복수실린더인 엔진을 포함한다. 다만, 이 규칙은 가스터빈 및 구명정용 엔진에는 적용하지 않는다. 또한, 국내항해에만 종사하는 선박의 경우에는 **부록** 8-3의 1항 (3)호 (다)를 따른다. **【규칙 참조】**



* 코퍼댐
코퍼댐의 요건
1. 기밀(Gas-tight)이어야 함.
2. 측심장치, 공기관 및 배수를 위한 장치(드레인 플러그)가 설치되어야 함.

*** MARPOL Annex I/Reg. 12A(연료유탱크 보호)의 요건에 적합한 경우(연료유 총용적 600 m^3 이상)

**** "소형 연료유 탱크"라 함은 개별 최대용적이 30 m^3를 초과하지 아니하는 연료유 탱크를 말한다.

f : 탱크 저부는 공작의 편의상 너클로 할 수 있다.

** : 연료유 탱크의 정판이 상갑판과 공통이 아닌 경우, 연료유 탱크의 상부에 충분한 높이를 가지는 보이드스페이스가 설치되어야 하고 개구를 가질 수 있다. 다만, 연료유탱크의 상부에 인화성 액체용관 이외의 파이프터널 및/또는 송풍기실, 공조기실, 냉동기실, 유압장치 격납실과 같은 화재의 위험성이 적은 보기실을 설치할 수 있고 보이드스페이스를 설치하지 않아도 된다.

그림 8.2.1 A류 기관구역 내 연료유탱크의 배치

11. **규칙 102.**의 5항부터 **104.**까지를 적용함에 있어서, 강 이외의 재료의 사용은 다음 중 어느 하나에 해당될 경우 이를 증명할 수 있는 자료를 제출하여 우리 선급이 인정하는 경우 사용할 수 있다. *(2017)* **【규칙 참조】**
   (1) 손상으로 인해 기관의 외부로 가연성 유체가 방출될 수 없는 기관 내부의 관
   (2) 기계 덮개, 로커 박스 커버, 캠 샤프트 엔드 커버, 검사 플레이트 및 섬프 탱크와 같이 기계 작동 중에 기계 내부에서만 액체가 분출되는 부품이어야 한다. 그리고 이들 내부에 포함된 모든 구성 요소 및 부품의 내부 압력이 0.18 N/mm^2 미만이며 상기의 구성 요소 및 부품에 대한 연료유량이 100 리터를 초과하지 않아야 한다.
   (3) 표준 ISO 19921, ISO 19922 또는 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 화재 시험 기준을 충족한 기관에 부착되는 부품이어야 하며 이 부품은 사용하고자 하는 용도에 적합한 기계적 성질을 가져야 한다. *(2021)*

104. 기타 가연성유에 대한 조치 【규칙 참조】

노출갑판, 탱크 내부, 코퍼댐 및 보이드스페이스에 있는 유압밸브 및 유압실린더에는 이 조의 요건을 적용하지 않는다.

제 2 절 본선 생활용 가스연료 배치

201. 본선 생활용 가스연료 배치 【규칙 참조】

가스용기만을 저장하기 위한 개방갑판의 리세스된 갑판 구조물, 기관구역 케이싱, 거주구역 등은 장애물(개구 코너의 반경, 작은 문턱, 기둥과 같은 작은 부속구조물은 장애물에서 제외)이 없는 개구(창살로 된 벽과 문 설치 가능)를 갖고, 리세스의 깊이가 1 m 이하인 경우에는 허용할 수 있다. 이러한 장소는 **규칙 7장 1절**의 **표 8.7.1 ~ 8.7.8**에서 개방갑판으로 간주된다.

제 3 절 기타 발화원 및 가연성 물질

301. 전기 난방기 【규칙 참조】

IEC 60092 Electrical installations in ships에 따른다.

302. 쓰레기통 【규칙 참조】

젖은 쓰레기, 유리병, 금속캔이 명확히 표시된 경우라면 조리실, 식자재실, 바, 쓰레기 처리 또는 저장구역, 소각실에서도 가연성 물질의 용기를 사용할 수 있다.

303. 기름이 스며드는 것을 방지하기 위한 방열재 표면 【규칙 참조】

"기름이 스며들 수 있는 구역"이라 함은 기름(연료유, 윤활유, 조작유, 열매체유)을 취급하는 모든 기기(청정기, 펌프, 탱크) 및 관 부착품(밸브, 플랜지, 여과기, 유량계 등)의 부근으로써 운전상태 및 보수작업 시 누설, 비산한 연료유나 연료유 증기가 방열재에 도달할 가능성이 내제되어 있다. 다만, 기관실내의 배관 방열재 표면에는 적용하지 않는다. 이러한 구역에서의 방열은 구멍이 없는 금속판이나 증기방지용 유리직물로 연결부를 밀봉하여 차폐할 수 있다.

제 4 절 탱커 화물지역

401. 화물유탱크의 격리

1. **규칙** 401.의 1항에서 "코퍼댐"이란 이 규정 목적상 두 개의 인접한 강재 격벽이나 갑판 사이의 격리구역을 말한다. 두 격벽이나 갑판 사이의 최소거리는 안전한 통행 및 검사용으로 충분하여야 한다. 모퉁이에서 발생된 단순 사고를 조치하기 위해서 모퉁이에서 경사판을 용접할 수 있도록 한다. 또한 평형수 펌프실은 **규칙 7편 1장** 1004.의 규정에 만족하여야 하며 평형수 펌프실의 하부를 화물 펌프실의 규정과 같이 A류 기관구역으로 돌출시킬 수 있다. **지침 그림** 8.2.2와 같이 연료유 탱크를 보호하는 보이드스페이스나 평형수탱크가 화물탱크나 슬롭탱크와 십자형의 이음으로 접촉하더라도 **규칙 1장** 103.의 6항에서 정한 화물지역으로 간주할 필요가 없다. 연료유탱크를 보호하는 보이드스페이스를 이 항에서 정한 코퍼댐으로 간주하지 않는다. **지침 그림** 8.2.2.의 보이드스페이스의 위치가 비록 슬롭탱크와 십자형의 이음으로 접촉하더라도 허용할 수 있다. **【규칙 참조】**

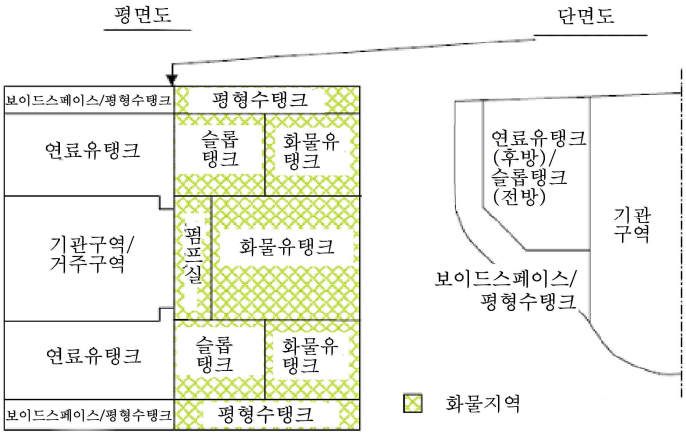


그림 8.2.2 화물유탱크의 격리

2. **규칙** 401.의 2항에서 주화물제어장소, 제어장소, 거주구역, 업무구역의 배치 시 다음 요건에 적합하여야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 주화물제어장소, 제어장소, 거주구역, 업무구역은 화물탱크 및 슬롭탱크와 점접촉 또는 선접촉해서는 안 된다. *(2021)*
   (2) 주화물제어장소, 제어장소, 거주구역, 업무구역(체인로커포함)은 **규칙** 401.의 1항에서 인정하는 화물펌프실 및 평형수펌프실 하부의 A류 기관구역으로 돌출된 부위나 연료유탱크, 평형수탱크보다 후방에 배치할 필요는 없다.(**지침 그림** 8.2.3 참조)

3. **규칙** 401.의 3항에서 등창고, 선용품실, 페인트창고, 저장실 등이 선수에 독립 배치되어 통상 사람이 들어가지 않는 경우에는 화물탱크 및 슬롭탱크를 제외한 화물지역인 평형수탱크, 코퍼댐 등의 상부 또는 이와 접한 선측에 설치할 수 있다.(**지침 그림** 8.2.4 참조) **【규칙 참조】**
4. **규칙** 401.의 2항과 3항에서, 2항에서 정한 유조선의 탱크와 구획의 상부 및 케미컬탱커의 화물지역의 상부에 페인트 창고를 그 사용 용도에 관계없이 설치할 수 없다.
5. **규칙** 401.의 4항 (1)호에서 겸용선의 구역 배치 및 격리는 **규칙 7편 2장** 206. 및 207.의 광석운반선 겸 유조선에 대한 규정과 **규칙 7편 3장 15절**의 산적화물선 겸 유조선에 대한 규정에도 적합하여야 한다. **【규칙 참조】**

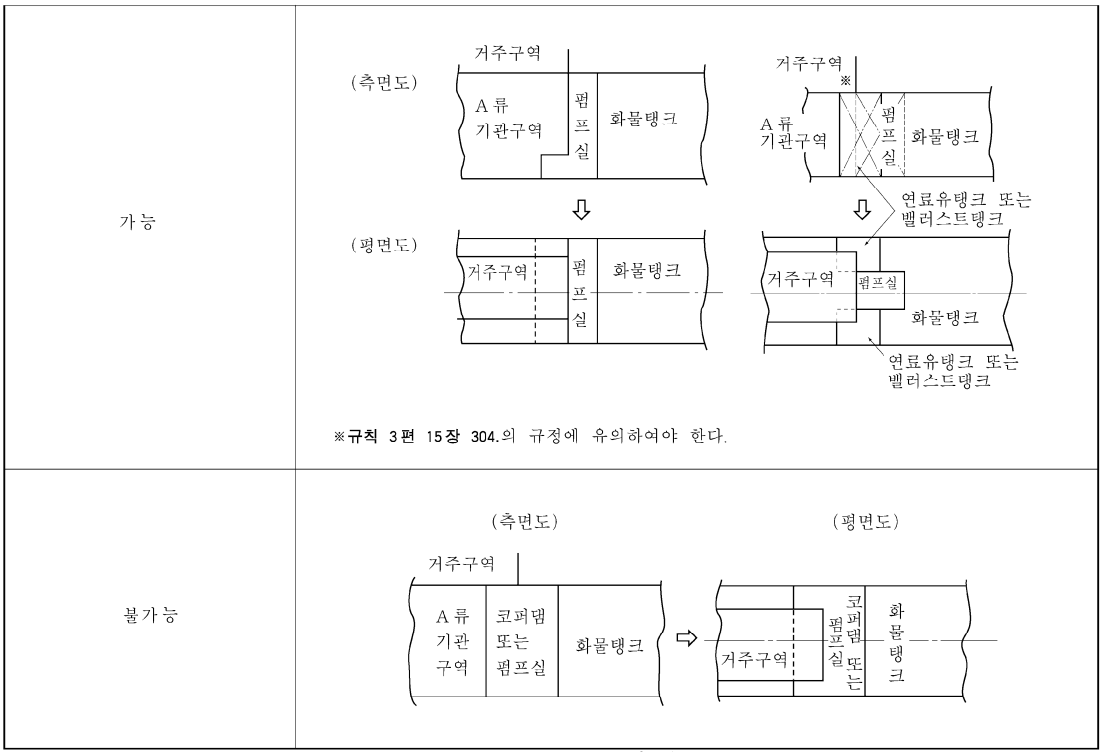


그림 8.2.3 거주구역, 화물유탱크, A류 기관구역의 배치

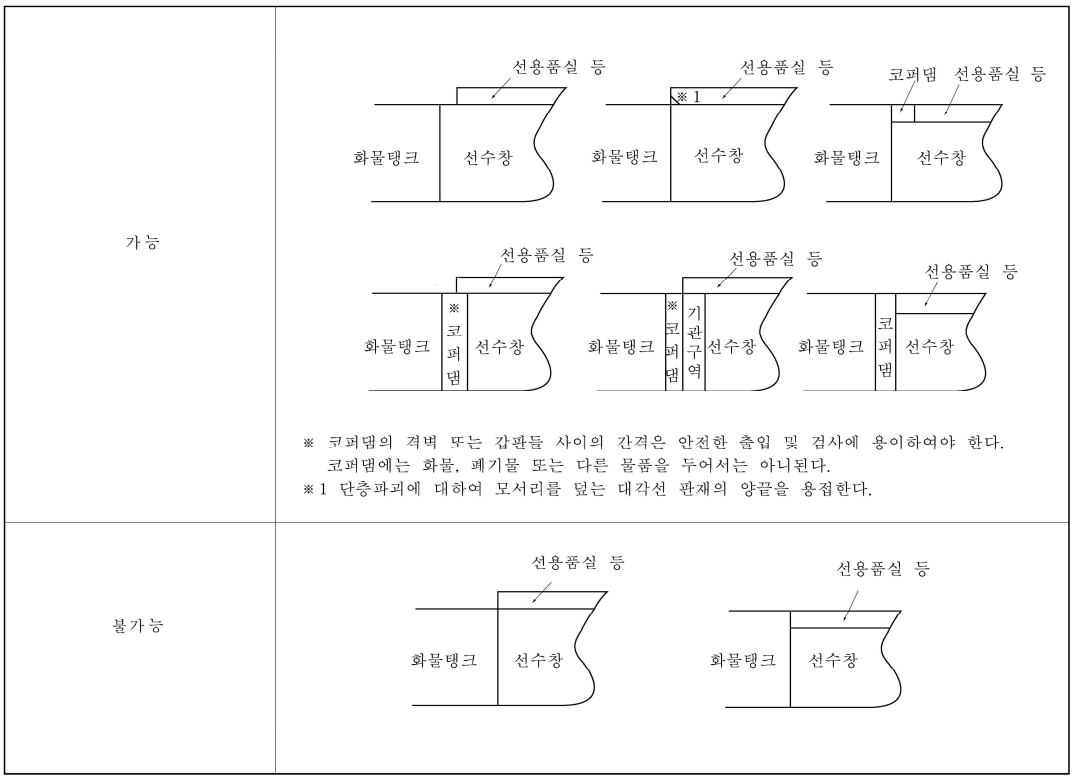
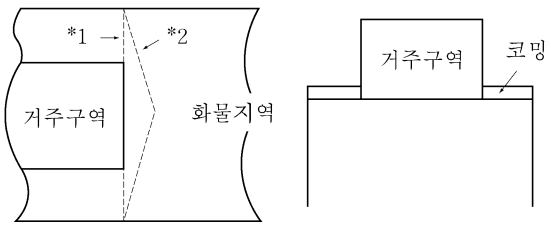


그림 8.2.4 등창고, 선용품실, 페인트창고, 저장실 등의 배치

6. **규칙** 401.의 6항에서 거주구역 및 업무구역의 "영구적인 연속 코밍"이라 함은 화물구역 최후단과 갑판실 전단벽 사이의 적절한 위치를 말한다. 현측 후판의 갑판상 50 mm 위치보다 낮아서는 안 된다(**지침 그림** 8.2.5 참조). 또한 선미 하역과 관련된 배치는 **규칙 7편 1장** 1002.의 4항 (4)호 및 1006.에 추가하여 포말소화장치 또는 이와 동등한 소화설비를 배치하고 충분한 크기의 기름받이 또는 누설코밍을 설치하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**



코밍 : * 1 또는 * 2의 어떠한 방법이라도 가능

그림 8.2.5 거주구역 및 업무구역의 코밍

7. 인화점 60 ℃미만의 액체 화물 및/또는 독성 액체 화물을 운송하는 유조선 및 위험화학품 산적운반선의 화물구역 내에 연료유탱크를 배치할 때에는 다음 요건에 적합하여야 한다.(IACS UR M76 Rev.1 참조) *(2019)* **【규칙 참조】**
   (1) 화물탱크 또는 슬롭탱크와 공통의 경계를 갖는 연료유탱크는 화물탱크 블록 내에 위치하거나 연료유탱크의 일부를 화물탱크 블록에 배치해서는 안 된다. 그러나 연료유탱크는 화물탱크 블록의 전후방에 배치할 수 있다. 화물탱크 블록이란 **그림** 8.2.6과 같이 최후방 화물탱크 또는 슬롭탱크의 선미격벽으로부터 최전방 화물탱크 또는 슬롭탱크의 선수격벽까지 확장 및 선박의 깊이 및 폭까지 확장된 선박의 일부분이다. 그러나 화물탱크 또는 슬롭탱크의 갑판 상부구역은 포함하지 않는다.
   (2) 연료유탱크는 유출 및 화재 안전 측면에서 화물구역내의 노출갑판상에 독립형탱크로 위치하는 경우 인정될 수 있다.

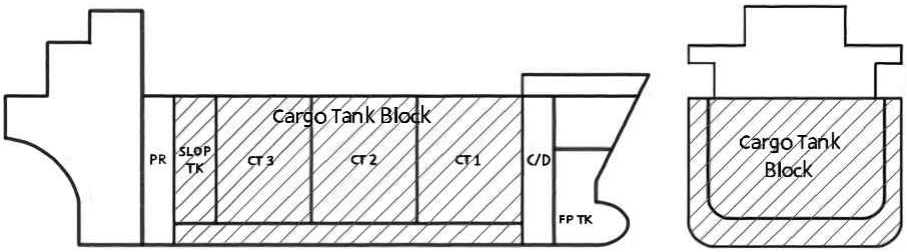


그림 8.2.6 화물탱크 블록

(3) 펌프를 포함하여 관련되는 연료유 관장치와 독립형 연료유탱크의 배치는 기관구역에 위치하는 연료유탱크와 관련되는 관장치와 동일하게 볼 수 있다. 그러나 전기 설비에 대해서는 위험구역 분류의 규정이 적용되어야 한다.
(4) 이 항의 목적상 독성 액체화물은 **지침 7편 6장 부록** 7B-1의 'k'란에서 독성 증기가 발생되는 물질을 포함한다.

402. 경계벽 개구의 제한

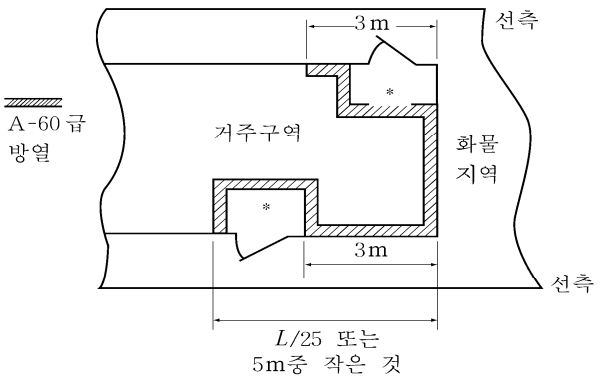
1. **규칙** 402.의 1항을 적용하면서, 해당 규정을 만족하는 것이 설계상 실행 불가능하거나 불합리한 경우에 있어서는, **규칙 7편 1장** 1101.의 2항에서 규정하는 위험구역에 발화원이 설치되지 않는 것을 조건으로 화물지역에 면하는 문, 공기흡입구 및 개구를 설치할 수 있다. 이 경우 IEC 60092-502에 적합한 방폭형 전기 기기는 발화원으로 간주되지 않는다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 402.의 2항에서 A-60급 방열이 필요한 장소의 경계는 **지침 그림** 8.2.7과 같이 방열할 수 있다. 부수적으로 이 구획에는 원격제어가 가능한 포말탱크실을 설치할 수 있다. 이 그림에서 * 표시구획의 천정 및 바닥에도 A-60급 방열을 하여야 한다. 부수적으로 이 구획에는 갑판포말장치의 포말액체탱크를 설치할 수 있다. *(2019)*

   규칙 402.의 2항의 적용상, 갑판포말장치실(포말탱크 및 제어장치를 설치하는 구획)에 대해서는 **규칙** 402.의 2항의 요건에 적합하고 또한 해당 문이 화물 영역에 직접 노출되지 않도록 격벽면보다 선내 측에 설치되는 구조로 하는 경우, **규칙** 402.의 1항에 규정하는 범위 내에 출입문을 설치 할 수 있다. *(2019)*

   또한 신속하고 효과적으로 가스 및 증기가 차단되도록 하는 조타실의 문과 창은 패킹 및 잠금장치가 있는 문 및 창으로 하고, 기밀시험을 하여야 한다. 기밀시험 대신에 사수시험을 하는 경우 다음의 사수시험을 하여야 한다.

   【규칙 참조】

   (1) 노즐지름은 최소 12 mm 여야 한다.
   (2) 노즐선단 수압은 최소한 2 bar 여야 한다.
   (3) 노즐선단과 문 또는 창과의 간격은 1.5 m 이내여야 한다.



* 표시구획의 천정 및 바닥에도 A-60 급 방열

그림 8.2.7 A-60급 방열이 필요한 장소의 경계

3. **규칙 402.**의 4항에서 화물유탱크 하부에 있는 이중저 배관덕트는 다음의 요건을 만족하여야 한다.
(1) 기관실과 연결되지 않아야 한다.
(2) 최소한 2개의 출구를 개방갑판으로 서로 최대한 떨어져 설치하여야 한다. 이 출구 중 하나는 수밀구조로 펌프실을 통할 수 있다.
(3) 이 덕트 내에 적절한 기계식 통풍장치를 갖추어야 한다. **【규칙 참조】**

403. 화물탱크의 벤트

1. **규칙 403.**의 2항 (2)호에서 2개 이상의 화물유탱크의 벤트장치를 공통으로 연결하는 경우 각 탱크를 격리하기 위한 방법 및 배치는 다음에 따른다. (**지침 그림 8.2.8** 참조) **【규칙 참조】**
(1) 특정의 화물유탱크에서 발생한 화재 또는 폭발이 벤트장치를 경유하여 다른 화물유탱크로 확산하는 것을 방지하기 위하여 각 화물유탱크를 분리하는 스톱밸브 등을 설치해야 한다.
(2) 스톱밸브는 적하역 등 필요한 경우 외에는 항상 폐쇄되어 있어야 하며 잘못 조작하는 일이 없도록 자물쇠를 설치하고 책임있는 사관이 관리하여야 한다.
(3) 스톱밸브를 폐쇄한 상태에서도 항해 중에 온도변화에 의하여 발생하는 화물유탱크 내의 압력변화를 조정할 수 있도록 PV밸브는 각 화물유탱크의 스톱밸브를 바이패스(bypass)시키는 형식으로 설치하여야 한다. 이 때의 PV밸브는 화물유탱크 안이 부압이 된 경우 흡기가 공통벤트관을 통하지 않고 외부로부터 직접 대기를 흡입할 수 있는 독립의 흡기밸브를 가진 구조여야 한다.

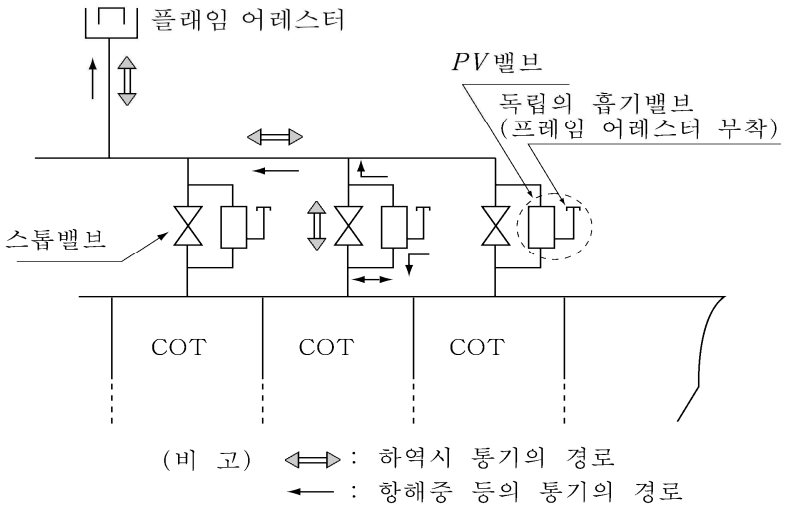


그림 8.2.8 화물유탱크 격리의 예

2. **규칙 403.**의 3항에서 별도지침이란 MSC/Circ.677(MSC/Circ.1009 및 MSC.1/Circ.1324 & 1325에 따른 개정사항 포함)과 MSC/Circ.450 Rev.1을 말한다. 얼리지 개구부는 수동차단밸브 갖춘 직립관을 설치한 화물탱크 개구부에 포함되지 않는다. 다만, 예를 들어 화물탱크 내 얼리지/온도/경계, 산소, 유체, 수동 측정을 감시하거나 샘플용으로 1인치 내지 2인치 공통관을 사용한다. 그리고 페위구역 내에는 얼리지마개, 감시홀, 탱크세정구를 배치하지 않아야 한다. 이 때 화염침입방지장치의 설계, 배치, 시험 등에 대하여는 다음에 따른다. 또한, 이 장치는 우리 선급의 승인된 형식이어야 한다. **【규칙 참조】**
(1) 다음의 개구에는 화염침입방지장치를 부착하여야 한다.
(가) 다음의 개구에는 플레임스크린, 플레임어레스터 또는 데토네이션플레임어레스터를 부착하여야 한다.
(a) **규칙 9장 501.**의 1항에서 규정하는 탱크 내의 부압을 방지하기 위한 벤트장치의 공기흡입구
(b) **규칙 9장 501.**의 2항에서 규정하는 탱크 내의 부압을 방지하기 위한 장치의 공기흡입구
(나) 다음의 개구에는 플레임어레스터, 데토네이션플레임어레스터 또는 고속배출장치를 부착하여야 한다.
(a) **규칙 9장 502.**에서 규정하는 압력방출구
(b) **규칙 2장 403.**의 4항 (1)호 (다)에서 규정하는 배기구
(c) **규칙 2장 406.**의 3항 (2)호에서 규정하는 배기구
(다) **규칙 2장 403.**의 4항 (1)호 (라)에서 규정하는 배기구에는 고속배출장치를 부착하여야 한다.

(2) 적하 또는 양하시에 화물탱크 내부가 허용치를 넘는 압력 또는 진공이 되는 것을 방지하기 위한 장치의 치수를 결정하는 경우, 다음 사항을 고려하여 압력손실의 계산을 하여야 한다.
(가) 적하/양하율
(나) 가스방출량
(다) 해당 장치에 대한 저항계수를 고려한 압력손실
(라) 벤트장치 내의 압력손실
(마) 고속배출장치 시 벤트구에서의 압력
(바) 포화증기/공기 혼합기체의 밀도
(3) 시험 및 검사
(가) 장치는 제조 후 다음의 검사를 시행하여야 한다.
(a) 구조완성검사
(b) 수압시험(고속배출장치에 한함)
(c) 작동개시압력의 확인
(나) 고속배출장치는 선내 부착 후 원활히 작동되는지를 적절한 방법으로 확인한다.
(4) 시험보고서
시험보고서에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 한다.
(가) 장치의 상세도
(나) 시행한 시험의 종류(배관 중에 설치되는 장치를 시험한 경우, 최대압력 및 속도를 기록하여야 한다)
(다) 승인된 부착품에 대한 설명
(라) 시험설비의 도면
(마) 고속배출장치의 경우, 배출속도에서 있어서의 장치의 개폐압력
(바) 시험한 장치의 모든 표시((6) 참조)
(5) 취급설명서
선박에는 각 장치에 대하여 취급설명서 1부를 비치하여야 한다.
(가) 설치방법
(나) 작동설명
(다) 정비요건(소제 포함)
(라) (4)호의 시험보고서 사본
(마) 유량시험자료(정압 및 부압에서의 유량, 작동감도, 흐름저항 및 속도)
(6) 표시
각 장치에는 다음과 같은 사항을 영구적인 방법으로 표시하거나 스테인리스강 또는 기타의 내식성재료로 된 꼬리표를 붙여야 한다.
(가) 제조자명 또는 상표
(나) 형식, 모델 또는 기타 장치의 표시
(다) 장치 출구의 승인된 크기
(라) 승인된 설치위치(관의 최소 및 최대길이 포함)
(마) 장치의 유출방향
(바) 시험된 장치에 부여된 전기설비등급 (예; IIA, IIB, IIC 등)
(사) 시험기관 및 보고서번호
(아) 적용기준(MSC/Circ.677, 1009 및 MSC.1/Circ.1324 & 1325에 따른 개정사항 포함)

3. **규칙** 403.의 4항 **(1)호 (다)** 및 **(라)**에서 IEC 60092-502:1999에 적합한 전기 기기는 발화원으로 간주되지 않는다. *(2022)* **【규칙 참조】**

404. 통풍

규칙 404.의 1항에서 스파크를 발생하지 않는 통풍장치는 **규칙 3장** 104.의 요건에 따른다. **【규칙 참조】**

405. 불활성가스장치 【규칙 참조】

1. 불활성가스장치는 **부록 8-5**의 요건에 적합하여야 한다.
2. **규칙 405.**의 1항 (3)호에서 불활성가스를 공급하기 위한 적절한 연결구가 설치되어야 하는 이중선체구역은 화물탱크에 인접한 격벽갑판 하부의 선수평형수 탱크와 기타 탱크 및 구역을 포함하여 화물탱크에 인접한 이중선체 및 이중저 구역의 평형수 탱크와 보이드스페이스를 말한다. 화물펌프실과 평형수펌프실은 제외한다. *(2018)*
3. **규칙 405.**의 3항 (2)호에서 영구적으로 설치된 경우란 불활성가스 제어밸브와 수봉(water seal)장치 사이의 불활성가스 공급지관에 설치하거나 이와 동등한 조치를 한 경우를 말한다.
4. **규칙 405.**의 3항 (3)호에서 영구적으로 연결되지 않은 경우의 불활성가스 주관과 연결할 수 있는 적절한 수단은 이동식 배관 또는 플렉시블 호스와 맹판을 말한다.

406. 불활성화, 퍼징 및 가스프리

1. **규칙 406.의** 2항에서 별도로 정한 지침이란 **부록 8-6**의 21항을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 406.의** 3항 (1), (2), (3)의 출구의 수평방향 거리는 **규칙 403.**의 4항 (1)호 (다)에 따라 설치하여야 한다.*(2019)* **【규칙 참조】**

407. 가스 측정 및 탐지

1. **규칙 407.**의 1항에서 "산소를 측정하기 위한 최소 한 개의 휴대식 측정기 및 가연성 증기 농도를 측정하기 위한 최소 한 개의 휴대식 측정기와 충분한 수의 예비품" 요건은 다음에 따라 휴대식 측정기를 비치하는 경우 만족하는 것으로 간주할 수 있다.
   (1) 산소 및 가연성 증기 농도 측정을 겸용으로 하는 휴대식 측정기 2개
   (2) 휴대식 산소 측정기 2개 및 휴대식 가연성 증기 농도 측정기 2개
2. **규칙 407.**의 1항에서 "휴대식 측정기기를 검교정하여야 한다"는 것은 제조자의 지침에 따라 선상이나 육상에서 이미 검교정된 휴대식 측정기기를 이용하여 검교정을 수행할 수 있다. 이는 SOLAS XI-1/7 규칙에서 요구하는 휴대식 기기의 교정을 말하며 제조자가 권장하는 사전 정확도 시험을 지칭하지 않는다. *(2019)* **【규칙 참조】**
3. **규칙 407.**의 1항에서 불활성가스장치가 설치된 탱커의 경우, 휴대식 가연성 증기 농도 측정기 2개는 불활성화된 환경에서 가연성 증기 농도도 측정할 수 있어야 한다. *(2021)*
4. **규칙 407.**의 3항에서 고정식 탄화수소탐지장치는 우리선급의 형식승인을 받아야 하며, MSC.1/Circ.1370에도 적합하여야 한다.
5. **규칙 407.**의 3항에서 고정식 탄화수소탐지장치는 **FSS 코드 16장**에 적합하여야 한다.
6. **규칙 407.**의 3항 (1)호에서 다음의 요건을 만족하여야 한다.
   (1) "화물탱크와 인접한 공간"에서 "화물탱크"란 유성폐수(oily water)만을 저장하는 슬롭탱크를 제외한 슬롭탱크도 포함한다.
   (2) "화물탱크에 인접한 격벽 갑판 아래의 공간"에서 "공간"이란 평형수펌프실, 선수스러스터실과 같은 건조 구획과 연료유탱크를 제외한 청수탱크 등의 탱크를 말한다.
   (3) "화물탱크에 인접한"에서 "인접한"이란, 평형수탱크, 보이드스페이스, 화물탱크의 격벽갑판 아래에 위치한 기타 탱크 및 구획과 화물탱크와 십자형의 이음(모서리부)을 형성하는 격벽갑판 아래에 있는 공간이나 탱크를 말한다.
   【규칙 참조】

410. 탱커의 화물펌프실 보호 【규칙 참조】

1. 평형수 이송용으로만 사용하는 펌프실 및 연료유 이송 펌프실은 **규칙 410.**을 적용할 필요가 없다. **규칙 410.**은 위치에 관계없이 화물펌프, 스트리핑펌프, 슬롭탱크용 펌프, 원유세정용 펌프 또는 "유사한 펌프"가 설치된 펌프실에만 적용된다. "유사한 펌프"는 인화점이 60℃ 미만인 연료유를 이송하는 펌프를 말한다.
2. **규칙 410.**의 2항에서 화물펌프실의 조명장치가 비상조명장치와 겸용으로 사용되는 경우, 이 조명장치는 통풍장치와 연동되어야 한다. 다만, 주전원이 상실되더라도 이 연동장치로 인해 비상조명장치가 꺼져서는 안 된다. **【규칙 참조】**
3. **규칙 410.**의 3항에서 탄화수소가스의 농도를 연속적으로 감지할 수 있는 장치는 다음에 따른다.
   (1) 화물펌프실 전용일 경우에만 시료채취식 장치를 설치할 수 있으며, 샘플링 간격은 최대한 짧아야 한다.
   (2) 잠재적인 누설 위험을 쉽게 감지할 수 있는 적절한 위치란 공기의 순환이 감소하는 구역(예를 들면, 리세스된 모서리부)을 말한다.
   (3) 비방폭형 측정장치가 부착된 시료채취식 가스분석장치를 화물지역 밖의 전방 격벽(예, 화물제어장소, 선교, 기관구

역 포함)에 설치할 때에는 다음 요건에 적합하여야 한다. *(2020)*

(가) 시료채취계통은 가스안전구역을 통과할 수 없다. 다만, (마)에서 허용하는 경우를 제외한다. *(2020)*

(나) 시료채취관에 플레임어레스터를 부착하여야 한다. 시료가스 출구는 안전한 장소의 대기 중으로 유도하여야 한다.

(다) 시료채취관의 안전구역과 위험구역 사이의 격벽관통부는 승인된 재료여야 하고, 관통 구획과 동일한 화재방열성을 지녀야 한다. 가스안전구역측 격벽에서 각 시료채취관에는 수동격리밸브를 설치하여야 한다.

(라) 시료채취관, 시료펌프, 솔레노이드, 분석장치 등을 포함한 가스탐지설비를 기밀강재함(즉, 개스킷붙이문을 가진 완전 폐위된 강재함)에 설치하여야 하며 설비 자체의 시료채취점에서 감시되어야 한다. 강재함에서 가연성범위하한치(LFL) 30 %를 초과하면 가스분석장치 전체가 자동정지하여야 한다.

(마) 강재함을 격벽에 직접 설치할 수 없는 경우, 시료채취관은 강재나 이와 동등한 재료로 하고, 분리할 수 있는 연결부가 없어야 한다. 단, 격벽과 분석장치에서 격리밸브의 연결부는 허용되지만, 최대한 짧게 한다.

【규칙 참조】 ⚓

제 3 장 화재 확산 가능성

제 1 절 구역 내 급기 제어 및 가연성 액체 제어

101. 통풍 폐쇄장치 및 정지장치

1. **규칙** 101.의 1항에서 **규칙 7장** 603.의 요건(덕트관통부)을 만족할 필요는 없다.
2. **규칙** 101.의 1항에서 축전지실의 통풍기는 다음 (1)호부터 (3)호에 해당하는 경우, 폐쇄수단을 갖추어야 한다. 또한 폐쇄수단을 갖춘 축전지실 통풍기는 부주의로 인한 폐쇄가능성을 감소시키기 위하여 "폐쇄장치는 개방상태를 유지하여야 하며, 화재 또는 폭발성 가스 발생 등의 비상상태에만 폐쇄되어야 함."과 같은 경고문을 폐쇄장치에 부착하여야 한다.
   (1) 축전지실이 노출갑판으로 직접 열리지 않는 경우
   (2) 축전지실의 통풍개구가 국제만재흘수선협약에 따라 폐쇄장치의 설치가 요구되는 경우(즉, 위치 I 에 대하여 갑판상 4.5 m 또는 위치 II에 대하여 갑판상 2.3 m를 초과하여 설치되지 않은 경우)
   (3) 축전지실에 고정식 가스소화장치를 갖추고 있는 경우
3. **규칙** 101.의 1항에서 비상발전기실용 통풍장치에 통풍용 루버와 폐쇄장치가 설치된 경우 다음의 요건을 적용하여야 한다. *(2022)*
   (1) 통풍용 루버와 폐쇄장치는 수동 또는 동력식(유압/공압/전기식)으로 할 수 있으며 화재가 발생하여도 사용할 수 있어야 한다.
   (2) 수동식의 통풍용 루버와 폐쇄장치는 선박의 통상적인 항해 시 개방되어 있어야 한다. 수동으로 작동하는 장소에 안내하는 표시판을 부착하여야 한다.
   (3) 동력식 통풍용 루버와 폐쇄장치는 고장개방형(fail to open type)이어야 한다. 통상적인 항해 시에는 동력식 통풍용 루버와 폐쇄장치를 폐쇄하는 것을 허용한다. 동력식 통풍용 루버와 폐쇄장치는 비상발전기의 시동 및 작동 시에 자동으로 개방되어야 한다. *(2022)*
   (4) 폐쇄상태를 쉽게 확인할 수 있고, 비상발전기실 외부의 명확히 표시된 안전구역에서 수동으로 통풍구를 폐쇄할 수 있어야 한다. 루버의 개폐상태도 이 안전구역에 표시되어야 한다. 폐쇄장치는 이 안전구역 이외의 다른 원격위치에서 폐쇄할 수 없어야 한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙** 101.의 2항에서 공조장치(HVAC)용 온도조절장치의 송풍기나 캐비닛/배전반의 순환송풍기는 동력통풍장치가 차단되었을 때 외부 공기를 선실로 급기할 수 없는 경우, **규칙 2장** 101.의 2항, 3항 및 **규칙 5장** 701.의 3항에 언급한 통풍장치로 간주되지 않는다(예: 선실 내 공기 재순환을 위한 작은 설비). 따라서, **규칙 2장** 101.의 2항 또는 3항에 해당하는 송풍기는 쉽게 접근할 수 있는 구역이나 안전구역에서의 정지설비를 설치할 필요가 없으며, **규칙 5장** 701.의 3항을 적용하는 36인 초과 여객선에서 사람이 항시 배치되는 중앙제어장소에서 통제될 필요가 없다. **【규칙 참조】**

103. 정기적으로 무인화가 되는 기관구역의 제어 수단을 위한 추가요건 【규칙 참조】

이 요건을 A류 기관구역에 적용한다.

104. 스파크가 발생하지 않는 통풍장치 【규칙 참조】

1. 우리 선급이 인정하는 방법에 따라 비착화성 시험을 실시하고 그 결과가 만족스러운 통풍용 송풍기는 스파크가 발생하지 아니하는 것으로 간주한다. 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험 결과를 가진 통풍용 송풍기에 대하여는 이 시험을 생략할 수 있다.
2. 비금속 재료를 사용하는 경우는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 대전성을 확인한다. 전기저항이 $1 \times 10^4 \sim 10^8\ \Omega$(BS 2050에 따라 시험된 값) 미만 또는 도전율이 1×10^{-10} S/m 이하인 것은 비대전성으로 간주할 수 있다.

제 2 절 방화 재료 【규칙 참조】

201. 불연성 재료의 사용

규칙 201.의 1항에서 냉동구획실에서 사용하는 반자틀, 깔판, 내장재, 천정재, 내부구획 및 이와 관련된 문 등은 불연성 재료로 구성될 필요는 없다. "냉각장치"라 함은 냉동장치 및 공조기용 냉각수관을 말하며, 예를 들면, 대기 및 해수보다 낮은 온도 장치를 말한다.

202. 가연성 재료의 사용

1. 거주구역, 업무구역, 제어장소에서 가연성재료의 사용제한에 관한 방화재료의 상세는 사용 재료의 형식에 관계없이 **부록** 8-1에 따른다.
2. 불연성 중심재와 가연성판으로 구성된 구획을 B급 또는 C급 구획으로 인정할 수 있다. 다만, 불연성 중심재는 FTP **코드 1편,** B급 구획은 FTP **코드 3편,** 판은 FTP **코드 2편**과 **5편**에 따라 시험하여야 한다.
3. **규칙** 202.의 4항에서 "은폐된 곳이나 접근할 수 없는 장소"라 함은 예를 들면, 천정속, 내장과 외판사이, 이중판 사이 등의 공간을 말한다. 또한 "느린 화염확산 특성을 지닌"것이라 함은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**에서 정하는 다음 시험을 합격한 가연성 재료를 말한다.
   (1) 불꽃전파성시험
   (2) 발연성시험
   (3) 유독성가스시험 ⚓

제 4 장 연기발생 가능성과 유독성

제 1 절 페인트, 광택재(varnishes) 및 기타 마감재

101. 페인트, 광택제(varnishes) 및 기타 마감재 【규칙 참조】

이 규정은 거주구역, 업무구역, 제어장소 및 폐위된 계단에만 적용한다. “기타 마감재”라 함은 가연성 갑판표면 바닥재와 박판으로서 격벽, 내장, 천정의 표면에 시공하는 것을 말한다. 다만, 손잡이, 계단 발판의 미끄럼방지 또는 이와 같은 정도의 작은 범위에 사용되는 표면재는 이 규정에 만족할 필요는 없다. 또한 가구에도 적용하지 않는다. 방진고무(vibration damping rubber)가 구조부로 구성되지 아니한다면 이를 사용할 수 있다.

제 2 절 일차갑판피복재

201. 일차갑판피복재 【규칙 참조】

“일차갑판피복재”라 함은 제1층 가연성 갑판바닥으로 갑판상에 직접 시공되는 것을 말한다. 또한 모든 1차 코팅, 내부식 콤파운드, 갑판 보호용 부착재, 갑판부착재를 포함한다. 여기서 제1층이라 함은 A급 갑판(방열재 포함), 불연성재료, 난연성 표면바닥재를 제외한다. 플라스틱 타일과 라텍스와 같은 마감재를 1차 갑판피복으로 사용하는 경우 FTP 코드에도 적합하여야 한다. *(2022)* ⚓

제 5 장 화재탐지장치 및 화재경보장치

제 1 절 일반요건

101. 일반요건

1. **규칙** 101.의 1항에서 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치는 우리선급의 형식승인을 받아야 하며 다음에도 적합하여야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) FSS **코드 9장** 2.1.6.4에서 폐회로에서 발생한 고장이 전체 폐회로를 불능으로 만들지 않도록 시스템이 구성되어야 하는 요건은 폐회로에서 발생한 고장이 각 감지장치를 원격으로 식별하는 수단 없이도 시스템의 불능이 한 구획보다 더 크게 확대되지 않고 그 폐회로의 한 부분만이 불능이 될 때 적합한 것으로 간주한다.
   (2) FSS **코드 9장** 2.2.4에서 "30분"은 SOLAS Reg.Ⅱ-1/42 및 43(화물선에서 18시간, 여객선에서 36시간)에서 요구하는 시간의 마지막 30분을 의미한다. *(2018)*
   (3) FSS **코드 9장** 2.5.1.1에 명시된 화재탐지장치와 일체로 하지 않는 가청경보장치(alarm sounder system)의 전원공급은 다음 사항을 만족하여야 한다.
      (가) 고정식 화재탐지 및 화재경보장치용으로 사용되는 가청경보장치의 전원공급원은 2개 이상이어야 하며, 그 중 1개는 비상전원공급원이어야 한다.
      (나) SOLAS Reg.Ⅱ-1/42 및 43에서 임시비상전원이 요구되는 선박의 가청경보장치는 임시비상전원으로부터도 급전되어야 한다.
   (4) 화물제어콘솔이 설치된 구역은 전용의 화물제어실(예: 선내 사무실, 기관제어실)로 사용되지 않더라도 IMO Res.MSC.339(91)에 따라 개정된 FSS **코드 9장** 2.5.1.3의 목적을 위해서 화물제어실로 간주되어야 하며 추가의 표시장치가 제공되어야 한다. *(2017)*
   (5) FSS **코드 9장** 2.1.2.4.3에서 "방화문"의 적용과 관련하여, SOLAS Reg.II-I/16을 따르는 방화문 용도의 수밀문은 화재탐지시 자동으로 닫히지 아니하여야 한다. *(2022)*
2. **규칙** 101.의 2항에서 시료채취연기탐지장치는 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 101.의 2항에서 소화용 탄산가스 배출관을 시료채취연기탐지장치에 사용할 경우, 선교에 지시장치(indicating unit)를 설치하는 것을 조건으로 제어반을 탄산가스 보관장소에 설치할 수 있다. 이러한 배치는 FSS **코드 10장** 2.4.1.2의 요건을 만족하는 것으로 간주한다. 지시장치는 리피터 판넬을 의미하며, 리피터 판넬에서의 연기 관측은 전기적 방법 또는 가시적 방법에 의한다.

제 2 절 기관구역의 보호

201. 설치

이 요건은 A류 기관구역에 적용한다. **【규칙 참조】**

202. 설계 **【규칙 참조】**

정기적으로 무인화되는 기관구역의 화재탐지장치는 다음 요건에 적합하여야 한다.

1. 자동화재탐지장치를 기관구역에 설치하여야 한다.
2. 이 장치는 자기감시기능이 있어야 한다. 전원이 상실되거나 장치 고장 시에는 화재 경보와 구분되는 가청경보를 발하여야 한다.
3. 선교, 화재제어장소, 기관실의 화재 시에도 작동되어야 하고, 접근 가능한 장소에 화재탐지표시반을 설치하여야 한다.
4. 화재탐지표시반에서 화재영역 배치에 따라 탐지장소를 볼 수 있도록 표시하여야 한다. 다른 가청신호와 명확히 구별되는 가청신호를 선교, 기관실, 책임자가 있는 거주구역에서 들을 수 있어야 한다.
5. 화재탐지기는 통상 기관실의 화재발생을 신속히 탐지할 수 있도록 한다. 오작동하지 않도록 하고 그 형식과 위치는 우리선급의 승인을 받아야 하며 복합형 탐지기는 둘 이상의 화재 징후에 반응하도록 권장한다.
6. 화재탐지영역의 배치 시 운전자가 화재장소를 알 수 있도록 한다. 배치, 폐회로 개수, 탐지기헤드의 위치를 각각 승인받아야 한다. 기관실의 공기흐름 때문에 탐지장치가 불능되지 않도록 한다.
7. 화재탐지기가 감도 조절 수단을 갖출 경우 설정점을 고정하여 인식하도록 필요한 배치를 한다.

8. 특별한 폐회로나 탐지기를 임시 차단하고자 할 경우 이 상태를 명확히 표시하여야 한다. 폐회로나 탐지기의 복귀반응을 자동으로 실행하여야 한다.
9. 화재탐지 표시반에 성능 시험 장치를 갖추도록 한다.
10. 주전원이 실패할 경우 분리된 급전으로 화재탐지장치의 비상전원을 자동 급전하여야 한다.
11. 기관실과 보일러실의 입구 통로, 선교, 기관실의 제어장소에서 화재탐지장치의 수동 화재 경보를 발하도록 설비하여야 한다.

제 3 절 거주구역, 업무구역, 제어장소의 보호

303. 36인을 넘지 않는 여객을 운송하는 여객선에 대한 요건

규칙 303.의 2항 및 305.에서 FSS **코드 8장**에 적합한 스프링클러장치의 펌프 및 압력 탱크의 크기는 IMO MSC.1/Circ.1556에 따라 결정한다. *(2018)* **【규칙 참조】**

305. 화물선

거주구역, 업무구역의 구획배치 및 보호방식은 **지침 그림** 8.5.1을 기준으로 한다. 이때, IIIC 방식으로 건조된 선박의 탐지장치는 거주구역 블록(accommodation block)에만 적용되며, 거주구역 블록으로부터 멀리 떨어진 업무구역에는 고정식 화재탐지장치를 설치할 필요가 없다. **【규칙 참조】**

제 5 절 수동조작 콜포인트(call point)

501. 수동조작 콜포인트(call point)*(2018)* 【규칙 참조】

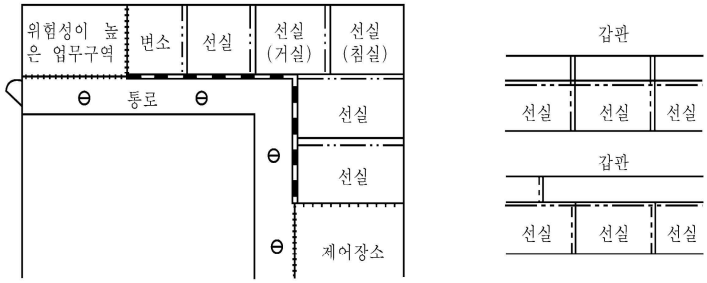
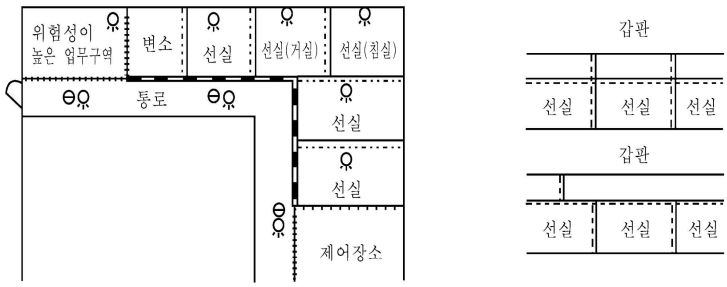
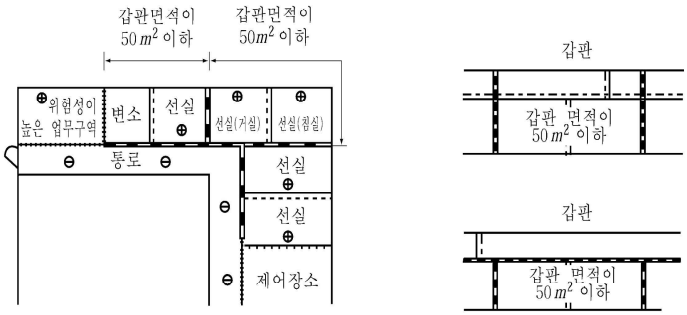
규칙 501.에서 "FSS 코드에 적합한 수동조작 콜포인트를 거주구역, 업무구역, 제어장소에 설치하여야 한다"는 요건은 거주구역, 업무구역 및 제어장소 내의 각각의 구역에 수동조작 콜포인트를 설치하라는 요건은 아니며, 다음에 적합하여야 한다.

(1) 수동조작 콜포인트는 통로에서 개방갑판으로 통하는 각 출구(내측 또는 외측)에 설치하여야 하며, 통로의 어느 곳에서도 수동조작 콜포인트까지의 거리가 20 m를 넘지 않아야 한다.
(2) 개방갑판으로 직접 연결되는 단 한 개의 출입구를 갖는 거주구역 내의 업무구역과 제어장소는 출구로부터 20 m (갑판, 계단 및/또는 통로를 이용하여 접근경로를 따라 측정) 이내에 수동조작 콜포인트를 설치하여야 한다.
(3) 보이드구역 및 탄산가스 저장실과 같은 화재 위험성이 거의 없거나 전혀 없는 구역과 화재제어반이 설치된 선교로부터의 각 출구에는 수동조작 콜포인트의 설치가 요구되지 않는다.

제 8 절 여객선 선실발코니 보호

801. 여객선 선실발코니의 보호 【규칙 참조】

고정식 화재탐지 및 경보장치의 승인 지침은 MSC.1/Circ. 1242에 따른다.

보호방식	거주구역 및 업무구역의 구획
IC 방식	
IIC 방식	
IIIC 방식	

(비고)

- A-60급 구획
- A-0급 구획
- B-0급 구획
- C급 구획
- 난연성 기재(基材)로서 승인된 재료에 의한 구획
- ♀ 스프링클러(화재탐지 및 화재경보장치를 포함한 것)
- ⊕ 고정식 화재탐지 및 경보장치
- ⊖ 연기탐지기

그림 8.5.1 거주구역 및 업무구역의 구획배치 및 보호방식

제 6 장 연기확산제어

제 1 절 기관구역 외부의 제어장소 보호

101. 기관구역 외부의 제어장소 보호 【규칙 참조】

"실질적인 조치"라 함은 기계통풍장치가 우선하지만, 자연통풍장치도 인정할 수 있다. 또한 "국부폐쇄장치로 동등한 효과가 있는 경우"는 그 제어장소 내부에서 쉽게 폐쇄할 수 있는 방화댐퍼나 연기댐퍼를 통풍 계통에 설치하여 화재 시 연기가 그 제어장소로 유입하지 않도록 하며, 기타 개구가 있는 경우에는 확실히 쉽게 폐쇄할 수 있는 경우를 말한다.

제 3 절 통풍정지판

301. 통풍정지판 【규칙 참조】

1. 아래 방식으로 통풍정지판을 설치할 수 있다.
   (1) B급 격벽, 천정재, 내장재의 연장
   (2) C급 격벽, 천정재, 내장재의 연장
   (3) 선체구조과 격벽상부 단면을 단속 용접되거나 또는 천정재, 내장재에 기계적으로 고정이 필요한 경우 1 mm 보강판
   (4) 선체구조, 격벽, 천정재, 내장재에 기계적으로 고정된 불연성판 재료
   (5) A급 암면 방열재두께 20 mm이상. 이 때 각 면에 금속망을 전개하는데 선체구조에 부착된 금속망 또는 전개된 금속망을 한쪽 면에 설치하고 암면방열재의 다른 쪽에 불연성섬유(유리섬유)를 부착할 수 있다.
2. 일반적으로 연속 천정재를 사용한 경우에는 통풍정지판이 격벽과 일치하여야 한다.
3. "14m 이내 간격"이라 함은 선박의 길이 및 폭 방향 거리를 말한다. *(2020)* ⚓

제 7 장 화재 차단

제 1 절 방열상 및 구조상 경계

101. 방열상 및 구조상 경계 【규칙 참조】

1. 화재방열성 적용상 분류 구역은 **지침 표 8.7.1**에 적합하여야 한다.

표 8.7.1 화재방열성 구역 분류 *(2019)*

제어장소	항해장비 설치 장소(조타장소, 컴퍼스 및 레이더 장치) 전기실(충전/방전 판넬 또는 충전기가 있는 장소), 축전지실, 항해장비용 및 무선장비용 발전실(또는 인버터실), 고정식소화장치의 제어장치 설치 장소 및 소화제 저장실(5), 선교창고(navigation locker)(6)
업무구역 (저위험)	육전반구역, 현측사다리 윈치기계실, 분전반 및 시동기 설치구역, 평형수제어실, 주화물제어실, 전기실(변압기, 배전반(7), 모터발전기 등의 전기 설비로서 50 kVA(kW) 이하의 것만을 설치하는 장소로서 면적이 4 m^2 미만의 것)
기타 기관구역	유압장치 저장실(갑판기계, 하역장치용), 조타기실(1), 갑판포말장치 설치 장소(8), 불활성가스통풍실, 전기실("제어 장소" 또는 "업무 구역(저위험)"으로 분류하는 것 제외), 추진용 전동기실, 추진용 전동기의 제어장치실, 비상소화펌프실(9), A류 기관구역 이외의 연료유장치 배치 장소
업무구역 (고위험)	산소 또는 아세틸렌병 저장실(2), 식량창고(3), 작업복탈의실(4), 가스연료 저장용기 저장실(10)
기타	1. 가스밀 자동폐쇄문 등에 의해 유효하게 화물구역으로부터 분리되는 컨테이너선의 갑판하 통로는 빈 공간으로 본다. 단, 탈출경로가 있는 경우에는 통로로 취급한다. 2. 통상 사람이 일시적으로 머무르는 장소인 창고, 선용품실, 제어장소의 화장실 등이 통로 출입구를 갖지 않고 해당 구획으로부터 출입구가 있는 경우에는 그 구역의 일부로 간주할 수 있다. 1개 구역을 2개 이상 폐위된 소구역(예를 들면, 식당 내에 설치하는 캐비닛 또는 선용품실)으로 나누는 경우, 이 새롭게 폐위된 구역은 규칙에 따라 방열 격벽 및 갑판으로 보호되어야 한다. 3. 화물 적재에 사용되는 노출갑판은 화재위험성이 낮은 화물을 제외하고 화물구역으로 분류한다. 4. 냉동화물구역의 통풍기용 송풍기실 및 로로구역, 차량구역으로 접근할 수 있는 하역장치 저장실은 화물구역, 로로구역, 차량구역으로 각각 분류한다. 5. 덕트구역 및 케이블 트렁크는 **규칙 103.**의 4항의 승강기 트렁크에 대한 규정을 준용한다.

비고

(1) 비상소화펌프가 조타기실 내 또는 조타기실을 통해서만 직접 접근 가능한 구역에 설치된 경우, 그 조타기실과 기관구역 경계의 방열은 **지침 그림 8.8.2**에 따른다.

(2) 주위벽 중 한 면 이상이 개방되어 있는 경우 개방갑판상 장소로 볼 수 있다.

(3) 냉동식량창고의 방열이 가연성재료인 경우에는 위험성이 높은 업무구역으로 간주하고, 그 방열이 불연성 재료인 경우에는 위험성이 낮은 업무구역으로 간주한다. 면적이 4 m^2 미만인 식량창고는 화재위험이 낮은 업무구역으로 간주한다.

(4) 작업복 탈의실이 오일스킨로커(Oil Skin Locker)로 사용되는 경우에는 위험성이 높은 업무구역으로 보며 그 이외에는 거주구역으로 간주한다.

(5) 소화장치의 종류에 따라 해당 소화장치에 의해 보호되는 구역의 내부에 설치하는 것이 인정되는 경우를 제외한다.

(6) 조타실을 통해서만 접근이 가능한 선교창고는 제어장소로 간주되어야 하며, 조타실과 해당 선교창고를 분리하는 격벽은 최소한 B-0급 화재방열성이 요구된다.

(7) 소형 배전반은 해당 장소를 수납 장소로서 사용하지 않는 한 거주구역 내 구획(계단실 포함)의 패널/내장판 뒤쪽면에 설치할 수 있다. 또한, 이 장소는 별도의 공간으로 고려될 필요가 없으며 업무구역(저위험)으로 분류할 필요가 없다.

(8) **지침 2장 402.**의 **2항** 규정에 유의한다.

(9) 주소화펌프가 설치되어 있는 구획과의 경계에 대해서는 **규칙 8장 102.**의 3항 (2)호 (가)에 따른다.

(10) **규칙 2장 201.**의 규정에 따른다. **지침 2장 201.**의 규정에 따라 개방갑판상의 갑판실 등의 리세스부를 저장장소로 하는 경우, 해당 장소는 개방갑판상의 장소로 간주할 수 있다.

2. **규칙 7장 102.**의 4항 (4)호, **103.**의 3항 (4)호 및 **104.**의 2항 (4)호에서 "우리 선급이 인정하는 문"이라 함은 국제만재흘수선협약에 의해 수밀 또는 풍우밀이 요구되는 문의 경우 그 요건에 적합하여야 하고, 문의 재료가 가연성 재료인 경우 **규칙 3장 202.** 및 **규칙 4장 1절**의 가연성 재료에 적합한 것이어야 한다. *(2017)* **【규칙 참조】**
3. 선택적 촉매환원 장치(SCR), 배기가스 재순환장치(EGR) 또는 배기가스 세정장치(EGCS)용의 요소 또는 수산화나트륨 수용액 탱크가 기관실과 분리된 공간에 설치된 경우, 그 경계의 화재방열성을 결정할 때, 수용액 탱크가 설치된 구역은 **규칙 1장 103.**의 30항의 "이와 유사한 구역"에 해당하며, 다음과 같이 분류되어야 한다. *(2020)*
   (1) 36인 초과 여객선: **규칙 7장 102.**의 3항 (2)호 (나)의 ⑩ "화재위험성이 전혀 없거나 거의 없는 탱크, 빈 공간 및 보조기관구역"
   (2) 36인 이하 여객선 및 화물선: **규칙 7장 102.**의 4항 (2)호 (나), **103.**의 3항 (2)호 (나) 또는 **104.**의 2항 (2)호 (나)의 ⑦ "기타 기관구역"
   단, 기관실과 수용액 탱크가 설치된 구역간의 경계는 최소한 "A-0"급이 요구된다.

102. 여객선

1. **규칙 102.**의 1항 (2)호에서 2개의 주수직구역에 계단이 있을 경우 한 주수직구역의 최대거리 측정 시 계단폐위구역의 먼 곳으로부터 측정할 필요는 없다. 이 때 계단폐위구역의 모든 경계를 주수직구역의 격벽과 같이 방열 조치하여야 하고, 2개의 외부 구역에서 계단으로 통하는 문을 마련하여야 한다. 주수직구역의 요건에 적합하다면 48 m 길이의 주수직구역 개수를 제한하지 않는다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 102.**의 2항 (2)호 (가)에서 "B급 구획구조로 인정되는 재료"는 B-0급의 방열을 요구하는 경우 두께 1.6 mm 의 강재 또는 적절히 지지되는 암면(밀도 100 kg/m^3 이상, 두께 50 mm이상)으로 할 수 있다. *(2018)* **【규칙 참조】**
3. **규칙 102.**의 2항 (3)호에서 객실 사이 공간이 연속적인 B-15급 천장에서 개방되어 있다면 그 공간 양쪽 격벽을 B-15급으로 하여야 한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙 102.**의 3항 (1)호에서 계단폐위구역을 포함한 거주구역 내 패널/내장판 뒤쪽에 분전반을 설치할 수 있으며 다른 규정이 없으면 그 구역을 별도로 분류할 필요는 없다. **【규칙 참조】**
5. **규칙 102.**의 3항 (2)호에서 외부구역(예, 퇴선장소 및 외부탈출로, 개방갑판장소)의 가구 및 비품에 대한 화재 위험도 평가는 MSC.1/Circ.1274를 참조할 수 있다. *(2020)*
6. **규칙 102.**의 3항 (2)호 (나) ⑨에서 "거주구역에서 조리기구가 없는 분리된 식자재실"은 거주구역에 포함된 식자재실이며, 거주구역 및/또는 개방갑판에서만 접근할 수 있다. 이 분류의 목적상 "거주 구역"은 **규칙 1장 103.**의 1항에 정의된 장소이다. 이러한 식자재실에는 ⑫ "주 조리실"과 같은 거주구역이 아닌 공간으로 연결되는 통로가 없어야 한다. **(지침 그림 8.7.1 참조)**

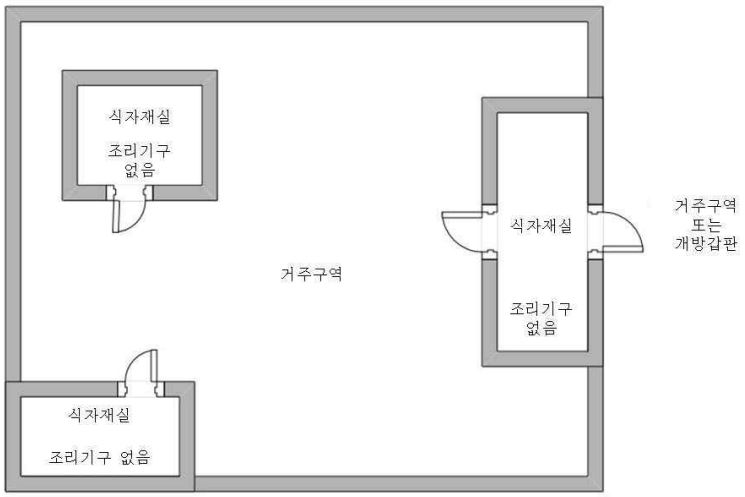


그림 8.7.1 거주구역에서 조리기구가 없는 분리된 식자재실의 예

103. 탱커를 제외한 화물선

1. **규칙 103.**의 1항 (1)호 (다)에서 원칙적으로 공용실 면적을 75 m^{2}까지 확대 적용한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 103.**의 4항 (1)호에서 단일 갑판 이상을 관통하는 계단은 다음 요건에 따라 보호되도록 한다.

(1) 폐위계단에 계단 및 통로를 설치하고, 폐위계단을 통하여 다른 갑판으로 갈 수 있는 경우 자동폐쇄식 A급 방화문을 각 갑판에 설치하여야 한다.(**지침 그림** 8.7.2 (a) 참조)

(2) 계단폐위구역에 계단만 설치하고 계단폐위구역의 외부에서 다른 갑판으로 통하는 경우 다음에 적합하여야 한다.

(가) 계단발판이 개방된 경우 각 갑판과 계단 끝에서 자기폐쇄형 A급 방화문으로 보호하여야 한다.(**지침 그림** 8.7.2 (b) 참조)

(나) 계단발판이 폐쇄된 경우 계단의 한쪽 끝에서 최소한 자기폐쇄형 B급 방화문을 설치하여야 한다.(**지침 그림** 8.7.2 (c) 참조) **【규칙 참조】**

3. **규칙 표** 8.7.5와 8.7.6에서 로로구역 및 차량구역은 다음 요건을 만족하여야 한다.

(1) 갑판과 격벽

로로구역 및 차량구역내의 자체 소화장치로 보호되는 단일구역의 갑판과 격벽 경계는 A-30급으로 방열하여야 한다.

(2) 창구덮개

로로구역 및 차량구역에 인접한 개방갑판에 설치된 창구덮개와 로로구역 및 차량구역을 분리하는 갑판에 설치된 창구덮개가 강으로 제작된 경우에는 A급 방열을 적용하지 않는다.

(3) 출입문

개방갑판에서 로로구역 및 차량구역으로 출입하는 문이 강으로 제작된 경우에는 A급 방열을 적용하지 않는다.

(4) 가동식(movable) 램프

A-30급 방열 경계를 형성하는 (1)호에 언급된 갑판에 설치된 가동식 램프는 강으로 제작되어야 하고 A-30급으로 방열되어야 한다. 다만, 이러한 가동식 램프의 작동부(예, 유압실린더, 관련 배관과 부속품) 및 이러한 설비들을 지지하는 경계의 구조적 강도에 기여하지 않는 부재는 제외한다. 이러한 가동식 램프는 화재 시험의 대상이 아니다. 이러한 규정들은 차량의 적양하용으로 사용되는 비수밀문에 적용한다.

(5) 통풍덕트 *(2017)*

로로구역 및 차량구역용 덕트가 다른 로로구역 및 차량구역에서 사용되지 않고 이들 구역을 통과할 경우, 덕트를 통해 화재가 확산되는 것을 방지하기 위해 **규칙 7장 603.**의 1항에 따라 슬리브 및 방화댐퍼를 설치하지 않는 한, 각 덕트는 다른 로로구역 및 차량구역에서 전체에 걸쳐 A-30급으로 방열되어야 한다.

(6) 통풍통 *(2017)*

로로구역 및 차량구역에 인접한 개방 갑판에 설치된 통풍통이 강으로 제작된 경우에는 A-0급 방열을 적용하지 않는다.

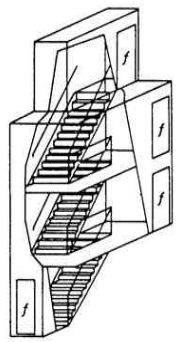
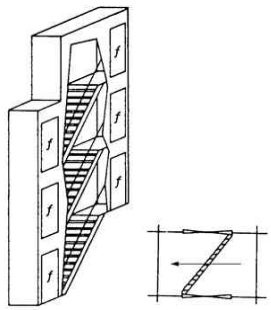
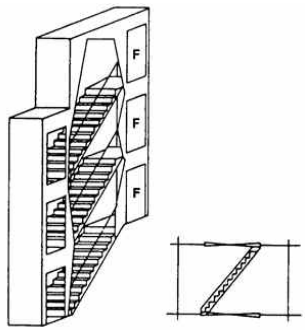
구조개소	구조상세
(a) 계단 트렁크만 통해서 다른 층으로 갈 수 있는 경우	
(b) 계단만을 트렁크로 둘러싸고 갑판마다 트렁크 밖으로 나가는 구조로서 계단 발판이 개방된 경우	
(c) 계단만을 트렁크로 둘러싸고 갑판마다 트렁크 밖으로 나가는 구조로서 계단 발판이 폐쇄된 경우	
f : 자기폐쇄형 A급 방화문 F : 자기폐쇄형 B급 방화문	

그림 8.7.2 단일 갑판 이상을 관통하는 폐위계단의 보호

104. 탱커

1. **규칙 104.**의 2항 (5)호에서 화물지역에 인접하는 선루 및 갑판실의 방열은 다음 요건에 따른다.

(1) "끝단 경계로부터 3 m까지"이라 함은 **지침 그림 8.7.3** (a)를 참조한다.

(2) **지침 그림 8.7.3** (b)와 같은 배치인 경우 갑판창고 격벽 후단과 거주구역 및 업무구역을 경계하는 측벽후방으로 3 m까지 A-60급 방열 시공하여야 한다.

(3) 선루 및 갑판실의 측벽 3 m까지 A-60급 방열 높이는 수직방향으로 선교 갑판하까지 모든 지역에 적용한다.

(4) 화물지역에서 화재발생시 선교 측벽이 화염에 노출되지 않는 구조로 배치되면 (예를 들면, 돌출된 갑판상에 조타실이 설치되어 있는 구조배치) 그 방열을 갖추지 않을 수 있다. **【규칙 참조】**

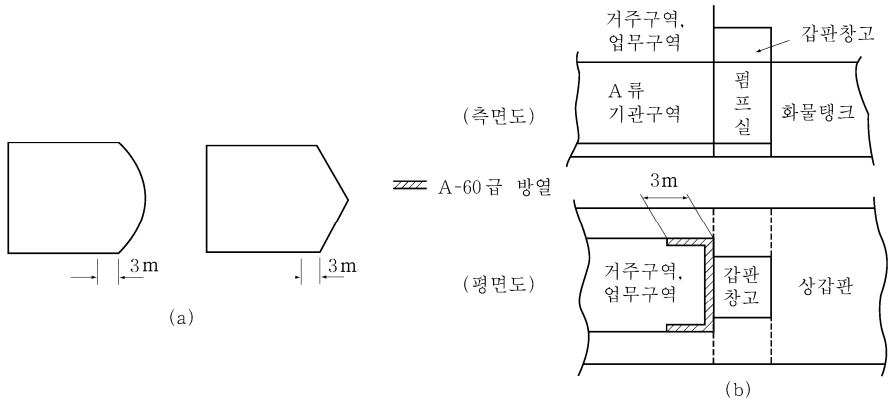


그림 8.7.3 화물지역에 인접하는 선루 및 갑판실의 방열

2. **규칙 7장** 102.의 4항 (4)호, 103.의 3항 (4)호 및 104.의 2항 (4)호에서 "우리 선급이 인정하는 문"이라 함은 국제만재흘수선협약에 의해 수밀 또는 풍우밀이 요구되는 문의 경우 그 요건에 적합하여야 하고, 문의 재료는 **규칙 3장** 202. 및 **규칙 4장 1절**의 가연성 재료에 적합한 것이어야 한다. **【규칙 참조】**

제 2 절 내화구획 관통 및 열전달 방지

201. 내화구획 관통 및 열전달 방지 【규칙 참조】

1. A급 또는 B급 구획을 관통하는 구조는 **부록 8-2**에 따른다. 추가하여 전선 관통부는 **지침 6편 1장** 508.에도 적합하여야 한다.
2. **규칙** 201.의 4항에서 방열 시공한 격벽이나 갑판의 교차점 및 끝단 처리는 **지침 그림** 8.7.4에 따른다.

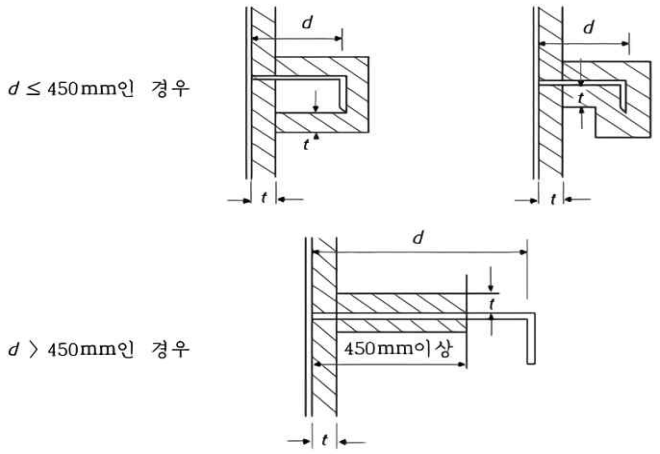
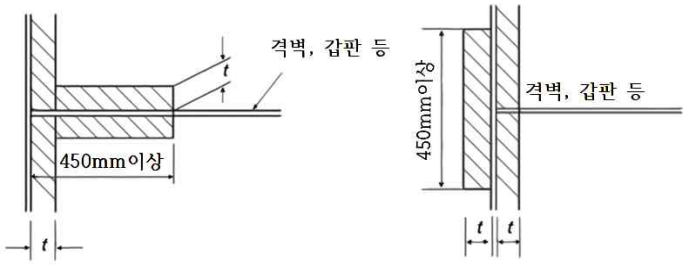
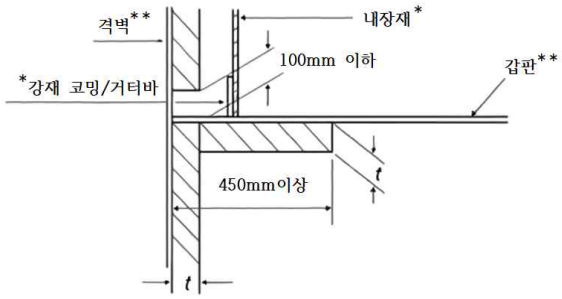
구조개소	구조상세
(1) 횡보강재, 거더 등의 방열은 깊이 450 mm이하인 때에는 면재를 포함한 전체를 시공하고, 깊이 450 mm를 넘을 때에는 격벽 또는 갑판으로부터 적어도 450 mm사이를 시공하여야 한다. 다만 표준화재시험에 의하여 보존방열성이 확인된 경우에는 제외한다.	
(2) 방열이 시공되지 않은 격벽, 갑판, 브래킷 등 서로 교차되는 곳의 방열의 연장을 450 mm이상으로 한다.	
(3) 방열재의 물 흡수방지를 위하여 부득이 방열재의 하부를 절단할 경우	 * : 내장재 및 강재 코밍/거터바는 거주구역에만 적용 ** : 상기 그림의 목적상, 강재 격벽 및 갑판에만 적용
t : 방열재의 두께 d : 횡보강재 또는 거더의 깊이	

그림 8.7.4 방열 시공한 격벽과 갑판의 교차점 및 끝단 처리

제 3 절 내화구획의 개구 보호

301. 여객선의 격벽 및 갑판의 개구

1. **규칙** 301.의 1항 (7)호를 적용함에 있어서, 폐위계단구역으로부터 노출구역으로 통하는 문은 A급 방열성 기준과 (5)호의 요건을 적용하지 않아도 된다. (별도로, 구명설비, 승정 및 외부 소집장소, 탈출로로 이용되는 외부계단 및 개방갑판에 면한 문의 경우에는 강 또는 이와 동등한 재료로 제작하여야 한다.) 다만, 문에 창문이 설치되는 경우에는 A-60급 창문 또는 창문용 스프링클러헤드(sprinkler head)가 설치된 A-0급 창문이어야 한다.*(2018)* **【규칙 참조】**
2. **규칙** 301.의 2항 및 **규칙** 302.에서 인정한 개구부를 제외하고 2개의 폐위구역 사이에는 평형 개구부 및 덕트를 허용하지 않는다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 301.의 3항 (3)호 (다)는 IMO Res. A.800(19)를 따른다. **【규칙 참조】**

302. 화물선의 내화구획문 【규칙 참조】

1. **규칙** 302.의 1항에서 최소 요구 구획이 더 높은 기준으로 교체되더라도 문은 최소요구치에 적합할 필요가 있다.
2. **규칙** 302.의 2항에서 "고장 대비형의 원격해제장치"라 함은 원격조작으로 멈춤쇠나 기타 동등한 기구를 해제하는 것이며 그 장치가 고장나면 문이 자동으로 폐쇄되는 것을 말한다.
3. **규칙** 302.의 3항에서 복도 격벽에 통풍구를 설치하는 경우 다음 요건에 적합하여야 한다.
   (1) B급 화재방열성을 요구하는 계단폐위구역을 제외하고 화장실, 사무실, 식자재실, 저장실 및 선용품실로 통하는 복도 격벽에 승인된 루버(louvre)형 B급 방화문을 설치할 수 있다. 이 때 루버를 통로측에서 폐쇄할 수 있어야 한다.
   (2) 복도 격벽에 인접한 덕트 트렁크에서 수동폐쇄장치형 통풍구를 설치할 수 있다. 이 때 통풍개구에 불연성재료의 격자를 설치하여야 한다. 또한 통풍구의 단면적이 0.075 m^2를 초과할 때 수동폐쇄장치에 부가하여 자동폐쇄형 방화댐퍼를 설치하여야 한다.

제 5 절 화물구역 경계의 보호

501. 화물구역 경계의 보호

기름과 건화물을 교대로 운송하도록 설계된 선박인 경우, 화물유 운송용으로 설계되지 않고 설비를 갖추지 않은 기타 구역으로부터 화물유구역을 분리하는 격벽과 갑판에는 대체승인된 방법으로써 동등한 보전성을 보장하지 않는 한 화물작업용 개구를 허용하지 않는다. **【규칙 참조】**

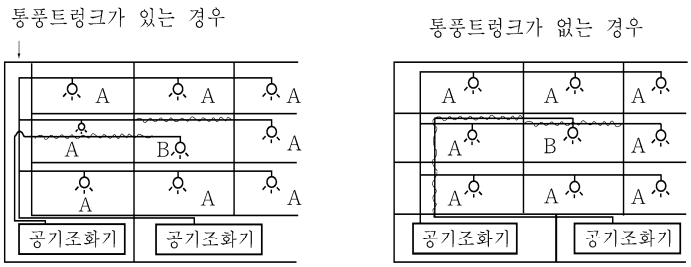
제 6 절 통풍장치 【규칙 참조】

601. 일반

1. 거주구역, 업무구역, 제어장소의 배기통풍은 지침 302.의 3항에서 인정되는 통풍구를 제외하고 배기통풍덕트로 하여야 한다.
2. **규칙** 601.의 1항에서 불연성재료이며 비내력구조로서 FTP **코드 부록**1의 **3편**에 따라 B급 구획 표준화재시험을 하여 합격한 경우, 강 이외의 재료로 만들어진 통풍덕트는 강으로 만들어진 통풍덕트와 동등한 것으로 간주할 수 있다.
3. **규칙** 601.의 1항 (1)호에서 열량의 측정은 ISO 1716을 따른다.

602. 덕트의 배치

1. **규칙** 602.의 4항 (4)호에서 A-60급 방열이라 함은 불연성재료로서 승인된 암면을 시공하거나 A-60급으로 승인된 방열을 시공한 표준구조를 말한다. 덕트 배치는 **지침 그림** 8.7.5에 따른다.
2. **규칙** 602.의 2항 및 3항에서 폐위구역을 통과하는 트렁크/덕트의 방열 결정을 위한 "통과"란 폐위구역에 인접하는 트렁크/덕트의 부분도 포함한다. (**지침 그림** 8.7.6 참조)



A는 거주구역, 조리실을 제외한 업무구역 또는 제어장소

B는 A류 기관구역, 조리실, 차량 갑판구역 또는 로로구역

그림 8.7.5 덕트 배치의 예

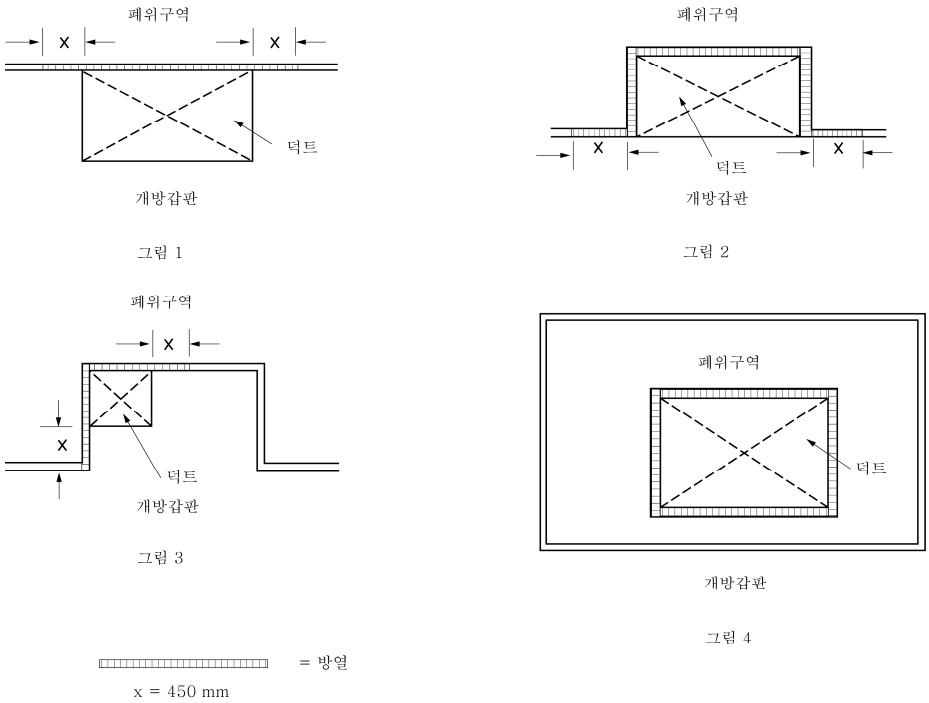


그림 8.7.6 폐위구역에 인접하는 덕트의 예

603. 방화댐퍼 및 덕트관통부의 상세

1. **규칙 603.**의 1항 (3)호에서 "자동방화댐퍼"라 함은 퓨즈식댐퍼 또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 것을 말한다. "수동으로도 폐쇄"라 함은 구획 양쪽에서 페일세이프(fail-safe)형 전기스위치 또는 공기식해제장치(스프링부하식 등)에 의해 방화댐퍼를 원격작동폐쇄하거나 기계적인 수단으로 폐쇄하는 것을 말한다.
2. 외부 경계에 위치한 통풍 흡입 및 배기구는 **규칙 3장 101.**에서 요구하는 폐쇄장치가 설치되어야 하며 규칙 603.의 요건을 만족할 필요는 없다.
3. **규칙 603.**의 1항에서 실제단면적이 0.075 m^2 이하인 덕트 또는 파이프는 규칙 602.의 2항 및 3항에 명시된 A급 구획을 통과하는 관통부에 방화 댐퍼를 설치해야 한다. 덕트가 규칙 602. 4항의 (5)호 및 (6)호의 요건에 따라 배치된 경우 방화 댐퍼를 생략할 수 있다.

605. 조리실 레인지의 배기덕트 *(2017)*

1. 조리실 레인지의 배기덕트는 다음 요건에 따른다. *(2021)*
   (1) 조리실 레인지의 배기덕트는 원칙적으로 다른 덕트와 독립되어야 한다. 이것이 실행 불가능한 경우에는 조리실 레인지의 배기덕트와 연결된 덕트에 원격조작 가능한 자동폐쇄형댐퍼를 설치하고, 조리실 레인지의 배기덕트 내부 끝단 하부의 방화댐퍼와 동시에 폐쇄할 수 있도록 한다.
   (2) 우리 선급이 특별히 인정하는 경우를 제외하고, 거주구역 내에 조리실 레인지용 배기덕트가 통과하는 모든 장소는 가연성물질이 있는 장소로 간주한다.
   (3) 1항 (3)호 및 3항 (4)호에서 언급한 고정식 소화장치는 프리엔지니어드(pre-engineered) 갤리 덕트용 고정식 소화장치의 성능 표준인 ISO 15371을 적용한다. ISO 15371을 따르지 않는 탄산가스장치는 **규칙 8장 503.**의 1항 (1)호 또는 우리 선급이 인정하는 표준에 따라 설계되어야 한다.
2. **규칙 605.**의 1항에서 그리스나 기름을 축적하기 쉬운 조리실 레인지로부터 배기덕트까지 요건을 조리실 레인지로부터 모든 배기덕트까지 적용한다.
3. **규칙 605.**의 1항과 3항에서 방화댐퍼는 강재여야 하고 통풍 정지할 수 있어야 하지만, Res. A.754(18) 또는 **FTP 코드 부록1**의 **3편**에 의한 화재시험을 요구하지 않는다. 조리실 덕트 바깥쪽에서만 A급을 적용한다. 또한 가연성물질이 있는 구역이란 통상 모든 거주구역에 적용된다. ⚓

제 8 장 소화

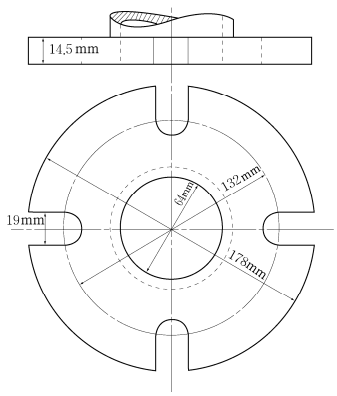
제 1 절 물공급장치

101. 소화주관 및 소화전

1. **규칙 101.**의 4항 (1)호에서 다음 사항에 적합하여야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) A류 기관구역 이외의 다른 구역에 있는 소화펌프의 배관인 경우 분리밸브를 적용하지 않는다.
   (2) 기관구역을 통과하는 해수흡입관 또는 배출관이 두꺼운 강재 케이싱으로 폐위되거나 A-60급으로 방열되는 경우 디스턴스 피스, 해수흡입밸브 및 시체스트를 폐위하거나 방열할 필요는 없다. 여기서, 배출관이란 비상소화펌프와 분리밸브 사이의 관을 말한다.
   (3) 배관을 A-60급으로 방열하는 방법은 **FTP 코드**에 따라 A-60급으로 승인된 방열재료로 싸서 보호하여야 한다.
   (4) 해수흡입밸브가 기관구역 내에 있는 경우, 밸브는 고장폐쇄형(fail-close)이 되어서는 안 된다. 해수흡입밸브가 기관구역 내에 있고 고장개방형(fail-open)형식이 아닌 경우, 화재 시에 밸브가 개방될 수 있는 수단(예를 들면, A-60급과 동등한 방열등급으로 보호된 제어관장치, 구동장치 및/또는 전기케이블)이 마련되어야 한다.
   (5) 주소화펌프가 기관구역의 외부 구획에 설치되고 비상소화펌프 흡입관 또는 배출관이 그 구획을 관통하는 경우에도 (2)호부터 (4)호의 요건을 적용하여야 한다.
2. **규칙 101.**의 4항 (4)호에서 선미루 전방의 보호장소의 소화주관 계통에 설치된 분리밸브란 거주구역, 업무구역 또는 제어 장소 내에 위치한 밸브를 말한다. 그러나 화물지역의 개방갑판 후방에 밸브가 위치해야 한다면, 다음의 장소에 설치할 수 있다.*(2018)* **【규칙 참조】**
   (1) 최후방에 있는 화물탱크의 끝단에서 최소한 5 m 후방
   (2) (1)호의 적용이 불가능할 경우에는 영구적인 강재 차단막으로 보호되는 경우, 최후방 화물탱크의 끝단으로부터 5 m 이내의 장소
3. **규칙 101.**의 6항에서 총톤수 1000톤 미만의 여객선 및 화물선의 최소압력은 **규칙 401.**의 5항 (1)호에서 정한 모든 곳으로 인접한 모든 소화전을 통하여 12 m 사수를 하도록 충분한 것이어야 한다. **【규칙 참조】**
4. **규칙 101.**의 7항에서 국제육상연결구의 플랜지 표준 치수는 **지침 표 8.8.1**에 따른다.
   또한 국제육상시설연결구는 강이나 동등한 재료여야 하고 설계압력은 1.0 MPa로 한다. 플랜지의 한 쪽은 평면으로, 다른 쪽은 영구적인 커플링을 부착하여 선박의 소화전 및 소화호스에 연결될 수 있어야 한다. 국제육상연결구를 1.0 MPa에 적합한 재료의 개스킷과 함께 선내에 비치하여야 한다. **【규칙 참조】**

표 8.8.1 국제육상연결구의 플랜지 표준 치수

항목	치수
바깥지름	178 mm
안지름	64 mm
볼트원의 지름	132 mm
플랜지의 구멍	지름 19 mm, 4개 구멍을 볼트원상에 동일 간격으로 하고, 플랜지 바깥으로 구멍자리를 낸다.
플랜지의 두께	최소 14.5 mm
볼트 및 너트	지름 16 mm, 길이 50 mm으로 4개 및 와셔 8개 포함한다.



102. 소화펌프

1. **규칙 102.**의 3항에서 대빙 항해 선박의 해수흡입 장치는 **빙해운항선박 지침 1장 702.**를, 극지 운항 선박의 해수흡입 장치는 **빙해운항선박 지침 2장 308.**을, 극지운항 및 쇄빙기능을 갖는 선박에서의 해수흡입장치는 **빙해운항선박 지침 2장 408.**을 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**

2. **규칙 102.**의 3항 (1)호 (나)에서 다음 사항에 적합하여야 한다.
(1) 비상소화펌프용 전선은 주소화펌프와 그 동력원 및 원동기가 있는 기관구역을 통과하지 않아야 한다. 기타 화재 위험성이 높은 지역을 통과하는 경우 우리 선급의 승인을 받은 내연성 제품이어야 한다.
(2) 해수흡입장치 및 연료공급장치나 각 펌프용 전원공급장치를 갖춘 2개의 주소화펌프를 최소한 A-0급으로 분리된 구획에 독립적으로 설치되지 않고, 어느 한 구획의 화재로 인해 모든 소화펌프의 작동이 불가능해지는 경우 비상소화펌프를 설치하여야 한다.
(3) 1개의 주소화펌프가 다른 주소화펌프가 있는 구획에 인접한 2 개 이상의 격벽이나 갑판을 갖는 구획에 설치된 경우 비상소화펌프를 설치하여야 한다.
3. **규칙 102.**의 3항 (2)호에서 비상소화펌프는 다음에 적합하여야 한다. 다만, 총톤수 1000톤 이상인 여객선에는 적용하지 않는다.
(1) 비상소화펌프는 독립된 동력원으로 구동되는 고정식의 펌프여야 한다.
(2) 비상소화펌프 용량 **【규칙 참조】**
(가) **규칙 102.**의 4항에서 정한 총소화펌프 용량의 40 % 이상이어야 한다. 다만, 어떠한 경우라도 다음 값 이상이어야 한다.
(a) 총톤수가 1000톤 미만인 여객선과 총톤수가 2000톤 이상인 화물선: 25 m^3/h
(b) 총톤수가 2000톤 미만인 화물선: 15 m^3/h
(나) **규칙 301.**의 1항 (1)호에 따라 화물선의 기관구역 보호용으로 설치되는 고정식 수계소화장치의 물이 비상소화펌프에 의해서 공급될 경우, 비상소화펌프의 용량은 고정식 소화장치 및 2줄기 사수에 필요한 양을 공급하기에 충분한 것이어야 한다. 그 2줄기 사수의 용량은 어떠한 경우에도 **지침 표 8.8.2**에서 본선에 적용되는 최대 노즐크기(본선에 적용되는 가장 큰 노즐을 선택할 때, 주소화펌프가 있는 구역에 설치된 노즐은 제외될 수 있음)로 계산되어야 한다. 단, 25 m^3/h 이상이어야 한다.

표 8.8.2 한줄기 사수의 용량

노즐 크기 / 소화전 압력	16 mm	19 mm
0.27 N/mm^2	16 m^3/h	23.5 m^3/h

(3) 비상소화펌프가 (2)호에서 요구하는 물을 이송할 때 모든 소화전의 압력은 규정에서 정한 압력 이상이어야 한다.
(4) 비상소화펌프의 전체흡입수두와 유효흡입수두는 운항 중에 생길 수 있는 모든 조건(횡경사, 종경사, 횡동요, 종동요)에서 소화전의 압력과 펌프의 용량 요건을 고려하여 결정하여야 한다. 입거 및 하가하는 선박의 평형수 적재상태를 운항 조건으로 고려할 필요는 없다. 모든 경우에 비상소화펌프의 유효흡입수두는 요구되는 유효흡입수두보다 높아야 한다. 비상소화펌프의 설치 시 성능시험을 통해 **102.**의 3항 (2)호에서 요구하는 용량을 만족하는지 검증하여야 하며, 비상소화펌프가 주소화펌프가 설치된 구역을 보호하는 고정식 소화장치에 공급하는 물의 주공급원이라면 그 용량도 추가되어야 한다. 용량시험은 가급적이면 경하상태의 흡입위치에서 실시하여야 한다. 비상소화펌프의 흡입구가 다음과 같이 운항 중에 생길 수 있는 모든 조건(횡경사, 종경사, 횡동요, 종동요)에서 완전히 잠수된다는 것을 다음과 같이 문서화하여야 한다.
(가) 횡동요, 종동요 및 상하동요에 대한 해상운항 상태가 다음과 같이 적용되어야 한다. 경하운항 상태(승인된 복원성 자료(또는 신조에 대한 임시 복원성 계산)에서 얻어진 해수흡입구 및 비상소화펌프의 위치에서 가장 얕은 흘수가 주어지는 평형수 적재상태)가 고려되어야 하고, 횡동요와 결합된 상하동요 및 종동요와 결합된 상하동요는 별도로 고려되어야 한다.
(a) 종파에서의 종동요와 결합된 상하동요(**지침 그림 8.8.1**에서와 같이 종동요와 결합된 상하동요가 고려된다)

L (m)	75 이하	100	125	150	175	200	225	250	300	350 이상
Φ (deg)	4.5	4	3.2	2.7	2.3	2.1	1.8	1.7	1.6	1.5
H (m)	0.73	0.8	0.87	0.93	0.98	1.03	1.07	1.11	1.19	1.25

비고: 선박의 중간 길이 값은 선형보간법으로 구한다.
L : 국제 만재 흘수선 협약에서 정의된 선박의 길이(m) 또는 평형수 흘수에서 수선 간 길이 중에서 큰 값
Φ : **그림 8.8.1**에서 정의된 종경사각(정수 수선에서 아래 방향으로 측정된 값)

H : **그림 8.8.1**에서 정의된 상하동요 진폭

(b) 횡파에서의 횡동요와 결합된 상하동요

횡동요와 결합된 상하동요각(정수 수선에서 아래 방향으로 측정된 값)은 다음과 같이 주어진다.

(i) 빌지킬이 있는 선박 : 11°

(ii) 빌지킬이 없는 선박 : 13°

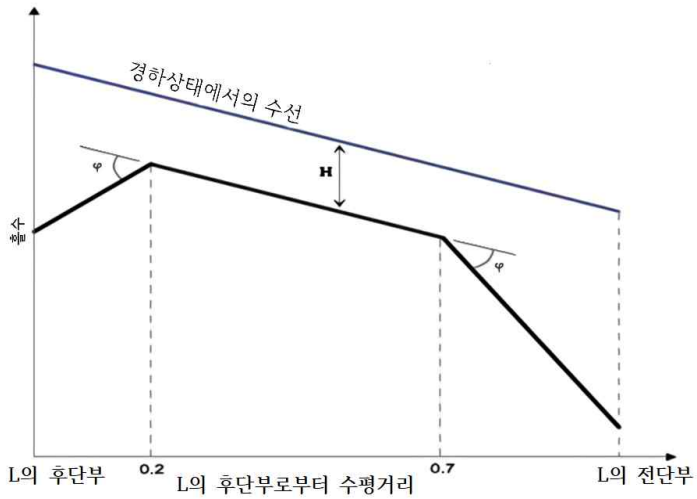


그림 8.8.1 종동요와 결합된 상하동요를 고려한 수선

(나) 비상소화펌프 흡입구는 다음의 2가지 조건에 부합하는 수선에서 잠수되어야 하며, 횡동요, 종동요, 상하동요는 적용하지 않아도 된다.

(a) 등흘수에서 프로펠러의 2/3가 잠기는 높이의 정적 수선(포드(pod) 또는 스러스트 추진장치(thruster)를 정비한 선박에 대해서는 특별히 고려되어야 한다.)

(b) 화물을 적재하지 않고 소모품 및 연료를 10 % 적재하고 있는 상황에서 승인된 트림 및 복원성 자료에 따른 입항 평형수 적재상태

(다) 평수구역만을 항해하는 선박은 (나) (a)에서 규정하는 정수에서의 잠수에 적합하여야 한다.

(5) 비상소화펌프의 디젤 동력원은 0℃의 저온상태에서 손(수동)으로 크랭크를 돌려서 즉시 시동될 수 있어야 한다. 이러한 시동이 불가능하거나 더 낮은 온도가 예상되는 경우, 디젤 동력원실에 난방이 제공되지 않아 이러한 즉시 시동이 확보되지 못하는 경우에는 우리 선급이 만족하는 디젤기관의 냉각수 또는 윤활유 시스템에 전기가열장치가 설치되어야 한다. 만약 손(수동) 시동이 실행 불가능하다면 우리 선급은 압축공기, 전기 또는 유압이나 시동 카트리지를 포함한 다른 축적된 에너지원이 시동 수단으로 사용하도록 허용할 수 있다. 이러한 수단은 해당 디젤 동력원을 30분 내에 최소한 6회, 처음 10분 이내에 최소 2회의 시동할 수 있어야 한다.

(6) 모든 서비스연료유탱크는 비상소화펌프를 전부하에서 최소 3시간 작동할 수 있어야 한다. 충분한 예비탱크를 A류 기관구역 밖에 설치하여 전부하상태에서 추가로 15시간 작동할 수 있어야 한다.

(7) 비상소화펌프 및 그 원동기가 설치된 장소는 보수작업 및 검사를 위해 적절한 공간을 갖추도록 한다.

(8) 비상소화펌프가 프라이밍이 필요한 경우 자흡식(self-priming)이어야 한다.

(9) 동력 비상소화펌프를 설치하는 경우 소화펌프가 설치된 구획의 화재가 연료나 동력공급장치에 쉽게 영향을 주지 않도록 배치하여야 한다. 또한, 비상소화펌프의 동력원이 설치되어 있는 구획에는 비상전원에 의한 조명과 유효한 통풍장치를 설치하여야 한다.

4. **규칙 102.**의 3항 (2)호 (가)에서 비상소화펌프실로의 단일 통로가 A류 기관구역이나 주소화펌프가 있는 구역과 인접한 기타구역을 통과할 경우, 그 기타구역과 A류기관구역 및/또는 주소화펌프가 있는 구역 사이를 A-60급 경계로 한다.

5. **규칙 102.**의 3항 (2)호 (나)에서 주소화펌프가 설치된 기관구역과 비상소화펌프가 설치된 구역 사이에 직접 통로가 있거나 비상소화펌프가 있는 구역으로의 접근을 위한 제2의 수단이 필수적인 경우 **지침 그림 8.8.2**를 표준 배치로 하여야 한다.

6. **규칙 102.**의 3항 (3)호에서 소화주관에 연결될 수 있도록 소화펌프의 개수와 용량이 요구량에 적합다면, 요구량 이상의 펌프 용량과 압력을 지닌 다른 펌프를 강제로 요구하지 않는다.

103. 소화호스 및 노즐 【규칙 참조】

알루미늄합금을 소화호스연결부와 노즐 재료로 사용할 수 있다. 단, 유탱커 및 케미컬탱커의 개방갑판에는 사용할 수 없다. 또한 소화호스노즐로 폴리카보나이트와 같은 플라스틱 재료를 사용할 경우 해상용으로 적합하여야 하고, 용량과 적합성을 기록한 자료를 마련해야 한다.

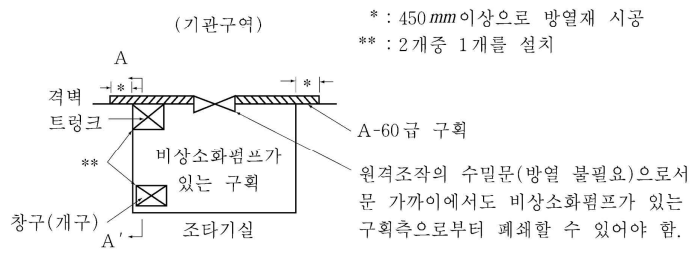
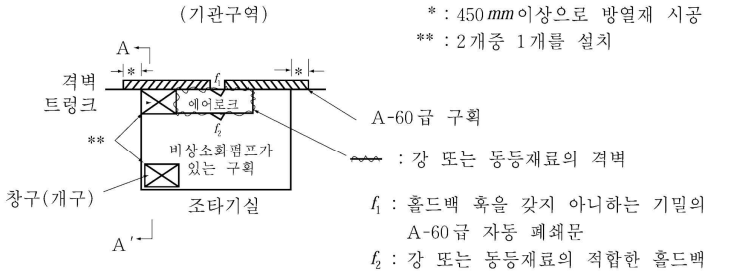
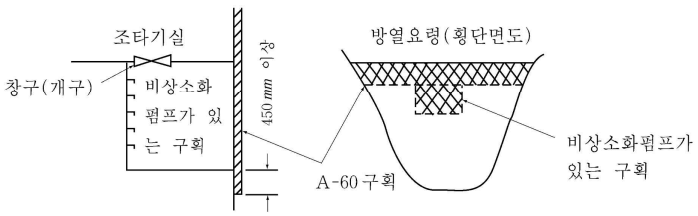
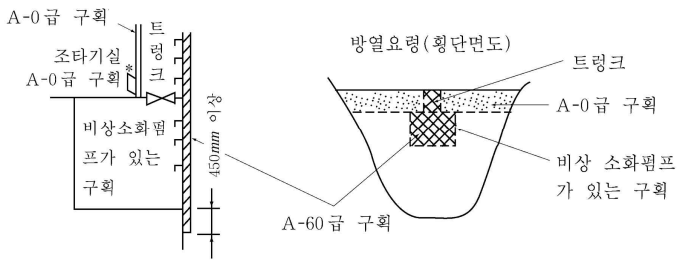
구조방식			구조상세
기관구역과 비상소화펌프실과의 사이에 직접 통로를 설치할 경우	제1통로	수밀문을 설치하는 경우	
		에어로크(Air lock)를 설치하는 경우	
	제2통로	창구(또는 개구)를 설치하는 경우	 (제1통로 그림의 단면 A-A′)
		트렁크를 설치하는 경우	 (제1통로 그림의 단면 A-A′) * 트렁크와 조타기실 사이에 자동폐쇄문을 설치하여도 좋음.

그림 8.8.2 기관구역 및 비상소화펌프가 설치된 구역내의 통로

제 2 절 휴대식 소화기

201. 형식 및 설계 【규칙 참조】

1. 모든 소화기는 IMO Res.A.951(23)에 따라 설계된 형식승인품이어야 한다.
2. 각 분말소화기, 이산화탄소소화기는 최소 5 kg 이상이어야 하고 각 포말소화기는 최소 9 L 이상이어야 한다. 모든 휴대식소화기의 중량은 23 kg를 초과할 필요는 없으며, 9 L 액체(fluid)소화기와 동등한 소화능력을 갖추어야 한다.
3. 해당 소화기의 승인된 충전제로 재충전하여야 한다.
4. **규칙** 401.의 2항 (1)호 및 402.의 2항 (1)호에서 휴대식포말방사기 유닛은 자체 유도형 또는 분리 인덕터와 조합되는 것으로서 소화호스로 소화주관에 연결할 수 있는 포말노즐/지관, 20 L 이상의 포말원액을 가진 휴대식 탱크 및 1개 이상의 동등한 용량의 포말원액 예비탱크로 구성되어야 한다. 또한 휴대식 방사기의 성능은 다음과 같다.
   (가) 노즐/지관 및 인덕터는 소화주관의 공칭압력에서 분당 200 L 이상의 포말용액 유량으로 유류화재 소화에 적합한 효과적인 포말을 생산할 수 있어야 한다.
   (나) 포말원액은 MSC/Circ.582/Corr.1에 따라 해당 선박의 기국 정부에 의해 형식 승인된 것이어야 한다. 다만, 기국 정부의 특별 규정이 없는 경우 SOLAS 체약국 정부 또는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
   (다) 휴대식 포말 방사기 유닛에 의해 생산된 포말의 포말 팽창 및 방출시간의 값들은 (나)에서 결정된 값의 ±10%를 초과하여 차이가 있어서는 안 된다.
   (라) 휴대식 포말 방사기 유닛은 선박에서 일반적으로 겪을 수 있는 주위 온도 변화, 진동, 습도, 충격, 충돌 및 부식을 견디고 막히지 않도록 설계되어야 한다.

202. 소화기의 배치 【규칙 참조】

1. 휴대식소화기의 개수 및 배치는 다음에도 적합하여야 한다.
   (1) 사람이 없을 때 잠겨 있는 구역의 휴대식 소화기는 그 구역의 안쪽 또는 바깥쪽에 둘 수 있다.
   (2) 휴대식 소화기의 선택은 IMO Res.A 951(23)에 따라 구역의 화재위험성에 적합하여야 하며, 휴대식 소화기의 분류는 **지침 표** 8.8.3-1를 참고한다.
   (3) **지침 표** 8.8.3에서 A류 기관구역의 휴대식 소화기의 수 및 배치는 IACS UI SC30, FSS **코드**, FTP **코드** 및 IMO MSC/Circ. 1120 또는 **규칙4절**에 특별히 언급되지 않은 경우에 적용되어야 한다.
2. **규칙** 202.의 2항에서 공용실 및 공작실에 있는 여분의 휴대식 소화기도 주출입구 또는 출입구 근처에 배치하는 것을 권고한다.

표 8.8.3 구역별 휴대식 소화기의 최소 수량 및 배치

구역 종류		소화기의 최소 수	소화기 분류[6]
거주 구역	공용실	갑판구역 1개/250 ㎡ 또는 단수마다	A
	복도	각 갑판 및 주수직구역 내에서 통로길이 25 m마다	A
	계단	0	
	화장실, 선실, 사무실, 식자재실(조리기구 없음)	0	
	병원	1	A
업무 구역	세탁건조실, 식자재실(조리기구 있음)	1[2]	A 또는 B
	로커 및 저장품실(갑판면적 4 ㎡ 이상), 편지 및 수화물실, 금고실, 공작실(기관구역, 조리실의 일부 아님)	1[2]	B
	조리실	1 (B급) + 1 (F 또는 K급, 튀김기가 있는 경우)	B, F 또는 K
	로커 및 저장품실 (갑판면적 4 ㎡ 미만)	0	
	가연성 액체가 저장된 그 외의 구역	**규칙 8장 503.**에 따름.	
제어 장소	제어장소 (선교 이외)	1	A 또는 C
	선교	2 (선교의 면적이 50 ㎡ 미만인 경우는 1개[3])	A 또는 C
A류 기관 구역	추진기관의 중앙제어장소	1 (주 배전반이 있는 경우, 1개 추가)	A 및/또는 C
	주 배전반 근처	2	C
	공작실	1	A 또는 B
	연료 연소 불활성가스 발생기, 소각기 및 쓰레기 소각장치가 있는 폐위구역	2	B
	연료유 청정기가 있는 분리된 폐위구역[7]	0	
	정기적으로 무인화되는 A류 기관구역	통로마다 1[1]	B
그 외의 구역	기관구역내의 공작실 및 기타 기관구역(보조기관구역, 전기설비구역, 자동전화교환실, 에어컨룸, 다른 유사지역	1	B 또는 C
	노출갑판	0[4]	B
	로로구역 및 차량구역	각 갑판 위치의 소화기로부터 보행거리 20 m거리마다[4],[5]	
	화물 구역	0[4]	B
	화물펌프실	2	B
	헬리콥터 갑판	**규칙 11장 4절**에 따름.	B

(비고)
(1) 작은 구역에서 요구되는 휴대식 소화기는 그 구역의 바깥쪽 입구 근처에 배치한다.

표 8.8.3 구역별 휴대식 소화기의 최소 수량 및 배치 (계속)

(2) 업무구역에서, 작은 구역의 바깥쪽 또는 그 구역의 입구에 비치된 소화기는 그 구역 내에 설치한 것으로 간주한다.
(3) 선교가 해도실 근처에 있고 해도실로 가는 직접 통로가 있으면 추가의 소화기를 해도실에 비치할 필요는 없다. 여객선의 안전센터가 선교와 같은 경계구역에 있으면 동일하게 적용한다.
(4) 노출갑판, 개방된 로로구역 및 차량구역, 화물구역에 위험물을 운송할 경우 6kg 이상의 분말 또는 동등한 성능의 휴대식 소화기 2개를 비치한다. 탱커의 경우, 적정한 용량의 휴대식 소화기 2개를 노출갑판에 비치하여야 한다.
(5) 연료유를 적재한 차량을 개방 또는 폐위된 컨테이너로 운송할 경우 컨테이너선박의 화물창에 휴대식소화기를 비치할 필요는 없다.
(6) 소화기 분류는 IMO Res.A 951(23)에 따르며, **지침 표 8.8.3-1**과 같다.
(7) 분리된 폐위구역은 갑판에서 갑판까지 강재로 된 격벽으로 폐위되고, 문은 강재의 자동폐쇄되는 문이어야 한다. 또한 그 구역에 설치된 통풍장치, 화재탐지장치, 고정식 소화장치는 독립되어야 한다.

표 8.8.3-1 소화기 분류

국제 표준화기구 (ISO 표준 3941)	미국방화협회(NFPA 10)
A급 : 일반적으로 유기물 성질이며 재의 형성을 일으키는 고체물질과 연관된 화재	A급 : 나무, 의류, 종이, 고무 및 여러 종류의 플라스틱 등, 일반적인 연소성 물질로 일어나는 화재
B급 : 액체 또는 액화 가능한 고체와 연관된 화재	B급 : 가연성 액체, 기름, 유지, 타르, 유성페인트, 래커와 가연성 가스로 일어나는 화재
C급 : 가스와 연관된 화재	C급 : 소화제의 전기 비전도성이 중요한 경우, 전류가 흐르는 전기 장치와 연관된 화재(전기장치의 전류가 흐르지 않을 경우, A급 또는 B급 화재용 소화기로 안전하게 사용될 수 있다.)
D급 : 금속과 연관된 화재	D급 : 마그네슘, 티타늄, 지르코늄, 나트륨, 리튬 및 칼륨과 같은 가연성 금속과 연관된 화재
F급 : 요리용 기름과 연관된 화재	K급 : 요리용 유지, 지방 및 기름과 연관된 화재

제 3 절 고정식 소화장치

301. 고정식소화장치의 형식

1. **규칙 301.**의 1항 (1)호에서 고정식 가스소화장치는 다음 사항에도 적합하여야 한다. **【규칙 참조】**
(1) **FSS 코드 5장 2.1.2.3**에 명시된 소화장치의 예비부품은 아래와 같이 본선에 비치하여야 한다.
(가) 모든 용기의 파괴봉관(기동용의 것 및 패킹을 포함)
(나) 모든 용기의 안전봉관의 3분의 1(기동용의 것 및 패킹을 포함)
(다) 모든 용기의 10분의 1을 재충전하는데 필요한 패킹, 오링류 및 보수점검을 위한 공구류 등
(2) **FSS 코드 5장 2.1.2.6**에서 이 요건은 적합한 계산법으로 점검할 수 있다.
(3) 기관구역과 화물펌프실용 고정식 가스소화장치가 해당 소화장치에 의하여 보호하는 구획 내에 소화제를 격납하는 경우에는 다음의 요건에 적합하여야 한다.
(가) 보호구역에 저장된 소화제 격납 용기는 (다)의 경우를 제외하고 최소한 6개의 분리된 장소에 용기나 그룹용기를 배치하여 구역전체에 분배되도록 한다.
(나) 2중 방출동력관을 배치하여 모든 용기를 동시에 방출하여야 한다. 임의의 방출동력관이 손상되더라도 6분의 5 소화가스를 배출할 수 있도록 방출관을 배치한다. 용기밸브를 방출관의 일부로 간주하며 단일 고장도 그 용기 밸브의 고장에 포함한다.
(다) 최소형의 용기를 사용하여도 6개 미만의 격납용기가 필요한 경우, 다음의 조건을 만족하면 6개소에 분산 배치하지 않아도 된다.
(a) 소화제의 총량이 1개의 방출관이 실패(용기 밸브 고장 포함)하여 단일 고장으로 1개의 용기가 방출하지 못할

경우에도 나머지 용기에서 가스소화 요구량의 5/6를 방출할 수 있다. 최소 2개의 용기로 가능하도록 한다.

(b) 전체소화가스량을 동시에 배출할 때 기관실의 최고온도에서 계산된 관찰되지 않은 역효과값(NOAEL)을 초과하지 아니하여야 한다. 이에 적합하지 않은 시스템에서 보호구역 내에 1개의 용기를 사용하는 경우는 허용되지 않는다. 이러한 시스템은 보호구역 밖의 지정된 장소에 용기를 저장하여야 하며, **규칙 303.**에 적합하여야 한다.

(4) **FSS 코드 5장 2.2.1.7**에 명시된 "가스의 양"은 **FSS 코드 5장 2.2.1.1**의 가장 큰 화물구역에 요구되는 양을 의미한다. *(2018)*

(5) **FSS 코드 5장 2.2.2**의 요건은 **FSS 코드 5장 2.1.3.2**에서 명시된 구역에 적용한다. **FSS 코드 5장 2.1.3.2**에서 전형적인 화물구역이라 함은 로로구역 또는 냉동컨테이너 적재장소를 제외한 화물구역을 말하며, 전형적인 화물구역에서는 소화제 방출을 자동으로 가시가청할 수 있는 경보수단을 갖출 필요가 없다.

(6) **FSS 코드 5장 2.2.3**에서의 압력시험은 소화장치 설치 후 모든 배관에서 사용압력으로 수행되어야 하며, 제어밸브 이후의 방출관장치는 7bar 이상의 압력으로 실시되어야 한다. *(2018)*

(7) 저압식 고정식 가스소화장치가 설치된 경우, 노즐에서의 CO_2 압력이 1 N/mm^2 이상되도록 배관을 설계하여야 한다. *(2022)*

2. **규칙 301.**의 1항 (2)호에서 고정식 포말소화장치는 다음 사항에도 적합하여야 한다. *(2018)*

(1) **FSS 코드 6장 3.2.1.2와 3.3.1.2**에 명시된 "가장 큰 보호구역"은 FSS 코드 요건에 적합한 고팽창포말소화장치에 의해 보호되는 A류 기관구역에 적용한다.

(가) (1)호의 기관구역이 케이싱을 포함하는 경우(예를 들어 내연기관 및/또는 보일러를 포함한 A류 기관구역의 엔진 케이싱)에는 그러한 케이싱의 체적 중 기관구역의 가장 높은 곳에 위치한 화재의 위험이 있는 대상을 보호하기 위한 포말이 채워지는 위치를 초과한 높이는 보호구역의 체적에 포함될 필요가 없다.

(나) (가)에서 "기관구역 내의 가장 높은 곳에 위치한 화재의 위험이 있는 대상을 보호하기 위한 포말이 채워지는 위치"는 다음 값 이상이어야 한다. (**그림 8.8.3** 참조)

(a) 화재 위험 대상의 가장 높은 지점으로부터 1m 상부의 높이

(b) 케이싱의 가장 낮은 지점

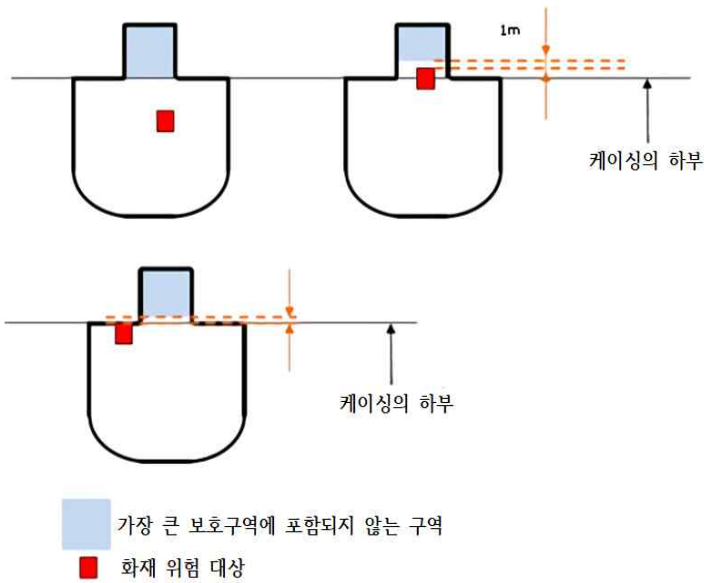


그림 8.8.3 엔진 케이싱이 있는 기관구역의 가장 큰 보호구역

(다) (1)호의 기관구역이 케이싱을 포함하지 않는 경우에는 가장 큰 보호구역의 체적은 기관구역 내에 있는 화재 위험 대상의 위치와 관계없이 해당 구역 전체의 체적으로 한다. (**그림 8.8.4** 참조)

(라) 화재의 위험이 있는 대상은 **규칙 1장 103.**의 31항과 34항에 열거된 대상을 포함하며 이에 국한되지 않는다. 이러한 규칙에서 언급되지 않더라도 배기가스 보일러나 연료유 탱크와 같은 유사한 화재의 위험을 갖는 대상물들이 포함될 수 있다.

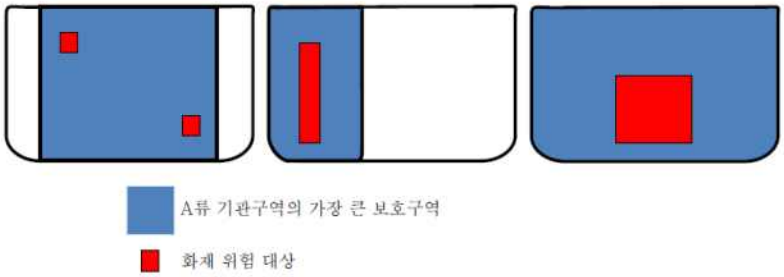


그림 8.8.4 엔진 케이싱이 없는 기관구역의 가장 큰 보호구역

(2) 외부공기식 고정식 고팽창포말소화장치는 **지침 그림** 8.8.5, 내부공기식 고정식 고팽창포말소화장치는 **지침 그림** 8.8.6를 참조한다.

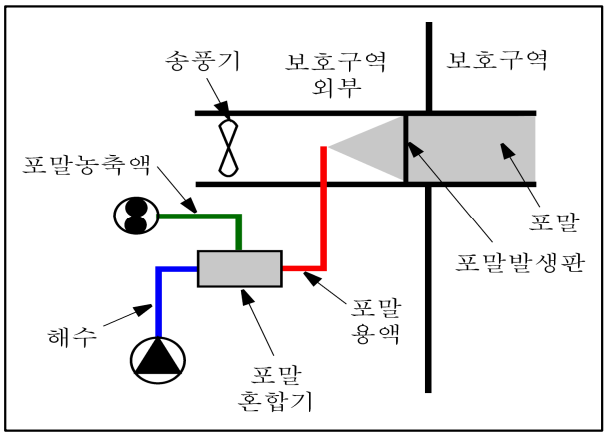


그림 8.8.5(외부공기식)

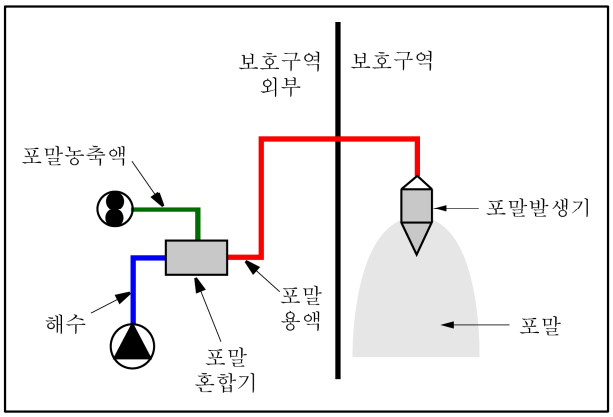


그림 8.8.6(내부공기식)

3. **규칙** 301.의 1항 (3)호에서 고정식 가압수분무소화장치 및 동등한 미분무수소화장치는 다음에 적합하여야 한다.
(1) 기관구역 및 화물펌프실용 고정식 가압수분무소화장치와 이와 동등한 미분무수소화장치는 IMO MSC/Circ.1165, MSC.1/Circ.1269, MSC.1/Circ.1386 및 MSC.1/Circ.1458에 따라 우리 선급의 승인을 받아야 한다. *(2018)*
(2) 여객선 선실 발코니용 고정식 가압수분무 및 동등한 미분무수소화장치는 IMO MSC.1/Circ. 1268에 따라 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

303. 소화제의 보관실 【규칙 참조】

소화제 보관장소는 탄산가스소화장치용 탄산가스를 보관하는 장소를 말한다. 또한 화물창을 보호하는 소화제의 보관장소는 화물창 전방이면서 충돌격벽 후방에 위치할 수 있다. 다만 소화제 방출을 위한 국부수동 방출장치 및 원격 제어를

설치하고 그 원격제어의 보호구역 내에서 화재 시 작동될 수 있도록 견고한 구조로 하거나 보호되어야 한다. 또한 서로 다른 화물창에 다른 양의 소화제 방출로 보호되는 경우 원격방출장치가 있어야 한다.

제 4 절 기관구역의 소화장치

401. 기름보일러 또는 연료유장치가 있는 기관구역 【규칙 참조】

보일러실의 소화장치는 **지침 표 8.8.4**에 따른다. 이 때 불활성가스발생기, 소각기, 폐기처리장치와 같이 보일러 이외의 기름연소기계에서 요구되는 소화장치의 종류와 개수는 보일러실과 같은 것으로 간주한다.

402. 내연기관이 있는 A류 기관구역 【규칙 참조】

내연기관이 있는 A류 기관구역의 소화장치는 **지침 표 8.8.4**에 따른다.

표 8.8.4 소화장치

A류 기관구역 \ 소화설비		고정식 소화장치	(1)휴대식 포말방사기	휴대식 포말소화기	추가 휴대식 포말소화기	135리터 포말소화기	(2)45 리터 포말소화기	(3)모래상자
보일러실	기름보일러	1	1	2N	NA	1(4)	-	N
	기름보일러 및 연료유장치	1	1	2N+2	NA	1(4)	-	N
기관실	연료유장치만 있는 장소	1	-	2	NA	-	-	-
	내연기관구역	1	1	x		-	y	-
	내연기관 및 연료유장치	1	1	x		-	y	-
보일러실 기관실	내연기관, 기름보일러 및 연료유장치구역	1	1	(2N+2) 또는 x 중 큰 값		1(4)	y(5)	N

비고)

여기서

N = 점화구역의 수, "2N"이란 2개의 소화기를 각 점화구역에 비치하여야 한다.

x = 충분한 수, 각 구역에서 최소 2개이며 최소한 1개 휴대식소화기를 어느 장소로부터 10미터 거리내에 비치하여야 한다.

y = 충분한 수, 모든 연료유나 윤활유 압력장치, 동력장치 및 기타 화재위험이 있는 곳으로 포말이 도달할 수 있도록 한다.

(1) 입구 외부에 위치할 수 있다.

(2) 화물선의 소구역 외부에 배치할 수 있다.

(3) 모래량은 0.1 m^3으로 부삽이 있어야 한다. 모래상자를 휴대식소화기로 대체할 수 있다.

(4) 국내 항해하는 화물선으로 175 kW 미만 보일러인 경우 적용하지 아니한다.

(5) 보일러가 있는 기관구역과 내연기관이 있는 기관구역인 경우 적용한다. 다만, 45 리터 소화기로 보호되는 장소를 135 리터 소화기로 쉽게 효과적으로 보호할 수 있으면 45 리터 소화기를 생략할 수 있다.

405. 여객선의 추가요건 【규칙 참조】

물분무방사기는 소화호스에 부착될 수 있는 길이 2 m 정도의 긴 지관과 고정식 물분무노즐이 부착되거나 물분무노즐을 부착할 수 있는 길이 250 mm 정도의 짧은 지관인 금속형 L관으로 구성될 수 있다.

406. 고정식국부소화장치 【규칙 참조】

1. 선박에 설치되는 소화장치의 성능은 MSC.1/Circ.1387의 요건에 따라 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다. 노즐은

MSC/Circ.1165(MSC.1/Circ.1269 개정사항 포함)의 요건에 따라 해당 선박의 기국 정부의 형식승인을 받아야 한다. 다만, 기국 정부의 특별 규정이 없는 경우 SOLAS 체약국 정부 또는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. 시스템 주요 요건

(1) 시스템 작동

(가) 이 장치는 수동으로 방출할 수 있어야 한다.

(나) 시스템의 작동은 전원 손실 또는 조종성능의 감소를 초래할 수 있는 기관의 정지, 연료탱크 출구밸브의 폐쇄, 인원 대피 또는 구역의 밀폐를 요구해서는 안 된다. 이 요건은 청수를 방출할 때 보호지역 내의 전기설비에 대한 요건을 규정하기 위한 것은 아니다.

(다) 작동 제어장치는 보호구역의 내부 및 외부에서 쉽게 접근할 수 있는 장소에 위치하여야 한다. 그 구역 내의 제어장치는 보호지역 내의 화재에 의하여 기능을 상실하지 아니하여야 한다.

(라) 이 장치 중 압력공급원의 구성품은 보호 지역 밖에 위치하여야 한다.

(마) 자동 작동 소화장치가 설치되는 경우에는 다음 요건에 적합하여야 한다.

(a) 소화제의 종류와 자동 방출의 가능성을 알리는 경고판을 각 출입구의 외측에 게시하여야 한다.

(b) 탐지장치는 신속한 작동을 보장하여야 하며 또한 사고 방출을 방지하기 위한 고려를 하여야 한다. 탐지장치의 분할 범위는 소화장치의 분할 범위와 일치하여야 한다. 2개의 승인된 화염 탐지기로 구성하거나 1개의 승인된 화염 탐지기와 1개의 승인된 연기탐지기로 구성하는 배치는 인정될 수 있다. 우리 선급이 인정하는 경우 그 외의 배치도 허용될 수 있다. 다만, 이 장치에 열탐지기를 사용하는 것은 원칙적으로 피해야 한다.

(c) 물의 방출은 탐지장치에 의하여 제어되어야 한다. 탐지장치는 어느 1개의 탐지기 작동 시 경보를 발하고 2개 이상의 탐지기가 작동하면 방출이 되도록 하여야 한다. 우리 선급이 인정하는 경우 그 외의 배치도 허용될 수 있다.

(d) 기관제어실 및 항해선교 또는 계속적으로 사람이 배치된 집중제어장소에 작동된 구역을 나타내는 가시가청의 경보를 발하여야 한다. 가청 경보는 단일음을 사용할 수 있다.

(바) 장치 동작지침서를 각 작동 위치에 게시하여야 한다.

(사) 기관실에 고정식 고팽창포말 또는 에어로졸 소화장치가 설치되는 경우, 국부소화장치가 이들 장치의 성능에 방해되는 것을 방지하기 위하여 적절한 조작상의 조치 또는 인터록을 제공하여야 한다.

(2) 노즐의 배치 및 물 공급

(가) 장치는 MSC.1/Circ.1387의 부속서에 따라 수행된 시험을 기초로 한 화재진압 능력을 가져야 한다. 선상에서 노즐의 설치는 MSC.1/Circ.1387의 부속서에 따라 성공적으로 시험된 배치를 반영하여야 한다. 시험된 배치에서 벗어나는 특별한 선상의 노즐배치가 예상될 경우, MSC.1/Circ.1387의 시나리오에 기초한 화재시험에 추가로 통과하여야 한다.

(나) 노즐의 위치, 형식, 특성은 MSC.1/Circ.1387의 부속서에 따라 시험된 제한 범위 내에 있어야 한다. 노즐의 위치는 소화장치의 분사에 방해되는 요소를 고려하여야 한다. MSC.1/Circ.1387의 부속서 3.4.2.4에 따라 보호하면 노즐의 일렬배치 또는 단일 노즐의 사용이 허용될 수 있다.

(다) 배관장치는 장치의 정확한 성능을 위하여 요구되는 유량 및 압력의 유용성을 보장하기 위하여 Hazen-Williams 수압계산법 및 Dracy-Weisbach 수압계산법 등과 같은 수압계산법에 따라 크기가 결정되어야 한다.

(라) 장치는 보호구역 내에서 분리 구획(separate section)으로 구분할 수 있다. 장치의 용량 및 설계는 최대 물용적을 필요로 하는 구획을 기초로 하여야 한다. 어떤 경우에도 최소용량은 단일 최대의 기관, 디젤 발전기 또는 기기 일부를 보호하는 단일 구획에 충분하여야 한다. 복수의 기관이 설치된 경우 최소한 2개의 구획으로 배치하여야 한다.

(마) 노즐과 배관은 일상적인 유지보수를 위하여 기관 및 기기에 접근하는 것을 방해하여서는 안 되며 기관구역내의 크레인 또는 기타 이송장비의 작동을 방해하지 않도록 설치하여야 한다.

(3) 장치 구성품

(가) 장치는 즉시 사용할 수 있어야 하며 화재의 진압, 소화 및 그 시간 내에 고정식 주소화장치의 방출을 준비하기 위하여 최소 20분간 물소화제를 연속적으로 공급할 수 있어야 한다.

(나) 장치 및 구성품은 기관구역의 통상적인 주위 온도 변화, 진동, 습기, 충격, 막힘 및 부식에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 보호구역 내의 구성품은 화재동안 발생할 수 있는 온도 상승에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 구성품은 MSC.1/Circ.1269에 의하여 개정된 IMO MSC/ Circ.1165의 부속서 A의 요건에 따라 시험되어야 한다.

(다) 장치 및 구성품은 우리 선급이 인정하는 국제 표준을 기초로 설계되고 설치되어야 하며 IMO MSC.1/Circ.1387 부속서의 적절한 요소에 따라 제조되고 시험되어야 한다.

(라) 이 장치의 압력공급원의 전기구성품은 보호구역 내에 위치할 경우 최소 IPX4 이상이어야 한다. 외부 전원을 요구하는 장치는 주전원으로만 급전할 수 있다.

(마) 필요한 시간동안 두 장치를 작동하는데 적합한 유량과 압력을 이용할 수 있다면, 국부소화장치의 물 공급은 물을 이용하는 주소화장치의 급수계통으로부터 급수할 수 있다. **규칙** 404., IMO MSC.1/Circ.1387 및 IMO MSC/Circ.1165(MSC.1/Circ.1237 및 MSC.1/Circ.1269, MSC.1/Circ.1386에 의하여 개정된 사항 포함)의 모든 요건에 만족할 경우, 국부소화장치는 물을 이용하는 주소화장치의 일부로 할 수 있다. 또한 그 장치는 주소화장치의 다른 부분으로부터 격리될 수 있다.

(바) 요구되는 압력과 유량을 보증하기 위하여 장치의 작동을 시험하기 위한 수단을 갖추어야 한다.

(사) 장치에 대한 예비품 및 운전 유지보수 지침서를 제조자의 권고에 따라 비치하여야 한다.

(아) 개방 헤드 장치의 방출관에는 막힘을 확인하기 위하여 시험 중 장치를 통하여 에어블로우를 하기 위한 접속부를 설치하여야 한다.

3. 고정식 국부소화장치로 보호되는 기관구역의 전기전자장비 *(2019)*

(1) 보호구역은 다음과 같이 적용한다. (**지침 그림** 8.8.7 참조)

(가) 보호 구역이라 함은 고정식국부소화장치가 설치된 기관구역을 말한다.

(나) 보호 지역이라 함은 고정식국부소화장치에 의한 보호가 요구되는 지역(구조물 또는 구조물의 일부도 포함)을 말한다.

(다) 인접 지역이라 함은 보호 지역 이외로써 직접 물분무에 노출된 지역과 상기 이외의 지역으로 물이 도달하는 지역을 말한다.

(2) 소화장치의 작동이 전원 손실 또는 선박 조종성능 감소를 초래해서는 안 된다. 보호지역 및 물분무에 직접 노출된 인접지역 내에 설치된 전기전자장비의 외피는 IP44 이상의 보호등급을 갖추어야 한다. 다만, 적합성을 입증할 수 있는 자료가 우리 선급에 의해 승인될 경우에는 제외한다. 물분무에 직접 노출되지 않는 인접지역에 설치된 전기전자장비는 설계 및 배치를 고려하여 적합성을 입증할 수 있는 자료가 우리 선급에 의해 승인될 경우, IP 44 미만의 보호등급을 갖출 수 있다. 적합성을 입증할 수 있는 자료는 전기전자장비의 흡입통풍구 위치와 냉각공기흐름을 보장하는 것이어야 한다.

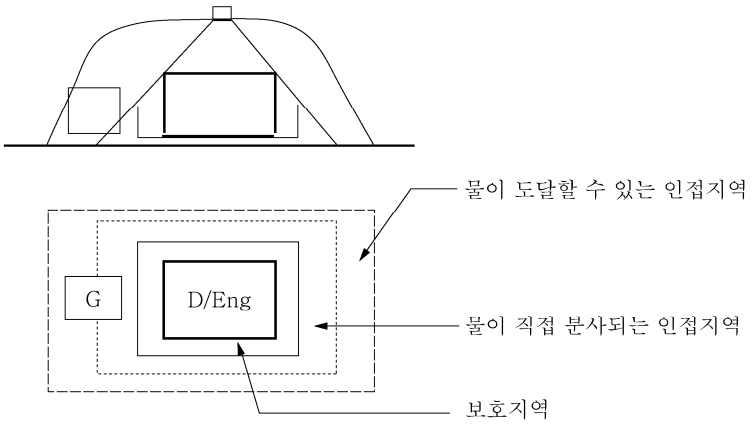


그림 8.8.7 보호지역

제 5 절 제어장소, 거주구역, 업무구역의 소화장치

501. 여객선의 스프링클러장치 및 물분무장치

규칙 501.의 1항에서 냉장실과 사우나, 세탁실과 같이 증기가 있는 기타장소에는 열탐지기의 설치가 허용된다. 또한, 냉장실에는 건관식 스프링클러장치의 설치가 허용된다. **【규칙 참조】**

503. 가연성 액체가 있는 장소

규칙 503.의 2항 및 3항에서 탱커의 화물지역에 있는 화물샘플 보관용 화물구역에는 이 요건을 적용하지 않는다. **【규칙 참조】**

504. 튀김기름을 사용하는 조리설비 【규칙 참조】

1. **규칙 504.**에서 "튀김기름을 사용하는 조리설비"는 일반적으로 많은 양의 기름을 사용하는 고정된 조리설비를 말한다. *(2018)*
2. **규칙 504.**의 1항에서 IMO가 인정하는 국제기준은 ISO 15371 또는 이와 동등한 기준을 말한다. *(2018)*

제 6 절 화물구역의 소화장치

601. 일반화물용 고정식가스소화장치*(2018)* 【규칙 참조】

1. 석탄운반선의 소화장치는 다음 요건을 만족하여야 한다.
   (1) 화물창내, 화물창에 직접개구를 갖춘 구역, 화물창 통풍구로부터 3 m 이내에 설치되는 전선 및 전기 설비는 **규칙 7편 3장 16절** 전기설비의 요건에 따른다.
   (2) 창구 덮개를 열지 않고 화물 상부의 대기(메탄, 산소 및 일산화탄소의 농도)를 측정하도록 휴대식 측정기를 비치하여야 한다. 또한 제한형의 측정구멍을(위벽을 관통하고 대기 중에서 사용 중에 화물 증기의 소량 누설을 인정하지만 사용하지 않을 때 완전히 폐쇄함) 각 화물창의 창구덮개 양현에 설치하여야 한다.
   (3) **규칙 901.**에서 요구하는 자장식호흡구를 2조 비치하여야 하며, 추가로 비치할 필요는 없다.
   (4) 고온 장소와의 인접한 배치는 다음 요건을 만족하여야 한다.
      (가) 화물창과 인접하는 기관구역 내 증기관, 배기관, 가열기 등 고온부가 화물창과 인접하지 아니하도록 적절한 간격으로 격리하여야 한다.
      (나) 화물창과 인접하여 기관구역 내 연료유탱크를 설치하는 경우, 가열코일은 가능한 화물창과 인접하지 않도록 배치하고 통상 50 °C 초과하지 아니하도록 적절히 조치하여야 한다.
      (다) 화물창과 인접하는 윤활유탱크 내 가열코일도 (나)와 동일하게 조치하여야 한다.
      (라) 통상 저질유를 사용하는 선박의 연료유장치가 화물창과 인접하는 경우, 이들 연료유탱크는 통상의 사용온도가 제한치보다 높으므로 원칙적으로 인접 배치가 인정되지 않지만, 부득이 배치한 경우 화물창 격벽 온도가 규정치 이상으로 상승하지 않도록 적절히 조치하여야 한다.
      (마) 탱크의 가열코일 및 관련설비가 제한온도를 초과하지 않도록 설치되는 경우, 관련 자료를 검토하여 (가)에서 (라)의 요건을 면제할 수 있다.
2. **규칙 601.**의 3항에서 총톤수 2000톤 미만인 인화점 60 °C를 초과하는 석유정제품을 적재하는 선박에는 고정식 소화장치의 설치가 요구되지 않는다. 또한 고정식 가스소화장치가 효과가 없기 때문에 이와 동등한 보호가 가능한 소화시스템을 설치하여야 하는 화물로는 Aluminium nitrate, Ammonium nitrate, Aammonium nitrate fertilizers, Barium nitrate, Calcium nitrate, Lead nitrate, Magnesium nitrate, Potassium nitrate, Sodium nitrate, Chilean natural nitrate, Sodium nitrate and potassium nitrate mixture, and Chilean natural Potassic nitrate가 있다.
3. **규칙 601.**의 4항에서 우리 선급에 의해 화재위험성이 적다고 인정되는 화물이란 **IMSBC 코드**의 부록 1에 열거된 석탄 관련사항과 IMO MSC.1/Circ.1395 최신판에서 고정식 가스 소화장치를 면제할 수 있거나 고정식 가스 소화장치가 효과적이지 않은 고체산적 화물 목록에 명시된 화물을 말한다. *(2022)*

602. 위험물에 대한 고정식 가스소화장치 【규칙 참조】

위험물을 운송하는 경우에는 총톤수 500톤 이상의 모든 선박에 해당된다. 또한 IMO MSC.1/Circ.1395 최신판의 표2에 있는 화물에 대하여 규칙 12장 201.의 1항 (2)호에서 정한 물공급으로 보호할 수 있는 것으로 본다. *(2022)*

603. 노출갑판 상부에 컨테이너를 운송하도록 설계된 선박의 소화

1. 규칙 603.의 2항에서 분리된 펌프 및 배관시스템으로 이동식 물 모니터를 설치하는 경우, 주소화펌프의 총용량이 180 m^3/h를 초과할 필요는 없으며, 소화 주관 및 물 공급관의 직경은 140 m^3/h의 배출에 대해서만 충분하면 된다. *(2018)* 【규칙 참조】
2. 규칙 603.의 2항에서 이동식 물 모니터가 주소화펌프에 의하여 공급되는 경우 필요한 소화펌프의 총용량과 배관 직경은 요구되는 수의 소화 호수와 이동식 물 모니터로 동시에 공급하기에 충분하여야 한다. 그러나 총용량은 다음 중, 작은 값 이상이어야 한다. *(2018)*
   (1) 빌지 흡입에 사용되는 경우, SOLAS Reg.II-1/42에서 요구하는 여객선 내의 독립형 빌지펌프 각각에 요구되는 양의 3/4
   (2) 180 m^3/h
3. 규칙 603.의 2항에서 비상소화펌프의 총용량은 72 m^3/h를 초과할 필요가 없다.
4. 노출갑판에 5단 이상의 컨테이너를 운송하도록 설계, 건조된 선박의 갑판 화물지역의 보호에 사용되는 이동식 물 모니터의 요건은 IMO MSC.1/Circ.1472에 따른다.

제 7 절 화물탱크 보호

701. 화물탱크 보호 【규칙 참조】

고정식 갑판포말장치는 다음 사항에도 적합하여야 한다.

1. FSS 코드 14장 2.1.2에서 포말용액탱크, 펌프와 같은 중요설비를 기관실에 설치할 수 있다.
2. FSS 코드 14장 2.1.3에서 갑판포말장치가 소화주관의 공통관에 의하여 공급되는 경우에는 이들 공통배관으로 모니터의 최소압력을 공급할 때 한 사람이 호스노즐을 효과적으로 관리할 수 있어야 한다.
3. FSS 코드 14장 2.3.2.3에서 좌현 및 우현에 위치하는 포말방사용 모니터는 화물탱크에 인접한 연료유 탱크 상부의 화물지역에 위치할 수 있다. 다만, 각 좌현 및 우현 모니터는 서로의 하부 및 후부 갑판을 보호하여야 한다. *(2022)*
4. 폐위된 파이프트렁크가 화물탱크 갑판구역에 있을 경우, 파이프트렁크는 다음 요건에 적합하여야 한다.
   (1) 규칙 801.에 적합한 고정식 소화장치에 의하여 보호되어야 하며, 소화장치는 파이프트렁크 밖에서 신속히 접근할 수 있는 곳에서 작동되어야 한다.
   (2) 화물탱크 갑판구역의 일부로 간주되지 않아야 한다.
   (3) 파이프트렁크 구역은 규칙 701.에서 요구된 갑판포말장치의 포말용액의 공급률 계산에 포함시킬 필요는 없다.
   (4) 규칙 2장 410.의 2항과 3항에 따라 적절히 환기되고 보호되어야 한다.
   (5) 파이프나 플랜지 이외에 가연성가스를 포함하는 매체를 가져서는 안 된다. 파이프트렁크에 다른 가연성가스를 포함하는 밸브 또는 펌프 등이 설치된다면, 화물펌프실로 간주한다.

제 8 절 화물펌프실 보호

801. 화물펌프실 보호 【규칙 참조】

1. 인화성 고압가스를 운송하는 탱커에는 추가로 휴대식 탄산가스소화기 또는 분말소화기를 2개를 비치하여야 하며 1개는 펌프 근처, 1개는 펌프실 입구에 비치하여야 한다. 또한, 인화성 고압가스가 누설될 수 있는 구역에는 가스탐지장치를 설치하여야 한다.
2. **규칙** 801.의 1항에서 가청경보장치는 인화성화물증기와 공기의 혼합물에서 사용상 안전하여야 하며 다음 요건에 적합한 공기식이나 전기식으로 할 수 있다.
   (1) 공기식 경보장치에서 정기적 시험을 요구할 경우 이산화탄소 연무상태에서 정전기가 발생할 가능성이 있으므로 이산화탄소 동작경보를 사용할 수 없다. 깨끗한 건조 공기라면 작동경보를 사용할 수 있다.
   (2) 전기식 경보장치를 사용하는 경우, 전기기기를 펌프실 밖에 설치하여야 한다. 다만, 승인된 본질안전형인 경우 제외한다.

제 9 절 소방원장구

901. 소방원장구 【규칙 참조】

1. 소방원장구는 다음의 요건에 적합하여야 한다.
   (1) 방호복의 요건은 ISO 6942에 따른다.
   (2) 고무장화 또는 기타 비전도성 장화의 요건은 IEC 60903에 따른다.
   (3) 탱커 및 위험지역에서 사용할 전기안전램프의 요건은 IEC 60079에 따른다.
   (4) FSS **코드 3장** 2.1.2.2 적용 시, 사용자에게 경보를 주는 가시 가청의 장치가 요구된다. 잔류 공기량이 200L 이하로 감소되었다는 것을 표시하는 압력표시기는 보충 조명의 필요성에 관계없이 시각 장치로 간주될 수 있다. *(2018)*

904. 소방원의 통신 【규칙 참조】

1. **규칙** 904.에서 요구하는 소방원의 통신을 위한 쌍방향 휴대식 무전기는 IEC 60079에서 정의하는 구역 “1”에서 사용하기에 적합한 승인된 안전형이어야 한다. 승인된 안전형이란 공인된 표준(IEC 60079 시리즈 및 IEC 60092-502)에 따라, 우리 선급이 인정하는 관련 기관에 의해 안전성이 인증된 전기설비를 말한다.
   장치의 그룹 및 온도 등급과 관련된 최소 요건은 소방원이 접근할 수 있는 선상의 위험구역에 대한 최대 제한 조건과 일치하여야 한다. *(2020)* ⚓

제 9 장 구조 보전

제 1 절 재료

101. 선체, 선루, 격벽, 갑판 및 갑판실의 재료 【규칙 참조】

갑판실, 갑판창고 등이 거주구역으로부터 분리 배치된 경우 각각 독립된 업무구역으로 간주할 수 있다. 이때 이 내부구역을 C급으로 할 수 있다. 이들 구역으로부터 갑판하부구역(예를 들면, 화물구역)에 있는 창구를 풍우밀로 할 수 있다. 또한 거주구역과 분리 배치된 기타 화재위험이 거의 없다고 인정되는 기관구역에서 갑판하부 구역으로 출입하는 창구도 풍우밀로 할 수 있다. 또한 거주구역, 업무구역, 제어장소의 계단은 강재나 이와 동등한 재료여야 한다.

제 2 절 알루미늄합금 구조

201. 알루미늄합금 구조

1. **규칙 201.**의 1항에서 하중이 걸리지 않는 경우라 함은 칸막이를 말한다. **【규칙 참조】**
2. 알루미늄 갑판의 아래면에 방열재를 부착하여 시험하는 경우, FTP **코드 부록**1의 **3편** 4.3에 따라 그 갑판의 윗면에서 측정한 결과를 적용한다.
3. 유조선 및 케미컬 탱커의 경우, 화물탱크, 화물탱크 갑판지역, 펌프실, 코퍼댐 및 화물가스가 축적될 수 있는 기타 장소에 건조도막 중량으로 알루미늄을 10% 이상 포함하는 도료를 사용할 수 없다.
4. 알루미늄도금관은 평형수탱크 및 불활성화물탱크에서 사용할 수 있으며, 사고시 충격으로부터 보호된다면 개방갑판의 위험지역에서 사용할 수 있다.

제 3 절 A류 기관구역

301. A류 기관구역

대기에 노출된 정부 및 케이싱은 방열할 필요는 없다. **【규칙 참조】**

제 4 절 선외 부착품의 재료

401. 선외 부착품의 재료 【규칙 참조】

선외배출관에 열에 약한 재료(PVC, FRP, 알루미늄합금, 납, 동, 동합금)의 사용이 금지되는 부분은 다음과 같다.

1. 건현갑판하의 외판에 선외개구를 갖는 배출관의 건현갑판하부 부분 (**지침 그림** 8.9.1 (a) 참조)
2. 건현갑판보다 상방의 외판에 선외개구를 갖는 경우, 만재흘수선상 150 mm 이하의 위치에 개구의 하단이 있는 경우에는 그 개구가 있는 구획내의 부분 (**지침 그림** 8.9.1 (b) 참조)
3. 1항에서 만재흘수선과 건현갑판과의 거리가 150 mm이하인 경우는 건현갑판 바로 위 구획내의 부분 (**지침 그림** 8.9.1 (c) 참조)

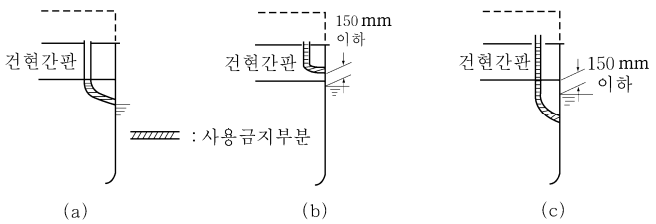


그림 8.9.1 열에 약한 재료의 사용이 금지되는 부분

제 5 절 탱커의 압력/진공으로부터 화물탱크구조 보호

501. 탱커의 압력/진공으로부터 화물탱크구조 보호

규칙 501.의 1항에서 압력/진공밸브의 압력설정, 부착, 검사 및 표시 등에 대하여는 다음에 따른다. 또한, 압력/진공밸브는 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다. **【규칙 참조】**

1. 압력설정

원칙적으로 정압측에서는 21 kPa 부터 14 kPa, 부압측에서는 3 kPa 부터 7 kPa 의 범위 내에서 압력을 설정하여야 한다. 다만, 화물유탱크가 특별히 보강된 경우, 정압측의 압력설정은 70 kPa 까지의 적절한 값으로 할 수 있다.

2. 부착방법

(1) 공통벤트방식의 벤트지관에 부착되는 압력/진공밸브에는 배기측의 출구와 흡기측의 입구는 별도로 하여야 하며, 배기측의 출구는 벤트관에 부착하여야 한다. 또한 흡기측의 입구는 화물유탱크로부터 벤트관에 부착하여서는 안 된다.

(2) 쉽게 접근할 수 있어야 한다.

3. 시험 및 검사

(1) 압력/진공밸브는 제조 후 다음의 시험 및 검사를 시행하여야 한다.

(가) 구조완성검사

(나) 수압시험

(다) 밸브 설정압력의 확인

(2) 선내시험

압력/진공밸브는 선내부착 후 원활히 작동되는지를 적절한 방법으로 확인한다.

4. 시험보고서

시험보고서에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

(1) 장치 상세도

(2) 시행된 형식시험 및 그 결과(모든 기록자료 포함)

(3) 승인된 부착물에 대한 설명

(4) 시험설비의 도면(부착된 입출구의 배관의 설명 포함)

(5) 시험한 장치의 모든 표시(6항 참조)

(6) 보고서번호

5. 취급설명서

각 장치에 대하여 다음 사항을 포함하는 취급설명서를 선박에 비치하여야 한다.

(1) 설치 방법

(2) 작동지침(장치에 플래임스크린 또는 고속배출장치가 함께 설치되는 경우, 적합한 최저화염불꽃틈새(MESG)에 대한 정보를 포함하여야 한다. 또한 장치를 안전하게 사용하기 위한 제한사항 및 장치의 적절한 설치요건도 기술하여야 한다.)

(3) 정비에 관한 요건(부식방지시스템의 정비에 대한 정보 포함)

(가) 장치에 대한 소제시기의 결정 및 소제 방법

사용자에 의한 개방정비가 허용되는 경우, 압력 및 유량을 최초의 상태로 복구시키기 위해 필요한 절차, 지침 및 다이어그램

(나) 증기응축물의 소제주기에 관한 설명(밸브로부터 응축잔류물을 소제하는 주기는 화물에 따라 다름)

(다) 명확한 압력 설정 방법(밸브의 분해 및 조립, 순서와 적절한 조립설명도 포함)

(라) 적하 및 양하 작업에 앞서 사용자가 밸브의 양정을 확인하기 위한 방법

(마) 완전한 밸브검사 방법 및 권장 검사주기

(4) 4항의 시험보고서

(5) 유량시험자료(정압 및 부압의 유량, 작동감도, 유동저항, 유속 및 입구 측의 최대 길이 포함)

(6) 제조자증서(장치를 국제규격에 적합하게 제조하고 시험하였음을 증명하는 것)

6. 표시

각 장치에는 다음과 같은 사항을 영구적인 방법으로 표시하여야 한다.

(1) 제조자명 또는 상표

(2) 형식, 모델 또는 기타 장치의 표시(장치의 독창적인 식별이 가능할 것)

(3) 입구의 크기(해당되는 경우, 출구의 크기 포함)
(4) 제조번호
(5) 장치의 배출방향
(6) 시험기관 및 보고서번호
(7) 압력 및 진공의 설정값

7. 압력/진공밸브의 대체장치

배기전용의 자동밸브와 흡기전용의 자동밸브를 1조로 부착하는 경우에 압력/진공밸브를 부착하지 않아도 좋다. 이 경우, 배기전용의 자동밸브 및 흡기전용의 자동밸브에는 1항 및 2항 중 각각의 배기측 및 흡기측의 기준을 적용한다.

502. 온도변화에 의한 소량의 흐름을 위한 개구 *(2022)* 【규칙 참조】

위험 구역의 분류는 IEC 60092-502:1999의 원칙 및 **규칙 7편 1장 1101.의 2항**에 따른다.

(1) 적하, 양하 또는 평형수 작업중에 다량의 가스 또는 증기를 방출하는 출구로부터 반경 6m 이내의 상부가 원통형(높이의 제한없음)으로 하부가 반경 6m 이내의 반구형의 개방갑판상의 구역 또는 반폐위구역은 IEC 60092-502-:1999 4.2.2.8항에서 **구역 "1" (Zone 1)**로 정의된다.
(2) 상기 (1)에 명시된 구역의 외칙 4m 이내의 구역은 IEC 60092-502:1999 4.2.3.2항에 지정된 대로 **구역 "2" (Zone 2)**로 정의된다.
(3) 전기설비 또는 케이블은 일반적으로 위험구역에 설치되어서는 안 되지만 운항 목적상 필수적인 경우에는 IEC 60092-502:1999에 따라 설치될 수도 있다.

503. 화물탱크의 안전조치

1. **규칙 503.**의 2항에서 동질의 화물인 경우 또는 증기가 서로 반응하지 않아 격리를 요구하지 않는 복수화물의 경우, 불활성가스 주관에 설치된 과부압 차단기(P/V breaker)를 2차 수단으로 사용할 수 있다. 만약 과부압 차단기의 조정압력이 **규칙 501.**에서 요구하는 벤트장치의 조정압력보다 높을 경우, **규칙 502.** 및 **규칙 2장 403.**의 4항의 높이 요건과 **규칙 2장 403.**의 3항의 화염침입을 방지하기 위한 요건은 과부압 차단기에 적용하지 않는다. 벤트장치가 자유유동식(free flow type)이고 양하 시 마스트정부에 있는 분리밸브가 잠긴 경우, 불활성가스장치를 우선 부압방지용으로 과부압차단기를 2차 수단으로 사용한다. **【규칙 참조】**
2. 동질의 화물인 경우 또는 증기가 서로 반응하지 않아 격리를 요구하지 않는 복수화물의 경우, **규칙 2장 403.**의 2항 (2)호 및 **부록 8-5** 의 2항 (10)호 (나)에서 요구하는 격리밸브는 책임사관의 통제 하에 작동되고 밸브의 작동상태를 명확히 볼 수 있는 표시가 요구되며, 밸브가 단순하여 기계적 손상 가능성이 적기 때문에 의도치 않은 폐쇄 또는 기계적 손상에 대비하여 2차 수단을 마련할 필요는 없다.
3. **규칙 503.**의 2항에 따른 2차 수단의 대체로서 압력감시장치를 설치하는 선박의 경우, 과압 경보의 설정값은 압력/진공 밸브의 과압설정값보다 높아야 하고, 부압 경보의 설정값은 압력/진공 밸브의 진공설정값보다 낮아야 한다. 경보 설정값은 화물탱크의 설계압력 범위 내에 있어야 한다. 설정값은 고정되어야 하고 작동 중에 차단되거나 조정되어서는 안 된다. 다만, 서로 다른 타입의 화물을 운송하고 각 화물용으로 다른 설정값을 갖는 압력/진공 밸브를 사용하는 선박에는 각각의 화물에 대한 설정값이 조정될 수 있다.

504. 벤트 출구의 치수 【규칙 참조】

IBC code 및 IGC code의 관련 조항을 포함하여 양하 및 평형수 작업시 개방갑판 지역이나 개방갑판의 반폐위구역에서 수직실린더의 전체 높이, 출구로부터 6 m 반경 이내 그리고 출구 하방 6 m 이내에 다량의 증기, 공기, 불활성가스를 허용하는 경우 구역 1(zone 1)으로 정하고 승인된 안전형 전기설비를 갖추어야 한다. 또한 구역 1(zone 1)을 초과하여 4 m 이내까지를 구역 2(zone 2)로 정하고 전기설비를 아래와 같이 구성한다.

(1) 구역 1에서 사용하는 승인된 안전형 설비
(2) 보통 작동 시 스파크가 발생하지 아니하는 고온형 설비
(3) 필요시 비전도성 유체에 내장되거나 캡슐로 포장된 설비
(4) 가압된 설비
(5) 구역 2 로 설계된 설비 (예를 들면, (KS C) IEC 60079-15에 의거 "n" 보호형식) ⚓

제 10 장 탈출 설비

제 2 절 탈출 설비

201. 일반요건 【규칙 참조】

1. 구명정 및 구명뗏목 승정갑판까지 안전하고 신속하게 탈출할 수 있도록 이 절의 규칙에 규정된 탈출로에 설치된 상부 창구는 다음에 적합하여야 한다.
(1) 고정장치는 양쪽에서 열 수 있는 형식이어야 한다.
(2) 창구덮개를 개방하는데 필요한 최대 힘은 150 N을 넘어서는 아니 된다.
(3) 창구덮개를 개방하는데 필요한 힘을 줄이기 위해 힌지 쪽에 스프링 평형장치, 평형추 또는 기타 적절한 장치를 설치할 수 있다.

202. 제어장소, 거주구역, 업무구역의 탈출설비

1. **규칙** 202.의 1항 (3)호에서 "우리 선급에서 기타 동등한 재료로 인정하는 경우"라 함은 **규칙 1장** 103.의 43항에 따르는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙** 202.의 1항 (4)호에서 무선실로부터 2개 탈출설비라 함은 탈출구가 서로 멀리 떨어져서 공통 탈출 통로를 갖지 아니하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
3. **규칙** 202.의 1항 (5)호를 적용함에 있어, ICLL Annex I Reg.12 (2)의 요건과 상충하는 경우 ICLL Annex I Reg.12 (2)의 요건을 우선하여 적용한다. *(2017)* **【규칙 참조】**
4. **규칙** 202.의 2항 (4)호 (마)에서 여객선에서 탈출장소의 표시는 MSC/Circ.777를 따른다. **【규칙 참조】**
5. **규칙** 202.의 2항 (5)호 (가)에서 조명이나 형광띠는 IMO Res.A.752(18) 및 ISO 15370을 따른다. **【규칙 참조】**
6. **규칙** 202.의 2항 (5)호 (다)에서 "국제해사기구가 개발한 지침"이라 함은 IMO MSC/Circ.1167 및 MSC/Circ.1168을 말한다. **【규칙 참조】**
7. **규칙** 202.의 2항 (7)호에서 여객선의 탈출분석은 MSC.1/Circ. 1533을 따른다. *(2019)* **【규칙 참조】**
8. **규칙** 202.의 3항에서 일반적으로 탈출설비는 다음 요건을 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**
(1) 탈출용개구의 크기는 맨홀(창 포함)은 600 mm × 400 mm, 소형 창구는 사각형인 경우 600 mm × 600 mm, 원형인 경우 *f* 600 mm 이상이어야 한다.
(2) 탈출로에서 개방갑판을 통하여 승정갑판으로 접근할 수 있도록 한다.
(3) 구명정이나 구명뗏목으로 직접 통하지 않더라도 통상 복도와 계단을 통하여 나갈 수 있다면 탈출설비로 인정할 수 있다. 이 때, 선실을 통하거나 수직사다리만을 이용하는 배치는 허용되지 않는다.
(4) 탈출설비로 사용되는 계단과 복도의 너비는 700 mm 이상이어야 하며 한쪽에 핸드레일을 설치하여야 한다. 너비 1,800 mm 이상인 계단과 복도에서는 양쪽에 핸드레일을 설치하여야 한다. 이 때 너비란 반대쪽 격벽과 핸드레일 사이 또는 양쪽 핸드레일 사이의 간격을 말한다.
(5) 계단 경사각은 일반적으로 45도이고, 50도를 초과해서는 안 된다. 기관구역과 소구역에서는 60도를 초과해서는 안 된다. 계단으로 이르는 통로의 최소 너비는 계단과 같아야 한다.
9. **규칙** 202.의 3항 (2)호에서 제2의 탈출설비는 해당 장소로부터 개방갑판으로 직접 탈출할 수 있는 계단으로 하거나 양쪽에서 조작할 수 있는 창구로 하여야 한다.
10. **규칙** 202.의 3항 (3)호에는 다음 사항에 적합하여야 한다.
(1) 구획에 계단폐위구역을 2개 설치하는 경우, 최소한 2개 갑판으로부터 외부로 나가는 문을 양현에 설치하여 구명정 및 구명뗏목의 승정장소에 쉽게 도달할 수 있도록 한다.(**지침 그림** 8.10.1 (a) 참조)
(2) 구획에 계단폐위구역을 1개만 설치하는 경우 최소한 개방 갑판으로 직접 나갈 수 있도록 각 갑판 마다 문을 1개 설치하여야 한다.(**그림** 8.10.1 (b) 참조)
11. **규칙** 202.의 3항 (2)호와 (3)호에서 "최하층 개방갑판"은 거주구역부근에서의 기선으로부터 가장 낮은 높이에 위치한 개방갑판으로 **규칙 7장** 103.의 3항 (2)호 (나) 및 104.의 2항 (2)호 (나)에서 정의한 분류 ⑩개방갑판을 적용한다.
12. **규칙** 202.의 3항 (4)호를 적용하면서, 막힌 복도를 불가피하게 설치하는 경우, 비상시 이 복도로 사람이 쉽게 들어오지 못하도록 설계하여야 한다.
13. **규칙** 202.의 4항 (1)호를 적용하면서, 비상탈출용호흡구(EEBD)는 다음 요건을 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**
(1) 비상탈출용호흡구는 위험한 대기를 가진 구역으로부터 탈출용으로만 사용되는 공기공급 또는 산소장치이며, 이는

승인된 형식의 것이어야 한다.

(2) 비상탈출용호흡구는 소화용으로, 또는 산소결핍 보이드스페이스 또는 탱크에 입실용으로 사용되어서는 아니 되며 소방원이 착용하여서는 아니 된다. 이 경우에는 이러한 목적으로 특별히 비치된 자장식호흡구를 사용하여야한다.

(3) 안면용품은 적절한 방법에 의하여 위치가 고정되어 눈, 코 및 입 주위를 완전히 밀봉시키도록 설계된 얼굴 덮개를 말한다.

(4) 두건은 머리 및 목을 완전히 덮고 어깨 일부를 덮을 수 있는 머리 덮개를 말한다.

(5) 위험한 대기는 생명 및 건강에 즉각적으로 위험한 대기를 말한다.

(6) 비상탈출용호흡구는 10분 이상 동안 지속적으로 사용할 수 있어야 한다.

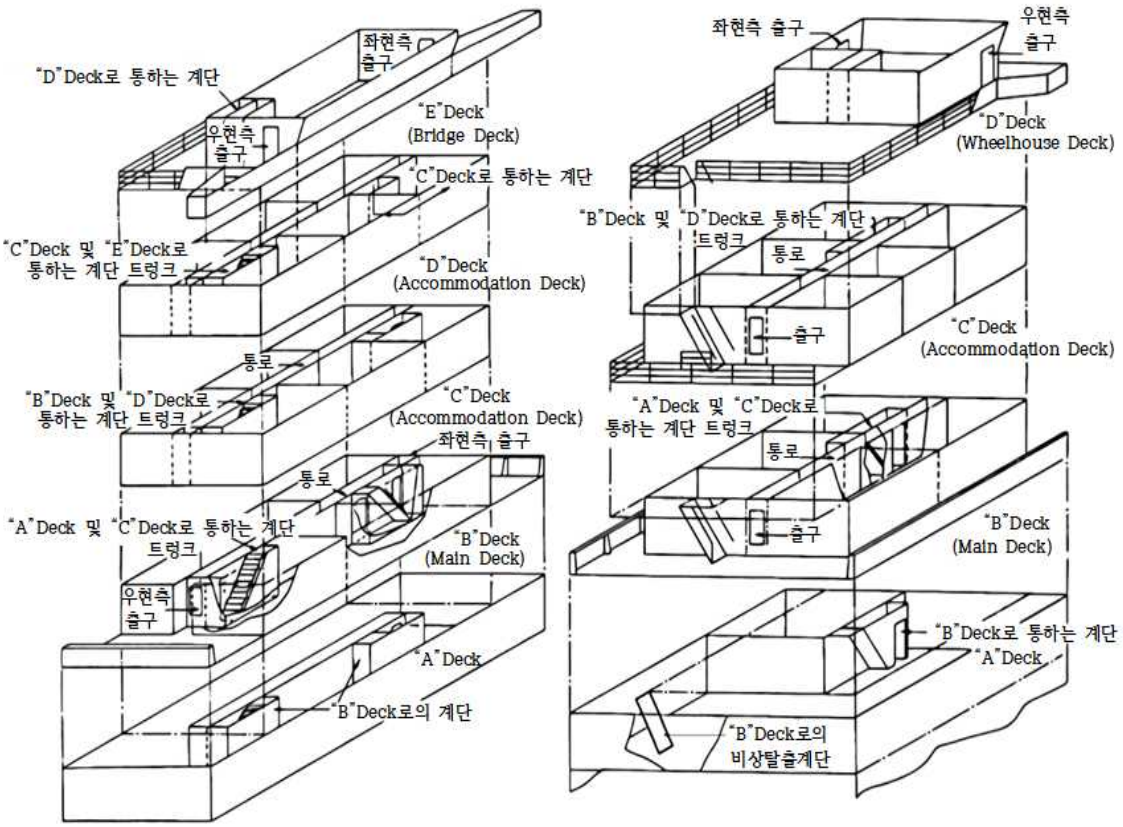
(7) 비상탈출용호흡구는 탈출동안에 눈, 코 및 입을 보호하기 위하여 두건 또는 안면용품을 적절히 포함하여야 한다. 두건 및 안면용품은 불연성 재료로 제작되고 눈으로 볼 수 있도록 시야를 방해하지 아니한 창을 포함하여야 한다.

(8) 사용하지 않는 비상탈출용호흡구는 손을 사용하지 않고 휴대할 수 있어야 한다.

(9) 비상탈출용호흡구의 저장 시, 환경으로부터 적절히 보호되어야 한다.

(10) 비상탈출용호흡구 표면에는 이들의 사용을 명확하게 설명하는 간단한 지침서 또는 도해가 명확하게 인쇄되어야 한다. 위험 대기로부터 안전하게 탈출하는 데 시간이 없는 상황에 대비하여 착용절차는 쉽고 빨라야 한다.

(11) 정비요건, 제조자의 상표 및 제조번호, 제조일자를 동반한 유효기간 및 승인관청의 이름을 각 비상탈출용호흡구 바깥면에 인쇄하여야 한다. 모든 훈련용 비상탈출용호흡구를 명확하게 표시하여야 한다.



(a) 트렁크에 의해 보호되는 계단이 2개인 경우 (b) 트렁크에 의해 보호되는 계단이 1개인 경우

그림 8.10.1 탈출 설비

203. 기관구역의 탈출수단

1. **규칙 203.**의 1항과 2항에서 A류 기관구역부터 개방갑판까지 탈출설비는 다음 요건을 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**

(1) 탈출수단중 하나는 규칙에 따라 다음과 같이 배치하여야 한다.

(가) 해당 구역에 대하여 규정에서 요구하는 바와 같이 폐위 방열하여야 한다. 사다리를 고정할 때 기관구역의 화재 시 방열되지 아니한 고정점을 통하여 열전달이 되지 않아야 한다.

(나) 자동폐쇄문은 설치된 격벽의 화재방열성을 지녀야 한다. 이 트렁크로 가는 다른 출구가 있다면 같은 자동폐쇄문으로 한다.

(2) A류 기관구역으로부터 개방갑판까지 탈출로에서 로로구역 또는 차량구역을 이용하는 것이 불가피할 경우 다음 요건을 만족하여야 한다.

(가) 로로구역, 차량구역을 지나가는 탈출로는 1개로 제한한다. 다른 통로는 로로구역 또는 차량구역 이외의 구역을 지나가거나 폐위 탈출 트렁크를 통하도록 한다. 이 때 규정에 따라 트렁크는 복도의 화재방열성을 적용하여야 한다.

(나) 로로구역, 차량구역 내의 탈출로는 가능한 짧아야 하며, 화물에 의해 통행이 방해를 받지 않도록 견고하고 영구적인 구조물에 의해 통로를 확보하여야 한다.

(3) 화재방열성은 복도나 로비와 동등하게 처리하며 **규칙 표 8.7.1~8.7.8**에 따른다.

(4) A류 기관구역용 보호폐위구역 이외 탈출설비가 1개만 있는 경우 각 갑판마다 보호폐위구역에 자기폐쇄형문을 설치하여야 한다.

(5) 이 조에서 사다리라 함은 계단, 사다리를 총칭한다. 플렉시블 와이어로프가 있는 사다리는 이 탈출로로 인정되지 않는다.

2. **규칙 203.**의 2항 (3)호에서 화재 위험이 거의 없거나 전무한 기관구역, 통상 업무에 종사하지 않는 기관구역 또는 소구역으로부터의 탈출로는 1개로 할 수 있다. 다만, 그 탈출로는 A류 기관구역을 통과할 수 없다. 또한 축로를 설치할 경우 축로후부에 탈출로를 설치하여야 한다. (**지침 그림 8.10.3** 참조) **【규칙 참조】**

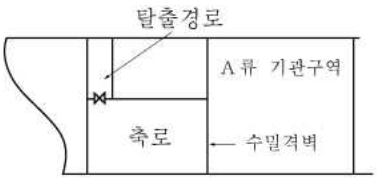


그림 8.10.3 소구역으로부터의 탈출

3. **규칙 203.**의 3항에서 비상탈출용 호흡구의 최소개수는 다음과 같다. **【규칙 참조】**

(1) 주 추진용 내연기관을 포함하는 A류 기관구역 내

(가) 기관제어실이 기관구역 내에 위치한 경우: 1개

(나) 작업장: 1개, 다만 작업장으로부터 탈출로에의 직접적인 접근이 가능한 경우에는 비치가 요구되지 않는다.

(다) 탈출로(기관구역의 하부에 위치한 폐위된 탈출용트렁크 또는 수밀문은 제외) 근처의 각 갑판 또는 플랫폼에 1개씩 비치하여야 한다.

(2) 주 추진용 내연기관 이외의 것을 포함하는 A류 기관구역에는 탈출로(기관구역의 하부에 위치한 폐위된 탈출용트렁크 또는 수밀문은 제외) 근처의 각 갑판 또는 플랫폼에 적어도 1개씩 비치하여야 한다.

(3) 기국의 요건이 (1)호 및 (2)호와 상이한 경우 기국의 요건을 따라야 한다.

4. **규칙 203.**의 3항 (3)호에서 비상탈출용 호흡구는 **지침 202.**의 12항에 적합하여야 한다. *(2017)*

5. **규칙 203.**의 1항과 2항에 추가하여 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(1) 탈출로의 일부이거나 탈출로까지의 접근설비이지만 보호폐위구역 내에는 위치하지 않은 기관구역내의 경사사다리 및 계단은 경사도가 60° 이하여야 하며 최소너비(clear width)는 600 mm 이상이어야 한다.
이 요건은 탈출로의 일부를 구성하지 않는 경사 사다리 및 계단에는 적용하지 않는다. 또한, 기관구역내의 주요 플랫폼이나 갑판상의 한 곳으로부터 단지 의장품이나 기기 또는 유사한 구역에 접근하기 위해 설치된 경사사다리 및 계단에도 적용하지 않는다.

(2) 내부치수는 **지침 그림 8.10.4**와 같이 최소 너비로 해석하여야 하며, 통로는 폐위구역의 수직방향 전체를 통하여 방열 처리된 선체구조, 의장품이 간섭되지 않는 800 mm의 지름을 가져야 한다. 폐위구역내의 사다리는 폐위구역 내부치수에 포함될 수 있다. 보호폐위구역이 수평방향 부분을 포함하고 있는 경우, 수평방향 부분의 최소 너비는 600 mm 이상이어야 한다. 배치의 예는 **지침 그림 8.10.4**를 참조한다.

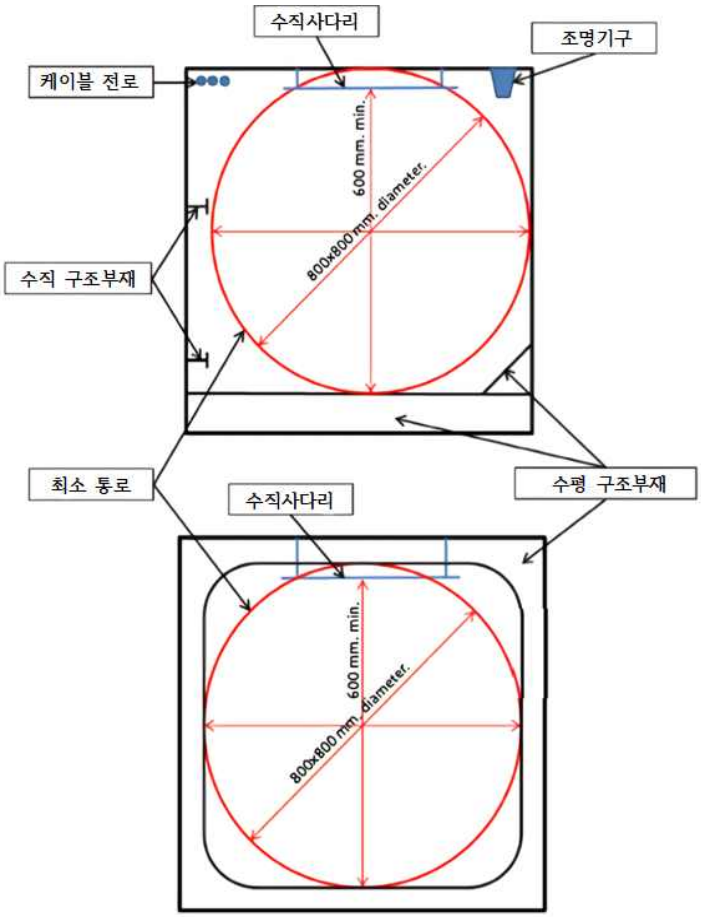


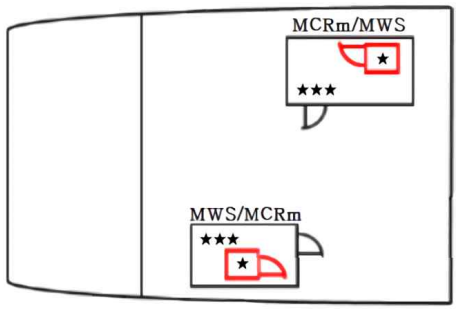
그림 8.10.4 수직 폐위구역의 내부치수

6. **규칙 203.**의 1항 (1)호, (4)호 및 (6)호에서 다음 요건을 만족하여야 한다.
   (1) "안전한 위치"는 로커와 선용품실(면적에 관계 없음), 화물구역, 가연성액체가 저장된 구역을 제외한 모든 구역이 될 수 있다. 승정갑판까지의 통로가 설치되고 장애물 없이 유지되는 특수분류구역과 로로구역은 안전한 위치에 포함된다.
   (2) 기관구역은 작업용 플랫폼 및 통행로를 포함하며 한층 이상의 갑판에서의 중간 갑판을 포함한다. 이러한 경우, 이 구역내의 최하층 갑판, 플랫폼 또는 통로를 이 구역의 하부로 간주한다. 갑판 사이의 작은 작업 플랫폼이나 의장품 및 기기의 접근 시에만 사용하는 작은 작업 플랫폼은 2개의 탈출설비를 설치할 필요는 없다.
   (3) 기관구역에서 개방갑판으로 탈출로를 제공하는 보호폐위구역에는 폐위구역에서 개방갑판으로의 출구의 의미로 창구를 설치할 수 있다. 창구의 최소 내부치수는 800 mm x 800 mm여야 한다.
7. **규칙 203.**의 1항 (4)호, (6)호 및 2항 (5)호, (6)호는 다음의 요건을 만족하여야 한다.
   (1) 주작업장
   "주작업장"이란 통상 용접장치, 금속공작기계, 작업대가 있는 공간으로 3면 이상이 격벽이나 그레이팅(gratings)으로 둘러 싸인 구획을 말한다.
   (2) 기관제어실
   "기관제어실"이란 선박의 주추진에 사용되는 기계의 제어 및/또는 감시를 하는 구역이다.
   (3) 연속적인 화재피난처
   "연속적인 화재피난처"란 기관제어실, 주작업장에서 기관구역을 통과하지 않고 기관구역의 바깥까지 안전하게 탈출할 수 있는 통로를 말한다. 이 연속적인 화재피난처는 **규칙 203.**의 1항 (1)호 및 2항 (1)호에 따른 보호폐위구역일 필요는 없다. 연속적인 화재피난처의 경계는 최소 "A-0"급 구획이어야 하며, 자기폐쇄형 "A-0"급 문이 설치되어야 한다. 연속적인 화재피난처의 최소 내부치수는 수직트렁크의 경우 800 mm x 800 mm, 수평트렁크의 경우 600 mm의 너비를 가지며 비상조명을 설치해야 한다. 트렁크나 구역/실을 통하여 기관구역 외부의 위치로 연결되는 연속적인 화재피난처의 전형적인 배치는 **지침 그림 8.10.5**와 같다.

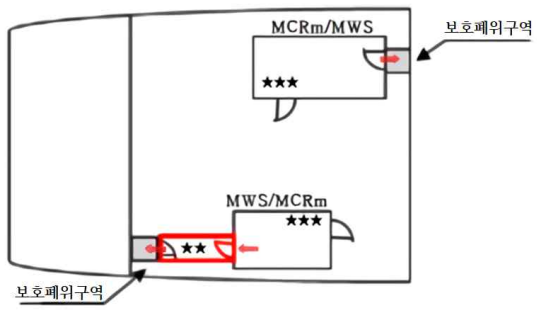
8. 규칙 203.의 2항 (1)호, (3)호, (5)호 및 (6)호에서 다음 요건을 만족하여야 한다.
(1) "안전한 위치"는 화물구역, 로커와 선용품실(면적에 관계 없음), 화물펌프실, 가연성액체가 저장된 구역을 제외한 모든 구역이 될 수 있다. 개방갑판까지의 통로가 설치되고 장애물 없이 유지되는 특수분류구역과 로로구역은 안전한 위치에 포함된다.
(2) A류 기관구역은 작업용 플랫폼과 통로를 포함하며, 한층 이상의 갑판에서의 중간갑판을 포함한다. 이 경우, 이 구역내의 최하층 갑판, 플랫폼 또는 통로를 이 구역의 하부로 간주한다.
갑판 사이의 작은 작업 플랫폼이나 의장품 및 기기의 접근 시에만 사용하는 작은 작업 플랫폼은 2개의 탈출설비를 설치할 필요는 없다.
(3) A류 기관구역에서 개방갑판으로 탈출로를 제공하는 보호폐위구역에는 폐위구역에서 개방갑판으로의 출구의 의미로 창구를 설치할 수 있다. 창구의 최소 내부치수는 800 mm x 800 mm여야 한다.
(4) A류 기관구역을 제외한, 상시 출입하는 기관구역내에서의 이동거리는 구역 내의 기관 및 의장품을 고려하여 선원이 통상 접근하는 임의의 지점으로부터 측정하여야 한다.
9. 규칙 203.의 2항 (2)호와 (3)호에서 화물선의 조타기실로부터의 탈출설비는 다음 요건을 만족하여야 한다.
(1) 비상조타위치가 없는 조타기실은 1개의 탈출설비만 요구된다.
(2) 비상조타위치가 있는 조타기실은 개방갑판으로 통하는 직접적인 출입로가 있는 경우 1개의 탈출설비만 제공될 수 있다. 개방갑판으로 통하는 직접적인 출입로가 없는 경우에는 2개의 탈출설비가 제공되어야 한다.
(3) 계단 그리고/또는 복도만을 통하는 조타기실로부터의 탈출로가 조타기실 또는 계단/복도에 요구되는 보존방열성 중 더 엄격한 보존방열성을 가지는 경우 "개방갑판으로 통하는 직접적인 출입로"를 제공하는 것으로 간주한다. *(2018)*

205. 로로(ro-ro)구역의 탈출수단 【규칙 참조】

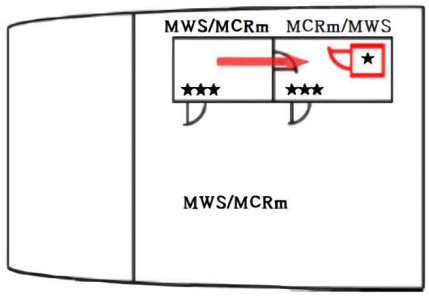
1. 탈출로는 화물 적양하 중에도 적절히 탈출하도록 배치하여야 한다.
2. 로로구역에서의 탈출설비는 다음 요건을 만족하여야 한다.
(1) 선원이 일상적인 업무(예를 들면, 로로갑판에서의 적양하 시의 업무, 선박 운항시의 로로갑판 점검업무)를 수행하기 위해 출입하는 장소는 "통상 업무에 종사하는 구역"으로 고려한다.
(2) 로로갑판 점검업무는 화재 순찰, 화물의 검사, 빌지웰 및 빌지웰 알람 확인, 탱크 측심, 화물 갑판 청소, 기타의 유지보수작업(녹, 페인트, 그리스의 제거 등)을 포함한다.
(3) 로로구역에는 구명정이나 구명뗏목의 승정 갑판으로 접근할 수 있는 2개 이상의 탈출설비를 설치하여야 하며, 1개는 로로구역의 선수단, 다른 1개는 로로구역의 선미단에 위치하여야 한다. 탈출설비 중 1개는 계단이어야 하고, 다른 1개의 탈출설비는 트렁크 또는 계단으로 할 수 있다.
(4) 로로구역의 선수단 및 선미단은 로로구역의 최전방 및 최후방 끝점에서 로로구역의 폭(로로구역의 가장 넓은 지점에서 측정)과 동일한 거리 이내의 구역을 의미한다.(**지침 그림 8.10.6** 참조)
(5) 탈출설비로서의 경로를 나타내기 위한 적절한 표지판 및 표시를 설치하여야 한다. ⚓



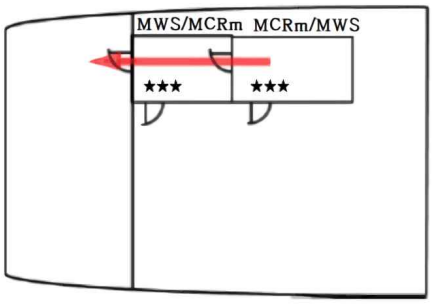
단일 구역[1)]에서 트렁크를 통한 탈출



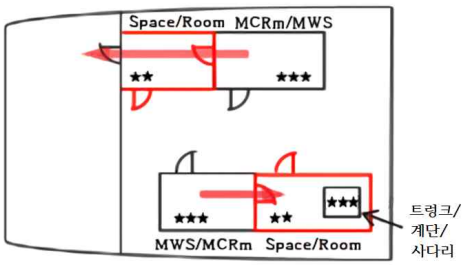
단일 구역[1)]에서 보호폐위구역을 통한 탈출



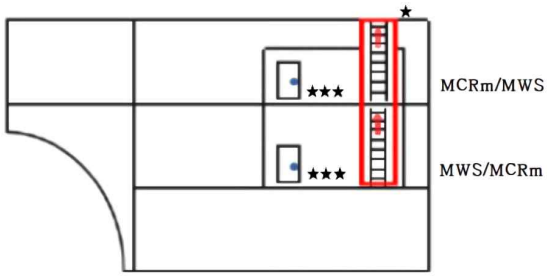
다른 구역[1)]을 이용하여 트렁크를 통한 탈출



다른 구역[1)]을 이용하여 직접 탈출



해당 구역[1)]에서 기타 구역[2)]을 통한 탈출



다른 갑판의 구역[1)]을 이용하여 트렁크를 통한 탈출

MCRm: 기관제어실
MWS: 주작업장
1) 구역은 기관제어실/주작업장을 의미한다.
2) 기타 구역은 기관제어실/주작업장을 제외한 구역을 의미한다.

*: 최소 “A-0”급 구획이며 자기폐쇄형 “A-0”급 문이 설치된 사다리 또는 계단을 폐위하는 수직트렁크(최소치수: 800 mm x 800 mm)
**: 최소 “A-0”급 구획이며 자기폐쇄형 “A-0”급 문이 설치된 수평트렁크(최소너비: 600 mm)
***: 화재방열성 요구하지 않음

그림 8.10.5 연속적인 화재피난처의 전형적인 배치

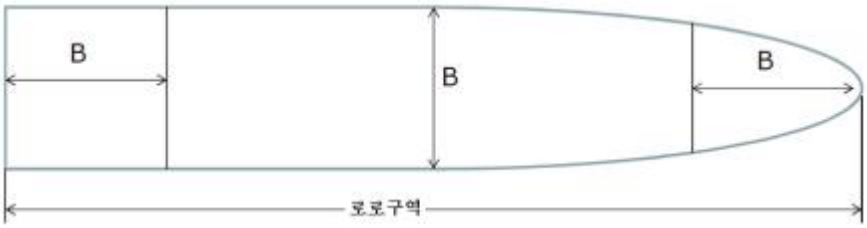


그림 8.10.6 로로구역의 선수단 및 선미단

제 11 장 헬리콥터 설비

제 1 절 적용

101. 적용

규칙 101.의 4항에서 다음이 추가로 적용된다. 【규칙 참조】

1. 모든 로로여객선은 우리 선급으로부터 승인된 헬기인양장소를 설치하여야 하며 IMO Res.A.894(21)에 따른다.
2. 로로여객선의 길이가 130 m 이상이고 1999년 7월 1일 이후 건조된 경우 우리 선급으로부터 승인된 헬기착륙장소를 설치하여야 하며 IMO MSC/Circ.895에 따른다.

제 4 절 소화설비

401. 소화설비

헬리콥터 설비를 보호하기 위한 포말소화장치는 IMO MSC.1/Circ.1431을 따른다. 【규칙 참조】 ⚓

제 12 장 위험물의 운송

제 1 절 일반요건

101. 일반요건

1. **규칙** 101.의 1항에서 소량과 극소량은 IMDG **코드** 3.4와 3.5에 따른다. *(2020)* **【규칙 참조】**
2. **규칙** 101.의 2항 (2)호에서 컨테이너구역은 컨테이너를 안전하게 탑재하기 위해 셀가이드를 갖춘 화물구역을 말한다.
3. **규칙** 101.의 2항 (3)호에서 로로구역이란 특수분류구역 및 차량구역을 말한다. **【규칙 참조】**

제 2 절 특별요건

201. 특별요건

1. **급수 【규칙 참조】**

(1) **규칙** 201.의 1항에서 상부개방형 컨테이너선박의 분무장치는 다음 요건으로 대체할 수 있다.

(가) 컨테이너 화물창은 고정된 가압수분무장치에 의하여 보호되어야 한다. 이 장치는 갑판 위치에서 화물창 하부를 분무할 수 있어야 하고, 특정 화물창 및 컨테이너 형태를 고려하여 설계 배치되어야 한다. 필요한 경우 우리 선급은 실제 시험을 요구할 수 있다.

(나) 가압수분무장치는 컨테이너 칸에서 발생한 화재를 효과적으로 진압할 수 있어야 하고, 한 컨테이너 칸 주위에 있는 개방 화물창의 갑판 높이에서 링라인을 각각 구성하여 소구획으로 나누어야 한다.

(다) 가압수분무장치는 개방 화물창 내 각 컨테이너 칸의 바깥쪽 수직경계를 분무하고 인접 구조부를 냉각시킬 수 있어야 한다. 균일한 밀도로 분당 1.1 L/m^2 이상 분무할 수 있어야 한다. 어느 한 상부개방 컨테이너 화물창 내 모든 컨테이너 칸을 보호할 수 있는 능력을 가진 화물창 가압수분무장치에 대하여 적어도 전용 소화펌프 1개를 갖추어야 한다. 펌프는 상부개방 화물구역 밖에 설치하여야 한다. 가압수분무장치에 대한 급수능력은 상부개방형 컨테이너 화물창에서 적절한 분무 형태로 하며 전용 펌프 1개가 작동되지 않는 경우 총능력의 50 % 이상을 이용할 수 있어야 한다. 이때 전용 가압수분무펌프를 대체 급수원에 연결하여 대체할 수 있다. 이 소화장치는 노출갑판으로부터 호스로 급수 보충되어야 한다.

(라) 가장 큰 화물창에서 소화용으로 필요한 급수량과 동시에 가압수분무장치 및 호스노즐로부터 4개 사수를 사용할 수 있어야 한다.

(2) **규칙** 201.의 1항 (2)호에서 소화전의 개수 및 위치는 최소한 4줄기 사수(2줄기는 단일호스에 의함)를 빈 화물구역 전체에 공급하여야 한다. 또한 로로화물구역에는 단일호스에 의한 4줄기 사수를 화물구역 전체를 공급하여야 한다. 그리고 가장 큰 화물창에서 소화용으로 사용하는 급수량은 호스 노즐로부터 4줄기 사수에 추가하여 분무장치를 동시에 만족하여야 한다.

(3) **규칙** 201.의 1항 (3)호에서 "부가된 중량 및 물자유표면 영향에 대한 복원성 조치를 우리 선급이 인정하는 정도까지 고려하여야 한다."라 함은 **지침 1편 부록 1-2** 2항 (3)호에서 규정한 일반 복원성기준 등을 만족하는 것을 말한다.

(4) **규칙** 201.의 1항 (4)호에서 고팽창포말장치를 인정할 수 있다. 다만, 화물이 물과 위험한 반응을 일으키지 아니하여야 한다.

(5) **규칙** 201.의 1항 (3)호에서 요구되는 물 분무장치(분무 노즐의 고정 배치 또는 화물지역 내에 물을 넘치게 하는 방식)와 **규칙** 201.의 1항 (5)호의 이동식 물 모니터가 주소화펌프에 의하여 공급되는 경우, 주소화펌프와 배관의 직경은 다음 중 큰 것에만 공급할 수 있다면 충분하다. *(2018)*

(가) 이동식 물 모니터 및 **규칙** 201.의 1항 (2)호에서 요구하는 4개의 노즐

(나) **규칙** 201.의 1항 (2)호에서 요구하는 4개의 노즐 및 (3)호에서 요구하는 물 분무장치
총용량은 **지침** 603.의 2항에서 요구하는 값 중, 작은 값 이상이어야 한다.

2. **발화원** *(2022)* **【규칙 참조】**

전기설비는 다음사항에 적합하여야 한다.

(1) 위험한 환경으로 간주되는 폐위된 화물구역이나 차량구역에 설치되는 전기기기는 IMDG 코드를 참작하여 우리선급의 승인을 받아야 한다. 다만, 그러한 전기기기가 IP55와 동등하고 위험물 적재에 사용하지 않을 경우 설치할 수 있다.

(2) 폭발성 혼합기체가 발생할 우려가 있는 위험물을 적재할 경우 화물구역 내 전선은 다음 요건을 적용하여야 한다.
(가) 전선은 무기절연 동피복전선, 납피복전선 및 외장전선 또는 비금속피복전선 및 외장전선으로 구성하여야 한다.
(나) 화물구역 내 있는 전기설비로 가는 전선 및 전선관통부는 금속피복 등으로 보호하여야 한다.
(3) (2)호의 (가) 및 (나) 이외의 전기설비에 대하여는 IEC 60092-506:2003에 따른다.
(4) 다음을 발화원으로 간주하고 화물구역의 통풍개구 부근에 설치하지 않아야 한다.
(가) 위험한 환경에서 사용하도록 승인된 안전형 이외 전기기기
(나) 윈들러스 및 체인로커 개구
(5) 특별위험물을 산적 운송하는 특별 선박은 IEC 60092-506:2003에 따른다.
(6) 위험지역에서 개구가 있는 배관(예를 들면 통풍장치 및 빌지관 등)인 경우 그 배관을 위험지역으로 분류하여야 하고 IEC 60092-506:2003 **표** B1의 B에 따른다.
(7) 화물구역에 23℃ 이하의 인화점을 갖는 3류, 6.1류, 8류의 가연성 액체 화물을 운송하는 경우, 위험물이 배출될 수 있는 플랜지, 밸브, 펌프 등이 설치된 빌지관이 있는 폐위구역(배관터널, 빌지 펌프실 등)은 시간당 6회 이상의 기계식 통풍이 계속되지 않으면 확장된 위험구역("구역 2")으로 간주된다. 다만, 해당 구역에 자동 시동이 가능한 이중의 기계식 통풍장치로 보호되지 않는 구역의 경우, 위험구역("구역 2")용으로 승인되지 않은 장치는 통풍력이 저하되면 자동으로 분리되거나 빌지시스템 및 평형수시스템과 같은 필수 시스템은 "구역 2"용으로 승인된 장치를 사용하여야 한다. 이중의 기계식 통풍장치로 보호되는 구역의 경우, 위험지역용으로 승인되지 않은 장비와 필수시스템은 통풍이 작동되지 않으면 오작동을 방지하기 위하여 인터록되어야 한다. 고장이 발생하면 유인구역에 가시가청의 경보가 작동되어야 한다. *(2019)*

4. 통풍장치 【규칙 참조】

(1) **규칙** 201.의 4항에서 폐위된 화물구역에 설치된 기계통풍장치는 배기식이어야 한다. 이 구역과 기타 폐위 구역과 통하는 문은 자동폐쇄식이어야 한다.
(2) **규칙** 201.의 4항에서 통풍장치는 다음의 사항에 적합하여야 한다.
(가) 인접구역이 화물창과 기밀격벽이나 갑판으로 분리되지 아니하는 경우, 그 인접구역은 폐위된 화물구역의 일부로 간주되며 화물구역 자체로써의 통풍요건을 적용하여야 한다.
(나) IMSBC Code에서 하나의 화물창에 2개의 통풍기를 요구하는 경우, 2개의 통풍기에 연결된 하나의 공통벤트장치를 허용할 수 있다.
(다) IMSBC Code에서 연속통풍을 요구하는 경우, 연속통풍이 **규칙 3장** 101.의 1항에서 방화용으로 요구하는 폐쇄수단을 갖춘 통풍장치를 금지한다는 의미는 아니며, 통풍장치 개구까지의 높이는 국제만재흘수선협약(위치 I 에 대하여 갑판상 4.5 m 또는 위치 II에 대하여 갑판상 2.3 m)에 적합하여야 한다.
(라) 상부개방형 컨테이너선박에서 덕트가 요구되는 화물창 하부에는 기계통풍장치를 설치하여야 하며, 통풍능력은 노출갑판 하부의 빈 화물창 용적을 기준으로 최소한 시간당 2회 이상 환기할 수 있도록 한다.
(3) **규칙** 201.의 4항 (2)호에서 전기구동 통풍기를 설치할 경우 다음 요건에 적합하여야 한다.
(가) 내장형 전기구동 통풍기를 사용하는 경우 위험 환경에서 사용하는 전동기는 우리선급의 승인품이어야 하며 IMDG 코드를 고려하여야 한다. (**그림** 8.12.1 (a) 참조)
(나) 노출갑판에 외장형 전기구동 통풍기를 설치할 경우 전동기는 IP55 이상 보호 구조이어야 한다. (**지침 그림** 8.12.1 (b) 참조)
(다) (나)의 경우라도 전동기가 배기구 부근에 설치되는 경우 (가)에 적합하여야 한다.(**그림** 8.12.1 (c) 참조)
(라) 스파크가 발생하지 않는 통풍장치를 설치하여야 하며 **규칙 3장** 104.의 요건에 따른다.
(4) **표** 8.12.1의 **비고** 1에 따라 경감된 환기횟수는 컨테이너 화물구역 내에 빌지펌프를 직접 설치하였을 경우에도 **규칙** 201.의 4항 (1)호 및 **규칙** 201.의 5항 (4)호에 동일하게 적용하여야 한다. 여러 컨테이너 화물구역용으로 한 대의 빌지펌프가 설치될 경우에는 컨테이너 화물구역 중 통풍율(ventilation rate)이 가장 높은 곳에 설치하여야 한다. *(2020)*

5. 빌지펌핑장치 【규칙 참조】

(1) **규칙** 201.의 5항에서 상부개방형 컨테이너 화물창의 빌지계통인 경우 기관구역 빌지계통과 분리시켜 기관구역 밖에 설치하여야 한다.
(2) **규칙** 201.의 5항 (2)호에서 기관실과 완전히 별개로 단일 빌지계통을 설치한 경우라면 그 구역의 크기나 해당되는 구역의 이중화 요건과 용량을 만족하여야 한다.
(3) **규칙** 201.의 5항 (3)호에서 기관실내로 빌지관을 유도할 때 다음 요건에 적합하여야 한다.
(가) 위험물을 적재할 때 빌지 배관을 차단해야 한다는 경고판을 고정폐쇄밸브(closed lockable valve) 또는 맹플랜

지 부근에 부착하여야 한다.

(나) 화물구역 내 이덕터를 설치하여 기관실을 경유하지 않고 선외로 빌지를 배출할 수 있도록 한다.

6. **인원의 보호 【규칙 참조】**

(1) **규칙** 201.의 6항 (1)호에서 고체산적화물에 대한 보호복은 IMSBC 코드의 개별 물질에 대해 정한 부속서 1의 설비요건을 만족하여야 한다. 포장된 화물에 대한 보호복은 IMDG 코드 추록의 비상절차(EmS)에서 개별 물질에 대해 정한 설비요건을 만족하여야 한다.

(2) **규칙** 201.의 6항 (2)호에서 소방원장구에서 요구하는 예비용기에 추가하여 이 예비용기를 갖추어야 한다.

7. **휴대식 소화기** *(2018)* **【규칙 참조】**

노출갑판, 개방된 로로구역 및 차량구역과 화물구역에 위험물을 운송할 경우 6 kg 이상의 분말 또는 동등한 성능을 가진 2개의 휴대식 소화기를 비치하여야 한다. 탱커의 경우, 적절한 성능의 휴대식 소화기 2개를 노출갑판에 비치하여야 한다. 소화기의 형식은 **지침 8장 표** 8.8.3-1에서 지정한 B급에 해당하여야 한다.

8. **기관구역 경계의 방열 【규칙 참조】**

규칙 201.의 8항에서 기관구역 상부에 폐위되거나 부분 폐위된 세미화물구역이 있고 기관구역 상부갑판이 방열 보호조치가 되지 않은 경우 그 화물구역 전체에 위험물 적재를 금지하여야 한다. 기관구역 상부의 비방열갑판이 노출갑판이라면 기관구역 직상부 갑판에서만 위험물 적재 금지된다.

일반적으로 위험물을 적재하는 경우 기관실과 화물구역 사이에 직접 통로를 설치할 수 없다. 다만, 이들 구역사이에서 2개의 자동폐쇄 강재기밀문을 설치하여 에어록될 경우 인정할 수 있다. 그러나 유독가스의 발생 위험이 없는(화재 시 포함) 위험물을 적재하는 경우 이 적용요건을 면제한다. 기관구역의 경계로부터 수평방향으로 3 m 이상 떨어져 화약류를 적재할 때 지침 **그림** 8.12.2를 참조한다.

9. **규칙** 201.의 **표** 8.12.1에서 로로구역 상부를 완전 개방하거나 양쪽에서 완전 개방 개구부를 갖춘 경우 노출갑판으로 간주할 수 있다. **【규칙 참조】**

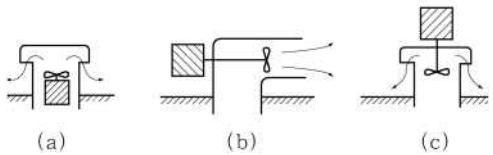


그림 8.12.1 전기구동 통풍기

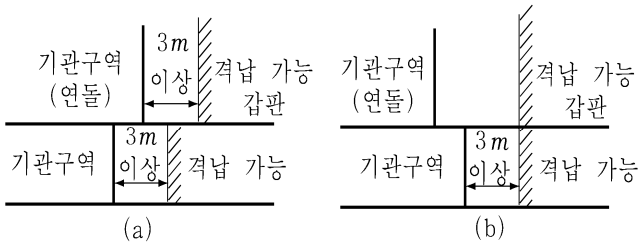


그림 8.12.2 화약류 적재 허용범위

제 3 절 적합 문서

301. 적합 문서 *(2022)* 【규칙 참조】

1. 이 장의 규정 및 MSC.1/Circ.1266으로 개정된 HSC 코드의 7.17에 따라 위험물을 운반하는 선박에 대한 특별요건에 대한 적합 문서를 참조하여야 한다.
2. 고체산적위험물을 운송하는 선박에 대한 적합 문서는 MHB로만 분류되는 화물을 제외하고 IMSBC 코드의 그룹 B에 나열된 화물에만 적용한다. 기타 고체산적위험물은 관련 주관청의 승인을 받은 경우에 허용된다.
3. 위험물을 운송하는 선박의 특별요건에 대한 적합 문서의 발행 및 갱신에 대하여 MSC/Circ.1148을 참조하여야 한다. ⚓

제 13 장 차량구역, 특수분류구역 및 로로구역의 보호

제 1 절 일반요건

102. 여객선의 기본 원칙

규칙 102.의 1항에서 "차량용 전체높이"란 한 수평영역을 형성하는 갑판과 갑판 늑골프레임 사이의 총합을 말한다. 【규칙 참조】

제 2 절 폐위된 차량구역, 폐위된 로로구역, 특수분류구역에서 가연성 증기의 발화 방지

201. 통풍장치

1. 규칙 201.의 2항 (4)호에서 "IMO가 개발한 지침"은 MSC.1/Circ.1515 부록 1을 말한다.*(2018)* 【규칙 참조】
2. 규칙 201.의 3항에서 통풍용량 상실을 표시하는 요건은 통풍기 전동기의 시동계전기 실패 시 선교의 경보가 발생하면 만족하는 것으로 간주한다. 【규칙 참조】
3. 규칙 201.의 4항 (1)호에서 "신속한 폐쇄장치"란 통풍장치를 단 한 번의 동작으로 차단할 수 있는 댐퍼를 갖추거나 이와 동등한 차단 속도를 갖춘 폐쇄장치를 말한다. 밀폐할 수 있는 로로구역에 고정식 가스소화장치가 설치되는 경우 이 화물구역 밖에서 밀폐할 수 있도록 한다. "해상조건을 고려한 신속한 폐쇄"에서 폐쇄장치로의 접근경로는 다음을 만족하여야 한다. 【규칙 참조】
   (1) 폭이 최소 600 mm이어야 한다.
   (2) 통로(외부에 노출된 갑판을 통과하는 것을 포함)에는 10 m 이하의 간격으로 설치된 스텐션(stanchion)에 의해 지지되는 지름이 10 mm 이상의 단일의 손잡이 또는 와이어로프로 된 구명줄이 설치되어야 한다.
   (3) 높은 위치에 있는 통풍폐쇄장치로 접근할 수 있도록 사다리 또는 발판과 같은 적절한 수단이 설치되어야 한다.
   (4) 대체수단으로서, 선교 또는 화재제어실에서 이러한 통풍폐쇄장치의 원격 폐쇄 및 위치지시장치를 허용할 수 있다.
4. 규칙 201.의 5항에서 "상설개구부"란 10도 종경사 및 20도 횡경사일 때 외판수직방향에서 생존정 끝단으로부터 2 m 범위를 벗어나는 것을 말한다. (지침 그림 8.13.1 참조) 【규칙 참조】

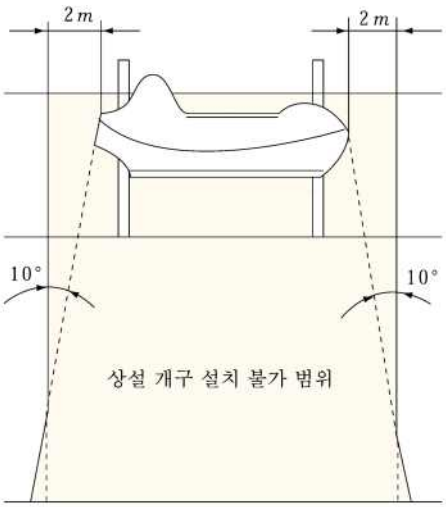


그림 8.13.1 상설 개구 설치 불가 범위

202. 전기설비 및 배선 *(2022)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 202.의 1항 및 203.에서 전기설비의 "폭발성가솔린 및 혼합기체에 적합한 형식", "폭발성 기름 및 혼합기체에서 사용하도록 형식승인 된 것"이라 함은 승인된 안전형으로서 IEC 60079-10-1:2015의 **구역** "1" (Zone 1)에 적합한 형식승인품(가스그룹 IIA 및 온도등급 T3)이어야 한다. (구역 "1"에 적합한 보호 형식에 대해서는 IEC 60079-14:2013 참조) 스파크를 발생하지 않는 통풍장치를 설치하여야 하며 **규칙 3장** 104.의 요건에 따른다. 이 때 윈들러스 및 체인로커의 개구를 발화원으로 간주한다.
2. **규칙** 202.의 2항에서 "불꽃 방출을 방지하도록 폐위된 보호 형식"이라 함은 최소한 IP55로 폐위하거나, IEC 60079-10-1:2015의 **구역** "2"(Zone 2)에 적합하게 승인된 안전설비를 말한다. (구역 "2"에 적합한 보호 형식에 대해서는 IEC 60079-14:2013 참조)

203. 배기통풍 덕트 내의 전기설비 및 배선 【규칙 참조】

로로구역의 통풍은 배기식으로 한다. 다만, 아래의 경우 급기식으로 할 수 있다.

1. 노출구역 이외에 개구가 없는 경우
2. A류 기관구역이나 거주구역과 인접하여 배치되어 있으나 그 구역의 개구가 에어로크된 경우(**지침 그림** 8.13.2 참조)
3. 2항 이외 구역과 인접하고 이들 사이 통로에 가스밀 자동폐쇄문을 설치한 경우. 다만, 창구를 불가피하게 설치하는 경우, 이러한 창구는 가스밀의 것이어야 하며, "창구가 항상 폐쇄되어야 함"과 같은 경고문을 부착하여야 한다. *(2017)*

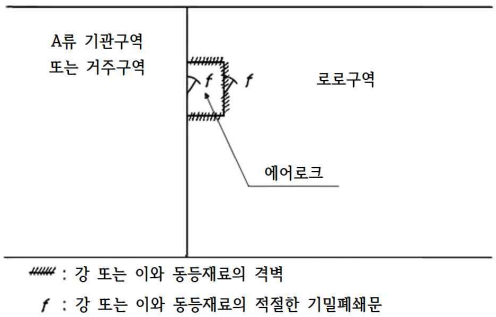


그림 8.13.2 에어로크 *(2017)*

제 3 절 탐지 및 경보

301. 고정식 화재장치 및 경보장치 【규칙 참조】

노출갑판에 자체연료유탱크를 갖춘 차량을 운반하는 선박에는 이 요건을 적용할 필요가 없다.

제 5 절 소화

501. 고정식 소화장치

1. **규칙** 501.의 1항 (3)호 및 2항에서 FSS 코드에 적합한 고정식 물소화장치라 함은 IMO MSC.1/Circ.1430에 따라 형식승인되고 설계 및 설치요건을 만족하는 고정식 소화장치를 말한다. 또한, MSC.1/Circ.1272에 따라 기 수행된 화재 및 구성품 시험은 유효한 것으로 인정한다. 【규칙 참조】
2. **규칙** 501.의 4항 (1)호에서 (가), (나), (다)는 격벽갑판 상부에, (라)는 격벽갑판 하부에 적용된다. 【규칙 참조】
3. 노출갑판에 자체연료유탱크를 갖춘 차량을 운반하는 선박에는 이 요건을 적용할 필요가 없다.

502. 휴대식 소화기

규칙 502.의 2항에서 자주용 연료유 탱크를 가진 차량을 적재하고 있는 개방 또는 폐위된 컨테이너를 싣는 화물창은 휴대식 소화기, 물분무방사기 및 포말방사기를 비치할 필요가 없다. 【규칙 참조】 ⚓

부록 8-1 방화 재료

1. IC 방식에 대한 방화재료 *(2020)*

구성재 요건 / 규칙 3장/4장 / 구성재 분류		불연성 재료	불연성 재료	느린 화염확산 특성	동등 용적	발열량	연기 발생량	발화 지연성
		3장 201. 2	3장 201. 1	3장 202. 4	3장 202. 3 (1)	3장 202. 2	4장	2장 304.
1	몰딩재				○			
2	패널	○						
3	도색 표면, 합판, 직물 또는 호일(foils)			○	○	○	○(2)	
4	도색 표면, 합판, 직물 또는 호일(foils)			○	○	○	○(2)	
5	장식물				○		○	
6	도색 표면, 합판, 직물 또는 호일(foils)				○	○	○(2)	
7	스커팅 보드				○			
8	방열재		○(1)					
9	은폐 또는 접근할 수 없는 구역의 표면과 도료			○				
10	통풍막이	○						
11	반자틀 및 지지대	○		○				
12	내장재	○						
13	1차 갑판피복재						○(4)	○
14	표면 바닥재			○(3)			○	
15	윈도우 박스	○						
16	윈도우 박스 표면			○	○	○	○	
17	은폐 또는 접근할 수 없는 구역의 윈도우 박스 표면			○				
18	천정재 패널	○						

(비고)

1. ○ 표시는 적용 요건을 말한다.
2. ○ 표시의 첨자는 다음과 같다.
   (1)냉각장치용 관 부착품의 방열재는 물론 방열재와 결합된 증기경계부 및 접착제는 불연성으로 구성할 필요는 없다. 다만, 그 노출면이 느린 화염확산 특성을 가져야 한다.
   (2) 페인트, 광택제(varnishes), 기타 마감재에 적용할 수 있을 때
   (3) 복도 및 폐위계단용
   (4) 거주구역, 업무구역, 제어장소용
   - 페인트, 광택제(varnishes) 및 기타 마감재는 거주구역, 업무구역, 제어장소 및 폐위된 계단에만 적용한다.
   - 윈도우 박스 건조에 관해서는, MSC/Circ.917 및 MSC/Circ. 917 Add.1을 참조한다.
3. 구성재 번호는 아래 그림을 참고한다. (**그림 부록 8-1**)

2. IIC 방식 및 IIIC 방식에 대한 방화재료 *(2020)*

구성재 분류 \ 구성재 요건 / 규칙 3장/4장		불연성 재료	불연성 재료	느린 화염확산 특성	동등 용적	발열량	연기 발생량	발화 지연성
		3장 201. 2	3장 201. 1	3장 202. 4	3장 202. 3 (1)	3장 202. 2	4장	2장 304.
1	몰딩재				○(3)			
2	패널	○(4)						
3	도색 표면, 합판, 직물 또는 호일(foils)			○	○	○	○(5)	
4	도색 표면, 합판, 직물 또는 호일(foils)			○	○(3)	○(2)	○(5)	
5	장식물				○(3)		○	
6	도색 표면, 합판, 직물 또는 호일(foils)				○(3)	○(2)	○(5)	
7	스커팅 보드				○(3)			
8	방열재		○(1)					
9	은폐 또는 접근할 수 없는 구역의 표면과 도료			○				
10	통풍막이	○(4)						
11	반자틀 및 지지대	○(4)		○				
12	내장재	○(4)						
13	1차 갑판피복재						○(7)	○
14	표면 바닥재			○(6)			○	
15	윈도우 박스	○(4)						
16	윈도우 박스 표면			○(3)	○(3)	○(2)	○	
17	은폐 또는 접근할 수 없는 구역의 윈도우 박스 표면			○				
18	천정재 패널	○(4)						

(비고)

1. ○ 표시는 적용 요건을 말한다.
2. ○ 표시의 첨자는 다음과 같다.
   (1) 냉각장치용 관 부착품의 방열재는 물론 방열재와 결합된 증기경계부 및 접착제는 불연성으로 구성할 필요는 없다. 다만, 그 노출면이 느린 화염확산 특성을 가져야 한다.
   (2) 거주구역 및 업무구역에 있는 불연성 격벽, 천정 및 내장판에 설치할 때
   (3) 불연성 격벽, 내장재, 천정재로 둘러싸인 거주구역 및 업무구역에 적용될 때
   (4) 거주구역, 업무구역, 제어장소에 있는 복도 및 폐위계단에만 적용될 때
   (5) 페인트, 광택제(varnishes), 기타 마감재에 적용할 수 있을 때
   (6) 복도 및 폐위계단용
   (7) 거주구역, 업무구역, 제어장소용
      - 페인트, 광택제(varnishes) 및 기타 마감재는 거주구역, 업무구역, 제어장소 및 폐위된 계단에만 적용한다.
      - 윈도우 박스 건조에 관해서는, MSC/Circ.917 및 MSC/Circ. 917 Add.1을 참조한다.
3. 구성재 번호는 아래 그림을 참고한다. (**그림 부록 8-1**)

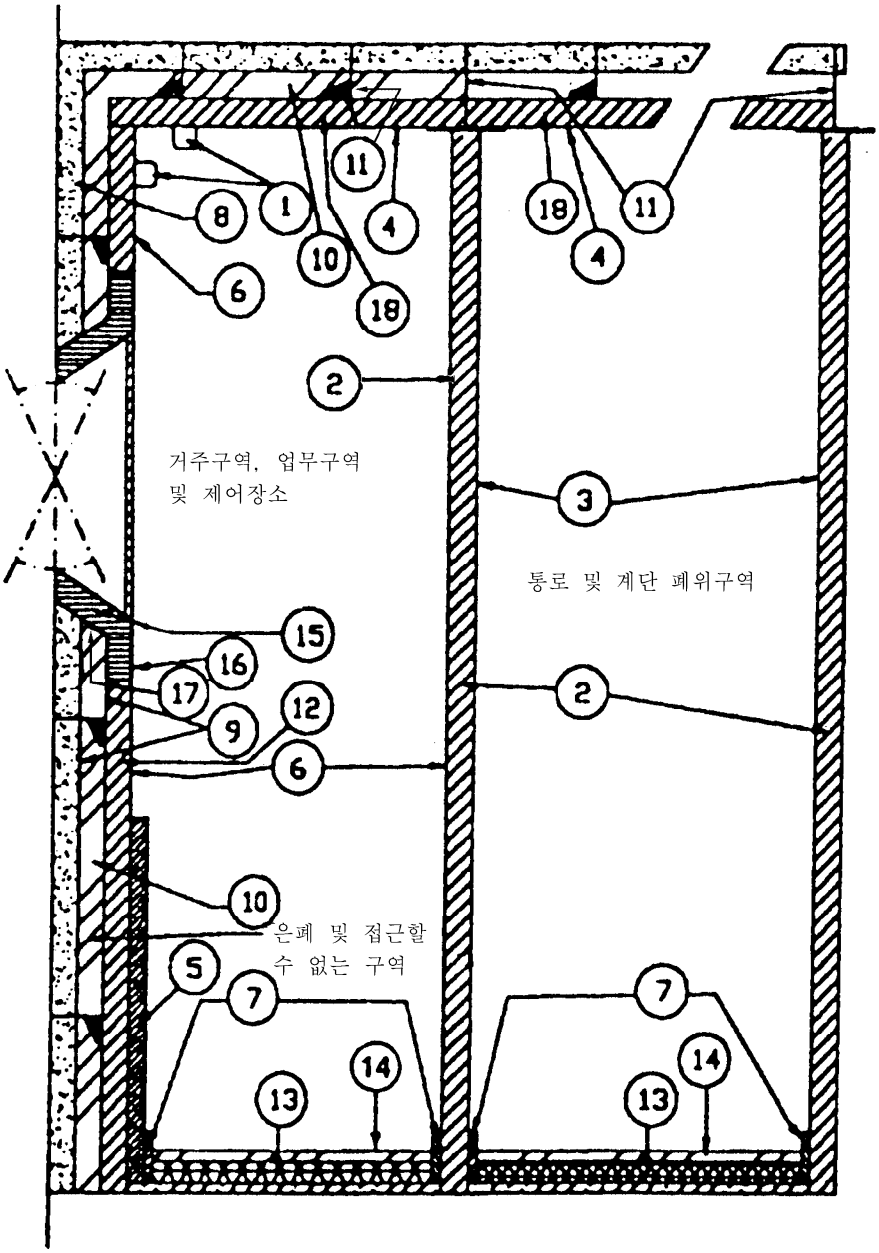
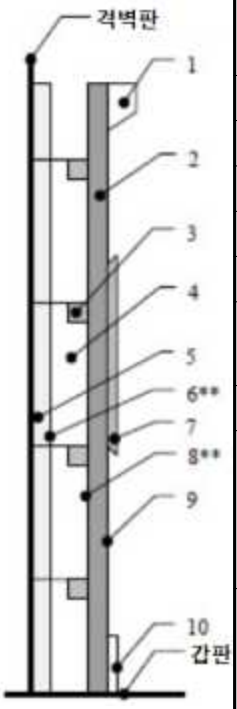


그림 부록 8-1

3. 여객선 거주구역의 격벽에 사용되는 방화재료 *(2018)*



분류	구성재 요건 / 규칙3장/4장 구성재	불연성 재료	발열량	동등 용적	느린 화염확산 특성	연기 발생량, 유독물질
		3장 201. 1. & 2. (1)	3장 202. 2.	3장 202. 3.	3장 202. 4 *	4장 1절
1	몰딩재			○		
2	벽 패널(내장재)	○				
3	반자틀 및 지지대	○				
4	통풍막이	○		○		
5	방열재	○				
6	방열재 표면 **				○ 3장 202. 4(1)(나)	
7	장식재			○		
8	도색 표면 ** 또는 직물 또는 합판 **		- ○		○ 3장 202. 4(1)(나) ○ 3장 202. 4(1)(나)	
9	도색 표면 또는 직물 또는 합판		- ○	○ ○	○ 3장 202. 4(1)(가) ○ 3장 202. 4(1)(가)	○ ○
10	스커팅 보드			○		

(비고)

○ 표시는 적용 요건을 말한다.

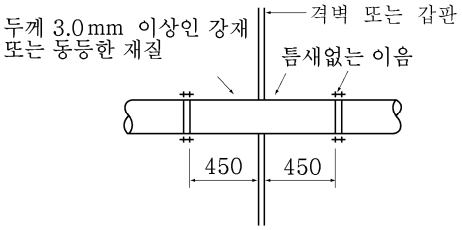
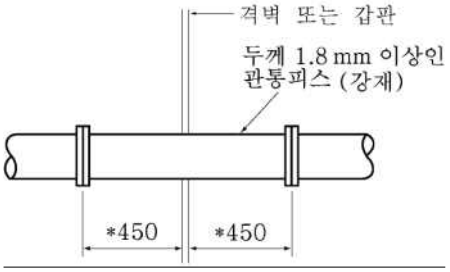
* : **규칙 3장 202.의 4항** (1)호 (가)에서 참조되는 복도 및 폐위계단구역의 노출면.(바닥표면재 포함)

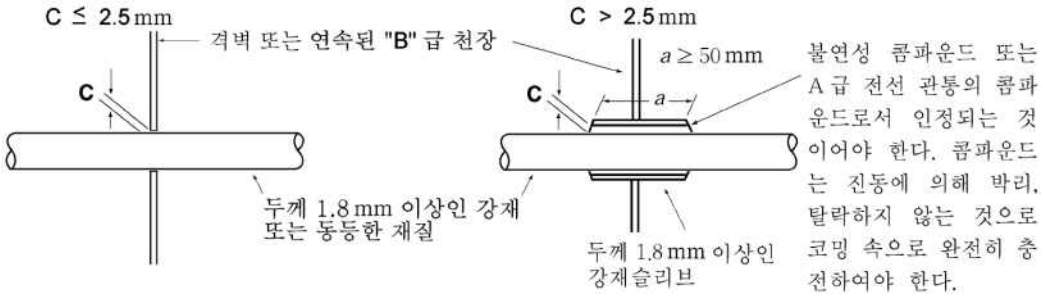
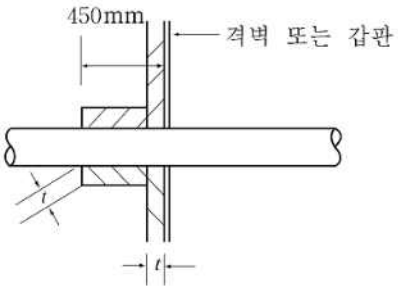
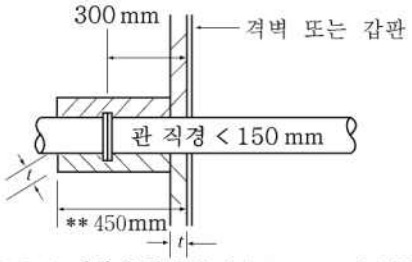
** : 벽 패널이 **규칙 7장 102.의 3항** (3)호에 따른 방열의 필수적인 부분인 경우, 이 구성재들은 불연성 재료이어야 한다.

부록 8-2 구획 관통부

1. 관 및 트렁크의 관통부

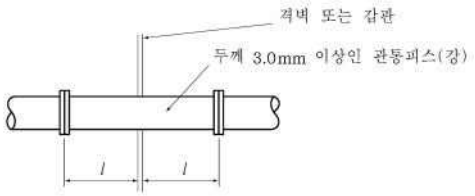
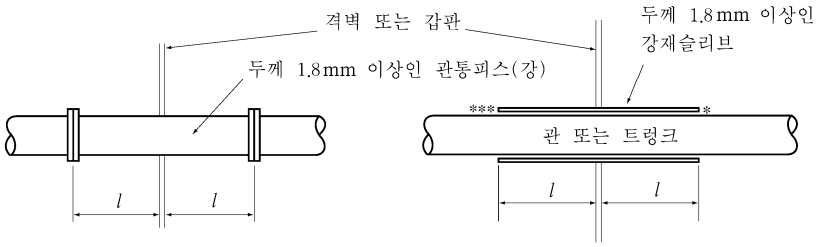
1.1 A급 및 B급 구획의 관통부 (강재 또는 동등한 재질) *(2020)*

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">관 또는 트렁크의 관통부</th></tr>
<tr><td>A급</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B급</td><td colspan="2"> 


</td></tr>
<tr><td colspan="2">B급 구획 격벽 또는 갑판: B급 패널 또는 강재</td></tr>
<tr><td rowspan="2">열전달방지
(2019)</td><td rowspan="2"> 
</td><td>관 직경이 150 mm 미만인 B급 구획의 관통부에만 적용</td></tr>
<tr><td> 

** FTP Code 시험에 합격할 경우(450mm와 동등한 화재 방열성을 가질 경우) 또는 관통피스와 덕트 연결부의 상세가 열전달이 발생하지 않는 구조를 가질 경우, 300mm 인정</td></tr>
</table>

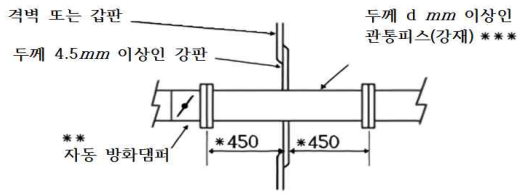
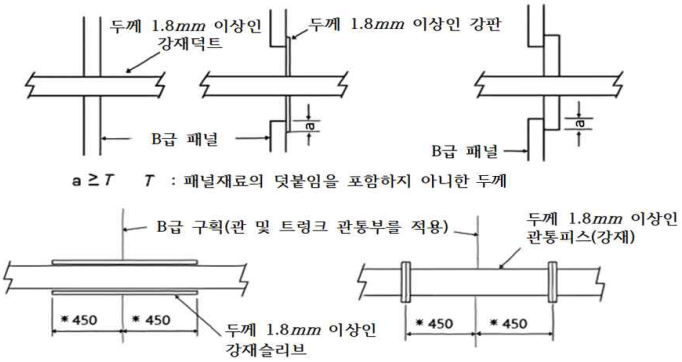
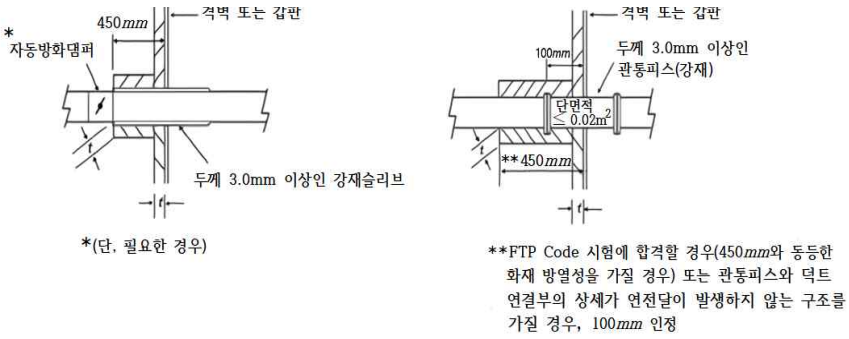
1.2 열에 의해서 급격히 그 기능이 상실될 수 있는 재료(PVC, FRP, 알루미늄합금, 납·동합금 등) *(2021)*

구분	관 또는 트렁크의 관통부
A급	 관통피스의 두께는 호칭지름에 따라 KS 규격의 SPP관으로 하여도 좋다.
B급	 호칭지름이 30 mm 이하인 관 또는 트렁크는 이 요건에 따를 필요는 없다.

(비고)

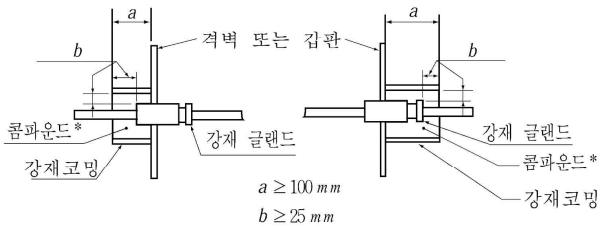
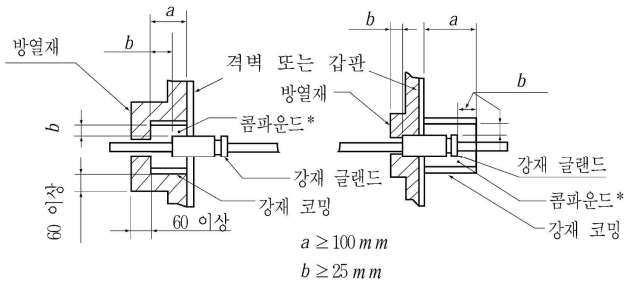
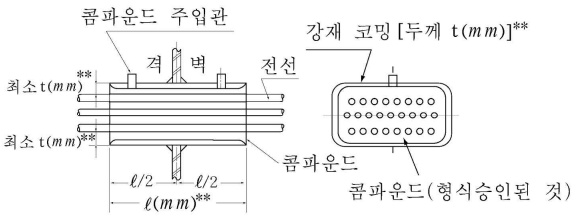
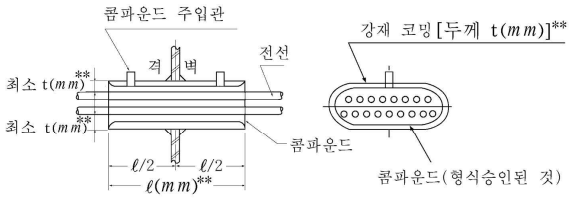
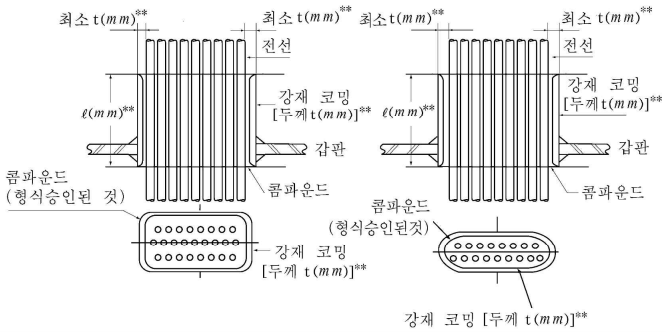
1. l은 구획으로부터 이음 또는 슬리브 끝까지의 거리로서 450 mm 이상이어야 한다. 다만, B급 구획에 있어서, 호칭지름 150 mm 미만의 관에 대하여는 300 mm 이상으로 한다. 단, 요구되는 길이의 것을 부착한 관통부를 가진 구획에 대한 표준화재시험을 실시하여 동등한 보존방열성을 가지면 짧은 길이도 인정할 수 있다.
2. 개구단이 구획으로부터 l 이내에 있는 경우의 개구단측의 관 또는 트렁크의 강재 관통피스 혹은 강재 슬리브는 개구단까지로 할 수 있다.
3. 방열은 구획의 보존방열성에 따라 관통피스 또는 슬리브의 편측으로 150 mm 이상의 범위로 시공하여야 한다. 또한, 개구단이 구획으로부터 50 mm 이내에 있는 경우의 개구단측의 관 또는 트렁크의 강재 관통피스 혹은 강재 슬리브는 개구단까지 하여도 좋다.
4. 슬리브와 관을 플랜지 또는 커플링으로 연결 또는 슬리브와 관사이 간극(***부분)을 2.5 mm 이하로 하거나 그 간극을 불연성 재료 또는 다른 적절한 재료로 막는다.
5. A급 및 B급 구획을 관통하는 방열 시공되지 않은 금속관은 A-0급에 대하여는 950 ℃, B-0급에 대하여는 850 ℃를 초과하는 용융점을 갖는 적절한 재료이어야 한다.
6. A급 및 B급 구획의 관통부는 화재시험을 하여 관통구획 및 관 형식의 내화성에 적합한 경우, 각각 상기 이외의 다른 방법도 인정할 수 있다.(IMO Res. A.753(18) 및 FTP 코드를 참조한다.)

2. 통풍 덕트의 관통부 *(2021)*

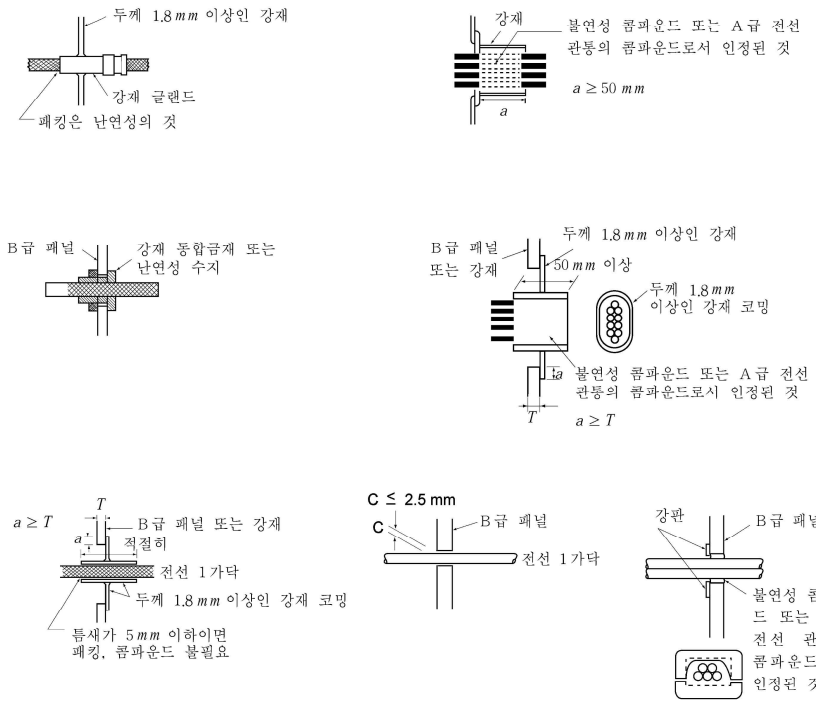
구분	통풍 덕트의 관통부
A 급	 * 관통부 덕트의 단면적(A) ≤ 0.02 m^2 일 경우 100mm (단, 갑판의 경우 갑판하부로 전체가 관통되도록 한다.) ** A > 0.075 m^2 경우 *** A < 0.075 m^2 : d = 3.0 mm 0.075 m^2 ≤ A ≤ 0.45 m^2 : d = 4.0 mm A > 0.45 m^2 : d = 5 mm
B 급	
열전달방지	

비고)
플랜지로 연결된 통풍덕트 이음부의 가연성 개스킷은 A급 또는 B급 구획의 개구로부터 600 mm이내에는 허용되지 않는다.

3. 전선의 관통부

구분		전선 관통부의 상세
단선관통	A-0 급인 경우	
	A-0 급 이외인 경우	
다선관통	A-0 급 격벽인 경우	(사각 코밍형)  (둥근 코밍형) 
	A-0 급 갑판인 경우	(사각 코밍형) (둥근 코밍형) 

(비고)
1. * 콤파운드는 불연성 콤파운드 또는 승인된 A 급 전선 관통부에 사용하는 콤파운드이어야 한다.
2. A 급 구획의 전선 관통부는 **"제조법 및 형식승인 등에 관한 기준" 3 장**의 전선 관통부의 요건에 따라 형식 승인되어야 한다.
3. ** t(두께)와 ℓ(길이)는 FTP Code 에 따라 실시된 형식승인 시험에 합격한 동일한 치수로 사용되어야 한다.

구분	전선 관통부의 상세
B 급	

부록 8-3 국제항해에 종사하지 아니하는 선박 또는 총톤수 500톤 미만 선박의 특별 요건 (SOLAS를 적용 받지 아니하고 선박안전법 적용 선박의 소방설비는 관련된 법규를 적용)

1. 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 선박 또는 총톤수 500톤 미만의 선박의 경우 다음과 같이 완화할 수 있다.
(1) 기관구역의 방화조치는 다음 요건에 적합하여야 한다.
(가) 기관구역은 보통상태에 있어서 인화성 증기가 체류하는 것을 방지하기 위하여 충분히 통풍할 수 있고 또한 화재 시에 발생하는 연기를 방출할 수 있는 조치를 하여야 한다.
(나) 기관구역의 천창, 문, 통풍통, 배기통풍을 위한 연돌의 개구 및 기타 개구의 수는 유효한 통풍을 저해하지 않는 범위 내에서 가능한 적게 하여야 한다.
(다) (나)의 개구에는 화재 시에 기관구역의 외부로부터 조작할 수 있는 폐쇄장치를 설치하여야 한다.
(라) (가), (나) 및 (다)의 규정 외에 정기적으로 무인화가 되는 기관구역에는 그 구역의 화재위험성을 고려하여 필요하다고 인정할 때에는 우리 선급이 적합하다고 인정하는 방화조치를 하여야 한다.
(2) 기계로 추진되지 아니하는 선박 중 무인부선은 1항 (1)호를 적용하지 아니한다. 유인부선으로서 기관구역을 갖는 부선에 대해서는 원칙적으로 1항 (1)호를 적용하든지 부선의 구조, 용도 등을 고려하여 규정의 적용 범위 및 정도를 적절히 변경할 수 있다.
(3) 국제항해에 종사하지 아니하는 선박 또는 총톤수 500톤 미만의 선박인 경우 기관 장치에 대하여 다음과 같이 면제할 수 있다.
(가) 연료유탱크(연료밸브 냉각유탱크, 경유탱크, 조연제탱크를 포함) 또는 윤활유탱크의 용량이 1 m^3 이하의 경우 탱크직접붙이밸브 또는 콕의 원격폐쇄장치를 생략할 수 있다.
(나) 여객선인 경우 **규칙 2장 102.**의 3항 (5)호 (나) (a)에서 정하는 액면계 요건을 생략할 수 있다.
(다) **규칙 2장 102.**의 5항 (2)호를 적용할 때 다음의 경우를 제외하고 **규칙 2장 102.**의 5항 (2)호를 적용하지 않을 수 있다.
(a) 실린더 지름이 150 mm를 초과하는 내연기관
(b) 실린더 지름이 150 mm 이하로서 다음에 해당하는 내연기관
(i) UMA선박에 설치하는 내연기관으로서 주기관 또는 발전기 구동용으로 사용하는 경우
(ii) 연해구역을 항해구역으로 하는 강화플라스틱제 선체를 가지는 선박(여객선에 한함)에 설치하는 내연기관으로서 합계출력 375 kW 이상의 주기관으로 사용하는 경우
(라) **규칙 2장 102.**의 5항 (5)호에서 정한 연료유 공급과 누출배관의 분리 수단 요건을 생략할 수 있다.
(마) **규칙 2장 102.**의 3항 (5)호 (나)를 적용할 때 다음의 (a) 부터 (c)의 요건에 적합한 경우, 용량이 1 m^3 이하의 탱크에는 원통형 유리유면계를 사용할 수 있다. 또한, 연료유 탱크 이외의 소형유탱크에 사용되는 것은 유리대신 사용온도 조건에 적합한 합성수지를 사용할 수 있다.
(a) 우리 선급의 승인을 받은 것 또는 *KS V*7222 (선박용 자동폐쇄밸브붙이 유면계)에 정하는 구조를 가지는 것일 것
(b) 유리게이지의 연결관이 넘침관 밑에 있는 경우에는 유리게이지의 상단에는 밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.
(c) 유리의 전 길이에 대하여 *KS V*7222에 따른 *K*형 또는 *L*형 보호장치를 가져야 한다.
2. 여객선의 경우 다음과 같이 완화할 수 있다.
(1) 소화펌프 등은 다음과 같이 완화할 수 있다.
(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선에 2대의 소화펌프를 비치하는 경우, 소화펌프의 합계용량은 빌지펌프 1대에 요구되는 용량의 3분의 2이상을 소화용으로 송수할 수 있어야 한다. 다만, 합계용량은 180 m^3/h를 초과할 필요는 없다.
(나) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 1000톤 미만의 여객선의 경우, 독립구동의 1대의 소화펌프를 설치할 수 있다. 이 경우, 총톤수 100톤 미만의 여객선에는 이동식 동력소화펌프로 대체할 수 있다.
(다) 상기 (나)의 규정에 의하여 1대의 소화펌프를 설치하는 경우, 소화펌프는 빌지펌프 용량의 3분의 2이상을 소화용으로 송수할 수 있어야 하며 모든 소화전의 최소압력은 0.3 MPa을 유지하여야 한다.
(라) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 8장 101.** 2항 (1)호 (가) 및 (나)의 요건을 만족할 필요가 없다.
(마) 총톤수 500톤 미만의 여객선의 경우에는 **규칙 8장 101.** 4항 (1)호에서 규정하는 분리밸브를 생략할 수 있다.

(바) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 8장 101. 5**항 (2)호 (나)의 요건을 생략할 수 있다.

(사) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 8장 103. 1**항에서 규정하는 "36인 초과 여객선 내부에서는 소화호스를 항상 소화전에 연결하여야 한다."의 요건은 생략할 수 있다.

(아) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 8장 405., 902. 2**항 (2)호 및 **13장 502. 2**항 (1)호에서 규정하는 물분무방사기를 생략할 수 있다.

(2) **규칙 8장 203**을 적용함에 있어서, 이 부록의 규정에 의하여 비치하는 휴대식소화기의 수에 다음 표에 의한 수를 곱하여 얻은 수보다 적지 아니한 수의 소화기를 충전할 수 있는 용량 또는 중량의 예비소화제를 비치할 수 있다. 이 경우 규정에 의한 수를 초과하여 비치하는 소화기에 충전된 소화제는 예비소화제로 본다.

구분	비치 비율
국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 1,000톤 이상의 여객선	50 %
국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 100톤 이상 1,000톤 미만의 여객선	25 %
국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 100톤 미만의 여객선	10 %

(3) 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우에는 **규칙 5장 101. 4**항 및 **801.**의 요건을 생략할 수 있다.

(나) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 36인 이하의 여객선의 경우에는 **규칙 5장 303.**에서 요구하는 화재탐지 및 화재경보장치, 자동스프링클러장치를 생략할 수 있다.

(다) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우에는 **규칙 5장 304.** 및 **401.**에서 요구하는 화재탐지 및 화재경보장치를 생략할 수 있다.

(라) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 1,000톤 미만의 36인을 초과하는 여객선의 경우에는 **규칙 5장 302.** 및 **규칙 8장 501. 1**항에서 요구하는 화재탐지 및 화재경보장치, 자동스프링클러장치를 생략할 수 있다.

(마) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 5장 201. 2**항 (2)호 및 **3**항에서 요구되는 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 생략할 수 있다. 또한, 보이드 구역, 공용화장실, CO2저장실, 이와 유사한 장소와 같이 화재위험이 거의 없는 장소 또는 소구역에 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치를 생략할 수 있다.

(바) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 섬유강화플라스틱(FRP) 선체를 가지고 원격제어장치에 의하여 제어되는 주기관(합계출력 1,500kW 이상의 내연기관)을 설치한 기관구역에는 화재탐지장치를 설치하여야 한다.

(사) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 36인 이하의 여객선 또는 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 1,000톤 미만의 36인 초과하는 여객선의 경우, **규칙 5장 501.**에서 규정하는 수동조작 콜포인트를 생략할 수 있다.

(아) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 5장 701. 4**항에서 규정하는 특별경보장치를 생략할 수 있다.

(자) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 화재탐지장치 및 화재경보장치는 구획식별능력을 갖출 필요가 없다.

(4) 거주구역, 업무구역, 제어장소의 소화설비는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 1,000톤 미만의 여객선의 경우, **규칙 8장 504.**에서 규정하는 요건을 생략할 수 있다.

(나) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 7장 605.**에서 규정하는 조리실 레인지의 배기덕트 및 주 세탁실 배기덕트의 요건을 생략할 수 있다.

(다) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 1,000톤 미만의 여객선의 경우, 각 구역에서 최소 2개이며 최소한 1개 휴대식소화기를 어느 장소로부터 15 m 거리 내에 비치할 수 있다. 모든 장소에 사용하는 휴대식소화기 중 1개를 그 장소의 출입구 부근에 비치하여야 한다.

(5) 기관구역의 소화장치는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 1,000톤 미만의 여객선의 경우, 연료유장치(기름보일러 제외)가 있는 기관구역에 **규칙 8장 401. 1**항에서 규정하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다.

(나) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 8장 401. 2**항에서 규정하는 추가의 소화장치를 생략할 수 있다. 이 경우, 적어도 1개의 휴대식소화기는 보일러실의 각 점화장소 및 연료유설비가 있는 장소에 비치하여야 한다.

(다) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 내연기관이 있는 기관구역은 휴대식포말방사기를 생략할 수 있다.

(라) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 기름보일러실에 용량 45리터의 이동식 포말소화기, 16kg 탄산가스소화기 또는 23kg의 분말소화기 중 1개를 비치하여야 한다.

(마) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **지침 표 8.8.3**에서 규정하는 기관구역 내의 공작실 및 기타 기관구역(보조기관구역, 전기설비구역, 자동전화교환실, 에어컨룸, 다른 유사지역)에 휴대식소화기를 생략할 수 있다.

(바) (마)의 요건에도 불구하고, 출력 3 kW 이상인 유압기기가 있는 장소 또는 작동유 탱크가 있는 장소(노출부 제외)의 구획실마다 휴대식소화기를 최소 1개 비치하여야 한다. 다만, 다음에 해당하는 유압장치 등에는 휴대식소화기를 생략할 수 있다.

(a) 합계용량이 100 리터 이하인 작동유탱크

(b) 인화점이 200 ℃이상인 작동유

(사) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 내연기관이 설치된 장소에는 **규칙 8장 401. 1**항에서 규정하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다. 다만, 다음에 해당하는 경우에는 고정식소화장치를 설치하여야 한다.

(a) 주기관 합계출력이 750 kW 이상인 차량구역을 가지는 여객선

(b) 주기관 합계출력이 1,500 kW 이상으로 무인 기관구역을 가지는 섬유강화플라스틱여객선(FRP)

(아) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 300톤 미만의 여객선의 경우, 내연기관이 설치된 장소에 **규칙 8장 402. 2**항 (2)호에서 규정하는 45 리터 포말소화기를 대신하여 다음 표에 의한 휴대식소화기를 비치할 수 있다.

대상 선박		비치 기준
총톤수 50톤 미만 선박		비치수량 : 휴대식 소화기 1개 비치장소 : 내연기관실 입구
총톤수 50톤 이상 300톤 미만 선박	주기관 또는 보조기관의 합계 출력이 750 kW 미만 선박	비치수량 : 휴대식 소화기 2개 비치장소 : 사용하기 용이한 장소
	주기관 또는 보조기관의 합계 출력이 750 kW 이상 선박	비치수량 : 휴대식 소화기 3개 비치장소 : 사용하기 용이한 장소

(자) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 8장 406.**에서 요구하는 고정식 국부소화장치를 생략할 수 있다.

(6) 화물구역의 소화장치는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 8장 601. 1**항 및 **2**항에서 규정하는 화물구역의 고정식 소화장치를 생략할 수 있다.

(7) 소방원장구는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해를 하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 소방원장구를 생략할 수 있다. 다만, 자체주행용 연료유 탱크를 갖춘 자동차를 적재하는 선박의 경우에는 다음에 따른다.

(a) 폐위된 차량구역을 가지는 여객선: 2조

(b) 개방된 차량구역을 갖고 총톤수 100톤 이상의 여객선: 1조

(c) 개방된 차량구역을 갖고 총톤수 100톤 미만의 여객선: 도끼 1개 및 구명줄 1개

(나) 국제항해를 하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 30톤 이상 100톤 미만의 강화플라스틱(FRP) 선체를 가지는 여객선의 경우, 호흡구 1개를 추가로 비치하여야 한다.

(다) 국제항해를 하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 비상탈출용 호흡구를 생략할 수 있다. 이 경우, 총톤수 1,600톤 이상의 여객선에는 거주구역 내에 3개(예비품 1개 포함)와 기관구역에 최소 2개를 비치하여야 한다.

(8) 총톤수 500톤 미만의 여객선의 경우, 국제육상시설연결구를 생략할 수 있다.

(9) 국제항해를 하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 정기적으로 무인화가 되는 기관구역에는 다음의 소화장치를 설치하여야 한다.

(가) 화재안전장치코드에 따른 자동소화장치 또는 **규칙 8장 301. 1**항에 따른 고정식 소화장치 및 **규칙 5장 202.**에 따른 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 금속제의 선체인 경우에는 화재탐지장치, 화재경보장치 및 기관실 각 출입구마다 휴대식 분말소화기(ABC급) 또는 휴대식 탄산가스소화기 2개 이상을 비치하는 것으로 대체할 수 있다.

(나) 다음의 소방설비를 비치하여야 한다. (b)에서 규정하는 휴대식소화기는 각 구역에서 최소 2개이며 최소한 1개 휴대식소화기를 어느 장소로부터 10 m 거리 내에 비치하여야 한다.

(a) 용량 45리터의 이동식포말소화기·중량 16킬로그램의 탄산가스소화기 또는 중량 23킬로그램의 분말소화기 1개

(b) 휴대식소화기 2개 이상

(다) 상기 (가)의 요건에도 불구하고 다음에 해당하는 경우, 내연기관이 설치된 장소에 **규칙 8장 301. 1**항에 따른 고정식 소화장치를 설치하여야 한다.

(a) 주기관 합계출력이 750 kW 이상인 차량구역을 가지는 여객선

(b) 주기관 합계출력이 1,500 kW 이상으로 무인 기관구역을 가지는 섬유강화플라스틱 여객선(FRP)

(10) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, **규칙 11장 401.**에서 규정하는 헬기갑판의 소화설비를 생략할 수 있다.

(11) 차량구역 및 로로구역의 소화설비는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 여객선의 경우, 차량구역 내의 폐위된 장소에는 **규칙 13장 502. 2**항 (1)호에서 규정하는 물분무방사기를 생략할 수 있다.

(나) **규칙 13장 301.**을 적용함에 있어서, 노출갑판에 대해서는 고정식 화재탐지 및 경보장치를 생략할 수 있다.

3. 화물선의 경우 다음과 같이 완화할 수 있다.

(1) 소화펌프 등은 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 300 톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 8장 102. 2**항 (2)호에서 규정하는 소화펌프를 생략할 수 있다.

(나) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 300 톤 이상의 화물선 또는 총톤수 300톤 이상 500 톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 8장 102. 2**항 (2)호에서 규정하는 독립구동의 소화펌프 1대로 완화할 수 있다.

(다) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만 화물선에 2대의 소화펌프를 비치하는 경우, 소화펌프의 합계용량은 빌지펌프 1대에 요구되는 용량의 3분의 2이상을 소화용으로 송수할 수 있어야 한다. 다만, 합계용량은 180 m^3/h를 초과할 필요는 없다.

(라) (나)의 규정에 의하여 1개의 소화펌프를 비치하는 경우, 소화펌프는 빌지펌프용량의 3분의 2이상을 소화용으로 송수할 수 있어야 하며, 모든 소화전의 최소압력은 0.24 MPa을 유지하여야 한다.

(마) 총톤수 500톤 미만 화물선 또는 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선의 경우,비상소화펌프 요건을 생략할 수 있다.

(바) 총톤수 300 톤 이상 500 톤 미만 화물선 또는 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 300톤 이상의 화물선의 경우, 소화전의 수 및 위치는 항해 중 선원이 통상 접근할 수 있는 모든 곳과 모든 빈 화물구역에 단일 소화호스에 의한 최소 1줄기 사수를 할 수 있어야 한다.

(사) 총톤수 300톤 미만 화물선의 경우, **규칙 8장 101. 5**항에서 규정하는 소화전의 수 및 위치의 요건을 생략할 수 있다.

(아) 총톤수 1,000톤 미만의 화물선 또는 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선의 경우, **규칙 8장 103. 2**항 (3)호에서 규정하는 예비용 소화호스 및 노즐을 생략할 수 있다.

(자) 총톤수 300톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 8장 103. 2**항 (3)호의 규정을 생략할 수 있다.

(차) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 8장 101. 4**항 (1)호에서 규정하는 분리밸브의 요건을 생략할 수 있다.

(2) **규칙 8장 203.**을 적용함에 있어서, 이 부록의 규정에 의하여 비치하는 휴대식소화기의 수에 다음 표에 의한 수를 곱하여 얻은 수보다 적지 아니한 수의 소화기를 충전할 수 있는 용량 또는 중량의 예비소화제를 비치할 수 있다. 이 경우 규정에 의한 수를 초과하여 비치하는 소화기에 충전된 소화제는 예비소화제로 본다.

구분	비치 비율
국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선	10 %

(3) 화재탐지장치 및 화재경보장치는 다음과 같이 완화할 수 있다.
(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 5장 201. 2**항 (2)호 및 **3**항에서 요구되는 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 생략할 수 있다. 또한, 보이드 구역, 공용화장실, CO2 저장실, 이와 유사한 장소와 같이 화재위험이 거의 없는 장소 또는 소구역에 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치를 생략할 수 있다.
(나) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 5장 501.**에서 규정하는 수동조작 콜포인트를 생략할 수 있다.
(다) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 5장 305.**에서 규정하는 자동스프링클러장치, 화재탐지장치 및 화재경보장치를 생략할 수 있다.
(4) 거주구역, 업무구역, 제어장소의 소화설비는 다음과 같이 완화할 수 있다.
(가) 국제항해에 종사하지 아니하는 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 8장 504.**에서 규정하는 요건을 생략할 수 있다.
(나) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 선박 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 7장 605.**에서 규정하는 조리실 레인지의 배기덕트 및 주 세탁실 배기덕트의 요건을 생략할 수 있다.
(다) **규칙 8장 202.**를 적용할 때 총톤수 500 톤 이상 1,000 톤 미만의 화물선에서 4개, 총톤수 100톤 이상 500 톤 미만의 화물선에서 최소 3개, 총톤수 50 톤 이상 100 톤 미만의 화물선에서 최소 2개, 총톤수 50 톤 미만의 화물선에서 최소 1개를 거주구역 및 업무구역에 각각 적절히 비치하여야 한다.
(5) 기관구역의 소화장치는 다음과 같이 완화할 수 있다.
(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 1,000톤 미만의 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, 연료유장치(기름보일러 제외)가 있는 장소에 **규칙 8장 401.**에서 규정하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다.
(나) 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, 고정식 소화장치로서 고정식 저팽창포말 소화장치를 설치할 수 있다.
(다) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 8장 401. 2**항에서 규정하는 추가의 소화장치를 생략할 수 있다. 이 경우, 적어도 1개의 휴대식소화기는 보일러실의 각 점화장소 및 연료유설비가 있는 장소에 비치하여야 한다.
(라) 총톤수 500 톤 미만 화물선의 경우, A류 기관구역에 **규칙 8장 402. 1**항에서 규정하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다. 다만, 자체주행용 연료유탱크를 갖춘 자동차를 적재하는 화물구역이 있는 선박(선급부기부호 S 로 등록된 선박 제외)에서 합계출력 750 kW 이상 주기관이 있는 장소인 경우 고정식 소화장치를 생략하지 아니한다.
(마) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, 내연기관이 있는 기관구역은 휴대식포말방사기를 생략할 수 있다.
(바) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 총톤수 1,000톤 미만의 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, 내연기관이 있는 기관구역에 **규칙 8장 402. 2**항 (2)호에서 요구하는 최소 45 L포말소화기를 생략할 수 있다.
(사) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 500톤 미만의 화물선의 경우, **지침 표 8.8.3**의 표에서 규정하는 기관구역내의 공작실 및 기타 기관구역(보조기관구역, 전기설비구역, 자동전화교환실, 에어컨룸, 다른 유사지역)에 휴대식소화기를 생략할 수 있다.
(아) 상기 (사)의 요건에도 불구하고, 출력 3 kW 이상인 유압기계가 있는 장소 또는 작동유 탱크가 있는 장소(노출부 제외)의 구획실마다 휴대식소화기를 최소 1개 비치하여야 한다. 다만, 다음에 해당하는 유압장치 등에는 휴대식소화기를 생략할 수 있다.
(a) 합계용량이 100 리터 이하인 작동유탱크
(b) 인화점이 200 ℃이상인 작동유
(6) 화물구역의 소화장치는 다음과 같이 완화할 수 있다.
(가) 총톤수 2,000톤 미만의 화물선(탱커 제외)의 화물구역에는 **규칙 8장 601. 3**항에서 요구하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다. 단, 로로 및 차량구역은 제외한다.
(7) 소방원장구는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해를 하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선에는 소방원장구를 생략할 수 있다. 다만, 자체주행용 연료유 탱크를 갖춘 자동차를 적재하는 화물선의 경우에는 다음에 따른다.

(a) 폐위된 차량구역을 가지는 화물선: 2조

(b) 개방된 차량구역을 가지는 화물선은 총톤수 100톤 이상의 경우: 1조

(c) 총톤수 100톤 미만의 경우: 도끼 1개 및 구명줄 1개

(나) 국제항해를 하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선에는 비상탈출용 호흡구를 생략할 수 있다.

(8) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우에는 국제육상시설연결구를 생략할 수 있다.

(9) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, 정기적으로 무인화가 되는 기관구역의 소화장치는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) **규칙 5장 201. 1**항에서 규정하는 화재탐지 및 경보장치 요건을 생략할 수 있다.

(나) 다음의 소화장치를 갖추어야 한다.

(a) FSS 코드에 따른 자동소화장치 또는 **규칙 8장 301. 1**항에 따른 고정식 소화장치 및 **규칙 5장 202.**에 따른 고정식 화재탐지 및 화재경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 금속제의 선체인 경우에는 화재탐지장치, 화재경보장치 및 기관실 각 출입구마다 휴대식 분말소화기(ABC급) 또는 휴대식 탄산가스소화기 2개 이상을 비치하는 것으로 대체할 수 있다.

(b) 다음의 소방설비를 비치하여야 한다. (ii)에서 규정하는 휴대식소화기는 각 구역에서 최소 2개이며 최소한 1개 휴대식소화기를 어느 장소로부터 10 m 거리 내에 비치하여야 한다.

(i) 용량 45리터의 이동식포말소화기·중량 16킬로그램의 탄산가스소화기 또는 중량 23킬로그램의 분말소화기 1개

(ii) 휴대식소화기 2개 이상

(c) 상기 (가)의 요건에도 불구하고 다음의 화물선의 경우, 내연기관이 설치된 장소에 **규칙 8장 301. 1**항에 따른 고정식 소화장치를 설치하여야 한다.

(i) 주기관 합계출력이 750 kW 이상인 차량구역을 가지는 화물선

(ii) 주기관 합계출력이 1,500 kW 이상으로 무인 기관구역을 가지는 섬유강화플라스틱 화물선(FRP)

(다) **규칙 8장 101. 2**항 (2)호에서 규정하는 요건을 생략할 수 있다.

(10) 탱커의 소화설비는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 총톤수 500톤 미만 탱커의 화물펌프실에는 **규칙 8장 801.**에서 요구하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다.

(나) 총톤수 500톤 미만 탱커의 화물탱크에는 **규칙 8장 701.**에서 규정하는 갑판포말장치를 생략할 수 있다.

(11) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 이하의 화물선의 경우, **규칙 11장 401.**에서 규정하는 헬기갑판의 소화설비를 생략할 수 있다.

(12) 자체 주행용 연료를 갖춘 자동차를 적재하는 장소(이하 자동차 적재장소라 한다)가 있는 화물선(화물 페리 포함)은 **지침 7편 부록 7-3 10**항 (2)호의 요건에 적합하여야 한다.

(13) **규칙 2장 403.**의 2항 (2)호를 적용하면서, 총톤수 500톤 미만인 유조선인 경우 화물유 탱크의 분리요건에 대한 완화규정은 아래와 같다.

선박의 길이방향 또는 너비방향으로 인접하는 복수의 화물유 탱크가 배치되어 있고 각각 해당 화물유탱크의 길이가 10 m 이하인 경우에는 이들 복수의 화물유 탱크는 1개의 화물유탱크로 간주할 수 있다. (**그림 부록 8-3** 참조)

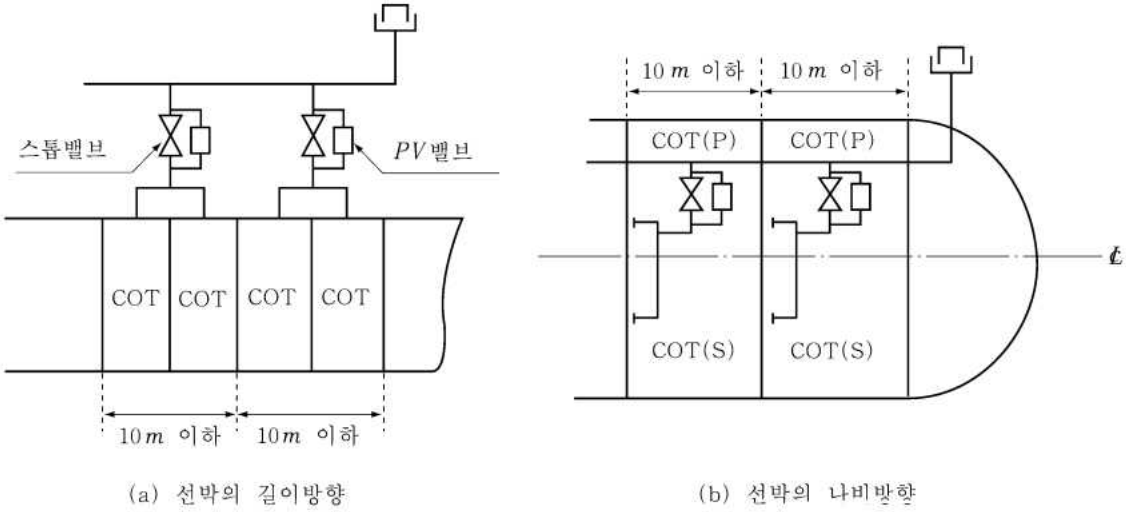


그림 부록 8-3 총톤수 500톤 미만의 유조선의 화물유탱크의 분리

(14) **규칙 9장 503. 2**항을 적용함에 있어서, 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 유탱커의 경우에는 2차 과부압 방지 수단을 생략할 수 있다.

(15) 차량구역 및 로로구역의 소화설비는 다음과 같이 완화할 수 있다.

(가) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, **규칙 13장 502. 2**항의 요건을 생략할 수 있다.

(나) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선의 경우, 차량구역 및 로로구역에 불연성의 화물만을 전용으로 운송하는 경우, **규칙 13장 501.**에서 규정하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다.

(다) 총톤수 500톤 미만의 화물선 또는 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선의 경우, 밀폐할 수 없는 차량구역 및 로로구역에는 **규칙 13장 501.**에서 규정하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다.

(라) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 선박의 폐위된 차량구역 또는 로로구역에는 **규칙 13장 201. 2**항 (2)호에서 규정하는 휴대식 가연성가스탐지기를 생략할 수 있다.

(마) 국제항해에 종사하지 아니하고 항해구역이 제한된 화물선 또는 총톤수 500톤 미만의 화물선의 경우, 차량구역 및 로로구역에는 **규칙 13장 301.**에서 규정하는 고정식 화재탐지 및 경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 항해 중 항시 연속적인 화재 당직에 의하여 효과적인 화재감시체제가 유지되는 경우에는 생략할 수 있다.

부록 8-4 어선의 완화 요건

1. 소화펌프를 다음과 같이 완화할 수 있다.
(1) 총톤수 1,000 톤 이상의 어선에는 2대, 총톤수 80톤 이상 1,000톤 미만의 어선에는 1대, 총톤수 80 톤 미만 어선에 소화펌프를 생략할 수 있다.
(2) 총톤수 1,000톤 이상의 어선의 경우, 소화펌프의 합계용량은 빌지펌프 1대에 요구되는 용량의 3분의 2이상을 소화용으로 송수할 수 있어야 한다. 다만 소화펌프 합계용량은 180 m^3/h 초과할 필요는 없다.
(3) 상기 (1)호에 따라 1개의 소화펌프를 비치하는 총톤수 500톤 이상 1,000톤 미만의 어선의 경우, 소화펌프는 빌지펌프용량의 3분의 2이상을 소화용으로 송수할 수 있어야 하며 그 최대송수량은 모든 소화전에서 0.24 MPa 압력을 유지하여야 한다.
(4) 정기적으로 무인화가 되는 기관구역이거나 또는 1인 당직이 요구되는 총톤수 500톤 미만의 어선의 경우, **규칙 8장 101. 2**항 (2)호의 요건을 생략할 수 있다.
2. 비상소화펌프의 요건을 어선에 적용하지 아니할 수 있다.
3. 소화전을 다음과 같이 완화할 수 있다.
(1) 총톤수 80 톤 미만 어선의 경우, **규칙 8장 101. 5**항의 소화전 수 및 위치 요건을 생략할 수 있다.
(2) 총톤수 80톤 이상 500톤 미만의 어선의 경우, 소화전의 수 및 위치는 선박 운항 시 여객 또는 선원이 통상 접근할 수 있는 모든 장소와 빈 화물구역에 동일한 소화전으르 방출되지 아니하는 최소한 1줄기 사수가 가능하여야 하며, 그 1줄기는 단일 소화호스로 사수할 수 있어야 한다. 이 경우, 인접된 모든 소화전을 통하여 12 m 사수가 충분하여야 한다.
(3) **규칙 8장 101. 6**항에서 규정한 최소압력 및 **규칙 8장 102. 4**항에서 규정한 소화펌프 용량의 요건을 생략할 수 있다.
(4) 주소화펌프가 있는 기관구역과 나머지 소화주관을 분리시키는 차단밸브 요건을 적용하지 아니할 수 있다.
4. 소화호스 및 노즐을 다음과 같이 완화할 수 있다.
(1) 총톤수 80 톤 미만 어선의 경우, **규칙 8장 103. 2**항에서 규정하는 소화호스 및 노즐 요건을 생략할 수 있다.
(2) 총톤수 80톤 이상 1,000톤 미만의 어선의 경우, **규칙 8장 103. 2**항 (3)호를 적용함에 있어서 예비용 소화호스 및 노즐을 생략할 수 있다.
5. **소방원 장구**
(1) 총톤수 1,000톤 이상의 어선의 경우, 화재안전장치코드에 적합한 소방원 장구를 최소 1조 비치할 수 있다.
6. 고정식 화재탐지 및 경보장치를 어선에 적용할 필요는 없다. 어선법의 적용을 받는 선박에 대해서는 어선설비기준에 따른다. *(2021)*
7. 거주구역, 업무구역, 제어장소의 소화설비는 다음과 같이 완화할 수 있다.
(1) 총톤수 1,000톤 미만의 어선에서 조리실 내 고정식 소화장치 요건을 생략할 수 있다.
(2) 총톤수 20톤 미만의 경우에는 휴대식소화기 최소 1개, 총톤수 20톤 이상 80톤 미만의 경우에는 휴대식소화기 최소 2개, 총톤수 80톤 이상 500톤 미만의 경우에는 휴대식소화기 최소 3개, 총톤수 500톤 이상 1,000톤 미만의 경우에는 휴대식소화기 최소 4개를 비치하여야 한다. 이 경우, 총톤수 500톤 이상의 어선에는 모든 장소에 사용하는 휴대식소화기 중 1개를 그 장소의 출입구 부근에 비치하여야 한다.
8. 기관구역의 소화설비는 다음과 같이 완화할 수 있다.
(1) 총톤수 1,000톤 이상의 어선에는 내연기관이 있는 장소에 다음의 소화장치를 비치하여야 한다.
(가) **규칙 8장 301.**의 **1**항에서 규정하는 고정식 소화장치 중 1개
(나) 용량 45리터의 이동식포말소화기·중량 16 kg의 탄산가스소화기 또는 중량 23 kg의 분말소화기 중 1개
(다) 내연기관 출력 750 kW 또는 그 단수마다 휴대식소화기 1개
(2) 총톤수 1,000톤 미만의 어선의 경우, 내연기관이 있는 장소에 상기 (1)에서 규정하는 소화장치 대신에 다음과 같이 완화할 수 있다.
(가) 내연기관 출력 750 kW 또는 그 단수마다 1개 이상 휴대식소화기를 비치하여야 한다.
(나) 총톤수 80톤 미만의 어선에 있어서는 최소 1개, 총톤수 80톤 이상 500톤 미만의 어선에 있어서는 최소 2개, 총톤수 500톤 이상 1,000톤 미만의 어선에 있어서는 최소 3개의 휴대식소화기를 비치하여야 한다.
(다) 정기적으로 무인화되는 기관구역에는 내연기관이 있는 장소에 다음 중 하나를 설치하여야 한다. 다만, 금속제의 선체인 경우에는 고정식 화재탐지장치, 경보장치 및 기관구역 각 출입구마다 휴대식 분말소화기(ABC급) 또는 휴대식 탄산가스소화기를 2개 비치하는 것으로 대체할 수 있다.

(a) **규칙 8장 301.**의 1항에서 규정하는 고정식 소화장치 중 1개
(b) 화재안전장치코드에 따른 충분한 용량의 자동 소화장치
(c) **규칙 5장 202.**에 따른 고정식 화재탐지 및 화재경보장치

(3) 기름보일러 또는 연료유장치가 있는 기관구역은 다음과 같이 완화할 수 있다.
(가) 총톤수 1,000톤 미만의 어선의 경우, 연료유장치(기름보일러 제외)가 있는 장소에 **규칙 8장 401.** 1항에서 규정하는 고정식 소화장치를 생략할 수 있다.
(나) 기름보일러실의 점화장소 및 연료유설비가 있는 장소에 휴대식소화기 1개를 비치하여야 한다.
(다) 각 점화구역에 최소 0.1 ㎥ 모래, 소다가 있는 톱밥이나 기타 승인된 건조물질을 담을 수 있는 용기와 그것을 퍼뜨릴 수 있는 삽을 비치하여야 한다. 이 대체물로써 승인된 휴대식 소화기 1개를 비치할 수 있다.
(라) 상기 (가)~(다)의 요건에도 불구하고 총톤수 500톤 미만의 어선의 경우에는, 기름보일러의 용량 및 위치 등을 고려하여 우리 선급이 인정하는 경우에 상기의 요건을 완화할 수 있다.

9. **예비소화제**

어선에는 휴대식소화기 수의 각각 50%를 본선에 비치하여야 한다. 이 경우 초과하여 비치하는 소화기에 충전된 소화제는 예비소화제로 본다. 재충전을 위한 지침서를 선내 비치하여야 한다.

10. 헬기 갑판을 설치한 어선은 헬기갑판의 부근에 다음과 같이 소화설비를 갖추고 헬기갑판의 통로 부근에 보관하도록 한다.
(1) 총용량 45kg 이상 분말소화기 최소 2개
(2) 총용량 18kg 이상의 탄산가스소화기 또는 이와 동등한 것

11. 국제육상시설연결구 요건을 생략할 수 있다.
12. 화재제어도 요건을 생략할 수 있다.
13. 화물구역의 소화장치 요건을 생략할 수 있다.
14. 상기 이외에 국제항해에 종사하지 아니하거나 총톤수 500톤 미만인 어선은 **부록 8-3**을 적용하여야 한다.

부록 8-5 불활성가스장치

1. 용어의 정의

(1) "화물탱크"란 인화점이 60℃ 이하인 화물 또는 화물잔류물을 운송하는 "슬롭탱크"를 포함한 화물탱크를 말한다.

(2) "불활성가스 장치"는 불활성가스 발생기, 질소 발생기 및 폐기가스를 사용하는 불활성가스장치를 포함하며, 기관구역에 화물가스의 역류를 방지하기 위한 수단, 고정식/휴대식 계측기기 및 제어장치를 갖춘 불활성가스 설비 및 불활성가스 분배장치를 말한다.

(3) "가스안전구역"은 가스의 유입으로 인하여 가연성 또는 유독성 위험이 발생할 수 있는 장소를 말한다.

(4) "가스프리"는 탄화수소 또는 다른 가연성증기의 함량이 연소 하한치(LFL)의 1 %보다 적고, 산소 함량이 21 % 이상이며, 유독성 가스는 존재하지 않는 탱크 상태를 말한다.

2. 일반 요건

(1) 빈 화물탱크를 불활성화하여 화물탱크의 모든 부분에서 대기 중 산소 농도가 8%를 초과하지 않도록 유지하여야 하며, 해당 화물탱크를 가스프리할 필요가 있는 경우를 제외하고 항내 및 해상에서 양압을 유지하여야 한다.

(2) 가스프리가 필요한 경우를 제외하고 정상 작동 중에는 공기가 탱크에 유입되지 않아야 한다.

(3) 빈 화물탱크에 탄화수소가스를 제거하여 연속된 가스프리 작업 중 어떠한 경우에도 탱크 내부에 가연성 분위기를 형성하지 않아야 한다.

(4) 화물탱크에 선박의 최대양하용적의 125 % 이상의 불활성가스를 공급할 수 있어야 한다. 우리 선급은 케미컬 탱커 및 케미컬/석유화학제품 탱커에 대하여 불활성가스 장치로 보호되는 화물탱크로부터의 최대양하율이 불활성가스 용량의 80 %를 넘지 않도록 제한되는 경우, 공급용량이 최대양하용적의 125 %보다 적은 저용량 불활성가스 장치를 허용할 수 있다.

(5) 요구되는 모든 유량에서 산소농도 5 % 이하의 불활성가스를 화물탱크로 공급할 수 있어야 한다.

(6) 불활성가스 장치에 사용되는 재료는 사용 목적에 적합하여야 한다. 특히, 가스 및/또는 액체에 의하여 부식될 염려가 있는 구성부품은 내식성 재료로 제조되거나 고무, 유리섬유 에폭시 수지 또는 기타 동등한 피복 재료로 보호되어야 한다.

(7) 불활성가스의 공급

(가) 주 또는 보조보일러의 정제된 폐기가스

(나) 기름 또는 가스 연소식 가스발생기의 가스

(다) 질소발생기의 가스

저장탄산가스를 사용하는 방식의 불활성가스 장치는 정전기 발생에 의한 발화의 위험이 없다고 우리 선급이 인정한 경우를 제외하고는 사용할 수 없다.

(8) 안전장치

(가) 불활성가스 장치는 모든 화물탱크에 발생할 수 있는 최대압력이 모든 화물탱크의 시험압력을 초과하지 않도록 설계되어야 한다.

(나) 불활성가스 장치 및 그 구성 부품은 (11)호, 3항의 (7)호 및 4항 (9)호의 규정을 고려하여 미리 설정된 한계치에 도달 시 자동 차단되도록 배치하여야 한다. 불활성가스장치와 그 구성부품의 자동 차단은 다음을 포함해야 한다. *(2019)*

(a) 다음의 경우 팬의 차단 및 가스조절밸브 폐쇄

(i) 가스세정장치의 고수위(질소발생장치에는 미적용)

(ii) 가스세정장치로의 저압/저유동(질소발생장치에는 미적용)

(iii) 불활성가스 공급의 고-고온(high-high temperature)

(b) 다음의 경우 조절밸브 폐쇄

(i) 체적으로 5%를 초과하는 산소농도

(ii) 송풍기/팬 또는 질소 압축기의 고장

(c) 이중차단 및 배출장치의 활성화(이중차단 및 배출장치가 수봉장치를 대신하는 선박에 한함)

(i) 불활성가스 공급의 손실

(ii) 불활성가스장치 전원의 상실

(다) 적절한 차단장치를 각 발생기 설비의 배출구에 제공되어야 한다.

(라) 불활성가스 장치는 산소농도가 5%를 초과하면 불활성가스를 대기 중으로 자동 배출하도록 설계하여야 한다.

(마) 화물 하역 전에 불활성가스 설비의 기능을 안정화될 수 있도록 하는 장치가 제공되어야 한다. 송풍기로 가스프

리를 할 경우 그 공기흡입구를 차폐하도록 배치하여야 한다.

(바) 이중 차단 및 배출밸브가 설치된 경우, 전원을 상실하면 차단밸브는 자동으로 폐쇄되고 배출밸브는 자동으로 개방되는 시스템이어야 한다.

(9) 역류방지장치

(가) 불활성가스 설비 또는 가스안전구역으로 증기 및 액체가 역류하는 것을 방지하기 위하여 2개 이상의 역류방지장치를 부착하여야 한다.

(나) 첫 번째 역류방지장치는 습식, 반습식 또는 건식의 데크씰(deck seal) 또는 이중차단 및 배출장치(double-block and bleed arrangement)이어야 한다. 중간에 배출밸브를 갖는 연속된 2개의 차단밸브는 다음이 제공되는 경우에 인정될 수 있다.

(a) 밸브는 자동으로 작동되어야 한다. 불활성가스의 유량 또는 압력차 등의 공정에서 신호를 직접 받아 밸브가 개방/폐쇄되어야 한다.

(b) 밸브의 오작동 경보가 제공되어야 한다. 송풍기가 정지된 상태에서 공급밸브는 개방되는 것과 같은 작동 상태가 오작동의 예이다.

(다) 두 번째 역류방지장치는 증기 및 액체의 역류를 방지할 수 있는 체크밸브 또는 이와 동등한 것이어야 하며, 갑판 수밀봉(또는 동등 장치)과 불활성가스 주관에서 화물탱크로의 첫 번째 연결구 사이에 부착되어야 한다. 이 장치에는 유효한 폐쇄장치가 부착되어야 한다. 유효한 폐쇄장치에 대한 대체수단으로, 유효한 폐쇄장치를 갖는 추가의 밸브를 체크밸브와 화물탱크로의 불활성가스 주관으로부터 갑판 수밀봉 또는 동등한 장치를 격리하기 위한 화물탱크로의 첫 번째 연결구 사이에 부착할 수 있다.

(라) 수밀봉이 설치된 경우, 2개의 독립된 펌프에 의하여 공급될 수 있는 것이어야 하며 각 펌프는 항상 충분한 급수를 할 수 있어야 한다. 수밀봉의 저수위에 관한 가시가청 경보장치는 항상 작동하여야 한다.

(마) 수밀봉장치 또는 동등장치 및 관련 부착품은 증기 및 액체의 역류를 방지하고 작동상태에서 적절한 기밀을 유지할 수 있어야 한다.

(바) 수밀봉은 동결에 대하여 보호를 보장할 수 있는 설비를 갖춰야 하며, 과열로 손상되지 않도록 한다.

(사) 각각의 관련된 급수관, 배수관 및 가스안전구역으로 유도되는 통풍관 또는 압력검지관에는 워터 루프 또는 기타 승인된 장치를 설치하여야 한다. 이들 루프는 진공으로 인해 빈 공간이 되지 않도록 조치를 강구하여야 한다.

(아) 모든 수밀봉 또는 동등장치 및 워터 루프 장치는 화물탱크의 시험압력과 동등한 압력에서 불활성가스 설비로 증기 및 액체의 역류를 방지할 수 있어야 한다.

(자) 역류방지장치는 갑판상 화물지역 내에 위치되어야 한다.

(10) 불활성가스 관

(가) 불활성가스 주관은 (9)호에서 요구되는 역류방지장치의 전방에서 2개 이상의 지관으로 나누어질 수 있다.

(나) 불활성가스 공급주관에는 각 화물탱크에 이르는 지관을 설치하여야 한다. 불활성가스 지관에는 스톱밸브 또는 각 탱크를 격리하기 위한 동등한 제어장치를 설치하여야 한다. 스톱밸브를 설치하는 경우에는 책임사관에 의하여 관리되는 잠금장치를 스톱밸브에 설치하여야 한다. 작동된 제어장치는 최소한 이 밸브들의 작동상태를 (11)호에 규정된 제어반에 명확히 표시하여야 한다. 불활성가스 주관에서 화물탱크까지의 이어지는 불활성가스 지관의 스톱 밸브의 작동 상태에 대한 정확한 정보는 (11)호에서 요구된 제어반에서 제공하는 개방/중간/폐쇄 상태에 대한 지시기의 위치를 의미한다. 리밋(limit) 스위치는 개방 및 폐쇄 위치를 정확하게 나타내기 위하여 사용되어야 한다. 중간 위치 상태는 밸브가 개방 또는 폐쇄 위치에 있지 않을 때를 나타낸다. *(2019)*

(다) 불활성화되지 않은 각 화물탱크는 다음과 같은 방법으로 불활성가스 주관으로부터 분리될 수 있어야 한다. *(2021)*

(a) 스풀피스, 밸브 또는 기타 배관부를 제거하고 배관의 끝단 폐쇄

(b) 연속한 2개의 스펙터클 플랜지 사이에 누설 탐지 설비를 배치

(c) 우리 선급이 동등 수준의 기능이 있다고 인정하는 장치

(라) 화물탱크가 불활성가스 주관과 격리될 때 온도변화로 생기는 과압이나 부압 영향으로부터 화물탱크를 보호하기 위한 수단을 강구하여야 한다.

(마) 관장치는 모든 조건에서 배관 내 화물이나 물이 축적되는 것을 방지하도록 설계되어야 한다.

(바) 불활성가스 주관에서 외부와 공급 연결되도록 배치하여야 한다. 이 배치 시 배관 공칭크기 250 mm 볼트 플랜지로 구성하여야 하고, 한 개 밸브로 불활성 주관과 격리되도록 한다. 체크밸브의 전방에 위치하여야 한다. 이 플랜지의 설계는 선박의 화물 배관에서 다른 외부 연결부의 설계용으로 채택된 기준의 적절한 등급에 적합하여야 한다.

(사) 불활성가스 공급주관과 화물 배관 사이에 연결구가 설치되는 경우 이들 사이에 존재할 큰 압력차를 고려하여 효과적으로 격리하도록 배치한다. 이것은 2개의 차단밸브 사이의 공간을 안전하게 벤트시키는 배치이거나 2개의 차단밸브에 맹플랜지를 부착한 스풀피스로 구성하여야 한다. (**그림 부록 8-5** 참조)

(아) 화물주관으로부터 불활성가스 주관을 격리하며 화물주관측에 있는 밸브는 실제적인 폐쇄수단이 있는 체크밸브여야 한다. 격리수단은 **그림 부록 8-5.2**의 두 가지 배치로 할 수 있다. *(2022)*

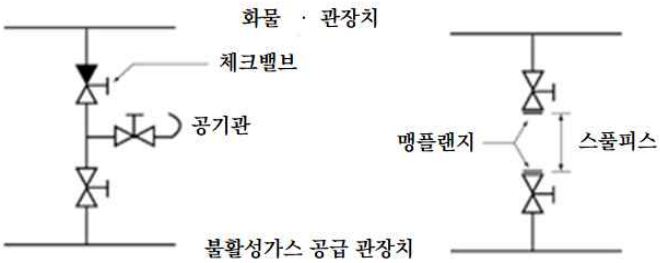


그림 부록 8-5.2

(자) 불활성가스 관장치는 거주구역, 업무구역 및 제어장소를 통과하여서는 안 된다.

(차) 겸용선에서 기름 이외 화물을 운송할 경우 기름 또는 기름 잔류물을 수용하고 있는 슬롭탱크를 다른 탱크와 격리하기 위해서 항상 그 위치에 맹판 플랜지를 구성하여야 한다, 단 불활성가스장치 지침(MSC/Circ.353 및 MSC/Circ.387)의 관련 조항에 별도로 정해져 있는 경우에는 예외로 한다.

(카) 불활성가스 관의 전 길이에 걸쳐서 전기적 연속성을 갖추어야 하며, 정전기를 제거하도록 설계되어야 한다. *(2019)*

(11) 지시 및 경보장치

(가) 불활성가스장치의 작동 상태는 제어반에 표시되어야 한다. 불활성가스장치의 작동 상태는 불활성가스가 가스조절밸브의 하류와 역류방지장치의 불활성가스 주관 하류의 압력 또는 흐름에 의해 공급된 표시에 기초하여야 한다. 그러나 불활성가스장치의 작동 상태는 적절한 경우 2항 (11)호 및 3항 (7)호 또는 4항 (9)호에 명시된 것 이외의 추가 지시나 경보는 필요하지 않은 것으로 간주한다. *(2019)*

(나) 불활성가스가 공급될 때 다음을 계속적으로 표시하고 영구적으로 기록하기 위한 계기를 부착하여야 한다.

(a) 역류방지장치 전방의 불활성가스 공급 주관 내의 압력

(b) 불활성가스의 산소 농도

(다) 지시 및 기록장치는 화물제어실이 설치되어 있는 경우에는 그 곳에 위치하여야 한다. 다만, 화물제어실이 설치되어 있지 아니한 경우에는, 그 장치들은 화물작업을 담당하는 사관이 용이하게 접근할 수 있는 장소에 위치하여야 한다.

(라) 추가로 다음 계기를 설치하여야 한다.

(a) 불활성가스 공급주관으로부터 격리할 때마다 항해선교에 (11)호 (나) (a)에서 정한 압력과 겸용선의 슬롭탱크 압력을 나타내도록 한다.

(b) 기관제어실 또는 기관구역에 (11) (나) (b)에서 정한 산소농도를 나타내도록 한다.

(마) 가시 및 가청 경보장치

(a) 설계된 시스템에 근거하여, 다음 사항을 표시하는 가시 및 가청의 경보장치를 설치하여야 한다.

(i) 체적으로 5%를 초과하는 산소농도

(ii) (11)호 (나)에 명시된 지시장치로의 동력 공급 실패

(iii) 100 mm 수두 미만의 가스압력. 경보장치는 겸용선의 슬롭탱크내의 압력을 항상 감시할 수 있어야 한다.

(iv) 설정치보다 높은 가스 압력

(v) 자동제어장치로의 동력 공급 실패

(b) 상기 (a)의 (a) (i), (iii) 및 (v)에서 요구되는 경보장치는 기관구역 및 화물제어실이 있는 경우에는 그곳에 설치되어야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 선원중의 책임 있는 자가 즉시 경보를 수신할 수 있는 장소이어야 한다.

(c) 상기 (a)의 (a) (iii)에서 요구되는 장치로부터 독립된 가청경보장치 또는 화물펌프의 자동정지 장치가 불활성

가스 공급주관에 설정된 저압 한계값에 도달하였을 때 작동하여야 한다. 독립된 경보장치란 저압, 고압 및 압력지시/기록 장치로 경보를 제공하는 감지기와 추가로 제2의 압력감지기가 제공되어야 함을 의미한다. 그러나 제어장치의 경보에 대해 공통의 PLC(programmable logic controller)는 설치할 수 있다. 화물펌프의 차단이 가능한 시스템이라면 독립된 감지기는 요구되지 않는다.

화물펌프의 차단을 위한 시스템이 배치되면, 모든 화물펌프를 자동으로 차단하는 기능도 제공되어야 한다. 화물펌프의 차단 시에는 제어장소에서도 알 수 있도록 경보되어야 한다. 화물펌프의 차단이 평형수 펌프의 작동이나 화물펌프실의 빌지 배출용 펌프의 작동을 방해해서는 안 된다. *(2019)*

(d) 2개의 산소감지기는 불활성가스 장치가 있는 구역의 적절한 위치에 설치되어야 한다. 산소농도가 19 % 아래로 떨어지는 경우, 산소감지기는 경보를 발하여야 한다. 경보장치는 내부 및 외부구역에서 가시가청할 수 있어야 하고 책임 있는 선원이 즉시 경보를 수신할 수 있는 장소에 위치하여야 한다.

(12) 작동지침서

불활성가스장치와 화물탱크장치에 적용에 관한 운전, 안전 및 보수유지의 요건, 신체위험의 상세한 지침서를 본선에 비치하여야 한다. 이 지침서는 불활성가스장치의 손상 또는 고장 시 조치하여야 할 절차 지침을 포함하여야 한다. (MSC/Circ.353 및 MSC/Circ.387)

3. 폐기가스 및 불활성가스 발생장치에 대한 요건

(1) 불활성가스 발생기

(가) 불활성가스 발생기에는 2개의 연료유 펌프가 부착되어야 한다. 충분한 양의 적합한 연료가 불활성가스 발생기에 제공되어야 한다.

(나) 불활성가스 발생기는 화물탱크지역의 외부에 위치하여야 한다. 불활성가스 발생기는 기관구역에 위치할 수 있으며, 불활성가스 발생기가 있는 구역에서 거주구역 또는 제어장소로의 직접적인 통로를 설치할 수는 없다. 기관구역에 위치하지 않는 경우, 불활성가스 발생기가 설치된 구획은 거주구역, 업무구역 및 제어장소구역과 가스밀의 강으로 된 격벽 및/또는 갑판에 의하여 분리되어야 한다. 그러한 구획에는 적절한 양압 방식의 기계식 통풍장치가 설치되어야 한다.

(2) 가스조절밸브

(가) 가스조절밸브 1개를 불활성가스 공급주관에 부착하여야 한다. 가스조절밸브는 2항 (8)호 (나)에서 요구하는 것처럼 자동 제어로 폐쇄되어야 한다. 불활성가스 유량의 자동제어 장치가 없으면, 가스조절밸브가 화물탱크로의 불활성가스의 유입을 자동 제어할 수 있어야 한다.

(나) 가스조절밸브는 불활성가스 공급주관이 통과하는 최전방 가스안전구역의 전방 격벽에 위치하여야 한다.

(3) 냉각 및 세정장치

(가) 2항 (1)호부터 (5)호에서 정한 체적의 가스를 효과적으로 냉각하고 잔류 고형물 및 유황연소물을 제거하기 위한 폐기가스 세정기를 설치하여야 한다. 냉각수장치는 선내 필수적인 공급을 방해하지 않고 항상 적절히 공급할 수 있도록 한다. 냉각수의 대체 공급 설비를 갖추어야 한다.

(나) 여과기 또는 이와 동등한 장치를 설치하여 불활성가스 송풍기로 물의 유입량을 최소화하여야 한다.

(4) 송풍기

(가) 송풍기를 2개 이상 설치하여야 한다. 이들 송풍기는 적어도 2항 (1)호부터 (5)호에서 정한 체적의 불활성가스를 화물탱크에 공급할 수 있어야 한다. 가스발생장치에 의한 불활성가스장치로 2항 (1)호부터 (5)호에서 정한 가스 총량을 보호 화물탱크로 공급할 수 있을 경우 송풍기를 1개만 인정할 수 있다. 다만, 이때 송풍기 및 그 원동기의 예비품이 충분하고 본선에서 선원이 송풍기 및 그 원동기의 고장을 수리할 수 있어야 한다. 송풍기 및 그 원동기의 예비품이란 통상 중요부품을 말하며, 각 종류별 베어링, 모터, 기동기 및 완성된 회전 부품이 이에 포함될 수 있다. 상기의 중요부품 이외에 송풍기의 형식 및 제조자의 권고에 따라 추가의 부품이 요구될 수 있다. *(2017)*

(나) 불활성가스 발생기가 용적식 송풍기에 의하여 운전되는 경우, 송풍기의 토출 측에 발생하는 과도한 압력을 방지하기 위하여 압력완화장치가 제공되어야 한다.

(다) 2개의 송풍기가 설치될 때, 불활성가스 장치의 요구되는 총용량은 2개의 송풍기에 균등하게 분배되어야 하며, 어떠한 경우에도 1대의 송풍기 용량이 필요 총용량의 1/3 보다 적어서는 안 된다.

(5) 폐기가스를 사용하는 장치에는 보일러 폐기가스 연도와 폐기가스 세정기 사이에서 폐기가스 차단밸브를 불활성가스 공급주관에 설치하여야 한다. 이들 밸브 개폐를 표시하는 지시기를 설치하여야 하며, 이 차단밸브는 가스밀이어야 하고 밸브시트로부터 그을음을 제거하기 위한 조치를 해야 한다. 해당 폐기가스밸브가 개방되어 있을 때 보일러의 그을음 블로워를 작동할 수 없어야 한다.

(6) 연소가스 누설 방지

(가) 가스세정기, 송풍기, 이와 관련된 배관 및 부속품의 설계 시 폐위된 구역으로 폐기가스가 누설되지 아니하도록 특별히 고려하여야 한다.

(나) 안전하게 유지하기 위해서 폐기가스 격리밸브와 세정기 사이 또는 세정기의 가스 입구에서 수밀봉 또는 유효한 가스누설방지장치를 추가로 연결시켜야 한다.

(7) 지시 및 경보장치

(가) 2항 (11)호 (나)의 규정에 추가하여, 불활성가스 장치가 작동 중일 때 불활성가스의 온도를 연속적으로 표시하기 위한 수단을 장치의 배출 측에 설치하여야 한다.

(나) 2항 (11)호 (마)의 규정에 추가하여, 다음의 경우 가시가청의 경보가 제공되어야 한다.

(a) 기름점화 불활성가스 발생기로의 연료 공급 부족

(b) 발생기로의 동력 공급 실패

(c) 냉각 및 가스세정장치로 가는 저수압 또는 저수공급율

(d) 냉각 및 가스세정장치에서의 고수위

(e) 고온 가스

(f) 불활성가스 송풍기의 고장

(g) 수밀봉의 저수위

4. 질소발생장치의 요건

(1) 질소발생장치는 2항 (1)호부터 (5)호에서 요구되는 가스의 총량을 제공할 수 있는 충분한 양압을 발생하기 위하여 하나 이상의 압축기가 설치되어야 한다.

(2) 압축공기 중의 자유수분, 미립자 및 기름기를 제거하고 규정 온도를 유지하기 위하여 급기처리장치를 설치하여야 한다.

(3) 이 요건은 속이 빈 섬유 다발, 반투성 멤브레인 및 흡착제에 압축공기를 통과시켜 공기로부터 성분가스를 분리하여 불활성가스를 생산하는 방식의 가스 발생장치에 국한하여 적용한다.

(4) 질소발생기는 급기처리장치 및 2항 (4)호의 요구용량을 만족하는 수량의 멤브레인 또는 흡착모듈로 구성된다.

(5) 공기압축기 및 질소발생기는 기관실 또는 분리된 구획에 설치될 수 있다. 분리된 구획 및 설비가 설치되는 곳은 방화와 관련하여 “기타기관구역”으로 간주되어야 한다. 분리된 구획에 질소발생기를 설치하는 경우에, 그 구획은 시간당 6회 환기를 제공하는 독립된 기계식 배기용통풍장치가 설치되어야 한다. 그 구획은 거주구역, 업무구역 및 제어장소로의 직접적인 통로를 설치해서는 안 된다.

(6) 질소발생기는 산소농도가 용적으로 5 % 이하인 고순도의 질소를 공급할 수 있는 것이어야 한다. 장치에는 시동 및 비정상적인 작동 시에 규정치를 만족하지 않는 가스를 대기로 방출하기 위한 자동장치를 설치하여야 한다.

(7) 2대의 공기압축기를 설치하는 경우, 장치에 요구되는 총용량은 가급적 2대의 압축기에 균등하게 배분되어야 하며, 어떠한 경우에도 압축기 1대의 용량이 요구되는 총용량의 1/3 이하이어서는 안 된다. 공기압축기 및 원동기에 손상이 발생하였을 때 선원이 보수할 수 있도록 충분한 예비품이 선내에 비치되어 있는 경우, 공기압축기를 1대로 할 수 있다.

(8) 질소 리시버/버퍼탱크는 전용구획 또는 공기압축기 및 발생기가 있는 분리구획에 설치하거나 기관실 또는 화물지역에 위치할 수 있다. 질소 리시버/버퍼탱크가 폐위구역에 설치된 경우, 개방갑판에서만 출입할 수 있도록 배치하여야 하며 출입문은 바깥쪽으로 열리는 것이어야 한다. 이 구획에는 적절한 배기용 형식의 독립된 기계식 통풍장치가 설치되어야 한다.

(9) 지시 및 경보장치

(가) 2항 (11)호 (나)의 규정에 추가하여, 공기의 온도 및 압력을 연속적으로 표시하기 위한 계측기를 질소발생기의 흡입 측에 제공하여야 한다.

(나) 2항 (11)호 (마)의 규정에 추가하여, 다음 사항을 표시하는 가시 및 가청의 경보장치를 설치하여야 한다.

(a) 설치된 경우, 전기식 가열기의 고장

(b) 압축기로부터의 급기 압력 또는 급기량의 저하

(c) 높은 공기 온도

(d) 수분리기의 자동 드레인에서 응축 수위의 높음

(10) 질소발생기에서 발생하는 산소농도가 높은 공기와 질소 리시버의 보호장치로부터 방출되는 질소생성물의 농도가 높은 가스는 다음 요건에 만족하는 개방갑판의 안전한 위치로 방출 되어야 한다.

(가) 질소발생기에서 발생하는 산소농도가 높은 공기

(a) 위험지역 외부
(b) 사람이 이동하는 통로로 부터 3m 이상 떨어진 곳
(c) 기관 및 보일러의 공기 흡입구 및 모든 통풍 흡입구로부터 6m 이상 떨어진 곳
(나) 질소리시버의 보호장치로부터 방출되는 질소 생성물의 농도가 높은 가스
(a) 사람이 이동하는 통로로 부터 3m 이상 떨어진 곳
(b) 기관 및 보일러의 공기 흡입구 및 모든 통풍용 흡입/배기구로부터 6m 이상 떨어진 곳

(11) 정비를 위하여 질소발생기와 리시버 사이에는 격리수단을 설치하여야 한다.

5. **규칙 2장 405.** 이외의 목적으로 질소발생장치/불활성가스시스템을 장착하는 경우의 요건
(1) 이 항은 **규칙 2장 405.**가 적용되지 않는 유탱커, 가스캐리어 또는 케미컬탱커에 적용할 수 있다.
(2) 2항 (8)호의 (나), (라), (11)호의 (나), (다) 및 (마) (a) (i), (ii)와 (마)의 (d), 4항 (1)호, (2)호, (5)호, (8)호 및 (9)호의 (가)와 (나)는 적용 가능한 한 적용하여야 한다.
(3) 4항의 질소발생장치를 사용할 때에는 4항의 (3)호, (4)호 및 (7)호는 적용하지 않는다.
(4) 불활성가스 시스템에 사용되는 재료는 선급의 규칙에 따른 목적에 적합한 것을 사용하여야 한다.
(5) 모든 설비는 검사원이 만족하는 작업 조건하에 선상에 설치되고 검사되어야 한다.
(6) 2항 (9)호 (가)에서 요구되는 두 개의 역류방지장치를 불활성 가스 주관에 설치하여야 한다. 역류방지 장치는 2항 (9)호 (나) 및 (다)에 적합하여야 한다. 그러나 화물탱크, 홀드 스페이스 또는 화물 배관의 연결부가 영구적이지 못할 경우 2항 (9)호 (가)에 의한 역류방지장치는 두 개의 역지 밸브로 대신할 수 있다.

6. 가스세정기 및 송풍기 케이싱으로부터의 배수관에 강화플라스틱관을 사용하는 경우에는 다음에 따른다.
(1) 재료, 설계요건, 배관, 관의 접합, 표시, 시험, 검사 등에 대하여는 **지침 5편 부록 5-6**에 따른다.
(2) 관이 기관구역 내에 있는 경우에는 다음에 따른다.
(가) 강제의 관장치에 의해 구성된 공기압 또는 액압에 의해 기관구역의 내부 및 외부로부터 작동할 수 있는 외판붙이 디스턴스 피스에 부착되는 밸브를 부착한다. 이 밸브는 작동장치가 고장 난 경우에는 자동적으로 폐쇄될 수 있는 것이어야 한다.
(나) (가)의 밸브에는 밸브의 개폐상태를 식별할 수 있도록 지시기를 설치하여야 한다.
(다) (가)의 밸브는 불활성 가스장치가 정지되어 있는 경우 및 기관구역에 화재가 난 경우에는 언제라도 폐쇄될 수 있는 것이어야 한다.
(라) (가)의 밸브에 강제의 짧은 관 또는 스풀피스를 부착하고 그곳에 스윙 체크밸브를 부착하여야 한다. 이 짧은 관 또는 스풀피스에는 안지름 약 12.5 mm 인 드레인관 및 드레인 밸브를 부착하여야 한다.
(마) (라)의 체크밸브의 선내측에는 강제의 짧은 관 또는 스풀피스를 부착하고 그곳에 안지름 약 12.5 mm 인 드레인 관 및 드레인 밸브를 부착하여야 한다.
(바) (가)의 디스턴스 피스 및 밸브와 (라) 및 (마)의 강제의 짧은 관, 스풀피스 및 스윙 체크밸브는 내식성 재료를 사용하거나 또는 고무, 유리섬유, 에폭시 수지나 이와 동등한 피복재로 보호하여야 한다.
(사) 가스세척기용 펌프를 정지하기 위한 장치가 기관구역 외부에 설치되어야 한다.

7. 불활성가스장치의 설치 검사는 다음에 적합하여야 한다.
(1) 불활성가스장치는 선박에 설치한 후 기기류의 작동시험 및 기밀시험과 제어장치, 안전장치 및 경보장치에 대하여 **표 부록 8-5** 에 따라 효력시험을 하여야 한다.
(2) 불활성가스 공급관 계통의 관 및 이음부는 선박에 설치한 후 0.024 MPa 의 압력으로 기밀시험을 하여야 한다. 다만, PV밸브의 설정압력이 0.024 MPa 이상인 경우에는 PV밸브의 설정압력을 기밀시험압력으로 한다.
(3) 불활성가스 송풍기의 용량이 화물유 펌프의 최대용량의 1.25배 이상인가를 확인하기 위하여 불활성가스 또는 신선한 공기를 이용하여 송풍기의 용량을 시험하여야 한다. 한편 신선한 공기를 사용하여 시험하는 경우에는 이를 배기가스 차단밸브 부근에 설치한다. 다만 동형선박으로서 동일한 장치의 불활성가스장치를 설치한 선박은 이 시험을 생략할 수 있다.

표 부록 8-5 효력시험 항목

항목	가시가청 경보	안전장치	비고
(1) 가스세정기의 공급수 압력 및 유량저하	○	· 불활성가스 제어밸브 폐쇄 · 불활성가스 송풍기 정지	-
(2) 가스세정기내의 수위 상승	○	· 불활성가스 제어밸브 폐쇄 · 불활성가스 송풍기 정지 · 가스세정기용 냉각수 공급 펌프의 정지	
(3) 불활성가스 송풍기 출구의 불활성가스 고온	○	· 불활성가스 제어밸브 폐쇄 · 불활성가스 송풍기 정지	
(4) 불활성가스 송풍기의 고장	○	· 불활성가스 제어밸브 폐쇄	
(5) 불활성가스 송풍기 출구의 산소농도가 용적으로 8%를 넘을 때	○	-	· 가스질의 개선 또는 워터 시일 장치 이외의 역류방지장치의 밸브를 수동으로 폐쇄 · 기관실과 화물제어실에 경보
(6) 불활성가스 제어밸브의 자동제어용 동력 공급의 정지	○	-	· 기관실과 화물제어실에 경보
(7) 역류방지장치의 하류측의 불활성가스 압력지시장치에의 동력공급 정지	○		
(8) 불활성가스 송풍기 출구의 산소농도 지시장치에의 동력공급 정지	○		
(9) 워터실 장치내의 수위 저하	○	-	-
(10) 역류방지장치의 전방에서의 불활성가스 공급 주관내 압력이 수두 100 mm 미만으로 저하	○	-	· 기관실과 화물제어실에 경보
(11) 역류방지장치의 전방에서의 불활성가스 공급 주관내 압력 상승	○	-	-
(12) 불활성가스의 공급정지	○	-	· 워터실 장치내의 수위저하 경보 장치가 작동될 것 · 워터실 장치내의 수밀이 형성될 것
(13) 불활성가스 공급 주관내의 압력이 설정된 압력까지 저하	○	-	· 화물유 펌프의 자동정지도 가능
(14) 불활성가스 제어밸브의 자동제어 기구	-	-	· 불활성가스 송풍기의 자동속도 제어장치가 없는 경우에 한한다.
(15) 지시장치, 기록장치, 계측장치	-	-	· 작동 및 효력시험을 한다.

부록 8-6 기타 작동 요건 [규칙 참조]

1. 선박 운항동안 항상 방화요건, 소화장치와 설비를 사용하도록 유지 관리하여야 한다. 다만, 다음의 경우 운항하지 아니하는 것으로 간주한다.
   (1) 수리, 계선 (묘박지 또는 항내), 입거하고 있을 때
   (2) 선주 또는 선주 대리인이 선박을 운항하지 아니함을 알릴 때
   (3) 여객선에서 본선에 승객이 없을 때
2. 만일 화재 발생 시 다음 방화장치의 성능을 확보할 수 있도록 양호하게 유지하여야 한다.
   (1) 내화구획을 포함한 방화구조 및 이들 구획 내의 개구부와 관통부 보호
   (2) 화재탐지장치 및 화재경보장치
   (3) 탈출장치 및 수단
3. 소화장치와 설비의 작동을 양호하게 유지시키고 쉽고 신속하게 이용할 수 있어야 한다. 방출된 휴대식 소화기를 즉시 재충전시키거나 이와 동등한 장치로 교체하여야 한다.
4. IMO기구에서 개발한 지침을 근거로 보수정비, 시험 및 검사를 실시하여야 하고 소화장치 및 설비의 신뢰성을 확보할 수 있어야 한다.
5. 선내에 보수정비계획서을 비치하여야 하며 항상 우리선급의 검사용으로 이용할 수 있어야 한다.
6. 정비계획서에 최소 다음 방화장치, 소화장치 및 설비(설치된 경우)를 포함시켜야 한다.
   (1) 소화주관, 소화펌프, 소화전, 소화전호스 및 노즐, 국제육상시설연결구
   (2) 고정식 화재탐지 및 화재경보장치
   (3) 고정식 소화장치 및 기타 소화설비
   (4) 자동스프링클러, 화재탐지 및 화재경보장치
   (5) 화재 및 연기 댐퍼, 통풍기 및 그 제어장치를 포함한 통풍장치
   (6) 연료공급 비상차단
   (7) 방화문 및 제어장치
   (8) 총비상경보장치
   (9) 비상탈출호흡구
   (10) 휴대식소화기 및 예비소화제
   (11) 소방원장구
7. 정비계획서의 관리프로그램을 전산화할 수 있다.
8. 102.의 3항 방화장치 및 설비에 추가하여 **36인 초과 여객선**에서 저위치조명장치 및 선내방송장치를 정비계획서에 나타나도록 한다.
9. 102.의 3항 방화장치 및 설비에 추가하여 **탱커**에서 다음 사항을 정비계획서에 나타나도록 한다.
   (1) 불활성가스장치
   (2) 갑판포말장치
   (3) 화물펌프실의 화재안전설비
   (4) 가연성가스탐지기
10. 각 선원식당, 휴게실, 각 선원실에 훈련지침서를 비치하여야 한다.
11. 선박의 통용 언어로 훈련지침서를 작성하여야 한다.
12. 훈련지침서를 여러 권으로 구성할 수 있으며 4항 지침 및 정보를 포함시켜야 한다. 가능한 쉬운 용어 및 삽화로 구성하여야 한다. 지침서대신 시청각 보조물 형태로 그 정보의 모든 부분을 제공할 수 있다.
13. 훈련지침서에서 다음 사항을 자세히 설명하여야 한다.
   (1) 흡연위험성, 전기위험성, 가연성 액체, 유사한 선상 위험성에 관한 일반 화재안전실무 및 주의사항
   (2) 소화 동작, 소화 절차(화재를 알리는 절차포함), 수동작동 콜포인트의 사용에 대한 일반사항
   (3) 선내경보 효과
   (4) 소화장치와 설비의 사용 동작
   (5) 방화문의 작동 사용 동작
   (6) 화재 및 연기댐퍼의 사용 동작
   (7) 탈출장치
14. 화재제어도를 선박 사관 안내용으로 영구적으로 게시하여야 한다. 대체안으로 우리 선급의 인정하에 소책자로 마련

할 수 있다. 그 사본을 각 사관에게 배부하여야 하고 선내 접근가능한 장소에서 사본 1부를 항상 이용 가능하여야 한다. 일반배치도 및 소책자를 최신화하여야 하며 그 변경사항을 실행 가능한 신속히 기록하여야 한다. 그 일반배치도면 및 소책자를 우리 선급이 요구하는 언어로 작성하여야 하며, 영어나 불어가 아니라면 이들 중 하나를 포함시켜야 한다.

15. 화재제어도의 복사판이나 그러한 도면이 있는 소책자를 명확히 표시된 풍우밀함에 넣어서 영구적으로 갑판실 외부에 보관하여 육상 소화요원의 지원용으로 한다.
16. **36인 초과 여객선**의 추가요건으로써 국제해사기구의 지침에 따른 방화, 화재탐지, 소화에 관한 정보를 이 규정의 도면 및 소책자에 제공하여야 한다.
17. 화재안전과 관한 선박안전과 화물작업용으로 필요한 정보및 지침을 화재안전작업서에 포함시켜야 한다. 또한 화물적양하, 항해 중 선박의 일반 화재안전에 대한 선원 책임에 대하여 정보를 포함시켜야 한다. 일반화물 취급에 대하여 필요한 화재안전 예방조치를 설명하여야 한다. 위험물 및 가연성 산적화물을 운송하는 선박인 경우 국제해상고체산적화물코드(IMSBC 코드), 국제산적화학품코드(IBC 코드), 국제가스운반선코드(IGC 코드), 국제해상위험물코드(IMDG 코드)에 들어있는 적절한 소화 및 비상화물취급지침 자료를 화재안전 작업서에 제공하여야 한다.
18. 각 선원식당, 휴게실, 각 선원실에 화재안전작업서를 비치하여야 한다.
19. 선내에서 통용하는 언어로 화재안전작업서를 작성하여야 한다.
20. 화재안전작업서를 훈련지침서와 통합할 수 있다.
21. **탱커의 추가요건** *(2020)*
   (1) **탱커**에서 가연성 증기발화로 인하여 화물지역의 화재 확산을 방지하는 규정과 아래 사항을 고려하여 화물탱크 가스퍼징 및 가스프리 절차를 17항의 화재안전작업서에 포함하여야 한다.
   (2) 화물탱크의 퍼징 및/또는 가스프리 절차
      (가) 불활성가스장치를 설치한 선박일 때, **규칙 2장 406.**에 따라 우선 화물탱크 내 탄화수소증기 농도를 용적비 2 % 미만으로 감소될 때까지 퍼징하여야 한다. 그 후 가스프리를 화물탱크 갑판 높이에서 실시할 수 있다.
      (나) 불활성가스장치를 설치하지 않은 선박인 경우 가연성증기를 우선 아래를 통하여 배출하여야 한다.
         (a) **규칙 2장 403.**의 4항의 벤트 출구
         (b) 가스프리 작동중 화물탱크 갑판상방으로 최소 2 m 출구높이에서 최소 30 m/s 수직배출
         (c) 가스프리 작동중 화물탱크 갑판상방으로 최소 2 m 출구높이에서 최소 20 m/s 수직배출하며 적절한 화염방지장치로 보호할 것
      (다) 발화원이 있는 폐위장소의 공기 흡입구 및 개구부로부터 수평방향으로 10 m이상 떨어진 곳에 상기 배출구를 설치하여야 한다. 또한 윈들러스, 체인로커를 포함하는 갑판기계, 발화위험이 있는 설비로부터도 떨어뜨려 설치하여야 한다.
      (라) 배출구에서 가연성 증기농도가 폭발하한치의 30%까지 감소되었을 때 화물탱크 갑판에서 가스프리를 계속할 수 있다.
   (3) 불활성가스장치의 작동
      (가) **규칙 2장 405.**의 1항에 따라 요구되는 탱커의 불활성가스 장치는 화물탱크 내의 대기를 비가연성으로 만들고 유지하기 위하여 작동하여야 한다. 단, 화물탱크가 가스프리가 요구될 때는 제외한다.
      (나) 상기 규정에도 불구하고 케미컬 탱커의 경우, 화물 탱크에 적재한 이후부터 양하 작업 전에 불활성가스를 공급할 수 있으며, 가스프리 작업 전 화물탱크의 가연성 증기가 완전히 배출될 때까지 계속 공급하여야 한다. 이 규정에서는 불활성가스로 질소만 인정된다.
      (다) 불활성가스의 산소 농도가 용적의 5%를 넘으면, 가스 품질을 개선하기 위한 즉각적인 조치를 취하여야 한다. 즉각적인 조치에도 가스 품질이 개선되지 않으면, 화물탱크에 불활성가스를 공급하는 모든 관련 작업은 정지되어 화물탱크에 가스가 유입되는 것을 방지하여야 하며, 가스제어밸브가 부착된 경우 이를 폐쇄하고 사양에 맞지 않는 가스는 대기 방출하여야 한다.
      (라) 불활성가스장치가 (가)의 요건을 만족할 수 없거나 수리를 수행하는 것이 불합리할 경우, 불활성화가 요구되는 양하 및 화물탱크의 소제는 IMO가 개발한 지침(MSC/Circ.353, MSC/Circ.387 및 MSC/Circ.485)을 고려하여 적절한 비상절차를 따른 후에 재개할 수 있다.
      (마) 불활성화가 요구되는 선박에 산소 의존적 억제제를 함유한 제품을 운송하는 경우, 불활성가스장치는 탱크의 증기 구역에 IBC Code 15.13 및 보호 인증서에 명시된 최소 산소 수준을 유지하기 위해 필요에 따라 작동하여야 한다. (MSC.1/Circ.1501)

부록 8-7 여객선의 안전귀항 시스템 요건 【규칙 참조】

1. 적용 범위는 다음과 같다.
선박 길이 120 m 이상 또는 3개 이상의 주수직구역을 갖는 신조 여객선에 적용한다.

2. 목적은 다음과 같다.
이 규칙의 목적은 제3항에 규정된 사고분계점을 넘지 아니하는 사고 후에 자체 추진력으로 선박의 안전한 귀항에 대한 설계 기준을 세우고 또한 안전구역에 대한 기능요건과 성능기준을 규정하는 것이다.

3. 사고분계점

(1) 화재와 관련하여 사고분계점은 다음 사항을 포함한다.
(가) 발화구역(space of origin)으로부터 가장 가까운 “A”급 경계까지의 손실로, 고정식 소화장치에 의하여 보호되는 경우 발화구역의 일부가 될 수 있다.
(나) 고정식 소화장치에 의하여 발화구역이 보호되지 않는 경우, 가장 가까운 “A”급 경계와 인접한 구역까지의 손실로 발화구역의 일부분이 아닌 곳까지의 손실이 될 수 있다.

(2) 침수와 관련하여 사고분계점은 다음 사항을 포함한다.
(가) 침수사고의 사고분계점은 임의의 단일 수밀구획 손실을 말한다.
(나) (가)에 설명한 사고분계점을 넘지 않는 침수사고가 발생하였을 경우, 4에 제시된 시스템들은 작동 가능한 상태로 유지되어야 한다.

4. 안전귀항

(1) 화재손상이 제3항에서 표시된 사고분계점을 넘지 아니 하는 경우, 제3규칙에서 정의된 안전구역을 제공하는 동안 귀항할 수 있어야 한다. 귀항이 가능하다고 간주되기 위하여 화재의 영향을 받지 아니한 선박의 나머지 부분에서 다음과 같은 시스템이 작동 가능상태로 있어야 한다.
(가) 추진장치
(나) 조타장치 및 조타제어장치
(다) 항해시스템
(라) 연료유의 주입, 이송 및 공급 시스템
(마) 선교, 기관 구역, 안전통제실, 소화 및 손상 통제팀 사이에 그리고 여객 및 승무원의 통지 및 소집을 위하여 요구되는 내부 통신
(바) 외부 통신
(사) 소화주관 장치
(아) 고정식 소화장치
(자) 화재 및 연기탐지장치
(차) 빌지 및 밸러스트 시스템
(카) 동력작동 수밀문 및 반수밀문
(타) 제5.1.2항에서 표시된 “안전구역”을 지원하기 위한 목적의 시스템
(파) 침수감지시스템
(하) 기타 손상제어 노력에 중요한 것으로 결정한 시스템

(2) 화재손상이 제3항에서 표시된 사고분계점이 초과되는 경우, 질서정연한 탈출 및 퇴선을 지원하기 위하여 작동상태를 유지하는데 요구되는 설계 기준을 규정한다.
(가) 화재로 인하여 어느 하나의 주 수직구획이 사용 불가한 경우, 다음의 시스템은 작동상태를 유지하도록 배치 및 분리되어야 한다.
(a) 소화주관
(b) 내부 통신(여객 및 승무원에게의 통지 및 탈출에 요구되는 소화를 지원)
(c) 외부 통신수단
(d) 소화수를 제거하기 위한 빌지 배출장치
(e) 탈출로, 집합장소 및 구명설비 탑승장소에서의 조명
(f) 탈출을 위한 안내 시스템
(나) (가)의 시스템은 사용 불가능한 주 수직구역의 외부에는 손상이 없다는 가정을 기초로 적어도 3시간 동안 작동 가능하여야 한다. 이들 시스템은 사용 불가능한 주 수직구역 내에서는 작동상태의 유지가 요구되지 아니 한다.
(다) "A-60" 기준으로 건조된 트렁크 내부의 배선 및 배관은 제3.1항의 목적으로 사용 불가능한 주수직구역을 관통

하는 한 손상을 받지 않고 사용가능 상태를 유지하는 것으로 간주하여야 한다. 배선 및 배관에 대한 이에 동등한 정도의 보호는 우리 선급이 승인할 수 있다.

5. 안전구역

(1) 안전구역은 일반적으로 내부구역이어야 한다. 안전구역으로서 외부 구역의 사용은 우리 선급이 운용구역 및 관련 예상 환경조건으로 인한 제한을 고려하여 허용할 수 있다.

(2) 안전구역은 여객 및 승무원의 건강이 유지되는 것을 확보하기 위하여 모든 거주자에게 다음의 기본적인 서비스를 제공하여야 한다.

(가) 위생설비
(나) 물
(다) 음식
(라) 의료를 위한 대체 구역
(마) 풍우에 대한 피난처
(바) 열로 인한 스트레스 및 저체온을 방지하기 위한 수단
(사) 등화
(아) 환기

(3) 환기 설계는 연기 및 뜨거운 가스가 안전구역의 사용에 영향을 주는 위험을 줄이도록 하여야 한다.

(4) 주 수직구역이 내부의 통로로부터 이용할 수 없을 수도 있다는 것을 고려하여 구명설비에 대한 접근수단은 안전구역으로 식별 또는 사용되는 각 구역으로부터 제공되어야 한다.

(5) 의료용 대체 구역은 우리 선급이 인정하는 기준에 적합하여야 한다.

6. 여객선의 안전센터

(1) 안전센터는 비상상황의 관리를 지원하는 구역이다.

(2) 안전센터는 선교의 일부이거나 또는 선교에 인접하여 바로 접근할 수 있는 구역에 위치하여 당직사관이 항해당직에 대한 주의를 게을리 하지 아니하고 비상상황을 관리할 수 있도록 하여야 한다. 안전센터의 배치 및 인체공학적인 설계는 기구가 개발한 지침1)을 적절히 고려하여야 한다.

(3) 안전센터, 중앙통제소, 선교, 기관제어실, 소화장치의 보관실 및 소화설비 창고 사이의 내부 통신수단이 갖추어 져야 한다.

(4) 아래에 열거된 안전시스템의 완벽한 기능성(작동, 제어, 감독 또는 요구되는 경우, 이들의 조합)이 안전센터로부터 이용 가능하여야 한다.

(가) 모든 동력 환기시스템
(나) 방화문
(다) 총비상경보장치
(라) 선내방송장치
(마) 전원에 의한 탈출 안내장치
(바) 수밀 또는 반 수밀문
(사) 외판문, 적재문 및 기타 폐쇄장치에 대한 지시기
(아) 내/외부 선수문, 선미문 및 기타 선체외판문의 누수
(자) TV감시장치
(차) 화재탐지 및 경보장치
(카) 고정식 국부소화장치
(타) 스프링클러 및 동등장치
(파) 구역의 물기반 시스템
(하) 선원을 소환하기 위한 경보
(거) 중앙홀 연기추출장치
(너) 침수감지장치
(더) 화재펌프 및 비상화재펌프

7. 화재 또는 침수 사고 후의 여객선의 안전귀항 시스템의 성능 평가는 IMO MSC.1/Circ.1369 및 MSC.1/Circ.1369/Add.1의 요건에 따른다. *(2018)*

부록 8-8 여객선의 추진 및 조타에 대한 정성적 고장분석

1. 적용 범위는 다음과 같다.
선박 길이 120 m 이상 또는 3개 이상의 주수직구역을 갖는 신조 여객선에 적용한다.

2. 목적은 다음과 같다.
(1) 안전한 귀항을 위한 SOLAS 요건을 따르기 위하여 적어도 2개의 독립된 추진 및 조타 수단을 갖는 선박인 경우에는 다음이 적용될 수 있다.
(가) 화재로 인한 모든 장비와 장치에서의 고장 영향에 대한 지식 제공 또는 추진 및 조타의 유효성에 영향을 미칠 수 있는 수밀 구획의 침수에 대한 지식 제공
(나) (가)에서와 같은 고장 시 추진 및 조타의 유효성을 보증하기 위한 해결책 제공
(2) 안전한 귀항을 만족하도록 요구하지 않는 선박의 경우에는 단일 장비에서의 고장 분석과 화재 시 추진, 조타의 유효성을 강화하기 위한 지식 및 가능한 해결책 제공을 요구할 것이다.

3. 장치는 다음 사항을 고려하여야 하며, 정성적 고장 분석은 단일 구획에서의 화재 또는 침수의 영향을 고려하기 위해서 장비 및 장치의 위치와 배치를 다루는 것이어야 한다.
(1) 정성적 고장 분석은 추진 및 조타 장비와 추진 및 조타의 유효성을 손상시킬 수 있는 관련 모든 장치를 고려하는 것이어야 한다.
(2) 정성적 고장 분석은 다음을 포함하여야 한다.
(가) 추진 및 전력 원동기, 예를 들면,
(a) 디젤기관
(b) 전동기
(나) 동력전달장치, 예를 들면,
(a) 축계
(b) 베어링
(c) 동력 변환기
(d) 변압기
(e) 슬립링 장치
(다) 조타장치, 예를 들면,
(a) 선회식 추진기 용 타 조작기 또는 동등물
(b) 베어링과 시일을 가진 타두재
(c) 타
(d) 동력장치 및 제어장치
(e) 국부제어장치 및 지시기
(f) 원격제어장치 및 지시기
(g) 통신장비
(라) 추진기, 예를 들면,
(a) 프로펠러
(b) 선회식 스러스터
(c) 워터제트
(마) 주전원공급장치, 예를 들면,
(a) 발전기 및 배전장치
(b) 케이블 포설
(c) 유압
(d) 공압
(바) 중요보조장치, 예를 들면,
(a) 압축공기
(b) 연료유
(c) 윤활유
(d) 냉각수
(e) 통풍

(f) 연료 저장 및 공급 장치

(사) 제어 및 감시장치, 예를 들면,

(a) 전기보조회로

(b) 전력공급

(c) 보호안전장치

(d) 전력관리장치

(e) 자동 및 제어장치

(아) 지원장치, 예를 들면,

(a) 조명

(b) 통풍

4. 고장의 판단기준은 다음과 같다.

(1) 고장은 의도되거나 요구하는 기능을 수행하지 못하도록 부품 또는 장치의 손실 또는 기능불량과 같은 정상 작동상태로 부터 벗어나는 것을 말한다.

(2) 정성적 고장분석은 동시에 일어나는 2개의 독립된 고장이 아닌 단일고장기준에 바탕을 두어야 한다.

(3) 단일고장이 장치 안에서 1개 이상의 부품고장 결과를 초래할 경우, 결과로서 생기는 모든 고장은 함께 고려되어야 한다.

(4) 고장의 발생이 직접적으로 그 이상의 고장을 이끌 경우, 그러한 모든 고장은 함께 고려되어야 한다.

5. 해결책의 평가는 다음과 같다.

(1) 조선소는 목적이 어떻게 처리되었는지를 확인하는 보고서를 우리선급에 제출하여야 하며, 그 보고서는 다음 정보를 포함하여야 한다.

(가) 설계분석을 위해 사용되는 기준 확인

(나) 분석목적 확인

(다) 분석에서 발생한 모든 가정 확인

(라) 장비, 장치 또는 부장치, 장비의 운항모드 확인

(마) 발생 가능한 고장모드 및 의도적이거나 요구된 기능으로부터 수용 가능한 편차 확인

(바) 해당될 경우 국부 영향(예를 들면, 연료분사 고장) 및 각 고장모드의 전체적인(예를 들면, 추진력 손실) 장치에 대한 영향 평가

(사) 결론을 증명하기 위해 필요한 시운전 및 시험 확인

(2) 보고서는 상세 설계계획의 승인에 앞서 제출되어야 하며, 다음과 같이 2개 부분으로 제출될 수도 있다.

(가) 논의를 바탕으로, 다른 구획의 초기 배치 및 추진장치가 알려진 직후의 임시분석. 이것은 장비 고장과 어떤 구획 사고 시의 화재 또는 침수 후 추진장치를 지지하는 모든 중요장치의 구조평가를 포함하여야 한다.

(나) 임시보고서에서 확인된 어떤 위험장치의 상세평가를 가진 최종설계를 상술하고 있는 최종보고서

(3) 보고서 결과의 평가는 우리선급과 조선소가 서로 동의하여야 한다.

부록 8-9 화물선에 대한 추가 요건 *(2021)*

제 1 절 일반사항

101. 적용

이 부록의 요건에 적합한 화물선에는 추가특기사항으로써 AFP(Additional Fire Protection and fire extinction) 부기부호를 부여할 수 있으며 상세는 다음과 같다. 이에 추가하여, SOLAS 협약, FSS Code 및 기국의 요구사항에도 적합하여야 한다. *(2022)*

(1) AFP-A: 거주구역에 **2절**의 요건이 추가 적용된 선박
(2) AFP-M: 기관구역에 **3절**의 요건이 추가 적용된 선박
(3) AFP-C: 화물구역에 **4절**의 선종별 해당 요건이 추가 적용된 선박.
  (가) 컨테이너선의 경우, 다음과 같이 세부적으로 부여할 수 있다.
    (a) AFP-C(1): 화물구역에 **405.**의 **2**항의 요건이 추가적용된 컨테이너선
    (b) AFP-C(2): 화물구역에 **405.**의 **3**항의 요건이 추가적용된 컨테이너선
    (c) AFP-C(3): 화물구역에 **405.**의 **4**항의 요건이 추가적용된 컨테이너선
    (d) AFP-C(FSC): 화물구역에 **405.**의 **5**항의 요건이 추가적용된 컨테이너선
  (나) 로로화물선 및 자동차운반선의 경우, 다음과 같이 세부적으로 부여할 수 있다. *(2022)*
    (a) AFP-C: 화물구역에 **402.**의 **2**항의 요건이 추가적용된 로로화물선 및 자동차운반선
    (b) AFP-C(EV): 화물구역에 **402.**의 **3**항의 요건이 추가적용된 로로화물선 및 자동차운반선
(4) **2절**, **3절** 및 **4절**의 요건은 조합하여 적용할 수 있다. 예를 들어 **2절** 및 **3절**의 요건이 적용된 선박에는 부기부호 AFP-AM를 부여한다.

제 2 절 거주 구역의 보호(AFP-A)

201. 적용

1.이 절은 부기부호 AFP-A를 부여받고자 하는 화물선에 적용된다.

202. 화재 확산 가능성

1. 폐위계단구역에 있는 가구

(1) 폐위계단구역에 있는 가구는 좌석으로 제한하여야 한다. 그 좌석은 고정되어야하며, 각 폐위계단구역 내 각 갑판상에 6개로 제한되어야 한다. **FTP 코드**에 따른 제한된 화재위험성을 가져야 하며, 탈출로를 방해해서는 안 된다.
(2) 선실구역의 탈출로를 형성하는 복도에는 가구를 설치해서는 안 된다. 추가하여 불연성 재료 보관함에 위험하지 않은 안전장비를 보관할 수 있다. 비위험성의 안전설비를 보관하는 불연성 로커는 설치할 수 있다.

203. 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치

거주구역의 계단, 통로, 탈출로를 포함하여 업무구역, 제어장소, 거주구역의 연기를 탐지하도록 개별적으로 식별가능한 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치를 설치하여야 한다. 조리실 및 냉장실에는 연기탐지기 대신하여 열탐지기를 설치할 수 있다. 공소, 공용화장실, 개인목욕실, CO_2저장실 및 이와 유사한 화재위험이 거의 없는 장소에는 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치를 설치하지 않아도 된다.

204. 화재 차단

1. 거주구역의 보호방법

거주구역, 업무구역, 제어장소에는 **규칙 7장 103.**의 1항에서 정한 IC방식으로만 적용하여야 한다.

2. 격벽

(1) 거주구역, 업무구역 및 제어장소의 모든 구획 격벽, 내장판, 천장은 B-15급 이상이어야 한다. 개인위생설비가 설치된 곳은 설치된 선실의 일부로 간주되며, 선실 내부의 격벽과 문은 C급 구획으로 낮출 수 있다.

(2) 거주구역의 복도는 최대거리 20 m 마다 B-15급 자동폐쇄형문을 설치하여야 한다. 횡방향 복도와 종방향 복도가 서로 연결된 복도는 전체 길이가 20 m를 초과하면 B-15급 자동폐쇄형문을 설치하여야 한다.

3. 격벽 및 갑판의 화재방열성

(1) 복도를 포함한 거주구역 및 업무구역의 모든 갑판은 최소 A-0급이어야 한다.

(2) 기관 구역, 화물창, 및 평형수 펌프실과 화물 펌프실로부터 거주구역을 분리하는 모든 격벽 및 갑판은 A-60급이어야 한다. 이 요건은 에어컨룸, 서비스트렁크(service trunk)와 같은 업무구역과 거주목적의 구역, 거주구역 내에 위치한 **규칙 7장 103. 3**항 (2)호 (나)의 ⑦의 기타 기관구역에는 적용되지 않는다.

(3) 선실, 공용장소 등의 복도 격벽에 위치한 모든 문은 자동폐쇄형이어야 한다. 통상적으로 잠긴 문은 이 요건을 적용하지 않아도 된다.

205. 탈출설비

1. 복도, 로비 또는 복도의 일부로부터 탈출설비를 하나만 배치해서는 안 된다. 연료유 공급장소 및 선박의 횡단용 복도와 같이 선박 실질적 활용에 필요한 업무구역으로 사용되는 막다른 복도는 선원거주구역과 격리되어야 한다. 또한, 복도의 깊이가 그 폭을 초과하지 아니하는 경우 그 복도 일부분은 리세스 또는 국부 연장부로 인정되며 허용된다.
2. 30 m^2를 초과하는 구역에는 서로 멀리 떨어진 2 개 이상의 탈출설비를 설치하여야 한다. 두 탈출설비는 복도, 계단 또는 개방갑판으로 직접 접근할 수 있는 문이어야 한다.

제 3 절 기관구역의 보호 (AFP-M)

301. 적용

1. 이 절은 선택 부기부호 AFP-M를 부여받고자 하는 화물선에 적용된다.

302. 발화 가능성

1. 연료유에 대한 조치

기름연소 열매체유가열기 및 소각기는 연료유 청정기와 동일한 격리 요건이 적용된다. 별도의 구역에 배치하고 갑판에서 갑판으로 연장된 강재 격벽으로 폐위되어야 하며, 강제의 자동폐쇄문을 설치하여야 한다.

2. 유압장치

규칙 5편 6장 13절의 유압장치는 주기관실 또는 보일러실 외부에 위치해야 한다.

303. 화재탐지장치 및 화재경보장치

1. 화재탐지장치

(1) 보조기관구역을 포함한 모든 기관구역은 화재탐지장치를 설치하여야 한다.

(2) A류 기관구역을 보호하기 위하여 두 종류 이상의 화재탐지장치를 설치하여야 한다. 기관, 연료유 청정기, 기름보일러 및 이와 유사한 장치의 근처에 연기탐지기와 화염탐지기를 설치하여야 한다.

(3) 작업장(workshop)에 위치한 연기탐지기는 최대 30 분 후에 자동으로 재설정되는 타이머 기능에 연결되어야 한다.

2. TV 감시장치

(1) A류 기관구역에는 정격출력 375 kW 이상인 기관, 가열식 기름분리기, 기름보일러 및 항구에서 사용하는 비상용 디젤기관과 같은 모든 주요설비의 고온부를 감시하는 컬러 TV 감시장치가 설치되어야 한다. TV 감시장치는 연속적인 유인 제어장소 또는 기관제어실에 위치하여야 한다.

304. 화재 차단

1. A류 기관구역에서 화재 후 연기와 가스소화제(사용된 경우)를 배출할 수 있도록 적어도 하나의 통풍팬에는 비상전원으로부터 전력이 공급되어야 한다.

305. 국부소화장치

1. 국부소화장치는 자동 방출능력을 가져야 한다.
2. 소화장치의 작동은 화염탐지기 및 연기탐지기의 조합에 의해 제어되어야 한다. 탐지장치는 단일 탐지기의 활성화시

경보를 발하고 둘 이상의 탐지기가 활성화되면 소화장치를 작동하여야 한다. 탐지장치가 설치된 구역은 소화장치 구역에 해당한다.

306. 중앙화재제어장소

1. 다음 요건에서 요구하는 제어장치는 중앙화재제어장소에 위치해야 하며. 개방 갑판에서 안전하게 접근할 수 있어야 한다.
   (1) **규칙 3장** 102. 1항에서 4항
   (2) **규칙 6장** 201.
   (3) **규칙 7장** 204. 3항
   (4) 필요한 소화장치 및 TV 감시장치에 대한 제어장치
2. 다만, A류 기관구역의 고정식 소화장치 제어장치 및 연료유밸브의 폐쇄용 제어장치는 쉽게 접근할 수 있어야 하나, 중앙화재제어장소의 외부에 설치할 수 있다.

307. 탈출설비

1. 기관 구역 내에 위치한 기관제어실에는 2 개의 탈출 수단을 제공하여야 하며, 그 중 적어도 하나는 기관 외부의 안전한 위치까지 연속적으로 보호되어야 한다. 이는 작업장 및 가능한 한 보조 기관구역에도 적용된다.

제 4 절 화물구역의 보호 (AFP-C)

401. 산적화물선

1. **적용**
   이 요건은 부기부호 AFP-C를 부여받고자 하는 산적화물선에 적용된다.
2. **화재탐지장치 및 화재경보장치**
   FSS 코드 9장의 요건에 적합한 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치, 또는 **FSS 코드 10장**의 요건에 적합한 시료채취연기탐지장치는 모든 화물창에 설치되어야 한다.
3. **소화장치**
   (1) 화물 구역은 **규칙 8장 6절**에 따라 고정식 탄산가스 또는 불활성가스 소화장치에 의해 보호되어야 한다.
   (2) **규칙 8장** 601.의 4항의 면제 요건은 부기보호 AFP-C 선박에는 적용되지 않는다.

402. 로로화물선 및 자동차운반선 *(2022)*

1. **적용**
   이 요건은 다음의 부기부호를 부여받고자 하는 로로화물선 또는 자동차운반선에 적용된다.
   (1) AFP-C: 화물구역에 2항의 요건이 추가 적용된 선박
   (2) AFP-C(EV): 화물구역에 3항의 요건이 추가 적용된 선박
2. **AFP-C**
   모든 로로 구역 및 차량구역에는 연기를 감지할 수 있도록 개별적으로 식별 가능한 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치를 배치 및 설치하여야 한다.
3. **AFP-C(EV)** *(2022)*
   로로 구역 및 차량구역에서의 배터리 구동 전기차의 운송과 관련하여, 소화를 위한 계획이 선내에서 이용 가능하여야 하며, 다음의 요건을 만족하여야 한다.
   (1) 화재 탐지 및 화재경보장치
      (가) 모든 로로 구역 및 차량구역에는 고정식 연기 및 열탐지기(Combined type smoke and heat detector), 화재경보장치를 배치 및 설치하여야 한다.
      (나) 배터리 구동 전기차가 적재되는 로로 구역 및 차량구역을 감시를 할 수 있는 카메라(CCTV)를 설치하여야 한다. 항해선교 또는 화재제어장소에서 사람이 컬러 영상으로 감시가 가능하여야 한다.
      (다) 최소 2개의 방폭형 휴대식 열 화상 탐지기를 선내에 비치하여, 주기적으로 로로 구역 및 차량구역의 온도를 측

정할 수 있어야 한다.

(2) 소화

로로 구역 및 차량구역에 고정식 CO_2 소화장치가 설치되는 경우, CO_2 방출관과 소화주관을 연결할 수 있는 접속구(스풀피스 또는 플렉시블호스)를 설치하여, CO_2 방출노즐로 물을 공급할 수 있도록 배치하여야 한다. 동 배치의 목적은 화재가 발생한 상황에서 CO_2 소화제의 전량 방출 이후 또는 고정식 CO_2 소화장치의 작동 불능 시, CO_2 방출노즐로 물을 공급하여, 로로 구역 및 차량구역의 온도를 식힐 수 있는 보조의 수단을 제공하기 위함이다.

(3) 추가 장비

(가) SOLAS Ch. II-2에서 요구되는 소방원장구에 추가하여, 최소 2조의 소방원장구를 배터리 구동 전기차를 적재하는 지정된 구역 인근의 쉽게 접근할 수 있는 장소에 비치하여야 한다.

(나) 배터리 구동 전기차를 적재하는 밀폐 가능한 화물구역마다 최소 1개의 물분무 창(Water mist lance) 및 최소 1개의 질식소화덮개(소화포)를 함께 비치하여야 한다.

(4) 배터리 구동 전기차 충전에 대한 권고 사항

전기차 충전설비를 설치하는 경우, 선내에서의 전기차 충전은 차량을 하역하는 중 안전성이 확보된 경우에만 충전이 가능하며 다음 요소를 고려하여야 한다.

(가) 일반적으로 차량 당 5kW 이하의 저/중속 출력을 가지는 충전설비로 충전하여야 한다.

(나) 차량용 충전설비에 단락 또는 지락에 대하여, 계속적으로 인원이 배치되는 제어장소에 경보를 발하여야 한다. 해당 회로를 차단하는 장치는 쉽게 접근 가능한 곳에 위치하여야 하며 명확히 식별되어야 한다.

(다) 충전 설비의 안전 운전을 위한 설명서가 선내에서 이용 가능하여야 한다. 충전기의 연결은 선원에 의하여 감시되어야 한다.

(라) 화재의 발생 시, 인접한 곳에 피해와 영향을 최소화하는 장소에서 충전이 이루어져야 한다. 충전은 차량을 하역하는 중 안전성이 확보된 경우에만 하여야 하며, 화재 발생을 최소화할 수 있도록 안전절차(예를 들어, 충분한 환기 중 충전 및 배터리 충전율(SOC) 제한 등)를 준수하여야 한다.

403. 탱커

1. 적용

403.의 요건은 부기부호 AFP-C를 부여받고자 하는 탱커 또는 케미컬탱커에 적용된다.

2. 불활성가스장치

선박의 크기에 관계없이 **지침 부록 8-5**의 요건에 적합한 불활성가스 발생장치를 설치하여야 한다. 단, 인화점이 60 °C를 초과하는 화물을 취급하는 탱커에는 적용되지 않는다.

3. 화재탐지장치 및 화재경보장치

(1) **FSS 코드 9장**의 요건에 적합한 가스 위험 환경에서 사용하도록 승인된 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치는 화물펌프실에서 연기를 감지되도록 배치 및 설치하여야 한다.

(2) 조타실에 표시장치를 설치하여야 한다.

4. 소화주관 및 소화전

(1) 갑판상의 소화주관은 원형주관(ring main)형식으로 양현에 배치되어야 한다.

(2) 차단 밸브는 강재의 글로브 밸브 또는 화재에 안전한 버터플라이 밸브이어야 한다.

(3) 주 소화펌프는 조타실에서 원격 제어되어야 한다.

5. 물분무장치

(1) 구명정이 화물구역과 강재격벽으로 분리되지 않는 경우, 각 구명정의 측면과 상단에 최소 분당 10 l/m^2의 물을 효과적으로 사수할 수 있는 수동식 물분무장치가 제공되어야 한다.

(2) 소화펌프의 용량이 물분무장치와 소화장치의 동시에 작동하기에 충분한 경우, 보호구역 외부에 차단밸브가 위치한 소화주관에서 물을 공급받을 수 있다. 물분무장치는 조타실에서 원격 제어되어야 한다.

6. 포말소화장치

(1) 재화중량 8,000톤 미만인 탱커의 경우, 고정식 포말장치의 포말은 모니터 및 포말방사기에 의해 공급되어야 한다.

(2) 재화중량 8,000톤 이상인 탱커의 경우, 고정식 포말장치의 포말은 모니터 및 포말방사기에 의해 공급되어야 하며 포말방사기 단독으로만 사용할 수는 없다. 각 모니터의 후미에 양현으로 분리되는 포말 지관이 있고 단일관으로 선체중심선을 따라 배치된 독립적인 포말주관이 필요하다. 전용구역에 포말원액용 저장탱크와 함께 설치된 2개의 포말 혼합 장치 및 2개의 포말원액 펌프가 제공되어야 한다. 30분 동안 연속 포말용액을 만들기에 충분한 포말원액을 선내에 저장해야 한다. 거주구역 면의 각 측면에 있는 2개의 포말 모니터와 화물매니폴드를 보호하는 모니터

들은 모니터 보호 범위를 잘 볼 수 있는 선교 또는 다른 안전 구역에서 원격 제어되어야 한다.

404. 액화가스운반선

1. 적용

404.의 요건은 부기부호 AFP-C를 부여받고자 하는 액화가스운반선에 적용된다.

2. 소화주관 및 소화전

(1) 갑판상의 소화주관은 원형주관(ring main)형식으로 양현에 배치되어야 한다.

(2) 차단 밸브는 강재의 글로브 밸브 또는 화재에 안전한 버터플라이 밸브이어야 한다.

(3) 주 소화펌프는 조타실에서 원격 제어되어야 한다.

3. 물분무장치

(1) 구명정이 화물구역과 강재격벽으로 분리되지 않는 경우, 각 구명정의 측면과 상단에 최소 분당 10 l/m^2의 물을 효과적으로 사수할 수 있는 수동식 물분무장치가 제공되어야 한다.

(2) 소화펌프의 용량이 물분무장치와 소화장치를 동시에 작동하기에 충분한 경우, 보호구역 외부에 차단 밸브가 위치한 소화주관에서 물을 공급받을 수 있다. 물분무장치는 조타실에서 원격 제어되어야 한다.

4. 드라이 케미컬 분말소화장치

규칙 7편 5장 1104.의 2항의 요건에 적합한 드라이 케미컬 분말소화장치는 60 초 동안 작동할 수 있도록 충분한 양의 소화제를 선내에 보관해야 한다.

5. 화재탐지장치 및 화재경보장치

(1) **FSS 코드 9장**의 요건에 적합한 가스 위험 환경에서 사용하도록 승인된 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치는 화물지역 내에 있는 압축기 및 펌프 실, 재액화실, 재기화구역, 및 전동기실과 같은 화물취급장치가 설치된 폐위된 구역의 연기를 탐지할 수 있도록 배치 및 설치하여야 한다.

(2) 조타실에 표시장치를 설치하여야 한다.

6. 고정식 가스소화장치

(1) 화물지역 내에 있는 압축기 및 펌프 실, 재액화실, 재기화 구역, 및 전동기실과 같은 화물취급장치가 설치된 폐위된 구역에는 가스 화재 진화에 필요한 농도를 고려한 **FSS 코드 5장**의 요건에 적합한 고정식 가스소화장치 또는 **FSS 코드 7장**의 요건에 적합한 미분무수소화장치가 제공되어야 한다.

(2) 화물탱크 벤트장치용 벤트 마스트 내부에는 벤트 출구의 소화를 위한 고정식 가스소화장치를 설치하여야 한다. 질소, 이산화탄소 또는 다른 종류의 적합한 소화제를 허용할 수 있다.

405. 컨테이너선

1. 적용

이 요건은 다음의 부기부호를 부여받고자 하는 컨테이너선에 적용된다.

(1) AFP-C(1): 화물구역에 2항의 요건이 추가적용된 컨테이너선

(2) AFP-C(2): 화물구역에 3항의 요건이 추가적용된 컨테이너선

(3) AFP-C(3): 화물구역에 4항의 요건이 추가적용된 컨테이너선

(4) AFP-C(FSC): 화물구역에 5항의 요건이 추가적용된 컨테이너선

2. AFP-C(1)

(1) 물분무창

규칙 8장 603.의 1항의 요건에 적합한 물분무창을 비치하여야 한다.

(2) 이동식 물모니터

물분무창에 추가하여 이동식 물모니터를 설치하여야 하며, 물이 래싱 브릿지 상단의 5단의 컨테이너 또는 최상단 높이 중 낮은 높이에 도달하여야 한다.

(3) 소방원 장구

(가) FSS 코드에 적합한 소방원장구를 최소 6조 비치하여야 한다.

(나) 각 호흡구마다 예비공기병 2개를 비치하여야 한다.

(다) 호흡구의 공기병 2개를 10분 이내에 충전할 수 있는 용량의 2개의 호흡용 공기압축기를 제공하여야 하며, 공기압축기는 주배전반 및 비상배전반으로부터 급전되거나 독립적으로 구동되어야 한다. 2개의 공기압축기는 서로 멀리 떨어뜨려 보관하여야 하며, 호흡용 공기압축기의 필수 부속품을 비치하여야 한다.

(4) 화재 순찰용 장비

화재 순찰용으로 열 화상 카메라 카메라를 비치하여야 한다. 열 화상 카메라를 위험구역에서 사용할 가능성이 있을 경우 승인된 안전형이어야 한다.

3. AFP-C(2)

2항의 요건에 추가하여 다음을 적용하여야 한다.

(1) 중앙화재제어장소

화재안전장치의 제어 및 감시 기능은 사람이 항시 배치된 중앙제어장소로 집중되어야 한다. 중앙제어장소에는 다음의 기능이 제공되어야 하며, 책임자가 항상 배치된 조타실 또는 전용의 화재제어실로 대체할 수 있다.

(가) 컨테이너 화물창 화재탐지장치의 가시가청경보

(나) 화재, 열 및/또는 연기가 탐지된 컨테이너 화물창 표시장치

(다) 컨테이너 화물창의 소화장치를 수동으로 작동하는 장치

(라) 컨테이너 화물창의 모든 기계식 통풍장치의 차단장치

(마) 통풍장치의 표시장치 및 경보장치

(바) 기타 안전상 필요하다고 식별된 기능

(2) 화재탐지장치 및 화재경보장치

갑판 하의 화물창에는 FSS 코드에 적합한 고정식 화재탐지장치 및 화재경보장치 또는 FSS 코드에 적합한 시료채취 연기탐지장치를 설치하여야 한다.

(3) 소화주관

(가) 소화주관은 원형주관(ring main)형식으로 양현에 배치되어야 하며, 다음 구역의 소화주관과 격리되어야 한다.

(a) 선루 또는 선수루의 각 위치에 위치한 거주구역, 기관구역, 업무구역 및 제어구역

(b) 두 개의 선루 구조블록 사이에 위치한 화물창, 선루블록의 전방에 위치한 화물창 또는 선루블록의 후방에 위치한 갑판의 화물창과 화물지역

(나) 분리 밸브는 강재의 글로브 밸브 또는 화재에 안전한 버터플라이 밸브이어야 한다.

(다) 항상 가압되어 있거나 적절하게 배치된 소화펌프용 원격장치에 의하여 요구되어 압력으로 소화주관으로부터 신속하게 물을 공급하도록 배치하여야 한다.

(라) **규칙 8장 101.**의 6항 및 **규칙 8장 103.**의 3항에 적합한 노즐의 크기와 압력으로 공급되어야 한다.

(마) 소화전의 개수 및 위치는 최소한 4줄기 사수(2줄기는 단일호스에 의함)를 빈 화물창 및 화물지역에 공급하도록 해야 한다.

(바) 소화펌프의 용량 및 급수관의 직경은 다음 중 하나의 총합 용량에 적합하여야 한다.

(a) (마)의 4줄기 사수와 창구 덮개 하부 보호용 물분무장치, (4)호에서 요구하는 물모니터 1개 및 (6)호에서 요구하는 선루 보호용 물분무장치

(b) (마)의 4줄기 사수, 2항 (1)호의 물분무창 및 **규칙 8장 603.의** 2항 또는 2항 (2)호의 이동식 물모니터

(4) 개방갑판상의 화물지역용 고정식 물모니터

(가) 고정식 물모니터의 배치, 컨테이너의 높이를 고려하여 하나의 물모니터로 갑판상의 컨테이너 최상단까지 도달하여야 한다. 또한, 선박의 구조 및 장치를 고려하여야 한다.

(나) 펌프의 용량과 물모니터에 물을 공급하는 배관장치의 배치는 하나의 모니터가 전체 사수에 충분하여야 한다. 장치는 (3)호 (바)의 용량 계산에 따라 소화펌프로 물을 공급받을 수 있다.

(다) 물 공급은 다음 중 하나에 만족하여야 한다.
(a) 장치는 소화펌프에 의하여 공급되어야 하며, (3)호 (바)에 따른 용량이어야 한다.
(b) 장치는 전용의 펌프에 의하여 공급되어야 하며, 장치의 주 공급 관은 컨테이너 화물창 및 갑판의 화물 구역에서 멀리 떨어져야 하며, 소화주관과의 사이에 정지밸브가 설치되어야 한다.
(c) 장치에는 펌프가 이중화되어야 하며, 여분의 펌프는 원 펌프의 공급량을 보상하기에 충분해야 한다. 전력 및 제어장치의 구성품이 고장나더라도 요구되는 펌프 용량의 50 % 이상을 이용할 수 있어야 한다. 수동 또는 자동으로 펌프를 전환할 수 있어야 한다.
(라) 펌프 및 물모니터의 제어는 한 장소에서 할 수 있어야 한다.
(마) 물모니터는 승인된 유형이어야 하며 연속적으로 사수할 수 있어야 한다. 제한된 표면에 집중하여 사수할 수 있어야 한다. 모니터는 견고한 구조여야 하며 사수의 반력을 고려하여야 한다.
(바) 물이 배 밖으로 빠르게 배출되도록 선외배출구를 설치해야 한다. 배수가 잘 되도록 설계하고, 배수구의 막힘을 방지하는 수단을 마련하여야 한다.

(5) 창구덮개 하부 보호용 물분무장치
(가) 고정식 물분무장치는 갑판 하부 화물구역의 수평구역에 최소 20 L/mim/m^2 이상 분무하여 화물창을 효과적으로 냉각할 수 있어야 한다. 우리 선급이 인정하는 화재시험에 근거하여 분무량을 조절할 수 있다.
(나) 펌프 및 밸브의 제어는 중앙화재제어장소에서 가능하여야 한다.
(다) 물분무장치 및 배관과 모든 전원공급장치(케이블 포함)은 보호되는 화물창 외부에 위치해야 한다.
(라) 선박의 양쪽에 위치한 배관에서 화물창의 각 노즐에 물을 공급할 수 있어야 한다.
(마) 펌프의 용량과 물모니터에 물을 공급하는 배관장치의 배치는 하나의 물분무장치가 어느 하나의 화물창 소화에 충분하여야 한다. 장치는 (3)호 (바)의 용량 계산에 따라 소화펌프로 물을 공급받을 수 있다.
(바) 각 화물창 내부에 있는 장치와 다른 장치를 분리하기 위한 분리 밸브가 설치되어야 한다. 분리 밸브는 보호되는 화물창 외부에 위치하여야 하며 원격 해제가 가능하여야 한다.
(사) 물 공급은 다음 중 하나에 만족하여야 한다.
(a) 장치는 소화펌프에 의하여 공급되어야 하며, (3)호 (바)에 따른 용량이어야 한다.
(b) 장치는 전용의 펌프에 의하여 공급되어야 하며, 장치의 주 공급 관은 컨테이너 화물창 및 갑판의 화물 구역에서 멀리 떨어져야 하며, 소화주관과의 사이에 정지밸브가 설치되어야 한다.
(c) 장치에는 펌프가 이중화되어야 하며, 여분의 펌프는 원 펌프의 공급량을 보상하기에 충분해야 한다. 전력 및 제어장치의 구성품이 고장나더라도 요구되는 펌프 용량의 50 % 이상을 이용할 수 있어야 한다. 수동 또는 자동으로 펌프를 전환할 수 있어야 한다.
(아) 국제육상연결구를 통한 연결이 가능하여야 한다.
(자) 물자유표면이 나타나지 않도록 배수 및 펌프장치를 하여야 한다. 물분무장치펌프 및 필요한 소화호스노즐의 합계용량보다 125 % 이상으로 배수장치를 하여야 한다. 소화장치 제어부근에서 보호구역 밖으로부터 배수장치밸브를 조작할 수 있도록 한다. 빌지웰은 충분한 저장용량을 갖추고 각 수밀구획 내에서 40 m 이하의 간격으로 선박 양측에 배치하여야 한다. 이것이 불가한 경우, 복원성자료 승인 시 부가된 중량 및 물자유표면 영향에 대한 복원성 조치를 우리 선급이 검토하여 인정할 수 있다.
(차) 위험물을 운송하는 화물창의 배출장치는 **규칙 12장 201.**의 5항에 적합하여야 한다.

(6) 선루 보호용 물분무장치
(가) 선수루를 제외한 컨테이너 화물지역을 향한 선루의 노출된 수직 경계, (4)호의 고정식 물모니터, 컨테이너 화물지역을 향한 노출된 구명정, 구명뗏목 및 소집장소를 보호하는 물분무장치를 설치하여야 한다.
(나) 동등한 수준으로 보호한다는 것을 입증한 경우, 우리 선급은 대체 방안을 인정할 수 있다.
(다) 장치는 수평 표면의 가장 큰 면적에 10 L/mim/m^2, 수직 표면에 4 L/mim/m^2로 (가)에 명시된 구역을 보호하기에 충분한 용량이어야 한다.
(라) 물분무장치 노즐의 수와 위치는 보호할 구역에 균일하게 사수할 수 있어야 한다.
(마) 물 공급은 다음 중 하나에 만족하여야 한다.
(a) 장치는 소화펌프에 의하여 공급되어야 하며, (3)호 (바)에 따른 용량이어야 한다.
(b) 장치는 전용의 펌프에 의하여 공급되어야 하며, 장치의 주 공급 관은 컨테이너 화물창 및 갑판의 화물 구역에서 멀리 떨어져야 하며, 소화주관과의 사이에 정지밸브가 설치되어야 한다.
(c) 장치에는 펌프가 이중화되어야 하며, 여분의 펌프는 원 펌프의 공급량을 보상하기에 충분해야 한다. 전력 및 제어장치의 구성품이 고장나더라도 요구되는 펌프 용량의 50 % 이상을 이용할 수 있어야 한다. 수동 또는 자

동으로 펌프를 전환할 수 있어야 한다.

(바) 펌프 및 밸브의 제어는 중앙화재제어장소에서 가능하여야 한다.

(7) 통풍장치

(가) 별도의 통풍장치가 거주구역과 제어장소에 제공되어야 한다.

(나) 선루 구조의 전방과 후방 모두에 공기흡입구를 배치하여야 하며, 두 공기흡입구에 동시에 연기가 흡입되지 않도록 설계하여야 한다. 각 통풍흡입구를 원격으로 폐쇄하는 수단을 중앙화재제어장소에 제공하여야 한다.

(다) 창구 덮개의 통풍구를 신속히 폐쇄하는 장치가 설치되어야 한다. 컨테이너 화물창의 동력 통풍장치는 중앙화재제어장소에서 한 번에 작동할 수 있는 그룹화된 제어장치를 설치하여야 한다. 중앙화재제어장소에서 창구 덮개에 있는 통풍구를 제외한 모든 통풍구를 닫을 수 있어야 한다.

4. AFP-C(3)

2항 및 3항의 요건에 추가하여 다음을 적용하여야 한다.

(1) 이동식 소화설비

2항 (2)호에 추가하여 이동식 소화장치는 컨테이너의 최상단에 도달할 수 있어야 하며, 소화주관에 연결하여 최상단을 통해 사수될 때 밀폐구역 내부에도 물을 분사할 수 있어야 한다.

(2) 소방원 장구

2항 (3)호에 추가하여 4조의 소방원장구를 비치하여야 하며, 한 조당 2개의 예비공기병을 비치하여야 한다.

(3) 화재 탐지

(가) 화물창에는 가열된 화물 또는 화물 화재를 조기에 감지하여 위치를 파악하고, 화재 또는 발열 반응이 있는 컨테이너를 식별할 수 있는 수단을 제공하여야 한다. 설정치 이상의 발열 또는 화재를 감지하였을 경우 해당 위치를 표시하고 가시가청의 경보를 발하여야 한다. 위험구역에서 사용되는 장치는 승인된 안전형이어야 한다. 또한, 화재 탐지 장치의 성능을 입증하는 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(나) 개방갑판의 화재를 탐지하기 위한 장치로 기존의 장치 이외에 열 화상 카메라, 화염감지장치, 비디오 기반의 화재 감시장치, 선형 열 탐지 장치 등을 고려할 수 있으며, 설정치 이상의 발열 또는 화재를 감지하였을 경우 해당 위치를 표시하고 가시가청의 경보를 발하여야 한다. 화재 탐지 장치의 성능을 입증하는 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.

5. AFP-C(FSC) (Flooding System for Container Hold)

(1) 적용

(가) 이 부기부호는 컨테이너 화물창의 소화를 위하여 개별 컨테이너 화물창을 담수시키는 특수장치와 담수 후의 원활한 배수를 위한 장치가 설치된 선박에 부여한다.

(나) 화물창 담수장치는 하나의 컨테이너 화물창이 담수되도록 설계하여야 하며, 복수의 화물창이 담수되어서는 안된다. 관련 절차를 포함한 절차서를 비치하여야 한다.

(2) 기관장치 및 관장치

펌프, 관장치 및 관련된 전기장치는 관련 규칙에 적합하여야 한다.

(3) 제어장치

(가) 담수 및 배수를 위한 제어장치는 컨테이너 화물창에서 화재가 발생했을 때에 쉽게 접근할 수 있는 위치에 설치되어야 한다.

(나) 컨테이너 화물창의 화재로 발생한 열로 인해 기능이 손상되지 않아야 한다.

(다) 담수 밸브 및 배수 밸브의 위치는 위치지시장치에 의하여 표시되어야 한다.

(라) 제어장치의 부속품, 케이블 등은 **규칙 6편**에 적합하여야 한다.

(4) 수위 감시

(가) 각 컨테이너 화물창에는 컨테이너 화물창의 수위를 감시하는 장치가 설치되어야 한다..

(나) 수위표시기는 제어장치와 동일한 위치에 설치되어야 한다.

(다) 컨테이너 화물창에서 물이 감지되면 제어장치와 동일한 위치에 가시가청의 경보를 발하여야 한다. 가청경보를 음소거하는 기능을 허용할 수 있다.

(라) 수위가 주갑판(main deck)을 초과한 경우, 제어장치와 동일한 위치에 가시가청의 경보를 발하여야 한다.

(마) 덕트킬의 수위를 감시할 수 있어야 한다.

(바) 덕트킬에서 물이 감지되면 제어장치와 동일한 위치에 가시가청의 경보를 발하여야 한다.

(5) 컨테이너 화물창의 담수장치

(가) 각 컨테이너 화물창을 해수로 안전하게 채우는 데 필요한 담수장치가 설치되어야 한다.

(나) 이 장치는 컨테이너 화물창 부피의 10%를 화물로 채웠다고 가정하여 가장 큰 컨테이너 화물창을 24시간 이내에 채울 수 있어야 한다. 각 컨테이의 투과율(permeability rate)은 0.7이라고 가정하며, 이를 증명하는 계산서를 제출하여야 한다.

(다) 컨테이너 화물창의 담수장치는 이동식 또는 고정식으로 할 수 있다. 또한, 펌프를 이용하는 고정식 담수장치 또는 펌프를 이용한 담수와 담수장치를 결합하여 배치할 수 있다.

(a) 펌프를 이용한 고정식 담수장치

(i) 펌프를 사용하는 모든 담수장치는 빌지장치와 독립적이어야 한다.

(ii) 담수 장치는 다음 사항을 준수하는 경우 화재 주관 및/또는 평형수장치에서 유도할 수 있다.

- 각 개별 컨테이너 화물창에 지관이 설치되어야 한다.
- 주관과 지관은 기관구역 외부에서 연결되어야 한다.
- 주관과 분리되는 각 지관에는 임시 연결 장치(일반적으로 블랭크플랜지를 포함한 분리 가능한 스풀피스)뿐만 아니라 강제폐쇄밸브가 장착되어야 한다.
- 배관이 컨테이너 화물창에 인입되는 지점에는 원격으로 작동되는 강제 폐쇄 밸브가 설치되어야 하며, 밸브와 제어장치는 설치된 컨테이너 화물창 내의 화재로 인하여 그 기능을 잃어서는 안 된다.
- 독성 또는 인화성이 있는 위험물을 운반하는 컨테이너 화물창에 연결된 배관은 다른 컨테이너 화물창을 통해 배치하거나 다른 화물창의 배관과 연결하여서는 안 된다.

(b) 중력식 담수장치

컨테이너 화물창의 중력식 담수장치를 위한 배관의 배치는 개별적으로 설계하여야 한다.

(c) 위와 동등하다고 인정되는 경우, 다른 담수 방법으로 설계할 수 있다.

(6) 컨테이너 화물창의 배수장치(dewatering system)

(가) 각 컨테이너 화물창의 물을 제거하기 위한 고정식 배관장치가 설치되어야 한다.

(나) 배수는 평형수장치 또는 소화 주관에서 공급되는 이덕터를 사용할 수 있다. 소화 주관에서 공급되는 이덕터를 사용하는 경우, 소화펌프는 요구되는 모든 소화장치 및 인접한 2개의 이덕터에 물울 동시에 공급할 수 있는 충분한 용량이어야 한다.

(다) 오염된 물을 다른 선박(vessel) 또는 처리시설로 안전하게 배출할 수 있는 장치가 제공되어야 한다.

(라) 추가의 요건이 요구될 수 있다.

(7) 복수의 컨테이너 화물창 담수 방지

(가) 화재가 발생한 동안 및 그 후에 담수된 컨테이너 화물창의 물이 선박의 다른 위치로 이동할 수 없도록 설계하여야 한다.

(나) 컨테이너 화물창의 담수를 고려하여 물이 선박의 다른 공간으로 통과 할 수 있는 높이에 있는 컨테이너 화물창 내의 모든 개구부 또는 연결부에는 적절한 격리 수단이 제공되어야 한다.

(다) 해치, 관통장치, 상호 연결된 배관장치의 밸브 등에는 점진적인 담수를 방지하기 위한 수단은 다음에 적합하여야 한다.

(a) 열에 의해 기능이 손상되어서는 안 된다.

(b) 장치가 최대 수두에 노출되었을 때 격벽의 수밀 보존성(watertight integrity)를 유지하여야 한다.

(8) 위험물

컨테이너 화물창이 Class 4.3 또는 금수성인 기타 화물을 운반하도록 지정된 경우, 담수를 제어하는 위치에 그 위험성을 게시하여야 한다.

(9) 구조계산

담수에 따른 구조 관련 요건은 **규칙 14편 부록 14-1**에 따라 모든 운항 조건에서 컨테이너 화물창 하나가 완전히 또는 부분적으로 담수된 상태로 평가되어야 한다. ⚓

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제8편 방화 및 소화

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전 화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022
선급 및 강선규칙
제9편 추가설비

규칙

2022
선급 및 강선규칙 적용지침
제9편 추가설비

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

제 9 편

추가설비

RA-09-K

한 국 선 급

제 9 편 “추가설비”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 2 장 하역설비

제 2 절 검사
- 203.의 1항 (4) 및 4항 (2)를 개정함.

제 3 절 데릭장치
- 302.의 1항 (바) 및 4항을 추가함.
- 303.의 3항, 4항, 및 6항 (5),(6)을 추가함.
- 304.의 6항 (3),(4)를 추가함.

제 4 절 크레인
- 표 9.2.17, 표 9.2.19을 개정함.

제 7 절 기계장치, 전기설비 및 제어장치
- 702.의 2항 (2)를 추가함.
- 704.의 2항 (8)을 추가함.

제 8 절 기계장치, 전기설비 및 제어장치
- 표 9.2.28을 개정함.

제 8 장 고전압 선외수전설비

제 1 절 일반사항
- 101.의 1항을 개정함.
- 103.을 개정함.
- 104.를 신설함.

제 2 절 고전압 선외수전설비의 요건
- 201.의 4항 (1)호 (가) 및 (나)를 개정함.
- 201.의 4항 (2)호 (다) 및 (라)를 개정함.
- 202.의 1항을 신설함.
- 202.의 3항을 개정함.

제 3 절 시험 및 검사
- 301.의 1항을 개정함.
- 302.의 (10)호를 개정함.
- 303.의 1항 및 2항을 개정함.

제 10 장 평형수관리

제 1 절 일반사항

- 102.의 5항, 7항을 개정함.
- 표9.10.1, 표9.10.2를 추가함.

제 3 절 평형수처리장치

- 301.의 2항 (1),(2),(4),(5)를 개정함.
- 303.부터 305.를 전면 개정함.

제 4 절 평형수처리장치의 선상설치

- 신설함.

차 례

제 1 장 냉장설비 ····· 1

제 1 절 일반사항 ····· 1
제 2 절 검사 ····· 2
제 3 절 냉동장치 ····· 5
제 4 절 암모니아 냉동장치에 대한 특별규정 ····· 8
제 5 절 냉장창 ····· 11
제 6 절 시험 ····· 13
제 7 절 적하검사 ····· 14

제 2 장 하역설비 ····· 15

제 1 절 일반사항 ····· 15
제 2 절 검사 ····· 17
제 3 절 데릭장치 ····· 23
제 4 절 크레인 ····· 34
제 5 절 하역부속장구 ····· 42
제 6 절 하역장구 ····· 45
제 7 절 기계장치, 전기설비 및 제어장치 ····· 47
제 8 절 하역리프트 및 하역램프 ····· 48
제 9 절 증서, 표시 및 문서 ····· 51

제 3 장 자동화설비 ····· 55

제 1 절 일반사항 ····· 55
제 2 절 자동화설비의 검사 ····· 57
제 3 절 주추진기관 등의 집중감시제어설비 ····· 61
제 4 절 기관구역의 무인화설비 ····· 82
제 5 절 제자동화설비 ····· 84

제 4 장 자동위치제어설비(DP시스템) ····· 87

제 1 절 일반사항 ····· 87
제 2 절 DP시스템의 요건 ····· 90
제 3 절 시험 및 검사 ····· 96

제 5 장 항해선교설비 ····· 99

제 1 절 일반사항 ····· 99
제 2 절 항해선교설비의 검사 ····· 100
제 3 절 선교배치 및 작업환경 ····· 104
제 4 절 항해기기 ····· 107
제 5 절 사고예방시스템 ····· 108
제 6 절 선교작업지원시스템 ····· 109

제 6 장 선체감시장치 ····· **113**
제 1 절 일반사항 ····· 113
제 2 절 감시장치의 요건 ····· 114
제 3 절 자료승인, 설치 및 설치검사 ····· 116
제 4 절 정기적 검사 ····· 117

제 7 장 잠수설비 ····· **119**
제 1 절 일반사항 ····· 119
제 2 절 검사 ····· 120
제 3 절 시험 ····· 125
제 4 절 설계 및 제작 ····· 130
제 5 절 거주용 압력용기 ····· 131
제 6 절 감압챔버(DDC) 및 잠수사 이송장치 ····· 133
제 7 절 생명유지장치 ····· 140
제 8 절 전기설비 및 통신장치 ····· 146
제 9 절 방화, 화재탐지 및 소화장치 ····· 151
제 10 절 진·회수장치 ····· 152
제 11 절 비상탈출장치 ····· 154

제 8 장 고전압 선외수전설비 ····· **157**
제 1 절 일반사항 ····· 157
제 2 절 고전압 선외수전설비의 요건 ····· 158
제 3 절 시험 및 검사 ····· 160

제 9 장 화물증기 배출제어장치 ····· **163**
제 1 절 일반사항 ····· 163
제 2 절 VEC1 부호 요건 ····· 163
제 3 절 VEC2 부호 요건 ····· 166
제 4 절 VECL 부호 요건 ····· 167
제 5 절 검사 ····· 167

제 10 장 평형수관리 ····· **169**
제 1 절 일반사항 ····· 169
제 2 절 평형수교환장치 ····· 172
제 3 절 평형수처리장치 ····· 173
제 4 절 평형수처리장치의 선상 설치 ····· 190

제 1 장 냉장설비

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 적용 【지침 참조】

(1) 이 규칙은 **1편 1장**에 따라 우리 선급에 등록하고자 하는 선박 또는 등록된 선박에 설치하는 화물용 냉장설비(이하 **냉장설비**라 한다.)로서 **1편 1장 2절**에 따라 부기하여 등록하는 것에 적용한다.

(2) (1)호에서 정하는 냉장설비 중 냉동장치에 있어서는 아래의 냉매를 1차냉매로 하는 것에 적용한다. 아래 이외의 냉매를 1차냉매로 하는 냉동장치의 검사 및 구조 등은 우리 선급이 적당하다고 인정하는 것으로 한다.

R 22 : CHClF2
R 134a : CH2FCF3
R 404A : R 125/R 143a/R 134a (44/52/4 wt%)
CHF2CF3/CH3CF3/CH2FCF3
R 407C : R 32/R 125/R 134a(23/25/52 wt%)
CH2F2/CHF2CF3/CH2FCF3
R 410A : R 32/R 125 (50/50 wt%) CH2F2/CHF2CF3
R 507A : R 125/R 143a(50/50 wt%) CHF2CF3/CH3CF3
R 717 : NH3

(3) 항로의 제한을 받는 선박의 냉장설비 및 소용량의 냉장설비에 대하여는 이 규칙의 적용을 참작할 수 있다.

(4) 적하항에서 선주 또는 그 대리인의 신청에 의한 적하검사에 대하여는 **7절**에 따라 검사를 시행하고 적하검사증명서를 발행한다.

(5) 재료, 기기, 장치 및 공사에 관하여 이 규칙에서 정하고 있는 사항 외에는 선급 및 강선규칙의 해당 규정에 따라야 한다.

2. 동등효력 *(2020)*

이 규칙에 만족하지 않거나 적용할 수 없는 대체설계 및 신기술의 동등효력에 대해서는 **규칙 1편 1장 105.**를 따른다.

102. 정의

이 규칙에 있어서 용어의 정의는 다른 장에서 특히 정하는 것 외에는 다음의 1항부터 5항에 따른다.

1. **냉장설비**라 함은 냉동장치, 냉장창의 방열장치 및 이들과 관련하는 냉장창 내의 장치를 말한다.
2. **냉동장치**라 함은 냉동사이클을 구성하는 압축기, 응축기, 리시버, 증발기, 공기냉각기, 관장치 및 이들의 부속기기 및 압축기, 냉매펌프 등을 구동하는 원동기, 자동제어기기 및 전기설비 등의 냉동을 위한 장치 전체를 말한다.
3. **냉동기기**라 함은 일반적으로 냉동장치 중 냉동사이클을 운전하기 위해 필요한 압축기, 원동기, 응축기, 증발기, 펌프 등의 기기를 말한다.
4. **브라인**이라 함은 1차냉매에 의해 냉각되어 화물을 냉각하기 위한 열매체가 되는 2차냉매의 총칭을 말한다.
5. **설계압력**이라 함은 최고사용압력을 말하며, 적어도 **표 9.1.1**의 값 이상으로 하여야 한다.

표 9.1.1 설계압력의 최저값

냉매의 종류	고압측 (MPa)(1)	저압측 (MPa)(2)
R 22	1.9	1.5
R 134a	1.4	1.1
R 404A	2.5	2.0
R 407C	2.4	1.9
R 410A	3.3	2.6
R 507A	2.5	2.0
R 717	2.3	1.8

(비고)
(1) 고압측 : 압축기의 토출측으로부터 팽창밸브까지의 압력부
(2) 저압측 : 팽창밸브 다음에서 압축기의 흡입밸브까지의 압력부. 다단압축시스템을 채용하는 경우에는 저단토출측에서 고단흡입측까지의 압력부를 포함한다.

제 2 절 검사

201. 일반

1. **검사의 종류** 검사의 종류는 다음과 같다.
(1) 등록을 위한 검사(이하 **등록검사**라 한다.)
(가) 제조중등록검사
(나) 제조후등록검사
(2) 등록을 유지하기 위한 검사
(가) 연차검사
(나) 정기검사
(다) 임시검사

2. **검사의 실시 및 시기**
(1) 등록검사
(가) 제조중등록검사
우리 선급에 제조중 등록을 하고자 하는 냉장설비는 그 구조, 재료, 치수 및 공작 등에 관하여 제조과정 중 정밀한 검사를 받아야 한다. 이 경우, 검사입회의 시기는 다음과 같다. 다만, 제조중의 설비, 기술 및 품질관리의 상태에 따라 입회의 시기를 증감할 수 있다.
(a) 재료에 대하여 **2편**에서 정하는 시험과 **301.**의 3항 (4)호, **502.**의 1항 (1)호 및 **502.**의 5항의 승인 또는 인정에 필요한 시험을 행할 때
(b) **6절**에서 정하는 시험을 행할 때
(c) 기타 검사원이 필요하다고 인정하는 경우
(나) 제조후등록검사
(가) 이외에 등록하고자 하는 냉장설비의 경우에는 우리 선급의 제조후등록검사를 받아야 한다.
(2) 등록을 유지하기 위한 검사
등록된 냉장설비는 등록을 유지하기 위한 검사의 종류에 따라 다음의 시기에 검사를 받아야 한다.
(가) 연차검사는 **1편 2장 201.**에서 규정하는 시기에 행한다.
(나) 정기검사는 **1편 2장 401.**에서 규정하는 시기에 행한다.
(다) 임시검사는 등록된 냉장설비의 정기검사 또는 연차검사의 시기 이외의 시기에 (a)에서 (c)의 어느 것에 해당할 때 행한다.
(a) 설비의 주요한 부분에 손상이 발생한 때 또는 설비를 수리하거나 새 것으로 교체할 때
(b) 설비의 개조 또는 변경을 행할 때

(c) 기타 검사를 행할 필요가 있을 때

(라) 계속검사 **【지침 참조】**

(a) 선주의 신청에 따라 우리 선급이 승인하는 경우, 정기검사에서 검사를 행하는 장치 및 기기에 대하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방식에 따라 매년 일정한 비율로 검사를 실시하여 5년째에 모든 검사가 완료되도록 할 수 있다.

(b) (a)에서 규정하는 방식의 검사를 계속검사라 한다.

3. 검사의 준비 등

(1) 검사신청자는 수검하고자 하는 검사의 종류에 따라 이 장에서 정하는 검사항목과 필요에 따라 검사원이 요구하는 검사항목에 대하여 충분한 검사를 행할 수 있도록 필요한 준비를 하여야 한다. 이 준비에는 검사에 필요한 정도까지 용이하고 안전하게 접근이 가능한 설비, 검사에 필요한 장치, 증서, 검사기록 및 점검기록 등의 준비 및 기기 등의 개방, 장애물의 제거 및 청소를 포함한다. 또한, 검사에 사용되는 검사기기, 계측기기 및 시험기기는 각각 식별이 가능하고, 우리 선급이 적당하다고 인정하는 기준에 따라 검교정된 것이어야 한다. 다만, 간단한 계측기기(자, 줄자, 마이크로게이지 등) 및 선박의 기기에 갖추어져 있는 계기(압력계, 온도계, 회전계 등)에 대하여는 다른 계측기기와의 비교 등 적당한 방법에 따라 그 정밀도의 확인이 가능한 경우, 검교정을 생략할 수 있다.

(2) 검사신청자는 수검할 때 검사사항을 숙지하여 검사의 준비를 감독하는 자를 검사에 입회시켜 검사 중 검사원이 필요로 하는 것을 제공하여야 한다.

(3) 검사에 필요한 준비가 되어있지 않거나 입회인이 없는 경우 또는 위험성이 있는 경우에는 검사원이 판단하여 검사를 중지할 수 있다.

(4) 검사의 결과 수리를 할 필요가 있는 경우, 검사원은 이를 검사신청자에게 통보한다. 이 경우에는 수리를 한 후 검사원의 확인을 받아야 한다.

202. 등록검사

1. 제조중등록검사

(1) 냉장설비의 제조중등록검사는 그 구조, 재료, 치수 및 공사에 대하여 상세히 검사하고, 해당 각 절의 규정에 적합한지 확인하여야 한다.

(2) 제조중등록검사를 받고자 하는 냉장설비는 공사 착수 전에 다음과 같은 도면 및 자료 각 3부를 제출하여야 한다.

(가) 냉장설비사양서(기기의 요목을 포함한다.)

(나) 냉동기기 설치구획의 전체배치도(해당 구획의 환기설비의 상세를 포함한다.)

(다) 각 형식의 압축기의 조립단면도

(라) 1차냉매의 압력을 받는 압력용기의 상세도

(마) 1차냉매, 브라인 및 냉각수관계통도(사용재료, 관지름 및 관두께를 기입한 것)

(바) 냉장창의 배치, 장비도(공기순환 및 환기덕트의 상세를 포함한다.)

(사) 냉장설비의 전로계통도 및 전기기기배치도

(아) 냉장창 방열층의 케이블관통부 상세도

(자) 냉장창의 방열재의 종류, 치수 및 설치방법을 나타내는 도면

(차) 냉장창 및 공기냉각기 설치구획의 배수설비도 및 서리제거설비도

(카) 냉장창 및 공기냉각기의 온도계 또는 감지기의 배치 및 센서의 제조자, 형식

(타) 자동제어시스템의 도면

2. 제조후등록검사

(1) 일반

제조후등록검사는 정기검사와 동등한 정도로 냉장설비의 구조, 재료, 공사 및 현상에 대하여 검사를 행하여 그 유효성이 확인되어야 한다.

(2) 시험

(가) 제조후등록검사에 있어서는 정기검사와 동등한 정도로 운전시험 및 각종시험을 행하여야 한다.

(나) 냉장설비의 상태, 운전기간 등을 고려하여 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, 시험 및 검사 항목을 증감할 수 있다.

(3) 제출도면 및 자료

제조후등록검사를 받고자 하는 냉장설비에 대하여는 1항 (2)호의 규정에 준하여 도면 및 자료를 제출하여야 한다.

203. 등록을 유지하기 위한 검사

1. 연차검사

연차검사는 일반적으로 다음의 규정에 따른 검사를 시행한다. 또한 선주측이 자발적으로 개방한 것 또는 상세하게 검사하도록 준비한 것에 대하여도 검사를 시행할 수 있다. 검사원은 검사 또는 조사의 결과에 따라 필요하다고 인정하는 경우 개방검사를 요구할 수 있다.

(1) 항해일지로 항해 중의 설비의 운전상황을 조사한다.

(2) 냉장창의 방열재 피복의 현상 및 고착상태를 검사한다. 또한, 방열재의 흡습 및 열화의 유무를 검사한다.

(3) 순환공기덕트 및 창구덮개와 그 실(seal)장치, 냉장창 내 출입문과 그 폐쇄장치, 냉장창 환기장치와 그 폐쇄장치의 현상을 검사한다. 이들 중 갑판을 관통하는 것은 그 관통부의 현상에 대하여 특히 주의하여 검사한다.

(4) 빌지로, 빌지웰, 스트레이너, 배수관의 역류방지장치 및 수봉트랩(water sealed trap), 빌지흡입관 및 측심관의 상태를 검사한다. 또한, 냉장창의 배수관, 공기냉각기의 서리제거설비 및 배관의 현상을 검사한다.

(5) 공기냉각기의 냉각코일, 냉장창 내의 냉각격자관(브라인을 포함한다.)의 현상이 양호한지를 확인한다.

(6) 응축기, 리시버, 증발기, 분리기, 건조기, 필터, 기타의 압력용기의 동체와 그 배관접속부 및 배관을 외부에서 가능한 한도까지 검사한다.

(7) 압력용기의 표면, 관접합부, 관 등에 시공한 방열재의 흡습, 열화의 유무를 검사한다.

(8) 냉장창 및 공기냉각기의 냉각공기의 토출 및 흡입측에 설치된 적당한 수의 온도계 및 온도계측장치의 정밀도를 검사한다. 다만, 검사원이 적당하다고 인정하는 기술자에 의하여 행하여진 검교정기록으로 이를 대신할 수 있다.

(9) 압축기, 응축기 냉각수펌프, 1차 냉매펌프, 브라인펌프, 공기순환송풍기 및 이들의 구동기의 현상을 검사한다.

(10) 검사원이 지정하는 수실커버(water end cover)의 관찰구멍 또는 이를 대신하는 개구부를 통해 내부의 부식상황을 검사한다.

(11) 압축기, 펌프, 송풍기의 전동기 및 그 제어기와 배선에 대하여 현상검사를 행하고 절연저항을 계측하며 대지절연저항이 1MΩ 이상인 것을 확인한다. 다만, 적절한 계측기록이 유지되고 있어 검사원이 지장없다고 인정하는 경우, 이 시험을 생략할 수 있다.

(12) 자동제어장치, 안전장치 및 경보장치는 검사원이 필요하다고 인정하는 것에 대하여 작동상태를 확인한다.

2. 정기검사

정기검사에서는 1항 (1)호부터 (8)호까지의 규정에 추가하여, 다음 각 호에 따라 검사한다.

(1) 압축기 및 그 윤활유장치를 개방하여 검사한다. 다만, 스크루형 또는 우리 선급이 인정한 형식의 압축기는 작동상태에 이상이 없으면 우리 선급이 적당하다고 인정하는 개방간격으로 할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 응축기 냉각수펌프, 1차 냉매펌프, 브라인펌프를 개방하여 검사한다.

(3) 방열된 냉매관은 냉장창 내외부에서 검사되어야 하며, 특히 맞대기 용접 이음부는 필요한 범위의 방열재를 떼어내어 관의 현상을 검사한다.

(4) 도출밸브의 도출압력 조정을 확인한다.

(5) 자동제어장치, 안전장치 및 경보장치의 작동상태를 확인한다.

(6) 각 냉장창의 방열재를 검사한다. 다만, 방열재의 상태를 알기 위해 필요하다고 인정하는 개소의 방열재에 시험구멍을 내어 검사한다. 이 시험구멍은 검사종료 후 주의 깊게 복구하여야 한다.

(7) 브라인관에 대하여는 설계압력의 1.5배 또는 0.4 MPa 중 높은 쪽의 압력으로 압력시험을 행한다.

(8) 압력용기류의 개방검사 및 압력시험을 다음에 따라 행한다.

(가) 코일인케이싱형 가스응축기의 냉매코일을 들어내어 검사하고, 고압측 설계압력의 1.5배의 압력으로 압력시험을 행한다. 다만, 코일을 들어내는 것이 매우 곤란한 경우 또는 불가능한 경우에는 검사구멍으로 검사한다.

(나) 코일인케이싱형 증발기의 냉매코일을 들어내어 검사하고, 저압측 설계압력의 1.5배의 압력으로 압력시험을 행한다. 다만, 코일을 들어내는 것이 매우 곤란한 경우 또는 불가능한 경우는 검사구멍으로 검사한다.

(다) 셀 및 튜브형 응축기 또는 증발기로서 1차냉매가 동체측을 흐르는 경우, 관판, 관단 및 냉각수측 덮개의 내면을 검사하고 고압측 설계압력으로 압력시험을 행한다.

(라) 셀 및 튜브형 증발기에서 브라인이 동체측에 있는 경우, 냉각수측 덮개 및 관단(tube ends)을 검사하고, 브라인측에 대하여 설계압력의 1.5배 또는 0.4 MPa 중 큰 쪽의 압력으로 압력시험을 행한다. 커버를 복구한 후 1차 냉매측에 대하여 저압측 설계압력으로 압력시험을 행한다.

(마) 리시버는 설계압력으로 압력시험을 행한다. 다만, *R 22, R 134a, R 404A, R 407C, R 410A* 또는 *R 507A*를 냉매로 하는 것 또는 초음파탐상시험 등의 유효한 비파괴검사에 의해 용기의 내면에 부식, 균열 등의 유해한 결함이 없음이 확인된 것에 대하여는 압력시험을 생략할 수 있다.

(바) *R 22, R 134a, R 404A, R 407C, R 410A* 또는 *R 507A*를 냉매로 하는 압력용기류에 대하여는 용기에 이상이 없는 경우에 한하여, 첫 번째 정기검사에서는 (가)부터 (마)에서 규정하는 압력시험을 생략할 수 있다.

(9) 전기기기, 케이블의 현상을 검사한다. 또한, 이들의 대지절연저항이 1 MΩ 이상임을 확인한다. 다만, 적절한 계측기록이 유지되고 있어 검사원이 지장없다고 인정하는 경우에는 생략할 수 있다.

(10) 냉장설비의 운전시험을 행한다. **【지침 참조】**

3. 임시검사

임시검사에서는 **201.**의 **2**항 (2)호 (다)의 경우와 같이 필요한 사항에 대하여 검사 또는 시험을 행하고 검사원이 만족하는 상태인 것을 확인한다.

제 3 절 냉동장치

301. 일반

1. 일반요건

(1) 냉동장치는 사용목적, 사용조건 등을 고려하여 설계된 것이어야 한다.

(2) 냉동장치의 구조 및 배치는 용이하게 보수, 점검, 수리 또는 교환이 가능한 것이어야 한다.

(3) 냉매로 *R 717*을 사용하는 냉동장치에는 이 절의 규정과 **4절**의 규정에 적합하여야 한다.

(4) *R 22, R 134a, R 404A, R 407C, R 410A* 또는 *R 507A*를 냉매로 하는 1차냉매관의 분류는 **5편 6장 101.**의 **4**항에 정하는 3급관으로 한다.

(5) *R 22, R 134a, R 404A, R 407C, R 410A* 또는 *R 507A*를 냉매로 하는 압력용기의 분류는 **102.**의 **5**항에서 규정하는 설계압력에 따르고 **5편 5장 302.**의 규정에 따른다.

(6) 냉동장치에는 다음의 것을 갖추어야 한다.

(가) 표준온도계 : 2개

(나) 비중계 : 1개(브라인냉각의 경우)

(다) 냉매누설탐지기 : 1개

2. 냉동장치의 능력 및 수

(1) 냉동장치에는 냉동기기를 2조 이상 갖추어 바로 교대하여 사용할 수 있도록 배치하여야 한다.

(2) 냉동장치의 능력은 냉동기기의 어느 1조가 정지하여 있는 경우에도 냉장창 온도를 유지하기에 충분한 것이어야 한다.

3. 재료 및 용접

(1) 냉동장치에 사용하는 재료는 냉매의 종류, 설계압력, 최저사용온도 등의 조건에 적합하여야 한다.

(2) 1차냉매관, 밸브 및 관 부착품에 사용하는 재료는 **301.**의 **1**항 (4)호 및 **402.**의 **1**항 (1)호의 규정에 따르고, 관의 분류에 따라 **5편 6장 102.**의 규정에 따라야 한다.

(3) 냉매용의 압력용기(응축기, 리시버 및 기타의 압력용기)에 사용하는 재료는 **301.**의 **1**항 (5)호 및 **402.**의 **1**항 (1)호의 규정에 따르고 압력용기의 분류에 따라 **5편 5장 303.**의 규정에 따라야 한다.

(4) 다음에 열거하는 재료는 사용하여서는 안 된다.

(가) 프레온과 직접 접촉하는 부분: 마그네슘을 2 % 이상 함유한 알루미늄합금

(나) 일상적으로 물에 접촉하는 부분: 순도가 99.7 % 미만인 알루미늄(다만, 방식처리를 시행한 경우를 제외한다.)

(5) 주철제 밸브류 사용의 제한은 **표 9.1.2**에 따른다. 다만, **표 9.1.2**에 따라 사용할 수 있는 경우에도 설계온도가 0 °C 미만 또는 220 °C를 넘는 경우에는 사용하여서는 안 된다. 이 경우, 설계온도가 0 °C 미만일 때 설계압력의 1/2.5 이하의 압력으로 사용되는 경우에 한하여 -50 °C까지 사용할 수 있다.

(6) 고무호스, 플라스틱관, 비닐관 또는 알루미늄합금 등의 특수한 재료를 사용하는 냉동장치는 사용되는 냉매 또는 사용조건 등을 고려하여 우리 선급이 승인한 것이어야 한다.

표 9.1.2 주철제 밸브류의 사용제한

용 도	재 료	적 용
스톱밸브	ISO185의 JL 100, JL 150, JL 200 또는 상당재료	사용하여서는 안 된다.
	ISO185의 JL 250, JL 300, JL 350 ISO1083 또는 상당재료	1) 설계압력이 1.6 MPa 이하일 때 사용할 수 있다.
도출밸브	ISO185, ISO1083 또는 상당재료	사용하여서는 안 된다.
자동제어 밸브	ISO185의 JL 100, JL 150, JL 200 또는 상당재료	사용하여서는 안 된다.
	ISO185의 JL 250, JL 300, JL 350 또는 상당재료	1) 설계압력이 1.6 MPa 이하일 때 사용할 수 있다. 2) 설계압력이 1.6 MPa을 넘고 2.6 MPa이하의 것으로, 호칭지름이 100 mm이하이고 설계 온도가 150 °C 이하의 것에 한하여 사용할 수 있다.
	ISO1083 또는 상당재료	설계압력이 3.2 MPa을 넘는 것에는 사용할 수 없다.

302. 냉동장치의 구조 등

1. 냉매압축기

(1) 압축기에서 냉매의 압력을 받는 부분(왕복동식의 크랭크케이스를 포함한다)은 고압측의 설계압력에 견디도록 설계하여야 한다. 다만, 실린더와 일체형의 크랭크케이스에 도출밸브를 설치하는 경우에는 도출밸브의 설정압력에 견디도록 설계하여야 한다.

(2) 압축기의 윤활이 강제윤활방식인 경우에는 윤활유압력이 비정상적으로 저하한 경우에 압축기를 정지시키는 장치를 갖추어야 한다.

(3) 응축기의 냉각수압력이 비정상적으로 저하한 경우에 압축기를 자동으로 정지시키는 장치 또는 경보를 발하는 장치를 갖추어야 한다. **【지침 참조】**

2. 압축기를 구동하는 원동기 및 증속기

압축기를 구동하는 원동기 및 증속기의 구조 등은 **5편**의 해당 규정을 준용한다.

3. 냉매압력용기

냉매압력용기(응축기, 리시버 및 기타의 압력용기)의 설계, 구조 및 강도는 **5편 5장 3절**의 **304.**부터 **316.**의 규정을 준용한다.

4. 유분리기

압축기의 냉매가스 토출측에는 드레인 플러그가 있는 유분리기를 설치하여야 한다. 다만, 증발기와 일체의 유니트 등에서 기름회송에 대한 적절한 조치가 취해진 경우에는 이에 따르지 않는다.

5. 필 터

압축기의 냉매가스 흡입측 및 냉매관의 자동제어밸브 입구측에는 각각 필터를 설치하여야 한다. 다만, 유분리기에 불순물 제거기능이 있는 경우에는 냉매관에 설치하는 필터를 생략할 수 있다.

6. 건조기

R 22, R 134a, R 407C, R 410A 또는 *R 507A*를 냉매로 하는 관계통에는 건조기를 설치하여야 한다. 이 건조기는 고장이 발생하였을 때 운전을 저해하지 않도록 바이패스 또는 교체하여 사용할 수 있는 예비건조기가 설치된 것이어야 한다. 다만, 증발기와 일체의 유니트 등에서 예비 유니트와의 교체가 고려되어 있는 경우에는 이에 따르지 않는다.

7. 냉매펌프

냉매압송용의 1차냉매펌프 및 브라인펌프는 각각 상용의 것 이외에 용이하게 교대하여 사용할 수 있는 예비펌프를 설치하여야 한다. 예비펌프의 용량은 장비된 펌프 중 최대용량의 것 이상이어야 한다.

8. 응축기냉각수펌프

(1) 응축기 냉각수펌프는 적어도 2대를 설치하여 서로 교대하여 사용할 수 있도록 하여야 한다. 이 경우, 1대는 다른 용도로 사용할 수 있지만 다른 용도로 사용 중에도 필요한 수량을 응축기에 공급할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 응축기의 냉각수는 적어도 2개의 해수흡입구에서 흡입할 수 있도록 하여야 한다. 또한, 이들 흡입구는 가능한 한 좌우양현에 나누어 배치하여야 한다.

9. 관장치

관장치의 설계, 구조, 강도, 공작 및 의장은 **5편 6장** 102.부터 107.의 규정을 준용한다.

10. 압력도출장치

(1) 냉매압축기(터보압축기를 제외한다.)에는 압축기와 토출측 스톱밸브 사이에 고압차단장치 및 도출밸브를 설치하여야 한다. 도출된 가스는 대기 중으로 방출하거나 냉매계통의 저압측으로 인도하여야 한다.

(2) 응축기의 냉매측, 리시버 및 냉매액을 포함하는 부분이 격리되어 있어 그 설계압력을 초과하는 압력상승의 위험이 있는 부분에는 도출밸브 또는 기타의 압력도출장치를 설치하여야 한다.

(3) 저압부에 사용하는 액냉매용기(브라인 냉각기 및 밀폐식 브라인 탱크를 포함한다.)에 있어서 스톱밸브로 폐쇄되는 구조의 것에는 도출밸브 또는 기타의 압력도출장치를 설치하여야 한다.

(4) 설계압력을 넘을 가능성이 있는 모든 펌프, 관장치에는 도출밸브 또는 기타의 압력도출장치를 설치하여야 한다.

(5) 1차냉매의 고압부에 설치된 도출밸브에서 도출된 가스를 저압부에 유도하는 경우, 배압에 의해 도출밸브의 작동이 저해되지 않도록 하여야 한다.

(6) 도출밸브 또는 압력도출장치에서 도출한 가스를 대기로 방출하는 경우, 개구단의 위치는 노출갑판상의 안전한 장소로 하여야 한다.

(7) 압력도출장치는 설계압력의 1.1배의 압력을 초과하는 것을 방지할 수 있는 것이어야 한다.

11. 자동제어

자동제어에 대하여는 **6편 2장** 201.에 따른다.

12. 전기설비

(1) 냉동장치에 전력을 공급하기 위한 전원장치는 2조 이상의 발전장치로 구성된 것이어야 한다.

(2) (1)의 전원장치에서 공급되는 전력은 어느 1조의 발전장치가 정지한 경우에도 나머지의 발전장치로 냉장창의 온도를 유지할 수 있어야 한다.

(3) 냉동장치에 사용되는 발전설비의 구조 등은 **6편 1장**의 해당 규정을 준용한다.

303. 냉장창 내의 냉동장치

1. 냉각격자관

각 냉장창의 냉각용 브라인 격자관 또는 직접팽창식의 냉각격자관은 2조 이상으로 구분하여 배관하고 각 부분을 차단할 수 있도록 하여야 한다.

2. 공기냉각기

공기냉각기는 그 냉각 코일을 2조 이상으로 구분하여 배관하고 필요에 따라 각 구분을 차단할 수 있도록 하여야 한다. 다만, 공기냉각기를 2대 이상 장비하는 경우에는 이에 따르지 않는다.

3. 공기순환송풍기

냉장창 내의 공기순환송풍기 및 전동기는 화물을 적재하고 있을 때에도 수리 또는 교체가 용이하도록 설치하여야 한다. 다만, 1대의 송풍기가 정지하여도 냉장창 내부의 온도를 유지할 수 있는 경우에는 이에 따르지 않는다.

4. 자동온도조절장치

냉장창의 온도를 자동적으로 조절하는 장치를 갖출 때에는 자동제어장치의 고장을 고려하여 별도로 수동제어밸브 및 수동제어장치를 갖추어야 한다. 다만, 자동제어장치를 2조 이상 갖추어 언제든지 교대하여 사용할 수 있는 경우에는 이에 따르지 않는다.

5. 산적냉장창에 있어서의 냉장창내온도와 냉매온도 【지침 참조】

냉장창내의 온도와 냉매의 온도차는 화물의 탈수, 냉동장치의 서리부착을 최소로 하는 것이어야 한다.

6. 브라인탱크 및 브라인관의 아연도금의 금지

브라인탱크 및 브라인관의 내면(브라인측)은 아연도금 또는 아연도료를 시공해서는 안 된다. 다만, 탱크가 밀폐형으로서 공기관을 설치하여 노출갑판상의 안전한 장소에 개구하여 그 개구단에 내식성 금속망을 설치하는 경우 또는 탱크가 개방형으로서 탱크를 설치한 구획에 충분한 환기장치를 설치하는 경우에는 이에 따르지 않는다.

7. 냉장창내 냉매관의 방식

냉장창 내 또는 방열재 중에 매입된 1차냉매 및 브라인용 강관의 외면은 아연도금, 방식성이 우수한 도료 또는 기타의 방법으로 방식조치하여야 한다. 관상호의 이음이 나사이음 또는 용접이음의 경우, 도금의 탈락부는 압력시험 후 방식성이 우수한 도료 등으로 방식조치하여야 한다.

304. 기타의 장치

1. 서리제거장치

냉장창내 온도가 0 °C 이하로 되는 냉장창의 공기냉각기에는 서리제거장치를 설치하여야 한다.

2. 냉장창의 환기장치

적극적인 환기를 필요로 하는 화물의 적재가 계획되어 있는 냉장창에는 공기교환장치를 설치하여야 한다. 이 경우 각 냉장창에는 흡기 및 배기덕트를 설치하고 해당 각 흡기 및 배기덕트에는 기밀의 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 또한, 각각의 공기흡입구와 배기구의 위치는 배기를 흡입하지 않도록 충분한 거리를 두어서 배치하여야 한다.

3. 과일류용 냉장창의 과냉각방지장치

운송되는 과일류의 냉장창내 온도보다 주위의 대기온도가 낮게 되어 화물에 악영향을 미칠 위험이 있는 해역을 항해하려 하는 선박의 냉장창에는 냉장창을 가열하는 장치를 설치하여야 한다.

305. 냉동기기의 설치장소

냉동기기의 설치장소는 유효한 배수장치 및 환기장치를 갖추어 인접하는 냉장창과는 기밀의 격벽으로 격리되어야 한다.

제 4 절 암모니아 냉동장치에 대한 특별규정

401. 일반

1. 일반요건

암모니아 냉동장치는 *R 717*을 1차냉매로 하고 브라인을 사용한 간접냉동방식이어야 한다.

2. 정의

이 절의 용어는 다른 절에서 특히 정하는 것 이외에는 다음에 따른다.

(1) **가스**라 함은 냉매로 사용되는 암모니아가스를 말한다.

(2) **가스퍼지**라 함은 응축기에서 불응축가스를 배출하는 것을 말한다.

(3) **저장용기**라 함은 보충용의 가스를 저장하는 용기를 말한다.

(4) **가스제거장치**라 함은 가스를 구획 내에서 신속히 제거시키는 장치로서 통풍장치, 가스흡입장치, 수막장치 및 가스흡수물탱크 등을 포함하는 장치를 말한다.

3. 제출도면 및 자료

제출하여야 하는 도면 및 자료는 다른 절에서 정하는 것 이외에 일반적으로 다음과 같다.

(1) 가스탐지기 배치도

(2) 냉동장치 설치구획 기기배치도

402. 설계

1. 일반요건

(1) 냉동장치에 사용되는 압력용기는 **5편 5장**에서 규정하는 제1종 압력용기로 하고 1차냉매관(이하 **냉매관**이라 한다)의 분류는 **5편 6장**에서 규정하는 1급관으로 한다.

(2) 냉동장치는 가스를 대기로 방출하지 않고도 수리 또는 정비가 가능하도록 충분한 용량의 보조리시버를 갖추어야 한다. 다만, 적어도 최대용량의 리시버 내의 냉매를 다른 리시버에 수납할 수 있는 경우에는 보조리시버를 생략할 수 있다.

2. 재료

(1) 암모니아에 접촉하는 개소에는 부식성이 높은 재료(동, 아연, 카드뮴 또는 이들의 합금 등) 및 수은을 함유하는 재료를 사용하여서는 안 된다.

(2) 압력용기 및 관장치에는 니켈강을 사용하여서는 안 된다.

(3) 냉매관계통에는 주철밸브를 사용하여서는 안 된다.

(4) 해수냉각식 응축기는 해수에 의한 부식을 고려하여 재료를 선택하여야 한다.

403. 냉동장치

1. 냉매압축기

냉매압축기에는 냉매관계통의 고압측의 압력이 비정상적으로 높게 된 경우에 압축기를 자동적으로 정지시키는 장치를 설치하여야 한다. 또한, 이 장치가 작동한 때에는 설치장소 및 감시장소에 가시가청의 경보를 발하는 장치를 설치하여야 한다.

2. 관이음

냉매관계통의 관이음은 가능한 한 맞대기용접이음으로 하여야 한다.

3. 압력도출장치

압력도출장치에서 방출된 가스는 저압측으로 유도하는 경우를 제외하고 물에 흡수시켜야 한다.

4. 액면계

항상 압력이 걸리는 개소에 유리제의 액면계를 사용하는 경우에는 다음에 따라야 한다.

(1) 액면계에 사용하는 유리는 평형으로 하여 외부로부터의 충격을 충분히 견딜 수 있는 구조여야 한다.

(2) 액면계의 스톱밸브는 유리가 파손되었을 때 액의 유출이 자동적으로 차단되는 구조여야 한다.

5. 가스퍼지

퍼지밸브에서 방출되는 가스는 직접 대기로 방출되지 않고 물에 흡수되도록 하여야 한다.

6. 응축기

응축기의 냉각해수의 배출관은 독립의 배관으로 하여 거주구역을 통과시키지 않고 직접 선외로 유도하여야 한다.

404. 설치구획

1. 구조 및 배치

(1) 냉동장치 및 저장용기의 설치구획(이하 **설치구획**이라 한다)은 누설된 암모니아가 다른 구획에 유출되지 않도록 기밀의 격벽 및 갑판으로 격리된 전용의 구획으로 하고, 설치구획에는 다음의 요건을 만족하는 문을 설치하여야 한다.

(가) 설치구획에는 적어도 2개 이상의 문을 가능한 한 서로 떨어지게 설치하고 적어도 1개는 직접 노출갑판에 개구를 가질 것. 직접 노출갑판에 개구를 가지는 것이 불가능한 경우, 적어도 1개의 개구를 에어록식의 문으로 할 것

(나) 노출갑판 이외에 개구를 가지는 문은 밀폐성이 높은 자기폐쇄식의 문으로 할 것

(다) 문은 용이하게 조작하고 밖으로 열리는 구조일 것

(2) 설치구획은 거주구역, 병실 및 제어실과 인접시켜서는 안 된다.

(3) 설치구획에 이르는 통로는 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(가) 통로가 거주구역, 병실 및 제어실과 인접하는 경우, 기밀의 격벽 및 갑판으로 격리될 것

(나) 통로는 거주구역의 통로와 격리되어 폭로갑판에 직접 통하는 것일 것

(4) 케이블, 관장치 등의 기밀격벽 및 갑판의 관통개소는 기밀구조로 하여야 한다.

(5) 설치구획에는 유출된 액체암모니아가 구획 외로 누설하지 않도록 냉동장치 및 저장용기보다 낮은 위치에 충분한 크기의 드레인받이를 설치하여야 한다.

(6) 설치구획의 배수는 다른 구획의 개방형 빌지웰 또는 빌지로에 배출되지 않는 독립된 계통으로 하여야 한다.

405. 가스제거장치

1. 일반

설치구획에는 누설사고로 생긴 가스를 설치구획에서 신속히 제거할 수 있도록 통풍장치, 가스흡수장치, 수막장치 및 가스흡수물탱크로 구성되는 가스제거장치를 설치하여야 한다.

2. 통풍장치

(1) 설치구획에는 상시 환기가 가능하도록 원칙적으로 다음의 요건을 만족하는 기계식통풍장치를 설치하여야 한다.

(가) 통풍장치는 설치구획을 적어도 매시 30회의 환기를 행할 수 있는 충분한 능력을 가져야 한다.

(나) 통풍장치는 다른 통풍장치로부터 독립하여 설치구획 바깥에서 조작할 수 있어야 한다.

(다) 배기출구는 가장 가까운 공기흡입구 또는 거주구역, 업무구역 및 제어장소 등의 개구로부터 수평방향 10 m 이상, 폭로갑판으로부터 수직방향 4 m 이상 떨어진 위치에 설치하여야 한다.

(라) 가스가 설치구획 및 배기덕트에 체류하지 않도록 흡기구는 설치구획 내의 낮은 위치에 배기구는 높은 위치에 설치하여야 한다.

(마) 통풍장치는 스파크를 발생하지 않는 구조이어야 하며 **규칙 8편 3장 104.**의 요건에 따른다.

(2) 설치구획에 이르는 통로에는 독립의 환기장치를 설치하여야 한다. 다만, (1)호에 규정된 통풍장치로 배기가 가능하도록 덕트가 연결되어 있는 경우에는 독립의 환기장치를 설치할 필요는 없다.

3. 가스흡수장치

설치구획에는 누설된 가스를 신속히 제거할 수 있도록 구획 바깥에서 조작 가능한 다음 중 하나를 만족하는 가스흡수장치를 설치하여야 한다.

(1) 스크러버

(가) 스크러버의 처리능력은 배기송풍기에 이르는 가스농도가 확실히 25 ppm 이하로 되도록 설계하고 최대용량의 리시버 내에 암모니아를 30분 이내에 흡수하는 데 충분한 것일 것

(나) 설치구획의 가스농도가 300 ppm을 넘는 경우, 스크러버용 펌프가 자동시동하는 것일 것

(2) 물분무장치

(가) 분무수량은 누설된 가스를 충분하게 흡수할 수 있는 양일 것

(나) 노즐은 우리 선급이 적당하다고 인정하는 것으로 하고 원칙적으로 각 냉동장치를 덮을 수 있도록 배치할 것

(다) 설치구획의 가스농도가 300 ppm을 넘는 경우, 물분무장치용 펌프가 자동으로 시동하는 것일 것

4. 수막장치(water screening system)

설치구획의 모든 문에는 외부에서 조작할 수 있는 수막장치를 설치하여야 한다.

5. 가스흡수 물탱크

누설한 액체암모니아를 신속히 회수할 수 있도록 설치구획보다 낮은 위치에 다음의 요건을 만족하는 가스흡수물탱크를 설치하여야 한다.

(1) 탱크는 적어도 1개의 냉동장치에 충전되어 있는 냉매를 흡수한 물을 모두 회수할 수 있는 용량으로 할 것

(2) 탱크는 항상 만수상태가 유지되도록 자동급수장치를 설치할 것

(3) 탱크에서 넘친 것은 희석 또는 중화하여 직접 선외로 배출하고 배출관은 거주구를 통과시키지 않을 것

(4) 설치구획 내에서 발생한 액체암모니아의 드레인은 탱크에 회수되도록 할 것. 또한, 탱크로부터 가스가 역류하지 않도록 적당한 드레인 트랩을 설치할 것

(5) 탱크의 벤트관은 405.의 2항의 통풍장치의 배기관에 접속될 것

406. 가스탐지경보장치

1. 설치요건

(1) 설치구획에는 다음에 따라 가스탐지경보장치를 설치하여야 한다.

(가) 다음의 요건을 만족하는 적어도 1개의 가스탐지기를 각 냉동장치의 상방에 설치할 것

(a) 가스농도가 25 ppm을 넘는 경우, 경보장치를 작동시키는 것일 것

(b) 가스농도가 300 ppm을 넘는 경우, 냉동장치를 자동정지하고 가스제거장치를 자동으로 작동시키며 경보장치를 작동시키는 것일 것

(나) 가스농도가 4.5 %에 달한 경우, 설치구획의 전기설비의 전원을 차단하고 경보장치를 작동시키는 적당한 수의 가연성 가스탐지기를 설치할 것

(다) 경보장치는 설치구획의 문에 근접한 설치구획 내외의 장소 및 감시장소에 가시가청경보를 발하는 것일 것

(라) 설치구획의 문에 근접한 설치구획 바깥의 장소에는 누설경보를 위한 수동발신기를 설치할 것

(2) 설치구획에 이르는 통로에는 다음의 요건을 만족하는 가스탐지경보장치를 설치하여야 한다.

(가) 가스탐지기는 가스농도가 25 ppm을 넘는 경우 경보장치를 작동시키는 것일 것

(나) 경보장치는 설치구획의 문의 근방 및 통로 내에 있어서 가시가청경보를 발하는 것일 것

(3) 검지기는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 것으로서 연속적으로 검지할 수 있는 것이어야 한다.

407. 전기설비

1. 일반

(1) 누설사고가 발생한 경우에 작동하여야 하는 설치구획 내의 전기설비, 가스탐지경보장치 및 비상등은 가스에 대하여 안전성이 증명된 방폭형으로 하여야 한다. **【지침 참조】**

(2) 설치구획에 있어서 (1) 이외의 전기설비는 406.의 1항 (1)호 (나)에서 요구되는 가연성가스탐지기가 작동한 경우 설치구획 바깥에 있는 차단기에 의해 자동적으로 차단되도록 하여야 한다.

(3) 설치구획 내의 가스흡수장치로서 물분무장치를 설치하는 경우에는 설치구획 내의 각 전기기기는 방수형으로 하여야 한다.

408. 안전 및 보호장구

1. 일반

안전 및 보호장구는 원칙적으로 아래와 같은 것으로 하고, 냉매가 누설하였을 때에도 용이하게 접근할 수 있는 설치구획 바깥의 장소에 보관되도록 하여야 한다. 또한, 격납장소는 용이하게 식별할 수 있도록 표시하여야 한다.

(1) 방호복(헬멧, 안전화, 장갑 등) x 2
(2) 자장식호흡구(30분 이상 기능할 수 있는 것) x 2
(3) 눈보호장구 x 2
(4) 세안기 x 1
(5) 붕산
(6) 비상용 회중전등 x 2
(7) 전기절연저항계 x 1

제 5 절 냉장창

501. 냉장창의 구조

1. 냉장창 위벽의 재료

냉장창의 위벽(천정, 바닥, 측벽)에 사용되는 재료는 기밀성이 확인된 것이어야 한다. 다만, 냉장창 내의 구획격벽은 동종의 화물을 적재하거나 상호 오염될 위험이 없는 화물을 싣는 경우에는 우리 선급의 승인을 받은 적절한 재료로 할 수 있다.

2. 냉장창 개구 폐쇄장치의 기밀성

냉장창의 방열벽의 일부를 구성하는 해치커버, 출입문, 빌지웰커버, 맨홀커버 등의 폐쇄장치는 기밀구조로 하고, 해치커버 등 외부에 노출되는 것의 해당 폐쇄장치는 2중실 구조로 하여야 한다.

3. 냉장창 내의 구조부재

냉장창 내에 있어서 선체주요구조부재에 직접 용접되는 부재는 재료 및 그 용접에 특히 주의를 하여 용접결함 등이 없도록 하여야 한다.

4. 맨홀 등의 코밍

이중저탱크 정판에 설치되는 맨홀 및 빌지햇의 주위에는 방열재로 유수가 침입하는 것을 방지하기 위한 적당한 높이의 코밍을 설치하여야 한다.

5. 통풍덕트 및 관 등의 갑판 또는 격벽의 관통

(1) 통풍덕트는 건현갑판 하의 위치에서 선수격벽을 관통하여서는 안 된다. 기타 수밀격벽을 관통하는 통풍덕트에는 건현갑판 상의 항상 접근 가능한 장소에서 조작할 수 있는 유효한 폐쇄장치를 설치하고, 조작장소에 개폐를 표시하는 장치를 설치하여야 한다.

(2) 냉각관이 냉장창의 위벽을 구성하는 격벽 또는 갑판을 관통하는 경우에는 관과 이들의 강구조부재를 직접 접촉시켜서는 안 된다. 또한, 관통부는 기밀이 유지되어야 한다. 이들 관통부의 실(seal)장치는 관통하는 격벽 또는 갑판에 요구되는 수밀성 및 방화성을 해치지 않는 것이어야 한다.

(3) 환기부, 통풍덕트 및 관 등이 냉장창을 관통하여 기타의 구획으로 통하는 경우에는 이들 창 내에 있는 부분은 유효한 방열이 시공되고 이들 관통부는 충분한 기밀이 유지되어야 한다.

(4) 냉장창 바깥에서 유도되어 냉장창을 관통하는 공기관, 측심관, 빌지흡입관 및 기타의 관은 관내가 동결하지 않도록 하여야 한다.

6. 방열라이닝 등

방열라이닝, 빌지로, 빌지웰커버, 해치커버 및 냉장창의 출입문은 내수, 내습성의 재료로 제조된 것으로 하거나 이와 동등한 성능을 가진 재료로 피복하여야 한다.

7. 화물배튼(cargo batten)

냉장창의 측벽에는 화물배튼을 설치하여 공기의 유통을 위한 충분한 공간을 확보하고 화물과 방열벽 또는 냉각격자관과의 접촉을 방지하여야 한다. 다만, 화물의 적재방법, 방열벽의 형상 등에 따라 이러한 위험이 없는 경우에는 이에 따르지 않는다.

8. 격자

냉장창의 바닥에는 바닥면에 공기의 유통을 확보함과 함께 화물의 적양하에 의해 마루면의 방열재의 손상을 방지하기 위한 적당한 크기의 격자를 설치하여야 한다. 다만, 공기의 유통을 확보할 수 있는 적당한 강도의 바닥방열라이닝이 설치되어 있는 경우에는 이에 따르지 않는다.

502. 방열재 및 방열시공

1. 방열재

(1) 냉장창에 사용되는 방열재는 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.

(2) 방열재가 성형재인 경우, 성형재는 적당한 기계적강도를 가지는 것이어야 한다. 접착재를 사용하는 경우에는 유해한 냄새를 발하거나 화물의 냄새를 흡수할 위험이 없는 것이어야 한다.

2. 방식

(1) 방열시공을 하여야 하는 구조부재에는 방열재 설치 전에 충분히 청소한 후, 방청제를 도포하여야 한다.

(2) 방열재, 조인트 및 피복 등의 부착에 사용하는 모든 강제의 볼트, 너트 및 기타의 고정물은 아연도금하거나 기타의 방식처리를 행한 것이어야 한다.

3. 방열시공

(1) 방열재는 승인된 사양에 따라 충분한 두께를 확보할 수 있도록 시공하여야 한다. 또한, 방열재는 틈새가 없도록 하고 사용 중에 움직이지 않도록 견고하게 설치하여야 한다. 방열재에 성형재를 사용하는 경우에는 성형재 사이에 가능한 한 틈새가 없도록 하고 이음매는 서로 엇갈리게 배치하여야 한다. 방열재 상호 또는 방열재와 구조부재와의 사이에 틈새가 생기는 경우에는 적당한 방열재로 채워야 한다.

(2) 냉장창을 관통하여 냉장창 내에 돌출하는 구조부재는 냉장창 내로 열이 침입하거나 관통부에 있어서 각 부재의 과냉각을 방지하기 위하여 냉장창 내 돌출부의 적당한 범위를 유효하게 방열하여야 한다.

4. 방열벽의 제거

(1) 탱크정판 상의 맨홀커버, 빌지햇 및 밸지웨이의 쓰레기 제거부가 있는 곳의 방열은 플러그형으로 하고 들어낼 수 있는 것으로 하여야 한다.

(2) 빌지흡입관, 공기관, 측심관 및 기타의 관이 설치되어 있는 부분의 방열벽은 검사에 필요한 정도만큼 들어낼 수 있는 구조로 하여야 한다.

5. 유탱크 위벽의 방열

유탱크의 정판 또는 격벽판이 냉장창의 위벽을 구성하는 경우에는 탱크벽과 방열재와의 사이에 틈새를 두거나 탱크벽 표면에 우리 선급의 인정을 받은 내유 및 유밀의 재료로 피복을 행한 다음 방열재를 설치하여야 한다. 탱크벽과 방열재와의 사이에 틈새를 두는 경우에는 유로를 설치하여 누유가 빌지로 자유롭게 배출되도록 하고, 탱크벽과 방열재 사이의 공간에는 대기로 통하는 통풍관을 설치하고 그 대기 개구단에는 내식성금속망을 부착하여야 한다.

503. 온도계측장치

1. 온도계측장치 및 센서의 수 및 배치

(1) 냉장창 내에는 2조의 온도계측장치를 갖추어야 한다. 1조의 온도계측장치에는 각 창마다 적어도 2개의 센서를 접속하여야 한다.

(2) 각 냉장창에는 특히 요구되는 경우를 제외하고 적어도 다음에 열거하는 수의 센서를 설치하여야 한다.

(가) 화물창의 실용적이 300 m^3 까지의 경우에는 4개

(나) 화물창의 실용적이 600 m^3 까지의 경우에는 5개

(다) 화물창의 실용적이 600 m^3 를 넘는 경우에는 (나)의 개수에 더하여 400 m^3 또는 단수마다에 1개

(3) 앞 (2)의 센서 이외에 공기냉각기의 순환공기의 토출측 및 흡입측에는 센서를 각각 배치하여야 한다.

2. 온도계측장치의 구조 등

(1) 냉장창 내의 온도계측장치에 대한 급전회로는 각각 독립한 최종지회로로 하여야 한다.

(2) 냉장창 내의 온도계측장치의 센서는 기계적 손상에 대하여 보호된 것으로 하여야 한다.

(3) 온도계측장치의 계측온도 오차는 0℃ 미만에 대하여 ±0.5℃ 이내, 0℃ 이상에 대해서는 ±0.3℃ 이내이어야 한다.

504. 배수장치

1. 일반

(1) 빌지관장치는 이 항에 따르는 이외에 **5편 6장 4절**의 해당하는 규정에 따라야 한다.

(2) 냉장창 및 공기냉각기의 드레인은 체류하지 않도록 배출할 수 있어야 한다.

(3) 냉장창 밖의 구획에서 냉장창으로 배수관을 설치해서는 안 된다.

2. 배수관의 체크밸브 및 수봉트랩

(1) 냉장창 및 공기냉각기의 배수관에는 체크밸브 및 수봉트랩을 설치하여야 한다. 다만, 갑판간의 냉장창 및 공기냉각

장치의 배수관에서는 체크밸브를 생략할 수 있다.

(2) 각 냉장창 및 공기냉각기의 배수관을 공통관으로 유도할 경우에는 각 지관에 수봉트랩을 설치하고 하방에 있는 냉장창 및 공기냉각기의 배수관의 지관에는 체크밸브를 설치하여야 한다.

(3) 냉장창 밖의 구획에서 냉장창으로 배수관을 설치해서는 안 된다.

(4) 냉장창 내의 온도가 0 °C 이하로 되는 경우, 필요에 따라 (1)호 및 (2)호의 배수관, 체크밸브 및 수봉트랩을 방열하여야 한다.

(5) 수봉트랩은 충분한 깊이의 것으로 하여 청소 및 봉수의 보충을 용이하게 할 수 있도록 배하여야 한다.

제 6 절 시험

601. 공장시험

1. 압력시험 및 기밀시험

(1) 1차냉매의 압력을 받는 기기, 압력용기 및 관장치는 제조공장에서 각 설계압력의 1.5배의 압력으로 압력시험을 행하고 각 설계압력으로 기밀시험을 행하여야 한다.

(2) 브라인의 압력을 받는 기기 및 압력용기는 각 설계압력의 1.5배 또는 0.4 MPa 중 높은 쪽의 압력으로 압력시험을 행하여야 한다.

(3) 압력시험은 물 또는 기름, 기밀시험은 공기나 적당한 불활성가스 또는 이들에 소량의 냉매가스를 혼입한 것을 사용한다.

2. 성능시험 등

(1) 압축기, 송풍기, 1차냉매펌프, 브라인펌프 및 이들의 원동기는 성능시험을 행하여야 한다.

(2) 압력용기, 관장치의 용접부는 **5편 5장 4절** 및 **5편 6장 13절**의 해당 규정에 따라 시험을 행하여야 한다.

(3) 전기설비는 **6편 1장**의 규정에 따라 시험을 행하여야 한다.

602. 선내시험

1. 누설시험

(1) 1차냉매계통은 선내배관 후, 원칙적으로 불활성가스 또는 이들에 소량의 냉매가스를 혼입한 것을 사용하여 각 설계압력의 90 % 압력으로 누설시험을 행하여야 한다.

(2) 브라인계통은 선내배관 후 브라인펌프의 최고사용압력의 1.5배 또는 0.4 MPa 중 높은 쪽의 압력으로 누설시험을 행하여야 한다.

2. 온도계의 검교정

온도계측장치는 선내에 장비한 후, 빙수로 지시의 교정을 행하고 요구되는 사양에 적합함이 확인되어야 한다. 이 교정 기록은 검사원에게 제출하여야 한다.

3. 냉장창 내 공기순환송풍기의 공기순환시험

냉장창 내에 공기순환송풍기를 갖추는 경우에는 풍속 및 공기의 흐름 상태를 확인하여야 한다.

4. 자동제어장치 등의 작동시험

자동제어장치, 안전장치 및 경보장치는 작동시험을 행하여야 한다.

5. 운전시험

냉동기기는 가능한 한 높은 부하로 운전시험을 행하고 예비기기로의 교대가 용이하게 이루어지는지 확인하여야 한다.

6. 서리제거시험

공기냉각기의 서리제거장치는 작동시험을 행하여야 한다.

제 7 절 적하검사

701. 일반

1. 일반

(1) 선주 또는 그 대리인이 신청한 경우, 검사원은 냉장설비에 대하여 적하항에서 701.의 2항에 규정된 사항에 관한 적하검사를 실시하고 적하검사증명서를 발행한다.

(2) 적하검사는 냉장설비의 연차검사 등의 다른 검사와 겸하여 실시할 수 있다.

(3) 적하항에 검사원이 입회하기 어려운 경우, 우리 선급은 적절한 자격을 가진 자에게 검사대행을 지정할 수 있고 그 대행 검사원이 제출한 보고서에 근거하여 적하검사증서를 발행 할 수 있다.

2. 적하검사 항목

적하검사에 있어서는 (1)호부터 (3)호에 따라 확인 또는 검사를 행한다.

(1) 가동 중인 설비를 점검하여 설비가 양호하게 작동하는지 확인하고, 각 냉장창의 온도를 기록한다.

(2) 냉장설비의 공급전력은 1대의 발전기가 정지하여도 나머지 발전기로도 선박의 중요한 부하에 만족하는지 확인한다. 또한, 전원장치를 선박의 주요전원장치와 겸용하고 있는 경우에는 나머지의 발전기로써 냉장창을 일정 온도로 유지할 수 있는지 확인한다.

(3) 냉장창이 공창인 상태에서 다음 사항을 확인한다.

(가) 냉장창 내는 청결하고 적하하여야 할 화물에 나쁜 영향을 주는 냄새가 없을 것

(나) 브라인 또는 1차냉매의 냉각격자관, 공기냉각기의 냉각코일 및 기타의 부속품에 누설이 없을 것

(다) 냉장창의 벽에 배튼을 장비하고 있는 경우, 이들이 양호한 상태일 것

(라) 필요에 따라 냉장창의 바닥면, 갑판면에 격자 또는 화물깔개(dunnage)를 이용할 수 있도록 정비되어 있을 것

(마) 냉장창 내의 방열재 및 방열재의 피복에 손상이 없을 것

(바) 냉장창 내의 빌지를 배출하기 위한 배수구, 빌지흡입관이 양호하고 수봉트랩이 정비되어 있을 것 ⚓

제 2 장 하역설비

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 적용

(1) 이 규칙은 우리 선급에 등록하고자 하는 선박 또는 등록된 선박에 설치하는 하역설비에 적용한다. **【지침 참조】**

(2) 하역설비의 재료, 기기, 장치 및 제작에 대하여 이 규칙에서 별도로 규정하고 있는 사항 외에는 선급 및 강선규칙의 관련규정을 따른다.

(3) 인원용 승강장치에 대한 요건은 **부록 9-2**에 따른다. *(2017)*

2. 동등효력

이 규칙에 만족하지 않거나 적용할 수 없는 대체설계 및 신기술의 동등효력에 대해서는 **선급 및 강선규칙 1편 1장 105.**를 따른다. *(2020)* **【지침 참조】**

3. 적용상의 주의

(1) 하역장치, 하역램프 및 하역장구에 대하여, 이 규칙과 다른 요건을 기국 또는 선적항이 요구할 수 있음에 주의하여야 한다.

(2) 우리 선급은 다른 기관의 위임을 받아 특정 규칙에 따라 하역설비에 대하여 검사를 하고 필요한 증서를 발급할 수 있다.

102. 용어의 정의

이 규칙의 목적상 용어는 별도로 정의하지 아니하는 한 다음의 정의에 따른다.

1. **하역설비**(cargo handing appliance)라 함은 하역승강설비 및 하역장구를 말한다.
2. **하역승강설비**(lifting appliance)라 함은 하역장치 및 하역램프를 말하며 이들의 구동장치 및 하역부속장구를 포함한다.
3. **하역장치**(cargo gear)라 함은 하역램프를 제외하고 선체 구조 등에 영구적으로 설치된 데릭장치, 크레인, 하역리프트 및 화물이나 기타 물품을 들어 올리거나 내리는데 사용되는 기타의 기계장치(예: 기관실 오버헤드 크레인, 프로비젼 크레인 등)를 말하며 이들의 구동장치 및 하역부속장구를 포함 한다. *(2017)*
4. **인원용 승강장치**(personnel lifting)라 함은 인원의 승하선 또는 이동에 사용되는 크레인을 말한다. *(2017)*
5. **구조부**(structural member)라 함은 하역장치 및 하역램프에 영구적으로 설치된 하역부속장구 및 하역블록을 포함하여 안전사용하중을 전달하는 하역설비의 구조부분을 말한다.
6. **하역부속장구**(cargo fitting)라 함은 하역의 목적을 위하여 구조부 또는 선체구조에 영구적으로 설치된 구즈넥브래킷, 토핑브래킷, 데릭붐헤드의 부속장구, 데릭힐러그, 가이클리트, 아이부속장구 등을 말한다.
7. **하역장구**(loose gear)라 함은 블록, 로프, 체인, 링, 훅, 새클, 스위블, 클램프, 그랩, 리프팅마그넷, 스프레더 등 화물의 하중을 구조부에 전달하기 위하여 사용된 떼어낼 수 있는 부분을 말한다.
8. **안전사용하중**(safe working load)이라 함은 하역장치 또는 하역램프가 안전하게 사용될 수 있다고 이 규칙에서 규정한 화물의 최대허용질량을 말하며 약자로 “SWL”을 쓰고 ton(t) 단위로 나타낸다.
9. **허용최소각도**(allowable minimum angle)라 함은 데릭장치가 안전사용하중으로 사용하도록 허용된 데릭붐의 수평면에 대한 최소각도를 말하며 degree(°) 단위로 나타낸다.
10. **최대선회반지름**(maximum slewing radius)이라 함은 집크레인이 안전사용하중으로 사용하도록 허용된 최대반지름을 말하며 meter(m) 단위로 나타낸다.
11. **안전사용하중 등**(safe working load, etc)이라 함은 데릭장치의 경우 안전사용하중, 허용최소각도 및 기타 제한사항을, 집크레인에 있어서는 안전사용하중, 최대선회반지름 및 기타 제한사항을, 화물을 들어 올리거나 내리는데 사용되는 기타의 기계장치에 있어서는 안전사용하중 및 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타 제한사항을, 하역램프에 있어서는 안전사용하중 및 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타 제한사항을 말한다. **【지침 참조】**
12. **하역장구의 안전사용하중**(safe working load of a loose gear)이라 함은 하역장구가 안전하게 사용될 수 있다고 이 규칙에서 규정한 화물의 최대허용질량을 말하며 약자로 “SWL”을 쓰고 ton(t) 단위로 나타낸다. 하역블록인 경우의 안전사용하중은 (1)호 또는 (2)호의 정의에 따른다.

(1) 단일시브블록의 안전사용하중은 그 질량이 단일시브블록 헤드의 부속장구에 매달리고 시브를 둘러서 통과하는 와이어로프에 걸릴 때 그 블록이 안전하게 들어 올릴 수 있는 화물의 최대질량을 말한다.

(2) 복합시브블록의 안전사용하중은 그 블록헤드의 부속장구에 걸릴 수 있는 화물의 최대질량을 말한다.

13. **데릭장치**(derrick system)라 함은 데릭포스트 또는 마스트에 설치된 데릭붐의 상단으로부터 화물을 매달아 하역하는 장치를 말하여 (1)호, (2)호 및 (3)호에 규정된 것을 포함한다. **【지침 참조】**

(1) 토핑리프트의 끝단을 고정하고 데릭붐의 상단에 설치된 두개의 가이로프를 각각 독립된 윈치로 감아 붐을 수평으로 선회하는 데릭장치(이하 "선회식 데릭장치"라 한다)

(2) 좌현 및 우현에서 두개의 데릭붐을 한 쌍으로 소정의 위치에 고정하고 두 데릭의 하역폴을 연결하여 하역하는 데릭장치(이하 "유니언퍼처스 데릭장치"라 한다)

(3) 화물을 매단 상태에서 하역폴을 풀거나 감아올리고 데릭붐의 러핑 및 선회를 단독적으로 혹은 동시에 하는 데릭장치(이하 "데릭크레인장치"라 한다)

14. **크레인**(crane)이라 함은 집크레인, 갠트리크레인, 오버헤드크레인 및 호이스트, 하역데빗 등을 포함하여 화물을 들어 올리거나 내리는 작업, 선회 및/또는 수평이동을 동시에 또는 개별적으로 수행할 수 있는 장치를 말한다.

15. **하역리프트**(cargo lift)라 함은 그 구조 내에 화물을 적재하여 들어 올리거나 내리도록 설계된 장치를 말한다.

16. **하역램프**(cargo ramp)라 함은 개폐 또는 회전구조를 가지고 화물로서의 차량 또는 화물을 적재한 차량이 통과할 수 있도록 선체외판에 설치되거나 선박에 제공된 장치를 말한다.

17. **권상하중**(lifting load)이라 함은 매달리는 화물자체의 최대질량으로 정의되는 안전사용하중과 훅, 하역블록, 그랩, 버킷, 리프팅빔, 스프레더 등과 같은 부속품의 합을 말한다. 별도로 우리 선급이 필요하다고 인정하지 않는 한 50 m 이상 들어 올리도록 설계된 하역설비인 경우를 제외하고 하역폴로 사용되는 와이어로프의 질량은 고려할 필요가 없다.

18. **중력가속도**(acceleration of gravity)는 9.81 m/sec^2으로 한다.

103. 배치, 구조, 재료 및 용접

1. 배치

(1) 하역장치 및 하역램프의 배치 및 치수는 조선신호등, 항해등 및 기타 선박의 기능을 방해하지 않도록 충분히 고려하여 결정되어야 한다.

(2) 하역장치의 일부가 통풍통과 같은 다른 기능, 또는 중요한 장치나 다른 용도로 설계된 의장과 공통으로 사용되거나, 또는 나아가 어떤 장치 또는 다른 용도의 의장이 하역장치에 설치된 경우, 그들의 기능 및 강도와 관련하여 서로 방해되지 않도록 충분이 고려하여야 한다.

(3) 하역장치 또는 하역램프의 일부가 사용상태에서 선측 밖으로 나오는 경우, 이러한 부분은 사용하지 않을 때는 선내로 저장되도록 설계된 격납식, 접이식 또는 이동식일 것을 권장한다.

(4) 하역장치 및 하역램프는 사용하지 않을 경우, 고정되지 않은 부분을 고정할 수 있는 장치가 제공되어야 한다.

2. 일반구조 【지침 참조】

(1) 평온한 날씨 및 해상상태에서 보통의 트림 및 횡경사에서 사용되는 것 이외의 하역장치 및 하역램프는 이 규칙의 요건에 추가하여 실제 사용상태에 대하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 추가요건에 적합하여야 한다.

(2) **3절, 4절** 및 **8절**의 요건은 **2편 1장 301.**에 규정된 선체구조용 압연강재를 사용하는 것으로 가정한다. 구조부에 고장력강이 사용되는 경우, 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 적합하여야 한다. 이들 강재 이외의 재료를 사용하는 구조부의 구조 및 치수는 우리 선급에 의하여 특별히 고려되어야 한다.

(3) 구조부는 실행가능한 한 구조적 불연속성 및 급격한 단면의 변화를 피하도록 설계되어야 한다. 용접이음은 응력집중이 예상되는 부분을 피하도록 배치되어야 한다.

(4) 구조부 내 개구의 모서리는 적절하게 둥금새를 주어야 한다.

(5) 구조부 내 치수에 이방성이 있는 개구는 개구의 긴 쪽 또는 장축이 주응력 방향과 평행하도록 배치되어야 한다.

(6) 강성이 현저히 다른 두 부재가 서로 직접 연결되는 경우, 강성의 연속성을 유지하기 위하여 브래킷 등의 수단으로 적절히 보강되어야 하며, 선체구조와의 연결부에 특별히 주의하여야 한다.

(7) 구조부의 하역블록은 **602.**의 규정에 적합하여야 한다.

3. 직접강도계산

구조부의 치수는 해당 각 절에 규정된 설계하중 및 허용응력을 사용하여 우리 선급이 승인한 직접강도계산법에 의하여 결정되어야 한다. 다만, **3절**에 계산식이 주어진 부재는 제외한다.

4. 재료 【지침 참조】

(1) 구조부에 사용되는 선체구조용 압연강재는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우를 제외하고 그 두께별로 **표 9.2.1**에 따른다.

(2) 하역장치 및 하역램프가 항상 특별히 추운지역 또는 냉장화물창에 사용되는 경우와 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 경우, (1)호에도 불구하고 우리 선급은 높은 노치인성의 재료를 사용할 것을 요구할 수 있다.
(3) 구조부에 사용되는 주강품 및 단강품은 원칙적으로 각각 **2편 1장 5절** 및 **6절**의 요건에 적합하거나 또는 이와 동등한 재질이어야 한다.
(4) 구조부의 구성요소간의 연결에 사용되는 볼트 및 너트의 재료는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 한다.
(5) 구조부의 구성요소로 사용되는 와이어로프는 **4편**에 규정된 정적인 리깅용 또는 이와 동등한 재질의 것이어야 한다.
(6) 구동장치의 주요부에 사용되는 재료는 **2편 1장**의 규정 또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 기준에 적합하여야 한다.

표 9.2.1 강재의 두께 및 종류

두께 t (mm)	t ≤ 20	20 〈 t ≤ 25	25 〈 t ≤ 40	40 〈 t
종류	*A/AH*	*B/AH*	*D/DH*	*E/EH*

(비고) 이 표에서 *AH, DH* 및 *EH*는 다음의 재료기호를 표시한다.
AH : *AH32, AH36* 및 *AH40*
DH : *DH32, DH36* 및 *DH40*
EH : *EH32, EH36* 및 *EH40*

5. 용접 【지침 참조】
(1) 구조부의 용접은 **2편 2장**의 요건에 적합하여야 하며 구조의 형식에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 추가요건에 적합하여야 한다.
(2) 구조부 용접이음의 배치는 용접작업에 큰 지장을 주지 아니하도록 특별히 고려되어야 한다.

6. 부식방지
(1) 구조부는 양질의 도장 또는 기타 적당한 수단으로 부식에 대하여 보호되어야 한다.
(2) 빗물이 고이거나 이슬이 맺히기 쉬운 모든 부분에는 배수를 위한 적당한 수단이 제공되어야 한다.

제 2 절 검사

201. 일반

1. 적용 【지침 참조】
(1) 이 절의 규정은 하역설비의 시험 및 검사에 적용한다.
(2) 하역설비의 구조부가 선체구조에 영구적으로 설치되었거나 선체구조의 일부를 형성하는 경우, 이 부분에 대한 시험 및 검사는 다른 편의 관련 규정에 추가하여 이 절의 규정에 적합하여야 한다.
(3) 정기적인 검사 시 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, 이 절의 202.부터 205.에 규정된 것 이외의 검사를 요구할 수 있다.
(4) 연차검사 시 하역설비의 용도, 구조, 사용연수, 이력, 전회검사결과 및 현재 상태를 고려하여 검사원이 적절하다고 인정하는 경우, 이 절의 202.부터 205.에 규정된 시험 및 검사의 범위 및 항목을 경감할 수 있다.

2. 검사의 준비
(1) 검사신청자는 이 규칙의 요건에 따라 검사원이 필요하다고 요구할 수 있는 것뿐만이 아니라 검사에 필요한 모든 준비를 하여야 한다. 검사의 준비는 검사시행을 위한 쉽고 안전한 접근수단, 필요한 장비 및 기록의 준비를 포함한다. 검사원이 선급에 영향을 끼치는 결정을 하는데 의존하는 검사, 측정 및 시험장비는 개별적으로 식별되어야 하고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기준에 의하여 검증되어야 한다. 다만, 검사원은 간단한 측정장비(예를 들면, 자, 줄자, 각장게이지, 마이크로미터)가 표준규격으로 제작되고 적정하게 관리되며 동종의 장비나 시험편에 의하여 주기적으로 상호비교의 방식으로 정도가 확인되고 있다면, 그 장비에 대한 검교정 상태가 만족한 것으로 인정할 수 있다. 또한 검사원은 본선에 설치되어 본선용으로 사용되는 계측장비(예들 들면, 압력계, 온도계 또는 rpm 계측기)에 대하여 검교정 기록을 확인하거나 다른 계측장비에 의한 계측결과 값을 비교하여 만족하는 경우, 그 장비에 대한 검교정 상태가 만족한 것으로 인정할 수 있다.
(2) 검사신청자는 검사 중 검사원이 요구하는 사항에 협조할 수 있도록 검사의 준비에 관련된 검사항목에 정통한 감독

을 배치하여야 한다.

(3) 검사원은 필요한 검사의 준비가 되어있지 아니하거나, (2)호에 규정한 적절한 입회자가 없을 때 또는 검사시행을 위한 안전이 확보되지 아니하였다고 판단하는 경우, 검사를 중지할 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 검사의 결과 수리가 필요한 경우, 검사원은 그 지적사항을 검사신청자에게 통보하고, 검사신청자는 검사원이 만족하는 수리를 하여야 한다.

3. 증서의 제시

하역설비에 대하여 우리 선급이 발행한 모든 증서는 본선에 보관되어 시험 및 검사 시 검사원이 요구하는 경우 제시되어야 한다.

4. 검사의 기록

검사원은 검사를 완료한 후 하역설비기록부에 필요한 사항을 기재하고 이서하여야 한다.

5. 검사결과의 통보

(1) 우리 선급은 검사결과를 검사보고서의 형태로 검사신청자에게 통보한다.

(2) 검사보고서에 수리가 지적된 경우, 우리 선급이 만족하는 수리를 하여야 한다.

(3) (1)호에 규정된 검사보고서는 본선에 보관하고, 다음 검사 시 검사원이 요구하는 경우 제시하여야 한다.

6. 재검사

검사신청자는 이 규칙에 따라 시행된 검사에 관하여 불복이 있는 경우, 우리 선급에 문서로 재검사를 신청할 수 있다.

202. 하역설비의 검사

1. 검사의 종류

하역설비에 대한 검사의 종류는 다음과 같다.

(1) 등록검사

(가) 제조중등록검사

(나) 제조중 이외의 등록검사 *(2019)*

(2) 등록유지를 위한 정기적 검사

(가) 연차검사

(나) 하중시험

(3) 임시검사

2. 검사시기

하역설비에 대한 검사의 시기는 다음에 따른다.

(1) 등록검사는 안전사용하중 등을 처음으로 지정할 때 시행한다.

(2) 연차검사는 선급 정기적 검사 기준일의 전후 3개월 이내에 시행한다.

(3) 하중시험은 등록검사시기 및 등록검사나 전회 하중시험 완료일로부터 5년을 초과하지 아니하는 기간으로 시행한다.

(4) 임시검사는 하역장치가 정기적 검사를 받을 시기 이외에 다음에 해당되는 경우에 시행한다.

(가) 구조부에 심각한 손상을 받은 때 및 수리 또는 변경을 하고자 할 때

(나) 하역절차, 리깅배치, 작동 및 제어방법에 중대한 변경을 하고자 할 때

(다) 안전사용하중의 지정 및 표시 등을 변경하고자 할 때

(라) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 **【지침 참조】**

(5) (2)호에서 (4)호에도 불구하고 불가항력으로 인한 검사 연기는 1편 1장 901.의 6항을 따른다.

3. 앞당겨 시행된 정기적 검사

정기적 검사는 선주의 신청에 따라 각 검사의 지정일 전에 앞당겨 시행할 수 있다.

203. 등록검사

1. 도면 및 기타자료의 제출 【지침 참조】

(1) 등록검사시기에 우리 선급에 제출된 도면 및 자료에 기초하여 하역설비의 강도 및 구조가 이 규칙에 적합함이 확인되어야 한다. 이 때 신청자는 (2)호, (3)호 및 (4)호에 나열된 관련 도면 및 자료를 제출하여야 한다.

(2) 새로이 제작되는 하역설비에 대하여 (가)부터 (카)에 나열된 관련 도면 및 자료를 승인용으로 제출하여한다.

(가) 하역장치 및 하역램프 일반배치도

(나) 하역장치 및 하역램프의 구조도(구조부의 치수, 재료사양 및 이음의 상세 포함)

(다) 하역부속장구도(치수, 재료사양 및 구조부나 선체와 이들 부속장구의 고정방법 포함)

(라) 하역장구배치도(리깅배치도 포함)
(마) 하역장구목록(구조, 치수, 재료 및 장소를 나타낼 것. 일반적으로 잘 알려진 코드 또는 기준에 따르는 경우, 치수나 재료 대신에 형식기호를 사용할 수 있다.)
(바) 구동장치구조도
(사) 동력계통도
(아) 작동 및 제어장치도
(자) 안전장치도
(차) 보호장치도
(카) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

(3) 새로이 제작되는 하역설비에 대하여 (가)부터 (바)에 나열된 관련 도면 및 자료를 참고용으로 제출하여야 한다. *(2019)*
(가) 하역장치 및 하역램프의 사양서
(나) (2)호에 규정된 승인용도면 및 자료에 관련된 계산서 또는 점검표
(다) 하역장치 및 하역램프 작동지침서
(라) 비파괴시험방안서
(마) 하중시험방안서
(바) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

(4) 하역설비의 제조중 이외의 등록검사 시에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 (2)호 및 (3)호에 규정된 바와 같다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우, 이러한 도면 및 자료 중 일부에 대하여 관련된 과거의 검사기록이나 증서를 제출받고 생략할 수 있다. *(2022)*

2. 제작에 대한 시험 【지침 참조】

(1) (가)부터 (마)에 해당되는 경우, 하역설비의 제작에 대하여 검사를 하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다.
(가) 구조부의 제작 및 조립 중 우리 선급이 요구하는 경우
(나) 구조부가 본선에 탑재되는 경우
(다) 구동장치에 대하여는 주요부의 마무리작업이 완료되는 경우 및 제작 중 검사원이 필요하다고 인정하는 경우
(라) 하청된 재료, 부품 또는 장치를 하역설비에 설치하는 경우
(마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우

(2) 하역설비는 다음의 시험 및 검사를 하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다.
(가) 재료가 **2편 1장**의 요건에 적합할 것이 요구되는 경우 **2편 1장**에 규정된 시험
(나) 용접공사가 **2편 2장**의 요건에 적합할 것이 요구되는 경우 **2편 2장**에 규정된 시험
(다) 검사원이 요구하는 경우 비파괴시험
(라) 구동장치의 육상시운전
(마) 하역설비의 작동시험
(바) 안전장치 및 보호장치의 작동시험(안전사용하중과 동일한 시험용 중량물을 사용한 제동시험 및 전원차단시험을 포함)
(사) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험

3. 본선 설치검사 *(2020)*

(1) 구조부와 선체구조 연결부 검사
(가) 구조부와 선체구조 연결부의 용접검사
(나) 비파괴검사(검사원이 필요하다고 인정하는 경우)

(2) 본선 작동시험 및 하중시험

(3) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험

4. 본선에 기 설치된 하역설비에 대한 등록검사 *(2020)*

(1) 하역설비에 대한 기자재 증서 확인

(2) 본선 작동시험 및 하중시험. 다만, IACS 선급에서 발급한 증서와 검사기록을 유지하고 있는 경우 하중 시험은 생략할 수 있다. *(2022)*

(3) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험

204. 연차검사 【지침 참조】

1. 데릭장치 【지침 참조】

(1) 연차검사 시 데릭장치에 대하여 (가)의 항목에 대하여 육안검사를 시행하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, (나)의 항목에 대해서도 검사하여야 한다.

(가) 검사항목

(a) 구조부

(b) 구조부와 선체구조의 연결부

(c) 구동장치

(d) 안전장치 및 보호장치

(e) 안전사용하중 등의 표시 및 관련증서의 유효성

(f) 작동지침서의 선내보관

(나) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우의 검사항목

(a) 구조부 판두께의 확인, 비파괴 시험 및 토핑브래킷, 구즈넥브래킷과 데릭힐러그의 개방검사

(b) 구동장치의 개방검사

(c) 안전장치 및 보호장치의 작동검사

(2) 등록검사 또는 전회개방검사 완료일로부터 5번째 연차검사 시, 그러나 5년을 초과하지 아니하는 기간으로 토핑브래킷, 구즈넥브래킷 및 데릭힐러그의 개방검사를 시행하여야 한다.

2. 크레인장치

연차검사 시 크레인장치에 대하여 (가)의 항목에 대하여 육안검사를 시행하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, (나)의 항목에 대해서도 검사하여야 한다.

(가) 검사항목

(a) 구조부

(b) 고정식크레인의 경우, 구조부와 선체구조와의 연결부

(c) 주행크레인의 경우, 레일, 완충기 및 이들과 선체구조와의 연결부

(d) 구동장치

(e) 안전장치 및 보호장치

(f) 안전사용하중 등의 표시 및 관련증서의 유효성

(g) 작동지침서의 선내보관

(나) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우의 검사항목

(a) 구조부 판두께의 확인, 비파괴 시험 및 베어링의 개방검사

(b) 크레인의 포스트내부, 다리 및 보강재

(c) 구동장치의 개방검사

(d) 안전장치 및 보호장치의 작동검사

3. 하역램프

연차검사 시 하역램프에 대하여 (가)의 항목에 대하여 상세히 육안검사를 시행하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, (나)의 항목에 대해서도 검사하여야 한다.

(가) 검사항목

(a) 구조부

(b) 구조부와 선체구조와의 연결부

(c) 스토퍼와 선체구조와의 연결부

(d) 폐쇄 시 수밀 또는 풍우밀문으로 사용되는 하역램프의 수밀 또는 풍우밀장치

(e) 구동장치

(f) 안전장치 및 보호장치

(g) 안전사용하중의 표시 및 관련증서의 유효성

(h) 작동지침서의 선내보관

(나) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우의 검사항목

(a) 판두께 계측, 리프팅핀의 개방검사, 비파괴 시험 등

(b) 폐쇄 시 수밀 또는 풍우밀문으로 사용되는 하역램프의 사수시험 또는 기밀시험

(c) 구동장치의 개방검사

(d) 안전장치 및 보호장치의 작동검사

4. 하역리프트 등

(1) 연차검사 시 하역리프트에 대하여 (가)의 항목에 대하여 상세히 육안검사를 시행하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, (나)의 항목에 대해서도 검사하여야 한다.

(가) 검사항목

(a) 구조부

(b) 하역리프트의 적재부와 선체구조와의 연결부

(c) 하역리프트의 승강/하강장치와 선체구조와의 연결부

(d) 구동장치

(e) 안전장치 및 보호장치

(f) 안전사용하중의 표시 및 관련증서의 유효성

(g) 작동지침서의 선내보관

(나) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우의 검사항목

(a) 판두께 계측, 리프팅핀의 개방검사, 비파괴 시험 등

(b) 구동장치의 개방검사

(c) 안전장치 및 보호장치의 작동검사

(2) 연차검사 시 화물을 들어 올리거나 내리는 데 사용되는 기타의 하역설비 및 기타 장치에 대하여 육안검사를 시행하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, 보다 상세한 검사를 시행할 수 있다.

5. 하역장구

(1) 연차검사 시 하역장구에 대한 (가)부터 (다)에 대하여 육안검사를 시행하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, (나)의 항목에 대하여는 개방검사를 하여야 한다.

(가) 와이어로프 전장

(나) 하역블록, 체인, 링, 훅, 새클, 스위블, 리프팅빔, 크램프, 리깅스크류그랩, 리프팅마그넷, 스프레더 등

(다) 안전사용하중과 식별기호의 표시 및 관련증서의 유효성

(2) 정기적 검사 시 이외의 시기에 하역장구의 일부를 수리하거나 신환하고자 할 경우, 우리 선급은 선장 또는 그 대리인에 의하여 시행된 자주검사를 인정할 수 있다. 이 경우 자주검사를 시행한 자는 신환된 하역장구에 대한 (가)부터 (바)에 대하여 하역설비기록부에 기재하여야 하며, 이 검사기록부와 관련 하역장구의 증서를 차기 정기적 검사 또는 임시검사 시에 검사원에게 제시하고 확인받아야 한다.

(가) 품명 및 식별기호

(나) 사용장소

(다) 안전사용하중

(라) 시험하중

(마) 신환 또는 수리일자 및 사용개시일자

(바) 신환 또는 수리의 이유

205. 하중시험 【지침 참조】

(1) 하중시험 시 하역설비는 적어도 (2)호에 규정된 시험하중과 동일한 시험용 중량물 또는 하중으로 하역설비의 종류에 따라 (3)호 또는 (4)호에 규정된 방식으로 시험되고 양호한 상태임을 확인받아야 한다. 다만, 하역장구의 하중시험은 시험기록과 증서를 확인하고 생략할 수 있다.

(2) 하중시험에 사용되는 시험하중은 하역설비의 종류에 따라 (가)부터 (다)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 하역장치 및 하역램프용 시험하중은 **표** 9.2.2에 따른다.

(나) 로프를 제외한 하역장구용 시험하중은 **표** 9.2.3에 따른다.

(다) 로프용 시험하중은 다음 식을 만족하여야 한다.

$$T \geq W \cdot f$$

여기서,

T : 로프용 시험하중(t)

W : 로프의 안전사용하중(t)

f : 603.의 1항 (마) 또는 603.의 2항 (다)에 규정된 안전계수

표 9.2.2 하역장치 및 하역램프용 시험하중

안전사용하중 SWL (t)	시험하중 (t)
$SWL < 20$	$1.25 \times SWL$
$20 \le SWL < 50$	$SWL + 5$
$50 \le SWL$	$1.1 \times SWL$

표 9.2.3 하역장구용 시험하중

종류		안전사용하중 SWL (t)	시험하중 (t)
풀리블록	단일시브블록(베킷이 없는)	-	$4 \times SWL$
	단일시브블록(베킷이 있는)	-	$6 \times SWL$
	복합시브블록	$SWL \le 25$	$2 \times SWL$
		$25 < SWL \le 160$	$(0.933 \times SWL) + 27$
		$160 < SWL$	$1.1 \times SWL$
체인훅, 새클, 링, 링크, 스위블, 클램프 및 이와 유사한 장구		$SWL \le 25$	$2 \times SWL$
		$25 < SWL$	$(1.22 \times SWL) + 20$
리프팅빔, 리프팅마그넷, 스프레더 및 이와 유사한 장구		$SWL \le 10$	$2 \times SWL$
		$10 < SWL \le 160$	$(1.04 \times SWL) + 9.6$
		$160 < SWL$	$1.1 \times SWL$

(3) 처음으로 안전사용하중 등을 지정받는 하역설비인 경우, 하중시험의 방법은 (가)부터 (마)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 데릭장치

(a) 선회식 데릭장치인 경우, 시험중량물을 매달고 허용최소각도에서 전체 작업범위에 걸쳐 선회하고 작업범위 임의의 위치에서 들어 올리고 내린다.

(b) 데릭크레인의 경우, (a)에 추가하여 시험중량물을 매달고 데릭붐을 아웃리치 및 선체중심선의 위치에서 러핑되어야 한다.

(c) 유니언퍼처스 데릭장치의 경우, 시험중량물을 매달고 902.의 3항에 규정된 두 하역폴 사이의 최대각도 또는 허용권상높이 내의 전체 작업범위에 걸쳐 이동되어야 한다.

(나) 크레인

(a) 집크레인의 경우, 시험중량물을 매달고 최대선회반지름에서 전체 작업범위에 걸쳐 선회하고 작업범위 임의의 위치에서 들어 올리고 내린다.

(b) 주행크레인의 경우, 시험중량물을 매달고 전체 작업범위에 걸쳐 이동하고 임의의 위치에서 들어 올리고 내린다. 또한 집은 작업범위 임의의 위치에서 러핑되어야 한다.

(c) 주행호이스트장치의 경우, 호이스트장치는 시험중량물을 매달고 한쪽 끝에서 다른 쪽 끝까지 이동하고 임의의 위치에서 들어 올리고 내린다.

(다) 하역리프트

하역리프트의 경우, 한쪽 면에만 적재하는 것을 고려한 가장 가혹한 작업상태로 시험중량물을 적재하여 각 정지위치 사이를 이동하고 리프트운동의 전체 행정에 걸쳐 들어 올리고 내린다.

(라) 하역램프

하역램프의 경우, 설계하중상태 중 가장 가혹한 적재위치에 시험중량물을 위치시키고 변형을 측정한다. 실행가능한 한 안전사용하중에 해당하는 질량의 차량을 하역램프 상에서 주행한다.

(마) 하역장구의 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 시험하중을 부하한다.

(4) (3)호에 규정된 것 이외의 하역설비의 경우, 하중시험의 방법은 (가) 또는 (나)의 요건에 적합하여야 한다.
(가) (3)호 (가), (나), (다) 또는 (라)에 규정된 하중시험을 시행하여야 한다.
(나) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법에 따라 적절하고 안전하게 고정된 스프링 또는 유압식 하중부하기를 이용하여 하중시험을 시행할 수 있다.

제 3 절 데릭장치

301. 일반

1. 적용

이 절의 규정은 데릭장치의 구조부에 적용한다.

302. 설계하중

1. 고려하는 하중 *(2022)* **【지침 참조】**

구조부의 치수계산에 고려하는 하중은 (가)부터 (사)에 따른다.
(가) 데릭장치의 안전사용하중
(나) 데릭붐과 데릭붐에 부착된 하역부속장구의 자중
(다) 하역장구의 자중
(라) 하역블록의 마찰력
(마) 선체경사에 따른 하중
(바) 바람 하중
(사) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중

2. 하역블록의 마찰력

로프의 끝에 걸리는 하중을 계산함에 있어서, 베어링의 형식에 따라 다음의 마찰계수를 고려하여야 한다.
부시베어링 : 0.05
롤러베어링 : 0.02

3. 선체경사에 따른 하중 【지침 참조】

선체경사에 따른 하중의 계산에 사용되는 경사각도는 하역작업 시 일어나는 것으로 예상되는 각도로 하지만 횡경사 5° 및 트림 2° 보다 작아서는 안 된다. 다만, 해당 선박의 경사각도에 대한 자료를 제출 하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 이 각도를 계산에 사용할 수 있다.

4. 바람 하중 *(2022)*

바람하중은 402.의 5항에 따라 계산되어야 한다.

5. 하중조합

(1) 구조부의 강도해석에 사용되는 하중은 1항에 규정된 하중을 고려하여 이들 부재가 가장 가혹한 하중 상태에 놓일 수 있는 조합된 하중이어야 한다.
(2) 유니언퍼처스 데릭장치는 선회식 데릭장치 및 유니언퍼처스 데릭장치로서 각기 (1)호의 요건에 따른 조합된 하중을 이용하여 해석되어야 한다.

303. 데릭포스트, 마스트 및 스테이의 강도 및 구조

1. 강도해석

(1) 데릭포스트, 마스트(이하 포스트라 한다) 및 스테이의 강도는 2항부터 5항까지 요건에 따라 이들 부재의 치수를 결정하기 위하여 302.의 5항에 규정된 조합된 하중에 대하여 해석되어야 한다. *(2022)*
(2) 스테이가 있는 포스트의 강도해석에 사용되는 와이어로프의 영계수는 포스트 및 스테이의 치수결정을 하는 경우, 각각 30.4 kN/mm^2 및 45.1 kN/mm^2이어야 한다.

2. 조합된 하중에 대한 허용응력

(1) 굽힘모멘트에 따른 압축응력, 축방향 압축에 따른 압축응력 및 부재의 비틀림에 따른 전단응력에 기초한 다음 식으로 계산된 조합응력은 **표 9.2.4**에 주어진 허용응력 σ_a를 넘어서는 안 된다.

$$\sqrt{(\sigma_b+\sigma_c)^2+3\tau^2} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

여기서,

σ_b : 굽힘모멘트에 따른 압축응력(N/mm^2)

σ_c : 축방향 압축에 따른 압축응력(N/mm^2)

τ : 부재의 비틀림에 따른 전단응력(N/mm^2)

표 9.2.4 허용응력 σ_a

안전사용하중 W (t)	허용응력 σ_a (N/mm^2)
$W < 10$	$0.50\sigma_y$
$10 \le W < 15$	$(0.016W+0.34)\sigma_y$
$15 \le W < 50$	$0.58\sigma_y$
$50 \le W < 60$	$(0.005W+0.33)\sigma_y$
$60 \le W$	$0.63\sigma_y$
(비고) σ_y : 재료의 규정된 항복응력 또는 내력(N/mm^2)	

(2) 스테이에 사용되는 와이어로프의 장력은 **4편 표 4.8.11**에 규정된 절단시험하중을 **603.**의 **1**항 (마)에 규정된 안전계수로 나누어서 얻은 값을 넘어서는 안 된다.

3. 좌굴강도 *(2022)*

압축을 받는 부재인 경우, 다음 식으로부터 구한 값은 **표 9.2.4**에 주어진 허용응력 σ_a를 넘어서는 아니 된다.

$$1.15\,\omega\sigma_c \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

여기서,

σ_c : 축방향 압축응력(N/mm^2)

ω : 부재의 세장비 및 종류에 따라 **표 9.2.6** 및 **표 9.2.7**의 식으로 계산된 계수

4. 조합된 압축응력 *(2022)*

축방향 압축에 따른 압축응력과 굽힘모멘트에 따른 압축응력의 조합은 다음 식에 따라야 한다.

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}}+\frac{\sigma_b}{\sigma_a} \le 1.0$$

여기서,

σ_a : **표 9.2.4**에 주어진 허용인장응력(N/mm^2)

σ_{ca} : 허용압축응력으로서 σ_a를 1.15로 나눈 값(N/mm^2)

σ_b : 굽힘모멘트에 따른 압축응력(N/mm^2)

σ_c : 축방향 압축에 따른 압축응력(N/mm^2)

5. 포스트의 최소 판두께

포스트의 판두께는 6 mm보다 작아서는 안 된다.

6. 포스트의 구조 *(2022)*

(1) 포스트의 하부는 (가), (나) 또는 (다) 중 어느 하나, 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 다른 방법에 의하여 선체구조에 유효하게 연결되어야 한다. **【지침 참조】**

(가) 2개 이상의 중첩된 갑판에 의한 지지

(나) 충분한 강도의 갑판실에 의한 지지

(다) 갑판하방 충분한 깊이의 격벽에 의한 지지

(2) 기부의 적절한 하방으로부터 구즈넥브래킷 상방 적절한 높이까지 포스트의 치수는 실행가능한 한 기부에서의 치수와 동등한 것이어야 한다.
(3) 포스트는 포스트와 포틀빔과의 연결부, 구즈넥브래킷 및 토핑브래킷이 설치되는 부위 등 및 응력집중이 예상되는 부위에서 후판, 이중판, 추가보강재 등에 의하여 국부적으로 보강되어야 한다.
(4) 상부포틀의 끝단에서 그 깊이 및 판두께는 적절히 증가되어야 한다. 상부포틀의 끝단에 개구를 설치하는 경우, 개구 주위는 적절히 보강되어야 한다.
(5) 압축력을 받는 포스트 또는 다른 부재의 세장비는 150보다 크기 않아야 한다.
(6) 데릭의 작동에 지장을 줄 수 있는 변형이 발생하지 않도록 포스트의 주요 구조부재는 충분한 강도를 가져야 한다.

304. 데릭붐의 강도 및 구조

1. 일반

데릭붐의 강도는 302.의 4항에 규정된 하중상태에 대하여 해석되어야 하고 그 치수는 2항부터 5항의 요건에 따라 결정되어야 한다.

2. 조합된 하중에 대한 강도

부재의 비틀림에 따른 압축응력에 기초한 다음 식으로 계산된 조합된 응력은 **표 9.2.5**에 주어진 허용응력 σ_a를 넘어서는 안 된다.

$$\sqrt{(\sigma_b+\sigma_c)^2+3\tau^2} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

여기서,
σ_b : 굽힘모멘트에 따른 압축응력($\mathrm{N/mm^2}$)
σ_c : 축방향 압축에 따른 압축응력($\mathrm{N/mm^2}$)
τ : 부재의 비틀림에 따른 전단응력($\mathrm{N/mm^2}$)

표 9.2.5 허용응력 σ_a

안전사용하중 W (t)	허용응력 σ_a ($\mathrm{N/mm^2}$)
$W < 10$	$0.34\sigma_y$
$10 \le W < 15$	$(0.018W+0.16)\sigma_y$
$15 \le W$	$0.43\sigma_y$
(비고) σ_y : 재료의 규정된 항복응력 또는 내력($\mathrm{N/mm^2}$)	

3. 좌굴강도

압축을 받는 부재인 경우, 다음 식으로부터 구한 값은 **표 9.2.5**에 주어진 허용응력 σ_a를 넘어서는 아니 된다.

$$1.15\,\omega\sigma_c \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

여기서,
σ_c : 축방향 압축응력($\mathrm{N/mm^2}$)
ω : 부재의 세장비 및 종류에 따라 **표 9.2.6** 및 **표 9.2.7**의 식으로 계산된 계수

4. 조합된 압축응력

축방향 압축에 따른 압축응력의 조합과 굽힘모멘트에 따른 압축응력은 다음 식에 따라야 한다.

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}}+\frac{\sigma_b}{\sigma_a} \le 1.0$$

여기서,

σ_a : **표 9.2.5**에 주어진 허용굽힘응력(N/mm^2)

σ_{ca} : 허용압축응력으로서 σ_a를 1.15로 나눈 값(N/mm^2)

σ_b : 굽힘모멘트에 따른 압축응력(N/mm^2)

σ_c : 축방향 압축에 따른 압축응력(N/mm^2)

5. 데릭붐의 최소 판두께

데릭붐의 본체에 사용하는 판두께는 붐의 유효길이 중앙에서의 바깥지름의 2 % 또는 6 mm 중 큰 것보다 작아서는 아니된다.

6. 데릭붐의 구조 *(2022)*

(1) 하역부속장구가 부착되는 데릭붐의 상단부의 판은 이중판을 설치하거나 다른 적당한 방법으로 보강하여야 한다.

(2) 휩트리깅용 하역부속장구가 붐에 부착되는 경우, 이중판 또는 다른 적당한 방법으로 적절히 보강되어야 한다.

(3) 압축력을 받는 데릭붐의 세장비는 150보다 크지 않아야 한다.

(4) 데릭의 작동에 지장을 줄 수 있는 변형이 발생하지 않도록 데릭붐은 충분한 강도를 가져야 한다.

7. 이탈방지용 데릭붐스토퍼

데릭붐에는 구즈넥브래킷을 설치하여 데릭붐의 소켓 또는 지지부로부터 이탈되는 것을 방지하여야 한다.

표 9.2.6 ω의 계산 식

λ와 λ_0의 관계	부재의 종류	ω의 계산식
$\lambda \geq \lambda_0$	모든 부재	$2.9\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_0}\right)^2$
$\lambda < \lambda_0$	판재	$\dfrac{1+0.45(\lambda/\lambda_0)}{1-0.5(\lambda/\lambda_0)^2}$
	원통형부재	$\dfrac{0.87+0.46(\lambda/\lambda_0)+0.12(\lambda/\lambda_0)^2}{1-0.5(\lambda/\lambda_0)^2}$

(비고)

1. λ는 압축을 받는 부재의 세장비로서 다음 식으로부터 구한다.

$$l_e\sqrt{\frac{A}{I}}$$

여기서,

A : 부재의 단면적(m^2)

I : 부재단면의 관성모멘트(m^4)

l_e : 부재의 실제길이와 각 끝단의 조건에 따라 **표 9.2.7**로부터 구한 계수 K를 곱한 값으로 결정되어야 하는 부재의 유효길이(m)

2. λ_0는 다음 식으로부터 구한다.

$$\sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_y}}$$

여기서,

π : 원주율

E : 영계수(N/mm^2)

σ_y : 재료의 규정된 항복응력 또는 내력(N/mm^2)

표 9.2.7 K의 값

다른 쪽 끝단	한쪽 끝단			
	R : 구속 D : 구속	R : 구속 D : 자유	R : 자유 D : 구속	R : 자유 D : 자유
R : 구속 D : 구속	0.5	1.0	0.7	2.0
R : 구속 D : 자유	1.0	-	2.0	-
R : 자유 D : 구속	0.7	2.0	1.0	-
R : 자유 D : 자유	2.0	-	-	-
(비고) R : 회전 D : 변위				

305. 선회식 데릭장치의 포스트 및 스테이에 대한 단순계산법

1. 적용

303.의 1항부터 3항의 규정에도 불구하고, 선회식 데릭장치의 포스트 및 스테이의 치수는 305.의 요건에 따라 결정될 수 있다.

2. 기부에서의 포스트지름

기부에서의 포스트 바깥지름은 다음 식으로부터 구한 값보다 작아서는 아니된다. 타원형 단면인 경우 짧은 쪽의 지름을 바깥지름으로 간주하여야 하여 직사각형 단면인 경우도 짧은 쪽을 바깥지름으로 간주하여야 한다.

$5h$ (cm)

여기서,
h : 포스트의 기부로부터 토핑브래킷까지의 수직거리(m)

3. 기부에서의 포스트 단면계수

(1) 스테이가 없는 포스트의 기부에서의 단면계수는 데릭붐의 배치에 따르는 (가)부터 (다)에 따라 구한 값보다 작아서는 아니된다.

(가) 데릭붐이 포스트의 선수측 또는 선미측에 설치되는 경우, 단면계수는 다음 식으로부터 구한 값이어야 한다.

$C_1 C_2 \rho W$ (cm^3)

여기서,
W : 안전사용하중(t)
ρ : 허용최소각도에서 선회반지름(m)
C_1 및 C_2 : 표 9.2.8로부터 구한 계수. W의 중간 값에 대하여 계수 C_1 및 C_2는 보간법에 의하여 구한다.

표 9.2.8 C_1 및 C_2의 값

W (t)	2 이하	3	4	5	6	7	8	9	10
C_1	1.35	1.25	1.20	1.17	1.15	1.14	1.13	1.12	1.10
C_2	125	120	117	115	114	113	112	111	110

(나) 데릭붐이 포스트의 선수측 및 선미측 양측에 설치되는 경우, 선체종방향과 평행인 축에 대한 단면계수는 (가)로부터 구한 값 또는 다음 식으로부터 구한 값 중 큰 것으로 한다.

$$\sum C_2 W u \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

여기서,

$\sum C_2 W$: 포스트의 선수측 및 선미측에 각각 설치되는 데릭붐에 대한 $C_2 W$의 합. 여기서, C_2 및 W는 (가)로부터 구한다.

u : 포스트의 중심으로부터 선측까지의 거리에 아웃리치를 더한 길이(m)

(다) 데릭붐이 포스트 이외의 독립된 구조에 의하여 지지되는 경우, 단면계수는 (가) 및 (나)의 식으로부터 구한 값에 다음 식으로부터 구한 값을 곱한 것보다 작아서는 안 된다. 이 경우, (가)에 규정된 식에서 계수 C_1은 1.0으로 하여야 한다.

$$\frac{h}{h-h'}$$

여기서,

h' : 포스트의 기부로부터 구즈넥브래킷 수평핀의 중심까지의 수직거리(m)

h : 2항에 따른다.

(2) 스테이가 있는 포스트의 기부에서의 단면계수는 (1)호에 규정된 값에 다음 식으로부터 구한 값을 뺀 값으로 할 수 있다.

$$10\frac{h^3}{d_m}\sum R \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

여기서,

h : 2항에 따른다.

d_m : (1)호 (가)의 식인 경우 선회반지름 내에서 R이 최소가 되는 방향, 또는 (1)호 (나)의 식인 경우 선박의 폭방향과 평행인 축의 방향에 대하여 기부에서의 포스트 바깥지름

$\sum R$: 각 유효 스테이에 대하여 다음 식으로부터 구한 값의 합

$$\frac{d_s^2 a^2}{l_0 l_s^2}$$

여기서,

d_s : 스테이용 와이어로프의 지름(mm)

l_s : 스테이의 상단 및 하단 사이의 길이(m)

l_0 : l_s에서 다음 식으로부터 구한 값을 뺀 길이(m)

$$0.045 d_s + 0.26 \qquad (\mathrm{m})$$

a : d_m의 측정과 동일한 방향에 대하여 측정한 스테이의 수평투영길이(m)

(3) 균일단면의 포틀을 가지는 킹포스트에 의하여 지지되는 데릭붐인 경우, 기부에서의 포스트 단면계수는 (가), (나) 및 (다)로부터 구한 값보다 작아서는 아니된다.

(가) 선박의 폭방향과 평행한 축에 대한 단면계수는 (1)호 (가)의 식으로부터 구한 값에 다음 계수 C_P를 곱한 값이어야 한다.

$r \geq 0.6$ 인 경우 : 0.7
$r < 0.6$ 인 경우 : $1-0.5r$

여기서,
r : 포틀 단면의 폭과 포스트 기부의 선박 종방향 지름과의 비율

(나) 선박의 종방향과 평행한 축에 대한 단면계수는 (1)호 (가) 또는 (나) 중 큰 것에 다음 계수를 곱한 값이어야 한다.

$r' \geq 0.3$ 인 경우 : 0.35
$r' < 0.3$ 인 경우 : $0.5-1.67r'^2$

여기서,
r' : 포틀 단면의 깊이와 포스트 기부의 선박 폭방향 지름과의 비율

(다) 좌우 포스트 간격이 포스트높이의 2/3을 넘는 경우, (가) 및 (나)에 규정된 계수는 적당히 증가시켜야 한다.

(4) 스테이를 가지는 킹포스트의 기부에서의 단면계수는 (가) 및 (나)로부터 구한 값보다 작아서는 아니 된다.

(가) 선박의 폭방향과 평행한 축에 대한 단면계수는 다음 식으로부터 구한 값이어야 한다.

$$C_P\left(C_1C_2\rho W-10\frac{h^3}{d_m}\sum R\right) \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

여기서,
C_P : (3)호 (가)에 따른다.
C_1, C_2 및 ρ : (1)호 (가)에 따른다.
$10\frac{h^3}{d_m}\sum R$: 한쪽 현의 스테이만을 고려하는 조건으로 (2)호에 따라 구한 값

(나) 선박의 종방향과 평행한 축에 대한 단면계수는 (3)호 (나)에 주어진 값이어야 한다.

(5) 데릭붐을 지지하는 짧은 사이드포스트의 단면계수는 (가) 또는 (나)에 따라 구한 값보다 작아서는 안 된다.

(가) 데릭붐이 사이드포스트의 선수측 또는 선미측에 설치되는 경우, 단면계수는 다음 식으로부터 구한 값이어야 한다.

$$85\frac{h'}{h-h'}\rho W \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

여기서,
W 및 ρ : (1)호 (가)에 따른다.
h' : (1)호 (다)에 따른다.
h : 2항에 따른다.

(나) 데릭붐이 사이드포스트의 선수측 및 선미측 양측에 설치되는 경우, 선체종방향과 평행인 축에 대한 사이드포스트의 단면계수는 (가)로부터 구한 값 또는 (가)의 식에 있어서 ρW 대신에 선수측 및 선미측 붐에 대한 W의 합과 (1)호 (나)에 주어진 u값의 곱을 사용하여 구한 값 중 큰 것이어야 한다. 여기서 u는 사이드포스트의 중심으로부터 측정한다.

4. 기부 이외에서의 포스트 치수

(1) 기부의 적절한 하방으로부터 구즈넥브래킷 상방 적절한 높이까지 포스트의 치수는 실행가능한 한 기부에서의 치수와 동등한 것이어야 한다.

(2) (1)호에 규정된 위치보다 상부에 있는 포스트의 지름 및 두께는 (가) 및 (나)에 따라 점차 감소될 수 있다.

(가) 아웃리거 또는 토핑브래킷이 설치된 경우, 바깥지름은 기부에서의 지름의 85 %로 할 수 있다.

(나) 포스트 임의의 위치에서의 판두께는 다음 식으로부터 구한 값보다 작아서는 안 된다.

$$0.1d_m + 2.5 \qquad (\text{mm})$$

여기서,
d_m : 각 위치에서 포스트의 최소바깥지름(cm)

5. 아웃리거

아웃리거는 적절한 구조로 하고 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다.

6. 포틀

(1) 킹포스트에 설치되는 균일단면 포틀의 단면계수는 (가)부터 (다)로부터 구한 값보다 작아서는 아니 된다.

(가) 수직축에 대한 단면계수는 3항 (1)호 (가)에 주어진 식으로부터 구한 값에 다음 식으로부터 구한 계수를 곱한 값이어야 한다. 이 계수가 0.2를 초과하는 경우에는 0.2로 한다.

$$0.1 + 0.235\frac{r}{c}$$

여기서,
r : 3항 (3)호 (가)에 따른다.
c : 선박의 폭방향과 평행한 축에 대한 기부에서의 포스트의 실제 단면계수(cm^3)와 3항 (1)호 (가)의 식으로부터 구한 값과의 비율

(나) (가)에도 불구하고, 데릭붐이 포스트의 선수측에만 설치되는 경우, 수직축에 대한 포틀의 단면계수는 (가)의 값의 반으로 경감할 수 있다.

(다) 수평축에 대한 단면계수는 3항 (1)호 (나)의 식으로부터 구한 값에 다음 식으로부터 구한 계수의 곱한 값이어야 한다. 이 계수가 0.2를 초과하는 경우에는 0.2로 한다.

$$0.25\frac{r'}{c'}$$

여기서,
r' : 3항 (3)호 (나)에 따른다.
c' : 선박의 종방향과 평행한 축에 대한 기부에서의 포스트의 실제 단면계수(cm^3)와 3항 (1)호 (나)의 식으로부터 구한 값과의 비율

(2) 포틀은 굽힘에 의한 변형을 방지하기 위하여 적절히 보강되어야 한다.

7. 스테이

스테이용 와이어로프의 장력은 다음 식으로부터 구한 값보다 작아야 된다.

$$18\frac{d_s^2 a}{l_0 l_s}\delta \qquad (\text{kN})$$

여기서,
a, d_s, l_0 및 l_s : 3항 (2)호에 따른다. 이 경우 a는 δ값을 계산하는 경우와 동일한 방향으로 측정되어야 한다.
δ : 다음 식으로부터 구한 값

$$C_s\frac{h}{h-h'} \cdot \frac{\rho W}{\frac{I}{h^2} + 7.32h\sum R}$$

여기서,
I : 선박의 폭방향과 평행한 축에 대한 기부에서의 포스트단면의 관성모멘트(cm^4). 다만, 킹포스트인 경우, I 대신에 I를 3항 (3)호 (가)에 주어진 계수 C_P로 나눈 값을 사용하여야 한다.
h : 2항에 따른다.

h', W 및 ρ : 3항 (1)호 (가) 및 (다)에 따른다.
$\sum R$: 3항 (2)호에 따른다. 이 경우, a는 $\sum R$의 계산에 있어서 데릭붐의 선회범위에서 모든 방향에 대하여 측정되어야 한다.
C_s : **표 9.2.9**에 주어진 값. W의 중간 값에 대하여 계수 C_s는 보간법에 의하여 구한다.

표 9.2.9 C_s의 값

W (t)	2 이하	3	4	5	6	7	8	9	10	15 이상
C_s	2.64	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31	2.29	2.22

306. 데릭붐에 대한 단순계산법

1. 일반

304.의 1항부터 5항의 요건에도 불구하고, 데릭붐의 치수는 306.의 요건에 따라 결정될 수 있다.

2. 휩트리깅을 하지 아니하는 데릭붐

(1) 휩트리깅을 하지 아니하는 데릭장치의 데릭붐의 치수는 (가), (나) 및 (다)에 따라 구한 것보다 작아서는 아니된다.

(가) 데릭붐의 중앙부에 대한 관성모멘트는 다음 식으로부터 구한 값보다 작아서는 아니된다.

$$C_B P l^2 \qquad (\mathrm{cm}^4)$$

여기서,
C_B : **표 9.2.10**으로부터 구한 값
l : 데릭붐의 유효길이(m) (**그림 9.2.1** 참조)
P : 데릭장치의 종류에 따라서 (a) 또는 (b)에 따라 결정되어야 하는 데릭붐의 축방향 압축. 데릭의 자중 및 그 부속장구가 정확하게 추정되는 경우, 포스다이어그램으로부터 구한 값은 P로 사용될 수 있다.

(a) 선회식 데릭장치

$$P = \left(\alpha_1 \frac{l}{h-h'} + f\right) Wg \qquad (\mathrm{kN})$$

여기서,
W 및 h' : 305.의 3항 (1)호 (가) 및 (다)에 따른다.
h : 305.의 2항에 따른다.
α_1 : **표 9.2.11**로부터 구한 값. W의 중간 값에 대하여 계수 α_1은 보간법에 의하여 구한다.
f : 하역폴용 하역블록의 수에 따라 **표 9.2.12**로부터 구한 계수. 하역폴이 붐의 상단에 고정된 시브를 통하여 포스트의 상단에 이르는 경우, f는 0으로 할 수 있다.

표 9.2.10 C_B의 값 【지침 참조】

안전사용하중 W (t)	C_B
$W \le 10$	0.28
$10 < W < 15$	$0.40 - 0.012W$
$15 \le W \le 50$	0.22
$50 < W$	우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

표 9.2.11 α_1의 값 【지침 참조】

W (t)	2 이하	3	4	5	6	7	8	9	10	10 초과
α_1	1.28	1.23	1.20	1.18	1.16	1.15	1.14	1.13	1.13	우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

표 9.2.12 f의 값

n	1	2	3	4	5	6	7	8
f	1.102	0.570	0.392	0.304	0.251	0.216	0.192	0.172

(비고)
n : 하역폴용 하역블록시브의 수의 합

(b) 선회식 데릭장치 이외의 데릭장치

$$P=\left(\alpha_1\frac{l}{h-h'}+f\right)Wg+\frac{Kn_1\alpha_1\alpha_2}{n_2\sqrt{b^2+l^2}}\,l\,Wg \qquad \text{(kN)}$$

여기서,
α_1, l, h, h', f 및 W : (a)에 따른다.
α_2 : 502.의 2항에 따른다.
b : 구즈넥브래킷으로부터 가이포스트까지의 수평거리(m)
n_1 : 가이로프의 수
n_2 : 토핑로프의 수
K : 리깅의 방식에 따른 표 9.2.13에 주어진 값

표 9.2.13 K의 값

리깅의 방식	K
A방식	0
B방식	1.2
C방식	2.0

(비고)
1. A방식은 포스트 상단의 좌우측에 두개의 가이태클을 가지고 이들 가이태클을 토핑리프트처럼 사용할 수 있는 리깅시스템을 말한다.
2. B방식은 토핑리프트의 끝단과 좌우측 가이로프의 끝단을 삼각판으로 연결하고 토핑리프트의 장력이 가이로프의 느슨해짐을 완화할 수 있는 리깅시스템을 말한다.
3. C방식은 양측(혹은 한쪽)의 가이로프 끝단과 데릭포스트를 따라 인도된 토핑리프트를 연결한 연결블록을 가지고 토핑리프트가 가이로프의 느슨해짐을 완화할 수 있는 리깅시스템을 말한다.

(나) 테이퍼된 끝단을 가지는 데릭붐인 경우, 중앙평행부의 길이는 유효길이의 1/3을 표준으로 하고, 끝단의 지름은 중앙평행부 지름의 60 %보다 작아서는 안 된다.

(다) 데릭붐의 본체에 사용하는 강판의 두께는 다음 식으로부터 구한 값 또는 중앙부 바깥지름의 2 % 중 큰 것보다 작아서는 안 된다.

$P < 75.5(kN)$인 경우 : 6 (mm)
$P \geq 75.5(kN)$인 경우 : $5+0.0133P$ (mm)

(2) 선회식 데릭장치의 데릭붐의 형상 및 치수는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 다른 기준에 따를 수 있다.
【지침 참조】

3. 휩트리깅을 하는 데릭붐

휩트리깅을 하는 데릭장치의 데릭붐의 치수는 (가) 및 (나)에 따라 구한 것보다 작아서는 안 된다.

(가) 데릭힐에 설치된 아이의 중심으로부터 임의의 거리 x(m)에 위치한 단면의 관성모멘트는 다음 식으로부터 구한 것보다 작아서는 안 된다. 충분한 길이에 걸쳐 이중판이 설치되는 경우, 이중판의 70 %를 식의 $D(x)$ 및 $A(x)$에 추가할 수 있다.

$$I(x) = C_B P l^2 \left\{ 1 - 3.136 \left(\frac{x}{l} - 0.5 \right)^2 \right\} + \frac{D(x) l_1 x}{2\left(\sigma_0 - \frac{P}{A(x)} \times 10 \right) l} \cdot \frac{Wg}{N} cos\theta \times 10^3$$

여기서,

$I(x)$: 데릭힐로부터 거리 x(m)에 위치한 단면의 요구되는 관성모멘트(cm^4)
C_B : 2항에 따른다.
P : 2항 (1)호 (가)에 규정된 붐의 축방향 압축(kN)
l : 붐의 유효길이(m)
W : 305.의 3항 (1)호 (가)에 규정된 안전사용하중(t)
N : 하역폴용 하역블록시브 수의 합(하역릴리프용 하역블록은 제외)
θ : 붐의 허용최소각도(*degree*)
l_1 : 휩트리깅용 아이 사이의 거리(m)(**그림 9.2.1** 참조)
$D(x)$: 붐힐로부터 거리 x(m)에 있는 데릭붐의 바깥지름에서 판두께를 뺀 값(cm)
$A(x)$: 붐힐로부터 거리 x(m)에 있는 데릭붐의 단면적(cm^2)
σ_0 : **표 9.2.14**에 주어진 값(N/mm^2)

(나) 붐 본체의 중앙평행부의 길이, 단부의 지름, 판두께는 2항 (1)호 (나) 및 (다)의 규정에 따른다.

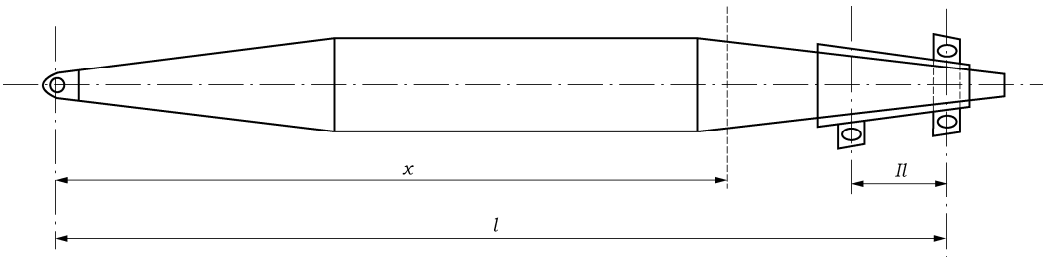


그림 9.2.1 휩트리깅을 하는 데릭붐

표 9.2.14 σ_0의 값 【지침 참조】

안전사용하중 W (t)	σ_0
$W \leq 10$	80.4
$10 < W < 15$	$4.04W + 40.0$
$15 \leq W \leq 50$	100.6
$50 < W$	우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

제 4 절 크레인

401. 일반

1. 적용

이 절의 규정은 크레인의 구조부에 적용한다.

402. 설계하중 【지침 참조】

1. 고려하는 하중

구조부의 치수계산에 고려하는 하중은 (가)부터 (카)에 나열한 항목 중 해당 크레인에 관련된 하중으로 한다.

(가) 크레인의 안전사용하중
(나) 추가의 충격하중
(다) 크레인장치 및 크레인장치에 부착된 하역부속장구의 자중
(라) 하역장구의 자중
(마) 하역블록의 마찰력
(바) 수평방향의 힘
(사) 바람하중
(아) 완충력
(자) 선체경사에 따른 하중
(차) 선체운동에 따른 하중
(카) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중

2. 추가의 충격하중

(1) 추가의 충격하중은 권상하중과 크레인의 종류에 따라 **표 9.2.15**에 주어진 충격하중계수의 곱이어야 한다. 화물의 권상에 따른 응력 및 자중에 따른 응력이 한 부재에서 다른 부호를 갖는 경우, 화물을 내릴 때의 충격을 고려하여 추가의 충격하중의 50 %를 자중에 추가하여야 한다.

(2) (1)호에 규정된 요건에도 불구하고, **표 9.2.15**에 주어진 추가의 충격하중계수를 대신하여 권상속도, 거더의 변형, 로프의 길이 등을 고려한 실제 측정값을 사용할 수 있다.

표 9.2.15 추가의 충격하중계수

크레인의 종류	추가의 충격하중계수
프로비전 크레인, 기관용 크레인, 보수용 크레인 및 호스핸들링 크레인	0.10
하역용 집크레인 및 갠트리크레인	0.25
유압버킷 또는 로프버킷을 가끔 사용하는 하역용 집크레인 및 갠트리크레인	0.40
그랩, 리프팅마그넷 등을 항상 사용하는 하역용 집크레인과 갠트리크레인 및 해양구조물용 집크레인	0.60

3. 하역블록의 마찰력

하역블록의 마찰력은 302.의 2항에 따른다.

4. 수평방향의 힘

(1) 주행크레인인 경우, 주행에 따른 횡방향 힘은 관성력 및 원심력에 추가하여 수평방향의 힘에 대한 요소로서 고려되어야 한다.

(2) 관성력은 움직이는 부분의 질량과 권상하중(선회운동인 경우, 하중은 집의 상단에 있는 것으로 가정한다)에 운동상태에 따른 다음 계수를 곱하여 구한 것으로 한다. 다만, 휠로 이동하는 경우, 이 관성력은 휠에 걸리는 하중의 15 %를 넘을 필요는 없다.

러핑운동 : $0.01\sqrt{V}$
주행 또는 횡방향운동 : $0.008\sqrt{V}$
선회운동 : $0.006\sqrt{V}$

여기서,
V : 설계자에 의하여 결정되어야 하는 해당운동의 속도(m/min)

(3) (2)호의 요건에도 불구하고, 해당운동 상태에 대한 실제의 가감속특성, 실제 제동시간 등의 값을 아는 경우, 이를 관성력으로 사용할 수 있다.

(4) 안전사용하중을 달고 선회운동을 하는 구조부를 가지는 장치인 경우, 다음 식으로 부터 결정되는 원심력이 고려되어야 한다.

$$\frac{Wv^2}{R} \quad \text{(kN)}$$

여기서,
W : 안전사용하중(t)
R : 선회반지름(m)
v : 회전속도(m/sec)

(5) 주행운동에 따른 횡방향 힘은 다음 식으로부터 계산되어야 한다.

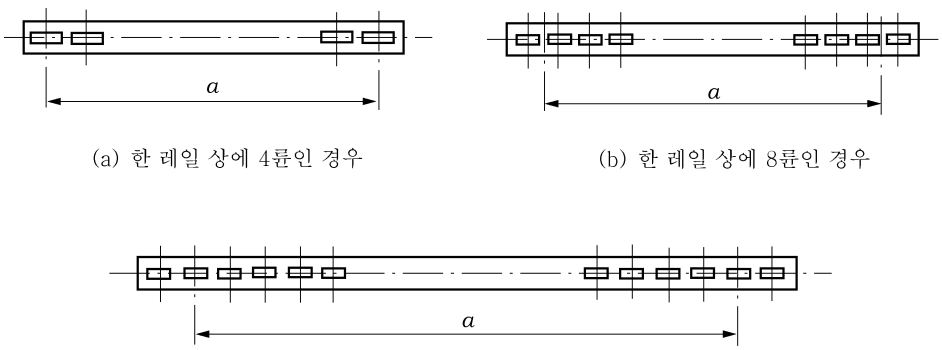
$$\lambda D \quad \text{(kN)}$$

여기서,
D : 휠에 걸리는 하중(kN)
λ : l/a의 값에 따라 다음 식으로부터 결정되어야 하는 횡방향 힘의 계수. 다만, λ는 0.15보다 클 필요는 없다.

$\frac{l}{a} \le 2$ 인 경우 : 0.05

$\frac{l}{a} > 2$ 인 경우 : $\frac{1}{60}\left(\frac{l}{a}+1\right)$

여기서,
l : 레일의 스팬(m)
a : **그림 9.2.2**에 따라 결정되어야 하는 휠의 유효기부



(a) 한 레일 상에 4륜인 경우

(b) 한 레일 상에 8륜인 경우

(c) 한 레일 상에 8륜을 초과하는 경우

그림 9.2.2 휠의 유효기부에 대한 측정

5. 바람하중

(1) 바람하중은 다음 식에 의하여 계산되어야 한다.

$$F = PA \times 10^{-3} \qquad \text{(kN)}$$

여기서,

F : 바람하중(kN)

A : 하역장치의 각 상태에 대하여 바람의 방향에 따라 풍압을 받는 구조부 및 화물의 투영 면적의 합 (m^2). 거더가 다른 거더에 의하여 전체적 또는 부분적으로 바람으로부터 보호되는 경우, 이 겹친 부분의 면적은 **그림 9.2.3**으로부터 구하는 경감계수(η)을 곱한 것으로 할 수 있다. 거더 사이의 거리 b는 **그림 9.2.4**에 따른다.

P : 다음 식에 의하여 계산된 풍압(Pa)

$$\frac{1}{16} C_h C_s g V^2 \qquad \text{(Pa)}$$

여기서,

V : (가) 및 (나)에 따른 풍속(m/sec)

(가) 사용상태에서 구조부 및 화물에 영향을 주는 풍속은 신청자에 의하여 규정된 설계풍속으로 16 m/sec보다 작아서는 안 된다.

(나) 격납상태에서 구조부에 영향을 주는 풍속은 신청자에 의하여 규정된 설계풍속이어야 한다. 어떠한 경우에도 설계풍속은 51.5 m/sec보다 작아서는 안 된다. 다만, 제한된 지역을 항해하는 선박인 경우, 설계풍속은 25.8 m/sec 까지의 범위 내에서 우리 선급이 승인하는 정도까지 경감할 수 있다.

C_h : 경하흘수선으로부터의 높이에 따른 **표 9.2.16**에 따라 결정되어야 하는 고도계수

C_s : 하역장치 및 화물의 다양한 부분의 형상에 따른 **표 9.2.17**에 따라 결정되어야 하는 형상계수

(2) (1)호의 요건에도 불구하고, 구조부 및 화물의 풍동실험에 의하여 구한 바람하중에 대한 자료를 계산에 사용할 수 있다.

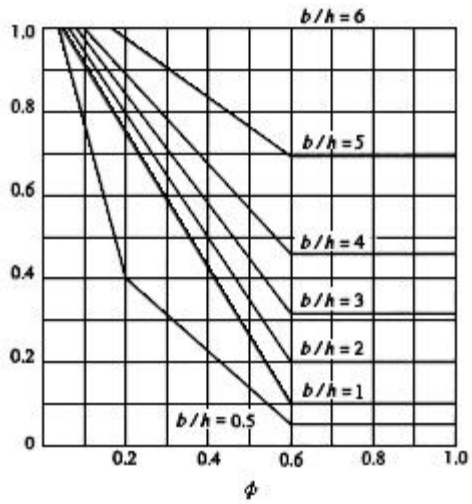


그림 9.2.3 충실율 ϕ 및 경감계수 η

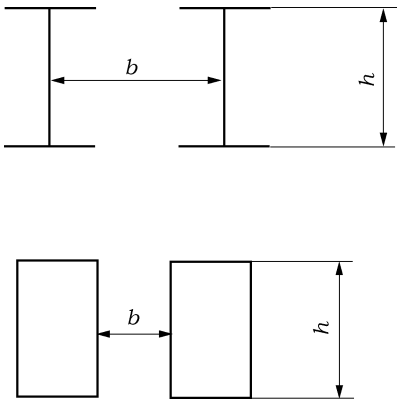
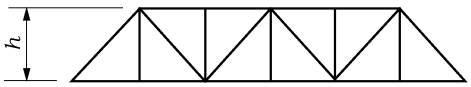
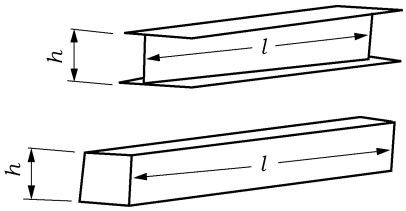
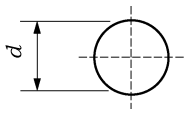


그림 9.2.4 인접한 두 거더사이의 거리 b

표 9.2.16 고도계수 C_h 【지침 참조】

수직높이 h (m)	C_h
$h < 15.3$	1.00
$15.3 \le h < 30.5$	1.10
$30.5 \le h < 46.0$	1.20
$46.0 \le h < 61.0$	1.30
$61.0 \le h < 76.0$	1.37
$76.0 \le h$	우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

표 9.2.17 형상계수 C_s *(2022)*

풍압을 받는 면적의 종류			C_s
앵글트러스		$\phi < 0.1$ $0.1 \le \phi < 0.3$ $0.3 \le \phi < 0.9$ $0.9 \le \phi$	2.0 1.8 1.6 2.0
판거더 또는 박스거더		$\frac{l}{h} < 5$ $5 \le \frac{l}{h} < 10$ $10 \le \frac{l}{h} < 15$ $15 \le \frac{l}{h} < 25$ $25 \le \frac{l}{h} < 50$ $50 \le \frac{l}{h} < 100$ $100 \le \frac{l}{h}$	1.2 1.3 1.4 1.6 1.7 1.8 1.9
원형부재 또는 원형트러스		$d\sqrt{q} < 1.0$ $1.0 \le d\sqrt{q}$	1.2 0.7

(비고)

ϕ : 풍압을 받는 투영면적과 풍압을 받는 면적의 외곽선에 둘러싸인 투영면적의 비율과 같은 충실율

l : 판거더 또는 박스거더의 길이(m)

h : 바람의 방향으로부터 본 판거더 또는 박스거더의 높이(m)

d : 원형부재의 바깥지름(m)

q : 다음 식에 의하여 계산된 값

$$\frac{1}{16} C_h \cdot g V^2 \times 10^{-3} \qquad \text{(kPa)}$$

6. 완충력

(1) 완충력은 크레인이 화물을 매달지 아니고 정격속도의 70 %로 완충기에 충돌한 경우, 크레인장치에 가해지는 하중으로 가정한다. 충격으로 일어나는 매달린 화물의 흔들림을 제한하는 강체가이드 등을 가지는 크레인장치인 경우, 화물의 자중에 의한 영향도 고려하여야 한다.

(2) (1)호의 요건에도 불구하고, 완충기에 충돌하기 전에 자동적으로 감속하도록 설계된 크레인장치인 경우, (1)호의 요건에서 감속 후의 속도를 정격속도로 고려할 수 있다.

7. 선체경사에 따른 하중 【지침 참조】

선체경사에 따른 하중의 계산에 사용하는 경사각도는 다음에 규정된 값보다 작아서는 안 된다.

사용상태인 경우 : 횡경사각 5° 및 트림 2°가 동시에 발생

격납상태인 경우 : 횡경사각 30°

8. 선체운동에 따른 하중

선체운동에 따른 하중의 계산에 사용하는 가속도는 격납상태에 대하여 (가) 또는 (나) 및 사용상태에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값의 조합 중 가장 가혹한 것으로 한다. 선체운동에 대한 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 이러한 자료의 값을 계산에 사용할 수 있다.

(가) 갑판에 수직방향으로 $\pm 1.0g$ 및 갑판에 평행인 종방향으로 $\pm 0.5g$

(나) 갑판에 수직방향으로 $\pm 1.0g$ 및 갑판에 평행인 횡방향으로 $\pm 0.5g$

9. 하중조합 【지침 참조】

(1) 구조부의 강도해석에 사용되어야 하는 하중은 (2)호부터 (5)호에 규정된 하중을 고려하여 구조부가 가장 가혹한 하중상태가 되도록 조합된 하중이어야 한다.

(2) 사용상태에 바람하중이 고려되지 아니하는 경우, 해당 크레인의 종류에 따라 **표 9.2.18**에 주어진 작업계수를 곱한 (가)부터 (자)의 하중의 합을 고려하여야 한다.

(가) 크레인의 안전사용하중
(나) 추가의 충격하중
(다) 크레인장치 및 크레인장치에 부착된 하역부속장구의 자중
(라) 하역장구의 자중
(마) 하역블록의 마찰력
(바) 수평방향의 힘
(사) 선체경사에 따른 하중
(아) 선체운동에 따른 하중(항내에서만 하역하는 경우는 제외)
(자) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중

(3) 사용상태에 바람하중이 고려되는 경우, (2)호에 규정된 설계하중에 바람하중이 추가되어야 한다.

(4) 주행크레인인 경우, 6항에 주어진 완충력이 고려되어야 한다.

(5) 격납상태인 경우, (가)부터 (마)의 하중이 고려되어야 한다.

(가) 크레인장치 및 크레인장치에 부착된 하역부속장구의 자중
(나) 격납상태의 바람하중
(다) 격납상태에서 선체경사에 따른 하중
(라) 사용상태에서 선체운동에 따른 하중
(마) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중

표 9.2.18 크레인장치의 작업계수

크레인의 종류	작업계수
프로비전 크레인, 기관용 크레인, 보수용 크레인 및 호스핸들링 크레인	1.00
하역용 집크레인 및 갠트리크레인	1.05
유압버킷 또는 로프버킷을 가끔 사용하는 하역용 집크레인 및 갠트리크레인	1.10
그랩, 리프팅마그넷 등을 항상 사용하는 하역용 집크레인과 갠트리크레인 및 해양구조물용 집크레인	1.20

403. 강도 및 구조

1. 일반 【지침 참조】

(1) 구조부의 강도는 2항부터 9항까지의 요건에 따라 그 치수를 결정하기 위하여 402.의 9항에 규정된 하중상태에 대하여 해석되어야 한다.

(2) 볼트와 너트로 연결되는 구조인 경우, 유효단면적의 감소에 대하여 적절히 고려하여야 한다.

(3) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 해당 실물 또는 모형시험으로 강도해석의 적합성을 확인할 것을 요구할 수 있다.

(4) 좌굴 및 상당한 변형으로부터 보호하기 위해 크레인의 주요 구조부재는 충분한 강도를 가져야 한다. *(2022)*

2. 조합된 하중에 대한 허용응력

표 9.2.19에 주어진 허용응력이 조합된 하중을 적용받는 성분에 대하여 사용되어야 한다.

3. 좌굴강도

압축을 받는 부재인 경우, 다음 식으로부터 구한 값은 **표 9.2.19**에 주어진 허용압축응력을 넘어서는 안 된다.

$\omega\sigma_c$ $(\mathrm{N/mm^2})$

여기서,

ω 및 σ_c : 304.의 3항에 따른다.

4. 조합된 압축응력

부재의 압축응력이 축방향 압축에 따른 압축응력과 굽힘모멘트에 따른 압축응력의 조합으로 결정되는 경우, 이러한 압축응력은 다음 식에 적합하여야 한다.

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_a} \leq 1.0$$

여기서,

σ_b : 굽힘모멘트에 따른 압축응력(N/mm^2)

σ_c : 축방향 압축에 따른 압축응력(N/mm^2)

σ_a : **표 9.2.19**에 주어진 허용굽힘응력(N/mm^2). 다만, 기부가 고정된 포스트인 경우, **표 9.2.4**의 허용응력 σ_a를 사용할 수 있다.

σ_{ca} : **표 9.2.19**에 주어진 허용압축응력(N/mm^2). 다만, 기부가 고정된 포스트인 경우, **표 9.2.4**의 허용응력을 1.15로 나눈 것으로 할 수 있다.

표 9.2.19 허용응력 σ_a *(2022)*

하중상태	응력의 종류				
	인장	전단	압축	지압 (bearing)	조합된 응력
402.의 9항 (2)호에 규정된 상태	$0.67\sigma_Y$	$0.39\sigma_Y$	$0.58\sigma_Y$	$0.94\sigma_Y$	$0.77\sigma_Y$
402.의 9항 (3)호에 규정된 상태	$0.77\sigma_Y$	$0.45\sigma_Y$	$0.67\sigma_Y$	$1.09\sigma_Y$	$0.89\sigma_Y$
402.의 9항 (4)호 및 (5)호에 규정된 상태	$0.87\sigma_Y$	$0.50\sigma_Y$	$0.76\sigma_Y$	$1.23\sigma_Y$	$1.00\sigma_Y$

(비고)

1. σ_Y : 재료의 규정된 항복응력 또는 내력(N/mm^2)
   단, $\sigma_Y \geq 0.83 \cdot \sigma_T$인 재료의 경우 σ_Y를 대신하여 $0.83 \cdot \sigma_T$ 값을 적용한다. 여기서 σ_T : 재료의 규정된 인장강도(N/mm^2)
2. 조합된 응력은 다음 식으로부터 구한 값이어야 한다.

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \qquad (\text{N/mm}^2)$$

여기서,

σ_x : 판두께의 중앙에서 x 방향응력(N/mm^2)

σ_y : 판두께의 중앙에서 y 방향응력(N/mm^2)

τ_{xy} : $x-y$ 평면의 전단응력(N/mm^2)

5. 피로강도

반복되는 응력의 영향을 무시할 수 없는 경우, 그 부재는 반복응력의 크기 및 주파수, 해당 부재의 형상 등을 고려하여 충분한 피로강도를 가져야 한다.

6. 최소두께

구조부의 두께는 6 mm보다 작아서는 안 된다.

7. 볼트, 너트 및 핀의 강도

볼트, 너트 및 핀은 작용하는 하중의 크기 및 방향에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.

8. 고정포스트 【지침 참조】

(1) 고정포스트는 303.의 4항 (1)호의 요건에 따라 선체구조에 유효하게 연결되어야 한다.

(2) 플랜지가 부착되는 고정포스트의 상부는 판두께를 증가시키거나 브래킷을 설치하여 충분히 보강되어야 한다.

9. 선회링 고정볼트

(1) 볼트의 강도특성에 대하여 특별히 고려하는 경우를 제외하고, 인장강도가 1.18 kN/mm^2을 초과하고 항복응력이 1.06 kN/mm^2을 넘는 재료를 선회링을 고정하는 볼트에 사용되어서는 안 된다.

(2) 고정볼트의 조임력은 특별히 고려를 하여야 한다.

(3) 고정볼트에 발생하는 응력은 402.의 9항에 규정된 하중상태에 따른 표 9.2.20에 주어진 허용응력을 넘어서는 아니 된다. 이 경우, 볼트의 응력은 다음 식에 의하여 결정되는 축방향 압축을 고정볼트의 최소단면적으로 나눈 값으로 하여야 한다.

$$\frac{4M}{D \cdot N} - \frac{W}{N} \qquad (\mathrm{N})$$

여기서,

M : 전복모멘트(N·mm)

D : 고정볼트 피치의 지름(mm)

N : 고정볼트의 수

W : 선회링 상의 축방향 압축(N)

표 9.2.20 고정볼트의 허용응력 σ_a

하중상태	σ_a
402.의 9항 (2)호 및 (3)호에 규정된 상태	$0.4\sigma_y$
402.의 9항 (5)호에 규정된 상태	$0.54\sigma_y$
(비고) σ_y : 재료의 규정된 항복응력 또는 내력(N/mm^2)	

404. 주행크레인에 대한 특별요건

1. 안정성 【지침 참조】

주행크레인은 402.의 9항에 규정된 하중상태에서 충분한 안정성을 가져야 한다.

2. 전복방지

주행크레인은 휠 축 또는 휠이 손상된 경우에도 전복되는 것을 방지하는 안정성에 대하여 충분히 고려하여 설계되어야 한다.

3. 변형기준

안전사용하중을 매달았을 때 주행크레인의 주행거더의 변형은 지지점 사이의 스팬의 1/800을 넘어서는 아니된다.

4. 주행장치

주행장치는 주행크레인의 본체에 볼트, 용접 또는 핀으로 견고히 고정되어야 한다.

5. 완충기

주행크레인은 자동충돌방지장치가 제공되는 경우를 제외하고, (가) 및 (나)에 따라 완충기가 제공되어야 한다.

(가) 주행로의 양끝 또는 다른 동등한 위치. 휠 지름의 1/2 이상의 높이를 가지는 스토퍼로 완충기를 대신할 수 있다.

(나) 한 주행로 상에 두개 이상의 주행크레인이 설치되는 경우, 이들 주행크레인 사이

제 5 절 하역부속장구

501. 일반

1. 적용

이 절의 규정은 하역부속장구에 적용한다.

502. 하역부속장구 【지침 참조】

1. 구즈넥브래킷 및 데릭힐러그

(1) **그림 9.2.5**에 나타낸 구즈넥핀, 크로스볼트 및 데릭힐러그의 크기는 다음 값보다 작아서는 아니된다.

$$b = e_1\sqrt{\frac{P}{g}} \qquad \text{(mm)}$$

$$c = 0.55e_1\sqrt{\frac{P}{g}} \qquad \text{(mm)}$$

$$d = e_1\sqrt{\frac{P}{g}} \qquad \text{(mm)}$$

여기서,

P : 데릭붐에 작용하는 축방향 설계압축력(kN)

e_1 : 15.6. 다만, 선회식 데릭장치인 경우, 안전사용하중에 따라 **표 9.2.21**에 주어진 값을 사용할 수 있다.

(2) 크로스볼트가 데릭힐을 통과하는 부분 및 구즈넥브래킷의 구즈넥핀의 틈새는 2 mm 미만일 것이 권고된다. 구즈넥핀 및 데릭힐러그의 볼트구멍의 바깥지름은 크로스볼트와 동일한 크기로 하는 것을 표준으로 한다.

(3) (1)호의 요건에도 불구하고, 구즈넥브래킷 및 데릭힐러그의 크기는 우리 선급이 인정하는 다른 기준에 따를 수 있다. 다만, 선회식 데릭장치 이외에 사용되는 하역부속장구인 경우, 가이로프에 의하여 증가되는 하중의 영향을 고려하여야 한다.

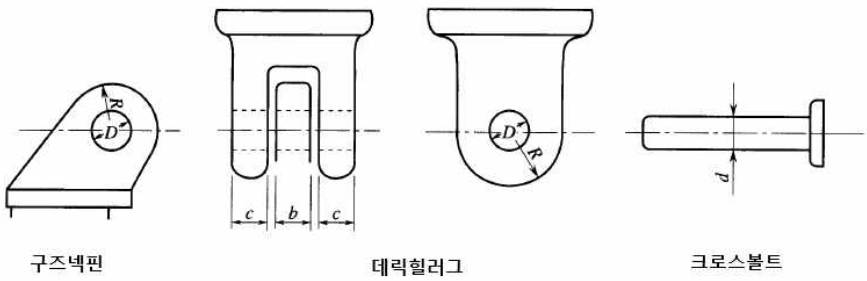


그림 9.2.5 구즈넥핀, 데릭힐러그 및 크로스볼트

표 9.2.21 e_1의 값 【지침 참조】

안전사용하중 W (t)	e_1
$W \le 10$	15.6
$10 < W < 15$	$18.8 - 0.32W$
$15 \le W \le 50$	14.0
$50 < W$	우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

2. 데릭붐 정부에 부착되는 하역부속장구

(1) 데릭붐 정부에 부착되는 하역부속장구의 크기는 각 하역부속장구의 용도 및 형상에 따라 (가)부터 (다)에 주어진 값

보다 작아서는 안 된다.

(가) 데릭붐 정부에 부착되는 하역부속장구의 형상이 **그림 9.2.6**에 따르는 경우, 이들의 크기는 다음 값보다 작아서는 안 된다.

$$d = e_2\sqrt{\frac{T}{g}} \qquad \text{(mm)}$$

$$t = e_2\sqrt{\frac{T}{g}} \qquad \text{(mm)}$$

여기서,

e_2 : **표 9.2.22**에 주어진 값

T : 데릭붐 정부에서 하역부속장구에 작용하는 최대장력(kN). 다만, 선회식 데릭장치인 경우, 다음 값을 사용할 수 있다.

토핑리프트용 : $\alpha_1\alpha_2 Wg$

하역폴용 : λWg

여기서,

W : 안전사용하중(t)

α_1 : 306.의 2항에 따른다.

α_2 : $l/(h-h')$의 값에 따른 **표 9.2.23**에 따른다. α_2의 중간 값에 대하여는 보간법에 의하여 구한다.

λ : 하역폴용 블록시브의 수에 따라 **표 9.2.24**에 주어진 값. 다만, 하역폴이 데릭붐 정부에 설치된 시브를 통하여 데릭포스트의 상단에 이르는 경우, λ의 값은 1.0으로 할 수 있다.

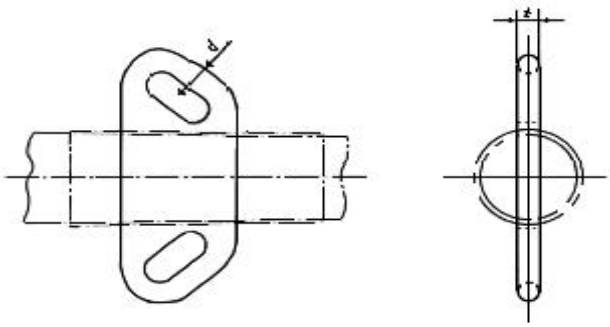


그림 9.2.6 데릭붐 정부에 부착된 하역부속장구

표 9.2.22 e_2의 값 【지침 참조】

안전사용하중 W (t)	e_2
$W \le 10$	12.5
$10 < W < 15$	$15.1 - 0.26W$
$15 \le W \le 50$	11.2
$50 < W$	우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

표 9.2.23 α_2의 값

$l/(h-h')$		2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2
α_2	$W < 10$	1.99	1.90	1.81	1.73	1.65	1.57	1.49	1.42	1.35
	$15 \le W < 50$	1.82	1.73	1.65	1.57	1.49	1.41	1.33	1.26	1.19
(비고) l, h 및 h' : 306.의 2항에 따른다.										

표 9.2.24 λ의 값

하역폴용 블록시브의 수의 합	1	2	3	4	5	6	7	8
λ	2.10	1.58	1.40	1.31	1.26	1.23	1.20	1.18

(나) 데릭붐 정부에 부착된 하역부속장구의 형상이 **그림 9.2.7**에 따르는 경우, 이들의 크기는 다음 값보다 작아서는 안 된다.

$$R \ge D$$

$$t = e_1\sqrt{\frac{T}{g}} \qquad \text{(mm)}$$

다만, R의 값이 $1.15D$보다 큰 경우, 다음 식으로부터 구한 값으로 할 수 있다.

$$t = \frac{e_3}{\left(R - \frac{D}{2}\right)} \cdot \frac{T}{g} \qquad \text{(mm)}$$

여기서,
e_1 : 1항 (1)호에 따른다.
T : (가)에 따른다.
e_3 : **표 9.2.25**에 따른다.

(다) 데릭붐 정부에 부착된 가이부속장구의 크기는 설계하중을 견디기에 충분한 것이어야 한다.

(2) (1)호의 요건에도 불구하고, 데릭붐 정부에 부착된 하역부속장구의 크기는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 다른 기준에 따를 수 있다. 다만, 선회식 데릭장치 이외에 사용되는 하역부속장구인 경우, 가이로프에 의하여 증가되는 하중의 영향을 고려하여야 한다.

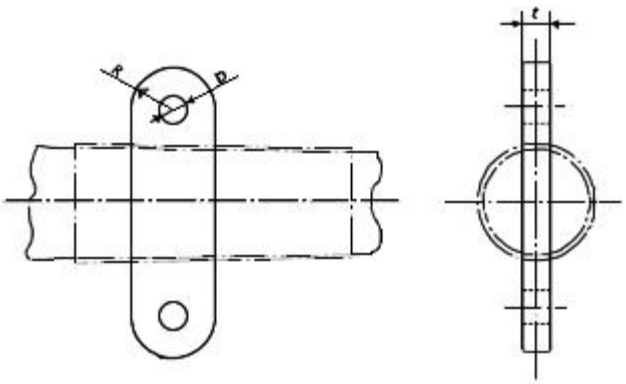


그림 9.2.7 데릭붐 정부에 부착되는 하역부속장구

표 9.2.25 e_3의 값 【지침 참조】

안전사용하중 W (t)	e_3
$W \leq 10$	122
$10 < W < 15$	$170 - 4.8W$
$15 \leq W \leq 50$	98
$50 < W$	우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

3. 기타의 하역부속장구

토핑브래킷, 가이클리트, 아이 등과 같은 기타의 하역부속장구의 크기는 우리 선급이 인정하는 다른 기준에 따를 수 있다. 다만, 선회식 데릭장치 이외에 사용되는 토핑브래킷인 경우, 가이로프에 의하여 증가되는 하중의 영향을 고려하여야 한다.

제 6 절 하역장구

601. 일반

1. 적용

이 절의 규정은 하역장구에 적용한다.

2. 일반요건

안전사용하중이 하역장치 및 하역램프에 작용될 때 이들 하역장구의 중요부분에 발생하는 하중은 각 규정된 안전사용하중을 넘어서는 안 된다.

602. 하역블록

1. 와이어로프용 하역블록 【지침 참조】

와이어로프용 하역블록은 (가)부터 (라)의 요건에 적합하여야 한다. 다만, 이퀄라이저시브 및 과부하센서용 시브인 경우는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. (그림 9.2.8 참조)

(가) 로프그루브 바닥에서 시브의 지름은 와이어로프 지름의 14배 보다 작아서는 안 된다.
(나) 시브그루브의 깊이는 와이어로프 지름보다 작아서는 안 된다.
(다) 시브그루브의 바닥은 120°이상의 원호형상을 가져야 한다.
(라) 시브그루브의 지름은 와이어로프 지름의 1.1배를 표준으로 한다.

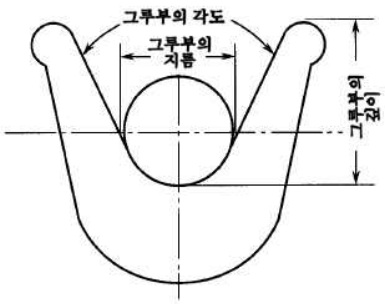


그림 9.2.8 시브그루브

2. 섬유로프용 하역블록

섬유로프용 하역블록은 (가)부터 (다)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 로프그루브 바닥의 지름은 섬유로프 지름의 5.5배보다 작아서는 안 된다.
(나) 시브그루브의 깊이는 섬유로프 지름보다 작아서는 안 된다.
(다) 시브그루브의 지름은 섬유로프 지름에 2 mm를 더한 것을 표준으로 한다.

603. 로프

1. 와이어로프 【지침 참조】

와이어로프는 (가)부터 (마)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 와이어로프는 적당한 부식방지처리를 하여야 한다.

(나) 와이어로프는 사용목적에 적당하여야 하고, **4편 8장**의 요건 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기준의 요건에 적합하다는 증서를 가져야 한다.

(다) 와이어로프에는 스플라이스가 허용되지 않는다.

(라) 와이어로프의 끝단이음은 우리 선급이 승인한 충분한 강도를 가지는 방법에 따라야 한다.

(마) 와이어로프의 안전계수는 그 목적 및 안전사용하중에 따른 다음 값보다 작아서는 안 된다. 다만, 러닝리깅용 와이어로프의 안전계수는 5를 넘을 필요는 없고, 스탠딩리깅용 와이어로프의 안전계수는 4를 넘을 필요는 없다.

$W \leq 160$인 경우 : $\dfrac{10^4}{8.85W+1910}$

$W > 160$인 경우 : 3

여기서,
W : 안전사용하중(t)

2. 섬유로프

섬유로프는 (가)부터 (다)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 섬유로프는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기준에 적합하여야 하고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 증서를 가져야 한다.

(나) 섬유로프의 지름은 12 mm보다 작아서는 아니된다.

(다) 섬유로프의 안전계수는 로프 지름에 따른 **표 9.2.26**에 주어진 값보다 작아서는 아니된다.

표 9.2.26 섬유로프의 안전계수

로프의 지름 D (mm)	안전계수
$12 \leq D < 14$	12
$14 \leq D < 18$	10
$18 \leq D < 24$	8
$24 \leq D < 40$	7
$40 \leq D$	6

604. 기타의 하역장구

1. 일반

체인, 링, 훅, 새클, 스위블, 클램프, 그랩, 리프팅빔, 리프팅마그넷, 스프레더 등과 같은 하역장구의 설계 하중은 각 하역장구의 파단강도를 안전계수 5로 나눈 값보다 커서는 아니된다.

605. 동등요건

1. 일반 【지침 참조】

602.부터 604.의 요건에도 불구하고, 하역장구의 구조는 우리 선급이 인정하는 다른 기준에 따를 수 있다.

제 7 절 기계장치, 전기설비 및 제어장치

701. 일반

1. 적용 【지침 참조】

이 절의 규정은 하역설비에 사용되는 기계장치, 전기설비 및 제어장치에 적용한다. 다만, 하역램프용 윈치에 대하여는 이 절의 요건을 적절히 수정하여 적용할 수 있다.

702. 기계장치

1. 일반

하역설비의 구동장치는 안전사용하중상태에서 정격속도로 안정적으로 작동하여야 한다.

2. 권상장치 【지침 참조】

(1) 권상장치의 구조는 (가)부터 (바)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 드럼양단의 플랜지의 지름은 사용상태에서 가장 바깥층 로프의 가장자리부터 측정하여 로프 지름의 2.5배 이상의 여유를 가져야 한다. 다만, 로프이탈방지장치가 제공되거나 드럼에 한 층의 로프만 감기는 경우, 이 요건은 면제될 수 있다.

(나) 윈치드럼의 피치지름은 로프 지름의 18배보다 작아서는 아니된다.

(다) 윈치는 하역설비에 안전사용하중이 작용할 때 발생하는 드럼하중(정상권상속도로 한 층의 로프만 감길 때 드럼에 걸리는 최대로프인장력)에 충분한 내력을 가지는 거치볼트로 윈치거치대상에 설치되어야 한다.

(라) (a)부터 (c)의 요건에 적합한 제동장치가 제공되어야 한다.

(a) 제동장치는 하역설비에 안전사용하중이 작용할 때 요구되는 토크의 1.5배 이상을 발휘할 수 있어야 한다.

(b) 동력작동 제동장치는 그 조종이 중립위치로 돌아간 경우, 자동적으로 작동하여야 한다.

(c) 동력작동 제동장치는 동력공급에 어떠한 이상이 있는 경우, 자동적으로 작동하여야 한다. 이 경우, 화물을 내리는 비상복구를 할 수 있어야 한다.

(마) 클러치드럼에는 드럼의 회전을 제한할 수 있는 유효한 잠금장치가 제공되어야 한다. 잠금장치는 하역설비에 안전사용하중이 작용할 때 요구되는 토크의 1.5배 이상에 견딜 수 있어야 하는 것을 표준으로 한다.

(바) 로프가드 또는 적당한 기타보호수단이 제공되어야 한다.

(2) 윈치드럼에 과감김 방지장치가 있는 경우를 제외하고는 와이어로프를 윈치드럼에 감는 것은 다음 (가) 및 (나)에 적합하여야 한다. *(2022)*

(가) 권상 윈치 등과 같이 그루브가 있는 드럼의 경우, 와이어로프가 드럼의 홈에 걸리는 방향과 와이어로프가 홈에 걸렸을 때의 와이어로프의 방향 사이의 각도(즉, 라인 제한각(limiting fleet angle))는 4° 이하이어야 한다.

(나) 그루브가 없는 드럼의 경우, 라인 제한각은 2° 이하이어야 한다.

(3) 로프의 끝단은 로프의 어느 부분도 손상되지 아니하는 방법으로 드럼에 고정되어야 하고, 로프의 작동길이가 모두 풀려나간 경우에도 그루브가 없는 드럼은 3바퀴, 그루브 드럼은 2바퀴 이상의 길이가 드럼에 남아있어야 한다.

703. 동력공급

1. 일반 【지침 참조】

(1) 전기, 유압, 공압 또는 증기압 공급장치 및 그 배치를 구성하는 의장, 배관 및 전선은 원칙적으로 선급 및 강선규칙의 관련 요건에 적합하여야 한다.

(2) 원동기로 사용되는 내연기관의 구조, 강도 등은 **5편**의 요건에 적합하여야 한다. *(2017)*

704. 제어장치

1. 일반

(1) 제어, 경보 및 안전장치에 사용되는 전기, 유압 또는 공압장치는 원칙적으로 선급 및 강선규칙의 관련 요건에 적합하여야 한다.

(2) 제어, 경보 및 안전장치는 페일세이프의 원칙에 기초하여 설계되어야 한다.

2. 제어장치

(1) 제어장치는 운전자 또는 운전신호를 보내는 기타 자격요원을 방해하지 아니하도록 배치되어야 한다.

(2) 제어장치는 원칙적으로 운전자의 조작이 중단된 경우, 자동적으로 중립위치로 돌아가도록 설계되어야 한다.

(3) 전동윈치인 경우, 조작장소 근처에 지역조작 동력차단스위치가 제공되어야 한다.
(4) 크레인 및 하역리프트에는 운전자가 쉽게 접근할 수 있는 위치에 모든 동작을 정지시킬 수 있는 비상스위치가 제공되어야 한다.
(5) 하역리프트에는 실행가능한 한 작동개시 및 정지시의 가속도를 감소시키는 적당한 자동속도 제어장치가 제공되어야 한다.
(6) 하역리프트에는 특정 갑판위치에 리프트를 정지시킬 수 있는 적당한 제어장치가 제공되어야 한다.
(7) 하역리프트가 잠금걸쇠로 고정되는 경우, 걸쇠가 풀릴 때 충격하중이 리프트에 가해지는 것을 방지하는 적당한 수단이 제공되어야 한다.
(8) 주행크레인(트롤리 포함)의 제어장치에는 이동을 제어하기 위한 제동장치가 제공되어야 한다. 단, 인력 구동식 주행크레인은 제외한다. *(2022)*

3. **안전장치 【지침 참조】**
(1) 하역설비에는 원칙적으로 과부하보호장치가 제공되어야 한다.
(2) 하역설비에는 설비의 종류 및 동작에 따라 (가)부터 (바)에 주어진 이상상태를 방지할 수 있는 적당한 안전장치가 제공되어야 한다.
(가) 과도한 권상
(나) 과도한 선회
(다) 과도한 러핑
(라) 과도한 주행속도
(마) 트랙이탈
(바) 우리 선급이 인지한 기타의 이상상태
(3) 크레인의 안전사용하중이 작업반지름에 따라 변하는 경우, 작업반지름과 안전사용하중의 관계를 보이는 비교표가 조종실에 제공되어야 하고, 이에 추가하여 원칙적으로 (가) 및 (나), 또는 (다)를 만족하는 설비가 제공되어야 한다.
(가) 작업반지름 지시기
(나) 권상하중 지시기
(다) 작업반지름에 따른 안전사용하중에 대한 과부하방지장치

4. **보호장치**
(1) 구동장치의 회전부분, 전기설비 및 증기관에는 운전자를 보호하기위한 수단이 제공되어야 한다.
(2) 증기윈치는 증기가 운전자의 시야를 방해하지 않도록 배치되어야 한다.
(3) 하역리프트에는 (가)부터 (라)에 주어진 보호장치가 제공되어야 한다.
(가) 리프트플랫폼용 갑판개구 주위에 갑판 상방으로 1 m 이상 높이의 보호울타리
(나) 보호울타리가 완전히 닫히기 전에 하역리프트가 움직이는 것을 방지하는 인터록장치
(다) 보호울타리의 개방위치에 하역리프트가 있지 아니할 때 보호울타리가 개방되는 것을 방지하는 인터록장치
(라) 하역리프트의 승강장소에 경고등 또는 적당한 기타의 경고표시

제 8 절 하역리프트 및 하역램프

801. 일반

1. **적용**
이 절의 규정은 하역리프트 및 하역램프의 구조부에 적용한다.

802. 설계하중 【지침 참조】

1. **고려하는 하중**
사용상태 및 격납상태에서 특정형식의 하역리프트 및 하역램프의 활용과 임무에는 (가)부터 (사)에 나열된 하중을 고려하여야 한다.
(가) 안전사용하중
(나) 설비의 자중
(다) 바람하중
(라) 파랑하중

(마) 선체경사에 따른 하중
(바) 선체운동에 따른 하중
(사) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중

2. **바람하중**

바람하중은 402.의 5항에 따라 계산되어야 한다.

3. **파랑하중**

선체외판의 일부를 구성하여 파랑하중에 영향을 받는 구조부인 경우, 수두는 다음 식으로부터 구한 것보다 작아서는 아니된다.

$$\{d-0.125D+0.05L'+\Delta H_w(x)\}\frac{gD}{D+2h_s} \quad \text{(kPa)}$$

여기서,
x : **3편 1장 110.**에 정의된 계획최대만재흘수선상에서 선수재 전단으로부터의 거리(m)
d : **3편 1장 111.**에 정의된 계획최대만재흘수(m)
D : **3편 1장 106.**에 정의된 선박의 깊이(m)
L' : **3편 1장 102.**에 정의된 선박의 길이(m). L'은 길이가 230 m를 넘는 경우, 230 m로 한다.
$\Delta H_w(x)$: 예상되는 x값에 대하여 다음 식으로부터 구한 값

$x \le 0.3L$인 경우 : $(38-45C_b')\left(1-\frac{x}{0.3L}\right)^2$
$x > 0.3L$인 경우 : 0

여기서,
C_b' : **3편 1장 113.**에 정의된 방형계수. C_b'는 방형계수가 0.85를 넘는 경우, 0.85로 한다.
L : **3편 1장 102.**에 정의된 선박의 길이(m)
h_s : 선박의 길이에 따라 **표 9.2.27**에 나타낸 값

표 9.2.27 h_s의 값

선박의 길이 L (m)	h_s
$L \le 90$	1.95
$90 < L < 125$	$0.01L+1.05$
$125 \le L$	2.30

4. **선체경사에 따른 하중 【지침 참조】**

선체경사에 따른 하중은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

5. **선체운동에 따른 하중**

선체운동에 따른 하중은 402.의 8항에 따른다.

6. **하중조합**

(1) 구조부의 강도해석에 사용되어야 하는 하중조합은 (2)호부터 (5)호에 규정된 하중조합에서 구조부가 가장 가혹한 하중상태가 되도록 조합된 하중이어야 한다.
(2) (가)부터 (마)의 하중조합이 사용상태에서 고려되어야 한다.
(가) 안전사용하중
(나) 하역리프트 및 하역램프의 선회부분 또는 움직이는 부분의 자중
(다) 하역리프트 및 하역램프의 고정된 부분의 자중
(라) 선체경사에 따른 하중
(마) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중
(3) 화물을 적재한 상태로 선회 또는 움직이도록 설계된 설비인 경우에는 (2)호 (가) 및 (나)의 하중에 1.2를 곱하고, 화

물을 적재한 상태로 선회 또는 움직이도록 설계되지 아니한 하역램프인 경우에는 1.1을 곱하여야 한다.

(4) (가)부터 (바)의 하중이 격납상태의 하역리프트에 대하여 고려되어야 한다.
(가) 격납상태의 하중
(나) 하역리프트의 자중
(다) 바람하중
(라) 항해 중 선체경사에 따른 하중
(마) 항해 중 선체운동에 따른 하중
(바) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중

(5) (가)부터 (마)의 하중이 격납상태의 하역램프에 대하여 고려되어야 한다.
(가) 하역램프의 자중
(나) 바람하중
(다) 항해 중 선체경사에 따른 하중
(라) 항해 중 선체운동에 따른 하중
(마) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중

803. 강도 및 구조

1. 일반

(1) 구조부의 강도는 2항부터 7항의 요건에 따라 802.의 6항에 규정된 하중상태에 대하여 해석되어야 한다.
(2) 차량을 적재하는 설비인 경우, 차량의 적재 또는 운행상태에 따른 휠의 집중하중을 고려하여야 한다.
(3) 선체외판의 일부를 구성하는 구조부의 강도는 일반적으로 주위의 선체구조와 동등하여야 한다.
(4) 구조부는 적절한 보강재를 가져야 하고 이에 추가하여 정위치에 격납되었을 때 수직 및 수평운동을 방지하기위한 적당한 고정장치를 가져야 한다.

2. 조합된 하중에 대한 허용응력

표 9.2.28에 주어진 허용응력이 조합된 하중을 적용받는 성분에 대하여 사용되어야 한다.

표 9.2.28 허용응력 σ_a *(2022)*

하중상태	응력의 종류				
	인장	전단	압축	지압 (bearing)	조합된 응력
802.의 6항 (2)호에 규정된 상태	$0.67\sigma_Y$	$0.39\sigma_Y$	$0.58\sigma_Y$	$0.94\sigma_Y$	$0.77\sigma_Y$
802.의 6항 (4)호 및 (5)호에 규정된 상태	$0.77\sigma_Y$	$0.45\sigma_Y$	$0.67\sigma_Y$	$1.09\sigma_Y$	$0.89\sigma_Y$

(비고)

1. σ_Y : 재료의 규정된 항복응력 또는 내력(N/mm^2)
단, $\sigma_Y \geq 0.83 \cdot \sigma_T$인 재료의 경우 σ_Y를 대신하여 $0.83 \cdot \sigma_T$ 값을 적용한다. 여기서 σ_T : 재료의 규정된 인장강도(N/mm^2)
2. 조합된 응력은 다음 식으로부터 구한 값이어야 한다.

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

여기서,
σ_x : 판두께의 중앙에서 x방향응력(N/mm^2)
σ_y : 판두께의 중앙에서 y방향응력(N/mm^2)
τ_{xy} : $x-y$평면의 전단응력(N/mm^2)

3. 리프트갑판 및 램프판의 두께

(1) 선체외판의 일부를 구성하는 판의 두께는 실제 보강재간격을 프레임간격으로 하여 결정된 해당 위치의 외판두께보다 작아서는 안 된다.
(2) 격벽의 일부를 구성하는 판의 두께는 실제 보강재간격을 격벽보강재간격으로 하여 결정된 해당위치의 격벽판두께보

다 작아서는 안 된다.

(3) 차량을 적재하는 설비인 경우, 리프트갑판 또는 램프판의 두께는 차량갑판에 요구되는 것보다 작아서는 안 된다.

4. 최소두께

구조부의 두께는 노출부에서는 6 mm, 폐위부는 5 mm보다 작아서는 안 된다.

5. 변형 허용치 【지침 참조】

안전사용하중에 따른 구조부의 변형은 원칙적으로 하역리프트인 경우 지지점 사이 스팬의 1/400, 하역램프인 경우 지지점 사이 스팬의 1/250으로 제한되어야 한다.

6. 볼트, 너트 및 핀의 강도

볼트, 너트 및 핀은 작용하는 하중의 크기 및 방향에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.

7. 하역램프의 잠금장치

(1) 802.의 6항 (5)호에 규정된 하중을 고려하여 결정된 하중에 견딜 수 있는 고정장치가 제공되어야 한다.

(2) 유압잠금장치는 유압이 상실된 경우에도 램프가 기계적으로 잠긴 상태를 유지할 수 있도록 설계되어야 한다.

(3) 통상 개구의 폐쇄수단으로서 사용되는 하역램프에 대하여, 개구의 면적이 격납된 램프의 투영면적의 반보다 큰 경우, 그 폐쇄장치는 잠금장치로 사용될 수 있다. 폐쇄장치의 설계하중에는 **4편 3장**의 하중에 추가하여 802.의 6항 (5)호에 규정된 하중도 포함시켜야 한다.

제 9 절 증서, 표시 및 문서

901. 일반

1. 적용

이 절의 규정은 하역설비의 증서, 표시 및 문서에 적용한다.

902. 안전사용하중 등의 지정

1. 일반

2절에 규정된 검사 및 하중시험에 합격한 하역설비에 대하여 우리 선급은 안전사용하중 등을 지정한다.

2. 안전사용하중 등의 이중지정

우리 선급은 선박소유자의 요청이 있는 경우, 1항의 요건에 따른 안전사용하중 등에 추가하여 (가) 또는 (나)에 대하여 지정할 수 있다.

(가) 데릭장치의 경우, 지정된 허용최소각도보다 작은 각도에 대한 최대하중

(나) 집크레인의 경우, 지정된 최대선회반지름을 넘는 반지름에 대한 최대하중

3. 유니언퍼처스 데릭장치에 대한 지정

(1) 유니언퍼처스 데릭장치에 대한 안전사용하중 등의 지정은 안전사용하중과 두 하역폴사이의 최대각도 또는 안전사용하중과 허용권상높이(창구의 개구가 있는 상갑판 상부구조의 가장 높은 지점으로부터 삼각판 또는 하역폴에 부착된 링까지의 수직거리)로 한다.

(2) (1)호에 규정된 두 하역폴사이의 최대각도는 120°를 넘어서 지정되어서는 안 된다.

903. 안전사용하중 등의 표시

1. 하역장치 및 하역램프에 대한 표시

(1) 902.에 규정된 요건에 의하여 지정된 하역장치 및 하역램프에는 안전사용하중, 허용최소각도, 최대선회반지름 및 기타 제한사항이 (가)부터 (다)의 요건에 따라 스탬프를 이용하여 표시되어야 한다.

(가) 데릭장치

데릭붐기부의 눈에 띄는 곳에 우리 선급의 스탬프표시, 안전사용하중, 붐의 허용최소각도 및 기타 제한사항이 표시되어야 한다.

(나) 집크레인

집의 기부 또는 유사한 위치의 눈에 띄는 곳에 우리 선급의 스탬프표시, 안전사용하중, 최대선회반지름 및 기타 제한사항이 표시되어야 한다.

(다) 기타 하역장치 및 하역램프

쉽게 더렵혀지지 않고 눈에 띄는 곳에 우리 선급의 스탬프표시, 안전사용하중 및 기타 제한사항이 표시되어야 한다.

(2) 902.의 2항이 요건에 따라 데릭장치 및 집크레인에 안전사용하중이 이중으로 지정된 경우, (1)호의 요건에 따라 각 조합에 대하여 필요한 표시를 하여야 한다.
(3) 그랩, 리프팅빔, 리프팅마그넷, 스프레더 및 기타 유사한 하역장구를 사용하는 하역장치가 이러한 하역장구의 자중을 제외한 최대화물하중이 사용안전하중으로 지정된 경우, 이에 관련된 사항이 (1)호에 따른 기타 제한사항으로서 표시되어야 한다.
(4) 스탬프표시는 방식도료로 도장을 하고 쉽게 알아볼 수 있도록 도장으로 테두리를 칠하여야 한다.
(5) (1)호, (2)호 및 (3)호에 규정된 표시에 추가하여, 우리 선급의 스탬프표시를 제외하고 동일한 사항이 눈에 띄는 곳에 도장 등으로 표시되어야 한다. 이 경우 문자의 크기는 그 높이가 77 mm보다 작아서는 안 된다.

2. 하역장구에 대한 표시

(1) 와이어로프 및 섬유로프를 제외한 하역장구에는 시험하중, 안전사용하중 및 식별기호가 하역장구의 강도 및 사용상 지장을 주지 않고 눈에 띄는 곳에 스탬프를 이용하여 표시되어야 한다. 이에 추가하여 그랩, 리프팅빔, 리프팅마그넷, 스프레더 및 기타 하역장구에는 그 자중이 스탬프로 표시되어야 한다.
(2) 스탬프표시는 방식도료로 도장을 하고 쉽게 알아볼 수 있도록 도장으로 테두리를 칠하여야 한다.
(3) (1)호에 규정된 표시에 추가하여, 그랩, 리프팅빔, 리프팅마그넷, 스프레더 및 유사한 기타 하역장구에는 안전사용하중 및 그 자중이 도장 등으로 표시되어야 한다. 이 경우 문자의 크기는 그 높이가 77 mm보다 작아서는 안 된다.
(4) (1)호 및 (3)호의 요건에도 불구하고, 스탬프표시 또는 도장으로 표시하는 것이 곤란한 경우에는 우리 선급의 승인을 받고 다른 방법에 따를 수 있다.

904. 증서

1. 증서의 종류

하역장치, 하역램프 및 하역장구에 대하여 우리 선급이 발행하는 증서 등의 종류는 다음에 따른다.
(가) 하역설비기록부(서식번호 CG1)
(나) 하역승강설비 시험 및 검사증서(서식번호 CG2)
(다) 유니언퍼처스용 하역승강설비 시험 및 검사증서(서식번호 CG2(U))
(라) 하역장구 시험 및 검사증서(서식번호 CG3)
(마) 와이어로프 시험 및 검사증서(서식번호 CG4)
(바) 섬유로프 시험 및 검사증서(서식번호 CG5)

2. 증서발행의 시기

1항에 규정된 증서의 발행 시기는 시험 및 검사에 따른 **표 9.2.29**에 따른다.

3. 증서의 효력정지

(1) (가)부터 (자)의 경우, 1항에 규정된 증서의 전부 또는 일부는 효력이 정지된다.
(가) 선박소유자가 안전사용하중 등의 지정에 대하여 취소 또는 변경을 신청하는 경우
(나) 하역설비의 구조, 배치 또는 리깅이 변경되는 경우
(다) 하역설비가 이동되는 경우
(라) 2절에 규정된 검사를 받지 아니하는 경우
(마) 하역설비를 사용할 수 없다고 검사원이 인정하는 경우
(바) 고의로 증서상의 내용을 변경한 경우
(사) 증서상의 내용이 더럽혀지거나 손상되어 읽을 수 없는 경우
(아) 규정된 검사수수료를 지불하지 아니하는 경우
(자) 우리 선급이 증서 등의 유효성에 의심이 가는 경우
(2) (1)호의 규정에 따라 효력이 정지된 증서는 즉시 우리 선급에 반환하여야 한다.

4. 증서의 재발행 및 수정

3항 (1)호의 규정 또는 분실에 따라 증서 등이 효력이 정지된 경우, 우리 선급은 관련 상황에 따라 증서를 재발급하든지 필요한 수정을 한다.

905. 증서의 보관

1. 일반

904.의 요건에 따라 우리 선급이 발행한 증서 및 하역설비의 작동지침서는 본선에 보관되어야 한다. 다만, 선원이 승선하지 아니하고 예선되는 선박인 경우에는 선박소유자의 책임자가 보관하여야 한다.

2. 작동지침서

1항에 언급된 작동지침서에는 (가)부터 (아)에 주어진 항목 중에서 하역설비의 작동 및 보수유지에 필요한 필수항목이 기재되어야 한다.

(가) 하역장치 및 하역램프의 일반배치
(나) 하역장구의 배치도(리깅배치도 포함)
(다) 하역장구 목록
(라) 설계조건(안전사용하중, 풍속, 선체의 트림 및 횡경사 등을 포함)
(마) 재료의 목록
(바) 작동지침서(안전장치 및 보호장치의 기능을 포함)
(사) 하중시험절차
(아) 보수유지 및 제어절차

표 9.2.29 발행 시기

증서의 종류		발행 시기
A	904.의 1항 (가)	지정신청으로 최초 등록검사에 합격한 경우
B	904.의 1항 (나)	(1) 지정신청으로 최초 등록검사에 합격한 경우 (2) 추가로 설치된 하역설비가 등록검사에 합격한 경우 (3) 안전사용하중 등이 변경된 경우 (4) 205.에 규정된 하중시험에 합격한 경우
	904.의 1항 (다)	
C	904.의 1항 (라)	(1) 지정신청으로 최초 등록검사에 합격한 경우 (2) 추가로 설치된 하역설비가 등록검사에 합격한 경우 (3) 정기적 검사 시 및 임시검사 시 하역장구가 교체 또는 수리된 경우 및 자주검사의 내용이 적절하다고 우리 선급이 인정하는 경우
	904.의 1항 (마) 및 (바)	

제 3 장 자동화설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. **적용**

이 장은 1편 1장의 규정에 따라 선급등록을 받는 선박 또는 받은 선박에 시설하는 주추진기관 등의 집중감시제어설비, 기관구역을 정기적으로 무인화하기 위한 설비 및 제자동화설비(이하, **자동화설비**라 한다.)로서 **1편 1장 2절**에 따라 부기하여 등록하는 것에 적용한다.

2. **동등효력**

이 규칙에 적합하지 않은 자동화설비에 대하여도 우리 선급이 이 규칙에 적합하다고 동등의 효력이 있음을 인정하는 경우에는 이를 이 규칙에 적합한 것으로 간주한다.

3. **규정의 증감**

우리 선급은 선박의 국적, 용도, 항로에 따라서 이 규칙의 규정 일부를 증감할 수 있다.

4. **새로운 설계이론에 기초한 자동화설비**

새로운 설계이론에 기초하여 제조 또는 설치되는 자동화설비에 대하여 우리 선급은 적용가능한 한 이 장의 규정을 적용함과 함께 필요에 따라서 설계 및 시험방법 등에 관한 이 장의 규정 이외의 자료제출을 요구할 수 있다.

5. **정의**

이 규칙에 있어서, 용어의 정의 및 기호는 각 장에서 특히 정하는 것 이외에는 다음에 따른다.

(1) **제자동화설비**라 함은 제1종자동화설비, 제2종자동화설비 및 제3종자동화설비의 총칭으로 한다.

(가) **제1종자동화설비**

평형수 적재 및 배수의 원격제어장치, 자동조타장치, 액체화물의 원격제어 하역장치, 동력개폐장치, 주기관 운전상태의 자동기록장치, 원격제어계선장치, 제어실용 공기조화장치

(나) **제2종자동화설비**

제1종자동화설비에 추가하여, 원격제어연료유수급장치, 냉동컨테이너 운전상태 집중감시장치, 하역호스 연결용 크레인, 자동갑판세정장치, 계선장치의 현측 원격제어장치, 도선사용 사다리의 동력조작장치, 비상용예인삭의 동력조작장치

(다) **제3종자동화설비**

제2종자동화설비에 추가하여, 기관집중감시장치, 기관집중제어장치, 선박지휘실 현측에서 기관원격조정 및 원격조타장치, 화물창 빌지의 고액면 경보장치, 1개 드럼방식의 계류윈치, 예인삭의 계지 및 방출장치

(2) **CMA선**이라 함은 이 규칙의 **3절**에서 규정하는 주추진기관 등의 집중감시제어설비의 등록을 받은 선박을 말한다.

(3) **UMA선**이라 함은 이 규칙의 **4절**에서 규정하는 기관구역을 정기적으로 무인화하기 위한 설비의 등록을 받은 선박을 말한다.

(4) **UMA1선**이라 함은 UMA선에 있어서, **502.**에서 규정하는 제1종자동화설비의 등록을 받은 선박을 말한다.

(5) **UMA2선**이라 함은 UMA선에 있어서, **503.**에서 규정하는 제2종자동화설비의 등록을 받은 선박을 말한다.

(6) **UMA3선**이라 함은 UMA선에 있어서, **504.**에서 규정하는 제3종자동화설비의 등록을 받은 선박을 말한다.

6. **설비부호**

(1) CMA선의 설비를 **CMA**로 표시한다.

(2) UMA선의 설비를 **UMA**로 표시한다.

(3) UMA1선의 설비를 **UMA1**로 표시한다.

(4) UMA2선의 설비를 **UMA2**로 표시한다.

(5) UMA3선의 설비를 **UMA3**으로 표시한다.

7. **용어**

이 규칙에서 사용하는 용어의 의미는 다음과 같다.

(1) **감시장소**(제어장소를 제외한다.)라 함은 기기 및 장치의 계기 등을 1개소에 모아, 이들의 기기 및 장치의 운전상태를 파악하는 데 필요한 정보를 얻을 수 있는 장소를 말한다. 다만, 선박에 (2)호에서 정하는 제어장소에 추가하여 감시장소가 있는 경우에는 이 규칙의 감시장소에 관련한 규정은 해당 감시장소에 적용하지 않는다.

(2) **제어장소**라 함은 감시장소의 기능에 추가하여 해당 기기 및 장치의 제어를 할 수 있는 장소를 말한다.

(3) **주제어장소**라 함은 주추진기관의 제어를 행하기 위해 필요충분한 설비(이하, (3) 및 (4)에서는 **주제어설비**라 한다.)를 선교 이외에 갖춘 선박 중, 주제어설비를 갖춘 장소에 있어서 통상 주추진기관을 제어하는 장소를 말한다.

(4) **선교주제어장소**라 함은 주제어설비를 선교에 갖추고 통상 주추진기관을 선교에서 제어하는 선박의 선교를 말한다.

(5) **보조제어장소**라 함은 주제어설비를 선교에 갖춘 선박의 제어장소 중 기관실 내의 제어장소에 있어서 주추진기관을 제어할 수 있는 장소(주추진기관의 기계측제어장소를 제외한다.)를 말한다.

(6) **선교제어장치**라 함은 선교 또는 선교주제어장소에 설치된 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치를 말한다.

(7) **순차제어**라 함은 미리 정해진 순서에 따라서 제어의 각 단계를 순차 진행시키는 제어를 말한다.

(8) **프로그램제어**라 함은 목표치가 미리 정해진 계획에 따라 변화하는 제어유형을 말한다.

(9) **기계측제어**라 함은 기기 및 장치를 이들의 설치장소 또는 그 근방에서 필요한 감시계기에 따라 직접 제어하는 것을 말한다.

(10) **안전시스템**이라 함은 운전 중의 기기 및 장치에 중대한 기능장애가 발생한 때, 기기 및 장치의 손상을 방지하기 위하여 자동적으로 다음의 어느 동작을 행하는 시스템을 말한다.

(가) 예비장치의 시동

(나) 기기 및 장치의 출력저감

(다) 기기 및 장치의 정지 또는 연료공급의 차단

(11) **오버라이드장치**라 함은 안전시스템의 일부 또는 전부의 기능을 일시적으로 정지하기 위한 장치를 말한다.

(12) **집중제어실**이라 함은 주추진기관, 발전장치, 추진상 필요한 보기(이하 **추진보기**라 한다.) 및 우리 선급이 필요하다고 인정하는 보기의 제어를 행하기 위하여 필요충분한 설비(이하, (12) 및 (13)에서 **기관집중감시제어설비**라 한다.)를 선교 이외에 설치한 선박의 제어장소 중 기관집중감시제어설비를 갖춘 곳으로, 통상 주추진기관을 제어하는 곳을 말한다.

(13) **선교기관집중감시제어장소**라 함은 기관집중감시제어설비를 선교에 갖추고 통상 주추진기관을 선교에서 제어하는 선박의 선교를 말한다.

(14) **기관의 무인운전**이라 함은 운전 및 감시를 위한 기관당직자가 없는 상태로 계획된 시간 내에 다음의 기기 및 장치를 운전하는 것을 말한다.

(가) 주추진기관(전기추진선박에 있어서는 추진용 발전장치를 제외한다.)

(나) 가변피치프로펠러

(다) 증기발생장치

(라) 발전장치(electric generating set)(전기추진선박에 있어서는 추진용 발전장치를 포함한다.)

(마) (가)부터 (라)의 장치에 관련하는 보조기기

(바) 연료유장치

(사) 빌지장치

(15) **선교**라 함은 항해 및 조선을 위한 장소를 말하며 조타실과 선교윙을 포함한다.

(16) **선교윙**이라 함은 조타실의 양측에서 선측까지 확장시킨 선교의 부분을 말한다.

(17) **조타실**이라 함은 선교 내의 폐위된 장소를 말한다.

(18) **컴퓨터기반시스템**이라 함은 하나 또는 그 이상의 컴퓨터, 관련 소프트웨어, 주변장치 및 인터페이스와 컴퓨터네트워크 및 그 프로토콜을 말한다.

(19) **통합시스템**이라 함은 2개 이상의 서브시스템으로 구성된 것으로서, 데이터전송 네트워크로 연결되고 독립의 기능이 있으며 하나 이상의 워크스테이션에서 운전되는 시스템을 말한다.

(20) **전문가시스템**이라 함은 인간의 전문적 기술 또는 지식의 어떤 형태를 이용하여 수집된 정보를 통해 문제를 해결하도록 설계된 지능화한 지식기반시스템을 말한다.

(21) **소프트웨어**라 함은 컴퓨터시스템의 운전에 관한 프로그램, 절차 및 관련 문서를 말한다.

(22) **기본소프트웨어**라 함은 응용소프트웨어를 지원하는데 필요한 최소한의 소프트웨어로서 펌웨어 및 미들웨어를 포함한다.

(23) **응용소프트웨어**라 함은 컴퓨터기반시스템의 실제 구성에 대하여 특정의 임무를 수행하는 소프트웨어를 말하며 기본소프트웨어의 지원을 받는다.

(24) **중복성**이라 함은 필요한 기능을 수행하기 위해 하나 이상의 수단이 있는 것을 말한다.

(25) **인터페이스**라 함은 정보교환이 이루어지는 이송점을 말한다.(예:입출력인터페이스, 통신인터페이스)

(26) **주변장치**라 함은 컴퓨터기반시스템에서 보조기능을 수행하는 것을 말한다.(예:프린터, 데이터 저장장치)

(27) **고장모드 및 영향분석(FMEA)**이라 함은 설계에 있어서 모든 고장모드 및 이와 관련된 효과 또는 결과를 가정하는 데 사용하는 고장분석의 방법론을 말한다.

제 2 절 자동화설비의 검사

201. 일반사항

1. 검사의 종류

검사의 종류는 다음과 같다.

(1) 등록을 위한 검사(이하, **등록검사**라 한다.)

(2) 등록을 유지하기 위한 검사(이하, **유지검사**라 한다.) 유지검사의 종류는 다음과 같다.

(가) 연차검사

(나) 정기검사

(다) 임시검사

2. 검사의 시기

검사의 시행 시기는 다음의 규정에 따른다.

(1) 등록검사는 등록신청이 있을 때 시행한다.

(2) 유지검사는 다음의 시기에 시행한다.

(가) 연차검사는 **1편 2장 201.**에서 규정하는 시기에 시행한다.

(나) 정기검사는 **1편 2장 401.**에서 규정하는 시기에 시행한다.

(다) 임시검사에 있어서는 정기검사 및 연차검사의 시기 이외에 있어서 다음의 어느 것에 해당할 때

(a) 설비의 주요한 부분에 손상이 생긴 때, 또는 이를 수리하거나 새것으로 교체할 때

(b) 설비를 개조 또는 변경할 때

(c) 기타 검사할 필요가 있을 때

3. 검사의 준비 등

(1) 검사신청자는 수검하고자 하는 검사의 종류에 따라 이 장에서 정하는 검사항목과 필요에 따라 검사원이 요구하는 검사항목에 대하여 충분한 검사를 행할 수 있도록 필요한 준비를 하여야 한다. 이 준비에는 검사에 필요한 정도까지 용이하고 안전하게 접근이 가능한 설비, 검사에 필요한 장치, 증서, 검사기록부 및 점검기록 등의 준비 및 기기 등의 개방, 장애물의 제거 및 청소를 포함한다. 또한, 검사에 사용되는 검사기기, 계측기기 및 시험기기는 각각 식별이 가능하고, 우리 선급이 적당하다고 인정하는 기준에 따라 검교정된 것이어야 한다. 다만, 간단한 계측기기(자, 줄자, 마이크로게이지 등) 및 선박의 기기에 갖추어져 있는 계기(압력계, 온도계, 회전계 등)에 대하여는 다른 계측기기와의 비교 등 적당한 방법에 따라 그 정밀도가 확인가능한 경우, 검교정을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 검사신청자는 수검할 때 검사사항을 숙지하여 검사의 준비를 감독하는 자를 검사에 입회시켜 검사 중 검사원이 필요로 하는 것을 제공하여야 한다.

(3) 검사에 필요한 준비가 되어 있지 않거나, 입회인이 없을 경우 또는 위험성이 있는 경우에는 검사원이 판단하여 검사를 중지할 수 있다.

(4) 검사의 결과 수리를 할 필요가 있을 경우, 검사원은 이를 신청자에게 통보한다. 이 경우에는 수리를 한 후 검사원의 확인을 받아야 한다.

202. 등록검사

1. 제출도면 및 자료

(1) 등록검사를 받으려 하는 주추진기관 등의 집중감시제어설비 또는 기관구역의 무인화설비에 대하여는 다음의 도면 및 자료 각 3부를 제출하여야 한다.

(가) 자동화에 관한 도면 및 자료

(a) 측정점 일람표

(b) 경보점 일람표

(c) 제어장치 및 안전장치

(i) 제어대상 및 제어량의 일람표

(ii) 제어에너지원의 종류(자력식, 공기식, 전기식 등)

(iii) 비상정지, 감속(자동감속 또는 감속요구) 등의 조건일람표

(나) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 자동제어 및 원격제어장치에 관한 도면 및 자료

(a) 주추진기관의 시동 및 정지, 전후진 전환, 출력증감 등의 동작설명서

(b) 안전장치(기관부속의 것도 포함한다.) 및 표시등의 배치도

(c) 제어계통도

(다) 보일러의 자동제어 및 원격제어장치에 관한 다음의 도면 및 자료

(a) 순차제어, 급수제어, 압력제어 및 연소제어와 안전장치의 동작설명서

(b) 자동연소제어장치 및 자동급수제어장치의 계통도

(라) 발전장치의 자동제어장치(자동부하분담장치, 우선차단장치, 자동시동장치, 자동동기투입장치, 순차 시동장치 등)의 계통도 및 동작설명서

(마) 각 제어장소에 설치되는 감시반, 경보반 및 제어콘솔의 배치도

(바) 선내시험방안 및 해상시운전방안

(2) 컴퓨터기반시스템에 대하여는 **6편 2장 101.**의 3항 (7)호에 따른 도면 및 자료 각 3부를 제출하여야 한다.

(3) 등록검사를 받으려 하는 자동화설비에 대하여는 다음의 도면 및 자료 각 3부를 제출하여야 한다.

(가) 자동화설비의 구조 및 배치도

(나) 자동화설비의 자동제어 및 원격제어에 관한 도면 및 자료

(다) 자동화설비의 요목표

(라) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료 **【지침 참조】**

203. 공장시험

1. 형식승인 【지침 참조】

이 장에서 규정하는 기기 및 장치의 자동제어 및 원격제어용 설비 중 자동화기기(장치, 유니트 및 감지기 등) 및 기본소프트웨어는(해당되는 경우) 사용에 앞서 우리 선급이 별도로 정하는 규정에 따라 원칙적으로 형식승인을 받아야 한다.

2. 자동화시스템의 완성시험

1항에 따라 형식승인을 받은 자동화기기로 구성되는 자동화시스템은 조립완료 후 다음 시험을 하여야 한다.

(1) 하드웨어

(가) 외관시험

(나) 작동시험 및 성능시험

(다) 절연저항시험 및 내전압시험(전기기기, 전자기기 등에 적용)

(라) 내압력시험(유압기기, 공기압기기 등에 적용)

(마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험 **【지침 참조】**

(2) 소프트웨어

컴퓨터기반시스템의 소프트웨어 완성시험에서는 그 소프트웨어의 선상 사용에 대한 적합성을 검증하여야 하며, 주로 응용소프트웨어에 관련된다.

(가) 응용소프트웨어의 소프트웨어모듈은 개별적으로 시험한 다음 통합시험을 행하여야 한다. 시험의 결과는 문서화하여야 하며 최종파일의 한 부분이 되도록 하여야 한다. 다음과 같은 사항을 확인하여야 한다.

(a) 개발 작업은 계획에 따라 수행하여야 한다.

(b) 문서에는 제안된 시험, 시험기준 및 결과를 포함시켜야 한다.

시험결과와의 일치성을 검증하기 위하여 반복시험을 요구할 수 있다.

(나) 소프트웨어의 완성시험에는 다음과 같은 방법이 있다.

(a) 이용가능한 문서의 조사

(b) 전체 시스템의 기능시험

204. 선내시험 【지침 참조】

기기 및 장치를 자동제어 및 원격제어하기 위한 설비는 선내설치 후 가능한 한 실제에 가까운 상태로 유효하게 작동하는 것을 각각 확인하여야 한다. 또한, 제어장치 중 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것에 대하여는 제어장치가 고장 난 경우의 제어대상기기의 작동에 대하여도 함께 확인하여야 한다. 다만, 이러한 시험의 일부를 해상시운전에서 하여도 무방하다. 또한, 시험방법, 경보설정치 및 안전시스템의 작동설정점 등을 기재한 자료를 본선에 보관하여야 한다.

205. 집중감시제어설비의 해상시험

1. 주추진기관 및 가변피치프로펠러 【지침 참조】

주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 제어시스템에 대하여는 미리 제출된 시험방안에 따라 다음의 시험 및 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험을 하여야 한다. 또한, (3)호의 전환시험 종료 후, 각각의 제어장소에서 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원활한 운전이 가능하여야 한다.

(1) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러는 주제어장소 또는 선교주제어장소에서 원격제어장치로 시동시험, 전후진시험 및 모든 출력범위에 걸친 운전시험

(2) 출력증감 이외에 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따라 선교제어장치에 의한 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 운전시험

(3) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 제어장소가 2개소 이상 있는 경우에는 주추진기관 또는 가변피치프로펠러를 전진 및 후진운전 중에 제어장소의 전환시험. 또한, 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 305.의 2항 (2)호 (다)(b)에 해당하는 것인 경우에는 주추진기관의 정지 중에 행하는 것으로 한다.

2. 보일러

보일러의 제어시스템에 대하여는 다음에 따른 시험을 하여야 한다.

(1) 주보일러는 기계측에서 수동조작을 행함이 없이 급수제어장치, 연소제어장치 등이 주보일러의 부하변동에 따라 안정된 동작을 하며 주추진기관, 발전장치 및 추진보기 등에 안정된 증기를 공급할 수 있는지를 확인하는 시험

(2) 중요 보조보일러는 수동조작을 하지 않고 추진보기 등에 안정된 증기를 공급할 수 있는지를 확인하는 시험

(3) 이코노마이저가 발전원동기의 증기공급원으로써 사용되고 주추진기관의 출력저하의 경우에 보일러의 점화가 자동적으로 행하여지는 경우에는 이들 자동제어장치의 작동시험

3. 발전장치

선박의 추진에 필요한 부하에 전력을 공급하는 발전기로서 선박의 추진장치에 의하여 구동되는 발전기를 설치하는 경우에는 이와 관련한 발전장치의 자동제어 및 원격제어를 행하기 위한 설비의 작동시험을 하여야 한다.

206. 기관구역의 무인화설비의 해상시험 【지침 참조】

1. 해상시험에 있어서는 미리 제출된 시험방안에 따라 205. 및 206.의 시험과 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험을 하여야 한다.

2. 주추진기관 또는 가변피치프로펠러는 선교제어장치로 시동시험, 전후진시험 및 모든 출력범위에 걸쳐 안전하고 용이하게 운전할 수 있음을 확인하여야 한다.

3. 발전장치는 상용속력으로 항주 중에 다음의 시험을 하여야 한다.

(1) 1대를 사용하는 발전장치에 있어서는 차단기를 트립시키면 주전원이 정지되어 예비발전장치의 자동시동, ACB의 자동투입, 중요한 보기의 순차시동이 이루어지는지를 확인하는 시험

(2) 2대를 상용하는 발전장치에 있어서는 1대의 차단기를 트립시키면 비중요부하의 우선차단이 되고 선박의 추진과 조타가 유지되는 지를 확인하는 시험

4. 보기에 대하여는 주추진기관 또는 가변피치프로펠러를 선교에서 제어 중에 다음의 시험을 행하여야 한다.

(1) 표 9.3.1 내지 표 9.3.6 및 표 9.3.8 내지 표 9.3.9에 표시된 예비펌프의 자동시동시험

(2) 스쿠프방식을 채용한 선박에 있어서 순환펌프로의 자동전환시험

(3) 제어용 공기 전용탱크를 설치하는 경우에는 상용속력으로 항주 중에 제어용 공기압축기의 자동시동기능을 정지한 상태에서 제어용 공기압력 저하경보 작동 후 제어용 공기탱크에서 적어도 5분간 공기의 공급이 가능한지를 확인하는 시험

5. 터보발전기용 이코노마이저는 다음의 시험을 하여야 한다.

(1) 상용속력으로 운전 중에 주추진기관의 핸들을 신속히 정지 위치로 하여 보일러의 점화, 디젤발전기의 자동시동 등의 작동시험

(2) 주추진기관을 정지상태에서 급격히 운전하여도 기수분리드럼, 관계통, 증기터빈 등에 위험한 상태가 발생하지 않는지를 확인하는 시험

6. 각각의 자동화기기 및 자동화장치의 시험을 종료한 후, 통상의 항해상태와 가능한 한 동등한 항해상태로 기관의 무인운전을 행하여 안전하고 확실하게 감시 및 제어가 가능함을 확인하여야 한다. 이 경우, 운전모드를 바꿀 때를 제외하고 선교(선교기관집중감시제어장소를 포함한다.) 이외의 제어장소에서 수동조작으로 운전상태의 조정을 하여서는 아니된다.

207. 컴퓨터 기반 시스템의 시험 및 증거 자료

컴퓨터 기반 시스템의 시험 및 증거 자료는 **규칙 6편 2장 407.**에 따라야 한다.

208. 유지검사

1. 연차검사

(1) 주추진기관 등의 집중감시제어설비는 연차검사에 있어서 다음 장치의 효력시험을 하여야 한다. 다만, 적절한 점검, 정비기록이 유지되고 있어 검사원이 지장 없다고 인정하는 경우에는 이들 시험의 일부를 생략할 수 있다.

(가) 주추진기관의 안전장치 및 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장소에 설비되어 있는 비상정지장치

(나) 보일러의 안전장치

(다) 발전장치의 안전장치

(2) 기관구역의 무인설비는 연차검사에 있어서 다음 장치의 효력시험을 하여야 한다. 다만, 적절한 점검과 정비기록이 유지되고 있어 검사원이 지장 없다고 인정하는 경우에는 이들 시험의 일부를 생략할 수 있다.

(가) 주추진기관의 안전장치 및 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장소에 설비되어 있는 비상정지장치

(나) 보일러의 안전장치

(다) 발전장치의 안전장치

(라) 403.의 2항에서 규정하는 통화장치

(3) 제1종, 제2종 및 제3종의 자동화설비는 연차검사에 있어서 현상검사를 하여야 한다. 다만, 검사원이 필요하다고 인정하는 경우에는 해당 설비의 효력시험을 행하여야 한다. **【지침 참조】**

2. 정기검사

(1) 주추진기관 등의 집중감시제어설비는 정기검사에 있어서 다음 장치의 효력시험을 하여야 한다, 다만, 적절한 점검, 정비기록이 유지되고 있어 검사원이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 이들 시험의 일부를 생략할 수 있다.

(가) 주추진기관 및 가변피치프로펠러

(a) 선교와 기계측제어장소 혹은 집중감시제어실간, 또는 선교기관집중감시제어장소와 기계측제어장소 혹은 보조제어장소간의 제어권의 전환장치(선교제어장치가 있는 것에 적용한다.)와 이들 장소의 원격제어장치

(b) 안전장치

(나) 보일러

(a) 자동제어장치 및 원격제어장치

(b) 안전장치

(다) 발전장치

(a) 자동제어장치 및 원격제어장치

(b) 안전장치

(라) 중요한 펌프의 예비기로의 자동교대장치 및 공기압축기의 자동운전장치(또는 원격제어장치)

(마) 경보시스템

(a) 경보시스템의 기능 및 경보표시장치

(b) 경보설정치의 확인

(바) 원격감시장치

(2) 기관구역의 무인화설비는 정기검사에 있어서 다음 장치의 효력시험을 하여야 한다.

(가) 주추진기관 및 가변피치 프로펠러

(a) 선교와 기계측제어장소 혹은 집중제어실간 또는 선교기관집중감시제어장소와 기관제어장소 혹은 보조제어장소간의 제어권의 전환장치와 이들 장소의 원격제어장치

(b) 안전장치

(나) 보일러

(a) 자동제어장치 및 원격제어장치

(b) 안전장치

(다) 발전장치

(a) 자동제어장치 및 원격제어장치

(b) 안전장치

(c) 정전 후의 자동복귀기능

(d) 부하의 우선차단장치

(라) 중요한 펌프의 예비기로의 자동교대장치 및 공기압축기의 자동운전장치
(마) 403.의 2항에서 규정하는 통화장치
(바) 경보시스템
(3) 제1종, 제2종 및 제3종의 자동화설비는 정기검사에 있어서 현상검사 및 효력시험을 하여야 한다.
(4) 검사원이 필요하다고 인정하는 경우에는 (1), (2) 또는 (3)의 효력시험을 종료 후, 해상에서 시험을 요구할 수 있다.

제 3 절 주추진기관 등의 집중감시제어설비

301. 일반사항

1. 적용

(1) 이 절의 규정은 CMA선의 주추진기관 등의 집중감시제어설비에 적용한다.
(2) CMA선의 자동화설비에 있어서 **4절** 또는 **5절**에 규정하는 설비에 대하여는 해당 각 절의 규정에 따른다.

302. 시스템 설계

1. 시스템 설계의 요건

(1) 제어시스템, 경보시스템 및 안전시스템은 가능한 한 하나의 고장이 다른 고장으로 확대되지 않도록 하여야 하며, 그 기능을 저해하는 범위가 최소한으로 되도록 설계하여야 한다.
(2) 제어시스템, 경보시스템 및 안전시스템은 페일세이프의 원칙으로 설계하여야 한다. 또한, 페일세이프의 특성은 각각의 시스템 자체 및 이들에 관련된 기기 및 장치뿐만 아니라 선박의 종합적인 안전을 고려하여야 한다.
(3) 자동제어 및 원격제어를 행하기 위한 설비는 사용조건하에서 충분한 신뢰성이 있는 것이어야 한다.
(4) 신호전송용 케이블은 유해한 유도장해를 받을 위험이 없도록 포설하여야 한다.
(5) 시스템의 구성
시스템의 구성에 대하여는 다음에 따라야 한다.
(가) 제어시스템, 경보시스템 및 안전시스템은 가능한 범위에서 서로 독립한 것으로 하여야 한다.
(나) 안전시스템 중 101.의 7항 (10)호 (다)의 동작을 행하는 시스템에 대하여는 어떤 경우에 있어서도 다른 시스템으로부터 독립한 것이어야 한다.
(다) 안전시스템에는 안전시스템이 동작한 경우에 그 원인을 조사할 수 있는 수단을 강구하여야 한다.

2. 동력의 공급

(1) 전력의 공급
전력의 공급에 대하여는 다음에 따라야 한다.
(가) 제어시스템, 경보시스템 및 안전시스템으로의 급전회로는 동력회로 및 전등회로와 분리하여야 한다. 다만, 동력기기에 있어서 그 제어전원이 각각의 동력회로에서 급전되는 경우에는 이에 따르지 않는다.
(나) 발전장치의 경보시스템 및 안전시스템으로의 급전은 축전지전원에서도 가능하여야 한다.
(2) 유압의 공급
제어용 유압의 공급에 대하여는 다음에 따라야 한다.
(가) 유압원은 필요한 유압 및 유량의 청정한 기름을 안정하게 공급할 수 있어야 한다.
(나) 유압펌프의 토출 측에는 과압방지장치를 설치하여야 한다.
(다) 주추진기관 및 추진축계의 제어에 사용되는 유압펌프는 2대 이상 설치하여 어느 1대가 고장 난 경우에 예비펌프가 자동시동하거나 신속히 예비펌프를 원격시동할 수 있도록 하여야 한다. 이 경우, 유압펌프는 다른 기기 및 장치의 제어용으로 사용하여서는 아니 된다.
(3) 공기압의 공급
제어용공기의 공급에 관하여는 다음에 따라야 한다.
(가) 제어시스템에는 제어용공기압축기가 고장 난 경우에 적어도 5분간 제어장치에 공기를 공급할 수 있는 용량의 공기탱크를 설치하여야 한다.
(나) 추진용 디젤기관의 시동용 공기탱크가 제어용 공기탱크를 겸용하는 경우에는 감압장치를 2중으로 설치하여야 한다.
(다) 제어용 공기원으로 사용하는 압축기는 2대 이상 설치하여야 한다. 이들 압축기의 용량은 어느 1대의 압축기가 고장 난 경우에도 충분한 여유가 있는 것이어야 한다.

(라) 제어용 공기는 필터 및 필요한 경우 제습기를 통하여 고형분, 유분, 수분 등을 가능한 한 제거하여야 한다.
(마) 제어용 공기관은 잡용 공기관 및 시동용 공기관과는 별도로 배관하여야 한다.

3. 주위조건

자동제어 및 원격제어에 관련된 설비는 설치장소의 주위조건에 견디는 것이어야 한다.

4. 제어시스템

(1) 시스템의 독립성

주추진기관 또는 가변피치프로펠러, 보일러, 발전장치 및 추진보기의 제어시스템은 각각의 독립 시스템으로 하거나, 시스템이 고장 난 경우에도 다른 시스템의 성능을 저해하지 아니하는 것이어야 한다.

(2) 제어장치의 연계장치

복수의 주추진기관 또는 가변피치프로펠러, 발전장치 또는 중요보기가 동시에 동일조건하에서 복수로 운전하도록 설계되어 있는 경우에는 이들 설비의 제어장치 사이에 연계장치를 설치할 수 있다.

(3) 제어특성

원격제어장치 및 자동제어장치는 제어하고자 하는 장치의 동적특성에 적합한 제어특성을 가지는 것으로 하고, 외란에 의한 오동작이나 헌팅이 일어나지 않도록 고려한 것이어야 한다.

(4) 인터록

원격제어장치에는 예상되는 오동작 및 오조작에 의한 기기 또는 장치의 손상을 방지하기 위하여 적당한 인터록을 설치하여야 한다.

(5) 수동운전 전환

수동운전에의 전환에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러, 보일러, 발전장치 및 추진보기는 자동제어장치가 고장 난 경우에 있어서도 수동으로 시동, 운전 및 제어할 수 있도록 하여야 한다.
(나) 자동제어장치에는 일반적으로 수동으로 이들 장치의 자동기능을 정지시키기 위한 수단을 갖추어야 한다.
(다) (나)의 수단은 자동제어장치의 어느 부분이 고장 난 경우에도 이들 장치의 자동기능을 정지시킬 수 있는 것이어야 한다.

(6) 원격제어기능의 해제

원격제어장치는 원격제어기능을 수동으로 해제할 수 있는 것이어야 한다.

(7) 제어장소의 명시 등 **【지침 참조】**

두 곳 이상에서 기기 및 장치의 운전이 가능한 경우, 그 제어장치는 다음에 따라야 한다. 다만, 우리 선급이 적당하다고 인정하는 다른 방법으로 기기 및 장치의 안전과 보안상의 안전을 얻을 수 있는 경우에는 이에 따르지 아니한다.

(가) 각 제어장소에는 현재 어느 장소에서 운전을 행하고 있는지 식별할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.
(나) 동시에 두 곳 이상의 제어장소에서 운전할 수 없도록 하여야 한다.

5. 경보시스템

(1) 경보시스템은 다음의 기능을 갖추어야 한다.

(가) 이상상태를 검지한 경우에는 가시가청경보를 발하는 장치(이하, 이 규칙에 있어서 **경보장치**라 한다.)가 작동하여야 한다.
(나) 가청경보를 정지시키는 장치를 갖춘 경우에는 가청경보를 정지시켜도 가시경보는 동시에 소멸되지 않아야 한다.
(다) 2개 이상의 이상 상태를 동시에 경보할 수 있어야 한다.
(라) 기기 및 장치에 대한 가청경보는 일반경보, 화재경보, 탄산가스방출경보 등의 가청경보와는 용이하게 구별할 수 있어야 한다.
(마) 경보시스템은 자기감시기능을 갖추어 전원고장 및 감지기의 고장과 같은 경우에 이를 탐지하고 경보를 발하여야 한다,
(바) 경보시스템은 정상운전 중에 시험할 수 있는 것이어야 한다.
(사) 경보용 검출부의 감지기는 가능한 한 기관의 운전에 지장을 주지 않고 시험이 가능한 수단을 접근하기 쉬운 적절한 장소에 설치하여야 한다.
(아) 자연 복귀하는 과도적인 이상 상태를 검지하기 위해 가시가청경보는 당직자가 확인할 때까지 지속하는 것이어야 한다.

(2) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 감시장소에 설치되는 경보시스템은 전 호에서 정하는 기능에 추가하여 다음의 기능을 가진 것이어야 한다.

(가) 가시경보는 그 원인이 완전히 제거될 때까지 표시되어야 한다.
(나) 어떤 경보의 확인동작에 의해 다른 경보의 작동이 방해받지 않아야 한다.
(다) 최초의 경보가 확인되어 고장이 회복되기 이전에 제2의 고장이 발생한 경우, 경보장치는 다시 작동하여야 한다.
(라) 경보시스템의 일부를 수동으로 정지시키는 경우에는 정지의 내용을 명확하게 표시하여야 한다.

(3) 가시경보는 기기 및 장치의 이상상태의 종류를 용이하게 식별할 수 있도록 하여야 한다.

6. 안전시스템

(1) 안전시스템의 구성
안전시스템의 구성에 대하여는 다음에 따라야 한다.
(가) 안전시스템은 가능한 한 제어시스템 및 경보시스템에 독립하여 작동하도록 설치하여야 한다.
(나) 주추진기관, 보일러, 발전장치 및 추진보기의 안전시스템은 각각 독립된 시스템으로 하여야 한다.

(2) 안전시스템의 기능
안전시스템은 다음의 기능을 갖춘 것이어야 한다.
(가) 안전시스템이 동작한 때에는 302.의 5항에서 규정하는 기능을 가진 경보시스템이 작동하여야 한다.
(나) 안전시스템이 작동하여 기기 및 장치의 운전이 정지된 경우, 그 기기 및 장치는 수동으로 리세트 조작하기 전에 자동적으로 재시동하지 않아야 한다.

(3) 오버라이드 장치
오버라이드장치는 다음에 따라야 한다.
(가) 기기 및 장치의 제어장소에는 오버라이드 장치의 작동상태를 명확하게 표시하여야 한다.
(나) 오버라이드 장치는 부주의한 조작에 의해 작동상태로 되지 않도록 하여야 한다.

7. 컴퓨터기반시스템 【지침 참조】

내용은 **규칙 6편 2장 4절**에 따라야 한다.

303. 침수방지 및 화재안전대책

1. 침수방지

(1) 주추진기관, 추진축계, 보일러, 발전장치 및 추진보기를 설치하는 구역과 우리 선급이 필요하다고 인정하는 구역의 빌지웰은 기관의 운전 중에 축적되는 빌지량에 대해 충분한 용적의 것으로 하고, 증가한 빌지를 통상의 힐 및 트림의 상태로 검지할 수 있도록 적어도 2개소에 고액면경보용 검출기를 설치하여야 한다. 다만, 침수의 위험이 없다고 우리 선급이 인정하는 구역에 대하여는 이에 따르지 않는다.

(2) 자동시동/정지하는 빌지펌프를 설치하는 경우 빌지웰은 펌프의 시동/정지의 빈도를 감안하여 소용적의 것으로 하여도 무방하다.

(3) 자동시동/정지하는 빌지펌프를 설치하는 경우에는 다음의 어느 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.
(가) 빌지의 유입량이 펌프 토출량을 넘는 경우
(나) 펌프가 예상 이상의 빈도로 운전되는 경우

(4) 해수흡입밸브, 수선 하방에 있는 선외배출밸브 및 빌지배출장치에 사용되는 밸브의 조작장치는 선박의 만재상태에 있어서 밸브의 설치구역이 침수한 경우에 이들 밸브조작장치의 설치장소에 도달하여 조작하는데 필요로 하는 충분한 시간이 확보 가능한 위치에 설치되어야 한다. **【지침 참조】**

2. 화재안전대책 【지침 참조】

(1) 주기관, 보일러, 발전장치 및 추진보기를 설치하는 구역과 우리 선급이 필요하다고 인정하는 구역에 설치되는 연료유장치 및 윤활유장치는 **5편 6장 8절** 및 **9절**의 규정에 따르는 이외에 다음에 적합한 것이어야 한다.
(가) 연료유 및 윤활유장치는 필요한 경우, 비산 또는 누설한 기름이 고온의 기기 표면에 뿌려지거나 공기흡입구에 침입하는 것을 가능한 한 방지하기 위하여 차폐하거나 적당히 보호하여야 한다. 또한, 관장치의 이음의 수는 가능한 한 적게 하여야 한다.
(나) 자동제어 또는 원격제어에 의해 급유되는 연료유서비스탱크에는 넘침 방지조치를 강구하여야 한다.
(다) 연료유청정기 등의 가연성액체를 취급하는 장치(탱크는 제외한다.)는 가능한 한 청정기 및 그 가열기용의 특별한 장소에 설치하고 기름이 넘치는 것을 방지하는 설비를 갖추어야 한다.
(라) 연료유서비스탱크 또는 세틀링탱크에 가열장치를 설치하는 경우에는 고유온 경보장치를 갖추어야 한다. 다만, 연료유가 인화점 이상으로 가열될 위험이 없는 경우에는 이에 따르지 않는다.

304. 집중감시제어설비

1. 일반사항

출입항을 포함하는 모든 항해상태에 있어서, 주추진기관을 직접 감시하며 운전하는 경우와 동등한 안전성을 확보할 수 있도록 설비한 집중제어실 또는 선교기관집중감시제어장소를 설치하여야 한다.

2. 주추진기관 등의 집중감시제어설비

집중제어실 또는 선교기관집중제어장소에는 다음의 장치를 설치하여야 한다.

(1) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치 및 감시장치

(2) 보일러의 원격제어장치 및 감시장치

다만, 원격제어장치에 대하여는 다음에 따른다.

(가) 주보일러

주보일러의 점화를 제외한 버너갯수제어장치 및 연소제어장치. 다만, 이들 제어를 완전자동으로 행하는 경우, 원격제어장치를 생략할 수 있다.

(나) 보조보일러

주추진기관의 출력이 저하된 경우에 전력의 공급을 유지하기 위해 보일러의 운전에 필요한 배기터보발전장치에 증기를 공급하는 보일러의 원격제어장치. 다만, 이들 제어가 완전히 자동으로 이루어지는 경우에는 원격제어장치를 생략할 수 있다.

(3) 발전장치의 원격제어장치 및 감시장치

다만, **6편 1장 202.**의 1항 (3)호의 설비가 갖추어져 있는 경우에는 원격제어장치를 생략할 수 있다.

(4) 추진보기로 사용되는 펌프의 원격시동/정지장치 및 감시장치

다만, 이들 펌프의 예비기가 자동 시동하도록 설비되어 있는 경우에는 원격시동/정지장치를 생략할 수 있다.

(5) 주추진기관 시동용 및 제어용 공기압축기의 원격시동/정지장치 및 감시장치

다만, 이들 공기압축기가 자동 운전되도록 설비된 경우에는 원격시동/정지장치를 생략할 수 있다.

(6) **305.** 내지 **310.**에서 규정하는 기관의 안전시스템의 작동 및 이상상태의 발생을 알리는 경보장치

(7) **305.**의 2항 (3)호 (마)의 주추진기관 비상정지장치

(8) **5편 1장 106.**의 통신장치 및 **5편 1장 107.**의 기관사호출장치

(9) **303.**의 1항 (1)호 및 (3)호의 빌지경보장치

(10) 화재경보장치

(11) **표 9.3.1** 내지 **표 9.3.9**에서 정하는 원격표시장치

(12) 오버라이드장치

305. 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 자동제어 및 원격제어 【지침 참조】

1. 일반사항

주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 자동제어 및 원격제어를 하기 위한 설비는 **305.**의 규정에 따라야 한다.

2. 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치

(1) 일반

주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치는 단순한 조작으로 프로펠러회전 및 추력의 방향(가변피치프로펠러에 있어서는 프로펠러의 날개각)을 제어할 수 있어야 한다.

(나) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치는 프로펠러마다 설치하여야 한다. 또한, 복수의 프로펠러를 동시에 조작하도록 설계되어 있는 경우에는 해당 프로펠러는 하나의 제어핸들로 조작하여도 무방하다.

(다) 디젤주기관의 회전수가 조속기로 제어되는 경우, 조속기는 연속최대회전수의 103 %에 상당하는 회전수를 넘지 않도록 조정하여야 한다. 또한, 조속기는 원활한 최저회전수를 확보할 수 있어야 한다.

(라) 프로그램제어를 채용한 경우, 출력증감 프로그램은 기관 각부에 위험한 기계적응력 및 열응력이 생기지 않도록 조정하여야 한다.

(마) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 모든 제어장소 및 감시장소에는 다음의 계기를 갖추어야 한다.

(a) 고정피치프로펠러의 경우에는 프로펠러 회전수 및 회전방향의 지시기

(b) 가변피치프로펠러의 경우에는 프로펠러 회전수 및 프로펠러 날개각의 지시기

(바) 주추진기 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장소에는 주추진기의 제어에 필요한 경보장치를 갖추어야 한다.

(2) 제어장소의 전환

주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치는 제어장소의 전환에 대하여 다음의 요건에 적합한 것이어야 한다.

(가) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러 각각의 제어장소에는 현재 어느 장소에서 제어를 행하고 있는지를 명시할 수 있어야 한다.

(나) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러를 동시에 2개소 이상의 제어장소에서 제어할 수 없도록 하여야 한다.

(다) 제어계통은 제어권을 양보하는 쪽의 지령조작과 받는 쪽의 확보조작을 행하는 것으로 전환하는 것이어야 한다. 다만, 다음 어느 것에 해당하는 경우에 있어서는 이에 따르지 않는다.

(a) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 기계측제어장소와 주제어장소 또는 보조제어장소의 제어계통의 전환

(b) 주추진기관이 정지하고 있는 동안 제어계통의 전환

(라) 선교 또는 선교제어장소에서 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 제어를 행하는 경우, 선교 또는 선교주제어장소에서의 전환지령이 없어도 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 기계측제어장소, 주제어장소 또는 보조제어장소에서 제어계통의 전환을 할 수 있어야 한다.

(마) 제어장소의 전환으로 추력이 현저하게 변화하는 것을 방지하는 조치를 강구하여야 한다. 다만, (다)의 (a) 또는 (라)에 해당하는 경우에 있어서는 이에 따르지 않는다.

(3) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치의 고장

주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치는 고장 난 경우에 대비하여 다음에 따라야 한다.

(가) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장소에는 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.

(나) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에도 주추진기관 또는 가변피치프로펠러는 기계측제어장치로 원활한 운전이 가능하여야 한다.

(다) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에 있어서, 주제어장소, 보조제어장소 또는 주기관제어장소에서 제어가 이루어지기까지 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 회전수 및 추력의 방향은 고장 전과 같은 상태로 유지되어야 한다. 다만, 우리 선급이 시행하기 어렵다고 인정하는 경우에는 이에 따르지 않는다.

(라) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에도 주제어장소, 보조제어장소 또는 기계측제어장소로의 전환이 간단한 조작으로 가능하도록 설비하여야 한다.

(마) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장소에는 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우에도 사용할 수 있는 독립의 주추진기관 비상정지장치를 설치하여야 한다.

(4) 디젤 주추진기관의 원격시동

주추진기관의 원격제어장치에 의한 시동에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주추진기관의 시동회수는 **5편 6장** 1101.의 회수를 만족하는 것이어야 한다.

(나) 자동 시동방식을 채용한 주추진기관의 원격제어장치는 자동시동 연속 시도 횟수가 3회로 제한되도록 하여야 한다. 또한, 시동에 실패한 경우에는 해당 제어장소 및 선교주제어장소 또는 주제어장소 또는 주추진기관의 감시장소(선교주제어장소 및 주제어장소가 설치되어 있지 않은 경우에 한한다.)에 가시가청경보를 발하여야 한다.

(다) 주추진기관의 시동에 압축공기를 사용하는 선박에서는 시동공기압의 저하를 알리는 경보장치를 주기관의 원격제어장소 및 주추진기관의 감시장소에 설치하여야 한다.

(라) (다)에서 정하는 경보의 설정압력은 주추진기관의 시동이 가능한 압력이어야 한다.

3. 선교제어장치

선교제어장치는 305.의 2항에 따르는 이외에 다음에 따라야 한다.

(1) 선교 또는 선교주제어장소에 있어서 주추진기관 또는 가변피치프로펠러를 제어하는 경우에도 선교 또는 선교주제어장소에서의 텔레그라프 명령은 주추진기관 또는 가변피치프로펠러를 제어하는 장소에 표시되어야 한다.

(가) 선교주제어장소가 있는 선박에 있어서는 보조제어장소 또는 기계측제어장소

(나) (가) 이외의 선박에 있어서는 주제어장소

(2) 선교제어장치에는 주추진기관이 연속사용금지회전수범위 내에서 장시간 운전되는 것을 피하기 위해 다음 중 어느 하나의 장치를 설치하여야 한다.

(가) 연속사용금지회전수 범위를 자동적으로 신속하게 통과시키기 위한 장치

(나) 연속사용금지회전수범위 내에서 미리 정해진 시간을 넘어서 주추진기관의 운전이 행하여진 경우에 동작하는 경보장치

4. 안전조치

(1) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 안전조치

주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 안전조치에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치에는 다음의 안전조치를 강구하여야 한다.

(a) 오조작으로 인해 중대한 사고가 발생하는 것을 방지하기 위하여 필요한 인터록을 갖추어야 한다.

(b) 추진보기가 전동기로 구동되는 경우, 주전원이 정지하면 주추진기관이 자동적으로 정지하거나 주추진기관을 정지할 수 있어야 한다.

(c) 주전원의 상실로 인하여 주추진기관이 정지한 경우, 주전원이 복귀할 때 주추진기관이 자동적으로 재시동하지 않도록 하여야 한다.

(d) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치에 고장이 발생하여도 주기관이 이상 과부하로 되지 않도록 하여야 한다.

(나) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 감시장소에는 주추진기관의 정지장치를 갖추어야 한다.

(2) 주추진기관의 안전시스템

주추진기관의 안전시스템은 다음에 따라야 한다.

(가) 안전시스템 중 연료 또는 증기의 공급을 자동적으로 차단하는 장치에 있어서, 주추진기관에 사용되는 것은 완전한 파괴, 중대한 손상 또는 폭발에 이르는 경우를 제외하고 자동적으로 동작하지 않아야 한다.

(나) 주전원 및 공기원의 상실 등이 발생한 경우에 있어서도 그 기능이 상실되지 않도록 하거나 안전한 방향으로 작동되도록 하여야 한다.

(3) 자기역전식 디젤기관

자기역전식 디젤기관의 원격제어장치에는 적어도 다음과 같은 안전조치를 강구하여야 한다.

(가) 캠축이 전진 또는 후진의 위치에 확실히 있는 경우에만 시동조작이 이루어져야 한다.

(나) 역전조작을 할 때는 연료 분사가 이루어지지 않아야 한다.

(다) 전진회전수가 미리 정해진 값 이하로 저하한 다음에만 후진운전으로 이행하여야 한다.

(4) 다기1축선의 주추진기관

다기1축선의 주기관의 원격제어장치에는 적어도 다음의 안전조치를 강구하여야 한다.

(가) 각 주추진기관에는 과부하방지장치를 설치하여야 한다.

(나) 각 주추진기관에 비정상적인 불평형부하가 생기지 않도록 하여야 한다.

(5) 클러치붙이의 주추진기관

클러치붙이 주기관의 원격제어장치에는 적어도 다음의 안전조치를 강구하여야 한다.

(가) 다기1축선의 주추진기관에 있어서 비상정지된 주추진기관은 클러치가 떨어지도록 하여야 한다. 또한, 회전방향이 다른 여러 개의 주추진기관을 운전하는 경우, 이들 클러치가 동시에 붙지 않도록 하여야 한다.

(나) 주추진기관의 회전수가 미리 정해진 값 이하에서 클러치의 탈착이 이루어져야 한다.

(다) **5편 2장 203.**의 1항 및 2항 또는 **5편 2장 304.**의 1항에서 규정하는 과속도방지장치를 갖추어야 한다.

(라) 클러치를 뗄 때 추진용전동기가 정격회전수의 125 %를 넘지 않도록 우리 선급이 적당하다고 인정하는 과속도방지장치를 갖추어야 한다.

(6) 가변피치프로펠러를 구동하는 주추진기관

가변피치프로펠러를 구동하는 주기의 원격제어장치에는 적어도 다음과 같은 안전조치를 강구하여야 한다.

(가) 과부하방지장치를 갖추어야 한다.

(나) 기관의 시동 또는 클러치의 물림은 프로펠러 블레이드가 중립위치에 있을 때만 이루어져야 한다.

(다) **5편 2장 203.**의 1항 또는 **5편 2장 304.**의 1항의 과속도방지장치를 갖추어야 한다.

(라) 프로펠러피치를 변화시킬 때 추진용전동기가 정격회전수의 125 %를 넘지 않도록 우리 선급이 적당하다고 인정하는 과속도방지장치를 갖추어야 한다.

(7) 크로스헤드형 디젤 주기관

크로스헤드형 디젤 주기관에는 **표 9.3.1**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다.

(8) 트렁크 피스톤형 디젤 주기관

트렁크 피스톤형 디젤 주기관에는 **표 9.3.2**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다.

(9) 증기터빈 주기관

증기터빈 주기관에는 **표 9.3.3**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다.

(10) 추진용 전기설비
추진용 전기설비에는 **표 9.3.4**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다.
(11) 가변피치 프로펠러
가변피치프로펠러에는 **표 9.3.5**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다.

306. 보일러의 자동제어 및 원격제어

1. 일반사항

(1) 기름보일러의 연소 및 급수에 대하여 자동제어를 행하는 경우, 사용되는 장치는 각각 2항부터 4항의 규정에 적합한 것이어야 한다.
(2) 기름보일러의 연소 또는 급수의 어느 것에 대하여 자동제어를 행하는 경우, 사용되는 장치는 2항 또는 3항의 해당 규정과 4항의 규정에 적합한 것이어야 한다.
(3) 기름보일러 이외의 보일러 또는 특수한 구조의 보일러제어를 자동으로 행하는 경우에는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
(4) 원격수면계에 대하여는 **5편 5장** 129.의 규정에 따른다.

2. 자동연소제어장치

(1) 일반사항
자동연소제어장치에 대하여는 다음에 따라야 한다.
(가) 자동연소제어장치는 보일러의 계획된 증기량, 압력 및 온도를 얻을 수 있도록 제어하고 안정한 연소를 확보할 수 있는 것이어야 한다.
(나) 부하에 따라 연료공급량을 가감하는 장치는 연료공급량을 조정 가능한 범위에 있어서, 안정한 화염을 유지할 수 있는 것이어야 한다.
(다) 압력을 검출하여 연소제어를 행하는 보일러에 있어서, 조정압력의 상한은 안전밸브의 조정압력보다 낮은 압력으로 행하여야 한다.
(2) 단속 운전용 연소제어장치
단속 운전용 연소제어장치는 다음의 규정에 적합하여야 하며, 계획된 순서에 따라 작동하는 것이어야 한다.
(가) 점화용 버너에 착화전 또는 점화용 버너가 없는 것에 있어서는 주버너 점화전에, 연소실 및 보일러출구까지의 연로용적의 4배 이상의 공기로 연소실 및 연로를 환기하여야 한다. 다만, 버너가 1개인 소형보일러에 있어서는 30초 이상의 환기로 그쳐도 무방하다.
(나) 직접점화(점화용 불꽃을 사용하여 주버너에 점화하는 방식)의 경우, 연료밸브의 '개방'은 점화용 불꽃에 선행되지 않아야 한다.
(다) 간접점화(점화용 버너를 사용하여 주버너에 점화하는 방식)의 경우에는 점화용 버너의 연료밸브(이하, **점화용밸브**라 한다.)의 '개방'은 착화용 불꽃에, 또한 주버너의 연료밸브(이하, **주연료밸브**라 한다.)의 '개방'은 점화용 연료밸브의 '개방'에 각각 선행하지 않아야 한다.
(라) 점화동작은 계획된 시간 내에 확실하게 행하여지는 것으로 하고, 점화시간(주연료밸브가 열리고부터 점화에 실패하여 닫히기까지의 시간)은 직접점화의 경우에는 10초, 간접점화의 경우에는 15초를 넘지 않아야 한다.
(마) 주버너의 점화는 저연소상태에서 행하여야 한다.
(바) 주연료밸브가 닫힌 후, 연료밸브와 버너노즐과의 사이에 있는 연료를 연소시키기 위해 20초 이상 환기하여야 한다. 다만, 보조보일러에 있어서 우리 선급이 적당하다고 인정한 것에 대하여는 이 환기를 생략하여도 무방하다. **【지침 참조】**
(3) 버너의 갯수제어에 의한 연소제어장치
버너의 갯수제어에 의한 연소제어장치는 다음의 규정에 적합한 것이어야 한다.
(가) 각 버너는 계획된 순서에 따라 점화 및 소화되는 것이어야 한다. 또한, 기본버너의 점화는 수동조작에 의하고 기본버너 이외의 버너의 점화는 이미 점화된 버너의 불꽃으로 하여도 무방하다.
(나) 소화된 버너의 잔유는 재점화에 지장이 없도록 자동적으로 연소되게 하여야 한다. 다만, 기본버너에 대하여는 점화용버너가 착화하여 있지 않는 경우, 보일러에 장비된 채로 증기 또는 공기로 잔유의 제거를 행하지 않아야 한다.
(다) 주보일러의 버너는 주제어장소 또는 선교제어장소에서 점화 및 소화가 가능한 것으로 하여야 한다. 다만, 기본버너의 점화에 대하여는 이에 따르지 아니 한다.
(4) 기타 연소제어장치 **【지침 참조】**

기타의 연소제어장치는 (2)호 및 (3)호의 해당 규정 외에 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

3. **자동급수제어장치**

(1) 자동급수제어장치는 보일러의 수면을 미리 정해진 범위 내로 유지하기 위하여 자동적으로 급수량을 조절할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 주보일러에는 급수제어장치, 원격수면계, 저수면안전장치 및 저수면경보장치로 사용되는 수면검출기를 3개 이상 갖추어야 한다.

4. **안전조치**

(1) 안전조치에 대하여는 다음에 따라야 한다.

(가) 주보일러의 급수관계통 중에는 자동폐쇄밸브를 설치하고, 이 밸브는 주보일러의 수면이 비정상으로 상승한 경우에 자동적으로 작동하는 것이어야 한다.

(나) 주보일러의 저수면에 대한 안전장치는 상호 독립한 2개의 저수면검지기의 어느 1개의 검출기의 신호에 의해 작동하는 것이어야 한다. 다만, 이들 중 1개의 검출기는 다른 용도에 사용하여도 무방하다.

(2) 주보일러에는 **표 9.3.6**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다.

(3) 중요보조보일러에는 **표 9.3.7**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다.

307. 발전장치의 자동제어 및 원격제어

1. **일반사항**

(1) 자동시동 또는 원격시동되는 발전장치에는 안전운전에 필요한 인터록을 설치하여야 한다.

(2) 자동 시동방식을 채용한 발전장치에 있어서는 자동시동 연속 시도 횟수가 2회로 제한되도록 하여야 하고 시동실패의 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.

(3) 추진용 발전기를 구동하는 디젤기관을 원격시동하는 경우의 시동회수는 **5편 2장 202.**의 5항에 따른 회수를 만족하여야 한다.

(4) 예비 발전장치가 자동시동한 후 자동적으로 배전반 모선에 접속되는 것에 있어서는 선행 발전장치의 전력상실의 원인이 단락사고에 기인하는 경우, 발전기용차단기의 투입동작이 2회 이상 행하여지지 않도록 하여야 한다.

(5) **6편 1장 201.**의 1항 (1)호에 관련한 전기설비에 전력을 공급하는 발전기에 있어서, 주추진기관에 의하여 구동되는 발전기를 장비하고 이것을 사용하는 중에 주추진기관을 선교제어하는 경우의 자동제어 및 원격제어에 대하여는 307.의 규정에 따르는 이외에 **6편 1장 202.**에 따라야 한다.

2. **안전조치**

디젤 보조기관 및 보조터빈에는 **표 9.3.8**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다. 또한, 주발전기에는 **표 9.3.9**의 안전시스템을 갖추어야 한다.

308. 열매체유설비의 자동제어 및 원격제어

1. **제어장치**

제어장치에 대하여는 306.의 2항 (1)호 및 (2)호의 규정에 따르는 이외에 **5편 5장 202.**의 1항 및 2항의 규정에도 적합한 것이어야 한다.

2. **안전조치**

안전장치에 대하여는 **5편 5장 201.** 및 **5편 5장 202.**의 5항의 규정에 적합한 것이어야 하며, **표 9.3.10**에 표시된 안전시스템을 갖추어야 한다.

309. 기타 기관장치의 자동제어 및 원격제어

1. **공기압축기**

(1) 자동시동정지

시동용공기압축기 및 제어용공기 압축기가 자동운전되는 경우에는 공기탱크 내에 압력저하경보장치를 갖추어야 한다.

(2) 안전조치

공기압축기는 윤활유압력이 저하한 경우, 자동적으로 정지하도록 설비하여야 한다.

2. **열교환기**

주추진기관, 주보일러, 중요 보조보일러와 발전장치 및 추진보기를 구동하는 원동기에 사용되는 다음의 열교환기에는 미리 정해진 온도범위로 윤활유, 냉각매체 및 연료유의 온도가 설정되도록 온도제어장치를 설치하여야 한다.

(1) 윤활유냉각기
(2) 실린더냉각수용냉각기
(3) 피스톤냉각매체용냉각기
(4) 연료밸브냉각매체용 냉각기
(5) 연료유가열기
(6) 연료유청정기용 가열기
(7) 윤활유청정기용 가열기

3. **기름가열기의 고온경보장치**

연료유 및 윤활유의 가열온도가 자동제어되는 경우에는 고온유에 의해 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 인화점 이상으로 가열될 위험이 없는 경우에는 이에 따르지 않는다.

4. **선저밸브 등의 개폐장치**

만재흘수선 하방의 외판에 설치되는 선저밸브 및 선외밸브가 원격제어 또는 자동제어되는 경우에도 용이하게 조작할 수 있는 별도의 개폐장치를 갖추어야 한다.

5. **연료유탱크의 고저액면 경보장치**

연료유탱크로의 연료이송이 자동제어되는 경우, 연료유를 공급받는 쪽 탱크의 고저유면에 의해 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.

6. **계선장치**

계선장치에 원격제어장치를 갖추는 경우에는 그 계선장치는 기계측에서도 조작할 수 있는 것이어야 한다.

7. **연료유수급장치**

연료유수급장치에 원격제어장치를 갖춘 경우, 연료유수급장치는 원격제어장치가 고장 난 경우에도 연료의 수급에 지장이 없는 것이어야 한다.

8. **경보**

기타의 기관장치에는 **표 9.3.11** 표시된 경보장치를 설치하여야 한다.

310. 오버라이드장치

1. **적용**

(1) **표 9.3.1** 내지 **표 9.3.8**에 표시된 자동감속 및 자동긴급정지에는 제어모드(수동, 원격 또는 자동)에 관계없이 오버라이드장치를 설치하여야 한다. 다만, 단시간에 기관 및/또는 추진장치 전체의 고장을 초래할 수 있는 경우에는 오버라이드장치를 설치할 필요가 없다. **표 9.3.1** 내지 **표 9.3.8**에 표시된 것을 초과하여 설치한 자동감속 및 자동긴급정지에는 오버라이드장치를 갖추어야 한다.

표 9.3.1 크로스헤드형 디젤 주기관 *(2021)*

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보작동	원격표시 *	경보, 자동감속	경보, 예비펌프의 자동시동	경보, 자동긴급정지	비고 [●=적용]
감지기	공통 또는 분리		Gr 1			Gr 2	Gr 3	
연료유	필터 출구 연료 압력(기관 입구)	L	●	●		●		
	분사펌프 입구 연료유 온도 (또는 점도-L)	H	●					
	분사펌프 입구 연료유 온도 (또는 점도-H)	L	●					
	고압관 누유	O	●					
	연료유 서비스탱크 액면	L	●					
	커먼레일(common rail) 연료유 압력	L	●					
윤활유	주베어링 및 추력베어링으로의 윤활유 압력	L	●	●	●	●	●	
	크로스헤드베어링으로의 윤활유 압력	L	●	●	●	●	●	독립계통인 경우
	캠축으로의 윤활유 압력	L	●			●	●	독립계통인 경우
	캠축으로의 윤활유 온도	H	●					독립계통인 경우
	윤활유 입구 온도	H	●					
	추력베어링패드 온도 또는 동 베어링 출구 온도	H	●		●		●	
	오일미스트 감지장치 작동 (또는 다음 사항에 대한 온도 감시시스템 또는 동등한 장치 작동 - 해당 기관의 주베어링, 크랭크베어링 및 크로스헤드베어링 윤활유 출구 온도, 또는 - 해당 기관의 주베어링, 크랭크베어링 및 크로스헤드베어링)	O	●		●			연속최대출력이 2,250 kW 이상 또는 실린더안지름이 300 mm를 초과하는 기관에 적용함.(1)
	각 실린더 주유기 유량	L	●		●			
	윤활유탱크 액면	L	●					별도의 윤활유계통(캠축, 로커암 등)을 설치하는 경우, 모든 탱크에 개별의 액면경보장치를 설치하여야 함.
	커먼레일(common rail) 서보(servo)오일 압력	L	●					
과급기	윤활유 입구 압력	L	●					과급기와 통합된 자급형 윤활계통이 제공되지 않은 경우
	윤활유 출구(각 베어링) 온도	H	●					(2)
	속도	H	●	●				연속최대출력이 1000 kW를 초과하는 기관에 적용함.
피스톤 냉각	냉각매체 압력	L	●		●	●		냉각매체가 기관의 주냉각계통의 윤활유인 경우, 자동감속은 불필요함.
	냉각매체 출구(각 실린더) 온도	H	●		●			
	냉각매체(각 실린더) 유량	L	●		●			기관의 설계가 피스톤 냉각매체의 유량을 감시할 수 없는 것일 경우, 대체의 수단으로 가능함.
	냉각매체 팽창탱크 액면	L	●					

표 9.3.1 크로스헤드형 디젤 주기관(계속)

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 자동 감속	경보, 예비 펌프의 자동 시동	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
감지기	공통 또는 분리		Gr 1			Gr 2	Gr 3	
해수 냉각	냉각해수 압력	L	●			●		
실린더 냉각 청수	냉각수 입구 압력	L	●		●	●		
	각 실린더의 냉각수 출구 온도 (또는 *냉각수 공통 출구 온도-H)	H	●		●			* 개별 스톱밸브 없이 하나의 공통냉각공간을 모든 실린더 자켓에 적용한 경우에 공통감지방식을 허용함.
	기관 냉각수 계통의 유분 함량	O	●					기관 냉각수가 연료유 및 윤활유 열교환기를 사용하는 경우
	냉각수 팽창탱크 액면	L	●					
압축 공기	주차단밸브 입구의 시동공기 압력	L	●	●				
	제어공기 압력	L	●					
	안전공기 압력	L	●					
소기	소기리시버 압력			●				
	소기박스 온도 (화재)	H	●		●			
	소기리시버 액면(물)	H	●					
배기 가스	각 실린더 출구 배기가스 온도	H	●	●	●			
	각 실린더 출구 배기가스 온도 평균과의 차이	H	●					
	각 과급기 입구 배기가스 온도	H	●	●				
	각 과급기 출구 배기가스온도	H	●	●				
연료 밸브 냉각 매체	냉각매체 압력	L	●			●		
	냉각매체 온도	H	●					
	냉각매체 팽창탱크 액면	L	●					
기관	속도/회전방향			●				
	회전 - 롱웨이	O	●					
	과속도	O	●				●	
	원격시동실패	O	●					
전원	제어, 경보 또는 안전시스템의 전원고장	O	●					

(비고)
* 원격표시라 함은 기관제어실 또는 다른 집중제어실 내에 값을 표시함을 말한다.
* Gr 1 : 표시, 경보, 감속용 공통 감지기
Gr 2 : 경보 및 예비 펌프의 자동 시동용 감지기
Gr 3 : 긴급정지용 감지기
(1) 오일미스트 감지장치는 우리 선급에 의해 승인된 형식이어야 하며, **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 10절**에 의해 시험되고, **5편 2장 203.**에 따라야 한다.
(2) 각 베어링 출구온도가 기관/과급기 설계 때문에 감시될 수 없는 경우는 인정한다.
과급기 제조자 지침서에 따라서 베어링 검사를 위해 일정한 간격으로 입구압력과 입구온도를 계속 감시하는 경우에도 대신하여 인정한다.

표 9.3.2 트렁크 피스톤형 디젤 주기관 *(2021)*

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 자동 감속	경보, 예비 펌프의 자동 시동	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
감지기	공통 또는 분리		Gr 1			Gr 2	Gr 3	
연료유	필터 출구 연료 압력(기관 입구)	L	●	●		●		
	분사펌프 입구 연료유 온도 (또는 점도-L)	H	●					중유연소기관에만 적용함.
	분사펌프 입구 연료유 온도 (또는 점도-H)	L	●					중유연소기관에만 적용함.
	고압관으로부터의 누유	O	●					
	연료유 서비스탱크 액면	L	●					
	커먼레일(common rail) 연료유 압력	L	●					
윤활유	주베어링 및 추력베어링으로의 윤활유 압력	L	●	●		●	●	
	윤활유 필터 차압	H	●	●				
	윤활유 입구 온도	H	●	●				
	오일미스트 감지장치 작동 (또는 다음 사항에 대한 온도 감시시스템 또는 동등한 장치 작동 - 해당 기관의 주베어링 및 크랭크베어링 윤활유 출구 온도, 또는 - 해당 기관의 주베어링 및 크랭크베어링)	O	●				●	연속최대출력이 2,250 kW 이상 또는 실린더안지름이 300 mm를 초과하는 기관에 적용함. 각 기관에 대해서, 경보 및 긴급정지용으로 2개의 독립출력을 갖는 오일미스트 감지기(혹은 기관 베어링 온도 감시시스템 또는 동등한 장치) 하나로 가능하다. (1) 동등한 장치란 크랭크케이스 내의 폭발 위험 발생을 막기 위해서 특수한 설계 특성을 가지는 고속기관에 적용되는 조치로 해석될 수 있다.
	각 실린더 주유기 유량	L	●		●			기관의 안전운전을 위해 필요한 경우에 적용함.
	커먼레일(common rail) 서보(servo)오일 압력	L	●					
감속기	감속기 윤활유 입구 압력	L	●	●	●	●	●	긴급정지는 감속기에 입력되는 모든 동력에 영향을 미칠 것.
과급기	과급기 윤활유 입구 압력	L	●	●				과급기와 통합된 자급형 윤활계통이 제공되지 않은 경우
	각 베어링 과급기 윤활유 온도	H	●					(2)
	속도	H	●	●				연속최대출력이 1000 kW를 초과하는 기관에 적용함.
냉각 해수	냉각해수냉각계통 압력	L	●	●		●		
실린더 냉각 청수	냉각수 입구압력 (또는 유량-L)	L	●	●	●	●		
	냉각수 출구온도	H	●	●	●			경보 및 감속의 용도로 분리된 2개의 감지기가 필요함.
	냉각수팽창탱크 액면	L	●					

표 9.3.2 트렁크 피스톤형 디젤 주기관(계속)

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 자동 감속	경보, 예비 펌프의 자동 시동	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
감지기	공통 또는 분리		Gr 1			Gr 2	Gr 3	
압축 공기	차단밸브 입구 시동공기 압력	L	●	●				
	제어공기 압력	L	●	●				
소기	소기리시버 온도	H	●					
배기 가스	각 실린더 출구 배기가스 온도	H	●	●	●			연속최대출력이 실린더당 500 kW를 초과하는 기관에 적용함.
	각 실린더 출구배기가스 온도 평균과의 차이	H	●					
기관	속도			●				
	과속도	O	●				●	
	원격시동실패	O	●					
전원	제어, 경보 또는 안전시스템의 전원고장	O	●					

(비고)
* 원격표시라 함은 기관제어실 또는 다른 집중제어실 내에 값을 표시함을 말한다.
* Gr 1 : 표시, 경보, 감속용 공통 감지기
Gr 2 : 경보 및 예비 펌프의 자동 시동용 감지기
Gr 3 : 긴급정지용 감지기
(1) 오일미스트 감지장치는 우리 선급에 의해 승인된 형식이어야 하며, **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 10절**에 의해 시험되고, **5편 2장 203.**에 따라야 한다.
(2) 각 베어링 출구온도가 기관/과급기 설계 때문에 감시될 수 없는 경우는 인정한다.
과급기 제조자 지침서에 따라서 베어링 검사를 위해 일정한 간격으로 입구압력과 입구온도를 계속 감시하는 경우에도 대신하여 인정한다.

표 9.3.3 증기터빈 주기관 *(2021)*

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 자동 감속	경보, 예비 펌프의 자동 시동	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
감지기	공통 또는 분리	O	Gr 1			Gr 2	Gr 3	
윤활유	베어링 입구 압력	L	●	●		●	●	터빈, 기어 및 추력베어링용
	베어링 입구 온도	H	●	●				터빈, 기어 및 추력베어링용
	베어링 온도 (또는 베어링 윤활 유출구 온도-H)	H	●	●				터빈, 기어 및 추력베어링용
	필터 차압	H	●					
	중력탱크 및 섬프 액면	L	●	●				
윤활유 냉각 매체	압력 또는 유량	L	●	●		●		
	출구 온도	H	●					
	팽창탱크 액면	L	●	●				
해수	압력 또는 유량	L	●	●		●		
	펌프 - 자동시동 및 운전			●				스쿠프를 설치하는 선박의 경우
	스쿠프 밸브 - 개방/폐쇄			●				스쿠프를 설치하는 선박의 경우
증기	드로틀에서의 압력	L	●				●	
	전진체스트의 압력			●				
	후진체스트의 압력			●				
	글랜드실 압력			●				
	글랜드실 배기팬 - 고장	O	●					
	후진가드밸브 - 위치			●				
	후진가드밸브 - 개방 실패	O	●					
복수	복수기 액면	H	●	●			●	
	복수기 액면	L	●	●				
	복수펌프 압력	L	●			●		
	복수기 진공	L	●	●			●	
	염도	H	●	●				
터빈	진동 레벨	H	●		●			
	축방향 변위 - 과대	O	●				●	
	속도			●				
	과속도	O	●				●	
	자동스피닝 - 작동			●				
	축 정지 - 설정 시간 초과	O	●					자동스피닝은 수동 또는 자동으로 작동하여야 함.
전원	스로틀제어시스템 전원 고장	O	●					

(비고)

* 원격표시라 함은 기관제어실 또는 다른 집중제어실 내에 값을 표시함을 말한다.

* Gr 1 : 표시, 경보, 감속용 공통 감지기
Gr 2 : 경보 및 예비 펌프의 자동 시동용 감지기
Gr 3 : 긴급정지용 감지기

표 9.3.4 추진용 전기설비

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
추진 발전기	베어링 윤활유 입구 압력	L	●	●	●	원동기 자동긴급정지
	전압 - 제한치 초과	O	●	●		모든 상(相) 및 적어도 하나의 모선 표시
	주파수 - 제한치 초과	O	●	●		
	전류			●		모든 상을 표시
	고정자권선 온도	H	●	●		모든 상을 표시, 발전기 〉 500 kW
	주발전기 회로차단기 - 개방/폐쇄			●		
	발전기 운전 중			●		
	급전 발전기 고장	O	●			
	예비발전기의 전환	O	●			
	발전기 냉각매체 온도	H	●	●		적용 가능한 경우
	냉각펌프용 또는 송풍기용 전동기 고장	O	●			적용 가능한 경우
	계자 전압 및 전류			●		DC 발전기의 경우
	보극권선 온도	H	●	●		DC 발전기의 경우
추진 전동기 (AC)	베어링 윤활유 입구 압력	L	●	●	●	
	전기자 전압 - 제한치 초과	O	●	●		모든 상 및 적어도 하나의 모선 표시
	계자 전압			●		
	주파수 - 제한치 초과	O	●	●		
	전기자 전류			●		모든 상을 표시
	계자 전류			●		동기전동기의 경우
	접지등 또는 이와 유사한 것			●		
	고정자 권선 온도	H	●	●		모든 상을 표시, 전동기 〉 500 kW
	전동기 회로 차단기 - 개방/폐쇄			●		
	전동기 운전 중			●		
	가동 전동기의 고장	O	●			
	예비전동기의 변경	O	●			
	전동기 냉각매체 온도	H	●	●		적용 가능한 경우
	냉각 펌프 또는 송풍기 전동기 고장	O	●			적용 가능한 경우
추진 전동기 (DC)	베어링 윤활유 압력	L	●	●	●	
	전기자 전압 - 제한치 초과	O	●	●		
	계자 전압			●		
	전기자 전류			●		
	계자 전류			●		
	접지등 또는 이와 유사한 것			●		
	전동기 회로차단기 - 개방/폐쇄			●		
	전동기 운전 중			●		

표 9.3.4 추진용 전기설비(계속)

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
추진 전동기 (DC)	전동기 과속도	O	●		●	
	가동 중인 전동기의 고장	O	●			
	예비전동기의 변경	O	●			
	전동기 냉각매체 온도	H	●	●		적용 가능한 경우
	냉각펌프 또는 송풍기 전동기 고장	O	●			적용 가능한 경우
추진 SCR	전압			●		
	전류			●		
	과부하(과전류)	O	●			보호장치가 작동하기 전 경보
	할당스위치 개방/폐쇄 위치			●		
	SCR 냉각매체 온도	H	●	●		적용 가능한 경우
	SCR 냉각펌프 또는 송풍기 전동기 고장	O	●			적용 가능한 경우
변압기	변압기 권선 온도	H	●	●		각 상

(비고)
* 원격표시라 함은 기관제어실 또는 다른 집중제어실 내에 값을 표시함을 말한다.

표 9.3.5 가변피치 프로펠러

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	경보, 예비 펌프의 자동 시동	비고 [●=적용]
조작유	토출압력 또는 유량	L	●	●	
	탱크 액면	L	●		

표 9.3.6 주보일러 *(2021)*

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 LL=저저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 예비 펌프의 자동 시동	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
감지기	공통 또는 분리		Gr 1		Gr 2	Gr 3	
급수	대기압 드레인탱크 액면	H L	●	●			
	공기분리기 액면	H L	●	●			
	공기분리기 압력	H L	●	●			
	급수펌프 압력	L	●	●	●		
	급수 온도	H	●	●			
	급수출구 염도	H	●	●			
보일러 드럼	급수 액면	H L	●	●			
	급수 액면	LL	●			●	
증기	압력	H L	●	●			
	과열기 출구 온도	H	●	●			
공기	강제통풍 압력 - 고장	O	●			●	
	회전공기가열기 전동기- 고장	O	●				설치된 경우
	공기레지스터 - 개방/폐쇄			●			
	보일러 케이싱 내의 화재	O	●	●			
연료유	펌프 출구 압력	L	●	●	●		
	중유 온도 (또는 점도-L)	H	●	●			
	중유 온도 (또는 점도-H)	L	●	●			
	마스터연료밸브 - 개방/폐쇄			●			
버너	버너 밸브 - 개방/폐쇄			●			개별적으로 표시
	분무매체 압력 - 제한치 이탈	O	●	●			
	버너의 점화 또는 화염- 실패	O	●	●		●	복수의 버너가 설치된 경우, 단일 버너에 화염소실이 발생하면 해당 버너의 연료밸브를 차단하는 것이어야 함.
	화염 스캐너 -고장	O	●			●	복수의 버너에 개별적인 화염 스캐너가 설치된 경우, 화염스캐너가 고장 나면 해당 버너의 연료밸브를 차단하는 것이어야 함.
	연도가스 온도	H	●				화재감지용
전원	제어시스템 전원공급 - 실패	O	●	●		●	연료밸브의 자동폐쇄

(비고)

* 원격표시라 함은 기관제어실 또는 다른 집중제어실 내에 값을 표시함을 말한다.

* Gr 1 : 표시, 경보, 감속용 공통 감지기
Gr 2 : 경보 및 예비 펌프의 자동 시동용 감지기
Gr 3 : 긴급정지용 감지기

표 9.3.7 중요보조보일러 *(2018)*

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
급수	급수출구 염도	H	●	●		
보일러 드럼	급수 액면	H	●			
	급수 액면	L	●	●	●	
증기	압력	H L	●	●		
	과열기 출구 온도	H	●	●		
공기	공급공기압 - 실패	O	●		●	
	보일러 급기 케이싱 내의 화재 (1)	O	●			
연료유	펌프 출구 압력	L	●	●		
	온도 (또는 점도-L H)	H L	●			중유를 사용하는 경우
버너	연료밸브 - 개방/폐쇄			●		개별 밸브
	점화 또는 화염 - 실패	O	●	●	●	개별
	화염스캐너 - 고장	O	●		●	개별
	연도가스 온도	H	●			
전원	제어계통 전원공급 - 실패	O	●		●	

(비고)
* 원격표시라 함은 기관제어실 또는 다른 집중제어실 내에 값을 표시함을 말한다.
(1) 보일러 급기 케이싱이 없는 보조보일러에서 버너계통이 압력분사형이고 윈드박스(windbox)가 연소팬 하우징(housing)의 일부분일 경우, 보일러 급기 케이싱 내의 화재를 감지하고 경보를 발하는 데 필요한 수단은 생략할 수 있다.

표 9.3.8 디젤 보조기관 및 보조터빈 *(2020)*

기관	계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	경보, 예비 펌프의 자동 시동	경보, 자동 긴급 정지	비고 [●=적용]
디젤 기관	윤활유	베어링 윤활유 입구 압력	L	●	●		●	
		베어링 윤활유 입구 온도	H	●	●			
		오일미스트 감지장치 작동 (또는 다음 사항에 대한 온도 감시시스템 또는 동등한 장치 작동 - 해당 기관의 주베어링 및 크랭크베어링 윤활유 출구 온도, 또는 - 해당 기관의 주베어링 및 크랭크베어링)	O	●			●	연속최대출력이 2,250 kW 이상 또는 실린더안지름이 300 mm를 초과하는 기관에 적용함. 각 기관에 대해서, 경보 및 긴급정지용으로 2개의 독립출력을 갖는 오일미스트 감지기(혹은 기관 베어링 온도 감시시스템 또는 동등한 장치) 하나로 가능하다.(1) 동등한 장치란 크랭크케이스 내의 폭발위험 발생을 막기 위해서 특수한 설계 특성을 가지는 고속기관에 적용되는 조치로 해석될 수 있다.
		커먼레일(common rail) 서보(servo)오일 압력	L	●				
	냉각매체	압력 또는 유량	L	●	●	●		
		출구 온도	H	●	●			
		팽창탱크 액면	L	●				
	연료유	분사관 연료 누설	O	●				
		연료유 온도 (또는 점도- L H)	H L	●				중유를 사용하는 경우
		서비스탱크 액면	L	●				
		커먼레일(common rail) 연료유 압력	L	●				
	시동매체	에너지 레벨	L	●	●			
	배기	각 실린더 출구의 배기가스 온도	H	●				실린더당 출력이 500 kW를 초과하는 기관에 적용함.
	속도	과속도	O	●			●	
		과급기	H	●				연속최대출력이 1000 kW를 초과하는 기관에 적용함.
증기 터빈	윤활유	베어링 윤활유 입구 압력	L	●	●	●*	●	* : 백업윤활유펌프의 시동
		베어링 윤활유 입구 온도	H	●	●			
		베어링 온도 또는 베어링 윤활유 출구 온도	H	●	●			
	윤활유 냉각 매체	압력 또는 유량	L	●	●			
		출구 온도	H	●				
		팽창탱크 액면	L	●				
	해수	압력 또는 유량	L	●	●			
	증기	입구 압력	L	●	●			
	복수	복수기 진공	L	●	●		●	
		복수펌프 압력	L	●	●			
	로터	축방향 변위 - 과대	O	●			●	
		과속도	O	●			●	

(비고)
* 원격표시라 함은 기관제어실 또는 다른 집중제어실 내에 값을 표시함을 말한다.
(1) 오일미스트 감지장치는 우리 선급에 의해 승인된 형식이어야 하며, **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 10절**에 의해 시험되고, **5편 2장 203.**에 따라야 한다.

표 9.3.9 주발전기

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	원격 표시 *	비고 [●=적용]
전기	전류	H	●	●	제어용 검출부와 겸용 가능함.
	전압	H L	●	●	
	주파수 또는 발전기 회전수	H L	●	●	
(비고) * 원격표시라 함은 기관제어실 또는 다른 집중제어실 내에 값을 표시함을 말한다.					

표 9.3.10 열매체유설비

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보 작동	경보, 예비 펌프의 자동 시동	비고 [●=적용]
열매체유	토출 압력 또는 유량	L	●	●*	* : 열매체유순환펌프
	유량 또는 가열기출입구간의 차압	L	●		
	온도	H	●		
	팽창탱크 액면	L	●		
연료	버너입구압력	L	●	●*	* : 연료유공급펌프
	버너입구 온도	L	●		
기타	버너화염소실	O	●		

표 9.3.11 기관장치 일반

계통	감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]		경보작동	비고 [●=적용]
주축계	선미관 선미측 베어링 또는 동 베어링 윤활유온도	H	●	강제윤활방식의 것은 선미관 출구윤활유온도로도 가능함. 윤활유방식의 것에 적용함.
	위험회전수 영역에서의 정체	O	●	
보기류	조수기 출구 염분 농도	H	●	
	청정기 이상 유출	O	●	
	연료유 또는 윤활유가열기 출구 온도	H	●	동 가열기출구 유량저하도 가능함.
	외부과열저감기 증기 온도	H L	●	'저'는 추진보기 구동용 증기터빈에 사용 경우에 적용
연료	세틀링탱크 액면	H L	●	'고'는 자동 보급되는 탱크에 적용함.
	드레인탱크 액면	H	●	
	슬러지탱크 액면	H	●	
윤활유 및 조작유	드레인탱크 액면	H	●	
	슬러지탱크 액면	H	●	
	중력탱크 액면	L	●	유윤활식 선미관베어링, 배기가스터빈과급기, 주터빈용 감속치차장치에 적용
물	청정기작동수 탱크 액면	L	●	
	캐스케이드탱크 액면	L	●	디젤선에 적용
	대기압드레인탱크 액면	H L	●	증기터빈선에 적용
	증류수탱크 액면	L	●	
공기	주기관용 시동공기탱크압력	L	●	
	발전기원동기용 시동공기탱크 압력	L	●	증기터빈선에 적용
제어유, 제어공기 및 제어전원	제어유 압력	L	●	제어대상의 윤활유계통과 일체인 경우, 생략 가능함.
	제어공기 압력	L	●	
	제어전원상실	O	●	

제 4 절 기관구역의 무인화설비

401. 일반사항

1. 적용

(1) 이 장의 규정은 UMA선의 기관구역을 정기적으로 무인화하기 위한 설비에 적용한다.

(2) UMA선의 자동화설비에 있어서 **5절**에서 규정하는 설비에 대하여는 **5절**의 규정에 따른다.

2. 일반사항

(1) UMA선은 출입항시를 포함한 모든 항해상태에서 상시 기관당직에 종사하는 선박과 동등한 안전성이 확보될 수 있도록 설계 및 설비하여야 한다. 또한, 이 설비는 적어도 24시간 연속하여 기관의 무인운전을 행할 수 있는 것이어야 한다.

(2) UMA선의 기관구역을 정기적으로 무인화하기 위한 설비는 **3절**의 규정에 따르는 이외에 이 절의 규정에 따라야 한다. 다만, **3절**에 있어서 **표 9.3.1** 부터 **표 9.3.3, 표 9.3.5, 표 9.3.6, 표 9.3.8** 및 **표 9.3.10**에 표시된 예비펌프는 자동으로 시동하고 그 시동경보가 작동하여야 한다.

402. 선교 또는 선교기관집중감시제어장소의 기관감시제어설비 등

1. 선교제어장치

선교에는 **305.**의 **3**항에서 정하는 선교제어장치를 설치하여야 한다. 또한, 선교 또는 선교기관집중감시제어장소에 설치하는 선교제어장치에는 다음의 장치를 설치하여야 한다.

(1) (2)호에서 규정하는 프로그램제어장치 또는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 장치의 기능을 일시적으로 무효로 하는 장치 및 이 장치의 동작상태를 명시하는 장치

(2) 선교제어장치에는 주추진기관에 위험한 기계적응력 및 열응력이 생기지 않도록 하고 주추진기관을 용이하게 증감속 또는 증속할 수 있도록 프로그램제어장치 또는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 장치를 설비하여야 한다. 다만, 주기관의 종류 등에 따라 우리 선급이 특히 승인한 경우에는 프로그램제어장치 또는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 장치의 설치를 생략할 수 있다.

2. 선교

선교에는 다음의 경보장치를 설치하여야 한다.

(1) 주추진기관 또는 가변피치프로펠러, 발전장치 및 추진보기의 경보장치
다만, 이 가시경보는 그룹표시로 하여도 무방하다. 그러나 주추진기관의 자동정지에 대한 가시경보장치 및 자동감속에 대한 가시경보장치는 각각 별개로 설치하여야 한다.

(2) 빌지경보장치

(3) 위험회전수영역정체 경보

3. 선교기관집중감시제어장소

(1) 선교기관집중감시제어장소에 있어서 경보장치는 다음에 따라야 한다.

(가) **304.**의 **2**항 (6)호의 규정에 따라 설치하는 경보장치 중 적어도 다음의 경보장치는 주추진기관의 제어핸들을 조작하는 장소에서 확인할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.

(a) 자동긴급정지 경보

(b) 자동감속 경보

(c) **305.**의 **2**항 (3)호 (가)의 원격제어장치고장 경보

(d) **305.**의 **2**항 (4)호 (다)의 시동공기압저하 경보

(e) **표 9.3.1** 및 **표 9.3.2**에 표시한 원격시동실패 경보

(f) **표 9.3.11**에 표시한 위험회전수영역정체 경보

(나) (가)의 경보장치를 제외하고 **304.**의 **2**항 (6)호 및 (10)호의 규정에 따라 설치하는 경보장치는 주추진기관의 제어핸들을 조작하는 장소에서 그 동작 상태를 한 눈으로 알 수 있는 것이어야 한다. 이 규정의 요건을 만족할 수 없는 경우에는 별도의 가시경보를 설치하여야 한다. 이 가시경보는 그룹표시를 하여도 무방하다.

(2) 선교기관집중감시제어장소의 형상, 넓이, 배치 등은 다음의 요건에 적합한 것이어야 한다.

(가) 선교기관집중감시제어장소는 동일 갑판상에 위치하여야 하며, 그 내부에는 우리 선급이 불가피하다고 인정하는 경우를 제외하는 칸막이벽(강재벽, 목재벽, 유리벽 등)이 설치되지 않아야 한다.

(나) 선교기관집중감시제어장소 내의 임의의 위치에서 발생된 지시음성 및 경보음은 선교기관집중감시제어장소 내의 다른 위치에서 명료하게 직접 청취할 수 있어야 한다.

403. 안전조치, 통화설비 등

1. 공기압축기

(1) 시동용공기압축기는 시동용 공기탱크의 압력이 미리 정해진 범위 내에서 유지되도록 하기 위하여 자동운전이 가능한 것이어야 한다.

(2) 제어용공기탱크의 충기에 사용되는 공기압축기는 공기탱크의 압력을 미리 정해진 범위 내에서 유지하기 위하여 자동운전이 가능한 것이어야 한다.

2. 통화장치

선교기관집중감시제어장소가 있는 선박에 있어서는 해당 장소, 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 기계측제어장소(다만, 보조제어장소가 있는 경우에는 해당 장소로도 무방하다.) 및 기관사 거주구역의 각각의 사이에, 기타의 선박에 있어서는 선교, 집중제어실, 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 기계측제어장소 및 기관사 거주구역의 각각의 사이에 주전원의 정지 시에도 사용할 수 있는 통화장치를 설치하여야 한다.

3. 경보시스템

경보시스템은 다음에 따른다.

(1) 경보시스템은 상용의 공급전원이 상실된 경우, 독립의 예비전원에서 자동적으로 급전되어야 한다.

(2) 경보시스템은 (1)호의 어느 공급전원이 상실된 경우, 별개의 고장으로 경보하여야 한다.

(3) 기관사 거주구역에 설치되는 경보장치는 다음에 따라야 한다.

(가) 기관사 공용실에 경보장치를 설치하여야 한다.

(나) 각 기관사 거실에는 경보장치를 설치하여, 선택스위치로 적어도 하나의 기관당직자 거실에 확실하게 경보하도록 설비하여야 한다.

(다) 이 경보장치는 **표 9.3.1** 에서 **표 9.3.11**에 표시된 이상상태시 동작하여야 하며, 이러한 경보는 공통(common)으로 사용될 수 있다.

(4) 주추진기관, 보일러, 발전장치 등을 설치하는 구역에는 101.의 7항 (14)호 (가) 내지 (사)에서 정하는 기기 및 장치에 고장이 발생한 것을 알리는 가청경보장치를 설치하여야 한다.

(5) 미리 정해진 시간 내에 이상상태의 발생에 대한 확인이 집중제어실에서 이루어지지 않은 경우에는 **5편 1장** 107.에서 정하는 기관사호출장치가 작동하도록 설비하여야 한다.

(6) 선교기관집중감시제어장소를 갖춘 선박의 경보시스템은 기관사거주구역에서 가청경보를 정지시켜도 (5)호의 가청경보 및 선교집중감시제어장소의 가시가청경보가 정지하지 않아야 한다. 또한, 기타의 선박에 있어서는 선교 및 기관사거주구역에서 가청경보를 정지시켜도 (5)호의 가청경보 및 집중제어실의 가시가청경보가 정지하지 않아야 한다.

(7) 기관의 무인운전 중에 101.의 7항 (14)호 (가) 내지 (사)에서 정하는 기기 및 장치에 고장이 발생한 경우, 경보시스템은 선교 당직자에게 다음의 상황을 알리는 기능을 가져야 한다.

(가) 고장의 발생

(나) 고장의 발생을 기관당직자가 확인

(다) 고장의 회복

다만, (다)의 연락은 403.의 2항에서 규정하는 통화장치로 하여도 무방하다.

제 5 절 제자동화설비

501. 일반사항

1. 적용

이 절의 규정은 제자동화설비에 적용한다.

502. 제1종 자동화설비 【지침 참조】

제1종 자동화설비를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 4절의 규정에 추가하여 1항부터 7항에 규정하는 자동화설비를 설치하여야 한다. 다만, 해당 선박의 용도 및 하역방법 등을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 설비에 대해서는 설치를 생략할 수 있다. *(2019)*

1. 평형수 적재 및 배수의 원격제어장치

평형수 적재 및 배수의 원격제어장치는 다음의 요건에 적합한 것이어야 한다.

(1) 평형수펌프는 다음의 원격제어장치 및 경보장치 등을 적절한 장소에 설치하고, 그 장소에서 제어 및 감시할 수 있어야 한다.

(가) 평형수펌프의 회전수 제어장치 또는 시동·정지장치

(나) 밸브의 개폐 등 평형수의 주입 및 배출에 필요한 제어장치 **【지침 참조】**

(다) 평형수탱크내의 액면감시장치

(라) 위험장소에 평형수펌프 및 평형수펌프를 구동하는 원동기를 설치하는 경우에는 다음의 경우에 보고 들을 수 있는 경보장치

(a) 펌프 또는 원동기의 윤활유 압력이 비정상적으로 저하한 경우(강제윤활방식에 한한다.)

(b) 펌프 또는 원동기의 베어링 온도 또는 윤활유 온도가 비정상적으로 상승한 경우

(c) 평형수펌프의 구동축이 격벽을 관통하는 경우에는 관통부의 글랜드부 온도가 비정상적으로 상승한 경우

(2) 평형수펌프를 구동하는 증기터빈은 다음의 장치를 갖추어야 한다.

(가) 회전수가 이상 상승한 경우 해당 터빈의 작동을 자동적으로 차단하는 장치 및 이때 동작하는 가시가청 경보장치

(나) 배기압력이 이상 상승한 경우 보고 들을 수 있는 경보장치

2. 자동조타장치

자동조타장치는 다음의 요건에 적합한 것이어야 한다.

(1) 동작중인 것을 표시할 수 있어야 한다.

(2) 선박의 운항에 필요한 콤파스 및 기타 설비의 기능을 방해하지 않아야 한다.

(3) 선교에서 자동조타 또는 수동조타로 전환할 수 있어야 한다.

(4) 침로를 설정하기 위한 장치 이외의 장치를 조작하는 경우 선박의 침로에 현저한 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

(5) 선박동요 등이 발생하더라도 불필요한 조타동작을 하지 않는 것이어야 한다.

(6) 자기콤파스 또는 자이로콤파스와 연동함으로서 미리 설정된 선박의 침로를 자동적으로 유지할 수 있어야 한다.

(7) 수동조타로부터 자동조타로 전환한 경우에 선수방위를 미리 설정된 침로에 자동적으로 합치시킬 수 있어야 한다.

(8) 타각을 미리 제한할 수 있고, 또한 타각이 제한된 각도에 도달한 것을 표시할 수 있어야 한다.

(9) 선박침로가 미리 설정된 각도를 넘어서 변화한 경우 보고 들을 수 있는 경보장치를 선교에 갖추어야 한다.

(10) 자동조타장치 또는 (9)호에 정한 경보장치에의 급전이 정지한 경우 보고 들을 수 있는 경보장치를 선교에 갖추어야 한다.

(11) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 요건에 적합하여야 한다. **【지침 참조】**

3. 액체화물의 원격제어 하역장치

액체화물의 원격제어 하역장치는 다음의 요건에 적합한 것이어야 한다.

(1) 액체화물을 산적수송하는 선박에는 하역집중제어 장소를 설치하여야 한다.

(2) 화물펌프를 구동하는 증기터빈에는 다음의 장치를 하여야 한다.

(가) 회전수가 이상 상승한 경우 해당 터빈의 작동을 자동적으로 차단하는 장치 및 이때 동작하는 보고 들을 수 있는 경보장치

(나) 배기압력이 이상 상승한 경우에 동작하는 보고 들을 수 있는 경보장치

(3) 하역집중제어 장소에는 다음의 원격제어장치 및 경보장치 등을 갖추어야 한다.

(가) 화물펌프의 회전수 제어장치 또는 시동·정지장치

(나) 밸브의 개폐 등 화물의 적하 및 양하를 위하여 필요한 제어장치 **【지침 참조】**
(다) 화물탱크내의 액면감시장치
(라) 화물 펌프 또는 화물 펌프를 구동하는 원동기를 위험장소에 설치하고자 할 때에는 다음의 경우에 가시가청 경보장치
(a) 펌프 또는 원동기의 윤활유 압력이 비정상적으로 저하한 경우(강제윤활방식에 한 한다.)
(b) 펌프 또는 원동기의 베어링 온도 또는 윤활유 온도가 비정상적으로 상승한 경우
(c) 펌프실의 격벽 관통 글랜드부(펌프가 기관실측 원동기로 구동되는 경우)의 온도가 이상 상승한 경우
(d) 화물펌프 케이싱의 온도가 이상 상승한 경우
(마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 제어장치

4. 동력개폐장치 【지침 참조】

사이드포트, 램프웨이 및 노출갑판의 강재 창구덮개(폰툰형은 제외)(이하, 이 절에서는 **사이드포트 등**이라 한다.)는 다음의 규정에 적합한 동력개폐장치를 갖추어야 한다.

(1) 개폐조작을 행하는 장소에서 해당 사이드포트 등의 개폐에 필요한 조작을 용이하게 행할 수 있어야 한다.
(2) 개폐조작을 하는 장소에서 사이드포트 등의 개폐상태를 확인할 수 있어야 한다.
(3) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 개폐 조작시 안전을 확보하기 위한 적절한 조치를 강구하여야 한다.

5. 주기관 운전상태의 자동기록장치 【지침 참조】

주기관 운전상태의 자동기록장치는 해당 주기관의 윤활유 압력, 냉각수 온도 및 기타 운전상태를 확인하는데 필요한 정보를 자동적으로 기록할 수 있는 것이어야 한다.

6. 선수 및 선미 계선장치의 원격제어장치 *(2017)*

선수 및 선미 계선장치의 원격제어장치는 다음의 요건에 따라야 한다.

(1) 계선기는 풀고 감는 것을 유효하게 제어할 수 있는 원격제어장치를 갖추어야 한다. **【지침 참조】**
(2) (1)호의 원격제어장치는 각각 선수부 및 선미부에서 3개 이상의 무어링 로프를 유효하게 조작할 수 있는 것이어야 한다.

7. 제어실용 공기조화장치

제어실용 공기조화장치는 제어실내의 환경을 정상적으로 유지시키는데 충분한 용량의 것이어야 하며, 공기조화장치의 이상 발생시 보고 들을 수 있는 경보장치를 갖추어야 한다.

503. 제2종 자동화설비 【지침 참조】

제2종 자동화설비를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 502.에 규정하는 설비에 추가하여 다음의 1항 내지 7항에 규정하는 자동화설비를 설치하여야 한다. 다만, 해당선박의 용도 및 하역방법 등을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 설비에 대해서는 설치를 생략할 수 있다.

1. 원격제어 연료유 수급장치 【지침 참조】

연료유(주기관용에 한한다.)의 원격제어 수급장치는 다음의 장치를 적절한 장소에 설치하고 그 장소에서 감시 및 제어가 가능하여야 한다. 다만, 연료유 수급장치의 관 및 밸브 등의 배치를 고려하여 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 (1)호에 정한 장치를 생략할 수 있으며, 이 경우 (2)호 및 (3)호의 장치는 적용하지 아니한다.

(1) 밸브의 개폐를 위한 원격제어장치
(2) 연료유탱크(기관실 내의 선체의 일부를 구성하지 아니하는 탱크는 제외한다.)의 원격액면감시장치
(3) 연료유탱크(기관실 내의 선체의 일부를 구성하지 아니하는 탱크는 제외한다.)의 고액면 경보장치
(4) 선내펌프로 연료유를 수급하는 선박의 경우에는 해당펌프의 회전수 제어장치 또는 시동·정지장치

2. 냉동컨테이너 운전상태 집중감시장치

냉동컨테이너 운전상태 집중감시장치는 냉동화물을 적재한 냉동컨테이너를 운송하는 경우 다음의 요건에 따라야 한다.

(1) 냉동컨테이너의 냉동장치 및 제상장치의 작동상황과 냉동컨테이너 내부의 온도상태를 보기 쉬운 방법으로 표시하여야 한다.
(2) 냉동컨테이너 내부온도의 이상 발생시 보고 들을 수 있는 경보장치를 갖추어야 한다.

3. 하역호스 연결용 크레인 【지침 참조】

하역호스 연결용 크레인(탱커인 경우에 한한다.)은 하역용 호스를 매니폴드에 연결 및 분리시키는 작업을 쉽게 할 수 있는 것이어야 한다.

4. 자동 갑판세정장치

자동 갑판세정장치(석탄, 철광석 또는 이들과 유사한 화물을 산적하여 운송하는 선박에 한한다.)는 고정식으로 다음의

요건에 적합한 것이어야 한다.

(1) 갑판 및 창구덮개를 유효하게 세정할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 갑판세정기는 사용압력에 대해서 충분한 강도를 갖고 또한 해수에 대한 충분한 내식성을 갖는 것이어야 한다.

【지침 참조】

(3) 세정용 송수관은 선체에 견고하게 고정시켜야 한다.

5. 선수 및 선미 계선장치의 현측 원격제어장치 *(2017)*

계선장치의 현측 원격제어장치는 선수부 및 선미부에서 작업원이 선박의 접안 및 이안 현황을 볼 수 있는 위치에 설치하여야 하며, 각각 3개 이상의 무어링 로프를 유효하게 조작할 수 있는 것이어야 한다.

6. 도선사용 사다리의 동력조작장치

도선사용 사다리의 동력조작장치는 제어를 행하는 장소에서 필요한 조작을 쉽게 할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 1인이 조작할 수 있는 경우는 동력조작장치를 구비하지 않아도 된다.

7. 비상용 예인삭의 동력조작장치

비상용 예인삭의 동력조작장치(위험물 전용 운반선인 경우에 한한다.)는 제어를 행하는 장소에서 계선시 배치된 비상용 예인삭을 풀고 감는데 필요한 조작을 쉽게 할 수 있는 것이어야 한다.

504. 제3종 자동화설비 【지침 참조】

제3종 자동화설비를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 502. 및 503.에 규정하는 설비에 추가하여 1항 내지 7항에 규정하는 자동화설비를 설치하여야 한다. 다만, 해당 선박의 용도 및 하역방법 등을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 설비에 대해서는 설치를 생략할 수 있다.

1. 기관집중 감시장치 【지침 참조】

기관집중 감시장치는 선교에서 주기관, 발전기(비상용은 제외)를 구동하는 원동기, 주보일러 및 중요 보조보일러와 기타 선박의 추진에 직접관계가 있는 기관의 윤활유 압력, 냉각수 온도 및 기타 상태를 감시하기 위하여 필요한 정보가 보기 쉬운 방법으로 표시되는 것이어야 한다.

2. 기관집중 제어장치 【지침 참조】

기관집중 제어장치는 선교에서 주기관, 발전기(비상용은 제외)를 구동하는 원동기, 주보일러 및 중요 보조보일러와 이들을 작동시키는데 필요한 기관을 유효하게 제어할 수 있는 것이어야 한다.

3. 선박지휘실 현측에서 기관원격조정 및 원격조타장치

선박지휘실 현측의 기관원격조정 및 원격조타장치는 선박지휘실 현측에서 주기관의 시동, 정지, 역전 및 속도조절을 쉽게 할 수 있고, 조타장치의 타각을 조절할 수 있는 것이어야 한다.

4. 화물창 빌지의 고액면 경보장치

우리 선급이 필요하다고 인정하는 선박에 설치하는 화물창 빌지의 고액면 경보장치는 화물창의 빌지가 설정된 높이에 도달한 경우 보고 들을 수 있는 경보를 발하는 것이어야 한다.

5. 1개의 드럼방식인 계류윈치 【지침 참조】

1개의 드럼방식인 계류윈치(독립형 원격제어 계선장치)는 502.의 6항의 요건에 추가하여 계선기를 원격 제어하는 장소에서 계선기 개개의 드럼을 독립적으로 제어할 수 있는 것이어야 한다.

6. 예인삭의 계지 및 방출장치

예인삭의 계지 및 방출장치는 제어를 행하는 장소에서 1인이 예인삭을 풀고 감는 조작을 유효하게 할 수 있는 것이어야 한다. ⚓

제 4 장 자동위치제어설비(DP 시스템) *(2020)*

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. **적용** 이 장의 규정은 자동위치제어설비(이하 **DP 시스템**이라 한다.)를 갖춘 선박으로 우리 선급에 등록하고자 하는 선박에 대하여 적용한다.
2. **관련규정** 기관장치에 대하여는 **5편**, 전기설비에 대하여는 **6편 1장**, 제어설비에 대하여는 **6편 2장**의 관련규정에 따르는 이외에 이 장의 규정에 따라야 한다.
3. **DP 시스템의 분류** DP 시스템은 최악의 고장 상황에 따라 다음과 같이 분류 및 정의한다.
   (1) DPS(0), DPS(1)
   하나의 단일 고장이 일어날 경우 위치 및/또는 선수방위를 상실할 수 있다.
   (2) DPS(2)
   어떤 능동구성품 또는 시스템에 단일 고장이 발생할 경우에도 위치 및/또는 선수방위를 상실하지 않는다. 보통 고정구성품들은 손상으로부터 충분한 보호가 입증될 경우 고장으로 고려되지 않는다. 단일 고장 기준은 다음을 포함한다.
   (가) 어떤 능동구성품 또는 시스템 (발전기, 스러스터, 제어반, 원격제어밸브 등)의 고장
   (나) 보호 및 신뢰성에 대하여 적절히 뒷받침되지 않은 고정구성품(케이블, 관장치, 수동밸브 등)의 고장
   (3) DPS(3)
   단일 고장이 발생할 경우에도 위치 및/또는 선수방위를 상실하지 않는다. 단일 고장은 다음을 포함한다.
   (가) 상기 DPS(2)에 명시된 항목들과 고정구성품의 고장
   (나) 화재 혹은 침수시 어느 하나의 수밀 격실내에 있는 모든 구성품들의 고장
   (다) 화재 혹은 침수시 어느 하나의 방화 구획내에 있는 모든 구성품들의 고장

102. 정의

이 장에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

(1) **DP 선박**(Dynamically positioned vessel)이라 함은 스러스터 힘을 사용하여 위치 및/또는 선수방위(고정위치, 상대위치 또는 예정된 경로)를 자동으로 유지하는 구조물 또는 선박을 말한다.

(2) **자동위치제어설비**(Dynamic positioning system, **DP 시스템**)라 함은 다음과 같은 하위 시스템(이에 국한되지는 않음)으로 구성된 선박의 위치를 제어하는데 필요한 전체 설비를 말한다.
(가) 전력시스템
(나) 스러스터시스템
(다) DP 제어시스템

(3) **전력시스템**(Power system)이라 함은 DP 시스템의 급전에 필요한 모든 구성품 및 시스템을 말하며 다음을 포함한다.
(가) 필수 보조 시스템(관장치, 연료, 냉각, 예비윤활 및 윤활, 유압, 예열 및 공압 시스템 포함)을 갖춘 원동기
(나) 발전기
(다) 배전반
(라) 배전시스템(케이블 및 전로)
(마) 무정전전원장치를 포함한 전원 공급 장치
(바) 전력관리시스템(적용되는 경우)

(4) **스러스터시스템**(Thruster system)이라 함은 DP 시스템에 스러스터의 힘과 방향을 공급하기 위한 모든 구성품 및 시스템을 말하며 다음을 포함한다.
(가) 구동장치 및 필수 보조 시스템(관장치, 냉각, 유압 및 윤활 시스템 등을 포함)을 갖춘 스러스터
(나) DP 시스템의 통제하에 있는 주 프로펠러 및 타
(다) 스러스터 제어시스템
(라) 수동 스러스터 제어장치
(마) 관련 케이블 및 전로

(5) **DP 제어시스템**(Dynamic positioning control system, DP control system)이라 함은 선박의 위치를 자동 및 수동으로 제어하는데 필요한 모든 구성품 및 시스템, 하드웨어 및 소프트웨어를 말하며 다음을 포함한다.
(가) 컴퓨터시스템/조이스틱 시스템
(나) 센서 시스템
(다) 제어스테이션 및 디스플레이 시스템(조작반)
(라) 기준위치제공장치
(마) 관련 케이블 및 전로
(바) 네트워크

(6) **DP 제어스테이션**(Dynamic Positioning control station, DP control station)이라 함은 표시기, 디스플레이, 경보반, 제어반 및 내부 통신시스템과 같은 필요한 정보출처가 설치된 DP 작업용으로 지정된 워크스테이션을 말한다(DP 제어 및 독립 조이스틱 제어 운영자 스테이션, 필수 기준위치제공장치의 사람-장치간 인터페이스(HMI), 수동 스러스터 레버, 모드 변경시스템, 스러스터 비상정지, 내부 통신이 포함된다).

(7) **조이스틱 시스템**(Joystick system)이라 함은 중앙집중식 수동 위치 제어 그리고 수동 또는 자동 선수방위 제어 기능을 갖춘 시스템을 말한다.

(8) **측정장치**(Measuring system)라 함은 선박의 위치 및 선수방위의 참조를 위하여 보정 및 정보를 공급하는 다음의 기준위치제공장치 및 센서 시스템의 모든 하드웨어 및 소프트웨어를 말한다.
(가) 기준위치 제공장치
다음의 위치측정기술들이 조합된 기준위치 제공장치
- 음향장치
- 무선장치
- 레이다
- 관성항법
- 위성항법
- 토우트 와이어(taut wire)
- 또는, 선박의 운항조건에 따라 나름대로 허용되는 기술
(나) 외부정보 감지장치
(a) 선박의 종동요 및 횡동요를 측정하기 위한 수직방향 감지기
(b) 풍속계 및 풍향계
(c) 선수방위 조회장치
- 자이로콤파스 또는 이와 동등한 장치

(9) **제어반**(Control panels)이라 함은 DP 시스템을 작동시키기 위하여 위치제어장소 및 기계측에 설치된 제어반을 말한다.

(10) **고장**(Failure)이라 함은 다음의 영향중에서 하나 또는 둘 다에 대하여 원인을 제공하는 구성품이나 시스템에 일어날 수 있는 현상을 말한다.
(가) 구성요소나 시스템 기능의 상실
(나) 선박, 사람 및 환경의 안전이 현격하게 감소되는 정도의 기능능력 저하

(11) **고장모드 및 영향분석**(Failure Modes and Effects Analysis, FMEA)이라 함은 적절한 하위시스템 수준까지 잠재적인 모든 고장 모드와 그 결과를 식별하는 시스템 및 세부 수준의 하위시스템에 대한 체계적인 분석을 말한다.

(12) **FMEA 입증시험**(FMEA proving trials)이라 함은 FMEA를 검증하기 위한 시험 프로그램을 말한다.

(13) **결과 분석**(Consequence analysis)이라 함은 최악의 고장이 발생하더라도 선박이 올바른 위치를 유지하는지를 지속적으로 확인하는 소프트웨어 기능을 말한다.

(14) **숨겨진 고장**(Hidden failure)이라 함은 조작자 또는 유지보수자에게 즉시 명백히 나타나지 않고 장비가 요구되는 기능(예: 발전장치 및 배전반, 예비 장비, 백업 전원공급장치의 보호 기능 또는 용량이나 성능의 부족)을 수행하지 못할 가능성이 있는 고장을 말한다.

(15) **위치 및/또는 선수방위의 상실**(Loss of position and/or heading)이라 함은 선박의 위치 및/또는 선수방위가 진행중인 DP 활동을 수행하기 위해 설정된 한계를 벗어났음을 말한다.

(16) **위치 유지**(Position keeping)라 함은 제어시스템의 정상적인 작동(excursion) 및 정의된 환경조건(예: 바람, 파도, 조류 등) 내에서 원하는 위치 및/또는 선수방위 또는 경로를 유지하는 것을 말한다.

(17) **운용모드(Operational Mode)**라 함은 DP 시스템이 운용되는 제어 방법으로서 다음의 각 모드를 말한다.
(가) 자동 모드 : 자동 위치 및 방위 제어
(나) 조이스틱 모드 : 자동 혹은 수동 방위 제어를 하면서 수동 위치 제어
(다) 수동 모드 : 스러스터, 방위, 각 스러스터의 시동/정지의 개별제어
(라) 자동 경로 모드 : 미리 정한 기준점의 이동으로 고려되는 여러 가지의 자동 위치 제어

(18) **이중화(Redundancy)**라 함은 단일 고장이 일어났을 때 하나의 구성요소나 시스템이 본래의 기능을 유지하도록 하는 능력을 말하며, 여러개의 구성요소, 시스템 또는 기능수행을 위한 대체수단을 설치함으로써 충족될 수 있다.

(19) **신뢰성(Reliability)**이라 함은 규정된 시간 동안 고장 없이 요구된 기능을 수행하는 구성요소나 시스템의 능력을 말한다.

(20) **최악의 고장 설계 계획(Worst-Case Failure Design Intent, WCFDI)**라 함은 최악의 고장 발생 후에도 유지되어야 하는 지정된 최소 DP 시스템 기능을 말한다. 최악의 고장 설계 계획은 설계의 기초로 사용되며 일반적으로 동시에 고장날 수 있는 스러스터 및 발전기의 수와 관련이 있다.

(21) **최악의 고장(Worst-Case Failure, WCF)**이라 함은 DP 성능에 최대의 악영향을 미치는 DP 시스템에서 식별된 단일 고장을 말하며 FMEA를 통해 결정된다.

103. 승인도면 및 자료

1. **일반사항** DP 시스템을 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 공사 착수전에 다음의 도면 및 자료를 제출하여 승인을 받아야 한다.

(1) 도면
(가) DP 시스템의 구조 및 배치가 표시된 도면
(나) DPS(3)를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박의 경우에는 다음의 도면을 승인용으로 추가로 제출하여야 한다.
(a) 케이블 전로 배치도면
(b) 화재 및 침수에 대한 구역 분리 배치도면
(다) DP 시스템의 자동제어 및 수동제어에 관한 도면
(a) 제어장치의 기능을 나타내는 흐름도
(b) 측정장치의 기능을 나타내는 흐름도
(c) 감시기능의 종류가 포함된 제어장치 및 측정장치의 감시기능 상세도
(d) 경보장치도
(e) 제어스테이션의 위치를 포함한 제어스테이션의 상세도(제어반 및 제어계기반 등)
(라) 제어장치, 측정장치의 전기계통도

(2) 자료
(가) DP 시스템의 요목표(장비명, 종류, 형식 및 제조자)
(나) 고장모드 및 영향분석(FMEA)자료 (DPS(2) 및 DPS(3)를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박에 적용)
(다) 작동지침서(DP 시스템의 작동, 설치, 유지, 결함을 찾아내는 절차 및 비상시 취하여야 할 절차 포함)
(라) 시험장비와 시험방법이 포함된 시험계획서

2. **참고자료** DP 시스템을 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 전 1항에 추가하여 다음의 도면 및 자료를 제출하여야 한다.

(1) 도면
(가) 선도
(나) 일반배치도
(다) 스러스터장치의 상세도

(2) 자료
(가) 스러스터의 출력 및 추력
(나) 스러스터와 스러스터, 스러스터와 선체 및 스러스터와 해류간의 상호작용 상세
(다) 설계최대환경조건
(라) 선박에 작용하는 해류력(sea current load), 파도에 의한 표류력(drift force) 및 풍력의 상세
(마) 스러스터 배분논리(allocation logic)

제 2 절 DP 시스템의 요건

201. 일반사항

1. DP 시스템을 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 이 절에서 규정하는 DP 시스템을 설치하여야 한다.
2. 케이블 설치(cable lay), 배관 설치(pipe lay), 계류(mooring) 등과 같이 특정한 작업과 관련된 시스템(mission-related systems)의 외력이 DP 성능에 직접적인 영향을 미치는 경우, 이러한 시스템의 영향을 고려하여 DP 시스템 설계에 반영되어야 한다.
3. 101.의 3.항에 주어진 단일 고장 기준을 충족시키기 위해서는 일반적으로 다음과 같이 구성품의 이중화가 필요하다.
   (1) DPS(2)의 경우, 모든 능동 구성품의 이중화
   (2) DPS(3)의 경우, 모든 구성품의 이중화 및 그 구성품에 대한 A-60급의 물리적 분리
4. DPS(3)의 경우, 제어시스템의 전체 이중화가 불가능할 수 있다(즉, 주 컴퓨터시스템에서 백업 컴퓨터시스템으로의 단일 전환시스템이 필요할 수 있음). 이중화되어서 분리된 시스템간의 이러한 연결은 DP 작동 중에 발생할 수 있는 고장 전파 경로에 해당되지 않도록 작동될 경우 허용 가능하다.
5. DPS(2) 및 DPS(3)의 경우, 이중화되어 분리된 시스템간의 연결은 최소로 되어야 하며 고장 시 가장 안전한 상태가 되어야 한다. 한 시스템에서의 고장이 다른 이중화된 시스템으로 전이되어서는 안 된다.
6. DP 제어 스테이션(station)은 운용자가 선박의 외부 경계(exterior limits) 및 주변 지역을 잘 볼 수 있는 곳에 배치되어야 한다. DP 제어 스테이션에 위치해야 하는 장비는 다음을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다. **【지침 참조】**
   (1) DP 제어 및 독립 조이스틱 제어 운용자 스테이션
   (2) 수동 스러스터 레버
   (3) 모드 변경 시스템
   (4) 스러스터 비상 정지
   (5) 내부 통신
   (6) 기준위치제공장치의 HMI(사람-기계 인터페이스) (필요한 경우)

202. DP 시스템의 요건

1. **전력시스템**
   (1) 발전장치
      (가) 발전장치의 용량
         전동 스러스터인 경우, 발전장치의 총용량은 최대 보조부하와 DP 시스템의 최대부하를 합한 용량 이상이어야 한다. 이것은 **6편 1장 202.**의 요건을 만족하는 2조 이상의 발전장치의 병렬운전에 의할 수 있다.
      (나) 전원의 연속성
         (a) 통상 1대의 발전장치에 의하여 규정에 필요한 전력을 공급하는 선박은 운전중인 발전기의 전력공급이 상실된 경우, 예비의 발전장치를 자동시동시켜 배전반에 자동 접속하고, 자동위치제어에 필요한 보기의 자동 재시동에 의하여 자동위치제어를 가능케 하는 적절한 장치를 설치하여야 한다.
         (b) 1대 이상의 발전기 고장시, 과부하로 인한 블랙아웃에 대비하여 보호수단이 제공되어야 한다. *(2019)*
   (2) 스러스터의 보기, 제어 컴퓨터, 측정장치의 급전
      스러스터의 보기, 제어 컴퓨터, 측정장치는 각각 서로 다른 회로에 의해 급전되어야 한다. 이중으로 급전이 요구되는 경우에는 피더(feeder), 변압기, 변환기, 보호장치 또는 제어회로를 공용하지 않아야 하며, 가능한 한 전장에 걸쳐 서로 멀리 떨어지도록 배치하여야 한다.
   (3) 제어기구 구동용 동력장치의 급전
      (가) 조타 기능이 있는 스러스터의 방향 및 피치 제어용 동력장치에는 독립된 2조 이상의 전용회로에 의하여 급전되도록 하여야 한다.
      (나) 가변피치프로펠러를 가지는 스러스터의 피치 제어용 동력장치에는 독립된 2조 이상의 전용회로에 의하여 급전되도록 하여야 한다.
   (4) 전원의 공유
      스러스터장치의 전원과 선박을 정상적으로 운항 및 거주상태로 유지시키기 위하여 필요한 전기설비의 전원을 공유하는 경우에는 다음의 요건에 적합하여야 한다.
      (가) 전압조정과 전류분담요건은 **6편 1장 305.**의 4항 및 5항 또는 306.의 2항 및 4항의 규정에 만족하여야 한다.
      (나) 스러스터용 전동기의 전원장치에 전력 반도체소자로 만든 변환기(inverter, cycloconverter 및 rectifier 등)가

사용되므로 보기의 교류전원 모선상의 전압파형 순시값이 기본파 전압의 최대치의 10%이상의 편차가 발생되는 경우, 전원과 선박을 정상적으로 운항 및 거주상태로 유지시키기 위하여 필요한 전기설비는 왜형고조파에 대한 부가의 온도상승에 대하여 견딜 수 있는 것이어야 한다. 각종 제어장치, 경보장치 및 안전장치는 공급전원의 최대 왜곡파형조건에서도 정상적으로 작동하여야 하며 그렇지 못 할 경우에는 적절한 평활필터 혹은 변환기를 통하여 급전하여야 한다.

(다) 제어장치가 휘발성 집적회로로 구성된 경우, 제어장치는 무정전전원장치를 통하여 급전하여야 한다.
무정전전원장치는 어느 동력 고장이 하나 이상의 컴퓨터에 영향을 주지 않도록 각 자동위치제어용 컴퓨터 시스템에 공급되어야 한다. 무정전전원장치의 배터리 용량은 주전원 고장에 따른 장비운용을 위하여 최소 30분은 공급해야 한다.

(5) 변압기의 용량 및 수
변압기의 용량 및 수는 1대의 변압기가 고장 난 경우에도 DP 시스템의 전부하 운전을 하기에 충분하여야 한다.

(6) 발전장치의 경보장치
작동하고 있는 스러스터장치의 총부하가 운전 중인 발전장치용량의 설정치를 초과할 경우에 작동하는 가시가청경보장치를 DP 제어스테이션에 설치하여야 한다. 이 경보장치의 설정치는 운전 중인 발전장치의 수를 고려하여 전부하시의 50 % 내지 100 % 사이에서 조정될 수 있어야 한다.

2. 스러스터 시스템

(1) 스러스터의 설계 및 위치

(가) 스러스터는 다른 스러스터, 측정장치, 선체 또는 선박의 운항중 접촉될 수 있는 모든 표면과의 잠재적인 간섭이 최소가 되도록 설계하여야 한다.

(나) 스러스터의 물흡입관로는 와류형성 또는 부유물의 흡입가능성을 최소화 할 수 있는 충분한 깊이에 위치하여야 한다.

(2) 스러스터의 성능

(가) 프로펠러의 피치, 속도 또는 회전방향의 변경에 대한 스러스터의 응답 및 반복성능은 설정된 위치 및 선수방위의 허용오차범위를 유지할 수 있어야 한다.

(나) DPS(0) 또는 DPS(1)의 부기 부호를 받는 선박은 지정된 최대 환경조건에서 위치 및/또는 선수방위를 유지하기에 충분한 수 및 용량의 스러스터를 갖추어야 한다.

(다) DPS(2) 또는 DPS(3)의 부기 부호를 받는 선박은 지정된 최대 환경조건에서 단일 고장(스러스터의 고장을 포함)이 발생하더라도 위치 및/또는 선수방위를 유지하기에 충분한 수 및 용량의 스러스터를 가져야 한다.

(3) 스러스터에 대한 경보
각 스러스터 장치에는 과부하 경보장치를 설치하여야 한다. 이 경보장치의 설정치는 스러스터의 연속 최대출력 이하로 하고, 설정치의 조정이 가능하도록 하여야 한다.

3. DP 제어시스템

(1) 일반사항

(가) 일반적으로 DP 제어시스템은 운용자가 선박의 외부 경계 및 주위 구역을 잘 볼 수 있는 DP 제어스테이션에 배치되어야 한다.

(나) DP 제어스테이션은 전력시스템, 스러스터시스템 및 DP 제어시스템이 정확하게 작동하고 있음을 확인하도록 이들 시스템의 정보를 표시하여야 하며, DP 시스템을 안전하게 운용하는데 필요한 정보는 항상 볼 수 있어야 한다.

(다) 운용모드 간의 선택이 용이해야 하며, 활성화되어 있는 모드가 항상 표시되어야 한다.

(라) DPS(2) 및 DPS(3)의 경우, 선박의 위치 및 선수 방위를 상실할 수 있는 제어장치의 부주의한 조작을 방지하는 수단이 제공되어야 한다.

(마) DP 제어시스템과 인터페이스 및/또는 제어되는 모든 시스템의 고장에 대하여 가시가청 경보를 발하여야 한다. 경보의 발생 및 상태 변화에 대한 기록이 필요한 설명과 함께 제공되어야 한다.

(바) DP 제어시스템은 한 시스템에서 다른 시스템으로 고장이 전이되는 것을 방지해야 한다. 이중화 구성품은 고장이 발생한 구성품이나 구성품들이 쉽게 분리되어 다른 구성품(들)이 위치 및/또는 선수방위의 손실 없이 원활하게 인계받을 수 있도록 배치되어야 한다.

(사) DP 시스템에 설치하여야 할 제어장치, 기준위치 제공장치 및 센서 시스템의 최소수량은 **표 9.4.1**에 따른다.

표 9.4.1 제어장치, 기준위치 제공장치 및 센서 시스템의 최소수량 *(2020)*

분 류	제어장치	기준위치 제공장치	센서 시스템		
			선수방위 조회장치	수직방향 감지기	풍향계 및 풍속계
DPS(0)	조이스틱 시스템(1) 1조	1조	1개	1개	각 1개
DPS(1)	DP 제어시스템(2) 1조, 조이스틱 시스템(1)(2) 1조	2조(3)	1개	1개	1개
DPS(2)	DP 제어시스템(2) 2조	3조(3)(4)	3개(3)	3개(3)	각 3개(3)
DPS(3)	DP 제어시스템(2) 2조, 백업 DP 제어시스템(2) 1조	3조(3)(4)	3개(3)	3개(3)	각 3개(3)

(비고)
(1) 선박의 원하는 선수방위의 오차한도를 자동으로 유지할 수 있어야 한다.
(2) 1조의 고장으로 인하여 다른 제어장치의 효력에 지장을 주지 않도록 독립적으로 배치하여야 한다.
(3) 1조(또는 개)의 고장이 다른 기준위치 제공장치(또는 외부정보 감지장치)의 효력에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.
(4) 2조 이상은 서로 다른 종류를 설치하여야 한다.

(2) 제어장치

제어장치는 작동범위 전반에 걸쳐 안정되어야 하며, 특정한 성능과 정확도요건에 만족하여야 한다.

(3) 컴퓨터시스템

(가) DPS(2)의 경우, DP 제어시스템은 2대 이상의 컴퓨터시스템으로 구성하여 단일 고장이 발생하더라도 자동 위치 유지 능력이 유지되도록 해야 한다. 자체 점검 프로그램, 조절 기능, 데이터 전송 장치 및 설비의 인터페이스 장치와 같은 공통 설비는 둘 이상의 컴퓨터 시스템에 고장을 유발하지 않아야 한다. 컴퓨터에 장애가 발생하거나 제어 준비가 되지 않으면 경보를 발하여야 한다.

(나) DPS(3)의 경우, 주 DP 제어시스템은 2대 이상의 컴퓨터시스템으로 구성하여 단일 고장이 발생하더라도 자동 위치 유지 능력이 유지되도록 해야 한다. 자체 점검 프로그램, 조절 기능, 데이터 전송 장치 및 설비의 인터페이스 장치와 같은 공통 설비는 둘 이상의 컴퓨터 시스템에 고장을 유발하지 않아야 한다. 위에서 언급한 2대 이상의 컴퓨터시스템에는 백업 컴퓨터시스템은 포함되지 않는다. 따라서 추가로 하나의 별도 백업 DP 제어시스템이 배치되어야 한다((라) 참조). 컴퓨터에 장애가 발생하거나 제어 준비가 되지 않으면 경보를 발하여야 한다.

(다) DPS(2) 및 DPS(3)의 경우, DP 제어시스템에는 최악의 고장이 발생하더라도 선박이 올바른 위치에 있는지를 지속적으로 확인하는 일반적으로 "결과 분석(consequence analysis)"이라고 알려진 소프트웨어 기능이 포함되어야 한다. 이 분석을 통해 최악의 고장이 발생한 후에도 작동 상태를 유지하는 스러스터, 프로펠러 및 타(DP 제어에 포함되는 경우)가 고장 이전에 요구되는 것과 동일한 결과의 추진력 및 모멘트(moment)를 생성할 수 있는지가 확인되어야 한다. 최악의 고장이 발생하여 일반적인 환경 조건(예: 바람, 파도, 조류 등)에 대한 추력 부족으로 위치 및/또는 선수방위의 상실로 이어질 경우 결과 분석을 통해 경보를 제공해야 한다. 안전하게 종료하는 데 오랜 시간이 걸리는 작업의 경우, 결과 분석에는 환경 조건의 입력을 기반으로 최악의 고장 후 남아 있는 추력과 전력을 시뮬레이션하는 기능이 포함되어야 한다.

(라) DPS(3)의 경우, 백업 DP 제어시스템은 주 DP 제어스테이션으로부터 A-60급으로 분리된 장소에 있어야 한다. DP 작동 중에 이 백업 제어시스템은 필요한 일련의 센서, 기준위치제공장치, 스러스터 피드백 등 중에서 하나 이상으로부터 입력을 받아서 지속적으로 업데이트 되어야 하며 제어를 인계받을 준비가 되어 있어야 한다. 백업시스템으로의 제어 전환은 수동으로 백업컴퓨터에서 이루어져야 하며, 주 DP 제어시스템의 고장으로 인해 영향을 받지 않아야 한다. 주 DP 제어시스템 및 백업 DP 제어시스템은 하나 이상의 시스템이 단일 고장 후에도 자동 위치 유지를 수행할 수 있도록 배치되어야 한다.

(마) 각 DP 컴퓨터시스템은 DP 시스템 및 명령 인터페이스의 무결성을 보장하기 위해 다른 선내 컴퓨터시스템 및 통신 시스템으로부터 분리되어야 한다. 이러한 분리는 하드웨어 및/또는 소프트웨어 시스템 그리고 케이블 및 통신선의 물리적 분리를 통해 이루어질 수 있다. 분리의 견고성은 분석을 통해 검증되고 시험을 통해 입증되어야 한다.

(4) 측정장치

(가) 측정장치는 설정된 위치 및 선수방위의 허용오차범위를 확보할 수 있도록 설치되어야 하며, 선수방위 조회장치의 측정오차는 유효하게 유지되어야 한다.

(나) 선수방위 설정범위

원하는 선수방위의 설정범위는 조정될 수 있어야 하나 특정한 한계를 초과하여서는 아니 된다. 원하는 선수방위 설정범위를 확인 및 고정할 수 있도록 배치하여야 한다.

(다) 측정장치의 검증

DP 시스템의 최적 성능을 보장하기 위하여 기준위치 제공장치 및 센서 시스템으로부터의 제어장치 입력사항들을 검증할 수 있는 적절한 처리 및 비교기술이 마련되어야 한다.

(5) 표시기

각 DP 제어스테이션에는 DP 시스템의 기능 및 제어상태를 확인할 수 있도록 다음의 것들을 나타내는 표시기를 설치하여야 한다.

(가) 진로 또는 원하는 기준점에 관련된 선박의 위치 및 선수방위

(나) 스러스터 각각의 추력 및 총추력에 대한 벡터방향추력

(다) 기준위치 제공장치 및 외부정보 감지장치의 작동상태

(라) 바람의 강도 및 방향 등의 환경조건

(마) 예비 스러스터장치의 유용상태

(6) 경보장치

다음의 경우에 경보를 발하는 경보장치를 설치하여야 한다.

(가) 제어컴퓨터의 고장시

(나) 예비의 제어컴퓨터로 자동전환시

(다) (3)호 (다)에서 요구된 검증에 의하여 나타난 비정상인 신호시

(라) 설정된 위치범위로부터 선박이 벗어나는 경우

(마) 설정된 선수방위 범위로부터 선박이 벗어나는 경우

(바) 토우트 와이어가 탈선한계를 벗어난 경우

(사) 기준위치 제공장치의 고장시

(아) 외부정보 감지장치의 고장시

(자) 예비의 기준위치 제공장치 또는 외부정보 감지장치로의 자동전환시

4. 보조시스템 (DPS(2) 및 DPS(3)에 적용)

(1) 일반사항

(가) DPS(2) 및 DPS(3)의 경우, DP 시스템의 일부분을 구성하는 보조시스템은 이중화개념에 적합하도록 배치되어야 한다.

(나) 다음의 보조시스템에 대한 단일 고장 영향분석은 DP 시스템의 고장모드 영향분석(FMEA)에 포함되어야 한다.

(a) 연료유장치

(b) 윤활유장치

(c) 냉각수장치

(d) 압축공기장치

(e) 유압장치

(f) 공기압장치

(g) 통풍장치/공기조화장치

(2) 연료유장치

(가) 서비스탱크, 공급관 및 회수관, 필터, 가열장치(적용되는 경우), 펌프, 신속차단밸브 및 관련 제어장치를 포함한 엔진의 연료공급장치는 이중화개념에 적합하도록 배치되어야 한다.

(나) 신속차단밸브의 구동기는 각 엔진별로 설치되어야 한다. 따라서, 원격제어장치는 위치유지에 대하여 페일세이프(fail safe)되어야 한다.

(다) DPS(3)의 경우, 최소 하나의 서비스탱크가 각 이중화그룹에 제공되어야 하며, 서비스탱크는 이중화개념에 적합하도록 A-60급으로 분리된 구획에 배치되어야 한다.

(3) 윤활유장치

각 엔진에는 전용의 윤활유공급펌프가 설치되어야 한다.

(4) 냉각수장치

(가) 냉각수장치는 이중화개념에 적합하도록 배치되어야 한다.

(나) 냉각펌프가 엔진구동 방식인 2축 선박의 경우, 펌프의 손상에 따른 최악의 고장에도 DP 기능을 유지할 수 있으면 예비펌프 대신에 선박에 제공된 여분의 펌프가 허용된다.

(5) 압축공기장치

DP 시스템용 압축공기장치는 이중화개념에 적합하도록 배치되어야 한다. 엔진 시동용 압축공기는 가능한 최대 범위까지 독립되어야 한다. 시동용 공기의 관련 압력 강하가 제어기능에 영향을 끼치지 않는다면 제어용 공기와 시동용 공기는 동일한 공급원으로부터 공급될 수 있다. 스러스터에 공기공급 상실시에는 경보를 발하여야 하며 스러스터 작동에 어떠한 영향을 끼쳐서는 아니 된다.

(6) 공기압장치

공기압장치는 누출 위험을 고려하여 이중화되도록 설계되어야 한다.

(7) 통풍장치/공기조화장치

자동위치제어에 필수적인 장비를 포함하는 구역의 통풍장치 및 공기조화장치는 능동구성품 및 통풍댐퍼 구동 에너지원의 어떤 단일고장이후에도 허용 온도가 유지될 수 있도록 이중화되어야 한다. 이러한 요건은 DP 시스템의 일부인 구성요소를 포함하는 배전반실 및 계기실에도 적용한다.

(8) 보조시스템에 전원 공급

DP 시스템과 관련된 보조시스템에 대한 전원은 해당 이중화 그룹내에서 공급되어야 한다. 냉각수 펌프 및 송풍기 같은 스러스터 장치용 보기는 그 구동기를 제공하는 것과 동일한 이중화 그룹으로부터 전원을 공급받아야 한다.

203. DP 시스템의 추가요건

1. DPS(1)

(1) 1조(개)의 기준위치 제공장치가 고장난 경우에도 자동으로 남은 기준위치 제공장치로 부터의 신호에 의하여 계속 작동할 수 있어야 한다.

(2) 작동지역은 수심의 백분율 또는 적용될 수 있다면 절대표면운동에 기초한 특정된 한계를 초과하지 않는 범위내에서 조정할 수 있어야 한다. 작동지역에 대한 설정위치를 고정 및 확인할 수 있어야 한다.

(3) DP 능력이 완전히 소실되었을 경우, DP 시스템과 관련된 다른 경보장치와 명백히 구분되고 수동으로 작동되는 경보장치를 관련된 모든 사람들에게 알릴 수 있도록 DP 제어스테이션에 설치하여야 한다. 선장실과 운전중인 제어스테이션에도 경보를 발하여야 한다.

(4) 전동 스러스터는 다음의 요건에 적합하여야 한다. *(2019)*

(가) 사용중인 전력과 사용가능한 여분의 전력을 표시하는 표시기를 주 DP 제어스테이션에 설치하여야 한다.

(나) 충분한 발전용량을 확보할 때까지 스러스터 전동기의 시동을 금지할 수 있는 수단이 마련되어야 한다.

2. DPS(2)

(1) 1항의 요건에 적합하여야 한다.

(2) 작동중인 제어장치가 고장 난 경우, 예비의 제어장치는 선박의 위치를 유지하는데 어떠한 불리한 영향을 미치지 아니하고 자동으로 전환되도록 배치하여야 한다.

(3) 전력시스템은 그 장치에 단일고장이 발생하더라도 다른 전력시스템에 의해 중요용도에 급전을 유지할 수 있도록 2개 이상의 장치로 분리되어야 한다. 다만, 모선연결 차단기를 설치하여 과부하 및 단락을 포함하는 고장 시 자동적으로 고장 난 장치를 분리시킬 경우, DPS가 작동되는 동안 단일 장치로 운영될 수 있다. **【지침 참조】**

(4) 위치 유지에 사용할 수 있는 전력은 101.의 3항에 따라 최악의 고장이 난 후에도 선박의 위치를 유지하기에 충분해야 한다.

(5) 하나 이상의 자동 전력관리시스템이 제공되어야 하며 DP시스템 분류 및 블랙아웃 방지 기능에 따라 이중화되어야 한다.

(6) 전동 스러스터인 경우에는 다음의 요건에 적합하여야 한다. *(2019)*

(가) 1조의 발전기가 고장난 경우, 남아있는 발전장치의 용량은 선박을 정상적으로 운항 및 거주상태로 유지시키기 위하여 필요한 전기설비의 부하와 동시에 운전되지 않는 최대 스러스터 부하를 포함한 최대 DP 시스템의 부하를 합한 용량 이상이어야 한다.

(나) 발전기가 병렬운전되도록 배치된 경우, DP 시스템의 작동에 필수적인 급전은 **6편 1장 202.**의 1항 (3)호에서 요구되는 비중요 부하의 차단으로부터 보호되어야 하며, 병렬운전중인 발전기들 중 1대의 발전기의 고장으로 인한 스러스터의 추력감소는 선박의 조정성을 유지하기에 충분한 DP 시스템의 능력을 계속적으로 유지할 수 있

다면 이를 인정할 수 있다.

(다) (가) 및 (나)와 관련하여 자동위치를 유지하기 위하여, 202.의 2항 (6)호에서 요구되는 경보수준의 부하로 도달하기 전에 대기중인 발전장치의 자동시동, 동기 및 부하분배수단 등이 강구되어야 한다.

(7) 제어장치, 안전장치 및 경보장치는 지정된 위치 및 선수방위의 허용오차 범위 내에 있음을 검증하기 위하여 연속적인 또는 일정 기간에 예상되는 고장의 결과를 컴퓨터에 의하여 분석하여야 한다. 그 결과가 예상되는 최악의 고장이 발생하여 현재의 환경조건에서 선박의 위치 및 선수 방위를 유지할 수 없는 위험상태의 경우에는 경보를 발하여야 한다.

(8) DP 시스템의 정상적인 작동에 필요한 동력, 제어, 스러스트 및 기타 장치는 어떠한 능동구성품 또는 장치에 단일 고장이 발생하더라도 계속 자동위치를 유지할 수 있도록 설치되어야 하며 FMEA에 의해 검증이 되어야 한다. 이는 (KS A) IEC 60812 (고장모드 영향분석 절차) 또는 동등 이상의 규정에 따라야 한다. 능동구성품의 구성요소로서는 다음과 같은 것들을 포함할 수 있다.

(가) 원동기 (예를 들면, 보조기관)

(나) 발전기 및 발전기 여자장치

(다) 감속기 등 기어장치

(라) 펌프

(마) 송풍기

(바) 배전반, 분전반 및 제어반 (그 조립품 포함) **【지침 참조】**

(사) 스러스터

(아) 밸브(동력으로 작동되는 경우)

DP 시스템의 일부분은 아니지만 단일 고장이 일어날 경우 DP 시스템의 정상적인 기능에 영향을 끼칠 수 있는 장치(예를 들면, 소화장치, 기관통풍장치 등)는 FMEA에 포함되어야 한다.

3. DPS(3)

(1) 2항의 요건에 적합하여야 한다.

(2) 전력시스템의 배치는 다음을 따라야 한다.

(가) 전력시스템은 하나의 시스템에 고장이 발생했을 때 적어도 하나의 다른 시스템이 작동 상태를 유지하고 위치를 유지하기에 충분한 적력을 공급할 수 있도록 두 개 이상의 시스템으로 나눌 수 있어야 한다. 분리된 전력시스템은 A-60급 방화벽으로 구분된 독립된 장소에 배치되어야 한다.

(나) 전력시스템이 만재흘수선 하방에 배치되는 경우, 각 전력시스템은 독립된 수밀 구획에 의해 분리되어야 한다.

(다) 모선연결 차단기는 203.의 2항 (3)호에 만족하지 않으면 DP 시스템이 작동하는 동안 열려져 있어야 한다.

(3) 발전기는 적어도 2곳의 분리된 기관구역에 배치하여야 한다.

(4) DP 시스템의 급전용 배전반은 균등하게 급전할 수 있도록 분리된 구역에 각각 설치하여야 하며, 모선분할스위치에 의하여 연결하여야 한다.

(5) 표 9.4.1에서 요구되는 기준위치 제공장치중 1조의 표시기 및 제어기는 비상위치제어장소에 설치하여야 한다. 이 장치로부터 연결되는 리피터의 표시기 및 제어기는 주위치제어장소에 설치하여야 한다.

(6) 표 9.4.1에서 요구되는 선수방위 조회장치중 1개의 독립된 선수방위 조회장치는 비상위치제어장소에 설치하여야 한다.

(7) 표 9.4.1에서 요구하는 센서 시스템으로부터의 신호는 백업 DP 제어시스템에 제공되어야 한다.

(8) 백업 DP 제어시스템은 독립된 무정전 전원장치로부터 급전되어야 한다.

(9) 이중화가 요구되는 장치나 시스템용 케이블들은 동일 구획내에 함께 포설되어서는 아니 된다. 이런 상황을 피할 수 없을 경우, 이런 케이블들은 그 구역용 케이블에 해당하는 것을 제외하고는 모든 화재위험으로부터 효과적으로 보호되도록 A-60급 케이블 덕트(덕트의 말단부 포함)내에 포설되어야 한다.

다만, 케이블 접속함은 이런 덕트 내에 설치되어서는 안 된다.

제 3 절 시험 및 검사

301. 수압시험

스러스터의 하우징은 최대잠김수두의 1.5배 이상의 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 수압시험시의 압력은 1.5 bar 이상이어야 한다.

302. 선내시험

DP 시스템은 선내에 설치한 후 승인된 시험계획서에 따라서 가능한 한 실제에 가까운 상태에서 각각 유효하게 작동되는 것을 확인하여야 한다. 다만, 이들의 시험 중 해상시험시가 아니면 실시가 곤란한 것에 대해서는 해상시험 시에 할 수 있다.

303. 해상시험

해상시험은 다음의 사항이 포함된 승인된 시험계획서에 따라서 DP 시스템의 효력시험을 하여야 한다.

(1) 전원상실을 포함한 주요 제어장치 및 기계적 장치의 고장을 가상한 설비의 반응
(2) 작동지역의 위치 및 선수방위를 변경하는 일련의 계획된 운전 시에 나타나는 설비의 반응
(3) 적어도 4시간 동안 연속으로 설비 작동

304. DP 시스템 수행능력에 관한 자료 및 기록의 보관

DP 시스템 수행능력에 관한 자료 및 기록은 정기적인 검사 시에 이용할 수 있도록 본선에 보관하여야 한다.

305. 등록유지검사

DP 시스템의 정기적인 검사 주기 및 검사 사항은 다음에 따른다.

1. 연차검사

(1) 하드웨어와 소프트웨어 변경과 관련된 정보를 포함하는 시스템 정비 문서가 검토되어야 한다.
(2) 제어기, DP 제어스테이션, 독립된 조이스틱, 측정장치, 센서 그리고 모드 변경 시스템과 같은 DP 시스템을 구성하는 전기 장치는 육안검사를 하여야 한다.
(3) DP 시스템의 정상적인 작동상태가 검사 중에 검증되어야 한다.
(4) 만약 검사가 통상적인 운항 상태에서 이루어질 경우, 수용 불가한 위험을 동반하는 시험이 실시되어서는 아니 된다.
(5) DP 제어시스템을 지원하는 UPS 및 기타 배터리시스템의 용량은 검증되어야 한다. 만약 검사가 통상적인 운항 상태에서 이루어 질 경우, 배터리 용량은 시험에 의해 검증할 필요는 없다. 또한 충전 전원의 상실 경보가 검증되어야 한다.
(6) DPS(3)의 경우, 백업 DP 제어시스템의 정상적인 작동상태가 검증되어야 한다. 만약 검사가 통상적인 운항 상태에서 이루어 질 경우, 백업 DP 제어시스템으로 전환할 필요는 없다.
(7) DP 제어스테이션에서 스러스터의 비상정지시험이 이루어져야 한다. 만약 검사가 통상적인 운항 상태에서 이루어 질 경우, 수용 불가한 위험을 동반하는 시험이 실시되어서는 아니 된다.

2. 정기검사

(1) 선박은 DP 모드로 해상시험을 실시하여야 한다.
(2) 모든 작동 모드에서 전체 장치가 시험되어야 한다.
그 시험은 모드 변경, 백업시스템 및 경보시스템을 평가하기 위해서 각기 다른 실패조건의 모의시험을 포함하여야 한다.
(3) DP 제어스테이션에서 다음과 같은 각기 다른 모드의 스러스터제어 시험을 하여야 한다.
(가) 수동 제어
(나) 조이스틱 제어(설치되어 있을 경우, 독립된 조이스틱)
(다) DP 제어
(라) 제어 장소의 변경
(4) 스러스터 레버 제어 및 독립된 조이스틱 제어에 의한 수동오버라이딩 기능은 정상 운전 시 및 고장 상태에서 시험되어야 한다.
(5) DP 제어스테이션에서 DP 스러스터의 비상 정지가 시험되어야 한다.

(6) 모든 센서, 주변장치 및 측정장치는 다음과 같은 시험을 하여야 한다.
(가) 정상적인 작동과 충분한 정밀도의 평가
(나) 경보시스템과 전환로직(logic)을 확인하기 위한 센서 및 측정장치의 고장 시험
(다) 측정장치 간의 전환(작동자에 대한 주의, 경보 및 정보의 만족도 확인)
(7) 위치 및 선수방위의 상실에 대한 경보가 시연되어야 한다.
(8) 제어기, 자동위치제어 운전 장소, 독립된 조이스틱, 측정장치, 센서 그리고 모드 변경 시스템과 같은 DP 시스템을 구성하는 전기 장치는 육안검사를 하여야 한다.
(9) 스러스터 명령장치의 단선고장을 포함하는 스러스터 제어 장비의 단일 고장과 피드백 신호는 스러스터 출력의 정상적인 응답을 평가하기 위해서 시험되어야 한다. 또한, DP 제어시스템에 의해 제어되는 타를 위해 동등한 시험도 요구될 수 있다.
(10) 과부하 방지장치가 시험되어야 한다.
(11) UPS와 DP 제어시스템에 사용되는 다른 배터리 장비의 용량 및 DP 시스템의 주변장치는 정상적인 작동상태가 검증되어야 한다. 또한 충전 전원의 상실 경보가 검증되어야 한다.
(12) DPS(2) & DPS(3)의 경우, 한정된 단일 고장 모드에 관하여 요구되는 이중성이 시험에 의해 검증되어야 한다.
(13) DPS(2) & DPS(3)의 경우, FMEA 보고서와 FMEA 시험 프로그램의 변경이 최신화 되고 있는지를 확인하기 위해 검증되어야 한다.
(14) DPS(2) & DPS(3)의 경우, 결과분석설비의 정확한 기능이 가능한 한 검증되어야 한다.
(15) DPS(3)의 경우, DP 시스템에 대한 백업 시험이 이루어져야 한다. 주제어시스템상의 백업제어시스템 상태에 대한 모니터링이 검증되어야 한다. ⚓

제 5 장 항해선교설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 적용

이 장은 우리 선급에 부기부호로서 등록하고자 하는 선박의 선교배치 및 작업환경, 항해기기 및 사고예방시스템(이하, 이들 설비를 **항해선교설비** 라 한다.)에 적용한다.

2. 동등효력

이 장의 일부에 적합하지 않은 항해선교설비라 하더라도, 우리 선급이 적합한 것으로 동등한 효력이 있다고 인정하는 경우에는 적합한 것으로 간주한다.

3. 새로운 개념에 의한 설비

이 장과는 다른 개념에 의해서 설계된 항해선교설비에 있어서는, 우리 선급은 적용 가능한 범위로 이 장의 규정을 적용함과 동시에, 필요에 따라 이 장의 규정 이외에 관련된 규정의 적용을 요구할 수 있다.

4. 규정의 증감

우리 선급은 선박의 선적, 종류, 항해구역에 따라 이 장의 규정 일부를 증감할 수 있다.

5. 설비부호

(1) NBS : **3절** 및 **4절**에 규정하는 선교의 배치 및 작업환경 및 항해기기에 관하여 등록을 한 선박

(2) NBS1 : **3절**부터 **5절**에 규정하는 선교의 배치 및 작업환경, 항해기기 및 사고예방시스템에 관하여 등록을 한 선박

(3) NBS2 : **3절**부터 **6절**에 규정하는 선교의 배치 및 작업환경, 항해기기, 사고예방시스템 및 선교작업 지원시스템에 관하여 등록을 한 선박

6. 정의

이 장에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) **지원항해자**란 선교에서 지원이 필요한 경우에 호출을 받도록 선장이 지정한 사람(통상 사관)을 말한다.

(나) **선교**란 항해 및 조선을 위한 장소를 말하며, 조타실과 선교윙을 포함한다.

(다) **선교윙**이란 조타실의 양측에서 선측까지 확장된 선교의 한 부분을 말한다.

(라) **지휘장소**란 지휘를 위한 시야를 갖는 선교의 장소로서, 항해자가 지휘 및 조선을 위해 사용하는 장소를 말한다.

(마) **주지휘장소**란 항해자가 주로 사용하는 지휘 장소를 말한다.

(바) **시계**란 선교 내의 장소에서 전망할 수 있는 각도를 말한다.

(사) **항해자**란 항해, 조선 및 선교기기의 조작을 하는 사람을 말한다.

(아) **조타실**이란 선교 내의 폐위된 장소를 말한다.

(자) **작업장소**란 어떤 특정한 활동을 하기 위해 필요한 1개 또는 여러 개의 작업을 하는 장소를 말한다.

(차) **선교집중작업장소**란 항해 및 조선작업에 필요한 항해기기가 집중 배치된 작업장소를 말하며, 주지휘장소를 포함한다.

(카) **원양항해**란 해당 선박의 항해속도로 30분간의 항주거리와 같은 거리에 있어서 모든 침로에 자유로운 침로설정이 제한되지 않은 해역을 항해하는 것을 말한다.

제 2 절 항해선교설비의 검사

201. 일반사항

1. 검사의 종류

우리 선급에 등록을 한 또는 등록을 받고자 하는 항해선교설비는 다음의 검사를 받아야 한다.

(가) 등록을 위한 검사(이하, **등록검사** 라 한다.)

(나) 등록을 계속적으로 유지하기 위한 검사(이하, **등록유지검사** 라 한다). 등록유지검사의 종류는 다음과 같다.

(a) 정기검사

(b) 연차검사

(c) 임시검사

2. 검사의 시기

(1) 등록검사는 선주 또는 선박검사 신청자로부터 등록신청이 있을 경우 실시한다.

(2) 등록유지검사는 선급의 정기적 검사와 동일하게 실시한다.

202. 등록검사

1. 제출도면 및 자료

(1) 등록검사를 받고자 하는 NBS선의 항해선교설비에 대하여는, 다음의 도면 및 자료를 각 3부씩 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(가) 선교의 일반배치도(주지휘장소, 그 밖의 지휘 장소, 작업장소, 제어반 및 패널(panel)의 배치 및 통로가 표시되어 있을 것)

(나) **4절 402.**의 2항에 규정된 항해기기의 요목표

(다) **4절 402.**에 규정된 항해기기에 관한 전기회로계통도

(라) 시험방법 및 시험설비를 기재한 선내시험방안 및 해상시험방안

(마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료 **【지침 참조】**

(2) 등록검사를 받고자 하는 NBS1선의 항해선교설비에 대하여는, 다음의 도면 및 자료를 각 3부씩 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(가) (1)호에 규정된 도면 및 자료

(나) **5절 502.**에 규정된 사고예방시스템 요목표

(다) **5절 502.**에 규정된 사고예방시스템에 관한 전기회로계통도

(3) 등록검사를 받고자 하는 NBS2선의 항해선교설비에 대하여는, 다음의 도면 및 자료를 각 3부씩 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(가) (2)호에 규정된 도면 및 자료

(나) **6절 602**에 규정된 선교작업지원시스템 요목표

(다) **6절 602.**에 규정된 선교작업지원시스템에 관한 전기회로계통도

(라) **6절 601.**의 3항에 규정된 선교집중작업장소의 상세도(제어반 등의 치수 및 패널 배치도가 표시되어 있는 것)

2. 제조공장 등에 있어서의 시험

(가)호부터 (차)호에 나열한 기기는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 시험방법에 따라 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다. 단, 선박의 선적국 정부, 기타 해상에서의 인명의 안전을 위한 국제협약의 체약국 정부 또는 이들 정부가 인정한 단체에 의해 승인된 기기로써 우리 선급이 적당하다고 인정하는 경우에는 예외로 한다.

(가) 자동충돌예방보조장치(ARPA)

(나) 전자식 선위측정장치(GPS)

(다) 레이더

(라) 자이로컴파스

(마) 자동조타장치

(바) 속력 및 거리표시장치

(사) 음향측심장치

(아) 해상안전정보의 수신기

(자) VHF 무선전화장치

(차) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기기 **【지침 참조】**

3. 조선소 등에 있어서의 시험

(1) 선교의 배치 및 작업환경, 항해기기 및 사고예방시스템에 대하여는 선내설치 후 가능한 한 실제에 가까운 상태로, 각각 효율적으로 제작되어 있다는 것 또는 작동한다는 것을 미리 제출된 시험방안에 따라 검사 및 시험하여야 한다. 단, 이들에 대한 검사 및 시험의 일부를 해상시운전 시 행할 수 있다.

(2) 시험은 다음에 열거하는 사항에 대하여 확인을 하여야 한다.

(가) 선교의 배치 및 작업환경

항해선교설비의 배치 및 선교의 작업환경이 항해자가 선교 상의 작업장소에서 적절한 견시를 하는 것과 항해업무 및 선교에 할당된 다른 기능을 행하는 것에 대하여 적절함을 확인한다.

(나) 항해기기

(a) 자이로컴파스 리피터

각 리피터 컴파스가 본선의 선체중심선에 평행하게 설치되어 있는 것을 확인한다.

(b) 음향측심장치

장치를 작동하여 오차가 허용범위 내에 있는 것을 확인한다.

(c) 조타장치펌프의 변환 및 조작스위치

조타장치펌프의 변환이 원활히 행하여지는 것을 확인한다.

(d) 전원공급

(i) 항해기기용 분전반으로의 주전원공급을 정지한 경우, 가시가청경보를 발하여 자동적으로 비상전원으로 변환되는 것을 확인한다.

(ii) 항해기기용 분전반으로의 전원공급이 정지된 후 45초 이내에 복구된 경우, 항해기기의 모든 기본적인 기능이 통상 상태로 복구하는 것을 확인한다.

(다) 사고예방시스템(NBS1선 및 NBS2선)

(a) 선교 항해당직 경보장치

선교 항해당직 경보장치는 설정된 확인간격이 경과한 경우에, 선교 및 기타의 장소에서 경보를 발하는 것을 확인한다.

(b) 경보 및 경고전송시스템

경보 및 경고전송시스템은 항해자의 대응이 30초 이내에 선교에서 확인되지 않은 경우에는 자동적으로 선장, 지정된 항해자 및 공용실에 전송되는 것을 확인한다. 선교 항해당직 경보장치의 경보가 전송되는 것도 함께 확인한다.

(c) 시스템의 감시

(i) 선장실에서의 선교 항해당직 경보장치 및 경보 및 경고전송시스템이 정상으로 작동하고 있다는 표시등을 확인한다.

(ii) 선교 항해당직 경보장치 및 경보 및 경고전송시스템에 이상이 생긴 경우, 가시가청경보가 선교 및 선장실에 발하여지는 것을 확인한다.

(d) 전원공급

(i) 사고예방시스템용 분전반으로의 주전원공급이 정지한 경우, 가시가청경보를 발하여 자동적으로 비상전원으로 변환되는 것을 확인한다.

(ii) 사고예방시스템용 분전반으로의 전원공급이 정지한 후 45초 이내에 복구된 경우, 사고예방시스템의 모든 기본적인 기능이 통상 상태에 복구하는 것을 확인한다.

(라) 선교작업지원시스템(NBS2선)

(a) 선교정보시스템

항해 및 조선작업에 필요한 정보의 표시기능 및 경보기능을 확인한다.

(b) 전자해도시스템

해도표시기능, 자선위치표시기능, 항로계획기능, 레이더 및 ARPA 정보의 추가기능을 확인한다.

(c) 시스템의 감시

선교정보시스템, 전자해도시스템 및 자동추적장치가 이상을 일으킨 경우, 가시가청경보가 발하는 것을 확인한다.

(d) 전원공급

(i) 선교작업지원시스템용 분전반으로의 주전원공급이 정지한 경우, 가시가청경보가 발하여 자동적으로 비상전원으로 변환되는 것을 확인한다.

(ii) 선교작업지원시스템용 분전반으로의 전원공급이 정지한 후 45초 이내에 복구한 경우, 선교작업지원시스템의 모든 기본적인 기능이 통상 상태에 복구하는 것을 확인한다.

4. 해상시험

(1) 선교의 배치 및 작업환경, 항해기기 및 사고예방시스템은 해상시험 시에 미리 제출된 시험방안에 따라 검사 및 시험을 하고 양호한 결과이어야 한다.

(2) 시험은 다음에 열거하는 사항에 대하여 확인을 한다.

(가) 선교의 배치 및 작업환경

(a) 야간항해를 포함하는 모든 항해상태에 있어서 항해선교설비의 배치 및 선교의 작업환경이 항해자가 선교 상의 작업장소에서 적절한 견시를 하는 것과 항해업무 및 선교에 할당된 다른 기능을 행하는 것에 대하여 적절함을 확인한다.

(b) 진동 및 소음을 측정하고 진동 및 소음이 **3절 302.**의 **2**항 및 **3**항을 만족하는가를 확인한다.

(나) 항해기기

항해기기의 시험에는 **5절 501.**의 **4**항 (1)호에서 요구하는 경보확인(NBS1선 및 NBS2선에 한한다.) 및 다음 사항을 포함한다.

(a) 자동충돌예방보조장치

(i) 목표를 포착하여 포착한 목표의 침로 및 속도정보를 진표시 및 상대표시하는 기능을 확인한다.

(ii) 포착한 목표까지의 방향 및 거리표시 기능을 확인한다.

(iii) CPA 및 TCPA의 표시기능을 확인한다.

(iv) 포착한 목표가 위험 구역 내에 침입하였을 때의 경보기능을 확인한다.

(b) 레이더

(i) 전방에 있는 2개 이상의 고정지표(1개는 육상지표로 한다)에 대한 방향 및 거리 표시기능을 확인한다.

(ii) 측정오차가 레이더의 원래 오차보다 크지 않는 것을 확인한다.

(c) 자동조타장치

(i) 미리 설정된 침로에 선수방위를 자동적으로 유지하는 기능을 확인한다.

(ii) 타각이 미리 제한된 각도에 도달한 것을 표시하는 기능을 확인한다.

(iii) 선수방위가 미리 설정된 각도를 넘어 변화하는 경우에 가시가청 경보를 발하는 기능을 확인한다. *(2018)*

(d) 속력 및 거리표시장치

(i) 선박의 속력시험 중에 항해속력 및 항해거리를 표시하는 기능을 확인하여 표시된 항해속력과 속력시험에서의 결과를 비교한다.

(ii) 선박의 정지시험 등의 저속항해 중에 항해속력 및 항해거리를 표시하는 기능을 확인한다.

(e) 음향측심장치

선박이 항해 중에 해저 깊이를 기록하는 기능을 확인한다.

(f) 기적제어장치

안개신호가 적절하게 발하는가를 확인한다.

(g) 선내통신장치

(i) 주전원을 상실하였을 때의 선내통신 기능을 확인한다.

(ii) 선교에서의 우선기능을 확인한다.

(다) 사고예방시스템(NBS1선 및 NBS2선)

3항 (2)호 (다) (a) 및 (b)에 따른다.

(라) 선교작업지원시스템(NBS2선)

(a) **3**항 (2)호 (라) (a) 및 (b)에 따른다.

(b) 자동추적장치

(i) 전자해도 상의 계획항로에 따라 항로를 유지하는 기능을 확인한다.

(ii) 자동 변침동작은 항해자의 확인 후 이루어지는 것을 확인한다.

(iii) 변침점에서 항해자의 확인이 없는 경우에는 현침로를 유지하여 가시가청경보가 발하는 것을 확인한다.

(iv) 수동조타로의 변환기능을 확인한다.

203. 등록유지검사

1. 정기검사

(1) NBS선의 항해선교설비에 대한 정기검사 시에는, (가)호부터 (다)호의 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
(가) 항해선교설비의 현상검사
(나) **4절 402.**의 2항 (1)호부터 (5)호, (7)호부터 (11)호 및 (13)호부터 (16)호에 규정된 항해기기의 성능시험
(다) 전원공급을 45초간 차단한 항해기기가 통상의 작동상태로 복구하는 것의 확인시험

(2) NBS1선의 항해선교설비에 대한 정기검사 시에는, (가)호부터 (다)호의 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
(가) (1)호에서 규정한 시험 및 검사
(나) **5절 502.**에 규정된 사고예방시스템의 성능시험
(다) 전원공급을 45초간 차단한 후에 사고예방시스템이 통상의 작동상태로 복구하는 것의 확인시험

(3) NBS2선의 항해선교설비에 대한 정기검사 시에는, (가)호부터 (다)호의 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
(가) (2)호에서 규정한 시험 및 검사
(나) **6절 602.**에 규정된 선교작업지원시스템의 기능시험
(다) 전원공급을 45초간 차단한 후에 선교작업지원시스템이 통상의 작동상태로 복구하는 것의 확인시험

2. 연차검사

(1) NBS선의 항해선교설비에 대한 연차검사 시에는, (가)호 및 (나)호의 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
(가) 항해선교설비의 현상검사
(나) 다음 기기의 성능시험
(a) 자동충돌예방보조장치(ARPA)
(b) 전자식 선위측정장치
(c) 레이더
(d) VHF 무선전화장치
(e) 선내통신장치
(f) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기기 **【지침 참조】**

(2) NBS1선의 항해선교설비에 대한 연차검사 시에는, (가)호 및 (나)호의 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
(가) (1)호에서 규정한 시험 및 검사
(나) 다음 기기의 성능시험
(a) 선교 항해당직 경보장치
(b) 경보 및 경고전송시스템

(3) NBS2선의 항해선교설비에 대한 연차검사 시에는, (가)호 및 (나)호의 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
(가) (2)호에서 규정한 시험 및 검사
(나) 다음 기기의 성능시험
(a) 선교정보시스템
(b) 전자해도시스템(ECDIS)
(c) 자동추적장치

제 3 절 선교배치 및 작업환경

301. 일반사항

1. 적용

이 절의 규정은 NBS선, NBS1선 및 NBS2선의 선교배치 및 작업환경에 적용한다.

2. 일반사항

(1) 선교구조, 제어반의 배치, 기기의 위치 및 선교의 작업환경은 항해자가 선교 상의 작업장소에서 적절한 견시를 할 수 있음과 동시에 항해업무 및 선교에 부여된 다른 기능을 할 수 있어야 한다.

(2) 항해 및 조선작업장소는 통상의 조작상태로 유효한 조작을 할 수 있도록 배치하여야 한다. 모든 관련된 계기 및 조작부는 작업장소에서 용이하게 볼 수 있고 청취 및 접근이 가능한 것이어야 한다.

(3) 항해 및 조선에 관계되는 업무를 하기 위하여, 항해, 조선작업장소 및 지휘 장소에서의 시야는 본선의 안전에 영향을 주는 모든 물체 및 타 선박을 감시할 수 있는 것이어야 한다.

(4) 항해자는 조타실에서 선교구조물 바로 앞 구역을 감시하기 위하여 가능한 한, 선교 전면창의 적어도 1개에 밀접하게 접근할 수 있어야 한다.

(5) 선교는 가능한 한 연돌을 제외한 건현갑판 상부의 모든 구조물보다 상부에 배치하여야 한다.

(6) 선교에서의 시계는 다음에 따른다.

(가) 지휘 장소에서의 해면의 전망시야는 선박의 흘수, 트림 및 갑판 화물(컨테이너 등)과는 상관없이 선수의 전망으로부터 양현 10° 이내에서 선박 길이의 2배 또는 500 m 중 작은 쪽의 거리까지 가려져서는 아니 된다. (**그림 9.5.1** 참조)

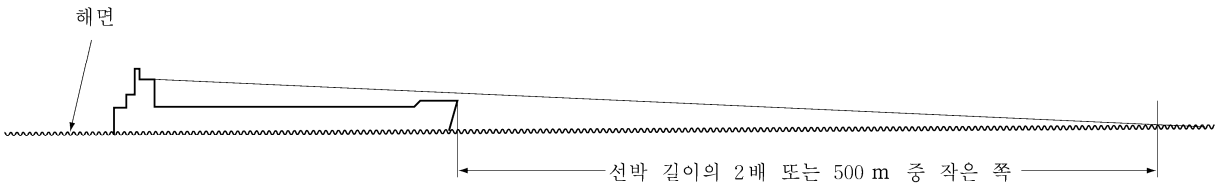


그림 9.5.1 전망시야

(나) 전면 창 하부 틀의 높이는 작업장소에 앉아 있는 사람이 선수 끝을 볼 수 있도록 하여야 한다. 또한, 해당갑판 상부에 있는 전면창의 하부 높이는 가능한 한 낮게 유지하여야 하며, 1,000 mm를 초과하여서는 아니 된다.

(다) 조타실 안에서 어느 방향으로든 선박과 등대와 같은 항해에 참고해야할 모든 물체를 관찰할 수 있어야 한다.

(a) 조타실의 범위 내에서 움직이는 관찰자가 선박 주변의 360° 시계를 확보하여야 한다. (**그림 9.5.2** 참조)

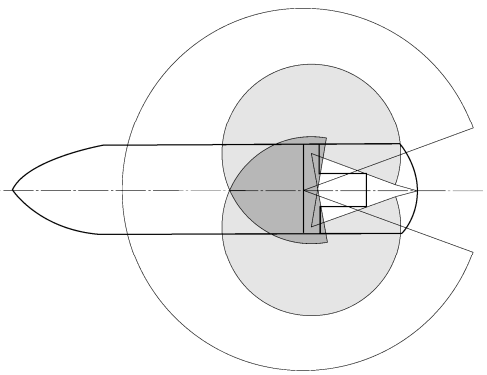


그림 9.5.2 360° 시계

(라) 항해 및 조선작업장소와 지휘 장소에서 항해사의 시야는 국제해상충돌예방규칙(COLREG 72)을 준수할 수 있도록 충분하여야 한다.

(a) 항해 및 조선작업장소와 지휘 장소로부터의 수평 시야는 한쪽 현의 정횡후방 22.5°에서 전방을 거쳐 다른

쪽 현의 정횡후방 22.5 ° 까지 되어야 한다. (**그림 9.5.3** 참조)

(b) 감시 작업장소에서의 시야는, 적어도 선수로부터 우현 115 ° , 좌현 90 ° 를 이루는 원호의 범위를 포함하여야 한다. (**그림 9.5.4** 참조)

(c) 선교 윙 위에 있는 작업장소로부터의 시야는 반대쪽 현 45 ° 와 선측 180 ° 원호의 범위를 포함하여야 한다. (**그림 9.5.5** 참조)

(마) 조타수의 시야는 안전하게 기능을 수행할 수 있도록 충분하여야 한다.

(a) 수동조타를 위해 작업장소로부터의 조타수의 시야는 정 선수 방향으로부터 각 측면에서 최소 60 ° 까지 확보하여야 한다. (**그림 9.5.6** 참조)

(b) 작업장소는 요구되는 시야를 확보하기 위해 전면 창문 바로 뒷편에 위치해서는 아니 된다.

(바) 화물 또는 하역장치 및 다른 장애물 등에 의해 가려진 맹목구역은 최소화하여야 하며 항해 및 조선작업장소와 지휘 장소로부터 안전한 견시에 영향을 미치지 않아야 한다. (**그림 9.5.7** 참조)

(a) 항해 및 조선작업장소와 지휘 장소에서 바라볼 때 해면의 시야를 방해하는 선교의 정횡보다 전방에 있는 외부의 화물, 하역장치 또는 다른 장애물로 인한 맹목구역의 총합계 각도는 20 ° 를 초과해서는 아니 되며, 각 개별 맹목구역도 10 ° 를 초과하여서는 아니 된다.

(b) 정선수에서 각 현 10 ° 이내의 맹목구역은 5 ° 를 넘어서는 아니 되며, 두개의 맹목구역 사이의 가시구역은 5 ° 이상이어야 한다.

(사) 선교 윙으로부터는 선측이 보여야 하며 특히 예선 또는 파일럿선이 접현하는 것과 본선이 안벽에 접안하는 것을 볼 수 있어야 한다. 또한, 선교 윙은 선박 최대 빔까지 연장되어야하며 선박 측면 관측은 장애가 없어야 한다.

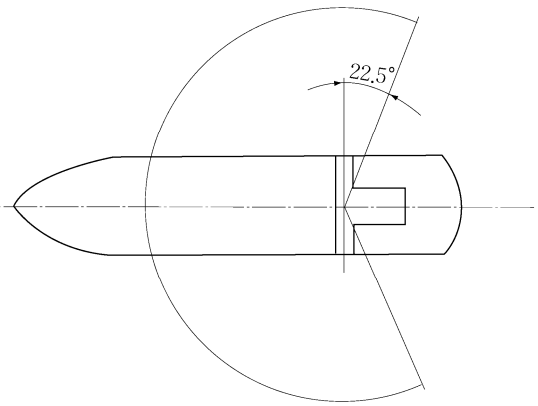


그림 9.5.3 항해 및 조선작업장소와 지휘장소 선교 전망 위치

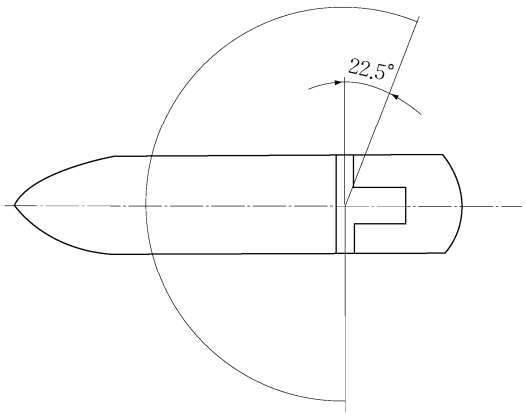


그림 9.5.4 감시 작업장소

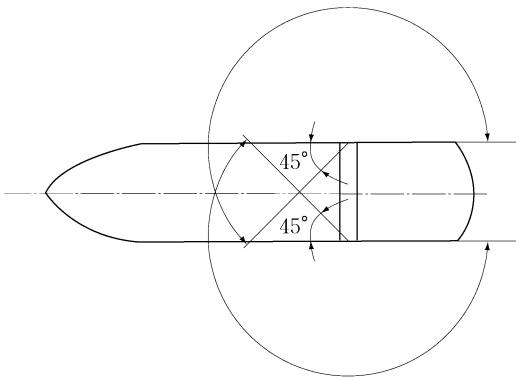


그림 9.5.5 선교윙 작업장소

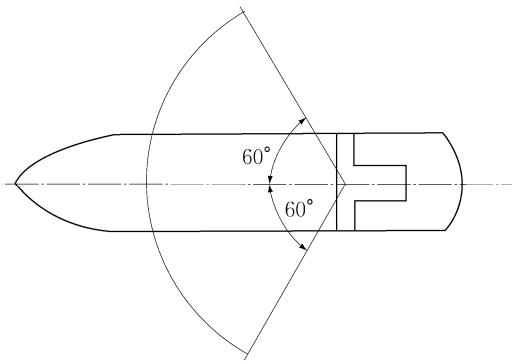
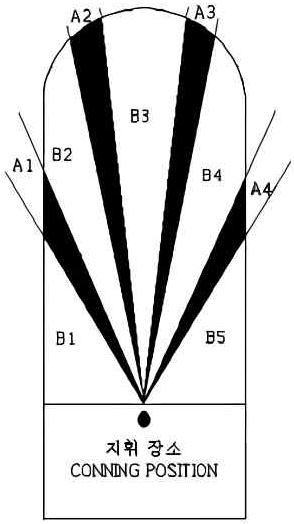


그림 9.5.6 조타수 작업장소



*정횡 전방
∠(A1+A2+A3+A4+B1+B2+B3+B4+B5) = 180°

* 각 맹목구역
∠(A2,A3) ≤5° (정선수에서 각 현 10° 이내에 포함될 경우)
∠(A1,A4) ≤10°

* 총맹목구역
∠(A1+A2+A3+A4) ≤20°

* 두개의 맹목구역 사이의 가시구역
∠B2,B3,B4 ≥5°

그림 9.5.7 선교의 맹목구역

302. 선교의 작업환경

1. 일반사항

(1) 선박의 모든 설계단계에서, 선교의 인원이 쾌적한 작업환경을 확보할 수 있도록 고려하여야 한다.
(2) 조타실 내의 천장 및 벽은 각 계기 표시반을 읽는데 방해가 되지 않도록 고려하여야 한다.
(3) 선교 또는 그것에 인접하는 장소에 화장실을 설치하여야 한다.

2. 진동

선교의 진동은 선교의 인원이 불쾌함을 느낄 정도여서는 아니 된다.

3. 소음

선교의 소음은 항해자의 명령 및 가청경보의 청취를 방해할 정도여서는 아니 되며 또한, 선교의 인원에게 불쾌감을 줄 정도여서는 아니 된다.

4. 외부음향신호

선교 윙에서 청취 가능한 안개신호 등의 외부음향신호는 조타실 내에서도 청취할 수 있어야 한다.

5. 조명

(1) 선교에 요구되는 조명은 항해자의 야간 시계를 방해하지 않도록 설계되어야 한다.
(2) 항해 중에 조명이 필요한 장소 및 기기에 사용되는 조명은 항해자의 야간 시계를 방해하지 않도록 적색으로 하여야 한다. 이 조명은 타 선박이 항해등과 오인하지 않도록 배치되어야 한다. 적색등은 빛깔을 식별할 때의 혼동을 피하기 위하여 해도책상의 조명에 사용하여서는 아니 된다.

6. 공기조화설비 *(2017)*

조타실에는 공기조화설비를 갖추어야 하며, 항해자가 조타실내의 온도를 용이하게 설정할 수 있는 것이어야 한다.

7. 선교인원의 안전

(1) 선교에 설치되는 기기 및 계기에는, 선교 인원의 부상 원인이 될 가능성이 있는 예리한 각 및 돌기가 있어서는 아니 된다.
(2) 황천 시 항해자의 안전을 위해 조타실 내부 또는 조타실 내 기기의 주위에 충분한 난간 또는 동등물을 갖추어야 한다.
(3) 선교바닥에는 마른상태 또는 습기 찬 상태에서도 유효한 미끄럼방지 수단을 설치하여야 한다.
(4) 선교 윙의 문은 용이하게 개폐할 수 있어야 한다. 이 문을 임의의 위치에서 고정할 수 있는 수단을 갖추어야 한다.
(5) 조타실에 항해자를 위한 의자를 장비하는 경우, 황천 시의 상태를 고려한 고정수단을 갖추어야 한다.

제 4 절 항해기기

401. 일반사항

1. 적용

이 절의 규정은 NBS선, NBS1선 및 NBS2선의 항해기기에 적용한다.

2. 일반사항

(1) 항해기기는 설치된 선박이 받을 가능성이 있는 여러 종류의 해상상태, 진동, 습도, 온도 및 전자파방해 등의 상태 하에서도 연속적으로 사용할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 전산화된 기기가 컴퓨터 네트워크를 통하여 연결된 경우에는, 네트워크의 고장이 각각의 기기의 기능에 지장을 주는 것이어서는 아니 된다.

3. 전원공급

(1) 전기적으로 작동되는 모든 항해기기용 분전반은 선교 또는 선교에 인접한 장소에 설치하여야 한다. 이들 분전반은 주전원 및 비상전원의 독립된 2회로에서 급전되어야 하고, 각 회로의 케이블은 전장에 걸쳐 될 수 있는 한 분리하여 포설하여야 한다. 각각의 항해기기는 독립적으로 분전반에 접속되어야 한다. 이들의 분전반은 **5장**에 규정하는 사고예방시스템과 겸용할 수 있다. *(2018)*

(2) 분전반으로의 전원공급은 두 전원이 자동적으로 변환되는 것이어야 한다.

(3) 분전반으로의 주전원공급이 상실된 경우에는, 선교에 가시가청경보를 발하여야 한다. *(2018)*

(4) 공급된 전원이 정전 후 45초 이내에 복귀한 후, 항해기기의 모든 기본적인 기능이 복구되어야 한다. *(2018)*

402. 항해기기

1. 일반사항

(1) 항해 및 조선작업장소의 계기 및 조작부는, 항해자가 다음 사항을 쉽게 할 수 있도록 배치하여야 한다.

(가) 선위, 침로, 항적 및 선속의 결정 및 기록

(나) 통항 상황의 판단

(다) 충돌방지 조선의 결정

(라) 변 침

(마) 변 속

(바) 항해 및 조선에 관계된 선내통신 및 VHF 무선전화장치를 사용한 선외통신

(사) 음향신호 작동

(아) 음향신호 청취

(자) 침로, 선속, 항적, 프로펠러회전수(각도), 타각, 수심 등의 항해정보 감시

(차) 항해정보의 기록

(2) 항해기기는 부주의에 의한 오동작이 없도록 배치하여야 한다.

(3) 항해기기는 밤낮을 막론하고 용이하고 정확하게 판독할 수 있도록 설계되어야 한다.

(4) 각 항해기기는 표시면이 항해자의 시선을 향하도록 설치하거나 시선이 있는 각도에서 변화하는 경우는 그 평균치에 향하도록 설치하여야 한다.

(5) 항해기기는 반사 또는 강한 빛에 의한 영향을 최소로 하도록 설계 및 설치하여야 한다.

2. 항해기기

선교에는 (1)호부터 (17)호의 항해기기를 설치하여야 한다.

(1) (3)호에 규정하는 레이더에 독립 또는 조합된 것으로서 다음에 적합한 자동충돌예방보조장치(ARPA)

(가) 위험까지의 시간을 고려하여 6분에서 30분의 범위로 설정할 수 있는 경고가 항해자에게 발생하는 것

(나) 진운동지시방식 및 상대운동지시방식의 2개 방식을 구비하는 것

(다) 일광에서 시각으로 확인할 수 있는 표시부를 구비하는 것

(라) 자동적으로 20개 이상의 목표를 포착하고 추적할 수 있는 것

(마) guard zone, 화질조정장치, 경고 및 최근 거리(CPA) 및 최접근시간(TCPA)의 설정기능을 구비하는 것

(바) 포착한 목표의 변침 또는 변속에 의한 영향을 시뮬레이션할 수 있는 기능을 구비하는 것

(사) 자기진단기능을 구비하는 것

(2) 항해구역에 알맞은 전자식 선위 측정장치

(3) 2개의 독립한 레이더. 그 중의 1개는 X-band로 작동하는 것

(4) 자이로컴퍼스의 리피터 및 수정장치
(5) 다음에 적합한 자동조타장치
(가) 자동조타장치와는 독립된 장치로부터 항해자에게 침로이탈경보를 알려줄 것
(나) 오버라이드장치가 항해 및 조선작업장소에 구비되어 있는 것
(6) 속력 및 거리 표시장치
(7) 음향측심장치
(8) 조타실의 공기조화설비의 제어장치
(9) NAVTEX 수신기 및 항해구역에 따라서는 EGC 수신기
(10) 항해등 등의 등화신호 스위치 및 표시기
(11) 조타장치펌프의 변환 및 조작스위치
(12) 기적제어장치
(13) 윈도우와이퍼 및 윈도우워시 제어장치
(14) 주작업장소의 콘솔조명제어장치
(15) 다음에 적합한 선내통신장치
(가) 주전원이 상실된 경우를 포함한 어떠한 경우라도, 항해자가 다른 사관과 용이하게 대화를 할 수 있는 것
(나) 선교에 우선권이 있는 것
(16) 지휘 장소에서 즉시 사용할 수 있는 VHF 무선전화장치
(17) 자동화설비규칙에 적합한 주추진기관의 원격제어장치

3. 기기의 조명장치 및 개별조명

(1) 모든 기기의 표시등 및 조명장치는 불필요한 반사 또는 강한 빛에 의한 기기에의 영향을 방지하도록 설계 및 설치하여야 한다.
(2) 선교의 전방에는 불필요한 광원을 없애기 위하여 안전한 항해 및 조선에 필요한 기기만을 배치하여야 한다.
(3) 경고 및 경보표시등은 통상 상태 또는 안전상태에서는 점등되지 않도록 설계하여야 한다. 이들의 표시 등을 시험하는 수단이 구비되어야 한다.
(4) 기기의 모든 조명장치 및 조명은 소등할 때까지 조정할 수 있는 것이어야 한다. 단, 상시 시각으로 확인할 수 있어야 하는 경고/경보표시등 및 조명조정장치의 조명은 예외로 한다.
(5) 각 기기는 개별 조명 조정장치를 구비하여야 한다. 단, 통상적으로 동시에 사용되는 기기에 있어서는 공통의 조명 조정장치를 구비할 수 있다.

제 5 절 사고예방시스템

501. 일반사항

1. 적용

이 절의 규정은, 원양항해 시 통상의 운항조건 하에서 1인 당직자에 의하여 항해하도록 계획된 선박을 위한 설비로서 항해자의 부주의로 인해 생기는 사고를 예방하는 시스템(이하 「사고예방시스템」이라 한다.)에 적용한다.

2. 일반사항

(1) 사고예방시스템은 설치된 선박이 받을 가능성이 있는 여러 종류의 해상상태, 진동, 습도, 온도 및 전자파방해의 상태 하에서도 연속으로 사용할 수 있는 것이어야 한다.
(2) 전산화된 기기가 컴퓨터 네트워크를 통하여 연결된 경우에는, 네트워크의 고장이 각각의 기기의 기능에 지장을 주는 것이어서는 아니 된다.

3. 외부음향신호

선교 윙의 문이 닫혀 진 상태라도, 선교 윙에서 청취 가능한 안개신호 등의 외부음향신호를 조타실 내의 항해자가 청취할 수 있도록 그러한 신호를 조타실 내에서 재발생시키는 장치를 설치하여야 한다.

4. 항해기기

(1) 4절 402.의 2항의 항해기기는 다음의 경우에 경보를 발하는 것이어야 한다.
(가) 변침점에 접근한 경우(변침점 접근경보)
(나) 선위가 정해진 항로로부터 일정한 거리를 벗어난 경우(항로이탈경보)
(다) 수심이 미리 설정한 값보다 얕아진 경우

(2) **4절 402.**의 2항의 (1)호, (5)호 및 (11)호부터 (17)호에 열거하는 장치 또는 제어장치는 항해자가 용이하게 접근할 수 있어야 하며, 동시에 그 장치들을 사용함에 있어서 시야가 방해되지 않도록 적절히 배치하여야 한다.

5. 전원공급

(1) 전기적으로 작동되는 모든 사고예방시스템용 분전반은 선교 또는 선교에 인접한 장소에 설치하여야 한다. 이들 분전반은 주전원 및 비상전원의 독립된 두 개의 회로에서 급전하여야 하고 각 회로의 케이블은 전장에 걸쳐 될 수 있는 한 분리하여 부설하여야 한다. 각각의 사고예방시스템은 독립적으로 분전반에 접속하여야 한다. 이들 분전반을 **4절**에 규정하는 항해기기와 겸용할 수 있다. *(2018)*

(2) 분전반으로의 전원공급은 두 전원이 자동적으로 변환되는 것이어야 한다.

(3) 분전반으로의 주전원공급이 상실된 경우는, 선교에 가시가청경보를 발하여야 한다. *(2018)*

(4) 공급된 전원이 정전 후 45초 이내에 복귀한 후, 사고예방시스템의 모든 기본적인 기능이 복구되어야 한다. *(2018)*

502. 사고예방 시스템

1. 일반사항

(1) **5절 502.**의 2항에 규정하는 선교 항해당직 경보장치 및 **5절 502.**의 3항에 규정하는 경보 및 경고전송시스템이 정상으로 작동하고 있는 것을 나타내는 표시등을 선장실에 구비하여야 한다.

(2) **5절 502.**의 2항에 규정하는 선교 항해당직 경보장치 및 **5절 502.**의 3항에 규정하는 경보 및 경고전송시스템에 이상이 발생한 경우, 선교 및 선장실에 가시가청경보를 발하여야 한다.

2. 선교 항해당직 경보장치

다음에 적합한 선교 항해당직 경보장치를 구비하여야 한다.

(1) 선교에 경계태세를 취하고 있는 항해자가 있는지를 설정한 시간마다 확인할 수 있는 시스템일 것

(2) 선교의 기능을 현저히 방해하지 않은 것

(3) 통상의 사용방법 이외로서는 조작되지 않도록 설계 및 설비되는 것

(4) 12분까지의 확인간격을 조정할 수 있는 것으로, 또한, 선장만이 적당한 간격을 설정할 수 있도록 제작, 설치 및 배치되는 것

(5) 설정된 확인간격이 경과한 경우에, 선교 및 기타의 장소에서 확인할 수 있는 경보를 발하는 것 **【지침 참조】**

(6) 항해 및 조선작업장소와 적절한 견시를 할 수 있는 선교 내의 적당한 장소에서 항해자에 의한 확인이 이루어지는 것

(7) **5절 502.**의 3항에 규정하는 경보 및 경고전송시스템에 접속되는 것

3. 경보 및 경고전송시스템 【지침 참조】

다음에 적합한 경보 및 경고전송시스템을 갖추어야 한다.

(1) 항해자의 대응이 필요한 경보 및 경고의 확인은 선교에서만 가능한 것이어야 한다.

(2) 항해자의 대응이 필요한 경보 및 경고가 30초 이내에 선교에서 확인되지 않은 경우에는, 자동적으로 선장, 지정된 항해자 및 공용실에 전송되어야 한다. **【지침 참조】**

(3) 경보 및 경고전송시스템은 고정설치된 것이어야 한다.

(4) 항해자가 조작하고 (2)호에 규정하는 장소에 확실한 가청경보를 발하는 장치가 선교에 구비되어야 한다. 이 목적을 위하여 (3)호에 규정하는 설비를 사용할 수 있다.

제 6 절 선교작업지원시스템

601. 일반사항

1. 적용

이 절의 규정은, 통상의 운항조건하에서 1인 당직자에 의하여 항해하도록 계획된 선박을 위한 설비로서, 항해자의 작업을 지원하기 위한 시스템(이하, **선교작업지원시스템** 이라 한다.)에 적용한다.

2. 일반사항

(1) 선교작업지원시스템은 설치된 선박이 받을 가능성이 있는 여러 종류의 해상상태, 진동, 습도, 온도 및 전자파방해 등의 상태 하에서도 연속적으로 사용할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 전산화된 기기가 컴퓨터 네트워크를 통하여 연결된 경우는, 네트워크의 고장이 각각의 기기의 기능에 지장을 주는 것이어서는 아니 된다.

3. 선교집중작업소

(1) 선교집중작업장소는 **4절 402.**의 1항 (1)호에 나타내는 항해 및 조선작업을 한사람이 효율적으로 행하고, 또한, 2인 이상의 항해자가 협력하여 항해 및 조선작업을 할 수 있도록 기기를 배치하여야 한다.

(2) 적어도 **4절 402.**의 2항 (1)호, (5)호 및 (11)호부터 (17)호 및 **6절 602.**의 2항 및 3항에 열거하는 장치 또는 제어기능은 선교집중작업장소에서 항해자가 쉽게 조작할 수 있도록 집중 배치하여야 한다.

4. 전원공급

(1) 전기적으로 작동되는 모든 선교작업지원시스템용 분전반은 선교 또는 선교에 인접한 장소에 설치하여야 한다. 이들 분전반은 주전원 및 비상전원의 독립된 두 개의 회로에서 급전하여야 하고, 각 회로의 케이블은 전장에 걸쳐 될 수 있는 한 분리하여 부설하여야 한다. 각각의 선교작업지원시스템은 독립적으로 분전반에 접속하여야 한다. 이들 분전반을 **4절** 및 **5절**에 규정하는 항해기기 및 사고예방시스템과 겸용할 수 있다. *(2018)*

(2) 분전반으로의 전원공급은 두 전원이 자동적으로 변환되는 것이어야 한다.

(3) 분전반으로의 주전원공급이 상실된 경우는, 선교에 가시가청경보를 발하여야 한다. *(2018)*

(4) 공급된 전원이 정전 후 45초 이내에 복귀한 후, 선교작업지원시스템의 모든 기본적인 기능이 복구되어야 한다. *(2018)*

602. 선교작업지원시스템

1. 일반사항

(1) **6절 602.**의 2항에 규정하는 선교정보 시스템, **6절 602.**의 3항에 규정하는 전자해도시스템 및 **6절 602.**의 4항에 규정하는 자동추적장치는 자기감시기능을 갖추어야 하며, 이상이 있을 시에는 선교집중작업장소 및 선장실에 가시가청경보를 발하여야 한다.

(2) 전자해도시스템에 사용되는 전자해도는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 것이어야 한다. **【지침 참조】**

2. 선교정보 시스템

다음에 적합한 선교정보시스템을 갖추어야 한다.

(가) 적어도 (a)호부터 (l)호의 정보를 선교집중작업장소에서 보기 쉽도록 표시할 수 있는 것

(a) 침로 및 설정침로
(b) 타각 및 타각 명령치 또는 명령방향
(c) 선속(대수 또는 대지)
(d) 주기회전수 및 회전방향(가변피치프로펠러에 있어서는 주기회전수 및 날개각)
(e) 선위(경도 및 위도)
(f) 수심
(g) 풍향(상대방위)
(h) 선속(상대풍속)
(i) 회두각 속도(100,000 GT 이상 선박의 경우)
(j) 스러스터의 날개각 또는 전동기 전류 및 그 스러스터 방향(스러스터가 설비되어 있는 경우)
(k) 선내시간
(l) 변침점까지의 거리 및 도착예상시간

(나) 항해구역에 해당한 정보표시를 하기 위해 적어도 항내 항해모드 및 원양항해모드를 변환할 수 있는 것. 또한, 이들을 포함한 모든 운항모드에 대한 최소한의 필요정보를 상시 표시할 수 있는 것

(다) (나)호에 규정하는 항내 항해모드 및 원양항해모드에 대하여 적어도 다음의 정보가 상시 표시되는 것. 다만, 다른 계기에 의해 선교집중작업장소에서 시각으로 확인할 수 있는 위치에 정보가 상시 표시되어 있는 경우는 제외한다.

(a) 항내 항해모드
(가)호의 (a)부터 (k)까지의 정보

(b) 원양항해모드
(가)호의 (a)부터 (e), (g), (h), (k) 및 (l)의 정보

(라) 항해자의 대응이 필요한 경보 및 경고를 확인할 수 있는 것 **【지침 참조】**

(마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기능을 갖는 것 **【지침 참조】**

3. 전자해도시스템(ECDIS)

다음에 적합한 관련 백업설비가 있는 전자해도시스템을 설치하여야 한다.

(가) 전자해도를 선교집중작업장소에 표시할 수 있는 것
(나) 본선위치 및 본선벡터를 해도 상에 표시할 수 있는 것
(다) north-up표시, course-up표시를 할 수 있는 것
(라) 항로계획기능을 갖는 것
(마) 해도, 자선위치, 항로계획, 레이더 및 ARPA 정보를 추가하여 표시하는 기능을 갖는 것
(바) 기타 우리 선급이 적당하다고 인정하는 동작기준을 만족하는 것 **【지침 참조】**

4. 자동추적장치(auto tracking system)

다음에 적합한 자동추적장치를 설치하여야 한다.

(가) 전자해도상의 계획항로에 따라서 항로유지를 할 수 있는 것
(나) 항해선교에서 당직 항해사가 변침 동작을 확인할 수 있는 수단을 갖출 것
(다) 변침점에서 확인동작의 유무에 관계없이 자동적으로 계획항로를 유지하는 것. 확인동작이 없이 변침점을 통과한 경우에는 가시가청경보를 발하는 것. 이 경우, 가청경보의 음색은 **5절 501.**의 **4**항의 (1)호 (가)에 규정하는 변침점 접근경보와는 명확히 구별할 수 있는 것. 변침 경보가 30초 이내에 당직 항해사에 의하여 확인되지 않을 경우에는 백업항해사(back-up navigator)에게 경보를 발하여야 한다.
(라) 항로폭은 1마일 이내의 범위로 설정 가능한 것
(마) 측위정보가 연속적으로 얻어지지 않은 경우에는 현침로를 유지하고 가시가청경보를 발하는 것
(바) 용이하게 수동조타로 변환되는 것
(사) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기능을 갖는 것 **【지침 참조】** ⚓

제 6 장 선체감시장치

제 1 절 일반사항

101. 정의

선체감시장치(이하, **감시 장치** 라 한다)라 함은 항해, 화물적하/양하 중에 선체의 거동을 감시하여 선체운동에 의한 가속도와 종굽힘 모멘트에 의한 응력값에 대한 실시간의 정보를 제공해주는 장치를 말한다. 감시 장치는 응력값과 선박운동량의 크기가 시정조치를 해야 될 정도에 도달하면 경보를 준다.

102. 일반사항

1. 적용

이 장은 우리 선급에 등록된 선박 또는 등록하고자 하는 선박이 선체거동을 감시하기 위한 감시 장치를 설치하는 경우에 적용한다.

2. 선급부호

감시 장치가 설치된 선박은 감시 장치의 종류에 따라 다음의 선급부호 중 하나를 지정한다.

HMS : 선박에 **2절 201.** 및 **202.**에 따르는 기본적인 감시 장치를 설치하였을 경우

HMS1 : HMS의 감시 장치 요건에 **2절 203.**에서 요구하는 장치가 추가된 경우

3. 책임

감시 장치는 선박 운항자의 판단을 돕기 위한 것으로서 이 장치의 고장에도 불구하고 선박을 운항할 경우, 운항자가 내린 항로수정 등의 결정에 대한 절대적인 책임은 선박의 운항자에게 있다.

103. 제출도면 및 자료

1. 일반사항

감시 장치를 설치하고자 하는 선박은 다음의 도면 및 자료를 각 3부씩 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(1) 도면

- 감시 장치의 구조 및 배치가 표시된 도면
- 감지기 및 감시 장치에 대한 전기계통도
- 감지기 및 감시 장치의 기능을 나타내는 흐름도

(2) 자료

- 감시 장치의 주요목표(장비명, 종류, 형식 및 제조자)
- 작동지침서(감시 장치의 작동, 설치, 유지 및 결함을 찾아내기 위한 절차 및 비상시 취하여야 할 절차가 포함되어야 한다.)
- 시험장비 및 시험방법이 포함된 시험계획서
- 측정 자료의 통계처리 방법
- 감지기의 사양 및 설치 방법(정확도, 계측범위 및 주파수 응답수치)
- 출력정보 및 저장장치에 대한 설명서

제 2 절 감시장치의 요건

201. 일반사항

감시장치는 대체가 가능한 단위요소로 구성되어 있어야 한다. 또한, 유지보수가 용이하도록 설계되어야 하며, 사용되는 센서는 우리 선급으로부터 승인을 받거나 다른 공인기관으로부터 승인 받은 제품이어야 한다.

202. 감시장치의 요건

1. 감지기

(1) 장축변위게이지

(가) 장축변위게이지는 선체 종굽힘응력을 계측하기 위한 설비로서 구조응답의 특성치인 변위를 계측할 수 있어야 한다.

(나) 형식과 설치방법은 일반적으로 국부응력집중의 효과를 배제할 수 있도록 고안된 것이어야 하며 유효한 길이는 1.5 m에서 2.5 m사이 이다.

(다) 장축변위게이지의 설치 위치는 선체거더응력을 계측할 수 있는 곳이어야 하며, 최소 설치 위치는 다음과 같다.

(a) 탱커, 산적화물선 및 일반건화물선

- 선체 중앙부 좌현 및 우현에 각 1개씩(강력 갑판)
- 선수로부터 $L/4$ 위치에 1개(강력 갑판)
- 선미로부터 $L/4$ 위치에 1개(강력 갑판)

(b) 컨테이너선

- 선체 중앙부 좌현 및 우현에 각 2개씩(강력 갑판 및 선저 빌지 상부)
- 선수로부터 $L/4$ 위치에 1개(강력 갑판)
- 선미로부터 $L/4$ 위치에 1개(강력 갑판)

(라) 장축변위게이지의 정확도는 최소한 $\pm 20\,\mu\epsilon$ 이상이어야 하며, 선형 범위는 예상되는 정적 및 동적 응력편차의 모든 계측범위를 초과하는 것이어야 한다. 또한, 동적 계측에 대한 주파수 범위는 0부터 5 Hz 이내이어야 한다.

(마) 선체 종굽힘응력 및 이에 상당하는 응력을 측정할 때에는 일상적인 환경변화에 의한 온도 변화의 영향을 고려하여야 한다. 가능한 경우, 온도변화의 영향은 정하중에서 제외하여야 한다.

(바) 화물 온도로 인한 열하중을 별도로 고려하는 경우, 선박의 형태, 화물, 구조강도 및 승인조건에 추가하여 정하중 및 동하중에 열하중의 포함 여부를 결정하여야 하며, 이에 대한 계산 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(2) 가속도계

(가) 상하방향 가속도는 선수 0.01 L 이내의 상갑판 또는 선수 창고 내부에서 선체 중심선 또는 가능한 한 중심선에 가까운 곳에서 계측하여야 한다.

(나) 가속도의 계측범위는 ±1 g 이상이어야 하며, 계측은 모든 계측범위에서 1 % 이내이어야 한다. 가속도계의 동적 계측에 대한 주파수 범위는 0부터 5 Hz 이내이어야 한다.

(3) 압력계

(가) 필요한 경우, 슬래밍의 출현 회수를 감시하기 위하여 압력계를 설치할 수 있다.

(나) 압력계는 부착되는 선체 평판의 외부면과 압력계의 접촉면이 같은 평면에 오도록 설치하여야 하며, 운항 상태에서 설치와 제거가 용이하여야 한다.

(4) 각변위 계측기

선박의 운동특성을 계측하기 위하여 각변위 계측기를 설치 할 수 있다.

2. 자료처리 및 출력장치

(1) 출력 및 경보장치

(가) 감시 장치는 화물의 적하/양하 및 항해 중에 계측된 실시간 정보를 선교의 항해사에게 제공해주어야 하며, 최소한 다음의 응답인자는 적절한 형태로 자료 처리되어 화면에 출력되어야 한다.

- 선체굽힘응력 및 가속도의 최대 피크-피크값
- 선체굽힘응력 및 가속도의 평균값
- 선체굽힘응력 및 가속도의 표준편차

(나) 감시 장치를 통하여 계측된 값은 우리 선급의 기준값과 가시적으로 비교할 수 있도록 화면으로 출력을 할 수 있어야 한다. 감시 장치를 통하여 계측된 값이 우리 선급에 의해 지정된 허용값을 초과할 경우 선교에서 인지

할 수 있도록 가시가청의 경보음을 발하여야 한다.

(다) 적하 및 양하 작업 중 또는 작업을 완료한 후에 선박의 적재상태를 확인하기 위하여 감시 장치를 적하지침기기와 직접 연결하거나 자료를 공유할 수 있도록 하여야 한다.

(라) 신호 처리된 자료는 최대 30분마다 갱신되어야 한다. 또한, 감시 장치는 응답 인자에 대하여 최소 1시간 동안의 경향을 분석하여야 하며, 그 결과를 제시해 주어야 한다.

(마) 선수부에서 계측된 가속도를 근거로 하여 슬래밍 정보를 제시하여야 하며, 슬래밍 경보와 관련한 기준값 설정 내용을 우리 선급에 제출하여야 한다.

(바) 피로수명 예측은 특정한 선체부재의 설치된 감지기로부터 계측한 동적응력 값을 이용하여 사이클 카운트방법(레인플로우 방법 등)을 이용한 히스토그램을 작성하여야 한다. 이는 피로하중 반복회수와 극한 주파수를 계산하여 구조물의 피로수명을 감시하기 위한 것으로 이때 제한변형률의 크기는 50 $\mu\epsilon$을 넘지 않도록 하여야 한다. 또한, 사전 승인을 위하여 피로하중의 반복 회수를 계산하는 과정을 우리 선급에 제출하여야 한다.

(2) 신호처리

(가) 이산화된 신호의 샘플링 속도는 감지기의 주파수 응답과 감지할 신호의 주파수 특성에 적합하도록 선정하여야 하며, 일반적으로 요구되는 주파수 응답의 최소 3배 이상이어야 한다. 신호 중 과도응답성분을 얻기 위한 샘플링 속도는 특별히 고려하여야 한다.

(나) 파랑에 의한 신호를 통계학적으로 처리할 경우, 통계변수는 5분내지 30분 사이의 시간 간격에 걸쳐 계산하여야 한다.

3. 저장장치

(1) 감시 장치는 모든 감지기가 항해상태에서 작동 중임을 증명하기 위한 최소한의 저장용량을 가지고 있어야 한다. 다음의 자료는 5분 이상의 간격으로 통계 처리되어야 하며, 최소한 한달에 한번 반영구적인 자료 저장 장비에 저장하여야 한다.

- 응력 및 가속도의 최대 피크-피크값
- 응력 및 가속도의 평균값
- 응력 및 가속도의 표준편차
- 응력 및 가속도의 영점 통과 주기
- 참조 시간

(2) 저장된 자료의 분석을 위하여 선상 도는 육상에서 자료의 후처리가 가능하여야 한다. 또한, 선상에는 저장된 자료를 평가할 수 있는 설비가 있어야 한다. 자료를 저장하는 방식은 인공위성의 정상적인 통로를 통해 선상 자료를 육상으로 보내는 수단으로 대치될 수 있다.

(3) 사용자가 직접 자료를 입력시키는 경우, 입력절차는 사용 설명서에 수록되어야 하며, 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 또한, 사용자는 이 자료가 승인된 기준을 잘 준수하고 있는지를 정기적으로 검토하여야 한다.

4. 전기설비 및 기계장치

(1) 방폭 설비

위험구역에 설치되는 감시 장치와 관련된 모든 전기설비 및 기계장치는 **7편 1장 5장** 및 **6장**의 관련 규정에 적합하여야 한다.

(2) 전원공급장치

(가) 감시 장치의 전원은 전원안정 공급장치를 통하여 공급되어야 한다.

(나) 주전원이 상실된 경우, 선교에서 인지 할 수 있도록 가시가청의 경보음을 발하여야 하며, 최소한 10분 동안 감시 장치의 정상적인 작동을 유지할 수 있는 용량의 축전지를 구비하여야 한다. 또한, 소프트웨어와 감시 장치에 저장된 자료는 손실이 발생하지 않도록 보호되어야 한다.

(다) 주전원의 상실 후 전원공급이 재개되었을 경우, 감시 장치의 모든 기능은 원래의 상태로 재생되어 져야 한다.

203. 감시 장치의 추가요건(HMS1선박)

1. 일반사항

HMS1의 감시 장치를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 **201.** 및 **202.**에 규정하는 설비에 추가하여 다음의 **2**항에 규정하는 환경조건 및 운항정보를 얻기 위한 장비를 설치하여야 한다. 또한, 모든 장비는 감시 장치와 연결되어 정보를 출력하고 저장할 수 있어야 한다.

2. 추가요건

(1) 선박의 위치

전세계 항해위성시스템(GPS)으로부터 선박의 위치에 대한 정보를 제공받을 수 있어야 한다.

(2) 풍속 및 풍향

풍속계 및 풍향계로부터 풍속 및 풍향에 대한 정보를 제공받을 수 있어야 한다.

(3) 선박의 속도 및 방향

GPS 또는 선속거리계로부터 실시간의 선박속도 및 항해 방향에 대한 정보를 제공받을 수 있어야 한다.

제 3 절 자료승인, 설치 및 설치검사

301. 자료승인

1. 사용설명서

사용설명서는 사용자 및 항해자가 알아 볼 수 있도록 적절한 언어로 기술되어야 하며, 항상 선상에 비치되어 있어야 한다. 또한, 사용설명서에는 다음의 사항이 기술되어 있어야 한다.

- 감시 장치의 작동에 관한 지침
- 결과 분석 방법
- 유지/보수에 관한 지침
- 결함 발견 및 수리에 관한 지침
- 감지기의 설치 절차
- 감지기의 교정 절차
- 검증 절차
- 부품 목록

2. 검증 절차

검증 절차는 점검표로서 사용설명서에 포함되어야 하며 우리 선급의 승인을 위하여 제출하여야 한다. 이 절차는 감지기에 대한 이상 작동 여부의 확인 및 미세조정을 통하여 검증하는 방법을 비롯하여 자료의 취득, 분석 및 화면출력 기능의 작동 여부에 대한 검증 방법을 포함하여야 한다.

302. 설치

1. 일반사항

감시 장치에 대한 설치 방법은 승인을 위하여 우리 선급에 제출하여야 하며, 승인된 절차에 따라 우리 선급의 검사원 입회하에 설치하여야 한다.

2. 감지기의 설치

(1) 감지기는 기계적인 손상, 해수에 의한 습도, 과도한 고온 및 저온 환경에의 노출 및 국부 진동에 의한 손상 등으로부터 보호되어야 한다.

(2) 노출된 갑판에 설치된 감지기는 화물의 적하/양하 및 컨테이너 고박설비의 낙하 등에 대비하여 안전한 장소에 설치되어야 한다.

(3) 감지기는 가능한 한 황천으로 인한 파도로부터 보호받을 수 있는 장소에 설치되어야 한다. 필요한 경우, 보호 장구를 사용하여 파도를 분산시켜 감지기가 손상을 입지 않도록 고려하여야 한다.

(4) 운동을 측정하는 운동 감지기는 기능상의 장애가 발생하지 않도록 진동의 영향을 받지 않는 장소에 설치되어야 한다. 가속도계와 운동 감시 장치는 국부진동에 의한 영향을 최소화 할 수 있는 구조적으로 견고한 위치에 설치되어야 한다. 필요한 경우, 선박의 운동주파수 영역 내에서 측정하고자 하는 신호가 영향을 받지 않도록 고안된 탄성지지대를 사용 할 수 있다.

(5) 감지기를 선체에 부착하는 경우, 용접절차는 **2편**의 관련 규정에 적합하여야 하며, 표면의 손상과 보호처리는 별도로 고려되어야 한다.

(6) 외판을 관통하여 압력계를 설치하는 경우에는 강도 및 수밀성이 확보되도록 하여야 한다.

303. 설치검사

1. 초기설정

(가) 장축변위게이지는 적하지침기기에 나타나는 하중에 의한 응력으로 초기값을 설정하여야 한다.

(나) 응력 감시 장치의 설정치를 정하는 경우에는 하중의 변화가 거의 없으며, 온도에 의한 영향이 적고, 선박의 하

중조건에 의한 경사가 적은 상태에서 시행하여야 한다.

(다) 선체운동감시를 위한 감지기의 설정치는 그 시점에서 선박의 상태를 고려하여야 한다.

2. **설정치의 점검**

(가) 장축변위게이지의 초기 설정상태는 최초 설치 후 6월 이내에 1차례 이상의 점검을 통해 재설정하여야 한다.

(나) 재설정 과정은 적하지침기기에서 받은 관련 정보와 감지기의 검증절차에 따라 선박 항해자에 의해 시행되어야 하며, 재설정한 근거자료는 우리 선급의 검사원에게 제출하여야 한다.

(다) 재설정 시 계측치와 계산치의 편차가 10 % 이상 될 경우 설정 절차를 반복하여 수행하여야 한다.

3. **감지기 교정**

모든 감지기의 교정은 제작자의 권고에 따라 자격을 갖춘 사람이 하여야 하며, 교정 기록은 사용설명서와 함께 선내에 보관하여야 한다.

4. **기타 검사사항**

노출부에 감지기를 설치하는 경우, **3편 1장 2절**에 따른 사수시험을 하여야 한다.

제 4 절 정기적 검사

401. 일반사항

감시 장치에 대한 검사는 **1편 2장**에 따르는 선급의 정기/중간/연차검사 시에 시행한다.

402. 검사항목

감시 장치에 대한 검사는 장치에서 요구하는 전기장치, 기관장치 및 위험구역 설비 등 관련설비에 대하여 가능한 범위에서 현상을 검사하고 특히 다음 사항에 대하여 검사한다.

1. 감지기 위치확인
2. 승인된 검증절차에 따른 감시 장치의 작동에 대한 적합 여부
3. 감지기에 대한 교정기록 및 사용설명서의 본선비치 여부
4. 감지기의 보호 설비 ⚓

제 7 장 잠수설비 *(2020)*

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 적용

(1) 이 장은 우리 선급에 등록되거나 등록하고자 하는 선박 및 유사한 부유식 구조물에 영구적으로 설치되어 있거나 일정 기간 동안 작동하도록 설치된 잠수벨, 감압 챔버 등의 잠수설비를 구성하는 주요 장비의 설계, 제작 및 시험에 적용한다. 이 장에 규정되어 있지 않은 사항에 대하여는 각 편의 관련규정을 적용한다. **【지침 참조】**

(2) 이 규정은 잠수방법 또는 잠수방법의 지침을 위한 절차의 요구사항은 포함하지 않는다.

2. 동등효력

이 규칙에 만족하지 않거나 적용할 수 없는 대체설계 및 신기술의 동등효력에 대해서는 **규칙 1편 1장** 105.를 따른다.

102. 정의

이 장에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

1. **감압챔버**(deck decompression chamber, DDC)라 함은 잠수설비의 일부로서 사람이 들어갈 수 있는 공간이 확보되어 사람이 거주할 수 있으며, 챔버내의 압력을 계측 및 조절할 수 있는 장치를 갖춘 압력용기를 말한다.
2. **결합장치**(mating device)라 함은 감압챔버와 잠수벨을 연결 또는 분리하는데 필요한 장치를 말한다.
3. **고압탈출설비**(hyperbaric evacuation system, HES)라 함은 감압챔버에서 육상지원시설까지 압력하의 잠수사를 탈출시킬 수 있는 설비로, 고압탈출장치, 진·회수장치, 육상지원시설 및 탈출 절차를 포함한다.
   (1) 고압탈출장치(hyperbaric rescue unit, HRU 또는 hyperbaric evacuation unit, HEU)라 함은 압력하의 잠수사를 선박이나 부유식 구조물에서 감압이 가능한 곳으로 안전하게 탈출하게 하는 장치로, 고압구조챔버(hyperbaric rescue chamber, HRC) 또는 자체추진식 고압구명정(self-propelled hyperbaric lifeboat, SPHL)을 포함한다.
   (2) 육상지원시설 (Hyperbaric Reception Facility, HRF)
   (3) 고압구조챔버 (Hyperbaric Rescue Chamber, HRC)
4. **메디컬락** (medical lock)라 함은 감압챔버 거주구획 및 다른 압력구획에는 압력변화 없이 식량, 의약품 및 설비품을 외부와 서로 주고받을 수 있는 장치를 말한다.
5. **분압**(partial pressure)이라 함은 혼합 기체의 압력이 이를 구성하고 있는 성분기체 각각의 압력의 합과 같다고 간주하였을 때 각 성분기체가 나타내는 압력을 말한다.
6. **산소장치**(oxygen system)라 함은 산소비율이 25 %를 초과하는 기체를 사용할 목적으로 만들어진 장치를 말한다.
7. **생명유지장치**(life support system, LSS)라 함은 잠수 작업 시에 발생할 수 있는 여러 가지 상황 및 압력 하에서 감압 챔버, 잠수벨 내 잠수사에게 안전한 환경을 제공하기 위하여 요구되는 기체공급, 호흡기체공급장치, 감시장치 및 설비를 말한다.
8. **수심**(depth)이라 함은 잠수벨, 감압 챔버 내부 또는 잠수 시 잠수사가 노출되는 압력 환경까지의 거리(m)를 말한다.
9. **압력용기**(pressure vessel)라 함은 0.1Mpa 또는 그 이상의 내부 압력에 견딜 수 있는 용기로서 압력 하에서 기체를 이송 및 저장할 수 있는 용기를 말한다.
10. **엄빌리컬 케이블**(umbilical cable)이라 함은 잠수벨(개방형, 폐쇄형) 또는 잠수 스테이지와 잠수 제어장소 사이의 결합장치로 온수호스, 호흡기체, 통신선, 감시 및 전원공급선 등을 포함한 조립품으로 되어 있고 보호외피를 갖는 연결케이블을 말한다. 잠수벨을 권양하거나 인양하는 강도를 갖는 구조부도 생명줄의 일부가 될 수 있다. 단, 개방형 또는 잠수 스테이지에 연결된 생명줄은 보호외피 없이 개별 호스로 묶음된 것을 말한다.
11. **웻벨**(wet bell)이라 함은 잠수벨의 일종으로 수중작업 위치와 수상 갑판 사이에서 잠수사를 이송하기 위한 개방형 장비를 말한다.
12. **이산화탄소 제거장치**(CO2 scrubber)라 함은 호흡기체에서 이산화탄소를 제거하는 장치를 말한다.
13. **일체형 호흡장치**(built In breathing system, BIBS)라 함은 감압 챔버와 잠수벨(폐쇄형) 내에 설치된 마스크까지 기체를 공급하는 장치로 표면감압 및 잠수병 치료 시 산소감압에 사용되며, 챔버 내부의 화재나 기체오염 시 별도의 호흡기체를 공급하는 장치를 말한다.
14. **잠수설비**(diving system)라 함은 압력 하에서 이송장치를 이용하는 잠수작업에 필요한 모든 구조물 및 설비로서, 잠수벨 및 감압챔버와 그 부속설비를 포함하며 다음 표와 같이 구분한다.

구분	표면공급잠수(surface diving, SUR)	혼합기체잠수(bounce diving, BOU)	포화잠수(saturation diving, SAT)
최대 수심 및 최대작동시간	d_{max} 〈 60 msw* T_{op}* 〈 8 hours	d_{max} 〈 125 msw* T_{op}* 〈 24 hours	증서 안에 포함된 요구조건을 제외하고는 제한 없음
비 고	* msw는 해수의 깊이를 말한다. * T_{op}는 잠수사가 챔버에 거주할 경우 최대 작동시간		

15. **잠수벨**(diving bell)이라 함은 수중 작업위치와 감압챔버 사이에서 잠수사를 이송하기 위하여 일정한 내부 압력을 유지할 수 있는 하나 이상의 챔버로 구성된 비 자항 이송 챔버를 말한다.
16. **잠수사 기체회수장치**(gas reclaim unit)라 함은 포화잠수설비의 호흡용 기체로부터 헬륨기체를 회수하는 장치를 말한다.
17. **잠수사휴대비상기체**(bail-out gas)라 함은 잠수사가 수중에서 호흡용 기체 공급이 중단된 경우 비상시에 사용 가능한 기체를 말한다.
18. **진·회수장치**(launch and recovery system, LARS)라 함은 감압 챔버와 작업위치 사이에서 잠수벨을 이송, 권양 및 인양하는 설비를 말한다.
19. **최대작동수심** (maximum operating depth)이라 함은 잠수설비가 정상 작동되도록 설계된 최대수심(m)을 말한다.
20. **최소 파단 하중** (minimum breaking load, MBL)이라 함은 제조업체가 제공하는 적용되는 기준에 적합한 와이어 로프 및 섬유 로프의 최소 파단 하중을 말한다.
21. **포화상태** (saturated condition)라 함은 잠수사의 신체 조직이 특정 압력에서 흡수할 수 있는 질소나 다른 종류의 불활성 기체를 모두 흡수했을 때를 말한다.
22. **해수 미터** (meters of sea water, MSW)라 함은 압력과 동등한 수심을 나타내기 위해 사용된다. 압력 용기의 설계 및 시험을 위한 해수미터(msw)의 값은 압력 단위로 환산되어야한다.
23. **호흡용 기체**(breathing gas) **또는 호흡용 혼합기체**라 함은 잠수시 호흡에 필요한 모든 기체 및 혼합기체를 말한다.

제 2 절 검사 【지침 참조】

201. 일반사항

1. **검사의 종류**
   (1) 등록을 위한 검사(이하 **등록검사**라 한다.)
      (가) 제조중등록검사
      (나) 제조후등록검사
   (2) 등록을 유지하기 위한 검사(이하 **등록유지검사**라 한다.)
      (가) 연차검사
      (나) 중간검사
      (다) 정기검사
      (라) 임시검사
2. **검사의 시기**
   (1) 등록검사는 등록신청이 있을 때 시행한다.
   (2) 유지검사는 다음의 시기에 시행한다.
      (가) 연차검사는 **1편 2장 201.**에서 규정하는 시기에 시행한다.
      (나) 중간검사는 **1편 2장 301.**에서 규정하는 시기에 시행한다.
      (다) 정기검사는 **1편 2장 401.**에서 규정하는 시기에 시행한다.
      (라) 임시검사는 정기검사 및 연차검사의 시기 이외에 다음에 해당할 때 시행한다.
         (a) 설비의 주요한 부분에 손상이 생긴 때, 또는 이를 수리하거나 새것으로 교체할 때
         (b) 설비를 개조 또는 변경할 때
         (c) 기타 검사할 필요가 있을 때

3. 검사의 준비 등

(1) 검사신청자는 수검하고자 하는 검사의 종류에 따라 이 장에서 정하는 검사항목과 필요에 따라 검사원이 요구하는 검사항목에 대하여 충분한 검사를 행할 수 있도록 필요한 준비를 하여야 한다. 이 준비에는 검사에 필요한 정도까지 용이하고 안전하게 접근이 가능한 설비, 검사에 필요한 장치, 증서, 검사기록 및 점검기록 등의 준비 및 기기 등의 개방, 장애물의 제거 및 청소를 포함한다. 또한, 검사에 사용되는 검사기기, 계측기기 및 시험기기는 각각 식별이 가능하고, 우리 선급이 적당하다고 인정하는 기준에 따라 검교정된 것이어야 한다. 다만, 간단한 계측기기(자, 줄자, 마이크로게이지 등) 및 선박의 기기에 부착된 계기(압력계, 온도계, 회전계 등)에 대하여는 다른 계측기기와의 비교 등 적당한 방법에 따라 그 정밀도의 확인이 가능한 경우, 검교정을 생략할 수 있다.

(2) 검사신청자는 수검할 때 검사사항을 숙지하여 검사 중 검사원이 필요로 하는 것을 제공하여야 한다.

(3) 검사에 필요한 준비가 되어있지 않거나 입회인이 없는 경우 또는 위험성이 있는 경우에는 검사원이 판단하여 검사를 중지할 수 있다.

(4) 수리가 필요한 경우, 검사원은 이를 검사신청자에게 통보한다. 수리를 한 후 검사원의 확인을 받아야 한다.

202. 등록검사

1. 제출도면 및 자료

(1) 일반사항

(가) 제조자는 잠수설비 주요 구성요소에 대한 설계 및 제조 전에 다음 사항에 대한 자료 3부를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(나) 모든 설비의 설치 및 설계를 확인할 수 있는 자료를 포함하는 도면을 제출하여야 하며, 선급이 필요하다고 인정하는 경우 구성요소의 계산결과 및 장치의 설명서를 제출하여야 한다.

(2) 잠수체계

(가) 승인용 도면 및 자료

번호	도면 및 자료
1	잠수설비의 고박 관련 도면
2	소화장치의 세부사항
3	화재탐지 및 경보장치에 대한 설명

(나) 참조용 도면 및 자료

번호	도면 및 자료
1	설계 기준 - 최대 작동 깊이 및 이에 상응하는 설계 압력 - 최대 작동 시간 - 수중 및 감압챔버의 최대 잠수사 인원 수 - 감압챔버 최대 작동 시간 - 최대 작동 파고 - 최고 및 최저 해수 및 기온
2	잠수설비의 사양 - 잠수설비의 설명, 잠수사 비상탈출 계획 등 기술 사양 - 장비 리스트 및 제작사
3	잠수벨, 진·회수장치 및 생명줄의 설계 하중 조건
4	설치 및 시운전 - 설치 매뉴얼 - 시험 및 시운전 절차서
5	운용 및 정비 - 운용 매뉴얼, 정비 매뉴얼, 장비이력
6	고장모드유형분석 보고서
7	잠수설비의 일반배치
8	고압환경 내부에 설치되는 재료 목록

(3) 거주용 압력용기(pressure vessels for human occupancy, PVHO)

(가) 승인용 도면 및 자료

번호	도면 및 자료
1	단열, 방화 재료
2	용접절차, 용접세부사항
3	압력용기의 구조 도면
4	압력용기의 지지구조 및 인양 고리의 도면
5	출입문, 결합장치, 잠금장치의 도면
6	관통구 도면
7	비파괴 검사 사양
8	표시

(나) 참조용 도면 및 자료

번호	도면 및 자료
1	설계기준 및 일반사양 - 최대 허용 작동 압력(내부/외부) - 설계온도 (최대/최소) - 시험압력 (수압) - 국부 하중 - 402.의 4항에서 정의한 취급하중에 의한 가속도 - 설계 부하 주기 횟수
2	압력용기의 재료, 구조 및 치수 설명 및 관련 계산서
3	관망창 및 그 재료에 대한 설명
4	도장 사양
5	열처리에 대한 설명
6	과압방지장치의 사양
7	상호 연결된 압력용기의 팽창여유에 대한 설명
8	시험 및 검사 절차서

(4) 감압챔버

(가) 승인용 도면 및 자료

번호	도면 및 자료
1	상호 연결된 챔버의 팽창여유에 대한 설명
2	전기설비와 제어장치에 대한 설명
3	감압챔버 화재탐지, 경보, 소화장치 설명
4	환경제어장치 설명
5	위생설비 설명
6	이산화탄소 제거장치의 설명
7	감압챔버 지지구조 및 인양 고리의 도면

(나) 참조용 도면 및 자료

번호	도면 및 자료
1	특성, 한계, 하중 조건 등을 포함한 설계 기준
2	다음의 설명을 포함한 사양: - 내부 치수, 부피, 중량 - 통신 시스템 - 잠수벨과의 연동 - 고압탈출장치와의 연동 - 생명유지장치와 연동 - 장비 목록
3	감압챔버 일반 배치
4	검사 및 시험 절차
5	(3)호에 따른 자료 및 도면

(5) 잠수벨

(가) 승인용 도면 및 자료

번호	도면 및 자료
1	잠수벨 제어판넬의 대한 설명 - 제어판넬 일반배치 - 배관, 전기 및 통신장치의 선도
2	전기설비 및 제어장치에 대한 설명
3	잠수벨의 구조 및 인양 고리의 도면

(나) 참조용 도면 및 자료

번호	도면 및 자료
1	특성, 한계, 하중 조건 등을 포함한 설계 기준
2	다음의 설명을 포함한 사양: - 내부 치수, 부피, 중량 - 비상 회수 수단 - 밸러스트 투하 장치 - 통신장치 - 진·회수장치와의 연동 - 감압챔버와의 연동 - 엄빌리컬 케이블과의 연동 - 장비 목록
3	부력 및 안전성 계산서
4	일반 배치
5	난방장치에 대한 설명
6	검사 및 시험 절차
7	(3)호에 따른 자료 및 도면

(6) 생명유지장치

(가) 승인용 도면 및 자료

구분	도면 및 자료
1	호흡기체 배관도 및 배관 세부 사항
2	기체 실린더의 구조도면
3	압력도출밸브에 대한 설명
4	밸브 및 부속품의 설명
5	배관 재료, 치수 및 용접의 설명
6	플렉시블관에 대한 설명 (참고 표준, 시험 절차 등)

(나) 참조용 도면 및 자료

구분	도면 및 자료
1	기체 저장 장치의 배치
2	산소 배관 세척 절차에 대한 설명
3	감압챔버 환경조절장치에 대한 설명 및 시험 절차
4	청수 설비에 대한 설명 및 시험 절차
5	잠수사기체회수장치에 대한 설명 및 시험 절차
6	기체분배장치에 대한 설명 및 시험 절차
7	잠수사용 온수기에 대한 설명 및 시험절차
8	엄빌리컬 케이블에 대한 설명 및 시험 절차 - 사양, 도면, 참조 표준 - 플렉시블관 설명 (위 참조) - 전기 및 통신케이블 설명

(7) 전기설비 및 통신장치

(가) 승인용 도면 및 자료

구분	도면 및 자료
1	케이블, 퓨즈 및 스위치 기어의 설명 및 특성을 포함한 배선도
2	자동화 장치에 대한 설명
3	잠수제어장소와 잠수벨 사이의 통신수단에 대한 설명 및 세부 사항(배선도 포함)

(나)참조용 도면 및 자료

구분	도면 및 자료
1	제어 장소 및 제어반의 일반 배치
2	전기 설비 및 제어 시스템에 대한 일반적인 설명
3	전기 공급, 고장 시나리오, 이중화, 비상전원 배치, 부하 균형, 축전지 용량 등에 대한 설명
4	전기 장비, 배터리, 조명 등을 보여주는 일반배치

(8) 진·회수장치

(가) 승인용 도면 및 자료

구분	도면 및 자료
1	조작 장치의 작업 반경 등 일반 배치
2	구조도면
3	재료사양
4	동력 및 주행 장치의 일반 사양 및 도면
5	유압 및 전기장치의 사양
6	하중을 동반하는 유압실린더 도면

(나) 참조용 도면 및 자료

구분	도면 및 자료
1	운영 제한 사항(관련될 경우)
2	대기 중 및 수중에서 잠수 장치의 중량
3	최대 상승/하잠 속도
4	안전하중
5	끝단처리 세부사항 및 최소 파단강도를 포함한 와이어 또는 섬유 로프의 사양
6	와이어 또는 로프를 포함한 조작 장치의 설계하중 계산서
7	주 윈치의 상세 기술사양, 작동설명, 일반도면, 주요 품목 및 구조도면, 관련 계산서
8	클럼프웨이트 관련 가이드와어 및 윈치 특성, 설명, 설계기준

(9) 고압탈출장치

(가) 승인용 도면 및 자료

구분	도면 및 자료
1	생명유지장치 제어반의 일반 배치도, 배관 전기 및 통신장치의 배선도
2	전기 설비에 대한 설명
3	환경조절장치에 대한 설명
4	이산화탄소 제거장치에 대한 설명
5	위생설비에 대한 설명

(나) 참조용 도면 및 자료

구분	도면 및 자료
1	특성, 제한, 적재 조건 등을 포함한 설계 기준
2	다음 장치에 대한 설명 : - 통신 시스템 - 생명 유지 시스템 - 내부 치수 및 부피 - HRF와의 연동
3	구명정 및 진수설비의 IMO LSA 코드에 따른 구명장비 인증 (SPHL에만 해당)
4	부력과 안정성의 계산서
5	일반 배치
6	검사 및 시험 절차
7	(3)호에 따른 자료 및 도면

203. 등록유지검사

1. **정기검사**

(1) 잠수시험

(가) 우리선급의 정기검사는 최대수심까지 잠수하는 무인잠수시험을 포함한다.

(나) 잠수벨/잠수 스테이지 최대 정격 중량으로 실시하여야 한다.

(다) 잠수시험 시 기체 누설 여부, 통신 장치 및 전기장치의 기능시험, 호흡기체 공급 가능여부를 시험하여야 한다.

(2) 이동식 잠수설비

(가) 소유자는 이동형 잠수설비 설치 및 해체시 우리선급에 통보하여야 한다.

(나) 규칙에 따라 잠수설비 운용 전에 시운전 절차에 따라 검사 및 시험하여야 한다.

2. **선박의 계선**

(1) 잠수설비를 장기간 사용하지 않을 경우 소유자는 계선(lay-up) 절차를 신청할 수 있다.

(2) 잠수설비의 계선 동안의 선급 유지 및 계선 해제 시 재 운항을 위한 요건은 1편 부록 1-17에 따른다.

제 3 절 시험

301. 일반사항

1. **적용**

(1) 이 절은 잠수설비의 제작에 관한 시험 및 검사에 적용한다.

(2) 검사 및 시험에 관련하여 IMCA D 004, IMCA D 018, IMCA D 023, IMCA D 024, IMCA D 037, IMCA D 040을 참조한다.

(3) 우리 선급의 승인을 받아 기타 적용 가능한 기준에 따를 수 있다.

(4) 시험절차에 없는 일련 제조품의 경우 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

302. 공장검사

1. **관통구**

전기케이블 관통구의 시험절차는 우리 선급에 제출되고 시험되어야 한다. **【지침 참조】**

2. **압축기**

(1) 압력을 받는 압축기의 모든 구성품은 별도로 규정되지 않는 한, **5편**에 따라 압력시험이 수행되어야 한다.

(2) 압축효율 및 압력에 대한 성능시험이 수행되어야 한다.

(3) 압축기에서 배출되는 기체는 EN 12021 또는 국제적으로 통용되는 관련 규격을 따라 오염물질의 함량을 시험하여야 한다.

3. **기체저장용기**

기체저장용기는 **5편** 또는 설계 및 제작 시 적용된 기준에 따라 시험되어야 한다.

4. **플렉시블관**

(1) 플렉시블관는 **5편, 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침** 또는 기타 설계 및 제작 시 적용된 기준에 따라 시험하여야 한다.

(2) 일반적으로 적용된 표준에 따른 시험은 다음을 포함한다.

(가) 설계 압력의 1.5배에 해당하는 내압시험

(나) 파열시험

(다) 인장시험

(라) 저온 및 고온에 대한 내성

(마) 저온에서의 유연성 시험

(바) 주변온도에 대한 유연성 시험

(사) 오존에 대한 저항성

(아) 외압에 대한 저항성

(자) 화학적 불활성

플렉시블관이 기체 또는 청수 이송 용도로만 사용할 시, 내유성 시험은 생략할 수 있다.

(차) 치수에 대한 공차

(3) 산소농도 25% 초과한 기체를 운반하기 위한 플렉시블관은 인정된 표준에 따라 산소 적합성시험(oxygen shock test)을 실시하여야 한다.

5. 엄빌리컬 케이블

(1) 엄빌리컬 케이블은 설계 및 제작 시 적용된 표준과 제조사의 시험절차에 따라 시험하여야 한다.
(2) 우리 선급은 엄빌리컬 케이블 제작에 입회하여 검사할 수 있다.
(3) 플렉시블관은 설계 및 제작 시 적용되는 기술 기준에 따라 시험하여야 한다.
(4) 일반적으로 시험은 다음을 포함하여야 한다.
(가) 시험편에 대한 굽힘시험. 일반적 상황에서 발생 가능한 굽힘 반경에서의 영구적 변형은 허용되지 않는다.
(나) 시험편에 대한 반복하중시험. 0에서 설계 하중까지 수행되어야 한다. 반복 횟수는 진·회수장치의 사용범위 내에서 고려되어야 하며, 영구변형은 허용되지 않는다.
(다) 시험편에 대한 인장 파단 시험
(5) 엄빌리컬 케이블에 사용되는 플렉시블관은 엄빌리컬 케이블이 조립되기 전에 4항에 따라 시험하여야 한다.
(6) 엄빌리컬 케이블 조립 후 수행하여야 하는 시험
(가) 최대 작동 압력 1.5배로 과압 시험
(a) 모든 플랙시블관은 압력시험을 수행하여야 한다.
(b) 시험 후 전기 케이블의 손상 여부를 점검하여야 한다.
(나) 최대 작동 압력에서 누설시험을 하고, 내부 청결도는 기준에 적합한지 확인하여야 한다.

303. 거주용 압력용기

1. 거주용 압력용기의 검사 및 시험은 다음을 포함하여야 한다.
(1) 303.의 2항에 따른 압력 시험
(2) 303.의 3항에 따른 기체 누설 시험
(3) 303.의 4항에 따른 관망창 시험
(4) 출입문, 해치 및 메디컬락 시험
(5) 거주용 압력용기의 벽면 및 특히 하부측 내외부 부식상태 육안 검사
(6) 관통구 육안 검사 (관통구의 기능 표기 여부 확인)
(7) 지지 구조물 육안 검사
(8) 관망창 육안 검사
(9) 표기상태 육안 검사
(10) 단열재 육안 검사, 있는 경우
(11) 출입문 및 해치의 잠금장치 육안 검사
(12) 메디컬락 육안 검사
(13) 구성 배관 및 부속품 육안 검사
(14) 밸브 및 플로우 퓨즈 육안 검사
(15) 챔버 사이의 연결 플랜지 육안 검사
(16) 빌지 배출구 육안 검사
(17) 배출배관 보호 장치 육안 검사

2. 압력시험

수압시험은 설계 압력의 1.5배 또는 우리선급이 인정하는 적용된 표준에 따라 시험하여야 한다.

3. 기체누설시험

(1) 기체누설시험은 상호 협의된 절차에 따라 시행하여야 한다.
(2) 메디컬락 및 모든 출입문, 해치, 밸브, 배관, 관부착품 및 거주용 압력용기의 각 구역 관통구에 대하여 작동최고압력에서 기체누설시험을 실시하여야 한다.
(3) 허용 최대 누설율은 6시간 동안 0.25% 이하여야 한다.
(4) 거주용 압력용기는 최소 6시간 동안 가압된 조건을 유지하여야 한다. 압력과 온도는 매시간 또는 그보다 짧은 시간마다 기록하여야 한다.
(5) 모든 압력용기, 도어, 창문, 배관, 밸브 및 부속품에는 누설 감지액을 뿌려야 한다.
(6) 누출이 확대될 위험이 있는 경우 (예: 용접부의 균열을 통해) 허용되지 않는다.
(7) 헬륨을 호흡용 기체로 사용하고자 하는 경우, 최소 10% 헬륨혼합기체로 기체누설시험을 실시하여야 한다.

4. 관망창
관망창은 ASME PVHO-1에 따라 시험하여야 한다.

304. 감압챔버

1. 감압챔버에 대하여 최소한 다음의 검사 및 시험을 실시하여야 한다.
(1) 303.에 따른 거주용 압력용기의 시험
(2) 306.의 2항에 따른 호흡용 기체계통 시험
(3) 위생계통(화장실, 오수 및 청수) 시험
(4) 화재안전계통 시험
(5) 이산화탄소 제거장치 시험
(6) 호흡용 기체 회수장치 시험, 설치된 경우
(7) 308.에 따른 환경조절장치 시험
(8) 계측 및 지시장치 시험
(9) 통신설비 시험
(10) 311.에 따라 일체형호흡장치 시험
(11) 빌지 배출계통(장치) 시험

305. 잠수벨 및 웻벨

1. 잠수벨에 대하여 최소한 다음의 검사 및 시험을 하여야 한다.
(1) 대기중 및 수중에서의 중량 측정
(2) 303.에 따른 거주용 압력용기의 시험
(3) 306.의 2항에 따른 호흡용 기체계통 시험
(4) 해당되는 경우, 수중 밸러스트 투하 시험
(5) 비상계통관련 시험
(6) 위치 및 통신설비 시험
(7) 잠수벨 난방계통 시험
(8) 이산화탄소 제거장치 계통 시험
(9) 호흡용 기체회수장치 계통 시험, 설치된 경우
(10) 306.의 6항에 따라 일체형호흡마스크 시험
2. 웻벨에 대하여 최소한 다음의 검사 및 시험을 하여야 한다.
(1) 대기중 및 수중에서의 중량 측정
(2) 306.의 2항에 따른 호흡용 기체계통 시험
(3) 해당되는 경우, 수중 밸러스트 투하 시험
(4) 비상 계통 관련 시험

306. 생명유지장치

1. 제어반
(1) 화재 안전 계통 기능적 시험
(2) 주 전원에서 비상 전원으로의 전환
(3) 통신 및 CCTV 시스템 기능적 시험
(4) 기체분배반 기능적 시험
(5) 기체분석기 기능적 시험
(6) 경보장치 기능적 시험
(7) 표기 및 배관도 확인
(8) 기타 필요한 기능 확인 및 시험
2. 호흡용 기체계통
(1) 호흡용 기체의 공급용 이송 배관장치의 시험은 5편의 1급 관장치 요건에 따른다.
(2) 호흡 기체 계통 모든 배관은 설계 압력의 1.5배로 압력시험을 시행하여야 한다.
(3) 303.의 3항의 기체누설시험은 모든 압력용기 및 호흡 기체 배관에 대하여 시행하여야 한다.

(4) 기체 분배반은 각각의 호흡 기체 공급원은 분리하여 시험을 수행하여야 한다.
(5) 호흡용 기체 공급계통은 EN 12021 또는 동등하다고 인정되는 표준에 따라 설치 후 시운전 기간 중 오염 물질 함유량을 검사하여야 한다.
(6) 기체 순도 분석을 위한 호흡 기체 시료는 기체 실린더, 호흡용 기체배관, 챔버 내부, 일체형호흡장치 공급배관 및 호흡용 기체 회수장치에서 채취한다.
(7) 호흡용 기체 배관계통 세척은 ASTM G93 또는 이와 동등한 표준을 적용하여야 한다.
(8) 과압 방지장치(경보, 압력도출밸브, 파열판)는 승인된 절차에 따라 검사 및 시험하여야 한다.

3. 환경조절장치

(1) 환경조절장치는 승인된 시험방법으로 시험하여야 한다.
(2) 감압챔버에서 가열/냉각계통의 정확도를 시험하여야 한다. 설정 및 측정값의 최대 허용치는 최대 ±1℃이다.
(3) 가열/냉각 및 습도 조절장치는 100 % 이중화에 대해 시험하여야 한다.

4. 이산화탄소 제거장치

(1) 감압챔버 및 잠수벨 이산화탄소제거 계통은 승인된 절차에 따라 검사 및 시험하여야 한다.
(2) 이산화탄소 농도는 706.의 1항 (3)호에 따른다.

5. 호흡용 기체회수장치

(1) 호흡용 기체회수장치는 승인된 절차에 따라 검사 및 시험하여야 한다.
(2) 기체백의 경보 및 압력도출밸브는 시험하여야 한다.

6. 일체형호흡장치

감압챔버와 잠수벨의 일체형호흡마스크는 승인된 절차에 따라 검사 및 시험하여야 한다.

7. 잠수사 온수장치

잠수사 온수장치는 승인된 절차에 따라 검사 및 시험하여야 한다.

8. 챔버내 위생설비

위생설비는 화장실 플러싱에 대한 기능시험을 하여야 한다.

307. 전기설비

1. 모든 전기 설비는 **6편**에 따라 시험하여야 한다.
2. 전기 설비에 대하여 최소한 다음의 검사 및 시험이 수행하여야 한다.
(1) 각 하위 시스템의 기능 시험
(2) 주 전원 및 비상 전원 공급 장치 시험
(3) 모든 전기회로에 대한 절연 저항 시험

308. 진·회수장치

1. 일반사항

(1) 이 절의 검사 및 시험에 추가하여 진·회수장치는 **2장**에 따라 검사하여야 한다.
(2) 위치 보상장치가 설치되어 있을 경우, 보상계통(위치 보상장치)은 검사원 입회하에 기능시험을 수행한다.
(3) 정적하중 시험은 설계하중과 동일한 하중으로 수행하여야 한다.

2. 엄빌리컬 케이블 윈치

(1) 엄빌리컬 케이블 윈치의 기능시험은 검사원의 입회하에 시행한다.
(2) 스위블(swivel)의 압력시험은 검사원의 입회하에 시행한다.

309. 고압탈출설비

1. 일반사항

(1) 고압탈출설비는 승인된 시험절차에 따라 검사 및 시험하여야 한다.
(2) 다음의 검사 및 시험을 수행하여야 한다.
(가) 대기 중 중량 측정
(나) 탈출 절차 시험
(다) 진수 계통 시험
(라) 위생 계통 시험
(마) 화재안전계통 시험

(바) 이산화탄소 제거 계통 시험
(사) 환경제어장치 시험 (가열/냉각)
(아) 계측기 시험
(자) 통신 계통 시험
(차) 추력, 타기 및 토잉 시험을 포함한 해상 시운전
(카) 토잉 라인 검사
(파) 11절에 명시된 표시(마킹) 검사
(타) LSA 코드에 따라 구명정에 적용해야 하는 검사 및 시험
(3) 고압탈출설비의 진수장치는 관련규정(예, IMCA D004)에 따른 검사 및 시험
(4) 외부면 전체(선외위치에서)에 대하여 과부하 시험

310. 선내시험 및 시운전

1. 일반사항

(1) 잠수설비 및 각각의 잠수설비 구성품에 대한 최초 시험은 우리 선급이 동의한 시운전 절차에 따라 수행하여야 한다.
(2) 시운전은 최소한 다음을 포함한다.
(가) 배치도면 및 사양에 따른 설치상태의 적합성
(나) 잠수장치/장비의 증서 및 식별표의 검증
(다) 306.의 2항 (7)호에 따른 호흡용 기체 배관 청결도 검증
(라) 703.의 4항에 따른 호흡용 기체 배관 표시상태 검증
(마) 산소 저장 장소, 배관, 밸브 및 경보장치 상태 검증
(바) 310.의 2항에 나열된 절차에 따른 각각의 하위 계통을 검사 및 시험
(사) 310.의 3항에 명시된 최종 잠수시험

2. 선내시험

(1) 303.에 따른 거주용 압력용기의 압력시험 및 기체누설시험 (감압챔버, 잠수벨, 고압탈출장치)
(2) 306.에 따른 호흡용 기체 계통 시험(배관, 연결구 및 기체 실린더)
(가) 압력 시험
(나) 기체 누설 시험
(나) 기체 순도 및 청결도 시험
(다) 일체형호흡마스크 시험
(라) 기체 이송 계통
(3) 306.의 1항에 따른 잠수조종제어반 및 생명유지제어반 시험
(가) 기체 분배 장치
(나) 가압률
(다) 압력 시험
(라) 누설 시험
(마) 기능 시험
(바) 기체 분석
(사) 전기장치, 통신 및 비디오 장비
(4) 수심계 교정 및 시험
(5) 위생계통: 화장실, 오수 및 청수
(6) 306.의 4항에 따른 이산화탄소 제거장치 시험(챔버 및 잠수벨의 이산화탄소 제거)
(7) 306.의 3항에 따른 환경제어장치(온도 및 습도)
(8) 306.의 5항에 따른 기체회수계통(해당되는 경우)
(9) 306.의 7항에 따른 잠수사 난방장치
(10) 308.에 따른 진·회수장치
(11) 305.의 잠수벨
(12) 304.의 감압챔버
(13) 309.의 고압탈출장치

(14) 310.의 3항에 따른 잠수시험

3. 해상 잠수 시운전

(1) 최종 시운전은 잠수벨/바스켓을 설계최대심도까지 하잠하는 것을 포함한다. 단 선급이 인정하는 경우 무인으로 실시할 수 있다. **【지침 참조】**

(2) 잠수벨/바스켓의 중량은 설계최대하중으로 시행하여야 한다.

(3) 잠수시운전 중 잠수벨은 다음 사항을 시험하여야 한다.

(가) 잠수심도에서의 기체누설현상검사

(나) 최대잠수심도에서 수중 통신을 포함한 전기 및 통신 장치의 작동 시험

(다) 호흡용 기체 공급의 작동시험

제 4 절 설계 및 제작

401. 일반사항

1. 이 절은 잠수설비의 설계 및 제작에 관한 일반사항에 적용한다.
2. 고압탈출장치는 IMO **규정**을 따른다.
3. 이 장에서 별도로 명시되지 않은 재료 및 용접은 **2편** 및 **5편** 관련 규칙을 따른다.

402. 설계 고려사항

1. 일반사항

(1) 가능한 한, 잠수설비는 운용자의 실수를 최소화 하도록 설계하여야 하며, 단일 구성 요소의 고장이 위험한 상황을 초래하지 않도록 설계하여야 한다.

(2) 잠수설비 및 구성품은 승인된 운용 조건을 고려하여 설계하여야 한다.

(3) 잠수설비 구성 요소의 재료는 용도에 적합하여야 한다.

(4) 잠수설비의 모든 구성요소는 세척, 소독, 검사 및 유지 보수가 용이하도록 설계, 제작 및 배치하여야 한다.

(5) 잠수설비는 안전한 잠수작업 수행에 필요한 제어장치를 포함하여야 한다.

(6) 잠수설비는 잠수사가 압력 하에서 잠수벨과 감압챔버를 안전하게 이동 가능하여야 한다.

2. 배치

(1) 잠수설비는 모든 기상 조건 하에서 설비의 안전한 작동을 위해 중앙 집중 제어식으로 배치하여야 한다.

(2) 잠수통제실은 하나의 장소 또는 적절한 통신 설비를 갖춘 별도의 제어장소로 잠수작업 및 챔버 운용을 위해 배치하여야 한다.

(3) 잠수통제장소의 배치에 관한 사항은 **8절**에 따른다.

(4) 잠수설비 및 진·회수장치의 지지구조는 정상, 비상운용 및 적재 상태에서 발생하는 응력을 충분이 견딜 수 있어야 한다.

(5) 잠수설비와 보조 장비는 선박이나 부유식 구조물에 안전하게 고정되고 인접한 장비와 유사하게 고정되도록 하여야 한다. 설비를 구성하는 구성품 간 상대적 이동을 고려하여야 한다. 또한 고정은 선박이나 부유식 구조물에 필요한 생존 조건을 충족하여야 한다.

(6) 중량물 이동 연결부에 볼트를 사용할 경우 볼트 특성 및 관련 표준을 제출하여야 한다.

3. 고장유형영향분석(FMEA)

(1) 고장유형영향분석은 프로젝트 초기 단계에서 수행하여야 한다.

(2) 고장유형영향분석은 IMCA D039 FMEA guide for diving systems에 따를 수 있으며, 국제적으로 통용되는 이와 동등한 표준에 따를 수 있다.

4. 설계환경조건

(1) 잠수설비의 구성품은 규정된 설계조건하에서 작동 가능하도록 설계하여야 한다.

(2) 특별히 규정되지 않았다면, 경사각은 **표 9.7.1**에 따른다.

(3) 횡경사 및 종경사가 동시에 발생하여도 지장이 없어야 한다.

(4) 정적 경사각도 및 동적 경사각도는 서로 독립적으로 발생하는 것으로 가정한다.

(5) 모든 시스템 및 구성품은 별도 지침으로 정한 해상 상태를 만족하여야 한다.

표 9.7.1 경사각

설치위치	경사각(°)			
	횡방향		종방향	
	정적	동적	정적	동적
선박 또는 바지	±15	±22.5	±5	±10
이동식 해상구조물	±15	-	±15	-
잠수벨	±22.5	±45	-	-

(6) 특별히 규정되지 않았다면, 온도 및 습도 조건은 **표 9.7.2**에 따른다.

표 9.7.2 환경조건

위치	온도(°C)	습도(%)	기타 조건
챔버 내	5~55	100	염분이 있는 공기
대기중 챔버 외부[1)2)]	-10~55	100	
수중 이송용 챔버 외부	-2~30	-	3.5%의 염분을 포함한 해수

(비고)
1) 개방갑판에 설치되는 경우, 염수의 결빙 및 일시 침수에 대한 여유값을 고려하여야 한다.
2) 폐위구역의 설비에 대하여 다른 값을 허용할 수 있다.

제 5 절 거주용 압력용기

501. 일반사항

1. 이 절은 잠수사가 대기압을 초과하는 압력 하에서 호흡할 수 있는 상태로 거주하는 압력용기의 설계 및 제작에 적용한다.
2. 사람이 거주하는 압력용기의 설계 및 제작은 ASME-PVHO 또는 EN 13445에 따른다. 기타 표준은 우리선급의 승인을 받아야 한다.
3. 검사 및 시험에 관한 사항은 **2절**을 따른다.

502. 출입문, 해치 및 잠금장치

1. 일반사항

(1) 출입문, 힌지, 잠금장치 및 관통부와 같은 부속품을 포함한 거주용 압력용기의 설계시 압력, 온도, 진동, 운용 및 환경 조건과 설계 조건에 추가하여 거친 운용과 사고의 영향을 고려하여야 한다.

(2) 도어와 해치의 설계는 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 개구부 직경은 최소 600 mm이어야 한다.

(나) 개폐 수단은 양쪽에서 작동 가능하여야 한다.

(다) 출입문의 역방향 과압은 잠금 장치의 치명적인 고장을 일으키지 않아야 한다.

(라) 양쪽 압력이 동일하지 않으면 개방되지 않아야 한다.

(마) 출입문을 완전히 개방된 위치에서 고정하는 장치가 제공되어야 한다.

(바) 압력 하에서 출입문이나 해치가 열리지 않도록 안전장치를 설치하여야 한다. 이 안전장치는 문이나 해치가 완전하게 닫히지 않은 상태에서 가압할 수 없도록 하여야 한다.

2. 잠금장치

(1) 잠금장치는 압력에 의하여 우발적으로 열리는 것을 방지하도록 설계하여야 하며, 필요시 인터록 장치를 설치하여야 한다.

(2) 인터록 장치는 내부 압력이 주변 압력과 평형을 이루지 않거나, 거주용 압력용기 내부 압력이 대기압 이상일 경우 잠금장치 해제를 방지하여야 한다. 또한, 안전장치가 해제된 상태에서 가압할 경우 기밀이 유지되지 않도록 하여야 한다.

(3) 잠금 장치는 승인된 기계적 잠금장치를 설치하여야 한다.
(4) 안전 장치는 내부 압력이 주변 압력과 평형을 이루지 않으면 잠금 해제를 방지하여야 한다.

3. 메디컬락

(1) 메디컬락 압력계는 메디컬락 내부의 배출관이 막히더라도 내부압력을 지시하여야 한다.
(2) 메디컬락의 크기는 장비를 이송하기 적합하여야 한다.
(3) 502.의 2항 (2)호에 적합한 안전장치를 설치하여야 한다.

503. 관 장치

1. 관통부

(1) 관통부는 압력용기의 동판 및 경판의 강도에 영향을 미쳐서는 안 되며, 관통부의 위치에 대해서는 우리 선급이 인정한 기준의 요구사항에 따른다.
(2) 챔버의 모든 관통부는 가능한 한 관통부에 가까운 두 개의 차단 장치를 설치하고, 그 중 하나는 역류방지밸브여야 한다. **【지침 참조】**
(3) 관통부의 밸브는 나사식 형식 외의 밸브를 사용하여야 한다. (예, 볼밸브)
(4) 관통부의 밸브는 밸브와 외판 사이의 배관이 거주용 압력용기를 따르는 경우 챔버 외판에 직접 설치하거나 가깝게 설치하여야 한다.
(5) 밸브의 각 위치를 명확히 볼 수 있어야 한다. 밸브는 정상 작동을 위해 개방된 위치에 고정되어야 하고, 이 잠금 장치를 강제로 해제할 수 있어야 된다.
(6) 배관 파손 시 챔버 내 빠른 압력 감소를 일으킬 수 있는 큰 직경의 관통부가 외부 환경조절장치(ECU)에 사용되는 경우, 흡입배관에는 역류방지밸브를 설치하여야 하고, 배출배관에는 급격한 압력감소를 방지하기 위한 수단(예, 플로우 퓨즈(flow-fuse), 유량감지밸브(flow rate sensitive valve) 등)을 설치하여야 한다.
(7) 전기케이블 관통구 관련 요구사항은 **8절**을 따른다.

2. 배관

(1) 배관 및 부속품에 관련 요구사항은 **7절**을 따른다.
(2) 이동을 위한 격실과 메디컬락를 포함한 배출용 배관에는 보호망을 설치하여야 한다. 보호망은 잠수사의 부상위험을 최소화하도록 설계하여야 한다.
(3) 감압절차 중 급격한 압력 강하를 방지하기 위한 수단(예, 플로우 퓨즈(flow-fuse), 유량감지밸브(flow rate sensitive valve) 등)을 고려하여야 한다.
(4) 이동용 격실을 제외한 거주용 압력용기 내부 가압용 배관에는 소음기를 장착하여야 한다.
(5) 배관은 정상 작동 중 잠수벨과 감압챔버 내부의 소음을 최소화하도록 설계되어야 한다.

3. 과압방지장치

(1) 모든 거주용 압력용기에는 설계압력을 넘는 압력으로 상승하는 것을 방지하는 적절한 압력도출장치를 설치하여야 한다. 압력도출밸브 대신 (2)항의 과압경보장치를 허용할 수 있다.
(2) 별도로 가압될 수 있는 모든 감압챔버와 잠수벨에는 과압경보장치 또는 압력도출밸브를 설치하여야 한다.
(3) 압력도출밸브가 장착된 경우 압력도출밸브와 감압챔버 사이에 차단밸브를 설치하고 열림 상태로 고정되어야 하며, 이 밸브는 운용자가 쉽게 접근할 수 있어야 한다. 또한 모든 압력용기에는 압력도출밸브를 설치하여야 한다.

504. 관망창

1. 일반사항

(1) ASME PVHO-1에 따라 관망창을 설계, 제작, 인증 및 시험하여야 한다.
(2) 관망창은 창과 씰링(sealing)을 의미한다.
(3) 관망창의 인증 절차는 다음과 같다.
  (가) 설계 검토
  (나) 제조 절차
  (다) 재료 인증
  (라) 재료 시험
  (마) 압력 시험 (압력 시험은 챔버에 설치된 상태로 수행할 수 있다.)
(4) 관망창은 다음과 같이 운용제한 사항을 적용한다.
  (가) 가압/감압율은 1 MPa/s 미만이여야 한다.

(나) 압력주기 횟수는 1만회 이하여야 하며, 총 지속시간은 4만 시간을 넘지 않아야 한다.
(다) 최소 설계 온도는 -18 °C이고 최대 설계 온도는 +66 °C이다.
(5) 관망창의 설계수명은 ASME PVHO-1에 따라 제작일로부터 10년을 초과하지 않아야 한다.

2. 표시

(1) 관망창에는 다음과 같은 사항을 표기하여야 한다.
(가) 설계압력
(나) 최대 및 최소 작동 온도
(다) 적용 기준
(라) 인증기관의 이름 또는 기호
(마) 일련번호
(바) 제조일자
(2) 표기는 읽기 쉽고 지워지지 않는 방법으로 하여야 하며, 가능하면 ASME PVHO-1에 따라 관망창의 가장자리에 표기되어야 한다. 표기는 관망창에 균열 전파를 유발할 수 있는 어떠한 손상도 일으키지 않아야 한다.
(3) 각 관망창의 일련번호 또는 기타 식별 표시가 설치 시 보이지 않는 경우, 각 관망창에 인접한 챔버 외부에 눈에 띄게 표기하여야 한다.

505. 재료 및 제작

1. 일반사항

(1) 거주용 압력용기 설계 및 시공에 적용된 표준에 따라 다음의 사항을 준수하여야 한다.
(가) 재질
(나) 구조 치수
(다) 용접사 자격
(마) 용접 절차 및 시험
(바) 시험
(사) 표기

2. 재료

(1) 거주용 압력용기의 구조는 연기 및 화재의 위험을 최소화 할 수 있는 것이어야 하고, 발화 원을 피하고 가연성 물질을 최소화하도록 설계되고 장착되어야 한다. 물질 선택 시 연소 생성물의 독성과 화염 확산 특성을 고려하여야 한다.
(2) 내부 공간에 사용되며 코팅, 접착제 및 윤활제와 같이 대기와 접촉 할 가능성이 있는 모든 재료는 유독성, 자극성 또는 불쾌감을 주는 기체를 방출하지 않도록 하거나, 재생 시스템을 통과하여야 한다.

3. 제작

용접은 거주용 압력용기 설계 및 시공에 적용된 표준에 따라 시험하여야 한다.

제 6 절 감압챔버(DDC) 및 잠수사 이송장치

601. 일반사항

1. 이 절에서는 감압챔버, 밀폐형 잠수벨 및 잠수사이송장치의 설계 및 제작에 적용한다.
2. 검사 및 시험에 관한 사항은 **3절**을 따른다.
3. 감압챔버 및 잠수벨을 구성하는 압력용기는 **5절**에 따라 거주용 압력용기로 설계하여야 한다.
4. 이 절에서의 규정하지 않은 요구사항은 관련 절을 따른다.

602. 감압챔버

1. 일반사항

(1) 잠수사 마다 각각의 침구를 갖추어야 한다. 평범한 사람이 편안하게 누울 수 있을 만큼의 넓이와 길이로 만들어야 하고, 각 침구는 단단하게 고정하여야 한다.
(2) 잠수설비는 최소한 2개의 분리된 격실을 갖춘 하나의 감압챔버 또는 내부가 서로 연결된 2개의 감압챔버를 포함하여야 하며, 하나의 격실 또는 챔버의 압력을 유지하면서 인원의 출입이 가능하도록 설계하여야 한다. 또한, 모든

문은 양쪽에서 작동할 수 있는 잠금장치를 설치하여야 한다.

(3) 잠수사가 감압챔버 내에서 일정한 압력이 유지된 상태로 12 시간 이상 머물러야 하는 경우의 거주 구획에는 각 잠수사가 편안히 손발을 뻗을 수 있는 침구를 설치하여야 하며, 사람이 구획 내에서 똑바로 설 수 있도록 설계하여야 한다. 두 격실 중 작은 격실은 최소한 두 명의 잠수사가 사용할 만큼의 충분한 면적이어야 하며, 나머지 큰 격실은 거주구획으로 사용된다. 포화잠수용 감압챔버는 최소 직경 1800 mm 이상으로 설계하여야 한다.

(4) 감압챔버는 잠수사의 잠수 작업 종류 및 기간에 맞는 적합한 환경과 설비를 갖추어야 한다. 잠수사가 12 시간 이상 머물러야 하는 경우 챔버로부터 외부로 오물이 배출되는 화장실과 샤워실을 설치하여야 하며, 화장실에는 압력 손실을 방지하는 적절한 인터록 장치를 설치하여야 한다.

(5) 표면 잠수용 감압챔버는 아래와 같은 일반적인 규정을 준수하여야 한다.

(가) 압축공기 또는 혼합기체로 가압

(나) 환기에 의한 이산화 탄소제거

(다) 일체형호흡장치로 혼합기체와 순수산소 호흡

(라) 산소 분석기 설치

(마) 챔버가 온도조절이 불가능한 구역에 위치할 경우, 보온 및 환경조절 등이 가능하도록 설계하여야 한다.

(6) 감압챔버의 지지 구조는 402.의 4항에 정의된 지지 장치의 가속도와 운동, 내부 하중에 의한 하중 등을 견디도록 설계하여야 한다.

(7) 감압챔버의 부피는 기체량 계산을 위해 정확하게 제공되어야 한다.

2. 메디컬락

감압챔버 거주구획 및 다른 압력구획에는 502.의 3항을 만족하는 메디컬락을 설치하여야 한다.

3. 관망창

감압챔버 각 구획에는 외부에서 내부를 관찰할 수 있는 관망창을 설치하여야 한다.

4. 과압방지장치

(1) 과압도출밸브의 관통부에 외판의 양면에 차단밸브를 설치하여야 하며, 차단 밸브들은 열린 위치에서 고정되어야 한다.

(2) 제어실의 운용자가 확인할 수 있는 가시, 가청의 감압챔버 과압 경보가 있어야 한다.

5. 결합장치 및 이동 트렁크

(1) 포화 및 혼합기체잠수 설비는 잠수사가 압력 하의 잠수벨에서 감압챔버로 안전하게 이동할 수 있어야 한다.

(2) 감압챔버와 수직으로 결합되는 잠수벨에는 문을 잡아주는 안전장치(고정장치)를 설치하여야 한다.

(3) 포화잠수나 혼합기체잠수에서 결합장치가 동력을 이용하는 경우, 정상 동력 상실에 대비하여 잠수벨과 감압챔버의 연결을 위한 보조동력장치 또는 이와 동등한 수단을 제공하여야 한다.

(4) 결합장치 또는 결합용 클램프는 502.의 2항 (2)호를 만족하는 안전장치를 설치하여야 한다.

(5) 이동트렁크의 내부 압력은 제어장소에서 확인할 수 있어야 한다.

6. 호흡용기체 분석

(1) 감압챔버에 기체분석기를 비치하여야 한다.

(2) 분석에 사용되는 기체배관은 최소한의 직경으로 제작되어야 한다.

7. 제어장치

(1) 감압챔버에는 챔버 외부와 내부에서 각 격실의 내부 압력을 표시하고 제어할 수 있는 압력계와 연결구를 설치하여야 한다.

(2) 감압챔버에는 챔버 외부의 제어장소에서 각 격실의 환경 및 내부 압력을 표시, 제어할 수 있는 밸브, 압력계 및 연결구를 설치하여야 한다.

(3) 감압챔버 내부의 환경을 조절할 수 있는 장치는 이중화하여야 한다.

8. 내부환경조절, 이산화탄소 제거 및 호흡용 기체 회수장치

(1) 이산화탄소 제거장치는 706.의 1항의 기준에 만족하여야 한다.

(2) 이산화탄소 제거장치는 이중화하여야 한다.

(3) 온도 및 습도 조절장치는 708.의 기준에 만족하여야 한다.

(4) 감압챔버내에 온도 및 습도 조절장치는 이중화하여야 한다.

(5) 호흡기체회수장치는 706. 2항의 기준에 만족하여야 한다.

9. 일체형호흡장치

(1) 일체형호흡장치는 705.의 기준을 만족하여야 한다.

(2) 각 구획에는 각 잠수사마다 최소한 1개의 일체형호흡장치 연결부와 마스크를 구비해야 하며 1개 이상의 예비품을 보유하여야 한다.

10. 위생설비

(1) 위생설비는 707.의 기준에 만족하여야 한다.
(2) 포화잠수에 사용되는 감압챔버에는 위생설비를 설치하여야 한다.
(3) 화장실 변기는 사람이 앉았을 때 밀폐되지 않도록 설계하여야 한다.
(4) 플러싱형 화장실은 사람이 앉아있는 동안에 플러싱을 방지하는 안전장치를 설치하여야 한다.
(5) 샤워 및 세척을 위한 각각의 위생실에 냉수 및 온수의 공급이 가능하여야 한다.
(6) 각 위생실에는 고압용 변기를 설치하여야 한다.

11. 전기설비

(1) 전기 설비, 제어장치 및 통신장치는 **8절**을 따른다.

12. 화재안전

방화 및 소화설비는 **9절**을 따른다.

603. 폐쇄형 잠수벨

1. 일반사항

(1) 잠수벨 조작 시 기계적 충격으로부터 보호되어야 한다.
(2) 잠수벨은 각각의 잠수사가 잠수벨의 출입이 안전하게 가능하여야 하며 의식이 없는 잠수사가 잠수벨에 안전하게 들어갈 수 있도록 설계하여야 한다.
(3) 잠수벨은 잠수작업의 종류와 지속시간을 고려하여 적합한 환경과 시설을 갖추어야 한다.
(4) 잠수벨은 장비와 탑승하는 잠수사 인원수를 고려하여 공간을 설계하여야 한다.
(5) 각각의 잠수사가 사용할 수 있는 의자에 안전벨트를 장착하여야 한다.
(6) 잠수벨은 최소한 잠수사 1명당 1.5 m^3의 체적을 갖춰야 한다.
(7) 잠수벨의 부피는 호흡기체 및 안전성 계산을 위해 정확하게 설정되어야 한다.
(8) 잠수벨의 외부압력은 적어도 내부 작동압력과 동등하도록 설계하여야 한다. 이를 만족하지 못하는 경우, 운용범위를 제한하여야 한다.
(9) 잠수벨에는 주 리프트 근처의 적절한 곳에 매니폴드를 설치하여야 하며, 이 매니폴드에는 다음의 연결부를 포함하여야 한다. 매니폴드는 적절히 보호되고, 제공하는 사항에 대하여 명확히 표시되어야 한다.
  (가) 3/4 inch NPT (female) - 온수용
  (나) 1/2 inch NPT (female) - 호흡용 혼합기체
(10) 모든 구비된 생존수단의 작동시간은 최소한 24 시간 이상이어야 한다. 또한, 생존수단은 최소한 다음을 포함하여야 한다. **【지침 참조】**
  (가) 603.의 8항 (1)호에 따른 별도의 예비호흡기체
  (나) 음료
  (다) 음식
  (라) 이산화탄소 제거 수단
  (마) 603.의 13항 (4)호에 따른 보온 장치
  (바) 조명
  (사) 비상 통신장치
  (아) 초음파 핑거
  (자) 가시 신호장치
(11) 다음의 안전을 위한 장비를 보관 할 수 있는 공간을 제공하여야 한다.
  (가) 비상 호흡 장비
  (나) 구급상자
  (다) 위생 봉투
  (라) 예비 식량 및 음료
  (마) 적절한 보온 장비
  (바) 적절한 수리 도구
  (사) 점검, 지시 및 안전 절차 사본

(아) 이산화탄소 제거를 위한 제품(소다 라임/흡착제 등)
(자) 비상 조명

(12) 잠수벨 내부의 수위를 조절할 수 있는 수단이 갖추어야 하고, 잠수벨 내부가 물에 잠겼을 때 손상될 수 있는 장비를 보호하기 위하여 자동으로 고 수위를 제한하여야 한다. 수위 조절 작동 밸브는 진입로 내부의 잠수사가 접근할 수 있어야 한다.

(13) 기울어진 잠수벨에 부분적으로 채워진 물을 비울 수 있는 수단을 설치하여야 한다.

2. 관망창

(1) 잠수벨은 외부의 잠수사를 관찰할 수 있는 관망창을 설치하여야 한다.

(2) 최소 1개의 관망창은 내외부로부터 관찰이 가능하여야 하며, 관망창은 물리적인 충격과 열로부터 보호되어야 한다.

3. 출입문

(1) 잠수벨 출입문은 정상 작동 중에 실수로 열리는 것을 방지되도록 설계하여야 한다. 모든 문의 잠금장치는 양쪽에서 작동할 수 있어야 한다.

(2) 고압용기의 문(Autoclave door)이 아닌 출입문의 경우는 양쪽에서 작동할 수 있어야 하고, 안전장치는 양측의 압력이 균형을 이루지 않은 상태에서 열리는 것을 방지하여야 한다.

(3) 수직형 출입문의 조작을 위한 보조가 있어야 한다.

(4) 잠수벨이 해저에 세워져 있어도 출입이 가능하도록 안전장치를 설치하여야 한다.

(5) 잠수벨의 잠수사가 나가는데 필요한 하부 개구부의 최소 직경은 800 mm이다.

(6) 하부 외측 해치는 잠수벨의 안쪽에서 닫을 수 있어야 한다.

4. 과압방지장치

(1) 잠수벨에는 과압도출밸브 또는 과압경보 등 과압 방지 수단을 설치하여야 한다.

5. 결합장치

(1) 잠수벨 결합장치는 미리 정해진 각도에서 동요, 횡경사 및 종경사 상태에서도 잠수벨과 감압챔버의 연결 및 이탈이 쉽고 확실하게 작동할 수 있어야 한다.

(2) 포화잠수나 혼합기체잠수에서 결합장치가 동력을 이용하는 경우, 정상 동력 상실에 대비하여 잠수벨과 감압챔버의 연결을 위한 보조동력장치 또는 이와 동등한 수단을 제공하여야 한다.

(3) 결합장치 또는 결합용 클램프는 502.의 2항의 (2)호에 따른 안전장치를 설치하여야 한다.

6. 메디컬락

잠수벨에는 502.의 3항을 만족하는 메디컬락을 설치하여야 한다.

7. 호흡용 기체

(1) 잠수벨에는 별도로 산소와 이산화탄소를 분석할 수 있는 수단을 비치하여야 한다.

(2) 잠수벨 내부의 탄화수소 및 황화수소를 감시할 수 있는 수단을 고려하여야 한다.

(3) 이산화탄소를 제거할 수 있는 이산화탄소 제거장치를 설치하여야 한다.

(4) 각 잠수사의 기체 공급 장치는 하나의 기체 배관이 고장 난 경우 다른 잠수사의 기체 공급에 방해되지 않도록 배치하여야 한다.

(5) 잠수사 호흡기체가 표면공급(on-board gas)으로 전환되면 벨맨에게 경고하기 위해 경보를 설치하여야 한다.

(6) 외부에서 공급되는 산소의 경우 잠수벨에 공급되기 전 감압시킬 수 있는 수단을 설치하여야 한다. 또한 고압산소는 잠수벨 내에서 사용하지 않아야 한다.

(7) 잠수종 내부에 과도한 산소 공급을 방지하기 위해 유량이나 용량을 제한할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

8. 기체의 저장

(1) 잠수벨은 최대작동수심에서 최소 24시간 동안 충분한 기체를 공급할 수 있는 자체 설비를 갖추어야 한다.

(2) 잠수벨 외부에는 다음 중 하나에 적합한 충분한 호흡용 기체를 갖춰야 한다.

(가) 최대수심에서 50 %의 물이 찬 벨을 비우기 충분한 양
(나) 최대수심에서 잠수사에게 분당 40 L의 호흡률로 30분 동안 공급할 수 있는 양

(3) 잠수벨 내에 공급되는 모든 호흡기체 압력은 주변압력보다 최대 3 MPa을 넘지 않도록 감압되어야 한다.

(4) 잠수사의 원활한 신진대사를 위해 잠수벨 작업 종료 시까지 최소 24 시간 최대 탑승 가능한 잠수사당 분당 0.5 L의 산소를 공급할 수 있어야 한다.

9. 일체형호흡장치

(1) 일체형호흡장치는 705.의 기준을 만족하여야 한다.

(2) 잠수벨에는 구강/비강 또는 전면 일체용호흡장치 마스크를 각 잠수사용으로 설치하여야 한다. 표면공급 또는 잠수

벨에 장착된 호흡 기체 용기로부터 호흡용 기체를 공급 받을 수 있어야 한다.

10. 배관 및 부착품

(1) 잠수벨의 유체 공급용 배관은 내부 차단밸브 및 외부 역류 방지 밸브를 설치하여야 한다.
(2) 잠수사용 온수가 통과하는 관통부는 부식으로부터 보호되어야 한다.
(3) 내부 가압 및 감압 제어용 밸브는 손잡이를 놓을 때 자동 폐쇄되는 밸브를 설치하여야 한다.
(4) 순수 산소 주입 장치는 갑작스러운 산소 분압의 상승을 유발하지 않도록 구성하여야 한다.
(5) 압력도출밸브의 배관에는 열린 상태에서 고정된 차단밸브를 설치하여야 한다.
(6) 사용되는 밸브는 내부식성을 가져야 하며, 부드럽게 작동하여야 한다.
(7) 배출 배관의 끝단에는 흡착위험을 방지하기 위한 적절한 수단을 설치하여야 한다.
(8) 모든 기체 공급 배관에는 일정한 형태의 확산기(Diffuser)가 장착하여야 한다.
(9) 벨맨이 잠수벨을 부분적으로 물 속에 잠기게 할 수 있는 밸브를 설치하여야 한다. 이 밸브는 쉽게 접근가능하고 명확하게 보일 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 이 밸브는 내부 스톱 밸브 외에 추가로 설치하여야 한다.

11. 지시장치

(1) 생명 유지 장치의 지시장치에 관한 일반적인 요구사항은 **6절**에 따른다.
(2) 잠수벨 내부압력과 환경을 제어하고 표시하기 위한 밸브, 게이지 및 기타 부속품은 벨 외부에 설치하여야 한다. 또한, 잠수벨의 외부압력은 벨 내부에서 볼 수 있어야 한다.
(3) 내부압력과 외부압력을 잠수사가 알 수 있도록 잠수벨 내부에 압력계를 설치하여야 한다.
(4) 기체공급 관련 압력(주/비상압력)을 잠수벨 안에서 확인 할 수 있어야 한다.
(5) 잠수사용 온수의 온도는 잠수벨 내에 표시되어야 하며, 가능하면 유량도 표시되어야 한다.

12. 엄빌리컬 케이블

(1) 잠수벨의 엄빌리컬 케이블은 호흡용 기체, 온수, 전력, 통신 등의 기능을 포함하여야 한다.
(2) 엄빌리컬 케이블은 각 연결선에 하중이 가해지지 않도록 변형과 부재의 강도를 고려하여 잠수벨에 단단히 고정되어야 한다.

13. 내부환경조절, 이산화탄소제거 및 호흡용기체 회수장치

(1) 이산화탄소 제거에 사용 되는 장치는 706.의 1항 기준을 만족하여야 한다.
(2) 잠수벨에는 최대 수용인원을 고려하여 24시간동안 이산화탄소의 허용 가능한 분압을 유지시켜 줄 수 있는 충분한 용량의 비상 이산화탄소 제거기를 설치하여야 한다.
(3) 온도 및 습도 조절 장치는 708.의 기준을 만족하여야 한다.
(4) 긴급 상황에서 최소 24시간동안 잠수벨 내 잠수사의 체온을 유지할 수 있어야 한다. 보온의 수단으로 603.의 1항 (11)호에 따른 도구를 사용할 수 있다.
(5) 호흡기체회수장치는 706.2 의 기준에 만족하여야 한다.

14. 전기설비 및 통신장치

(1) 전기설비, 제어장치 및 통신장치의 일반적인 기준들은 **8절**을 따른다.
(2) 잠수벨이 해수면 또는 수면에 떠 있을 때, 수면 상부로 드러난 부위에 자연광이 제공되어야 한다.
(3) 밸브 및 제어 장치를 안전하게 작동할 수 있도록 내부 조명이 충분하여야 한다.
(4) 엄빌리컬 케이블이 정상적으로 수상과 연결되어 있는 경우, 수중의 잠수벨과 수상의 조작자 사이의 연락을 유지할 수 있도록 설계된 37.5 kHz의 주파수를 갖는 비상위치 확인장치를 설치하여야 한다. 위치확인장치는 IMO Res. A 831(19)의 관련 요건에 적합하여야 한다.

15. 구조

(1) 잠수벨의 구조는 인양하중을 고려하여 설계하여야 한다.
(2) 잠수 장비에 사용되는 인양 줄은 적절하게 설계된 인양 고리를 사용하여야 한다.
(3) 잠수벨에는 잠수벨 내의 잠수사 및 장비의 총중량, 밸러스트를 포함한 잠수벨의 전체 제작 중량을 측정하기 위하여 설계된 별도의 인양 고리를 설치하여야 한다.
(4) 잠수벨에 주 인양 고리가 파손되었을 경우 사용할 수 있는 예비 인양 고리를 설치하여야 한다. 패드아이 또는 비슷한 부착물로 사용 될 수 있다.
(5) 인양 줄과 인양고리의 연결핀은 두 가지의 자발적 행동을 통해 작동될 수 있는 고정 수단을 설치하여야 한다.

16. 비상회수

(1) 주 인양설비의 단일부품이 고장 났을 경우, 잠수벨을 감압챔버까지 복귀시킬 수 있는 대체 수단을 설치하여야 한다.

(2) 주/비상 인양수단이 고장일 경우 잠수벨의 비상회수 수단이 마련되어야 한다.
(3) 잠수벨 내에서 메인와이어, 가이드와이어, 엄빌리컬 케이블을 해제할 수 있도록 설계하여야 한다. 이 장비의 작동은 두 가지 상호 독립적인 작동 행위에 의해 이루어져야 하며, 둘 중 하나는 실수로 작동되지 않도록 효과적으로 보호되어야 한다. 각 해제장치의 하나는 기계식이여야 한다.
(4) 밸러스트 추의 해제 장치를 설치하여 비상회수 수단으로 사용할 수 있다.
(5) 밸러스트 추의 투하는 잠수벨이 가장 위급한 상황에서도 안전한 방법으로 사용되어야 한다.
(6) 밸러스트 추의 해제 장치는 최소한 하나의 장치로 설치하여야 하며 이 해제 장치는 잠수사의 두 가지 자발적 행동을 통해 작동될 수 있으며, 과도한 작동으로부터 효과적으로 보호하여야 한다.
(7) 밸러스트 추의 해제 장치가 압력(기체 또는 유압) 에 의해서 작동되는 경우 외부의 수압이나 내부 기체 압력에 의해 실수로 작동 될 수 없는 위치에 있어야 한다.
(8) 밸러스트 추의 해제 장치는 잠수벨의 기울기 등에 의해 우발적으로 이탈되지 않아야 한다.
(9) 밸러스트 추가 한 개일 경우, 분리장치의 고장으로 인해 밸러스트추가 분리되지 않아야 한다. 단, 두개 이상의 밸러스트 추가 독립적으로 작동하는 경우에는 적용되지 않는다.
(10) 밸러스트 추 방출시 잠수벨이 너무 빠르게 상승하지 않도록 부력을 고려하여야 한다.
(11) 부력 상승이 비상회수 수단으로 사용되는 경우 잠수벨의 수직상승 상태를 확인하여야 한다.

604. 웻벨 및 잠수스테이지

1. 일반사항

(1) 수중의 부상자 또는 무의식 상태의 잠수사를 갑판으로 이송할 수 있어야 한다.
(2) 최소 2명의 잠수사와 장비를 옮길 수 있도록 설계하여야 하며, 잠수사들이 편안한 상태로 사용할 수 있도록 적절한 크기여야 한다.
(3) 내부에는 잠수사의 무게를 견딜 수 있는 내부 손잡이를 설치하여야 한다.
(4) 잠수사를 수중에서 수면까지 안전하게 이송할 수 있도록 진·회수장치를 설치하여야 하며, 이 진·회수장치는 **10절**에 적합하여야 한다.
(5) 웻벨과 잠수스테이지에는 인양와이어를 연결할 수 있는 인양고리가 있어야 한다. 이것은 패드아이 등을 사용할 수 있다. 주 인양고리가 손상될 경우 보조 인양 와이어를 연결하기 적절한 장소가 있어야 한다.

2. 잠수사스테이지

(1) 잠수사가 추락하지 않도록 문이나 체인을 설치하여야 한다.
(2) 잠수사가 낙하물로부터 부상을 입지 않도록 상부에 보호 장치를 설치하여야 한다.
(3) 압력계와 1차 감압기가 부착된 최소 1개의 비상용기가 설치하여야 한다.
(4) 스쿠바용 호흡기와 기체공급을 위한 플렉시블관이 설치된 개별 잠수장비를 갖춰야 한다.

3. 웻벨

(1) 상부에 잠수사가 호흡할 수 있도록 밀폐된 공간이 있어야 한다.
(2) 잠수사가 추락하지 않도록 문이나 체인을 설치하여야 한다.
(3) 각각의 잠수사용을 제외한 1개의 예비 호흡 마스크를 구비하여야 한다.
(4) 밸브핸들을 놓았을 때 스프링에 의해 자동으로 차단되는 배기 장치를 설치하여야 한다.
(5) 엄빌리컬 케이블에서 공급하는 주 기체 이외에 감압(최소 2시간)을 포함한 잠수사 이송에 필요한 기간 동안 잠수수심에서 충분한 비상호흡기체 공급 장치와 각 잠수사 마다 비상 호흡 마스크가 제공되어야 한다.
(6) 웻벨에는 2개 이상의 비상 공기 실린더를 설치해야 하며, 공기용 압력계와 압력조정기가 함께 제공되어야 한다.
(7) 스쿠버용 마우스피스와 공기 공급용 플렉시블 호스(역지밸브 설치)가 설치된 개별 잠수 장비를 비치하여야 한다.
(8) 엄빌리컬 케이블은 호흡용 기체, 온수, 전력 공급 및 통신 등의 용도이며, 엄빌리컬 케이블은 각 연결선에 하중이 가해지지 않도록 변형과 부재의 강도를 고려하여 웻벨에 단단히 고정하여야 한다.
(9) 웻벨에 수심계를 설치하여야 한다.
(10) 주 및 예비 조명은 잠수사가 모든 장치를 조작할 수 있도록 충분한 조도여야 한다.
(11) 웻벨과 현장의 육안 감시를 위한 비디오장치의 설치를 권고할 수 있다.
(12) 웻벨과 수면간의 통신을 위한 비상통신장치를 갖추어야 한다.

605. 이동용 감압챔버

1. 일반사항

(1) 환자를 이송하기 위한 인명구조용 챔버의 설계 및 제작에 적용한다.

(2) 거주용 압력용기의 재료 및 제작은 **4절**을 따른다.

2. 거주용 압력용기

(1) 챔버 내에는 잠수사 외에 동반인원을 수용할 수 있어야 한다.

(2) 챔버에는 지름 200 mm 이상이고 길이는 300 mm 이상인 메디컬락을 설치하여야 한다. 메디컬락의 잠금장치는 동시에 열릴 수 없도록 인터록을 설치하여야 하며, 압력평형을 위한 배관은 막히지 않도록 보호되어야 한다. 또한 메디컬락의 압력은 압력계 또는 메디컬락의 외부에 장착된 적절한 장치로 표시되어야 한다.

(3) 기체 측정 및 분석을 위한 모든 관통구는 챔버 내부에 교체 가능한 필터로 보호하여야 한다.

(4) 챔버는 내부 길이 2 m 이상이어야 하며, 출입구의 가장 작은 지름은 0.5 m 이상이어야 한다.

(5) 이동 중 움직임에 의해 잠수사가 부상을 입지 않도록 설계하여야 하며, 적절한 고정 장치를설치하여야 한다.

(6) 총 중량 및 치수는 크레인의 도움 없이 단거리를 운반할 수 있고 이동수단에 적재할 수 있어야 한다.

(7) 인명구조용 챔버 이동을 위한 손잡이와 적어도 2개의 고정용 연결고리 및 필요한 인양 슬링(sling)을 설치하여야 한다.

(8) 챔버내의 잠수사 머리를 육안으로 확인할 수 관망창을 설치하여야 한다.

3. 결합장치 및 메디컬락

(1) 챔버에는 EN 14931 (NATO 플랜지)에 따른 베이어닛 (bayonet) 플랜지 연결부가 설치되어 치료챔버에 연결될 수 있어야 한다. 베이어닛 플랜지에 과압 방지용 보호수단이 있어야 한다.

(2) 정상 작업 시 내외부의 압력이 같아지기 전에는 잠금장치가 열리지 않도록 설계하여야 한다.

(3) 메디컬락의 크기는 최소 지름 200 mm와 길이 300 mm이상이여야 하며, 우리선급이 승인하는 경우, 이보다 작게 할 수 있다.

4. 배관장치

(1) 최대 허용 작동 압력이 10 % 이상 초과되지 않도록 적절한 안전장치를 설치하여야 한다. 또한, 허용되지 않는 압력 강하에 대해 보호되도록 설치하여야 한다.

(2) 압력도출밸브는 작동최고압력을 초과 시 작동하고, 작동압력으로 떨어지기 전에 닫혀야 한다. 압력도출밸브는 기계적 손상 및 우발적 작동으로부터 보호되어야 하며, 실수로 막히지 않도록 배치하여야 한다. **【지침 참조】**

(3) 압력도출밸브 대신 작동최고압력을 초과 시 자동으로 압력공급을 차단하고 동시에 가시가청 경보를 발하는 장치를 설치할 수 있다, 경보는 조작자가 항상 명확하게 인지 가능하여야 한다.

(4) 가압 및 감압용 배관에는 차단 밸브를 챔버 벽 근처에 설치하여야 한다. 이 밸브는 첫 번째 밸브와 가깝고 잘 보호된 경우 면제될 수 있다.

5. 기체저장 및 분배

(1) 챔버는 최소 0.5 MPa의 작동압력에서 고장없이 유지되어야 한다. 또한 0 MPa에서 0.5 MPa까지 6분 이내에 가압, 0.04 MPa에서 0.02 MPa로 1분 이내 감압할 수 있어야 한다.

(2) 인명구조용 챔버에는 최소 8000 L의 공기를 저장 가능한 용기를 비치하여야 한다. 이 공기의 공급은 정상 공기 공급이 되지 않을 경우 환기할 목적으로만 사용되어야 한다. 적절한 환기는 내부 최고 압력 하에서 계측하여 1인당 분당 25 L의 공기를 공급할 수 있어야 한다.

(3) 각 압력 단계에서 1인당 적어도 25 L의 환기율(챔버 압력에서 측정)로 조정되어야 한다.

(4) 최소 분당 75 L(대기압)로 산소를 공급 가능해야 한다, 산소는 일체형호흡기를 통해 공급되고 챔버 내부로 배출되지 않아야 한다.

6. 전기설비 및 통신장치

(1) 전기설비 및 통신장치는 **8절** 관련 규정을 따른다.

(2) 스피커를 가진 통신설비는 외부 제어반과 인명구조용 챔버 내부 사이에 설치하여야 하며, 제어반에는 “영구적으로 수신” 의 위치로 하고, 반대방향의 통신은 외부에 설치된 자체 복구 스위치의 조작에 의해서만 가능하여야 한다. 또한, 외부에서 통신을 들을 수 있도록 헤드폰이 설치되어야 한다.

7. 제어 및 지시장치

(1) 챔버에는 최소한 다음의 제어 및 지시장치를 설치하여야 한다.

(가) 가압밸브

(나) 배출밸브

(다) 환기밸브
(라) 수심계 (Class 0.25)
(마) 5항 (2)호의 압력용기와 연결되며 감압 전후 압력을 지시하는 압력계를 포함한 감압밸브
(바) 작동용 압축공기를 감압밸브에 연결하기 위한 1.5 m 이상의 고압호스 및 차단장치로 구성된 추가 연결수단
(사) 산소 농도 또는 분압을 측정하기 위한 분석기

(2) 인명구조용챔버가 압력 챔버에 연결되었을 때 제어 및 지시장치를 작동 또는 관찰할 수 있어야 한다. 조작자가 위치를 변경하지 않고 챔버에 있는 사람을 관찰할 수 있도록 관망창에 가깝게 배치하여야 한다.

제 7 절 생명유지장치

701. 일반사항

1. 이 절은 잠수설비를 위한 생명유지장치의 설계 및 제조에 적용한다.
2. 생명유지장치는 다음과 같은 설비와 기능을 포함한다.
(1) 호흡 기체 저장, 혼합 및 분배
(2) 산소 공급 장치
(3) 호흡 기체 분석 장치
(4) 이산화탄소 제거 장치
(5) 압력 제어 장치
(6) 온도 및 습도 조절
(7) 청수 공급 장치
(8) 오수 처리 장치
(9) 표면에서부터 잠수벨(또는 웻벨 및 잠수사 스테이지)까지 엄빌리컬 케이블
(10) 기체 실린더
(11) 배관, 밸브 및 부속품
(12) 정화기 및 압축기
3. 검사 및 시험에 관한 사항은 **3절**을 따른다.
4. 관련이 있는 경우, 보기 및 관장치는 이 절에 추가하여 **5편**에 적합하여야 한다.

702. 기체공급 및 분배

1. **일반사항**
(1) 각 감압챔버와 잠수벨에는 최대 작동 깊이까지 모든 깊이에서 잠수사에게 적절한 혼합기체를 공급하고 유지하기 위한 적절한 장비가 설치되어야 한다. 감압챔버에 순수 산소를 공급 할 때는 별도의 관장치로 공급하여야 한다.
(2) 산소함량이 25 % 이상인 기체를 포함하는 관장치는 순수 산소장치로 취급하여야 한다. 이러한 관장치는 추가로 **710.**을 따른다.
(3) 잠수벨 또는 감압챔버에 2개의 독립적인 공급원에서 호흡용 기체를 공급하여야 한다.
(4) 자동으로 작동 하는 경우, 한 기체 공급원에서 다른 기체 공급원으로 전환 시 경보를 발하여야 한다.
(5) 연속 환기 모드에서 작동하도록 설계된 거주용 압력용기에는 환기기체의 유량을 표시하는 수단을 비치하여야 한다.
(6) 기체 공급을 차단하지 않고 정화기, 감압기 및 밸브를 분리할 수 있도록 배치하여야 한다.
(7) 배출배관 입구 측에 흡착 방지를 위한 장치를 설치하여야 한다. 감압챔버의 흡착방지장치는 **503.**의 **2**항에 정의된 요건에 적합하여야 한다.
(8) 잠수설비에서 배출되는 기체는 점화원, 인명 또는 위험성이 있는 장소로부터 떨어진 개방된 외부로 배출되어야 한다.
(9) 모든 호흡 기체배관에는 수동으로 압력을 감소시키는 수단을 갖추어야 한다.
(10) 기체 최소 공급율은 누설을 보충하기 충분한 양이어야 한다.
(11) 감압챔버의 감압율은 지정된 감압표에 따른다. (예, US NAVY diving tables 등)

2. **과압방지장치**
(1) 설계된 것보다 높은 압력을 받을 수 있는 관장치에는 과압방지장치를 설치하여야 한다.
(2) 펌프와 압축기에 장착된 압력도출밸브의 토출유량은 토출이 차단되어도 장치의 압력은 설계압력의 10 %를 초과하

지 않도록 하여야 한다.

3. 호흡기체의 혼합

(1) 호흡용 혼합기체의 적절한 균질성을 얻기 위해 효율적인 환기가 제공되어야 한다.

(2) 기체 혼합 장비의 산소 함량은 704.의 3항 (6)호에 따라 측정한다.

(3) 산소 함량이 설정된 허용오차를 벗어날 경우 기체 공급원을 2차 공급원으로 전환할 수 있어야 한다.

703. 호흡용 기체저장

1. 배치

호흡 기체 저장 및 관련 장비는 잠수설비와 관련이 없는 기관구역에 설치해서는 안 된다.

2. 저장용량

(1) 고정식 또는 이동식 기체 저장용기를 보관할 수 있는 충분한 공간을 확보하여야 하며 기체저장용기의 용량은 정상 및 비상시에도 최대 작동 한계수심에서 잠수사에게 공급하기에 충분한 양의 기체를 저장할 수 있어야 한다.

【지침 참조】

(2) 최소 가스 저장 용량은 모든 감압챔버와 고압탈출장치를 최대사용압력으로 2회 가압하기에 충분한 양이여야 한다.

3. 과압방지장치

(1) 기체를 저장하는 압력용기에는 압력도출밸브와 차단밸브를 설치하여야 한다.

(2) 모든 도출밸브 및 파열판은 폐위구역이 아닌 선외로 배출되도록 설치되어야 한다.

4. 표시

배관장치 및 기체 저장 용기의 색상은 표 9.7.4에 따른다. 또한 각 압력 용기에는 포함된 기체의 이름과 기호가 표시되어야 한다. 기체 저장 용기의 표시 및 색상은 밸브 끝에 표기하여야 한다.

표 9.7.4 기체의 종류별 색깔

기체의 종류	화학성분 기호	색깔
산소	O_2	흰색
질소	N_2	회색
공기(Air)	-	검정색
헬륨	He	갈색
산소와 헬륨 혼합기체	O_2 / He	흰색과 갈색

704. 지시장치, 기체 순도 및 분석

1. 일반사항

(1) 호흡 기체의 순도는 EN 12021 또는 이와 동등하다고 인정되는 표준을 따른다.

(2) 중앙제어실에는 각 감압 챔버 및 잠수벨의 감시를 위한 지시장치를 갖추어야 한다. (표 9.7.5 참조)

표 9.7.5 감시대상 작동요소

변수	감압 챔버의 구획	잠수 벨
압력 또는 수심[1)]	O	O[2)]
온도[1)]	O	-
습도	O	-
산소 분압[1)]	O	O
이산화탄소 분압	O	O

(비고)

1) 이 변수는 연속하여 표시되어야 한다.

2) 잠수벨 안과 밖의 압력 또는 수심이 표시되어야 한다.

2. 압력계

(1) 압력계는 인정된 표준에 따른다.

(2) 감압챔버의 각 격실 및 잠수벨의 수심을 계측하는 장치는 전체범위의 ±0.3% 이내의 정확도를 갖는 것이어야 한다. 또한 감압챔버 수심을 지시하는 장치는 정확한 감압을 위해 수심 30미터에서 0 미터 범위에서 ±0.25 미터 이내의 정확도를 갖는 것이어야 한다. 기타 압력 지시장치는 전체측정범위의 ±1% 이내의 정확도를 갖는 것이어야 한다.

(3) 모든 압력계는 동일한 단위로 표시(미터법 또는 영국식 도량법 또는 둘 다)하여야 한다.

3. 분석 장치

(1) 호흡 혼합기체의 성분, 압력 및 온도, 특히 위험한 기체가 방출될 가능성이 있는 장소는 최대한 주의를 기울여야 한다.

(2) 호흡 기체 중 다음의 내용을 분석하기 위한 장치가 제공되어야 한다.

(가) 산소 함량

(나) 이산화탄소 함량

(다) 발생할 위험이 있는 각 기체의 함량 (예: 일산화탄소)

(라) 배터리가 들어있는 잠수벨 및 폭발성 혼합물 (수소 및 탄화수소)이 발생하기 쉬운 작업장에 적합한 분석기

(3) 다음의 산소 분석기가 제공되어야 한다.

(가) 잠수벨: 1대

(나) 감압챔버의 각 격실: 2대

(다) 각 기체분배 판넬: 1대

(라) 기체공급 판넬: 1대

(마) 잠수사호흡기체 회수장치 토출 측: 1대

(4) 산소분석장치는 산소 부분압력(ppO2)의 ±0.0015 MPa의 정확도를 갖는 것이어야 한다.

(5) 장시간 장비운용 시 (24시간 이상) 신뢰성 있는 산소분석기 교정용 설비가 제공되어야 한다.

(6) 산소분석기는 관련 기준(EU directive on marine equipment) 등에 적합하여야 한다.

(7) 이산화탄소장치의 이산화탄소 부분압력 오차범위는 (ppCO2)의 ±0.0001 MPa이다.

(8) 교정을 목적으로 이산화탄소가 공급되어야 한다.

705. 일체형호흡장치

1. 일반사항

(1) 주 호흡기체장치에 추가하여, 각 감압챔버 및 잠수벨에는 산소, 혼합 기체(치료기체 또는 Bottom mix)에 대해 별도로 제어되는 일체형호흡마스크를 설치하여야 한다. 위험한 기체 축적을 방지하기 위한 수단을 제공하여야 한다.

(2) 일체형호흡장치는 외부 배출 방식(overboard dump type)으로 거주용 압력용기 외부 및 거주용 압력용기를 포함하는 구획 외부로 배출되어야 한다.

706. 이산화탄소 제거장치 및 호흡용 기체 회수장치

1. 이산화탄소 제거장치

(1) 감압챔버와 잠수벨에는 이산화탄소 제거 장치를 설치하여야 한다.

(2) 이산화탄소 제거 장치는 각 구획에 대해 이중화하여야 한다.

(3) 이산화탄소 제거 장치는 잠수사 1인당 한 시간 동안 59 g의 생산율(또는 표준 온도와 압력에서 잠수사당 30 L/h)을 고려하여 감압챔버에서 0.0005 MPa 이하, 잠수벨에서 0.02 MPa 이하의 이산화탄소 부분압을 유지할 수 있어야 한다.

2. 호흡용 기체 회수장치 (gas reclaim system)

(1) 잠수사 또는 감압챔버로 부터 호흡기체를 회수하기 위해 회수장치를 설치할 수 있다.

(2) 기체회수장치 설치할 경우, 회수기체의 박테리아와 오염물질의 함량이 최대 허용치 이하로 줄일 수 있도록 설계하여야 한다.

(3) 기체회수백이 사용될 경우 과압방지장치를 설치하여야 한다.

707. 위생설비

1. 일반사항

(1) 12시간 이상 운용하는 감압챔버에는 위생설비를 설치하여야 한다.

(가) 24시간 미만 운용하는 경우 손 씻는 용도의 수전 및 폐기물 위생처리장치를 설치하여야 한다.

(나) 24시간 이상 운용하는 경우 수세식 화장실, 세면대, 샤워시설 및 외부저장탱크를 설치하여야 한다.

2. 청수공급

(1) 청수공급장치는 가압 및 가열하여 감압 챔버로 공급하는 수단을 포함하여야 한다.

3. 오수처리장치

(1) 위생 및 오수 설비는 ASME PVHO-1 또는 이와 동등한 표준을 따른다.

(2) 화장실은 잠수사가 변기에 앉아 있는 동안 플러싱이 방지되어야 한다.

708. 온도 및 습도 조절

1. 일반사항

(1) 잠수설비에는 정상적인 작동 중에 잠수사의 체온 유지를 위한 적절한 설비를 갖추어야 한다.

(2) 포화잠수설비의 경우 냉난방시스템의 전원 공급은 이중화하여야 한다.

2. 감압챔버

(1) 각 감압챔버 내부에 난방/냉방 및 습도 제어를 위한 적절한 수단이 있어야 한다.

(2) 습도를 조절하는 수단이 감압챔버에 제공하여야 한다.

(3) 외부의 가열코일에는 온도 표시기 2개 이상 설치하여야 한다.

3. 잠수사 및 잠수벨

(1) 포화잠수의 경우 잠수사의 호흡 기체를 가열하는 방법이 제공하여야 한다.

(2) 잠수벨 내부에는 열매체의 온도 및 그 유량지시기가 설치하여야 한다.

(3) 잠수사온수장치는 잠수조종판넬에 저온 및 고온 경보를 발할 수 있어야 한다.

709. 배관장치, 관부착품

1. 일반사항

(1) 호흡용기체에 사용되는 배관배치 및 재료는 **5편**의 1급 관장치 요건에 따른다.

(2) 모든 고압 배관은 기계적 손상으로부터 보호되어야 한다.

(3) 호흡용기체 배관은 전선과 분리하여야 한다.

(4) 호흡기체장치에 사용되는 밸브는 인정된 표준을 따른다.

(5) 호흡기체장치에 사용되는 압력 조절기는 관련 표준(예, EN 738 등)을 만족하여야 한다.

2. 재료 및 용접

(1) 배관장치의 재료는 **2편** 및 **5편**을 따른다.

(2) 설계압력이 1.5 MPa을 초과하는 부속품에는 청동을 사용할 수 없다.

(3) 구리 및 구리 합금 배관은 이음매가 없는 것이어야 한다.

(4) 용접 재료 및 용접사 자격 요건은 **2편** 및 **5편**의 관련 요건을 따른다.

3. 플렉시블 관

(1) 플랙시블관의 설계 및 제조는 **5편** 및 **관련 규칙**을 따른다.

(2) 엄빌리컬 케이블을 제외한 플랙시블관은 최소한으로 사용하여야 한다.

(3) 플렉시블관은 가능한 한 짧게 유지하여야 한다.

(4) 플렉시블관 격리용 차단 장치를 제공하여야 한다.

(5) 플렉시블관이 파열되었을 경우 고정되지 않아 휘젓지 않도록 방법을 강구하여야 한다.

(6) 충전용 이외의 모든 플렉시블관은 2 m가 넘지 않은 간격으로 적절히 지지되고 고정되어야 한다.

(7) 산소를 이송하는 플랙시블관은 **710.**의 관련 규정을 준수하여야 한다.

(8) 플랙시블관 및 관련 커플링은 다음 중 최대의 파열 압력으로 선택하여야 한다.

$PB = 0.4DP + 0.5, \quad PB = 2$

여기서,

PB : 최소 파단 압력 (MPa)

DP : 설계 압력 (MPa)

(9) 1 MPa 이상의 호흡 기체나 기름을 이송하는 플렉시블 호스는 금속와이어 피복이어야 한다. 기계적 강도가 충분하여야 하며, 금속 와이어 피복의 기능은 화재 시 열전도성이 있어야 한다. 금속 와이어 피복은 스테인리스강으로 만들어야 한다.

(10) 플렉시블 호스의 곡률 반경은 제조업체가 권장하는 최소값 이상이어야 한다.

710. 산소장치

1. 일반사항

(1) 산소장치 설계에 인정된 표준을 적용하고 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(2) 산소를 포함한 압력용기의 구조에 대한 설계 및 재료 선택에 특별한 주의를 기울여야 한다.

(3) 25 % 이상의 산소를 포함하는 호흡용 혼합기체는 순수한 산소와 동등하게 고려하여야 한다.

2. 산소공급

(1) 산소를 운반하는 설비에 사용되는 물질은 사용 압력 및 유량에서 산소에 적합하여야 한다.

(2) 감압장치는 산소 저장 실린더에 가능한 한 가깝게 설치하여 고압 산소 배관의 길이를 최소화하여야 한다.

(3) 산소를 운반하는 관장치에 사용되는 밸브는 볼밸브를 사용하지 않아야 한다.

(4) 압력이 0.172 MPa 이상인 산소계통은 압력경계 차단밸브를 제외하고 천천히 개방되는 차단밸브가 있어야 한다.

(5) 산소용 호스는 난연성 구조이어야 하며 형식승인을 받아야 한다.

(6) 호흡용 기체의 산소 분압은 잠수 기간을 고려하여 생리적으로 허용되는 한도 내에서 유지되어야한다.

3. 산소저장

(1) 산소함량이 25 % 이상인 산소와 기체는 전용 압력 용기에 보관하여야 한다.

(2) 산소저장용기는 통풍이 잘되는 곳에 설치하여야 한다.

(3) 산소저장용기는 인화성 물질 근처에 보관하여서는 안 된다.

(4) 가능한 한, 개방된 공간이나 산소를 저장할 목적으로 특별히 설계된 폐위구역에 보관되어야 한다.

(5) 폐위구역에 산소가 저장될 때에는 산소 고농도 및 저농도에서 가시가청의 경보를 발하여야 하며, 이를 통해 작업자가 공간에 진입하기 전에 경보를 확인할 수 있어야 한다.

(6) 25 % 이상의 산소를 포함하는 산소 또는 혼합기체의 압력은 호흡기체의 경우 쿼드 또는 실린더에서 최대 4 MPa, 기체혼합기의 경우 6 MPa까지 감압되어야 한다.

4. 산소세척

(1) 산소를 운반하기 위한 설비에서 사용되는 모든 물질은 폭발을 방지하기 위해 탄화수소와 잔해물을 제거해야 한다.

(2) 산소세척은 ASTM G93 또는 이와 동등한 표준을 적용하여야 한다.

(3) 모든 밸브와 배관은 25 % 이상의 산소를 포함하는 혼합기체에 사용될 때 산소 사용을 위해 세척되어야 한다. 이는 구성품을 새로 설치하거나 중요한 변경이 있을 때 적용되는 세척은 적절한 절차를 통해 입증될 수 있어야 한다.

711. 기체저장용기

1. 일반사항

(1) 기체저장용기는 **5편** 또는 국제표준에 따라 설계, 제작 및 시험하여야 한다.

(2) 기체저장용기는 **703.**의 **4**항에 따라 색상과 저장기체의 이름과 화학기호를 표시하여야 한다.

(3) 산소저장용기는 **710.**을 따른다.

(4) 부식허용률 1 mm 허용치에 대해 고려하여야 한다.

(5) 매니폴드로 그룹화된 개별 실린더 또는 쿼드에는 다음의 수단을 설치하여야 한다.

(가) 실린더의 최대 허용 작동 압력에 대한 차단 밸브

(나) 과압방지장치

(다) 기체 회수 목적으로 사용할 경우 수분을 제거하는 수단

712. 압축기

1. 일반사항

(1) **5편**에 추가하여 압축기의 설계 및 제작에 적용한다.

(2) 다이어프램형 압축기는 다이어프램 파손 시 자동으로 정지되어야 한다.

(3) 산소 또는 25 % 이상 산소를 포함하는 기체를 이송하기 위한 압축기 또는 펌프는 목적에 적합하도록 설계하여야 한다.

(4) 기체 이송에 사용되는 압축기는 25 % 이상의 산소를 함유한 기체와 함께 사용하지 않도록 하고, 압축기에 유입되는 산소의 비율이 25 %를 초과하면 압축기를 차단하는 보호 장치를 설치하여야 한다.
(5) 과압도출밸브의 배출은 안전한 장소로 배출되어야 한다.
(6) 모든 공기압축기의 흡입구는 오염되지 않는 구역, 특히 배기가스에 노출되지 않는 지역에 배치하여야 한다.

2. 기체 순도

압축기에서 공급되는 호흡기체는 EN 12021 또는 이와 동등한 표준에 따라야 한다.

713. 엄빌리컬 케이블

1. 일반사항

(1) 일반적으로 엄빌리컬 케이블은 국제적으로 통용되는 기준(ISO 13628-5, API 17E, ISO 15333 등)에 따라 설계 및 제작하여야 한다.
(2) 다음의 정보를 우리 선급에 제출하여야 한다.
(가) 적용한 기술 표준
(나) 최소 파괴 강도를 포함한 기계적 특성
(다) 설계 하중: 최대 장력, 굽힘 등
(라) 적용 인장 하중에 대한 최소 굽힘 반경 (MBR)
(마) 설계 수명
(바) 시브 및 윈치 드럼의 배열 및 직경
(3) 엄빌리컬 케이블에 사용되는 플렉시블관은 709.의 3항에 적합하여야 한다.
(4) 엄빌리컬 케이블에 사용되는 전기 케이블은 8절에 적합하여야 한다.
(5) 엄빌리컬 케이블에 사용되는 호스 및 전기 케이블은 중간 이음이 없어야 한다.
(6) 외장은 호스의 누설로 인한 내부의 과압이 발생하지 않아야 한다.

2. 주 엄빌리컬 케이블

(1) 주 엄빌리컬 케이블은 잠수벨과 표면과의 연결이 보장되어야 한다.
(2) 주 엄빌리컬 케이블은 개별 부품이나 관통부가 하중에 노출되지 않도록 강도 부재 또는 연결구로 잠수벨에 안전하게 연결되어야 한다.
(3) 잠수벨 엄빌리컬 케이블은 다음의 전달 수단을 포함할 수 있다.
(가) 호흡용 기체
(나) 온수
(다) 통신, 비디오
(라) 전력
(4) 주 엄빌리컬 케이블은 수동으로 조출할 때 운영자가 잠수작업 중 언제든지 조출된 양을 정확히 알 수 있도록 일정한 간격으로 표시되어야 한다.

3. 잠수사 엄빌리컬 케이블

(1) 잠수사의 엄빌리컬 케이블은 잠수벨과 잠수사의 연결을 보장하여야 한다.
(2) 엄빌리컬 케이블은 조출된 길이를 쉽게 시각적으로 식별할 수 있는 최소 10 m 간격으로 표시하여야 한다.
(3) 산소 농도가 25 %를 초과하는 기체를 이송하는 호스는 모두 산소 사용에 적합하여야 한다.

제 8 절 전기설비 및 통신장치

801. 일반사항

이 절은 6편에 추가하여 전기 설비 및 제어장치의 설계 및 제작에 적용한다.

802. 설계고려사항

1. 환경

(1) 전원 공급 장치를 포함한 모든 전기 장비와 설비는 화재, 폭발, 감전 및 인체에 대한 유독 기체 방출 및 감압챔버 또는 잠수벨의 이종금속부식을 최소화하도록 작동환경을 고려하여 설계하여야 한다.

(2) IMCA D 045를 참조한다.

2. 챔버 내 전기장치

(1) 고압챔버 내부의 전기 사용은 최소한으로 유지하여야 하며, 사용된 장비는 고압 환경 및 고농도 산소 환경에 대한 적절한 설계 및 구조여야 한다.

(2) 감압챔버 내부에 설치된 전기 콘센트에는 방수 조치를 하여야 한다.

3. 허용 최고 사용전압

(1) 감압챔버 내부 전압은 다음을 초과해서는 안 된다.

(가) 플러그, 휴대용 장비 및 통신, 감시 및 원격 제어 시스템 및 조명 : 30 VDC

(나) 250 VAC 전원 시스템의 경우, 7.5 V에서 250 V 사이의 전압을 갖는 시스템은 우발적인 접촉으로부터 보호되고 적절한 누전 보호 기능이 있어야 한다.

(다) 효과적인 보호 장치를 설치하고, 우리 선급의 승인을 받은 경우 더 높은 전압을 허용할 수 있다.

(2) 잠수벨 내부는 30 VDC를 넘어서는 안 된다.

4. 조명

(1) 주 조명 및 비상 조명은 잠수 장비가 있는 구역에 설치하여야 한다.

(2) 각 감압챔버과 잠수벨에는 잠수사가 계기를 읽고 각 구획 내에서 장치를 작동 할 수 있도록 적절한 정상 및 비상 조명 수단이 있어야 한다.

(3) 거주용 압력용기 내부에 설치된 조명기구는 작동최고압력(MAWP)의 1.5배에 해당하는 압력에 적합하여야 한다.

(4) 잠수 장치의 조도는 작업을 수행하기에 충분하여야 한다. 밸브 및 제어 장치가 안전하게 작동 할 수 있도록 충분한 내부 조명을 제공하여야 한다.

5. 전동기

감압챔버 또는 잠수벨 내부의 전동기는 2항에서 의도하는 용도에 적합하여야 한다.

803. 전원공급

1. 일반사항

전기 설비는 주 전원과 비상 전원인 두 개의 독립된 전원에서 공급하여야 한다.

2. 비상전원

(1) 주전원이 고장으로 차단된 경우, 잠수 작업을 안전하게 중단 할 수 있는 독립적인 전원을 사용할 수 있어야 한다. 선박의 비상전원이 잠수설비와 선박의 비상부하를 동시에 공급할 수 있는 충분한 전력 용량이라면 선박의 비상전원을 잠수설비의 비상전원으로 사용할 수 있다.

(2) 비상전원은 화재나 주요 전기 설비의 고장을 야기할 경우 그 기능을 보장하기 위해 기관실 외부에 배치하여야 한다.

(3) 비상 전원은 최소한 다음의 시설에 공급할 수 있는 충분한 용량이어야 한다.

(가) 호흡 기체 공급, 분석 및 이산화탄소 제거장치 장치

(나) 비상 통신 장치

(다) 감압챔버, 잠수벨 및 제어 장소의 비상 조명

(라) 잠수벨의 진·회수장치

(마) 고압탈출설비 비상 진수 장치

(바) 생명 유지에 필요한 모든 비상 장치

(4) 비상 전원은 비상상태에서 안전한 방법으로 잠수사를 감압 또는 대피시키기 위한 절차에서 요구하는 기간 이상 공급할 수 있어야 한다.

(5) 비상 전원은 주전원 설비와 독립적이여야 하며, 발전기 또는 축전지도 가능하다.
(6) 다음의 비상 서비스는 주전원에서 비상 전원으로 전환하는 동안에도 계속 사용 가능하여야 한다.
(가) 비상 조명
(나) 경보 장치 (잠수설비 및 생명유지장치)
(다) 비상 통신 시스템
(7) 비상 전원이 발전기 인 경우, 비상 전원을 45 초 이내에 공급하기 위하여 주 전원의 고장 시 자동으로 시동되어야 한다.
(8) 임시 비상 전원(전환하는 동안 공급되는 전원)이 제공되어야하며, (6)항 에 언급 된 장비 또는 전원이 전환되는 기간 동안 영구적 또는 일시적인 성능 저하가 발생할 수 있는 장비에는 30분 동안 자동으로 공급하도록 하여야 한다.
(9) 축전지를 비상 전원 또는 임시 전원으로 사용하는 경우, 방전된 기간 동안 축전지의 공칭 전압 ±12%이내로 유지하면서 재충전없이 작동해야 한다.
(10) 주 전원에서 비상 전원으로 전환할 때, 잠수 및 생명유지장치 제어장소에서 전원 연결 표시와 함께 가시가청 경보가 작동하여야 한다.

3. 축전지

(1) 축전지는 잠수벨이나 감압챔버 내부에 위치하여서는 안 된다.
(2) 필수 장비에 전원 공급을 위해 사용되는 모든 축전지에는 충전 상태 표시기와 저전압 경보를 설치하여야 한다.
(3) 고압 환경 내에서 배터리를 사용하는 경우 개정된 IMCA D002를 참조하여야 한다. 특히 압력 용기에 배터리를 보관하는 경우 다음 사항을 준수하여야 한다.
(가) 배터리 단자/리드는 단락을 방지하기 위해 적절히 절연하여야 한다.
(나) 필요에 따라 정기적인 검사, 시험 및 신환이 포함된 유지 보수 절차가 수립하여야 한다.
(다) 션트 다이오드를 1차 전지의 각 셀에 설치하여 방전 조건에서 모든 셀에서 극성 반전이 발생하지 않도록 하여야 한다.
(라) 배터리 하우징에는 적절한 압력 경감 장치가 설치하여야 한다.
(마) 배터리 하우징은 밀폐된 공간에서 열지 않아야 하며 완전히 환기하여야 한다.
(바) 납축전지는 고압 환경에서 사용하지 않아야 한다.

804. 배전

1. 일반사항

(1) 배전 시스템은 비접지방식이어야 한다.
(2) 선체 귀선 방식은 허용되지 않는다.
(3) 배전 계통은 단일 회로의 고장으로 다른 회로가 오작동 및 위험한 상황을 초래하지 않아야 한다.
(4) 하나의 분전반을 통해 공급될 때, 이 분전반은 최소 두 부분으로 구성하고 두 가지의 독립된 전원을 공급하여야 한다.
(5) 전력, 난방 또는 조명을 위한 모든 절연된 분배장치는 접지까지 절연상태를 연속적으로 모니터링할 수 있는 장치와 절연 상태가 정상적이지 않을 때 작동하는 가시가청 경보 장치를 설치하여야 한다.

2. 회로보호

(1) 과부하 및 단락으로부터 회로를 보호하기 위하여 모든 극과 상(conductors)에 차단기 또는 퓨즈를 설치하여야 한다.
(2) 퓨즈 및 차단기는 잠수벨 또는 감압챔버 내에 설치하여서는 안 된다.

3. 접지

감압챔버와 잠수벨은 접지하여야 한다.

4. 분전반

(1) 분전반은 **6편** 요건을 준수하여야 한다.
(2) 분전반은 제어 장소에서 쉽게 접근할 수 있어야 한다.
(3) 각 감압챔버를 차단할 수 있어야 한다.

5. 압력용기의 전기케이블 관통구

(1) 압력 용기의 전기케이블 관통구의 설계 및 제작에 관하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(2) 압력용기의 전기케이블 관통구는 관통부를 통과하는 전기 케이블이 손상되더라도 설계압력 하에서 기밀 및 수밀을 유지하여야 한다.

6. 케이블

(1) 케이블 및 배선은 **6편**의 관련 규칙을 따른다.

(2) 케이블은 호흡기체용 관장치와 분리되어야 한다.

805. 잠수/생명유지장치 제어장소

1. 잠수 제어 장소

(1) 잠수벨의 제어장소는 잠수관리자에게 잠수운용, 잠수벨의 조작과 명령에 필요한 모든 정보, 제어, 감시 시스템 및 통신 수단을 제공하여야 한다.

(2) 잠수벨이 두 개 있을 때는 제어반 두 개를 설치하여야 한다.

(3) 잠수제어반에는 기체흐름도를 표시하여야 한다.

(4) 잠수제어반은 다음의 정보를 제공해야 한다.

(가) 잠수벨의 내부 압력

(나) 잠수벨의 수심(외부 압력 측정 및 조출된 와이어 또는 로프 길이 측정)

(다) 엄빌리컬 케이블 조출에 관한 정보 (조출 길이, 조출장치 관한 정보, 잠수벨로부터의 정보 등)

(라) 벨 외부에서 작업하는 각 잠수사의 수심

(마) 잠수벨에 공급되는 기체의 압력

(바) 기체공급관의 모든 감압기 전후의 압력

(사) 기체 저장 실린더의 압력

(아) **6절**에 정의 된 호흡 기체 분석 결과:

(a) 엄빌리컬 케이블에서 공급되는 산소의 부분압

(b) 잠수벨 내부의 산소의 부분압

(c) 이산화탄소 부분압

(d) 헬륨의 부분압 (3개의 기체가 혼합 된 경우)

(e) 오염 물질 함량 (필요 시)

(자) 잠수사 온수기에 대한 정보 : 공급 온수 온도 및 유량

(차) 다음의 경보 장치

(a) 잠수사에게 공급되는 호흡기체의 산소 부분압에 대한 저·고준위

(b) 잠수제어반에서 산소 부분압에 대한 저·고준위

(c) 잠수사의 보온을 위해 제공되는 온수의 온도가 사전 설정된 한계를 벗어날 경우

(d) 주 동력원을 상실하는 경우

(e) 관련 회로의 절연

(f) 위치유지장치 고장

(카) 연결된 전원의 표시

(타) 통신장치 및 잠수벨 영상

(5) 잠수벨 내부에 산소 및 이산화탄소 수치를 감시하는 독립적인 감시 장치가 있어야 한다.

(6) 모든 가청 경보는 다른 통신 수단의 청취에 방해가 되지 않도록 음소거가 가능하여야 한다.

(7) 잠수벨의 산소 및 이산화탄소 함량을 지속적으로 기록하는 감시장치를 설치하여야 한다.

(8) 잠수제어실에는 다음과 같은 직접 및 원격 제어장치를 포함하여야 한다.

(가) 잠수벨의 전기적 제어: 조명, 영상, 통신, 기체 회수 시스템 등

(나) 엄빌리컬 케이블 공급 제어: 각 다이버의 호흡기체, 온수 등

(다) 공구에 공급되는 동력원

(9) 비상 전원을 수동으로 작동시킬 때, 수동 스위치는 잠수제어실에 설치하여야 한다.

(10) 호흡용기체공급관 또는 수심계용 관에 장착된 전환밸브는 한 위치에 고정하거나 어떤 공급원과 연결되어 있는지 명확하게 표시한다. 전환밸브가 장착된 계기는 어떤 경우에도 항상 정확히 무엇을 지시하는지 표시하여야 한다.

(11) 표면 잠수의 경우, 잠수관리자가 운영하는 잠수제어실에는 다음과 같이 제공하여야 한다.

(가) 잠수통제에 필요한 정보:

(a) 통신 및 영상

(b) 웻벨/잠수스테이지의 수심

(c) 호흡 기체 저장 압력

(d) 산소 부분압 (표면혼합기체 잠수용)
(e) 시계
(나) 제어
(a) 주 및 비상 기체 공급
(b) 순수 산소 공급 (필요한 경우)
(다) 엄빌리컬 케이블이 잠수사에게 독립적으로 공급할 경우, 웻벨 및 잠수스테이지의 엄빌리컬 케이블에 공급되는 압력
(12) 지시 및 분석 장치는 **7절**을 따른다.
(13) 잠수제어장소에 산소분석기를 설치하여야 한다.

2. 생명유지장치 제어 장소

(1) 감압챔버의 제어장소는 생명 유지장치 작동에 필요한 모든 정보, 제어장치 및 통신 수단을 운용자에게 제공하여야 한다.
(2) 생명유지장치 제어반에는 기체흐름도를 표시하여야 한다.
(3) 생명유지장치 제어반에는 다음의 정보를 제공하여야 한다.
(가) 이동을 위한 구획을 포함한 각 구획의 압력
(나) 잠수벨 내부 압력
(다) 감압챔버 공급 기체 압력
(라) 기체 저장 실린더의 압력
(마) 기체공급관의 모든 감압기 전후의 압력
(바) 제7절에서 정의한 호흡용 기체 분석 결과
(a) 각 구획의 산소 부분 압력
(b) 각 구획의 이산화탄소의 부분압력
(c) 일체형호흡장치 산소의 부분압력
(d) 오염물질의 함량 (필요시)
(사) 다음의 경보장치
(a) 산소 부분압력에 대한 저·고 경보
(b) 주 동력원이 고장
(c) 절연 이상
(d) 위치유지장치 고장
(e) 산소저장구역의 산소 농도 경보
(아) 연결된 전원의 표시
(자) 감압챔버 각 구획의 온도 및 습도 및 각 환경제어장치 작동 여부 표시
(차) 감압챔버 각 구획의 영상
(4) 산소, 이산화탄소 함량, 세 가지 기체가 혼합된 경우 헬륨 함량, 각 구획의 온도 및 습도를 지속적으로 기록하기 위한 감시 장치를 설치하여야 한다.
(5) 제어실에는 다음과 같은 제어장치를 설치하여야 한다.
(가) 각 구획의 가/감압
(나) 각 기체 공급에 대한 밸브 조작
(다) 일체형호흡장치의 기체 공급
(라) 챔버의 전기 장비 작동
(a) 조명, 비디오, 통신
(b) 이산화탄소 제거장치
(c) 산소 공급
(d) 전기적 센서 (압력, PPO_2 등)
(마) 전원 작동 (각 챔버당 1개의 전기 스위치)
(바) 감압챔버 내부에서 고정식 소화장치의 작동
(사) 기체 저장 실린더 선택
(아) 각 구획에 대한 산소 공급량
(자) 해당되는 경우 주전원에서 비상 전원으로 수동 전환

(차) 잠수벨에서 감압챔버로의 이송 제어

(6) 지시 및 분석 장치는 **7절**을 따른다.

(7) 생명유지장치 제어장소에 산소분석기를 설치하여야 한다.

806. 통신장치

1. 일반사항

(1) 통신장치를 제어 장소, 잠수 벨 및 감압챔버에 제공하여야 한다. 잠수제어장소와 상기 장소에는 직접적인 양방향 통신장치를 설치하여야 한다.

(2) 감압챔버 및 잠수벨의 잠수사와 비상시에도 통신이 가능한 대체수단을 갖춰야 한다.

(3) 감압챔버와 잠수벨에서 헬륨을 포함한 호흡기체를 사용할 경우 음성해독장치(speech unscrambler)를 설치하여야 한다.

2. 잠수제어장소

(1) 잠수제어장소와 아래의 장소는 직접적인 양방향 통신수단을 제공하여야 한다.

(가) 잠수사

(나) 잠수벨

(다) 감압챔버의 각 구획

(라) 진·회수장치 제어장소

(마) 위치유지장치 제어장소

(바) 선교, 선박제어장소

(2) 잠수제어장소 손상 시에도 잠수벨과 잠수사가 사용 가능한 수중통신기(초음파)를 설치하여야 한다.

(3) 잠수제어장소와 다음의 장소에는 주/비상 통신수단을 갖추어야 한다. 주 통신장치는 유선으로 연결되어 즉시 사용할 수 있고 끊김이 없어야 하며. 다른 하나는 외부 전원 공급 없이도 작동할 수 있어야 한다.

(가) 선박제어장소

(나) 생명유지장치 제어장소

(4) 잠수사와 감독자 간의 모든 통신을 기록하기 위한 기록 장치를 설치하여야 한다.

3. 생명유지장치 제어장소

(1) 생명유지장치 제어장소와 다음의 장소에는 통신수단을 제공하여야 한다.

(가) 각 격실간 헬륨정화기능이 있는 인터폰(연관 시)

(나) 감압챔버의 메디컬락의 외부 장소

(다) 잠수통제장소

(라) 선박제어장소

(마) 고압탈출장치 진수장소

(바) 고압탈출장치 내부 (거주용 압력용기 내부 및 외부)

(2) 챔버의 각 잠수사 구획 내부에는 양방향 통신 수단이 있어야 한다.

(3) 각 챔버 잠수사 구획 내부와 생명유지장치제어장소 사이에 2차 통신장치(예:음력전화기)가 있어야 한다.

4. 잠수벨

(1) 잠수벨에는 비상시 사용할 수 있는 자체 수중 통신 장치를 설치하여야 한다.

5. 감시 장치

(1) 포화잠수설비의 경우, 잠수제어반에서 잠수벨의 잠수사를 시각적으로 감시하기 위한 수단(예, CCTV)을 설치하여야 한다.

(2) 감압챔버의 모든 격실을 시각적 감시가 가능하여야 한다.

(3) 잠수제어장소에서 진/회수 구역을 직접 또는 CCTV를 통해 확인이 가능하여야 된다.

제 9 절 방화, 화재탐지 및 소화장치

901. 일반사항

1. 이 절은 잠수 시스템에 적용 할 수 있는 방화, 탐지 및 소화에 관한 설계 및 제작에 적용한다.
2. 검사 및 시험에 관한 사항은 **2절**을 따른다.

902. 방화

1. **재료**
   (1) 잠수설비와 관련하여 사용되는 모든 재료 및 장비는 화재 및 발화원의 위험을 최소화하기 위해 난연성이여야 한다.
   (2) 잠수설비 및 특히 압력이 있는 챔버의 내부에 사용되는 모든 재료는 높은 산소 부분압을 고려하여 화재 위험을 최소화 하고, 가능한 한 화재 확산을 지연하도록 하여야 한다.(특히 내부 도장)
   (3) 재료, 특히 플라스틱을 선택할 때, 선택된 재료가 연소 중에 유출될 가능성이 있는 유해 기체의 독성 및 양을 고려해야 한다.
   (4) 산소장치의 재료에 관한 요구 사항은 **7절**을 따른다.
   (5) 윤활제는 과산소 환경에서의 사용을 위해서는 승인을 받아야 한다.
   (6) 재료의 선정은 정당한 근거를 가져야 하며, 재료의 승인을 위해 우리 선급에 제출되어야 한다. 우리 선급은 시험을 요구할 수 있다.
   (7) 전기설비에 관한 요구 사항은 **8절**을 따른다.
   (8) 전기 장비는 정전기가 축적되는 것을 방지하고 스파크의 위험이 없는 것이어야 한다.
2. **잠수장비 설치구역**
   (1) 잠수설비 또는 보조장비가 설치된 선박이나 부유식 구조물의 격실은 **8편**에 따라 제어장소와 동등한 방화구조기준으로 방열되어야 한다.
   (2) 폐위구역에 압력용기가 설치되어 있는 경우 외부의 화재로부터 용기를 냉각하거나 보호하기 위하여 수동으로 작동되고 분당 10 L/m^2로 분사 가능한 물 분사 장치를 설치하여야 한다. 압력용기가 개방된 갑판에 설치된 경우 소방호스로 대신 할 수 있다.

903. 화재감시

1. **화재탐지 및 경보장치**
   (1) 상시 근무하지 않은 외부 공간에는 초기 화재 및 그 위치를 자동으로 감지할 수 있는 화재 탐지 장치를 설치하여야 한다.
   (2) 감압챔버의 각 격실에는 화재를 감시하고 경보할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
   (3) 경보장치는 현장과 생명유지장치 제어장소에서 가시가청 경보를 발하여야 한다.

904. 소화장치

1. **일반사항**
   (1) 감압챔버 각 격실에는 소화장치가 있어야 하며, 실내에 소화제를 신속하고 효율적으로 분배할 수 있어야 한다.
   (2) 잠수설비 및 그 일부가 설치된 곳에는 승인된 수동소화기를 비치하여야 한다. 휴대식 소화기 중 하나는 관련 구획의 출입구 가까이에 비치하여야 한다.
   (3) 소화 장비는 영구적으로 사용할 수 있어야 한다.
2. **포화잠수설비**
   (1) 포화 잠수 설비의 감압챔버의 각 구획에는 고정식 소화 장치를 설치하여야 한다.
   (2) 고정식 소화 장치는 감압챔버의 내부 및 외부에서 작동 할 수 있어야 한다.
   (3) 소화제는 분무된 물이어야 한다. 다른 소화제에 대해서는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
   (4) 고정식 소화 장치 외에도 휴대용 소화기를 비치하여야 한다.
   (5) 고압 챔버 내부의 소화장치는 NFPA 99에 따라야 한다. 이외의 기준에 따르고자 할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. **표면공급잠수설비**
   표면 공급 잠수 설비의 감압챔버에는 소화 장치로 휴대용 소화기를 사용할 수 있다.

905. 기타 설비

1. 일반사항

비상 호흡 장치는 잠수 및 생명 유지 제어 장소에서 이용할 수 있어야 한다.

제 10 절 진·회수장치 [지침 참조]

1001. 일반사항

1. 이 절은 잠수벨의 진수 및 회수장치의 구조 및 설계에 적용한다.
2. 이 절은 **2장**에 추가하여 진·회수장치의 설계 및 제작에 적용한다.
3. 검사 및 시험에 관한 사항은 **3절**을 따른다.

1002. 설계고려사항

1. 일반사항

(1) 작업장소와 감압챔버 사이에서 잠수장비를 안전하게 이송할 수 있는 작동 및 이송장치를 설치하여야 한다.
(2) 이송장치는 환경 및 작동 조건을 고려하여 적절한 안전계수로 설계하여야 하며, 수면에서 잠수벨을 조작할 때의 동적 하중도 고려하여야 한다.
(3) 잠수벨을 안전하고 쉽게 이송할 수 있도록 조작할 수 있는 조작장치를 설치하여야 한다.
(4) 정상상태에서의 잠수설비의 하강은 브레이크에 의해 제어되는 것이 아니라 윈치의 구동 시스템에 의해 제어되어야 한다.
(5) 진·회수장치는 사람이 탑승하기에 적합하여야 한다.
(6) 지원선이 미리 정해진 각도에서 동요, 횡경사 및 종경사 상태에서도 결합장치는 잠수벨과 감압 챔버의 연결 및 이탈이 쉽고 확실하게 작동할 수 있어야 한다.
(7) 사용안전하중은 잘 보이는 곳에 표기하여야 한다.
(8) 유압으로 작동되는 진·회수장치의 경우 2 m를 넘지 않는 간격으로 유압호스를 적절하게 지지되고 고정되어야 한다.
(9) 위치보상장치가 설치되어 있는 경우, 동작 할 경우 잠수제어장소와 진·회수장치 조종 장소에서 확인(라이트 등)할 수 있어야 한다.

2. 계산

(1) 조작장치의 사용하중은 완전히 장치된 잠수벨의 총중량으로서, 모든 의장품을 적재한 상태에서 각 1471 N 무게의 잠수사들의 전체 중량, 의장품 하중과 밸러스트 하중을 전부 포함하여야 한다. 사용하중은 조작 장치의 자체하중을 말한다.
(2) 사용하중의 크기와 조작장치의 형식과는 무관하게, 조작장치의 치수설계는 사용하중계수(Y)로써 2.0을 사용하고, 사하중계수(F)로써 1.5를 사용하며, 해상에서 그 장치는 2 m 이하의 파고에서만 제한적으로 사용하는 것으로 고려하여야 한다. 더 불리한 상태에서 조작이 수행될 경우, 사전에 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
(3) 하강 및 승강에 사용되는 강도부재는 어떠한 방향에서도 수직에서 12도의 경사각도로 기울어진 상태에서 작동한다고 가정하여 계산하여야 한다.
(4) 사용하중으로 인하여 스틸와이어에 부과되는 최대정적인장응력은 해당 와이어의 승인된 파단강도의 12.5 %를 초과해서는 안 된다.
(5) 로프는 천연 또는 합성섬유로 된 것을 사용하여야 하며, 사용하중으로 기인하여 부과되는 최대정적인장 응력은 그 로프의 승인된 파단강도의 10 %를 초과해서는 안 된다.
(6) 구성요소들의 응력한도는 별도의 지침에 적합하여야 한다.
(7) 로프 장력은 다음의 설계하중을 초과해서는 안 된다.
(가) 와이어로프의 안전계수는 설계하중의 4배 (설계하중은 사용하중의 1.5배를 초과해서는 안 된다.)
(나) 합성섬유 로프의 안전계수는 설계하중의 5배
(8) 블록, 훅, 샤클 등과 같은 모든 교체 가능한 구성요소들은 승인된 표준제품과 일치하여야 하고 사용하중의 2배로 설계하여야 한다.

1003. 기계 및 전기 장치

1. 윈치

(1) 윈치의 용량은 동적 영향의 허용치를 고려하여야 한다.

(2) 윈치의 승강 제어는 운전자가 작동을 멈출 때 중립 위치로 복귀하도록 설계하여야 한다.

(3) 클러치가 설치된 윈치는 작동 중 클러치가 해제되는 것을 방지하는 수단을 설치하여야 한다.

(4) 윈치 드럼은 총 와이어 길이를 사용할 만큼 여유가 있어야 한다. 드럼양단의 플랜지의 지름은 사용상태에서 가장 바깥층 로프의 가장자리부터 측정하여 로프 지름의 2.5배 이상의 여유를 가져야 한다.

(5) 잠수벨의 윈치는 다음의 조건을 갖춰야 한다.

(가) 예비 모터

(나) 와이어를 감는 경우 정확히 드럼에 감길 수 있게 하는 장치

(다) 운전자가 잠수벨의 인양 와이어와 엄빌리컬 케이블의 조출 양을 확인 할 수 있는 장치. 가장 간단한 방법으로는 와이어 및 엄빌리컬 케이블에 10 m 간격으로 마킹하는 방법을 사용할 수 있다.

2. 브레이크

(1) 조작 장치에 전원이 끊기거나 조작자가 레버를 중립으로 놓았을 경우 브레이크가 자동적으로 작동될 수 있게 설계하여야 한다.

(2) 잠수사 이송용 윈치는 2개의 브레이크를 설치하여야 한다.

(3) 추가로 일반용 윈치 브레이크에는 기계식의 독립적인 제어가 가능한 보조 브레이크를 설치하여야 한다.

3. 비상회수

(1) 주 인양설비의 단일부품이 고장 났을 경우, 잠수벨을 감압챔버까지 복귀시킬 수 있는 대체 수단을 설치하여야 한다.

(2) 주 인양장치가 고장 났을 경우 주 인양장치와는 별개로 잠수설비를 감압챔버로 복귀 및 결합시킬 수 있는 수단을 설치하여야 한다.

(3) 예비 회수장치의 안전사용하중은 잠수설비가 대기 중에서나 수중에서의 최대 하중 이상이어야 한다.

4. 비상전원

(1) 주 전원이 상실되었을 때 사용 가능한 비상전원이 있어야 한다.

(2) 비상전원은 **8절**의 관련 조항을 따른다.

1004. 인양 줄 및 엄빌리컬 케이블

1. 인양 줄, 가이드와이어

(1) 인양 줄에는 꼬임방지형식(non-rotaing type)을 사용하여야 한다.

(2) 주 인양 줄 설비의 조작은 두 가지의 자발적인 동작에 의해 이루어져야 한다.

(3) 와이어 로프는 부식으로부터 적절하게 보호되어야 한다.

(4) 포화 잠수 시스템의 경우, 잠수장치의 과도한 수평 또는 회전운동을 방지하는 장치를 설치하여야 한다.

(5) 가이드와이어 장치는 긴급 회수장치로도 쓰일 수 있으며, 이러한 경우 가이드와이어와 윈치는 사람이 탑승할 수 있어야 한다.

(6) 잠수장비에 부착되는 인양줄은 적절하게 설계된 인양용 패드아이를 사용하여야 한다.

(7) 인양 줄과 인양고리의 연결핀은 두 가지의 자발적 행동을 통해 작동될 수 있는 고정 수단을 갖추어야 한다. (예, 스플릿 핀을 포함한 고정 너트)

2. 엄빌리컬 케이블

(1) 엄빌리컬 케이블이 인양을 위한 목적이 아닌 경우, 잠수장비를 인양하는데 사용하여서는 안 된다는 경고 문구를 게시하여야 한다.

(2) 엄빌리컬 케이블 윈치의 릴이나 시브의 지름은 적어도 엄빌리컬 케이블의 허용 곡률반경의 3배가 되어야 한다.

(3) 표면잠수시스템의 엄빌리컬 케이블은 잠수 중 엄빌리컬 케이블의 조출량을 진·회수장치 운전자가 알 수 있도록 표기하여야 한다.

제 11 절 비상탈출장치

1101. 일반사항

1. 이 절은 고압탈출장치의 구조와 설계에 적용한다.
   (1) 자체추진식 고압구명정(self-propelled hyperbaric lifeboat, SPHL)
   (2) 비 자항식 고압탈출구조챔버(hyperbaric rescue chamber,HRC)
2. 포화잠수설비는 고압탈출장치를 설치하여야 한다.
3. 이 절에서의 요구사항에 추가하여 IMO A.692(17) 및 관련 절을 따른다. 이외의 기타 기준은 우리선급의 승인하에 인정할 수 있다.
4. 검사 및 시험에 관한 사항은 3절을 따른다.

1102. 고압탈출 방법

1. **일반사항**
   (1) 탈출장치는 수중에서 모든 잠수사가 탈출할 수 있을 만큼의 충분한 체적을 가져야 한다. 선박에서 탈출을 하여야 하는 경우, 고압 탈출 장비에 관한 IMO 지침 및 사양을 따라야 한다.
   (2) 탈출장치의 구조와 설계는 예상되는 환경에 적합하게 설계되어야 하며, 특히 탈출이나 인양시 인양고리나 장비가 받는 수직, 수평 하중이 고려되어야 한다.
   (3) 탄화수소의 생산, 저장 및 굴착을 목적으로 하는 부유식 장비의 경우, 고압탈출장비는 추진장치 또는 다른 방법으로 현장을 신속하게 벗어날 수 있는 확실한 수단을 갖추어야 한다.
   (4) 무의식의 잠수사가 장비 안에 들어갈 수 있도록 장비를 배치하여야 한다.
   (5) 잠수사를 대피시키기 위한 방법은 여러 가지가 있으며, 다양한 선택사항 중 지리적, 환경 조건 및 해상 또는 육상에서의 의료 지원시설 등을 포함한 여러 요소에 따라 선택할 수 있다. 잠수장비 운영자가 사용할 수 있는 선택사항은 다음과 같다.
      (가) 자체추진식 고압구명정
      (나) 육상지원시설(예: HRF)로의 견인이 가능하거나 가능하지 않은 고압 구조 챔버
      (다) 다른 시설로 옮길 수 있는 잠수벨
      (라) 수중 또는 압력 하에서 잠수사를 다른 잠수벨로 옮길 수 있는 것
      (마) 독립된 회복(자가 회복)을 기다리기 위한, 표면으로 돌아갈 수 있는 구비된 예비의 부력, 안정성 및 생명 유지를 가진 음성부력장치
   (6) 고압 탈출 설비는 고압 구조 챔버 또는 자체추진식 고압 구명보트로 사용할 수 있다.
2. **고압탈출구조챔버**
   (1) 고압 탈출 구조 챔버는 지정된 최소 자율 운용기간 동안 지속적으로 작동하고, 수동적으로 진수가 가능하도록 특별히 아래 사항을 고려하여 설계된 감압챔버이다. 이에 상응하는 도면 및 계산산식은 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.
      (가) 조종 장치와의 연결성
      (나) 안정성 연구
      (다) 충격으로부터 보호
      (라) 열로부터의 보호
      (마) 부양상태에서의 생명유지 및 통신 기능을 가지는 자율운용
3. **자체추진식 고압구명정**
   (1) 자체추진식 고압구명정의 요건은 구조정에 관한 IMO LSA 코드를 따른다.
   (2) 적어도 1명의 선원과 챔버 조작자를 위한 압력의 영향을 받지 않는 조타 및 제어 장소를 설치하여야 한다.
   (3) 챔버 조작자는 관망창을 통하여 챔버 내부를 볼 수 있어야 한다.

1103. 설계고려사항

1. **일반사항**
   (1) 고압탈출장치는 최소 72시간 동안 잠수사가 적정한 압력과 생명유지장치를 갖추고 생존할 수 있어야 한다.
   (2) 소다 석회(이산화탄소 제거용), 냉난방 수단, 비상식량, 호흡기체 등의 양은 요구되는 자율생존성을 고려하여 평가하여야 한다.

(3) 호흡용 기체 저장과 회수는 설계상의 잠수사들의 호흡량뿐만 아니라 누출가능성에 대한 보상까지도 고려하여야 한다. 탈출용 저장 기체는 최소 고압탈출장치의 챔버의 압력을 탈출 기간 동안 유지할 수 있을 만큼 보유하여야 한다.
(4) 고압 탈출 설비가 구조정에 설치되도록 설계된 경우, 갑판 상에 설비가 고정될 수 있어야 한다.
(5) 부상하도록 설계된 고압탈출장치에는 모든 예상되는 작동 및 환경조건에 대해 적절한 안정성이 제공되어야 한다. 안정성의 정도를 결정할 때 잠수사에 미치는 복원모멘트의 부정적인 영향을 고려하여야 한다. 또한 고압탈출장치의 상부에 위치한 해상으로부터 회수를 위한 장비와 구조 요원이 고압탈출장치의 안정성에 미치는 영향을 고려하여야 한다.
(6) 예인선 연결 지점은 견인선의 방향으로 인해 고압 탈출 설비가 전복될 가능성이 없어야 한다. 견인 장치가 제공되는 경우, 견인 장치는 가볍게 체결되거나 장치에 고정되어야 하며, 가능한 한 자유롭게 당겨질 때 걸림이 없어야 한다.
(7) 고압 탈출 설비는 구조자 및 장비를 이송할 수 있을 만큼 충분한 예비부력을 가질 수 있도록 설계 되어야 한다.
(8) 진입 이동구획은 내구성을 가져야 하며 쉽게 출입이 가능하여야 한다.
(9) 진입 이동구획의 비상 조명 수단이 있어야 한다.
(10) 정상적인 상황에서 대피 경로는 고압탈출장치에 잠수사가 접근할 수 있어야 한다. 또한, 부상당한 잠수사는 들것에 의해 이송 가능하여야 합니다. 만약, 들것을 이송하는데 도르래가 필요하다면 도르래는 트렁크의 가장 먼 곳에서도 연결할 수 있는 길이여야 한다. 고압탈출장치 내부에 도르래 걸이는 승인을 위해 제출되어야 한다.
(11) 감압 챔버와 고압탈출장치 챔버간의 이동을 위한 안전한 통로가 설치되어야 한다. 트렁크가 가압되어 있는 동안 감압챔버에서 고압 탈출 설비로 예기치 못한 방출이 일어나지 않도록 안전장치를 설치하여야 한다. 결합 플랜지는 진수 및 회수를 포함하여 손상으로부터 보호되어야 한다.
(12) 고압탈출장치와 고압탈출 부대설비 사이의 연결 구조 및 설계는 IMCA D051에 관한 규정을 따르도록 한다.

2. 표시

(1) 탈출장치는 주황색이어야 하며, 어두운 곳에서의 위치를 확인하기 위해 반사 물질을 부착하여야 한다.
(2) 해상용으로 설계된 고압 구조 장비는 별도로 규정한 바와 같이 최소 3개의 식별 표시가 표기되어야 한다. 표기 중 하나는 장비의 위쪽에 표기해야 하며 공중에서 확인이 가능하여야 한다. 또한 나머지 2개는 장비가 물에 떠있을 때 잘 보일 수 있도록 가능한 한 양현의 수직의 높은 위치에 표기 되어야 한다. **【지침 참조】**
(3) 다음의 장비들은 부유 중 식별이 용이하여야 한다.
(가) 견인 장치 및 견인 라인
(나) 모든 외부 연결부 (특히, 비상 기체, 냉/온수, 통신장비)
(다) 대기 중 최대 총 중량
(라) 리프팅 포인트
(마) 모선 선명 및 선적항
(바) 비상 연락처
(4) 부유 중일 때 명확히 볼 수 있도록 고압 탈출 설비 내의 떨어진 두 위치에 다음과 같은 경고문을 영구적으로 표기하여야 한다.
(가) 밸브나 다른 조종 장치를 만지지 마십시오.
(나) 외부로 나가지 마십시오.
(다) 기체, 공기, 물 또는 다른 공급을 연결하지 마십시오.
(라) 음식, 음료 및 의료품을 탑승자들에게 제공하지 마십시오.
(마) 해치를 열지 마십시오.

3. 거주용 압력용기

(1) 고압탈출설비 및 고압탈출장치에 사용되는 거주용 압력용기는 **5절**을 따른다.
(2) 고압 탈출용으로 사용되는 고압 챔버는 최소 직경은 1750 mm이어야 한다.
(3) 메디컬락이 설치되어야 하며, 가압된 고압탈출장치 챔버에서 우발적으로 열리지 않도록 설계되어야 한다. 필요한 경우, 인터록장치가 설치되어야 한다. 메디컬락 직경은 이산화탄소 스크러버 용기를 포함한 필수 공급품을 고압탈출장치 챔버로 옮길 수 있어야 하고 사용 시 기체 손실을 최소화 할 수 있는 크기여야 한다.

4. 생명유지장치

(1) 생명유지장치는 **7절**을 따른다.
(2) 감압챔버에 공급되는 2개의 독립된 산소 분배 장치가 갖춰져야 하며, 이 장치의 부품들은 산소전용 부품들로 사용되어야 한다.

(3) 일체형호흡장치용 마스크는 압력 하에서 모든 탑승자에게 제공되어야 하며, 여분용으로 1개를 더 구비하여야 한다. 구명정 타입의 경우 일체형호흡장치는 챔버 외부와 밀폐된 조종실 구역 외부로 배기 기체를 배출하여야 한다.
(4) 잠수사가 고압탈출설비에서 감압을 해야 하는 경우 감압에 필요한 장비, 기체 및 혼합 기체에 관한 안전 감압 절차를 구비하여야 한다.
(5) 고압탈출설비 외부에 비상용 냉/온수 및 치료용 호흡기체를 연결할 수 있어야 한다. 연결부는 다음의 치수를 사용하여야 한다. 연결부는 명확하고 영구적으로 표시되어야 하며, 적절하게 보호되어야 한다.
(가) 3/4 in. NPT (female) - 냉/온수용
(나) 1/2 in. NPT (female) - 호흡용 혼합기체
(6) 감압챔버는 설계된 최대 인원수를 수용할 수 있는 적절한 환경과 시설, 안전벨트를 설치하여야 한다. 또한, 좌석과 배치는 진수 및 부상 동안 충돌로부터 잠수사가 보호될 수 있도록 설계하여야 한다.
(7) 12시간 이상 사용하는 고압탈출장치의 경우 배설물을 저장 또는 배출할 수 있는 시설을 갖춰야 하며 배출 장치는 적절한 인터록장치를 설치하여야 한다.
(8) 외부에 설치된 제어 장치 및 장비 이외에도 감압챔버에는 최대 작동 수심에서 잠수사에게 호흡용 혼합기체를 공급할 수 있는 적절한 제어장치가 설치되어야 한다. 챔버 운용자가 내부에 있던 외부에 있던 생명유지장치를 조정하는데 불편함이 없어야 한다. 또한 가능한 한 조종 장치는 조작자가 안전 벨트를 풀지 않고서 조작할 수 있어야 한다.

5. 전기설비 및 통신장치

(1) 통신장비는 고압탈출장치의 감압챔버와 다음의 장소 사이에 설치되어야 한다.
(가) 고압탈출장치 진수 위치
(나) 감압챔버 제어실
(2) 헬륨이나 수소를 포함한 호흡용 기체를 사용하는 경우 자체 내장 통신장비는 잠수사와 챔버 외부 사람간의 양방향 통신을 위해 음성해독장치를 설치하여야 한다. 이는 비상 통신장비도 포함 된다.
(3) 고압탈출장치는 다음의 장비를 갖춰야 한다.
(가) 레이더 반사판
(나) 휴대용 조명
(다) 위치전송장치 (EPIRB 또는 동등)
(4) 고압 탈출 설비와 감압챔버를 탈부착시키는 장비에 동력을 사용하는 경우 수동이나 저장된 동력원을 이용하여 탈부착이 가능하여야 한다.
(5) 잠수벨의 요구 사항을 만족시키는 표준 비상 통신 태핑 코드(비상통신용)가 제공되어야 한다. 태핑 코드(비상통신용)의 사본은 고압 탈출 설비의 내부 및 외부에 영구적으로 표시되어야 한다.

6. 화재안전

(1) 고압탈출설비의 소화 장비는 최대 작동수심 및 모든 수심에서 사용에 적합하여야 한다.
(2) 고압탈출설비는 방화 장치를 갖춘 구명정과 비슷한 수준의 방화 장치가 갖춰야 한다.

7. 진수장치

(1) 고압탈출장치 진수장치는 SOLAS 및 LSA 코드의 기준을 따라야 한다.
(2) 선내전원을 진수장치의 주전원으로 사용하는 경우, 예비 전원은 독립적인 전원이어야 한다.
(3) 조작 장치에 전원이 상실되는 경우 브레이크가 자동으로 작동하여야 한다. 브레이크는 수동으로 해제되어야 한다.
(4) 진수장치는 선박의 다른 구조정들과 같은 해상조건에서 갑판 상에 장비를 옮기거나 수면에서 진·회수 할 때 쉽게 탈부착이 가능하여야 한다.
(5) 고압탈출설비는 단일 리프팅 장비로 복귀가 가능하여야 하며 구조하는 사람이 후크를 리프팅 장치에 걸 수 있어야 한다.
(6) 고압탈출설비의 안전한 회수에 관한 지침이 있어야 한다. 이 지침은 해상 부상상태에서도 쉽게 읽을 수 있는 위치에 있어야 한다. ⚓

제 8 장 고전압 선외수전설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. **적용** 이 장은 우리 선급에 등록하고자 하는 선박 또는 등록된 선박이 IEC/IEEE 80005-1에서 요구하는 고전압 선외수전설비에 대하여 부기부호 신청이 있는 경우에 적용한다. *(2022)*
2. **목적** 고전압 선외수전설비의 설계, 설치 및 검사에 대한 요건을 제공한다.
3. **관련규정** 전기설비에 대하여는 **6편 1장**, 제어설비에 대하여는 **6편 2장**의 관련규정에 따르는 이외에 이 장의 관련 규정에도 따라야 한다.
4. **선급부호** 이 장의 요건을 따르는 고전압 선외수전설비를 가지는 선박은 HVSC의 선급부호를 지정받을 수 있다. **【지침 참조】**

102. 정의

이 장에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

(1) **고전압 선외수전설비**라 함은 고전압 플러그 및 리셉터클, 고전압 선외수전반, 변압기, 고전압 케이블, 수전반 및 관련 계기로 구성된 고전압 선외전원설비로부터 전원을 공급받도록 설계된 설비를 말한다.

(2) **고전압**이라 함은 1kV를 넘고 15kV를 넘지 아니하는 공칭전압을 말한다.

(3) **등전위본딩**이라 함은 등전위를 만들고자 하는 전도체 사이에 전기적 연결을 하는 것을 말한다.

(4) **케이블관리시스템**이라 함은 고전압 가요성케이블, 제어용 케이블 및 연결된 장치들을 제어, 감시 및 처리하도록 설계된 모든 설비들을 말한다.

(5) **선외수전반**이라 함은 선외전원설비와 선박의 상호접속점을 말한다. 고전압 선외전원은 고전압 플러그 및 리셉터클 배치를 통해 선외수전반에 연결된다. 선외수전반은 회로보호장치가 있는 회로차단기를 연결하여 선외전원을 공급받는다.

(6) **본선수전반**이라 함은 일반적으로 선외전원을 선외수전반으로부터 급전 받는 주배전반의 일부분이다.

103. 승인도면 *(2022)*

1. **일반사항** 고전압 선외수전설비를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 공사 착수 전에 다음의 도면을 제출하여 승인받아야 한다.

(1) 도면
- (가) 전력조사표
- (나) 단락전류계산서(필요한 경우)
- (다) 고전압 선외수전설비 계통도
- (라) 고전압 선외수전설비용 전기설비의 일반배치도
- (마) 고전압 선외수전설비의 선내구성품에 대한 기자재 도면
  - (a) 고전압 선외수전반
  - (b) 변압기
  - (c) 케이블 릴
  - (d) 제어 및 감시시스템
  - (e) 본선수전반

104. 참고용 도면 및 자료 *(2022)*

(1) 도면
- (가) 고전압 선외수전설비의 선내구성품에 대한 기자재 도면
  - (a) 고전압 플러그 및 리셉터클
  - (b) 고전압 케이블

(2) 자료
- (가) 작동지침서(고전압 선외수전설비의 상세사항 포함)

제 2 절 고전압 선외수전설비의 요건

201. 일반사항

1. 고전압 선외수전설비를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박은 이 절에서 규정하는 고전압 선외수전설비를 설치하여야 한다.

2. **등전위 본딩**

선체와 육상 접지극 간에는 등전위화 되도록 연결되어야 한다.

3. **습기 및 응결 방지**

고전압 선외수전 장비는 습기가 생기거나 응결되지 아니하도록 적절한 방법을 강구하여야 한다.

4. **비상정지**

(1) 비상정지기능이 다음의 경우 작동되어야 한다.

(가) 등전위 본딩 상실 (등전위 본딩 감시 계전기를 통한 감시) (적용되는 경우) *(2022)*

(나) 가요성 케이블의 장력 초과 (적용되는 경우) *(2022)*

(다) 보호회로의 상실

(라) 수동의 비상정지 작동

(마) 고전압 연결 케이블 또는 커넥터의 고장을 검출하는 보호계전기 작동

(바) 고전압이 연결되어 있는 동안 플러그와 리셉터클의 분리

(2) 비상정지기능을 작동시키는 비상정지 누름단추가 다음 장소에 제공되어야 한다.

(가) 고전압 선외전원을 수전하는 동안 근무하는 선내 제어장소

(나) 리셉터클(socket outlet) 근처

(다) 케이블관리시스템 제어장소 (적용되는 경우) *(2022)*

(라) 선외 수전용 차단기 설치 장소 (적용되는 경우) *(2022)*

202. 선박-육상간 연결 및 인터페이스 장비

1. **일반사항** *(2022)*

(1) 선박-육상간 연결 및 인터페이스 장비가 선내에 설치되는 경우 이 장의 해당 요건을 적용한다.

2. **케이블관리시스템**

(1) 케이블관리시스템은 다음 사항을 만족하여야 한다.

(가) 케이블의 처짐을 최소화하고 제한 장력이 초과되는 것을 방지하여 최적의 케이블 길이를 유지할 수 있어야 한다.

(나) 시설에 정박하는 동안 육상전원에 연결되지 않는 선내 시스템을 포함하여 선박의 접안 및 계류 시스템과 간섭되지 않도록 위치하여야 한다.

(다) 정상상태에서의 작동 및 적하시 케이블 굽힘 반지름은 제작업체에서 권고하는 최소 굽힘 반경 이상으로 유지되어야 한다.

(라) 작업이 완료되면 케이블을 회수하고 적재할 수 있어야 한다.

(2) 케이블 장력 감시

(가) 케이블관리시스템은 케이블의 장력이 설계 허용치를 초과하지 않도록 하여야 한다.

(나) 최대 케이블 장력을 감지하는 수단이 제공되거나 케이블 장력을 제한하는 능동(active) 케이블관리시스템이 제공될 경우, 케이블 길이의 부족을 감지하는 수단이 두 단계로 제공되어야 한다.

1단계 : 경보

2단계 : 비상정지기능 작동

(3) 케이블 길이 감시

(가) 케이블관리시스템은 케이블이 선박흘수와 조수차의 전 범위에 대한 선박의 운동과 부두형태에 따른 전후 또는 외곽으로의 허용되는 최대이동범위를 수용할 수 있어야 한다.

(나) 케이블 길이가 변화할 경우, 남은 케이블 길이를 감시하는 수단이 두 단계로 제공되어야 한다.

1단계 : 경보

2단계 : 비상정지기능 작동

(4) 등전위 본딩 감시

선박과 육상간 연결 케이블에 의해 생성된 등전위 본딩의 유효성을 지속적으로 감시하여야 한다.

3. 플러그 및 리셉터클

(1) 일반사항

(가) 플러그 및 리셉터클의 일반적인 핀 배치를 포함한 상세사항은 IEC/IEEE 80005-1의 부속서 그리고 IEC 62613-1 및 IEC 62613-2를 따라야 한다. *(2022)*

(나) 플러그 및 리셉터클은 사용위치에서 연결 상태를 확실하게 고정하는 기계식 잠금장치를 설치하여야 한다.

(다) 플러그 및 리셉터클이 잘못 연결되지 않도록 설계되어야 한다.

(라) 리셉터클은 접지스위치가 닫히지 않은 상태에서 플러그를 뽑거나 꽂을 수 없도록 접지스위치와는 인터록이 되어야 한다.

4. 고전압 케이블

고전압 케이블은 IEC 60092-353, IEC 60092-354 또는 우리선급이 적절하다고 인정하는 관련 표준에 따라야 한다.

(1) 케이블의 포설

고전압 케이블이 거주구역에 설치되는 경우에는 밀폐된 케이블포설장치(cable transit system) 안에 설치되어야 한다.

(2) 격리

고전압 케이블은 정격이 다른 경우 서로 격리되어야 한다. 특히, 동일한 케이블 묶음으로 고전압 케이블이 포설되어서는 아니 되며, 동일한 덕트 또는 파이프 혹은 상자에도 함께 포설되어서는 아니 된다. 동일한 케이블 트레이 상에 다른 정격의 고전압 케이블을 설치하는 경우, 공간거리는 **6편 1장 1502. 3.** (1)호에서 규정하고 있는 더 높은 전압측의 최소 공간거리 이상이어야 한다. 또한, 공칭전압 1 kV 이하에 사용되는 케이블과 고전압 케이블은 동일한 케이블 트레이에 포설되어서는 아니 된다.

(3) 설치방법

고전압 케이블의 접지를 위하여 효과적으로 연결되는 연속적인 금속시스 또는 외장이 갖추어져 있는 경우, 일반적으로 고전압 케이블은 포설판 위에 설치되어야 한다. 그렇지 않은 경우, 금속주물 내에서 고전압 케이블이 전장에 걸쳐서 효과적으로 접지되도록 고전압 케이블은 설치되어야 한다.

(4) 표시

고전압 케이블은 적절한 표시를 사용하여 쉽게 식별할 수 있어야 한다.

203. 선내 설비에 대한 요건

1. 선외수전반

(1) 일반사항

(가) 선외수전반은 IEC 62271-200의 요건에 적합하여야 한다.

(나) 선외수전반은 선박의 전기설비들을 보호하는 차단기를 포함하여야 한다.

(2) 차단기, 단로기 및 접지스위치

(가) 접지가 되기 전에 장비가 분리되도록 차단기, 단로기 및 접지스위치는 IEC 62271-200의 요건에 따라 인터록이 되어야 한다.

(나) 단락 보호장치의 정격 차단전류는 그 보호장치로 차단할 단락전류의 최대치 이상이어야 한다.

(다) 단락 전류를 통하게 할 수 있는 차단기 또는 스위치의 정격 투입 전류는 그 장치로서 투입할 단락전류의 최대치 이상이어야 한다.

(라) 차단기는 원격으로도 작동되어야 한다.

(3) 계기 및 보호장치

적어도 다음의 계측장치 및 지시기를 선외수전반에 설치하여야 한다.

(가) 전압계: 각 상간의 전압측정용

(나) 단락 보호장치: 정지 및 경보용

(다) 과전류 보호장치: 정지 및 경보용

(라) 지락표시기: 경보용

(4) 적어도 30분 동안 보호장치에 제어전원을 공급할 수 있는 충분한 용량의 축전지를 예비전원으로 공급하여야 한다.

2. 변압기

변압기가 설치되는 경우 **6편 1장 6절** 및 **15절의** 변압기에 대한 요건을 따라야 한다.

3. 본선수전반

(1) 일반사항

고전압 본선수전반은 IEC 62271-200의 요건에 적합하여야 한다.

(2) 차단기 및 접지스위치

(가) 단락 보호장치의 정격 차단전류는 그 보호장치로 차단할 단락전류의 최대치 이상이어야 한다.

(나) 단락 전류를 통하게 할 수 있는 차단기 또는 스위치의 정격 투입 전류는 그 장치로서 투입할 단락전류의 최대치 이상이어야 한다.

(다) 차단기는 원격으로 작동되어야 한다.

(3) 계기

(가) 병렬운전을 통하여 전원을 전환하는 경우, 다음 계기가 공급되어야 한다.

(a) 전압계 2개: 선내 전원과 육상 전원용

(b) 주파수계 2개: 선내 전원과 육상 전원용

(c) 각상의 전류를 읽을 수 있는 스위치를 가진 전류계 1개 또는 각 상에 독립된 전류계 1개씩

(d) 상회전 지시기

(e) 동기화 장치 1개

(나) 정전 후 전원을 전환하는 경우, 다음 계기가 공급되어야 한다.

(a) 전압계 1개: 육상 전원용

(b) 주파수계 1개: 육상 전원용

(c) 각상의 전류를 읽을 수 있는 스위치를 가진 전류계 1개 또는 각 상에 독립된 전류계 1개씩

(d) 상회전 지시기

204. 고전압 선외수전설비의 제어 및 감시

1. 일반사항

부하 전환은 블랙아웃 또는 자동 동기화를 통해 시행되어야 한다.

2. 블랙아웃을 통한 부하 전환

(1) 육상전원은 전기가 끊어진 배전반에만 공급될 수 있도록 인터록 수단이 제공되어야 하며, 정상적인 작동이나 고장이 발생했을 때 급전되고 있는 배전반에 연결되는 것을 방지하도록 구성되어야 한다.

(2) 전원이 끊어진 동일 구획(section)으로 고전압 육상전원 및 선내 전원이 동시에 연결되지 않아야 한다.

3. 자동 동기화를 통한 부하 전환

(1) 부하는 병렬 연결되는 고전압 육상전원과 선내 전원 사이에 자동으로 동기화된 후에 전환되어야 한다.

(2) 육상전원이 연결되지 않은 경우, 육상전원과의 병렬운전 또는 제어에 사용되는 어떠한 시스템이나 기능도 선내의 전기시스템에 영향을 끼쳐서는 아니 된다.

(3) 고전압 육상전원과 선내 전원간의 부하 전환에 대하여 전환제한시간이 초과될 경우, 전원 중 하나는 자동으로 분리되어야 하며 관련 당직자에게 경보를 발하여야 한다.

제 3 절 시험 및 검사

301. 일반사항

1. 일반사항 *(2022)*

6편 1장에 해당되는 전기기기 및 케이블은 **6편 1장 103.**의 **표 6.1.1** 및 **지침 6편 1장 501.**의 **2항**을 따른다.

2. 공장시험

접속함 및 리셉터클함을 제외한 고전압 선외수전설비용 구성품들은 조립완료 후 공장시험을 하여야 한다.

302. 설치 후 시험

(1) 육안검사

(2) 내전압시험

(3) 절연저항 측정

(4) 접지저항 측정

(5) 보호장치의 올바른 설정을 포함한 기능 시험

(6) 인터록 시스템의 기능 시험

(7) 제어장비의 기능 시험
(8) 상회전 시험
(9) 케이블관리시스템의 기능 시험(적용될 경우)
(10) 고전압 선외수전설비가 선내설비(전력관리시스템, 감시 및 제어 시스템 등)와 함께 제대로 작동함을 증명하는 통합 시험 *(2022)*

303. 등록유지검사

고전압 선외수전설비의 정기적인 검사 사항은 다음에 따른다.

1. **정기검사** *(2022)*

고전압 선외수전설비는 **1편 2장 5-1절 502.의 3항**에 규정하는 요건에 따라 시험 및 검사하여야 한다.

2. **연차검사** *(2022)*

고전압 선외수전설비는 **1편 2장 203.**의 전기설비에 해당하는 요건에 따라 시험 및 검사하여야 한다. ⚓

제 9 장 화물증기 배출제어장치

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장은 우리 선급에 등록하고자하는 탱커 또는 등록된 탱커로서 액체화물로부터 발생하는 증기배출을 제어하기 위하여 선내에 설치되는 화물증기 배출제어장치에 대하여 선주의 신청이 있는 경우에 적용한다. 이 장에서 탱커라 함은 유조선 및 케미컬탱커를 말한다.
2. 이 장은 IMO MSC/Circ. 585 및 USCG CFR 46 Part 39의 기술요건을 기본으로 하고 있으며 **1편 1장 2절**에 따라 부기하여 등록하는 것에 적용한다. *(2020)*

102. 용어의 정의

이 장에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

1. **화물증기 수집장치**(vapour collection system)라 함은 탱커의 화물탱크로부터 배출되는 증기를 수집하고 증기처리장치로 이송하기 위하여 사용되는 관장치 및 호스로 구성된 장치를 말한다.
2. **화물증기 처리장치**(vapour processing unit)라 함은 탱커로부터 수집된 증기를 회수, 소실 또는 분산하는 증기제어장치의 일부장치를 말한다.
3. **화물증기 배출제어장치**(vapour emission control system)라 함은 탱커로부터 배출된 증기를 수집하고 제어하기 위하여 사용되는 관장치 및 호스로 구성된 장치를 말하며 증기수집장치 및 증기처리장치를 포함한다.
4. **지원선**(service ship)이라 함은 육상시설과 다른 선박 간에 화물을 운송하는 선박을 말한다.

103. 선급부호

이 장의 요건에 적합한 선박은 선주의 요청에 따라 다음의 추가설비부호를 부여할 수 있다.

1. VEC1 : **2절**에 적합한 화물증기 배출제어장치를 설치한 선박
2. VEC2 : **3절**에 적합한 화물증기 배출제어장치를 설치한 선박
3. VECL : 육상시설과 다른 선박 간에 화물을 운송하는 선박으로서 선박대선박 화물이송작업을 위하여 **4절**에 적합한 증기균형(vapour balancing)설비를 설치한 선박

제 2 절 VEC1 부호 요건

201. 화물증기관장치

1. 탱커는 하역용 매니폴드에서 가능한 가까운 위치에 화물증기 연결구를 포함한 고정된 화물증기수집 관장치를 설치하여야 한다. 케미컬탱커는 고정된 관장치 대신에 각 탱크에 고정된 화물증기 연결구를 설치하여 증기호스를 연결할 수 있다. 이 경우, 증기호스는 가능한 짧아야 하고 3 m를 초과해서는 안 된다.
2. 서로 위험한 반응을 일으키는 다른 종류의 화물로부터 증기를 동시에 수집할 경우, 이러한 증기는 전체 증기수집장치에 걸쳐서 서로 분리된 상태로 유지되어야 한다.
3. 응축된 액체를 제거하기 위하여 관장치의 낮은 위치에서 액체를 드레인하여 수집할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
4. 화물증기 수집관은 선체와 전기적으로 접지가 되어야 하고 전기적으로 연속성을 가져야 한다.
5. 불활성가스 공급관을 화물증기 수집관으로 사용하는 경우에는 화물증기 수집관과 불활성가스 공급관을 분리할 수 있는 수단을 갖추어야 한다. 이 요건을 만족하기 위하여 **지침 8편 부록 8-5** 2항 (9)호 (다)에서 요구되는 불활성가스 주관에 설치된 차단밸브를 사용할 수 있다.
6. 화물증기 수집장치는 화물탱크 벤트장치의 정상적인 작동에 영향을 주지 않아야 한다.

202. 화물증기 연결구

1. 수동조작이 가능한 격리밸브를 각 화물증기 연결구에 설치하여야 한다. 이 밸브는 개폐지시기를 설치하여 밸브의 개폐상태를 육안으로 쉽게 확인할 수 있어야 한다.
2. 각 화물증기 수집관 또는 화물증기 수집호스의 끝단은 잘못 연결하는 것을 방지하기 위하여 쉽게 구분할 수 있도록

표시되어야 한다. 각 매니폴드의 끝단 1 m는 배관의 외측 표면에 페인트를 칠하여야 한다. 페인트는 양 끝에 100 mm의 폭으로 빨간색, 중간에 800 mm 의 폭으로 노란색으로 칠하여야 하고. 노란색 폭에는 검은색으로 "VAPOUR"를 50 mm의 크기로 표시하여야 한다. (**그림 9.9.1** 참조)

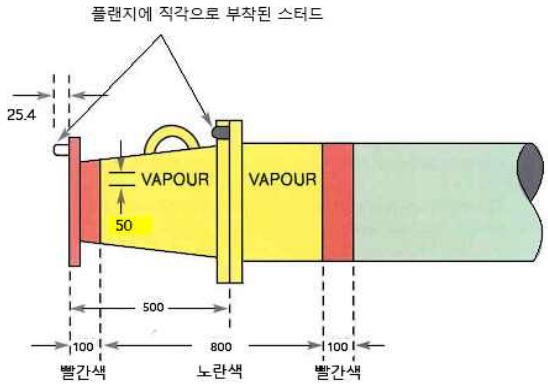


그림 9.9.1 화물증기 매니폴드의 식별

3. 화물증기 매니폴드를 육상 터미널 측의 액체 적하관에 잘못 연결하는 것을 방지하기 위하여 각 선박의 화물증기 연결플랜지는 선박의 크기에 관계없이 OCIMF의 **유조선 매니폴드 및 관련 장비에 대한 권고**(Recommendation for Oil Tanker Manifolds and Associated Equipment)를 적용하여야 한다.
4. 화물증기 연결구에 연결되는 화물증기 수집호스는 다음에 적합하여야 한다.
(1) 호스의 재료는 취급되는 화물증기에 적합하여야 한다.
(2) 최대 허용사용압력은 0.034 MPa이상이어야 하고 설계파열압력은 허용사용압력의 5배 이상이어야 한다.
(3) 최대 허용부압은 0.014 MPa이상이어야 한다.
(4) 전기적으로 연속성을 가져야 한다.
(5) 호스의 각 플랜지에는 화물증기 연결플랜지에 부착된 스터드(stud)에 대응하는 16 mm의 볼트체결구가 있어야 한다.

203. 화물계측장치

1. 화물증기 수집장치와 연결된 각 화물탱크에는 다음을 만족하는 화물계측기를 설치하여야 한다.
(1) 화물계측기는 화물이송 중 대기 중으로 개구가 형성되지 않는 밀폐형이어야 한다.
(2) 작업자가 화물액면의 전체 범위에 대하여 화물액면을 식별할 수 있어야 한다.
(3) 화물이송을 제어하는 장소에 화물액면을 나타내어야 한다.
(4) 휴대식인 경우 화물작업 중에는 탱크에 고정되어 있어야 한다.

204. 넘침제어장치 *(2020)*

1. 탱커의 각 화물탱크는 다음을 만족하는 넘침제어장치를 설치하여야 한다.
(1) 203.의 화물계측장치와는 독립적이어야 한다.
(2) 정상적인 탱크 적재절차로 화물액면이 정상적인 만재상태를 초과하는 것을 방지하지 못하였을 때 넘침경보장치가 작동하여야 한다. 넘침경보는 탱크의 넘침을 방지하기 위한 조치를 하기에 충분한 시간을 갖도록 설정하여야 한다.
(3) 선박 내의 화물제어장소 및 화물갑판지역에서 작업자가 인지할 수 있도록 가시가청의 넘침경보를 제공하여야 한다.
(4) 육상 측의 펌프, 밸브 또는 두 가지 모두 및 선내 밸브의 순차적인 차단을 위한 합의된 신호를 제공하여야 한다. 펌프 및 밸브의 차단 뿐 아니라 신호도 작업자가 조정할 수 있다. 선내 자동 차단밸브의 사용은 우리 선급의 승인을 받은 경우에만 허용된다.
(5) 화물제어장소에 경보가 설치된 경우 작업자가 즉시 인지할 수 있는 위치에 설치되어야 한다.
(7) 각 탱크로의 화물이송 전에 장치가 적절히 작동하는지 확인하기 위하여 넘침경보장치는 탱크 측에서 점검하는 것이 가능하거나 또는 경보회로 및 센서의 상태를 감시하는 자기감시 기능이 있어야 한다.
(8) 넘침경보장치는 흰색바탕에 검은색 글자로 각각 "TANK OVERFILL ALARM"을 50 mm의 크기로 표시하여야 한다.

205. 과압 및 부압 방지장치

1. 화물탱크 내의 압력이 설계압력을 초과하는 것을 방지하기 위하여 각 화물탱크에 최대 적재율의 1.25배 이상의 배출능력을 가지는 제어식 압력도출장치를 설치하여야 한다.
2. 각 화물탱크에 최대 배출률로 화물 또는 증기를 배출함으로서 발생하는 화물탱크 내의 진공이 화물탱크의 설계부압을 초과하지 않도록 제어식 부압벤트장치를 설치하여야 한다.
3. 벤트장치는 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.
4. 두 개 이상의 화물탱크에 공통 증기수집장치가 설치된 탱커는 화물증기 수집주관에 다음을 만족하는 압력감지장치를 설치하여야 한다.
   (1) 화물탱크 벤트장치용 도출밸브의 가장 낮은 설정압력보다 낮은 압력에서 고압경보를 발하여야 한다.
   (2) 불활성화 된 탱커에 대하여는 대기압 이상의 압력에서 경보를 발하는 저압경보가 있어야 하고, 불활성화 되지 않은 탱커에 대하여는 화물탱크 벤트장치의 최저 진공도출밸브 설정값 이상의 압력에서 경보를 발하는 저압경보가 있어야 한다.

206. 작업절차

1. 화물이송률

(1) 화물이송률은 다음 중에서 작은 값으로 결정된 최대 허용이송률 초과하지 않아야 한다.
   (가) 화물탱크 벤트장치에서 압력도출밸브의 벤트용량을 1.25로 나눈 값
   (나) 화물탱크 벤트장치에서 진공도출밸브의 도출용량
   (다) 화물증기수집장치에 연결된 어떤 화물탱크에서의 압력이 화물탱크 벤트장치에 있는 어떤 압력도출밸브의 개방설정압력의 80 %를 초과하지 않도록 육상연결부에서 주어진 압력에 대한 압력강하 계산을 기초로 한 값

(2) (1)호 (다)의 적용에 있어서 압력강하를 계산할 때, 다음 식을 사용하여야 한다.

$$VGR = 1 + 0.25\frac{P_v}{0.0862}$$

$$\rho_{va} = (SG_v \cdot V_v + V_a)10.9 \cdot P_{p/v} \quad (\mathrm{kg/m^3})$$

$$V_v = \frac{P_v}{P_{p/v}}, \quad V_a = \frac{P_{p/v} - P_v}{P_{p/v}}$$

VGR : 증기생성률 (무차원), 계산된 값이 1.25보다 적은 경우 1.25로 한다.
P_v : 46.1℃에서 포화증기압 (MPa, 절대압력)
$P_{p/v}$: 46.1℃에서 화물탱크 PV 밸브의 설정압력 (MPa, 절대압력)
ρ_{va} : 46.1℃에서 화물증기-공기 혼합기체의 밀도 ($\mathrm{kg/m^3}$)
SG_v : 화물증기의 비중 (무차원)
V_v : 46.1℃에서 화물증기의 부피비율 (무차원)
V_a : 46.1℃에서 공기의 부피비율 (무차원)

(3) PV밸브의 용량시험을 공기로 한 경우 화물증기에 대한 용량으로 수정하기 위해 다음 식을 사용하여야한다.

$$Q_A = Q_L \cdot VGR \cdot C \quad (\mathrm{m^3/h})$$

$$C = \sqrt{\frac{\rho_{va}}{\rho_a}}$$

Q_A : 요구되는 공기의 유량(용적기준) ($\mathrm{m^3/h}$)
Q_L : 화물이송률(용적기준) ($\mathrm{m^3/h}$)
C : 비중 보정계수 (무차원)
ρ_{va} : 46.1℃에서 화물증기-공기 혼합기체의 밀도 ($\mathrm{kg/m^3}$)
ρ_a : 46.1℃에서 공기의 밀도 ($\mathrm{kg/m^3}$)

2. 화물탱크는 204.에서 요구하는 넘침경보의 설정값 이하로 적재되어야 한다.
3. 탱커가 화물증기배출제어장치에 연결되어 있는 동안에는 측심 또는 시료채취를 위해 화물탱크를 대기로 개방하여서는 안 된다. 다만, 다음을 모두 만족하는 경우, 대기로 개방하는 것을 허용할 수 있다.
   (1) 탱크는 화물적재를 중지한 상태이어야 한다.
   (2) 탱크는 적재가 진행 중인 다른 탱크로부터 격리되어야 한다.
   (3) 화물탱크의 화물증기구역의 압력감소 및 정전기 방지를 위한 예방조치를 취해야 한다.
4. 불활성가스장치가 설치된 탱커의 경우, 화물증기이송 중에는 201.의 5항에서 요구하는 격리밸브를 폐쇄상태로 유지하여야 한다.
5. 적재하고자하는 탱크의 넘침경보장치에 204.의 1항 (7)호에서 요구하는 경보회로 및 센서의 상태를 감시하는 자기감시기능이 없는 경우, 화물 이송작업을 시작하기 전에 넘침경보장치를 탱크 측에서 시험하여야 한다.

207. 화물증기 배출제어장치의 취급설명서

1. 화물증기 배출제어장치의 작업원리 및 절차를 설명하는 취급설명서를 작성하여 선내에 비치하여야 한다.
2. 취급설명서는 다음의 내용을 포함하여야 한다.
   (1) 화물증기수집관장치의 관계통도
   (2) 최대 허용 화물이송률
   (3) 다양한 화물이송률에서 화물증기 수집장치 내부의 최대 압력강하
   (4) PV밸브의 설정값
   (5) 화물이송전의 준비절차(pre-transfer procedure)
   (6) 화물증기수집 작업 중에 장치의 고장 발생 시의 대응절차

제 3 절 VEC2 부호 요건

301. 일반사항

1. 2절의 요건에 추가하여 302. 및 303.을 만족하여야 한다.

302. 고액면경보장치 *(2020)*

1. 각 화물탱크는 다음을 만족하는 고액면경보장치를 설치하여야 한다.
   (1) 화물탱크의 넘침경보장치와는 독립적이어야 한다.
   (2) 화물제어장소 내에 설치된 고액면경보장치는 흰색바탕에 검은색 글자로 각각 "HIGH LEVEL ALARM"을 50 mm의 크기로 표시하여야 한다.
   (3) 고액면경보는 탱크용량의 95 %이상으로 설정하여야 하고, 넘침경보 전에 작동하여야 한다.
   (4) 선박내의 작업자에게 가시가청의 탱크 고액면경보를 제공하여야 한다,
   (5) 경보장치의 동력상실 또는 화물액면 감지기의 전기회로 고장 시에 경보를 발하여야 한다.
   (6) 각 탱크로의 화물이송 전에 적절한 운전을 위하여 탱크에서 점검하는 것이 가능하거나 경보회로 및 센서의 상태를 감시하는 자기감시기능이 있어야 한다.

303. 과압 및 부압 방지장치

1. 압력밸브의 설정값은 7 kPa 이상이어야 한다.
2. 진공밸브의 설정값은 대기압 보다 3.5 kPa 이상 낮은 압력이어야 한다.
3. PV밸브의 도출용량은 API 2000의 1.5.1.3항에 따라 시험되어야 한다.
4. PV밸브의 양호한 작동 및 개방상태로 유지되지 않는 지를 점검할 수 있는 수단을 갖추어야 한다.
5. 205.의 4항 대신에 화물증기 수집주관에 다음을 만족하는 압력감지장치를 설치하여야 한다.
   (1) 화물제어장소에 압력지시기를 갖추어야 한다.
   (2) 다음을 만족하는 저압 및 고압경보를 갖추어야 한다.
      (가) 화물제어장소에 가시가청의 경보를 발하여야 한다.
      (나) 화물탱크 벤트장치용 도출밸브의 가장 낮은 설정압력의 90 % 이하 압력에서 고압경보를 발하여야 한다.

(다) 불활성화 된 탱커에 대하여는 1 kPa 이상의 압력에서 경보를 발하는 저압경보가 있어야 하고, 불활성화 되지 않은 탱커에 대하여는 화물탱크 벤트장치의 최저 진공도출밸브 설정값 이상의 압력에서 경보를 발하는 저압경보가 있어야 한다.

제 4 절 VECL 부호 요건

401. 일반사항

1. 이 절의 요건은 육상설비와 다른 선박사이의 화물운송에 종사하는 선박(이하, 지원선이라 한다.)에 적용한다.
2. 3절의 요건에 추가하여 402.을 만족하여야 한다.

402. 설계 및 장치

1. 화물을 배출하고 선박 및 화물을 받는 선박의 화물탱크가 불활성화 되는 경우, 지원선은 다음을 만족하여야 한다.
   (1) 화물증기를 이송하기 전에 화물증기 이송호스를 불활성화하는 장치를 갖추어야 한다.
   (2) 선박의 화물증기 연결구의 3 m 이내에 센서 또는 시료채취구가 설치된 산소분석기 갖추어야 한다. 산소분석기는 다음을 만족하여야 한다.
      (가) 산소농도가 용적의 8 % 초과 시 지원선의 화물제어장소에 가시가청의 경보를 발하여야 한다.
      (나) 지원선의 화물제어장소에 산소농도지시기를 갖추어야 한다.
      (다) 산소분석기의 검교정 및 시험을 위하여 시험용 가스를 주입할 수 있는 연결구를 갖추어야 한다.
2. 화물을 배출하는 선박의 화물탱크가 불활성화 되지 않은 경우, 지원선의 화물증기 수집관 연결구의 3 m 이내에 승인된 데토네이션 플레임어레스터(detonation flame arrester)를 설치하여야 한다.
3. 지원선의 화물증기연결구와 탱커선의 화물증기연결구 사이에는 절연된 플랜지 또는 비전도성 호스를 갖추어야 한다.

제 5 절 검사

501. 일반사항

1. **검사의 종류**
   우리 선급에 등록된 또는 등록을 받고자 하는 화물증기 배출제어장치는 다음의 검사를 받아야 한다.
   (1) 등록을 위한 검사(이하, 등록검사라 한다.)
   (2) 등록을 계속적으로 유지하기 위한 검사(이하, 등록유지검사라 한다)의 종류는 다음과 같다.
      (가) 연차검사
      (나) 정기검사
      (다) 임시검사
2. **검사의 시기**
   (1) 등록검사는 선주 또는 선박검사 신청자로부터 등록신청이 있을 경우 실시한다.
   (2) 등록유지검사는 선박의 정기적 검사와 동일하게 실시한다.

502. 등록검사

1. **제출도면 및 자료**
   등록검사를 받으려 하는 화물증기 배출제어장치에 대하여는 공사 착수 전에 다음 도면 및 자료를 제출하여 승인을 받아야 한다.
   (1) 화물증기 관장치도
   (2) 화물액면계측장치, 넘침방지장치, 압력제어장치 및 산소농도지시기(설치된 경우)관련 계통도 및 상세구조도
   (3) 최대 허용 화물이송률 및 PV밸브 용량 관련 계산서
   (4) 넘침경보 설정값의 계산서
   (5) 207.에 따른 화물증기 배출제어장치의 취급설명서

2. 시험 및 검사

화물증기 배출제어장치는 **5편 6장** 및 **7편 6장**의 해당 요건에 따라 시험 및 검사하여야 한다.

503. 등록유지검사

1. 연차검사

(1) VEC1 및 VEC2를 부여받은 선박에 대하여는 다음 사항을 검사한다.

(가) 모든 화물증기관창치의 외관을 검사한다.

(나) 화물증기 매니폴드에 설치된 격리밸브의 작동이 양호한지 확인한다.

(다) 화물증기 연결플랜지의 스터드의 상태를 확인한다.

(라) 화물증기를 이송하는데 사용되는 호스가 **202.**의 **4**항에 적합한지를 확인한다.

(마) 불활성가스 배관장치가 화물증기 수집장치에 사용되는 경우, 불활성가스 주격리밸브의 작동이 양호한지 확인한다.

(바) 화물증기 수집장치와 연결된 각 탱크의 밀폐형 액면계측장치의 작동이 양호한지 확인한다.

(사) 화물탱크의 압력진공밸브 및 플레임스크린을 검사한다.

(아) 다음 장치의 작동이 양호한지 확인한다.

(a) 화물증기 수집주관의 고압경보장치

(b) 화물증기 수집주관의 저압경보장치

(c) 화물탱크의 넘침경보장치

(d) 화물탱크의 고액면 경보장치(VEC1 부호에는 해당안됨)

(e) 동력상실 경보장치

(f) 자동차단장치(설치된 경우)

(자) 정비 및 작동기록부를 검토하여 장치의 정비와 작동이 적절한 지를 확인한다.

(2) VECL을 부여받은 선박에 대하여는 (1)호에 추가하여 다음 사항을 검사한다.

(가) 데토네이션 플레임어레스터(detonation flame arrester)(설치된 경우)를 검사한다.

(나) 화물증기 매니폴드 연결부에 절연장치가 설치되었는지 확인한다.

(다) 시료가스를 사용하여 산소분석기의 정확성을 확인한다.

(라) 화물증기의 유량을 증가시키는데 사용되는 장치(압축기 또는 송풍기)에 대한 일반적인 검사를 한다.

2. 정기검사

(1) VEC1 및 VEC2를 부여받은 선박에 대하여는 **503.**의 **1**항 (1)호에서 요구하는 연차검사에 추가하여 다음 사항을 검사한다.

(가) 화물증기 배출제어장치의 모든 밸브를 검사한다.

(나) 밀폐식 측심장치를 검사한다.

(다) 독립식 화물탱크 넘침경보를 검사한다.

(라) 화물증기 수집장치에 사용되는 호스의 전기적 연속성 또는 비전도성을 시험한다.

(마) 불활성가스 관장치가 화물증기 수집장치에 사용되는 경우, 갑판 수밀봉의 검사한다.

(2) VECL을 부여받은 선박에 대하여는 **503.**의 **1**항 (2)호에서 요구하는 연차검사 및 (1)호에서 요구하는 사항을 검사한다. ⚓

제 10 장 평형수관리

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장은 우리 선급에 등록하고자하는 선박 또는 등록된 선박으로서, **평형수 및 침전물의 통제 및 관리를 위한 국제협약**(이하 협약이라 한다.)에 따라 선박에 설치된 평형수관리설비에 대하여 적용한다.
2. 이 장에서 인용하는 "지침(Guideline)"이라 함은 협약에서 사용하는 지침(Guideline)을 말한다.

102. 용어의 정의

이 장은 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

1. **평형수관리**(ballast water management)라 함은 평형수와 침전물 내에 포함된 유해한 수중 생물체에 대하여 평형수의 처리 또는 교환으로 그 유입 및 배출을 방지하는 절차로서 여러 가지 방법의 어느 하나 또는 이들을 복합적으로 행하는 것을 말한다.
2. **평형수관리계획**(ballast water management plan)이라 함은 평형수 및 침전물 내에 포함된 유해한 수중 생물체의 이동을 최소화하기 위하여 선내 평형수를 취급 또는 처리하기 위한 계획서를 말한다.
3. **협약**(convention)이라 함은 평형수 및 침전물의 통제 및 관리를 위한 국제협약을 말한다.
4. **평형수교환**(ballast water exchange)이라 함은 다음에서 정의하는 방법 또는 기구에서 권고하거나 요구하는 기타 교환방법을 사용하여 평형수탱크의 평형수를 교환하는 과정을 말한다.
   (1) **배출후주입방식**(sequential method)이라 함은 먼저 평형수탱크 또는 화물창 용적의 95 % 이상을 비우고 난 다음 새로운 평형수로 다시 채우는 방법을 말한다.
   (2) **넘침흐름방식**(flow-through method)이라 함은 평형수탱크 또는 화물창에 교체되는 평형수를 주입하면서 넘침장치 또는 기타 장치를 통하여 물을 넘치게 하는 방법을 말한다. 각 평형수탱크 용적의 3배 이상의 물을 평형수탱크에 주입하여야 한다.
   (3) **희석방식**(dilution method)이라 함은 평형수탱크 또는 화물창 상부로 교체되는 평형수를 주입함과 동시에 하부로 동일한 유량으로 평형수를 배출하면서 탱크 또는 화물창의 수위를 일정하게 유지하는 방법을 말한다. 각 평형수탱크 용적의 3배 이상의 물을 평형수탱크에 주입하여야 한다.
5. **평형수처리장치**(ballast water management system)라 함은 협약의 D-2규칙의 평형수 배출 성능기준에 부합하거나 그 이상으로 평형수를 처리하는 모든 장치를 말한다. 평형수처리장치는 평형수처리장비, 관련된 모든 제어장치, 감시장치 및 시료채취설비를 포함한다. 평형수처리장치 형식의 분류는 **표 9.10.1**과 같으며, 형식에 따른 요구사항의 적용항목은 **표 9.10.2**를 따른다. *(2022)*
6. **평형수처리장비**(ballast water treatment equipment)라 함은 평형수 및 침전물 내의 유해수중생물이나 병원균의 배출 혹은 주입을 막거나, 무해하게 만들거나, 제거하기 위해 단독 또는 복합적으로 기계, 물리, 화학 및 생물학적으로 처리하는 장비를 말한다. 평형수처리장비는 항해 중 평형수를 주입하거나 배출시에 작동되고, 주입과 배출 두 경우 모두에서 작동 될 수도 있다.
7. **평형수처리장치실**(ballast water management room)이라 함은 평형수처리장치에 속하는 장비를 포함하는 구역이다. 평형수처리장치용 원격 제어 장치가 포함된 구역 또는 평형수처리장치용 액체 또는 고체 화학물질을 저장하는 전용구역은 이 규칙의 목적상 평형수처리장치실로 간주하지 않는다.
8. **기구**(organization)라 함은 국제해사기구(IMO)를 말한다.
9. **탱커**라 함은 **규칙 8편 1장 103.**의 **48**항에서 정의된 탱커를 말한다.

103. 선급부호

이 장의 요건에 적합한 선박은 다음의 부호를 하나 또는 이들의 조합으로 부여할 수 있다.

1. BWE : 평형수 관리를 위하여 **2절**의 요건에 따라 평형수를 교환하는 장치를 설치한 선박
2. BWT : 평형수 관리를 위하여 **3절**의 요건에 따라 평형수를 처리하는 장비를 설치한 선박

표 9.10.1 평형수처리장치의 형식(Category) *(2022)*

평형수처리장치의 형식[3] → (부록 9-3의 그림 참조)		1	2	3a	3b	3c	4	5	6	7a	7b	8
특징↓		관내 UV 또는 UV + 산화기술 또는 UV + 이산화티타늄 또는 UV + 플라즈마	관내 침전	관내 투과 및 탈산소화(N2 발생기에서 생성된 N2 주입)	관내 탈산소화 (불활성 가스 발생기에서 생성된 불활성 가스 주입)	불활성 가스 발생기를 사용한 탱크 내 탈산소화	관내 전체 유량 전기분해	관내 전해수 주입 방식 (2)	관내 화학물질 주입	기/액 분리 탱크 및 배출 처리 탱크가 없는 라인 내 오존 주입	기/액 분리 탱크 및 배출 처리 탱크가 있는 라인 내 오존 주입	N2 발생기를 사용한 탱크 내 저온 살균 및 탈산소화
평형수 주입시 처리	활성 물질 사용		X			평형수 주입/배출시 별도의 처리 필요 없음	X	X	X	X	X	평형수 주입/배출시 별도의 처리 필요 없음
	모든 평형수가 평형수처리장치 통과	X	X	X	X		X				X	
	일부 평형수가 평형수처리장치를 통과하여 활성물질 생성							X				
평형수 배출시 처리	모든 평형수가 평형수처리장치 통과	X									X	
	중화제 투입						X	X	X	X	X	
	주관청의 형식승인증서가 요구되지 않음		X	X								
제 3절 301. 2. (2)에 명시된 위험가스의 예			(1)	O_2 N_2	CO_2 CO		H_2Cl_2	H_2Cl_2	(1)	O_2 O_3 N_2		O_2 N_2

비고:
(1) G9 지침에 따를 기본 및 최종 승인을 위한 IMO (GESAMP) MEPC 보고서의 결과를 기반으로 사례별로 조사되어야 한다.
(2) 탱크 내 순환모드에서 적용 가능함 (평형수 주입/배출시 별도의 처리는 필요 없음)
(3) 평형수처리장치 기술의 추가 개발을 고려하여 위의 형식 1~8과 동일한 방법으로 특성을 식별하여 형식이 추가될 수 있다.

표 9.10.2 평형수처리장치의 형식에 따라 요구되는 적용항목 *(2022)*

평형수처리장치의 형식 → (부록 9-3의 그림 참조) 요건↓	1 관내 UV 또는 UV + 산화기술 또는 UV + 이산화티타늄 또는 UV + 플라즈마	2 관내 침전	3a 관내 투과 및 탈산소화(N2 발생기에서 생성된 N2 주입)	3b 관내 탈산소화 (불활성 가스 발생기에서 생성된 불활성가스 주입)	3c 불활성 가스 발생기를 사용한 탱크 내 탈산소화	4 관내 전체 유량 전기분해	5 관내 전해수 주입 방식	6 관내 화학물질 주입	7a 기/액 분리 탱크 및 배출 처리 탱크가 없는 라인 내 오존 주입	7b 기/액 분리 탱크 및 배출 처리 탱크가 있는 라인 내 오존 주입	8 N2 발생기를 사용한 탱크 내 저온 살균 및 탈산소화
301. 1 및 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
302. 1 및 2 (1) (2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
302. 2 (3) (4) 및 3 (6) (7)			X	X	X						X
302. 3 (1)부터 (5)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
302. 4 (1)			X	X	X						X
302. 4 (2)				X						X	
302. 4 (3)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
303. 1 (1) (A)				X	X				X	X	
303. 1 (1) (B)						X	X	X			
303. 1 (2)	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
303. 1 (3)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
303. 1 (4) (5)	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
304. 1 (1)		X	X			X	X	X	X	X	X
304. 1 (2)			X	X	X				X	X	X
304. 1 (3)									X	X	
304. 1 (4)						X	X	X	X	X	
304. 1 (5)						X	X	X			
304. 1 (6)			X	X	X				X	X	X
304. 2 (1) to (4)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
304. 2 (5)			X			X	X	X	X	X	X
304. 2 (6)			X						X	X	X
304. 2 (7)			X			X	X	X	X	X	X
304. 3		X				X	X	X	X	X	
304. 4						X	X	X	X	X	

제 2 절 평형수교환장치

201. 일반사항

1. 적용

(1) 이 절은 평형수 관리 방법으로서 해상에서 평형수교환을 채택한 선박에 적용한다.
(2) 평형수교환장치는 협약의 평형수 교환기준(D-1)에 적합하여야 한다.
(3) 이 절에 따라 평형수교환장치가 설치된 선박에 대하여는 추가설비부호로서 BWE를 부여한다.
(4) 이 절의 요건에 추가하여 **5편 6장 4절**의 관련 요건에 만족하여야 한다.

202. 평형수교환장치

1. 밸브 배치

(1) 평형수 운송을 위한 모든 평형수탱크 및 화물창에 연결된 평형수관장치는 평형수 주입 및 배출을 위한 차단밸브를 설치하여야 한다.
(2) (1)호의 차단밸브는 평형수의 주입, 배출 또는 교환 작업을 실시하고 있는 경우를 제외하고는 항상 폐쇄상태를 유지하여야 한다.

2. 평형수교환을 위한 시체스트 및 선측 개구

평형수 흡입구 및 배출구의 상대적인 위치는 배출되는 물에 의해 교환되는 평형수가 오염되지 않도록 가능한 멀리 떨어져 위치하여야 한다.

3. 장치의 배치

(1) 평형수교환장치는 최소한의 조작절차로 평형수교환작업을 할 수 있도록 설계하여야 한다.
(2) 평형수탱크의 내부배치 및 평형수배관 입구 및 출구의 배치는 **지침 G12, 선박에서 침전물 관리를 위한 설계 및 구조기준에 관한 지침**(IMO Res. MEPC.150(55))을 참고하여 평형수를 완전히 교환하고 침전물을 제거할 수 있도록 배치하여야 한다.
(3) 평형수교환작업에 지장을 주지 않고 해수흡입관의 여과기를 청소할 수 있도록 설계하여야 한다.

4. 평형수교환방법에 따른 특별 규정

(1) 배출후주입방식
(가) 각 평형수펌프의 용량은 승인된 평형수 관리계획서에 따라 가장 큰 전용 평형수탱크 또는 동시에 평형수교환이 진행되는 탱크들의 합계 중에서 더 큰 쪽을 교환할 수 있는 평형수를 공급할 수 있어야 한다.
(나) 평형수용으로 사용되는 화물창의 평형수교환에는 (가)의 경우보다 더 많은 시간이 요구될 수 있으며, 통상 한 대의 펌프로 24시간 내에 평형수교환을 완료하여야 한다.
(2) 넘침흐름방식
(가) 탱크 또는 화물창에 설계압력을 초과하는 압력이 걸리지 않도록 평형수 배출장치를 설계하여야 한다.
(3) 희석방식
(가) 평형수교환장치는 자동으로 탱크 내의 평형수 수위를 일정하게 유지할 수 있어야 한다. 이들 장치는 밸브 또는 제어장치의 오작동 시에 작동 중인 모든 평형수펌프를 수동으로 비상 정지할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.
(나) 평형수를 교환하는 동안 선박의 안전을 위하여 탱크 내의 수위를 일정하게 유지하는 것이 필수적인 경우에는 고수위 및 저수위 경보를 설치하여야 한다.

203. 검사

1. 일반사항

(1) 검사의 종류
우리 선급에 등록을 한 또는 등록을 받고자 하는 평형수교환장치는 다음의 검사를 받아야 한다.
(가) 등록을 위한 검사(이하, 등록검사라 한다.)
(나) 등록을 계속적으로 유지하기 위한 검사(이하, 등록유지검사라 한다). 등록유지검사의 종류는 다음과 같다.
(a) 연차검사
(b) 정기검사
(c) 임시검사
(2) 검사의 시기
(가) 등록검사는 선주 또는 선박검사 신청자로부터 등록신청이 있을 경우 실시한다.

(나) 등록유지검사는 선급의 정기적 검사와 동일하게 실시한다.

2. 등록검사

(1) 제출도면 및 자료

제조중등록검사를 받으려 하는 평형수교환장치에 대하여는 공사 착수 전에 다음과 같은 도면 및 자료를 제출하여 승인을 받아야 한다.

(가) 평형수탱크 및 평형수펌프의 배치도

(나) 평형수탱크 및 평형수펌프의 용량

(다) 넘침장치, 벤트장치, 밸브, 밸브제어, 평형수탱크 측심장치를 포함하는 평형수관계통도

(라) 평형수탱크의 과압 또는 부압을 방지하기 위한 벤트 및 넘침장치의 적절함을 증명하는 계산서

(마) 평형수 및 침전물의 시료채취구 배치도

(바) 평형수관리계획서

(사) 종경사 및 복원성 책자, 적하지침서

(2) 시험 및 검사

평형수교환장치의 관장치 및 제어설비는 **5편** 및 **6편**의 해당 요건에 따라 시험하여야 한다.

3. 등록유지검사

(1) 연차검사

(가) 제어장치 및 관장치에 대하여 일반적인 외관을 검사한다.

(나) 평형수관리계획서 및 평형수기록부를 검토한다.

(다) 경보 및 안전장치의 작동상태를 확인한다.

(2) 정기검사

(가) (1)호에서 요구하는 연차검사 사항을 검사한다.

(나) 밸브, 펌프, 제어반, 벤트, 공기관 및 각종 센서 등의 구성품 상태를 검사한다.

제 3 절 평형수처리장치

301. 일반사항

1. 적용

(1) 이 절은 평형수관리 방법으로서 평형수처리장치를 설치하는 선박에 적용한다.

(2) 평형수처리장치는 평형수 협약의 평형수 배출 성능기준(D-2)에 적합하여야 한다.

(3) 평형수처리장치는 다음에 따라 우리 선급 및 기국의 형식승인을 받아야 한다. *(2021)*

(가) 2020년 10월 28일 이후 설치된* 평형수처리장치: IMO의 **Res. MEPC.300(72)** (BWMS Code) 또는 **Res. MEPC.279(70)** (2016 G8 지침)

(나) 2020년 10월 28일 전에 설치된* 평형수처리장치: IMO의 **Res. MEPC.300(72)** (BWMS Code), **Res. MEPC.279(70)** (2016 G8 지침) 또는 **Res. MEPC.174(58)**(G8 지침)

(다) (가)호와 (나)호에서 '설치된'이란 평형수처리장치를 본선에 인도하기로 한 계약상 일자를 말한다. 계약상 일자가 없는 경우, 평형수처리장치를 본선에 실제 인도한 일자를 말한다. 또한 국제평형수관리증서(International Ballast Water Management Certificate)에는 평형수처리장치의 설치와 관련하여 앞서 설명한 설치일과 그 이후 시운전한 일자, 두 일자가 존재할 수 있다.

(4) 이 절에 따라 평형수처리장치가 설치된 선박에 대하여는 추가설비부호로서 BWT를 부여한다.

(5) 평형수처리장치의 **형식승인은 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 35절**에 따른다.

2. 용어의 정의

(1) **위험구역(hazardous area)**이라 함은 IEC60092-502:1999에 명시되어 있고, 장비의 제조, 설치 및 사용에 특별한 주의가 요구될 정도로 많은 양의 폭발성 가스분위기가 존재하거나 존재할 수 있는 구역을 말하며 위험구역의 분류는 **6편 1장 101.**의 4항 (1)호에 따른다. 가스분위기가 존재할 때 독성, 질식성, 부식성, 반응성의 위험 또한 존재할 수도 있다. *(2022)*

(2) **위험가스(dangerous gas)**라 함은 가연성, 폭발성, 독성, 질식, 부식성 또는 반응성으로 인해 선원 및/또는 선박에 위험한 환경을 조성할 수 있고, 위험에 대한 적절한 고려가 필요한 모든 가스를 의미한다. 수소(H_2), 탄화수소가스, 산소(O_2), 이산화탄소(CO_2), 일산화탄소(CO), 오존(O_3), 염소(Cl_2), 이산화염소(ClO_2) 등이 해당된다. *(2022)*

(3) **위험액체**(dangerous liquid)라 함은 물질안전보건자료 또는 이 액체와 관련된 기타 문서에서 위험하다고 식별된 액체를 말한다.
(4) **비위험구역**(Non-hazardous area)이라 함은 (1)에서 정의한 위험구역이 아닌 구역을 의미한다. *(2022)*
(5) **화물지역**(Cargo area)이라 함은 다음과 같다.
(가) 유조선의 경우, **7편 1장 103.**의 6항
(나) 케미컬탱커의 경우, **7편 6장 106.**의 6항
(다) 액화가스 산적운반선의 경우, **7편 5장 105.**의 6항
(라) 해양작업지원선의 경우, IMO Res. A.673(16)의 1.3.1 또는 IMO Res. A.1122(30)의 1.2.7

302. 평형수처리장치

1. 일반사항

(1) 평형수처리장치는 형식승인증서에 명시된 조건에 따르고, 정격 처리 용량으로 운전되어야 한다. 이를 위해서 선박의 평형수 펌프의 용량은 제한될 수 있다. 평형수처리장치의 바이패스 또는 오버라이드는 형식승인에 의해 승인된 운영 유지 관리 및 안전 매뉴얼과 일치되어야 한다. 평형수 펌프의 최대 용량이 형식승인증서에 명시된 평형수처리장치의 정격 처리 용량을 초과하는 경우, 평형수관리계획서에서 평형수처리장치의 정격 처리 용량을 초과하지 않는 평형수 펌프의 최대 허용 유량을 제한하여야 한다. *(2022)*
(2) 평형수펌프의 용량이 평형수처리장치의 처리용량을 초과하는 경우, 유량제어장치가 설치되어야 하고 유량제어장치의 운전에 대한 안내를 평형수관리계획서에 명시하여야 한다.
(3) 평형수처리장치는 규칙을 만족하는지 확인하기 위해 우리 선급에 설계 검토를 받아야 한다. 제조자는 형식 승인시 설계 검토를 신청할 수 있다. 일반적으로 평형수처리장치의 정보수집/관리 기능은 **6편 2장 표 2.2.2**에 따라 시스템 분류 I에 포함한다. 그러나 바이패스 밸브가 밸브 원격 제어 시스템에 통합된 경우, 분류 II에 속하는 평형수 이송 원격 제어 시스템에 포함된다. 평형수처리장치의 구성 요소는 **5편** 및 **6편**에서 요구되는 압력용기, 1급관 또는 2급관, 필터, 배전반(switchboard) 등을 포함하여 제조자가 우리 선급의 시험 및 검사를 받아야 한다. *(2022)*
(4) 이 장의 규정에 추가하여, **5편 6장 4절**의 규정을 만족하여야 한다. *(2022)*

2. 관장치

(1) 관장치의 재료 및 설계는 **5편 6장 1절**에 따른다.
(2) 평형수처리장치는 평형수관리계획서에 명시된 최대용량으로 가장 멀리 떨어진 평형수탱크까지 이송할 수 있도록 배치되어야 한다.
(3) 높이 차이, 불활성 가스 또는 질소 주입으로 인해 평형수관 또는 평형수탱크에 진공 또는 과압이 발생할 수 있는 경우, PV밸브, P/V차단기, 브리더 밸브, 안전밸브, 또는 고압/저압 경보와 같은 적절한 보호장치가 제공되어야 한다. 보호장치의 압력 및 진공 설정은 평형수관 (형식 3a 및 3b), 평형수처리장치 (형식 3a, 3b 및 3c)의 설계압력을 초과할 수 없다. *(2022)*
(4) 평형수처리장치 (형식 3a, 3b 및 3c)는 불활성 가스 설비 및 평형수탱크에 설치된 보호장치에서 배출되는 불활성 가스 또는 질소 생성물을 개방갑판의 안전한 장소로 배출하여야 한다. *(2022)* **【지침 참조】**

3. 전기설비 및 제어시스템

(1) 이 항에 규정되지 않은 사항에 대하여는 **6편**을 따른다.
(2) 위험구역 내의 전기설비의 배치는 **6편 1장 9절**에 따른다.
(3) 평형수처리장치의 기기측에는 다음을 확인할 수 있는 지시기를 설치하여야 한다.
(가) 평형수펌프의 작동상태
(나) 평형수처리장치의 작동상태
(다) 원격제어밸브가 설치된 경우, 밸브의 개폐상태
(4) 평형수처리장치와 연결된 모든 필수적인 선박 시스템을 효과적으로 분리하기 위해 바이패스 또는 오버라이드 장치가 설치되어야 한다. 신조 설치 또는 현존선 개조의 경우, 선박평형수관리계획서에 명시된 평형수 주입 및 배출시의 정상 작동 조건에서 선박에 설치된 발전 설비 용량의 적절성은 전력조사표에 의해 입증되어야 한다. 단, 필수용도가 아닌 부하의 우선차단을 전력조사표에 반영할 수 있다. *(2022)*
(5) 전기 및 전자 부품은 해당 위험구역에서 사용할 수 있는 인증된 안전 유형이 아닌 한 해당 지역에 설치해서는 안된다. 갑판과 격벽 사이의 압력차가 유지되어야 하는 경우에는 케이블 관통부가 밀봉되어야 한다. *(2022)*
(6) 평형수탱크가 위험 구역으로 분류되는 경우 보호장치의 출구에서부터 위험 구역의 연장이 고려되어야 한다. 즉, IEC 60092-502:1999 §4.2.2.9를 참조하여 개방 갑판의 반폐위구역, 보호장치의 출구로부터 1.5m 이내는 위험

구역 1로 분류되며, IEC 60092-502:1999 §4.2.3.1을 참조하여 위험 구역 1을 둘러싼 추가의 1.5m는 위험 구역 2로 분류된다. 앵커 윈들러스 또는 체인 로커로의 개구와 같은 점화원은 위험 구역 외부에 위치해야 한다. *(2022)*

(7) IEC 60092-502:1999에서 다루는 물질이 평형수처리장치 작동 중에 생성되거나 선내에 저장되는 경우, 다음 표준 요구 사항을 따라야 한다. *(2022)*

- 위험 구역 및 허용 가능한 전기 설비의 정의
- 환기 시스템 설계

4. **불활성 가스 시스템** *(2022)*

(1) 탈산소화 평형수처리장치(형식 3a, 3b, 3c 및 8)의 불활성가스시스템은 다음 요구사항에 따라 설계되어야 한다.

(가) **8편 부록 8-5**의 요구사항 :

(a) **1** (2) (3)

(b) **2** (6) (7) (8)(가~다)(바) (11)(가)~(마)(단, (마)(a)(iii) 및 (c) 제외)

(c) **3** (1)(나) (2) (4)(나) (5)~(7)(단, (7)(나)(a) 제외)

(d) **4** (5) (8) (9)

(e) 평형수 처리장치(형식 8) 탈산소 탱크 내의 불활성 가스 시스템이 설치된 경우, **2** (9) (10)(단, (10)(바)(사)(차) 제외)

(나) 일반적으로 **8편 부록 8-5**의 요건을 불활성가스 기반 평형수처리장치에 적용할 때 다음의 사항을 고려해야 한다.

(a) "화물탱크" 및 "화물관"은 해당되는 경우 "평형수탱크" 또는 "평형수관"으로 대체한다.

(b) "화물 제어실"이라는 용어는 해당되는 경우 "평형수처리장치 제어실"로 대체한다.

(c) 복합운반선의 슬롭탱크에 대한 요건은 적용되지 않는다.

(d) **8편 부록 8-5**의 **2** (11) (마) (a) (i)를 적용할 때 산소 허용량은 제조자가 정하는 바에 따르며, 반드시 5%의 산소 농도가 적용되지는 않는다.

(다) 추가적으로 다음의 요구사항에 따라야 한다.

(a) 도식적 형태의 계획은 평가를 위해 제출되어야 하며 다음을 포함하여야 한다.

(i) 모든 제어 및 모니터링 장치를 포함한 불활성가스 발생장치의 세부 사항 및 배치

(ii) 불활성 가스의 이송을 위한 배관 시스템의 배치.

(b) 이후의 검사는 우리 선급이 요구하는 간격으로 실시하여야 한다.

(c) **8편 부록 8-5**의 아래의 요건을 만족하여야 한다.

(i) **4** (3) (4) (10) (11)

(ii) **5** (4) (5) (6) (단, **5항** (6)호를 적용함에 있어서 "화물탱크" 및 "화물관"은 각각 "평형수탱크" 및 "평형수관"으로 대체한다. 탈산소화 평형수처리장치(형식 3a, 3b, 3c 및 8)의 경우, (가) 및 (나)의 요건을 우선 적용한다.)

(2) 캐비테이션이 평형수처리장치의 처리 과정(예 : 수직형의 평형수 이송 라인과 함께 작동하는 압력 진공 반응기 사용), 평형수처리장치의 처리 과정의 일부(예: 형식 7b의 "스마트 파이프" 또는 "특수 파이프" 또는 형식 3b의 "벤츄리 파이프" 사용) 또는 기타의 방법으로 활용되는 경우, 캐비테이션이 발생하는 배관의 설계 및 두께, 재료 등급, 내부 코팅 또는 표면 처리가 특별히 고려되어야 한다.

(3) 안전상의 이유로 평형수처리장치의 자동 긴급정지(automatic shutdown)가 필요한 경우, 평형수처리장치의 제어 시스템과는 독립적인 안전 시스템에 의해 작동되어야 한다.

303. 탱커의 추가요건 *(2022)*

1. 탱커에 대하여는 다음의 요건을 적용하여야 한다.

(1) 위험구역의 분류는 IACS UI SC274를 충분히 고려하여, IEC 60092-502:1999에 따른다.

(가) 오존 발생기를 사용하는 평형수처리장치(형식 7a 및 7b) 및 기름이나 가스를 연소시키는 불활성 가스 발생장치 또는 주/보조 보일러의 처리된 배기가스를 사용하는 탈산소 평형수처리장치(형식 3b 및 3c)는 **8편 부록 8-5 3항** (1) (나)에 따라 화물구역 외부에 위치하여야 한다. **【지침 참조】**

(나) 관 내 전체유량 전기분해(형식 4), 관 내 전해수 주입(형식 5) 및 관 내 화학물질 주입(형식 6)의 평형수처리장치는 **302.**의 **3**항 (5)호의 요건을 충분히 고려하여 위험 구역 내부에 위치할 수 있다. 다만, 제조자가 평형수처리장치에서 저장되거나 방출되는 위험액체 및 위험가스로 인해 다음과 같이 예상되는 추가적인 위험이 없다는 것이 입증되지 않는 한 화물 펌프실 내부에는 위치할 수 없다. (예: H_2 발생) **【지침 참조】**

(a) 화물 펌프실의 위험 구역 등급 상향으로 이어지지 않을 것
(b) 화물 펌프실에 존재할 것으로 예상되는 화물 증기와 반응하지 않을 것
(c) 화물 펌프실 내부에 설치된 소화제와 반응하지 않을 것
(d) 화물 펌프실 내부에 제공된 기존 소방 시스템의 성능에 영향을 미치지 않을 것
(f) 적절한 대응 조치에 의해 사전에 처리되지 않았을 독성 위험과 같은 추가 위험을 화물 펌프실 내부에 없을 것

(2) 일반적으로 화물 구역 내에 위치한 평형수 탱크용 및 화물 구역 외부에 위치한 평형수 탱크용으로 2개의 독립적인 평형수처리장치가 필요하다. 단일 관 내 평형수처리장치(형식 1, 2, 3a, 3b, 4, 5, 6, 7a 및 7b)만 허용될 수 있는 특정 배치는 **표 9.10.3**에 따른다. **【지침 참조】**

(3) 화물구역 내/외부의 평형수 탱크에 사용되는 평형수관 사이의 격리는 다음 요건에 따른다.

(가) 305.에 따라 적절한 격리 수단이 제공되는 경우 화물 지역 내에 위치한 밸러스트 탱크에 사용되는 밸러스트 배관과 화물 지역 외부에 위치한 밸러스트 탱크에 사용되는 밸러스트 배관 사이의 상호 연결이 허용될 수 있다. 적절한 격리 수단의 예는 다음과 같다. **【지침 참조】**

(a) 스풀 피스를 사이에 두고 직렬로 닫히는 확실한 수단이 있는 체크 밸브 2개(305에 명시된 "분리 수단" 참조) (**그림 9.10.2(a)** 참조) **【지침 참조】**

(b) 최소 1.5m 깊이의 액체 밀봉과 직렬로 닫히는 확실한 수단이 있는 체크 밸브 2개(**그림 9.10.2(b)** 참조) **【지침 참조】**

(c) 자동 이중 차단 및 블리드 밸브 및 확실한 폐쇄 수단이 있는 체크밸브. (**그림 9.10.2(c)** 참조) **【지침 참조】**

(나) 화물구역의 개방갑판에는 (가)의 적절한 격리장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

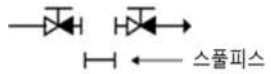


그림 9.10.2(a)

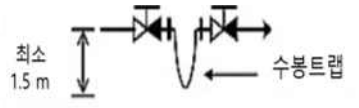


그림 9.10.2(b)

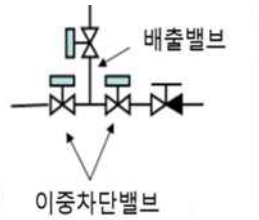


그림 9.10.2(c)

(4) 화물 지역의 탱크에 사용되는 평형수 배관 시스템에 연결되고, 모든 평형수처리장치의 BWM 협약(2004)의 G2 가이드라인에서 요구하는 평형수 샘플링 라인 또는 평형수처리장치 형식 4, 5, 6, 7a 및 7b의 폐쇄 루프 시스템에서 총 잔류 산화제(TRO) 분석의 목적을 위해 제공되는 샘플링 라인은 화물구역 외부의 비위험 폐위구역으로 이어져서는 안된다.

(5) (4)호의 요건에도 불구하고, 샘플링 라인은 다음의 요구 사항이 충족되는 경우, 화물 지역 외부의 비위험 폐위구역으로 이어질 수 있다.

(가) 시료채취설비(평형수처리장지의 감시/제어용)는 가스안전구역 내에 위치하여야 하며, 다음의 요건에 적합하여야 한다.

(a) 시료채취설비의 각 시료채취관에는 스톱 밸브를 설치해야 한다.

(b) 시료채취설비에 가스탐지장치를 설치해야 하며, 가스탐지장치가 작동하면 상기 (a)의 밸브는 자동으로 닫혀야 한다.

(c) 폭발성 가스의 농도가 가연성범위하한치(LFL) 30%를 초과하지 않는 사전 설정 값(pre-set value)에 도달할 때, 현장 및 평형수처리장치 제어장소에서 가시가청경보가 모두 작동되어야 한다. 경보가 작동되면 시료채취설비에 대한 모든 전력이 자동으로 차단되어야 한다. **【지침 참조】**

(d) 시료채취설비는 개방갑판상 비위험지역의 안전한 장소로 통풍되어야 하며, 통풍구에는 플레임어레스터(flame arrester)가 설치되어야 한다.

(나) 시료채취관의 표준내경은 최소한 시료채취장치의 기능요건을 만족 시킬 수 있어야 한다.

(다) 시료채취설비는 화물구역을 향한 격벽에 가능한 한 가깝게 설치되어야 하며, 화물구역 외부에 위치한 시료채취관은 최단 경로로 배치되어야 한다.

(라) 화물구역 외부의 폐위된 비위험구역에 위치하고 화물구역 방향의 격벽 관통부에 가까운 흡입관 및 재순환관 모두에 차단밸브를 설치하여야 한다. "측정하지 않을 때 밸브를 닫은 상태로 유지"라는 경고판을 밸브 근처에 게

시해야 한다. 또한, 역류를 방지하기 위하여 재순환관의 위험구역측에 수봉트랩 또는 이와 동등한 장치를 설치하여야 한다.

(마) 화물구역의 각 시료채취관(흡입관과 재순환관)에는 차단밸브를 설치하여야 한다.

(바) 화물지역 내의 탱크에 사용되는 평형수 관장치로부터 추출된 시료는 화물지역 외부에 위치한 탱크로 배출되어서는 안 되며, 화물지역 외부에 위치한 공간으로 공급하는 배관으로 배출되어서도 안 된다. (**그림 9.10.3** 참조)

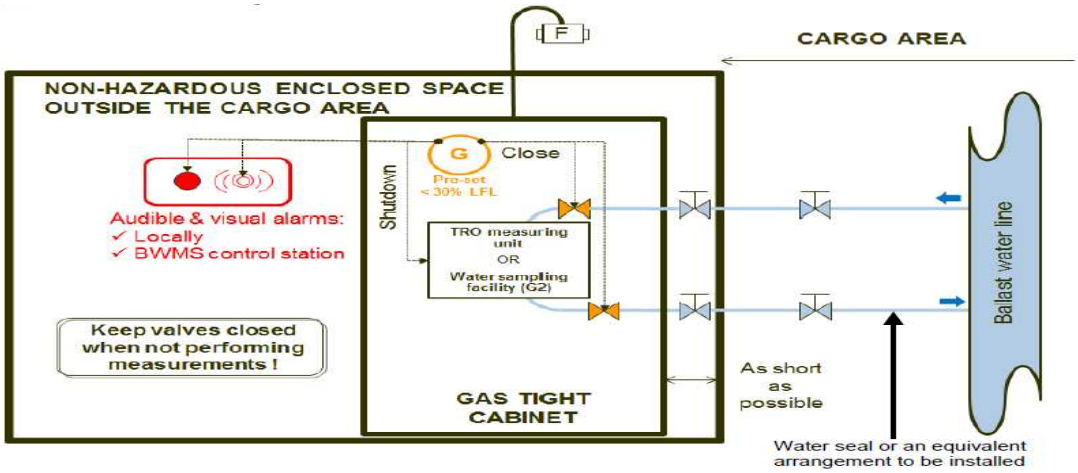


그림 9.10.3

304. 위험가스를 생성하거나 위험액체를 취급하는 평형수처리장치 형식 2, 3a, 3b, 4c, 4, 5, 6, 7a, 7b 및 8에 대한 특별 요구사항 *(2022)*

1. 평형수처리장치가 작동하면서 위험가스를 발생시키는 경우에는 다음 요건을 만족하여야 한다.

(1) 가스탐지장치는 위험가스가 존재할 수 있는 구역에 설치되어야 하며, 누출이 발생한 경우 해당장소 및 평형수처리장치 제어장소에서 가시가청경보가 작동되어야 한다. 가스 감지기는 위험가스가 축적될 수 있는 평형수처리장치 구성 품에 최대한 가깝게 위치해야 한다. H_2를 포함하되 이에 국한되지 않는 가연성 가스 및 폭발성 대기의 경우, 가스 탐지장치의 구성, 시험 및 성능은 해당되는 경우 IEC 60079-29-1:2016, IEC 60079-29-2:2015, IEC 60079-29-3:2014 및/또는 IEC 60079-29-4:2009에 따라야 한다. 독성, 질식성, 부식성 및 반응위험성과 같은 기타의 위험성이 고려되는 경우, 우리 선급에서 인정할 수 있는 관련 표준을 선택할 때는 검출하고자 하는 특정 가스와 검출장치를 사용하는 특정 분위기(atmosphere)에 대한 검출장치의 성능을 충분히 고려하여야 한다.

(2) 불활성 가스 발생장치(평형수처리장치 형식 3b 및 3c)가 설치되어 있거나 질소 발생기가 설치된(평형수처리장치 형식 3a 및 8) 구역에서는 산소 농도가 19% 미만으로 떨어질 때 경보를 발하도록 최소한 2개의 산소 감지 장치를 적절한 위치에 설치해야 한다. (**8편 부록 8-5 2** (11) (마) (d)).

(가) 가시가청경보가 다음의 구역에서 작동되어야 한다.

(a) 평형수처리장치가 설치된 구역

(b) (a)의 구역으로 들어가는 입구

(c) 평형수처리장치의 제어장소.

(나) 평형수처리장치 형식 7a 및 7b의 경우, 최소 2개의 산소 감지기를 다음 공간 중 적절한 위치에 설치해야 한다.

(a) 오존 발생기가 설치된 공간

(b) 오존 제거기가 설치된 공간

(c) 오존 배관이 설치된 공간

(다) 산소 농도가 23% 이상으로 상승하면 경보를 발생시켜야 한다. 경보는 가시가청이어야 하며 다음 위치에서 작동하여야 한다.

(a) 평형수처리장치가 설치된 구역

(b) (a)의 구역으로 들어가는 입구

(c) 평형수처리장치의 제어장소.

(라) 산소 농도가 25% 이상으로 상승하는 경우, 평형수처리장치는 자동으로 긴급정지(automatic shutdown)하여야 한다. 상기에 명시된 것과는 별개인 가시가청경보는 평형수처리장치가 자동으로 긴급정지 되기 전에 작동되어

야 한다.

(3) 평형수처리장치 형식 7a 및 7b의 경우, 오존 농도가 0.1ppm 이상으로 상승할 때 경보를 발하도록 안전한 장소의 오존 제거기에서 개방 갑판까지 배출구 부근에 적어도 하나의 오존 감지기가 제공되어야 한다. 경보는 가시가청이어야 하며 평형수처리장치의 제어장소에 작동되어야 한다. **【지침 참조】**

(가) 또한, 다음 공간 중 적절한 위치에 최소 2개의 산소 감지기를 설치해야 한다.

(a) 오존 발생기가 설치된 공간

(b) 오존 제거기가 설치된 공간

(c) 오존 배관이 설치된 공간

(나) 오존 농도가 0.1ppm 이상으로 상승하면 경보를 발생시켜야 한다. 경보는 가시가청이어야 하며 다음 위치에서 작동되어야 한다.

(a) 평형수처리장치가 설치된 구역

(b) (a)의 구역으로 들어가는 입구

(c) 평형수처리장치의 제어장소.

(다) 구역 내부의 두 센서 중 하나에서 측정된 오존 농도가 0.2ppm 이상으로 상승할 때, 평형수처리장치는 자동 긴급정지되어야 한다.

(4) **지침 304. 6**항 (1)호를 목적으로 하는 이중벽 공간 또는 파이프 덕트 내부에는 H_2 누출(평형수처리장치 형식 4, 5, 6 중 해당되는 경우) 또는 O_2 누출(평형수처리장치 형식 7a 및 7b)을 감지하기 위한 센서를 설치하여야 한다. 센서는 (1)~(3)에서 명시하는 고농도(high) 설정값에서 경보를 활성화하고 고-고농도(high-high) 설정값에서 평형수처리장치를 자동으로 차단시킨다. **【지침 참조】**

(5) 관 내 전체 유량 전기분해식 평형수처리장치(형식 4), 관 내 전해수 주입식 평형수처리장치(형식 5) 및 관 내 화학물질 주입식 평형수처리장치(형식 6)에 수소 탈기 장치가 제공되는 경우, 이에 대한 환기 팬 및 환기 시스템의 모니터링은 이중화되어야 한다. 또한, 방폭인증을 받은 환기 팬을 사용하여야 하며, 잔존 H_2 가스가 위험한 농도로 존재할 수 있으므로 점화원이 환기 시스템으로 들어가는 것을 방지하기 위해 스파크 어레스터(spark arrester)가 설치되어야 한다. 가시가청경보 및 평형수처리장치의 자동 차단은 각각 H2의 고농도(high) 설정값 및 고-고농도(high-high) 설정값에서 작동되어야 한다. 수소부산물 농축가스 배출장치의 개구부는 개방갑판상의 안전한 장소로 유도되어야 한다. **【지침 참조】**

(6) 불활성 가스 또는 질소 가스 농축 공기(형식 3a, 3b, 3c 및 8) 또는 산소 농축 공기(형식 3a, 7a, 7b 및 8)의 개구는 개방갑판상 안전한 장소로 유도되어야 한다. **【지침 참조】**

2. **301.**의 **2항** (2)호 및 (3)호에 각각 정의된 위험가스 또는 위험액체를 포함하는 활성 물질, 부산물 또는 중화제를 배관으로 이송하는 경우 다음 요건을 충족해야 한다. **【지침 참조】**

(1) 배관은 설계압력 및 온도에 관계없이 **5편 6장 표 5.6.1**에 따라 1급관(특수안전장치 없음) 또는 2급관(특수안전장치 있음)을 사용하여야 한다. 선택된 재료, 재료의 시험, 용접, 용접의 비파괴 시험, 연결 유형, 수압 시험 및 선상 조립 후의 수압 시험은 **5편 6장**에 따른다. 기계식 이음이 허용되는 경우에는 **5편 6장 표 5.6.11**에 따라 선정하여야 한다. **【지침 참조】**

(2) 관의 길이 및 연결부의 수는 최소화되어야 한다.

(3) 이중벽 공간 내부 또는 **지침 304. 6** (1)의 목적을 위한 특수안전장치로 구성된 파이프 덕트에는 개방 시 개방갑판상 안전한 장소로 유도되는 기계적 배기 환기 장치를 설치해야 한다. **【지침 참조】**

(4) 관장치의 경로는 가열원, 발화원 및 내부로 운반되는 위험한 가스 또는 액체와 위험하게 반응할 수 있는 기타 공급원으로부터 멀리 유지되어야 한다. 관은 적절하게 지지되어야 하고 기계적 손상으로부터 보호되어야 한다.

(5) 산을 운반하는 관은 누출시 선원에게 비산되지 않도록 배치하여야 한다.

(6) H_2 부산물 농축 공기 배출관(형식 4, 5 및 6) 또는 O_2 농축 공기 배출관(형식 3a, 7a, 7b 및 8) 또는 O_3 배관(형식 7a 및 7b)은 거주구역, 업무구역, 제어구역을 통과해서는 안된다.

(7) O_2 농축 공기 배출관(형식 3a, 7a, 7b 및 8)은 **1항** (4)호에 명시된 적절한 가스 감지기 및 **2항** (3)호에 명시된 기계적 배기 환기 장치가 제공되고, **지침 304. 6** (1)의 목적을 위한 특수안전장치로 구성된 이중관 또는 파이프 덕트 내부에 배치되지 않는 한 위험구역을 통과할 수 없다.

(8) H_2 부산물 농축 공기 배출관(형식 4, 5 및 6) 또는 O_2 농축 공기 배출관(형식 3a, 7a, 7b 및 8)의 경로는 가능한 한 짧고 직선이어야 한다. 필요한 경우, 제조자의 권고에 따라 최소한의 경사로 수평부를 배치할 수 있다.

3. 평형수처리장치에 사용하기 위해 선상에 보관하고 있는 화학물질 또는 위험가스는 형식 2 및 6의 활성 물질, 형식 4, 5, 6, 7a 및 7b의 중화제 또는 형식 2에서 생성된 재활용 폐기물이 있으며, 다음 요건을 충족해야 한다.

(1) 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet) 및 BWM.2/Circ.20 “화학물질의 안전한 취급 및 보관, 평형수 처리 준비, 처리 과정에서 발생하는 선박 및 선원의 위험에 대한 안전 절차 개발 지침"에 따르는 절차 및 다음의 조치가 적절하게 취해져야 한다.

(가) 화학물질 저장탱크에 사용되는 재료, 내부도장, 배관 및 부속품은 이러한 화학물질에 대한 내성을 가져야 한다.

(나) 화학 물질(301. 2 (3)에 정의된 위험 액체가 아닌 경우를 포함) 및 가스 저장 탱크는 다음에 따라 설계, 설치, 시험, 검사, 승인 및 유지될 수 있어야 한다.

(a) 위험액체(예: 황산 H_2SO_4) 또는 위험가스(예: 산소 O_2)를 보관하는 선내에 영구적으로 고정된 독립형탱크는 압력 용기에 적용되는 선급 규칙을 따른다.

(b) 위험액체(예: 아황산나트륨, 바이오아황산나트륨 또는 티오황산나트륨 중화제) 및 위험가스(예: 질소 N_2)를 포함하지 않는 선내에 영구적으로 고정된 독립형탱크는 선급 규칙 또는 우리 선급이 인정하는 기타 산업 표준을 따른다.

(c) 선체의 일부를 구성하지 않는 탱크의 경우는 IMDG 코드 또는 선급이 인정한 기타 산업 표준을 따른다.

(다) 화학물질이 일체형 탱크 내부에 저장될 때, 탱크의 경계는 선체외판의 일부를 형성하지 않아야 한다.

(라) 위험액체 및 위험가스 저장탱크의 공기관은 개방갑판의 안전한 장소로 유도되어야 한다. **【지침 참조】**

(마) 화학물질 주입 절차, 경보장치, 비상시 조치 등이 포함된 운용 매뉴얼을 본선에 비치하여야 한다.

(바) 위험액체 저장 탱크, 펌프 및 필터와 같은 관련 구성 요소에는 탱크 개구부, 게이지 유리, 펌프, 필터 및 배관 부착품에서의 잠재적인 누설에 대한 충분한 부피의 기름받이 또는 2차 격납 수단이 제공되어야 한다. 해당되는 경우, 관련 화학 물질의 안전성 및/또는 오염 평가에 더하여, 기름받이(또는 2차 수단)의 드레인과 기관실 빌지 또는 화물 펌프실 빌지의 배관계통의 격리가 고려되어야 한다. 필요한 경우에는 301.의 **2항** (2)호 및 (3)호에 정의된 위험액체 또는 위험가스를 감지하기 위한 기름받이(또는 2차 격납 시스템)에 감지기를 설치해야 한다. **【지침 참조】**

4. 302.의 **1항** (3)호에 따른 설계검토 시 위험성평가를 일반적인 방식으로 실시하며, 평형수처리장치 형식 4, 5, 6(MSDS 중 하나가 선상에 저장된 화학 물질이 가연성, 독성, 부식성 또는 반응성임을 나타내는 경우), 7a 및 7b에 대한 승인을 위해 이를 우리 선급에 제출하여야 한다. **【지침 참조】**

(1) 평형수처리장치 및 기타 지침에 대해 권장되는 위험성 평가 기법의 예는 다음과 같으나, 이에 한정하지는 않는다.

(가) FMEA, FMECA, HAZID, HAZOP 등

(나) ISO 31010 - 위험성 평가 기법

(다) IACS 권고사항 Rec. 146

(라) 위험성 평가 기법에 관한 선급 기준

(2) 위험성 평가는 평형수처리장치의 제조업체가 제공한 설비가 본질적으로 안전한지 확인하고/하거나 302.의 **1항** (3)호에 언급된 설계 검토 중에 식별되었지만 설치중에 구현해야 하는 평형수처리장치에 의해 발생되는 위험에 대한 완화 조치를 제공하여야 한다.

305. 탱커에 단일 설치되는 평형수처리장치 *(2022)*

이 장은 형식 3c 및 8에는 적용하지 않는다.

표 9.10.3 관 내에 처리하는 평형수처리장치의 형식

평형수처리장치의 형식 →		1	2	3a	3b	4	5	6	7a	7b
특징 ↓		관 내 UV 또는 UV + 산화기술 또는 UV + 이산화티타늄 또는 UV + 플라즈마	관 내 침전식	관 내 투과 및 탈산소화(N2 발생기에서 생성된 N2 주입)	관 내 탈산소화 (불활성 가스 발생기에서 생성된 불활성가스 주입)	관 내 전체 유량 전기분해	관 내 전해수 주입 방식 (3)	관 내 화학물질 주입	기/액 분리 탱크 및 배출 처리 탱크가 없는 라인 내 오존 주입	기/액 분리 탱크 및 배출 처리 탱크가 있는 라인 내 오존 주입
평형수 주입시 처리	활성 물질 사용		X			X	X	X	X	X
	모든 평형수가 평형수처리장치 통과	X	X	X	X	X				X
	일부 평형수가 평형수처리장치를 통과하여 활성물질 생성						X			
평형수 배출시 처리	모든 평형수가 평형수처리장치 통과	X								X
	중화제 투입					X	X	X	X	X
	주관청의 형식승인증서가 요구되지 않음		X	X						
제 3절 301. 2. (2)에 명시된 위험가스의 예			(1)	O_2, N_2	CO_2, CO	H_2, Cl_2	H_2, Cl_2	(1)	O_2, O_3, N_2	
단일 평형수처리 장치의 배치도	평형수처리장치가 화물구역 외부에 있는 경우	허용 불가	Case 1.2 (2)	Case 1.3a (2)	Case 1.3b	Case 1.4(2)	Case 1.5	Case 1.6	Case 1.7a	Case 1.7b (2)

비고:
(1) G9 지침에 따를 기본 및 최종 승인을 위한 IMO (GESAMP) MEPC 보고서의 결과를 기반으로 사례별로 조사되어야 한다.
(2) 303. 1. (3) (가)에 정의된 격리수단만이 인정된다.
(3) 관 내 전해수 주입방식은 순환 모드에서는 탱크내에서도 적용될 수 있다.(평형수 주입/배출 시 별도의 처리가 요구되지 않음

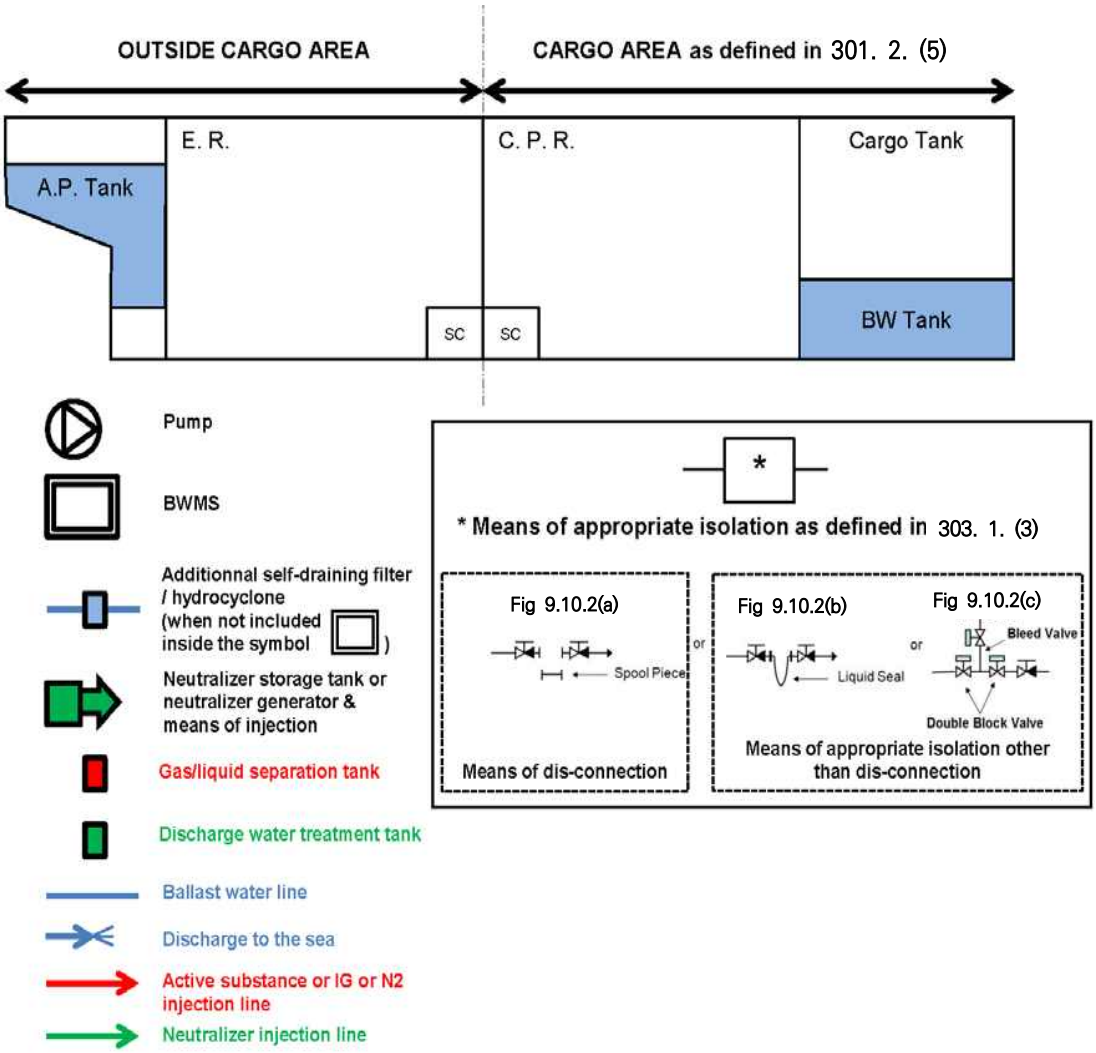


그림 9.10.4 배치도 예시

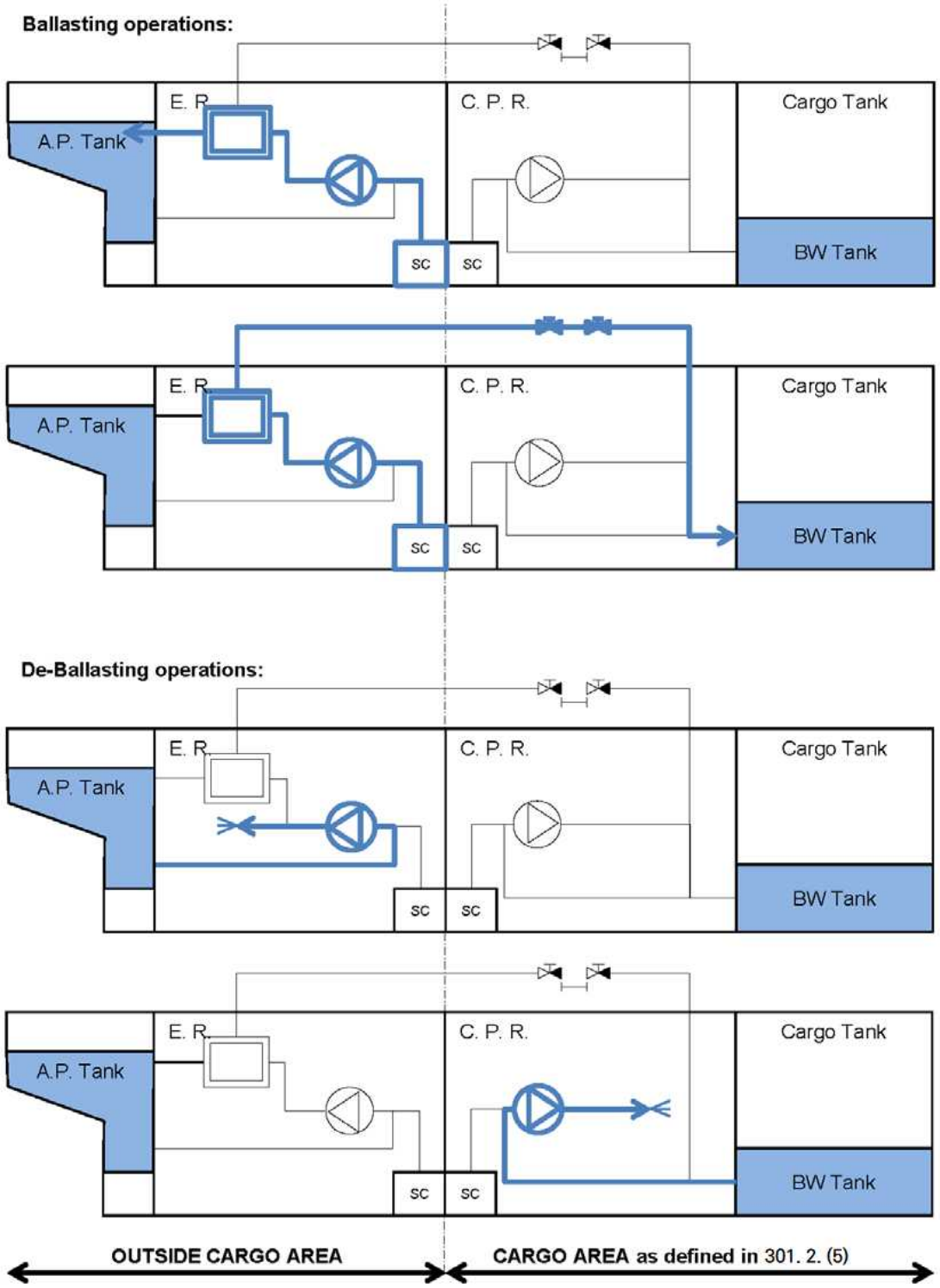


그림 9.10.5 평형수처리장치가 화물지역 외부에 설치되는 경우 (Case 1.2 및 1.3a)

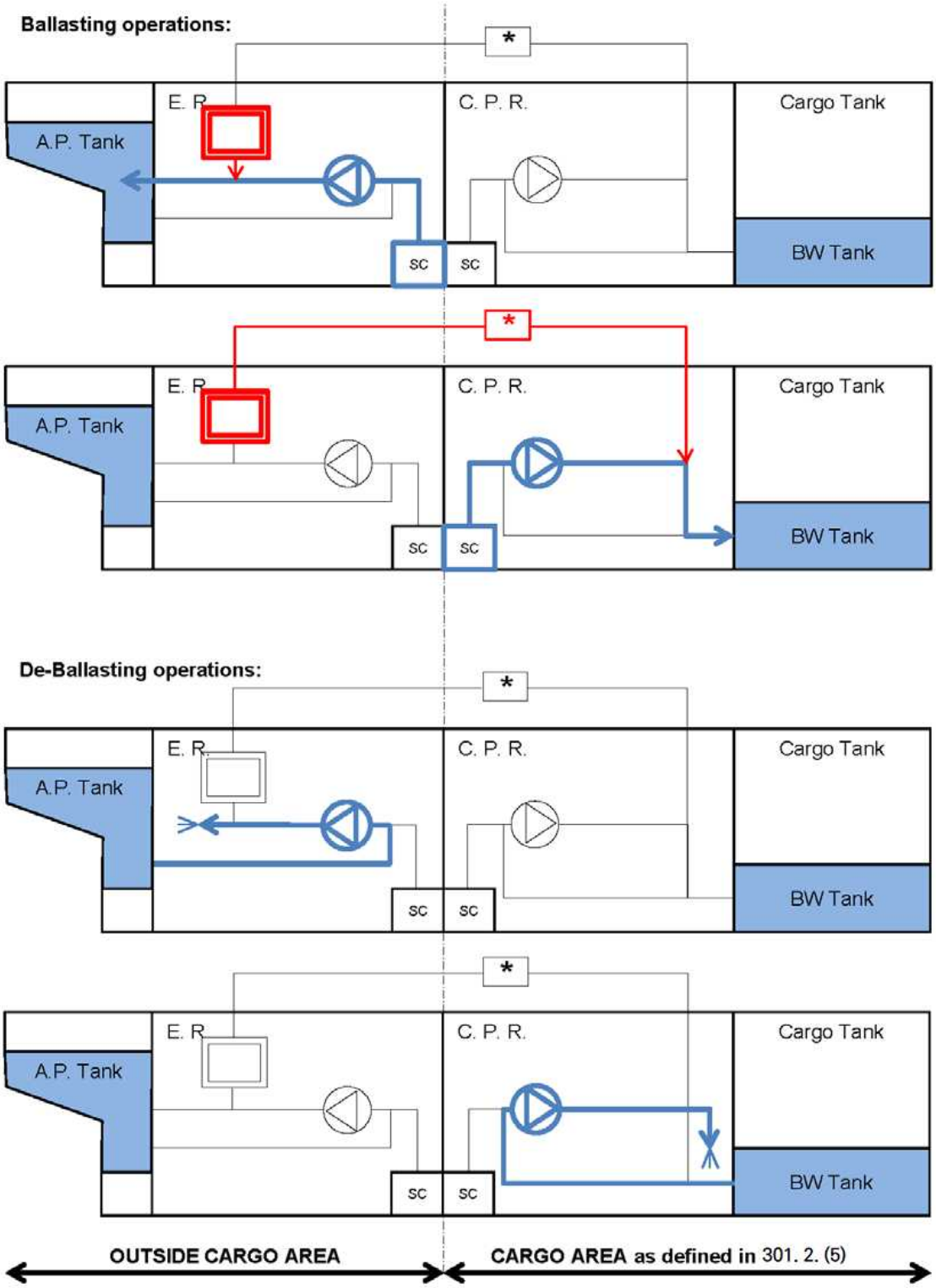


그림 9.10.6 평형수처리장치가 화물지역 외부에 설치되는 경우 (Case 1.3b)

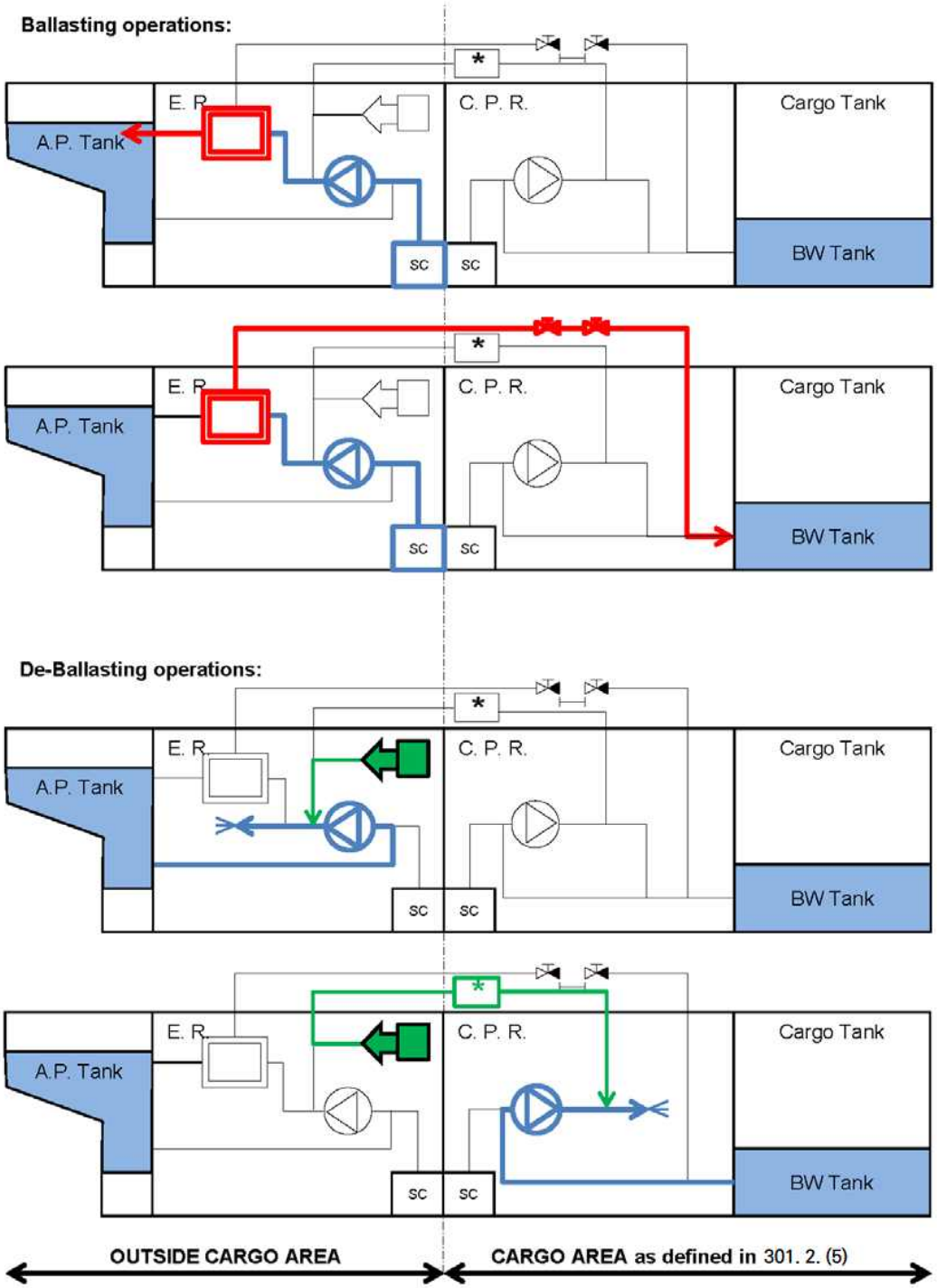


그림 9.10.7 평형수처리장치가 화물지역 외부에 설치되는 경우 (Case 1.4)

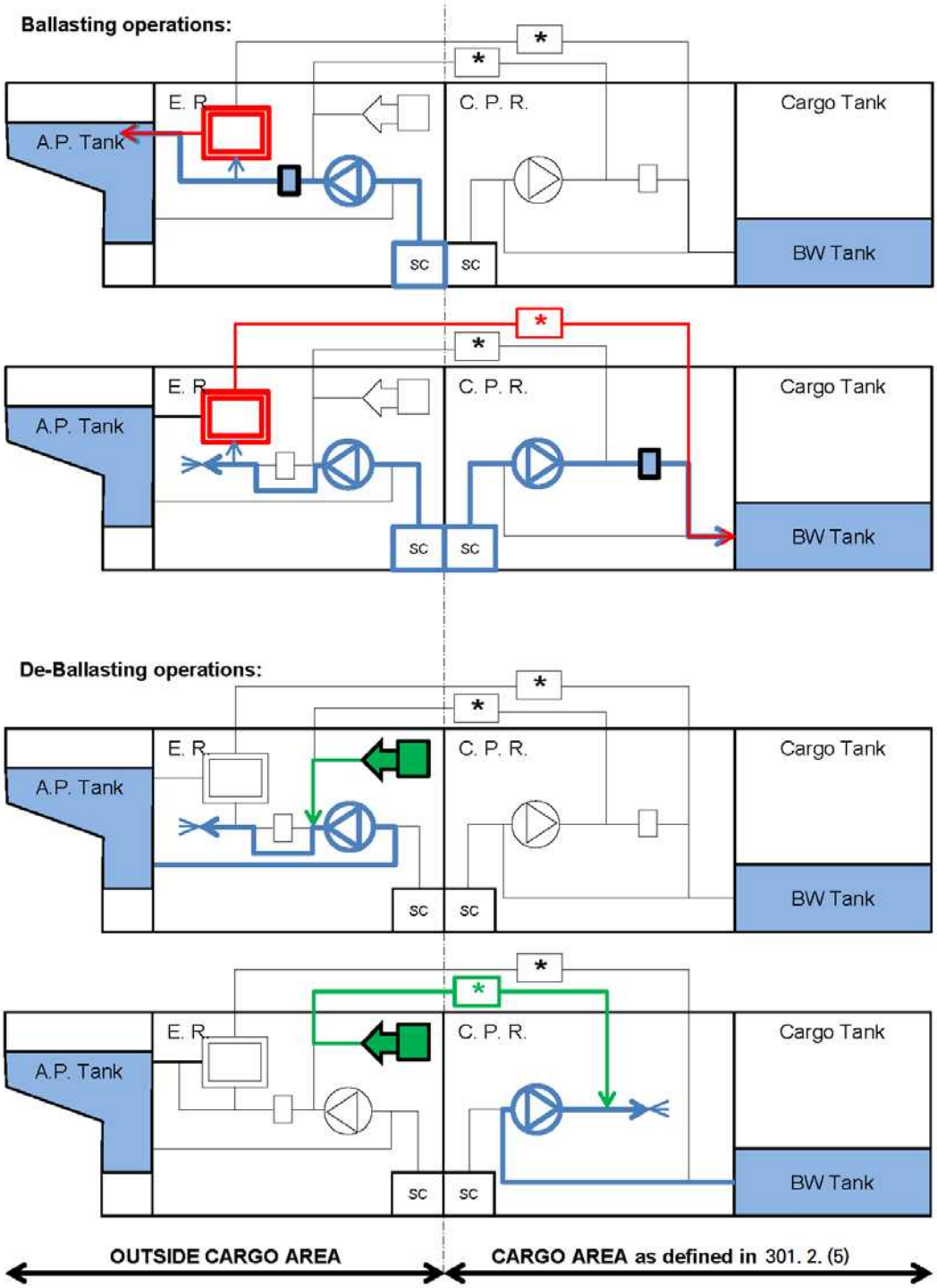


그림 9.10.8 평형수처리장치가 화물지역 외부에 설치되는 경우 (Case 1.5)

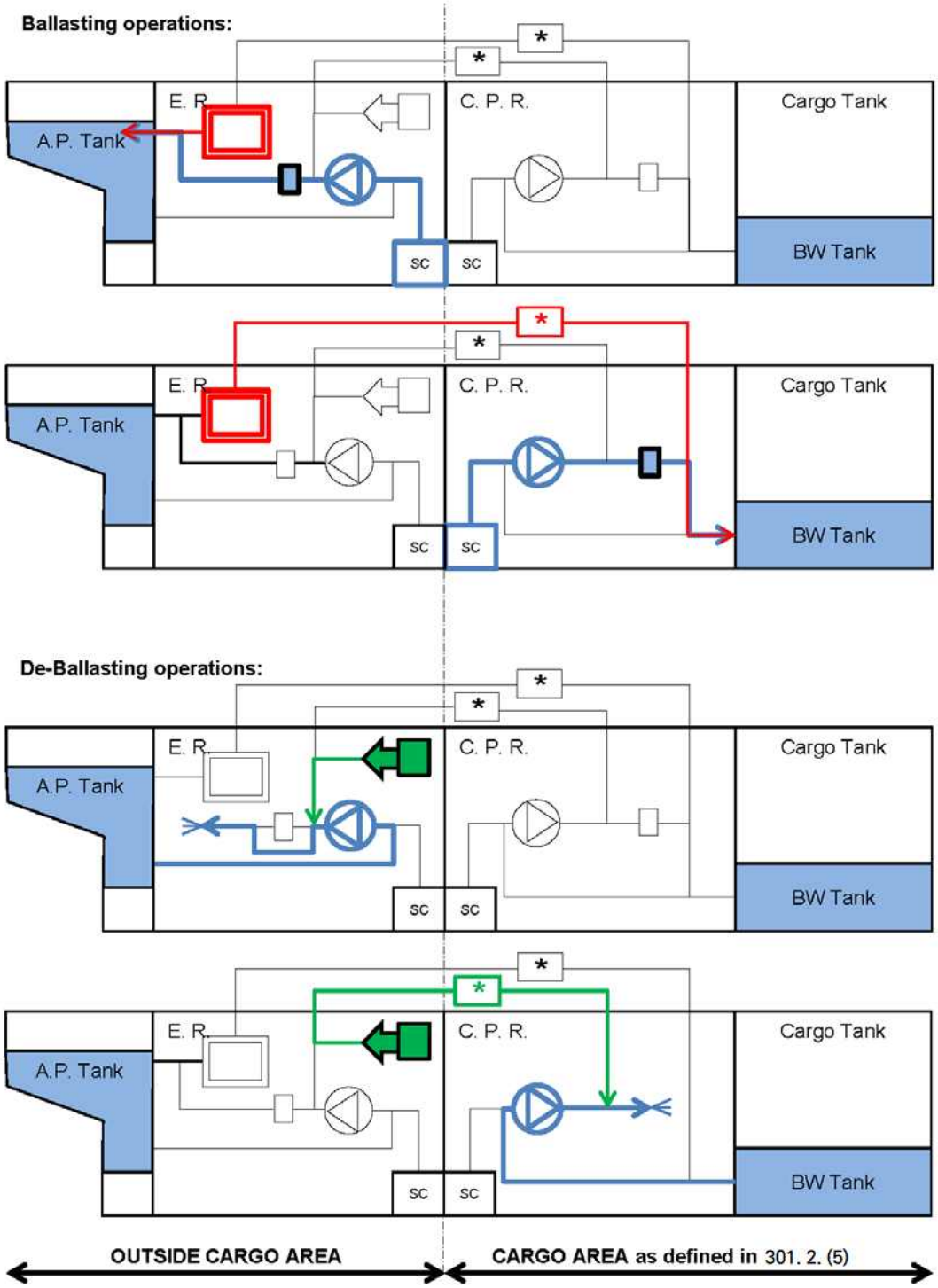


그림 9.10.9 평형수처리장치가 화물지역 외부에 설치되는 경우 (Case 1.6)

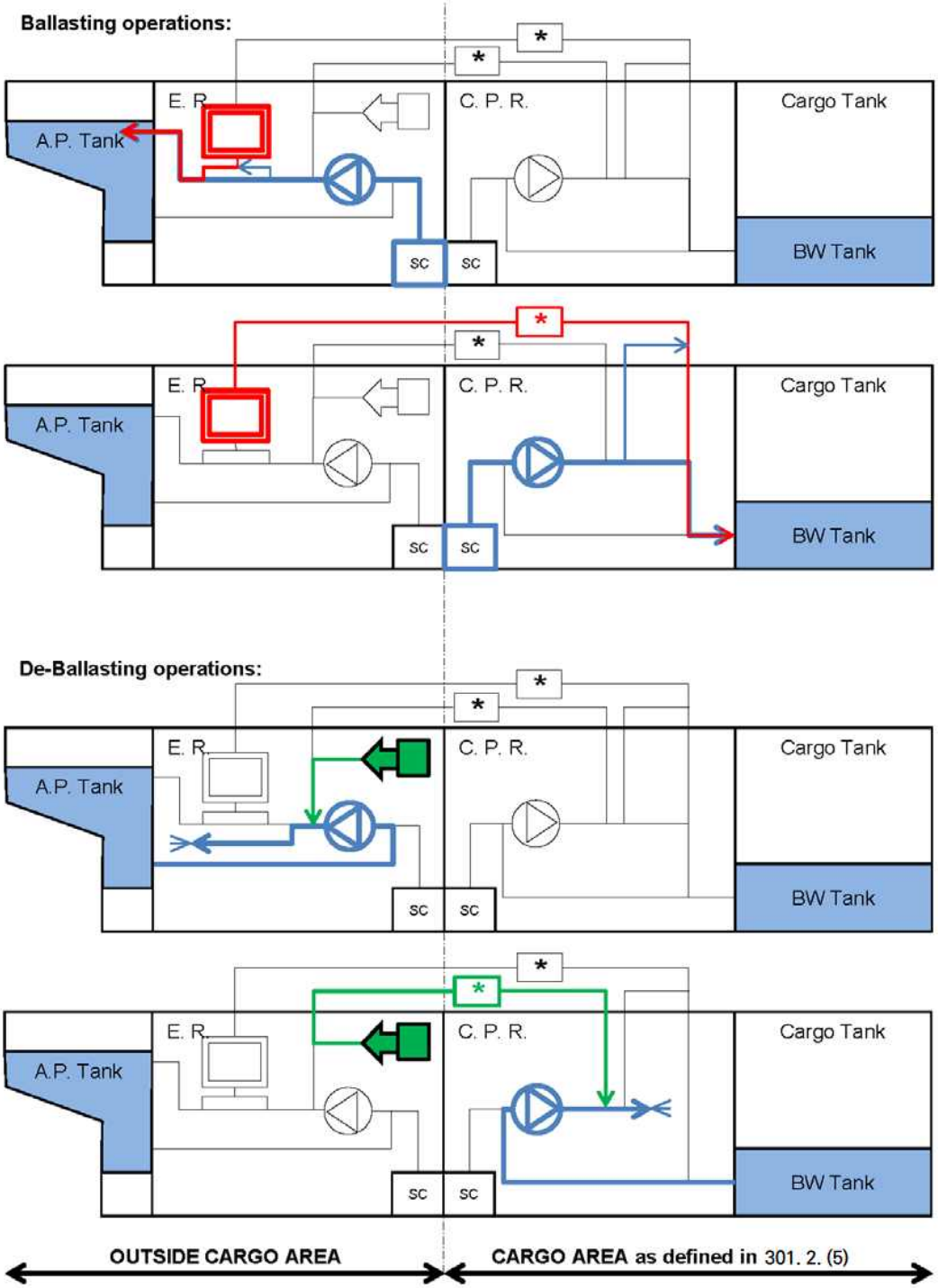


그림 9.10.10 평형수처리장치가 화물지역 외부에 설치되는 경우 (Case 1.7a)

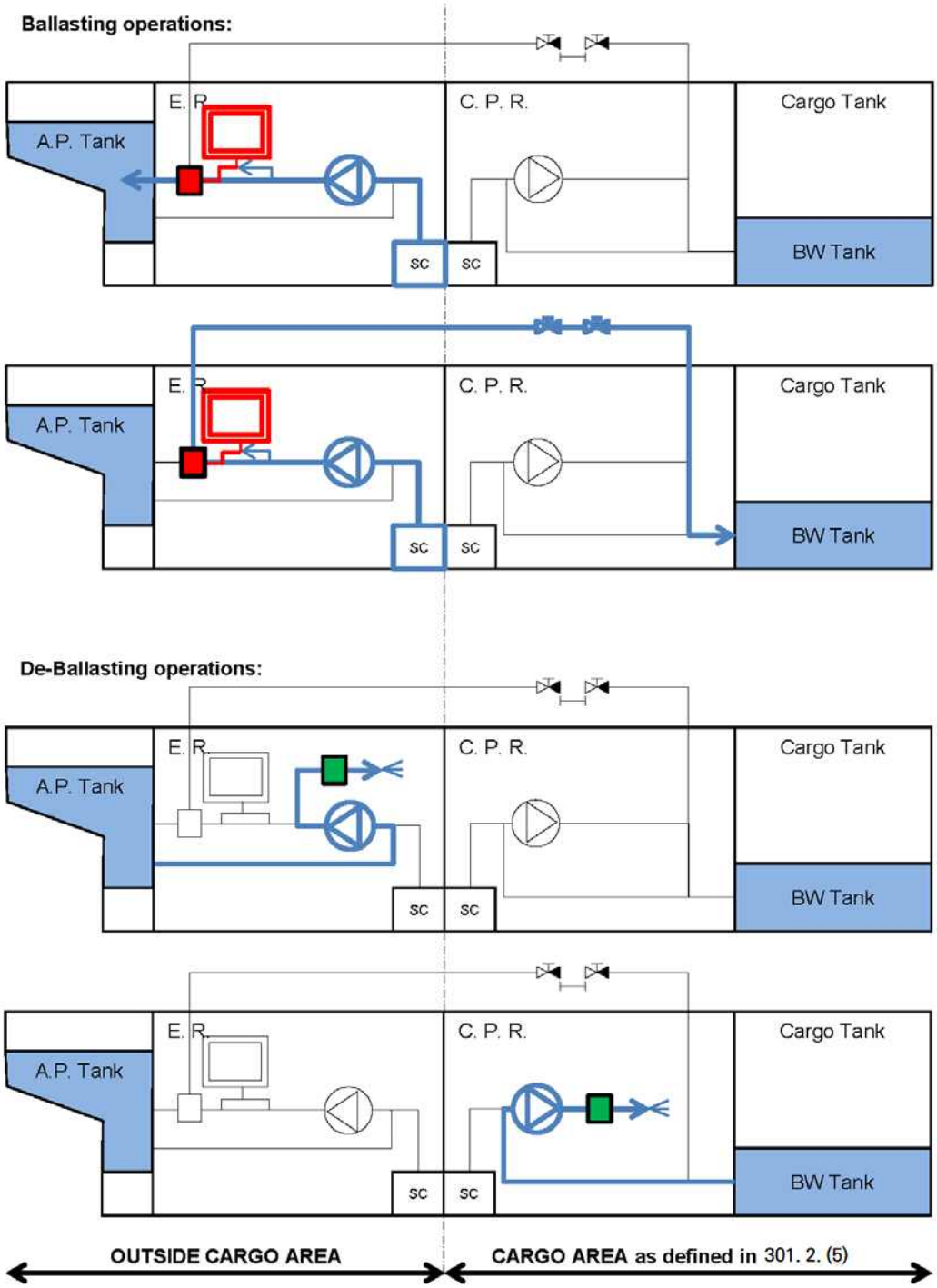


그림 9.10.11 평형수처리장치가 화물지역 외부에 설치되는 경우 (Case 1.7b)

306. 시험 및 검사

1. 일반사항 *(2018)*

(1) 등록검사 및 등록유지검사는 203.의 1항을 따른다.

(2) 형식승인된 제품의 시험 및 검사는 306.의 4항을 따른다.

2. 등록검사 *(2021)*

(1) 제출도면 및 자료

평형수처리장치를 최초로 설치하거나 우리 선급에 등록하고자 하는 경우, 설치 공사 착수 전에 평형수처리장치에 대한 다음의 도면 및 자료를 제출하여 승인을 받아야 한다.

(가) 평형수처리장치의 기본사양서

(나) 평형수 관계통도

(다) 평형수의 시료채취구 배치도

(라) 전기계통도

(마) 주입관, 드레인, 벤트, 드립트레이(drip tray) 등을 포함하는 화학품 저장탱크 도면 (해당하는 경우)

(바) 독성 또는 인화성 가스 탐지장치의 배치도

(사) 작동 및 정비 지침서

(2) 시험 및 검사

(가) 평형수처리장치의 관장치 및 제어설비는 **5편** 및 **6편**의 해당 요건에 따라 시험하여야 한다.

(나) IMO Res. MEPC.279(70) 또는 Res. MEPC.300(72)의 8.2항에서 요구하는 문서가 본선에 비치되어 있는지를 확인한다. 단, IMO Res. MEPC.174(58)에 따라 승인된 평형수처리장치의 경우, IMO Res. MEPC.174(58))의 8.1항에서 요구하는 문서를 확인 한다.

(다) IMO Res. MEPC.279(70)) 또는 Res. MEPC.300(72)의 8.3항에서 요구하는 사항을 확인한다. 단, IMO Res. MEPC.174(58)에 따라 승인된 평형수처리장치의 경우, IMO Res. MEPC.174(58)의 8.2항에서 요구하는 사항을 확인 한다.

(라) 평형수처리장치는 선내시험 또는 시운전 시에 성능시험을 하여야 한다.

3. 등록유지검사

(1) 연차검사

(가) 구조, 장비, 제어장치 및 관장치에 대하여 외관을 검사한다.

(나) 평형수관리계획서 및 평형수기록부를 검토한다.

(다) 경보 및 안전장치의 작동상태를 확인한다.

(2) 정기검사

(가) (1)호에서 요구하는 연차검사 사항을 검사한다.

(나) 평형수처리장치의 작동상태를 확인한다.

4. 형식승인된 제품에 대한 시험 및 검사 *(2018)*

(1) 일반사항

형식승인된 평형수처리장치는 그 구조가 적합한지 확인하고 (2)호의 완성시험을 하여야 하며, 상세한 시험 방법은 **제조법 및 형식승인등에 관한 지침 제3장 35절**에 따른다. 다만, 기국의 요건에 따라 검정이 실시되는 경우에는 시험 및 검사를 생략할 수 있다.

(2) 완성시험

(가) 외관시험

(나) 작동시험 및 성능시험

(다) 절연저항시험 및 내전압시험(전기기기, 전자기기 등에 적용)

(라) 수압시험

(마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험

제 4 절 평형수처리장치의 선상 설치 *(2022)*

401. 일반사항

1. 적용

(1) 이 절은 평형수처리장치의 선상 설치와 관련하여 **선급 및 강선규칙 8편** 방화 및 소화 요건 이외의 화재안전요건이며, **제 3절**에 추가하여 적용한다.

(2) 이 절의 요건은 **표 9.10.1**에 나열된 평형수처리장치 형식에 적용된다. **표 9.10.1** 이외의 평형수처리장치 형식에 대해서는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. 용어의 정의

(1) **에어로크(Air lock)**라 함은 2개의 확실한 가스밀의 문이 설치된 가스밀 격벽으로 폐위된 구역이며 2.5 m 이하의 간격으로 떨어져 배치되어야 한다. 문은 자동폐쇄식이어야 하며 어떠한 개방고정용 장치도 설치하여서는 안 된다. 에어로크는 기계적 통풍이 되어야 하고, 이 구역을 다른 용도로 사용하여서는 안 된다. 양쪽 문이 닫힘 위치에서 벗어나는 경우, 이를 알리는 가시가청의 경보장치를 설치하여야 한다. 에어로크 구역은 **301. 2.** (2)에 정의된 위험가스에 대하여 감시되어야 한다. *(2022)*

(2) 화학물질을 저장, 도입(introducing) 또는 생성하는 평형수처리장치는 일반적으로 **표 9.10.1** 형식 2의 관 내 침전식(In-line flocculation), 형식 6의 화학물질 주입식(Chemical injection), 형식 4,5,6,7의 중화제 주입식(neutralizers injection)이다.
독성, 인화성 화학물질을 저장, 도입(introducing) 또는 생성하지 않는 평형수처리장치는 아래 **표 9.10.4**에 따라 완화요건을 고려할 수 있다.

표 9.10.4 독성 및 인화성 화학물질을 저장, 도입, 생성하지 않는 평형수처리장치에 대한 완화요건

요건	완화요건을 적용하기 위한 조건
402. 3. (4)	저장된 화학물질이 독성 및 인화성이 아님
403. 1. (1)	**301. 2.** (2)에 정의된 위험가스를 생성하지 않는 평형수처리장치
403. 2. (1)	독성 또는 인화성 화학물질을 사용하지 않는 평형수처리장치
406. 1. (1)	독성 화학물질을 저장 및 생성하지 않는 평형수처리장치
407. 1 **407. 3** **407. 6**	독성 화학물질이 사용되지 않거나 생성되지 않는 평형수처리장치
비고 : (1) **선급 및 강선규칙 7편 6장 17절** (IBC Code 17장)의 적용을 받는 활성물질(G9 지침) 및 "안전 위험 요소(safety hazard)"를 사용하는 평형수처리장치의 기본 및 최종 승인 절차 중에 발행된 IMO 보고서는 이 표를 적용할 때 고려되어야 한다. (2) 화학물질에는 평형수처리장치용 첨가제를 포함한다.	

402. 화재차단

1. 일반사항

평형수처리장치실은 **8편**의 요건을 적용할 때 다음과 같이 분류된다.

(1) 연료 연소식 불활성가스 발생기가 포함된 평형수처리장치실 (**표 9.10.1**의 형식 3b 및 3c)은 A류 기관구역으로 간주된다.

(2) 상기 이외의 평형수처리장치실은 **8편 7장 102.**의 **3항**(SOLAS II-2/9.2.2.3) (2) (나)의 ⑩ 또는 ⑪, **8편 7장 102.**의 **4항, 103.**의 **3항** 및 **104.**의 **2항**의 (2) (나) ⑦에 따른 기타기관구역으로 간주된다.

2. 탱커의 화물지역 내에 위치한 평형수처리장치

1항에도 불구하고 평형수처리장치가 **3절**에서 허용하는 탱커의 화물지역 내에 위치하는 경우 평형수처리장치실은 **8편 7장 104**의 **2항** (2) (나) ⑧에서 정의하는 화물펌프실로 분류된다.

3. 화학물질 보관

(1) 평형수처리장치용 액체 또는 고체 화학물질을 보관하기 위한 구역은 **8편** 요건 상 다음과 같은 저장실로 분류된다.

(가) 36인 초과 여객선
(a) 가연성 제품을 보관하는 경우, **8편 7장 102. 3** (2) (나) ⑭에 정의된 가연성 액체를 보관하는 기타 장소
(b) 비가연성 제품을 보관하는 경우, **8편 7장 102. 3** (2) (나) ⑬에 정의된 창고, 작업실, 식품실 등
(나) 화물선
(a) 탱커의 화물지역에 위치한 경우 **104.**의 **2** (2) (나) ⑧에 정의된 화물펌프실
(b) 4m2 미만으로 인화성 물질이 아닌 경우 **102. 4** ⑤, **103. 3** (2) (나)의 ⑤ 및 **104. 2** (2) (나)의 ⑤에 따른 업무구역 (저위험)
(c) **표 9.10.1** 형식2의 관 내 침전식(In-line flocculation), 형식 6의 화학물질 주입식(Chemical injection), 형식 4,5,6,7의 중화제 주입식(neutralizers injection)에 쓰이는 화학물질의 경우, **102. 4** ⑨, **103. 3** (2) (나)의 ⑨ 및 **104. 2** (2) (나)의 ⑨에 따른 업무구역 (고위험)

(2) 평형수처리장치와 같은 구역에 화학물질이 보관되는 경우, (1)에 따른 기관구역과 저장실로 간주된다.
(3) 화학물질이 일체형 탱크 내부에 저장될 경우, 탱크의 경계가 선체의 외판을 형성해서는 안 된다.
(4) 화학물질을 포함하는 탱크는 코퍼댐, 보이드 구역, 화물펌프실, 빈 탱크, 연료유 탱크, 평형수처리장치실 또는 기타 유사한 구역을 통해 거주구역, 업무구역, 제어장소, 평형수처리장비가 설치되지 않은 기관구역 및 선원용 식수/식품을 저장하는 장소와 분리되어야 한다. 개방갑판 상에 영구적으로 설치된 탱크에 보관하거나 다른 빈 저장 구역에 독립식 탱크가 설치된 경우 이 조항에 적합한 것으로 간주한다.

403. 평형수처리장치실의 위치 및 경계

1. 일반사항

(1) 다음 형식의 평형수처리장치용 장비를 포함하는 평형수처리장치실은 기밀의 자동폐쇄식 문이 설치되어야 하며, 개방고정용 장치를 설치하여서는 안 된다. 단, 개방갑판으로 이어지는 경우 자동폐쇄식 문을 설치할 필요는 없다.
(가) 화학물질을 저장, 도입 또는 생성하는 평형수처리장치
(나) 불활성가스발생기 기반의 탈산소 방식
(다) 전기 분해식
(라) 오존 주입식

2. 화학물질을 이용하는 평형수 처리장치의 추가요건

(1) 화학물질을 저장, 도입 또는 생성하는 평형수처리장치의 경우, 평형수처리장치실 및 화학물질 저장실을 거주구역에 두어서는 안 된다. 평형수처리장치실의 모든 통풍의 배기구 또는 개구는 거주구역의 입구, 공기흡입구 및 개구로부터 3 m 이상 떨어져야 한다. 평형수처리장치가 기관구역에 있는 경우에는 적용하지 않는다.

3. 오존을 사용하는 평형수 처리장치의 추가요건

(1) 형식 7a 및 7b와 같이 오존을 이용하는 평형수처리장치는 다른 구역과 분리된 전용의 구획에 위치하여야 하며, 경계는 가스밀이어야 한다. 다른 밀폐된 구역에서 평형수처리장치실로의 접근은 에어로크를 통해서만 가능하도록 해야 한다. 단, 해당 구역으로 개방갑판을 통해서만 접근이 가능할 경우는 적용하지 않는다. 기관구역을 통한 접근은 다음을 모두 만족하는 경우에만 가능하다.
(가) 에어로크를 통하여야 한다.
(나) 기관구역의 활성화된 경보를 반복하여 알려주는 alarm repeater가 평형수처리장치실에 설치되어야 한다.
(2) 출입구에 오존이 있을 수 있다는 경고문과 출입 전 준수해야 하는 지침을 부착하여야 한다.

404. 소화

1. 고정식 소화장치

(1) 설치된 경우, 고정식 소화장치는 FSS Code에 적합하여야 한다.
(2) 오존 기반의 평형수처리장치와 관련된 장비는 A류 기관구역에 적합하고, 수동 작동이 가능한 고정식소화장치를 설치하여야 한다.
(3) 고정식 소화장치가 평형수처리장치실에 설치되는 경우, 평형수처리장치실 및 평형수처리장치실에서 사용, 생성 또는 저장되는 화학물질에 적합하여야 한다. 소화 매체와 수처리에 사용되는 화학물질 간의 잠재적인 화학반응도 고려하여야 한다. 특히, 황산을 저장하는 경우 물 기반의 소화장치는 설치하여서는 안 된다.
(4) 고정식 포말소화장치가 평형수처리장치실에 설치되는 경우, 평형수처리장치에서 사용하는 화학물질로 인해 효율성이 저하되어서는 안 된다.
(5) 고정식 소화장치가 평형수처리장치실에 설치되는 경우, 고정식 소화장치가 작동되면 평형수처리장치가 자동차단되

도록 배치하여야 한다. 자동차단 시퀀스에는 안전한 차단에 필요한 냉각(cooldown)이 고려되어야 한다.

(6) 고정식 가스소화장치로 보호되는 공기 또는 산소(O2) 저장실을 포함한 평형수처리장치가 설치된 구역에는 공기 또는 산소 저장실을 가스 용량 계산 시 포함하여야 한다. 공기 또는 산소 저장실용 안전밸브의 배출관이 평형수처리장치실 밖으로 직접 연결된 경우는 제외한다.

2. 휴대식 소화장치

(1) UV 형식의 평형수처리장치가 설치된 평형수처리장치실에는 FSS Code 및 전기 화재에 적합한 하나 이상의 휴대식 소화기를 비치하여야 한다.

405. 방화

1. 장비 보호

(1) UV 형식의 평형수처리장치를 보호하기 위한 과전압 또는 과전류 보호장치를 설치하여야 한다.

(2) 전기분해 반응기를 감시할 수 있는 두 개 이상의 독립된 감시장치가 설치되어야 한다. 감시장치에 이상이 탐지되면 가시 가청의 경보 및 자동차단이 작동되어야 한다. 자동차단은 **302. 4** (3)에 따라 배치되어야 한다.

단, 압력 도출 밸브가 설치되는 경우, 이 밸브의 벤트출구는 **3절**에 따라 개방갑판의 안전한 장소로 유도되어야 한다. 압력 도출 밸브는 전기분해 반응기에서 가스를 최적으로 제거할 수 있는 위치에 설치되어야 한다.

2. 화재 탐지

(1) 불활성 가스 발생기 또는 오존 발생기가 설치된 구역에는 FSS Code에 적합한 고정식 화재탐지장치 및 경보장치가 설치되어야 한다.

(2) 제어장소, 업무구역 및 거주구역용 화재탐지장치는 오존 기반의 평형수처리장치와 관련된 장비가 설치된 평형수처리장치실의 화재탐지장치와 독립되어야 한다.

406. 통풍장치

1. 통풍장치의 배치

(1) 다음 형식의 평형수처리장치가 설치된 평형수처리장치실의 통풍장치는 다른 구역의 통풍장치와 독립되어야 한다.

(가) 화학물질을 저장, 도입, 생성하는 평형수처리장치

(나) 살균 및 탈산소화를 포함한 탈산소 기반의 평형수처리장치 (**표 9.10.1**의 형식 3 및 8)

(다) 전기 분해식

(라) 오존 주입식

(2) 질소발생장치가 설치된 평형수처리장치실용 통풍장치의 배기구는 **301. 2** (2)에 정의된 공기보다 무거운 위험가스를 효율적으로 배출할 수 있도록 구역의 하부에 위치하여야 한다.

(3) 전기 분해 장치가 설치된 평형수처리장치실용 통풍장치의 배기구는 전기 분해 과정 중 생성될 수 있는 **301. 2** (2)에 따른 위험가스를 효율적으로 배출할 수 있도록 위치하여야 한다. 통풍장치의 배기구를 설계할 때 위험가스의 예상량 및 밀도를 고려하여 계산하여야 한다.

(4) 오존 기반의 평형수처리장치가 설치된 평형수처리장치실용 통풍장치는 다음의 요건에 따른다.

(가) 평형수처리장치실 외부에 있는 덕트의 일부는 강으로 제조되어야 하고, 실제 단면적이 0.075 m^2 미만인 경우 최소 3 mm, 0.075 m^2에서 0.45 m^2 사이는 최소 4 mm, 0.45 m^2를 초과하는 경우에는 최소 5 mm의 두께를 가져야 한다.

(나) 덕트를 적절히 지지하고 보강해야 한다.

(다) 통풍용 덕트의 외부 개구부에는 13 mm × 13 mm 메시 이하의 보호스크린을 설치하여야 한다.

(5) 오존 기반의 평형수처리장치가 설치된 평형수처리장치실용 통풍장치 또는 **304. 1** (5)에서 요구하는 수소 가스 제거장치의 통풍장치는 다음과 같이 평형수처리장치에 연동되어야 한다.

(가) 1차 및 2차 통풍이 손실될 경우 평형수처리장치실 내부 및 선원이 근무하는 외부 장소에 가시가청의 경보가 작동되어야 한다. 미리 설정된 시간이 지난 후에도 통풍장치가 복원되지 않을 경우 평형수처리장치는 자동차단되어야 한다. 안전한 차단을 위하여 필요한 냉각절차가 종료된 이후에 진행되도록 하여야 한다.

(나) 통풍장치가 다시 작동되기 전에 평형수처리장치를 작동시켜서는 안 된다.

(6) 위험가스를 포함하거나 위험가스가 이동(conveying)하는 평형수처리장치실용 통풍장치는 304항의 해당 요건에 적합하여야 한다.

2. 통풍율

(1) 폐위된 평형수처리장치실에는 적합한 강제통풍장치가 설치되어야 한다.

(2) 통풍용량은 평형수처리장치 작동 중에 인화성 또는 독성의 가스가 생성될 수 있는 경우 시간당 최소 30회 이상이어야 한다. **7편 6장 17절** (IBC Code 17장)의 적용을 받는 활성물질(G9 지침) 및 "안전 위험 요소(safety hazard)"를 사용하는 평형수처리장치의 기본 및 최종 승인 절차 중에 발행된 IMO 보고서를 이러한 사례 식별을 위한 참고자료로 사용할 수 있다.

(3) 통풍용량은 다음과 같이 감소시킬 수 있다. (단, 화물지역 내에 위치한 구역에 대하여는 IBC Code 등 다른 규정에 의하여 증가된 통풍용량이 요구될 수 있다.)

(가) 침전식 평형수처리장치에 대하여 시간당 6회 통풍

(나) 저온 살균 및 탈산소를 이용한 탈산소식 평형수처리장치(**표 9.10.1**의 형식 3 및 8)에 대하여 시간당 6회 통풍

(다) 완전(full) 전기 분해식 평형수처리장치에 대하여 시간당 6회 통풍

(라) 전해수 주입식 평형수처리장치에 대하여 시간당 20회 통풍

(마) 오존 주입식 평형수처리장치에 대하여 시간당 20회 통풍

(바) 화학물질 주입식 평형수처리장치에 대하여 시간당 6회 통풍

407. 인신보호

1. 화학물질을 저장, 도입 또는 생성되는 평형수처리장치의 작업, 유지 보수 및 수리에 종사하는 승무원의 보호를 위해 제조업체가 권장하는 것에 따라 인신보호장치를 선상에서 사용할 수 있어야 한다. 보호장비는 큰 앞치마, 긴 소매의 특별한 장갑, 적절한 신발, 전신보호복 및 밀착식 보호안경이나 안면보호구 또는 이들을 함께 만든 적절한 보호장구를 선내에 비치하여야 한다. 보호복 및 보호장구는 전신을 보호하기 위하여 피부 전체를 가릴 수 있는 것이어야 한다. 이 보호장비는 다른 규칙 및 규정에서 요구되는 것에 추가하여 별도로 비치되어야 한다.
2. 작업복 및 보호장구는 쉽게 접근할 수 있는 장소 및 특별한 로커에 보관하여야 한다. 이들 장구는 신품, 미사용품 및 세정 후 사용하지 않은 것을 제외하고 거주구역 내에 보관하여서는 아니 된다. 다만, 우리 선급은 이들 장구의 보관실이 선실, 통로, 식당, 욕실 등과 같은 생활구역으로부터 적절히 격리되어 있는 경우에 한하여 거주구역 내에 보관실을 두는 것을 인정할 수 있다.
3. 화학물질을 저장, 도입 또는 생성되는 평형수처리장치가 선내에 설치되는 경우 적절히 표시된 오염제거용 샤워기 및 세안기를 평형수처리장치실 및 화학물질 저장실에서 가까운 편리한 위치에서 사용할 수 있어야 한다.
4. 평형수처리장치실에는 비상탈출용 호흡구를 비치하여야 한다. 이 비상탈출용 호흡구는 **8편 10장**에서 요구하는 장비 중 하나를 사용할 수 있다. **표 9.10.1**의 형식 1의 평형수처리장치의 경우에는 적용하지 않는다.
5. 오존 기반의 평형수처리장치의 작업, 유지보수 및 수리에 종사하는 선원이 사용할 수 있는 오존감지기를 선박에 비치하여야 한다.
6. 오존 기반의 평형수처리장치의 작업, 유지보수 및 수리 시 전용으로 사용할 수 있는 쌍방향 휴대식 무전기를 8편에서 요구되는 것에 추가하여 별도로 제공되어야 한다. 무전기는 소방용과 식별될 수 있어야 한다. 평형수처리장치가 인화성 가스를 배출할 수 있는 경우에는 이 쌍방향 휴대식 무전기는 IEC 60079에서 정의하는 구역 "1"에서 사용하기에 적합한 승인된 안전형이어야 한다. 평형수처리장치가 화학물질을 저장, 사용 또는 도입하는 경우 사용 후에 무전기의 오염물질을 제거하여야 한다. **표 9.10.1**의 형식 1의 평형수처리장치의 경우에는 비치하지 않아도 된다. ⚓

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제 9 편

추가설비

GA-09-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다. 다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 9 편 “추가설비”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 8 장 고전압 선외수전설비

제 1 절 일반사항
- 101.의 1항을 개정함.

적용일자 : 2022년 7월 1일 (건조계약일 및 검사신청일 기준)

제 10 장 평형수관리

제 3 절 평형수처리장치
- 전면 개정함.

부록 9-3 평형수처리장치 형식(참고)
- 신설함.

차 례

제 1 장 냉장설비 ····· 1

제 1 절 일반사항 ····· 1

제 2 절 검사 ····· 1

제 3 절 냉동장치 ····· 2

제 4 절 암모니아 냉동장치에 대한 특별규정 ····· 2

부록 9-1 예비품 등의 표준(참고) ····· 3

제 2 장 하역설비 ····· 5

제 1 절 일반사항 ····· 5

제 2 절 검사 ····· 9

제 3 절 데릭장치 ····· 13

제 4 절 크레인 ····· 14

제 5 절 하역부속장구 ····· 15

제 6 절 하역장구 ····· 15

제 7 절 기계장치, 전기설비 및 제어장치 ····· 16

제 8 절 하역리프트 및 하역램프 ····· 18

부록 9-2 인원용 승강장치 ····· 19

제 3 장 자동화설비 ····· 21

제 2 절 자동화설비의 검사 ····· 21

제 3 절 주추진기관 등의 집중감시제어설비 ····· 24

제 5 절 제자동화설비 ····· 26

제 4 장 자동위치제어설비(DP시스템) ····· 31

제 2 절 DP시스템의 요건 ····· 31

제 5 장 항해선교설비 ····· 33

제 2 절 항해선교설비의 검사 ····· 33

제 5 절 사고예방시스템 ····· 33

제 6 절 선교작업지원시스템 ····· 34

제 7 장 잠수설비 ····· 35

제 1 절 일반사항 ····· 35

제 2 절 검사 ····· 35

제 3 절 시험 ····· 40

제 5 절 거주용 압력용기 ····· 41

제 6 절 감압챔버(DDC), 잠수벨 및 잠수사 이송장치 ····· 41

제 7 절 생명유지장치 ····· 41

제 10 절 진·회수장치 ····· 41

제 11 절 비상탈출장치 ····· 46

제 8 장 고전압 선외수전설비 ····· 47
제 1 절 일반사항 ····· 47
제 10 장 평형수관리 ····· 49
제 3 절 평형수처리장치 ····· 49
부록 9-3 평형수처리장치 형식 (참고) ····· 51

제 1 장 냉장설비

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 적용 【규칙 참조】

다음과 같은 냉매는 냉매로써 사용할 수 없다.

(1) 메틸클로라이드(CH3Cl)
(2) R 12 (CCl_2F_2)
(3) R 502 (R 22/R 115 (48.8/51.2 wt%) $CHClF_2/CClF_2CF_3$)
(4) R 13B1 (CF_3Br)
(5) 기타 우리 선급이 냉매로써 적당하지 않다고 인정하는 것

제 2 절 검사

201. 일반 【규칙 참조】

규칙 201.의 2항 (2)호 (라)의 계속검사에 대한 취급은 다음에 따른다.

1. 계속검사방식의 적용을 요청하는 경우, 선주 또는 그 대리인은 신청서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.
2. 계속검사를 적용하는 선박의 선주는 다음의 사항을 고려하여 '냉장설비계속검사수검계획서' 또는 본선의 '보수정비계획서'를 작성하여 요구에 따라 언제든지 검사원에게 제시할 수 있도록 본선에 보관하여야 한다.
   (1) 계속검사대상 항목이 모두 포함되어 있어야 한다.
   (2) 동일기기, 장치의 검사간격이 5년을 넘지 않아야 한다.
   (3) 압축기의 검사는 가능한 한 동일한 검사간격으로 교대로 하여야 한다.
   (4) 각 펌프의 검사는 용도별로 가능한 한 동일한 간격으로 교대로 하여야 한다.
3. 계속검사 대상기기
   (1) 압축기
   (2) 콘덴서냉각수펌프
   (3) 1차냉매펌프
   (4) 브라인펌프
   (5) 콘덴서
   (6) 증발기
   (7) 기타 우리 선급이 인정하는 기기
4. 확인검사

   3항의 (1)호부터 (4)호에서 **지침 1편 부록 1-7**의 2항 (3)호 (라)의 방법을 준용하여 행할 수 있다. 이 경우, 압축기는 계속검사의 1주기 동안 적어도 1대는 검사원의 입회하에 개방검사가 행하여져야 한다.
5. 계속검사방식의 취소 등
   (1) 선주 또는 그 대리자가 계속검사방식의 취소를 신청한 경우, 그 이후의 검사는 (가) 및 (나)에 따른다.
      (가) 차기의 정기검사 이전에 그 검사간격이 5년을 넘는 기기, 장치가 있는 경우에는 전회의 검사일로부터 5년 이전에 이들의 기기, 장치의 검사를 행한다.
      (나) 차회의 정기검사는 정기검사에서 요구되는 모든 항목의 검사를 행한다.
   (2) 계속검사가 이 지침에 따라 행하여지지 않는 경우에는 계속검사방식의 적용을 취소할 수 있다.

203. 등록을 유지하기 위한 검사

1. 규칙 203.의 2항 (1)호에서 '우리 선급이 적당하다고 인정하는 개방간격'은 사용시간 25,000시간을 말한다.

   【규칙 참조】
2. 규칙 203.의 2항 (10)호에서 '운전시험'이라 함은 기기가 작동하는 상태에서 각 기기의 효력을 확인하는 것을 말하며, 이 때 냉매의 누설시험을 행한다. 필요한 경우, 브라인의 농도를 측정한다. 【규칙 참조】

제 3 절 냉동장치

302. 냉동장치의 구조 등 【규칙 참조】

규칙 302.의 1항 (3)호에서 '자동적으로 정지시키는 장치'에는 플로트스위치를 포함한다.

303. 냉장창 내의 냉동장치 【규칙 참조】

규칙 303.의 5항에서 냉장창 내 온도와 냉매와의 온도차는 과일의 경우는 5 ℃ 이내, 냉동 육류의 경우는 10 ℃ 이내를 표준으로 한다.

제 4 절 암모니아 냉동장치에 대한 특별규정

407. 전기설비 【규칙 참조】

규칙 407.의 1항 (1)호에서 '가스에 대하여 안전성이 증명된 방폭형'이라 함은, IEC 60079에서 규정하는 가스증기그룹 IIA , 온도등급 T1 또는 본질안전방폭형 또는 내압방폭형을 말한다.

부록 9-1 예비품 등의 표준(참고)

101. 일반

1. **전동기축 이음볼트, 너트 및 시트**
   각 크기 1이음분
2. **냉매팽창밸브**
   각 크기 1조
3. **프로트식 액면제어기**
   각 크기 1조
4. **유리제 봉형온도계**
   적어도 2개
5. **온도계측장치의 경우**
   센서 총수의 5 %, 다만, 적어도 각 형식 1개
6. **냉매도출밸브**
   각 크기 2개(완비품)

102. 냉매압축기에 대한 예비품

1. **스크루식압축기를 설치한 경우**
   (1) 주베어링
   각 크기의 것 1개
   (2) 추력베어링
   각 크기의 것 1개
   (3) 로터기밀장치
   각 크기의 것 1개
2. **왕복동식압축기를 설치하는 경우**
   (1) 피스톤 및 피스톤봉(연접봉)
   각 크기 1실린더분(완비품)
   (2) 주베어링
   각 크기의 것 1개
   (3) 흡입 및 배출밸브
   각 크기의 것 1실린더분(완비품)
   (4) 크랭크축 기밀장치
   각 크기의 것 1개(크랭크케이스가 냉매압력을 받는 경우)
   (5) 각 크랭크 축 이음 볼트
   각 크기 1이음분(시트, 너트 등을 포함)
   (6) 회전기의 구동벨트
   각 크기 1조

103. 전기설비에 대한 예비품

규칙 6편 1장 18절에 따른 예비품을 표준으로 한다. ⚓

제 2 장 하역설비

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 적용 【규칙 참조】

규칙 101.의 1항 (1)호를 적용함에 있어, 하역설비는 다음 각 호에 해당되는 것을 말한다.

(1) 선박안전법을 적용받는 선박에 장치하는 1톤 이상의 하역설비. 다만, 하역램프는 제외한다.

(2) 어선법을 적용받는 선박(총톤수 300톤 이상)에 장치하는 1톤 이상의 하역설비 *(2018)*

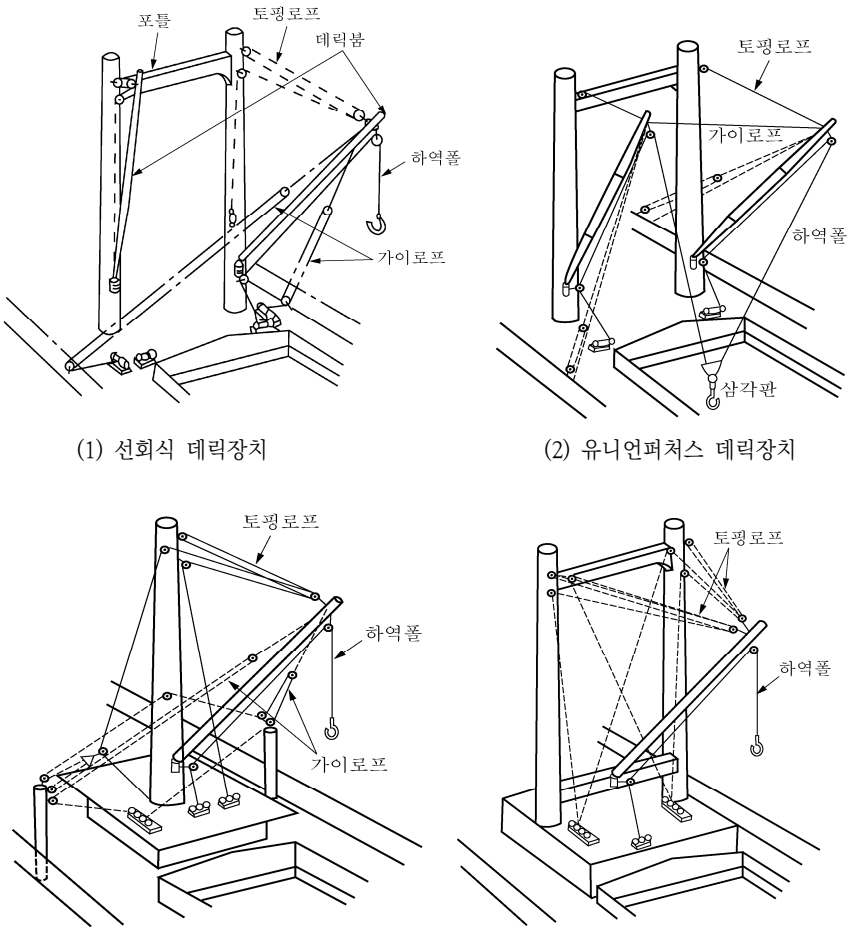
(3) (1)호 및 (2)호 이외의 선박에 장치하는 하역설비로서 안전사용하중 등의 지정신청이 있는 하역설비

2. 동등효력 【규칙 참조】

규칙 101.의 2항에 추가하여 우리 선급은 이 규칙의 요건에 따라 설계되고 제작되지 아니한 모든 현존 하역장치, 하역램프 및 하역장구에 대하여 우리 선급이 요구하는 시험 및 검사에 합격한 경우, 이 규칙에 적합한 것으로 인정할 수 있다. 여기서 "우리 선급이 요구하는 시험 및 검사"라 함은 원칙적으로 **규칙** 203.의 1항에 규정된 설계에 대한 검사 및 **규칙** 203.의 2항에 규정된 제작에 대한 시험을 말한다. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 공공기관 또는 제3자의 도면검토 및 기관과 설비에 대한 시험에 합격한 것이 증명되는 경우에는 그 일부를 생략할 수 있다. *(2020)*

102. 용어의 정의

1. 데릭장치에는 **그림** 9.2.1에 나타낸 것을 포함한다. 【규칙 참조】



(1) 선회식 데릭장치

(2) 유니언퍼처스 데릭장치

(3) 단일토핑 데릭크레인장치

(4) 이중토핑 데릭크레인장치

그림 9.2.1 데릭장치

2. **규칙** 102.의 11항에서 "우리선급이 필요하다고 인정하는 기타 제한사항"이라 함은 해당되는 하역설비의 특성에 따라 안전한 사용을 위해 제한되어야 할 사항을 말한다. **【규칙 참조】**

103. 배치, 구조, 재료 및 용접

1. 일반구조 【규칙 참조】

(1) **규칙** 103.의 2항 (1)호에서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 추가요건에 적합하여야 하는 하역장치는 (가)부터 (라)를 포함한다.

(가) 이동식해양구조물에 설치된 하역장치

(나) 작업선에 설치된 하역장치

(다) 잠수선 및 잠수설비용 권상/격납장치

(라) 우리 선급이 특별고려가 필요하다고 인정하는 기타의 설비

(2) **규칙** 103.의 2항 (2)호에서 우리 선급이 별도로 정하는 지침이라 함은 (가)부터 (라)를 포함한다.

(가) 구조부에 다양한 강도의 강재가 사용되는 경우, 높은 강도의 강재에 인접한 낮은 강도의 강재에 발생하는 응력에 충분한 고려를 하여야 한다.

(나) 고장력강이 사용되는 경우, 심각한 응력집중이 생기지 않도록 구조 상세에 특별히 주의하여야 한다.

(다) 구조부에 고장력강이 광범위하게 사용되는 경우, 세심한 고려를 하여야 한다. 이 경우, 좌굴강도의 확보와 관련하여 상세히 검토하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다.

(라) 부재의 치수는 (a)부터 (e)의 요건에 적합하여야 한다.

(a) **규칙** 303.의 3항에 규정된 포스트의 최소두께는 다음 식으로부터 구할 수 있다.

$$5.0K+1.0 \quad (\mathrm{mm})$$

여기서,

$K=\sigma_{yM}/\sigma_{yH}$

σ_{yM} : 규정된 연강의 항복응력

σ_{yH} : 규정된 고장력강의 항복응력

(b) **규칙** 305.의 2항에 규정된 기부에서의 포스트 최소바깥지름은 다음 식으로부터 구할 수 있다.

$$5hK \quad (\mathrm{cm})$$

여기서,

h : **규칙** 305.의 2항에 따른다.

K : (a)에 따른다.

(c) **규칙** 305.의 3항 (1)호 (가) 및 **표** 9.2.8에 규정된 계수 C_2의 값은 C_2의 값에 (a)에 규정된 계수 K를 곱한 값으로 대치할 수 있다.

(d) **규칙** 403.의 6항에 규정된 구조부의 최소두께는 다음 식으로부터 구한 값으로 대치할 수 있다.

$$5.0K+1.0 \quad (\mathrm{mm})$$

여기서,

K : (a)에 따른다.

(e) **규칙** 803.의 4항에 규정된 구조부의 최소두께는 다음 식으로부터 구한 값으로 대치할 수 있다.

노출부 : $5.0K+1.0$ (mm)

폐위부 : $5.0K$ (mm)

여기서,

K : (a)에 따른다.

2. 재료 【규칙 참조】

(1) **규칙 103.**의 4항 (1)호에서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우라 함은 (가)부터 (다)를 말한다.

(가) 크레인의 (a)부터 (c)의 구조부에 두께가 25 mm를 넘는 B가 사용되는 경우

(a) 집크레인의 선회링(베어링)에 설치된 플랜지

(b) 집크레인의 하우징베이스

(c) 보강을 위하여 두께를 증가시킨 판을 포함하여 갠트리크레인 등의 움직이는 부분을 구성하는 부재. 다만, 작용응력에 따라 **규칙 표 9.2.1**에 규정된 요건을 적용할 수 있다.

(나) 데릭붐, 데릭포스트, 집크레인, 크레인포스트 및 기타 유사한 구조부를 제작하는데 (a)부터 (c)의 요건에 따르는 강관이 사용되는 경우

(a) 강관의 두께는 20 mm 이하이어야 한다.

(b) **규칙 2편**에 규정된 압력배관용 강관에는 제1종 또는 제2종 강관, 또는 이와 동등한 것을 사용하여야 한다.

(c) 용접되는 강관의 탄소함유량은 0.23 % 보다 작아야 한다.

(다) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기준에 적합한 두께 1.25 mm를 넘지 않는 압연강재 및 압연강관이 화물호스를 제외하고 하역작업에 사용되지 아니하는 하역장치의 구조부에 사용되는 경우. 다만, 선체구조에 직접 용접되는 구조부의 재료는 **규칙 103.**의 4항 (1)호 또는 전 (나) (a)부터 (c)의 요건에 적합하여야 한다.

(2) 통상 특히 온도가 낮은 구역 또는 냉장창고 내에서 사용되는 하역장치의 구조부, 주행거더, 트랙 등의 강재종류는 설계온도에 따라 **표 9.2.1**에 적합하여야 한다.

(3) (가)부터 (바)의 구조부에 사용되는 주강 또는 단강품은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기준에 따라야 한다.

(가) 데릭장치의 토핑브래킷

(나) 데릭장치의 구즈넥브래킷 및 구즈넥핀

(다) 데릭붐의 데릭힐러그 및 정부의 부속장구

(라) 집크레인의 힐브래킷

(마) 집크레인의 힐부속장구

(바) 갠트리크레인, 하역리프트 및 하역램프의 움직이는 부분용의 브래킷 및 핀

(4) **규칙 103.**의 4항 (4)호에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 것”이라 함은 국제표준규격(ISO) 및 국가표준규격(KS) 또는 이와 동등한 기준에 따라 인정하는 것을 말한다.

(5) **규칙 103.**의 4항 (6)호에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 기준”이라 함은 국제표준규격(ISO) 및 국가표준규격(KS) 또는 이와 동등한 기준을 말한다.

표 9.2.1 저온에 노출된 강재의 종류 *(2019)*

설계온도 T (℃)	재료두께 t (mm)				
	$t \le 10$	$10 < t \le 20$	$20 < t \le 25$	$25 < t \le 40$	$40 < t$
$-10 \le T$	*A/AH*		*B/AH*	*D/DH*	*E/EH*
$-20 \le T < -10$	*B/AH*	*D/DH*	*E/EH*		
$-30 \le T < -20$	*E/EH*			*RL235A*	*RL235B*
$-40 \le T < -30$	*RL235A*		*RL235B*		*
$-50 \le T < -40$	*RL235B*		*		

(비고)

1. 열응력을 경감할 수 있는 구조용 강재의 종류는 우리 선급이 특별히 고려한다.
2. 우리 선급은 설계온도가 -50℃ 이하이거나 또는 재료의 작용응력이 항복점의 60%를 넘는 저온에 노출된 경우, 재료의 두께 및 구조에 따라 높은 노치강성을 갖는 재료를 요구할 수 있다.
3. *표시된 재료의 강재종류는 우리 선급이 특별히 고려한다.
4. 이 표에 사용된 기호는 **규칙 표 9.2.1**과 동일하다.

3. 용접 【규칙 참조】

규칙 103.의 5항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 데릭포스트의 용접은 (가)부터 (아)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 포스트의 용접은 가능한 양면용접이어야 한다.

(나) 포스트와 갑판의 용접은 포스트의 하단을 양면개선으로 하여야 한다. 포스트 내부에서의 작업이 작은 지름 또는 기타의 다른 이유로 인하여 곤란한 경우, 일면개선으로 하여 뒷댐판을 대고 용입용접하는 것을 허용할 수 있다.

(다) 포틀을 구성하는 상하판에 측판을 용접하는 경우, 포틀의 단부 및 토핑브래킷, 아이 등이 설치되는 부분에서 필릿의 크기는 **규칙 3편 표 3.1.6**에 규정된 $F1$이어야 한다.

(라) 포틀과 포스트의 용접은 가능한 양면용접이어야 한다. **그림 9.2.2**에 나타낸 각도(α)가 작은 경우, 포틀의 끝단에 너클을 주어 포스트표면과 직각으로 교차시켜 필릿용접을 실행가능한 한 완성하도록 한다.

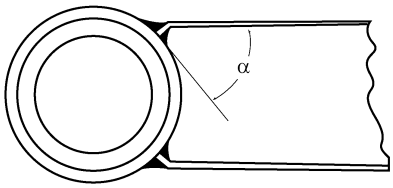


그림 9.2.2 포틀과 포스트의 용접

(마) 토핑브래킷 및 구즈넥브래킷은 포스트 또는 거치대를 관통하여 설치되어야 한다. 포스트 또는 거치대의 판두께가 12.5 mm를 넘는 경우, 용접은 개선을 만들고 용입용접을 하여야 한다.

(바) 데릭붐의 횡방향 연결은 양면용접으로 하고 뒷면 치핑으로 용접면의 결함을 제거한 후 뒷면용접을 하여야 한다. 다만, 뒷댐판을 사용한 용입용접은 수리를 위한 부분 신환과 같이 불가피한 경우에 한하여 허용할 수 있다. 이 경우, 해당 용접이음은 전 용접선을 따라 적당한 비파괴시험을 시행하여 유해한 결함이 없음이 검증되어야 한다.

(사) 데릭붐의 종방향연결을 위한 뒷댐판은 전 길이에 걸쳐 이음이 없이 매끈한 표면이어야 한다.

(아) 화물의 하역에 사용되지 아니하는 데릭에 대하여 안전사용하중 및 구조의 방식을 고려하여 (나), (마) 및 (바)의 요건을 수정할 수 있다.

(2) 크레인의 용접은 (가)부터 (마)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) (1)호 (바) 및 (사)의 요건은 “데릭붐”을 “크레인”으로 하여 집의 맞대기이음과 종방향이음에 적용하여야 한다.

(나) 집의 맞대기 및 종방향이음 이외의 용접이음에 대하여 양면용접(필릿용접 포함)을 하기 곤란한 경우, 용입용접 또는 뒷댐판을 사용한 용접을 하여야 한다.

(다) 크레인 포스트의 용접에 대하여는 (1)호 (가) 및 (나)를 적용하여야 한다.

(라) 다음의 부분은 원칙적으로 완전용입용접으로 고정하여야 한다.

(a) 크레인 포스트와 선회링용 포스트플랜지의 고정부

(b) 집상단과 시브용 브래킷의 고정부

(c) 크레인 조종실과 시브용 브래킷의 고정부

(d) 집의 기부 브래킷의 고정부

(e) 크레인 조종실 및 회전거치대의 고정부

(마) 1차 구조부재의 필릿용접은 원칙적으로 **규칙 3편 표 3.1.6**에 규정된 $F1$ 또는 이와 동등한 것이어야 한다.

(3) 하역리프트 및 하역램프의 용접은 (가)부터 (다)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 1차 구조부재의 필릿용접은 (2)호 (마)에 적합하여야 한다.

(나) 1차 구조부재에 직접 설치되는 미끄럼방지 바 등의 용접은 그 부재에 어떠한 유해한 영향을 끼치지 아니하는 방법으로 시행되어야 한다.

(다) 장치의 격납에 사용되는 스토퍼, 걸쇠 및 유사한 부속장구의 용접방법은 구조부 또는 선체구조에 어떠한 악영향도 끼치지 않는 방법으로 선택되거나 시행되어야 한다.

(4) 통상 특히 온도가 낮은 구역 또는 냉장창고 내에서 사용되는 하역장치 구조부의 용접은 구조, 작용응력 등을 고려하여 저온취성파괴의 발생을 방지하는데 어떠한 악영향을 끼치지 아니하는 방법으로 시행되어야 한다.

(5) 단강 또는 주강품이 맞대기용접 또는 겹침용접으로 강판에 연결되는 경우, 용접이음의 상세는 **규칙 2편 2장 3절**에 적합하여야 한다.

(6) 하역장치 및 하역램프 구조부의 용접이음에 대한 비파괴검사는 (가)부터 (다)의 요건에 적합하여야 한다.
(가) (a)부터 (c)의 장소는 방사선투과시험 또는 초음파탐상시험을 하여야 한다.
(a) (1)호 (바)에 규정된 장소
(b) (2)호 (가)의 장소뿐만이 아니라 크레인의 구조부와 그 구조 및 구조의 방식에 따라 우리 선급이 특별하다고 인정하는 장소
(c) 용접이음의 보전성이 의심되는 장소
(나) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, (a)부터 (d)의 장소는 자분탐상시험 또는 액체침투탐상시험을 하여야 한다.
(a) 압연강판과 단강 또는 주강의 용접이음
(b) 구조부에 임시로 용접된 피스, 지그 등을 떼어낸 자국
(c) 하역부속장구의 용접
(d) 보전성이 의심되는 구조부의 필릿용접
(다) (가) 및 (나)에 규정된 비파괴시험의 방법 및 결함판정기준은 해당 장소의 구조에 따라 우리 선급이 정하는 바에 따른다.

제 2 절 검사

201. 일반

1. 적용 【규칙 참조】

규칙 201.의 1항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 선체구조에 직접 설치되는 데릭 및 크레인의 포스트와 하역리프트/램프의 지지는 이 절에 추가하여 **규칙 1편**에 규정된 시험 및 검사를 받아야 한다.

(2) 하역리프트 및 하역램프가 선체구조의 일부를 형성하는 경우, 이 부분은 선체구조의 방식 및 배치에 따라 **규칙 1편**의 요건에 적합한 시험 및 검사를 하여야 한다.

(3) **규칙** 201.의 1항 (4)호를 적용함에 있어서 하역장치가 (가) 또는 (나) 중 한 조건에 적합한 경우, **규칙** 202.에 규정된 하중시험은 생략할 수 있다.
(가) 헤비 데릭장치인 경우 : 자주 사용하지 아니하고 사용 전에 하중시험을 시행할 것
(나) 유니언퍼처스 데릭장치인 경우 : 선회식 데릭장치로서 하중시험을 통과하고 프리벤터 스테이의 아이플레이트의 상태가 양호할 것

(4) **규칙** 201.의 1항 (3)호에서 "정기적인 검사 시 검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1편 1장** 801.의 1항에 해당하는 경우를 말한다.

2. 검사의 준비 및 입회 【규칙 참조】

규칙 201.의 2항 (3)호에서 검사원이 검사시행을 위한 안전이 확보되지 아니하였다고 판단하는 경우라 함은 고소에서 검사를 시행하는 경우, 추락방지 등의 안전조치를 말한다.

202. 하역설비의 검사 【규칙 참조】

규칙 202.의 2항 (4)호 (라)에서 "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 이전 검사 시 임시검사가 지적된 경우 또는 선주의 요청에 의해 임시검사를 시행하는 경우 등을 말한다.

203. 등록검사

1. 도면 및 기타자료의 제출 【규칙 참조】

규칙 203.의 1항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) **규칙** 203.의 1항의 요건에도 불구하고, 하역설비 전체 또는 일부가 이미 승인된 도면 및 문서에 따라 동일한 작업장에서 제작되는 경우, (가) 및 (나) 이외의 도면 및 문서의 승인은 생략할 수 있다.
(가) 도면제출생략 신청서
(나) 하역설비의 일반배치도

(2) 하역설비에 사용되는 각종 구동원치 및 주행기관용 유압모터, 유압펌프, 증기실린더, 공압모터 및 내연기관은 출력에 따라 (가)부터 (다)의 요건에 따라야 한다.

(가) 출력이 375 kW보다 작은 경우:
도면제출이 생략될 수 있다. 다만, 사용되는 윈치 또는 주행기관의 승인도면에는 제조자의 이름, 형식 및 주요요목이 기재되어야 한다.
(나) 출력이 375 kW 이상인 경우:
주요요목, 구조상세도면 및 강도계산서 1부를 참고용으로 제출하여야 한다.
(다) 기타:
기계장치가 우리 선급선에 처음으로 탑재되는 경우에도, 출력이 375 kW보다 작으면 (나)의 요건에 따라야 한다.

(3) 데릭의 일반배치도 및 구조도면은 적어도 (가) 및 (나)의 항목을 포함하여야 한다.
(가) 일반배치도
(a) 마스트, 포스트, 가이포스트, 슈라우드, 스테이(부착된 리깅스크류 포함), 데릭붐 및 선체구조에 설치된 하역부속장구의 배치
(b) 선폭 및 아웃리치
(c) 하역블록의 위치 및 명칭과 러닝로프의 배치(권상 및 선회인 경우)
(d) 윈치의 위치, 형식 및 용량
(e) 리프팅빔, 그랩, 리프팅마그넷, 스프레더 등의 자중
(나) 구조도면
(a) 마스트, 포스트, 가이포스트 및 데릭붐의 구조, 치수 및 재료
(b) 슈라우드 및 스테이의 치수 및 재료
(c) 구즈넥브래킷, 토핑브래킷, 프리벤터 스테이 상하단의 아이플레이트 및 기타 하역부속장구의 치수 및 재료

2. 제작에 대한 시험 【규칙 참조】

규칙 203.의 2항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 하역장치 및 하역램프용 구동기관 등에 대한 시험 및 검사는 (가)부터 (라)의 요건에 따라야 한다.
(가) 유압모터 및 유압모터에 부착된 제어밸브
(a) 출력이 375 kW보다 작은 경우, 공장시험은 제조자에 의하여 수행된 시험으로 대신할 수 있다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 그 시험결과를 제출할 것을 요구할 수 있다.
(b) 출력이 375 kW 이상인 경우, 성능확인시험 및 개방검사 이외의 시험은 제조자가 자체시험을 실시하고 그 결과를 우리 선급에 제출할 경우 검사원의 입회를 생략할 수 있다. 수압(또는 유압)시험은 설계압력의 1.5배의 압력으로 시행하여야 한다. *(2017)*
(c) (a) 및 (b)의 요건에도 불구하고, 구동기관이 우리 선급선에 처음으로 탑재되는 경우, 수압시험, 성능확인시험 및 개방검사는 검사원 입회하에 시행되어야 한다.
(나) 유압펌프
유압펌프는 구동모터의 출력에 따라 (가) (a)부터 (c)와 동일한 방법으로 취급하여야 한다.
(다) 증기실린더, 공압모터 및 내연기관
각 출력에 따라 (가) (a)부터 (c)와 동일한 방법으로 취급하여야 한다. 증기실린더에 대한 수압시험은 설계증기압의 1.5배의 압력으로 시행하고, 실린더에 직접 연결된 밸브는 설계증기압의 2배의 압력으로 시행하여야 한다.
(라) 윈치 및 유압펌프용 구동모터 및 그 제어장치
규칙 6편에 규정된 요건에 적합하여야 하고 **규칙 6편**에 규정된 시험 및 검사에 합격하여야 한다.

(2) 하역장치 및 하역램프((3)호에 규정된 것은 제외)에 사용되는 윈치는 구동기관 등의 설치를 포함하여 조립이 완성된 후에 공장시험 시 (가) 및 (나)에 언급된 시험 및 검사를 하여야 한다. 이 경우, 동일형식으로 동시에 제조되어 동일한 선박에 설치되는 것 중 한 개의 윈치는 검사원 입회하에 시험하여야 하고, 나머지 윈치에 대한 시험 및 검사는 제조자가 발행한 시험성적서를 확인하는 것으로 대신할 수 있다.
(가) 전동유압윈치
(a) 육안검사 및 구조확인
재료 및 제작에 실제로 유해한 결함이 없음을 확인하고 움직이는 각 부분이 원활히 움직이는지를 확인하여야 한다.
(b) 무부하시험
윈치는 무부하에서 최대속도로 30분간(정회전 및 역회전 각 15분) 운전되어야 하고 성능 및 각 구조 부분이

양호한 상태임을 확인하여야 한다.

(c) 부하시험

윈치는 정격하중을 30분간 연속하여 올리고 내려야 한다.(들어 올리고 내리는 각 작동의 사이에 20초 동안은 이를 중단시킬 수 있으며, 들어 올리고 내리는 유효거리는 10 m 이상일 것을 권장한다) 이 작동을 하는 동안, 베어링의 온도상승, 들어 올리는 속도, 내리는 속도 및 투입전력이 계측되어야 하고 이들이 양호한 상태임을 확인하여야 한다.

(d) 제동시험

윈치로 정격하중으로 들어 올리고 내리는 동안, 조종핸들을 중립위치로 돌려 하중의 미끄러짐이 1.5 m 이하임을 확인하여야 한다. 제동장치의 수동투하시험도 시행하여야 하고 양호한 상태임을 확인하여야 한다.

(e) 속도제어시험

(f) 비상보증시험

정격하중을 내리는 동안 전원공급을 차단하여 윈치에 설치된 비상보증장치의 효력을 확인하여야 한다.

(g) 과부하시험

윈치는 정격하중의 125% 무게의 하중을 몇 차례에 걸쳐 올리고 내려야 한다. 윈치는 하중을 내리는 동안 적어도 세 차례 정지시키고 양호한 상태임을 확인하여야 한다.

(h) 과압방지장치의 조정

필요시 조종압력을 확인한다.

(i) 개방검사

우리 선급은 이상이 발견된 부분에 대하여 개방검사를 요구할 수 있다.

(j) 검사원이 필요하다고 인정하는 기타의 시험

(나) 증기윈치, 전동윈치 및 내연기관으로 구동되는 윈치에 대한 공장시험도 전동유압윈치에 대하여 (가)에 규정된 요건((가) (h) 제외)에 따라 시행하여야 한다.

(3) 크레인, 특수데릭, 하역리프트 또는 하역램프에 사용되고 이들의 움직이는 본체와 일체로 된 윈치는 원칙적으로 (2)호의 요건에 따라 취급되어야 한다. 다만, 윈치의 구조 또는 배치를 고려하여 실행불가능하다고 인정되는 경우, (2)호에 규정된 시험 및 검사의 일부 또는 전체는 **규칙 205.**에 규정된 하중시험 시 시행하는 것을 허용할 수 있다.

3. **규칙 203. 3. (1) (나)**에서 '필요하다고 인정하는 경우'라 함은 **적용지침 1편 1장 8절 801.2**에 따른다. *(2020)*

204. 연차검사

1. **규칙 204.**의 1항을 적용함에 있어서 연차검사 시 다음에 규정된 부식, 마모 또는 기타 결함이 발견된 구조부 및 하역장구는 원칙적으로 수리되거나 또는 신환되어야 한다. **【규칙 참조】**

(가) 구조부(판부재 및 핀구조 이외의 하역부속장구)

마모 및 찢어짐의 양이 원래치수의 10%에 이르는 구조부. 다만, 규칙에서 요구되는 두께보다 충분한 여유를 가지는 강판이 사용된 경우에는 이를 적용하지 아니할 수 있다.

(나) 핀구조의 하역부속장구

핀 또는 유사한 부속장구와 그 구멍 사이의 간격이 핀의 원래 지름의 10%에 이르는 구조부. 다만, 구즈넥핀의 경우에는 크로스볼트와 브래킷구멍 사이의 간격은 크로스볼트의 원래 지름의 5% 이내 이어야 한다.

(다) 하역장구(와이어로프 제외)

와이어로프를 제외한 하역장구인 경우, 다음 중 하나에 해당되는 것

(a) 유해한 변형이 발생한 것

(b) 균열이 발생한 것

(c) 마모 또는 부식의 양이 원래 치수의 10% 이상인 것

(d) 시브가 원활히 회전하지 않는 블록

(라) 와이어로프

다음 중 하나에 해당되는 와이어로프

(a) 와이어로프 지름의 10배의 길이 이내에 소선(필러와이어 제외) 총수의 5% 이상이 파단된 것

(b) 와이어로프 지름의 감소가 지름의 7% 이상인 것

(c) 킹크 또는 기타 유해한 변형이 발생한 것

(d) 소선의 표면 또는 와이어로프 내부에 심각한 부식이 발생한 것

(e) 검사원이 필요하다고 인정하는 것

2. **규칙 204.**의 1항 (1)호, 2항, 3항, 4항 (1)호, 5항 (1)호에서 "검사원이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **지침 1편 1장 801.**의 2항에 해당하는 경우를 말한다. **【규칙 참조】**

205. 하중시험 【규칙 참조】

1. 하중시험 *(2021)*

규칙 205.를 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 새로이 제작되는 크레인에 대한 하중시험은 원칙적으로 본선에 설치된 후 뿐만이 아니라 공장에서 조립된 후에도 시행되어야 한다. 동일형식으로 동시에 제작되어 동일한 선박에 설치되는 것 중 한 개의 크레인에 대한 공장시험결과가 만족한 경우, 나머지 크레인은 제조자가 발행한 시험성적서를 확인하는 것으로 대신할 수 있다. 제조자의 공장에서 하중시험을 시행할 수 없다고 검사원이 인정하는 경우 본선에서 하중시험을 시행하는 조건으로 공장에서의 하중시험은 생략할 수 있다.

(2) 그랩, 리프팅빔, 마그넷, 스프레더 및 기타 유사한 하역장구(이하 "하역파지장구"라 한다)를 전적으로 사용하는 하역장치인 경우, 시험하중 및 안전사용하중은 신청에 따라 (가) 또는 (나)의 어느 쪽으로 취급될 수 있다.

(가) 하역장구의 질량이 안전사용하중에 포함되는 경우:

시험하중 = α × {(최대화물질량)+(하역파지장구의 질량)}
안전사용하중 = (최대화물질량)+(하역파지장구의 질량)

여기서,
α : **규칙 표 9.2.2**에 규정된 시험하중을 안전사용하중으로 나누어 구한 계수. 다만, 안전사용하중이 20 t 이상 50 t 미만인 경우, 시험하중은 안전사용하중에 5 t을 더한 것이어야 한다.

(나) 하역장구의 질량이 안전사용하중에 포함되지 아니하고 최대화물질량만이 안전사용하중으로 지정되는 경우, 안전사용하중이 이 절차에 따라 지정되는 하역장치는 다음 조건에 만족하여야 한다.

(a) 하중시험은 해당 하역장치에 사용되는 하역장구 또는 동일한 구조 및 질량을 가지는 하역장구를 사용하여 시행되어야 한다.

(b) 본선에 사용되는 하역장구는 하중시험에 사용된 것과 동일한 장구 또는 동일한 구조 및 질량을 가지는 장구이여야 한다.

시험하중 = α × (최대화물질량)
안전사용하중 = 최대화물질량

여기서,
α : (가)에 따른다.

(3) 하역훅에 의한 전통적인 하역에 전적으로 사용되는 하역장구에 대한 하중시험은 원칙적으로 (2)호 (나)에 규정된 방법에 따라야 한다.

(4) 하역장치 및 하역램프에 대한 하중시험 및 작동시험의 상세는 규칙에 규정된 것에 추가하여 (가)부터 (마)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 데릭

규칙 902.의 2항 (가)에 규정된 추가의 안전사용하중이 지정된 경우, 추가의 안전사용하중에 대한 하중시험은 생략될 수 있다. 이 경우, 안전사용하중 등 사이의 관계는 다음 식에 만족하여야 한다.

$$B = W\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$$

여기서,
W : 안전사용하중(t)
α : 허용최소각도(*degree*)
B : 추가의 안전사용하중(t)
β : 추가의 허용각도(*degree*)

(나) 집크레인

(a) **규칙** 902.의 2항 (나)에 규정된 추가의 안전사용하중이 지정된 경우, 추가의 안전사용하중에 대한 하중시험은 생략될 수 없다.

(b) 선회반지름에 관계없이 일정한 안전사용하중이 지정된 크레인의 경우, 선회시험은 안전사용하중에 기초한 시험하중으로 최대반지름에서 시행하고, 최소반지름 또는 가능한 가장 작은 반지름에서 러핑작동을 시행하여야 하며 가능한 그 반지름에서 선회시험도 시행하여야 한다.

(c) 선회반지름에 따라 안전사용하중이 변하는 크레인의 경우, 선회시험은 각 지름에 따른 시험하중을 매달은 후 최대 및 최소선회반지름에서 시행하여야 한다.

(d) 권상, 선회 및 러핑작동의 세 가지 모두 또는 이들 중 두 가지를 동시에 할 수 있는 크레인의 경우, 설계사양에 명기된 이들 조합된 작동이 제한된 반지름에 따른 시험하중을 매달고 만족한 상태인지를 검증하여야 한다.

(다) 갠트리크레인 및 기타 주행크레인

(a) 크레인은 안전사용하중을 매달고 주행범위내의 트랙 상에서 주행되어야 한다. 이 경우, 주행트랙을 지지하는 선체구조도 결함이 없는지를 확인하여야 한다.

(b) 주행트롤리가 있는 경우, 안전사용하중을 매달고 전체 주행범위에 걸쳐 주행되어야 한다.

(c) 주행트롤리용 격납식 주행거더가 있는 경우, 주행거더의 펼침과 격납작동이 양호한 상태임을 확인하여야 한다.

(라) 안전사용하중의 1.25배를 넘는 시험하중을 들어 올릴 수 없도록 압력이 제한된 유압크레인의 경우, 시험을 할 수 있는 최대의 하중을 들어 올리는 것으로 할 수 있다. 다만, 이 하중은 일반적으로 안전사용하중의 1.1배 보다 작아서는 아니된다.

(마) **규칙** 205.의 (4)호 (나)에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법"이라 함은 최소한 다음 요건을 말한다.

(a) 하중부하기의 정밀도는 ±2.5%의 범위 이내에 있어야 한다.

(b) 하중을 부하하는 위치는 승인된 작동범위 내에서 구조부에 가장 가혹한 응력이 발생되는 개소를 선택하여야 한다.

(c) 하중은 하중지시기가 안정될 수 있도록 5분 이상의 충분한 기간 동안 지속되어야 한다.

제 3 절 데릭장치

302. 설계하중

1. 고려하는 하중 【규칙 참조】

규칙 302.의 1항을 적용함에 있어서 데릭장치의 직접강도계산을 하는 경우, 붐의 정부에 작용하는 외력은 토핑리프트의 인장력, 가이로프의 인장력, 하역폴(화물의 무게에 따른)의 인장력, 화물복원의 인장력, 붐의 자중의 반 및 하역블록, 훅, 로프 등의 자중을 포함한 추가의 하중을 포함하여야 한다. 다만, 추가의 하중은 **표** 9.2.2에 따를 수 있다.

2. 선체경사에 따른 하중 【규칙 참조】

규칙 302.의 3항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 규칙에 규정된 것보다 작은 횡경사 각도가 구조부의 설계에 사용되는 경우, 최소한 (가)부터 (다)의 운항상태의 선체경사에 관련된 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다. 이러한 상태의 선체종강도 및 복원성은 별도로 시험되어야 한다.

(가) 경하상태

(나) 적하의 중간상태

(다) 만재 직전의 상태

(2) 하역작업 시 **규칙** 302.의 3항에 규정된 횡경사 각도를 유지하기 위하여 평형수를 조정하는 선박인 경우, (가)부터 (다)에 관련된 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다. 이러한 모든 자료는 **규칙** 905.의 2항에서 언급하는 하역설비의 작동지침서에 포함되어야 한다.

(가) 평형수 조정장치의 상세

(나) 평형수 조정방법 및 절차

(다) 평형수 조정장치의 고장 시 조치요령

표 9.2.2 추가의 하중

안전사용하중 W (t)	추가의 하중 (t)
$W \leq 2$	$0.283W$
$2 < W \leq 15$	$0.4\sqrt{W}$
$15 < W \leq 50$	$0.1W$
$50 < W$	우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

303. 데릭포스트, 마스트 및 스테이의 강도 및 구조 【규칙 참조】

규칙 303.의 4항 (1)호에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 다른 방법"이라 함은 직접강도계산 방법에 의해 검증된 강도로 지지되는 기타 방법을 말한다.

306. 데릭붐에 대한 단순계산법

1. **규칙 306.**의 2항의 **표 9.2.10, 표 9.2.11,** 및 3항의 **표 9.2.14**를 적용함에 있어서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 값"이라 함은 **지침 1편 1장 104.** 또는 **105.**에 따라 인정하는 값을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 306.**의 2항 (2)호를 적용함에 있어서 "우리 선급이 동등하다고 인정하는 다른 기준"이라 함은 국제표준규격(ISO) 및 국가표준규격(KS) 또는 이와 동등한 기준을 말한다. **【규칙 참조】**

제 4 절 크레인

402. 설계하중

1. **규칙 402.**의 1항 (카) 및 9항 (2)호의 (자), (5)호의 (마)에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중"이라 함은 눈이나 얼음에 의한 하중 및 온도 변화에 의한 하중 등 크레인의 구조부에 작용할 수 있는 하중을 말한다.
【규칙 참조】
2. **규칙 402.**의 5항의 **표 9.2.16**을 적용함에 있어서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 값"은 **부선예항검사규칙 3장 1절 103.**의 1항에 따른다. **【규칙 참조】**
3. **선체경사에 따른 하중 【규칙 참조】**
규칙 402.의 7항을 적용함에 있어서, 크레인 설계에 고려되어야 하는 선체경사에 따른 하중의 계산에 데릭장치에 대하여 규정된 **302.**의 2항 (1)호 및 (2)호의 요건도 크레인에 적용할 수 있다.
4. **하중조합 【규칙 참조】**
규칙 402.의 9항을 적용함에 있어서, (가) 및 (나)에 규정된 하역장치에 대하여는 바람하중을 고려할 필요가 없다.
(가) 화물창, 기관실 및 기타 선박의 폐위된 장소 내에서 사용되는 하역장치
(나) 노출갑판에 설치되고 화물 이외의 물품을 올리고 내리는 데에만 사용되는 하역장치. 다만, 우리 선급은 해당 장치의 구조방식, 작동방법 및 안전사용하중을 고려하여 바람하중을 고려하도록 요구할 수 있다.

403. 강도 및 구조

1. **일반 【규칙 참조】**
규칙 403.의 1항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 하며, **규칙 403.**의 1항 (3)호에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우"라 함은 **표 9.2.15**에 규정되어 있는 크레인 이외의 특수한 크레인에 해당하는 경우 등을 말한다.
(1) 크레인의 선회링인 경우, (가)부터 (마)에 주어진 도면 및 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다. 다만, 우리 선급의 등록선에 사용된 실적이 있는 것은 (나)에 규정된 것만으로 그 요건을 경감할 수 있다.
(가) 선회링의 구조상세 및 재료를 표시하는 것
(나) 선회링에 작용하는 수직하중, 반지름방향의 하중 및 전복모멘트의 허용값
(다) 선회링의 설치기준
(라) 강도계산서
(마) 사용실적 및 제작시의 품질관리에 대한 자료
(2) 집크레인 조종실의 구조에서 시브용 브래킷의 고정부분 및 와이어로프 스토퍼와 같이 집중하중을 받는 부분은 유

효하게 보강되어야 한다.

2. **고정포스트 【규칙 참조】**

규칙 403.의 8항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 포스트상부의 집크레인 선회링의 고정플랜지가 브래킷에 의하여 보강되는 경우, 최소한 매 두개의 선회링용 고정볼트마다 브래킷을 설치하여야 한다.

(2) (1)호에 규정된 보강방법은 갠트리크레인 및 선회링을 가지는 기타 특수한 크레인에도 적용하여야 한다.

404. 주행크레인에 대한 특별요건

1. **안정성 【규칙 참조】**

규칙 404.의 1항을 적용함에 있어서, 주행크레인의 주행로는 (가)부터 (다)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 주행로는 적당한 횡단면을 갖고, 선체변형 및 열영향에 따른 팽창 및 구조를 고려하여 적절히 놓여야 하며, 강체로서 수평이어야 하고, 충분한 강도 및 균질한 주행표면을 가져야 한다.

(나) 강풍상태에서 크레인을 정지시키기 위하여 사용하려는 경우, 주행로는 의도하는 목적에 적합하게 설계되어야 한다.

(다) 전동크레인용 주행로는 적절히 접지되어야 한다.

제 5 절 하역부속장구

502. 하역부속장구

1. **규칙 502.**의 1항 (3)호, 2항 (2)호 및 3항에서 “우리 선급이 인정하는 기준”이라 함은 국제표준규격(ISO) 및 국가표준규격(KS) 또는 이와 동등한 기준을 말한다. **【규칙 참조】**
2. **규칙 502.**의 **표 9.2.21, 9.2.22** 및 **표 9.2.25**를 적용함에 있어서, “우리 선급이 적절하다고 인정하는 값”이라 함은 **지침 1편 1장 104.** 또는 **105.**에 따라 인정하는 값을 말한다. **【규칙 참조】**

제 6 절 하역장구

602. 하역블록

1. **와이어로프용 하역블록 【규칙 참조】**

규칙 602.의 1항을 적용함에 있어서, 그루브의 바닥에서 이퀄라이저시브 및 과부하센서용 시브의 지름은 각기 와이어로프 지름의 10배 및 5배보다 작아서는 아니된다.

603. 로프

1. **와이어로프 【규칙 참조】**

(1) **규칙 603.**의 1항을 적용함에 있어서, 와이어로프의 끝단이음은 (가)부터 (바)에 적합한 것을 표준으로 한다.

(가) 루프스플라이스는 로프의 전체 스트랜드를 최소한 3회 감은 후, 각 스트랜드의 절반을 절단하여 2회를 더 감아야 한다.

(나) 첫 번째 이외의 모든 감김은 로프의 층과 반대방향이어야 한다. 다른 형태의 스플라이스가 사용되는 경우, (가)에 언급한 것과 같은 효력의 것이어야 한다.

(다) 모든 감김이 로프의 층 내에 있는 스플라이스는 슬링의 구조 또는 로프가 그 축방향으로 회전하기 쉬운 하역설비의 어느 부분에도 사용되어서는 아니된다.

(라) 루프 또는 심블이 압축금속페룰의 수단에 의하여 와이어로프에 고정되는 경우, 페룰은 (a)부터 (e)를 만족하는 제조자의 기준에 따라 제작되어야 한다.

(a) 페룰의 제작에 사용되는 재료는 특히 균열이 발생하지 않고 탄성변형에 견딜 수 있어야 한다.

(b) 로프의 지름에 따라 적정한 치수(지름 및 길이)의 페룰을 사용하여야 한다.

(c) 루프백되는 로프의 끝단은 페룰을 완전히 통과하여야 한다.

(d) 페룰의 치수에 따라 적정한 형틀을 사용하여야 한다.

(e) 형틀에는 적정한 폐쇄 또는 압축압력을 적용하여야 한다.

(마) 로프의 끝단을 고정하기 위하여 소켓에 아연 또는 기타의 합금을 주조하는 경우, (a)부터 (d)를 만족하는 제조자의 기준에 따라 시공되어야 한다.

(a) 합금주조를 위해 필요한 로프의 길이를 확보하여야 한다.

(b) 주조 작업 전에 소선에 묻어있는 기름 및 먼지는 완전히 제거되어야 하고 표면처리를 통하여 적당히 깨끗한 표면을 확보하여야 한다.

(c) 합금의 특성에 적합한 주조 온도가 적당히 유지되어야 한다.

(d) 소켓은 합금을 주조하기 전에 예열되어야 한다.

(바) 모든 와이어로프의 끝단 부속장구는 (a) 또는 (b)의 하중에 견딜 수 있어야 한다.

(a) 로프의 지름이 50 mm 이하인 경우 로프의 최소파단하중의 95% 이상

(b) 로프의 지름이 50 mm 초과인 경우 로프의 최소파단하중의 90% 이상

(2) **규칙 603.**의 1항 (나)호, 2항 (가)호에서 "우리 선급이 인정하는 기준"이라 함은 국제표준기준(ISO) 및 국가표준기준(KS) 또는 이와 동등한 기준을 말한다.

605. 동등요건

1. 일반 【규칙 참조】

규칙 605.의 1항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 하역블록 및 하역훅의 구조 및 재료는 (가)부터 (다)의 요건에 적합하여야 한다.

(가) 강재블록은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기타의 기준에 적합하여야 한다.

(나) 목재블록은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기타의 기준에 적합하여야 한다.

(다) 훅은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기타의 기준에 적합하여야 한다.

(2) 주요부분이 용접된 강판으로 조립된 시브는 사용하기 전에 (가)부터 (바)에 규정된 시험 및 검사로 충분한 구조강도를 가지는지 검증되어야 한다.

(가) 용접법시험(시험 항목은 **규칙 2편 2장 4절**에 규정에 따른다). 다만, 이음의 형태에 따라 가감한다.

(나) 구조강도시험(국부 및/또는 전체강도)

(다) 피로시험(시험은 블록의 가장 가혹한 하중조건에서 시브를 최소한 10^6번 회전시켜 시행한다)

(라) 하중시험

(마) 담금질과 같은 특수제작법에 대한 검증시험

(바) 제조기준에 따른 제작법의 검증시험(변형과 같은 결함의 발생이 없는지를 검증한다)

제 7 절 기계장치, 전기설비 및 제어장치

701. 일반

1. 적용 【규칙 참조】

규칙 701.의 1항을 적용함에 있어서, 하역램프용 윈치에 대하여는 "이 절의 요건을 적절히 수정하여 적용할 수 있다"라 함은 **규칙 702.**의 2항 (1)호 (가), (나), (마), (바), **704.**의 2항 (3)호 및 **704.**의 3항 (1)호에 규정된 요건을 적용하지 아니하는 것을 말한다.

702. 기계장치

1. 권상장치 【규칙 참조】

규칙 702.의 2항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 윈치는 재료의 최종인장강도에 기초한 구조부분의 안전계수가 해당 윈치로 작동하는 하역장치의 안전하용하중에 따라 다음에 주어진 값보다 작아서는 아니된다.

안전사용하중이 10 t 이하인 경우 : 5
안전사용하중이 10 t 초과인 경우 : 4

(2) 윈치드럼에 하중이 걸린 상태로 일정기간동안 정지상태를 유지하여야 하는 윈치는 **규칙 702.**의 2항 (1)호 (라)에

규정된 제동장치에 추가하여 미늘톱니바퀴와 같은 기계적 수단에 의하여 드럼의 회전을 능동적으로 방지할 수 있는 장치가 제공되어야 한다. 일반적으로 (가) 및 (나)의 구조를 가지는 윈치가 이러한 윈치에 해당된다.

(가) 하역호이스트드럼 및 토핑드럼(또는 가이드럼)을 클러치를 통하여 동일한 구동장치로 구동하는 윈치의 토핑드럼(또는 가이드럼)

(나) 사용위치에서 붐을 고정하는 와이어로프의 끝단 스토퍼로서 사용되는 토핑윈치 또는 가이윈치

(3) **규칙 702.**의 2항 (2)호에서 "로프의 끝단은 드럼에 고정되어야 하고"라 함은 와이어로프가 드럼에 완전한 4바퀴가 감긴 상태에 드럼하중의 두 배의 하중을 지탱할 수 있어야 함을 말한다.

703. 동력공급

1. 일반 【규칙 참조】

규칙 703.의 1항을 적용함에 있어서, 이동식 하역장치용 전기설비에 사용되는 600 V 이하의 전원회로에 사용되는 전선 중, 유연성 및 굽힘강도가 요구되는 위치에 사용되는 고무재질의 유연성 전선은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기타의 기준에 따르는 것이어야 한다.

704. 제어장치

1. 안전장치 【규칙 참조】

규칙 704.의 3항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 데릭장치에는 과도하게 권상, 선회 및 러핑되는 것을 방지하기위한 리밋스위치가 제공되어야 한다.

(2) 크레인에는 (가)부터 (라)에 규정된 안전장치가 제공되어야 한다.

(가) 과부하방지장치 및 과부하경보. 화물의 하역에 사용되지 아니하는 크레인은 이 장치를 생략할 수 있다.

(나) 과도하게 권상, 선회 및 러핑되는 것을 방지하기위한 리밋스위치

(다) 트롤리 또는 크랩이 수평집 또는 러핑집 상을 주행하고 트롤리 또는 크랩의 하중 및 반지름방향 위치에 따라 안전사용하중이 변하는 경우, (a) 및 (b) 항목의 표시를 운전자가 명확히 볼 수 있는 반지름방향 하중지시기

(a) 호이스트로프에 설치된 훅 또는 기타의 권상장치의 반지름방향 위치에 따른 크레인의 안전사용하중

(b) 집의 러핑운동 또는 트롤리/크랩의 종방향운동의 한계값. 다만, 운전실에 정격하중선도가 게시된 경우에는 이를 적용하지 아니한다.

(라) 본체 또는 호이스트장치에 주행장치를 가지는 크레인의 경우, 주행트랙에 이탈방지장치. 이에 추가하여 과속방지장치가 제공될 것을 권고한다.

(3) 하역리프트에는 가능한 (가)부터 (다)에 주어진 안전장치가 제공되어야 한다.

(가) 과부하경보

(나) 호이스트로프 또는 체인이 느슨해진 경우, 구동장치의 전원공급에 대한 자동차단장치

(다) 잠금장치용 바가 리프트의 격납장치로 사용되는 경우, (a) 및 (b)의 기능이 있는 인터록장치

(a) 모든 잠금장치용 바가 풀리기 전에 리프트에 전원이 공급되어서는 아니된다.

(b) 유압리프트인 경우, 유압이 리프트를 지탱하기에 충분한 압력까지 도달하기 전까지 잠금장치용 바는 풀려서는 아니된다.

(4) **규칙 704.**의 2항 (4)호에 규정된 비상정지장치는 다른 제어장치와 독립적으로 작동되어야 한다.

(5) 하역램프에는 (가) 및 (나)에 규정된 안전장치가 제공되어야 한다.

(가) 선박의 경사가 802.의 1항 (1)호의 요건에 따라 결정된 값에 이르기 전에 경보를 발하는 경보장치

(나) 화물을 적재한 상태로 선회 또는 주행하는 램프인 경우, 작동방식에 따라 (1)호부터 (3)호의 요건에 따라 결정된 안전장치

제 8 절 하역리프트 및 하역램프

802. 설계하중

1. 기타 하중 【규칙 참조】

규칙 802.의 1항 (사), 6항 (2)호의 (마), (4)호의 (바) 및 (5)호의 (마)에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타의 하중"이라 함은 눈이나 얼음에 의한 하중 및 온도 변화에 의한 하중 등 크레인의 구조부에 작용할 수 있는 하중을 말한다.

2. 선체경사에 따른 하중 【규칙 참조】

규칙 802.의 4항을 적용함에 있어서 다음에 따라야 한다.

(1) 선체경사에 따른 하중은 원칙적으로 **규칙** 402.의 7항의 요건에 적합하여야 한다. 다만, 운항상태의 선체경사에 대한 자료가 제출되고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 우리 선급은 제시된 선체경사값을 적용하는 것을 허용할 수 있다.

(2) 하역램프는 원칙적으로 1/10을 초과하는 경사에서 사용될 수 있도록 설계되어서는 아니된다.

803. 강도 및 구조

1. 변형 허용치 【규칙 참조】

규칙 803.의 5항을 적용함에 있어서, 하역리프트 및 하역램프의 변형과 관련하여 작동실적, 모형시험결과 등을 토대로 판단하여 장치의 강도 및 작동에 지장이 없다고 인정되는 경우, 우리 선급은 **규칙** 803.의 5항에 규정된 것보다 큰 값을 적용하는 것을 허용할 수 있다.

부록 9-2 인원용 승강장치 *(2017)*

101. 일반

1. 적용

(1) 하역설비에 대한 규칙(이하 규칙이라 한다.)에 따라 등록된 크레인이 인원 승강에 사용되는 경우에는 규칙의 요건에 추가하여 이 절의 요건을 만족하여야 한다.

(2) SOLAS 협약에서 요구하는 승하선 수단을 이러한 크레인으로 대체하여서는 안 된다.

102. 검사

1. 등록검사

(1) 제출 도면 및 자료

(가) 승인 도면

(a) 인원 승강을 위해 추가된 장비

(나) 참고 자료

(a) 인원 승강을 위한 작동지침서

(다) (나)의 작동지침서에는 다음의 (a)부터 (c)가 포함되어야 한다.

(a) 적어도 다음 사항이 포함된 인원 승강 작업에 대한 제한 :

(i) 풍속, 파고, 및 가시성

(ii) 크레인의 최대 각도와 선회 반경 (승강의 목적에 따른 수평 및 수직 거리)

(iii) 안전사용하중, 권상속도, 하강속도, 선회속도

(iv) 인원의 승강에 사용되는 장비(예: 바스켓)의 승선 구역

(b) 적어도 다음 사항이 포함된 인원 승강 작업에 종사하는 사람에 관한 항목 :

(i) 운영책임자의 역할

(ii) 크레인 운전자의 자격

(iii) 승강되는 인원을 크레인의 제어 위치에서 볼 수 없는 경우의 신호수의 배치

(iv) 바스켓내의 인원과 작업에 참여한 작업자의 안전을 보장하기 위한 수단

(v) 운영책임자와 작업자 간의 통신

(vi) 크레인 오작동시의 구조 수단과 같은 비상사태를 해결하기 위한 수단

(vii) 인원 승강 작업에 앞서 검사 및 시험해야 하는 항목

(c) 적어도 다음을 포함하는, 바스켓의 사용에 앞서 점검되어야 할 항목

(i) 바스켓의 자중, 안전사용하중 및 용량 등과 같은 바스켓의 사양

(ii) 관리 기록

(iii) 국가 기관 또는 제3자 기관에 의해 발행된 증서

(2) 등록검사시의 검사

(가) 인원용 승강장치는 다음의 시험 및 검사에 의해 이상이 없음을 검사하고 확인되어야 한다.

(a) 인원 승강을 위해 추가된 장비의 작동시험

(b) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기타 시험

(나) 106.에 규정된 선내의 장치 및 107.에 규정된 표시를 검사하여야 한다.

2. 연차검사

연차검사 시 인원용 승강장치는 **규칙 2장** 204.의 2항의 요건에 추가하여, 다음의 시험 및 검사에 의해 이상이 없음을 검사하고 확인되어야 한다.

(가) 1항 (2)호 (가) (a)에 규정된 작동시험

(나) 1항 (2)호 (나)에 규정된 검사

103. 크레인

1. 안전사용하중

인원의 승강을 위해 사용되는 크레인의 안전사용하중은 **규칙 2장** 102.에 규정된 안전사용하중의 50 % 미만이어야 한다. 바스켓의 총 중량(자중과 용량 하중의 합계)은 이 중량 이하이어야 한다.

2. 사용제한

응급시 사용을 제외하고, 인원용 승강장치의 사용제한은 다음과 같다.

(가) 평균풍속: 10 m/s

(나) 유의파고: 2 m

(다) 가시성: 일광(daylight) 또는 동등한 수준

104. 하역장구

1. 일반

하역장구의 안전 계수는 103.에 규정된 안전사용하중에 대해 파단강도 기준으로 10 이상이어야 한다.

2. 와이어로프

규칙 2장 603.의 1항에 규정된 요건에 추가하여, 와이어로프는 회전방지형이어야 한다.

105. 기계장치, 전기설비 및 제어장치

1. 일반

인원용 승강장치에 사용되는 기계장치, 전기설비 및 제어장치는 바스켓의 낙상 사고를 방지하도록 구성되어야 하며, 전원공급이 차단된 경우에도 바스켓을 안전하게 내릴 수 있는 수단을 갖추어야 한다.

2. 제동장치

(1) 권상 및 러핑 윈치에는 2개의 기계적으로 그리고 기능상으로 독립된 제동장치가 설치되어야 한다.

(2) 각각의 제동장치의 개별 검사를 위한 수단이 제공되어야 한다.

(3) 기계적인 제동장치는 실제 하중상태에 대한 안전사용하중에 기초한 규칙 2장 702.의 2항에 규정된 제동장치의 요건을 충족하여야 한다. 단, 인원 승강모드에만 사용하는 기계적인 제동장치는 인원 승강을 위한 정격용량을 안전사용하중으로 대체할 수 있다.

(4) 실린더가 크레인의 러핑, 폴딩 또는 텔레스코핑(telescoping) 동작에 사용되는 경우, 크레인에 유압차단밸브가 설치되어야 한다. 대체안으로, 각각의 동작마다 2개의 독립적인 실린더를 가져야 하며, 각 실린더는 인원 승강의 정격용량을 유지할 수 있어야 한다.

3. 인원 승강을 위한 모드 선택

제어 위치에는 화물모드와 인원 승강모드간의 선택을 위한 수동 스위치가 설치되어야 한다. 인원 승강모드가 선택되는 경우, 다음의 기능들이 유지되어야 한다.

(가) 제어가 중립에 위치하는 경우와 비상정지가 실행되었을 경우에는 모든 제동장치가 자동적으로 실행되어야 한다.

(나) 자동(AOPS) 및 수동 과부하방지장치(MOPS)는 오버라이드 되어야 한다.(설치된 경우)

(다) 운동 보상장치(예: 케이블 인장장치 및 상하동요 보상장치)는 오버라이드 되어야 한다.(설치된 경우)

(라) 비상해제장치는 오버라이드 되어야 한다.(설치된 경우)

(마) 연속적으로 점등되는 경고등을 갖추어야 한다. *(2018)*

106. 기타 장치

1. 통신장치

적절한 통신장치가 운영책임자, 크레인 운전자, 신호수 및 바스켓내의 인원에게 제공되어야 한다.

2. 풍속계

운영책임자가 풍속을 통보받을 수 있도록 풍속계가 제공되어야 한다.

3. 바스켓

바스켓을 승인받고자 하는 경우, EN 14502-1 또는 이와 동등한 기준을 만족하여야 한다.

107. 표시

1. 안전사용하중 등의 표시

(1) 크레인에 대한 표시

(가) 규칙 2장 903.의 1항에 명시된 위치에 안전사용하중, 최대선회반경 및 인원 승강시의 기타 제한 조건을 표시하여야 한다.

(나) 크레인 제어 위치 및 승선 지역에 안전사용하중, 최대선회반경, 최대풍속, 최대파고, 최소한의 가시성 및 인원 승강시의 기타 제한 조건을 나타내는 표시가 제공되어야 한다. ⚓

제 3 장 자동화설비

제 2 절 자동화설비의 검사

201. 일반사항

1. 검사의 준비 등 *(2020)* 【규칙 참조】

규칙 201.의 3항 (1)을 적용함에 있어서 “우리 선급이 적당하다고 인정하는 기준”이라 함은 규칙 1편 1장 104.에 따라 인정하는 것을 말한다.

202. 등록검사

1. 제출도면 및 자료 【규칙 참조】

규칙 202.의 1항 (3)호 (라)에서 말하는 제자동화설비의 도면 및 자료는 다음과 같다.

(1) 평형수 적재 및 배수의 원격제어장치
(가) 평형수 적재 및 배수를 위한 배관계통도(평형수탱크, 밸브, 펌프 및 해수흡입구의 배치가 기재된 것으로 경사조정 전용 배관도 포함한다.)
(나) 평형수 적재 및 배수를 위한 원격감시 및 경보반, 펌프 및 밸브 등의 원격제어반 배치도
(다) 탱크의 원격 액면감시장치의 계통도
(라) 밸브의 구동장치 및 원격제어장치의 계통도

(2) 자동조타장치
자동조타장치에 관한 승인도면에는 최소한 다음 사항이 포함되어야 한다.
(가) 시스템 구성(조타계통)
(나) 경보 및 표시램프에 대한 블록선도
(다) 조타 스탠드, 경보판넬 등의 배치
(라) 기능설명

(3) 액체화물의 원격제어 하역장치
(가) 액체화물의 배관계통도(화물탱크, 밸브, 펌프 배치 및 탱크용량을 기재한 것)
(나) 하역집중제어실(장소) 내의 기기배치도
(다) 하역집중제어실(장소)에 설치되어 있는 원격감시 및 경보반, 펌프 및 밸브 등의 원격제어반 배치도
(라) 탱크의 원격 액면감시장치의 계통도
(마) 밸브의 구동장치 및 원격제어장치의 계통도

(4) 동력개폐장치
(가) 개폐장치의 배치도 및 개폐조작장소의 위치도
(나) 개폐동력원의 계통도
(다) 제어용 동력원(개폐동력원과 별도로 되어 있는 경우에 한함)의 계통도
(라) 안전확보를 위한 설비 또는 장치를 갖는 경우에는 그 상세도

(5) 주기관 운전상태의 자동기록장치
(가) 기관 운전상태의 자동기록장치에 대한 동작설명서(시스템 구성, 정시 기록시간 간격 및 정시기록, 이상기록 및 임의기록 등에 관한 사항이 기재되어 있는 것)

(6) 원격제어 계선장치
(가) 계선장치 배치도(원격제어 스탠드 및 계선삭의 배치 위치를 기입한 것)
(나) 계선장치의 동력 계통도

(7) 제어실용 공기조화장치
(가) 제어실용 공기조화장치에 대한 동작설명서
(나) 경보반의 배치도
(다) 공기조화장치의 전기계통도

(8) 원격제어 연료유 수급장치
(가) 연료유 수급용 관장치도(탱크, 밸브, 펌프의 배치 및 탱크용량을 기재한 것)
(나) 탱크액면의 원격감시 및 경보장치의 계통도

(다) 밸브의 구동장치 및 원격제어장치의 계통도
(라) 원격감시 및 경보반, 밸브 원격제어반의 배치도
(9) 냉동컨테이너 운전상태 집중감시장치
(가) 감시반의 배치도
(나) 감시반의 전기계통도
(다) 감시 및 경보항목의 일람표
(10) 하역호스 연결용 크레인
(가) 크레인의 전체장치도 및 배치도
(나) 동력원의 계통도
(다) 제어원(동력원과 별도로 되어 있는 경우에 한함)의 계통도
(11) 자동 갑판세정장치
(가) 세정장치의 전체장치도 및 배치도
(나) 세정용 배관도
(다) 세정장치 및 제어장치의 동력원 계통도
(12) 선수 및 선미 계선장치의 현측 원격제어장치
(가) 계선장치의 배치도(원격제어 스탠드 및 계선삭의 배치위치를 기입한 것)
(나) 계선장치의 동력 계통도
(13) 도선사용 사다리의 동력조작장치
(가) 동력조작장치의 전체장치도 및 배치도
(나) 동력원의 계통도
(다) 제어원(동력원과 별도로 되어 있는 경우에 한함)의 계통도
(14) 기관집중 감시장치
(가) 감시반의 배치도
(나) 감시 및 경보항목의 일람표
(15) 기관집중 제어장치
(가) 제어반의 배치도
(나) 감시, 경보 및 제어항목의 일람표
(16) 선박지휘실 현측에서 기관 원격조정 및 원격 조타장치
(가) 기관원격조정장치 및 원격조타장치의 전체장치도와 배치도
(나) 동력원의 계통도
(다) 제어원(동력원과 별도로 되어 있는 경우에 한함)의 계통도
(17) 화물창 빌지의 고액면 경보장치
(가) 경보장치의 계통도 및 전체장치도
(나) 경보반의 배치도
(18) 1개의 드럼방식인 계류윈치
(가) 계선장치의 배치도(원격제어 스탠드 및 계선삭의 배치상태를 기입한 것)
(나) 계선장치 동력원의 계통도
(다) 계선장치의 원격제어장치 계통도
(19) 비상용 예인삭의 동력조작장치
(가) 조작장치의 전체장치도 및 배치도
(나) 동력원의 계통도
(다) 제어원(동력원과 별도로 되어 있는 경우에 한함)의 계통도

203. 공장시험

1. 형식승인 【규칙 참조】

(1) **규칙 203.**의 1항에서 형식승인을 받아야 하는 자동화기기는 원칙적으로 다음과 같다.
(가) 경보 및 감시장치(alarm and monitoring systems)
(나) 주기관, 발전기, 보일러 및 중요보기 등의 제어장치(control systems)
(다) 컴퓨터기반시스템(computer based systems)

(라) 화재탐지장치(fire detection systems)
(마) 가스탐지장치(gas detection systems)
(바) 전자식 조속기(electronic governor systems)
(사) 속도 및 축마력 감지기(speed and shaft horsepower sensing equipment)
(아) 조절기(controller)
(자) 검출기(flow, level, limit, pressure, temperature switches)
(차) 오일미스트 디텍터(oil mist detectors)
(카) 무정전전원장치(UPS)
(타) 전기, 전자식 표시기(indicators)
(파) 전기추진장치용 전력변환장치
(하) 상기 (가) ~ (파)에 적용되는 광 센서 및 광 응용장치
(갸) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것

(2) **규칙 203.**의 1항에서 "우리 선급이 별도로 정하는 규정"이라 함은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 23절**의 규정을 말한다.

2. **자동화시스템의 완성시험** *(2020)* **【규칙 참조】**

규칙 203.의 2항 (1)의 (마)를 적용함에 있어서 "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험"이라 함은 **규칙 1편 1장 104.**에 따라 인정하는 것을 말한다.

204. 선내시험 【규칙 참조】

(1) **규칙 204.**에서 "우리 선급이 필요하다고 인정하는" 제어장치가 고장 난 경우의 확인 중에는 원칙적으로 다음의 확인을 포함한다.
(가) **규칙 305.**의 2항에서 규정하는 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치가 고장 난 경우, 회전수 및 추력방향이 고장 전의 상태로 유지됨을 확인한다.
(나) **규칙 306.**에서 규정하는 보일러의 자동제어설비가 고장 난 경우, 연소가 정지되는 것을 확인한다.
(다) **규칙 308.**에서 규정하는 열매체유설비의 자동제어장치가 고장 난 경우, 연소가 정지되는 것을 확인한다.

(2) 제어장치의 고장상태라 함은 적어도 다음의 상태를 말한다.
(가) 제어장치 동력원의 정지
(나) 제어용 컴퓨터의 고장

205. 집중감시제어설비의 해상시험

1. **주추진기관 및 가변피치프로펠러 【규칙 참조】**

규칙 205.의 1항에 규정하는 시험에 있어서 주추진기관 또는 가변피치프로펠러에 대하여는 선교제어장치에 의해 아래 **206.**에 따라 시험을 행하는 것을 표준으로 한다.

206. 기관구역의 무인화설비의 해상시험 *(2017)* 【규칙 참조】

(1) **규칙 206.**의 2항에 규정하는 시험에 있어서 주기관 또는 가변피치프로펠러에 대하여는 선교제어장치에 의해 **지침 그림 9.3.1**(디젤선용) 또는 **그림 9.3.2**(증기터빈선용)에 표시한 시험요령에 따라 시험을 행하는 것을 표준으로 한다.

(2) 2기 1축기관에 대해서는 다음의 시험을 추가한다.
(가) 2대로 전속 운전 중 1대를 정지하고 다른 1대만 운전하면서 시험한다. 나머지 1대로 바꿔서 시험한다.
(나) 1대로 전력운전 중 다른 1대를 병행운전시킨다.
(다) 2대로 전속 운전중(85 % 출력이상), 1대의 클러치를 이탈시킨다. 2대 모두 각각 이 시험을 한다.

(3) 기타 필요하다고 인정되는 시험을 한다.

(4) **규칙 206.**의 6항에 있어서 기관의 무인운전시간은 4시간을 표준으로 한다.

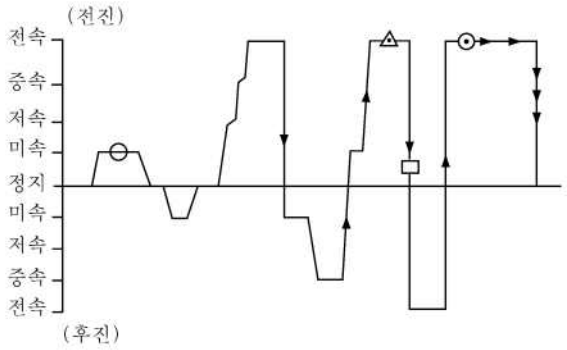


그림 9.3.1 디젤선의 시험요령 *(2021)*

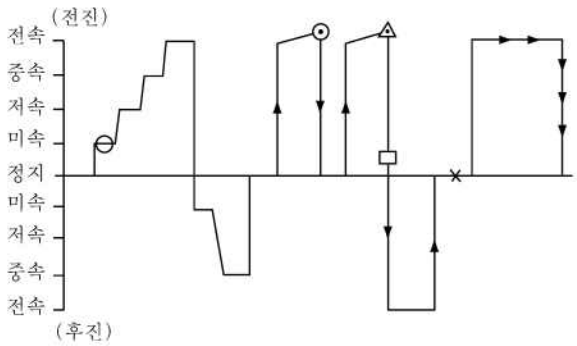


그림 9.3.2 증기터빈선의 시험요령 *(2021)*

(비고)

1. 전진 미속운전중(⊖)는 타를 한쪽 방향으로 충분히 돌린다.
2. ►는 가능한 한 신속히 조작한다. 단, 검사원 입회하에 별도로 급속후진(crash astern) 시험을 조선소 표준(practice standard) 등으로 하고 검사원이 인정하는 경우에는 전속전진에서 전속후진(□)시험을 면제할 수 있다.
3. ►►는 원격조종장치 동력원(전기, 공기, 유압)을 중지시켜 주추진기관 또는 가변피치프로펠러의 회전수 및 추력의 방향이 고장 전과 같은 상태로 유지되고 이상상태가 발생하지 않는가를 확인한다. 그리고 이 상태에서 ECR으로 Change-over 가능한지를 확인한다.
4. ►►►는 비상정지버튼을 조작하여 주추진기관을 정지한다.
5. ⊙는 주추진기관을 상용출력까지 올린다.
6. △는 선속을 상용속력까지 올린다.
7. ×는 주축을 정지시킨다.

208. 유지검사

1. 연차검사 【규칙 참조】

규칙 208.의 1항 (3)호를 적용함에 있어서 “검사원이 필요하다고 인정하는 경우”라 함은 요구되는 성능을 발휘하지 못할 것으로 판단되는 것을 말한다.

제 3 절 주추진기관 등의 집중감시제어설비

302. 시스템 설계

1. 제어시스템 *(2020)* 【규칙 참조】

규칙 302.의 4항 (7)호를 적용함에 있어서 “우리 선급이 적당하다고 인정하는 다른 방법”이라 함은 규칙 1편 1장 104.에 따라 인정하는 것을 말한다.

2. 컴퓨터기반시스템 【규칙 참조】

규칙 302.의 7항을 적용함에 있어 컴퓨터 기반시스템의 구체적인 예는 규칙 6편 2장의 표 6.2.2과 같이 분류한다. 유효한 독립의 백업장치 또는 위험방지수단이 설치되었다면 시스템 Ⅲ를 시스템 Ⅱ로 분류 등급을 낮출 수 있다.

303. 침수방지 및 화재안전대책

1. 침수방지 【규칙 참조】

규칙 303.의 1항 (4)호를 적용함에 있어서, “빌지배출장치”는 다음에 따른다.

(1) “빌지배출장치”는 규칙 5편 6장 403.의 6항에 명시된 비상빌지 흡입구를 의미한다.

(2) 비상빌지장치에 사용되는 밸브가 다음에 적합할 경우에는 규칙 303.의 1항 (4)호의 요건을 적용하지 않는다. 여기서, 통상 폐쇄된 역지밸브로서 폐쇄장치(positive means of closing)가 있는 경우에는 다음 (가) 및 (나)의 요건에 만족하는 것으로 본다.

(가) 비상빌지 흡입밸브가 통상 폐쇄된 상태로 유지될 것.

(나) 비상빌지관에 역지밸브가 설치되어 있을 것,

(다) 비상빌지 흡입관이 **규칙** 303.의 1항 (4)호에서 요구되는 제어장치를 갖는 선체붙이밸브의 선내 측에 위치할 것.

2. **화재안전대책 【규칙 참조】**

(1) 화재예방에 대하여는 **규칙** 303.의 2항에 따르는 이외에 다음 사항에 대하여도 고려하여야 한다.

(가) 연료유 관장치 및 윤활유 관장치에 사용되는 제1급관의 이음은 가능한 한 용접이음으로 하여야 한다.

(나) 연료유 관장치 및 윤활유 관장치에 사용되는 플렉시블관은 승인된 형식의 것으로 하고 그 용도, 압력 및 배치를 고려하여 적당한 방법으로 보호하여야 한다.

(다) 연료유 관장치 및 윤활유 관장치에 증기 또는 전기에 의한 가열기를 설치하는 경우에는 온도제어와 별도로 적어도 고온경보장치 또는 저유량 경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 가열된 기름의 온도가 인화점에 이르지 않는 경우에는 이에 따르지 않는다.

305. 주기관 또는 가변피치프로펠러의 자동제어 및 원격제어 【규칙 참조】

1. **일반**

주추진기관의 기계측 제어장치의 제어핸들을 주제어장소에 이동 설치한 것은 주제어장소가 주추진기관이 설치된 구역 외에 설치되는 경우를 제외하고 **규칙** 305.의 규정을 적용하지 않는다.

2. **주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어**

(1) 증기터빈 주기관의 원격제어장치에는 후진 조작의 경우, 후진중간밸브를 자동적으로 열 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

(2) 주기관 또는 가변피치프로펠러의 원격제어장치의 고장으로서 원격제어장치의 동력원(전원, 공기압 또는 유압)이 상실된 경우를 가정하여 고장대책을 강구한다.

(3) 주추진기관의 원격제어장치에 의해 주기관의 시동과 시동용공기압력의 저하경보와의 관계는 다음에 따른다.

(가) **규칙 5편 6장** 1001.의 1항에 표시한 시동회수를 만족한 이후에 압력저하경보가 작동하는 경우, 그 후의 시동은 주제어장소에서 가능하면 된다.

(나) **규칙 5편 6장** 1001.의 1항에 표시한 시동회수를 만족하기 전에 압력저하경보가 발생하는 경우, 그 후의 시동은 계속 원격제어장소에서 가능하여 소정의 회수를 만족하여야 한다.

3. **선교제어장치**

선교제어장치의 조작핸들(또는 버튼)은 엔진텔레그라프와 연동하는 것을 권장한다.

4. **안전조치**

(1) 주추진의 원격제어장치에는 다음의 경우에 시동조작이 이루어지지 않도록 인터록을 갖추어야 한다.

(가) 터닝장치가 빠져 있지 않은 경우

(나) 주윤활유의 압력이 저하되어 있는 경우

306. 보일러의 자동제어 및 원격제어

1. **일반사항** *(2020)* **【규칙 참조】**

규칙 306.의 1항 (3)호를 적용함에 있어서 “우리 선급이 적당하다고 인정하는 바”라 함은 **규칙 1편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다.

2. **자동연소제어장치**

(1) **규칙** 306.의 2항 (2)호 (바)를 적용함에 있어서 “우리 선급이 적당하다고 인정한 것”이라 함은 **규칙 1편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

(2) **규칙** 306.의 2항 (4)호를 적용함에 있어서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 **규칙 1편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

제 5 절 제자동화설비

502. 제1종 자동화설비

1. **규칙** 502.의 규정 중 "해당 선박의 용도 및 하역방법 등을 고려하여 우리 선급이 인정하는 설비" 라 함은 다음에 나타내는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
   (1) 선박의 용도에 따라 생략 가능한 것
      (가) 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선에 대해서는 **규칙** 502.의 4항에 규정한 동력 개폐장치
      (나) (가) 이외의 선박에 대해서는 **규칙** 502.의 3항에 규정한 액체화물의 원격제어 하역장치
   (2) 하역방식에 따라 생략 가능한 것
      하역 중 선체의 경사제어를 필요로 하지 않는 선박(롤온롤오프선 등)의 경우는 **규칙** 502.의 1항에 규정한 평형수 적재 및 배수의 원격제어장치
   (3) 그밖에 우리 선급이 인정하여 생략 가능한 것
      규칙 4편 8장 표 4.8.1의 의장수에 따라서 무어링 로프 수량이 선수부 및 선미부에 각각 3개 미만이 요구되는 경우, 원격제어장치는 그 수량만을 유효하게 조작할 수 있는 것이면 된다.
2. **평형수 적재 및 배수의 원격제어장치 【규칙 참조】**
   규칙 502.의 1항 (1)호 (나)의 "밸브의 개폐 등 평형수의 주입 및 배출에 필요한 제어장치"라 함은 평형수의 주입 및 배출을 위하여 필요한 제어밸브를 말한다.
3. **자동조타장치** *(2020)* **【규칙 참조】**
   규칙 502.의 2항 (11)호를 적용함에 있어서 "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 요건"이라 함은 **규칙 1편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다.
4. **액체화물의 원격제어 하역장치 【규칙 참조】**
   규칙 502.의 3항 (3)호 (나)의 "밸브의 개폐 등 화물의 적하 및 양하를 위하여 필요한 제어장치"라 함은 화물의 적하 및 양하를 위하여 필요한 제어밸브를 말한다.
5. **동력개폐장치** **규칙** 502.의 4항은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 제어장소에서 육안으로 개폐상태의 확인이 곤란한 경우에는 개폐상태의 표시장치를 갖추어야 한다.
   (2) 제어장소에서 개폐시의 안전을 육안으로 확인할 수 없는 경우에는 가청의 경보장치, 황색회전등 등을 갖추어야 한다.
6. **주기관 운전상태의 자동기록장치** **규칙** 502.의 5항을 적용함에 있어 자동기록장치는 다음에 따라야 한다.
   【규칙 참조】
   (1) 자동기록장치는 4시간(1당직) 마다 1회 비율로 기록할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.
   (2) 주추진기관의 운전상태에는 최소한 다음 사항이 포함되어야 한다.
      (가) 주베어링 윤활유 입구압력
      (나) 각 실린더 냉각수 출구온도
      (다) 주보일러의 증기압력
      (라) 각 실린더의 배기가스 출구온도
      (마) 주추진기관 또는 추진축의 매분회전수
7. **원격제어 계선장치 【규칙 참조】**
   규칙 502.의 6항 (1)호 중 "유효하게 제어할 수 있는"이라 함은 계선삭을 풀고 감는 속도의 제어(시동 및 정지 제어를 포함한다)가 가능한 것을 말한다.

503. 제2종 자동화설비

1. **규칙** 503.의 규정 중 "해당 선박의 용도 및 하역방법 등을 고려하여 우리 선급이 인정하는 설비"라 함은 다음에 나타내는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
   (1) 선박의 용도에 따라 생략이 가능한 것
      (가) 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선
         (a) **규칙** 502.의 4항에 규정한 동력개폐장치
         (b) **규칙** 503.의 2항에 규정한 냉동컨테이너 운전상태 집중감시장치
      (나) 컨테이너 전용선
         (a) **규칙** 502.의 3항에 규정한 액체화물의 원격제어 하역장치

(b) **규칙** 503.의 7항에 규정한 비상용 예인삭의 동력조작장치
(c) **규칙** 503.의 3항에 규정한 하역호스연결용 크레인
(다) (가) 및 (나) 이외의 선박
(a) (나)에 나타낸 것
(b) **규칙** 503.의 2항에 규정한 냉동컨테이너 운전상태 집중감시장치
(2) 하역방식에 따라 생략이 가능한 것
하역 중 선체의 경사제어를 필요로 하지 않는 선박의 경우는 **규칙** 502.의 1항에 규정한 평형수 적재 및 배수의 원격제어장치
(3) 그밖에 우리 선급이 인정하여 생략 가능한 것
규칙 4편 8장 표 4.8.1의 의장수에 따라서 무어링 로프 수량이 선수부 및 선미부에 각각 3개 미만이 요구되는 경우, 현측 원격제어장치는 그 수량만을 유효하게 조작할 수 있는 것이면 된다.

2. **원격제어 연료유 수급장치 【규칙 참조】**
규칙 503.의 1항 중 "연료유 수급장치의 탱크 및 밸브 등의 배치를 고려하여 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우"라 함은 연료유 저장탱크가 4개 이하인 경우로서 연료의 수급을 위해 조작을 필요로 하는 밸브가 한 곳에 집중 배치된 경우를 말한다.

3. **하역호스 연결용 크레인 【규칙 참조】**
규칙 503.의 3항 중 "쉽게 행할 수 있는 것"이라 함은 1인이 조작할 수 있는 것을 말한다.

4. **자동갑판 세정장치 【규칙 참조】**
규칙 503.의 4항 (2)호 중 사용압력에 대하여 충분한 강도를 갖는 것이라 함은 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험 한 것을 말한다.

504. 제3종 자동화설비

1. **규칙** 504.의 규정 중 "해당 선박의 용도 및 하역방법 등을 고려하여 우리 선급이 인정하는 설비"라 함은 다음에 나타내는 것을 말한다. **【규칙 참조】**
(1) 선박의 용도에 따라 생략 가능한 것
(가) 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선
(a) **규칙** 502.의 4항에 규정한 동력 개폐장치
(b) **규칙** 503.의 2항에 규정한 냉동컨테이너 운전상태 집중감시장치
(c) **규칙** 503.의 4항에 규정한 자동갑판세정장치
(나) 컨테이너 전용선
(a) **규칙** 502.의 3항에 규정한 액체 화물의 원격 제어 하역장치
(b) **규칙** 503.의 7항에 규정한 비상용 예인삭의 동력조작장치
(c) **규칙** 503.의 3항에 규정한 하역호스연결용 크레인
(d) **규칙** 503.의 4항에 규정한 자동갑판세정장치
(다) 석탄 또는 철광석을 산적운반하는 선박
(a) **규칙** 502.의 3항에 규정한 액체화물의 원격제어 하역장치
(b) **규칙** 503.의 2항에 규정한 냉동컨테이너 운전상태 집중감시
(c) **규칙** 503.의 7항에 규정한 비상용 예인삭의 동력조작장치
(d) **규칙** 503.의 3항에 규정한 하역호스연결용 크레인
(라) (가) 부터 (다) 이외의 선박
(a) (다)에 나타낸 것
(b) **규칙** 503.의 4항에 규정한 자동 갑판 세정장치
(2) 하역방식에 따라 생략 가능한 것
하역 중 선체의 경사제어를 필요로 하지 않는 선박의 경우는 **규칙** 502.의 1항에 규정한 평형수 적재 및 배수의 원격제어장치
(3) 그밖에 우리 선급이 인정하여 생략 가능한 것
규칙 4편 8장 표 4.8.1의 의장수에 따라서 무어링 로프 수량이 선수부 및 선미부에 각각 3개 미만이 요구되는 경우, 현측 원격제어장치는 그 수량만을 유효하게 조작할 수 있는 것이면 된다.

2. **기관집중 감시장치 【규칙 참조】**
규칙 504.의 1항의 기관집중 감시장치는 다음의 기능을 갖추어야 한다. 다만, 다른 규정에 의하여 선교에 설치되는

것에 대하여는 이에 따르지 아니한다.

(1) **지침 표 9.3.1** 부터 **표 9.3.5**에 표시하는 경보항목의 감시

(2) **지침 표 9.3.1** 부터 **표 9.3.5**에 나타낸 항목의 표시. 다만, 동일펌프 또는 동일 열교환기를 사용하여 2개 이상의 항목에 공급하는 경우에는 1개의 항목으로 할 수 있다.

표 9.3.1 디젤기관의 표시 및 경보항목

항 목		주 추 진 기 관 용	발 전 기 용
온 도	실린더 냉각수	각 실린더 출구	-
	피스턴 냉각수(유)	각 실린더 출구	-
	주 윤활유	입구	-
	연료유	입구	-
	배기가스	각 실린더 출구	과급기 입구 또는 각 실린더 출구
	소제공기	공기냉각기 출구	-
압 력	실린더 냉각수	입구	-
	피스턴 냉각수(유)	입구	-
	연료밸브 냉각수(유)	입구	-
	주 윤활유	입구	-
	연료유	입구	-
	냉각해수	펌프출구	-

표 9.3.2 증기터빈의 표시 및 경보항목

항 목		주 추 진 기 관 용	발 전 기 용
온 도	윤활유	입구 및 각 베어링 출구	-
압 력	윤활유	입구	-
	배기	복수기	-

표 9.3.3 축계의 표시 및 경보항목

항 목		주 추 진 기 관 용	발 전 기 용
온 도	감속치차 윤활유	입구	-
압 력	감속치차 윤활유	입구	-

표 9.3.4 보일러, 열매체유 장치의 표시 및 경보항목

항 목		주보일러	중요 보조 보일러	열매체유 장치
온 도	연료유	입구	-	-
	배기가스	출구	-	-
	과열증기, 열매체유	출구	-	출구
압 력	연료유	입구	-	-
	증기	출구	출구	-

표 9.3.5 기타 기관의 표시 및 경보항목

항 목	표 시 장 소
기관에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 항목	우리 선급이 요구하는 개소

3. 기관집중 제어장치 【규칙 참조】

(1) **규칙 504.**의 2항 중 "유효하게 제어할 수 있는 것"이라 함은 다음에 나타낸 것을 말한다.

(가) 주기관으로 사용되는 디젤 기관의 제어

(a) 보조 블로어의 시동 및 정지(다만, 보조 블로어가 자동운전되도록 설비된 경우는 생략 가능)

(b) 연료유 공급펌프의 시동 및 정지

(c) 연료유 승압펌프의 시동 및 정지

(d) 주 윤활유 펌프의 시동 및 정지

(e) 크로스헤드 윤활유펌프의 시동 및 정지

(f) 피스톤 냉각수(유) 펌프의 시동 및 정지

(g) 실린더 냉각수 펌프의 시동 및 정지

(h) 냉각해수펌프의 시동 및 정지

(나) 주기관으로 사용되는 증기터빈의 제어

(a) 주보일러의 제어(단, 주보일러의 냉각상태에서의 시동은 제외)

(i) 급수펌프의 시동 및 정지

(ii) 연료유펌프의 시동 및 정지

(iii) 송풍기의 시동 및 정지

(iv) 분연장치의 제어

(b) 터빈을 위한 펌프의 제어

(i) 윤활유펌프의 시동 및 정지

(ii) 냉각수펌프의 시동 및 정지

(iii) 제어용 유압펌프의 시동 및 정지

(c) 이코노마이저의 수트 블로어의 시동 및 정지

(다) 발전기를 구동하는 디젤기관의 제어

(a) 시동 및 정지

(b) 연료유 교체장치의 조작

(c) 냉각해수펌프의 시동 및 정지

(d) **규칙 503.**의 3항 (1)호 (나)의 경우에 있어서 자동적으로 기동하는 기관의 선택

(라) 발전기를 구동하는 증기터빈의 제어

(a) 순환수 펌프의 시동 및 정지

(b) 통상 배기가스 이코노마이저의 증기로 구동되고, 정박 중에도 증기터빈 발전기를 사용하는 선박에 있어서는 배기가스 이코노마이저와 보일러간 증기의 교체

(마) 중요 보조 보일러의 제어

(a) 배기가스 이코노마이저의 증기로 구동되는 증기터빈 발전기를 갖는 선박에 있어서는 배기가스 이코노마이저의 수트 블로어(soot blower)의 시동 및 정지

(b) 보일러 순환수 펌프의 시동 및 정지

(바) 기타 기관의 제어

(a) 발전기 자동 동기투입 및 자동부하분담 장치의 조작

(b) 발전기 자동부하이동 및 차단장치의 조작

4. 1개의 드럼방식인 계류윈치 【규칙 참조】

규칙 504.의 5항을 적용함에 있어서 1개의 드럼방식인 계류윈치(독립형 원격제어 계선장치)는 다음에 따른다.

(1) "독립적으로 제어할 수 있은 것"이라 함은 1윈치 1드럼의 것 또는 1윈치 복수드럼의 경우에는 클러치 및 브레이크를 원격제어 가능한 것을 말한다.

(2) 선수부 또는 선미부에 5개 이상의 드럼을 비치한 선박에 있어서는 해당 선수부 또는 선미부에서 5개의 드럼이 독립으로 제어 가능하면 된다. ⚓

제 4 장 자동위치제어설비(DP 시스템) *(2020)*

제 2 절 DP 시스템의 요건

201. 일반사항

1. **규칙 201.**의 6항을 적용함에 있어서 작업구역에 대한 DP 운용자의 시야를 고려할 필요가 없는 DP 작업을 수행하는 선박의 경우에는 백업 DP 제어스테이션에서의 시야는 주 DP 제어스테이션의 시야와 유사하지 않을 수 있다. 따라서 이러한 선박(예: 굴착 구조물)에 대해서는 백업 DP 제어스테이션의 시야가 CCTV를 통해서 제공되는 것을 허용할 수 있다. *(2020)* **【규칙 참조】**

203. DP 시스템의 추가요건

1. DPS(2)
   (1) **규칙 203.**의 2항 (3)호를 적용함에 있어 중요용도라 함은 **규칙 6편 1장 101.**의 4항 (13)호에서 정의하는 것에 추가하여 스러스터 관련 보기, 컴퓨터, 발전기 및 스러스터 제어장치, 기준위치 제공장치, 외부정보 감지장치 및 전동 스러스터를 포함한다. **【규칙 참조】**
   (2) **규칙 203.**의 2항 (6)호 (바)를 적용함에 있어 배전반의 단일 고장시 모선 단락의 가능성이 고려되어야 한다. **【규칙 참조】** ⚓

제 5 장 항해선교설비

제 2 절 항해선교설비의 검사

202. 등록검사

1. **제출도면 및 자료** *(2020)* **【규칙 참조】**
   규칙 202.의 1항 (1)호 (마)를 적용함에 있어서 "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료"라 함은 **규칙 1 편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다.
2. **제조공장 등에 있어서의 시험** *(2020)* **【규칙 참조】**
   규칙 202.의 2항 (차)를 적용함에 있어서 "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기기"라 함은 **규칙 1편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다.

203. 등록유지검사

1. **연차검사** *(2020)* **【규칙 참조】**
   규칙 203.의 2항 (1)호 (나)의 (f)를 적용함에 있어서 "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기기"라 함은 **규칙 1편 1 장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다.

제 5 절 사고예방시스템

502. 사고예방시스템

1. **규칙** 502.의 2항 (5)호를 적용하면서, 선교 항해당직 경보장치는 다음 요건을 만족하여야 한다. **【규칙 참조】**
   (1) 설정한 시간이 끝날 때 선교에 가시경보를 발하여야 한다.
   (2) 가시경보가 원상태로 복귀 되지 않으면, 선교에 가시경보를 발하고 15초 후에 제 1단계 가청경보를 추가로 발하여야 한다.
   (3) 제 1단계 가청경보가 원상태로 복귀 되지 않으면, 제 1단계 가청경보를 발하고 15초 후에 당직 항해사 이외의 항해사 및/또는 선장이 머무르는 장소에 제 2단계 원격가청경보를 추가로 발하여야 한다.
   (4) 제 2단계 원격가청경보가 원상태로 복귀 되지 않으면, 제 2단계 원격가청경보를 발하고 90초 후에 적절한 조치를 취할 수 있는 그 밖의 선원이 머무르는 장소에 제 3단계 원격가청경보를 추가로 발하여야 한다.
   (5) 여객선 이외의 선박에서, 제 2단계 또는 제 3단계 원격가청경보는 동시에 상기 모든 장소에서 발할 수 있다. 제 2 단계 원격가청경보가 상기 모든 장소에서 발한다면, 제 3단계 원격가청경보는 생략될 수 있다.
   (6) 큰 선박의 경우, 당직 항해사 이외의 항해사 및/또는 선장이 선교에 도달하는데 충분한 시간을 허용하기 위해 제 2 단계와 제 3단계 경보사이의 시간지연을 최고 3분까지 더 길게 설정할 수 있다.
2. **규칙** 502.의 3항을 적용함에 있어서 "항해자의 대응이 필요한 경보 및 경고"라 함은 IMO Res.MSC.252(83)의 Appendix 5, Table 1에 명시된 경보 및 경고를 말한다. *(2017)* **【규칙 참조】**
3. **규칙** 502.의 3항 (2)호를 적용함에 있어서 **규칙** 502.의 2항의 선교 항해당직 경보장치가 사용될 수 있다. *(2017)* **【규칙 참조】**

제 6 절 선교작업지원시스템

602. 선교작업지원시스템

1. **일반사항 【규칙 참조】**

규칙 602.의 1항 (2)호를 적용함에 있어서 "우리 선급이 적당하다고 인정하는 것"이라 함은 전자해도(ENC: electronic navigation chart)를 말한다. 선박이 전자해도가 발행되지 않은 구역을 항해할 경우, 종이해도의 사용과 동일한 조건하에서 기타 전자해도가 사용될 수 있다.

2. **선교정보 시스템**

(1) **규칙** 602.의 2항 (라)를 적용함에 있어서 "항해자의 대응이 필요한 경보 및 경고"라 함은 IMO Res.MSC.252(83)의 Appendix 5, Table 1에 명시된 경보 및 경고를 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

(2) **규칙** 602.의 2항 (마)를 적용함에 있어서 "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기능"이라 함은 **규칙 1편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* **【규칙 참조】**

3. **전자해도시스템(ECDIS) 【규칙 참조】**

규칙 602.의 3항 (바)를 적용함에 있어서 "기타 우리 선급이 적당하다고 인정하는 동작기준"이라 함은 IMO Resolution A.817(19)에 명시된 기능을 말한다.

4. **자동추적장치(auto tracking system) 【규칙 참조】**

규칙 602.의 4항 (사)를 적용함에 있어서 "기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 기능"이라 함은 **규칙 1편 1장** 104.에 따라 인정하는 것을 말한다. *(2020)* ⚓

제 7 장 잠수설비 *(2020)*

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. **규칙** 101.의 1항 (1)호에서 잠수설비를 구성하는 주요장비라 함은 다음과 같다. **【규칙 참조】**

장비명	포화잠수 (SAT)	혼합기체잠수 (BOU)	표면공급잠수 (SUR)
폐쇄형 잠수벨	○	선택 설치	X
웻벨	X		선택 설치
잠수사 스테이지	X	X	
엄빌리컬 케이블	○	○	○
잠수제어장치	○	○	○
진회수 장치	○	○	○
감압챔버	○	○	○
생명유지제어장치	○		
생명유지장치			
- 호흡용기체의 저장 및 분배	○	○	○
- 이산화탄소제거장치	○	○	○
- 잠수사기체회수장치	○(설치시)	X	X
- 환경조절장치	○	○(설치시)	○(설치시)
- 잠수사온수공급장치	○	○(설치시)	○(설치시)
- 위생설비	○	X	X
고압탈출장치	○		
고압탈출장치 진수장치	○		

제 2 절 검사 【규칙 참조】

201. 일반사항

1. **적용**

   본 요건은 **규칙 7장** 101.의 1항을 적용하는 장치의 정기적 검사에 적용한다.

2. 정기적 검사 시 다음의 사항을 검토하여야 한다.

   (1) 잠수작업 기록
   (2) 밸브차단 점검표
   (3) 운용 절차서
   (4) 비상 절차서
   (5) 잠수 기록
   (6) 양식의 잠수설비 시험 성적서
   (7) 잠수설비 배치도
   (8) 예방정비(PMS) 기록

3. **검사계획서**

   (1) 검사계획서는 잠수설비의 운용수명 동안에 본선에 비치하여야 하고, 우리 선급의 규칙에 따라 설치된 잠수설비에 적합하도록 선주 대리인이 작성하여야 한다. 이동식 잠수설비의 검사계획서에는 장치를 사용할 때와 보관(laid-up) 중일 때의 검사범위를 명시하여야 한다.

(2) 검사계획서는 검사 실시 전 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 점검표를 첨부하여 검사계획서의 표지에는 다음의 사항을 명시하여야 한다.
(가) “잠수지원선 검사계획서"
(나) 선급등록 시 주어진 지원선 또는 설비의 이름
(다) 선급등록 시 주어진 부기부호
(라) IMO번호(정부검사용도)
(마) 회사명
(바) 개정번호와 개정일
(3) 점검표는 검사원이 각각의 검사 시 기입과 서명이 용이하도록 만들어져야 한다. 점검표는 각 장의 상단에 다음의 정보를 포함하여야 한다.
(가) 선급등록 시의 지원선 또는 설비의 이름
(나) 선급등록 시의 선급번호
(다) 회사명
(라) 검사범위(연차, 중간, 갱신 또는 그 외)
(마) 각 열의 항목: 검사품, 상태, 작동, 코멘트
(바) 장소, 일자, 검사원, 서명, 도장

202. 검사항목

1. 폐쇄형 잠수벨
(1) 가스 실린더 시험
(2) 배관계통 시험
(3) 있는 경우, 밸러스트 투하 시험
(4) 비상계통 시험
(5) 위치 및 통신장치 시험
(6) 잠수벨 난방 계통 시험
(7) 전기장치 시험
(8) 배터리 팩 및 수밀장치 육안검사
(9) 배관계통 연결구 육안검사
(10) 일체형 호흡장치(BIBS) 육안검사
(11) 부식방지장치 육안검사
(12) 구조물 육안검사
(13) 결합장치면 육안검사

2. 웻벨/다이빙 스테이지
(1) 가스 실린더 시험
(2) 배관계통 시험
(3) 있는 경우, 밸러스트 투하 시험
(4) 비상계통 시험
(5) 전기장치 시험
(6) 배터리 팩 및 수밀장치 육안검사 (설치한 경우)
(7) 배관라인 커넥터(배관계통 연결구) 육안검사
(8) 일체형 호흡장치(BIBS) 육안검사 (설치한 경우)
(9) 부식방지장치 육안검사(설치한 경우)
(10) 구조물 육안검사

3. 감압챔버
(1) 4항에 따른 거주용 압력용기(PVHO) 시험
(2) 배관계통 시험
(3) 위생계통 시험
(4) 화재안전계통 시험
(5) 가스재생계통 시험

(6) 환경제어장치 시험
(7) 잠수사기체회수장치 시험(설치된 경우)
(8) 계기류 시험
(9) 통신장치 시험
(10) 전기장치 시험

4. 거주용 압력용기(PVHO)

(1) 거주용 압력용기(PVHO)의 벽면 및 특히 하부측 내외부 부식상태 육안 검사
(2) 벽면 관통구 육안검사
(3) 지지 구조물 육안검사
(4) 표식(명판) 육안검사
(5) 단열재 육안검사
(6) 출입문, 해치 및 잠금장치 육안검사
(7) 메디컬락 육안검사
(8) 관련 배관 및 부속품 육안검사
(9) 챔버간 연결 플랜지 육안검사
(10) 결합장치 결합면 육안검사
(11) 작동최고압력으로 기밀시험
(12) 작동최고압력의 1.5배로 수압시험. 단, 우리 선급이 인정하는 경우, 사용중인 거주용 압력용기(PVHO)에 대하여 수압 시험의 대안을 제시할 수 있다.(예: 압력 하 음향 방출시험)
(13) ASME PVHO에 따른 관망창 시험

5. 전기설비

(1) 전기설비에 대한 개조 여부 등 설치 상태를 확인한다.

6. 진회수장치

(1) 와이어로프의 윤활제 도포 상태
(2) 완충장치 기능시험

7. 고압비상탈출설비

(1) IMO Res.692(17)에 따라 각각의 고압탈출설비는 시험 및 검사하여야 한다.

203. 정기적 검사

장비명	검사항목	연차 검사	중간 검사	정기 검사
기체분석기	◦펌프의 검사 및 기능시험, 튜브 유효기간확인 (일회용 튜브 사용하는 형식의 경우, 핸드펌프 포함) ◦육안검사 및 기능시험 ◦협의된 사양에 맞는 교정시험	○ ○ ○		
잠수벨 (주구조물, 인양점)	◦인양점과 주구조물의 손상 및 부식에 대한 육안검사 ◦안전하중의 1.5배에 해당하는 하중시험. 하중시험 전후에 인양점 또는 패드아이부에 대한 비파괴검사	○ ○		
일체형호흡마스크	◦육안검사 및 기능시험(통신장치 포함, 설치 시) ◦제조사권고에 따른 검사 및 시험 (수중용의 경우)	○ ○		
영상 및 통신장치	◦검사 및 기능시험 ◦축전지 상태 점검 (가능할 시)	○ ○		
압축기, 부스터 및 여과장치	◦육안검사 및 기능시험(PRV 제외한 안전장치 포함) ◦토출량 및 토출압력 점검 ◦가능한 기체순도검사	○ ○ ○		

압력용기	◦육안검사(외부)	○		
	◦내/외부 상세 육안검사 ◦최대사용압력에서의 누기시험 - 검사원이 필요하다고 판단할 시 최대허용사용압력의 1.5배 과압시험. 필요 시 비파괴검사 실시		○ ○	
	◦최대허용압력의 1.5배 압력시험			○
	비고)압력시험의 주기 및 압력은 각 기국법을 따를 수 있다.			
전기설비	◦육안검사 ◦장치의 기능시험 (보호장치 포함), 전기적 연속성 및 절연 저항시험	○ ○		
잠수벨 비상위치 장치	◦손상 또는 열화에 대한 현상 검사 ◦배터리 상태 점검을 포함한 기능시험	○ ○		
환경조절장치	◦육안 검사 및 기능 검사	○		
고정식 소화장치	◦노즐, 밸브, 배관 및 부속품의 육안 검사 ◦기능시험 또는 공기나 가스를 사용한 시뮬레이션 시험 ◦자동감지/작동시스템이 장착 된 경우, 그 기능 시험	○ ○ ○		
휴대식 소화장치	◦외부 육안 검사 ◦지시 장치가 허용범위 내에 있는지 확인	○ ○		
잠수사기체회수장치 및 기체혼합기	◦육안검사 및 기능시험(PRV 외의 모든 안전장치 포함) ◦가스 백(gas bag)의 소독상태 확인	○ ○		
수심계	◦최대 눈금 값의 ± 0.25 % 정확도 확인 ◦현장 육안검사 및 기능시험	○ ○		
잠수사 난방장치	◦육안검사 및 기능시험 ◦전기가 공급되는 경우 절연저항 시험	○ ○		
	◦과압 시험			○
진회수장치	◦손상 / 부식에 대한 육안 검사 ◦각 브레이크 장치에 대해 최대안전하중(SWL)의 1.5 배로 정적 하중시험 ◦히브 보정 장치의 기능시험 (있는 경우) ◦2 차 회수장치의 기능시험 ◦최대안전하중의 1.25 배의 동적하중시험 (필요 시 시험 이후에 비파괴검사(NDT) 수행)	○ ○ ○ ○ ○		
유압동력장치	◦인장장치의 필수적인 부분 육안 검사 및 기능 시험 ◦인터쿨러 / 히터 (설치된 경우) 기능 및 유량 점검 ◦유압 유체 및 오일 분석 수행(필요시, 유압 유체와 오일 교체)	○ ○ ○		
배관장치, 부착품	◦육안 검사 ◦내부 청결 확인 검사	○ ○		
	◦최대작동압력으로 누기시험		○	
산소관장치	◦육안 검사	○		
	◦최대작동압력으로 누기시험		○	

압력도출장치	◦육안검사	○		
	◦설정압력 기능시험 및 최대작동압력 누기시험		○	
	◦파열디스크의 경우 매10년 마다 교체			
거주용 압력용기 (PVHO)	◦육안검사	○		
	◦내/외부 상세 육안검사 ◦작동최고압력 누기시험		○ ○	
	◦내압시험			○
관망창	◦육안검사	○		
	◦관망창 장착부위를 포함함 누기시험		○	
	◦압력시험			○
	◦제작일로부터 10년 경과시 교체			
위생설비	◦육안검사 및 기능시험	○		
엄빌리컬 케이블	◦육안검사 및 기능시험	○		
	◦최대사용압력으로 누기시험		○	
와이어로프	◦육안검사 ◦적절한 길이의 와이어로프를 자르고 파괴시험 실시 - 최초 제작시 최소파단하중(MBL)값보다 낮게 나오면 그 값을 기준값으로 정하고 10%이상 낮을 경우 교체 ◦와이어로프 끝단 처리 후 최대안전하중의 1.5배로 정적 하중 시험	○ ○ ○		
잠수벨 벨러스트	◦모든 구조 육안검사 ◦밸러스트 중량 1.5배로 정적하중시험 ◦중요 부품 비파괴검사 ◦밸러스트 투하 장치 기능시험 ◦잠수벨 양성 부력시험	○ ○ ○ ○ ○		
	◦밸러스트 투기 시험			○
비상탈출장치 진수장치	◦육안검사 ◦비상 진수 수단을 포함한 기능시험	○ ○		
	◦진수장치 와이어 교체 (스테인리스강 제외)			○
비상탈출장치	◦상세 육안검사 및 기능시험 ◦견인줄 육안검사	○ ○		
엄빌리컬 케이블 윈치	◦기능시험	○		
	◦최대허용압력의 1.25배로 로테이팅조인트 과압시험			○
잠수벨	◦육안검사 및 시험	○		
	◦대기 및 수중 중량 측정			○
	◦거주용 압력용기(PVHO)에 따른 검사			
시운전	◦정격 최대수심에서의 잠수시운전			○

제 3 절 시험

301. 일반사항

1. **규칙** 301.의 1항 (4)호의 규정에서 우리 선급이 별도로 정하는 바라 함은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침** 또는 우리선급이 인정하는 표준을 말한다. **【규칙 참조】**

302. 공장시험

1. **규칙** 302.의 1항의 전기관통구 시험 절차는 다음을 따른다. **【규칙 참조】**
   (1) 감압 거주 챔버 벽의 관통부 및 수중 플러그 접속은 적어도 다음의 시험에 만족하여야 한다.
   (가) 수압시험, 시험압력은 설계압력의 2배로 한다. 시험은 압력 변경에 가급적 빨리 적용할 수 있도록 하며, **그림** 9.7.1에 따른다.

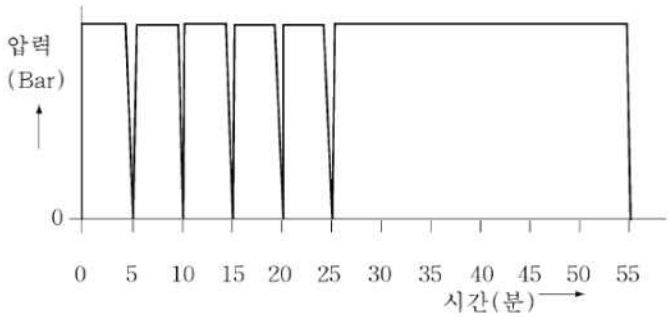


그림 9.7.1 시험압력-시간선도

   (나) 개방된 케이블 끝단의 기밀시험
   이 시험은 헬륨 압력이나 공기압력으로 할 수 있다. 시험압력은 압축공기로 할 경우 설계압력의 2배로 하고, 헬륨은 1.5배로 한다. 감압거주챔버 벽의 관통부에 대한 모든 압력 및 견고성 시험은 벽 관통부 압력측에서 하여야 한다.
   (다) 정격전압의 2배에 1000 V를 더한 교류전압의 내전압시험
   이 시험은 정격주파수에서 시행하고, 도체간 및 도체와 외함간에 각 1분씩 차단상태에서 시험한다. 감압 거주 챔버 벽 관통부의 접속부에는 고전압시험을 위한 결선이 되어 있어야 한다. 접속부 외관의 실드부는 제조자가 보증하는 경우 허용할 수 있다. 500 V를 넘는 정격전압의 플러그 연결부에 대한 시험전압은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
   (라) 절연저항 측정
   도체 상호간 및 도체와 외함간의 절연저항은 최소 5 MΩ이어야 한다. 절연 저항의 측정은 직류 500 V로 한다. 습식 플러그 접속부의 최소 절연저항은 해수에 한번 담근 후 측정하여야 한다.
   (마) 제조자의 서류 및 육안검사
   (2) 감압거주챔버 벽의 모든 전기적 관통부와 플러그 연결부는 제조자가 개별 검사하는 조건으로 제한적으로 가능하며, 제조자는 개별 검사에 대한 작업시험증서를 발행하여야 한다.
   (3) 중전압 장치에 접속되는 플러그 접속에 적용할 수 있는 필요한 시험조건은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

310. 선내시험 및 시운전

1. **규칙** 310.의 3항 (1)호를 적용함에 있어 우리 선급이 인정하는 경우라 함은 **규칙** 101.의 2항 동등 효력에 따라 인정하는 것을 말한다. **【규칙 참조】**

제 5 절 거주용 압력용기

503. 관장치

1. **규칙 503.**의 1항 (2)호에서 역류방지밸브를 설치하는 경우 역류방지밸브는 거주용 압력용기(PVHO) 내부에 설치하고, 차단밸브는 외부에 있어야 한다. **【규칙 참조】**

제 6 절 감압챔버(DDC), 잠수벨 및 잠수사 이송장치

603. 폐쇄형 잠수벨

1. **규칙 603.**의 1항 (10)호를 적용함에 있어, 비상 상황시 최소 24시간 동안 잠수부의 체온을 유지하고 이상화탄소를 줄이기 위하여 표면 공급 장치 이외의 수단을 제공하여야 한다. 일반적으로 생존가방이나 독립적인 비상 스크러버를 사용한다. 난방에 관한 요구사항은 난방이 필요한 수심을 잠수하는 경우에만 적용된다. 또한, 이산화탄소 감소 요구조건은 모든 상황에 적용한다. **【규칙 참조】**

605. 이동용감압챔버

1. **규칙 605.**의 4항 (2)호 적용 시 압력도출밸브의 설정값은 다음을 따른다. **【규칙 참조】**

	최소압력	최대압력
응답압력	작동최고압력 (MAWP)	작동최고압력 × 1.1
최대열림압력 (최대공급)	-	작동최고압력 × 1.1
닫힘압력	≥ 작동압력 (WP) (일반적 MAWP/1.1)	

제 7 절 생명유지장치

703. 기체저장

1. **규칙 703.**의 2항 (1)호를 적용함에 있어 호흡 기체와 순수 산소량은 각 잠수 작업에 따라 확인 및 평가되어야 하며 위험도 분석으로 타당성을 확인하여야 한다. 최소 요건은 IMCA D050에 따른다. **【규칙 참조】**

제 10 절 진·회수장치 【규칙 참조】

1002. 설계고려사항

잠수벨의 조작 및 이송장치의 동적하중은 다음에 따른다.

1. 일반사항

설정된 해상상태에서 고정된 지원 선박과 파도의 주 방향으로 추진 중인 지원 선박에 연결된 커서(cursor)와 잠수벨이 작동하는 동안 예상되는 동적 하중은 3항과 4항에 따른다.

유체역학의 계산에 대한 세부 방법은 매달린 벨을 지지하고 있는 지원 선박의 운동에 대응되는 벨의 수직방향에 대한 움직임으로 한정하며, 그때의 해상상태는 3항 (1)호 (나)에 따른다. 우리선급이 인정하는 경우 다른 방법을 사용할 수 있다.

2. 용어 정의

(1) 역학의 계산에 적용된 상수들

m : 물을 포함한 벨의 작동하중에 대응되는 공기 중 벨의 질량

ρ : 해수 밀도

V : 치환된 물의 부피

A : 수평면에 투영된 부가물을 포함하는 벨의 단면적
C_m : 증가된 중량에 대한 상관계수(가스 용기와 완충기 등의 부가물을 포함한 일반적인 잠수벨은 1, 물위에서는 0)
C_d : 항력 계수(부가물을 포함한 잠수벨의 경우 1.5)
a : 벨의 수직방향 최대 가속도(m/s^2)
a_r : 물 입자와 벨간의 최대 상대 가속도(m/s^2)
v : 벨의 수직방향 최대 속도(m/s)
v_r : 물 입자와 벨간의 최대 상대 가속도(m/s)
f_w : 벨의 가라앉은 깊이 z에 의한 파도운동에 대한 감쇄율

$$f_w = e^{\left(-0.32\frac{z}{h_s}\right)}$$

z : 벨의 잠수 깊이(h_s 보다 높을 때)
h_s : 유의 파고 높이
유의 파고 높이 : 파고가 높은 순서 순으로 높은 파고값 3분의 1을 택하여 그 값을 평균한 값을 말한다.
e = 2.72
f_a 및 f_v : 추진상태 중 파도에 의한 감쇄율
k : 조작장치의 강직도
C_B : 선박의 방형 계수
R_P : 벨의 질량 중심으로부터 회전축까지의 수평거리, 이것은 지원 선박 선미축으로부터 0.45 L 거리에서 얻을 수 있다.
A_w : 문풀의 단면적
s_r : 문풀 통로의 해수면과 지지선박의 최대 상대 진폭
g : 중력 가속도
d : 문풀 개구의 바닥에서 선박의 흘수

(2) 실험적 공식의 단위 기술지원을 위한 변수
h1 = 1 m^{-1}
L1 = 1 m^{-1}
u1 = 1 m/s
u2 = 1 m

3. 음성(-) 부력을 갖는 벨의 하중

(1) 지지 선박에서 떨어진 벨의 하중

(가) 자유 유동장 벨에 작용되는 최대 수직 유체역학의 하중 F_n은 다음의 두 공식에 의한 값 중에 작은 값으로 계산될 수 있다.

$$F_n = \pm\sqrt{F_{aW}^2 + F_V^2} \quad \text{(N)}$$
$$F_n = \pm\sqrt{F_a^2 + F_W^2 + F_V^2} \quad \text{(N)}$$

F_{aW} : 벨과 물 입자가 혼합된 가속도에 의한 힘은 다음에 의함.

$$F_{aW} = (m - \rho V)a + \rho V(1 + C_m)f_a a_r \quad \text{(N)}$$

F_v : 벨과 물 입자가 사이에 상대속도에 의한 힘은 다음에 의함.

$$F_v = 0.5\rho A C_d (f_v v_r)^2 \quad \text{(N)}$$

F_a : 벨의 가속도에 의한 힘

$$F_a = (m + C_m \rho V)a \quad \text{(N)}$$

F_w : 심해파도의 물 입자의 가속도에 의한 힘

$$F_w = 0.4(1 + C_m) f_w \rho V g \quad \text{(N)}$$

힘의 계산에 적용된 변수와 원리는 (나)에 의한다.

(나) 일반 형태의 지원 선박의 운동

지원 선박 핸들링시스템의 자연 진동주기가 3초 미만일 때, 벨의 수직운동은 지원 선박의 수직 운동과 같다.

$$2\pi\sqrt{\frac{m + \rho V C_m}{k}} < 3$$

(가)에 주어진 식의 힘의 계산과 관련해서, 진수 또는 회수 속도가 v와 v_r에 합해진다.
a와 a_r, V와 V_r에 대한 측정 방법은 지원 선박의 길이 LBP가 다음의 범위에 있을 경우에 있을 경우 사용된다.

50 〈 L 〈 150
해상 운용중 유의파고 : 2 〈 h_s 〈 8

지원선박의 상하동요(heave) 가속도 a_z는 더 작은 값으로 다음과 같다.

$$a_z = \frac{(5h_1 h_s - 0.02 h_1 h_s L_1 L + 1) \times g}{100} \quad (\text{m/s}^2)$$

우리 선급은 a_z값을 제시할 수 있다.
지원선박의 종동요 가속도 a_p는 다음과 같다.

$$a_p = \frac{3.5}{C_B} \times \frac{R_p}{L} \times a_z \quad (\text{m/s}^2)$$

상하동요, 종동요, 횡동요 값이 혼합된 수직 가속도는 다음과 같다.

$$a = \sqrt{(r a_z)^2 + a_p^2} \quad (\text{m/s}^2)$$

r : 롤 계수
: 선박의 중심선에서 1.0
: 선박의 가장자리에서 1.2

선박과 수면에서의 물입자 간의 상대적인 가속도 값은 다음과 같다.

$$a_r = \left(0.15 q \sqrt{h_1 \times h_s}\right) \times g \quad (\text{m/s}^2)$$

q : 벨의 위치에 대한 계수
: 선미에서 1.3
: 선체 중앙부에서 1.1
: 선박의 중심선 중앙부에서 1.0

선박의 수직 속도는 다음과 같다.

$$v = \left(14 - 4.5\frac{R_p}{L}\right)\frac{a \times u_1}{g} \quad (\mathrm{m/s^2})$$

선박과 수면에서의 물 입자 간의 상대적인 수직 속도 값은 다음과 같다.

$$v_r = (0.04 \times L_1 \times L + 6)\frac{a_r \times u_1}{g} \quad (\mathrm{m/s^2})$$

f_a = 파도의 운동으로 인한 벨의 수직 상대 가속도에서의 감소 계수로서 그 값은 다음과 같다.

$$f_a = \frac{a + (a_r - a)f_w}{a_r}$$

f_v = 벨의 수직 상대 속도에서의 감소 계수로서 그 값은 다음과 같다.

$$f_v = \frac{v + (v_r - v)f_w}{v_r}$$

(2) 문풀 내부에 위치하는 벨 위에서의 유체역학 하중

(가) C_m와 C_d 값이 각각 $f_m \cdot C_m$과 $f_d \cdot C_d$ 값으로 대체되어질 때, 문풀(좁은 통로)의 유동장에서 음성(-) 부력을 갖는 벨(bell)에 작용하는 최대 수직 유체역학 하중 F_m은 (1)호에서와 같이 구할 수 있다.

$$f_m = 1 + 1.9(A/A_w)2.25$$
$$f_d = \frac{1 - 0.5A/A_w}{(1 - A/A_w)^2}$$

위에서 얻어진 f_m, f_d는 등단면의 문풀에 적합하고 A/A_w 〈 0.8의 비율에 적용한다.
상대가속도 a_r과 상대속도 v_r은 벨 위의 유동장과 관계가 있다.
A/A_w 값이 1에 근접할 때, Bell 위에서의 유체역학 하중은 바닥압력의 동적하중에 근접하며 다음과 같다.

$$F_m = \pm As_r\rho \geq^{\left(-0.32\frac{d}{h_s}\right)} \quad (\mathrm{N})$$

지원 선박의 중심선에서 문풀에 대한 s_r 값은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$s_r = (0.064L + 1.6u_2)\frac{a_r}{g}$$

(3) 충격 하중

(가) 충격하중 F_i은 조작장치 동작중에 호이스팅 로프의 시작, 정지 및 스내치(snatch) 하중에 의한 갑작스런 속도변화로 발생한다.

$$F_i = v_i\sqrt{k(m + \rho VC_m)} \quad (\mathrm{N})$$

v_i = 충격하중(m/s)은 3항 (3호) (나) 또는 (다)를 통하여 구할 수 있다.
기호는 2항을 참조한다.

(나) 충격속도

시작 및 정지시의 충격하중 v_i는 최대 정상이동속도로서 얻어질 수 있다.

(다) 처짐

처진 호이스팅 로프는 다음과 같이 고려될 수 있다.

$$|F_n| = (m - \rho V)g$$

F_n(3.1에서 얻어진)은 주로 파도에 기인하며 스내치 하중은 파랑주기에 비해 짧게 지속된다. 즉 핸들링 시스템의 고유진동주기가 (1)호 (나)와 같이 3초보다 작다면 충돌속도 v_i은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$v_i = v_1 + v_2 C_i$$

v_1 = 정수중 자유낙하속도 (m/s)

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(m - \rho V)g}{\rho A C_d}}$$

v_2 = 3.1 (2)항에서 얻어지는 팽팽한 호이스트 로프의 $v_r f_v$ 값

C_i = 아래 표에서 얻어지는 확률 계수

$\frac{v_1}{v_2}$	C_i
$\frac{v_1}{v_2} \le 0.2$	1
$0.2 < \frac{v_1}{v_2} < 0.7$	$\cos\left(\pi \frac{v_1}{v_2} - 0.2\pi\right)$
$\frac{v_1}{v_2} \ge 0.7$	0

4. 양성(+) 부력의 벨(bell)의 하중

(1) 충격 하중

(가) 충격하중 F_i는 조정시스템의 호이스트 로프의 시작, 정지, 스내치 등 갑작스런 속도 변화에 의하며, 다음과 같다.

$$F_i = v_i \sqrt{k(m + \rho V_e 0.6 C_m)} \quad \text{(M)}$$

V_e = 부유 Bell의 치환된 물의 부피

v_i = (나)에서 주어진 충격속도

(나) 충격속도는 다음과 같다.

$$V_i = V_r + V_{hoist}$$

V_r : 3 (1) (나) (m/s)

V_{hoist} : 정상 이동 속도

5. 설계 하중

(1) 최대 하중

(가) 수직방향 최대 하중 P는 다음과 같이 주어진다.

수중 : $P = (m - \rho V)g + F$

F : (1), (2) 및 (3)호에서 F_n과 F_i중 큰 값에서

공기중 : $P = mg + \sqrt{(ma)^2 + F_i^2}$

(나) 수직방향의 설계 하중은 다음의 표와 같다.

$\frac{P}{mg}$	설계 하중
$\frac{P}{mg} \leq 2$	P
$2 < \frac{P}{mg} < 3$	$\left(1.5 - 0.25\frac{P}{mg}\right)P$
$\frac{P}{mg} \geq 3$	$0.75\ P$

제 11 절 비상탈출장치

1103. 설계고려사항

1. 규칙 1103.의 2항 (2)호를 적용함에 있어 표기방법은 다음의 그림9.7.1을 따른다. 【규칙 참조】 ⚓

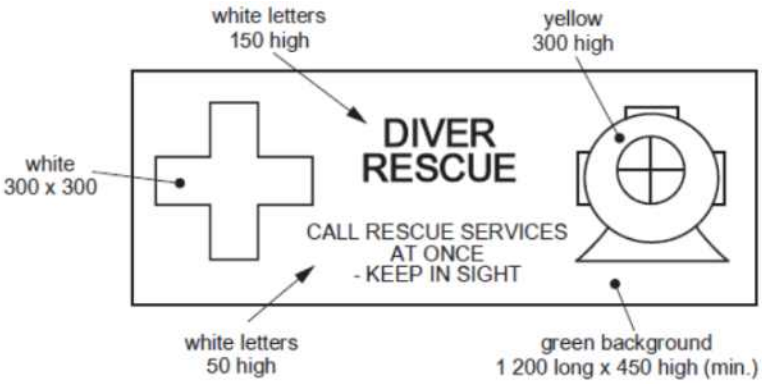


그림 9.7.2

제 8 장 고전압 선외수전설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 선급부호 【규칙 참조】

규칙 101.의 4항을 적용함에 있어서, **규칙 8장**의 요건을 따르는 고전압 선외수전설비를 영구적으로 설치한 선박의 경우 HVSC 부호를 부여할 수 있으며, 그 설비 중 적어도 본선수전반이 설치된 선박의 경우 HVSC-Partial을 부여할 수 있다. *(2022)*

제 10 장 평형수관리

제 3 절 평형수처리장치

302. 평형수처리장치의 배치 *(2022)* 【규칙 참조】

1. 규칙 302. 2 (4)에서 정의하는 안전한 장소란 다음과 같다.
   (1) 평형수처리장치(형식 3a, 3b, 3c 및 8)가 설치된 선박의 밸러스트 탱크, 질소 또는 불활성 가스 발생기, 질소 완충 탱크(설치된 경우)에 설치된 보호 장치 또는 평형수처리장치(형식 7a 및 7b)의 산소발생기에서 발생되는 불활성 가스 또는 질소 생성물 농축 공기로부터 요구되는 장소이다. 안전한 장소는 개방갑판상에 위치해야 한다. 다만, 통행로로부터 3m 이내, 기기(주기관, 보조기관 및 보일러)의 공기 흡입구 및 모든 환기구/출구로부터 6m 이내에 위치하지 않아야 한다.
   (2) 평형수처리장치(형식 3a 및 8)의 질소발생장치 또는 평형수처리장치(형식 7a 및 7b)의 산소 발생기, 압축 산소 용기, 오존 발생기 및 오존 파괴 장치의 보호 장치 또는 통풍구로부터 요구되는 장소이다. 안전한 장소는 비위험구역의 개방갑판상에 위치해야 한다. 다만, 앵커 윈들라스, 체인 로커 개구부 및 발화 위험성이 있는 갑판기기를 포함하는 발화원 및 갑판기기로부터 3m 이내에 있지 않아야 한다. 그리고 통행로로부터 3m 이내, 기기(주기관, 보조기관 및 보일러)의 공기 흡입구 및 모든 환기구로부터 6m 이내에 위치하지 않아야 한다.

303. 탱커의 추가요건 *(2022)* 【규칙 참조】

1. 규칙 303. 1 (1) (가)의 요건은 **규칙 8편 부록 8-5 4항 및 5항**이 적용되는 불활성 가스 발생기에는 적용되지 않는다.
2. 규칙 303. 1 (1) (나)를 적용함에 있어, 다음사항에 유의해야 한다.
   (1) 화물탱크 갑판상에 화물펌프실이 위치한 경우, 액화가스 운반선의 화물압축기실과 유조선 또는 케미컬 탱커의 화물펌프실 내부에 관 내 전체 유량 전기분해식 평형수처리장치(형식 4)가 설치될 수 있다.
   (2) 서브머지드 화물펌프의 경우, 유압동력장치 또는 전동기가 있는 장소는 “화물펌프실”로 보지 않는다.
   (3) 평형수펌프실 및 화물 펌프를 포함하지 않는 기타 펌프실은 “화물 펌프실”로 보지 않는다.
3. 규칙 303. 1 (2)를 적용함에 있어, 선수 탱크가 **규칙 7편 1장 1003. 3**에서 정의하는 화물 구역 내의 다른 평형수 탱크와 연결된 배관 시스템으로 발라스팅 할 때, 선수 탱크의 평형수는 화물 구역 내의 다른 평형수 탱크용 평형수처리장치에 의해 처리되어야 한다.
4. 규칙 303. 1 (3) (가)를 적용함에 있어, 다음사항에 유의해야 한다.
   (1) 적절한 격리 수단은 배관의 직경에 관계없이 상호 연결할 수 있어야 한다.
   (2) 규칙 305.를 참조하여 적절한 격리수단은 N2 가스 배관, 불활성 가스 배관, 중화제 배관, 필터 청소용 청수 배관, 잔류수 제거를 위한 압축 공기관 및 염도 조절을 위한 해수 배관 등과 같은 배관에 요구된다.
   활성 물질 배관 및 중화제 배관(최대 2인치)으로 우리 선급이 인정하는 경우, 대체격리수단이 제공되고 가급적 개방갑판에 설치되고, 안전성이 강화되며 가스밀인 경우 주갑판 바로 아래 기관구역의 가능한 한 높은 위치에서 비위험 기관구역을 위험구역(예: 화물펌프실)과 분리하는 격벽의 관통을 고려할 수 있다.
   이러한 조치는 탄화수소 또는 가연성 또는 독성 액체 또는 증기가 위험 구역에서 이동할 가능성으로 인한 오염 위험 및 안전 문제를 해결하는 데 적절한 보호 조치로서 제공되어야 한다.
   (3) (1)호의 적절한 격리 수단은 **규칙 303. 1** (4) 및 (5)에 명시된 샘플링 라인에는 적용되지 않는다.
5. 규칙 303. 1 (3) (가) (a)의 요건에 대해 확실한 폐쇄를 위한 대체방법으로서, 폐쇄 수단이 있는 추가의 밸브가 체크 밸브와 스풀 피스 사이에 제공될 수 있다.
6. 규칙 303. 1 (3) (가) (b)의 요건에 대해 확실한 폐쇄를 위한 대체방법으로서, 폐쇄 수단이 있는 추가의 밸브가 체크 밸브와 수봉트랩 사이에 제공될 수 있다. 추운 날씨에서 운항하는 선박의 경우 수봉트랩에 동결 방지 장치가 제공되어야 한다. 이를 위해 휴대용 난방 시스템이 사용될 수 있다.
7. 규칙 303. 1. (3) (가) (c)의 요건에 대해 확실한 폐쇄를 위한 대체방법으로서, 폐쇄 수단이 있는 추가의 밸브가 체크 밸브와 후단에 제공될 수 있다.
8. 규칙 303. 1. (3) (나)의 요건을 적용할 때, 선수 탱크가 **규칙 7편 1장 1003. 3**에서 정의하는 화물 구역 내의 다른 평형수 탱크와 연결된 배관 시스템으로 발라스팅 할 때, 화물 구역 내의 다른 평형수 탱크에 사용되는 공통 평형수 배관과 선수 탱크 사이에는 **규칙 303. 1** (3) (가) 및 (나)의 적절한 격리 수단이 요구되지 않는다.

9. **규칙 303. 1** (5) (가) (c)를 적용할 때, 전기설비가 승인된 안전형일 경우에는 전원공급장치의 자동 차단은 요구되지 않는다.

304. 위험가스를 생성하거나 위험액체를 취급하는 평형수처리장치 형식 2, 3a, 3b, 4c, 4, 5, 6, 7a, 7b 및 8에 대한 특별 요구사항 *(2022)* 【규칙 참조】

1. **규칙 304. 1** (3)에서 정의하는 안전한 장소란 다음과 같다.
   (1) 평형수처리장치(형식 7a 및 7b)의 경우, 오존제거기를 이중화하고, 제조자가 오존제거기에서 사용되는 활성탄의 양이 평형수처리장치의 수명주기에 충분함을 명확하며, 오존제거기가 작동하지 않을 경우 선원에게 경보를 제공하기 위해 오존제거기의 통풍 배출구 부근에 오존 감지기를 설치함으로써, 안전한 장소로 인정될 수 있다.
   (2) (1)호의 조건중 하나라도 충족하지 못할 경우, 위험 구역, 점화원으로부터 3m 이내, 통행로로부터 6m 이내, 기기(주기관, 보조기관 및 보일러)의 공기 흡입구 및 모든 환기구로부터 6m 이내에 위치하지 않는 구역을 안전한 장소라 한다.
2. **규칙 304. 1** (4)를 적용함에 있어, 가스 감지 센서의 대체 방법으로 이중벽 공간 또는 파이프 덕트 내부의 저압을 감지하여 저압이 손실되는 경우 자동으로 경보 발생 및 평형수처리장치의 차단 기능이 제공될 수 있다. 이 때, 이중벽 공간 또는 파이프 덕트의 압력 측정 또는 배기 팬을 감시함으로서 저압손실을 감지할 수 있다.
3. **규칙 304. 1** (5)에서 정의하는 평형수처리장치(형식 4, 5 및 6)의 안전한 장소란 다음과 같다.
   (1) 개방갑판상에 위치한 안전한 장소는 앵커 윈들라스, 체인 로커 개구부 및 발화 위험성이 있는 갑판기기를 포함하는 발화원 및 장비로부터 5m 이내에 있지 않아야 한다. 그리고 통행로로부터 3m 이내, 비위험구역인 폐위구역의 공기 흡입구로부터 5m 이내에 있지 않아야 한다.
   (2) 개방갑판 또는 개방갑판의 반폐위구역의 출구로부터 3m 이내는 위험구역 1로 분류되고, 위험구역 1의 3m를 둘러싸고 있는 추가의 1.5m는 위험구역 2로 분류된다.
   (3) 위험구역 1 및 2에 위치하는 전기 장비는 가스증기 그룹 IIC, 온도 등급 T1 이상이어야 한다.
4. **규칙 304. 1** (6) 및 **규칙 304. 3** (1) (라)에서 정의하는 안전한 장소란 **302. 1**에 따른다.
5. **규칙 304. 2**의 요건을 적용함에 있어, 다음의 항목을 고려하여야 한다.
   (1) 위험가스 또는 위험액체를 이송하는 주입관에는 적용하되, 위험가스 또는 위험액체가 희석되는 평형수관에는 적용하지 않는다.
   (2) 활성 물질을 사용하는 평형수처리장치(G9 지침)의 기본 및 최종 승인 절차를 위해 발행된 IMO 보고서는 평형수처리장치 배관에 의해 이송되는 매체에서 예상할 수 있는 위험을 평가하는 데 사용할 수 있다.
6. **규칙 304. 2** (1)의 다음의 요건이 적용되어야 한다.
   (1) 수소(H2), 산소(O2) 또는 오존(O3)과 같은 위험한 가스를 운반하는 특수 보호장치가 있는 2급관의 경우, 특수 보호장치는 이중관 또는 파이프 덕트이어야 한다.
   (2) 위험액체를 이송하는 특수 보호장치가 있는 2급관의 경우 피복, 스크린 등과 같은 기타의 특수 보호장치가 고려될 수 있다.
   (3) 플라스틱 파이프는 내부에 운반되는 위험가스 또는 위험액체에 대해 충분히 평가한 후 허용할 수 있다. 플라스틱 파이프가 허용되면 **선급 및 강선규칙 5편 부록 5-6**의 요구 사항을 적용하여야 한다.
7. **규칙 304. 2** (3)에서 정의하는 안전한 장소란 **1항** 및 **3항**을 따른다.
8. **규칙 304. 3** (1) (바)를 적용할 때, 활성 물질을 사용하는 평형수처리장치(G9 지침)의 기본 및 최종 승인 절차를 위해 발행된 IMO 보고서를 평가에 사용할 수 있다.
9. **규칙 304. 4**를 적용할 때, 활성 물질을 사용하는 평형수처리장치(G9 지침)의 기본 및 최종 승인 절차를 위해 발행된 IMO 보고서를 평가시 참조할 수 있다.

부록 9-3 평형수처리장치 형식 (참고) *(2022)*

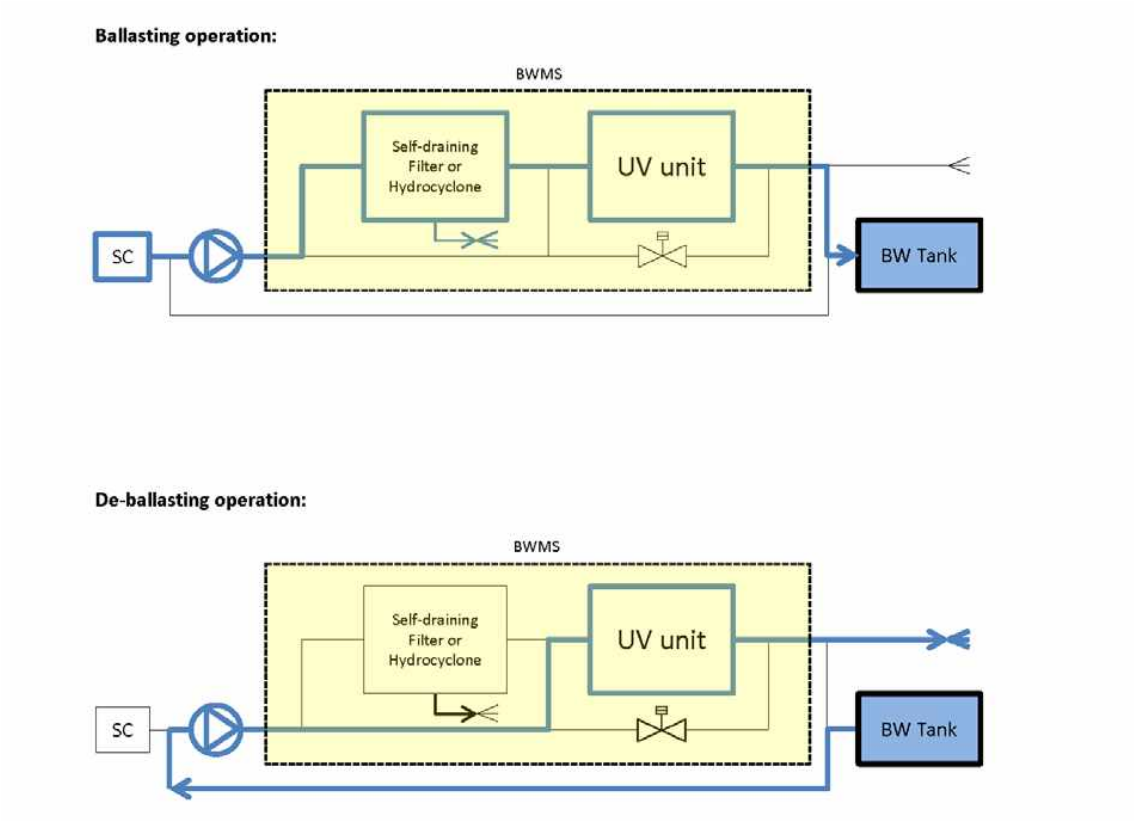


그림 1 평형수처리장치의 형식 1

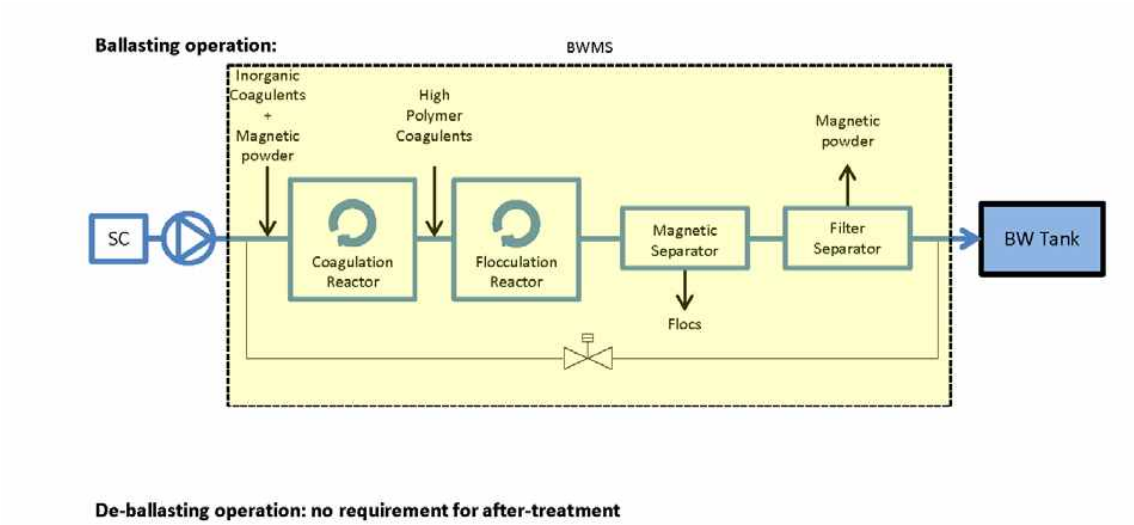


그림 2 평형수처리장치의 형식 2

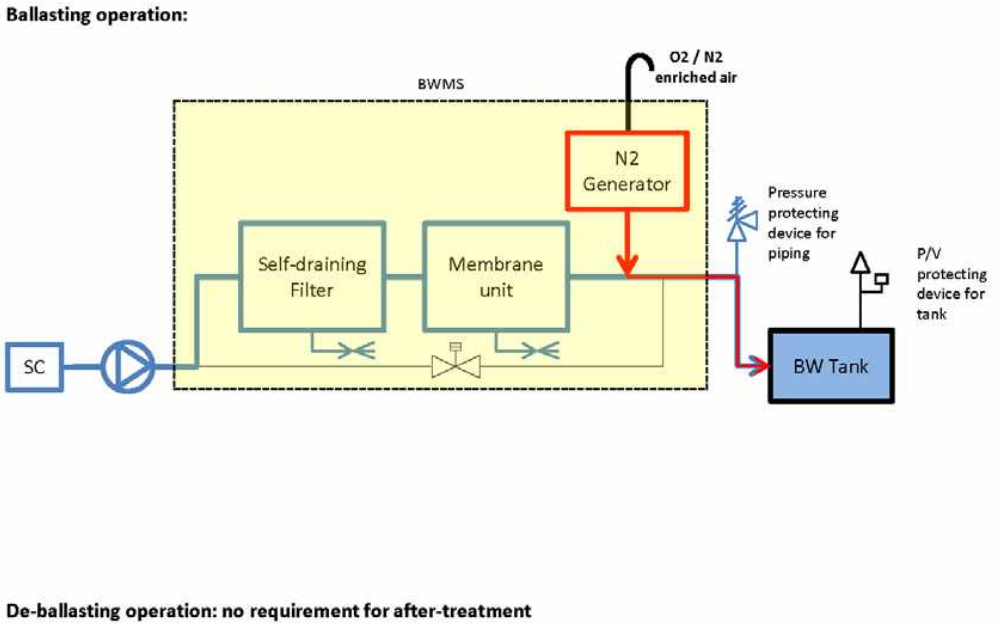


그림 3 평형수처리장치의 형식 3a

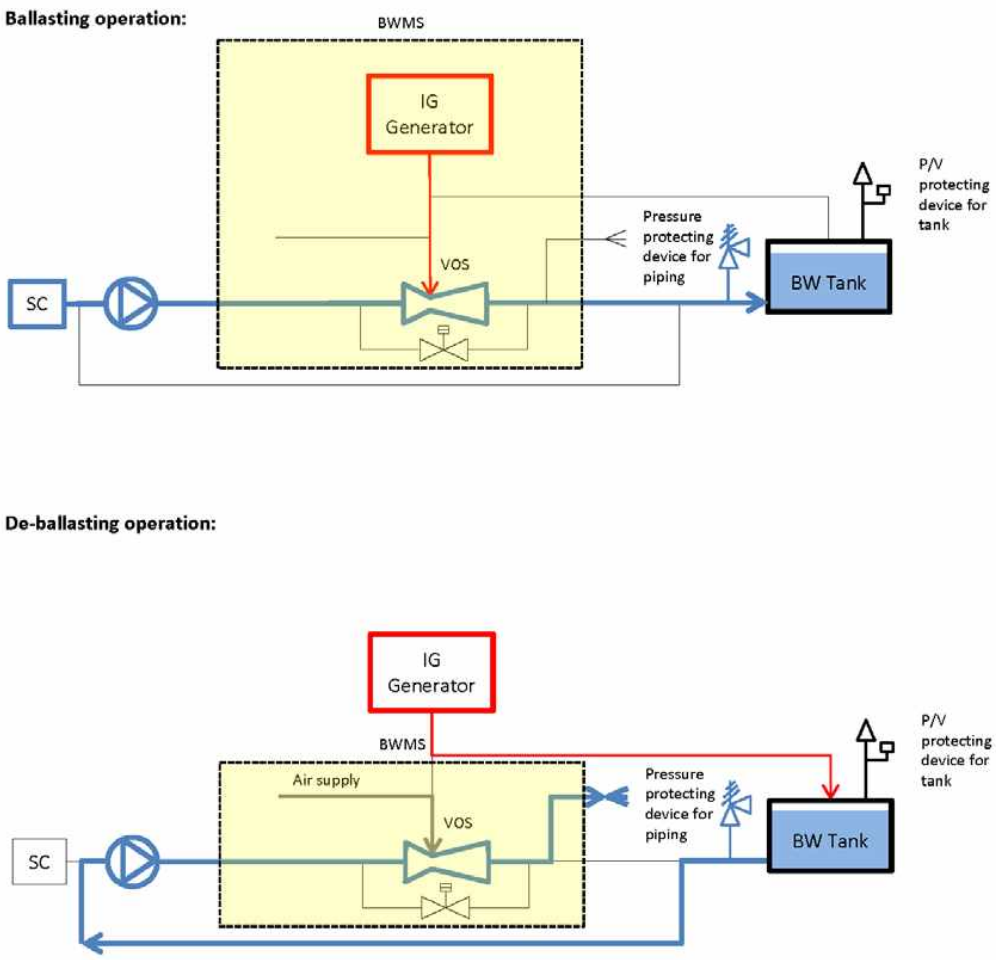


그림 4 평형수처리장치의 형식 3b

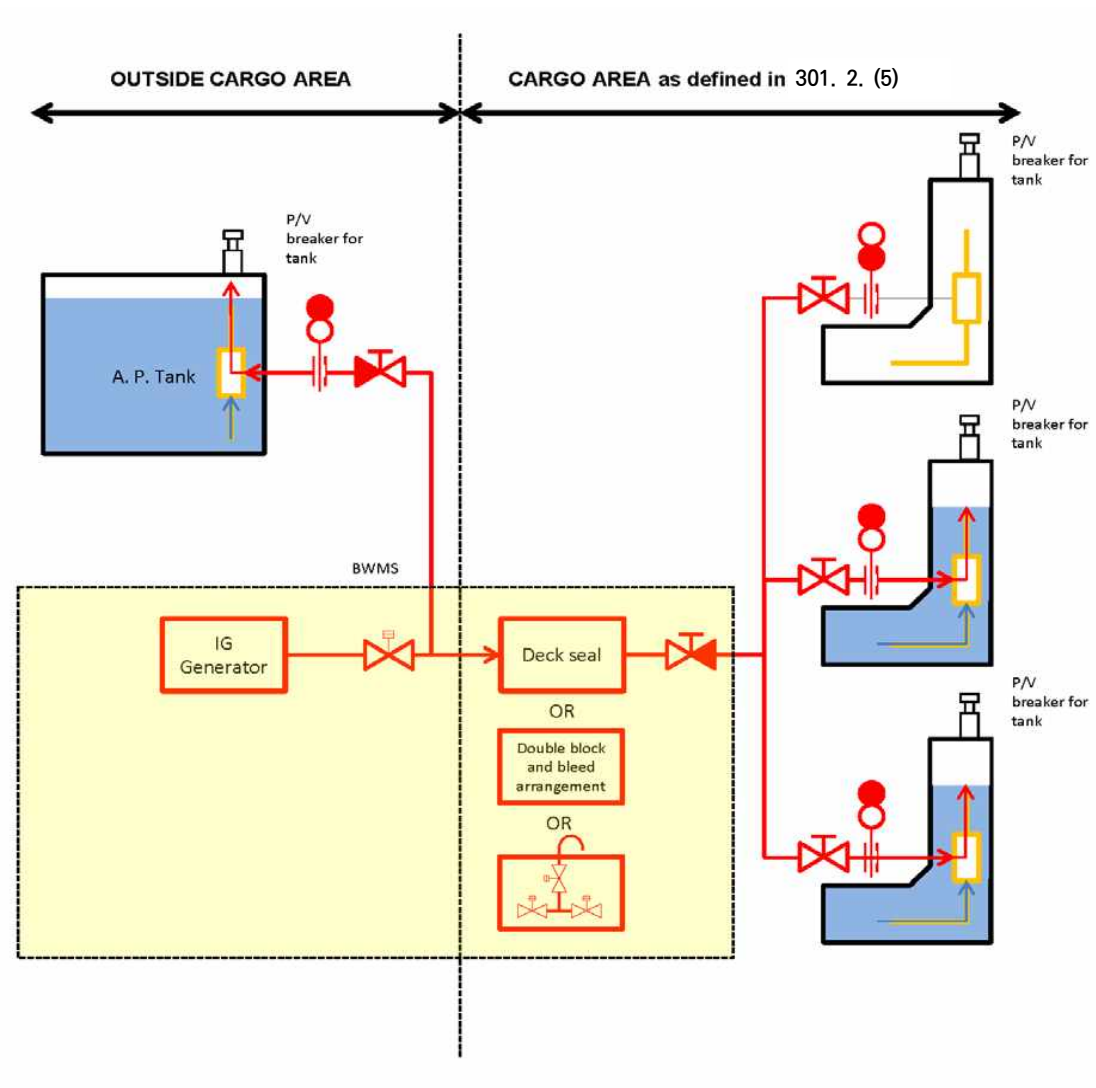
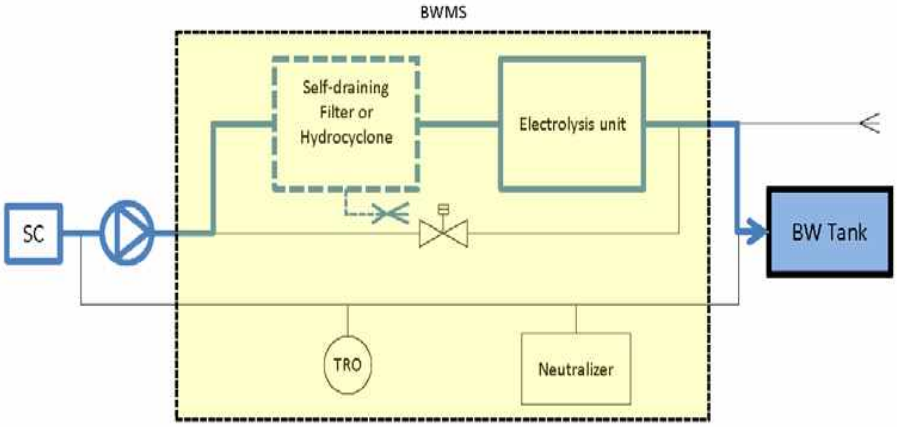


그림 5 평형수처리장치의 형식 3c

Ballasting operation:



De-ballasting operation:

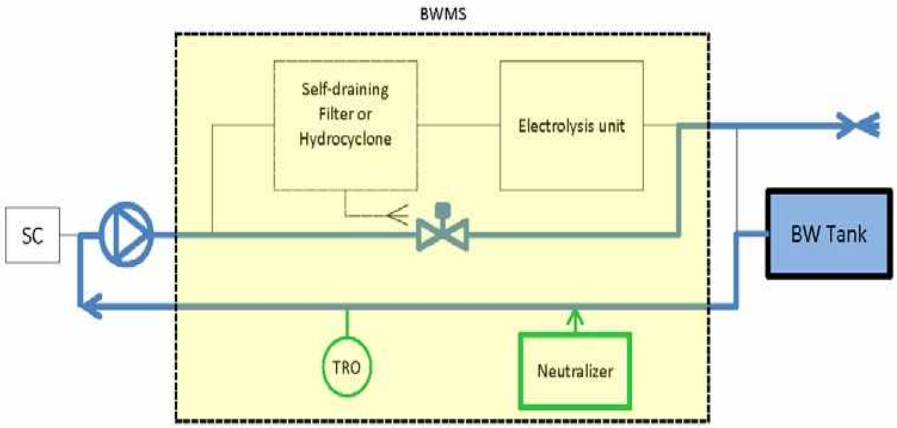


그림 6 평형수처리장치의 형식 4

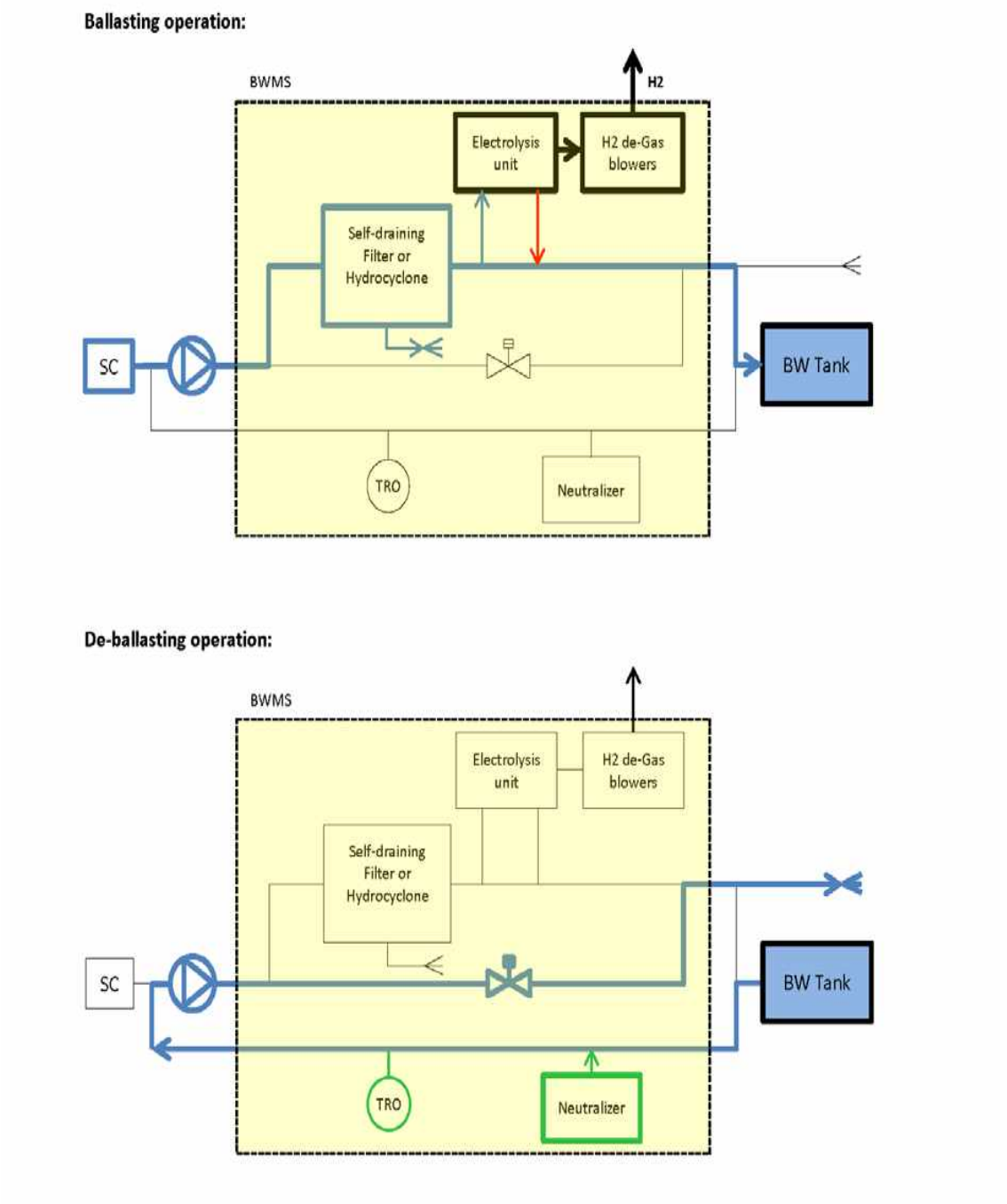


그림 7 평형수처리장치의 형식 5

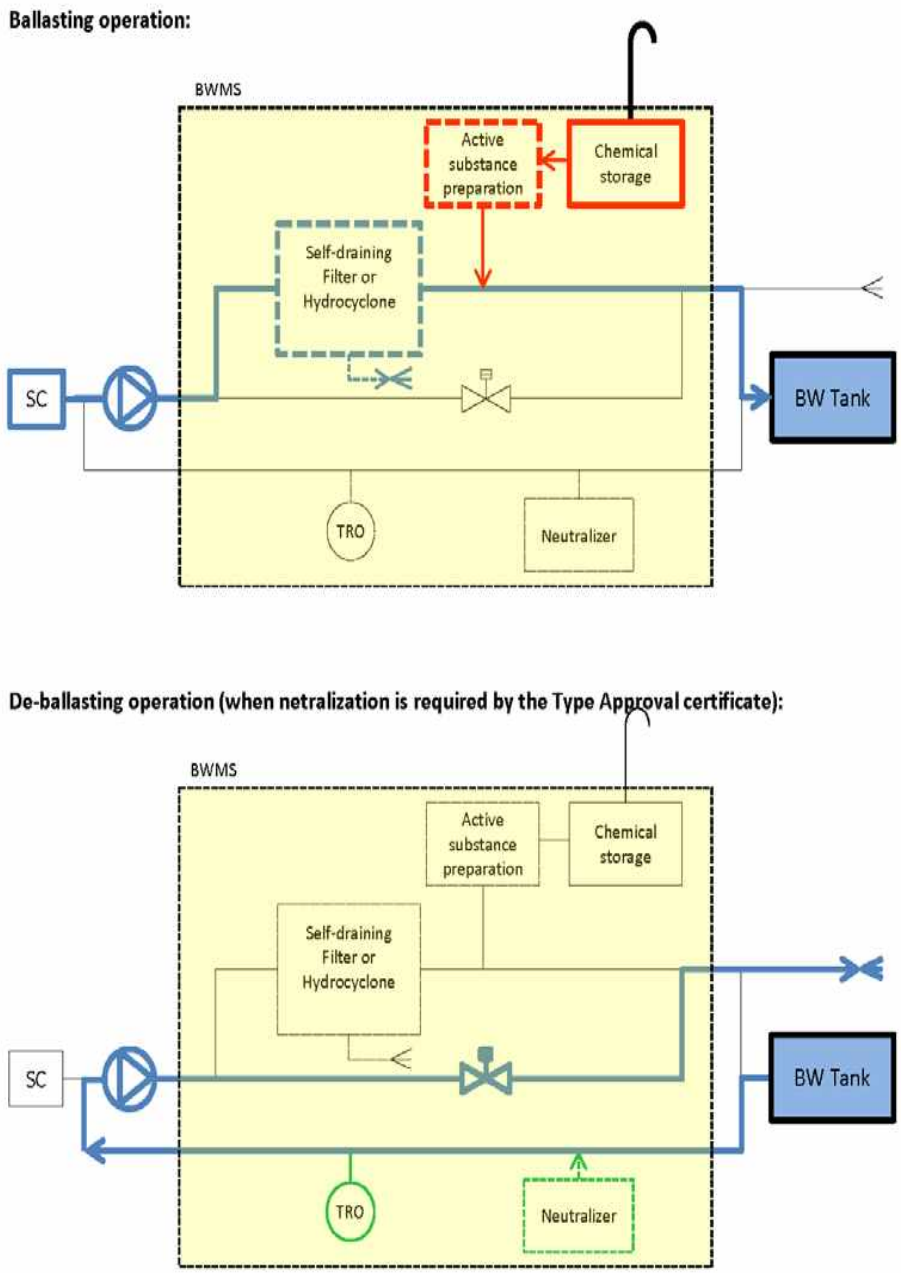
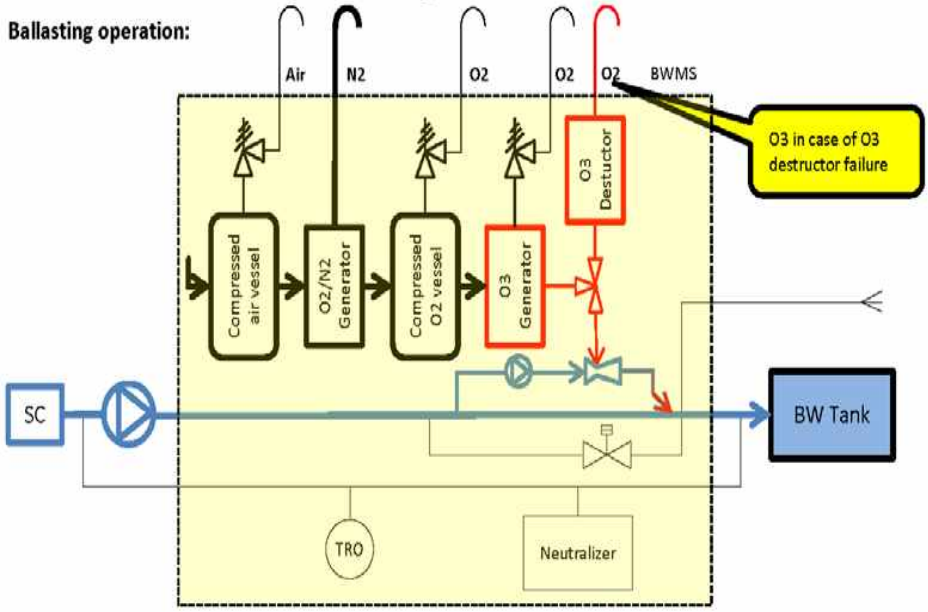


그림 8 평형수처리장치의 형식 6



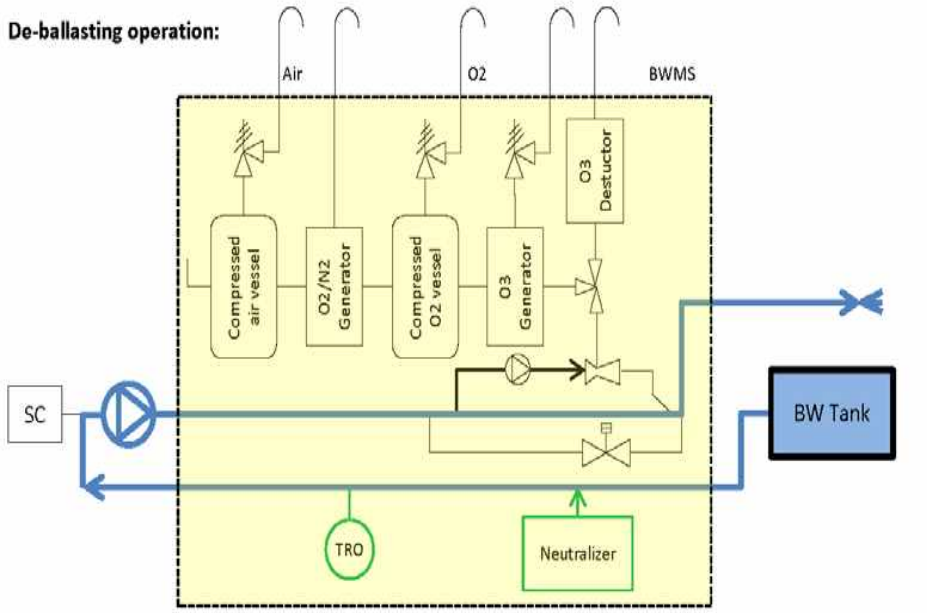


그림 9 평형수처리장치의 형식 7a

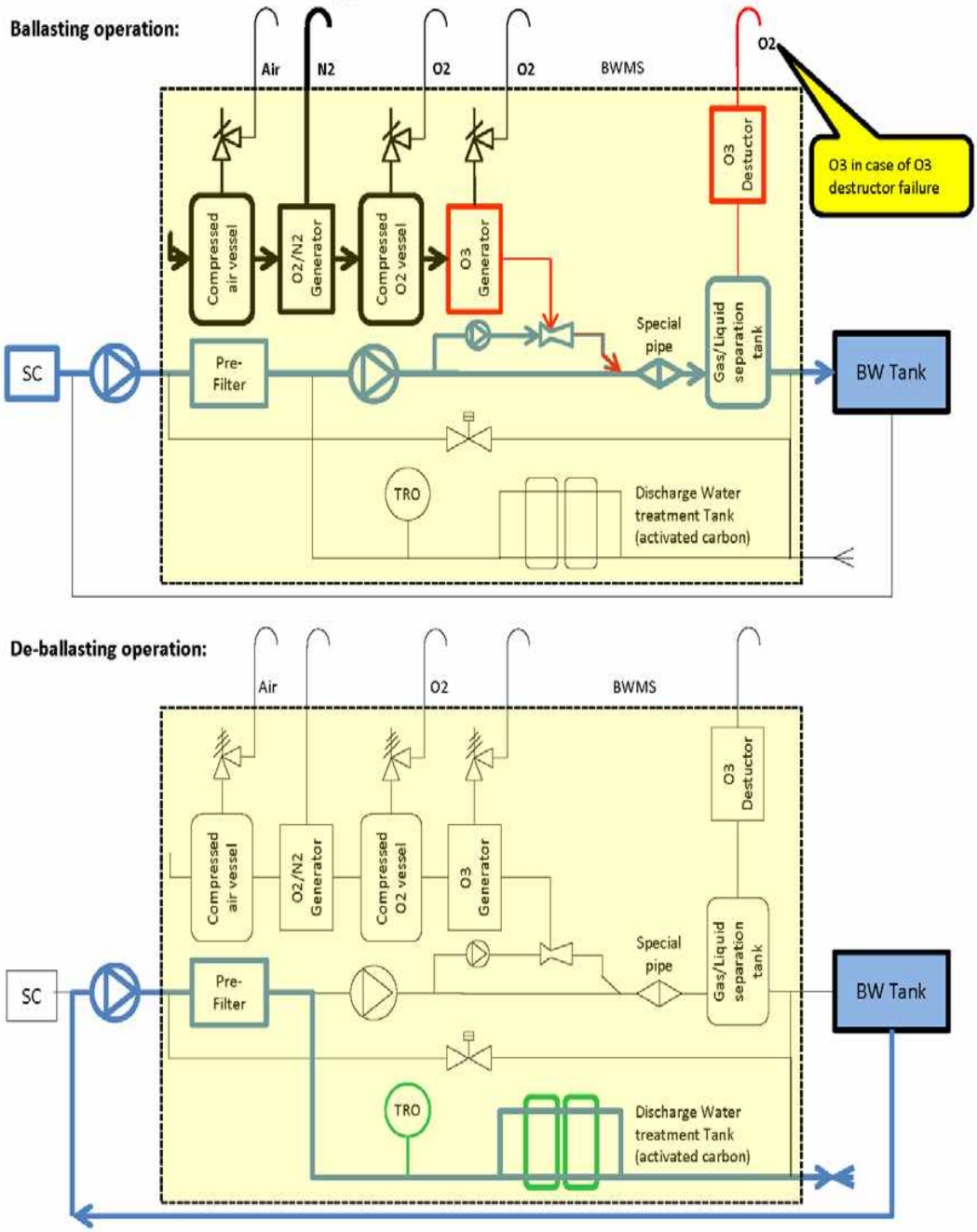


그림 10 평형수처리장치의 형식 7b

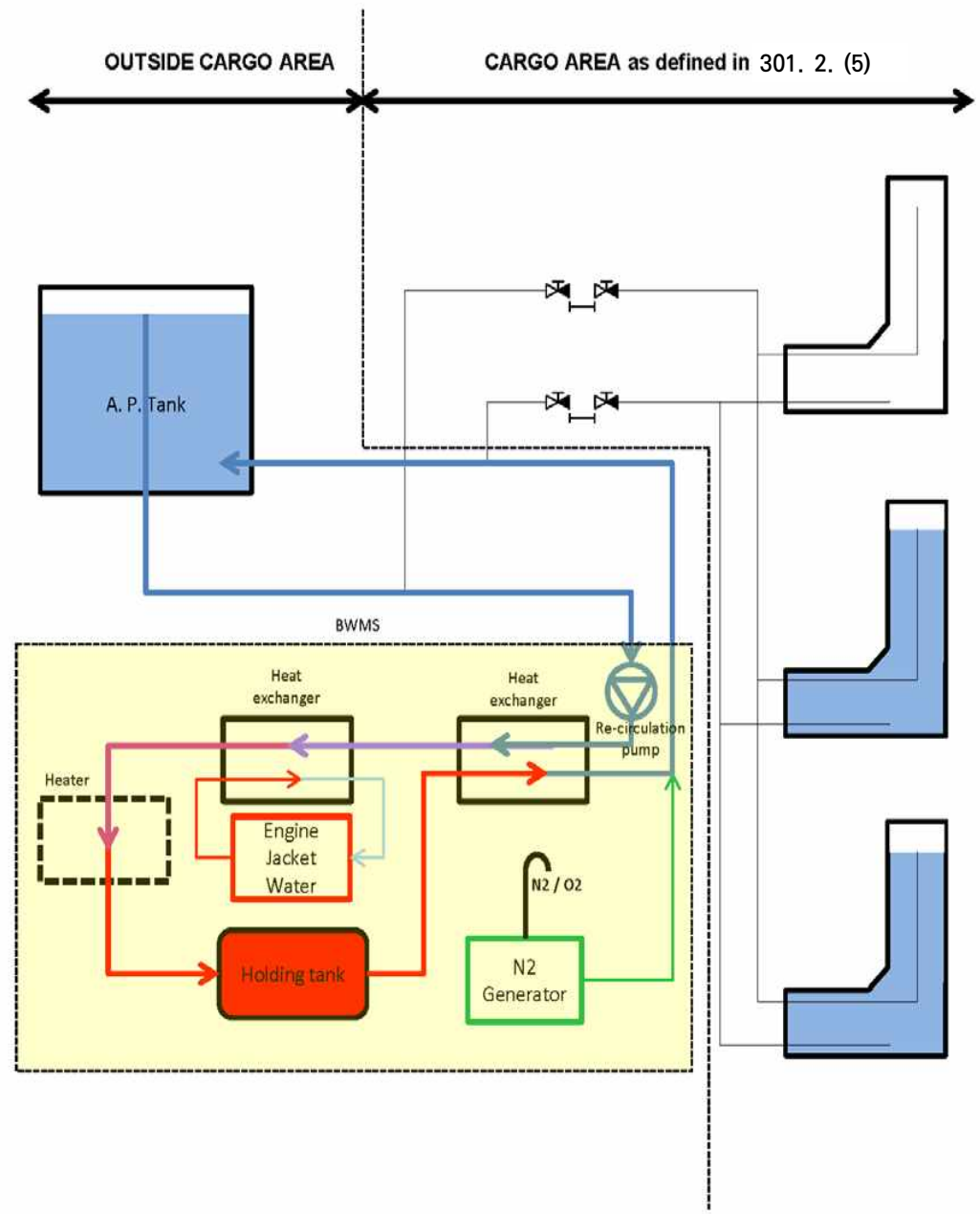


그림 11 평형수처리장치의 형식 8

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제9편 추가설비

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제10편 소형강선의 선체구조 및 의장

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제10편 소형강선의 선체구조 및 의장

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

규칙 제 10 편

소형강선의 선체구조 및 의장

RA-10-K

한 국 선 급

제 10 편 “소형강선의 선체구조 및 의장”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.

2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

〈개정사항 없음〉

차 례

제 1 장 총칙 ····· 1
제 1 절 정의 ····· 1
제 2 절 일반사항 ····· 2
제 3 절 재료, 용접 및 구조 ····· 3

제 2 장 선수재 및 선미재 ····· 9
제 1 절 선수재 ····· 9
제 2 절 선미재 ····· 9

제 3 장 종강도 ····· 13
제 1 절 일반사항 ····· 13
제 2 절 굽힘강도 ····· 13
제 3 절 좌굴강도 ····· 15

제 4 장 평판용골 및 외판 ····· 17
제 1 절 일반사항 ····· 17
제 2 절 평판용골 ····· 17
제 3 절 선박중앙부의 외판 ····· 17
제 4 절 전후부의 외판 ····· 18
제 5 절 선루측부의 외판 ····· 19
제 6 절 외판의 국부보강 ····· 19

제 5 장 갑판 ····· 21
제 1 절 일반사항 ····· 21
제 2 절 강력갑판의 유효단면적 ····· 21
제 3 절 강갑판 ····· 22

제 6 장 단저구조 ····· 23
제 1 절 일반사항 ····· 23
제 2 절 중심선 내용골 ····· 23
제 3 절 측내용골 ····· 23
제 4 절 늑판 ····· 24
제 5 절 선저종늑골 ····· 26
제 6 절 선수선저부의 구조 ····· 26

제 7 장 이중저구조 ····· 27
제 1 절 일반사항 ····· 27
제 2 절 중심선 거더 ····· 28
제 3 절 측거더 ····· 29
제 4 절 실체늑판 ····· 30
제 5 절 종늑골 ····· 30
제 6 절 내저판 및 마진판 ····· 31
제 7 절 늑골브래킷 ····· 32
제 8 절 조립늑판 ····· 32
제 9 절 선수선저부의 구조 ····· 33

제 8 장 늑골 ····· **35**
제 1 절 일반사항 ····· 35
제 2 절 늑골간격 ····· 35
제 3 절 화물창내 횡늑골 ····· 36
제 4 절 선측 종늑골 ····· 36
제 5 절 갑판사이 늑골 ····· 37
제 6 절 선수미창내 늑골 ····· 38

제 9 장 외팔보(cantilever) 구조 ····· **41**
제 1 절 외팔보 ····· 41
제 2 절 특설늑골 ····· 42
제 3 절 외팔보와 특설늑골과의 고착 ····· 44

제 10 장 갑판보(beams) ····· **45**
제 1 절 일반사항 ····· 45
제 2 절 갑판하중 ····· 45
제 3 절 종갑판보 ····· 47
제 4 절 횡갑판보 ····· 47
제 5 절 격벽계단부 등의 보 ····· 48
제 6 절 디프탱크 정부의 보 ····· 48
제 7 절 특별히 무거운 중량을 지지하는 보 ····· 48
제 8 절 특별한 화물을 적재하는 갑판의 보 ····· 48

제 11 장 갑판 거더 ····· **49**
제 1 절 일반사항 ····· 49
제 2 절 갑판 종거더 ····· 49
제 3 절 갑판 트랜스버스 ····· 51
제 4 절 탱크내의 갑판 거더 ····· 51
제 5 절 창구측부의 갑판 거더 ····· 52
제 6 절 창구단 보 ····· 52

제 12 장 필러 ····· **53**
제 1 절 일반사항 ····· 53
제 2 절 필러의 치수 ····· 53

제 13 장 선수미 구조 ····· **57**
제 1 절 일반사항 ····· 57
제 2 절 선수격벽 전부구조 ····· 57
제 3 절 선미격벽 후부구조 ····· 60

제 14 장 수밀격벽 ····· **61**
제 1 절 수밀격벽의 배치 ····· 61
제 2 절 수밀격벽의 구조 ····· 62
제 3 절 수밀문 ····· 65

제 15 장 디프탱크 ····· **67**
제 1 절 일반사항 ····· 67
제 2 절 디프탱크 격벽 ····· 67
제 3 절 디프탱크의 설비 ····· 69

제 4 절 파형격벽의 용접 ····· 70

제 16 장 선루 및 갑판실 ····· 71
제 1 절 일반사항 ····· 71
제 2 절 구조 ····· 71
제 3 절 선루단 격벽에 설치하는 출입구 ····· 73

제 17 장 기관구역 및 기관실 위벽 ····· 75
제 1 절 일반사항 ····· 75
제 2 절 주기하부의 구조 ····· 75
제 3 절 보일러실의 구조 ····· 75
제 4 절 드러스트블록 지지대 및 그 하부구조 ····· 76
제 5 절 기관실 위벽 ····· 76

제 18 장 축로 및 축로리쎄스 ····· 79
제 1 절 일반사항 ····· 79

제 19 장 창구 및 기타의 개구 ····· 81
제 1 절 일반사항 ····· 81
제 2 절 창구코밍 ····· 82
제 3 절 이동식 창구덮개에 의하여 폐쇄되고 타폴린과 배튼으로 풍우밀이 확보되는 창구 ····· 83
제 4 절 개스킷과 클램핑 장치로 된 풍우밀 창구덮개 ····· 85
제 5 절 모래운반선 및 채취선의 창구덮개 ····· 86
제 6 절 승강구 및 기타 갑판구 ····· 86

제 20 장 선수문, 현문 및 선미문 ····· 87
제 1 절 선수문 및 내측문 ····· 87
제 2 절 현문 및 선미문 ····· 87

제 21 장 불워크, 방수구, 현창, 통풍통 및 상설보행로 ····· 89
제 1 절 불워크 ····· 89
제 2 절 방수구 ····· 89
제 3 절 현창 ····· 89
제 4 절 통풍통 ····· 89
제 5 절 상설보행로 ····· 89

제 22 장 의장수 및 의장품 ····· 91
제 1 절 일반사항 ····· 91
제 2 절 의장수 ····· 91
제 3 절 예인 및 계류관련 선체의장설비 및 선체지지구조 ····· 91

제 23 장 유조선 ····· 93
제 1 절 일반사항 ····· 93
제 2 절 창구 및 상설보행로 및 방수설비 ····· 94
제 3 절 화물구역의 종늑골 및 종갑판보 ····· 95
제 4 절 화물구역의 종거더 및 트랜스버스 ····· 96
제 5 절 트렁크 ····· 98
제 6 절 화물구역의 격벽 ····· 99

제 24 장 이중선체 유조선 ····· **101**
제 1 절 일반사항 ····· 101
제 2 절 격벽판 ····· 102
제 3 절 늑골, 휨보강재 및 종갑판보 ····· 103
제 4 절 이중저내 구조부재 ····· 105
제 5 절 이중선측구조의 구조부재 ····· 105
제 6 절 화물유탱크 및 디프탱크에 설치하는 거더 ····· 105
제 7 절 선수선저부의 보강 ····· 107
제 8 절 구조상세 ····· 107
제 9 절 부식에 대한 특별요건 ····· 107
제 10 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정 ····· 108

제 1 장 총칙

제 1 절 정의

101. 적용 【지침 참조】

이 규칙에 있어서 용어의 정의 및 기호는 별도로 정하는 것 이외에는 이 절의 규정에 따른다. 또한, 이 절 및 각 장에서 정하는 것 이외의 용어의 정의 및 기호는 **3편** 및 **4편**에 따른다.

102. 규칙길이 *(2020)* 【지침 참조】

규칙길이 (L) 라 함은 강도계산용 흘수 (d_s)선상에서 선수재의 전단으로부터 타주가 있는 선박은 타주의 후단까지, 타주가 없는 선박에서는 타두재의 중심까지의 거리 (m) 를 말한다. L 은 강도계산용 흘수선상 최대길이의 96 % 미만이어서는 아니 되며 97 %를 넘을 필요는 없다.

타두재가 없는 선박(예: 선회식 추진장치 (azimuth thrusters) 탑재선박)에서, L은 d_s의 흘수선상에서 최대 길이의 97 %로 하여야 한다. 특수한 선수 또는 선미배치를 가진 선박에서, 규칙길이는 별도로 고려하여야 한다.

103. 건현용 길이

선박의 건현용 길이 (L_f) 라 함은 용골 상면으로부터 측정한 최소 형깊이의 85 % 위치의 흘수선상에서 선수재의 전단으로부터 선미외판의 후단까지 측정한 거리의 96 % 및 그 흘수선상에 있어서 선수재의 전단으로부터 타두재의 중심선까지 측정한 거리 중 큰 것 (m) 을 말한다. 다만, 구상선수(bulbous bow)와 같이 최소 형깊이의 85 % 위치에 있어서 그 흘수선보다 윗부분의 선수모양이 오목하게 들어간 선박에서는 들어간 곳의 최후단에서 내린 수선과 그 흘수선과의 교점을 선박의 건현용 길이의 전단으로 간주하여 상기의 규정을 적용한다. 타두재가 없는 선박의 경우, 건현용 길이는 용골 상면으로부터 측정한 최소 형깊이의 85 % 위치의 흘수선상에서 선수재의 전단으로부터 선미외판의 후단까지 측정한 거리의 96 %로 한다. 또한, 건현용 길이를 측정하기 위한 흘수선은 **108.**에 정의된 만재흘수선에 평행한 것으로 한다.

104. 너비 *(2020)* 【지침 참조】

너비 (B) 라 함은 선박 중앙의 강도계산용 흘수 (d_s)에서 수평으로 계측한 형폭 (m) (늑골의 외면으로부터 외면까지의 수평거리)을 말한다.

105. 깊이 【지침 참조】

선박의 깊이(D)라 함은 L의 중앙에서 용골의 상면으로부터 건현갑판의 보의 선측에 있어서의 상면까지의 수직거리(m)를 말한다. 수밀격벽이 건현갑판 위의 갑판까지 연장되고 또한 그 격벽이 유효한 것으로서 등록되는 경우에는 그 격벽 갑판까지의 수직거리를 말한다.

106. 중앙부

선박의 중앙부라 함은 별도로 규정하는 것을 제외하고, 중앙부 0.4 L 사이를 말한다.

107. 선수미부

선수미부라 함은 선수미 양단에서 각각 0.1 L 이내의 부분을 말한다.

108. 만재흘수선

만재흘수선이라 함은 만재흘수선의 표시를 필요로 하는 선박은 계획 하기만재흘수선에 대한 흘수선을 말하고, 만재흘수선의 표시를 하지 아니하는 선박은 계획 최대흘수선에 대한 흘수선을 말한다.

109. 만재흘수

만재흘수 (d)라 함은 만재흘수선의 표시를 필요로 하는 선박은 L_f의 중앙에서, 또 만재흘수선의 표시를 하지 아니하는 선박에서는 L의 중앙에서 각각 용골의 상면으로부터 만재흘수선까지 측정한 수직거리 (m)를 말한다.

110. 만재배수량

만재배수량 (D)이라 함은 만재흘수선에 대한 배수량(외판 등 부가물을 포함한 것을 말한다.)을 톤 (t)으로 표시한 것을 말한다.

111. 방형계수 *(2020)*

방형계수 (C_b)라 함은 강도계산용 흘수 (d_s)의 흘수선에 대한 형배수용적을 $L \times B \times d_s$ 로 나눈 계수를 말한다.

112. 강력갑판

강력갑판이라 함은 선박의 길이의 어느 곳에서나 외판이 달하는 최상층의 갑판을 말한다. 다만, 저선수미루를 제외하고는 길이가 0.15 L 이하인 선루가 있는 곳에서는 선루갑판 바로 아래의 갑판을 그 곳의 강력갑판으로 간주한다. 설계상의 형편에 따라서 길이가 0.15 L을 넘는 선루가 있는 곳에서도 선루갑판의 바로 아래의 갑판을 강력갑판으로 간주할 수 있다.

113. 건현갑판

1. 건현갑판이라 함은 일반적으로 최상층 전통갑판을 말한다. 다만, 최상층 전통갑판의 노출부에 상설폐쇄장치를 갖지 아니한 개구가 있는 경우에는 그 갑판 바로 아래의 전통갑판을 말한다.
2. 연속되지 아니한 건현갑판 (예: 계단식 건현갑판)을 가진 선박의 경우, 건현갑판은 다음에 따라 결정된다.
   (1) 건현갑판상의 리세스가 선측까지 연장되어 있고 그 길이가 1 m를 넘을 경우에는, 노출갑판의 최하부선과 그 선으로부터 그 갑판의 상부에 평행하게 연장한 선을 건현갑판으로 한다.
   (2) 건현갑판상의 리세스가 선측까지 연장되지 않거나 또는 그 길이가 1 m를 넘지 않는 경우에는, 그 갑판의 상부를 건현갑판으로 한다.
   (3) 노출갑판 하부의 건현갑판으로 지정된 갑판에 있는 선측에서 선측까지 연장되지 아니하는 리세스는 노출갑판의 모든 개구가 풍우밀 폐쇄장치를 설치하는 것을 조건으로 무시할 수도 있다.
3. 다층갑판을 가진 선박의 경우, 1항 또는 2항에 정의된 건현갑판을 만족하는 갑판보다 하부의 갑판을 건현갑판으로 할 수 있다. 다만, 이 하층갑판은 적어도 기관구역과 선수미격벽과의 사이에 전후로 연속되고 횡방향으로도 연속되어 있는 상설의 전통갑판이어야 한다.
   (1) 이 하층갑판이 계단형일 경우에는 그 갑판의 최하부선과 그 선으로부터 그 갑판의 상부 부분에 평행하게 연장한 선을 건현갑판으로 본다.
   (2) 하층갑판을 건현갑판으로 할 경우, 화물구역내에서 최소한 그러한 갑판은 선측에서는 적절하게 형성된 스트링거로 이루어져 있어야 하며 상갑판까지 연장되는 각 수밀 격벽에서는 횡방향으로 적절하게 형성된 스트링거로 이루어져 있어야 한다.

114. 선수단 및 선미단

선수단이라 함은 102.에 의한 선박의 길이 L을 측정함에 있어 선수쪽의 시작점을 말하며, 선미단이라 함은 L의 선미쪽의 끝점을 말한다.

115. 강도계산용 흘수, d_s *(2020)*

강도계산용 흘수 (d_s)는 선박의 부재치수에 대한 강도요건을 만족하며, 만재 적하상태를 대표한다. d_s는 지정된 건현에 상응하는 흘수보다 작아서는 아니 된다.

제 2 절 일반사항

201. 적용

1. 이 편의 규정은 별도로 규정한 경우를 제외하고는 항로를 제한하지 아니하는 조건으로 선급등록을 받는 길이가 90 m 미만인 보통모양의 선박으로 일반적인 주요치수비를 갖는 선박의 선체구조 및 의장에 적용하며 이 편에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **3편** 및 **4편**의 관련규정에 따른다.
2. 항로를 제한하는 조건으로 선급 등록을 받는 선박의 구조, 의장 및 그 치수는 그 조건에 따라 적절히 참작할 수 있

다. 【지침 참조】

3. 만재흘수선의 표시를 하지 아니하는 선박은 규칙 중의 L_f를 L로, B_f를 B로 바꾸어 적용한다.

202. 적용범위 이외의 선박 【지침 참조】

201.의 규정에 관계없이 길이가 24 m 미만인 선박 및 특별한 이유로 이 규칙에 따르기 곤란한 선박의 구조, 의장, 배치 및 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

203. 특수한 모양 및 특별한 화물을 운반하는 선박 【지침 참조】

특수모양의 선박, 특수한 주요치수비의 선박 또는 특별한 화물을 운반하는 선박에 대하여는 필요한 경우 이 규칙의 원칙에 따라 개별적으로 소요의 구조, 의장, 배치 및 치수를 정하고 이것을 이 규칙에 대신하여 적용한다.

204. 동등효력

이 규칙에 만족하지 않거나 적용할 수 없는 대체설계 및 신기술의 동등효력에 대해서는 **1편 1장 105.**를 따른다. *(2021)*

205. 여객선

여객선의 구조, 의장, 배치 및 치수는 201.부터 203.의 규정에 따르고 그 설계 요목에 관련하여 특별히 고려하여야 한다.

206. 선박의 복원성

이 규칙은 선박이 어떠한 취약상태에 있어서도 적절한 복원성을 보유할 수 있는 조건하에 정한 것이며 선박의 제조자나 선장은 선박의 제조 및 사용상에 있어서 복원성 확보를 위하여 특별한 주의와 조치를 취하여야 한다.

207. 기름 또는 기타 인화성 액체물질을 적재할 경우

1. 이 규칙 중 연료유를 적재할 때의 구조 및 설비에 관한 규정은 인화점이 60°C (밀폐식 용기시험 방법에 의한다. 이하 같다)를 넘는 연료유를 적재하는 경우에 적용한다.
2. 인화점이 60°C 이하인 연료유를 적재할 때의 구조 및 설비에 대하여는 이 편의 규정을 따르는 이외에 **8편 2장 401.**의 규정에도 따라야 한다.
3. 디프탱크에 화물유를 적재할 때의 구조 및 설비에 대하여는 **23장** 및 **24장**의 규정을 준용한다.

208. 의장품 【지침 참조】

마스트, 리깅, 하역설비, 양묘설비 및 계류장치, 기타의 의장품은 이 규칙에서 특별히 규정하는 것을 제외하고는 그 용도에 따라 적합하게 구조를 배치하고 필요에 따라 검사원이 요구하는 시험에 합격한 것이어야 한다.

209. 점검설비

선수창, 선미창, 디프탱크, 코퍼댐 기타 이와 같이 둘러싸인 구획에는 그 내부를 안전하게 점검할 수 있는 사다리, 디딤판 등을 설치하여야 한다. 다만, 연료유 및 윤활유 전용의 선수창, 선미창 또는 디프탱크는 제외한다.

제 3 절 재료, 용접 및 구조

301. 재료 【지침 참조】

1. 선체구조 및 의장에 사용하는 재료는 특별히 규정하는 것을 제외하고는 **2편 1장**에 규정하는 재료를 사용하여야 한다.
2. 고장력 강재를 사용할 때의 구조 및 치수는 별도로 규정하는 것을 제외하고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. 이 규칙에 만족하지 아니하는 기타 재료를 사용할 때에는 재질과 치수에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
4. **항해**구역을 평수구역으로 하여 선급 등록을 받는 선박의 선체구조에 사용하는 재료에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 【지침 참조】
5. 강재의 사용구분

(1) 선체구조부재에 사용하는 강재는 **표 10.1.1** 및 **표 10.1.3**에 표시하는 사용구분에 따라 **2편 1장**에 규정하는 강재를 사용하여야 한다. 다만, *A* 대신에 *B*, *D* 또는 *E*를, *B*대신에 *D* 또는 *E*를, *D* 대신에 *E*를, 또한 *AH* 32 대신에 *DH* 32 또는 *EH* 32를, *DH* 32 대신에 *EH* 32를, *AH* 36 대신에 *DH* 36 또는 *EH* 36을, *DH* 36 대신에 *EH* 36을, *AH* 40 대신에 *DH* 40 또는 *EH* 40을, *DH* 40 대신에 *EH* 40을 사용할 수 있다.

(2) **표 10.1.1**에 규정되어 있지 않은 구조부재에 대해서는 일반적으로 *A*, *AH* 32, *AH* 36 및 *AH*40을 사용할 수 있다. 강재등급(grade)은 실제 사용된 판두께 및 강재의 급(class)을 기준으로 선정하여야 한다.

(3) 선체 각부에 사용하는 강재의 등급은 선체구조 도면에 명시하여야 한다.

표 10.1.1 구조부재에 대한 강재의 사용구분

구조 부재 구분	강재의 급별
○ 2차 (secondary): A1 종통격벽의 강판(1차 강도부재 제외) A2 강력갑판이 아닌 노출갑판(1차 강도부재 및 특수부재 제외) A3 선측외판	- 중앙부 0.4 *L* 이내 : I - 중앙부 0.4 *L* 이외 : *A/AH*
○ 1차 (primary): B1 선저외판(평판용골 포함) B2 강력갑판(특수부재 제외) B3 강력갑판 상부의 연속 종강도 판부재(해치코밍 제외) B4 강력갑판에 접합되는 종통격벽판 B5 강력갑판에 접합되는 톱 사이드 탱크판(해치사이드 거더) 및 경사판의 최상부판 B6 길이가 0.15 *L* 이상인 종방향 해치코밍	- 중앙부 0.4 *L* 이내 : II - 중앙부 0.4 *L* 이외 : *A/AH*
○ 특수(special): C1 강력갑판의 현측후판(1) C2 강력갑판의 스트링거판(1) C3 이중 선측 구조를 구성하는 종통격벽에 접합되는 갑판의 강판은 제외 한 종통격벽에 접합되는 갑판의 강판(1)	- 중앙부 0.4 *L* 이내 : III - 중앙부 0.4 *L* 이외 : II - 중앙부 0.6 *L* 이외 : I
C4 화물 창구 모서리부의 강판 (산적화물선, 광석운반선, 겸용선 및 이와 유사한 화물창구 형상을 갖는 선박)	- 중앙부 0.6 *L* 이내 : III - 기타구역 : II
C5 만곡부외판(이중저를 가진 선박)(1)	- 중앙부 0.6 *L* 이내 : II - 중앙부 0.6 *L* 이외 : I
C6 만곡부외판(그 외 선박)(1)	- 중앙부 0.4 *L* 이내 : III - 중앙부 0.4 *L* 이외 : II - 중앙부 0.6 *L* 이외 : I

(비고)
(1) 선박의 중앙부 0.4 *L* 사이에 III급의 강판 사용이 요구되는 경우, 1조의 강판(single strake)의 너비는 "$5L+800$ (mm)"이상이어야 하며 1800 mm 를 넘을 필요는 없다.
(2) 표 중의 기호는 다음의 재료기호를 말한다.
AH : *AH* 32, *AH* 36 및 *AH* 40, *DH* : *DH* 32, *DH* 36 및 *DH* 40, *EH* : *EH* 32, *EH* 36 및 *EH* 40

표 10.1.2 대빙구조(ice strengthening) 선박에 대한 강재의 최소 등급

구조 부재 구분	강재의 등급
대빙구조 영역 안의 외판	*B/AH*급

표 10.1.3 두께에 따른 사용강재

두께(mm) \ 급별	I		II		III	
	MS	*HT*	*MS*	*HT*	*MS*	*HT*
$t \le 15$	*A*	*AH*	*A*	*AH*	*A*	*AH*
$15 < t \le 20$	*A*	*AH*	*A*	*AH*	*B*	*AH*
$20 < t \le 25$	*A*	*AH*	*B*	*AH*	*D*	*DH*
$25 < t \le 30$	*A*	*AH*	*D*	*DH*	*D*	*DH*
$30 < t \le 35$	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*
$35 < t \le 40$	*B*	*AH*	*D*	*DH*	*E*	*EH*
$40 < t \le 50$	*D*	*DH*	*E*	*EH*	*E*	*EH*

(비고)
표 중의 기호는 다음의 재료기호를 말한다.
AH : *AH* 32, *AH* 36 및 *AH* 40 *MS* : 연강재
DH : *DH* 32, *DH* 36 및 *DH* 40 *HT* : 고장력 강재
EH : *EH* 32, *EH* 36 및 *EH* 40

302. 치수

1. 부재에 대한 규정의 단면계수는 별도로 규정하는 경우를 제외하고 부재의 양측 각각 0.1 l의 유효폭을 가지는 강판을 포함한 값으로 한다. 다만, 0.1 l의 너비는 인접하는 부재까지의 거리의 1/2을 넘어서는 아니 된다. 여기서 l은 해당 각 장에 규정하는 부재의 길이로 한다.
2. 평강, 형강 또는 플랜지한 강판을 용접하여 단면계수로써 규정하는 보(Beam), 늑골 또는 횡보강재 등을 구성할 때에는 그 깊이 및 두께는 단면계수에 따라 적절한 것으로 하여야 한다.
3. 플랜지의 굽힘 안쪽 반지름은 가능한 한 판두께의 2배 이상 3배 이하이어야 한다.
4. 거더를 구성하는 면재의 두께는 웨브의 두께 이상으로 하고 그 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l}\ \text{(mm)}$$

d_0 : 각 장에 규정하는 거더의 깊이(mm)
l : 각 장에 규정하는 거더의 지지점 사이 거리(m). 다만, 견고한 트리핑 브래킷이 있을 때에는 이것을 지점으로 볼 수 있다.

303. 용접공사

용접공사는 **2편 2장**의 규정에 적합하여야 한다.

304. 내부 부재의 단부 고착

1. 거더의 단부를 격벽판, 탱크정판 등에 고착할 때에는 격벽판, 탱크정판 등의 반대측에 유효한 지지재를 부착하여 균형을 갖도록 하여야 한다.
2. 늑골에 부착되는 브래킷 및 격벽, 디프탱크 등의 횡보강재에 부착되는 브래킷으로서, 늑골 또는 횡보강재에 고착되는 측의 암은 별도로 규정하는 것 이외에는 각 장에 규정한 l의 1/8 이상이어야 한다.

305. 브래킷

1. 2차구조부재(보, 늑골, 종통재, 횡보강재 등)의 단부와 갑판, 외판, 격벽 등과의 고착부에는 특별히 규정하는 것을 제외하고는 다음 식에 의한 t_b 이상의 두께를 갖는 브래킷을 설치하여야 한다. 다만, 구조 및 배치상 브래킷 고착으로 할 수 없는 경우에는 별도로 고려하여야 한다.

$t_b = C_1\sqrt{Z} + 4.5$ (mm)

Z : 단면계수(cm^3)로서 다음에 따른다.
(가) 기본부재(거더, 웨브 등)에 2차 구조부재를 고착하는 경우에는 2차 구조부재의 단면계수
(나) 건현갑판하에 설치하는 늑골의 상단에 보, 종통재를 고착하는 경우에는 해당늑골의 단면계수
(다) (가) 및 (나) 이외의 곳에 대하여는 작은 쪽의 단면계수

C_1 : 플랜지의 유무에 따른 계수로서 다음에 따른다.
C_1 = 0.27 : 플랜지가 없을 때
C_1 = 0.23 : 플랜지가 있을 때

2. 플랜지폭 w_f는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 특히 브래킷 암의 길이가 800 mm 이상인 경우에는 트리핑 브래킷 등으로 보강하는 경우를 제외하고는 플랜지가 있는 브래킷 또는 동등한 보강이 되어야 한다.

$$w_f = \frac{Z}{33} + 45 \quad \text{(mm)}$$

Z : 1항에 따른다.

3. 브래킷 암의 길이는 **그림 10.1.1**과 같이 측정하여 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 탱크측 및 호퍼측에 부착하는 브래킷의 암의 길이는 규정에 의한 것의 20 %를 증가시켜야 한다.

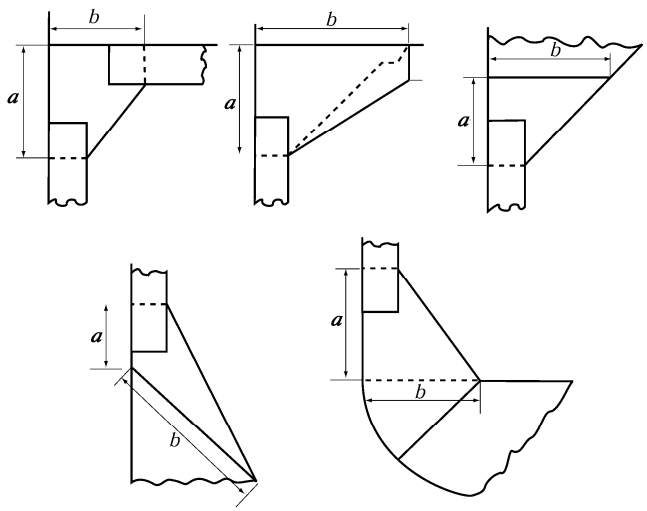


그림 10.1.1 a 및 b의 측정방법

$a + b \geq 2.0\,l$, a 및 $b \geq 0.8\,l$

l : 다음 식에 따른다. 다만, l은 해당 횡보강재 웨브 깊이의 2배 미만이어서는 아니 된다.

$$l = 180\sqrt{\frac{Z}{14+\sqrt{Z}}} - 90 \quad \text{(mm)}$$

Z : 1항에 따른다.

306. l의 수정

거더 웨브 두께 이상의 두께를 갖는 브래킷을 설치하는 경우 **9장, 11장, 12장, 14장** 및 **15장**에 규정하는 l의 값은 다음 각 호에 따라 수정하여도 좋다.

(1) 브래킷 면재의 단면적이 거더 면재의 단면적의 1/2 이상이고, 거더의 면재가 격벽판, 갑판, 내저판 등까지 도달할 때에는, l은 브래킷의 내단으로부터 브래킷 쪽으로 0.15 m 들어간 점까지 측정한다. (**그림 10.1.2** (a) 참조)

(2) 브래킷 면재의 단면적이 거더 면재의 단면적의 1/2 미만이고, 거더의 면재가 격벽판, 갑판, 내저판 등까지 도달할 때에는, l은 거더의 가장자리 보다 밖에 있는 부분의 브래킷과 그 면재의 합계 단면적이 거더 면재의 단면적과 동등한 점까지 측정한다. 다만, 브래킷의 내단으로부터 그 점까지의 거리가 0.15 m 미만일 때에는 브래킷의 내단으로부터 브래킷 쪽으로 0.15 m 들어간 점까지 측정한다. (**그림 10.1.2** (b) 참조)

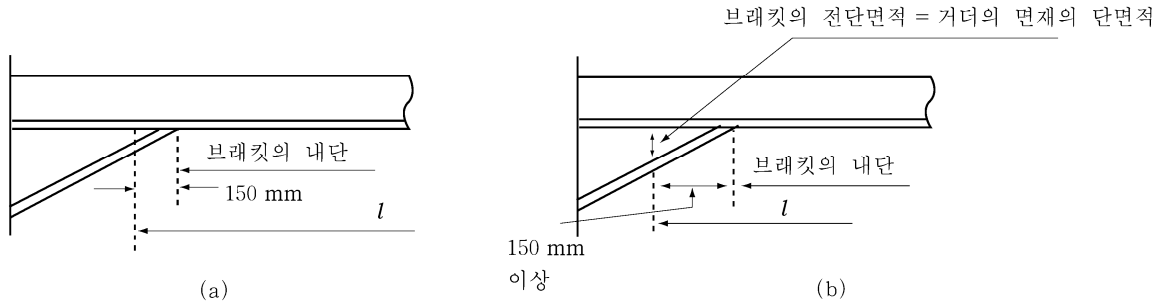


그림 10.1.2 l의 수정

(3) 거더가 브래킷의 자유변을 따라서 격벽판, 갑판 또는 내저판 등에 도달할 때에는 브래킷의 면재나 그 자유변이 곡선 모양일지라도 l은 브래킷의 내단까지 측정한다.

(4) 브래킷의 거더 쪽의 암의 길이가 격벽판, 갑판 또는 내저판 쪽의 암의 길이의 1.5배를 넘는 부분의 브래킷은 유효한 것으로 고려하여서는 아니 된다.

(5) 거더의 각 끝에 있어서의 상기 각 호에 의한 l의 수정량이 거더의 각 끝의 고착부를 포함하는 지점간의 거리의 1/4을 넘을 경우라 하더라도 1/4을 초과할 수는 없다.

307. 방식도장

1. 선체외판의 일부를 형성하는 모든 해수 평형수탱크에는 도료 제조자가 정하는 요건에 따라 유효한 방식도장을 하여야 한다.
2. 모든 선박의 해수전용 평형수탱크와 산적화물선의 이중선측공간 및 유조선의 화물유탱크에 사용되는 보호도장에 대하여는 **지침 3편 1장 801.**에 따른다. ⚓

제 2 장 선수재 및 선미재

제 1 절 선수재

101. 강판선수재 【지침 참조】

1. 만재흘수선 부근의 강판 선수재의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한, 만재흘수선의 상방 및 하방에서는 점차 그 두께를 변화시켜 상단에서는 선수부의 선측외판의 두께와 같게 하고 하단에서는 평판용골의 두께와 같게 한다.

$$t = 0.1L + 3.0 \text{ (mm)}$$

2. 강판선수재에는 1 m를 넘지 않는 간격으로 리브(rib)를 설치하고, 선단의 곡률 반지름이 큰 부분에는 중심선에 휨보강재를 설치하는 등 적절히 보강하여야 한다.

제 2 절 선미재

201. 적용

이 규정은 타주가 없는 선미재에 대하여 적용한다.

202. 프로펠러포스트 【지침 참조】

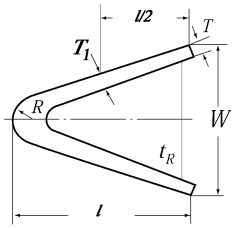
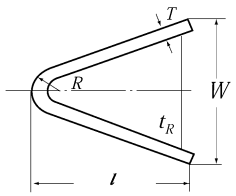
1. 주강 선미재의 프로펠러포스트 및 강판 선미재의 프로펠러포스트는 선체 선미부의 유선(流線)에 적합한 모양으로 하고, 그 치수는 **표 10.2.1**에 의한 것을 표준으로 한다. 또한, 프로펠러보싱의 하부에서는 프로펠러포스트의 치수를 슈피스의 강도에 적합하도록 적절히 증가시켜야 한다.
2. 프로펠러보싱의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.23d_p + 30 \quad \text{(mm)}$$

d_p : **5편 3장 204.**에 의한 프로펠러축의 지름(mm)

3. 주강 선미재 및 강판 선미재의 프로펠러포스트에는 적절한 간격으로 리브를 설치하여야 한다. 또한 곡률반지름이 큰 부분에는 중심선에 휨보강재를 설치하여야 한다.
4. L에 비하여 속력이 큰 선박 및 전적으로 예인 작업에 종사하는 선박은 프로펠러포스트 각 부의 치수를 적절하게 증가시켜야 한다.

표 10.2.1 프로펠러포스트의 치수

주강재	강판재
$W = 30\sqrt{L}$ $l = 40\sqrt{L}$ (mm) $T = \dfrac{3\sqrt{L}}{\sqrt{K^{(1)}}}$ (mm) $T_1 = \dfrac{3.7\sqrt{L}}{\sqrt{K^{(1)}}}$ (mm) $t_R = 0.6T$ (mm) $R_{\min} = 40$ (mm)	$W = 37\sqrt{L}$ $l = 53\sqrt{L}$ (mm) $T = \dfrac{2.4\sqrt{L}}{\sqrt{K^{(2)}}}$ (mm) $t_R = 0.55T$ (mm) $R_{\min} = 40$ (mm)
	

(비고)
(1) 주강재의 프로펠러포스트를 사용하는 경우에는 **4편 1장 표** 4.1.1의 재료계수 K를 사용한다.
(2) 강판재의 프로펠러포스트를 사용하는 경우에는 **4편 1장 표** 4.1.2의 재료계수 K를 사용한다.

203. 슈피스 【지침 참조】

1. 슈피스의 각 횡단면의 치수는 **4편 1장** 201.의 타력에 의한 슈피스의 굽힘모멘트 및 전단력을 고려하여 다음 (1)호부터 (4)호에 의한 것 이상이어야 한다.

(1) 선박의 깊이방향축(Z-축)에 대한 단면계수 Z_Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_z = \frac{MK_{sp}}{80} \ (\text{cm}^3)$$

M : 고려하는 단면에 작용하는 굽힘모멘트 (N-m)

$M = Bx$ (N-m)
$M_{\max} = Bl$ (N-m)

B : 핀틀 베어링이 지지하는 힘(N)으로서 **4편 1장** 401.에 따른다.
x : 핀틀 베어링의 중앙으로부터 고려하는 부분까지의 거리(m) (**그림** 10.2.1 참조)
l : 핀틀 베어링의 중앙으로 부터 슈피스의 고착부까지의 거리(m) (**그림** 10.2.1 참조)
K_{sp} : 슈피스의 재료계수로서 **4편 1장** 103.에 따른다.

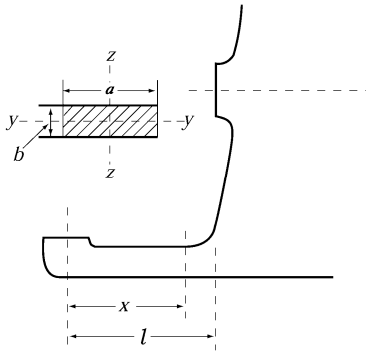


그림 10.2.1 슈피스의 좌표

(2) 선박의 너비 방향축(Y-축)에 대한 단면계수 Z_y는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_y = 0.5\,Z_z \ (\mathrm{cm}^3)$$

Z_z : (1)호에 따른다.

(3) 선박의 너비방향의 합계 단면적 A_s는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A_s = \frac{BK_{sp}}{48} \ (\mathrm{mm}^2)$$

B 및 K_{sp} : (1)호에 따른다.

(4) 슈피스의 전 길이 l에 걸쳐서 어느 단면에서도 등가응력 σ_e는 $115/K_{sp}$ (N/mm^2) 이하이어야 하며 이 때 등가응력 σ_e는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} \quad (\mathrm{N/mm}^2)$$

σ_b : 슈피스에 작용하는 굽힘응력으로 다음 식에 의한다.

$$\sigma_b = \frac{M}{Z_z(x)} \ (\mathrm{N/mm}^2)$$

τ : 슈피스에 작용하는 전단응력으로 다음 식에 의한다.

$$\tau = \frac{B}{A_s(x)} \ (\mathrm{N/mm}^2)$$

$Z_z(x)$: 고려하는 위치에서의 슈피스의 선박 깊이방향축에 대한 실제 단면계수(cm^3)
$A_s(x)$: 고려하는 위치에서 슈피스의 선박 너비방향의 실제 단면적 (mm^2)
M 및 B : (1)호에 따른다.

2. 강판 선미재의 슈피스는 그 중요부를 구성하는 강판의 두께를 프로펠러포스트의 중요부를 구성하는 강판의 두께 이상으로 하고 그 내부에는 프로펠러 포스트의 바로 아래 및 브래킷과 동일 선상 등 적절한 위치에 리브를 설치하여야 한다.

204. 힐피스 【지침 참조】

선미재의 힐피스는 그 길이를 적어도 그 곳의 늑골간격의 3배 이상으로 하고 용골과 견고하게 고착시켜야 한다.

205. 늑판과의 고착부

선미재는 타두재의 직전에서 충분히 상방으로 연장하고 다음 식에 의한 두께 이상의 선미 늑판에 견고하게 고착시켜야 한다. 또한, 선미재 연장부 상단에서는 강성의 급격한 변화를 피하도록 선미늑판을 보강하여야 한다.

$$t = 0.035L + 9.0 \quad \text{(mm)}$$

206. 거전(Gudgeon) *(2019)*

1. 거전의 깊이는 핀틀 베어링의 길이 이상이어야 한다.
2. 거전의 두께는 0.25 d_{po}이상이어야 하며, **4편 1장 104.**에 규정한 선박에 대하여는 그 두께를 적절하게 증가시켜야 한다.

d_{po} : 슬리브의 외면에서 측정한 핀틀의 실제 직경 (mm). ⚓

제 3 장 종강도

제 1 절 일반사항

101. 적용의 특례 【지침 참조】

이 장의 규정을 적용하는 것이 합리적이 아니라고 인정되는 사항에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

102. 강도의 연속성

종강도 부재는 강도의 연속성이 양호하도록 배치하여야 한다.

103. 적하지침서 【지침 참조】

3편 3장 103.의 규정에 따른다.

104. 종강도 적하지침기기 【지침 참조】

3편 3장 104.의 규정에 따른다.

제 2 절 굽힘강도

201. 선박의 중앙부의 굽힘강도

1. 선박의 중앙부에 있어서 선체 횡단면의 단면계수는 표 10.3.1의 Z_1의 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만, L이 65 m 미만인 선박으로서 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 것에 대하여는 본 항의 규정을 적용하지 않는다.
2. 1 항의 규정에 관계없이 선박의 중앙부에 있어서 선체 횡단면의 단면계수는 표 10.3.1의 Z_{min}의 식에 의한 값 이상이어야 한다.
3. L의 중앙에 있어서 선체 횡단면의 단면2차모멘트는 표 10.3.1의 I_{min}의 식에 의한 값 이상이어야 하고 선박에 대한 단면2차모멘트의 계산방법은 203.에 따른다.
4. 2항 및 3항에 의한 모든 종통부재의 치수는 선박의 중앙부에 있어서 동일하게 유지하여야 한다. 다만, 선박의 종류, 선체형상 및 적하상태를 고려하여 L의 중앙에서 선박의 중앙부 양단으로 점차 감소시킬 수 있다.

202. 선박의 중앙부 이외의 굽힘강도

선박 중앙부 이외의 위치에 있어서 선체 굽힘강도는 5장 2절의 규정에 적합하여야 한다.

표 10.3.1 선체 횡단면계수 등

항목	규정값
단면계수	$Z_1 = \dfrac{(M_s + M_w)}{\sigma} \times 10^3$ (cm³)
최소단면계수	$Z_{\min} = C_1 L^2 B (C_b + 0.7) K$ (cm³)
최소 단면2차모멘트	$I_{\min} = 3 C_1 L^3 B (C_b + 0.7)$ (cm⁴)

M_s : 정수중 종굽힘모멘트(kN・m)로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 계산법에 따라 정수중에서 모든 계획적하상태에 대하여 계산한 호깅 및 새깅 종굽힘모멘트의 각각에 대한 최대값 **【지침 참조】**

M_w : 고려하는 위치에서의 파랑 종굽힘모멘트(kN・m)로서 다음 표에 의한 값

구 분	M_w 값 (kN・m)
호깅상태	$0.19 C_1 C_2 L^2 B C_b$
새깅상태	$0.11 C_1 C_2 L^2 B (C_b + 0.7)$

σ : 허용굽힘응력(N/mm²)으로서 $175/K$

K : 재료계수로서 다음 표에 의한 값

재료기호	K
A, B, D 및 E	1.0
$AH32$, $DH32$ 및 $EH32$	0.78
$AH36$, $DH36$ 및 $EH36$	0.72
$AH40$, $DH40$ 및 $EH40$	0.68

C_1 : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$C_1 = 0.03 L_1 + 5$$

L_1 : **1장 102.**에 정의된 선박의 길이 또는 만재흘수 선상에서 선박 길이의 0.97배 중 작은 값(m)

C_2 : 선박의 길이방향에 따른 분포계수로서 **그림 10.3.1**에 의한 값

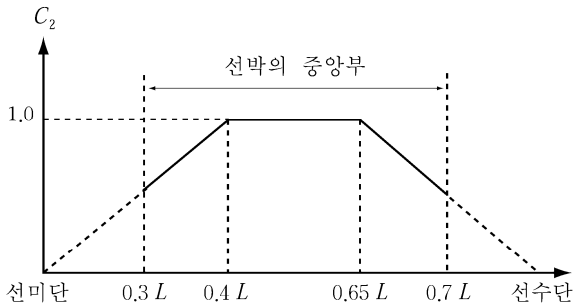


그림 10.3.1 계수 C_2의 값

C_b : 방형계수로서 0.6 미만인 경우에는 0.6으로 한다.

203. 선체 횡단면계수의 계산 【지침 참조】

선체 횡단면계수의 계산은 다음 각 호의 규정에 따른다.

(1) 선체 종강도에 고려되는 모든 종통부재를 산입한다.

(2) 강력갑판상의 개구는 선체 단면계수를 산정할 때 갑판의 면적으로부터 감하여야 한다. 다만, 작은 개구(길이 2.5 m 이하, 너비 1.2 m 이하)를 설치할 경우에는 동일 단면적에 있는 작은 개구들의 너비의 합이 $0.06(B - \Sigma b)$ 이하로 되면 이들 개구는 없는 것으로 간주하여도 좋다. 여기서 Σb는 해당 단면에 있는 길이가 2.5 m를 넘는 개구 또는 너비가 1.2 m를 넘는 개구의 너비의 합(m).

(3) (2)호의 규정에 관계없이 강력갑판의 동일 단면에 있는 작은 개구들의 합이 강력갑판 및 선저에 대한 단면계수를 3 % 이상 감소시키지 않을 경우에는 이들 작은 개구들은 없는 것으로 간주하여도 좋다.

(4) (2)호 및 (3)호의 적용시에 선박의 길이 방향에 그은 작은 개구의 중심을 통하는 선상에 정점을 가지고 정각(頂角) 30°로서 해당 개구에 접하는 선과 해당 개구로서 둘러싸인 부분도 개구로 간주한다.

(5) 강력갑판에 대한 횡단면계수는 선체 횡단면의 중립축에 대한 단면2차모멘트를 다음 (가) 및 (나)에 표시한 값 중 큰 것으로 나눈 것으로 한다.

(가) 중립축으로부터 강력갑판보의 선측에 있어서 상면까지의 수직거리

(나) 다음 식에 의한 값

$$Y\left(0.9+0.2\frac{X}{B}\right)$$

Y : 중립축으로부터 갑력갑판상의 산입부재 상면까지의 수직거리(m)

X : 선체 중심선으로부터 강력갑판상의 산입부재 상면까지의 수평거리(m)

다만, Y 및 X는 식에 의한 값이 최대로 되는 점에서 측정한 것으로 한다.

(6) 선저에 대한 횡단면계수는 선체 횡단면의 중립축에 대한 단면2차모멘트를 중립축으로부터 용골 상면까지의 수직거리로 나눈 것으로 한다.

제 3 절 좌굴강도

301. 압축좌굴강도

이 절의 규정은 종굽힘에 의한 압축응력이 크게 작용하는 강력갑판 및 선저외판 등에 대하여 적용하며 **3편 3장 4절**의 규정중 압축응력만을 고려한다. ⚓

제 4 장 평판용골 및 외판

제 1 절 일반사항

101. 부식에 대한 고려

외판의 두께는 사용 장소 및 선박의 용도에 따라 특히 부식이 많다고 인정되는 경우에는 이 장의 규정에 의한 두께 보다 증가시켜야 한다.

102. 접촉에 대한 고려 【지침 참조】

선박의 용도에 따라 안벽과의 접촉으로 인하여 외판이 손상할 기회가 많다고 인정되는 경우에는 외판의 두께를 특별히 고려하여야 한다.

103. 판두께의 연속성

외판두께의 연속성을 고려하여 인접하는 강판 사이에는 현저한 두께의 차가 생기지 않도록 하여야 한다.

제 2 절 평판용골

201. 치수

1. 평판용골의 너비 b는 전 길이에 걸쳐 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 4.5L + 775 \ (\mathrm{mm})$$

2. 평판용골의 두께는 전 길이에 걸쳐 304.에 규정하는 선저외판의 두께에 1.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 인접하는 선저외판의 두께 미만이어서는 아니 된다.

제 3 절 선박중앙부의 외판

301. 최소 두께

중앙부에 있어서 강력갑판하의 외판의 최소두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.044L + 4.6 \quad (\mathrm{mm})$$

302. 선측외판의 두께

선박의 중앙부 강력갑판의 현측후판을 제외한 선측외판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 4.1S\sqrt{d + 0.04L} + 1.5 \ (\mathrm{mm})$$

S : 횡늑골 또는 종늑골의 간격(m)

303. 현측후판의 두께 【지침 참조】

선박의 중앙부에서의 현측후판의 두께는 강력갑판의 스트링거판 두께의 75 % 이상이어야 한다. 다만, 인접하는 선측외판의 두께 미만이어서는 아니 된다.

304. 선저외판의 두께

선박의 중앙부에 있어서 빌지외판을 포함한 선저외판(평판용골 제외)의 두께 t는 **표 10.4.1**에 의한 것 이상이어야 한다.

표 10.4.1 선저외판의 두께

구조방식	두께 (mm)
횡식구조	$t = 4.7S\sqrt{d + 0.035L} + 1.5$
종식구조	$t = 4.0S\sqrt{d + 0.035L} + 1.5$
S : 횡늑골 또는 종늑골의 간격(m)	

제 4 절 전후부의 외판

401. 전후부의 외판 【지침 참조】

강력갑판하의 외판의 두께 t는 선박의 중앙부 0.4 L 사이보다 전후에서는 점차 그 두께를 감소시켜 선수미부에서는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 402.부터 405.까지 규정하는 두께 미만으로 하여서는 아니 된다.

$$t = 0.044L + 4.6 \text{ (mm)}$$

402. 선수단으로부터 0.3 L 사이의 외판

선수단으로부터 0.3 L 사이의 외판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 1.34\, S\sqrt{L} + 1.5 \text{ (mm)}$$

S : 횡늑골 또는 종늑골의 간격(m)

403. 선미단으로부터 0.3 L 사이의 외판

선미단으로부터 0.3 L 사이의 외판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 선미에 기관을 갖는 선박 및 큰 마력을 갖는 선박에 대하여는 외판 두께에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

$$t = 1.20\, S\sqrt{L} + 1.5 \text{ (mm)}$$

S : 횡늑골 또는 종늑골의 간격(m)

404. 선수선저부 외판 【지침 참조】

1. **7장 902.**에 규정하는 선수선저 보강부의 외판의 두께는 **3편 4장 404.**에 따른다.
2. 1 항의 규정에도 불구하고 C_b가 0.7 이하이고 속장비($V/\sqrt{L}$)(kt/m)가 1.4 이상인 선박의 선수선저보강부의 범위 및 외판의 두께에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 범위까지 보강하여야 한다.

405. 선미재 부근의 외판

선미재에 인접한 외판 및 안경형 보스 부분의 외판 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.09L + 3.5 \text{ (m)}$$

제 5 절 선루측부의 외판

501. 선루갑판이 강력갑판인 경우

선루갑판을 강력갑판으로 하는 경우 선루측부 외판의 두께는 301., 302. 및 401.부터 403.까지의 규정을 적용하여 정하는 것으로 하여야 한다. 다만, 선수미부의 선루측부 외판의 두께는 502.의 규정을 적용하여 정할 수 있다.

502. 선루갑판이 강력갑판이 아닌 경우

선루갑판을 강력갑판으로 하지 않는 경우 선루측부 외판의 두께 t는 표 10.4.2의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 5.5 mm미만이어서는 아니 된다.

표 10.4.2 선루측부 외판의 두께

선루측부 외판의 위치	두께 (mm)
선수단으로부터 0.25 L 사이	$t = 1.15S\sqrt{L} + 1.0$
기타	$t = 0.94S\sqrt{L} + 1.0$
S : 그 곳에서의 종 또는 횡늑골 간격(m)	

503. 선루단 부분의 보강 【지침 참조】

선루단 부분에 있어서의 외판은 강도의 연속성을 유지할 수 있는 적절한 구조로 하여야 한다.

제 6 절 외판의 국부보강

601. 개구 【지침 참조】

외판에 개구를 설치할 경우에는 개구의 귀퉁이에 충분한 둥금새를 주고 필요에 따라 보강하여야 한다.

602. 시체스트(sea chest)의 두께 【지침 참조】

외판에 해수의 흡입 및 토출 등을 위하여 시체스트를 설치할 때 그 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상으로 하고 충분한 강성을 가지도록 필요에 따라 휨보강재 등으로 적절하게 보강하여야 한다. 다만, 그 부분의 외판두께 미만이어서는 아니 된다.

$$t = 0.07L + 4.0 \quad \text{(mm)}$$

603. 호스파이프의 위치

호스파이프가 붙는 외판 및 그 하방의 외판은 두께를 증가시키거나 또는 이중판을 설치하고 그 단부가 앵커 및 앵커체인에 의하여 손상되지 않도록 가공하여야 한다.

604. 횡식구조의 외판

횡식구조인 경우에는 외판의 좌굴방지에 대하여 충분한 고려를 하여야 한다. ⚓

제 5 장 갑판

제 1 절 일반사항

101. 강갑판 【지침 참조】

갑판에는 갑판구 등을 제외하고 선측에서 선측까지 강갑판을 깔아야 한다. 다만, 특히 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 스트링거판 및 타이판(tie plate)만으로 할 수 있다.

102. 갑판의 수밀 【지침 참조】

노출갑판은 수밀구조로 하여야 한다.

103. 갑판 계단부의 연속성

강력갑판 또는 유효갑판(강력갑판하의 갑판으로 선체종강도 구성부재가 되는 갑판)에 계단이 있는 경우에는 양쪽 갑판을 완만한 경사로 연결하여야 하며, 갑판을 구성하는 부재들은 상호 사이에 적절히 연장하여 막판, 거더, 브래킷 등으로 유효하게 결합하여 강도의 연속성을 유지하도록 특별히 주의하여야 한다.

104. 갑판구의 보강 【지침 참조】

강력갑판 또는 유효갑판에 설치하는 창구 등의 갑판구는 귀퉁이에 충분한 둥금새를 주고 필요에 따라 적절하게 보강하여야 한다.

105. 둥근거널 【지침 참조】

둥근거널로 할 경우는 그 곡률반지름은 판두께에 대하여 충분한 것으로 하여야 한다.

제 2 절 강력갑판의 유효단면적

201. 용어

강력갑판의 유효단면적이라 함은 중앙부 0.5 L 사이 이상을 종통하든가 또는 종통한다고 인정되는 강갑판, 종갑판보, 종거더 등의 선체중심선의 각 측에 있어서의 단면적을 말한다.

202. 강력갑판의 유효단면적 【지침 참조】

1. 선체 중앙부에서의 강력갑판의 유효단면적은 3장의 규정에 의하여 산정되는 선체 횡단면계수를 만족시키는 것 이상이 되도록 정하여야 한다.
2. 선체 중앙부의 전후에서는 점차 그 단면적을 감소시키되 선수미 양단으로부터 각각 0.15 L의 곳에서는, 중앙기관 선박은 중앙부 규정의 유효단면적의 40 %, 선미기관 선박은 50 % 미만으로 하여서는 아니 된다.
3. 선수미 양단으로부터 각각 0.15 L 위치의 선체 횡단면의 단면계수를 산정하여 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 2 항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.

203. 선수미 양단에서 0.15 L 사이

선수미 양단으로부터 각각 0.15 L을 넘는 전후에서는 유효단면적 및 판두께를 점차 감소시킬 수 있다.

204. 긴 선미루내 【지침 참조】

긴 선미루내의 강력갑판의 유효단면적은 202.의 규정에 관계없이 적절히 참작할 수 있다.

205. 선루갑판이 강력갑판인 경우의 선루내 【지침 참조】

선루갑판을 강력갑판으로 할 경우에는 선루밖의 강력갑판은 유효단면적을 감소함이 없이 적어도 0.05 L의 길이에 걸쳐 선루안으로 연장하고 그보다 안쪽에서는 점차 두께를 감소시킬 수 있다.

제 3 절 강갑판

301. 강갑판의 두께

1. 강력갑판의 강갑판 두께 t는 **표 10.5.1**의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 선루, 갑판실 등으로 둘러싸인 곳에서는 1 mm를 감소시킬 수 있다.

2. 강력갑판을 횡식구조로 할 경우 또는 갑판구 측선안 갑판을 종식구조로 할 경우에는 갑판의 좌굴을 방지할 수 있도록 적절히 조치하여야 한다.

표 10.5.1 강갑판의 두께

갑판	위치	구조방식	두께 (mm)
강력갑판	중앙부 갑판구 측선밖	종식구조	$t = 1.47S\sqrt{h} + 1.5$
		횡식구조	$t = 1.63S\sqrt{h} + 1.5$
	중앙부 이외의 갑판구 측선밖	$t = 1.25S\sqrt{h} + 1.5$	
강력갑판 이외의 갑판			
S : 종갑판보 또는 횡갑판보의 간격 (m) h : **10장 201.**에 규정하는 갑판하중 (kN/m^2)			

302. 탱크의 정부를 구성하는 갑판

탱크의 정부를 구성하는 강갑판의 두께는 갑판보의 간격을 횡보강재의 간격으로 보았을 때의 **15장 206.**의 규정에 의한 두께 이상이어야 한다.

303. 리세스를 구성하는 갑판

강갑판의 두께는 갑판보의 간격을 횡보강재의 간격으로 보았을 때의 **14장 207.**의 규정에 의한 두께 이상이어야 한다.

304. 보일러 및 냉장창 하부의 갑판

1. 보일러 아래의 유효갑판의 두께는 규정의 두께에 3 mm를 더한 것 이상이어야 한다.
2. 냉장창 아래의 강갑판의 두께는 규정의 두께에 1 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 강갑판이 방식조치에 대하여 충분한 고려가 되어 있을 경우에는 특별히 두께를 증가시킬 필요는 없다.

305. 특별한 화물을 적재하는 갑판

분포하중으로 다룰 수 없는 하중을 받는 갑판의 두께는 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다.

⚓

제 6 장 단저구조

제 1 절 일반사항

101. 적용

이 장의 규정은 7장 101.의 2항부터 3항의 규정에 따라 이중저의 일부 또는 전부를 생략할 수 있는 선박의 단저구조에 대하여 적용한다.

제 2 절 중심선 내용골

201. 구조 및 배치

1. 단저구조의 선박에는 중심선 관통판과 정판으로 구성하는 중심선 내용골을 설치하고 가능한 한 선수미로 연장하여야 한다.
2. 선수미창의 구조에 대하여는 13장 2절 및 3절의 규정에 따른다.

202. 중심선 관통판

1. 중심선 내용골의 관통판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 중앙부 전후에서는 점차 그 두께를 감소하여 선수미부에서는 중앙부의 85 %로 할 수 있다.

$$t = 0.065L + 4.2 \ \text{(mm)}$$

2. 중심선 관통판의 깊이는 늑판의 깊이 이상으로 하여야 한다.

203. 정판

1. 201.에 정하는 정판은 선수격벽으로부터 선미격벽까지 도달하도록 하고 두께는 중앙부의 중심선 관통판의 두께 이상으로 하여야 한다.
2. 정판의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 중앙부 전후에서는 점차 그 값을 감소하여 선수미부에서는 다음 식에 의한 값의 85 %로 할 수 있다.

$$A = 0.6L + 9 \ \text{(cm}^2\text{)}$$

3. 정판의 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.3L + 160 \ \text{(mm)}$$

제 3 절 측내용골

301. 배치

측내용골은 중심선 내용골과 선측과의 사이에 2.5 m를 넘지 않는 간격으로 배치하여야 한다.

302. 구조

측내용골은 관통판과 정판으로 구성하고 가능한 한 선수미로 연장하여야 한다.

303. 관통판 및 단절판

1. 측내용골의 관통판 및 단절판의 두께 t는 중앙부에서 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 선수미부에서는 그 두께를 중앙부의 두께의 85 %로 할 수 있다.

$$t = 0.042L + 4.8 \ (\mathrm{mm})$$

2. 주기실내에 있어서 관통판 및 단절판의 두께는 202.에 규정하는 중심선 관통판의 두께 이상이어야 한다.

304. 정판

측내용골의 정판의 두께는 관통판 및 단절판의 두께 이상으로 하고 그 단면적 A를 중앙부에서는 다음 식에 의한 것 이상으로 하여야 하며 선수미부에서는 그 단면적을 중앙부의 85%로 할 수 있다.

$$A = 0.45L + 8.8 \ (\mathrm{cm}^2)$$

제 4 절 늑판

401. 배치

1. 선저를 횡식구조로 할 경우 늑판의 간격은 8장 201.에 규정하는 것을 표준으로 한다.
2. 선저를 종식구조로 할 경우 늑판은 약 3.5 m를 넘지 않는 간격으로 설치하여야 한다.

402. 모양

1. 늑판의 상단은 어느 부분에 있어서도 선체중심선에 있어서의 상단보다 낮아서는 아니 된다.
2. 중앙부에서는 늑골의 내단에서 늑판의 상단을 따라 측정한 거리가 403. 1항의 규정에 의한 d_0와 같은 곳에 있어서의 늑판의 깊이를 0.5 d_0 이상으로 하여야 한다. 다만, 늑골 브래킷을 설치할 경우에는 그 내단에 있어서의 늑판의 깊이를 0.5 d_0로 할 수 있다. (그림 10.6.1 참조)

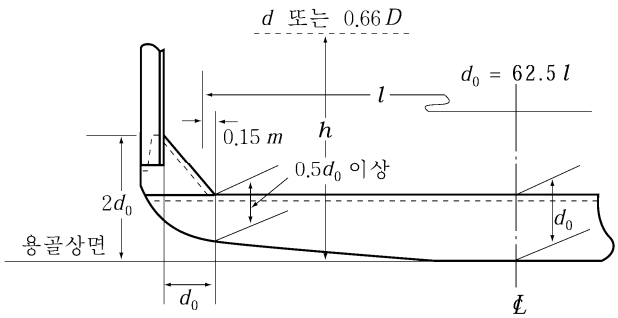


그림 10.6.1 늑판의 모양

3. 선저 기울기가 특히 큰 선박은 선체 중심선에서의 늑판의 깊이를 적절히 증가시켜야 한다.
4. 늑판이 곡선형인 경우 늑판의 상단에 부착하는 면재는 만곡부의 상부로부터 반대현의 만곡부의 상부까지 또는 브래킷으로 고착되는 늑판의 전 너비에 걸쳐서 연속적으로 부착시켜야 한다.

403. 치수

1. 늑판의 치수는 표 10.6.1의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 늑판의 상단에 부착하는 면재의 두께는 그 곳의 늑판의 규정두께 이상이어야 하며 그 너비는 횡방향의 안정에 대하여 충분한 것이어야 한다.
3. 중앙부 0.5 L 사이보다 전후에서는 점차 늑판의 두께를 감소하고 선수미부에서는 1항의 규정에 의한 것의 85 %로 할 수 있다. 다만, 선수선저의 평평한 부분에서는 예외로 한다.

표 10.6.1 늑판의 치수

항목	치수
(1) 선체 중심선에서의 늑판 깊이 (2) 늑판의 두께 (3) 늑판의 단면계수	$d_0 = 62.5l$ (mm) $t^{(1)} = 0.01\,d_0 + 3$ (mm) $Z = 4.27\,Shl^2$ (cm^3)
S : 늑판간격 (m) h : d 또는 0.66 D 중 큰 것 (m) l : L의 중앙에서 늑골 브래킷의 내단사이의 거리(m)에 0.3 m를 더한 것. 다만, 상단이 곡선형의 늑판일 경우에는 l을 적절히 정할 수 있다. (그림 10.6.1 참조)	
(비고) (1) 늑판의 두께는 12 mm를 넘을 필요는 없다.	

4. 주기 및 추력지지대의 하부의 늑판은 충분한 깊이로 하고 특히 견고한 구조이어야 한다. 또한 그 두께는 중심선 관통판의 두께 미만이어서는 아니 된다.
5. 7장 902.에 규정하는 선수선저 보강부에서는 늑판의 깊이를 증가하든가 1항에 규정하는 단면계수를 적절히 증가시켜야 한다.

404. 늑골브래킷

늑골브래킷의 치수는 다음 각 호의 규정에 의하여 정하고 그 자유변은 플랜지를 주어야 한다.

(1) 용골의 상면으로부터 측정한 브래킷의 상단의 높이는 선체 중심선에서의 늑판의 규정깊이의 2배로 한다. (그림 10.6.1 참조)
(2) 늑골의 내단으로부터 늑판의 상단에 따라 측정한 브래킷의 너비는 선체 중심선에서의 늑판의 규정의 깊이 이상으로 한다. (그림 10.6.1 참조)
(3) 두께는 그 곳에서의 늑판의 규정의 두께 이상으로 한다. (그림 10.6.1 참조)

405. 배수구멍

늑판에는 선체 중심선의 각 측 및 선저가 평평한 선박은 만곡부 하부에 배수구멍을 설치하여야 한다.

406. 경감구멍

늑판에는 경감구멍을 설치할 수 있다. 이때에는 늑판의 높이를 증가시키든가 또는 적절히 보강하여야 한다.

407. 격벽위치의 늑판

격벽의 위치에 설치하는 늑판에 대하여는 14장 및 15장의 규정에 따른다.

제 5 절 선저종늑골

501. 간격

선저종늑골의 간격 S는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$S = 2L + 550 \ (\mathrm{mm})$$

502. 치수

선저종늑골의 단면계수 Z_b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z_b = 9Shl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 늑판 사이의 거리(m)
S : 선저종늑골의 간격(m)
h : 해당 늑골에서부터 용골상면상 $d + 0.026L$ 인 점까지의 수직거리(m)

제 6 절 선수선저부의 구조

선수선저부의 구조에 대하여는 **7장 9절**의 규정에 따른다. ⚓

제 7 장 이중저구조

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 국제항해에 종사하는 여객선 및 국제항해에 종사하는 총톤수 500톤 이상의 화물선(탱커는 제외)에는 선수격벽으로부터 선미격벽까지 수밀구조의 이중저를 설치하여야 한다. *(2018)*
2. 이중저 설치가 필요한 경우, 내저판은 선저를 만곡부까지 보호할 수 있도록 선측까지 도달하여야 한다. 그리고 용골선과 평행인 면보다 어느 부분에서도 낮지 아니하고 다음의 식에 의하여 계산된 것처럼 용골선으로부터 측정한 수직거리 h 보다 낮지 않아야 한다. *(2018)*

$$h = B'/20$$

B' : 최대구획만재흘수선 또는 그 하부에서의 최대형폭을 말한다.

그러나 어떤 경우에도 h 의 값은 760 mm보다 작아서는 아니 되지만 2,000 mm보다 클 필요는 없다.

3. 선박의 구조, 형상 및 용도 등으로 인하여 이중저 구조의 일부 또는 전부를 생략하고자 할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 이중저를 생략할 수 있다. *(2018)*
4. 적절한 크기의 건 탱크를 포함하여 수밀탱크의 경우 우리 선급의 승인을 받아 이중저를 생략할 수가 있다. *(2018)*
5. 종통격벽 또는 내각(inner skin)과 같은 특수한 구조에 의하여 이중저의 지지되지 아니하는 너비를 감소시키는 경우 및 이중저를 일부에 설치하는 경우에는 이 장의 규정을 적절히 고려할 수 있다.
6. 종식구조에서 횡식구조로 바뀌는 곳 및 이중저의 높이가 급격하게 변하는 곳에서는 거더 또는 늑판을 적절하게 설치하는 것 등에 의하여 강도의 연속성이 유지되도록 특별히 주의하여야 한다.
7. 특히 중량화물을 적재하거나 하중을 분포하중으로 다룰 수 없는 경우, 화물창의 이중저구조에 대하여는 특별한 고려를 하여야 한다.

102. 맨홀 및 경감구멍

1. 수밀을 필요로 하지 않는 내부부재에는 특설 필러가 설치된 곳 또는 규정에 의하여 개구가 제한되는 곳을 제외하고는 맨홀 및 경감구멍을 뚫어 모든 부분의 통행 및 환기에 지장이 없도록 하여야 한다.
2. 내저판에 설치하는 맨홀의 수는 이중저의 환기에 충분하고 이중저의 내부에 도달하는데 필요한 정도로 하여야 하며 맨홀의 배치는 가능한 한 주 수밀구획이 이중저를 통하여 서로 상통하지 않도록 주의하여야 한다.
3. 2항의 맨홀 덮개는 강제로 하고 화물창의 이중저상에 내장판이 없을 때에는 덮개 또는 취부금속이 화물에 의하여 손상을 받지 않도록 보호하여야 한다.
4. 이중저내의 수밀을 필요로 하지 않는 곳의 구조 각 부재에는 공기 및 물구멍을 설치하여야 한다.
5. 맨홀 및 경감구멍의 위치 및 크기는 승인용 도면에 명시하여야 한다.

103. 배수

1. 이중저상에는 빌지를 없애기 위하여 적절한 크기의 빌지웰을 설치하여야 한다.
2. 화물창 등의 배수장치와 연결된 이중저에 설치하는 작은 웰은 필요 이상 깊은 것이어서는 아니 된다. 다만, 축로후단에서는 외판까지 도달하는 웰의 설치가 허용된다. *(2018)*
3. 기타의 웰(예: 주기관 밑의 윤활유를 위한 웰)에 대하여는 이 장에 규정하는 이중저와 동등정도의 보호조치가 되어 있다고 우리선급이 인정하는 경우에는 그 설치를 허용 할 수 있다. *(2018)*
4. 2항 및 3항에서 규정하는 웰은 축로후단의 것을 제외하고 용골선으로부터 웰 하부까지의 수직거리는 500 mm 이상이어야 한다. 다만, 이를 만족하지 못하는 경우에는 **3편 7장 101.**의 3항의 요건을 만족하여야 한다. *(2018)*

104. 코퍼댐

1. 다음의 액체를 적재하는 탱크들이 서로 인접할 때에는 코퍼댐을 설치하여야 한다. 다만, 연료유탱크와 윤활유탱크 사이의 격벽을 완전용입(full penetration) 용접하는 경우에는 코퍼댐의 설치를 면제할 수 있다.

(1) 연료유
(2) 윤활유
(3) 식물성 기름
(4) 청수

2. 1항에 의한 코퍼댐에는 **5편 6장 201.**에 따른 공기관장치를 설치하여야 하며, 검사가 용이하도록 적절한 크기의 맨홀을 설치하여야 한다.

105. 수밀의 거더 및 늑판

수밀 거더 및 늑판의 판두께와 이에 부착되는 휨보강재의 치수는 각각 해당 거더 및 늑판의 각 규정에 따르는 것 이외에 **15장 202.** 및 **203.**의 규정을 준용한다.

106. 최소두께

이중저의 모든 구조부재의 두께는 6 mm 이상이어야 한다.

107. 내장판

1. 이중저구조의 선박은 마진판으로부터 만곡부 상부까지 내장판을 깔아야 한다. 이 내장판은 오수로(limber)의 검사시에 쉽게 떼어낼 수 있도록 하여야 한다.
2. 창구 바로 아래의 내저판에는 내장판을 깔아야 한다. 다만, **601.** 또는 **7편 3장 304.**의 2항에 적합한 경우에는 예외로 한다.
3. 내저판의 상면에 깐 내장판의 하부에는 두께가 13 mm 이상인 받침나무를 설치하여야 한다. 탱크정판에 직접 내장판을 깔 경우에는 정판상에 가열한 시멘트 분말을 살포하여 양질의 타르를 칠하거나 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 피복제를 칠한 뒤에 내장판을 깔아야 한다.
4. 내장판의 두께는 다음에 따른다.

L	내장판의 두께(mm)
$L < 61$ m	50
61 m ≤ L ≤ 76 m	57
$L > 76$ m	63

제 2 절 중심선 거더

201. 구조 및 배치

1. 중심선 거더는 가능한 한 선수미로 연장하여야 한다.
2. 중앙부 0.5 L 사이의 중심선 거더는 연속구조이어야 한다.
3. 연료유 또는 청수를 적재하는 곳의 중심선 거더는 수밀구조이어야 한다.
4. 선수미의 협소한 탱크 또는 선체중심선에서 약 0.25 B 이내의 위치에 다른 수밀 종거더를 설치하는 경우 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 3항의 규정을 적절히 참작할 수 있다. *(2020)*

202. 경감구멍

1. 중앙부 0.75 L 이외의 곳에서는 늑골 간격마다 중심선 거더에 경감구멍을 설치할 수 있다.
2. 중앙부 0.75 L 사이에는 늑골간격 하나 건너마다 중심선거더에 경감구멍을 설치할 수 있다. 다만, 경감구멍의 깊이는 중심선거더 높이의 1/3을 넘어서는 아니 된다.

203. 거더의 높이

중심선거더의 높이 d_0는 특별히 우리 선급의 승인을 득한 경우를 제외하고 $B/16$ 이상으로 한다. 다만, 760 mm 미만이어서는 아니 된다. *(2021)*

204. 거더의 두께

중심선거더의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.05L + 5 \ \text{(mm)}$$

205. 브래킷

1. 종식구조인 경우에는 중심선 거더에는 늑판사이에 약 1.75 m를 넘지 않는 간격으로 이에 인접하는 선저 종늑골에 도달하는 브래킷을 설치하고 거더, 외판 및 선저종늑골에 고착시켜야 한다. 다만, 브래킷의 간격이 1.25 m를 넘을 때에는 중심선 거더에는 휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다.
2. 1항의 브래킷의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 그 곳의 늑판의 두께를 넘을 필요는 없다.

$$t = 0.6\sqrt{L} + 1.5 \ \text{(mm)}$$

3. 1항의 규정에 의한 휨보강재의 두께는 각각 부착되는 판의 두께와 같게 하고 깊이는 $0.08\,d_0$ 이상의 평강 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다. 여기서 d_0는 중심선 거더의 높이(mm)를 말한다.

제 3 절 측거더

301. 배치

1. 중앙부 $0.5\,L$ 사이에는 중심선거더와 마진판과의 사이에 4.6 m를 넘지 않는 간격으로 측거더를 설치하고 가능한 한 선수미 쪽으로 연장하여야 한다.
2. 902.에 규정하는 선수선저 보강부 및 그 전후부에서의 측거더 및 반거더의 배치는 903.의 규정에 따른다.
3. 주기 및 추력지지대의 하부는 측거더 또는 반거더를 증설하여 적절히 보강하여야 한다.

302. 거더의 두께

측거더의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 주기실에서는 그 두께를 1.5 mm 증가시켜야 한다.

$$t = 0.65\sqrt{L} + 1.5 \ \text{(mm)}$$

303. 반거더의 두께

반거더의 두께는 302.에 정하는 것 이상이어야 한다.

304. 수직휨보강재 및 스트럿의 치수

1. 횡식구조인 경우 각 조립늑판의 위치마다, 종식구조인 경우 적절한 간격으로 수직휨보강재를 설치하고 반거더에는 각 조립늑판의 위치에 스트럿을 설치하여야 한다.
2. 1항의 수직휨보강재의 두께는 부착되는 판의 두께와 같게 하고 깊이는 $0.08\,d_0$ (mm) 이상의 평강 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다. 다만, d_0는 측거더의 높이를 말한다(mm).
3. 1항의 스트럿의 단면적은 503.의 규정을 준용하여 정한 것 이상이어야 한다.

305. 경감구멍

횡격벽의 위치로부터 화물창 길이의 10 % 이내의 측거더에 설치하는 경감구멍의 지름은 그 곳에서의 측거더 깊이의 약 1/3 이하이어야 한다. 다만, 적절한 보강을 할 경우에는 중앙부 $0.75\,L$ 사이보다 전후 및 화물창의 길이가 특히 작을 때에는 적절히 참작할 수 있다.

제 4 절 실체늑판

401. 배치

1. 이중저에는 약 3.5 m를 넘지 않는 간격으로 실체늑판을 설치하여야 한다.
2. 1항의 규정에 관계없이 다음에 열거하는 장소에는 실체늑판을 설치하여야 한다.
   (1) 주기실의 매 늑골의 위치. 다만, 종식구조의 경우에는 주기하부를 제외한 장소에서는 늑골 1개 건너마다 설치할 수 있다.
   (2) 추력베어링 지지대 및 보일러 지지대의 하부
   (3) 횡격벽의 하부
   (4) 선수격벽으로부터 902.에 규정하는 선수선저 보강부의 후단까지는 903.에 규정하는 것
3. 수밀늑판은 이중저의 구획이 가능한 한 선박의 구획과 일치하도록 배치하여야 한다.

402. 두께

실체늑판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 주기실에서는 그 두께를 1.5 mm 증가하여야 한다.

횡식구조일 때 : $t = 0.6\sqrt{L} + 1.5$ (mm)
종식구조일 때 : $t = 0.7\sqrt{L} + 1.5$ (mm)

403. 휨보강재

1. 실체늑판에는 수직휨보강재를 횡식구조의 경우에는 적절한 간격으로, 종식구조의 경우에는 각 종늑골의 위치마다 설치하여야 한다.
2. 1항의 수직휨보강재의 두께는 그 곳의 실체늑판의 두께와 같게 하고 깊이는 0.08 d_0 이상의 평강 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다. 다만, d_0는 해당 수직 휨보강재가 부착되는 곳의 늑판의 깊이(mm).

404. 경감구멍

화물창 길이의 중앙부 1/2 이내에 있는 실체늑판의 선측으로부터 약 0.1 B 이내에 설치하는 경감구멍의 크기는 그 곳 실체늑판의 깊이의 1/5 이하이어야 한다. 다만, 적절한 보강을 할 때에는 선박의 전후부 및 화물창 길이가 특히 작은 장소에서는 적절히 참작할 수 있다.

제 5 절 종늑골

501. 간격

종늑골의 간격 S는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$S = 2L + 550 \text{ (mm)}$$

502. 단면계수 【지침 참조】

1. 선저 종늑골의 단면계수 Z_b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 30 cm^3 미만이어서는 아니 된다.

$$Z_b = CShl^2 \text{ (cm}^3\text{)}$$

l : 늑판사이의 거리(m)
S : 종늑골의 간격(m)
h : 해당 늑골에서부터 용골 상면상 $d + 0.026L$ 인 점까지의 수직거리(m)
C : 계수로서 표 10.7.1에 따른다.

표 10.7.1 계수 C

항목			C
늑판사이의 중간에 503.에 규정하는 스트럿	없을 때		8.6
	있을 때	화물창이 디프탱크인 경우	6.2
		상기 이외의 경우	4.1

2. 내저 종늑골의 단면계수 Z_l는 1항의 규정에서 계수 C를 그 곳에서의 선저 종늑골의 C값의 85 %로 하여 정한 것 이상이어야 한다. 다만, 디프탱크의 하부로서 스트럿이 설치되지 않은 곳에서는 이것을 디프탱크의 횡보강재로 간주하여 15장 203.의 규정을 준용한다.

503. 스트럿

1. 스트럿은 평강 및 구평강 이외의 형강으로 하고 선저 및 내저 종늑골의 웨브와 충분히 겹치도록 하여야 한다.
2. 스트럿의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 2.2Sbh \ (\mathrm{cm}^2)$$

S : 늑골 간격(m)
b : 스트럿으로 지지되는 부분의 너비(m) (그림 10.7.1 참조)
h : 502.의 1항의 규정에 따른다.

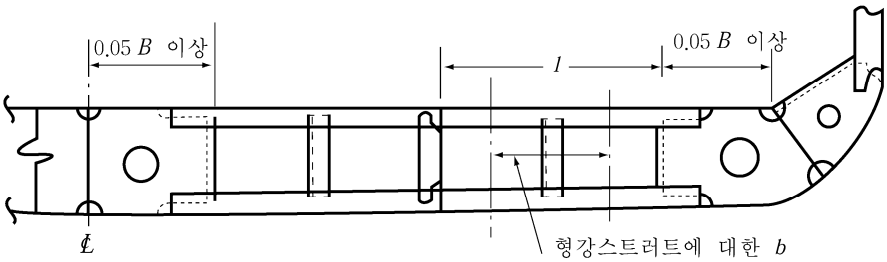


그림 10.7.1 조립늑판

제 6 절 내저판 및 마진판

601. 내저판의 두께 【지침 참조】

내저판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 주기실 및 내장판을 깔지 않은 창구 바로 아래의 내저판의 두께는 2 mm 증가시켜야 한다.

$$t = 3.8S\sqrt{d} + 1.5 \ (\mathrm{mm})$$

S : 종식구조에서는 내저 종늑골의 간격(m)
횡식구조에서는 늑판의 간격(m)

602. 그랩 등에 의한 하역

그랩(grab) 또는 기타의 기계적 장치에 의하여 하역을 하는 선박의 내저판의 두께는 601.의 규정에 의한 것에 2 mm 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 내장판을 시공할 때에는 적용하지 아니한다.

603. 마진판의 배치

마진판은 만곡부까지의 선저를 보호할 수 있도록 적절한 높이로 하여야 하며 선수단에서 0.2 L이 되는 곳과의 사이에서는 마진판을 가능한 한 수평으로 선측까지 연장할 것을 권장한다.

604. 마진판의 두께

마진판의 두께는 601.의 식에 의한 내저판의 두께에 1.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

605. 마진판의 너비

마진판은 적절한 너비를 갖도록 하고 외측브래킷의 내단으로부터 충분히 내측으로 연장시켜야 한다.

606. 브래킷

1. 종식구조의 마진판에는 각 화물창 횡늑골의 위치마다 이에 인접하는 선저 및 내저 종늑골에 도달하는 브래킷을 설치하고 마진판, 외판 및 종늑골에 고착시켜야 한다.
2. 1항의 브래킷의 두께는 205.의 2항에 규정하는 식에 의한 것 이상이어야 한다.

제 7 절 늑골브래킷

701. 두께 및 치수

1. 화물창 늑골과 마진판을 고착하는 늑골브래킷의 두께는 205.의 2항의 규정식에 의한 두께에 1.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다.
2. 늑골브래킷의 자유변은 적절히 보강하여야 한다.
3. 선박의 모양에 따라 특히 긴 늑골브래킷을 필요로 할 때에는 브래킷의 상면에 선박의 전후방향으로 형강을 부착하는 등 이와 동등한 방법으로 보강하여야 한다.

제 8 절 조립늑판

801. 배치

횡식구조의 경우에 실체늑판을 설치하지 않은 늑골의 위치에는 이 절에 규정하는 조립늑판을 설치하여야 한다.

802. 정늑재 및 부늑재의 치수

1. 정늑재의 단면계수 Z_b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 30 cm^3 미만이어서는 아니 된다.

$$Z_b = CShl^2 \ \ (cm^3)$$

l : 중심선 거더에 붙는 브래킷과 마진판에 붙는 브래킷과의 거리(m). 다만, 측거더가 있을 때에는 측거더의 횡보강재와 브래킷과의 거리(m) 중 가장 큰 것 (그림 10.7.1 참조)
S : 늑골 간격(m)
h : $d + 0.026L$ (m)
C : 계수로서 표 10.7.2에 따른다.

표 10.7.2 계수 C

항목		C
803.에 규정하는 스트럿이 없을 때		6.0
803.에 규정하는 스트럿이 있을 때	디프탱크의 하부	4.4
	기타	2.9

2. 부늑재의 단면계수는 1항 규정의 계수 C를 그 위치에 있어서 정늑재의 C값의 85 %로서 정한 것 이상이어야 한다. 다만, 디프탱크의 하부에서 스트럿이 설치되지 않은 위치에서는 이것을 디프탱크의 횡보강재로 간주하여 15장 203.의 규정에 따른다.

803. 스트럿

1. 802.의 스트럿은 평강 및 구평강(球平鋼) 이외의 형강으로 하고 정늑재 및 부늑재와 충분히 겹치도록 하여야 한다.
2. 스트럿의 단면적은 503.의 규정을 준용하여 정하여야 한다.

804. 브래킷

1. 정늑재 및 부늑재는 205.의 2항에 의한 것 이상의 두께를 갖는 브래킷으로 중심선 거더 및 마진판에 고착시켜야 한다.
2. 브래킷의 너비는 B의 5% 이상으로 하고 정늑재 및 부늑재와 충분히 겹치도록 하여야 하며 그 자유변은 적절히 보강하여야 한다.

제 9 절 선수선저부의 구조

901. 적용 【지침 참조】

1. 이 절의 규정은 평형수 상태의 선수흘수가 0.037 L 미만인 선박에 적용한다.
2. 1항의 규정에도 불구하고 C_b가 0.7 이하이고 속장비($V/\sqrt{L}$)가 1.4 이상인 선박의 선수선저보강부의 보강에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 범위까지 보강하여야 한다.

902. 선수선저 보강부 【지침 참조】

1. 선수선저 보강부라 함은 표 10.7.3에 정하는 위치보다 전방에 있어서 용골 상면으로부터 0.05 d_F (d_F :평형수 적재상태시의 선수흘수) 높이까지의 선저외판 부분을 말한다.

표 10.7.3 선수선저 보강부의 범위

$V/\sqrt{L}$ $(=a)$	선수단으로부터의 위치
$a \le 1.1$	0.15 L
$1.1 < a \le 1.25$	0.175 L
$1.25 < a \le 1.4$	0.2 L
$1.4 < a \le 1.5$	0.225 L
$1.5 < a \le 1.6$	0.25 L
$1.6 < a \le 1.7$	0.275 L
$1.7 < a$	0.3 L

2. 1항의 규정에 관계없이 평형수 항해시의 선수흘수가 대단히 작은 선박 및 C_b의 값이 작은 선박의 선수선저 보강부의 범위에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

903. 구조

1. 선수격벽과 선수선저 보강부의 후방 0.05 L인 곳과의 사이에는 측거더 또는 반거더를 표 10.7.4에 따라 배치하여야 한다. 다만, 횡식구조일 때에는 선수격벽과 선수선저 보강부의 후방 0.025 L인 곳과의 사이에서는 측거더 사이에 반거더 또는 외판 종횡보강재를 설치하여야 한다.
2. 선수격벽과 선수선저 보강부의 후단과의 사이에는 표 10.7.4에 따른 실체늑판을 설치하여야 한다.

표 10.7.4 선수선저 보강부의 구조

선저구조 \ 선측구조 \ 부재		측거더	반거더 또는 외판 종휨보강재	실체늑판
횡식	횡식	2.5 m를 넘지 않는 간격으로 설치	측거더의 중간에 설치	창내 늑골의 위치마다 설치
	종식			2.5 m 넘지 않는 간격으로 설치
종식	횡식		-	창내늑골 1개 건너 설치
	종식			2.5 m 넘지 않는 간격으로 설치

3. 늑판에는 반거더가 붙는 곳 또는 외판 종휨보강재가 설치되는 곳에서는 늑판에 휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다. 다만, 외판 종휨보강재의 간격이 특히 작고 늑판이 적절히 보강되어 있을 때에는 늑판에 설치되는 휨보강재는 외판 종휨보강재 1개 건너마다 설치할 수 있다.
4. 평형수 상태에서 선수흘수가 0.025 L을 넘고 0.037 L 미만인 선박으로서 선수선저 보강부의 구조 배치가 각 항의 규정에 따르기가 곤란할 때에는 늑판 및 측거더를 적절히 보강하여야 한다.

904. 외판 종 휨보강재 또는 선저종늑골의 치수

선수선저 보강부의 외판 종 휨보강재 또는 선저종늑골의 단면계수 Z는 **3편 7장 804.**에 따른다. ⚓

제 8 장 늑골

제 1 절 일반사항

101. 적용

이 장의 규정은 격벽에 의한 선체의 횡강도가 14장에 규정하는 것 이상의 효력을 갖는 선박에 적용한다. 격벽에 의한 횡강력이 충분하지 않은 경우 또는 화물창의 길이가 25 m를 넘을 때에는 늑골의 치수를 증가시키든가 특설 늑골을 증설하는 등의 방법으로 선체의 횡강도를 적절히 증가시켜야 한다.

102. 디프탱크 부분의 늑골

디프탱크를 구성하는 부분의 늑골은 디프탱크 격벽의 횡보강재로 간주하여 정한 강도를 갖는 것이어야 한다.

103. 탱크정부의 늑골

늑골은 탱크의 정부를 관통시켜서는 아니 된다. 다만, 유효한 수밀 또는 유밀구조로 하고, 특별히 승인을 받은 경우에는 예외로 한다.

104. 보일러실 및 보스부분의 늑골 등

1. 보일러실에서는 늑골 및 선측 스트링거의 치수를 적절하게 증가시켜야 한다.
2. 보스부분의 늑골의 구조 및 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

제 2 절 늑골간격

201. 횡늑골

1. 횡늑골의 간격 S는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$S = 2L + 450 \ \text{(mm)}$$

2. 선수미창 및 순양함형 선미, 선수단으로부터 0.2 L인 곳과 선수격벽 사이의 횡늑골 간격은 610 mm와 1항의 표준간격 중 작은 것을 넘어서는 아니 된다.
3. 구조 또는 치수에 대하여 적절한 고려가 되어 있을 경우에는 2항의 규정을 적절하게 참작할 수 있다.

202. 종늑골

종늑골의 간격 S는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$S = 2L + 550 \ \text{(mm)}$$

203. 표준간격을 넘는 경우의 고려

늑골간격이 201. 및 202.에서 규정하는 표준간격보다 170 mm를 넘는 경우에는 단저부재, 이중저부재 기타 관련부재의 치수 및 구조에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

제 3 절 화물창내 횡늑골

301. 적용

1. 화물창내 횡늑골이라 함은 선수격벽으로부터 선미격벽까지 사이의 기관실을 포함한 최하층 갑판하의 늑골을 말한다.
2. 선측에 호퍼탱크, 윙탱크 등을 가지는 선박 또는 선측에 이중선체구조를 가지는 등 특수한 구조를 가지는 선박의 화물창내 횡늑골에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

302. 횡늑골 치수 【지침 참조】

1. 화물창내 횡늑골의 단면계수 Z는 **표 10.8.1**의 식에 의한 것 이상이어야 하며 다만, 30 cm^3 미만이어서는 아니 된다.

표 10.8.1 화물창내 횡늑골의 단면계수

위치	단면계수 (cm^3)
(1) 선수단으로부터 0.15 L인 곳과 선미격벽 사이	$Z=2.6Shl^2$
(2) 선수단으로부터 0.15 L인 곳과 선수격벽 사이	$Z=3.4Shl^2$
(3) 종식구조의 갑판 트랜스버스를 지지하는 곳	$Z=2.4n\left\{0.17+\frac{1}{9.81}\cdot\frac{h_1}{h}\cdot\left(\frac{l_1}{l}\right)^2-0.1\frac{l}{h}\right\}Shl^2$

S : 늑골 간격(m)
l : 선측에 있어서 내저판 또는 단저늑판의 상면으로부터 늑골 정부의 갑판보 상면까지의 수직거리(m)
h : 해당늑골의 하단으로부터 용골상면상 $d+0.044L-0.54$인 점까지의 수직거리(m)
n : 갑판 트랜스버스의 간격과 늑골 간격과의 비율
h_1 : 늑골정부의 갑판 트랜스버스에 대한 **10장 2절**에 규정하는 갑판하중(kN/m^2)
l_1 : 갑판 트랜스버스의 전 길이(m)

2. 중심선 거더의 높이가 $B/16$ 보다 낮을 때에는 늑골의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.

303. 고착

1. 화물창내 횡늑골과 만곡부 브래킷 또는 이중저 늑골브래킷은 늑골 깊이의 1.5배 이상 겹치도록 하고 견고하게 고착시켜야 한다.
2. 화물창내 횡늑골의 상단은 브래킷에 의하여 갑판 및 갑판보에 유효하게 고착시켜야 하며 늑골정부의 갑판이 종식구조인 경우에는 보 브래킷은 늑골에 가장 가까운 종갑판보까지 연장하여 고착시켜야 한다.

제 4 절 선측 종늑골

401. 선측 종늑골

1. 선박의 중앙부에서의 건현 갑판하 선측 종늑골의 단면계수 Z는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 30 cm^3 미만이어서는 아니 된다.

$$Z_1=8.6Shl^2 \quad (cm^3)$$
$$Z_2=2.9\sqrt{L}Sl^2 \quad (cm^3)$$

S : 종늑골의 간격(m)
l : 특설늑골의 간격, 또는 횡격벽과 특설늑골과의 사이의 거리(m)로서 단부고착부의 길이를 포함한다.
h : 해당 늑골에서부터 용골상면상 $d+0.044L-0.54$인 점까지의 수직거리(m)

2. 선박의 중앙부의 전후에서는 종늑골의 단면계수를 점차적으로 감소시켜 선수미단에서는 1항의 규정에 의한 것에 85 %로 할 수 있다. 다만, 선수단으로부터 0.15 L과 선수격벽 사이에서는 1항의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

3. 종늑골에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비율이 15를 넘지 아니하는 것이어야 한다.
4. 선박의 중앙부의 현측후판에 붙이는 종늑골은 그 세장비(細長比)가 가능한 한 60을 넘지 아니하도록 하여야 한다.
5. 선저만곡부의 종늑골의 단면계수는 선저종늑골의 단면계수보다 클 필요는 없다.

402. 선측 트랜스버스

1. 선측 종늑골을 지지하는 선측 트랜스버스는 4.8 m를 넘지 않는 간격으로 실체 늑판이 설치되어 있는 위치에 배치하여야 한다.
2. 선측 트랜스버스의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

깊 이 : $d = 100l$ (mm)과 종늑골 관통부의 슬롯 깊이의 2.5배 중 큰 것

단면계수 : $Z = C_1 Shl^2$ (cm^3)

웨브의 두께 : $t = \dfrac{C_2 Shl}{d_0} + 1.5$ (mm)

S : 선측 트랜스버스의 간격(m)

l : 선측에 있어서 내저판 또는 단저늑판의 상면으로부터 선측 트랜스버스 정부의 갑판까지의 수직거리(m). 다만, 유효한 갑판 트랜스버스가 있을 때에는 그 하면까지 측정한 것으로 할 수 있다.

d_0 : 선측 트랜스버스의 깊이(mm)이며 종늑골 관통부의 슬롯 깊이를 감한 값

h : l의 하단으로부터 용골상면상 $d + 0.044L - 0.54$인 점까지의 수직거리(m). 다만, 그 거리가 1.43 l 미만일 때에는 1.43 l (m)로 한다.

C_1 및 C_2 : 계수로서 **표 10.8.2**에 따라 정한 값

표 10.8.2 계수 C_1 및 C_2

계수	선수단으로부터 0.15 L 후부	선수단으로부터 0.15 L과 선수격벽 사이
C_1	4.7	6.0
C_2	45	58

3. 선측 트랜스버스에는 약 3 m의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하고 또한 종늑골의 관통부마다 웨브에 휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다. 다만, 선측 트랜스버스의 지지점사이의 중앙부에서는 종늑골 1개 건너마다 휨보강재를 배치할 수 있다.

제 5 절 갑판사이 늑골

501. 일반

1. 갑판사이 늑골의 치수는 화물창내 늑골의 강도, 격벽의 배치 및 그 횡강성 등에 따라 정하여야 한다.
2. 갑판사이 늑골은 화물창내 늑골과 같이 고려하고 선저에서부터 선체 상부에 이르기까지 늑골강도의 연속성이 유지되도록 하여야 한다.
3. 이 절에 규정하는 갑판사이 늑골의 치수는 화물창내 격벽의 상부에 유효한 갑판사이 격벽을 설치하든가 특설늑골을 적절한 간격으로 선루의 정부까지 연장하여 선체의 횡강도를 충분히 유지하는 구조를 기준으로 하여 정한 것이다.

502. 치수 【지침 참조】

1. 갑판사이 늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$Z = CSlL$ (cm^3)

S : 늑골 간격(m)

l : 갑판사이 높이(m). 다만, 선루의 갑판늑골은 1.8 m 미만일 때는 1.8 m로 하고, 기타의 갑판사이 늑골은 2.15 m 미만일 때는 2.15 m로 한다.
C : 갑판사이의 종류에 따라서 정해지는 계수로서 표 10.8.3에 따른다.

표 10.8.3 계수 C

갑판사이의 종류	C
선루갑판 사이(아래 란의 것을 제외)	0.44
선미단에서부터 0.125 L 사이의 선루갑판사이	0.57
선수단에서부터 0.125 L 사이의 선루갑판사이 및 선미경사늑골	0.74
건현갑판과 제 2 갑판과의 사이의 늑골	0.74
제 2 갑판과 제 3 갑판과의 사이의 늑골	0.89
제 3 갑판과 제 4 갑판과의 사이의 늑골	0.97

2. 선수미단으로부터 0.125 L 사이의 건현갑판보다 하부의 갑판사이 늑골의 치수는 1항에 의한 것보다 적절히 증가시켜야 한다.
3. 갑판이 종갑판보와 갑판 트랜스버스로 지지될 때에는 갑판 트랜스버스를 지지하는 갑판사이 늑골의 단면계수는 1항 및 2항의 규정에 의한 것에 다음의 계수 C를 곱한 것 이상이어야 한다. 이때 갑판 트랜스버스 사이에 있는 갑판사이 늑골의 단면계수는 1항 및 2항의 규정에 의한 값의 85 % 이상으로 하고 상단을 브래킷으로 고착시켜야 한다.

$$C = 0.2n + 1$$

n : 갑판 트랜스버스 사이의 갑판사이 늑골의 수

503. 특별 고려 【지침 참조】

1. 선수미부의 갑판사이 늑골은 갑판사이의 높이에만 의하지 아니하고 그 지점사이의 실제길이에 따라서 강도 및 강성을 증가시키도록 고려하여야 한다.
2. 건현이 특히 큰 선박에 대한 갑판사이 늑골의 치수는 적절히 감소시킬 수 있다.

504. 선루 늑골

1. 선루 늑골은 그 아래 늑골의 위치마다 설치하여야 한다.
2. 선교루 및 중앙부 0.5 L 사이에 있는 부분선루 단부의 4늑골 간격 사이에 있는 선루 늑골의 단면계수는 502.의 규정에 있어서 C를 0.74로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
3. 14장의 규정에 의하여 설치하는 격벽의 상부 및 선루의 구조에 충분한 횡강성을 주기 위하여 필요하다고 인정되는 곳에 특설늑골 또는 부분격벽을 설치하여야 한다.

제 6 절 선수미창내 늑골

601. 선수창내 횡늑골

선수격벽 전부의 건현갑판하의 횡늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 30 cm^3 미만이어서는 아니 된다.

$$Z = 8Shl^2 \quad (cm^3)$$

S : 늑골의 간격(m)
l : 늑골지지점 사이의 거리(m). 다만, 2 m 미만일 때에는 2 m로 한다.
h : l의 중앙으로부터 용골상면상 0.12 L인 점까지의 수직거리(m)

602. 선수창내 종늑골

선수격벽 전부의 건현갑판하의 종늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 용골상면상 0.15 D인 점과 0.05 D인 점과의 사이에서는 25%, 용골상면상 0.05 D인 점보다 하방에서는 50 %를 식에 의한 것보다 증가시켜야 한다.

$$Z = 8Shl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S 및 l : 401.에 따른다.

h : 늑골에서부터 용골상면상 0.12 L인 점까지의 수직거리(m). 다만, 그 거리가 0.06 L 미만일 때에는 0.06 L (m)로 한다.

603. 선미창내 횡늑골

선미격벽보다 후부의 건현갑판하의 횡늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 30 cm^3 미만이어서는 아니 된다.

$$Z = 8Shl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 늑골의 간격(m)

l : 표 10.8.1에 따른다. 다만, 2 m 미만일 때에는 2 m로 한다.

h : l의 중앙으로부터 용골상면상 $d + 0.044L - 0.54$인 점까지의 수직거리(m) ⚓

제 9 장 외팔보(cantilever) 구조

제 1 절 외팔보

101. 구조 및 치수

외팔보는 다음 규정에 따른다.

(1) 브래킷 내단에서의 깊이는 외팔보의 선단으로부터 브래킷 내단까지의 수평거리의 1/5 이상으로 하여야 한다.

(2) 브래킷의 내단 이외에 있어서의 외팔보의 깊이는 브래킷의 내단으로부터 선단에 이르기까지 서서히 감소시켜 외팔보의 선단에서의 깊이는 브래킷의 내단에서의 깊이의 1/2까지 감소시킬 수 있다.

(3) 브래킷 내단에 있어서 외팔보의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. (**그림 10.9.1** 참조)

$$Z = 7.1\,Sl_0\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right) \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 외팔보의 간격(m)

l_0 : 외팔보의 선단으로부터 브래킷의 내단까지의 수평거리(m)

b_1 : 외팔보의 선단으로부터 횡갑판보 또는 갑판 트랜스버스의 선측 브래킷 내단까지의 수평거리(m). 다만, 갑판을 종갑판보로 보강하고 외팔보 사이에 갑판 트랜스버스를 설치하지 않을 때에는 b_1을 l_0로 한다.

b_2 : 외팔보로 지지되는 갑판창구의 반너비(m)

h_1 : 외팔보로 지지되는 갑판에 대하여 **10장 2절**에 규정하는 갑판 트랜스버스에 대한 갑판하중(kN/m^2)

h_2 : 외팔보로 지지되는 갑판의 창구덮개상의 갑판하중(kN/m^2)으로서 외팔보로 지지되는 갑판의 종류에 따라 다음 (가)부터 (다)의 값 이상으로 하여야 한다.

(가) 노출갑판의 경우는 **10장 201.**의 2항에 규정하는 갑판 트랜스버스에 대한 갑판하중 또는 창구덮개상의 단위면적당 계획최대화물적재중량(kN/m^2) 중 큰 것. 또한, **10장 201.**의 2항 (1)에서 y는 만재흘수선으로부터 창구코밍의 상단까지의 수직거리로 할 수 있다. 다만, 어느 경우에도 h_2는 **19장**에서 정하는 위치 I에 있는 창구에 대해서는 17.5(kN/m^2), 위치 II에 있는 창구에 대해서는 12.8(kN/m^2) 미만으로 하여서는 아니 된다.

(나) 노출갑판 이외의 갑판으로서 보통의 화물 또는 창고저장품 등을 싣는 갑판의 경우에는 **10장 201.**의 1항에 의한 갑판하중.

(다) (가) 및 (나)에서 규정한 이외의 갑판의 경우에는 h_1과 같은 값.

(4) 브래킷의 내단 이외에서의 면재의 단면적은 브래킷의 내단으로부터 서서히 감소시켜 외팔보의 선단에서는 브래킷의 내단에서의 값의 60%로 할 수 있다.

(5) 웨브의 두께는 외팔보의 어느 부분에 있어서도 다음 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 9.5\frac{S\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right)}{d_c} + 1.5 \ (\mathrm{mm})$$

$$t_2 = 0.0075d_c + 0.46t_1 + 0.5 \ (\mathrm{mm})$$

S, b_1, b_2, h_1 및 h_2 : (3)호의 규정에 의한 값. 다만, 갑판을 종갑판보로 보강하고 외팔보 사이에 갑판 트랜스버스를 설치하지 않을 때에는 t_1의 식 중에서 $b_1/2$을 외팔보의 선단으로부터 해당되는 곳까지의 수평거리(m)로 한다.

d_c : 해당되는 곳에 있어서 외팔보의 깊이(mm). 다만, t_1의 계산에 있어서는 웨브에 종갑판보 관통을 위하여 슬롯이 있을 때에는 그 깊이를 감한 것으로 한다. 또한, 웨브에 수평 횡보강재를 설치하여 웨브를 상하로 분할할 때에는 t_2의 식에 있어 d_c를 분할된 깊이로 할 수 있다.

(6) 외팔보에는 약 3 m의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치해야 하며 면재의 너비가 웨브의 한쪽으로 180 mm를 넘을 때에는 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다. 또한, 종갑판보의 관통부마다 웨브에 횡보강재를 설치하여 보강하여야 한다. 다만, 외팔보의 지지점 사이의 중앙부근에서는 이 횡보강재는 종갑판보 한개 건너마다 배치할 수 있다.

(7) 브래킷 내단부 부근의 웨브는 특별히 보강하여야 한다.

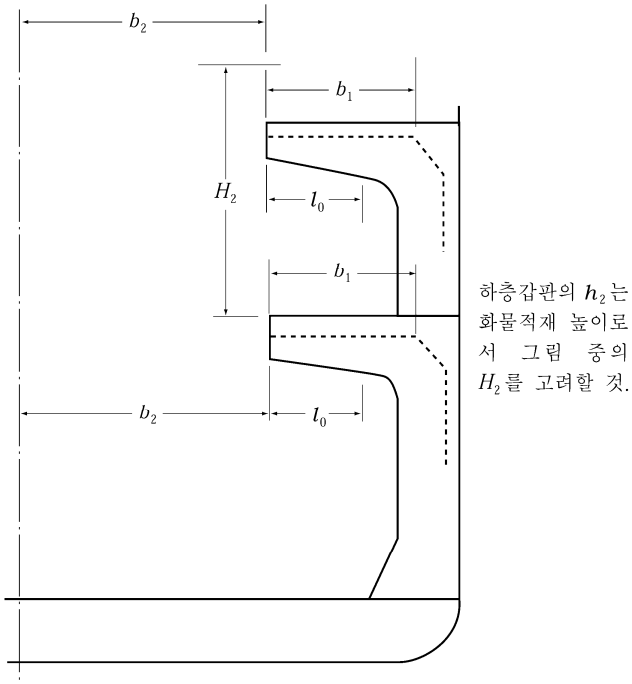


그림 10.9.1 l_0, b_1 및 b_2 등의 측정방법

제 2 절 특설늑골

201. 구조 및 치수

외팔보를 지지하는 특설늑골은 다음의 규정에 따른다.

(1) 특설늑골의 깊이는 양단고착부를 포함하는 길이의 1/8 이상이어야 한다.

(2) 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 그 특설늑골 바로 위에 상층갑판을 지지하는 외팔보 및 특설늑골이 있을 때에는 다음 식의 값을 60%로 감소시킬 수 있다.

$$Z = 7.1 S l_1 \left(\frac{1}{2} b_1 h_1 + b_2 h_2 \right) \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 특설늑골의 간격(m)

l_1 : 지지되는 외팔보의 선단으로부터 특설늑골의 내단까지의 수평거리(m)

b_1, b_2, h_1 및 h_2 : 지지되는 외팔보에 대하여 101.의 (3)호에 의한 값. 다만, 갑판이 종갑판보로 보강되고, 외팔보 사이에 갑판 트랜스버스를 설치하지 않을 때에는 b_1을 l_1으로 한다.

(3) 갑판사이 특설늑골의 단면계수 Z는 (2)호의 규정에 따르는 이외에 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7.1\, C_1 S l_1 \left(\frac{1}{2} b_1 h_1 + b_2 h_2 \right) \ (\mathrm{cm}^3)$$

S, l_1, b_1, b_2, h_1 및 h_2 : (2)호의 규정에 따른다.

C_1 : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$C_1 = 0.5\left(\frac{\frac{1}{2}b_1'h_1' + b_2'h_2'}{\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2}\right) + 0.15$$

b_1', b_2', h_1' 및 h_2' : 해당 특설늑골 하부에 설치되는 외팔보에 대하여 (2)호의 규정에 의한 b_1, b_2, h_1 및 h_2로 한다.

(4) 웨브의 두께 t는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 9.5\frac{C_2S\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right)}{d_w} \cdot \frac{l_1}{l} + 1.5 \ \ (\text{mm})$$

$$t_2 = 0.0075d_w + 0.46t_1 + 0.5 \ \ (\text{mm})$$

S, b_1, b_2, h_1, h_2 및 l_1 : (2)호의 규정에 따른다.

d_w : 특설늑골의 깊이 중 가장 작은 것(mm). 다만, t_1을 정함에 있어 웨브에 종늑골 관통을 위한 슬롯이 있을 때에는 그 깊이를 감한 것으로 한다. 또한, 수직휨보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할할 때에는 t_2의 식에 있어서 d_w를 분할된 깊이로 할 수 있다.

l : 양단의 고착부를 포함한 특설늑골의 길이(m)

C_2 : 계수로서 **표 10.9.1**에 정하는 값. 다만, 표 중의 C_1은 (3)호의 규정에 따른다.

표 10.9.1 계수 C_2

위치 및 조건		C_2
화물창 특설늑골	상층갑판을 지지하는 외팔보 및 특설늑골이 바로 위로 접속할 때	0.9
	상기 이외	1.5
갑판사이 특설늑골		C_1+0.6

(5) 외팔보를 지지하는 화물창내 특설늑골이 선측종늑골을 지지하는 경우에는 **8장 402.**의 규정에 따르는 외에 다음의 규정에도 적합하여야 한다.

(가) 특설늑골의 단면계수는 (2)호의 규정식에 다음의 계수 α를 곱한 것 이상이어야 한다.

갑판 사이 외팔보의 구조가 접속하는 경우 :

$$\alpha = 9.81\left\{\frac{0.05hl^2 + 0.09h_ul_u^2}{1.4\left(\frac{1}{2}b_1h_1 + b_2h_2\right)l_1}\right\} + 0.6$$

상기 이외의 경우 : $\alpha = 1.0$

l : 양단의 고착부를 포함한 화물창 특설늑골의 길이(m)

l_u : 상부에 접속된 갑판사이 특설늑골의 고착부를 포함하는 길이(m)

h : l의 중앙으로부터 용골상면상 $d + 0.038L$인 점까지의 수직거리(m)

h_u : l_u의 중앙으로부터 용골상면상 $d + 0.038L$인 점까지의 수직거리(m). 다만, 그 점이 l_u의 중앙보다 하방에 있을 때에는 h_u는 0으로 한다.

b_1, b_2, h_1, h_2 및 l_1 : (2)호의 규정에 따른다.

(나) 웨브의 두께는 (4)호에 규정하는 t_1의 식에 의한 것에 다음의 계수 β를 더한 것 이상이어야 한다.

$$\beta = 30\frac{Shl}{d_w} \quad (\mathrm{mm})$$

S : 특설늑골의 간격(m)
h 및 l : (가)의 규정에 따른다.
d_w : (4)호의 규정에 따른다.

(6) 특설늑골에는 약 3 m의 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하고 또한, 선측 종늑골이 관통하는 장소마다 웨브에 휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다. 다만, 양단고착부 부근을 제외하고는 이 휨보강재는 종늑골 한개 건너마다 배치할 수 있다.

(7) 특설늑골은 그 하부의 특설늑골 또는 실체늑판과 강도의 연속성을 갖도록 견고하게 고착시켜야 한다.

제 3 절 외팔보와 특설늑골과의 고착

301. 고착 【지침 참조】

외팔보와 이것을 지지하는 특설늑골과는 다음 규정에 따른 브래킷으로 견고하게 고착시켜야 한다.

(1) 브래킷 자유변의 곡률 반지름은 브래킷 끝단에서의 외팔보의 깊이 이상으로 하여야 한다.

(2) 브래킷의 두께는 외팔보 또는 특설늑골 웨브의 두께 중 큰 것 이상으로 하여야 한다.

(3) 브래킷에는 휨보강재를 설치하여 적절히 보강하여야 한다.

(4) 브래킷의 자유변에는 외팔보 또는 특설늑골의 면재의 단면적 중 큰 쪽의 단면적을 갖는 면재를 설치하고 이것을 외팔보 및 특설늑골의 면재와 연결하여야 한다. ⚓

제 10 장 갑판보(beams)

제 1 절 일반사항

101. 노출갑판의 캠버

노출갑판의 캠버는 선박길이의 중앙에 있어서 0.02 B를 표준으로 한다.

102. 갑판보의 단부 고착 【지침 참조】

1. 종갑판보는 연속구조로 하든가 또는 그 단부에서 단면적을 유효하게 유지하고 굽힘 및 인장에 대하여 충분한 강도를 가지도록 브래킷으로써 고착시켜야 한다.
2. 횡갑판보는 브래킷으로써 늑골에 고착시켜야 한다.
3. 갑판사이 또는 선루내에서 늑골이 없는 위치에 설치하는 횡갑판보는 보 브래킷으로써 외판에 고착시켜야 한다.
4. 단정갑판, 유보갑판 등의 횡갑판보의 단부는 러그 고착으로 할 수 있다.

103. 강도의 연속성

갑판의 구조가 종식구조에서 횡식구조로 바뀌는 곳에는 강도의 연속성이 유지될 수 있도록 특히 주의하여야 한다.

제 2 절 갑판하중

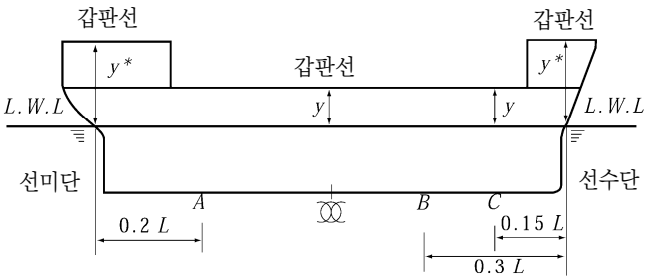
201. h의 값 【지침 참조】

1. 화물 또는 창고저장품 등을 적재하는 갑판에 대한 갑판하중 h(kN/m^2)는 (1)호부터 (3)호의 규정에 따른다.
   (1) 해당되는 갑판으로부터 바로 위 갑판까지의 선측에서 측정한 갑판간 높이(m) 또는 갑판의 창구코밍 상단까지의 높이(m)를 화물의 적재높이로 하여 이것을 7배한 값(kN/m^2)을 표준으로 한다. 다만, 갑판의 단위면적당 계획최대화물 적재중량(kN/m^2)이 정하여지는 경우에는 그 값으로 하여야 하며, 이 경우에는 화물의 적재높이를 충분히 고려하여야 한다.
   (2) 노출갑판에 목재 또는 기타의 화물을 적재하는 경우에는 갑판의 단위면적당 계획최대 화물중량(kN/m^2) 또는 2항에서 규정하는 값 중 큰 것.
   (3) 갑판보에 화물을 매어달 경우 또는 갑판상에 갑판보기를 설치하는 경우에는 적절히 증가시켜야 한다.
2. 노출갑판에 대한 갑판하중 h(kN/m^2)는 다음 각 호에 따른다.
   (1) 건현갑판, 건현갑판상 선루 및 갑판실 갑판에 대한 h는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$h = a(0.067bL - y) \quad (\text{kN/m}^2)$$

a 및 b : 갑판의 위치에 따라 **표 10.10.1**에 의한 값. 다만, C_b가 0.7 미만인 경우 b의 값은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

y : 만재흘수선으로부터 노출갑판까지의 선측에서 측정한 수직거리(m)로서 선수단으로부터 0.15 L의 위치보다 전방에 위치한 갑판은 선수단의 위치에서, 선수단으로부터 0.3 L의 위치와 선수단으로부터 0.15 L과의 사이의 갑판은 선수단으로부터 0.15 L의 위치에서, 선수단으로부터 0.3 L의 위치와 선미단으로부터 0.2 L과의 사이의 갑판은 L의 중앙에서, 선미단으로부터 0.2 L의 위치보다 후방의 갑판은 선미단의 위치에서 측정한다. (**그림 10.10.1** 참조)



* 선루가 없는 경우에는 y는 상갑판까지의 거리

A 보다 후방 : 선미단에서 측정 B와 C 사이 : C에서 측정
A와 B사이 : ⌘에서 측정 C보다 전방 : 선수단에서 측정

그림 10.10.1 y의 측정위치

(2) II란에 의한 h는 I란의 것을 넘을 필요는 없다.
(3) 각 호의 규정에 관계없이 h는 **표 10.10.2**의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, h는 12.8 미만이어서는 아니 된다.
(4) 특히 큰 건현을 가진 선박에 대한 h의 값은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

표 10.10.1 a 및 b의 값

란	갑판의 위치	a				b
		갑판	보	필러	갑판 거더	
I	선수단으로부터 0.15 L인 위치보다 전방	14.7	9.80	4.90	7.35	1.42
II	선수단으로부터 0.15 L인 위치와 선수단으로부터 0.3 L인 위치와의 사이	11.8	7.85	3.90	5.90	1.20
III	선수단으로부터 0.3 L인 위치와 선미단으로부터 0.2 L인 위치와의 사이	6.90	4.60	2.25	2.25(1), 3.45(2)	1.00
IV	선미단으로부터 0.2 L인 위치보다 후방	9.80	6.60	3.25	4.90	1.15

(비고)
(1) 선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 갑판구 측선 밖에 설치하는 갑판 종거더인 경우
(2) (1) 이외의 갑판 거더인 경우

표 10.10.2 h의 최소값

란	갑판의 위치	h	C의 값		
			갑판보	필러, 갑판 거더	갑판
I 및 II	선수단으로부터 0.3 L인 위치보다 전방	$C\sqrt{L+50}$	2.85	1.37	4.20
III	선수단으로부터 0.3 L인 위치와 선미단으로부터 0.2 L인 위치와의 사이		1.37	1.18	2.05
IV	선미단으로부터 0.2 L인 위치보다 후방	$C\sqrt{L}$	1.95	1.47	2.95
건현갑판상 제2층의 선루갑판			1.28	0.69	1.95

3. 노출되지 않는 갑판 및 플랫폼에 대한 갑판하중 h는 거주구 갑판의 경우 3.0 kN/m^2, 기타 갑판 및 플랫폼의 경우에는 10.0 kN/m^2 이상으로 설계자가 결정한다.

제 3 절 종갑판보

301. 간격

1. 종갑판보의 간격 S는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$S = 2L + 550 \ (\mathrm{mm})$$

302. 모양

1. 종갑판보는 적절한 간격으로 설치된 갑판 트랜스버스로 지지되는 구조로 하여야 한다. 강력갑판의 중앙종갑판보는 세장비가 60을 넘지 아니하는 치수로 하여야 한다. 다만, 좌굴강도가 충분한 경우에는 적절히 참작할 수 있다.
2. 종갑판보를 평강으로 사용할 경우에는 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 아니하여야 한다.

303. 단면계수 【지침 참조】

1. 선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 갑판구측선 밖에 설치되는 종갑판보의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.14 S h l^2 \ (\mathrm{cm}^3)$$

S : 종갑판보의 간격(m)
h : 2절에서 규정하는 갑판하중(kN/m^2)
l : 격벽과 갑판 트랜스버스 사이 또는 갑판 트랜스버스 사이의 수평거리(m)

2. 선박의 선수미 양단 0.1 L에서의 강력갑판의 갑판구 측선 밖에 설치되는 종갑판보의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.43 S h l^2 \ (\mathrm{cm}^3)$$

S, h 및 l : 1항의 규정에 따른다.

3. 선박의 중앙부 전후에 있어서 강력갑판의 갑판구 측선밖에 설치되는 종갑판보의 단면계수 Z는 1항에 의한 것을 점차 감소시켜 선수미 양단 0.1 L에서 2항에 의한 것 이상이어야 한다.
4. 각 항 이외의 위치에 설치하는 종갑판보의 단면계수는 2항의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

304. 종갑판보를 지지하는 갑판 트랜스버스

종갑판보를 지지하는 갑판 트랜스버스는 1층갑판선에서는 이중저의 실체늑판의 위치에 설치하여야 하며, 2층 이상의 갑판을 가진 선박에서도 가능한 한 실체늑판의 위치에 설치하여야 한다.

제 4 절 횡갑판보

401. 배치

횡갑판보는 횡늑골 간격마다 설치하여야 한다.

402. 모양 【지침 참조】

횡갑판보는 길이와 깊이의 비가 가능한 한 강력갑판의 보에서는 30 이하, 유효갑판(강력갑판 하부의 갑판으로서 선체의 종강도의 구성부재로 되는 갑판을 말한다) 및 선루갑판의 보에서는 40 이하의 치수로 할 것을 권장한다.

403. 단면계수

횡갑판보의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$Z = 0.43\,Shl^2$ (cm^3)

S : 횡갑판보의 간격(m)
h : 2절에서 규정하는 갑판하중(kN/m^2)
l : 보(beam) 브래킷의 내단에서 갑판 종거더 사이 또는 갑판 종거더 사이의 수평거리(m)

제 5 절 격벽계단부 등의 보

501. 단면계수

격벽계단부, 축로정부 및 축로단실정부를 구성하는 갑판에 부착하는 보의 단면계수는 14장 207.에 규정한 것 이상이어야 한다.

제 6 절 디프탱크 정부의 보

601. 단면계수

디프탱크의 정부를 구성하는 갑판에 설치하는 보의 단면계수는 이 장에 따르는 이외에 그 갑판보의 상면을 h의 하단으로 하고 보를 휨보강재로 간주하여 15장 203.의 규정에도 적합하도록 하여야 한다.

제 7 절 특별히 무거운 중량을 지지하는 보

701. 갑판보의 보강

선루 또는 갑판실의 단부, 마스트, 양화기, 보기 등 기타 특별히 무거운 중량을 지지하는 갑판보는 치수의 증가, 갑판 거더 또는 필러의 증설 등에 의하여 적절한 보강을 하여야 한다.

제 8 절 특별한 화물을 적재하는 갑판의 보

801. 특별한 화물을 적재하는 갑판의 보의 단면계수

분포하중으로 다룰 수 없는 하중을 받는 갑판보의 단면계수는 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다. ⚓

제 11 장 갑판 거더

제 1 절 일반사항

101. 적용

종갑판보를 지지하는 갑판 트랜스버스 및 횡갑판보를 지지하는 갑판 종거더는 이 장의 규정에 따른다.

102. 배치

격벽리쎄스 및 탱크정부의 위치에는 가능한 한 4.6 m를 넘지 않는 간격으로 갑판 거더를 배치하여야 한다.

103. 구조 【지침 참조】

1. 갑판 거더는 면재를 가지는 구조로 하여야 한다.
2. 거더의 면재의 너비가 거더판의 한쪽으로 180 mm를 넘는 경우에는 약 3 m 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.
3. 거더를 구성하는 면재의 두께는 웨브의 두께 이상으로 하고 면재의 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l} \ \ (\mathrm{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm)
l : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 다만, 유효한 트리핑 브래킷이 있는 경우에는 그것을 지지점으로 할 수 있다.

4. 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 이상으로 하여야 하며 거더는 격벽에서 격벽까지 구간에서 모두 동일하게 하여야 한다.
5. 거더는 충분한 강성을 가진 것으로서 갑판에 과대한 처짐이나 갑판보에 과대한 부가응력이 미치지 아니하도록 주의하여야 한다.

104. 단부의 고착 【지침 참조】

1. 갑판 거더 단부의 고착은 **1장 304.**의 규정에 따른다.
2. 갑판 거더를 고착하는 격벽휨보강재 또는 보강거더는 그 갑판 거더를 충분히 지지할 수 있어야 한다.
3. 갑판 종거더는 연속구조로 하든가 또는 그 단부에서 유효하게 연속성이 유지될 수 있도록 하여야 한다.

제 2 절 갑판 종거더

201. 단면계수 【지침 참조】

1. 선박의 중앙부의 강력갑판의 갑판구 측선 밖에 설치하는 갑판 종거더의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.29l\,(bhl + kW) \ \ (\mathrm{cm}^3)$$

l : 거더의 지지점사이의 거리(m). 다만, 갑판 종거더를 유효한 브래킷으로 격벽에 고착시키는 경우에는 **1장 306.**의 규정에 따라 수정할 수 있다. (**그림 10.11.1** 참조)
b : 해당 거더로부터 좌우의 거더 또는 늑골의 내면에 이르는 각 구간의 중심사이 거리(m) (**그림 10.11.1** 참조)
h : 갑판에 따라 **10장 2절**에 규정하는 갑판하중(kN/m^2)
W : 갑판 사이의 필러가 지지하는 갑판하중(kN)으로 **12장 201.**의 규정에 따른다.
k : 다음 (가) 및 (나)에 따른다.

(가) 갑판 종거더를 지지하는 필러 또는 격벽으로부터 갑판 사이의 필러에 이르는 수평거리 a(m)와 l의 비에 따라 다음 식에 의한 계수 (**그림 10.11.1** 참조)

$$k = 12\frac{a}{l}\left(1-\frac{a}{l}\right)^2$$

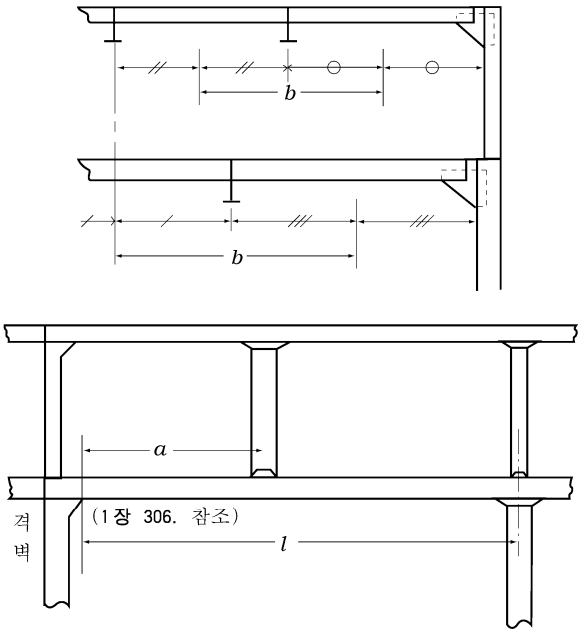


그림 10.11.1 b, l **및** a**의 측정방법**

(나) 갑판 사이의 필러가 1개인 경우에는 이와 가까운 쪽의 필러나 격벽으로부터 a를 측정하여 k를 정하고, 갑판 사이의 필러가 2개 이상인 경우에는 동일 필러나 격벽으로부터 a를 측정하여 각 갑판 사이의 필러에 대하여 정한 kW의 합과 기타의 필러 또는 격벽에 대하여 동일하게 정한 kW의 합 중 큰 쪽의 것을 kW로 사용한다.

2. 강력갑판의 갑판구측선 밖의 선박의 중앙부 부분 전후에 설치하는 갑판 종거더의 단면계수 Z는 1 항에서 규정하는 식의 계수를 점차 감소시킬 수 있다. 다만, 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.484l\,(bhl + kW) \quad (\mathrm{cm}^3)$$

b, h, l, W 및 k : 1 항의 규정에 따른다.

3. 각 항 이외의 위치에 설치하는 갑판 종거더의 단면계수는 2항의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
4. 분포하중으로 다룰 수 없는 화물을 적재하는 갑판의 경우, 필러에 의해 지지되는 갑판하중은 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다. 화물하중이 특정 지점에 집중하중으로 작용하는 경우, 그 집중하중을 상부 갑판사이의 필러가 지지하는 갑판 하중(W)으로 간주하여, 1항부터 3항의 규정을 적용할 수 있다.

202. 단면2차모멘트

거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$I = CZl \quad (\mathrm{cm}^4)$$

C : 계수로서 강력갑판의 갑판구 측선밖의 선박의 중앙부에 설치하는 갑판 종거더의 경우에는 1.6, 기타의 종거더의 경우에는 4.2로 한다.
Z : 201.의 규정에 의한 값
l : 201.의 1항에 따른다.

203. 웨브 두께

1. 거더 웨브의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 10S_1 + 1.5 \ \ (\mathrm{mm})$$

S_1 : 거더의 휨보강재 간격 또는 거더의 깊이 중 작은 것(m)

2. 거더의 단부 $0.2\,l$ 간의 웨브두께 t는 1 항 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t = \frac{4.43bhl}{d_0} + 1.5 \ \ (\mathrm{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm)

b, h 및 l : 201.의 1항에 따른다.

3. 디프탱크내에 설치하는 거더 웨브의 두께는 각 항의 식에 1 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

제 3 절 갑판 트랜스버스

301. 단면계수

1. 갑판 트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.484l\,(bhl + kW) \ \ (\mathrm{cm}^3)$$

l : 필러의 중심사이 또는 필러의 중심으로부터 보 브래킷의 내단까지의 거리(m)

b : 해당 거더로부터 전후의 거더 또는 격벽에 이르는 각 구간의 중심사이 거리(m)

h : 갑판에 따라 10장 2절에 규정하는 갑판하중(kN/m^2)

W 및 k : 201.의 규정에 따른다.

2. 분포하중으로 다룰 수 없는 화물을 적재하는 갑판의 경우, 필러에 의해 지지되는 갑판하중은 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다. 화물하중이 특정 지점에 집중하중으로 작용하는 경우, 그 집중하중을 상부 갑판사이의 필러가 지지하는 갑판 하중(W)으로 간주하여, 1항의 규정을 적용할 수 있다.

302. 단면2차모멘트

갑판 트랜스버스의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$I = 4.2Zl \ \ (\mathrm{cm}^4)$$

Z 및 l : 301.의 규정에 따른다.

303. 웨브 두께

갑판 트랜스버스 웨브의 두께는 203.의 규정을 준용한다.

제 4 절 탱크내의 갑판 거더

401. 단면계수

탱크내의 갑판 거더의 단면계수는 201., 301. 및 15장 204.의 1항에 적합하여야 한다.

402. 단면2차모멘트

거더의 단면2차모멘트는 15장 204.의 2항을 준용한다.

403. 웨브 두께

거더 웨브의 두께는 203., 303. 및 15장 204.의 3항에 적합하여야 한다.

제 5 절 창구측부의 갑판 거더

501. 갑판상 창구코밍이 높은 곳

노출갑판의 창구와 같이 코밍의 갑판상 높이가 높은 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 코밍의 수평휨보강재 이하의 부분 또는 수평휨보강재를 거더의 단면계수의 계산에 포함시킬 수 있다.

502. 창구 귀퉁이 부분의 강도의 연속

창구의 귀퉁이부에는 창구측 갑판 종거더 또는 그 연장부의 면재 및 창구단 보의 창구의 안팎 양쪽 부분의 면재를 유효하게 결합하고 강도의 연속성이 유지될 수 있는 구조로 하여야 한다.

제 6 절 창구단 보

601. 치수

창구단 보는 3절 및 4절의 규정을 준용한다. ⚓

제 12 장 필러

제 1 절 일반사항

101. 갑판사이의 필러

갑판사이의 필러는 가능한 한 그 상하 필러와 동일 수직선상에 설치하든가 또는 그 하중이 하부의 지지구조에 유효하게 전달될 수 있도록 하여야 한다.

102. 화물창내 필러 【지침 참조】

화물창내 필러는 내용골이나 이중저 거더의 선상 또는 가능한 한 이들의 가까이에 설치하고 그 상하단 고착부는 충분한 강도를 가져야 하며 하중이 유효하게 분산될 수 있는 구조로 하여야 한다.

103. 필러단부의 고착

필러의 상하 양단은 두꺼운 이중판 또는 필요에 따라 브래킷으로써 견고하게 고착시켜야 한다. 또한, 격벽리쎄스, 축로 정부 또는 디프탱크 정부 등을 지지하는 필러로서 인장하중을 받는 곳에 대하여는 그 하중에 견딜 수 있도록 견고하게 고착시켜야 한다.

104. 필러가 부착되는 부재의 보강

갑판, 축로 또는 늑골에 필러를 부착할 경우에는 그 부분을 충분히 보강하여야 한다.

제 2 절 필러의 치수

201. 필러의 단면적 【지침 참조】

1. 필러의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = \frac{0.223\,W}{2.72 - \dfrac{l}{k_0}} \qquad (\mathrm{cm}^2)$$

l : 필러의 하단이 부착되는 내저판, 갑판 또는 기타의 구조물 상면에서 그 필러에 의하여 지지되는 갑판보 또는 갑판 거더의 하면까지의 거리(m) (**그림 10.12.1** 참조)

k_0 : 필러의 최소 회전반지름(cm)

W : 필러가 지지하는 갑판하중(kN)으로서 다음 식에 의한 값

$$W = kw_0 + Sbh \quad (\mathrm{kN})$$

S : 해당 필러로부터 전후의 필러 또는 격벽휨보강재 또는 보강거더의 내면에 이르는 각 구간 사이의 중심사이의 거리(m) (**그림 10.12.1** 참조)

b : 해당 필러로부터 좌우의 필러 또는 늑골의 내면에 이르는 각 구간 사이의 중심 사이의 거리(m) (**그림 10.12.1** 참조)

h : 그 갑판에 따라 **10장 2절**에 규정하는 갑판하중(kN/m^2)

w_0 : 상부갑판사이의 필러가 지지하는 갑판하중(kN)

k : 해당 필러에서 갑판사이 필러까지의 수평거리 a_i(m)와 해당 필러에서 필러 또는 격벽까지의 거리 l_i (m)에 따라 다음 식에 의한 값 (**그림 10.12.1** 참조)

$$k = 2\left(\frac{a_i}{l_j}\right)^3 - 3\left(\frac{a_i}{l_j}\right)^2 + 1$$

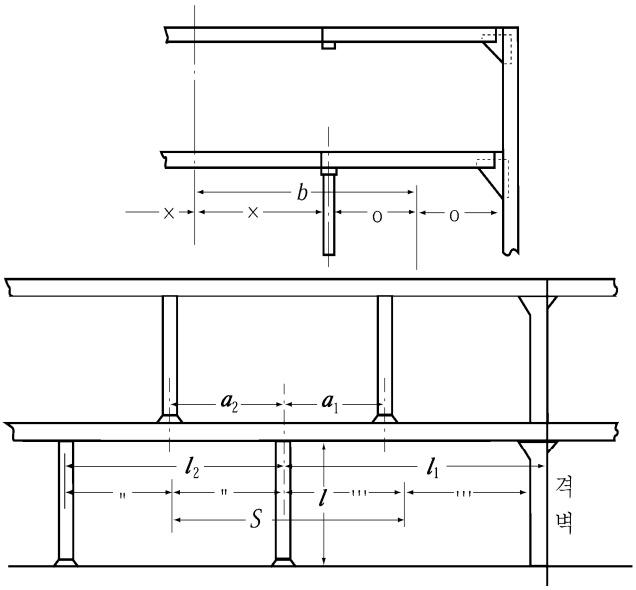


그림 10.12.1 S, b 및 l의 측정방법

2. 상부 갑판사이 필러가 2개 이상이 있는 경우에는 해당 필러에서 전방의 필러 또는 격벽과의 사이 및 해당 필러에서 후방의 필러 또는 격벽과의 사이에 있는 상부 갑판사이의 각 필러에 대하여 kw_0를 산정하여 그 합을 1항의 kw_0로 한다.
3. 해당 필러의 위치와 상부 갑판 필러의 위치가 좌우 서로 다른 경우에 대하여서도 각 항의 규정을 준용한다.
4. 분포하중으로 다룰 수 없는 화물을 적재하는 갑판의 경우, 필러에 의해 지지되는 갑판하중은 각각의 화물에 의한 하중 작용형태를 고려하여 결정하여야 한다. 화물하중이 특정 지점에 집중하중으로 작용하는 경우, 그 집중하중을 상부 갑판사이의 필러가 지지하는 갑판 하중(w_o)으로 간주하여, 1항과 2항의 규정을 적용할 수 있다.

202. 판의 두께

1. 원통형 필러의 판 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거주구역에 설치하는 것은 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.022 d_p + 3.6 \ \text{(mm)}$$

d_p : 필러의 실제 바깥지름(mm)

2. 조립필러의 웨브 및 플랜지의 두께는 국부좌굴에 대하여 충분한 것이어야 한다.

203. 원형 필러의 바깥지름

중실원형 필러 및 원통형 필러의 바깥지름은 50 mm 이상이어야 한다.

204. 디프탱크내에 설치하는 필러

1. 디프탱크내에 설치하는 필러는 원통형 필러를 사용하여서는 아니 된다.
2. 필러의 단면적 A는 201.에 규정하는 것 또는 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$a = 1.09 Sbh \ \text{(cm}^3\text{)}$$

S 및 b : 201.의 규정에 따른다.
h : 디프탱크 정판에서 넘침관 상단상 2 m까지의 거리에 0.7을 곱한 값(m)

205. 필러 대신에 설치하는 격벽

갑판 거더를 지지하는 격벽은 필러에 대하여 규정하는 것과 동등 이상의 지지력을 갖도록 보강하여야 한다.

206. 필러 대신에 설치하는 위벽

필러 대신에 설치하는 위벽은 갑판하중 및 측압을 충분히 지지할 수 있어야 한다. ⚓

제 13 장 선수미 구조

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 선수미부의 선저 및 선측구조에 적용한다.
2. 선측 횡늑골 및 종늑골에 대하여는 **8장**의 규정에 따른다.

102. 제수판 【지침 참조】

디프탱크로 사용하는 선수미창에는 선체 중심선에 유효한 제수판을 설치하든가 또는 모든 구조부재의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.

103. 작은 각도에 의한 부착 【지침 참조】

거더 웨브와 외판과의 각도가 특히 작을 경우에는 거더의 치수는 이 장의 규정에 의한 것보다 적절히 증가시켜야 하며 필요에 따라 트리핑을 방지하기 위하여 적절한 조치가 강구되어야 한다.

제 2 절 선수격벽 전부구조

201. 구조 및 배치 【지침 참조】

1. 선수격벽 전부에는 깊은 중심선 거더 또는 선체 중심선에 종격벽을 설치하여야 한다.
2. 횡식구조에서는 충분한 높이의 늑판을 늑골마다 설치하고 또한 그 늑판은 약 2.5 m를 넘지 않은 간격으로 설치된 측거더에 의하여 지지되어야 한다. 또한, 늑골은 상하의 간격이 약 2.5 m가 되도록 **202.**의 **5**항부터 **7**항까지의 구조에 의해서 지지되어야 한다.
3. 종식구조에서는 약 2.5 m의 간격으로 선저 종늑골 및 선측 종늑골을 지지하는 선저 트랜스버스 및 선측트랜스버스를 설치하여야 한다. 선저 트랜스버스 및 선측 트랜스버스는 각각 약 4.6 m의 간격으로 설치한 측거더, 선측 스트링거 또는 크로스타이로 지지되어야 한다. 또한, 선측 트랜스버스는 선저 트랜스버스와 유효하게 고착시켜야 한다.

202. 횡식구조

1. 중심선거더 및 늑판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.045\,L + 4.5\ (\mathrm{mm})$$

2. 늑판은 적절한 깊이로 하고 또한 필요에 따라 휨보강재를 적절히 설치하여야 한다.
3. 늑판 및 중심선거더의 상단은 적절히 보강하여야 한다.
4. 측거더의 두께는 중심선 거더의 두께와 가능한 한 같게 하고 그 깊이는 늑판의 높이에 따라 적절히 정하여야 한다.
5. 보강보(panting beam)를 각 늑골마다 설치하고 여기에 경감구멍을 뚫은 강판을 선측에서 선측까지 설치하는 경우의 보강보의 단면적 A 및 강판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 0.1L + 5\ \ (\mathrm{cm}^2)$$
$$t = 0.02L + 4.5\ \ (\mathrm{mm})$$

6. 선측 스트링거를 설치할 경우 그 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

깊이 : $d_1 = 200\,l\ (\mathrm{mm})$, $5.3L + 250\,(\mathrm{mm})$ 또는 횡늑골 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 중 가장 큰 값
단면계수 : $Z = 8\,Shl^2\ \ (\mathrm{cm}^2)$
웨브의 두께 : $t = 0.02L + 5.5\ (\mathrm{mm})$

S : 선측 스트링거가 지지하는 너비(m)
h : S의 중앙으로부터 용골상면상 0.12 L인 점까지의 수직거리(m). 다만, h가 0.06 L 미만일 때에는 0.06 L(m)로 한다.
l : 선측 스트링거의 지지점사이 거리(m)

7. 늑골 한개 건너마다 보강보를 설치하고 갑판스트링거판에 고착시킨 경우, 보강보 및 갑판스트링거판의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

보강보
단면적 : $A = 0.3L$ (cm^2)

갑판스트링거판
너비 : $b = 5.3L + 250$ (mm)
두께 : $t = 0.02L + 5.5$ (mm)

203. 종식구조

1. 선체 중심선에서 지지되는 선저 트랜스버스의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

깊이 : $d_1 = 200l$ (mm)과 $8.5L + 180$ (mm) 중 큰 값
단면계수 : $Z = 1.2SLl^2$ (cm^2)
웨브의 두께 : 다음 2개의 식 중 큰 값

$$t_1 = 42\frac{Shl_0}{d_0} + 1.5 \text{ (mm)}$$
$$t_2 = 0.02L + 5.5 \text{ (mm)}$$

S : 트랜스버스의 간격(m)
l : 트랜스버스 지지점사이의 거리(m)
d_0 : 트랜스버스의 깊이에서 슬롯 깊이를 뺀 값(mm)

2. 중심선 거더의 치수는 1항에 규정된 선저 트랜스버스의 치수 이상이어야 한다.
3. 종늑골을 지지하는 선측 트랜스버스의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

깊이 : $d_1 = 200l_0$ (mm), $5.3L + 250$ (mm) 및 종늑골 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 중 가장 큰 값
단면계수 : $Z = 8Shl_0^2$ (cm^3)
웨브의 두께 : 다음 2개의 식 중 큰 값

$$t_1 = 42\frac{Shl_0}{d_0} + 1.5 \text{ (mm)}$$
$$t_2 = 0.02L + 5.5 \text{ (mm)}$$

S : 트랜스버스의 간격(m)
d_0 : 1항의 규정에 따른다.
h : l_0의 중앙으로부터 용골상면상 0.12 L까지의 수직거리(m). 다만, h가 0.06 L 미만일 때에는 0.06 L (m)로 한다.
l_0 : 선측 트랜스버스의 전 길이(m)

4. 선측 트랜스버스에는 약 3 m를 넘지 않는 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하고 또한, 종늑골을 관통하는 곳마다 웨브에 휨보강재를 설치하여 보강하여야 한다.

5. 선측 트랜스버스를 지지하는 선측 스트링거의 치수는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

깊이 : $d_1 = 200l_1$ (mm)와 $5.3L + 250$ (mm) 중 큰 값
단면계수 : $Z = 4Shl_0l_1$ (cm^3)
웨브의 두께 : 다음 2개의 식 중 큰 값

$$t_1 = 31\frac{Shl_1}{d_0} + 1.5 \text{ (mm)}$$
$$t_2 = 0.02L + 5.5 \quad \text{(mm)}$$

S : 선측 스트링거가 지지하는 너비(m)
h : S의 중앙으로부터 용골상면상 0.12 L까지의 수직거리(m). 다만, h가 0.06L 미만일 때에는 0.06 L(m)로 한다.
l_0 : 3항의 규정에 따른다.
l_1 : 선측 스트링거의 전 길이(m)
d_0 : 1항의 규정에 따른다.

6. 선측 트랜스버스를 지지하는 크로스타이의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$\frac{l}{k} \geq 0.6 : \ A = \frac{0.77Sbh}{1-0.5\frac{l}{k}} \text{ (cm}^2\text{)}$$
$$\frac{l}{k} < 0.6 : \ A = 1.1Sbh \text{ (cm}^2\text{)}$$

S : 트랜스버스의 간격(m).
b : 크로스타이가 지지하는 너비(m).
h : b의 중앙으로부터 용골상면상 0.12 L인 점까지의 수직거리(m). 다만, h가 0.06 L(m) 미만일 때에는 0.06 L(m)로 한다.
l : 크로스타이의 길이(m).
k : 크로스타이의 최소회전 반지름으로 다음 식에 의한 것(cm).

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 크로스타이의 최소단면2차모멘트(cm^4)
A : 크로스타이의 단면적(cm^2)

(1) 크로스타이는 브래킷 혹은 기타에 의하여 트랜스버스에 유효하게 고착시켜 지지재가 결합하는 위치에서는 트랜스버스에 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.
(2) 크로스타이의 면재의 너비가 웨브의 한쪽에서 150 mm를 넘는 경우에는 웨브에 적절한 간격으로 휨보강재를 설치하고 이를 면재와 고착시켜 면재를 지지하도록 하여야 한다.

제 3 절 선미격벽 후부구조

301. 늑판

선미창내의 늑판의 치수 및 구조에 대하여는 202.의 규정에 따른다.

302. 늑골

늑골의 외면을 따라서 측정한 늑골의 지지점사이의 거리가 2.5 m를 넘을 때에는 늑골의 치수를 증가하든가 또는 선측 종거더, 휨보강재 등을 증설해서 선측의 강성을 증가시켜야 한다.

303. 기타의 구조부재

선미창내를 2절에 규정하는 선수창내와 같은 구조로 할 경우에는 횡거더, 종거더, 크로스타이 등의 치수는 2절에 규정한 값의 67 %로 할 수 있다. ⚓

제 14 장 수밀격벽

제 1 절 수밀격벽의 배치

101. 선수격벽 【지침 참조】

1. 모든 선박은 구조상 특별한 사유에 의하여 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고, 근해구역을 항해구역으로 하는 총톤수 500톤미만의 선박, 연해구역 이내를 항해구역으로 하는 선박 및 어선에 있어서는 건현용 길이(L_f)의 전단으로부터 0.05 L_f 와 0.13 L_f 와의 사이에, 그 외의 선박에 있어서는 건현용 길이의 전단으로부터 0.05 L_f와 0.05 L_f + 3 m 사이에 선수격벽을 설치하여야 한다. 다만, 최소형깊이의 85 % 위치의 흘수선하에서 선체의 일부가 건현용 길이의 전단보다 전방에 연장되어 있는 경우에는 위 거리는 다음 각 호 중 작은 쪽에 해당하는 위치로부터 측정하는 것으로 한다.
   (1) 해당 연장부의 중심점
   (2) 위 전단으로부터 전방 0.015 L_f되는 점
2. 1항에 규정하는 범위에서는 격벽에 계단부 또는 리쎄스를 설치하여도 좋다.
3. 선수문을 설치하는 선박의 선수격벽의 배치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 다만, 경사램프가 건현갑판 상방의 선수격벽의 일부를 형성할 경우에는 건현갑판 상방 2.3 m를 넘는 램프의 부분은 1항에 규정하는 범위를 넘어서 전방에 연장하여도 된다. 이 때 램프는 전 길이를 풍우밀로 하여야 한다.

102. 선미격벽

1. 모든 선박은 적절한 위치에 선미격벽을 설치하여야 한다.
2. 선미관은 선미격벽 또는 기타 적절한 구조에 의하여 수밀구획내에 설치하여야 한다.

103. 기관실 격벽

1. 기관실의 전후단에는 수밀격벽을 설치하여야 한다.
2. 선미에 기관실이 배치된 선박의 경우에는 1항의 격벽중 기관실 후단격벽을 102.의 선미격벽으로 간주할 수 있다.

104. 화물창내 격벽 【지침 참조】

1. L이 67 m 이상인 일반화물선에는 101.부터 103.에 규정하는 수밀격벽 이외에 적절한 간격으로 화물창내 수밀격벽을 설치하여야 하고 101.부터 103.에 규정하는 수밀격벽을 포함한 수밀격벽의 총 합계가 표 10.14.1에 의한 것 이상이어야 한다.

표 10.14.1 수밀격벽의 수

선박의 길이 (m)	수밀격벽의 총수	
	선미기관실 선박	선미기관실 이외의 선박
$67 \le L < 87$	4	4
$87 \le L < 90$	4	5

2. 격벽의 배치는 우리 선급이 인정하는 경우에는 1항의 규정에 따르지 아니할 수 있다.

105. 격벽의 높이

101.부터 104.에 규정하는 수밀격벽은 다음의 각 호에서 규정하는 것을 제외하고는 적어도 건현갑판까지 도달하게 하여야 한다.
   (1) 저선미루 및 저선수루의 위치에 있는 수밀격벽의 높이는 저선미루 갑판 또는 저선수루 갑판까지 도달하게 하여야 한다.
   (2) 건현갑판하의 장소로 통할 수 있도록 폐쇄되지 않는 개구를 내부에 갖는 선수루 또는 긴 선수루를 설치할 때에는

선수격벽은 선루갑판까지 연장하고 풍우밀로 하여야 한다. 다만, 그 연장부가 101.에 규정하는 범위내에 있고 계단부를 형성하는 갑판부분이 풍우밀일 경우에는 연장부는 하방의 선수격벽 바로 위에 설치할 필요는 없다.

(3) 선미격벽은 건현갑판하방에서 만재흘수선상방에 있는 갑판까지 도달하여도 좋다. 다만, 그 갑판은 격벽으로부터 선미까지 수밀구조로 하여야 한다.

106. 구조

1. 101.부터 105.에 규정하는 수밀격벽이 강력갑판까지 도달하지 않을 경우에는 그 격벽의 바로 위 또는 그 근방에 강력갑판까지 도달하는 특설늑골 또는 부분격벽을 설치하여 선체의 횡강도 및 횡강성을 갖도록 하여야 한다.
2. 화물창내 격벽의 간격이 30 m를 넘을 때에는 적절한 방법에 의하여 선체의 횡강도 및 횡강성을 갖도록 하여야 한다.

107. 체인로커 【지침 참조】

1. 서퍼링 관(spurling pipes) 및 체인로커는 노출갑판에 이르기까지 수밀이어야 한다. 그러나 분리된 체인로커들 사이에 위치한 격벽이나, 체인로커들의 공통 경계를 이루는 격벽)은 수밀일 필요는 없다.
2. 접근설비가 설치된 경우, 견고한 덮개로 폐쇄되어야 하며 좁은 간격의 볼트로 고정이 되어야 한다.
3. 서퍼링 관 또는 체인로커로의 접근설비가 노천갑판 하부에 설치되는 경우, 출입구 덮개와 고정설비는 우리 선급이 인정하는 표준(ISO 5894 등)에 따르거나 수밀 맨홀 덮개와 동등한 수준이어야 한다. 출입구 덮개에 대한 고정설비로서 나비형너트(butterfly nuts) 및/또는 경첩식볼트(hinged bolts)는 사용할 수 없다.
4. 앵커체인이 지나가는 서퍼링 관에는 물의 유입을 최소화 할 수 있는 영구적으로 부착된 폐쇄장치를 설치하여야 한다.

제 2 절 수밀격벽의 구조

201. 두께

격벽판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 3.2S\sqrt{h} + 1.5 \text{ (mm)}$$

S : 격벽횡보강재의 간격(m)

h : 선체 중심선에 있어서 각 격벽판의 아래 가장자리로부터 격벽갑판까지의 거리(m). 다만, 3.4 m 미만으로 하여서는 아니 된다.

202. 두께의 증가

1. 격벽의 최하부에 사용하는 판의 두께는 201.에서 규정하는 두께에 1 mm를 더한 것 이상으로 하여야 한다.
2. 격벽의 최하부에 사용하는 판의 높이는 이중저 구조에서는 내저판의 상면으로부터 610 mm 이상, 단저구조에서는 용골의 상면으로부터 915 mm 이상으로 하고 격벽의 한쪽만이 이중저 구조일 경우에는 위의 두가지 경우 중에서 큰 것으로 하여야 한다.
3. 빌지웰(bilge well)이 접하는 격벽판의 두께는 201.에서 규정하는 두께에 2.5 mm를 더한 것 이상으로 하여야 한다.
4. 선미관 또는 추진축이 관통하는 부분의 격벽판은 201.의 규정에 관계없이 이중판으로 하든가 또는 그 두께를 증가시켜야 한다.

203. 횡보강재 【지침 참조】

격벽횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CShl^2 \text{ (cm}^2\text{)}$$

l : 격벽횡보강재의 지지점 사이의 전 길이(m)로서 그 끝에서는 고착부의 길이를 포함하는 것으로 한다. 다만, 거더를 설치할 때에는 고착부의 끝으로부터 가장 가까운 거더까지의 거리 또는 거더 사이의 거리로 한다.

S : 격벽횡보강재의 간격(m)

h : 선체 중심선에 있어서 수직휨보강재는 l의 중앙으로부터, 수평휨보강재는 상하 격벽휨보강재 사이의 중앙으로부터 각각 격벽갑판까지의 수직거리(m). 다만, 그 거리가 6.0 m 미만일 때에는 그 거리의 0.8배에 1.2를 더한 것

C : 계수로서 격벽휨보강재 끝부분의 고착조건에 따라 **표 10.14.2**에 정하는 값

표 10.14.2 C의 값

	상단 / 하단	수평거더에 의해 지지되는 러그고착	고착방법		스닙
			A형	B형	
수직 휨보강재	거더로 지지 또는 러그 고착	2.80	2.80	3.22	3.78
	브래킷 고착	2.24	2.24	2.52	2.80
	면재 스닙, 웨브 고착	3.22	3.22	3.78	4.48
	스닙	3.78	3.78	4.48	5.60
수평 휨보강재	일단 / 타단	거더로 지지, 러그 고착 또는 브래킷 고착			스닙
	거더로 지지, 러그 고착 또는 브래킷 고착	2.80			3.78
	스닙	3.78			5.60

(비고)
1. "러그 고착"이라 함은 격벽휨보강재의 웨브 및 면재가 격벽판, 갑판 및 내저판 등에 유효하게 고착되고 그 반대측이 유효한 지지재로 보강되어 있는 구조를 말한다.
2. "A형 고착"이라 함은 해당 격벽휨보강재와 같은 정도 이상의 인접면내 격벽휨보강재와의 브래킷 고착이든가 또는 이와 동등의 고착을 말한다. (**그림 10.14.1** (a) 참조)
3. "B형 고착"이라 함은 보 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다. (**그림 10.14.1** (b) 참조)

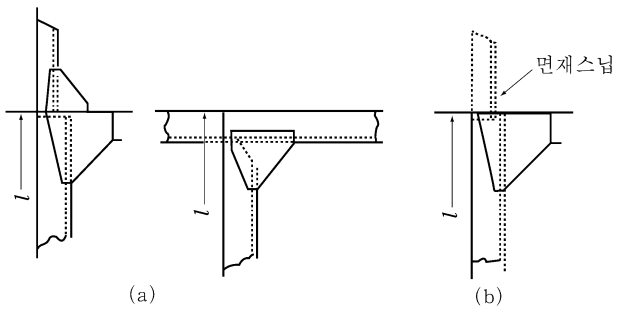


그림 10.14.1 끝부분의 고착 방법

204. 선수격벽

선수격벽판의 두께 및 휨보강재의 단면계수는 **201.** 및 **203.**의 식 중 h를 규정에 의한 것의 1.25배로 하여 정한 것 이상이어야 한다.

205. 보강거더

1. 격벽휨보강재를 지지하는 보강거더(이하 **거더**라고 한다)의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 4.75\,Shl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 거더가 지지하는 면적의 너비(m)

h : 선체중심선에 있어서 수평거더일 때에는 S의 중앙으로부터, 수직거더일 때에는 l의 중앙으로부터 각각

격벽갑판까지의 수직거리(m). 다만, 그 거리가 6.0 m 미만일 때에는 그 거리의 0.8배에 1.2를 더한 것

l : 거더의 전 길이(m)

2. 거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 미만이어서는 아니 된다.

$$I = 10hl^4 \ (\mathrm{cm}^4)$$

h 및 l : 1 항의 규정에 따른다.

3. 거더의 웨브 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.01S_1 + 1.5 \ (\mathrm{mm})$$

S_1 : 거더의 휨보강재의 간격 또는 거더 깊이 중 작은 것(mm)

4. 트리핑 브래킷은 약 3 m의 간격으로 설치하고 면재의 한쪽 너비가 180 mm를 넘을 경우에는 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.

206. 격벽판, 갑판 등의 보강

휨보강재 및 보강거더의 끝부분을 고착하는 곳의 격벽판, 갑판 및 내저판 등은 필요에 따라 그 반대측에 유효한 지지재를 설치하여 보강하여야 한다.

207. 격벽리쎄스의 구조

1. 격벽이 리쎄스로 되어 있을 때에는 상방격벽의 하단 및 계단부의 각 늑골의 위치에 10장 403. 및 보의 간격을 격벽휨보강재의 간격으로 간주하여 203.의 규정에 따라 보를 설치하여야 한다. 다만, 상방격벽의 하단의 보는 격벽의 구조를 특히 견고하게 한 경우에는 생략하여도 좋다.
2. 격벽 계단부의 갑판의 두께는 이와 같은 높이의 격벽판으로 보고 보의 간격을 격벽휨보강재의 간격으로 보았을 때의 201.의 식에 의한 두께에 1 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 그 부분의 갑판의 두께 미만이어서는 아니 된다.
3. 격벽의 계단부를 지지하는 필러의 치수는 계단부의 상면에 작용하는 수압을 고려하여 정하고 그 필러의 고착은 그 하면에 작용하는 수압에 견딜 수 있도록 하여야 한다.

208. 수밀문을 설치할 때의 구조

격벽에 수밀문을 설치하기 위하여 격벽휨보강재를 절단하든가 또는 그 간격을 증가할 때에는 문에 적절한 틀을 붙이고 그 주위에는 충분한 보강을 하여 문을 설치하지 않았을 때의 격벽의 강도 및 강성을 갖도록 충분히 튼튼한 구조로 하여야 한다. 이 경우 개구 주위에 붙이는 틀은 격벽휨보강재로 간주하지 아니한다.

제 3 절 수밀문 *(2020)*

301. 일반

1. 규칙 3편 14장 401.에 따른다.

302. 수밀문의 형식 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 402.에 따른다.

303. 강도와 수밀성 등 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 403.에 따른다.

304. 조작 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 404.에 따른다.

305. 표시장치 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 405.에 따른다.

306. 경보장치 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 406.에 따른다.

307. 전원 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 407.에 따른다.

308. 경고판 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 408.에 따른다.

309. 슬라이딩 문 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 409.에 따른다.

310. 힌지 문 및 롤러 문

1. 규칙 3편 14장 410.에 따른다.

311. 시험 【지침 참조】

1. 규칙 3편 14장 412.에 따른다. ⚓

제 15 장 디프탱크

제 1 절 일반사항

101. 용어

디프탱크라 함은 물, 연료유 또는 기타의 액체를 적재하기 위하여 선체구조의 일부로서 구성되는 탱크를 말한다. 기름을 적재하는 탱크로서 표시할 필요가 있는 것은 “디프기름탱크(deep oil tank)"라고 명시한다.

102. 적용

1. 선수미 탱크 격벽 및 디프탱크의 주위 격벽(다만, 인화점이 60°C 이하의 기름을 적재하는 탱크는 제외한다)의 구조는 이 장의 규정에 따른다. 다만, 수밀격벽을 겸하는 부분에 대하여는 14장의 규정에도 적합하여야 한다.
2. 인화점이 60°C 이하의 기름을 적재하는 디프탱크의 구조에 대하여는 이 장의 규정 이외에 23장 및 24장의 규정을 적용한다.

103. 탱크내의 구획 【지침 참조】

1. 디프탱크는 적당한 크기로 하고 탱크내에는 항해상태 및 액체 적재 또는 배출시의 선박 안전성능상의 필요에 의하여 종통수밀 구획격벽을 설치하여야 한다.
2. 청수탱크, 연료유탱크 기타 항해시에 만재되지 않은 디프탱크에는 그 구조부재에 걸리는 동적인 힘을 최소한으로 줄이기 위하여 필요한 정도의 구획벽 또는 깊은 구획판을 적절히 설치하여야 한다.
3. 2항의 규정을 적용하기 힘들 경우에는 본 장에서 규정하는 여러 구조부재의 치수를 적절히 증가시켜야 한다.
4. 종통수밀 구획격벽이 항해시 항상 만재상태 또는 공창상태에 있는 디프탱크내에 설치되어 양측으로부터 압력을 받는 것은 14장에서 규정하는 수밀격벽에 대한 치수로 하여도 좋다. 이 경우 디프탱크에는 디프 해치웨이 등을 설치하고 또한 항해중에 탱크가 만재상태로 유지되어 있는가를 확인하기 위한 검사플러그를 설치하여야 한다.

제 2 절 디프탱크 격벽

201. 적용

디프탱크의 격벽 및 주위벽을 구성하는 갑판 등의 구조는 이 장에 규정하는 것 이외에 14장의 규정에도 적합하여야 한다.

202. 격벽판 *(2020)* 【지침 참조】

격벽판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 3.6S\sqrt{h} + 2.5 \ \text{(mm)}$$

S : 격벽횡보강재의 간격(m)

h : 수두로서 다음의 h_1 또는 h_3 중 큰 것(m)

h_1 : 해당 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침관 상단사이의 1/2 이 되는 곳까지의 수직거리(m). 다만, 큰 탱크의 격벽에 대하여는 적당한 부가수압을 고려하여야 한다.

h_3 : 해당 격벽판의 하단으로부터 넘침관 상단상 2.0 m 까지의 거리에 0.7 을 곱한 것(m). 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, h_4 의 수두를 추가로 고려하여야 한다.

h_4 : 해당 격벽판 하단으로부터 넘침관(또는 공기관) 상단까지의 높이에 초과수두를 더한 곳까지의 수직거리(m) (평형수 교환 중의 주수 또는 초과주수에 의한 넘침관에서의 초과수두는 설계자에 의해 제시되어야 한다. 단 2.5 m이상이어야 한다.) 다만, 큰 탱크의 격벽에 대하여는 적당한 부가수압을 고려하여야 한다.

203. 격벽횡보강재 *(2020)* 【지침 참조】

격벽횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CShl^2 \ (\mathrm{cm}^3)$$

S 및 l : 14장 203.의 규정에 따른다.

h : 수두로서 202.에 의한 h_1 또는 h_3 중 큰 것(m). 다만 h는 수직 횡보강재는 l의 중앙으로부터, 수평 횡보강재일 때에는 상하 격벽횡보강재 사이의 중앙을 하단으로 한다. 다만, 큰 탱크의 격벽에 대하여는 적당한 부가수압을 고려하여야 한다. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 202.에 의한 h_4 를 추가로 고려하여야 한다.

C : 계수로서 격벽횡보강재의 끝부분의 고착조건에 따라 표 10.15.1에 정하는 값

표 10.15.1 C의 값

타단 \ 일단	견고한 브래킷 고착	유연한 브래킷 고착	거더 지지 또는 러그 고착	스 닙
견고한 브래킷 고착	4.90	8.05	5.95	9.10
유연한 브래킷 고착	8.05	5.95	9.10	8.05
거더 지지 또는 러그 고착	5.95	9.10	7.00	10.50
스닙	9.10	8.05	10.50	10.50

(비고)
1. 견고한 브래킷 고착이라 함은 이중저 또는 해당 횡보강재와 같은 정도 이상의 인접면내 횡보강재와의 브래킷 고착 또는 이와 동등한 고착을 말한다. (그림 10.14.1 (a) 참조)
2. 유연한 브래킷 고착이라 함은 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다. (그림 10.14.1 (b) 참조)

204. 보강거더 【지침 참조】

1. 횡보강재를 지지하는 보강거더(이하 **거더**라고 한다)의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7.13Shl^2 \ (\mathrm{cm}^3)$$

S : 거더가 지지하는 면적의 너비(m)

h : 수평거더일 때에는 S의 중앙으로부터, 수직거더일 때에는 l의 중앙으로부터 203.에서 규정하는 h의 상단까지의 수직거리(m)

l : 거더의 전 길이(m)

2. 거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 미만이어서는 아니 된다.

$$I = 30hl^4 \ (\mathrm{cm}^4)$$

h 및 l : 1 항의 규정에 따른다.

3. 거더 웨브의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.01S_1 + 2.5 \ (\mathrm{mm})$$

S_1 : 거더의 횡보강재 간격 또는 거더의 깊이 중 작은 값(mm)

205. 크로스타이

1. 디프탱크 격벽에 설치된 거더를 탱크를 가로 지르는 유효한 크로스타이로 결합할 경우에는 204.의 1항에서 규정하는 거더의 전 길이(l)는 거더의 끝부분과 크로스타이 중심사이 또는 인접 크로스타이의 중심사이의 거리로 할 수 있다.
2. 크로스타이의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.3 S b_s h \quad (\mathrm{cm}^2)$$

S 및 h : 204.의 규정에 따른다.
b_s : 크로스타이가 지지하는 너비(m)

3. 크로스타이가 결합되는 부분은 거더와 브래킷으로 고착시켜야 한다.

206. 정부 및 저부의 구조부재

디프탱크의 정부 및 저부의 구조부재의 치수는 이들을 그 위치에 있는 디프탱크 격벽으로 간주하여 이 장의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 그 곳의 강갑판 등의 규정에 의한 것 미만이어서는 아니 된다. 또한, 디프탱크 정판의 두께는 202.의 식에 의한 두께에 1 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

207. 치수의 경감

항해 중에 해수에 접하지 않는 격벽판 및 거더의 두께는 202.및 204.의 규정에 의한 두께에서 다음의 값을 감할 수 있다.

한쪽면이 해수에 접하지 않는 판	0.5 mm
양쪽면이 해수에 접하지 않는 판	1.0 mm

다만, 선저부 등에 빌지가 고이기 쉬운 곳의 격벽판은 해수에 접하는 것으로 간주한다.

208. 파형격벽 *(2016)*

파형격벽의 구조는 3편 15장 207.에 따른다.

제 3 절 디프탱크의 설비

301. 물 및 공기구멍

디프탱크내의 모든 부재에는 적절한 물 및 공기구멍을 설치하여 물 또는 공기의 일부가 탱크 내에 남아있지 않게 하여야 한다.

302. 배수

디프탱크 정부에는 적절한 배수장치를 설치하여야 한다.

303. 검사 플러그(inspection plug)

103.의 4항의 규정에 의하여 디프탱크 정판에 설치하는 검사플러그는 언제나 접근할 수 있는 위치에 붙이고 탱크에 물을 채울 때에는 가능한 한 검사플러그를 열어두고 채워야 한다.

304. 코퍼댐

1. 다음의 액체를 적재하는 탱크들이 서로 인접할 때에는 코퍼댐을 설치하여야 한다. 다만, 연료유탱크와 윤활유탱크 사이의 격벽을 완전용입(full penetration) 용접하는 경우에는 코퍼댐의 설치를 면제할 수 있다.
   (1) 연료유
   (2) 윤활유
   (3) 식물성 기름
   (4) 청수

2. 1항에 의한 코퍼댐에는 **5편 6장 201.**에 따른 공기관 장치를 설치하여야 하며, 검사가 용이하도록 적절한 크기의 맨홀을 설치하여야 한다.
3. 선원실 및 여객실은 연료유탱크의 격벽 또는 정판에 인접하여 설치하여서는 아니 된다. 이들의 구획 사이에는 통풍이 잘 되고 또한 사람이 통행할 수 있는 600 mm 이상의 간격을 갖는 코퍼댐을 설치하여야 한다. 다만, 기름탱크 정판에 개구가 없고 38 mm 이상의 불연성 피복재가 시공되어 있는 경우에는 정판의 코퍼댐은 생략할 수 있다.

제 4 절 파형격벽의 용접 *(2016)*

401. 일반

파형격벽의 용접은 **3편 15장 4절**에 따른다. ⚓

제 16 장 선루 및 갑판실

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 선박에는 선수루를 설치하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 생략할 수 있다.
   (1) 하기건현 산정을 위한 선수높이 요건을 만족하는 선박
   (2) 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 길이 60미터 이하의 유탱커로서 국내항해에 종사하는 선박
      (가) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박
      (나) 평수구역으로부터 해당 선박의 최고속력으로 2시간이내에 왕복할 수 있는 구역에 한정하여 운항하는 선박
      (다) 선수수선 위치의 계획만재흘수선에서 선수루갑판의 현측까지의 수직거리가 0.05 L 이상인 선박
   (3) 유탱커 이외의 선박으로서 연해구역(국제항해 제외) 이하를 항해구역으로 하는 선박 및 근해구역(국제항해 제외)을 항해구역으로 하는 선박길이 60미터 이하의 선박
   (4) 그 외 우리 선급이 충분하다고 인정하는 선수건현을 갖는 경우
2. 선루와 갑판실의 구조 및 치수는 이 장에 규정하는 것 이외에는 해당 각 장의 규정에 따른다.
3. 이 장의 규정은 건현갑판상 제3층까지의 선루 및 갑판실에 대하여 적용한다. 제3층보다 상층의 선루와 갑판실의 구조 및 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
4. 특히 건현이 큰 선박의 선루 및 갑판실은 우리 선급의 승인을 얻어 단부격벽의 구조를 적절히 경감할 수 있다.

제 2 절 구조

201. 수두

1. 선루단 격벽과 갑판실 주위벽의 치수를 산정하기 위한 수두 h는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$h = ac(0.067bL - y)\ \text{(m)}$$

a : **표** 10.16.1에 따른다.
b : **표** 10.16.2에 따른다.
c : **표** 10.16.3에 의한 값
y : 만재흘수선으로부터, 격벽휨보강재의 치수를 결정할 때에는 격벽휨보강재 스팬의 중앙까지, 격벽 및 주위벽판의 두께를 결정할 때에는 판의 중앙까지의 수직거리(m)

2. 1항의 규정에 관계없이 수두 h는 **표** 10.16.4에 의한 것 이상이어야 한다.

표 10.16.1 a의 값

격벽	위치	a
보호되지 않은 전단벽	제 1 층	$\frac{L}{120}+2.0$
	제 2 층	$\frac{L}{120}+1.0$
	제 3 층	$\frac{L}{150}+0.5$
측벽과 보호된 모든 전단벽		
후단벽	선박의 중앙부보다 후방	$\frac{L}{1000}-0.8\frac{x}{L}+0.7$
	선박의 중앙부보다 전방	$\frac{L}{1000}-0.4\frac{x}{L}+0.5$
L : 선박의 길이(m) x : 격벽 또는 주위벽으로부터 후부수선(AP)까지의 거리(m). 측벽에서는 측벽의 중앙으로부터 후부수선까지의 거리로 한다. 다만, 측벽의 길이가 0.15 L을 넘는 경우에는 0.15 L을 넘지 아니하도록 동등한 구획으로 나누어 각 구획의 중앙으로부터 후부수선까지의 거리로 한다.		

표 10.16.2 b의 값

$\frac{x}{L}$	b
$\frac{x}{L}<0.45$	$\left(0.5-1.1\frac{x}{L}\right)^2+1.0$
$\frac{x}{L}\geq 0.45$	$1.5\left(1.1\frac{x}{L}-0.5\right)^2+1.0$
L, x : 표 10.16.1에 따른다.	

표 10.16.3 c의 값

위치	c
선루단 격벽	1.0
갑판실 주위벽	$0.7\frac{b'}{B'}+0.3$ 다만, $\frac{b'}{B'}$의 값이 0.25 미만일 때에는 0.25로 한다.
b' : 고려하는 위치에 있어서 갑판실의 너비(m) B' : 고려하는 위치에 있어서 노출갑판상에서 측정한 선박의 너비(m)	

표 10.16.4 수두 h

선박의 길이(m)	수두 h (m)	
	제1층의 보호되지 않은 전단벽	기타
$L \leq 50$	3.0	1.5
$50 < L < 90$	$\frac{L}{100}+2.5$	$\frac{L}{200}+1.25$

202. 격벽 및 주위벽의 판두께

1. 선루단 격벽 및 갑판실 주위벽의 판 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 3S\sqrt{h} \ \ (\mathrm{mm})$$

h : 201.에 규정하는 수두(m)
S : 격벽휨보강재의 간격(m)

2. 1 항의 규정에 관계없이 격벽 및 주위벽 판의 두께 t는 다음 식에 의한 것과 5 mm 중 큰 것 이상이어야 한다.

제1층의 격벽판 : $t = \dfrac{L}{100} + 4.0 \ \ (\mathrm{mm})$

기타의 격벽판 : $t = \dfrac{L}{100} + 3.0 \ \ (\mathrm{mm})$

203. 격벽휨보강재

1. 선루단 격벽 및 갑판실 주위벽의 휨보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 3.5Shl^2 \ \ (\mathrm{cm}^3)$$

S 및 h : 202.의 규정에 따른다.
l : 그 곳의 갑판사이 거리(m). 다만, 2 m 미만일 때에는 2 m로 한다.

2. 노출된 선루격벽 및 갑판실 주위벽의 휨보강재 양단은 우리 선급의 승인을 얻은 경우를 제외하고 갑판에 용접으로 고착시켜야 한다.

제 3 절 선루단 격벽에 설치하는 출입구

301. 출입구의 폐쇄장치 【지침 참조】

1. 둘러싸인 선루단 격벽의 출입구 및 건현갑판하의 장소 또는 둘러싸인 선루안의 장소로 통하는 승강구를 보호하는 갑판실의 출입구에 설치하는 문은 다음 각 호의 규정에 따른 것이어야 한다.
(1) 강 또는 이와 동등한 재료로서 항구적이고 견고하게 설치할 것
(2) 구조는 개구가 없는 격벽과 동등한 강도를 갖도록 견고하여야 하며 닫았을 때에는 비바람을 막을 수 있을 것
(3) 비바람을 막는 방법으로는 가스킷 및 클램핑 장치 또는 이와 동등한 방법으로 구성된 것으로 격벽 또는 문에 항구적으로 고착시킬 것
(4) 문은 격벽의 양측에서 조작될 수 있을 것
(5) 힌지문은 원칙적으로 밖으로 열리도록 할 것

2.
(1) 1항의 출입구 문지방의 갑판상 높이는 적어도 380 mm로 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 이상의 높이를 요구할 수 있다.
(2) 원칙적으로 이동식 문지방은 허용되지 않는다.

3. 저선미루 상의 갑판실 정부에 있는 출입구와 높이가 저선미루의 표준 높이 이상이고 선루의 표준높이에 비해 낮은 선루상 갑판실 정부에 있는 출입구에는 적절한 폐쇄 장치를 설치하여야 한다. 다만, 갑판실의 높이가 선루의 표준 높이 이상일 경우 그 출입구는 유효한 갑판실 또는 승강구실로 보호할 필요는 없다. 표준 선루 높이보다 낮은 갑판실 정부의 개구도 유사한 방법으로 취급할 수 있다. ⚓

제 17 장 기관구역 및 기관실 위벽

제 1 절 일반사항

101. 적용

기관실의 구조는 특히 이 장에 규정하는 것 이외에는 해당 각 장의 규정에 따라야 한다.

102. 보강 【지침 참조】

기관실에는 특설늑골, 특설갑판보 및 특설필러 등을 설치하든가 또는 기타의 적절한 방법으로 보강하여야 한다.

103. 구조

기관 및 축계 등은 유효하게 받치고 그 부근의 구조는 적절히 보강하여야 한다.

104. 특수기관을 가진 선박

프로펠러가 2개 이상 있는 선박 또는 마력이 큰 기관을 가지는 선박에서는 주기의 높이와 너비 또는 길이와의 비율, 중량, 출력 및 종류에 따라 주기하부의 구조 및 고착을 특별히 견고하게 하여야 한다.

제 2 절 주기하부의 구조

201. 단저구조

1. 단저구조의 선박에서는 깊이가 깊은 늑판상 또는 브래킷과 휨보강재를 유효하게 붙인 견고한 거더상에 주기의 크기 및 출력에 따라 충분한 강도의 두꺼운 대판(rider plate)를 붙이고 주기를 거치하여야 한다.
2. 1항의 대판에 주기를 취부하는 볼트의 주요열(main lines)의 하부에는 대판에 도달하는 거더판을 설치하고 볼트는 그 상연에 부착하는 대판을 관통시켜야 한다.
3. 선체 중심선에 주기가 있는 선박으로 종거더를 설치할 때에는 그 거더의 간격이 특히 크지 않을 경우에 한하여 그 부분의 중심선 거더를 생략할 수 있다. 【지침 참조】

202. 이중저구조 【지침 참조】

1. 이중저구조의 선박에서는 주기는 두꺼운 내저판에 직접 거치하여야 한다. 다만, 주기의 중량을 유효하게 분포시키는 구조로 된 견고한 거더상에 설치한 두꺼운 대판상에 거치할 수도 있다.
2. 이중저내에는 주기 거치 볼트의 주요열의 하부 기타 적당한 위치에 측거더판을 증설하여 주기의 중량 분포 및 구조의 강성을 확보하여야 한다.

제 3 절 보일러실의 구조

301. 보일러의 지지

1. 보일러는 깊은 안장모양의 늑판 또는 보일러의 중량을 유효하게 분포할 수 있는 구조로 된 종 또는 횡거더로 지지하여야 한다.
2. 보일러를 횡방향의 안장모양의 늑판 또는 횡거더로 지지할 때에는 그 부분의 늑판의 두께는 적절히 증가시키고 특별히 보강하여야 한다.

302. 배치

1. 보일러는 그 주위 각 부에 접근하기 쉽고 또한 적절한 통풍이 될 수 있도록 설치하여야 한다.
2. 보일러는 내저판 등으로부터 475 mm 이상 떨어져야 한다. 부득이 그 간격을 457 mm 미만으로 할 때에는 인접한 부재들의 두께를 적절히 증가시켜야 한다. 이 경우 그 간격을 승인용 도면에 명시하여야 한다.

3. 화물창격벽 및 갑판은 보일러 및 연로(煙路)와 충분히 격리시키든가 또는 그 사이에 적합한 방열장치를 시공하여야 한다.
4. 보일러에 인접한 격벽의 화물창측에는 적절한 간격을 주는 내장판을 깔아야 한다.

제 4 절 드러스트블록 지지대 및 그 하부구조

401. 드러스트블록 지지대 및 그 하부구조

1. 드러스트블록은 그 전후방으로 충분히 연장시켜 추력을 인접구조에 유효하게 분포시킬 수 있는 견고한 지지대상에 볼트로서 고착시켜야 한다.
2. 드러스트블록 하부에는 필요에 따라 거더를 증설하여야 한다.

402. 중간축베어링대 및 보기대

중간축베어링대 및 보기대는 지지하는 중량 및 지지대의 높이에 따라 충분한 강도 및 강성을 갖도록 하여야 한다.

제 5 절 기관실 위벽

501. 기관실구의 보호

기관실구는 강재위벽으로 둘러싸야 한다.

502. 주위벽의 두께

1. 노출갑판상의 주위벽의 판두께는 16장 201. 및 202.의 규정에서 C의 값을 1.0으로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
2. 노출된 주위벽 정판의 두께 t는 표 10.17.1의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 10.17.1 주위벽 정판의 판두께

위치	판두께 (mm)
I	$t = 6.3S + 1.5$
II	$t = 6.0S + 1.5$
S : 횡보강재의 간격 (m)	

503. 건현갑판하의 주위벽, 둘러싸인 선루 및 갑판실 안의 주위벽

건현갑판하의 주위벽 및 둘러싸인 선루 또는 갑판실 안의 주위벽의 치수는 다음 각 호에 따른다.

(1) 주위벽의 판두께는 횡보강재의 간격이 760 mm 이하인 경우에는 6.5 mm, 760 mm 를 넘을 경우에는 초과 100 mm에 대하여 0.5 mm의 비율로 그 두께를 증가시킨 것 이상이어야 한다. 다만, 거주구역에 접하는 주위벽은 2 mm를 감소할 수 있다.

(2) 횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.2\,Sl^3 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 갑판사이의 높이(m)
S : 횡보강재의 간격(m)

504. 기관실 출입구

1. 기관실의 모든 출입구는 될 수 있는 한 보호된 장소에 설치하고 또한 이것의 안팎으로부터 신속하고 확실하게 정착될 수 있는 강재문을 설치하여야 한다.
   또한, 건현갑판의 노출부에 있는 주위벽에 설치하는 출입구의 문은 16장 301.의 1항의 규정에 만족하여야 한다.
2. 기관실 주위벽에 설치하는 출입구 문턱의 갑판 상면상의 높이는 위치 I에서는 600 mm 이상, 위치 II에서는 380 mm 이상이어야 한다.
3. 특히 건현을 감소한 선박의 건현갑판 및 저선미루 갑판의 노출부에 있는 주위벽의 출입구에는 그 내측에 주위벽과 동등한 강도의 로비 또는 통로를 설치하고 이것과 기관실 계단 사이에는 강재 비바람막이 문을 설치하여야 한다. 또한, 이 내측의 출입구 문턱의 높이는 230 mm 이상이어야 한다.

505. 기관실 출입구 이외의 개구

1. 건현갑판 및 선루갑판의 노출부에 설치하는 보일러실 통풍구, 연돌 및 기관실 통풍통 코밍의 갑판상의 높이는 합리적이고 가능한 한 높게 하여야 한다.
2. 건현갑판 및 선루갑판의 노출부에 설치하는 보일러실 통풍구 및 이들 장소에 설치하는 기관실 주위벽의 모든 개구에는 상설의 견고한 강재 비바람막이덮개를 설치하여야 한다.
3. 연돌 주위의 환상부분(環狀部分) 및 2항의 개구를 포함하는 기타 모든 개구에는 화재시에 해당 장소의 밖에서 조작할 수 있는 폐쇄장치를 설치하여야 한다.

506. 둘러싸여 있지 않은 선루 또는 갑판실 안의 주위벽

둘러싸여 있지 않은 선루 또는 갑판실 안의 주위벽의 치수 및 주위벽에 설치하는 출입구의 구조는 선루 또는 갑판실의 구조 및 개구의 폐쇄방법에 의한 보호의 정도에 따라서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. ⚓

제 18 장 축로 및 축로리쎄스

제 1 절 일반사항

3편 19장 1절에 따른다. ⚓

제 19 장 창구 및 기타의 개구

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 노출갑판상 위치 I 및 II에 있는 창구덮개, 창구 전방 및 측면의 코밍에 대하여 적용한다. 선수갑판의 작은 창구에 대하여는 **4편 9장**을 적용한다. 그리고 이 장에서 특별히 언급하지 아니한 사항은 **4편 2장**을 적용한다.
2. 특히 큰 건현을 갖는 선박에 대하여 우리 선급이 적절하다고 인정할 경우에는 이 장의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
3. 102.에 정의하는 위치 I 및 위치 II의 화물창구와 기타 창구의 구조 및 풍우밀을 확보하는 방법은 주관청이 그러한 창구에 **3절**의 적용을 허용하지 않는 한 최소한 강 또는 이와 동등한 재료의 풍우밀 덮개에 의하여 폐쇄되는 창구 규정의 요건과 동등하여야 한다. **【지침 참조】**

102. 노출갑판구의 위치 【지침 참조】

노출갑판구의 위치는 다음과 같이 2가지로 분류하여 정의한다.

위치 I : 노출 건현갑판 및 저선미루 갑판 상, 그리고 선수수선으로부터 0.25 L_f의 장소에 있는 지점의 전방에 위치하는 노출된 선루갑판 상

위치 II : 선수수선으로부터 0.25 L_f의 장소에 있는 지점의 후방에 위치하고 건현갑판상부로 최소한 하나의 표준선루 높이에 있는 노출된 선루갑판 상
선수수선에서 0.25 L_f의 장소에 있는 지점의 전방에 위치하고 건현갑판상부로 최소 두 배의 표준선루 높이에 있는 노출된 선루갑판 상

103. 창구덮개하중

1. 창구덮개 판에 작용하는 압력 P_W는 다음에 따른다. 또한 균일분포하중이나 컨테이너하중 등 파랑하중 이외의 하중이 있을 경우 이를 추가로 고려하여야 한다.

표 10.19.1 창구덮개에 작용하는 파랑하중

파랑하중 P_W (kN/m^2)		
창구 위치	위치 I	위치 II
$0 \le x/L_f \le 0.75$	$14.9 + 0.195 L_f$	$11.3 + 0.142 L_f$
$0.75 < x/L_f < 1$	$12.2 + \frac{L_f}{9}(5\frac{x}{L_f} - 2) + 3.6\frac{x}{L_f}$	-
(비고) L_f : **1장 1절**에 정의된 건현용 길이(m) x : L_f의 선미단으로 부터 고려하고자 하는 창구덮개의 중앙부까지 거리(m)		

104. 부식추가

창구덮개와 창구코밍의 부식추가는 다음과 같다.

표 10.19.2 부식추가 t_c

부식추가 t_c (mm)		
부 재	산적화물선 광석운반선 겸용선	좌항이외 선박
단판 창구덮개의 판 및 보강재	2.0	2.0 *
이중 창구덮개의 상부판 및 저부판	2.0	1.5 *
이중 창구덮개의 내부재	1.5	1.0
창구코밍 및 코밍 스테이	1.5	1.5
* 컨테이너 전용 창구의 창구덮개는 1.0 mm으로 한다.		

105. 허용응력

허용응력 σ_a 및 τ_a 는 아래 표에 따른다.

표 10.19.3 허용능력 σ_a, τ_a

부재명	σ_a (N/mm^2)	τ_a (N/mm^2)
비바람 막이 창구덮개	0.80 σ_y	0.46 σ_y
폰툰형 창구덮개	0.68 σ_y	0.39 σ_y
창구코밍	0.95 σ_y	0.50 σ_y

σ_a : 법선응력
τ_a : 전단응력
σ_y : 재료에 따른 항복응력

제 2 절 창구코밍

201. 적용

화물창구와 기타 창구의 구조 및 폐쇄장치는 이 절의 규정에 따른 것과 동등 이상의 효력을 갖는 것이어야 한다.

202. 창구코밍의 높이 【지침 참조】

1. 창구코밍의 갑판 상면상의 높이는 위치 I에서 600 mm 이상, 위치 II에서는 450 mm 이상이어야 한다.
2. 401.에 규정하는 강재 비바람막이 덮개로 폐쇄되는 창구는 우리 선급이 인정하는 경우에는 그 코밍의 높이를 1 항에 규정하는 것보다 감할 수 있고 또한 코밍을 생략할 수 있다.
3. 건현갑판 및 선루갑판의 노출부의 창구 이외의 창구코밍의 높이는 그 위치 또는 창구의 보호정도에 따라서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

203. 창구코밍의 구조 【지침 참조】

1. 창구코밍의 부식추가를 포함하는 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.05L + 6 \ \text{(mm)}$$

2. 위치 I의 창구 및 위치 II에 있어서 코밍의 높이가 760 mm를 넘는 창구의 코밍에는 적절한 위치에 다음 식에 의한 너비 b 이상의 수평휨보강재를 설치하여야 한다. 다만, 그 너비는 180 mm를 넘을 필요는 없다.

$$b = 1.7L + 50 \ \ (\mathrm{mm})$$

3. 코밍은 2항의 수평휨보강재에서 갑판에 도달하는 견고한 브래킷 또는 스테이를 3 m 간격으로 설치하여 지지하도록 하여야 한다.
4. 노출부에 있는 창구코밍의 상단에는 반원강 또는 이와 동등한 형강을 설치하여 보강하고 그 하단은 플랜지 구조로 하든가 또는 적절한 구조로 하여야 한다.
5. 작은 창구에 대한 코밍의 구조 및 치수는 각 항의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
6. 코밍의 높이가 900 mm를 넘는 경우 및 창구폐쇄장치의 형식에 따라 이 조의 규정을 적용하기가 곤란한 경우의 창구코밍 및 디프탱크의 창구코밍의 구조 및 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

제 3 절 이동식 창구덮개에 의하여 폐쇄되고 타폴린과 배튼으로 풍우밀이 확보되는 창구

301. 지지너비

창구덮개를 지지하는 지지면의 너비는 65 mm 이상이어야 하고 덮개가 밀착되도록 필요에 따라 경사시켜야 한다.

302. 목재 창구덮개

목재 창구덮개는 다음 각 호의 규정에 따른 것이어야 한다.

(1) 목재 창구덮개의 완성두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 하고 상부에 화물을 적재하는 창구의 목재 창구덮개는 갑판 사이의 높이가 2.6 m를 넘는 경우 또는 창구상에 적재하는 화물의 중량이 단위면적당 17.5 kN/m^{2}를 넘는 경우에는 그 비율에 따라서 두께를 증가시켜야 한다. 다만, 그 두께는 어떠한 경우에 있어서도 60 mm 미만이어서는 아니 된다.

$$t = 40S \ \ (\mathrm{mm})$$

S : 창구보의 간격(m)

(2) 목재 창구덮개의 재료는 양질의 것으로서 결이 고르고 유해한 마디, 송진 및 갈라진 곳이 없는 것이어야 한다.
(3) 목재 창구덮개의 양단은 띠강판으로 보호하여야 한다.
(4) 목재 창구덮개를 지지하는 간이보가 강재로 되어 있을 경우, 103.의 하중 하에서 부식추가를 고려하지 않는 부재의 최대허용응력 및 처짐은 다음 식을 따른다.

최대허용응력 : 105.에 따른다.
최대허용처짐 : 스팬의 0.0044 배

간이보의 횡단면이 스팬에 따라 변하는 경우 간이보의 치수는 304.에 따라서 구할 수 있다. 부재치수는 상기에서 구한 부재치수에 104.의 부식추가를 더한 것이어야 한다

303. 강재 창구덮개

1. 강재 창구덮개인 경우, 103.의 하중 하에서 부식추가를 고려하지 않는 부재의 최대허용응력 및 처짐은 다음 식을 따른다.

최대허용응력 : 105.에 따른다.
최대허용처짐 : 스팬의 0.0056 배

2. 창구정판의 두께는 휨보강재 간격의 1%와 6 mm 중 큰 것으로 하여야 한다.

3. 창구덮개 보강재가 스팬에 따라 변단면을 가지는 경우 보강재의 치수는 304.에 따라서 구할 수 있다.
4. 부재치수는 상기에서 구한 부재치수에 104.의 부식추가를 더한 것이어야 한다.

304. 1차 지지부재

1. **적용**

3항부터 5항까지의 요건은 독립된 빔모델을 통해 해석될 수 있는 1차지지부재에 적용한다.
1차지지부재의 배치가 격자형 및 독립된 빔모델을 통해 해석될 수 없는 형태인 경우의 1차지지부재는 4항에 있는 검토기준을 사용한 직접계산법에 의해 검토된다.

2. **독립된 빔의 법선응력 및 전단응력**

격자해석 또는 유한요소해석이 수행되지 않은 경우, 1항의 요건에 따라 1차지지부재의 최대 법선응력 σ 및 전단력 τ는 다음 식을 따른다.

$$\sigma = \frac{SP_w l^2 10^3}{8Z} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

$$\tau = \frac{5SP_w l}{A_{sh}} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

l : 1차지지부재의 스팬 (m)
A_{sh} : 전단면적 ($\mathrm{cm^2}$)
S : 보강재의 간격 (m)

3. **검토기준**

2.에 따라 계산되거나, 격자해석 또는 유한요소해석을 통해 결정되는 법선응력 σ 및 전단응력 τ는 다음 식을 따른다.

$$\sigma \le \sigma_a$$

$$\tau \le \tau_a$$

4. **처짐한계**

최대허용처짐 : 풍우밀 창구덮개인 경우 : 스팬의 0.0056 배
폰툰형 창구덮개의 경우 : 스팬의 0.0044 배

5. **변화단면을 갖는 1차 지지부재**

변화단면을 갖는 1차지지부재의 단면계수는 다음 중 큰 값보다 작아서는 아니 된다. 다만, 이 식의 적용은 단면에 급격한 변화가 없는 변화단면에 한 한다.

$$Z_V = Z \quad (\mathrm{cm^3})$$

$$Z_V = \left(1 + \frac{3.2\alpha - \psi - 0.8}{7\psi + 0.4}\right) Z \quad (\mathrm{cm^3})$$

Z : 균일단면을 갖는 1차지지 부재의 순 두께를 고려하여 계산한 단면계수

$$\alpha = \frac{l_1}{l}$$

$$\psi = \frac{Z_1}{Z_0}$$

l_1 : 변화단면 부분의 길이
l : 지지점 사이의 거리
Z_1 : 단부에서의 순 두께를 고려하여 계산한 단면계수
Z_0 : 지지점 사이 거리의 중앙에서 순 두께를 고려하여 계산한 단면계수

또한 변화단면을 갖는 1차지지부재의 순 두께를 고려하여 계산한 단면이차모멘트는 다음 중 큰 값보다 작아서는 아니 된다.

$$I_V = I \quad (\mathrm{cm}^4)$$

$$I_V = (1 + 8\,\alpha^3 (\frac{1-\phi}{0.2+3\sqrt{\phi}}))I \quad (\mathrm{cm}^4)$$

I : 균일단면을 갖는 1차지지부재의 순 두께를 고려하여 계산한 단면이차모멘트

$$\phi = \frac{I_1}{I_0}$$

I_1 : 단부에서의 순 두께를 고려하여 계산한 단면이차모멘트
I_0 : 지지점 사이 거리의 중앙에서 순 두께를 고려하여 계산한 단면이차모멘트

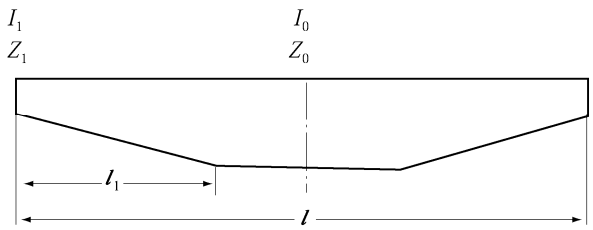


그림 10.19.1 1차지지부재

305. 폰툰덮개

1. 강재 폰툰형의 덮개인 경우, 103.의 하중하에서 부식추가를 고려하지 않는 부재의 최대허용응력 및 처짐은 다음 식을 따른다.

   최대허용응력 : 105.에 따른다.
   최대허용처짐 : 스팬의 0.0044배

2. 창구정판의 두께는 횡보강재 간격의 1%와 6 mm 중 큰 것으로 하여야 한다.
3. 창구덮개 보강재가 스팬에 따라 변화단면을 가지는 경우 보강재의 치수는 304. 따라서 구할 수 있다.
4. 부재치수는 상기에서 구한 부재치수에 104.의 부식추가를 더한 것이어야 한다.
5. 폰툰덮개의 양단에 있어서의 깊이는 중앙에 있어서의 깊이의 1/3 과 150 mm 중 큰 것 이상이어야 한다.
6. 폰툰덮개의 양단에 있어서의 지지면의 너비는 75 mm 이상으로 하여야 한다.

제 4 절 개스킷과 클램핑 장치로 된 풍우밀 창구덮개

401. 강재 풍우밀 덮개 【지침 참조】

1. 강재 창구덮개인 경우, 103.의 하중하에서 부식추가를 고려하지 않는 부재의 최대허용응력 및 처짐은 다음 식을 따른다.

   최대허용응력 : 105.에 따른다.
   최대허용처짐 : 스팬의 0.0056 배

2. 창구정판의 두께는 횡보강재 간격의 1%와 6 mm 중 큰 것으로 하여야 한다.
3. 창구덮개 보강재의 횡단면이 스팬에 따라 일정하지 않은 경우 보강재의 치수는 304.에 따라서 구할 수 있다.

4. 부재치수는 상기에서 구한 부재치수에 104.의 부식추가를 더한 것이어야 한다.
5. 창구덮개의 양단에 있어서의 깊이는 중앙에서의 깊이의 1/3 과 150 mm 중 큰 것 이상이어야 한다.
6. 특수한 형식이나 또는 소형덮개로서 각 호의 규정을 적용하기 어려운 경우 또는 202.의 2항에 의하여 창구코밍을 생략하는 경우의 덮개의 치수 및 구조는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 지침에 따른다. 【지침 참조】

제 5 절 모래운반선 및 채취선의 창구덮개

501. 모래운반선 및 채취선의 창구덮개 *(2019)*

모래운반선 및 채취선의 창구덮개 설치의 면제여부는 **지침 4편 2장** 104의 3항에 따른다.

제 6 절 승강구 및 기타 갑판구

601. 맨홀 및 평갑판구

맨홀 및 평갑판구로서 건현갑판 및 선루갑판의 노출부 또는 둘러싸인 선루 이외의 선루 내에 설치되는 것은 수밀을 유지할 수 있는 강재덮개로 폐쇄하여야 한다. 이 덮개는 볼트로 고착하든가 또는 상설적으로 부착된 구조이어야 한다.

602. 승강구 【지침 참조】

1. 건현갑판의 승강구는 둘러싸인 선루 또는 이것과 동등한 강도 및 비바람막이를 갖는 갑판실이나 승강구실로 보호하여야 한다.
2. 노출된 선루갑판의 승강구 및 건현갑판상의 갑판실 정부의 승강구로서 건현갑판하의 장소 또는 둘러싸인 선루내의 장소로 통하는 것은 유효한 갑판실 또는 승강구실로 보호하여야 한다.
3. 각 항의 갑판실 또는 승강구실의 출입구에는 **16장** 301. 1항의 규정에 의한 문을 설치하여야 한다.
4. 1항부터 3항까지의 승강구실에서의 출입구 문턱의 갑판 상면상의 높이는 위치 I에서는 600 mm 이상, 위치 II에서는 380 mm 이상이어야 한다.

603. 화물구역의 개구

화물구역의 모든 출입구와 기타의 개구에는 화재 시에 해당 장소의 외부에서 조작할 수 있는 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 또한, 이들 폐쇄장치로 화물구역으로부터 선내의 다른 구역에 통하는 개구에 설치하는 것은 강재이어야 한다. ⚓

제 20 장 선수문, 현문 및 선미문

제 1 절 선수문 및 내측문

4편 3장 1절에 따른다.

제 2 절 현문 및 선미문

4편 3장 2절에 따른다. ⚓

제 21 장 불워크, 방수구, 현창, 통풍통 및 상설보행로

제 1 절 불워크

4편 4장 1절에 따른다.

제 2 절 방수구 【지침 참조】

4편 4장 2절에 따른다.

제 3 절 현창 【지침 참조】

4편 4장 3절에 따른다.

제 4 절 통풍통

4편 4장 4절에 따른다.

제 5 절 상설보행로

4편 4장 5절에 따른다. ⚓

제 22 장 의장수 및 의장품

제 1 절 일반사항

101. 일반 *(2020)* 【지침 참조】

1. 의장수 및 의장품에 대하여는 **4편 8장**에 따른다.
2. 특수한 모양의 구조 및 치수를 갖는 앵커, 앵커체인 및 로프류의 비치에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

제 2 절 의장수 *(2020)*

201. 의장수

4편 8장 2절에 따른다.

202. 앵커의 질량

4편 8장 2절에 따른다.

203. 앵커체인

4편 8장 2절에 따른다.

204. 예인삭 및 계류삭

4편 8장 2절에 따른다.

제 3 절 예인 및 계류관련 선체의장설비 및 선체지지구조

301. 선체의장설비 및 선체지지구조

예인 및 계류관련 선체의장설비 및 선체지지구조는, 해당되는 경우, **4편 10장**에 따른다. *(2020)* ⚓

제 23 장 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 유조선으로 등록하고자 하는 선박의 구조 및 의장에 대하여는 이 장의 규정에 따른다. 여기에서 유조선이라 함은 원유 또는 37.8°C에 있어서 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만인 석유정제품 또는 이와 유사한 액상화물을 산적(散積)하여 운송하는 선박을 말한다.
2. 특히 이 장에 규정되어 있지 않은 것에 대하여는 해당 각 장의 관련규정을 유조선에도 적용한다.
3. 이 장의 규정은 선미에 기관을 배치한 1열의 종통격벽을 갖는 1층 갑판선으로서 단저구조이고 종식구조인 선박에 대하여 규정한다.
4. 원유 및 석유정제품 이외에 37.8°C에 있어서 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만의 액상화물로서 독성, 부식성 등의 위험성이 없거나 원유 및 석유정제품 보다 높은 인화성을 가지지 않는 것을 산적하여 운송하는 선박의 구조, 배치 및 치수에 대하여는 그 화물의 성질에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
5. 다음의 요건은 각 요건에도 불구하고 해당 선적국의 요건에 따라 적용을 면제할 수 있다.
   (1) 103.의 5항
   (2) 107.
   (3) 204.

102. 격벽의 배치 【지침 참조】

화물유를 적재하는 곳에 있어서는 세로 또는 가로방향의 유밀격벽 및 제수격벽을 적절히 배치하여야 한다.

103. 코퍼댐 【지침 참조】

1. 화물유를 적재하는 곳의 전후부 양단 및 화물유를 적재하는 곳과 거주구역과의 사이에는 기밀로 하고 출입하기에 충분한 너비의 코퍼댐(cofferdam)을 설치하여야 한다. 다만, 인화점이 60°C를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작할 수 있다.
2. 1 항의 코퍼댐은 펌프실로 겸용할 수 있다.
3. 얼리지(ullage)용 개구 및 버터워드(butter worth) 창구는 둘러싸인 구획내에 설치하여서는 아니 된다.
4. 연료유 또는 평형수를 적재하는 장소는 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 화물유를 적재하는 장소와의 사이에 설치하여야 할 코퍼댐과 겸용할 수 있다.
5. 총톤수 500톤 이상으로서 인화점이 60°C 이하인 기름을 적재하는 유조선의 구획의 배치 및 격리에 대하여는 **8편 2장 4절**의 규정에도 만족하여야 한다.

104. 기밀격벽 【지침 참조】

모든 화물유 펌프 및 관계통을 설치하는 곳과 난로, 보일러, 추진기관, **6편 1장 9절**의 규정에 의한 것 이외의 전기장치 또는 항상 발화의 원인을 수반하는 기계를 설치하는 곳과의 사이에는 기밀격벽을 설치하여 격리시켜야 한다. 다만, 인화점이 60°C를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작할 수 있다.

105. 통풍장치

1. 화물유탱크에 인접한 장소에는 유효한 통풍장치를 설치하여야 하며 가스가 모일 우려가 있는 각 구조 부재에는 공기구멍을 뚫어야 한다.
2. 화물유탱크 및 펌프실의 위험가스를 제거하기 위하여 기계식통풍 또는 증기에 의한 유효한 환기장치를 설치하여야 한다.
3. 2항에 규정한 펌프실에는 기계식 통풍장치를 설치하고 통풍기로부터의 배기는 개방갑판상의 안전한 장소로 배출시켜야 하며 그 배기 덕트의 대기측의 개구에는 적절한 철망을 가진 보호스크린을 설치하여야 한다. 이 통풍장치의 용량은 화물증기의 축적 가능성을 최소로 할 수 있도록 충분한 것으로서 적어도 펌프실의 전 용량에 대하여 매시 20회 환기 가능한 것이어야 하며 통풍기는 불꽃을 발생하지 아니하는 구조이어야 한다. 또한, 펌프실에서 빌지가 고이는 장

소의 주위에는 배기가 유효하게 행하여질 수 있도록 선저의 늑판 또는 종늑골의 직상 부근에 배기덕트를 설치하여야 한다. 또한, 하부 그레이팅 상방 2 m 부근의 위치에 비상용 개구를 배기 덕트에 설치하여 그 개구에는 노출갑판 및 하부 그레이팅에서 개폐할 수 있는 댐퍼를 설치하여야 한다.

4. 인화점이 60°C를 초과하는 기름을 적재하는 유조선에서는 3항에 정하는 환기회수를 적절히 참작할 수 있다.
5. 1항에 정한 화물유탱크에 인접하는 장소에 설치하는 통풍기의 구조 및 그 배기덕트의 보호 스크린에 대하여는 3항의 규정에 준한다.

106. 통풍용 개구

통풍용의 흡기 및 배기구는 발화원이 있는 둘러싸인 구역에 화물증기가 침입할 가능성 또는 발화의 위험성이 있는 갑판기기의 근처에 화물증기가 집적될 가능성을 최소로 할 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 특히, 기관구역의 통풍용 개구는 화물탱크 구역으로부터 가능한 한 후방에 설치하여야 한다.

107. 선루 및 갑판실의 개구

선루 및 갑판실의 개구는 화물증기가 침입할 가능성을 최소로 할 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 또한, 선미하역용의 화물관을 배치하는 경우의 선루 및 갑판실의 개구도 이를 충분히 고려하여 배치하여야 한다. 선미루 전단격벽 및 이와 유사한 장소에 설치하는 현창은 고정식으로 하여야 한다. 특히, 총톤수 500톤 이상으로 인화점이 60°C 이하인 기름을 적재하는 유조선의 개구는 **8편 2장 402.**에도 만족하여야 한다.

108. 화물유탱크의 구조부재의 두께 【지침 참조】

화물유를 적재하는 곳의 구조부재의 두께는 다음의 각 호에 따른다.

(1) 외판의 두께는 **4장 302., 304., 402., 403.** 및 **404.**의 식 중 1.5 대신에 2.0으로 하여 산정한 것 이상이어야 한다.
(2) 건현갑판의 강갑판의 두께는 **5장 301.**의 식 중 1.5 대신에 2.0으로 하여 산정한 것 이상이어야 한다.
(3) 단면계수만으로 치수가 규정되는 늑골, 보 또는 휨보강재 등의 조립재, 특수형강 또는 플랜지판을 사용할 경우 웨브의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 강도상 또는 기타의 이유로서 특히 웨브를 깊게 할 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.015d_0 + 2.5 \ \ (\mathrm{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm)

(4) 각종의 세로, 가로, 수직, 수평거더, 크로스타이와 이들에 붙는 단부 브래킷 및 각종의 격벽판은 그 두께를 8 mm 이상으로 하여야 한다.
(5) 종거더, 트랜스버스 및 격벽의 보강거더에 설치하는 평강 휨보강재 및 트리핑브래킷 등의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 이들이 붙는 거더의 웨브의 두께를 넘을 필요는 없다.

$$t = 0.5\sqrt{L} + 2.5 \ \ (\mathrm{mm})$$

(6) 모든 구조부재의 두께는 어떠한 경우에도 7 mm 미만이어서는 아니 된다.

제 2 절 창구 및 상설보행로 및 방수설비

201. 특히 큰 건현을 갖는 선박 【지침 참조】

특히 큰 건현을 갖는 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 이 규정을 적절히 참작할 수 있다.

202. 화물유탱크에 설치하는 창구 *(2018)*

1. 창구코밍의 두께는 10 mm 이상으로 하여야 한다. 높이가 760 mm를 넘고 길이가 1.25 m를 넘는 측 코밍 또는 단부 코밍에는 수직 휨보강재를 붙이고 그 코밍의 상단을 적절히 보강하여야 한다.

2. 창구 덮개판은 강 또는 기타의 승인된 재료를 사용하여 제작하고 강재인 경우의 구조는 다음 각 호에 따른다. 강 이외의 재료를 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
   (1) 덮개판의 두께는 12 mm 이상이어야 한다. 다만, L이 60 m 이하인 선박에 대하여는 적절히 참작할 수 있다.
   (2) 창구면적이 1 m^2를 넘고 2.5 m^2 이하인 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 100 mm의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다. 다만, 덮개판의 두께가 15 mm이상인 경우에는 보강할 필요가 없다.
   (3) 창구면적이 2.5 m^2를 넘는 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 125 mm의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다.
   (4) 창구코밍에는 원형 창구인 경우에는 457 mm 이하의 간격으로 사각형 창구인 경우에는 각 귀퉁이로부터 230 mm 이내의 곳 및 그 곳으로부터 380 mm 이하의 간격으로 배치한 고정장치를 설치하든가 또는 이와 동등한 효력의 장치를 설치하여 덮개판을 유밀로 잠글 수 있는 구조로 하여야 한다.

203. 기타의 창구 *(2021)*

화물유 탱크, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 기타의 탱크 이외의 장소의 창구로서 건현갑판, 선수루갑판 및 팽창트렁크 정부의 노출부에 설치하는 것에는 **19장**의 규정에 의한 치수의 강제 풍우밀 덮개를 설치하여야 한다.

204. 상설보행로 및 통로

1. 선교루 또는 중앙갑판실과 선미루 또는 선미갑판실과의 사이에는 선루갑판의 높이에 **4편 4장 503.**의 규정에 의한 상설보행로를 설치하든가 또는 이와 동등 이상 효력의 설비(예 ; 갑판하 통로)를 설치하여야 한다. 상기 이외의 장소 및 선교루 또는 중앙갑판실을 갖지 않는 선박에 있어서 선박의 필요한 작업에 사용되는 모든 장소 상호간에 선원의 왕래를 보호하기 위한 설비는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
2. 분리된 선원 거주구역의 사이 및 선원 거주구역과 기관구역과의 사이에는 상설보행로로부터 안전하고 충분한 통로를 설치하여야 한다.

205. 방수설비 【지침 참조】

1. 불워크를 갖는 선박은 건현갑판의 노출부 길이의 반 이상에 걸쳐 보호난간을 설치하든가 또는 기타 유효한 방수설비를 갖추어야 한다. 현측후판의 상단은 가능한 한 낮게 하여야 한다.
2. 선루가 트렁크에 의하여 연락되는 경우에는 그 부분의 건현갑판 노출부의 전 길이에 걸쳐 보호난간을 설치하여야 한다.

제 3 절 화물구역의 종늑골 및 종갑판보

301. 일반

전용 평형수탱크 또는 보이드스페이스 및 펌프실을 포함하여 화물을 적재하는 곳에 설치하는 종늑골 및 종갑판보에 대하여는 이 규정에 따른다.

302. 치수

1. 선저종늑골 및 만곡부를 포함하는 선측종늑골의 단면계수 Z는 **표 10.23.1**의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 10.23.1 선저 및 선측 종늑골의 단면계수

<table>
<tr><th rowspan="2">위치</th><th colspan="3">단면계수 (cm^3)</th></tr>
<tr><th>선저종늑골</th><th colspan="2">만곡부를 포함하는 선측종늑골</th></tr>
<tr><td>선박의 중앙부 및 선수단에서 0.15 L과 선수격벽 사이</td><td>$Z = 10Shl^2$</td><td>$Z = 9.3Shl^2$
$Z_{min} = 3.2\sqrt{L}Sl^2$</td><td rowspan="2">다만, 선저종늑골에 대한 단면계수 보다 크게 할 필요는 없으며 깊이의 중앙부 0.5 D 간에 대하여는 적절히 참작할 수 있다.</td></tr>
<tr><td>선수미부</td><td>$Z = 8.5Shl^2$</td><td>$Z = 7.9Shl^2$
$Z_{min} = 2.72\sqrt{L}Sl^2$</td></tr>
</table>

l : 트랜스버스의 간격(m)
S : 늑골의 간격(m)
h : 해당늑골로부터 용골상면상 h'까지의 거리(m)
h' : 다음의 표에 따른다.

	h' (m)
선저종늑골	$h' = d + 0.026L$
만곡부를 포함하는 선측종늑골	$h' = d + 0.044L - 0.54$

2. 종갑판보의 단면계수는 10장 303.의 규정에 따라 산정한 값의 1.1배 이상으로 하여야 한다.
3. 각 항의 규정에 관계없이 종늑골 및 종갑판보의 단면계수는 창구 정부까지의 거리를 h로 하여 디프탱크 격벽의 횡보강재로 간주하여 정한 것 미만으로 하여서는 아니 된다.
4. 종갑판보 및 현측후판에 고착되는 선측 종늑골은 선박의 중앙부에서는 가능한 한 세장비(細長比)가 60을 넘지 않는 치수로 하여야 한다.
5. 종갑판보 및 종늑골에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않는 것이어야 한다.
6. 종갑판보 및 종늑골의 면재의 전 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.2\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 종갑판보 및 종늑골의 웨브의 깊이(mm)
l : 트랜스버스의 간격(m)

303. 고착

종늑골 및 종갑판보는 연속구조로 하든가 또는 이들의 끝에서는 유효한 단면적을 갖도록 하고 굽힘에 대한 저항이 충분하도록 고착하여야 한다.

제 4 절 화물구역의 종거더 및 트랜스버스

401. 일반

1. 이 절의 규정은 횡격벽 사이 또는 횡격벽에서 제수격벽까지의 사이에 2조에서 5조의 트랜스버스가 대략 같은 간격으로 배치된 구조에 대하여 규정한다.
2. 동일 평면내에 있는 거더는 그 강도 및 강성의 급격한 변화를 피하고, 거더의 단부에는 적절한 크기의 브래킷을 설치하고 충분한 둥금새를 주어야 한다.
3. 거더의 깊이는 늑골, 보 및 횡보강재의 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 이상으로 하여야 한다.
4. 거더를 구성하는 면재의 두께 t는 웨브의 두께 이상으로 하고 그 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 거더의 깊이(mm). 평행한 거더의 경우에는 판면으로부터 면재까지의 깊이(mm)

l : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 다만, 유효한 트리핑 브래킷이 있을 때에는 이것을 지지점으로 간주하여도 좋다.

5. 이 절의 규정은 펌프실 및 중앙부의 전용 평형수탱크 또는 보이드스페이스에도 준용한다.

402. 화물구역의 트랜스버스

1. 선저 트랜스버스의 깊이 d 및 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 160 l_0 \quad (\text{mm})$$

$$Z = 9.7 k^2 (d + 0.026L) S l_0^2 \quad (\text{cm}^3)$$

l_0 : 선저 트랜스버스의 전 길이로서, 선측 트랜스버스의 면재 내면으로부터 중심선 격벽까지의 거리(m) (**그림 10.23.1** 참조)

S : 트랜스버스의 간격(m)

k : 브래킷에 의한 수정계수로서 다음 식에 의한 것

$$k = 1 - \frac{0.65(b_1 + b_2)}{l_0}$$

b_1 및 b_2 : 트랜스버스의 각각 양단부에서의 브래킷의 암의 길이(m) (**그림 10.23.1** 참조)

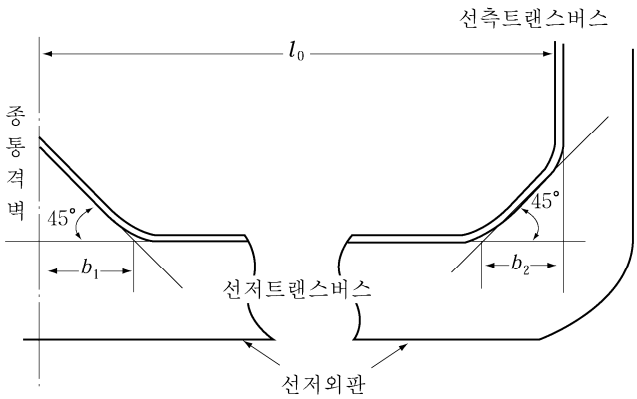


그림 10.23.1 b_1, b_2 및 l_0 등의 측정법

2. 선측 트랜스버스의 깊이 d 및 거더의 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 150 l_0 \quad (\text{mm})$$

$$Z = 8.7 k^2 S h l_0^2 \quad (\text{cm}^3)$$

l_0 : 선측 트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선저 트랜스버스 및 갑판 트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리

S : 트랜스버스의 간격(m)

h : l_0의 중앙으로부터 용골상면상 다음 점까지의 거리(m)

$$h = d + 0.044L - 0.54$$

k : 1항에 따른다.

3. 만곡부에 있어서 트랜스버스의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 단면계수를 정함에 있어서 단면 중립축은 거더의 깊이 d_b (그림 10.23.2 참조)의 중앙에 있는 것으로 한다.

$$Z = 7.8 S h l_0^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S, h 및 l_0 : 각각 2항의 규정에 따른다.

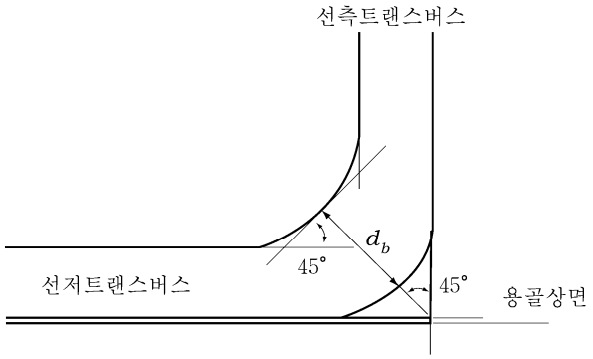


그림 10.23.2 d_b의 측정방법

4. 갑판 트랜스버스의 깊이 d 및 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 100 l_0 \ (\mathrm{mm})$$
$$Z = 1.82 k^2 \sqrt{L} S l_0^2 \ (\mathrm{cm}^3)$$

l_0 : 트랜스버스의 전 거리(m)로서, 선측 트랜스버스의 면재의 내면으로부터 중심선 격벽까지의 거리
S : 트랜스버스 간격(m)
k : 1항에 따른다.

5. 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스는 2항의 선측 트랜스버스의 규정을 준용한다. 다만, 각 식의 계수에 0.8을 곱하여 정한 것 이상이어야 한다.

제 5 절 트렁크

501. 구조 및 치수

1. 트렁크를 갖는 선박에서는 트렁크내를 가로질러 연속된 갑판 트랜스버스를 설치하는 구조를 표준으로 한다. 이 경우 트렁크에 의해서 지지된다고 간주되는 갑판 트랜스버스는 그 깊이를 0.03 B로 할 수 있다.
2. 트랜스버스와 동일 평면내에서의 트렁크에는 보강거더를 설치하여야 한다. 이 보강거더의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.4 \sqrt{L} S l^2 \ (\mathrm{cm}^3)$$

l : 트렁크 너비의 반(m)
S : 보강거더의 간격(m)

3. 트렁크 정판 및 측벽의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 6.5 S + 2.0 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 종 횡보강재의 간격(m)

4. 트렁크 정판 및 측벽에 설치하는 종횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 2\sqrt{L}\,S\,l^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l : 보강거더의 간격(m)
S : 종 횡보강재의 간격(m)

5. 트렁크의 양단에서는 강도의 연속성이 이루어지도록 충분히 보강하여야 한다.

제 6 절 화물구역의 격벽

601. 격벽판의 두께

1. 격벽판의 두께는 15장의 디프탱크 격벽판의 두께에 대한 식에서 h를 격벽판의 하단으로부터 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중에서 큰 것으로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
2. 종격벽의 최하부 및 최상부의 판은 그 너비를 $0.1\,D$ 이상으로 하고 그 두께 t는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

최하부 판 : $t = 1.1S\sqrt{L} + 2.5$ (mm)
최상부 판 : $t = 0.8S\sqrt{L} + 2.5$ (mm)

S : 격벽횡보강재의 간격(m)

602. 격벽횡보강재

1. 격벽횡보강재의 단면계수는 15장의 디프탱크 격벽의 격벽횡보강재의 단면계수에 대한 식에서 h를 수직 격벽횡보강재일 때에는 l의 중앙으로부터, 수평격벽횡보강재일 때에는 상하의 격벽횡보강재 사이의 중앙으로부터 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$(m) 중 큰 것으로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
2. 종격벽의 상부 및 하부에 설치하는 수평 격벽횡보강재는 그 치수를 1항에 의한 규정의 치수보다 적절히 증가시켜야 한다.
3. 종격벽의 수평 격벽횡보강재의 면재의 전 너비는 302.의 6항에 의한 것 이상으로 하여야 한다.

603. 큰 화물유탱크의 격벽 보강 【지침 참조】

큰 화물유탱크의 격벽 보강에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

604. 제수격벽

1. 격벽횡보강재 및 거더는 탱크의 크기 및 개구율을 고려하여 충분한 강도의 것으로 하여야 한다.
2. 격벽판의 두께 t는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 횡제수격벽의 최하부 판의 두께는 적절히 증가시켜야 한다.

$$t = 0.3S\sqrt{L+150} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 격벽횡보강재의 간격(m)

3. 제수격벽의 격벽판의 두께에 대하여는 전단좌굴에 대하여 충분한 고려를 할 것을 권장한다. ⚓

제 24 장 이중선체 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【지침 참조】

1. 이 장의 규정은 선미에 기관을 배치한 1열 이상의 종격벽을 갖는 1층 갑판선으로서 화물구역이 이중저구조 또는 이중선체구조인 유조선의 구조 및 의장에 대하여 적용한다. 여기에서 유조선이라 함은 원유 또는 37.8°C에 있어서 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만인 석유 정제품 및 이와 유사한 액상화물을 산적하여 운송하는 선박을 말한다.
2. 원유 및 석유 정제품 이외의 액상화물로서 37.8°C에 있어서 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만의 것을 산적하여 운송하는 선박의 구조, 배치 및 치수에 대하여는 그 화물의 성질에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. 1항 이외의 구조를 갖는 선박 및 이 장 규정의 적용이 곤란할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 【지침 참조】
4. 이 장에 특별히 규정되어 있지 않은 것에 대하여는 해당 각 장의 관련규정에 따른다.
5. 1항의 선박에 대하여는 4항의 규정에 추가하여 **7편 1장 10절** 및 **11절** 및 **8편 2장 4절**의 규정을 적용하여야 한다.
6. 다음의 요건은 각 요건에도 불구하고 해당 선적국의 요건에 따라 적용을 면제할 수 있다.
   (1) 102.의 2항 및 7항
   (2) 1004.

102. 구역의 배치 및 분리 【지침 참조】

1. 화물유를 적재하는 곳에는 종횡의 유밀격벽 및 제수격벽을 적절히 배치하여야 한다.
2. 코퍼댐의 설치는 다음 (1)호부터 (3)호에 따른다.
   (1) 화물유를 적재하는 곳의 전후부 양단 및 화물유를 적재하는 곳과 거주구역과의 사이에는 사람이 통행할 수 있는 600 mm 이상의 간격을 갖는 기밀의 코퍼댐을 설치하여야 한다. 다만 인화점이 60°C를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.
   (2) (1) 호의 코퍼댐은 펌프실로 겸용할 수 있다.
   (3) 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 연료유 또는 평형수를 적재하는 장소는 코퍼댐으로 사용할 수 있다.
3. 화물구역에 이르는 통로는 다음 (1)호부터 (4)호에 적합하여야 한다.
   (1) 화물구역내의 코퍼댐, 평형수탱크, 화물유탱크 및 기타의 구역에 이르는 통로는 노출갑판으로부터 직접 연결되어야 하며, 이들 구역에 대한 완전한 검사가 가능하도록 배치하여야 한다. 이중저 구역으로의 통로는 통풍이 충분히 고려되는 경우에는 화물유 펌프실, 펌프실, 깊은 코퍼댐, 파이프 터널 또는 유사한 구획을 통과할 수 있다.
   (2) 수평개구, 창구 또는 맨홀의 치수는 자장식호흡구와 보호복을 착용한 사람이 모든 사다리를 지장없이 승강할 수 있고 또한 구역의 저부로부터 부상당한 사람을 용이하게 끌어올릴 수 있도록 충분한 크기를 갖는 것이어야 한다. 최소 개구 치수는 600 mm × 600 mm 이상이어야 한다.
   (3) 구역의 길이 또는 너비방향의 통행에 사용하는 수직한 개구 또는 맨홀의 최소 개구치수는 600 mm × 800 mm 이상이어야 하며 발판이 설치되어 있지 않은 경우 개구의 위치는 바닥으로부터 600 mm를 초과하여서는 아니 된다.
   (4) 재화중량 5000톤 이하의 유조선에 있어서 개구의 크기가 부상당한 사람을 운반할 수 있는 충분한 크기라고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 (2) 및 (3)호에 의한 최소개구 치수를 경감할 수 있다.
4. 기밀격벽
   모든 화물유 펌프 및 관계통을 설치하는 장소는 난로, 보일러, 추진기관, **6편 1장 9절**의 규정에 의한 방폭형 이외의 전기장치 또는 항상 발화의 원인을 수반하는 기계를 설치하는 장소와 기밀격벽을 설치하여 격리시켜야 한다. 다만, 인화점이 60°C를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.
5. 통풍용 개구
   발화원이 있는 둘러싸인 구역으로 화물증기가 침입할 가능성 또는 발화 위험성이 있는 갑판기기의 근처에 화물증기가 집적될 가능성을 최소로 할 수 있도록 통풍용의 흡기 및 배기구를 배치하여야 한다. 특히 기관구역의 통풍용 개구는 화물구역으로부터 가능한 한 후방에 설치하여야 한다.

6. 얼리지(ullage)용 개구 및 탱크청소용개구(butter worth hatch)는 둘러싸인 구획에 설치하여서는 아니 된다.

7. 선루 및 갑판실의 개구

선루 및 갑판실 주위의 개구는 화물증기가 침입할 가능성을 최소로 하는 위치에 설치하여야 한다. 또한 선미에 하역용의 화물관을 배치하는 경우의 선루 및 갑판실의 개구는 충분히 고려하여 배치하여야 한다. 선미루 전단격벽 및 이와 유사한 장소에 설치하는 현창은 고정식으로 하여야 한다.

8.이중저 내의 파이프덕트

화물유탱크 하부에 위치한 이중저의 파이프덕트는 다음을 만족하여야 한다.

(1) 이들 덕트는 기관실과 통하여서는 아니 된다.

(2) 개방갑판에 이르는 2개 이상의 출구는 각각 가능한 한 멀리 떨어지도록 설치하여야 한다. 이들 출구 중 하나가 수밀폐쇄수단을 갖는 경우 이 출구는 화물유 펌프실로 통하도록 할 수 있다.

(3) 덕트 구역에는 적절한 기계식 통풍장치를 갖추고 있어야 한다.

(4) 협약을 적용받는 선박의 경우 **해상인명안전협약(SOLAS 1974) 제 II-2장 4규칙 5.2.4항**도 만족하여야 한다.

103. 최소두께 【지침 참조】

1. 화물유탱크 및 디프탱크내의 격벽판, 늑판, 거더, 크로스타이 및 이들에 붙는 단부브래킷의 최소두께는 8 mm 이상이어야 한다.
2. 화물유탱크 및 디프탱크내의 구조부재로서 1항 이외의 모든 구조부재의 최소두께는 7 mm 이상이어야 한다.

제 2 절 격벽판

201. 화물유탱크 및 디프탱크의 격벽판

1. 격벽판의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. *(2020)*

$$t = 3.6S\sqrt{h} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S : 휨보강재의 간격 (m)

h : 수두로서 **표 10.24.1**의 h_1 또는 h_3 중 큰 것(m). 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법 (flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, h_4 를 추가로 고려하여야 한다.

표 10.24.1 수두 h_1, h_3 및 h_4

	화물유탱크	디프탱크
h_1	해당 격벽판의 하단으로 부터 창구 정부까지의 높이(m), 다만, 큰 탱크의 격벽판에 대하여는 **3편 15장**에 규정된 적절한 부가수압을 고려하여야 한다.	해당 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침관 상단사이의 1/2이 되는 곳까지의 수직거리(m). 다만, 큰 탱크의 격벽판에 대하여는 **3편 15장**에 규정된 적절한 부가수압을 고려하여야 한다.
h_3	$h_2 = 0.3\sqrt{L}$ (m)	각 격벽판의 하단으로 부터 넘침관 상단상 2.0 m까지의 거리에 0.7을 곱한 것 (m)
h_4		해당 격벽판 하단으로부터 넘침관(또는 공기관) 상단까지의 높이에 초과수두를 더한 곳까지의 수직거리(m) (평형수 교환 중의 주수 또는 초과주수에 의한 넘침관에서의 초과수두는 설계자에 의해 제시되어야 한다. 단 2.5 m이상이어야 한다.) 다만, 큰 탱크의 격벽에 대하여는 **3편 15장**에 규정된 적당한 부가수압을 고려하여야 한다.

2. 종격벽의 최하부 및 최상부의 판의 두께 t는 너비를 0.1 D 이상으로 하여 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

최하부판 : $t = 1.1S\sqrt{L} + 2.5$ (mm)
최상부판 : $t = 0.85S\sqrt{L} + 2.5$ (mm)

S : 횡보강재의 간격(m)

202. 제수격벽 【지침 참조】

1. 제수격벽의 보강거더와 횡보강재의 치수는 탱크의 크기와 개구율을 고려하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 충분한 강도를 갖도록 하여야 한다.
2. 제수격벽의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$t = 0.3S\sqrt{L+150} + 2.5$ (mm)

S : 횡보강재의 간격(m)

3. 제수격벽판의 두께는 좌굴강도에 대하여 충분한 것 이어야 한다.

203. 트렁크

1. 트렁크의 정판 및 측판의 두께는 201.의 규정에 추가하여 5장의 규정에도 적합하여야 한다.
2. 트렁크의 양단에서는 강도의 연속성이 이루어지도록 충분히 보강하여야 한다.

제 3 절 늑골, 횡보강재 및 종갑판보

301. 종늑골

1. 선저종늑골의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$Z = 8.6Shl^2$ (cm^3)

l : 늑판의 간격(m)
S : 늑골의 간격(m)
h : 해당 늑골로부터 용골상면상 $d + 0.026L$인 점까지의 수직거리(m)

2. 만곡부를 포함하는 선측종늑골의 단면계수 Z는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$Z_1 = 8.6Shl^2$ (cm^3)
$Z_2 = 2.9\sqrt{L}Sl^2$ (cm^3)

l : 트랜스버스의 간격(m)
S : 늑골의 간격(m)
h : 해당 늑골로부터 용골상면상 $d + 0.044L - 0.54$인 점까지의 수직거리(m)

3. 선박의 중앙부보다 전후에서의 선측종늑골의 단면계수는 2항에 의한 것을 점차 감소시켜 선수미부에서 2항에 의한 것의 85 %로 할 수 있다. 다만, 선수단으로부터 0.15 L인 곳과 선수격벽과의 사이에서는 2항에 의한 것 이상이어야 한다.
4. 디프탱크를 구성하는 갑판 또는 선측외판에 설치하는 보 또는 종늑골은 1항부터 3항의 규정에 추가하여 302.의 규정에도 적합하여야 한다.

302. 화물유탱크 및 디프탱크의 격벽횡보강재 *(2020)*

격벽횡보강재의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7CShl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 횡보강재의 간격 (m)

l : 횡보강재의 지지점 사이의 전 길이(m)로서 그 끝에서는 고착부의 길이를 포함하는 것으로 한다. 다만, 거더를 설치할 때에는 고착부의 끝으로부터 가장 가까운 거더까지의 거리 또는 거더 사이의 거리로 한다.

h : 수두로서 **표 10.24.1**의 h_1 또는 h_3 중 큰 것(m). 다만, h_1에 대하여는 각각 수직횡보강재는 l의 중앙으로 부터, 수평횡보강재는 상하 횡보강재 사이의 중앙으로 부터 측정한 값으로 한다. 해당 선박이, 평형수 처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법 (flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 201. 1의 h_4를 추가로 포함하여 고려하여야 한다.

C : 계수로서 **표 10.24.2**에 의한 값

표 10.24.2 계수 C

타단 \ 일단	견고한 브래킷 고착	유연한 브래킷 고착	거더지지 또는 러그고착	스닙
견고한 브래킷 고착	0.70	1.15	0.85	1.30
유연한 브래킷 고착	1.15	0.85	1.30	1.15
거더지지 또는 러그고착	0.85	1.30	1.00	1.50
스닙	1.30	1.15	1.50	1.50

(비고)
1. 견고한 브래킷 고착이라 함은 이중저 또는 해당 횡보강재와 같은 정도 이상의 인접 면내 횡보강재와의 브래킷 고착 또는 이와 동등한 고착을 말한다. (**그림10.14.1** (a) 참조)
2. 유연한 브래킷 고착이라 함은 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다. (**그림10.14.1** (b) 참조)

303. 좌굴강도

1. 종늑골, 종갑판보 및 종횡보강재는 다음 (1)호부터 (3)호에 적합하여야 한다. 다만, 이들의 재질, 치수, 형상 및 배치 위치 등에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상세한 검토를 요구할 수 있다.
   (1) 종갑판보 및 현측후판에 설치하는 선측종늑골 및 강력갑판으로부터 0.1 D 이내의 종격벽에 설치하는 종횡보강재는 선박 중앙부에서는 가능한 한 세장비가 60 이하이어야 한다.
   (2) 종갑판보, 종늑골 및 종횡보강재에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않아야 한다.
   (3) 종갑판보, 종늑골 및 종횡보강재의 면재의 전 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.2\sqrt{d_0 l} \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 종갑판보 또는 종늑골의 웨브의 깊이(mm)

l : 트랜스버스의 간격(m)

2. 단면계수만으로 치수가 규정되는 화물유탱크 및 디프탱크내의 늑골, 종갑판보 또는 횡보강재 등에 평강이외의 형강을 사용하는 경우의 웨브두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 강도 이외의 이유에 의하여 웨브를 특히 깊게 할 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.015d_0 + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm)

제 4 절 이중저내 구조부재

401. 종거더 및 늑판의 치수

이중저내에 설치하는 종거더, 늑판 및 이들에 부착되는 구조부재의 배치 및 치수는 이 장의 규정 이외에 7장의 규정에도 따라야 한다.

402. 기타 부재

401.의 규정 이외의 구조부재에 대하여는 이 장의 규정 이외에 7장의 규정에도 따라야 한다.

제 5 절 이중선측구조의 구조부재

501. 배치

1. 이중선측구조로 하는 경우에는 이중선측의 너비는 760 mm 이상이어야 한다.
2. 이중선측구조에는 약 3.5m를 넘지 않는 간격으로 트랜스버스를 설치하여야 한다.
3. 2항의 규정에 추가하여 다음 각 호에 규정하는 곳에는 트랜스버스를 설치하여야 한다.
   (1) 이중저부에 실체늑판이 있는 곳
   (2) 횡격벽의 측부

502. 트랜스버스의 두께

트랜스버스의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

횡식구조 : $t = 0.6\sqrt{L} + 1.5$ (mm)
종식구조 : $t = 0.7\sqrt{L} + 1.5$ (mm)

503. 경감구멍

화물유탱크의 길이의 중앙부 1/2 이내에 있는 트랜스버스의 내저판으로부터 약 0.2 D 이내에 설치하는 경감구멍의 지름은 그 곳의 트랜스버스의 너비의 약 1/5 이하로 하여야 한다. 다만, 화물유탱크의 길이가 특히 작은 곳으로서 적절한 보강을 하는 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

제 6 절 화물유탱크 및 디프탱크에 설치하는 거더

601. 치수

1. 거더의 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. *(2020)*

$$Z = 7.13\,Shl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

S : 거더가 지지하는 면적의 너비(m)
l : 거더의 전 길이(m)로서 연속되는 거더의 면재 내면으로부터 측정한다.
h : 수두로서 표 10.24.1의 h_1 또는 h_3 중 큰 것(m). 다만, h_1에 대하여는 각각 수직횡보강재는 l의 중앙으로 부터, 수평횡보강재는 상하 횡보강재 사이의 중앙으로 부터 측정한 값으로 한다. 해당 선박이, 평형수 처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 201. 1의 h_4를 추가로 포함하여 고려하여야 한다.

2. 거더의 단면2차모멘트 I는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 이상이어야 한다.

$$I = 30hl^4 \quad (\mathrm{cm}^4)$$

h 및 l : 1항에 따른다.

3. 거더의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 10S_1 + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

S_1 : 거더의 휨보강재의 간격 또는 깊이 중 작은 것(m)

4. 종거더, 트랜스버스 및 격벽의 보강거더에 설치하는 평강보강재 및 트리핑브래킷 등의 두께 t는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 이들이 부착되는 거더의 웨브 두께를 넘을 필요는 없다.

$$t = 0.5\sqrt{L} + 2.5 \quad (\mathrm{mm})$$

5. 거더 면재의 두께 t는 웨브 두께 이상이어야 하며, 면재의 전 너비 b는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l} \quad (\mathrm{mm})$$

d_0 : 거더의 깊이(mm)로서, 거더가 평행한거더(balanced girder)인 경우 d_0는 판면으로 부터 면재까지의 깊이

l : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 다만, 유효한 트리핑브래킷이 설치되어 있는 경우에는 이들 사이의 거리로 한다.

602. 이중선측구조로 하지 않는 선박의 선측 트랜스버스

1. 601.의 1항의 규정에 추가하여 화물유를 적재하는 장소의 선측 트랜스버스의 깊이 d_0 및 단면계수 Z는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 깊이는 슬롯의 깊이의 2.5배 이상이어야 한다.

$$d_0 = 0.15l_0 \quad (\mathrm{m})$$
$$Z = 8.7k^2 Sh\,l_0^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

l_0 : 거더의 전 길이(m)로서 내저판 및 갑판 트랜스버스의 면재의 내면 사이 거리를 이용한다.

S : 트랜스버스의 간격(m)

h : l_0의 중앙으로부터 용골상면상 $d + 0.044L - 0.54$인 점까지의 수직거리(m)

k : 브래킷에 의한 수정계수로서 다음 식에 의한 값 (**그림 10.23.1** 참조)

$$k = 1 - \frac{0.65\,(b_1 + b_2)}{l_0}$$

b_1 및 b_2 : 트랜스버스의 양단부 각각에서의 브래킷 암의 길이(m)

2. 트렁크를 갖는 선박에서는 트렁크내를 가로질러 연속된 갑판 트랜스버스를 설치하는 구조를 표준으로 한다. 이 경우 트렁크에 의하여 지지된다고 간주하는 갑판 트랜스버스는 그 깊이를 0.03 B로 할 수 있다.

제 7 절 선수선저부의 보강

701. 선수선저보강부

선수선저부의 보강에 대하여는 4장 404. 및 7장 9절의 규정에 따른다.

제 8 절 구조상세

801. 일반

1. 주요부재는 화물구역 전체에 걸쳐서 강도의 연속성이 유지되도록 배치하여야 하며 화물구역의 양단에서는 강도의 연속성을 잃지 않도록 적절히 보강하여야 한다.
2. 주요부재에 대하여는 양단부에서의 고착도, 면외변형에 대한 지지 및 보강방법에 대하여 충분히 고려하고 그 구조는 응력집중을 최소화 할 수 있도록 충분히 고려하여야 한다.

802. 늑골 및 휨보강재

모든 종휨보강재는 연속구조로 하든가 또는 이들의 끝단에서의 단면적이 유효하게 유지되도록 하고 굽힘에 대한 저항이 충분하도록 고착하여야 한다.

803. 거더 및 크로스 타이

1. 동일 평면내에 있는 거더는 그 강도 및 강성의 급격한 변화를 피하고, 거더의 단부에는 적절한 크기의 브래킷을 설치하고 그 단부는 충분한 둥금새를 주어야 한다.
2. 깊이가 깊은 종거더에 대하여는 휨보강재를 면재와 평행하게 설치하여야 한다.
3. 트랜스버스를 유효하게 지지하기 위하여 트리핑브래킷을 트랜스버스의 단부 브래킷에 설치하고 추가하여 적절한 간격으로 설치하여야 한다.
4. 선측 트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스의 상하단 브래킷과 그 내단 부근의 웨브는 적절히 보강하여야 한다.

제 9 절 부식에 대한 특별요건

901. 외판의 두께

1. 이중선측구조를 갖지 아니하는 선박으로서 밸러스팅이 계획된 화물유탱크를 이루는 외판의 두께는 4장에 의한 것에 0.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다.
2. 이 장의 규정에 적합한 외판의 두께는 201.에 의한 두께에서 0.5 mm를 감한 것으로 할 수 있다.

902. 갑판의 두께

1. 이 장의 규정에 적합한 건현갑판의 두께는 201.에 의한 두께에서 0.5 mm를 감한 것으로 할 수 있다.
2. 화물유탱크를 이루는 건현갑판두께는 5장에 의한 것에 0.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

903. 탱크 정판의 두께

화물유탱크 및 디프탱크 정판의 두께는 201.에 의한 것에 1.0 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 이 두께의 증가는 내저판에 대하여는 적용하지 않는다.

904. 종갑판보, 종늑골 및 종휨보강재의 단면계수

1. 화물유탱크 정부를 이루는 종갑판보의 단면계수는 302.에 의한 것의 1.1배 이상이어야 한다.
2. 밸러스팅이 계획된 화물유탱크(황천 항해시에만 밸러스팅하는 탱크 제외)를 이루는 외판과 격벽의 늑골 및 휨보강재의 단면계수는 301.의 2항의 식 중 Z_1의 계수를 9.3으로, Z_2의 계수를 3.2로 하여 계산한 것 이상이어야 하며, 또한 302.에 의한 것의 1.1배 이상이어야 한다.

제 10 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정

1001. 특히 큰 건현을 갖는 선박 【지침 참조】

특히 큰 건현을 갖는 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 이 규정을 적절히 참작할 수 있다.

1002. 화물유 탱크에 설치하는 창구 *(2018)*

1. 창구코밍의 두께는 10 mm 이상으로 하여야 한다. 높이가 760 mm를 넘고 길이가 1.25 m를 넘는 측코밍 또는 단부 코밍에는 수직휨보강재를 붙이고 그 코밍의 상단을 적절히 보강하여야 한다.
2. 창구덮개는 강 또는 기타의 승인된 재료를 사용하여 제작하고 강재구조인 경우에는 다음 각 호에 따른다. 강 이외의 재료를 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
   (1) 덮개판의 두께는 12 mm 이상이어야 한다. 다만, L이 60 m 미만의 선박에 대하여는 적절히 참작할 수 있다.
   (2) 창구면적이 1 m^2를 넘고 2.5 m^2 이상인 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 100 mm의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다. 다만, 덮개판의 두께가 15 mm 이상인 경우에는 보강할 필요가 없다.
   (3) 창구면적이 2.5 m^2를 넘는 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 125 mm의 평강으로 덮개판을 보강할 수 있다.
   (4) 창구코밍에는 원형창구의 경우에는 457 mm 이하의 간격으로, 사각형창구의 경우에는 각 귀퉁이로 부터 230 mm 이내의 곳 및 그 곳으로부터 380 mm 이하의 간격으로 배치한 고정장치를 설치하거나 이와 동등한 효력의 장치를 설치하여 덮개판을 유밀로 잠글 수 있는 구조로 하여야 한다.

1003. 기타의 창구 *(2021)*

화물유 탱크, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 기타의 탱크 이외의 장소의 창구로서 건현갑판, 선수루갑판 및 팽창트렁크 정부의 노출부에 설치하는 것에는 **19장**의 규정에 의한 치수의 강제 풍우밀 덮개를 설치하여야 한다.

1004. 상설보행로 및 통로

1. 선교루 또는 중앙 갑판실과 선미루 또는 선미 갑판실과의 사이에는 선루갑판의 높이에 **4편 4장 503.**의 규정에 의한 상설보행로를 설치하거나 또는 이것과 동등효력의 설비(예 ; 갑판하 통로)를 설치하여야 한다.
2. 1항 이외의 장소 및 선교루 또는 중앙 갑판실을 갖지 않은 선박에 있어서 선박의 필요한 작업에 사용되는 모든 장소 상호간에 선원의 왕래를 보호하기 위한 설비는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. 분리된 선원 거주구역의 사이 및 선원 거주구역과 기관구역과의 사이에는 상설보행로로부터 안전하고 충분한 통로를 설치하여야 한다.
4. 선루가 트렁크에 의하여 연락되는 경우에는 그 부분의 건현갑판의 노출부의 전 길이에 걸쳐 보호난간을 설치하여야 한다. ⚓

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

지침 제 10 편

소형강선의 선체구조 및 의장

GA-10-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 10 편 “소형강선의 선체구조 및 의장”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.

2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 총칙

제 2 절 일반사항

- 표 10.1.1을 개정함..

차 례

제 1 장 총칙 ····· 1
제 1 절 정의 ····· 1
제 2 절 일반사항 ····· 1
제 3 절 재료, 용접 및 구조 ····· 3

제 2 장 선수재 및 선미재 ····· 5
제 1 절 선수재 ····· 5
제 2 절 선미재 ····· 5

제 3 장 종강도 ····· 7
제 1 절 일반사항 ····· 7
제 2 절 굽힘강도 ····· 7

제 4 장 평판용골 및 외판 ····· 9
제 1 절 일반사항 ····· 9
제 3 절 선박중앙부의 외판 ····· 9
제 4 절 전후부의 외판 ····· 9
제 5 절 선루측부의 외판 ····· 10
제 6 절 외판의 국부보강 ····· 10

제 5 장 갑판 ····· 11
제 1 절 일반사항 ····· 11
제 2 절 강력갑판의 유효단면적 ····· 11

제 7 장 이중저구조 ····· 13
제 1 절 일반사항 ····· 13
제 5 절 종늑골 ····· 13
제 6 절 내저판 및 마진판 ····· 13
제 9 절 선수선저부의 구조 ····· 13

제 8 장 늑골 ····· 15
제 1 절 일반사항 ····· 15
제 3 절 화물창내 횡늑골 ····· 15
제 5 절 갑판사이 늑골 ····· 15

제 9 장 외팔보(cantilever) 구조 ····· 17
제 3 절 외팔보와 특설늑골과의 고착 ····· 17

제 10 장 갑판보(beams) ····· 19
제 1 절 일반사항 ····· 19
제 2 절 갑판하중 ····· 19
제 3 절 종갑판보 ····· 19
제 4 절 횡갑판보 ····· 19

제 11 장 갑판 거더 ····· 21
제 1 절 일반사항 ····· 21
제 2 절 갑판 종거더 ····· 21

제 12 장 필러 ····· 23
제 1 절 일반사항 ····· 23
제 2 절 필러의 치수 ····· 23

제 13 장 선수미 구조 ····· 25
제 1 절 일반사항 ····· 25
제 2 절 선수격벽 전부구조 ····· 25

제 14 장 수밀격벽 ····· 27
제 1 절 수밀격벽의 배치 ····· 27
제 2 절 수밀격벽의 구조 ····· 27
제 3 절 수밀문 ····· 27

제 15 장 디프탱크 ····· 29
제 1 절 일반사항 ····· 29
제 2 절 디프탱크 격벽 ····· 29

제 16 장 선루 및 갑판실 ····· 31
제 1 절 일반사항 ····· 31
제 3 절 선루단 격벽에 설치하는 출입구 ····· 31

제 17 장 기관실 및 기관실 위벽 ····· 33
제 1 절 일반사항 ····· 33
제 2 절 주기하부의 구조 ····· 33

제 19 장 창구 및 기타의 개구 ····· 35
제 1 절 일반사항 ····· 35
제 2 절 창구코밍 ····· 35
제 4 절 가스킷과 클램핑장치로 된 풍우밀 창구덮개 ····· 35
제 6 절 승강구 및 기타 갑판구 ····· 35

제 21 장 불워크, 방수구, 현창, 통풍통 및 상설보행로 ····· 37
제 2 절 방수구 ····· 37
제 3 절 현창 ····· 37

제 22 장 의장수 및 의장품 ····· 39
제 1 절 일반사항 ····· 39

제 23 장 유조선 ····· 41
제 1 절 일반사항 ····· 41
제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비 ····· 41
제 6 절 화물구역의 격벽 ····· 41

제 24 장 이중선체 유조선 ····· 43
제 1 절 일반사항 ····· 43
제 2 절 격벽판 ····· 43
제 10 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정 ····· 43

제 1 장 총칙

제 1 절 정의

101. 적용 【규칙 참조】

지침 3편 1장 101.에 따른다.

102. 길이 【규칙 참조】

지침 3편 1장 102.에 따른다.

104. 너비 【규칙 참조】

지침 3편 1장 104.에 따른다.

105. 깊이 【규칙 참조】

지침 3편 1장 106.에 따른다.

제 2 절 일반사항

201. 적용 【규칙 참조】

1. 연해구역을 항해하는 조건으로 등록하고자 하는 선박의 부재치수에 대한 경감.
   (1) 구조부재의 치수는 규칙의 해당 각 장의 규정에 의한 값에 대하여 **표 10.1.1**에 정한 비율로 경감할 수 있으며 동 표에서 정하는 최소치수 미만으로 하여서는 아니된다.
   (2) **표 10.1.1**에서 정하지 아니한 부재치수의 경감에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 10.1.1 부재치수의 경감량 및 최소치수

항목		연해	평수	최소치수
종강도	M_w	20 %	30 %	-
	$Z_{\min}$	10 %	15 %	-
외판(평판용골을 포함)		5 %	10 %	6 mm, 단 선루는 제외
갑판의 판두께		1 mm	1 mm	5 mm
늑골의 단면계수 (선저 종늑골을 포함)		10 %	20 %	30 cm^3
갑판보의 단면계수		15 %	15 %	-
갑판하 거더의 단면계수		15 %	15 %	-
이중저부재의 판두께		1 mm	1 mm	5.5 mm
단저부재의 판두께		0.5 mm	10 % 또는 1 mm 중 작은 값	-
선루단 격벽의 판두께 및 격벽휨보강재의 단면계수		10 %	10 %	-

(비고)
1. 국제항해에 종사하는 선박에 대하여는 선루단 격벽의 두께 및 격벽 휨보강재의 단면계수를 경감하여서는 안 된다.
2. 표 중 $Z_{\min}$ & M_w : **규칙 표 10.3.1** 참조

(3) 상부에 화물을 적재한 갑판보, 중량물을 적재하는 내저판 및 내저종늑골, 디프탱크 등의 부재치수는 경감하여서는 아니 된다.
(4) 창구코밍 및 각 출입구 문턱의 높이는 **표 10.1.2**에서 정하는 높이로 하여도 무방하며 창구의 폐쇄장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 10.1.2 창구코밍 및 각 출입구 등의 문지방 높이 (mm)

항해구역	종류	일반창구		작은 창구(창구면적)				승강구		선루단 출입구		통풍통	
				0.45 m^2 미만		0.45~1.5 m^2							
	선박의 길이 / 위치	30 m 미만	30 m 이상	30 m 미만	30 m 이상	30 m 미만	30 m 이상	30 m 미만	30 m 이상	30 m 미만	30 m 이상	30 m 미만	30 m 이상
연해	I	450	600	230	380	380	450	300	450	300	380	760	900
	II	300	450	180	230	230	380	150	300	100	300	450	760
평수	I	300	450	150	230	230	380	150	300	150	300	450	760*
	II	150	300	100	180	150	230	100	100	100	100	450	450

(비고)
1. 국제항해에 종사하는 선박은 제외한다.
2. * : 국제항해에 종사하지 않는 예인선에 대하여는 통풍통의 코밍높이를 450 mm 이상으로 할 수 있다.

(5) 의장수 및 의장품에 대하여는 **규칙 22장**의 규정에 따른다. 다만, 앵커 1개는 **규칙 표 10.22.1**에서 정하는 질량 이상으로 하고 나머지 한개는 동 표에서 정하는 질량의 85% 이상으로 한다.

2. 평수구역을 항해하는 조건으로 등록하고자 하는 선박의 부재치수에 대한 경감
(1) 구조부재의 치수는 규칙의 해당 각 장의 규정에 의한 값에 대하여 **표 10.1.1**에 정한 비율로 경감할 수 있으며 동 표에서 정하는 최소치수 미만으로 하여서는 아니된다.
(2) **표 10.1.1**에서 정하지 아니한 부재치수의 경감에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
(3) 상부에 화물을 적재하는 갑판보, 중량물을 적재하는 내저판 및 내저종늑골, 디프탱크 등의 부재치수는 경감하여서는 아니된다.
(4) 창구코밍 및 각 출입구 문턱의 높이는 **표 10.1.2** 에서 정하는 높이로 하여도 무방하며 창구의 폐쇄장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
(5) 강재 창구덮개의 판두께는 상부에 화물을 적재하지 않는 경우에는 4.5 mm로 하여도 좋다.
(6) 강재 창구덮개는 적절한 간격으로 휨보강재를 설치하고 그 부재의 단면계수는 상부에 화물을 적재하지 않는 경우에는 **규칙 19장 303.** 에서 규정한 값을 적절히 고려하여도 좋다.
(7) 의장수 및 의장품에 대하여는 1항 (5)호에 따른다. 다만, **규칙 표 10.22.1**에 규정한 의장기호는 **규칙 22장 201.**에 의한 의장수에 따라 한 단계 낮은 것을 적용하여도 좋다.

202. 적용범위 이외의 선박 【규칙 참조】

규칙 202.에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 3편 1장 206.**의 직접강도계산에 의한 방법에 따르거나 **규칙 1편 1장 105.**에 따라 인정하는 것을 말한다

203. 특수한 모양 및 특별한 화물을 운반하는 선박 【규칙 참조】

지침 3편 1장 203.에 따른다.

208. 의장품 【규칙 참조】

규칙 208.에서 "필요에 따라 검사원이 요구하는 시험"이라 함은 **규칙 4편, 9편** 등 해당 규칙에서 요구하는 시험을 말한다.

제 3 절 재료, 용접 및 구조

301. 재료 【규칙 참조】

1. 길이 60 m이상의 선박에 대하여 선미재, 러더혼, 타 및 샤프트브래킷의 강판은 **규칙 표 10.1.3**의 I급 이상의 재료를 사용하여야 한다.
2. 고장력강재를 사용하는 경우, 갑판 및 외판 등의 두께, 보강재의 단면계수 및 기타 구조치수를 산정하는 수식은 **3편**의 관련 수식을 준용한다.
3. 알루미늄으로 건조되는 선박의 경우, 재료계수에 대하여는 **표 10.1.3**부터 **표 10.1.6**에 따르며, 이 외에는 다음 식에 의한다.

$$K = \frac{240}{\sigma_f}$$

σ_f : 항복응력(N/mm^2, 0.2% 영구변형량에 대응하는 내력)으로 인장강도의 70 % 이하로 한다.

표 10.1.3 가공용 알루미늄 합금판의 계수 K,
(2 mm ≦ t ≦ 40 mm)

재료기호	열처리	K
A 5052 P	H32 H34	1.64 1.45
A 5154A P	O, H111	2.86
A 5454 P	H32, H34	1.37 1.27
A 5086 P	H116, H32 H34	1.25 1.14
A 5083 P	H116, H321	1.12
(비고) O 및 H111에 대한 계수 K는 **표 10.1.6**에 따른다.		

표 10.1.4 알루미늄 압출형재의 계수 K (주 : 하중방향이 압출방향과 수평인 경우) (2 mm ≦ t ≦ 25 mm)

재료기호	열처리	K
A 6061 S	T5/T6	1.32
A 6005A S	T5/T6	1.32
A 6082 S	T5/T6	1.11

표 10.1.5 알루미늄 압출형재의 계수 K (주 : 하중방향이 압출방향과 수직인 경우) (2 mm ≦ t ≦ 25 mm)

재료기호	열처리	K
A 6061 S	T5/T6	1.41
A 6005A S	T5/T6 6≤ t ≤10 10≤ t ≤25	 1.32 1.49
A 6082 S	T5/T6	1.18

표 10.1.6 용접조건에서의 계수 K

재료기호	열처리	용접용 재료	K
A 5052	O, H111, H32, H34	A 5356 BY/WY	3.70
A 5154A	O, H111	A5356- A5183BY/WY	2.86
A 5454	O, H111, H32, H34	A5356- A5183BY/WY	2.86
A 5086	O, H111, H116, H32, H34	A5356- A5183BY/WY	2.38
A 5083	H116, H321, H116, H321	A 5356 BY/WY A 5183 BY/WY	1.89 1.67
A 6061	T5/T6	A5356- A5183BY/WY	2.08
A 6005A	T5/T6	A5356- A5183BY/WY	2.08
A6082	T5/T6	A5356- A5183BY/WY	2.08

4. 규칙 301.의 4항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 규칙 1편 1장 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. 【규칙 참조】
5. 선체구조부재로서 스테인리스 강재를 사용하는 경우 재료의 사용과 치수는 3편 1장 401.의 1항에 따른다. *(2018)*

302. 치수 *(2021)* 【규칙 참조】

1. 보강재의 구조치수는 지정된 동일치수의 보강재를 연속적으로 배치하는 그룹개념을 기초로 하여 결정할 수 있다. 그룹의 구조치수는 다음 (1)과 (2) 중 큰 것으로 한다. 단, 그룹의 개념은 피로요건에는 적용하지 않는다.
   (1) 그룹 내 모든 보강재의 요구치수 평균
   (2) 그룹 내 어느 하나 보강재의 최대요구치수의 90 % ⚓

제 2 장 선수재 및 선미재

제 1 절 선수재

101. 강판선수재 【규칙 참조】

지침 3편 2장 101.에 따른다.

제 2 절 선미재

202. 프로펠러포스트 【규칙 참조】

1. 주강선미재의 용접이음에 대하여는 지침 3편 2장 202.에 따른다.
2. 강판선미재 및 프로펠러보스에 대하여는 지침 3편 2장 203.에 따른다.

203. 슈피스 【규칙 참조】

지침 3편 2장 205.에 따른다.

204. 힐피스 【규칙 참조】

지침 3편 2장 206.에 따른다. ⚓

제 3 장 종강도

제 1 절 일반사항

101. 적용의 특례 【규칙 참조】

지침 3편 3장 101.에 따른다.

103. 적하지침서 【규칙 참조】

지침 3편 3장 103.에 따른다.

104. 적하지침기기 【규칙 참조】

지침 3편 3장 104.에 따른다.

제 2 절 굽힘강도

201. 선박의 중앙부의 굽힘강도 【규칙 참조】

규칙 표 10.3.1에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 계산법”이라 함은 지침 3편 3장 201.을 말한다.

203. 선체 횡단면계수의 계산 【규칙 참조】

지침 3편 3장 203.에 따른다. ⚓

제 4 장 평판용골 및 외판

제 1 절 일반사항

102. 접촉에 대한 고려 *(2020)* 【규칙 참조】

어선의 용도에 따라 어구의 접촉으로 인하여 외판이 손상될 기회가 많다고 인정되는 경우에는 외판의 두께를 특별히 고려하여야 한다. 그러나 방현재 등의 적절한 부가물로 외판이 보호되는 경우, **규칙** 및 **지침** 102.는 적용하지 않을 수 있다.

제 3 절 선박중앙부의 외판

303. 현측후판의 두께 【규칙 참조】

지침 3편 4장 303.에 따른다.

제 4 절 전후부의 외판

401. 전후부의 외판 【규칙 참조】

1. 선수미단에서 각각 0.3 L 이내의 곡면부의 외판두께는 **그림** 10.4.1과 같이 늑골의 수직 또는 수평거리 a에 1.1배한 것을 S로 하여 계산한다.

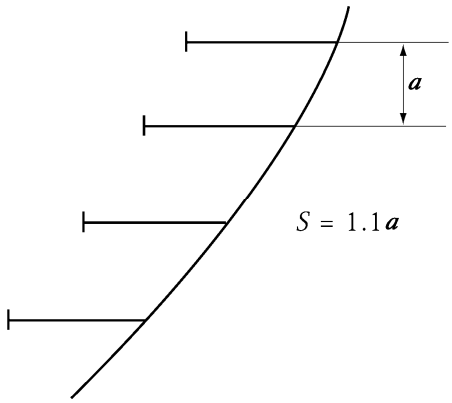
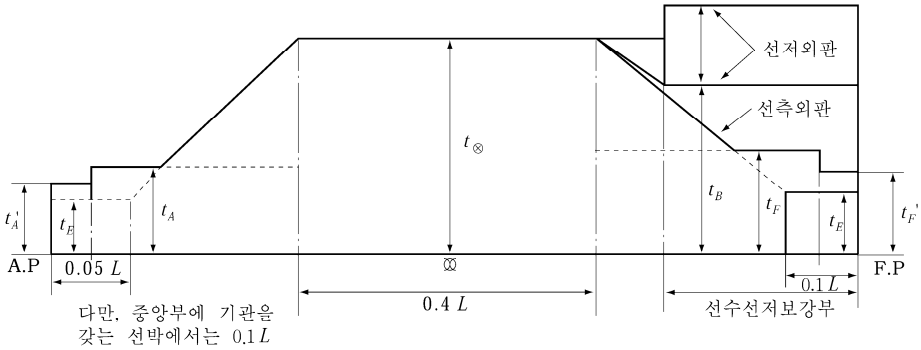


그림 10.4.1 선수미부에서의 S와 a와의 관계

2. 외판의 두께는 판의 길이의 중앙에서 **그림** 10.4.2에 의한 두께 이상으로 한다.



$t_\otimes$: 중앙부 외판의 규정두께(종강도를 만족하기 위하여 규정의 두께 이상으로 하는 경우에는 실제의 두께로 한다)
t_E : 선수미부 외판의 규정두께(4.6 + 0.044 L)
$t_F(t_F')$: 선수부 0.3L 사이의 외판의 규정두께($1.34\,S\sqrt{L}\cdot t_C$)
$t_A(t_A')$: 선미부 0.3L 사이의 외판의 규정두께($1.20\,S\sqrt{L}\cdot t_C$)
t_B : 선수선저 보강부의 외판의 규정두께

그림 10.4.2 외판두께의 테이퍼

404. 선수선저부 외판 【규칙 참조】

지침 3편 4장 404.에 따른다.

제 5 절 선루측부의 외판

503. 선루단 부분의 보강 【규칙 참조】

지침 3편 4장 601.에 따른다.

제 6 절 외판의 국부보강

601. 개구 【규칙 참조】

지침 3편 4장 701.에 따른다.

602. 시체스트(seachest)의 두께 【규칙 참조】

지침 3편 4장 702.에 따른다. ⚓

제 5 장 갑판

제 1 절 일반사항

101. 강갑판 【규칙 참조】

지침 3편 5장 101.에 따른다.

102. 갑판의 수밀 【규칙 참조】

지침 3편 5장 102.에 따른다.

104. 갑판구의 보강 【규칙 참조】

지침 3편 5장 104.에 따른다.

105. 둥근거널 【규칙 참조】

지침 3편 5장 105.에 따른다.

제 2 절 강력갑판의 유효단면적

202. 강력갑판의 유효단면적 【규칙 참조】

지침 3편 5장 202.에 따른다.

204. 긴 선미루내 【규칙 참조】

지침 3편 5장 204.에 따른다.

205. 선루갑판이 강력갑판인 경우의 선루내 【규칙 참조】

지침 3편 5장 205.에 따른다. ⚓

제 7 장 이중저구조

제 1 절 일반사항

101. 적용 *(2018)* 【규칙 참조】

1. SOLAS 및 **선박안전법 강선구조기준**을 따르는 총톤수 500톤 이상의 국제항해 선박의 경우, 이중저를 생략하기 위해서는 **지침 3편 7장 101.**의 1항의 요건을 만족하여야 한다.
2. **선박안전법**을 적용받는 경우에는 **강선구조기준**의 관련 요건에 적합하여야 한다.

제 5 절 종늑골

502. 단면계수 【규칙 참조】

지침 3편 7장 403.의 2항에 따른다.

제 6 절 내저판 및 마진판

601. 내저판의 두께 【규칙 참조】

지침 3편 7장 501.의 4항에 따른다.

제 9 절 선수선저부의 구조

901. 적용 【규칙 참조】

지침 3편 7장 801.에 따른다.

902. 선수선저 보강부 【규칙 참조】

지침 3편 7장 802.에 따른다. ⚓

제 8 장 늑골

제 1 절 일반사항

104. 보일러실 및 보스부분의 늑골 등 【규칙 참조】

규칙 104.의 2항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 규칙 1편 1장 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.

제 3 절 화물창내 횡늑골

301. 적용 【규칙 참조】

규칙 301.의 2항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 규칙 7편 3장 7절에 따르거나 규칙 1편 1장 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.

302. 횡늑골 치수 【규칙 참조】

지침 3편 8장 302.에 따른다.

제 5 절 갑판사이 늑골

502. 치수 【규칙 참조】

지침 3편 8장 502.에 따른다.

503. 특별고려 【규칙 참조】

지침 3편 8장 503.에 따른다. ⚓

제 9 장 외팔보(cantilever) 구조

제 3 절 외팔보와 특설늑골과의 고착

301. 고착 【규칙 참조】

지침 3편 9장 503.에 따른다. ⚓

제 10 장 갑판보(beams)

제 1 절 일반사항

102. 갑판보의 단부 고착 【규칙 참조】

지침 3편 10장 102.에 따른다.

제 2 절 갑판하중

201. h의 값 【규칙 참조】

1. 지침 3편 10장 201.에 따른다.
2. 규칙 201.의 2항 (4)호에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 지침 3편 1장 203.의 2항 (2)호 (다)를 말한다. 【규칙 참조】

제 3 절 종갑판보

303. 단면계수 【규칙 참조】

지침 3편 10장 303.에 따른다.

제 4 절 횡갑판보

402. 모양 【규칙 참조】

지침 3편 10장 402.에 따른다. ⚓

제 11 장 갑판 거더

제 1 절 일반사항

103. 구조 【규칙 참조】

지침 3편 11장 103.에 따른다.

104. 단부의 고착 【규칙 참조】

지침 3편 11장 104.에 따른다.

제 2 절 갑판 종거더

201. 단면계수 【규칙 참조】

규칙 3편 11장 201.에 따른다. ⚓

제 12 장 필러

제 1 절 일반사항

102. 화물창내 필러 【규칙 참조】

지침 3편 12장 102.에 따른다.

제 2 절 필러의 치수

201. 필러의 단면적 【규칙 참조】

지침 3편 12장 201.에 따른다. ⚓

제 13 장 선수미 구조

제 1 절 일반사항

102. 제수판 【규칙 참조】

지침 3편 13장 102.에 따른다.

103. 작은 각도에 의한 부착 【규칙 참조】

지침 3편 13장 103.에 따른다.

제 2 절 선수격벽 전부구조

201. 구조 및 배치 【규칙 참조】

체인로커가 선수격벽 전방에 설치되고 외판이 체인로커를 형성하는 체인로커의 바닥이 선측스트링거의 위치와 일치하지 않는 경우에는 스트링거의 높이와 같은 위치의 체인로커 내부에 스트링거를 설치할 것을 권장한다. (그림 10.13.1 참조)

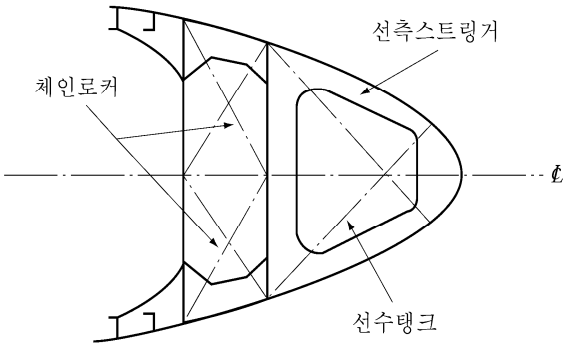


그림 10.13.1 체인로커부근의 선수구조

제 14 장 수밀격벽

제 1 절 수밀격벽의 배치

101. 선수격벽 【규칙 참조】

지침 3편 14장 201.에 따른다.

104. 화물창내 격벽 【규칙 참조】

지침 3편 14장 204.에 따른다.

107. 체인로커 【규칙 참조】

1. 규칙 107.의 1항에서의 “분리된 체인로커들 사이에 위치한 격벽이나, 체인로커들의 공통 경계를 이루는 격벽” 은 지침 그림 10.14.1을 참조한다.

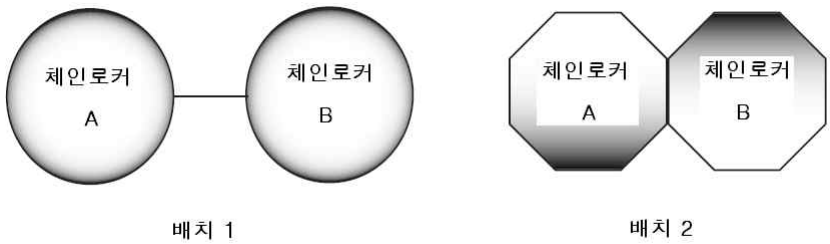


그림 10.14.1 체인로커의 배치

2. 규칙 107.의 4항에서의 “물의 유입을 최소화 할 수 있는 영구적으로 부착된 폐쇄장치” 의 허용가능한 배치의 예는 다음과 같다.
   (1) 체인링크를 수용하기 위한 컷아웃(cutout)을 가진 강판
   (2) 잠금위치에서 덮개를 유지하는 라싱 배치를 가진 캔버스 후드

제 2 절 수밀격벽의 구조

203. 휨보강재 【규칙 참조】

지침 3편 14장 303.에 따른다.

제 3 절 수밀문 (*2020*)

302. 수밀문의 형식 【규칙 참조】

지침 3편 14장 402.에 따른다.

303. 강도와 수밀성 등 【규칙 참조】

지침 3편 14장 403.에 따른다.

304. 조작 【규칙 참조】

지침 3편 14장 404.에 따른다.

305. 표시장치 【규칙 참조】

지침 3편 14장 405.에 따른다.

306. 경보장치 【규칙 참조】

지침 3편 14장 406.에 따른다.

307. 전원장치 【규칙 참조】

지침 3편 14장 407.에 따른다.

308. 경고판 【규칙 참조】

지침 3편 14장 408.에 따른다.

309. 슬라이딩 문 【규칙 참조】

지침 3편 14장 409.에 따른다.

311. 시험 【규칙 참조】

지침 3편 14장 412.에 따른다. ⚓

제 15 장 디프탱크

제 1 절 일반사항

103. 탱크내의 구획 【규칙 참조】

지침 3편 15장 103.에 따른다.

제 2 절 디프탱크 격벽

202. 격벽판 【규칙 참조】

지침 3편 15장 202.에 따른다.

203. 격벽휨보강재 【규칙 참조】

지침 3편 15장 203.에 따른다.

204. 보강거더 【규칙 참조】

지침 3편 15장 204.에 따른다. ⚓

제 16 장 선루 및 갑판실

제 1 절 일반사항

101. 적용 *(2019)* 【규칙 참조】

1. **규칙** 101.의 1항을 적용함에 있어서 어선의 경우 **어선법, 어선의 구조기준**의 관련 요건을 만족한다면 선수루를 생략할 수 있다.
2. **규칙** 101.의 3항을 적용함에 있어서 제3층보다 상층의 선루의 구조 및 치수는 3층으로 간주하여 적용한다.

제 3 절 선루단 격벽에 설치하는 출입구

301. 출입구의 폐쇄장치 【규칙 참조】

지침 3편 16장 301.에 따른다. ⚓

제 17 장 기관실 및 기관실 위벽

제 1 절 일반사항

102. 보강 【규칙 참조】

기관실 내의 특설늑골 면재의 단면적 A는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 특설늑골의 치수를 다른 적절한 방법으로 검토하여 치수를 정한 경우에는 그러하지 아니한다.

$$A = \frac{8KlSL}{d_w} - \frac{d_w t_w}{600} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

K : 다음 식에 의한 값
P가 C 이상인 경우 : $K = 0.4(P/C-1)+l$
P가 C 미만인 경우 : $K = 0.2(P/C-1)+l$
P : 주기연속최대출력(PS)
C : 다음 식에 의한 값
L이 50 m 이하인 경우 : C = 10 L
L이 50 m를 넘는 경우 : C = 35 L - 1250
l : 내저판으로부터 선측에 있어서 최하층 갑판보의 정부까지의 높이(m)
S : 특설늑골의 간격(m)
d_w : 특설늑골 웨브의 깊이(mm)
t_w : 특설늑골 웨브의 두께(mm)

제 2 절 주기하부의 구조

201. 단저구조 【규칙 참조】

주기거더의 간격이 작은 경우에는 중심선 거더를 생략할 수 있으나, 중심선상에 가능한 한 단절판을 설치할 것을 권장한다.

202. 이중저구조 【규칙 참조】

지침 3편 18장 202.에 따른다. ⚓

제 19 장 창구 및 기타의 개구

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

규칙 101.의 3항의 규정은 국내항해만을 하는 선박에는 적용하지 아니한다.

102. 노출갑판의 위치 【규칙 참조】

지침 4편 2장 102.에 따른다.

제 2 절 창구코밍

202. 창구코밍의 높이 【규칙 참조】

항로를 제한하는 조건으로 등록하고자 하는 선박의 경우, 창구코밍의 높이는 1장 201. 1. (4)에 따른다. *(2020)*

203. 창구코밍의 구조 【규칙 참조】

1. 강재 비바람막이 덮개를 설치하는 작은 창구코밍의 두께 t 는 다음에 따른다.

$$t = 0.05L + 4 \quad (\mathrm{mm})$$

2. 디프탱크에 설치하는 창구코밍의 구조 및 치수는 규칙 4편 2장의 규정 외에 규칙 3편 15장의 규정에 따른다.
3. 규칙 203.의 6항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 규칙 1편 1장 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. 【규칙 참조】

제 4 절 가스킷과 클램핑장치로 된 풍우밀 창구덮개

401. 강재 풍우밀 덮개 【규칙 참조】

1. 강재 풍우밀 창구덮개의 가스킷 및 클램핑장치의 상세는 규칙 4편 2장 5절의 규정을 준용한다. 다만, 클램핑장치의 간격은 창구귀퉁이부에서는 $0.5\,m$ 이하, 그 이외의 부분에서는 $1.0\,m$ 이하
2. 규칙 401.의 6항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 지침”이라 함은 규칙 1편 1장 105.에 따라 인정하는 것을 말한다. 【규칙 참조】

제 6 절 승강구 및 기타 갑판구

602. 승강구 【규칙 참조】

항로를 제한하는 조건으로 등록하고자 하는 선박의 경우, 승강구실에서의 출입구 문턱의 갑판상의 높이는 1장 201. 1. (4)에 따른다. *(2020)* ⚓

제 21 장 불워크, 방수구, 현창, 통풍통 및 상설보행로

제 2 절 방수구 【규칙 참조】

202. 방수구의 면적

지침 4편 4장 202.에 따른다.

203. 방수구의 배치

지침 4편 4장 203.에 따른다.

제 3 절 현창 【규칙 참조】

302. 적용

지침 4편 4장 302.에 따른다. ⚓

제 22 장 의장수 및 의장품

제 1 절 일반사항

101. 일반 *(2020)* 【규칙 참조】

1. 길이 30 m 미만인 선박에 비치하는 특수한 모양의 구조 및 치수를 갖는 앵커로서 댄포스 앵커(danforth anchor)를 사용하고자 하는 경우에는 제조 전에 미리 우리 선급에 관련 도면을 제출하여 승인을 받아야 한다.
2. **선박설비기준 제57조**의 규정에 따라 의장수를 계산한 경우에는 그 의장수에 따라 **표 10.22.1**에 정한 댄포스 앵커, 앵커로프, 예인삭 및 계류삭 등을 비치할 수 있다. *(2017)*

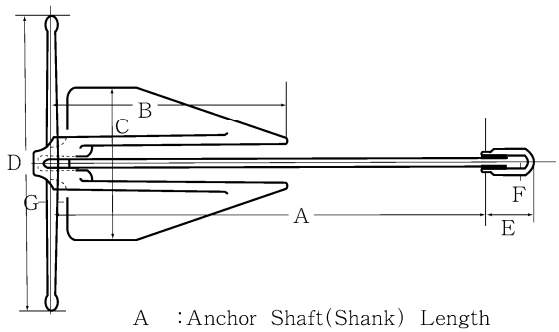
표 10.22.1 댄포스 앵커 및 로프 (2017)

의장수		댄포스 앵커		앵커에 사용하는 로프(앵커 1개당)						예인삭 (tow line)		계류삭 (mooring rope)		
					지름 (mm)									
								체인						
넘고	이하	수	질량 (kg)	길이 (m)	마닐라 로프	나일론 로프	비닐론 로프	제1종	제2종	길이 (m)	지름 (mm)	수	길이 (m)	지름 (mm)
80	90	2	20	60	24	17	20	·		110	28	·	·	·
90	105	2	25	70	28	20	24	·		110	30	1	165	20
105	140	2	30	80	32	22	27	·		110	32	1	165	20
140	175	2	40	90	35	25	30	·		135	34	1	165	22
175	215	2	50	100	38	27	33	·		135	36	1	165	24
215	255	2	60	100	42	30	36	14	12.5	135	40	1	165	24
255	295	2	70	110	45	32	38	14	12.5	135	45	1	165	24
295	390	2	95	110	50	35	42	16	14	135	50	1	165	32
390	445	2	125	120	60	42	50	17.5	16	135	50	1	165	32

3. 댄포스 앵커의 각 부 치수는 **표 10.22.2**에 따르며 각 항에서 정한 치수와 다른 구조의 댄포스 앵커에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 10.22.2 댄포스 앵커의 각부 치수

치수 (mm) / 질량 (kg)	A	B	C	D	E	F	G
20	825	463	361	685	95	18	23
25	890	500	390	740	104	20	25
30	945	565	414	784	109	21	26
40	1,049	590	460	872	122	24	29
50	1,154	647	506	960	134	26	32
60	1,190	668	521	988	137	27	33
75	1,280	719	561	1,063	149	29	35
100	1,400	790	616	1,170	163	31	43
120	1,500	840	657	1,240	174	34	45



A :Anchor Shaft(Shank) Length
B :Bill(pea)↔Stock Center
C :Anchor Arm(p)↔Anchor Arm(s)
D :Stock length
E :Anchor Ring(Shackle) Length
F :Anchor Ring(Shackle) Dia.
G :Stock Dia.

제 23 장 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

규칙 101.의 3항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **지침 7편 1장** 101.의 3항을 말한다.

102. 격벽의 배치 【규칙 참조】

지침 7편 1장 102.에 따른다.

103. 코퍼댐 【규칙 참조】

지침 7편 1장 103.에 따른다.

104. 기밀격벽 【규칙 참조】

지침 7편 1장 104.에 따른다.

108. 화물유탱크의 구조부재의 두께 *(2020)* 【규칙 참조】

규칙 108.의 (4) 및 (6)의 적용에 있어서, 최소두께는 화물유탱크 및 디프탱크의 길이 또는 너비가 $0.1L+5.0$ (m) 이상인 탱크에 적용한다.

제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비

201. 특히 큰 건현을 갖는 선박 【규칙 참조】

규칙 201.에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **지침 3편 1장** 203.의 2항 (2)호 (마)를 말한다.

202. 화물유탱크에 설치하는 창구 【규칙 참조】

규칙 202.의 2항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **지침 7편 1장** 202.를 말한다.

204. 상설보행로 및 통로 【규칙 참조】

규칙 204.의 1항에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **지침 4편 4장** 501.을 말한다.

205. 방수설비 【규칙 참조】

지침 7편 1장 205.에 따른다.

제 6 절 화물구역의 격벽

603. 큰 화물유탱크의 격벽 보강 【규칙 참조】

규칙 603.에서 "우리 선급이 적절하다고 인정하는 바"라 함은 **규칙 7편 1장** 510.을 말한다. ⚓

제 24 장 이중선체 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. 지침 7편 10장 101.에 따른다.
2. 규칙 101.의 3항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 지침 7편 10장 101.의 2항 및 3항을 말한다. 【규칙 참조】
3. 아스팔트 화물창과 인접부재 간 최소거리
   모든 화물탱크가 독립형탱크인 아스팔트 전용운반선의 경우, 적용에 있어서 지침 7편 1장 101.의 4항을 적용한다.

102. 구역의 배치 및 분리 【규칙 참조】

지침 7편 10장 102.에 따른다.

103. 최소두께 【규칙 참조】

규칙 103.의 1항 및 2항의 적용에 있어서, 화물유탱크 및 디프탱크의 길이 또는 너비가 $0.1L+5.0$ (m) 이상인 탱크에 적용한다.

제 2 절 격벽판

202. 제수격벽 【규칙 참조】

지침 7편 10장 202.에 따른다.

제 10 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정

1001. 특히 큰 건현을 갖는 선박 【규칙 참조】

규칙 1001.에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 지침 3편 1장 203.의 2항 (2)호 (마)를 말한다. ⚓

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제10편 소형강선의 선체구조 및 의장

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제13편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제13편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

제 13 편

산적화물선 및 유조선 공통구조규칙

RA-13-K

한 국 선 급

산적화물선 및 유조선 공통구조규칙

머리말

1. 본 규칙은 2015년 7월 1일 발효하며, 다음의 규칙을 대체한다.
   - 2012년 7월 이중선체 유조선 공통구조규칙
   - 2012년 7월 산적화물선 공통구조규칙

2. 다음 표는 2014년 1월 1일 규칙의 개정이력을 나타낸다.

	개정유형 / 번호 (Amendment Type / No.)	승인일자 (Adoption Date)	규칙버전일자 (Rule Version Date)	시행일자 (Effective Date)
1	Rule Change Notice 1	22 DEC 2014	01 JAN 2014	01 JUL 2015
2	Urgent Rule Change Notice 1	22 DEC 2014	01 JAN 2014	01 JUL 2015
3	Corrigenda 1	20 JAN 2016	01 JAN 2015	01 JUL 2015
4	Urgent Rule Change Notice 1 (2016)	09 DEC 2016	01 JAN 2015	01 JUL 2017
5	Corrigenda 1 (2017)	27 APR 2017	01 JAN 2017	01 JUL 2017
6	Rule Change Notice 1 (2017)	10 JAN 2018	01 JAN 2017	01 JUL 2018
7	Rule Change Notice 1 (2018)	17 DEC 2018	01 JAN 2018	01 JUL 2019
8	Corrigenda 1 (2018)	17 DEC 2018	01 JAN 2018	01 JUL 2018
9	Corrigenda 2 (2018)	17 JAN 2019	01 JAN 2018	01 JUL 2018
10	Rule Change Notice 1 (2019)	15 JAN 2020	01 JAN 2019	01 JUL 2020
11	Rule Change Notice 1 (2020)	24 DEC 2020	01 JAN 2020	01 JUL 2021
12	Urgent Rule Change Notice 1 (2021)	09 AUG 2021	01 JAN 2021	01 JUL 2022
13	Rule Change Notice 1 (2021)	20 DEC 2021	01 JAN 2021	01 JAN 2022
14	Corrigenda 1 (2021)	11 JAN 2022	01 JAN 2021	01 JUL 2021

㈜ 본 국문규칙은, 참고를 위한 영문 원본의 번역이다.

이 공통구조규칙의 판권은 2012. 7. 1일자로 각 IACS 정회원 선급에 있다.
Copyright © IACS 1st July 2012.

이 규칙에서 언급된 “IACS 정회원 선급”은 IACS 정회원 선급, 그 부속 및 자회사, 그 임원, 직원 또는 대리인(판권이 주어진 자를 대신하는)을 개별적 또는 집합적으로 지칭한다. IACS 정회원 선급은, 개별적으로 또는 단체로, 본 문서상의 정보나 조언의, 그것이 어떻게 제공되었던 간에, 신뢰성에 기인한 어떠한 손실, 손상 또는 비용의 발생에 대한 책임을 지거나 어떠한 사람에 대하여, 그 사람이 해당 IACS 정회원 선급과 이 정보나 조언의 제공을 위한 계약을 맺지 않은 한, 책무를 지지 아니한다. 그 경우라 할지라도 어떠한 책임이나 책무는 전적으로 그 계약서상의 명시된 조항과 조건에 한한다.

차 례

1 부 일반 선체 요건

제 1 장 규칙의 일반원칙 ····· 1

제 1 절 적용 ····· 2

제 2 절 규칙 원칙 ····· 11

제 3 절 적합성 검증 ····· 23

제 4 절 기호 및 정의 ····· 29

제 5 절 적하지침서 및 적하지침기기 ····· 48

제 2 장 일반배치설계 ····· 55

제 1 절 일반사항 ····· 56

제 2 절 격벽배치 ····· 57

제 3 절 구획배치 ····· 59

제 4 절 접근설비 ····· 62

제 3 장 구조배치설계 ····· 65

제 1 절 재료 ····· 66

제 2 절 순 치수 방법 ····· 74

제 3 절 부식추가 ····· 79

제 4 절 부식방지 ····· 83

제 5 절 한계상태 ····· 84

제 6 절 구조상세 원칙 ····· 88

제 7 절 구조의 이상화 ····· 120

제 4 장 하중 ····· 145

제 1 절 소개 ····· 146

제 2 절 동적 하중상태 ····· 149

제 3 절 선박운동 및 가속도 ····· 163

제 4 절 선체거더하중 ····· 169

제 5 절 외부하중 ····· 177

제 6 절 내부하중 ····· 207

제 7 절 설계하중 시나리오 ····· 235

제 8 절 적하상태 ····· 240

부록 1 화물질량곡선 ····· 308

제 5 장 선체거더강도 ····· **321**
제 1 절 선체거더 항복강도 ····· 322
제 2 절 선체거더 최종강도 ····· 341
제 3 절 선체거더 잔존강도 ····· 344
부록 1 전단 흐름의 직접계산 ····· 347
부록 2 선체거더 최종능력 ····· 355

제 6 장 선체국부 구조치수 ····· **367**
제 1 절 일반사항 ····· 368
제 2 절 하중적용 ····· 369
제 3 절 최소 두께 ····· 372
제 4 절 판 ····· 374
제 5 절 보강재 ····· 380
제 6 절 1차 지지부재 및 필러 ····· 383

제 7 장 직접강도해석 ····· **387**
제 1 절 강도평가 ····· 388
제 2 절 화물창 구조 강도해석 ····· 391
제 3 절 국부구조 강도해석 ····· 429

제 8 장 좌굴 ····· **457**
제 1 절 일반사항 ····· 458
제 2 절 세장비 요건 ····· 462
제 3 절 규정 좌굴요건 ····· 468
제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건 ····· 474
제 5 절 좌굴능력 ····· 488
부록 1 참조응력을 기반으로 한 응력 ····· 515

제 9 장 피로 ····· **519**
제 1 절 일반사항 ····· 520
제 2 절 구조상세의 평가 ····· 525
제 3 절 피로평가 ····· 540
제 4 절 간이 응력해석 ····· 558
제 5 절 유한요소 응력해석 ····· 578
제 6 절 상세설계 기준 ····· 601

제 10 장 기타구조 ····· **623**
제 1 절 선수부 ····· 624
제 2 절 기관구역 ····· 635

제 3 절 선미부 ····· 639
제 4 절 슬로싱이 작용하는 탱크 ····· 644

제 11 장 선루, 갑판실 및 선체의장 ····· 653
제 1 절 선루, 갑판실 및 승강구 ····· 654
제 2 절 불워크 및 보호난간 ····· 658
제 3 절 의장설비 ····· 661
제 4 절 갑판설비에 대한 지지구조 ····· 662
제 5 절 작은창구 ····· 669

제 12 장 건조 ····· 675
제 1 절 건조 및 제작 ····· 676
제 2 절 용접시공 ····· 779
제 3 절 용접이음의 설계 ····· 682

제 13 장 운항-신환기준 ····· 701
제 1 절 기본원칙 및 검사요건 ····· 702
제 2 절 허용기준 ····· 704

2 부 선종

제 1 장 산적화물선 ····· 707
제 1 절 일반배치설계 ····· 708
제 2 절 구조설계원칙 ····· 710
제 3 절 선체국부치수 ····· 717
제 4 절 길이 L이 150 m 미만인 산적화물선의 선체 국부 치수 ····· 732
제 5 절 화물창 창구덮개 ····· 741
제 6 절 추가 부기부호 GRAB ····· 758

제 2 장 유조선 ····· 759
제 1 절 일반배치설계 ····· 760
제 2 절 구조설계의 원칙 ····· 762
제 3 절 선체국부치수 ····· 763
제 4 절 선체의장 ····· 785

13편 1부 1장

규칙의 일반원칙

제 1 절 적용

제 2 절 규칙 원칙

제 3 절 적합성 검증

제 4 절 기호 및 정의

제 5 절 적하지침서 및 적하지침기기

제 1 절 적용

1. 적용범위

1.1 일반사항

1.1.1
이 규칙은 다음의 조건을 만족하는 선박에 적용한다.

a) 산적화물선 및 이중선체 유조선
b) 항해구역의 제한이 없는 자항선 그리고
c) 2015년 7월 1일 이후 건조 계약된 선박

비고 1. "항해구역의 제한이 없는"이라 함은 빙해 항해에 대한 선박의 능력에 따라 제한되는 경우를 제외하고 어떠한 지리적 제한(예 : 해양제한, 계절제한)을 받지 아니하는 것을 의미한다.
비고 2. "건조계약"이라 함은 예정된 선주 및 조선소간의 건조계약 서명일을 의미한다. 이와 관련한 상세한 내용은 IACS PR No.29를 참조한다.

1.1.2
이 규칙은 용접 강구조물로 건조되고 보강 패널로 구성된 선박에 적용한다. 선박구조는 횡격벽 및 특설늑골에 의해 구성된 종식 또는 횡식구조이어야 한다.

이 규칙을 적용하는 선박의 전형적인 배치는 다음의 구조배치를 포함하는 것으로 가정한다:

- 협약요건에 적합한 깊이를 가지는 이중저 구조
- 기관실이 화물탱크/화물창 구역의 후방에 위치한 구조

1.1.3
이 규칙에 적용되지 않는 선박에 대해서는 우리 선급의 관련 규칙에 따른다.

1.2 산적화물선에 대한 적용범위

1.2.1
이 규칙은 길이 L 이 90 m 이상인 단일선측 및 이중선측 산적화물선의 선체구조에 적용한다.
산적화물선이라 함은 일반적으로 화물창 구역 내에 단일갑판, 이중저, 호퍼탱크, 톱사이드 탱크를 가지며, 단일 또는 이중선측 구조로 건조되고 주로 건화물을 산적의 형태로 운송하는 선박을 의미한다. 산적화물선의 전형적인 횡단면의 형상은 **그림 1**과 같다.
적어도 한 개의 화물창이 호퍼탱크 및 톱사이드 탱크를 갖고 다른 화물창은 이들을 가지지 않는 하이브리드(hybrid) 산적화물선(**그림 2** 참조)은 이 규칙에 강도요건을 따라야 한다. 이 규칙은 다음의 선박에는 적용하지 않는다.

- 광석운반선
- 겸용운반선
- 우드칩 운반선
- 10톤 이상의 그랩, 동력삽(power shovels) 및 화물창구조에 빈번히 손상을 주는 다른 수단에 의해 적재 및 적하하지 않는 시멘트, 비산회(fly ash) 및 설탕운반선
- 자체 하역 기능을 가진 내저판 구조의 선박

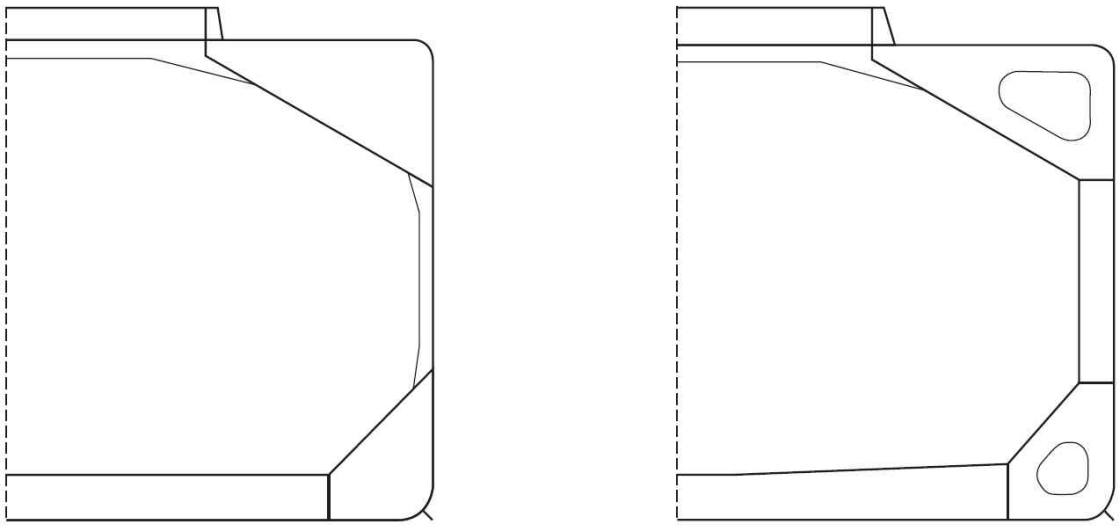


그림 1 산적화물선의 전형적인 배치

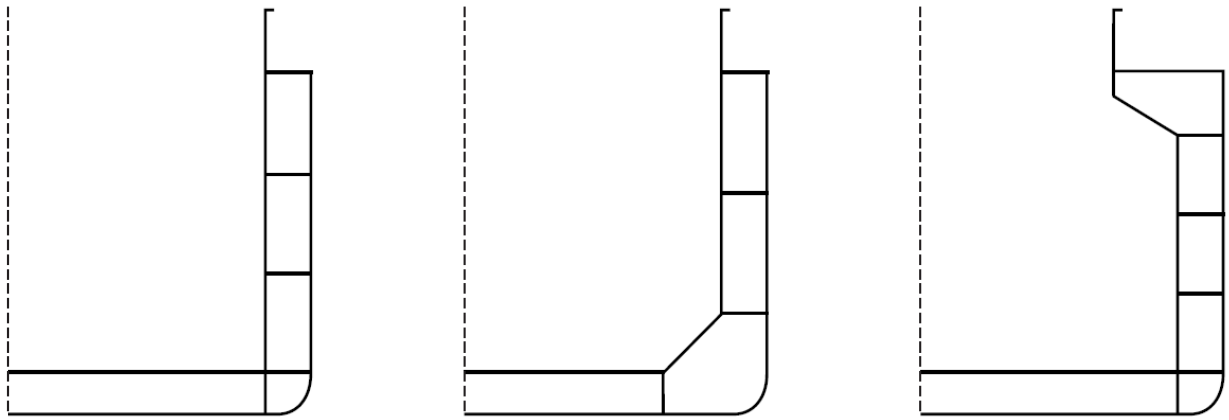


그림 2 하이브리드(hybrid) 산적화물선의 횡단면 예

1.3 유조선에 대한 적용범위

1.3.1 길이 및 구조배치의 적용

이 규칙은 길이 L 이 150 m 이상의 이중선체 유조선의 선체구조에 적용한다. 유조선이라 함은 MARPOL 73/78 **부속서** 1을 적용받는 선박을 의미한다.
이 규칙을 적용하는 유조선의 횡단면의 전형적인 배치는 **그림** 3과 같으며, 다음의 구조배치를 포함하는 것으로 가정한다.

- 협약요건에 적합한 폭을 가지는 이중선측 구조
- 평판 횡격벽, 파형 횡격벽 또는 이중 선체구조(double skin)의 선측 종격벽 , 중심선 종격벽 또는 횡격벽
- 단일갑판 구조

그림 3의 단면은 전형적인 예이며, **그림** 3과 다른 크로스타이 및 특설늑골의 배치에 대해서도 적용한다.

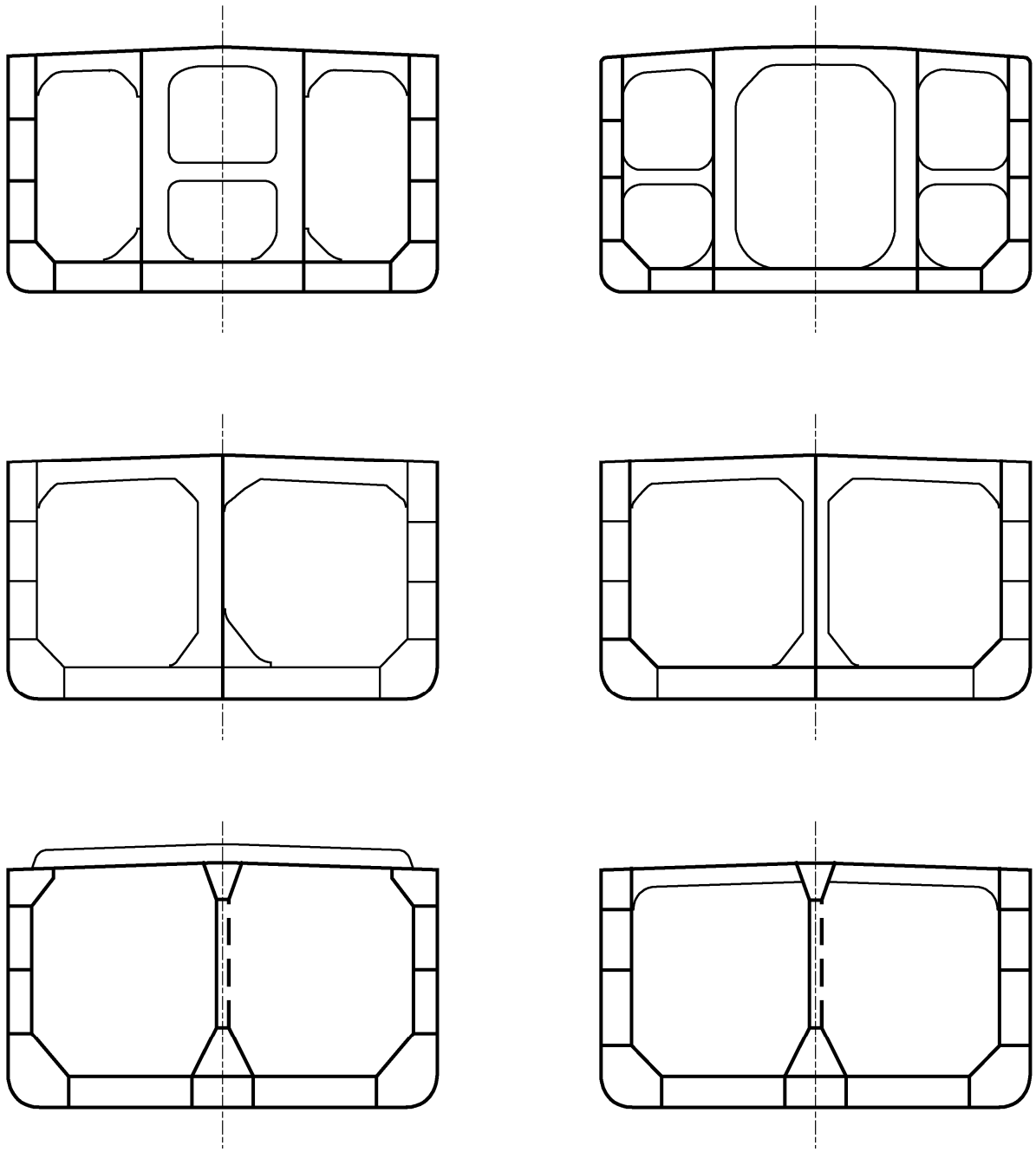


그림 3 이중선체 유조선의 전형적인 배치

1.3.2 화물온도 적용

이 규칙에 있어서 화물의 설계온도는 다음과 같다.

a) 최고 설계온도 : 80 °C
b) 최저 설계온도 : 0 °C

2. 규칙 적용

2.1 규칙 설명

2.1.1 규칙 구성

이 규칙은 2부로 구성된다.

- 1부 : 일반 선체 요건
- 2부 : 선종

각 부는 규칙의 목적을 만족하기 위한 상세한 적용 및 요건에 대한 지침을 규정하는 장으로 구성되어 있다.

2.1.2 번호 부여

번호 부여 시스템은 **표 1**에 따른다.

표 1 규칙 번호 부여 및 약자

순서	등급	예	약자
1	부	1부 -일반 선체 요건	Sub 1
2	장	1장 규칙의 일반원칙	Ch 1
3	절	1절 적용	Sec 1
4	조항	1. 일반사항	[1]
5	하부조항	1.1 적용범위	[1.1]
6	요건	1.1.1 이 규칙은 .... 적용한다.	[1.1.1]

2.2 규칙 요건

2.2.1 1부

규칙의 **1부**는 다음과 같이 모든 선종에 대한 공통적인 요건을 제공한다.

- 1장 규칙의 일반원칙
- 2장 일반배치설계
- 3장 구조배치설계
- 4장 하중
- 5장 선체거더강도
- 6장 선체국부 구조치수
- 7장 직접강도해석
- 8장 좌굴
- 9장 피로
- 10장 기타 구조
- 11장 선루, 갑판실 및 선체의장
- 12장 건조
- 13장 운항 - 신환 기준

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13 및 **10장 4절**의 조항은 선박 길이 전체에 적용된다. **7, 9, 10장** 및 **11장**은 적용범위가 정의되어 있다.

2.2.2 2부

이 규칙의 **2부**는 **1부**의 요건에 추가하여 각 선종별 특정 요건을 제공하며, 다음의 두 장으로 구성되어 있다.

- 1장 : 산적화물선
- 2장 : 유조선

2.2.3 규칙의 적용

선박 배치 및 치수는 **그림 4**와 같이 이 규칙의 관련 부 및 장에 따른다.

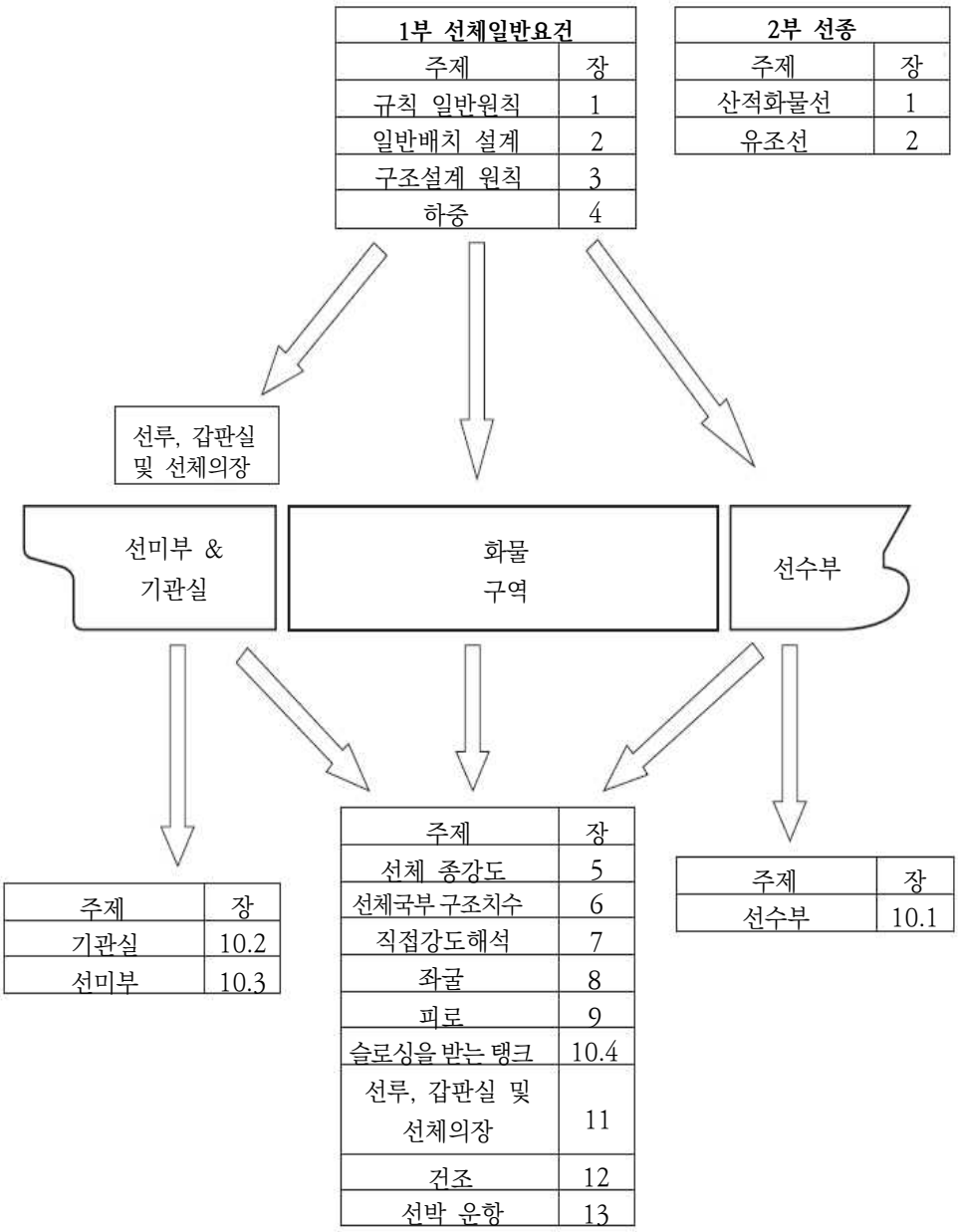


그림 4 규칙의 적용

2.2.4 일반 기준

선박 배치, 제안된 상세 및 제공된 치수(순 치수 또는 총 치수)는 규칙의 해당 요건 및 최소 치수에 적합하여야 한다.

2.3 구조 요건

2.3.1 재료 및 용접

이 규칙은 **3장 1절**의 규정에 적합한 특성을 가지는 강으로 만들어진 용접 선체구조에 적용한다. 또한 이 규칙은 선루나 소형 창구덮개와 같은 선체구조의 일부를 강 이외의 재료이지만 **3장 1절**에 적합한 재료로 된 용접구조 선박에도 적용한다.
선체 재료가 상기 요건과 다른 선박은 이 규칙에 규정된 원칙과 기준을 근거로 우리 선급이 인정하는 바에 따라야 한다.

2.4 선박 부분

2.4.1 일반사항

이 규칙의 적용에 있어서, 선박은 다음의 다섯 부분으로 구분하여 고려되어야 한다.

- 선수부
- 화물창 구역
- 기관구역
- 선미부
- 선루 및 갑판실

2.4.2 선수부

선수부는 선수격벽 전방에 위치한 다음과 같은 부분을 말한다.

- 선수부구조
- 선수재

2.4.3 화물창 구역

화물창 구역은 화물창, 화물탱크 및 슬롭탱크를 포함하는 선박의 부분을 말한다. 선수격벽과 화물창 구역의 후방 횡격벽에 위치한 선박 부분의 전 폭 / 깊이를 포함한다. 펌프룸은 화물창 구역으로 포함하지 않는다.

2.4.4 기관구역

기관구역은 일반적으로 선박의 선미격벽과 화물창 구역의 후방 격벽사이의 부분을 말하며, 펌프룸을 포함한다.

2.4.5 선미부

선미부는 선미격벽 후방에 위치하는 구조를 말한다.

2.4.6 선루 및 갑판실

선루는 건현갑판 상에 설치된 상부에 갑판을 가지고 있는 구조물로서, 선측에서 선측까지 달하거나 선측외판에서 너비 B 의 4 % 를 넘지 아니하는 위치에 그 측판을 가지고 있는 것을 말한다.
갑판실은 건현갑판 또는 선루갑판 상에 설치된 상부에 갑판을 가지고 있는 구조물로서 선루의 정의에 맞지 않는 구조를 말한다.

2.5 하역장치에 대한 적용의 제한

2.5.1 정의

선체구조와 일체형으로서 고려되는 하역장치의 고정부는 선체구조와 용접에 의하여 영구적으로 연결된 구조로써 선체와 직접적으로 상호 작용하는 부분만을 말한다(예로서 크레인 페데스탈(pedestal) 마스트, 킹 포스트, 데릭받침대 등이며 크레인, 데릭붐, 로프, 부속품 및 일반적으로 분리 가능한 부분은 제외).

2.5.2 하역장치에 대한 규칙 적용

선체구조에 설치되는 하역장치의 고정부 및 연결부는 하역장치에 대한 우리 선급의 규칙을 만족 및 / 또는 요구 시 하역장치증서(특히, 선박의 하역장치 및 하역기기의 등록증서 발행)에 의하여 대신할 수 있다.

2.5.3 고정식 하역장치를 지지하는 구조물

고정식 하역장치를 지지하는 구조물 및 이동식 하역장치를 지지하기 위한 구조물은 조선소 또는 하부 계약자에 의하여 지정되는 작동 및 환경조건으로 인한 부가하중을 고려하여 설계하여야 한다.

2.6 새로운 설계

2.6.1

새로운 특성 또는 특이한 선체 설계의 선박에 대해서는 **3절 [6.2]**를 따른다.

3. 선급부호

3.1 선급부호 CSR

3.1.1 적용

이 규칙에 적합한 선박은 CSR 부호를 부기하며, 추가하여, 선급부호 및 특기사항과 용도상의 특기사항과 아래의 추가 선급부호를 부기한다.

3.2 산적화물선에 대한 선급부호

3.2.1 용도상의 특기사항 BC-A, BC-B 및 BC-C

다음의 요건은 **[1.2.1]**에 정의하는 선박으로서 길이 L 이 150 m 이상인 선박에 적용한다.
이 규칙을 적용받는 산적화물선은 다음 특기사항 중 하나를 부기한다.

a) BC-A : BC-B 의 조건에 추가하여 최대 흘수에서 지정된 화물창을 공창으로 하여 화물밀도가 1.0 t/m^3 이상인 산적 건화물을 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여한다.

b) BC-B : BC-C 의 조건에 추가하여 화물밀도가 1.0 t/m^3 이상의 산적 건화물을 모든 화물창에 균일하게 적재하여 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여한다.

c) BC-C : 화물밀도가 1.0 t/m^3 미만의 산적 건화물을 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여한다.

설계 시에 적용된 설계 하중조건의 결과에 따라 운항 중에 준수되어야 할 제한 사항들에 대한 보다 상세한 설명을 위하여 추가적인 용도 상의 특기사항을 다음과 같이 부기하여야 한다.

- 최대 화물밀도가 3.0 t/m^3 미만인 경우, 특기사항 BC-A 및 BC-B 부호에 대하여 {Maximum cargo density (t/m^3)} 를 부기(**4장 8절 [4.1]** 참조)
- **4장 8절 [4.2.2]**에 규정하는 조건에 따라 여러 항구에서의 적하 및 양하에 대한 설계를 하지 않은 선박인 경우, 모든 특기사항에 대하여 {No MP} 를 부기
- 특기사항 BC-A 부호에 대하여 {Holds a, b, …may be empty} 를 부기(**4장 8절 [4.1]** 참조)
- 특기사항 BC-A 부호에 대하여 격창 블록 적재조건이 있는 경우 {Block loading} 을 부기(**4장 8절 [4.2.3] d)** 참조)

3.2.2 추가 선급부호 GRAB [X]

[3.2.1]에 따라 부기부호 BC-A 또는 BC-B 를 갖는 선박은 강제적으로 추가 선급부호 GRAB [X] 를 가져야 한다. 이러한 선박의 경우, **2부 1장 6절**에서 규정하는 GRAB [X] 요건은 화물이 없는 상태에서 그랩 중량 X 가 아래의 중량보다 적지 않아야 한다.

- 길이 L 이 250 m 이상인 선박의 경우 : 35 톤
- 길이 L 이 200 m 이상 250 m 미만인 경우 : 30 톤
- 길이 L 이 200 m 미만인 경우 : 20 톤

부기부호 BC-C 를 갖는 선박의 경우, 추가 선급부호 GRAB [X] 는 선택사항이다.

4. 선급규칙의 적용

4.1 이 규칙에 규정되는 않는 구조

4.1.1

설계자는 이 규칙에 규정되지 않는 구조 부분은 우리 선급의 관련 규칙에 따라야 한다.

제 2 절 규칙 원칙

1. 일반사항

1.1 규칙 목적

1.1.1

이 규칙의 목적은 인명, 환경 및 재산의 안전을 향상시키기 위하여 주요 구조적 손상의 위험성을 감소시키고, 설계수명 동안 선체구조의 충분한 내구성을 확보하기 위한 선급 최소요건을 정하는데 있다.

1.1.2

각 하부 절은 다음의 내용을 포함한다.

- 일반적인 가정 : 선박의 설계, 건조 및 운항과 관련되며 선급, 선주, 조선소, 설계사의 가정된 역할에 관한 정보를 제공
- 설계 기초 : 규칙을 기초로 하고 설계인자 및 선박 운항 상의 가정에 대한 전제
- 설계 원칙 : 하중 및 구조강도와 관련한 규칙의 구조적 요건에 사용되는 기본적인 원칙을 정의
- 규칙 설계방법 : 설계 원칙이 어떻게 적용되며, [1.1.1]의 관점에서 기준을 어떻게 적용되는 가를 기술

2. 일반적인 가정

2.1 국제 및 국내 규정

2.1.1

선박은 **국제해사기구**(IMO)에 의하여 규정되고 주관청 또는 선급에 의하여 시행되는 규정에 따라 설계, 건조 및 운항되어야 한다. 건조자는 주관청 또는 선급에 의하여 시행되는 **국제노동기구**(ILO)의 관련 요건에 의하여 구조설계 및 배치의 영향을 충분히 고려하여야 한다.

2.1.2

이 규칙은 해당되는 협약요건을 만족한다는 가정 하에 적용한다.

2.2 규칙의 적용 및 시행

2.2.1

선급은 선체구조 및 필수 시스템에 대한 최소 요건을 포함하는 규칙을 개발하고 발간한다. 선급은 주관청의 권한을 위임받은 경우 선박의 설계, 건조과정 및 선박의 운항 중 선급규칙 및 해당되는 국제협약을 만족하는지를 검증한다.

2.2.2

이 규칙은 선급의 선체구조 부문에만 규정하며 건조 및 운항 중 이 규칙에 대한 적합성 검증과 관련된 요건은 포함하지 않는다. 규칙에서 목표로 하고 있는 안전 수준을 달성하기 위하여 선박의 설계, 건조 및 운항과 관련한 많은 사항들이 규칙의 적용 및 시행에 관여하는 당사자에 의하여 지켜지는 것으로 가정된다. 이러한 가정을 요약하면 다음과 같다.

(a) 일반 관점 :
- 건조자와 선주가 동의한다면 설계, 건조 및 운항에 관련된 정보 및 문서는 건조자, 설계자, 선급 및 선주 간에 전달된다. 이 규칙의 요건에 따른 설계문서가 제공된다.
- 규칙의 요건에 적합함을 보장하기 위하여 선주 및 다른 관련 당사자들에 의한 설계, 건조, 운항 및 정비 활동에 대하여 품질 시스템이 적용된다.

(b) 설계 관점 :

- 선주는 선박의 용도를 명확히 정하며, 선박은 규칙에서 주어진 구조적인 요건뿐만 아니라 운항요건에 따라 설계된다.
- 건조자는 선박이 운항 제한범위 내에서 안전하고 효율적으로 운항될 수 있도록 운항 제한사항을 식별하고 문서화 한다.
- 건조자는 국내 및 국제협약에 추가하여 규칙에 포함된 규정에 적합한지 확인하기 위하여 설계의 검증을 수행한다.
- 설계는 적합한 자질, 자격 및 경력을 갖춘 사람에 의하여 수행된다.
- 선급은 선박이 선급규칙에 적합한지 검증하기 위하여 설계도면 및 관련문서에 대한 기술적 평가를 수행한다.
- 구역에 조명 및 통풍장치가 설치되어 있는 경우, 건조자는 SOLAS 및 MLC2006 Reg. 3.1-**거주설비 및 오락시설**과 같은 관련 국제협약 및 선급규칙의 관련 요건에 따른 구조설계 및 배치상의 영향을 고려하여야 한다. 향상된 안전성 및 생산성을 포함한 인적요소 고려사항은 IACS Rec. No.132 또는 우리 선급에 의하여 승인된 인체공학 기준을 사용하여 고려될 수 있다.
- 구역이 지속적인 유인 구역으로서 소음이 최소화 되어야 하는 경우, 건조자는 SOLAS Ch II-1, Reg.3-12 및 MSC.337(91)에 채택된 "The Code on Noise Level Onboard Ships"의 관련 요건에 따라서 구조설계 및 배치상의 영향을 고려하여야 한다.
- 구역이 지속적인 유인 구역으로서 진동이 최소로 되어야 하는 경우, 건조자는 MLC2006 Reg.3.1-**거주설비 및 오락시설**과 같은 관련 협약요건에 따라서 구조설계 및 배치상의 영향을 고려하여야 한다. 향상된 안전성 및 생산성을 포함한 인적요소 고려사항은 IACS Rec. No.132 또는 우리 선급에 의하여 승인된 인체공학 기준을 사용하여 고려될 수 있다.

(c) 건조 관점 :

- 건조자는 건조 중에 적절한 감독 및 품질 관리를 수행하여야 한다.
- 건조는 자격 및 경력을 갖춘 자가 수행하여야 한다.
- 정렬 및 공차를 포함한 공작은 인정 가능한 조선소 기준에 따른다.
- 선급은 건조 및 품질 관리가 승인된 도면 및 절차에 관한 선급 사항이 적합한지 검증하기 위하여 검사를 수행한다.

(d) 운항 관점 :

- 운항에 참여하는 자는 선박의 운항 제한사항을 인식하고 준수한다.
- 운항자는 구조에 가해지는 하중과 그에 따른 응력이 최소화되도록 하기 위하여 선박을 적절히 다룰 수 있도록 충분한 교육을 받는다.
- 선박은 적절한 상태로 유지되고 선급의 검사계획, 국제 및 국내의 협약 및 요건에 따른다.
- 선급은 선박이 선급의 검사계획에 따라 선박이 관리되고 있는지를 검증하기 위하여 검사를 수행한다.

3. 설계 기초

3.1 일반사항

3.1.1

이 하부 절에서는 규칙의 설계 원칙의 기초로서 사용되는 선박운항에 관한 설계인자 및 전제조건에 대하여 규정한다.

3.1.2

선박은 적절한 적하상태에서 설계수명 동안 예측되는 [5.3.2] 및 [5.3.3]에서 정의되는 비손상시의 환경조건을 견디도록 설계되어야 한다. 구조강도는 좌굴 및 항복강도에 의하여 결정되어야 한다. 최종강도 계산은 판과 보강재의 최종강도 및 최종 선체거더능력을 포함하여야 한다.

3.1.3 잔존강도

길이 L 이 150 m 이상인 선박은 손상상태(즉, 충돌, 좌초, 또는 침수)로 인한 하중에 견딜 수 있는 충분한 예비강도를 갖도록 설계되어야 한다. 잔존강도 계산에는 **1부 5장 3절**에 따른 영구변형 및 좌굴 후의 거동을 고려하여 선체거더의 최종 예비강도를 검토하여야 한다.

3.1.4 유한요소 해석

길이 L 이 150 m 이상인 선박의 화물창 구역 내에 구조부재의 치수는 **1부 7장**의 규정에 따라 평가되어야 한다.

3.1.5 피로수명

길이 L 이 150 m 이상인 선박은 **1부 9장**의 규정에 따라 설계수명이 평가되어야 한다.

3.1.6

이 규칙은 명시된 설계 기초에 적합한 선박에 적용한다. 이 설계 기초에 적합하지 않은 선박은 특별히 고려하여야 한다.

3.1.7

건조자에 의하여 선주에게 전달된 각 선박의 설계에 사용되는 설계 기초는 문서화되어 선급에 검토 및 승인용으로 제출되어야 한다. 설계 기초의 모든 변경 사항들은 선급 및 선주에게 승인을 위하여 공식적으로 송부되어야 한다.

3.2 선형 제한

3.2.1

이 규칙은 환경하중과 관련하여 다음의 선형을 가지는 것으로 가정한다.

- $L < 500$ m
- $C_B > 0.6$
- $L/B > 5$
- $B/D < 2.5$

길이가 350 m 를 넘는 선박 또는 상기의 선형과 상이한 선박의 경우, 파랑하중에 대하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.(**지침** 참조)

3.3 설계수명

3.3.1

선박 설계인자의 결정을 위하여 설계수명을 25년으로 가정한다. 명시된 설계수명은 선박이 운항에 종사하는 것으로 가정되는 공칭의 기간이다.

3.4 환경조건

3.4.1 북대서양 파랑환경

이 규칙 요건은 전체 설계수명 동안 북대서양 해역을 운항하는 선박에 적용한다.

3.4.2 바람 및 조류

구조강도에 대하여 바람 및 조류의 영향은 고려하지 않는다.

3.4.3 빙

빙 및 착빙의 영향은 이 규칙에서는 고려되지 않는다.

3.4.4 설계온도

이 규칙은 다음의 설계온도에 대한 선체강도부재의 구조평가가 유효한 것으로 가정한다.

- 대기 중 일일 평균(daily average) 온도의 최저 평균(mean) -10 °C
- 해수 중 일일 평균(daily average) 온도의 최저 평균(mean) 0 °C

일일 평균 온도보다 낮은 평균 온도의 해역에서 운항하는 선박, 즉, 북극 또는 남극해역을 겨울동안 정기적으로 운항하는 선박은 선급에서 규정하는 요건을 적용하여야 한다.
상기 요건에서 다음의 정의가 적용된다.

평균(Mean) : 관찰 기간(최소 20년)동안 통계적 평균
일일 평균(Daily Average) : 하루 낮과 밤 동안의 평균
최저(Lowest) : 연간 최저

계절적으로 제한된 운항의 경우에는, 운항 기간 내의 최젓값을 적용한다.(**지침** 참조)

3.4.5 열하중

이 규칙에서는 열하중 및 잔류응력의 영향은 고려하지 않는다.

3.5 운항조건

3.5.1

이 규칙은 평가되어야 하는 최소 적하상태(loading condition)를 규정한다.
이 규칙에서 요구하는 것 이외의 적하상태의 사양서는 선주의 책임이다. 이러한 기타의 적하상태 또한 평가되어야 한다.

3.5.2

규칙은 다음을 가정한다.

- 산적화물선의 평형수 화물창은 항해상태에서 부분적으로 적재하지 않는다.
- 기상상태가 나쁠 때에는 산적화물선 평형수 화물창의 평형수 적재 및 배출작업을 수행하지 않는다.

3.6 운항흘수

3.6.1

설계 운항흘수는 선주의 동의하에 건조자 / 설계자에 의해 지정되며, 적절한 구조부재 치수계산을 위하여 사용되어야 한다. 적하지침서 상의 모든 운항 적재상태는 정해진 설계 운항흘수에 적합하여야 한다. 최소한 다음의 설계 운항흘수를 고려하여야 한다.

- 구조평가를 위한 강도계산용 흘수(scantling draught)
- 구조평가를 위한 선체 중앙에서의 최소 평형수 흘수(minimum ballast draught)
- 산적화물선 구조평가를 위한 최소 황천 평형수 흘수(minimum heavy ballast draught)
- 평형수 탱크를 채우거나 비운상태 T_{F-e} 와 T_{F-f} 에서 슬래밍 하중을 받는 선수 선저부 평가를 위한 최소 선수 흘수(T_{F-e} 와 T_{F-f} 는 **4장 5절 [3.2.1]**에 따른다.)
- 유조선의 경우 : 다음 각 조건에 대한 선체 중앙부 최대 흘수
  - 모든 화물탱크가 공창상태
  - 중앙 화물탱크 공창상태 및 선측 화물탱크 만재상태
  - 중앙 화물탱크 만재상태 및 선측 화물탱크 공창상태
- 강재코일을 운반하는 산적화물선의 경우 : 강재코일 적재조건의 선체 중앙부 최대 흘수

3.7 내부환경

3.7.1 강도평가를 위한 화물유 밀도

밀도 1.025 t/m^3 또는 설계자에 의해 명시된 경우 이것보다 높은 값은 모든 관련 탱크구조의 강도평가 시 화물유에 대하여 적용하여야 한다.

3.7.2 피로평가를 위한 화물유 밀도

화물탱크 구조의 피로평가 시 평균밀도는 0.9 t/m^3 또는 설계자에 의해 명시된 값 중 높은 값을 적용하여야 한다.

3.7.3 건화물 밀도

산적 건화물의 밀도는 **4장 6절 [2.3]**에 따른다.

3.7.4 평형수 밀도

평형수의 밀도는 1.025 t/m^3 로 한다.

3.8 구조물의 건조 및 검사

3.8.1

이 규칙의 구조 요건은 선박 건조 및 수리에 대한 기준 및 공차를 만족한다는 전제를 근거로 개발된다. 우리 선급에서 구조의 주요 구역에 대하여 건조 중에는 조선소에게 그리고 선박 인도 후 수리 시에는 선주에게 구조적으로 취약부에 대한 추가의 주의사항을 요구할 수 있다.

3.8.2

선박은 필요 시 승인된 재료를 사용하여 통제된 품질 생산기준에 따라서 건조되어야 한다.

3.8.3

이 규칙은 각 구조부재에 대한 신환기준을 규정한다. 이 구조 요건은 선박 운항 시 선주에 의한 적절한 감시 및 우리 선급의 규칙과 규정에 따른 정기적인 검사를 받는 것을 전제로 하고 있다.

3.8.4

탱크 강도시험 및 밀폐시험은 **규칙 1편 부록 1-16**에 따른 검사계획의 일부로서 시행되어야 한다.

3.8.5

재료의 제조, 조립, 결합 및 용접절차, 강재 표면처리 및 도장에 관한 사양은 선박건조 품질 절차서에 포함되어야 한다. 이 절차서에 대하여 선주가 조선소의 승인을 동의하여야 한다.

3.9 최대 운항속도

3.9.1

최대 운항속도는 설계 시방서에 명시되어야 한다. 선체구조 검증기준이 운항속도를 고려하고 있지만, 이것이 황천 상황에서 선박을 적절히 운항하고, 감속 또는 진로 변경을 하여야 하는 선주 및 운항자의 의무를 경감하지는 않는다.([2.2.2], (d) 참조)

3.10 선주의 추가요구

3.10.1

일반적인 선급규칙 또는 협약요건에 추가하여 선주의 특정 요건이 구조설계에 영향을 줄 수도 있다. 선주의 추가사항에는 다음의 요건을 포함할 수 있다.

- 진동해석
- 고장력강 사용 비율의 최대치
- 규칙의 요구치를 상회하는 추가의 구조치수
- 규칙 등에서 규정하는 하중에 대한 추가의 설계여유
- 설계 피로수명에 대하여 설계수명의 증가 또는 그것과 동등한 방법에 의한 피로강도의 개선

선주의 추가사항은 이 규칙에 의하여 검증 및 명시하지 않는다. 선주의 추가사항이 있을 경우, 구조설계에 영향을 줄 수 있는 선주의 추가사항은 설계문서에 확실히 기재되어야 한다.

4. 설계 원칙

4.1 전반적인 원칙

4.1.1 서론

이 하부 절에서는 하중, 구조능력 모델 및 평가기준 그리고 건조와 운항 측면에서 규칙의 근본적인 설계 원칙을 정의한다.

4.1.2 일반사항

이 규칙은 다음의 전반적인 원칙을 기본으로 한다.

- 선박이 운항하중, 환경하중 또는 환경조건의 영향을 받는 경우, 그 구조 안전성은 잠재적 구조 붕괴 모드에 의하여 평가될 수 있다.
- 설계는 **1장 3절**의 설계기초에 따른다.
- 구조 요건은 산적화물선 또는 유조선에 대한 적합한 운항 모드를 포함하는 일정한 설계하중 유형을 기초로 한다.

선박구조는 다음과 같이 설계된다.

- 선박구조는 잉여강도를 가지도록 설계한다. 선박구조는 계층적인 방식으로 구성되어야 하며 원칙적으로 하방에 있는 구조 요소의 손상이 계층의 상방에 있는 구조 요소의 연이은 손상을 초래하지 않도록 하여야 한다.
- 충돌, 좌초 또는 침수와 같이 합리적으로 예상할 수 있는 손상조건에서 파랑 및 내부하중에 견딜 수 있도록 충분한 잉여 강도를 가져야 한다. 잔류응력 계산은 영구 변형 및 좌굴 후의 거동을 고려한 선체거더의 최종 보유능력을 고려하여야 한다.
- 특히 구조의 건전성 또는 안전설비의 건전성에 영향을 주는 위치, 구조 또는 다른 시스템에 영향을 주는 위치 또는 검사 및 수리가 어려운 위치는 운항 중 크랙의 발생 가능성이 최소화 되도록 설계한다.
- 구획의 침수를 유발하는 작은 충격과 같은 손상상태에서도 생존하기 위한 적절한 잉여강도를 보유하여야 한다.

4.1.3 한계상태 설계 원칙

이 규칙은 한계상태 설계 원칙을 기초로 하고 있다.
한계상태 설계란 파악된 설계 시나리오와 관련한 잠재적 손상 유형에 대하여 각 구조 요소를 평가하는 체계적인 접근법이다. 각각의 파손 모드는 하나 또는 그 이상의 한계상태와 연관될 수 있다. 모든 관련 한계상태를 고려한 구조 요소의 한계하중은 모든 관련 한계상태에서 발생하는 최소 한계하중으로 확인된다. **3장 5절**에서 정의한 한계상태는 다음의 4개 범주로 나뉜다.

- 사용성 한계상태(SLS)
- 최종 한계상태(ULS)
- 피로 한계상태(FLS)
- 사고 한계상태(ALS)

이 규칙은 선체구조의 여러 부분과 관련한 한계상태에 대한 요건을 포함한다.

4.2 하중

4.2.1 설계하중 시나리오

구조평가는 선박이 조우하는 설계하중 시나리오를 기초로 한다.(**4장 7절** 참조)
설계하중 시나리오는 아래와 같이 정적 및 동적하중을 기초로 한다.

- 정적 설계하중 시나리오(S)
  관련 정적하중 및 일반적으로 항내, 보호수역, 탱크시험에서의 하중 시나리오.
- 정적 + 동적 설계하중 시나리오(S+D)
  관련 정적하중 및 동시에 발생하는 동적하중 및 일반적으로 운항 중의 하중 시나리오
- 충격 설계하중 시나리오(I)
  운항 중 조우하는 선저 슬래밍과 선수충격과 같은 충격하중
- 슬로싱 설계하중 시나리오(SL)
  운항 중 조우하는 슬로싱하중
- 피로 설계하중 시나리오(F)
  관련 동적하중
- 사고 설계하중 시나리오(A)
  일반적으로 운항 중 발생하지 않는 우발적 하중

4.3 구조능력평가

4.3.1 일반

구조설계의 기본원칙은 요구되는 구조치수를 검증하기 위하여 정의된 설계하중을 적용하고 잠재적 파손 모드를 식별하며, 적절한 능력 모델을 사용하는 것이다.

4.3.2 ULS, SLS 및 ALS 를 위한 능력 모델

강도평가 방법은 요구되는 정확도를 고려하여 파손 모드를 분석할 수 있어야 한다.
구조능력 평가방법은 규정된 형식 또는 유한요소 해석법과 같은 한층 진보된 계산의 사용을 요구한다.
응력, 변형 및 능력 결정에 사용되는 식은 선택된 능력평가 방법 및 설계하중의 유형과 크기에 대하여 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

4.3.3 FLS 를 위한 능력 모델

피로평가 방법은 피로손상으로부터 구조 상세를 평가하기 위해 규칙요건을 제공한다.
피로능력 모델은 설계 S-N 곡선, 참조응력 범위 및 가정된 장기응력 분포 곡선을 조합한 선형누적손상법칙(Palmgren-Miner 법칙)을 기초로 한다. 피로능력 평가 모델은 규정된 형식 또는 유한요소 해석법과 같은 한층 진보된 계산법의 사용을 요구한다. 이 방법은 전선 및 국부 동하중의 조합된 영향을 고려한다.

4.3.4 순 치수 방법

순 치수 방법의 목적은 다음과 같다.

- 신조 단계에 있어서 강도 계산용 두께 및 운항 단계에서의 허용 최소 두께 간의 관계를 제공한다.
- 선박의 수명동안 부식에 대한 구조의 상태를 명확히 확인할 수 있다.

순 치수 방법에 있어서 국부부식과 전체부식의 차이를 구별한다. 국부부식은 판부재 또는 보강부재와 같은 국부 구조부재의 균일부식으로 정의한다. 전체부식은 주요 구조부재 및 선체거더와 같은 광범위한 범위의 전체적 평균부식으로 정의한다. 국부부식과 전체적인 부식 둘 다를 신조선 검토의 기본사항으로서 사용하며, 선박의 운항 중에 평가되어야 한다. 도장 또는 유사한 부식방지 시스템을 갖추더라도 구조능력의 평가에서는 인정되지 않는다. 구조능력 평가에 대한 순 치수 방법의 적용은 **3장 2절**에 명시되어 있다.

4.3.5 비손상구조

ULS, SLS 및 FLS 에 대한 모든 강도계산은 구조물이 비손상이라는 가정을 기초로 한다. 구조적으로 손상된 상태에서의 선박의 잔존강도는 ALS 로 평가된다.

5. 규칙에 의한 설계방법

5.1 일반사항

5.1.1 설계방법

구조치수 요건은 다양한 구조 부분에 대하여 필수사항으로서 관련된 한계상태(ULS, SLS, FLS 및 ALS)에 대하여 명시되어 있다. 구조치수의 평가에 대한 기준은 다음의 설계방법 중 하나를 기초로 한다.

- 작용응력 설계방법(WSD) 또는 허용응력방법
- 부분 안전계수방법(PSF) 또는 하중 및 저항계수설계(LRFD)

WSD 및 PSF 에 대하여, 두 설계 평가조건 및 상응하는 허용기준은 다음과 같다. 이 조건들은 조합하중 A 와 B 의 확률수준과 관계가 있다.

- 작용응력 설계방법(WSD)은 다음과 같이 구성된다.

$W_{stat} \leq \eta_1 R$: 조건 A

$W_{stat} + W_{dyn} \leq \eta_2 R$: 조건 B

W_{stat} : 동시에 발생하는 정적하중(또는 응력의 측면에서 하중의 영향)

W_{dyn} : 동시에 발생하는 동적하중, 동적하중은 일반적으로 국부 및 전체 하중요소의 결합이다.

R : 특성 구조능력(예, 특정 최소 항복응력 또는 좌굴능력)

η_i : 허용 사용계수(저항계수), 사용계수는 하중, 구조능력 및 손상결과에 대한 불확실성을 고려한다.

- 부분 안전계수방법(PSF)은 다음과 같이 구성된다.

$\gamma_{stat-1} W_{stat} + \gamma_{dyn-1} W_{dyn} \leq \dfrac{R}{\gamma_R}$: 조건 A

$\gamma_{stat-2} W_{stat} + \gamma_{dyn-2} W_{dyn} \leq \dfrac{R}{\gamma_R}$: 조건 B

γ_{stat-i} : 정적하중과 관련된 불확실성을 고려한 부분 안전계수

γ_{dyn-i} : 동적하중과 관련된 불확실성을 고려한 부분 안전계수

γ_R : 구조능력과 관련된 불확실성을 고려한 부분 안전계수

작용응력 설계방법(WSD) 및 부분 안전계수방법(PSF)의 허용기준은 정적 및 동적하중 효과의 모든 조합에 대하여 일정하고 수용 가능한 안전수준을 얻을 수 있도록 다양한 요건에 대해서 교정되어야 한다.

5.2 최소요건

5.2.1

최소요건은 모든 다른 요건과 관계없이 적용되는 최소 구조치수 요건을 명시하고 있으므로, 최소값 이하의 두께는 허용이 되지 않는다.
최소요건은 일반적으로 다음의 형식 중 하나이다.

- 명시된 최소 항복응력과 무관한 최소 두께
- 좌굴 파괴 모드를 기초로 한 최소 강성 및 치수비

5.3 하중 - 능력에 기반한 요건

5.3.1 일반사항

일반적으로 작용응력 설계방법(WSD)은 부분 안전계수방법(PSF)이 적용되는 선체거더 최종강도 기준 이외의 요건에 적용한다. 부분 안전계수는 정적하중, 동적하중 및 구조능력 공식과 관련된 불확실성을 고려하는 주요 손상유형에 적용한다. 식별된 하중 시나리오는 **표 2**에 주어진 설계하중, 설계형식, 허용기준에 대한 규칙에 따른다. 이 표는 개략적이며 단지 개요를 보여주기 위함이다. 규정된 요건을 기초로 한 하중은 모든 판, 국부 지지부재, 1차 지지부재 및 선체거더에 대한 구조치수 요건을 따르며, 갑판실, 갑판의장품의 지지대를 포함한 모든 구조 요소를 다룬다. 일반적으로 이 요건들은 명확하게 하나의 특정 손상유형을 관리하며, 따라서 여러 가지 요건이 하나의 특정 구조부재를 평가하기 위해 적용될 수 있다.

5.3.2 SLS, ULS 및 ALS 를 위한 설계하중

격벽 등과 같은 구획 경계의 구조평가는 선종 및 선박 운항과 관련된 하중조건을 기초로 한다. 방법의 일관성을 확보하기 위하여, GM, R_{roll}, T_{SC} 및 C_b 와 같은 인자들에 대한 표준화된 규칙 값이 규칙 하중 값 계산에 적용되어야 한다. 동적 전체하중과 국부하중 및 충격하중의 확률수준(**표 1** 참조)은 10^{-8} 이고, 장기 통계방법을 사용하여 구한다. 슬로싱 하중의 확률수준(**표 1** 참조)은 10^{-4} 이다. 구조검증을 위한 설계하중 시나리오는 동시에 작용하는 국부 및 전체 하중요소를 적용한다. 관련 설계하중 시나리오는 **4장 7절**에 따른다. 동시에 발생하는 동적하중은 **4장**에서 주어진 동적하중 값에 동적하중 조합계수를 적용하여 명시된다. 동적하중 상태를 정의하는 동적하중 조합계수는 **4장 2절**에 따른다. 선체거더 최종강도에 대한 설계하중 조건은 **5장 2절**에 따른다.

5.3.3 FLS 를 위한 설계하중

9장에서 주어진 피로요건에 대하여, 하중평가는 예상하중 이력에 기초하며, 평균방법(average approach)이 적용된다. 설계수명에 대한 예상 하중 이력은 동적하중 값의 10^{-2} 확률수준으로 특정되어지고 각 구조부재의 하중 이력은 상응하는 응력의 와이블(Weibull) 확률분포로 나타난다.
고려되는 파랑에 의한 하중은 다음을 포함한다.

- 선체거더하중(즉, 수직 및 수평 굽힘 모멘트)
- 동적 파랑압력
- 화물로 인한 동적압력

하중 값은 하중조건에 상응하는 규칙 인자(예를 들어, GM, C_B 와 선체 중앙부에서 적용하는 흘수)를 기초로 한다. 동시에 발생하는 동적하중은 다양한 동하중 성분으로 인한 응력의 조합으로 고려된다. 응력조합 절차는 **9장**에 따른다.

5.3.4 구조응답 해석

일반적으로 적용된 설계하중조합에 대한 구조응답을 결정하기 위하여 다음의 방법이 적용된다.

a) 보 이론
- 규정 요건(prescriptive requirement)을 사용

b) 유한요소 해석
- 화물창 모델 : 성긴(coarse) 요소분할
- 국부 모델 : 상세한(fine) 요소분할
- 피로평가 : 매우 상세한(very fine) 요소분할

표 1 하중 시나리오 및 규칙요건

운항	하중	설계하중 시나리오	허용기준
항해상태			
운송	거친 해상에서 정하중 및 동하중	S + D	AC-SD
	거친 해상에서 충격하중	충격(I)	AC-I
	내부 슬로싱하중	슬로싱(SL)	AC-S
	주기적 파랑하중	피로(F)	-
넘침 또는 순차적 방법에 의한 평형수 교환	거친 해상에서 정하중 및 동하중	S + D	AC-SD
항내 및 피항지			
적하, 양하 및 평형수 적재	적하 양하 및 평형수 조작 상태에서 대표적 최대 하중	S	AC-S
탱크시험	탱크시험 중 대표적 최대 하중	S	AC-S
항내에서의 특별 조건	항내의 특별 조작(예, 프로펠러 검사 부양상태 또는 입거 하중조건) 중의 대표적 최대 하중	S	AC-S
사고상태			
침수상태	사고에 의한 침수로 내부 수밀구획구조에 미치는 대표적인 최대 하중	A	AC-SD
			AC-S

5.4 허용기준

5.4.1 일반사항

허용기준은 3가지의 허용기준으로 분류된다. 그 설명은 아래와 같고, **표 2** 및 **표 3** 에 나타나 있다. 규칙 요건에 적용되는 특정 허용기준은 특정 조합하중의 확률수준에 따른다.
허용기준 AC-S 는 정적 설계하중 조합과 슬로싱 설계하중에 대하여 적용한다. 이런 하중에 대한 허용응력은 다음의 영향을 고려하는 극한하중의 허용응력보다 작아야 한다.

- 반복항복
- 동하중의 허용
- 제한적으로 선정된 오작동에 대한 여유

허용기준 AC-SD 는 고려하는 하중이 낮은 발생확률을 가지는 극한하중인 경우에는 정적 + 동적 설계하중조합에 적용된다.
허용기준 AC-I 는 일반적으로 선저 슬래밍 및 선수 충격하중과 같은 충격하중에 적용된다.

표 2 허용기준원칙 - 규칙요건

허용기준	판 및 국부 지지부재[1]		1차 지지부재[1]		선체거더부재	
	항복	좌굴	항복	좌굴	항복	좌굴
AC-S AC-SD	허용응력 : **6장 4절,** **6장 5절**	강성 및 치수비의 조정 : **8장 2절**	허용응력 : **6장 6절,** **2부 1장 4절** **2부 2장 3절**	강성 및 치수비의 조정 : **8장 1절,** **8장 2절** 필러 좌굴	허용응력 : **5장 1절**	허용 좌굴 사용 계수 : **8장 1절 [3]**
AC-I	소성기준 : **10장 1절 [3]**	강성 및 치수비의 조정 : **8장 2절,** **10장 1절 [3]**	소성기준 : **10장 1절 [3]**	강성 및 치수비의 조정 : **8장 2절,** **10장 1절 [3]**	N/A	N/A
[1] 기타구조는 **10장**을 선루, 선실 및 선체의장은 **11장**을 참조하여야 한다.						

표 3 허용기준원칙 - 유한요소 해석

허용기준	화물창 해석		상세 유한요소 해석
	항복	좌굴	항복
AC-S AC-SD	허용응력 : **7장 2절 [5]**	허용 좌굴 사용계수 : **8장 1절 [3]**	허용 Von Mises 응력 : **7장 3절 [6]** 심사 기준 : **7장 3절 [3.3]**

5.4.2 허용기준

작업 응력 설계 요건에 적용된 명시된 허용기준은 **5장**부터 **8장, 10장**과 **11장** 및 **2부 1장**과 **2장**의 요건에 따른다.
허용기준에 대한 개략을 파악하기 위하여, 항복 및 좌굴 파괴 모드에 대한 이 규칙의 다양한 설계하중 시나리오에 대하여 **표 2** 및 **표 3** 을 참조한다. 항복 기준에 대하여, 허용응력은 재료의 최소 항복응력에 비례한다. 좌굴 파괴 모드에 대하여, 허용 기준은 강성, 치수비 및 좌굴 사용계수의 조절을 기초로 한다.

5.5 설계검증

5.5.1 설계검증 - 선체거더 최종강도

선체거더의 최종강도에 대한 요건은 부분 안전계수방법(PSF)을 기초로 한다. 안전계수는 기본변수, 정수중 굽힘 모멘트, 파랑 굽힘 모멘트 및 최종능력의 각각에 대하여 지정한다. 안전계수는 구조 신뢰성 평가기법을 사용하여 결정되고, 파랑 굽힘 모멘트의 장기하중 이력분포도는 극한파 굽힘 모멘트를 결정하는데 적합한 선박운동해석을 사용하여 구한다. 선체거더 최종강도 검증의 목적은 선박의 가장 중요한 손상유형 중 하나가 관리되어지고 있음을 입증하는 것이다.

5.5.2 설계검증 - 전체(global) 유한요소 해석

전체(global) 유한요소 해석은 선박구조부재간의 복합적인 상호작용, 복합적인 국부구조의 기학학적 특성, 두께 및 구성부재의 성질뿐만 아니라 정확한 복합적인 하중상태의 변화를 고려하기 위해 규정된 요건에 기초한 하중-능력에 따른 치수를 검증하기 위해 사용된다. 선체거더 및 1차 지지부재의 구조적 응답을 평가하고 검증하기 위하여 그리고 1차 지지부재의 부재치수 요건을 정하는데 도움을 주기 위하여 화물구역(3개의 창의 FE모델 길이가 요구된다)의 선형 탄성 삼차원 유한요소 해석이 수행된다. 유한요소 해석의 목적은 1차 지지부재의 응력 및 좌굴능력이 적용되는 설계하중에 대하여 허용한계 내에 있는지 검증하기 위함이다.

5.5.3 설계검증 - 피로평가

주요 구조상세의 피로수명이 적절한지 검증하기 위해 피로평가가 요구된다. 간이피로 요건이 실제 상세 형상을 반영하는 기학학적 응력집중계수(SCF)가 사용되는 종방향 보강재의 끝단 연결부와 같은 상세에 적용된다. 기하학적 구조상세의 실제 핫스폿(hot spot)응력을 결정하기 위하여 유한요소 해석을 사용하는 피로평가 절차는 선택된 상세에 적용된다. 두 방법 모두에서 피로평가 방법은 Palmgren-Miner 선형손상 모델을 기초로 한다.

5.5.4 규정 구조치수 요건과 유한요소 해석과의 관계

규정 요건에 의하여 정의되는 구조치수는 특별히 명시하지 않으면, 유한요소 해석과 같은 대체 계산 방법의 어떠한 형식에 의해서도 경감될 수 없다.

제 3 절 적합성 검증

1. 일반사항

1.1 신조선

1.1.1

신조선에 대하여 [2]의 승인용 제출도면 및 문서는 선박 또는 선박 길이에 따라 부여되는 용도 상의 특기사항 및 선급부호와 같은 관련 기준을 고려하여 이 규칙에서 적용되는 요건을 따라야 한다.

1.1.2

선박이 제조 중 등록검사를 받는 경우 우리 선급은 다음 사항을 수행한다.

- 규칙에 따라서 제출되는 도면 및 문서의 승인
- 선박 건조에 사용되는 재료 및 의장품의 설계승인 및 조선소에서의 검사
- 승인도면에 대하여 부재치수 및 구조가 규칙요건에 적합한지를 검증하기 위하여 검사를 시행하거나, 적절한 증거의 확보
- 규칙에 따른 시험 및 시운전에 입회
- 선급 부기부호의 부여

1.1.3

우리 선급은 제조중 등록검사를 받는 선박의 건조에 사용되는 재료 및 의장품은 원칙적으로, 그 재료 및 의장품의 사양에 따라 설계에 대한 승인 및 제품 검사를 받아야 한다는 내용을 특정한 규칙에 명시한다.

1.1.4

선박 건조 중에 검사원은 다음의 사항을 수행한다.

- 선박의 규칙에 해당되는 부분에 대한 전반적인 검사의 실시
- 규칙에서 요구하는 경우 건조 방법 및 절차에 대한 검사
- 규칙 요건에 해당되는 선택 항목에 대한 확인
- 적용 및 필요하다고 판단되는 경우, 시험 및 시운전에 입회

1.1.5

선박 건조의 모든 단계에서 건조자는 승인된 배치로부터 변경 또는 수정을 할 경우 우리 선급에 신속히 통보해야 한다. 건조자는 어떤 경우에도 규칙의 요건 또는 승인도면으로부터 변경할 경우 우리 선급에 승인을 받아야 한다.

1.2 운항선

1.2.1

운항선에 대해서는 이 규칙 13장의 요건을 따라야 한다.

2. 제출문서

2.1 문서 및 자료 요건

2.1.1 적하정보

선장이 규정된 운항 제한범위 내에서 선박을 유지할 수 있도록 충분한 정보를 포함한 적하지침 정보가 선상에 비치되어야 한다. 적하지침 정보는 **1장 5절**의 요건에 따라 승인된 적하지침서와 적하지침기기에 대한 시험자료를 포함하여야 한다.

2.1.2 계산자료 및 결과

이 규칙의 절차에 따라 계산을 수행하는 경우, 적용 가능한 다음 정보에 대한 사본 1부를 제출하여야 한다.

a) 사용된 계산절차 및 기술 프로그램에 대한 언급
b) 구조 모델링의 설명
c) 적용되는 경우, 직접해석을 위한 특성 및 경계조건을 포함한 해석 매개변수의 요약
d) 적용되는 경우, 직접해석을 위한 적하상태의 상세 및 하중적용방법
e) 계산결과의 전체적인 개요
f) 적절한 계산 예제

오류가 없는 사양, 프로그램 자료 입력 및 차후의 정확한 출력 전환에 대한 책임은 설계자에 있다.
유한요소 해석 보고서 작성에 대하여는 **7장 1절 [4.1]**을 참조한다.

2.2. 도면 및 보충 계산자료 제출

2.2.1 도면 및 보충 계산자료가 승인용으로 제출되어야 한다.

이 규칙 적용을 위하여 선급에 제출하여야 할 승인용 도면 및 보충 계산자료는 **표 1**과 같다.
도면은 전자문서 또는 종이문서로 제출되어야 한다. 종이문서로 된 도면 3부와 함께 보충 문서 및 계산자료 1부를 제출하여야 한다. 추가로, 우리 선급이 설계검토를 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 다른 도면 및 문서를 요구할 수 있다. 구조도면은 각 부분의 연결 상세와 구조치수를 나타내야 하며, 일반적으로 등급, 제조공정, 용접 절차 및 열처리를 포함한 설계 자료를 명시하여야 한다. 또한, **13장**에 명시된 신환 두께와 관련된 자료를 포함하여야 한다. 용접 요건에 대하여 **12장 2절** 및 **12장 3절**에 따른다. 설계 기초와 차이가 나는 경우, 이는 문서화되어 우리 선급에 제출되어야 한다.

표 1 승인용 제출도면 및 계산자료

도면 및 계산자료	포함되어야 할 사항
중앙단면도, 횡단면도, 외판전개도, 갑판 구조도 및 측면도, 이중저 구조도, 필러 배치도, 늑골 구조도, 디프탱크 및 평형수 탱크의 격벽/제수격벽도, 구조상세 기준도면	선급부호, 주요치수, 최소 평형수 흘수, 늑골간격, 최대 운항속도, 화물밀도, 갑판 및 이중저의 설계하중, 강재등급, 방식보호, 갑판 및 외판의 개구 / 개구 보강, 선저와 외판에 있어서 평판부의 경계, 구조적 보강부 및 / 또는 불연속부의 상세, 빌지 킬 및 선체 용접부와의 연결부 상세
수밀격벽구조도, 수밀터널구조도	개구 및 폐쇄장치(설치한 경우)
선수부 구조도	-
선미부 구조도	-

표 1 승인용 제출도면 및 계산자료 (계속)

도면 및 계산자료	포함되어야 할 사항
기관실 구조, 주기 및 보일러의 거치대 구조	주기관의 형식, 출력 및 회전수, 기관 및 보일러의 질량 및 무게중심
선루 및 갑판실, 기관실 케이싱	알루미늄 합금의 범위 및 기계적 성질(적용한 경우)
창구덮개 및 창구코밍	창구덮개의 설계하중, 밀폐 및 고정장치, 고정 볼트의 형식 및 위치, 하기 만재흘수선 및 선수단으로부터의 창구덮개까지의 거리
횡추진기 일반배치(설치된 경우) : 일반배치, 터널구조, 터널 및 선체구조와 횡추진기와의 연결부	-
불워크 및 방수구	건현갑판 및 선루 갑판 상에서 불워크 / 방수구의 배치 및 치수
창 / 현창의 배치도 및 구조상세	-
갑판배수구 및 위생배수구	-
계선 및 예인 장치	-
계선 및 예인작업에 사용되는 선체 의장설비의 지지구조 및 지지대	설계하중 및 하중작용방향, 무어링 윈치의 정격 인장력(rated pull) 및 유지부하(holding load), 반력, 갑판상 지지대의 연결부 상세(무어링 윈치의 거치 볼트 사양포함), 재료 사양 및 용접 사양
윈들러스 및 체인 스토퍼에 대한 지지구조 및 지지대	설계하중 및 하중작용방향, 반력, 갑판상 지지대의 연결부 상세(윈들러스의 거치볼트 사양 포함), 재료 사양 및 용접 사양
선미재 또는 선미포스트, 선미관 프로펠러축 보스 및 브래킷(1)	-
수밀문 도면 및 관련 조종장치도	조종장치, 동력제어 및 위치지시 회로에 관한 전기계통도
수밀 또는 외측문 및 화물창구 도면	-
하역설비에 대한 지지구조	설계하중(힘 및 모멘트), 하역설비의 안전사용하중(SWL) 및 자중(self weight), 해상작업 시 최대 해상상태(해당될 경우), 선체구조와의 연결부
시체스트(sea chests), 스태빌라이저실 리세스(stabiliser recesses)	-
구역의 접근 및 탈출 설비도	-
통풍기 및 탱크 벤트를 포함한 통풍장치도	각 구획의 용도, 각 구획의 통풍관 위치 및 높이
탱크시험 계획서	각 구획의 시험절차, 시험용 파이프의 높이
의장수 계산서	계산에 필요한 기하학적 요소 의장품 목록 와이어로프의 제조 및 파단하중 합성섬유로프의 재료, 구조, 파단하중 및 연신율

표 1 승인용 제출도면 및 계산자료 (계속)

도면 및 계산자료	포함되어야 할 사항
묘박설비	-
호저 파이프	-
적하지침서 및 / 또는 트림 및 복원성 자료	-
(1) 다른 조타 또는 추진장치(예로서 노즐식 조타장치 혹은 선회식 추진장치)가 설치된 경우는 관련 장치의 배치 및 구조치수를 나타내는 도면이 제출되어야 한다.	
[CORR1 to 01 JAN 2021]	

2.2.2 참고용 제출도면

[2.2.1]에 추가하여, 다음의 도면이 참고용으로 우리 선급에 제출되어야 한다.

a) 일반 배치도
b) 모든 구획 및 탱크의 용적과 무게중심이 표시된 용적도
c) 선도(선급에서 필요하다고 인정하는 경우)
d) 배수량 등곡선도
e) 경하중량 분포도
f) 입거계획서
g) 하역설비 배치도
h) 맨홀 배치도

[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.2.3 선박에 제공되어야 하는 도면 또는 자료

최소한으로, 다음의 도면 또는 자료가 선박에 제공되어야 한다.

a) 각 구조 항목에 대한 신조 및 신환 두께를 명시하는 다음의 도면 1부를 선박에 제공하여야 한다. :
중앙 횡단면도, 강재배치도, 외판전개도, 횡격벽, 선수 / 선미 구조도, 기관구역 구조도
각 구조 항목에 대한 신조 두께를 나타내는 다음의 도면 1부를 선박에 제공하여야 한다. :
선루 구조도, 갑판실 구조도, 기관실 위벽 구조도 및 케이싱 구조도
b) 최종 승인된 적하지침서 1부([2.1.1] 참조)
c) 최종 승인된 적하지침기기에 대한 시험자료 1부([2.1.1] 참조)
d) 용접에 대한 자료
e) 고장력강의 범위, 위치, 사양, 기계적 성질 및 용접 / 작업 / 취급에 대한 권고사항
f) 선체 건조에 사용되는 알루미늄 합금강과 같은 특수 재료의 사용에 대한 상세 및 자료
g) 예인 및 계류장치 도면
h) 선체구조 접근지침서
I) 용접 후처리 방법이 적용되는 곳의 위치 및 구조 상세

기타 도면 또는 기기를 우리 선급에서 요구할 수 있다.
[URCN1 to 01 JAN 2021]

3. 승인범위

3.1 일반사항

3.1.1

우리 선급 요건에 추가되거나 범위를 넘어선 것으로, 구조적인 측면에 영향을 주는 요건을 다루는 국제, 국내, 운하 및 기타 당국의 규정에 대하여는 선주, 설계자 및 조선소에서 직접 주의를 기울여야 한다.

3.1.2

상기 [2]에 명시된 문서, 도면 및 자료가 제출되어야 한다. 우리 선급은 이 문서가 요건에 적합한지를 검토하여야 한다.

3.1.3

도면, 보고서 또는 문서가 규칙에 적합한지에 대하여 검토되었음을 나타내는 적절한 표시가 우리 선급의 절차에 따라 사용되어야 한다.

3.2 국제 및 기국 규정의 요건

3.2.1 책임

설계가 선박에 적용되는 기국 및 국제 규정에 적합함을 보증하는 것은 설계자의 책임이다. 우리 선급은 일반적인 선급 승인 절차의 일부로서 국제 및 기국 규정에 적합함을 평가하는 책임은 없다. 다만, 우리 선급은 명시된 규정에 따라 선박 설계의 검토 및 승인을 하기 위해 명확히 설명하는 업무 협정을 할 수 있다.

4. 공사

4.1 제조자가 준수해야 할 요건

4.1.1

제조공장은 재료, 제조공정, 구조 요소 등을 적절히 처리할 수 있는 장비 및 시설을 갖추어야 한다. 제조공장은 충분히 숙련된 인원이 배치되어야 하며, 모든 감독자 및 프로젝트 관리자의 명단과 책임 범위를 우리 선급에 알려야 한다.

4.2 품질관리

4.2.1

요구되고 가능한 한, 제조자는 제조 중 및 제조 완료 후에 완성도, 치수의 정확성, 제작기술의 만족도 및 양호한 조선 기술의 기준에 적합한지를 검증하기 위해 모든 구조 요소를 검사해야한다. 제조공장에 의해 검사 및 수정이 완료된 후에, 구조 요소는 일반적으로 도장이 안 된 상태 및 검사를 위해 적절한 접근설비가 설치된 상태에서 적절한 단면이 우리 선급 검사원에 의해 확인되어야 한다. 검사원은 공장에서 적절히 검사하지 않은 구조물에 대해서는 불합격 처리 할 수 있으며, 점검 및 수정 완료 후에 재신청을 하도록 요구할 수 있다.

5. 구조상세

5.1 제조문서의 상세

5.1.1

관련 구조 요소의 품질 및 기능에 관한 주요한 상세는 제조문서(예 : 공작실 도면)에 기재되어야 한다. 제조문서에는 부재치수뿐만 아니라 관련이 있는 경우에는 표면상태(예: 가스 절단면 및 용접선의 마무리), 검사 및 허용요건과 관련된 특별한 제작법 그리고 관련이 있는 경우 허용공차와 같은 항목을 포함한다. 규격(예 : 작업표준 또는 국제표준)이 사용되는 경우 우리 선급에 제출하여야 한다. 용접 이음 상세는 **12장 2절**을 참조하여야 한다.
제조문서에 누락되거나 불충분한 상세로 인하여 구조물 요소의 품질 또는 기능이 의심스러운 경우에는 우리 선급은 제작자에게 제출문서에 대하여 적절한 개선을 요구할 수 있다. 여기에는 도면승인 시 요구되지 않았을 경우에도 보충적 또는 추가적인 부분(예를 들면 보강)의 항목이 포함된다.

6. 동등절차

6.1 규칙 적용

6.1.1

이 규칙은 통상적인 형태, 특성, 속도 및 구조배치를 가지는 선박에 적용된다. 가정을 정의하는 관련 설계 인자는 이 규칙 **1장 2절 [3]**에 따른다.

6.1.2

1장 2절 [3]의 규정에 따른 설계기준 이외의 설계인자를 포함하는 규칙의 적용에는 특별한 고려를 하여야 한다.(예를 들면, 피로수명 연장)

6.2 새로운 설계

6.2.1

새로운 설계의 선박, 즉 **1장 2절 [3.2]**에서 명시된 것 이외의 특수한 형태, 특성, 속도 및 구조배치를 가지는 선박은 **[6.2.2]**부터 **[6.2.4]**까지의 규정에 따라 특별히 고려되어야 한다.

6.2.2

새로운 설계의 구조 안전성이 규칙에서 의도한 것과 적어도 동등하다는 것을 입증하기 위한 자료가 우리 선급에 제출되어야 한다.

6.2.3

그러한 경우, 우리 선급은 규칙의 적용성 및 추가 제출자료를 정하기 위하여 설계공정의 초기 단계에 관여하여야 한다.

6.2.4

변경의 특성에 따라, 규칙과 동등한 자료에 대한 체계적 검토가 요구될 수 있다.

6.3 대체 계산방법

6.3.1

이 규칙의 특정 절에서 나타나 있는 경우, 규칙에 명시되어있는 것에 대한 대체 계산방법은 부재치수 및 배치가 규칙을 사용하여 유도된 것과 적어도 동등한 강도임이 입증되는 경우에는 인정될 수 있다.

제 4 절 기호 및 정의

1. 주요기호 및 단위

1.1 일반사항

1.1.1

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용되는 일반적인 기호 및 단위는 **표 1**에 따른다.

표 1 주요기호

기호	의미	단위
A	면적	m^2
	일반 보강재 및 1차 지지부재의 단면적	cm^2
C	계수	-
F	힘 및 집중하중	kN
I	선체거더 단면 2차 모멘트	m^4
	보강재 및 1차 지지부재의 단면 2차 모멘트	cm^4
M	굽힘 모멘트	kNm
M	질량	t
Q	전단력	kN
T	선박의 흘수([3.1.5] 참조)	m
Z	선체거더 단면계수	m^3
	보강재 및 1차 지지부재의 단면계수	cm^3
a_i	'i' 영향을 받는 가속도	m/s^2
b	부착판의 너비	m
	보강재 및 1차 지지부재 면재의 너비	mm
g	중력 가속도로서 9.81 m/s^2	m/s^2
h	높이	m
	보강재 및 1차 지지부재의 웨브 높이	mm
ℓ	보강재 및 1차 지지부재의 길이/스팬	m
n	항목의 수	-
r	반지름	mm
	판부재의 곡률 반지름 또는 선저 만곡부 반지름	m
t	두께	mm
x	배 길이 방향축의 X 좌표([3.6] 참조)	m
y	배 폭 방향축의 Y 좌표([3.6] 참조)	m
z	수직 방향축의 Z 좌표([3.6] 참조)	m
η	허용사용계수(사용계수)	-
γ	안전계수	-

표 1 주요기호 (계속)

기호	의미	단위
δ	처짐/변위	mm
θ	각도	deg
ρ	해수 밀도로서 1.025 t/m^3	t/m^3
σ	직 응력(normal stress)	N/mm^2
τ	전단응력	N/mm^2

2. 기호

2.1 선박 주요자료

2.1.1

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용된 선박 주요자료에 대한 기호 및 단위는 표 2에 따른다.

표 2 선박 주요자료

기호	의미	단위
L	규칙 길이	m
L_{LL}	건현 길이	m
L_{PP}	수선 간 길이	m
L_0	규칙 길이로서 110 m 이상으로 한다.($L \geq 110$ m)	m
L_1	규칙 길이 250 m 이하로 한다.($L \leq 250$ m)	m
L_2	규칙 길이 300 m 이하로 한다.($L \leq 300$ m)	m
B	선박의 형 너비	m
D	선박의 형 깊이	m
T	형 흘수	m
T_{SC}	강도계산용 흘수	m
T_{BAL}	평형수 흘수(선박 중앙부에서 최소값)	m
T_{BAL-H}	선박 중앙에서의 황천 평형수 흘수	m
T_{BAL-E}	선박 중앙에서의 비상 평형수 흘수 또는 게일(gale) 평형수 흘수	m
T_{LC}	고려하는 적하상태에서 선박 중앙부 흘수	m
T_{F-f}, T_{F-e}	각각 선저 슬래밍 구역의 모든 평형수 탱크가 만재 또는 어느 탱크가 공창일 때의 선저 슬래밍에 대한 선수 수선에서의 최소 흘수	m
$\triangle$	흘수 T_{SC} 에서의 형 배수량	t
C_B	흘수 T_{SC} 에서의 방형계수	-
V	최대 운항속도	knot
x, y, z	참조 좌표 시스템에 대한 계산 위치의 X, Y, Z 좌표	m
[CORR1 to 01 JAN 2021]		

2.2 재료

2.2.1

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용되는 재료에 대한 기호 및 단위는 **표** 3에 따른다.

표 3 재료

기호	의미	단위
E	영 탄성계수(**3장 1절 [2]** 참조)	N/mm^2
G	전단계수 $G = \dfrac{E}{2(1+\nu)}$	N/mm^2
R_{eH}	최소 항복응력(**3장 1절 [2]** 참조)	N/mm^2
τ_{eH}	전단 항복응력 $\tau_{eH} = \dfrac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$	N/mm^2
ν	포아송 비(**3장 1절 [2]** 참조)	-
k	재료계수(**3장 1절 [2]** 참조)	-
R_m	규격 최소 인장강도(**3장 1절 [2]** 참조)	N/mm^2
R_Y	공칭 항복응력으로서 $235/k$	N/mm^2

2.3 하중

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용되는 하중에 대한 기호 및 단위는 **표** 4에 따른다.

표 4 하중

기호	의미	단위
C_w	파랑계수	-
T_θ	횡동요 주기	s
θ	횡동요 각	deg
T_ϕ	종동요 주기	s
ϕ	종동요 각	deg
a_0	공통가속도 인자	-
a_z	수직 가속도	m/s^2
a_y	횡 가속도	m/s^2
a_x	종 가속도	m/s^2

표 4 하중 (계속)

기호	의미	단위
f_p	확률계수	-
k_r	회전 반지름의 횡동요 진폭	m
GM	메타센터 높이	m
λ	파장	m
S	정적 하중상태	-
$S+D$	동적 하중상태	-
P_{ex}	전체 해수압력(4장 5절 [1.1] 참조)	kN/m^2
P_{in}	액체(4장 6절 [1] 참조) 또는 산적 건화물(4장 6절 [2.4.1] 참조)에 의한 전체 내부압력	kN/m^2
P_s	정적 해수압력	kN/m^2
P_{ls}	정적 탱크압력	kN/m^2
P_w	동적 파랑압력	kN/m^2
P_{ld}	동적 탱크압력	kN/m^2
P_D	그린파랑 갑판압력	kN/m^2
P_{slh-j}	슬로싱압력, j = 방향	kN/m^2
P_{dl}	갑판 또는 플랫폼 상의 분포하중으로 인한 전체압력(4장 5절 [2.3] 또는 4장 6절 [5.2] 참조)	kN/m^2
P_{SL}	선저 슬래밍압력	kN/m^2
P_{FB}	선수 충격압력	kN/m^2
P_{fs}	정적 침수압력	kN/m^2
P_{fd}	동적 침수압력	kN/m^2
P_{ST}	탱크 시험압력(정적)	kN/m^2
F_U	갑판 또는 플랫폼상의 집중하중으로 인한 전체 힘(4장 5절 [2.3] 또는 4장 6절 [5.3] 참조)	kN
M_{sw-j}	정수중 수직 굽힘 모멘트, j=h, s, p (호깅, 세깅, 항내)	kNm
Q_{sw}	정수중 수직 전단력	kN
M_{wv-j}	파랑 수직 굽힘 모멘트, j=h, s (호깅, 세깅)	kNm
Q_{wv}	파랑 수직 전단력	kN
M_{wt}	파랑 비틀림 모멘트	kNm
M_{wh}	파랑 굽힘 수평 모멘트	kNm

2.4 구조치수

2.4.1

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용된 구조치수 관련 기호 및 단위는 **표 5**에 따른다.

표 5 구조치수

기호	의미	단위
I_{y-n50}	선체거더의 수직 순 단면 2차 모멘트	m^4
I_{z-n50}	선체거더의 수평 순 단면 2차 모멘트	m^4
Z_{D-n50}, Z_{B-n50}	갑판 및 선저에서의 선체거더의 수직 순 단면계수	m^3
z_n	기선으로부터 수평 중립축까지의 수직거리	m
a	**3장 7절 [2.1.1]**에 따른 요소판 패널의 길이	mm
b	**3장 7절 [2.1.1]**에 따른 요소판 패널의 너비	mm
s	보강재 간격(**3장 7절 [1.2.1]** 참조)	mm
S	1차 지지부재의 간격(**3장 7절 [1.2.2]** 참조)	m
ℓ	보강재 또는 1차 지지부재의 스팬(**3장 7절 [1]** 참조)	m
ℓ_b	브래킷 암 길이	m
t	부식감소가 완전히 진행된 순 두께	mm
t_{n50}	부식감소가 절반 진행된 순 두께	mm
t_c	부식추가	mm
t_{gr}	총 두께	mm
$t_{as-built}$	건조 두께	mm
t_{gr-off}	제공 총 두께	mm
t_{gr-req}	요구 총 두께	mm
t_{off}	제공 순 두께	mm
t_{req}	요구 순 두께	mm
$t_{vol-add}$	자발적 추가 두께	mm
t_{res}	예비 두께	mm
t_{c1}, t_{c2}	구조부재의 양면의 부식추가	mm
h_w	보강재 또는 1차 지지부재의 웨브 높이	mm
t_w	보강재 또는 1차 지지부재의 웨브 두께	mm
b_f	보강재 또는 1차 지지부재의 면재 너비	mm
h_{stf}	보강재 높이	mm
t_f	보강재 또는 1차 지지부재의 면재 / 플랜지 두께	mm
t_p	보강재 또는 1차 지지부재의 부착판 두께	mm

표 5 구조치수 (계속)

기호	의미	단위
b_{eff}	항복 및 피로강도를 위한 굽힘에서 부착판의 유효 너비	mm
A_{eff} 또는 $A_{eff-n50}$	(너비 s 의)부착판을 가진 보강재 또는 1차 지지부재의 순 단면적	cm^2
A_{shr} 또는 $A_{shr-n50}$	보강재 또는 1차 지지부재의 순 전단면적	cm^2
I_p	부착판을 포함한 보강재의 순 극 관성 모멘트	cm^4
I	판에 평행한 중립축에 대한 부착판을 포함한 보강재의 순 관성 모멘트	cm^4
Z 또는 Z_{n50}	부착판(너비 b_{eff})을 가진 보강재 또는 1차 지지부재의 순 단면계수	cm^3
[RCN1 to 01 JAN 2021]		

3. 정의

3.1 주요 제원

3.1.1 L, 규칙 길이

규칙 길이 L(m)은 강도계산용 흘수 T_{SC}의 흘수선 상에서 선수재의 전단으로부터 타두재의 중심선까지의 거리이다. L은 강도계산용 흘수 T_{SC}의 흘수선 상에서 최대 길이의 96 % 미만이어서는 아니 되며, 97 %를 넘을 필요는 없다. 타두재가 없는 선박(예: 선회식 추진장치 탑재선박)에서, 규칙 길이 L은 강도계산용 흘수 T_{SC}의 흘수선 상에서 최대 길이의 97 %로 하여야 한다. 특수한 선수 또는 선미 배치를 가진 선박에서, 규칙 길이는 별도로 고려하여야 한다.

3.1.2 L_{LL}, 건현용 길이

건현용 길이 L_{LL}(m)은 용골의 상면으로부터 측정한 최소 형 깊이의 85 %에 있는 흘수선 상에서의 길이의 96 % 또는 그 흘수선 상에 있어서 선수재의 전단으로부터 타두재의 중심까지 길이 중 큰 것을 말한다.
타두재가 없는 선박의 경우, 길이 L_{LL}은 최소 형 깊이의 85 %에 있는 흘수선 상에서의 길이의 96 %로 한다.
선수재의 윤곽선이 최소 형 깊이의 85 %에 있는 수선 상부에서 오목하게 들어간 경우, 최대 길이의 전단부와 선수재의 전면은 각각 선수재 윤곽선의(그 흘수선 상부의) 최후단에서 그 흘수선에 수직으로 내린 곳으로 하여야 한다. (그림 1 참조)

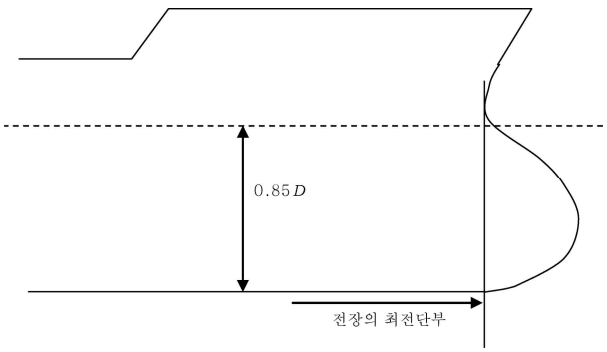


그림 1 오목한 선수재 윤곽

3.1.3 형 폭

형 폭 B(m)는 선박의 중앙에서 강도계산용 흘수 T_{SC}에서 측정한 최대 형 폭이다.

3.1.4 형 깊이

형 깊이 D(m)는 선박의 중앙에서 형 기선으로부터 선측에서의 최상층 전통갑판의 형 갑판선까지 측정한 수직 거리이다. 둥근 거널을 가진 선박에 있어서, D는 형 갑판선의 연장선까지 측정하여야 한다.

3.1.5 흘수

흘수 T(m)는 운항 중인 선박에 대한 하기 만재흘수선에서의 흘수로서 선박의 중앙에서 형 기선으로부터 측정한다. 이것은 최대 허용 하기 만재흘수보다 작을 수 있다.
T_{SC}(m)은 강도계산용 흘수로서, 선박의 부재치수에 대한 강도요건을 만족하고 만재 적하상태를 대표한다. 강도계산용 흘수 T_{SC}는 지정된 건현에 상응하는 것보다 작아서는 아니 된다. 목재(timber) 건현을 가지는 선박의 흘수는 목재 적하상태에 상응하는 건현이 지정되어야 하며, 우리 선급의 요건은 이 흘수에 적용되어야 한다. T_{BAL}(m)은 선박의 부재치수에 대한 강도요건을 만족하는 선체 중앙에서의 최소 설계 평형수 흘수이다. 통상 평형수 흘수는 입항 및 출항 조건을 포함한 적하지침서 상의 평형수 교환작업(있다면)을 포함한 모든 평형수 적하상태의 최소 흘수이다. T_{BAL-H}(m)는 선박의 부재치수에 대한 강도요건을 만족하는 최소 설계 황천 평형수 적하상태 흘수이다. 이 황천 평형수 흘수는 황천 평형수 적하상태를 가지는 선박에 대하여 고려되어야 한다.

3.1.6 형 배수량

형 배수량(t)은 밀도 1.025 t/m^{3}의 해수에서 흘수에 대한 배수량을 톤(ton)으로 표시한 것을 말한다.

3.1.7 최대 운항속력 V

최대 전진 운항속력 V(knots)는 최대 운항흘수에서 최대 프로펠러 회전수(RPM)와 이에 상응하는 최대 연속정격출력(MCR, maximum continuous rating)으로 운항할 수 있도록 설계된 선박의 최대 속력을 말한다.

3.1.8 방형계수 C_B

강도계산용 흘수 T_{SC}에서 방형계수 C_B는 다음과 같다.

$$C_B = \frac{\triangle}{1.025\,L\,B\,T_{SC}}$$

$\triangle$: T_{SC}에서 선박의 형 배수량(t)

3.1.9 경하중량

경하중량(t)은 화물, 연료, 소모품, 선원 및 그들의 소지품이 없는 상태 그리고 윤활유 및 액체 등과 같이 운전 중인 기기 및 관 장치에 있는 것 이외에는 선상에 어떠한 액체도 없는 상태에서 모든 것을 고려한 배수량이다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

3.1.10 재화중량 DWT

재화중량 DWT(t)는 밀도 1.025 t/m^{3}의 해수에서의 하기 만재흘수선에 있어서의 배수량과 경하중량과의 차이 이다.

3.1.11 선수단 FE

규칙 길이 L의 선수단(FE)은 선수재 전면에서 강도계산용 흘수선에 대한 수직선이다.(**그림 2** 참조)

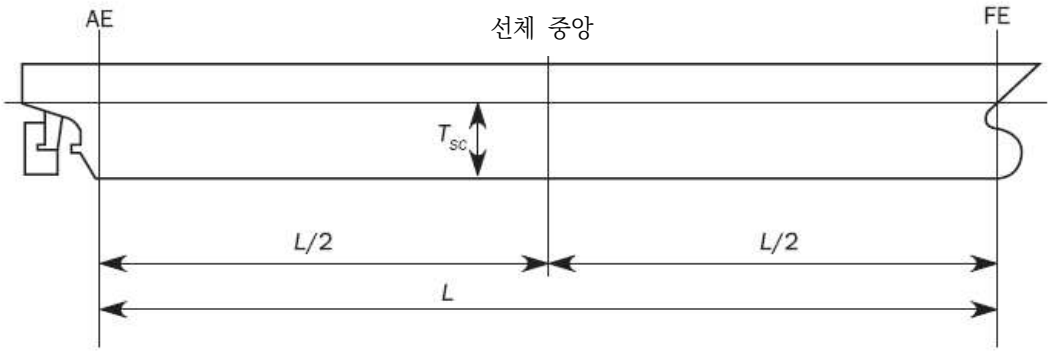


그림 2 선수미단 및 중앙부

3.1.12 선미단

규칙 길이 L 의 선미단(AE)은 선수단에서 선미방향으로 L 거리에 있는 강도계산용 흘수선에 대한 수직선이다.(**그림 2** 참조)

3.1.13 선박 중앙

선박 중앙은 선수단에서 선미 방향으로 0.5 L 거리에 있는 강도계산용 흘수선에 대한 수직선이다.

3.1.14 선박 중앙부

별도로 규정하지 않는 한, 선박 중앙부는 선박 중앙에서 0.4 L 범위이다.

3.1.15 건현용 선수수선

건현용 선수수선 FP_{LL} 은 길이 L_{LL} 의 전단에서 취하여야 하며, L_{LL} 이 측정된 수선 상의 선수재 전면과 일치하여야 한다.

3.1.16 건현용 선미수선

건현용 선미수선 AP_{LL} 은 길이 L_{LL} 의 후단에서 취하여야 한다.

3.2 위치 1 및 위치 2

3.2.1 위치 1

위치 1은 다음을 포함한다.

- 노출 건현갑판 및 저선미루 갑판 상
- FP_{LL} 으로부터 0.25 L_{LL} 지점의 전방에 위치하는 노출된 선루갑판 상

3.2.2 위치 2

위치 2는 다음을 포함한다.

- FP_{LL} 으로부터 0.25 L_{LL} 지점의 후방에 위치하고, 건현갑판 상방으로 최소한 한 개의 표준 선루 높이에 있는 노출된 선루갑판 상
- FP_{LL} 으로부터 0.25 L_{LL} 지점의 전방에 위치하고, 건현갑판 상부로 최소한 두 개의 표준 선루 높이에 있는 노출된 선루갑판 상

3.3 표준 선루 높이

3.3.1

표준 선루 높이는 **표 6**과 같다.

표 6 선루의 표준 높이

건현 길이 L_{LL} (m)	표준 높이 h_S (m)	
	저선미루	기타 모든 선루
$90 < L_{LL} < 125$	$0.3 + 0.012\,L_{LL}$	$1.05 + 0.01\,L_{LL}$
$L_{LL} \geq 125$	1.80	2.30

3.3.2

층(tier)은 갑판실 범위의 척도로서 정의된다. 갑판실 층은 한 개의 갑판과 외부격벽으로 구성된다. 일반적으로 첫 번째 층은 건현갑판 상에 위치하는 층이다.

3.4 A형 및 B형 건현을 가지는 선박

3.4.1 A형 선박

A형 선박이란 다음과 같은 선박을 말한다.

- 산적 액체 화물만을 운송하도록 설계된 것
- 강 또는 동등재료의 수밀 가스켓 덮개에 의하여 폐쇄되고 갑판에서 화물구획으로 통하는 작은 출입구만을 가지는 노출된 갑판이 고도의 안전성을 가진 것
- 적재된 화물구획의 낮은 침수율을 가진 것

A형 선박은 **국제만재흘수선협약**(ICLL)의 요건에 따라 건현이 지정되어야 한다.

3.4.2 B형 선박

[3.4.1]에서 명시된 A형 선박에 관한 규정에 해당하지 아니하는 모든 선박은 B형 선박으로 간주하여야 한다. B형 선박은 **국제만재흘수선협약**(ICLL)의 요건에 따라 건현이 지정되어야 한다.

3.4.3 B-60형 선박

B-60형 선박은 국제만재흘수선협약의 적용 요건에 따라 해당 선박 길이에 대한 “B" 및 ”A" 건현표 값과의 차이의 60 % 까지 감소시켜 건현표 값이 지정된 길이 L_{LL} 가 100 m 이상의 B형 선박이다.

3.4.4 B-100형 선박

B-100형 선박은 국제만재흘수선협약의 적용요건에 따라 해당 선박 길이에 대한 “B" 및 ”A" 건현표 값과의 차이의 100 % 까지 감소시켜 건현표 값이 지정된 길이 L_{LL} 가 100 m 이상의 B형 선박이다.

3.5 운항 정의

3.5.1 다항(multiport)

다항은 여러 항구에서 적재와 하역을 수행하는 단기항해에 상응한다.

3.5.2 보호수역(sheltered water)

보호수역은, 풍력이 뷰폿 스케일 6을 넘지 않는(즉, 항구(harbours), 어귀(estuaries), 정박소(roadsteads), 만(bays), 함수호(lagoons)), 일반적으로 잔잔한 수역(calm streches of water)이다.

3.6 기준 좌표계

3.6.1

선박의 형상, 운동, 가속도 및 하중은 다음의 오른손 좌표계(right-hand coordinate system)에 따른다.
(그림 3 참조)

- 원점 : 선박의 종 방향 대칭면, L 의 선미단 및 기준선 사이의 교차점
- X 축 : 선수 방향이 양의 값인 종축
- Y 축 : 좌현 방향이 양의 값인 횡축
- Z 축 : 상방이 양의 값인 수직축

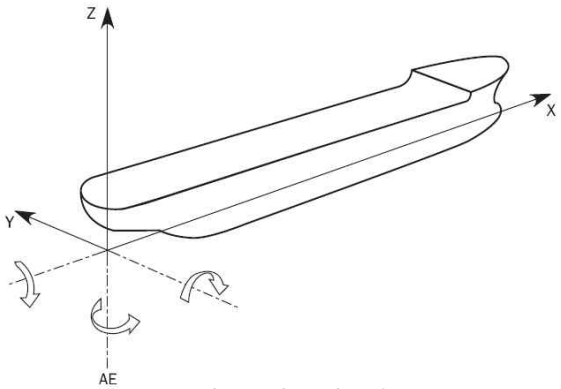


그림 3 기준 좌표계

3.7 명칭

3.7.1 구조 명칭

그림 4에서 그림 8까지는 이 규칙에서 사용된 공통 구조명칭을 나타낸다.

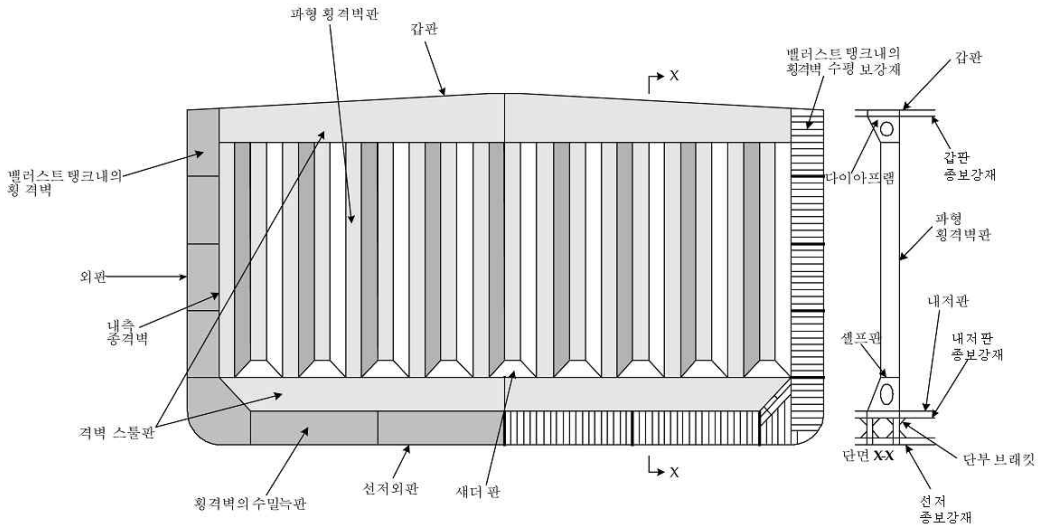


그림 4 이중선체 유조선의 파형 횡격벽

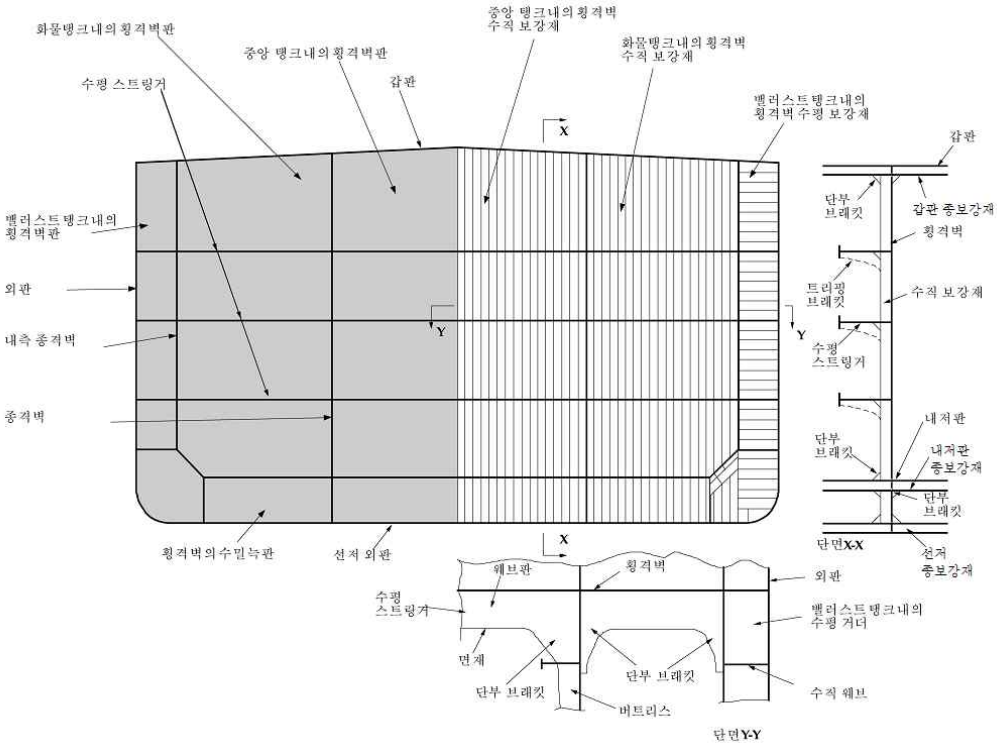


그림 5 이중선체 유조선의 평면 횡격벽

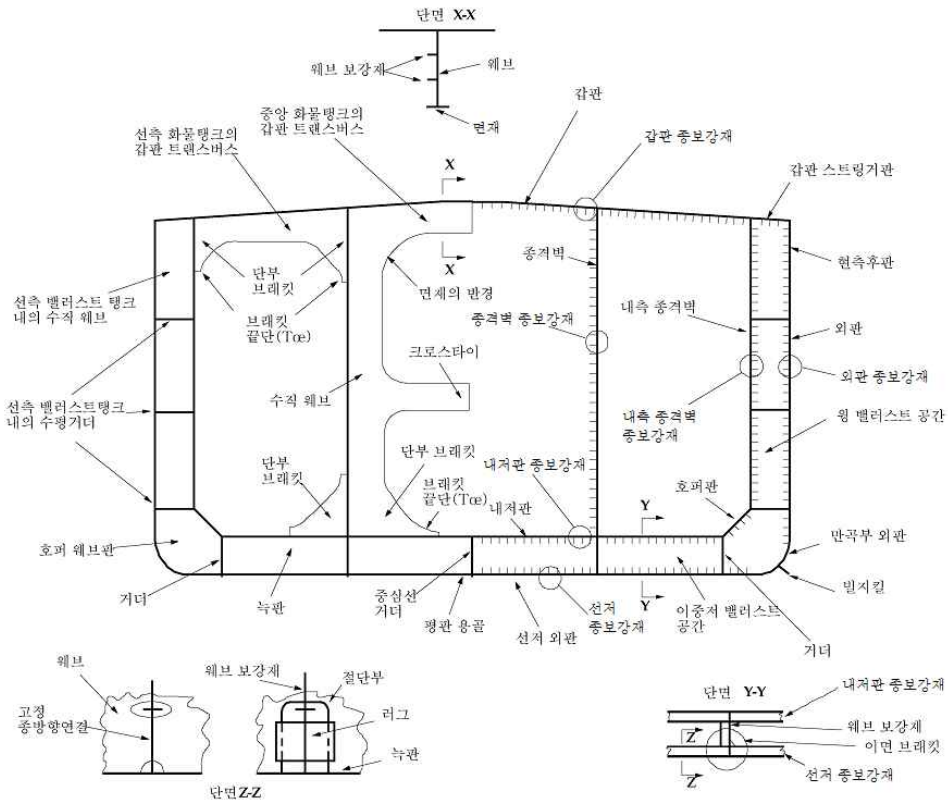


그림 6 이중선체 유조선의 중앙 화물탱크의 횡단면

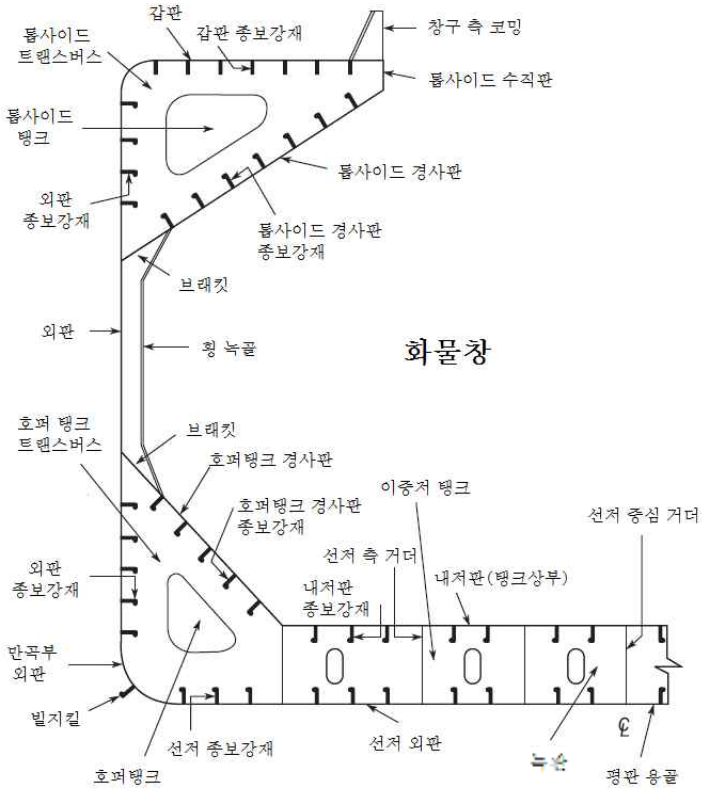


그림 7 단일선측 산적화물선의 중앙 화물창의 횡단면

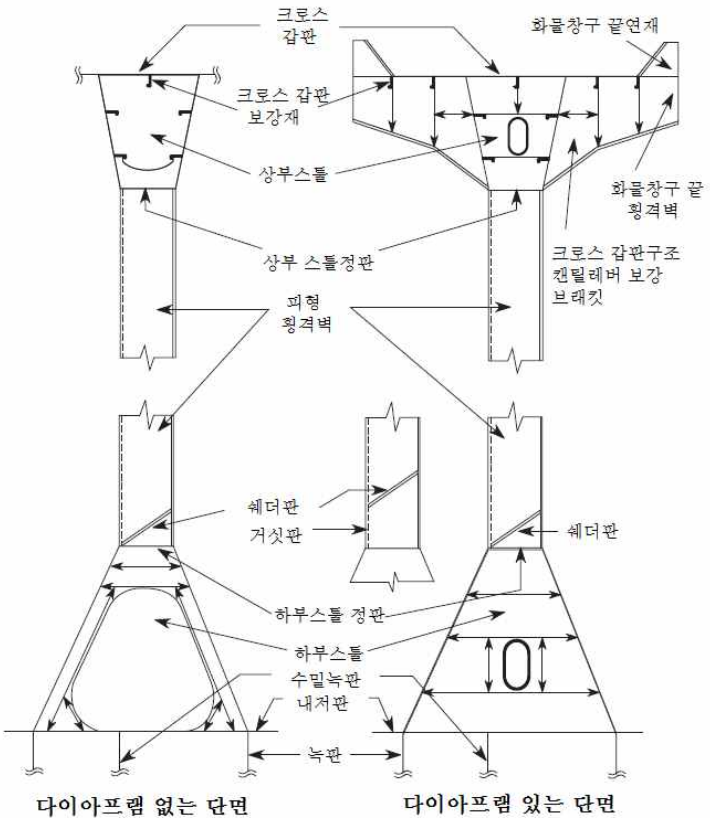


그림 8 산적화물선의 횡격벽

3.8 용어

3.8.1 용어 정의

표 7 용어의 정의

용어	정의
거주구 갑판 (accommodation deck)	주로 선원의 거주실로 사용되는 갑판
현측사다리 (accommodation ladder)	부두 또는 소형 보트로부터 승하선 시에 사용되는 선측사다리
선미피크(aft peak)	선미격벽 뒤쪽에 있는 구역
선미격벽(aftpeak bulkhead)	선미의 전방에 배치된 첫 번째 횡수밀격벽
선미피크탱크(aftpeak tank)	선미격벽 선미후방의 좁은 부분에 있는 구획
앵커(Anchor)	앵커 체인의 한쪽 끝단에 부착되어 있고 선박이 한 곳에 위치하도록 해저에 내려지는 장치 ; 앵커는 바람 및 조류의 영향으로 떠밀리는 선박에 의하여 끌리는 경우 바닥에 파지되도록 설계되며, 일반적으로 대형주물 또는 주물로 제작
평형수 탱크(ballast tank)	평형수의 저장에 사용되는 구획
베이(bay)	인접한 횡늑골 또는 횡격벽 사이의 구역
(빌지) 호퍼탱크 (bilge hopper tank)	산적화물선에서 특정화물 수송시 안정성 또는 평형수 적재를 위하여 사용되는 탱크
빌지 킬(bilge keel)	횡동요를 감소시키기 위하여 만곡부를 따라 선박의 외판에 직각으로 설치된 구조
만곡부 외판(bilge plating)	선저외판과 선측외판 사이의 굽은(curved) 판으로 다음과 같이 취한다 : 원통형 선체 부분 : 선저에서의 만곡부 곡선이 시작되는 부위에서부터 만곡부 상단에서 만곡부 곡선이 끝나는 지점 원통형 선체부분 바깥 : 선저에서의 만곡부 곡선이 시작되는 부위에서부터 다음 중 낮은 곳까지 : ・기선 또는 국부저인 종단면의 중심선 상부 0.2 D 의 선측외판 상의 지점 ・만곡부 상단에서 곡선이 끝나는 지점
선저 만곡부 외판(bilge strake)	만곡부 외판의 하부판
보스(boss)	프로펠러 날개가 붙어있고 축 끝단부가 통과하는 중심부
선저외판(bottom shell)	평판용골을 포함하는 외판의 주로 평평한 선저를 형성하는 외판
선수(bow)	선박 전단의 구조배치 및 형상
선수 앵커(bow anchor)	선박의 선수에 위치한 앵커
브래킷(bracket)	두 부재의 연결에서 강도를 증가시키기 위해 설치하는 추가 부재
브래킷 토(bracket toe)	테이퍼 된 브래킷의 가는 끝단
쇄파기(breakwater)	선수 위로 넘어오는 물의 흐름을 제지하고 편향하기 위해 노출갑판에 설치된 경사 보강판 구조
브레스트 훅(breast hook)	선수에서 우현과 좌현의 선측부재를 연결시키는 삼각형태의 브래킷

표 7 용어의 정의 (계속)

용어	정의
선교(bridge)	전방 및 양현에서 선명한 시야가 확보되고 조타가 이루어지는 선박의 상부에 위치한 선루 또는 갑판실
좌굴 패널(buckling panel)	좌굴해석을 고려하는 요소 판 패널
건조자(builder)	규칙을 포함하는 시방서에 준하여 선박을 건조하기 위하여 선주에 의하여 계약된 관련자
구형강(bulb profile)	분리된 플랜지를 대신하여 웨브 끝단에서 강 질량을 증가시킨 보강재
격벽(bulkhead)	선박의 내부를 구획으로 나누는 구조상의 격벽
격벽갑판(bulkhead deck)	횡 수밀격벽과 외판이 도달하는 최상층 전통갑판
격벽스툴(bulkhead stool)	파형 횡격벽의 상부 또는 하부에 위치하는 기초구조
격벽구조(bulkhead structure)	보강재 및 거더가 설치된 횡 또는 종 격벽판
불워크(bulwark)	노출갑판을 둘러싸는 선측의 상부에 설치된 수직판
연료고(bunker)	선박의 기관 장치에 사용되는 연료유의 저장을 위한 구획
케이블(cable)	앵커에 연결되는 로프 또는 체인
캠버(camber)	선박의 양현에서 중심선 쪽으로 노출갑판이 상방으로 경사되어 올라간 형태
화물창 구역 (cargo hold region)	1장 1절 [2.4.3] 참조
화물창(cargo hold)	액체 또는 산적 건화물을 적재하는 공간에 대한 일반적인 용어
화물탱크(cargo tank)	화물을 적재하는 탱크
화물탱크 격벽 (cargo tank bulkhead)	화물탱크를 분리하는 경계격벽
칼링(carlings)	규칙적인 보강재의 구조배치를 보충하기 위해 사용되어진 보강재
케이싱(casing)	어떤 공간의 보호를 위하여 둘러친 격벽 또는 덮개
박판 구조 (cellular construction)	작은 구획을 형성하는 방법과 같이 배치된 2개의 근접한 경계 및 내부 다이어프램 판이 있는 구조배치
중심선 거더(centerline girder)	선박의 중심선에 위치한 종 방향 부재
체인(chain)	앵커를 매달거나 목재 화물 등을 고정하기 위해 사용되는 연결된 금속 링 또는 링크
체인 로커(chain locker)	앵커 체인의 보관 장소로서 선박의 전단에 위치한 구획
체인 파이프(chain pipe)	앵커 체인이 체인 로커로 들어가거나 나갈 때 통과하는 파이프
체인 스토퍼(chains topper)	앵커를 끌어 올릴 때와 호저 파이프에서 보관 위치에 앵커를 고정할 때 윈들러스가 받는 하중을 완화하기 위해 체인을 고정시키는 장치
코밍(coaming)	창구 또는 천창의 수직 경계구조
코퍼댐(cofferdams)	2장 3절 [1] 참조
칼러판(collar plate)	트랜버스 웨브를 관통하는 종 방향 보강재에 대하여 뚫은 구멍을 부분적 또는 완전히 막기 위해 사용되는 판

표 7 용어의 정의 (계속)

용어	정의
선수격벽(collision bulkhead)	최전방 수밀 횡격벽
승강구실(companionway)	선박의 갑판에서 하부구역으로 유도되는 풍우밀 입구
구획(compartment)	격벽 또는 판으로 경계가 되는 내부 공간
상시 유인 구역 (Continually manned space)	일반적인 운항 기간 동안 지속적 또는 장기간 선원의 상주가 요구되는 구역 (20분 이상 일상적으로 사용되는 구역 포함)
파형격벽(corrugated bulkhead)	파형을 포함하며 일반적으로 상부/하부스툴을 갖는 격벽
파형(corrugation)	쉐더(shedder) 및 거싯(gusset) 판을 제외한 주름모양으로 배치된 판
크로스갑판(cross deck)	화물창구 사이의 구역
크로스타이(cross tie)	종격벽끼리 연결 또는 내측 종격벽과 종격벽을 연결하고, 유체 정역학적 및 유체 동역학적 하중에 대하여 종격벽을 지지하는 큰 횡 구조부재
갑판(deck)	구획의 상부 또는 하부경계를 이루는 수평 구조부재
갑판실(deck house)	**1장 1절 [2.4.6]** 참조
갑판구조(deck structure)	보강재, 거더 및 필러를 포함하는 갑판(deck plating)
갑판 트랜스버스 (deck transverse)	갑판에서 횡 방향 1차 지지부재(PSM)
디프탱크(deep tank)	2개의 갑판 또는 외판/내저판과 갑판상부 또는 그 이상까지의 사이에 도달하는 탱크
설계자(designer)	승인 및 정보 제공을 위하여 우리 선급에 제출하는 문서를 만드는 관계자. 설계자는 건조자 또는 문서를 만들기 위하여 건조자 혹은 선주와 계약된 관계자 일 수 있다.
선외 배출관(discharges)	빌지수, 순환수, 배수 등의 선외 배출을 위한 배관
도킹 브래킷(docking bracket)	입거 목적으로 선저구조를 국부적으로 강화하기 위해 이중저에 설치한 브래킷
이중저 구조 (double bottom structure)	내저판 하방의 외판과 그 보강재 그리고 내저판과 그 하방에 있는 각종 부재를 포함한 구조
이중판(doubler)	보강이 요구되는 위치에서 판의 더 넓은 면적에 설치하는 작은 조각판. 일반적으로 보강재의 취부 위치
이중선측부재 (double skin member)	이중선측부재는 웨브, 부착판에 의하여 형성되는 상하부 플랜지로 구성된 이상화된 보와 같은 구조부재로 정의된다.
덕트 킬(duck keel)	판으로 형성된 상자형태의 용골로서, 화물탱크 그리고/또는 평형수 탱크를 통과하고 선수 전방으로 연결된 평형수관 및 다른 관을 수용하는데 사용
폐위선루 (enclosed super structure)	풍우밀문 및 폐쇄장치가 설치된 전방 및/또는 후방의 격벽을 가지는 선루
기관실 격벽 (engine room bulkhead)	기관실 전방 또는 후방의 횡격벽

표 7 용어의 정의 (계속)

용어	정의
요소판 패널(EPP)	보강재, 1차 지지부재(PSM), 격벽 등과 같은 구조부재에 의해 둘러싸인 가장 작은 판 요소
면재(face plate)	웨브 끝단에 설치되고 부착판에 평행한 보강재의 구성요소
플랜지(flange)	웨브 끝단에 설치되는 보강재의 구성요소로 때로는 웨브를 구부려 형성함. 일반적으로 부착판에 평행함.
평강(flat bar)	웨브만으로 구성된 보강재
늑판(floor)	선저의 횡 부재
선수루(forecastle)	선수에 위치한 짧은 선루
선수피크(fore peak)	선수격벽 전방의 지역
선수갑판(fore peak deck)	선박의 선수로부터 후방으로 연장하여 한층 높인 짧은 갑판
건현갑판(freeboard deck)	일반적으로 모든 노출된 개구에 영구 폐쇄장치를 가지며 대기 및 해상에 노출된 최상층 전통갑판
방수구(freeing port)	갑판 상에 있는 물을 배출하기 위하여 불워크에 설치한 개구
도교(gangway)	선수루와 선교간 또는 선교와 선미루간과 같은 선수루 간을 연결하는 한층 높게 설치된 통행로
거더(girder)	1차 지지구조부재의 공통적인 용어
거전(gudgeon)	선미 포스트 상에 위치하며 타 핀틀을 지지하기 위해 중심에 구멍을 가진 블록으로서 타가 회전하는 것을 허용하고 지지한다.
현단(gunwale)	선측의 상단
거싯(gusset)	두 구조부재 사이의 강도 연결에서 힘을 분산하기 위해 부착한 판
창구덮개(hatch cover)	화물창으로 물의 침입을 방지하기 위해 화물창구 상부에 부착된 덮개
창구(hatchway)	통상 사각형으로서 구획 하부로 접근할 수 있는 갑판상의 개구
호저 파이프(hawse pipe)	선수 양현에 위치한 호저 또는 앵커 케이블을 통과시키기 위한 강관, 또한 서퍼링관(spurling pipe)이라고도 함
호저(hawser)	예인 또는 계류용으로 사용되는 강선 또는 섬유로프
호퍼탱크 경사판 (hopper plating)	내저판과 내측 종격벽 수직부 또는 선측외판 사이의 경사진 부분에 설치된 판
HP	네덜란드 형강규격에 따른 구형강
IACS	국제선급연합회
ICLL	국제만재흘수선 협약
IMO	국제해사기구
독립형 탱크(independent tank)	자립형 탱크
내부선체(inner hull)	외판으로부터 선내 쪽으로 두 번째 층을 형성하는 내부판
단절판(inter costals)	늑판 또는 늑골간의 불연속적인 보강재
JIS	일본산업표준

표 7 용어의 정의 (계속)

용어	정의
용골(keel)	선저 중심선을 따라 종 방향으로 배치된 선박의 척추 또는 중요 구조부재. 일반적으로 외판 내부에서 중심선을 따라 수직으로 보강된 평판
너클(knuckle)	구조부재의 불연속부
경감구멍(lightening hole)	무게를 경감하기 위하여 구조부재에 뚫은 구멍
오수구(limber hole)	물 또는 기름이 모이는 것을 방지하기 위해 늑골 또는 판에 뚫어놓은 작은 배수구
국부 지지부재 (local support members)	단순 패널의 구조 건전성에만 영향을 주는 국부 지지부재(예: 갑판보)
중심선 종격벽 (longitudinal centerline bulkhead)	선박의 중심선에 위치한 종 방향 격벽
종 방향 선체거더 전단 구조부재 (longitudinal hull girder shear structural members)	선체거더의 수직 전단하중에 기여하는 구조부재 : 선측외판, 내측 종격벽, 호퍼 경사판, 종격벽 및 이중저 거더
맨홀(manhole)	통행을 목적으로 갑판, 탱크 등에 뚫은 원형 또는 타원형의 구멍
마진판(margin plate)	내저판의 선외측 판 및 만곡부에 굴곡이 있을 때, 마진판은 이중저 구조의 경계를 형성한다.
MARPOL	해양오염방지협약 73/78
중앙 화물창(Mid-hold)	7장 2절 [1.2.2]에 따른 3-화물창 길이 유한요소 모델의 중앙 화물창
통상 무인 구역 (Normally unmanned space)	일반적인 운항 기간 동안 지속적 또는 장기간 선원의 상주가 요구되지 않는 구역 (20분 미만 일상적으로 사용되는 구역 포함)
노치(notch)	용접으로 인한 구조부재의 불연속부
연료유 탱크(oil fuel tank)	연료유 저장에 사용되는 탱크
외판(outer shell)	외판(shell envelope)과 동일
선주(owner)	선박의 등록 및 운항에 관하여 모든 의무와 책임을 가진 관계자 및 선주를 위하여 준비된 유효한 증서를 가지고 건조자로부터 선박을 인도 받을 모든 의무와 책임을 위임 받기로 동의된 관계자
필러(pillar)	갑판이 외판 또는 격벽으로 지지되지 않은 경우 갑판 사이에 위치하는 수직 지지부재
파이프 터널(pipe tunnel)	기관실에서 탱크로 유도되는 빌지, 평형수 및 다른 배관들에 대한 보호구역을 형성하는 내저판 및 외판 사이에 선체 중앙의 전후방에서 설치한 보이드 구역
판 패널(plate panel)	보강재, 1차 지지부재(PSM), 격벽 등과 같은 구조부재에 의하여 둘러싸이고 지지되는 보강되지 않은 판, 요소판 패널(EPP) 참조
판(plating)	보강재, 1차 지지부재 또는 격벽에 의해 지지되는 판
선미루(poop)	선박의 최후단에 위치한 폐위선루 하부구역
선미루 갑판(poop deck)	선박의 후단에 위치한 보호갑판 위의 첫 번째 갑판

표 7 용어의 정의 (계속)

용어	정의
1차 지지부재 (primary support members)	선체외판 및 탱크경계(예, 이중저늑판 및 거더, 선측 횡구조, 갑판 트랜스버스, 격벽 스트링거 및 종격벽에 대한 수직 웨브)의 전체 구조의 건전성을 확보하기 위한 보, 거더 또는 스트링거류 형식의 부재
프로펠러 포스트(propeller post)	보링되는 선미재의 전방 포스트
러더 포스트(rudder post)	타가 매달려 있는 선미재의 후방 포스트(또는 선미 포스트)
스캘럽(scallop)	판 용접선의 연속용접을 허용하기 위하여 보강재에 뚫은 구멍
스카핑 브래킷 (scarping bracket)	2개의 오프셋(off-set) 구조부재들 사이에서 사용되는 브래킷
부재치수(scantling)	구조부재의 물리적 치수
갑판배수구(scupper)	갑판으로부터 직접 또는 관을 통하여 배수를 위한 개구
현창(scuttle)	어떤 구획에 접근하기 위한 갑판 또는 다른 곳의 작은 개구로서, 일반적으로 뚜껑, 덮개 또는 문을 가짐
쉐더판(shedder plate)	파형격벽 구조에 있어서 잔여 화물을 최소화하기 위하여 파형에 접하여 설치되는 경사판
현측후판(sheer strake)	선측외판의 상부 판
스툴 정판(shelf plate)	격벽 스툴 상부에 위치하는 수평판
외판(shell envelope plating)	강력갑판을 제외하고 유효한 선체거더를 형성하는 외판
선측늑골(side frame)	산적화물선에서 선측외판에 설치되는 수직 보강재
선측외판(side shell)	만곡부 외판 상부 외판 중 선측 부분을 형성하는 외판
단일선측부재 (single skin members)	웨브, 부착판에 의하여 형성되는 상부 플랜지 및 면재에 의하여 형성되는 하부 플랜지로 구성되는 이상적인 보 같은 구조부재
천창(skylight)	유리 원형창의 유무에 관계없이 기관실 또는 선원실 등을 위한 통풍통으로서 역할을 하는 갑판개구
슬롭탱크(slop tank)	탱크세척 후 화물탱크로부터 나오는 유수 혼합물을 모으기 위해 사용되는 유조선의 탱크
SOLAS	해상인명안전협약 1974
구역(space)	탱크를 포함해서 각 개별 구역
스테이(stay)	불워크 및 창구코밍의 브래킷
선수재(stem)	선수 전단에서 경계를 짓는 선체외판에서의 봉 또는 판
선미(stern)	선박의 후단부
선미재(stern frame)	선박의 선미를 형성하는 선체의 후단에 부착되는 고강도 부재들. 즉, 러더 포스트, 프로펠러 포스트 및 프로펠러를 위한 구멍을 포함한다.
선미관(stern tube)	추진축이 통과하여 프로펠러가 이르도록 하는 관으로서 축계에 대하여 선미 베어링 역할을 한다. 물 또는 기름 윤활방식으로 할 수 있다.
보강재(stiffener)	2차 지지구조부재에 대한 공통적인 용어
스툴(stool)	격벽의 지지 구조물

표 7 용어의 정의 (계속)

용어	정의
스트레이크(strake)	종/횡 방향으로 이어진 외판, 갑판, 격벽 등의 단위 판
강력갑판(strength deck)	최상층 전통갑판
스트링거(stringer)	수직 웨브늑골에 취부된 수평 거더
스트링거 판(stringer plate)	갑판의 외측후판
선루(superstructure)	1장 1절 [2.4.6] 참조
SWL	안전사용하중
탱크(tank)	해수, 청수, 기름, 액체화물, FO, DO 등과 같은 액체를 운송하기 위한 구역에 대한 일반적인 용어
탱크 정부(tank top)	화물탱크의 상부를 형성하는 수평 판
예인 페넌트(towing pennant)	선박을 예인하는데 사용되는 긴 로프
톱사이드 탱크(top side tank)	일반적으로 선측에 길이 방향으로 배치되며, 산적화물선의 화물창 상부 모서리를 차지하는 탱크
트랜섬(transom)	선미 끝단을 형성하는 구조배치
트랜스버스 링(transverse ring)	이중저 늑판, 수직 웨브 및 횡갑판 거더로 이루어지는 하나의 선체 횡단면에서 나타나는 모든 횡 부재
트랜스버스 웨브 (transverse web frame)	선박의 종 방향 구조와 연결되는 횡 방향 1차 지지구조
트리핑 브래킷(tripping bracket)	비틀림에 의하여 압축을 받는 구조부재의 보강용 브래킷
트렁크(trunk)	갑판실과 유사하나 하층갑판이 없는 갑판 구조물
중간갑판('tween deck)	화물탱크에서 상갑판과 탱크정부 사이에 있는 갑판을 이르는 용어
얼리지(ullage)	탱크 내의 빈 공간으로 표시되는 양
보이드 스페이스(void)	선박에서 폐위된 빈 공간
제수격벽(wash bulkhead)	탱크 내의 부분 격벽 또는 개구를 갖는 격벽
수밀(watertight)	주위 구조에 대한 설계수압에서 누수를 방지하는 구조
노천갑판(weather deck)	모든 해치 및 개구에 풍우밀 잠금장치를 가지는 요소가 있는 햇빛 또는 파랑 등에 노출된 갑판의 단면 또는 갑판
풍우밀(weathertight)	모든 해상상태에서 해수 침입을 방지하는 것
웨브(web)	부착판에 수직으로 설치되는 보강재의 구성요소
웨브 프레임(web frame)	갑판 트랜스버스를 포함한 횡 방향 1차 지지부재(PSM)
바람 및 물막이 스트레이크 (wind and water strakes)	평형수와 최고 만재흘수선 사이에 있는 선측외판의 스트레이크
윈들러스(windlass)	앵커 체인을 내리고 올리는 윈치
선측 탱크(wing tank)	내측 종격벽과 선측외판으로 경계되는 구역
[CORR1 to 01 JAN 2021]	

제 5 절 적하지침서 및 적하지침기기

1. 일반 요건

1.1 적용

1.1.1
이 절은 적하지침 정보에 대한 최소 요건을 포함하고 있다.

1.1.2
승인된 적하지침서 및 승인된 적하지침기기가 선박에 제공되어야 한다.

1.1.3
적하지침서 및 본선 적하지침기기에서 정의된 종강도 및 국부강도에 대한 제한 및 해당 복원성 요건을 초과하지 않는다면, 실제 운항에 있어서 선박은 적하지침서에 명시된 적재상태와 다르게 적재할 수 있다.

1.1.4
적하지침서에 관한 요건은 [2]에, 적하지침기기에 관한 요건은 [3]에 규정되어 있다.

1.2 연차검사 및 정기검사

1.2.1
각 연차검사 및 정기검사 시에, 승인된 적하지침서가 본선에서 사용가능한지 확인되어야 한다.

1.2.2
선장은 정기적인 간격으로 시험 적재상태를 적용하여 적하지침기기의 정확도를 확인하여야 한다.

1.2.3
각 정기검사 시에 이러한 확인은 검사원의 입회하에 시행되어야 한다.

2. 적하지침서

2.1 일반요건

2.1.1 정의
승인된 적하지침서는 선박의 최종자료를 기초로 하여야 한다.
적하지침서라 함은 다음을 기술하는 문서이다.

- 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력의 허용한계를 포함하여, 원양항해 및 항내 / 보호수역을 위한 선박설계의 기초가 되는 적재조건 평형수 교환절차 및 입거 절차에서 명시된 조건을 적하지침서에 포함하여야 한다.
- 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력의 계산결과 및 해당되는 경우, 면외하중으로 인한 제한사항
- 해당되는 경우, 구조(창구덮개, 갑판, 이중저 등)에 대한 허용 국부하중
- 관련 운항 제한사항

2.1.2 승인의 조건
승인된 적하지침서는 선박의 최종자료를 기초로 하여야 한다. 개조가 선박의 주요 특성(예, 경하중량, 부력분포, 탱크용적 또는 용도 등)의 변경을 초래하는 경우, 적하지침서를 최신화하여 재승인을 받아야 하며, 이후 적하지침기기 시

스템도 최신화하여 재승인 받아야 한다. 다만, 변경된 흘수, 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력과 원래 승인된 자료와의 차이가 2 % 보다 작은 경우에는 새로운 적하지침 및 최신화된 적하지침서를 다시 제출할 필요는 없다. 적하지침서는 사용자가 이해할 수 있는 언어로 작성되어야 한다. 만일 영어가 아닌 경우, 영어 번역문이 포함되어야 한다.

2.1.3 적하조건

적하지침서는 **4장 8절**에 정의된 것과 같이, 선체 치수 승인의 기초가 되는 설계(화물 및 평형수)적재조건, 적절히 세분화된 입출항 조건을 포함해야 한다. 유조선 및 산적화물선에 공통 적하조건이 **4장 8절 [2]**에 나열되어 있다.

2.1.4 운항 제한사항

적하지침서에는 다음과 같은 운항 제한사항이 기술되어야 한다.

- 강도계산용 흘수 T_{SC}
- 선체 중앙부에서의 설계 최소 평형수 흘수 T_{BAL}
- 전방 이중저 평형수 탱크 만재상태 시의 전방 설계 슬래밍 평형수 흘수 T_{F-f}
- 어느 전방 이중저 평형수 탱크 공창 시의 전방 설계 슬래밍 평형수 흘수 T_{F-e}
- 최대 허용 화물밀도
- 적하지침서 상의 모든 적하조건에서의 최대 화물밀도
- 설계속도
- 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력의 허용 값 및 포락선 결과(envelope result)

산적화물선은 원양 항해에서 평형수 겸용 화물창이 부분 적재된 상태로 운항할 수 없다는 것을 적하지침서에 반드시 나타내어야 한다.

2.2 유조선에 특정된 요건

2.2.1

적하지침서는 **4장 8절 [3]**에 명시된 적하 조건이 포함되어야 한다. 이 요건은 **[2.1]**에 추가하여 적용한다.

2.3 산적화물선에 특정된 요건

2.3.1

적하지침서에는 **4장 8절 [4]**에 명시된 적하 조건이 포함되어야 한다. 이 요건은 **[2.1]**에 추가하여 적용한다.

2.3.2

적하지침서에는 다음 사항을 기술하여야 한다.

- **4장 4절**에 따른 화물창 침수상태에서 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력의 허용 값과 포락선 결과
- 만재흘수 시 공창이 될 수 있는 화물창 또는 이들의 조합. 만일 만재흘수 시 공창이 허용되지 않는 경우, 이를 적하지침서에 명확히 명시하여야 한다.
- **4장 8절 [4.3]**에서 정의된 것과 같이 각 화물창의 중앙부에서의 흘수에 대한 함수로서 각 화물창의 화물 및 이중저에 적재된 내용물에 대한 최대 허용질량 및 최소 요구질량
- 해당 화물창의 평균흘수에 대한 함수로서 2개의 인접한 화물창의 화물 및 이중저에 적재된 내용물에 대한 최대 허용질량 및 최소 요구질량. **4장 8절 [4.3]**에서 정의된 것처럼, 이러한 평균 흘수는 2개의 중앙부 화물창에서 흘수를 평균함으로서 계산될 수 있다.
- 산적화물 이외의 화물에 대한 화물 특성의 상세와 함께 탱크 정부에 작용하는 최대 허용하중
- 갑판 및 창구덮개에 작용하는 최대 허용하중. 선박이 갑판 또는 창구덮개 상에 화물을 적재하도록 승인되지 않은 경우, 이것은 적하지침서에 명확히 명시되어야 한다.
- 실행 가능한 평형수 교환율을 기반으로 하여 터미널과 합의된 적하계획과 최대 평형수 교환율

2.3.3

적절한 입출항 조건, 다음의 추가 적재상태가 적하지침서에 포함되어야 한다.

- 최대 흘수에서 경량화물 및 중량화물의 균일 적재상태
- 해당되는 경우, 최대 흘수에서 경량화물 및 중량화물의 격창 적재상태
- 평형수 적재상태. 상부 현측탱크, 호퍼 및 이중저 탱크에 인접한 평형수 화물창을 가지는 선박인 경우, 상부 현측탱크, 호퍼 및 이중저 탱크가 공창인 상태에서 평형수 화물창을 만재할 때 강도상으로 만족되어야 한다.
- 단기 항해상태 즉 적절한 경우, 제한된 양의 연료유를 싣고 최대 흘수까지 적재된 선박의 항해상태
- 여러 항구에서의 적하 / 양하 상태
- 해당되는 경우, 갑판화물 적재상태
- 해당되는 경우, 해상에서의 전형적인 평형수 교환절차
- 적용되는 경우, 균일적재, 해당 부분적재 및 격창적재에 대하여 화물 적하의 시작으로부터 만재상태까지의 전형적인 적하 절차. 각 상태에 대한 전형적인 양하 절차 역시 포함되어야 한다. 전형적인 적하/양하 절차는 또한 적용되는 강도한계를 초과하지 아니하도록 작성되어야 한다. 전형적인 적하 절차는 또한 적하율 및 평형수 배출용량에 충분한 주의를 기울여서 작성되어야 한다. 참고로, **그림 1**은 적하 절차 요약서의 예를 나타낸다.

3. 적하지침기기

3.1 일반요건

3.1.1 정의

적하지침기기라 함은 지정된 계측점에서, 임의의 적재상태 또는 평형수 상태에서 정수중 굽힘 모멘트, 전단력, 및 해당되는 경우 면외하중과 같은 관련 운항 한계정보가 명시된 허용치를 초과하지 않음을 쉽고 빠르게 확인할 수 있는 수단으로서의 아날로그 또는 디지털방식의 기기를 말한다.
적하지침기기는 본선 장비에 대한 선박 사양이며, 계산결과는 승인된 선박에만 적용가능하다.
승인된 적하지침기기는 승인된 적하지침서를 대신할 수 없다.

3.1.2 적하지침기기 승인 조건

적하지침기기는 우리 선급의 규칙에 따라 승인되어야 한다. 승인은 다음 요건을 포함하여야 한다.

- 해당되는 경우, 형식승인을 받았는지 확인
- 선박의 최종 자료가 사용되었는지 확인
- 모든 계측점의 수 및 위치에 대한 수락
- 모든 계측점에서의 관련 허용 값에 대한 적합
- 합의된 시험조건에 따라 본선 장비의 적절한 설치 및 작동에 대한 확인, 그리고 작동 설명서 사본 1부의 본선 비치 여부

개조가 선박의 주요 특성(예: 경하중량, 부력분포, 탱크용적 또는 용도 등)의 변경을 초래하는 경우, 적하지침서를 최신화하여 재승인을 받아야 하며, 이후 적하지침기기 시스템도 최신화하여 재승인 받아야 한다. 다만, 변경된 흘수, 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력이 원래 승인된 자료와 2 % 보다 작은 경우에는 새로운 적하지침 및 최신화된 적하지침기기 시스템을 다시 제출할 필요는 없다.
적하지침기기에는 항상 작동 설명서가 제공되어야 한다. 적하지침기기의 작동 설명서 및 출력자료는 사용자가 이해할 수 있는 언어로 작성되어야 한다. 만일 영어가 아닌 경우, 영어 번역문이 포함되어야 한다.
적하지침기기의 작동은 설치 후 검증되어야 한다. 적하지침기기의 합의된 시험조건과 작동 설명서가 본선에 비치여부가 확인되어야 한다.

3.2 산적화물선에 대한 특정 요건

3.2.1 일반사항

BC-A, BC-B 및 BC-C 선박인 경우, 적하지침기기는 다음 요건에 적합한지 확인되어야 한다.

- 화물창의 중앙부에서 흘수의 함수로서 화물 및 이중저에 적재된 내용물의 질량
- 임의의 인접한 2개의 화물창에 대하여 이들 화물창의 평균흘수의 함수로서 화물 및 이중저에 적재된 내용물의 질량
- 화물창 침수상태에서 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력이 명시된 허용치를 초과하지 아니함.

3.2.2 승인 조건

BC-A, BC-B 및 BC-C 선박인 경우, 승인은 다음 요건을 포함하여야 한다.

- 모든 계측점에서의 선체거더 굽힘 모멘트의 허용 값에 대한 적합
- 모든 계측점에서의 선체거더 전단력의 허용 값에 대한 적합
- 흘수의 함수로서 각 화물창의 화물 및 이중저에 적재된 내용물의 질량의 허용 값에 대한 적합
- 흘수의 함수로서 임의의 2개의 인접한 화물창에서 화물 및 이중저에 적재된 내용물 질량의 허용 값에 대한 적합

4. 산적화물선에 대한 적하특성

4.1 적하 / 양하 절차에 대한 지침

4.1.1 적용범위

[4]의 요건은 길이 L 이 150 m 이상인 산적화물선에 적용한다.

4.1.2

대표적인 적하 / 양하 절차는 적하 / 양하율, 평형수 주입 / 배출용량 및 적용되는 강도 제한사항에 주의해서 작성되어야 한다.

4.1.3

대표적인 적하 / 양하 지침은 건조자에 의해 승인용으로 준비 및 제출되어야 한다.

4.1.4

대표적인 적하절차는 다음을 포함하여야 한다.

- 경량화물 및 중량화물의 격창 적재상태
- 경량화물 및 중량화물의 균일 적재상태
- 제한된 양의 연료유를 싣고 최대흘수까지 적재된 선박인 경우 단기 항해상태
- 여러 항구에서의 적하 / 양하상태
- 갑판화물상태
- 블록적하(block loading)

4.1.5

적하 / 양하 절차는 항구에 따라 정해지거나 대표적인 것으로 할 수 있다.

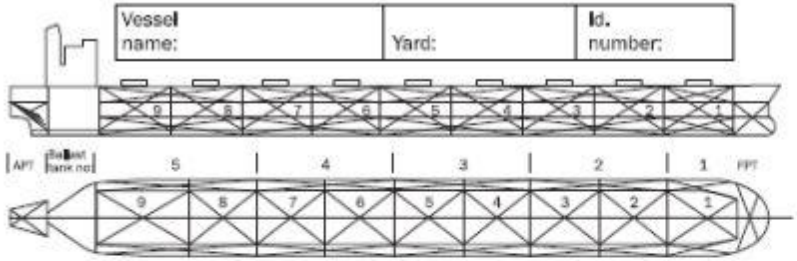
4.1.6

적하 / 양하 절차는 화물의 적재 시작부터 만재시까지 단계적으로 만들어져야 한다. 하역장치의 위치가 새로운 화물창으로 변경될 때가 하나의 단계가 된다. 각 단계는 문서화되어 우리 선급에 제출되어야 한다. 종강도에 추가하여, 각 화물창의 국부강도가 고려되어야 한다.

4.1.7

각 적재상태에 대한 모든 단계의 요약 내용이 포함되어야 한다. 이러한 요약 내용에는 다음과 같은 각 단계에 대한 필수적인 정보가 강조되어야 한다.

- 각 단계에서 각 화물창의 적재량
- 각 단계에서 각 평형수 탱크의 평형수 배출량
- 각 단계의 완료시점에서의 정수중 최대 굽힘 모멘트 및 전단력
- 각 단계의 완료시점에서의 선박의 트림 및 흘수 ⚓



Vessel name:	Yard:	Id. number:

Port (specific or typical):	Condition at commencement of loading/discharging:	
Total mass of cargo to be loaded/discharged:	Condition at end of loading/discharging:	
Dock water density (t/m³):	Maximum loading/discharging rate:	Average loading/discharging rate:
Number of loaders/dischargers:	Maximum ballasting/deballasting rate:	Average ballasting/deballasting rate:

Volume of Holds, Vh (m³)								
Height of hold, h (m)								

Note: During each pour it has to be controlled that allowable limits for hull girder shear forces, bending moments and mass in holds are not exceeded. Loading/discharging operations may have to be paused to allow for ballasting/deballasting in order to keep actual values within limits.

Hold content at commencement of loading/discharging									
Cargo mass									
Density (t/m³)									
Grade									

Ballast content at commencement of loading/discharging									
Wings or peaks	APT	Ball. no. 5	Ball. no. 4	Hold. no. 6	Ball. no. 3	Hold. no. 4	Ball. no. 2	Ball. no. 1	FPT
Upper									
Lower/Peaks									

Commencement of loading/discharging (sea)				
T aft (m)	T rim (m)	T fwd (m)	Maximum	
			S.F. (%)	B.M. (%)

CARGO OPERATIONS									
Pour no./grade	Hold 9	Hold 8	Hold 7	Hold 6	Hold 5	Hold 4	Hold 3	Hold 2	Hold 1
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
Draft Survey (for loading):	Total cargo onboard (t):				Remaining cargo to be loaded (t):				
n-1									
n									

BALLAST OPERATIONS									
Upper Lower/Peaks	APT	Ballast tank no. 5	Ballast tank no. 4	No.5 Ballast hold	Ballast tank no.3	No.4 Ballast hold	Ballast tank no. 2	Ballast tank no.1	FPT
Upper									
Lower/Peaks									
Upper									
Lower/Peaks									
Upper									
Lower/Peaks									
Upper									
Lower/Peaks									
Upper									
Lower/Peaks									
Upper									
Lower/Peaks									
Upper									
Lower/Peaks									
Total amount of bunkers onboard (t):									
Upper									
Lower/Peaks									
Upper									
Lower/Peaks									

Values at end of pour (from harbour to sea)				
T aft (m)	T rim (m)	T fwd (m)	Maximum	
			S.F. (%)	B.M. (%)

Hold content at end of loading/discharging									
Cargo mass:									
Total mass loaded/discharge (t):									

Ballast content at end of loading/discharging									
Wings or peaks	APT	Ball. no. 5	Ball. no. 4	No.5 hold	Ball. no. 3	No. 4 hold	Ball. no. 2	Ball. no. 1	FPT
Upper									
Lower/Peaks									

Values at end of loading/discharging (sea)				
T aft (m)	T rim (m)	T fwd (m)	Maximum	
			S.F. (%)	B.M. (%)

Maximum occuring values among all conditions above									
Net load on Double Bottom:									tons/m²
Net load in two adjacent holds:									tons

Net load on double bottom = (Mh/V) h⁻¹ (t/m²)
- where: Mh = Mass in hold = mass in DB (t)
V = Total volume of hold (m³)
h = height of hold from inner bottom to top of coaming (m)
T = draught (m)

Approved by:

Place, date, stamp and sign

그림 1 화물의 적하 / 양하에 대한 지침의 기재양식 (예)

13편 1부 2장

일반 배치 설계

제 1 절 일반사항

제 2 절 격벽 배치

제 3 절 구획 배치

제 4 절 접근설비

제 1 절 일반사항

1. 일반사항

1.1 일반사항

1.1.1
이 장은 선박의 일반적인 구조배치 요건을 규정한다.

1.1.2
상시 유인 구역의 배치는 선급에 의하여 승인된 사업표준에 따라 통풍장치, 조명, 소음 및 진동에 대한 고려가 포함되어야 한다.(4절 [1.1.1]부터 [1.1.3]까지 참조)

1.1.3
통상 무인 구역의 배치는 선급에 의하여 승인된 사업표준에 따라 정기적 점검, 검사 및 유지관리를 위한 조명 및 통풍장치에 대한 고려가 포함되어야 한다.(4절 [1.1.1]부터 [1.1.5]까지 참조)

제 2 절 격벽 배치

1. 수밀격벽 배치

1.1 수밀격벽의 수 및 배치

1.1.1

모든 선박은 최소한 다음의 횡 수밀격벽을 설치하여야 한다.

a) 한 개의 선수격벽
b) 한 개의 선미격벽
c) 기관구역 전방에 한 개의 격벽과 기관구역 후단에 한 개의 격벽, 단, 기관구역 후단의 격벽은 선미격벽으로 간주할 수 있다.

1.1.2

전기추진설비(electrical propulsion plant)를 갖는 선박의 경우, 발전기실 및 기관실 모두 수밀격벽으로 폐위되어야 한다.

1.1.3

[1.1.1] 및 [1.1.2]의 요건에 추가하여, 격벽의 수와 배치는 구획, 침수성 및 손상복원성의 요건을 만족하도록 배치되어야 하며, 기국의 요건에도 적합하여야 한다.

1.1.4

구획 요건을 따르지 않는 길이 150 m 미만의 산적화물선의 경우, **표 1**에 의한 것보다 적은 수의 격벽이 설치되어서는 아니 된다.

표 1 길이 150 m 미만 산적화물선에 대한 격벽의 수

길이 (m)	선미부에 기관실을 가지는 선박에 대한 격벽의 수[1]
$90 \le L < 105$	4
$105 \le L < 120$	5
$120 \le L < 145$	6
$145 \le L < 150$	7
[1] 선미격벽과 기관실 후단격벽은 동일한 것이다.	

1.1.5

화물창 구역의 격벽은 가능한 한 일정한 간격으로 배치되어야 한다.

1.2 〈Void〉

1.2.1

〈Void〉

1.2.2

〈Void〉

2. 선수격벽

2.1 선수격벽의 위치와 범위

2.1.1

선수격벽은 모든 선박에 설치되어야 하고 건현갑판까지 도달하여야 한다. 선수격벽은 주관청에 의해 허가되어진 것을 제외하고 기준점으로부터 후방의 0.05 L_{LL} 또는 10 m 중 작은 값과 0.08 L_{LL} 또는 0.05 L_{LL} + 3 m 중 큰 값 사이에 위치하여야 한다. 여기서 기준점은 [2.1.2]에 따른다.

2.1.2

구상선수가 없는 선박의 기준점은 L_{LL} 이 측정되는 수선 상에서 선수재의 전단과 일치하는 L_{LL} 의 전단으로 한다. 구상선수가 있는 선박의 기준점은 L_{LL} 의 전단으로부터 선수 방향으로 다음에 의한 거리 x 에서 측정되어야 한다. 여기서, 거리 x 는 다음 위치 중에서 최소가 되는 위치로 한다.

(a) FP_{LL} 로부터 구상선수 연장부의 전단까지 거리의 절반
(b) 0.015 L_{LL}
(c) 3.0 m

2.2 선수격벽의 배치

2.2.1

일반적으로 선수격벽은 한 평면이어야 한다. 다만, [2.1.1] 및 [2.1.2]에 규정된 한도 내에서 계단부 또는 리쎄스를 설치할 수 있다.

2.2.2

문, 맨홀, 상설 출입구 또는 통풍 덕트는 건현갑판 하방의 선수격벽에 시공되어서는 아니 된다. 선수격벽이 건현갑판 상방까지 연장된 경우, 연장부 내 개구의 수는 설계 및 선박 고유의 용도에 적합한 범위 내에서 최소한으로 유지되어야 한다.(1장 2절 [2.1] 참조)

3. 선미격벽

3.1 일반사항

3.1.1 일반사항

수밀구획 내에 선미관 및 타 트렁크를 폐위하는 선미격벽을 설치하여야 한다. 축계의 배치에 의하여 수밀구획 내에 선미관을 폐위하는 것이 불가능할 경우, 대체 배치는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

3.1.2

구획 분할과 관련하여 선박의 안전도가 저해되지 않는다면, 선미격벽은 건현갑판 하부에 계단식으로 설치할 수 있다.

3.1.3

선미관 및 / 또는 타 트렁크의 설치가 요구되지 않는 기기에 의하여 추진 및 / 또는 조종되는 선박의 경우 선미격벽의 위치는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

3.1.4

선미격벽이 최고 만재흘수선 상부로 확장될 경우, 건현갑판보다 낮은 격벽갑판에서 선미격벽의 경계를 지을 수 있다. 이러한 격벽갑판을 설치할 경우, 해당 갑판 또는 상부에서 러더 스톡은 수밀되어야 한다.

제 3 절 구획 배치

1. 코퍼댐

1.1 정의

1.1.1
코퍼댐이라 함은 양측의 구획이 공통 경계를 갖지 아니하도록 배치된 빈 공간을 말하며 수직 또는 수평으로 설치될 수 있다. 원칙적으로 코퍼댐은 적절히 통풍되고 배수설비가 제공되며, 적절한 검사, 유지보수 및 안전한 탈출을 위한 충분한 크기의 기밀구조이어야 한다.

1.2 코퍼댐의 배치

1.2.1
코퍼댐은 액체탄화수소(연료유, 윤활유 포함)를 수용하는 구획과 청수(기관과 보일러를 구동하기 위한)를 수용하는 구획 및 소화용 액체 포말을 수용하는 탱크 사이에 설치되어야 한다.

1.2.2
사람이 소비하는 물을 저장하는 탱크는 인체에 위험한 물질을 포함하는 다른 탱크와 코퍼댐으로 격리되어야 한다.
비고 1 : 일반적으로, 청수 또는 평형수 탱크는 인체에 무해한 것으로 간주한다.

1.2.3
모서리가 접하는 경우, 이들 탱크는 인접한 것으로 고려하지 않는다.

1.2.4
다음과 같은 경우 그러한 탱크를 포함하는 공간의 특성 및 치수와 관련하여 실행 불가능하거나 불합리하다고 우리 선급이 인정하는 경우 [1.2.1]에 따른 코퍼댐은 면제할 수 있다.

- 인접하는 공통 경계의 판 두께가 6장 4절에 의한 두께에 추가하여 각각 청수탱크 또는 보일러 공급수 탱크의 경우 2.0 mm, 그 이외의 탱크의 경우 1.0 mm 를 증가시켜야 한다.
- 공통 경계 판의 필렛 용접 각목의 합은 판 두께 이상이어야 한다.
- 1장 2절 [3.8.4]과 관련하여 1.0 m 증가된 설계압력으로 구조시험이 실시되어야 한다.

2. 이중저

2.1 일반사항

2.1.1
SOLAS II-I/9 에 규정된 선저 또는 선측 손상 시 선박의 안전에 지장이 없는 경우, 보통 크기의 건 탱크(dry tank)를 포함하여, 수밀탱크의 부근에는 이중저를 설치하지 아니할 수 있다.

2.2 이중저의 범위

2.2.1
산적화물선의 경우, 이중저는 실행 가능한 또한 선박의 설계 및 고유 용도에 적합한 범위 내에서 선수격벽으로부터 선미격벽까지 설치하여야 한다. 유조선의 경우, 이중저는 화물창 구역과 펌프실을 보호하기 위하여 설치하여야 한다. 다만, 펌프실 하방에 있는 이중저는 MARPOL, Annex I, Ch 4, Reg.22에 적합한 경우에는 생략할 수 있다.

2.2.2
이중저가 설치되어야 하는 곳에 있어서, 내저판은 선저를 만곡부까지 보호하는 방법으로서 선측까지 도달하여야 한다.

2.3 이중저의 높이

2.3.1
특별히 규정하지 않는 한, 이중저 높이는 다음 값 중 작은 값 이상이어야 한다.

- 유조선 : $B/15$ 또는 2 m, 단 어느 단면에서도 외판에서 수직으로 측정한 거리가 1.0 m 이상이어야 한다.
- 산적화물선 : $B/20$ 또는 2 m , 단 용골선과 평행한 면으로부터 내저판까지 수직으로 측정한 거리가 0.76 m 이상이어야 한다.

2.4 이중저 탱크 내의 작은 웰

2.4.1
이중저에 설치된 작은 웰은 필요 이상으로 깊은 것이어서는 아니 된다. 다만, 선박의 축로 후단에서는 외저까지 도달하는 웰의 설치가 허용될 수 있다. [2.1]의 규정에 적합한 이중저에 의한 보호와 동등한 정도의 보호를 제공하는 배치로 인정되는 경우, 우리 선급은 기타 웰의 설치를 허용할 수 있다.

3. 이중선측

3.1 이중선측 폭

3.1.1 유조선
이중선측의 최소 폭 W_{ds}(m)는 다음의 값 중 작은 것 이상이어야 한다. 단, 1.0 m 미만이어서는 아니 된다.

$$W_{ds} = 0.5 + \frac{DWT}{20000}$$

$$W_{ds} = 2.0$$

3.1.2 산적화물선
이중선측이라 함은 이중저와 갑판을 연결하는 종격벽과 선측외판으로 구성되는 선박의 측면 배열을 의미한다. 호퍼사이드 탱크와 톱사이드 탱크가 설치되는 경우, 이중선측 구조의 일부가 될 수 있다.
이중선측의 최소폭 W_{ds} 는 선측외판에 수직으로 측정한 값이 1 m 미만이어서는 아니 된다.

3.2 이중선측 내부의 최소 간격

3.2.1 정의
최소 간격은 내/외부 선체에 설치된 보강재의 내부 표면을 연결하는 가정된 선 사이에서 측정된 가장 짧은 거리로서 정의된다.

3.2.2 최소 간격 치수
이중선측 내부 보강재의 내부 표면 사이의 최소 간격은 다음의 치수 값 이상이어야 한다.
- 내부 및/또는 외부 선체가 횡 늑골 방식일 경우 : 600 mm
- 내부 및 외부 선체가 종 늑골 방식일 경우 : 800 mm

화물창의 평행부 바깥에서의 간격은 감소될 수 있지만 600 mm 이상이어야 한다.

4. 〈삭제〉

4.1 〈삭제〉

4.1.1
〈삭제〉

5. 〈삭제〉

5.1 〈삭제〉

5.1.1
〈삭제〉

6. 〈삭제〉

6.1 〈삭제〉

6.1.1
〈삭제〉

7. 평형수 탱크

7.1 평형수 탱크의 용량 및 배치

7.1.1
모든 선박은 평형수 항해 시 안전하게 운항할 수 있도록 충분한 용량의 평형수 탱크를 가져야 한다. 평형수 용량은 적어도 경하중량과 평형수 만으로 구성된 조건을 포함하여, 모든 항해 및 모든 평형수 조건에서, 선박의 흘수 및 트림이 다음 요건을 만족할 수 있어야 한다.

- 유조선의 경우, Ch 4, Sec 8, [3.1]
- 유조선의 경우, 추가하여, 호깅 또는 새깅에 대한 수정을 제외한 선체 중앙부 형 흘수, T_{mid} (m)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$T_{mid} = 2.0 + 0.02\,L_{LL}$$

- 산적화물선의 경우, Ch 4, Sec 8, [4.1]

[CORR1 to 01 JAN 2021]

제 4 절 접근 및 탈출 설비

1. 폐위구역

1.1 일반사항

1.1.1 특별고려

향상된 안정성 및 생산성을 포함한 인적요소 고려사항은 IACS Rec. No.132 또는 우리 선급에 의하여 승인된 인체공학 기준을 사용하여 고려될 수 있다.
접근에 대한 특별한 고려사항이나 요구사항(예: 의도하지 않은 방출을 방지하기 위한 CO2실의 보안 제한)이 있는 경우, 이러한 제한사항은 본 편의 규칙과 함께 고려되어야 하며, 가능한 한 신속히 선급의 검토를 위해 문제를 제기해야 한다.

1.1.2 폐위구역

모든 폐위된 구역은 용이한 점검, 검사 및 유지보수를 위해 적절한 접근배치(개인 보호 장비를 포함한 적절한 복장을 하고 필요한 모든 도구와 시험 장비를 사용하는 인원이 검사에 방해받지 않고 이동할 수 있는 접근)로서 접근이 가능하여야 한다. 설계상 접근이 실행 불가능한 작은 밀폐된 공간에 대하여는 점검 및 유지보수를 위한 특별조치를 취하여야 한다.
또한 우리 선급에 의해 승인된 산업표준에 따라 검사 인력 또는 선원의 비상 대피를 용이하게 하기 위한 적절한 준비를 위해 제공되어야 한다.

1.1.3 SOLAS에 의해 명확히 규정되지 않는 구역

SOLAS Ch II-1, Reg.3-6에 의해 명확히 규정되지 않는 구역일 경우, 건조자는 우리 선급이 인정한 산업표준에 따라 용이한 점검, 검사 및 유지보수를 위해 적절한 접근 배치를 제공하여야 한다.([1.1.5] 참조)
또한 우리 선급에 의해 승인된 산업표준에 따라 검사 인력 또는 선원의 비상 대피를 용이하게 하기 위한 적절한 준비를 위해 제공되어야 한다.
설계상 접근이 실행 불가능한 작은 밀폐된 공간에 대하여는 점검 및 유지보수를 위한 특별조치를 취하여야 한다.

1.1.4 통상 무인 구역의 통풍장치

규칙에서 명시되지 않은 경우, 통상 무인 구역은 자연 또는 강제통풍을 통해 환기될 수 있어야 한다. 이러한 통풍장치는 머쉬룸 통풍장치, 구즈넥 통풍장치, 풍우밀 덮개가 있는 통풍장치 등으로 되어야 한다.
환기는 상시 또는 임시 기계 통풍장치를 통해 되어야 하고 환기통 또는 탱크 개구나 통풍장치를 통해 적절한 환기가 되어야 한다.

1.1.5 통상 무인 구역의 상시 접근수단

규칙에서 명시되지 않은 경우, 통상 무인 구역의 상시 접근수단은 SOLAS Ch II-1, Reg.3-6에 따라 제공되어야 한다.
SOLAS Ch II-1, Reg.3-6에 의해 명확히 규정되지 않는 밀폐구역일 경우, 가능한 한 관련 협약과 결의서를 적용하여야 한다. 항해 중 접근하지 않는 구역으로 접근 또는 구역으로부터 탈출하기 위하거나, 유지보수 또는 정기적 검사를 위해 접근해야 하는 구역에 제공되는 개구의 크기는 난형(oval)이거나 우리 선급에 의해 승인된 산업표준에 따른 원형인 경우 600 mm × 400 mm 이상이여야 한다.

2. 화물구역 및 전방구역

2.1 일반사항

2.1.1 접근수단

각각의 구역에는 SOLAS, Ch II-1, Reg 3-6에 규정되어 있는 접근수단을 제공하여야 한다. 이 규정은 아래의 선종에 적용하여야 한다.

- 유조선
- 톤수와 상관없이 길이가 150 m 이상인 산적화물선

2.1.2

모든 탱크는 용이한 검사를 위하여 접근이 가능하여야 한다. ⚓

13편 1부 3장
구조 배치 설계

제 1 절 재료

제 2 절 순 치수 방법

제 3 절 부식추가

제 4 절 부식방지

제 5 절 한계상태

제 6 절 구조 상세 원칙

제 7 절 구조의 이상화

제 1 절 재료

1. 일반사항

1.1 재료의 규격

1.1.1
건조 중 사용되는 재료는 **규칙 2편 1장**에 적합하여야 한다.

1.1.2
재료의 사양(예, 제조, 화학성분, 기계적 성질, 용접)을 우리 선급에 제출하여 승인받는 경우, [1.1.1]에 따른 것 외의 다른 재료도 허용될 수 있다.

1.2 재료시험

1.2.1
재료는 **규칙 2편 1장**의 관련 요건에 따라 시험되어야 한다.

1.3 제조법

1.3.1
이 절의 요건은 용접, 냉간 및 열간 제조과정이 IACS UR W를 반영한 우리 선급의 규칙 및/또는 문서에 정의된 현행 정상적인 작업관행 및 재료에 대한 **규칙 2편 1장**의 관련 요건에 적합하게 수행됨을 전제로 한다.
특히,

- 모재 및 용접 방법은 재료의 사용 용도에 따라 규정된 제한조건을 따라야 한다.
- 용접 전에 예열이 요구될 수 있다.
- 용접, 냉간가공 또는 열간가공 후에 적절한 열처리 과정이 요구될 수 있다.

2. 선체 구조용 강재

2.1 일반

2.1.1 탄성계수(young's modulus) 및 포아송 비

탄소강의 탄성계수는 206,000 N/mm^{2}로 하며 포아송 비(Poisson's ratio)는 0.3으로 한다.

2.1.2 강재의 등급 및 기계적 성질

최소 항복강도가 235 N/mm^2 인 강을 일반 강도의 선체 구조용 강으로 간주하며, 이를 연강 'MS'로 표시한다. 최소 항복강도가 이보다 더 높은 강은 선체 구조용 고장력강으로 간주하며 'HT'로 표시한다.
선체 구조용 압연강재의 재료등급(Material grade)은 다음에 따른다.

(a) A, B, D 및 E는 연강의 종류를 표시한다.
(b) AH, DH 및 EH는 고장력강의 종류를 표시한다.

선박 건조에 일반적으로 사용되는 강재의 기계적 성질은 **표 1**에 따른다.

표 1 선체 강재의 기계적 성질

판의 강재등급 ($t_{as-built}$ ≤ 100 mm)	최소 항복응력 R_{eH} (N/mm^2)	인장강도 R_m (N/mm^2)
A, B, D, E	235	400 - 520
AH32, DH32, EH32, FH32	315	440 - 570
AH36, DH36, EH36, FH36	355	490 - 630
AH40, DH40, EH40, FH40	390	510 - 660

2.1.3

표 1에 규정한 것 이외의 고장력강에 대하여는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.(**지침** 참조)

2.1.4 고장력강

선체구조에 최소 항복응력(R_{eH}) 235 N/mm^2 이외의 강재를 사용하는 경우, 선체거더 강도 및 구조부재의 치수는 [2.2]에서 정의되는 재료계수 k를 고려하여 결정하여야 한다.

2.1.5 선박의 비치서류

선박에는 선체구조에 사용된 강재의 종류와 등급을 나타내는 도면이 비치되어야 한다. 표 1에 규정한 것 이외의 강재가 사용된 경우, 해당 강재의 화학적 및 기계적 성질과 작업 기준 또는 권고사항이 도면과 함께 비치되어야 한다.

2.2 재료계수, k

2.2.1

별도로 규정하지 않는 한, 선체 구조부재의 치수를 결정하기 위한 연강 및 고장력강의 재료계수 k는 최소 항복응력(R_{eH})에 따라 표 2에 의한다. 최소 항복응력(R_{eH})이 중간에 해당하는 경우, 재료계수 k는 선형 보간법에 의한다. 항복응력이 390 N/mm^2 보다 큰 강재의 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 2 재료계수 k

최소 항복응력 R_{eH}(N/mm^2)	k
235	1.0
315	0.78
355	0.72
390	0.68

2.3 강재의 등급

2.3.1

다양한 강도부재에 사용되는 강재는 표 3에서 표 7에 규정한 재료의 사용 등급보다 낮은 등급의 것이어서는 아니 된다. 일반적인 요건은 표 3을 따르며, 길이가 150 m 및 250 m를 넘는 선박, 길이가 150 m를 넘는 단일선측 산적화물선에 대한 추가 요건은 각각 표 4에서 표 6까지 따른다. 두께에 따른 각 구분의 선체 구조부재에 대한 재료등급 요건은 표 7에 따른다.

표 3 강재의 사용구분 (Class and Grade)

구조부재 구분	강재의 급별
○ 2차(secondary): A1 종격벽 판(1차 강도부재 제외) A2 강력갑판이 아닌 노출갑판(1차 강도부재 및 특급부재 제외) A3 선측외판	- 중앙부 0.4 L 이내 : I - 중앙부 0.4 L 이외 : A/AH
○ 1차(primary): B1 선저외판(평판용골 포함) B2 강력갑판(특급부재 제외) B3 강력갑판 상부의 종통부재(해치코밍 제외) B4 강력갑판에 접합되는 종격벽 판 B5 강력갑판에 접합되는 톱사이드 탱크 판(해치 사이드 거더) 및 경사판의 최상부판	- 중앙부 0.4 L 이내 : II - 중앙부 0.4 L 이외 : A/AH
○ 특급(special): C1 강력갑판의 현측후판(1) C2 강력갑판의 스트링거 판(1) C3 이중선측 구조를 구성하는 종격벽에 접합되는 갑판의 강판은 제외한 종격벽에 접합되는 갑판의 강판(1)	- 중앙부 0.4 L 이내 : III - 중앙부 0.4 L 이외 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I
C4 컨테이너선과 유사한 화물창구 형상을 갖는 선박의 화물창구의 선외측 모서리부의 강판	- 중앙부 0.4 L 이내 : III - 중앙부 0.4 L 이외 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I - 화물창 구역 : III 급 이상
C5 화물 창구 모서리부의 강판	- 중앙부 0.6 L 이내 : III - 화물창 구역의 기타구역 : II
C6 길이 L 이 150 m 미만인 선박으로서 전 폭에 걸쳐 이중저를 가는 선박의 만곡부 외판	- 중앙부 0.6 L 이내 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I
C7 만곡부 외판(C6 이외의 선박)(1)	- 중앙부 0.4 L 이내 : III - 중앙부 0.4 L 이외 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I
C8 길이가 0.15 L 이상인 종 방향 창구코밍(코밍 정판과 플랜지 포함) C9 종 방향 창구코밍의 끝단 브래킷 및 갑판실 연결부분	- 중앙부 0.4 L 이내 : III - 중앙부 0.4 L 이외 : II - 중앙부 0.6 L 이외 : I - D/DH 이상

(비고)

(1) 선박의 중앙부 0.4 L 사이에 III 급의 강판 사용이 요구되는 경우, 1조의 강판(single strake) 너비는 “$800+5L$ (mm)” 이상이어야 하며, 1,800 mm 를 넘을 필요는 없다.

표 4 길이가 150 m를 넘는 선박에 대한 강재의 최소 등급

구조부재 구분	강재의 등급
종강도에 기여하는 강력갑판의 종 방향 판	중앙부 0.4 L 이내 : B/AH급
강력갑판 상부의 종 방향 판	중앙부 0.4 L 이내 : B/AH급
선저와 강력갑판 사이에 연속하는 내측 종격벽이 없는 선박의 단일선측 외판(single side strake)	화물창 구역 내 : B/AH급

표 5 길이가 250 m를 넘는 선박에 대한 강재의 최소 등급

구조부재 구분(1)	강재의 등급
강력갑판의 현측후판	중앙부 0.4 L 이내 : E/EH급
강력갑판의 스트링거 판	중앙부 0.4 L 이내 : E/EH급
만곡부 외판	중앙부 0.4 L 이내 : D/DH급
(비고) (1) 선박의 중앙부 0.4 L 사이에 D/DH급 또는 E/EH급의 강판 사용이 요구되는 경우, 1조의 강판(single strake) 너비는 "$5L+800$ (mm)" 이상이어야 하며, 1,800 mm를 넘을 필요는 없다.	
[CORR1 to 01 JAN 2021]	

표 6 길이가 150 m를 넘는 단일선측 산적화물선의 강재 최소 등급

구조부재 구분	강재의 등급
선측늑골의 하부 브래킷(1), (2)	D/DH 급
빌지호퍼 경사판 또는 내저판과 외판과의 교차점의 상·하방 0.125 ℓ 위치의 두 점 사이를 전체 또는 일부 포함하는 선측외판(2)	D/DH 급
(비고) (1) 여기서 '하부 브래킷'이란 빌지호퍼 경사판 또는 내저판과 외판과의 교차점의 상방 0.125 ℓ 위치까지의 선측늑골의 하부의 웨브 및 하부 브래킷의 웨브를 의미한다. (2) 늑골의 스팬 ℓ은 지지구조 간의 거리로 정의한다.(**2부 1장 4절 표 5** 참조)	

표 7 I, II 및 III 등급에 따른 사용 강재

구분	I		II		III	
건조 두께 (mm)	MS	HT	MS	HT	MS	HT
$t \le 15$	A	AH	A	AH	A	AH
$15 < t \le 20$	A	AH	A	AH	B	AH
$20 < t \le 25$	A	AH	B	AH	D	DH
$25 < t \le 30$	A	AH	D	DH	D	DH
$30 < t \le 35$	B	AH	D	DH	E	EH
$35 < t \le 40$	B	AH	D	DH	E	EH
$40 < t \le 50$	D	DH	E	EH	E	EH

2.3.2

표 3부터 **표 6** 까지 규정하지 않은 강도부재에 대하여는 우리 선급이 인정한 경우 A/AH 급 강을 사용할 수 있다.

2.3.3

일반적으로 선미재, 타, 러더혼 및 샤프트 브래킷의 강판은 II 등급 이상의 재료를 사용하여야 한다.

2.4 낮은 대기온도에 노출되는 구조

2.4.1

대기온도가 낮은 해역에서 운항하도록 설계된 선박의 경우에는 **1장 2절 [3.4.4]**를 참고한다.

2.5 두께 방향 특성

2.5.1

T 이음 또는 십자 이음부를 부분 또는 완전용입으로 용접하는 경우, 그리고 판재가 두께 방향(압연 면에 직각 방향)으로 큰 변형응력을 받는 경우에는 **규칙 2편 1장 310.**에서 정하는 두께 방향 특성시험에 합격한 강재를 사용하여야 한다. 승인도면 상에는 요구되는 재료기호의 뒤에 "Z"를 부기하여 이들 강재를 지정하여야 한다.(예: EH36Z)

2.6 스테인리스 강

2.6.1

온도 상승에 따른 스테인리스 강의 강도 저하는 재료의 탄성계수 E와 재료계수 k에서 고려되어야 한다.
스테인리스 강은 사안별로 우리 선급에 의하여 고려되어야 한다.(**지침** 참조)

3. 단강품 및 주강품

3.1 일반

3.1.1

구조부재로 사용되는 단강품 및 주강품(이하 주단강품이라 한다)의 화학성분 및 기계적 성질은 **2편 1장**의 관련 요건에 적합한 것이어야 한다.

3.1.2

용접 구조로 사용되는 주단강품은 우리 선급이 목적에 따라 적절하다고 인정하는 기계적 화학적 특성을 가진 것이어야 한다.

3.1.3

사용되는 주단강품은 **2편 1장**의 관련 요건에 따라 시험되어야 한다.

3.2 단강품

3.2.1

우리 선급이 인정하는 경우, 단강품 대신에 압연봉강(rolled bar)을 사용할 수 있다. 이 경우, 품질 및 시험과 관련하여 **규칙 2편 1장 6절**의 단강품에 대한 규정 대신에 **규칙 2편 1장 3절 301.**의 압연봉강에 대한 요건에 따르도록 요구할 수 있다.

3.3 주강품

3.3.1

선수재, 선미재로 사용되는 주강품은 일반적으로 **규칙 2편 1장 5절 501.**의 관련 요건에 적합한 규격 최소 인장강도 R_m = 400 N/mm^2 를 갖는 C 또는 C-Mn 계의 용접 구조용 주강재로 제조할 수 있다.

3.3.2

선체 강도에 기여하는 주판(main plating)에 주강품을 용접하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
또한 우리 선급은 이러한 주강품에 대하여는 추가의 특성 및 비파괴 시험을 요구할 수 있다. 특히, 그 주강품이 용접되는 강판의 충격특성에 적합한 충격특성 및 비파괴 시험을 요구할 수 있다.

4. 알루미늄 합금

4.1 일반

4.1.1

선루, 선실, 창구덮개, 헬리콥터 플랫폼 또는 그 외의 국부요소에 알루미늄 합금을 사용하고자 하는 경우에는, 사용하고자 하는 알루미늄 합금의 사양 및 제작방법 등에 대한 자료를 우리 선급에 제출하여 승인받아야 한다.
재료요건 및 구조 치수는 **규칙 2편 1장 8절**의 요건에 적합하여야 한다. Al-Mn 계의 5000계열 알루미늄 합금과 Al-Mn-Si 계의 6000 계열 알루미늄 합금을 사용하여야 한다.

4.1.2

저온에 사용되는 구조 또는 기타 특별한 용도에 사용되는 알루미늄 합금에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4.1.3

특별히 인정하는 것을 제외하고, 알루미늄 합금의 탄성계수(young's modulus)는 70,000 N/mm^2 그리고 포아송 비는 0.33 으로 한다.

4.1.4

모든 알루미늄 합금과 강구조의 연결방법의 상세사항에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4.2 압출 판재(extruded plating)

4.2.1

압출 판재(extruded plating)라 불리는 판과 보강재로 구성된 압출 형재(extrusions)를 사용할 수 있다.

4.2.2

일반적으로, 압출 판재의 사용은 갑판, 격벽, 선루 및 갑판실로 제한된다. 압출 판재를 다른 곳에 사용하기 위해서는 사안별로 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4.2.3

압출 판재는 보강재가 주응력의 방향과 평행하게 향하도록 하여야 한다.

4.2.4

압출 판재와 주요 부재와의 연결부는 특별히 주의하여야 한다.

4.3 용접 이음부의 기계적 특성

4.3.1
용접 입열은 가공경화(5000 계열 다만, O 상태 또는 H111 인 경우는 제외) 또는 열처리(6000 계열)에 의해 경화된 알루미늄 합금의 기계적 강도를 국부적으로 저하시킨다.

4.3.2
5000 계열 알루미늄 합금의 용접 상태의 특성은 일반적으로 O 상태 또는 H111 인 상태와 같다. 적절히 증명되는 경우, 더 높은 기계적 특성치를 고려할 수 있다.

4.3.3
6000 계열 알루미늄 합금의 용접 상태의 특성에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4.4 재료계수, k

4.4.1
알루미늄 합금의 재료계수 k 는 다음 식에 따라 구한다.

$$k = \frac{235}{R'_{\lim}}$$

$R'_{\lim}$: 용접 상태에서의 모재의 최소 항복응력 $R'_{p0.2}$ (N/mm^2), 다만, 용접 상태에서의 모재의 최소 인장강도 R'_m 의 70 % 보다 커서는 아니 된다.

R'_m : 용접 상태에서의 재료의 최소 인장강도(N/mm^2) 로 다음에 따른다.

$$R'_m = \eta_2 R_m$$

$R'_{p0.2}$: 용접 상태에서의 재료의 최소 항복응력(N/mm^2) 로 다음에 따른다.

$$R'_{p0.2} = \eta_1 R_{p0.2}$$

$R_{p0.2}$: 출하 상태에서의 모재의 최소 항복응력(N/mm^2)

R_m : 출하 상태에서의 모재의 최소 인장강도(N/mm^2)

η_1, η_2 : **표 8**에 따른다.

표 8 알루미늄 합금 - 용접 구조용 계수

알루미늄 합금	η_1	η_2
가공경화 처리를 하지 아니한 알루미늄 합금 (어닐링된 O 상태 또는 어닐링된 평평한 H1111 상태인 5000 계열)	1	1
가공경화에 의해 경화된 알루미늄 합금 (O 상태 또는 H1111 상태 이외의 5000 계열)	$R'_{p0.2}/R_{p0.2}$	R'_m/R_m
열처리에 의해 경화된 알루미늄 합금(6000 계열)(1)	$R'_{p0.2}/R_{p0.2}$	0.6
(1) : 열처리에 대한 자료가 없는 경우, 계수 η_1 은 **표 9**에 정의한 야금학적 이음효율 계수 β 와 동등하게 본다.		

표 9 알루미늄 합금 - 야금학적 이음 효율계수 β

알루미늄 합금	성질상태	총 두께(mm)	β
6005A(개 단면 형강)	T5 또는 T6	$t \leq 6$	0.45
		$t > 6$	0.40
6005A(폐 단면 형강)	T5 또는 T6	전체	0.50
6061(형강)	T6	전체	0.53
6085(형강)	T6	전체	0.45

4.4.2

두 종류의 서로 다른 알루미늄 합금을 용접하는 경우, 부재 치수의 결정을 위하여 사용되는 재료계수 k는 결합되는 두 종류의 알루미늄 합금의 재료계수 값 중 큰 값으로 한다.

4.5 기타

4.5.1

기름을 운반하는데 사용되는 탱크, 코퍼댐 및 펌프실 내에는 알루미늄 부착품(fittings)의 사용을 피해야 한다. 기름을 운반하는데 사용되는 탱크, 코퍼댐 및 펌프실 내에 알루미늄 부착품, 장치 또는 지지대를 설치하는 경우, **2부 2장 2절 [1.2]**에 규정하는 알루미늄 희생양극(anode)에 대한 요건을 만족해야 한다.

4.5.2

도교(gangways) 등과 같은 무거운 이동식 알루미늄 구조물의 밑면은 흠집(smear)의 생성을 막기 위하여 견고한 플라스틱이나 목재 커버 또는 승인된 방법으로 보호하여야 한다. 그러한 보호 장치는 구조물에 영구적으로 안전하게 부착되어야 한다.

5. 기타 재료 및 제품

5.1 일반

5.1.1

주철제 부품(허용된 경우), 동 및 동합금 제품, 리벳, 앵커, 체인 케이블, 크레인, 마스트, 데릭포스트, 데릭, 부속품과 와이어로프 같은 기타 재료 및 제품은 **규칙 2편 1장**의 요건에 적합하여야 한다.

5.1.2

규칙 2편 1장에 규정되지 아니한 플라스틱 혹은 기타 특수한 재료의 사용은 사안별로 우리 선급에 의하여 고려되어야 한다. 이러한 경우, 그 재료의 허용을 위한 요건이 승인되어야 한다.

5.2 주철제 부품(iron cast parts)

5.2.1

회주철, 가단주철 또는 구상 흑연주철로 만든 부품은 일반적으로 응력이 낮은 2차 부재 요소의 제작에만 허용된다.

5.2.2

보통 주철은 창과 현창(side scuttles)에 사용되어서는 아니 된다. 적합한 종류의 고급 주철의 사용은 사안별로 우리 선급에 의하여 고려되어야 한다.(**지침** 참조)

제 2 절 순 치수 방법

기호

이 장에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절** 참조

t : 순 두께(mm)

t_c : 부식추가(mm)

t_{gr} : 총 두께(mm)

h_{stf} : 보강재 또는 1차 지지부재의 높이(mm)

h_w : 보강재 또는 1차 지지부재의 웨브 높이(mm)

t_w : 보강재 또는 1차 지지부재의 웨브 두께(mm)

b_f : 보강재 또는 1차 지지부재의 면재 너비(mm)

t_f : 보강재 또는 1차 지지부재의 면재 두께(mm)

t_p : 보강재 또는 1차 지지부재 부착판의 두께(mm)

d_f : $L2$ 형강의 플랜지 연장 거리(mm) (**그림 3** 참조)

$t_{as-built}$: 건조 두께. 신조선 단계에서 주어지는 실제 두께(mm)

t_{gr-off} : 제공 총 두께(mm), **[1.2.2]**에 정의된 두께

t_{gr-req} : 요구 총 두께(mm), **[1.2.1]**에 정의된 두께

t_{off} : 제공 순 두께(mm), **[1.2.3]**에 정의된 두께

t_{dm} : 설계 생산 여유(mm): 설계 또는 생산 상황에 맞추기 위하여 설계자 또는 건조자에 의하여 적용된 치수 결정의 결과로서, 제공 총 두께와 요구 총 두께 사이의 두께 차이(요구 순 두께와 제공 순 두께 사이에 있는 두께 차이도 동일) 두께의 차이는 추가적인 부식여유로서 고려되지 않는다.

t_{req} : 요구 순 두께(mm), **[1.3.1]**에 요구된 두께

$t_{vol-add}$: 자발적 추가 두께(mm), t_c 에 추가하여, 부식쇠모를 위하여 선주 또는 건조자에 의하여 자발적으로 추가되는 여유 두께(mm)

t_{res} : 예비 두께(mm)로서, 0.5 mm 로 한다.

t_{c1}, t_{c2} : **3장 3절 표 1**에 정의된 것과 같이, 고려되는 구조부재의 한 면의 부식추가(mm)

[RCN1 to 01 JAN 2021]

1. 일반

1.1 적용

1.1.1 순 두께 방법

구조 요소의 순 두께 t 는 설계기준에 따른 구조 강도에 대하여 요구된다. 구조 요소에 대한 부식추가 t_c 는 **그림 1** 에 나타낸 바와 같이 순 치수 요건과는 독립적으로 구해진다. 이 방법에서 운항 중 발생할 수 있는 부식을 다루기 위하여 추가되는 두께와 순 두께는 명확히 구분된다. 이 방법에서는 선체 수명 동안 부식에 관한 구조의 상태를 명백하게 하는 것이 가능하다.

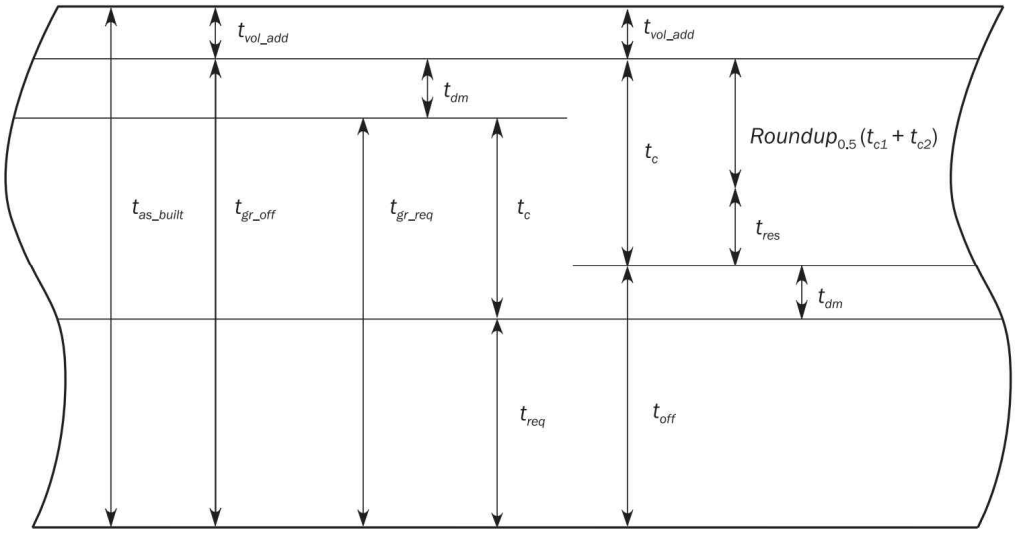


그림 1 순 치수 방법

1.1.2 국부 및 전체적인 부식

순 두께 방법에 있어서 국부 부식과 전체적인 부식은 다음과 같이 구별된다. 국부 부식은 판 부재나 보강 부재와 같은 국부 구조부재의 균일한 부식으로 규정하며, 전체적인 부식은 주요 구조부재나 선체거더와 같은 광범위한 범위의 전체적인 평균 부식으로 규정한다.

1.1.3 총 치수의 예외

총 부재 치수의 값으로 직접 구해진 항목들은 순 두께 방법을 따르지 않는다. 예를 들면, 다음 항목들은 선주 추가 여유를 제외한 부식추가는 이미 포함하고 있다. 총 치수 요건은 "gr"의 접미사로 식별되며 예시는 다음과 같다.

- 11장 1절에 정의된 선루 및 갑판실의 치수
- 단강 및 주강으로 만든 거대 부품의 치수

1.2 총 치수와 순 치수의 정의

1.2.1 요구 총 두께

요구 총 두께 t_{gr_req}(mm)는 요구 순 두께에 3장 3절에 따른 부식추가를 더하여 얻어지는 두께로서, 다음 식으로 구한다.

$$t_{gr_req} = t_{req} + t_c$$

1.2.2 제공 두께

제공 총 두께 t_{gr-off}(mm)는 신조선 단계에서 주어지는 총 두께로서, 다음과 같이 건조 두께로부터 자발적 추가 두께를 빼서 구한다.

$$t_{gr_off} = t_{as_built} - t_{vol_add}$$

1.2.3 제공 순 두께

제공 순 두께 t_{off}(mm)는 다음과 같이 제공 총 두께로부터 부식추가를 빼서 구한다.

$$t_{off} = t_{gr_off} - t_c = t_{as_built} - t_{vol_add} - t_c$$

1.3 부식추가의 적용

1.3.1

요구 순 두께 t_{req} 는 규칙에 따라 계산된 순 두께에 가까운 0.5 mm 단위로 반올림한 값을 사용한다.

예를 들어,

(a) $10.75 \leq t < 11.25$ mm 에 대하여, 규칙 요구 두께는 11.0 mm 이다.
(b) $11.25 \leq t < 11.75$ mm 에 대하여, 규칙 요구 두께는 11.5 mm 이다.

1.3.2

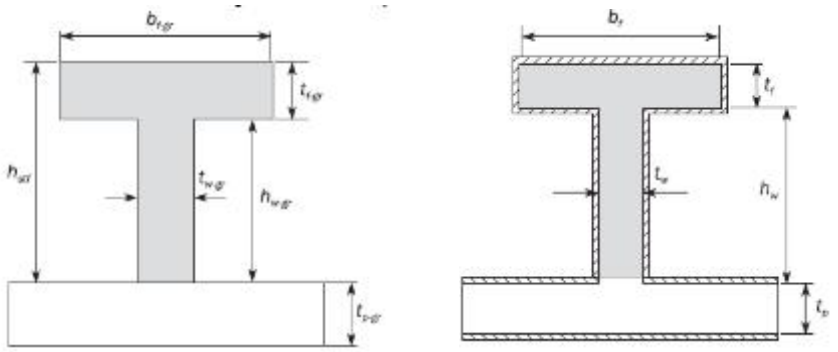
규정에서의 부식추가의 적용은 다음에 따른다.:

- 판의 제공 순 두께는 판의 요구 순 두께와 같거나 커야 한다.
- 국부 지지부재의 요구 순 단면계수, 관성 모멘트와 전단면적 특성치는 부착된 판, 웨브 및 플랜지의 순 두께를 사용하여 계산하여야 한다. 국부지지 부재의 순 단면 치수는 **그림 2**에서 정의된 바와 같다. 이 요구 단면계수 및 웨브 순 두께는 끝단 브래킷이 없는 부분에 적용한다.
- 1차 지지부재와 선체거더의 제공 순 단면 특성치는 모든 구조부재에 적용되는 **표 1**에 나타나있는 적용 부식추가를 뺀 제공 총 치수를 기준으로 하는 요구 순 단면적 특성치와 같거나 커야한다.
- 강도를 평가함에 있어서는, 제공 총 치수에서 **표 1**에 따른 부식추가를 빼서 구한다. 부착판의 경우, 부식추가의 절반을 부착판 양측에서 뺀다.
- 부식추가는 **3절 [1.2]**에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

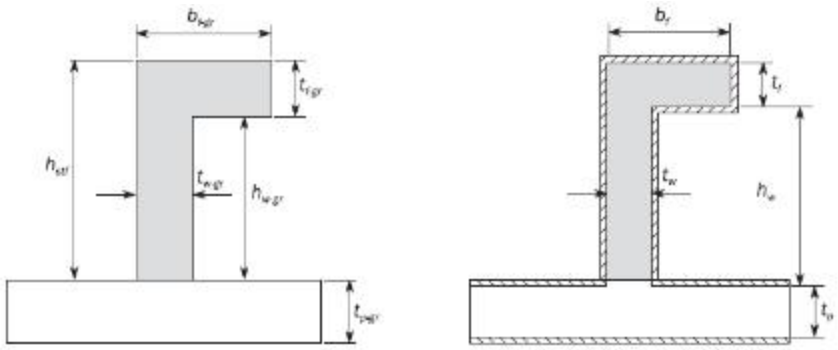
규칙에서는 설계자나 선주에 의해 추가된 추가 두께는 고려되지 않는다.

표 1 총 치수에 적용된 부식에 대한 평가

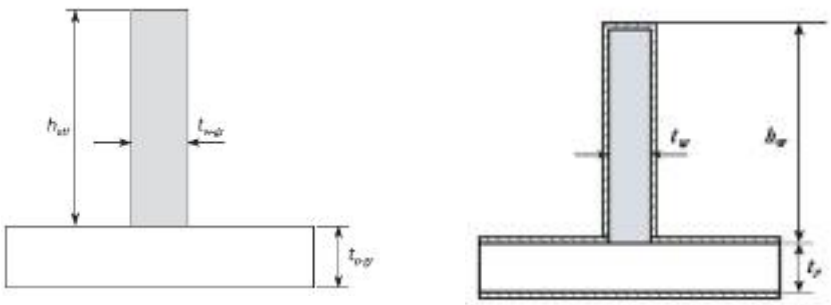
구조 항목	특성/해석 유형	적용된 부식추가
최소 두께 (1차 지지부재를 포함하는 모든 부재)	· 두께	t_c
국부강도 (판, 보강재 및 창구 늑골)	· 두께 / 단면특성	t_c
	· 강성 / 특성 · 좌굴강도	t_c
1차 지지부재(규정)	· 두께 / 단면특성	0.5 t_c
	· 강성 / 웨브 및 플렌지의 특성 · 좌굴강도	t_c
FEM에 의한 강도평가	· 화물탱크 / 화물창	0.5 t_c
	· 좌굴강도	t_c
	· 국부 상세요소 분할	0.5 t_c
	· 명확한 상세요소 분할 지역	0.5 t_c
선체거더 강도	· 단면특성	0.5 t_c
	· 좌굴강도	t_c
선체거더 극한강도 선체거더 잔존강도	· 단면특성	0.5 t_c
	· 좌굴강도 / 붕괴강도	0.5 t_c
피로평가(간이 응력해석)	· 선체거더 단면특성 · 국부 지지부재	0.5 t_c
피로평가(유한요소 응력해석)	· 소격격자 FE모델 · 매우 정밀한 요소 분할	0.5 t_c



*T*형강

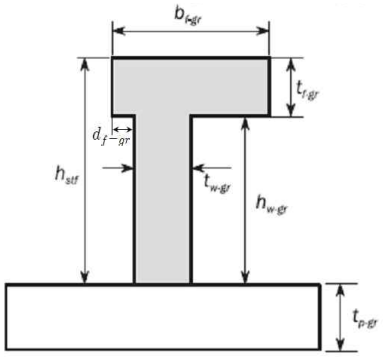


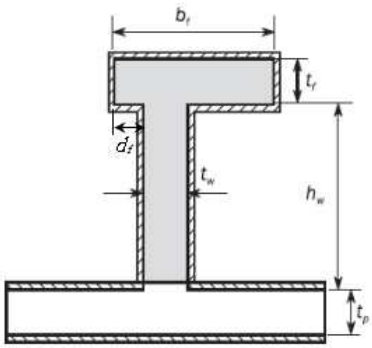
*L*형강



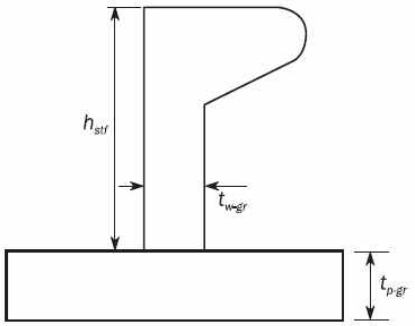
평강

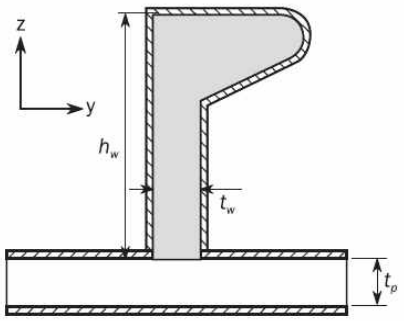
그림 2 국부 지지부재의 순 단면특성





*L*2형강





구평강(bulb) 및 유사 형상

순 횡단면적, y 축에 대한 관성 모멘트 및 단면의 중립축 위치는 단면의 표면 두께에서 부식 두께 0.5 t_c 을 빼서 구한다.
[RCN1 to 01 JAN 2021]

그림 3 국부 지지부재의 순 단면특성 (계속)

제 3 절 부식추가

기호

t_c : 총 부식추가(mm)

t_{c1}, t_{c2} : 표 1에 따른 고려하는 구조부재의 한 면의 부식추가(mm)

t_{res} : 예비 두께(mm)로서, 0.5 mm 로 한다.

1. 일반

1.1 적용

1.1.1
이 규칙에서 규정하는 부식추가는 C-Mn 강, 스테인리스 강, 스테인리스 클래드강 및 알루미늄 합금강에 적용한다. 스테인리스 클래드 구조물의 노출된 탄소강 표면에 대한 부식추가는 표 1의 상응하는 구획에 따른다. 다른 재료에 대한 부식추가는 우리 선급의 요건에 적합하여야 한다.

1.2 부식추가 결정

1.2.1
구조부재 두 면의 각 면에 대한 부식추가 t_{c1} 또는 t_{c2} 는 표 1에 따른다.
구조부재의 각 면에 대한 총 부식추가 t_c(mm)는 다음 식에 의하여 구한다.

$$t_c = Roundup_{0.5}(t_{c1} + t_{c2}) + t_{res}$$

주어진 구획의 내부 부재에 대하여는, 총 부식추가 t_c(mm)는 다음 식에 의하여 구한다.

$$t_c = Roundup_{0.5}(2\,t_{c1}) + t_{res}$$

여기서 t_{c1} 은 표 1에 규정한 값으로 그 구획에 노출된 한 표면에 대한 것이다.
$Roundup_{0.5}(t)$ 는 t 가 0.5 mm 올림 한 것을 의미한다.
스테인리스 강 혹은 알루미늄으로 만들어진 구획의 경계부 및 내부재의 총 부식추가, t_c(mm)는 다음과 같이 구한다.

$$t_c = t_{res} = 0.5$$

스테인리스 클래드강의 경우, 탄소강 표면의 부식추가 t_{c1} 및 스테인리스 강 표면의 부식추가 t_{c2} 는 각각 다음과 같이 구한다.

- t_{c1} = 표 1에 따른 값
- t_{c2} = 0.0

1.2.2 총 부식추가의 최소값

일반 보강재의 웨브나 면재 및 1.5 mm 로 적용되는 건 구역 내부재를 제외하고 총 부식추가는 2.0 mm 보다 작게 취하여서는 아니 된다. 이 부식추가의 최소값은 스테인리스 강, 스테인리스 클래드강 또는 알루미늄 합금강으로 만들어진 구조부재에는 적용하지 않는다.

1.2.3 보강재

보강재의 부식추가는 부착판과의 접합 위치에 따라 결정된다.

1.2.4

국부 구조물의 부재 / 판이 두개 이상의 부식추가 값에 의하여 영향을 받는 경우, 가장 두꺼운 부식추가 값을 전체 판에 적용한다.

유조선의 수직 용접선에 의해 배치된 수직 파형격벽의 경우, 탱크 정부로부터 하방 3m 거리의 임의 경계선 상방 및 하방의 실제 부식추가(표 1의 정의에 따라)는 각각 고려할 수 있다.

[RCN1 to 01 JAN 2021]

표 1 구조부재의 한 표면에 대한 부식추가

<table>
<tr><th rowspan="2">구획 종류</th><th colspan="2" rowspan="2">구조부재</th><th colspan="3">t_{c1} 또는 t_{c2}</th></tr>
<tr><th>유조선</th><th>$L \geq 150$ m
BC-A 또는
BC-B 선박</th><th>그 외
BC 선박</th></tr>
<tr><td rowspan="4">평형수 탱크,
빌지탱크,
드레인 저장탱크,
체인로커(1)</td><td rowspan="2">1차 부재의 면재</td><td>탱크 정부에서 하방 3 m 이내(4)</td><td colspan="3">2.0</td></tr>
<tr><td>상기 외</td><td colspan="3">1.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">그 외 부재(2)(3)</td><td>탱크 정부에서 하방 3 m 이내(4)</td><td colspan="3">1.7</td></tr>
<tr><td>상기 외</td><td colspan="3">1.2</td></tr>
<tr><td rowspan="5">화물유 탱크,
슬롭탱크</td><td rowspan="2">1차 부재의 면재</td><td>탱크 정부에서 하방 3 m 이내(4)</td><td>1.7</td><td colspan="2" rowspan="5">NA</td></tr>
<tr><td>상기 외</td><td>1.4</td></tr>
<tr><td colspan="2">내저판 / 탱크 하부</td><td>2.1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">그 외 부재</td><td>탱크 정부에서 하방 3 m 이내(4)</td><td>1.7</td></tr>
<tr><td>상기 외</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td rowspan="9">산적화물창(5)</td><td rowspan="3">횡격벽</td><td>상부(6)</td><td rowspan="9">-</td><td>2.4</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td>하부스툴 : 경사판, 수직판 및 정부판(7)</td><td>5.2</td><td>2.6</td></tr>
<tr><td>그 외 부분</td><td>3.0</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td rowspan="4">그 외 부재</td><td>상부(6)</td><td rowspan="2">1.8</td><td rowspan="2">1.0</td></tr>
<tr><td>단일선측 산적화물선의 선측늑골 상단 브래킷의 웨브 및 플렌지</td></tr>
<tr><td>단일선측 산적화물선의 선측늑골 하단 브래킷의 웨브 및 플렌지</td><td>2.2</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>그 외 부분</td><td>2.0</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">호퍼탱크 경사판, 내저판</td><td>3.7</td><td>2.4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">대기에 노출</td><td colspan="2">노출갑판의 판</td><td colspan="3">1.7</td></tr>
<tr><td colspan="2">그 외 부재</td><td colspan="3">1.0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">해수에 노출</td><td colspan="2">최소 설계 평형수 흘수선과 강도 계산용 흘수선 간 사이의 외판</td><td colspan="3">1.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">상기 이외의 외판</td><td colspan="3">1.0</td></tr>
</table>

표 1 구조부재의 한 표면에 대한 부식추가 (계속)

구획 종류	구조부재	t_{c1} 또는 t_{c2}		
		유조선	$L \geq 150$ m BC-A 또는 BC-B 선박	그 외 BC 선박
연료유 탱크 및 윤활유 탱크		0.7		
청수탱크		0.7		
보이드 구역[8]	통상 접근하지 않는 구역(예를 들어, 볼트붙이 맨홀만을 통해 접근 가능한), 파이프 터널 및 산적 화물창 혹은 평형수 화물창으로 사용되지 않는 스툴의 내부	0.7		
건 구역	기관구역, 펌프룸, 창고, 조타기실 등의 내부	0.5		

(1) 체인로커 바닥의 상면으로부터 상방 3 m 이내의 판 표면에는 1.0 mm 를 더한다.

(2) 평형수 탱크와 가열되는 화물유 탱크/슬롭탱크 사이의 판 경계의 경우 평형수에 노출되는 판의 표면에는 0.5 mm 를 추가한다. 평형수 탱크 내부의 평형수 탱크와 가열된 화물유 탱크 또는 연료유 탱크/윤활유 탱크/슬롭탱크 간의 경계에 붙은 보강재의 면재와 웨브의 표면에는 각각 0.3 mm 를 추가한다. 가열된 기름탱크는 어떠한 형태의 가열 기능(가장 일반적인 형태는 가열코일)을 갖춘 탱크/슬롭탱크를 의미한다.

(3) 평형수와 가열된 연료유/윤활유 탱크 사이의 판 경계의 경우 평형수에 노출된 표면에는 0.7 mm 를 추가한다.

(4) 이 사항은 탱크 정부가 노천갑판인 화물탱크/슬롭탱크 및 평형수 탱크에만 적용된다. 3 m 거리는 탱크 정부와 평행으로 수직으로 측정된다,

(5) 건 화물창은 산적 건화물 운송용 화물창으로서 평형수를 운송하는 화물창을 포함한다.

(6) 화물창의 상부라 함은 톱사이드와 내측 종격벽 또는 선측외판과의 연결부 보다 상부에 있는 구역에 해당한다. 톱사이드 탱크가 없는 경우, 화물창 상부는 화물창 높이의 상부 1/3 에 해당한다.(평면 격벽이 산적 화물창에 설치되는 경우, 격벽의 상부는 같은 방법으로 정의된다.)

(7) 만약 하부스툴이 없거나(즉, 기관실 격벽이나 선수 격벽) 평면 격벽이 설치된 경우, 이 부식추가는 창구 내의 반대편 격벽 스툴의 높이까지 적용하여야 한다. 반대편 격벽에 스툴이 설치되지 않은 경우, 수직 범위는 내저판으로부터 해당 화물창의 호퍼탱크의 경사판 최상단까지의 높이로 한다. 다만, 3 m 이상일 필요는 없다.

(8) 외판에 대한 부식추가를 결정할 때, 파이프 터널은 평형수 탱크로 고려한다.

제 4 절 부식방지

1. 일반

1.1 보호되어야 하는 구조

1.1.1 해수 전용 평형수 탱크

선박의 모든 해수 전용 평형수 탱크는 효율적인 부식방지 시스템을 갖추어야 한다.

1.1.2 화물유 탱크

화물유 탱크는 **2부 2장 2절 [1]**의 요건에 적합하게 보호되어야 한다.

1.1.3 산적화물선

산적화물선의 이중선측의 보이드 구역 및 화물창은 **2부 1장 2절 [2.2]** 및 **2부 1장 2절 [2.3]**에 각각으로 규정된 요건에 적합하게 보호되어야 한다.

1.1.4 좁은 구역

비접근성으로 인해 검사 및 보수가 쉽지 않은 선수미 단의 좁은 구역은 일반적으로 효율적인 보호 물질로 채워야 한다.

2. 희생 양극

2.1 선체에 양극 부착

2.1.1

모든 양극은 초기 및 운항 중 소진되더라도 완전한 부착을 유지할 수 있도록 구조물에 잘 부착되어야 한다. 다음의 방법들이 허용될 수 있다.

a) 연속 필렛 용접으로 구조물에 연결되는 강재 코어(steel core)
b) 멈춤 너트를 갖는 최소 두 개의 볼트를 사용하는 경우, 볼트에 의하여 별도의 지지물에 부착. 다만, 기타 기계적 방법의 클램핑은 허용될 수 있다.

2.1.2

양극은 평면 격벽판 상의 보강재 또는 보강재 부근에 나란하게 부착되어야 한다. 그러나 외판에 부착되어서는 아니 된다. 양극의 양 끝단이 상대 운동을 할 수 있는 분리된 부재에 설치되어서는 아니 된다.

2.1.3

강재 코어(steel core)나 지지부재가 국부 보강재 또는 1차 지지부재에 용접되는 경우, 지지부재의 단부, 브래킷 토우부 또는 유사한 응력 발생부는 피하여야 한다. 비대칭 부재에 용접되는 경우 웨브의 가장자리로부터 최소 25 mm 이상 떨어져서 용접하여야 한다. 면재가 대칭인 보강재 또는 1차 지지부재의 경우에는 자유단을 피해 웨브 또는 면재의 중심선에 설치할 수 있다. 일반적으로 양극은 고장력강 면재에는 설치하여서는 아니 된다.

2.1.4 화물유 탱크

화물유 탱크 내부에 음극방식 시스템이 설치된다면, **2부 2장 2절 [1]**의 요건에 적합하여야 한다.

제 5 절 한계상태

1. 일반사항

1.1 한계상태

1.1.1 정의

한계상태는 요건을 더 이상 만족하지 않는 구조물의 상태로 정의된다. 구조물과 관련하여 다음의 한계상태 범주로 나눌 수 있다.

- 사용성 한계상태(SLS)는 규정된 요건을 더 이상 만족하지 않는 상태를 말한다.
- 최종 한계상태(ULS)는 비 손상상태에서 최대 하중부담 능력, 최대 허용 변형율 또는 변형에 상응하는 상태를 말한다.
- 피로 한계상태(FLS)는 시간 변동(주기적) 하중의 영향으로 인한 강도 저하에 상응하는 상태를 말한다.
- 사고 한계상태(ALS)는 사고 상황에서 견디는 구조물의 능력에 관련된 상태를 말한다.

1.1.2 사용성 한계상태

통상적인 사용에 관련한 사용성 한계상태는 다음을 포함한다.

- 구조의 사용 수명을 단축시키거나 구조부재/비구조 요소의 효율성 또는 외관에 영향을 줄 수 있는 국부 손상
- 구조부재 또는 비구조 요소나 안전 장비의 기능의 효율적인 사용 및 외관에 영향을 주는 허용할 수 없는 변형

사용성 한계상태의 정의에서, '외관'의 의미는 외적 미관이 아닌 과도한 처짐과 광범위한 균열과 같은 기준에 관련된다.

1.1.3 최종 한계상태

최대 하중부담 능력 또는 일부 경우에는 최대 허용 가능한 변형율 또는 변형에 상응하는 최종 한계상태는 다음을 포함한다.

- 파단이나 과도한 변형 또는 불안정성(좌굴)으로 인한 단면, 부재 또는 연결부의 최대 저항능력의 한계 도달
- 구조의 과도한 항복, 변형 혹은 일부가 소성 메카니즘에 들어선 상태

1.1.4 피로 한계상태

피로 한계상태는 주기적 하중으로 인한 구조부재의 피로능력이 설계 피로수명 이하인 상태를 뜻한다.

1.1.5 사고 한계상태

사고 한계상태는 비정상적인 상황 또는 사고 상황에서 저항하는 구조물의 능력과 관련된다. 다른 구획으로의 계속적인 침수가 진행되지 않는 어느 구획의 침수는 한계상태로 고려된다. 한계상태는 비정상적인 하중이나 사고하중을 받는 다음의 비손상상태 또는 제한 시간동안 환경하중을 받는 손상상태와 관련된다.

- 안전수명
- 환경
- 재산(선박과 화물)

사고 한계상태는 다음을 포함한다.

- 구획의 손실 없는 구조강도의 손실
- 구조강도 및 구획의 손실

1.2 손상 유형

1.2.1

발생 가능한 여러 손상 유형은 선체구조의 다양한 부분과 관련될 수 있다. 각 손상 유형은, 한 개 또는 그 이상의 한계상태와 관련되어 있다. **표 1**에는 한계상태와 관련하여 선체구조 안전성의 평가를 위하여 고려하여야 할 손상 유형이 나타나 있다.

표 1 고려하여야 하는 한계상태와 관련된 손상 유형

고려하여야 하는 가능한 손상 유형	한계상태[1]			
	SLS	ULS	FLS	ALS
항복(yielding)	Y	Y	-	Y
소성붕괴(plastic collapse)	-	Y	-	Y
좌굴(buckling)	Y	Y	-	Y
파단(rupture)	-	Y	-	Y
피로균열(fatigue cracking)	-	-	Y	-
취성파괴(brittle fracture)[2]	-	-	-	-

[1] "Y" 는 구조평가가 수행되어야 함을 나타낸다.
[2] 강재등급의 규칙 요건에 따라 조절된다.

1.2.2 항복

항복 손상 유형은 면내응력과 수직응력이 조합되어 고려하는 구조부재에 소성변형이 국부적으로 발생하는 유형이다. 국부 소성변형은 구조부재 내에서 유발된 응력이 허용치 이내로 유지되는지를 검토함으로써 SLS, ULS, ALS 상태 내에서 조절된다.

1.2.3 소성붕괴

소성붕괴 손상 유형은 일반적으로 큰 면외 충격압력을 받는 국부 구조부재에서 발생한다. 이 손상 유형에서는 국부 구조부재에 영구적인 면외 변형이 발생하더라도 전체 강도에는 영향을 미치지 않는다. 이 유형은 통상적인 소성 설계 방법을 사용함으로써 ULS, ALS 상태 내에서 조절된다.

1.2.4 좌굴

좌굴 손상 유형은 압축하중을 받는 구조부재의 불안정 현상이다. 구조부재의 응력이 탄성 좌굴응력에 도달하게 되면, 압축하중을 받는 동안 탄성(복원 가능한)좌굴이 발생한다. 이러한 좌굴 손상 유형은 SLS 에 대하여 규제된다. 압축하중이 점점 증가함에 따라, 가장 약한 구조부재의 좌굴로 인하여 응력이 재분배되며, 일부 구조부재는 항복응력에 도달한다. 큰 탄성 변형을 포함한 이러한 좌굴 손상 유형은 ULS 또는 ALS 상태 내에서 조절된다. 압축하중이 가해지지 않을 경우, 좌굴로 인한 손상은 나타나지 않는다.
반면, 구조부재 내의 응력이 항복응력을 초과하게 되면 소성(복원되지 않는)좌굴이 발생한다. 그 결과 소성좌굴로 인해 상당한 영구변형이 나타난다. 이 복원되지 않는 좌굴 손상 유형은 선체거더 강도 관점에서 ULS 혹은 ALS 상태 내에서 조절된다.

1.2.5 파단

파단 손상 유형은 고려하는 구조부재가 재료의 항복응력을 넘어서는 큰 인장응력을 받아 파괴가 발생하는 유형이다. 이러한 손상 유형은 ULS 또는 ALS 상태 내에서 조절되지만, 이 손상 유형의 평가는 항복 손상의 정도를 규정함으로써 이루어진다.

1.2.6 취성파괴

취성파괴는 재료, 온도, 두께에 좌우된다. 그러므로 이 유형은 강재등급의 재료 규칙 요건에 따라 조절된다.

1.2.7 피로 균열

이 손상 유형은 위에서 언급된 손상 유형과는 다르며 FLS 상태 내에서 조절된다.

2. 기준

2.1 일반사항

2.1.1

다양한 구조 요소에 대한 관련 한계상태를 확인하기 위한 기준이 규칙에 명시되어 있다. 규칙에 포함된 강도평가는 표 2에 나타나 있는 것과 같이 항복 검토, 좌굴 검토, 최종강도 검토, 피로검토로 정의된다.

표 2 구조강도 평가

구조 요소(1)		항복 검토	좌굴 검토	최종강도 검토	피로 검토
국부부조	보강재	Y	Y	Y(2)	Y
	판	Y	Y	Y(3)	-
1차 지지부재		Y	Y	Y(2)	Y
선체거더		Y	Y(4)	Y	-

(1) "Y" 는 구조평가가 수행되어야 함을 나타낸다.
(2) 최종강도 검토는 좌굴 검토에 포함된다.
(3) 판의 최종강도 검토는 판의 항복 검토 식에 포함된다.
(4) 선체거더 강도에 기여하는 보강재 및 판의 좌굴 검토는 선체거더 굽힘 모멘트 및 전단력으로 인한 응력에 대하여 수행한다.

2.2 사용성 한계상태

2.2.1 선체거더

선체거더의 항복 검토에 대하여, 응력은 확률 수준 10^{-8} 의 하중에 대응한다.

2.2.2 판

1차 지지부재를 구성하는 판의 항복 및 좌굴 검토에 대하여, 응력은 확률 수준 10^{-8} 의 하중에 대응한다.

2.2.3 보강재

보강재의 항복 검토에 대하여, 응력은 확률 수준 10^{-8} 의 하중에 대응한다.

2.3 최종 한계상태

2.3.1 선체거더

선체거더의 최종강도는 부분 안전계수를 추가한 확률 수준 10^{-8} 의 선체거더 하중에 대하여 검토되어야 한다.

2.3.2 판

보강재 및 1차 지지부재 사이의 판의 최종강도는 확률 수준 10^{-8} 의 하중에 대하여 검토되어야 한다.

2.3.3 보강재

보강재의 최종강도는 확률 수준 10^{-8} 의 하중에 대하여 검토되어야 한다.

2.4 피로 한계상태

2.4.1 구조 상세

보강재와 1차 지지부재와의 연결부 및 산적화물선의 창구 모서리부 갑판의 자유단과 같은 대표적인 용접 구조의 피로수명은 휘핑-스프링잉(whipping-springing) 효과를 포함한 확률 수준 10^{-2} 의 하중을 기본으로 한 장기분포하중으로부터 평가된다.

2.5 사고 한계상태

2.5.1 선체거더

산적화물선의 경우, 화물창 침수 및 손상조건에서 선체거더의 최종강도 및 항복강도는 **5장 1절** 및 **5장 2절**에 따라 평가되어야 한다. 유조선과 산적화물선의 잔존강도는 충돌 또는 좌초로 인한 손상에 대하여 **5장 3절**에 따라서 평가되어야 한다.

2.5.2 이중저 구조

산적화물선의 경우, 화물창 침수조건에서의 이중저 구조는 **2부 1장 3절**에 따라서 평가되어야 한다.

2.5.3 격벽구조

산적화물선의 경우, 화물창 침수조건에서의 격벽 구조는 **2부 1장 3절** 및 **2부 1장 4절**에 따라 평가되어야 한다.

2.5.4 판, 보강재 및 1차 지지부재

판, 보강재 및 1차 지지부재는 침수 시 **6장**의 항복강도 기준 및 **8장 3절**의 좌굴강도 기준에 따라 평가되어야 한다.

3. 충격하중에 대한 강도 검토

3.1 일반사항

3.1.1

전방의 선저 슬래밍, 선수 충격 및 그랩 촉(grab chocks)과 같은 충격하중에 대한 구조응답은 하중면적, 하중크기 및 격자 구조에 좌우된다.

3.1.2

격자를 구성하는 구조부재, 즉 보강재와 1차 지지부재 사이의 판 및 부착판을 포함한 보강재의 최종강도는 가해지는 최대 충격하중에 대하여 검토되어야 한다.

제 6 절 구조상세 원칙

기호

이 장에서 정의되지 않는 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 적용

1.1 일반사항

1.1.1

별도로 규정되지 않는 한, 이 절의 요건은 선루와 갑판실을 제외한 선체구조에 적용된다.

2. 일반 원칙

2.1 구조적 연속성

2.1.1 일반

다음 부위는 구조적 연속성에 대하여 주의를 기울여야 한다.

- 늑골 방식이 변화하는 부위
- 1차 지지부재 또는 보강재의 연결부 끝단
- 화물창 구역과 선수 / 선미 구역 및 기관구역 간의 전환(transition)구역 부위
- 선루의 측면과 격벽 끝단 부위

구조부재의 끝단에서는 적절한 지지구조를 설치하여 구조적 연속성이 유지되도록 하여야 한다. 종부재의 단면특성의 급격한 변화는 피하여야 한다. 구조가 전환될 때는 부드럽게 되어야 한다.

2.1.2 종 방향 부재

종 방향 부재는 강도의 연속성을 유지하도록 배치되어야 한다. 선체거더 종강도에 기여하는 종 방향 부재는 선박의 선수미 방향으로 가능한 한 연속적으로 연장시켜야 한다. 특히 화물창 구역 내의 종격벽 부근에서의 구조적 연속성은 화물창 구역을 넘어서도 유지되어야 한다. 종격벽과 일렬로 설치된 대형 트랜지션 브래킷(예, 스카핑 브래킷)이 이러한 구조적 연속성을 달성 가능한 수단이다.

2.1.3 1차 지지부재

1차 지지부재는 강도 연속성을 유지할 수 있도록 배치되어야 한다. 웨브 높이 또는 단면의 급격한 변화는 피하여야 한다.

2.1.4 보강재

보강재는 강도 연속성을 유지할 수 있도록 배치되어야 한다. 선체거더 종강도에 기여하는 보강재가 선체 중앙부 0.4 L 구간 내의 1차 지지부재를 관통할 때는 연속성을 유지하여야 하며, 가능한 선체 중앙부 0.4 L 구간 바깥까지 연속시켜야 한다. 보강재가 큰 개구, 지지대 및 부분거더 부위에서 중단된다면, 끝단 연결부위의 구조적 연속성을 위하여 보강되어야 한다.

2.1.5 판

서로 다른 두께의 판이 연결될 때, 판의 건조 두께의 차이는 하중전달 방향으로 두꺼운 판 두께의 50 %를 초과하여서는 아니 된다. 이 요건은 또한 국부 삽입판(이중저 거더, 늑판 및 내저판의 삽입판)에 의한 보강에도 적용한다.
(예: 이중저 거더, 늑판 및 내저판의 삽입판)

2.1.6 용접 이음

높은 응력집중 영역에서는 용접 이음을 피해야 한다.

2.2 국부보강

2.2.1 너클의 보강

a) 너클은 면외강성을 확보하기 위하여 일반적으로 보강재 또는 동등한 수단을 너클과 나란히 설치하여 보강한다.
b) 주요부재(외판, 종격벽 등)에 너클이 있는 경우, 전단하중을 전달하도록 웨브, 브래킷 혹은 형강 형태의 보강이 주요부재에 연결되어야 한다. **그림 1**의 호퍼 경사판의 상부 너클에 대한 보강의 예를 참조한다.
c) 종 방향으로 깊지 않는 너클의 경우, 너클의 상하 종통재 사이에 좁은 간격의 칼링을 너클에 가로질러 설치하여야 한다. 갑판 캠버 너클과 같이 깊지 않는 너클에 높은 면외하중 및/또는 높은 면내하중을 받지 않는 경우 칼링 또는 다른 형식의 보강재를 설치하지 않아도 된다.
d) 일반적으로, 너클과 너클선을 따라 일직선상으로 설치되는 보강재 간의 거리는 50 mm 이하이어야 한다. 그렇지 않다면, 설계자는 **9장**에 따른 피로해석 결과를 제출하여야 한다.

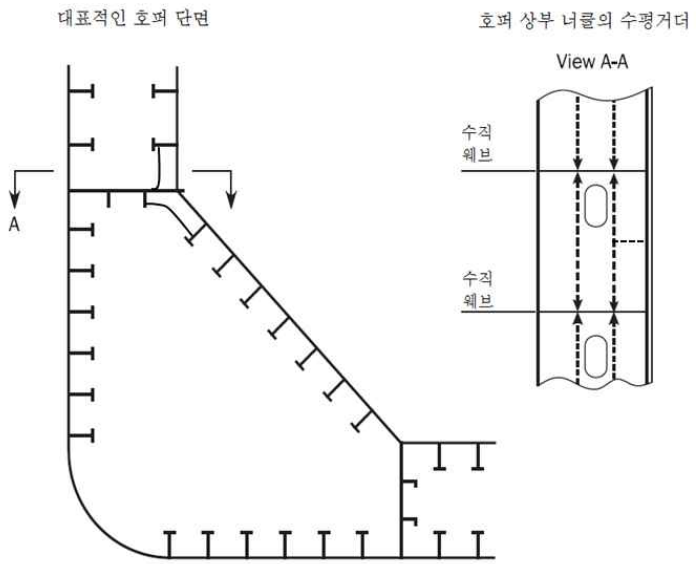


그림 1 너클 보강의 예

2.2.2 상설 접근설비를 위한 부착물 부위의 보강

상설 접근설비를 위한 선체 구조에의 부착물 부위에는 강도와 위치를 고려한 국부적 보강이 제공되어야 한다.

2.2.3 집중하중을 받는 부위의 갑판구조 보강

윈들러스, 갑판기계, 크레인, 마스트 및 데릭 포스트 같은 집중하중을 받는 부위의 갑판구조는 보강되어야 한다.

2.2.4 삽입판에 의한 보강

삽입판은 최소한 용접되는 판과 같은 항복강도 및 등급을 갖는 재료를 사용하여야 한다. 또한 **[2.1.5]**를 참조할 수 있다.

2.3 선체거더 종강도에 기여하지 않는 종부재의 연결

2.3.1

5장 1절 [2.2.2]에 정의된 강력갑판 또는 선저에서의 선체거더 응력이 **5장 1절 [2.2.1]**에 정의된 연강의 허용응력보다 큰 경우, 창구코밍, 거터 바(gutter bars), 강력갑판의 개구, 빌지 킬처럼 선체거더 종강도에 기여하지 않고 강력갑판 또는 선저외판 및 만곡부 외판(bilge plating)에 용접된 종부재는 강력갑판 또는 선저외판과 같은 규격 최소 항복응력을 갖는 강재로 만들어져야 한다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.3.2

[2.3.1]의 요건은 해치코밍, 스트링거 및 거더와 같이 선체거더 종강도에 기여하는 1차 구조 지지부재의 웨브 또는 이러한 부재의 선체거더 응력이 연강의 **5장 1절 [2.2.1]**에 따른 허용응력보다 높을 경우의 내저판에 용접되는 불연속 종 보강재에도 적용하여야 한다.

3. 보강재

3.1 일반사항

3.1.1

모든 종류의 보강재(웨브 보강재 제외)는 그 단부에서 연결되어져야 한다. 다만, 특별한 경우에는 스닙단(sniped ends)이 허용될 수 있다. **[3.2]**에서 **[3.4]**는 여러 형태의 연결(브래킷 단부, 브래킷이 없는 단부 또는 스닙단)에 대한 요건이다.

3.1.2

그림 2에 보여진 것처럼 보강재의 웨브와 판 사이의 각도가 50도 미만인 경우, 트리핑 브래킷이 설치되어야한다. 만일 비대칭 보강재의 웨브와 판 사이의 각도가 50도 미만인 경우, 보강재의 면재는 웨브와 판의 결합각이 큰 쪽에 설치하여야 한다.

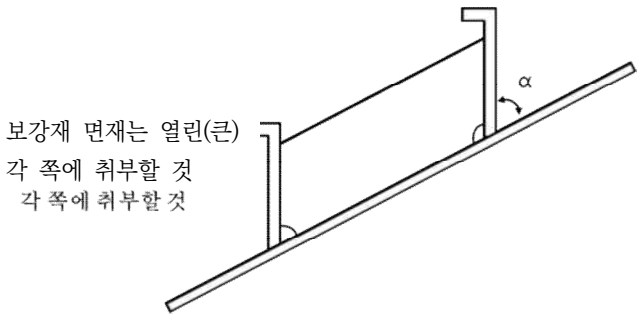


그림 2 50도 미만인 각을 가지는 보강재

3.2 연속되지 않은 보강재의 브래킷 단부 연결

3.2.1

브래킷에 의하여 종부재 강도의 연속성이 제공되는 경우, 1차 지지부재의 양면에 배치되는 브래킷은 정확하게 정렬되어야 하고, 브래킷의 치수는 결합된 보강재 / 브래킷의 단면계수 및 유효 교차 단면적이 해당 부재의 그것들보다 작지 않도록 되어야 한다.

3.2.2

브래킷 단부 연결에 있어서, 보강재와 브래킷의 연결부 및 브래킷과 지지부재의 연결부에서의 강도 연속성이 유지되어야 한다.

3.2.3

브래킷과 보강재 사이의 연결부는 연결부의 어떠한 부분에서도 그 단면계수가 보강재에 요구되는 단면계수 이상이 되도록 배치되어야 한다.

3.2.4 웨브 순 두께

브래킷 웨브의 순 두께 t_b (mm)는 다음에 적합하여야 한다. 다만, 13.5 mm 보다 클 필요는 없다.

$$t_b \geq (2 + f_{bkt}\sqrt{Z})\sqrt{\frac{R_{eH-stf}}{R_{eH-bkt}}}$$

f_{bkt} : 플랜지 또는 자유단 보강재가 있는 브래킷의 경우, f_{bkt} = 0.2
플랜지 또는 자유단 보강재가 없는 브래킷의 경우, f_{bkt} = 0.3

Z : 보강재의 순 요구 단면계수(cm^3), 두 개의 보강재가 연결된 경우, Z 는 작은 보강재의 것으로 한다.

R_{eH-stf} : 보강재 재료의 규격 최소 항복응력(N/mm^2)

R_{eH-bkt} : 브래킷 재료의 규격 최소 항복응력(N/mm^2)

3.2.5 불연속 보강재 단부의 브래킷

불연속 보강재 단부에는 다음 식에 의하여 구해진 암 길이 ℓ_{bkt} (mm)를 갖는 브래킷을 부착하여야 한다.

$$\ell_{bkt} = C_{bkt}\sqrt{\frac{Z}{t_b}}$$

다만, ℓ_{bkt} 는 다음 이상이어야 한다.

ℓ_{bkt} = $1.8h_{stf}$: 보강재 웨브의 끝단이 지지되고, 브래킷이 보강재 웨브와 일직선상에 용접되는 경우나 용접을 위한 불가피한 오프셋(offset)을 가지는 연결의 경우(**그림 3 (c)** 참조)

ℓ_{bkt} = $2.0h_{stf}$: 그 외의 경우 (**그림 3 (a), (b)** 및 **(d)** 참조)

C_{bkt} : 플랜지 또는 자유단 보강재가 있는 브래킷의 경우, C_{bkt} = 65
플랜지 또는 자유단 보강재가 없는 브래킷의 경우, C_{bkt} = 70

Z : [3.2.4]에 따른 보강재의 순 요구 단면계수(cm^3)

t_b : [3.2.4]에 따른 최소 순 브래킷 두께(mm)

그림 3 (b)와 유사하지만 겹침이 없는 연결의 경우, 브래킷 암 길이는 $\ell_{bkt} \geq 2.0h_{stf}$ 이어야 한다.
그림 3 (c)와 **(d)**의 유사한 작은 보강재가 1차 지지부재 또는 격벽에 연결되는 연결의 경우, 브래킷의 암 길이는 h_{stf} 의 2 배 이상이어야 한다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

3.2.6 다른 암 길이를 갖는 브래킷

판에서부터 브래킷 토우까지 계측되는 암 길이는 그 합이 2 ℓ_{bkt} 보다는 커야하며, 각각의 길이는 0.8 ℓ_{bkt} 이상이어야 한다.(ℓ_{bkt} 는 [3.2.5]의 정의에 따른다)

3.2.7 브래킷의 자유단 보강

자유단 보강재가 필요한 경우, 자유단 보강재의 웨브 높이 h_w (mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$h_w = 45\left(1 + \frac{Z}{2000}\right)$$

다만, 50 mm 이상이어야 한다.

Z : [3.2.4]에 따른 보강재의 순 요구 단면계수(cm^3)

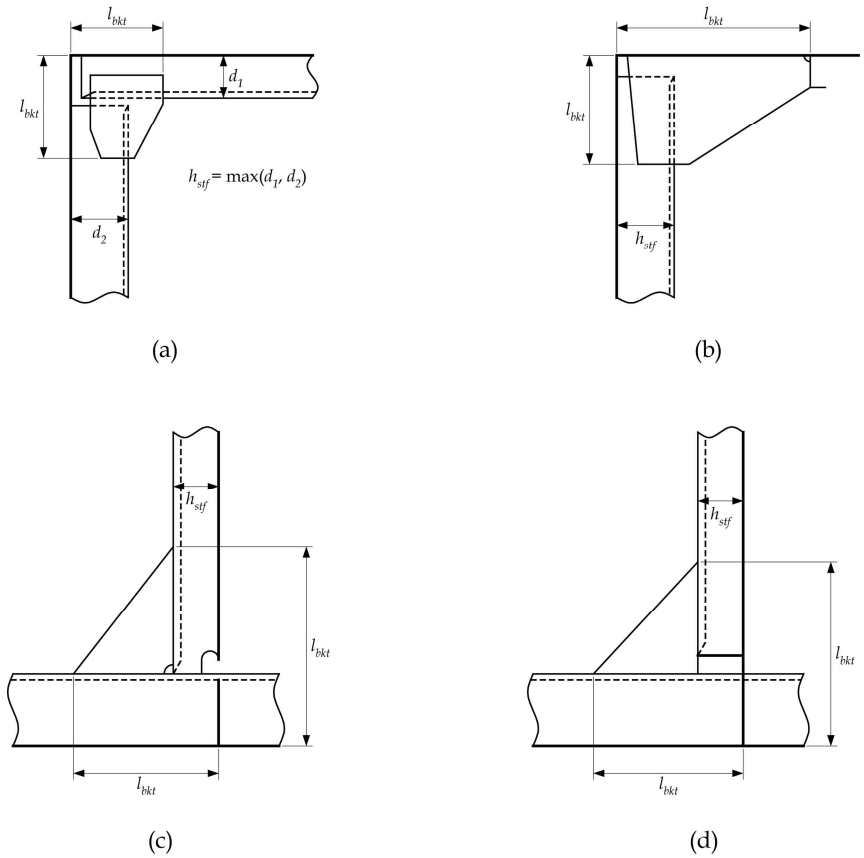


그림 3 불연속 보강재의 브래킷 암 길이

3.3 브래킷이 없는 연결부

3.3.1

브래킷이 없는 연결부는 변위 및 회전이 방지될 수 있도록 적절하게 설계되어야 한다.

3.4 스닙단

3.4.1

동적하중이 작은 곳에서 보강재에 의하여 지지되는 판의 순 두께 t_p (mm)가 다음보다 작지 않은 경우, 스닙단을 사용할 수 있다.

$$t_p = c_1 \sqrt{(1000\,l - \frac{s}{2})\frac{sPk}{10^6}}$$

P : 고려하는 설계하중에 대한 보강재의 설계압력(kN/m^2)
C_1 : 고려하는 설계하중에 대한 계수로 다음에 따른다.
C_1 = 1.2, 허용기준 AC-S 경우
C_1 = 1.1, 허용기준 AC-SD 경우

일반적으로 선미부의 프로펠러 추진 영역이나 기관구역의 기관 또는 발전기 부근의 구조에는 스닙 보강재가 사용되어서는 아니 된다.

3.4.2
브래킷 토우와 스닙 보강재 끝단은 인접 부재와 가까운 간격을 유지하여야 한다. 브래킷 또는 보강재가 판의 반대면 상의 다른 부재에 의하여 지지되지 않는다면, 최대 거리는 40 mm 를 넘지 않아야 한다. 스닙단의 테이퍼링은 30도 이내로 하여야 한다. 단, 실행 불가능한 경우 대체 배치가 특별히 고려될 수 있다. 토우 또는 스닙단의 깊이는 일반적으로 브래킷 토우 또는 스닙단 보강재의 두께를 초과하지 않아야 한다. 다만, 15 mm 보다 작을 필요는 없다.

4. 1차 지지부재

4.1 일반

4.1.1
1차 지지부재의 웨브 보강재, 트리핑 브래킷 및 단부 브래킷은 [4.2]에서 [4.4]의 요건에 적합하여야 한다. 구조 배치가 이 요건을 만족하지 못하면, 대체되는 배치는 설계자에 의하여 적합성이 입증되어야 한다.

4.2 웨브 보강 배치

4.2.1
1차 지지부재 상에 배치된 웨브 보강재는 **8장 2절** [4.2]에 주어진 보강재의 구조치수 요건에 적합하여야 한다.

4.3 트리핑 브래킷 배치

4.3.1
트리핑 브래킷(**그림 4** 참조)은 일반적으로 다음의 위치에 설치되어야 한다.

- 트리핑 브래킷 간격 및 플랜지 종횡비에 대한 **8장 2절** [5.1]의 기준을 만족하는 부재 스팬에 따른 위치
- 단부 브래킷의 토우부
- 연속적인 곡선 면재의 끝단부
- 집중하중 부위
- 단면의 변경 부근

4.3.2
대칭 면재의 폭이 400 mm 보다 큰 경우, 트리핑 브래킷 위치에 이면 브래킷을 설치하여야 한다.

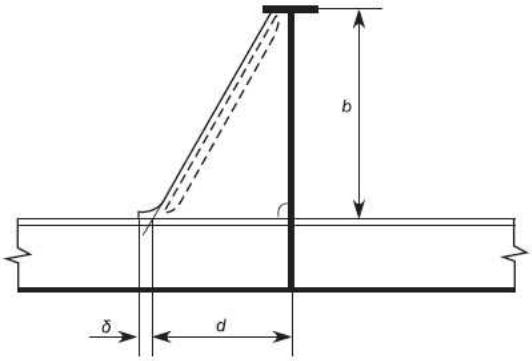
4.3.3
1차 지지부재의 면재가 웨브의 어느 한 측으로 180 mm 를 초과하는 경우, 트리핑 브래킷은 그 면재를 지지하는 구조이어야 한다.

4.3.4 **암 길이**
트리핑 브래킷의 암 길이(m)는 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.

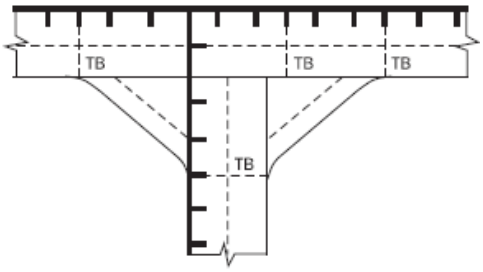
$$d = 0.38b$$

$$d = 0.85b\sqrt{\frac{s_t}{t}}$$

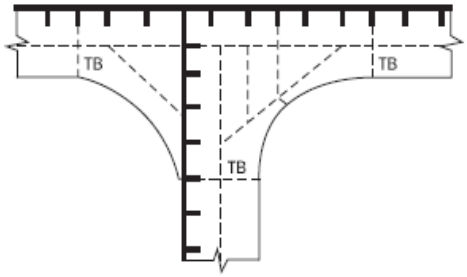
b : **그림 4**의 트리핑 브래킷 높이(m)
s_t : 트리핑 브래킷의 간격(m)
t : 트리핑 브래킷의 순 두께(mm)



보강재 부위의 트리핑 브래킷



단부 브래킷 토우 지점의 트리핑 브래킷



연속적인 곡선 면재의 끝단 지점의 트리핑 브래킷

그림 4 1차 지지부재 : 일반 보강재 위치의 웨브 보강재 트리핑 브래킷 배치

4.4 단부 연결

4.4.1 일반

브래킷 또는 이와 동등한 구조물은 1차 지지부재의 끝단에 설치되어야 한다.
단부 브래킷은 일반적으로 소프트 토우이어야 한다.
면재와 결합되는 적절한 지지가 있는 경우에 브래킷이 없는 연결부를 사용할 수 있다.

4.4.2 단부 브래킷의 치수

일반적으로, 1차 지지부재에 연결되는 브래킷의 암 길이는 **그림 5**와 같이 부재의 웨브 깊이보다 작아서는 아니 되며 웨브 깊이의 1.5 배보다 클 필요는 없다.
화물창 구역 내에서는 일반적으로 브래킷의 두께는 브래킷이 붙은 1차 지지부재 웨브 판의 두께보다 작아서는 아니 된다. 화물창 구역 바깥에서의 브래킷의 두께는 1차 지지부재 웨브 판의 두께보다 작아서는 아니 된다.
단부 브래킷의 치수는 스닙된 면재를 제외하고 단부 브래킷을 포함한 1차 지지부재의 단면 계수가 1차 지지부재의 스팬 중앙부에서의 값보다 작지 않도록 결정되어야 한다.
브래킷 면재의 순 횡단면적, A_f (cm^2)는 다음 값 이상이어야 한다.

$$A_f = \ell_b t_b$$

ℓ_b = 브래킷의 자유단 길이(m). **그림 5** 참조. 곡선 브래킷의 경우, 브래킷의 자유단 길이는 자유단의 중간 지점에서의 접선(tangent) 길이로 구할 수 있다.
t_b = [3.2.4]에 따른 브래킷 웨브의 요구 순 두께(mm)

또한, 면재의 순 두께는 브래킷 웨브 두께보다 작아서는 아니 된다.

4.4.3 단부 브래킷의 배치

브래킷의 자유단 길이 ℓ_b 가 1.5 m 를 초과하는 경우, 브래킷의 웨브는 다음과 같이 보강되어야 한다.:

- 웨브 보강재의 순 단면적(cm^2) 은 16.5 ℓ 이상이어야 한다. 여기서 ℓ (m) 은 보강재의 스팬이다.
- 트리핑 플랫 바가 설치되어야 한다. 대칭 면재의 폭이 400 mm 를 초과할 경우에는, 추가의 이면 브래킷이 설치되어야 한다.

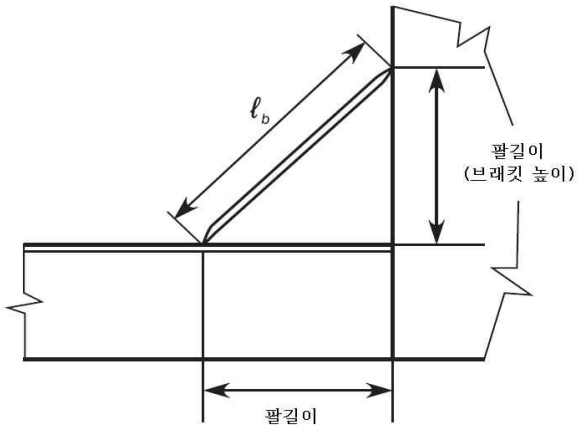
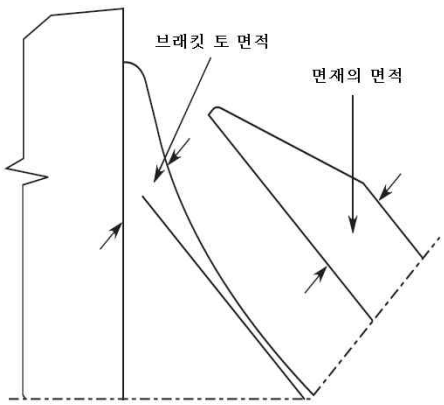


그림 5 브래킷 치수

단부 브래킷이 부재의 웨브에 결합되고 면재가 부재 및 브래킷의 자유단을 따라 연속되는 링 구조의 경우, 가장 큰 면재의 전체 면적은 브래킷의 중간점까지 유지되고 작은 면재까지 점차적으로 테이퍼 되어야 한다. 면재의 맞대기 이음부는 브래킷 토우와 충분히 떨어져 있어야 한다. 넓은 면재가 좁은 면재와 접합되는 경우, 테이퍼는 1 대 4 이하이어야 한다. 브래킷의 토우는 보강되지 않은 판에 닿아서는 아니 된다. 토우 높이는 브래킷 토우의 두께보다 커서는 아니 되지만 15 mm 보다 작을 필요는 없다. 일반적으로, 1차 지지부재의 단부 브래킷은 소프트 토우이어야 한다. 1차 지지부재가 고장력강으로 건조된 경우, 응력 집중을 최소화하기 위하여 단부 브래킷 토우의 설계에 각별한 주의가 필요하다. 면재가 단부 브래킷의 끝단에 용접되거나 끝단에 인접하여 용접이 된 경우(**그림 6** 참조), 면재는 스닙 처리되고 30도 이하의 각도로 테이퍼 되어야 한다.



이 그림의 본문에서 규정하는 사항을 단지 설명하기 위하여 사용될 뿐, 설계 지침 또는 권고를 나타내는 것은 아니다.

그림 6 브래킷 단부에 취부되는 면재

5. 보강재와 1차 지지부재의 교차

5.1 보강재 관통을 위한 개구(Cut-outs)

5.1.1

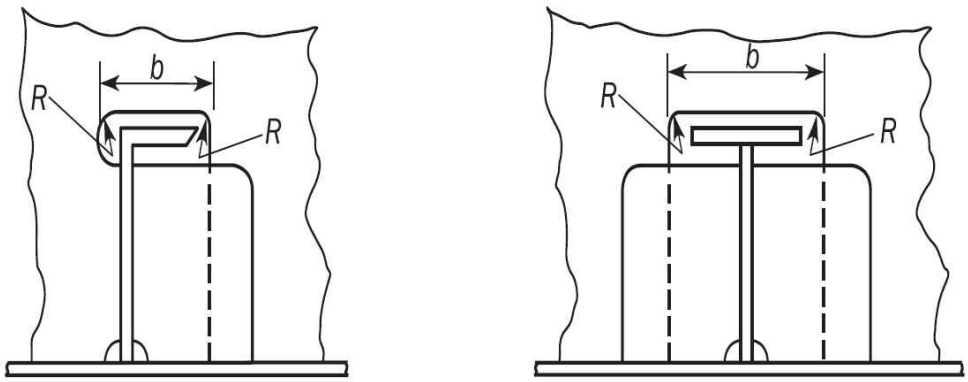
1차 지지부재의 웨브 사이로 보강재의 통과를 위한 개구 및 칼라(collar)의 배치는 개구의 주위 및 부착된 웨브 보강재의 응력집중을 최소화하도록 설계되어야 한다.

5.1.2

개구의 깊이는 1차 지지부재 깊이의 50 % 이하이어야 한다.

5.1.3

격벽 스툴 하부 늑판 및 크로스타이 끝단 주위 또는 고 응력부에서의 개구에는 완전 칼라판을 설치하여야 한다.(**그림 7** 참조)



$R = 0.2b$, 다만 25mm 이상이어야 한다

그림 7 완전 칼라판

5.1.4

1차 지지부재의 토우 주위와 같은 고응력 집중지역 및 **[5.2]**의 요건의 만족이 요구되는 개구에는 러그형 칼라판이 설치되어야 한다. 일반적인 러그의 배치는 **그림 8**을 참조한다.

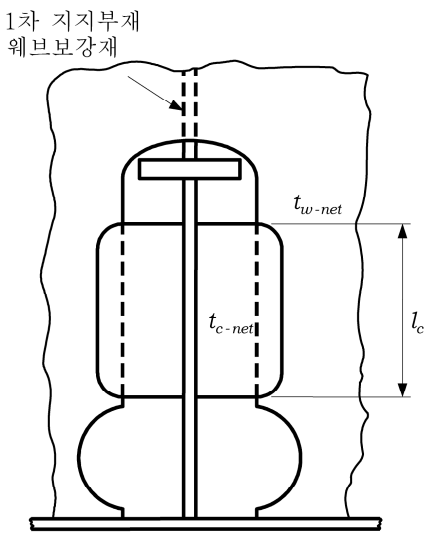
5.1.5

강도계산용 흘수 T_{SC} 하방의 외판 종 보강재 및 내저판 종 보강재 연결부에서, **[5.2]**에 따라 계산된 법선응력 σ_w 가 허용 값의 80 %를 넘는 1차 지지부재 웨브 보강재 힐(heel)부분은 소프트 힐(soft heel)이어야 한다. 소프트 힐은 **그림 9 (c)**와 유사한 형태로 키 홀(keyhole)을 가져야한다. 이면 브래킷이 부착되거나 1차 지지부재 웨브가 보강재의 면재에 용접되었을 경우, 수밀격벽 및 1차 지지부재의 교차부에는 소프트 힐이 요구되지 않는다.
선저 슬래밍 또는 선수 충격하중의 법선응력 σ_w 를 계산하는 경우, **4장 5절 [3.2]** 및 **[3.3]**에 따른 설계압력을 적용할 필요는 없다.

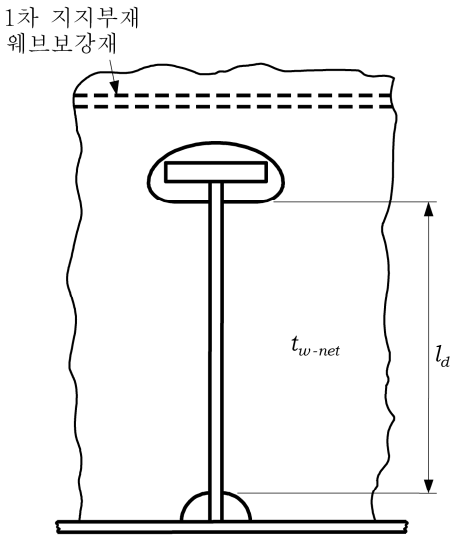
5.1.6

개구는 둥근 모서리를 가져야 하며 모서리 반지름, R은 가능한 한 커야 하며, 최소한 개구의 폭 b의 20 % 또는 25 mm 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 50 mm 보다 클 필요는 없다(**그림 7** 참조). 기타 형상에 대하여는 동등한 강도 유지 및 응력집중의 최소에 대하여 충분히 고려가 하여야 한다.

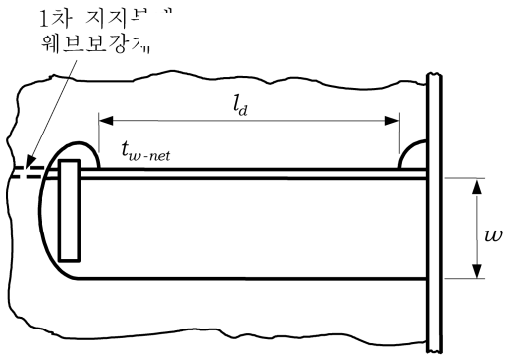
비고 1 : 소프트 힐 부위의 키 홀의 상세를 위해 특정 치수가 명기된 것을 제외하고, 이 그림의 상세는 단지 기호 및 정의를 설명하기 위한 것이며, 설계기준 혹은 권고사항을 나타내지는 않는다.



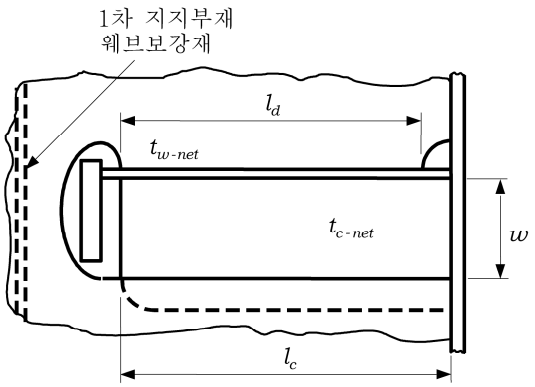
(a) 이중 러그 혹은 칼라판



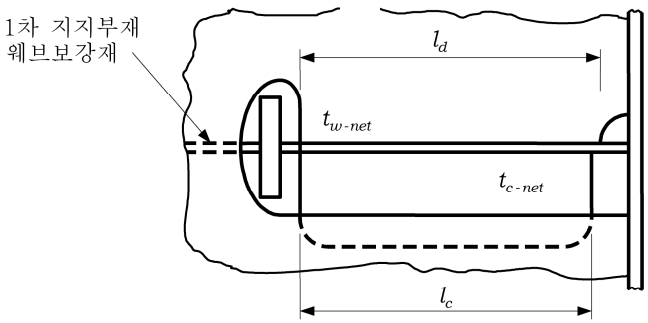
(b) 슬리트형 슬롯 연결



(c) 러그 혹은 칼라판 없이 직접 연결



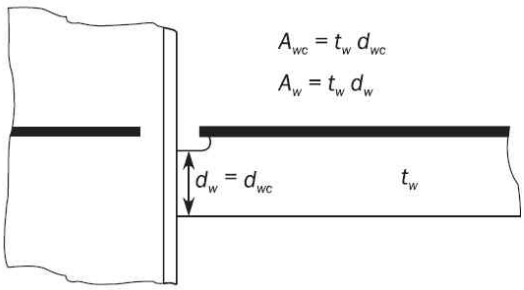
(d) 러그 혹은 칼라판 직접 연결



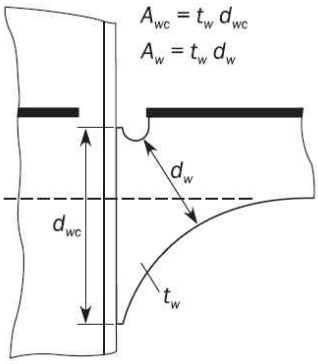
(e) 러그 혹은 칼라판 직접연결

(비고)
이 그림에서의 상세는 단지 기호 및 정의를 설명하는 것으로 설계지침은 아니다.

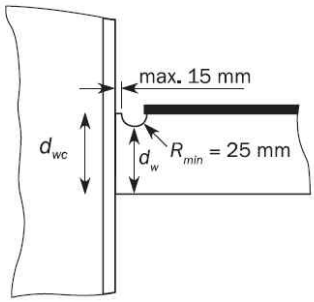
그림 8 대칭 및 비대칭 절단 구멍



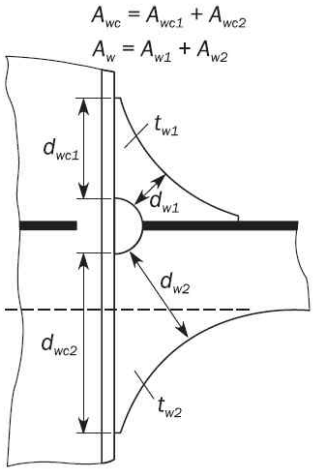
(a) 브래킷 없는 직선 힐



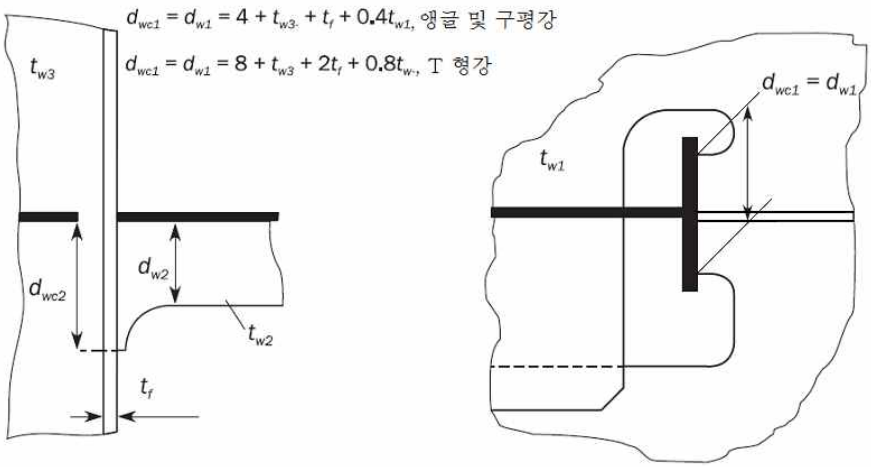
(b)소프트 토우와 힐



(c) 소프트 힐에 따른 기호



(d) 대칭 소프트 토우 브래킷



(e) 보강제 면재에 직접 용접된 1차 지지부재 웨브

t_{ws}, t_{ws1}, t_{ws2} : 1차 지지부재 웨브 보강재 / 이면 브래킷의 순 두께(mm)
d_w, d_{w2}, d_{w2} : 1차 지지부재 웨브 보강재 / 이면 브래킷의 최소 깊이(mm)
d_{wc}, d_{wc1}, d_{wc2} : 1차 지지부재 웨브 보강재 / 이면 브래킷 및 보강재와의 연결부의 길이(mm)
t_f : 플랜지의 순 두께(mm), 구형강의 경우, t_f 는 **7절 [1.4.1]**에 따른다.

그림 9 1차 지지부재의 웨브 보강재 상세

5.2 1차 지지부재와 보강재의 교차부

5.2.1 일반사항

면외하중의 경우의 1차 지지부재와 보강재의 교차부에 대하여, [5.2.2] 및 [5.2.3]이 적용되어야 한다.
교차부의 단면적은 적절한 허용응력과 관련한 각 성분을 통하여 전달되어진 하중의 비율로부터 결정되어야 한다.

5.2.2

전단 연결부를 통하여 전달되는 하중 W_1 (kN)은 다음 식에 따른다.

• 웨브 보강재가 관통 보강재에 연결되는 경우 :

$$W_1 = W\left(\alpha_a + \frac{A_1}{4f_cA_w + A_1}\right)$$

• 웨브 보강재가 관통 보강재에 연결되지 않은 경우 :

$$W_1 = W$$

W : 용접부를 통하여 1차 지지부재에 연결부를 통하여 전달되는 전체하중(kN)으로 다음 식에 의한 값

$$W = \frac{P_1s_1\left(S_1 - \frac{s_1}{2000}\right) + P_2s_2\left(S_2 - \frac{s_2}{2000}\right)}{2\sin\varphi_{w1}\sin\varphi_{w2}}10^{-3}$$

P_1, P_2 : 해당 교차부 양쪽에서 고려하는 설계하중 조건에 대하여 보강재에 작용하는 설계압력(kN/m^2) 선저 슬래밍 또는 선수 충격하중의 경우, P_1 과 P_2 는 **4장 5절** [3.2]와 [3.3]에 따른 설계압력

S_1, S_2 : 해당 교차부 양쪽에서 고려하는 교차부에 인접한 1차 지지부재 사이의 간격(m)

s_1, s_2 : 해당 교차부 양측의 보강재의 간격(mm)

α_a : 패널의 종횡비로서 다음 식에 의한 값. 다만, 0.25 보다 커서는 아니 된다.

$$\alpha_a = \frac{s}{1000S}$$

S, s : 각각 다음 식에 의한 값

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}, \qquad s = \frac{s_1 + s_2}{2}$$

φ_{w1} : **3장 7절**의 기호 및 **10장 1절 그림 5**에 따른 1차 지지부재와 부착판 사이 각도(deg)

φ_{w2} : **3장 7절**의 기호 및 **3장 7절 그림 14**에 따른 보강재와 부착판 사이 각도(deg)

A_1 : 교차부의 유효 순 전단면적(cm^2)으로서, 다음 식에 따른다.(**그림 8** 참조)

$A_1 = A_{1d} + A_{1c}$

슬릿 형식의 슬롯 연결부의 경우 : $A_1 = 2A_{1d}$

일반적인 이중 칼라 교차부의 경우 : $A_1 = 2A_{1c}$

A_{1d} : 칼라를 제외한 순 전단 연결면적(cm^2)으로 다음 식에 따른다.

$$A_{1d} = \ell_d t_w 10^{-2}$$

ℓ_d : 보강재와 1차 지지부재의 웨브 사이의 직접 연결부(용접부)의 길이(mm)

t_w : 1차 지지부재의 웨브 순 두께(mm)

A_{1c} : 칼라를 포함한 순 전단 연결 면적(cm^2)으로 다음과 같다.

$A_{1c} = f_1 \ell_c t_c 10^{-2}$

ℓ_c : 칼라와 1차 지지부재 사이의 연결부 길이(mm)

t_c : 칼라의 순 두께(mm), 인접한 1차 지지부재 웨브의 순 두께보다 커서는 아니 된다.

f_1 : 전단 보강 계수로서 다음과 같다.

$f_1 = 1.0$: 대칭단면의 보강재인 경우, 1.0

$f_1 = 140/w$: 비대칭단면의 보강재인 경우, 단, 1.0 보다 커서는 아니 된다.

w : 비대칭 보강재에 대한 개구 너비(mm)로서 보강재 웨브의 개구 쪽에서 측정한다. (**그림 8** 참조)

A_w : **그림 9**와 같이 이면 브래킷이 있는 경우, 이를 포함하여 용접부에서의 1차 지지부재 웨브 보강재의 유효 순 단면적(cm^2). 1차 지지부재 웨브 보강재가 소프트 힐 엔딩(soft heel ending) 또는 소프트 힐(soft heel) 및 소프트 토우 엔딩(soft toe ending)과 결합되는 경우 **그림 9**와 같이 A_w는 연결부의 목 부분(throat)에서 측정한다.

f_c : 칼라 하중계수로서 다음과 같다.

- 대칭 단면의 관통 보강재 :

$A_w \le 14$ 일 때, $f_c = 1.85$

$14 < A_w \le 31$ 일 때, $f_c = 1.85 - 0.0441(A_w - 14)$

$31 < A_w \le 58$ 일 때, $f_c = 1.1 - 0.013(A_w - 31)$

$A_w \ge 58$ 일 때, $f_c = 1.85$

- 비대칭 단면의 관통 보강재 :

$$f_c = 0.68 + 0.0172\frac{\ell_s}{A_w}$$

ℓ_s : 연결부 길이로서 다음과 같다.

- 1차 지지부재에 단일 칼라로 연결된 경우 : $\ell_s = \ell_c$
- 1차 지지부재에 한 면이 직접 연결된 경우 : $\ell_s = \ell_d$
- 칼라가 추가된 직접 연결의 경우 : $\ell_s = 0.5(\ell_c + \ell_d)$

5.2.3

a) 1차 지지부재의 웨브 보강재를 통하여 전달되는 하중 W_2(kN)는 다음과 같다.

- 웨브 보강재가 관통 보강재와 연결되는 경우 :

$$W_2 = W\left(1 - \alpha_a - \frac{A_1}{4f_cA_w + A_1}\right)$$

- 웨브 보강재가 관통 보강재와 연결되지 않는 경우 :

$W_2 = 0$

b) A_1 및 A_w, A_{wc}의 값은 계산된 응력이 다음 기준에 만족하도록 하여야 한다.

- 웨브 보강재에 연결되는 경우 : $\sigma_w \leq \sigma_{perm}$
- 웨브 보강재와 교차 보강재의 용접부 : $\sigma_{wc} \leq \sigma_{perm}$
- 1차 지지부재 웨브와의 전단 연결부 : $\tau_w \leq \tau_{perm}$

W : [5.2.2]에 따른 하중(kN)

f_c : [5.2.2]에 따른 칼라 하중계수

α_a : [5.2.2]에 따른 패널 형상비

A_1 : [5.2.2]에 따른 유효 순 전단면적(cm^2)

A_w : [5.2.2]에 따른 순 교차 횡단면적(cm^2)

σ_w : 용접 연결부로부터 최소 브래킷 면적만큼 떨어진 1차 지지부재 웨브 보강재의 법선응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$\sigma_w = \frac{10\,W_2}{A_w}$$

σ_{wc} : 용접선 부위의 1차 지지부재 웨브 보강재의 법선응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$\sigma_{wc} = \frac{10\,W_2}{A_{wc}}$$

τ_w : 1차 지지부재와 전단 연결부의 전단응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$\tau_w = \frac{10\,W_1}{A_1}$$

A_{wc} : **그림 9**와 같이 웨브 보강재와 보강재 용접부에서의 웨브 보강재의 유효 순 면적(cm^2)

σ_{perm} : AC-S, AC-SD 및 AC-I에 대하여 **표 1**에 의한 허용 법선응력(N/mm^2)

τ_{perm} : AC-S, AC-SD 및 AC-I에 대하여 **표 1**에 의한 허용 전단응력(N/mm^2)

5.2.4

1차 지지부재의 웨브 보강재에 추가하여 이면 브래킷이 설치된 경우, 웨브 보강재와 정렬되어 배치되어야 한다. 브래킷의 암 길이는 웨브 보강재의 깊이 이상이어야 하며, 브래킷의 목(throat)을 통한 순 횡단면적은 **그림 9**에 따른 A_w의 계산에 포함되어야 한다.

5.2.5

1차 지지부재의 웨브 보강재 또는 보강재와 트리핑 브래킷의 겹침 이음은 화물창 구역 내에서는 허용되지 않는다.

5.2.6

웨브의 한 면에 용접된 면재를 가지고 있는 조립 보강재의 경우, 1차 지지부재에 대칭적으로 배열되어 연결되어야 한다. 이는 1차 지지부재 또는 격벽의 반대 면에 이면 브래킷을 설치하면 가능하다. 화물창 구역 내의 1차 지지부재의 웨브 보강재 및 이면 브래킷은 관통하는 보강재 웨브에 맞대기 용접이 되어야 한다.

5.2.7

1차 지지부재의 웨브 보강재가 관통하는 보강재의 웨브와 연결되지 않고 평행한 경우, 1차 지지부재의 웨브 보강재의 오프셋(offset)은 **그림 10**과 같이 슬롯 끝단에 근접한 곳에 있어야 한다. 웨브 보강재 오프셋의 끝단은 적절히 테이퍼 처리되고 부드럽게 하여야 한다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

5.2.8

필렛 용접의 치수는 **표 2**에 주어진 용접계수를 이용하여 **12장 3절 [2.5]**에 따라 계산되어야 한다. 전단 연결부의 용접 치수는 고려하는 위치에서의 1차 지지 웨브 판에 요구되는 값 이상이어야 한다.

표 1 보강재와 1차 지지부재 간의 교차부에 대한 허용응력

항 목	법선응력 σ_{perm} (N/mm^2)			전단응력 τ_{perm} (N/mm^2)		
	허용 기준 세트			허용 기준 세트		
	AC-S	AC-SD	AC-I	AC-S	AC-SD	AC-I
1차 지지부재의 웨브 보강재	$0.83R_{eH}$ (2)	R_{eH}	R_{eH}	-	-	-
1차 지지부재의 웨브 보강재와 관통하는 보강재의 용접 연결부 : • 이중 연속 필렛 • 부분 용입 용접	 $0.58R_{eH}$ (2) $0.83R_{eH}$ (1)(2)	 $0.70R_{eH}$ (2) R_{eH} (1)	 R_{eH} R_{eH}	 - -	 - -	 - -
1차 지지부재의 웨브 보강재와 관통하는 보강재가 겹침 이음인 경우 웨브 보강재	$0.50R_{eH}$	$0.60R_{eH}$	R_{eH}	-	-	-
칼라판을 포함하는 전단 연결부 • 한면 연결부 • 양면 연결부	 - -	 - -	 - -	 $0.71\tau_{eH}$ $0.83\tau_{eH}$	 $0.85\tau_{eH}$ τ_{eH}	 τ_{eH} τ_{eH}

(1) 루트면(Root face)은 1차 지지부재의 총 두께의 1/3 보다 커서는 아니 된다.
(2) 1차 지지부재의 웨브 보강재가 소프트 힐인 경우 허용 응력은 5 % 증가시킬 수 있다.

표 2 보강재와 1차 지지부재 간의 연결부에 대한 용접계수

항 목	허용 기준	용접 요인
웨브 보강재와 관통 보강재 연결부	AC-S AC-SD AC-I	$0.6\sigma_{wc}/\sigma_{perm}$ 0.38 보다 작아선 아니 됨
칼라판을 포함하는 전단 연결부	AC-S AC-SD AC-I	0.38
웨브 보강재가 관통 보강재에 연결되지 않는 경우의 칼라판을 포함하는 전단 연결부	AC-S AC-SD AC-I	$0.6\tau_w/\tau_{perm}$ 0.44 보다 작아선 아니 됨

비고

τ_w : [5.2.3]에 따른 전단응력(N/mm^2)
σ_{wc} : [5.2.3]에 따른 응력(N/mm^2)
τ_{perm} : 허용 전단응력(N/mm^2)으로 **표 1**에 따른다.
σ_{perm} : 허용 법선응력(N/mm^2)으로 **표 1**에 따른다.
W : [5.2.2]에 따른 하중(kN)
A_1 : [5.2.2]에 따른 유효 순 전단면적(cm^2)
A_w : [5.2.2]에 따른 유효 순 횡단면적(cm^2)

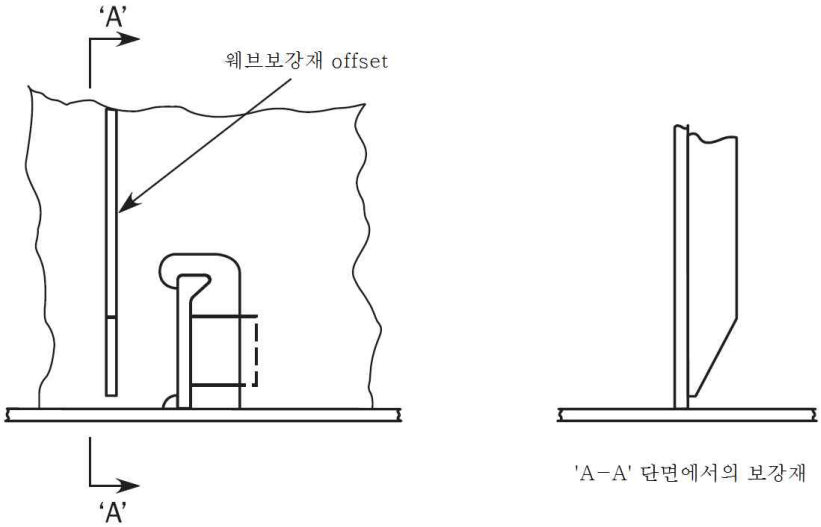


그림 10 오프셋 방식의 1차 지지부재의 웨브 보강재

6. 개구

6.1 보강재의 개구 및 스캘럽

6.1.1

그림 11은 공기구멍, 배수구 및 스캘럽의 예를 보여 준다.
일반적으로 **그림** 11과 같이 a/b 비율은 0.5 ~ 1.0 이어야 한다. 피로에 민감한 지역에서 개구 및 스캘럽의 상세와 배치에 대해서는 더 깊은 주의가 요구된다.

6.1.2

개구 및 스캘럽은 브래킷 토우, 단부 연결부 및 기타 고 응력 집중부에서 보강재의 길이를 따라 스팬 중앙 방향으로 적어도 200 mm 그리고 그 반대 방향으로 적어도 50 mm 이상 떨어져야 한다.(**그림** 12 참조) 전단응력이 허용응력의 60 % 미만인 지역에는 대안 배치가 허용될 수 있다.

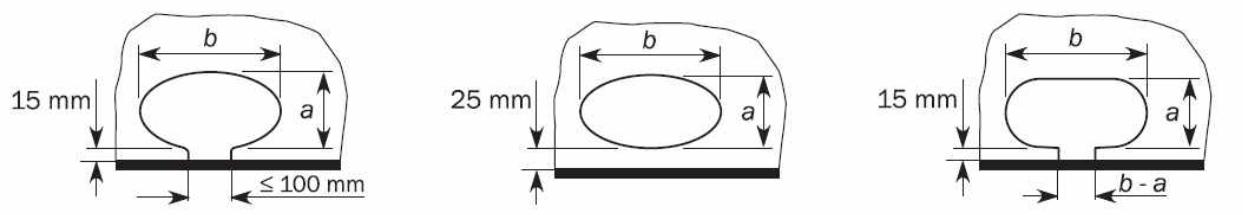


그림 11 공기구멍, 배수구 및 스캘럽의 예

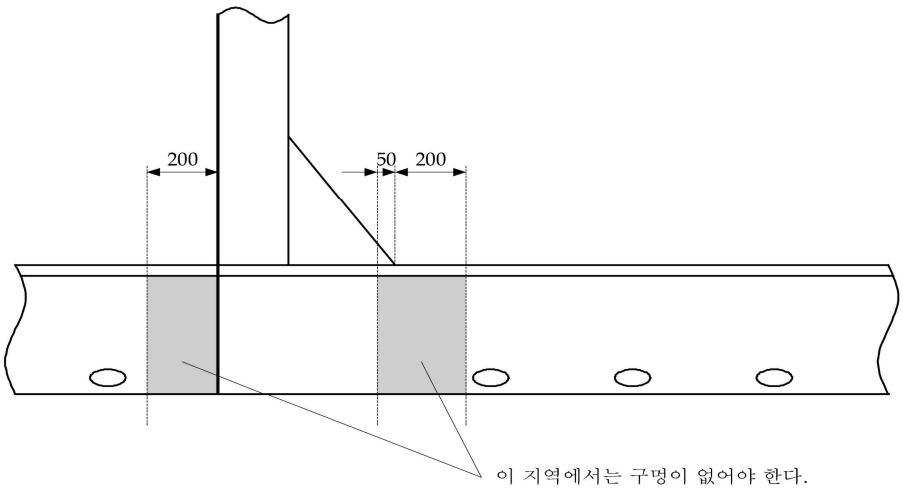


그림 12 공기구멍 및 배수구의 위치

6.1.3

종강도에 기여하는 보강재에는 가깝게 위치한 스캘럽 또는 배수구(즉, **그림** 11과 같이 스캘럽 / 배수구 간의 거리가 폭 b 의 2 배 보다 작을 경우)가 허용되지 않는다. 다른 보강재의 경우, 보강재의 끝단으로부터 보강재 스팬의 20 % 이내에는 가깝게 위치한 스캘럽 또는 배수구가 허용되지 않는다. 응력 집중을 최소화하기 위하여 타원형 또는 동등한 모양이고 용접선으로부터 떨어져 있다면, 간격이 넓은 공기구멍 혹은 배수구는 허용될 수 있다.

6.2 1차 지지부재의 개구

6.2.1 일반

맨홀, 경감 구멍 및 다른 유사한 개구들은 높은 전단력이 걸리는 구역 및 집중하중 부위를 피하여야 한다. 특히, 맨홀 및 유사한 개구는 판 내의 응력 및 패널 좌굴 특성의 계산 결과가 만족되지 않으면 고응력부를 피하여야 한다.
다음은 고응력부에 대한 예이다.

- 좁은 코퍼댐 / 이중판 격벽의 수직 또는 수평 판의 양 끝단부에서 그들 길이의 1/6 이내 범위
- 늑판 또는 이중저 거더의 스팬 단부
- 1차 지지부재 웨브의 단부 브래킷 토우 부근
- 필러의 양단의 상 / 하단부

개구가 배치 될 때, 개구의 모양은 응력 집중이 허용된 한계 내 있도록 설계되어야 한다. 개구는 둥근 모양과 모서리부를 부드럽게 하여야 한다.

6.2.2 맨홀 및 경감 구멍

아래의 웨브 개구는 보강을 요구하지 않는다.

- 단일선측 단면에서, 개구의 깊이가 웨브 깊이의 25 %를 초과하지 않고, 개구의 끝단이 면재로부터 웨브 깊이의 40 % 이상의 위치에 있는 경우
- 이중선측 단면에서, 개구의 깊이가 웨브 깊이의 50 %를 초과하지 않고, 끝단이 보강재의 통과를 위한 절단 구멍으로부터 먼 곳에 위치한 경우
- 개구의 길이는 다음보다 커서는 아니 된다.:
  - 1차 지지부재의 스팬의 중앙부 : 인접한 개구 사이의 거리
  - 스팬 단부 : 인접한 개구 사이 거리의 25 %

단일선측 단면의 개구의 경우, 개구의 길이는 웨브 깊이나 보강재 간격의 60 % 중 큰 것을 초과하여서는 아니 된다.
개구의 끝단부는 관통 보강재의 개구로부터 개구의 길이와 같은 거리 이상 떨어져야 한다.
브래킷의 경감구멍의 경우, 구멍의 둘레로부터 브래킷의 자유단까지 거리는 경감구멍의 지름보다 작아서는 아니 된다.
상기의 요건에 적합하지 않는 개구는 [6.2.3]에 따라서 보강되어야 한다.

6.2.3 개구 주변의 보강

7장에 규정된 해석방법에 따라 대안 배치가 만족스럽게 입증된 경우를 제외하고는, 맨홀과 경감 구멍은 이 조항에 따라 보강되어야 한다.
종강도에 기여하는 보강재의 경우, 보강재는 개구의 수직축 및 수평축과 평행하게 개구의 자유변을 따라 설치하여야 한다. 만일 개구의 크기가 짧은 축이 400 mm 이하이면, 한 방향에 있어서, 양축이 300 mm 이하이면, 양 방향에 있어서 보강재는 생략될 수 있다. 자유단의 보강은 보강재의 대안으로 사용할 수 있다.(**그림 13** 참조)

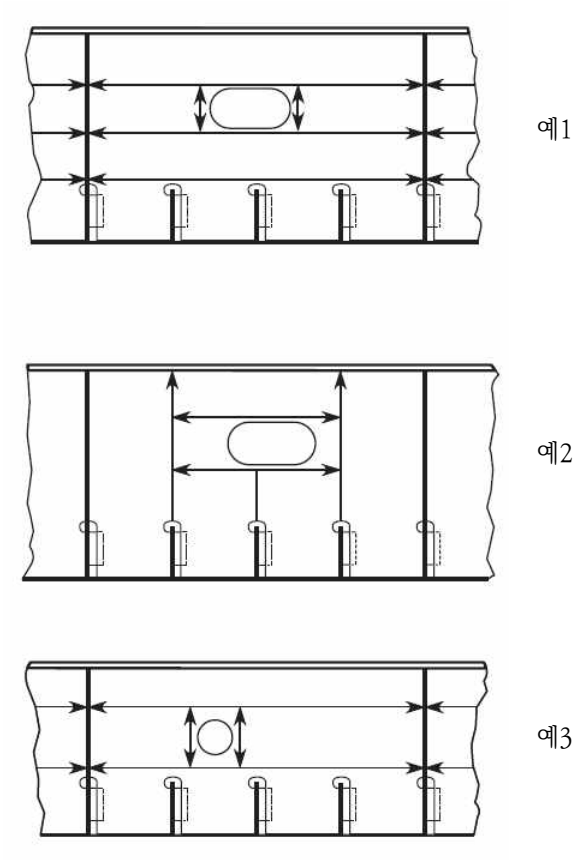


그림 13 개구를 갖는 웨브 판

1차 지지부재의 웨브에 큰 개구가 있는 경우(예를 들어, 이중저 내에 파이프 터널이 설치되는 경우), 개구 보강을 위하여 1차 지지부재의 부가(2차)응력을 고려하여야 한다.

유한요소 해석이 수행되지 않았다면, 1차 지지부재의 순 전단면적 A_{s-n50}(cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 깊은 웨브 (1)과 (2)는 **그림 14**에 따른다.

$$A_{s-n50} = \frac{A_{1-n50}}{1+\dfrac{32\,\ell_{shr}^2 A_{1-n50}}{I_{1-n50}}} + \frac{A_{2-n50}}{1+\dfrac{32\,\ell_{shr}^2 A_{2-n50}}{I_{2-n50}}}$$

I_{1-n50}, I_{2-n50} : 각각 깊은 웨브 (1) 및 (2)의 부착판에 평행한 중립축에 대한 순 관성 모멘트(cm^4)

A_{1-n50}, A_{2-n50} : 해당되는 경우, 일반 보강재의 관통용 개구의 깊이만큼 웨브 높이의 감소를 고려한 깊은 웨브 (1) 및 (2) 각각의 순 전단면적(cm^2)

ℓ_{shr} : **3장 7절 [1.1.2]**에 따른 깊은 웨브 (1) 및 (2)의 전단 스팬(cm)

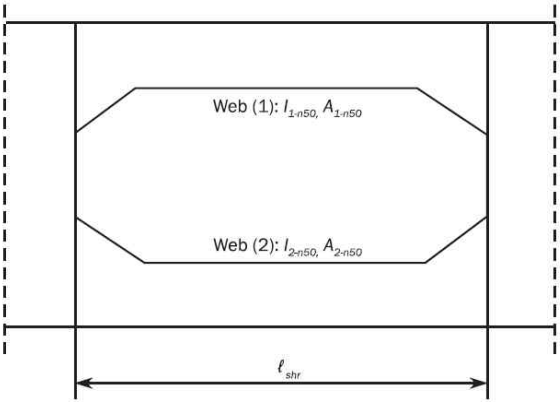


그림 14 1차 지지부재의 웨브내의 개구

6.3 강력갑판 개구

6.3.1 일반

강력갑판에는 개구를 최소로 하여야 하며 다른 개구 및 선루의 끝단으로부터 가능한 한 멀리 떨어져 있어야 한다. 개구는 선측외판, 창구 모서리 또는 창구 측면 코밍과 같은 고 응력부로부터 가능한 한 멀리 떨어져 있어야 한다.

6.3.2 작은 개구 위치

개구는 일반적으로 다음에 따라 정해진 범위(**그림** 15의 빗금친 부분) 밖에 있어야 한다.

둥근 거널 또는 외판의 굽은 지역

- 개구의 가장자리로부터 $e = 0.25(B-b)$
- $c = 0.07\ell + 0.1b$ 또는 $0.25b$ 중 큰 값

b : 고려하는 창구의 폭(m) (**그림** 15 참조)

ℓ : 고려하는 모서리 부근의 두 개의 인접한 창구 사이의 크로스갑판의 폭(m) (**그림** 15 참조)

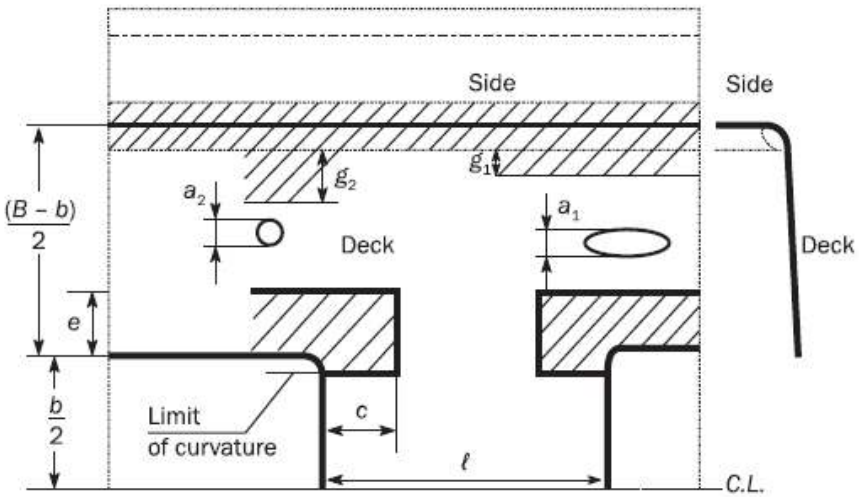


그림 15 강력 갑판 내의 개구 위치

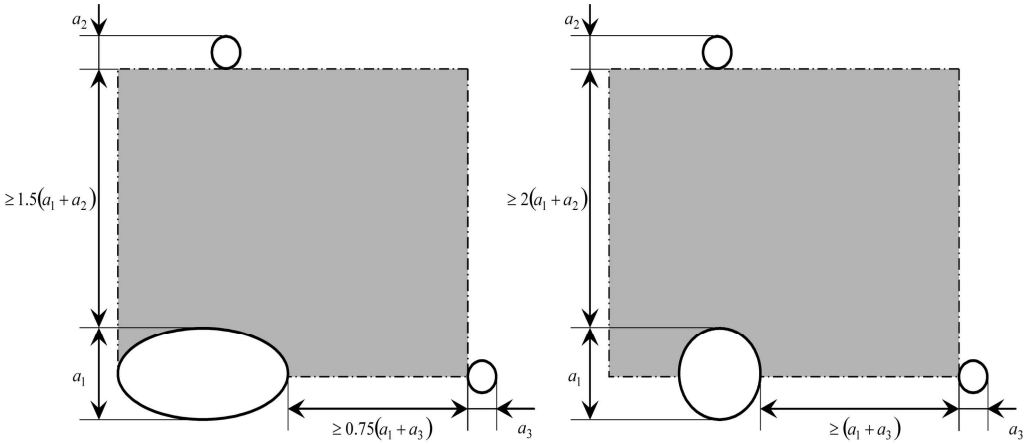


그림 16 강력갑판 상의 타원 및 원형 개구

상기의 범위와 개구 사이의 횡 방향 거리 또는 창구와 개구 사이의 횡 방향 거리는 다음 값 이상이어야 한다.(**그림 15** 참조)

- $g_2 = 2a_2$, 원형 개구의 경우
- $g_1 = a_1$, 타원형 개구의 경우

개구 사이의 횡 방향 거리는 다음 값 이상이어야 한다.(**그림 16** 참조)

- $2(a_1 + a_2)$, 원형 개구의 경우
- $1.5(a_1 + a_2)$, 타원형 개구의 경우

  a_1 : 타원형 개구의 횡 방향 치수 또는 원형 개구의 지름

  a_2 : 타원형 개구의 횡 방향 치수 또는 원형 개구의 지름

  a_3 : 타원형 개구의 종 방향 치수 또는 원형 개구의 지름

개구 사이의 종 방향 거리는 다음 값 이상이어야 한다.

- $(a_1 + a_3)$, 원형 개구의 경우
- $0.75(a_1 + a_3)$, 타원형 개구 및 원형 개구와 일직선상의 타원형 개구의 경우

개구 배치가 이러한 요건에 맞지 않는 경우, 선체거더 종강도 평가는 그러한 개구 면적을 제외하고 수행하여야 한다.(**5장 1절 [1.2.11]** 참조)

7. 이중저 구조

7.1 일반

7.1.1 늑골 방식

길이 120 m를 넘는 선박의 경우, 화물창 구역 내에서는 선저, 내저판 및 호퍼탱크(있을 경우)의 경사판은 종늑골 방식으로 하여야 한다. 화물창 구역의 선수 및 선미 부분에 종 방향 늑골 형식을 선체 형상 때문에 현실적으로 적용할 수 없는 경우, 횡 방향 늑골 형식으로 전환되는 부분에서 구조적 연속성을 제공하는 적절한 브래킷 및 다른 배치가 적용된다면, 횡 방향 늑골이 우리 선급이 인정하는 경우 따라 허용될 수 있다.

7.1.2 이중저의 높이 변화

이중저의 높이 변화는 적절한 길이에 걸쳐 점진적으로 이루어져야 하며, 내저판의 너클은 늑판 부근에 위치하여야 한다. 이러한 배치가 불가능할 경우, 부분거더, 종 방향 브래킷 등과 같은 적절한 종 방향 구조가 너클을 가로질러 설치되어야 한다.

7.1.3 내저구조의 폭

내저구조의 폭(m)은 화물창의 중앙부에서 측정되어야 한다. (**그림 17** 참조)

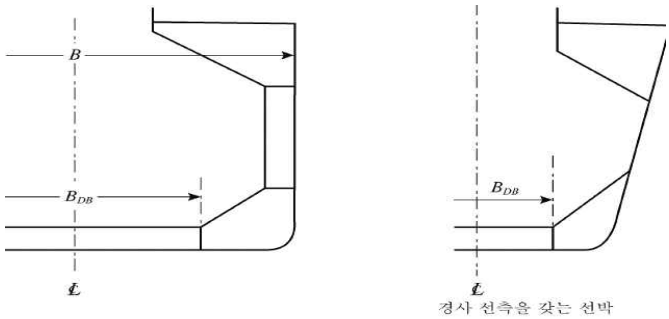


그림 17 내저판의 폭

7.1.4 탱크 정부의 배수

고체 화물을 운송하도록 설계된 선박은, 탱크 정부의 배수를 위한 유효한 배치를 하여야 한다. 배수를 위한 웰이 설치되는 경우, 그러한 웰은 이중저 높이의 1/2 보다 연장되어서는 아니 된다.

7.1.5 타격판

측심봉으로 인한 바닥 판의 손상을 방지하기 위하여 측심관 하부에는, 적절한 두께의 타격판 또는 동등한 배치를 제공하여야 한다.

7.1.6 덕트 킬

덕트 킬이 배치되는 경우, 중심선 거더는 3 m 이하의 간격으로 배치되는 두 개의 거더로 대치할 수 있다. 그렇지 않은 경우, 3 m 보다 넓은 간격에 대하여, 인접한 구조를 지지하는 두 개의 거더가 제공되어야 하며 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 늑판 부위의 구조는 덕트 킬 거더의 충분한 연속성이 확보되도록 배치되어야 한다.

7.2 용골판

7.2.1

용골판은 배의 전 길이의 선저 평평부 판에 걸쳐 연장되어야 한다. 용골의 폭(m)은 $0.8+L/200$ (m)에 의한 값 보다 작아서는 아니 되며 2.3 m 를 넘을 필요는 없다.

7.3 거더

7.3.1 중심선 거더

중심선 거더는 화물창 구역 내에 걸쳐 있어야 하며 가능한 한 선수미 방향으로 연장하여야 한다. 선박 전 길이에서 중심선 거더의 구조 연속성이 확보되어야 한다. 이중저 구획이 연료유, 청수 또는 평형수의 운송에 사용되는 경우, 중심선 거더는 수밀이어야 한다. 다만 선수미단의 좁은 탱크의 경우나 중심선으로부터 0.25 B 내에 다른 수밀 거더가 설치되어 있는 경우에는 예외로 한다.

7.3.2 측거더

측거더는 화물창 구역의 평행부 내에 걸쳐 연장되어야 하고, 가능한 한 화물창 구역의 선수미 방향으로 연장하여야 한다.

7.4 늑판

7.4.1 웨브 보강재

늑판에는 종 보강재 위치에 웨브 보강재를 설치하여야 한다. 웨브 보강재가 종 보강재와 용접되지 않는 경우, **9장 6절 [2]**의 설계 기준에 적합하지 않는 경우, 개구와 종 보강재의 연결부에 대한 피로강도 평가를 수행하여야 한다.

7.5 빌지 킬

7.5.1 재료

그라운드 바와 빌지 킬의 재료는 설치된 외판과 같은 항복응력을 가진 것이어야 한다. 또한, 빌지 킬의 길이가 0.15 L 이상일 경우에는 그라운드 바와 빌지 킬의 재료는 외판과 같은 등급(grade)이어야 한다.

7.5.2 설계

단일 웨브 빌지 킬의 설계는 그라운드 바가 손상되기 전에 웨브의 손상이 발생하도록 설계되어야 한다. 이것은 빌지 킬 웨브의 두께가 그라운드 바의 두께보다 두껍지 아니하도록 하는 것이다. **그림 18**과 다른 설계의 빌지 킬은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

7.5.3 그라운드 바

빌지 킬은 외판에 직접 용접하여서는 아니 된다. 그라운드 바나 덧댐 판은 **그림 18**과 **그림 19**에서와 같이 선측외판에 설치되어야 한다. 일반적으로 그라운드 바는 연속되어야 한다.
그라운드 바의 총 두께는 만곡부 외판(bilge plating)의 총 두께 또는 14 mm 중 작은 것 이상이어야 한다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

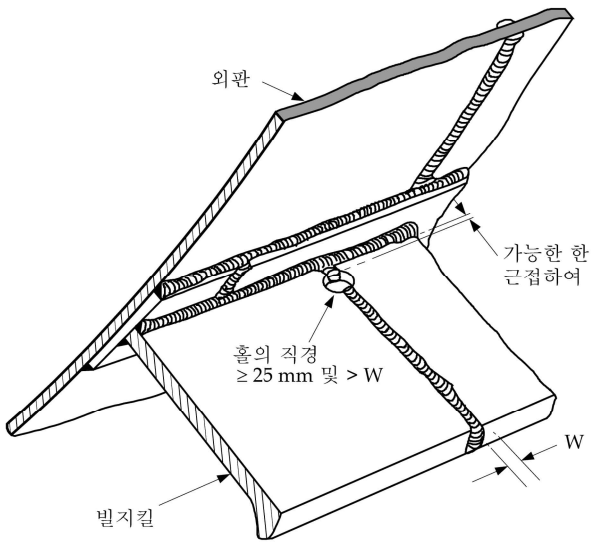


그림 18 빌지 킬 구조

7.5.4 끝단 상세

빌지 킬과 그라운드 바의 끝단은 테이퍼로 되거나 둥글게 하여야 한다. 테이퍼는 최소 3:1 의 비율로 점진적이어야 한다(**그림 19**의 (a), (b) 및 **그림 20**의 (d), (e) 참조). 둥근 끝단은 **그림 19**의 (c)에 따른다. 'A' 구역 내에서 빌지 킬 웨브의 개구는 허용되지 아니 한다(**그림 19**의 (b) 및 **그림 20**의 (e)참조).
빌지 킬 웨브의 끝단은 그라운드 바의 끝단으로부터 50 mm 미만이거나 100 mm 를 초과하여서는 아니 된다(**그림 19**의 (a) 및 **그림 20**의 (d)참조). 빌지 킬과 그라운드 바의 끝단부는 선체 내부의 횡 방향 또는 종 방향 부재에 의하여 다음과 같이 지지되어야 한다.

- 횡 방향 지지부재는 빌지 킬 웨브의 끝단과 그라운드 바의 끝단 간의 중간지점에 부착되어야 한다.(**그림** 19 (a), (b) 및 (c) 참조)
- 종 방향 보강재는 빌지 킬 웨브와 일렬로 부착되어야 하며 최소한 'A' 구역 전후방의 가장 가까운 횡 방향 부재까지 연장되어야한다.(**그림** 19의 (b) 및 **그림** 20의 (e) 참조)

우리 선급이 인정하는 경우 동등한 끝단 상세는 인정될 수 있다.

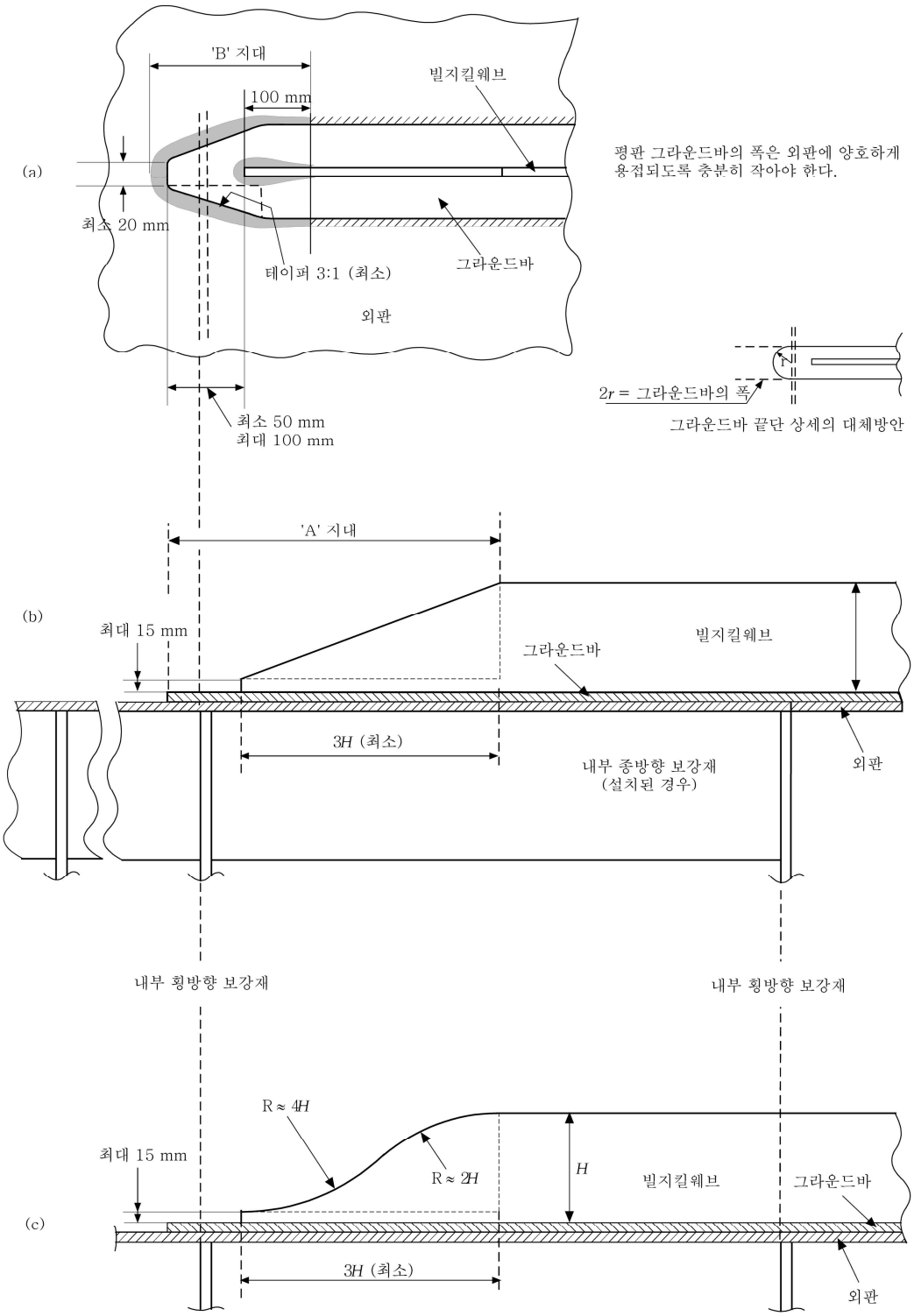


그림 19 빌지 킬 끝단부 설계

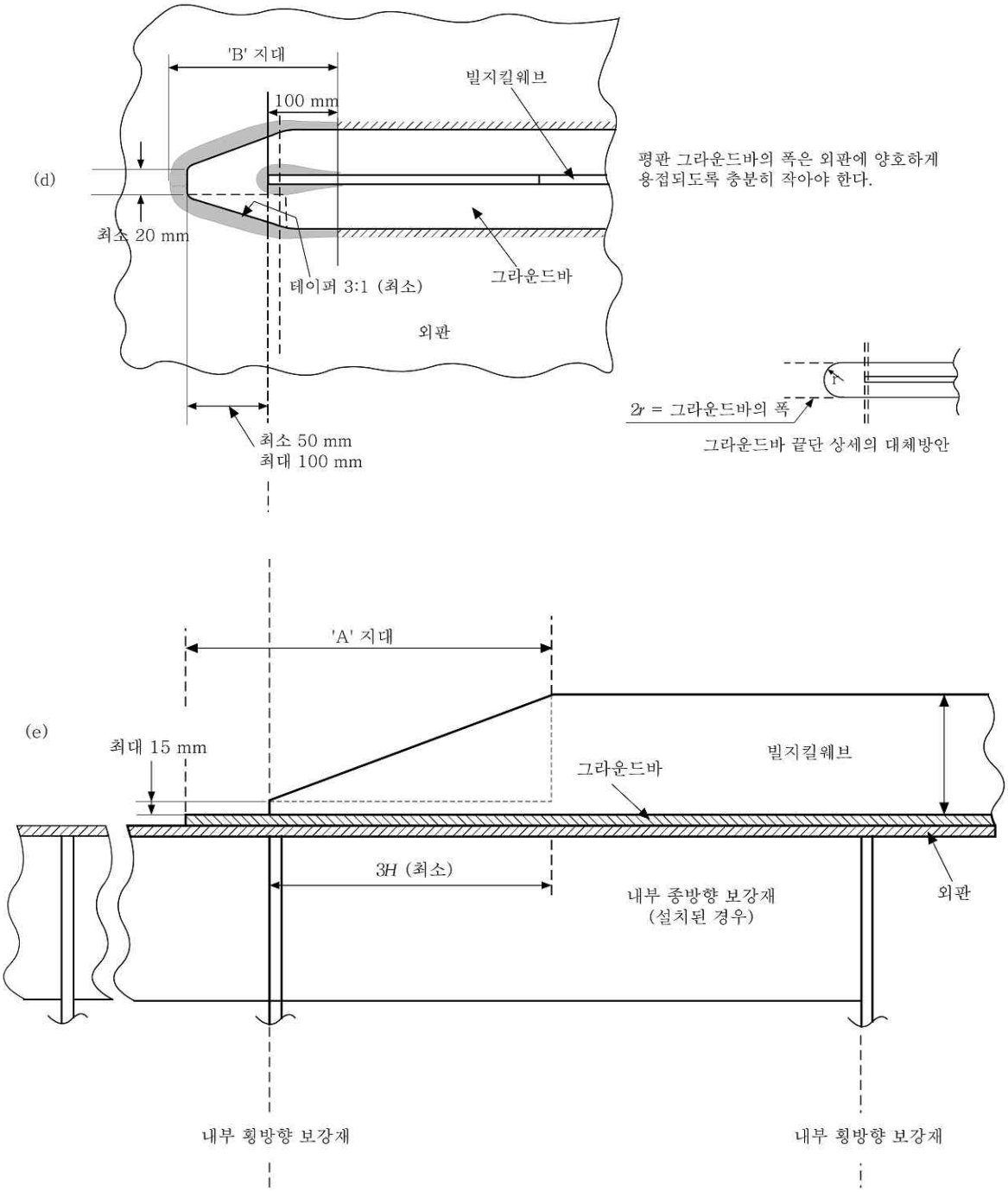


그림 20 빌지 킬 끝단부 설계(계속)

7.6 입거

7.6.1 일반

건식 입거의 배치 자체는 이 규칙에 포함되지 않는다. 선저구조는 선박의 입거에 의하여 부과되는 힘에 견딜 수 있어야 한다.

7.6.2 도킹 브래킷

중심선 거더와 선저판을 연결하는 도킹 브래킷은 인접한 선저 종통 보강재에 연결되어야 한다.

8. 이중선측 구조

8.1 일반

8.1.1

선측외판 및 내측 종격벽은 일반적으로 종 늑골 방식이어야 한다. 선측외판이 종 늑골 방식 일 경우, 내측 종격벽도 종 늑골 방식이어야 한다. 우리 선급이 인정하는 경우 다른 늑골 방식은 인정할 수 있다.

8.1.2

산적화물선의 이중선측 구획이 보이드 스페이스인 경우, 이 구획의 경계를 이루는 구조부재는 평형수 탱크로서 구조설계가 되어야 한다. 이 경우 공기관은 선측에서 건현갑판 상부로 0.76 m 연장된 것으로 고려하여야 한다. 부식추가에 대하여는 이 구역은 보이드 스페이스로서 고려되어야 한다.

8.2 구조 배치

8.2.1 1차 지지부재

이중선측 웨브는 호퍼탱크내의 트랜스버스와 일렬로 설치되어야 한다. 또한, 이중선측 웨브는 톱사이드 탱크의 대형 브래킷이나 트랜스버스와 일렬로 설치되어야 한다. 수직 1차 지지부재는 산적화물선의 창구단 보 또는 대형 갑판 개구를 지지하는 횡 방향 구조물 부위에 설치하여야 한다. 일반적으로, 수평 선측 스트링거는 선수단에서 후방으로 0.2 L 까지 선수격벽의 후방에서 선수탱크의 스트링거 일렬로 설치하여야 한다.

8.2.2 횡 방향 보강재

외판 및 내측 종격판에 횡 보강재가 설치되는 경우에는 이중선측의 높이 내에서 연속적이거나 단부 브래킷 과 연결하여야 한다. 횡 보강재는 스트링거와 유효하게 연결되어야 한다. 횡 보강재의 상하 단에서, 외판 및 내측 종격판의 횡 보강재는 지지 스트링거에 브래킷으로 연결하여야 한다.

8.2.3 종 방향 보강재

외판 및 내측 종격벽판에 종 보강재가 설치되는 경우, 이 보강재는 화물창 지역의 평행부 길이 내에서 연속이어야 한다. 종 보강재는 화물창 격벽과 나란한 횡격벽 부근에서 소프트 토우 브래킷을 가져야 하며 이중선측 구조의 횡 웨브에 유효하게 연결시켜야 한다. 선측외판의 종 보강재는 화물창 구역 바깥에서 가능한 한 전방으로 멀리 연장되어야 한다.

8.2.4 현측후판

현측후판의 폭은 $0.8 + L/200$ m 보다 작아서는 아니 되고 1.8 m 보다 클 필요는 없다. 현측후판은 강력갑판의 스트링거와 용접하거나 둥근 거널 형식으로 할 수 있다. 현측후판이 둥근 거널 형식인 경우, 그 반지름은 17 t_s mm 이상이어야 하며, 여기서 t_s 는 현측후판의 순 두께(mm)를 말한다. 용접된 선측후판의 상부 끝단은 부드럽고 둥글어야 하고 노치가 없어야 한다. 불워크, 아이 플레이트와 같은 부착물은 선수미 부분을 제외하고는, 현측후판의 상부 끝단에 직접 용접하여서는 아니 된다. 종 방향으로 매끄러운 형상 변화를 가지는 배수구는 허용될 수 있다. 둥근 거널 형식 현측후판의 종 방향 이음 용접은 현측후판의 최대 순 두께의 5 배 이상의 거리를 두고 구부러진 부분 밖에 위치시켜야 한다. 중앙부 0.6 L 내에서 둥근 거널 형식 현측후판에 갑판 의장품이 용접되는 것은 피하여야 한다. 선루 배치와 관련하여, 둥근 거널 형식 현측후판으로부터 각진 현측후판으로의 변환부는 어떠한 불연속부도 없도록 설계되어야 한다.

8.2.5 판 연결

내측 종격벽판 및 내저판이 연결되는 위치에서는, 응력 집중이 일어나지 않도록 설계되어야 한다. 호퍼탱크 경사판과 내측 종격벽판 및 내저판과의 연결부는 1차 지지부재에 의하여 지지되어야 한다.

9. 갑판 구조

9.1 구조 배치

9.1.1 늑골 구조

종강도에 기여하는 갑판 구역은 종 늑골 방식이어야 한다.

9.1.2 스트링거 판

스트링거 판의 폭은 $0.8 + L/200$ m 보다 작아서는 아니 된다. 다만, 되며, 1.8 m 보다 클 필요는 없다. 둥근 거널 형식 스트링거 판인 경우, **[8.2.4]**의 요건에 적합한 반지름을 가져야 한다.

9.1.3 선루 및 갑판실의 연결

강력갑판과 선루 또는 갑판실의 연결은 갑판하부 지지구조까지 하중이 전달되도록 설계되어야 한다.

9.2 갑판 치수

9.2.1

갑판 보강재의 웨브 깊이는 60 mm 보다 작아서는 아니 된다. 1차 지지부재의 웨브 깊이는 각각 탱크와 건 구역 내에서는 굽힘 스팬의 10 % 및 7 % 보다 작아서는 아니 되며, 만약 슬롯이 보강되어 있지 않은 경우에는 슬롯 깊이의 2.5 배보다 작아서는 아니 된다. 굽힘 스팬은 **3장 7절**에 따른 굽힘 스팬 또는 복합 격자구조에서는 다른 1차 지지부재까지 연결부 간의 거리이다.

10. 격벽 구조

10.1 적용

10.1.1

이 요건은 평면 또는 파형인 종 / 횡격벽에 적용한다.

10.2 일반

10.2.1

격벽에서 수직 1차 지지부재의 웨브 높이는 바닥에서부터 갑판까지 점진적으로 테이퍼 되어야 한다.

10.2.2

갑판거더 부근의 갑판은 보강되어야 한다.

10.2.3

거더를 지지하는 격벽 또는 거더 대신에 설치된 필러 및 종격벽은 같은 위치의 스탠션(stanchion) 또는 필러에 요구되는 것과 동등한 지지를 제공하기 위하여 보강되어야 한다.

10.2.4

화물 또는 평형수 관이 관통하는 격벽의 경우, 연결부 주위의 구조 배치는 관내의 유압에 의하여 격벽에 전달되는 하중에 적절한 것이어야 한다.

10.3 평면 격벽

10.3.1 일반

평면 격벽은 수평 또는 수직으로 보강될 수 있다. 수평 보강된 격벽은 수직 1차 지지부재에 의하여 지지되는 수평 보강재로 구성된다. 필요시, 수직 보강된 격벽은 수평 스트링거에 의하여 지지되는 수직 보강재로 구성된다. 호퍼 및 톱사이드 탱크 수밀격벽의 수직 보강재의 웨브는 경사판의 종 보강재의 웨브와 정열되어야 한다. 이중저 내의 늑판은 횡격벽과 일렬로 설치하여야 한다.

10.3.2 보강재의 단부 연결

수밀격벽을 관통하는 보강재의 관통부는 수밀이어야 한다. 일반적으로, 보강재의 단부 연결은 브래킷으로 하여야 한다. 선형 등으로 인하여 브래킷 단부연결이 불가능한 경우, 다른 배치를 허용할 수 있다.

10.3.3 보강재의 스닙 단부

[3.4]에 적합할 경우, 정수압을 받는 격벽에 스닙단이 사용될 수 있다.

10.4 파형격벽

10.4.1 일반

형 깊이가 18 m 이상인 선박의 경우, 수직 파형의 횡 수밀격벽에는 하부스툴과 갑판 하부에 일반적으로 상부스툴이 설치되어야 한다. 형 깊이가 16 m 이상인 선박의 경우, 액체압력을 받는(탱크 격벽 및 평형수 화물창 격벽) 수직 파형의 횡 수밀격벽에는 하부스툴을 설치하여야 하며 갑판 하부에 일반적으로 상부스툴이 설치되어야 한다.
상기 이외의 경우 파형격벽은 내저판부터 갑판까지 연장할 수 있다.

10.4.2 구조

그림 20은 파형격벽의 주요치수 b_{f-cg}, R, b_{w-cg}, d_{cg}, t_f, t_w, s_{cg} 는 **그림** 21에 따른다. 파형 각도 ϕ는 55도 보다 작아서는 아니 된다. 굽힘 축과 평행한 방향의 용접이 굽힘 구역 내에 있는 경우, 용접 절차는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

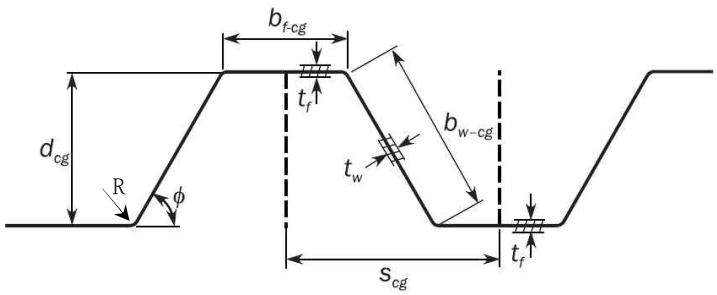


그림 21 파형격벽의 치수

10.4.3 파형격벽 깊이

파형의 깊이 d(mm)는 다음보다 작아서는 아니 된다.

$$d_{cg} = \frac{1000\,\ell_c}{C}$$

ℓ_c : [10.4.5]에 따른 고려된 파형의 스팬.
C : 계수로서 다음과 같다.
C = 15, 탱크 및 평형수 화물창 격벽의 경우
C = 18, 건 화물창 격벽의 경우

10.4.4 파형의 실제 단면계수

파형의 실제 순 단면계수(cm^3)는 다음 식으로부터 구할 수 있다.

$$Z = \left[\frac{d_{cg}(3\,b_{f-cg}\,t_f + b_{w-cg}\,t_w)}{6}\right] 10^{-3}$$

t_f, t_w : **그림 21**에 나타난 파형 판의 순 두께(mm)
d_{cg}, b_{f-cg}, b_{w-cg} : **그림 21**에 나타난 파형의 치수(mm)

격벽의 단부에서 웨브의 연속성이 보장되지 않는 경우, 파형의 실제 순 단면계수(cm^3)는 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$Z = 0.5\,b_{f-cg}\,t_f\,d_{cg}\,10^{-3}$$

10.4.5 파형의 스팬

파형의 스팬 ℓ_c은 **그림 22**에 나타난 거리로 구하여야 한다.
ℓ_c의 정의에 대하여, 상부스툴의 하부와 중심선에서의 갑판으로까지의 거리가 다음 값보다 크지 않아야 한다.

- 직사각형 스툴이 아닌 경우 : 파형 깊이의 3배
- 직사각형 스툴의 경우 : 파형 깊이의 2배

10.4.6 구조 배치

파형격벽이 1차 지지부재 부근에서 절단되는 경우, 파형 플랜지는 1차 지지부재와 양측에서 정렬되어야 한다.

10.4.7 격벽 단부 지지

파형 단부에서 파형격벽의 강도 연속성이 유지되어야 한다.
하부스툴을 갖는 격벽의 경우, 늑판이나 거더는 하부스툴의 양측과 정렬하여 설치하여야 한다. 하부스툴을 갖지 않는 격벽의 경우, 늑판이나 거더는 수직 파형 횡격벽의 양쪽 플랜지와 정렬시켜야 한다.
지지 늑판 또는 거더는 적절히 설계된 전단 판에 의하여 서로 연결되어야 한다.
갑판에 상부스툴이 설치되지 않는 경우, 횡 또는 종 보강재를 파형 플랜지와 정렬하여 설치하여야 한다.
내측 종격벽판, 외판, 종격벽, 트렁크 등과 같은 경계 구조와 인접하여 연결된 파형 플랜지가 일반 파형 플랜지 폭의 50 % 보다 작을 경우는 연결부에 대하여 정밀한 해석이 요구된다.

10.4.8 격벽 스툴

스툴 측판은 파형 플랜지와 정렬되어야 한다.

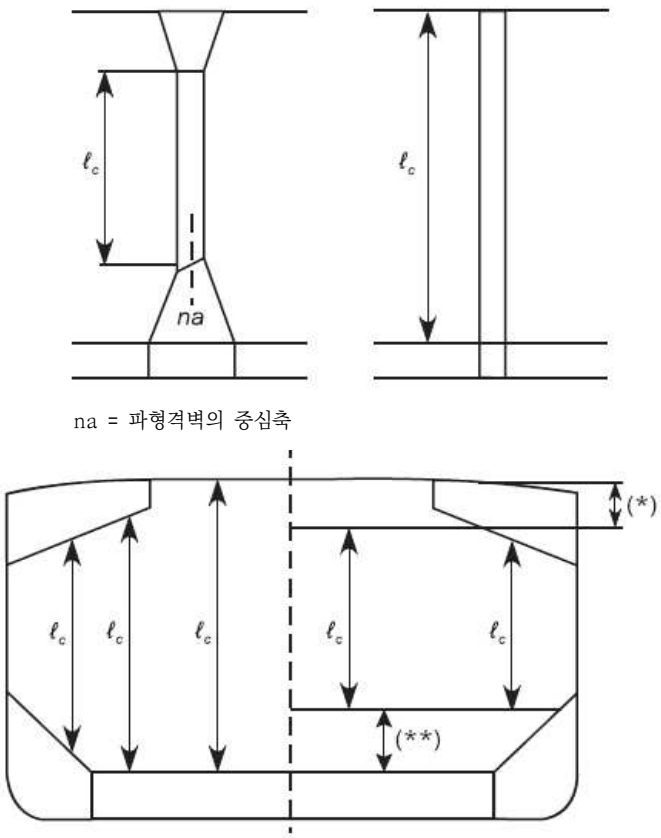
10.4.9 하부스툴

하부스툴이 설치될 경우 스툴의 높이는 일반적으로 다음에 의한 것 이상이어야 한다.

- 산적화물선 : 3 개의 파형 깊이
- 유조선 : 1 개의 파형 깊이

수직 평면에 스툴 측면 보강재의 단부가 설치되는 경우, 그 단부는 스툴의 상단 및 하단에서 브래킷과 연결하여야 한다. 하부스툴 측면 수직 보강재 및 스툴의 브래킷은 내저 구조(종 보강재)와 정렬되어야 한다. 하부스툴 측판은, 내저판과 스툴 정판 사이의 어느 곳에서도 너클 되어서는 아니 된다.
스툴 정판의 자유단으로부터 파형 플랜지 표면까지의 거리 d 는 **그림 23**에 따라야 한다.
하부스툴은 이중저 늑판 또는 거더와 정렬하여 설치하여야 하며, 그 하부에서의 폭은 다음에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

- 산적화물선 : 2.5 개의 파형 깊이
- 유조선 : 1 개의 파형 깊이



na = 파형격벽의 중심축

(*) 상부스툴 높이
(**) 하부스툴 높이

그림 22 파형의 스팬

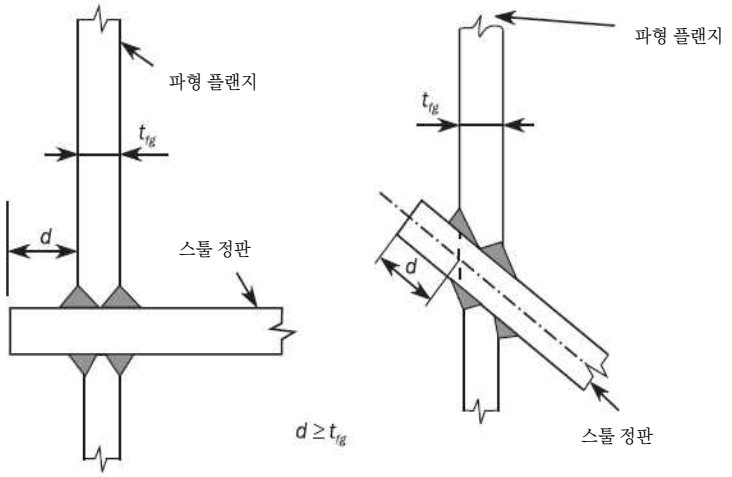


그림 23 스툴 정판 끝단으로부터 파형 플랜지의 표면까지의 허용거리 *d*

스툴에는 이중저 거더나 늑판에 정렬시킨 다이어프램(diaphram)을 설치하여야 한다. 스툴 정판과 연결되는 방향의 브래킷이나 다이어프램에 스캘롭을 시공하여서는 아니 된다.
스툴의 측판은 완전 용입 용접 또는 부분 용입 용접에 의하여 스툴 정판 및 내저판과 연결되어야 한다. 지지 늑판은 완전 용입 용접 또는 부분 용입 용접에 의하여 내저판과 연결되어야 한다.

10.4.10 상부스툴

상부스툴이 설치될 경우, 스툴의 높이는 다음에 의한 것 이상이어야 한다.

- 산적화물선 : 파형 깊이의 2배 이상
- 유조선 : 파형 깊이

직사각형 스툴의 높이는 일반적으로 창구 측 거더 위치 또는 실행 가능한 내부 선체에서 갑판으로부터 측정하였을 때 파형 깊이의 2배 이상이어야 한다. 상부스툴을 갑판 횡부재 또는 창구 단부 보에 연결하기 위하여 브래킷이나 깊은 웨브를 설치하여야 한다. 횡격벽의 상부스툴은 인접한 창구 단부 보 사이의 갑판거더 또는 깊은 브래킷에 의하여 적절히 지지하여야 한다. 상부스툴 하부 판의 폭은 일반적으로 하부스툴 정판의 폭과 같아야 한다. 산적화물선의 직사각형이 아닌 스툴의 정판의 폭은 파형 깊이의 2배 이상이어야 한다. 수직 평면에 스툴 측면 보강재를 설치하는 경우, 그 단부는 스툴의 상하부에서 브래킷과 연결하여야 한다.
스툴에는 창구 단 코밍 거더 또는 횡 방향 갑판 1차 지지부재까지 연장된 종 갑판거더와 정렬되고 유효하게 연결된 다이어프램을 설치하여야 한다. 스툴 하부 판과의 연결된 브래킷이나 다이어프램에는 스캘롭을 시공하여서는 아니 된다.

10.5 비수밀 격벽

10.5.1 일반

일반적으로 제수격벽의 개구는 충분한 곡률반경을 가져야 하고 합계 면적은 격벽 면적의 10 % 보다 작아서는 아니 된다. 이 경우 비수밀 격벽의 면적은 탱크 경계에 이르는 한 개 평면의 전체 단면적을 말한다.

10.5.2 필러 역할을 하지 않는 비수밀 격벽

필러의 역할을 하지 않는 비수밀 격벽에 설치된 보강재의 최대 간격은 다음과 같다.

- 횡 격벽의 경우, 0.9 m
- 종 격벽의 경우, 2 개의 늑골 간격, 다만 최대 1.5 m

격벽 보강재의 순 두께(mm)는 다음 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 3 + 0.015\,L_2$$

평강의 격벽 보강재 깊이는 일반적으로 보강재 길이의 1/12 보다 작아서는 아니 된다.
더 작은 깊이의 보강재는 **10장 4절 [2.2]** 및 **8장**에 적합한 계산을 근거로 허용될 수 있다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

10.5.3 필러 역할을 하는 비수밀 격벽

필러 역할을 하는 비수밀 격벽에는 다음과 따른 최대 간격을 갖는 격벽 보강재를 설치하여야 한다.

- 늑골 간격이 0.75 m 를 넘지 않는 경우, 2개의 늑골 간격
- 늑골 간격이 0.75 m 를 넘는 경우, 1개의 늑골 간격

비수밀 격벽이 파형일 경우, 파형의 깊이는 100 mm 보다 작아서는 아니 된다. 판 순 두께의 35 배 또는 보강재 길이의 1/12 중 작은 값과 같은 판의 폭을 고려하여, 각 수직 보강재는 지지하여야 할 하중에 대하여 **6장**의 해당되는 요건을 충족시켜야 한다.

10.6 트렁크 및 터널의 수밀 격벽

10.6.1

수밀 트렁크, 터널, 덕트 킬 및 통풍통은 상응하는 수준의 수밀 격벽과 같은 강도를 가져야 한다. 수밀을 위한 수단 및 개구를 막기 위한 배치는 우리 선급이 만족하는 것이어야 한다.

11. 필러

11.1 일반

11.1.1

실행 가능한 한 필러는 동일한 수직선상에 설치하여야 한다. 불가능하다면, 하부 지지구조에 하중전달을 할 수 있도록 유효한 수단이 제공되어야 한다. 모든 필러의 상단과 하단에서 하중을 분산시키도록 유효하게 배치되어야 한다. 필러가 편심하중을 지지하는 경우, 그에 발생하는 추가적인 굽힘 모멘트에 대하여 보강되어야 한다.

11.1.2

필러는 이중저 거더와 정열시키거나 또는 실행 가능한 한 가까이에 설치하여야 하며, 필러의 상하부 구조는 하중이 유효하게 분산이 되도록 충분한 강도를 가져야 한다. 내저판에 연결되는 필러가 늑판 및 거더의 교차점에 위치하지 않는 경우, 필러 지지에 필요한 부분 늑판 또는 거더 또는 동등 구조가 설치되어야 한다.

11.1.3

탱크 내에 설치된 필러는 폐 단면이어서는 아니 된다. 정수압이 필러의 인장응력을 발생시킬 수 있는 경우, 필러 및 그 끝단 연결부의 인장응력은 재료의 규격 최소항복응력의 45 % 를 넘어서는 아니 된다.

11.2 연결

11.2.1

필요한 경우 두꺼운 이중판 및 브래킷으로 필러의 상하부를 고정시켜야 한다. 우리 선급이 동등하다고 인정하는 경우 이중판의 대안을 인정할 수 있다. 필러가 인장력을 받는 경우, 필러의 상하부는 인장력을 견딜 수 있도록 유효하게 고정시켜야 하고 이중판은 삽입판으로 대체되어야 한다. 이중판의 두께는 필러 순 두께의 1.5 배 이상이어야 한다. 필러의 상하부는 연속 용접되어야 한다.

제 7 절 구조의 이상화

기호

이 절에서 정의 되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

φ_w : 보강재나 1차 지지부재의 웨브와 부착판 사이 각도(보강재에 대하여 **그림 14** 참조 및 1차 지지부재에 대하여 **10장 1절 그림 5** 참조). 각도가 75도 이상 105도 이하인 경우, φ_w 는 90도로 한다.

ℓ_{bdg} : 보강재에 대해서는 **[1.1.2]** 그리고 1차 지지부재에 대해서는 **[1.1.6]**에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

ℓ_{shr} : 보강재에 대해서는 **[1.1.3]** 그리고 1차 지지부재에 대해서는 **[1.1.7]**에 따른 유효 전단 스팬(m)

ℓ : 1차 지지부재나 보강재의 전체 길이(m)

s : **[1.2]**에 따른 보강재 간격(mm)

S : **[1.2]**에 따른 1차 지지부재 간격(m)

a : **[2.1.1]**에 따른 EPP의 길이(mm)

b : **[2.1.1]**에 따른 EPP의 폭(mm)

h_{stf} : 면재를 포함한 보강재의 높이(mm)

t_p : 보강재가 부착된 판의 순 두께(mm)

t_w : 웨브의 순 두께(mm) (구평강 형상의 경우 **[1.4.1]** 참조)

b_f : 플랜지의 폭(mm) (**3장 2절 그림 2**, 구평강 형상의 경우 **[1.4.1]** 참조)

t_f : 플랜지의 순 두께(mm)

PSM : 1차 지지부재

EPP : 요소 판 패널

LCP : 하중 계산점

[CORR1 to 01 JAN 2021]

1. 1차 지지부재와 보강재의 구조적 이상화

1.1 유효 스팬

1.1.1 일반

이 조항에 정의된 것과 배치가 다를 경우, 스팬 정의는 특별하게 고려되어야 한다.

1.1.2 보강재의 유효 굽힘 스팬

보강재의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg} 은 단일선측 구조에 대해서는 **그림 1**, 이중선측 구조에 대해서는 **그림 2**와 같이 측정하여야 한다. 웨브 보강재의 끝단이 스닙 되었거나 고려하는 보강재에 연결되지 않았을 경우 유효 굽힘 스팬은 1차 지지부재 사이에 이면 브래킷이 부착되지 않았을 때의 전체 길이로써 정의된다.(**그림 1** 참조)
유효 굽힘 스팬은 브래킷이 보강재의 자유단이나 플랜지에 연결되는 경우 감소시킬 수 있다. 부착판에 대하여 보강재의 반대편에 설치된 브래킷은 유효 굽힘 스팬이 감소시키는 것으로 고려하여서는 아니 된다.

단일선측 구조에서, 1차 지지부재의 한 면에 브래킷 또는 웨브 보강재에 의해 지지되는 보강재의 유효 굽힘 스팬은, **그림 1**의 (a)에서 보는 바와 같이 1차 지지부재 간의 전체 길이로 한다. 브래킷이 1차 지지부재의 양면에 설치되어 있다면, 유효 굽힘 스팬은 **그림 1**의 (b), (c) 및 (d)와 같이 구해진다.

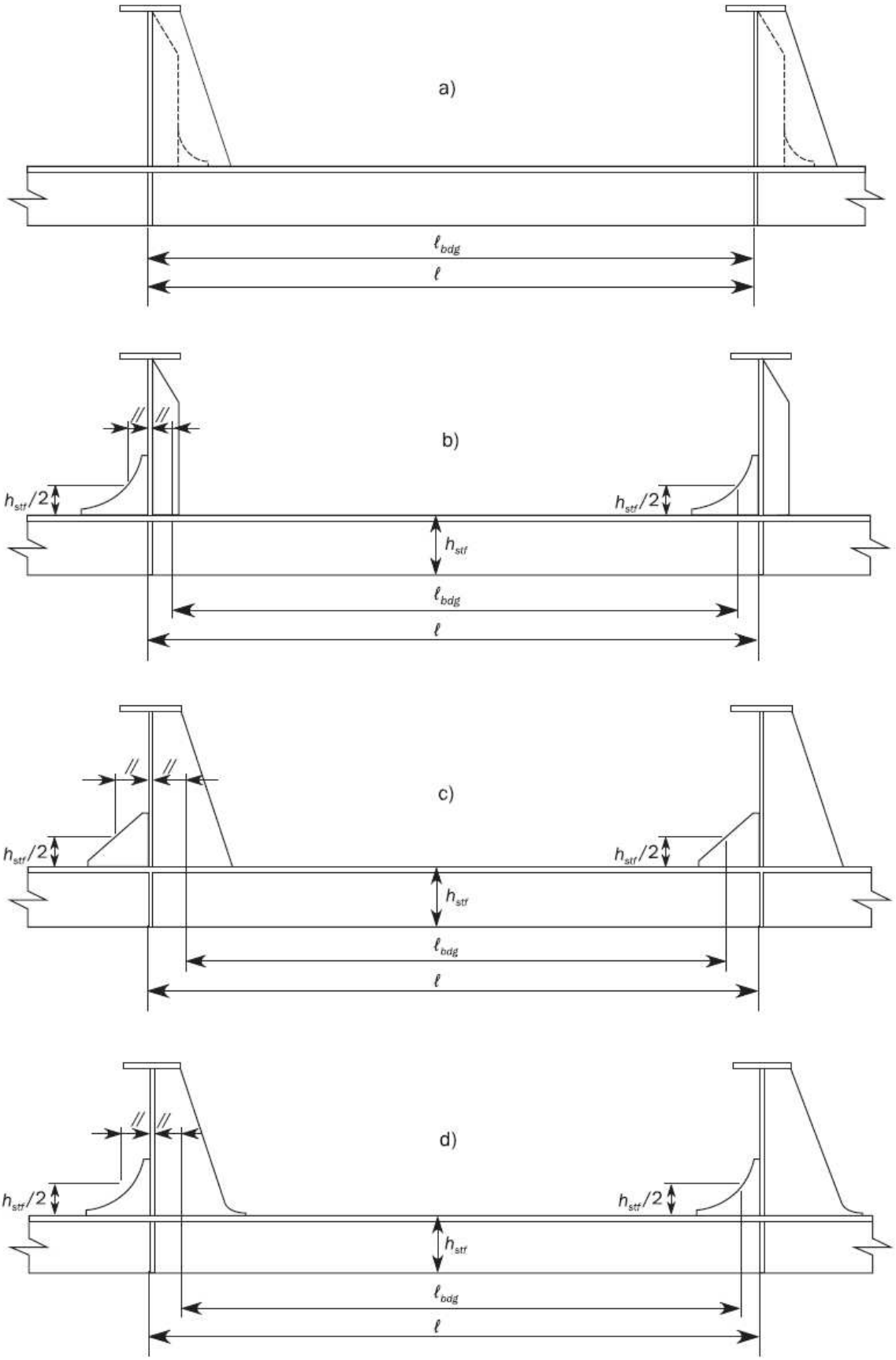


그림 1 웨브 보강재에 의하여 지지되는 보강재의 유효 굽힘스팬 (단일 선체 구조)

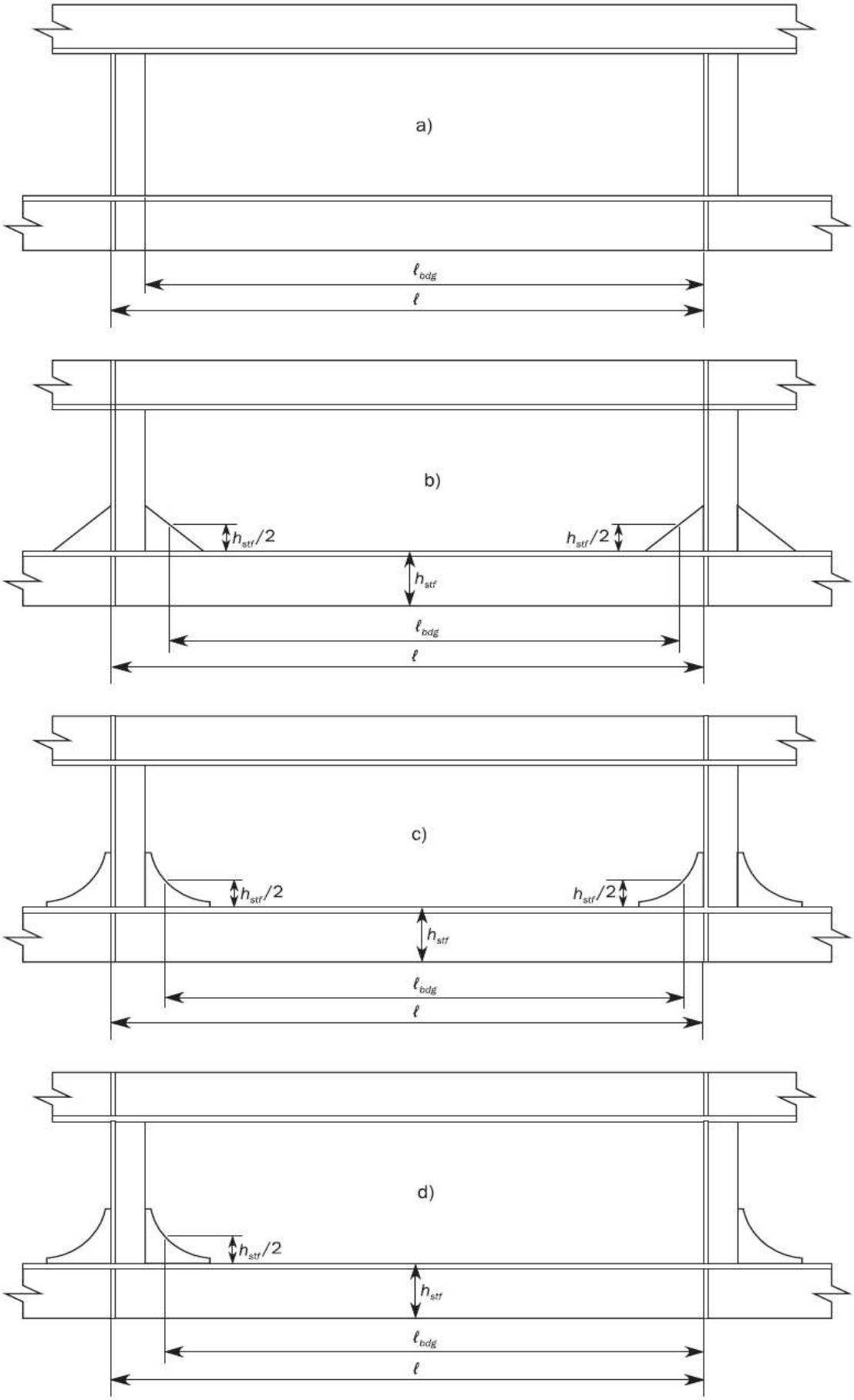


그림 2 웨브 보강재에 의하여 지지되는 보강재의 유효 굽힘스팬 (이중 선체 구조)

보강재의 면재가 브래킷의 곡선 자유단를 따라 연속되는 경우, 유효 굽힘 스팬은 브래킷의 깊이를 보강재 깊이 1/4에 해당하는 점까지로 한다.(**그림 3** 참조)

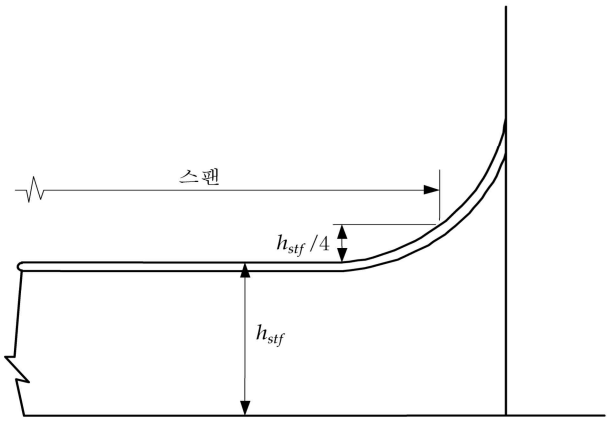


그림 3 브래킷의 자유단에 연속적인 면재를 가진 경우의 유효 굽힘 스팬

1.1.3 보강재의 유효 전단 스팬

보강재의 유효 전단 스팬 ℓ_{shr} 은 단일선체 구조에 대해서는 **그림 4**와 같이 이중선측 구조에 대해서는 **그림 5**와 같이 측정 되어야 한다. 유효 전단 스팬은 브래킷이 보강재의 플랜지 또는 자유단과 연결되는 경우, 또는 보강재 부착판의 반대편에 브래킷이 설치된 경우 감소시킬 수 있다. 브래킷이 플랜지나 보강재의 자유단과 연결되고 보강재 부착판의 반대편에 브래킷이 설치되어 있는 경우, 유효 전단 스팬은 긴 유효 브래킷 암을 사용하여 감소시킬 수 있다. 지지구조 상세와 관계없이, 보강재의 총 길이는 부재의 양 끝단에서 최소 $s/4000$ m 에 의하여 감소 될 수 있으므로 유효 전단 스팬 ℓ_{shr} (m)은 다음 식보다 커서는 아니 된다.

$$\ell_{shr} \le \ell - \frac{s}{2000}$$

곡면 브래킷 또는 긴 브래킷(길이 / 높이의 비율이 큰 브래킷)의 유효 브래킷 길이는 **그림 4**의 (c), 및 **그림 5**의 (c)와 같이 최대 1 : 1.5 의 직각 삼각형으로 취하여 측정하여야 한다. 보강재의 면재가 브래킷의 곡면 자유단에서 연속되는 경우, 스팬 지점 위치의 결정을 위한 브래킷의 길이는 **그림 6**과 같이 브래킷 암의 길이의 1.5 배보다 커서는 아니 된다.

1.1.4 보강재의 스팬에 대한 선체 형상의 효과

곡진 보강재의 경우, 스팬은 플랜지를 갖는 보강재의 경우에는 플랜지에서 측정된 스팬점 사이의 현(chord)길이이고, 평강 보강재의 경우에는, 자유단에서 측정된 스팬점 사이의 현(chord)길이이다. 유효 스팬의 계산은 **[1.1.2]**와 **[1.1.3]**의 요건에 적합하여야 한다.

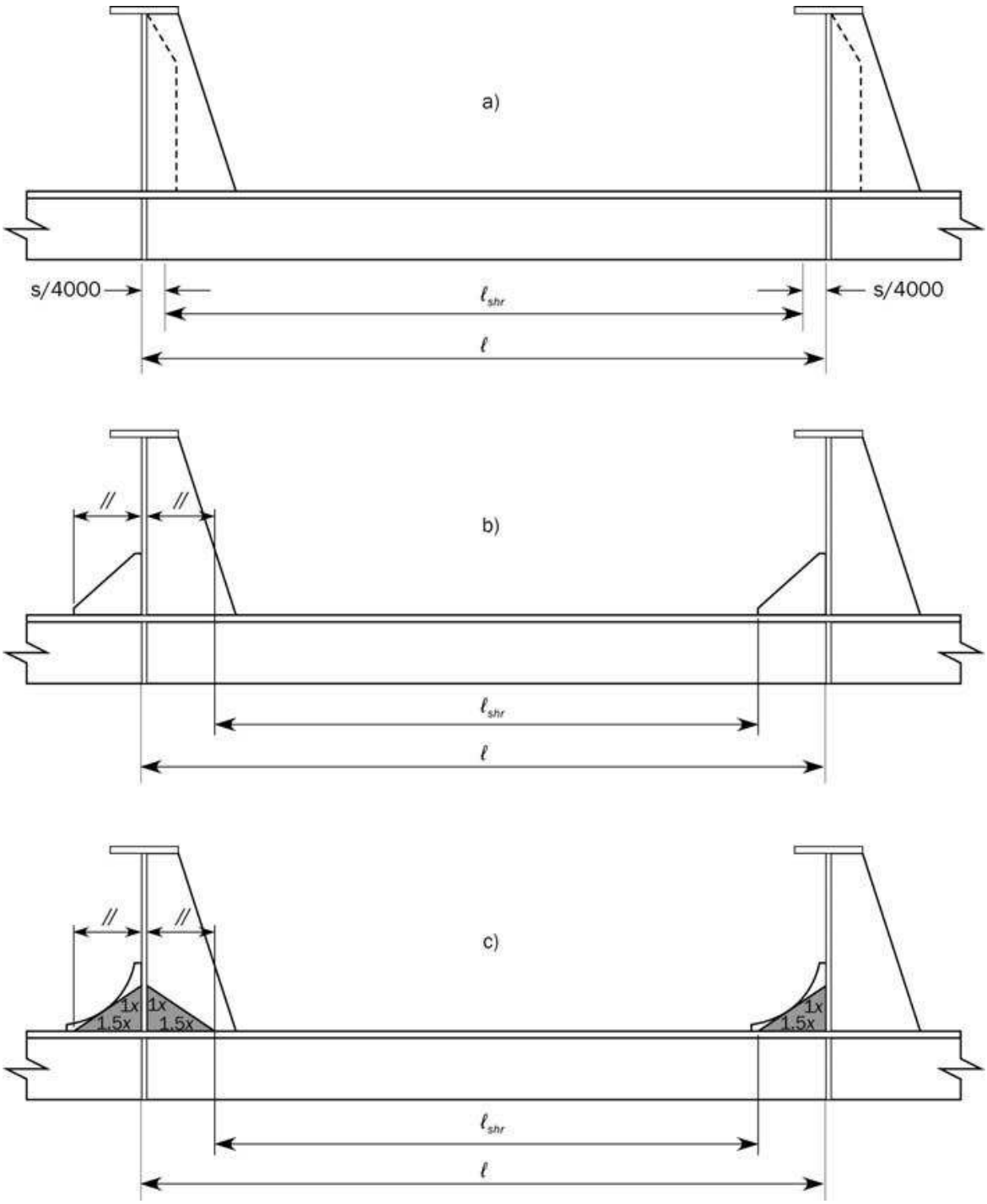


그림 4 웨브 보강재에 의하여 지지되는 보강재의 유효 전단스팬 (단일 선체 구조)

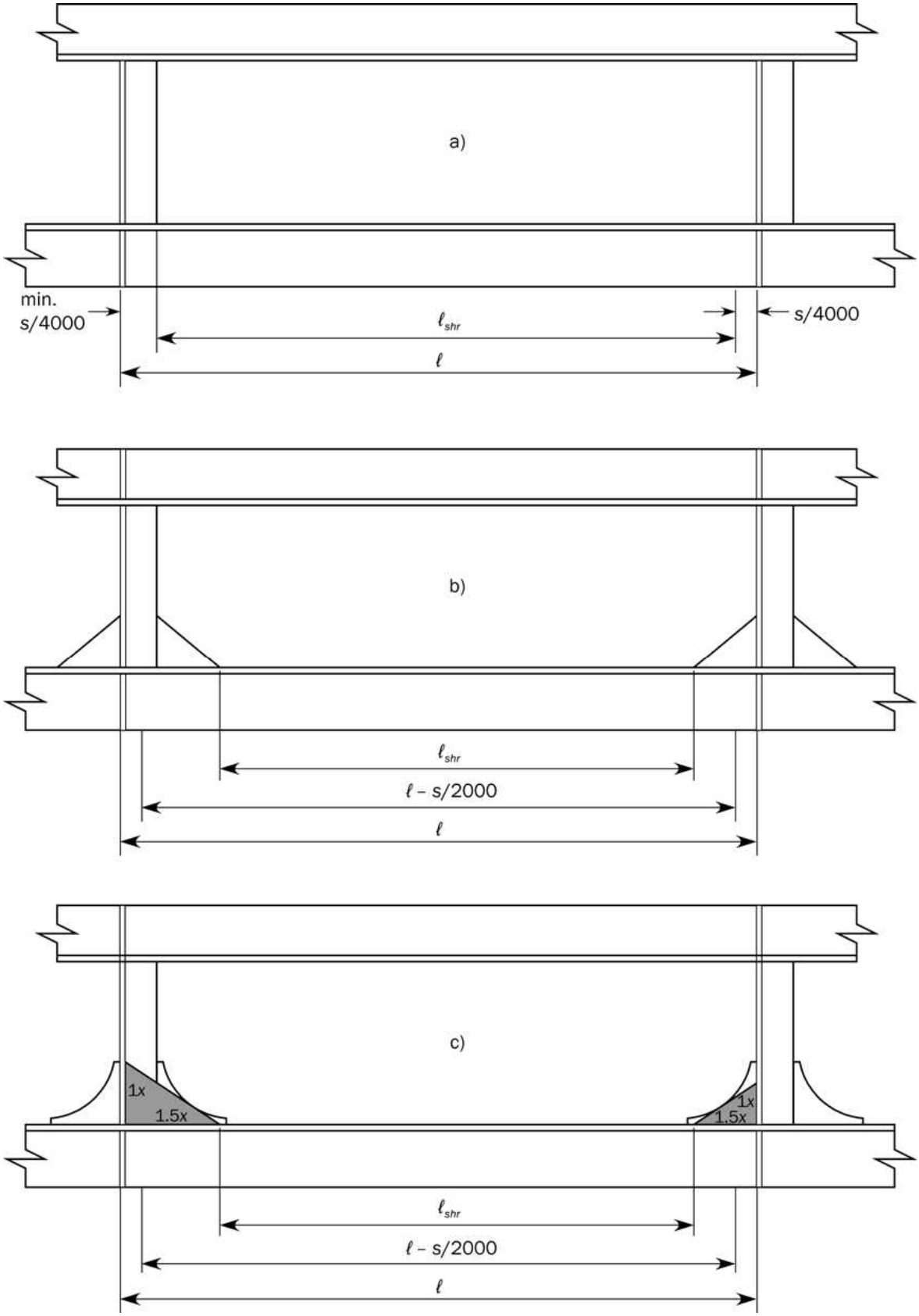


그림 5 웨브 보강재에 의하여 지지되는 보강재의 유효 전단스팬 (이중 선체 구조)

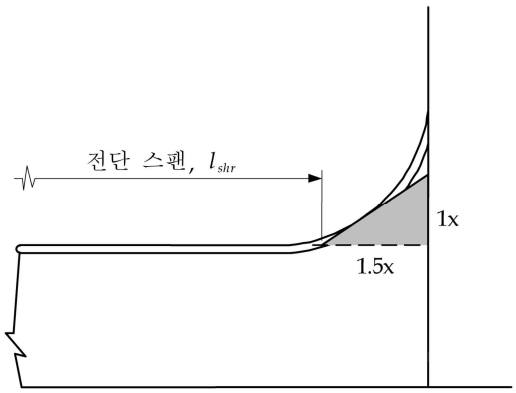


그림 6 브래킷 면재가 브래킷의 자유단에 연속인 보강재 유효 전단 스팬

1.1.5 스트럿으로 지지되는 보강재의 유효 스팬

길이가 120 m 를 넘는 선박에서는 스트럿으로 지지되는 보강재의 배치는 허용되지 않는다.
1차 지지부재 사이의 중간에 부착되는 한 개의 스트럿으로 지지되는 보강재의 스팬 ℓ 은 0.7 ℓ_2 로 한다.
1차 지지부재 사이에 1/3 및 2/3 지점에 두 개의 스트럿이 설치되는 경우, 보강재의 스팬 ℓ 은 0.7 ℓ_2 로 한다.
ℓ_1 및 ℓ_2 은 **그림 7** 및 **그림 8** 에 정의한 스팬이다.

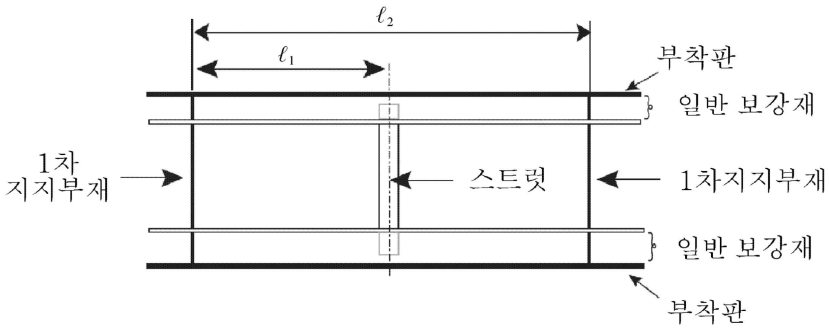


그림 7 한 개의 스트럿을 갖는 일반 보강재의 스팬

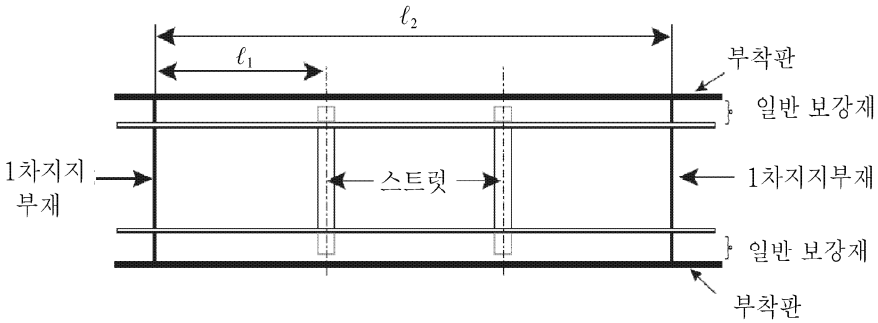


그림 8 두 개의 스트럿을 갖는 일반 보강재의 스팬

1.1.6 1차 지지부재의 유효 굽힘 스팬

단부 브래킷이 없는 1차 지지부재의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg} (m)은 지지점 사이의 부재 길이로 구한다.
1차 지지부재의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg} 은 적절한 단부 브래킷이 설치된 경우 지지점 사이의 부재의 전 길이 보다 작게 취할 수 있다.
단부 브래킷을 갖는 1차 지지부재의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg} (m)은 **그림** 9의 (b)와 같이 브래킷 깊이가 1차 지지부재 웨브 높이의 1/2과 같은 지점 사이의 거리로 한다. 이러한 스팬 지점을 정의하는데 사용되는 유효 브래킷은 [1.1.8]에 주어진 것과 같이 구한다.
그림 9의 (a), (c) 및 (d)와 같이 부재의 면재가 브래킷의 면재를 따라 연속인 브래킷의 경우, 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg} 은 브래킷 깊이가 1차 지지부재 웨브 높이의 1/4과 같은 지점 사이의 거리로 구한다. 이러한 스팬 지점을 정의하는데 사용되는 유효 브래킷은 [1.1.8]에 주어진 것과 같이 구한다.
길이/높이의 비가 1.5 보다 큰 직선 브래킷의 경우, 스팬 지지점은 유효한 브래킷에서 구해야 한다. 그렇지 않으면, 스팬 지지점은 부착된 브래킷에서 구해야 한다.
곡진 브래킷의 경우, 스팬 지지점은 부착된 브래킷 및 유효한 브래킷 사이의 접점 위의 스팬 위치에 대하여 부착된 브래킷에서 구해야 한다. 그렇지 않다면, 스팬 지지점은 유효한 브래킷에서 구해야 한다.
1차 지지부재의 면재가 브래킷의 역할을 하고 이면 브래킷이 부착된 경우, 스팬 지지점은 전체 깊이가 1차 지지부재 깊이의 두 배가 되는 지점보다 클 필요가 없다. **그림** 9의 (e) 및 (f)는 작고 큰 이면 브래킷 배치의 예를 보여준다.
1차 지지부재의 높이가 일정하게 유지되고, 면재의 폭이 지지점을 향하여 증가되는 배치의 경우, 유효한 굽힘 스팬은 면재의 폭이 공칭 폭의 두 배가 되는 지점으로 할 수가 있다.

1.1.7 1차 지지부재의 유효 전단 스팬

1차 지지부재의 유효 전단 스팬은 유효 굽힘 스팬과 비교하여 감소될 수 있고, 유효 브래킷의 토우가 **그림** 10과 같다면, 지지부재의 유효 브래킷의 토우 사이에서 구해진다. 토우지점을 정의하는데 사용되는 유효 브래킷은 [1.1.8]과 같다.
유효한 이면 브래킷이 면재에 인접한 유효한 브래킷보다 큰 배치의 경우, 전단 스팬은 **그림** 10 (f)와 같이 유효 브래킷 토우간 거리의 평균값으로 구한다.

1.1.8 유효 브래킷 정의

유효 브래킷은 부착된 브래킷 안에 길이/높이의 비가 1.5인 최대 크기의 직각삼각형 브래킷으로 정의된다. (**그림** 9의 예 참조)

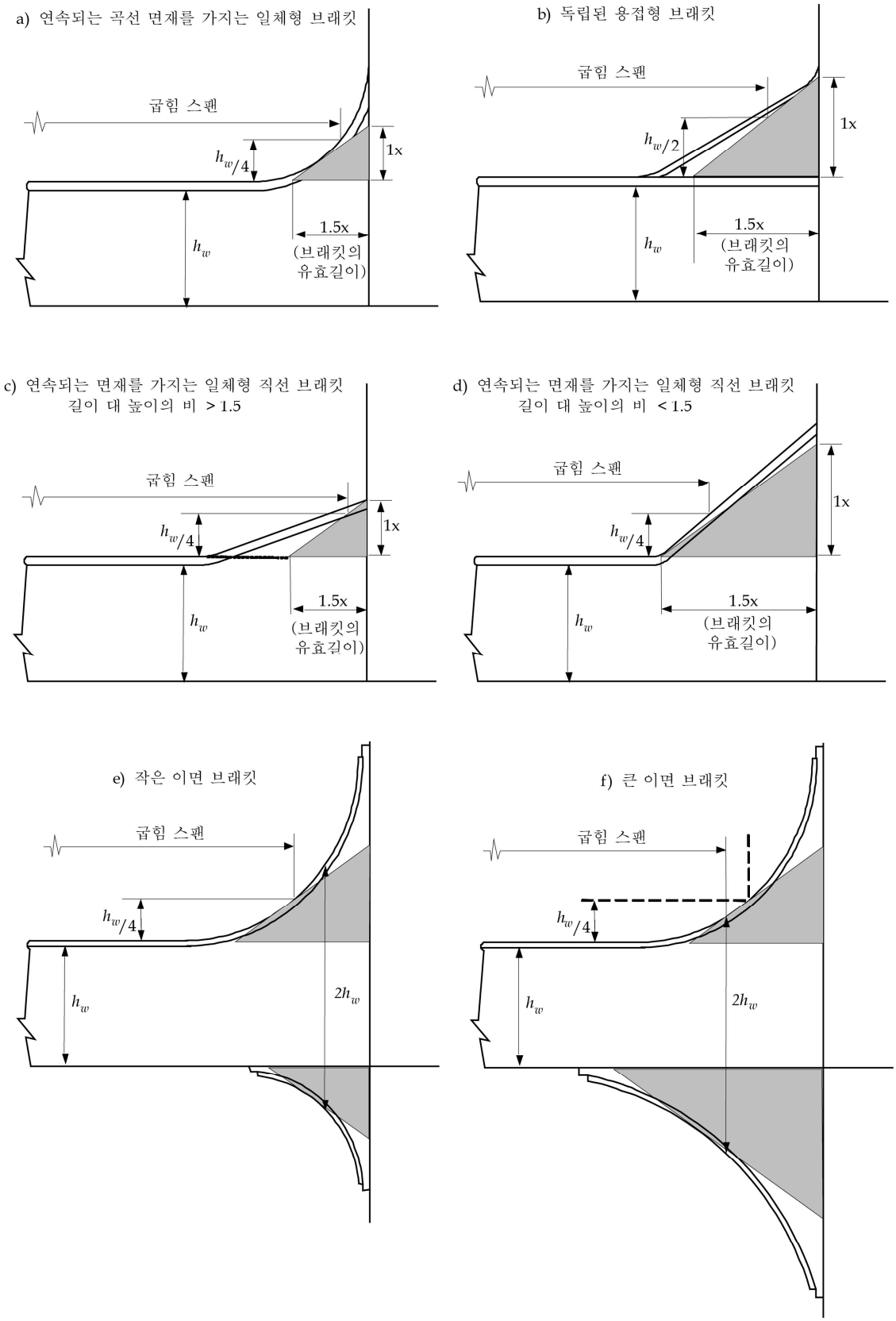


그림 9 굽힘 평가를 위한 1차 지지부재의 유효 굽힘 스팬

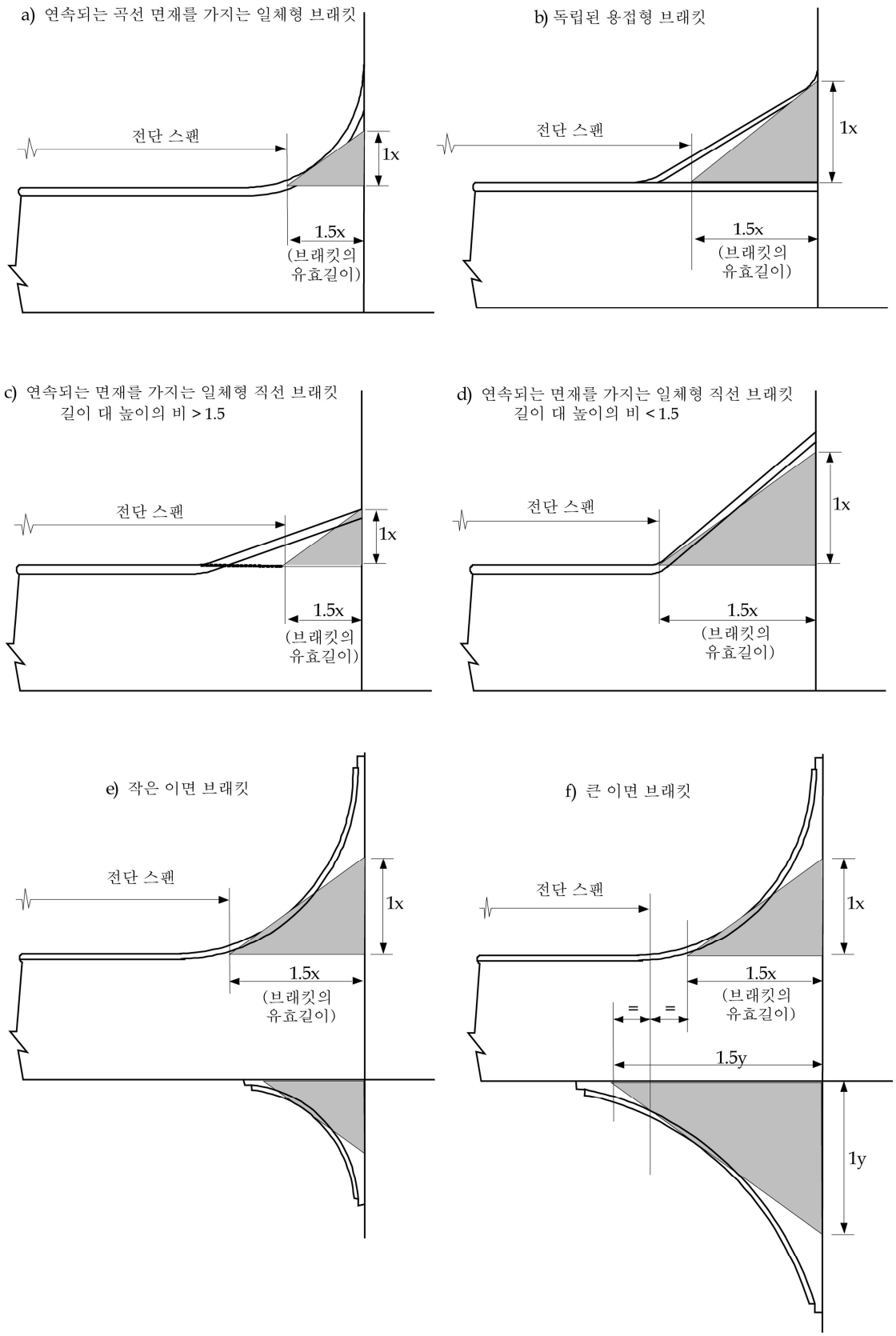


그림 10 전단 평가를 위한 1차 지지부재의 유효 전단 스팬

1.2 간격 및 하중 지지 폭

1.2.1 보강재

보강재의 유효 부착판의 계산을 위하여, 보강재 간격 s (mm)는 **그림 11**에서 보는 것과 같이 다음 식으로 보강재 간의 평균 간격으로 구한다.

$$s = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4}{4}$$

b_1, b_2, b_3, b_4 : 보강재의 양단에서의 보강재 사이 간격(mm) (**그림 11** 참조)

일반적으로 보강재에 의해 지지되는 하중 폭은 s 와 동일하다.

1.2.2 1차 지지부재

1차 지지부재의 유효 부착판의 계산을 위하여 1차 지지부재 간격 S (m)는 **그림 11**에서 보는 것과 같이 인접한 1차 지지부재 간의 평균 간격으로 구한다.

$$S = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4}{4}$$

b_1, b_2, b_3, b_4 : 1차 지지부재의 양단에서의 1차 지지부재 사이 간격(m)

일반적으로, 1차 지지부재에 의해 지지되는 하중 폭은 S 와 동일하게 구한다.

1.2.3 곡진 판에서 간격

곡진 판에서 보강재의 간격 s 또는 1차 지지부재 간격 S 는 부재 사이의 평균 현(chord)길이로 한다.

1.3 유효폭

1.3.1 보강재

보강재의 항복강도 확인을 위하여 실제 순 단면 계수 계산 시 고려하는 판의 유효폭 b_{eff} (mm)은 다음 식에 의한다.

- 판이 보강재의 양쪽으로 연장된 경우

  $b_{eff} = 200\ell$ 또는
  $b_{eff} = s$)

  두 값 중 작은 값으로 한다.

- 판이 일반 보강재의 한 쪽으로만 연장된 경우(즉, 개구의 경계에 있는 보강재)

  $b_{eff} = 100\ell$ 또는
  $b_{eff} = 0.5s$

  두 값 중 작은 값으로 한다.

다만, 부착판의 순 두께가 8 mm 미만인 경우에는 유효폭은 600 mm 이하로 하여야 한다.
보강재의 좌굴 확인을 위한 고려하는 판의 유효폭 b_{eff} (mm)은 **8장 5절 [2.3.5]**에 따른다.

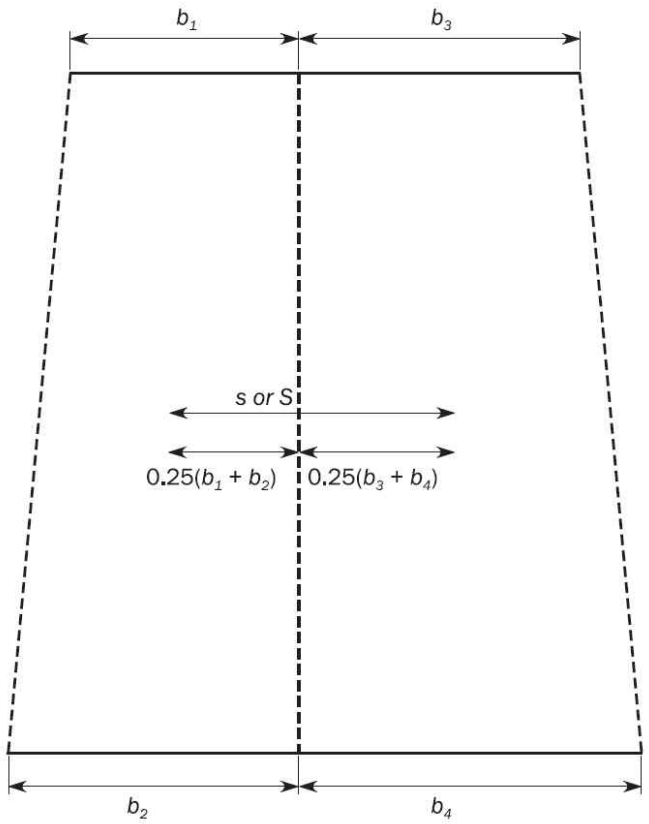


그림 11 판의 간격

1.3.2 1차 지지부재

1차 지지부재의 관성 모멘트 및 / 또는 단면 계수의 계산을 위하여, 판의 유효폭 b_{eff}(mm)은 다음 식에 따라 구한다.

$$b_{eff} = S \cdot \min\left[\frac{1.12}{1+\frac{1.75}{\left(\frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}}\right)^{1.6}}};1.0\right] \qquad \frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}} \geq 1\text{인 경우}$$

$$b_{eff} = 0.407\frac{\ell_{bdg}}{\sqrt{3}} \qquad \frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}} < 1\text{인 경우}$$

1.3.3 1차 지지부재의 부착판과 곡진 면재의 유효면적

(a)와 (b)에 주어진 유효 순 면적은 1차 지지부재가 부착된 곡면 부착판과 곡진 면재에만 적용된다. 이것은 면재에 평행한 웨브 보강재 경우에는 적용되지 않는다.
유효 순 면적은 다음 계산을 위하여 1차 지지부재에 적용한다.

- 6장의 치수 요건과 비교하기 위하여 사용되는 실제 순 단면 계수
- 7장에서 사용된 보 요소로 모델링되는 곡진 면재의 실제 유효 순 면적

(a) 유효 순 면적 $A_{eff-n50}$ (mm^2)은 다음 식에 따라 구한다.

$$A_{eff-n50} = C_f\, t_{f-n50}\, b_f$$

C_f : 플랜지 효율 계수로서 다음 식에 따른다. 단, 1.0 이하여야 한다.

$C_f = C_{f1}\dfrac{1.285}{\beta k_1}$ 대칭 면재의 경우

$C_f = 0.18 + \dfrac{0.08}{\beta^2}$ 비대칭 면재의 경우

$C_f = C_{f1}\dfrac{1.285}{\beta}$ 상자형 거더의 부착판의 경우

C_{f1} : 계수로서 다음 식에 따른다.

- 대칭 면재의 경우

$$C_{f1} = \frac{(\sinh k_1\beta \cosh k_1\beta + \sin k_1\beta \cos k_1\beta)}{(\cosh k_1\beta)^2 + (\cos k_1\beta)^2}$$

- 두 개의 웨브를 갖는 상자형 거더의 부착판의 경우

$$C_{f1} = \frac{0.78\,(\sinh\beta + \sin\beta)(\cosh\beta - \cos\beta)}{(\sinh\beta)^2 + \sin^2\beta}$$

- 여러 웨브를 갖는 상자형 거더의 부착판의 경우

$$C_{f1} = \frac{1.56\,(\cosh\beta - \cos\beta)}{\sinh\beta + \sin\beta}$$

k_1 : 다음에 의한 값

$k_1 = 1.4 + 1.25(1.4 - \beta)^3$, $\beta < 1.4$인 경우

$k_1 = 1.4$, $\beta \geq 1.4$인 경우

β : 다음에 의한 값

$$\beta = \frac{1.285\, b_1}{\sqrt{r_f\, t_{f-n50}}}, \quad \text{(rad)}$$

b_1 : 면재의 폭으로서 다음에 따른다.

- 대칭 면재의 경우, $b_1 = 0.5(b_f - t_{w-n50})$
- 비대칭 면재의 경우, $b_1 = b_f$
- 상자형 거더의 부착판의 경우, $b_1 = s_w - t_{w-n50}$

s_w : 상자형 거더의 웨브의 간격(mm)

b_f : 1차 지지부재의 부착판 또는 면재의 폭(mm) (**그림 12** 참조)

t_{w-n50} : 순 웨브 두께(mm)

t_{f-n50} : 순 플랜지 두께(mm). 비대칭 면재의 C_f 및 β 계산 시, t_{f-n50}는 t_{w-n50}보다 커서는 아니 된다.

r_f : 1차 지지부재의 부착판이나 곡진 면재의 반지름(mm)으로 두께의 중간에서의 값으로 한다.(**그림 12** 참조)

(b) 방사형 브래킷에 의하여 지지되는 곡진 면재 또는 원통형 보강재에 의하여 지지되는 판의 유효 순 면적(mm^2)은 다음 식에 따른다.

$$A_{eff-n50} = \left(\frac{3 r_f t_{f-n50} + C_f s_r^2}{3 r_f t_{f-n50} + s_r^2} \right) t_{f-n50} b_f$$

s_r : 웨브에 수직인 트리핑 브래킷, 웨브 보강재 또는 보강재의 간격(mm) (**그림 12** 참조)

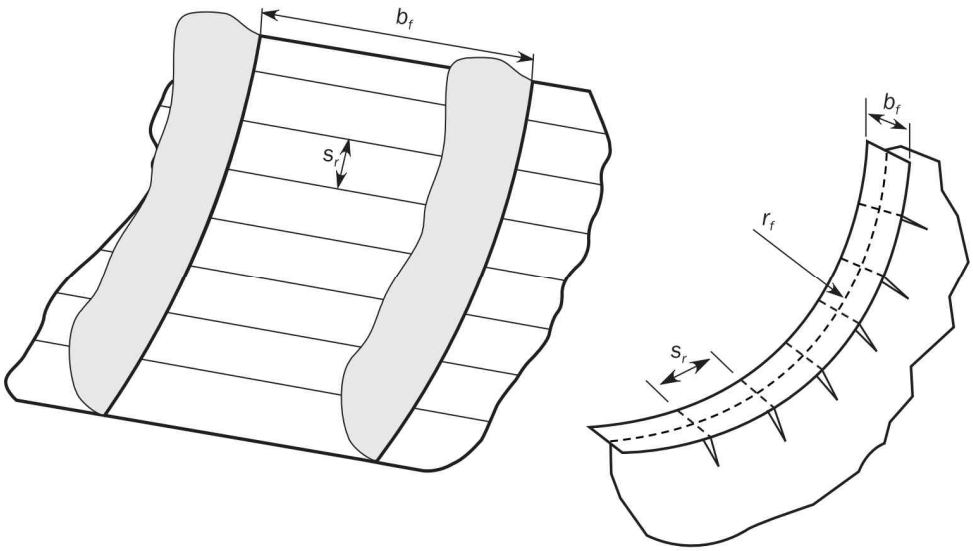


그림 12 곡진 외판 패널 및 면재

1.4 보강재 및 1차 지지부재의 기하학적 특성

1.4.1 구형강 단면을 갖는 보강재 형상

구형강 단면의 특성은 직접 계산에 의해 결정된다.
특성의 직접계산을 하는 것이 불가능하다면, 구평강 단면은 조립 단면과 동등하게 구할 수 있다. 동등한 조립 단면의 순 치수 h_W, b_f, t_f, t_w 는 다음 식에 따라 구한다.

$$h_W = h'_W - \frac{h'_W}{9.2} + 2 \qquad \text{(mm)}$$

$$b_f = \alpha \left(t'_W + \frac{h'_W}{6.7} - 2 \right) \qquad \text{(mm)}$$

$$t_f = \frac{h'_W}{9.2} - 2 \qquad \text{(mm)}$$

$$t_w = t'_w \qquad \text{(mm)}$$

h'_w, t'_w : **그림 13**에서와 같이, 구평강 단면의 순 높이와 순 두께(mm)

α : 다음에 의한 값

$$\alpha = 1.1 + \frac{(120 - h'_w)^2}{3000}, \qquad h'_w \le 120\text{인 경우}$$

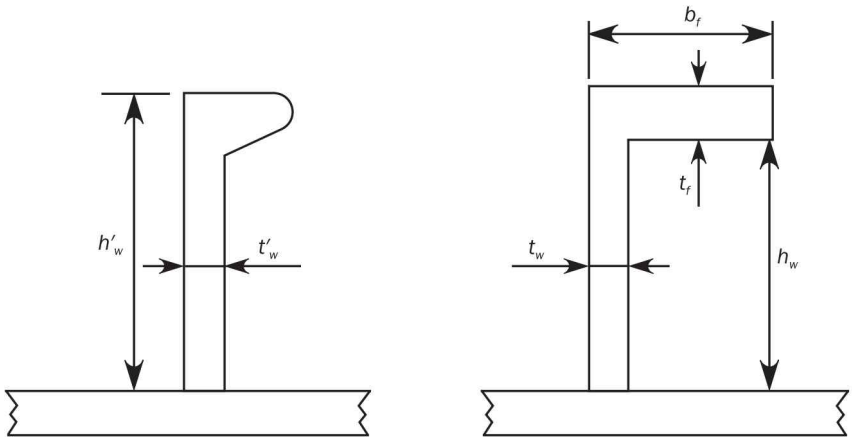
$$\alpha = 1.0, \qquad h'_w > 120\text{인 경우}$$

1.4.2 보강재의 순 탄성 전단 면적

보강재의 순 탄성 전단 면적 A_{shr} (cm^2)는 다음과 같이 구한다.

$$A_{shr} = d_{shr}\ t_w\ 10^{-2}$$

d_{shr} : [1.4.3]에 따른 보강재의 유효 전단 깊이(mm)
t_w : 3장 2절 그림 2에 따른 보강재의 순 웨브 두께



구평강(bulb) Equ 등가 L 형강

그림 13 보강재의 치수

1.4.3 보강재의 유효 전단 깊이

보강재의 유효 전단 깊이 d_{shr}(mm)는 다음과 같이 구한다.

$$d_{shr} = (h_{stf} - 0.5\ t_{c-stf} + t_p + 0.5\ t_{c-pl})\sin\varphi_w$$

h_{stf} : 3장 2절 그림 2에 따른 보강재 높이(mm)
t_p : 3장 2절 그림 2에 따른 보강재 부착판의 순 두께(mm)
t_{c-stf} : 3장 3절에 따른 보강재의 부식추가(mm)
t_{c-pl} : 3장 3절에 따른 보강재 부착판의 부식추가(mm)

[CORR1 to 01 JAN 2021]

1.4.4 보강재의 탄성 순 단면 계수 및 순 단면 2차 모멘트

보강재의 탄성 순 단면 계수 Z(cm^3) 및 순 단면 2차 모멘트(cm^4)는 다음과 같이 구한다.

$$Z = Z_{stf}\sin\varphi_w$$
$$I = I_{st}\sin^2\varphi_w$$

Z_{stf} : 보강재가 부착판에 수직하다고 가정했을 때(φ_w는 90°)의 보강재의 순 단면계수(cm^3)
I_{st} : 보강재가 부착판에 수직하다고 가정했을 때(φ_w는 90°)의 보강재의 순 단면 2차 모멘트(cm^4)

[CORR1 to 01 JAN 2021]

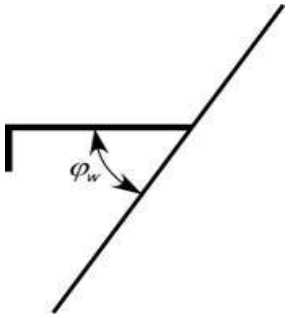


그림 14 보강재 웨브와 부착판 사이의 각

1.4.5 보강재의 유효 순 소성 전단 면적

충격하중에 대한 보강재의 순 소성 전단 면적 A_{shr-pl} (cm^2)는 다음과 같이 구한다.

$$A_{shr-pl} = A_{shr}$$

A_{shr} : [1.4.2]에 따른 순 탄성 전단 면적(cm^2)

1.4.6 보강재의 유효 순 소성 단면 계수

충격하중에 대한 보강재의 유효 순 소성 단면 계수 Z_{pl} (cm^3)은 다음과 같이 구한다.

$$Z_{pl} = \frac{f_w h_w^2 t_w}{2000} + \frac{(2\gamma - 1) A_f h_{f-ctr}}{1000} \qquad 75^o \le \varphi_w \le 105^o \text{인 경우}$$

$$Z_{pl} = \frac{f_w h_w^2 t_w \sin\varphi_w}{2000} + \frac{(2\gamma - 1) A_f (h_{f-ctr} \sin\varphi_w - b_{f-ctr} |\cos\varphi_w|)}{1000} \qquad \varphi_w < 75^o \text{ 또는 } \varphi_w > 105^o \text{인 경우}$$

f_w : 웨브 전단 응력 요소로서 다음과 같다.

- n = 1 또는 2인 면재를 갖는 보강재의 경우, f_w= 0.75
- n = 0인 면재를 갖는 보강재의 경우, f_w= 1.0
- 평강 보강재의 경우, f_w= 1.0

n : 각 부재의 단부 지지의 소성 힌지 수로서, 0, 1 또는 2로 한다.

다음 경우에는 단부 지지의 소성 힌지를 고려할 수 있다.

- 지지점에서 보강재가 연속인 경우
- 끝단부에서 칼링(또는 동등한)에 의해 인접합 보강재에 연결되고 보강재가 지지판을 관통하는 경우
- 보강재가 굽힘에 유효한 보강재(좌굴 보강재가 아닌)에 부착되는 경우
- 보강재가 굽힘에 유효한 브래킷에 부착되어 있는 경우. 브래킷이 다른 보강재(좌굴 보강재가 아닌)에 부착될 때는 굽힘에 유효하다고 가정한다.

h_w : 보강재 웨브의 깊이(mm), 다음에 따른다.

- T, L형강(압연 및 조립), 평강 : **3장 2절 그림 2**에 따른다.
- $L2$형강 : **3장 2절 그림 3**에 따른다.
- 구평강(bulb) : [1.4.1]에 따른다.

γ : 계수로서 다음에 의한 값

$$\gamma = \frac{1+\sqrt{3+12\beta}}{4}$$

β : 계수로서 다음에 따른다.

- 스팬 중간에 트리핑 브래킷이 없는 L형강의 경우 다음 식에 의한 값. 단, 0.5 보다 커서는 아니 된다.

$$\beta = \frac{t_w^2 f_b \ell_{shr}^2}{80 b_f^2 f_f h_{f-ctr}} 10^6 + \frac{t_w}{2 b_f}$$

- 기타의 경우, β = 0.5

A_f : 면재의 순 횡단면적으로 다음에 따른다.

- $A_f = 0$ 평강 보강재의 경우
- $A_f = b_f t_f$ (mm^2) 다른 보강재의 경우

b_{f-ctr} : 보강재 웨브의 두께 중앙으로부터 면재의 중간까지의 거리로 다음에 따른다.

- $b_{f-ctr} = 0.5(b_f - t_w)$ 압연 형강 및 구평강(bulb)의 경우
- $b_{f-ctr} = 0$ T형강의 경우

h_{f-ctr} : 면재의 두께 중간까지의 보강재의 높이로 다음에 따른다.

- $h_{f-ctr} = h_w + 0.5 t_f$ 구평강(bulb)을 제외한 직사각형 모양의 플랜지 형상의 경우

f_b : 계수로서 다음과 같다.

- f_b = 0.8, 단부 브래킷이 있고 1차 지지부재를 관통하여 연속되는 보강재의 경우
- f_b = 0.7, 단부 브래킷이 있고 1차 지지부재에서 스닙되거나, 지지점의 반대 쪽에 정열되는 구조가 없이 지지점에서 끝나는 보강재의 경우
- f_b = 1.0, 상기 이외의 경우

t_f : 순 플랜지 두께(mm)

- t_f = 0, 평강 보강재의 경우
- 구평강(bulb)의 경우, t_f 는 [1.4.1]에 따른다.

[RCN1 to 01 JAN 2021]
[CORR1 to 01 JAN 2021]

1.4.7 부착판과 직각이 아닌 1차 지지부재 웨브

1차 지지부재가 부착판과 직각이 아닌 경우 실제 순 전단면적 및 실제 순 단면 계수는 다음 식에 의한다.

- 실제 순 전단면적 :

$$A_{sh-n50} = A_{sh\text{-}0\text{-}n50} \sin\varphi_w \qquad (\text{cm}^2)$$

• 실제 순 단면 계수:

$Z_{n50} = Z_{perp-n50} \sin\varphi_w$ (cm^3)

$A_{sh-0-n50}$: 부착판과 직각인 것으로 가정되는 1차 지지부재의 실제 순 전단면적으로서, 다음 식에 의한 값

$$A_{sh-0-n50} = (h_{eff} + t_{f-n50} + t_{p-n50})\, t_{w-n50}\, 10^{-2} \ (\text{cm}^2)$$

$Z_{perp-n50}$: 부착판과 직각인 것으로 가정되는 1차 지지부재와 부착판의 실제 단면 계수(cm^3)

[CORR1 to 01 JAN 2021]

1.4.8 웨브 개구가 있는 1차 지지부재의 전단 면적

유효 순 전단 면적, A_{sh-n50} 의 계산에 고려되는 유효 웨브 높이 h_{eff} (mm)는 다음 중 작은 값으로 구한다.

$h_{eff} = h_w$ (mm)

$h_{eff} = h_{w3} + h_{w4}$ (mm)

$h_{eff} = h_{w1} + h_{w2} + h_{w4}$ (mm)

h_w : 1차 지지부재의 웨브 높이(mm)

h_{w1}, h_{w2}, h_{w3}, h_{w4} : **그림 15**에 따른 치수

고려하는 단면에서 $h_w/3$ 이내에 개구가 있는 경우, h_{eff} 는 순 높이와 개구를 통한 순 거리 중 작은 값으로 한다. (**그림 15** 참조)

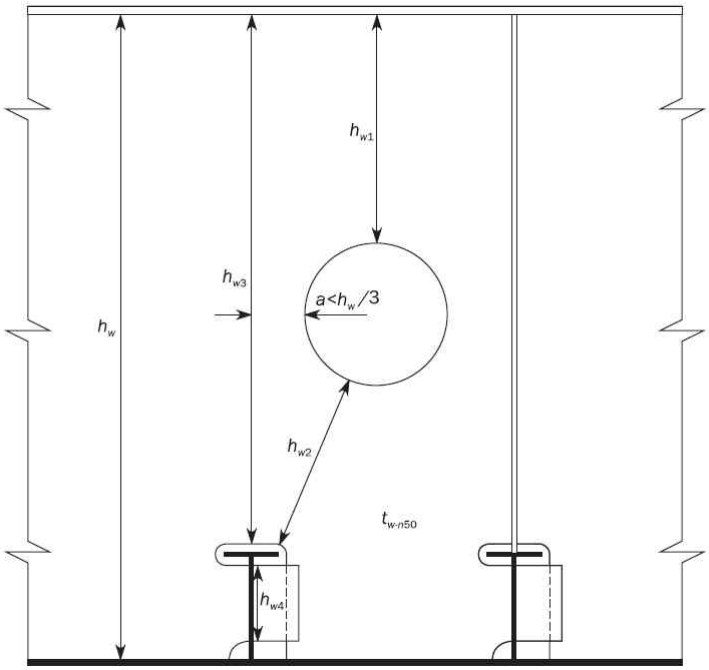


그림 15 웨브 개구 부위의 유효 전단 면적

2. 판

2.1 요소 판 패널(EPP)의 이상화

2.1.1 요소 판 패널(EPP)

요소 판 패널(EPP)은 1차 지지부재 및/또는 보강재 사이의 판에 보강되지 않은 부분을 말한다.
요소 판 패널(EPP)의 길이(a)와 폭(b)은 **그림** 16과 같이 각각 판의 긴 변과 짧은 변으로 정의된다.

2.1.2 스트레이크의 요구 두께

스트레이크의 요구 두께는 스트레이크 내의 각 요소 판 패널(EPP)에 대하여 요구되는 가장 큰 값으로 한다. **그림** 17과 같이 고려하는 스트레이크의 선택을 위하여 **표** 1의 요건이 적용되어야 한다. 스트레이크 내에서 최대 부식추가는 **3장 3절** [1.2.4]에 따른다.

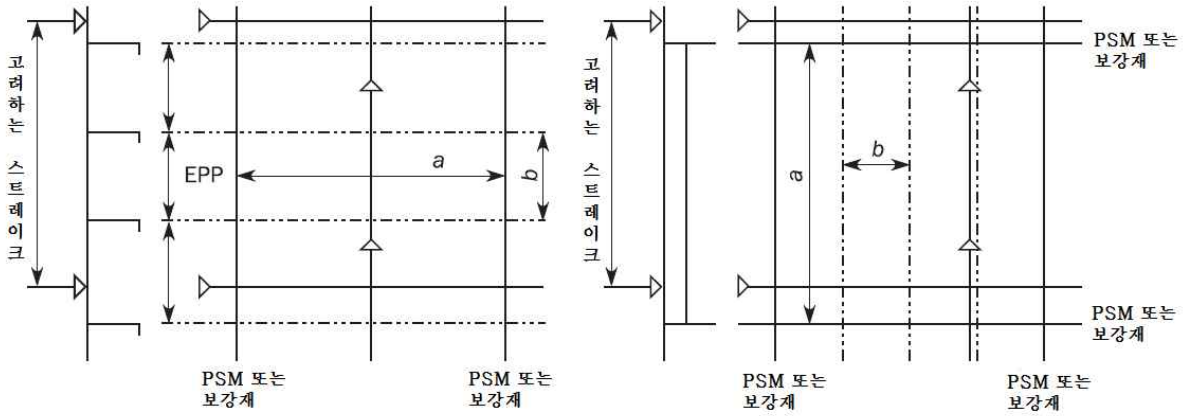
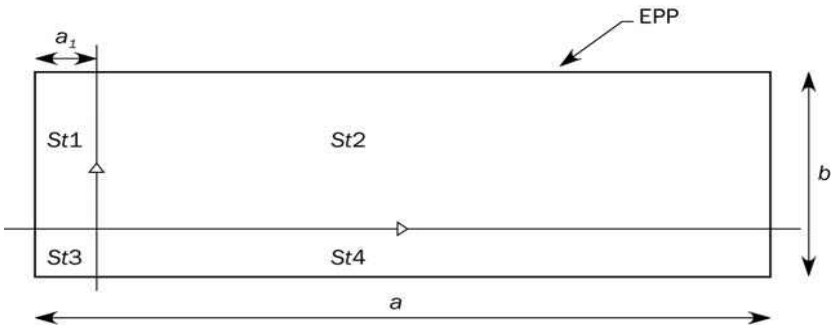


그림 16 요소 판 패널의 정의

표 1 주어진 요소 판 패널(EPP)을 고려하는 스트레이크

	a/b > 2	a/b ≤ 2
a_1>b/2	모든 스트레이크(St1, St2, St3, St4)	모든 스트레이크(St1, St2, St3, St4)
a_1≤b/2	스트레이크 St2 및 St4	모든 스트레이크(St1, St2, St3, St4)



a_1 : 스트레이크 경계 용접선과 EPP의 경계의 거리로서 EPP 긴 변 방향으로 측정한다.(mm)

그림 17 주어진 요소 판 패널을 고려하는 스트레이크

2.1.3

직접강도평가에서 요소 판 패널은 유한요소 모델에서 요소 분할 배치에 이상적이다.

2.2 하중 계산점

2.2.1 항복

항복강도 확인을 위하여, 국부 치수 요건의 계산에 사용되는 국부압력 및 선체거더 응력은 **표 2**에 정의된 x, y 및 z 좌표를 가지는 하중 계산점(LCP)에서 구한다.

표 2 항복에 대한 하중 계산점(LCP) 좌표

하중 계산점 좌표	일반[1]		수평판		수직 횡 구조 및 횡 스툴 판	
	종식 늑골 (그림 18)	횡식 늑골 (그림 19)	종식 늑골	횡식 늑골	수평 늑골 (그림 20)	수직 늑골 (그림 21)
x 좌표	EPP의 길이 중간		EPP의 길이 중간		y 및 z 값과 상응	
y 좌표	x 및 z 좌표와 상응		EPP의 선측방향 y 값		z 높이에서 EPP의 선측방향 y 값[2]	
z 좌표	EPP의 하단	EPP의 하단 또는 스트레이크의 하단 중 큰 값	x 및 y 값과 상응		EPP의 하단	EPP의 하단 또는 스트레이크의 하단 중 큰 값

(1) 수평 판 또는 수직 횡 구조를 제외한 모든 구조
(2) 트랜섬 판의 경우 하중 계산점의 y 값은 외부 동압력 계산을 위한 하중 계산점의 z 값의 외판에 상응하는 y 값으로 한다.

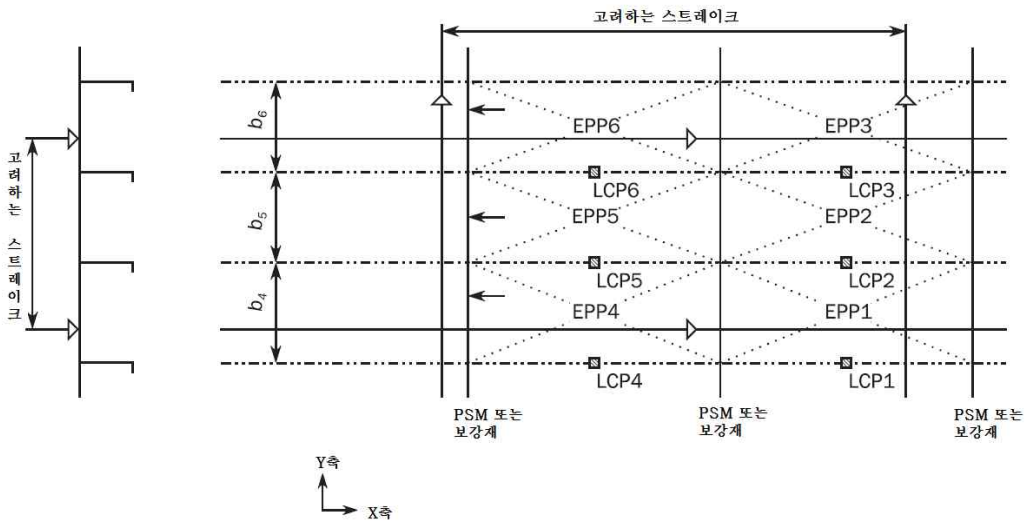


그림 18 종늑골형 하중 계산점 (LCP)

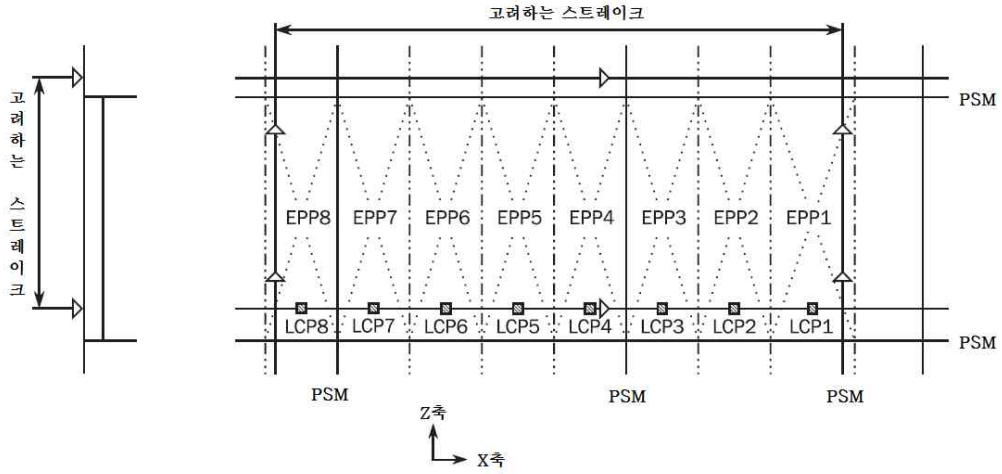


그림 19 횡늑골식 하중 계산점

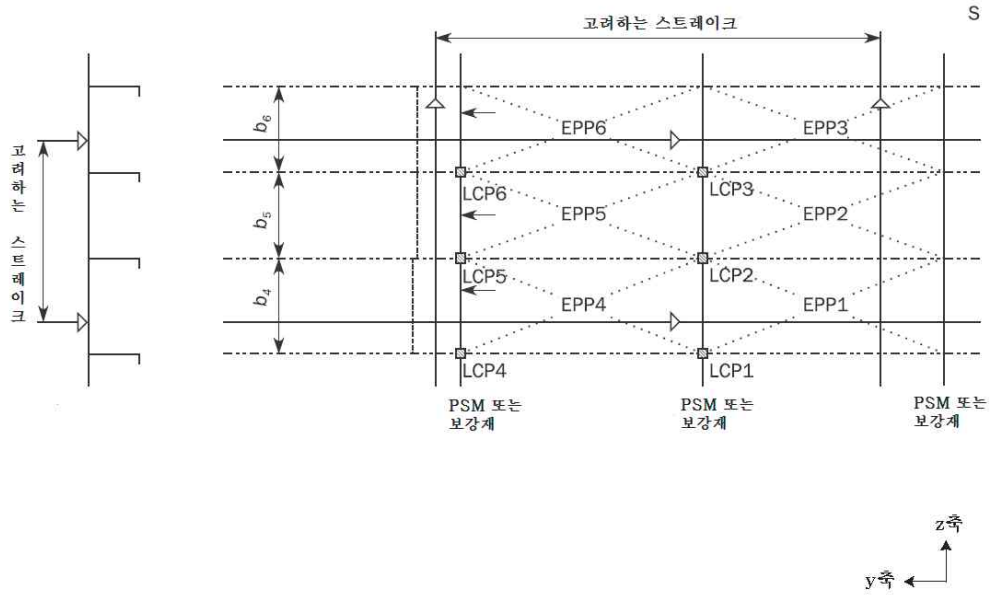


그림 20 수직 횡 구조에서 수평 늑골형 하중 계산점

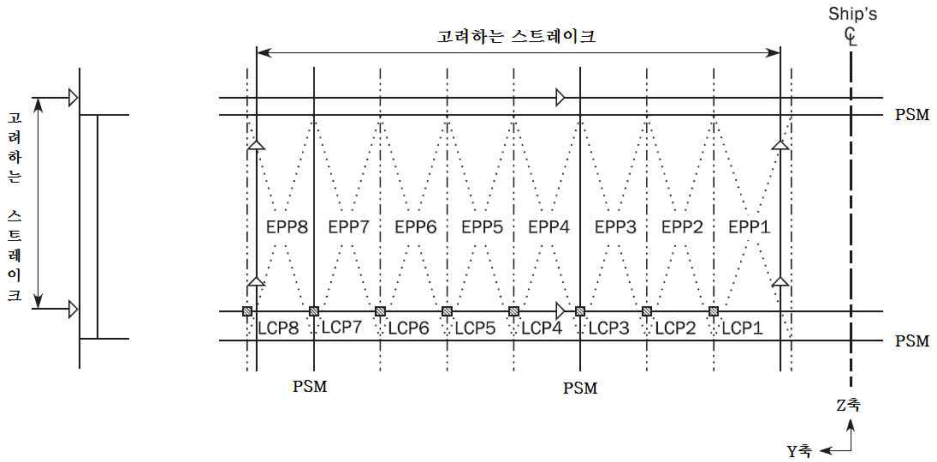


그림 21 수직 횡 구조에서 수직 늑골형 하중 계산점

2.2.2 좌굴

8장 3절에 따라 EPP의 좌굴평가를 위하여, 선체거더 응력 및 압력에 대한 하중 계산점은 **표 3**에 따른다. 유한요소 해석에서의 좌굴 확인을 위하여는 **8장 4절**을 적용한다.

표 3 판 좌굴에 대한 하중 계산점(LCD) 좌표

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">하중 계산점</td><td colspan="3">선체거더 응력에 대한 하중 계산점(그림 22)</td></tr>
<tr><td colspan="2">굽힘응력(1)</td><td rowspan="2">전단응력</td></tr>
<tr><td>비 수평판</td><td>수평판</td></tr>
<tr><td>x 좌표</td><td rowspan="3">항복에 대한 하중 계산점과 동일한 좌표 (표 2 참조)</td><td colspan="3">요소 판 패널의 길이의 중앙</td></tr>
<tr><td>y 좌표</td><td>x 및 z 에 상응하는 값</td><td>요소 판 패널의 내외부 끝단 (A1 점 및 A2 점)</td><td>요소 판 패널의 중간점 (B 점)</td></tr>
<tr><td>z 좌표</td><td>요소 판 패널의 상하부 끝단 (A1 점 및 A2 점)</td><td colspan="2">x 및 y 에 상응하는 값</td></tr>
<tr><td colspan="5">(1) 굽은 판의 굽힘응력은 A1 점과 A2 점에서의 응력 값의 평균으로 한다.</td></tr>
</table>

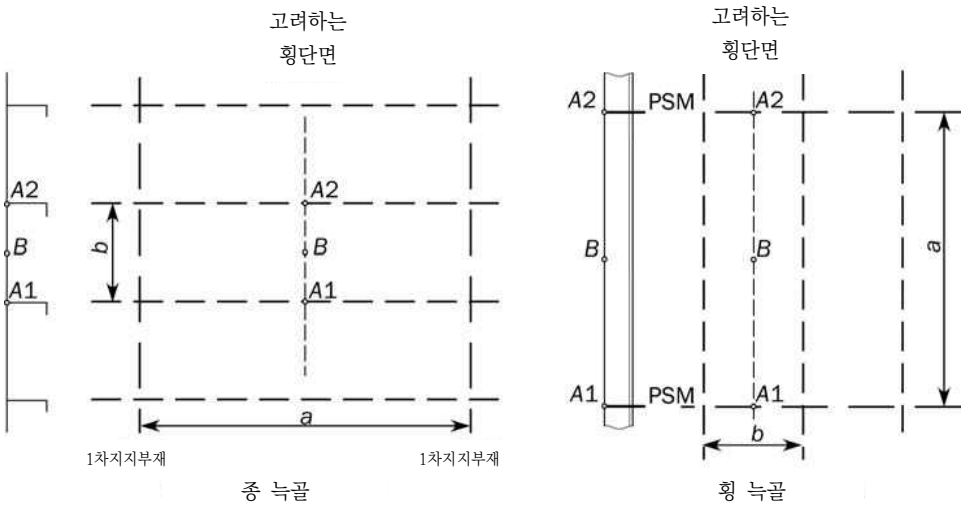


그림 22 판 좌굴에 대한 하중 계산점 - 선체거더 응력

3. 보강재

3.1 기준점

3.1.1

보강재에 대한 단면 계수의 요건은 최소 단면 계수가 요구되는 기준점과 관련이 있다. 기준점은 일반적으로 **그림 23** 의 대표적인 형상과 같이 위치한다.

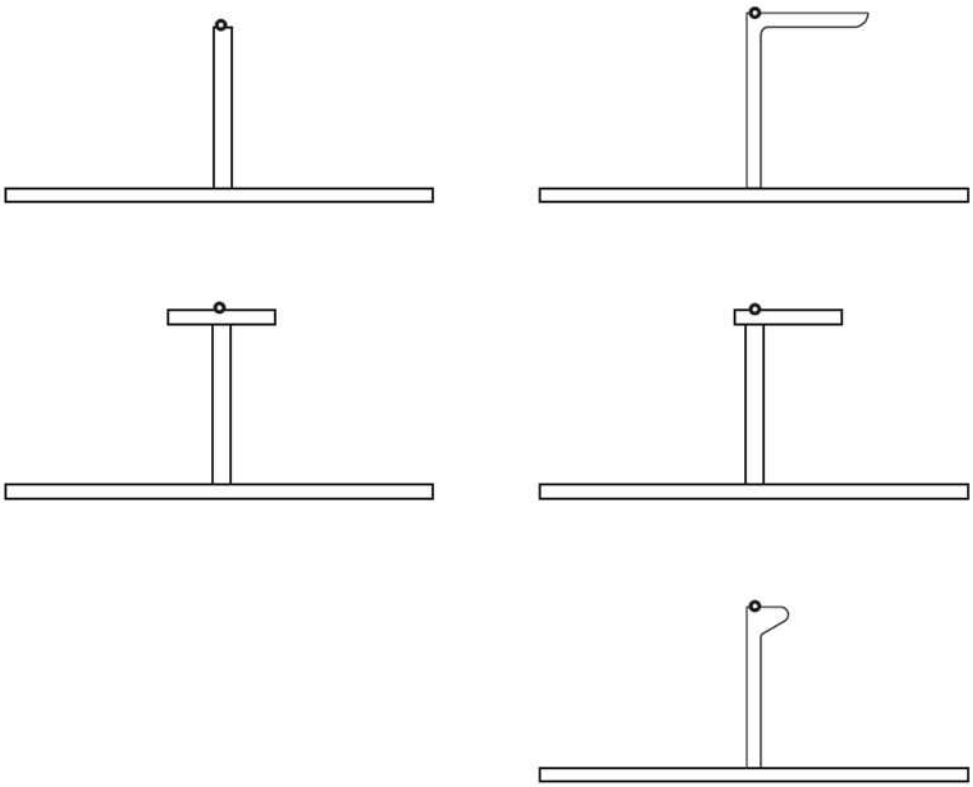


그림 23 국부치수평가를 위한 단면계수 및 선체 거더 응력의 계산에 대한 기준점

[RCN1 to 01 JAN 2021]

3.2 하중 계산점

3.2.1 압력에 대한 하중 계산점

압력에 대한 하중 계산점은 다음에 따른다.

- 고려하는 보강재의 전체 길이 ℓ 의 중간 지점
- 보강재와 부착판의 교차 지점

트랜섬에 위치한 보강재의 경우 하중 계산점의 y 값은 외부 동압력 계산을 위한 하중 계산점의 z 값의 외판에 상응하는 y 값으로 한다.

3.2.2 선체거더 굽힘응력에 대한 하중 계산점

선체거더 굽힘응력에 대한 하중 계산점는 다음과 같이 정의 된다.

- **6장** 및 **10장 4절**에 따른 규정 항복강도 검증의 경우 :
  고려하는 부재 전체 길이 ℓ 의 중간 지점
  그림 23에 따른 기준점

- **8장**에 따른 규정 좌굴강도 요건의 경우 :
  고려하는 부재 전체 길이 ℓ 의 중간 지점
  보강재와 부착판의 교차 지점

[CORR1 to 01 JAN 2021]

3.2.3 비수평 보강재

면외압력 P는 보강재 전체 길이의 중앙에서 구해진 값과 아래 식에 의해 구해진 값 중 큰 값으로 계산한다.

$P = \dfrac{P_u + P_L}{2}$, 수직 보강재의 상단이 압력 0 이 되는 높이보다 아래에 있는 경우

$P = \dfrac{\ell_1}{\ell}\dfrac{P_L}{2}$, 수직 보강재의 상단이 압력 0 이 되는 높이보다 위에 있는 경우(**그림 24** 참조)

ℓ_1 : 보강재의 하단과 압력이 0 이 되는 높이까지의 거리(m)

P_U, P_L : 수직 보강재 스팬 ℓ 의 상단과 하단에서 각각의 면외압력(kN/m^2)

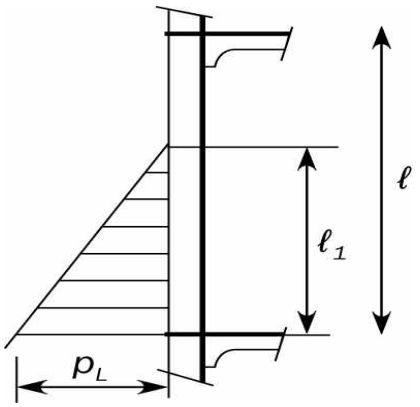


그림 24 수직 보강재에 대한 작용하는 압력의 정의

4. 1차 지지부재

4.1 하중 계산점

4.1.1

하중 계산점은 부착판과 1차 지지부재의 교차 지점에서 전체길이 ℓ 의 중간 지점에 위치한다. 하지만, 화물창 구역의 1차 지지부재는 산적화물선의 경우 해당된다면 **2부 1장 4절 [4]**에 따르고 유조선의 경우 **2부 2장 3절 [1]**에 따른다. 트랜섬 판에 위치한 1차 지지부재의 경우 하중 계산점의 y 값은 외부 동압력 계산을 위한 하중 계산점의 z 값의 외판에 상응하는 y 값으로 한다. ⚓

13편 1부 4장
하중

제 1 절 소개

제 2 절 동적 하중상태

제 3 절 선박운동 및 가속도

제 4 절 선체거더하중

제 5 절 외부하중

제 6 절 내부하중

제 7 절 설계하중 시나리오

제 8 절 적하상태

부록 1 화물질량곡선

제 1 절 소개

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

S : 정적 하중상태
S+D : 정적 + 동적 하중상태

1. 일반

1.1 적용

1.1.1 범위

이 장에서는 강도 및 피로평가를 위한 설계하중을 제공한다. 하중조합은 **4장 7절**에 정의된 설계하중 시나리오에 따라 유도되어야 한다. 이 절은 산적화물선 또는 유조선에 대한 모든 적절한 운영 방식의 일관된 설계 하중조합들을 정의하기 위한 설계하중 시나리오의 개념을 사용한다.

1.1.2 등가 설계파 EDW

각각 동적 하중상태에 연관된 동적하중은 등가 설계파(EDW) 개념을 기반으로 한다. EDW 개념은 지배적인 하중 응답이 요구된 장기 응답치와 동등하도록 선박에 작용하는 동적하중들의 일관적인 조합을 적용한다.

1.1.3 강도와 피로평가에 대한 확률 수준

이 절에서 평가는 다음에 따라 이해되어야 한다.

- 강도평가는 10^{-8}의 확률 수준에 해당하는 하중, 평형수 교환, 항구 접안 및 침수상태에 대하여 피로를 제외한 강도 기준에 대하여 평가하는 것을 의미한다.
- 피로평가는 10^{-2}의 확률 수준에 해당하는 하중에 대한 피로 기준으로 평가하는 것을 의미한다.

1.1.4 동적하중 성분

모든 동적하중 성분은 각 동적 하중상태에 대한 계산 값과 동일하여야 한다.

1.1.5 강도평가용 하중

강도평가는 모든 설계하중 시나리오에 대해 시행되어야 하며 최종 평가는 가장 불리한 강도 요건으로 시행되어야 한다. 정적 및 동적하중이 고려하는 하중조건에 따라 좌우되는 경우, 강도평가를 위한 각각의 설계하중 시나리오는 정적 하중상태(S) 혹은 정적하중 및 동적 하중상태(S+D)로 구성된다.
정적하중은 다음 절에 정의된다.

- **4장 4절**에서 정수중 선체거더하중
- **4장 5절**에서 외부하중
- **4장 6절**에서 내부하중

선체거더하중에 대한 강도평가 및 동적 하중조합 계수에 대한 등가 설계파(EDW)는 **4장 2절 [2]**에 명시되어 있다.
동적하중 성분은 다음 절에 정의된다.

- **4장 4절**에서 동적 선체거더하중
- **4장 5절**에서 외부하중
- **4장 6절**에서 내부하중

1.1.6 피로평가용 하중

정적 및 동적하중이 고려하는 하중조건에 따라 좌우되는 경우, 피로평가를 위한 각 설계하중 시나리오는 정적 + 동적 하중상태(S+D)로 구성된다.

정적하중은 다음 절에 정의된다.

- **4장 4절** : 정수중 선체거더하중
- **4장 5절** : 외부하중
- **4장 6절** : 내부하중

피로평가를 위한 등가 설계파(EDW)는 **4장 2절 [3]**에 따른다.

동적하중 구성은 다음 절에 정의된다.

- **4장 4절** : 동적 선체거더하중
- **4장 5절** : 외부하중
- **4장 6절** : 내부하중

1.2 정의

1.2.1 좌표계

좌표계는 **1장 4절 [3.6.1]**에 정의된다.

1.2.2 선박 운동에 대한 부호 규약

선박 운동은 선박의 무게중심(COG)과 관련하여 정의된다.(**그림 1** 참조)

- 전후동요는 x 축 방향으로의 이동을 말한다.(전방을 양으로 한다.)
- 좌우동요는 y 축 방향으로의 이동을 말한다.(좌현을 양으로 한다.)
- 상하동요는 z 축 방향으로의 이동을 말한다.(상방을 양으로 한다.)
- 횡동요는 COG를 지나는 종 방향 축에 대한 회전을 말한다.(좌현이 내려가고, 우현이 올라가는 것을 양으로 한다.)
- 종동요는 COG를 지나는 횡 방향 축에 대한 회전을 말한다.(선수가 내려가고, 선미가 올라가는 것을 양으로 한다.)
- 선수동요는 COG를 지나는 수직 축에 대한 회전을 말한다.(선수가 좌현으로, 선미가 우현으로 움직이는 것을 양으로 한다.)

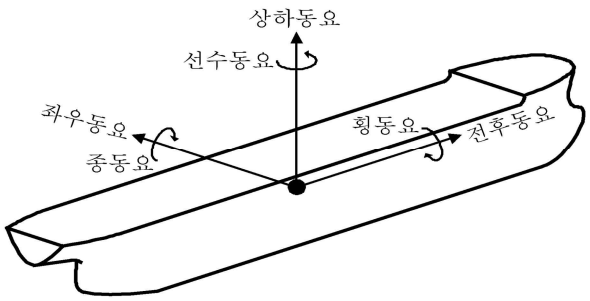


그림 1 선박 운동의 정의

1.2.3 선체거더하중에 대한 부호 규약

선체 횡단면에 수직 굽힙 모멘트 ,수직 전단력. 수평 굽힙 모멘트 및 비틀림 모멘트에 대한 부호 규약은 **그림** 2에서 나타낸다.

- 수직 굽힘 모멘트 M_{sw} 및 M_{wv} 은 강력갑판에 인장 응력을 발생시킬 때 양(호깅 굽힘 모멘트), 그리고 선저에서 인장 응력을 발생시킬 때 음(새깅 굽힘 모멘트)이다.
- 수직 전단 응력 Q_{sw} 및 Q_{wv} 은 고려하는 선체 횡단면의 선미부에서는 하방으로, 선수부에서는 상방으로 작용할 경우에 양이다.
- 수평 굽힘 모멘트 M_{wh} 는 우현 측에 인장 응력을 발생시킬 때 양, 좌현 측에 인장 응력을 발생시킬 때 음이다.
- 비틀림 모멘트 M_{wt} 는 횡단면의 선미부가 X 축의 음의 회전 방향으로 모멘트를 받고, 횡단면의 선수부가 X 축의 양의 회전 방향으로 모멘트를 받는 경우에 양이다.

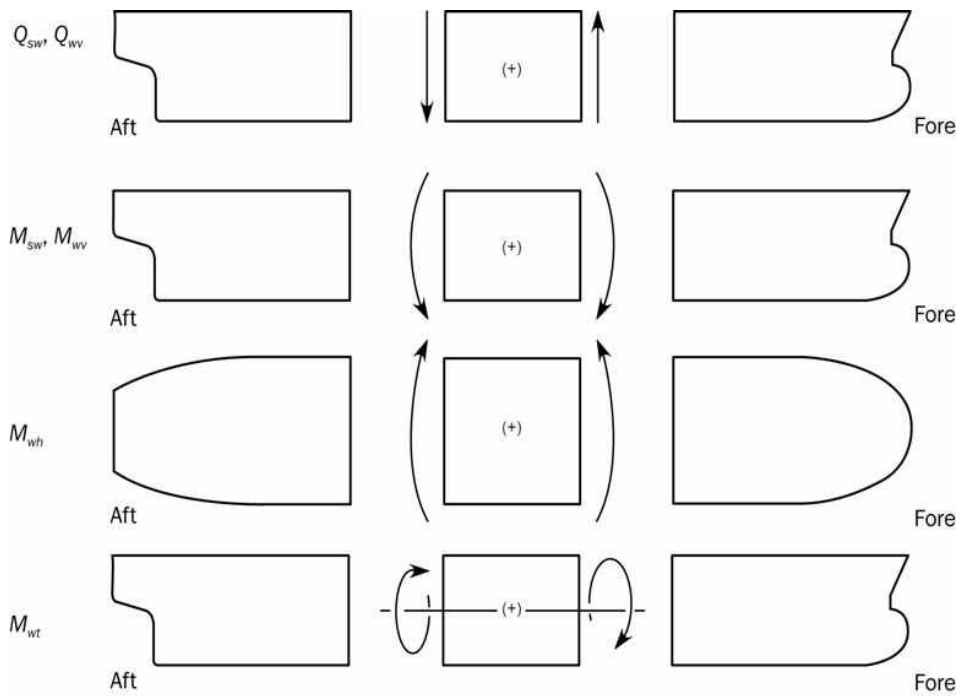


그림 2 전단력 Q_{sw}, Q_{wv} 및 굽힘 모멘트 M_{sw}, M_{wv}, M_{wh} 및 M_{wt} 대한 부호 규약

제 2 절 동적 하중상태

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

a_{surge} $a_{pitch-x}$, a_{sway}, a_{roll-y}, a_{heave}, a_{roll-z}, $a_{pitch-z}$: 가속도 성분(**4장 3절** 참조)

f_{xL} : 하중점의 x 좌표와 L 의 비율로서 다음에 따른다.

$f_{xL} = \dfrac{x}{L}$ 단, 0.0 이상 또는 1.0 이하이어야 한다.

f_T : 적하상태 흘수와 강도계산용 흘수 사이의 비율(**4장 3절** 참조)

f_{lp} : 고려하는 위치의 선박 길이 방향 위치에 따른 계수로 다음과 같다.

f_{lp} = 1.0, $x/L \le 0.5$ 인 경우

f_{lp} = -1.0, $0.5 < x/L$ 인 경우

f_{lp-OST} : OST 하중상태에 대한 비틀림 모멘트의 종 방향 분포계수로서 다음과 같다.

$f_{lp-OST} = 5f_{xL}$, $x/L < 0.2$ 인 경우

$f_{lp-OST} = 1.0$, $0.2 \le x/L < 0.4$ 인 경우

$f_{lp-OST} = -7.6f_{xL} + 4.04$, $0.4 \le x/L < 0.65$ 인 경우

$f_{lp-OST} = -0.9$, $0.65 \le x/L < 0.85$ 인 경우

$f_{lp-OST} = 6f_{xL} - 6$, $0.85 \le x/L$ 인 경우

f_{lp-OSA} : OSA 하중상태에 대한 비틀림 모멘트의 종 방향 분포계수로서 다음과 같다.

$f_{lp-OSA} = -(0.2 + 0.3f_T)$, $x/L < 0.4$ 인 경우

$f_{lp-OSA} = -(0.2 + 0.3f_T)(5.6 - 11.5f_{xL})$, $0.4 \le x/L < 0.6$ 인 경우

$f_{lp-OSA} = 1.3(0.2 + 0.3f_T)$, $0.6 \le x/L$ 인 경우

WS : 풍상 측, 오는 파도에 노출된 선박의 측면

LS : 풍하 측, 오는 파도에 노출되지 않은 선박의 보호된 측면

M_{wv} : 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm) (**4장 4절** 참조)

Q_{wv} : 수직 파랑 전단력(kN) (**4장 4절** 참조)

M_{WH} : 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm) (**4장 4절** 참조)

M_{WT} : 비틀림 파랑 굽힘 모멘트(kNm) (**4장 4절** 참조)

C_{wv} : 수직 파랑 굽힘 모멘트에 적용되는 하중조합계수

C_{QW} : 수직 파랑 전단력에 적용되는 하중조합계수

C_{WH} : 수평 파랑 굽힘 모멘트에 적용되는 하중조합계수

C_{WT} : 파랑 비틀림 모멘트에 적용되는 하중조합계수

C_{XS} : 전후동요 가속도에 적용되는 하중조합계수

C_{XP} : 종동요에 의한 종 가속도에 적용되는 하중조합계수

C_{XG} : 종동요 운동에 의한 종 가속도에 적용되는 하중조합계수

C_{YS} : 좌우동요 가속도에 적용되는 하중조합계수

C_{YR} : 횡동요에 의한 횡 가속도에 적용되는 하중조합계수

C_{YG} : 횡동요 운동에 의한 횡 가속도에 적용되는 하중조합계수

C_{ZH} : 상하동요 가속도에 적용되는 하중조합계수

C_{ZR} : 횡동요에 의한 수직 가속도에 적용되는 하중조합계수

C_{ZP} : 종동요에 의한 수직 가속도에 적용되는 하중조합계수
θ : 횡동요 경사각(deg) (**4장 3절 [2.1.1]** 참조)
φ : 종동요 경사각(deg) (**4장 3절 [2.1.2]** 참조)

1. 일반

1.1 동적 하중상태의 정의

1.1.1

다음의 등가 설계파(EDW)는 구조평가를 위한 일반적인 동적 하중상태를 생성시키기 위하여 사용된다.

- HSM 하중상태 :
  HSM-1 와 HSM-2 : 선체 중앙부에서 수직 파랑 굽힘 모멘트를 각각 최소화 및 최대화 하는 선수파에 대한 등가 설계파
- HSA 하중상태 :
  HSA-1 와 HSA-2 : 각각 선수에서 선수파에 의한 수직 가속도를 각각 최대화 및 최소화하는 선수파에 대한 등가 설계파
- FSM 하중상태 :
  FSM-1 와 FSM-2 : 선체 중앙부에서 수직 파랑 굽힘 모멘트를 각각 최소화 및 최대화하는 선미파에 대한 등가 설계파
- BSR 하중상태 :
  BSR-1P 와 BSR-2P : 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 좌현의 상하 방향으로의 횡동요 운동을 최소화 및 최대화하는 횡파에 대한 등가 설계파
  BSR-1S 와 BSR-2S : 우현으로부터 오는 파도에 의하여 우현의 상하 방향으로의 횡동요 운동을 최대화 및 최소화하는 횡파에 대한 등가 설계파
- BSP 하중상태 :
  BSP-1P 와 BSP-2P : 중앙부 흘수선에서 좌현의 동적 수압을 최대화 및 최소화 하는 횡파에 대한 등가 설계파
  BSP-1S 와 BSP-2S : 중앙부 흘수선에서 우현의 동적 수압을 최대화 및 최소화 하는 횡파에 대한 등가 설계파
- OST 하중상태 :
  OST-1P 와 OST-2P : 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 AE 로부터 0.25 L 위치에 비틀림 모멘트를 최소화 및 최대화하는 등가 설계 사파
  OST-1S 와 OST-2S : 우현으로부터 오는 파도에 의하여 AE 로부터 0.25 L 위치에 비틀림 모멘트를 최대화 및 최소화하는 등가 설계 사파
- OSA 하중상태 :
  OSA-1P 와 OSA-2P : 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 종동요 가속도를 최대화 및 최소화하는 등가 설계 사파
  OSA-1S 와 OSA-2S : 우현으로부터 오는 파도에 의하여 종동요 가속도를 최대화 및 최소화 하는 등가 설계 사파

주 1 : 1 과 2 는 각각의 등가 설계파에 대한 최대/최소 주요 하중 성분을 나타낸다.
주 2 : P 와 S 는 풍상 측이 우현과 좌현에 각각 있는 것을 나타낸다.

HSA 와 OSA 하중상태는 피로평가에 대해 사용되지 않는다.

1.2 적용

1.2.1

이 절에서 설명된 동적 하중상태는 **4장 7절**에서 설명된 설계하중 시나리오에 의해 요구된 동적하중을 결정하는데 이용된다. 동적 하중상태는 다음 구조평가에 적용된다.

a) 강도평가
- 규정하는 방법에 의한 판재, 일반 보강재 그리고 1차 지지부재에 대한 강도평가
- 구조부재의 대한 직접강도해석 평가(유한요소 해석)

b) 피로평가
- 단순 응력해석에 의한 구조상세의 피로평가
- 유한요소 응력해석에 의한 구조상세의 대한 피로평가

2. 강도평가에 대한 동적 하중상태

2.1 동적 하중상태의 설명

2.1.1

강도평가를 위하여 고려하여야 할 각각의 동적 하중상태에 해당하는 선체 운동의 응답 및 선체거더하중은 **표 1**에서 **표 3**에 설명한다.

표 1 HSM, HSA 및 FSM 하중상태에 대한 선박 응답 - 강도평가

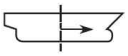
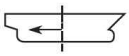
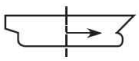
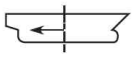
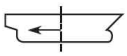
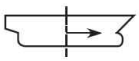
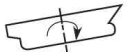
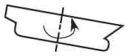
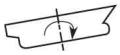
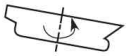
하중성분	HSM-1	HSM-2	HSA-1	HSA-2	FSM-1	FSM-2
EDW	HSM		HSA		FSM	
파랑	선수파		선수파		선미파	
영향	최대 굽힘 모멘트		최대 수직 가속도		최대 굽힘 모멘트	
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	-	-	-	-	-	-
TM	-	-	-	-	-	-
전후동요	선미 방향	선수 방향	선미 방향	선수 방향	선수 방향	선미 방향
a_{surge}						
좌우동요	-	-	-	-	-	-
a_{sway}	-	-	-	-	-	-
상하동요	하향	상향	하향	상향	-	-
a_{heave}					-	-
횡동요	-	-	-	-	-	-
a_{roll}	-	-	-	-	-	-
종동요	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 상향	선수 하향
$a_{\pi tch}$						

표 2 BSR 및 BSP 하중상태에 대한 선박 응답 - 강도평가

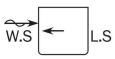
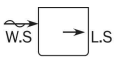
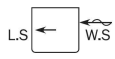
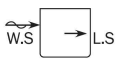
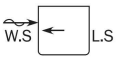
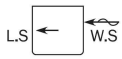
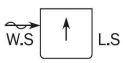
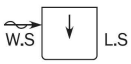
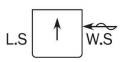
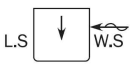
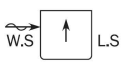
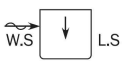
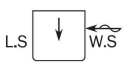
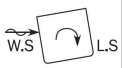
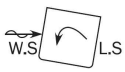
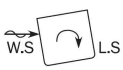
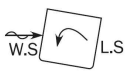
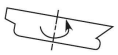
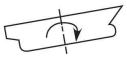
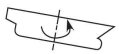
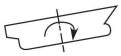
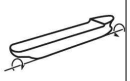
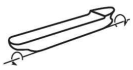
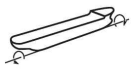
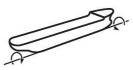
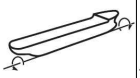
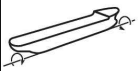
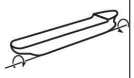
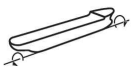
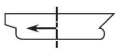
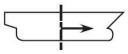
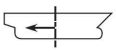
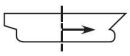
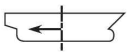
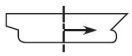
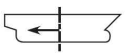
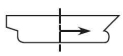
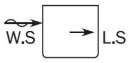
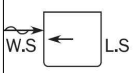
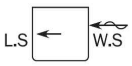
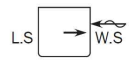
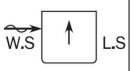
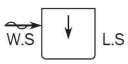
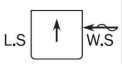
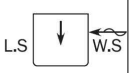
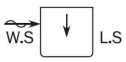
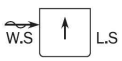
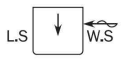
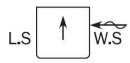
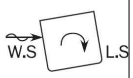
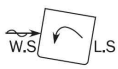
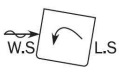
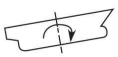
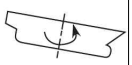
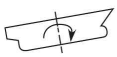
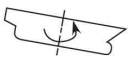
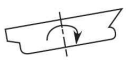
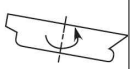
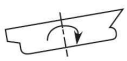
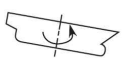
하중성분	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
EDW	BSR		BSR		BSP		BSP	
파랑	횡파				횡파			
영향	최대 횡동요				수선에서의 최대 압력			
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	우현 인장	좌현 인장	좌현 인장	우현 인장	우현 인장	좌현 인장	좌현인장	우현 인장
TM	-	-	-	-	-	-	-	-
전후동요	-	-	-	-	-	-	-	-
a_{surge}	-	-	-	-	-	-	-	-
좌우동요	우현 방향	좌현 방향	좌현 방향	우현 방향	좌현 방향	우현 방향	우현 방향	좌현 방향
a_{sway}								
상하동요	하향	상향	하향	상향	하향	상향	하향	상향
a_{heave}								
횡동요	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향
a_{roll}								
종동요	-	-	-	-	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향
a_{pitch}	-	-	-	-				

표 3 OST 및 OSA 하중상태에 대한 선박 응답 - 강도평가

하중성분	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S	OSA-1P	OSA-2P	OSA-1S	OSA-2S
EDW	OST				OSA			
파랑	사파				사파			
영향	최대 비틀림 모멘트				최대 종동요 가속도			
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	호깅	새깅	호깅	새깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)
HWBM	좌현 인장	우현 인장	우현 인장	좌현 인장	우현 인장	좌현 인장	좌현 인장	우현 인장
TM								
전후동요	선수 방향	선수 방향	선수 방향	선수 방향	선수 방향	선수 방향	선수 방향	선수 방향
a_{surge}								
Sway	-	-	-	-	-	-	-	-
a_{sway}	-	-	-	-				
Heave	하향	상향	하향	상향	상향	하향	상향	하향
a_{heave}								
횡동요	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향
a_{roll}								
종동요	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향
a_{pitch}								

2.2 하중조합계수

2.2.1

강도평가를 위한 선체거더하중 및 관성하중 성분에 대한 하중조합계수(LCF)는 다음과 같이 정의한다.

표 4 : HSM, HSA 및 FSM 하중상태에 대한 하중조합계수
표 5 : BSR 및 BSP 하중상태에 대한 하중조합계수
표 6 : OST 및 OSA 하중상태에 대한 하중조합계수

표 4 HSM, HSA 및 FSM 하중상태에 대한 하중조합계수 - 강도평가

하중성분		LCF	HSM-1	HSM-2	HSA-1	HSA-2	FSM-1	FSM-2
선체거더하중	M_{WV}	C_{WV}	-1.0	1.0	-0.7	0.7	-0.4f_T-0.6	0.4f_T+0.6
	Q_{WV}	C_{QW}	-1.0$f_{\ell p}$	1.0$f_{\ell p}$	-0.6$f_{\ell p}$	0.6$f_{\ell p}$	-1.0$f_{\ell p}$	1.0$f_{\ell p}$
	M_{WH}	C_{WH}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	M_{WT}	C_{WT}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	0.3-0.2f_T	0.2f_T-0.3	0.2	-0.2	0.2-0.4f_T	0.4f_T-0.2
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	-0.7	0.7	-0.4f_T-0.4	0.4f_T+0.4	0.15	-0.15
	$gsin\varphi$	C_{XG}	0.6	-0.6	0.4f_T+0.4	-0.4f_T-0.4	-0.2	0.2
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	a_{roll-y}	C_{YR}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	$gsin\theta$	C_{YG}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	0.5f_T-0.15	0.15-0.5 f_T	0.4f_T-0.1	0.1-0.4f_T	0.0	0.0
	a_{roll-z}	C_{ZR}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	-0.7	0.7	-0.4f_T-0.4	0.4f_T+0.4	0.15	-0.15

표 5 BSR 및 BSP 하중상태에 대한 하중조합계수 - 강도평가

하중조합		LCF	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S
선체 거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	$0.1-0.2f_T$	$0.2f_T-0.1$	$0.1-0.2f_T$	$0.2f_T-0.1$
	Q_{WV}	C_{QW}	$(0.1-0.2f_T)f_{lp}$	$(0.2f_T-0.1)f_{lp}$	$(0.1-0.2f_T)f_{lp}$	$(0.2f_T-0.1)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	$1.2-1.1f_T$	$1.1f_T-1.2$	$1.1f_T-1.2$	$1.2-1.1f_T$
	M_{WT}	C_{WT}	0.0	0.0	0.0	0.0
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	0.0	0.0	0.0	0.0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0.0	0.0	0.0	0.0
	$gsin\varphi$	C_{XG}	0.0	0.0	0.0	0.0
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	$0.2-0.2f_T$	$0.2f_T-0.2$	$0.2f_T-0.2$	$0.2-0.2f_T$
	a_{roll-y}	C_{YR}	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$gsin\theta$	C_{YG}	-1.0	1.0	1.0	-1.0
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	$0.7-0.4f_T$	$0.4f_T-0.7$	$0.7-0.4f_T$	$0.4f_T-0.7$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0.0	0.0	0.0	0.0

하중조합		LCF	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
선체 거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	$0.3-0.8f_T$	$0.8f_T-0.3$	$0.3-0.8f_T$	$0.8f_T-0.3$
	Q_{WV}	C_{QW}	$(0.3-0.8f_T)f_{lp}$	$(0.8f_T-0.3)f_{lp}$	$(0.3-0.8f_T)f_{lp}$	$(0.8f_T-0.3)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	$0.7-0.7f_T$	$0.7f_T-0.7$	$0.7f_T-0.7$	$0.7-0.7f_T$
	M_{WT}	C_{WT}	0.0	0.0	0.0	0.0
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	0.0	0.0	0.0	0.0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$0.1-0.3f_T$	$0.3f_T-0.1$	$0.1-0.3f_T$	$0.3f_T-0.1$
	$gsin\varphi$	C_{XG}	$0.3f_T-0.1$	$0.1-0.3f_T$	$0.3f_T-0.1$	$0.1-0.3f_T$
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	-0.9	0.9	0.9	-0.9
	a_{roll-y}	C_{YR}	0.3	-0.3	-0.3	0.3
	$gsin\theta$	C_{YG}	-0.2	0.2	0.2	-0.2
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	1.0	-1.0	1.0	-1.0
	a_{roll-z}	C_{ZR}	0.3	-0.3	-0.3	0.3
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$0.1-0.3f_T$	$0.3f_T-0.1$	$0.1-0.3f_T$	$0.3f_T-0.1$

표 6 OST 및 OSA 하중상태에 대한 하중조합계수 - 강도평가

하중조합		LCF	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S
선체 거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	$-0.3-0.2f_T$	$0.3+0.2f_T$	$-0.3-0.2f_T$	$0.3+0.2f_T$
	Q_{WV}	C_{QW}	$(-0.35-0.2f_T)f_{lp}$	$(0.35+0.2f_T)f_{lp}$	$(-0.35-0.2f_T)f_{lp}$	$(0.35+0.2f_T)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	-0.9	0.9	0.9	-0.9
	M_{WT}	C_{WT}	$-f_{lp-OST}$	f_{lp-OST}	f_{lp-OST}	$-f_{lp-OST}$
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	$0.1f_T-0.15$	$0.15-0.1f_T$	$0.1f_T-0.15$	$0.15-0.1f_T$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$0.7-0.3f_T$	$0.3f_T-0.7$	$0.7-0.3f_T$	$0.3f_T-0.7$
	$gsin\varphi$	C_{XG}	$0.2f_T-0.45$	$0.45-0.2f_T$	$0.2f_T-0.45$	$0.45-0.2f_T$
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	0.0	0.0	0.0	0.0
	a_{roll-y}	C_{YR}	$0.4f_T-0.25$	$0.25-0.4f_T$	$0.25-0.4f_T$	$0.4f_T-0.25$
	$gsin\theta$	C_{YG}	$0.1-0.2f_T$	$0.2f_T-0.1$	$0.2f_T-0.1$	$0.1-0.2f_T$
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	$0.2f_T-0.05$	$0.05-0.2f_T$	$0.2f_T-0.05$	$0.05-0.2f_T$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$0.4f_T-0.25$	$0.25-0.4f_T$	$0.25-0.4f_T$	$0.4f_T-0.25$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$0.7-0.3f_T$	$0.3f_T-0.7$	$0.7-0.3f_T$	$0.3f_T-0.7$

하중조합		LCF	OSA-1P	OSA-2P	OSA-1S	OSA-2S
선체 거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	$0.75-0.5f_T$	$-0.75+0.5f_T$	$0.75-0.5f_T$	$-0.75+0.5f_T$
	Q_{WV}	C_{QW}	$(0.6-0.4f_T)f_{lp}$	$(-0.6+0.4f_T)f_{lp}$	$(0.6-0.4f_T)f_{lp}$	$(-0.6+0.4f_T)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	$0.55+0.2f_T$	$-0.55-0.2f_T$	$-0.55-0.2f_T$	$0.55+0.2f_T$
	M_{WT}	C_{WT}	$-f_{lp-OSA}$	f_{lp-OSA}	f_{lp-OSA}	$-f_{lp-OSA}$
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	$0.1f_T-0.45$	$0.45-0.1f_T$	$0.1f_T-0.45$	$0.45-0.1f_T$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	1.0	-1.0	1.0	-1.0
	$gsin\varphi$	C_{XG}	-1.0	1.0	-1.0	1.0
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	$-0.2-0.1f_T$	$0.2+0.1f_T$	$0.2+0.1f_T$	$-0.2-0.1f_T$
	a_{roll-y}	C_{YR}	$0.3-0.2f_T$	$0.2f_T-0.3$	$0.2f_T-0.3$	$0.3-0.2f_T$
	$gsin\theta$	C_{YG}	$0.1f_T-0.2$	$0.2-0.1f_T$	$0.2-0.1f_T$	$0.1f_T-0.2$
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	$-0.2f_T$	$0.2f_T$	$-0.2f_T$	$0.2f_T$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$0.3-0.2f_T$	$0.2f_T-0.3$	$0.2f_T-0.3$	$0.3-0.2f_T$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	1.0	-1.0	1.0	-1.0

3. 피로평가를 위한 동적 하중상태

3.1 동적 하중상태의 설명

3.1.1

피로평가를 위하여 고려하여야 할 동적 하중상태에 해당하는 선박의 운동 응답 및 선체거더하중은 **표 7**부터 **표 9**에 정의한다.

표 7 HSM 및 FSM 하중상태에 대한 선박 응답 - 피로평가

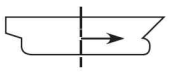
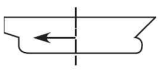
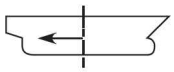
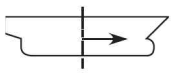
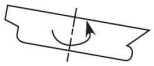
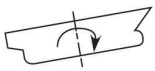
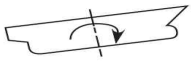
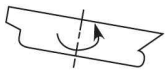
하중상태	HSM-1	HSM-2	FSM-1	FSM-2
EDW	HSM		FSM	
파랑	선수파		선미파	
영향	최대 굽힘 모멘트		최대 굽힘 모멘트	
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	-	-	-	-
TM	-	-	-	-
전후동요	선미 방향	선수 방향	선수 방향	선미 방향
a_{surge}				
좌우동요	-	-	-	-
a_{sway}	-	-	-	-
상하동요	하향	상향	-	-
a_{heave}			-	-
횡동요	-	-	-	-
a_{roll}	-	-	-	-
종동요	선수 하향	선수 상향	선수 상향	선수 하향
a_{pitch}				

표 8 BSR 및 BSP 하중상태에 대한 선박 응답 - 피로평가

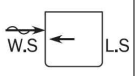
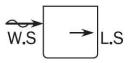
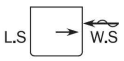
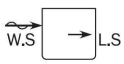
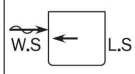
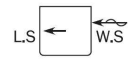
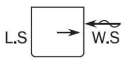
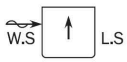
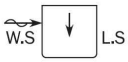
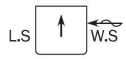
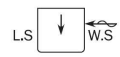
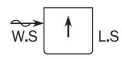
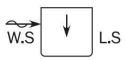
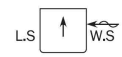
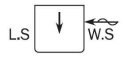
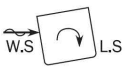
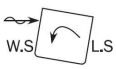
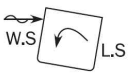
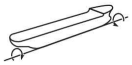
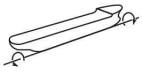
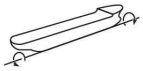
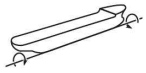
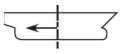
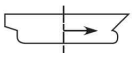
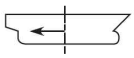
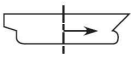
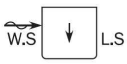
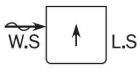
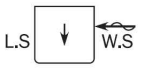
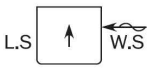
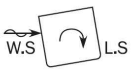
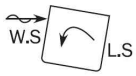
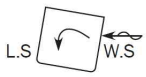
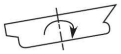
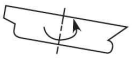
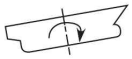
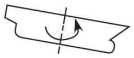
하중 상태	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
EDW	BSR		BSR		BSP		BSP	
파랑	횡파				횡파			
영향	최대 횡동요				수선에서의 최대 압력			
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	우현 인장	좌현 인장	좌현 인장	우현 인장	우현 인장	좌현 인장	좌현 인장	우현 인장
TM	-	-	-	-	-	-	-	-
전후 동요	-	-	-	-	-	-	-	-
a_{surge}	-	-	-	-	-	-	-	-
좌우 동요	우현 방향	좌현 방향	좌현 방향	우현 방향	좌현 방향	우현 방향	우현 방향	좌현 방향
a_{sway}								
상하 동요	하향	상향	하향	상향	하향	상향	하향	상향
a_{heave}								
횡동요	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향
a_{roll}								
종동요	-	-	-	-	-	-	-	-
a_{pitch}	-	-	-	-	-	-	-	-

표 9 OST 하중상태에 대한 선박 응답 - 피로평가

하중상태	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S
EDW	OST			
파랑	사파			
영향	최대 비틀림 모멘트			
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	좌현 인장	우현 인장	우현 인장	좌현 인장
TM				
전후동요	선수 방향	선미 방향	선수 방향	선미 방향
a_{surge}				
좌우동요	-	-	-	-
a_{sway}	-	-	-	-
상하동요	상향	하향	상향	하향
a_{heave}				
횡동요	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향
a_{roll}				
종동요	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향
a_{pitch}				

3.2 하중조합계수

3.2.1

피로평가를 위한 선체거더하중 및 관성하중 성분에 대한 하중조합계수(LCF)는 다음과 같이 정의된다.

표 10 : HSM 및 FSM 하중상태에 대한 하중조합계수
표 11 : BSR 및 BSP 하중상태에 대한 하중조합계수
표 12 : OST 하중상태에 대한 하중조합계수

표 10 HSM 및 FSM 하중상태에 대한 하중조합계수 - 피로평가

하중성분		LCF	HSM-1	HSM-2	FSM-1	FSM-2
선체거더하중	M_{WV}	C_{WV}	-1	1	$-0.75-0.2f_T$	$0.75+0.2f_T$
	Q_{WV}	C_{QW}	$-1.0f_{\ell p}$	$1.0f_{\ell p}$	$(-0.75-0.2f_T)f_{lp}$	$(0.75+0.2f_T)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	0	0	0	0
	M_{WT}	C_{WT}	0	0	0	0
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	$0.3-0.2f_T$	$0.2f_T-0.3$	$-0.4f_T+0.2$	$0.4f_T-0.2$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	-0.9	0.9	0.1	-0.1
	$gsin\varphi$	C_{XG}	$0.4f_T+0.4$	$-0.4f_T-0.4$	-0.15	0.15
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	0	0	0	0
	a_{roll-y}	C_{YR}	0	0	0	0
	$gsin\theta$	C_{YG}	0	0	0	0
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	$0.8f_T-0.15$	$0.15-0.8f_T$	0	0
	a_{roll-z}	C_{ZR}	0	0	0	0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	-0.9	0.9	0.1	-0.1

표 11 BSR 및 BSP 하중상태에 대한 하중조합계수 - 피로평가

하중성분		LCF	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S
선체 거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	$0.1-0.2f_T$	$0.2f_T-0.1$	$0.1-0.2f_T$	$0.2f_T-0.1$
	Q_{WV}	C_{QW}	$(0.1-0.2f_T)f_{lp}$	$(0.2f_T-0.1)f_{lp}$	$(0.1-0.2f_T)f_{lp}$	$(0.2f_T-0.1)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	$1.1-f_T$	$f_T-1.1$	$f_T-1.1$	$1.1-f_T$
	M_{WT}	C_{WT}	0	0	0	0
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	0	0	0	0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0	0	0	0
	$gsin\varphi$	C_{XG}	0	0	0	0
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	$0.2-0.2f_T$	$0.2f_T-0.2$	$0.2f_T-0.2$	$0.2-0.2f_T$
	a_{roll-y}	C_{YR}	1	-1	-1	1
	$gsin\theta$	C_{YG}	-1	1	1	-1
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	$0.7-0.4f_T$	$0.4f_T-0.7$	$0.7-0.4f_T$	$0.4f_T-0.7$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	1	-0	-1	1
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0	0	0	0

하중성분		LCF	BSP-1P	BSP-2	BSP-1S	BSP-2S
선체 거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	$0.3-0.8f_T$	$0.8f_T-0.3$	$0.3-0.8f_T$	$0.8f_T-0.3$
	Q_{WV}	C_{QW}	$(0.3-0.8f_T)f_{lp}$	$(0.8f_T-0.3)f_{lp}$	$(0.3-0.8f_T)f_{lp}$	$(0.8f_T-0.3)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	$0.6-0.6f_T$	$0.6f_T-0.6$	$0.6f_T-0.6$	$0.6-0.6f_T$
	M_{WT}	C_{WT}	0	0	0	0
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	0	0	0	0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0	0	0	0
	$gsin\varphi$	C_{XG}	0	0	0	0
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	-0.95	0.95	-0.95	0.95
	a_{roll-y}	C_{YR}	0.3	-0.3	-0.3	0.3
	$gsin\theta$	C_{YG}	-0.2	0.2	0.2	-0.2
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	1	-1	1	-1
	a_{roll-z}	C_{ZR}	0.3	-0.3	-0.3	0.3
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0	0	0	0

표 12 OST 하중상태에 대한 하중조합계수 - 피로평가

하중조합		LCF	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S
선체거더하중	M_{WV}	C_{WV}	-0.4	0.4	-0.4	0.4
	Q_{WV}	C_{QW}	$-0.4f_{lp}$	$0.4f_{lp}$	$-0.4f_{lp}$	$0.4f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	-0.9	0.9	0.9	-0.9
	M_{WT}	C_{WT}	$-f_{\ell p-OST}$	$f_{\ell p-OST}$	$f_{\ell p-OST}$	$-f_{\ell p-OST}$
종 가속도	a_{surge}	C_{XS}	$-0.25+0.2f_T$	$0.25-0.2f_T$	$-0.25+0.2f_T$	$0.25-0.2f_T$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$0.4-0.2f_T$	$-0.4+0.2f_T$	$0.4-0.2f_T$	$-0.4+0.2f_T$
	$gsin\varphi$	C_{XG}	$-0.4+0.2f_T$	$0.4-0.2f_T$	$-0.4+0.2f_T$	$0.4-0.2f_T$
횡 가속도	a_{sway}	C_{YS}	0	0	0	0
	a_{roll-y}	C_{YR}	$-0.4+0.6f_T$	$0.4-0.6f_T$	$0.4-0.6f_T$	$-0.4+0.6f_T$
	$gsin\theta$	C_{YG}	$0.2-0.3f_T$	$-0.2+0.3f_T$	$-0.2+0.3f_T$	$0.2-0.3f_T$
수직 가속도	a_{heave}	C_{ZH}	-0.05	0.05	-0.05	0.05
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$-0.4+0.6f_T$	$0.4-0.6f_T$	$0.4-0.6f_T$	$-0.4+0.6f_T$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$0.4-0.2f_T$	$-0.4+0.2f_T$	$0.4-0.2f_T$	$-0.4+0.2f_T$

제 3 절 선박 운동 및 가속도

기호

이 절에 정의되지 않는 기호에 대해서는 **1장 4절**을 참조한다.

a_o : 가속도 변수로서 다음 식에 의한다.

$$a_0 = (1.58 - 0.47C_B)\left(\frac{2.4}{\sqrt{L}} + \frac{34}{L} + \frac{600}{L^2}\right)$$

T_θ : 횡동요 주기(s) ([2.1.1]에 정의)

θ : 횡동요 각도(deg) ([2.1.1]에 정의)

T_ϕ : 종동요 주기(s) ([2.1.2]에 정의)

φ : 종동요 각도(deg) ([2.1.2]에 정의)

R : 선박 회전 중심에 대한 수직 좌표(m)는 다음 식에 의한다.

$$R = \min\left(\frac{D}{4} + \frac{T_{LC}}{2},\ \frac{D}{2}\right)$$

$C_{XG}, C_{XS}, C_{XP}, C_{YG}, C_{YS}, C_{YR}, C_{ZH}, C_{ZR}$, 및 C_{ZP} : 하중조합계수(**4장 2절** 참조)

a_{roll-y} : 횡동요에 의한 횡 가속도(m/s^2) ([3.3.2] 참조)

$a_{pitch-x}$: 종동요에 의한 종 가속도(m/s^2) ([3.3.1] 참조)

a_{roll-z} : 횡동요에 의한 수직 가속도(m/s^2) ([3.3.3] 참조)

$a_{pitch-z}$: 종동요에 의한 수직 가속도(m/s^2) ([3.3.3] 참조)

f_T : 적하상태의 흘수 T_{LC}와 강도계산용 흘수 T_{SC}의 비로서 다음 식에 의한다.

$$f_T = \frac{T_{LC}}{Tsc}$$ 단, 0.5 이상이어야 한다.

T_{LC} : 고려된 적하상태에 대한 선체 중앙부 흘수(m)

x, y, z : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z 좌표(m) (**4장 1절** [1.2.1] 참조)

f_{ps} : **4장 7절**에 규정된 적용 설계하중 시나리오에 따른 계수로서 다음과 같다.

f_{ps}=1.0, 최대 파랑하중 설계하중 시나리오의 경우

f_{ps}=0.8, 평형수 교환 설계하중 시나리오의 경우

f_{ps}=0.8, 항해중 사고 침수 설계하중 시나리오의 경우

f_{ps}=0.4, 항구/보호수역 설계하중 시나리오의 경우

f_{fa} : 피로계수로서 다음 식에 의한다.

$$f_{fa} = 0.9$$

1 일반

1.1 정의

1.1.1

선체 운동 및 가속도는 사인 곡선(sinusoidal)이라 가정한다. 이 절에서 공식에 의해 정의된 운동 값은 단일 진폭이다. 즉 파정에서 파저까지 높이의 절반을 의미한다.

2. 선체 운동과 가속도

2.1 선체 운동

2.1.1 횡동요 운동

횡동요 주기 T_θ (s)로서 다음 식에 의한다.

$$T_\theta = \frac{2.3\pi k_r}{\sqrt{gGM}}$$

횡동요 각 θ (deg)로서 다음 식에 의한다.

$$\theta = \frac{9000(1.25 - 0.025T_\theta)f_p f_{Bk}}{(B+75)\pi}$$

f_p : 계수로서 다음과 같다.

$f_p = f_{ps}$, 강도평가의 경우

$f_p = f_{fa}(0.23 - 4f_T B \times 10^{-4})$, 피로평가의 경우

f_{Bk} : 다음과 같다.

f_{Bk} = 1.2, 빌지 킬이 없는 선박의 경우

f_{Bk} = 1.0, 빌지 킬이 있는 선박의 경우

k_r : 해당 적재 조건에서의 횡동요 회전반경(m)으로, **표 1** 또는 **표 2**에 따른다.

GM : 해당 적재 조건에서의 메타센터 높이(m)로, **표 1** 또는 **표 2**에 따른다.

표 1 유조선의 k_r 및 GM의 값

적재상태(1)(2)	T_{LC}	k_r	GM
만재 적재상태	T_{SC}	$0.35B$	$0.12B$
$0.9T_{SC}$ 이상의 흘수를 가지는 선택 조건 상태	실제 흘수 $\geq 0.9T_{SC}$	$0.35B$	$0.12B$
부분 적재상태	$\leq 0.6T_{SC}$	$0.40B$	$0.24B$
평형수 상태	T_{BAL}	$0.45B$	$0.33B$

(1) 적하지침서에서 명시하지 않은 경우, 0.6 T_{SC} 와 0.9 T_{SC} 사이의 흘수를 가지는 선택 적재상태 또는 강풍/비상 평형수 상태에서의 k_r 및 GM값은 실제 흘수에 기초한 0.9 T_{SC} 선택상태와 0.6 T_{SC} 부분 적재상태 사이에서의 선형 보간법으로 구해야 한다.

(2) 적하지침서에서 명시하지 않은 경우, 침수 시의 k_r 및 GM 값은 만재 적재상태에서의 값을 사용한다.

표2 산적화물선의 k_r 및 GM 값

적재상태 (1)(2)(4)		적용 선박	T_{LC}	k_r	GM
만재 적하상태	균일적재	모든 산적화물선	T_{SC}	$0.35B$	$0.12B$
	격창 중량 화물	BC-A		$0.40B$	$0.20B$
	격창 경량 화물	BC-A		$0.35B$	$0.12B$
	균일 중량 화물	BC-B, BC-A		$0.42B$	$0.25B$
강재 코일 적재(3)		강재 운송을 하는 모든 산적화물선		$0.42B$	$0.25B$
황천 평형수 상태		모든 산적화물선	T_{BAL-H}	$0.40B$	$0.25B$
통상 평형수 상태		모든 산적화물선	T_{BAL}	$0.45B$	$0.33B$

(1) 적하지침서에서 명시하지 않은 경우, 0.9 T_{SC} 이상의 흘수를 가지는 다항 적재상태에서의 k_r 및 GM 값은 가장 적절한 만재 적재상태의 값을 이용한다. 적하지침서에서 명시하지 않은 경우, T_{BAL-H} 와 0.9 T_{SC} 사이의 흘수를 가지는 다항 적재상태에서의 k_r 및 GM 값은 흘수에 기초한 황천 평형수 상태와 가장 적절한 만재 적재상태 사이의 값을 선형 보건법으로 구해야 한다.

T_{BAL-H} 보다 낮은 흘수를 가지는 다항 적재상태에 대하여, 황천 평형수 상태의 k_r 및 GM 값이 사용할 수 있다.

(2) 적하지침서에서 명시하지 않은 경우, 침수 시 적재상태에서의 k_r 및 GM 값은 만재 적재상태의 값을 이용하여야 한다.

(3) **1장 2절 [3.6]**에 따라 적하지침서에 강재 코일 적재상태가 있는 경우 이 적하상태의 흘수, k_r 및 GM 값을 이용하여 평가하여야 한다.

(4) 블록 적재상태는 이 표의 균일 중량 화물 적재상태 시의 흘수, k_r 및 GM 값을 이용하여 평가하여야 한다.

2.1.2 종동요 운동

종동요 주기 $T_\varphi\,(s)$ 는 다음 식에 의한다.

$$T_\varphi = \sqrt{\frac{2\pi\lambda_\varphi}{g}}$$

λ_φ : 다음 식에 의한 값

$$\lambda_\varphi = 0.6(1+f_T)L$$

종동요 각 φ (deg) 는 다음 식에 의한다.

$$\varphi = 1350 f_P L^{-0.94}\left\{1.0+\left(\frac{2.57}{\sqrt{gL}}\right)^{1.2}\right\}$$

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$, 강도평가의 경우

$f_p = f_{fa}\left[(0.27-0.02f_T)-(13-5f_T)L\times10^{-5}\right]$, 피로평가의 경우

2.2 무게 중심에서의 선박 가속도

2.2.1 전후동요 가속도

전후동요에 의한 종 가속도 a_{surge} (m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{surge} = 0.2 f_p a_o g$$

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$, 강도평가의 경우

$f_p = f_{fa}[0.27 - (15 + 4f_T)L \times 10^{-5}]$, 피로평가의 경우

2.2.2 좌우동요 가속도

좌우동요에 의한 횡 가속도 a_{sway} (m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{sway} = 0.3 f_p a_0 g$$

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$, 강도평가의 경우

$f_p = f_{fa}[0.24 - (6 - 2f_T)B \times 10^{-4}]$, 피로평가의 경우

2.2.3 상하동요 가속도

상하동요에 의한 수직 가속도 a_{heave} (m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{heave} = f_p a_0 g$$

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$, 강도평가의 경우

$f_p = f_{fa}[(0.27 + 0.02 f_T) - 17L \times 10^{-5}]$, 피로평가의 경우

2.2.4 횡동요 가속도

횡동요 가속도 α_{roll} (rad/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{roll} = f_p \theta \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_\theta} \right)^2$$

θ : f_p를 1.0으로 하여 구한 횡동요 각

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$, 강도평가의 경우

$f_p = f_{fa}[0.23 - 4f_T B \times 10^{-4}]$, 피로평가의 경우

2.2.5 종동요 가속도

종동요 가속도 a_{pitch} (rad/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{pitch} = f_p\left(\frac{3.1}{\sqrt{gL}} + 1.0\right)\varphi\frac{\pi}{180}\left(\frac{2\pi}{T_\varphi}\right)^2$$

φ : f_p를 1.0으로 하여 구한 종동요 각

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$, 강도평가의 경우

$f_p = f_{fa}[0.28 - (5 + 6f_T)L \times 10^{-5}]$, 피로평가의 경우

3. 임의 위치에서의 가속도

3.1 일반

3.1.1

임의 위치에서 관성 하중을 도출하기 위한 가속도는 선박 고정 좌표계에 관하여 정의된다. 따라서 [3.2]와 [3.3]에서 정의되는 가속도 값들은 일시적인 횡동요 및 종동요 각으로 인한 중력 가속도 요소를 포함한다.

3.1.2

4장 2절의 동적 하중상태에 적용하는 가속도는 [3.2]에 따른다.

3.1.3

[3.3]에 정의된 포락선(envelope) 가속도는 자문의 목적으로 제공되며 최대 설계 가속도 값이 요구될 때 다른 설계 목적에 이용할 수 있다.(예: 크레인 거치대, 기관거치대 등.)

3.2 동적 하중상태에 대한 가속도

3.2.1 일반

4장 2절의 동적 하중상태에 적용하는 가속도는 [3.2.2]부터 [3.2.4]에 따른다.

3.2.2 종 가속도

각각의 동적 하중상태에 대한 임의 위치에서의 종 가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_X = -C_{XG}\, g \sin\varphi + C_{XS}\, a_{surge} + C_{XP}\, a_{pitch}\,(z - R)$$

3.2.3 횡 가속도

각각의 동적 하중상태에 대한 임의 위치에서의 횡 가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_Y = C_{YG}\, g \sin\theta + C_{YS}\, a_{sway} - C_{YR}\, a_{roll}\,(z - R)$$

3.2.4 수직 가속도

각각의 동적 하중상태에 대한 임의 위치에서의 수직 가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_Z = C_{ZH}\, a_{heave} + C_{ZR}\, a_{roll}\, y - C_{ZP}\, a_{pitch}\,(x - 0.45L)$$

3.3 포락선(envelope) 가속도

3.3.1 종 가속도

임의 위치에서의 포락선(envelope) 종 가속도 a_{x-env} (m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{x-env} = 0.7\sqrt{a_{surge}{}^2 + \left[\frac{L}{325}(g\sin\varphi + a_{pitch-x})\right]^2}$$

$a_{pitch-x}$: 종동요에 의한 종 가속도(m/s^2)로서 다음 식에 의한 값

$a_{pitch-x}$ = $a_{pitch}(z-R)$

3.3.2 횡 가속도

임의 위치에서의 포락선(envelope) 횡 가속도 a_{y-env} (m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{y-env} = \sqrt{a_{sway}{}^2 + (g\sin\theta + a_{roll-y})^2}$$

a_{roll-y} : 횡동요에 의한 횡 가속도(m/s^2)로서 다음 식에 의한 값

a_{roll-y} = $a_{roll}(z-R)$

3.3.3 수직 가속도

임의 위치에서의 포락선(envelope) 수직 가속도 a_{z-env} (m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{z-env} = \sqrt{a_{heave}{}^2 + \left(\left(0.3 + \frac{L}{325}\right)a_{pitch-z}\right)^2 + (1.2\,a_{roll-z})^2}$$

$a_{pitch-z}$: 종동요에 의한 수직 가속도(m/s^2)로서 다음 식에 의한 값

$a_{pitch-z}$ = $a_{pitch}(x-0.45L)$

a_{roll-z} : 횡동요에 의한 수직 가속도(m/s^2)로서 다음 식에 의한 값

a_{roll-z} = $a_{roll}y$

제 4 절 선체거더하중

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

x : **4장 1절 [1.2.1]**에 정의된 기준 좌표계에 따른 계산 지점의 X 좌표(m)

C_w : 파랑계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_w = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100}\right)^{1.5}, \qquad 90\ \text{m} \le L \le 300\ \text{m}\ \text{경우}$$

$$C_w = 10.75, \qquad 300\ \text{m} < L \le 350\ \text{m}\ \text{경우}$$

$$C_w = 10.75 - \left(\frac{L - 350}{150}\right)^{1.5}, \qquad 350\ \text{m} < L \le 500\ \text{m}\ \text{경우}$$

f_β : 파도의 진행 방향에 대한 수정계수로서 다음 식에 따른다.

- 강도평가의 경우
  - f_β = 1.05, 최대 파랑 하중 설계하중 시나리오에 대한 HSM 및 FSM 하중상태
  - f_β = 0.8, 최대 파랑 하중 설계하중 시나리오에 대한 BSR 및 BSP 하중상태
  - f_β = 1.0, 최대 파랑 하중 설계하중 시나리오에 대한 HSA, OST 및 OSA 하중상태
  - f_β = 1.0, 항해중, 항구/보호수역 및 사고 침수 설계하중 시나리오에서 평형수 교환상태
- 피로평가의 경우
  - f_β = 1.0

f_{ps} : **4장 3절**에 따른 계수

BSR, BSP, HSM, HSA, FSM, OST, OSA : **4장 2절**의 동적 하중상태

1. 적용

1.1 일반

1.1.1

정적 설계하중 시나리오에 대한 선체거더하중은 **[2]**에 정의된 정수중 하중으로 나타낸다.

1.1.2

정적하중 및 동적하중 설계 시나리오의 선체거더하중은 각 동적 하중상태에 따라 계산되며 **[2]**의 정수중 하중과 **[3.5]**의 동적하중의 합으로 나타낸다.

2. 정수중 선체거더 수직하중

2.1 일반

2.1.1 항해중 및 항구/보호수역 조건

설계자는 항해중 및 항구/보호수역에 대해서 정수중 허용 굽힘 모멘트와 전단력을 제시하여야 한다. 정수중 허용 선체거더하중은 화물창 구역에서의 각 횡격벽, 화물창 중간. 선수격벽, 기관실 전단 격벽, 기관실 중간, 기관실 후단에서 제시되어야 한다. 임의의 다른 위치에서의 허용 굽힘 모멘트 및 전단력은 선형 보간법에 의해 구한다.

주1 : 초기설계 시 정수중 허용 굽힘 모멘트는 선박의 설계, 건조 단계에서의 증가 및 설계 여유를 확보하기 위하여 적하지침서 상의 정수중 최대 굽힘 모멘트의 최소 5 %, 허용 전단력은 적하지침서 상의 최대 정수중 전단력의 최소 10 % 를 각각 증가시킨다.

2.1.2 침수상태

설계자는 침수상태에서 정수중 허용 굽힘 모멘트와 전단력의 포락선을 제시하여야 한다.

2.1.3 피로평가를 위한 정수중 하중

피로평가를 위한 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력 값과 분포는 선박의 일생 동안 선박이 운항하는 전형적인 적하상태의 값을 이용하여야 한다. 전형적인 적하상태는 이중선체 유조선의 경우 통상 평형수 적재상태 및 균일 만재 적재상태이며 산적화물선의 경우 통상 평형수 적재상태, 황천 평형수 적재상태, 만재 균일 적재상태, 만재 격창 적재상태이다. 즉, 만재 격창 적재상태는 BC-A 산적화물선에만 적용 가능하다. 적하상태의 정의는 **9장**에 따른다.

2.2 정수중 수직 굽힘 모멘트

2.2.1 최소 정수중 굽힘 모멘트

호깅 및 새깅상태에서 각각 최소 정수중 굽힘 모멘트 $M_{sw-h-\min}$ 및 $M_{sw-s-\min}$ (kNm) 는 다음 식에 의한다.

호깅상태 :

$$M_{sw-h-\min} = f_{sw}(171 C_w L^2 B (C_B + 0.7) 10^{-3} - M_{wv-h-mid})$$

새깅상태 :

$$M_{sw-s-\min} = -0.85 f_{sw}(171 C_w L^2 B (C_B + 0.7) 10^{-3} + M_{wv-s-mid})$$

$M_{wv-h-mid}$: f_p 및 f_m 을 1.0 으로 하여 **[3.1.1]**에 따라 계산된 수직 파랑 호깅 모멘트

$M_{wv-s-mid}$: f_p 및 f_m 을 1.0 으로 하여 **[3.1.1]**에 따라 계산된 수직 파랑 새깅 모멘트

f_{sw} : 선박의 길이 방향에 따른 분포계수로서 다음과 같다.(**그림 1** 참조)

$f_{sw} = 0.0,$ $x \le 0$ 경우

$f_{sw} = 0.15,$ $x = 0.1L$ 에서

$f_{sw} = 1.0,$ $0.3L \le x \le 0.7L$ 경우

$f_{sw} = 0.15,$ $x = 0.9L$ 에서

$f_{sw} = 0.0,$ $x \ge L$ 경우

f_{sw} 의 중간 값은 선형 보간법에 의하여 얻는다.

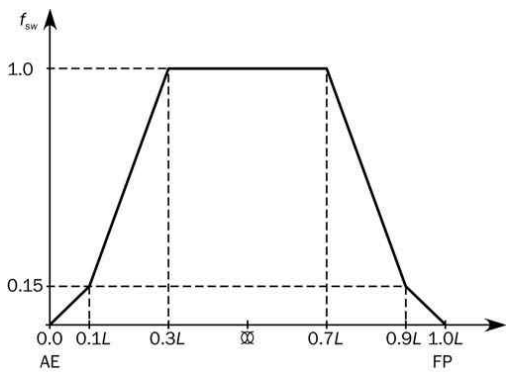


그림 1 분포계수 f_{sw}

2.2.2 항해상태 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트

선박 길이 방향의 모든 위치에서 항해중 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트 M_{sw-h} 및 M_{sw-s} 는 다음의 정수중 굽힘 모멘트보다 큰 값이어야 한다.

- **4장 8절**의 항해중 적재 상태의 정수중 호깅 및 새깅 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트
- 적하지침서에 기술된 항해중 적재 상태의 굽힘 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트
- [2.2.1]의 정수중 최소 굽힘 모멘트

2.2.3 항구/보호수역 및 탱크 시험 상태의 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트

선박 길이 방향의 모든 위치에서 항구/보호수역 및 탱크 시험 상태의 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트 M_{sw-p-h} 및 M_{sw-p-s} 는 다음의 정수중 굽힘 모멘트보다 큰 값이어야 한다.

- **4장 8절**의 항구/보호수역 적재상태의 정수중 호깅 및 새깅 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트
- 적하지침서에 기술된 항구/보호수역 적재상태의 굽힘 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트
- [2.2.2]의 정수중 허용 굽힘 모멘트
- [2.2.1]의 정수중 최소 굽힘 모멘트를 25 % 증가시킨 정수중 굽힘 모멘트

2.2.4 항해중 침수 시 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트

선박 길이 방향의 모든 위치에서 침수 시 정수중 허용 수직 굽힘 모멘트 M_{sw-f} 는 다음의 정수중 굽힘 모멘트보다 큰 값이어야 한다.

- **4장 8절**의 비손상 및 침수 적재상태의 호깅 및 새깅 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트, 평형수 교환 시 발생하는 적재상태는 침수상태로 고려할 필요는 없다.
- 적하지침서에 기술된 비손상 및 침수 적재상태의 굽힘 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트
- [2.2.2]의 정수중 최소 굽힘 모멘트를 10 % 증가시킨 정수중 굽힘 모멘트

2.3 정수중 수직 전단력

2.3.1 유조선의 항해중 최소 정수중 수직 전단력

항해중 상태에 화물창 구역의 횡격벽 주위의 최소 정수중 수직 전단력 $Q_{sw-\min}$ (kN)은 다음 식에 의한다.

(a) 선박의 너비 방향으로 3개의 화물탱크를 가지는 유조선.

$$Q_{sw-\min} = \pm \max \begin{cases} 0.225\rho g B_{local}\ell_{tk} T_{SC} \\ 0.5\rho g[0.98(V_{CT}+2V_{ST}) - 0.7B_{local}\ell_{tk} T_{SC}] \end{cases}$$

화물/평형수 탱크의 경우 횡격벽의 전후부에서 계산된 값 중 최대값으로 한다.

(b) 선박의 폭 방향으로 2개의 화물탱크를 가지는 유조선

$$Q_{sw-\min} = \pm 0.4\rho g B_{local}\ell_{tk} T_{SC}$$

화물/평형수 탱크의 경우 횡격벽의 전후부에서 계산된 값 중 최대값으로 한다.

B_{local} : 강도계산용 흘수선 상에서 측정한 고려하는 탱크의 중앙부에서의 선박의 너비(m)

ℓ_{tk} : 고려하는 횡격벽 전후방의 화물탱크의 길이(m)

V_{CT} : 고려하는 횡격벽 전후방의 화물탱크의 중앙 화물탱크 체적(m^3)

V_{ST} : 고려하는 횡격벽 전후방의 화물탱크의 선측 화물탱크 체적(m^3)

2.3.2 유조선의 항구/보호수역 상태 정수중 최소 전단력

항구/보호수역 상태에 화물탱크 사이의 횡격벽 부근의 수직 정수중 최소 전단력 $Q_{sw-p-\min}$ (kN) 은 다음과 같다.

(a) 선박의 너비 방향으로 3개의 화물탱크를 가지는 유조선.

$$Q_{sw-p-\min} = \pm \max \begin{cases} 0.275\,\rho g\, B_{local}\, \ell_{tk}\, T_{SC} \\ 0.5\rho g\left[0.98\left(V_{CT}+2V_{ST}\right)-0.6B_{local}\,\ell_{tk}\,T_{SC}\right] \end{cases}$$

화물/평형수 탱크의 경우 횡격벽의 전후부에서 계산된 값 중 최대값으로 한다.

(b) 선박의 너비 방향으로 2개의 화물탱크를 가지는 유조선

$$Q_{sw-p-\min} = \pm 0.45\,\rho g B_{local}\,\ell_{tk}\,T_{SC}$$

화물/평형수 탱크의 경우 횡격벽의 전후부에서 계산된 값 중 최대값으로 한다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.3.3 항해중 정수중 허용 전단력

선박 길이 방향의 모든 위치에서 유조선과 산적화물선의 항해중 수직 정수중 허용 전단력 Q_{sw} 은 다음의 정수중 전단력보다 큰 값이어야 한다.

- 산적화물선의 경우 전단력 수정 후에 **4장 8절**의 항해중 적재상태의 정수중 전단력 중 가장 큰 정수중 전단력
- 산적화물선의 경우 적하지침서에 기술된 항해중 적재상태의 전단력의 수정 후 값 중 가장 큰 정수중 전단력
- 유조선의 경우 **[2.3.1]**의 항해중 최소 정수중 전단력

2.3.4 항구/보호수역 및 탱크 시험 상태의 정수중 허용 전단력

선박 길이 방향의 모든 위치에서 유조선과 산적화물선의 항구/보호수역 및 탱크시험상태의 수직 정수중 허용 전단력 Q_{sw-p} (kN)은 다음의 정수중 전단력보다 큰 값이어야 한다.

- 산적화물선의 경우 전단력 수정 후에 **4장 8절**의 항구/보호수역 적재상태의 정수중 전단력 중 가장 큰 정수중 전단력.
- 산적화물선의 경우 적하지침서에 기술된 항구/보호수역 적재상태의 전단력의 수정 후 값 중 가장 큰 정수중 전단력
- [2.3.3]에 따른 정수중 허용 전단력
- 유조선의 경우 **[2.3.2]**의 항구/보호수역 상태 정수중 최소 전단력

다음 값은 초기 설계 단계에서 지침으로 사용될 수 있다.

$$Q_{sw-p} = Q_{sw} + 0.6\,Q_{wv}$$

Q_{sw} : **[2.3.3]**의 정수중 허용 전단력 Q_{sw}

Q_{wv} : **[3.2.1]**에 정의된 파랑중 수직 전단력 Q_{wv-pos} 및 Q_{wv-neg} 으로서 f_p 는 강도평가에 대한 값 1.0 으로 한다.

2.3.5 항해중 침수 시 정수중 허용 전단력

선박 길이 방향의 모든 위치에서 유조선과 산적화물선의 항해중 침수 정수중 허용 전단력 Q_{sw-f} 은 다음의 정수중 전단력보다 큰 값이어야 한다.

- 산적화물선의 경우 전단력 수정 후에 **4장 8절**의 항해중 침수 적재상태의 정수중 전단력 중 가장 큰 정수중 전단력, 평형수 교환 시 발생하는 적재상태는 침수상태로 고려할 필요는 없다.

- 산적화물선의 경우 적하지침서에 기술된 항해중 침수 적재상태의 정수중 전단력의 수정 후 값 중 가장 큰 정수중 전단력
- 정수중 허용 전단력은 [2.3.3]에 따른다.

3. 동적 선체거더하중

3.1 파랑중 수직 굽힘 모멘트

3.1.1

선박의 길이 방향 임의 위치에서 파랑중 수직 굽힘 모멘트(kNm)는 다음 식에 의한다.

호깅상태 :

$$M_{wv-h} = 0.19 f_{nl-vh} f_m f_p C_w L^2 B C_B$$

새깅상태 :

$$M_{wv-s} = -0.19 f_{nl-vs} f_m f_p C_w L^2 B C_B$$

f_{nl-vh} : 호깅상태의 비선형 효과를 고려하는 계수로서 다음과 같다.

f_{nl-vh} : 1.0, 강도 및 피로평가의 경우

f_{nl-vs} : 새깅상태의 비선형 효과를 고려하는 계수로서 다음과 같다.

$f_{nl-vs} = 0.58(\frac{C_B + 0.7}{C_B})$, 강도평가의 경우

$f_{nl-vs} = 1.0$, 피로평가의 경우

f_p : 계수로서 다음과 같다.

강도평가 : $f_p = f_{ps}$,

유조선의 피로평가 : $f_p = 0.9[0.27 - (6 + 4f_T)L \times 10^{-5}]$

산적화물선의 피로평가 : $f_p = 0.9[0.24 - (5.38 + 3.58f_T)L \times 10^{-5}]$

f_m : 선박의 길이 방향 위치에 따른 파랑 수직 굽힘 모멘트에 대한 분포계수로서 다음과 같다.

$f_m = 0.0$, $x \le 0$ 경우

$f_m = 1.0$, $0.4 \le x \le 0.65L$ 경우

$f_m = 0.0$, $x \ge L$ 경우

중간 위치에서 f_m 값은 선형 보간법에 따라 구한다.(**그림 2** 참조)

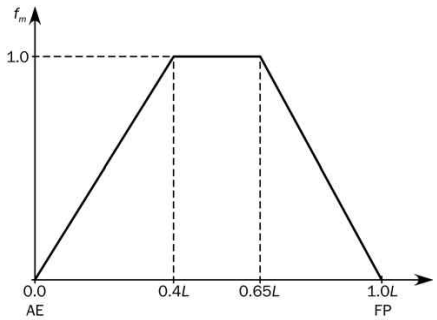


그림 2 분포 계수 f_m

3.2 수직 파랑 전단력

3.2.1

항해중 수직 파랑 전단력(kN)은 다음 식에 의한다.

$$Q_{wv-pos} = 0.52 f_{q-pos} f_p C_w L B C_B$$
$$Q_{wv-neg} = -0.52 f_{q-neg} f_p C_w L B C_B$$

f_p : 계수로서 다음과 같다.

$f_p = f_{ps}$, 강도평가의 경우

$f_p = 0.9[0.27 - (17 - 8 f_T) L \times 10^{-5}]$, 피로평가의 경우

f_{q-pos} : 양(+)의 파랑 전단력에 대한 선박의 길이 방향 위치에 따른 분포계수로서 다음과 같다.

$f_{q-pos} = 0.0$, $x \le 0$ 경우

$f_{q-pos} = 0.92 f_{nl-vh}$, $0.2L \le x \le 0.3L$ 경우

$f_{q-pos} = 0.7$, $0.4L \le x \le 0.6L$ 경우

$f_{q-pos} = 1.0 f_{nl-vh}$, $0.7L \le x \le 0.85L$ 경우

$f_{q-pos} = 0.0$, $x \ge L$ 경우

중간 위치에서 f_{q-pos} 값은 선형 보간법에 따라 구한다.(**그림 3** 참조)

f_{q-neg} : 음(-)의 파랑 전단력에 대한 선박의 길이 방향 위치에 따른 분포계수로서 다음과 같다.

$f_{q-neg} = 0.0$, $x \le 0$ 경우

$f_{q-neg} = 0.92 f_{nl-vs}$, $0.2L \le x \le 0.3L$ 경우

$f_{q-neg} = 0.7$, $0.4L \le x \le 0.6L$ 경우

$f_{q-neg} = 1.0 f_{nl-vh}$, $0.7L \le x \le 0.85L$ 경우

$f_{q-neg} = 0.0$, $x \ge L$ 경우

중간 위치에서 f_{q-neg} 값은 선형 보간법에 따라 구한다.(**그림 4** 참조)

f_{nl-vh}, f_{nl-vs} : [3.1.1]에 따른 비선형 효과를 고려하는 계수

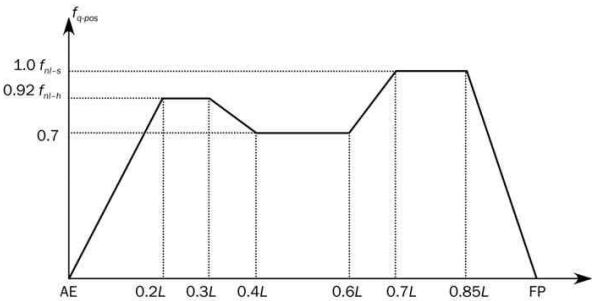


그림 3 양의 수직 전단력에 대한 분포계수 f_{q-pos}

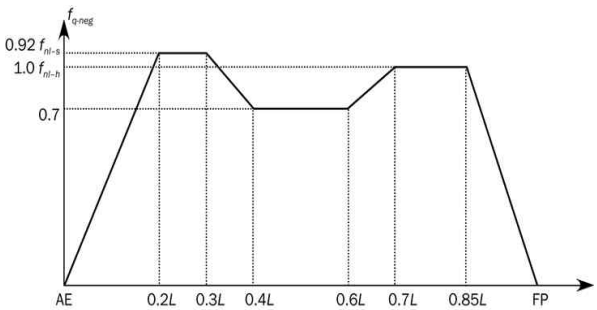


그림 4 음의 수직 전단력에 대한 분포 계수 f_{q-neg}

3.3 수평 파랑 굽힘 모멘트

3.3.1

선박의 길이 방향 위치에서 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)는 다음 식에 의한다.

$$M_{wh} = f_{nlh} f_p \left(0.31 + \frac{L}{2800}\right) f_m C_w L^2 T_{LC} C_B$$

f_{nlh} : 비선형 효과를 고려하는 계수로서 다음과 같다.

$f_{nlh} = 0.9,$ 강도평가의 경우

$f_{nlh} = 1.0,$ 피로평가의 경우

f_p : 계수로서 다음과 같다.

$f_p = f_{ps},$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9 \cdot [(0.2 + 0.04 f_T) + (11 - 8 f_T) L \times 10^{-5}],$ 피로평가의 경우

f_m : 분포계수로서 [3.1.1]에 따른다.

3.4 파랑중 비틀림 모멘트

3.4.1

기선에 대해 선박의 길이 방향 위치에서 파랑중 비틀림 모멘트(kNm)는 다음 식에 의한다.

$$M_{wt} = f_p (M_{wt1} + M_{wt2})$$

M_{wt1}, M_{wt2} : 각각 다음 식에 의한 값

$$M_{wt1} = 0.4 f_{t1} C_w \sqrt{\frac{L}{T_{LC}}} B^2 D C_B$$

$$M_{wt2} = 0.22 f_{t2} C_w L B^2 C_B$$

f_{t1}, f_{t2} : 분표계수로서 다음과 같다.

$f_{t1} = 0,$ $x < 0$ 경우

$f_{t1} = \left|\sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right)\right|,$ $0 \le x \le L$ 경우

$f_{t1} = 0,$ $x > L$ 경우

$f_{t2} = 0,$ $x < 0$ 경우

$f_{t2} = \sin^2\left(\frac{\pi x}{L}\right),$ $0 \le x \le L$ 경우

$f_{t2} = 0,$ $x > L$경우

f_p : 계수로서 다음과 같다.

$f_p = f_{ps},$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9[0.2 + (5 f_T - 4.25) B \times 10^{-4}],$ 피로평가의 경우

3.5 동적 하중상태에 대한 선체거더하중

3.5.1 일반

4장 2절에 정의된 동적 하중상태에 대해 적용하는 동적 선체거더하중은 [3.5.2]에서 [3.5.5]에 따른다.

3.5.2 파랑중 수직 굽힘 모멘트

4장 2절의 각 동적 하중상태에 대하여 적용하는 파랑중 수직 굽힘 모멘트 M_{wv-LC}(kNm)는 표 1에 따른다.

표 1 동적 하중상태에 대한 파랑중 수직 굽힘 모멘트

하중조합계수	M_{wv-LC}
$C_{WV} \geq 0$	$f_\beta C_{WV} M_{wv-h}$
$C_{WV} < 0$	$f_\beta C_{WV} \lvert M_{wv-s} \rvert$
(비고) C_{WV} : 4장 2절에 따른 파랑중 수직 굽힘 모멘트의 하중조합계수 M_{wv-h}, M_{wv-s} : 고려하는 설계하중 시나리오를 고려한 호깅 및 새깅 파랑중 수직 굽힘 모멘트([3.1.1] 참조)	

3.5.3 파랑중 수직 전단력

4장 2절의 각 동적 하중상태에 대하여 적용하는 파랑중 수직 전단력 Q_{wv-LC}(kN)은 표 2에 따른다.

표 2 동적 하중상태에 대한 파랑중 수직 전단력

하중조합계수	Q_{wv-LC}
$C_{QW} \geq 0$	$f_\beta C_{QW} Q_{wv-pos}$
$C_{QW} < 0$	$f_\beta C_{QW} \lvert Q_{wv-neg} \rvert$
(비고) C_{QW} : 4장 2절에 따른 파랑중 수직 전단력에 대한 하중조합계수 Q_{wv-pos}, Q_{wv-neg} : 고려하는 설계하중 시나리오를 고려한 양과 음의 파랑중 수직 전단력([3.2.1] 참조)	

3.5.4 파랑중 수평 굽힘 모멘트

4장 2절의 각 동적 하중상태에 대하여 적용하는 파랑중 수평 굽힘 모멘트 M_{wh-LC}(kNm)는 다음 식에 의한다.

$$M_{wh-LC} = f_\beta C_{WH} M_{wh}$$

C_{WH} : 4장 2절에 따른 파랑중 수평 굽힘 모멘트에 대한 하중조합계수

M_{wh} : 적절한 설계하중 시나리오를 고려하는 [3.3.1]에 따른 파랑중 수평 굽힘 모멘트

3.5.5 파랑중 비틀림 모멘트

4장 2절의 각 동적 하중상태에 대하여 적용하는 파랑중 비틀림 모멘트 M_{wt-LC}(kNm)는 다음 식에 의한다.

$$M_{wt-LC} = f_\beta C_{WT} M_{wt}$$

C_{WT} : 4장 2절에 따른 파랑중 비틀림 모멘트에 대한 하중조합계수

M_{wt} : 적절한 설계하중 시나리오를 고려하는 [3.4.1]에 따른 파랑중 비틀림 모멘트

제 5 절 외부하중

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

λ : 파장(m)

B_x : 고려하는 단면에서 흘수선에서 측정한 선박의 형 너비(m)

x, y, z : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z 좌표(m) (**4장 1절 [1.2.1]** 참조)

f_{xL} : **4장 2절**에 따른다.

f_{yB} : 하중점의 Y 좌표와 B_x 의 비로 다음에 따른다.

$$f_{yB} = \frac{|2y|}{B_x}$$ 단, 1.0 이하이어야 한다.

$$f_{yB} = 1.0,$$ $B_x = 0$ 일 때

f_{yB_1} : 하중점의 Y 좌표와 B 의 비로 다음에 따른다.

$$f_{yB_1} = \frac{|2y|}{B}$$ 단, 1.0 이하이어야 한다.

C_w : 파랑계수(**4장 4절** 참조)

f_T : **4장 3절**에 따른다.

$P_{W,WL}$: 고려하는 동적 하중상태에 대해 흘수선에서 파랑압력(kN/m^2)으로 다음에 따른다.

$$P_{W,WL} = P_W\,,$$ $y = B_x/2$ 이고 $z = T_{LC}$ 인 경우

h_W : 흘수선에서의 압력과 동등한 수두(m)로 다음에 의한다.

$$h_W = \frac{P_{W,WL}}{\rho g}$$

f_{ps} : **4장 3절**에 따른 강도평가 계수(**4장 3절** 참조)

θ : 횡동요 각(deg) (**4장 3절 [2.1.1]** 참조)

T_θ : 횡동요 주기(s) (**4장 3절 [2.1.1]** 참조)

f_{fa} : **4장 3절**에 따른 계수

f_β : **4장 4절**에 따른 계수

z_{SD} : 보강재 스팬의 중심점 또는 요소 판 패널의 z 좌표(m)

1. 해수압

1.1 전체압력

1.1.1

정적 설계하중 시나리오에 대한 임의의 하중점의 외부압력 P_{ex} (kN/m^2)은 다음 식에 의한다. 단, 0 이상이어야 한다.

$$P_{ex} = P_S$$

정적 및 동적하중 시나리오에 대한 임의의 하중점의 전체압력 P_{ex} (kN/m^2)은 각 동하중상태로부터 계산되며 다음 식에 의한다. 단, 0 이상이어야 한다.

$$P_{ex} = P_S + P_W$$

P_S : [1.2]에 따른 정수압(kN/m^2)

P_W : [1.3]에 따른 파랑압력(kN/m^2)

1.2 정수압

1.2.1

임의 하중점에서 정수압 P_S (kN/m^2)는 **표 1**에 따른다. (**그림 1** 참조)

표 1 정수압 P_S

위치	정수압 P_S (kN/m^2)
$Z \le T_{LC}$	$\rho g\,(T_{LC} - Z)$
$Z > T_{LC}$	0

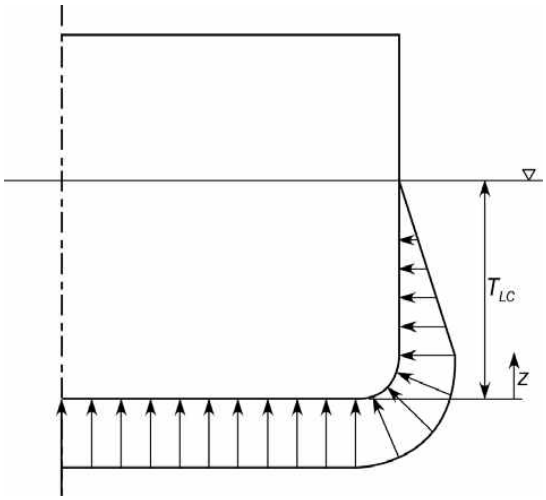


그림 1 정수압 P_S

1.3 강도평가를 위한 외부 동적압력

1.3.1 일반

4장 2장 [2]에 정의된 각 동적 하중상태에 대한 동적 수압은 **[1.3.2]**부터 **[1.3.8]**까지 따른다.

1.3.2 HSM 하중상태에 대한 동적 수압

임의 하중점에서 HSM-1 와 HSM-2 하중상태에 대한 동적 수압 P_W (kN/m^2)는 **표 2**에 따른다.(**그림 2** 및 **그림 3** 참조)

표 2 HSM 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$Z \le T_{LC}$	$T_{LC} < Z \le h_w + T_{LC}$	$Z > h_W + T_{LC}$
HSM-1	$P_W = \max(-P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(Z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
HSM-2	$P_W = \max(P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{HS} : 다음에 의한 값

$$P_{HS} = f_\beta f_{ps} f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz} c_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_{nl} : 비선형 효과에 관한 계수로 다음에 따른다. 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

f_{xL}	0	0.3	0.7	1.0
극심한 해수 하중 설계하중 시나리오	0.7	0.9	0.9	0.6
평형수 교환 설계하중 시나리오	0.85	0.95	0.95	0.8

f_{yz} : 거스(girth) 분포계수로 다음에 의한 값

$$f_{yz} = \frac{z}{T_{LC}} + f_{yB} + 1$$

f_h : 계수로 다음에 의한 값

$$f_h = 3.0(1.21 - 0.66 f_T)$$

k_a : 선박의 길이 방향 위치에 따른 진폭계수로서 다음에 따른다.

f_{xL}	k_a
$f_{xL} < 0.15$	$(0.5 + f_T)\left\{(3 - 2\sqrt{f_{yB}}) - \frac{20}{9} f_{xL}(7 - 6\sqrt{f_{yB}})\right\} + \frac{2}{3}(1 - f_T)$
$0.15 \le f_{xL} < 0.7$	1.0
$f_{xL} \ge 0.7$	$1 + (f_{xL} - 0.7)\left\{(\frac{40}{3} f_T - 5) + 2(1 - f_{yB})\left[\frac{18}{C_B} f_T (f_{xL} - 0.7) - 0.25(2 - f_T)\right]\right\}$

λ : 동적 하중상태에 대한 파장(m)으로 다음에 의한 값

$$\lambda = 0.6(1 + f_T)L$$

k_p : **표 3**에 따른 위상 계수로서 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

표 3 HSM 하중상태에 대한 k_p 값

f_{xL}	0	$0.3 - 0.1 f_T$	$0.35 - 0.1 f_T$	$0.8 - 0.2 f_T$	$0.9 - 0.2 f_T$	1.0
k_p	$-0.25 f_T (1 + f_{yB})$	-1	1	1	-1	-1

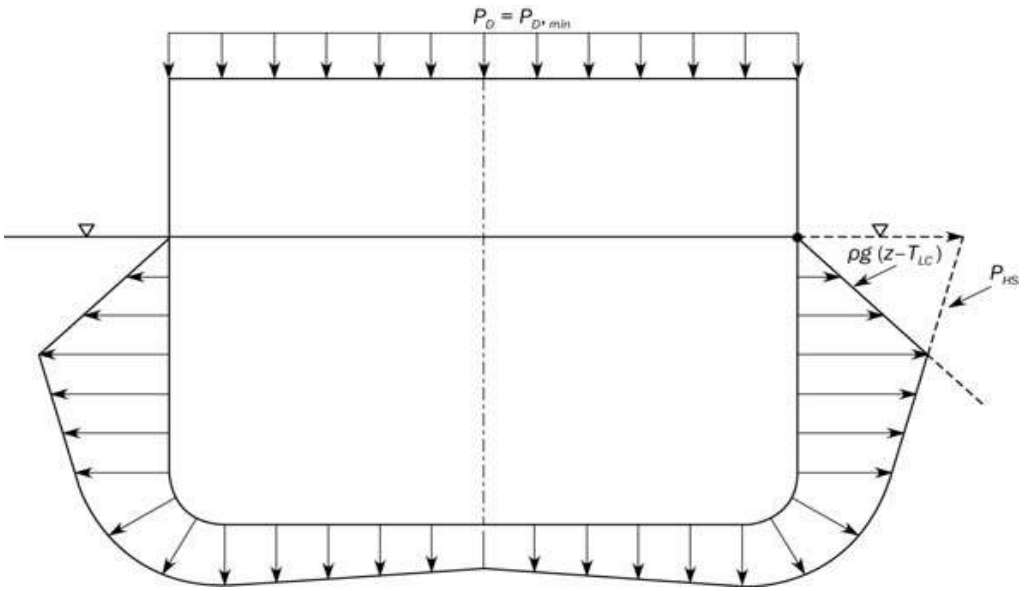


그림 2 선체 중앙부에서 HSM-1, HSA-1 및 FSM-1 하중 상태의 동적압력의 횡방향 분포

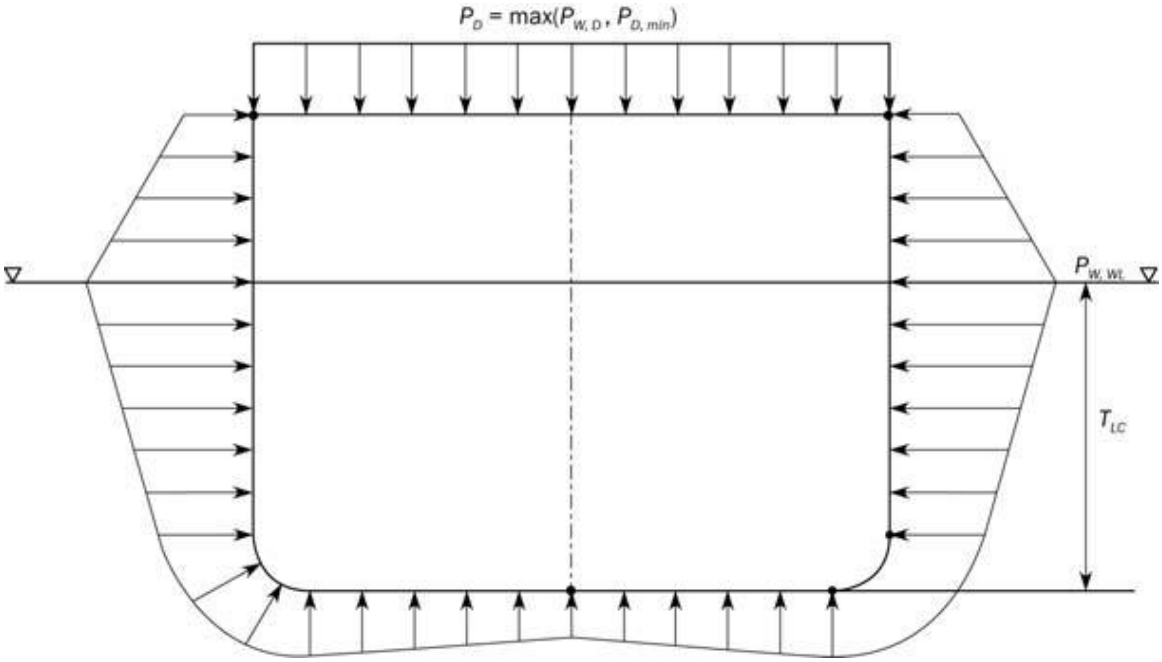


그림 3 선체 중앙부에서 HSM-2, HSA-2 및 FSM-2 하중 상태의 동적압력의 횡방향 분포

1.3.3 HSA 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 HSA-1 및 HSA-2 하중상태에 대한 동적 수압 P_W (kN/m^2)은 **표 4**에 따른다.(**그림 2** 및 **그림 3** 참조)

표 4 HSA 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
HSA-1	$P_W = \max(-P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
HSA-2	$P_W = \max(P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{HS} : 다음에 의한 값

$$P_{HS} = f_{ps} f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_{nl} : 비선형 효과에 관한 계수로서 **표 2**에 따른다.

f_{yz} : 거스 분포계수로서 **표 2**에 따른다.

f_h : 계수로서 다음과 같다.

$$f_h = 2.4(1.21 - 0.66 f_T)$$

k_a : 선박의 길이 방향 위치에 따른 진폭계수로서 **표 2**에 따른다.

λ : 동적 하중상태에 대한 파장(m)으로서 다음에 따른다.

$$\lambda = 0.6(1 + f_T)L$$

k_p : **표 5**에 따른 위상계수로서 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

표 5 HSA 하중상태에 대한 k_p 값

f_{xL}	0	$0.3 - 0.1 f_T$	$0.5 - 0.2 f_T$	$0.8 - 0.2 f_T$	$0.9 - 0.2 f_T$	1.0
k_p	$1.5 - f_T - 0.5 f_{yB}$	-1	1	1	-1	-1

1.3.4 FSM 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 FSM-1 및 FSM-2 하중상태에 대한 동적 수압 P_W(kN/m^2)을 **표 6**에 따른다.(**그림 2** 및 **그림 3** 참조)

표 6 FSM 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$Z > h_W + T_{LC}$
FSM-1	$P_W = \max(-P_{FS}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
FSM-2	$P_W = \max(P_{FS}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{FS} : 다음 식에 의한 값

$$P_{FS} = f_\beta f_{ps} f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_{nl} : 비선형 효과에 관한 계수로 다음에 따른다.

f_{nl} : 최대 파랑하중 설계하중 시나리오의 경우 0.9

f_{nl} : 평형수 교환의 경우 0.95

f_{yz} : 거스 분포계수로서 **표2**에 따른다.

f_h : 계수로서 2.6 으로 한다.

k_a : 선박의 길이 방향 위치에 따른 진폭계수로서 다음에 따른다.

$k_a = 1 + (3.75 - 2f_T)(1 - 5f_{xL})(1 - f_{yB})$, $f_{xL} < 0.2$ 경우

$k_a = 1.0$, $0.2 \le f_{xL} < 0.9$ 경우

$k_a = 1 + 20(1 - f_{yB})(f_{xL} - 0.9)$, $f_{xL} \ge 0.9$ 경우

λ : 동적 하중상태에 대한 파장(m)으로 다음 식에 의한 값

$\lambda = 0.6(1 + 2/3 f_T)L$

k_p : **표 7**에 따른 위상계수로서 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

표 7 FSM 하중상태에 대한 k_p값

f_{xL}	0	$0.35 - 0.1f_T$	$0.5 - 0.2f_T$	0.75	0.8	1.0
k_p	$-0.75 - 0.25f_{yB}$	-1	1	1	-1	$-0.75 - 0.25f_{yB}$

1.3.5 BSR 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 BSR-1 및 BSR-2 하중상태에 대한 파랑압력 P_W (kN/m^2) 은 **표 8**에 따른다.(**그림 4** 및 **그림 5** 참조)

표 8 BSR 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
BSR-1P	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSR-2P	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{FS} : 다음 식에 의한 값

- BSR-1P 및 BSR-2P 하중상태

$$P_{BSR} = f_\beta f_{nl}\left(10\, y \sin\theta + 0.88 f_{ps}\, C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\left(f_{yB_1} + 1\right)\right)$$

- BSR-1S 및 BSR-2S 하중상태

$$P_{BSR} = f_\beta f_{nl}\left(-10\, y \sin\theta + 0.88 f_{ps}\, C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\left(f_{yB_1} + 1\right)\right)$$

f_{nl} : 비선형 효과에 관한 계수로 다음에 따른다.

$f_{nl} = 1.0$, 최대 파랑 하중 설계하중 시나리오의 경우

$f_{nl} = 1.0$, 평형수 교환 설계하중 시나리오의 경우

λ : 동적 하중상태에 대한 파장(m)으로 다음 식에 의한 값

$$\lambda = \frac{g}{2\pi} T_\theta^2$$

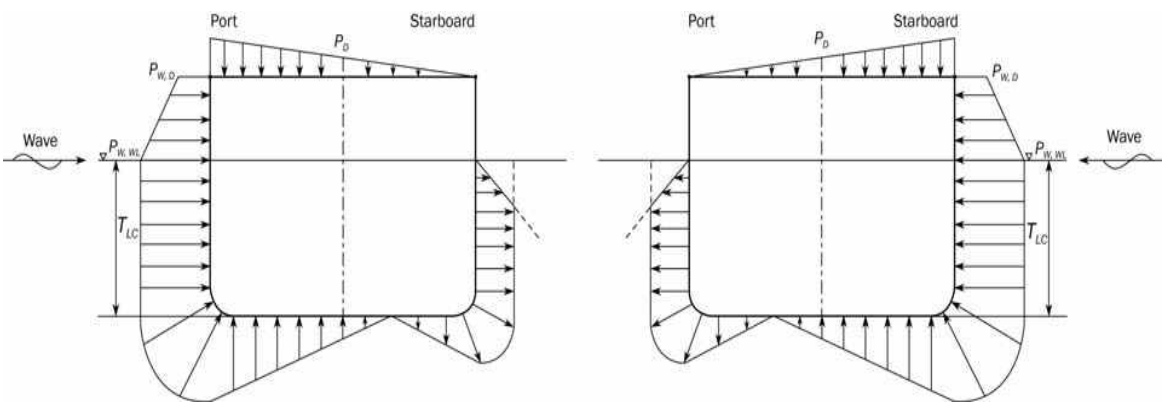


그림 4 BSR-1P (좌) 및 BSR-1S (우) 하중 상태에 대한 동적압력의 횡방향 분포

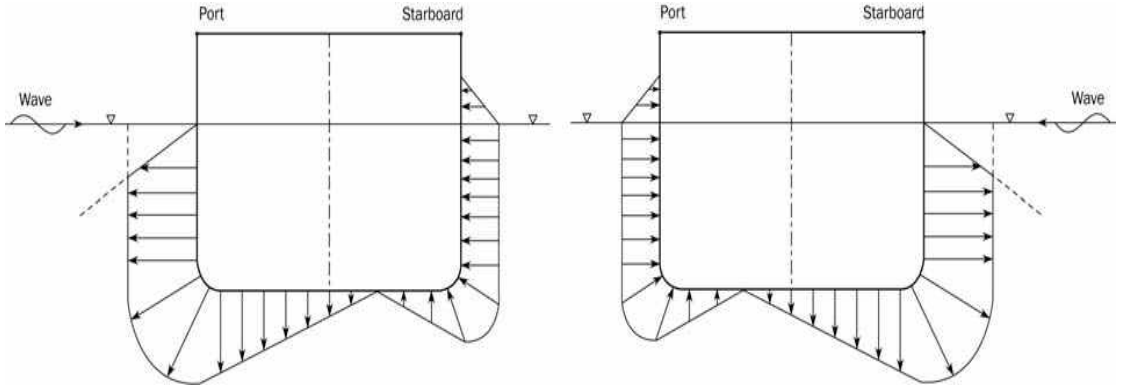


그림 5 BSR-2P (좌) 및 BSR-2S (우) 하중 상태에 대한 동적압력의 횡방향 분포

1.3.6 BSP 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 BSP-1 및 BSP-2 대한 파랑압력 P_W (kN/m^2) 은 **표 9**에 따른다.(**그림 6** 및 **그림 7** 참조)

표 9 BSP 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
BSP-1P	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSP-2P	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSP-1S	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSP-2S	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{BSP} : 다음 식에 의한 값

$$P_{BSP} = 4.5 f_\beta f_{ps} f_{nl} f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

λ : 동적 하중상태에 대한 파장(m)으로 다음 식에 의한 값

$$\lambda = 0.2(1 + 2f_T)L$$

f_{yz} : 거스(Girth) 분포계수로서 **표 10**에 따른다.

f_{nl} : 비선형 효과에 관한 계수로 다음에 따른다. 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

f_{xL}	0	0.3	0.7	1.0
극심한 해수 하중 설계하중 시나리오	0.6	0.8	0.8	0.6
평형수 교환 설계하중 시나리오	0	0.3	0.7	1

표 10 BSP 하중상태에 대한 거스 분포계수 f_{yz}

횡 방향 위치	BSP-1P - BSP-2P	BSP-1S - BSP-2S
$y \geq 0$	$f_{yz} = 2\frac{z}{T_{LC}} + 2.5 f_{yB1} + 0.5$	$f_{yz} = \frac{2}{3}\frac{z}{T_{LC}} + \frac{1}{2} f_{yB1} + 0.5$
$y < 0$	$f_{yz} = \frac{2}{3}\frac{z}{T_{LC}} + \frac{1}{2} f_{yB1} + 0.5$	$f_{yz} = 2\frac{z}{T_{LC}} + 2.5 f_{yB1} + 0.5$

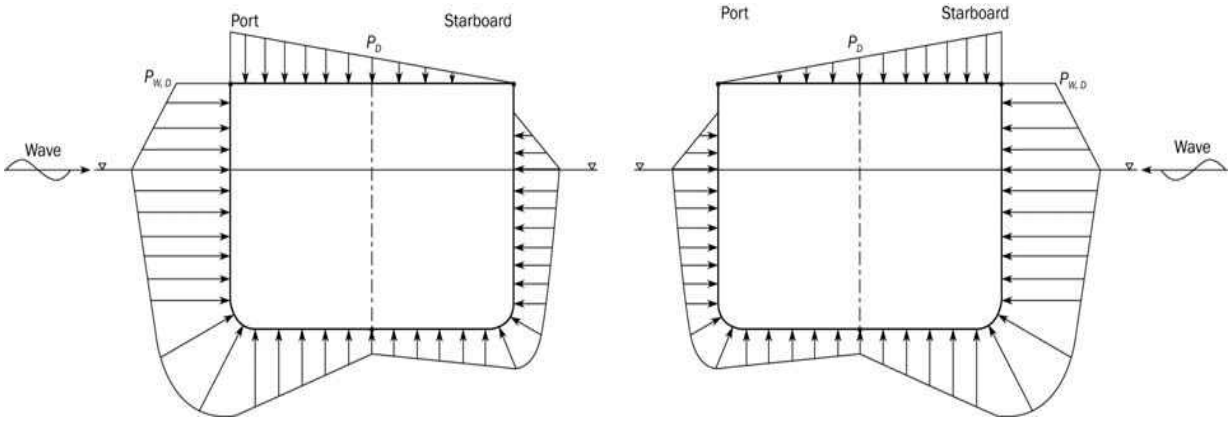


그림 6 BSP-1P (좌) 및 BSP-1S (우) 하중 상태에 대한 동적하중의 횡방향 분포

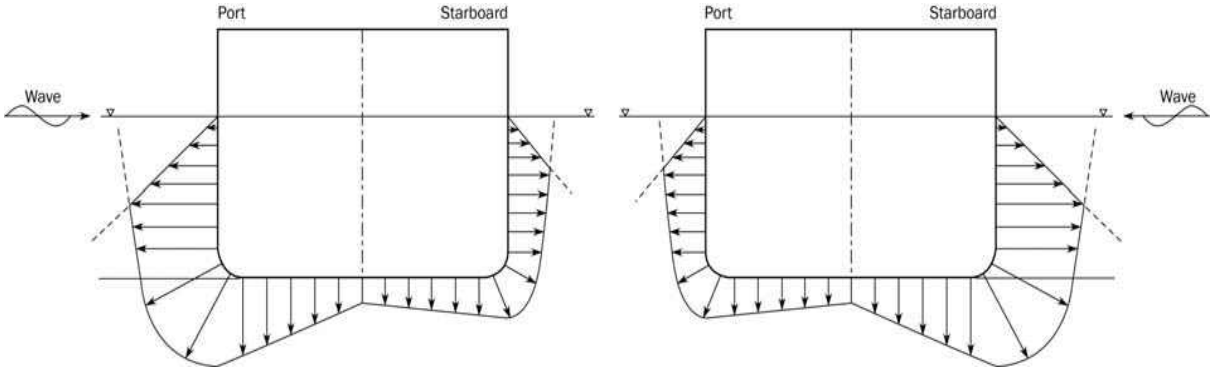


그림 7 BSP-2P (좌) 및 BSP-2S (우) 하중 상태에 대한 동적하중의 횡방향 분포.

1.3.7 OST 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 OST-1 및 OST-2 하중상태에 대한 파랑압력 P_W(kN/m^2)은 **표 11**에 따른다.(**그림 8** 및 **그림 9** 참조)

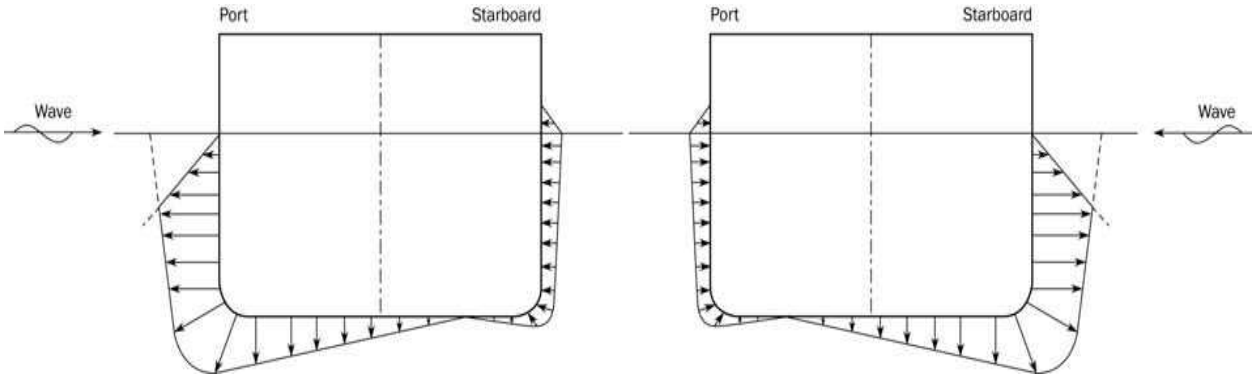


그림 8 OST-1P (좌) 및 OST-1S (우) 하중 상태에 대한 선체중앙부 동적압력의 횡방향 분포

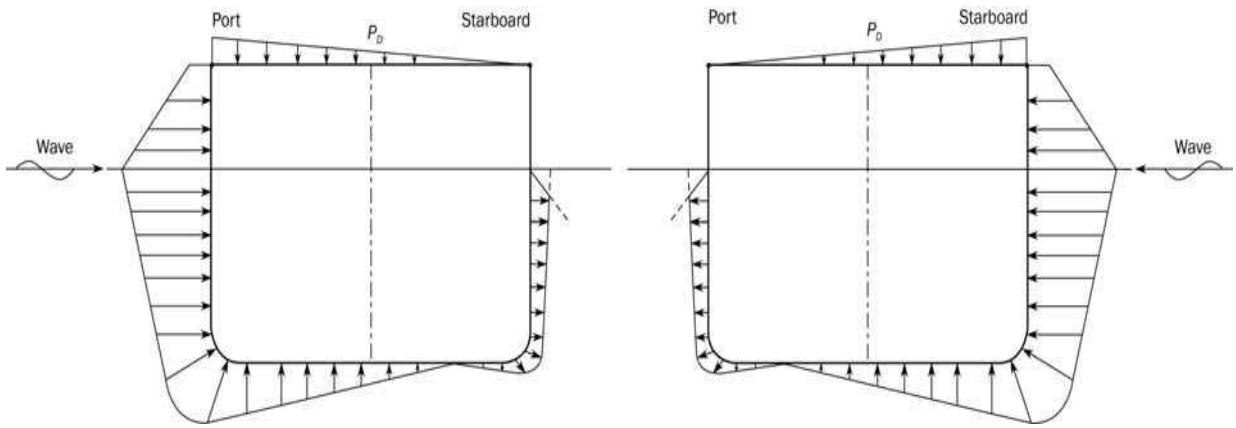


그림 9 OST-2P (좌) 및 OST-2S (우) 하중 상태에 대한 선체중앙부 동적압력의 횡방향 분포

표 11 OST 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
OST-1P	$P_W = \max(P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
OST-2P	$P_W = \max(-P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OST-1S	$P_W = \max(P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OST-2S	$P_W = \max(-P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{OST} : 다음 식에 의한 값

$$P_{OST} = 1.38 f_{ps} f_{nl} k_a k_p f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_{yz} : 거스(Girth) 분포계수는 **표 12**에 따른다.

f_{nl} : 비선형 효과에 관한 계수로 다음에 따른다.

f_{nl} = 0.8, 최대 파랑 하중 설계하중 시나리오의 경우

f_{nl} = 0.9, 평형수 교환 설계하중 시나리오의 경우

λ : 동적 하중상태에 대한 파장으로 다음 식에 의한 값

$\lambda = 0.45L$

k_a : 선박의 길이 방향 위치에 따른 진폭계수로서 **표 13**에 따른다.

k_p : **표 14**에 따른 위상계수로서 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

표 12 OST 하중상태에 대한 거스 분포계수 f_{yz}

횡 방향 위치	OST-1P - OST-2P	OST-1S - OST-2S
$y \ge 0$	$5\frac{z}{T_{LC}} + 3.5 f_{yB} + 1.5$	$1.5\frac{z}{T_{LC}} + 1.5$
$y < 0$	$1.5\frac{z}{T_{LC}} + 1.5$	$5\frac{z}{T_{LC}} + 3.5 f_{yB} + 1.5$

표 13 OST 하중상태에 대한 k_a 값

횡 방향 위치	종 방향 위치	OST-1P - OST-2P	OST-1S -OST-2S
$y \ge 0$	$f_{xL} \le 0.2$	$1.0 + 3.5(1 - f_{yB})(1 - 5f_{xL})$	$1.0 + [3.5 - (4f_T - 0.5)f_{yB}](1 - 5f_{xL})$
	$0.2 < f_{xL} \le 0.8$	1.0	1.0
	$f_{xL} > 0.8$	1.0	$1.0 + 4(1 - f_T)(5f_{xL} - 4)f_{yB}$
$y < 0$	$f_{xL} \le 0.2$	$1.0 + [3.5 - (4f_T - 0.5)f_{yB}](1 - 5f_{xL})$	$1.0 + 3.5(1 - f_{yB})(1 - 5f_{xL})$
	$0.2 < f_{xL} \le 0.8$	1.0	1.0
	$f_{xL} > 0.8$	$1.0 + 4(1 - f_T)(5f_{xL} - 4)f_{yB}$	1.0

표 14 OST 하중상태에 대한 k_p 값

횡 방향 위치	f_{xL}	OST-1P - OST-2P	OST-1S - OST-2S
$y \geq 0$	0.0	1.0	1.0
	0.2	1.0	$1.0+(0.75-1.5f_T)f_{yB}$
	0.4	-1.0	$-1.0+(1.75-0.5f_T)f_{yB}$
	0.5	-1.0	$-1.0+(1.75-0.5f_T)f_{yB}$
	0.7	$-0.1+(1.6f_T-1.5)f_{yB}$	$-1.0+(0.25-0.3f_T)f_{yB}$
	0.9	$0.8+0.2f_{yB}$	$0.8-(0.9f_T+0.85)f_{yB}$
	1.0	$-1.0+f_{yB}$	$-1.0+(0.5-0.5f_T)f_{yB}$
$y < 0$	0.0	1.0	1.0
	0.2	$1.0+(0.75-1.5f_T)f_{yB}$	1.0
	0.4	$-1.0+(1.75-0.5f_T)f_{yB}$	-1.0
	0.5	$-1.0+(1.75-0.5f_T)f_{yB}$	-1.0
	0.7	$-1.0+(0.25-0.3f_T)f_{yB}$	$-0.1+(1.6f_T-1.5)f_{yB}$
	0.9	$0.8-(0.9f_T+0.85)f_{yB}$	$0.8+0.2f_{yB}$
	1.0	$-1.0+(0.5-0.5f_T)f_{yB}$	$-1.0+f_{yB}$

1.3.8 OSA 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 OSA-1 및 OSA-2 하중상태에 대한 파랑압력 P_W (kN/m^2)는 **표 15**에 따른다. (**그림 10** 및 **그림 11** 참조)

표 15 OSA 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
OSA-1P	$P_W = \max(P_{OSA}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
OSA-2P	$P_W = \max(-P_{OSA}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OSA-1S	$P_W = \max(P_{OSA}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OSA-2S	$P_W = \max(-P_{OSA}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{OSA} : 다음 식에 의한 값

$$P_{OSA} = 0.81 f_{ps} f_{nl} k_a k_p f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}} \, (1 + 0.5 f_T)$$

λ : 동적 하중상태의 파장(m)으로 다음 식에 의한 값

$\lambda = 0.70 L$

f_{nl} : 비선형 효과에 관한 계수로 다음에 따른다. 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

f_{xL}	0	0.3	0.7	1.0
극심한 해수 하중 설계하중 시나리오	0.5	0.8	0.8	0.6
평형수 교환 설계하중 시나리오	0.75	0.9	0.9	0.8

f_{yz} : 거스 분포계수로서 **표 16**에 따른다.

k_a : 선박의 길이 방향 위치에 따른 진폭계수로서 **표 17**에 따른다.

k_p : **표 18**에 따른 위상계수로서 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

표 16 OSA 하중상태에 대한 거스(Girth) 분포계수 f_{yz}

횡 방향 위치	OSA-1P - OSA-2P	OSA-1S - OSA-2S
$y \ge 0$	$5.5\frac{z}{T_{LC}} + 5.3 f_{yB} + 2.2$	$0.9\frac{z}{T_{LC}} + 0.4 f_{yB} + 2.2$
$y < 0$	$0.9\frac{z}{T_{LC}} + 0.4 f_{yB} + 2.2$	$5.5\frac{z}{T_{LC}} + 5.3 f_{yB} + 2.2$

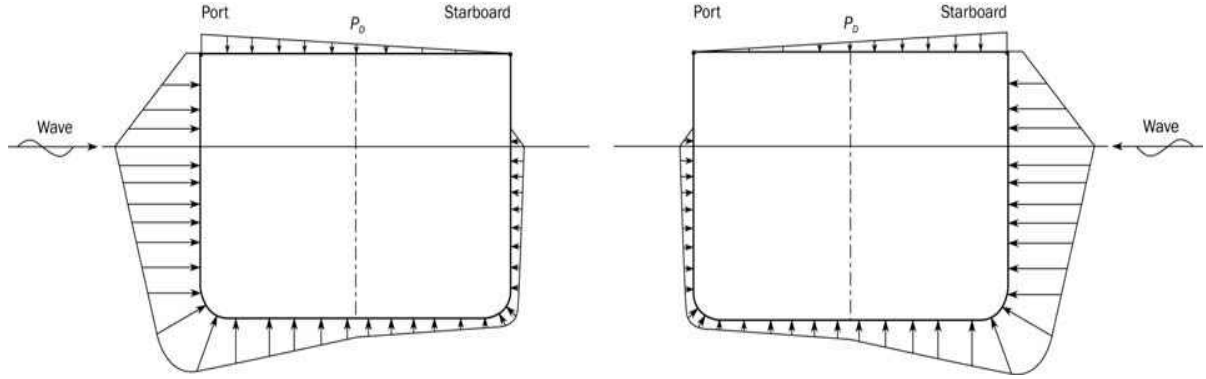


그림10 OSA-1P (좌) 및 OSA-1S (우) 하중 상태에 대한 선체중앙부의 동적 압력의 횡방향 분포

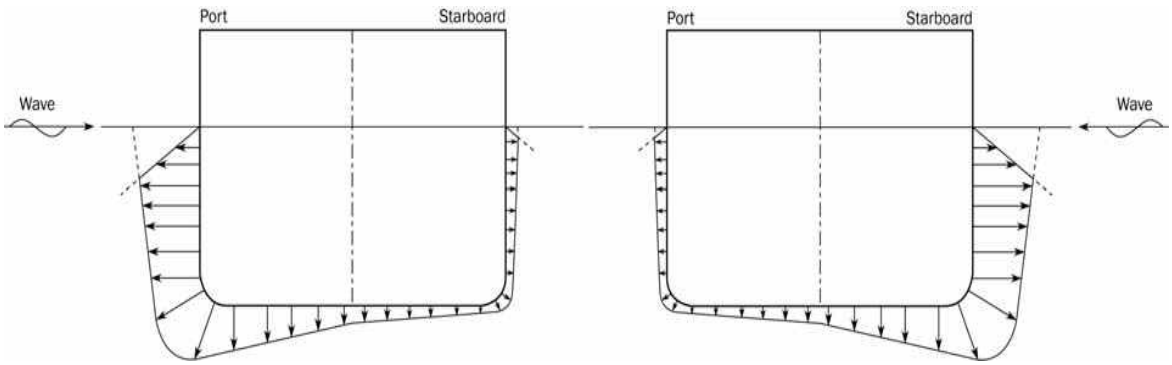


그림 11 OSA-2P (좌) 및 OSA-2S (우) 하중 상태에 대한 선체중앙부의 동적 압력의 횡방향 분포

표 17 OSA 하중상태에 대한 k_a 값

횡 방향 위치	종 방향 위치	OSA-1P - OSA-2P	OSA-1S - OSA-2S
$y \geq 0$	$f_{xL} \leq 0.2$	$1.0+3(2-f_T)(1-5f_{xL})(1-f_{yB})$	$1.0+3(2-f_T)(1-5f_{xL})$ $+\{(28f_{xL}-5)+3f_T(1-5f_{xL})\}f_{yB}$
	$0.2 < f_{xL} \leq 0.5$	1.0	$1.0+(1-2f_{xL})f_{yB}$
	$0.5 < f_{xL} \leq 0.8$	1.0	$1.0+1.5(2f_{xL}-1)f_{yB}$
	$f_{xL} > 0.8$	$1.0+(f_{xL}-0.8)(1-f_{yB})A$	$1.0+\{(1.5(2f_{xL}-1)-(f_{xL}-0.8)A)\}f_{yB}$ $+(f_{xL}-0.8)A$
$y < 0$	$f_{xL} \leq 0.2$	$1.0+3(2-f_T)(1-5f_{xL})$ $+[(28f_{xL}-5)+3f_T(1-5f_{xL})]f_{yB}$	$1.0+3(2-f_T)(1-5f_{xL})(1-f_{yB})$
	$0.2 < f_{xL} \leq 0.5$	$1.0+(1-2f_{xL})f_{yB}$	1.0
	$0.5 < f_{xL} \leq 0.8$	$1.0+1.5(2f_{xL}-1)f_{yB}$	1.0
	$f_{xL} > 0.8$	$1.0+(1.5(2f_{xL}-1)$ $-(f_{xL}-0.8)A)f_{yB}+(f_{xL}-0.8)A$	$1.0+(f_{xL}-0.8)(1-f_{yB})A$
(비고) A : 다음 식에 의한 값 $A=22-15f_T+3[22(f_{xL}-0.8)-0.25(2-f_T)]$			

표 18 OSA 하중상태에 대한 k_p 값

횡 방향 위치	f_{xL}	OSA-1P - OSA-2P	OSA-1S - OSA-2S
$y \geq 0$	0.0	$0.75-0.5f_{yB}$	0.75
	0.2	$f_T-0.25+(1.25-f_T)f_{yB}$	$f_T-0.25+(0.35f_T-0.47)f_{yB}$
	0.4	1.0	$1.0+(2.7f_T-3.2)f_{yB}$
	0.5	$1.25-0.5f_T+(0.5f_T-0.25)f_{yB}$	$1.25-0.5f_T+(2.7f_T-3.2)f_{yB}$
	0.6	$1.5-f_T+(f_T-1.07)f_{yB}$	$1.5-f_T+(2.68f_T-3.19)f_{yB}$
	0.85	$0.5f_T-1.25+(0.25-0.5f_T)f_{yB}$	$0.5f_T-1.25+(0.2-0.1f_T)f_{yB}$
	1.0	$0.5f_T-1.25+(0.25-0.5f_T)f_{yB}$	$0.5f_T-1.25+(0.2-0.1f_T)f_{yB}$
$y < 0$	0.0	0.75	$0.75-0.5f_{yB}$
	0.2	$f_T-0.25+(0.35f_T-0.47)f_{yB}$	$f_T-0.25+(1.25-f_T)f_{yB}$
	0.4	$1.0+(2.7f_T-3.2)f_{yB}$	1.0
	0.5	$1.25-0.5f_T+(2.7f_T-3.2)f_{yB}$	$1.25-0.5f_T+(0.5f_T-0.25)f_{yB}$
	0.6	$1.5-f_T+(2.68f_T-3.19)f_{yB}$	$1.5-f_T+(f_T-1.07)f_{yB}$
	0.85	$0.5f_T-1.25+(0.2-0.1f_T)f_{yB}$	$0.5f_T-1.25+(0.25-0.5f_T)f_{yB}$
	1.0	$0.5f_T-1.25+(0.2-0.1f_T)f_{yB}$	$0.5f_T-1.25+(0.25-0.5f_T)f_{yB}$

1.3.9 동적 압력의 포락선

임의의 하중점에서 동적 압력의 포락선 $P_{ex-\max}$ 는 [1.3.2]에서 [1.3.8]에 따라 계산된 동적 압력 값 중 가장 큰 압력을 취하여야 한다.

1.4 피로평가를 위한 외부 동적 압력

1.4.1 일반

정적하중 및 동적하중 시나리오에 대한 선체 임의의 하중점에서 피로평가를 위한 외부압력 P_{ex} (kN/m^2)는 각 피로 동적 하중상태에 대하여 계산되어야 하며 다음 식에 의한다.

$P_{ex} = P_S + P_W$ 단, 0보다 작아서는 아니 된다.

P_S : [1.2]에 따른 정적 수압(kN/m^2)

P_W : [1.4.2]에서 [1.4.6]에 따른 동적 수압(kN/m^2)

1.4.2 HSM 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 하중상태 HSM-1 및 HSM-2 에 대한 동적 수압 P_W (kN/m^2) 는 **표 19**에 따른다.

표 19 HSM 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le 2h_W + T_{LC}$	$Z > 2h_w + T_{Lc}$
HSM-1	$P_W = \max(-P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \frac{1}{2}\rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
HSM-2	$P_W = \max(P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{HS} : 다음 식에 의한 값

$$P_{HS} = f_p f_h k_a k_p f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_{yz} : 거스 분포계수로서 다음 식에 의한 값

$$f_{yz} = \frac{Z}{T_{LC}} + f_{yB} + 1$$

f_h : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$f_h = 2.75(1.21 - 0.66 f_T)$$

f_p : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$f_p = f_{fa}[(0.21 + 0.02 f_T) + (6 - 4 f_T)L \times 10^{-5}]$$

k_a : 선박의 길이 방향 위치에 따른 진폭계수로서 다음과 같다.

f_{xL}	k_a
$f_{xL} < 0.2$	$k_a = 1 + 3f_T - (1 + f_T)f_{yB} + [5(1 + f_T)f_{yB} - 15f_T]f_{xL}$
$0.2 \le f_{xL} < 0.6$	1.0
$f_{xL} \ge 0.6$	$k_a = 1 + (f_{xL} - 0.6)[(13.5 - 3.5f_T)f_{yB} + (14.5f_T - 17) + 40(1 - f_{yB})(f_{xL} - 0.6)]$

λ : 동적 하중상태의 파장(m)로서 다음 식에 의한 값

$$\lambda = 0.6(1 + f_T)L$$

k_p : **표 20**에 따른 위상계수로서 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

표 20 HSM 하중상태에 대한 k_p 값

f_{xL}	k_p
0.0	$(1.0 - f_T) + (0.5 - f_T)f_{yB}$
0.3 - 0.1 f_T	-1.0
0.5 - 0.2 f_T	1.0
0.9 - 0.4 f_T	1.0
0.9 - 0.2 f_T	-1.0
1.0	-1.0

1.4.3 FSM 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 하중상태 FSM-1 및 FSM-2에 대한 동적 수압 P_W (kN/m^2)는 **표 21**에 따른다.

표 21 FSM 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le 2h_W + T_{LC}$	$Z > 2h_W + T_{LC}$
FSM-1	$P_W = \max(-P_{FS}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \frac{1}{2}\rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
FSM-2	$P_W = \max(P_{FS}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{FS} : 다음 식에 의한 값

$$P_{FS} = f_p f_h k_a k_p f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_{yz} : 거스 분포계수로서 다음 식에 의한 값

$$f_{yz} = \frac{Z}{T_{LC}} + f_{yB} + 1$$

f_h : 계수로서 2.6 으로 한다.

f_p : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$f_p = f_{fa}[(0.21 + 0.02 f_T) + (6 - 4 f_T) L \times 10^{-5}]$$

k_a : 선박의 길이 방향 위치에 따른 진폭계수로서 다음과 같다.

f_{xL}	k_a
$f_{xL} < 0.2$	$1 + (3.5 - 2f_T)(1 - 5f_{xL})(1 - f_{yB})$
$0.2 \le f_{xL} < 0.9$	1.0
$f_{xL} \ge 0.9$	$1 + 15(1 - f_{yB})(f_{xL} - 0.9)$

λ : 동적 하중상태의 파장(m)으로 다음 식에 의한 값

$$\lambda = 0.6(1 + \frac{2}{3} f_T) L$$

k_p : **표 22**에 따른 위상계수로서 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

표 22 FSM 하중상태에 대한 k_p 값

f_{xL}	k_p
0.0	$-0.75 - 0.25 f_{yB}$
$0.35 - 0.1 f_T$	-1.0
$0.5 - 0.2 f_T$	1.0
0.75	1.0
$0.9 - 0.1 f_T$	-1.0
1.0	$-0.5 - 0.5 f_{yB}$

1.4.4 BSR 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 BSR-1 및 BSR-2 하중상태에 대한 동적 수압 P_W(kN/m^2)는 **표 23**에 따른다.

표 23 BSR 하중상태에 대한 동적수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le 2h_W + T_{LC}$	$z > 2h_W + T_{LC}$
BSR-1P	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \frac{1}{2}\rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSR-2P	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{BSR} : 다음 식에 의한 값

•BSR-1P 및 BSR-2P 하중상태

$$P_{BSR} = 10\,y\sin\theta + 0.88 f_p C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\,(f_{yB1} + 1)$$

•BSR-1S 및 BSR-2S 하중상태

$$P_{BSR} = -10\,y\sin\theta + 0.88 f_p C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\,(f_{yB1} + 1)$$

f_p : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$f_p = f_{fa}[(0.21 + 0.04 f_T) - (12 f_T - 2)B \times 10^{-4}]$$

λ : 동적 하중상태의 파장(m)으로서 다음 식에 의한 값

$$\lambda = \frac{g}{2\pi} T_\theta^2$$

1.4.5 BSP 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 BSP-1 및 BSP-2 하중상태에 대한 파랑압력 P_W (kN/m^2)는 **표 24**에 따른다.

표 24 BSR 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le 2h_W + T_{LC}$	$z > 2h_W + T_{LC}$
BSR-1P	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \frac{1}{2}\rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSR-2P	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{BSP} : 다음 식에 의한 값.

$$P_{BSP} = 4.5 f_p f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$f_p = f_{fa}[0.2 + (8 + 16 f_T) \times 10^{-3}]$$

λ : 동적 하중상태의 파장(m)으로서 다음 식에 의한 값

$$\lambda = 0.2(1 + f_T)L$$

f_{yz} : 거스 분포계수로서 **표25**에 따른다.

표 25 BSP 하중상태에 대한 거스(Girth) 분포계수 f_{yz}

횡 방향 위치	BSP-1P - BSP-2P	BSP-1S - BSP-2S
$y \ge 0$	$f_{yz} = 2\frac{z}{T_{LC}} + 2.5 f_{yB1} + 0.5$	$f_{yz} = \frac{2}{3}\frac{z}{T_{LC}} + \frac{1}{2} f_{yB1} + 0.5$
$y < 0$	$f_{yz} = \frac{2}{3}\frac{z}{T_{LC}} + \frac{1}{2} f_{yB1} + 0.5$	$f_{yz} = 2\frac{z}{T_{LC}} + 2.5 f_{yB1} + 0.5$

1.4.6 OST 하중상태에 대한 동적 수압

임의의 하중점에서 OST-1 및 OST-2 하중상태에 대한 파랑압력 P_W (kN/m^2)은 **표 26**에 따른다.

표 26 OST 하중상태에 대한 동적 수압

	파랑압력 (kN/m^2)		
하중상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le 2h_W + T_{LC}$	$z > 2h_W + T_{LC}$
OST-1P	$P_W = \max(P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \frac{1}{2}\rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
OST-2P	$P_W = \max(-P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OST-1S	$P_W = \max(P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OST-2S	$P_W = \max(-P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		

(비고)

P_{OST} : 다음 식에 의한 값

$$P_{OST} = 1.38 f_p k_a k_p f_{yz} C_w \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_{yz} : **표 27**에 따른 거스(Girth) 분포계수

f_p : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$f_p = f_{fa}[(0.25 - 0.02 f_T) + (12 f_T - 9)B \times 10^{-4}]$$

λ : 동적 하중상태의 파장(m)으로서 다음 식에 의한 값

$$\lambda = 0.45L$$

k_a : 선박의 길이 방향 위치에 따른 진폭계수로서 **표 28**에 따른다.

k_p : **표 29**에 따른 위상계수로서 중간 위치에서는 선형 보간법에 의한다.

표 27 OST 하중상태에 대한 거스(Girth) 분포계수 f_{yz}

횡 방향 위치	OST-1P - BSP-2P	OST1S - BSP-2S
$y \ge 0$	$5\frac{z}{T_{LC}} + 3.3 f_{yB} + 1.7$	$\frac{z}{T_{LC}} + 0.3 f_{yB} + 1.7$
$y < 0$	$\frac{z}{T_{LC}} + 0.3 f_{yB} + 1.7$	$5\frac{z}{T_{LC}} + 3.3 f_{yB} + 1.7$

표 28 OST 하중상태에 대한 k_α 값

횡 방향 위치	종 방향 위치	OST-1P - OST-2P	OST-1S - OST-2S
$y \geq 0$	$f_{xL} \leq 0.2$	$1.0+\{(3.5-2f_T)+(10f_T-17.5)f_{xL}\}(1-f_{yB})$	$1.0+(3.5-2f_T-1.5f_{yB})+(10f_T-17.5+7.5f_{yB})f_{xL}$
	$0.2 < f_{xL} \leq 0.8$	1.0	1.0
	$f_{xL} > 0.8$	1.0	$1.0+2(1-f_T)(5f_{xL}-4)f_{yB}$
$y < 0$	$f_{xL} \leq 0.2$	$1.0+(3.5-2f_T-1.5f_{yB})+(10f_T-17.5+7.5f_{yB})f_{xL}$	$1.0+((3.5-2f_T)+(10f_T-17.5)f_{xL})(1-f_{yB})$
	$0.2 < f_{xL} \leq 0.8$	1.0	1.0
	$f_{xL} > 0.8$	$1.0+2(1-f_T)(5f_{xL}-4)f_{yB}$	1.0

표 29 OST 하중상태에 대한 k_p 값

횡방향 위치	f_{xL}	OST-1P - OST-2P	OST-1S - OST-2S
$y \geq 0$	0.0	1.0	$1.0+(0.5-f_T)f_{yB}$
	0.2	1.0	$1.0+3(0.5-f_T)f_{yB}$
	0.4	-1.0	$(2.7-2.4f_T)f_{yB}-1$
	0.5	-1.0	$(2.8-2.6f_T)f_{yB}-1$
	0.7	$(f_T-0.62)f_{yB}-0.38$	$(2.38-3f_T)f_{yB}-0.38$
	0.9	$0.24+0.76f_{yB}$	$0.24-(0.24+f_T)f_{yB}$
	1.0	$-1.0+0.5f_{yB}$	-1.0
$y < 0$	0.0	$1.0+(0.5-f_T)f_{yB}$	1.0
	0.2	$1.0+3(0.5-f_T)f_{yB}$	1.0
	0.4	$(2.7-2.4f_T)f_{yB}-1$	-1.0
	0.5	$(2.8-2.6f_T)f_{yB}-1$	-1.0
	0.7	$(2.38-3f_T)f_{yB}-0.38$	$(f_T-0.62)f_{yB}-0.38$
	0.9	$0.24-(0.24+f_T)f_{yB}$	$0.24+0.76f_{yB}$
	1.0	-1.0	$-1.0+0.5f_{yB}$

2. 노출갑판에서의 외부압력

2.1 적용

2.1.1

노출갑판의 외부압력 및 힘은 강도평가에만 적용한다.

2.1.2

[2.2]에 따른 노출갑판의 그린파랑압력은 [2.3.1] 및 [2.3.2]에 따른 화물 또는 기타 설비에 의한 분포/집중하중과는 다른 별도의 독립적인 하중으로 고려되어야 한다.

2.2 그린파랑하중

2.2.1 노출갑판의 압력

정적하중 및 동적하중 설계 시나리오에 대한 노출갑판의 임의 지점에서 그린파랑하중으로 인한 외부 동적압력 P_D (kN/m^2)는 각 동적 하중상태로부터 구해지며 [2.2.3]에서 [2.2.4]에 따른다.
정적 설계하중 시나리오에 대한 노출갑판의 임의 지점에서 그린파랑하중으로 인한 외부 동적압력은 0 이다.

2.2.2

노출갑판에 쇄파기가 설치된 경우, 쇄파기 후방에 위치한 노출갑판의 지역에서의 그린파랑압력의 경감은 허용되지 않는다.

2.2.3 HSM, HSA 및 FSM 하중상태

노출갑판의 임의 하중점에서 HSM, HSA 및 FSM 하중상태에 대한 외부압력 P_D (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.(**그림 2** 및 **그림 3** 참조)

$$P_D = \chi P_W$$

P_W : 다음에 따른다. 단, $P_{D-\min}$ 이상이어야 한다.

$$P_W = P_{W,D}$$

$P_{W,D}$: [1.3]의 HSM, HSA 및 FSM 하중상태에 대한 선측에서의 노출갑판의 압력(kN/m^2)

$P_{D-\min}$: 노출갑판의 최소 압력(kN/m^2)으로 다음과 같다.

- **7장**에 따른 화물창 해석을 하는 경우 : $P_{D-\min} = 0$
- 상기 이외의 경우 : **표 30**에 따른 $P_{D-\min}$

χ : **표 31**에 따른 계수

표 30 HSM, HSA, FSM 하중상태에 대한 노출갑판의 최소 압력

위치	노출갑판 최소 압력 $P_{D-\min}$ (kN/m^2)	
	$L_{LL} \geq 100$ m	$L_{LL} < 100$ m
$x_{LL}/L_{LL} \leq 0.75$	34.3	$14.9 + 0.195 L_{LL}$
$x_{LL}/L_{LL} > 0.75$	$34.3 + (14.8 + a(L_{LL} - 100))\left(4\frac{x_{LL}}{L_{LL}} - 3\right)$	$12.2 + \frac{L_{LL}}{9}\left(5\frac{x_{LL}}{L_{LL}} - 2\right) + 3.6\frac{x_{LL}}{L_{LL}}$

(비고)
a : 계수로서 다음과 같다.
a = 0.356, A, B-60 그리고 B-100형 건현을 가지는 선박인 경우
a = 0.0726, B형 건현을 가지는 선박인 경우
x_{LL} : 건현용 길이 L_{LL} 후단에서 측정한 하중점까지의 X좌표

표 31 노출갑판의 압력계수

노출갑판 위치	χ
건현갑판	1.00
선수루갑판을 포함한 선루갑판	0.75
제1층 갑판실	0.56
제2층 갑판실	0.42
제3층 갑판실	0.32
제4층 갑판실	0.25
제5층 갑판실	0.20
제6층 갑판실	0.15
제7층 및 상부 갑판실	0.10

2.2.4 BSR, BSP OST 및 OSA 하중상태

노출갑판의 임의 하중점에서 BSR, BSP, OST 및 OSA 하중상태에 대한 외부압력 P_D (kN/m^2)은 다음에 따른다. 다만, 선박 너비 방향의 위치에 따라 선형 보간법으로 구하여야 한다.(**그림 4, 그림 6, 그림 9** 및 **그림 10** 참조)

$P_{D,stb} = \chi P_{W.D-stb}$

$P_{D,pt} = \chi P_{W,D-pt}$

$P_{w,D-stb}$: **[1.3]**에 따른 BSR, BSP, OST 또는 OSA 하중상태에 대한 우현 갑판 단부에서의 압력

$P_{w,D-Pt}$: **[1.3]**에 따른 BSR, BSP, OST 또는 OSA 하중상태에 대한 좌현 갑판 단부에서의 압력

χ : **표 31**에 따른 계수

2.2.5 노출갑판에서 동적압력의 포락선

노출갑판의 임의 지점에서 동적압력의 포락선 $P_{D-\max}$ 은 **[2.2.3]** 및 **[2.2.4]**에 따른 하중 값 중 가장 큰 압력으로 한다.

2.3 노출갑판에 걸리는 하중

2.3.1 분포하중에 의한 압력

갑판 화물 또는 기타 장비와 같은 노출갑판에 분포하중이 작용하는 경우, 분포하중에 의한 정적압력 및 동적압력은 고려하여야 한다.

정적 설계하중 시나리오에 대한 분포하중으로 인한 전체압력 P_{dl} (kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$$P_{dl} = P_{dl-s}$$

정적하중 및 동적하중 설계 시나리오에 대한 분포하중으로 인한 압력 P_{dl} (kN/m^2)은 각각 동적하중 및 정적하중에 대해 구하여야 하며 다음 식에 의한다.

$$P_{dl} = P_{dl-s} + P_{dl-d}$$

P_{dl-s} : 설계자에 의해 정의된 분포하중으로 인한 정적압력(kN/m^2). 단, 일반적으로 10.0 kN/m^2 이상이어야 한다.

P_{dl-d} : 분포하중에 대한 동적압력(kN/m^2)으로서 다음 식에 의한 값

$$P_{dl-d} = f_\beta \frac{a_Z}{g} P_{dl-s}$$

a_Z : **4장 3절 [3.2.4]**에 따른 고려된 하중상태에 대해 분포하중의 무게 중심에서의 수직 가속도(m/s^2)

2.3.2 단위하중에 의한 집중하중

노출갑판 상에 단위하중이 작용하는 경우(예를 들면 갑판 화물), 단위하중에 따른 정적 및 동적하중을 고려하여야 한다.

정적 설계하중 시나리오에 대한 집중하중에 의한 힘 F_u (kN)는 다음 식에 의한다.

$$F_U = F_{U-S}$$

정적 및 동적 설계하중 시나리오에 대한 집중하중에 의한 힘 F_U는 각각의 동적 하중상태로부터 구하여야 하며 다음 식에 의한다.

$$F_U = F_{U-S} + F_{U-d}$$

F_{U-S} : 작용하는 단위하중에 의한 정적 힘(kN)으로서 다음에 의한 값

$$F_{U-S} = m_U g$$

F_{U-d} : 작용하는 단위하중에 의한 동적 힘(kN)으로서 다음에 의한 값

$$F_{U-d} = m_U f_\beta a_z$$

m_U : 작용하는 단위하중의 질량 t

a_Z : **4장 3절 [3.3.4]**에 따른 고려된 하중상태에 대해 단위하중의 무게 중심에서의 수직 가속도(m/s^2)

3. 선수부의 외부 충격압력

3.1 적용

3.1.1

선수부에 대한 충격압력은 강도평가에 대하여 적용한다.

3.2 선저 슬래밍압력

3.2.1

선저 슬래밍 설계하중 시나리오에 대한 선저 슬래밍압력 P_{SL} (kN/m^2)은 다음 두 가지 경우에 따라 평가되어야 한다.

- 경우1 : 선저판과 접하는 공창 평형수 탱크 또는 보이드 구역

$P_{SL} = 10g\sqrt{L}f_{SL}C_{SL-et}$ $L < 170$ m인 경우

$P_{SL} = 130gf_{SL}C_{SL-et}e^{c_1}$ $L \geq 170$ m인 경우

- 경우2 : 선저판과 접하는 만재 평형수 탱크

$P_{SL} = 10g\sqrt{L}f_{SL}c_{SL-ft} - 1.25\rho g(z_{top} - z)$ $L < 170$ m인 경우

$P_{SL} = 130gf_{SL}c_{SL-ft}e^{c_1} - 1.25\rho g(z_{top} - z)$ $L \geq 170$ m인 경우

c_1 : 계수로서 다음과 같다.

$c_1 = 0$ $L \leq 180$ m인 경우

$c_1 = -0.0125(L-180)^{0.705}$ $L > 180$ m인 경우

C_{SL-et} : 공창 평형수 탱크 또는 보이드 구역의 슬래밍 계수로서 다음 식에 의한 값

$$c_{SL-et} = 5.95 - 10.5\left(\frac{T_{F-e}}{L}\right)^{0.2}$$

C_{SL-ft} : 만재 평형수 탱크의 슬래밍 계수로서 다음 식에 의한 값

$$c_{SL-ft} = 5.95 - 10.5\left(\frac{T_{F-f}}{L}\right)^{0.2}$$

f_{SL} : 종 방향 슬래밍 분포계수로서 다음 식에 의한 값. 중간 위치에 대하여는 선형 보간법에 의한다.

$f_{SL} = 0,$ $x/L \leq 0.5$ 경우

$f_{SL} = 1.0,$ $x/L = 0.5 + c_2$ 경우

$f_{SL} = 1.0,$ $x/L = 0.65 + c_2$ 경우

$f_{SL} = 0.5,$ $x/L \geq 1$ 경우

c_2 : 계수로서 다음과 같다. 단, 0.35 이하이어야 한다.

$$c_2 = 0.33\,C_B + \frac{L}{2500}$$

T_{F-e} : FP 에서의 설계 슬래밍 흘수로서, 슬래밍 범위 내의 평형수 탱크가 공창인 모든 항해 적하상태에서 적하지침서 상의 최소 흘수보다 커서는 아니 된다. 순차 평형수 교환 방법(sequential)을 사용하는 경우, 선저 슬래밍 범위 내의 탱크의 모든 적하상태를 포함한다.

T_{F-f} : FP 에서의 설계 슬래밍 흘수로서 슬래밍 범위 내의 평형수 탱크가 만재인 모든 항해 적하상태에서 적하지침서 상의 최소 흘수보다 커서는 아니 된다. 넘침 평형수 교환 방법(flow-through)을 사용하는 경우, 선저 슬래밍 범위 내의 탱크의 모든 적하상태를 포함한다.

z_{top} : 작은 창구코밍을 제외한 탱크의 가장 높은 Z 좌표(m), 이중저 늑판의 강도평가의 경우 이중저 높이보다 높을 필요는 없다.

3.2.2 적하지침서

적하지침서에는 각 평형수 탱크의 평형수 교환 방법 및 설계 슬래밍 흘수가 있다면 명확히 나타내어야 한다.

3.3 선수 충격하중

3.3.1 설계압력

선수 충격 설계 시나리오에 대하여 고려하여야 하는 선수 충격하중 P_{FB} (kN/m^2)은 다음 식에 따른다.

$$P_{FB} = 1.025 f_{FB} c_{FB} V_{im}^2 \sin\gamma_{wl}$$

f_{FB} : 종 방향 선수 플레어 충격압력 분포계수로서 다음과 같다.

$f_{FB} = 0.55,$ $x/L \le 0.9$ 경우

$f_{FB} = 4(x/L - 0.9) + 0.55,$ $0.9 < x/L \le 0.9875$ 경우

$f_{FB} = 8(x/L - 0.9875) + 0.9,$ $0.9875 < x/L \le 1.0$ 경우

$f_{FB} = 1.0,$ $x/L > 1.0$ 경우

V_{im} : 충격 속도(knots)로서 다음 식에 의한 값

$$V_{im} = 0.514 V_{ref} \sin\alpha_{wl} + \sqrt{L}$$

V_{ref} : 선수 방향 속도(knots)로서 다음 식에 의한 값. 다만, 10.0 knots 이상이어야 한다.

$$V_{ref} = 0.75 V$$

α_{wl} : 고려하는 위치에서 수선 각(deg). 단, 35도 이상이다.(**그림 12** 참조)

γ_{wl} : 선수 충격 각으로서 고려하는 위치에서 외판과 법선인 수직 단면에서 측정한 플레어 각(**그림 12** 참조). 다만, 50도 이상이어야 한다. 이 값을 사용할 수 없는 경우, 다음 식에 의한다.

$$\gamma_{wl} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\beta_{pl}}{\cos\alpha_{wl}}\right)$$

선수 충격 각이 50도 보다 작은 선박의 경우, 충격하중은 우리 선급 관련 규정에 따라 고려되어야 한다. 어떠한 경우에도 선수 충격 각 50도를 고려한 **[3.3.1]**에 따라 계산된 치수보다 작지 않아야 한다.

β_{pl} : 고려하는 위치에서 수평선에서의 플레어 각(deg). 단, 35도 이상이어야 한다.

c_{FB} : 계수로서 다음과 같다.

$c_{FB} = 1.0$ 고려하는 위치가 흘수 T_{BAL} 과 T_{SC} 사이인 경우

$$c_{FB} = \sqrt{1.0 + \cos^2\left[90\frac{(h_{fb} - 2h_0)}{h_{fb}}\right]}$$ 고려하는 위치가 흘수 T_{SC} 상부에 있는 경우

h_{fb} : 흘수 T_{SC} 에서 수선으로부터 선측에서 측정한 최상갑판까지의 수직 거리(m) (**그림 12** 참조)

h_0 : 흘수 T_{SC} 에서 수선으로부터 고려하는 위치까지의 수직 거리(m) (**그림 12** 참조)

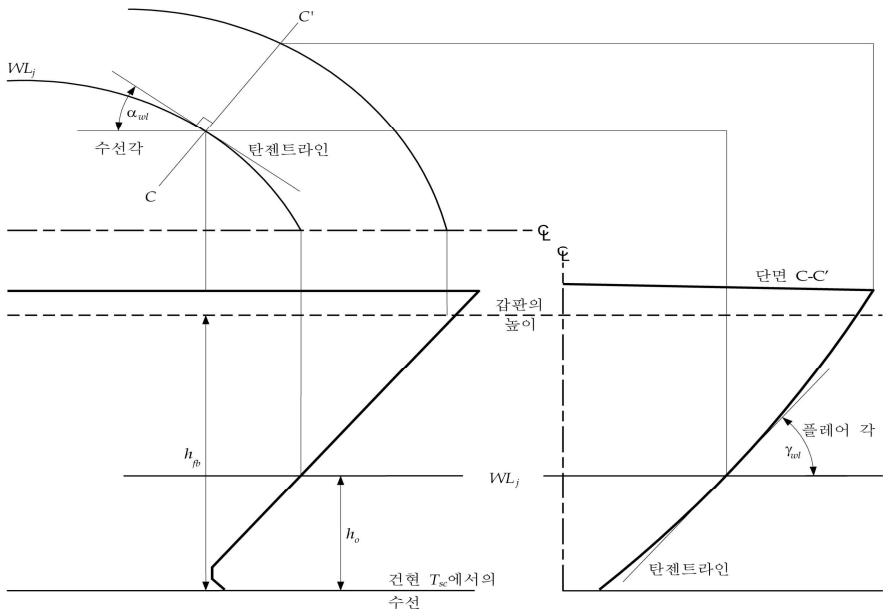


그림 12 선수 형상의 정의

[RCN1 to JAN 2021]

4. 선루 및 갑판실의 외부압력

4.1 적용

4.1.1

선루와 갑판실에서의 외부압력은 강도평가에만 적용하여야 한다.
이 압력은 동적압력으로서 고려되어야 하고 어떠한 정적압력 하중 성분 없이 적절한 구조에 적용되어야 한다.

4.1.2

동적 하중상태 개념은 선루와 갑판실의 외부압력에 적용되지 않는다.

4.2 노출된 조타실 상단

4.2.1

노출된 조타실 상단 면외압력 P_D (kN/m^2) 은 다음 식에 의한다.

$$P_D = 12.5$$

4.3 선루 측면

4.3.1

선루의 외부 측면에 대한 설계압력 P_{Sl} (kN/m^2) 은 다음 식에 의한다.

$$P_{sl} = 2.1\, C_W c_F (C_B + 0.7) \frac{20}{10 + z_{SD} - T_{SC}}$$

c_F : **표 32**에 따른 분포계수

표 32 분포계수 c_F

위치	c_F
$x/L < 0.2$	$1.0 + \frac{5}{C_B}\left(0.2 - \frac{x}{L}\right)$, $\frac{x}{L}$ 은 0.1 보다 작지 아니할 것
$x/L \geq 0.2$	1.0

4.4 선루단 격벽 및 갑판실

4.4.1

선루 및 갑판실의 전방 및 후방 외부 격벽에 대해 외부압력 P_A (kN/m^2)은 다음 식에 의한다. 단, $P_{A-\min}$ 이상이어야 한다.

$$P_A = f_n f_c [f_b f_d - (z_{SD} - T_{SC})]$$

f_n : **표 33**에 정의된 계수

f_c : 계수로서 다음과 같다. 단, 0.475 이상이어야 하고 기관실 케이싱의 노출부인 경우, f_c 는 1.0 이상이어야 한다.

$$f_c = 0.3 + 0.7\frac{b_1}{B_1}$$

f_d : 계수로서 다음과 같다.

$$f_d = \frac{L}{10}e^{-(L/300)} - \left(1 - \left(\frac{L}{150}\right)^2\right), \qquad L < 150\text{ m 경우}$$

$$f_d = \frac{L}{10}e^{-(L/300)}, \qquad 150\text{ m} \leq L < 300\text{ m 경우}$$

$$f_d = 11.03, \qquad L \geq 300\text{ m 경우}$$

b_1 : 고려하는 위치에서 갑판실의 폭

B_1 : 고려하는 위치에서 노출된 노천갑판에서의 선체의 폭

f_b : **표 34**에 정의된 계수

$P_{A-\min}$: **표 35**에 정의된 최소 면외압력(kN/m^2)

표 33 계수 f_n

격벽의 종류	위치	f_n
보호되지 않는 전단격벽(1)	최하층(2)	$20+\frac{L_2}{12}$
	제 2층	$10+\frac{L_2}{12}$
	3층 이상	$5+\frac{L_2}{15}$
보호된 전단격벽(1)	모든 층	$5+\frac{L_2}{15}$
측면 격벽	모든 층	$5+\frac{L_2}{15}$
선미단 격벽	선미 중앙부	$7+\frac{L_2}{100}-8\frac{x}{L_2}$
	선수 중앙부	$5+\frac{L_2}{100}-4\frac{x}{L_2}$

(비고)

(1) 다른 선루단 또는 갑판실 뒤 B_x 보다 작은 곳에 위치할 때 그리고 고려하는 전단 격벽의 폭이 해당 선루/갑판실 전방의 선루/갑판실의 후단 격벽의 폭보다 작은 경우, 선루단/갑판실의 전단 격벽은 보호된 것으로 고려 할 수 있다. B_x 는 전단 격벽 위치에서의 선박의 너비이다.

(2) 최하층은 형 깊이 D를 측정하는 최상층 전통갑판의 직상에 위치한 층이다. 그러나 $D-T_{LC}$ 가 수정하지 않은 최소 표정건현(ILCC에 따라 수정된)을 표준 선루 높이만큼 초과하는 경우(**1장 4절 [2.2]**에 정의) 이 층은 제2층으로 정의될 수 있고 그 상부의 층은 제3층으로 정의된다.

표 34 계수 f_b

격벽의 위치(1)	b
$\frac{x}{L}<0.45$	$1.0+\left(\frac{x/L-0.45}{C_{B1}+0.2}\right)^2$
$\frac{x}{L}\geq 0.45$	$1.0+1.5\left(\frac{x/L-0.45}{C_{B1}+0.2}\right)^2$

(비고)

C_{B1} : 방형계수로서 다만, 0.60 이상 0.80 이하이어야 한다. 선체 중앙부 앞쪽에 위치한 갑판실 후단의 경우 0.8 로 한다.

(1) 갑판실 측면의 경우, 갑판실은 각 0.15 L 을 넘지 않는 간격의 같은 간격으로 구획되어야 하고, x 는 고려하는 각 부분의 중심 X 좌표이다.

표 35 최소 면외압력 $P_{A-\min}$

L	$P_{A-\min}$ (kN/m^2)	
	보호되지 않는 최하층	기타[1]
$90 < L \le 250$	$25 + \frac{L}{10}$	$12.5 + \frac{L}{20}$
$L > 250$	50	25

(비고)
(1) 제 4층 및 이상인 경우, $P_{A-\min}$ 는 12.5 kN/m^2 으로 한다.

5. 창구덮개에 작용하는 외부압력

5.1 적용

5.1.1
창구덮개에 작용하는 외부압력은 오직 강도평가에만 적용하여야 한다.

5.2 그린파랑하중

5.2.1
창구덮개의 임의 위치에서 그린파랑하중은 다음에 따른다.

- 7장에 따른 화물창 해석의 경우 :
  $P_{HC} = P_D - \rho g (z_{HC} - D)$ 단, 0 보다 작아서는 아니 된다.

  P_D : χ 를 1.0 으로 하여 [2.2]에 따라 계산된 고려하는 창구덮개 위치에서의 갑판의 그린파랑압력(kN/m^2)
  z_{HC} : 창구덮개의 정부의 z 좌표(m)

- 상기 이외의 경우 :
  $P_{HC} = P_{D-\min}$ (표 30 참조)

5.3 창구덮개에 걸리는 하중

5.3.1
창구덮개에 분포하중 또는 단위하중이 작용하는 경우 하중은 [2.3]에 따라 구하여야 한다.

제 6 절 내부하중

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

a_x, a_y, a_z : **3절 [3.2]**에 따른 무게 중심 x_g, y_g, z_g 에서 종, 횡 및 수직 가속도(m/s^2)

B_H : 호퍼탱크 상부 및 톱사이드 탱크 하부 사이의 중앙 높이와 화물창 길이의 중앙에서 측정한 화물창의 폭(**그림 1** 참조)

B_{IB} : 화물창 길이의 중앙에서 측정한 내저 구조의 폭(m) (**그림 1** 참조)

D_1 : 선박 중앙의 선측에서 기선으로부터 건현갑판까지의 거리(m)

d_{sc} : 강재코일의 지름(m)

f_{cd} : 액체 화물 밀도 및 설계 수명 25년 내의 최대 해상상태의 발생 결합 확률에 대한 계수

- 액체 화물로 채워진 화물탱크의 유한요소 해석의 강도평가

  $f_{cd} = 1.0$, $\rho_L >$ 1.025 t/m^3 경우

  $f_{cd} = 0.88$, $\rho_L =$ 1.025 t/m^3 경우
- 상기 이외의 경우

  $f_{cd} = 1.0$

f_{dc} : 건화물계수로서 다음과 같다.

- f_{dc} = 1.0 강도평가의 경우
- f_{dc} = 0.5 피로평가의 경우

f_β : **4절**에 정의된 계수

h_{air} : 탱크정부 상부의 공기관 또는 넘침관의 높이(m)

h_c : 내저판에서 산적 화물의 상부 표면까지의 높이(**[2.3.1]** 또는 **[2.3.2]** 참조)

h_{DB} : 화물창 길이의 중앙에서 측정된 선체 중심선에서의 이중저 높이(m) (**그림 1**참조)

h_{HPL} : 고려하는 화물창 길이의 중앙에서 측정된 호퍼탱크와 선측 외판의 교점 또는 이중선체 산적화물선의 경우 내측 종격벽과 호퍼탱크와의 교점까지의 내저판으로부터 수직 거리(m)로서 선체 중심선에서 측정한다. 호퍼탱크가 없는 경우에는 0 으로 한다.(**그림 1** 참조)

h_{HPU} : 고려하는 화물창 길이의 중앙에서 측정된 톱사이드 탱크와 선측외판의 교점 또는 이중선체 산적화물선의 경우 내측 종격벽과 톱사이드 탱크와의 교점까지의 내저판으로부터 수직 거리(m)로서 선체 중심선에서 측정한다.(**그림 1** 참조)

h_{LS} : 내저판으로부터 측정한 하부 스툴의 평균 높이(m)

$h_{\max}$: 최대 허용 수위(m)로서 다음에 따른다.

- 평형수 탱크의 경우 : 최대 탱크 높이,
- ρ_L 와 동일한 화물 밀도를 가지는 화물탱크의 경우 : 최대 탱크 높이
- 부분 적재에 대응하는 중량 액체 화물 밀도 ρ_{part} 의 화물을 적재하는 화물탱크의 경우 :

  10장 4절 [1.2.1]에 따른 h_{part}

K_C : 계수로서 다음에 따른다 :

내저판, 호퍼탱크, 횡격벽 및 종격벽, 하부스툴, 수직 상부스툴, 내측 및 선측외판 :

$$K_C = \cos^2\alpha + (1 - \sin\psi)\sin^2\alpha$$

톱사이드 탱크. 상갑판 및 경사 상부스툴 : $K_c = 0$

K_{C-f} : 계수로서 다음에 의한 값

$$K_{C-f} = \tan^2\left(45 - \frac{\psi}{2}\right)$$

ℓ : 늑판 사이의 거리(m)

ℓ_H : 선체 중심선에서 측정한 횡격벽 사이의 화물창 길이(m). 파형격벽의 경우 파형 깊이의 중앙에서 측정하여야 한다.

ℓ_{lp} : 선박 길이 방향으로 측정한 각 EPP내에서 가장 바깥쪽 화물 깔개 사이의 거리(m) (**그림 10** 참조)

ℓ_{st} : 강재코일의 길이(m)

M : 고려하는 산적 화물의 질량(t)

M_{Full} : M_H / V_{Full} 또는 1.0 t/m^3 중 큰 값의 화물이 창구코밍의 상단까지의 적재에 상응하는 한 개의 화물창의 화물 질량(t)

$M_{Full} = 1.0\,V_{Full}$ 다만, M_H 이상이어야 한다.

M_H : 50 % 소모품인 최대 흘수에서 균일 적재상태에 상응하는 한 개의 화물창의 화물 질량(t).

M_{HD} : 해당 화물창의 최대 허용 화물 질량(t)으로서 다음의 적하상태시의 허용 화물 질량을 말한다.

- 화물구역 내의 모든 평형수 탱크가 공창
- 소모품이 50 % 소모된 상태
- 상기 적하상태시의 최대 흘수

M_{sc-ib} : **[4.3.1]**에 따른 내저판 강재코일의 등가 질량(t)

M_{sc-hs} : **[4.3.2]**에 따른 호퍼탱크 경사판 강재코일의 등가 질량(t)

n_1 : 강재코일의 적재 단수

n_2 : 내저판의 각 EPP당 하중점의 수(**[4.1.3]** 참조)

n_3 : 1개의 강재코일을 지지하는 화물 깔개의 수

P_{drop} : 평형수 교환 중의 주수 또는 초과 주수에 의한 공기관 또는 넘침관에서의 초과압력(kN/m^2)으로 설계자에 의해 제시되어야 한다. 단, 25.0 kN/m^2 이상이어야 한다.

P_{PV} : 설계 증기압력(kN/m^2). 단, 25.0 kN/m^2 이상이어야 한다.

$perm$: 화물 침수율로서 다음에 따른다.

- 철광석, 석탄화물, 시멘트 : 0.3
- 강재코일, 포장된 강재 제품 : 0.0

R : 선박의 회전 중심의 수직 좌표(**4장 3절** 참조)

s_c : 파형의 간격(m) (**3장 6절 [10.4.2]** 참조)

T_θ : 횡동요 주기(s) (**3절 [2.1.1]** 참조)

V_{Full} : 창구코밍 상단까지 화물창의 부피(m^3)로서 다음에 의한 값

$V_{Full} = V_H + V_{HC}$

V_H : 창구코밍에 둘러싸인 부피를 제외한 창구코밍과 상갑판이 교차하는 높이까지의 화물창 용적(m^3) (**그림 1** 참조)

V_{HC} : 창구 측 코밍과 주갑판이 교차하는 높이로부터 해치코밍 상단까지의 용적(m^3)으로, 선체 중앙부의 화물창에서의 값으로 한다.(**그림 1** 참조)

V_{TS} : 화물창 길이 l_H 및 호퍼탱크 경사판 안쪽의 횡격벽 하부스툴의 용적(m^3)

W : 강재코일 한 개의 질량(t)

x, y, z : **1절**에 정의된 기준 좌표계에 대한 하중점의 X, Y, Z 좌표(m)

x_G, y_G, z_G : 고려하는 탱크의 또는 완전히 채워진 화물창의 무게 중심의 **1절**에 정의된 기준 좌표계에 대한 X, Y, Z좌표(m). 즉 V_{Full}에 대한 X, Y, Z좌표. 부분적으로 채워진 화물창의 x_G, y_G, z_G는 다음과 같다.

x_G, y_G : 화물창에 대한 무게중심 체적

$z_G = h_{DB} + h_C / 2$

z_{top} : 작은 창구를 제외한 탱크의 가장 높은 지점에 대한 Z 좌표(m)

z_c : 기선으로부터 하중점의 화물창 상부 표면까지의 높이(m)로서 다음에 의한 값

$z_c = h_{DB} + h_c$

α : 고려하는 패널과 수평면이 이루는 각도(deg)

φ : 종동요 각(deg) (**4장 3절 [2.1.2]** 참조)

ψ : 산적 화물(수분이 제거된)의 추정 안식각(deg)으로 다음과 같다.

일반적인 경우 : 30°

철광석 : 35°

시멘트 : 25°

ρ_C : **[2.3.3]**에 따른 산적 화물 밀도(t/m^3)

ρ_L : 탱크 내의 액체 밀도(t/m^3)로서 다음 값 이상이어야 한다.

- 강도평가의 경우 :
  - 화물유를 포함하는 모든 액체 : 1.025
  - 액체 밀도가 1.025 를 넘는 화물을 98 % 까지 적재하는 경우 : $\rho_{\max-LM}$
- 피로평가의 경우 :
  - 화물유 : 0.9
  - 상기 이외 모든 액체 : 1.025

$\rho_{\max-LM}$: 선박의 적하지침서 또는 설계자에 의해 명시된 값에서 어떤 하중조건으로부터 98 % 의 만재 탱크에 해당하는 최대 액체 화물 밀도(t/m^3)

ρ_{part} : 부분 적재 화물탱크의 최대 허용 액체 화물 밀도(t/m^3)로서 강도평가 시 고려하는 ρ_L 이상이어야 한다.

ρ_{slh} : 슬로싱 평가에 사용되는 액체 밀도(t/m^3)로서 다음과 같다.

부분 적재되는 화물탱크의 무거운 액체 화물 밀도 : ρ_{part}

상기 이외의 경우 : ρ_L

ρ_{ST} : 강재의 밀도(t/m^3)로서 7.85 로 한다.

θ : **3절 [2.1.1]**의 횡동요 각(deg)

θ_h : 내저판과 호퍼탱크 경사판이 이루는 각(deg)으로 일반적으로 θ_h 는 다음에 따른다.

$$\tan\theta_h = \frac{2h_{HPL}}{B_H - B_{IB}}$$

1. 액체로 인한 압력

1.1 적용

1.1.1 비손상 시 강도 및 피로평가를 위한 압력

4장 7절에 주어진 정적 설계하중 시나리오에 대하여, 액체 하중으로 인한 탱크 경계의 임의 하중점에 작용하는 내부압력(kN/m^2)은 다음 식에 따른다.

$$P_{in} = P_{ls}$$ 단, 0 이상이어야 한다.

정적하중 및 동적 설계하중 시나리오에 대하여, 액체 하중으로 인한 탱크 경계의 임의 하중점에 작용하는 내부압력(kN/m^2)은 다음 식에 따른다.

$$P_{in} = P_{ls} + P_{ld}$$ 단, 0 이상이어야 한다.

P_{ls} : **[1.2]**의 탱크 내 액체하중으로 인한 정압력(kN/m^2)

P_{ld} : **[1.3]**의 탱크 내 액체하중으로 인한 동적압력(kN/m^2)

1.1.2 침수 시 강도평가를 위한 압력

4장 7절의 침수 시 정적 설계하중(S) 시나리오에 대하여, 화물창, 탱크 또는 그 이외 다른 구획의 수밀 경계의 임의 하중점에 작용하는 침수로 인한 내부압력(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$P_{in} = P_{fs}$ 단, $\rho g d_0$ 이상이어야 한다.

침수 정적 및 동적 설계하중(S+D) 시나리오에 대하여 화물창, 탱크 또는 그 이외 다른 구획의 수밀 경계의 임의 하중점에 작용하는 침수로 인한 내부압력(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$P_{in} = P_{fs} + P_{fd}$ 단, $\rho g d_0$ 이상이어야 한다.

P_{fs} : **[1.4]**의 구획의 침수 시 해수의 정압력(kN/m^2)
P_{fd} : **[1.5]**의 구획의 침수 시 해수의 동적압력(kN/m^2)

d_0 : 거리(m)로 다음과 같다.
$d_0 = 0.02L$, $L < 120$ m 경우
$d_0 = 2.4$, $L \geq 120$ m 경우

산적화물선 화물창의 수직 파형격벽의 파형에 대하여는 **[3]**의 침수 시 압력 및 힘을 적용하여야 한다.

1.2 정적 액체압력

1.2.1 해상 운항상태

해상에서의 일반적인 운항상태에 대한 탱크 및 평형수 화물창 내에서 액체로 인한 정압력 P_{ls} (kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = f_{cd}\rho_L g(z_{top} - z) + P_{PV}$ 액체 화물로 채워진 화물탱크의 경우
$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + 0.5h_{air})$ 상기 이외의 경우

1.2.2 보호수역 운항상태

항구/보호수역 운항상태에 대한 탱크 및 평형수 화물창 내에서 액체로 인한 정압력 P_{ls} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + h_{air}) + P_{drop}$ 평형수 탱크의 경우
$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z) + P_{PV}$ 액체 화물로 채워진 화물탱크의 경우
$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + 0.5h_{air})$ h_{air} 가 0 인 평형수 화물창 및 상기 이외의 경우

1.2.3 순차 평형수 교환

순차 평형수 교환 방법의 경우 평형수 탱크 내에서 액체로 인한 정압력 P_{ls} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + 0.5h_{air})$

1.2.4 넘침 평형수 교환

넘침 평형수 교환 방법의 경우 평형수 탱크 내에서 액체로 인한 정압력 P_{ls} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + h_{air}) + P_{drop}$

1.2.5 평형수 처리 장치를 이용하는 평형수 적재

평형수 처리 장치를 이용하는 평형수 교환 시 탱크 및 평형수 화물창의 액체로 인한 정압력 P_{ls} 는 [1.2.3]에 따라 순차 평형수 교환 방법과 동일하게 적용한다. 선박 설계자는 평형수 처리 장치가 [1.2.3]에서 정의된 압력 이외에 추가로 P_{drop} 와 같은 압력이 고려되어야 할 경우 우리 선급에 그 정보를 제공하여야 한다.

1.2.6 피로평가를 위한 정적 탱크압력

피로평가를 위한 모든 탱크(화물창 및 평형수 탱크, 화물창 탱크 및 기타 탱크)의 액체로 인한 정압력 P_{ls} (kN/m^2) 는 다음 식에 의한다.

$$P_{ls} = \rho_L g (z_{Top} - z)$$

1.3 동적 액체압력

1.3.1

탱크 내 액체로 인한 동압력 P_{ld} (kN/m^2) 는 다음 식에 의한다.

$$P_{ld} = f_\beta f_{cd} \rho_L [a_z (z_0 - z) + f_{ull-l} a_x (x_0 - x) + f_{ull-t} a_y (y_0 - y)]$$

f_{ull-l} : 탱크 및 평형수 화물창 내에서 액체 상부에 비어있는 공간에 대한 종 가속도 보정 계수 :

- 강도평가 :

  $f_{ull-l} = 0.62,$ 평형수를 포함한 어떤 액체로 채워진 탱크의 경우

  $f_{ull-l} = 1.0,$ 그 이외의 경우

- 피로평가 :

  $f_{ull-l} = 0.5 + \dfrac{|z_0 - z|}{\ell_{fs}} \dfrac{180}{\varphi \pi},$ 화물탱크 및 평형수 화물창의 경우

  $f_{ull-l} = 1.0,$ 그 이외의 경우

  단, f_{ull-l} 는 0.0 이상 1.0 이하이어야 한다.

ℓ_{fs} : 탱크 정부에서의 화물탱크 길이 또는 창구코밍에서의 평형수 화물창의 길이(m)

f_{ull-t} : 탱크 및 평형수 화물창 내에서 액체 상부의 비어있는 공간에 대한 횡 가속도 보정계수

- 강도평가의 경우

  $f_{ull-t} = 0.67,$ 평형수를 포함한 액체로 채워진 탱크의 경우

  $f_{ull-t} = 1.0,$ 그 이외의 경우

- 피로평가의 경우

  $f_{ull-t} = 0.5 + \dfrac{|z_0 - z|}{b_{top}} \dfrac{180}{\theta \pi},$ 화물탱크 및 평형수 화물창의 경우

  $f_{ull-t} = 1.0,$ 그 이외의 경우

  단, f_{ull-t} 는 0.0 이상 1.0 이하이어야 한다.

b_{top} : 탱크 정부에서의 화물탱크 폭 또는 창구코밍에서의 평형수 화물창의 폭(m). 탱크 혹은 평형수 화물창 해치코밍의 길이 중앙에서 측정한다.

x_0 : 기준점의 X 좌표(m)

y_0 : 기준점의 Y 좌표(m)

z_0 : 기준점의 Z 좌표(m)

기준점은 탱크 또는 평형수 화물창의 상부 경계를 정의하는 모든 점에 대하여 계산된 V_j 의 최대값으로서 다음 식에 의한다.

$$V_j = a_x(x_j - x_G) + a_y(y_j - y_G) + (a_z + g)(z_j - z_G)$$

x_j : 탱크 또는 화물창의 상부 경계 j 점의 X 좌표
y_j : 탱크 또는 화물창의 상부 경계 j 점의 Y 좌표
z_j : 탱크 또는 화물창의 상부 경계 j 점의 Z 좌표

1.4 침수상태 시 정압력

1.4.1 침수 구획의 정압력

침수구획의 수밀 경계의 정압력 P_{fs} (kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$$P_{fs} = \rho g(z_{FD} - z)$$ 단, 0.0 이상이어야 한다.

z_{FD} : 고려하는 횡단면에서 선측에서 건현갑판의 Z 좌표(m) 또는 손상된 상태에서 가장 깊은 평형상태의 수선 중 큰 값

1.5 침수상태에서의 동압력

1.5.1 침수구획의 동압력

침수구획의 수밀 경계의 동압력 P_{fd} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$$P_{fd} = f_\beta \rho [a_z(z_{OFD} - z) + f_{ull-l} a_x(x_0 - x) + f_{ull-t} a_y(y_0 - y)$$

z_{OFD} : 침수된 구획에 대한 유효 기준점의 Z 좌표(m)로써 다음과 같다.
$z_{FD} > z_0$일 때, $z_{OFD} = z_0$
$z_{FD} \le z_0$일 때, $z_{OFD} = z_{FD}$
f_{ull-l}, f_{ull-t} : 종 및 횡 가속도 보정계수로서 다음과 같다.
$z_{FD} > z_0$일 때, 1.0
$z_{FD} \le z_0$일 때, [1.3.1]에 따른다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

2. 산적 건화물에 의한 압력 및 힘

2.1 적용

2.1.1

화물창의 산적 건화물에 의한 압력과 힘은 [2.4] 및 [2.5]에 따라 만재 및 부분 적재 화물창 모두에 대하여 결정하여야 한다.

2.2 화물창의 정의

2.2.1 형상의 특성

그림 1은 산적화물선 화물창의 주 기하학적 요소를 나타낸다.

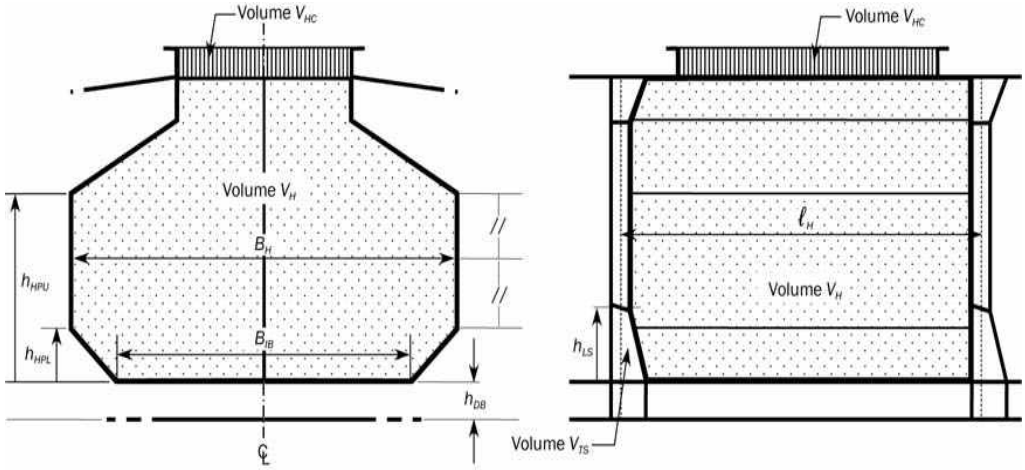


그림 1 산적화물선의 화물창 변수의 정의

2.2.2 만재 및 부분 적재 화물창

만재 및 부분 적재 산적 건화물창의 정의는 다음과 같다.

a) 만재 화물창
산적 건화물 밀도는 화물창이 창구코밍 상단까지 채워진 상태에서의 값으로 한다.(**그림 2** 참조)
화물창의 상부 표면 및 화물창의 유효 높이 h_c 는 **[2.3.1]**에 따라 결정하여야 한다.

b) 부분 적재 화물창
산적 건화물 밀도는 화물창이 해치코밍의 상단에 채워지지 않은 상태에서의 값으로 한다.(**그림 3** 및 **그림 4** 참조)
화물의 상부 표면이나 화물의 유효 높이 h_c 는 **[2.3.2]**에 따라 결정하여야 한다.

2.3 건화물 특성

2.3.1 만재 화물창에 대한 산적 건화물의 상부 표면의 정의

부등단면(Non-prismatic)의 화물창을 포함하여, **[2.2.2]**에서 정의된 만재 화물창에 대해, 화물의 유효 상부 표면은 선박 중심선 상 내저판 상부 h_C(m) 높이에서 등가 수평 표면이다.(**그림 2** 참조)
h_C 값은 선체 중앙부 화물창 길이의 중앙에서 다음 식에 따라 계산된 값이며 화물창 구역에서 동일한 값을 적용한다.

$$h_C = h_{HPU} + h_0$$

h_0 : 다음 식에 의한 값

$$h_0 = \frac{S_A}{B_H}$$

S_A : 다음 식에 의한 값

$$S_A = S_0 + \frac{V_{HC}}{\ell_H}$$

S_0 : 톱사이드 탱크와 선측외판 또는 내측 종격벽의 교점 상방으로부터 창구코밍과 상갑판의 교점까지의 면적으로 선체 중앙부 화물창에서 결정한다.(**그림 2**의 빗금친 부분)

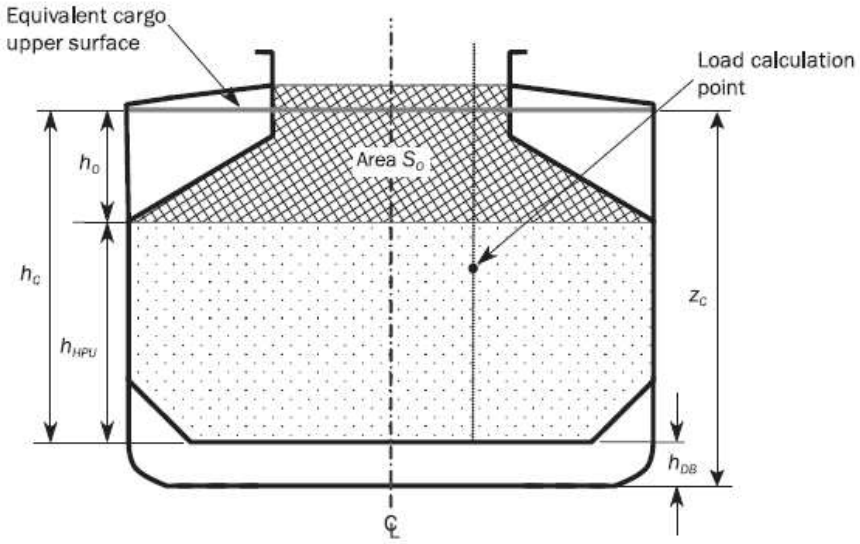


그림 2 만재 화물창에 대한 화물의 유효상부 표면에 대한 정의

2.3.2 부분 적재 화물창 내 산적 건화물 상부 표면의 정의

부등단면(Non-prismatic)의 화물창을 포함하여 [2.2.2]에서 정의된 부분 적재 화물창의 경우, 화물의 유효 상부 표면은 3부분으로 구성되어야 한다.

- 내저판 상방 높이 h_{C-CL}(m)에서 폭 $B_H/2$의 중앙부 수평 표면(m)
- **그림** 3에 나타낸 것처럼 중앙 수평 표면과 선측외판 또는 내측 종격벽판과 $\psi/2$ 각도를 갖는 경사 표면 또는
- **그림** 4에 나타낸 것처럼 중앙 수평 표면과 호퍼탱크 경사판과 $\psi/2$ 각도를 갖는 경사 표면

화물 표면의 높이 h_C(m)는 고려하는 화물창의 길이 중앙에서 다음에 따라 계산하여야 하며 화물창 내에서는 동일한 값을 적용한다.

$|y| \le \dfrac{B_H}{4}$ 의 경우, $\quad h_C = h_{C-CL}$

$\dfrac{B_H}{4} < |y| \le \dfrac{B_2}{2}$ 의 경우, $\quad h_C = h_{C-CL} - \left(|y| - \dfrac{B_H}{4}\right)\tan\dfrac{\psi}{2}$

$|y| > \dfrac{B_2}{2}$ 의 경우, $\quad h_C = 0$

h_1 : 높이(m)로서 다음에 의한 값

$$h_1 = \frac{M}{\rho_C B_H \ell_H} - \left(\frac{B_H + B_{IB}}{2B_H}\right)h_{HPL} - \frac{3}{16}B_H \tan\frac{\psi}{2} + \frac{V_{TS}}{B_H \ell_H}$$

- **그림** 3과 같이 $h_1 \ge 0$인 경우

$$h_{C-CL} = h_{HPL} + h_1 + h_2$$

$$h_2 = \frac{B_H}{4}\tan\frac{\psi}{2}$$

$$B_2 = B_H$$

• **그림** 4와 같이 $h_1 < 0$인 경우

$$h_{C-CL} = h_{11} + h_{22}$$

$$h_{11} = h_{HPL}\left(\frac{B_2 - B_{IB}}{B_H - B_{IB}}\right)$$

$$h_{22} = \left(\frac{B_2}{2} - \frac{B_H}{4}\right)\tan\frac{\psi}{2}$$

$$B_2 = \sqrt{\frac{\frac{1}{\ell_H}\left(\frac{M}{\rho_c} + V_{TS}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{h_{HPL} \cdot B_{IB}^2}{B_H - B_{IB}}\right) + \frac{B_H^2}{16}\tan\frac{\psi}{2}}{\frac{1}{2}\left[\left(\frac{h_{HPL}}{B_H - B_{IB}}\right) + \frac{1}{2}\tan\frac{\psi}{2}\right]}}$$

h_{C-CL} : 선박 중심선에서 화물 표면의 높이(m) (**그림** 3 및 **그림** 4 참조)

B_2 : 화물의 최대 폭(m) (**그림** 3 및 **그림** 4 참조)

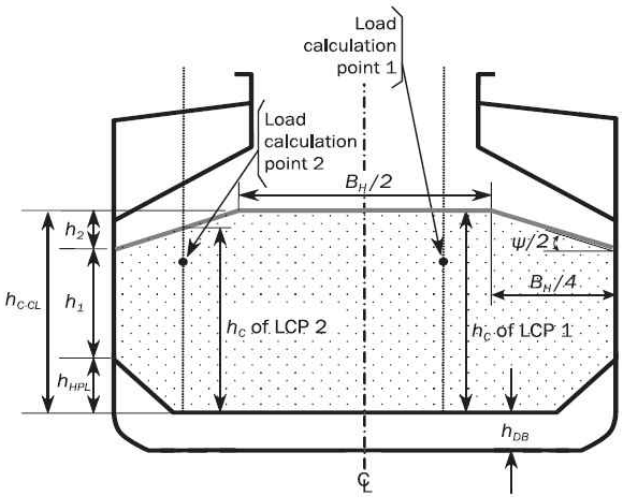


그림 3 $h_1 \geq 0$**인 경우, 부분적재화물창에 대한 화물의 유효 상부표면에 대한 정의**

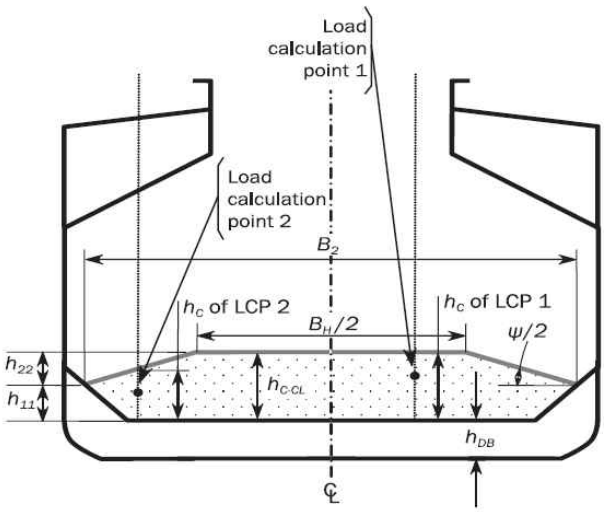


그림 4 $h_1 < 0$**인 경우, 부분적재화물창에 대한 화물의 유효 상부표면에 대한 정의**

2.3.3 질량과 밀도

화물창 구역의 건화물 질량과 화물의 밀도는 다음에 따른다.

- 비손상 시 강도평가의 경우 : **표 1**에 정의된 값
- 피로평가의 경우 : **표 2**에 정의된 값
- 침수 시 강도평가의 경우 : **표 3**에 정의된 값

표 1 비손상 시 강도평가를 위한 산적 건화물의 질량 및 밀도

선박의 종류	화물 질량 화물 밀도	균일 적재상태		격창 적재상태	
		만재 화물창	부분 적재 화물창	만재 화물창	부분 적재 화물창
하기 이외	M	$M = M_{Full}$	N/A	N/A	
	ρ_C	적하지침서에 명시된 최대값			
BC-C	M	$M = M_{Full}$	N/A	N/A	
	ρ_C	$\rho_C = \frac{M_{Full}}{V_{Full}}$ 단, 1.0 이상이어야 한다.			
BC-B	M	$M = M_{Full}$	$M = M_H$	N/A	
	ρ_C	$\rho_C = \frac{M_{Full}}{V_{Full}}$ 단, 1.0 이상이어야 한다.	$\rho_C = 3.0^{(1)}$		
BC-A	M	$M = M_{Full}$	$M = M_H$	$M = M_{HD} + 0.1\,M_H$	$M = M_{HD} + 0.1\,M_H$
	ρ_C	$\rho_C = \frac{M_{Full}}{V_{Full}}$ 단, 1.0 이상이어야 한다.	$\rho_C = 3.0^{(1)}$	$\rho_C = \frac{M_{HD} + 0.1\,M_H}{V_{Full}}$	$\rho_C = 3.0^{(1)}$

(1) 격창 최대 화물 밀도가 적하지침서에 명시되지 않은 경우에는 3.0 으로 한다.

표 2 피로평가를 위한 산적 건화물 밀도와 질량

선박의 종류	화물 질량/ 화물 밀도	균일 적재상태 (만재 화물창)	격창 적재상태 (부분 적재 화물창)
하기 이외	M	$M = M_H$	N/A
	ρ_C	적하지침서에 명시된 최대값	
BC-C	M	$M = M_H$	
	ρ_C	$\rho_C = \left(\frac{M_H}{V_{Full}}\right)$	
BC-B	M	$M = M_H$	
	ρ_C	$\rho_C = \left(\frac{M_H}{V_{Full}}\right)$	
BC-A	M	$M = M_H$	$M = M_{HD}$
	ρ_C	$\rho_C = \left(\frac{M_H}{V_{Full}}\right)$	$\rho_C = 3.0^{(1)}$

(1) 격창 최대 화물 밀도가 적하지침서에 명시되지 않은 경우에는 3.0 으로 한다.

표 3 침수 시 강도평가를 위한 산적 건화물 질량과 밀도

선박의 종류	화물 질량 화물 밀도	균일 적재상태		격창 적재상태		
		만재 화물창	부분적으로 채워진 창	만재 화물창	부분적으로 채워진 창	만재 화물창 $\rho_c \leq 1.78$ t/m^3
하기 이외	M	$M = M_H$	N/A	N/A		
	ρ_C	ρ_c=적하지침서에 명시된 최대값				
BC-C	M	$M = M_H$	N/A	N/A		
	ρ_C	$\rho_C = \left(\frac{M_H}{V_{Full}}\right)$				
BC-B	M	$M = M_H$	$M = M_H$	N/A		
	ρ_C	$\rho_C = \left(\frac{M_H}{V_{Full}}\right)$	$\rho_C = 3.0^{(1)}$			
BC_A	M	$M = M_H$	$M = M_H$	$M = M_{HD}$	$M = M_{HD}$	$M = M_{HD}$
	ρ_C	$\rho_C = \left(\frac{M_H}{V_{Full}}\right)$	$\rho_C = 3.0^{(1)}$	$\rho_C = (\frac{M_{MD}}{V_{Full}})$	$\rho_C = 3.0^{(1)}$	$\rho_C = 1.78$

(1) 격창 최대 화물 밀도가 적하지침서에 명시되지 않은 경우에는 3.0 으로 한다.
(2) 밀도가 1.78 t/m^3 이하인 화물을 운반하는 산적화물선에 적용한다.

2.3.4 유한요소 해석 시 적용

다음 절차는 유한요소 해석에 사용되는 산적 화물 압력 하중에 대해 적용하여야 한다.

a) 만재 화물창의 경우 [2.3.1] 또는 부분 적재의 경우 [2.3.2]에 따른 h_c 의 결정
b) ρ_C 를 사용하여 [2.4.2]의 정압력과 [2.5.2]의 정적 전단압력의 결정과 유한요소 모델에 적용
c) 화물의 실제 질량 M_{actual} (t) 의 계산
d) 다음 식에 따른 유효 화물 밀도(t/m^3) 결정

$$\rho_{eff} = \frac{M}{M_{actual}} \rho_C$$

e) ρ_C 대신 ρ_{eff} 사용한 최종 압력 분포 및 전단하중의 계산

2.4 산적 건화물 압력

2.4.1 전체압력

화물창 경계의 임의 하중점에 작용하는 산적 건화물로 인한 전체압력(kN/m^2)은 다음에 따른다. 단, 0.0 이상이어야 한다.

$P_{in} = P_{bs}$ **4장 7절**의 정적하중 설계 시나리오에 대한 비손상 상태의 강도평가 시

$P_{in} = P_{bs} + P_{bd}$ **4장 7절**의 정적하중 및 동적하중 설계 시나리오에 대한 비손상 상태의 강도평가 및 피로평가 시

P_{bs} : [2.4.2]에 따른 산적 건화물로 인한 정적압력(kN/m^2)
P_{bd} : [2.4.3]에 따른 산적 건화물로 인한 동적압력(kN/m^2)

유한요소 해석 시, [2.4.2] 및 [2.4.3]의 정적압력 및 동적압력은 ρ_c 대신 ρ_{eff} 사용하여 계산한다.

2.4.2 정적압력

산적 건화물 정적압력 P_{bs} (kN/m^2)은 다음 식에 의한다. 단, 0.0 이상이어야 한다.

$$P_{bs} = \rho_C g K_C (z_C - z)$$

2.4.3 동적압력

각 하중상태에 대한 산적 건화물 동적압력 P_{bd} (kN/m^2)은 다음과 같다.

$$P_{bd} = f_\beta \rho_C [0.25 a_X (x_G - x) + 0.25 a_Y (y_G - y) + f_{dc} K_C a_Z (z_C - z)] \qquad z \le z_C \text{ 경우}$$
$$P_{bd} = 0.0 \qquad z > z_C \text{ 경우}$$

2.5 전단하중

2.5.1 적용

유한요소 강도평가 및 피로평가에 있어서, 하중점 높이 z 가 z_c 이하인 경우, [2.4]에 정의된 산적 건화물 압력에 추가하여 다음의 전단하중이 고려되어야 한다.

- 4장 7절의 정적하중(S) 설계 시나리오의 경우 : [2.5.2]의 하부스툴 판과 호퍼탱크 경사판에 작용하는 중력에 의한 정적 전단하중 P_{bs-s}
- 4장 7절의 정적하중 및 동적하중(S+D) 설계 시나리오의 경우 :
  $P_{bs-s} + P_{bs-d}$: [2.5.3]의 호퍼탱크 경사판 및 하부스툴 판인 경우
  P_{bs-dx} : [2.5.4]의 종 방향 내저판인 경우
  P_{bs-dy} : [2.5.4]의 횡 방향 내저판인 경우

2.5.2 호퍼탱크 경사판 및 하부스툴 판의 정적 전단하중

호퍼탱크 경사판 및 하부스툴 판에 작용하는 산적 건화물 중력으로 인한 정적 전단하중 압력 P_{bs-s} (판의 하방이 양(+), kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$$P_{bs-s} = \rho_C g \frac{(1 - K_C)(z_C - z)}{\tan\alpha}$$

2.5.3 호퍼탱크 경사판 및 하부스툴 판의 동적 전단하중

각 동적 하중상태에 대한 호퍼탱크 경사판 및 하부스툴 판의 산적 건화물 하중으로 인한 동적 전단하중 압력 P_{bs-d} (판의 하방이 양(+), kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$$P_{bs-d} = f_\beta \rho_C a_z \frac{(1 - K_C)(z_C - z)}{\tan\alpha}$$

2.5.4 유한요소 해석 시 내저판의 동적 전단하중

각 동적 하중상태에 대한 내저판을 따라 작용하는 산적 건화물 하중으로 인한 종 방향(선수 쪽이 양의 방향)의 동적 전단하중 압력 P_{bs-dx} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$$P_{bs-dx} = -0.75 f_\beta \rho_C a_x h_C$$

각 동적 하중상태에 대한 내저판을 따라 작용하는 산적 건화물 하중으로 인한 횡 방향(좌현 쪽이 양의 방향)의 동적 전단하중 압력 P_{bs-dy} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$$P_{bs-dy} = -0.75 f_\beta \rho_C \alpha_y h_C$$

동적 전단하중 압력 P_{bs-dx} 및 P_{bs-dy} 는 유한요소 강도평가에만 사용된다.

3. 침수 시의 산적 건화물로 인한 압력과 힘

3.1 수직 파형 횡수밀 격벽

3.1.1 적용

이 규정에서 정의된 압력은 산적화물선 화물창의 수직 파형 횡수밀 격벽의 침수 시 강도평가에 적용한다. 각 화물창은 개별적으로 침수된 것으로 고려하여야 한다.(**그림 5, 그림 6** 및 **그림 7** 참조)

3.1.2 일반

각 격벽에 작용하는 것으로 고려하여야 하는 하중은 화물에 의한 하중과 고려하고자 하는 격벽과 인접한 하나의 화물창 침수에 의한 하중의 조합으로 구성된다. 어느 경우에도, 침수 시 화물을 제외한 물 만에 의한 압력도 고려되어야 한다.
화물과 침수하중의 가장 극심한 조합은 각 격벽의 부재치수 결정에 사용되어야 하며, 적재 창과 공창 모두의 개별 침수를 고려하는 적하지침서에 포함된 적재조건에 따른다.

- 균일 적재상태
- 비균일 적재상태

이 규정의 목적 상 용어의 정의는 다음과 같다.

- 설계하중 제한 :
  화물창에 대한 특정 설계하중 제한은 설계자가 적하지침서에 제시한 적재상태를 말한다.
- 고려하는 최대 화물 질량 :
  비균일 적재상태에서의 철광석 또는 산적 밀도가 1.78 t/m^3 이상의 화물 만을 운송하는 선박이 아닌 경우, 화물창에 적재할 수 있는 화물의 최대 질량은 창구코밍 상부까지 적재하는 것으로 고려하여야 한다.
- 균일 적재상태 :
  균일 적재상태란 각 화물창 화물의 최고 높이와 최저 높이의 비율이 1.2 를 넘지 않는 경우를 말하며, 화물밀도가 서로 다른 경우는 보정하여야 한다.
- 포장된 화물 :
  포장된 화물(강재 제품과 같은)을 적재하는 창은 공창으로 고려된다.
- 고려하지 않는 적재상태 :
  균일 적재상태를 위해 여러 항구에서의 적재 및 적하 작업과 관련된 비균일 부분 적재상태는 이 요건의 검증을 위해 고려할 필요는 없다.

3.1.3 침수 수위

침수 수위 z_F 는 선박의 기선으로부터 수직으로 측정한 거리(m)이며, **표 4**에 따른다.

표 4 수직 파형 횡격벽의 침수 수위 z_F

산적화물선 종류	적하상태	파형 횡격벽	
		최전방	기타
B형 건현을 갖는 재화중량 50,000 t 미만의 산적화물선	비균일 적하상태에서 산적 화물 밀도 1.78 t/m^3 미만인 경우	$z_F = 0.9D_1$	$z_F = 0.8D_1$
	상기 이외의 경우	$z_F = 0.95D_1$	$z_F = 0.85D_1$
상기 이외의 산적화물선	비균일 적하상태에서 산적 화물 밀도 1.78 t/m^3 미만인 경우	$z_F = 0.95D_1$	$z_F = 0.85D_1$
	상기 이외의 경우	$z_F = D_1$	$z_F = 0.9D_1$

3.1.4 침수 형태

다음의 서로 다른 3가지 침수 형태를 고려하여야 한다.

- 침수 수위가 화물의 상부 표면 아래인 경우(**그림 5** 참조, $z_C > z_F$)
- 침수 수위가 화물의 상부 표면 위인 경우(**그림 6** 참조, $z_C \le z_F$)
- 침수된 창이 공창인 경우(**그림 7** 참조, $z_C = h_{DB}$)

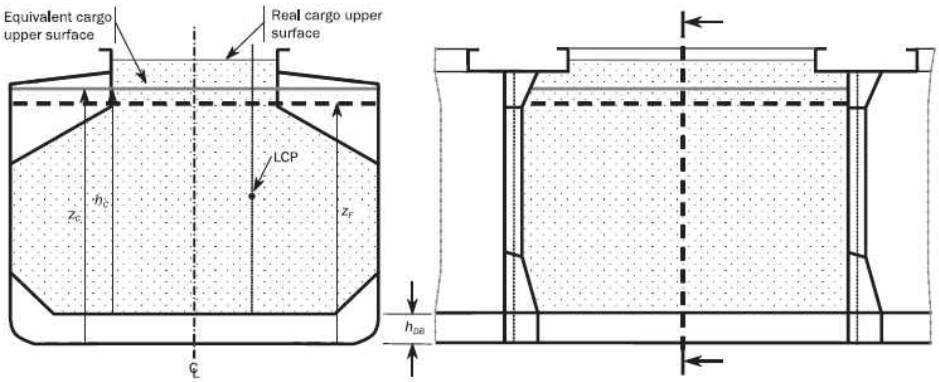


그림 5 침수 수위가 산적화물 상부표면 하부인 경우

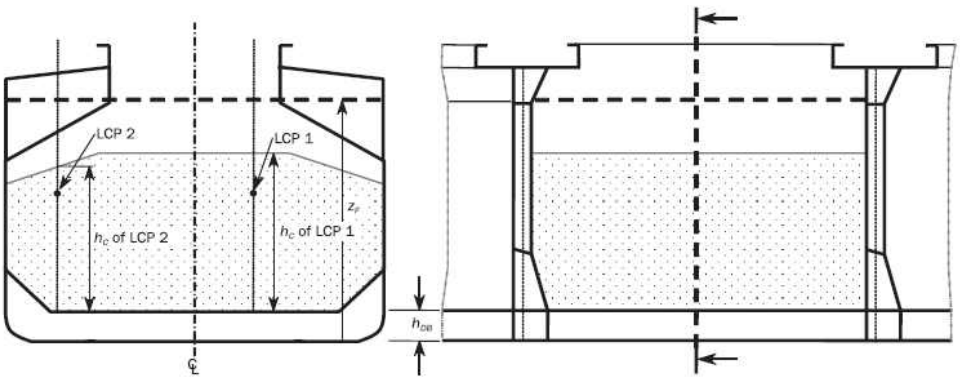


그림 6 침수 수위가 산적화물 상부표면 상부인 경우

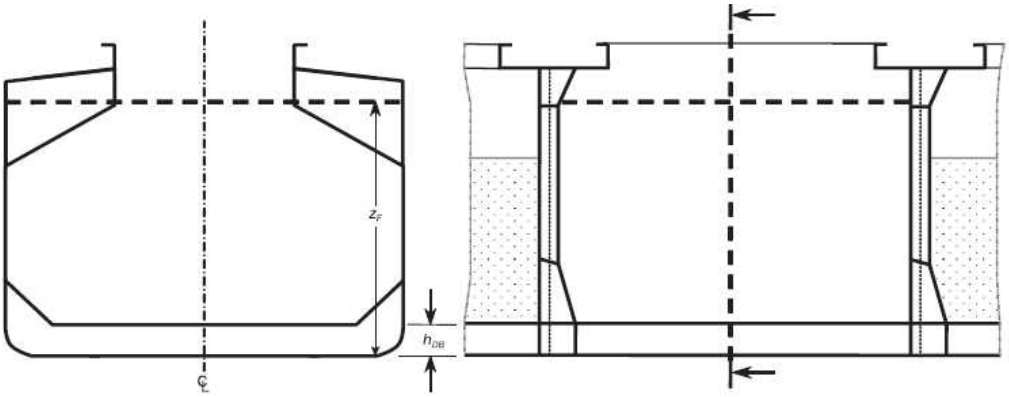


그림 7 공창의 침수인 경우

3.1.5 침수된 화물창의 수직 파형 횡격벽에 작용하는 압력과 힘

기선으로부터 z 높이에 위치한 수직 파형 횡격벽의 임의 점에서의 정적압력 P_{bf-s} (kN/m^2)는 [3.1.4]의 각 침수 유형에 따라 표 5에 따른다. 파형 횡격벽에 작용하는 힘 F_{bf-s} (kN)는 [3.1.4]의 각 침수 유형에 따라 표 6에 따른다.

표 5 침수된 화물창의 수직 파형 횡격벽에 작용하는 정적압력 P_{bf-s}

침수 상태	하중점 위치	압력 P_{bf-s} (kN/m^2)
$z_C > z_F$	$z > z_C$	$P_{bf-s} = 0$
	$z_C \geq z \geq z_F$	$P_{bf-s} = \rho_c g(z_C - z)K_{C-f}$
	$z_F > z \geq h_{DB}$	$P_{bf-s} = \rho g(z_F - z) + [\rho_C(z_C - z) - \rho(1-perm)(z_F - z)]gK_{C-f}$
$h_{DB} \leq z_C \leq z_F$	$z > z_F$	$P_{bf-s} = 0$
	$z_F \geq z \geq z_C$	$P_{bf-s} = \rho g(z_F - z)$
	$z_C > z \geq h_{DB}$	$P_{bf-s} = \rho g(z_F - z) + [\rho_C - \rho(1-perm)]g(z_C - z)K_{C-f}$

표 6 침수 화물창의 수직 파형에 작용하는 힘 F_{bf-s}

침수 상태	힘 F_{bf-s} (kN)
$z_C > z_F$	$F_{bf-s} = s_C\left\{\rho_C g\frac{(z_C - z_F)^2}{2}K_{C-f} + \left[\frac{\rho_C g(z_C - z_F)K_{C-f} + P_{bf-s-LE}}{2}\right](z_F - h_{DB} - h_{LS})\right\}$
$z_F \geq z_C$	$F_{bf-s} = s_C\left\{\rho g\frac{(z_F - z_C)^2}{2} + \left[\frac{\rho g(z_F - z_C) + P_{bf-s-LE}}{2}\right](z_C - h_{DB} - h_{LS})\right\}$
(비고) $P_{bf-s-LE}$: $z = h_{LS} + h_{DB}$ 에 대한 표 5에 따라 계산된 정적 압력	

3.1.6 침수되지 않는 화물창의 수직 파형 횡격벽에 작용하는 압력과 힘

침수된 화물창의 반대쪽의 침수되지 않은 화물창의 산적 건화물에 의한 기준선으로부터 z 높이의 파형 횡격벽 상의 임의의 지점에서의 정적 압력 P_{bs} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다. 단, 0.0 보다 작아서는 아니 된다.

$$P_{bs} = \rho_C g K_{C-f}(z_C - z)$$

파형에 작용하는 합성력 F_{bs} (kN)는 다음 식에 의한다.

$$F_{bs} = \rho_C g s_c \frac{(z_c - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} K_{C-f}$$

3.1.7 침수된 화물창의 수직 파형 횡격벽에 작용하는 합성압력과 힘

파형에 작용하는 합성력 F_R 및 격벽의 각 지점에서의 합성압력 P_R은 **표 7**에 따른다.

표 7 침수 시 수직파형 횡격벽에 작용하는 합성압력 P_R, 합성력 F_R

하중조건	합성압력 P_R (kN/m^2)	합성력 F_R (kN)	적용 대상
균일 적재	$P_R = P_{bf-s} - 0.8P_{bs}$	$F_R = F_{bf-s} - 0.8F_{bs}$	모든 산적화물선
격창 적재	$P_R = P_{bf-s}$	$F_R = F_{bf-s}$	BC-A 산적화물선

(비고)
P_{bf-s} : [3.1.5]의 침수 화물창으로부터의 압력(kN/m^2)
P_{bs} : [3.1.6]의 침수되지 않은 화물창으로부터의 압력(kN/m^2)
F_{bf-s} : [3.1.5]의 침수 화물창으로부터 파형에 작용하는 힘(kN)
F_{bs} : [3.1.6]의 침수되지 않는 화물창으로부터 파형에 작용하는 힘(kN)

3.2 침수 시 산적화물선의 화물창 구역의 이중저

3.2.1 적용

각 화물창은 개별적으로 침수된 것으로 고려된다.

3.2.2 일반

이중저에 작용하는 것으로 고려하여야 하는 하중은 외부 해수압력, 그리고 이중저가 속한 화물창의 침수로 유발된 화물 하중과의 조합에 의해 주어진다. 적하지침서에 포함된 적재조건에 따른, 화물이 유발한 하중과 침수하중의 최악의 조합이 사용되어야 한다.

- 균일 적재조건
- 비균일 적재조건
- 포장 화물 조건(강재 제품의 경우와 같은)

각 적재조건에 대하여, 운송하는 산적 건화물의 최대 밀도를 화물창의 적재 허용하중 계산에 고려하여야 한다.

3.2.3 침수 수위

침수 수위 z_F 는 선박이 기선으로부터 수직으로 측정한 거리(m)이며, **표 8**에 따른다.

표 8 산적화물선의 화물창 구역에서의 이중저에 대한 침수 수위 z_F

산적화물선 종류	화물창	
	최전방 화물창	기타 화물창
B형 건현의 재화중량 50,000톤 미만의 선박인 경우	$z_F = 0.95\,D_1$	$z_F = 0.85\,D_1$
기타 산적화물선	$z_F = D_1$	$z_F = 0.9\,D_1$

4. 산적화물선 화물창의 강재코일 하중

4.1 일반

4.1.1 적용

이 규정은 **그림 8**과 같이 목재 받침(던에이지, dunnage)상에 강재코일을 적재하는 것을 표준으로 한다.
모든 강재코일은 같은 특징을 가지고 있는 것으로 가정한다. 강재코일이 2층 이상 적재되는 경우에는, 강재코일의 최저층이 내저판이나 호퍼 경사판에 접촉하는 것으로 가정하여, **[4.1.3]** 및 **[4.2]**에서 규정하는 공식을 적용할 수 있다. 그 이외의 경우에는 치수 요건은 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

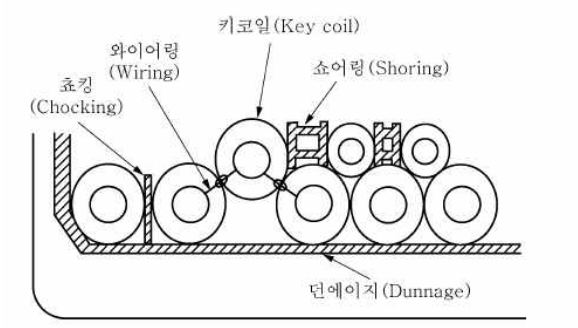


그림 8 강재코일이 적재된 내저판

4.1.2 내저판 상 강재코일의 배치

내저판 상 강재코일에는 다음 2가지 배열이 고려되어진다.

- 강재코일이 **그림 9**에서와 같이 늑판의 위치에 관계없이 배치되어 있는 경우
- 강재코일이 **그림 10**에서와 같이 늑판의 위치를 고려하여 배치되어 있는 경우

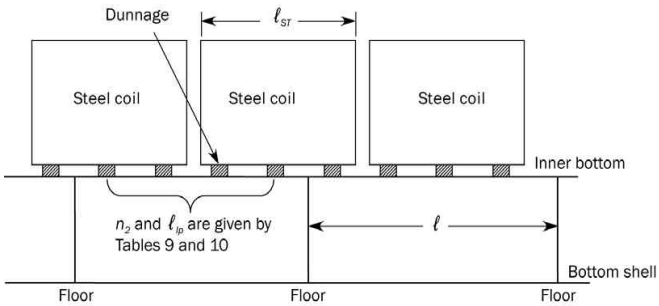


그림 9 늑판의 위치와 독립적으로 적재된 강재 코일

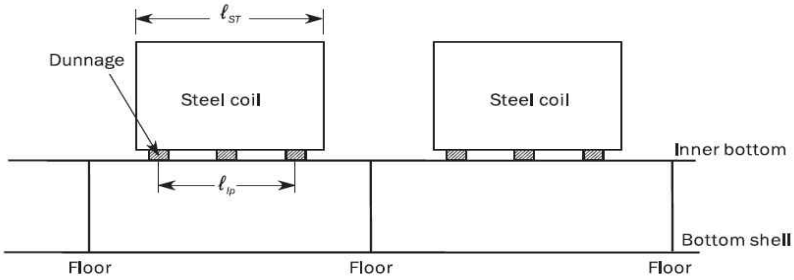


그림 10 늑판사이에 적재 강재코일

4.1.3 늑판 위치와 독립적인 강재코일의 배치

요소판 패널 당 하중점(목재 받침) 개수 n_2 는 **표 9**에 따른다. 요소판 패널 당 가장 바깥쪽 목재 받침 사이의 거리 ℓ_{lp} (m) 는 **표 10**에 따른다.

표 9 요소판 패널 당 하중점(목재 받침) 개수 n_2

n_2	n_3			
	2	3	4	5
1	$0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.5$	$0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.33$	$0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.25$	$0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.2$
2	$0.5 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.2$	$0.33 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.67$	$0.25 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.5$	$0.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.4$
3	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.7$	$0.67 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.2$	$0.5 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.75$	$0.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.6$
4	$1.7 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.4$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.53$	$0.75 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.2$	$0.6 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 0.8$
5	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.9$	$1.53 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.87$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.45$	$0.8 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.2$
6	$2.9 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 3.6$	$1.87 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.4$	$1.45 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.7$	$1.2 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.4$
7	$3.6 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 4.1$	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.73$	$1.7 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.95$	$1.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.6$
8	$4.1 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 4.8$	$2.73 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 3.07$	$1.95 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.4$	$1.6 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 1.8$
9	$4.8 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 5.3$	$3.07 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 3.6$	$2.4 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.65$	$1.8 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.0$
10	$5.3 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 6.0$	$3.6 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 3.93$	$2.65 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.9$	$2.0 < \frac{\ell}{\ell_{st}} \le 2.4$

표 10 요소판 패널 당 가장 바깥쪽 하중점(목재 받침) 사이의 거리 ℓ_{lp} (m)

n_2	n_3			
	2	3	4	5
1	목재 받침의 실제 폭			
2	$0.5\ell_{st}$	$0.33\ell_{st}$	$0.25\ell_{st}$	$0.2\ell_{st}$
3	$1.2\ell_{st}$	$0.67\ell_{st}$	$0.50\ell_{st}$	$0.4\ell_{st}$
4	$1.7\ell_{st}$	$1.20\ell_{st}$	$0.75\ell_{st}$	$0.6\ell_{st}$
5	$2.4\ell_{st}$	$1.53\ell_{st}$	$1.20\ell_{st}$	$0.8\ell_{st}$
6	$2.9\ell_{st}$	$1.87\ell_{st}$	$1.45\ell_{st}$	$1.2\ell_{st}$
7	$3.6\ell_{st}$	$2.40\ell_{st}$	$1.70\ell_{st}$	$1.4\ell_{st}$
8	$4.1\ell_{st}$	$2.73\ell_{st}$	$1.95\ell_{st}$	$1.6\ell_{st}$
9	$4.8\ell_{st}$	$3.07\ell_{st}$	$2.40\ell_{st}$	$1.8\ell_{st}$
10	$5.3\ell_{st}$	$3.60\ell_{st}$	$2.65\ell_{st}$	$2.0\ell_{st}$

4.1.4 늑판 사이의 강재코일의 배치

늑판의 위치를 고려하여 내저판에 적재된 강재코일,(**그림 10** 참조)

- 요소판 패널 당 하중점(목재 받침) 개수 n_2 는 다음 식에 의한다.
  $n_2 = n_3$
- 요소판 패널 당 가장 바깥쪽 목재 받침 사이의 거리 ℓ_{lp} 는 강재코일의 한 층을 지지하는 가장 바깥쪽 목재 받침 사이의 거리로 한다.

4.1.5 강재코일 화물의 무게 중심

고려하는 화물창의 강재코일 화물의 무게 중심은 다음 위치에 따른다.

a) 종 방향 위치

x_{Gsc} 는 **4장 1절[1.2.1]**의 기준 좌표계에 대한 고려하는 화물창의 무게 중심의 X 좌표(m)이다.

b) 횡 방향 위치

$$y_{Gsc} = \epsilon \frac{B_H}{4}$$

c) 수직 방향 위치

$$z_{Gsc} = h_{DB} + \left[1 + (n_1 - 1)\frac{\sqrt{3}}{2}\right]\frac{d_{sc}}{2}$$

ϵ : 계수로서 다음에 따른다.

ϵ = 1.0 좌현 구조 부재가 평가되는 경우

ϵ = -1.0 우현 구조 부재가 평가되는 경우

4.2 전체하중

4.2.1 내저구조에 대한 전체하중

내저구조에 대한 강재코일 화물로 인한 전체하중 F_{sc-ib} (kN)는 다음 식에 의한다. 단, 0.0 보다 작아서는 아니 된다.

$$F_{sc-ib} = \cos(C_{XG}\varphi)\cos(C_{YG}\theta)F_{sc-ib-s} + F_{sc-ib-d}$$

$F_{sc-ib-s}$: [4.3.1]에 따른 내저구조에 대한 정적하중(kN)
$F_{sc-ib-d}$: [4.4.2]에 따른 내저구조에 대한 동적하중(kN)
C_{XG}, C_{YG} : 4장 2절 [2.2]의 하중조합계수

4.2.2 호퍼탱크에 대한 전체하중

호퍼탱크에 대한 강재코일 화물로 인한 전체하중 F_{sc-hs} (kN)를 다음 식에 의한다. 단, 0.0 보다 작아서는 아니 된다.

$$F_{sc-hs} = \frac{\cos(\theta_h + \varepsilon C_{YG}\theta)\cos(C_{XG}\varphi)}{\cos\theta_h} F_{sc-hs-s} + F_{sc-hs-d}$$

$F_{sc-hs-s}$: [4.3.2]에 따른 호퍼탱크에 대한 정적하중(kN)
$F_{sc-hs-d}$: [4.4.3]에 따른 호퍼탱크에 대한 동적하중(kN)
C_{XG}, C_{YG} : 4장 2절 [2.2]의 하중조합계수

4.3 정적하중

4.3.1 내저구조에 작용하는 정적하중

강재코일로 인한 내저구조에 작용하는 정적하중 $F_{sc-ib-s}$ (kN)는 다음 식에 의한다.

$$F_{sc-ib-s} = M_{sc-ib}\, g$$

M_{sc-ib} : 강재코일의 등가 질량(t)이며, 다음과 같다.

$$M_{sc-ib} = K_s W \frac{n_1 n_2}{n_3}, \qquad n_2 \le 10 \text{ 및 } n_3 \le 5 \text{ 경우}$$

$$M_{sc-ib} = K_s W n_1 \frac{\ell}{\ell_{st}}, \qquad n_2 > 10 \text{ 또는 } n_3 > 5 \text{ 경우}$$

K_s : 계수로서 다음에 따른다.

K_s = 1.4 강재 코일이 키 코일을 포함하는 1단 적재일 경우
K_s = 1.0 그 외의 경우.

4.3.2 호퍼탱크에 작용하는 정적하중

강재코일로 인한 호퍼탱크에 작용하는 정적하중 $F_{sc-hs-s}$ (kN) 는 다음 식에 의한다.

$$F_{sc-hs-s} = \cos\theta_h M_{sc-hs} \cdot g$$

M_{sc-hs} : 강재코일의 등가 질량(t)은 다음 식에 의한다.

$$M_{sc-hs} = C_k W \frac{n_2}{n_3}, \qquad n_2 \le 10 \text{ 및 } n_3 \le 5 \text{ 경우}$$

$$M_{sc-hs} = C_k W \frac{\ell}{\ell_{st}}, \qquad n_2 > 10 \text{ 또는 } n_3 > 5 \text{ 경우}$$

C_k : 계수로서 다음에 따른다.

C_k = 3.2, 강재코일을 2단 이상으로 적재하거나 혹은 강재코일을 1단으로 적재하고, 키 코일이 빌지 호퍼 경사판 또는 내측 종격벽판에서 두 번째 혹은 세 번째에 위치한 경우

C_k = 2.0, 그 이외의 경우.

4.4 동적하중

4.4.1 접선방향 횡동요 가속도

접선방향 횡동요 가속도 a_R (m/s^2) 는 다음 식에 의한다.

$$a_R = \theta \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2 \sqrt{y_{Gsc}^2 + (R - z_{Gsc})^2}$$

y_{Gsc} : [4.1.5]에 따른 고려하는 화물창의 강재코일 화물의 무게 중심의 Y 좌표(m)

z_{Gsc} : [4.1.5]에 따른 고려하는 화물창의 강재코일 화물의 무게 중심의 Z 좌표(m)

4.4.2 내저구조에 작용하는 동적하중

강재코일로 인한 내저구조에 작용하는 동적하중 $F_{sc-ib-d}$ (kN) 는 다음 식에 의한다.

$$F_{sc-ib-d} = M_{sc-ib} a_z$$

a_z : [4.1.5]에 따른 고려하는 화물창의 강재코일 화물의 무게 중심에서 계산된 **4장 3절 [3.2.4]**에 따른 수직 가속도(m/s^2)

4.4.3 호퍼탱크에 작용하는 동적하중

강재코일로 인한 호퍼탱크에 작용하는 동적하중 $F_{sc-hs-d}$ (kN) 는 다음 식에 의한다.

$$F_{sc-hs-d} = \varepsilon M_{sc-hs} \left[C_{YR} a_R \sin\left(\tan^{-1}\left|\frac{y_{Gsc}}{R - z_{Gsc}}\right| - \theta_h\right) - C_{YS} a_{sway} \sin\theta_h \right]$$

C_{YS}, C_{YR} : **4장 2절 [2.2]**의 하중조합계수

a_{sway} : **4장 3절 [2.2.2]**에 따른 좌우동요 가속도(m/s^2)

a_R : [4.1.1]의 접선 방향 가속도(m/s^2)

y_{Gsc} : [4.1.5]에 따른 고려하는 화물창의 강재코일 화물의 무게 중심의 Y 좌표(m)

z_{Gsc} : [4.1.5]에 따른 고려하는 화물창의 강재코일 화물의 무게 중심의 Z 좌표(m)

5. 노출되지 않는 갑판 및 플랫폼의 하중

5.1 적용

5.1.1 일반

[5.2] 및 [5.3]에서 정의된 하중은 노출되지 않는 갑판, 거주구 갑판, 플랫폼에서 적용한다.

5.2 분포하중으로 인한 압력

5.2.1

갑판에 분포하중이 작용하는 경우, 분포하중으로 인한 정압력 및 동압력을 고려하여야 한다.
정적 분포하중은 설계자가 제시하여야 하며, 거주구역 갑판에 대하여 3 $\mathrm{kN/m^2}$ 이상, 기타 갑판 및 플랫폼에 대하여 10 $\mathrm{kN/m^2}$ 이상이어야 한다.
4장 7절의 정적하중(S) 설계 시나리오에 대한 분포하중으로 인한 압력 P_{dl} ($\mathrm{kN/m^2}$)은 다음 식에 의한다.

$$P_{dl} = P_{dl-s}$$

정적하중 및 동적하중(S+D) 설계 시나리오에 대한 분포하중으로 인한 압력 P_{dl} ($\mathrm{kN/m^2}$)은 동적 하중상태의 포락선으로부터 구하며 다음 식에 의한다. 단, 0.0 보다 작아서는 아니 된다.

$$P_{dl} = P_{dl-s} - P_{dl-d}$$

P_{dl-s} : 분포하중으로 인한 정적압력($\mathrm{kN/m^2}$)
P_{dl-d} : 분포하중으로 인한 동적압력($\mathrm{kN/m^2}$)으로 다음 식에 의한 값

$$P_{dl-d} = f_\beta \frac{a_{z-env}}{g} P_{dl-s}$$

a_{z-env} : **4장 3절 [3.3.3]**의 동적 하중상태에 대해 고려하는 하중점에서의 수직 가속도의 포락선($\mathrm{m/s^2}$)

5.3 단위하중으로 인한 집중 힘

5.3.1

내부갑판에 단위하중이 작용하는 경우, **1부 6장 5절 [1.2]** 또는 **6절 [3.3]**에서와 같이 보강재와 1차 지지부재의 유한요소 해석 수행 시 단위하중으로 인한 정적 및 동적 힘을 고려하여야 한다.
정적하중(S) 설계 시나리오의 경우, 집중된 하중으로 인한 힘 F_U (kN)은 다음 식에 의한다.

$$F_U = F_{U-s}$$

동적하중 및 정적하중(S+D) 설계 시나리오의 경우, 집중하중으로 인한 힘은 동적 하중상태의 포락선으로부터 구하며 다음 식에 의한다. 단, 0.0 보다 작아서는 아니 된다.

$$F_U = F_{U-s} + F_{U-d}$$

F_{U-s} : 단위하중으로 인한 정적 힘(kN)으로 다음 식에 의한 값

$$F_{U-s} = m_U g$$

F_{U-d} : 단위하중으로 인한 동적 힘(kN)으로 다음 식에 의한 값

$$F_{U-d} = m_u f_\beta \, a_{z-env}$$

m_U : 단위하중의 질량 (t)

a_{z-env} : **4장 3절 [3.3.3]**의 동적 하중상태에 대한 단위하중의 무게 중심에서의 수직 가속도 포락선

6. 탱크 내의 슬로싱 압력

6.1 일반

6.1.1 적용

이 규정은 100 m^3 초과하는 용적의 모든 액체 화물, 평형수 및 기타 탱크에 적용하며, 산적화물선의 평형수 화물탱크에는 적용하지 않는다.

6.1.2

이 규정에서 정의된 슬로싱 압력은 탱크 경계나 내부 구조에 대하여 높은 속력의 충격으로 인한 충격압력의 영향은 포함하지 않는다. 최대 유효 슬로싱 폭 b_{slh} (**[6.4.2]** 참조)가 0.56 B를 초과하는 탱크 또는 0.05 $h_{\max}$ 에서 0.95 $h_{\max}$ (**[6.3.3]** 참조)까지의 모든 수위에서의 유효 슬로싱 길이 ℓ_{slh} (**[6.3.2]** 참조)가 0.13 L을 초과하는 탱크의 경우, 우리 선급이 정하는 절차에 따라 충격 평가를 수행하여야 한다.

6.1.3 탱크 경계 및 내부의 슬로싱 압력

4장 7절의 슬로싱 설계하중 시나리오에 대한 탱크 경계 또는 내부의 임의 하중점에 작용하는 액체 운동으로 인한 슬로싱 압력 P_{slh}(kN/m^2)는 다음과 같다. 단, **[6.2]**의 $P_{slh-\min}$ (kN/m^2)보다 작아서는 아니 된다.

- $P_{slh} = P_{slh-\ln g}$, 횡격벽의 경우, **[6.3.3]**에 따른다.
- $P_{slh} = P_{slh-wf}$, 특설늑골 및 횡방향 스트링거의 경우, **[6.3.4]**에 따른다.
- $P_{slh} = P_{slh-grd}$, 종격벽의 경우, **[6.4.3]**에 따른다.
- $P_{slh} = P_{slh-grd}$, 종 방향 거더 및 스트링거의 경우, **[6.4.4]**에 따른다.

6.2 최소 슬로싱 압력

6.2.1

유체 운동을 제한하는 내부 구조를 가지는 이중선체 구조와 같은 셀 구조의 탱크에 대한 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-\min}$은 12 kN/m^2로 한다. 화물 및 기타 모든 탱크에 대한 최소 슬로싱 압력, $P_{slh-\min}$은 20 kN/m^2로 한다.

6.3 종 방향 액체 운동으로 인한 슬로싱 압력

6.3.1 적용

종 방향 액체 운동으로 인한 슬로싱 압력, $P_{slh-\ln g}$는 탱크 전 깊이에 걸쳐 일정한 값으로 하며, 액체 높이를 0.05 $h_{\max}$ 에서 0.95 $h_{\max}$ 까지 0.05 $h_{\max}$ 간격으로 계산한 것 중 가장 큰 값으로 한다.

6.3.2 유효 슬로싱 길이

유효 슬로싱 길이 ℓ_{slh} (m)는 **표 11**에 따른다.

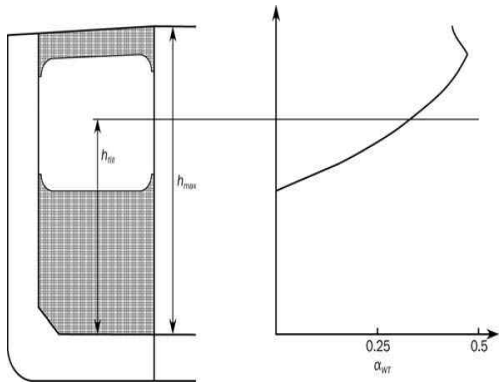


그림 11 횡 제수격벽 계수

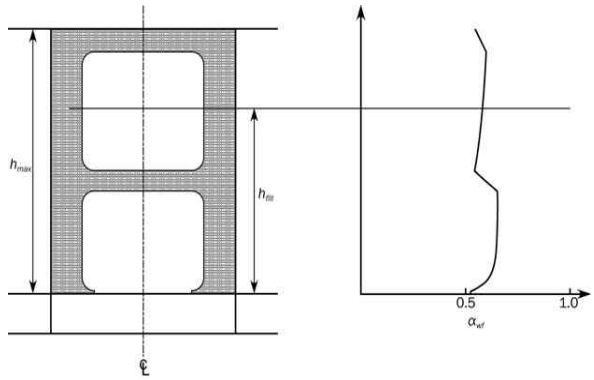


그림 12 횡 특설늑골 계수

표 11 유효 슬로싱 길이 ℓ_{slh}

횡격벽 유형	ℓ_{slh}
횡 수밀 격벽	$\ell_{slh} = \dfrac{(1+n_{WT}\alpha_{WT})(1+f_{wf}\alpha_{wf})\ell_{tk-h}}{(1+n_{WT})(1+f_{wf})}$
횡 제수 격벽	$\ell_{slh} = \dfrac{[1+(n_{WT}-1)\alpha_{WT}](1+f_{wf}\alpha_{wf})\ell_{tk-h}}{(1+n_{WT})(1+f_{wf})}$

(비고)

n_{WT} : 탱크 내의 횡 제수 격벽의 수

α_{WT} : 횡 제수 격벽 계수(**그림 11** 참조)로서 다음에 의한 값

$$\alpha_{WT} = \frac{A_{OWT}}{A_{tk-t-h}}$$

길이에 따른 형상의 변화를 가지는 그리고/또는 다른 형상의 제수 격벽을 가지는 탱크의 경우, 횡 제수 격벽 계수 α_{WT}는 다음과 같은 탱크 내의 모든 제수 격벽 위치의 가중된 평균으로 취할 수 있다.

$$\alpha_{WT} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{WT}} \frac{A_{OWT_i}}{A_{tk-t-h_i}}}{n_{WT}}$$

α_{wf} : 횡 특설늑골 계수(**그림 12** 참조)로 다음에 의한 값

$$\alpha_{wf} = \frac{A_{O-wf-h}}{A_{tk-t-h}}$$

길이에 따른 형상의 변화를 가지는 그리고/또는 다른 형상의 특설늑골을 가지는 탱크의 경우, 횡 특설늑골 계수 α_{wf}는 다음과 같은 탱크 내의 모든 특설늑골 위치의 가중된 평균으로 취할 수 있다.

$$\alpha_{wf} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{wf}} \frac{A_{0-wf-h_i}}{A_{tk-t-h_i}}}{n_{wf}}$$

A_{OWT} : 고려하는 유체 높이 하부의 제수 격벽 횡단면에서 개구의 총 면적(m^2)

A_{tk-t-h} : 고려하는 유체 높이 하부의 총 횡단면적(m^2)

A_{O-wf-h} : 고려하는 유체 높이 하부의 특설늑골 횡단면에서 개구의 총 면적(m^2)

f_{wf} : 탱크 내부에서 횡 특설늑골 및 횡 제수 격벽의 수에 대한 계수로 다음 식에 의한 값

$$f_{wf} = \frac{n_{wf}}{1+n_{WT}}$$

n_{wf} : 탱크 내부에서 제수 격벽을 제외한 횡 특설늑골의 수

ℓ_{tk-h} : 고려하는 유체 높이에서의 탱크의 길이(m)

[CORR1 to 01 JAN 2021]

6.3.3 횡격벽의 슬로싱 압력

종 방향 액체 운동으로 인한 제수격벽을 포함하는 횡격벽의 슬로싱 압력(kN/m^2)은 특정 액체 높이에서 다음 식에 따른다.

$$P_{slh-lng} = \rho_{slh}\, g\, \ell_{slh}\, f_{slh} \left[0.4 - \left(0.39 - \frac{1.7\,\ell_{slh}}{L} \right) \frac{L}{350} \right]$$

ℓ_{slh} : [6.3.2]에 따른 유효 슬로싱 길이(m)

f_{slh} : 계수로써 다음과 같다.

$$f_{slh} = 1 - 2\left(0.7 - \frac{h_{fill}}{h_{\max}} \right)^2$$

h_{fill} : 탱크 저부로부터 측정한 액체 높이(m) (**그림** 11 참조)

6.3.4 횡격벽 부근 특설늑골 또는 횡격벽 수평 스트링거의 슬로싱 압력

내부에 특설늑골을 가지는 탱크의 경우, 격벽으로부터 0.25 b_{slh} 이내에 위치한다면, 종 방향 액체 운동으로 인한 횡격벽 또는 횡 제수 격벽 근방의 특설늑골 또는 횡격벽 수평 스트링거에 작용하는 슬로싱 압력 P_{slh-wf} (kN/m^2) 은 다음 식에 의한다.

$$P_{slh-wf} = P_{slh-\ln g} \left(1 - \frac{s_{wf}}{\ell_{slh}} \right)^2$$

ℓ_{slh} : [6.3.2]에 따른 유효 슬로싱 길이(m)

$P_{slh-lng}$: [6.3.3]에 따른 횡격벽에 작용하는 종 방향 액체 운동에 의한 슬로싱 압력

s_{wf} : 고려하는 횡격벽에서 특설늑골까지의 거리(m)

특설늑골과 횡 스트링거에 작용하는 압력 분포는 **그림** 13에 따른다.

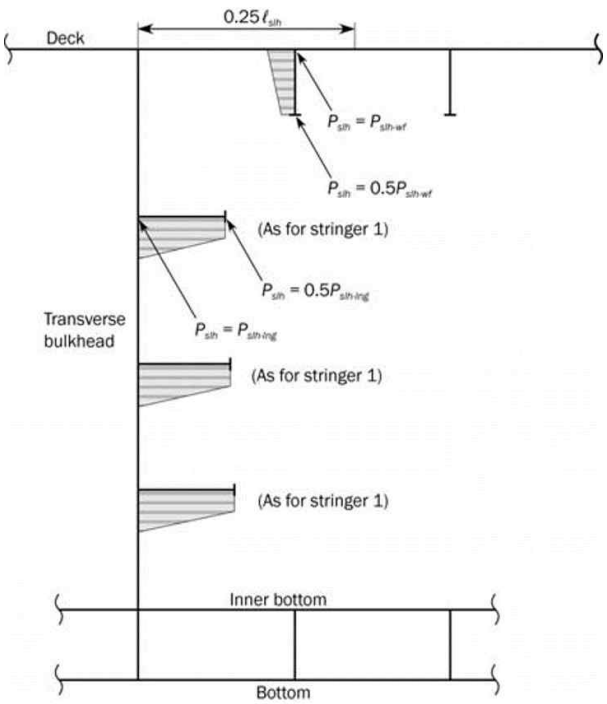


그림 13 횡 스트링거 및 특설늑골에서의 슬로싱 압력 분포

6.4 횡 방향 액체 운동에 의한 슬로싱 압력

6.4.1 적용

횡 방향 액체 운동으로 인한 슬로싱 압력 P_{slh-t} 은 탱크의 전 깊이에 걸쳐 일정한 값으로 하며, 유체 높이를 0.05 $h_{\max}$ 에서 0.95 $h_{\max}$ 까지 0.05 $h_{\max}$ 간격으로 계산한 것 중 가장 큰 값으로 한다.

6.4.2 유효 슬로싱 폭

유효 슬로싱 폭 b_{slh} (m) 은 **표 12**에서 다음과 같이 나타낸다. 단, 0.3 B 이상이다.

표 12 유효 슬로싱 폭 b_{slh}

종격벽 유형	b_{slh}
종 수밀 격벽	$b_{slh} = \dfrac{(1+n_{WL}\alpha_{WL})(1+f_{grd}\alpha_{grd})b_{tk-h}}{(1+n_{WL})(1+f_{grd})}$
종 제수 격벽	$b_{slh} = \dfrac{[1+(n_{WL}-1)\alpha_{WL}](1+f_{grd}\alpha_{grd})b_{tk-h}}{(1+n_{WL})(1+f_{grd})}$

(비고)

n_{WL} : 탱크 내에서 종 제수 격벽의 수

α_{WL} : 종 제수 격벽 계수로써 다음 식에 의한 값

$$\alpha_{WL} = \frac{A_{OWL}}{A_{tk-L-h}}$$

폭에 따른 형상의 변화를 가지는 그리고/또는 다른 형상의 제수 격벽을 가지는 탱크의 경우, 횡 제수 격벽 계수 α_{WL} 는 다음과 같은 탱크 내의 모든 제수 격벽 위치의 가중된 평균으로 취할 수 있다.

$$\alpha_{WL} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{WT}} \frac{A_{OWL_i}}{A_{tk-L-h_i}}}{n_{WL}}$$

α_{grd} : 거더 계수로써 다음 식에 의한 값

$$\alpha_{grd} = \frac{A_{O-grd-h}}{A_{tk-L-h}}$$

폭에 따른 형상의 변화를 가지는 그리고/또는 다른 형상의 거더를 가지는 탱크의 경우, 횡 제수 격벽 계수 α_{grd} 는 다음과 같은 탱크 내의 모든 거더 위치의 가중된 평균으로 취할 수 있다.

$$\alpha_{grd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{grd}} \frac{A_{O-grd-h_i}}{A_{tk-L-h_i}}}{n_{grd}}$$

A_{OWL} : 고려하는 유체 높이 하부의 제수 격벽 종단면에서 개구의 총 면적(m^2)

A_{tk-L-h} : 고려하는 유체 높이 하부의 탱크의 총 종단면적(m^2)

$A_{O-grd-h}$: 고려하는 유체 높이 하부 특설늑골의 종단면에서 개구의 총 면적(m^2)

f_{grd} : 탱크 내 종거더 및 종 제수 격벽의 수를 위한 계수로써 다음 식에 의한 값

$$f_{grd} = \frac{n_{grd}}{1+n_{WL}}$$

n_{grd} : 종 제수 격벽을 제외한 탱크 내 종거더의 수

b_{tk-h} : 고려하는 유체 높이에서의 화물탱크의 폭(m)

[CORR1 to 01 JAN 2021]

6.4.3 종격벽의 슬로싱 압력

횡방향 액체 운동으로 인한 제수 격벽을 포함하는 종격벽의 슬로싱 압력 P_{slh-t} (kN/m^2)은 특정 액체 높이에서 다음 식에 의한다.

$$P_{slh-t} = 7\rho_{slh} g f_{slh}\left(\frac{b_{slh}}{B} - 0.3\right) GM^{0.75}$$

b_{slh} : [6.4.2]에 따른 유효 슬로싱 폭

GM : 4장 3절 [2.1.1]에 따른 메타센터 높이
평형수 탱크의 슬로싱 압력 계산에 있어서, 유조선의 경우 '평형수 적재상태(ballast condition)'의 값을, 산적화물선의 경우 '통상 평형수 상태(normal ballast condition)'의 값을 사용하여야 한다. 유조선의 화물탱크에서 슬로싱 압력 계산의 경우, '부분 적재상태'의 값을 사용하여야 한다.

f_{slh} : [6.3.3]에 따른 계수

6.4.4 종격벽 부근의 거더 또는 종격벽 수평 스트링거의 슬로싱 압력

내부 거더 또는 스트링거가 있는 탱크의 경우, 이들이 격벽으로부터 0.25 b_{slh} 이내에 위치한다면, 종격벽 및 종 제수격벽 부근의 거더/특설늑골에서의 작용하는 슬로싱 압력 $P_{slh-grd}$ (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$$P_{slh-grd} = P_{slh-t}\left(1 - \frac{s_{grd}}{b_{slh}}\right)^2$$

b_{slh} : [6.4.2]에 따른 유효 슬로싱 폭

P_{slh-t} : [6.4.3]에 따른 종격벽에 작용하는 횡 방향 액체 운동에 의한 슬로싱 압력

s_{grd} : 종격벽에서 고려하는 거더까지의 거리(m)

스트링거에서의 압력 분포는 **그림 14**에 따른다.

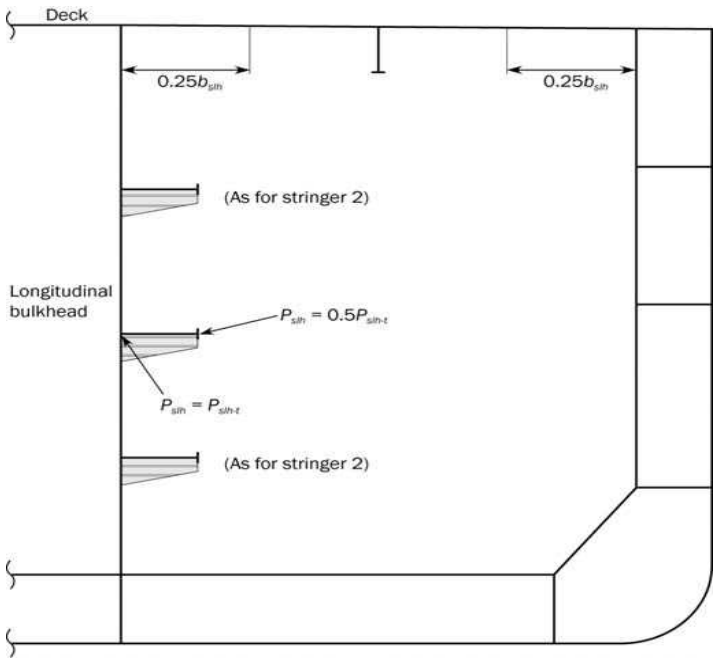


그림 14 종격벽 수평 스트링거 및 종거더의 슬로싱 압력 분포

7. 탱크시험에 의한 설계압력

7.1 정의

7.1.1

강도시험은 **1장 2절 [3.8.4]**에 따라 수행되어야 한다. 구조평가를 위하여, 정적 설계압력을 적용하여야 한다.
탱크시험에 대한 설계압력 P_{ST}(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$$P_{ST} = 10\,(z_{ST} - z)$$

z_{ST} : 설계 시험하중 높이(m) (**표 13**에 정의)

표 13 설계 시험하중 높이 z_{ST}

구획	z_{ST}
이중저 탱크[1]	다음 중 큰 것 : $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{bd}$
호퍼탱크, 톱사이드 탱크, 이중선측 탱크, 탱크로 사용되는 선수/미탱크	다음 중 큰 것 : $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{top} + 2.4$
탱크격벽, 디프탱크, 연료유 탱크	다음 중 큰 것 : $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{top} + 2.4$ $z_{ST} = z_{top} + 0.1P_{PV}$
평형수 화물창	$z_{ST} = z_h + 0.9$
체인로커	$z_{ST} = z_c$
독립형 탱크	다음 중 큰 것 : $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{top} + 0.9$
평형수 덕트	평형수 펌프의 최대 압력에 상응하는 시험 압력 수두

(비고)
z_{bd} : 격벽갑판의 Z 좌표(m)
z_h : 창구코밍 상단의 Z 좌표(m)
z_c : 체인파이프 상단의 Z 좌표(m)

[1] 호퍼탱크, 톱사이드 탱크 또는 이중선측 탱크와 연결된 이중저 탱크의 경우, 호퍼탱크, 톱사이드 탱크, 이중선측 탱크, 탱크로 사용되는 선수미 피크 탱크 또는 코퍼댐의 상응하는 z_{ST}를 적용한다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

제 7 절 설계하중 시나리오

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

VBM : 설계 수직 굽힘 모멘트(kNm)
M_{sw} : **4장 4절 [2.2.2]**의 항해 시 선체거더 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)
M_{sw-p} : **4장 4절 [2.2.3]**의 항내/보호 수역 시 선체거더 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)
M_{sw-f} : **4장 4절 [2.2.4]**의 침수 시 선체거더 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)
M_{wv-LC} : **4장 4절 [3.5.2]**의 고려하는 동하중상태에서 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm)
HBM : 설계 수평 굽힘 모멘트(kNm)
M_{wh-LC} : **4장 4절 [3.5.4]**의 고려하는 동하중상태에서 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)
TM : 설계 비틀림 모멘트(kNm)
M_{wt-LC} : **4장 4절 [3.5.5]**의 고려하는 동하중상태에서 파랑 비틀림 모멘트(kNm)
VSF : 설계 수직 전단력(kN)
Q_{sw} : **4장 4절 [2.3.1]** 또는 **[2.3.3]**의 항해 시 선체거더 정수중 허용 전단력(kN)
Q_{sw-p} : **4장 4절 [2.3.2]** 또는 **[2.3.4]**의 항내/보호 수역 시 선체거더 정수중 허용 전단력(kN)
Q_{sw-f} : **4장 4절 [2.3.5]**의 침수 시 선체거더 정수중 허용 전단력(kN)
Q_{wv-Lc} : **4장 4절 [3.5.3]**의 고려하는 동하중상태에서 수직 파랑 전단력(kN)
P_{ex} : 설계 외부압력(kN/m^2)
P_S : **4장 5절 [1.2.1]**의 고려하는 흘수에서 정수압(kN/m^2)
P_W : **4장 5절 [1.3.2]**에서 **[1.3.8]**의 고려하는 동하중상태에서 동압력(kN/m^2)
P_D : **4장 5절 [2.2.3]** 및 **[2.2.4]**의 고려하는 동하중상태에서 그린파랑하중(kN/m^2)
P_{in} : 설계 내부압력(kN/m^2)
P_{ST} : 탱크시험압력(kN/m^2) (**4장, 6절 [7.1.1]** 참조)
P_{ls} : **4장 6절 [1.2]**의 탱크의 정압력(kN/m^2)
P_{ld} : **4장 6절 [1.3]**의 고려하는 동하중상태에서 탱크의 동압력(kN/m^2)
P_{bs} : **4장 6절 [2.5.2]**의 산적 건화물 정압력(kN/m^2)
P_{bd} : **4장 6절 [2.5.3]**의 고려하는 동하중상태에서 산적 건화물의 동압력(kN/m^2)
P_{fs} : **4장 6절 [1.4.1]**의 침수 시 구획 및 탱크의 정압력(kN/m^2)
P_{fd} : **4장 6절 [1.5.1]**의 침수 시 구획 및 탱크의 동압력(kN/m^2)
P_{dl-s} : **4장 6절 [5.2.1]**의 노출되지 않는 갑판과 플랫폼의 정압력(kN/m^2)
P_{dl-d} : **4장 6절 [5.2.1]**의 고려하는 동하중상태에서 노출되지 않는 갑판과 플랫폼의 동압력(kN/m^2)
F_{U-s} : **4장 5절 [2.3.2]**의 화물, 장비 또는 무거운 중량물에 대한 지지구조와 고박장치에 작용하는 정하중(kN)
F_{U-d} : **4장 5절 [2.3.2]**의 화물, 장비 또는 무거운 중량물에 대한 지지구조와 고박장치에 작용하는 동하중(kN)
P_{SL} : **4장, 5절 [3.2]**의 선저 슬래밍압력(kN/m^2)
P_{FB} : **4장 5절 [3.3]**의 선수 충격압력(kN/m^2)
P_{slh} : **4장 6절 [6]**의 슬로싱압력(kN/m^2)

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

이 절은 다음에 이용되는 설계하중 시나리오를 규정한다.

[2]에 따른 규정 및 직접해석(유한요소 해석) 방법에 의한 강도평가

[3]에 따른 규정 및 직접해석(유한요소 해석) 방법에 의한 피로평가

1.1.2

강도평가의 경우, 기본 설계하중 시나리오는 S(정하중) 또는 S + D (정하중 + 동하중) 둘 중 하나로 구성된다. 어떤 경우에는 부호 'A'는 설계 사고 하중 시나리오를 나타내기 위해 S 또는 S + D 앞에 붙인다. 추가로, 충격하중(I), 슬로싱하중(SL) 및 피로하중(F)에 관련되어 고려되어야 하는 추가적인 설계하중 시나리오가 있다.

2. 강도평가를 위한 설계하중 시나리오

2.1 기본 설계하중 시나리오

2.1.1

기본 설계하중 시나리오는 **표 1**에 따른다.

표 1 기본 설계하중 시나리오

설계하중 시나리오			항내/보호수역, 시험상태	최대 파랑하중 항해 시	평형수 교환[4]	침수 시[4]	
하중 성분			정하중(S)	정하중 + 동하중 (S + D)	정하중 + 동하중 (S + D)	정하중 (A : S)	정하중 + 동하중 (A : S + D)
선체 거더	*VBM*		M_{sw-p}	$M_{sw}+M_{wv-Lc}$	$M_{sw}+M_{wv-Lc}$	$M_{sw-f}^{(2)}$	$M_{sw-f}+M_{wv-Lc}^{(3)}$
	HBM		-	M_{wh-LC}	M_{wh-LC}	-	$M_{wh-LC}^{(3)}$
	VSF		Q_{sw-p}	$Q_{sw}+Q_{wv-Lc}$	$Q_{sw}+Q_{wv-Lc}$	-	$Q_{sw-f}+Q_{wv-Lc}^{(3)}$
	TM		-	M_{wt-LC}	M_{wt-LC}	-	-
국부 하중	P_{ex}	외부 갑판(그린하중)	-	P_D	-	-	-
		선체 외곽(envelope)	P_s	P_s+P_w	P_s+P_w	-	-
	P_{in}	평형수 탱크[1]	Max(P_{ls}, P_{ST})	$P_{ls}+P_{ld}$	$P_{ls}+P_{ld}$	-	-
		액체 화물탱크			-	-	
		기타 탱크			-	-	
		수밀 경계	-	-	-	P_{fs}	$P_{fs}+P_{fd}$
		화물창	P_{bs}	$P_{bs}+P_{bd}$	-		
	P_{dk}	건조구역의 내부 갑판	P_{dl-s}	$P_{dl-s}+P_{dl-d}$	-	-	-
		외부 갑판(분포하중)	P_{dl-s}	$P_{dl-s}+P_{dl-d}$	-	-	-
		외부 갑판(단위하중)	F_{U-s}	$F_{U-s}+F_{U-d}$	-	-	-

(비고)
(1) 평형수 화물창은 평형수 교환 하중 시나리오를 제외하고 평형수 탱크로 고려한다.
(2) M_{swf} 는 수밀 격벽의 국부 치수에 이용한다.
(3) 길이 150 m 이상의 산적화물선의 선체거더 강도검토는 **5장 1절**에 따른다.
(4) 규정 요건 평가에만 적용한다.

2.2 추가 설계하중 시나리오

2.2.1

슬로싱, 선저 슬래밍 및 선수충격에 대하여 고려하여야 하는 설계하중 시나리오는 **표 2**에 따른다.

표 2 충격상태 및 슬로싱상태에 대한 설계하중 시나리오

설계하중 시나리오 / 하중 성분			선수충격[1]	선저 슬래밍[1]	슬로싱(SL)
선체거더	*VBM*		-	-	M_{sw}
	HBM		-	-	-
	VSF		-	-	-
	TM		-	-	-
국부하중	P_{ex}	외부 갑판(그린하중)	-	-	-
		선체 외곽(envelope)	P_{FB}	P_{SL}	-
	P_{in}	평형수 탱크[1]	-	-	P_{slh}
		액체 화물탱크			
		기타 탱크			
		수밀 경계		-	-
		화물창	-	-	-
	P_{dk}	건조구역의 내부갑판	-	-	-
		외부 갑판(분포하중)	-	-	-
		외부 갑판(단위하중)	-	-	-

(비고)
[1] 산적화물선의 평행수 화물창은 슬로싱 평가 대상이 아니다.

3. 피로평가를 위한 설계하중 시나리오

3.1 설계하중 시나리오

3.1.1

피로평가를 위한 설계하중 시나리오는 **표** 3에 따른다.

표 3 피로평가에 대한 설계하중 시나리오

<table>
<tr><td colspan="3">설계하중 시나리오</td><td rowspan="2">피로 : 정하중 + 동하중 (F : S + D)</td></tr>
<tr><td colspan="3">하중 성분</td></tr>
<tr><td rowspan="4">선체거더</td><td colspan="2">VBM</td><td>$M_{sw} + M_{wv-LC}$</td></tr>
<tr><td colspan="2">HBM</td><td>M_{wh-LC}</td></tr>
<tr><td colspan="2">VSF</td><td>$Q_{sw} + Q_{wv-LC}$</td></tr>
<tr><td colspan="2">TM</td><td>M_{wt-LC}</td></tr>
<tr><td rowspan="9">국부하중</td><td rowspan="2">P_{ex}</td><td>외부 갑판(그린하중)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>선체 외곽(envelope)</td><td>$P_s + P_w$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">P_{in}</td><td>평형수 탱크[1]</td><td rowspan="3">$P_{ls} + P_{ld}$</td></tr>
<tr><td>액체 화물탱크</td></tr>
<tr><td>기타 탱크</td></tr>
<tr><td>수밀 경계</td><td>-</td></tr>
<tr><td>화물창</td><td>$P_{bs} + P_{bd}$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">P_{dk}</td><td>건조구역의 내부 갑판</td><td>-</td></tr>
<tr><td>외부 갑판(분포하중)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>외부 갑판(단위하중)</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="4">(비고)
[1] 평형수 화물창은 평형수 교환 하중 시나리오를 제외하고 평형수 탱크로 고려한다.</td></tr>
</table>

제 8 절 적하상태

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

ℓ : 프로펠러 중심선에서 수선까지의 거리(m)

D_p : 프로펠러 직경(m)

M_{Full} : **4장 6절**에 따른 화물 질량(t)

M_H : **4장 6절**에 따른 화물 질량(t)

M_{HD} : **4장 6절**에 따른 화물 질량(t)

M_{BLK} : **4장 부록1**에 따른 블록 적하 상태에서 화물창 내의 최대 화물 중량(t)

C_{BM-LC} : 각 하중 조건 시 고려하여야 하는 정수중 허용 굽힘 모멘트의 비율로서 **표 2**부터 **표 9**까지 그리고 **표 12**부터 **표 21**에 따른다.

C_{SF-LC} : 각 하중 조건 시 고려하여야 하는 정수중 허용 전단력의 비율로서 **표 2**부터 **표 9**까지 그리고 **표 12**부터 **표 21**에 따른다.

x_{b-aft}, x_{b-fwd} : 유한요소 모델에서 화물창 중간으로부터 각각의 전후단 격벽까지의 거리(m)

EA : 격창 적하상태에서의 공창

FA : 격창 적하상태에서의 만재 화물창

$T_{H1}, T_{H2}, T_{H3}, T_{H4}$: **4장 부록1**에 따른 항내상태에서의 최소 허용 흘수

1. 적용

1.1 길이가 150 m 이상인 선박

1.1.1

[2]에서 [5]의 규정은 길이 150 m 이상의 선박에 적용 가능하다.

1.1.2 강도평가를 위한 설계 적하상태

강도평가를 위한 설계 적하상태는 [2]에서 [4]에 따른다. 유조선 및 산적화물선에서 공통의 설계 적하상태는 [2]에 따른다. 유조선 및 산적화물선의 특정 설계 적하상태는 [3] 및 [4]에서 각각 주어진다.
별도로 규정하지 않는 경우, 각각의 설계 항해 적하상태는 출항 및 입항 상태에 대해 검토하여야 한다.

1.1.3

이 요건은 계산서가 제출되어야 하는 적하상태가 적하지침서에 포함되어야 하는 것을 저지하려는 것은 아니며 또한, 필요한 적하지침서/적하지침기기를 대체하려는 것도 아니다.

1.1.4

[2]에서 [4]에 없는 적하상태가 적하지침서에 있다면 이 또한 고려되어야 한다.

1.1.5 피로평가를 위한 표준 설계 적하상태

피로평가를 위한 표준 설계 적하상태는 [5]에 따른다.

1.2 길이 150 m 미만의 산적화물선

1.2.1

적하지침서, 중앙단면도 또는 별도로 설계자에 의해 명시된 가장 가혹한 적하상태를 **5장**에 따른 종강도와 **6장, 2부 1장 3절** 및 **2부 1장 4절**에 따른 판, 보강재 및 1차 지지부재의 국부강도 확인을 위하여 고려하여야 한다.
[2]의 요건은 길이 150 m 미만의 선박에 적용한다.

1.3 동하중상태

1.3.1 항해상태

별도로 규정하는 경우를 제외하고, 각 항해 시 적하상태는 모든 동하중상태에 대해 검토하여야 한다.

1.3.2 횡파 및 사파 동하중상태

유한요소 해석의 경우, 좌현 및 우현에 대하여 계산된 횡파 및 사파의 동하중상태는 양현 모델에 적용하여야 한다. 중심선에 대해 대칭인 구조를 가진 선박의 경우, 결과(항복 및 좌굴)가 대칭이라면 좌현에 대해 계산된 횡파 및 사파의 동하중상태만 모델에 적용할 수 있다.(즉, 우현에 대한 동하중상태는 생략할 수 있다.)

2. 공통 설계 적하상태

2.1 정의

2.1.1

일반적으로 출항 및 입항에서 연료유, 청수 및 저장품 양을 기초한 설계 화물 및 평형수 적하상태는 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력 계산을 위하여 고려하여야 한다. 항해의 중간 단계에서 소모품 양 및 배치가 더 심각한 정도라고 간주될 경우에는, 중간 단계에 대한 계산 자료를 출항 및 입항 상태에 추가하여 제출하여야 한다. 또한 항해 도중 평형수 적재하거나 배출하는 경우 평형수 적재 또는 배출하기 직전 및 직후의 중간 상태에 대한 계산을 제출하여야 하고 적하지침서에 포함하여야 한다.

2.1.2 출항상태

출항상태는 연료유 탱크의 95 % 이상 적재 및 기타 소모품 용량의 100 % 로 가정하여야 한다.

2.1.3 입항상태

입항상태는 연료유 청수 및 저장품의 최대 용량의 10 % 로 가정하여야 한다.

2.2 부분 적재된 평형수 탱크

2.2.1 평형수 적하상태에서 부분 적재하는 평형수 탱크

모든 출항, 입항 또는 중간 상태에서 부분 적재되는 선수미 탱크 그리고/또는 기타 평형수 탱크를 포함하는 평형수 적하상태는 다음의 경우를 제외하고 설계 적하상태로서 사용되어서는 아니 된다.

- 입항, 출항 또는 및 중간 상태에서 탱크의 만재, 공창 및 의도된 높이까지의 부분 적재된 적하상태에서 **5장 1절** 및 **8장 3절**의 종강도 요건을 만족하여야 한다.
- 길이 150 m 이상의 산적화물선은, 모든 입항 및 출항 또는 중간 상태에서 탱크가 만재, 공창 및 의도된 높이까지 부분 적재된 적하상태에서 **5장 1절**에 따른 침수상태 선체거더 종강도가 만족하는 경우

상응하는 만재, 공창 및 부분 적하상태는 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력의 계산을 위한 설계 적하상태로 고려하여야 한다. 다만 **[2.3.1]**, **[3.1.1]** 또는 **[4.1.1]**의 규정된 프로펠러 잠김 및 트림 요건에 적합할 필요는 없다.
여러 개의 평형수 탱크가 부분 적재하는 경우, 만재, 공창 및 의도된 높이까지의 부분 적재에 대한 모든 조합을 검토하여야 한다. 이 규정은 순차적 평형수 교환법에는 적용하지 않는다.

2.2.2 화물 적하상태에서 부분 적재된 평형수 탱크

화물 적하상태에서 [2.2]의 요건은 선수미 평형수 탱크에만 적용한다.

2.3 항해 적하상태

2.3.1

다음의 항해 시 적하상태는 최소한 적하지침서에 포함되어야 한다.

a) 강도계산용 흘수에서의 적하상태를 포함하는 균일 적하상태. 균일 적하상태는 출항상태에서 평형수 탱크의 적재를 포함해서는 아니 된다.
b) 평형수 탱크가 만재, 부분 적재 또는 공창인 평형수 적재 상태. 평형수 탱크가 부분 적재인 경우, [2.2.1]의 적하상태가 만족되어야한다. 항해 시 평형수 운송에 적합한 화물탱크/화물창을 포함하여 모든 화물탱크/화물창은 공창이어야 한다. 프로펠러는 완전히 잠겨야 한다. 트림은 선미 트림이어야 하고 0.015 L_{LL} 을 넘어서는 아니 된다.
c) 평형수 교환 절차가 있는 경우, 모든 평형수 탱크의 평형수 적재 및/또는 직전 및 직후의 계산을 포함하는 적하상태

2.4 항내 및 보호수역 적하상태

2.4.1

다음의 항내 및 보호된 수역 적하상태는 적하지침서에 포함되어야 한다.

a) 전형적인 완전한 적재 및 양하 작업을 나타내는 적하상태
b) 부상 중에 있어서 입거 준비상태
c) 프로펠러축 중심선이 프로펠러 부근의 수면 상방으로 최소한 $D_P/4$ 인 프로펠러 검사 부양상태. 포드 추진 장치를 가진 선박의 경우 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2.5 적하상태

2.5.1 대안설계

이 절에서 언급하지 않은 구조 배치의 경우, 적재 경향, 상응하는 흘수, 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력을 포함하는 적하상태는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

3. 유조선

3.1 특정 설계하중 조건

3.1.1 항해 시 적하상태

다음 항해 시 적하상태는 최소한 적하지침서에 포함되어야 한다.

a) 평형수 탱크가 만재, 부분 적재 또는 공창인 황천 평형수 적하상태. 평형수 탱크가 부분 적재 경우 [2.2.1]의 적하 조건이 만족되어야 한다. 선수 피크 평형수 탱크가 있는 경우 만재되어야 한다. 상방 및 하방의 선수 탱크가 설치되었다면 하방 선수 탱크는 만재가 요구되고 상방 선수 탱크는 만재, 부분 만재 또는 공창으로 할 수 있다. 항해 시 평형수의 운송에 적합한 화물탱크를 포함하여 모든 화물탱크는 공창이어야 한다. 선수 수선 FP 에서의 흘수는 통상 평형수 적하상태(Normal ballast condition)의 흘수보다 작아서는 아니 된다. 프로펠러는 완전히 잠겨야 한다. 트림은 선미 트림이어야 하고 0.015 L_{LL} 을 넘어서는 아니 된다.
b) 탱크 세정 또는 평형수 적재 상태와 확실히 다른 기타 작업과 관련되는 중간 항해 적하상태
c) 모든 특정 불균일(non-uniform) 적하상태
d) 해당되는 경우 최대 설계 화물 밀도를 포함한 고밀도 화물 적하상태

e) 화물탱크 지역 내의 모든 분리 평형수 탱크는 만재이고 연료유 탱크 및 청수 탱크를 포함한 기타 모든 탱크는 공창인 설계 평형수 적하상태. 설계 적하상태는 선체 강도평가를 목적으로 할 뿐 선박 운항을 목적으로 하지는 않는다.

[RCN1 to 01 JAN 2021]

3.1.2 추가 적하상태

선박이 다음의 적하상태에 대하여 특별히 승인 받고 운항하고자 하는 경우, 다음 적하상태는 추가로 적하지침서에 포함되어야 한다.

a) MARPOL Reg.18에 의하여 허용된 바에 따라 긴급 상황에서 사용하고자 하는 하나 또는 그 이상의 화물탱크를 평형수로 채운 항해 평형수 적재상태
b) 이중저에 상방으로 작용하는 순 정하중이 화물창은 공창이고 평균 흘수가 0.9 T_{SC} 일 때의 조합으로 주어지는 하중보다 큰 항해 적하상태
c) 화물탱크는 25 % 미만으로 적재하고 평균 흘수가 0.9 T_{SC} 보다 클 때의 조합인 항해 적하상태
d) 이중저에 하방으로 작용하는 순 정하중이 화물창은 화물 밀도 1.025 t/m^3 이상인 화물로 만재되고 평균 흘수가 0.6 T_{SC} 일 때의 조합으로 주어지는 하중보다 큰 항해 적하상태
e) 중앙 화물탱크에 크로스타이가 설치된 선박인 경우, 좌우현의 현측 화물탱크의 적재 높이의 차이가 25 % 를 초과하는 비대칭 적재 방식의 항해 적하상태

3.2 직접강도해석을 위한 설계 하중조합

3.2.1

유한요소 해석을 위한 설계 적하상태 조합은 다음 **표** 1과 같다.

표 1 유조선에 대한 설계 적하상태 조합

	선체 중앙 화물창 지역	선체 중앙부 바깥의 화물창 지역	최전방 화물탱크	최후방 화물탱크
두 개의 유밀 격벽을 가지는 탱커	**표** 2에 따른다.	**표** 4에 따른다.	**표** 6에 따른다.	**표** 8에 따른다.
한 개의 중심선 유밀 격벽을 가지는 탱커	**표** 3에 따른다.	**표** 5에 따른다.	**표** 7에 따른다.	**표** 9에 따른다.
주 1 : 선체 중앙부 바깥의 화물창 지역이란 최전방 및 최후방 화물탱크를 제외한 전방 혹은 후방에 위치한 화물창 구역을 의미한다.				

3.2.2

두 개의 유밀 종격벽을 가지는 유조선으로서 화물탱크 길이가 0.15 L 미만인 경우에 **표** 2, **표** 4, **표** 6 및 **표** 8의 흘수의 적용은 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에 한한다.

3.2.3

중심선 유밀 종격벽을 가지는 유조선으로서 화물탱크 길이가 0.11 L 미만인 경우에 **표** 3, **표** 5, **표** 7 및 **표** 9의 흘수의 적용은 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에 한한다.

3.2.4

항해 시 각 적하상태에 대한 검토를 위하여 필요한 동하중상태는 **표** 2에서 **표** 9에 따른다. 동하중상태는 **4장 2절**에 규정하고 있다.

3.2.5 중심선에 대칭인 구조의 선박

중심선에 대칭인 구조의 선박의 경우, 한쪽 현에 대한 계산결과(항복 및 좌굴)가 반대 현에 대한 결과와 대칭이면 다른 현에 대한 적하상태의 적용은 생략할 수 있다.(**표 2** A7b, A12b)

3.2.6 현측 화물탱크에 크로스타이가 없는 두 개의 유밀 격벽을 가지는 유조선

현측 화물탱크에 크로스타이가 없는 두 개의 유밀 격벽을 가지는 유조선의 경우, 횡 방향으로 한 쌍의 현측 화물탱크의 동일하지 않은 화물 적재 높이로 인하여 더욱 심한 응력 응답을 유발시킬 가능성이 있는 **표 2, 표 4**, **표 6** 및 **표 8**의 적하상태 A7에 대하여 검토하여야 한다. 다만 그러한 비대칭 해상 적하상태가 적하지침서에 포함되어 있는 경우에만, 적하상태 A7의 해석이 요구된다. 적하지침서의 실제 적하상태, 흘수, GM 및 k_r을 유한요소 해석에 사용하여야 한다. GM 및 k_r이 선박 적하지침서에 명시되지 않은 경우, GM 및 k_r은 **4장 3절**에 따른다. 적하상태 A7가 고려되지 않는다면 해당하는 좌현 및 우현의 현측 화물탱크의 적재 높이 차이가 25 % 초과해서는 아니 됨을 기술한 운항 상 제한 사항이 적하지침서에 추가되어야 한다. 현측 화물탱크 내의 크로스타이가 있는 유조선의 경우 적하상태 A7에 대한 평가는 필요하지 않다.

3.2.7

두 개의 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 경우, **표 2, 표 4, 표 6,** 및 **표 8**의 항해 시 적하상태 A3와 항내 적하상태 A13과 같이 폭 방향의 모든 화물탱크가 비어있는 경우, 흘수를 각각 0.65 T_{SC} 및 0.7 T_{SC}로 하여 해석하여야 한다. 만일 적하지침서에 적하상태 A3 및 A13에 대하여 더 깊은 흘수가 명시되어 있다면, 적하지침서 상의 명시된 실제 흘수를 사용하여야 한다.

3.2.8

두 개의 유밀 종격벽을 갖는 유조선에 대하여, 항해 시 적하상태 A5와 항내 적하상태 A11과 같이 폭 방향의 모든 탱크가 만재되는 경우, 흘수를 각각 0.65 T_{SC} 및 0.6 T_{SC}로 하여 해석하여야 한다. 만일 선박 적하지침서에 적하상태 A5 및 A11에 대하여 더 낮은 흘수가 명시되어 있으면, 적하지침서 상의 명시된 실제 최소 흘수를 사용하여야 한다.

3.2.9

표 2에서 **표 9**의 적하상태 A1, A2, B1, B2, 및 B3과 같이 화물탱크가 공창인 경우, 최소 흘수 0.9 T_{SC}를 해석에 사용하여야 한다. 만일 선박 적하지침서의 상태에 화물탱크가 공창인 적하상태에 대하여 더 깊은 흘수가 명시되어 있으면, 적하지침서 상의 명시된 실제 최대 흘수를 사용하여야 한다.

3.2.10 평형수 적하상태

한 개 이상의 화물탱크에 평형수를 적재하는 평형수 적재상태가 선박 적하지침서에 명시되어 있는 경우, **표 2** 또는 **표 3**의 적하상태 A8 또는 B7에 대하여 검토하여야 한다.
적하지침서에 명시된 실제 적하상태가 A8 또는 B7과 다른 경우:

a) 실제 적하상태는 다음의 값을 사용하여 적하상태 A8 또는 B7로 대체될 수 있다.

- 흘수는 T_{BAL-E}를 사용
- $C_{BM-LC} = 100\,\%$(새깅)
- $C_{SF-LC} = 100\,\%$
- 평형수를 운송하는 화물탱크는 100 % 만재

b) 강도평가는 **4장 2절**의 모든 동하중상태에 대해 수행하여야한다.
c) 해석 적하상태에 따르는 운항 상 제한 사항을 적하지침서에 추가하여야 한다.

적하지침서 상의 실제 적하상태, 흘수, GM 및 k_r을 유한요소 해석에 사용하여야 한다. GM 및 k_r이 선박 적하지침서에 명시되지 않은 경우, GM 및 k_r은 **4장 3절**에 따른다.

표 2 2열 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선체 중앙부 화물탱크)

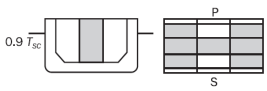
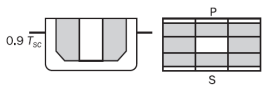
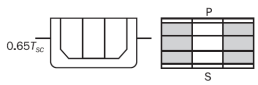
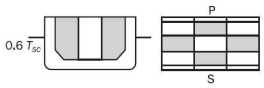
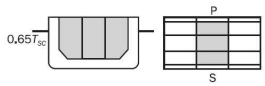
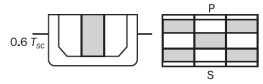
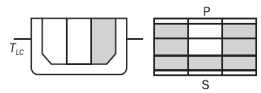
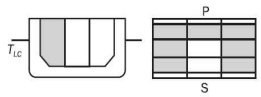
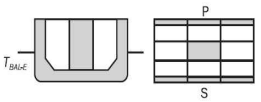
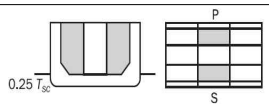
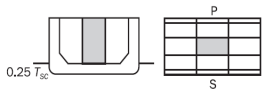
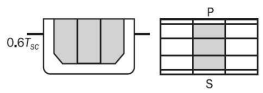
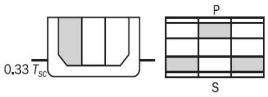
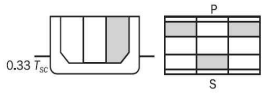
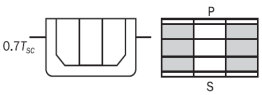
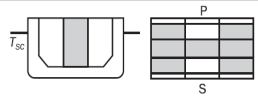
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중		
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	중앙 화물 구역		
항해상태							
A1		$0.9\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1	BSP-1P/S	NA
			100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2	BSP-1P/S	OST-2P/S OSA-1P/S
A2		$0.9\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1	BSR-1P/S BSP-1P/S	N/A
			100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2	BSR-1P/S BSP-1P/S	N/A
A3		$0.65\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%(4) Max SFLC	HSM-2	N/A	N/A
				100%(5) Max SFLC	HSM-2	N/A	N/A
				100%	N/A	BSP-1P/S	N/A
			0%	100%(6) Max SFLC	HSM-1	N/A	N/A
				100%	N/A	BSP-1P/S	N/A
A4		$0.6\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1	BSR-1P/S BSP-1P/S	OSA-2P/S
A5		$0.65\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%(4) Max SFLC	HAM-1	N/A	N/A
				100%(5) Max SFLC	HAM-1	N/A	N/A
				100%	N/A	BSP-1P/S	N/A
			0%	100%(6) Max SFLC	HSM-2	N/A	N/A
A6		$0.6\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%	HSM-2	BSR-1P/S BSP-1P/S	OSA-1P/S

표 2 두 개의 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선체 중앙부 화물창) (계속)

번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중		
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	중앙 화물 구역		
A7a		T_{LC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2	BSR-1P/S BSP-1P/S	OST-2P/S OSA-1P/S
A7b		T_{LC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2	BSR-1P/S BSP-1P/S	OST-2P/S OSA-1P/S
A8		T_{BAL-E}	100% (새깅)	100%	HSM-1	BSR-1P/S BSP-1P/S	OSA-2P/S
항내 및 시험상태							
A9		$0.25\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	N/A		
A10		$0.25\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	N/A		
A11		$0.6\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%(2) Max SFLC	N/A		
				100%(3) Max SFLC	N/A		
A12a (1)		$0.33\,T_{SC}$	N/A	N/A	N/A		
A12b (1)		$0.33\,T_{SC}$	N/A	N/A	N/A		
A13		$0.7\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%(2) Max SFLC	N/A		
				100%(3) Max SFLC	N/A		
A14		T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A		

(1) 유한요소 모델에 국부하중을 적용하여 도출된 실제 전단력 및 굽힘 모멘트가 사용되어야 한다. **7장 2절 [4.4]**에 따른 조정 절차는 적용하지 않는다.
(2) 중앙 탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(3) 중앙 탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(4) $X_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $X_{b-fwd} \ge 0.5L$인 중앙 탱크의 경우, 중앙 탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(5) $X_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $X_{b-fwd} \ge 0.5L$인 중앙 탱크의 경우, 중앙 탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(6) 이 하중조합은 $X_{b-aft} > 0.5L$ 또는 $X_{b-fwd} < 0.5L$ 인 경우의 중앙 탱크에서만 고려된다.

표 3 중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선체 중앙부 화물탱크)

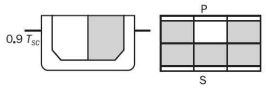
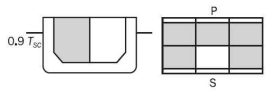
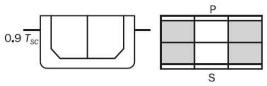
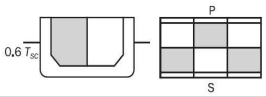
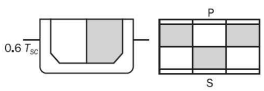
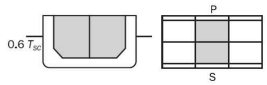
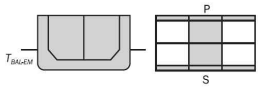
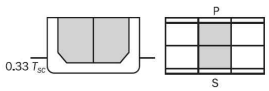
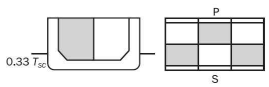
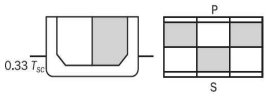
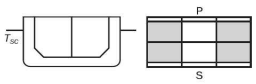
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중		
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	중앙 화물 구역		
항해상태							
B1		$0.9\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 HSA-1	BSP-1P/S	N/A
			100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2	BSR-1P BSP-1P	OST-2P
B2		$0.9\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 HSA-1	BSP-1P/S	N/A
			100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2	BSR-1S BSP-1S	OST-2S
B3		$0.9\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%(3) Max SFLC	HSM-2 FSM-2	N/A	N/A
				100%(4) Max SFLC	HSM-2 FSM-2	N/A	N/A
				100%	N/A	BSP-1P/S	N/A
			0%	100%(5) Max SFLC	HSM-1 FSM-1	N/A	N/A
B4		$0.6\,T_{SC}$	100% (새깅)	75%	HSM-1	BSP-1P	OSA-2P/S
B5		$0.6\,T_{SC}$	100% (새깅)	75%	HSM-1	BSP-1S	OSA-2P/S
B6		$0.6\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%(3) Max SFLC	HSM-1	N/A	N/A
				100%(4) Max SFLC	HSM-1	N/A	N/A
				100%	N/A	BSP-1P/S	N/A
			0%	100%(5) Max SFLC	HSM-2	N/A	N/A
B7		T_{BAL-E}	100% (새깅)	100%	HSM-1	BSP-1P/S	N/A
항내 및 시험상태							
B8		$0.33\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%(1) Max SFLC	N/A		
				100%(2) Max SFLC	N/A		
B9		$0.33\,T_{SC}$	100% (새깅)	75%	N/A		

표 3 중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선체 중앙부 화물탱크) (계속)

번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	중앙 화물 구역
B10		$0.33\,T_{SC}$	100% (새깅)	75%	N/A
B11		T_{SC}	100% (호깅)	100%(1) Max SFLC	N/A
				100%(2) Max SFLC	N/A

(1) 중앙 화물탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(2) 중앙 화물탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(3) $X_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $X_{b-fwd} \ge 0.5L$인 중앙 화물탱크의 경우, 중앙 화물탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(4) $X_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $X_{b-fwd} \ge 0.5L$인 중앙 화물탱크의 경우, 중앙 화물탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(5) 이 하중조합은 $X_{b-aft} > 0.5L$ 또는 $X_{b-fwd} < 0.5L$인 경우의 중앙 화물탱크에서만 고려된다.

표 4 2열 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선체 중앙부 바깥 화물탱크)

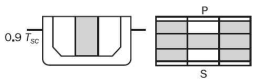
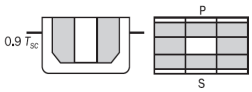
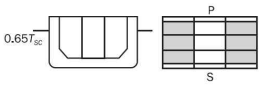
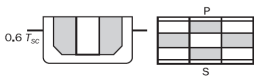
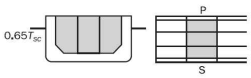
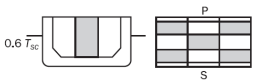
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중	
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	후방 구역	전방 구역
항해상태						
A1		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S
			100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S OST-2P/S OSA-1P/S	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S
A2		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S
			100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S BSR-1P/S	HSM-2 BSP-1P/S
A3		$0.65T_{SC}$	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2	HSM-2 FSM-2
				100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S OSA-2P/S
			0%	100% Max SFLC	HSM-1	HSM-1
				100%	N/A	BSP-1P/S OSA-2P/S
A4		$0.6T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S OSA-2P/S
A5		$0.65T_{SC}$	100% (새깅)	100% Max SFLC	HSM-1 FSM-1	HSM-1
				100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S OSA-2P/S
			0%	100% Max SFLC	HSM-2	HSM-2
				100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S OSA-2P/S
A6		$0.6T_{SC}$	100% (호깅)	100%	HSM-2 BSP-1P/S BSR-1P/S	HSM-2 BSP-1P/S BSR-1P/S OSA-2P/S

표 4 두 개의 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선체 중앙부 바깥 화물탱크) (계속)

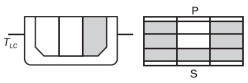
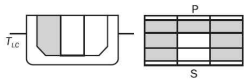
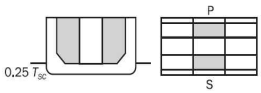
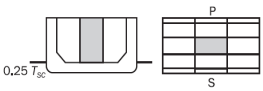
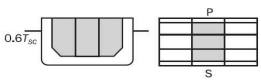
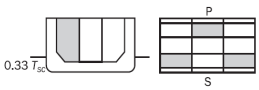
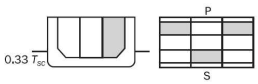
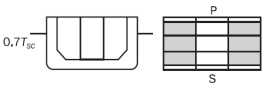
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중	
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	후방 구역	전방 구역
A7a		T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S BSR-1P BSR-2S OSA-1P/S OSA-2P/S OST-2P	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S BSR-1P BSR-2S OSA-2P/S
A7b		T_{LC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S BSR-2P BSR-1S OSA-1P/S OSA-2P/S OST-2S	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S BSR-2P BSR-1S OSA-2P/S
항내 및 시험상태						
A9		$0.25\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	N/A	
A10		$0.25\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%	N/A	
A11		$0.6\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%(2) Max SFLC	N/A	
				100%(3) Max SFLC	N/A	
A12a (1)		$0.33\,T_{SC}$	N/A	N/A	N/A	
A12b (1)		$0.33\,T_{SC}$	N/A	N/A	N/A	
A13		$0.7\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%(2) Max SFLC	N/A	
				100%(3) Max SFLC	N/A	

표 4 두 개의 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선체 중앙부 바깥 화물탱크) (계속)

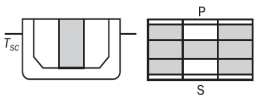
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중	
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	후방 구역	전방 구역
A14		T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A	
(1) 유한요소 모델에 국부 하중을 적용하여 도출된 실제 전단력 및 굽힘 모멘트가 사용되어야 한다. **7장 2절 [4.4]**에 따른 조정 절차는 적용하지 않는다. (2) 중앙 화물탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다. (3) 중앙 화물탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.						

표 5 중심선 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선박 중앙부 바깥 화물탱크)

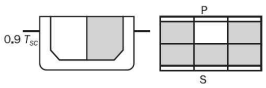
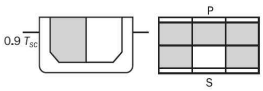
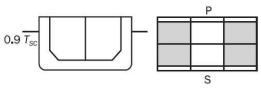
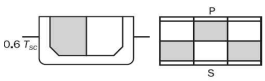
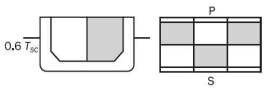
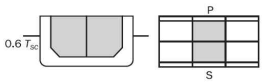
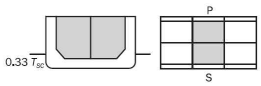
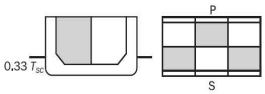
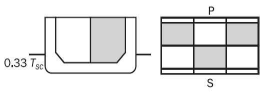
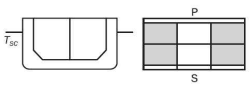
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중	
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	후방 구역	전방 구역
항해상태						
B1		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S OSA-1S	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2S
			100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S OSA-1P OST-2P/S	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S OSA-2S
B2		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S OSA-1P	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P
			100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S OSA-1S OST-2P/S	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S OSA-2P
B3		$0.9T_{SC}$	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2 FSM-2	HSM-2 FSM-2
				100%	BSP-1P/S BSR-1P/S	BSR-1P/S
			0%	100% Max SFLC	HSM-1 FSM-1	HSM-1 FSM-1
				100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S
B4		$0.6T_{SC}$	100% (새깅)	75%	HSM-1 BSR-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
B5		$0.6T_{SC}$	100% (새깅)	75%	HSM-1 BSR-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S

표 5 하나의 중앙 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(선박 중앙부 바깥 화물탱크) (계속)

번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중	
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	후방 구역	전방 구역
B6		$0.6\,T_{SC}$	100% (새깅)	100% Max SFLC	HSM-1 FSM-1	HSM-1 FSM-1
				100%	OST-1P/S	OSA-2P/S
			0%	100% Max SFLC	HSM-2 FSM-2	HSM-2 FSM-2
				100%	OSA-2P/S	OSA-2P/S
B8		$0.33\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%(1) Max SFLC	N/A	
				100%(2) Max SFLC	N/A	
B9		$0.33\,T_{SC}$	100% (새깅)	75%	N/A	
B10		$0.33\,T_{SC}$	100% (새깅)	75%	N/A	
B11		T_{SC}	100% (호깅)	100%(1) Max SFLC	N/A	
				100%(2) Max SFLC	N/A	

(1) 중앙 화물탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 수정되어야 한다.
(2) 중앙 화물탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 수정되어야 한다.

표 6 두 개의 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최전방 화물탱크)

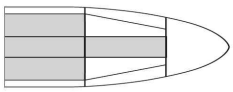
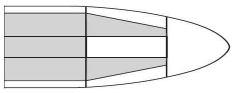
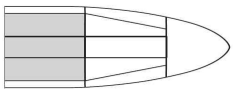
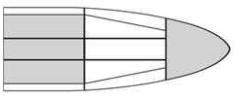
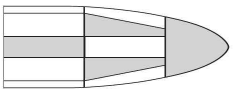
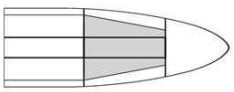
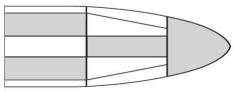
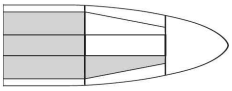
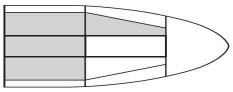
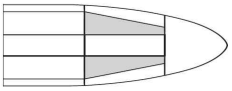
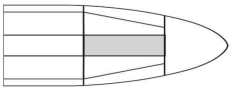
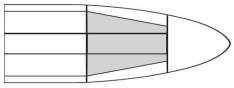
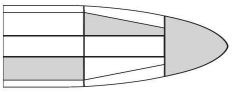
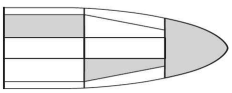
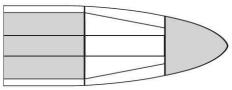
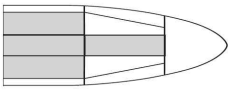
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최전방 화물창
항해상태					
A1		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1, FSM-1 BSP-1P/S, BSR-1P/S OSA-2P/S, OST-1P/S
A2		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 OSA-2P/S
A3-1		$0.65T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 OSA-2P/S
A3-2[(1)]		$0.65T_{SC}$	0%	100% Max SFLC	HSM-2
				100%	BSP-1P/S, OSA-2P/S,
			100% (새깅)	100% Max SFLC	HSM-1
				100%	OSA-2P/S
A4[(1)]		$0.6T_{SC}$	50% (호깅)	100%	FSM-1, BSP-1P/S, OSA-2P/S
A5		$0.65T_{SC}$	0%	100% Max SFLC	HSM-1
				100%	N/A
			100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2
				100%	BSP-1P/S
A6[(1)]		$0.6T_{SC}$	50% (호깅)	100%	OSA-2P/S

표 6 두 개의 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최전방 화물탱크) (계속)

번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최전방 화물창
A7a		T_{LC}	100% (새깅)	100%	HSM-1, HSA-1 FSM-1 BSP-1P/S, BSR-1P/S OST-1P/S OSA-2P/S
A7b		T_{LC}	100% (새깅)	100%	HSM-1, HSA-1 FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S OSA-2P/S
항내 및 시험상태					
A9		$0.25\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%	N/A
A10		$0.25\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%	N/A
A11		$0.6\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%(2) Max SFLC	N/A
				100%(3) Max SFLC	N/A
A12-a(1)(4)		$0.33\,T_{SC}$	N/A	N/A	N/A
A12-b(1)(4)		$0.33\,T_{SC}$	N/A	N/A	N/A
A13(1)		$0.7\,T_{SC}$	100% (새깅)	100%(2) Max SFLC	N/A
				100%(3) Max SFLC	N/A
A14		T_{SC}	100% (새깅)	100%	N/A

(1) 모든 선수 피크 평형수 탱크의 100 % 만재
(2) 중앙 화물창의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 수정되어야 한다.
(3) 중앙 화물창의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 수정되어야 한다.
(4) 유한요소 모델에 국부하중을 적용하여 도출된 실제 전단력 및 굽힘 모멘트가 사용되어야 한다. **7장 2절 [4.4]**에 따른 조정 절차는 적용하지 않는다.

표 7 중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최전방 화물탱크)

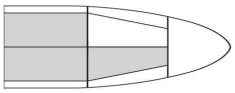
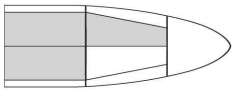
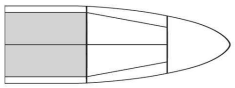
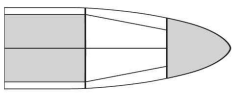
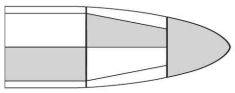
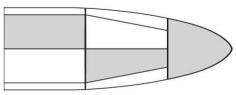
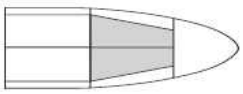
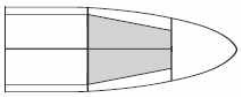
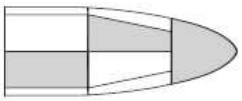
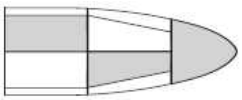
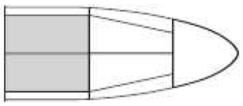
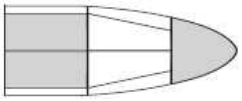
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최전방 화물창
항해상태					
B1		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
B2		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P OSA-2P/S
B3-1		$0.9T_{SC}$	100% (새깅)	100%	BSP-1S/P OSA-2S/P HSM-1
B3-2[1]		$0.9T_{SC}$	0%	100% Max SFLC	HSM-2
				100%	BSP-1S/P OSA-2S/P
			100% (새깅)	100% Max SFLC	HSM-1 FMS-1
				100%	BSP-1S/P OST-1S/P OSA-2P/S
B4[1]		$0.6T_{SC}$	100% (호깅)	75%	BSP-1P/S OSA-2P/S
B5[1]		$0.6T_{SC}$	100% (호깅)	75%	BSP-1P/S OSA-2P/S
B6		$0.6T_{sc}$	0%	100% Max SFLC	HSM-1
				100%	OSA-2P/S
			100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2 FMS-2
				100%	OSA-2P/S
항내 및 시험상태					
B8		$0.33T_{sc}$	100% (호깅)	100%[2] Max SFLC	N/A
				100%[3] Max SFLC	N/A

표 7 하나의 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최전방 화물탱크) (계속)

번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최전방 화물창
B9(1)		$0.33\,T_{sc}$	100% (호깅)	75%	N/A
B10(1)		$0.33\,T_{sc}$	100% (호깅)	75%	N/A
B11-1		T_{sc}	100% (새깅)	100%	N/A
B11-2(1)		T_{sc}	100% (새깅)	100%(2) Max SFLC	N/A
				100%(3) Max SFLC	N/A

(1) 모든 전단 평형수 탱크의 100 % 만재
(2) 중앙 화물탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.
(3) 중앙 화물탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 조정되어야 한다.

표 8 2열 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최후방 화물창)

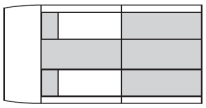
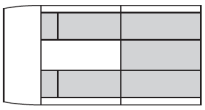
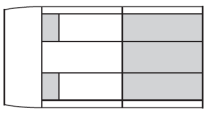
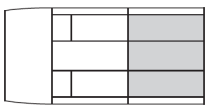
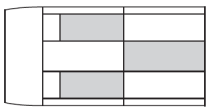
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최후방 화물창
항해상태					
A1		$0.9T_{sc}$	100% (새깅)	100%	FSM-1, HSM-1, BSP-1P/S
			100% (호깅)	100%	HSM-2, BSP-1P/S, BSR-1P/S, OSA-1P/S
A2		$0.9T_{sc}$	100% (새깅)	100%	HSM-1, FSM-1 BSP-1P/S, OST-1P/S
			100% (호깅)	100%	HSM-2, FSM-1 FSM-2 OSA-1P/S
A3-1(1)(2)		$0.65T_{sc}$	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2 FSM-2
				100%	N/A
			100% (새깅)	100% Max SFLC	HSM-1, FSM-1
				100%	BSP-1P/S
A3-2(1)(3)		$0.65T_{sc}$	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2
				100%	BSP-1P/S OSA-1P/S
			100% (새깅)	100% Max SFLC	HSM-1, FSM-1
				100%	BSP-1P/S, OST-1P/S
A4		$0.6T_{sc}$	100% (새깅)	100%	HSM-1, BSP-1P/S
			100% (호깅)	100%	HSM-2, FSM-1 BSP-1P/S OSA-1P/S, OSA-2P/S

표 8 2열 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최후방 화물창) (계속)

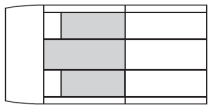
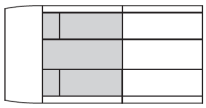
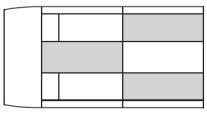
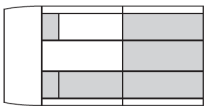
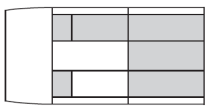
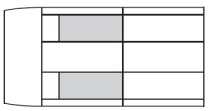
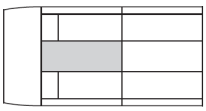
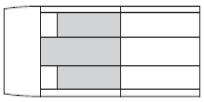
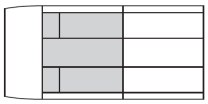
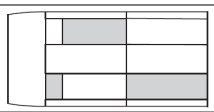
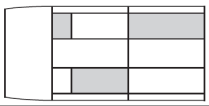
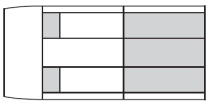
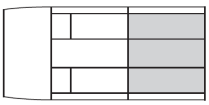
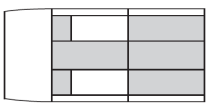
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최후방 화물창
A5-1(2)		$0.65\,T_{sc}$	0%	100% Max SFLC	HSM-1, HSM-2, FSM-1
				100%	N/A
			100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2, FSM-1
				100%	BSP-1P/S
A5-2(3)		$0.65\,T_{sc}$	0%	100% Max SFLC	HSM-1, HSM-2
				100%	BSP-1P/S, BSR-1P/S
			100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2, FSM-2
				100%	N/A
A6		$0.6\,T_{sc}$	100% (호깅)	100%	HSM-2, FSM-1, BSP-1P/S, BSR-1P/S, OSA-1P/S
A7a		T_{LC}	100% (호깅)	100%	HSM-2, FSM-1 BSP-1P/S, BSR-1P/S, OSA-1P/S
A7b		T_{LC}	100% (호깅)	100%	HSM-2, FSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S, OSA-1P/S
항내 및 시험상태					
A9		$0.25\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%	N/A
A10		$0.25\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%	N/A
A11-1 (2)		$0.6\,T_{sc}$	100% (호깅)	100%(5) Max SFLC	N/A
				100%	N/A

표 8 2열 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최후방 화물창) (계속)

번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최후방 화물창
A11-2[3]		$0.6T_{sc}$	100% (호깅)	100%[5] Max SFLC	N/A
				100%[6] Max SFLC	N/A
A12a[4]		$0.33T_{sc}$	N/A	N/A	N/A
A12b[4]		$0.33T_{sc}$	N/A	N/A	N/A
A13-1[1][2]		$0.7T_{sc}$	100% (호깅)	100%[5] Max SFLC	N/A
A13-2[1][3]		$0.7T_{sc}$	100% (호깅)	100%[5] Max SFLC	N/A
				100%[6] Max SFLC	N/A
			100% (새깅)	100%[5] Max SFLC	N/A
				100%[6] Max SFLC	N/A
A14		T_{sc}	100% (호깅)	100%	N/A
			100% (새깅)	100%	N/A

(1) 기관실 전단 격벽에 탱크 경계를 가지는 기관실 내 연료유 및 평형수 탱크의 100 % 만재로 한다
(2) 고려하는 화물탱크의 후부 격벽에서의 전단력의 조정은 슬롭탱크 전방 격벽에서 시행되어야 한다.
(3) 고려하는 화물탱크의 후부 격벽에서의 전단력의 조정은 기관구역 전방에서 시행되어야 한다.
(4) 유한요소 모델에 국부하중을 적용하여 도출된 실제 전단력 및 굽힘 모멘트가 사용되어야 한다. **7장 2절 [4.4]**에 따른 조정 절차는 적용하지 않는다.
(5) 중앙 화물탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 수정되어야 한다.
(6) 중앙 화물탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 수정되어야 한다.

표 9 중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최후방 화물창)

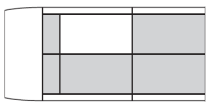
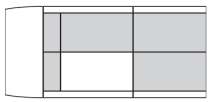
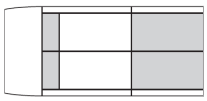
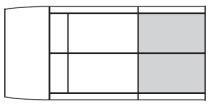
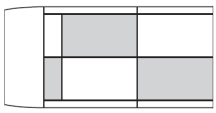
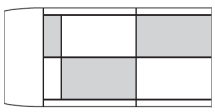
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최후방 화물창
항해상태					
B1		$0.9T_{sc}$	100% (새깅)	100%	HSM-1, FSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S
			100% (호깅)	100%	HSM-2 BSP-1P/S OSA-1P/S
B2		$0.9T_{sc}$	100% (새깅)	100%	HSM-1, FSM-1 BSP-1P/S, BSR-1P/S
			100% (호깅)	100%	HSM-2 BSP-1P/S, OSA-1P/S
B3-1(1)(2)		$0.9T_{sc}$	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2
				100%	BSP-1P/S
			100% (새깅)	100% Max SFLC	HSM-1 FSM-1
				100%	BSP-1P/S
B3-2(1)(3)		$0.9T_{sc}$	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2, FSM-2
				100%	BSP-1P/S OSA-1P/S
			100% (새깅)	100% Max SFLC	HSM-1 FSM-1
				100%	BSP-1P/S
B4		$0.6T_{sc}$	100% (호깅)	75%	HSM-2, BSP-1P/S, OSA-1P/S
B5		$0.6T_{sc}$	100% (호깅)	75%	HSM-2, BSP-1P/S, OSA-1P/S

표 9 중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최후방 화물창) (계속)

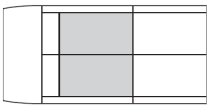
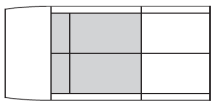
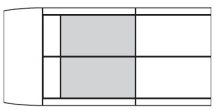
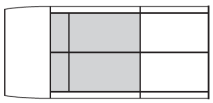
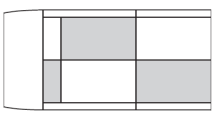
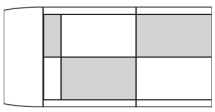
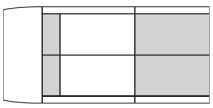
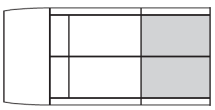
번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최후방 화물창
B6-1(2)		$0.6\,T_{SC}$	0%	100% Max SFLC	HSM-1
				100%	N/A
			100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2
				100%	N/A
B6-2(3)		$0.6\,T_{SC}$	0%	100% Max SFLC	HSM-1
				100%	N/A
			100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2
				100%	HSA-2, BSR-1P/S, OSA-1P/S
항내 및 시험상태					
B8-1(2)		$0.33\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%(4) Max SFLC	N/A
				100%	N/A
B8-2(3)		$0.33\,T_{SC}$	100% (호깅)	100%(4) Max SFLC	N/A
				100%(5) Max SFLC	N/A
			100% (새깅)	100%(4) Max SFLC	N/A
				100%(5) Max SFLC	N/A
B9		$0.33\,T_{SC}$	100% (호깅)	75%	N/A
B10		$0.33\,T_{SC}$	100% (호깅)	75%	N/A

표 9 중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선의 유한요소 해석용 하중조합(최후방 화물창) (계속)

번호	적하상태	정수중 하중			동적 하중
		흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	최후방 화물창
B11-1(1)(2)		T_{SC}	100% (호깅)	100%(4) Max SFLC	N/A
			100% (새깅)	100%(4) Max SFLC	N/A
B11-2(1)(3)		T_{SC}	100% (호깅)	100%(4) Max SFLC	N/A
				100%(5) Max SFLC	N/A
			100% (새깅)	100%(4) Max SFLC	N/A
				100%(5) Max SFLC	N/A

(1) 기관실 전단 격벽에 탱크 경계를 가지는 기관실 내 연료유 및 평형수 탱크의 100 % 만재로 한다
(2) 고려하는 화물탱크의 후부 격벽에서의 전단력의 조정은 슬롭탱크 전단 격벽에서 시행되어야 한다.
(3) 고려하는 화물탱크의 후부 격벽에서의 전단력의 조정은 기관실 전단 격벽에서 시행되어야 한다.
(4) 중앙 화물탱크의 후부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 수정되어야 한다.
(5) 중앙 화물탱크의 전부 격벽의 전단력은 목표 값에 따라 수정되어야 한다.

4. 산적화물선

4.1 구체적인 설계하중 조건

4.1.1 항해상태

다음의 항해 시 적하상태는 최소한 적하지침서에 포함하여야 한다.

a) **[4.1.2]**에서 **[4.1.4]**의 화물 적하상태
b) 평형수 탱크가 만재, 부분 적재 또는 공창인 경우의 황천 평형수 상태. 평형수 탱크가 부분 적재인 경우 **[2.2.1]**의 조건을 적용하여야 한다. 프로펠러 잠김 ℓ/D_P 는 최소한 60 % 이상이어야 한다. 선미 트림이어야 하고 0.015 L_{LL} 를 넘지 않아야 한다. 선수 흘수는 0.03 L_{LL} 또는 8 m 중 작은 값 미만이어서는 아니 된다.

4.1.2 BC-C에 대한 화물 적재상태

모든 평형수 탱크가 공창인 강도계산용 흘수에서, 화물 창구를 포함한 모든 화물창이 100 % 만재되는 화물 밀도를 갖는 균일 화물 적하상태는 적하지침서에 포함하여야 한다.

4.1.3 BC-B에 대한 화물 적재상태

BC-C에 대한 요건에 추가하여 모든 평형수 탱크가 공창인 강도계산용 흘수에서 모든 화물창에 화물 밀도가 3.0 t/m^3 인 경우 및 모든 화물창에 동일한 적재율(화물 질량/화물창 용적)을 적재하는 균일 화물 적하상태는 적하지침서에 포함하여야 한다. 이 설계 적하상태 시 화물 밀도가 3.0 t/m^3 와 다른 경우, 화물의 최대 허용 밀도는 적하지침서에 명시하여야 한다. 최대 화물 밀도가 3.0 t/m^3 보다 작은 경우 추가적인 특기사항으로{maximum cargo density x.y t/m^3 } **1장 1절 [3.2.1]**에 따라 명기하여야 한다.

4.1.4 BC-A에 대한 화물 적재상태

BC-B에 대한 요건에 추가하여 다음의 적하상태를 포함하여야 한다.

- 모든 평형수 탱크가 공창인 강도계산용 흘수에서, 모든 적재 화물창에 화물 밀도가 3.0 t/m^3 및 화물을 동일한 적재율(화물 질량 / 화물창 용적)로 적재하고 지정된 공창 화물창을 가진 최소한 하나의 화물 적하상태
- 공창으로 지정된 화물창의 조합은 추가적인 특기사항 {Holds a, b, ... may be empty}으로 명기하여야 한다.
- 적용되는 설계 화물 밀도가 3.0 t/m^3 과 다른 경우 허용된 화물의 최대 밀도는 적하지침서에 명기하여야 한다. 최대 화물 밀도가 3.0 t/m^3 보다 작은 경우 추가적인 특기사항으로{Holds a, b, ... may be empty with maximum cargo density x.y t/m^3 } **1장 1절 [3.2.1]**에 따라 명기하여야 한다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

4.1.5 추가 평형수 상태

다음 평형수 상태는 종강도 평가를 위하여 적하지침서에 포함하여야 한다.

- 모든 평형수 탱크를 100 % 만재한 평형수 적하상태
- 모든 평형수 탱크를 100 % 만재하고 해당되는 경우 항해중 평형수를 운송하도록 지정된 화물창의 경우 100 % 만재한 상태 황천 평형수 적하상태
  둘 이상의 화물창이 항해중 평형수를 운송하도록 지정된 경우, 둘 이상의 화물창이 동시에 100 % 만재되는 적하상태는, 황천 평형수 적재상태에서 이러한 적하상태가 예상되지 아니하는 한, 종강도 평가에 있어서 요구되지 아니한다. 각 화물창이 개별적으로 검토되지 아니하는 한, 지정된 황천 평형수 화물창 및 다른 평형수 화물창의 사용에 대한 모든 제한 사항은 적하지침서에 표기하여야 한다.

4.1.6 강재코일 또는 중량 화물

다음의 주의사항을 적하지침서에 포함하여야 한다 :

"이중저의 국부강도에 불리한 영향을 주는 강재코일 또는 중량 화물을 운송하거나 적하지침서에 운송 화물로 명시되지 않는 화물을 운반하는 선박의 경우, 화물의 최대 허용 질량과 최소 요구 질량은 특별히 고려하여야 한다."

4.2 직접강도평가를 위한 설계하중조합

4.2.1 적용하는 일반 적하상태

다음의 적하상태를 적용하여야 한다.

a) 임의의 화물창이 강도계산용 흘수에서 M_{Full} 로 100 % 만재한 상태이고 주위의 연료유 탱크는 만재, 이중저의 평형수 탱크는 공창인 적하상태
b) 임의의 화물창이 강도계산용 흘수에서 M_H 의 50 % 부분 적재상태이고 화물창 주위의 모든 이중저 탱크 및 모든 연료유 탱크는 공창인 적하상태
c) 가장 깊은 평형수 흘수에서 임의의 화물창과 주위의 모든 이중저 탱크 및 모든 연료유 탱크가 공창인 적하상태. 톱사이드 탱크와 이중저 탱크가 공통으로 연결되어 있는 경우, 아래의 상태가 고려되어야 한다.

- 톱사이드 탱크와 이중저 탱크가 공창
- 톱사이드 탱크와 이중저 탱크가 만재

[CORR1 to 01 JAN 2021]

4.2.2 다항 적하상태

다음의 다항 적하상태는 특기사항 {no MP}가 지정된 경우를 제외하고 모든 종류의 산적화물선에 적용한다.

a) 임의의 화물창이 강도계산용 흘수의 67 % 흘수에서 M_{Full} 로 100 % 만재한 상태이고 주위의 연료유 탱크는 만재, 이중저의 평형수 탱크는 공창인 적하상태
b) 강도계산용 흘수의 83 % 에서 임의의 화물창과 화물창 주위의 모든 이중저 탱크 및 모든 연료유 탱크가 공창인 적하상태
c) 강도계산용 흘수의 67 % 에서 임의의 인접한 두 개의 화물창이 M_{Full} 로 만재, 인접한 화물창은 공창이고 화물창 주위의 연료유 탱크가 있는 경우 이를 100 % 만재하고 화물창 주위의 이중저 내의 평형수 탱크를 공창인 적하상태. 또한 화물질량 및 화물창에 인접한 연료유 탱크의 질량에 대한 이 요건은 인접한 화물창에 평형수를 적재하는 경우의 적하상태에도 적용된다.
d) 강도계산용 흘수의 75 % 에서 임의의 인접한 두 개의 화물창이 공창이며 인접한 화물창은 만재이고 화물창 주위의 모든 이중저 탱크 및 연료유 탱크가 공창인 적하상태

[CORR1 to 01 JAN 2021]

4.2.3 격창 적하상태

다음의 격창 적하상태는 BC-A 산적화물선에만 적용한다.

a) 강도계산용 흘수에서 공창으로 지정된 화물창은 화물창 주위의 모든 이중저 탱크 및 연료유 탱크가 공창인 적하상태
b) 고밀도 화물을 적재하도록 지정된 화물창이 강도계산용 흘수에서 **6절 표 1**에 따른 고밀도 화물을 $M_{HD} + 0.1M_H$ 로 부분 적재하고 주위의 연료유 탱크는 만재, 이중저 내의 평형수 탱크는 공창인 적하상태
c) 고밀도 화물을 적재하도록 지정된 화물창이 강도계산용 흘수에서 **6절 표 1**에 따른 저밀도 화물을 $M_{HD} + 0.1M_H$ 로 만재하고 주위의 연료유 탱크는 만재, 이중저 내의 평형수 탱크는 공창인 적하상태
d) 블록 격창적재가 계획된 선박의 경우, 강도계산용 흘수에서 임의 인접하는 두 개의 화물창이 그 설계 적하상태의 최대 화물질량에 추가하여 M_H 의 10 % 를 추가로 적재하고 인접한 화물창은 공창, 주위에 연료유 탱크가 있는 경우 이를 100 % 만재하고 이중저 내의 평형수 탱크를 공창인 적하상태. 운항 시, 최대허용 화물질량은 설계 적재상태에 따른 최대 화물하중으로 제한되어야 한다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

4.2.4 황천 평형수 상태

다음의 적하상태는 평형수 화물창에 적용한다.

- 모든 황천 평형수 흘수에서 평형수 화물창으로 설계된 화물창이 평형수를 화물창구를 포함하여 100 % 만재하고 주위의 모든 이중저 탱크 및 연료유 탱크를 100 % 만재한 적하상태. 톱사이드 탱크, 호퍼탱크 및 이중저 탱크가 공창인 상태에서 그 평형수 화물창을 만재할 경우에는, 이 적하상태는 강도상으로 만족되어야 한다.

4.2.5 산적화물선에 대한 추가적인 항내 적하상태

다음의 추가 항내 적하상태는 모든 산적화물선에 적용한다.

a) 항내에서의 적하 및 양하 중에 감소된 흘수에서, 화물창의 최대 허용 질량은 항해상태의 강도 계산용 흘수에서 허용되는 최대 질량의 15 % 까지 증가시킬 수 있으나, 항해 시에는 강도 계산용 흘수에서 허용되는 질량을 초과하여서는 아니 된다. 최소 요구 질량은 동일한 양만큼 경감할 수 있다.
b) 강도 계산용 흘수의 67 % 에서 임의의 단일 화물창이 항해 시 최대 허용 질량을 적재, 화물창 주위의 연료유 탱크가 있는 경우 이를 100 % 만재하고 화물창 주위의 이중저 내의 평형수 탱크는 공창인 항내 적하상태
c) 강도 계산용 흘수의 67 % 에서 임의의 인접한 두 개의 화물창이 M_{Full} 로 만재하고 인접한 화물창은 공창, 화물창 주위의 연료유 탱크가 있는 경우 이를 100 % 만재하고 화물창 주위의 이중저 내의 평형수 탱크는 공창인 항내 적하상태

[CORR1 to 01 JAN 2021]

4.2.6 직접강도평가를 위한 설계하중조합

산적화물선의 직접강도해석에서 고려하여야 하는 적재상태는 **표 10**에 따른다. 각 적하상태에 대한 세부정보를 포함하는 하중조합은 **표 12**부터 **표 21**에 따른다.

표 10 추가적인 특기사항에 따라 적용하는 적하상태

적하상태	요건	BC-			BC- {no MP}		
		A	B	C	A	B	C
균일 적재 만재상태	4.2.1. a	×	×	×	×	×	×
부분 적재	4.2.1. b	×	×	×	×	×	×
가장 깊은 평형수 적재	4.2.1. c	×	×	×	×	×	×
다항적재 - 1	4.2.2, a	×	×	×			
다항적재 - 2	4.2.2. b	×	×	×			
다항적재 - 3	4.2.2. c	×	×	×			
다항적재 - 4	4.2.2. d	×	×	×			
부분 격창적재	4.2.3. a & b	×			×		
만재 격창적재	4.2.3. a & c	×			×		
격창 블록적재	4.2.3. d	×			×		
황천 평형수 적재	4.2.4.	×	×	×	×	×	×
항내 상태	4.2.5.	×	×	×	×	×	×

4.2.7

유한요소 해석을 위한 설계 하중조합은 다음에 따른다.

표 11 산적화물선의 설계 하중조합

	중앙 화물창 지역	선박 중앙부 바깥 화물창	최후방 화물창	최전방 화물창
BC-A - EA	**표 12**	**표 15**	N/A	N/A
BC-A - FA	**표 13**	**표 16**	**표 18**	**표 20**
BC-B & BC-C	**표 14**	**표 17**	**표 19**	**표 21**
(비고) 선박 중앙부 바깥 화물창은 최전방 및 최후방 화물창을 제외한 전방 및 후방 화물창을 의미한다.				

4.3 화물질량곡선

4.3.1

[4.2.1]부터 [4.2.5]([4.2.4]는 제외)까지 주어진 설계 적하상태에 기초한 임의의 인접한 두 개의 화물창뿐만이 아니라 임의의 단일 화물창에 대한 화물질량곡선은 적하지침서 및 적하지침기기에 포함되어야 한다. 하나의 화물창, 또는 화물을 적재하는 두 개의 인접한 화물창의 최대 허용화물질량 또는 최소 요구화물질량은 이중저에 작용하는 순 하중과 관련된다. 이중저에 작용하는 순 하중은 이중저 탱크에 적재되는 연료유 및 평형수의 질량뿐만이 아니라 흘수와 화물창내의 화물질량의 함수이다.

4.3.2

화물질량곡선은 항내에서의 적하 및 양하 중뿐만이 아니라 항해상태에서 흘수의 함수인 최대 허용질량 및 최소 요구질량을 나타내며 **4장 부록** 1에 따라 계산되어야 한다.

표 12 BC-A(EA)의 격창 상태시 공창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역

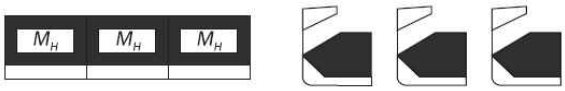
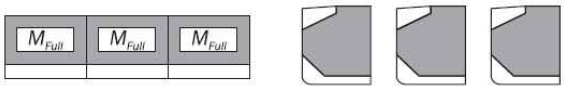
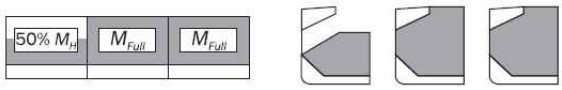
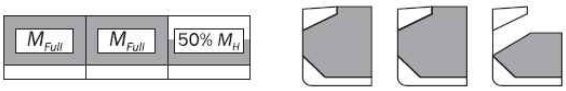
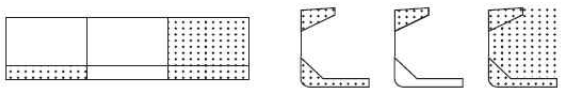
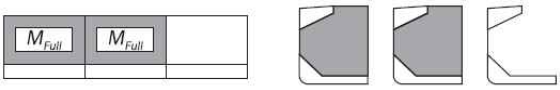
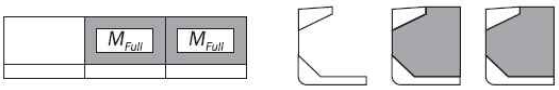
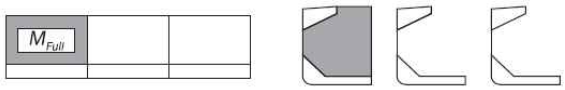
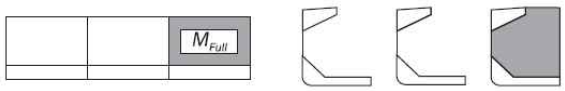
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
항해상태						
1(2)	만재상태 [4.1.3]		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
2(1)	만재상태 [4.2.1] a		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S
3	부분적재 [4.2.1] b		T_{SC}	0%	100%	BSP-1P/S
4	부분적재 [4.2.1] b		T_{SC}	0%	100%	BSP-1P/S
5(3)(4)	가장깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{Bal-H}	100% (호깅)	100%	FSM-2 BSR-1P/S OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
6	다항적재3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	HSM-1 OST-1P/S
7	다항적재3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	HSM-1 OST-1P/S
8	다항적재4 [4.2.2] d		0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
9	다항적재4 [4.2.2] d		0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 OST-2P/S
				100% (새깅.)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S

표 12 BC-A(EA)의 격창 상태시 공창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

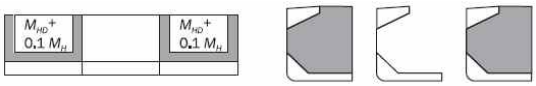
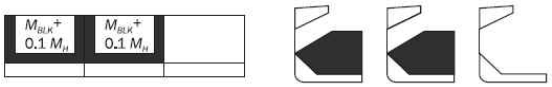
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
10(2)	격창 부분적재 [4.2.3] a, b		T_{SC}	100% (호깅)	100%(8) Max SFLC	FSM-2
					100%(9) Max SFLC	FSM-2
					100%	OST-2P/S
				0%	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
					100%(10) Max SFLC	HSM-1
11	격창 만재적재 [4.2.3] a, c		T_{SC}	100% (호깅)	100%(8) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
					100%(9) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
					100%	OST-2P/S
				0%	100%	BSP-1P/S
					100%(10) Max SFLC	HSM-1
12 ㅂ(2)(5) (6)(13)	격창 블록적재 [4.2.3] d		T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/1S
13 (2)(5) (6)(13)	격창 블록적재 [4.2.3] d		T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S

표 12 BC-A(EA)의 격창 상태시 공창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

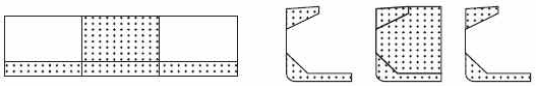
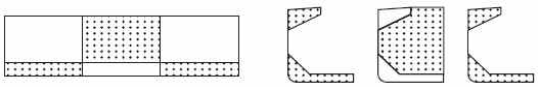
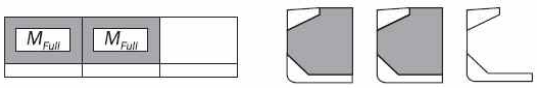
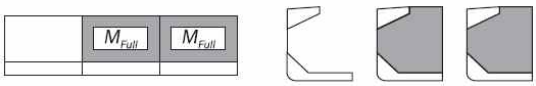
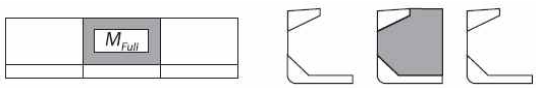
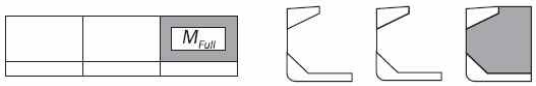
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
14(7)	황천 평형수 적재 [4.2.4]		T_{BAL-H}	0%	100%(10) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
					100%	BSR-1P/S
				100% (새깅)	100%(8) Max SFLC	HSM-1
					100%(9) Max SFLC	HSM-1
					100%	BSR-1P/S
15(7)	황천 평형수 적재 [4.2.4]		T_{BAL-H}	0%	100%	BSR-1P/S
				100% (새깅)	100%	BSR-1P/S
항내상태						
16	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
17	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
18	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{H2}	100% (호깅)	100%(11) Max SFLC	N/A
					100%(12) Max SFLC	N/A
				100% (새깅)	100%(11) Max SFLC	N/A
					100%(12) Max SFLC	N/A

표 12 BC-A(EA)의 격창 상태시 공창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
19(13)	격창블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
20(13)	격창블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A

(비고)
(1) [4.1.4]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{Full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석하여야 한다.
(2) [4.1.4]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(4) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(5) 이 적하상태는 오직 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구되어진다.
(6) 적하지침서에서 주어진 실제 정수중 수직 굽힘 모멘트는 설계 값을 대신하여 사용할 수 있다.
(7) 해당되는 경우 이 적하상태는 평형수 화물창으로 지정된 공창에 대하여 고려하여야 한다.
(8) $x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$ 인 중앙 화물창의 전단력은 중앙 화물창 후방 격벽에서 목표 값으로 조정하여야 한다.
(9) $x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$ 인 중앙 화물창의 전단력은 중앙 화물창 전방 격벽에서 목표 값으로 조정하여야 한다.
(10) 이 하중조합은 오직 $x_{b-aft} > 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} < 0.5L$ 인 중앙 화물창에만 고려하여야 한다.
(11) 전단력은 중앙 화물창의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(12) 전단력은 중앙 화물창의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(13) 이 상태는 오직 블록 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구된다.

표 13 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역

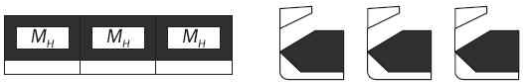
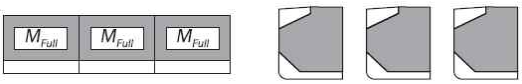
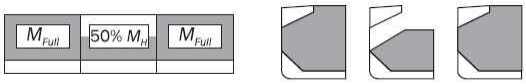
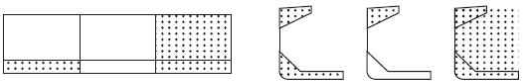
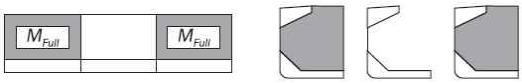
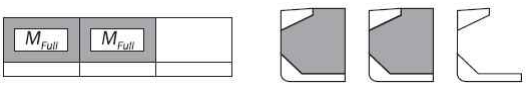
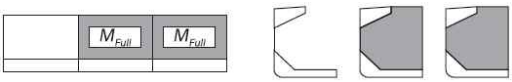
번호	설명	적하상태 후방 중앙 전방	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
항해상태						
1(2)	만재상태 [4.1.3]		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
2(1)	만재상태 [4.2.1] a		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S
3	슬랙적재 [4.2.1] b		T_{SC}	0%	100%	BSP-1P/S
4(3)(4)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{BAL-H}	100% (호깅)	100%	FSM-2 BSR-1P/S OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
5	다항적재 2 [4.2.2] b		0.83 T_{SC}	100% (호깅)	100%(8) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
					100%(9) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
					100%	OST-2P/S
				100% (새깅)	100%(10) Max SFLC	HSM-1
					100%	BSP-1P/S OST-1P/S
6	다항적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
7	다항적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S

표 13 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

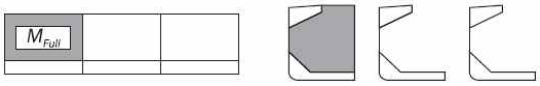
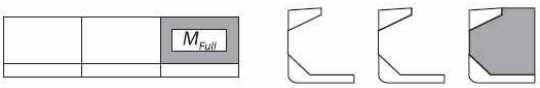
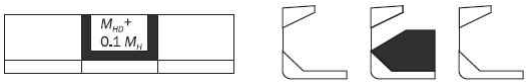
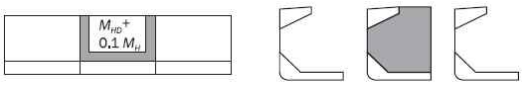
번호	설명	적하상태	후부	중앙	전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
8	다항적재 4 [4.2.2] d					0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2, HSM-2 BSR-1P/S OST-2P/S
							100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
9	다항적재 4 [4.2.2] d					0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2, HSM-2 BSR-1P/S OST-2P/S
							100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
10(2)	격창 부분적재 [4.2.3] a, b					T_{SC}	100% (호깅)	100%(10) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
								100%	OST-2P/S
							0%	100%(8) Max SFLC	FSM-1 HSM-1
								100%(9) Max SFLC	FSM-1 HSM-1
								100%	BSP-1P/S OST-1P/S
11	격창 만재적재 [4.2.3] a, c					T_{SC}	100% (호깅)	100%(10) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
								100%	OST-2P/S
							0%	100%(8) Max SFLC	HSM-1
								100%(9) Max SFLC	HSM-1
								100%	BSP-1P/S

표 13 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

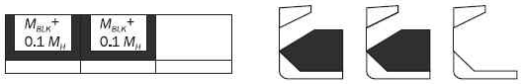
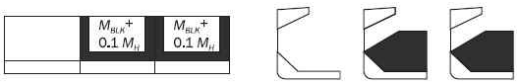
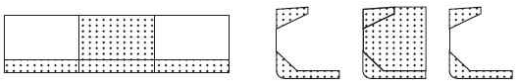
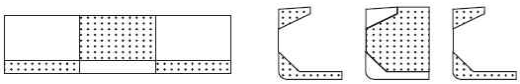
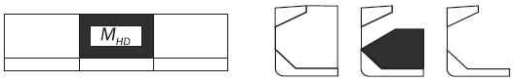
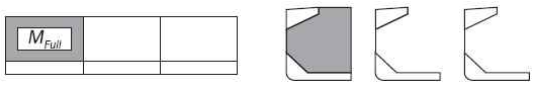
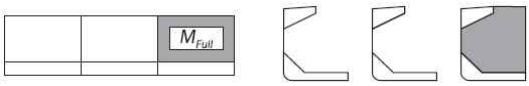
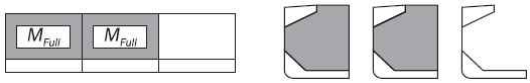
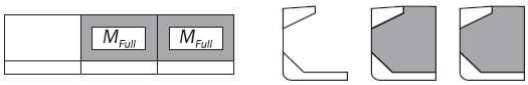
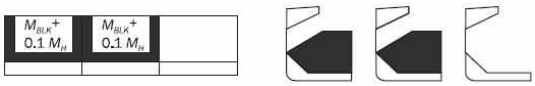
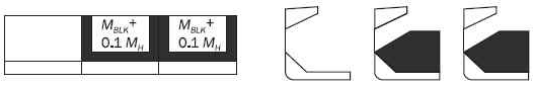
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
12 (2)(5) (6)(13)	격창 블록 적재 [4.2.3] d		T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 HSM-2 OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S
13 (2)(5) (6)(13)	격창 블록 적재 [4.2.3] d		T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 HSM-2 OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S
14(7)	황천 평형수 적재 [4.2.4]		T_{BAL-H}	0%	100%(10) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
					100%	BSR-1P/S
				100% (새깅)	100%(8) Max SFLC	HSM-1
					100%(9) Max SFLC	HSM-1
					100%	BSR-1P/S
15(7)	황천 평형수 적재 [4.2.4]		T_{BAL-H}	0%	100%	BSR-1P/S
				100% (새깅)	100%	BSR-1P/S
항내상태						
16(2)	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{H4}	100% (호깅)	100%(11) Max SFLC	N/A
					100%(12) Max SFLC	N/A
				100% (새깅)	100%(11) Max SFLC	N/A
					100%(12) Max SFLC	N/A

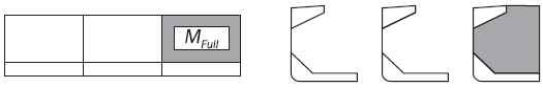
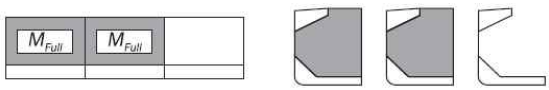
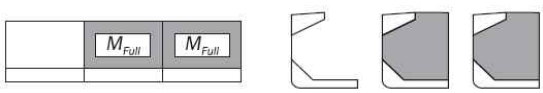
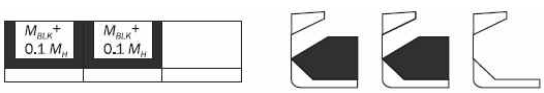
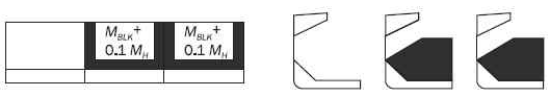
표 13 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
		항내상태				
17	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
18	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
19	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
20	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
21(13)	격창블록 항내상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
22(13)	격창블록 항내상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A

(비고)

(1) [4.1.4]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{Full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(2) [4.1.4]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(4) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(5) 이 적하상태는 오직 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구되어진다.
(6) 적하지침서에서 주어진 실제 정수중 수직 굽힘 모멘트는 설계 값을 대신하여 사용할 수 있다.
(7) 해당되는 경우 이 적하상태는 평형수 화물창으로 지정된 공창에 대하여 고려하여야 한다.
(8) $x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$ 인 중앙 화물창의 전단력은 중앙 화물창 후방 격벽에서 목표 값으로 조정하여야 한다.
(9) $x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$ 인 중앙 화물창의 전단력은 중앙 화물창 전방 격벽에서 목표 값으로 조정하여야 한다.
(10) 이 하중조합은 오직 $x_{b-aft} > 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} < 0.5L$ 인 중앙 화물창에만 고려하여야 한다.
(11) 전단력은 중앙 화물창의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(12) 전단력은 중앙 화물창의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(13) 이 상태는 오직 블록 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구된다.

표 13 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
18	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
19	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
20	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
21(13)	격창블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
22(13)	격창블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A

(비고)

(1) [4.1.4]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{Full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(2) [4.1.4]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(4) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(5) 이 적하상태는 오직 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구되어진다.
(6) 적하지침서에서 주어진 실제 정수중 수직 굽힘 모멘트는 설계 값을 대신하여 사용할 수 있다.
(7) 해당되는 경우 이 적하상태는 평형수 화물창으로 지정된 공창에 대하여 고려하여야 한다.
(8) $x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$ 인 중앙 화물창의 전단력은 중앙 화물창 후방 격벽에서 목표 값으로 조정하여야 한다.
(9) $x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$ 인 중앙 화물창의 전단력은 중앙 화물창 전방 격벽에서 목표 값으로 조정하여야 한다.
(10) 이 하중조합은 오직 $x_{b-aft} > 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} < 0.5L$ 인 중앙 화물창에만 고려하여야 한다.
(11) 전단력은 중앙 화물창의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(12) 전단력은 중앙 화물창의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(13) 이 상태는 오직 블록 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구된다.

표 14 BC-B & BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역

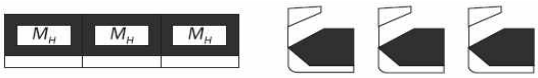
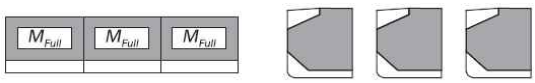
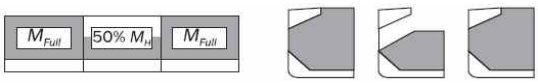
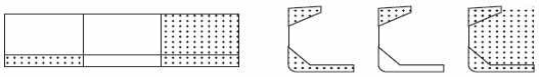
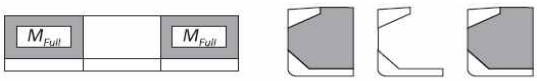
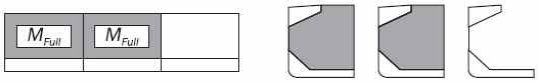
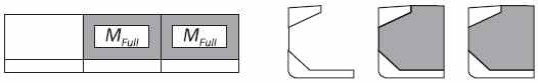
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
항해상태						
1(1)(3)	만재상태 [4.1.3]		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
2(2)	만재상태 [4.2.1] a		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
3	슬랙적재 [4.2.1] b		T_{SC}	0%	100%	BSP-1P/S
4(4)(5)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{BAL-H}	100% (호깅)	100%	FSM-2 BSR-1P/S OST-2P/S
				다항 적재 2 [4.2.2] b	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
5	다항적재 2 [4.2.2] b		0.83 T_{SC}	100% (호깅)	100%(7) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
					100%(8) Max SFLC	FSM-2 HSM-2
					100%	OST-2P/S
				100% (새깅)	100%(9) Max SFLC	HSM-1
					100%	BSP-1P/S OST-1P/S
6	다항적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
7	다항적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S

표 14 BC-B & BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

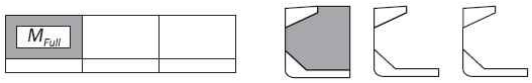
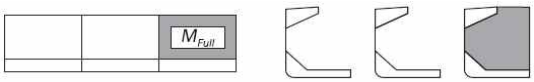
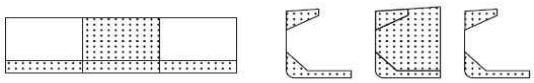
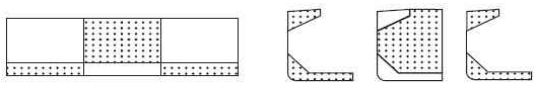
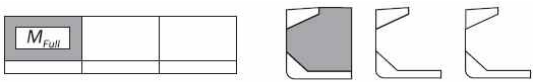
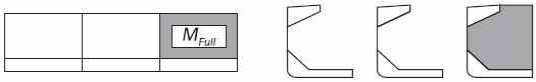
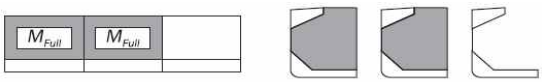
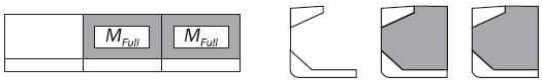
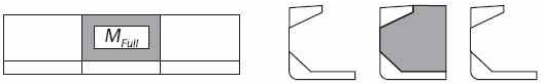
번호	설명	적하상태	후부	중앙	전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
8	다항적재 4 [4.2.2] d					0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 HSM-2 BSR-1P/S
							100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
9	다항적재 4 [4.2.2] d					0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 HSM-2 BSR-1P/S
							100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
10[6]	황천 평형수 적재 [4.2.4]					T_{BAL-H}	0%	100%[9] Max SFLC	FSM-2 HSM-2
								100%	BSR-1P/S
							100% (새깅)	100%[7] Max SFLC	HSM-1
								100%[8] Max SFLC	HSM-1
								100%	BSR-1P/S
11[6]	황천 평형수 적재 [4.2.4]					T_{BAL-H}	0%	100%	BSR-1P/S
							100% (새깅)	100%	BSR-1P/S
항내상태									
12	항내 상태 [4.2.5] a					0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A
							100% (새깅)	100%	N/A
13	항내 상태 [4.2.5] a					0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A
							100% (새깅)	100%	N/A

표 14 BC-B & BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

번호	설명	적하상태	후부	중앙	전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
14	항내 상태 [4.2.5] a, c					T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A
							100% (새깅)	100%	N/A
15	항내 상태 [4.2.5] a, c					T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A
							100% (새깅)	100%	N/A
16	항내 상태 [4.2.5] a, b					T_{H2}	100% (호깅)	100%(10) Max SFLC	N/A
								100%(11) Max SFLC	N/A
							100% (새깅)	100%(10) Max SFLC	N/A
								100%(11) Max SFLC	N/A

(비고)
(1) BC-B 선박에 한하여 적용한다.
(2) BC-B 선박에 대하여, [4.1.3]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(3) [4.1.3]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(4) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(5) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(6) 해당되는 경우 이 적하상태는 평형수 화물창으로 지정된 공창에 대하여 고려하여야 한다.
(7) $x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$ 인 중앙 화물창의 전단력은 중앙 화물창 후방 격벽에서 목표 값으로 조정하여야 한다.
(8) $x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$ 인 중앙 화물창의 전단력은 중앙 화물창 전방 격벽에서 목표 값으로 조정하여야 한다.
(9) 이 하중조합은 오직 $x_{b-aft} > 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} < 0.5L$ 인 중앙 화물창에만 고려할 수 있다.
(10) 전단력은 중앙 화물창의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(11) 전단력은 중앙 화물창의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.

표 15 BC-A(FA)의 격창 상태시 공창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역

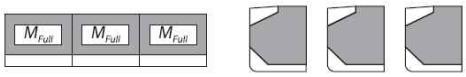
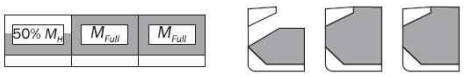
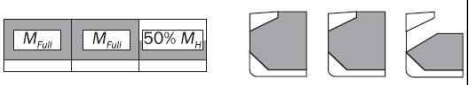
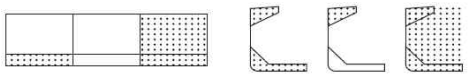
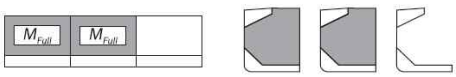
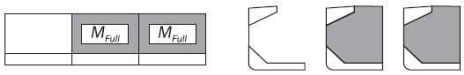
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태	
						선미 구역	선수 구역
항해상태							
1(2)	만재 상태 [4.1.3]		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S OSA-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S OSA-2P/S
2(1)	만재 상태 [4.2.1] a		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S
3	슬랙 적재 [4.2.1] b		T_{SC}	0%	100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S
4	슬랙 적재 [4.2.1] b		T_{SC}	0%	100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S
5(3)(4)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{Bal-H}	100% (호깅)	100%	HSM-2 HSA-2 BSR-1P/S OST-2P/S	FSM-2 BSP-1P/S BSR-1P/S OSA-2P/S
				100%(10) (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S OSA-2P/S
6(5)	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	HSM-1 OST-1P/S	HSM-1 OST-1P/S
7(5)	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	HSM-1 OST-1P/S	BSP-1P/S OSA-2P/S

표 15 BC-A(FA)의 격창 상태시 공창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

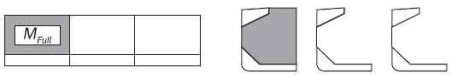
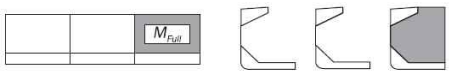
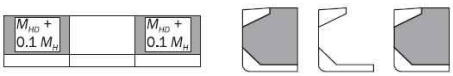
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태 선미 구역	동적하중상태 선수 구역
8(5)	다항 적재 4 [4.2.2] d		0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 OST-2P/S	HSM-2 BSR-1P/S OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S
9(5)	다항 적재 4 [4.2.2] d		0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 OST-2P/S	HSM-2 OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S
10(2)	격창 부분 적재 [4.2.3] a, b		T_{SC}	100% (호깅)	100% Max SFLC	FSM-2 HSM-2	FSM-2 HSM-2
					100%	BSP-1P/S OST-2P/S OSA-1P/S	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-2P/S OSA-2P/S
				0%	100%	BSP-1P/S OST-2P/S OSA-1P/S	BSP-1P/S OST-2P/S
					100% Max SFLC	HSM-1 FSM-1	HSM-1 FSM-1
11	격창 만재 적재 [4.2.3] a, c		T_{SC}	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2 FSM-2	HSM-2 FSM-2
					100%	BSP-1P/S OST-2P/S	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-2P/S OSA-2P/S
				0%	100%	BSP-1P/S	HSA-1 BSP-1P/S
					100% Max SFLC	HSM-1 FSM-1	HSM-1 FSM-1

표 15 BC-A(FA)의 격창 상태시 공창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

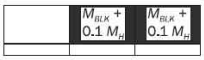
번호	설명	적하상태	후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태	
							선미 구역	선수 구역
12 (2)(6) (7)(11)	격창 블록 적재 [4.2.3] d			T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 BSP-1P/S OST-2P/S	FSM-2 BSP-1P/S OST-2P/S
					100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
13 (2)(6) (7)(11)	격창 블록 적재 [4.2.3] d			T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 BSP-1P/S OST-2P/S	FSM-2 BSP-1P/S OSA-2P/S OST-1P/S
					100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
항내상태								
14	항내 상태 [4.2.5] a, c			T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
					100% (새깅)	100%	N/A	N/A
15	항내 상태 [4.2.5] a, c			T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
					100% (새깅)	100%	N/A	N/A
16	항내 상태 [4.2.5] a, b			T_{H2}	100% (호깅)	100%(8) Max SFLC	N/A	N/A
						100%(9) Max SFLC	N/A	N/A
					100% (새깅)	100%(8) Max SFLC	N/A	N/A
						100%(9) Max SFLC	N/A	N/A
17(11)	격창 블록 항내 상태 [4.2.3] d			T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
					100% (새깅)	100%	N/A	N/A

표 15 BC-A(FA)의 격창 상태시 공창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태	
						선미 구역	선수 구역
18(11)	격창 블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A

(비고)
(1) [4.1.4]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(2) [4.1.4]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(4) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(5) 이 상태는 {no MP}부호가 부기된 경우 요구되지 아니한다.
(6) 이 적하상태는 오직 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구되어진다.
(7) 적하지침서에서 주어진 실제 정수중 수직 굽힘 모멘트는 설계 값을 대신하여 사용할 수 있다.
(8) 전단력은 중앙 화물창의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(9) 전단력은 중앙 화물창의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(10) 이 적재 상태는 평형수 화물창이 화물창 모델 내부에 위치해 있을 때 요구되어진다.
(11) 이 상태는 블록 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구된다.

표 16 BC-A(EA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

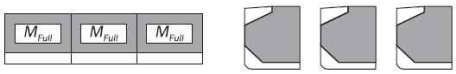
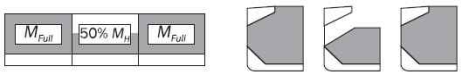
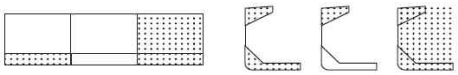
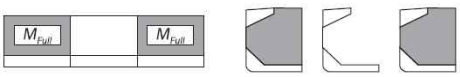
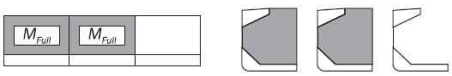
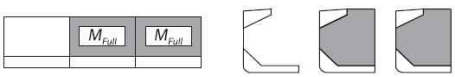
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태	
						선미 구역	선수 구역
항해상태							
1(2)	만재 상태 [4.1.3]		T_{SC}	50% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-1P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
2(1)	만재 상태 [4.2.1] a		T_{SC}	50% (새깅)	100%	N/A	BSP-1P/S OSA-2P/S
3	슬랙 적재 [4.2.1] b		T_{SC}	0%	100%	HSM-2 HSA-1 BSP-1P/S OSA-1P/S	HSM-1 HSA-1 FSM-2 BSP-1P/S
4(3)(4)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{BAL-H}	100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 OST-2P/S	HSM-2
				100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 OST-1P/S OSA-2P/S	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
5	다항 적재 2 [4.2.2] b		0.83 T_{SC}	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2	N/A
					100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S
				100% (새깅)	100%	BSP-1P/S	HSA-1 BSR-1P/S
					100% Max SFLC	HSM-1	N/A
6	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
7	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S	HSM-1

표 16 BC-A(EA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

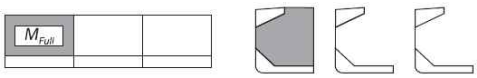
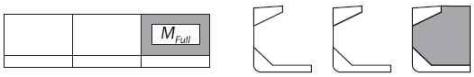
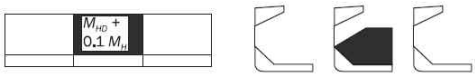
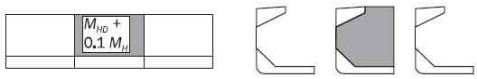
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태 선미 구역	동적하중상태 선수 구역
8	다항 적재 4 [4.2.2] d		0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 BSR-1P/S BSP-1P/S OSA-1P/S OST-2P/S	FSM-2 OSA-2P/S
				100% (새깅)	100%	BSR-1P/S BSP-1P/S OST-1P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OSA-2P.S
9	다항 적재 4 [4.2.2] d		0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 BSR-1P/S OST-2P/S	FSM-2 BSR-1P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OST-1P/S
10(2)	격창 부분 적재 [4.2.3] a, b		T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSA-2 BSP-1P/S OSA-1P/S OST-2P/S	BSP-1P/S OSA-2P/S OST-2P/S
					100% Max SFLC	HSM-2 FSM-2	FSM-2
				0%	100% Max SFLC	HSM-1 FSM-1	HSM-1
					100%	BSP-1P/S OSA-1P/S	BSP-1P/S OSA-1P/S OSA-2P/S
11	격창 만재 적재 [4.2.3] a, c		T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSA-2 BSP-1P/S OSA-1P/S	OSA-1P/S OSA-2P/S
					100% Max SFLC	HSM-2	FSM-2 HSM-2
				0%	100% Max SFLC	HSM-1	HSM-1
					100%	BSP-1P/S OSA-1P/S	OSA-1P/S OST-2P/S

표 16 BC-A(EA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

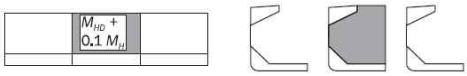
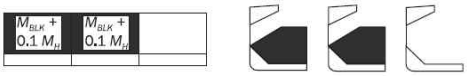
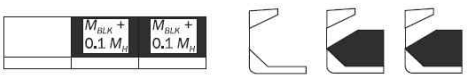
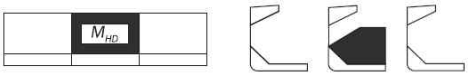
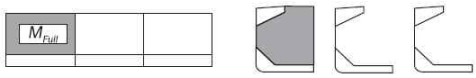
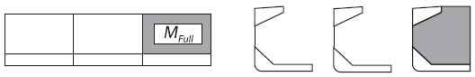
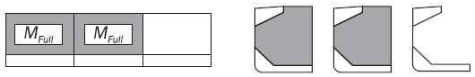
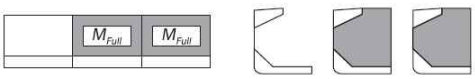
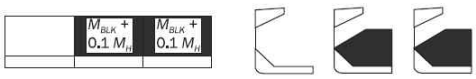
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태 선미 구역	동적하중상태 선수 구역
11	격창 만재 적재 [4.2.3] a, c		T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSA-2 BSP-1P/S OSA-1P/S	OSA-1P/S OSA-2P/S
					100% Max SFLC	HSM-2	FSM-2 HSM-2
				0%	100% Max SFLC	HSM-1	HSM-1
					100%	BSP-1P/S OSA-1P/S	OSA-1P/S OST-2P/S
12 (2)(5) (6)(9)	격창 블록 적재 [4.2.3] d		T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSA-2 FSM-2 BSP-1P/S OSA-1P/S OST-2P/S	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S OSA-2P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-1P/S OST-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
13 (2)(5) (6)(9)	격창 블록 적재 [4.2.3] d		T_{SC}	100% (호깅)	100%	FSM-2 BSP-1P/S	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S OSA-2P/S OST-2P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
항내상태							
14(2)	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{H4}	100% (호깅)	100%(7) Max SFLC	N/A	N/A
					100%(8) Max SFLC	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%(7) Max SFLC	N/A	N/A
					100%(8) Max SFLC	N/A	N/A

표 16 BC-A(EA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태	
						선미 구역	선수 구역
15	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A
16	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A
17	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A
18	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A
19(9)	격창 블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A
20(9)	격창 블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A

(비고)
(1) [4.1.4]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(2) [4.1.4]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(4) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(5) 이 적하상태는 오직 적하상태가 적하지침서에서 포함되어 있을 때 요구되어진다.
(6) 적하지침서에서 주어진 실제 정수중 수직 굽힘 모멘트는 설계 값을 대신하여 사용할 수 있다.
(7) 전단력은 중앙 화물창의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(8) 전단력은 중앙 화물창의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(9) 이 상태는 오직 블록 적재상태가 적하지침서에서 포함되고 있을 때 요구되어진다.

표 17 BC-B 및 BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역

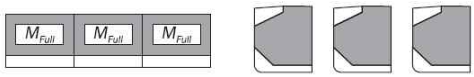
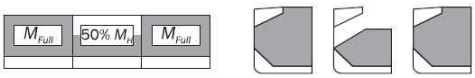
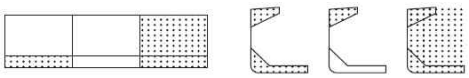
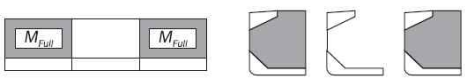
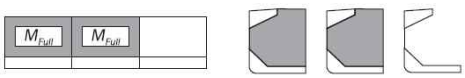
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태	
						선미 구역	선수 구역
항해상태							
1(1)(3)	만재 상태 [4.1.3]		T_{SC}	50% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S OSA-1P/S OST-1P/S OST-2P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
2(2)	만재 상태 [4.2.1] a		T_{SC}	50% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S OSA-1P/S OST-1P/S OST-2P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OSA-1P/S
3	슬랙 적재 [4.2.1] b		T_{SC}	0%	100%	HSM-1 HSM-2 HSA-1 FSM-2 BSP-1P/S OSA-1P/S OST-2P/S	HSM-1 HSA-1 FSM-2 BSP-1P/S OST-2P/S
4(4)(5)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{BAL-H}	100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 OST-2P/S	HSM-2
				100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 OSA-2P/S OST-1P/S	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
5	다항 적재 2 [4.2.2] b		0.83 T_{SC}	100% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2	N/A
					100%	BSP-1P/S	BSP-1P/S
				100% (새깅)	100%	BSP-1P/S	HSA-1 BSR-1P/S
					100% Max SFLC	HSM-1	N/A
6	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OSA-2P/S

표 17 BC-B 및 BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

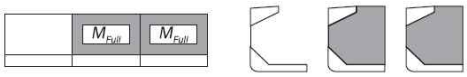
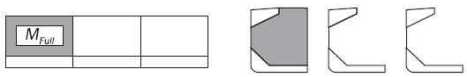
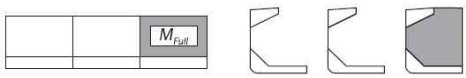
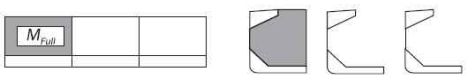
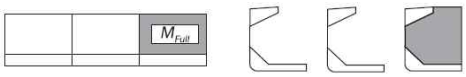
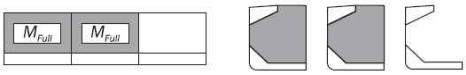
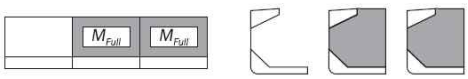
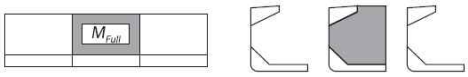
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태	
						선미 구역	선수 구역
7	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S	HSM-1 BSP-1P/S
8	다항 적재 4 [4.2.2] d		0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 FSM-2 BSP-1P/S BSR-1P/S OSA-1P/S OST-2P/S	HSM-2 FSM-2 OSA-2P/S
				100% (새깅)	100%	BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
9	다항 적재 4 [4.2.2] d		0.75 T_{SC}	100% (호깅)	100%	HSM-2 BSR-1P/S OST-2P/S	FSM-2 BSR-1P/S
				100% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S	HSM-1 HSA-1 BSP-1P/S OST-1P/S
항내상태							
10	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A
11	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A
12	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A
13	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	100% (호깅)	100%	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A	N/A

표 17 BC-B 및 BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선박 중앙부 화물창 구역 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태	
						선미 구역	선수 구역
14	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{H1}	100% (호깅)	100%(6) Max SFLC	N/A	N/A
					100%(7) Max SFLC	N/A	N/A
				100% (새깅)	100%(6) Max SFLC	N/A	N/A
					100%(7) Max SFLC	N/A	N/A

(비고)
(1) BC-B 선박에 한하여 적용한다.
(2) BC-B 선박에 대하여, [4.1.3]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(3) [4.1.3]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(4) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(5) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(6) 전단력은 화물창 중앙부의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(7) 전단력은 화물창 중앙부의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.

표 18 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선미 화물창

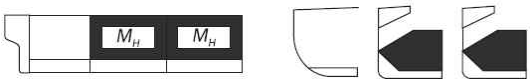
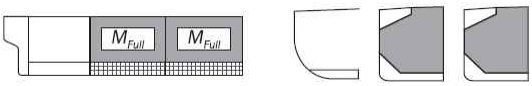
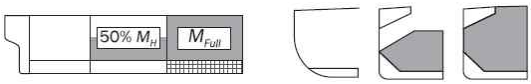
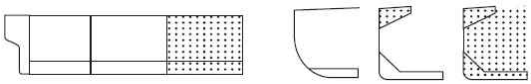
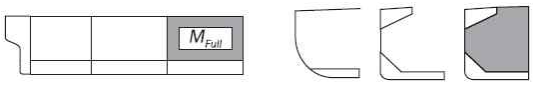
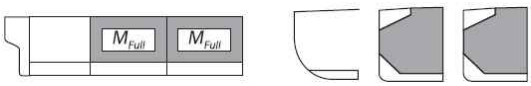
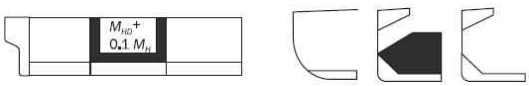
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태
항해상태						
1(2)	만재상태 [4.1.3]		T_{SC}	80% (새깅)	100%	FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S
2(1)	만재상태 [4.2.1] a		T_{SC}	80% (새깅)	100%	FSM-1
3	부분 적재 [4.2.1] b		T_{SC}	100% (새깅)	100%	FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S
4(3)(4)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{BAL-H}	100% (호깅)	100%	HSM-2, FSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S OST-2P/S OSA-1P/S
5	다항적재 2 [4.2.2] b		0.83 T_{SC}	30% (호깅)	100%	FSM-1 OSA-1P/S
				30% (새깅)	100%	FSM-1 BSP-1P/S
6	다항적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
7(2)	격창 부분적재 [4.2.3] a, b		T_{SC}	50% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2
					100%	BSP-1P/S OSA-1P/S
				0%	100% Max SFLC	FSM-1
					100%	BSP-1P/S OST-1P/S OSA-1P/S

표 18 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선미 화물창 (계속)

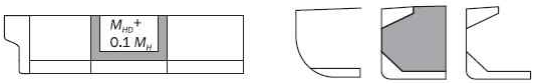
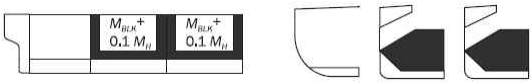
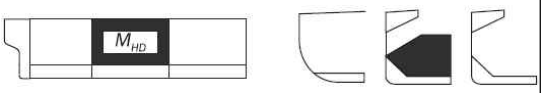
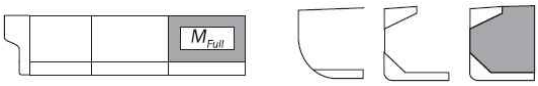
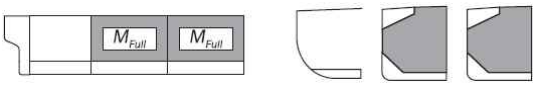
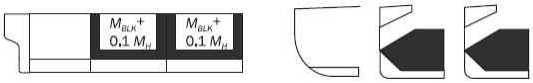
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태
8	격창 만재 [4.2.3] a, c		T_{SC}	50% (호깅)	100% Max SFLC	HSM-2, FSM-2
					100%	BSP-1P/S OSA-1P/S
				0%	100% Max SFLC	HSM-1
					100%	BSP-1P/S OST-1P/S OSA-1P/S
9 (2)(5) (6)	격창 블록 적재 [4.2.3] d		T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S
항내상태						
10 (2)	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{H4}	100% (호깅)	100%	N/A
				50% (호깅)	100%(7) Max SFLC	N/A
					100%(8) Max SFLC	N/A
11	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	50% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
12	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	50% (호깅)	100%	N/A
				50% (새깅)	100%	N/A
13(9)	격창 블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	50% (호깅)	100%	N/A
				50% (새깅)	100%	N/A

표 18 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선미 화물창 (계속)

(비고)
(1) [4.1.4]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_H 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(2) [4.1.4]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(4) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(5) 이 상태는 오직 적재상태가 적하지침서에서 포함하고 있을 때 요구되어진다.
(6) 적하지침서에서 주어진 실제 정수중 수직 굽힘 모멘트는 설계 값을 대신하여 사용될 수 있다.
(7) 전단력은 중앙 화물창의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(8) 전단력은 중앙 화물창의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(9) 이 상태는 오직 블록 적재상태가 적하지침서에서 포함되고 있을 때 요구되어진다.

표 19 BC-B 및 BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선미 화물창

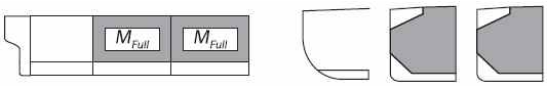
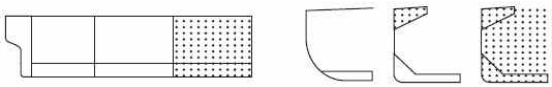
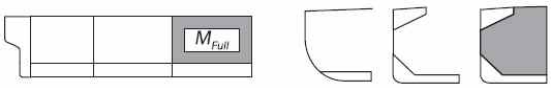
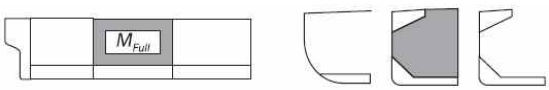
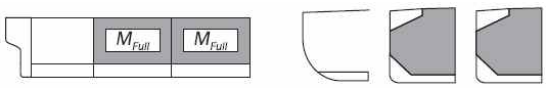
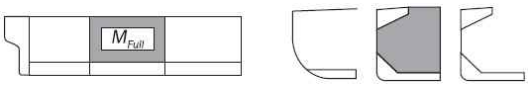
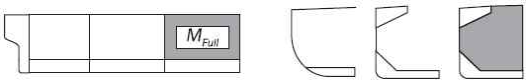
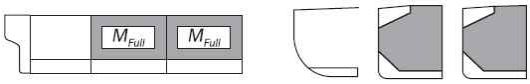
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태
항해상태						
1(1)(3)	만재 상태 [4.1.3]		T_{SC}	80% (새깅)	100%	FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S OSA-1P/S
2(2)	만재 상태 [4.2.1] a		T_{SC}	80% (새깅)	100%	FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S
3	부분 적재 [4.2.1] b		T_{SC}	100% (새깅)	100%	FSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S
4(4)(5)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{BAL-H}	100% (호깅)	100%	HSM-2, FSM-1 BSP-1P/S BSR-1P/S OST-1P/S OST-2P/S OSA-1P/S
5	다항 적재 2 [4.2.2] b		0.83 T_{SC}	30% (호깅)	100%	FSM-1 BSR-1P/S OSA-1P/S
				30% (새깅)	100%	FSM-1 OST-1P/S
6	다항 적재 3 [4.2.2] a		0.67 T_{SC}	60% (호깅)	100%	BSP-1P/S
					100% Max SFLC	HSM-2
				0%	100% Max SFLC	HSM-1
7	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	50% (새깅)	100%	BSP-1P/S OST-1P/S

표 19 BC-B 및 BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선미 화물창 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태
항내상태						
8	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{H2}	100% (호깅)	100%	N/A
				50% (호깅)	100%(6) Max SFLC	N/A
					100%(7) Max SFLC	N/A
9	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	50% (호깅)	100%	N/A
				100% (새깅)	100%	N/A
10	항내 상태 [4.2.2] a, c		T_{H1}	50% (호깅)	100%	N/A
				50% (새깅)	100%	N/A

(비고)
(1) BC-B 선박에 한하여 적용한다.
(2) BC-B 선박에 대하여, [4.1.3]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(3) [4.1.3]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(4) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(5) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(6) 전단력은 화물창 중앙부의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(7) 전단력은 화물창 중앙부의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.

표 20 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선수 화물창

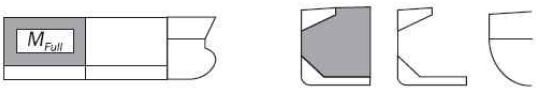
번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태
항해상태						
1(2)	만재 상태 [4.1.3]		T_{SC}	60% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S OSA-2P/S
2(1)	만재 상태 [4.2.1] a		T_{SC}	60% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
3	부분 적재 [4.2.1] b		T_{SC}	100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
4(3)(4)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{BAL-H}	100% (호깅)	100%	HSM-1, HSM-2 BSP-1P/S BSR-1P/S OSA-2P/S
5	다항 적재 2 [4.2.2] b		0.83 T_{SC}	60% (새깅)	100%	HSM-1, FSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
6	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	50% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
7	다항 적재 3 [4.2.2] a		0.67 T_{SC}	60% (호깅)	100%	FSM-2

표 20 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선수 화물창 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태
8(2)	격창 부분 적재 [4.2.3] a, b		T_{SC}	60% (호깅)	100%	BSP-1P/S OST-2P/S OSA-2P/S
					100% Max SFLC	HSM-2
				0%	100% Max SFLC	HSM-1
					100%	BSP-1P/S OSA-2P/S
9	격창 만재 적재 [4.2.3] a, c		T_{SC}	60% (호깅)	100%	BSP-1P/S OST-2P/S OSA-2P/S
					100% Max SFLC	HSM-2
				0%	100% Max SFLC	HSM-1
					100%	BSP-1P/S OSA-2P/S
10(2)(5)(6)(9)	격창 블록 적재 [4.2.3] d		T_{SC}	50% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
항내상태						
11(2)	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{HA}	100% (호깅)	100%	N/A
				50% (호깅)	100%(7) Max SFLC	N/A
					100%(8) Max SFLC	N/A

표 20 BC-A(FA)의 격창 상태시 적재 화물창의 유한요소 해석용 하중조합 - 선수 화물창 (계속)

12	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	N/A
13	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	50% (호깅)	100%	N/A
14(9)	격창 블록 항내 상태 [4.2.3] d		T_{H3}	50% (호깅)	100%	N/A

(비고)
(1) [4.1.4]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(2) [4.1.4]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(4) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(5) 이 상태는 오직 적재상태가 적하지침서에서 포함하고 있을 때 요구되어진다.
(6) 적하지침서에서 주어진 실제 정수중 수직 굽힘 모멘트는 설계 값을 대신하여 사용될 수 있다.
(7) 전단력은 중앙 화물창의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(8) 전단력은 중앙 화물창의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(9) 이 상태는 오직 블록 적재상태가 적하지침서에서 포함되고 있을 때 요구되어진다.

표 21 BC-B 및 BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선수 화물창

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태
항해상태						
1(1)(3)	만재 상태 [4.1.3]		T_{SC}	60% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S OSA-2P/S
2(2)	만재 상태 [4.2.1] a		T_{SC}	60% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OST-1P/S OSA-2P/S
3	슬랙 적재 [4.2.1] b		T_{SC}	100% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
4(4)(5)	가장 깊은 평형수 적재 [4.2.1] c		T_{BAL-H}	100% (호깅)	100%	HSM-1 HSM-2 BSP-1P/S BSR-1P/S OSA-2P/S
5	다항 적재 2 [4.2.2] b		0.83 T_{SC}	60% (새깅)	100%	HSM-1 FSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
6	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	50% (새깅)	100%	HSM-1 BSP-1P/S OSA-2P/S
7	다항 적재 3 [4.2.2] c		0.67 T_{SC}	60% (호깅)	100%	BSP-1P/S OST-2P/S OSA-2P/S
					100% Max SFLC	HSM-2
				0%	100% Max SFLC	HSM-1

표 21 BC-B 및 BC-C의 유한요소 해석용 하중조합 - 선수 화물창 (계속)

번호	설명	적하상태 후부 중앙 전부	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중상태
항내상태						
8	항내 상태 [4.2.5] a, b		T_{H2}	100% (호깅)	100%	N/A
				50% (호깅)	100%(10) Max SFLC	N/A
					100%(7) Max SFLC	N/A
9	항내 상태 [4.2.5] a		0.67 T_{SC}	100% (새깅)	100%	N/A
10	항내 상태 [4.2.5] a, c		T_{H1}	50% (호깅)	100%	N/A

(비고)
(1) BC-B 선박에 한하여 적용한다.
(2) BC-B 선박에 대하여, [4.1.3]의 최대 화물 밀도 및 화물 질량 M_{full} 인 적하상태 1 은 이 적하상태를 대신하여 해석할 수 있다.
(3) [4.1.3]의 최대 화물 밀도는 건화물 압력의 계산을 위해 사용하여야 한다.
(4) 평형수 화물창이 없는 경우, M_{SW} = 100 % (Hog)을 가정한 통상 평형수 상태가 해석되어야 한다.
(5) 평형수 화물창의 위치는 적절히 조정되어야 한다.
(6) 전단력은 화물창 중앙부의 후방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.
(7) 전단력은 화물창 중앙부의 전방 격벽에서의 목표 값으로 조정하여야 한다.

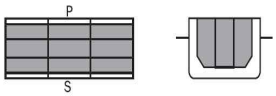
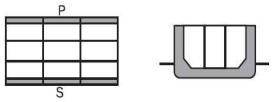
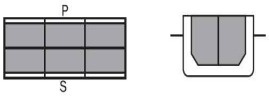
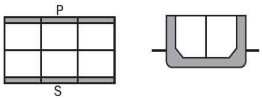
5. 피로평가를 위한 표준 적재상태

5.1 유조선

5.1.1

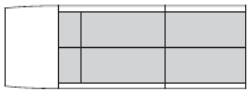
9장 1절 [6.2]에 요구되는 피로평가를 위한 유조선에 적용되는 표준 적재상태는 표 22 부터 표 24에 따른다. 연료유 탱크, 기타 기름 탱크 및 청수 탱크가 화물창 구역 근처에 배치된 경우, 9장 4절에 따른 간이 응력해석과 7장 및 9장 5절에 따른 직접강도해석 시 적재 높이는 탱크가 가득 찬 것으로 한다.

표 22 유조선의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준설계 적하상태 - 최전/후방 화물탱크 제외

번호	설명	적하상태	정수중 하중			동적하중 상태
			흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWBM[(1)]	
2열 유밀 종격벽을 갖는 유조선						
A1-F	만재적재		T_{SC}	60% (새깅)	-	All
A2-F	통상 평형수 적재		T_{BAL}	80% (호깅)	-	All
중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선						
B1-F	만재적재		T_{SC}	60% (세깅)	-	All
B2-F	통상 평형수 적재		T_{BAL}	80% (호깅)	-	All

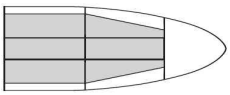
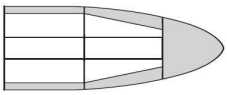
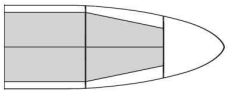
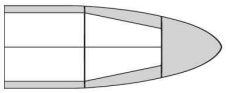
(1) 정적 및 동적 국부하중을 유한요소 모델에 적용하여 구한 실제 전단력이 사용되어야 한다.

표 23 유조선의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준설계 적하상태 - 최후방 화물탱크

번호	설명	적재양식	정수중 하중			동적 하중상태
			흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWBM[(1)]	
2열 유밀 종격벽을 갖는 유조선						
A1-F	만재적재		T_{SC}	60% (새깅)	-	All
A2-F	통상 평형수 적재		T_{BAL}	80% (호깅)	-	All
중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선						
B1-F	만재적재		T_{SC}	60% (새깅)	-	All
B2-F	통상 평형수 적재		T_{BAL}	80% (호깅)	-	All

(1) 정적 및 동적 국부하중을 유한요소 모델에 적용하여 구한 실제 전단력이 사용되어야 한다.

표 24 유조선의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준설계 적하상태 - 최전방 화물탱크

번호	설명	적재양식	정수중 하중			동적 하중상태
			흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWBM[1]	
2열 유밀 종격벽을 갖는 유조선						
A1-F	만재적재		T_{SC}	60% (새깅)	-	All
A2-F	통상 평형수 적재		T_{BAL}	80% (호깅)	-	All
중심선 유밀 종격벽을 갖는 유조선						
B1-F	만재적재		T_{SC}	60% (새깅)	-	All
B2-F	통상 평형수 적재		T_{BAL}	80% (호깅)	-	All

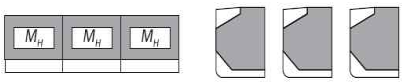
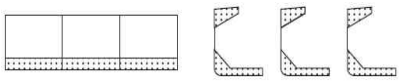
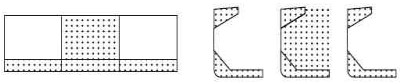
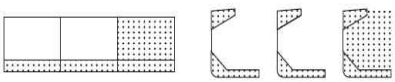
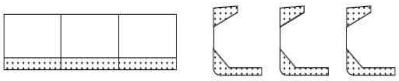
[1] 정적 및 동적 국부하중을 유한요소 모델에 적용하여 구한 실제 전단력이 사용되어야 한다.

5.2 산적화물선

5.2.1

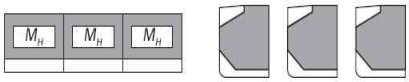
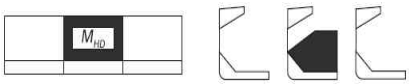
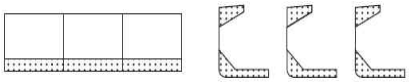
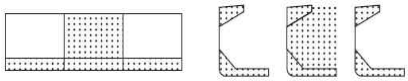
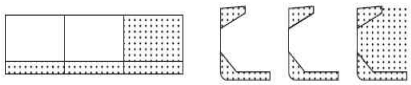
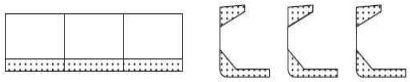
9장 1절 [6.3]에 요구되는 피로평가를 위한 산적화물선에 적용되는 표준 적하상태는 추가 운항 특기 부호 및 평가대상의 세부 상세의 위치에 따라 **표 25** 부터 **표 31**에 따른다. 연료유 탱크, 기타 기름 탱크 및 청수 탱크가 화물창 구역 근처에 배치된 경우, **9장 4절**에 따른 간이 응력해석과 **7장** 및 **9장 5절**에 따른 직접강도해석 시 적재 높이는 탱크가 가득 찬 것으로 한다.

표 25 BC-A(EA) 의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준 설계하중조합 - 최전/후방 화물창 제외

번호	설명	적재 양식 선미, 중앙, 선수	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF(1)	동적하중 상태
1-F(1)	균일 만재상태		T_{SC}	40% (새깅)	-	All
2-F(2)	격창 만재상태		T_{SC}	75% (호깅)	100%	All
3-F(1)	통상 평형수 적재		T_{BAL}	80% (호깅)	-	All
4-F (2)(3)	황천 평형수 적재		T_{BAL-H}	75% (새깅)	-	All
5-F(2)(4)			T_{BAL-H}	45% (호깅)	-	All
6-F(1)(5)			T_{BAL-H}	45% (호깅)	-	All

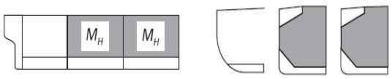
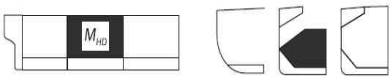
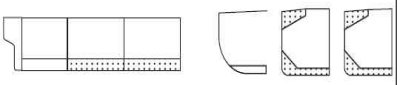
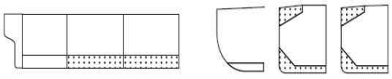
(1) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다.
(2) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다. 이러한 전단력이 목표 값을 초과하는 경우에는, 목표 값까지 전단력을 하향 조정하기 위하여 수직하중을 조정하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 있는 경우, 평형수 화물창으로 지정된 공창에 대하여 이 적하상태를 고려하여야 한다.
(4) 평형수 화물창이 3개의 화물창 모델의 전방 또는 후방인 경우, 이 적하상태를 적용한다.
(5) 평형수 화물창이 3개의 화물창 모델의 바깥쪽에 있는 경우, 이 적하상태를 적용한다.

표 26 BC-A(FA) 의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준 설계하중조합 - 최전/후방 화물창 제외

순번	설명	적재양식 선미, 중앙, 선수	흘수	C_{BM-LC} : % of perm. SWBM	C_{SF-LC} : % of perm. SWSF	동적하중 상태
1-F(1)	균일 만재적재		T_{SC}	40% (새깅)	-	All
2-F(2)	격창 만재적재		T_{SC}	75% (호깅)	100%	All
3-F(1)	통상 평형수		T_{BAL}	80% (호깅)	-	All
4-F(2)(3)	황천 평형수		T_{BAL-H}	75% (새깅)	100%	All
5-F(2)(4)			T_{BAL-H}	45% (호깅)	100%	All
6-F(1)(5)			T_{BAL-H}	45% (호깅)	-	All

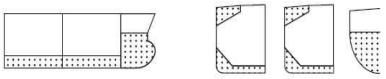
(1) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다.
(2) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다. 이러한 전단력이 목표 값을 초과하는 경우에는, 목표 값까지 전단력을 하향 조정하기 위하여 수직하중을 조정하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 있는 경우, 평형수 화물창으로 지정된 공창에 대하여 이 적하상태를 고려하여야 한다.
(4) 평형수 화물창이 3개의 화물창 모델의 전방 또는 후방인 경우, 이 적하상태를 적용한다.
(5) 평형수 화물창이 3개의 화물창 모델의 바깥쪽에 있는 경우, 이 적하상태를 적용한다.

표 27 BC-A(FA) 의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준 설계하중조합 - 최후방 화물창

번호	설명	적재양식 선미 중앙 선수	흘수	C_{BM-LC}: % of perm. SWBM	C_{SF-LC}: % of perm. SWSF	동적하중 상태
1-F(1)	균일 만재상태		T_{SC}	40% (새깅)	-	전부
2-F(2)	격창 만재상재		T_{SC}	75% (호깅)	100%	전부
3-F(1)	통상 평형수 상태		T_{BAL}	80% (호깅)	-	전부
4-F(1)(3)	황천 평형수 상태		T_{BAL-H}	45% (호깅)	-	전부

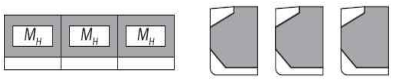
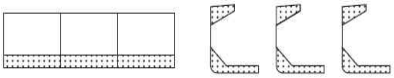
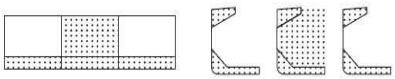
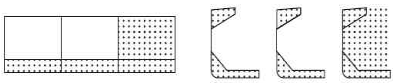
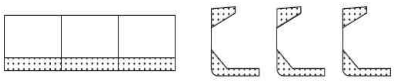
(1) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다.
(2) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다. 이러한 전단력이 목표 값을 초과하는 경우에는, 목표 값까지 전단력을 하향 조정하기 위하여 수직하중을 조정하여야 한다.
(3) 이 상태는 평형수 화물창이 3개의 화물창 모델의 바깥에 위치하는 경우에 적용한다.

표 28 BC-A(FA) 의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준 설계하중조합 - 최전방 화물창

번호	설명	적재양식	선미 중앙 선수	흘수	C_{BM-LC}: % of perm. SWBM	C_{SF-LC}: % of perm. SWSF	동적하중 상태
1-F(1)	균일 만재상태			T_{SC}	40% (새깅)	-	전부
2-F(2)	격창 만재상재			T_{SC}	75% (호깅)	100%	전부
3-F (1)	통상 평형수 상태			T_{BAL}	80% (호깅)	-	전부
4-F(1)(3)	황천 평형수 상태			T_{BAL-H}	45% (호깅)	-	전부

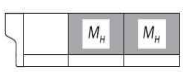
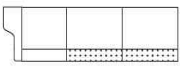
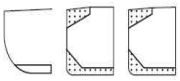
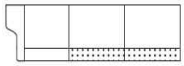
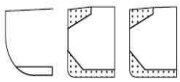
(1) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다.
(2) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다. 이러한 전단력이 목표 값을 초과하는 경우에는, 목표 값까지 전단력을 하향 조정하기 위하여 수직하중을 조정하여야 한다.
(3) 이 상태는 평형수 화물창이 3개의 화물창 모델의 바깥에 위치하는 경우에 적용한다.

표 29 BC-B, BC-C 의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준 설계하중조합 - 최전/후방 화물창 제외

번호	설명	적재양식	선미 중앙 선수	흘수	C_{BM-LC}: % of perm. SWBM	C_{SF-LC}: % of perm. SWSF	동적하중 상태
1-F (1)	균일 만재상태			T_{SC}	40% (새깅)	-	전부
2-F (1)	통상 평형수 상태			T_{BAL}	80% (호깅)	-	전부
3-F(2)(3)	황천 평형수 상태			T_{BAL-H}	75% (새깅)	100%	전부
4-F(2)(4)				T_{BAL-H}	45% (호깅)	100%	전부
5-F(1)(5)				T_{BAL-H}	45% (호깅)	-	전부

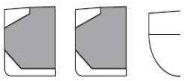
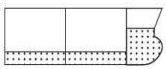
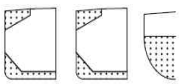
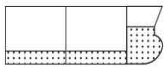
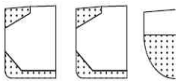
(1) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다.
(2) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력을 사용하여야 한다. 이러한 전단력이 목표 값을 초과하는 경우에는, 목표 값까지 전단력을 하향 조정하기 위하여 수직하중을 조정하여야 한다.
(3) 평형수 화물창이 있는 경우, 평형수 화물창으로 지정된 공창에 대하여 이 적하상태를 고려하여야 한다.
(4) 평형수 화물창이 3개의 화물창 모델의 전방 또는 후방인 경우, 이 적하상태를 적용한다.
(5) 평형수 화물창이 3개의 화물창 모델의 바깥쪽에 있는 경우, 이 적하상태를 적용한다.

표 30 BC-B, BC-C 의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준 설계하중조합 - 최후방 화물창

번호	설명	적재양식	선미 중앙 선수	흘수	C_{BM-LC}: % of perm. SWBM	C_{SF-LC}: % of perm. SWSF	동적하중 상태
1-F(1)	균일 만재상태			T_{SC}	40% (새깅)	-	전부
2-F(1)	통상 평형수 상태			T_{BAL}	80% (호깅)	-	전부
3-F(1)	황천 평형수 상태			T_{BAL-H}	45% (호깅)	-	전부

(1) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력곡선을 사용하여야 한다.

표 31 BC-B, BC-C 의 피로평가를 위한 유한요소 해석용 표준 설계하중조합 - 최전방 화물창

번호	설명	적재경향	선미 중앙 선수	흘수	C_{BM-LC}: % of perm. SWBM	C_{SF-LC}: % of perm. SWSF	동적하중 상태
1-F(1)	균일 만재상태			T_{SC}	40% (새깅)	-	전부
2-F(1)	통상 평형수 상태			T_{BAL}	80% (호깅)	-	전부
3-F(1)	황천 평형수 상태			T_{BAL-H}	45% (호깅)	-	전부

(1) 유한요소 모델에 정적 및 동적 국부하중을 적용하여 생기는 실제 전단력곡선을 사용하여야 한다.

부록 1 화물질량곡선

기호

h : 선체 중심선에서 내저판 상면으로부터 상갑판의 가장 낮은 위치까지 수직 거리(m)

h_a : 인접하는 두 개의 화물창 중 후방 화물창의 선체 중심선에서 내저판 상면으로부터 상갑판의 가장 낮은 위치까지 수직 거리(m)

h_f : 인접하는 두 개의 화물창 중 전방 화물창의 선체 중심선에서 내저판 상면으로부터 상갑판의 가장 낮은 위치까지 수직 거리(m)

M_H : 6절에 따른 화물 질량(t)

M_{Full} : 6절에 따른 화물 질량(t)

M_{HD} : 6절에 따른 화물 질량(t)

M_{BLK} : 블록 적하상태시 인접하는 두 개의 화물창의 각 질량 중 무거운 화물창의 값으로서 적하지침서상의 값으로 한다.(t)

T_i : i 번째 적재상태에서 고려하는 단일 화물창의 중앙 또는 인접한 2개의 화물창의 중앙에서의 흘수(m)

T_{min} : 0.75 T_{SC} 또는 인접한 2개의 화물창이 공창인 평형수 적재상태의 흘수 중 큰 것(m)

T_{H1} : 항내상태에서의 각 인접한 2개의 화물창의 M_{Full} 인 상태의 최소 허용 흘수로서 다음에 따른다.

- {No MP} 부호를 가지는 선박의 경우, 다음 중 작은 값

$$T_{H1} = 0.67\,T_{SC}$$

$$T_{H1} = T_{SC} - \frac{0.15\sum M_{Full}}{1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)}$$

- {No MP} 부호를 가지지 않는 선박의 경우

$$T_{H1} = 0.67\,T_{SC} - \frac{0.15\sum M_{Full}}{1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)}$$

T_{H2} : BC-A 선박의 EA 화물창에서 M_{Full} 을 가지거나 또는 BC-B 및 BC-C 선박의 어느 화물창에 M_{Full} 을 가지는 항내상태에서 최소 허용 흘수(m)로서 다음에 따른다.

- {No MP} 부호를 가지는 선박의 경우, 다음 중 작은 값

$$T_{H2} = 0.67\,T_{SC}$$

$$T_{H2} = T_{SC} - \frac{0.15\sum M_{Full}}{1.025\left(\frac{V_H}{h}\right)}$$

- {No MP} 부호를 가지지 않는 선박의 경우

$$T_{H2} = 0.67\,T_{SC} - \frac{0.15\sum M_{Full}}{1.025\left(\frac{V_H}{h}\right)}$$

T_{H3} : BC-A 선박의 인접한 2개의 화물창의 각각에서 M_{BLK} 을 가지고 블록적하를 하는 경우에 항내상태에서 최소 허용 흘수(m)로서 다음에 따른다.

$$T_{H3} = T_{SC} - \frac{\sum(0.15M_{BLK} + 0.1M_H)}{1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)}$$

T_{H4} : BC-A 선박의 FA 화물창에서 M_{HD} 을 가지는 항내상태에서 최소 허용 흘수(m)로서, 다음 중 작은 값에 따른다.

$$T_{H4} = 0.67T_{SC}$$

$$T_{H4} = T_{SC} - \frac{0.15M_{HD} + 0.1M_H}{1.025\frac{V_H}{h}}$$

V_H : 4장 6절에 따른 용적(m^3)
V_a : 창구 부분을 제외한 인접한 2개의 화물창 중 후방 화물창의 용적(m^3)
V_f : 창구 부분을 제외한 인접한 2개의 화물창 중 전방 화물창의 용적(m^3)
Σ : 인접한 두 개의 화물창의 질량의 합
EA : 격창 적하상태에서의 공창
FA : 격창 적하상태에서의 만재창

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 부록의 요건은 길이가 150 m 이상인 선박에 적용한다.

1.1.2

이 부록은 다음 사항을 결정하는데 사용하는 절차를 기술한다.

- 화물창의 중앙부에서 흘수의 함수로서 각 화물창 내의 최대 및 최소 화물 질량
- 임의의 인접한 2개의 화물창에 대한 평균 흘수의 함수로서 이들 화물창 내의 최대 및 최소 화물 질량

1.1.3 일반사항

[2]와 [3]에 정의된 항해 및 항내상태에서 단일 화물창 또는 인접한 2개의 화물창의 화물질량곡선은 4장 8절 [4.2]에서 고려하는 적하상태를 기초로 한다. 다만, 선박 구조가 4장 8절 [4.2.7]에서 고려하는 적하상태보다 가혹한 적하상태에 대하여 확인되는 경우에는, 최대 요구 화물 질량 및 최대 허용 화물 질량은 이에 상응하는 적하상태를 기초로 할 수 있다.

1.1.4 항내에서 적하/양하 상태

모든 산적화물선에 대하여, 항내에서 적하/양하 상태에 대한 흘수에 상응하는 단일 화물창 또는 인접한 2개의 화물창의 최대 허용 화물 질량 및 최대 요구 화물 질량은 항해상태에서 화물창에 대한 최대 흘수에서 최대 허용 질량의 15 %까지 증가 또는 감소 될 수 있다. 다만, 최대 허용 질량은 화물창 각각에 대한 설계 최대 하중 흘수에서의 최대 허용 화물 질량보다 커서는 아니 된다.

1.1.5 최대 및 최소 허용 질량 표현

여러 흘수에서 항해상태의 최대 및 최소 허용 질량($W_{\max S}(T_i)$, $W_{\min S}(T_i)$), 항내상태의 최대 및 최소 허용 질량($W_{\max H}(T_i)$, $W_{\min H}(T_i)$)은 다음 선박에 대하여 [2] 및 [3]의 표에 따른다.

- {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-A 선박
- {No MP} 부호를 가지는 BC-A 선박
- {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-B 및 BC-C 선박
- {No MP} 부호를 가지는 BC-B 및 BC-C 선박

적재된 화물창 및 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-A 선박의 최대 흘수에서 공창이 될 수 있는 화물창의 질량곡선의 예가 [2] 및 [3]의 표에 포함되어 있다.

2. 단일 화물창의 최대 및 최소 화물 질량

2.1 항해상태에서 단일 화물창의 최대 허용 질량 및 최소 요구 질량

2.1.1 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-A 선박

표 1 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-A 선박

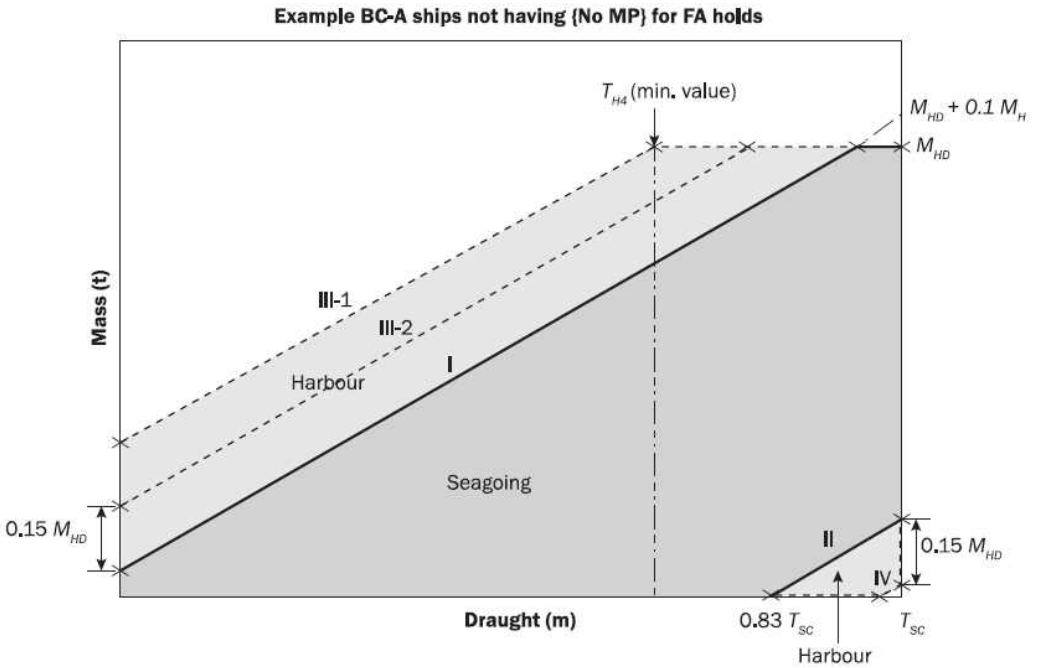
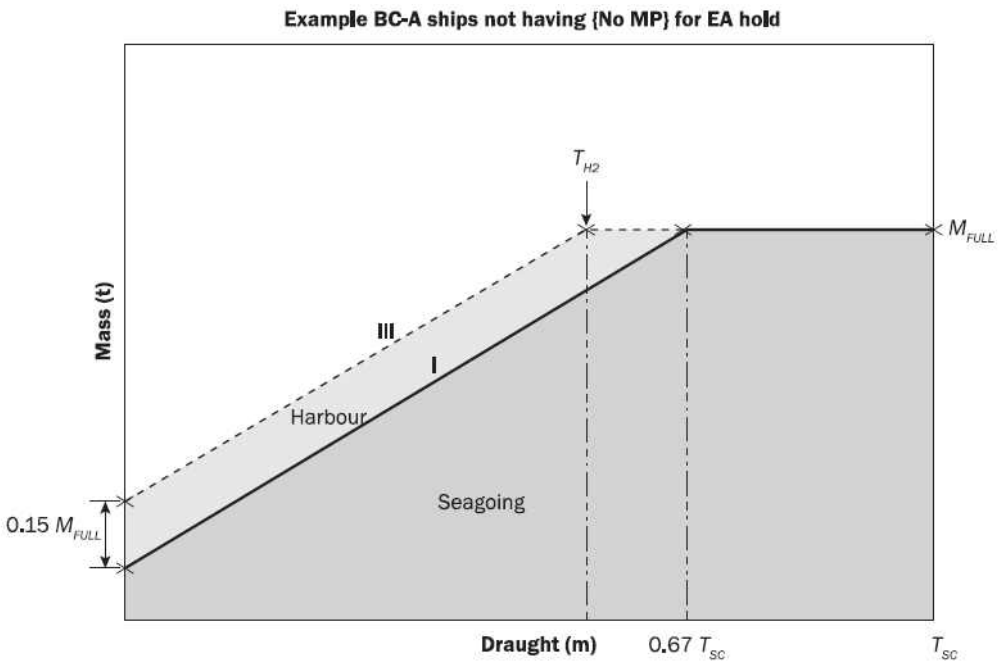
화물창	적하상태	최대/최소 곡선	곡선참고	참고
FA	항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = M_{HD} + 0.1M_H - 1.025\,V_H\dfrac{(T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{HD}$	I	4장 8절 [4.2.3] b & c
		최소 : $W_{\min S}(T_i) = 1.025\,V_H\dfrac{(T_i - 0.83\,T_{sc})}{h} \ge 0$	II	4장 8절 [4.2.2] b
	항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = \max\left[\begin{array}{l} M_{HD} - 1.025\,V_H\dfrac{(0.67\,T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{HD} \\ W_{\max S}(T_i) + 0.15M_{HD} \le M_{HD} \end{array}\right.$	III-1 III-2	4장 8절 [4.2.6] a 4장 8절 [4.2.5]
		최소 : $W_{\min H} = W_{\min S}(T_i) - 0.15M_{HD} \ge 0$	IV	4장 8절 [4.2.5]
				

표 1 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-A 선박 (계속)

화물창	적하상태	최대/최소 곡선	곡선참고	참고
EA	항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = M_{Full} - 1.025\,V_H \dfrac{(0.67\,T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{Full}$	I	4장 8절 [4.2.2] a
		최소 : $W_{\min S}(T_i) = 1.025\,V_H \dfrac{(T_i - T_{sc})}{h} \ge 0$	II	4장 8절 [4.2.3] a
	항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = W_{\max S}(T_i) + 0.15 M_{Full} \le M_{Full}$	III	4장 8절 [4.2.5]
		최소 : $W_{\min H}(T_i) = W_{\min S}(T_i) - 0.15 M_{Full} \ge 0$	IV	4장 8절 [4.2.5]
				

2.1.2 {No MP} 부호를 가지는 BC-A 선박

표 2 {No MP} 부호를 가지는 BC-A 선박

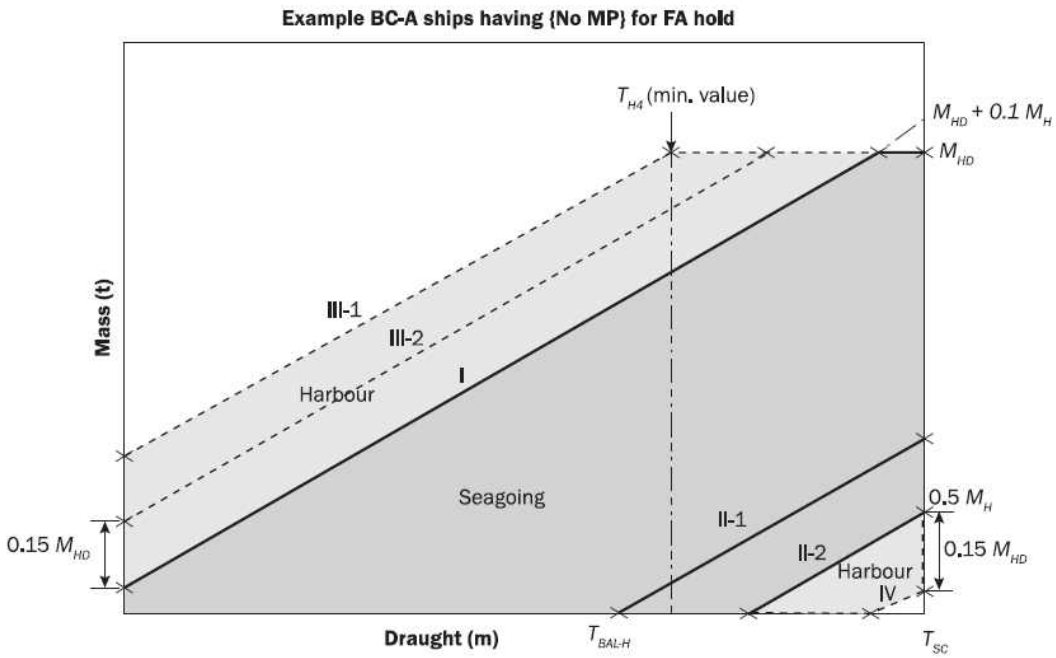
화물창	적하상태	최대/최소 곡선	곡선 참고	참고
FA	항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = M_{HD} + 0.1M_H - 1.025\,V_H \dfrac{(T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{HD}$	I	4장 8절 [4.2.3] b & c
		최소 : $W_{\min S}(T_i) = \min \begin{cases} 1.025\,V_H \dfrac{(T_i - T_{BAL-H})}{h} \ge 0 \\ 0.5M_H - 1.025\,V_H \dfrac{T_{sc} - T_i}{h} \ge 0 \end{cases}$	II-1 II-2	4장 8절 [4.2.1] c 4장 8절 [4.2.1] b
	항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = \max \begin{cases} M_{HD} - 1.025\,V_H \dfrac{(0.67T_{sc} - T_i)}{h} \ge M_{HD} \\ W_{\max S}(T_i) + 0.15M_{HD} \le M_{HD} \end{cases}$	III-1 III-2	4장 8절 [4.2.6] a 4장 8절 [4.2.5]
		최소 : $W_{\min H}(T_i) = W_{\min S}(T_i) - 0.15M_{HD} \ge 0$	IV	4장 8절 [4.2.5]
				

표 2 {No MP} 부호를 가지는 BC-A 선박 (계속)

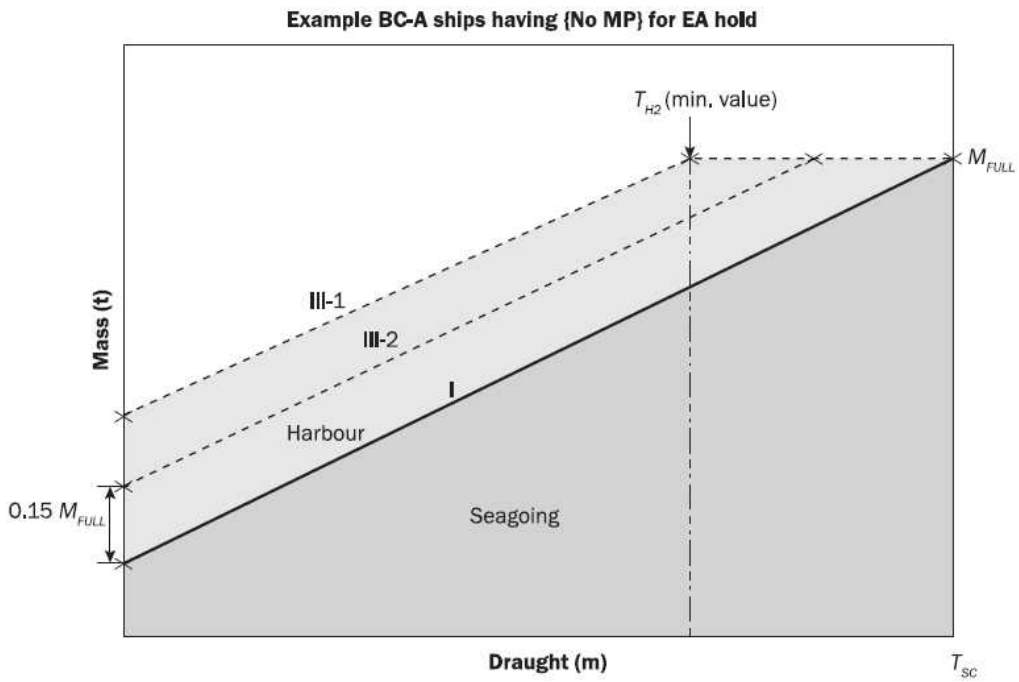
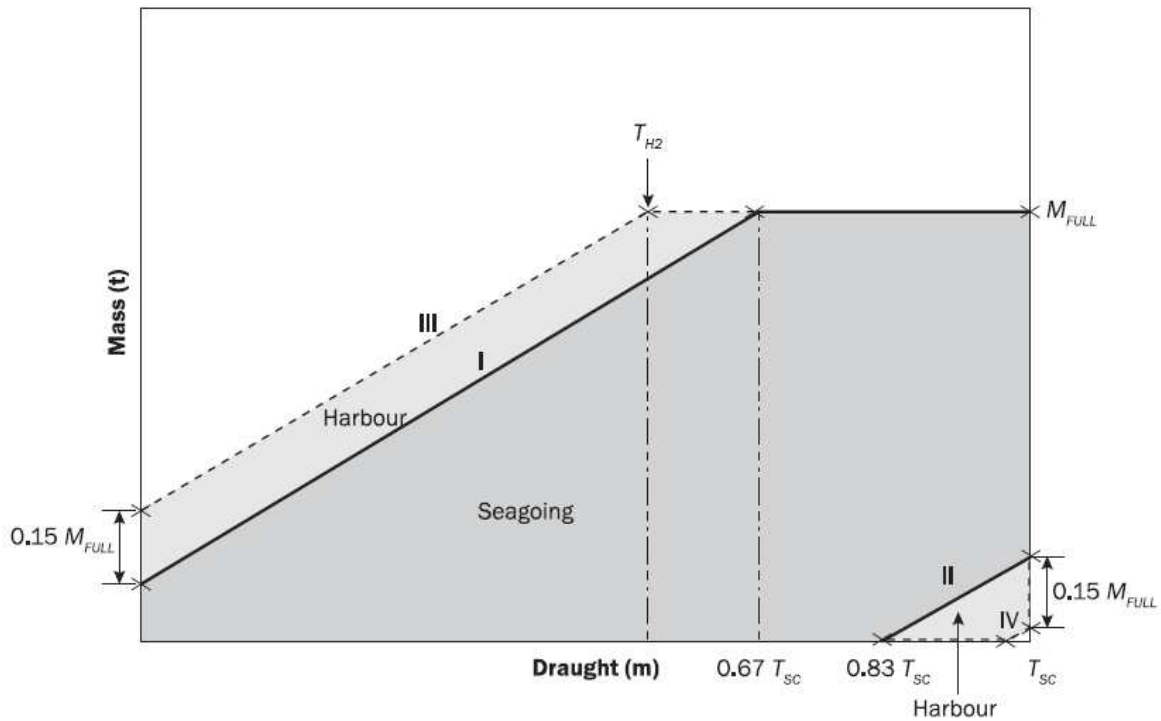
화물창	적하상태	최대/최소 곡선	곡선 참고	참고
EA	항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = M_{Full} - 1.025\,V_H \dfrac{(0.67\,T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{Full}$	I	4장 8절 [4.2.1] a
		최소 : $W_{\min S}(T_i) = 1.025\,V_H \dfrac{(T_i - T_{sc})}{h} \ge 0$	II-1 II-2	4장 8절 [4.2.3] a
	항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = \max\begin{cases} M_{Full} - 1.025\,V_H \dfrac{(0.67\,T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{Full} \\ W_{\max S}(T_i) + 0.15 M_{Full} \le M_{Full} \end{cases}$	III-1 III-2	4장 8절 [4.2.6] a 4장 8절 [4.2.5]
		최소 : $W_{\min H}(T_i) = W_{\min S}(T_i) - 0.15 M_{Full} \ge 0$	IV	4장 8절 [4.2.5]
				

표 3 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-B 및 BC-C 선박

적하상태	최대/최소 곡선	곡선 참고	참고
항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = M_{Full} - 1.025\,V_H \dfrac{(0.67\,T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{Full}$	I	4장 8절 [4.2.2] a
	최소 : $W_{\min S}(T_i) = 1.025\,V_H \dfrac{(T_i - 0.83\,T_{sc})}{h} \ge 0$	II	4장 8절 [4.2.2] b
항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = W_{\max S}(T_i) + 0.15 M_{Full} \le M_{Full}$	III	4장 8절 [4.2.5]
	최소 : $W_{\min H}(T_i) = W_{\min S}(T_i) - 0.15 M_{Full} \ge 0$	IV	4장 8절 [4.2.5]

Example BC-B and BC-C ships not having {No MP}

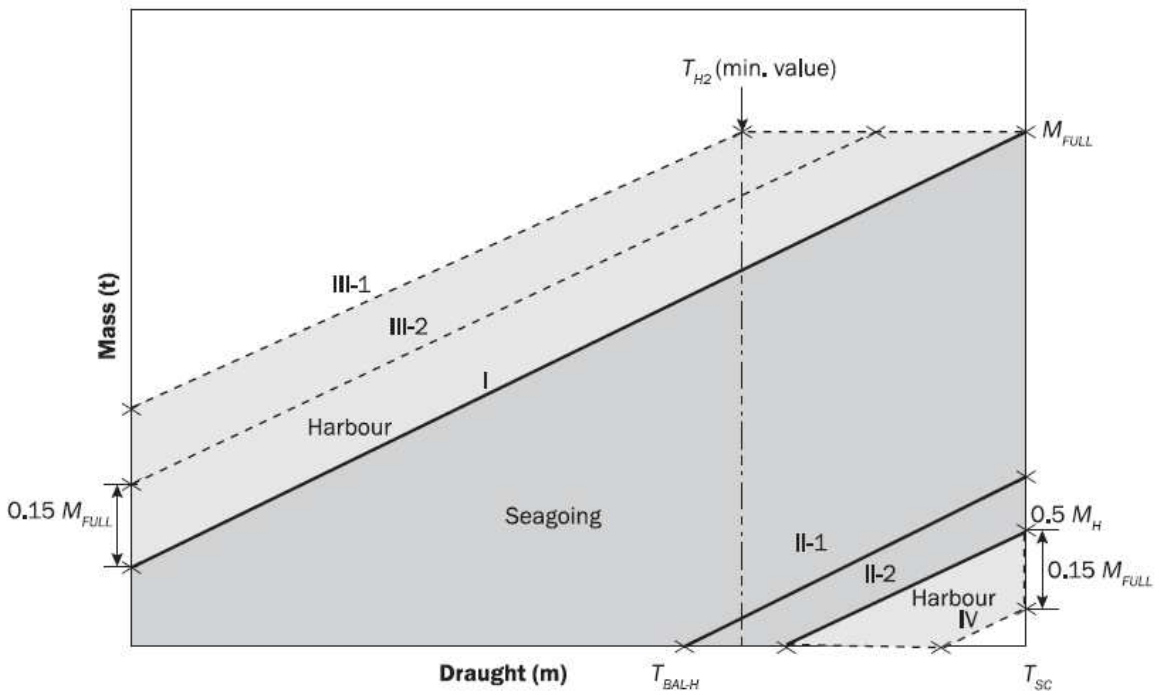


2.1.4 {No MP} 부호를 가지는 BC-B 및 BC-C 선박

표 4 {No MP} 부호를 가지는 BC-B 및 BC-C 선박

적하상태	최대/최소 곡선	곡선 참고	곡선
항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = M_{Full} - 1.025\,V_H \dfrac{(T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{Full}$	I	4장 8절 [4.2.1] a
	최소 : $W_{\min S}(T_i) = \min \begin{cases} 1.025\,V_H \dfrac{(T_i - T_{BAL-H})}{h} \ge 0 \\ 0.5M_H - 1.025\,V_H \dfrac{(T_{sc} - T_i)}{h} \ge 0 \end{cases}$	II-1 II-2	4장 8절 [4.2.1] c 4장 8절 [4.2.1] b
항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = \max \begin{cases} M_{Full} - 1.025\,V_H \dfrac{(0.67\,T_{sc} - T_i)}{h} \le M_{Full} \\ W_{\max S}(T_i) + 0.15M_{Full} \le M_{Full} \end{cases}$	III-1 III-2	4장 8절 [4.2.6] a 4장 8절 [4.2.5]
	최소 : $W_{\min H}(T_i) = W_{\min S}(T_i) - 0.15M_{Full} \ge 0$	IV	4장 8절 [4.2.5]

Example BC-B and BC-C ships having {No MP}



3. 인접한 2개의 화물창의 최대 및 최소 화물 질량

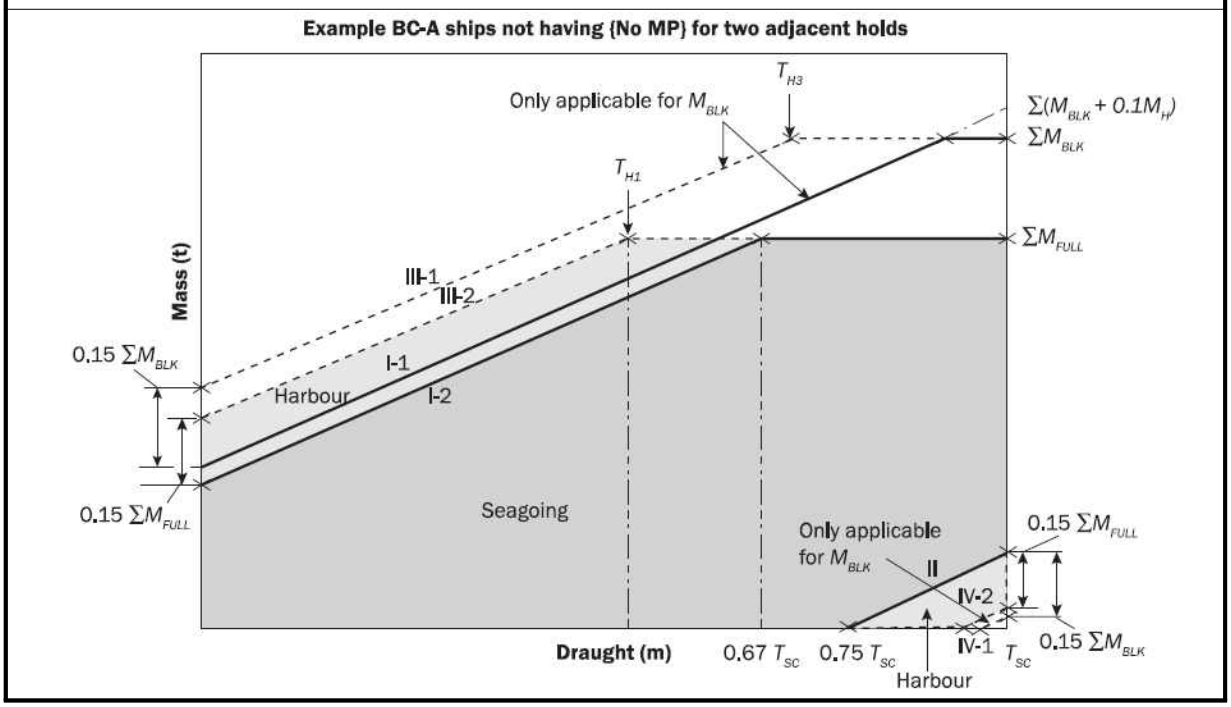
3.1 인접한 2개의 화물창의 최대 허용 질량 및 최소 요구 질량

3.1.1 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-A 선박

표 5 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-A 선박

적하상태	최대/최소 곡선	곡선 참고	참고
항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = \max\left(\begin{array}{l}\sum(M_{BLK}+0.1M_H) - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f}+\frac{V_a}{h_a}\right)(T_{sc}-Ti) \le \sum M_{BLK} \\ \sum M_{Full} - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f}+\frac{V_a}{h_a}\right)(0.67T_{sc}-T_i) \le \sum M_{Full}\end{array}\right)$	I-1[(1)] 1-2	4장 8절 [4.2.3] d 4장 8절 [4.2.2] c
	최소 : $W_{\min S}(T_i) = 1.025\left(\frac{V_f}{h_f}+\frac{V_a}{h_a}\right)(T_i - 0.75T_{sc}) \ge 0$	II	4장 8절 [4.2.2] d
항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = \max\left(\begin{array}{l}W_{\max}(T_i) + 0.15\sum M_{BLK} \le \sum M_{BLK} \\ W_{\max}(T_i) + 0.15\sum M_{Full} \le \sum M_{Full}\end{array}\right.$	III-1[(1)] III-2	4장 8절 [4.2.5] 4장 8절 [4.2.5]
	최소 : $W_{\min H}(T_i) = \min\left(\begin{array}{l}W_{\min}(T_i) - 0.15\sum M_{BLK} \ge 0 \\ W_{\min S}(T_i) - 0.15\sum M_{Full} \ge 0\end{array}\right.$	IV-1[(1)] IV-2	4장 8절 [4.2.5] 4장 8절 [4.2.5]

[(1)] 블록 적하상태가 적하지침서에 포함되는 경우에만, 이 한계곡선은 적용할 수 있다.

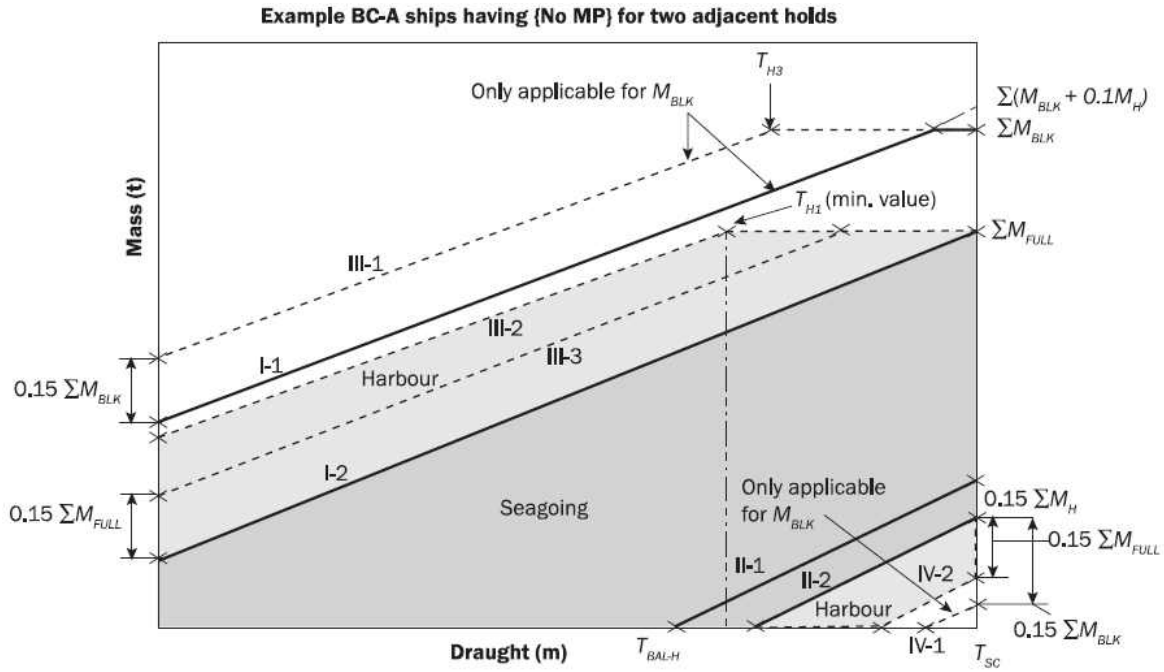


3.1.2 {No MP} 부호를 가지는 BC-A 선박

표 6 {No MP} 부호를 가지는 BC-A 선박

적하상태	최대/최소 곡선	곡선 참고	참고
항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = \max\begin{pmatrix} \sum(M_{BLK}+0.1M_H) - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f}+\frac{V_a}{h_a}\right)(T_{sc}-T_i) \le \sum M_{BLK} \\ \sum M_{Full} - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f}+\frac{V_a}{h_a}\right)(T_{sc}-T_i) \le \sum M_{Full} \end{pmatrix}$	I -1[(1)] I -2	4장 8절 [4.2.3] d 4장 8절 [4.2.2] a
	최소 : $W_{\min S}(T_i) = \min\begin{pmatrix} 1.025\left(\frac{V_f}{h_f}+\frac{V_a}{h_a}\right)(T_i - T_{BAL-H}) \ge 0 \\ 0.5\sum M_H - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f}+\frac{V_a}{h_a}\right)(T_{sc}-T_i) \ge 0 \end{pmatrix}$	II -1 II -2	4장 8절 [4.2.2] c 4장 8절 [4.2.2] b
항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = \max\begin{pmatrix} W_{\max S}(T_i) + 0.15\sum M_{BLK} \le \sum M_{BLK} \\ \sum M_{Full} - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f}+\frac{V_a}{h_a}\right)(0.67T_{sc}-T_i) \le \sum M_{Full} \\ W_{\max S}(T_i) + 0.15\sum M_{Full} \le \sum M_{Full} \end{pmatrix}$	III-1[(1)] III-2 III-3	4장 8절 [4.2.5] 4장 8절 [4.2.6] b 4장 8절 [4.2.5]
	최소 : $W_{\min H}(T_i) = \min\begin{pmatrix} W_{\min S}(T_i) - 0.15\sum M_{BLK} \ge 0 \\ W_{\min S}(T_i) - 0.15\sum M_{Full} \ge 0 \end{pmatrix}$	IV-1[(1)] IV-2	4장 8절 [4.2.5] 4장 8절 [4.2.5]

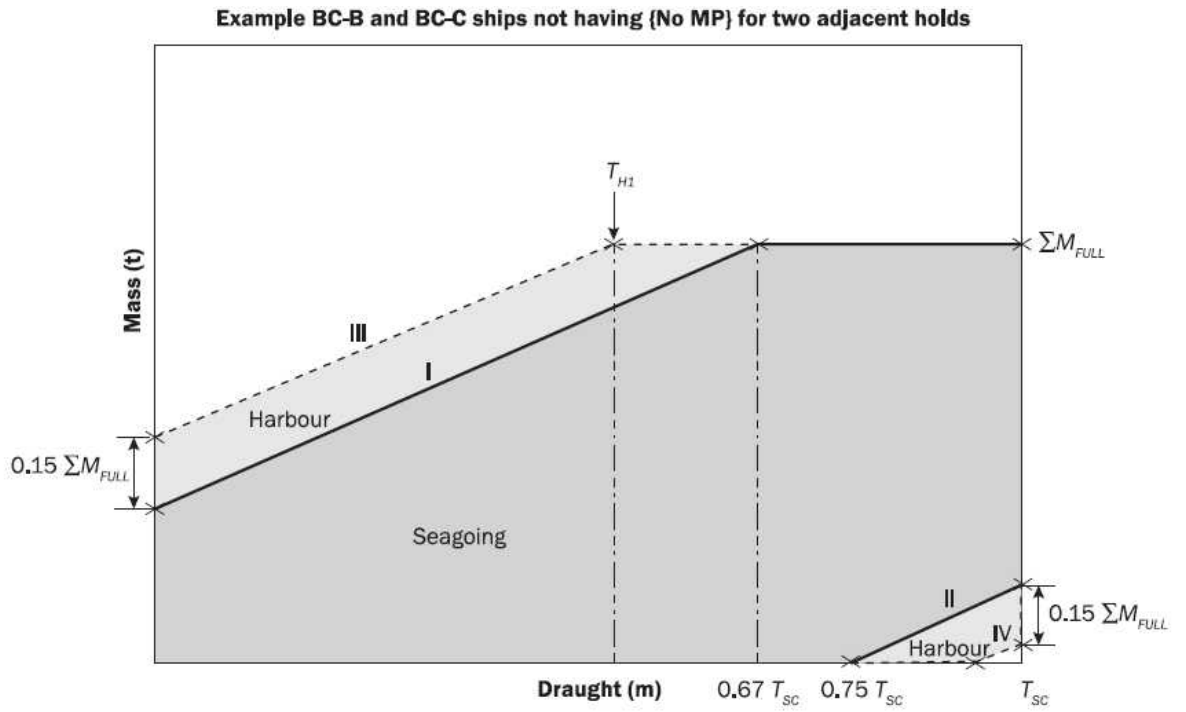
(1) 블록 적하상태가 적하지침서에 포함되는 경우에만, 이 한계곡선이 적용할 수 있다.



3.1.3 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-B 및 BC-C 선박

표 7 {No MP} 부호를 가지지 않는 BC-B 및 BC-C 선박

적하상태	최대/최소 곡선	곡선 참고	참고
항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(0.67T_{sc} - T_i) \le \sum M_{Full}$	I	4장 8절 [4.2.2] c
	최소 : $W_{\min S}(T_i) = 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(T_i - 0.75T_{sc}) \ge 0$	II	4장 8절 [4.2.2] d
항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = W_{\max S}(T_i) + 0.15\sum M_{Full} \le \sum M_{Full}$	III	4장 8절 [4.2.5]
	최소 : $W_{\min H}(T_i) = W_{\min S}(T_i) - 0.15\sum M_{Full} \ge 0$	IV	4장 8절 [4.2.5]

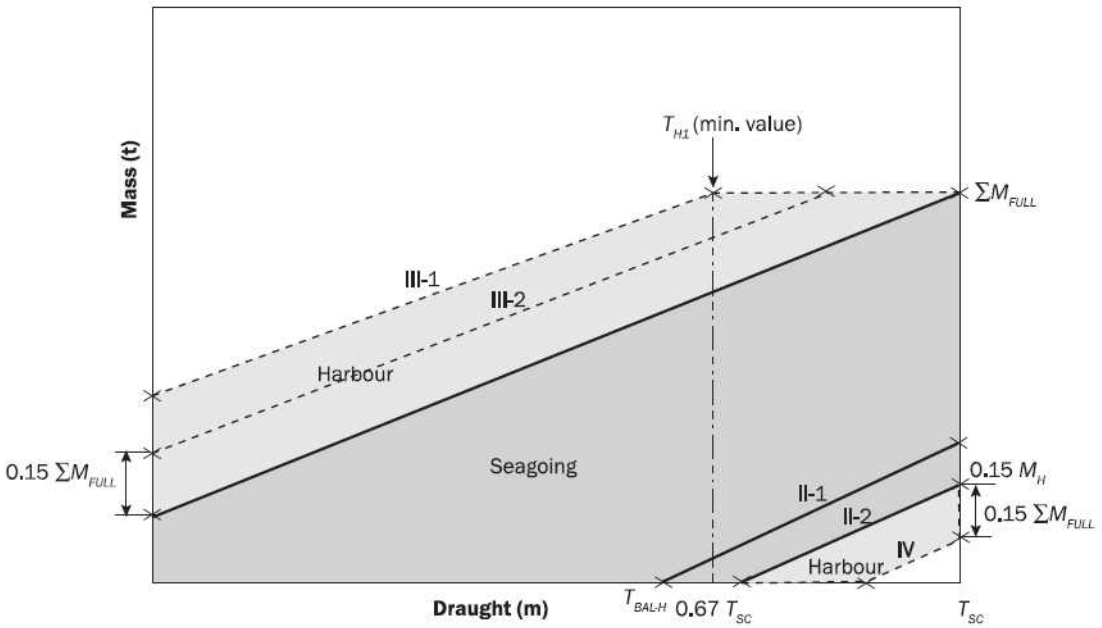


3.1.4 {No MP} 부호를 가지는 BC-B 및 BC-C 선박

표 8 {No MP} 부호를 가지는 BC-B 및 BC-C 선박

적하상태	최대/최소 곡선	곡선 참고	참고
항해	최대 : $W_{\max S}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(T_{sc} - T_i) \le \sum M_{Full}$	I	4장 8절 [4.2.1] a
	최소 : $W_{\min S}(T_i) = \min\begin{pmatrix} 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(T_i - T_{BAL-H}) \ge 0 \\ 0.5\sum M_H - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(T_{sc} - T_i) \ge 0 \end{pmatrix}$	II-1 II-2	4장 8절 [4.2.1] c 4장 8절 [4.2.1] b
항내	최대 : $W_{\max H}(T_i) = \max\begin{pmatrix} \sum M_{Full} - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(0.67T_{sc} - T_i) \le \sum M_{Full} \\ W_{\max S}(T_i) + 0.15\sum M_{Full} \le \sum M_{Full} \end{pmatrix}$	III-1 III-2	4장 8절 [4.2.6] a 4장 8절 [4.2.5]
	최소 : : $W_{\min H}(T_i) = W_{\min S}(T_i) - 0.15\sum M_{Full} \ge 0$	IV	4장 8절 [4.2.5]

Example BC-B and BC-C ships having {No MP} for two adjacent holds



13편 1부 5장
선체거더 강도

제 1 절 선체거더 항복강도

제 2 절 선체거더 최종강도

제 3 절 선체거더 잔존강도

부록 1 전단흐름의 직접계산

부록 2 선체거더 최종능력

제 1 절 선체거더 항복강도

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참고 한다.

M_{sw} : **4장 4절 [2.2.2]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 비손상 항해 시 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

M_{sw-p} : **4장 4절 [2.2.3]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 항내/보호수역 운항 시 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

M_{sw-f} : **4장 4절 [2.2.4]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 해상에서 침수 시 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

M_{wv} : **4장 4절 [3.1.1]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 비손상 항해 시 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

M_{wh} : **4장 4절 [3.1.1]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

Q_{sw} : **4장 4절 [2.3.3]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 항해 시 정수중 허용 전단력(kN)

Q_{sw-p} : **4장 4절 [2.3.4]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 항내/보호 수역운항 시 정수중 허용 전단력(kN)

Q_{sw-f} : **4장 4절 [2.3.5]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 해상에서 침수 시 정수중 허용 전단력(kN)

Q_{wv} : **4장 4절 [3.2.1]**의 고려하는 선체 횡단면에서의 비손상 또는 침수 시 항해시 수직 파랑 전단력(kN)

Q_{sw-Lcd} : 고려하는 선체 횡단면에서의 항해 시 고려하는 적하 상태의 수직 정수중 전단력(kN)

$Q_{sw-Lcd-p}$: 고려하는 선체 횡단면에서의 항내/보호 수역 운항 시 고려하는 적하상태의 수직 정수중 전단력(kN)

$Q_{sw-Lcd-f}$: 고려하는 선체 횡단면에서의 항해 시 고려하는 적하 상태의 침수 시 수직 정수중 전단력(kN)

x : **1장 4절 [3.6]**의 좌표계에서 고려하는 지점의 X 좌표(m)

V_D : **[1.4.3]**에 따른 동등한 갑판선까지의 수직 거리(m)

z : **1장 4절 [3.6]**의 좌표계에서 고려하는 지점의 Z 좌표(m)

z_n : **1장 4절 [3.6]**의 좌표계에서 **[1.2]**에 따른 순 선체 횡단면의 수평 중립축의 Z 좌표(m)

I_{y-n50} : **[1.5]**에 따른 수평 중립축에 대하여 선체 횡단면의 순 관성 모멘트(m^4)

I_{Z-n50} : **[1.5]**에 따른 수직 중립축에 대하여 선체 횡단면의 순 관성 모멘트(m^4)

Z_{A-n50} : **[1.4.1]**에 따른 선체 횡단면의 임의 지점에서의 순 단면계수(m^3)

Z_{B-n50}, Z_{D-n50} : 각각 **[1.4.2]** 및 **[1.4.3]**에 따른 선저와 갑판에 대한 순 단면계수(m^3)

z_{VD} : Z 좌표(m)로서 $V_D + z_n$ 으로 한다.

C_w : **4장 4절**의 파랑계수

ρ : 해수 밀도로서 1.025 t/m^3 로 한다.

f_β : 파도의 진행방향에 대한 수정계수로서 다음과 같다.

f_β = 1.05, 항해중 상태

f_β = 1.0, 해상, 항구 및 보호수역에서의 평형수 교환상태 및 사고침수 설계하중 시나리오

1. 선체거더 횡단면의 강도 특성

1.1 일반

1.1.1

4장 4절에서 규정한 선체거더 하중과 관련하여, 이 절에서는 [2]부터 [3]의 검토에 사용되는 선체거더 강도 특성 계산을 위한 기준을 규정한다.

1.2 선체거더 횡단면

1.2.1 일반

선체거더 횡단면은 종강도에 기여하는 부재들만으로 구성되는 것으로 고려하여야 한다. 즉 [1.2]부터 [1.2.13]의 요건을 고려하여 [1.3]에 따른 강력갑판 및 강력갑판 하의 모든 연속 종 부재들로서 구성된다.

1.2.2 순 치수

선체거더 강도 특성에 기여하는 부재들은 제공 총 두께에서 $0.5\,t_c$를 감한 순 제공 치수를 갖는 것(또한 **3장 2절** 참조)으로 고려하며, 선체거더 강도 특성은 [2]부터 [3]에 따라 선체거더 항복강도 검토에 사용된다.

1.2.3 선체거더 단면적에 기여하지 않는 구조부재

다음의 구조부재는 선체거더 단면적에 기여하지 않으므로 계산에 고려하여서는 아니 된다.

- 강력갑판을 형성하지 않는 선루
- 갑판실
- 수직 파형격벽
- 불워크 및 거터판
- 빌지 킬
- 스닙되거나 비연속적인 종 부재
- 비연속적인 해치코밍

1.2.4 연속 트렁크 및 연속 해치코밍

종격벽 또는 1차 지지부재에 의하여 효과적으로 지지되는 연속 트렁크 및 연속 종 방향 창구코밍은 선체거더 횡단면에 포함할 수 있다.

1.2.5 강력갑판상에 용접된 보강재 또는 거더

[1.2.4]에 적합한 트렁크의 갑판을 포함하여, 강력갑판 상에 용접된 종 방향 보강재 또는 거더는 선체거더 횡단면에 포함하여야 한다.

1.2.6 종 격벽에 의하여 지지되는 창구 간 종 거더

종격벽에 의하여 유효하게 지지되는 종 거더가 창구 사이에 설치되어 있는 경우, 이러한 종 거더의 단면적은 선체거더 횡단면에 포함하여야 한다.

1.2.7 수직 파형을 갖는 종 격벽

수직 파형을 갖는 종 격벽에 대하여, 수직 파형은 선체거더 횡단면에 포함하여서는 아니 된다. 수직 파형을 갖는 종 격벽은 선체거더 굽힘에는 유효하지 않지만 선체거더 전단력에는 유효하다.

1.2.8 강 이외의 재료를 사용한 부재

종강도에 기여하는 부재가 탄성계수가 $E = 2.06 \times 10^5$ (N/mm^2) 인 강 이외의 재료인 경우, 선체거더 횡단면에 포함될 수 있는 등가 강 단면적(m^2)은 다음 식에 의해 구한다.

$$A_{SE-n50} = \frac{E}{2.06 \times 10^5} A_{M-n50}$$

A_{M-n50} : 고려하는 부재의 단면적(m^2)

1.2.9 개구의 정의

개구의 정의는 다음에 따른다.

a) 큰 개구:
- 길이 2.5 m 또는 폭 1.2 m 를 초과하는 타원형 개구
- 지름 0.9 m 를 초과하는 원형 개구

b) 작은 개구(예, 배수구 등)란, 큰 개구가 아닌 개구를 말한다.
c) 맨홀
d) 격리된 개구란 선체의 종/횡 방향으로 1 m 이상 떨어진 개구를 말한다.

1.2.10 큰 개구

큰 개구 및 맨홀은 선체거더 단면계수 및 관성 모멘트에 사용되는 단면적에서 제외하여야 한다. 작은 개구가 선박의 수직/횡 방향으로 큰 개구 및 맨홀과 1 m 미만 격리된 경우에는, 개구들의 전체 폭은 단면적에서 제외하여야 한다. 추가로 **3장 6절** [6.3.2]의 요건에 적합하지 않은 격리된 작은 개구는 선체거더 횡단면적에서 제외하여야한다.

1.2.11 격리된 작은 개구

다음이 만족되면, 강력갑판이나 선저부의 횡단면에서 격리된 작은 개구는 선체거더 횡단면적에서 제외시킬 필요는 없다.

$$\Sigma b_s \leq 0.06(B - \Sigma b)$$

Σb_s : 고려하는 횡단면에서 강력갑판 또는 선저부에 있는 작은 개구들의 전체 폭(m)으로서, **그림** 1에 따르며 [1.2.10]에 따른 작은 개구는 횡단면적 계산에서 제외하지 않는다.

Σb : 고려하는 횡단면에서 큰 개구들의 전체 폭(m)으로서, **그림** 1에 따르며, [1.2.10]에 따른 큰 개구는 횡단면적 계산에서 제외하여야 한다.

작은 개구들의 전체 폭 Σb_s 이 상기 기준을 만족하지 못하는 경우, 폭의 초과분은 선체거더 단면적에서 제외하여야 한다.

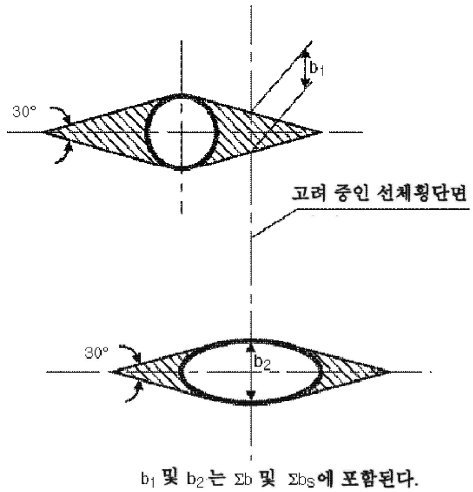


그림 1 Σb 및 Σb_S 의 계산

1.2.12 경감구멍, 배수구 및 단일 스캘롭

종 부재에 있는 경감구멍, 배수구 및 단일 스켈롭은 그 높이가 0.25 h_w 보다 작은 경우, 제외할 필요는 없다. 여기서, h_w 는 종부재의 웨브 높이(mm)이다. 반면에, 초과분은 단면적에서 제외하거나 또는 보상하여야 한다.

1.2.13 비연속적인 갑판 및 종격벽

비연속 갑판 및 종격벽의 부근에서 유효면적 계산 시, 유효 면적은 **그림 2**에 따라 구한다. 비 유효 면적을 나타내는 그림자 부분은 선박의 종축에 15도 각도의 두 개의 접선을 그려 구한다.

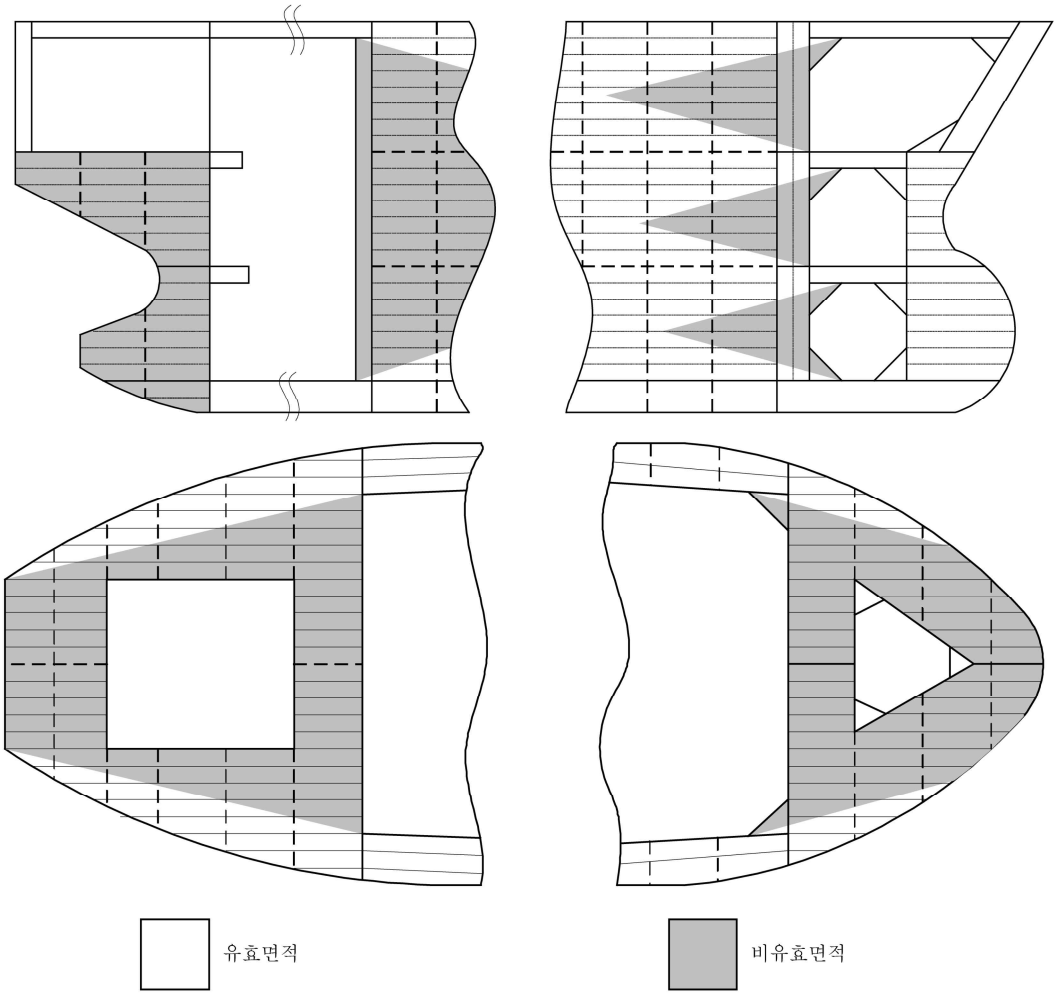


그림 2 비연속 갑판 및 격벽 주변의 유효 면적

1.3 강력갑판

1.3.1

일반적으로 강력갑판은 최상층 연속 갑판이다. 종강도에 기여하는 선루 또는 갑판실의 경우, 강력갑판은 그러한 선루 갑판 또는 최상층 갑판실의 갑판이다.

1.4 단면계수

1.4.1 임의의 점에서의 단면계수

선체 횡단면의 임의 점에서의 단면계수(m^3)는 다음 식으로부터 구한다.

$$Z_{A-n50} = \frac{I_{y-n50}}{|z - z_n|}$$

1.4.2 선저에서의 단면계수

선저에서의 단면계수(m^3)는 다음 식으로부터 구한다.

$$Z_{B-n50} = \frac{I_{y-n50}}{z_n}$$

1.4.3 갑판에서의 단면계수

갑판에서의 단면계수(m^3)는 다음 식으로부터 구한다.

$$Z_{D-n50} = \frac{I_{y-n50}}{V_D}$$

V_D : 동등한 갑판선의 수직거리(m)로서 다음과 같다.

- 선측에서 강력갑판으로부터 연장되어 선체 중심선에서 중립축으로부터 $(z_D - z_n)/0.9$ 위치까지 연장된 선위에 [1.2.4] 및 [1.2.5]에 규정된 유효한 종 부재가 위치하지 않는 경우

$$V_D = z_D - z_n$$

- 선측에서 강력갑판으로부터 연장되어 선체 중심선에서 중립축으로부터 $(z_D - z_n)/0.9$ 위치까지 연장된 선위에 [1.2.4] 및 [1.2.5]에 규정된 유효한 종 부재가 위치하는 경우,

$$V_D = (z_T - z_n)\left(0.9 + 0.2\frac{y_T}{B}\right) \geq z_D - z_n$$

z_D : [1.3]의 선측에서 강력 갑판의 Z 좌표(m)

y_T, z_T : V_D 값이 최대가 되는 지점에서 측정된 연속 트렁크, 창구코밍, 종 보강재 또는 거더 상면의 Y 및 Z 좌표

1.5 관성 모멘트

1.5.1

[1.2]에 따른 선체 횡단면의 관성 모멘트 I_{y-n50} 및 I_{z-n50} (m^4)은 각각 수평 및 수직 중립축에 관하여 계산한 값이다.

2. 선체거더 굽힘강도 평가

2.1 일반

2.1.1

[2.3]에 따른 요구 단면계수 및 관성 모멘트에 기초한 선체거더의 모든 연속된 종부재의 치수는 선체 중앙부 $0.4L$ 구간 내에서 유지되어야 한다.

2.1.2

재료계수 k는 [1]에 따라 종방향 강도에 기여하는 갑판 부재 및 선저에 사용되는 재료에 대하여 정의되어야 한다. 고장력강에 대한 재료계수는 [2.4]의 요건을 적용한다.

2.2 수직응력

2.2.1

수직 굽힘 모멘트에 의한 수직응력 σ_L 은 AE 에서 FE 까지 선체거더의 전체 길이를 따라서 호깅과 새깅상태에 대하여 평가되어야 한다. z_{VD} 아래 선체 횡단면의 임의 지점에서의 수직응력 σ_L 은 다음 식을 만족하여야 한다.

$$\sigma_L \le \sigma_{perm}$$

σ_L : [2.2.2]에서 정의한 수직응력(N/mm^2)

σ_{perm} : **표 1**에 따른 선체거더 허용 굽힘응력(N/mm^2)

2.2.2

수직 굽힘 모멘트에 의한 수직응력 σ_L (N/mm^2)은 **표 2**에 따른다.

표 1 선체거더 허용 굽힘응력 σ_{perm}

상태	설계하중	선체거더 허용 굽힘응력, σ_{perm}				
		$\frac{x}{L} \le 0.1$	$0.1 < \frac{x}{L} < 0.3$	$0.3 \le \frac{x}{L} \le 0.7$	$0.7 < \frac{x}{L} < 0.9$	$\frac{x}{L} \ge 0.9$
항해상태	(S + D)	$140/k$	선형 보간법	$190/k$	선형 보간법	$140/k$
항내/보호 수역	(S)	$105/k$	선형 보간법	$143/k$	선형 보간법	$105/k$
길이가 150 m 이상인 산적화물선의 항해중 침수상태	(A : S + D)	$140/k$	선형 보간법	$190/k$	선형 보간법	$140/k$

표 2 수직응력 σ_L

상태	수직응력, σ_L		
	z_{VD} 아래 모든 점	선저(1)	갑판(1)
항해상태	$\sigma_L = \frac{M_{sw} + f_\beta M_{wv}}{Z_{A-n50}} 10^{-3}$	$\sigma_L = \frac{M_{sw} + f_\beta M_{wv}}{Z_{B-n50}} 10^{-3}$	$\sigma_L = \frac{M_{sw} + f_\beta M_{wv}}{Z_{D-n50}} 10^{-3}$
항내/보호 수역	$\sigma_L = \frac{M_{sw-p}}{Z_{A-n50}} 10^{-3}$	$\sigma_L = \frac{M_{sw-p}}{Z_{B-n50}} 10^{-3}$	$\sigma_L = \frac{M_{sw-p}}{Z_{D-n50}} 10^{-3}$
길이가 150 m 이상인 산적화물선의 항해중 침수상태	$\sigma_L = \frac{M_{sw-f} + M_{wv}}{Z_{A-n50}} 10^{-3}$	$\sigma_L = \frac{M_{sw-f} + M_{wv}}{Z_{B-n50}} 10^{-3}$	$\sigma_L = \frac{M_{sw-f} + M_{wv}}{Z_{D-n50}} 10^{-3}$

(1) 선저와 갑판에서의 수직응력 σ_L 값은 임의 위치에 대하여 주어진 식의 적용에 따라 등가 갑판선 및 기선에서 계산된다.

2.2.3

선체거더 횡단면에 포함되어 있는 강 이외의 재료가 적용된 부재의 수직응력(N/mm^2)은 다음 식에 따른다.

$$\sigma_L = \frac{E}{2.06 \times 10^5}\sigma_{LS}$$

σ_{LS} : 부재가 **[1.2.8]**에 정의된 강 등가 단면적 A_{SE}을 갖는 것으로 고려되어 **[2.2.2]**에 따라 계산된 고려하는 부재의 수직응력(N/mm^2)

2.3 선체 중앙부 단면의 최소 관성 모멘트 및 순 단면계수

2.3.1

선체 중앙부의 횡단면에서 수평축에 대한 순 관성 모멘트 I_{y-n50} (m^4)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$I_{yR} = 2.7C_wL^3B(C_B + 0.7)10^{-8}$$

2.3.2

선체 중앙부 횡단면에서, 갑판 및 선저에서의 선체거더 수직 순 단면 계수 Z_{D-n50} 및 Z_{B-n50} (m^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z_R = 0.9kC_wL^2B(C_B + 0.7)10^{-6}$$

2.4 고장력강의 범위

2.4.1 수직 범위

갑판 및 선저부에 사용되는 고장력강의 각각 선측에서의 형 갑판선 또는 기선으로부터 측정된 수직방향 범위 $z_{hts,i}$ (m)는 다음 식으로부터 구한 값 이상이어야 한다.(**그림 3** 참조)

$$z_{hts,i} = z_1\left(1 - \frac{\sigma_{perm,i}}{\sigma_L}\right)$$

z_1 : 각각 수평 중립축에서 형 갑판선 또는 기선까지 거리(m)

$\sigma_{perm,i}$: **표 1** 및 **그림 3**에 주어진, 고려하는 강의 선체거더 허용 굽힘응력(N/mm^2)

σ_L : **표 3**에 따른, 각각 형 갑판선 또는 기선에서의 선체거더 굽힘응력(N/mm^2)

표 3 기선 및 형 갑판선의 선체거더 응력

상태	기선	형 갑판선
항해상태	$\sigma_{bl} = \frac{\lvert M_{sw} + f_\beta M_{wv}\rvert}{I_{y-n50}} z_n 10^{-3}$	$\sigma_{dk} = \frac{\lvert M_{sw} + f_\beta M_{wv}\rvert}{I_{y-n50}} (z_{dk-s} - z_n)10^{-3}$
항내/보호 수역	$\sigma_{bl} = \frac{\lvert M_{sw-p}\rvert}{I_{y-n50}} z_n 10^{-3}$	$\sigma_{dk} = \frac{\lvert M_{sw-p}\rvert}{I_{y-n50}} (z_{dk-s} - z_n)10^{-3}$
길이가 150m 이상인 산적화물선의 항해중 침수상태	$\sigma_{bl} = \frac{\lvert M_{sw-f} + M_{wv}\rvert}{I_{y-n50}} z_n 10^{-3}$	$\sigma_{dk} = \frac{\lvert M_{sw-f} + M_{wv}\rvert}{I_{y-n50}} (z_{dk-s} - z_n)10^{-3}$
z_{dk-s} : 선측에서 측정한 기준선에서 형 갑판선까지의 거리(m)		

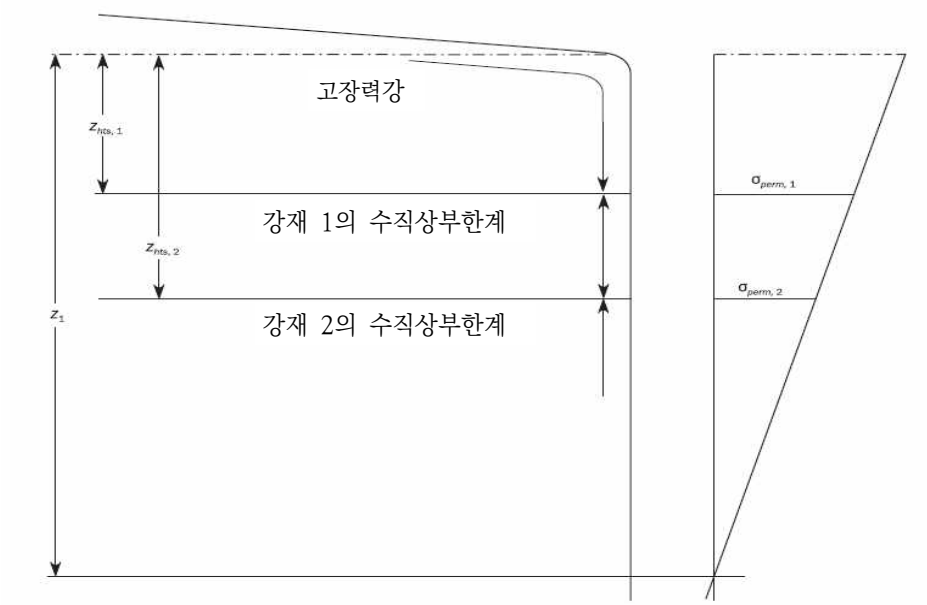


그림 3 고장력강의 수직 범위

2.4.2 종 방향 범위

고장력강이 사용되는 경우, 그 적용은 종 방향 응력 수준이 연강 구조의 허용 범위 내에 있는 위치까지의 선박 전체 길이에 걸쳐 연속적이어야 한다.(**그림 4** 참조)

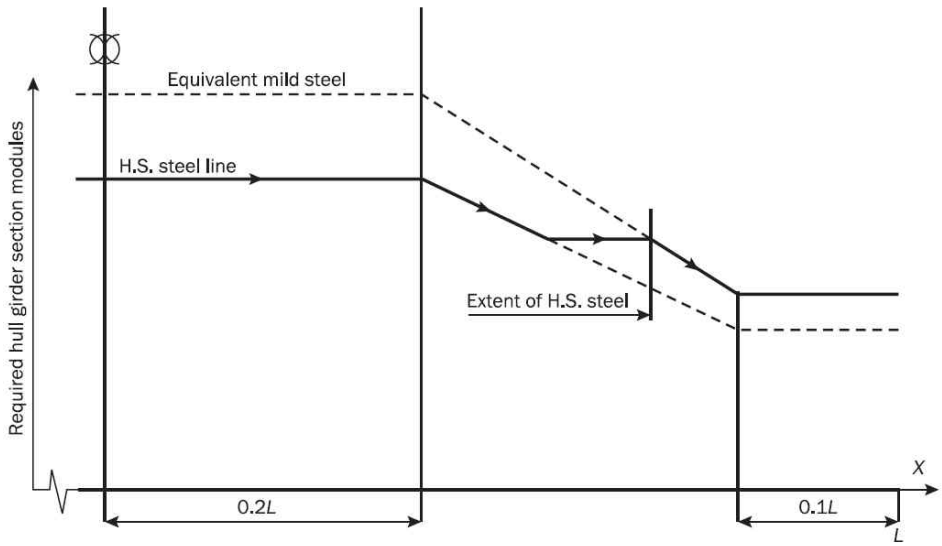


그림 4 고장력강의 종 방향 범위

3. 선체거더 전단 강도평가

3.1 일반

3.1.1

선체거더 전단 강도 요건은 AE 에서 FE 까지 선체거더의 전체 길이를 따라서 적용한다.

3.2 선체거더 전단능력

3.2.1

전체 수직 선체거더 전단능력 Q_R (kN)은 고려하는 횡단면의 선체거더 전단력에 기여하는 모든 판 i 에 대해 계산된 최소값으로 다음과 같이 구한다.

$$Q_R = \min_i \left(\frac{\tau_{i-perm} \cdot t_{i-n50}}{q_{vi}} \cdot 10^{-3} \right)$$

t_{i-n50} : 판 i 의 순 두께(mm). 유조선의 화물탱크 내 종격벽의 경우, t_{i-n50} 은 적절히 $t_{sti-n50}$ ([3.4.1] 참조) 및 $t_{sti-k-n50}$ ([3.5.1] 참조)를 적용할 수 있다.

q_{vi} : 0.5 t_c가 차감된 순 치수를 기준으로 한 판 i 의 mm 당 선체거더 전단력에 대한 기여율(mm^{-1})로서 **5장 부록 1**에 따른 얇은 빔 이론을 기초로 한 수치계산으로부터 구한 mm 당 단위 전단 흐름과 동등하다.

τ_{i-perm} : **표 4**에 따른 판 i 의 허용 전단응력(N/mm^2)

표 4 허용 선체거더 전단응력 τ_{i-perm}

상태	설계하중	선체거더 허용 전단응력, τ_{i-perm}
항해상태	(S + D)	$120/k$
항내/보호 수역상태	(S)	$105/k$
길이가 150 m 이상인 산적화물선의 항해중 침수상태	(A : S + D)	$120/k$

3.3 허용기준

3.3.1 허용 수직 전단력

수직 허용 전단력은 아래 기준에 적합하여야 한다.

- 항해중인 상태 : $|Q_{sw}| \le Q_R - |f_\beta Q_{wv}|$
- 항내/보호수역에서의 운항상태 : $|Q_{sw-p}| \le Q_R$
- 길이가 150 m 이상인 산적화물선의 항해중 침수상태 : $|Q_{sw-f}| \le Q_R - |Q_{wv}|$

Q_R : [3.2.1]에 따른 전체 수직 거더 전단 능력(kN)

위의 기준에 사용된 전단력, Q_{wv} 은 각각 고려된 전단력 Q_{sw}, 및 Q_{sw-f} 와 같은 부호를 가져야 한다.

3.3.2 수직 정수중 전단력

모든 하중상태에서의 수직 정수중 전단력(kN)은 아래 기준에 적합하여야 한다.

- 항해중인 상태 : $|Q_{sw-Lcd} - \triangle Q_{mdf}| \leq |Q_{sw}|$
- 항내/보호수역에서의 운항상태 : $|Q_{sw-Lcd-P} - \triangle Q_{mdf}| \leq |Q_{sw-p}|$
- 길이가 150 m 또는 이상인 산적화물선의 항해중 침수상태 : $|Q_{sw-Lcd-f} - \triangle Q_{mdf}| \leq |Q_{sw-f}|$

$\triangle Q_{mdf}$: 고려하는 횡단면의 수정된 전단력(kN)으로서 다음과 같이 구한다.

- 산적화물선의 경우, [3.6.1]에 의한 값
- 유조선의 경우, $\triangle Q_{mdf} = 0$

허용 전단력 Q_{sw}, Q_{sw-p}, Q_{sw-f} 은 각각 고려하는 전단력, Q_{sw-Lcd}, $Q_{sw-Lcd-p}$, $Q_{sw-Lcd-f}$ 와 같은 부호를 가져야 한다.

3.4 유조선의 화물탱크 내 종격벽의 유효 순 두께

3.4.1

화물탱크 사이의 종격벽의 경우, 판 i 의 내저판 상부 판의 순 두께 t_{sfc} (mm)는 다음 식에 따른다.

$$t_{sfi-n50} = t_{i-n50} - t_{\triangle i}$$

$t_{\triangle i}$: [3.4.2]에 따른 판 i 에 대한 두께 감소(mm)

3.4.2

전단력 수정에 대한 두께 감소의 수직 분포는 **그림 5**에 나타난 것과 같이 삼각형의 모습으로 가정된다. 전단력 수정을 고려한 두께 감소 $t_{\triangle i}$ (mm)는 다음과 같이 구한다.

$$t_{\triangle i} = \frac{\delta Q_3}{h_{blk}\tau_{i-perm}}\left(1 - \frac{x_{blk}}{0.5\,\ell_{tk}}\right)\left(2 - \frac{2(z_p - h_{db})}{h_{blk}}\right)$$

δQ_3 : 한 개 또는 두 개의 종격벽이 설치된 선박에 대하여 각각 [3.4.3] 및 [3.4.4]에 따른 종격벽에 대한 전단력 수정(kN)

ℓ_{tk} : 화물탱크의 길이(m)

h_{blk} : 내저판에서 격벽 최상부 갑판까지의 거리로 정의된 종격벽의 높이(m) (**그림 5** 참조)

x_{blk} : 고려하는 단면에서 가장 가까운 화물탱크 횡격벽까지의 종방향 거리(m). 양의 값이어야 한다. 다만, 0.5 ℓ_{tk} 보다 커서는 아니 된다.

z_p : 판 i 의 하단으로부터 기선까지 수직 거리(m). h_{db} 보다 작아서는 아니 된다.

h_{db} : 이중저의 높이(m) (**그림 5** 참조)

τ_{i-perm} : 판 i 의 선체거더 허용 전단력(N/mm^2)으로 $\tau_{i-perm} = 120/k$ 로 한다.

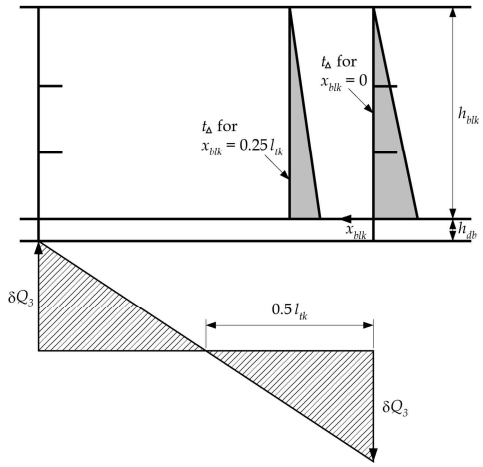


그림 5 종격벽에 대한 전단력 수정

3.4.3 중심선 종격벽이 있는 선박의 전단력 수정

중심선 종격벽이 있는 선박에 대하여 횡격벽 부근의 전단력 수정 δQ_3 (kN)은 다음 식에 의한다.

$$\delta Q_3 = 0.5 K_3 F_{db}$$

F_{db} : [3.4.5]에 따른 탱크의 이중저에 작용하는 최대 하중(kN)

K_3 : 수정계수로서 다음에 따른다.

$$K_3 = 0.4 \bullet \left(1 - \frac{1}{1+n}\right) - f_3$$

n : 횡격벽 사이 늑판의 수

f_3 : 전단력 분포계수로서 **표 5**에 따른다.

3.4.4 화물탱크 사이 2개의 종격벽을 갖는 선박의 전단력 수정

화물탱크 사이 2개의 종격벽이 있는 선박에 대하여 전단력 수정 δQ_3 (kN) 은 다음 식에 따른다.

$$\delta Q_3 = 0.5 K_3 F_{db}$$

F_{db} : [3.4.5]에 따른 탱크의 이중저에 작용하는 최대 하중(kN)

K_3 : 수정계수로서 다음에 따른다.

$$K_3 = 0.5 \bullet \left(1 - \frac{1}{1+n}\right)\left(\frac{1}{r+1}\right) - f_3$$

n : 횡격벽 사이 늑판의 수.

r : 종격벽에서 이중선측까지 늑판 및 제수격벽에 의해 전달된 부분하중의 비율로서 다음에 따른다.

$$r = \frac{1}{\left[\dfrac{A_{3-n50}}{A_{1-n50} + A_{2-n50}} + \dfrac{2 \times 10^4 b_{80}(n_s + 1) A_{3-n50}}{\ell_{tk}(n_s A_{T-n50} + R)}\right]}$$

ℓ_{tk} : 선측 화물탱크에서 횡격벽 사이의 화물탱크 길이(m)

b_{80} : 탱크 길이 중간에서 종격벽으로부터 내측 종격벽까지 길이의 80 % (m)

A_{T-n50} : 선측 화물탱크 내의 바로 하부 이중저 늑판를 포함하는 횡 방향 제수격벽의 순 전단 면적으로(cm^2) 수직 단면에서 가장 작은 면적으로 구한다.

A_{1-n50}, A_{2-n50}, A_{3-n50} : **표 5**에 따른 순 단면적(m^2)

f_3 : **표 5**에 따른 전단력 분포계수

n_s : 선측 화물탱크 내 제수격벽의 수

R : 선측탱크 내 횡 방향 1차 지지부재의 전체 효율(cm^2)로서 다음에 의한 값

$$R = \left(\frac{n - n_s}{2} - 1\right)\frac{A_{Q-n50}}{\gamma}$$

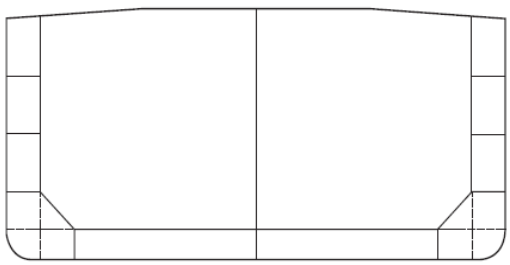
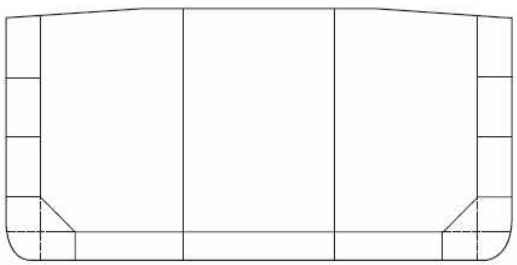
γ : 다음에 의한 값

$$\gamma = 1 + \frac{300\, b_{80}^2 A_{Q-n50}}{I_{psm-n50}}$$

A_{Q-n50} : 선측 화물탱크 내에 횡 방향 1차 지지부재의 순 전단 면적(cm^2). 크로스타이, 갑판 횡 방향 웨브 및 늑판의 순 전단 면적의 합. 순 전단 면적은 부재의 스팬 중앙에서 계산한다.

$I_{psm-n50}$: 선측 화물탱크 내 횡 방향 1차 지지부재의 순 관성 모멘트(cm^4)로서 크로스타이 및 횡 방향 웨브의 관성 모멘트의 합. 관성 모멘트는 1차 지지부재의 간격과 동일한 폭의 부착판을 포함하며 그 부재의 스팬 중앙에서 계산한다.

표 5 유조선에 대한 전단력 분배 요소

선체 배열	f_3 요소
1개의 중심선 격벽 	$f_3 = 0.504 - 0.076\frac{A_{1-n50}}{A_{2-n50}} - 0.156\frac{A_{2-n50}}{A_{3-n50}}$
2개의 종격벽 	$f_3 = 0.353 - 0.049\frac{A_{1-n50}}{A_{2-n50}} - 0.095\frac{A_{2-n50}}{A_{3-n50}}$

A_{1-n50}, A_{2-n50}, A_{3-n50} : 고려하는 단면의 한쪽 현에서 선측외판, 내측 종격벽, 또는 종격벽의 각각 순 두께 t_{n50} 을 기반으로 수직면에 투영된 순면적

A_{1-n50} : 만곡부 외판를 포함하는 외판의 순 판 면적

A_{2-n50} : 호퍼 경사판 및 하부 거더를 포함하는 내측 종격벽의 순 판 면적

A_{3-n50} : 하부 이중저 거더를 포함하는 종격벽의 순 판 면적. 중심선 격벽의 면적은 감소시키지 않는다. 파형 종격벽의 경우, **[3.4.6]**에 따라 파형의 등가 순 두께를 고려한다.

3.4.5 이중저에 작용하는 수직하중

탱크 내 이중저에 작용하는 최대하중 F_{db} 은 **표 6**의 최소 조건에 의한 것보다 작지 않아야 한다.
탱크 내 이중저에 작용하는 최대하중 F_{db} (kN) 은 다음에 따른다.

$$F_{db} = g|W_{CT} + W_{CWBT} - \rho b_2 \ell_{tk} T_{mean}|$$

W_{CT} : **표 7**에 따른 화물의 무게(ton)
W_{CWBT} : **표 7**에 따른 평형수의 무게(ton)
b_2 : **표 7**에 따른 폭(m)
ℓ_{tk} : 화물탱크의 길이(m)
T_{mean} : 고려하는 적하상태에 대한 탱크 길이 중앙에서의 흘수(m)

표 6 이중저에 대한 최소조건

구조배치	양/음의 하중, F_{db}	최소조건
중심선 종격벽을 가진 선박	양의 최대 순 수직 하중, F_{db+}	0.9 T_{SC} 및 화물탱크와 평형수 탱크의 공창
	음의 최대 순 수직 하중, F_{db-}	0.6 T_{SC} 및 만재 화물탱크와 공창 평형수 탱크
두 개의 종격벽을 가진 선박	양의 최대 순 수직 하중, F_{db+}	0.9 T_{SC} 및 화물탱크와 평형수 탱크의 공창
	음의 최대 순 수직 하중, F_{db-}	0.6 T_{SC} 및 만재 중앙 화물탱크와 공창 평형수 탱크

표 7 이중저에 대한 설계조건

구조배치	W_{CT}	W_{CWBT}	b_2
한 개의 종격벽을 가진 선박	최소 비중 1.025 ton/m^3 을 사용한 화물탱크 내의 화물의 중량(ton)	좌우현 내측 종격벽 사이의 평형수 중량(ton)	**그림 5**와 같이 탱크 길이의 중간에서 내측 종격벽의 최대 폭(m)
두 개의 종격벽을 가진 선박	최소 비중 1.025 ton/m^3 을 사용한 중앙탱크 내의 화물의 중량(ton)	중앙탱크 하부의 평형수의 중량(ton)	**그림 5**와 같이 탱크 길이의 중간에서 중앙탱크의 최대 폭(m)

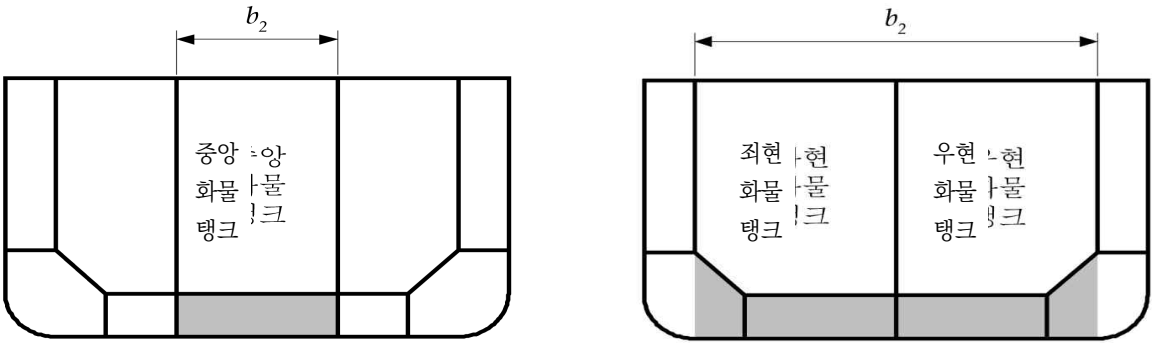


그림 6 탱크 폭 b_2

3.4.6 파형의 등가 순 두께

표 5의 유효 순 전단면적 A_{3-n50} 및 단위 전단 흐름의 계산에 사용되는 수직 및 수평 파형격벽의 등가 순 두께 $t_{cor-n50}$ (mm)는 다음과 같이 구한다.

$$t_{cor-n50} = \frac{t_{w-gr} + t_{f-gr}}{2} \cdot \frac{s_c}{c+a} - 0.5t_c$$

t_{w-gr} : 파형 웨브의 총 두께(mm)
t_{f-gr} : 파형 플랜지의 총 두께(mm)
s_c : **3장 6절 그림 21**에 따른 하나 파형의 간격(mm)
c : **3장 6절 그림 21**에 따른 파형 웨브의 폭(mm)
a : **3장 6절 그림 21**에 따른 파형 플랜지의 폭(mmm)

[CORR1 to 01 JAN 2021]

3.5 유조선의 화물탱크내 종격벽의 유효 순 두께 - 횡 격벽 스트링거의 하중에 의한 수정

3.5.1

그림 8에 명시된 영역 내에서 횡 격벽 스트링거 연결부의 판의 등가 순 두께 t_{str-k} (mm)는, 지수 k 가 스트링거의 식별 번호를 나타낼 경우, 다음 식보다 커서는 아니 된다.

$$t_{sti-k-n50} = t_{sfi-n50}\left(1 - \frac{\tau_{sti-k}}{\tau_{i-perm}}\right)$$

τ_{sti-k} : 종격벽 판 i 의 스트링거 k 부근의 스트링거 하중으로 인한 전단응력(N/mm^2)으로서 다음에 따른다.

$$\tau_{sti-k} = \frac{Q_{st-k}}{\ell_{st-k}\, t_{sfi-n50}}$$

$t_{sfi-n50}$: 스트링거에 상응하는 높이의 횡 격벽에서 계산된 유효 순 판 두께(mm). **[3.4.1]**의 정의에 따른다.
τ_{i-perm} : 판 i 선체거더 허용 전단응력(N/mm^2)으로 $120/k$ 으로 한다.
ℓ_{st-k} : **그림 7**에 따른 스트링거의 연결 길이(m)
Q_{st-k} : 화물탱크가 횡 방향으로 만재인 상태에서 스트링거로부터 종격벽에 작용하는 전단력(kN)으로 다음과 같이 구한다.

$$Q_{st-k} = 0.8\, F_{st-k}\left(1 - \frac{z_{st-k} - h_{db}}{h_{blk}}\right)$$

F_{st-k} : 종격벽 부근의 스트링거 지지 전체하중(kN)으로서 다음과 같이 구한다.

$$F_{st-k} = \frac{P_{st-k}\, b_{st-k}\left(h_k + h_{k-1}\right)}{2}$$

P_{st-k} : 스트링거(k)에 작용하는 압력(kN/m^2)으로 다음과 같이 구한다.

$$P_{st-k} = g\,\rho_L\, h_{tt-k}$$

h_k : 고려하는 스트링거(k)에서 하부 스트링거($k+1$)까지 수직 거리(m). 최저부의 스트링거에 대하여는 내저판까지 평균 수직 거리의 80 % 로 한다.
h_{k-1} : 고려하는 스트링거(k)에서 상부 스트링거($k-1$)까지 수직 거리(m) 최상부의 스트링거에 대하여는 상부 갑판까지 평균 수직 거리의 80 % 로 구한다.

b_{st-k} : **그림 9** 및 **그림 10**에 따른 스트링거(k)에 작용하는 하중의 폭(m)

h_{db} : 이중저 높이(m)

h_{blk} : 격벽의 높이로 내저판에서 격벽 상부의 갑판까지 거리(m)

z_{st-k} : 고려하는 스트링거의 Z 좌표(m)

ρ_L : **4장 6절**에 따른 화물탱크 내의 액체 밀도

h_{tt-k} : 탱크 정부에서 스트링거(k) 하부 $h_k/2$ 지점과 상부 $h_{k-1}/2$ 지점 사이의 하중 영역의 중간지점까지 높이(m)

스트링거 연결 길이

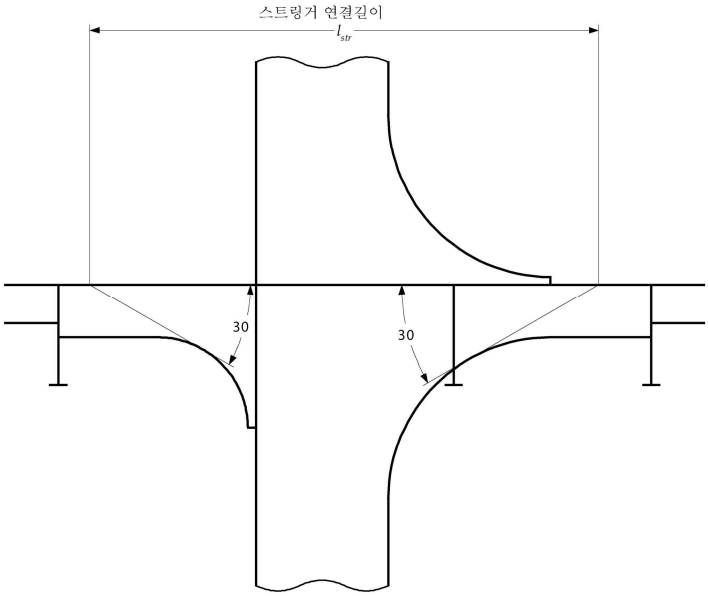


그림 7 스트링거의 유효 연결 길이

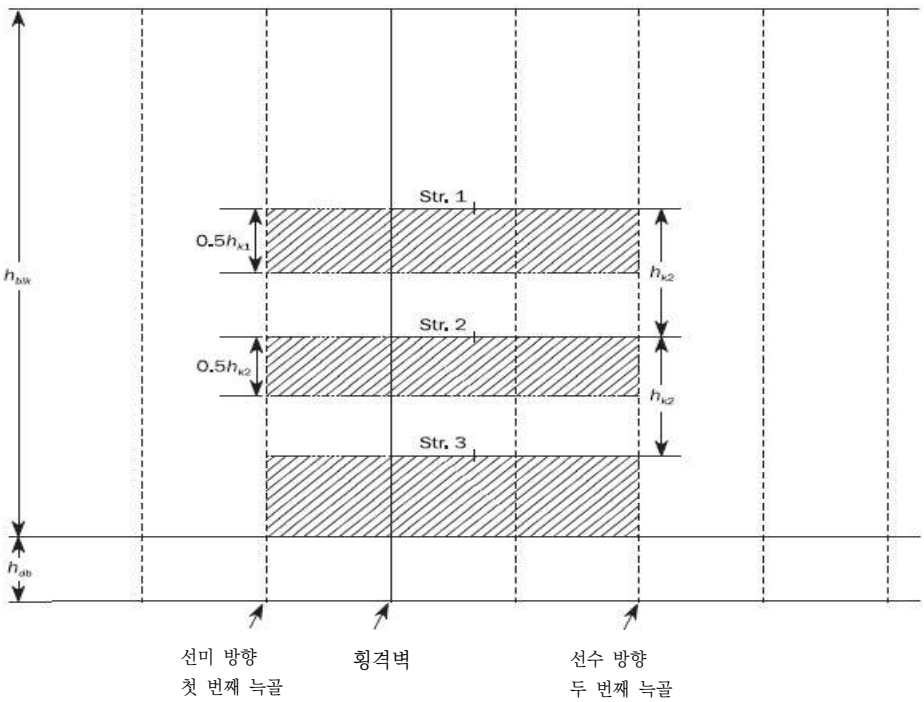


그림 8 3개의 스트링거를 갖는 가지는 선박의 경우, 스트링거 수정의 범위 t_i

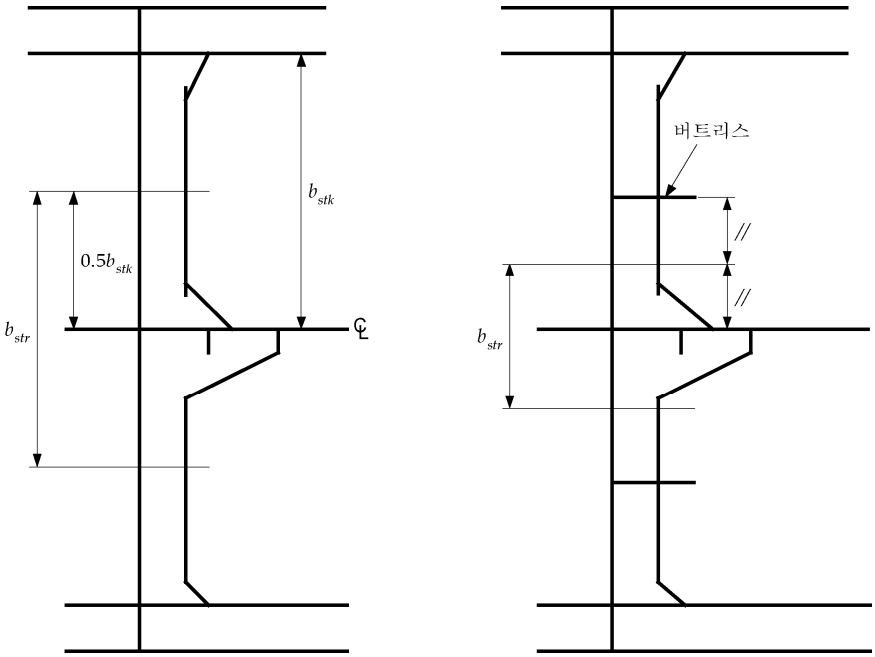


그림 9 중심선 격벽을 갖는 가지는 선박의 경우, 스트링거의 하중 폭

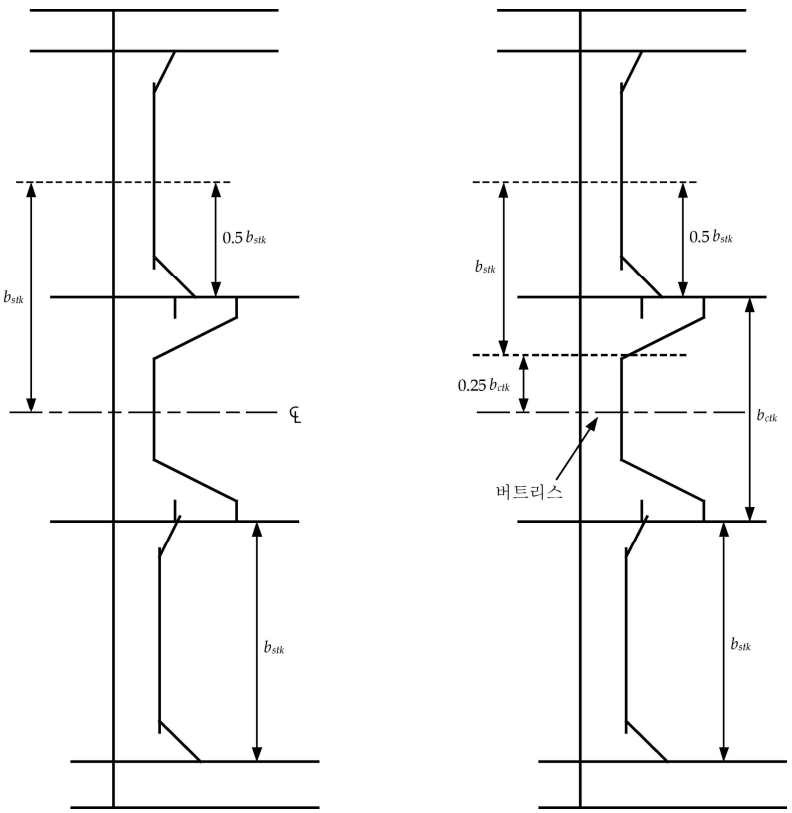


그림 10 2 개의 내측 종격벽을 갖는 가지는 선박의 경우, 스트링거의 하중 폭

이 그림에서 :

b_{stk} 는 선측 화물탱크의 폭(m)이다.

b_{ctr} 은 중앙 화물탱크의 폭(m)이다.

3.5.2

상기 요건을 만족시키기 위하여 보강이 이루어지는 경우, 최대값 $t_{sti-k-n50}$ 에 기초를 둔 보강 면적은 스트링거 연결부의 전 길이에 걸쳐 그리고 격벽의 전방 및 후방으로 최소 하나의 늑골 간격만큼 종 방향으로 연장되어야 한다. 보강 면적은 스트링거 높이의 상부에서 스트링거 하부 0.5 h_k 지점까지 하방으로 수직 연장되어야 한다. 여기서 h_k 는 [3.5.1]에 따른 고려하는 스트링거로부터 스트링거 하부까지의 거리이다. 최하부의 스트링거인 경우 판 두께 요건 t_{str-k} 는 내저판까지 하방으로 연장되어야 한다.(**그림 8** 참조)

3.6 산적화물선의 전단력 수정

3.6.1

선체거더 강도 전단력 평가가 [3]에 적합하게 수행된 경우, 이중저의 종방향 거더에 의해 횡격벽에 전달되는 하중 부분을 감안한 전단력 수정이 고려되어야 한다. 고려하는 화물창의, 고려하는 횡단면에서의 전단력 수정(kN)은 다음 식에 의한다.

$$\triangle Q_{mdf} = C_d \alpha \left(\frac{M}{B_H \ell_H} - \rho T_{LC,mh} \right)$$

C_d : 분배계수로 다음과 같다. 중간 위치에 대하여는 선형 보간법에 의한다.

- C_d = -1, 최후방 화물창을 제외하고 고려하는 화물창의 후단
- C_d = 1, 최전방 화물창을 제외하고 고려하는 화물창의 전단
- C_d = 0, 화물창 길이의 중간
- C_d = 0, 최후방 화물창의 후단 격벽
- C_d = 0, 최전방 화물창의 전단 격벽

α : 계수로서 다음 식에 의한다.

$$\alpha = g \frac{\ell_0 b_0}{2 + \varphi \frac{\ell_0}{b_0}}$$

ℓ_0, b_0 : 고려하는 화물창의 이중저의 평탄부에서의 각각 길이 및 폭(m)으로 b_0 은 화물창의 길이 중간의 선체 횡단면에서 측정되어야 한다.

φ : 다음 식에 의한 값. 단, 3.7 이하이어야 한다.

$$\varphi = 1.38 + 1.55 \frac{l_0}{b_0}$$

M : 고려하는 적하상태에 대하여 고려하는 횡단면의 화물창 내 질량(t). M 은 격벽 스툴 하부에 있는 경우를 이 부분을 제외한 내저판의 평탄부 아래에 위치한 평형수 및 연료유의 질량을 포함하여야 한다.

B_H : **4장 6절**에 따른 화물창의 폭(m)

ℓ_H : **4장 6절**에 따른 화물창의 길이(m)

$T_{LC,mh}$: 고려하는 화물창 중간에서의 고려하는 적하상태의 흘수

$\triangle Q_{CF}$: 만재 화물창의 전단력 수정

$\triangle Q_{CE}$: 공창 화물창의 전단력 수정

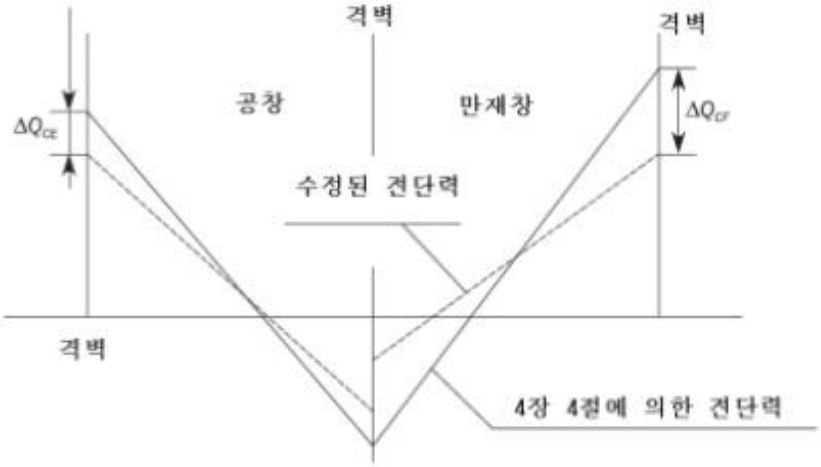


그림 11 전단력 수정 $\triangle Q_C$

제 2 절 선체거더 최종강도

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

M_{sw-h}, M_{sw-s} : **4장 4절 [2.2.2]**에 따른 고려하는 선체 횡단면에서 비손상 항해상태의 호깅 및 새깅 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

M_{sw-p-h}, M_{sw-p-s} : **4장 4절 [2.2.3]**에 따른 고려하는 선체 횡단면에서 항내/보호수역의 호깅 및 새깅 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

M_{sw-f} : **4장 4절 [2.2.4]**에 따른 고려하는 선체 횡단면에서 침수시 호깅 및 새깅 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

1. 적용

1.1 일반

1.1.1

이 절의 규정은 길이 L 가 150 m 이상인 선박에 적용한다.

1.1.2

선체거더 최종강도는 화물창 구역 및 기관구역에 대하여 평가되어야 한다.

1.1.3

선체거더 최종강도의 굽힘 능력이 **[2]**의 검토 기준을 만족하여야 한다. 이러한 검토 기준은 다음의 비손상 선박 구조에 적용한다.

- 산적화물선 : 항해중, 항구/보호수역 및 침수상태
- 유조선 : 항해중 및 항구/보호수역 상태

2. 검토 기준

2.1 일반

2.1.1

수직 선체거더 최종 굽힘 능력은 **표 1**에 따른 다음의 설계하중 시나리오에 대한 호깅 및 새깅상태를 검토하여야 한다.

- 산적화물선 : 항해중, 항구/보호수역 및 침수상태의 경우, 설계하중 시나리오 A
- 유조선 : 항해중 및 항구/보호수역 상태의 경우, 설계하중 시나리오 A
  항해가능 균일 만재 적하상태의 경우, 설계하중 시나리오 B

표 1 설계하중 시나리오

설계하중 시나리오		정수중 허용 굽힘 모멘트, M_{sw-U}
A	S + D	M_{sw-h} 또는 M_{sw-s}
	S	M_{sw-p-h} 또는 M_{sw-p-s}
	A : S + D	M_{sw-f}
B	S + D	항해가능 균일 만재 적하상태의 최대 새깅 정수중 굽힘 모멘트[1]
[1] 최대 정수중 굽힘 모멘트는 최대 흘수로 균일 적재된 선박의 출항, 입항 및 항해중 상태로부터 구한다.		

2.1.2

모든 선체 횡단면에서 선체거더 최종 수직 굽힘 능력은 다음 기준을 만족해야 한다.

$$M \le \frac{M_U}{\gamma_R}$$

M : [2.2.1]에 따른 수직 굽힘 모멘트(kNm)

M_U : [2.3]에 따른 선체거더 수직 최종 굽힘 능력(kNm)

γ_R : 선체거더 수직 최종 굽힘 능력에 대한 부분 안전 계수이며 다음과 같이 구한다.

$\gamma_R = \gamma_M \ \gamma_{DB}$

γ_M : 재료, 기하학적 및 강도 예측 불확실성을 포함하는 선체거더 수직 최종 굽힘 능력의 부분 안전 계수로 1.1로 한다.

γ_{DB} : 이중저 굽힘의 효과를 포함하는 선체거더 최종 수직 굽힘 능력의 부분 안전계수로 다음에 따른다.

비손상 상태	호깅	BC-A 산적화물선의 격창 적재상태에서 공창	1.25
		• 유조선 • BC-B 및 BC-C 산적화물선 • BC-A 산적화물선의 격창 적재상태에서 적재창	1.10
	새깅		1.0
침수상태	호깅, 새깅		1.0

2.2 선체거더 최종 굽힘 하중

2.2.1

호깅 및 새깅상태에서 최종 강도 확인 시 고려하여야 하는 선체거더 수직 굽힘 모멘트 M(kNm)은 다음과 같이 구한다.

$$M = \gamma_S M_{sw-U} + \gamma_W f_\beta M_{wv}$$

M_{sw-U} : 표 1에 따른 고려하는 선체 횡단면에서 호깅 및 새깅 시 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

M_{wv} : 4장 4절 [3.1]에 따른 고려하는 선체 횡단면에서 호깅 및 새깅 시 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

γ_S : 표 2에 따른 정수 굽힘 모멘트의 부분 안전계수

γ_W : 표 2에 따른 수직 파랑 굽힘 모멘트의 부분 안전계수

f_β : 1절 기호에 따른 파도의 진행방향에 대한 수정계수

표 2 부분 안전계수

설계하중 시나리오	γ_S	γ_W
A	1.0	1.2
B	1.0	1.3

2.3 선체거더 최종 굽힘 능력

2.3.1

호깅 및 새깅 시 선체거더 횡단면의 최종 굽힘 능력은 고려하는 횡단면의 곡률 χ 에 대비한 굽힘 모멘트 능력 곡선의 최대값으로 정의한다(**그림 1** 참조). 곡률 χ 은 호깅상태에서 양, 새깅상태에서 음으로 한다. 선체거더 최종 굽힘 능력 M_U 는 **부록** 2에 따라 계산되어야 한다.

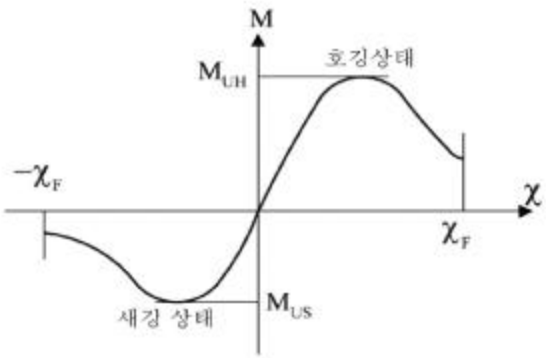


그림 1 곡률 χ 에 대비한 굽힘 모멘트 용량

2.3.2

선체거더 최종 강도 능력 평가에 대한 유효한 단면적은 **부록** 2에 규정되어 있다.

제 3 절 선체거더 잔존강도

1. 적용

1.1 일반

1.1.1
이 절의 규정은 길이 L 이 150 m 이상인 선박에 적용한다.

1.1.2
손상상태에서 선체거더 최종 굽힘 능력은 [2]에 따른 잔존강도 기준을 만족한다는 것을 보장하기 위하여 항해중 상태를 검토하여야 한다.

1.1.3
선체거더 잔존강도는 기관실 및 화물창 구역에 대하여 평가하여야 한다.

2. 검토 기준

2.1 일반

2.1.1
손상상태에서 선체거더 최종 굽힘 능력은 호깅 및 새깅상태에서 [2.2]에 규정된 손상상태를 검토하여야 한다. [2.2]에 규정된 손상상태에 대한 설계하중 시나리오 A 는 **표 1**에 따른다.

표 1 설계하중 시나리오

	설계하중 시나리오	손상 시 정수중 허용 굽힘 모멘트, M_{sw-D}
충돌	A : S + D	M_{sw-h} 또는 M_{sw-s}
좌초	A : S + D	M_{sw-h} 또는 M_{sw-s}

2.1.2
모든 선체 횡단면에서 손상상태의 수직 선체거더 최종 굽힘 능력은 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$M_D \le \frac{M_{UD}}{\gamma_{RD} \cdot C_{NA}}$$

M_D : [2.3]에 따른 손상 상태의 수직 굽힘 모멘트(kNm)

M_{UD} : [2.4]에 따른 손상 상태의 수직 선체거더 최종 굽힘 능력(kNm)

γ_{RD} : 손상 상태에서 수직 선체거더 최종 굽힘 능력의 부분 안전 계수로서 1.0으로 한다.

C_{NA} : 중립축 계수로서 다음에 따른다.

C_{NA} = 1.0 좌초의 경우

C_{NA} = 1.1 충돌의 경우

2.2 손상상태

2.2.1 일반

[2.2.2]의 충돌 및 [2.2.3]의 좌초에 대하여 규정한 손상상태가 고려되어야 한다. [2.2.2] 및 [2.2.3]에 규정된 손상 범위는 선박의 형선으로부터 측정되어야 한다.
보강재 요소는 보강재가 부착된 판이 손상 범위에 포함되지 않는 한 비손상으로 고려하여야 한다.
내저판의 판 및 보강재와 내측 종격벽의 판 및 보강재는 손상범위가 내저판 또는 종격벽으로부터 선체외판까지의 형거리를 넘지 않는 경우 비손상으로 고려하여야 한다

2.2.2 충돌

고려하는 손상 횡단면의 충돌평가에 대하여, 건현갑판을 포함한 한쪽 현의 손상을 고려하여야 한다.
충돌에 대한 손상 범위는 갑판과 선측외판의 형선의 교차점으로부터 다음의 위치로 한다.

- 수직방향으로는 하방으로 h 까지, 상방으로 무한대
- 횡방향으로는 선내측으로 d 까지, 선외측으로 무한대

h 와 d 는 고려하는 손상 횡단면의 외판의 배치에 따라 **표 2**에 따른다. 둥근 거널을 가진 선박의 경우 교차점은 선측외판과 갑판의 연장선을 교차점으로 한다.

표 2 충돌에 대한 손상 범위

손상 범위(m)	선측외판 배치	
	단일선측	이중선측
높이, h	0.75 D	0.60 D
깊이, d	$B/16$	$B/16$

손상된 횡단면의 능력은 직립상태를 유지하는 선박의 한쪽 현에서의 손상 범위를 고려하여 계산한다.

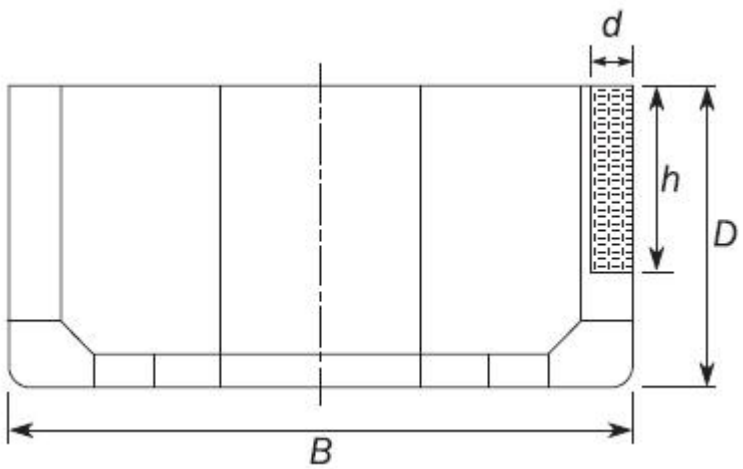


그림 1 충돌에 대한 손상 범위

2.2.3 좌초

고려하는 손상 단면의 좌초평가에 대하여, 손상은 고려하는 구조와 관련하여 가장 불리한 횡 방향 위치의 선저에서 고려되어야 한다. 좌초에 대한 손상 범위는 **표 3**에 따른다.

표 3 좌초의 손상 범위

손상의 범위 (m)	산적화물선	유조선
높이, h	B/20 와 2 중 최소값	B/15 와 2 중 최소값
깊이, b	0.60 B	0.60 B

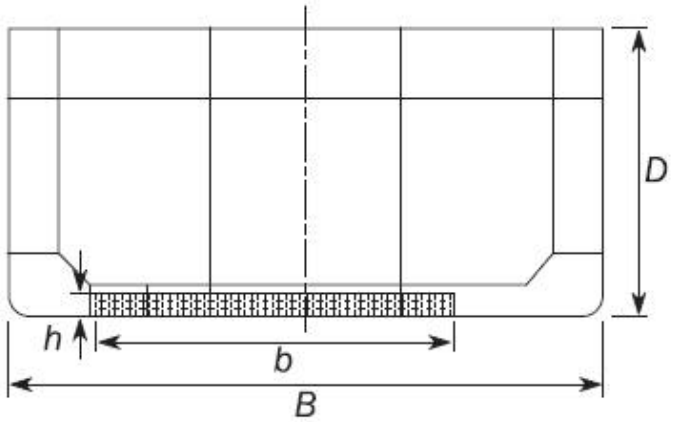


그림 2 좌초에 대한 손상 범위

2.3 손상상태의 선체거더 최종 굽힘 하중

2.3.1

손상상태에서의 선체거더 최종강도 확인 시 고려되어야 하는, 호깅 및 새깅상태에서의 수직 굽힘 모멘트 M_D (kNm)는 다음 식에 따른다.

$$M_D = \gamma_{SD} M_{sw-D} + \gamma_{WD} M_{wv}$$

M_{sw-D} : **표 1**에 따른 고려하는 횡단면에서 호깅 및 새깅상태의 정수 허용 굽힘 모멘트(kNm)

M_{wv} : **4장 4절 [3.1]**에 따른 고려하는 횡단면에서 호깅 및 새깅상태의 파랑 수직 굽힘 모멘트(kNm)

γ_{SD} : 손상상태에서 정수중 굽힘 모멘트의 부분 안전계수로서 1.1로 한다.

γ_{WD} : 손상상태에서 파랑 수직 굽힘 모멘트의 부분 안전계수로서 0.67로 한다.

2.4 손상상태의 선체거더 최종 굽힘 능력

2.4.1

손상상태에서의 선체거더 최종 굽힘 능력은 **부록 2**에 따라 계산되어야 하며, 이때 손상 부분은 선체거더 강도에 기여하지 않는 것으로 가정한다. 손상 선체 단면의 최종 굽힘 능력 M_{UD} 을 평가할 때, 하중을 전달하지 않는 **[2.2]**에 정의된 손상 구역은 하중을 전달하지 않으므로 능력 모델에서 제거되어야 한다.

2.4.2

선체거더 최종 강도 능력 평가에 대하여 비손상 부분의 유효 단면적은 **부록 2**에 규정되어 있다.

부록 1 전단 흐름의 직접계산

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

1. 계산 공식

1.1 일반

1.1.1

이 부록은 선체거더 수직 전단력으로 인해 선체 횡단면을 따라 작용하는 전단 흐름의 직접계산 절차를 기술한다. 전단 흐름 q_V 는 z 좌표의 방향으로 단위 수직 전단력, 1 N 이 횡단면에 작용하는 경우를 대상으로 그 횡단면의 각 위치에서 계산된다.

mm 당 단위 전단 흐름 q_V (N/mm)는 다음과 같다.

$$q_V = q_D + q_I$$

q_D : **[1.2]**에 따른 확정 전단 흐름

q_I : **[1.3]**에 따른 닫힌 셀 주위를 순환하는 불확정 전단 흐름

단위 전단 흐름 q_V 의 계산에서 종 방향 보강재가 고려되어야 한다.

1.2 확정 전단 흐름

1.2.1

횡단면의 각 위치에서 확정 전단 흐름 q_D (N/mm)은 다음 선 적분으로부터 구할 수 있다.

$$q_D(s) = -\frac{1}{10^6 I_{y-n50}} \int_0^s (z - z_n) t_{n50} ds$$

s : 횡단면을 따라 움직이는 좌표의 값(m)

I_{y-n50} : 횡단면의 관성 모멘트(m^4)

t_{n50} : 판의 순 두께 또는 **5장 1절 [3.4.6]**에 따른 파형 판의 등가 순 두께(mm)

1.2.2

횡단면은 **그림 1**과 같이 선분 요소로 구성된다고 가정한다. 확정 전단 흐름은 다음 식에 의해 계산될 수 있다.

$$q_{Dk} = q_D(\ell) = -\frac{t_{n50}\ell}{2 \times 10^6 I_{y-n50}} (z_k + z_i - 2z_n) + q_{Di}$$

q_{Dk}, q_{Di} : 각각 절점 i 및 k 에서의 확정 전단 흐름(N/mm)

ℓ : 선분 요소의 길이(m)

z_k, z_i : **그림 1**에 정의된 선분 끝점의 Z 좌표(m)

1.2.3

횡단면이 닫힌 셀을 포함하는 경우, 확정 전단 흐름을 구하기 위하여 **그림** 2와 같이 닫힌 셀은 가상 슬릿(slit)으로 절단되어야 한다. 다만, 가상 슬릿은 경계가 되는 다른 닫힌 셀에 의해 막힌 곳에 위치하여서는 아니 된다.

1.2.4

분기점에서 확정 전단 흐름의 계산은 **그림** 1 및 **그림** 2와 같이 물 흐름 계산과 같이 구할 수 있다.

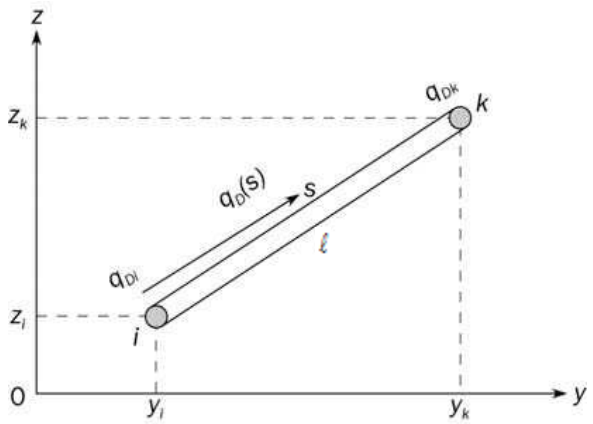


그림 1 선분의 정의

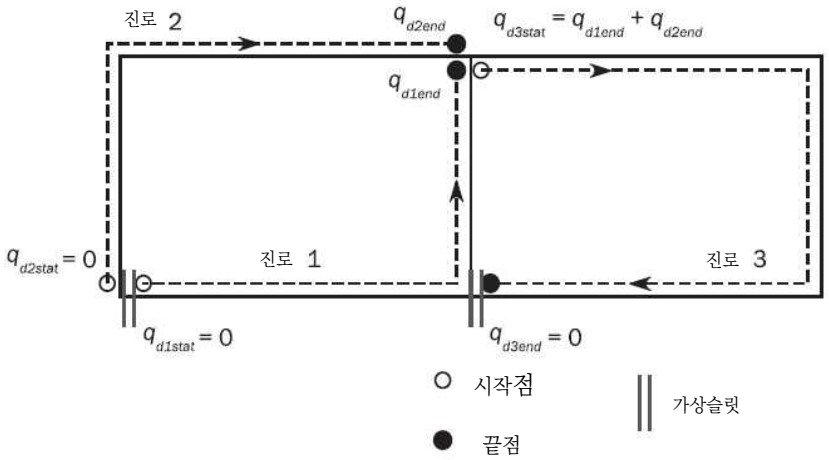


그림 2 분기점에서 확정 전단 흐름의 계산

1.3 불확정 전단 흐름

1.3.1

불확정 전단 흐름은 닫힌 셀 주위에서 작용하며 동일한 닫힌 셀 내의 상수 값으로 고려될 수 있다. 불확정 전단 흐름의 확정을 위한 다음 연립 방정식을 세울 수 있다. 이 식에서, 모든 닫힌 셀 주위의 여러 변수들에 대하여 폐곡선에 관한 적분이 수행된다.

$$q_{Ik}\oint_k \frac{1}{t_{n50}}ds - \sum_i q_{Ii}\oint_{k,i}\frac{1}{t_{n50}}ds = -\oint_k \frac{q_D}{t_{n50}}ds$$

q_{Ik}, q_{Ii} : 각각 닫힌 셀 k 및 i 주위의 불확정 전단 흐름(N/mm)

1.3.2

그림 1에 주어진 선분 요소의 집합을 가정하여 **[1.3.1]**의 식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$q_{Ik}\sum_{cell\,k}\frac{\ell}{t_{n50}}-\sum_{i}q_{Ii}\left(\frac{\ell}{t_{n50}}\right)\Big|_{\text{common wall with cell}\,k}=-\sum_{cell\,k}\phi$$

$$\phi=\int_0^{\ell}\frac{q_D(S)}{t_{n50}}ds=-\frac{\ell^2}{6\times10^3 I_{y-n50}}(z_k+2z_i-3z_n)+\frac{\ell}{t_{n50}}q_{Di}$$

q_{Di} : **[1.2.2]**에 따라 계산된 확정 전단 흐름(N/mm). **[1.2]** 및 하위 조항에 규정된 움직이는 좌표의 방향에서의 차이가 고려되어야 한다.

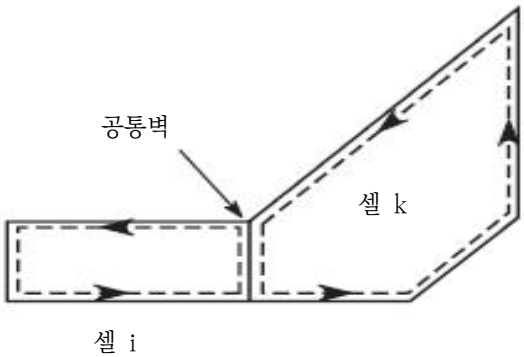


그림 3 닫힌 셀 및 공통 벽

1.4 횡단면의 여러 가지 특성의 계산

1.4.1

횡단면을 선분 요소의 집합으로 가정하는 경우, 횡단면의 특성은 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$\ell=\sqrt{(y_k-y_i)^2+(z_k-z_i)^2}$$

$$a_{n50}=10^{-3}\ell t_{n50} \qquad A_{n50}=\sum a_{n50}$$

$$s_{y-n50}=\frac{a_{n50}}{2}(z_k+z_i) \qquad S_{y-n50}=\sum s_{y-n50}$$

$$i_{y0-n50}=\frac{a_{n50}}{3}(z_k^2+z_kz_i+z_i^2) \qquad I_{y0-n50}=\sum i_{y0-n50}$$

a_{n50}, A_{n50} : 각각 횡단면 및 선분요소의 면적(m^2)
s_{y-n50}, S_{y-n50} : 각각 기선에 대한 횡단면 및 선분요소의 1차 모멘트(m^3)
i_{y0-n50}, I_{y0-n50} : 각각 기선에 대한 횡단면 및 선분요소의 관성 모멘트(m^4)

1.4.2

수평 중립축의 높이 z_n (m) 은 다음과 같이 구한다.

$$z_n = \frac{S_{y-n50}}{A_{n50}}$$

1.4.3

수평 중립축에 대한 관성 모멘트(m^4)는 다음 식에 따라 계산된다.

$$I_{y-n50} = I_{y0-n50} - z_n^2 A_{n50}$$

2. 단일선체 횡단면의 계산 예

2.1 횡단면 자료

2.1.1

횡단면은 **그림** 4와 같다. **그림** 4의 검정색 원으로 표시된 절점의 좌표는 **표** 1에 주어지며, 횡단면의 판 두께 및 선분(**그림** 4에 원으로 표시된)은 **표** 2에 주어진다. 계산 예는 횡단면의 대칭의 이점을 가지고 수행된다.

표 1 횡단면의 절점의 좌표

절점 번호	Y 좌표(m)	Z 좌표(m)
0	0.00	0.00
1	5.80	0.00
2	11.70	0.00
3	14.42	0.00
4	16.13	1.72
5	16.13	6.11
6	11.70	1.68
7	5.80	1.68
8	0.00	1.68
9	16.13	14.15
10	16.13	19.60
11	7.50	20.25
12	7.50	19.63

표 2 횡단면 특성의 계산

선의 번호	절점 i	절점 k	두께 (mm)	길이 (m)	a_{n50} (m^2)	s_{y-50} (m^3)	i_{y0-50} (m^4)
1	0	1	17.0	5.80	0.099	0.000	0.00
2	1	2	17.0	5.90	0.100	0.000	0.00
3	2	3	17.0	2.72	0.046	0.000	0.00
4	3	4	17.0	2.43	0.041	0.035	0.04
5	4	5	18.0	4.39	0.079	0.309	1.34
6	5	6	19.0	6.26	0.119	0.464	2.00
7	6	7	21.0	5.90	0.124	0.208	0.35
8	7	8	21.0	5.80	0.122	0.205	0.34
9	5	9	18.0	8.04	0.145	1.466	15.63
10	9	10	21.0	5.45	0.114	1.931	32.87
11	10	11	24.0	8.65	0.208	4.139	82.47
12	11	12	24.0	0.62	0.015	0.297	5.92
13	12	9	15.0	10.22	0.153	2.590	44.13
14	2	6	15.0	1.68	0.025	0.021	0.02
15	1	7	15.0	1.68	0.025	0.021	0.02
				합	1.416	11.686	185.138

2.1.2

중립축에 대한 관성모멘트 및 수평 중립축의 Z 좌표는 다음과 같이 계산된다.

$$z_n = \frac{\sum s_{y-n50}}{\sum a_{n50}} = \frac{11.686}{1.416} = 8.255$$

$$I_{y-n50} = 2\left(\sum i_{y0-n50} - z_n^2 \sum a_{n50}\right) = 2\left(185.138 - 8.255^2 \times 1.416\right) = 177.34$$

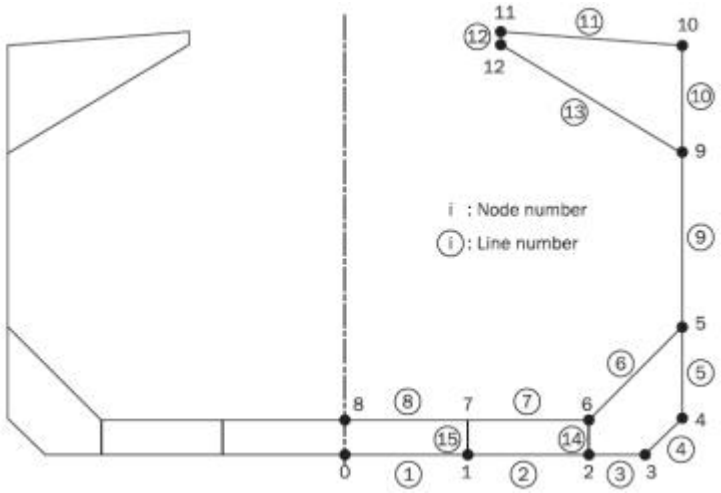


그림 4 절점 및 선분의 번호 부여

2.2 확정 전단 흐름의 계산

2.2.1

가상 슬릿은 **그림 5**와 같이 닫힌 셀의 벽을 절단하기 위해 추가된다. 그런 다음, 확정 전단 흐름 q_D 를 얻기 위하여 **[1.2.2]**에 따라 선 적분이 수행된다. 계산의 결과는 **표 3**과 같다. **그림 5**에 주어진 가상 슬릿의 위치와 선 적분의 경로는 하나의 예이다. 이러한 정의는 쉽게 계산하기 위하여 임의적으로 정할 수 있다.

표 3 확정 전단 흐림의 계산

진로 번호	선 번호	절점 i	절점 k	$q_{Di} \times 10^{-6}$ (N/mm)	$q_{Dk} \times 10^{-6}$ (N/mm)	비고
1	1	0	1	0.0	4.6	가상 슬릿에서 시작
	15	1	7	4.6	5.6	-
2	2	1	2	0.0	4.7	가상 슬릿에서 시작
	14	2	6	4.7	5.7	-
3	3	2	3	0.0	2.2	가상 슬릿에서 시작
	4	3	4	2.2	3.9	-
	5	4	5	3.9	5.8	-
4	10	9	10	0.0	-5.6	가상 슬릿에서 시작
	11	10	11	-5.6	-19.2	-
	12	11	12	-19.2	-20.2	-
	13	12	9	-20.2	-27.7	-
	9	9	5	-27.7	-29.2	-
5	6	5	6	-23.4	-20.5	진로 3 & 4의 끝단에서의 q_{DK} 의 합으로 시작
6	7	6	7	-14.8	-10.2	진로 2 & 5의 끝단에서의 q_{DK} 의 합으로 시작
7	8	7	8	-4.5	0.0	진로 1 & 6의 끝단에서의 q_{DK} 의 합으로 시작

2.3 불확정 전단 흐름의 계산

2.3.1

불확정 전단 흐름을 위한 연립 방정식을 구하기 위하여, **그림 6**에 정의된 3개의 닫힌 셀 주위의 유한 길이를 갖는 폐곡선에 관한 적분이 수행된다. 선체 중심선상의 이중저의 닫힌 셀은 대칭이므로 개방 형태로 고려된다. 닫힌 셀 주위의 유한 길이를 갖는 폐곡선에 관한 적분의 계산 결과는 **표 4**에서 **표 6**과 같다.

표 4 셀 1 주위의 적분 ℓ/t_{n50} 및 Φ

선 번호	절점 i	절점 k	$q_{Di} \times 10^{-6}$ (N/mm)	ℓ/t_{n50}	$\Phi \times 10^{-3}$ (N/mm)	비고
2	1	2	0.0	347.1	0.81	-
14	2	6	4.7	112.0	0.58	셀 2가 있는 공통벽
7	6	7	-14.8	281.0	-3.50	-
15	7	1	-5.6	112.0	-0.58	-
			합	852.0	-2.68	-

표 5 셀 2 주위의 적분 ℓ/t_{n50} 및 Φ

선 번호	절점 i	절점 k	$q_{Di} \times 10^{-6}$ (N/mm)	ℓ/t_{n50}	$\Phi \times 10^{-3}$ (N/mm)	비고
3	2	3	0.0	160.0	0.17	-
4	3	4	2.2	142.7	0.43	-
5	4	5	3.9	243.9	1.22	-
6	5	6	-23.4	329.7	-7.32	-
14	6	2	-5.7	112.0	-0.58	셀 1이 있는 공통벽
			합	988.3	-6.07	-

표 6 셀 3 주위의 적분 ℓ/t_{n50} 및 Φ

선 번호	절점 i	절점 k	$q_{Di} \times 10^{-6}$ (N/mm)	ℓ/t_{n50}	$\Phi \times 10^{-3}$ (N/mm)	비고
10	9	10	0.0	259.5	-0.65	-
11	10	11	-5.6	360.6	-4.45	-
12	11	12	-19.2	25.8	-0.51	-
13	12	9	-20.2	681.5	-16.59	-
			Total	1327.5	-22.19	-

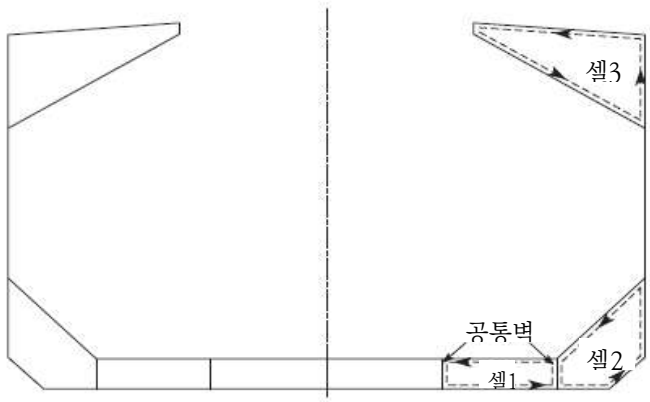


그림 6 닫힌 셀의 번호

2.3.2

각 닫힌 셀 주위의 유한 길이를 갖는 폐곡선에 관한 적분의 결과를 사용함으로써 다음 연립 방정식을 세울 수 있다.

- 셀 1 : $852.0\, q_{I1} - 112.0\, q_{I2} = 2.68 \times 10^{-3}$
- 셀 2 : $-112.0\, q_{I1} + 988.3\, q_{I2} = 6.07 \times 10^{-3}$
- 셀 3 : $1327.5\, q_{I3} = 2.219 \times 10^{-2}$

이 식의 답은 닫힌 셀 1에서 3까지의 불확정 전단 흐름으로서 다음과 같다.

$q_{I1} = 4.01 \times 10^{-6}$, $q_{I2} = 6.60 \times 10^{-6}$, $q_{I3} = 1.67 \times 10^{-5}$

2.4 합

2.4.1

횡단면의 모든 위치에서 전단 흐름 q_V 은 **그림 7**에서와 같이 확정 전단흐름 q_D 및 불확정 전단 흐름 q_I 의 합으로 구할 수 있다.

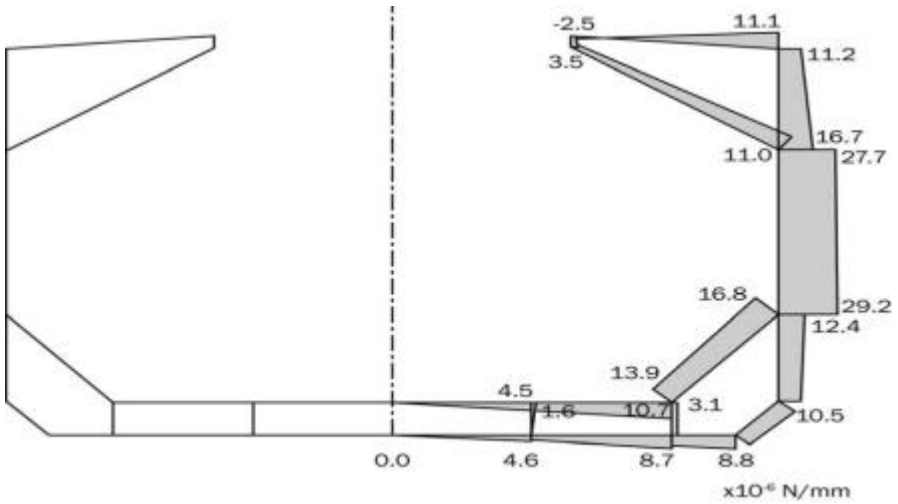


그림 7 1 N 의 수직 전단력에 대한 전단 흐름 q_V (N/mm) 의 계산 결과

부록 2 선체거더 최종능력

기호

이 장에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

I_{y-n50} : **5장 1절**에 따른 수평 중립축에 대한 선체 횡단면의 관성 모멘트(m^4)
Z_{B-n50}, Z_{D-n50} : **5장 1절**에 따른 각각 선저와 갑판에서의 대한 단면계수(m^3)
R_{eHs} : 고려하는 보강재 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)
R_{eHp} : 고려하는 판 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)
A_{s-n50} : 부착판을 포함하지 않는 보강재의 순 단면적(cm^2)
A_{p-n50} : 부착판을 포함하는 판의 순 단면적(cm^2)
z_i : i 번째 요소의 무게 중심의 수직 좌표(m)

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

이 **부록**에서는 다음의 최종 종 굽힘 모멘트 능력을 구하기 위한 기준을 제시한다.

- M_U : **5장 2절**에 따른 선체거더 최종 능력 검토에 사용
- M_{UD} : **5장 3절**에 따른 선체거더 잔존 강도 능력 검토에 사용

1.1.2

선체거더 최종 종굽힘 모멘트 능력 M_U 또는 M_{UD}는 선체구조 붕괴를 넘어선 선체거더의 최대 굽힘 능력으로 정의 된다. 선체거더 파손은 종강도 부재의 좌굴, 최종강도 및 항복에 의하여 좌우된다.

1.2 방법

1.2.1 증분-반복적 방법

선체거더 최종 굽힘 능력은 [2]에 따른 증분-반복적 방법에 의하여 평가하여야 한다.

1.2.2 대안방법

이를 대신하여, 비선형 유한요소 해석과 같은 방법을 사용하여 선체거더 최종 굽힘 능력의 계산하는 경우 계산 원칙은 [3]에 따른다. 이러한 방법의 적용은 사전에 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 해석방법 및 결과의 상세 비교 자료를 검토 및 승인용으로 제출하여야 한다. 이러한 방법을 사용하는 경우, 부분 안전계수의 재조정이 요구될 수도 있다.

1.3 가정

1.3.1

최종 선체거더 능력 계산 방법은 모든 주요 종강도 부재의 심각한 파손 모드를 식별하여야 한다.

1.3.2

좌굴 한계를 넘어 압축을 받는 구조는 하중 부담 능력이 감소한다. 늑골 간의 가장 취약한 파손 모드를 식별하기 위하여, 판 좌굴, 보강재의 비틀림 좌굴, 보강재 웨브의 좌굴, 보강재의 면외 및 전체 좌굴, 그리고 이들의 상호작용과 같은 각각의 구조 요소에 대한 모든 파손 모드를 고려하여야 한다.

1.3.3

수직 종 굽힘만을 고려한다. 전단력, 비틀림 하중, 수평 굽힘 모멘트 및 면외 압력의 효과는 무시한다.

1.3.4

5장 3절에 따라 선체거더의 잔존강도 확인에 사용되는 최종 종굽힘 모멘트 능력 M_{UD} 의 계산 시, 손상 부분 주위의 구조 부재는 고려하는 횡단면의 강도 부재에서 제외하여야 한다.

2. 증분-반복적 방법

2.1 가정

2.2.1

[2.2]의 절차를 적용함에 있어서 일반적으로 다음과 같이 가정한다.

- 최종강도는 인접한 두개의 횡 방향 웨브 사이의 선체 횡단면에서 계산한다.
- 각 곡률 증분 동안 선체거더 횡단면은 평면을 유지한다.
- 선체 재료는 탄소성(elasto-plastic) 거동을 한다.
- 선체거더 횡단면은 요소들로 나누어져야 하고, 독립적 거동으로 고려한다.

이러한 요소들은 다음을 따른다.

- 횡늑골식 판 패널 및/또는 부착판을 포함하는 보강재의 구조 거동은 **[2.3.1]**에 따른다.
- 교차하는 판으로 구성되는 강체 요소(hard corners)의 구조 거동은 **[2.3.2]**에 따른다.
- 반복 절차에 따라 각 곡률 값 χ_i 에서, 횡단면에 작용하는 굽힘 모멘트 M_i 는 각 요소에 작용하는 응력 σ 의 기여분을 합하여 구한다. 각 곡률 증분에 대하여 요소의 비선형 응력-변형률 곡선(non-linear load-end shortening curve) $\sigma-\varepsilon$ 으로부터, 요소 변형률 ε 에 해당하는 응력 σ 를 구하여야 한다.

요소의 손상 메커니즘에 대하여 이러한 응력-변형률 곡선을 **[2.2]**에 규정한 식들로부터 계산하여야 한다. 응력 σ 은 고려하는 응력-변형률 곡선으로부터 얻은 값 중 가장 낮은 값으로 선택한다.
이 절차는, 부과된 곡률 값이 호깅 및 새깅상태에서 다음 식으로 구한 값 $\chi_F\,(\mathrm{m}^{-1})$ 에 도달할 때까지 반복하여야 한다.

$$\chi_F = \pm 0.003 \frac{M_Y}{EI_{y-n50}}$$

M_Y : M_{Y1} 및 M_{Y2} 중 작은 값(kNm)

$$M_{Y1} = 10^3 R_{eH} Z_{B-n50}$$

$$M_{Y2} = 10^3 R_{eH} Z_{D-n50}$$

만약 χ_F 값이 모멘트-곡률 곡선($M-\chi$ 곡선)의 정점을 평가하기에 충분하지 않을 경우, 이 절차는 부과된 곡률 값이 곡선의 최대 굽힘 모멘트를 계산할 수 있을 때까지 반복하여야 한다.

2.2 절차

2.2.1 일반

굽힘 모멘트-곡률 곡선은 **그림** 1 흐름도의 증분-반복적 방법에 의하여 구하여야 한다.
이 절차에서, 최종 선체거더 굽힘 모멘트 능력 M_U는 **그림** 1에 보인 바와 같이 선체 횡단면의 수직 굽힘 모멘트 M 대 곡률 χ의 곡선의 정점 값으로 정의된다. 굽힘 모멘트-곡률 곡선은 증분-반복적 방법에 의하여 구하여야 한다.
증분 절차의 각 단계는 부과된 곡률 χ_i의 영향으로 선체 횡단면에 작용하는 굽힘 모멘트 M_i의 계산으로 이루어진다.
각 증분 단계에 대하여, χ_i 값은 이전 단계의 χ_{i-1}에 곡률 증분 $\triangle\chi$을 합하여 구하여야 한다. 이러한 곡률 증분은 수평 중립축에 대한 선체거더 횡단면의 회전각의 증분에 해당한다.
이 회전 증가분은 각 선체 구조 요소의 축 방향 변형률 ε을 발생시키며 그 값은 부재의 위치에 따라 결정된다. 호깅상태에서 중립축 상부의 구조 요소는 인장이 발생하고, 중립축 하부는 압축이 발생한다. 새깅상태에서는 이와는 반대의 변형이 발생한다.
변형률 ε로 인한 각 구조 요소에 발생한 응력 σ은 비선형 탄소성 영역의 요소 거동을 고려한 요소의 응력-변형률 곡선으로부터 구하여야 한다.
응력-변형률 관계가 비선형이기 때문에, 각 단계에 대하여 선체 횡단면을 구성하는 모든 구조 부재에서의 응력 분포는 중립축 위치의 변화를 유발한다. 고려하는 단계에 대한 새로운 중립축 위치는 모든 선체 요소에 작용하는 응력 간에 평형 조건을 부과하는 반복 절차를 통하여 구하여야 한다.
중립축 위치를 결정하고 단면 구조 요소의 응력 분포를 구한 후, 고려하는 단계에서 부과한 곡률 χ_i에 해당하는 단면 굽힘 모멘트 M_i는 새로운 중립축 위치에 대한 각 요소 응력의 기여분을 합하여 구하여야 한다.

위에서 규정한 증분-반복적 방법의 주요 단계를 요약하면 다음과 같다.(**그림** 1 참조)

a) **단계** 1 : 선체 횡단면을 보강판 요소로 나눈다.
b) **단계** 2 : **표** 1과 같이 모든 요소들에 대한 응력-변형률의 관계를 정의한다.
c) **단계** 3 : 다음과 같이, 증분 곡률 값(강력 갑판에서 항복강도의 1 %에 해당하는 응력을 유발하는 곡률)을 가진 최초 증분 단계에 대하여 곡률 χ_1와 중립축을 초기화한다.

$$\chi_1 = \triangle\chi = 0.01\frac{R_{eH}}{E}\frac{1}{z_D - z_n}$$

z_D : **1장 4절 [3.6]**에 정의된 기준 좌표계에 대한 선측에서의 강력갑판의 Z 좌표(m)

d) **단계** 4 : 각 요소에 상응하는 변형률 $\varepsilon_i = \chi(z_i - z_n)$과 상응하는 응력 σ_i을 계산한다.
e) **단계** 5 : 다음과 같이, 각 증분 단계에서 전 횡단면에 걸친 하중의 평형을 설정하여 중립축 z_{NA-cur}을 결정한다.

$$\Sigma A_{i-n50}\,\sigma_i = \Sigma A_{j-n50}\,\sigma_j \quad (i \text{ 번째 요소는 압축, } j \text{ 번째 요소는 인장})$$

f) **단계** 6 : 다음과 같이, 모든 요소의 기여분을 합하여 상응하는 모멘트를 계산한다.

$$M_U = \Sigma\sigma_{Ui}\,A_{i-n50}|(z_i - z_{NA-cur})|$$

g) **단계** 7 : 이전 증분 단계의 굽힘 모멘트와 현재 단계의 모멘트를 비교한다. 굽힘 모멘트-곡률 곡선의 기울기가 음의 고정된 값보다 작으면 이 과정을 끝내고 M_U의 정점 값을 정의한다. 그렇지 않으면 $\triangle\chi$의 양만큼 곡률을 증가시킨 후 **단계** 4로 간다.

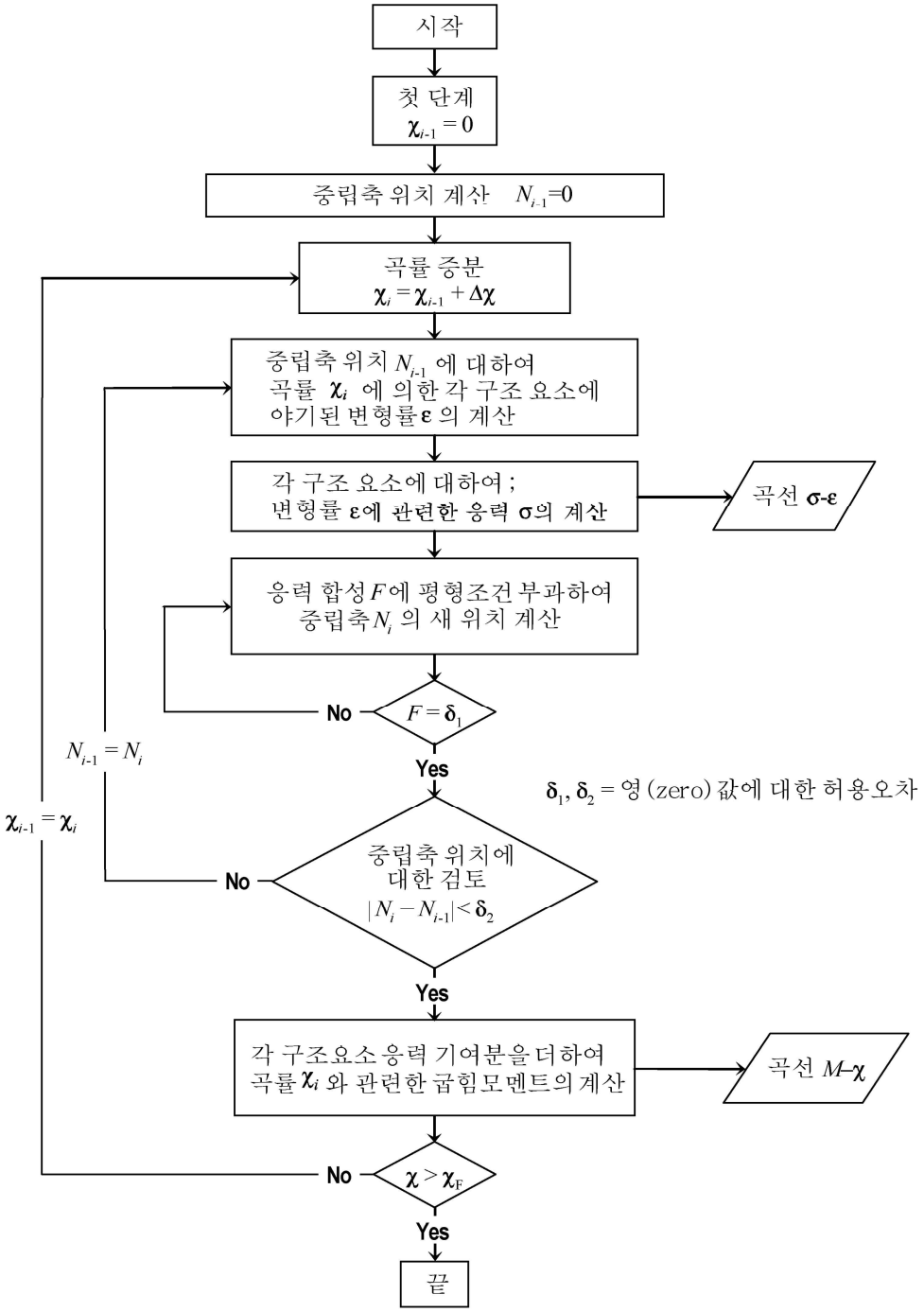


그림 1 곡선 $M-\chi$ 계산 과정 흐름도

2.2.2 선체거더 횡단면의 모델링

선체거더 횡단면은 선체거더 최종강도에 기여하는 부재들로 구성되는 것으로 고려되어야 한다. 스닙된 보강재들은 선체거더 강도에 기여하지 않는 것으로 가정하여 모델링되어야 한다.

구조 부재들은 보강재 요소, 보강된 판 요소 또는 강체 요소(hard corner element)로 분류된다. 거더 또는 선측 스트링거의 웨브 판을 포함하는 판 패널은 보강된 판 요소, 보강재 요소의 부착판 또는 강체 요소로 이상화된다.

판 패널은 다음의 두 종류로 분류된다.

- 종 방향으로 보강된 종 방향으로 긴 패널
- 횡 방향으로 보강된 횡 방향으로 긴 패널

a) 강체 요소(hard corner element)
강체 요소란 선체거더 횡단면을 구성하는 강한 요소로서, 주로 탄소성 손상 모드(재료항복)에 따라 파괴된다. 이러한 요소는 일반적으로 동일 평면에 있지 않은 두개의 판으로 구성된다.
판의 교차점으로부터 강체 요소의 범위는 횡 방향 보강 패널의 경우 20 t_{n50}, 종 방향 보강 패널의 경우 0.5 s 로 한다.(**그림 3** 참조)

t_{n50} : 판의 순 제공 두께(mm)
s : 인접한 종 보강재의 거리(m)

빌지, 현측후판-갑판 스트링거 요소, 거더-갑판 연결부와 대형 거더의 면재-웨브 연결부가 일반적인 강체 요소이다. 상설 접근 설비(PMA)로 사용되는 증강 보강재(enlarged)는 웨브 보강과 상관없이 대형 거더로 고려하여서는 아니 되며 판과 웨브 연결부만이 강체 요소로 고려될 수 있다. (**그림 4** 참조)

b) 보강재 요소(stiffener element)
보강재 요소는 부착판을 포함한 일반 보강재 요소로 구성된다. 원칙적으로, 부착판의 폭은 다음과 같다.

- 보강재의 평균 간격(보강재 양측의 패널이 종 방향으로 보강되는 경우)
- 종 방향으로 보강된 패널의 폭(보강재 한쪽 측의 패널이 종 방향으로 보강되고 다른 패널은 횡 방향으로 보강되는 경우) (**그림 2** 참조)

c) 보강판 요소(stiffened plate element)
보강재 요소 사이, 일반 보강재 요소와 강체 요소 사이 또는 강체 요소들 사이의 판은 보강판 요소로 취급되어야 한다.(**그림 2** 참조)

그림 3 및 **4** 는 선체거더 단면 모델링의 일반적인 예를 보여주며, 전술한 원칙에도 불구하고, 이 그림은 상갑판, 현측후판 및 창구 측 거더 부근의 모델링에도 적용되어야 한다.

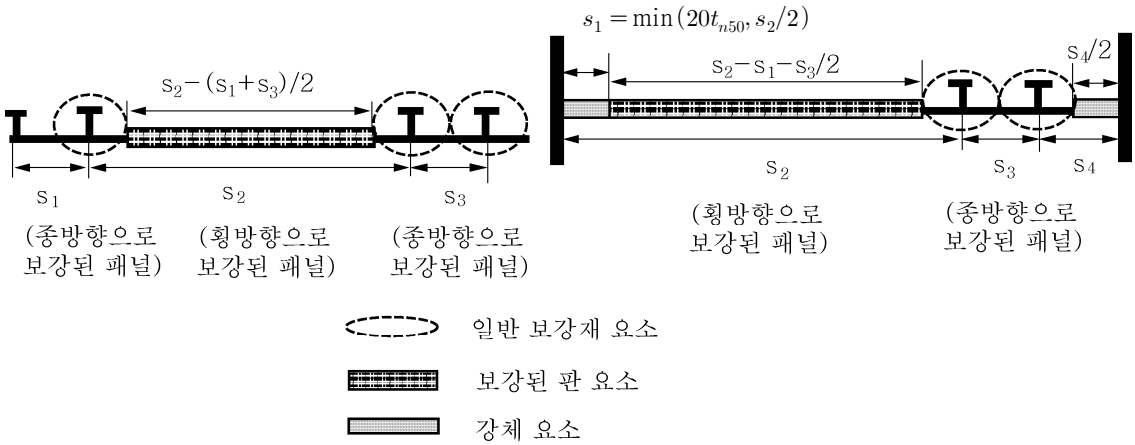


그림 2 부착판 폭의 범위 및 강체 요소

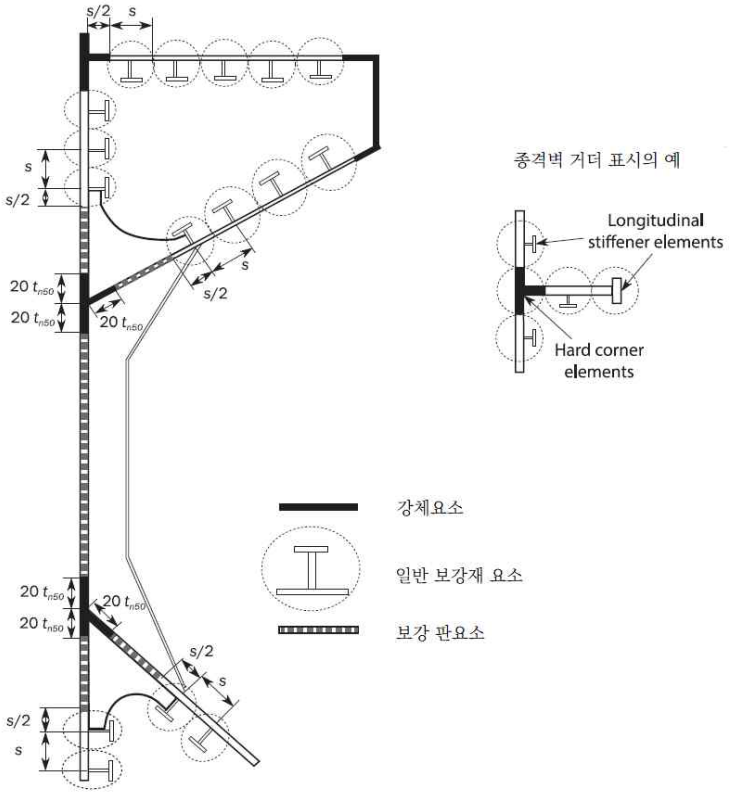


그림 3 보강판 요소, 일반 보강재 요소 및 강체 요소의 형상 예

- **그림 5**와 같이 너클 포인트의 경우, 30도 보다 큰 각을 가지는 판의 너클 주변의 판 구역은 강체 요소로 정의된다. 강체 요소의 한쪽의 범위는 너클 포인트로부터 횡늑골식 패널의 경우에는 20 t_{n50}, 종늑골식 패널의 경우에는 0.5 s와 같게 취한다.
- 판 요소가 불연속 종보강재에 의해 보강되는 경우, 불연속 보강재는 판을 여러 요소 판 패널로 나누는 것으로만 고려한다.
- 보강된 판 요소에 개구가 있는 경우, 개구는 **5장 1절**에 따라 고려되어야 한다.
- 부착판이 두께 및/또는 항복응력이 다른 강재로 만들어진 경우, 다음의 식에서 구한 평균 두께 및/ 또는 항복응력이 계산에 사용되어야 한다.

$$t_{n50} = \frac{t_{1-n50}\, s_1 + t_{2-n50}\, s_2}{s} \qquad R_{eHp} = \frac{R_{eHp1}\, t_{1-n50}\, s_1 + R_{eHp2}\, t_{2-n50}\, s_2}{t_{n50}\, s}$$

R_{eHp1}, R_{eHp2}, t_{1-n50}, t_{2-n50}, s_1, s_2 와 s 는 **그림 6**에 따른다.

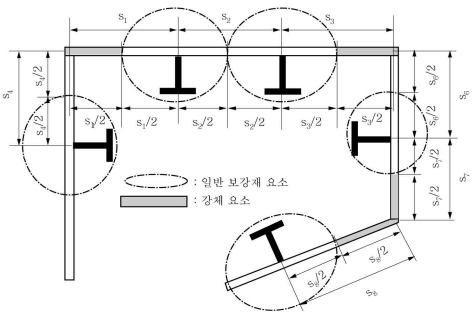


그림 4 부착판 및 강체요소의 폭의 범위

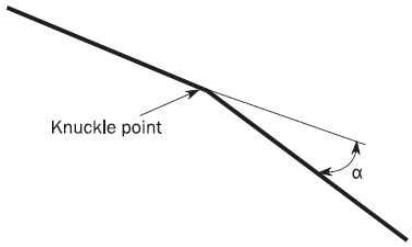


그림 5 너클 포인트가 있는 판

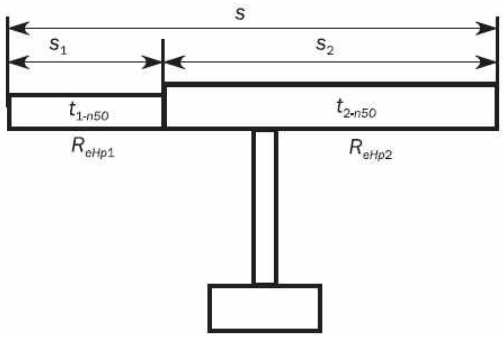


그림 6 다른 두께 및 항복응력을 가지는 요소

2.3 응력-변형률 곡선

2.3.1 보강판 요소 및 일반 보강재 요소

선체거더 횡단면을 구성하는 보강판 요소 및 일반 보강재 요소는 **표 1**에 규정한 손상 모드 중 하나에 따라서 붕괴될 수 있다.

- 판부재가 불연속 종통 보강재로 보강되는 경우, 요소의 응력은 불연속 종통 보강재를 고려하여 [2.3.3] 내지 [2.3.8]에 따라 구하여야 한다. 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체하중 계산 시 불연속 종통 보강재의 면적은 0으로 가정하여야 한다.
- 보강판 요소에 개구가 있는 경우, 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체 하중의 계산 시 보강판 요소의 면적은 판에서 개구부 면적을 제외하고 구하여야 한다. 개구는 **5장 1절** [1.2.9] 내지 [1.2.13]에 따라 고려한다.
- 보강판 요소의 경우, 응력-변형률 곡선의 하중단절 부분(load shortening portion)에 대한 판의 유효폭은 판의 전폭 즉, 다른 판 또는 종방향 보강재의 교차 부분까지(강체 요소 끝단부터 또는 일반 보강재의 부착판에서부터는 아님)로 구하여야 한다. 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체하중의 계산 시, 보강판 요소의 면적은 강체 요소와 일반 보강재 사이 또는 강체 요소들 사이에서 구하여야 한다.

표 1 보강된 판 요소 및 일반 보강재 요소의 손상모드

요소	손상 모드	$\sigma-\varepsilon$ 곡선이 정의된 조항
인장을 받는 판 또는 일반 보강재 요소	탄소성 파괴	[2.3.3]
압축을 받는 일반 보강재 요소	보 기둥 좌굴 비틀림 좌굴 플랜지가 있는 형강 웨브의 국부 좌굴 평강 웨브의 국부 좌굴	[2.3.4] [2.3.5] [2.3.6] [2.3.7]
압축을 받는 보강판 요소	판 좌굴	[2.3.8]

2.3.2 강체 요소(Hard corner element)

인장 및 압축 상태의 강체 요소에 대한 응력-변형률 곡선은 [2.3.3]에 따라 구하여야 한다.

2.3.3 구조 요소의 탄소성 붕괴

선체 횡단면을 구성하는 구조 요소들의 탄소성 붕괴에 관한 응력-변형률 곡선을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구하여야 하며, 양(인장) 및 음(압축) 변형률 상태에 모두 적용 가능하다.(**그림 7** 참조)

$$\sigma = \Phi R_{eHA}$$

R_{eHA} : 고려하는 요소의 등가 최소 항복응력(N/mm^2)으로 다음 식으로 구한다.

$$R_{eHA} = \frac{R_{eHp}A_{p-n50} + R_{eHs}A_{s-n50}}{A_{p-n50} + A_{s-n50}}$$

Φ : 경계 함수(edge function)로서 다음과 같다.

$\Phi = -1,$ $\varepsilon < -1$인 경우

$\Phi = \epsilon,$ $-1 \le \varepsilon \le 1$인 경우

$\Phi = 1,$ $\varepsilon > 1$인 경우

ε : 상대 변형률로서 다음과 같다.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_E}{\varepsilon_Y}$$

ε_E : 요소 변형률

ε_Y : 요소의 항복응력에서의 변형률로서 다음과 같다.

$$\varepsilon_Y = \frac{R_{eHA}}{E}$$

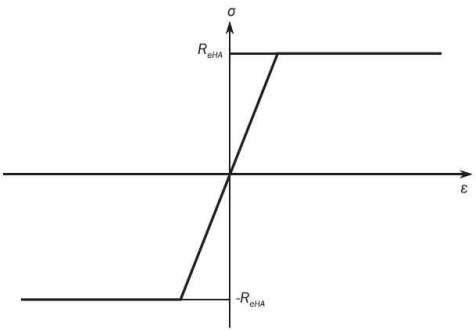


그림 7 탄소성 붕괴에 대한 응력-변형률 곡선

2.3.4 보 기둥 좌굴

선체 횡단면을 구성하는 일반 보강재의 보 기둥 좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR1} - \varepsilon$을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구하여야 한다.(**그림 8** 참조)

$$\sigma_{CR1} = \Phi\sigma_{C1}\frac{A_{s-n50} + A_{pE-n50}}{A_{s-n50} + A_{p-n50}}$$

Φ : [2.3.3]에 따른 경계함수

σ_{C1} : 임계응력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$$\sigma_{C1} = \frac{\sigma_{E1}}{\varepsilon}, \qquad \sigma_{E1} \le \frac{R_{eHB}}{2}\varepsilon \text{ 경우}$$

$$\sigma_{C1} = R_{eHB}\left(1 - \frac{R_{eHB}\,\varepsilon}{4\sigma_{E1}}\right), \qquad \sigma_{E1} > \frac{R_{eHB}}{2}\varepsilon \text{ 경우}$$

R_{eHB} : 고려하는 요소의 등가 최소 항복응력(N/mm^2)으로서 다음 식으로부터 구한다.

$$R_{eHB} = \frac{R_{eHp}A_{pEI-n50}\ell_{pE} + R_{eHs}A_{s-n50}\ell_{sE}}{A_{pEI-n50}\ell_{pE} + A_{s-n50}\ell_{sE}}$$

$A_{pEI-n50}$: 유효 면적(cm^2)으로서 다음과 같다.

$$A_{pEI-n50} = 10 b_{E1} t_{n50}$$

ℓ_{pE} : 폭 b_{E1}인 부착판을 갖는 보강재의 중립축으로부터 부착판의 하단까지의 거리(mm)

ℓ_{sE} : 폭 b_{E1}인 부착판을 갖는 보강재의 중립축으로부터 보강재의 상단까지의 거리(mm)

ε : [2.3.3]에 따른 상대 변형률

σ_{E1} : 오일러(Euler) 기둥 좌굴응력(N/mm^2)

$$\sigma_{E1} = \pi^2 E \frac{I_{E-n50}}{A_{E-n50}\ell^2} 10^{-4}$$

I_{E-n50} : 폭 b_{E1}인 부착판을 포함하는 보강재의 순 2차 모멘트(cm^4)

A_{E-n50} : 폭 b_E인 부착판을 포함하는 보강재의 순 단면적(cm^2)

b_{E1} : 부착판의 상대 변형율에 대한 수정한 유효폭(m)으로서 다음과 같다.

$$b_{E1} = \frac{s}{\beta_E}, \qquad \beta_E > 1.0 \text{ 경우}$$

$$b_{E1} = s, \qquad \beta_E \le 1.0 \text{ 경우}$$

β_E : 다음 식에 의한 값

$$\beta_E = 10^3 \frac{s}{t_{n50}} \sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHp}}{E}}$$

A_{pE-n50} : 폭 b_E인 부착판의 순 단면적(cm^2)으로서 다음과 같다.

$$A_{pE-n50} = 10 b_E t_{n50}$$

b_E : 부착판의 유효폭(m)으로서 다음과 같다.

$$b_E = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2}\right)s, \qquad \beta_E > 1.25 \text{ 경우}$$

$$b_E = s, \qquad \beta_E \le 1.25 \text{ 경우}$$

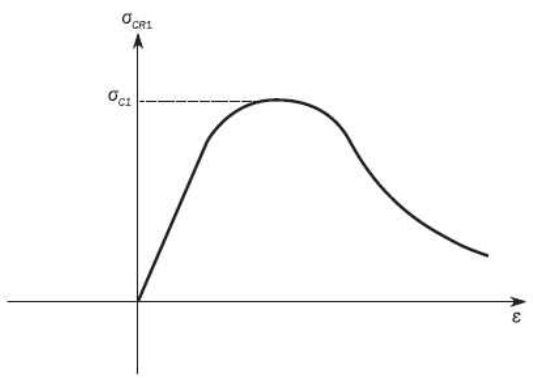


그림 8 보 기둥 좌굴의 응력-변형률 $\sigma_{CR1} - \varepsilon$ 곡선

2.3.5 비틀림 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 일반 보강재의 굽힘-비틀림 좌굴에(flexural-torsional buckling) 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR2}-\varepsilon$ 을 나타내는 방정식은 다음 식에 따라 구하여야 한다.(**그림 9** 참조)

$$\sigma_{CR2} = \Phi \frac{A_{s-n50}\sigma_{C2} + A_{p-n50}\sigma_{CP}}{A_{s-n50} + A_{p-n50}}$$

Φ : [2.3.3]에 따른 경계함수

σ_{C2} : 임계응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{C2} = \frac{\sigma_{E2}}{\varepsilon}, \qquad \sigma_{E2} \le \frac{R_{eHs}}{2}\varepsilon \text{ 경우}$$

$$\sigma_{C2} = R_{eHs}\left(1 - \frac{R_{eHs}\,\varepsilon}{4\sigma_{E2}}\right), \qquad \sigma_{E2} > \frac{R_{eHs}}{2}\varepsilon \text{ 경우}$$

σ_{E2} : **8장 5절 [2.4.3]**에 따른 오일러(Euler) 비틀림 좌굴응력(N/mm^2)

ε : [2.3.3]에 따른 상대 변형률

σ_{CP} : 부착판의 좌굴응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{CP} = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2}\right)R_{eHp}, \qquad \beta_E > 1.25 \text{ 경우}$$

$$\sigma_{CP} = R_{eHp}, \qquad \beta_E \le 1.25 \text{ 경우}$$

β_E : [2.3.4]에 따른 계수

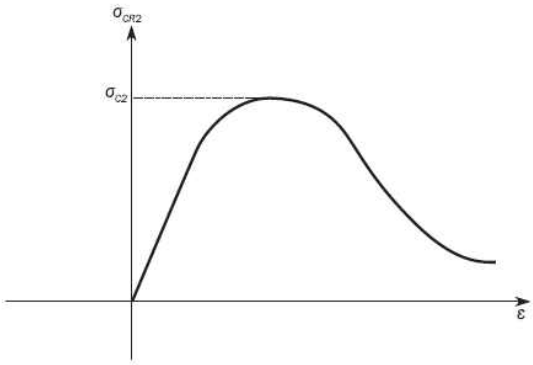


그림 9 굽힘-비틀림 좌굴응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR2}-\varepsilon$

2.3.6 플랜지 형상 보강재의 웨브 국부 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 플랜지 보강재의 웨브 국부 좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR3}-\varepsilon$ 을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR3} = \Phi \frac{10^3 b_E t_{n50} R_{eHp} + (h_{we} t_{w-n50} + b_f t_{f-n50}) R_{eHs}}{10^3 s t_{n50} + h_w t_{w-n50} + b_f t_{f-n50}}$$

Φ : [2.3.3]에 따른 경계함수

b_E : [2.3.4]에 따른 부착판의 유효폭(m)

h_{we} : 웨브의 유효 높이(mm)로서 다음과 같다.

$$h_{we} = \left(\frac{2.25}{\beta_w} - \frac{1.25}{\beta_w^2}\right)h_w, \qquad \beta_w > 1.25\text{인 경우}$$

$$h_{we} = h_w, \qquad \beta_w \le 1.25\text{인 경우}$$

β_w : 다음 식에 의한 값

$$\beta_w = \frac{h_w}{t_{w-n50}}\sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHs}}{E}}$$

ε : [2.3.3]에 따른 상대 변형률

2.3.7 평강 보강재의 웨브 국부 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 평강 보강재의 웨브 국부 좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR4} - \varepsilon$을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구하여야 한다.(**그림** 10 참조)

$$\sigma_{CR4} = \Phi\frac{A_{p-n50}\sigma_{CP} + A_{s-n50}\sigma_{C4}}{A_{p-n50} + A_{s-n50}}$$

Φ : [2.3.3]에 따른 경계함수

σ_{CP} : [2.3.5]에 따른 부착판의 좌굴응력(N/mm^2)

σ_{C4} : 임계응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{C4} = \frac{\sigma_{E4}}{\varepsilon}, \qquad \sigma_{E4} \le \frac{R_{eHs}}{2}\varepsilon\text{인 경우}$$

$$\sigma_{C4} = R_{eHs}\left(1 - \frac{R_{eHs}\varepsilon}{4\sigma_{E4}}\right), \qquad \sigma_{E4} > \frac{R_{eHs}}{2}\varepsilon\text{인 경우}$$

σ_{E4} : 국부 오일러(Euler) 좌굴응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{E4} = 160{,}000\left(\frac{t_{w-n50}}{h_w}\right)^2$$

ε : [2.3.3]에 따른 상대 변형률.

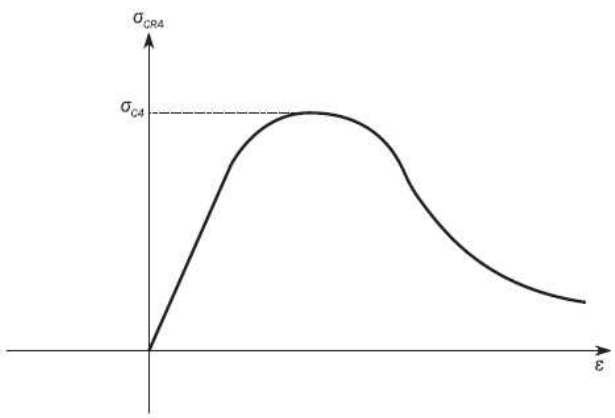


그림 10 웨브 국부 좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR4} - \varepsilon$

2.3.8 판 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 횡식 보강 패널의 좌굴에 대한 응력-변형률 $\sigma_{CR5}-\varepsilon$ 곡선을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR5} = \min\begin{cases} R_{eHp}\Phi \\ \Phi R_{eHp}\left[\frac{s}{\ell}\left(\frac{2.25}{\beta_E}-\frac{1.25}{\beta_E^2}\right)+0.1\left(1-\frac{s}{\ell}\right)\left(1+\frac{1}{\beta_E^2}\right)^2\right] \end{cases}$$

Φ : [2.3.3]에 따른 경계함수

β_E : 다음 식에 의한 값

$$\beta_E = 10^3\frac{s}{t_{n50}}\sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHp}}{E}}$$

s : 판의 폭(m)으로서 보강재 간격으로 한다.

ℓ : 판의 긴 변(m)

3. 대안 방법

3.1 일반

3.1.1

굽힘 모멘트-곡률 관계($M-\chi$)는 대안방법에 의하여 구할 수 있다. 그러한 모델은 다음 사항을 고려한 비선형 응답에 중요한 모든 관련된 효과를 고려하여야 한다.

a) 비선형 기하학적 거동
b) 비탄성 재료 거동
c) 기하학적 결함 및 잔류응력(판 및 보강재의 기하학적 면외 처짐)
d) 동시에 작용하는 하중 :
- 2축 압축
- 2축 인장
- 전단 및 면외압력

e) 경계조건
f) 좌굴 모드 간의 상호작용
g) 평판, 보강재, 거더 등과 같은 구조요소 간의 상호작용
h) 후 좌굴 능력(post-buckling capacity)
i) 판과 보강재에서 영구 국부 변형/좌굴 손상(예, 이중저 효과나 그와 유사한 것)을 초래할 수 있는 선체거더 횡단면의 압축 측면에서의 과응력 요소(overstressed element)

3.2 비선형 유한요소 해석

3.2.1

선체거더 최종 능력의 평가를 위하여 진보된 비선형 유한요소 해석 모델을 사용할 수 있다. 그러한 모델은 [3.1.1]에서 언급한 항목들을 고려한 비선형 응답에 중요한 관련 효과를 고려하여야 한다.

3.2.2

기하학적 결함의 형상 및 크기의 모델링에 특히 주의하여야 한다. 기하학적 결함의 형상 및 크기는 가장 심각한 손상 모드를 유발하는 것이 확인되어야 한다.

13편 1부 6장
선체국부구조 치수

제 1 절 일반사항

제 2 절 하중적용

제 3 절 최소두께

제 4 절 판

제 5 절 보강재

제 6 절 1차 지지부재 및 기둥

제 1 절 일반사항

1. 적용

1.1 적용

1.1.1

이 장은 선수단, 화물창 구역, 기관구역 및 선미단, 건현갑판 상방의 외판, 기관실 위벽, 선루 및 갑판실 내부를 제외한 선루의 노출갑판 및 내부갑판을 포함하는 선박의 전 길이에 걸쳐 선체구조에 적용한다.

1.1.2

이 장은 면외압력, 국부하중 및 선체거더하중을 받는 판, 보강재 및 1차지지부재의 평가에 대한 요건을 제공한다. 요건은 다음에 대하여 규정한다.

- **2절**에서 적용하중
- **3절**에서 판, 보강재 및 1차 지지부재의 최소 두께
- **4절**에서 판
- **5절**에서 보강재
- **6절**에서 1차 지지부재 및 기둥

또한, 정의된 설계 하중조합과 관련이 없는 기타 요건을 제공한다.

1.1.3 요구 부재치수

제공 순 부재치수는 이 장에서 명시된 요건을 기초로 한 요구 부재치수 이상이어야 한다.

1.1.4 추가적인 국부강도 요건

추가적인 국부강도 요건은 선수 충격하중, 선저 슬래밍 하중, 그리고 선수단, 기관실 및 선미단부를 고려하여 **10장**에서 제공된다.

1.2 허용기준

1.2.1

허용기준은 다음과 같이 설계하중을 기반으로 선택되어야 한다.

- 설계하중 S 에 대한 AC-S : 정하중
- 설계하중 S+D 에 대한 AC-SD : 정하중 + 동하중의 조합

제 2 절 하중적용

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 하중조합

1.1 선체거더 굽힘

1.1.1 수직응력

고려하는 위치에서 수직 및 수평 굽힘 모멘트의 작용에 의한 수직응력 σ_{hg} (N/mm^2)은 다음 식에 따른다. 이 응력은 호깅 및 새깅상태에서 M_{sw} 와의 조합과 관련하여 **4장**의 모든 동하중상태를 **[2]**에 따라 각각의 설계 하중조합에 대하여 계산되어야 한다.

$$\sigma_{hg} = \left(\frac{M_{sw} + M_{wv-LC}}{I_{y-n50}} (z - z_n) - \frac{M_{wh-LC}}{I_{z-n50}} y \right) 10^{-3} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

M_{sw} : **4장 7절 표 1**의 고려하는 설계 하중시나리오에 따라 **4장 4절 [2.2]**에 따른 정수중 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{wv-LC} : 고려하는 종 방향 위치에 있어서 **4장 7절 표 1**의 설계 하중시나리오에 따라 **4장 4절 [3.5.2]**에 따른 동하중상태의 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

M_{wh-LC} : 고려하는 종 방향 위치에 있어서 **4장 7절 표 1**의 고려된 설계 하중시나리오에 따라 **4장 4절 [3.5.4]**에 따른 동하중상태의 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

I_{y-n50} : 고려하는 종 방향 위치에서 순 선체거더 수직 관성 모멘트(m^4)

I_{z-n50} : 고려하는 종 방향 위치에서 순 선체거더 수평 관성 모멘트(m^4)

y : 고려하는 하중 계산점의 횡 방향 좌표(m)

z : 고려하는 하중 계산점의 수직 좌표(m)

z_n : 기선으로부터 수평 중립축까지의 거리(m)

1.2 면외압력

1.2.1 비손상 상태의 정압력 및 동압력

해수, 화물, 평형수 및 다른 액체들에 의해 발생되는 비손상 상태의 정적 및 동적 면외압력을 고려하여야 한다. 적용하중은 고려하는 요소의 위치 및 인접한 구획의 종류에 따라 달라진다.

1.2.2 침수상태의 면외압력

외판(shell envelope)을 제외하고, 액체를 적재하지 않는 구획의 수밀경계는 침수상태에서 면외압력을 고려하여야 한다.

1.3 압력조합

1.3.1 외판의 요소

외판에 접한 구획에 액체를 적재한 경우, 고려하는 정적 및 동적 면외압력은 이에 상응하는 흘수에서 내부압력과 외부 해수압의 차이이다. 외판에 접한 구획에 액체를 적재하지 않는 경우, 내부압력 및 외부 해수압은 독립적으로 고려하여야 한다.

1.3.2 외판 이외의 요소

[1.3.1]에 명시된 것을 제외하고, 2개의 인접한 구획을 분리하는 요소에 대한 정적 및 동적 면외압력은 독립적으로 적재되는 2개의 구획을 고려하여 구한 것으로 한다.

2. 설계하중조합

2.1 하중성분의 적용

2.1.1 적용

이 요건은 다음에 적용한다.

- 선박의 전 길이에 걸친 판 및 보강재
- 화물창 구역 바깥의 1차 지지부재

2.1.2 하중성분

정적 및 동적 하중성분은 **4장 7절 표 1**에 따라 결정되어야 한다. 회전반경 k_r 및 메타센터 GM은 **표 1**에 따른 설계 하중조합에서 명시된 고려하는 적재상태에 대하여 **4장 3절 표 1** 및 **표 2**에 따라야 한다.

2.1.3 판, 보강재 및 1차 지지부재의 설계 하중조합

판, 보강재 및 1차 지지부재에 대한 설계 하중조합은 **표 1**에서 따른다. 추가하여, 길이 L이 150 m 이하인 산적화물선 및 화물창 구역 내 기름을 적재하는 유조선의 1차 지지부재에 대한 설계 하중조합은 각각 **2부 1장 4절 [4.2]** 및 **2부 1장 3절 [1.2]**에 따른다.

표 1 설계 하중조합

항목	설계 하중조합	하중성분	흘수	설계하중	적하상태
외판 및 노출갑판	SEA-1	P_{ex}, P_D	T_{SC}	S+D	만재상태(1)
	SEA-2	P_{ex}	T_{SC}	S	항내상태(2)
평형수 탱크 (유조선 및 산적화물선)	WB-1	$P_{in} - P_{ex}$ (3)	T_{BAL}	S+D	통상 평형수 상태
	WB-2	$P_{in} - P_{ex}$ (3)	T_{BAL}	S+D	통상 평형수 상태. 평형수 교환 상태
	WB-3	$P_{in} - P_{ex}$ (3)	$0.25\,T_{SC}$	S	항내/시험 상태
평형수 탱크 (산적화물선) 및 평형수 화물창으로 지정된 산적 화물창	WB-4	$P_{in} - P_{ex}$ (3)	T_{BAL-H} (7)	S+D	황천 평형수 상태
	WB-5(4)	$P_{in} - P_{ex}$ (3)	T_{BAL-H} (7)	S+D	황천 평형수 상태 평형수 교환 상태
	WB-6(5)	P_{in}	-	S	항내/시험 상태
화물탱크	OT-1	P_{in}	T_{SC}	S+D	만재상태
	OT-2	P_{in}	$0.6\,T_{SC}$	S+D	부분적재상태
	OT-3	P_{in}	-	S	항내/시험상태
산적 화물창	BC-1	P_{in}	T_{SC}	S+D	균일적재 만재상태
	BC-2	P_{in}	-	S	
	BC-3	P_{in}	T_{SC}	S+D	중량화물의 균일 부분적재 (BC-A, B선박)
	BC-4	P_{in}	-	S	
	BC-5	P_{in}	T_{SC}	S+D	경량화물의 격창 만재상태 (BC-A선박)
	BC-6	P_{in}	-	S	
	BC-7	P_{in}	T_{SC}	S+D	중량화물의 격창 부분적재 (BC-A선박)
	BC-8	P_{in}	-	S	
기타 탱크 (연료유 탱크, 청수탱크)	TK-1	$P_{in} - P_{ex}$ (3)	T_{BAL}	S+D	통상 평형수 적재상태
	TK-2	$P_{in} - P_{ex}$ (3)	$0.25\,T_{SC}$	S	항내/시험상태
액체를 적재하지 않는 구획	FD-1(6)	P_{in}	T_{SC}	S+D	침수상태
	FD-2(6)	P_{in}	-	S	침수상태
노출된 갑판, 내부갑판 또는 플랫폼	DL-1(8)	P_{dl}, F_U	T_{SC}	S+D	만재상태
	DL-2(8)	P_{dl}, F_U	-	S	항내상태

(1) BC-A 및 BC-B 산적화물선의 경우, 만재 적하상태는 “중량화물의 균일적재”를 의미한다.
(2) 외판(보강재 포함)에만 적용
(3) P_{ex}는 외판(보강재 포함)에만 대해 고려되어야 한다.
(4) 평형수 화물창으로 지정된 산적 화물창은 적용하지 않는다.
(5) 산적 화물창에만 적용
(6) FD-1 및 FD-2는 외판 및 화물창 사이의 수직 파형 횡격벽에 적용하지 않는다. 파형 횡격벽의 침수상태에서 요건은 **2부 1장 3절 [3]**에 따른다. 해당되는 경우, FD-1 및 FD-2는 강력갑판에 적용하여야 한다.
(7) 황천 평형수상태 중 최소 흘수가 이용되어야 한다.
(8) 분포하중 또는 집중하중에 대하여만 적용하며, 그린파랑압력과 동시에 작용하는 조합은 고려하지 않는다.

제 3 절 최소 두께

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 판

1.1 최소 두께 요건

1.1.1

판의 순 두께는 **표1**에 주어진 적절한 최소 두께 요건에 적합하여야 한다.

표1 판의 최소 순 두께

요소	위치	지역	순 두께
외판	용골	-	$7.5+0.03L_2$
	선저외판 선측외판 만곡부 외판	선수부분	$6.5+0.03L_2$
		기관구역 선미부분	$7.0+0.03L_2$
		그 외의 경우	$5.5+0.03L_2$
브레스트훅		선수부분	6.5
갑판	노천갑판, 강력갑판, 내부탱크 경계	-	$4.5+0.02L_2$
	플랫폼 갑판	기관구역	$2.8+0.0067s$
		그 외의 경우	6.5
내저판[(1)]	-	기관구역	$6.6+0.024L_2$
		그 외의 경우	$5.5+0.03L_2$
산적화물선의 종격벽	내측 종격벽, 호퍼탱크 경사판 톱사이드 탱크의 경사판	화물창 구역	$0.7L_2^{1/2}$
격벽	내부탱크 경계 횡/종 수밀격벽	-	$4.5+0.02L_2$
	비수밀 격벽 제수격벽 건구역 사이 격벽	-	$4.5+0.01L_2$
	선수미 필러격벽	-	7.5
기타 부재	하부/상부스툴의 다이어프램	-	$5.0+0.015L_2$
	기관실 위벽 (화물창 구역)	화물창 구역	5.5
	기관실 위벽 (거주구에 인접한)	거주구	4.0
	일반적인 기타 판	-	$4.5+0.01L_2$

(1) 수밀 및 비수밀 부재에 대하여 적용

2. 보강재 및 트리핑 브랫킷

2.1 최소 두께 요건

2.1.1

보강재 및 트리핑 브랫킷의 웨브 및 면재(설치된 경우)의 순 두께(mm)는 **표 2**에 의한 최소 순 두께 이상이어야 한다.
또한 보강재 및 트리핑 브랫킷의 웨브에 대한 순 두께(mm)는 다음에 따라야 한다.

- **6장 4절**에 부착판의 요구 순 두께의 40 % 이상이어야 하며,
- 부착판의 제공 순 두께의 2배 미만이어야 한다.

표 2 보강재 및 트리핑 브래킷의 최소 순 두께

요소	위치	순두께
보강재 및 단부 브래킷	수밀경계	$3.5 + 0.015L_2$
	기타 구조	$3.0 + 0.015L_2$
단일선측 산적화물선의 화물창 선측늑골 웨브	최전방 선수창(1)	$6.0 + 0.026L$
	상기이외의 창(1)	$5.2 + 0.023L$
트리핑 브래킷		$5.0 + 0.015L_2$
(1) L 은 200 m 보다 클 필요는 없다.		

3. 1차 지지부재

3.1 최소 두께 요건

3.1.1

1차 지지부재의 웨브 및 면재의 순 두께(mm)는 **표 3**에 의한 최소 순 두께 이상이어야 한다.

표 3 1차 지지부재의 최소 순 두께

요소	위치		순 두께
이중저 중심선 거더	기관구역		$1.55L_2^{1/3} + 3.5$
	그 외의 경우		$5.5 + 0.025L_2$
기타 선저 거더	기관구역		$1.7L_2^{1/3} + 1.0$
	$L \geq 150$ m 인 선박의 선수부분		$0.7L_2^{1/2}$
	그 외의 경우 및 $L < 150$ m 인 선박의 선수부분		$5.5 + 0.02L_2$
덕트킬 경계 거더	기관구역		$0.8L_2^{1/2} + 2.5$
선저 늑판	기관구역		$1.7L_2^{1/3} + 1.0$
	선수부분		$0.7L_2^{1/2}$
	그 외의 경우		$0.6L_2^{1/2}$
선미 피크 늑판	-		$0.7L_2^{1/2}$
기타 1차 지지부재	선수부 / 선미부		$0.7L_2^{1/2}$
	그 외의 경우	화물유 탱크 내	$5.5 + 0.015L_2$
		기타의 경우	$0.6L_2^{1/2}$

제 4 절 판

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

α_p : 판 패널 형상비에 대한 수정계수로서 아래의 식에 따른다. 단, 1.0 이하로 한다.

$$\alpha_p = 1.2 - \frac{b}{2.1\,\mathrm{a}}$$

a : **3장 7절 [2.2.2]**에 따른 판 패널의 길이(mm)

b : **3장 7절 [2.2.2]**에 따른 판 패널의 너비(mm)

P : 고려하는 설계 하중세트(**2절 [2]** 참고)에 대한 설계압력으로서, **3장 7절 [2.2]**에 따른 하중 계산점에서 의 값이다.(kN/m^2)

σ_{hg} : **2절 [1.1]**에 따른 선체거더 굽힘응력으로서, **3장 7절 [2.2]**에 따른 하중 계산점에서의 값이다.(N/mm^2)

χ : 계수로서 다음과 같다.

- 비손상 상태인 경우 :
  - χ= 0.70 : 산적화물선 화물창의 내저판 및 빌지 호퍼탱크 경사판인 경우
  - χ= 1.00 : 기타의 경우

- 침수상태인 경우 :
  - χ= 1.00 : 허용기준 AC-S 에 따른 선수격벽인 경우
  - χ= 0.95 : 허용기준 AC-SD 에 따른 선수격벽인 경우
  - χ= 1.15 : 구획의 기타 수밀경계인 경우

1. 면외압력을 받는 판

1.1 항복 검토

1.1.1 판

순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계 하중조합(**6장 2절 [2.1.3]** 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 0.0158\,\alpha_p\, b\,\sqrt{\frac{|P|}{\chi\, C_a R_{eH}}}$$

C_a : 판의 허용 굽힘 응력계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_a = \beta - \alpha\frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$$, $C_{a-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.

β : 계수로서 **표 1**에 따른다.

α : 계수로서 **표 1**에 따른다.

$C_{a-\max}$: 최대 허용 굽힘 응력계수로서 **표 1**에 따른다.

표1 β, α 및 $C_{\alpha-\max}$

허용기준	구조부재		β	α	C_{a-max}
AC-S	종강도 부재	종 방향으로 보강된 판	0.9	0.5	0.8
		횡 방향으로 보강된 판	0.9	1.0	0.8
	기타 부재		0.8	0	0.8
AC-SD	종강도 부재	종 방향으로 보강된 판	1.05	0.5	0.95
		횡 방향으로 보강된 판	1.05	1.0	0.95
	기타 부재		1.0	0	1.0

1.2 파형격벽의 판

1.2.1 냉간, 열간 가공 및 조립 파형

파형격벽의 웨브 및 플랜지 판의 순 두께 t (mm)는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계 하중조합(6장 2절 [2.1.3] 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 0.0158\, b_p \sqrt{\frac{|P|}{C_{CB}\, R_{eH}}}$$

b_P : 평면 파형 판의 너비로 다음에 따른다.

b_P = b_{f-cg}, 플랜지 판의 경우(mm) (3장 6절 그림 21참조)

b_P = b_{w-cg}, 웨브 판의 경우(mm) (3장 6절 그림 21참조)

C_{CB} : 파형격벽 판에 대한 허용 굽힘 응력계수로서 다음에 따른다.

- 횡 파형격벽 및 수직 파형 종격벽의 허용기준 AC-S 인 경우.
  C_{CB} = 0.75
- 횡 파형격벽 및 수직 파형 종격벽의 허용기준 AC-SD 인 경우.
  C_{CB} = 0.90
- 수평 파형 종격벽, $C_{CB-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.

$$C_{CB} = \beta_{CB} - \alpha_{CB}\frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$$

β_{CB} : 계수로서 표 2에 따른다.

α_{CB} : 계수로서 표 2에 따른다.

$C_{CB-\max}$: 최대 허용 굽힘 응력계수로서 표 2에 따른다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

표 2 β_{CB}, α_{CB} 및 $C_{CB-\max}$

허용기준	구조부재	β_{CB}	α_{CB}	$C_{CB-\max}$
AC-S	수평 파형 종격벽	0.90	0.50	0.75
AC-SD	수평 파형 종격벽	1.05	0.50	0.90

1.2.2 용접구조의 파형

다른 두께의 플랜지 및 웨브 판을 가지는 용접 구조의 파형인 경우, 순 두께 t_1 (mm)은 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계 하중조합(**6장 2절 [2.1.3]** 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$t_1 = \sqrt{\frac{0.0005\, b_p^2 |P|}{C_{CB}\, R_{eH}} - t_2^2}$$

t_1 : 플랜지 또는 웨브 중 두꺼운 판의 순 두께(mm)
t_2 : 플랜지 또는 웨브 중 얇은 판의 순 두께(mm)
b_p : 플랜지 또는 웨브 중 두꺼운 판의 너비(mm)
C_{CB} : **[1.2.1]**에 따른 허용 굽힘 응력계수

2. 특별요건

2.1 평판 용골의 최소 두께

2.1.1

평판 용골의 순 두께는 용골 후판의 가장자리로부터 인접한 2.0 m 너비의 선저판의 제공 순 두께의 값 이상이어야 한다. 용골의 너비는 **3장 6절 [7.2.1]**에 따른다.

2.2 만곡부 외판

2.2.1 만곡부 외판(bilge plating)의 정의

만곡부 외판(bilge plating)의 정의는 **1장 4절 [3.8.1]**에 따른다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.2.2 만곡부 외판의 두께

a) 만곡부 외판의 순 두께는 인접한 선저외판 또는 인접한 선측외판의 제공 순 두께 중 큰 값 이상이어야 한다.
b) 만곡부 외판의 순 두께 t (mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$t = 6.45 \times 10^{-4} (P_{ex}\, s_b)^{0.4}\, R^{0.6}$$

P_{ex} : 만곡부 하부에서 계산된 설계 하중조합 SEA-1(**6장 2절 [2.1.3]** 참조)에 대한 설계 해수압(kN/m^2)
R : 유효 만곡부 곡률 반지름(mm)으로서 다음 식에 의한 값

$$R = R_0 + 0.5\,(\triangle s_1 + \triangle s_2)$$

R_0 : 곡률 반지름(mm) (**그림1** 참조)
$\triangle s_1$: 만곡부 외판의 곡면의 하단(lower turn of bilge)으로부터 가장 외측의 선저 보강재까지의 거리(mm) (**그림1** 참조) 가장 선외측의 선저 보강재가 만곡부 내에 있는 경우, 이 거리는 0으로 한다.
$\triangle s_2$: 만곡부 외판의 곡면의 상단으로부터 최하단 선측 보강재까지의 거리(mm) (**그림1** 참조) 최하단 선측 보강재가 만곡부 내에 있는 경우, 이 거리는 0으로 한다.
s_b : 횡 방향 보강재, 웨브 또는 빌지 브래킷 사이의 거리(mm)

c) 종 방향으로 보강된 만곡부 외판은 규칙적으로 보강된 판으로서 평가되어야 한다. 만곡부 외판 두께는 **[1.1.1]** 및

b)에 의한 값 중 작은 값 이상이어야 한다. 빌지 킬은 유효한 종 방향 보강재로서 고려하지 않는다.

2.2.3 횡 방향으로 연장된 만곡부 외판 최소 두께

판의 이음부가 선측 외판 최하부 보강재 바로 아래의 직선부에 위치하는 경우, 판의 이음부 위치가 최하부 선측 종늑골 하방 $s_2/4$ 의 값 이하이면, 만곡부 외판에 대해 요구되는 어떠한 두께 증가도 빌지 상방의 인접한 판까지 연장할 필요는 없다. 유사하게 판의 이음부 위치가 선외측으로 선저 종늑골을 넘어서 $s_1/4$ 의 값 이하이면, 만곡부 외판에 대해 요구되는 어떠한 두께 증가도 인접한 선저 외판의 평평한 부분에 대해 적용할 필요 없다.(s_1 및 s_2 : **그림 1** 참조)

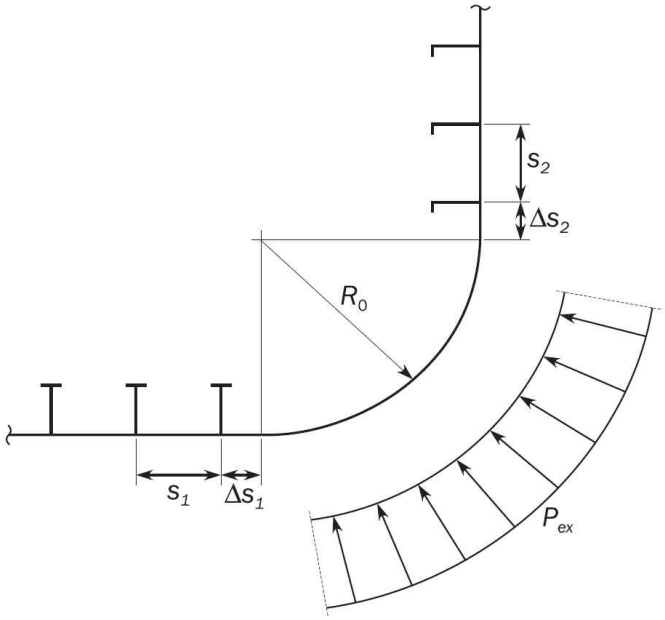


그림 1 횡 방향으로 보강된 만곡부 외판

2.2.4 만곡부의 선체외판의 늑골 방식

횡 방향으로 보강된 만곡부 외판에 대해, 종 보강재는 만곡부 외판의 곡률이 시작하는 위치 가깝게 설치되어야 한다. 종 보강재의 부재치수는 가까이 인접한 보강재의 값 이상이어야 한다. 만곡부 외판의 곡면의 하단(lower turn of bilge)과 최외곽 선저 보강재 사이의 거리 $\triangle s_1$ 은 일반적으로 최외곽 선저 보강재 2개의 간격의 1/3 이하이어야 한다. 유사하게, 만곡부 외판의 곡면의 상단과 최하부 선측 보강재 사이의 거리 $\triangle S_2$ 는 일반적으로 2개의 최하부 선측 종통재 간격의 1/3 이하이어야 한다.(**그림 1** 참조)

2.3 선측외판

2.3.1 방현재 접촉구역

[2.3.2]에 따른 방현재 접촉구역 내에 선측외판의 순 두께 t (mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 26\left(\frac{b}{1000} + 0.7\right)\left(\frac{B\,T_{SC}}{R_{eH}^2}\right)^{0.25} \qquad \text{(mm)}$$

2.3.2 방현재 접촉구역 요건의 적용

적용 범위는 **1장 1절 [2.4.3]**에 따른 화물창 구역 내의 평형수 흘수 T_{BAL} 로부터 T_{SC} 상방의 0.25 T_{SC} (최소 2.2 m) 까지이다.

2.4 현측후판

2.4.1 일반사항

현측후판의 최소 폭은 **3장 6절 [8.2.4]**에 따른다.

2.4.2 용접구조 현측후판

인접한 선측외판 전체가 톱사이드 탱크 또는 이중선측 탱크 내에 위치하는 경우, 용접 구조 현측후판의 순 두께는 인접한 선측외판의 제공 순 두께 이상이어야 한다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.4.3 둥근 현측후판

둥근 현측후판의 순 두께는 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.

- 인접한 2.0 m 폭 범위의 갑판의 제공 순 두께, 또는
- 인접한 2.0 m 폭 범위의 선측 외판의 제공 순 두께

2.5 갑판 스트링거판

2.5.1

갑판 스트링거판의 최소 폭은 **3장 6절 [9.1.2]**에 따른다.

2.5.2

선체 중앙부 0.6 L 이내에, 갑판 스트링거판의 순 두께는 인접한 갑판의 제공 순 두께의 값 이상이어야 한다.

2.6 파형격벽의 지지구조

2.6.1 일반사항

3장 6절 [10.4]에 따른 격벽의 배치에 대한 요건은 **[2.6.2]**에서 **[2.6.4]**와 함께 고려되어야 한다.

2.6.2 하부스툴

a) 스툴 정판의 순 두께는 부착된 파형의 요구 값 이상이어야 하고, 연결되는 파형과 최소 동일한 재료 항복강도이어야 한다. 파형으로부터 스툴 정판의 끝단까지의 연장부는 파형 플랜지의 제공 총 두께보다 작아서는 아니 된다.

b) 스툴 정판으로부터 파형 깊이의 범위 내에서 스툴 측판의 순 두께는 하단에서 파형격벽 플랜지의 요구 순 두께의 값 이상이어야 하며, 최소한 동일한 재료 항복강도의 것이어야 한다. (c)에 따라 스툴 내부에서 파형 웨브와 지지 브래킷이 연속성이 유지되는 경우, 측판의 순 두께는 파형 면재 두께의 90 % 까지 감소시킬 수 있다.

c) 유조선의 경우 파형 웨브 및 하부스툴 지지 브래킷 사이에 연속성은 스툴 내부에서 유지되어야 한다. 이를 대신하여, 스툴 내부의 하부스툴 지지 브래킷은 파형 웨브의 모든 너클 위치에서 일치하여야 한다.

d) 지지 브래킷의 순 두께는 파형 웨브의 요구 순 두께의 80 % 이상이어야 하며 최소한 동일한 재료 항복강도의 것이어야 한다.

e) 지지 늑판의 순 두께는 내저판과 연결되는 스툴 측판의 요구 순 두께의 값 이상이어야 하며(**2부 1장 6절**에 따른 GRAB 요건은 적용하지 않는다.) 최소한 동일 재료 항복강도의 것이어야 한다. 다른 항복강도의 재료가 사용되는 경우, 요구되는 두께는 **3장 1절 [2.2.1]**에서 정의된 두 재료의 재료계수 k 의 비율에 따라서 수정되어야 한다.

f) 하부스툴이 설치된 경우, 격벽 스툴과 내저판의 연결 부위에서 두께 방향 특성 및 강도의 연속성을 위한 배치에 특별히 주의하여야 한다. 규정된 두께 방향 특성을 가진 판에 대한 요건은 **3장 1절 [2.5]**를 참조한다.

2.6.3 상부스툴

a) 스툴 바닥판의 순 두께는 연결되는 파형격벽에 요구되는 값 이상이어야 하며, 최소한 동일한 재료 항복강도의 것이어야 한다. 파형격벽으로부터 스툴 바닥판의 끝단까지의 연장부는 파형격벽 플랜지의 제공 총 두께보다 작아서는 아니 된다.

b) 스툴 측판 하부의 순 두께는 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.

- [1.1] 에 의한 순 두께
- 아래에서 요구하는 격벽판의 상부 순 두께의 80 %
  - [1.2]
  - 동일한 재료가 사용되는 경우 **2부 1장 3절** [3.1] 또는 **2부 2장 3절** [2.2.1]

다른 항복강도의 재료가 사용되는 경우, 요구되는 두께는 **3장 1절** [2.2.1]에서 정의된 두 재료계수 k 의 비율에 따라서 수정되어야 한다.

2.6.4 하부스툴이 없는 파형격벽의 지지구조

a) 파형격벽에 인접한 지지늑판 및 파이프 터널 보의 순 두께는 파형 플랜지 요구 순 두께 이상이어야 하며, 최소한 동일한 재료 항복강도의 것이어야 한다. 파형에 인접한 내저판 및 호퍼탱크는 연결되는 파형과 최소한 동일한 재료 항복강도의 것이어야 하며, 두께 방향 특성이 승인을 위하여 제출되지 않을 경우, **3장 1절** [2.5.1]에 따른 Z 등급 강재를 사용하여야 한다.

b) 파형 웨브와 일치하게 배치된 브래킷/칼링은 파형 깊이의 0.5배 이상의 깊이를 가져야 하며, 순 두께는 파형 웨브 순 두께의 80 % 이상이고 최소한 동일한 재료 항복강도의 것이어야 한다. 브래킷/칼링 대신에 쉐더판과 거싯판에 의해 지지되는 경우, **2부 1장 3절 그림 5**의 거싯판의 높이 h_G 는 최소한 파형 깊이 이상이어야 한다. 거싯판은 파형 플랜지와 일치하도록 배치되어야 하며 파형 플랜지 사이에 설치하여야 한다. 거싯판 및 쉐더판의 순 두께는 파형 플랜지 순 두께의 각각 100 % 및 80 % 이상이며 최소한 동일한 재료 항복강도의 것이어야 한다.

2.7 선미 격벽

2.7.1

선미관 관통부 부위의 선미 격벽의 순 두께는 격벽 요구 순 두께의 1.6배 이상이어야 한다.

제 5 절 보강재

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

d_{shr} : **3장 7절 [1.4.3]**에 따른 유효 전단 깊이(mm)

ℓ_{bdg} : **3장 7절 [1.1.2]**에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

ℓ_{shr} : **3장 7절 [1.1.3]**에 따른 유효 전단 스팬(m)

P : **6장 2절**에 정의된 설계 하중세트에 대한 설계압력으로서 **3장 7절 [3.2]**에 따른 하중 계산점에서의 값이다.(kN/m^2)

χ : 계수로서 다음과 같다:

- 비손상 상태인 경우 :
  - χ= 0.90 : 산적화물선 화물창의 내저판 또는 빌지 호퍼탱크 경사판에 부착되는 보강재인 경우
  - χ= 1.00 : 기타의 경우

- 침수상태인 경우 :
  - χ= 1.00 : 허용기준 AC-S 에 따른 선수 격벽인 경우
  - χ= 0.95 : 허용기준 AC-SD 에 따른 선수 격벽인 경우
  - χ= 1.15 : 구획의 기타 수밀경계인 경우

1. 면외압력을 받는 보강재

1.1 항복검토

1.1.1 웨브판

보강재의 최소 순 웨브 두께 t_w (mm)는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계 하중조합(**2절 [2.1.3]** 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$t_w = \frac{f_{shr}\,|P|\,s\,\ell_{shr}}{d_{shr}\,\chi\,C_t\,\tau_{eH}} \qquad (mm),$$ 단, $\chi\,C_t$ 는 1.0 이하이어야 한다.

f_{shr} : 전단력 분포계수로서 다음에 따른다.

- 양단 고정단인 연속된 보강재 :
  - f_{shr} = 0.5 : 수직 보강재의 상단, 수평 보강재
  - f_{shr} = 0.7 : 수직 보강재의 하단

- 감소 고정단, 변동 하중 또는 격자구조의 일부인 보강재인 경우. **[1.2]**에 따른다.

C_t : 설계 하중조합에 대한 허용 전단 응력계수로서 다음에 따른다.

C_t = 0.75 : 허용기준 AC-S 인 경우

C_t = 0.90 : 허용기준 AC-SD 인 경우

1.1.2 단면계수

최소 순 단면계수 $Z(\mathrm{cm}^3)$는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계 하중조합(2절 [2.1.3] 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = \frac{|P|\, s\, \ell_{bdg}^{\,2}}{f_{bdg}\, \chi\, C_s\, R_{eH}} \qquad (\mathrm{cm}^3),\ \text{단, } \chi\, C_s \text{는 1.0 보다 커서는 아니 된다.}$$

f_{bdg} : 굽힘 모멘트 계수로서 다음에 따른다.

- 양단 고정단인 연속된 보강재 :

  f_{bdg} = 12 : 수평 보강재 및 수직 보강재의 상단

  f_{bdg} = 10 : 수직 보강재의 하단

- 감소 고정단, 변동 하중 또는 격자 구조의 일부인 보강재인 경우 [1.2]에 따른다.

C_s : 설계 하중조합에 대한 허용 전단 응력계수로서 표 1에 따른다.

σ_{hg} : 6장 2절에 따른 선체거더 굽힘 응력 (N/mm^2)으로서, 3장 7절 [3.2]에 따른 하중 계산점의 값이다.

β_s : 계수로서 표 2에 따른다.

α_s : 계수로서 표 2에 따른다.

$C_{s-\max}$: 계수로서 표 2에 따른다.

표 1 C_s

선체거더 굽힘응력 σ_{hg} 의 부호	면외 하중이 작용하는 방향	계수 C_s
인장(+)	보강재 측	$C_s = \beta_s - \alpha_s \dfrac{\lceil \sigma_{hg} \rceil}{R_{eH}}$ $C_{s-\max}$ 이하일 것
압축(-)	판 측	
인장(+)	판 측	$C_s = C_{s-\max}$
압축(-)	보강재 측	

표 2 β_s, α_s 및 $C_{s-\max}$

허용기준	구조부재	β_s	α_s	$C_{s-\max}$
AC-S	종강도 부재	0.85	1.0	0.75
	횡 부재 또는 수직부재	0.75	0	0.75
AC-SD	종강도 부재	1.0	1.0	0.9
	횡 부재 또는 수직부재	0.9	0	0.9

1.1.3 보강재의 그룹

[1.1.1] 및 [1.1.2]의 요건에 따른 보강재의 치수는 1차 지지부재 사이의 단일 보강된 패널에 대한 동일 치수의 보강재가 순차적으로 배치되는 그룹화의 개념을 기초로 하여 결정될 수 있다.
그룹의 치수는 다음 중 큰 값으로 하여야 한다.

- 그룹 내 모든 보강재의 요구치수의 평균
- 그룹 내 어느 하나의 보강재에 대한 최대 요구치수의 90 %

1.1.4 다른 재료의 판 및 보강재

보강재의 규격 최소 항복응력이 부착판의 규격 최소 항복응력을 35 % 이상 초과하는 경우, 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$R_{eH-S} \leq \left(R_{eH-P} - \frac{\alpha_s |\sigma_{hg}|}{\beta_s}\right) \frac{Z_P}{Z} + \frac{\alpha_s |\sigma_{hg}|}{\beta_s} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

R_{eH-S} : 보강재 재료의 규격 최소 항복응력(N/mm^2)
R_{eH-P} : 부착판 재료의 규격 최소 항복응력(N/mm^2)
σ_{hg} : 6장 2절 [1.1]에 따른 선체거더 굽힘응력(N/mm^2)으로서, $|\sigma_{hg}|$는 $0.4\,R_{eH-P}$ 이상이어야 한다.
Z : 보강재의 면재/자유단에서의 순 단면계수(cm^3)
Z_p : 보강재의 부착판에서의 순 단면계수(cm^3)
α_s, β_s : 표 2에 따른 계수

1.2 보 해석

1.2.1 직접해석

감소 고정단, 변동 하중 또는 격자의 일부가 되는 순 특성을 사용하는 보강재의 최대 굽힘응력 σ 및 최대 전단응력 τ는 다음 사항을 고려하여 직접 계산에 따라 결정하여야 한다.

- 정적, 동적압력 및 힘의 분포
- 중간지지(예 : 갑판, 거더 등)의 수 및 위치
- 보강재의 양단 및 중간지지에서 고정조건
- 중간 스팬에서 보강재의 기하학적 특성

1.1.2 응력기준

계산된 응력은 다음 기준에 적합하여야 한다.

- $\tau \leq \chi\, C_t\, \tau_{eH}$
- $\sigma \leq \chi\, C_s\, R_{eH}$

χ, C_t, C_s : 계수로서 [1.1.1] 및 [1.1.2]에 따른다.

제 6 절 1차 지지부재 및 필러

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

P : **6장 2절**에 따른 고려하는 설계 하중조합의 설계압력으로서 **3장 7절 [4.1.1]**에 따른 하중 계산점에서의 값이다.(kN/m^2)

ℓ_{bdg} : **3장 7절 [1.1.6]**에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

ℓ_{shr} : **3장 7절 [1.1.7]**에 따른 유효 전단 스팬(m)

χ : 계수로서 다음과 같다.

- 비손상 상태인 경우 :
  - χ= 0.90 : 산적화물선 화물창의 내저판 또는 빌지 호퍼탱크 경사판에 부착되는 1차 지지부재인 경우
  - χ= 1.00 : 기타의 경우

- 침수상태인 경우 :
  - χ= 1.00 : 허용기준 AC-S 에 따른 선수 격벽인 경우
  - χ= 0.95 : 허용기준 AC-SD 에 따른 선수 격벽인 경우
  - χ= 1.15 : 구획의 기타 수밀경계인 경우

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 면외압력 및 집중하중을 받는 1차 지지부재, 집중하중 및 압축 축 하중을 받는 필러에 대하여 적용한다. 특정하중을 받는 부재에 대해서는 항복 검토가 수행되어야 한다.

2. 화물창 구역 내의 1차 지지부재

2.1 침수상태

2.1.1

이 항의 요건은 외판 또는 탱크 경계를 제외하고, 침수상태에 있어서 면외압력을 받는 수밀경계의 1차 지지부재에 대하여 적용한다.

2.1.2

침수상태에 대한 검증은 **6장 2절**에 따른 적절한 설계 하중조합과 **[3.2]**에 따른 치수요건에 대한 압력 및 선체거더하중을 이용하여 수행하여야 한다.

2.2 산적화물선

2.2.1 길이 150 m 이상의 산적화물선

화물창 구역 내에 1차 지지부재의 치수는 **7장**에 따른 유한요소 해석으로 검증하여야 한다.

2.2.2 길이 150 m 미만의 산적화물선

화물창 구역 내에 1차 지지부재의 치수는 **2부 1장 4절 [4]**에서 주어진 요건에 적합하여야 한다. 이를 대신하여, 부재의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 직접강도평가에 따라 검증될 수 있다.

2.3 유조선

2.3.1

화물창 구역 내에 1차 지지부재의 치수는 **2부 2장 3절 [1]**의 요건에 적합하여야 하고, **7장**에 따른 유한요소 해석으로 검증하여야 한다.

3. 화물창 구역 바깥의 1차 지지부재

3.1 적용

3.1.1

이 항의 요건은 선수/선미 및 기관구역 내의 면외압력을 받는 1차 지지부재에 대하여 적용한다.

3.2 치수요건

3.2.1 순 단면계수

면외압력을 받는 1차 지지부재의 순 단면 계수 Z_{n50} (cm^3)는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계 하중조합(**2절 [2.1.3]** 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z_{n50} = 1000 \frac{|P| S \ell_{bdg}{}^2}{\chi f_{bdg} C_s R_{eH}} \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

f_{bdg} : **표 2**에 따른 굽힘 모멘트 분포계수

C_s : **표 1**에 따른 허용 기준세트에 대한 허용 굽힘 응력계수

3.2.2 순 전단면적

면외압력을 받는 1차 지지부재의 순 전단 면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)은 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계 하중조합(**2절 [2.1.3]** 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$A_{shr-n50} = 10 \frac{f_{shr} |P| S \ell_{shr}}{\chi C_t \tau_{eH}} \qquad (\mathrm{cm}^2)$$

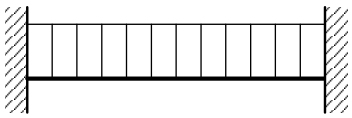
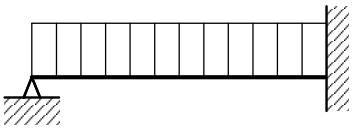
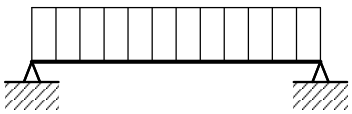
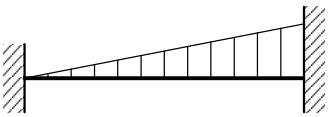
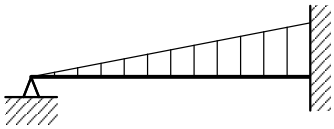
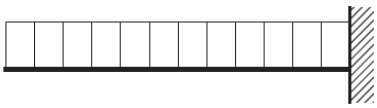
f_{shr} : **표 2**에 따른 전단력 분포계수

C_t : **표 1**에 따른 허용 기준세트에 대한 허용 전단 응력계수

표 1 1차 지지부재의 허용 굽힘 및 전단응력 계수

허용기준	1차 지지부재에 부착된 구조	C_s 및 C_t
AC-S	갑판 및 플랫을 포함한 모든 경계	0.70
AC-SD	갑판 및 플랫을 포함한 모든 경계(1)	0.85

표 2 굽힘 모멘트 및 전단력 계수, f_{bdg} 및 f_{shr}

하중 및 경계조건				굽힘 모멘트 및 전단력 분포계수 (하중이 변하는 경우 스팬 중간에서의 하중을 기초로 함)		
위치				1 f_{bdg1} f_{shr1}	2 f_{bdg2} -	3 f_{bdg3} f_{shr3}
하중모델	1 지지	2 필드	3 지지			
A				12.0 0.50	24.0 -	12.0 0.50
B				- 0.38	14.2 -	8.0 0.63
C				- 0.50	8.0 -	- 0.50
D				15.0 0.30	23.3 -	10.0 0.70
E				- 0.20	16.8 -	7.5 0.80
F				- -	- -	2.0 1.0

비고

1. 지지점에 대한 굽힘 모멘트 계수 f_{bdg} 는 1차 지지부재에 대한 유효 굽힘 스팬의 끝단으로부터 0.2 ℓ_{bdg} 거리에 걸쳐 적용할 수 있다.
2. 지지점에 대한 전단력 분포계수 f_{shr}는 1차 지지부재에 대한 유효 전단 스팬의 끝단으로부터 0.2 ℓ_{bdg} 거리에 걸쳐 적용할 수 있다.
3. f_{bdg} 및 f_{shr} 의 적용 :
   유효 스팬의 끝단으로부터 0.2 ℓ_{bdg} 내의 단면계수 요건은 해당 f_{bdg1} 및 f_{bdg3} 를 사용하여 결정하여야 한다. 다만, f_{bdg} 는 12 이하여야 한다.
   스팬 중간의 단면계수는 f_{bdg} = 24 또는 f_{bdg2} 중 작은 값을 사용하여 결정하여야 한다.
   유효 스팬의 끝단으로부터 0.2 ℓ_{bdg} 내의 전단 면적 요건은 f_{shr} = 0.5, 해당 f_{shr1} 또는 f_{shr3} 중 큰 값을 사용하여 결정하여야 한다.
   모델 A 부터 F 의 경우, f_{shr}의 값은 0.2 ℓ_{bdg}에서 스팬 중간 방향으로 스팬 중간에서 0.5 f_{shr} 로 점차적으로 경감시킬 수 있다. 이때 f_{shr} 는 f_{shr1} 또는 f_{shr3} 중 큰 값이다.

3.3 진보된 계산방법

3.3.1 직접계산

복합 격자 구조가 채택되는 경우 또는 크로스타이가 선측외판의 1차 지지부재에 설치되는 경우, 치수는 다음 사항을 고려하여 직접계산에 의하여 결정되어야 한다.

- 정적, 동적압력 및 힘의 분포
- 중간지지(예 : 갑판, 거더 등)의 수 및 위치
- 보강재의 양단 및 중간지지에서 고정조건
- 중간 스팬에서 보강재의 기하학적 특성

3.3.2 해석기준

계산된 응력은 다음 기준에 적합하여야 한다.

- $\sigma \leq \chi C_s R_{eH}$
- $\tau \leq \chi C_t \tau_{eH}$

τ : t_{n50} 을 기초로 한 전단응력(N/mm^2)

σ : t_{n50} 을 기초로 한 수직응력(N/mm^2)

C_t, C_s : 계수로서 [3.2]에 따른다.

4. 필러

4.1 압축 축 하중을 받는 필러

4.1.1 기준

필러에 작용하는 최대 축 방향 압축하중 F_{pill} (kN)은 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계 하중조합(2절 [2] 참조)의 값 중 최대값으로 한다.

$$F_{pill} = P\, b_{a-sup} \ell_{a-sup} + F_{pill-upr} \qquad \text{(kN)}$$

b_{a-sup} : 지지하는 면적의 평균 폭(m)

ℓ_{a-sup} : 지지하는 면적의 평균 길이(m)

$F_{pill-upr}$: 해당되는 경우, 필러 상부로부터 축 방향 하중을 포함하는 필러의 축 방향 하중(kN)

$A_{pill-n50}$: 필러의 순 단면적(cm^2)

필러의 좌굴 검토는 8장 4절 [5.1]에 따르며 8장 5절 [3.1]의 σ_{av} (N/mm^2)는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_{av} = 10 \frac{F_{pill}}{A_{pill-n50}} \qquad \text{(N/mm}^2\text{)}$$

4.2 축 방향 인장하중을 받는 필러

4.2.1 기준

축 방향 인장하중을 받는 필러 및 1차 지지부재는 [3.3.2]의 기준을 만족하여야 한다.

13편 1부 7장
직접강도해석

제 1 절 강도평가

제 2 절 화물창구조 강도해석

제 3 절 국부구조 강도해석

제 1 절 강도평가

1. 일반

1.1 적용

1.1.1
이 장에서는 유한요소 해석을 사용하여 선체구조의 치수를 평가하는 요건으로서 길이 150 m 이상의 선박에 적용하는 요건을 규정한다.

1.1.2
유한요소 해석은 다음의 세 부분으로 이루어진다.

a) 종 방향 선체거더 구조 부재, 1차 지지구조 부재 및 격벽의 강도를 평가하기 위한 화물창해석
b) 국부구조 상세에서의 상세 응력수준을 평가하기 위한 상세 요소분할 해석(fine mesh analysis)
c) **9장**에 따른 구조 상세의 피로 능력을 평가하기 위한 매우 상세한 요소분할 해석(very fine mesh analysis)

1.1.3
유한요소 해석에 의한 강도평가는 다음의 허용기준을 만족하는 치수를 검증하기 위함이다.

- 화물창 구조해석은 **2절**에 따라 수행되어야 한다.
- 국부 구조해석은 **3절**에 따라 수행되어야 한다.

1.1.4
유한요소 해석에 기반을 둔 강도평가는 전체 화물창 구역에 대하여 적용한다.

1.1.5
해석은 다음을 검증하기 위함이다.
a) 응력수준은 항복 허용기준을 만족하여야 한다.
b) 판 및 보강된 패널의 좌굴 능력은 **8장**에 따른 좌굴 허용기준을 만족하여야 한다.
c) 구조 상세의 피로 능력은 **9장**에 따른 허용기준을 만족하여야 한다.

1.1.6
유한요소 해석의 최소 요건을 보여주는 흐름도는 **그림 1**과 같다.

2. 순 치수

2.1 순 치수 적용

2.1.1
화물창 유한요소 해석, 국부 상세요소분할 유한요소 해석 및 매우 상세한 요소분할 해석에 대한 유한요소 모델은 **3장 2절 표 1**에 규정된 부식 추가를 적용하는 순 치수 방법에 기초하여야 한다. 모든 좌굴 능력 평가는 **3장 2절 표 1**에 규정된 부식 추가를 기초로 하여야 한다.

3. 유한요소 종류

3.1 사용된 유한요소 종류

3.1.1

구조평가는 3차원 구조 모델의 선형 유한요소 해석을 기초로 하여야 한다. 유한요소 해석에 사용되는 유한요소의 일반적인 종류들은 **표 1**과 같다.

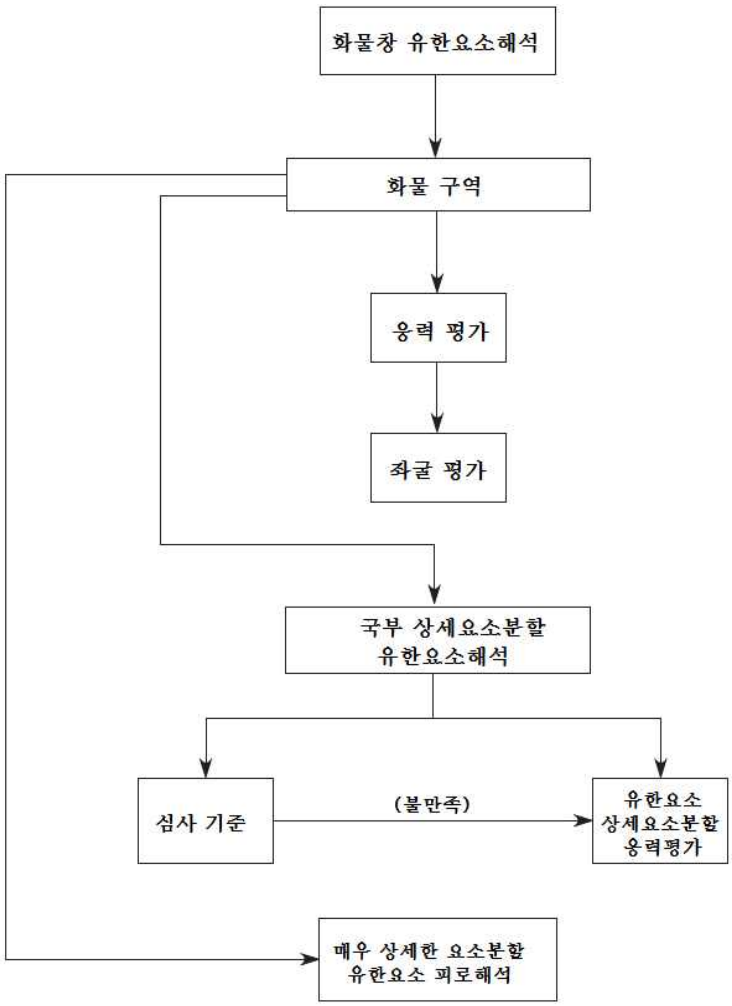


그림 1 유한요소 해석의 흐름도

표 1 유한요소의 종류

유한요소의 종류	설명
봉(또는 트러스) 요소	축 강성만을 갖으며 요소의 전 길이에 걸쳐 동일한 단면적을 갖는 선 요소
보 요소	축, 비틀림, 두 방향 전단 및 굽힘강성을 갖고 요소의 전 길이에 걸쳐 동일한 단면특성을 갖는 선 요소
쉘(또는 판) 요소	면내 및 면외 굽힘강성을 갖는 동일한 두께의 쉘 요소

3.1.2

2절점 선 요소와 4절점 쉘 요소들은 선체구조를 구현하는데 충분한 것으로 간주된다. 이 장에 주어진 요소분할 요건들은 이들 요소들이 유한요소 모델에 사용된다는 가정을 기초로 한다. 그러나 더 높은 차수의 요소들이 사용될 수 있다.

4. 결과의 제출

4.1 상세 보고서

4.1.1

규정된 구조설계기준을 만족함을 입증하기 위하여 설계자/건조자는 구조해석의 상세 보고서를 제출하여야 한다. 이 보고서는 아래 정보를 포함하여야 한다.

a) 날짜와 버전을 포함하는 사용된 도면 리스트
b) 도면과 대비한 모든 모델링 가정, 구조의 기하학적 형상 및 배치의 모든 차이를 포함하는 구조 모델링에 대한 상세한 설명
c) 정확한 구조 모델링과 할당된 특성(두께 또는 단면 특성)을 설명하는 그림
d) 모델링에 쓰인 물성치, 판 두께, 보 특성 등의 세부 사항
e) 경계조건의 상세
f) 계산된 선체거더 전단력, 굽힘 모멘트 및 비틀림 모멘트 분포를 대상으로 검토된 모든 적하상태의 상세
g) 적용하중의 상세, 개별 및 전체 적용하중이 정확함을 확인
h) 적용된 하중 하에서 구조 모델의 정확한 거동을 보여주는 그림과 결과
i) 전체 및 국부 처짐의 요약과 그림
j) 어느 부재에서도 설계 기준을 초과하지 않음을 보여주는 요약 및 충분한 응력 분포도
k) 판과 보강 패널의 좌굴해석과 결과
l) 설계기준에 만족 여부를 보여주는 도표화 된 결과
m) 필요 시, 설계 기준에 만족함을 보여주는 변경된 응력 평가 결과, 좌굴 및 피로 특성을 포함하는 구조 개정안
n) 버전 및 날짜를 포함하는 유한요소 컴퓨터 프로그램의 참고 자료

5. 컴퓨터 프로그램

5.1 컴퓨터 프로그램의 사용

5.1.1

굽힘, 전단, 축 및 비틀림 변형의 조합효과를 고려할 수 있는 기능이 있는, **1장 3절**에 적합한 모든 유한요소 계산 프로그램은 선체구조의 응력과 변형을 결정하는데 사용할 수 있다.

제 2 절 화물창 구조해석

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호에 대해서는 **1장 4절**을 참조한다.

M_{sw} : **4장 4절**에 따른 허용 수직 정수중 굽힘 모멘트(kNm)
M_{wv} : **4장 4절**에 따른 호깅 또는 새깅 상태에서 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm)
M_{wh} : **4장 4절**에 따른 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)
M_{wt} : **4장 4절**에 따른 항해 상태에서의 파랑 비틀림 모멘트(kNm)
Q_{sw} : **4장 4절**에 따른 고려하는 격벽 위치에서의 허용 가능한 정수중 전단력(kN)
Q_{wv} : **4장 4절**에 따른 수직 파랑 전단력(kN)
x_{b-aft}, x_{b-fwd} : 중앙부 화물창의 선미 및 선수격벽 각각의 X 좌표
x_{aft} : 유한요소 모델의 후단 지지점의 X 좌표
x_{fore} : 유한요소 모델의 전단 지지점의 X 좌표
x_i : 특설늑골 위치 i 의 X 좌표
Q_{aft} : **[4.4.6]**에 따른 중앙 화물창의 후방격벽에서의 수직 전단력
Q_{fwd} : **[4.4.6]**에 따른 중앙 화물창의 전방격벽에서의 수직 전단력
$Q_{targ-aft}$: **[4.3.3]**에 따른 중앙 화물창의 후방격벽에서의 목표 전단력
$Q_{targ-fwd}$: **[4.3.3]**에 따른 중앙 화물창의 전방격벽에서의 목표 전단력

1. 목적 및 범위

1.1 일반

1.1.1

화물창 구조강도해석은 화물창 구역 내의 종 방향 선체거더 구조 부재, 1차 지지부재 및 격벽의 치수를 평가하는데 사용된다. 이 절에서는 화물창 구조강도해석에 대한 요건을 규정한다.

1.1.2

화물창 구조강도해석은 최후방 화물창의 후방격벽과 선수격벽을 포함하는 화물창 구역에 대하여 수행되어야 한다. 평가구역은 **[5.1.1]**에 따른다.

1.1.3

유한요소 구조평가 및 하중 적용을 위하여, 화물창 구역은 **그림 1**에 정의된 바와 같이 선박의 길이 및 화물창 배치에 따라 달라질 수 있으며 다음의 화물창 구역을 포함한다.

- 선체 중앙부 화물창 구역
- 선수 화물창 구역
- 선미 화물창 구역
- 최전방 화물창
- 최후방 화물창

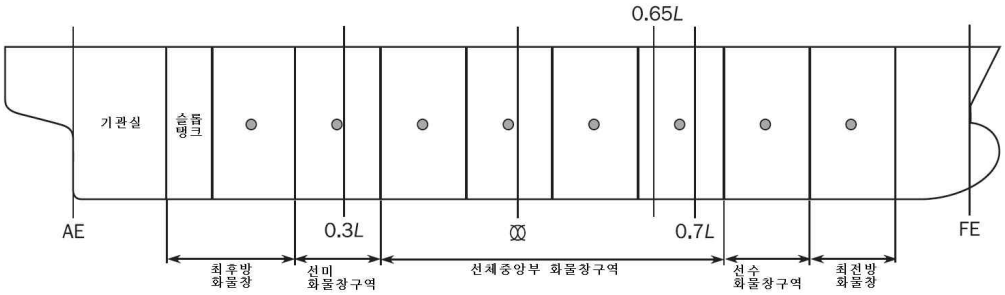


그림 1 유한요소 구조평가를 위한 화물창 구역의 정의

- 선수 화물창 구역의 화물창은 최전방 화물창을 제외하고 종 방향 중심 위치가 AE 로부터 0.7 L 의 전방에 있는 화물창을 말한다.
- 선체 중앙부 화물창 구역의 화물창은 종 방향 중심 위치가 AE 로부터 0.3 L 과 0.7 L 사이에 있는 화물창을 말한다.
- 선미 화물창 구역의 화물창은 최후방 화물창을 제외하고 종방향 중심위치가 AE 로부터 0.3 L의 후방에 있는 화물창을 말한다.
- 최전방 화물창은 화물창 구역의 가장 앞쪽 위치에 있는 화물창을 말한다.
- 최후방 화물창은 화물창 구역의 가장 뒤쪽 위치에 있는 화물창을 말한다.

1.2 화물창 구조강도해석 절차

1.2.1 절차 설명

유한요소 해석은 다음에 따라 수행되어야 한다.

- 모델: 다음을 포함하는 3개 화물창 모델 :
  - [2.2]에 따른 범위
  - [2.3]에 따른 유한요소 종류
  - [2.4]에 따른 구조 모델링
- [2.5]에 따른 경계조건
- [3]에 따른 유한요소 하중조합
- [4]에 따른 하중적용
- [5.1]에 따른 평가구역
- [5.2] 및 [5.3]에 따른 강도평가

1.2.2 중앙 화물창의 정의

유한요소 해석의 목적을 위하여, 중앙 화물창은 3개 화물창 모델 길이의 유한요소 모델의 가운데 화물창으로 정의한다.
최전방 및 최후방 화물창 평가의 경우, 중앙 화물창은 각각 최전방 화물창 또는 슬롭탱크가 있는 경우 이를 포함하는 최후방 화물창을 의미한다.

1.2.3 치수평가

치수평가는 고려하는 화물창에 적용하는 **4장 8절**에 따른 유한요소 하중조합을 사용하여 각 개별 화물창에 대하여 **1절**에 따라 수행하여야 한다. 유한요소 해석 결과는 [5.1.1]에 따른 고려하는 화물창의 평가구역에 적용한다.
판, 보강재와 수평 스트링거를 포함하는 각각의 횡격벽 구조 부재는 2개 화물창 유한요소 해석 결과를 고려하여 평가하여야 한다. 즉, 고려하는 격벽의 전방 화물창 또는 후방 화물창의 해석 결과를 고려하여야 한다.

2. 구조 모델

2.1 모델링하여야 하는 부재

2.1.1

다음을 포함한 종 방향 및 횡 방향의 모든 주요 구조 부재에 대하여 모델링을 하여야 한다.

- 내측판 및 선체외판
- 갑판
- 이중저 늑판 및 거더
- 횡 및 수직 특설 늑골
- 창구코밍
- 스트링거
- 횡 및 종격벽 구조
- 기타 1차 지지부재
- 선체거더 강도에 기여하는 기타 구조 부재

웨브 보강재를 포함하는 구조물의 모든 판과 보강재는 모델링하여야 한다. 1차 지지부재의 강도에 기여하는 브래킷 및 [2.4.2]에서 규정한 전형적인 요소분할 크기($s \times s$) 이상의 크기인 브래킷은 모델링하여야 한다.

2.2 모델의 범위

2.2.1 종 방향 범위

최전방 및 최후방 화물창 모델을 제외하고, 화물창 유한요소 모델의 종 방향 범위는 3개 화물창 길이를 포함하여야 한다. 모델 끝단부에서의 횡격벽은 모델링하여야 한다. 파형 횡격벽이 설치된 경우, 모델은 모델의 끝단부에서 탱크/화물창격벽 스툴의 선수미 구조를 포함하여야 한다. 모델의 끝단부에서의 특설늑골은 모델링하여야 한다. 서로 다른 형상을 갖는 선박의 중앙부 화물창 구역의 전형적인 유한요소 모델을 **그림 3** 및 **그림 4**에 나타내었다.
최전방 및 최후방 화물창은 다음과 같이 유한요소 모델의 가운데에 위치하여야 한다.

- 최전방 화물창 : 2번 화물창의 후방격벽으로부터 선박의 최전방 단면(기선으로부터 강력갑판까지 연속으로 유지되는 보강 링 또는 특설늑골을 가진 단면)까지
- 최후방 화물창 : 기관실의 후방격벽으로부터 N-1번 화물창의 전방격벽까지(N은 화물창의 수 또는 선수에서 선미로 부여된 화물창 번호의 세트)

서로 다른 형상을 갖는 선박의 최전방 및 최후방 화물창 구역의 유한요소 모델의 예를 **그림 5** 및 **그림 6**에 나타내었다.

2.2.2 선체형상의 모델링

일반적으로, 유한요소 모델은 선체형상의 기하학적 형상을 나타낸다. 선체 중앙부 화물창 구역에서, 유한요소 모델은 중앙 화물창이 각주 형상(prismatic shape)을 가진 각주 형이다.
최전방 화물창 모델에서, 선수부의 중앙에서 [2.2.1]에 정의된 모델 단부까지의 횡단면의 선수 선체형상은 단순화된 형상으로 모델링할 수 있다. 선수부의 중앙에서 모델 단부까지의 횡단면은 **그림 2**에서와 같이 선수부 모델 단부까지 확장할 수 있다.
최후방 화물창 모델에서, 기관구역 중앙의 후방쪽 선체형상은 단순화된 형상으로 모델링할 수 있다. 기관구역의 중앙에서의 횡단면은 **그림 2**에서와 같이 기관구역의 후방격벽까지 확장할 수 있다.
선체형상이 확장에 의해 모델링된 경우, 고려하는 구역(선수부 또는 기관구역)의 중앙에 위치한 횡단면의 기하학적 특성이 단순화된 모델에 복사되어야 한다. 횡방향 특설늑골은 선수부 또는 기관구역내의 횡방향 특설늑골과 같은 특성으로 확장된 부분에서 고려되어야 한다.

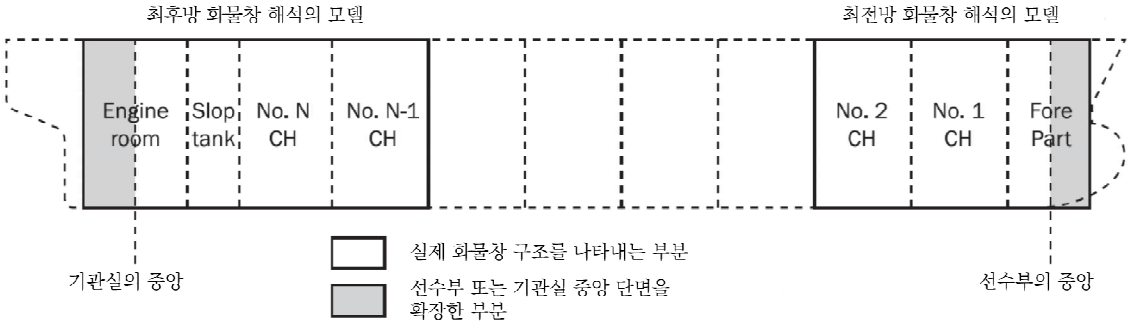


그림 2 최전방 및 최후방 화물창 모델의 선체형상 단순화

2.2.3 횡 방향 범위

선박의 좌현 및 우현 모두를 모델링하여야 한다.

2.2.4 수직 방향 범위

선박의 전 깊이는 해당하는 경우 상갑판 상부의 1차 지지부재, 트렁크, 선수루 및/또는 창구코밍을 포함하여 모델링하여야 한다.
선루 또는 기관구역 위치의 갑판실 및 불워크는 모델에 포함할 필요가 없다.

2.3 유한요소 종류

2.3.1

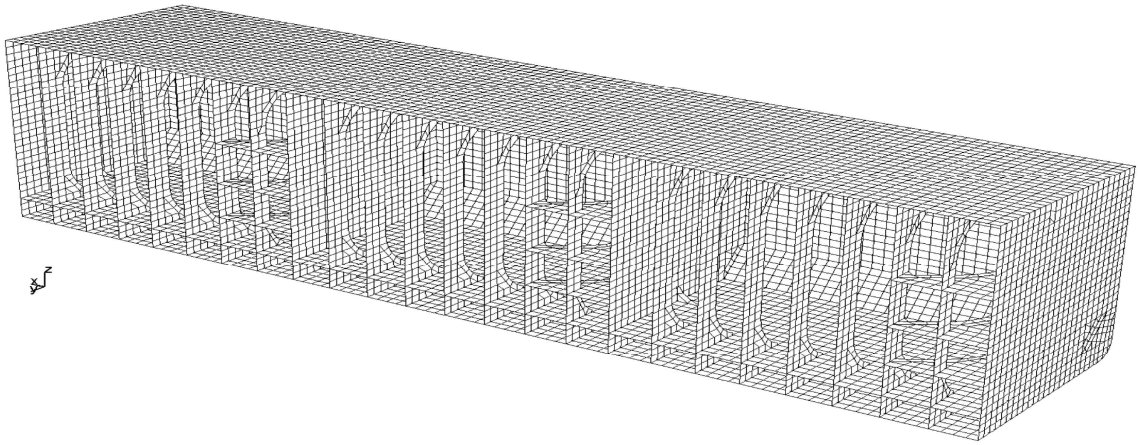
판은 쉘 요소로 모델링하여야 한다.

2.3.2

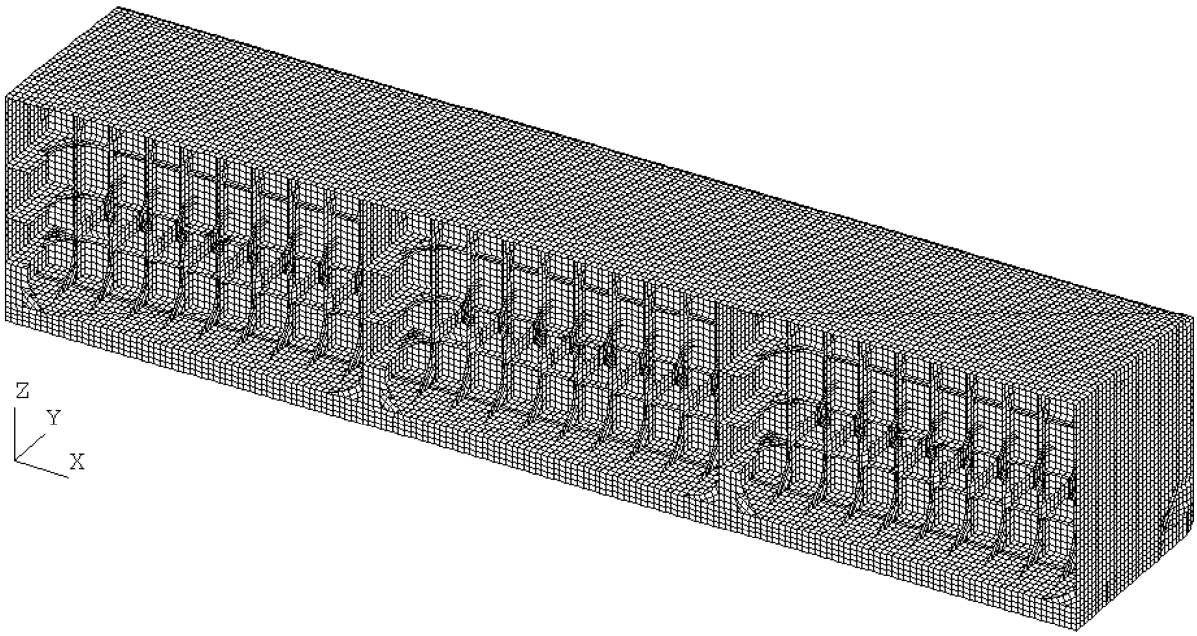
모든 보강재는 축, 비틀림, 두 방향 전단 및 굽힘 강성을 갖고 있는 보 요소로 모델링하여야 한다. 중립축의 편심은 모델링하여야 한다.

2.3.3

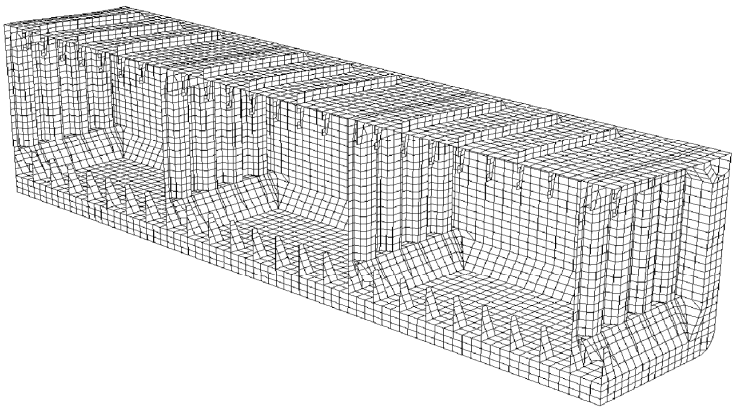
1차 지지부재 및 브래킷의 면재는 봉 또는 보 요소를 사용하여 모델링하여야 한다.



아프라막스 유조선의 화물창 모델의 예 (전폭 모델의 우현측만을 표시)

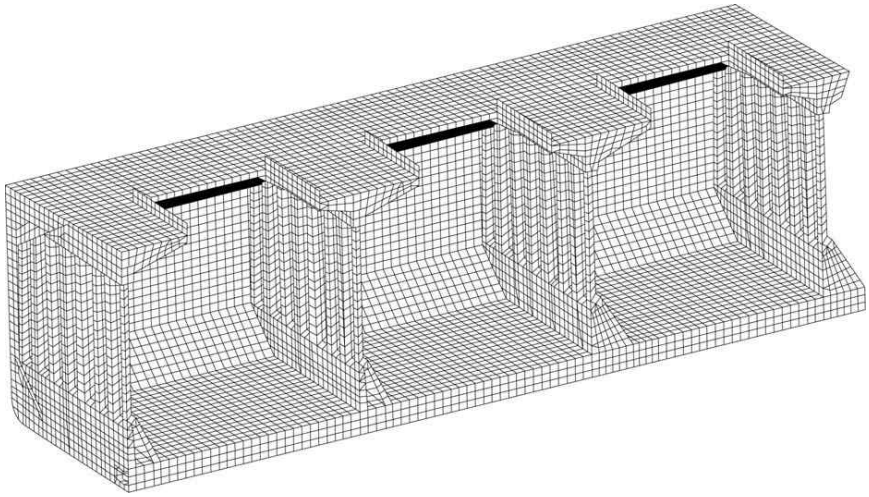


VLCC의 화물창 모델의 예 (전폭 모델의 좌현측만을 표시)



석유제품 운반선의 화물창 모델의 예 (전폭 모델의 좌현측만을 표시)

그림 3 유조선의 중앙부 구역 내의 3개 화물창 모델의 예



산적화물선의 화물창 모델의 예(전폭 모델의 좌현측만을 표시)
그림 4 산적화물선의 중앙부 구역 내의 3개 화물창 모델의 예

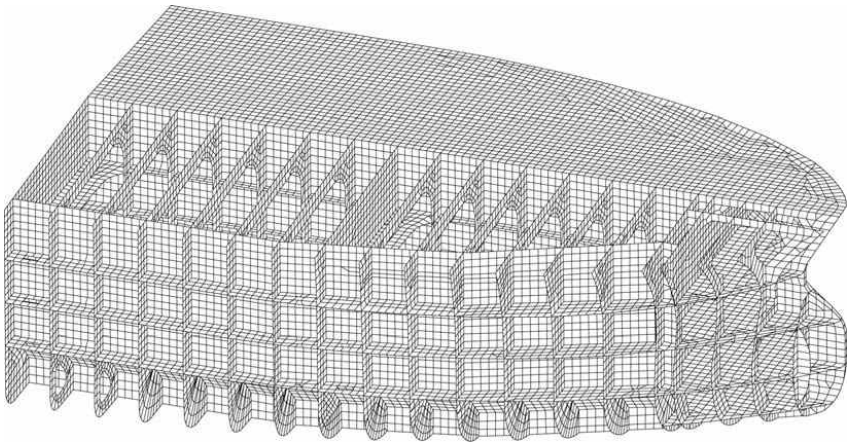


그림 5 유조선의 최전방 화물창 구조에 대한 유한요소 모델의 예

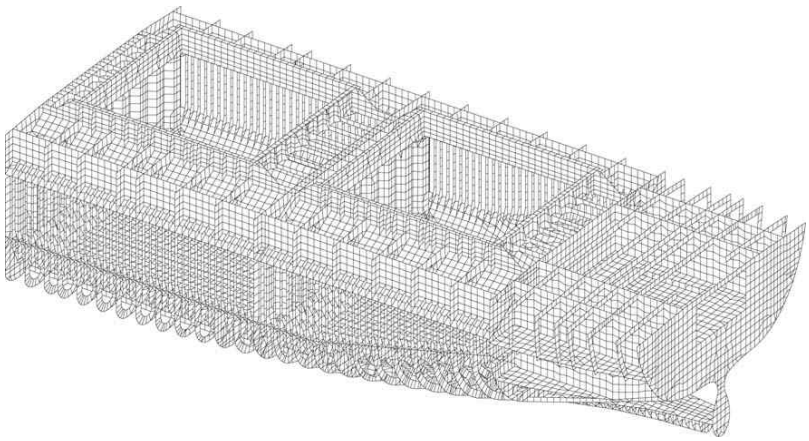


그림 6 산적화물선의 최후방 화물창 구조에 대한 유한요소 모델의 예

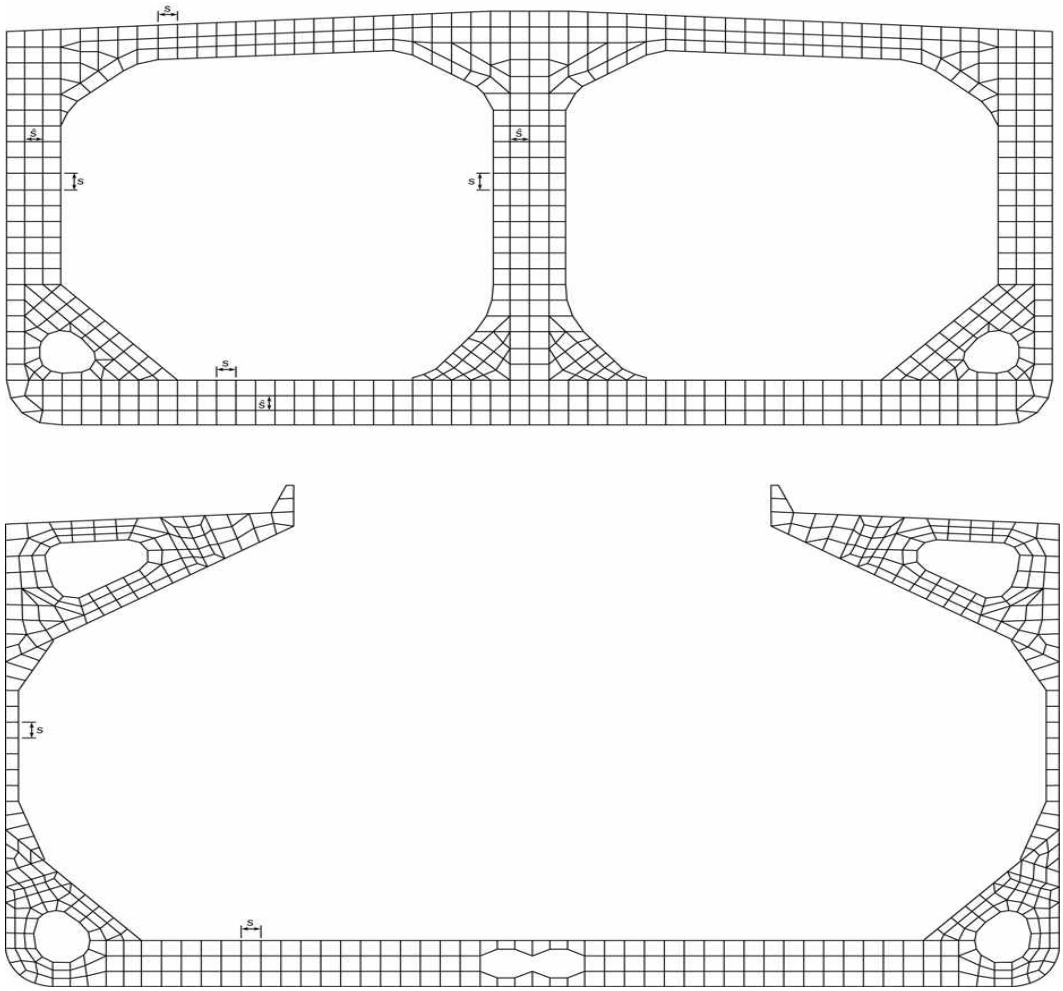


그림 7 특설늑골의 전형적인 유한요소 분할

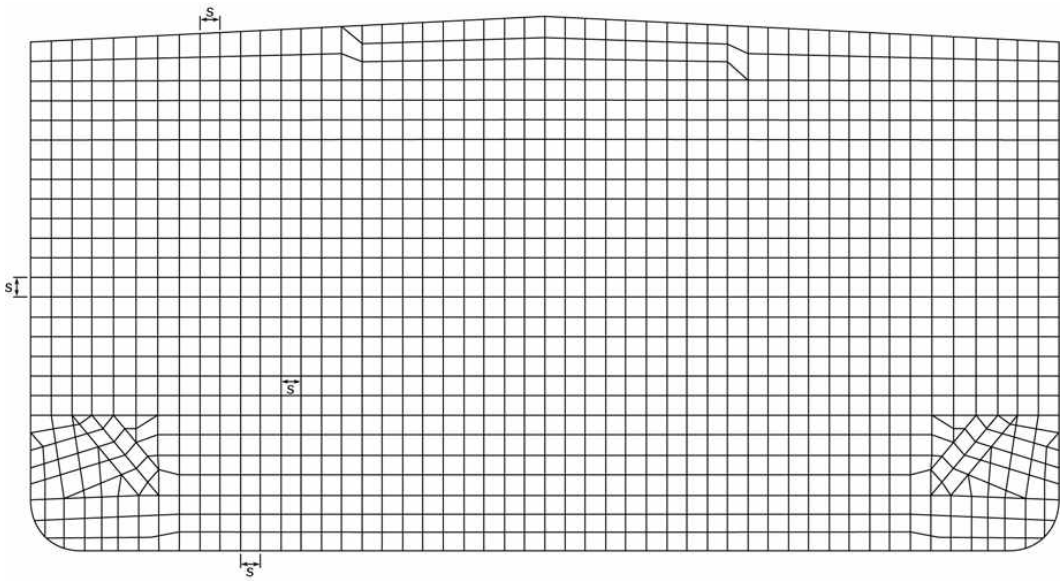


그림 8 횡격벽의 전형적인 유한요소 분할

2.4 구조 모델링

2.4.1 종횡비

쉘 요소의 종횡비는 일반적으로 3 을 넘지 않아야 한다. 삼각형 쉘 요소의 사용은 최소화하여야 한다. 가능하면, 높은 응력이나 급격한 응력 변화가 예상되는 부위의 쉘 요소 종횡비는 1에 가깝게 유지되어야 하고 삼각형 요소의 사용은 피해야 한다.

2.4.2 요소 분할

쉘 요소 분할은 실행 가능한 한 보강구조 시스템을 따라야 하며, 이런 이유로 보강재 사이의 실제 패널이 표현되어야 한다. 일반적으로, 쉘 요소 분할은 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(a) 모든 종 보강재 사이에 하나의 요소(**그림 7** 참조)
종 방향으로, 요소 길이는 1차 지지부재 사이에 3개의 요소를 최소로 하며 종 보강재 간격의 두 배를 넘지 않아야 한다.

(b) 횡격벽상의 모든 보강재 사이에 하나의 요소(**그림 8** 참조)

(c) 횡 및 수직 방향 특설늑골, 크로스타이 및 스트링거의 모든 웨브 강재 사이에 하나의 요소(**그림 7** 및 **그림 9** 참조)

(d) 이중저 거더, 늑판, 횡 방향 특설늑골, 수직 방향 특설늑골 그리고 횡격벽의 수평 스트링거의 깊이 방향으로는 적어도 3개의 요소로 분할한다. 웨브 깊이가 작은 크로스타이, 갑판 트랜스버스 그리고 제수 종/횡격벽의 수평 스트링거의 경우, 적어도 매 웨브 보강재 사이에 1개의 요소가 배치되는 것을 조건으로, 그 깊이 방향으로 2개의 요소로 분할할 수 있다. 단일선측 산적화물선의 경우, 선측늑골의 깊이 방향으로 1개의 요소로 분할할 수 있다. 인접 구조의 요소 분할 크기는 적절하게 조절되어야 한다.

(e) 호퍼 및 톱사이드 탱크 내 특설늑골의 요소 분할은 **그림 7**에서와 같이 웨브 링 개구 형상을 나타낼 수 있을 만큼 충분히 상세해야한다.

(f) 1차 지지부재의 대형 브래킷 자유변의 곡률 형상은 기하학적 불연속 때문에 응력이 비현실적으로 높게 나오지 않도록 모델링하여야 한다. 일반적으로, 보강재 간격과 같은 요소 분할 크기는 허용할 수 있다. 브래킷 토우는 브래킷 암의 모델링 길이가 실제 브래킷 암 길이를 초과하지 않도록 하는 가장 가까운 절점에서 종료시킬 수 있다. 브래킷 플랜지는 **그림 10**에서와 같이 판에 연결하여서는 아니 된다. 플랜지가 테이퍼되는 부분의 모델링은 **[2.4.8]**에 따른다. **그림 10**은 허용할 수 있는 요소 분할의 예를 보여준다. **3절**에 서와 같이, 브래킷 토우에서의 응력을 결정하기 위하여 요소를 더 상세하게 분할하여야 한다.

2.4.3 더 상세한 요소 분할

기하학적 형상을 화물창 모델에서 적절하게 표현하지 못하는 경우 및 응력이 화물창 요소 분할 허용기준을 초과하는 경우, 만족하는 치수임을 보여주기 위하여 더 상세한 요소 분할을 이러한 형상에 사용할 수 있다. 이러한 해석에서 요구되는 요소 분할의 크기는 기하학적 형상에 의해 지배된다. 이러한 경우, **[2.4]**에 규정되어 있는 것과 동등한 지역 내에서의 평균응력은 **[5.2]**의 요건에 적합하여야 한다.

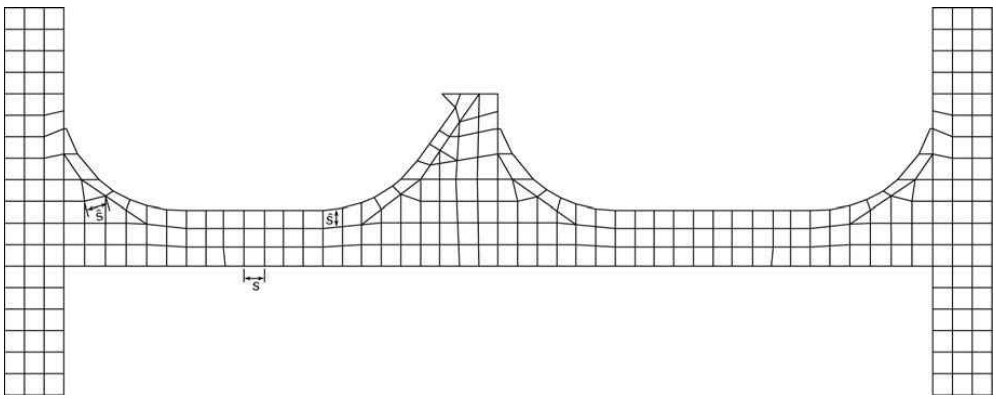


그림 9 횡격벽의 수평 스트링거의 전형적인 유한요소 분할

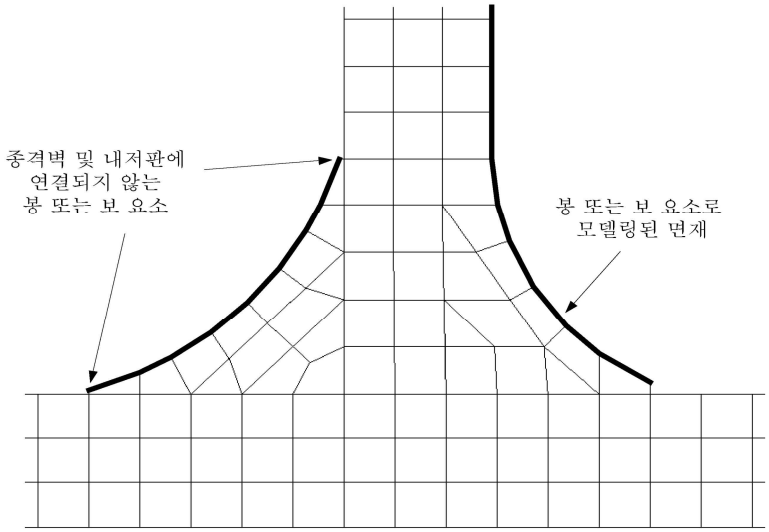


그림 10 횡 방향 특설늑골의 주 브래킷에 대한 전형적인 유한요소 분할

2.4.4 파형격벽

스툴 내부의 다이어프램, 지지구조 및 스툴 판의 내부 종 / 수직 보강재들도 모델에 포함하여야 한다. 모델링은 다음과 같이 수행하여야 한다.

a) 파형은 파형의 기하학적 형상과 동일하게 모델링되어야 한다.
b) 파형의 플랜지 및 웨브에 대한 요소 분할은 일반적으로 스툴 내부의 보강재 간격을 따른다.
c) 파형 종격벽의 요소 분할은 선체거더 수직 전단력에 대한 수정이 **[4.4.7]**에 따라 적용되는 횡 방향 특설늑골의 종 방향 위치에 따라야 한다.
d) 파형에서의 요소 분할의 종횡비는 2를 넘지 않아야 하며, 최소 플랜지 폭 및 웨브 높이에 대하여 2개의 요소 분할되어야 한다.
e) 파형과 스툴 간의 요소 분할이 일치하는 것이 어려운 경우, 파형과 연결되는 스툴의 요소 분할을 조정할 수도 있다.
f) 상부 및 / 또는 하부스툴이 없는 파형격벽의 경우, 모델에서 기하학적 형상을 조정이 필요할 수도 있다. 조정은 파형 및 1차 지지부재의 형상과 위치가 유지될 수 있도록 하여야 한다. 따라서 조정이 필요하다면 보강재 및 판 이음(seam)에서 이루어져야 한다.
g) 파형격벽에 액체 화물 또는 평형수 하중이 작용하는 경우, 1 mm^2 의 단면적을 가지는 더미 봉 요소(dummy rod element)는 플랜지 및 웨브 사이의 파형 너클에서 모델링되어야 한다. 더미 봉 요소는 아래의 구조의 교차점 과 가장 가까운 2 곳의 파형 너클에서 최소로 적용되어야 한다.
   - 횡 및 종격벽
   - 횡격벽 및 내측 종격벽
   - 횡격벽 및 선측외판
h) 다이아프램 상의 맨홀은 **[2.4.9]**에 따라 모델링되어야 한다.

2.4.5

그림 11부터 **그림** 14는 화물창 구조의 모델링의 예이다.

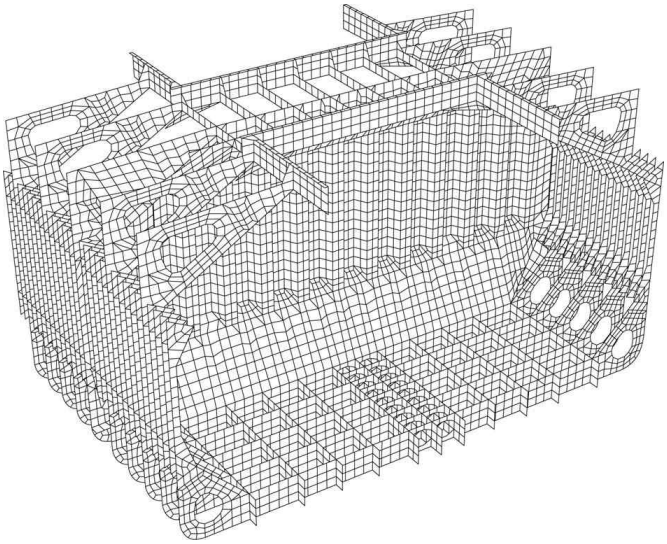


그림 11 산적화물선 화물창 구조의 모델링 예

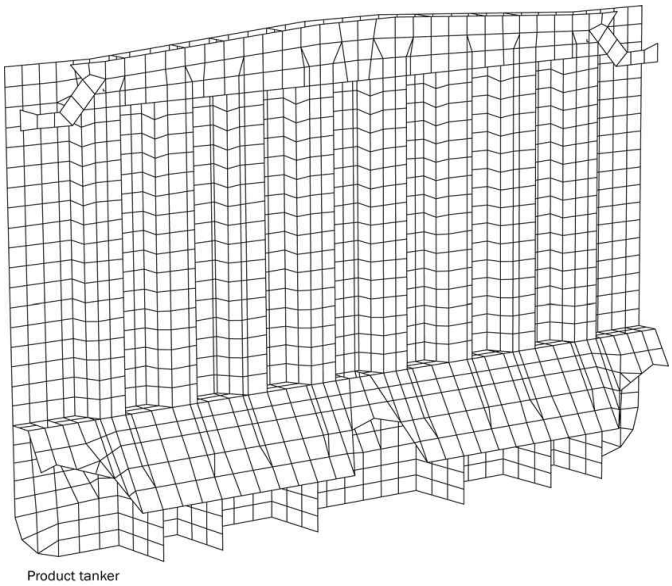


그림 12 석유제품운반선의 파형횡격벽 구조의 모델링 예

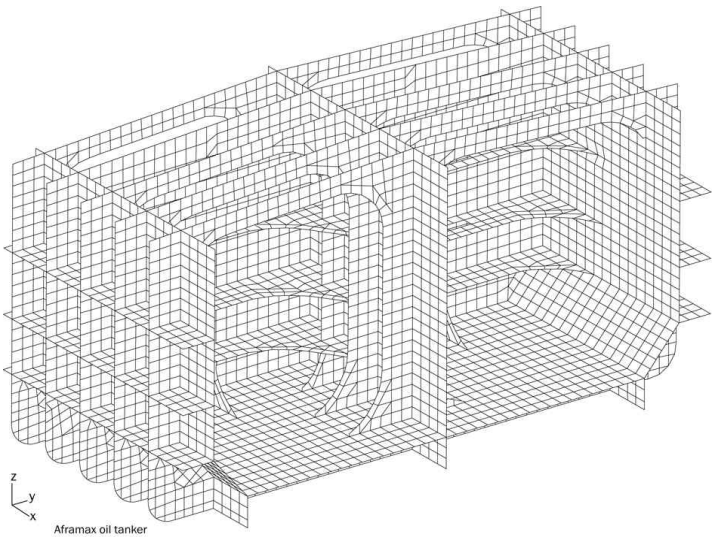


그림 13 유조선 화물탱크 구조의 모델링 예 (Aframax class)

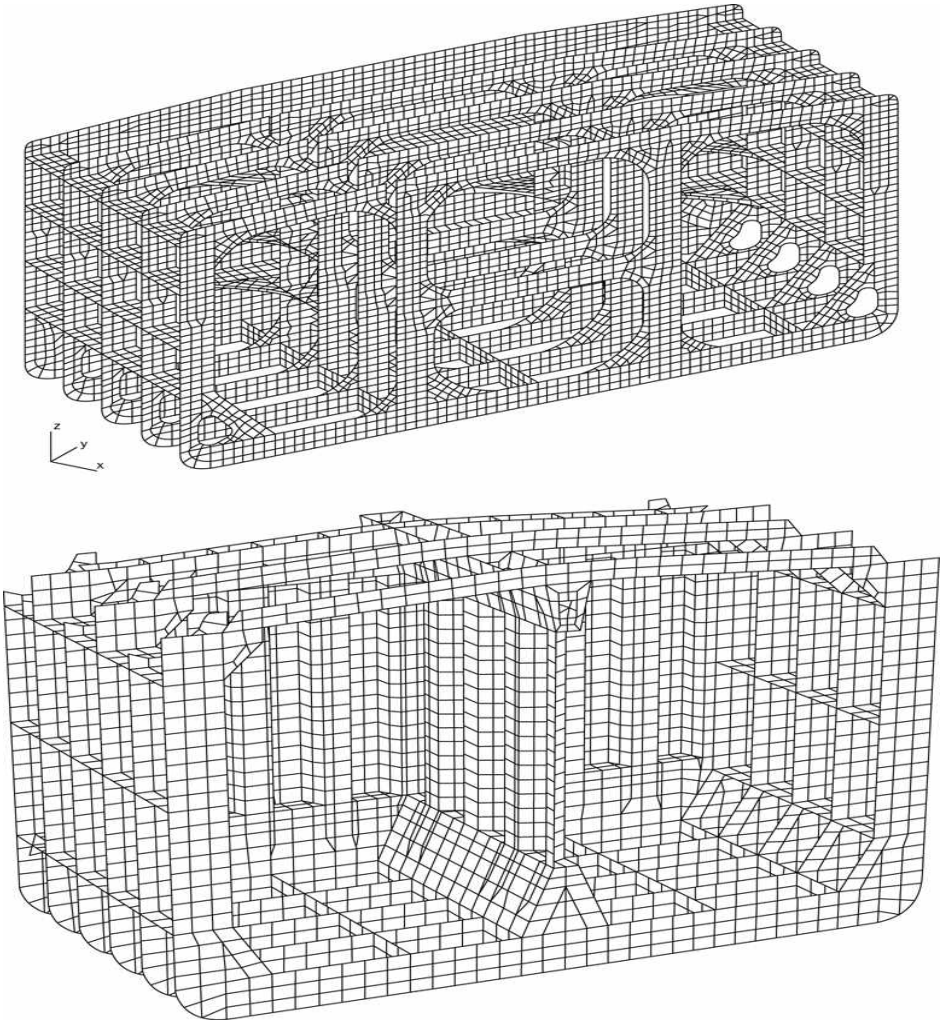


그림 14 VLCC 및 석유제품운반선 화물탱크 구조의 모델링 예

2.4.6 스닙 보강재

불연속 보강재는 연속 보강재로 모델링하여야 한다. 즉, 스닙단에서의 웨브 높이의 감소는 모델링하지 않는다.

2.4.7 1차 지지부재의 웨브 보강재

1차 지지부재의 웨브 보강재는 모델링하여야 한다. 이들 보강재들이 주요한 유한요소 분할과 일치하지 않을 경우, 조정 거리가 고려하는 보강재 간격의 0.2 배를 넘지 않도록 가까운 절점을 따라 선 요소를 배치한다. 계산된 응력 및 좌굴 사용계수는 이러한 조정에 대하여 수정할 필요는 없다. 플랜지와 평행한 대형 브래킷, 갑판 트랜스버스 및 스트링거의 좌굴 보강재는 모델링하여야 한다. 이들 보강재는 봉 요소를 이용하여 모델링 할 수 있다.

2.4.8 1차 지지부재의 면재

1차 지지부재 및 브래킷의 면재의 곡선 부분에서의 유효 단면적은 **3장 7절**에 따라 계산하여야 한다. 면재의 테이퍼 부분을 나타내는 봉 또는 보 요소의 단면적은 해당 요소 길이에서의 면재의 평균 단면적을 기초로 한다.

2.4.9 개구부

1차 지지부재의 웨브에서 개구 및 맨홀을 나타내는 방법은 **표 1**에 따른다. 맨홀은 크기에 관계없이 적절한 요소를 제거하여 모델링하여야 한다.

표 1 1차 지지부재 웨브에서의 개구의 표현

기준	모델링 여부	해석
$h_0/h < 0.5$ 및 $g_0 < 2.0$	개구를 모델링할 필요가 없다.	3절 [3.1.1]에 의한 심사절차에(screening) 따라 평가되어야 한다.
맨홀	적절한 요소를 제거함으로써 개구 형상을 모델링하여야 한다.	
$h_0/h \geq 0.5$ 또는 $g_0 \geq 2.0$	개구 형상을 모델링하여야 한다.	3절 [2.1.1]에 따른 상세분할해석에 의하여 평가되어야 한다.

(비고)

g_0 : 다음 식에 의한 값

$$g_0 = \left(1 + \frac{\ell_0^2}{2.6(h - h_0)^2}\right)$$

ℓ_0 : 1차 지지부재 웨브의 길이 방향과 평행한 개구의 길이(m, **그림 15** 참조)
개구부 간 거리 d_0 가 $0.25\,h$ 보다 작은 연속된 개구의 경우, 길이 ℓ_0 는 **그림 16**과 같이 개구를 가로 지르는 길이로 취하여야 한다.

h_0 : 웨브의 깊이 방향과 평행한 개구의 높이(m, **그림 15** 및 **그림 16** 참조)

h : 개구가 위치한 1차 지지부재 웨브의 높이(m, **그림 15** 및 **그림 16** 참조)

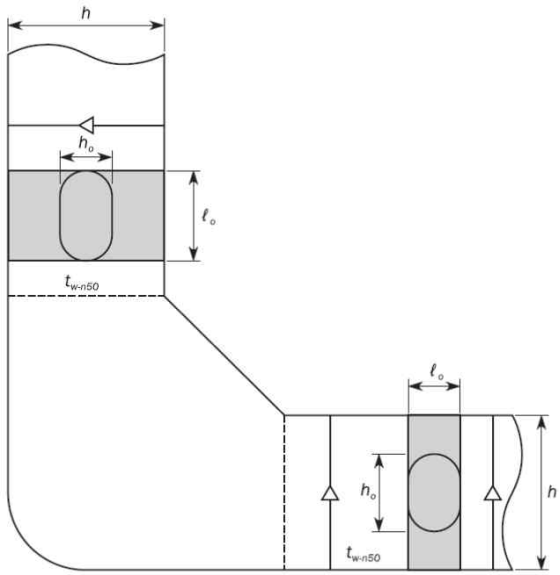


그림 15 웨브 내의 개구

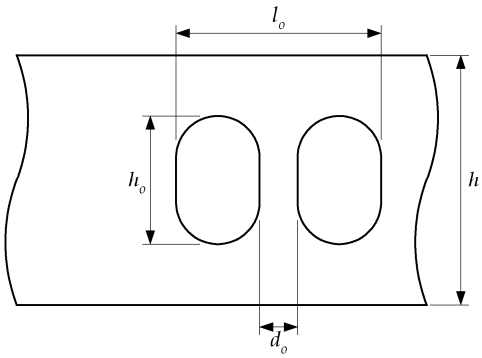


그림 16 $d_0 < h/4$ 인 연속된 개구에 대한 길이 ℓ_0

2.5 경계조건

2.5.1 일반

이 절에 기술된 모든 경계조건은 **4장 1절**의 전체 좌표계에 따른다.

2.5.2 적용

[2.5.3]에 따른 경계조건은 화물창 구역의 화물창 유한요소 해석에 적용한다.

2.5.3 경계조건

경계조건은 모델 단부, 절점 구속 및 단부 보에서 강체 연결로(rigid link) 구성되어 있다. 강체 연결은 모델 단부에서의 종부재 상의 절점을 선체 중심선 상의 중립축에 있는 독립 절점과 연결한다. 최전방 화물창을 제외한 화물창 모델의 단부에 적용하는 경계조건은 **표 2**에 따른다.
최전방 화물창의 경우, 화물창 모델의 단부에 적용하는 경계조건은 **표 3**에 따른다.

표 2 최전방 화물창 모델을 제외한 모델 단부에서의 경계조건

위치	병진			회전		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
후단						
독립 절점	-	고정	고정	M_{T-end}	-	-
횡단면	-	강체 연결	강체 연결	강체 연결	-	-
	단부 보, [2.5.4] 참조					
전단						
독립 절점	-	고정	고정	고정	-	-
중심선과 내저판의 교차점	고정	-	-	-	-	-
횡단면	-	강체 연결	강체 연결	강체 연결	-	-
	단부 보, [2.5.4] 참조					
(비고) (1) [-]는 구속이 적용되지 않음을 의미함 (자유) (2) **그림 17** 참조						

표 3 최전방 화물창 모델의 모델 단부에서의 경계조건

위치	병진			회전		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
후단						
독립 절점	-	고정	고정	고정	-	-
중심선과 내저판의 교차점	고정	-	-	-	-	-
횡단면	-	강체 연결	강체 연결	강체 연결	-	-
	단부 보, [2.5.4] 참조					
전단						
독립 절점	-	고정	고정	M_{T-end}	-	-
횡단면	-	강체 연결	강체 연결	강체 연결	-	-

(비고)
(1) [-]는 구속이 적용되지 않음을 의미함 (자유)
(2) **그림 17** 참조
(3) 전단에서의 경계 구속은 기선으로부터 강력갑판까지 연속으로 유지되는 최전방의 보강 링 또는 특설늑골에 위치하여야 한다.

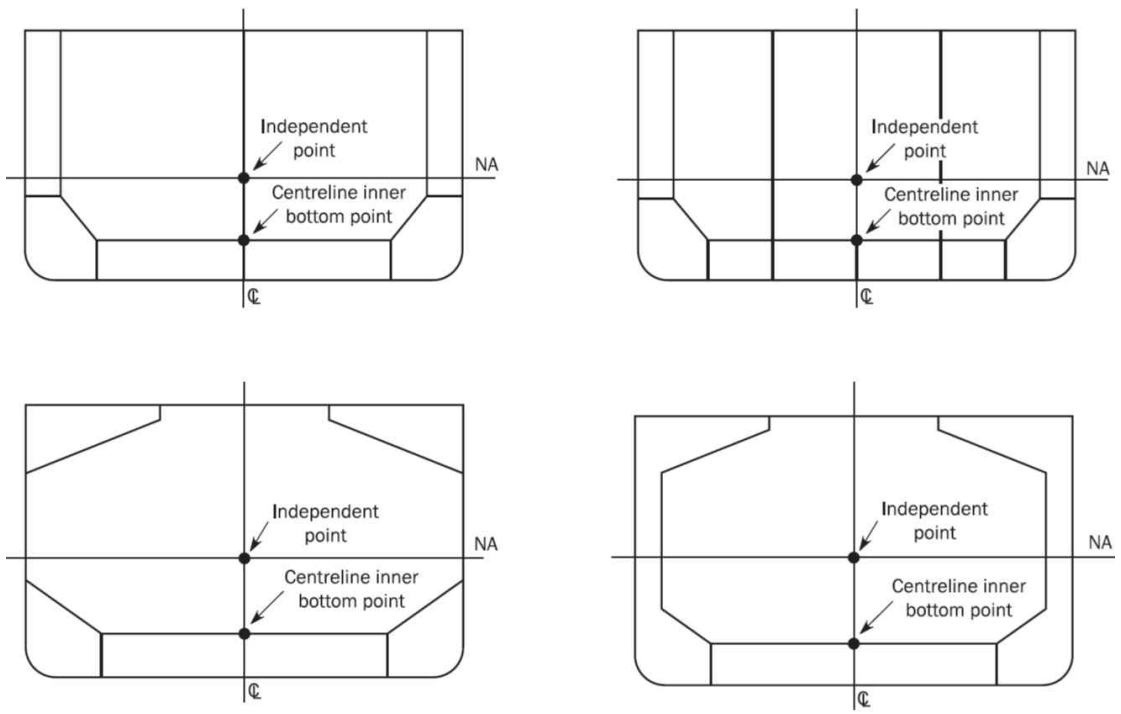


그림 17 모델 단부 단면에 적용된 경계조건

2.5.4 단부 구속 보

단부 구속 보는 모든 종 방향 연속 구조 부재 및 산적화물선의 크로스갑판을 따라 모델의 양쪽 단부 단면에서 모델링되어야 한다. 이중선체 산적화물선에 대한 한쪽 단부에서의 단부 보의 예는 **그림 18**과 같다.

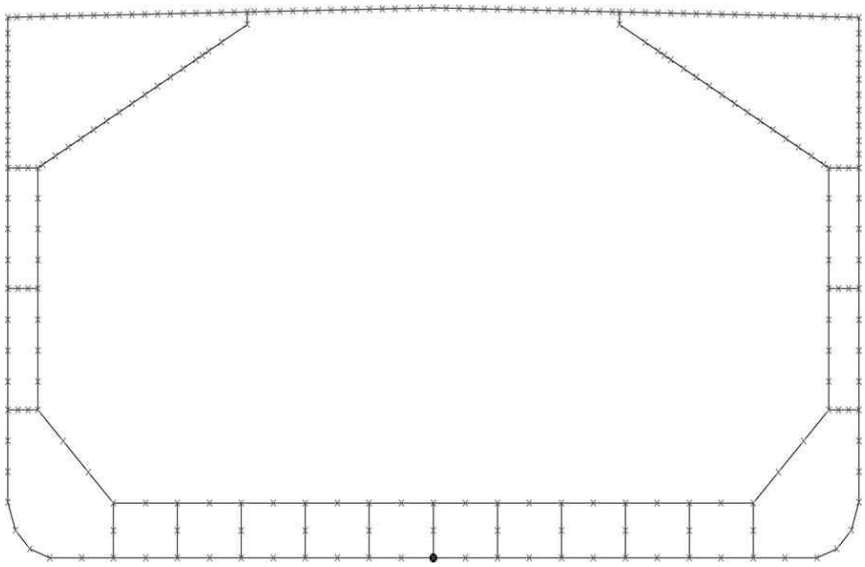


그림 18 산적화물선에 대한 단부 구속 보

보의 특성은 전후단 단면에서 각각 계산되어야 하며, 모든 보는 양단부 단면에서 다음과 같이 동일한 특성을 갖는다.

- 순 관성 모멘트 : I_{yy-n50} = I_{zz-n50} = $I_{xx-n50}(J)$ = 순 치수 모델의 전후단 횡단면의 수직 선체거더 관성 모멘트의 1/25
- 순 횡단면적 : A_{y-n50} 및 A_{z-n50} = 순 치수 모델의 전후단 횡단면의 단면적의 1/80

I_{yy-n50} : 보 요소의 Y 축에 대한 관성 모멘트(m^4)
I_{zz-n50} : 보 요소의 Z 축에 대한 관성 모멘트(m^4)
$I_{xx-n50}(J)$: 비틀림 관성(m^4)
A_{y-n50} : 보 요소의 Y 방향 전단 면적(m^2)
A_{z-n50} : 보 요소의 Z 방향 전단 면적(m^2)

3. 유한요소 하중조합

3.1 설계 하중조합

3.1.1 유한요소 하중조합 정의

유한요소 하중조합은 주어진 동적 하중상태와 관련된 적하상태, 흘수, 정수중 굽힘 및 전단력의 값으로 정의된다.

3.1.2 강제 하중조합

화물창 구조해석의 경우, **4장 8절**에 따른 설계 하중조합을 고려하는 선박의 종류와 고려하는 화물창 구역에 따라 사용하여야 한다.

4장 8절에 따른 각 설계 하중조합은 **4장 2절**에 주어진 적하상태 및 동적 하중상태로 구성된다. 각 하중조합에는 구조 중량, 내 / 외부 압력 및 선체거더 하중을 적용하여야 한다. 항해상태의 경우, 정적 및 동적 하중상태(S + D)가 적용된다. 항내 및 탱크시험상태의 경우, 정적 하중상태(S)만 적용한다.

3.1.3 추가적인 적하상태

설계자에 의해 규정된 적하상태가 **4장 8절**에 주어진 하중조합에 포함되어 있지 않는 경우, 이러한 추가적인 적하상태를 **[4]**의 절차에 따라 검토하여야 한다.

4. 하중적용

4.1 일반사항

4.1.1 구조중량

선체구조의 중량 효과는 정적하중에 포함되어야 하며, 동적하중에는 포함되어서는 아니 된다. 강재의 비중은 **4장 6절**에 따른다.

4.1.2 부호규칙

이 절에서 특별히 언급하지 않는 한, 굽힘 모멘트 및 전단력의 부호는 **4장 1절**에 정의된 부호규칙에 따른다.

4.2 외부 및 내부하중

4.2.1 외부압력

외부압력은 **4장 5절**에 따라 각 하중상태에 대하여 계산되어야 한다. 외부압력은 정수압, 파랑압력 및 그린파랑압력을 포함한다.

그린파랑압력에 의해 창구덮개에 작용하는 힘은 해당 창구코밍의 상단을 따라 분포되어야 한다. 창구덮개에 작용하는 전체 힘은 **4장 5절 [5]**에 따른 창구덮개에 작용하는 그린파랑압력의 합으로 결정한다. 전체 힘은 평균 선하중을 사용하여 창구코밍의 전체 길이에 분포하게 된다. 창구덮개 자중의 영향은 선체구조에 작용하는 하중으로는 무시하여야 한다.

4.2.2 내부압력

내부압력은 **4장 7절 표1**에 따른 설계하중 시나리오에 대하여 **4장 6절**에 따라 각 하중상태에 대하여 계산하여야 한다. 내부압력은 정적 건화물 및 액체 화물, 평형수 및 기타 액체압력, 압력도출 밸브의 설정압과 가속도에 의한 건화물 및 액체 화물, 평형수 및 기타 액체압력의 동적압력을 포함한다.

4.2.3 유한요소에 압력적용

요소의 중심에서 계산한 일정 압력을 하중을 받는 표면의 쉘 요소에 적용한다.(예를 들어, 외부압력에 대한 외판 및 갑판, 내부압력에 대한 탱크 / 화물창 경계) 대안으로 압력은 요소 내에서 선형 압력 분포를 적용하여 요소 절점에서 계산될 수 있다.

4.3 선체거더 하중

4.3.1 일반사항

각 적하상태는 대응하는 선체거더 하중과 관련 있으며, 선체거더 하중은 전단력과 굽힘 모멘트에 대하여는 **[4.4],** 비틀림 모멘트에 대하여는 **[4.5]**의 절차에 따라 모델에 적용하여야 한다. 선체거더 하중은 **4장 8절**에 따른 정수중 선체거더 하중 및 파랑에 의한 선체거더 하중의 조합이다. 요구되는 각 유한요소 하중조합의 경우, 파랑에 의한 선체거더 하중은 **4장 2절**에 규정되어 있는 하중조합계수(LCF)를 사용하여 계산하여야 한다.

4.3.2 목표 선체거더 수직 굽힘 모멘트

주어진 유한요소 하중조합에 대한 종 방향 위치에서의 목표 선체거더 수직 굽힘 모멘트 M_{v-targ} (kNm)는 다음에 따른다.

$$M_{v-targ} = C_{BM-LC} M_{sw} + M_{wv-LC}$$

C_{BM-LC} : **4장 8절**에 따른 고려하는 하중조합에 대한 허용 정수중 굽힘 모멘트의 적용 비율

M_{sw} : **4장 4절 [2.2.2]**와 **[2.2.3]**에 따른 항해 및 항내상태에 대한 고려하는 종 방향 위치에서의 허용 정수중 굽힘 모멘트(kNm)

M_{wv-LC} : **4장 4절 [3.5.2]**에 따른 동적 하중상태에 대한 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

M_{v-targ}의 값은 다음과 같다.

- 선체 중앙부 화물창 구역 : **4장 8절**에 따른 각 유한요소 하중조합에 대한 각 개별 화물창의 중앙부에서의 값
- 선체 중앙부 화물창 구역 이외 : 고려하는 유한요소 모델의 모든 특설늑골 및 횡격벽 위치에서의 값

$C_{BM-LC} M_{sw}$ 와 M_{wv-LC} 는 **4장 8절**에 따른 유한요소 하중조합에 따라 새깅이나 호깅상태 중의 하나가 된다.

4.3.3 목표 선체거더 전단력

주어진 유한요소 하중조합에 대한 중앙 화물창의 후방 및 전방 횡격벽에서의 목표 선체거더 수직 전단력 $Q_{targ-aft}$ 및 $Q_{targ-fwd}$ (kN)은 다음과 같다.

- $Q_{fwd} \geq Q_{aft}$:

$$Q_{targ-aft} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} - \Delta Q_{swa} + f_\beta \left| C_{QW} \right| Q_{wv-neg}$$
$$Q_{targ-fwd} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + \Delta Q_{swf} + f_\beta \left| C_{QW} \right| Q_{wv-pos}$$

- $Q_{fwd} < Q_{aft}$:

$$Q_{targ-aft} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + \Delta Q_{swa} + f_\beta \left| C_{QW} \right| Q_{wv-pos}$$
$$Q_{targ-fwd} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} - \Delta Q_{swf} + f_\beta \left| C_{QW} \right| Q_{wv-neg}$$

Q_{fwd}, Q_{aft} : **[4.4.6]**에 따른 중앙 화물창의 각각 전방 및 후방 격벽 위치에서의 국부하중에 의한 수직 전단력(kN)

C_{SF-LC} : **4장 8절**에 따른 고려하는 하중조합에 대한 허용 정수중 전단력의 적용 비율

Q_{sw-pos}, Q_{sw-neg} : 각각 **4장 4절 [2.3.3]** 및 **4장 4절 [2.3.4]**의 항해 및 항내상태에 대한 임의의 종 방향 위치에서의 양 및 음의 허용 정수중 전단력(kN)

ΔQ_{swf} : 전방격벽의 유한요소 하중분포 경향에 대한 전단력 조정(kN)은 다음에 따른다.

- 산적화물선의 경우 :
  중앙부 화물창의 전방격벽에서 계산된 ΔQ_{mdf} (**5장 1절 [3.6.1]**에 따른다.)의 절대치와 전방 화물창의 후방격벽에서 계산된 값의 절대치 중 최소값으로 다음에 따른다.

$$\Delta Q_{swf} = Min(\left|\Delta Q_{mdf}\right|_{Mid}, \left|\Delta Q_{mdf}\right|_{Fwd})$$

- 유조선의 경우 :

$$\Delta Q_{swf} = 0$$

ΔQ_{swa} : 후방격벽의 유한요소 하중분포 경향에 대한 전단력 조정(kN)은 다음에 따른다.

- 산적화물선의 경우 :
  중앙부 화물창의 후방격벽에서 계산된 ΔQ_{mdf} (**5장 1절 [3.6.1]**에 따른다.)의 절대치와 후방 화물창의 전방격벽에서 계산된 값의 절대치 중 최소값으로 다음에 따른다.

$$\Delta Q_{swa} = Min(|\Delta Q_{mdf}|_{Mid}, |\Delta Q_{mdf}|_{Aft})$$

- 유조선의 경우 :

$$\Delta Q_{swa} = 0$$

f_β : **4장 4절**에 따른 파도의 진행방향에 대한 수정계수

C_{QW} : **4장 2절**에 따른 수직 파랑 전단력에 대한 하중조합계수

Q_{wv-pos}, Q_{wv-neg} : **4장 4절 [3.2.1]**에 따른 양 및 음의 수직 파랑 전단력(kN)

$Q_{targ-aft}$ 및 $Q_{targ-fwd}$ 의 값은 고려하는 중앙 화물창의 후방 및 전방 횡격벽에서의 값으로 한다.

4.3.4 목표 선체거더 수평 굽힘 모멘트

주어진 유한요소 하중조합에 대한 목표 선체거더 수평 굽힘 모멘트 M_{h-targ} (kNm)는 다음에 따른다.

$$M_{h-targ} = M_{wh-LC}$$

M_{wh-LC} : **4장 4절 [3.5.4]**에 따라 계산된, 고려하는 동적 하중상태에 대한 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

M_{wh-LC} 의 값은 다음과 같다.

- 선체 중앙부 화물창 구역 : 고려하는 개별 화물창의 중앙부에서의 값
- 선체 중앙부 화물창 구역 이외 : 고려하는 유한요소 모델의 모든 특설늑골 및 횡격벽 위치에서의 값

4.3.5 목표 선체거더 비틀림 모멘트

산적화물선에만 적용되는, 동적 하중상태 OST 및 OSA에 대한 목표 선체거더 비틀림 모멘트 $M_{wt-targ}$ (kNm)는 다음에 따른다.

$$M_{wt-targ} = M_{wt-LC}(x_{targ})$$

$M_{wt-LC}(x)$: x 위치에서 계산한 동적 하중상태 OST 및 OSA에 대한 파랑 비틀림 모멘트(**4장 4절 [3.5.5]**에 따른다.)

x_{targ} : 선체거더 비틀림 모멘트에 대한 목표 위치로 다음에 따른다.

- 선체 중앙부 화물창 구역의 경우 :
  - $x_{mid} \le 0.531L$인 경우 : 중앙 화물창의 후방격벽
  - $x_{mid} > 0.531L$인 경우 : 중앙 화물창의 전방격벽

- 선체 중앙부 화물창 구역 이외 : 다음의 식이 최소가 되는 중앙 화물창의 횡격벽

$$\frac{M_{wt-LC}(x_{bhd})}{|M_{wt-LC}(x_{bhd})|} \cdot [M_{wt-LC}(x_{bhd}) - M_{T-FEM}(x_{bhd})]$$

x_{mid} : 중앙화물창 중심의 X 좌표(m)

x_{bhd} : 중앙화물창의 후방 또는 전방 횡격벽의 X 좌표(m)

OST와 OSA가 아닌 산적화물선의 동적 하중상태의 경우 및 유조선의 모든 동적 하중상태의 경우, 중앙 화물창의 가운데에서의 선체거더 비틀림 모멘트 $M_{wt-targ}$ 는 0 으로 조정되어야 한다.

4.4 선체거더 전단력 및 굽힘 모멘트 조정 절차

4.4.1 일반사항

[4.4]의 절차는 요구되는 위치에서 요구되는 목표 값을 얻기 위하여 3개 화물창 유한요소 모델에 대한 선체거더 수평 굽힘 모멘트, 수직력 및 수직 굽힘 모멘트 분포를 조정하는 방법을 설명한다. 선체거더 하중 목표 값은 [4.3]에 따른다.

선체거더 전단력에 대한 목표 위치는 중앙 화물창의 횡격벽이다. 목표 위치에서 최종 조정된 선체거더 전단력은 목표 선체거더 전단력을 초과해서는 아니 된다.

선체거더 굽힘 모멘트에 대한 목표 위치는 일반적으로 중앙 화물창의 중앙이다. 굽힘 모멘트의 최대값이 중앙 화물창의 중심에 위치하지 않는 경우, 중앙 화물창내의 최종 조정된 최대 굽힘 모멘트는 목표 선체거더 굽힘 모멘트를 초과해서는 아니 된다.

4.4.2 국부하중 분포

다음의 국부하중을 선체거더 전단력 및 굽힘 모멘트 계산에 적용하여야 한다.

a) 화물창 모델의 길이에 걸친 선체구조 강재 중량분포(정하중). 구조 강재 중량은 화물창 유한요소 모델에서 사용되는 0.5 t_c 감소된 순 두께의 유한요소 모델에 기초하여 계산되어야 한다.
b) 화물 및 평형수의 중량(정하중)
c) 정적 해수압력, 동적 파랑압력 및 적용되는 경우 그린파랑하중. 항내/탱크시험 하중상태의 경우, 정적 해수압력만을 적용해야 한다.
d) 항해 적하상태에 대한 동적 화물 및 평형수 하중

유한요소 모델에 적용하는 위의 국부하중과 유한요소 절점력은 유한요소 하중 생성절차를 통하여 얻어진다. 3차원 절점력은 일차원 국부하중 분포를 얻기 위해 각 종 방향 스테이션에 집중되어야 한다. 종 방향 스테이션은 화물창 모델 요소분할 크기 요건에 따라 늑골 사이에서 횡격벽/늑골 및 전형적인 종 방향 유한요소 모델 절점 위치에 위치한다. 구조 상세를 모델링하기 위해 생성된 중간 절점은 국부하중 분포를 위한 종 방향 스테이션으로 고려하지 않는다. 고려하는 종 방향 스테이션 간격의 전방의 절반 및 후방의 절반 이내의 절점력은 해당 스테이션으로 집중한다. 집중(lumping) 과정은 종 방향 스테이션 i 에서의 집중된 수직 및 수평 국부하중(f_{vi}, f_{hi})을 얻기 위해 수직 및 수평 절점력에 대해 분리하여 수행한다.

4.4.3 국부하중에 의한 선체거더 전단력 및 굽힘 모멘트

국부하중 분포와 선체거더 하중 종 방향 분포는 모델이 모델 단부에서 단순지지 된다는 가정 하에 얻을 수 있다. 모델의 양쪽 단부에서의 반력 및 종 방향 스테이션에서의 국부하중에 의한 선체거더 전단력 및 굽힘 모멘트의 종 방향 분포는 다음 식에 의해 결정된다.

$$R_{V_fore} = -\frac{\sum_i (x_i - x_{aft}) f_{vi}}{x_{fore} - x_{aft}} \qquad R_{V_aft} = \sum_i f_{vi} + R_{V_fore}$$

$$R_{H_fore} = -\frac{\sum_i (x_i - x_{aft}) f_{hi}}{x_{fore} - x_{aft}} \qquad R_{H_aft} = -\sum_i f_{hi} + R_{H_fore}$$

$$F_l = \sum_i f_{li}$$

$$Q_{V_FEM}(x_j) = R_{V_aft} - \sum_i f_{vi}, \qquad x_i < x_j \text{인 경우}$$

$$Q_{H_FEM}(x_j) = R_{H_aft} + \sum_i f_{hi}, \qquad x_i < x_j \text{인 경우}$$

$$M_{V_FEM}(x_j) = (x_j - x_{aft}) R_{V_aft} - \sum_i (x_j - x_i) f_{vi}, \qquad x_i < x_j \text{인 경우}$$

$$M_{H_FEM}(x_j) = (x_j - x_{aft}) R_{H_aft} + \sum_i (x_j - x_i) f_{hi}, \qquad x_i < x_j \text{인 경우}$$

$R_{V_aft}, R_{V_fore}, R_{H_aft}, R_{H_fore}$: 후단 및 전단에서의 수직 및 수평반력(kN)

x_{aft} : 후단 지지점의 X 좌표(m)

x_{fore} : 전단 지지점의 X 좌표(m)

f_{vi} : **[4.4.2]**에 따른 종 방향 스테이션 i 에서의 집중된 수직 국부하중(kN)

f_{hi} : **[4.4.2]**에 따른 종 방향 스테이션 i 에서의 집중된 수평 국부하중(kN)

F_l : 모델의 전체 순 종 방향 힘(kN)

f_{li} : **[4.4.2]**에 따른 종 방향 스테이션 i 에서의 집중된 종 방향 국부하중(kN)

x_j : 고려하는 종 방향 스테이션 j 의 X 좌표(m)

x_i : 종 방향 스테이션 i 의 X좌표(m)

$Q_{V_FEM}(x_j), Q_{H_FEM}(x_j), M_{V_FEM}(x_j), M_{H_FEM}(x_j)$: 유한요소 모델에 작용하는 국부하중에 의해 종 방향 스테이션 x_i 에서 생성되는 수직 및 수평 전단력(kN)과 굽힘 모멘트(kNm). 반력의 부호규칙은 양의 전단력의 방향을 양으로 한다.

4.4.4 종 방향 불평형력

모델의 전체 순 종 방향 힘 F_l 이 0 이 아닌 경우, 해당 힘의 반대 종 방향 힘 $(F_x)_j$ 를 X 방향 변위 δ_x 가 고정되는 모델의 한쪽 단부에 선체거더 굽힘에 유효한 모든 종 방향 요소에 종 방향 축 절점력의 분포에 의하여 적용하여야 하며, 다음 식과 같다.

$$(F_x)_j = \frac{F_l}{A_{x-n50}} \frac{A_{j-n50}}{n_j} \qquad \text{(kN)}$$

$(F_x)_j$: j 번째 요소의 절점에 적용하는 축력(kN)

F_l : **[4.4.3]**에 정의된 모델의 전체 순 종 방향 힘(kN)

A_{j-n50} : j 번째 요소의 순 횡단면적(m^2)

A_{x-n50} : 전단면의(fore end) 순 횡단면적(m^2)으로 다음 식에 의한 값

$$A_{x-n50} = \sum_j A_{j-n50}$$

n_j : 횡단면에서 j 번째 요소의 절점의 수(보 요소 : n_j = 1 , 4 절점 쉘 요소 : n_j = 2)

4.4.5 선체거더 전단력 조정 절차

이 요건에 따른 선체거더 전단력 조정 절차는 **4장 8절**에 주어진 모든 유한요소 하중조합에 적용한다. **4장 8절**의 하중조합 표(**4장 8절 표 2**에서 **표 31**)에 직접 포함되어 있지 않는 하중조합은 각 경우에 따라서 개별적으로 고려하여야 한다.

다음의 두 가지 방법이 전단력 조정에 사용되어야 한다.

- 방법 1 (M1) : **[4.4.6]**에 따른 중앙 화물창의 한쪽 격벽에서의 전단력 조정의 경우
- 방법 2 (M2) : **[4.4.7]**에 따른 중앙 화물창의 양쪽 격벽에서의 전단력 조정의 경우

고려하는 유한요소 하중조합에 대하여 적용하여야 하는 방법은 다음에 따라 선택하여야 한다.

- 최대 전단력 하중조합의 경우(Max. SFLC), 다른 격벽에서 방법 1로 조정한 후의 전단력이 목표 값을 초과하지 않는다면 방법 1을 **표 4**에서 언급한 격벽에 적용하여야 한다. 그렇지 않으면, 방법 2를 적용한다.
- 기타 전단력 하중조합의 경우 :
  - 전단력 조정은 양쪽 격벽에서의 전단력이 목표 값보다 작거나 같은 경우에는 요구되지 않는다. 최후방 및 최전방 화물창을 제외한 전체 화물구역의 화물창해석에 적용한다.
    최후방 및 최전방 화물창해석의 경우, 전단력 조정은 방법 1을 적용한다. 선미 및 선수격벽에서의 전단력 목표 값인 $Q_{targ-aft}$ 및 $Q_{targ-fwd}$ 는 국부하중 Q_{aft} 및 Q_{fwd} 에 의한 다음에 따른 전단력 값으로 한다.

$$Q_{targ-fwd} = Q_{fwd}$$
$$Q_{targ-aft} = Q_{aft}$$

- 방법 1은 전단력이 한쪽 격벽에서의 목표 값을 넘거나 방법 1로 조정한 후의 다른 격벽에서의 전단력이 목표 값을 넘지 않는 경우에 적용한다. 그렇지 않으면, 방법 2를 적용한다.
- 방법 2는 양쪽 격벽에서의 전단력이 목표 값을 초과하는 경우에 적용한다.

"최대 전단력 하중조합"은 **4장 8절**의 하중조합 표에서 "Max SFLC"로 표시된다. "기타 전단력 하중조합"은 최대 전단력 하중조합이 아닌 것들이다. 기타 전단력 하중조합은 **4장 8절**의 하중조합 표에 표시되지 않는다.

표 4 전단력 조정에 대한 중앙 화물창 격벽 위치

설계적하상태	격벽위치	M_{wv-LC}	Q_{fwd} 의 조건	전단력을 조정하는 중앙 화물창 격벽
항해상태	$x_{b-aft} > 0.5L$	〈 0 (새깅)	$Q_{fwd} > Q_{aft}$	전방
			$Q_{fwd} \le Q_{aft}$	후방
		〉 0 (호깅)	$Q_{fwd} > Q_{aft}$	후방
			$Q_{fwd} \le Q_{aft}$	전방
	$x_{b-fwd} < 0.5L$	〈 0 (새깅)	$Q_{fwd} > Q_{aft}$	후방
			$Q_{fwd} \le Q_{aft}$	전방
		〉 0 (호깅)	$Q_{fwd} > Q_{aft}$	전방
			$Q_{fwd} \le Q_{aft}$	후방
	$x_{b-aft} \le 0.5L$ 및 $x_{b-fwd} \ge 0.5L$	-	-	(1)
항내 및 시험상태	위치에 상관없음	-	-	(1)

(1) **4장 8절**의 하중조합 표에 포함되어 있는 유한요소 하중조합의 경우, 전단력 조정이 완료된 격벽은 해당 표에 표시된다.

4.4.6 한쪽 격벽에서의 전단력 조정 - 방법 1

중앙 화물창의 후방 및 전방격벽에서 요구되는 전단력 조정은 유한요소 모델의 끝단에서 수직 굽힘 모멘트 M_{Y-aft} 및 $M_{Y-\mathrm{fore}}$ 를 적용하여 결정된다. 최후방 및 최전방 화물창 유한요소 모델의 경우, **표 7**의 횡늑골 위치에서 다음의 추가 수직하중을 적용해야 한다.

- $\delta w'_1$ - 최후방 화물창 유한요소 모델인 경우
- $\delta w'_3$ - 최전방 화물창 유한요소 모델인 경우

중앙 화물창의 횡격벽에서 전단력의 조정은 다음에 따른다.

- 후방격벽 :

$$M_{Y-aft} = M_{Y-\mathrm{fore}} = \frac{(x_{\mathrm{fore}} - x_{aft})}{2}(Q_{targ-aft} - Q_{aft}) - M'_{1-aft}$$

$$\Delta Q_{aft} = \Delta Q_{fwd} = 0$$

$$\delta w'_1 = \frac{Q_{targ-aft} - Q_{aft} + R_{v-aft}}{(n_1 - 1)}, \qquad \text{단, 최후방 유한요소 모델인 경우}$$

$$\delta w'_3 = \frac{Q_{targ-aft} - Q_{aft} + R_{v-\text{fore}}}{(n_3 - 1)},$$ 단, 최전방 유한요소 모델인 경우

• 전방격벽 :

$$M_{Y-aft} = M_{Y-\text{fore}} = \frac{(x_{\text{fore}} - x_{aft})}{2}(Q_{targ-fwd} - Q_{fwd}) - M'_{1-fwd}$$

$$\delta w'_1 = \frac{Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} + R_{v-aft}}{(n_1 - 1)},$$ 단, 최후방 유한요소 모델인 경우

$$\delta w'_3 = \frac{Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} + R_{v-\text{fore}}}{(n_3 - 1)},$$ 단, 최전방 유한요소 모델인 경우

M_{Y_aft}, M_{Y_fore} : 표 5의 선체거더 수직 전단력 조정을 위하여 [4.4.10]에 따라 후단 및 전단에 적용하는 수직 굽힘 모멘트(kNm). 부호규칙은 유한요소 모델의 축에 대한 부호규칙에 따른다.

Q_{aft} : 중앙 화물창의 후방격벽 위치 x_{b_aft} 에서 [4.4.3]에 따라 계산된 국부하중에 의한 수직 전단력(kN). 수직 전단력은 횡격벽 위치에서 불연속이기 때문에, 수직 전단력 Q_{aft} 은 중앙 화물창 후방격벽의 바로 후방 및 전방 스테이션 사이의 전단력의 절대 값 중 최대값으로 한다.

Q_{fwd} : 중앙 화물창의 전방격벽 위치 x_{b_fwd} 에서 [4.4.3]에 따라 계산된 국부하중에 의한 수직 전단력(kN). 수직 전단력은 횡격벽 위치에서 불연속이기 때문에, 수직 전단력 Q_{fwd} 은 중앙 화물창 전방격벽의 바로 후방 및 바로 전방 스테이션 사이의 전단력의 절대 값 중 최대값으로 한다.

M'_{1-aft} , M'_{1-fwd} : 최후방 및 최전방 화물창해석 시에만 적용할 수 있는 추가 수직 굽힘 모멘트(kNm)는 다음과 같다.

• 후방격벽

$$M'_{1-aft} = \frac{\ell_1}{4}(Q_{targ-aft} - Q_{aft} + R_{v-aft})$$

$$M'_{1-fwd} = \frac{\ell_1}{4}(Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} + R_{v-aft})$$

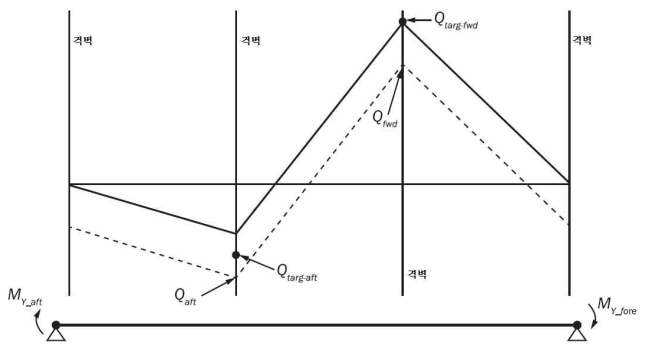
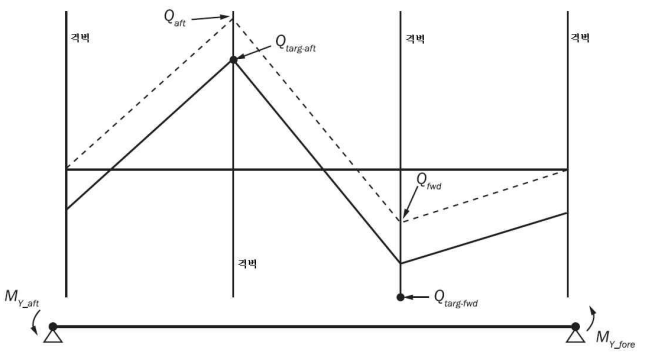
• 전방격벽

$$M'_{1-aft} = \frac{\ell_3}{4}(Q_{targ-aft} - Q_{aft} + R_{v-\text{fore}})$$

$$M'_{1-fwd} = \frac{\ell_3}{4}(Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} + R_{v-\text{fore}})$$

$\delta w'_1$: 표 8의 최후방 화물창 유한요소 모델의 기관실 내 늑골 위치에서의 분포하중(kN)
$\delta w'_3$: 표 8의 최전방 화물창 유한요소 모델의 선수피크 내 늑골 위치에서의 분포하중(kN)
ΔQ_{aft}, ΔQ_{fwd} : 표 8의 전단력 조정
R_{v-aft}, R_{v-fwd} : [4.4.3]에 규정된 후단 및 전단에서 반력(kN)
ℓ_1 : 표 8의 최후방 화물창 유한요소 모델에서의 기관실 길이(m)
ℓ_3 : 표 8의 최전방 화물창 유한요소 모델에서의 선수피크 길이(m)
n_1, n_3 : 표 8의 늑골 간격의 수

표 5 방법 1의 수직 굽힘 모멘트 M_{Y_aft} 및 M_{Y_fore} 적용에 따른 수직 전단력 조정

수직 전단력도	중앙 화물창 내의 목표위치
	전방격벽
	후방격벽
조정한 후의 수직 전단력 국부하중에 의한 수직 전단력	

4.4.7 양쪽 격벽에서의 전단력 조정 - 방법 2

중앙 화물창의 양쪽 횡격벽에서 전단력에 대해 요구되는 조정은 다음에 따른다.

- 모델 단부에서의 수직 굽힘 모멘트 M_{Y_aft} 및 M_{Y_fore}
- 횡격벽 위치에서 수직 전단력 ΔQ_{aft} 및 ΔQ_{fwd} 을 발생시키기 위한 **표 7**과 같은 횡늑골 위치에서의 수직하중
- 최후방 및 최전방 화물창 유한요소 모델의 경우, **표 7**의 횡늑골 위치에서 다음의 추가 수직하중을 적용해야 한다.
  - $\delta w'_1$ - 최후방 화물창 유한요소 모델인 경우
  - $\delta w'_3$ - 최전방 화물창 유한요소 모델인 경우

표 6은 수직 굽힘 모멘트 및 수직하중에 의한 전단력 조정의 예를 보여준다.

$$M_{Y_aft} = \frac{x_{fore} - x_{aft}}{2} \cdot \frac{Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} + Q_{targ-aft} - Q_{aft}}{2} - M'_2$$

$$M_{Y_fore} = M_{Y_aft}$$

$$\Delta Q_{fwd} = \frac{Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} - (Q_{targ-aft} - Q_{aft})}{2}$$

$$\Delta Q_{aft} = -\Delta Q_{fwd}$$

• 최후방 화물창 유한요소 모델

$$\delta w'_1 = \left(\frac{(Q_{targ-aft} - Q_{aft})(\ell - \ell_2 - \ell_1) + (Q_{targ-fwd} - Q_{fwd})(\ell - \ell_2 - \ell_3)}{2\ell - \ell_1 - 2\ell_2 - \ell_3} + R_{v-aft} \right) \frac{1}{(n_1 - 1)}$$

• 최전방 화물창 유한요소 모델

$$\delta w'_3 = \left(\frac{(Q_{targ-fwd} - Q_{fwd})(\ell - \ell_2 - \ell_3) + (Q_{targ-aft} - Q_{aft})(\ell - \ell_2 - \ell_1)}{2\ell - \ell_1 - 2\ell_2 - \ell_3} + R_{v-\mathrm{fore}} \right) \frac{1}{(n_3 - 1)}$$

M_{Y_aft}, M_{Y_fore} : 선체거더 수직 전단력 조정을 위하여 [4.4.10]에 따라 후단 및 전단에 적용하는 수직 굽힘 모멘트(kNm). 부호규칙은 유한요소 모델의 축에 대한 부호규칙에 따른다.

ΔQ_{aft} : 중앙 화물창의 후방격벽에서의 전단력의 조정(kN)

ΔQ_{fwd} : 중앙 화물창의 전방격벽에서의 전단력의 조정(kN)

M_2' : 최후방 및 최전방 화물창해석 시에만 적용할 수 있는 추가 수직 굽힘 모멘트(kNm)는 다음과 같다.

• 최후방 화물창 유한요소 모델

$$M_2' = \frac{\ell_1 (n_1 - 1)\, \delta w'_1}{4}$$

• 최전방 화물창 유한요소 모델

$$M_2' = \frac{\ell_3 (n_3 - 1)\, \delta w'_3}{4}$$

$\delta w'_1$: 표 8의 최후방 화물창 유한요소 모델의 기관실 내 늑골 위치에서의 분포하중(kN)

$\delta w'_3$: 표 8의 최전방 화물창 유한요소 모델의 선수피크 내 늑골 위치에서의 분포하중(kN)

ΔQ_{aft}, ΔQ_{fwd} : 표 8의 전단력 조정

R_{v-aft}, R_{v-fwd} : [4.4.3]에 규정된 후단 및 전단에서 반력(kN)

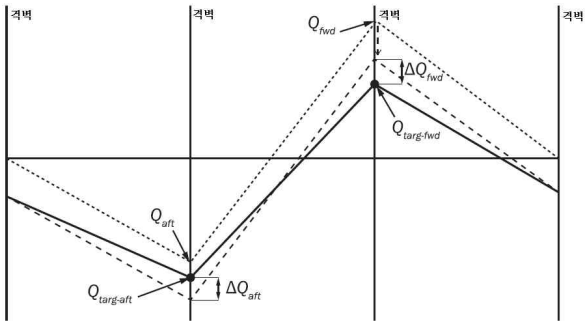
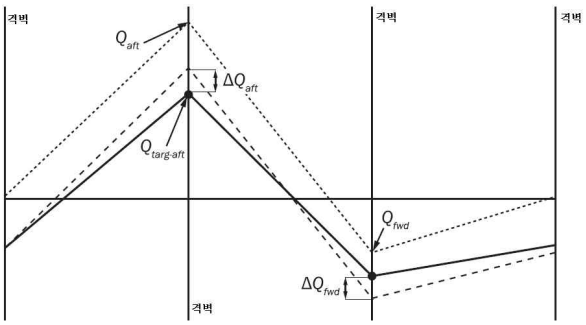
ℓ_1 : 표 8의 최후방 화물창 유한요소 모델에서의 기관실 길이(m)

ℓ_3 : 표 8의 최전방 화물창 유한요소 모델에서의 선수피크 길이(m)

n_1, n_3 : 표 8의 늑골 간격의 수

횡격벽 위치에서의 위의 전단력 조정(ΔQ_{aft} 및 ΔQ_{fwd})은 표 7과 같이 횡늑골 위치에서 수직하중을 적용하여 수행하여야 한다. 산적화물선의 경우, 횡늑골 위치는 늑판의 위치와 일치한다. 수직 조정하중은 유한요소 모델의 횡수밀격벽, 전방 화물창의 늑골 및 후방 화물창의 늑골에는 적용하지 않는다.
격벽에서 전단력 증가/감소를 발생시키기 위해 각 횡늑골에 가해지는 수직하중은 표 7과 같이 계산할 수 있다. 균일한 늑골 간격인 경우, 각 횡늑골에 분포되는 수직력의 양은 표 8에 따라 계산할 수 있다.

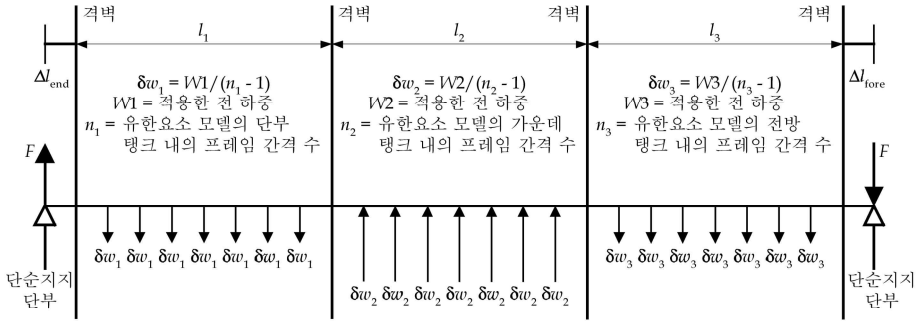
표 6 수직력의 적용에 의한 목표 및 요구되는 전단력 조정

수직 전단력 선도	후방격벽	전방격벽
	목표 전단력	목표 전단력
	$Q_{targ-aft}(-\mathrm{ve})$	$Q_{targ-fwd}(+\mathrm{ve})$
	$Q_{targ-aft}(+\mathrm{ve})$	$Q_{targ-fwd}(-\mathrm{ve})$

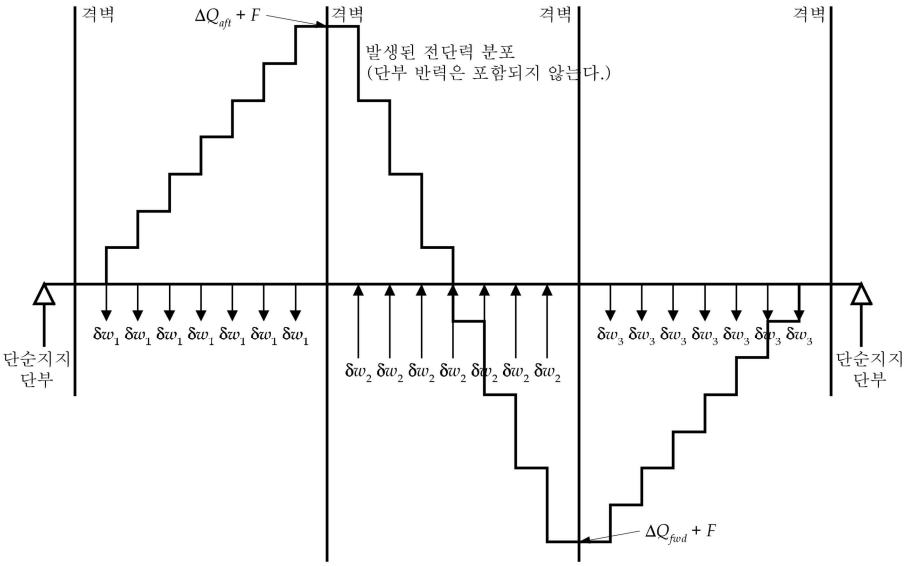
양쪽을 조정한 후의 수직 전단력
- - - - - - - - M_{Y_aft} 및 M_{Y_fore} 의 사용에 의한 조정한 후의 수직 전단력
- - - - - - - - - - - - - - 국부하중에 의한 수직 전단력

비고 1: $-\mathrm{ve}$ 는 음의 의미
비고 2: $+\mathrm{ve}$ 는 양의 의미

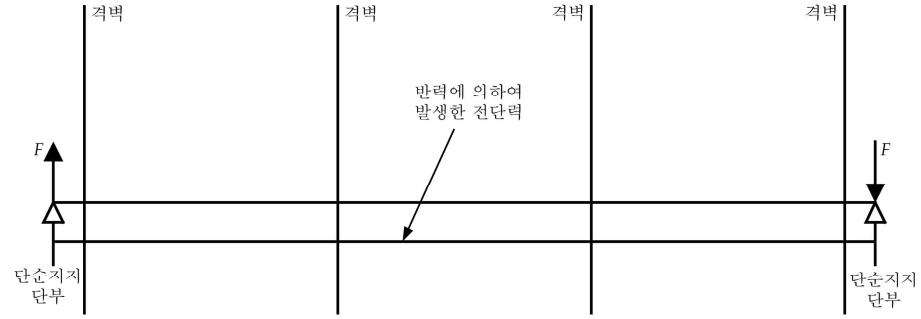
표 7 늑골 위치에서의 조정 수직력 분포 및 결과 전단력 분포



(비 고) : 횡격벽위치의 프레임에는 하중을 가하지 않는다.
최후방 탱크의 후방 횡격벽 및 최전방 탱크의 전방 격벽의 범위를 넘는 프레임에는 하중을 가하지 않는다.
F = 지지 단에 의하여 발생하는 반력



프레임 위치에서의 수직력에 의한 전단력 분포



(비 고) : $l_1 = l_3$ 이고, $\Delta l_{fore} = \Delta l_{end}$ 이면, F=0, 하중은 모델의 길이 중앙에 대하여 대칭이다.

비고 1: 기호 정의에 대하여는 **표 8**을 참조한다.

표 8 수직 전단력 조정을 위한 수직하중의 계산식

$$\delta w_1 = \frac{\Delta Q_{aft}(2\ell - \ell_2 - \ell_3) + \Delta Q_{fwd}(\ell_2 + \ell_3)}{(n_1 - 1)(2\ell - \ell_1 - 2\ell_2 - \ell_3)} + \delta w'_1$$

$$\delta w_2 = \frac{(W1 + W3)}{(n_2 - 1)} = \frac{(\Delta Q_{aft} - \Delta Q_{fwd})}{(n_2 - 1)}$$

$$\delta w_3 = \frac{-\Delta Q_{fwd}(2\ell - \ell_1 - \ell_2) - \Delta Q_{aft}(\ell_1 + \ell_2)}{(n_3 - 1)(2\ell - \ell_1 - 2\ell_2 - \ell_3)} - \delta w'_3$$

일반적인 경우

$$F = F_{aft} = F_{fwd} = 0.5\left(\frac{W1(\ell_2 + \ell_1) - W3(\ell_2 + \ell_3)}{\ell}\right)$$

최후방 및 최전방 유한요소 모델인 경우

$$F = F_{aft} = \left(\frac{W1(\Delta\ell_{fore} + \ell_3 + \ell_2 + 0.5\ell_1) + W2(\Delta\ell_{fore} + \ell_3 + 0.5\ell_2) + W3(\Delta\ell_{fore} + 0.5\ell_3)}{\ell}\right)$$

여기서,

ℓ_1 : 모델의 후방 화물창의 길이(m)

ℓ_2 : 모델의 중앙 화물창의 길이(m)

ℓ_3 : 모델의 전방 화물창의 길이(m)

ΔQ_{aft} : 중앙 화물창의 후방격벽에서의 요구되는 전단력 조정(kN) (**그림** [4.4.7] 참조)

ΔQ_{fwd} : 중앙 화물창의 전방격벽에서의 요구되는 전단력 조정(kN) (**그림** [4.4.7] 참조)

F : 각 프레임에 수직하중의 적용으로 인한 단부 반력(kN)

$W1$: 유한요소 모델의 후방 화물창 내에서 적용하는 전체 균일분포 수직하중(kN), $(n_1 - 1)\delta w_1$

$W2$: 유한요소 모델의 중앙 화물창에 적용하는 전체 균일분포 수직하중(kN), $(n_2 - 1)\delta w_2$

$W3$: 유한요소 모델의 전방 화물창에 적용하는 전체 균일분포 수직하중(kN), $(n_3 - 1)\delta w_3$

n_1 : 유한요소 모델의 후방 화물창 내 늑골 간격의 수

n_2 : 유한요소 모델의 중앙 화물창 내 늑골 간격의 수

n_3 : 유한요소 모델의 전방 화물창 내 늑골 간격의 수

δw_1 : 유한요소 모델의 후방 화물창 내 늑골에서의 분포하중(kN)

δw_2 : 유한요소 모델의 중앙 화물창 내 늑골에서의 분포하중(kN)

δw_3 : 유한요소 모델의 전방 화물창 내 늑골에서의 분포하중(kN)

$\delta w'_1$: 최후방 화물창 유한요소 모델의 기관실 내 늑골 위치에서의 추가 분포하중(kN). [4.4.6] 및 [4.4.7]의 방법 1 및 방법 2의 전단력 조정을 따른다.

$\delta w'_3$: 최전방 화물창 유한요소 모델의 선수피크 내 늑골 위치에서의 추가 분포하중(kN). [4.4.6] 및 [4.4.7]의 방법 1 및 방법 2의 전단력 조정을 따른다.

$\Delta\ell_{end}$: 후방 화물창의 단부격벽에서 모델 후단까지 거리(m)
$\Delta l_{end} = 0$ 최후방 화물창 유한요소 모델인 경우

$\Delta\ell_{fore}$: 전방 화물창의 전방격벽에서 모델 전단까지 거리(m)
$\Delta l_{\text{fore}} = 0$ 최전방 화물창 유한요소 모델인 경우

ℓ : 단부격벽의 범위를 넘는 부분을 포함하는 유한요소 모델의 전체 길이(m)로 다음 식에 의한 값,
$\ell = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 + \Delta\ell_{end} + \Delta\ell_{fore}$

비고 1 : 식에서 하중, 전단력 및 조정 수직력의 양의 방향은 **표 6** 및 **표 7**에 따른다.

비고 2 : $W1 + W3 = W2$ (최후방 및 최전방 화물창 유한요소 모델의 경우 적용하지 않음)

비고 3 : 위의 식들은 각 화물창 내에서 동일한 늑골 간격이 사용되는 경우에만 적용되며, 개별 화물창의 길이 및 늑골 간격은 다를 수 있다.

각 화물창 내에서 불균일한 늑골 간격이 사용되는 경우, 평균 늑골 간격 ℓ_{av-i} 이 **표 8**(여기서 각 화물창에 대하여 i=1, 2, 3)에 따라 평균 분포 늑골하중 δw_{av-i} 을 계산하는데 사용된다.

평균 분포 늑골하중 δw_{av-i} 은 다음과 같이 불 균일 늑골에 재 분포된다.

$$\delta w_i^k = \delta w_{av-i} \frac{\ell_{av-i}^k}{\ell_{av-i}},$$ 화물창 i(i=1, 2, 3)내에서의 각 늑골에 대하여 k=1, 2, ..., $n_i - 1$.

ℓ_{av-i} : 화물창 i(i=1, 2, 3)내에서의 ℓ_i / n_i 로 계산된 평균 늑골 간격(m)

ℓ_i : **표 8**의 화물창 i(i=1, 2, 3)의 길이(m)

n_i : **표 8**의 늑골 간격의 수

δw_{av-i} : 화물창 i 내의 **표 8**에 따른 분포하중으로 평균 늑골 간격을 사용하여 계산한 값이다.

δw_i^k : 화물창 i 내에서의 불 균일 늑골 k 에 대한 분포하중

ℓ_{av-i}^k : 화물창 i 내에서의 각 늑골 k(k=1, 2, ⋯, $n_i - 1$)에 대한 등가 늑골 간격(m)으로, 다음 식에 따른다.

$$\ell_{av-i}^k = \ell_i^1 - \frac{\ell_{av-i}\ell_i^1}{\ell_i^1 + \ell_i^{n_i}} + \frac{\ell_i^2}{2},$$ 화물창 i 내에서의 k=1(첫번째 늑골)에 대하여

$$\ell_{av-i}^k = \frac{\ell_i^k}{2} + \frac{\ell_i^{k+1}}{2},$$ 화물창 i 내에서의 k=2, 3, ⋯ $n_1 - 2$에 대하여

$$\ell_{av-i}^k = \ell_i^{n_i} - \frac{\ell_{av-i}\ell_i^{n_i}}{\ell_i^1 + \ell_i^{n_i}} + \frac{\ell_i^{n_i - 1}}{2},$$ 화물창 i 내에서의 k=$n_i - 1$(마지막 늑골)에 대하여

ℓ_i^k : 화물창 i내에서의 늑골 k-1과 k사이의 늑골 간격(m)

요구되는 수직하중 δw_i(균일 늑골 간격에 대하여) 또는 δw_i^k(불 균일 늑골 간격에 대하여)는 **5장 부록 1**에 기술된 고려하는 횡단면에서의 전단흐름분포에 따라 적용한다. 수직하중 δw_i 하의 임의 늑골단면에서 요소 중앙점에서의 전단흐름 q_f 는 다음과 같이 계산한다.

$$q_{f-k} = \frac{\delta w_i}{I_{y-n50}} Q_{k-n50}$$

q_{f-k} : 횡늑골의 k 번째 요소의 중앙에서 계산된 전단 흐름(N/mm)

δw_i : **표 8**에 따른 i 번째 화물창의 각 횡늑골 위치에서의 분포하중(N)

I_{y-n50} : 선체거더 횡단면의 관성 모멘트(mm^4)

Q_{k-n50} : 횡단면의 개방된 단부(전단응력 자유단)에서 시작하여 전단흐름 q_{f-k} 의 지점 s_k 까지의 누적 단면적의 중립축에 대한 1차 모멘트(mm^3)로서, 다음에 따른다.

$$Q_{k-n50} = \int_0^{s_k} z_{neu} t_{n50} \, ds$$

z_{neu} : 적분점 s 에서 수직 중립축까지의 수직거리

t_{n50} : 횡단면의 적분점에서의 판의 순 두께(mm)

횡늑골의 j 번째 유한요소 절점에서의 분포 전단력 F_{j-grid} 은 다음과 같이 연결된 요소의 전단흐름으로부터 구할 수 있다.

$$F_{j-grid} = \sum_{k=1}^{n} q_{f-k} \frac{\ell_k}{2}$$

ℓ_k : 절점 j 에 연결된 횡늑골의 k 번째 요소의 길이(mm)
n : 절점 j 에 연결되는 요소의 총수

전단흐름은 횡단면을 따라 방향을 가지고 있으며. 따라서 분포 전단력 F_{j-grid} 은 벡터량이다. 선체거더 수직 전단수정의 경우, 위에서 언급한 전단흐름방법으로 계산된 수직 및 수평력 성분이 횡단면에 적용되어야 한다.

4.4.8 선체 중앙부 화물창 구역에 대한 수직 및 수평 굽힘 모멘트 조정 절차

목표 수직 굽힘 모멘트에 도달해야 하는 경우, 추가적인 수직 굽힘 모멘트는 모델의 중앙 화물창에서 이 목표 값을 발생시키기 위하여 화물창 유한요소 모델의 양쪽 단부에 적용되어야 한다. 이러한 단부 수직 굽힘 모멘트는 다음에 따른다.

$$M_{v-end} = M_{v-targ} - M_{v-peak} \qquad \text{(kNm)}$$

M_{v-end} : [4.4.10]에 따라 유한요소 모델의 양쪽 단부에 적용되는 추가적인 수직 굽힘 모멘트(kNm)
M_{v-targ} : [4.3.2]에 규정된 호깅(양) 또는 새깅(음) 수직 굽힘 모멘트(kNm)
M_{v-peak} : [4.4.3]의 국부하중 및 [4.4.5]에 따른 전단력 조정에 의한 중앙 화물창의 길이 내에서의 최대 또는 최소 굽힘 모멘트(kNm)
M_{v-peak} 는 M_{v-targ} 가 호깅(양)인 경우에는 최대 굽힘 모멘트로 취하며, M_{v-targ} 가 새깅(음)인 경우에는 최소 굽힘 모멘트로 취한다. M_{v-peak} 는 단순지지보 모델에 기초하여 다음과 같이 계산 한다.

$$M_{v-peak} = Extremum\left\{M_{V-FEM}(x) + M_{lineload} + M_{Y_aft}\left(2\,\frac{x - x_{aft}}{x_{fore} - x_{aft}} - 1\right)\right\}$$

$M_{V-FEM}(x)$: [4.4.3]의 국부하중으로 인한 위치 x 에서의 수직 굽힘 모멘트(kNm)
M_{Y_aft} : 단부 굽힘 모멘트(kNm)로서, 다음에 따른다.

- 방법 1이 적용되는 경우 : [4.4.6]에 의한 값
- 방법 2가 적용되는 경우 : [4.4.7]에 의한 값
- 기타의 경우 : M_{Y_aft} = 0

$M_{lineload}$: 방법 2에 따라 늑골에 수직 선하중의 적용에 의한 위치 x 에서의 수직 굽힘 모멘트(kNm)로서, 다음에 따른다.

$$M_{lineload} = -(x - x_{aft})F - \sum_i (x - x_i)\delta w_i, \qquad x_i < x \text{인 경우}$$

F : 표 7에 정의된 늑골에 수직하중의 적용으로 인한 모델 단부에서의 반력(kN)
x : 중앙 화물창에 인접하는 늑골의 X 좌표(m)
δw_i : 요구되는 전단력을 발생시키기 위하여 적용하는 스테이션 i 에서의 수직하중(kN)
δw_i = -δw_1, 늑골 i 가 후방 화물창 내에 있을 때
δw_i = δw_2, 늑골 i 가 중앙 화물창 내에 있을 때
δw_i = -δw_3, 늑골 i 가 전방 화물창 내에 있을 때

목표 수평 굽힘 모멘트에 도달해야 하는 경우, 추가적인 수평 굽힘 모멘트는 중앙 화물창 내에서 이 목표 값을 발생시키기 위하여 화물탱크 유한요소 모델의 단부에 적용되어야 한다. 추가적인 수평 굽힘 모멘트는 다음에 따른다.

$$M_{h-end} = M_{h-targ} - M_{h-peak} \quad \text{(kNm)}$$

M_{h-end} : [4.4.10]에 따라 유한요소 모델의 양쪽 단부에 적용하는 추가적인 수평 굽힘 모멘트(kNm)

M_{h-targ} : [4.3.4]의 수평 굽힘 모멘트(kNm)

M_{h-peak} : [4.4.3]의 국부하중에 의한 중앙 화물창의 길이 내에서의 최대 또는 최소 수평 굽힘 모멘트(kNm)

M_{h-peak} 은 M_{h-targ} 가 양(우현측 인장)인 경우에는 최대 수평 굽힘 모멘트를 취하며, M_{h-targ} 가 음(좌현측 인장)인 경우에는 최소 수평 굽힘 모멘트를 취한다.

M_{h-peak} 은 단순지지보 모델에 기초하여 다음과 같이 계산되어야 한다.

$$M_{h-peak} = Extremum\{M_{H_FEM}(x)\}$$

$M_{H-FEM}(x)$: [4.4.3]에 기술된 국부하중으로 인한 위치 x 에서의 수평 굽힘 모멘트(kNm)

수직 및 수평 굽힘 모멘트는 각각의 최대/최소 굽힘 모멘트의 위치와 값을 확인하기 위하여 중앙 화물창의 길이에 걸쳐 계산되어야 한다.

4.4.9 선체 중앙부 화물창 구역 이외에서의 수직 및 수평 굽힘 모멘트 조정 절차

[4.3.2]에 정의된 각 늑골 및 횡격벽 위치에서의 수직 선체거더 목표 값에 도달하기 위하여, 수직 굽힘 모멘트 조정 m_{vi} 은 **그림** 19에서와 같이 유한요소 모델의 특설늑골 및 횡격벽 위치에 적용되어야 한다. 각 종 방향 위치 i 에서의 수직 굽힘 모멘트 조정은 다음과 같이 계산되어야 한다.

$$f(i) = M_{v-targ}(i) - M_{V-FEM}(i) - M_{lineload}(i) - M_{Y_aft} \cdot \left(2\,\frac{x_i - x_{aft}}{x_{fore} - x_{aft}} - 1\right)$$

$$m_{vi} = \frac{f(i) + f(i+1)}{2} - \sum_{j=0}^{i-1} m_{vj}$$

$$m_{v_end} = -\sum_{j=0}^{n_t} m_{vj}$$

i : i 번째 스테이션에 해당하는 인덱스(후단 단면에서 1로 시작하여 n_t 까지)

n_t : 수직 굽힘 모멘트 조정 m_{vi} 이 적용된 종 방향 스테이션의 총 수

m_{vi} : 스테이션 i 의 횡늑골 또는 격벽에 적용된 수직 굽힘 모멘트 조정(kNm)

m_{v-end} : 후단 단면(n_t+1 스테이션)에 적용된 수직 굽힘 모멘트 조정(kNm)

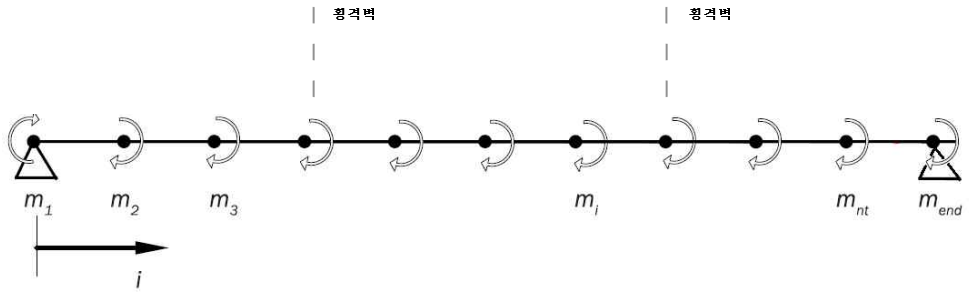
m_{vj} : 합계의 인수는 다음에 따른다.

- m_{vo}= 0, $j = 0$ 인 경우
- m_{vj} = m_{vi}, $j = i$ 인 경우

$M_{v-targ}(i)$: [4.3.2]에 따라 계산된 스테이션 i 에서 요구되는 목표 수직 굽힘 모멘트(kNm)

$M_{V-FEM}(i)$: [4.4.3]에 주어진 국부하중에 의한 스테이션 i 에서의 수직 굽힘 모멘트 분포(kNm)

$M_{lineload}(i)$: [4.4.8]에서 요구되는 수직 전단력 수정을 위한 선 하중에 의한 스테이션 i 에서의 수직 굽힘 모멘트(kNm)



m_{hi} 는 이 그림에서 m_{vi} 로 대체할 수 있고 m_i 는 FE 좌표계에서 양의 굽힘 모멘트이다.

그림 19 선체 중앙부 화물창 구역 이외에서의 굽힘 모멘트 조정

[4.3.4]에 정의된 각 늑골 및 횡격벽 위치에서의 수평 선체거더 목표 값에 도달하기 위하여, 수평 굽힘 모멘트 조정 m_{hi} 은 **그림** 19에서와 같이 유한요소 모델의 특설늑골 및 횡격벽 위치에 적용되어야 한다. 각 종방향 위치 i 에서의 수평 굽힘 모멘트 조정은 다음과 같이 계산되어야 한다.

$$f(i) = M_{h-targ}(i) - M_{H-FEM}(i)$$

$$m_{hi} = \frac{f(i)+f(i+1)}{2} - \sum_{j=0}^{i-1} m_{hj}$$

$$m_{h_end} = -\sum_{j=0}^{n_t} m_{hj}$$

i : 굽힘 모멘트 조정을 위한 종 방향 위치
n_t : 수평 굽힘 모멘트 조정이 적용된 종 방향 스테이션의 총 수
m_{hi} : 스테이션 i 의 횡늑골 또는 격벽에 적용된 수평 굽힘 모멘트 조정(kNm)
m_{h-end} : 전단 단면(n_t+1 스테이션)에 적용된 수평 굽힘 모멘트 조정(kNm)
m_{hj} : 합계의 인수는 다음에 따른다.

- m_{ho}= 0, $j=0$ 인 경우
- m_{hj} = m_{hi}, $j=i$ 인 경우

$M_{h-targ}(i)$: [4.3.4]에 따라 계산된 스테이션 i 에서 요구되는 목표 수평 굽힘 모멘트(kNm)
$M_{H-FEM}(i)$: [4.4.3]에 주어진 국부하중에 의한 스테이션 i 에서의 수평 굽힘 모멘트 분포(kNm)

수직 및 수평 굽힘 모멘트 조정은 유한요소 모델의 모든 특설늑골 및 격벽위치에서 적용되어야 한다. 조정은 [4.4.10]에 따라 모든 선체거더 굽힘 유효 종 방향 요소에 종 방향 축 절점력을 분포하게 함으로써 유한요소 모델에 적용되어야 한다.

4.4.10 유한요소 모델에서 굽힘 모멘트 조정의 적용

요구되는 수직 및 수평 굽힘 모멘트 조정은 다음과 같이 **5장 1절** [1.2]에 따라 고려하는 횡단면의 모든 선체거더 굽힘 유효 종 방향 요소에 종 방향 축 절점력을 분포하게 함으로써 화물창 모델의 고려하는 횡단면에 적용되어야 한다.

- 수직 굽힘 모멘트의 경우 :

$$(F_x)_i = \frac{M_v}{I_{y-n50}} \frac{A_{i-n50}}{n_i} z_i$$

• 수평 굽힘 모멘트의 경우 :

$$(F_x)_i = \frac{M_h}{I_{z-n50}} \frac{A_{i-n50}}{n_i} y_i$$

M_v : 모델의 고려하는 횡단면에 적용되는 수직 굽힘 모멘트 조정(kNm)
M_h : 모델의 고려하는 횡단면에 적용되는 수평 굽힘 모멘트 조정(kNm)
$(F_x)_i$: i 번째 요소의 절점에 적용되는 축력(kN)
I_{y-n50} : 수평중립축에 대한 고려하는 횡단면의 선체거더 수직 관성 모멘트(m^4)
I_{z-n50} : 수직중립축에 대한 고려하는 횡단면의 선체거더 수평 관성 모멘트(m^4)
Z_i : i 번째 요소의 중립축에서 횡단면적의 중심까지의 수직 거리(m)
Y_i : i 번째 요소의 중립축에서 횡단면적의 중심까지의 수평 거리(m)
A_{i-n50} : i 번째 요소의 횡단면적(m^2)
n_i : 횡단면에서 i 번째 요소의 절점의 수(보 요소는 n_i = 1 , 4 절점 쉘 요소는 n_i = 2)

모델 단부에서의 횡단면이 아닌 횡단면의 경우, 고려하는 횡단면의 전후방 i 번째 요소에 대응하는 평균면적이 사용되어야 한다.

4.5 선체거더 비틀림 모멘트 조정 절차

4.5.1 일반사항

이 조항의 절차는 목표 위치에서 목표 비틀림 모멘트를 얻기 위하여 화물창 유한요소 모델의 선체거더 비틀림 모멘트 분포를 조정하는 방법을 설명한다. 선체거더 비틀림 모멘트의 목표 값은 [4.3.5]에 주어져 있다.

4.5.2 국부하중으로 인한 비틀림 모멘트

국부하중으로 인한 종방향 스테이션 i 에서의 비틀림 모멘트 M_{T-FEMi} (kNm)는 다음 식에 따라 결정된다.(**그림 20** 참조)

$$M_{T-FEMi} = \sum_k [f_{hik}(z_{ik} - z_r)] - \sum_k (f_{vik}\, y_{ik})$$

M_{T-FEMi} : 종 방향 스테이션 i 에서 국부하중으로 인한 집중 비틀림 모멘트(kNm)
z_r : 비틀림 기준점의 수직 좌표(m)
• 산적화물선의 경우, z_r = 0
• 유조선의 경우, $z_r = z_{sc}$(중앙 화물창의 가운데에서의 전단 중심)
f_{hik} : 종 방향 스테이션 i 에서 절점 k 의 수평 절점력(kN)
f_{vik} : 종 방향 스테이션 i 에서 절점 k 의 수직 절점력(kN)
y_{ik} : 종 방향 스테이션 i 에서 절점 k 의 Y 좌표(m)
z_{ik} : 종 방향 스테이션 i 에서 절점 k 의 Z 좌표(m)

M_{T-FEM0} : 유한요소 모델의 후단부에서의(최전방 화물창의 경우 전단부) 국부하중으로 인한 집중 비틀림 모멘트(kNm)로서, 다음에 따른다.

$$M_{T-FEM0} = -\sum_k [f_{h0k}(z_{0k} - z_r)] + \sum_k (f_{v0k} y_{0k}) + R_{H_fwd}(z_{ind} - z_r),$$ 최전방 화물창 모델의 경우

$$M_{T-FEM0} = \sum_k [f_{h0k}(z_{0k} - z_r)] - \sum_k (f_{v0k} y_{0k}) + R_{H_aft}(z_{ind} - z_r),$$ 기타 화물창 모델의 경우

R_{H-fwd} : [4.4.3]에 정의된 전방 단부에서의 수평반력(kN)

R_{H-aft} : [4.4.3]에 정의된 후방 단부에서의 수평반력(kN)

z_{ind} : [2.5.3]에 정의된 독립 절점의 수직 좌표(m)

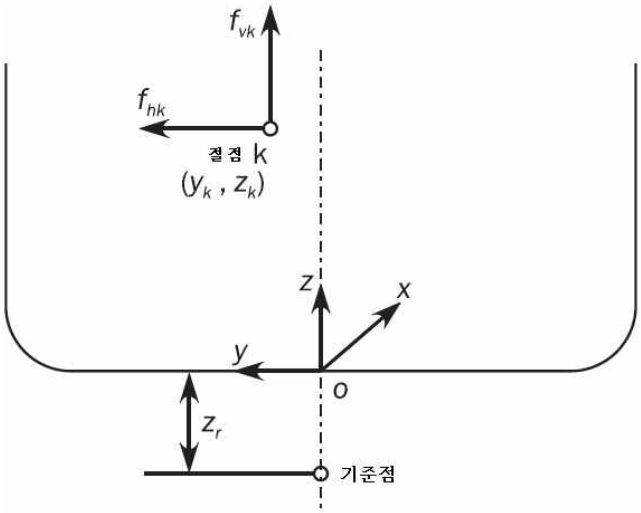


그림 20 단면에서의 비틀림 모멘트의 스테이션 힘과 작용하는 위치

4.5.3 선체거더 비틀림 모멘트

선체거더 비틀림 모멘트 $M_{T-FEM}(x_j)$ (kNm)는 다음과 같이 후단부 단면으로부터(최전방 화물창의 경우 전단부) 스테이션 비틀림 모멘트를 축적시킴으로써 얻어진다.

$$M_{T-FEM}(x_j) = \sum_i M_{T-FEMi} \quad \text{(kNm)}$$

- $x_i \geq x_j$ 인 경우 : 최전방 화물창 모델에 대하여
- $x_i < x_j$ 인 경우 : 기타의 경우에 대하여

$M_{T-FEM}(x_j)$: 종 방향 스테이션 x_j 에서의 선체거더 비틀림 모멘트(kNm)

x_j : 고려하는 종 방향 스테이션 j 의 X 좌표(m)

[4.5.2]에 주어진 비틀림 모멘트 분포는 각 종 방향 스테이션에서 단계를 가지고 있다.

4.5.4 목표 값으로 선체거더 비틀림 모멘트를 조정하기 위한 절차

비틀림 모멘트는 다음과 같이 모델의 후방 단부 단면(최전방 화물창의 전방 단부)의 독립 절점에 선체거더 비틀림 모멘트 M_{T-end} (kNm) 를 적용함으로써 조정되어야 한다.

$$M_{T-end} = M_{wt-targ} - M_{T-FEM}(x_{targ})$$

x_{targ} : [4.3.5]에 정의된 선체거더 비틀림 모멘트에 대한 목표 위치의 X 좌표(m)
$M_{wt-targ}$: [4.3.5]에 명시된 목표 위치에서 얻어진 목표 선체거더 비틀림 모멘트(kNm)
$M_{T-FEM}(x_{targ})$: 국부하중으로 인한 목표 위치에서의 선체거더 비틀림 모멘트(kNm)

각 종 방향 스테이션에서 선체거더 비틀림 모멘트의 단계로 인하여, 선체거더 비틀림 모멘트는 다음에 따라 목표 위치의 후방 및 전방 값으로부터 선택되어야 한다.

- 양의 비틀림 모멘트에 대한 최대값
- 음의 비틀림 모멘트에 대한 최소값

4.6 선체거더 하중조정의 요약

각각 화물창 구역에 대한 선체거더 하중조정의 요구되는 방법은 **표 9**에 주어져 있다.

표 9 유한요소 해석에서 선체거더 하중조정의 개요

	선체 중앙부 화물창 구역	선미 및 선수 화물창 구역	최후방 화물창	최전방 화물창
수직 전단력의 조정	[4.4.5] 참조			
굽힘 모멘트의 조정	[4.4.8] 참조	[4.4.9] 참조		
비틀림 모멘트의 조정	[4.5.4] 참조			

5. 해석기준

5.1 일반사항

5.1.1 평가영역

허용기준에 대한 결과의 검증은 **그림** 21 및 **그림** 22에서와 같이 중앙 화물창의 종 방향 범위 내에서 수행하여야 한다.

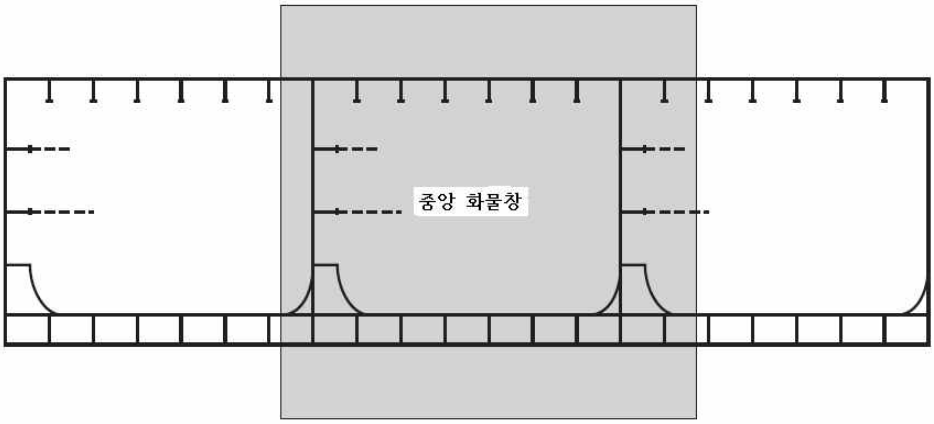


그림 21 유조선 평가영역의 종방향 범위

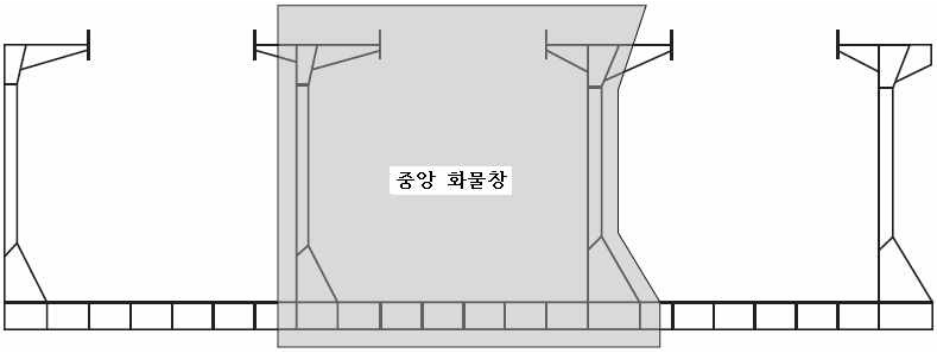


그림 22 산적화물선 평가영역의 종방향 범위

5.1.2 구조 부재

평가영역 내 다음의 구조 요소들은 [5.2] 및 [5.3]에 주어진 기준으로 검증되어야 한다.

- 모든 선체거더 종 방향 구조 부재
- 모든 1차 지지구조 부재 및 중앙 화물창 내의 격벽
- 횡격벽의 일부분인 모든 구조 부재, 예를 들면 :
  - 유조선의 경우 : 스트링거, 버트리스구조, 스툴탱크, 횡 방향 부재와 결합한 부분거더
  - 산적화물선의 경우 : 연결된 종 방향 거더 및 이중저 늑판와 결합한 스툴탱크
- 선수격벽의 일부분인 모든 구조 부재 및 선수격벽의 전방으로 한 개의 특설늑골까지 연장한 부분의 모든 구조 부재
- 기관실구역의 전방 횡격벽의 일부분인 모든 구조 부재 및 슬롭탱크를 제외한 최후방 화물창 길이 15 % 의 범위 내에서 이 횡격벽의 후방에 있는 모든 선체거더 종 방향 구조 부재

5.2 항복강도 평가

5.2.1 등가응력 (Von Mises stress)

[5.1.2]에 따른 구조 부재의 모든 판의 경우, 등가응력 σ_{vm} (N/mm^2)은 쉘 요소의 멤브레인 수직응력(normal stress) 및 전단응력을 기초로 계산하여야 한다. 응력은 다음과 같이 중앙평면(층)의 요소 중심에서 평가되어야 한다.

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

σ_x, σ_y : 요소 멤브레인 수직응력(N/mm^2)
τ_{xy} : 요소 전단응력(N/mm^2)

5.2.2 보 및 봉 요소에서의 축응력

보 및 봉 요소의 경우, 축응력 σ_{axial} (N/mm^2)은 축력만을 기초로 계산하여야 한다. 축응력은 요소 길이의 중앙에서 평가되어야 한다.

5.2.3 성긴 요소분할의 허용 항복사용계수

표 10의 성긴 요소분할의 허용 항복사용계수 λ_{yperm} 는 [2.3]에서 [2.4]에 따른 요소분할 크기 및 요소 종류를 기초로 한다.
각 구조 부재의 요소 응력으로부터 얻어진 항복사용계수는 표 10에 의한 허용 값을 초과 할 수 없다.

표 10 성긴 요소분할의 허용 항복사용계수

구조 부재	성긴 요소분할의 허용 항복사용계수, λ_{yperm}
- 모든 종 방향 선체거더 구조 부재. 1차 지지구조 부재 및 격벽의 판 - 쉘 또는 봉 요소를 이용하여 모델링하는 1차 지지부재의 면재 - 파형격벽의 더미 로더(dummy rod)	1.0 (하중조합 S + D) 0.8 (하중조합 S)
- 액체하중에 의한 면외압력을 받는 하부스툴이 있는 수직 파형격벽 및 수평 파형격벽의 파형(쉘 요소만) - 하부스툴이 없는 파형격벽의 하단부 부근의 지지부재(1)	0.90 (하중조합 S + D) 0.72 (하중조합 S)
- 액체 하중에 의한 면외압력을 받는 하부스툴이 없는 수직 파형격벽의 파형 (쉘 요소만)	0.81 (하중조합 S + D) 0.65 (하중조합 S)

(1) 횡 방향 파형격벽에 대한 지지구조는 격벽의 전방 및 후방으로 특설늑골 간격의 절반 이내의 구조, 수직 방향으로 파형 깊이 내의 구조를 말한다.
종 방향 파형격벽에 대한 지지구조는 횡 방향으로 격벽의 양쪽으로 3개의 종 방향 보강재 간격 이내 구조, 수직 방향으로 파형 깊이 내의 구조를 말한다.

5.2.4 항복기준

[5.1.2]의 구조 요소는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$$\lambda_y \le \lambda_{yperm}$$

λ_y : 항복사용계수로서 다음과 같다.

$$\lambda_y = \frac{\sigma_{vm}}{R_Y}, \qquad \text{일반적으로 쉘 요소의 경우}$$

$$\lambda_y = \frac{|\sigma_{axial}|}{R_Y}, \qquad \text{일반적으로 봉 또는 보 요소의 경우}$$

σ_{vm} : 등가응력(N/mm^2)

σ_{axial} : 봉 및 보 요소에서의 축응력(N/mm^2)

λ_{yperm} : **표 10**에 따른 성긴 요소 분할의 허용 항복사용계수

다음의 부재에 대하여 항복검토 기준은 축응력을 기반으로 하여야 한다.

- 1차 지지부재의 플랜지
- [5.2.5]에 따른 파형의 플랜지와 웨브 간의 교차점

상세 요소 분할에 의해 검토 중인 구역에 인접한 화물창 유한요소 모델 요소의 등가응력이 항복기준을 초과하는 경우, 화물창 유한요소 모델의 요소 분할 크기와 같은 면적에 해당하는 상세 요소 분할 해석의 등가응력의 평균은 위의 항복기준을 만족하여야 한다.
컷아웃(cut-outs)에 인접한 곳에 적용하는 항복사용계수는 [5.2.6]에 따른 전단응력 수정으로 얻어야 한다.

5.2.5 파형격벽의 파형

파형격벽의 파형에서의 응력은 다음을 기반으로 계산되어야 한다.

a) 파형의 플랜지와 웨브에 대한 쉘 요소에서의 등가응력 σ_{vm}

b) 파형의 플랜지와 웨브에의 교차점에서 단위 단면특성으로 모델링된 더미 봉 요소에서의 축응력 σ_{axial}

5.2.6 컷아웃에 대한 전단응력 수정

[5.2.7]에 명시한 것을 제외하고, 웨브 컷아웃 인근의 요소 전단응력은 다음 식에 따라 전단면적 감소에 대하여 수정하여야 한다. 수정된 요소 전단응력이 항복기준에 대한 검증을 위한 요소의 등가응력을 계산하는데 사용되어야 한다.

$$\tau_{cor} = \frac{h\, t_{mod-n50}}{A_{shr-n50}}\, \tau_{elem} \qquad (\text{N/mm}^2)$$

τ_{cor} : 수정된 요소 전단응력(N/mm^2)

h : 개구가 있는 거더 웨브 높이(mm) (**표 1** 참조) 개구의 기하학적 형상을 모델링하는 경우, h 는 모델링된 개구의 높이를 뺀 거더의 웨브 높이로 취하여야 한다.

$t_{mod-n50}$: 개구가 있는 모델링된 웨브 두께(mm)

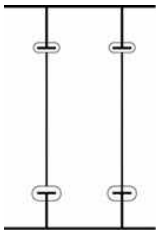
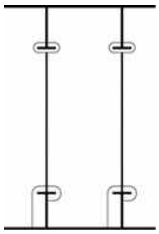
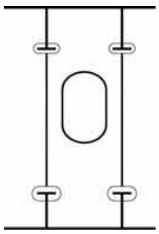
$A_{shr-n50}$: 보강재의 슬롯을 포함하는 모든 개구의 손실 면적을 공제한 웨브 면적을 취하고, **3장 7절** [1.4.8]에 따라 계산된 웨브의 유효 순 전단면적(mm^2)

τ_{elem} : 수정 전의 요소 전단응력(N/mm^2)

5.2.7 개구의 전단력 수정에 대한 예외

컷아웃으로 인한 요소 전단응력의 수정은 λ_y / C_r 가 [5.2.4]에 주어진 기준을 만족하는 것을 조건으로 **표 11**에 주어진 경우에 대해서는 요구하지 않는다.

표 11 전단력 수정에 대한 예외

구 별	그림	모델화된 전단면적과 모델화된 전단면적의 유효 순 전단면적 간의 차이(%) $\frac{A_{FEM-n50} - A_{shr-n50}}{A_{FEM-n50}} \cdot 100\%$	항복기준에 대한 감소계수 C_r
러그 또는 칼라판이 있는 보강재의 상부 및 하부 슬롯		< 15 %	0.85
러그 또는 칼라판이 있는 보강재의 상부 또는 하부 슬롯		< 20 %	0.80
개구에 인접하여 칼라판이 있는 보강재의 상부 및 하부 슬롯		< 40 %	0.60
$A_{shr-n50}$: 모든 개구 면적과 보강재의 슬롯을 제외한 웨브 면적을 취하고, **3장 7절** [1.4.8]에 따라 계산된 웨브의 유효 순 전단면적(mm^2)			

5.3 좌굴강도 평가

5.3.1

이 절에 따라 유한요소 해석을 수행한 모든 구조 요소는 **8장 4절**에 정의된 좌굴 요건에 대하여 개별적으로 평가되어야 한다.

제 3 절 국부구조 강도해석

1. 목적 및 범위

1.1 일반사항

1.1.1

구조 상세부의 국부구조 강도해석은 이 절에 주어진 요건에 따라야 한다.

1.1.2

상세 요소분할해석을 위한 구조 부재의 중요 위치의 선정은 이 절에 따라야 한다.

1.1.3 상세 요소분할해석 절차

상세 요소분할해석에 의해 평가되어야 하는 상세부는 [4]의 모델링 요건에 따라 모델링하여야 하며, [5]의 하중조합을 적용하고, [6]의 해석 기준을 만족하어야 한다.

1.1.4 상세 요소분할 검증의 범위

상세 요소분할 검증은 다음과 같이 수행하여야 한다.

- [2]에 따른 구조 상세부에 대한 상세 요소분할해석
- [3]에 따른 심사 절차

2. 상세 요소분할해석에 의해 평가되어야 하는 국부지역

2.1 의무적으로 상세 요소분할해석이 수행되어야 하는 구조 상세부

2.1.1 구조 상세부의 목록

선체 중앙부 화물창 구역 내에서, 다음의 구조 상세부는 [1.1.3]에 따른 상세 요소분할해석 절차에 따라 평가되어야 한다.

a) [2.1.2]의 이중선측 선박의 호퍼구조의 너클부
b) [2.1.3]의 단일선측 산적화물선의 선측늑골 단부 브래킷 및 호퍼구조의 하부 너클부
c) [2.1.4]의 큰 개구
d) [2.1.5]의 갑판 및 이중저의 종 보강재와 횡격벽과의 연결부
e) [2.1.6]의 파형격벽과 인접한 구조의 연결부
f) [2.1.7]의 수평 스트링거의 힐 브래킷

위에서 언급한 구조 상세부 각각에 대하여, 하나의 상세 요소분할 모델이 선체 중앙부 화물창 구역을 포함하는 모든 화물창 모델 내에서 필요하다. 선체 중앙부 화물창 구역의 모든 화물창해석에서, 이러한 상세 요소분할 모델 위치의 선택은 [2.1.2]에서 [2.1.7]의 요건에 기초하여야 한다.

2.1.2 이중선측 선박의 호퍼구조의 너클부

그림 1에 명시된 전형적인 횡 방향 특설늑골의 용접 또는 굽힘 형식의 호퍼구조의 상하부 너클부에 대하여 상세 요소분할해석이 수행되어야 한다.
호퍼 경사판이 없는 이중선측 구조의 경우(즉 내측 종격벽이 직접 내저판과 연결된 구조 배치), 횡 방향 특설늑골의 힐에 대하여 상세 요소분할해석이 수행되어야 한다.
화물창해석 결과에서 너클부에서 항복사용계수 λ_y 가 최대인 횡 방향 특설늑골을 선택하여 상세 요소분할해석을 수행하여야 한다.

2.1.3 단일선측 산적화물선의 선측늑골 단부 브래킷 및 하부 호퍼 너클

그림 2에 명시된 용접 또는 굽힘 형식의 호퍼구조의 하부 너클부, 선측늑골의 상하단 브래킷에 대하여 상세 요소분할해석이 수행되어야 한다. 상세 요소분할해석을 위하여 화물창해석 결과에서 단부 브래킷 연결부에서 항복사용계수 λ_y 가 최대인 선측늑골을 선택하여야 한다.

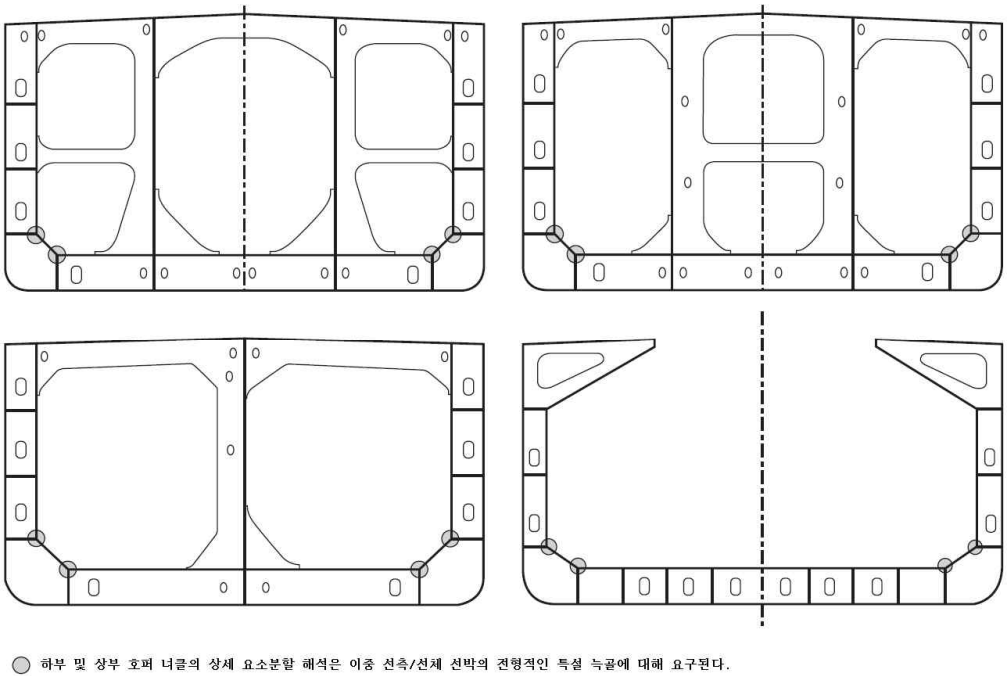


그림 1 이중선측 선박의 호퍼구조 너클부의 강제 해석부위

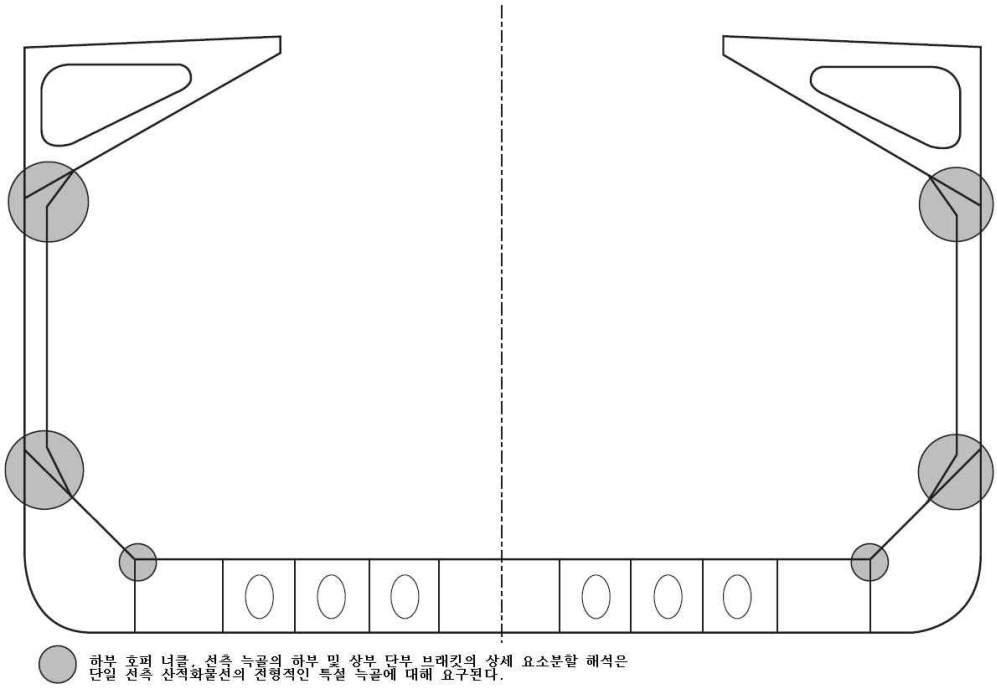


그림 2 단일선측 산적화물선의 호퍼구조 하부 너클부 및 선측늑골 단부 브래킷에서의 강제 해석부위

2.1.4 큰 개구

형상이 **2절 [2.4.9]**에 따라 화물창 모델에서 반영되어야 하는 1차 지지부재의 큰 개구는 상세 요소분할 해석으로 평가되어야 한다.
화물창해석 결과에서 항복사용계수 λ_y 가 최대인 큰 개구에 인접한 구조 부재를 상세 요소분할해석을 위하여 선택하여야 한다.

2.1.5 갑판 및 이중저 종 보강재와 횡격벽 인접 구조간의 연결부

갑판 및 이중저 종 보강재와 횡격벽(평면 또는 파형격벽) 인접구조의 연결부에 대하여 상세 요소분할해석이 수행되어야 한다. 횡격벽 인접구조는, 있는 경우 격벽에 인접한 구조 부재, 부분 갑판거더 및 부분 이중저 거더를 포함한다. 예를 들어, 다음의 구조 부재(**그림 3**에 일부가 나타나 있음)는 평가되어야 한다:

- 내저 및 선저 종 보강재와 횡격벽 부근 구조의 연결부 최소 한 쌍
- 내저 및 선저 종 보강재와 횡격벽 부근 늑판과 연결된 구조 최소 한 쌍
- 갑판 종 보강재(갑판의 상부 또는 하부에 설치)와 횡 유밀격벽의 수직 구조와의 연결부 최소 한 쌍
- 횡 유밀격벽 상부의 갑판 종 방향 부분거더(설치된 경우)와 횡 유밀격벽의 수직 구조와의 연결부
- 횡 유밀격벽의 선저 종 방향 부분거더(설치된 경우)와 횡 유밀격벽의 수직 구조와의 연결부

해석하여야 할 종 보강재와 수직 보강재의 연결부의 선택은 지지점 사이의 최대 상대 변위에 기초하여야 한다.(즉 늑판과 횡격벽 사이 또는 갑판 트랜스버스와 횡격벽 사이) 보강재의 단부 연결 배치 또는 부재치수의 현저한 차이가 있는 경우, 이들 연결부에 대한 추가 해석을 우리 선급은 요구할 수 있다. 중앙부 화물창 이외의 경우, 상기 연결부의 치수가 상세 요소분할해석에 의하여 입증되지 않는다면 중앙부 화물창 구역에서 구한 치수보다 작아서는 아니 된다.

2.1.6 파형과 하부구조의 연결부

파형과 하부 지지구조의 연결부에 대하여 상세 요소분할해석이 수행되어야 한다. 예를 들어, 다음의 구조 부재(**그림 4**에 나타나 있음)에 대하여 수행되어야 한다.

- 파형과 하부스툴 정판의 지지구조와의 연결부
- 하부스툴이 설치되지 않은 경우, 파형 및 내저판의 지지구조와의 연결부
- 거싯판을 갖는 쉐더판이 하부스툴의 상부에 설치되는 경우, 파형과 거싯판 상부 모서리와의 연결부

화물창해석 결과에서, 파형 연결부에 있어서 항복사용계수 λ_y 가 최대인 **8장 4절 [3.3.2]**에 정의된 단위 파형을 상세 요소분할해석을 위하여 선택하여야 한다.
파형 지지구조의 배치에 현저한 차이가 있는 경우, 이들 위치에 대하여 우리 선급은 추가 해석을 요구할 수 있다.
종/횡 파형격벽을 모두 가지고 있는 선박의 경우. 파형과 하부스툴 정판 또는 내저판의 지지구조와의 연결부에 대하여 상세 요소분할해석이 요구된다. 하부스툴이 설치되지 않은 경우, 종/횡 파형격벽간의 교차부에 대한 상세 요소분할해석이 요구된다.

2.1.7 수평 스트링거의 힐 브래킷

수평 스트링거의 힐 브래킷은 상세 요소분할해석이 수행되어야 한다. 내측 선체, 종격벽 및 횡격벽을 포함하여 힐에 인접한 모든 구조 요소들은 허용응력 범위를 만족하여야 한다. 화물창해석에서 최대 항복사용계수 λ_y 를 가지는 수평 스트링거의 힐은 상세 요소분할해석이 선택되어야 한다. 수평 스트링거와 힐 브래킷의 배치에 중요한 변화가 있는 경우, 추가적인 구역에 대한 해석이 선급에 의하여 요구될 수 있다.

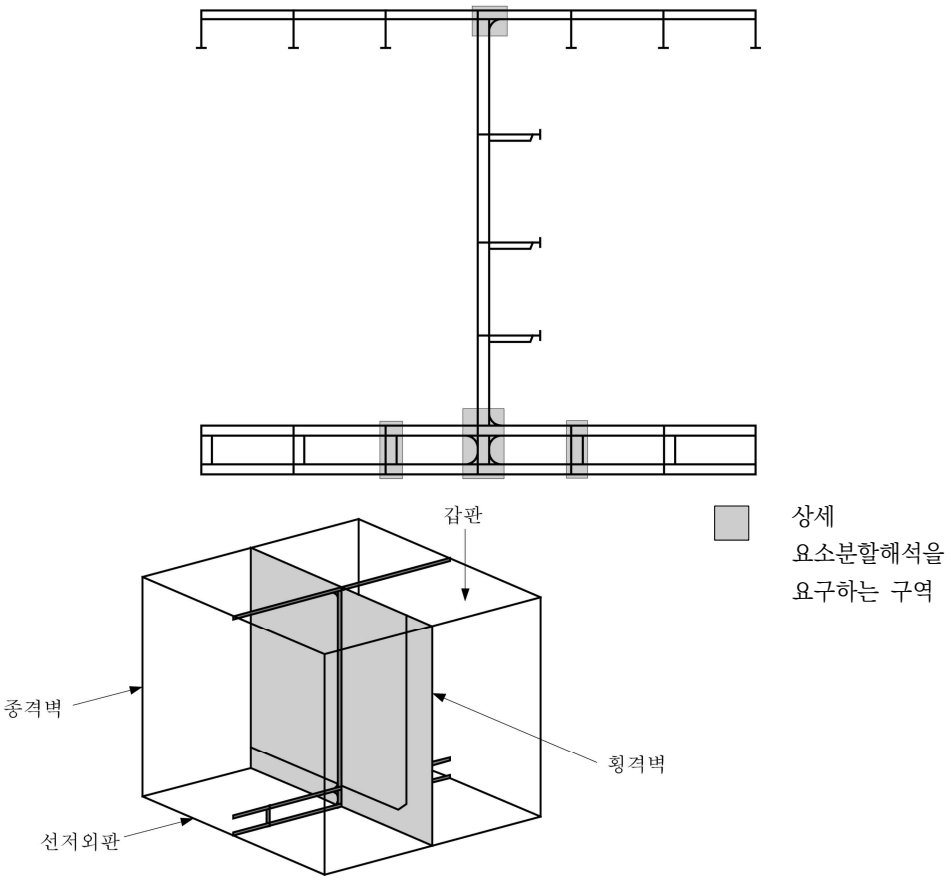


그림 3 이중저와 갑판 보강재와의 연결부 및 횡격벽의 주위 구조의 강제 해석부위 예

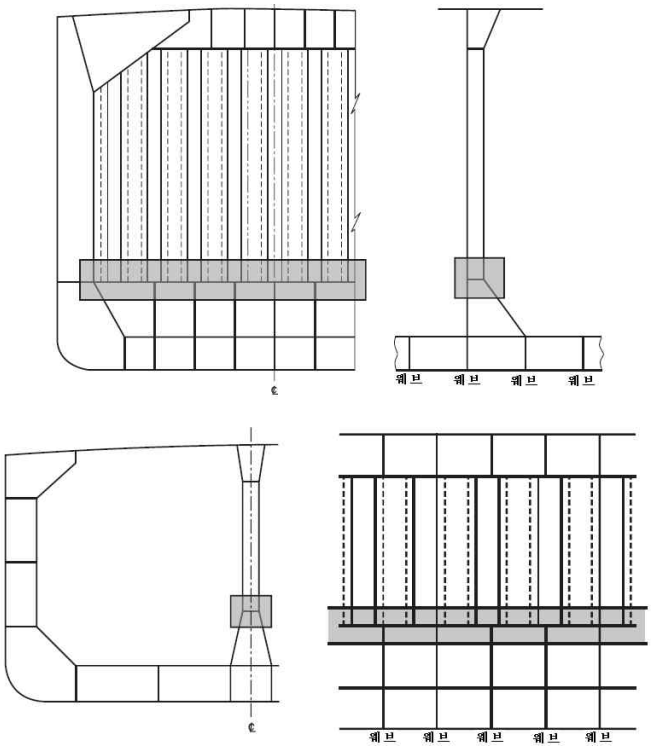


그림 4 파형과 하부스툴와의 연결부의 강제 해석 부위

3. 심사 절차(screening procedure)

3.1 심사 부위

3.1.1

다음의 선체 부위에 대하여 이 심사 절차에 따라 구조 상세부가 검토되어야 한다.

- [3.2.1]의 상세부에 대해서는 전체 화물창 구역 내
- [3.2.2]의 상세부에 대해서는 선체 중앙부 화물창 구역 이외

3.2 구조 상세부의 목록

3.2.1 화물창 구역

화물창 구역 내의 다음의 구조 상세부 및 부위는 심사에 의해 평가되어야 한다.

a) **표 1** 및 **표 2**의 횡 방향 특설늑골, **표 3**의 수평 스트링거 및 이중저 내의 늑판 및 종거더와 같은 1차 지지부재 웨브의 개구로서 **2절 [2.4.9]**에 따라 모델링이 요구되지 않는 개구 및 맨홀
b) **표 1** 및 **표 2**의 횡 방향 특설늑골의 브래킷 토우, **표 3**의 수평 스트링거의 브래킷 토우 및 횡 방향 평면격벽과 이중저 또는 버트리스 구조와의 연결부
c) **표 3**의 횡격벽 수평 스트링거의 힐
d) **그림 5**의 횡 방향 하부스툴과 이중저 거더와의 연결부 및 종 방향 하부스툴과 이중저 늑판과의 연결부
e) **그림 5**의 호퍼 하부와 횡 방향 하부스툴 구조와의 연결부
f) **그림 6**의 톱사이드 탱크와 내측 종격벽판과의 연결부
g) **그림 7**의 파형 및 상부 지지구조와 상부스툴과의 연결부
h) **그림 8**의 창구코밍 단부 브래킷, 창구 모서리 및 창구 단부 보 연결부를 포함하는 창구 모서리 구역

화물구역 내에서 동일한 형상 및 동일한 상대적인 위치를 가지는 구조 상세부의 각 그룹 내에서, 항복사용계수 λ_y가 최대인 상세부에 대하여 심사 검증은 수행할 수 있다.

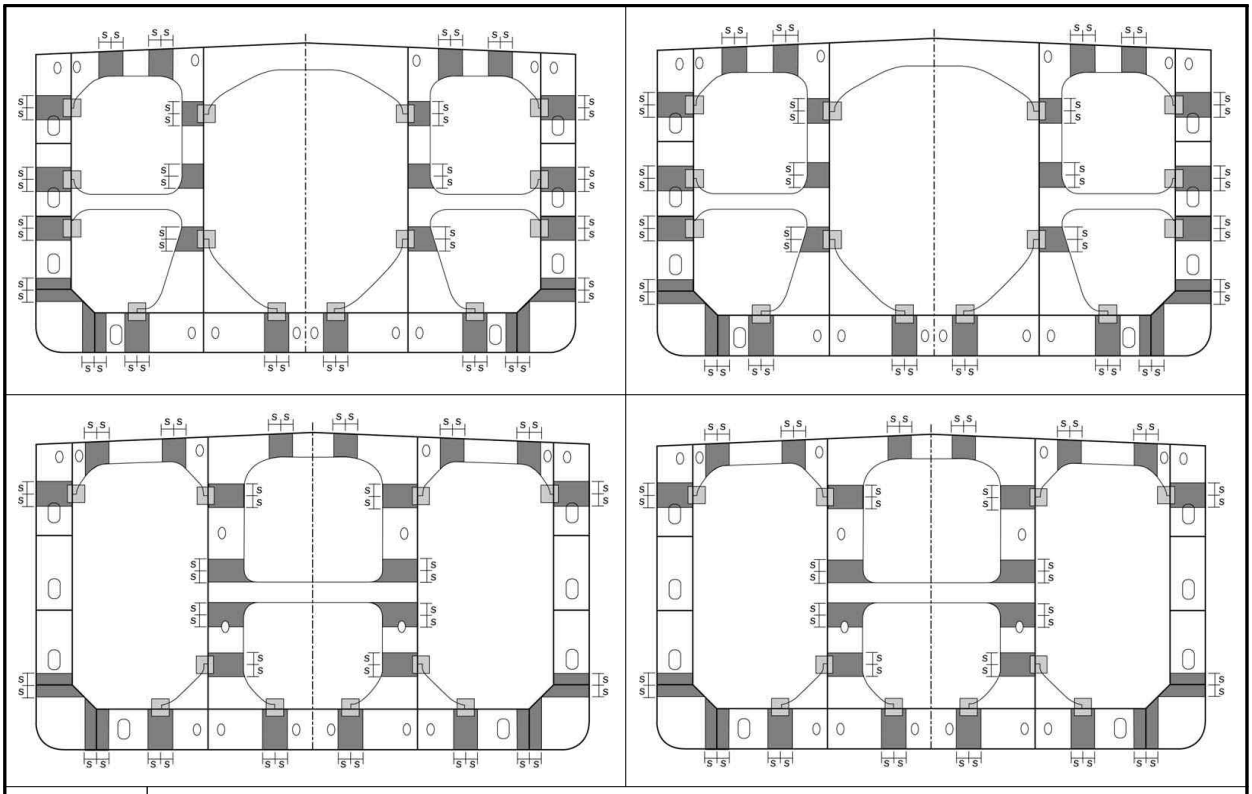
3.2.2 선체 중앙부 화물창 구역 바깥구역

선체 중앙부 화물창 구역 바깥의 다음 구조 상세부는 심사에 의해 평가되어야 한다.

a) [2.1.2] 및 [2.1.3]의 호퍼구조 너클부
b) [2.1.3]의 선측늑골 단부 브래킷
c) [2.1.4]의 큰 개구
d) [2.1.6]의 파형과 지지구조와의 연결부
e) [2.1.7]의 수평 스트링거의 힐 브래킷

심사 대상인 파형과 주위 구조의 연결부 및 수평 스트링거의 힐 브래킷은 화물창 구역 중앙부 내의 상세 요소 분할로 모델링된 해당 상세부와 형상, 비율 및 상대적인 위치가 유사하여야 한다.
화물창 구역 중앙부 바깥의 파형과 주위 구조의 연결부 및 수평 스트링거의 힐 브래킷이 화물창 구역 중앙부 내와 다른 경우, 항복사용계수(λ_y)가 동일한 형상 및 동일한 상대적인 위치를 가지는 구조 상세부에 대하여 최대인 곳에 위치한 상세부에 대하여 상세 요소분할해석을 수행하여야 한다.
필요하다고 인정되는 경우, 우리 선급은 [1.1.3]에 따라 상세 요소분할해석을 수행할 것을 요구할 수 있다.

표 1 유조선의 횡 방향 특설늑골의 심사 부위



	브래킷 토우	
	개구 및 맨홀 (음영 부위)	
	개구 및 맨홀 (음영 없는 부위)	다음의 개구를 제외하고 심사를 수행하여야 한다. 이 요건은 크기와 관계없이 심사 절차에 의하여 평가되는 맨홀에는 적용하지 않는다. - $h_0/h < 0.35$ 및 $g_0 < 1.2$ - 개구의 각 변이 반원을 형성하는 경우(즉 개구의 반지름이 $b/2$ 인 개구의 각 변) h_0, h 및 g_0은 **2절 [2.4.9]**에 따르며, b 는 개구의 길이 및 폭 중에서 작은 값이다.

표 2 산적화물선의 횡 방향 특설늑골의 심사 부위

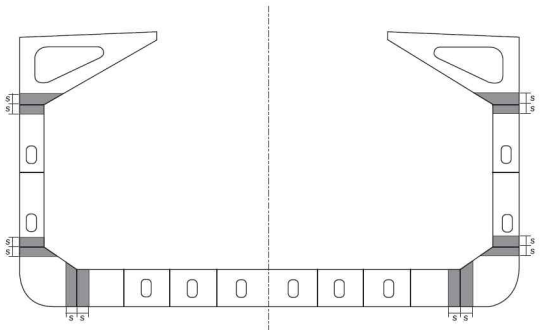
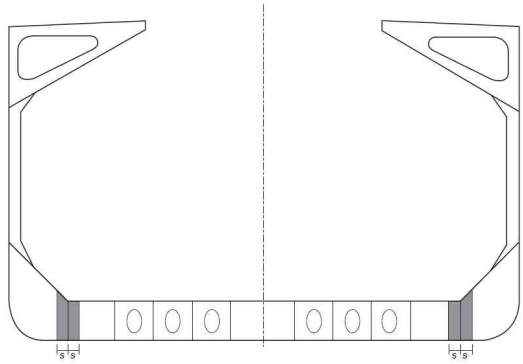
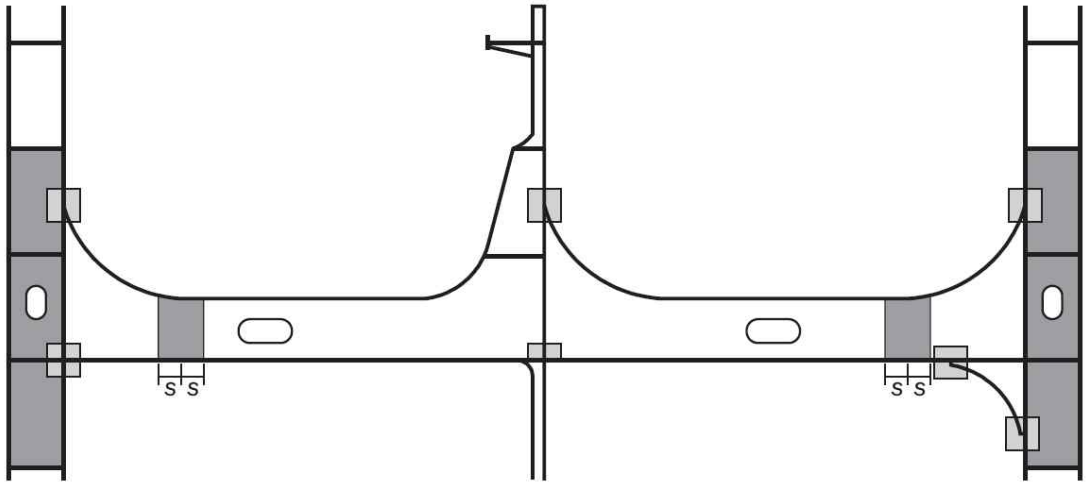
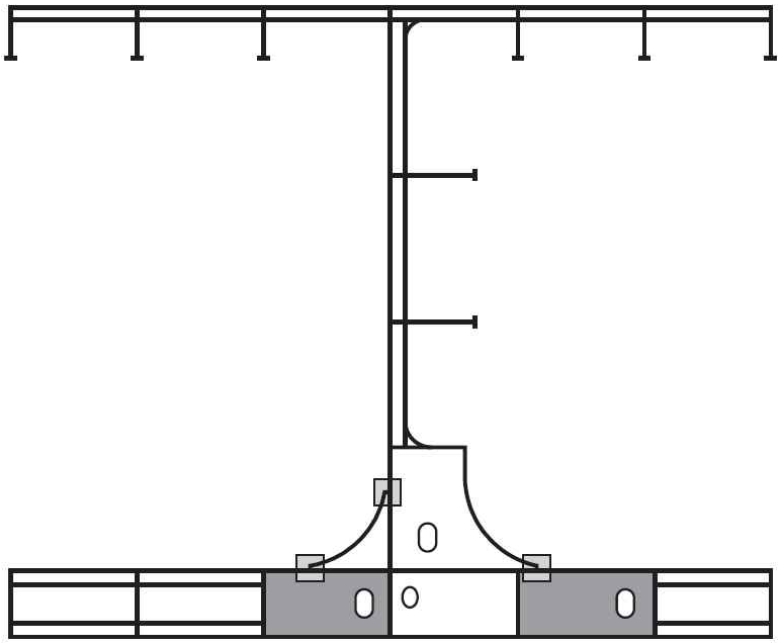
		
	브래킷 토	
	개구 및 맨홀 (음영 부위)	
	개구 및 맨홀 (음영 없는 부위)	다음의 개구를 제외하고 심사를 수행하여야 한다. 이 요건은 크기와 관계없이 심사 절차에 의하여 평가되는 맨홀에는 적용하지 않는다. - h_0/h 〈 0.35 및 g_0 〈 1.2 - 개구의 각 단부가 반원을 형성하는 경우(즉 개구의 반지름이 b/2 인 개구의 각 단부) h_0, h 및 g_0은 **2절 [2.4.9]**에 따르며, b 는 개구의 길이 및 폭 중에서 작은 값이다.

표 3 유조선의 수평 스트링거 및 횡격벽과 이중저와의 연결부의 심사 부위





	브래킷 토 및 힐	
	개구 및 맨홀 (음영 부위)	
	개구 및 맨홀 (음영 없는 부위)	다음의 개구를 제외하고 심사를 수행하여야 한다. 이 요건은 크기와 관계없이 심사 절차에 의하여 평가되는 맨홀에는 적용하지 않는다. - h_0/h 〈 0.35 및 g_0 〈 1.2 - 개구의 각 단부가 반원을 형성하는 경우(즉 개구의 반지름이 $b/2$ 인 개구의 각 단부) h_0, h 및 g_0은 **2절 [2.4.9]**에 따르며, b는 개구의 길이 및 폭 중에서 작은 값이다.

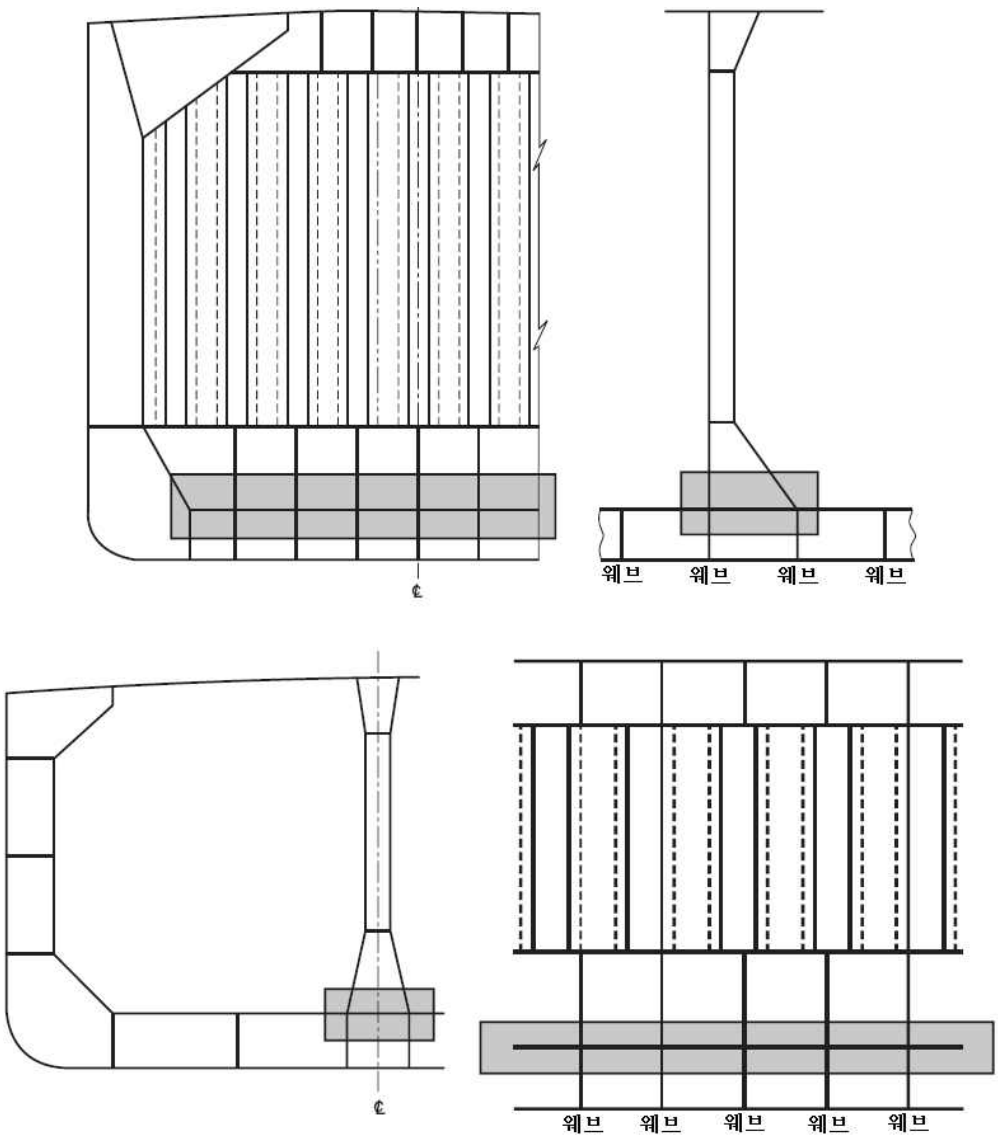


그림 5 내저판 및 호퍼 탱크의 하부스툴과의 연결부의 심사 부위

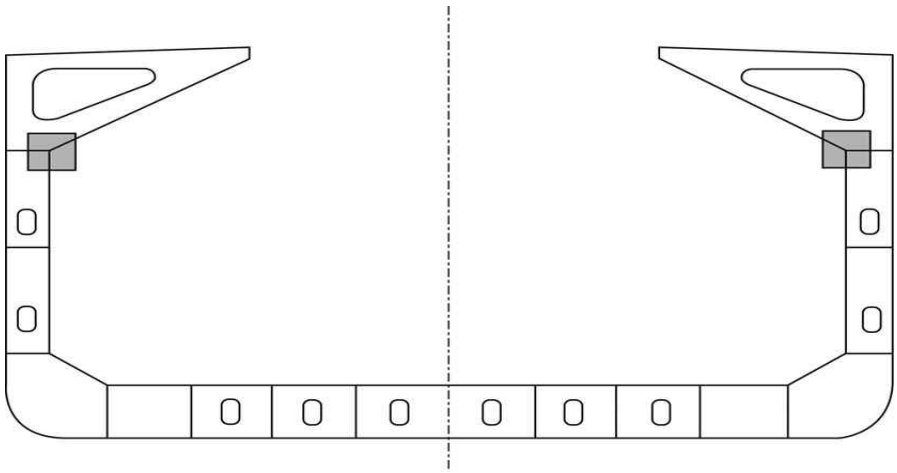


그림 6 톱 사이드탱크와 내측 종격벽판의 연결부의 심사 부위

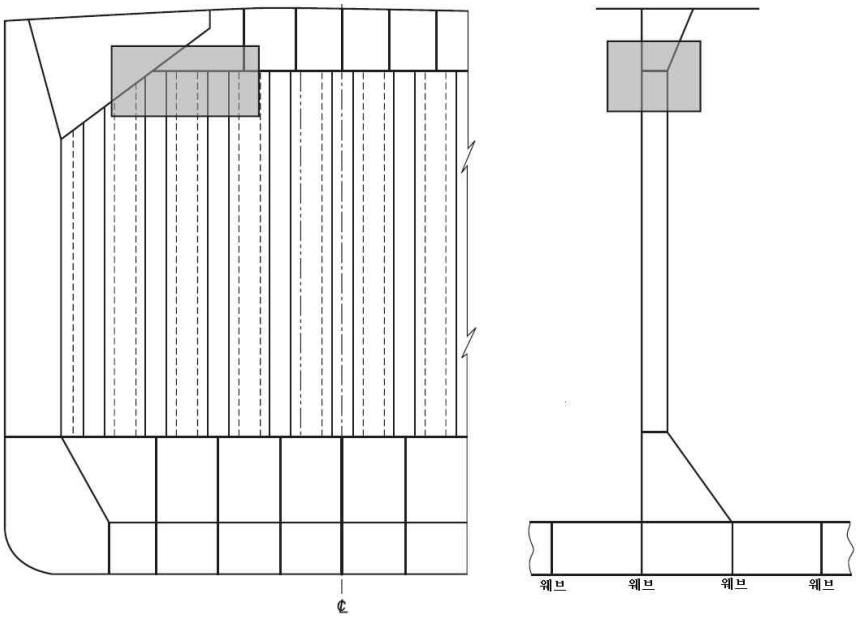


그림 7 파형 및 상부 지지구조와 상부스툴과의 연결부의 심사 부위

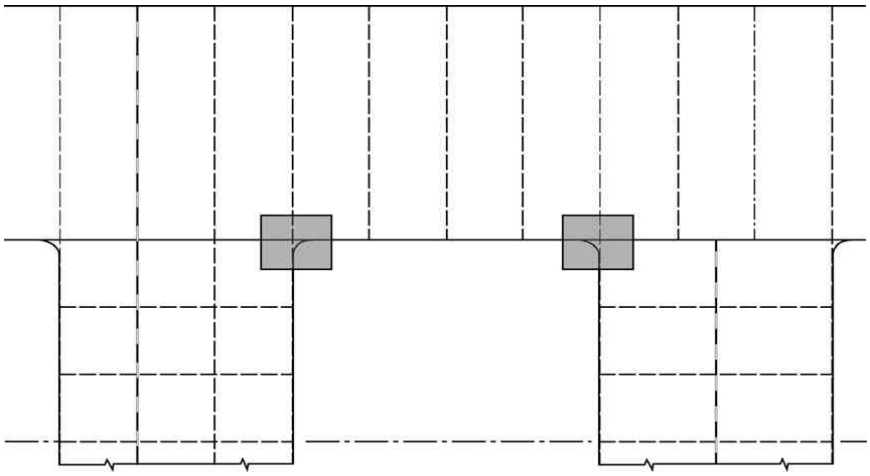


그림 8 산적화물선 창구 모서리에서의 심사 부위

3.3 심사 기준

3.3.1 심사계수 및 허용심사계수

[3.1]의 각 심사 부위에 대한 심사계수 λ_{sc} 및 허용심사계수 λ_{scperm}는 **표 4**에 따른다.

표 4 심사계수 및 허용심사계수

상세의 종류	심사계수, λ_{sc}	허용심사계수, λ_{scperm}	
전체 화물창 구역 내		S + D	S
표 1 및 **표 2**의 횡 방향 특설늑골, **표 3**의 수평 스트링거, 이중저 내의 늑판 및 종거더와 같은 1차 지지부재 웨브의 개구로서 **2절 [2.4.9]**에 따라 화물창 모델에서 모델링이 요구되지 않는 개구	**표 5**	1.70	1.36
맨홀	λ_y	$0.85\lambda_{yperm}$	
표 1 및 **표 2**의 횡 방향 특설늑골의 브래킷 토우, **표 3**의 수평 스트링거의 브래킷 토우 및 횡 방향 평면격벽과 이중저 또는 버트리스 구조와의 연결부	**표 6**	1.50	1.20
표 3의 횡격벽 수평 스트링거의 힐	**표 7**	1.50	1.20
그림 5의 횡 방향 하부스툴과 이중저 거더와의 연결부 및 종 방향 하부스툴과 이중저 늑판과의 연결부 **그림 5**의 호퍼 하부와 횡 방향 하부스툴 구조와의 연결부 **그림 6**의 톱사이드 탱크와 내측 종격벽판과의 연결부 **그림 7**의 파형 및 상부 지지구조와 상부스툴과의 연결부	λ_y	$0.75\lambda_{yperm}$	
창구 모서리 부위	λ_y	$0.95\lambda_{yperm}$	
선체 중앙부 화물창 구역 바깥			
호퍼구조 너클부	λ_y	$0.65\lambda_{yperm}$	
선측늑골 단부 브래킷(2)		$0.85\lambda_{yperm}$	
큰 개구(2)		$0.85\lambda_{yperm}$	
파형과 지지구조의 연결부 및 수평 스트링거의 힐 브래킷	$\lambda_{sc} = \dfrac{K_{sc} \cdot \sigma_c}{R_y}$ (1)	$1.50 f_f$	$1.20 f_f$

(비고)

λ_y : **2절 [5.2.4]**에 따른 성긴 요소분할 항복사용계수

λ_{yperm} : **2절 [5.2.4]**에 따른 성긴 요소분할 허용 항복사용계수

K_{sc} : 심사 응력집중계수로서 다음과 같다.

$$K_{sc} = \frac{\sigma_{FM}}{\sigma_{CM}}$$

σ_{FM} : [2]에 따라 선체 중앙부 화물창 구역에서 계산된 고려하는 상세부에 대한 상세 요소분할 시 등가응력 (N/mm^2)

σ_{CM} : **2절**에 따라 선체 중앙부 화물창 구역에서 계산된 고려하는 상세부의 성긴 요소분할 시 등가응력(N/mm^2)

σ_c : 고려하는 상세부의 성긴 요소분할 시 등가응력(N/mm^2)

f_f : [6.2.1]에 따른 피로계수

(1) 각각의 심사한 상세부에 대한, σ_{FM} 및 σ_{CM}는 동일 평면 위치의 해당 요소에서 얻을 수 있다.

(2) 큰 개구 및 맨홀 주위에서 최대 항복사용계수를 갖는 대표 요소는 검증되어야 한다.

표 5 1차 지지부재 내 개구의 심사계수

λ_{sc} : 심사계수로서 다음에 따른다.

$$\lambda_{sc} = 0.85 C_h \left(|\sigma_x + \sigma_y| + \left(2 + \left(\frac{\ell_o}{2r} \right)^{0.74} + \left(\frac{h_o}{2r} \right)^{0.74} \right) |\tau_{xy}| \right) \frac{k}{235}$$

C_h : 계수로서 다음에 따른다.[2]

- 1차 지지부재 웨브 내의 개구인 경우

$$C_h = 1.0 - 0.23 \left(\frac{h_o}{h} \right) + 2.12 \left(\frac{h_o}{h} \right)^2$$

- 주요 브래킷 및 버트리스 웨브 내의 개구인 경우(아래 그림 참조)

$$C_h = 1.0$$

r : 개구의 반지름(mm) (아래 그림 참조)

h_0 : 웨브 깊이와 평행한 개구의 높이(mm) (아래 그림 참조)

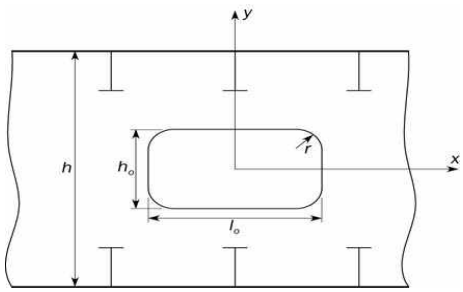
ℓ_0 : 1차 지지부재 웨브 방향에 평행한 개구의 높이(mm) (아래 그림 참조)

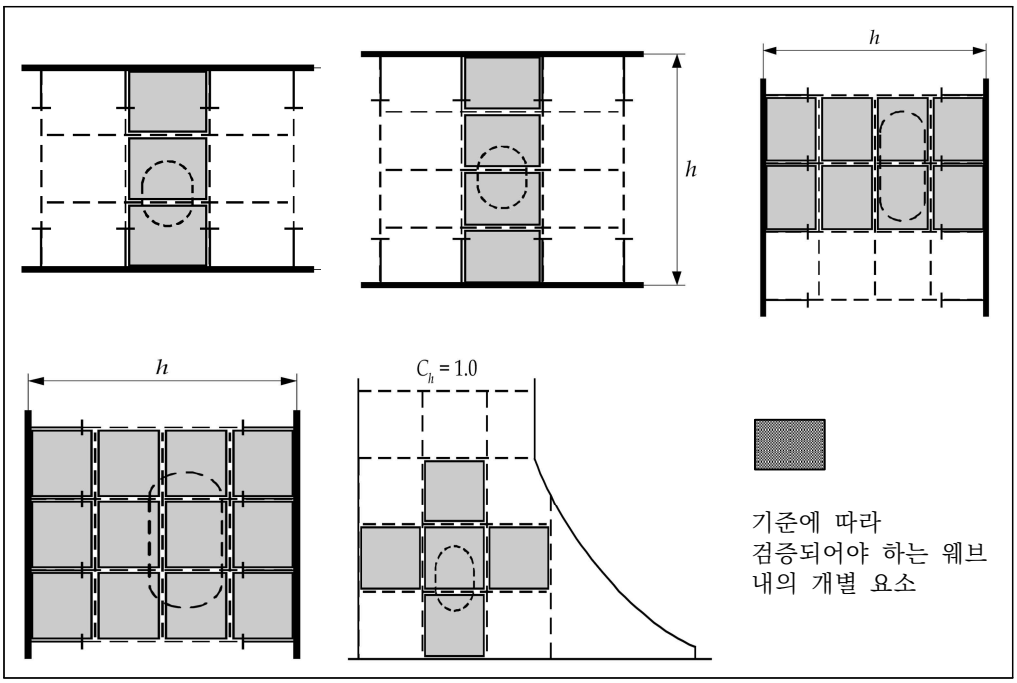
h : 개구가 있는 1차 지지부재 웨브의 높이(mm) (아래 그림 참조)

σ_x : 도시한 좌표계에 따라 화물창 유한요소 해석으로부터 결정된 요소의 x 방향 축 응력(N/mm^2)

σ_y : 도시한 좌표계에 따라 화물창 유한요소 해석으로부터 결정된 요소의 y 방향 축 응력(N/mm^2)

τ_{xy} : 화물창 유한요소 해석으로부터 결정된 요소의 전단응력(N/mm^2) [1]





[1] 요소 전단응력은 심사 기준에 따라 검증을 하기 위한 항복사용계수의 평가에 앞서, **7장 2절 [5.2.6]**에 따라 조정되어야 한다.

[2] 개구의 형상이 **2절 [2.4.9]**에 따라 모델링되도록 요구되는 경우, 응력 수준을 결정하기 위하여 상세 요소분할 유한요소 해석이 수행되어야 하며, 심사 기준은 적용할 수 없다

표 6 1차 지지부재의 브래킷 토우의 심사계수

λ_{sc} : 심사계수로서 다음에 따른다.:

$$\lambda_{sc} = C_a\left(0.68\left(\frac{b_2}{b_1}\right)^{0.5}\sigma_{vm} + 0.50\left(\frac{A_{beam-n50}}{b_1 t_{n50}}\right)^{0.5}|\sigma_{beam}|\right)\frac{k}{235}$$

C_a : 계수로서 다음에 따른다.:

$$C_a = 1.0 - 0.2\left(\frac{R_a}{1400}\right)^2$$

b_1, b_2 : 화물창 유한요소 모델에서 브래킷 토우에 인접한 쉘 요소의 높이(mm) (아래 그림 참조)

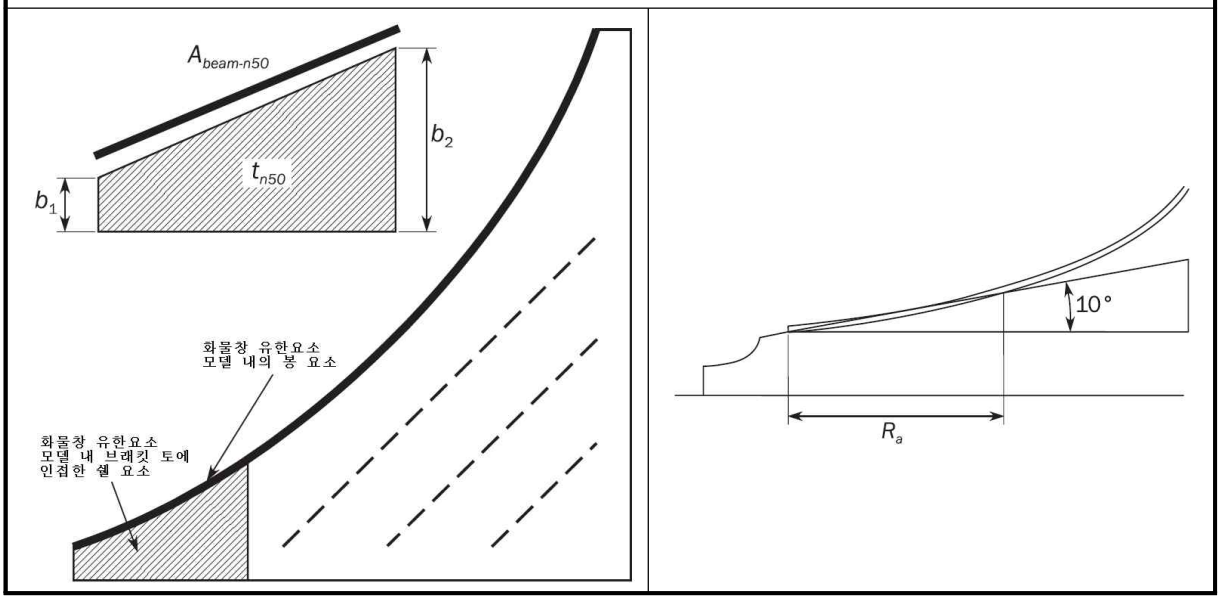
$A_{beam-n50}$: 화물창 유한요소 모델에서 브래킷 면재의 보 또는 봉 요소의 단면적(mm^2)

σ_{beam} : 화물창 유한요소 해석으로부터 결정된 보 또는 봉 요소의 축 응력(N/mm^2)

σ_{vm} : 화물창 유한요소 해석으로부터 결정된 브래킷 토우에 인접한 쉘 요소의 등가응력(N/mm^2)

t_{n50} : 브래킷 토우에 인접한 쉘 요소의 순 두께(mm) (아래 그림 참조)

R_a : 연장 길이(leg length, mm)로서 1,400 mm 이하로 한다.(아래 그림 참조)



3.3.2 심사 기준

[3.1]에 따른 지역에서의 응력과 [5]의 모든 적용 유한요소 하중조합에 대한 해석 결과는 다음 심사 기준으로 검토하여야 한다.

$$\lambda_{sc} \le \lambda_{scperm}$$

λ_{sc} : [3.3.1]에 따른 심사계수

λ_{scperm} : [3.3.1]에 따른 허용심사계수

상기 심사 기준을 만족하지 못하는 경우, 해당 구조상세의 상세 요소분할해석이 요구되며 [1.1.3]에 따라 수행하여야 한다.

표 7 횡격벽 수평 스트링거의 힐 부위의 심사계수

λ_{sc} : 심사계수로서 다음에 따른다.

- 선측 수평 스트링거 및 횡격벽 수평 스트링거 힐 부위의 경우(아래 그림의 위치 1, 2 및 3)

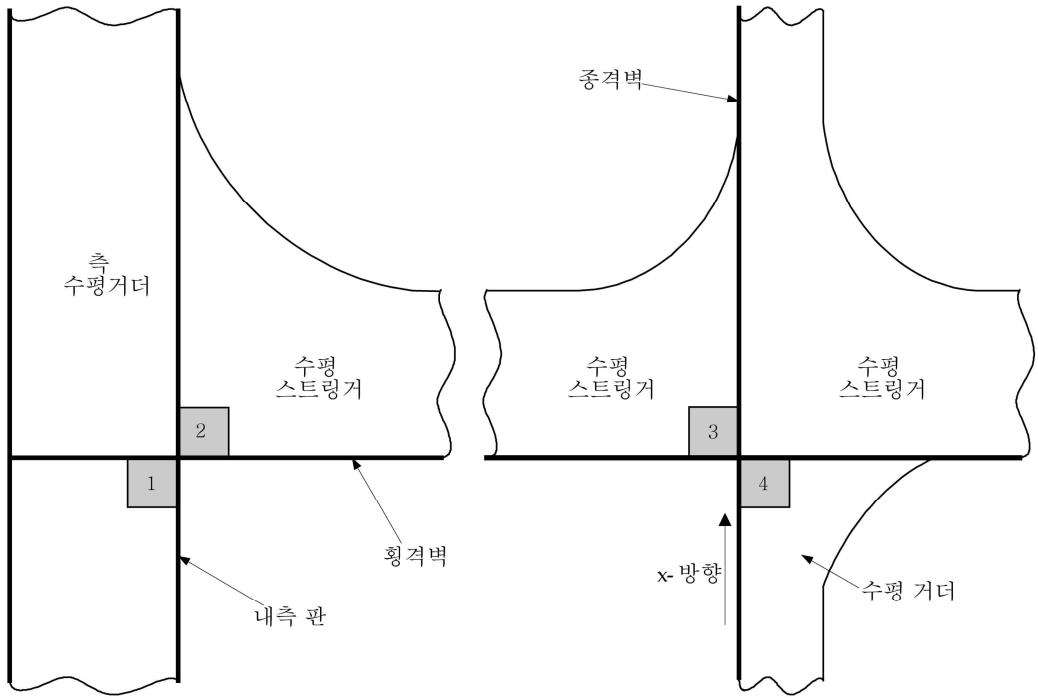
$$\lambda_{sc} = 1.67\sigma_{vm}\frac{k}{235}$$

- 종격벽 수평 스트링거의 힐 부위의 경우(아래 그림의 위치 4)

$$\lambda_{sc} = 3.2\,|\sigma_x|\,\frac{k}{235}$$

σ_x : 도시한 좌표계에 따라 화물창 유한요소 해석으로부터 결정된 요소의 x 방향 축응력(N/mm^2)

σ_{vm} : 화물창 유한요소 해석으로부터 결정된 힐에 인접한 쉘 요소의 등가응력(N/mm^2)



	기준에 대한 평가를 실시하는 개별 요소

4. 구조 모델링

4.1 일반사항

4.1.1

고응력 위치에서의 상세 응력평가는 상세 유한요소 분할이 요구된다. 이러한 상세 요소분할해석은 화물창 모델에 반영된 상세 요소분할 구역에 의하여 수행될 수 있다. 다른 방법으로, 화물창 모델에서 얻은 경계조건과 함께 상세 요소분할 구역을 별도의 국부 유한요소 모델에 사용할 수 있다.

4.2 모델의 범위

4.2.1

별도의 국부 상세 요소분할 모델이 사용되었다면, 모델의 범위는 관심 구역에서 계산된 응력이 부과된 경계조건에 의해 크게 영향을 받지 않도록 결정하여야 한다. 상세 요소분할 모델의 경계는 특설늑골, 거더 및 늑판과 같은 화물창 모델 내의 1차 지지부재와 일치시켜야 한다.

4.3 요소 분할 크기

4.3.1

상세 요소 분할 구역에서의 요소의 크기는 50 mm × 50 mm 이하이어야 한다.

4.3.2

상세 요소 분할 구역의 범위는 검토 대상 구역으로부터 모든 방향으로 10개의 요소 이상이어야 한다. 상세 요소 분할 구역에서 상세 요소 분할 모델 경계까지의 요소 분할 밀도는 순조롭게 변경되어야 한다.

4.4 요소

4.4.1

상세 요소 분할 구역 내의 모든 판은 쉘 요소로 모델링되어야 한다. 상세 요소 분할 구역 내 요소의 종횡비는 가능한 1에 가깝게 유지되어야 한다. 상세 요소 분할 구역 내 요소 분할 밀도의 변화 및 삼각형 요소의 사용은 피해야 한다. 모든 경우에, 상세 요소 분할 모델 내 요소의 종횡비는 3이하로 하여야 한다. 요소 모서리의 각도가 45도 미만이거나 또는 135도를 초과하는 비뚤어진 요소는 피해야 한다. 상세 요소 분할 구역 내의 보강재는 쉘 요소로 모델링 하여야 한다. 상세 요소 분할 구역 밖의 보강재는 보 요소로 모델링 할 수 있다.

4.4.2

단일선측 산적화물선의 화물창 늑골의 단부 연결부를 포함한 주요 브래킷 단부 연결부에 대하여 상세 요소분할해석이 요구되는 경우, 상세 요소 분할 구역은 평가를 받는 구역으로부터 모든 방향으로 최소 10개 요소 이상이어야 한다.(**그림 9** 참조)

4.4.3

개구에 대하여 상세 요소분할해석이 요구되는 경우, 개구 주위 요소의 처음 두 층의 요소는 50 mm × 50 mm 이하의 요소 분할 크기로 모델링 되어야 한다. 상세 요소 분할로부터 성긴 요소 분할로 요소 크기의 변화는 순조롭게 되어야 한다. 개구 단부에 직접 용접된 단부 보강재는 쉘 요소로 모델링하여야 한다. 개구에 가까운 웨브 보강재는 개구의 단부로부터 최소한 50 mm 거리에 위치하며 봉 또는 보 요소를 이용하여 모델링 할 수 있다.(**그림 10** 참조)

4.4.4

개구, 1차 지지부재 및 연결 브래킷의 면재는 양쪽으로 각각 최소 2개의 요소로 모델링 하여야 한다.

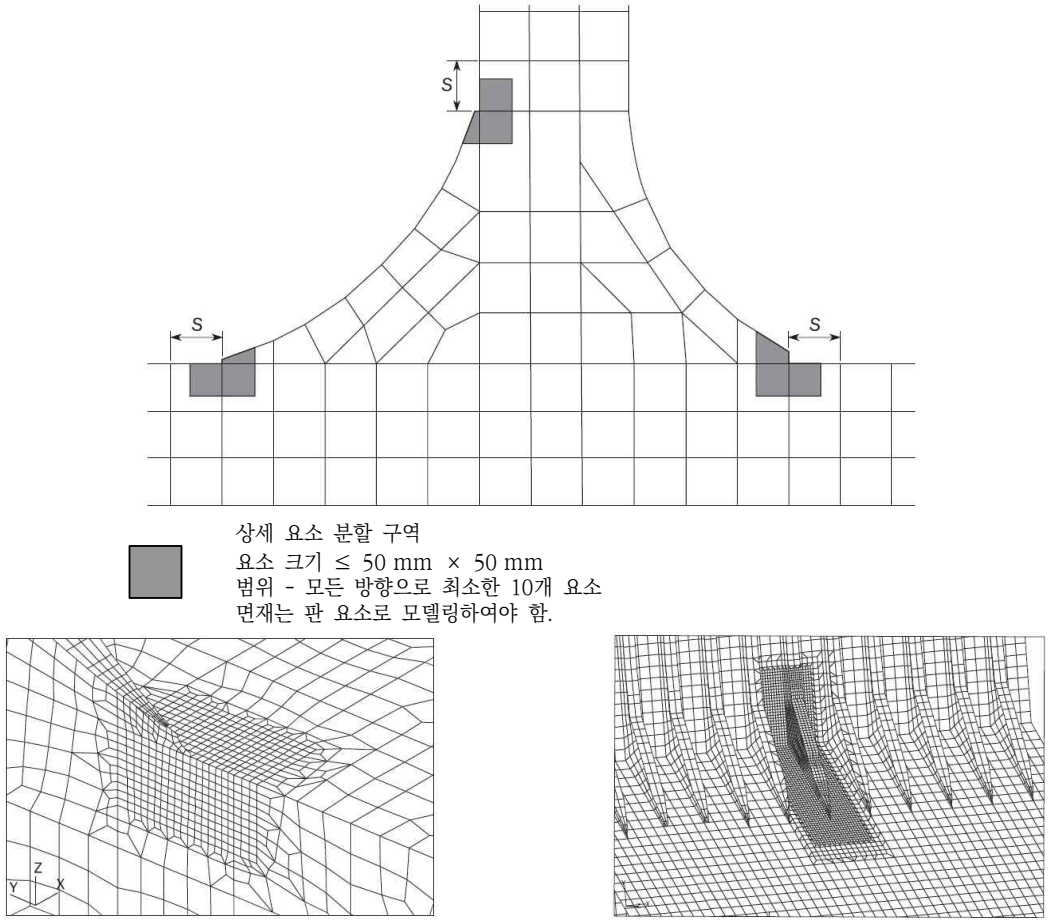


그림 9 브래킷 토우 주변의 상세 요소 분할 구역

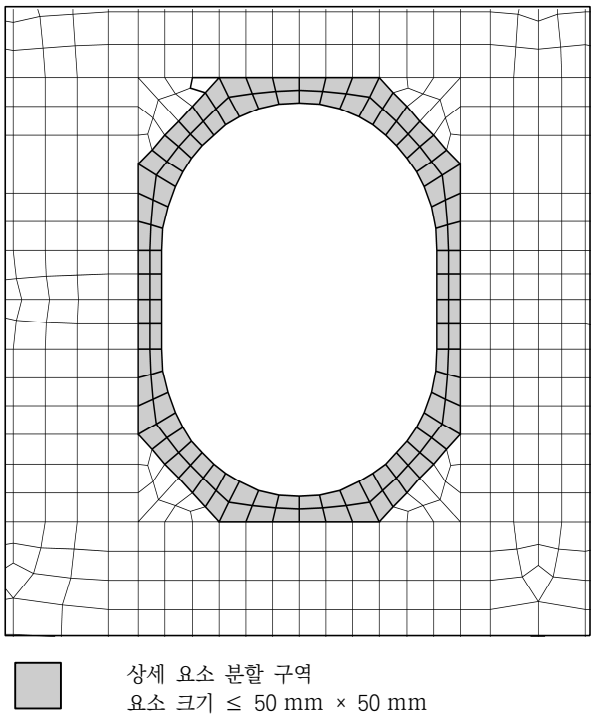


그림 10 개구 주변의 상세 요소 분할 구역

4.5 횡 방향 특설늑골

4.5.1

[4.2]에서 [4.4]의 요건에 추가하여, 이 조항의 모델링 요건은 전형적인 횡 방향 특설늑골 해석에 적용한다.

4.5.2

유한요소 부분 모델이 사용될 경우, 모델은 적어도 1 + 1 특설늑골 간격의 범위를 가져야 한다(즉 검토대상 횡 방향 특설늑골의 양쪽으로 한 특설늑골 간격만큼 연장되어야 한다). 산적화물선의 경우, 특설늑골 간격은 톱사이드 탱크 및 하부 호퍼탱크에서의 특설늑골의 중 큰 간격을 말한다. 다만, 검토 대상 특설늑골의 전후의 횡 방향 특설늑골은 부분 모델에 포함할 필요는 없다.

4.5.3

선박의 전 깊이와 전 폭에 걸쳐 모델링 하여야 한다.(**그림** 11 참조)
그림 12는 수직 특설늑골의 하부 및 이면 브래킷의 유한요소 분할의 예이다.

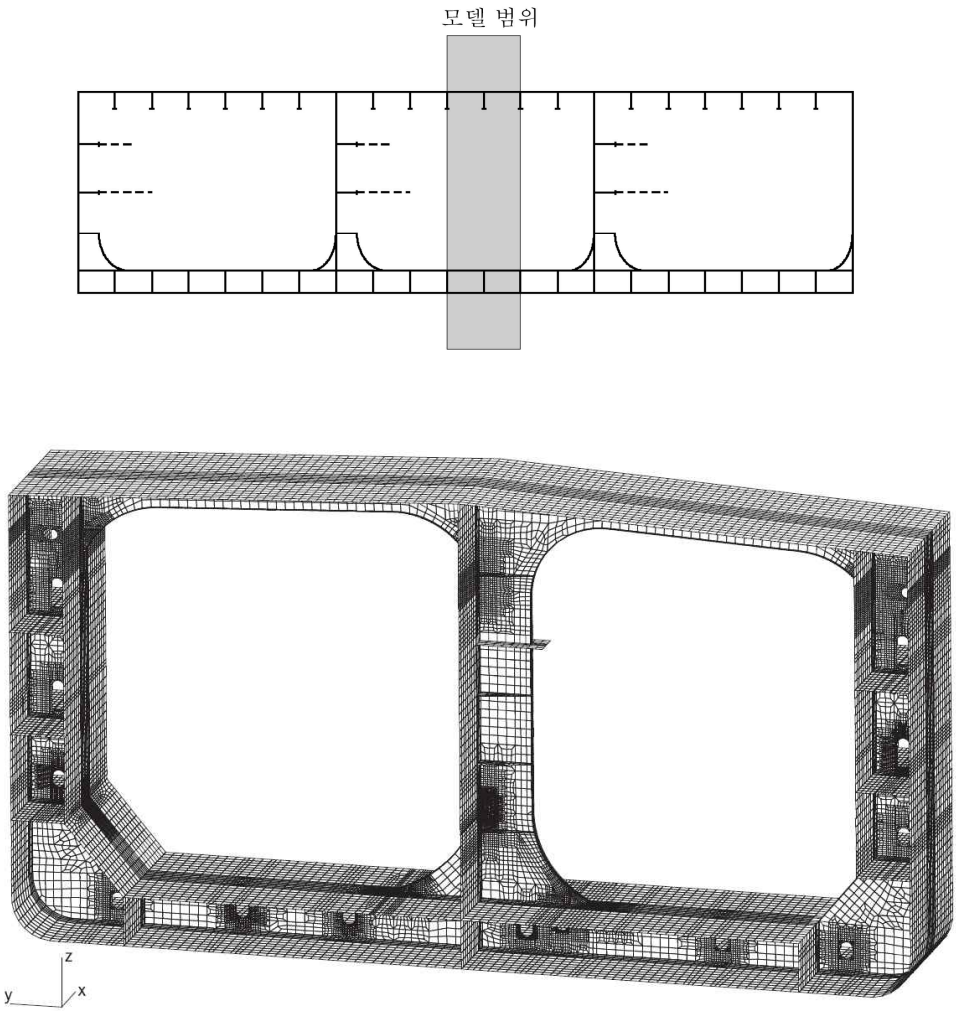


그림 11 특설늑골 브래킷 연결부 및 개구의 유한요소 분할을 위한 국부 모델 범위의 예

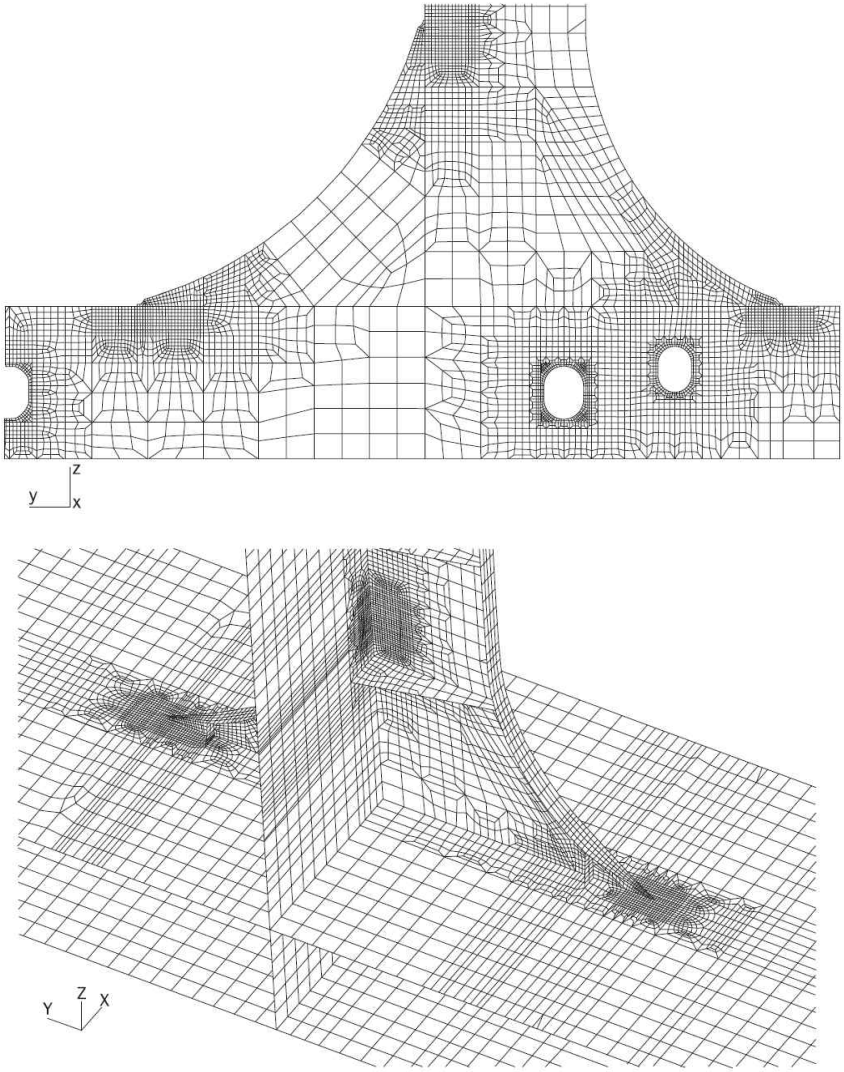


그림 12 횡 방향 특설늑골 하부에서의 유한요소 분할의 예

4.6 횡격벽 스트링거, 버트리스 및 인접한 특설늑골

4.6.1

[4.2]에서 [4.4]의 요건에 추가하여, 이 조항의 모델링 요건은 횡격벽 구조 및 인접한 특설늑골의 해석에 적용할 수 있다.

4.6.2

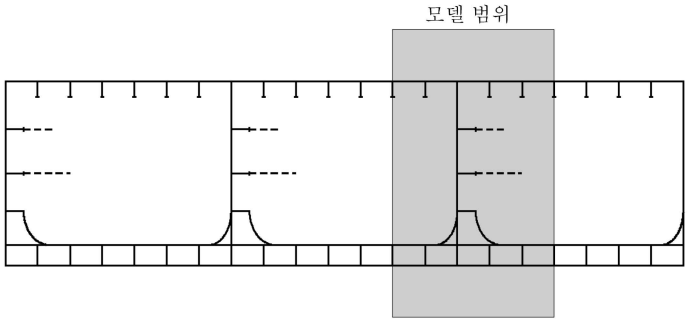
횡격벽, 수평 스트링거, 특설늑골, 갑판 및 이중저 사이의 구조적인 상호작용으로 인해, 유한요소 국부 모델은 전체 선체 횡단면을 모델링할 것을 권장한다. 길이 방향으로, 모델의 단부는 검토를 필요로 하는 구역을 넘어 적어도 하나의 특설늑골 간격만큼 연장되어야 한다.(**그림 13** 참조)

4.6.3

다른 방법으로, **그림 14**와 같이 구조의 다른 부분을 해석하기 위하여 다수의 국부 모델을 사용할 수 있다. 횡격벽 수평 스트링거 해석의 경우, 선박의 전폭을 모델링하여야 한다. 버트리스 구조해석의 경우, 국부 모델의 폭은 적어도 4 + 4 종 보강재 간격으로 하여야 한다(즉 버트리스 양측으로 각각 4개의 종 보강재 간격을 모델링한다).

4.6.4

그림 15는 횡격벽 수평 스트링거의 유한요소 분할의 예이다. **그림** 16은 횡격벽/이중저 구조와 버트리스 연결부 및 개구의 해석을 위한 국부 모델의 예이다.



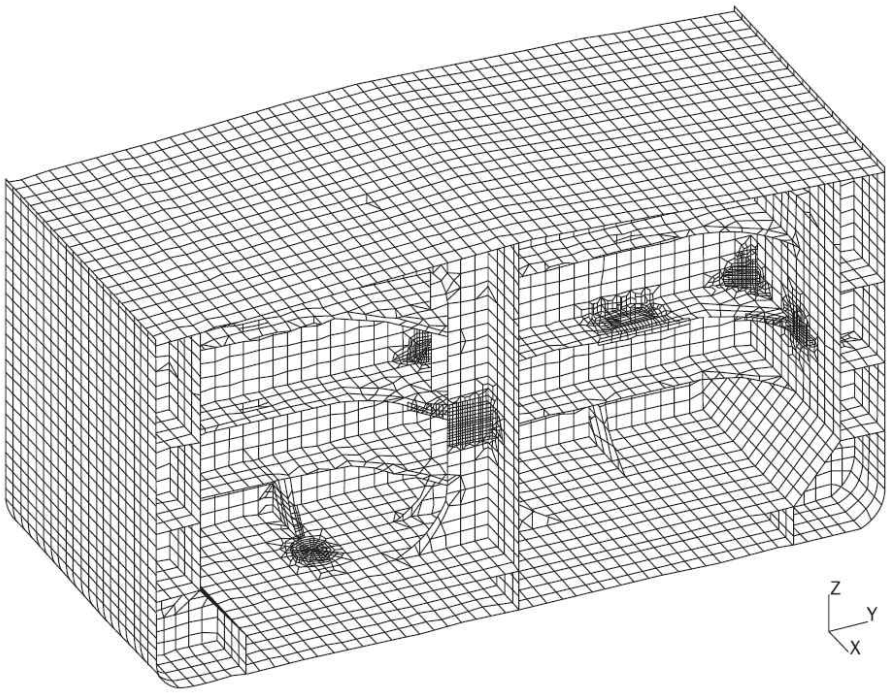


그림 13 횡격벽 및 인접 구조의 상세 요소분할 해석을 위한 국부 모델의 예

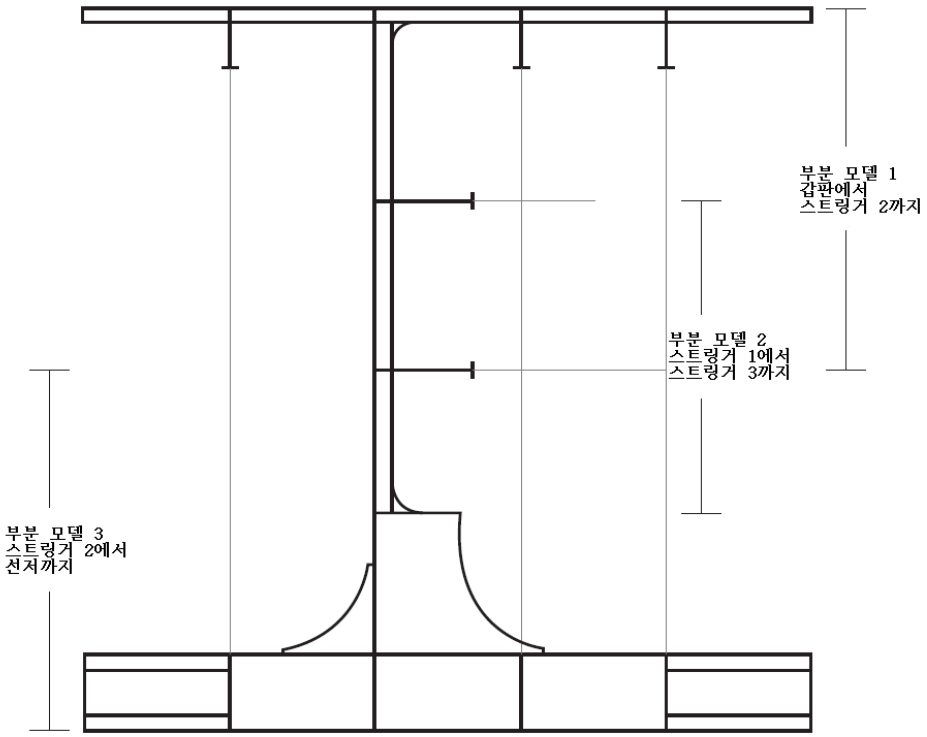


그림 14 국부 모델을 사용한 횡격벽 구조 국부해석의 예

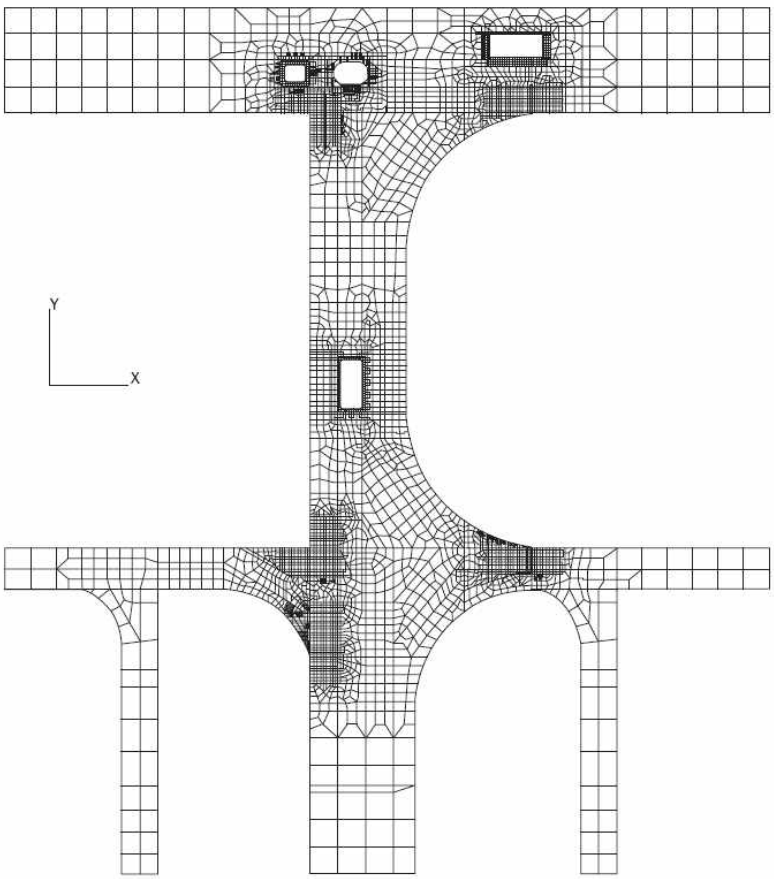


그림 15 횡격벽 수평 스트링거의 유한요소 요소분할의 예

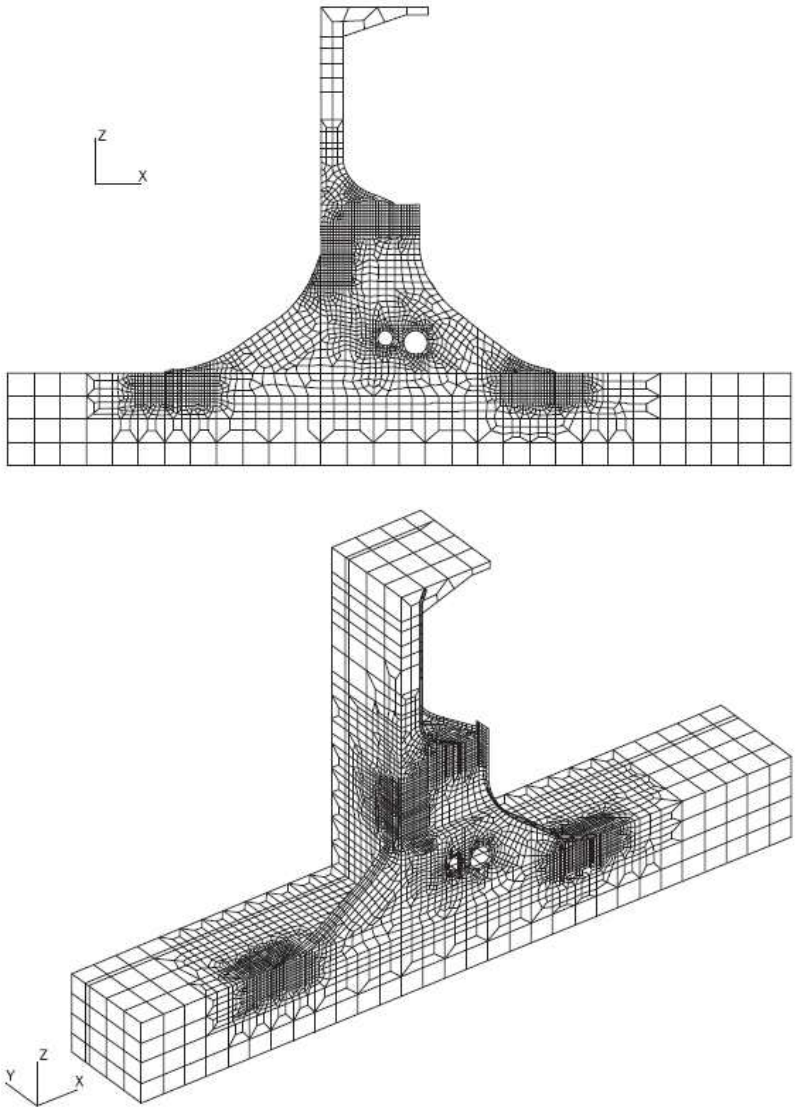


그림 16 격벽 및 이중저 구조에 연결되는 버트리스의 해석을 위한 국부모델의 예 (모델의 좌현 반을 도시)

4.7 갑판, 이중저 종통재 및 연결되는 횡격벽 수직 보강재

4.7.1

[4.2]에서 [4.4]의 요건에 추가하여, 이 조항의 모델링 요건은 종/수직 방향 보강재 단부 연결부 및 부착된 웨브 보강재의 해석에 적용한다.

4.7.2

국부 유한요소 모델이 사용되는 경우, 해당 모델의 각 단부는 검토 대상 구역으로부터 적어도 2개의 특설늑골 간격만큼 선박 길이 방향으로 연장되어야 한다. 모델 폭은 적어도 2 + 2 종 보강재 간격으로 연장되어야 한다. **그림 17**은 갑판/이중저 종 보강재 및 연결되는 횡격벽 수직 보강재의 해석을 위한 국부 모델의 종 방향 범위를 나타내었다.

4.7.3

상세 요소 분할 구역 바깥쪽의 종 보강재의 웨브는 깊이에 걸쳐 적어도 3개의 쉘 요소로 분할하여야 한다. 또한 같은 크기의 요소를 선저판 및 내저판 모델링에 사용하여야 한다. 종 보강재의 플랜지 및 브래킷의 면재는 한쪽 면에서 최소 2개의 요소로 모델링 되어야 한다.

4.7.4

요소 분할 크기 및 상세 요소 분할 구역의 범위는 [4.3.1]에 따른다.(**그림** 17 참조)

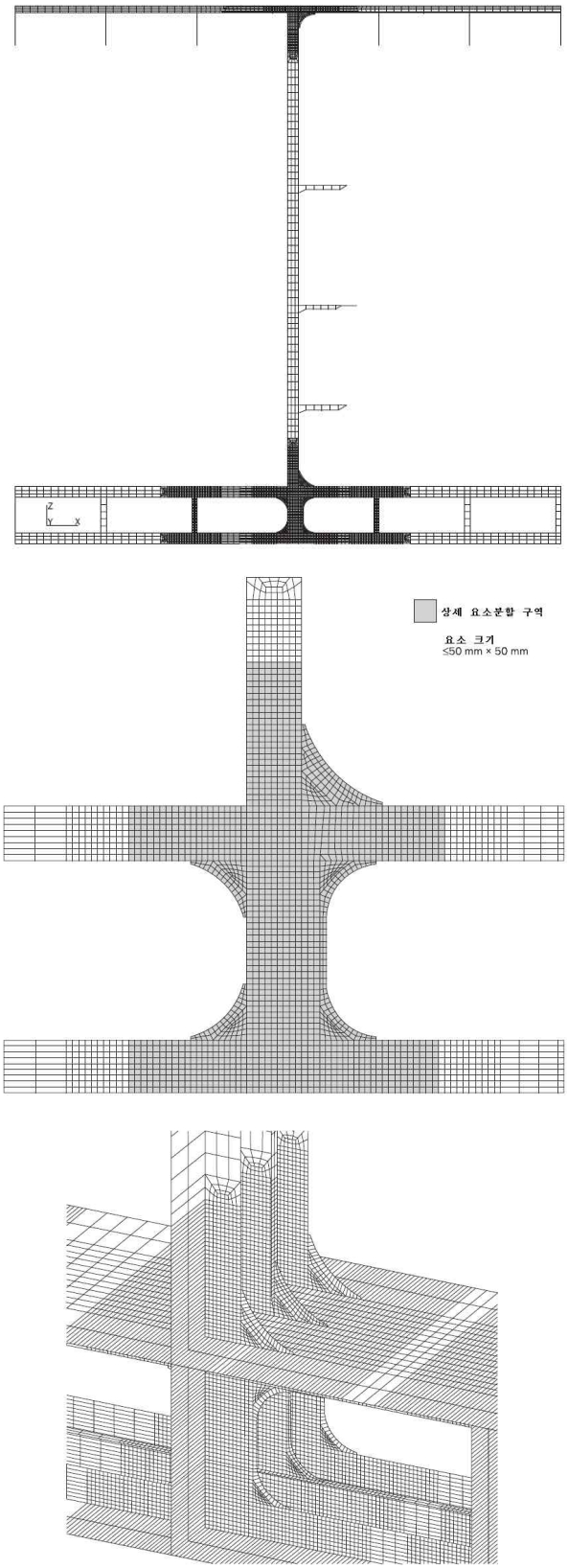


그림 17 갑판과 이중저 보강재 및 단부 연결부와 웨브 보강재의 상세 요소분할해석용 국부 모델의 예

4.8 파형격벽

4.8.1

[4.2]에서 [4.4]의 요건에 추가하여, 이 조항의 모델링 요건은 파형격벽과 하부스툴의 연결부 및 하부스툴과 내저판과의 연결부의 해석에 적용한다.

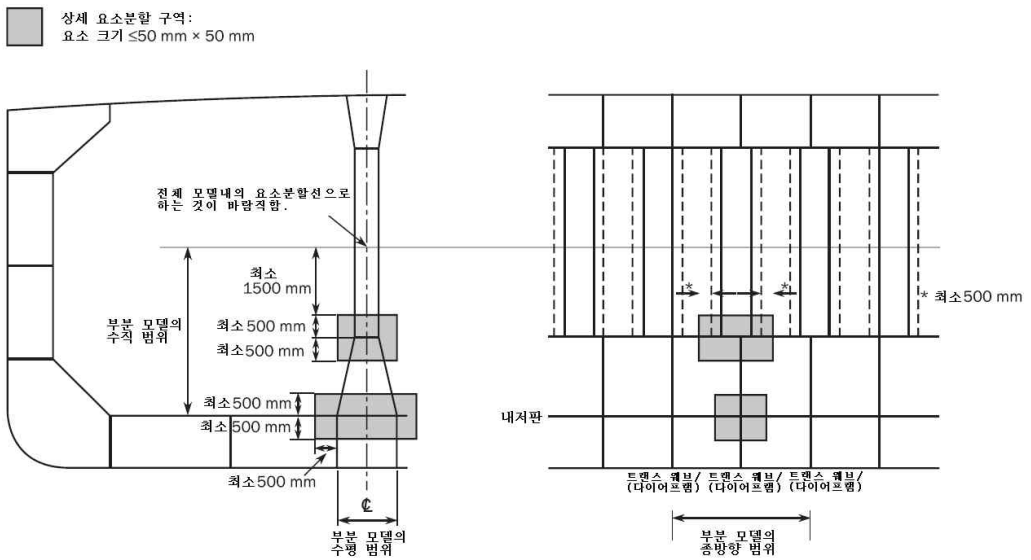
4.8.2

국부 모델의 최소 범위는 다음과 같다.(**그림 18** 참조)

a) 수직 방향으로, 모델은 선저로부터 파형과 하부스툴의 연결부 상부로 최소 2 m 위치까지 연장되어야 한다. 국부 모델의 상부 경계는 경계 변위를 적용하기 위한 목적으로 화물창 유한요소 모델의 수평 요소 분할선과 일치하여야 한다.([4.2] 참조)
b) 파형 횡격벽의 경우, 국부 모델은 상세 요소 분할 구역의 양측의 하부스툴의 가장 가까운 다이어프램까지 횡방향으로 연장되어야 한다(즉, 국부 모델은 두 개의 하부스툴 횡방향 웨브/다이어프램 간격을 포함한다). 단부 다이어프램은 모델링할 필요가 없다.
c) 파형 종격벽의 경우, 국부 모델은 상세 요소 분할 구역의 양측의 가장 가까운 특설늑골까지 연장되어야 한다(즉, 국부 모델은 두 개의 늑골 간격을 포함한다). 단부 특설늑골은 모델링할 필요가 없다.
d) 파형격벽 및 파형격벽의 교차부에 근접하여 위치하는 파형과 하부스툴 연결부의 경우(석유제품 운반선과 같은), 국부 모델은 상세 요소 분할 구역의 가장 가까운 다이어프램(횡 방향) 및 특설늑골(종 방향)사이의 구조를 포함하여야 한다(어느 쪽이든 관련 있는). 추가로, 국부 모델은 횡 방향 및 종 방향 스툴 사이 교차부로부터 바깥쪽으로 적어도 하나의 다이어프램/특설늑골까지 연장되어야 한다.
e) 하부스툴과 내저판 연결부의 경우, 해당되는 경우의 내저판, 하부스툴 판, 다이어프램 및 이중저 거더 사이 연결부는 상세 요소 분할 구역의 중심부가 된다.

4.8.3

파형 연결부의 경우, 상세 요소 분할 구역은 적어도 검토 대상 파형 플랜지, 인접하는 파형 웨브 및 파형 웨브의 각 단부로부터 500 mm 더 연장한 범위를 포함하여야 한다.(즉 상세 요소 분할 구역은 적어도 4개의 파형부 너클점을 포함하며, **그림 18** 및 **그림 19**를 참조) 상세 요소 분할 구역 내의 요소의 크기는 50 mm × 50 mm 이하이어야 한다.



위의 그림은 하부스툴과 파형 종격벽 연결부의 상세 요소 분할 구역의 범위를 보여준다. 파형 횡격벽도 같은 범위로 한다. 위 모델의 범위는 최소한의 범위이다.

그림 18 파형격벽과 하부스툴 연결부 및 하부스툴과 내저판 연결부의 국부 모델 및 상세 요소 분할 구역의 범위

4.8.4

하부스툴 내의 다이아프램 웨브, 브래킷 및 스툴 측판 및 다이아프램의 수직 보강재는 국부 모델의 범위 내 실제 위치에서 모델링 하여야 한다. 상세 요소 분할 구역 내에서 다이아프램, 수직 보강재 웨브와 플랜지 및 브래킷의 모델링에는 쉘 요소를 사용하여야 한다.

4.8.5

상세 요소 분할 구역 내에서의 수평 방향 보강재는 쉘 요소 또는 보 요소로 모델링하여야 한다.

4.8.6

그림 19는 종격벽과 하부스툴의 연결부 상세 요소분할해석을 위한 유한요소 국부 모델의 예이다.

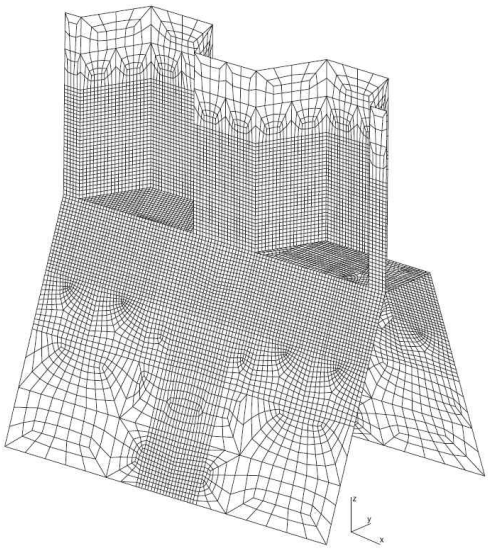


그림 19 파형격벽과 하부스툴 연결부의 해석을 위한 부분 국부 모델 예

4.8.7

그림 20은 하부스툴과 내저판의 연결부 상세 요소분할해석을 위한 유한요소 국부 모델의 예이다.

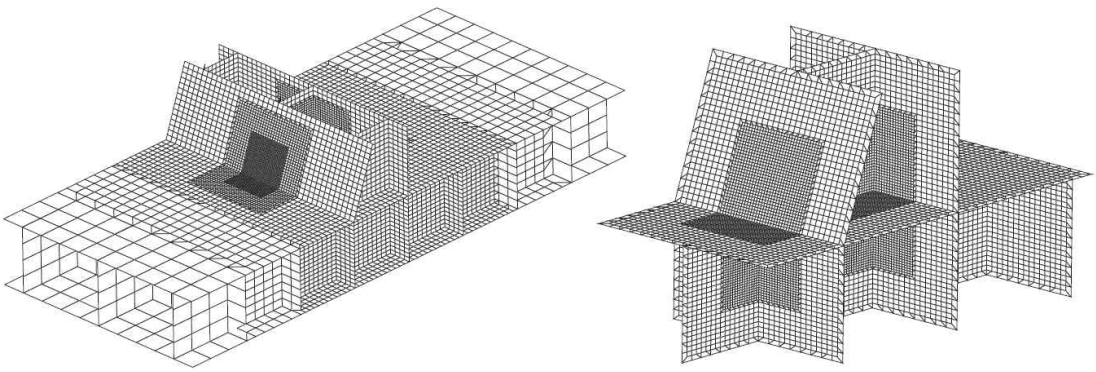


그림 20 하부스툴과 내저판의 연결부 해석을 위한 부분 국부모델의 예

4.9 창구 모서리 구조

4.9.1

[4.2]에서 [4.4]의 요건에 추가하여, 이 조항의 모델링 요건은 창구 모서리 구조의 해석에 적용한다.

4.9.2

창구코밍 단부 브래킷, 창구 모서리 및 창구 단부 보의 연결부와 같은 고응력 부위는 상세 요소 분할 모델에 의한 해석을 실시하여야 한다. 상세 요소 분할 구역은 이러한 부위를 포함하여야 한다.(**그림 21** 참조)

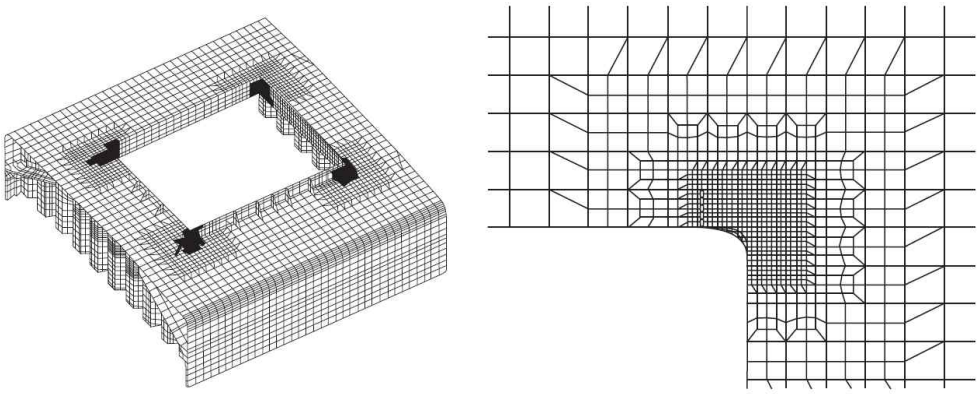


그림 21 창구개구 구조의 해석을 위한 국부모델 예

5. 유한요소 하중조합

5.1 일반사항

5.1.1

상세 요소분할해석은 해당 화물창해석에 적용된 모든 유한요소 하중조합에 대하여 수행하여야 한다.

5.2 하중 및 경계조건의 적용

5.2.1 일반

상세 요소분할해석에서 별도의 국부 모델을 사용하는 경우, 화물창 모델로부터 구한 절점 변위를 국부 모델 상의 대응하는 경계 절점에 강제 변위로서 적용하여야 한다. 이를 대신하여 화물창 모델로부터의 등가 절점력(equivalent nodal force)을 경계 절점에 적용할 수 있다.

화물창 모델 상의 절점과 일치하지 않는 국부 모델 경계 상의 절점들이 있는 경우, 다점 구속(multi-point constraints)을 사용하여 이들 절점에 강제 변위를 적용할 수 있다. 2개의 인접하며 일치하는 절점을 연결하는 선형 다점 구속 방정식(liner multi-point constraint equation)의 사용은 충분한 것으로 간주된다.

모든 국부하중은, 선체거더 굽힘 모멘트 및/또는 전단력 수정에 적용한 모든 하중을 포함하여, 각각의 국부 유한요소 모델 전체에 적용하여야 한다.

6. 해석기준

6.1 응력평가

6.1.1 일반사항

상세 요소분할해석의 응력평가는 **4장 8절**에 규정되어 있는 유한요소 하중조합에 대하여 수행하여야 한다.

6.1.2 참조응력

참조응력은 등가응력 σ_{vm} 으로서 요소 중심에서 계산된 쉘 요소의 멤브레인 수직응력 및 전단응력을 기초로 계산하여야 한다. 응력은 요소의 중심면에서 평가하여야 한다.

6.1.3 허용응력

최대 허용응력은 **[4.1]**에서 **[4.4]**에 규정된 50 mm × 50 mm 의 요소 분할 크기에 기초한다. 더 작은 요소 분할 크기를 사용한 경우, 규정된 요소 분할 크기와 같은 면적에 걸쳐 계산된 영역 가중치 부과 등가응력을 허용응력과 비교하기 위하여 사용할 수 있다. 평균응력 계산은 요소 경계 전체가 대상 구역 내에 위치하는 요소만을 기초로 하여야 한다. 평균응력은 요소 중심에서의 응력을 기초로 계산하여야 한다. 즉 보간법 및/또는 외삽법에 의하여 얻어진 응력값을 사용하여서는 아니 된다. 평균응력 계산은 구조적 불연속부 및 인접구조를 통해서는 수행하여서는 아니 된다.

6.2 허용기준

6.2.1

허용기준에 대한 응력 결과의 검증은 **[6.1]**에 따라 수행하여야 한다.
구조평가는 응력이 다음의 기준을 만족하는 것을 입증하는 것이다.

$$\lambda_f \le \lambda_{fperm}$$

λ_f : 상세 요소분할 항복사용계수로 다음과 같다.

$$\lambda_f = \frac{\sigma_{vm}}{R_Y},$$ 일반적으로 쉘 요소의 경우

$$\lambda_f = \frac{|\sigma_{axial}|}{R_Y},$$ 일반적으로 봉 또는 보 요소의 경우

σ_{vm} : 등가응력(N/mm^2)

σ_{axial} : 봉 요소의 축응력(N/mm^2)

λ_{fperm} : 허용 상세요소분할 항복사용계수로 다음과 같다.

- 용접부에 인접하지 않은 요소 :
  - $\lambda_{fperm} = 1.70 f_f$, S + D인 경우
  - $\lambda_{fperm} = 1.36 f_f$, S인 경우
- 용접부에 인접한 요소 :
  - $\lambda_{fperm} = 1.50 f_f$, S + D인 경우
  - $\lambda_{fperm} = 1.20 f_f$, S인 경우

f_f : 피로계수로서 다음에 따른다.

- 일반적인 경우(모재의 자유단 포함) : 1.0

• **9장 2절**의 피로평가 기준에 적합한 극상세분할(very fine mesh)에 의하여 평가하는 구역 : 1.2

비고 1 : 최대 허용응력은 50 mm × 50 mm 의 요소 분할 크기에 기초한다. 더 작은 요소 분할 크기를 사용한 경우, 규정된 요소 분할 크기와 같은 면적에 걸쳐 **[6.1]**에 따라 계산된 평균 등가응력을 허용응력과 비교하기 위하여 사용할 수 있다.

비고 2 : 평균 등가응력은 요소 면적에 대한 가중 평균을 기초로 계산하여야 한다.

$$\sigma_{vm-av} = \frac{\Sigma_1^n A_i \sigma_{vm-i}}{\Sigma_1^n A_i}$$

σ_{vm-av} : 평균 등가응력

비고 3 : 응력평균 계산은 구조적 불연속부 및 인접구조를 통해서는 수행 할 수 없다.

6.2.2 파형 횡격벽 또는 파형 종격벽에 하부스툴이 설치되지 않은 경우

파형 횡격벽 또는 파형 종격벽에 하부스툴이 설치되지 않은 경우, **[6.2.1]**에 주어진 허용응력은 상세 요소분할해석에 의하여 검토 중인 부분에 대하여는 10 % 감소시켜야 한다.

13편 1부 8장
좌굴

제 1 절 일반사항

제 2 절 세장비 요건

제 3 절 규정 좌굴요건

제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건

제 5 절 좌굴능력

부록 1 참조응력을 기반으로 한 응력

제 1 절 일반사항

1. 서론

1.1 가정

1.1.1
이 장은 국부 지지부재, 1차 지지부재 및 필러, 파형격벽, 브래킷과 같은 기타 구조의 좌굴 및 최종강도에 대한 강도 기준을 포함한다. 이러한 기준은 선체 국부 치수에 대해서는 **6장**, 직접강도해석에 대해서는 **7장**에 따라 적용하여야 한다.

1.1.2
각 구조 부재의 경우, 좌굴강도 특성상 가장 불리한 또는 위험한 좌굴 모드로 취하여야 한다.

1.1.3
별도로 규정하지 아니한 경우, 이 장에서의 구조 부재의 치수 요건은 제공된 총 두께로부터 **3장 3절**에 따른 t_c 를 감한 순 치수를 기반으로 한다.

1.1.4
이 장에서는, 압축 및 전단응력은 양(+)으로, 인장응력은 음(-)으로 한다.

2. 적용

2.1 범위

2.1.1
좌굴 검토는 다음에 따라 수행하여야 한다:

- 판, 종/횡 보강재, 1차 지지부재 및 브래킷의 세장비 요건에 대하여는 **2절**
- 판, 종/횡 보강재, 1차 지지부재 및 기타 구조의 규정 좌굴 요건에 대하여는 **3절**
- 판, 보강된 패널 및 기타 구조의 유한요소 해석의 좌굴 요건에 대하여는 **4절**
- 규정 및 유한요소 좌굴 요건의 좌굴 능력에 대하여는 **5절**

2.1.2 보강재
이 장에 언급된 보강재의 좌굴 검토는 좌굴 패널의 긴 변을 따라 설치된 보강재에 적용하여야 한다.

2.1.3 큰 보강재
상설접근설비(PMA)에 사용되는 큰 보강재(웨브 보강이 있거나 또는 없는 경우)는 다음의 요건들을 만족하여야 한다.

a) 다음과 같은 1차 지지부재에 대한 세장비 요건 :

- 큰 보강재 웨브 : **2절 [4.1.1]**의 a)
- 큰 보강재 플랜지 : **2절 [4.1.1]**의 b) 및 **2절 [5.1]**
- 큰 보강재 웨브에 부착된 보강재 : **2절 [3.1.1]** 및 **2절 [3.1.3]**

b) 다음과 같은 규정 요건의 좌굴강도 :

- 큰 보강재 웨브 : **3절 [3.2]**
- 큰 보강재 웨브에 부착된 보강재 : **3절 [3.1]** 및 **3절 [3.3]**

c) 해당되는 경우 상설접근설비에 사용되는 모든 구조 요소는 **4절**의 유한요소 해석의 좌굴 요건을 만족하여야 한다.
d) 큰 보강재 웨브에 보강재가 부착되지 않은 종 방향 상설접근설비 플랫폼의 좌굴강도는 **3절 [3.1]** 및 **3절 [3.3]**의 국부 지지부재에 관한 기준을 사용하여 검토하여야 한다.

3. 정의

3.1 일반사항

3.1.1 좌굴 정의

"좌굴"은 일반적으로 면내압축 및/또는 전단 및 면외하중을 받고 있는 구조의 강도를 기술하는 포괄적인 용어이다. 좌굴강도 또는 능력은 하중상태, 세장비 및 구조의 종류에 따라 하중의 내부 재분배를 고려할 수 있어야 한다.

3.1.2 좌굴 능력

이 원리에 기초한 좌굴능력은 최종능력의 하한 추정 또는 큰 영구 변형 없이 패널이 분담할 수 있는 최대하중을 제공한다.
좌굴 능력 평가에서는 판에 대한 양의 탄성 후-좌굴 효과(positive elastic post-buckling effect)를 사용하며 판과 보강재 사이와 같이 구조 부재들 간의 하중 재분배를 설명한다. 세장한 구조의 경우, 이 방법을 이용하여 계산된 능력 값은 이상화된 탄성좌굴응력(최소 고유치)보다 일반적으로 더 크다. 세장하고 보강된 패널에서의 구조 부재의 탄성좌굴을 허용하는 것은 높은 좌굴 사용 범위(higher buckling utilization levels)에서 큰 탄성변형과 면내강성의 감소가 발생함을 의미한다.

3.1.3 평가방법

좌굴평가는 서로 다른 경계조건 종류를 고려하여 2가지 방법 중 하나에 따라 수행되어야 한다.

- 방법 A : 요소 패널의 모든 단부는 주위 구조/인접 판 때문에 직선 형태(그러나 면내 방향으로는 자유롭게 이동)를 유지하여야 한다.
- 방법 B : 요소 패널의 단부는 단부에서의 낮은 면내강성 및/또는 주위 구조/인접 판이 없기 때문에 직선 형태를 유지하지 않아도 된다.

3.2 좌굴사용계수

3.2.1

사용계수 η는 적용하중과 대응하는 최종능력 또는 좌굴강도와의 비율로 정의한다.

3.2.2

조합하중의 경우, 사용계수 η_{act}는 **그림 1**과 같이 등가 작용응력과 대응하는 좌굴능력과의 비율로 정의하며, 다음에 따른다.

$$\eta_{act} = \frac{W_{act}}{W_u} = \frac{1}{\gamma_c}$$

W_{act} : 규정 및 직접강도해석에 의한 좌굴 평가의 경우 등가 적용응력(N/mm^2), 실제 적용응력은 각각 **3절** 및 **4절**을 따른다.

W_u : 판 및 보강재의 등가 좌굴능력(N/mm^2), 각각의 좌굴능력 또는 최종능력은 **5절**을 따른다.
γ_c : 파손에서의 응력승수인자(Stress multiplier factor).

각각의 전형적인 파손 모드의 경우, 패널의 해당 능력은 실제 응력조합을 적용한 후 붕괴에 이를 때까지 비례적으로 응력을 증가 또는 감소시킴으로써 구할 수 있다.
그림 1은 σ_x 와 σ_y 응력을 받는 구조 부재의 좌굴능력 및 좌굴사용계수를 나타낸다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

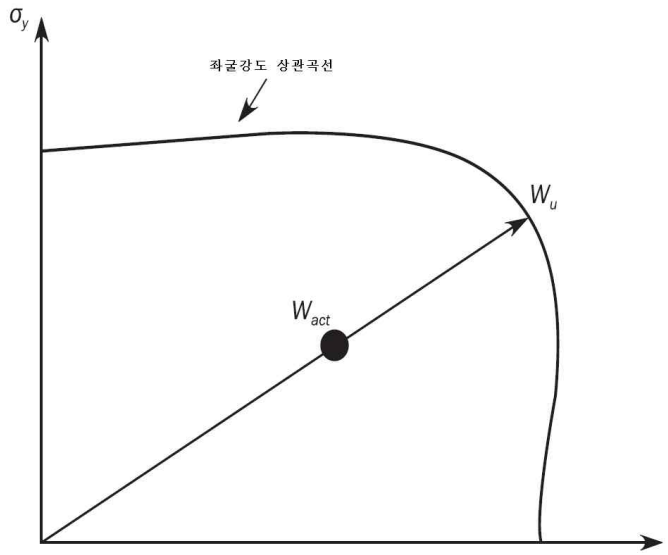


그림 1 좌굴 능력 및 좌굴사용계수의 예

3.3 허용 좌굴사용계수

3.3.1 일반 구조요소

허용 좌굴사용계수는 **표 1**에 따른다.

표 1 허용 좌굴사용계수

구조 부재	허용 좌굴사용계수 η_{all}
판 및 보강재 보강된 및 보강되지 않은 패널 단일선측 산적화물선의 수직 보강된 선측외판 개구에 주위의 웨브 판	하중조합 S + D 인 경우 1.00 하중조합 S 인 경우 0.80
스트럿, 필러 및 크로스타이	하중조합 S + D 인 경우 0.75 하중조합 S 인 경우 0.65
액체하중에 의한 면외압력을 받는 하부스툴이 있는 수직 파형격벽 및 수평 파형격벽의 파형(쉘 요소만을 고려) 하부스툴이 없는 파형격벽의 하부 단부에 인접한 지지구조	하중조합 S + D 인 경우 0.90 하중조합 S 인 경우 0.72
액체하중에 의한 면외압력을 받는 하부스툴이 없는 수직 파형격벽의 파형(쉘 요소만을 고려)	하중조합 S + D 인 경우 0.81 하중조합 S 인 경우 0.65
비고 1 : 횡 방향 파형격벽의 지지구조는 격벽 전후의 1/2 특설늑골 간격 내 및 파형 깊이와 동등한 수직 범위 내 종 방향의 부재를 말한다. 비고 2 : 종 방향 파형격벽의 지지구조는 격벽의 양 측면으로부터 3개의 종보강재 간격 내 및 파형 깊이와 동등한 수직 범위 내 횡 방향의 부재를 말한다.	

3.4 좌굴 허용기준

3.4.1

구조 부재의 좌굴강도는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$\eta_{act} \leq \eta_{all}$$

η_{act} : [3.2.2]에 따른 작용 응력에 기초한 좌굴사용계수

η_{all} : [3.3]에 따른 허용 좌굴사용계수

제 2 절 세장비 요건

기호

이 절에 정의되지 않은 기호의 경우, **1장 4절**을 참조한다.

b_{f-out} : 웨브 두께의 중간에서 플랜지 단부까지의 최대 거리(mm) (**그림 1** 참조)

h_w : 보강재 웨브의 깊이(mm) (**그림 1** 참조)

ℓ_b : **표 3**에 따른 단부 브래킷의 유효 길이(mm)

ℓ : 유효 지지점 사이의 보강재 길이(m)

s_{eff} : 보강재 부착판의 유효폭(mm)으로 다음 식에 따른다.

$$s_{eff} = 0.8s$$

t_f : 순 플랜지 두께(mm)

t_p : 판의 순 두께(mm)

t_w : 웨브의 순 두께(mm)

1. 구조요소

1.1 일반사항

1.1.1

모든 구조 부재는 **[2]**부터 **[4]**의 해당되는 세장비 또는 치수비 요건을 만족하여야 한다.

2. 판

2.1 패널의 순 두께

2.1.1

패널의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$t_p \geq \frac{b}{C}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

C : 세장비계수로, 다음과 같다.

C = 100, 선체외판(hull envelope)과 화물 및 탱크 경계인 경우

C = 125, 기타 구조인 경우

R_{eH} : 판 재료의 규정 최소 항복응력(N/mm^2)으로 고려하는 스트레이크에 있어서 낮은 최소 항복응력이 **3절** 및 **4절**의 요건을 만족하는 경우 낮은 항복응력이 세장비 기준에 사용될 수 있다.

선박의 원통형 부분내의 빌지 판 및 둥근 거널에는 이 요건을 적용하지 않는다.

3. 보강재

3.1 보강재의 치수비

3.1.1 모든 보강재 종류의 순 두께

보강재의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.

a) 보강재 웨브 판

$$t_w \geq \frac{h_w}{C_w}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

b) 플랜지

$$t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

C_w, C_f : 표 1에 따른 세장비계수

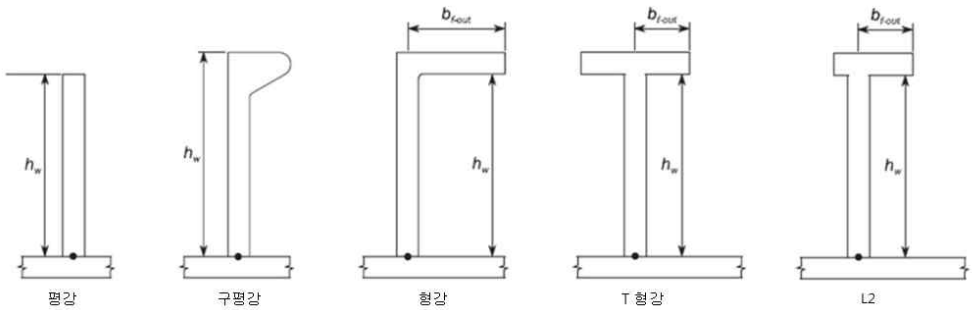


그림 1 보강재 치수 파라미터

표 1 세장비계수

보강재 종류	C_w	C_f
형강 및 $L2$	75	12
T 형강	75	12
구평강(bulb)	45	-
평강	22	-

[RCN1 to 01 JAN 2021]

3.1.2 앵글 및 T형강의 순 치수

앵글, $L2$ 및 T 형강에 대한 전체 플랜지 폭 b_f (mm)은 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$b_f \geq 0.2h_w$$

[URCN1 to 01 JAN 2021]

3.1.3 보강재의 굽힘강성

부착판에 평행한 중립축에 대한 부착판의 유효 폭 s_{eff}을 포함한 보강재의 순 관성 모멘트(cm^4)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$I_{st} \geq C\ell^2 A_{eff}\frac{R_{eH}}{235}$$

A_{eff} : 유효 부착판 s_{eff}을 포함한 보강재의 순 단면적(cm^2)
R_{eH} : 부착판의 규정 최소 항복응력(N/mm^2)
C : 세장비계수로서 다음에 따른다.
C = 1.43, 스닙된 보강재를 포함한 종 보강재인 경우
C = 0.72, 기타 보강재인 경우

[CORR1 to 01 JAN 2021]

4. 1차 지지부재

4.1 치수비 및 강성

4.1.1 웨브 판과 플랜지의 치수비

1차 지지부재의 웨브 판과 플랜지의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.

a) 웨브 판 :

$$t_w \geq \frac{s_w}{C_w}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

b) 플랜지 :

$$t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

s_w : 판 폭(mm), 웨브 보강재의 간격과 같다.
C_w : 웨브 판에 대한 세장비계수로서 C_w = 100 으로 한다.
C_f : 플랜지에 대한 세장비계수로서 C_f = 12 로 한다.

4.1.2 갑판 횡 방향 1차 지지부재

축 압축(선체거더 응력)을 받는 종 보강재를 지지하는 횡 방향 1차 지지부재에 대한 순 관성 모멘트 $I_{psm-n50}$ (cm^4)는 굽힘 스팬의 중앙부 절반 내에서 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$I_{psm-n50} \geq 300\frac{\ell_{bdg}^4}{S^3 s}I_{st}$$

$I_{psm-n50}$: 0.8 S 의 유효폭의 부착판을 포함한 1차 지지부재의 순 관성 모멘트(cm^4)
ℓ_{bdg} : **3장 7절**에 따른 1차 지지부재의 굽힘 스팬(m)
S : **3장 7절**에 따른 1차 지지부재의 간격(m)
I_{st} : **[3.1.3]**에 따른 갑판 보강재의 관성 모멘트(cm^4)로서 굽힘 스팬의 중앙부 절반 내에서의 값으로 한다.

4.2 1차 지지부재의 웨브 보강재

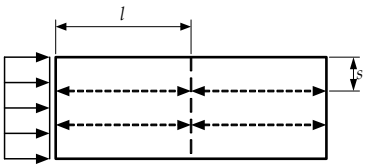
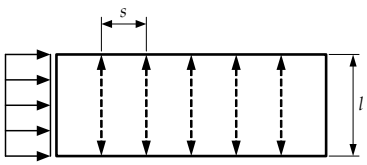
4.2.1 웨브 보강재의 치수비

1차 지지부재에 부착된 웨브 보강재의 웨브 및 플랜지의 순 두께는 [3.1.1]과 [3.1.2]의 요건을 만족하여야 한다.

4.2.2 웨브 보강재의 굽힘강성

1차 지지부재의 웨브 보강재의 유효 부착판 s_{eff} 을 포함한 순 관성 모멘트 I_{st} (cm^4)는 **표 2**에 따른 최소 관성 모멘트 이상이어야 한다.

표 2 웨브 보강재의 강성 기준

보강재 배치		웨브 보강재의 최소 관성 모멘트(cm^4)
A	1차 지지부재 스팬을 따라 설치된 웨브 보강재 	$I_{st} \geq C\ell^2 A_{eff}\dfrac{R_{eH}}{235}$
B	1차 지지부재 스팬에 수직하게 설치된 웨브 보강재 	$I_{st} \geq 1.14\,\ell s^2 t_w\left(2.5\dfrac{1000\,\ell}{s} - 2\dfrac{s}{1000\,\ell}\right)\dfrac{R_{eH}}{235}10^{-5}$

여기서,

C : 세장비계수로 다음에 따른다.

C = 1.43, 스닙된 보강재를 포함한 종 보강재의 경우

C = 0.72, 기타 보강재의 경우

ℓ : 웨브 보강재의 길이(m)로서, 국부 지지부재에 용접되는 웨브 보강재는 국부 지지부재의 플랜지 사이의 길이로 하며, 스닙된 웨브 보강재는 횡(lateral) 지지부재의 간격으로 한다. 즉 보강재 배치 B와 같이 1차 지지부재의 플랜지 사이의 전 길이로 한다.

A_{eff} : 유효 부착판 s_{eff} 을 포함한 웨브 보강재의 순 단면적(cm^2)

t_w : 1차 지지부재의 순 웨브 두께(mm)

R_{eH} : 1차 지지부재 웨브의 규정 최소 항복응력(N/mm^2)

5. 브래킷

5.1 트리핑 브래킷

5.1.1 지지되지 않은(Unsupported) 플랜지 길이

1차 지지부재 플랜지의 지지되지 않은 길이(즉, 트리핑 브래킷 사이의 거리, m)는 다음의 값 이하이어야 한다.

$$S_b = b_f C\sqrt{\frac{A_{f-n50}}{\left(A_{f-n50} + \dfrac{A_{w-n50}}{3}\right)}\left(\frac{235}{R_{eH}}\right)},$$

단, $S_{b-\min}$ 이상이어야 한다.

b_f : 1차 지지부재의 플랜지 폭(mm)

C : 세장비계수로서 다음에 따른다.

C = 0.022, 대칭 플랜지인 경우

C = 0.033, 비대칭 플랜지인 경우

A_{f-n50} : 플랜지의 순 단면적(cm^2)

A_{w-n50} : 웨브의 순 단면적(cm^2)

R_{eH} : 1차 지지부재의 규정 최소 항복응력(mm^2)

$S_{b-\min}$: 최소 플랜지 길이로서 다음에 따른다.

$S_{b-\min}$ = 3.0 m, 탱크/화물창 경계 또는 외부 갑판을 포함하는 선체 외판의 경우

$S_{b-\min}$ = 4.0 m, 기타 구역인 경우

[CORR1 to 01 JAN 2021]

5.1.2 단부 보강

1차 지지부재의 트리핑 브래킷은 **표 3**에 따른 단부의 유효 길이 ℓ_b (mm)가 다음의 값보다 큰 경우 플랜지 또는 보강재로 보강하여야 한다.

$$\ell_b = 75t_b$$

t_b : 브래킷 순 웨브 두께(mm)

5.2 단부 브래킷

5.2.1 치수비

압축응력을 받는 단부 브래킷의 순 웨브 두께 t_b (mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$t_b = \frac{d_b}{C}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

d_b : **표 3**에 따른 브래킷의 깊이(mm)

C : **표 3**에 따른 세장비 계수

R_{eH} : 단부 브래킷의 규정 최소 항복응력(N/mm^2)

5.3 단부 보강

5.3.1 브래킷 자유변의 보강

브래킷 자유변의 보강재 웨브의 깊이 h_w (mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$h_w = \frac{C\,\ell_b}{1000}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}, \qquad \text{단, 50 mm 이상이어야 한다.}$$

C : 세장비 계수로서 다음에 따른다.

C = 75, 단부 브래킷의 경우

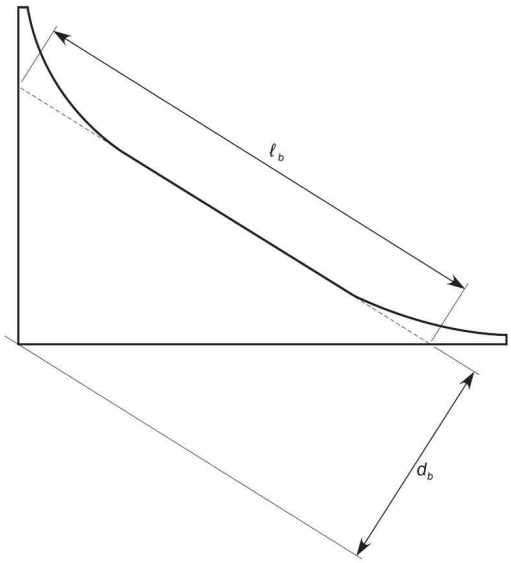
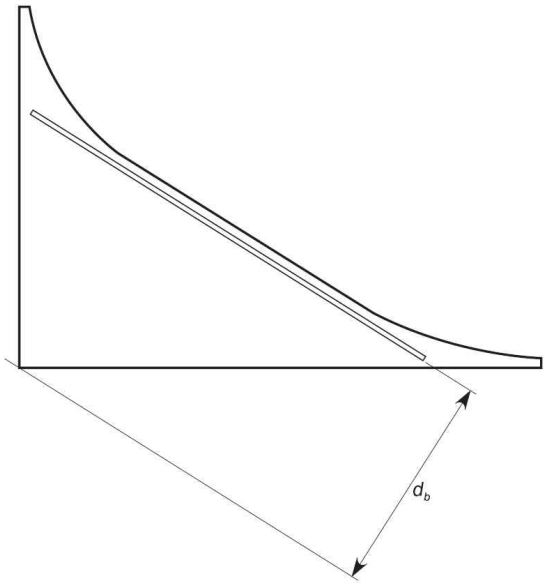
C = 50, 트리핑 브래킷의 경우

R_{eH} : 보강재의 규정 최소 항복응력(N/mm^2)

5.3.2 자유변 보강재의 치수비

자유변 보강재의 웨브 판과 플랜지의 순 두께는 [3.1.1] 및 [3.1.2]의 요건을 만족하여야 한다.

표 3 브래킷의 치수비에 대한 좌굴계수(C)

브래킷 종류	C
자유변 보강재가 없는 브래킷  	$C = 20\left(\frac{d_b}{\ell_b}\right) + 16$ 여기서: $0.25 \le \frac{d_b}{\ell_b} \le 1.0$
자유변 보강재가 있는 브래킷  	C = 70

6. 기타 구조

6.1 필러

6.1.1 I-단면 필러의 치수비

I-단면의 경우, 웨브 판의 두께 및 플랜지 두께는 [3.1.1] 및 [3.1.2]의 요건을 만족하여야 한다.

6.1.2 상자형 단면 필러의 치수비

얇은 두께의 벽을 갖는 상자형 단면의 두께는 [3.1.1]의 (a)의 요건을 만족하여야 한다.

6.1.3 원형 단면 필러의 치수비

원형 단면 필러의 순 두께 t (mm)는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$t \geq \frac{r}{50}$$

r : 두께 중간에서의 원형 단면의 반경(mm)

6.2 개구의 보강

6.2.1 개구 자유변 보강재의 깊이

그림 2와 같이 설치된 경우, 개구 자유변 보강재의 웨브 깊이 h_w (mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$h_w = C\ell\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}, \qquad \text{단, 50 mm 이상이어야 한다.}$$

C : 세장비 계수로 $C = 50$ 으로 한다.
R_{eH} : 보강재의 규정 최소 항복 응력(N/mm^2)
ℓ : **그림 2**의 개구 자유변 보강재의 길이(m)

[CORR1 to 01 JAN 2021]

6.2.2 보강재의 비율

보강재의 웨브 판 및 플랜지의 순 두께는 [3.1.1]과 [3.1.2]의 요건을 만족하여야 한다.

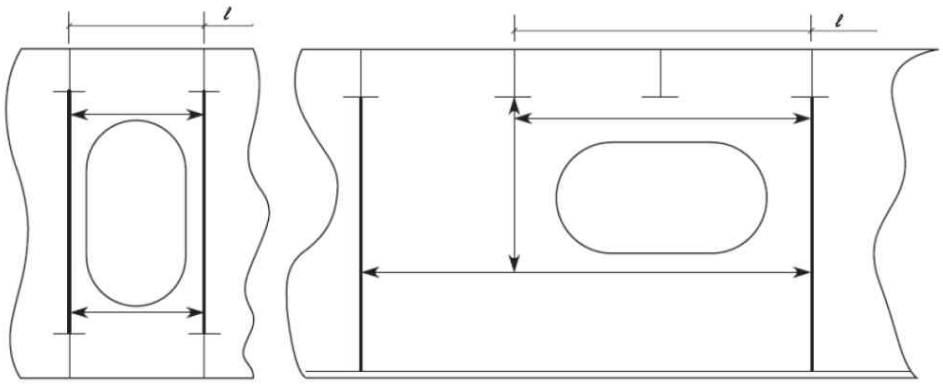


그림 2 전형적인 개구 자유변 보강

제 3 절 규정 좌굴요건

기호

η_{all} : **1절 [3.3]**에 따른 허용 좌굴사용계수
EPP : **3장 7절 [2.1]**에 따른 요소판 패널
LCP : **3장 7절 [2.2.2]** 및 **3장 7절 [3.2]**에 따른 하중 계산점

1. 일반사항

1.1 범위

1.1.1

이 절은 선체거더 압축 및 전단응력을 받는 곡면 패널을 포함한 패널과 보강재에 적용한다. 추가로, 압축응력을 받는 다음의 구조 부재를 검토하여야 한다.

- 종 방향 파형격벽의 파형
- 스트럿
- 필러
- 크로스타이

[CORR1 to 01 JAN 2021]

1.1.2

선체거더 좌굴강도 요건은 선박의 전체 길이에 걸쳐 적용한다.

1.1.3 설계하중세트

좌굴검토는 **6장 2절 [1.3]**에 따른 압력 조합을 갖는 비손상 및 침수상태에 대하여 **6장 2절 [2]**에 따른 모든 설계하중조합에 대하여 수행하여야 한다.
각 설계하중조합에 대하여, 모든 동적하중의 경우, 면외압력은 **3장 7절**에 정의된 하중계산점에서 **4장**에 따라 결정되어야 하며, **[2.2]**에 따른 선체거더 응력조합과 함께 적용되어야 한다.

1.2 등가 패널

1.2.1

종늑골 방식에서, 판 두께가 패널의 폭에 따라 변하는 경우, 좌굴검토는 더 얇은 판 두께(t_1)와 결합된 등가 패널의 폭에 대하여 수행하여야 한다. 이 등가 패널의 폭 b_{eq}(mm)는 다음 식에 의해 정의된다.

$$b_{eq} = \ell_1 + \ell_2 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{1.5}$$

ℓ_1 : **그림 1**의 얇은 판 순 두께 t_1 패널 부분의 폭(mm)
ℓ_2 : **그림 1**의 두꺼운 판 순 두께 t_2 패널 부분의 폭(mm)

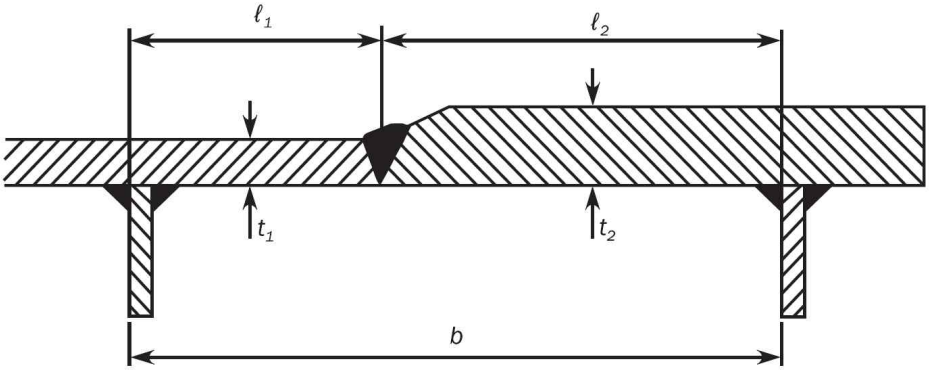


그림 1 폭에 걸친 판 두께 변화

1.2.2

횡늑골 방식에서, 요소판 패널이 다른 두께를 가지는 경우, 판과 보강재의 좌굴 검토는 하중 계산점에서 EPP의 응력과 압력이 EPP 내에서 동일하다고 가정하여 각 두께에 대하여 이루어져야 한다.

1.2.3 재료

패널이 다른 재료로 이루어진 경우, 최소 항복강도가 좌굴평가에 사용되어야 한다.

2. 선체거더 응력

2.1 일반사항

2.1.1

선체거더 굽힘응력 σ_{hg} (N/mm^2)은 **6장 2절**에 따라 계산하여야 한다.

2.1.2

판 i 에서의 선체거더 전단응력 τ_{hg} (N/mm^2)은 다음 식에 따라 계산한다.

$$\tau_{hg} = \frac{Q_{Tot}(x)\, q_{vi}}{t_{i-n50}} 10^3$$

$Q_{Tot}(x)$: 선박 종 방향 위치 x 에서의 전체 수직 전단력(kN)으로, 다음의 값으로 한다.

- 설계하중조합이 S + D인 경우
  - 항해중인 경우 :
    $Q_{Tot}(x) = |Q_{sw} + Q_{wv-LC}|$
  - 길이가 150 m 또는 이상인 산적화물선에 대하여 해상에서 침수상태인 경우 :
    $Q_{Tot}(x) = |Q_{sw-f} + Q_{wv-LC}|$

• 설계하중조합이 S인 경우

• 항내/보호된 수역에서의 항해의 경우:

$$Q_{Tot}(x) = |Q_{sw-p}|$$

Q_{sw} : **4장 4절 [2.3.3]**에 따른 고려하는 선체 횡단면에서의 항해 시 정수중 허용 전단력(kN)

Q_{sw-p} : **4장 4절 [2.3.4]**에 따른 고려하는 선체 횡단면의 항내/보호된 수역에서의 정수중 허용 전단력(kN)

Q_{sw-f} : **4장 4절 [2.3.5]**에 따른 고려하는 선체 횡단면의 해상에서 침수상태에서의 정수중 허용 전단력(kN)

Q_{wv-LC} : **4장 4절 [3.5.3]**에 따른 고려하는 동적 하중상태시 고려하는 선체 횡단면의 비손상 또는 침수상태에서, 수직 파랑 전단력(kN)

q_{vi} : **5장 1절 [3.2.1]**에 따른 판 i 의 기여율

t_{i-n50} : 전단응력 계산에 사용되는 **5장 1절 [3.2.1]**에 따른 판 i 의 순 두께(mm)

2.2 응력조합

2.2.1

각 요소판 패널 및 보강재는 다음의 응력조합에 대하여 **[3]**에 따른 기준을 만족하여야 한다.

a) 종늑골 방식 :

• 응력조합 1 :

$$\sigma_x = \sigma_{hg}$$
$$\sigma_y = 0$$
$$\tau = 0.7\tau_{hg}$$

• 응력조합 2 :

$$\sigma_x = 0.7\sigma_{hg}$$
$$\sigma_y = 0$$
$$\tau = \tau_{hg}$$

b) 횡늑골 방식 :

• 응력조합 1 :

$$\sigma_x = 0$$
$$\sigma_y = \sigma_{hg}$$
$$\tau = 0.7\tau_{hg}$$

• 응력조합 2 :

$$\sigma_x = 0$$
$$\sigma_y = 0.7\sigma_{hg}$$
$$\tau = \tau_{hg}$$

σ_{hg} : **[2.1.1]**에 따른 요소판 패널 또는 보강재에서의 선체거더 굽힘응력(N/mm^2)

τ_{hg} : **[2.1.2]**에 따른 요소판 패널 또는 보강재의 부착판에서의 선체 거더 전단응력(N/mm^2)

3. 좌굴기준

3.1 전체 보강 패널

3.1.1

전체 보강 패널의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Overall} \leq \eta_{all}$

$\eta_{Overall}$: **5절 [2.1]**에 따른 최대 사용계수

3.2 판

3.2.1

요소 판 패널의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Plate} \leq \eta_{all}$

η_{Plate} : **5절 [2.2]**의 SP-A 에 따라 계산된 판의 최대 사용계수

단일선측 산적화물선의 수직 보강된 선측외판의 최대 사용계수(η_{Plate}) 결정의 경우, 단변이 고정인 **5절 표 3**의 경우 12 및 16의 경우에는 평균응력 σ_y 과 응력비를 $\psi_y = 1$ 로 고려하여야 한다.

3.3 보강재

3.3.1

단일선측 산적화물선의 보강재 또는 선측늑골의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Stiffener} \leq \eta_{all}$

$\eta_{Stiffener}$: **5절 [2.3]**에 따른 보강재의 최대 사용계수

비고 1 : 이 능력 검토는 **[3.1.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력이 만족되는 경우에만 이루어질 수 있다.

3.4 수직 파형 종격벽

3.4.1

수직 파형 종격벽의 전단 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Shear} \leq \eta_{all}$

η_{Shear} : 파형 격벽의 최대 전단 사용계수로서 다음 식에 의한 값

$$\eta_{Shear} = \frac{\tau_{bhd}}{\tau_c}$$

τ_{bhd} : **[2.1.2]**에 따른 종격벽에서의 선체거더 전단응력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

τ_c : **5절 [2.2.3]**에 따른 임계 전단응력(N/mm^2)

[CORR1 to 01 JAN 2021]

3.5 수평 파형 종격벽

3.5.1

각 파형(플랜지의 반폭 + 웨브 + 플랜지 반폭)은 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta \leq \eta_{all}$

η : **5절 [3.1]**에 따른 전체 기둥 사용계수

3.6 스트럿, 필러 및 크로스타이

3.6.1

스트럿, 필러 및 크로스타이의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta \leq \eta_{all}$

η : **5절 [3.1]**에 따른 스트럿, 필러 또는 크로스타이의 최대 좌굴사용계수

제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건

기호

η_{all} : **1절** [3.3]에 따른 허용 좌굴사용계수

α : **5절**에 따른 패널의 종횡비

1. 일반사항

1.1 범위

1.1.1

이 절의 요건은 압축응력, 전단응력 및 면외압력을 받는 직접강도해석의 좌굴 평가에 대해 적용한다.

1.1.2

7장에 따라 수행하는 유한요소 해석에서의 모든 구조 요소는 개별적으로 평가되어야 한다. 좌굴 검토는 다음의 구조 요소에 대하여 수행하여야 한다.

- 보강 및 보강되지 않은 패널(곡면 패널 포함)
- 개구 주위의 웨브 판
- 파형 격벽
- 단일선측 산적화물선의 수직 보강된 선측외판
- 스트럿, 필러 및 크로스타이

2. 보강 및 보강되지 않은 패널

2.1 일반사항

2.1.1

선체구조의 패널은 보강 또는 보강되지 않은 패널로 모델링되어야 한다. **1절** [3]에 따른 방법 A와 방법 B는 **표** 1 및 **그림** 1에서 **그림** 9에 따라 사용되어야 한다.

2.1.2 패널의 평균 두께

패널을 따라 판 두께가 일정하지 않을 경우, 좌굴 평가를 위해 사용되는 패널은 다음과 같이 가중 평균 두께로 **7장**에 따라 모델링되어야 한다.

$$t_{avr} = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \, t_i}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

A_i : i 번째 판 요소의 면적

t_i : i 번째 판 요소의 순 두께

n : 좌굴 패널을 결정하는 유한 요소의 수

표 1 구조부재

구조 요소	평가 방법	통상적인 패널 정의
종 방향 구조 (**그림 1**, **그림 5** 및 **그림 7** 참조)		
종 방향으로 보강된 패널: 외판 갑판 내측 종격벽판 호퍼탱크 경사판 종격벽판	SP-A	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
종격벽과 일치하는 또는 호퍼탱크 경사판과 연결된 이중저 종 방향 거더	SP-A	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 웨브 전체 깊이
종격벽과 일치하지 않는 또는 호퍼탱크 경사판과 연결되지 않는 이중저 종 방향 거더의 웨브	SP-B	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 웨브 전체 깊이
호퍼탱크 경사판과 연결된 이중선측 구역 내 수평 거더의 웨브	SP-A	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 웨브 전체 깊이
호퍼탱크 경사판과 연결되지 않은 이중선측 구역 내 수평 거더의 웨브	SP-B	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 웨브 전체 깊이
단저구조의 종거더 웨브	UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
횡 방향 구조(**그림 2**, **그림 6** 및 **그림 8** 참조)		
브래킷을 포함하는 횡 방향 갑판늑골의 웨브	UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
이중선측 구역 내의 수직 웨브	SP-B	길이 : 웨브 전체 깊이 폭 : 1차 지지부재 사이
불규칙적으로 보강된 패널 (즉 호퍼탱크 및 빌지부 부근의 웨브 패널)	UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
이중저 늑판	SP-B	길이 : 웨브 전체 깊이 폭 : 1차 지지부재 사이
브래킷을 포함하는 수직 특설늑골	UP-B	수직 웨브 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
크로스타이 웨브 판	UP-B	수직 웨브 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
횡 방향 유밀 및 수밀격벽(**그림 3** 참조) 및 횡 방향 제수격벽(**그림 4** 참조)		
칼링과 같은 일반 보강재에 수직한 이차 좌굴 보강재가 포함된 규칙적으로 보강된 격벽 패널	SP-A	길이 : 1차 지지부재 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
불규칙적으로 보강된 격벽 패널(즉 호퍼탱크 및 빌지부에 인접한 웨브 패널)	UP-B	국부 보강재/면재 사이의 판
브래킷을 포함하는 격벽 스트링거의 웨브 판	UP-B	웨브 보강재/면재 사이의 판
횡 방향 파형격벽 및 크로스갑판(**그림 9** 참조)		
보강재를 포함하는 상부/하부스툴	SP-A	길이 : 내부 웨브 다이아프램 사이 폭 : 스툴 측판의 길이
스툴 내부 다이아프램의 웨브	UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
크로스갑판	SP-A	국부 보강재/1차 지지부재 사이의 판
비고 1 : SP와 UP는 각각 보강 패널과 보강되지 않은 패널을 의미한다. 비고 2 : A와 B는 각각 방법 A와 방법 B를 의미한다.		
[CORR1 to 01 JAN 2021]		

2.1.3 패널의 항복응력

패널 항복응력 R_{eH_P} 은 패널 내 요소의 규정 항복응력의 최솟값을 취한다.

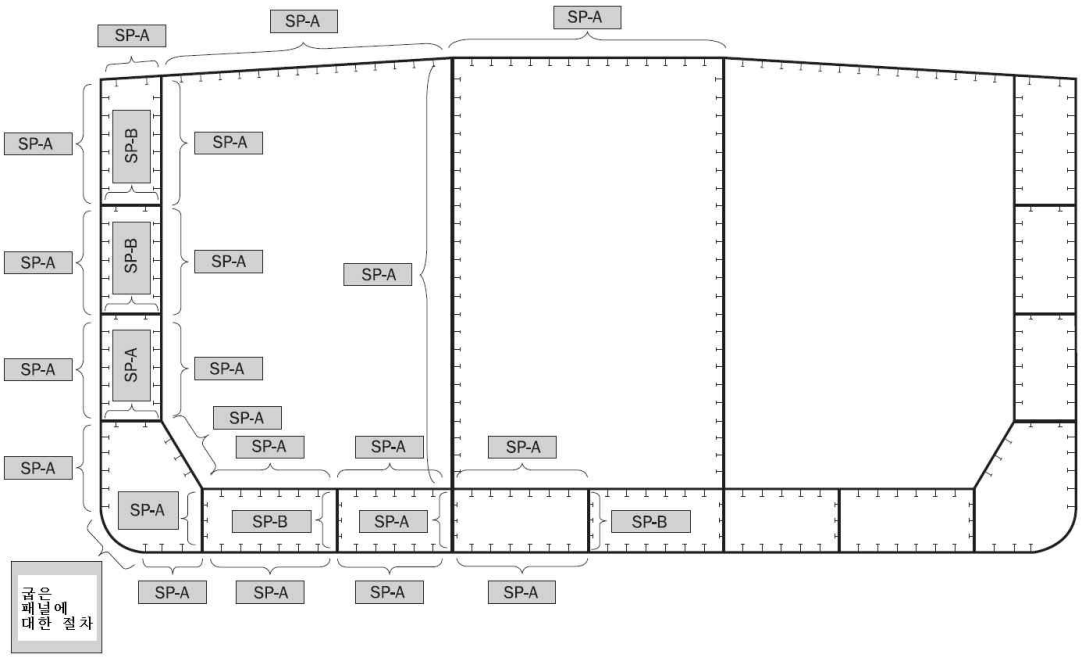


그림 1 유조선에 대한 종방향 판

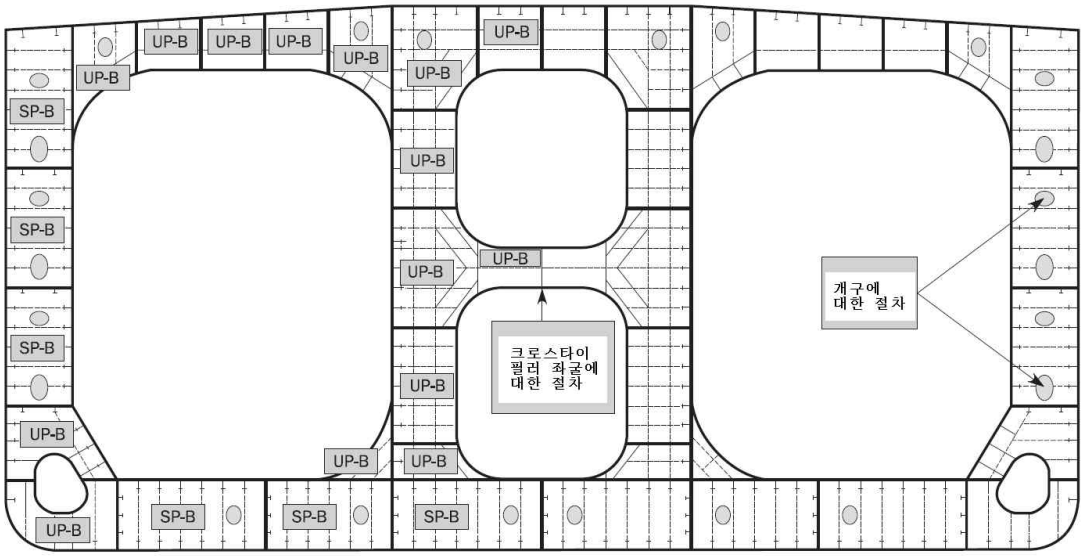


그림 2 유조선 횡방향 특설늑골

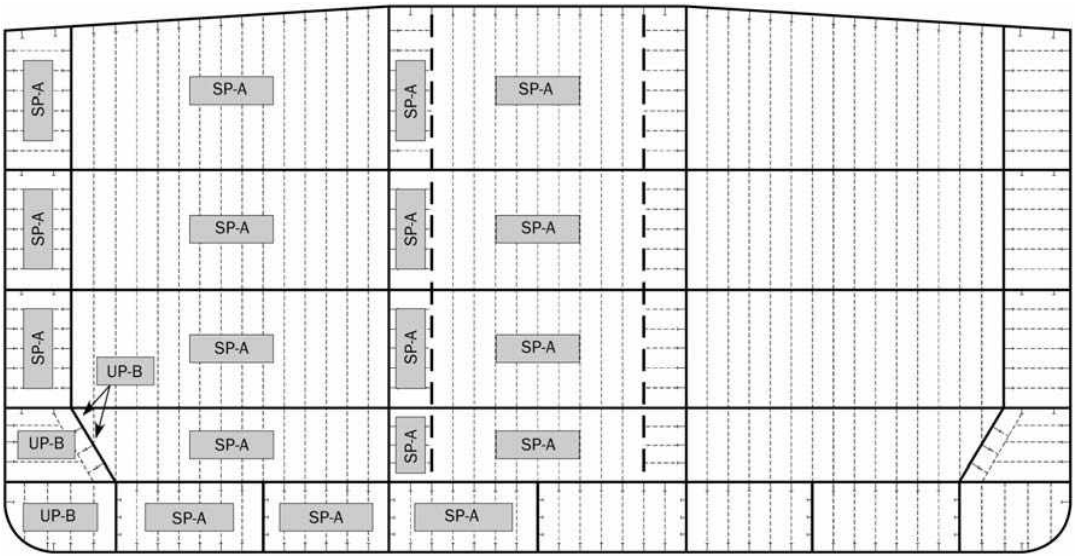


그림 3 유조선의 횡격벽

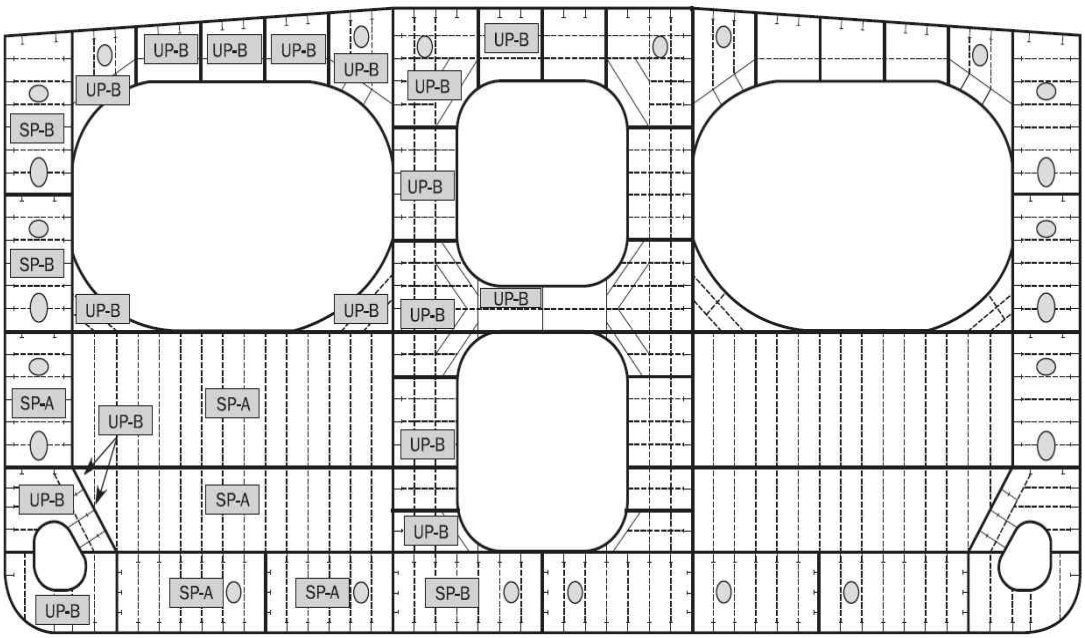


그림 4 크로스타이

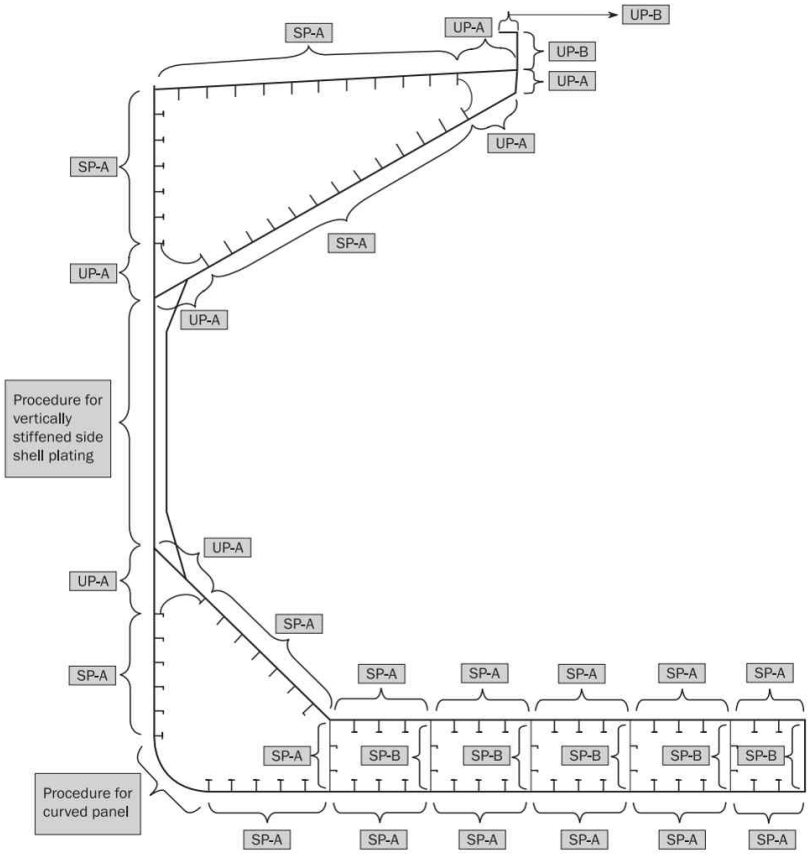


그림 5 단일선체 산적화물선의 종 방향 패널

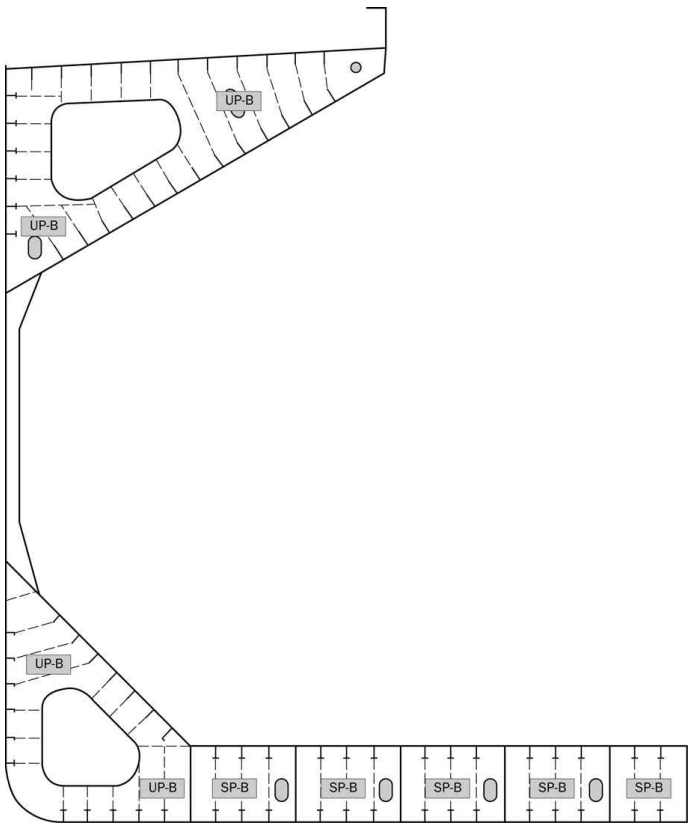


그림 6 단일선체 산적화물선의 횡방향 특설늑골

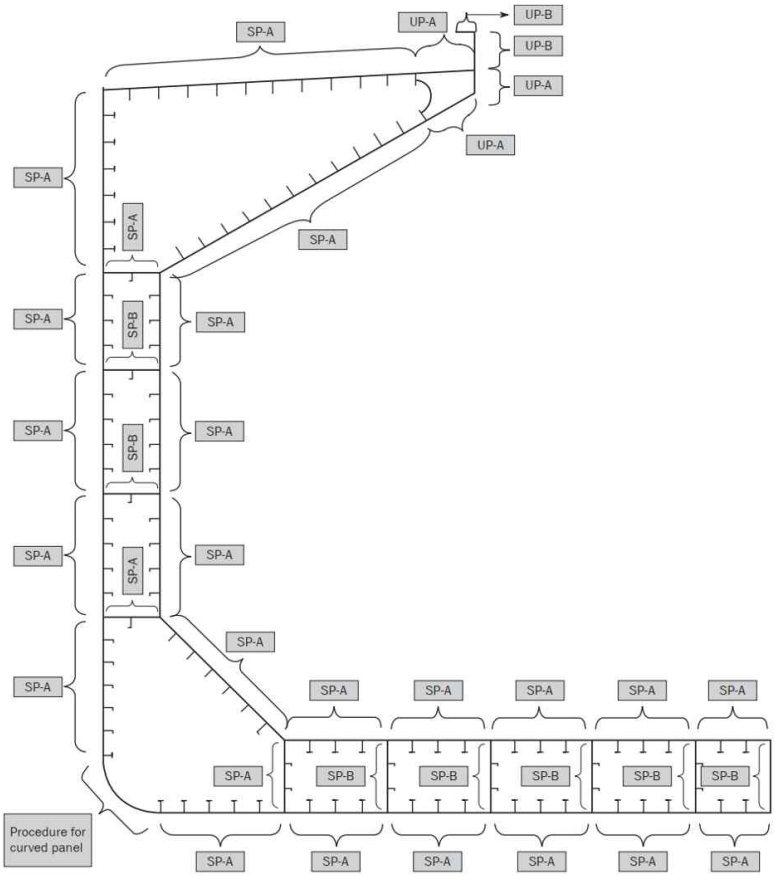


그림 7 이중선체 산적화물선의 종 방향 판

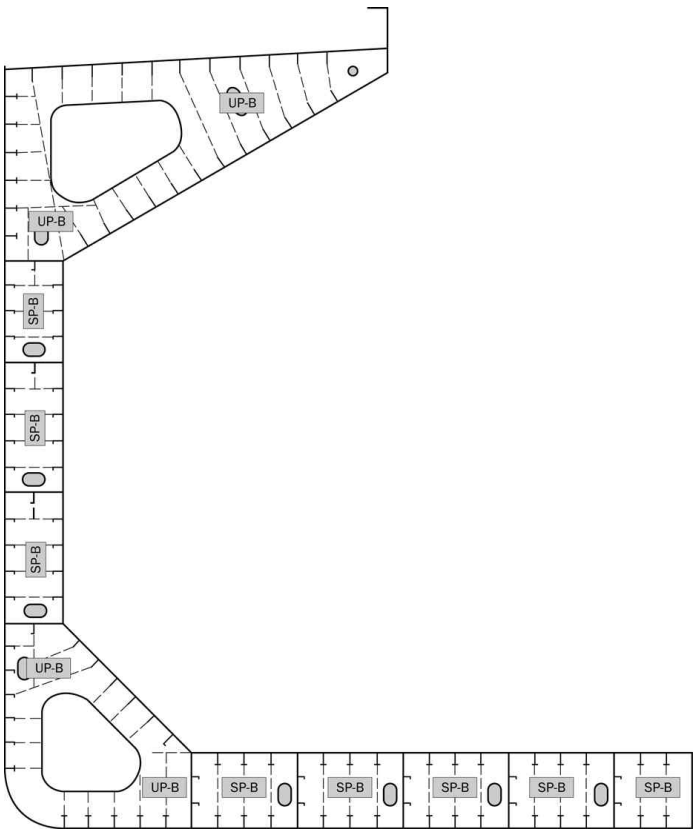


그림 8 이중선체 산적화물선의 횡방향 특설늑골

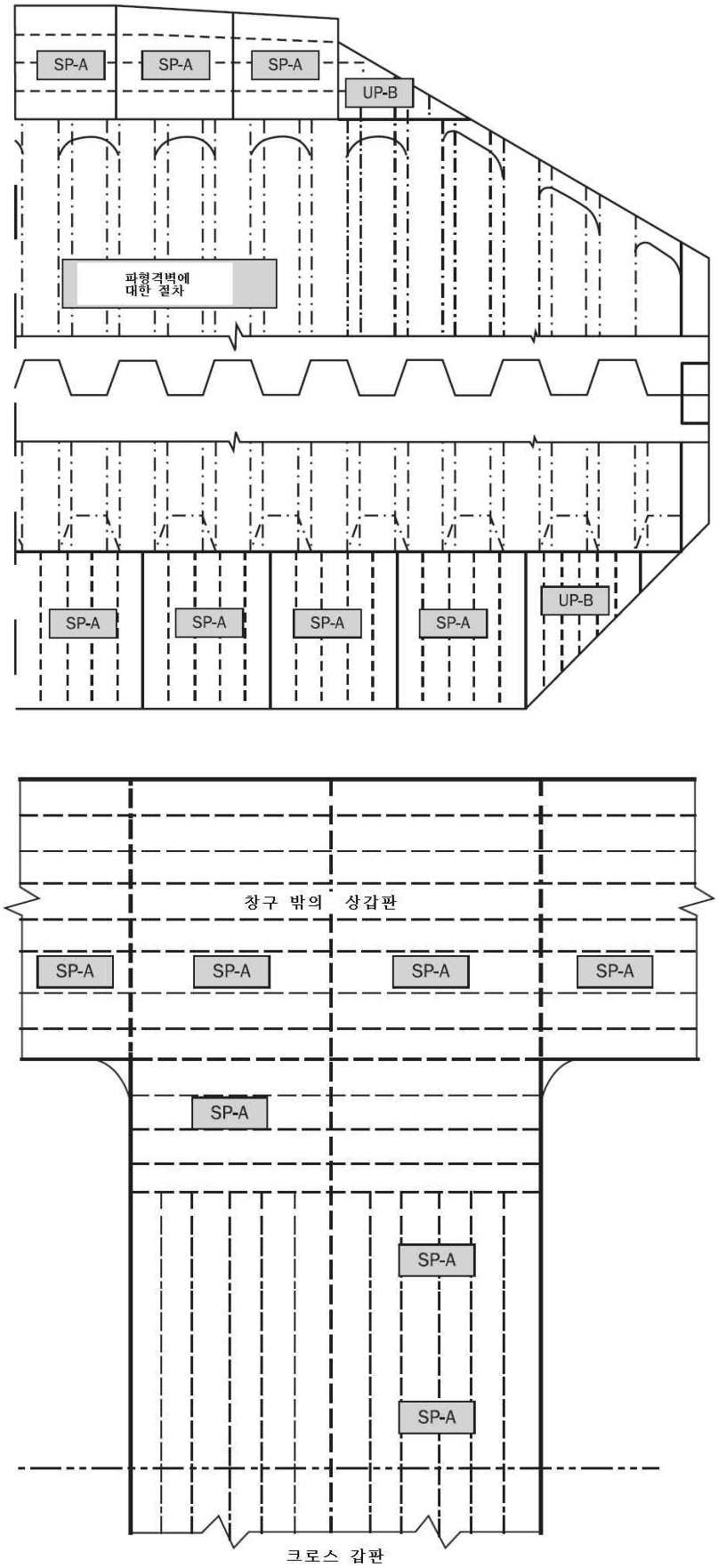


그림 9 산적화물선의 파형격벽 및 크로스 갑판

2.2 보강 패널

2.2.1

전체 좌굴 거동을 나타내기 위하여, 부착판을 가진 각 보강재는 **표 1**에 따른 범위의 보강 패널로 모델링되어야 한다.

2.2.2

만일 보강 패널 내에서 보강재 특성 및 보강재 간격이 변한다면, 계산은 패널의 모든 구성에 대하여 개별적으로(즉 보강재 사이의 각각의 보강재 및 판에 대하여) 수행되어야 한다. 고려하는 위치에서의 판 두께, 보강재 특성 및 보강재 간격은 전체 패널에 대하여 가정하여야 한다.

2.3 보강되지 않은 패널

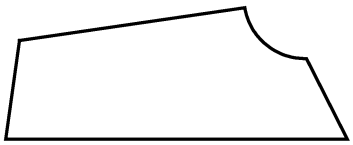
2.3.1 불규칙 패널

특설늑골, 스트링거 및 브래킷의 경우, 패널의 형상(즉 웨브 보강재/면재에 의하여 구획되는 판)은 직사각형 모양을 갖지 않을 수도 있다. 이러한 경우, 불규칙한 형상에 대하여는 **[2.3.2]** 및 삼각형 형상에 대하여는 **[2.3.3]**에 따라 등가의 직사각형 패널을 정의하여야 하고 좌굴 평가를 만족하여야 한다.

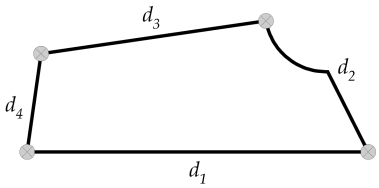
2.3.2 불규칙한 형상인 보강되지 않은 패널의 모델링

판의 좌굴 평가를 위하여 불규칙한 형상이며 보강되지 않은 패널은 다음의 절차에 따라 등가의 패널로 이상화하여야 한다.

a) 판의 경계 다각형에서, 90도에 가장 가까운 4개의 모서리를 식별한다.

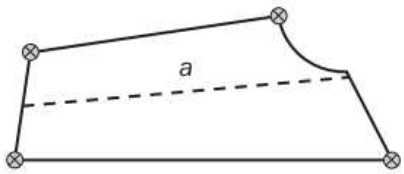


b) 식별된 4개의 모서리 사이 판의 경계 다각형을 따라 거리를 계산한다.(즉 모서리 사이의 직선으로 계산한 거리의 합계)



c) 가장 작은 전체 길이를 갖는 마주보는 변의 쌍을 식별한다.(즉 d_1+d_3 및 d_2+d_4 중 최솟값)

d) 선택된 마주보는 변의 각 중앙점 사이를 직선으로 연결한다.(즉 하나의 중앙점은 하나의 모서리로부터 다른 모서리의 사이 거리의 반으로 정의된다.) 이 선분은 능력 모델의 종 방향을 의미하며, 이 선분의 길이는 하나의 끝점으로부터 측정되며 능력 모델의 길이로서 정의된다.

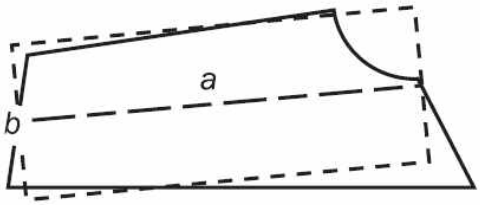


e) 단변의 길이 b (mm) 는 다음에 따른다.

$b = A/a$ (mm)

A : 판의 넓이(mm^2)

a : d)에 따른 길이(mm)

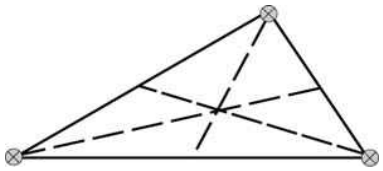


f) 직접강도해석에서 구한 응력은 등가 직사각형 패널의 국부 좌표계로 변환하여야 한다. 이들 응력은 좌굴 평가에 사용하여야 한다.

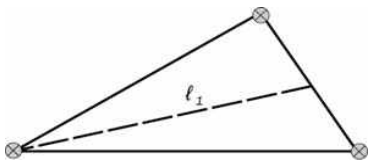
2.3.3 삼각형 형상을 가진 보강되지 않은 패널의 모델링

판의 좌굴 평가를 위하여 삼각형 형상인 보강되지 않은 패널은 다음의 절차에 따라 등가의 패널로 이상화하여야 한다.

a) 각 꼭짓점으로부터 마주보는 변의 길이 중앙을 잇는 중앙선을 아래 그림과 같이 만든다.



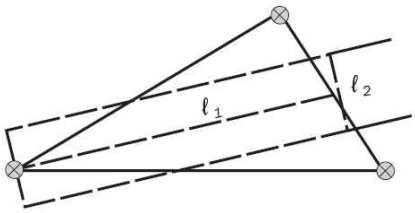
b) 가장 긴 중앙선을 식별한다. 이 중앙선의 길이 ℓ_1 (mm) 은 능력모델의 종 방향으로 정의한다.



c) 모델의 폭 ℓ_2 (mm) 는 다음에 따른다.

$\ell_2 = A/\ell_1$ (mm)

A : 판의 면적(mm^2)



d) 등가의 직사각형 패널의 단변의 길이 b (mm) 와 장변의 길이 a (mm) 는 다음에 따른다.

$$b = \frac{\ell_2}{C_{tri}} \quad \text{(mm)}$$

$$a = \ell_1 C_{tri} \quad \text{(mm)}$$

$$C_{tri} = 0.4\frac{\ell_2}{\ell_1} + 0.6$$

e) 직접강도해석에서 구한 응력은 등가 직사각형 패널의 국부 좌표계로 변환하여야 하며, 이들 응력은 좌굴 평가에 사용하여야 한다.

2.4 참조응력

2.4.1

응력 분포는 직접강도해석으로부터 구하여야 하며, 좌굴 모델에 적용하여야 한다.

2.4.2

참조응력은 **부록** 1에 따른 참조응력에 기초한 응력을 사용하여 계산하여야 한다.

2.5 면외압력

2.5.1

직접강도해석에 적용된 면외압력은 좌굴 평가에도 적용하여야 한다.

2.5.2

면외압력이 많은 유한 판 요소에 의해 정의된 좌굴 패널에서 균일하지 않는 경우, 평균 면외압력(N/mm^2)은 다음 식에 따른다.

$$P_{avr} = \frac{\sum_1^n A_i P_i}{\sum_1^n A_i}$$

A_i : i 번째 판 요소의 면적(mm^2)
P_i : i 번째 판 요소의 면외압력(N/mm^2)
n : 좌굴 패널에서의 유한 요소의 수

2.6 좌굴 기준

2.6.1 UP-A

UP-A의 압축 좌굴강도는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{UP-A} \leq \eta_{all}$
η_{UP-A} : **5절 [2.2]**의 방법 A에 따라 계산된 판의 최대사용계수

2.6.2 UP-B

UP-B의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{UP-B} \leq \eta_{all}$
η_{UP-B} : **5절 [2.2]**의 방법 B에 따라 계산된 판의 최대 사용계수

2.6.3 SP-A

SP-A의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{SP-A} \leq \eta_{all}$

η_{SP-A} : 보강 패널의 최대사용계수로서 다음 중 최댓값으로 한다.

- **5절 [2.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력
- **5절 [2.2]**의 방법 A에 따른 판의 능력
- 특성(두께, 치수), **[2.5.2]**에 따른 압력 및 보강재 양쪽의 각 EPP의 참조응력을 별도로 고려하는 **5절 [2.3]**에 따른 보강재의 좌굴강도

비고 1 : 보강재 좌굴 능력 검토는 **5절 [2.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력이 만족하는 경우에만 이루어질 수 있다.

2.6.4 SP-B

SP-B의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{SP-B} \leq \eta_{all}$

η_{SP-B} : 보강 패널 좌굴 사용계수로서 다음 중 최댓값으로 한다.

- **5절 [2.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력
- **5절 [2.2]**에 따른 방법 B에 따른 판의 능력
- 특성(두께, 치수), **[2.5.2]**에 정의된 압력 및 보강재 양쪽의 각 EPP의 참조응력을 별도로 고려하는 **5절 [2.3]**에 따른 보강재의 좌굴강도

비고 1 : 보강재 좌굴 능력 검토는 **5절 [2.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력이 만족하는 경우에만 이루어질 수 있다.

2.6.5 개구 주위의 웨브

개구를 갖는 1차 지지부재의 웨브는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Opening} \leq \eta_{all}$

$\eta_{Opening}$: **5절 [2.4]**에 따른 개구 주위의 웨브의 좌굴사용계수

3. 파형격벽

3.1 일반사항

3.1.1

다음의 3가지 좌굴 파손 모드를 파형격벽에 대하여 평가하어야 한다.

- 전체 파형의 기둥 좌굴
- 플랜지 패널의 좌굴
- 웨브 패널의 좌굴

3.2 참조응력

3.2.1
파형의 각 플랜지 및 각 웨브 패널의 평가하여야 한다.

3.2.2
요소 중심에서의 멤브레인 응력을 사용하여야 한다.

3.2.3
파형에 평행한 최대 수직응력 σ_x 는 다음의 2가지 응력 중 최댓값으로 한다.

- 파형 단부로부터 $b/2$ 지점에서의 파형에 평행한 수직응력
- 파형의 스팬 중앙부에서 파형에 평행한 수직응력

파형 단부가 쉐더판에 부착된 경우, 단부에서 파형에 평행한 수직응력은 쉐더판과 플랜지 또는 웨브의 중간 너비에서의 점의 교차점으로 부터 $b/2$ 지점에서 값으로 하여야 한다.
최대 전단응력은 파형에 평행한 수직응력에 대하여 상기에서 정의된 단부로부터 $b/2$ 지점에서 파형 플랜지 또는 웨브에서 최대인 전단응력으로 한다.
단부로부터 $b/2$ 지점에서 응력을 유한요소로부터 직접 구할 수 없는 경우, 이 지점에서의 응력은 보간법으로 구하여야 한다. 이 보간법은 플랜지 또는 웨브의 중간 너비에서 측정된 파형의 단부로부터 또는 쉐더판(설치된 경우)의 교차점으로부터 $b/2$ 에 위치한 지점까지 $3b$ 와 동일한 거리에 거쳐서 연장된 요소에서 만들어져야 한다.
$b/2$ 에서의 전단응력은 $b/2$ 에서 가장 가까운 요소들 간의 선형 보간법에 의하여 얻어진다.
이 요건의 적용을 위하여 b 는 고려하는 플랜지 또는 웨브의 폭이다.

3.2.4
하나 이상의 판 두께가 플랜지 또는 웨브 패널에 대해 사용되는 경우, 최대 응력은 각 두께 범위에 대해서 얻어지며, 각 두께에 대하여 좌굴 기준에 따라 검토하여야 한다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

3.3 전체 기둥좌굴

3.3.1
축 압축을 받는 파형격벽의 전체 좌굴 파손 모드는 기둥좌굴에 대하여 검토하여야 한다.(예를 들어, 국부 수직력을 받는 수평 파형격벽 및 수직 파형격벽)

표 2 파형격벽에 대한 전체 기둥좌굴의 적용

격벽 종류	파형 방향	
	수평 파형	수직 파형
종격벽	필수	국부 수직력을 받는 경우 (예를 들어, 크레인 하중), 필수
횡격벽	필수	

3.3.2
각 파형의 단위(1/2 플랜지 + 웨브 + 1/2 플랜지)는 다음의 식을 만족하여야 한다.(**그림 10** 참조)

$\eta_{Overall} \leq \eta_{all}$

$\eta_{Overall}$: 파형의 길이와 같은 지지되지 않는 길이를 갖는 필러로 고려하여 **5절 [3.1.1]** 및 **5절 [3.1.2]**에 따른 전체 기둥 최대 사용계수

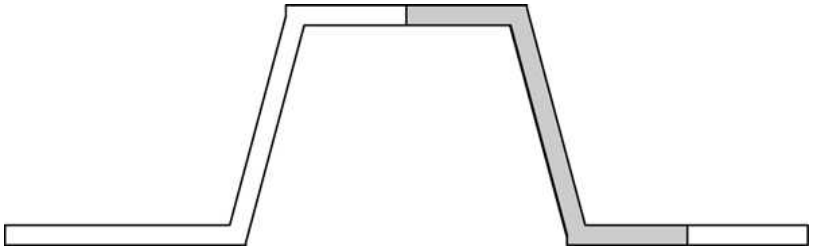


그림 10 단일 파형

3.3.3

파형 깊이의 2배 초과하는 폭을 갖는 스툴 위치에서 사용되는 고정단 지지를 제외하고는, 핀 단부에 대응하는 단부 지지계수 f_{end} 를 적용하여야 한다.

3.4 국부좌굴

3.4.1

파형격벽의 1개 단위 플랜지 및 1개 단위 웨브의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Corr} \leq \eta_{all}$

η_{Corr} : **5절 [3.2.1]**에 따른 단위 플랜지 또는 단위 웨브의 최대 사용계수

상기 요건을 적용함에 있어 2가지 응력조합은 다음과 같이 고려하여야 한다.

- 파형에 평행한 최대 수직응력이 발생하는 위치에서의 파형에 평행한 최대 수직응력 σ_x + 파형에 수직인 응력 σ_y + 전단응력 τ
- 최대 전단응력이 발생하는 위치에서의 최대 전단응력 τ + 파형에 평행한 최대 수직응력 σ_x + 파형에 수직인 응력 σ_y

종횡비 α 가 2인 경우와 최대 압축/전단응력이 발생하는 곳에서의 부재의 두께에 대하여 좌굴 평가가 수행되어야 한다.

4. 단일선측 산적화물선의 수직으로 보강된 선측외판

4.1 좌굴 기준

4.1.1 선측외판

단일선측 산적화물선의 수직으로 보강된 선측외판의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{vss} \leq \eta_{all}$

η_{vss} : 다음의 경계조건 및 응력조합을 고려하고 **8장 5절 [2.2.1]**의 방법 A에 따라 계산된 수직 보강 선측외판의 최대사용계수

1) 4변 단순지지 패널(**8장 5절 표 3**의 경우 1, 2 및 15)

a) 순수 수직 방향 응력 : 응력 요소 중 최대 수직 방향 응력은 다음 값을 이용하여 계산한다.
α = 1 및 ψ_x = 1

b) 종 방향 응력 및 전단응력과 결합된 최대 수직 방향 응력 :

- 좌굴 패널에서 최대 수직 방향 응력 + 최대 수직 방향 응력이 발생하는 위치에서의 전단 및 방향 응력은 다음 값을 이용하여 계산한다.

  α = 2 및 ψ_x = ψ_y = 1

- 좌굴강도 검토 시 고려해야 하는 판 두께는 최대 수직 방향 응력이 발생하는 지점에서의 판 두께로 한다.

c) 종 방향 및 수직 방향 응력과 결합된 최대 전단응력 :

- 좌굴 패널에서 최대 전단응력 + 최대 전단응력이 발생하는 위치에서의 종 방향 및 수직 방향 응력은 다음 값을 이용하여 계산한다.

  α = 2 및 ψ_x = ψ_y = 1

- 좌굴강도 검토 시 고려해야 하는 판 두께는 최대 전단응력이 발생하는 지점에서의 판 두께로 한다.

2) 단변 2변이 고정된 패널(**8장 5절 표 3**의 경우 11, 12 및 16)

a) 수직 방향 및 전단응력과 관련된 종 방향 응력 :

- 좌굴 패널의 실제 크기는 α 를 정의하는데 사용된다.
- 종 방향, 수직 방향 및 전단응력의 평균값이 사용되어야 한다.
- ψ_x , ψ_y 는 각각 1.0으로 하여 계산한다.
- 좌굴강도 검토에서 고려해야 하는 판 두께는 좌굴 패널 내에서 최소 두께로 한다.

4.1.2 선측늑골

단일선측 산적화물선의 선측늑골의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Stiffener} \leq \eta_{all}$

$\eta_{Stiffener}$: **5절 [2.3]**에 따른 보강재의 최대사용계수

5. 스트럿, 필러 및 크로스타이

5.1 좌굴 기준

5.1.1

스트럿, 필러 및 크로스타이의 압축 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Pillar} \leq \eta_{all}$

크로스타이의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Plate} \leq \eta_{all}$

η_{Pillar} : **5절 [3.1]**에 따른 스트럿, 필러 또는 크로스타이의 최대사용계수

η_{Plate} : **5절 [2.2]**에 따른 UP-B로 계산된 최대 판 사용계수

제 5 절 좌굴능력

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

A_s : 부착판을 제외한 보강재의 순 단면적(mm^2)

A_p : 부착판의 순 단면적(mm^2)으로 다음에 따른다.

$A_p = st_p$

a : **표 3**에 따른 패널의 장변의 길이(mm)

b : **표 3**에 따른 패널의 단변의 길이(mm)

b_f : 보강재 플랜지의 폭(mm)

b_{eff} : **[2.3.5]**에 따른 보강재 부착판의 유효폭(mm).

b_{eff1} : 전단지연(shear lag) 효과가 없는 보강재 부착판의 유효폭(mm)으로 다음에 따른다.

- $\sigma_x > 0$의 경우
  - 규정평가의 경우 :

$$b_{eff1} = \frac{C_{x1}b_1 + C_{x2}b_2}{2}$$

  - 유한요소 해석의 경우 :

$$b_{eff1} = C_x b$$

- $\sigma_x \leq 0$의 경우

$$b_{eff1} = b$$

b_1. b_2 : 고려하는 보강재의 양쪽에서의 패널의 폭(mm)

C_{x1}, C_{x2} : 고려하는 보강재의 양쪽의 EPP1 및 EPP2에 대하여 **표 3**의 **경우 1**에 따라 계산한 경감계수

d : 곡면 패널에 대한 원통의 축에 평행한 변의 길이(mm) (**표4** 참조)

d_f : **3장 2절 그림 3**에 정의된 $L2$형강의 플랜지 연장 거리(mm)

e_f : **그림 1**과 같이 부착판에서 플랜지의 중심까지의 거리(mm)로서 다음에 따른다.

$e_f = h_w$, 평강의 경우

$e_f = h_w - 0.5t_f$, 구평강(bulb)의 경우

$e_f = h_w + 0.5t_f$, 형강, $L2$ 및 T형강의 경우

F_{long} : **[2.2.4]**에 따른 계수

F_{tran} : **[2.2.5]**에 따른 계수

h_w : 보강재 웨브의 깊이(mm) (**그림 1** 참조)

ℓ : 1차 지지부재 사이의 간격과 동일한 보강재의 스팬 또는 **2부 1장 2절 그림 2**에 따른 호퍼탱크와 톱사이드 탱크 사이의 거리와 동일한 선측늑골의 스팬

R : 곡면 패널의 반지름(mm)

R_{eH_P} : 판의 규정 최소 항복응력(N/mm^2)

R_{eH_S} : 보강재의 규정 최소 항복응력(N/mm^2)

S : 부분 안전계수로서 다음에 따른다.

S = 1.1, 국부 집중하중을 받는 구조물의 경우(예, 창구덮개의 컨테이너 하중, 지지대 등)

S = 1.15, 산적화물선의 창구코밍, 톱사이드 및 호퍼탱크의 경사판, 내저판, 내측면(있는 경우), 단일선체구조의 선측외판 및 횡격벽의 상부와 하부스툴의 보강재

S = 1.0, 기타 모든 경우

t_p : 패널의 순 두께(mm)

t_w : 보강재 웨브 순 두께(mm)

t_f : 플랜지 순 두께(mm)

x_{axis} : 긴변에 평행한 직사각형 좌굴 패널의 국부 축

y_{axis} : 긴변에 수직한 직사각형 좌굴 패널의 국부 축

α : **표 3**에 정의된 패널의 종횡비로서 다음에 따른다.

$$\alpha = \frac{a}{b}$$

β : 계수로서 다음에 따른다.

$$\beta = \frac{1-\Psi}{\alpha}$$

ω : 계수로서 다음에 따른다.

$$\omega = \min(3;\alpha)$$

σ_x : 좌굴 패널의 x축을 따라 변에 작용하는 응력(N/mm^2)

σ_y : 좌굴 패널의 y축을 따라 변에 작용하는 응력(N/mm^2)

σ_1 : 최대 응력(N/mm^2)

σ_2 : 최소 응력(N/mm^2)

σ_E : 탄성좌굴 참조응력(N/mm^2)으로 다음에 따라 구한다.

- [2.2.1]에 따른 판의 한계상태의 경우 :

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\left(\frac{t_p}{b}\right)^2$$

- [2.2.6]에 따른 곡면 패널의 경우 :

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\left(\frac{t_p}{d}\right)^2$$

τ : 작용 전단응력(N/mm^2)

τ_c : [2.2.3]에 따른 전단 좌굴강도(N/mm^2)

ψ : 단부 응력비로서 다음 식에 의한다.

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$$

γ : 하중에 작용하는 응력승수(stress multiplier factor)로서, 하중이 상관식(interaction formular)에 도달하는 경우, $\gamma = \gamma_c$ 로 한다.

γ_c : 파손 시 응력승수

γ_{GEB} : 전체 탄성 좌굴능력(global elastic buckling capacity) 응력승수

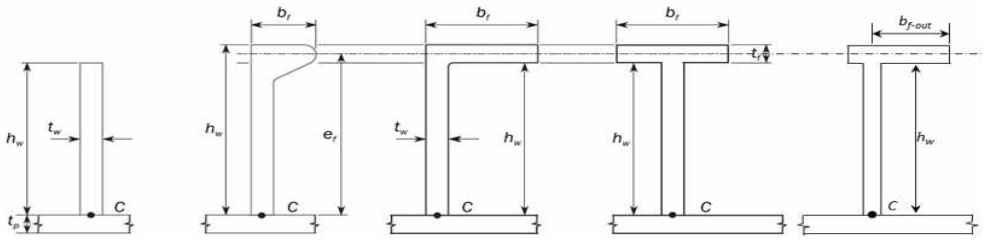


그림 1 보강재 횡단면

1. 일반사항

1.1 범위

1.1.1

이 절은 패널, 보강재, 1차 지지부재, 스트럿, 필러, 크로스타이 및 파형격벽의 좌굴능력 결정에 대한 방법을 규정한다.

1.1.2

이 절의 규정을 적용하는 경우, 구조 부재에 작용하는 응력 σ_x, σ_y 및 τ는 다음에 따른다.

- 규정 요건의 경우 : **3절**
- 유한요소 해석 요건의 경우 : **4절**

1.1.3 최종 좌굴능력

최종 좌굴능력은 실제 응력조합을 적용한 후 **[2.1.1], [2.2.1]** 및 **[2.3.4]**의 상관식이 1.0 이 될 때까지 비례적으로 응력을 증가 또는 감소시킴으로써 계산된다.

1.1.4 좌굴 사용계수

구조 부재의 좌굴 사용계수는 다른 좌굴 모드에 의해 얻어진 사용계수 중 가장 큰 사용계수와 동일하다.

1.1.5 면외압력

좌굴 강도평가에서 면외압력은 변하지 않는 것으로 고려한다.

2. 판 및 보강재의 좌굴능력

2.1 전체 보강 패널능력

2.1.1

탄성 보강 패널의 한계상태는 보강재의 좌굴 검토를 위한 전제 조건으로서 **[2.3.4]**와 관련되며, 다음 식을 기반으로 한다.

$$\frac{\gamma}{\gamma_{GEB}} = 1$$

응력승수 계수와 관련된 전체 탄성 좌굴능력 γ_{GEB}는 다음에 따른다.

$\gamma_{GEB} = \gamma_{GEB,bi+\tau}$ $\tau \neq 0$이고, $\sigma_x > 0$ 또는 $\sigma_y > 0$인 경우
$\gamma_{GEB} = \gamma_{GEB,bi}$ $\tau = 0$이고, $\sigma_x > 0$ 또는 $\sigma_y > 0$인 경우
$\gamma_{GEB} = \gamma_{GEB,\tau}$ $\tau \neq 0$이고, $\sigma_x \leq 0$ 및 $\sigma_y \leq 0$인 경우

$\gamma_{GEB,bi+\tau}$, $\gamma_{GEB,bi}$ 및 $\gamma_{GEB,\tau}$는 [2.1.2], [2.1.3] 및 [2.1.4]에 따른 다양한 하중 조합을 위한 응력승수이다. $\gamma_{GEB,bi+\tau}$, $\gamma_{GEB,bi}$ 및 $\gamma_{GEB,\tau}$의 계산에서 σ_x 및 σ_y는 0보다 작지 않아야 한다.

σ_x, σ_y : [2.2.7]에서 정의하는 패널에 작용하는 수직응력(N/mm^2)
τ : [2.2.7]에서 정의하는 패널에 작용하는 전단응력(N/mm^2)

2.1.2

이축 하중을 받는 보강 패널을 위한 응력승수 $\gamma_{GEB,bi}$는 다음에 따른다.

$$\gamma_{GEB,bi} = \frac{\pi^2}{L_{B1}^2 L_{B2}^2} \frac{\left[D_{11}L_{B2}^4 + 2(D_{12}+D_{33})n^2 L_{B1}^2 L_{B2}^2 + n^4 D_{22} L_{B1}^4\right]}{L_{B2}^2 N_x + n^2 L_{B1}^2 K_{tran} N_y}$$

N_x : 보강 패널의 x축을 따라서 단면에 작용하는 단위 길이당 하중(N/mm)

$N_x = \sigma_{x,av}(t_p s + t_w h_w + t_f b_f)/s$

U형 보강재를 가지는 보강판의 경우, 보강재 간격 s는 다음에 따른다.

$s = b_1 + b_2$

b_1, b_2 : **2부 1장 5절 그림 1**에서 정의하는 간격

N_y : 보강 패널의 y축을 따라서 단면에 작용하는 단위 길이당 하중(N/mm)

$N_y = c\sigma_y t_p$

L_{B1} : 1차 지지부재 사이의 간격과 동일한 보강재 스팬, $L_{B1} = \ell$

산적화물선의 수직 보강된 단일 선측 외판의 경우, $L_{B1} = 0.8\ell$

L_{B2} : 보강 패널의 전체 폭으로 보강재 간격의 6배, $L_{B2} = 6s$

n : 보강재 축에 수직인 방향으로의 반파(half waves) 수. 계수 $\gamma_{GEB,bi}$는 0보다 큰 가장 작은 방파수 n을 취하여 최소화되어야 한다.

K_{tran} : 계수로서 다음에 따른다.

$K_{tran} = 0.9$

c : 보강재 축의 법선 방향으로 작용하는 부착판에서의 응력을 고려하는 계수

$c = 0.5(1+\psi)$ $0 \le \psi < 1$인 경우

$c = \dfrac{1}{2(1-\psi)}$ $\psi < 0$인 경우

ψ : **표 3 경우 2**의 단부 응력비

$\sigma_{x,av}$: 포아송 보정을 고려한 판 및 보강재의 평균 응력으로 다음에 따른다.

$\sigma_{x,av} = \sigma_x - \nu c \sigma_y A_s/(A_p + A_s) \ge 0$ $\sigma_x > 0$ 및 $\sigma_y > 0$인 경우

$\sigma_{x,av} = \sigma_x$ $\sigma_x \le 0$ 또는 $\sigma_y \le 0$인 경우

D_{11}, D_{12}, D_{22}, D_{33} : 보강 패널의 굽힘강성계수(Nmm)로서 다음에 따른다.

$$D_{11} = \frac{EI_{eff}10^4}{s}$$

$$D_{12} = \frac{Et_p^3\nu}{12(1-\nu^2)}$$

$$D_{22} = \frac{Et_p^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$D_{33} = \frac{Et_p^3}{12(1+\nu)}$$

U형 보강재를 가지는 보강판의 경우, D_{12} 및 D_{22}는 다음에 따른다.

$$D_{22} = \frac{Et_p^3}{12(1-\nu^2)}\left[1.2 + 4.8 \times \min\left(1.0, \frac{b_1^2}{h_w(b_1+b_2)}\right) \times \min\left(1.0, \left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3\right)\right]$$

$$D_{12} = \nu D_{22}$$

h_w : **2부 1장 5절 그림 1**에서 정의하는 U형 보강재 웨브의 폭

I_{eff} : **[2.3.4]**에 따른 I와 동일한 부착판의 유효폭을 포함하는 보강재의 관성 모멘트(cm^4),

[RCN1 to 01 JAN 2021]

[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.1.3

순수 전단하중을 받는 보강 패널을 위한 응력승수 $\gamma_{GEB,\tau}$는 다음에 따른다.

$$\gamma_{GEB,\tau} = \frac{\sqrt[4]{D_{11}^3 D_{22}}}{(L_{B1}/2)^2 N_{xy}} \left[8.125 + 5.64\sqrt{\frac{(D_{12}+D_{33})^2}{D_{11}D_{22}}} - 0.6\frac{(D_{12}+D_{33})^2}{D_{11}D_{22}} \right] \qquad D_{11}D_{22} \geq (D_{12}+D_{33})^2 \text{인 경우}$$

$$\gamma_{GEB,\tau} = \frac{\sqrt{2D_{11}(D_{12}+D_{33})}}{(L_{B1}/2)^2 N_{xy}} \left[8.3 + 1.525\frac{D_{11}D_{22}}{(D_{12}+D_{33})^2} - 0.493\frac{D_{11}^2 D_{22}^2}{(D_{12}+D_{33})^4} \right] \qquad D_{11}D_{22} < (D_{12}+D_{33})^2 \text{인 경우}$$

$$N_{xy} = \tau t_p$$

[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.1.4

조합 하중을 받는 보강 패널을 위한 응력승수 $\gamma_{GEB,bi+\tau}$는 다음에 따른다.

$$\gamma_{GEB,bi+\tau} = \frac{1}{2}\gamma_{GEB,\tau}^2 \left[-\frac{1}{\gamma_{GEB,bi}} + \sqrt{\frac{1}{\gamma_{GEB,bi}^2} + 4\frac{1}{\gamma_{GEB,\tau}^2}} \right]$$

$\gamma_{GEB,bi}$, $\gamma_{GEB,bi+\tau}$: [2.1.2] 및 [2.1.3]에 따른다.

2.2 판의 능력

2.2.1 판의 한계상태

판의 한계상태는 다음의 식을 기반으로 한다.

$$\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_x S}{\sigma_{cx}'}\right)^{e_0} - B\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_x S}{\sigma_{cx}'}\right)^{e_0/2}\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_y S}{\sigma_{cy}'}\right)^{e_0/2} + \left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_y S}{\sigma_{cy}'}\right)^{e_0} + \left(\frac{\gamma_{c1}|\tau| S}{\tau_c'}\right)^{e_0} = 1$$

$$\left(\frac{\gamma_{c2}\sigma_x S}{\sigma_{cx}'}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_{c2}|\tau| S}{\tau_{cx}'}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1, \qquad \sigma_x \geq 0 \text{ 경우}$$

$$\left(\frac{\gamma_{c3}\sigma_y S}{\sigma_{cy}'}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_{c3}|\tau| S}{\tau_c'}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1, \qquad \sigma_y \geq 0 \text{ 경우}$$

$$\frac{\gamma_{c4}|\tau| S}{\tau_c'} = 1$$

$$\gamma_c = \min(\gamma_{c1}, \gamma_{c2}, \gamma_{c3}, \gamma_{c4})$$

σ_x, σ_y : [2.2.7]에 따라 계산된 패널의 작용 수직응력(N/mm^2)

τ : 패널의 작용 전단응력(N/mm^2)

σ_{cx}' : [2.2.3]의 좌굴 패널의 장변과 평행 방향의 최종 좌굴응력(N/mm^2) (표 3의 경우 1 참조)

σ_{cy}' : [2.2.3]의 좌굴 패널의 단변과 평행 방향의 최종 좌굴응력(N/mm^2) (표 3의 경우 2 참조)

τ_c' : [2.2.3]의 최종 전단 좌굴응력(N/mm^2)

γ_{c1}, γ_{c2}, γ_{c3}, γ_{c4} : 위의 여러 한계상태 각각 파손 모드의 응력승수. 다만, γ_{c2} 및 γ_{c3}는 각각 $\sigma_x \geq 0$ 및 $\sigma_y \geq 0$ 일 때만 고려하여야 한다.

B : 표 1에 따른 계수

e_0 : 표 1에 따른 계수

β_p : 판의 세장비에 따른 계수로서 다음 식에 따른다.

$$\beta_p = \frac{b}{t_p}\sqrt{\frac{R_{eH_P}}{E}}$$

표 1 계수 B 및 e_0

작용응력	B	e_0
$\sigma_x \geq 0$ 및 $\sigma_y \geq 0$	$0.7 - 0.3\beta_p/\alpha^2$	$2/\beta_p^{0.25}$
$\sigma_x < 0$ 또는 $\sigma_y < 0$	1.0	2.0

2.2.2 세장비 참조 정도

세장비 참조 정도는 다음과 같다.

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_{eH_P}}{K\sigma_E}}$$

K : **표 3** 및 **표 4**에 따른 좌굴계수

2.2.3 최종 좌굴응력

패널의 최종 좌굴응력은 다음 식에 따른다.

$$\sigma_{cx}' = C_x R_{eH_P}$$
$$\sigma_{cy}' = C_y R_{eH_P}$$

전단을 받는 패널의 최종 좌굴응력은 다음 식에 따른다.

$$\tau_c' = C_\tau \frac{R_{eH_P}}{\sqrt{3}}$$

C_x, C_y, C_τ : **표 3**에 따른 경감계수로서 다음에 따른다.

1) **[2.2.1]**의 첫 번째 식에 대하여, $\sigma_x < 0$ 또는 $\sigma_y < 0$ 일 때, 경감계수는 다음에 따른다.

$$C_x = C_y = C_\tau = 1$$

2) 1) 이외의 경우 :

- SP-A와 UP-A의 경우, C_y 는 다음 식을 사용하여 **표 3**에 따라 계산한다.

$$c_1 = \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) \geq 0$$

- SP-B와 UP-B의 경우, C_y 는 다음 식을 사용하여 **표 3**에 따라 계산한다.

$$c_1 = 1$$

- 산적화물선의 수직 보강된 단일 선측외판의 경우, C_y 는 다음 식을 사용하여 **표 3**에 따라 계산한다.

$$c_1 = \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) \geq 0$$

- 파형격벽의 파형의 경우, C_y 는 다음 식을 사용하여 **표 3**에 따라 계산한다.

$$c_1 = \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) \geq 0$$

판에 대한 경계조건은 단순지지로 고려한다.(**표 3**의 경우 **1, 2** 및 **15** 참조) 경계조건이 단순지지와 크게 다를 경우 및 **표 3**과 다른 경우에는 우리 선급의 동의하에 적합한 경계조건이 적용될 수 있다.

2.2.4 수정계수 F_{long}

좌굴 패널 장변의 보강재 종류에 따른 수정계수 F_{long} 는 **표 2**에 따른다. F_{long} 의 평균값은 다른 단부 보강재를 가지는 패널에 대하여 사용할 수 있다. **표 2** 이외의 보강재 종류의 경우, c 의 값은 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 이러한 경우에, **표 2**에서 언급된 것보다 더 높은 c 의 값을 사용할 수 있으며, 비선형 유한요소 해석 및 우리 선급이 적절하다고 인정하는 패널의 좌굴강도 검토에 의하여 확인되어야 한다.

2.2.5 수정계수 F_{tran}

수정계수 F_{tran} 는 다음과 같다.

- 단일선측 산적화물선의 호퍼탱크와 톱사이드 탱크 사이의 횡늑골 방식 요소판 패널의 경우 :
  - F_{tran} = 1.25, 2개의 인접한 늑골이 인접한 패널에 설치되는 1개의 트리핑 브래킷에 의해 지지되는 경우
  - F_{tran} = 1.33, 2개의 인접한 늑골이 인접한 패널에 설치되는 2개의 트리핑 브래킷에 의해 지지되는 경우
  - F_{tran} = 1.15, 이외의 경우
- 창구 덮개에 설치되는 U형 보강재의 부착판인 경우 :

$$F_{tran} = Max(3 - 0.08(F_{tran0} - 6)^2, 1.0) \le 2.25$$

$$F_{tran0} = Min\left(\frac{b_2}{b_1} + \frac{6b_2^2}{\pi^2 h_w(b_1 + b_2)}\left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3, 6\right) \qquad \text{EPP } b_2\text{인 경우}$$

$$F_{tran0} = Min\left(\frac{b_1}{b_2} + \frac{6b_1^2}{\pi^2 h_w(b_2 + b_1)}\left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3, 6\right) \qquad \text{EPP } b_1\text{인 경우}$$

b_1, b_2 및 h_w : **2부 1장 5절 그림 1**의 정의에 따른 계수

표 3 경우 2의 계수 F는 다음의 식으로 계산된다.

$$F = \left[1 - \left(\frac{K_y}{0.91 F_{tran}} - 1\right) / \lambda_p^2\right] c_1 \ge 0$$

- 다른 경우 : F_{tran} = 1

[RCN1 to 01 JAN 2021]

표 2 수정계수 F_{long}

구조 요소의 종류			F_{long}	c
보강되지 않은 패널			1.0	N/A
보강 패널	양단이 고정이 아닌 보강재		1.0	N/A
	양단이 고정인 보강재	평강 (1)	$F_{long} = c + 1,\quad \frac{t_w}{t_p} > 1$ 경우 $F_{long} = c(\frac{t_w}{t_p})^3 + 1,\quad \frac{t_w}{t_p} \le 1$ 경우	0.10
		구평강(bulb)		0.30
		형강 및 $L2$		0.40
		T 형강		0.30
		큰 강성의 거더 (예, 선저 트랜스버스)	1.4	N/A
		창구덮개의 U형강 (2)	- EPP b_1 및 EPP b_2를 포함한 U형강이 설치된 판의 변, $b_2 < b_1$인 경우 : $F_{long} = 1$ $b_2 \ge b_1$인 경우 : $F_{long} = \left(1.55 - 0.55\frac{b_1}{b_2}\right)\left[1 + c\left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3\right]$ - 상기 이외의 변 : $F_{long} = 1$	0.20

(1) t_w 는 [2.2.3]에 정의된 수정을 하지 않은 순 웨브 두께(mm)
(2) b_1 및 b_2 는 **2부 1장 5절 그림 1**에 따른다.
[RCN1 to 01 JAN 2021]

2.2.6 곡면 패널

곡면 패널의 한계상태에 대한 이 항의 요건은 $R/t_p \le 2500$ 인 경우에 적용하며, 그러하지 않은 경우는 [2.2.1]의 한계상태를 적용한다.
곡면 패널의 한계상태는 다음 식에 따른다.

$$\left(\frac{\gamma_c\,\sigma_{ax}\,S}{C_{ax}\,R_{eH_P}}\right)^{1.25} - 0.5\left(\frac{\gamma_c\,\sigma_{ax}\,S}{C_{ax}\,R_{eH_P}}\right)\left(\frac{\gamma_c\,\sigma_{tg}\,S}{C_{tg}\,R_{eH_P}}\right) + \left(\frac{\gamma_c\,\sigma_{tg}\,S}{C_{tg}\,R_{eH_P}}\right)^{1.25} + \left(\frac{\gamma_c\,\tau\,\sqrt{3}\,S}{C_{\tau}\,R_{eH_P}}\right)^2 = 1.0$$

σ_{ax} : 곡면 패널에 상응하는 원통에 작용하는 축응력(N/mm^2)으로 인장 축응력인 경우 σ_{ax} = 0 으로 한다
σ_{tg} : 곡면 패널에 상응하는 원통에 작용하는 접선응력(N/mm^2)으로 인장 접선응력인 경우 σ_{tg} = 0 으로 한다.
C_{ax}, C_{tg}, C_{τ} : **표 4**에 따른 곡면 패널의 좌굴감소계수

곡면 패널의 응력승수 γ_c는 [2.2.1]에 따른 확장된 평면 패널에 대한 응력승수 γ_c 보다 작을 필요는 없다.

표 3 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수

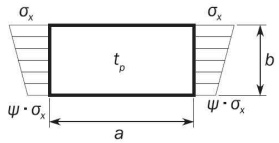
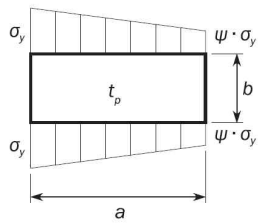
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
1 	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_x = F_{long}\dfrac{8.4}{\psi + 1.1}$	• $\sigma_x \leq 0$ 경우: $C_x = 1$, • $\sigma_x > 0$ 경우: $C_x = 1,\ \lambda \leq \lambda_c$경우 $C_x = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right),\ \lambda > \lambda_c$ 경우 여기서: $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \dfrac{0.88}{c}}\right)$
	$0 > \psi > -1$		$K_x = F_{long}[7.63 - \psi(6.26 - 10\psi)]$	
	$\psi \leq -1$		$K_x = F_{long}[5.975(1-\psi)^2]$	
2  (뒷면계속)	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_y = F_{tran}\dfrac{2\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2}{1 + \psi + \dfrac{(1-\psi)}{100}\left(\dfrac{2.4}{\alpha^2} + 6.9 f_1\right)}$	(뒷면 참조)
		$\alpha \leq 6$	$f_1 = (1-\psi)(\alpha - 1)$	
		$\alpha > 6$	$f_1 = 0.6\left(1 - \dfrac{6\psi}{\alpha}\right)\left(\alpha + \dfrac{14}{\alpha}\right)$ 다만, $14.5 - \dfrac{0.35}{\alpha^2}$ 이하이어야 한다.	

표 3 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

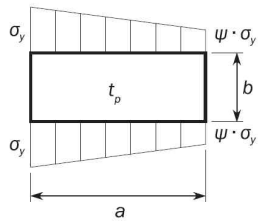
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
(앞면에서 계속) 2.  (뒷면계속)	$0 > \psi \geq 1 - \frac{4\alpha}{3}$ (뒷면 계속)		$K_y = \frac{200 F_{tran}(1+\beta^2)^2}{(1-f_3)(100+2.4\beta^2+6.9 f_1+23 f_2)}$	• $\sigma_y \leq 0$ 경우: $C_y = 1$, • $\sigma_y > 0$ 경우: $C_y = c\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{R+F^2(H-R)}{\lambda^2}\right)$ $c = (1.25-0.12\psi) \leq 1.25$ $R = \lambda(1-\lambda/c)$, $\lambda < \lambda_c$ 경우 $= 0.22$, $\lambda \geq \lambda_c$ 경우 $\lambda_c = 0.5c\left(1+\sqrt{1-0.88/c}\right)$ $F = \left[1-\left(\frac{K}{0.91}-1\right)/\lambda_p^2\right]c_1 \geq 0$ $\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0.5$, 및 $1 \leq \lambda_p^2 \leq 3$ 경우 c_1 : **[2.2.3]**에 정의 $\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0.5$ 및 $1 \leq \lambda_p^2 \leq 3$ **[2.2.3]**에 정의된 c_1 $H = \lambda - \frac{2\lambda}{c\left(T+\sqrt{T^2-4}\right)} \geq R$ $T = \lambda + \frac{14}{15\lambda} + \frac{1}{3}$
		$\alpha > 6(1-\psi)$	$f_1 = 0.6\left(\frac{1}{\beta} + 14\beta\right)$ 다만, $14.5 - 0.35\beta^2$ 이하이어야 한다. $f_2 = f_3 = 0$	
		$3(1-\psi) \leq \alpha \leq 6(1-\psi)$	$f_1 = \frac{1}{\beta} - 1$ $f_2 = f_3 = 0$	
		$1.5(1-\psi) \leq \alpha < 3(1-\psi)$	$f_1 = \frac{1}{\beta} - (2-w\beta)^4 - 9(w\beta-1)\left(\frac{2}{3} - \beta\right)$ $f_2 = f_3 = 0$	
		$1-\psi \leq \alpha < 1.5(1-\psi)$	• $\alpha > 1.5$ 경우: $f_1 = 2\left(\frac{1}{\beta} - 16\left(1-\frac{\omega}{3}\right)^4\right)\left(\frac{1}{\beta} - 1\right)$ $f_2 = 3\beta - 2$ $f_3 = 0$ • $\alpha \leq 1.5$ 경우: $f_1 = 2\left(\frac{1.5}{1-\psi} - 1\right)\left(\frac{1}{\beta} - 1\right)$ $f_2 = \frac{\psi(1-16f_4^2)}{1-\alpha}$ $f_3 = 0$ $f_4 = (1.5 - Min(1.5;\alpha))^2$	

표 3 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

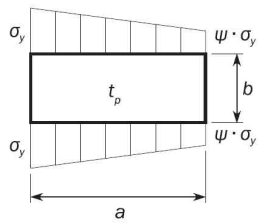
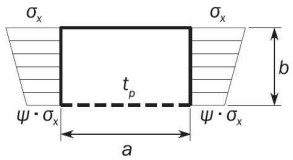
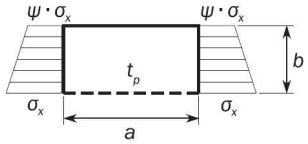
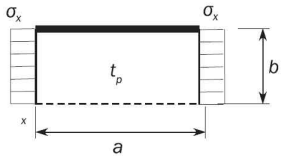
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
(앞면에서 계속) 2.  	$0 > \psi \geq 1-\frac{4\alpha}{3}$	$0.75(1-\psi) \leq \alpha < 1-\psi$	$f_1 = 0$ $f_2 = 1+2.31(\beta-1)-48(4/3-\beta)f_4^2$ $f_3 = 3f_4(\beta-1)\left(\frac{f_4}{1.81}-\frac{\alpha-1}{1.31}\right)$ $f_4 = (1.5-\ \mathrm{mim}(1.5;\alpha))^2$	(앞면 참조)
	$\psi < 1-\frac{4\alpha}{3}$	$K_y = 5.975F_{tran}\frac{\beta^2}{1-f_3}$ $f_3 = f_5\left(\frac{f_5}{1.81}+\frac{1+3\psi}{5.24}\right)$ $f_5 = \frac{9}{16}(1+\max(-1;\psi))^2$		
3  	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_x = \frac{4(0.425+1/\alpha^2)}{3\psi+1}$		$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.7$ 경우 $C_x = \frac{1}{\lambda^2+0.51},$ $\lambda > 0.7$ 경우
	$0 > \psi \geq -1$	$K_x = 4(0.425+1/\alpha^2)(1+\psi)-5\psi(1-3.42\psi)$		
4  	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_x = \left(0.425+\frac{1}{\alpha^2}\right)\frac{3-\psi}{2}$		
5  	-	$\alpha \geq 1.64$	$K_x = 1.28$	
		$0 < \alpha < 1.64$	$K_x = \frac{1}{\alpha^2}+0.56+0.13\alpha^2$	

표 3 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

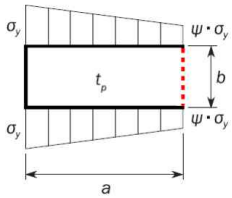
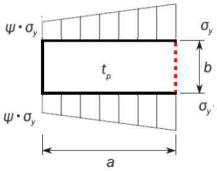
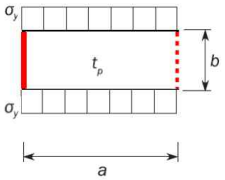
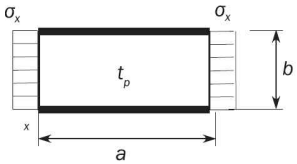
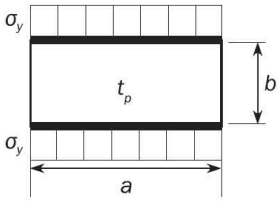
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
6. 	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_y = \dfrac{4(0.425+\alpha^2)}{(3\psi+1)\alpha^2}$		$C_y = 1,$ $\lambda \leq 0.7$ 경우 $C_y = \dfrac{1}{\lambda^2+0.51},$ $\lambda > 0.7$ 경우
	$0 > \psi \geq 1$	$K_y = 4(0.425+\alpha^2)(1+\psi)\dfrac{1}{\alpha^2} - 5\psi(1-3.42\psi)\dfrac{1}{\alpha^2}$		
7. 	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_y = (0.425+\alpha^2)\dfrac{(3-\psi)}{2\alpha^2}$		
8. 	-	$K_y = 1 + \dfrac{0.56}{\alpha^2} + \dfrac{0.13}{\alpha^4}$		
9. 	-	$K_x = 6.97$		$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_x = 1.13\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > 0.83$ 경우
10. 	-	$K_y = 4 + \dfrac{2.07}{\alpha^2} + \dfrac{0.67}{\alpha^4}$		$C_y = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_y = 1.13\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > 0.83$ 경우

표 3 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

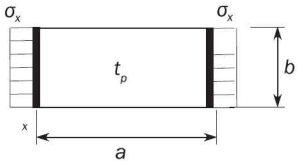
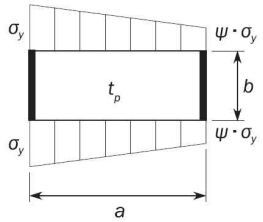
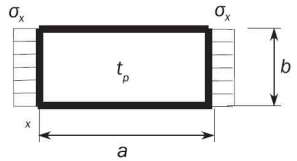
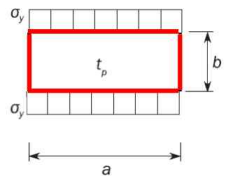
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
11. 	-	$\alpha \geq 4$	$K_x = 4$	$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > 0.83$ 경우
		$\alpha < 4$	$K_x = 4 + 2.74\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	
12. 	-	$K_y = K_y$ 경우 2에 따라 결정		• $\alpha < 2$ 경우: $C_y = C_{y2}$ • $\alpha \geq 2$ 경우: $C_y = \left(1.06 + \frac{1}{10\alpha}\right)C_{y2}$ C_{y2}: C_y 경우 2에 따른다.
13. 	-	$\alpha \geq 4$	$K_x = 6.97$	$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > 0.83$ 경우
		$\alpha < 4$	$K_x = 6.97 + 3.1\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	
14. 	-	$K_y = \frac{6.97}{\alpha^2} + \frac{3.1}{\alpha^2}\left(\frac{4-1/\alpha}{3}\right)^4$		$C_y = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우 $C_y = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right),$ $\lambda > 0.83$ 경우

표 3 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

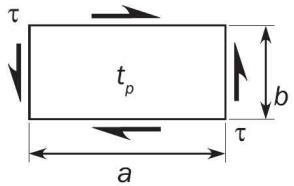
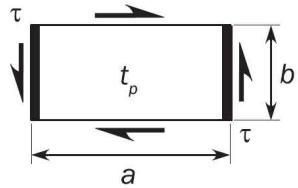
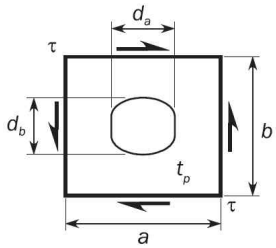
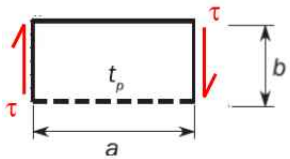
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
15. 	-	$K_\tau = \sqrt{3}\left[5.34 + \frac{4}{\alpha^2}\right]$		$C_\tau = 1,\quad \lambda \le 0.84$ 경우 $C_\tau = \frac{0.84}{\lambda},\ \lambda > 0.84$ 경우
16. 	-	$K_\tau = \sqrt{3}\left\{5.34 + Max\left[\frac{4}{\alpha^2};\frac{7.15}{\alpha^{2.5}}\right]\right\}$		
17. 	-	$K_\tau = K_{\tau case11} r$ $K_{\tau case11}$: 경우 11에 따른 K_τ r: 개구 경감계수로서 다음 식에 의한다: $r = \left(1 - \frac{d_a}{a}\right)\left(1 - \frac{d_b}{b}\right)$ $\frac{d_a}{a} \le 0.7$ 및 $\frac{d_b}{b} \le 0.7$ 경우		
18. 	-	$K_\tau = \sqrt{3}\left(0.6 + 4/\alpha^2\right)$		

표 3 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

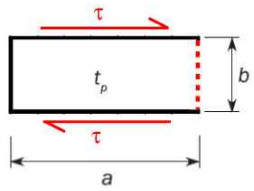
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
19. 	-	$K_\tau = 8$		(앞면 참조)
변의 경계조건 ------ 자유 변 ——— 단순지지 변 ▬▬▬ 고정 변				
비고 1: 표에 나열된 경우는 일반적인 경우들이다. 각 응력 성분(σ_x, σ_y)은 국부 좌표계에서 이해되어야 한다.				

표 4 $R/t_p \le 2500$의 곡면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수

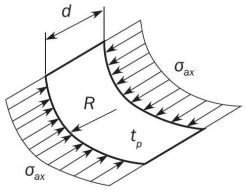
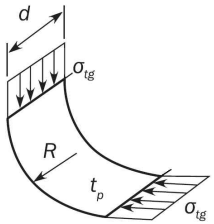
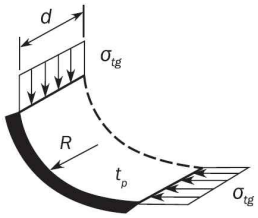
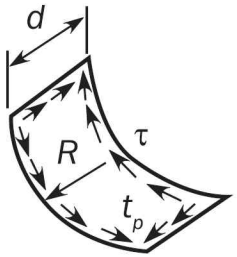
경우	종횡비	좌굴계수(K)	경감계수(C)
1 	$\frac{d}{R} \le 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 1 + \frac{2}{3}\frac{d^2}{Rt_p}$	일반적인 적용의 경우: $C_{ax} = 1,$ $\lambda \le 0.25$ 경우 $C_{ax} = 1.233 - 0.933\lambda$ $0.25 < \lambda \le 1$경우 $C_{ax} = 0.3/\lambda^3,$ $1 < \lambda \le 1.5$ 경우 $C_{ax} = 0.2/\lambda^2,$ $\lambda > 1.5$ 경우 **6장 4절 그림 1**과 같이 평면 패널에 의해 제한받는 곡면 단일 필드(예, 빌지 외판(bilge plating))의 경우: $C_{ax} = \frac{0.65}{\lambda^2} \le 1.0$
	$\frac{d}{R} > 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.267\frac{d^2}{Rt_p}[3 - \frac{d}{R}\sqrt{\frac{t_p}{R}}] \ge 0.4\frac{d^2}{Rt_p}$	
2 	$\frac{d}{R} \le 1.63\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \frac{d}{\sqrt{Rt_p}} + 3\frac{(Rt_p)^{0.175}}{d^{0.35}}$	일반적인 적용의 경우: $C_{tg} = 1,$ $\lambda \le 0.4$ $C_{tg} = 1.274 - 0.686\lambda,$ $0.4 < \lambda \le 1.2$ $C_{tg} = 0.65/\lambda^2,$ $\lambda > 1.2$ **6장 4절 그림 1**과 같이 평면 패널에 의해 제한받는 곡면 단일 필드(예, 빌지 외판(bilge plating))의 경우: $C_{tg} = \frac{0.8}{\lambda^2} \le 1.0$
	$\frac{d}{R} > 1.63\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.3\frac{d^2}{R^2} + 2.25(\frac{R^2}{dt_p})^2$	

표 4 $R/t_p \le 2500$의 곡면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

경우	종횡비	좌굴계수(K)	경감계수(C)
3 	$\frac{d}{R} \le \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \frac{0.6d}{\sqrt{Rt_p}} + \frac{\sqrt{Rt_p}}{d} - 0.3\frac{Rt_p}{d^2}$	경우 2에서와 같이
	$\frac{d}{R} > \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.3\frac{d^2}{R^2} + 0.291\left(\frac{R^2}{dt_p}\right)^2$	
4 	$\frac{d}{R} \le 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\sqrt{28.3 + \frac{0.67d^3}{R^{1.5}t_p^{1.5}}}$	$C_\tau = 1$, $\lambda \le 0.4$ 경우 $C_\tau = 1.274 - 0.686\lambda$, $0.4 < \lambda \le 1.2$ 경우 $C_\tau = \frac{0.65}{\lambda^2}$, $\lambda > 1.2$ 경우
	$\frac{d}{R} > 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\frac{0.28d^2}{R\sqrt{Rt_p}}$	
경계조건에 대한 설명: -------- 자유 변 ——— 단순지지 변 ▬▬▬ 고정 변			
[CORR1 to 01 JAN 2021]			

2.2.7 패널에 작용하는 수직응력

[2.1.1] 및 [2.2.1]의 전체 보강 패널능력 및 판 패널능력 계산 시 적용하는 수직응력 σ_x 및 σ_y (N/mm^2)은 다음에 따른다.

- 유한요소 해석의 경우, **4절** [2.4]에 따른 참조응력
- 전체 보강 패널능력 및 판 패널능력의 규정 평가의 경우, **3장 7절** [2] 및 [3]에 따라 각각 고려하는 보강재 및 요소판 패널의 하중 계산점에서, **3절** [2.2.1]에 따라 계산된 축 또는 횡 방향 압축응력. 다만, 횡 방향 보강 배치의 경우, 전체 보강 패널능력 평가에 사용되는 횡 방향 압축응력은 **3장 7절** [2]에 따른 보강재 부착판의 하중 계산점에서 계산된 압축응력을 취한다.
- 격자 보 해석의 경우, 응력은 다음에 따른다.

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{xb} + \nu\sigma_{yb}}{1-\nu^2}$$

$$\sigma_y = \frac{\sigma_{yb} + \nu\sigma_{xb}}{1-\nu^2}$$

σ_{xb}, σ_{yb} : 1차 지지부재 웨브에 부착된 판의 x 또는 y 축을 따라 발생한 응력(N/mm^2)

[2.1.1] 및 [2.2.1]의 전체 보강 패널능력 및 판 패널능력 계산 시 적용하는 전단응력 τ (N/mm^2) 은 다음에 따른다.

- 유한요소 해석의 경우, **4절** [2.4]에 따른 참조 전단응력
- 판 패널능력의 규정 평가의 경우, **3장 7절** [2]에 따른 고려하는 요소판 패널의 하중 계산점에서, **3절** [2.2.1]에 따라 계산된 전단응력
- 전체 보강 패널능력의 규정 평가인 경우, 다음의 하중 계산점에서 **3절** [2.2.1]에 따라 계산된 전단응력
  - 고려하는 보강재의 전체 스팬 ℓ의 중앙점
  - 보강재와 부착판 사이의 교차점
- 격자 보 해석의 경우, 1차 지지부재 웨브에 부착된 판에서 τ = 0

[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.3 보강재

2.3.1 좌굴 모드

다음의 좌굴 모드를 검토하여야 한다.

- 보강재의 파손(SI)
- 부착판의 파손(PI)

2.3.2 평강의 웨브 두께

국부 면외 변형에 의한 강성의 감소를 고려하는 경우, [2.1] 및 [2.3.4]에서 평강 보강재의 경우 순 단면적 A_s, 순 단면계수 Z 및 관성 모멘트 I의 계산 시 보강재의 유효 웨브 두께(mm)는 다음 식에 의한 값을 사용한다.

$$t_{w-red} = t_w\left[1 - \frac{2\pi^2}{3}\left(\frac{h_w}{s}\right)^2\left(1 - \frac{b_{eff1}}{s}\right)\right]$$

2.3.3 구평강의 이상화

구평강은 **3장 7절** [1.4.1]에 따라 형강으로 치환하여 적용한다.

2.3.4 최종좌굴능력

$\gamma = 1$로 초기 설정한 $\sigma_a + \sigma_b + \sigma_w > 0$ 경우, 보강재에 대한 최종좌굴능력은 다음 식에 따라 검토하여야 한다.

$$\frac{\gamma_c \sigma_a + \sigma_b + \sigma_w}{R_{eH}} S = 1$$

σ_a : 부착판을 갖는 보강재에 작용하는, 보강재의 스팬 중앙에서의 유효 축응력으로 다음 식에 의한다.

$$\sigma_a = \sigma_x \frac{s\, t_p + A_s}{b_{eff1} t_p + A_s}$$

σ_x : 부착판을 갖는 보강재에 작용하는 공칭 축응력(N/mm^2)

- 유한요소 해석의 경우, σ_x 는 보강재 축의 방향으로 부착된 판에서의 [2.3.6]에 따른 유한요소 수정응력으로 한다.
- 규정 평가의 경우, σ_x 는 **3장 7절** [3]에 따른 보강재의 하중 계산점에서, **3절** [2.2.1]에 따라 계산된 축응력으로 한다.
- 격자 보 해석의 경우, σ_x 는 부착된 좌굴 패널의 x 축을 따라 작용하는 응력으로 한다.

R_{eH} : 재료의 규정 최소 항복응력(N/mm^2)

$R_{eH} = R_{eH_S}$, 보강재의 파손(SI)

$R_{eH} = R_{eH_P}$, 부착판의 파손(PI)

σ_b : 보강재의 굽힘응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한다.

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{1000 Z}$$

Z : [2.3.5]에 따른 판의 유효폭을 포함하는 보강재의 순 단면계수(cm^3)로서 다음과 같이 적용한다.

- 보강재의 파손에 대하여 보강재 플랜지의 상단에서 계산된 단면계수
- 부착판의 파손에 대하여 부착판에서 계산된 단면계수

M_1 : 면외하중 P 로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로서 다음 식에 의한 값

$$M_1 = C_i \frac{|P|\, s\, \ell^2}{24 \times 10^3},$$ 연속 보강재인 경우

$$M_1 = C_i \frac{|P|\, s\, \ell^2}{8 \times 10^3},$$ 스닙된 보강재인 경우

$$M_1 = C_i \frac{|P|\, s\, \ell^2}{14.2 \times 10^3},$$ 한쪽은 스닙, 다른 한쪽은 연속 보강재인 경우

P : 면외하중(kN/m^2)으로 다음에 따른다.

- 유한요소 해석의 경우, 면외하중은 부착판에서 **4절** [2.5.2]에 따른 평균압력으로 한다.
- 규정 평가의 경우, 면외하중은 **3장 7절** [3]에 따른 보강재의 하중 계산점에서 계산된 압력으로 한다.

C_i : 압력계수

$C_i = C_{SI}$, 보강재의 파손인 경우

$C_i = C_{PI}$, 부착판의 파손인 경우

C_{PI} : 부착판의 파손 압력계수

C_{PI} = 1, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우

C_{PI} = -1, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우

C_{SI} : 보강재의 파손 압력계수

C_{SI} = -1, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우

C_{SI} = 1, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우

M_0 : 보강재의 면외 변형 w_0 으로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로서 다음 식에 의한 값

$$M_0 = F_E \frac{\gamma}{\gamma_{GEB} - \gamma} w_0, \qquad \text{전제조건으로 } \gamma_{GEB} - \gamma > 0$$

γ_{GEB} : [2.1]의 전체 탄성 좌굴능력 응력승수

F_E : 보강재의 이상화된 탄성좌굴 힘(N)으로 다음 식에 의한 값

$$F_E = \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 EI\,10^4$$

I : [2.3.5]에 따른 부착판의 유효폭을 포함하는 보강재의 관성 모멘트(cm^4)로서 I는 다음의 요건을 만족하여야 한다.

$$I \geq \frac{s\,t_p^3}{12 \times 10^4}$$

t_p : 판의 순 두께(mm)로서 다음에 따른다.

- 규정 평가의 경우, 2개의 부착 패널의 평균 두께
- 유한요소 해석의 경우, 보강재의 어느 한 쪽에서의 고려하는 요소판 패널의 두께

w_0 : 가정 초기변형(imperfection, mm)으로서 다음 식에 의한 값

$w_0 = \ell/1000$, 일반적인 경우

$w_0 = -w_{na}$, 일단 또는 양단 스닙 보강재의 보강재에 의한 파손을 고려하는 경우(SI)

$w_0 = w_{na}$, 일단 또는 양단 스닙 보강재의 판에 의한 파손을 고려하는 경우(PI)

w_{na} : 부착판의 중앙점으로부터 [2.3.5]에 따라 부착판의 유효폭을 포함하여 계산된 보강재의 중립축까지의 거리

σ_w : 비틀림 변형에 의한 응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

- 보강재의 파손(SI)인 경우 :
  - $\sigma_a > 0$인 경우

$$\sigma_w = E y_w \left(\frac{t_f}{2} + h_w\right) \Phi_0 \left(\frac{m_{tor}\pi}{\ell_{tor}}\right)^2 \left(\frac{1}{1 - \frac{\gamma \sigma_a}{\sigma_{ET}}} - 1\right) \quad \text{단, 전제조건 } \sigma_{ET} - \sigma_a > 0$$

  - $\sigma_a \leq 0$인 경우

$$\sigma_w = 0$$

- 부착판의 파손(PI)인 경우 :

$$\sigma_w = 0$$

ℓ_{tor} : 1차 지지부재 사이의 거리와 동등한 보강재 스팬, $\ell_{tor} = \ell$. 트리핑 브래킷으로 보강된 경우, ℓ_{tor}는 1차 지지부재와 부착된 트리핑 브래킷 사이의 최대 간격으로 한다.

y_w : 보강재 횡단면의 중심으로부터 보강재 플랜지의 자유단까지의 거리(mm)로 다음 식에 의한 값

$$y_w = \frac{t_w}{2},$$ 평강인 경우

$$y_w = b_f - \frac{h_w t_w^2 + t_f b_f^2}{2A_s},$$ 형강 및 구평강인 경우

$$y_w = b_{f-out} + 0.5t_w - \frac{h_w t_w^2 + t_f(b_f^2 - 2b_f d_f)}{2A_s},$$ $L2$인 경우

$$y_w = \frac{b_f}{2}$$ T형강

Φ_0 : 계수로서 다음 식에 의한 값:

$$\Phi_0 = \frac{\ell_{tor}}{m_{tor} h_w} 10^{-4}$$

σ_{ET} : 비틀림 좌굴에 대한 참조응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$\sigma_{ET} = \frac{E}{I_p}\left[\left(\frac{m_{tor}\pi}{\ell_{tor}}\right)^2 I_w \cdot 10^2 + \frac{1}{2(1+\nu)} I_T + \left(\frac{\ell_{tor}}{m_{tor}\pi}\right)^2 \epsilon \cdot 10^{-4}\right]$$

I_P : **표 5**에 따른, **그림 1**의 지점 C에 대한 보강재의 순 극관성 모멘트(cm^4)

I_T : **표 5**에 따른, 보강재의 순 상브난(St. Venant) 관성 모멘트(cm^4)

I_w : **표 5**에 따른, **그림 1**의 지점 C에 대한 보강재의 순 섹토리알 관성 모멘트(sectorial moment of inertia) (cm^6)

m_{tor} : ℓ_{tor} 내의 반 파장(half waves) 수, 비틀림 좌굴에 대한 가장 작은 참조응력으로서 양의 정수를 취한다.

표 5 관성 모멘트

	평강[(1)]	구평강(bulb), 형강, $L2$ 및 T형강
I_p	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \times 10^4}$	$\left(\frac{A_w(e_f - 0.5t_f)^2}{3} + A_f e_f^2\right)10^{-4}$
I_T	$\frac{h_w t_w^3}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$	$\frac{(e_f - 0.5t_f)t_w^3}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_w}{e_f - 0.5t_f}\right) + \frac{b_f t_f^3}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_f}{b_f}\right)$
I_w	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36 \times 10^6}$	구평강(bulb), 형강 및 $L2$ 경우[(2)] $\frac{A_f^3 + A_w^3}{36 \times 10^6} + \frac{e_f^2}{10^6}\left[\frac{A_f b_f^2 + A_w t_w^2}{3} - \frac{(A_f(b_f - 2d_f) + A_w t_w)^2}{4(A_f + A_w)} - A_f d_f(b_f - d_f)\right]$ T형강의 경우 $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12 \times 10^6}$

(1) t_w는 웨브 순 두께(mm). **[2.3.2]**의 t_{w-red}는 이 표에서 사용할 수 없다.
(2) 구평강(bulb) 및 형강인 경우 d_f는 0으로 한다.

ϵ : 고정도로서 다음 식에 의한 값

$$\epsilon = \left(\frac{3b}{t_p^3} + \frac{2h_w}{t_w^3}\right)^{-1}$$ 구평강(bulb), 형강, $L2$ 및 T 형강의 경우

$$\epsilon = \frac{t_p^3}{3b}$$ 평강인 경우

A_w : 웨브 순 면적(mm^2)

A_f : 플랜지 순 면적(mm^2)

[RCN1 to 01 JAN 2021]

2.3.5 부착판의 유효폭

보강재 부착판의 유효폭은 다음과 같다.

- σ_x 〉 0 경우
  - 유한요소 해석의 경우

$$b_{eff} = \min(C_x\, b, \chi_s\, s)$$

  - 규정 평가의 경우

$$b_{eff} = \min\left(\frac{C_{x1} b_1 + C_{x2} b_2}{2}, \chi_s\, s\right)$$

- σ_x ≤0 경우
  - $b_{eff} = \chi_s\, s$

χ_s : 유효폭계수는 다음과 같다.

$$\chi_s = \min\left[\frac{1.12}{1 + \frac{1.75}{\left(\frac{\ell_{eff}}{s}\right)^{1.6}}}; 1.0\right], \qquad \frac{\ell_{eff}}{s} \geq 1\text{인 경우}$$

$$\chi_s = 0.407\frac{\ell_{eff}}{s}, \qquad \frac{\ell_{eff}}{s} < 1\text{인 경우}$$

ℓ_{eff} : 보강재의 유효 길이(mm)로서 다음과 같다.

$$\ell_{eff} = \frac{\ell}{\sqrt{3}},$$ 양단이 고정된 보강재인 경우

$$\ell_{eff} = 0.75\,\ell,$$ 한쪽 단부는 단순 지지이며 다른 단부는 고정된 보강재인 경우

$$\ell_{eff} = \ell,$$ 양단이 단순 지지인 보강재인 경우

2.3.6 보강재 능력에 대한 유한요소 수정응력

4절 [2.4]에 따라 유한요소 해석에 의해 얻어진 참조응력 σ_x 및 σ_y 이 모두 압축인 경우, σ_x는 다음의 식에 따라 수정되어야 한다.

- $\sigma_x < \nu\sigma_y$ 경우

  $\sigma_{xcor} = 0$

- $\sigma_x \geq \nu\sigma_y$ 경우

  $\sigma_{xcor} = \sigma_x - \nu\sigma_y$

2.4 1차 지지부재

2.4.1 개구에 인접한 웨브 판

개구를 갖는 1차 지지부재의 웨브 판은 조합 축압축 및 전단응력에 기초하여 좌굴에 대하여 평가하여야 한다.
개구에 인접한 양쪽의 웨브 판은 **표 6**과 같이 보강되지 않은 개별 패널로 간주하여야 한다.
[2.2.1]의 식은 다음의 값을 이용하여 적용한다.

- $\sigma_x = \sigma_{av}$
- $\sigma_y = 0$
- $\tau = \tau_{av}$

  σ_{av} : **표 3**의 경우 1, 2 또는 3에 따라 고려하는 웨브 판 면적 내의 가중 평균 압축응력(N/mm^2) (즉, **표 6**의 P1, P2, 또는 P3)

표 6을 적용하는 경우, 가중 평균 전단응력은 다음에 따른다.

- 1차 지지부재에 모델링된 개구 :

  τ_{av} : 고려하는 웨브 판 면적 내의 가중 평균 전단응력(N/mm^2) (즉, **표 6**의 P1, P2, 또는 P3)
- 1차 지지부재에 모델링 되지 않은 개구 :

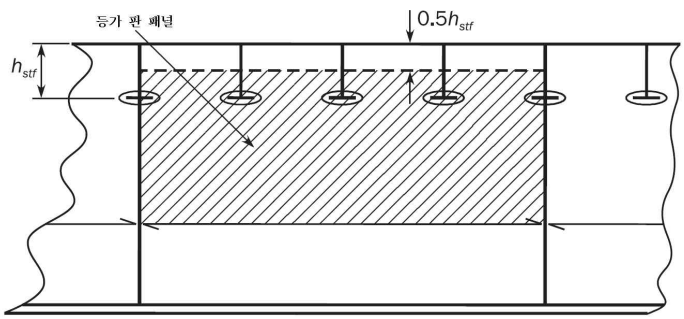
  τ_{av} : **표 6**에 주어진 가중 평균 전단응력(N/mm^2)

2.4.2 개구 주위 웨브의 경감계수

개구 주위의 웨브 패널의 경감계수(C_x, C_y, C_τ)는 **표 6**과 같다.

2.4.3

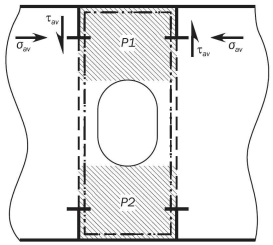
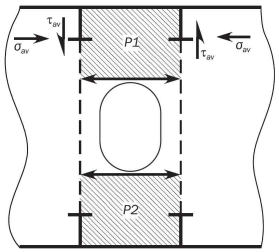
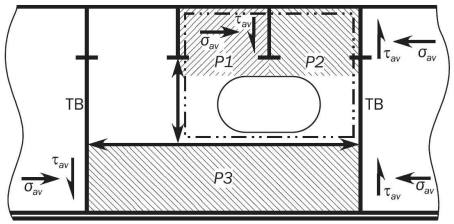
수직 보강재에 의하여 나누어지는 1차 지지부재 웨브의 등가 패널은 **그림 2**와 같이 이상화할 수 있다.



관통 보강재의 적어도 한쪽에 웨브 또는 컬러판이 설치되었다면, 다른 슬롯 형상에 대해서도 패널 폭의 수정이 가능하다.

그림 2 웨브의 이상화

표 6 경감계수

배열	C_x, C_y	C_τ	
		1차 지지부재의 개구	좌란 이외의 개구
(a) 단부 보강이 없는 경우  	분리 경감계수는 단부 응력비 $\psi = 1.0$을 가지고, **표 3**의 **경우 3** 또는 **경우 6**을 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용할 수 있다.	분리 경감계수는 **표 3**의 **경우 18** 또는 **19**를 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다.	1) **표 3**의 **경우 17**를 적용하는 경우 공통 경감계수는 **표 3**의 **경우 17**을 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다. 다만 $\tau_{av} = \tau_{av}(\text{web})$로 한다. 2) 1)이외의 경우 공통 경감계수는 **표 3**의 **경우 18** 또는 **19**를 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다. 다만, $\tau_{ay} = \tau_{av}(\text{web})\dfrac{h}{(h-h_0)}$로 한다.
(b) 단부 보강이 있는 경우  	분리 경감계수는 응력비 $\psi = 1.0$을 가지고, **표 3**의 **경우 1**에 대하여 C_x 또는 **경우 2**에 대하여 C_y를 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야한다.	분리 경감계수는 **표 3**의 **경우 15**을 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다.	분리 경감계수는 **표 3**의 **경우 15** 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다. 다만, $\tau_{ay} = \tau_{av}(\text{web})\dfrac{h}{(h-h_0)}$로 한다.
(c) 웨브 내 개구의 예  	패널 P1 및 P2는 (a)에 따라서 평가하여야 한다. 패널 P3는 (b)에 따라 평가하여야 한다.		

h : 개구위치에서 1차 지지부재의 웨브 높이(m)
h_0 : 웨브 깊이에서 측정된 개구의 높이(m)
$\tau_{av}(\text{web})$: 1차 지지부재의 웨브 높이에 작용된 가중 평균 전단응력(N/mm^2)

3. 기타구조의 좌굴강도

3.1 스트럿, 필러 및 크로스타이

3.1.1 좌굴사용계수

축 방향 압축을 받는 스트럿, 필러 및 크로스타이에 대한 좌굴사용계수(η)는 다음과 같다.

$$\eta = \frac{\sigma_{av}}{\sigma_{cr}}$$

σ_{av} : 부재 내의 평균 축 압축응력(N/mm^2)

σ_{cr} : 최소 임계좌굴응력(N/mm^2)은 다음과 같다.

$$\sigma_{cr} = \sigma_E, \qquad \sigma_E \le 0.5\,R_{eH_S}\text{인 경우}$$

$$\sigma_{cr} = \left(1 - \frac{R_{eH_S}}{4\,\sigma_E}\right) R_{eH_S}, \qquad \sigma_E > 0.5\,R_{eH_S}\text{인 경우}$$

σ_E : [3.1.2]에서 [3.1.4]까지에 따른 최소 탄성압축 좌굴응력(N/mm^2)

R_{eH_S} : 고려하는 부재의 규정 최소 항복응력(N/mm^2). 조립 부재의 경우, 가장 낮은 규정 최소 항복응력이 사용되어야 한다.

3.1.2 탄성 기둥 좌굴응력

축 압축을 받는 부재의 탄성 압축 기둥 좌굴응력 σ_{EC} (N/mm^2)은 다음과 같다.

$$\sigma_{EC} = \pi^2 E f_{end} \frac{I}{A\,\ell_{pill}^2} 10^{-4}$$

I : 횡단면의 축에 따른 가장 작은 순 관성 모멘트(cm^4)

A : 부재의 순 횡단면적(cm^2)

ℓ_{pill} : 부재의 길이(m), 다음과 같다.

- 필러 및 스트럿의 경우 : 부재의 비지지 길이
- 크로스타이의 경우 :
  - 중앙 탱크 내 : 크로스타이의 수평 보강재가 부착된 우현 및 좌현 종격벽상의 종 보강재 플랜지 사이의 거리
  - 윙 탱크 내 : 크로스타이의 수평 보강재가 부착된 종격벽상의 종 보강재 플랜지와 내측 종격판 사이의 거리

f_{end} : 단부 지지계수, 다음과 같다.

- 필러 및 스트럿의 경우 :
  - f_{end} = 1.0, 양단이 단순 지지인 경우
  - f_{end} = 2.0, 한쪽 단부는 단순 지지이며 다른 쪽은 고정인 경우
  - f_{end} = 4.0, 양단이 고정된 경우
- 크로스타이의 경우 :
  - f_{end} = 2.0

적절한 크기의 브래킷이 부착되어 있는 경우, 필러 단부는 고정으로 볼 수 있다. 이러한 브래킷은 필러보다 더 큰 굽힘강성을 갖는 구조 부재에 의하여 지지되어야 한다.

3.1.3 탄성 비틀림 좌굴응력

부재의 축 압축에 관한 탄성 비틀림 좌굴응력 σ_{ET} (N/mm^2)은 다음과 같다.

$$\sigma_{ET} = \frac{GI_{sv}}{I_{pol}} + \frac{\pi^2 f_{end} E c_{warp}}{I_{pol} \ell_{pill}^2} 10^{-4}$$

I_{sv} : 순 상브난(St. Venant) 관성 모멘트(cm^4), 횡단면의 예에 대한 **표 7**을 참조

I_{pol} : 횡단면의 전단 중심에 대한 순 극 관성 모멘트(cm^4)

$$I_{pol} = I_y + I_z + A(y_0^2 + z_0^2)$$

c_{warp} : 와핑(Warping) 정수(cm^6), 횡단면의 예에 대한 **표 7**을 참조

ℓ_{pill} : [3.1.2]에 정의된 부재의 길이(m)

y_0 : 횡단면 중심에 대한 상대적인 전단 중심의 횡 방향 위치(cm), 횡단면의 예에 대한 **표 7**을 참조

z_0 : 횡단면 중심에 대한 상대적인 전단 중심의 수직 방향 위치(cm), 횡단면의 예에 대한 **표 7**을 참조

A : [3.1.2]에 정의된 순 횡단면적(cm^2)

I_y : y축에 관한 순 관성 모멘트(cm^4)

I_z : z축에 관한 순 관성 모멘트(cm^4)

3.1.4 탄성 비틀림/기둥 좌굴응력

단면 중심과 전단 중심이 일치하지 않는 단면의 경우, 비틀림 및 기둥 좌굴 모드 사이의 상호 작용을 검토하여야 한다. 축 압축에 관한 탄성 비틀림/기둥 좌굴응력 σ_{ETF} (N/mm^2)은 다음과 같다.

$$\sigma_{ETF} = \frac{1}{2\zeta}\left[(\sigma_{EC} + \sigma_{ET}) - \sqrt{(\sigma_{EC} + \sigma_{ET})^2 - 4\zeta\sigma_{EC}\sigma_{ET}}\right]$$

ζ : 계수, 다음과 같다.

$$\zeta = 1 - \frac{(y_0^2 + z_0^2)A}{I_{pol}}$$

y_0 : [3.1.3]에 정의된 횡단면 중심에 대한 상대적인 전단 중심의 횡 방향 위치(cm)

z_0 : [3.1.3]에 정의된 횡단면 중심에 대한 상대적인 전단 중심의 수직 방향 위치(cm)

A : [3.1.2]에 정의된 순 횡단면적(cm^2)

I_{pol} : [3.1.3]에 정의된 횡단면의 전단중심에 대한 순 극 관성 모멘트(cm^4)

σ_{EC} : [3.1.2]에 정의된 탄성 기둥 압축 좌굴응력

σ_{ET} : [3.1.3]에 정의된 탄성 비틀림 좌굴응력

3.2 파형격벽

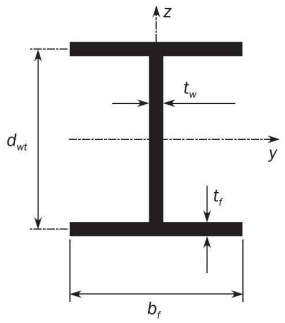
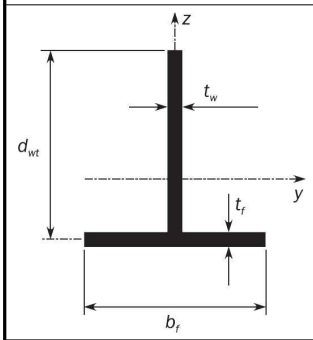
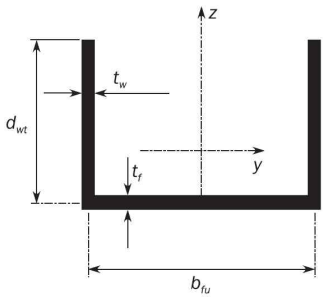
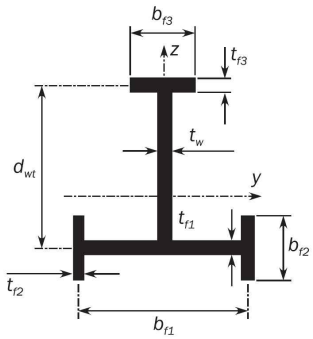
3.2.1

파형격벽 파형의 플랜지와 웨브의 좌굴사용계수는 파형에 평형한 수직 압축응력 및 전단응력의 조합을 기반으로 한다.

[2.2.1]의 상호작용 곡선은 다음 계수를 사용하여야 한다.

- $\alpha = 2$
- $\psi_x = \psi_y = 1$

표 7 횡단면 특성

	$I_{sv} = \frac{1}{3}(2\,b_f\,t_f^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$c_{warp} = \frac{d_{wt}^2\,b_f^3\,t_f}{24}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv} = \frac{1}{3}(b_f\,t_f^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = -\frac{0.5\,d_{wt}^2\,t_w}{d_{wt}\,t_w + b_f\,t_f}10^{-1}$	cm
	$c_{warp} = \frac{b_f^3\,t_f^3 + 4\,d_{wt}^3\,t_w^3}{144}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv} = \frac{1}{3}(b_{fu}\,t_f^3 + 2\,d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = -\frac{d_{wt}^2\,t_w\,10^{-1}}{2d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f} - \frac{0.5\,d_{wt}^2\,t_w\,10^{-1}}{d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f/6}$	cm
	$c_{warp} = \frac{b_{fu}^2\,d_{wt}^3\,t_w\,(3\,d_{wt}\,t_w + 2\,b_{fu}\,t_f)}{12(6\,d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f)}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv} = \frac{1}{3}(b_{f1}\,t_{f1}^3 + 2\,b_{f2}\,t_{f2}^3 + b_{f3}\,t_{f3}^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = z_s - \frac{(b_{f3}\,d_{wt}\,t_{f3} + 0.5\,d_{wt}^2\,t_w)\,10^{-1}}{d_{wt}\,t_w + b_{f1}\,t_{f1} + 2\,b_{f2}\,t_{f2} + b_{f3}\,t_{f3}}$	cm
	$c_{warp} = \left(I_{f1}\,z_s^2 + \frac{I_{f2}\,b_{f1}^2}{200} + I_{f3}\left(\frac{d_{wt}}{10} - z_s\right)^2\right)$	cm^6
	$I_{f1} = \left(\frac{(b_{f1} - t_{f2})^3\,t_{f1}}{12} + \frac{b_{f2}\,t_{f2}\,b_{f1}^2}{2}\right)10^{-4}$	cm^4
	$I_{f2} = \frac{b_{f2}^3\,t_{f2}}{12}10^{-4}$	cm^4
	$I_{f3} = \frac{b_{f3}^3\,t_{f3}}{12}10^{-4}$	cm^4
	$z_s = \frac{I_{f3}\,d_{wt}}{I_{f1} + I_{f3}}10^{-1}$	cm

비고 1 : 모든 치수는 mm이다.
비고 2 : 횡단면 특성은 전형적인 횡단면에 대하여 주어진 것이다. 기타 횡단면에 대한 특성은 직접 계산에 의하여 결정되어야 한다.

부록 1 참조응력을 기반으로 한 응력

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호의 경우 **1장 4절**을 참조한다.

a : **5절**에 정의된 패널 장변의 길이(mm)
b : **5절**에 정의된 패널 단변의 길이(mm)
A_i : 좌굴 패널의 i 번째 판 요소의 면적(mm^2)
n : 좌굴 패널에서의 판 요소의 수
σ_{xi} : 좌굴 패널의 짧은 단부를 따라 작용하는, x 방향에서의 i 번째 판 요소의 중심에서의 실제 응력(N/mm^2)
σ_{yi} : 좌굴 패널의 긴 단부를 따라 작용하는, y 방향에서의 i 번째 판 요소의 중심에서의 실제 응력(N/mm^2)
ψ : **5절**에 정의된 단부 응력비
τ : 좌굴 패널의 i 번째 판 요소의 중심에서의 실제 멤브레인 전단응력(N/mm^2)

1. 응력 기반 방법

1.1 서론

1.1.1

이 절은 최소 자승법을 사용하여 선형 근사에 의한 고려하는 좌굴 패널의 단부를 따라 응력 분포를 결정하기 위한 방법을 제공한다. 이러한 방법을 응력 기반 방법이라고 한다.
참조응력은 고려하는 좌굴 패널의 국부계로 변환된 판 요소 중심에서의 응력 성분이다.

1.1.2 정의

규칙적인 패널은 직사각형 모형의 패널이다. 불규칙 패널은 **4절 [2.3.1]**에서 설명하고 있는 규칙적이지 아니한 패널이다.

1.2 응력 적용

1.2.1 규칙적인 패널

참조응력은 다음의 조건이 만족하는 경우, 규칙적인 패널에 대하여 **[2.2]**의 정의를 따른다.

- 적어도 하나의 판 요소 중심은 규칙적인 패널의 긴 단부(a) 각각의 세 번째 부분에 위치하여야 한다.
- 이 요소 중심은 패널의 인접한 세 번째 부분의 적어도 하나의 요소 중심에서 a/4 이상의 패널의 국부 x 방향의 거리에 위치하여야 한다.

그렇지 않으면, 참조응력은 불규칙 패널에 대하여 **[2.2]**의 정의를 따른다.

1.2.2 불규칙 패널 및 곡면 패널

불규칙 패널 및 곡면 패널의 참조응력은 [2.2]에 따른다.

2. 참조응력

2.1 규칙적인 패널

2.1.1 종방향 응력

좌굴 패널의 짧은 단부에 작용하는 종 방향 응력 σ_x 는 다음과 같이 계산하여야 한다.

• 판 좌굴 평가의 경우, $\sigma_x(x)$의 분포는 다음과 같이 2차 다항곡선으로 가정한다.

$$\sigma_x(x) = C \bullet x^2 + D \bullet x + E$$

가장 적합한 곡선 $\sigma_x(x)$는 가중치로서 각 요소의 면적을 고려하여 오차 제곱(Π)을 최소화하여 얻을 수 있다.

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} A_i \left[\sigma_{ix} - \left(C\, x_i^2 + D\, x_i + E\right)\right]^2$$

알려지지 않은 계수 C, D 및 E는 반드시 첫 번째 부분유도(C, D 및 E에 관한 $\partial\Pi$)에서 0으로 산출하여야 한다.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \Pi}{\partial C} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2 \left[\sigma_{ix} - \left(Cx_i^2 + Dx_i + E\right)\right] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial D} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \left[\sigma_{ix} - \left(Cx_i^2 + Dx_i + E\right)\right] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial E} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i \left[\sigma_{ix} - \left(Cx_i^2 + Dx_i + E\right)\right] = 0 \end{cases}$$

알려지지 않은 계수 C, D 및 E는 상기 3개의 방정식을 통하여 구할 수 있다.

$$\sigma_{x1} = \frac{1}{b}\int_0^b \sigma_x(x)dx = \frac{b^2}{3}C + \frac{b}{2}D + E$$

$$\sigma_{x2} = \frac{1}{b}\int_{a-b}^{a} \sigma_x(x)dx = \left(a^2 - ab + \frac{b^2}{3}\right)C + \left(a - \frac{b}{2}\right)D + E$$

$-D/2C < b/2$ 또는 $-D/2C > a - b/2$의 경우, σ_{x3} 는 무시하여야 한다. 그 외의 경우에는 σ_{x3} 는 다음에 따른다.

$$\sigma_{x3} = \frac{1}{b}\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \sigma_x(x)dx = \frac{b^2}{12}C - \frac{D^2}{4C} + E$$

$$x_{\min} = -\frac{b}{2} - \frac{D}{2C}$$

$$x_{\max} = \frac{b}{2} - \frac{D}{2C}$$

종 방향 응력은 다음에 따른다.

$\sigma_x = \max(\sigma_{x1}; \sigma_{x2}; \sigma_{x3})$

단부응력비는 다음에 따른다.

$\Psi_x = 1$

• 전체 보강 패널 좌굴 및 보강재 좌굴 평가의 경우, 부착판의 짧은 단부에 작용하는 $\sigma_x(x)$는 다음에 따른다.

$$\sigma_x = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{x\,i}}{\sum_1^n A_i}$$

응력 σ_x 에 대한 단부 응력비 ψ_x 는 1.0 으로 동일하다.

2.1.2 횡 방향 응력

좌굴 패널의 긴 단부를 따라 작용하는 횡 방향 응력 σ_y 는 고려하는 좌굴 패널 짧은 단부까지 모든 요소의 횡 방향 응력의 외삽에 의하여 계산된다.

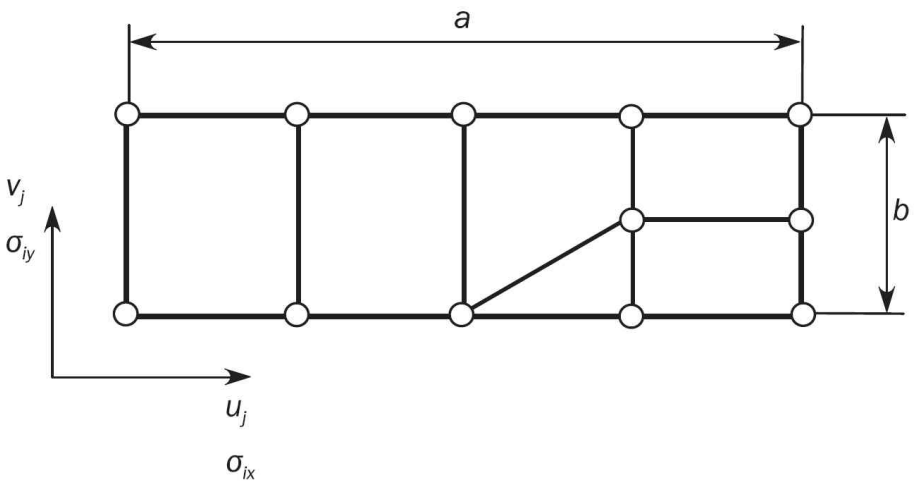


그림 1 좌굴 패널

$\sigma_y(x)$의 분포는 일직선으로 가정된다. 따라서 다음과 같다.

$$\sigma_y(x) = A + Bx$$

가장 적합한 곡선 $\sigma_y(x)$은 가중치로서 각 요소의 면적을 고려하여 오차 제곱(Π)을 최소화하는 최소자승법에 의하여 얻을 수 있다.

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} A_i [\sigma_{iy} - (A + B\,x_i)]^2$$

알려지지 않은 계수 A와 B는 반드시 첫 번째 부분유도(A와 B에 관한 $\partial\Pi$)에서 0으로 산출하여야 한다.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \Pi}{\partial A} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i [\sigma_{iy} - (A + Bx_i)] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial B} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i [\sigma_{iy} - (A + Bx_i)] = 0 \end{cases}$$

알려지지 않은 계수 A와 B는 위의 2개의 방정식을 통하여 구할 수 있으며, 다음에 따른다.

$$\begin{cases} A = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i \sigma_{iy}\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \sigma_{iy}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)^2} \\ B = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \sigma_{iy}\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i \sigma_{iy}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)^2} \end{cases}$$

$$\sigma_y = \max(A, A + Ba)$$

$$\Psi_y = \frac{\min(A, A + Ba)}{\max(A, A + Ba)}, \qquad \sigma_y \geq 0\text{인 경우}$$

$$\Psi_y = 1, \qquad \sigma_y < 0\text{인 경우}$$

[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.1.3 전단응력

전단응력 τ은 가중평균방법을 사용하여 계산하여야 하며, 다음에 따른다.

$$\tau = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \tau_i}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

2.2 불규칙 패널 및 곡면 패널

2.2.1 참조응력

종 방향, 횡 방향 및 전단응력은 가중평균방법을 사용하여 계산하여야 한다. 이들은 다음에 따른다.

$$\sigma_x = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \sigma_{xi}}{\sum_{1}^{n} A_i} \qquad \sigma_y = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \sigma_{yi}}{\sum_{1}^{n} A_i} \qquad \tau = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \tau_i}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

단부 응력비는 다음에 따른다.

$$\Psi_x = 1$$
$$\Psi_y = 1$$

13편 1부 9장
피로

제 1 절 일반사항

제 2 절 구조상세의 평가

제 3 절 피로평가

제 4 절 간이 응력해석

제 5 절 유한요소 응력해석

제 6 절 상세설계 기준

제 1 절 일반사항

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

T_{DF} : 설계자에 의하여 규정된 설계 피로수명(년), 다만 25년 이상이어야 한다.

1. 피로요건에 대한 규칙 적용

1.1 범위

1.1.1 일반사항

이 절은 설계피로수명, T_{DF} 와 동일한 북대서양 환경에서 운항시간을 고려하여 선박 구조상세의 피로강도평가를 위한 150 m 에서 500 m 사이의 규칙 길이 L 을 가지는 선박에 적용하는 요건을 제공한다.

1.1.2 평가구역

다음의 피로파괴 유형을 예방하기 위하여 피로평가는 선박 화물창 구역에 위치한 구조상세에 대하여 수행되어야 한다.

- 용접된 토우부터 시작하는 피로균열 및 판으로 진행하는 피로균열
- 용접되지 않은 자유단으로부터 시작하는 피로균열

1.1.3 평가되어야 하는 구조상세

피로평가가 요구되는 구조상세는 **2절**에 따른다.

- 검토되어야하는 구조상세는 다음과 같다.
  - **4절**에 따른 단순응력해석 : **2절 [1]** 또는
  - **5절**에 따른 유한요소 응력해석 : **2절 [2]**
- 피로평가 심사에 의하여 검토되어야 하는 구조상세는 **2절 표 2**에 나타난다.

추가적인 세부사항은 사안별로 우리 선급은 검토를 요구할 수 있다.

1.1.4 상세설계기준

6절의 상세설계기준은 다음의 피로파괴 유형을 방지하기 위하여 주요 구조상세에서의 용접요건을 제공한다.

- 용접 토우부터 시작되어 모재까지 이어지는 피로균열
- 용접 루트부터 시작하여 용접된 판의 단면으로 진행되는 피로균열
- 용접 루트부터 시작하여 용접 목을 통하여 진행되는 피로균열
- 자유단에서 거친 표면 및 노치로부터 시작되어 모재까지 이어지는 피로균열

1.1.5 재료

피로평가는 390 N/mm^2 이하의 규정 최소 항복응력의 강재에 대해 적용한다. 규정 최소 항복응력이 390 N/mm^2 을 초과하는 강재 및 피로 성능이 향상된 강재를 사용하는 경우 S-N 선도의 적용은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

1.1.6 파랑하중

피로평가는 준정적(quasi-static) 파랑하중을 근거로 한다.

1.1.7 파랑하중 이외의 하중

피로 손상을 야기할 수 있는 화물 진동과 같은 낮은 주기의 하중 또는 부분적으로 채워진 탱크의 슬로싱과 같은 충격하중에 의한 피로는 이 장에서 고려하지 않는다.

2. 정의

2.1 핫스폿

2.1.1

공칭 구조응력 변동의 조합효과 및 용접 형상에 의한 응력 상승효과 또는 모재의 노치에 의한 유사한 효과에 의하여 피로 균열이 시작될 수 있는 구조 내의 위치가 핫스폿이다.
핫스폿은 다음에 위치할 수 있다.

- 용접의 토우
- 부분 용입 또는 필릿 용접의 용접 루트
- 판의 자유단의 모재

2.2 공칭응력

2.2.1

공칭응력은 구조적 불연속 및 용접에 의한 응력 집중은 고려하지 않는 광범위한 구조형상 효과를 고려한 구조부재의 응력이다. 공칭응력은 **9장 5절**에 요구된 성긴 분할 또는 상세분할 유한요소 해석을 사용하거나 **9장 4절**에서 요구되는 보-이론에 기초한 분석적 계산을 사용하여 얻어야 한다.

2.3 핫스폿 응력

2.3.1

핫스폿 응력은 구조적 불연속 및 용접된 부착물에 의한 응력 집중을 고려한 용접 토우에서의 응력으로 용접 토우에서의 노치에 의한 비선형 응력은 무시한다. 고려하여야 하는 핫스폿은 용접 토우에서 판의 표면 상 2개의 주응력에 대응한다. 첫 번째 주응력은 용접부에서 수직으로 ±45° 내에 작용하며 두 번째 주응력은 ±45° 바깥쪽으로 작용한다. 핫스폿 응력은 공칭응력과 **9장 5절 [5]**에 따른 응력집중계수(SCF)을 곱하여 얻거나, **9장 5절 [3]** 및 **[4]**에 따라 매우 상세한 분할 유한요소 해석에 의해 직접적으로 얻어야 한다.

2.4 자유단에서의 국부응력

2.4.1

자유단에서의 국부응력은 **9장 5절 [3.2]**에 따라 유한요소 해석을 이용하여 유도된 판의 자유단에서의 응력이다.

2.5 피로응력

2.5.1

피로응력은 피로평가를 하기 위한 응력이다. 즉,

- 평균응력효과 및 두께효과수정을 가진 용접 토우에 대한 두개의 주 핫스폿 응력의 최댓값
- 모재 표면 다듬질, 평균응력효과, 두께효과 및 재료강도에 의하여 수정한 자유단에서 국부응력

3. 가정

3.1 일반사항

3.1.1

피로평가는 다음과 같은 가정을 전제로 한다.

a) 선형누적 손상모델(즉 **9장 3절 [5]**에 주어진 Palmgren-Miner' Rule)은 **9장 3절 [4]**에 주어진 설계 S-N 선도와 관련하여 사용된다.
b) 설계피로수명, T_{DF} 은 25년 이상이다.
c) 규정된 준-정적파랑 하중은 북대서양 파랑환경에 기초한다. 이들은 등가설계파(EDW) 개념에 의한 초과 확률수준 10^{-2} 에서 결정된다.
d) 순 두께 t_{n50} 접근은 **[5]**에 따라 사용된다.
e) 용접 토우로부터 시작하는 균열에 대하여 사용된 응력의 종류는 핫스폿 응력이다. 용접되지 않는 상세의 자유단으로부터 시작하는 균열에 대하여 사용된 응력의 종류는 자유단에서의 국부응력이다.
f) 피로응력 범위 $\triangle\sigma_{FS}$ 는 단순응력해석에 의하여 계산되거나 또는 복잡한 형상을 가진 상세 유한요소 응력해석에 의하여 계산될 수 있다.
g) 구조상세에 대한 응력 범위의 장기분포는 2-변수 웨이블(Weibull) 분포에 따르는 것으로 가정한다. 웨이블 형상계수 ζ 는 1과 동일하며 피로응력 범위 $\triangle\sigma_{FS}$ 는 초과 참조 확률 수준 10^{-2} 로 주어진다.
h) 피로 검사에 대한 허용기준은 **9장 3절 [2]**에서 요구되는 설계피로수명에 대하여 전체 피로손상 D 는 1미만이어야 한다.

4. 방법론

4.1 기본원칙

4.1.1 일반사항

구조상세의 적절한 피로강도는 다음을 사용함으로써 보장된다.

- 구체적인 설계 요구사항을 제공하는 **9장 6절**에 주어진 상세설계기준
- 핫스폿 응력계산을 위한 3가지 다른 방법을 토대로 피로 수명계산에 의한 피로강도평가 :
  즉 단순응력해석, 매우 상세한 분할 유한요소 응력해석 및 피로 심사평가

4.2 단순응력해석

4.2.1

4절에 요구된 단순응력해석에 기초한 절차는 **9장 2절 [1.1]**에 주어진 종보강재 끝단 연결부의 용접 토우에서 핫스폿 응력을 결정하는데 사용된다. 공칭응력은 **9장 4절 [3]** 및 **[4]**에 따라 보 이론에 근거한 해석적 방법을 사용하여 계산한다. 핫스폿 응력은 **9장 4절 [5.2]**에 따라 고려하는 상세의 응력집중계수(SCF)를 공칭응력에 곱하여 구한다.

4.3 유한요소 응력해석

4.3.1

9장 5절에서 요구되는 유한요소 응력해석에 기초한 절차는 매우 상세한 분할 모델로부터 구조상세의 용접 토우에서의 핫스폿 응력을 결정하는데 사용된다. 핫스폿 응력은 일반적으로 구조를 나타내기 위하여 사용된 유한요소 모델에 크게 의존한다. 웨브로 보강된 십자형 이음부를 제외한 용접 상세에 대해 용접 토우에서의 핫스폿 응력을 계산하기 위한 일반적인 절차는 **9장 5절 [3.1]**에 주어진다. 웨브로 보강된 십자형 이음부에 대해 플랜지 연결 부위에서의 핫스폿 응력을 계산하기 위한 절차는 **9장 5절 [4]**에 주어진다. 용접되지 않는 부위에 대한 국부응력의 계산은 **9장 5절 [3.2]**에 제공된다.

4.4 피로심사평가

4.4.1

피로심사절차는 **2절** [2.1.3]에 주어진 특정한 구조상세의 피로강도를 평가하기 위하여 사용된다. 심사절차는 특정 구조상세의 용접 토우에서의 핫스폿 응력을 심사하는 것을 근거로 하며 이러한 핫스폿 응력은 **7장 3절**에 요구된 상세분할 유한요소 모델에 의해 구한 응력에 **5절 표 2**에 나타낸 고려하는 상세의 응력증가계수 η 을 곱하여 결정한다.

4.5 피로설계기준

4.5.1

6절에 주어진 상세설계기준은 중요한 구조상세의 향상된 피로 성능을 확보하기 위하여 제공되어야 한다. 피로 성능이 만족함을 입증하는 것을 조건으로 이를 대체하는 상세설계배치가 허용될 수 있다.

5. 부식모델

5.1 순 두께

5.1.1 일반사항

피로평가는 **3장 2절**에 따른 순 두께에 근거하여 실행되어야 한다.

5.1.2 응력 조정

단순응력해석 및 유한요소 해석에 의해 계산된 응력에 대한 선체거더응력은 보정계수 f_c 을 계산된 응력에 곱하여 조정되어야 한다.

$$f_c = 0.95$$

6. 적재상태

6.1 설명

6.1.1

피로해석은 [6.2] 및 [6.3]에 주어진 의도된 선박 운항에 따른 대표적인 적재상태에 대하여 수행되어야 한다.

6.2 유조선의 적재상태

6.2.1

유조선에 고려된 적재상태 및 각 적재상태에 대한 시간의 대응 부분, $\alpha_{(j)}$ 은 **표 1**에 정의된다. 유조선의 피로평가를 위한 표준 적재상태는 **4장 8절** [5.1]에 제공된다.

표 1 유조선에 대한 각 적재상태에서 시간의 부분

적재상태	$\alpha_{(j)}$
만재 적재상태(균일)	0.5
통상 평형수 적재상태	0.5

6.3 산적화물선의 적재상태

6.3.1

산적화물선에 대하여 고려하여야 하는 적재상태 및 각 적재상태에 대한 시간의 대응 부분, $\alpha_{(j)}$ 은 선박의 종류 (BC-A, BC-B, BC-C)에 따라 **표 2** 및 **표 3**에 각각 정의된다. 산적화물선의 피로평가를 위한 기준 적재상태는 **4장 8절 [5.2]**에 제공된다.

표 2 산적화물선의 적재상태

선박 종류	만재 적재상태		평형수 적재상태	
	균일	격창	통상 평형수	황천 평형수
BC-A	X	X	X	X
BC-B	X	-	X	X
BC-C	X	-	X	X

표 3 산적화물선의 각 적재상태에 대한 시간 배분

선박의 길이	적재상태	$\alpha_{(j)}$	
		BC-A	BC-B, BC-C
$L < 200$ m	균일	0.60	0.70
	격창	0.10	-
	통상 평형수(1)	0.15	0.05
	황천 평형수(1)	0.15	0.25
$L \geq 200$ m	균일	0.25	0.50
	격창	0.25	-
	통상 평형수	0.20	0.20
	황천 평형수	0.30	0.30

(1) 황천 평형수 적재상태가 없는 BC-B 및 BC-C의 경우, 시간 배분 $\alpha_{(j)}$ 은 통상 평형수는 0.3, 황천 평형수는 0 으로 한다.

7. 하중상태

7.1 가정

7.1.1

피로평가를 위하여 고려되는 하중상태는 **4장 2절 [3]**에 주어진다. 피로평가를 위한 설계 하중 시나리오는 **4장 7절 표 3**에 정의된다. **[6]**에 정의된 각 적재상태에 대하여, 모든 피로 하중상태는 피로평가를 위한 동하중의 조합을 생성시키기 위하여 고려하여야 한다.

7.1.2 지배적인 하중상태

각 적재상태(j)에 대한 지배적인 하중상태는 취약한 위치의 피로응력 범위가 모든 피로 하중상태 중에서 최댓값인 경우의 하중상태로서 정의된다.

제 2 절 구조상세의 평가

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

EA : 격창적재 조건의 빈 화물창
FA : 격창적재 조건의 만재 화물창

1. 단순응력해석

1.1 구조상세의 평가

1.1.1

화물지역의 전 범위에 걸쳐 **1절**에 따른 단순응력해석에 의하여 피로평가를 수행하여야 하는 취약한 구조상세는 다음과 같다.

- 제수 격벽을 포함하는 횡격벽에서 종 방향 보강재의 단부 연결부
- 늑판 및 특설늑골에서 종 방향 보강재의 단부 연결부

2. 유한요소 해석

2.1 구조상세의 평가

2.1.1 일반사항

9장 5절에 따른 상세한 유한요소 해석에 의하여 피로평가를 수행하여야 하는 취약한 구조상세는 **[2.1.2]**부터 **[2.1.4]**까지 나타난다. **표 4**에서 **표 18**은 구조상세에 대한 핫스폿의 목록이다.

2.1.2 매우 상세한 분할 해석에 의하여 검토되는 상세

9장 5절 [1]에서 **9장 5절 [4]**에 따른 매우 상세한 분할 해석에 의하여 피로평가를 수행하여야 하는 취약한 구조상세는 **표 1**에 나타난다.

2.1.3 피로평가심사에 의하여 검토되는 구조상세

7장 3절의 항복 요건을 따라서 해석된 유한요소 상세 분할 모델에 대한 **표 2**의 구조상세는 **5절 [6]**의 피로심사절차를 사용하여 평가되거나 **9장 5절 [1]**에서 **[4]**에 따른 극 상세 분할(very fine mesh) 요소 해석으로 평가되어야 한다.

2.1.4 상세설계기준에 따른 상세

표 3은 매우 상세한 분할 해석에 의한 피로평가를 수행하여야 하는 취약한 구조상세를 나타낸다. 매우 상세한 분할 해석에 의한 피로평가는 설계가 **6절**의 상세설계기준을 따르는 경우에 생략될 수 있다.

표 1 매우 상세한 분할 해석 평가 대상 구조상세

번호	중요 상세	적용	
		유조선	산적화물선
1	가장 취약한 늑골 위치(1)에서 용접된 하부 호퍼 너클 연결부(호퍼 경사판, 내저판, 종 방향 거더, 늑판 및 횡 방향 웨브의 교차부)	1개 화물탱크(4)	평형수 화물창
2	가장 취약한 늑골 위치(1)에서 곡률 하부 호퍼 너클연결부(너클 내저판, 종방향 거더, 늑판 및 횡방향 웨브의 교차부)	1개 화물탱크(4)	평형수 화물창
3	가장 취약한 늑골 위치(1)에서 호퍼 판과 내측 종격벽 사이의 각이 130° 미만인 경우의 용접된 상부 너클 연결부(호퍼 경사판의 교차부, 내측 종격벽, 횡 방향 웨브 및 측면 스트링거)	1개 화물탱크(4)	이중선측 산적화물선의 평형수 화물창
4	이중저 거더에 인접한 내저판에서 횡격벽 하부스툴의 연결부(2)(3)	1개 화물탱크(4)	평형수 화물창
5	톱윙탱크의 평평한 바닥의 경우 상부 선측늑골 브래킷 토우(1)	N/A	단일선측 산적화물선의 FA화물창(4), EA화물창(4) 및 평형수 화물창
6	갑판 및 종 방향 창구코밍 단부 브래킷 토우	N/A	2개 최후방 화물창, 선체 중앙부 화물창 및 2개의 최전방 화물창

(1) 가장 취약한 늑골 위치는 일반적으로(하지만, 반드시는 아님) 화물창의 중앙부에 근접하게 위치한다.
제수격벽이 설치된 경우, 일반적으로 제수격벽과 유밀격벽 사이의 중앙부에 근접하게 위치한다.
(2) 화물창 각 단부의 스툴 연결부는 중앙 화물창에 관하여 대칭이 아닌 경우 검토되어야 한다.
(3) 가장 큰 화물창의 중앙 폭에서 위치
(4) 선체 중앙부에 근접한 위치의 화물창

표 2 피로평가 심사 대상 구조상세

번호	취약한 구조상세	적용	
		유조선	산적화물선
1	횡 방향 웨브 프레임의 브래킷 토우	적용 가능(1)	N/A
2	수평 스트링거의 토우	적용 가능(1)	N/A
3	평형수 화물창으로 지정되지 않은 EA화물창(2) 및 FA화물창(2)의 하부 호퍼 너클 연결부	N/A	적용 가능(1)
4	선박에 평형수 화물창이 지정되지 않은 경우, EA화물창(2) 및 FA화물창(2)의 횡격벽 하부스툴과 내저판의 연결부	N/A	적용 가능(1)

(1) 7장 3절 [3.2]에 따른 상세한 분할 해석에 의하여 평가된 상세의 경우
(2) 중앙부에 근접하게 위치한 화물창

표 3 상세설계기준에 따라 설계되지 않는 경우 매우 상세한 분할 해석에 의해 평가 되어야 하는 구조상세

번호	취약한 구조상세	대응되는 상세설계기준	적용	
			유조선	산적화물선
1	가장 취약한 늑골 위치(1)에서 곡률 상부 호퍼 너클 연결부(너클 내측판, 선측거더 및 횡 방향 웨브의 교차부)(1)	**6절 [4]**	1개 화물탱크(4)	이중선측 산적화물선의 평형수 화물창
2	격벽의 파형과 하부스툴 또는 내저판과의 연결부 (2)(3)	**6절 [6]** 및 **[7]**	1개 화물탱크(4)	평형수 화물창
3	횡격벽의 파형과 상부스툴과의 연결부 (2)(3)	**6절 [6]**	N/A	평형수 화물창
4	선박 깊이의 중간 위치 및 최상부에 근접한 스트링거에 대하여 이중선측에서 선측 스트링거와 횡격벽 수평 스트링거 사이의 십자 힐 연결부	**6절 [5]**	1개 화물창(4)	N/A
5	가장 취약한 프레임 위치에서의 선측늑골 상/하부의 브래킷 토우(1)	**6절 [8]**	N/A	단일선체 산적화물선의 FA화물창(4), EA화물창(4) 및 평형수 화물창
6	웨브 보강재 연결부를 가지지 않은 특설 늑골에서 종 방향 보강재에 대한 컷아웃	**6절 [2.1]**	1개 화물창(4)	FA화물창(4), EA화물창(4) 및 평형수 화물창
7	중앙 화물창에 근접한 강력갑판에서 블록 연결부 주위의 스캘럽(및 갑판 모서리부터 0.1D)	**6절 [3]**	1개 화물창(4)	FA화물창(4), EA화물창(4) 및 평형수 화물창

(1) 가장 취약한 늑골 위치는 일반적으로(하지만, 반드시는 아님) 화물창의 중앙부에 근접하게 위치한다.
제수격벽이 설치된 경우, 일반적으로 제수격벽과 유밀격벽 사이의 중앙부에 근접하게 위치한다.
(2) 화물창 각 단부의 스툴 연결부는 중앙 화물창에 관하여 대칭이 아닌 경우 검토되어야 한다.
(3) 가장 큰 화물창에서 고려하는 횡단면의 폭의 중앙 또는 종단면의 길이 중앙에서 위치
(4) 선체 중앙부에 근접한 위치의 화물창

표 4 용접된 하부 호퍼 너클 연결부의 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 화물탱크 측면에서, 내저판 핫스폿 2 : 화물탱크 측면에서, 호퍼 경사판	**5절 [4.2]**
핫스폿 3 : 선측거더 선외측의, 호퍼 웨브 핫스폿 4 : 선측거더 선내측의, 이중저 늑판 핫스폿 5 : 선측거더	**5절 [4.3]**
핫스폿 6 : 내저판의 스카핑 브래킷	**5절 [3.1]**, 형식 'b'

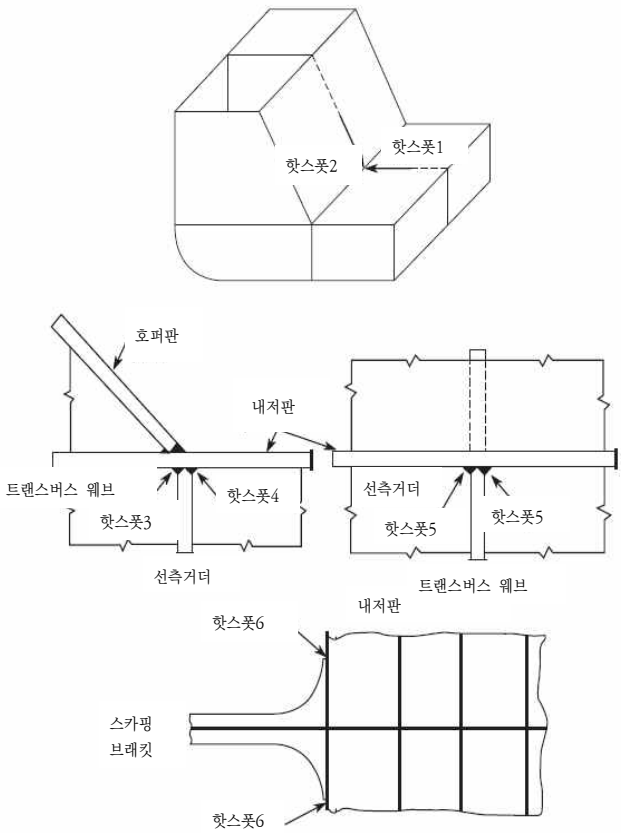


표 5 등근 하부 호퍼 너클 연결부의 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 선측거더 선내측의, 평형수 탱크 측면에서 내저판 핫스폿 2 : 선측거더 선외측의, 평형수 탱크 측면에서 곡률 호퍼 경사판 핫스폿 3 : 트랜스버스 웨브 방향의 선측거더 선외측의 곡률 호퍼 경사판 핫스폿 4 : 선측거더의 선외측의, 호퍼 웨브 핫스폿 5 : 선측거더의 선내측의, 이중저 늑판 핫스폿 6 : 선측거더	5절 [3.3]

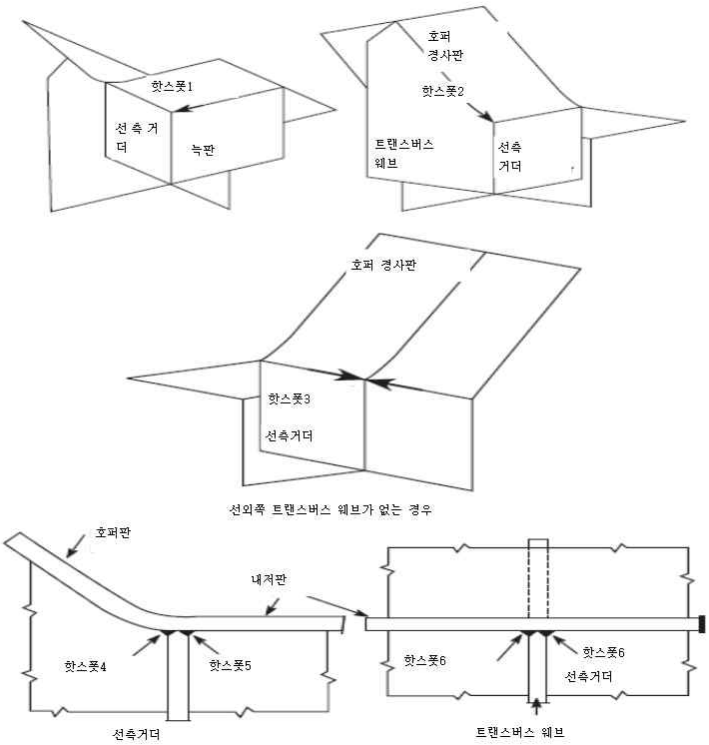


표 6 용접된 상부 너클 연결부의 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 평형수 탱크 측면에서 선측 스트링거 핫스폿 2 : 평형수 탱크 측면에서 호퍼경사판	5절 [4.2]
핫스폿 3 : 스트링거 아래, 횡 방향 웨브 핫스폿 4 : 스트링거 위, 횡 방향 측면 웨브 핫스폿 5 : 평형수 탱크 측면에서 내측 종격벽	5절 [4.3]

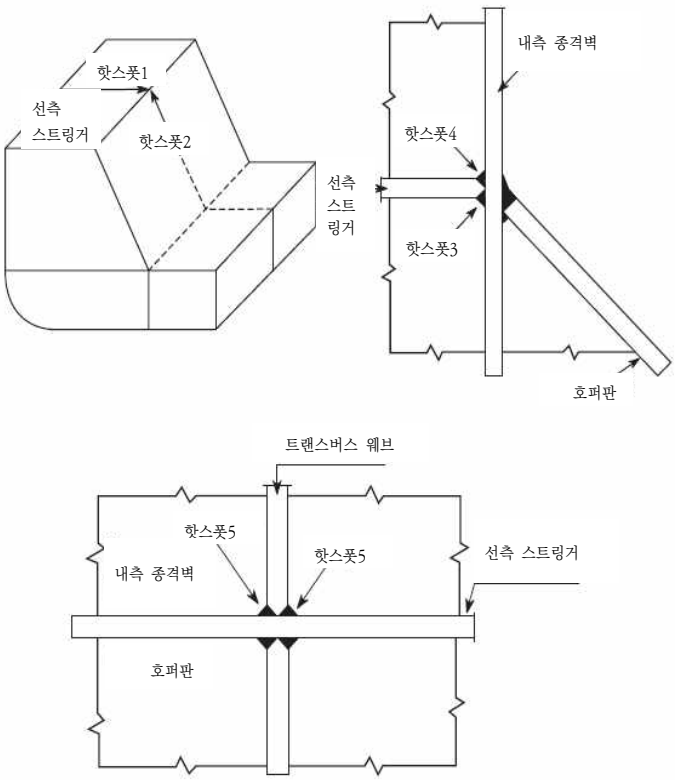
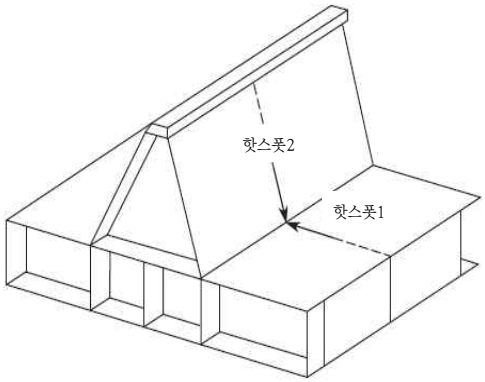


표 7 이중저 거더에 인접한 내저판과 횡격벽 하부스툴 연결부에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 화물창 측면에서 내저판 핫스폿 2 : 화물창 측면에서 스툴 경사판	**5절 [4.2]**
핫스폿 3 : 스툴판과 정렬된 늑판을 지지하는, 화물창 아래 종거더 핫스폿 4 : 스툴판과 정렬된 늑판을 지지하는, 스툴 공간 아래 종거더 핫스폿 5 : 스툴판과 정렬된 늑판을 지지하는 이중저	**5절 [4.3]**



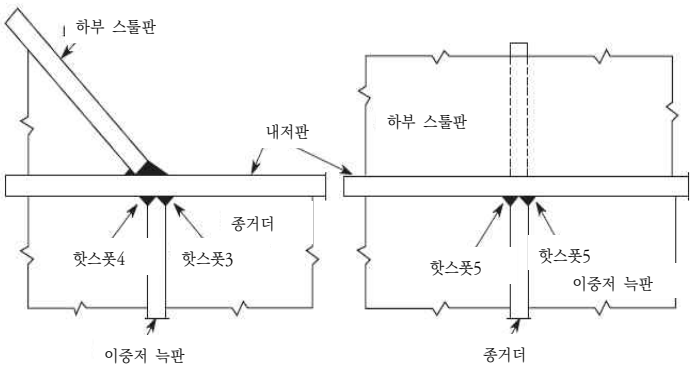


표 8 파형격벽과 하부스툴 연결부에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 및 3 : 쉐더판 위의 파형 웨브 핫스폿 4 : 쉐더판 아래의 파형 웨브 핫스폿 5, 7 및 8 : 파형 플랜지 핫스폿 6 : 거싯판 핫스폿 9 : 스툴 정판에서 하부스툴 판 핫스폿 10 : 스툴 정판에서 파형모서리 핫스폿 11 : 파형 모서리에 인접한 거싯판	**5절 [3.1]** 형식 'a'
핫스폿 2 : 쉐더판 아래의 파형 웨브	**5절 [4.3]**

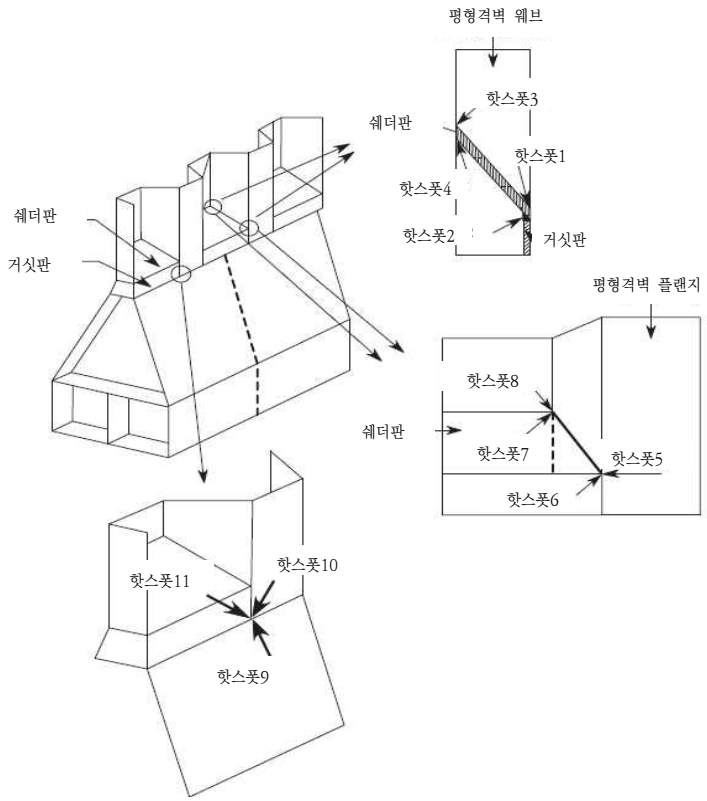


표 9 하부스툴에서 파형격벽에 대한 핫스폿 - 쉐더판과 단일 측면 쉐더판의 교점

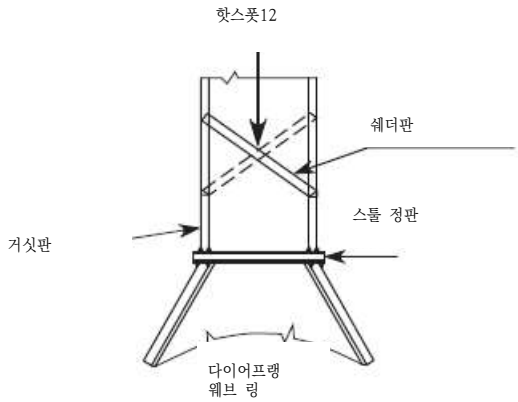
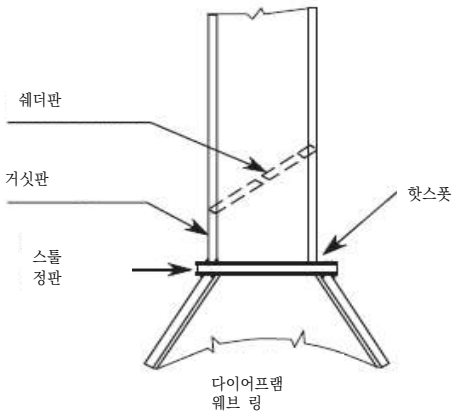
핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
교차하는 쉐더판	
핫스폿 12 : 쉐더판의 교점	**5절 [3.1]** 형식 'a'
	
단일 측면 쉐더판	
하부스툴 정부에서 파형의 웨브 및 면재의 용접 이음 핫스폿의 상세(**표 10** 참조), 핫스폿 1-3 지지 브래킷이 설치된 경우, 핫스폿 4에 대해 **표 10** 참조	**5절 [3.1]** 형식 'a'
	

표 10 하부스툴 또는 내저판 연결부에서의 파형격벽에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 내저판/하부스툴 정부 핫스폿 2 : 내저판/하부스툴 정부에 인접한 파형격벽 플랜지의 모서리 핫스폿 3 : 내저판/하부스툴 정부에 인접한 파형격벽 웨브의 모서리 핫스폿 4 : 파형격벽 웨브를 지지하는 브래킷에 인접한 내저판/하부스툴 정부	**5절 [3.1]** 형식 'a'
핫스폿 5 : 지지 브래킷의 단부	**5절 [3.2]**

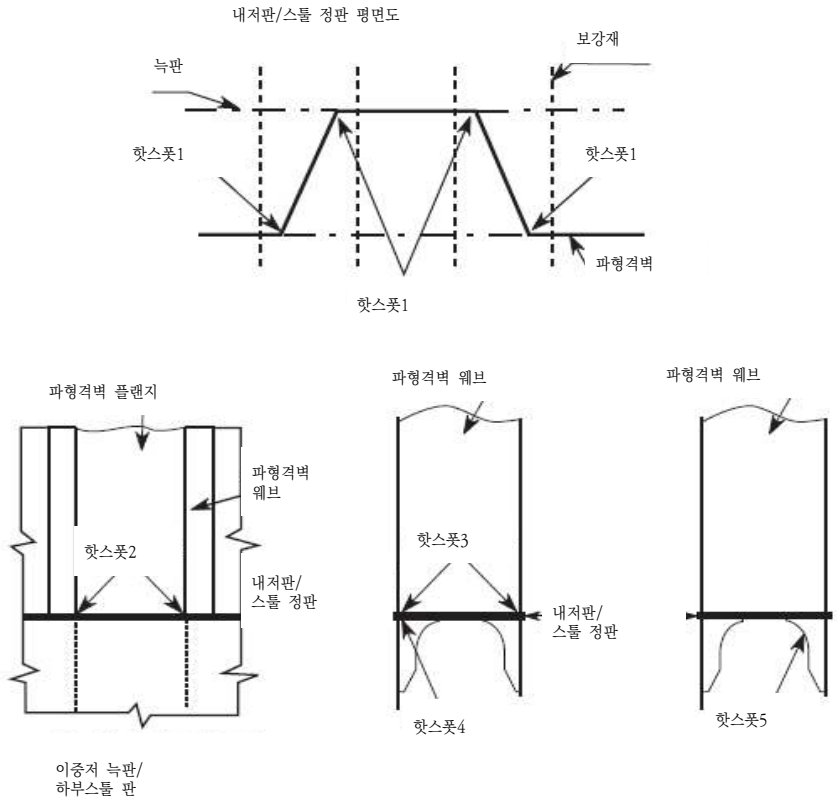


표 11 하부스툴 정부에서 파형 종격벽의 연결부에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
표 9 참조	**5절 [3.1]** 형식 'a'

표 12 상부스툴 판 또는 스툴 정부가 없이 설계된 탱커 갑판에서 파형 횡격벽의 연결부에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
표 8 및 **표 9** 참조 파형격벽 플랜지에 인접한 갑판 보강재에서 격벽에 의해 야기된 추가적인 굽힘응력이 고려되어야 한다.	

표 13 스트링거의 힐에서 횡격벽 수평 스트링거 및 이면 브래킷이 없는 선측 스트링거에 인접한 횡격벽과 내측 종격벽 사이의 연결부에 대한 핫스폿

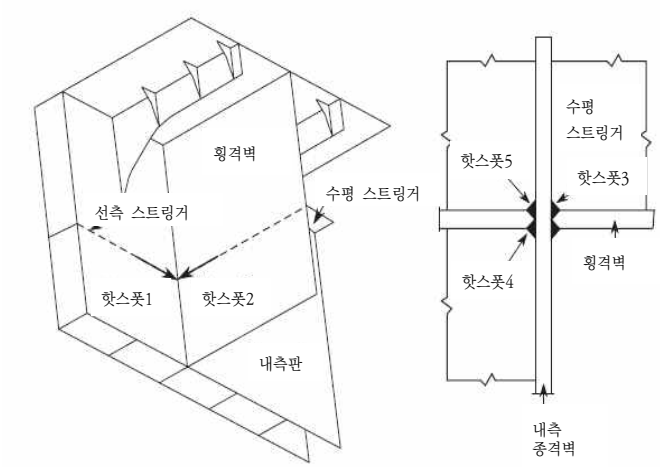
핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 횡격벽 수평스트링거의 힐에서 횡격벽의 측면에서(즉 보강재에서 반대측면)화물탱크 측면연결부의 내측종격벽판 핫스폿 2 : 횡격벽 수평스트링거의 힐에서 측면의 횡격벽판(즉 보강재 반대편)	**5절 [4.2]**
핫스폿 3 : 횡격벽 수평 스트링거의 힐 핫스폿 4 : 이중선측 대각선으로 반대 수평 스트링거에서 측면 스트링거 핫스폿 5 : 수평 스트링거와 일직선인 이중선측에서 측면 스트링거	**5절 [4.3]**
	

표 14 스트링거의 힐에서 횡격벽 수평 스트링거 및 이면 브래킷을 가진 선측 스트링거에 인접한 횡격벽과 선체 내측 종격벽 사이의 연결부에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 면재가 브래킷에 설치되지 않는 경우 브래킷 단부 핫스폿 4 : 브래킷 토우의 곡률	**5절 [3.2]**
핫스폿 2 : 브래킷 토우에서 내측 종격벽 핫스폿 3 : 브래킷 토우에서 횡격벽 핫스폿 6 : 브래킷 토우에 인접한 선측 스트링거 핫스폿 7 : 브래킷 토우에 인접한 수평 스트링거	**5절 [3.1]** 형식 'a'
핫스폿 5 : 면재가 브래킷에 설치된 경우, 면재 단부에 인접한 브래킷에서 면재의 용접 이음	**5절 [3.1]** 형식 'b'

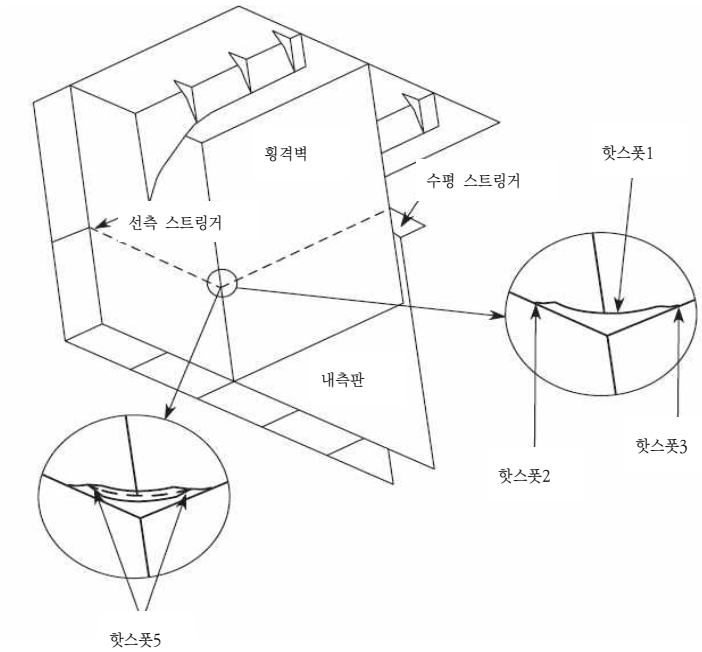


표 15 하부 선측늑골 브래킷 토우에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 선측늑골 토우에 인접한 호퍼 경사판	**5절 [3.1]** 형식 'a'
핫스폿 2 : 면재 단부에 인접한 선측늑골 토우	**5절 [3.1]** 형식 'b'

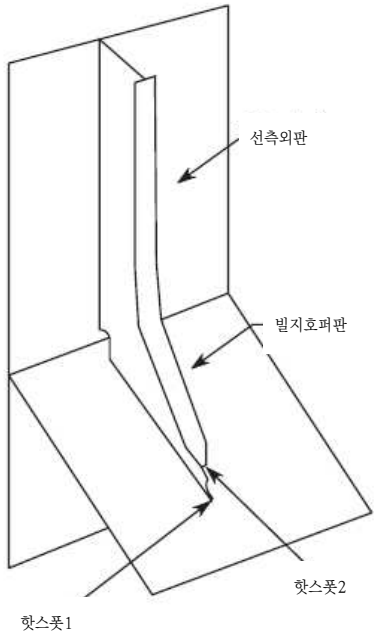


표 16 컷아웃 및 러그판을 포함하는 종 방향 보강재 및 횡 방향 웨브의 연결부에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
우리 선급의 동의하에서 각 설계에 대한 취약한 핫스폿이 결정된다. 일반적으로 다음 3가지 핫스폿 종류가 고려된다.	
핫스폿 1 : 컷아웃의 모서리	**5절 [3.2]**
핫스폿 2 : 슬롯에 인접한 종 방향 보강재 웨브에서 횡 방향 웨브/러그판의 연결부 핫스폿 3 : 횡 방향 웨브 및 러그판 사이에 겹침 연결부	**5절 [3.1]** 형식 'b'

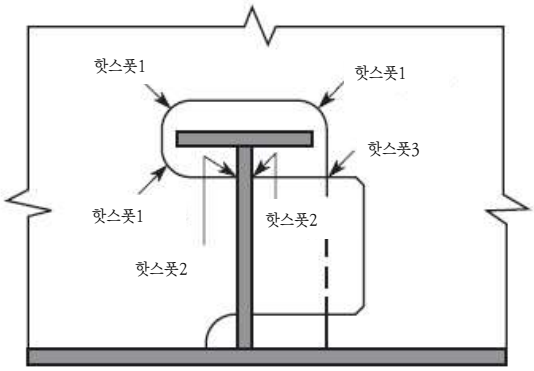


표 17 갑판에서 블록 연결 이음에 인접한 스캘럽에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 스캘럽에 인접한 종 방향 보강재 웨브에서 맞대기 용접 핫스폿 2 : 스캘럽에 인접한 갑판	**5절 [3.1]** 형식 'a'

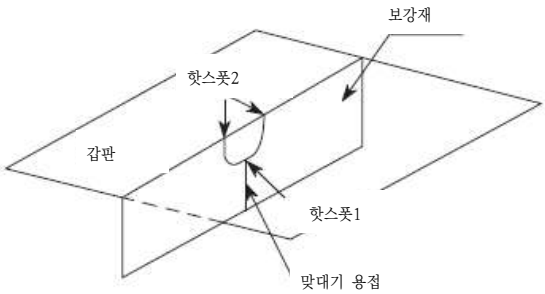
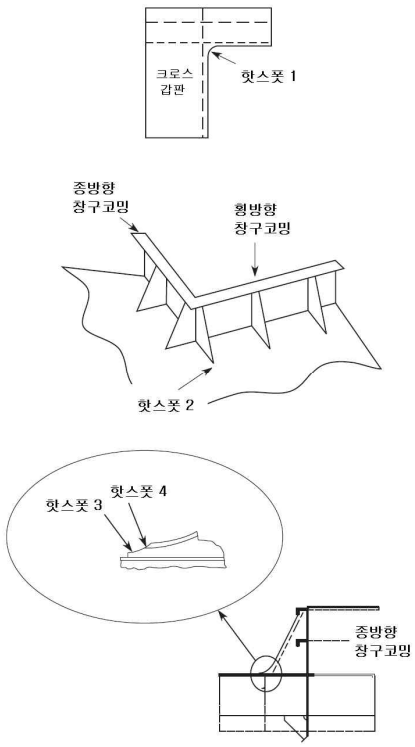


표 18 갑판 및 종 방향 창구코밍 단부 브래킷 토우에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산절차
핫스폿 1 : 창구 모서리 곡률 단부 핫스폿 3 : 창구코밍 브래킷 토우의 곡률	**5절 [3.2]**
핫스폿 2 : 창구코밍 브래킷 토우에 인접한 갑판	**5절 [3.1]** 형식 'a'
핫스폿 4 : 면재가 브래킷에 설치된 경우, 면재 단부에 인접한 브래킷에서 면재의 용접 연결부	**5절 [3.1]** 형식 'b'



제 3 절 피로평가

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

(i) : **4장 2절 [3]**에 규정된 하중 종류 HSM, FSM, BSR-P, BSR-S, BSP-P, BSP-S, OST-P 또는 OST-S를 표시하는 접미사
'$i1$' 가 표시하는 하중 종류 : HSM-1, FSM-1, BSR-1P, BSR-1S, BSP-1P, BSP-1S, OST-1P 또는 OST-1S
'$i2$' 가 표시하는 하중 종류 : HSM-2, FSM-2, BSR-2P, BSR-2S, BSP-2P, BSP-2S, OST-2P 또는 OST-2S

(j) : 하중조건을 표시하는 접미사
9장 1절 [6.2]에 정의된 유조선을 위한 만재하중 또는 통상 평형수 **9장 1절 [6.3]**에 정의된 산적화물선을 위한 만재 균일하중, 만재 격창 적재하중, 통상 평형수 또는 황천 평형수 하중조건

T_c : **표 5** 에 따른 부식 환경에서 노출된 시간(년)
T_D : 설계수명, 25년
T_{DF} : **9장 1절**에 정의된 설계피로수명(년)
T_F : **[5]**를 따라 계산된 피로수명(년)
m : 공기중 환경에 대한 **표 2** 및 부식 환경에 대한 **표 3**에서 주어진 설계 S-N 선도의 역기울기, 공기중 환경 S-N 선도에 대한 역기울기는 $N = 10^7$ 주기에서 m 부터 $m + 2$ 까지 변한다.
n_{LC} : **9장 1절 [6.2]** 및 **[6.3]** 정의된, 적용 가능한 하중조건의 개수
f_c : **9장 1절 [5.1.2]** 정의된 수정계수
f_{thick} : **[3.3]**에 주어진 판 두께 영향에 대한 수정계수
$f_{mean,i(j)}$: **[3.2]**에 주어진 평균응력 영향에 대한 수정계수

1. 피로해석방법

1.1 누적손상

1.1.1

구조의 피로평가는 Palmgren-Miner 누적손상 D 의 적용에 기초한다. D 는 다음을 따른다.

$$D = \sum_{i=1}^{n_{tot}} \frac{n_i}{N_i}$$

n_i : 응력범위 $\triangle\sigma i$ 의 반복 횟수
N_i : 응력범위 $\triangle\sigma i$에서 파손까지의 반복 횟수
n_{tot} : 응력범위 블록의 총 개수
i : 응력범위 블록 지표

1.1.2

선박에서 구조상세의 장기 응력범위 분포는 **1절 [3.1.1]**에 주어진 2계수 웨이블 분포에 의해 설명되어야 한다. 피로손상은 **[5]**에 주어진 폐쇄 형태 방정식에 의한 방법으로 구할 수 있다.

1.2 피로강도평가

1.2.1

[2]를 따른 구조부재의 피로강도의 평가는 다음 3가지 단계를 포함한다.

a) [3]에 따른 응력범위의 계산
b) [4]에 따른 설계 S-N 선도의 선택
c) [5]에 따른 누적손상도의 계산 및 피로수명의 계산

2. 허용기준

2.1 설계수명 및 허용기준

2.1.1

계산된 피로수명, T_F 는 다음의 식을 따른다.

$$T_F \geq T_{DF}$$

3. 피로평가의 참조응력

3.1 피로응력범위

3.1.1

각 하중조건의 각 하중상태에 대한 피로응력범위는 용접 이음에 대하여 [3.1.2] 및 모재 자유단에 대하여 [3.1.3]에 정의된다. 고려된 각 하중조건 (j)의 응력 범위는 1절 [7.1.2]를 따르는 지배적인 하중상태로부터 구해진 응력 범위이다.

$$\triangle\sigma_{FS,(j)} = \max_i(\triangle\sigma_{FS,i(j)}) \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

$\triangle\sigma_{FS\,i\,(j)}$: 용접 연결에 대하여 [3.1.2] 및 모재 자유단에 대하여 [3.1.3]에 정의된 하중조건(j)의 하중상태(i)에 대한 피로응력범위($\mathrm{N/mm^2}$)

3.1.2 용접 이음

용접 이음에 대한 평균응력영향, 두께영향 및 와핑(뒤틀림)영향에 대하여 수정된 피로응력범위 $\triangle\sigma_{FS,\,i\,(j)}$ ($\mathrm{N/mm^2}$)는 다음과 같이 나타낸다.

- 단순응력해석 :

$$\triangle\sigma_{FS,i\,(j)} = f_{mean,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_{warp} \cdot \triangle\sigma_{HS,\,i\,(j)} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

- 유한요소 해석 :
  - 웨브 보강된 십자 이음 :

$$\triangle\sigma_{FS,\,i\,(j)} = f_w \cdot f_s \max(\triangle\sigma_{FS1,\,i\,(j)},\ \triangle\sigma_{FS2,\,i\,(j)}) \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

  - 이외의 이음 :

$$\triangle\sigma_{FS,\,i\,(j)} = \max(SideL, SideR)\ [\max(\triangle\sigma_{FS1,\,i\,(j)},\ \triangle\sigma_{FS2,\,i\,(j)})] \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

$\triangle\sigma_{HS,i(j)}$: **4절 [2.1.1]**에 주어진 하중조건 (j)의 하중상태 (i)에서 동하중에 의한 핫스폿 응력범위 (N/mm^2)

$\triangle\sigma_{FS1,i(j)}$: 핫스폿 주응력범위, $\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$에 의한 피로 응력범위(N/mm^2)

$$\triangle\sigma_{FS1,i(j)} = f_{mean1,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot \triangle\sigma_{HS1,i(j)}$$

$\triangle\sigma_{FS2,i(j)}$: 핫스폿 주응력범위, $\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$에 의한 피로 응력범위(N/mm^2)

$$\triangle\sigma_{FS2,i(j)} = 0.9 f_{mean2,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot \triangle\sigma_{HS2,i(j)}$$

$SideL$, $SideR$: **5절 그림 15** 및 **그림 16**의 A-A 선분의 각각 왼쪽 및 오른쪽

f_w : 용접선에 따라 응력변화의 효과에 대한 수정계수로서 0.96 으로 한다.

f_s : 지지재의 효과에 대한 수정계수로서 0.95 로 한다.

$f_{mean1,i,(j)}$: **[3.2]**에 주어진 평균응력영향에 대한 수정계수

$f_{mean2,i,(j)}$: **[3.2]**에 주어진 평균응력영향에 대한 수정계수

f_{warp} : 와핑(뒤틀림) 영향으로 인한 수정계수로서, 다음에 따른다.

- $f_{warp} = 1.07$, 산적화물선의 창구 모서리부에서 종 방향 창구코밍에 가장 근접한 갑판 종 보강재(**그림 1** 참조) (모든 적하상태에 대하여 OST 상태가 지배적인 경우에는 1.0으로 한다.)
- $f_{warp} = 1.04$, 산적화물선의 다음의 갑판 종 보강재(모든 적하상태에 대하여 OST 상태가 지배적인 경우에는 1.0으로 한다.)
  - 가장 근접한 갑판 종 보강재로서 창구 모서리에서 1개의 웨브 간격만큼 떨어진 위치(**그림 1** 참조)
  - 창구 모서리부에서 종 방향 창구코밍에서 두 번째 근접한 보강재(**그림 1** 참조)
- $f_{warp} = 1.0$, 이외의 경우

$\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$: **5절 [3.1.2], [3.3.2]** 및 **[4.2.3]**에 따라 2가지 형식의 쉘 요소(4절점 또는 8절점)에 대하여 결정된, 용접 토우에서 수직선의 ±45° 이내에 각각 작용하는 하중조건(j)의 하중상태(i)에서 동하중에 의한 핫스폿 주응력 범위(N/mm^2)

$\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$: **5절 [3.1.2], [3.3.2]** 및 **[4.2.3]**에 따라 2가지 형식의 쉘 요소(4절점 또는 8절점)에 대하여 결정된, 용접 토우에서 수직선의 ±45° 바깥쪽에 각각 작용하는 하중조건(j)의 하중상태(i)에서 동하중에 의한 핫스폿 주응력 범위(N/mm^2)

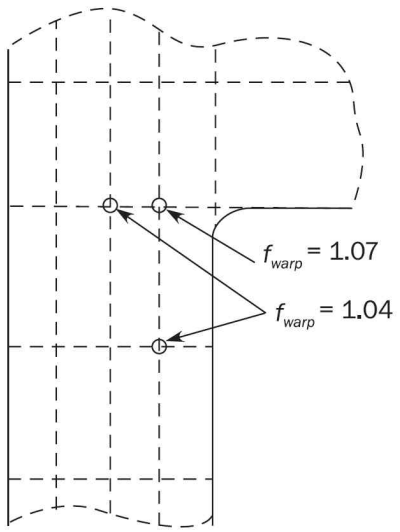


그림 1 산적화물선의 종방향 갑판보강재의 와핑(뒤틀림)영향

3.1.3 모재의 자유단

모재 자유단에 대한 피로응력범위 $\triangle\sigma_{FS\,i\,(j)}$ (N/mm^2)는 자유단에서 국부응력범위 $\triangle\sigma_{BS,\,i\,(j)}$로서 나타내며, 수정계수와 함께 1절 [2.4]에서 정의된다.

$$\triangle\sigma_{FS,\,i\,(j)} = K_{sf} \cdot f_{material} \cdot f_{mean,\,i\,(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot \triangle\sigma_{BS,\,i\,(j)} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

K_{sf} : [4.2.3]에서 모재에 대한 표면처리계수

$f_{material}$: 모재 강도에 대한 조정계수는 다음과 같다.

$$f_{material} = \frac{1200}{965 + R_{eH}}$$

$\triangle\sigma_{BS,\,i\,(j)}$: 하중조건(j)의 하중상태(i)에서 동하중에 의한 국부응력범위(N/mm^2)는 다음과 같다.

$$\triangle\sigma_{BS,\,i\,(j)} = |\sigma_{BS,\,i1(j)} - \sigma_{BS,\,i2(j)}|$$

$\triangle\sigma_{BS,\,i1(j)}$ $\triangle\sigma_{BS,\,i2\,(j)}$: 5절에 규정된 매우 상세한 분할 유한요소해석에 의해 구해진 하중조건(j)의 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'에서 국부응력(N/mm^2)

3.2 평균응력효과

3.2.1 평균응력효과에 대한 수정계수

용접 이음의 각 핫스폿 주응력범위 $\triangle_{HS1,\,i\,(j)}$ 또는 자유단에서 국부응력범위 $\triangle\sigma_{BS,\,i\,(j)}$에 대해 고려된 평균응력 수정계수는 다음과 같다.

a) 용접 이음

$$f_{mean,\,i(j)} = \begin{cases} \min\left[1.0,\ 0.9 + 0.2\dfrac{\sigma_{mCor,\,i(j)}}{2\triangle\sigma_{HS,\,i(j)}}\right], & \sigma_{mCor,\,i(j)} \geq 0 \text{인 경우} \\ \max\left[0.3,\ 0.9 + 0.8\dfrac{\sigma_{mCor,\,i(j)}}{2\triangle\sigma_{HS,\,i(j)}}\right], & \sigma_{mCor,\,i(j)} < 0 \text{인 경우} \end{cases}$$

b) 모재

$$f_{mean,\,i(j)} = \begin{cases} \min\left[1.0,\ 0.8 + 0.4\dfrac{\sigma_{mCor,\,i(j)}}{2\triangle\sigma_{BS,\ i(j)}}\right], & \sigma_{mCor,\,i(j)} \geq 0 \text{인 경우} \\ \max\left[0.3,\ 0.8 + \dfrac{\sigma_{mCor,\,i(j)}}{2\triangle\sigma_{BS,\,i(j)}}\right], & \sigma_{mCor,\,i(j)} < 0 \text{인 경우} \end{cases}$$

$$\sigma_{mCor,\,i(j)} = \begin{cases} \sigma_{mean,\,i(j),} & \sigma_{\max} \leq R_{eEq} \text{인 경우} \\ R_{eEq} - \sigma_{\max} + \sigma_{mean,\,i(j)}, & \sigma_{\max} > R_{eEq} \text{인 경우} \end{cases}$$

$$\sigma_{\max} = \begin{cases} \max_{i,\,(j)}(\triangle\sigma_{HS,\,i(j)} + \sigma_{mean,\,i(j)}), & \text{용접 이음의 경우} \\ \max_{i,\,(j)}(\triangle\sigma_{BS,\,i(j)} + \sigma_{mean,\,i(j)}), & \text{모재의 경우} \end{cases}$$

$$R_{eEq} = \max(315;\ R_{eH})$$

$\sigma_{mean,\,i\,(j)}$: [3.2.2]에 따라 계산된 모재 또는, [3.2.3] 또는 [3.2.4]에 따라 계산된 용접 이음에 대한 피로평균응력(N/mm^2)

3.2.2 모재 자유단의 평균응력

하중조건(j)의 정하중 및 동하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'에 의한 모재 자유단에 대한 피로평균응력 $\sigma_{mean,i(j)}$ (N/mm^2)은 국부응력에 기초한 다음 식에 의해 계산된다.

$$\sigma_{mean,i(j)} = \frac{\sigma_{BS,i1(j)} + \sigma_{BS,i2(j)}}{2} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

3.2.3 간이 계산방법에 대한 평균응력

간이 응력해석에 의하여 평가된 용접 이음의 피로평균응력은 **4절 [2.2]**를 따른다.

3.2.4 유한요소 해석에 대한 평균응력

핫스폿 주응력 범위 방향, pX 및 pY에 속한 하중조건(j)의 하중상태, '$i1$' 및 '$i2$'에 대한 정하중 및 동하중상태에 관하여 용접 이음에 대한 피로평균응력 $\sigma_{mean,i(j),pX}$ (N/mm^2) 및 $\sigma_{mean,i(j),pY}$ (N/mm^2)은 **5절 [3.1.2], [3.3.2]** 및 **[4.2.2]**에 정의된 핫스폿 응력 구성에 기초한 다음 공식에 의해 계산된다.

$$\sigma_{mean,i(j)pX} = \frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} + \left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} - (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} - (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4}\right) \cdot \cos 2\theta + \left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xy}}{2}\right) \cdot \sin 2\theta$$

$$\sigma_{mean,i(j)pY} = \frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} - \frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} - (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} - (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} \cdot \cos 2\theta - \left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xy}}{2}\right) \cdot \sin 2\theta$$

θ : 요소 좌표계의 x 방향 및 핫스폿 주응력 범위 좌표계의 pX 주방향 사이의 각도(**5절 [3.1.2], [4.2.3]**). 좌표계의 x 방향은 용접 토우의 법선으로서 정의된다.

45° 미만 주응력 방향을 가지는 절대 값을 가지는 2개의 평균응력 $\sigma_{mean,i(j),pX}$ 및 $\sigma_{mean,i(j),pY}$ 중의 하나는 $\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$에 속한 $\sigma_{mean1,i(j)}$로서 정의된다. 다른 하나의 평균응력은 $\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$에 속한 $\sigma_{mean2,i(j)}$로서 정의된다.

3.3 두께영향

3.3.1

판 두께는 주로 형상효과를 통한 용접 이음의 피로강도 및 관통 두께 응력 분포에 영향을 미친다. 판 두께영향에 대한 조정계수 f_{thick}는 다음과 같다.

- $f_{thick} = 1.0$, $t_{n50} \le 22$ mm 경우
- $f_{thick} = (t_{n50}/22)^n$, $t_{n50} > 22$ mm 경우

t_{n50} : 용접 이음 또는 모재 자유단의 핫스폿에 인접한 고려하는 부재의 순 두께(mm)

간이 응력해석의 경우 고려하여야 하는 보강재의 순 두께는 다음과 같다.
- 평강 및 벌브 형상 : 수정 없음
- 형강 및 T형 바 : 프랜지의 순 두께

유한요소 해석의 경우 고려하여야 하는 순 두께는 균열이 시작 및 전파되는 부재의 순 두께이다.
십자 용접 이음, 횡 방향 T이음 및 횡 방향 부착물을 가진 판 같이 90° 부착물의 경우, 고려하여야 하는 순 두께는 다음에 따른다.

$$t_{n50} = \min\left(\frac{d}{2}, t_{1n50}\right)$$

n : 용접 및 용접되지 않은 연결부에 대하여 각각 **표 1** 및 **표 4**에 제공된 두께지수. n 은 고려하는 응력 방향에 따라서 선택되어야 한다. $\triangle\sigma_{HS1}$ 및 $\triangle\sigma_{HS2}$는 각각 용접에 대하여 수직 및 수평으로 고려되어야 한다.

d : 토우 거리(mm), **그림 2**에 나타나며, 다음에 따른다.

$d = t_{2n50} + 2\ell_{leg}$

t_{1n50} : **그림 2**에 나타나는 연속적인 판의 순 두께(mm)

t_{2n50} : **그림 2**에 나타나는 핫스폿이 평가될 경우 횡 방향 부착판의 순 두께(mm)

ℓ_{leg} : 필릿 용접 각장(mm)

용접 후 처리 방법이 고려하는 용접 이음의 피로수명을 개선하기 위해 적용되는 경우 두께지수는 **[6]**에 제공된다.

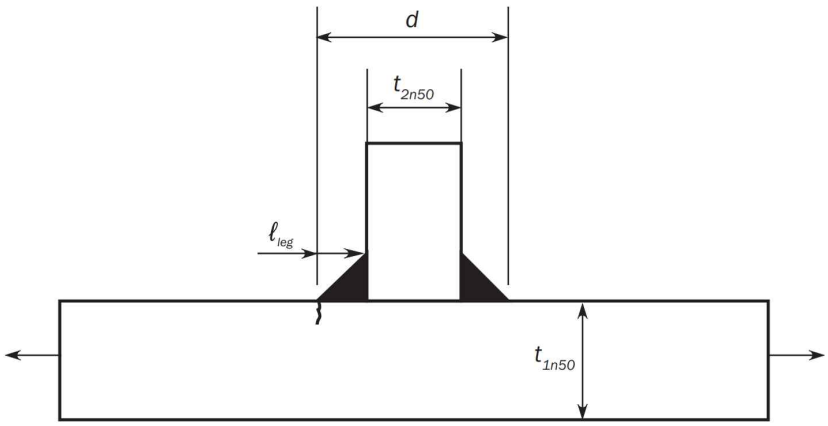
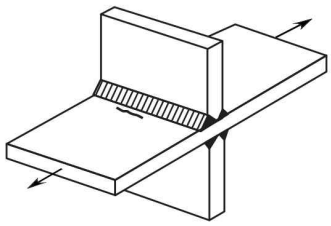
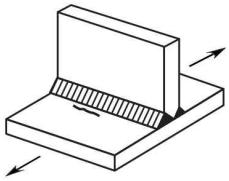
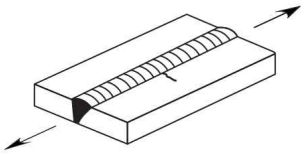
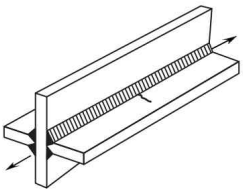
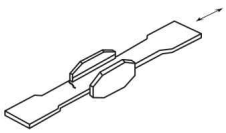
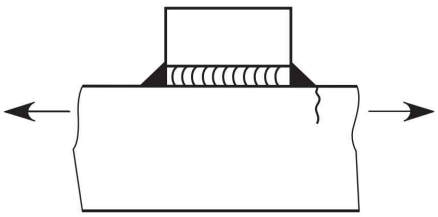
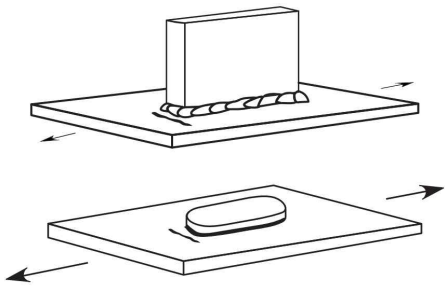
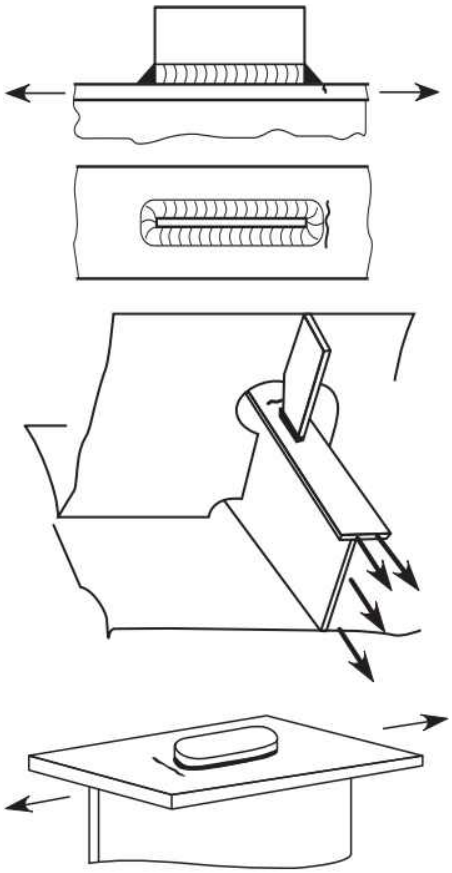


그림 2 십자 용접 이음, 횡 방향 T이음 및 횡 방향 부착물을 가진 판에 대한 토우 거리

표 1 용접이음 : 두께지수

순번	이음 범주 설명	형상	조건	n
1	십자 이음, 횡 방향 T-이음, 횡 방향 부착물을 가진 판		용접 그대로	0.25
			용접 후 개선 방법에 의해 처리된 용접 토우	0.2
2	횡 방향 맛대기 용접		용접 그대로	0.2
			평평하게 그라인딩 또는 용접 후 개선 방법에 의해 처리된 용접 토우	0.1
3	종 방향 용접 또는 판 가장자리 부착		모든 조건	0.1
			용접 후 개선 방법에 의해 처리된 용접 토우	0.1
				
4	평강 또는 벌브 형상의 종 방향 부착		모든 조건	0
			용접 후 개선 방법에 의해 처리된 용접 토우(1)	0

5	종 방향 부착 및 이중판		용접 그대로	0.2
			용접 후 개선 방법에 의해 처리된 용접 토우	0.1
7	종 방향으로 지지되는 종 방향 부착 및 이중판		용접 그대로	0.1
			용접 후 개선 방법에 의해 처리된 용접 토우[(1)]	0

[(1)] 종 방향 단부 연결부의 용접 후 처리에 의한 적용 가능한 이점은 없음

4. S-N 선도

4.1 기본 S-N 선도

4.1.1 수용능력

피로강도에 대한 용접된 강재 연결부 및 강재 모재의 수용 능력은 구조상세에 적용된 응력범위와 파손에 이르는 일정 진폭하중의 반복 횟수사이에 관계를 형성해 주는 S-N 선도에 의하여 정의된다.

4.1.2 설계 S-N 선도

피로평가는 피로시험으로부터 나타낸 S-N 선도의 이용에 기초한다. 설계 S-N 선도는 관련된 실험 자료에 대해 생존확률 50 % 에 해당하는 평균 S-N 선도 아래로 2개의 표준 편차로서 나타낸다. **표 2** 및 **표 3**에 주어진 설계 S-N 선도는 생존확률 97.7 % 해당한다.

4.1.3 S-N 선도 적용범위

S-N 선도는 규정된 최소 항복응력 390 N/mm^2 값 까지 연강 및 고장력강에서 적용가능하다.

4.1.4 공기중 환경

그림 3에 나타낸 바와 같이 공기중 환경에서 기본 설계 선도는 다음과 같이 $\log(\triangle\sigma)$ 및 $\log(N)$ 사이의 선형 관계로 주어진다.

$$\log(N) = \log(K_2) - m \cdot \log(\triangle\sigma)$$

$$\log(K_2) = \log(K_1) - 2 \cdot \log(\delta)$$

K_1 : **표 2**에 주어진 평균 S-N 선도에 관련된 상수

K_2 : **표 2**에 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 상수

δ : **표 2**에 주어진 $\log(N)$의 표준편차

$\triangle\sigma_q$: **표 2**에서 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 주기 $N = 10^7$ 에서의 응력범위(N/mm^2)

표 2 공기중 환경에서 기본 S-N 선도 자료

등급	K_1		m	표준편차 σ	K_2	2×10^7 사이클에서 설계응력범위	2×10^6 사이클에서 설계응력범위
	K_1	$\log_{10}K_1$		$\log_{10}\delta$	K_2	$\triangle\sigma_q$ N/mm^2	N/mm^2
B	2.343E15	15.3697	4.0	0.1821	1.01E15	100.2	149.9
C	1.082E14	14.0342	3.5	0.2041	4.23E13	78.2	123.9
D	3.988E12	12.6007	3.0	0.2095	1.52E12	53.4	91.3

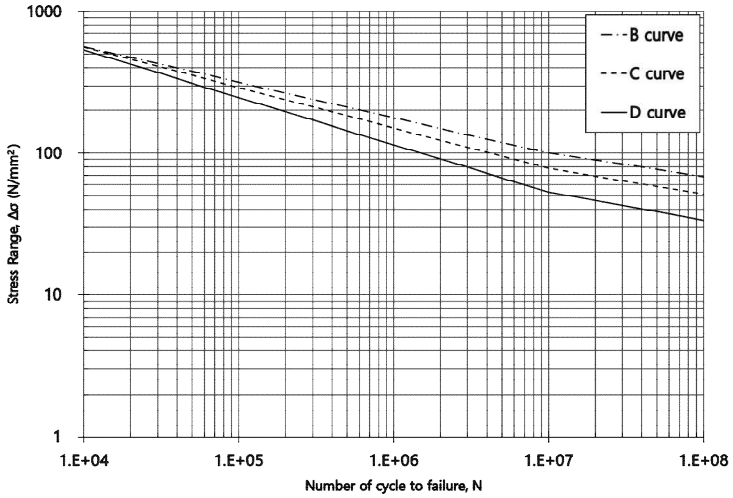


그림 3 공기중 환경에서 기본설계 S-N 선도

4.1.5 부식환경

그림 4에 나타낸 바와 같이 부식 환경에 대한 기본설계 선도는 다음과 같이 $\log(\triangle\sigma)$ 및 $\log(N)$ 사이에 선형 관계로 주어진다.

$$\log(N) = \log(K_2) - m \cdot \log(\triangle\sigma)$$

N : 응력범위 $\triangle\sigma$을 받을 때 파단에 이르는 예상 사이클 수
K_2 : **표** 3에서 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 상수

표 3 부식 환경에서 기본 S-N 선도 자료

등급	K_2	m	2×10^6 사이클에서 설계응력범위(N/mm^2)
B_{corr}	5.05×10^{14}	4.0	126.1
C_{corr}	2.12×10^{13}	3.5	101.6
D_{corr}	7.60×10^{11}	3.0	72.4

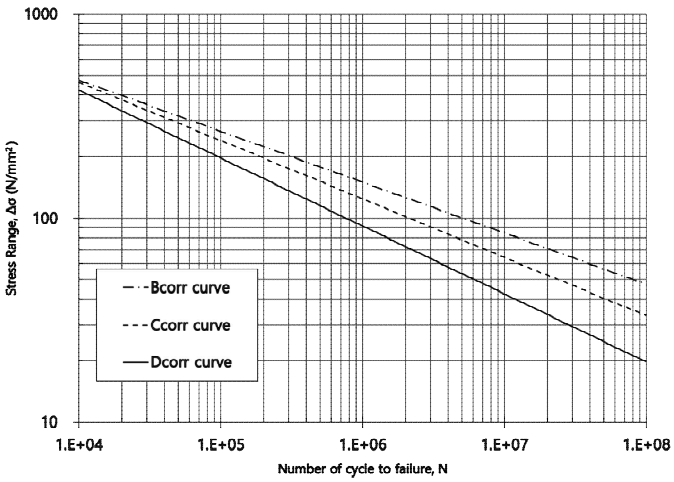


그림 4 부식 환경에서 기본설계 S-N 선도

4.2 S-N 선도의 선택

4.2.1 용접 이음

공기중 환경에 노출된 용접 이음의 피로평가에 대해 **표 2**에 정의된 S-N 선도가 이용된다. 부식 환경에 대해 **표 3**에 정의된 S-N 선도 D_{corr}가 이용된다.

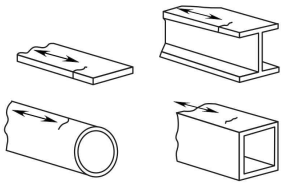
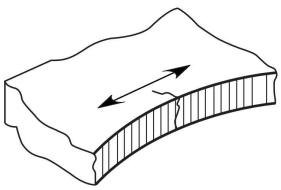
4.2.2 모재 자유단

공기중 환경에 노출된 자유단에서 모재의 피로평가에 대해 **표 2**에 정의된 S-N 선도 B 또는 C가 이용된다. 부식 환경에 대해 **표 3**에 정의된 S-N 선도 B_{corr} 또는 C_{corr}가 이용된다.

4.2.3 표면처리계수

S-N 선도 C는 **표 4**의 표면처리계수에 따라 운항에 따른 부식, 쇠모 및 찢어짐에 의한 노치 발생의 가능성을 고려하여 용접되지 않는 위치의 대부분에 적용한다.
쇠모, 부식 및 찢어짐에 대하여 적절한 보호 조치가 되는 경우 **표 4**와 같이 고품질 표면처리에 대하여 S-N 선도 B를 적용할 수 있으며, **5절 [2]**에 따른 유한요소 해석을 수행하여야 한다.

표 4 용접되지 않은 이음 : 두께지수 및 표면처리계수

연결 구성, 피로 균열 위치 및 응력 방향		모서리 절단 절차	모서리 처리	표면처리	n	K_{sf}	S-N 선도
1	압연 또는 사출 판 및 단면, 이음 없는 파이프, 표면 또는 압연 결함 없음 	N/A	N/A	표면 또는 압연 결함 없음	0	0.94	B
2	절단 모서리 	기계 절단 (열 가공 절단, 전단 모서리 절단)	부드러운 그라인딩 (Smooth grinding), 하중 방향과 평행한 방향의 홈 (groove)에 의한 챔퍼링(chamfered) 또는 둥글게 가공된 절단 모서리	균열 및 노치가 없는 부드러운 표면 1, 2	0.1	1.00	B
			손상되거나 둥근게 가공된 절단 모서리	균열 및 노치가 없는 부드러운 표면 1, 2	0.1	1.07	B
			모서리 처리 안함	균열 및 심각한 노치가 없는 표면(검사절차) 1, 2	0.1	1.0	C
		불꽃에 의한 수동 열 절단	모서리 처리 안함	균열 및 심각한 노치가 없는 표면(검사절차) 1, 2	0.1	1.24	C

1 : 고려되어야 하는 절단의 형상에 관한 응력 증가
2 : 5절 [2]에 따른 상세 요소 분할 해석

5. 피로손상계산

5.1 일반사항

5.1.1

설계 피로수명은 다른 하중조건 및 부식 방지의 제한 때문에 시간 간격의 수로 구분된다.
부식 방지(즉, 도장시스템)는 공기중 환경에서 구조상세가 보호되는 것과 같이 제한된 기간에 대하여 효과가 있다고 가정한다. **표 5**에 명시된 설계수명의 나머지 부분 동안 구조상세는 보호되지 않는다. 즉, 부식 환경에 노출된다.

5.1.2

[5.2]에 주어진 요소 피로손상은 보호된 조건(즉, 공기중 환경) 또는 보호되지 않은 조건(즉, 부식환경)의 특정 환경조건에 관련된 특정 하중조건(j)동안 축적된 손상이다. **[5.3]**에서 주어진 조합 피로손상은 공기중 및 부식 환경 시간에 대한 특정 하중조건(j)에 대해 축적된 손상의 조합이다. **[5.4]**에 주어진 전체 피로손상은 모든 하중조건에서 구해진 조합 피로손상의 합이다.

5.2 요소 피로손상

5.2.1

각 피로 하중조건(j)에 대한 요소 피로손상은 지배적인 하중상태에 대하여 구한 피로응력 범위를 근거로 하여 보호된 공기중 환경 및 보호되지 않은 부식 환경에 대해 다음과 같이 독립적으로 계산되어야 한다.

$$D_{E(j)} = \frac{\alpha_{(j)} \cdot N_D}{K_2} \frac{\triangle \sigma_{FS,(j)}^m}{(\ln N_R)^{m/\xi}} \cdot \mu_{(j)} \cdot \Gamma\left(1 + \frac{m}{\xi}\right)$$

N_D : 설계수명 동안 선박에 의해 경험된 파도 주기의 총 수는 다음과 같다.

$N_D = 31.557 \times 10^6 (f_0 T_D) / (4 \log L)$

f_0 : 적하 및 양하, 수리 등 제외한 항해상태에서 시간을 고려한 계수로 다음과 같다.

$f_0 = 0.85$

$\alpha_{(j)}$: 유조선에 대한 **1절 표 1** 및 산적화물선에 대한 **1절 표 3**에 주어진 각 하중조건에서 시간의 부분

$\triangle \sigma_{FS(j)}$: 10^{-2} 의 초과 참조 확률수준에서 피로응력 범위(N/mm^2)

N_R : 10^{-2} 의 초과 참조 확률수준에 상응하는 사이클 횟수로 다음과 같다.

$N_R = 100$

ξ : Weibull 형상 변수로 다음과 같다.

$\xi = 1$

$\Gamma_{(X)}$: 완전 감마 함수

K_2 : 공기중 환경에 대한 **표 2** 및 부식 환경에 대한 **표 3**에서 주어진 설계 S-N 선도 상수

$\mu_{(j)}$: S-N 선도의 역경사의 변화를 고려하는 계수(m)로 다음과 같다.

- 공기중 환경

$$\mu_{(j)} = 1 - \frac{\left\{\gamma\left(1 + \frac{m}{\xi}, \nu_{(j)}\right) - \nu_{(j)}^{-\triangle m/\xi} \cdot \gamma\left(1 + \left(\frac{m + \triangle m}{\xi}\right), \nu_{(j)}\right)\right\}}{\Gamma(1 + \frac{m}{\xi})}$$

$$\nu_{(j)} = \left(\frac{\triangle \sigma_q}{\triangle \sigma_{FS,(j)}}\right)^{\xi} \ln N_R$$

• 부식 환경

$\mu_{(j)} = 1.0$

$\gamma(\alpha, x)$: 불완전 감마 함수

$\triangle\sigma_q$: **표 2**에 주어진 $N = 10^7$주기에서 설계 S-N 선도의 두 선분의 교점에 상응하는 응력 범위(N/mm^2)

$\triangle m$: S-N 선도의 역경사의 변화로 다음과 같다.

$\triangle m = 2$

5.3 조합 피로손상

5.3.1

각 하중조건(j)에 대한 보호된 상태, 즉, 공기중 환경 및 보호되지 않는 부식 환경에서의 조합 피로손상은 다음에 따라 계산되어야 한다.

$$D_{(j)} = D_{E,air\ (j)} \cdot \frac{T_D - T_C}{T_D} + D_{E,corr(j)} \cdot \frac{T_C}{T_D}$$

$D_{E,air\ (j)}$: [5.2.1]에 주어진 하중조건(j)에 대해 공기중 환경의 요소 피로손상

$D_{E,corr\ (j)}$: [5.2.1]에 계산된 하중조건(j)에 대해 부식 환경의 요소 피로손상

표 5 부식 환경 시간 T_C

용접 이음 또는 구조상세의 위치	부식 환경 시간 T_C (년)
평형수 탱크	10
화물유 탱크	
산적화물창 및 평형수 화물창의 하부(1)	
하부(1)를 제외한 산적화물창 및 평형수 화물창	5
보이드 스페이스 이외의 구역	

(1) 하부는 단일선측구조의 화물창에 대한 늑골 단부 브래킷 하방 또는 이중선측구조의 화물창에 대한 호퍼탱크 상단 하방 300 mm 거리에 위치하는 수평선 하방 화물창 부분을 의미한다.
(**2부 1장 2절 그림 1** 참조)

5.4 전체 피로손상

5.4.1

모든 적용 가능한 하중조건에 대한 전체 피로손상은 다음과 같이 계산된다.

$$D = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{(j)}$$

$D_{(j)}$: [5.3]에 주어진 적용 가능한 하중조건에 대한 조합 피로손상

5.5 피로수명계산

5.5.1

피로수명, T_F 는 다음과 같다.

$$T_F = \frac{T_D}{D_{air}}, \qquad \frac{T_D}{D_{air}} \le (T_D - T_C)\text{인 경우}$$

$$T_F = T_D - T_C + \left(\frac{T_D}{D_{air}} - T_D + T_c\right)\frac{D_{air}}{D_{corr}}, \qquad \text{이외의 경우}$$

D_{air} : 공기중 환경에서 모든 하중조건에 대한 전체 피로손상은 다음과 같다.

$$D_{air} = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{E,\,air\,(j)}$$

D_{corr} : 부식 환경에서 모든 하중조건에 대한 전체 피로손상은 다음과 같다.

$$D_{corr} = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{E,\,corr\,(j)}$$

6. 용접 개선 방법

6.1 일반사항

6.1.1

용접 후 피로강도 개선 방법은 요구된 피로수명을 달성하는 추가 수단으로 고려되며 품질관리 절차 및 **1부 3장 4절**의 부식방지에 영향을 받는다.

6.1.2 용접 후 처리의 장점에 대한 제한

용접 후 처리 이점이 적용 가능한 구조상세에 대하여, 용접 후 처리 효과가 제외된 고려하는 구조상세에 대하여 설계단계에서 피로수명은 $T_D/1.47$ 이상이어야 한다. 단, 산적화물창 내부의 구조상세에 대하여, 용접 후 처리 효과가 제외된 설계 단계에서의 피로 수명은 25년 이상이어야 한다.

비고 1 : T_{DF} 가 25년 일 때, 계산된 용접 후 처리 효과가 제외된 고려하는 구조상세에 대한 설계 단계에서의 피로수명은 17년 이상이어야 한다.

6.1.3 조립 단계에서 용접 후 처리 방법

조립 단계에서 피로강도를 개선하기 위하여 이 편에서 고려된 하나의 기본적인 용접 후 처리 방법은 용접 형상 통제 및 절단 자국의 그라인딩에 의한 결함 제거이다.

6.1.4 용접 토우

개선 방법은 용접 토우에 적용된다. 즉, 용접 토우에서 일어나는 잠재적인 피로파손의 관점에서 용접의 피로수명을 증가시키기 위함이다. 다른 위치에서 파손 시작의 가능성은 항상 고려되어야 한다. 용접 후 처리를 적용함으로서 용접 토우에서 루트로 파손이 이동된 경우, 이음의 전반적인 피로 성능의 상당한 개선은 없다고 할 수 있다. 용접 루트에 대한 개선은 용접 토우에 적용된 처리로부터 기대할 수 없다.
각 방법의 간략한 설명 및 얻을 수 있는 개선 정도는 [6.2]에서 주어진다.

6.1.5

용접 개선이 계획될 때 **12장 3절 [2.4]**에 따라 최소 루트 면의 완전 또는 부분 용입 용접은 용접 루트에서 균열 가능성을 완화시키기거나 또는 제거하기 위해 이용되어야 한다.

6.2 용접 토우 절단 자국에 대한 그라인딩

6.2.1

용접 토우에서 응력 집중을 감소시키거나 결함을 제거하여 좋은 형상을 만들기 위해서 숫돌 연마 도구(burr grinding)를 사용하여 가공할 수 있다.(**그림 5** 참조)
침입, 언더컷, 및 콜드랩과 같은 결함을 제거하기 위해 용접 토우에 인접한 재료는 제거되어야 한다. 그라인딩의 깊이는 눈에 보이는 언더컷의 바닥 아래로 0.5 mm 이어야 한다. 절단 자국에 대한 그라인딩의 전체 깊이는 2 mm 와 가공된 판의 국부 총 두께의 7 % 중 작은 값 미만이어야 한다. 이 요건을 따르지 않는 언더컷은 승인된 방법에 의해 수리되어야 한다.

6.2.2

작은 곡진 홈에 의한 해로운 노치효과를 피하기 위하여, 그라인딩된 용접 토우에서 절단 자국의 지름은 판 두께에 비례하여 가공되어야 한다. 10 에서 50 mm 의 판 두께를 가지는 용접 이음에 대하여, 지름은 10 에서 25 mm 범위에 있어야 한다. 홈의 루트 곡률의 결과는 0.25 $t_{as-built}$ 이상이어야 한다. 절단 자국에 대한 그라인딩 후 각목 및 각장은 승인된 도면에 나타난 규칙 요건 또는 증가된 용접 크기를 만족하여야 한다. 검사절차는 용접 토우 곡률, 절단 자국에 대한 그라인딩 깊이 및 용접 토우 언더컷이 완전히 제거되는지의 검토를 포함하여야 한다.

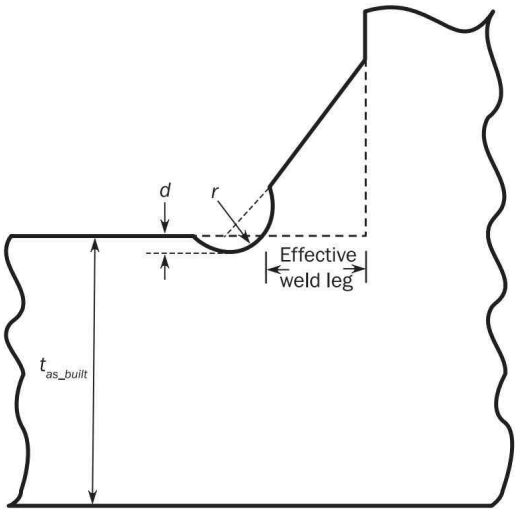


그림 5 그라인딩 용접 토우 형상의 상세

6.3 피로개선계수

6.3.1

계수 1.3(즉, 1.3의 유효 응력 범위의 감소)의 피로강도의 증가에 대해 상응하는, 공기 중에 $D_{air}/2.2$ 까지 감소하는 절단 자국에 대한 그라인딩의 이점

D_{air} : **3절 [5.3.1]**에 주어진 공기중의 피로손상

6.4 적용

6.4.1

이 절에서 제공된 용접 후 개선 방법 및 피로개선계수의 적용은 다음 제한에 따라야 한다.

- [6.1.5]에 따르는 용접 유형
- 용접 개선은 높은 주기의 피로조건 하에 구조상세의 피로강도를 개선하는데 효과적이다. 그러므로 피로개선계수는 낮은 주기(즉, $N \leq 5 \times 10^4$ 일 때)의 피로 조건에 적용하지 않는다. 여기서 N은 파손 수명 주기의 수이다.
- 별도로 규정하지 않은 경우, 피로개선계수는 6 mm 에서 50 mm 두께의 강판의 용접 및 이음에 사용되어야한다.
- 피로개선계수는 종 방향 단부 연결부를 제외한 용접된 횡 방향 맞대기 용접, 용접된 T-연결/십자 용접 및 용접된 종 방향 부착 용접에 적용된다.
- 기계적인 손상의 영향이 있는 지역에 인접한 피로개선은 적절이 보호된 경우 보장할 수 있다.
- 상호 비드 토우의 처리는 **그림 6**에 나타는 것처럼 큰 다중 패스 용접에 대하여 요구된다.
- 건조자는 용접 후 처리가 적용된 상세 목록 및 범위를 제공하여야 한다.

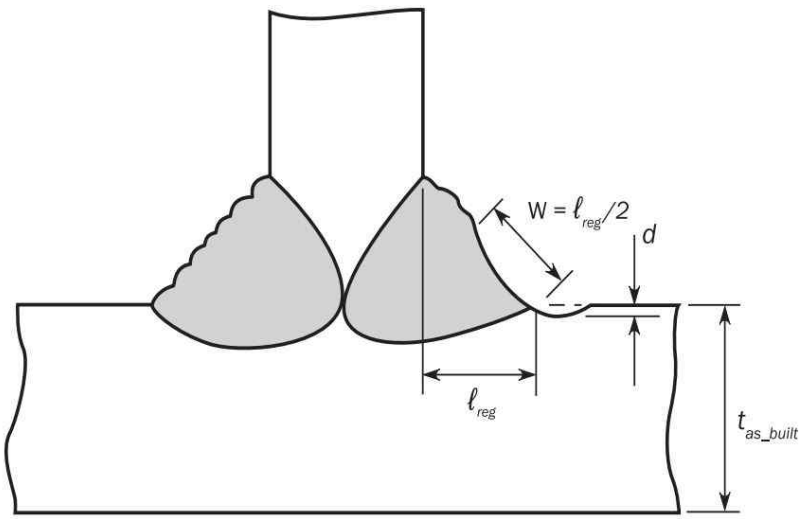


그림 6 용접 면에서 상호 비드 토우를 제거하기 위한 용접 토우 절단 자국에 대한 그라인딩 범위

ℓ_{leg} : 용접 각장
w : 홈 너비
d : 그라인드 깊이

7. 공사

7.1 적용

7.1.1

일반적으로 구조상세에 대한 피로 성능은 조립정렬 및 용접 컨트롤을 포함하는 강화된 작업 기준을 채택함으로써 개선될 수 있다.

7.2 건조 상세에 대한 공사 제어

7.2.1 조립정렬 및 허용 기준 제어

건조 허용 오차를 초과하는 조립 정렬 상태는 구조상세에 대하여 피로 성능을 감소시키는 추가적인 응력 집중을 유발할 수 있다. 조선소는 **12장 1절**에 규정된 건조 요건에 적합하여야 할 책임이 있다.

7.2.2 용접 형상 제어

양호하지 못한 용접 형상은 추가적인 응력 집중을 유발할 수 있다. 그러므로 용접 토우에서 좋은 형상 및 매끄러운 형상 변화를 얻기 위하여 특별히 주의하여야 한다. 용접 형상 제어(즉, 강화된 공사)는 취약한 용접 토우 위치 주위에서 우리 선급에 의해서 요구될 수 있다. 용접 노치응력 집중은 플랭크 각 및 용접 토우 반경의 직접 함수이다. 언급한 S-N 선도 유효성은 50도의 최대 평균값의 용접 플랭크 각 및 0.5 mm의 최소 평균값의 용접 토우 반경을 기본으로 한다. 용접 상세는 계산된 피로수명을 고려하는 취약한 지역에 대한 승인을 위하여 제출하도록 요청될 수 있다.

7.2.3 용접 후 처리 방법

용접 후 처리 방법은 **[6]**에 명시된 구조상세의 피로 저항을 향상시키기 위하여 사용될 수 있다. 설계 단계에서 계산된 피로수명은 일반적으로 이러한 처리에서 파생된 이점을 고려하지 않아야 한다. 개구 모양의 개선, 부드러운 브래킷 토우, 국부적인 두께 증가 또는 구조상세의 형상 변화와 같은 대안의 설계 방법을 사용하여도 피로수명이 합리적으로 달성되지 않는 예외적인 경우에 이러한 이점이 고려되어야 한다. 이는 사안별로 우리 선급에 의하여 고려되어야 한다.

7.2.4 상세 설계기준

구조상세의 개선된 설계에 대한 요건은 **6절**에 제공된다. 이 상세 설계기준 또한 공사 및 용접 요건을 포함한다.

제 4 절 간이 응력해석

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

(i) : **4장 2절 [3.1]** 규정한 동하중 상태 HSM, FSM, BSR-P, BSR-S, BSP-P, BSP-S, OST-P 또는 OST-S를 나타내는 아래첨자 "$i1$"는 동하중 상태 HSM-1, FSM-1, BSR-1P, BSR-1S, BSP-1P, BSP-1S, OST-1P 또는 OST-1S를 나타낸다. "$i2$"는 동하중 상태 HSM-2, FSM-2, BSR-2P, BSR-2S, BSP-2P, BSP-2S, OST-2P 또는 OST-2S를 나타낸다.

(j) : 하중조건을 나타내는 아래첨자
1절 [6.2] 표 1에 정의된 유조선에 대한 "만재 적재" 또는 "통상 평형수"
1절 [6.3] 표 1에 정의된 산적화물에 대한 "만재 균일적재", "만재 격창적재", "통상 평형수" 또는"황천 평형수"

ℓ_{bdg} : **3장 7절**에 정의된 보강재의 유효 굽힘 스팬(m)

I_{y-n50} : 고려되는 종 방향 위치에서 순 수직 선체거더 관성 모멘트(m^4)

I_{z-n50} : 고려되는 종 방향 위치에서 순 수평 거더 관성 모멘트(m^4)

y : 고려되는 하중 계산점의 횡 방향 좌표(m)

z : 고려하는 하중 계산점의 수직 좌표(m)

z_n : 기선에서 수평 중립축까지의 거리(m)

f_c : **1절 [5.1.2]**에 정의된 조정계수

f_{NA} : 조정계수, 다음과 같다.

- 산적화물선 :
  - $f_{NA} = 1.0$, $0 < z \le D/2$인 경우
  - $f_{NA} = 0.95$, $z = D$ 인 경우
  - f_{NA} : z 의 상기 이외 값은 선형 보간법 사용

- 유조선 : $f_{NA} = 1.0$

K_α : **[5.2]**에 주어진 축하중으로 인한 응력에 대한 기하하적 응력집중계수

K_b : **[5.2]**에 주어진 면내압력으로 인한 응력에 대한 기하하적 응력집중계수

K_n : **[5.1]**에 정의된 비대칭 보강재 형상으로 인한 응력집중계수

1. 일반 사항

1.1 적용

1.1.1

이 절은 단순응력평가에 대한 절차를 규정하며 이 절차는 종통 보강재 단부 연결부의 피로강도를 평가하기 위하여 사용되어야 한다.

1.1.2

그림 2에 나타난 종보강재 주위의 핫스폿 응력 범위 및 핫스폿 평균응력은 다음의 위치에서 종보강재의 플랜지에서 평가되어야 한다.

a) 횡 방향 웨브 또는 늑판 이외의 위치
- 화물창의 제수격벽을 포함하는 횡격벽 또는
- 스툴 부근

상대 변위로 인한 추가적인 핫스폿 응력은 고려하지 않아야 한다.

b) 횡 방향 웨브 또는 늑판 위치
- 화물창의 제수격벽을 포함하는 횡격벽 또는
- 스툴 부근

상대 변위로 인한 추가적인 핫스폿 응력은 고려되어야 한다.

[5.1]에 따르는 비대칭 보강재 형상 및 [5.2]에 따르는 'A' 및 'B'점에서 보강재 단부 연결 형상으로 인한 응력집중계수가 적용되어야 한다.

1.2 가정

1.2.1

다음 가정은 종보강재 단부 연결부에 대한 피로평가에 적용한다.

a) 핫스폿 응력은 다음을 근거로 한다.
- 공칭응력
- [5]에 주어진 응력집중계수
- 1절 [6]에 명시된 적재조건

b) 종보강재 단부 연결부 형태는 [5.2]에서 설명한다.

1.2.2

[5.2]에 주어진 단부 연결부는 축 및 면외하중을 받는 전형적인 이음부 형상을 기초로 한다. 구조상세가 **표** 4에 보인 것과 다른 경우, 유한요소 해석은 [5.3]에 따라 피로강도 관점에서 해당 상세의 타당성을 입증하기 위해 사용되어야 한다.

2. 핫스폿 응력

2.1 핫스폿 응력범위

2.1.1

하중조건(j)의 하중상태(i)에 대한 동하중으로 인한 핫스폿 응력 범위(N/mm^2)는 다음 식을 따른다.

$$\triangle\sigma_{HS,i(j)} = \left|(\sigma_{GD,i1(j)} + \sigma_{LD,i1(j)} + \sigma_{dD,i1(j)}) - (\sigma_{GD,i2(j)} + \sigma_{LD,i2(j)} + \sigma_{dD,i2(j)})\right| \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

$\sigma_{GD,i1(j)}$, $\sigma_{GD,i2(j)}$: [3.1.1]에 정의된 전체 선체 거더 파랑 굽힘 모멘트에 의한 응력(N/mm^2)

$\sigma_{LD,i1(j)}$, $\sigma_{LD,i2(j)}$: [4.1.1]에 정의된 국부 동압력에 의한 응력(N/mm^2)

$\sigma_{dD,i1(j)}$, $\sigma_{dD,i2(j)}$: [4.2.4] 및 [4.2.5]에 정의된 파랑에서 상대 변위에 의한 응력(N/mm^2)

2.2 핫스폿 평균응력

2.2.1

하중조건(j)의 하중상태(i)에 대한 정하중 및 동하중의 핫스폿 평균응력(N/mm^2)은 다음 식을 따른다.

$$\sigma_{mean,i(j)} = \sigma_{GS,(j)} + \sigma_{LS,(j)} + \sigma_{dS,(j)} + \sigma_{mLD,i(j)} + \sigma_{mGD,i(j)} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

하중조건(j)의 하중상태(i)에 대한 경우 :

$\sigma_{GS,(j)}$: [3.2.1]에 정의된 정수중 선체거더 굽힘 모멘트에 의한 응력(N/mm^2)

$\sigma_{LS,(j)}$: [4.1.2]에 정의된 국부 정압력에 의한 응력(N/mm^2)

$\sigma_{dS,(j)}$: [4.2.7]에 정의된 정수중 상대 변위에 의한 응력(N/mm^2)

$\sigma_{mLD,i(j)}$: 국부 동하중에 의한 평균응력(N/mm^2), 다음과 같이 정의 한다:

$$\sigma_{mLD,i(j)} = \frac{\sigma_{LD,i1(j)} + \sigma_{LD,i2(j)}}{2}$$

$\sigma_{LD,i1(j)}$, $\sigma_{LD,i2(j)}$: [4.1.1]에 정의된 국부 동압력에 의한 응력(N/mm^2)

$\sigma_{mGD,i(j)}$: 전체 파랑 굽힘 모멘트에 의한 평균응력(N/mm^2)로서 다음 식을 따른다.

$$\sigma_{mGD,i(j)} = \frac{\sigma_{GD,i1(j)} + \sigma_{GD,i2(j)}}{2}$$

$\sigma_{GD,i1(j)}$, $\sigma_{GD,i2(j)}$: [3.1.1] 정의된 전체 파랑 굽힘 모멘트에 의한 응력(N/mm^2)

3. 선체거더응력

3.1 선체거더 파랑 굽힘 모멘트에 의한 응력

3.1.1

하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$에 대한 선체거더응력(N/mm^2)은 다음 식을 따른다.

$$\sigma_{GD,iK(j)} = f_c \cdot K_a \left(\frac{M_{wv-LC,ik}}{I_{y-n50}} (z - z_n) \cdot f_{NA} - \frac{M_{wh-LC,ik}}{I_{Z-n50}} y \right) 10^{-3} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

$M_{wv-LC,ik}$: $i1$ 및 $i2$ 에 동등한 ik에 의한 하중조건 (j)에 대해 고려된 종방향 위치에서 선체거더 하중 계산 점의 **4절**에 정의된 고려하는 동하중 상태의 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

$M_{wh-LC,ik}$: $i1$ 및 $i2$ 에 동등한 ik에 의해 하중조건 (j)에 대해 고려된 종방향 위치에서 선체거더 하중 계산 점의 **4절**에 정의된 고려하는 동하중 상태의 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)

3.2 정수중 선체거더 굽힘 모멘트

3.2.1

하중조건(j)에서 정수중 굽힘 모멘트에 의한 선체거더 핫스폿 응력(N/mm^2)은 다음 식을 따른다.

$$\sigma_{GS,(j)} = \frac{f_c \cdot f_{NA} \cdot K_a \cdot \beta_{(j)} \cdot M_{sw} \cdot (z - z_n)}{I_{y-n50}} 10^{-3} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

M_{sw} : 고려된 종 방향 위치의 선체거더 하중 계산 점의 **4장 4절**에 정의된 허용 정수중 수직 굽힘 모멘트 (kNm)

$\beta_{(j)}$: **표 1**에 정의된 허용 정수중 수직 굽힘 모멘트의 부분

표 1 허용 정수중 수직 굽힘 모멘트의 부분 $\beta_{(j)}$

선박종류	하중조건	고려된 부분의 종 방향 위치	$\beta_{(j)}$
유조선	균일상태	N/A	새깅 상태에서 0.60
	통상 평형수		호깅 상태에서 0.80
산적화물선	균일상태		새깅 상태에서 0.40
	격창상태		호깅 상태에서 0.75
	통상 평형수		호깅 상태에서 0.80
	황천 평형수 (**그림 1** 참조)	평형수 화물창	새깅 상태에서 0.75
		평형수 화물창에 인접한 화물창	새깅 상태에서 0.75와 호깅 상태에서 0.45 사이의 선형 보간법
		이외의 화물창	새깅 상태에서 0.75

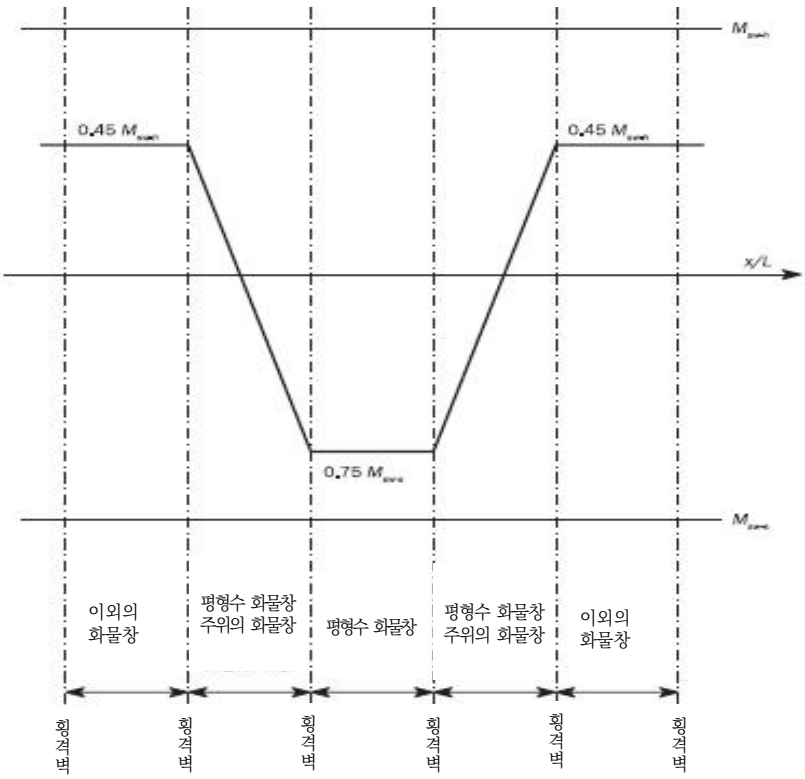


그림 1 평형수 화물창의 피로평가를 위한 정수중 굽힘 모멘트의 분포

4. 국부 보강재 응력

4.1 보강재 굽힘으로 인한 응력

4.1.1 동압력에 의한 응력

하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$ 에서 국부 동압력에 의한 핫스폿 응력(N/mm^2)은 다음 식을 따른다.

$$\sigma_{LD,ik(j)} = \frac{K_b K_n\, s\, \ell_{bdg}^2 (\eta_w f_{NL} P_{w,ik(j)} + \eta_{ld} P_{ld,ik(j)} + \eta_{bd} P_{bd,ik(j)}) \left(1 - \frac{6x_e}{\ell_{bdg}} + \frac{6x_e^2}{\ell_{bdg}^2}\right)}{12\, Z_{eff-n50}}$$

$P_{w,ik(j)}$: 하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$ 에서 스팬 중앙부의 동적 파랑압력(kN/m^2) (**5절 [1.4]** 참조)

$P_{ld,ik(j)}$: 하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$ 에서 **4장 6절 [1.1.1]**에 따른 스팬 중앙부의 탱크 동적 액체압력(kN/m^2). 보강재의 양 측면에 작용하는 압력(즉, 보강재의 부착판 또는 보강재 측에 작용)은 관련 하중 조건이 있을 경우, 동시에 고려될 수 있다. 산적화물선의 갑판 종보강재의 경우 톱사이드 탱크의 내부 압력은 없는 것으로 고려한다.

$P_{bd,ik(j)}$: 하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$ 에서 스팬 중앙부의 동적 산적 건화물 압력(kN/m^2) (**6절 [2.4.1]** 참조)

$\eta_w, \eta_{ld}, \eta_{bd}$: 압력 일반계수는 다음을 따른다.

$\eta = 1$ 고려하는 압력이 보강재 측면에 적용될 때

$\eta = -1$ 상기 이외

f_{NL} : 파랑압력의 비선형성에 대한 조정계수로 다음을 따른다.

$f_{NL} = 1,$ $z > T_{LC} + 2h_w$ 경우

$f_{NL} = 2.5\dfrac{z - T_{LC}}{h_w} - 4,$ $T_{LC} + 1.8h_w < z \le T_{LC} + 2h_w$ 경우

$f_{NL} = 0.5\dfrac{z - T_{LC}}{h_w} - 0.4,$ $T_{LC} + 1.6h_w < z \le T_{LC} + 1.8h_w$ 경우

$f_{NL} = 0.4,$ $T_{LC} + 1.2h_w < z \le T_{LC} + 1.6h_w$ 경우

$f_{NL} = 0.7 - 0.25\dfrac{z - T_{LC}}{h_w},$ $T_{LC} + 0.6h_w < z \le T_{LC} + 1.2h_w$ 경우

$f_{NL} = 1 - 0.75\dfrac{z - T_{LC}}{h_w},$ $T_{LC} - 0.2h_w < z \le T_{LC} + 0.6h_w$ 경우

$f_{NL} = 0.1875\dfrac{z - T_{LC}}{h_w} + 1.1875,$ $T_{LC} - h_w < z \le T_{LC} - 0.2h_w$ 경우

$f_{NL} = 1,$ $z \le T_{LC} - h_w$ 경우

h_W : **4장 5절**에 정의된 수선에서의 압력과 동일한 수두(m)

x_e : 스팬 ℓ_{bdg} 의 가까운 단부로부터 핫스폿까지의 거리(m) (**그림 2** 참조)

$Z_{eff-n50}$: 부착판의 유효폭 b_{eff} 을 고려하여 계산된 고려하는 보강재의 순 단면계수(cm^3)

b_{eff} : 스팬의 끝단부 및 단부 브래킷과 지지부재의 근처에서 규정된 부착판의 유효폭(mm)으로 다음을 따른다.

$$b_{eff} = s \cdot \min\left(\frac{1.04}{1+\dfrac{3}{\left(\dfrac{\ell_{bdg}}{s}\left(1-\dfrac{1}{\sqrt{3}}\right)\cdot 10^3\right)^{1.35}}};1.0\right), \qquad \frac{\ell_{bdg}}{s}\left(1-\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\times 10^3 \geq 1 \text{ 경우}$$

$$b_{eff} = 0.26\ell_{bdg}\left(1-\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\times 10^3, \qquad \frac{\ell_{bdg}}{s}\left(1-\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\times 10^3 < 1 \text{ 경우}$$

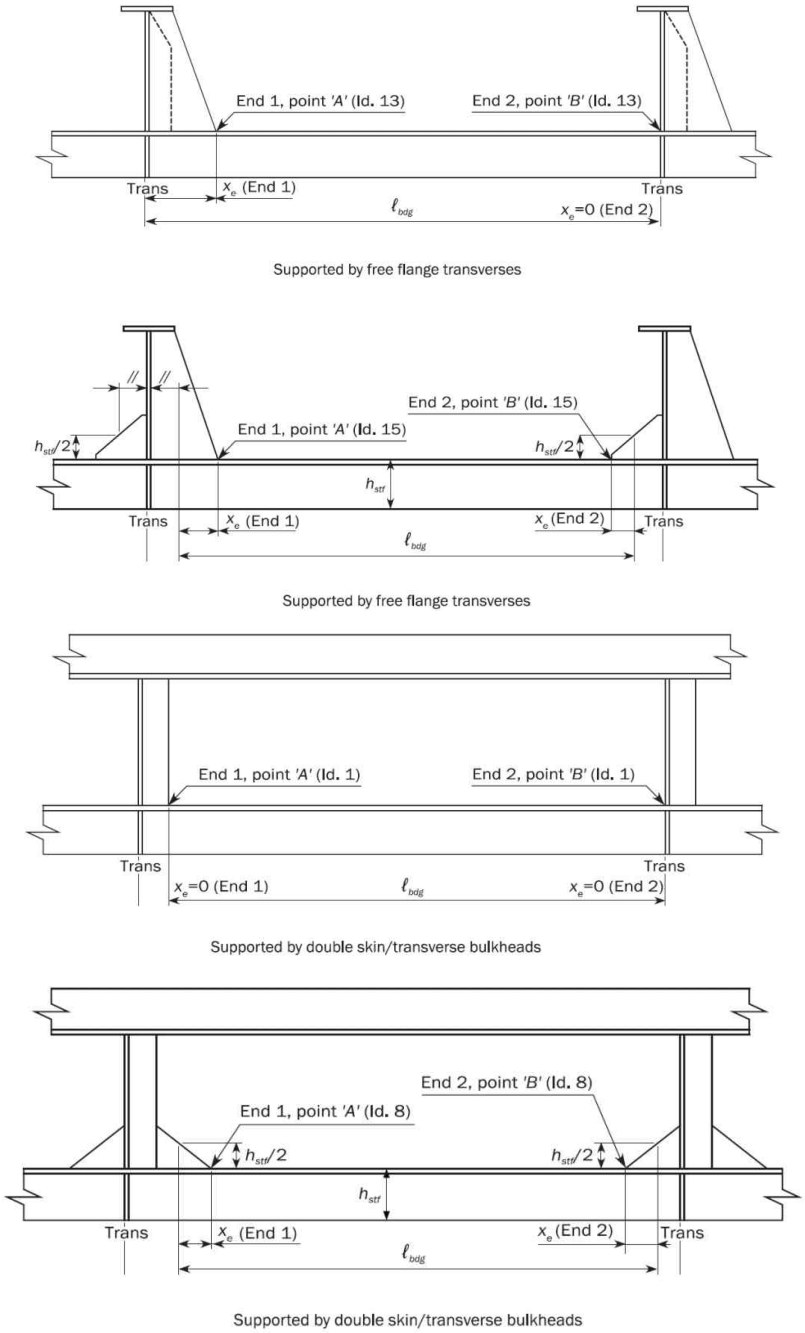


그림 2 유효 굽힘 스팬 및 핫 스팟까지 거리(x_e)

4.1.2 정압력에 관한 응력

하중조건(j)에서 국부 정압력에 의한 핫스폿 응력(N/mm^2)은 다음과 같다.

$$\sigma_{LS,(j)} = \frac{K_b K_n s \ell_{bdg}^2 (\eta_S P_{S,(j)} + \eta_{ls} P_{ls,(j)} + \eta_{bs} P_{bs,(j)}) \left(1 - \frac{6x_e}{\ell_{bdg}} + \frac{6x_e^2}{\ell_{bdg}^2}\right)}{12 Z_{eff-n50}}$$

$P_{S,(j)}$: 하중조건(j)에서 정적 외부압력(kN/m^2) (**4장 5절 [1.2]** 참조)

$P_{ls,(j)}$: 하중조건(j)에서 정적 액체 탱크압력(kN/m^2) (**4장 6절 [1.2]** 참조). 양 측면에 작용하는 압력은 하중조건에서 관련된 경우 동시에 고려된다.

$P_{bs,(j)}$: 하중조건(j)에서 정적 산적건화물 압력(kN/m^2) (**4장 6절 [2.4.2]** 참조)

η_S, η_{ls}, η_{bs} : 압력 평균계수는 다음과 같다.

$\eta = 1$, 고려하는 압력이 보강재 측면에 적용될 때

$\eta = -1$, 상기 이외

4.2 상대변위에 의한 응력

4.2.1 일반사항

다음에 위치한 트랜스버스 웨브 또는 늑판에 부착된 종보강재 끝단 연결부에 대하여

- 화물창의 제수격벽을 포함하는 횡격벽 또는
- 스툴 부근

상대변위로 인한 추가적인 핫스폿 응력은 고려되어야 한다.

4.2.2 상대변위의 정의

상대변위의 정의는 다음과 같다.

- 스툴 부근의 늑판을 관통하는 종부재에 대하여, 상대변위는 스툴 주위 늑판에서의 종부재의 변위 대비 첫 번째 선수(Fwd) 늑판 또는 선미(Aft) 늑판에서의 종부재의 변위로 정의한다.
- 이외의 종부재에 대하여, 상대변위는 제수격벽을 포함한 횡격벽에서의 종부재 변위 대비 첫 번째 선수(Fwd) 또는 선미(Aft) 트랜스버스 특설늑골(또는 늑판)에서 종부재의 변위로 정의한다.

4.2.3 부호 규정

상대변위에 의한 핫스폿 지점(즉, 종부재의 플랜지)에서의 응력이 인장력인 경우, 상대변위의 부호는 양의 부호이다.

4.2.4 유조선

유조선에 대한 하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$에 대해 상대변위에 의한 추가적인 핫스폿 응력은 유한요소법 이용 (**[4.2.6]** 참조) 또는 다음 식에 정의된 국부 동하중 응력 요소의 응력계수를 적용함으로서 구하여야 한다.

$$\sigma_{dD,ik(j)} = (K_d - 1) \cdot \sigma_{LD,ik(j)}$$

$\sigma_{LD,ik(j)}$: 국부 동적응력(**[4.1.1]** 참조)

K_d : **그림 3**에 나타난 지지부재 사이의 상대변위에 의해 야기되는 종통 보강재에 대한 굽힘응력계수(**표 2** 참조)

표 2 횡격벽(제수격벽 포함) 및 인접한 특설늑골(늑판) 사이의 상대변위에 의한 종부재의 굽힘응력계수

위치		K_d	
		만재 적재조건	평형수 조건
선저 종부재	종격벽, 선저거더 또는 버트리스 구조 사이 중앙점	1.50	
	종격벽, 선저거더(중심선거더 제외) 또는 버트리스 구조	1.15	
	중심선 거더	1.30	
	선저위치 사이에 중앙점	선형 보간	
선측 종부재	최하부 선측 스트링거 및 선측에서의 갑판 사이의 중앙점	1.30	1.15
	최하부 선측 스트링거 및 선측에서의 갑판	1.15	1.15
	중앙점	선형 보간	1.15
이외의 종부재		1.15	

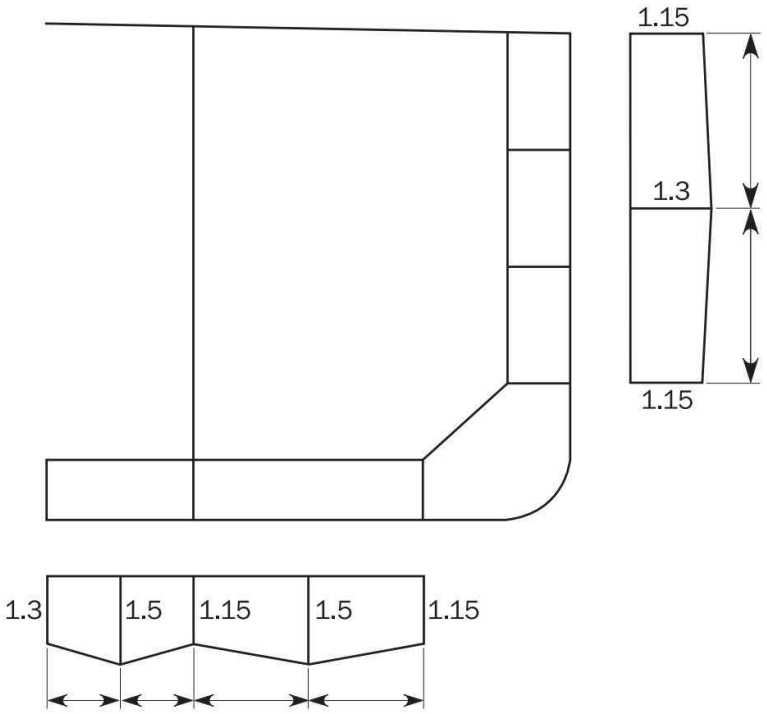


그림 3 두 개의 종통 격벽을 갖는 유조선에 대하여 만재 적재상태에서 K_d 계수

4.2.5 산적화물선

산적화물선에 대한 하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$ 에 대해 상대변위에 의한 추가적인 핫스폿 응력은 **[4.2.6]**에 규정된 유한요소법을 이용하여 계산하여야 한다.

4.2.6 유한요소법으로부터 구해진 상대변위에 의한 응력

다음 절차는 상대변위에 의한 응력을 계산하기 위하여 **7장 2절 [2]**에 따른 화물창 모델을 기초로 한다. 두 지점 “a” 및 “f”에 대해 하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$ 에 대해 상대변위에 의한 응력(N/mm^2)은 다음 식을 이용하여 직접 계산하여야 한다.

$$\sigma_{dD,ik(j)} = \begin{cases} K_b\sigma_{dFwd-a,ik(j)} + K_b\sigma_{dAft-a,ik(j)}, & \text{위치 "}a\text{" 인 경우} \\ K_b\sigma_{dFwd-f,ik(j)} + K_b\sigma_{dAft-f,ik(j)}, & \text{위치 "}f\text{" 인 경우} \end{cases} \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

k : 1 또는 2

$a,\ f$: **그림** 4에 나타난 위치를 표시하는 아래첨자

$Aft,\ Fwd$: **그림** 4에 나타난 횡격벽으로부터 후(Aft) 및 전(Fwd) 방향을 표시하는 아래첨자

K_b : **표** 4에 정의된 점 "A" 또는 "B"에 상응하는 위치 "a" 또는 "f "의 굽힘에 의한 응력 집중 계수

$\sigma_{dFwd-a,ik(j)}$, $\sigma_{dAft-a,ik(j)}$, $\sigma_{dFwd-f,ik(j)}$, $\sigma_{dAft-f,ik(j)}$: 하중조건(j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$에 있어서, 각각 제수격벽을 포함하는 횡격벽 또는 스툴 부근 늑판과 전(Fwd) 및 후(Aft)의 트랜스버스 웨브 또는 늑판 사이의 상대변위로 인한 점 'A' 및 'f'에서의 부가응력($\mathrm{N/mm^2}$)으로 각각 다음과 같다.

$$\sigma_{dFwd-a,ik(j)} = \frac{3.9\delta_{Fwd,\ ik(j)}EI_{Aft-n50}I_{Fwd-n50}}{Z_{Aft-n50}\ell_{Fwd}(\ell_{Aft}I_{Fwd-n50}+\ell_{Fwd}I_{Aft-n50})}\left(1-1.15\frac{|x_{eAft}|}{\ell_{Aft}}\right)10^{-5}$$

$$\sigma_{dAft-a,ik(j)} = \left[\frac{3.9\delta_{Aft,ik(j)}EI_{Aft-n50}I_{Fwd-n50}}{Z_{Aft-n50}\ell_{Aft}(\ell_{Aft}I_{Fwd-n50}+\ell_{Fwd}I_{Aft-n50})}\left(1-1.15\frac{|x_{eAft}|}{\ell_{Aft}}\right)-\frac{0.9\delta_{Aft,ik(j)}EI_{Aft-n50}|x_{eAft}|}{Z_{Aft-n50}\ell_{Aft}^3}\right]10^{-5}$$

$$\sigma_{dFwd-f,ik(j)} = \left[\frac{3.9\delta_{Fwd,\ ik(j)}EI_{Aft-n50}I_{Fwd-n50}}{Z_{Fwd-n50}\ell_{Fwd}(\ell_{Aft}I_{Fwd-n50}+\ell_{Fwd}I_{Aft-n50})}\left(1-1.15\frac{|x_{eFwd}|}{\ell_{Fwd}}\right)-\frac{0.9\delta_{Fwd,ik(j)}EI_{Fwd-n50}|x_{efFwd}|}{Z_{Fwd-n50}\ell_{Fwd}^3}\right]10^{-5}$$

$$\sigma_{dAft-f,ik(j)} = \frac{3.9\delta_{Aft,\ ik(j)}EI_{Aft-n50}I_{Fwd-n50}}{Z_{Fwd-n50}\ell_{Aft}(\ell_{Aft}I_{Fwd-n50}+\ell_{Fwd}I_{Aft-n50})}\left(1-1.15\frac{|x_{eFwd}|}{\ell_{Fwd}}\right)10^{-5}$$

$I_{Fwd-n50}$, $I_{Aft-n50}$: 전(Fwd) 및 후(Aft) 종통재의 순 관성 모멘트($\mathrm{cm^4}$)

$Z_{Fwd-n50}$, $Z_{Aft-n50}$: 전(Fwd) 및 후(Aft) 보강재의 순 단면계수($\mathrm{cm^3}$)

ℓ_{Fwd}, ℓ_{Aft} : 전(Fwd) 및 후(Aft) 종통재의 스팬(m) (**그림** 4 참조)

x_{eFwd}, x_{eAft} : 각각 ℓ_{Fwd} 및 ℓ_{Aft} 의 가까운 단부로부터 위치 "a" 또는 "f "에서의 핫스폿까지 거리(m) (**그림** 2 참조)

$\delta_{Fwd,ik(j)}$, $\delta_{Aft,ik(j)}$: 횡격벽(제수격벽 또는 스툴 부근의 늑판을 포함하는)과 전(Fwd) 및 후(Aft) 트랜스버스 웨브(또는 늑판) 사이의 부착판에 대한 수직 방향의 상대변위(mm) (**그림** 4 참조)

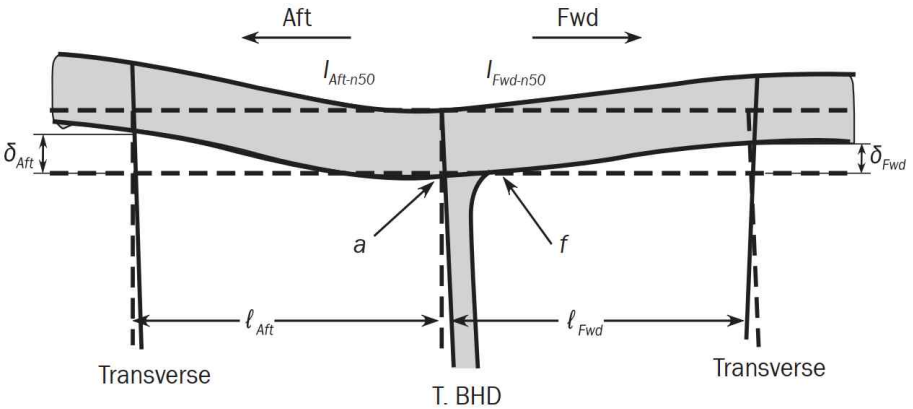


그림 4 상대변위의 정의(선측 종통재의 예)

4.2.7 정수중 상대변위에 의한 응력

횡격벽 또는 스툴 부근 늑판과 인접한 트랜스버스 웨브 또는 늑판 사이의 부착판에 대하여 수직 방향의 상대변위로 인한 부가 핫스폿 응력(N/mm^2)은 동적 국부응력 σ_{LD} 및 동압력을 정적 국부응력 σ_{LS} 및 정압력으로 대체하여, 유조선 및 산적화물선에 각각에 대하여 **[4.2.4]** 및 **[4.2.5]**의 절차에 따라 구하여야 한다.

5. 응력집중계수

5.1 비대칭 보강재

5.1.1

웨브 중앙부 두께 위치에서 계산된 면외하중하에 조립 및 압연 앵글 보강재의 비대칭 플랜지에 대한 응력집중계수 K_n 는 다음과 같이 나타낸다.(**그림 5** 참조)

$$K_n = \frac{1+\lambda\beta^2}{1+\lambda\beta^2\psi_z}$$

$$\lambda = \frac{3\left(1+\frac{\eta}{280}\right)}{1+\frac{\eta}{40}}$$

$$\eta = \frac{\ell_{bdg}^4\ 10^{12}}{b_{f-n50}^3 \bullet t_{f-n50} \bullet h_{stf-n50}^2\left(\frac{4 \bullet h_{stf-n50}}{t_{w-n50}^3}+\frac{s}{t_{p-n50}^3}\right)}$$

$h_{stf-n50}$: 면재를 포함한 보강재 높이(mm) (**그림 6** 참조)
t_{w-n50} : 순 웨브 두께(mm) (**그림 6** 참조)
h_{w-n50} : 순 웨브 높이(mm) (**그림 6** 참조)
t_{p-n50} : 부착판의 순 두께(mm) (**그림 6** 참조)

$\beta = 1-\frac{2b_{g-n50}}{b_{f-n50}}$, 조립식 형상의 경우

$\beta = 1-\frac{t_{w-n50}}{b_{f-n50}}$, 압연 앵글 형상의 경우

b_{g-n50} : 플랜지 모서리부터 웨브 중심선까지 거리에 해당하는 보강재의 편심 거리(mm) (**그림 6** 참조)
b_{f-n50} : 플랜지의 순 폭(mm) (**그림 6** 참조)
t_{f-n50} : 순 플랜지 두께(mm) (**그림 6** 참조)

$$\psi_z = \frac{h_{w-n50}^2 t_{w-n50}}{4Z_{n50}}10^{-3}$$

Z_{n50} : 보강재 간격 s 와 동일한 부착판 폭을 가진 보강재의 순 단면계수(cm^3)

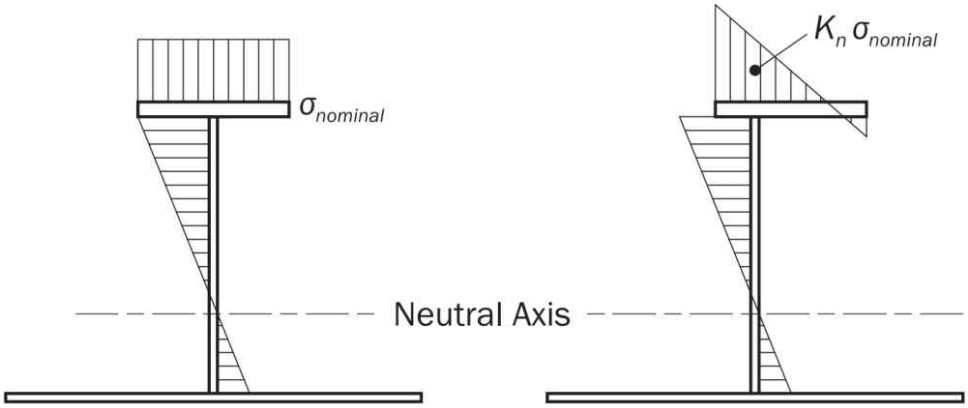


그림 5 대칭 및 비대칭 플랜지를 가진 보강재의 굽힘응력

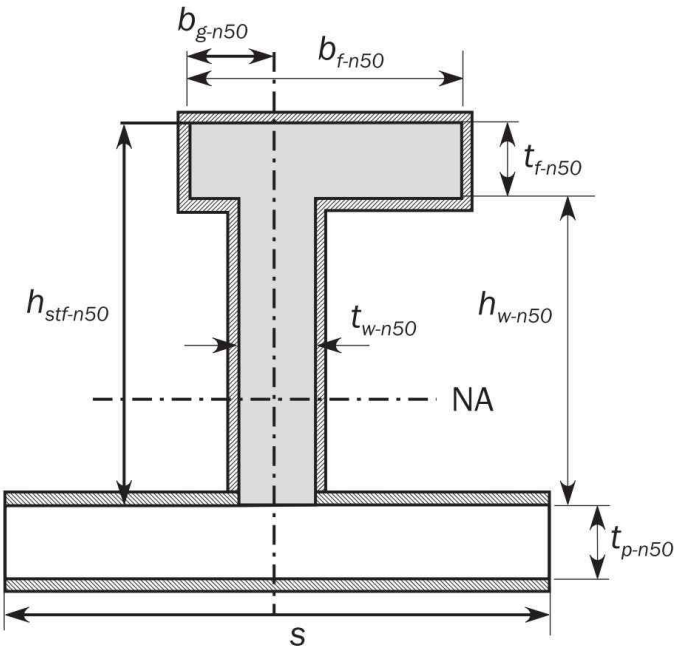


그림 6 보강재 - 순치수

5.1.2 벌브 형상

벌브 형상 K_n계수는 등가의 조립식 형상을 이용하여 계산하여야 한다.(**그림** 7 참조) 등가의 조립식 형상의 플랜지는 벌브 형상과 동일한 값(즉, 수직축 및 중립축 위치에 있어서 같은 단면적 및 관성 모멘트)을 가져야한다.
등가 조립형상 치수의 HP 벌브 형상의 예는 **표** 3에 나타나 있다.

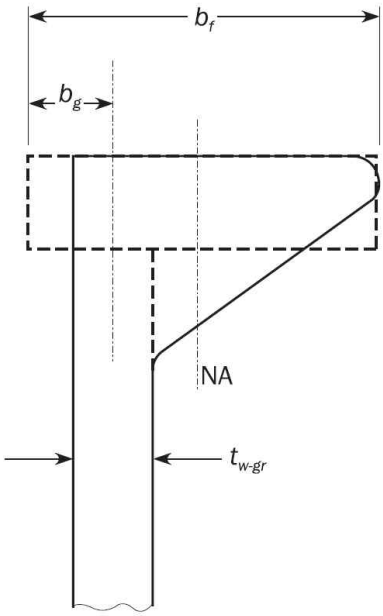


그림 7 벌브 형상 및 등가 조립형 형상

표 3 HP 등가 조립 형상 치수

HP-구평강		총 두께의 등가 조립 플랜지		
높이 (mm)	총 웨브 두께 t_{w-gr} (mm)	b_f (mm)	t_{f-gr} (mm)	b_g (mm)
200	9 - 13	t_{w-gr} + 24.5	22.9	$(t_{w-gr}$ + 0.9)/2
220	9 - 13	t_{w-gr} + 27.6	25.4	$(t_{w-gr}$ + 1.0)/2
240	10 - 14	t_{w-gr} + 30.3	28.0	$(t_{w-gr}$ + 1.1)/2
260	10 - 14	t_{w-gr} + 33.0	30.6	$(t_{w-gr}$ + 1.3)/2
280	10 - 14	t_{w-gr} + 35.4	33.3	$(t_{w-gr}$ + 1.4)/2
300	11 - 16	t_{w-gr} + 38.4	35.9	$(t_{w-gr}$ + 1.5)/2
320	11 - 16	t_{w-gr} + 41.0	38.5	$(t_{w-gr}$ + 1.6)/2
340	12 - 17	t_{w-gr} + 43.3	41.3	$(t_{w-gr}$ + 1.7)/2
370	13 - 19	t_{w-gr} + 47.5	45.2	$(t_{w-gr}$ + 1.9)/2
400	14 - 19	t_{w-gr} + 51.7	49.1	$(t_{w-gr}$ + 2.1)/2
430	15 - 21	t_{w-gr} + 55.8	53.1	$(t_{w-gr}$ + 2.3)/2

5.2 종통 보강재 단부 연결부

5.2.1

축 및 면외하중을 받는 단부 연결부에 대한 응력집중계수 K_a 및 K_b 는 **표 4**에 주어진다. 소프트 토우에 대한 **표 4**에 주어진 값은 토우 형상이 [5.2.5]에 주어진 요건을 만족할 경우에 한하여 유효하다. 또한, 면외하중에 대한 응력집중계수 K_b 는 상대 변형에 의한 응력에 대하여 이용되어야 한다.

5.2.2 이외의 연결 형식

표 4에 주어진 이외의 연결 형식이 있는 경우, 제안된 연결 종류에 대한 피로강도는 핫스폿 응력을 직접 구하기 위해 **5절**에 규정된 매우 상세한 분할 유한요소 해석을 수행하거나 또는 [5.3]에 따른 유한요소 해석을 이용한 응력집중계수를 계산하여 평가되어야 한다.

5.2.3 겹침 연결

종통 보강재에 대한 종 겹침 연결 형태(즉 종통재의 웨브에 부착 용접)는 화물창 구역에서 사용되지 않아야 한다.

5.2.4 웨브 보강재에 연결되지 않는 단부 보강재

다음에 인접한 위치에 웨브 보강재가 생략되거나 종 방향 플랜지에 연결되지 않을 경우

- 1.1 T_{SC} 하방 선측외판
- 선저
- 1.1 T_{SC} 하방 내측 선체 종격벽
- 호퍼
- 1.1 T_{SC} 하방 톱사이드 탱크 경사판
- 내저판

다음의 사항이 요구된다.

- **그림 8**에 정의된 완전한 칼라(Collar) (즉, **표 4**의 연결 형식 ID 31) 또는,
- **6절** [2.1]에 규정된 절단면(Cut-out)에 대한 상세 설계

7절 [2.2]에 주어진 컬러를 포함하는 1차 지지부재의 웨브 판의 절단면(Cut-out) 주위의 핫스폿 응력을 기초로 한 유한요소 해석을 이용하여 피로가 평가 될 경우, **6절** [2.1]에 주어진 절단면(Cut-out)과 동일함이 인정될 수 있다.

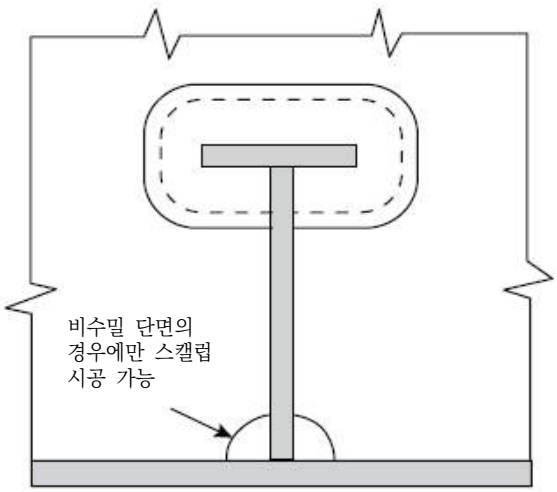


그림 8 완전한 컬러

5.2.5 웨브 보강재 및 이면 브래킷의 소프트 토우

웨브 보강재 및 이면 브래킷의 토우 형상 단부 연결은 다음에 따라야 한다.

$\theta \leq 20$

$h_{toe\,\mathrm{toe}} \leq \max(t_{bkt-gr}\ ;\ 15)$

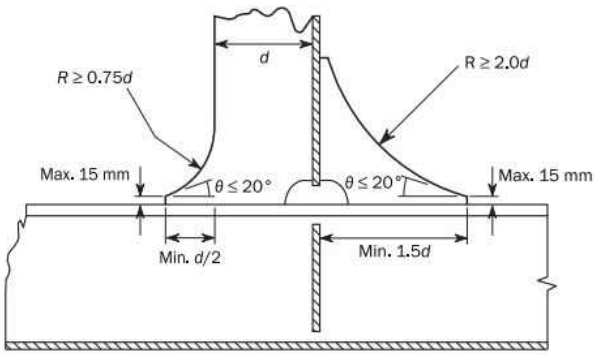
θ : 토우의 각(deg) (**그림 9** 참조)

h_{toe} : 토우의 높이(mm) (**그림 9** 참조)

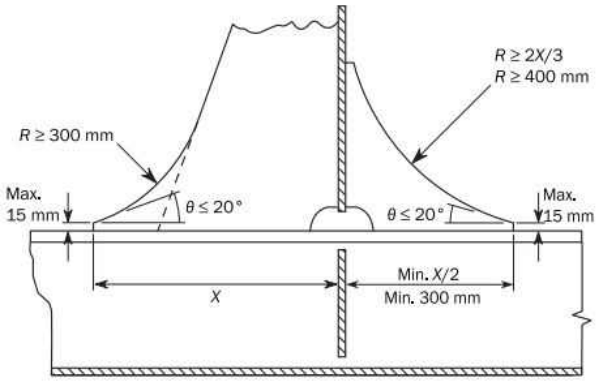
t_{bkt-gr} : 브래킷의 총 두께(mm)

5.2.6 권장 상세 설계

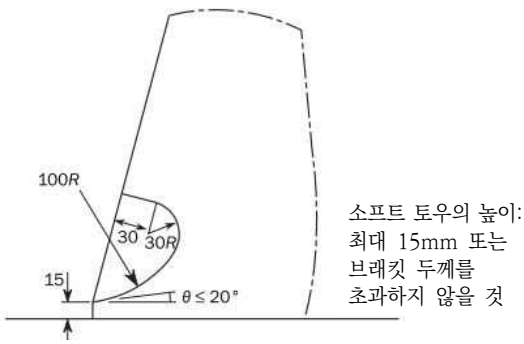
소프트 토우 및 이면 브래킷을 가진 종 방향 단부 연결부에 대한 권장 상세 설계는 **그림 9**에서 주어진다.



필러 보강재의 소프트 토우 및 이면 브래킷의 권고된 설계



필러 보강재의 소프트 토우 및 이면 브래킷의 권고된 설계



트리핑 브래킷 소프트 토우의 권고된 대안 설계

그림 9 소프트 토우 및 이면 브래킷에 대한 상세 설계

표 4 응력집중계수

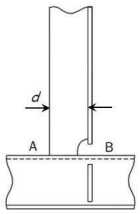
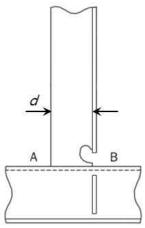
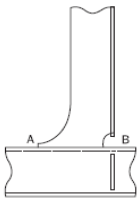
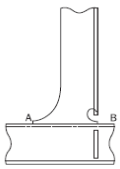
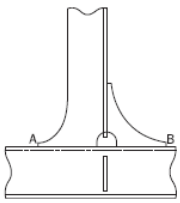
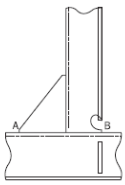
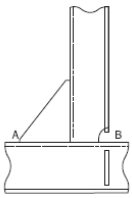
번호	연결 형식 (2)(3)	A점		B점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
1(1)		1.28, $d \le 150$인 경우 1.36, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.45, r $d > 250$인 경우	1.40, $d \le 150$인 경우 1.50, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.60, $d > 250$인 경우	1.28, $d \le 150$인 경우 1.36, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.45, $d > 250$인 경우	1.60
2(1)		1.28, $d \le 150$인 경우 1.36, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.45, $d > 250$인 경우	1.40, $d \le 150$인 경우 1.50, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.60, $d > 250$인 경우	1.14, $d \le 150$인 경우 1.24, $150 < d \le 250$ 인 경우 1.34, $d > 250$인 경우	1.27
3		1.28	1.34	1.52	1.67
4		1.28	1.34	1.34	1.34
5		1.28	1.34	1.28	1.34
6		1.52	1.67	1.34	1.34
7		1.52	1.67	1.52	1.67

표 4 응력집중계수 (계속)

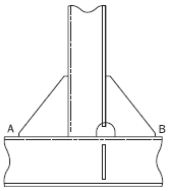
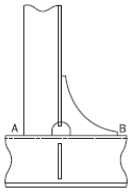
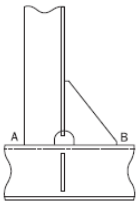
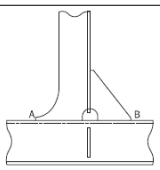
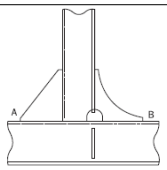
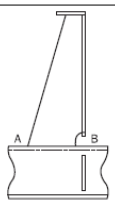
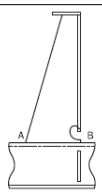
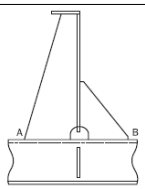
번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
8		1.52	1.67	1.52	1.67
9		1.52	1.67	1.28	1.34
10		1.52	1.67	1.52	1.67
11		1.28	1.34	1.52	1.67
12		1.52	1.67	1.28	1.34
13		1.52	1.67	1.52	1.67
14		1.52	1.67	1.34	1.34
15		1.52	1.67	1.52	1.67

표 4 응력집중계수 (계속)

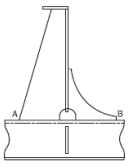
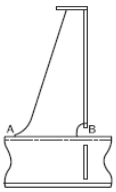
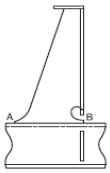
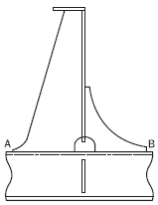
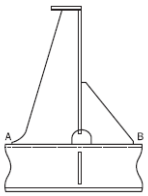
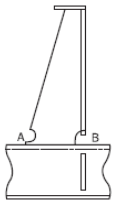
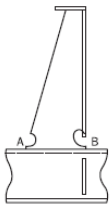
번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
16		1.52	1.67	1.28	1.34
17		1.28	1.34	1.52	1.67
18		1.28	1.34	1.34	1.34
19		1.28	1.34	1.28	1.34
20		1.28	1.34	1.52	1.67
21		1.28	1.34	1.52	1.67
22		1.28	1.34	1.34	1.34

표 4 응력집중계수 (계속)

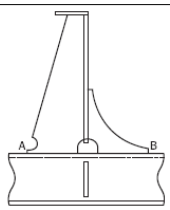
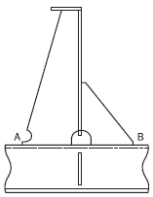
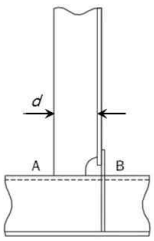
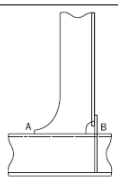
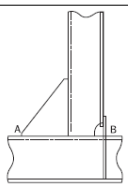
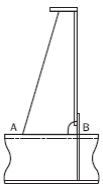
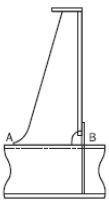
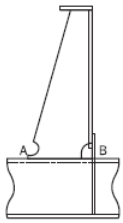
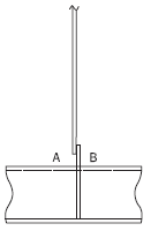
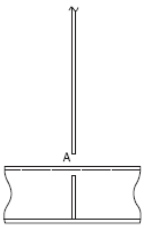
번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
23		1.28	1.34	1.28	1.34
24		1.28	1.34	1.52	1.67
25(1)		1.28, $d \leq 150$인 경우 1.36, $150 < d \leq 250$ 인 경우 1.45, $d > 250$인 경우	1.40, $d \leq 150$인 경우 1.50, $150 < d \leq 250$ 인 경우 1.60, $d > 250$인 경우	1.14, $d \leq 150$인 경우 1.24, $150 < d \leq 250$ 인 경우 1.34, $d > 250$인 경우	1.25, $d \leq 150$인 경우 1.36, $150 < d \leq 250$인 경우 1.47, $d > 250$인 경우
26		1.28	1.34	1.34	1.47
27		1.52	1.67	1.34	1.47
28		1.52	1.67	1.34	1.47
29		1.28	1.34	1.34	1.47

표 4 응력집중계수 (계속)

번호	연결형식 (2)(3)	A점		B점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
30		1.28	1.34	1.34	1.47
31(4)		1.13	1.20	1.13	1.20
32 (4)(5)(6)		1.13	1.14	N/A	N/A

(1) 부착물 길이, d (mm)는 스캘럽의 공제없이 종보강재 플랜지에 용접된 부착물의 길이로 정의한다.
(2) 종보강재가 평강이고 웨브 보강재/브래킷이 평강 보강재에 용접된 경우, 표의 응력집중계수는 1.12를 곱하여야 한다. 이것은 웨브 보강재/브래킷의 두께가 평강 두께의 0.7배를 넘는 경우에 적용한다. 이 규정은 보강재 플랜지의 단부와 웨브 보강재/브래킷 사이의 간격이 8 mm 미만의 경우 비대칭 형강(구평강 또는 앵글 같이 간격이 8 mm 미만인 형강)에 대해서도 적용한다.
(3) 겹침 연결/부착물을 가진 설계, **[5.2.3]** 참조
(4) 웨브 보강재가 생략되거나 종보강재 플랜지에 연결되지 않은 경우의 상세는 번호 31 및 32를 참조한다. **[5.2.4]** 참조
(5) 컬러가 및/또는 웨브 판이 플랜지에 용접되지 않은 번호 32의 연결 형식의 경우, 슬롯 모양에 상관없이 이 표의 응력집중계수가 사용되어야 한다.
(6) 피로평가 지점 'A'는 보강재 웨브와 횡특설늑골 또는 러크판 사이에 위치한다.

5.3 대안 설계

5.3.1 대안 설계의 응력집중계수 유도

우리 선급이 인정하는 경우, 대안 설계에 대한 기하학적 응력집중계수는 **5절**에 주어진 절차에 따라 매우 상세한 분할 유한요소 해석에 의해 계산되어야 한다. 매우 상세한 분할 유한요소해석을 이용한 보강재 단부 연결부에 대하여 기하학적 응력집중계수를 구하기 위한 추가 요건은 아래와 같이 주어진다.

a) 유한요소 모델범위 : 유한요소 모델범위(**그림 10** 참조)는 중앙 늑골에 위치한 고려된 상세를 가진 종보강재 방향으로 최소한 4개의 특설늑골 간격을 포함하여야 한다. 같은 종류의 단부 연결부는 모든 특설늑골에서 모델링이 되어야한다. 횡 방향에 대하여 모델은 한 개의 보강재 간격으로 제한될 수 있다.
b) 하중 적용 : 일반적으로 두 개의 하중상태가 고려되어야 한다.
- 모델 끝단에서 적용된 강제변위에 의한 축 하중 및
- 외판에 적용된 단위 압력 하중에 의한 면외하중

c) 경계 조건 :

- 대칭조건은 판 플랜지의 종 방향 절단위치, 특설늑골 및 웨브 보강재 상단에서 횡 방향 및 수직 방향 절단위치에 적용된다.
- 면외압력 하중 : 모델은 전 및 후단 양쪽의 모든 자유도에서 고정되어야 한다.
- 축하중 : 모델은 강제 축 변위가 전단에 적용되는 경우 모델 후단의 종 방향 변위에 대하여 또는 이와 반대의 경우에 고정되어야 한다.

d) 유한요소 분할 밀도 : 고려하는 핫스폿의 위치에서 요소 크기는 보강재 플랜지의 두께 또는 보강재의 종류에 따라 10 mm 이어야 한다. 모델의 남아 있는 부분에서 요소 크기는 $s/10$ 이어야 한다. 여기서, s 는 보강재 간격을 말한다.

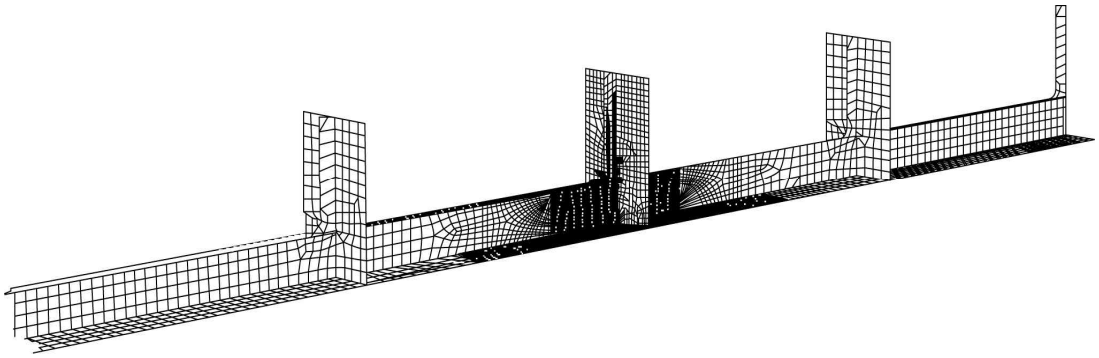


그림 10 기하학적 응력집중계수를 구하기 위한 매우 상세한 분할 유한요소모델 (면재를 갖는 보강재의 예)

상기에 규정된 2가지 하중상태에 대하여, 응력집중계수는 다음을 따른다.

- 축하중 상태 :

$$K_a = \frac{\sigma_{HSAx}}{\sigma_{NomAx}}$$

- 굽힘하중 상태 :

$$K_b = \frac{\sigma_{HSBd}}{\sigma_{NomBd}}$$

σ_{HSAx} : 축하중에 대한 보강재 플랜지에서의 핫스폿 응력(N/mm^2)

σ_{NomAx} : 유한요소 계산에 적용된 축하중에 대하여 [3.1]을 따르는 보강재 플랜지에서 계산된 공칭 축 응력(N/mm^2)

σ_{HSBd} : 단위압력하중에 대한 보강재 플랜지에서 결정된 핫스폿 응력(N/mm^2)

σ_{NomBd} : 유한요소 계산에 적용된 단위압력하중에 대하여 핫스폿 주위에서 [4.1]을 따르는 보강재 플랜지에서 계산된 공칭 굽힘응력(N/mm^2)

대안 설계에 대한 응력집중계수의 유도는 문서화되어야 하고 우리 선급에게 제공된다.

제 5 절 유한요소 응력해석

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이절은 유한요소 응력해석에 의해 피로평가에 적용된다. 이 방법은 핫스폿 응력 접근에 기초고 있으며 이 요건은 용접 및 용접되지 않는 핫스폿 모두에 대해 주어진다. 핫스폿 응력은 용접 이음의 구조상세에 의한 구조적 불연속을 고려하지만 용접 토우의 노치효과는 제외한다.

1.1.2

핫스폿 응력은 일반적으로 구조 표현에 사용한 유한요소 모델 및 핫스폿 응력을 계산하기 위한 절차에 크게 의존한다. 핫스폿 응력에 기초한 유한요소 계산을 위하여 이 절에 규정된 이외의 방법은 적용될 수 없다.

1.1.3

"a" 및 "b"에 표기된 2가지 종류의 핫스폿은 **표 1**에 설명된다. 이는 판에서 위치 및 용접 토우에서 방위에 따라 정의된다.(**그림 1** 참조)

표 1 핫스폿의 종류

종류	설명
a	판 표면의 용접 토우에서 핫스폿
b	판 끝단 주위의 용접 토우에서 핫스폿

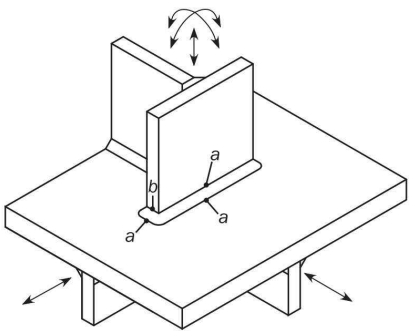


그림 1 핫스폿의 종류

1.1.4

용접 상세에 대하여 용접 토우에서 핫스폿 응력의 계산 방법은 웨브 보강 십자 이음을 제외하고 [3.1]에 주어진다. 용접되지 않는 부분에 대해 국부응력의 계산에 대한 방법은 [3.2]에 주어진다.

1.1.5

호퍼너클 연결부, 횡격벽 하부스툴과 내저판 연결부 및 수평 스트링거 힐과 같은 웨브 보강된 십자 이음에서 핫스폿 응력의 계산에 대한 방법은 [4]에 주어진다.

1.1.6

[5]에 주어진 단순 연결부에 대하여, 핫스폿 응력방법의 제한적 특성에 주의하여야 한다.

2. 유한요소 모델링

2.1 일반사항

2.1.1

피로평가에 대한 핫스폿 응력의 평가는 높은 응력집중 위치 주위에서 매우 상세한 요소 분할 사용이 요구된다. 이러한 매우 상세한 분할 구역은 전체 모델에 포함된다(**그림 2** 참조). 화물창의 성긴(coarse) 요소 분할은 **7장 2절 [2.4]**에 따라 만들어져야 한다. 이를 대신하여 매우 상세한 분할 유한요소 해석은 화물창의 전체 모델로부터 구한 경계조건을 적용하여 매우 상세한 분할 구역을 가진 분할된 국부 유한요소 모델을 사용하여 수행할 수 있다. 매우 상세한 분할을 가진 호퍼너클의 전형적인 국부 유한요소 모델은 **그림 3, 그림 4** 및 **그림 5**에 나타난다.

2.1.2 부식모델

피로평가를 위하여 이용된 매우 상세한 분할요소 모델은 **1절 [5.1]**에 따라 순 두께 t_{n50} 을 이용하여 만들어져야 한다.

2.1.3 별도의 국부 유한요소 모델

별도의 국부 유한요소 모델을 이용하는 경우, 계산된 응력이 설정된 경계조건 및 적용하중에 의하여 크게 영향을 받지 않도록 국부 모델의 범위를 잡아야 한다. 상세 분할 요소 모델의 경계는 가능한 화물창 모델에서 거더, 스트링거 및 늑판과 같은 인접한 1차 지지부재이어야 한다. 국부 모델의 경계에서 횡 방향 특설늑골 스트링거판 및 거더는 국부 모델에서 나타낼 필요가 없다.

2.1.4

"a" 형식 핫스폿에 대한 핫스폿 응력의 평가는 $t_{n50} \times t_{n50}$ 의 분할 크기를 갖는 셀 요소에 기초하여야 하며, 여기서 t_{n50} 은 고려된 핫스폿에 인접한 판의 순 두께이다. "b" 형식 핫스폿에 대한 핫스폿 응력의 평가는 10 × 10 mm 의 분할 크기를 갖는 셀 요소에 기초하여야 한다. 앞에서 언급한 분할 크기는 매우 상세한 분할 요소 구역 내에 유지하여야 하며, 피로 핫스폿 위치로부터 모든 방향으로 최소한 10 개의 요소에 걸쳐 확장하여야 한다. 성긴 분할과 매우 상세한 분할 구역 사이에서 요소의 전환은 점차적으로 수행되어야 하고 허용할 수 있는 분할 품질이 유지되어야 한다. 이러한 전환 분할 요소는 작은 요소로부터 큰 요소로 점진적인 전환을 가진 일정한 모양의 분할을 가져야 한다. 선측늑골 브래킷 토우에 인접한 분할 전환의 예는 **그림 6**에 나타난다.

2.1.5

매우 상세한 분할 요소 영역에서는, 굽힘 및 막 특성을 갖는 4절점 셀 요소를 사용하여야 한다. 4절점 요소는 면내 응력이 완전한 선형이어야 하고 요소의 순수 면내 굽힘은 정확히 나타낼 수 있어야 한다. 응력 구배가 심한 경우, 8절점 박판 셀 요소가 실행 가능하다면 사용하여야 한다. 셀 요소는 판의 중립면에 나타내야 한다. 실적용을 위하여, 서로 다른 두께를 연결하는 판들은 그 중심선이 일치하는 것으로 가정한다. 즉 두께 변화 위치에서 어긋나지 않아야 한다. 용접부 기하학적 형상과 구조적 불일치에 대한 모델링은 요구되지 않는다.

2.1.6

매우 상세한 분할 요소 영역에 근접한 모든 구조는 쉘 요소로 명확히 모델링 하여야 한다. 가능하다면 삼각형 요소는 피하여야 한다. 극단적인 종횡비(예를 들어 3을 초과하는 종횡비) 및 찌그러진 요소(예를 들어, 요소의 모서리 각이 60도 미만 또는 120도 초과)의 사용을 피하여야 한다.

2.1.7

특설늑골에서 보강재 연결부를 위한 절단면(cut-out), 판의 단부 및 해치 코너부와 같은 자유단에서 응력 평가를 해야 하는 경우, 요구하는 국부단부 응력 값을 구하기 위해 인접한 판 두께와 같은 깊이 및 무시할 수 있는 너비를 갖는 보 요소를 사용하여야 한다.

2.2 호퍼너클의 용접 연결부

2.2.1

[2.1]에서 일반적인 요건 이외에도 이 절의 모델링 요건은 빌지 호퍼 하부 너클 및 상부 너클의 용접 연결부의 모델링에 적용 가능하다.

2.2.2

분리된 국부 유한요소 모델을 이용하는 경우, 국부 모델의 최소 범위는 다음을 다음에 따른다.

a) 길이 방향으로, 모델은 2 개의 특설늑골 간격(즉, 고려하는 횡특설늑골 프레임의 양방향으로 각각 1 개씩 연장한 특설늑골 간격)을 포함하여야 한다. 국부 모델 단부의 횡특설늑골은 국부 모델에 표현할 필요는 없다.
b) 수직 방향으로, 탱커 및 이중 선체 산적화물선에 대하여 기선으로부터 이중선측 평형수 탱크 내의 하부 스트링거까지 모델을 확장하여야 한다. 단일선체 산적화물선에 대하여 기선에서 호퍼 평형수 탱크의 상부까지 모델을 확장하여야 한다. 상부 너클 연결부에 대하여 피로평가를 하는 경우, 모델은 이중선측 평형수 탱크 내의 하부 스트링거 상방 4 개의 종통재 간격까지 확장하여야 한다.
c) 선폭 방향으로 호퍼 하부 너클에 대하여 선측에서 이중저 측거더로부터 선체 중심선 방향으로 4 개의 종통재 간격까지 모델을 확장하여야 한다. 상부 호퍼 너클에 대하여 선측에서 이중저 측거더까지 모델을 확장하여야 한다.

2.2.3

내저판에 인접한 특설늑골의 모든 스카핑 브래킷, 너클 핫스폿으로부터 떨어진 첫 번째 종통 보강재 및 주 프레임 위치에서 벗어난 모든 칼링과 브래킷은 셀 요소를 사용하여 정확히 모델링하여야 한다. 너클부로부터 떨어져 있는 종통 보강재는 보 요소로 모델링 할 수 있다. 거더의 바깥쪽의 내저판 “돌출부”는 스카핑 브래킷 범위까지 셀 요소를 이용하여 모델링 하여야 한다. 종 방향에서 스카핑 브래킷과 떨어진 내저판 “돌출부”는 등가 면적을 갖는 선 요소로 모델링 할 수 있다. 너클점으로부터 하나의 보강재 간격 내에 있는 전선, 관 및 접근용 개구와 같은 모든 구멍은 정확하게 모델링하여야 한다.

2.2.4

그림 3, 그림 4 및 **그림 5**는 호퍼너클 연결부의 전형적인 국부 유한요소 모델 및 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할 요소 구역의 확대도를 보여준다.

2.3 수평 스트링거 힐 연결부

2.3.1

[2.1]의 일반적인 요건 이외에도 이 절에서 모델링 요건은 수평 스트링거 힐 연결부의 모델링에 적용가능하다.

2.3.2

분리된 국부 유한요소 모델을 이용하는 경우, 국부 모델의 최소 범위는 다음에 따라야 한다.

a) 길이 방향으로, 모델은 스트링거 힐에서 스트링거 토우의 앞에 최소한 하나의 특설늑골 간격으로부터 떨어진 하나의 특설늑골 간격을 포함하여야 한다. 국부 모델 단부의 횡특설늑골은 국부 모델에 표현할 필요는 없다.
b) 수직 방향으로, 모델은 최소한 고려하는 스트링거 힐 위치의 위아래로 인접 스트링거 수준까지 확장하여야 한다.
c) 선폭 방향으로, 내측 종격벽에 위치한 스트링거 힐의 경우에 선측부터 탱크 너비의 절반까지 모델을 확장하여야 한다. 다른 종격벽에 위치한 스트링거 힐의 경우에는 고려된 스트링거 힐의 어느 한측에서 탱크 너비의 절반까지 모델을 횡으로 확장하여야 한다.

2.2.3

스트링거 힐 연결부 및 인접한 보강재의 모델링에는 셀 요소를 사용하여야 한다. 힐 핫스폿으로부터 떨어진 첫 번째 종통재 및 수직 보강재는 셀 요소를 사용하여 정확히 모델링 하여야 한다. 핫스폿으로부터 멀리 떨어진 종 방향 및 횡 방향 보강재는 보 요소로 모델링될 수 있다. **그림 7**은 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할 크기를 가지는 매우 상세한 분할 요소 지역에 스트링거 힐 연결부의 전형적인 유한요소 모델을 나타낸다.

2.4 하부스툴-내저판 연결부

2.4.1

[2.1] 이외에도 이 절에서 모델링 요건은 하부스툴 판 및 내저판 사이의 연결부의 평가에 대하여 적용 가능하다.

2.4.2

국부 모델의 최소 범위는 다음과 같다.

a) 수직 방향으로, 내저판에서 내저판 위의 최소 2 m 수준까지 또는 하부스툴의 상부 정판에서 파형격벽의 연결부까지 중 큰 값
b) 국부 모델은 횡 방향으로 상세 분할 요소 영역의 각 측면에서 인접한 하부스툴 내의 가장 가까운 다이어그램 판까지(즉 인접한 이중저 거더까지) 모델링하여야 한다. 모델 양단 다이어그램은 모델링 할 필요는 없다.
c) 길이 방향으로 후방 하부스툴-내저판 연결부의 후방 늑판 간격 및 전방 하부스툴-내저판 연결부의 전방 늑판 간격을 포함하여야 한다.

2.4.3

하부스툴 내의 다이어그램 웨브, 브래킷 및 스툴 판의 보강재는 국부 범위 내의 실제 위치에 모델링하여야 한다. 다이어그램 및 보강재의 모델링에는 셀 요소를 사용하여야 한다. 하부스툴 판에서 첫 번째 수직 및 수평 보강재 및 내저판에서 첫 번째 종보강재는 셀 요소에 의해 나타낸다. 다른 보강재는 보 요소에 의해 나타낼 수 있다. **그림 8**은 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할 크기를 가지는 매우 상세한 분할 구역의 하부 스툴-내저판 연결부의 전형적인 유한요소 모델을 보여준다.

2.5 하부스툴-파형격벽 연결부

2.5.1

[2.1] 이외에도 이 절에서 모델링 요건은 하부스툴 판과 파형격벽의 연결부 평가에 적용가능하다.

2.5.2

국부 모델의 최소 범위는 다음과 같다.

a) 수직 방향으로 하부스툴의 선저로부터 하부스툴의 상부 정판위에 최소 2 m 수준까지
b) 국부 모델은 횡 방향으로 상세 분할 요소 영역의 양측으로 인접한 하부스툴 내의 다이어그램 판까지(즉 인접한 이중저 거더에서) 모델링하여야 한다. 모델 양단에 있는 다이어그램은 모델링 할 필요는 없다.
c) 길이 방향으로 후방 하부스툴-내저판 연결부의 후방 늑판 간격 및 전방 하부스툴-내저판 연결부의 전방 늑판 간격을 포함하여야 한다.

2.5.3

하부스툴 내의 다이어그램 웨브, 브래킷 및 스툴 판의 보강재는 국부 범위 내의 실제 위치에 모델링하여야 한다. 다이어그램 및 브래킷의 모델링에는 셀 요소를 사용하여야 한다. 하부스툴 판에서 첫 번째 수직 및 수평 보강재 셀 요소에 의해 나타내어야 하며, 다른 보강재는 보 요소에 의해 나타낼 수 있다. **그림 9**는 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할 크기를 가지는 매우 상세한 분할 구역의 하부 스툴-파형격벽 연결부의 전형적인 유한요소 모델을 보여준다.

2.6 선측늑골 브래킷과 호퍼 경사판 연결부

2.6.1

[2.1]의 일반적인 요건 이외에도 이 절에서 모델링 요건은 선측늑골과 호퍼 경사판 브래킷 연결부의 모델링에 적용가능하다.

2.6.2

선측늑골 브래킷, 호퍼탱크 경사판 및 인접한 보강재의 모델링에는 셀 요소를 사용하여야 한다. **그림** 10은 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할 크기를 가지는 매우 상세한 분할 구역의 선측늑골 브래킷과 호퍼 경사판 연결부의 전형적인 유한요소 모델을 보여준다.

2.6.3

분리된 국부 유한요소 모델을 이용하는 경우, 국부 모델의 최소 범위는 다음에 따른다.

a) 길이 방향으로, 모델은 2개의 특설늑골 간격(즉, 고려하는 브래킷의 양방향으로 각각 1개씩 연장한 특설늑골 간격)을 포함하여야 한다. 국부 모델 단부의 횡특설늑골은 국부 모델에 표현할 필요는 없다.

b) 수직 방향으로, 기선으로부터 톱사이드 탱크 경사판의 선저까지 모델을 확장하여야 한다.

c) 횡 방향으로, 선측에서 인접한 이중저 측거더까지 모델을 확장하여야 한다.

2.7 선측늑골 브래킷과 상부경사/선저 평면부 윙탱크 연결부

2.7.1

[2.1]의 일반적인 요건 이외에도 이 절에서 모델링 요건은 선측늑골 브래킷과 상부경사/선저 평면부 윙탱크 연결부의 모델링에 적용 가능하다.

2.7.2

선측늑골 브래킷, 상부경사 또는 선저 평면부 및 인접한 보강재의 모델링에는 셀 요소를 사용하여야 한다. **그림** 11은 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할 크기를 가지는 매우 상세한 분할 구역의 선측늑골 브래킷과 상부경사 윙탱크의 전형적인 유한요소 모델을 보여준다.

2.7.3

분리된 국부 유한요소 모델을 이용하는 경우, 국부 모델의 최소 범위는 다음에 따른다.

a) 길이 방향으로, 모델은 2 개의 특설늑골 간격(즉, 고려하는 브래킷의 양 방향으로 각각 1 개씩 연장한 특설늑골 간격)을 포함하여야 한다. 국부 모델 단부의 횡특설늑골은 국부 모델에 표현할 필요는 없다.

b) 수직 방향으로, 갑판 높이로부터 호퍼 경사판의 상단까지 모델을 확장하여야 한다.

c) 횡 방향으로, 선측에서 상부경사/선저 평면부 윙탱크의 끝단까지 모델을 확장하여야 한다.

2.8 해치코너 및 해치코밍 단부 브래킷

2.8.1

[2.1]의 일반적인 요건 이외에도 이 절에서 모델링 요건은 해치코너/해치코밍 단부 브래킷의 모델링에 적용 가능하다. 피로해석에 대한 해치코너/해치코밍 단부 브래킷의 선택은 화물창 유한요소 해석으로부터 나타낸 응력 수준에 기초하여 결정되어야 한다.

2.8.2

분리된 국부 유한요소 모델을 이용하는 경우, 최소 범위는 다음에 따른다.

a) 횡 방향으로 선박의 반폭이상

b) 길이 방향으로 고려한 해치코너/해치코밍 단부 브래킷이 위치한 화물창의 중심점으로부터 인접한 화물창 및 고려된 해치코너/해치코밍 단부 브래킷에서 가장 가까운 크로스갑판의 전체까지

c) 수직 방향으로 코밍의 상판에서 측면 또는 내저판을 가지는 톱사이드 탱크 경사판의 교차부까지

2.8.3

1차 지지부재 및 코밍 스테이는 막 및 굽힘 특성 모두를 가지는 셀 유한요소에 의하여 나타내야 한다. **그림 12**는 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할 크기를 가지는 매우 상세한 분할 구역의 갑판에 종 방향 해치코밍 단부 브래킷 토우 연결부의 전형적인 유한요소 모델을 보여준다.

2.8.4

유한요소 분할 개선의 수준은 해치코너 형상으로 인한 응력 집중을 핫스폿 응력에 포함하여야 한다. 상갑판 및 크로스갑판 구조의 높이에서 해치 개구 코너의 단부가 평가되어야 한다. 갑판에서 해치코밍 단부 브래킷 및 용접된 토우 연결부의 브래킷의 자유단 또한 평가되어야 한다. 요구되는 국부단 응력 값([2.1.7] 참조)을 구하기 위하여, 해치 개구 코너의 판의 단부 또는 해치코밍 단부 브래킷의 자유단에는 인접한 판 두께 및 무시할 수 있는 너비와 같은 깊이를 갖는 보 요소를 이용하여야 한다.

2.8.5

특히 고려하는 부분의 국부 구조 형상을 나타내야 한다. 해치코너 지역은 단부에서 국부 응력을 포함하기 위한 충분히 작은 크기의 요소를 이용하여 분할되어야 한다. 둥근 모서리에 대한 창구 곡률 판의 반경을 표현하기 위하여 일반적으로 90도 호(Arc)에서 최소 15개의 요소를 이용하여야 한다(**그림 13** 참조). 타원형 또는 포물선 코너에 대해, 최소 15개의 요소를 안쪽 곡률단부에서 반장축의 종 방향 거리의 절반에 위치한 단부의 점까지 이용하여야 한다. 해치코너의 타원형 단부에서 전체 20개의 요소를 이용하여야 한다(**그림 14** 참조). 그러나 곡률의 자유단에 따른 요소 단부 치수는 나타낸 판의 두께 이상이어야 하며, 나타낸 판의 두께는 5배 이하여야 한다. 실용적인 분할 고려가 필요한 경우를 제외하고, 이상적인 높이는 브래킷 판 이상 유지되어야 하고 스트링거 판, 갑판 및 코밍으로 확장하여야 한다. 분할 전환은 브래킷 토우에 근접하게 배열되지 않아야 한다.

2.9 경계조건

2.9.1 화물창 모델

화물창 모델의 단부에 적용된 경계조건은 **7장 2절 [2.5]**에 따른다.

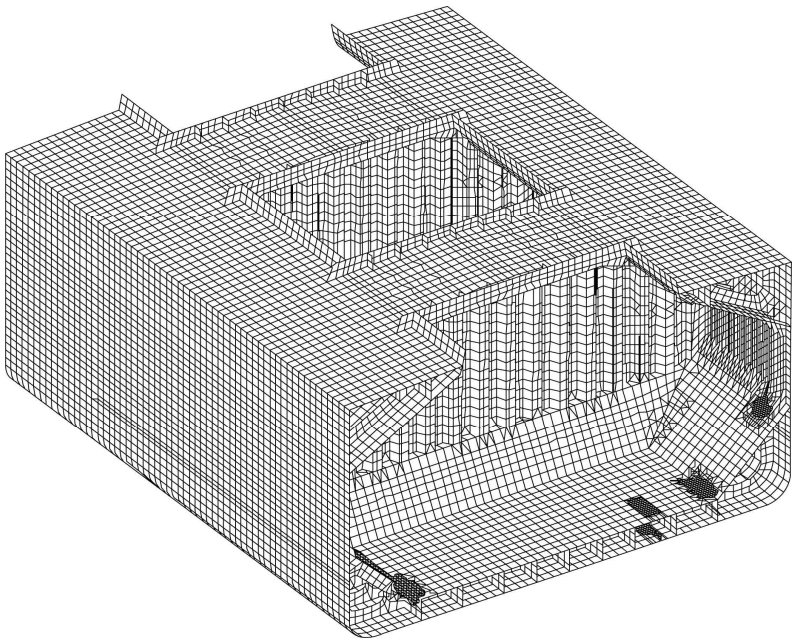


그림 2 화물창 모델에 직접 포함된 매우 상세한 분할 지역

2.9.2 분리된 국부 유한요소 모델

핫스폿 응력 범위를 평가하기 위하여 분리된 국부 유한요소 모델이 이용되는 경우, 경계조건 및 하중적용은 **7장 3절 [4.2]**에 따른다.

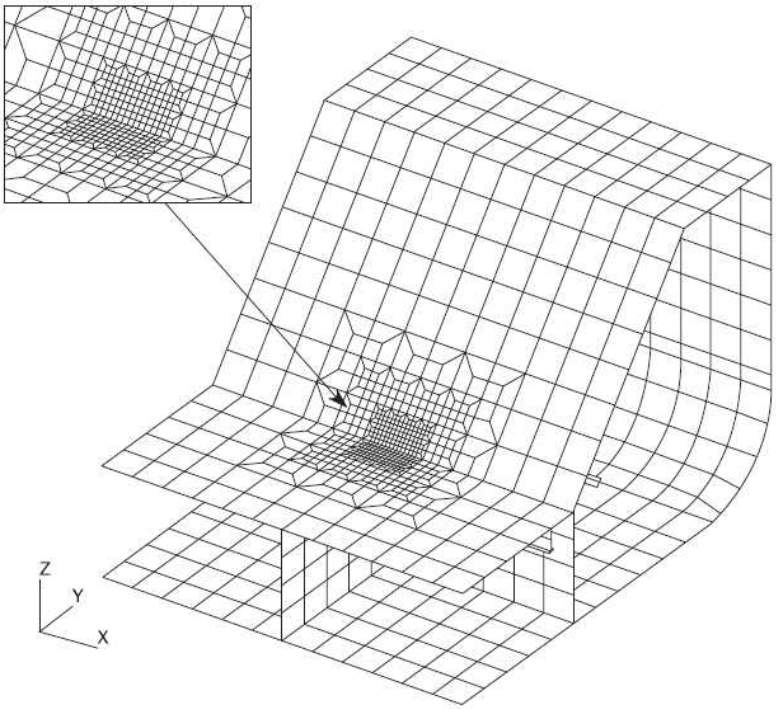


그림 3 내저판 및 호퍼판 사이의 호퍼너클 연결부의 매우 상세한 분할 국부 모델 ($t_{n50} \times t_{n50}$)

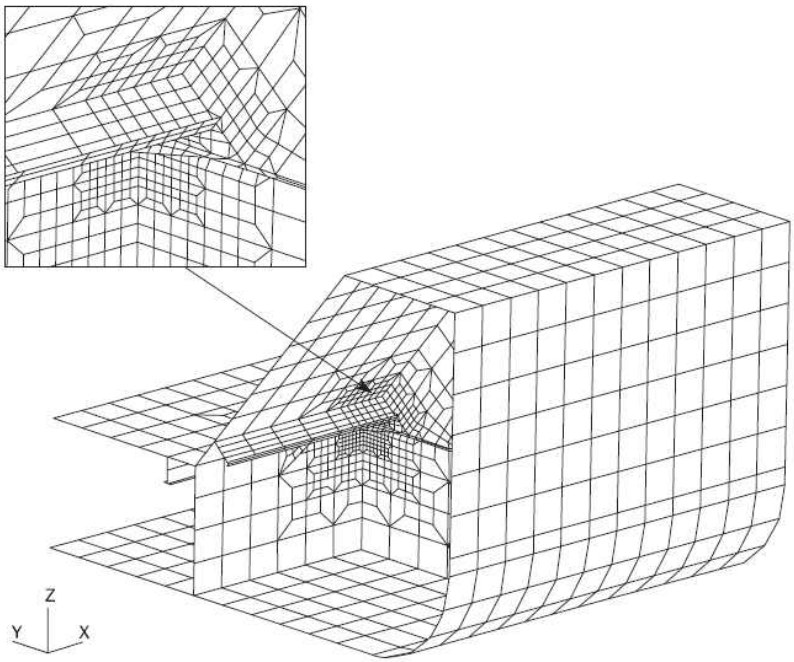


그림 4 내저판, 호퍼판, 특설늑골, 거더 및 브래킷 사이의 호퍼너클 연결부의 매우 상세한 분할 국부 모델 ($t_{n50} \times t_{n50}$)

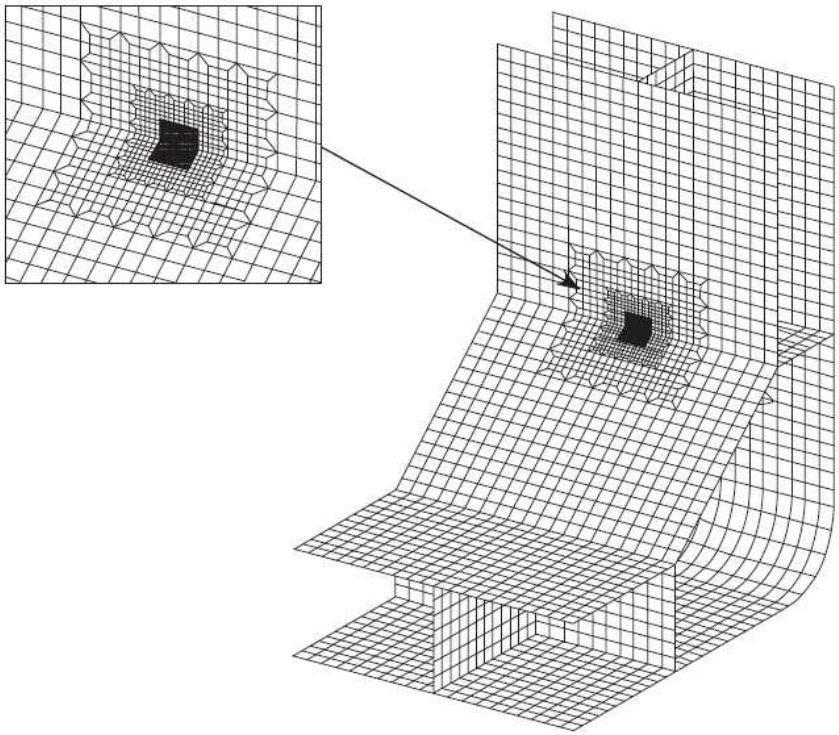


그림 5 내측판 및 호퍼판 사이의 상부 호퍼너클 연결부의 매우 상세한 분할 국부모델, ($t_{n50} \times t_{n50}$)

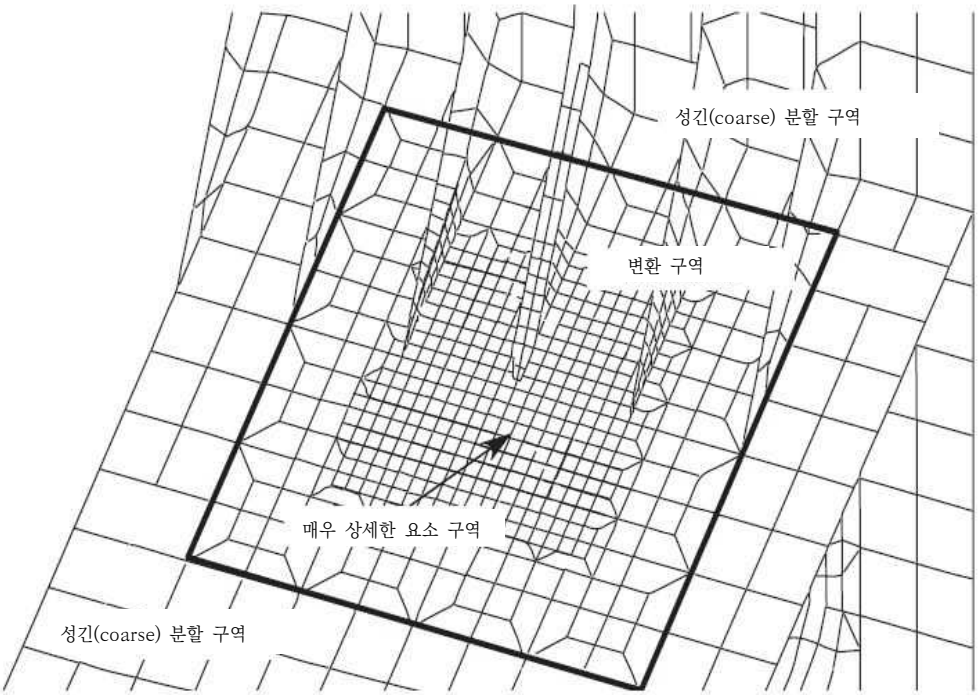


그림 6 성긴(coarse)분할과 매우 상세한 분할 사이의 변환 구역

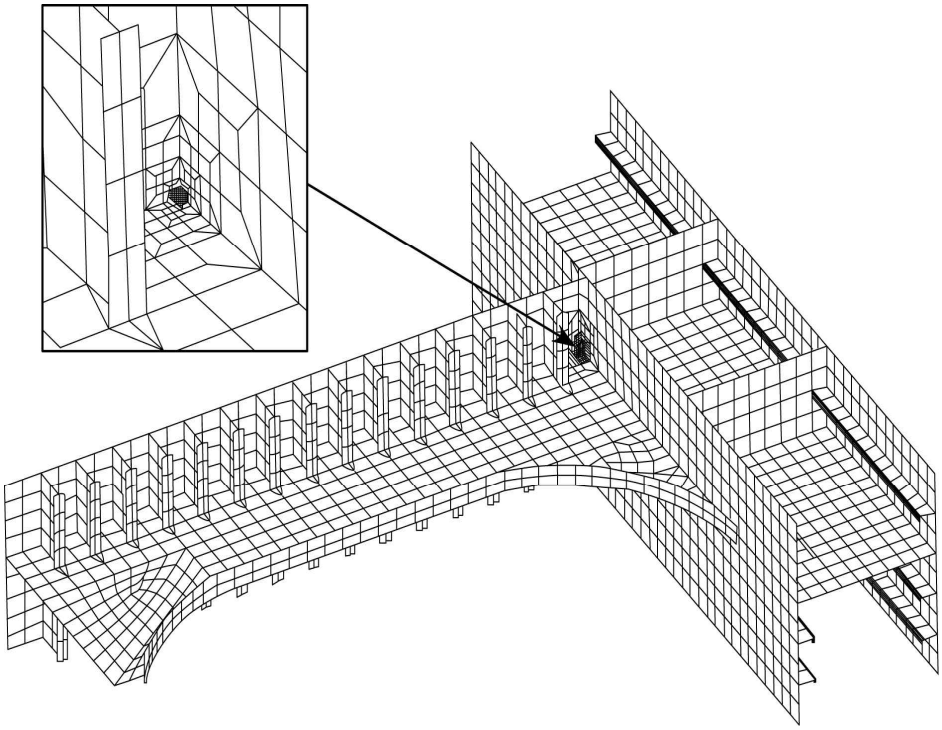


그림 7 스트링거힐 연결부의 유한요소 모델

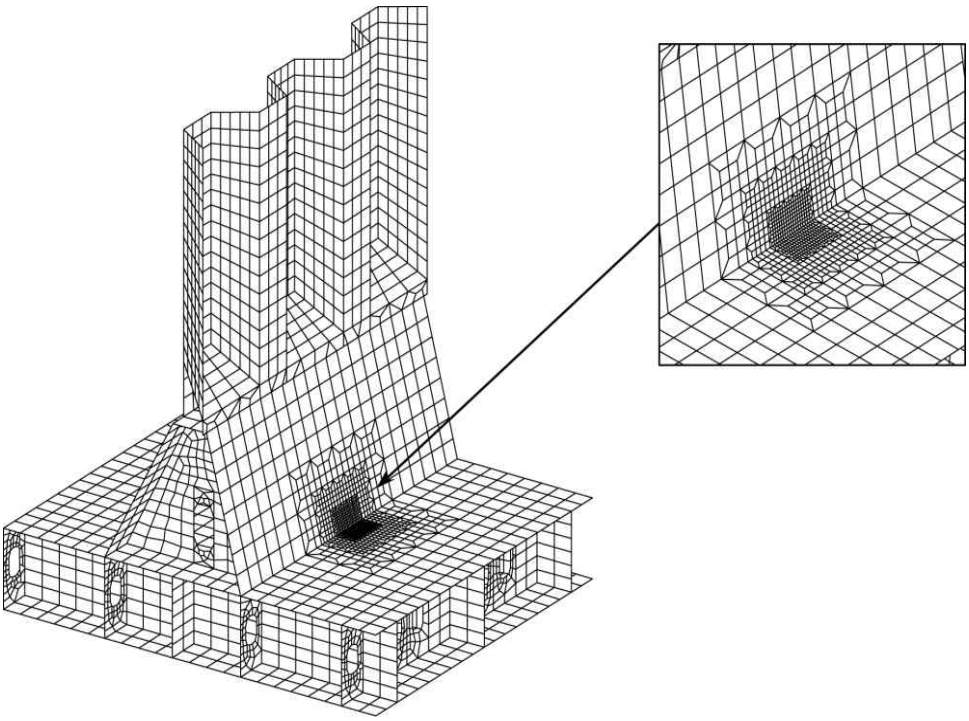


그림 8 내저판 및 하부 스툴판 사이에서 하부스툴 연결부의 국부 유한요소 모델, $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할

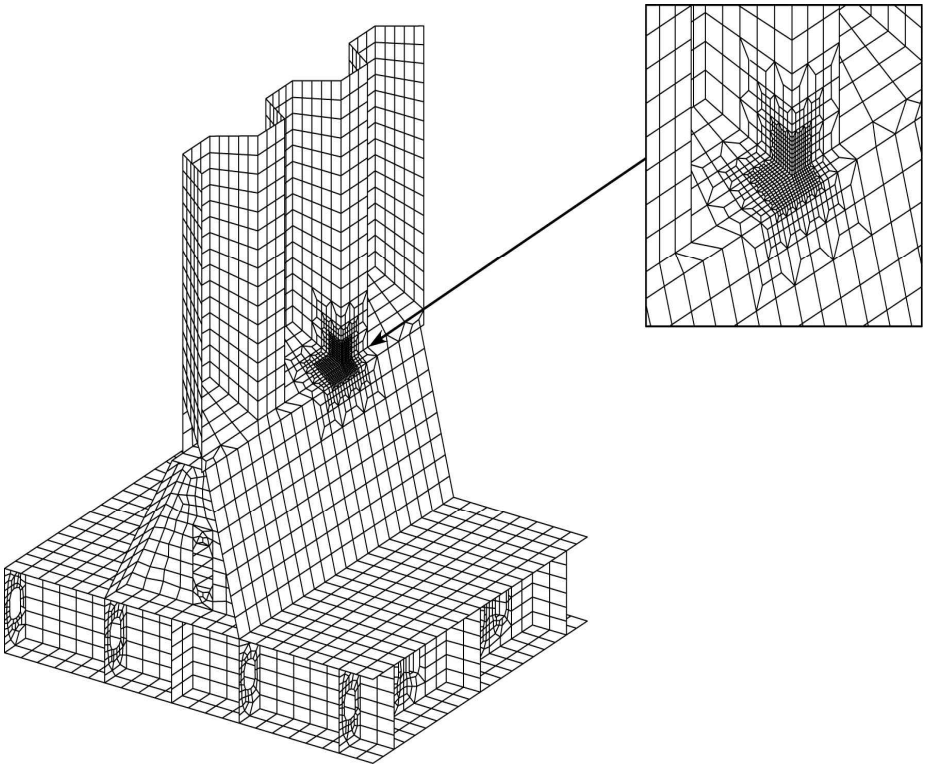


그림 9 파형격벽 및 하부스툴판 사이에 하부스툴-파형격벽 연결부의 국부 유한요소 모델, $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할

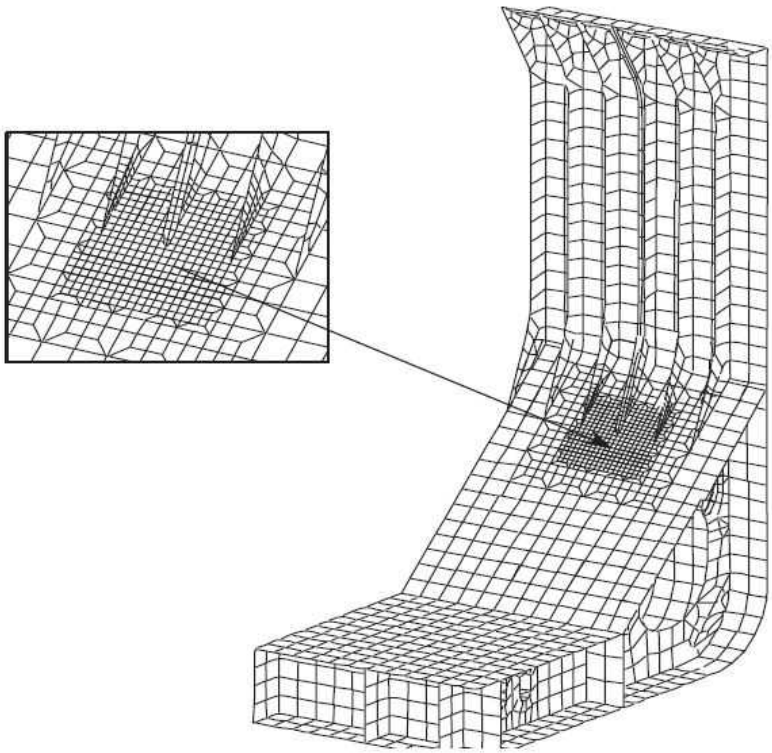


그림 10 선측늑골 브래킷 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할의 국부 유한요소 모델

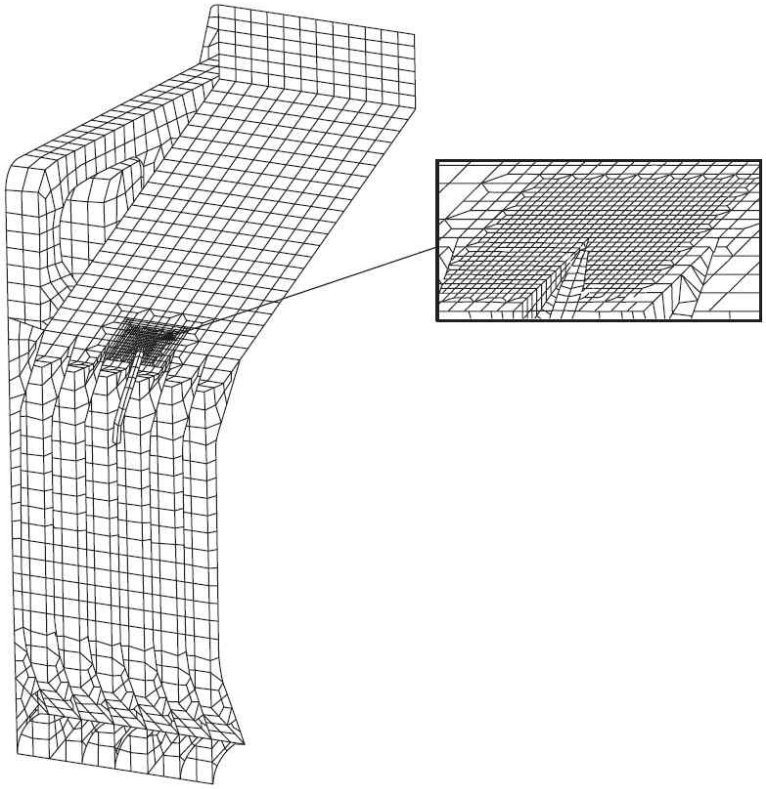


그림 11 상부 선측늑골 브래킷 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할의 국부 유한요소 모델

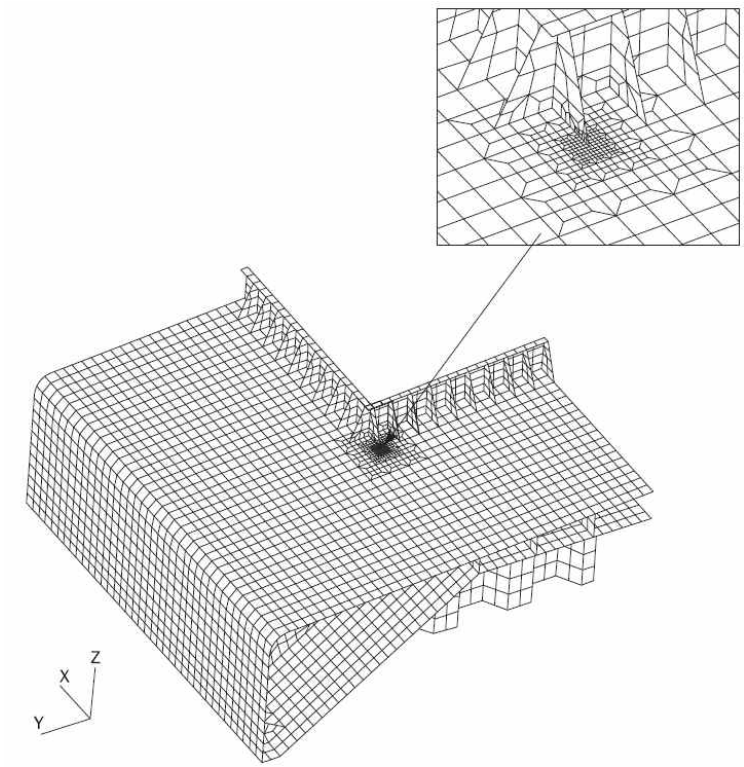


그림 12 매우 상세한 분할 구역, $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할의 갑판에서
종방향 해치코밍 단부 브래킷의 국부 유한요소 모델

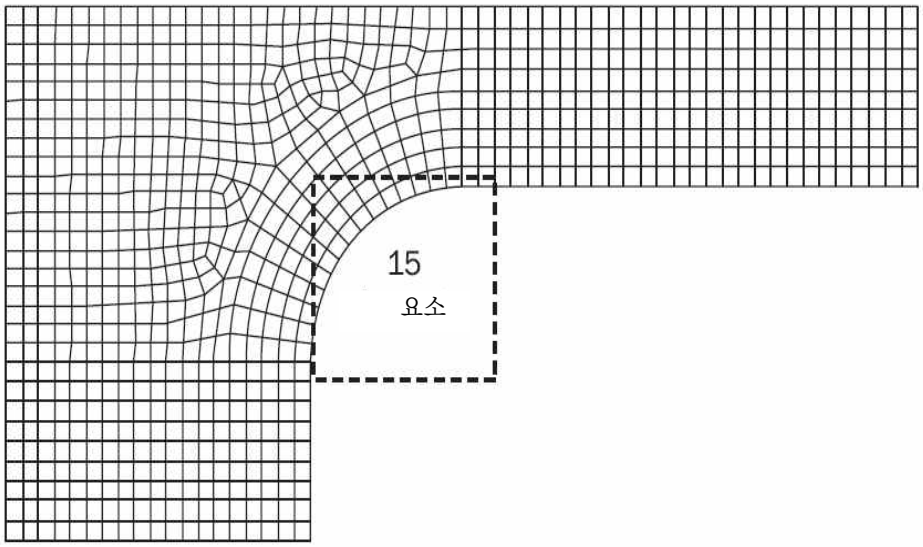


그림 13 둥근 해치코너에 대 분할밀도

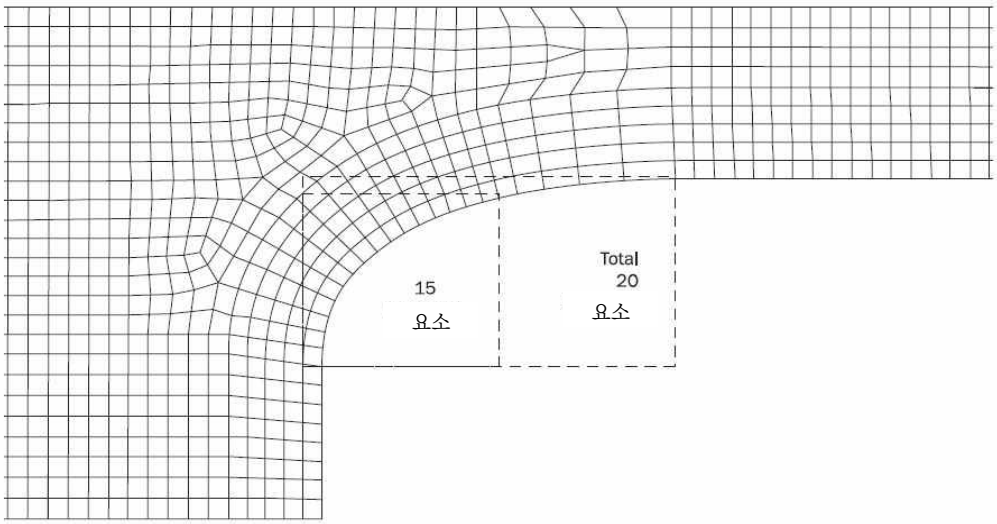


그림 14 타원형 해치 코너에 대한 분할밀도

3. 웨브 보강된 십자형 이음 이외의 상세에 대한 핫스폿 응력

3.1 용접상세

3.1.1

핫스폿 'a' 종류에 대해 구조 핫스폿 응력, σ_{HS} 은 $t_{n50} \times t_{n50}$ 분할 밀도를 가지는 유한요소 해석으로부터 계산하며 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ : 표면 주응력($\mathrm{N/mm^2}$), 교차점으로부터 $t_{n50}/2$ 의 위치에서 계측

t_{n50} : 용접 토우 주변의 판 순 두께(mm)

'a' 종류 핫스폿이 웨브 보강된 십자 이음으로서 분류된 구조상세에 **[4.2]**에 따른 응력이 적용되어야 한다.
'b' 종류 핫스폿에 대해 응력 분포는 판 두께에 의존되지 않으며 즉 구조 핫스폿 응력, σ_{HS} 은 분할 밀도 10 × 10 mm 의 유한요소 해석으로부터 파생되며 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ : 표면 주응력($\mathrm{N/mm^2}$), 5 mm 의 용접 토우로부터 절대적인 거리에서 계측

3.1.2 응력 계측 방법

요소 종류에 따라서 다음 응력 계측 방법 중 하나를 사용하여야 한다.

- 4절점 셀 요소 :
  중심점에서 요소 표면 응력 구성은 'a' 종류 핫스폿에 대한 교선으로부터 $t_{n50}/2$ 거리에 위치한 응력 계측점에서 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$' 대한 응력 구성을 결정하기 위해 선 A-A(**그림 15** 참조)에서 선형으로 추정된다. 2개 주 핫스폿 응력 범위는 선 A-A의 각 측면(side L 및 side R)으로부터 계산된 응력 구성 텐서 차이(하중 상태 '$i1$' 및 '$i2$' 사이)로부터 응력 계측점에서 결정된다. 요소 좌표계의 방향 x 및 주 핫스폿 응력 범위 좌표계의 주 방향 pX 사이에 각 θ 는 결정되어야 한다.

- 8절점 셀 요소 :
  8절점 요소 종류를 사용하는 $t_{n50} \times t_{n50}$ 요소 분할과 함께 요소 중간부분 절점은 핫스폿 'a' 종류에 대해 $t_{n50}/2$거리에 선 A-A에서 위치한다. 이 절점은 응력 계측점과 일치한다. 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'에 대한 요소 표면 응력 구성은 선 A-A(**그림 16** 참조)의 각 측면(side L, side R)에 위치한 각 인접한 요소내에 외삽법 없이 직접 이용해야 한다. 두 개의 주 핫스폿 응력 범위는 선 A-A의 각 측면으로부터 계산된 응력 구성 텐서 차이(하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'사이)로부터 응력 계측점에서 결정된다. 요소 좌표계의 방향 x 및 주 핫스폿 응력 범위 좌표계의 주방향 pX 사이에 각 θ 는 결정되어야 한다.

'b' 종류 핫스폿의 피로평가에 대해, 보 요소는 피로응력 범위를 나타내기 위해 이용된다. 응력 범위는 보 요소에서 축 및 굽힘응력에 기초한다. 면내 너비는 무시할 수 있는 반면에 보 요소는 연결판 두께와 같은 너비를 가져야 한다.

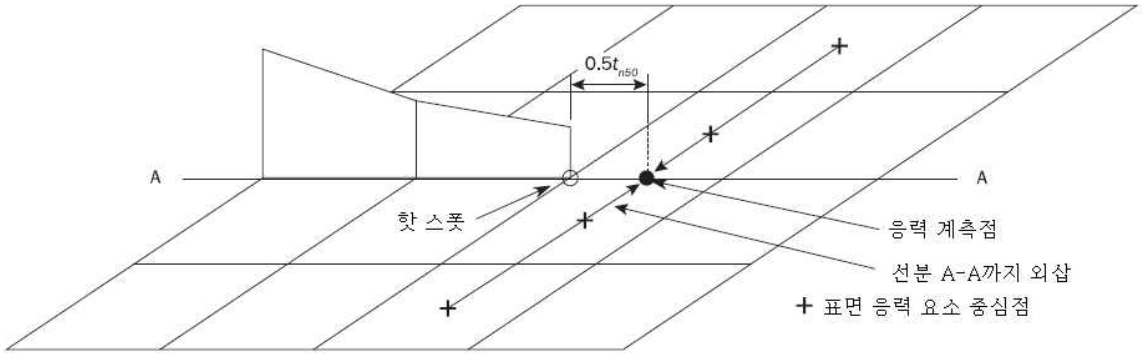


그림 15 4 절점 요소에 대한 응력 계측 및 핫스폿 응력의 결정

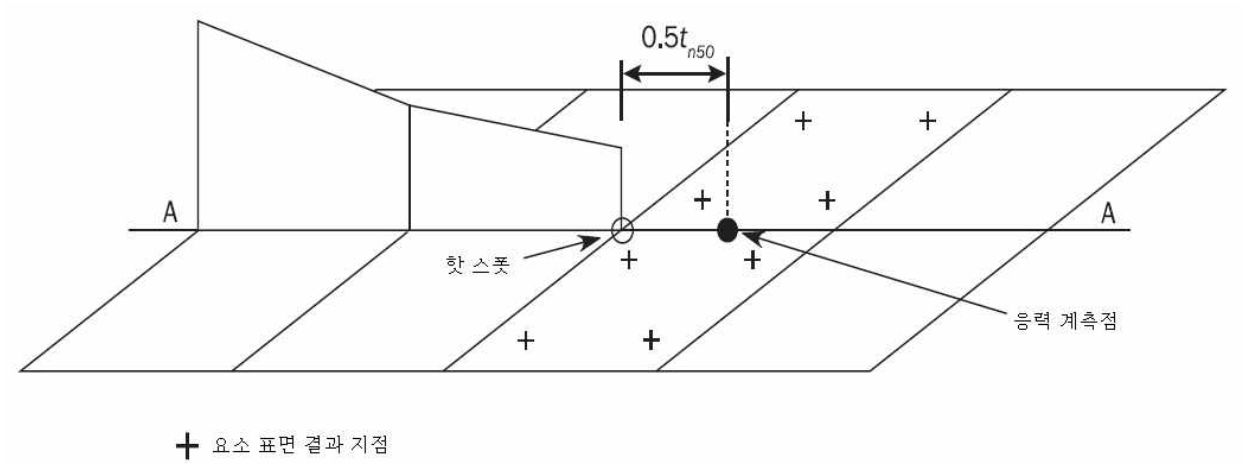


그림 16 8 절점 요소에 대한 응력계측 및 핫스폿 응력의 결정

3.1.3

위의 계측 절차는 요소 표면응력을 기초로 한다. 일반적으로 유한요소 소프트웨어에서 요소응력은 요소 내부에 위치한 가우스 적분법에서 계산된다. 유한요소 소프트웨어에서 실행된 요소 종류의 고려하는 요소 중앙점 또는 요소 끝단의 표면에서 고려된 응력 계측점에서 실제 응력을 결정하기 위해 몇 차례 보간을 수행할 필요가 있다.

3.2 모재

3.2.1

자유 판 단부에서 피로평가에 대하여, 보 요소는 피로응력 범위를 구하기 위해 사용되어야 한다. 면내 너비는 무시할 수 있는 반면에 보 요소는 연결판 두께와 같은 너비를 가져야 한다.

3.3 굽힘형 호퍼너클

3.3.1

굽힘형 호퍼너클의 횡 방향 및 종 방향 내저판/호퍼 경사판에서 핫스폿 응력(즉, **2절 표 5**에 정의된 핫스폿 1, 2 및 3)은 고려된 부재 및 용접 각장에 의해 부착된 부재 사이에 교선으로부터 떨어진 위치에서 표면 주응력 계측으로서 나타낸다.

핫스폿 응력은 다음 식에 따른다.

$$\sigma_{HS} = \sigma_{shift} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

σ_{shift} : [4.2.1]에서 정의된 이동된 계측 위치에서의 표면 주응력($\mathrm{N/mm^2}$)이며 다음에 따른다.

$$\sigma_{shift} = \sigma_{membrane}(x_{shift}) + \sigma_{bending}(x_{shift})$$

$\sigma_{bending}(x_{shift})$: x_{shift} 위치에서의 굽힘응력($\mathrm{N/mm^2}$)

$\sigma_{membrane}(x_{shift})$: x_{shift} 위치에서의 막응력($\mathrm{N/mm^2}$)

3.3.2

내저판/호퍼 경사판에서의 핫스폿 응력의 계산에 대한 절차는 웨브-보강된 십자 이음에 대한 것과 유사하다([4.2.1] 참조). 굽힘형 호퍼너클에 인접한 내저판/호퍼 판의 평형수 탱크 측면에서 핫스폿에 대해 적용하기 위한 절차는 **그림 18** 및 **그림 19**에서 용접된 너클에 대한 내저판의 화물탱크 측면에 적용된 거와 같은 원리이다. 교차선은 중심선이 일치하는 것으로 가정하는 이음의 중앙 두께에서 나타낸다. 판각 수정계수 및 [4.2.2]에서 웨브-보강된 십자 이음 굽힘 응력의 감소는 굽힘형 호퍼너클 종류에 대하여 적용하지 않아야 한다.

3.3.3

굽힘형 호퍼너클 종류에서 횡 방향 웨브 및 선측거더에 인접한 핫스폿에서 응력(즉, **2절 표 5**에 정의된 핫스폿 4, 5 및 6)은 [4.3.1]에서 웨브-보강된 십자 이음에 대해 설명함으로서 기술한 바에 따라 구하여야 한다.

4. 웨브-보강된 십자이음에 대한 핫스폿 응력

4.1 적용

4.1.1

2절 표 3에 기재되어 평가된 구조상세 중, 다음 구조상세는 웨브-보강된 십자 이음으로서 고려된다.

a) 용접된 호퍼너클 연결부(**그림 17** 참조)
b) 수평 스트링거의 힐(**그림 17** 참조)
c) 하부스툴 - 내저판 연결부

웨브-보강된 십자 이음과 관련된 핫스폿의 두 가지 종류는 평가되어야 한다.

- 웨브-보강된 십자 이음의 플랜지에서의 핫스폿
- 웨브-보강된 십자 이음의 웨브 주위의 핫스폿

4.1.2

웨브-보강된 십자 이음의 플랜지에서의 핫스폿을 계산하기 위한 절차는 [4.2]에 따른다.

4.1.3

웨브-보강된 십자 이음의 웨브 주위의 핫스폿을 계산하기 위한 절차는 [4.3]에 따른다.

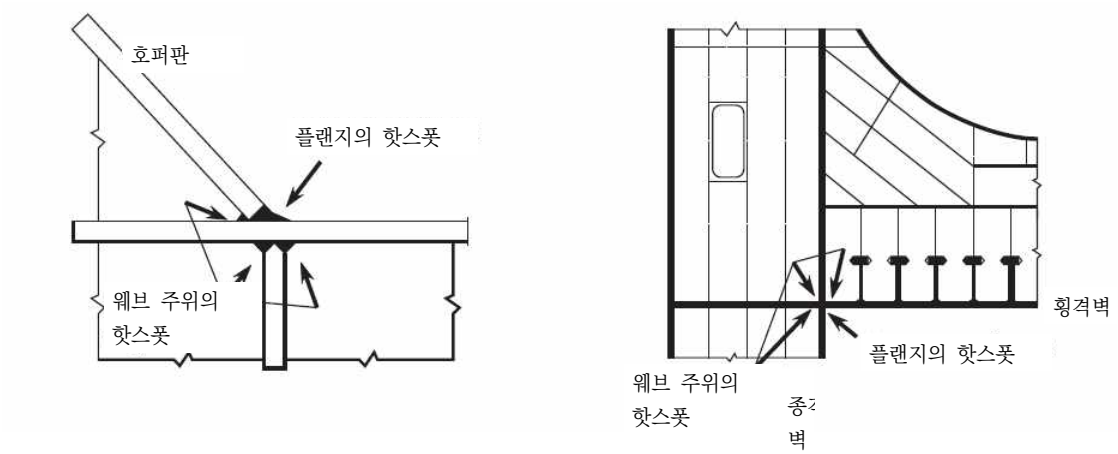


그림 17 웨브-보강된 십자 이음

4.2 플랜지에서 핫스폿 응력의 계산

4.2.1

웨브 보강된 십자 이음의 플랜지에서 핫스폿 응력에 대하여, 고려된 부재와 실제 용접 토우 위치에 붙은 부재 사이의 교선으로부터 떨어진 위치로부터 표면 주응력은 이동점으로 부터 계측되어야 하며 1.12에 의해 곱해져야 한다. 교선은 중심선에 일치하는 것으로 가정하는 십자 이음의 중간 두께를 나타낸다.
핫스폿 응력은 다음에 따른다.

$\sigma_{HS} = 1.12\sigma_{shift}$ (N/mm^2)

σ_{shift} : 이동된 응력 계측점에서 표면 주응력(N/mm^2)

교선으로부터 떨어진 이동된 응력 계측점은 다음과 같이 나타낸다.

$$x_{shift} = \frac{t_{1-n50}}{2} + x_{wt}$$

t_{1-n50} : 1번 판의 순 두께(mm) (**그림 18** 참조)

x_{wt} : 확장된 필렛 용접의 각장(mm), 다만, t_{1-n50} 이하이어야 한다.(**그림 18** 참조)

4.2.2

이동점에서 응력은 다음 식에 따라 계산되며 **그림 19**에 나타나 있다.

$$\sigma_{shift} = \left[\sigma_{membrane}(x_{shift}) + 0.60 \cdot \sigma_{bending}(x_{shift})\right] \cdot \beta \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

$\sigma_{bending}(x_{shift})$: 이동점에서의 굽힘응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{bending}(x_{shift}) = \sigma_{surface}(x_{shift}) - \sigma_{membrane}(x_{shift})$$

$\sigma_{surface(xshift)}$: x_{shift} 위치에서 전체 표면응력(N/mm^2) (막응력 및 굽힘응력 포함)

$\sigma_{membrane(xshift)}$: x_{shift} 위치에서 막응력(N/mm^2)

β : 판 각의 핫스폿 응력 수정계수로 다음과 같이 나타낸다.

- $\alpha = 135^\circ$ 인 경우,

$$\beta = 0.96 - 0.13\frac{x_{wt}}{t_{1-n50}} + 0.20\left(\frac{x_{wt}}{t_{1-n50}}\right)^2$$

- $\alpha = 120^\circ$ 인 경우:

$$\beta = 0.97 - 0.14\frac{x_{wt}}{t_{1-n50}} + 0.32\left(\frac{x_{wt}}{t_{1-n50}}\right)^2$$

- $\alpha = 90^\circ$ 인 경우:

$$\beta = 0.96 + 0.031\frac{x_{wt}}{t_{1-n50}} + 0.24\left(\frac{x_{wt}}{t_{1-n50}}\right)^2$$

α : 웨브-보강된 십자이음을 형성하는 판 사이의 각(**그림 19** 참조)

주어진 각도 중간의 연결에 대한 수정계수는 상기의 값의 선형 보간에 기초로 하여 파생되어야 한다. 계산된 핫스폿 응력은 **3절 [4.2]**에 따른 용접 토우 연결부에 대한 핫스폿 S-N 곡선과 연관하여 사용되어야 한다.

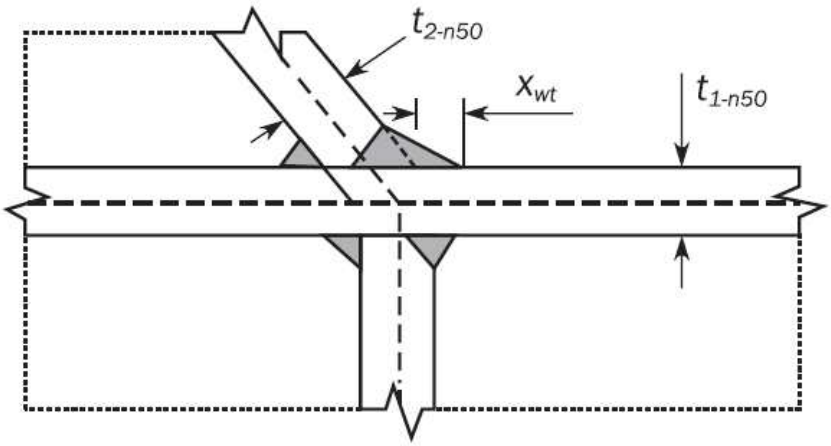


그림 18 웨브-보강된 십자이음부의 기하하적 변수

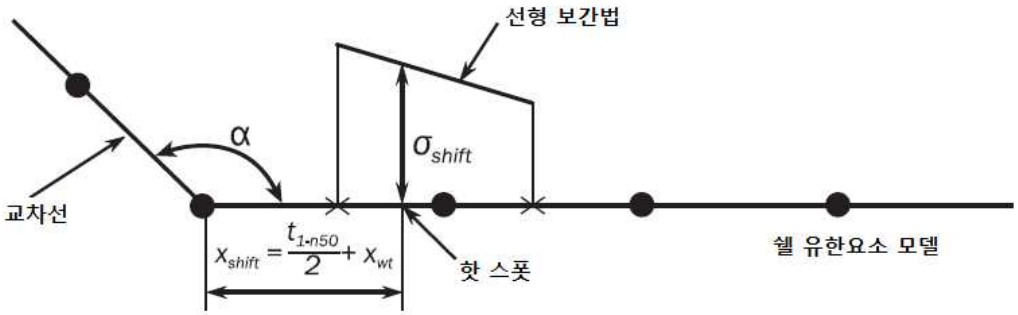


그림 19 웨브-보강된 십자이음부에서 핫스폿 응력의 계산에 대한 절차

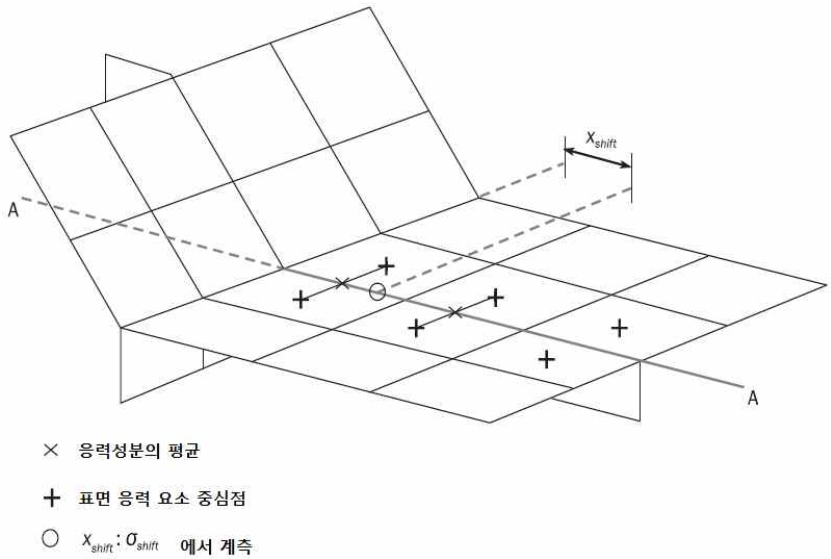


그림 20 웨브-보강된 십자이음부에 대한 응력계측점 결정

4.2.3

선A-A 왼쪽 및 오른쪽의 2 개 첫 번째 요소의 중심점에서의 표면 주응력은 평균값으로 웨브위치 주위의(선 A-A) 표면 주응력으로 취해진다. **그림** 20에 나타난 x_{shift} 에 위치한 응력 계측점에서의 핫스폿 주응력을 결정하기 위하여, 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'에 대한 표면 주응력은 선분 A-A을 따라 선형 보간 한다. 2 개의 주 핫스폿응력 범위는 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$' 사이의 응력 계측점에서 결정한다.

4.3 웨브에서 핫스폿 응력의 계산

4.3.1

그림 21에 나타난 웨브 주위에 위치한 핫스폿은 **그림** 21에 표현된 수직 및 수평 요소 교선으로부터 x_{shift} 거리 떨어진 교선에서 최대 주 표면응력에서 정의된 핫스폿을 가지고 검토되어야 한다. 교선은 중간 정렬선으로 가정되는 십자이음의 중간 두께에서 취해진다.
핫스폿 응력(N/mm^2)은 다음과 같다.

$\sigma_{HS} = \sigma_{shift}$ (N/mm^2)

σ_{shift} : x_{shift} 거리만큼 떨어진 교선에서 최대 주 표면응력(N/mm^2)

교차 떨어진 지점의 응력 계측점은 다음과 같다.

$$x_{shift} = \frac{t_{3-n50}}{2} + x_{wt}$$

t_{3-n50} : 웨브 순 두께(mm) (**그림** 21 참조)

x_{wt} : 연장된 필릿 용접 각장(mm)

$x_{wt} = \min(\ell_{leg1}, \ell_{leg2})$

ℓ_{leg1}, ℓ_{leg2} : 수직 및 수평 용접선의 각장(mm) (**그림** 21 참조)

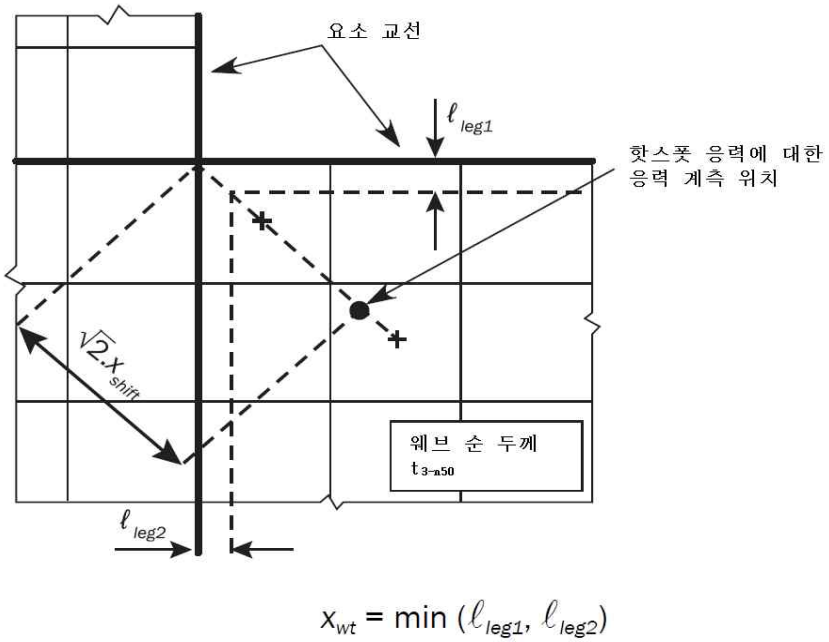


그림 21 웨브 주위의 핫스폿

5. 핫스폿 응력접근의 제한

5.1 핫스폿 응력접근의 적용

5.1.1

1절 [2.3.1]에 주어진 핫스폿 응력접근은 **그림 22**의 방향 I에서 응력 흐름이 고려되는 경우, 단순 십자 이음 및 단순 T 이음에 적용가능하지 않다. 핫스폿 위치 "c" (방향 I)에서 용접에 법선 방향의 응력에 대하여, 쉘 모델에서 한 면에 의하여 나타나는 것처럼 횡 방향 판으로의 응력 흐름은 존재하지 않으나, 이는 핫스폿 위치 "a" 에 면내 방향(방향 II)에 대한 응력을 유도한다. **그림 1**에 나타난 횡 방향 판 뒷면에 브래킷이 시공될 경우, 횡 방향 판에 법선 방향 강성, 횡 방향 판으로 흐르는 응력, 핫스폿 방법이 적용될 수 있다.

5.1.2

단순 십자 이음 및 단순 T 이음에 대한 "c" 위치의 핫스폿 응력은 **[3.1]**에 주어진 응력계측절차와 기하하적 응력집중 계수 1.3 을 곱하여 결정되며, 다음과 같다.

$$\sigma_{HS} = 1.3 \cdot 1.12\,\sigma \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

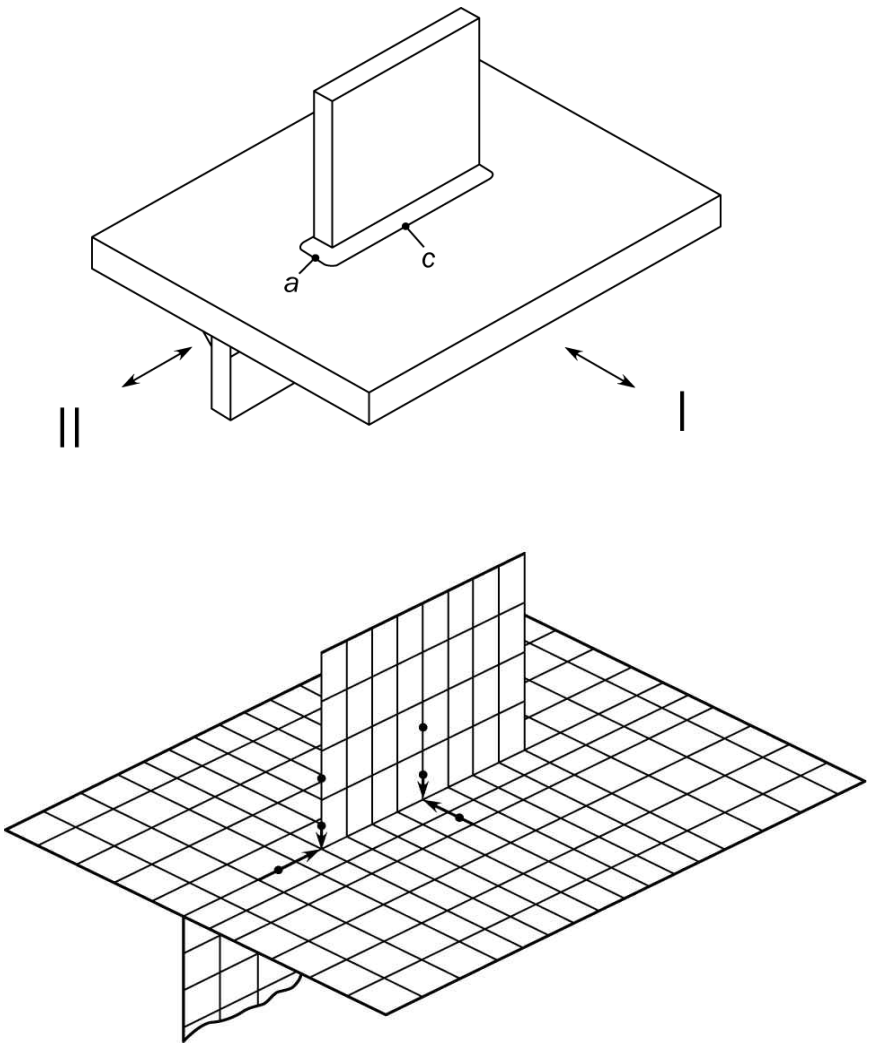


그림 22 판 하중에 적용된 직각에 용접된 부착판에 인접한 체크포인트의 설명

6. 피로평가 심사

6.1 심사절차

6.1.1 가정

심사피로절차는 다음에 기초 한다.

- 고려된 구조상세의 응력할증계수에 의해 **7장 3절**에 따라 유한요소해석에 의해 계산된 응력에 곱하여 구해진 핫스폿 응력심사
- 평균응력효과 및 두께효과는 **3절** [3.2] 및 [3.3]에 따라 이용된다.

6.1.2 절차

피로심사절차는 3 가지 단계를 포함한다.

a) 1단계 : 피로응력의 계산
- 모든 하중조건에 대한 모든 피로 하중상태(**1절** [7] 정의)에 대해 **7장 3절**에 따라 50 × 50 mm 의 요소 크기를 가지는 상세 분할 요소해석으로부터 응력 계측점에서 응력은 계산된다. 사용되는 응력은 [6.2.3]에 정의된 요소 평균 막구성응력을 사용하여야 한다.

- 응력확대계수 η 에 의해 곱하진 응력으로부터 각 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$' 에 대하여 핫스폿 표면 응력 구성이 계산되며, 다음과 같다.
  - $\sigma_{HS,i1(j)} = \eta\sigma_{s,i1(j)}$
  - $\sigma_{HS,i1(j)} = \eta\sigma_{s,i1(j)}$

- 핫스폿 주표면응력 범위는 각 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$' 에 대하여 구해진 핫스폿응력 구성의 차이이다.
- 용접 이음에 대한 피로응력 범위는 평균응력 및 두께효과에 대한 수정계수와 함께 핫스폿 주 표면응력 범위로 부터 결정된다.

$\sigma_{s,i1(j)}$: 하중조건의 하중상태 '$i1$' 에서 상세분할 해석으로부터 계산된 응력([6.2] 정의)
$\sigma_{s,i2(j)}$: 하중조건의 하중상태 '$i2$' 에서 상세분할 해석으로부터 계산된 응력([6.2] 정의)
η : 응력확대계수(표 2 참조)

b) 2단계 : S-N 선도의 선택
S-N 선도 D (3절 [4] 정의)는 피로심사절차에서 용접 토우의 피로응력 범위를 가지고 이용되어야 한다.

c) 3단계 : [6.1.3]에 따른 피로손상 및 피로수명 계산

표 2 응력 확대계수

선박의 종류	구조 상세 분류		산적 화물창	응력 확대계수
유조선	스트링거의 토우		-	2.45
	트랜스버스 웨브의 브래킷 토우		-	1.65
산적 화물선	호퍼탱크 경사판 하부의 용접된 너클부		FA(1)	2.28
			EA 또는 C(1)	2.00
	하부스툴 -내저판	수직이 아닌 구조 (너클 각 〉 90°)	FA(1)	1.81
			EA 또는 C(1)	1.47
		수직 구조 (너클 각 = 90°)	FA(1)	2.09
			EA 또는 C(1)	2.75

(1) FA 및 EA 는 각각 격창 적하시의 "만재 화물창" 및 "공창"을 의미한다. C 는 BC-B 및 BC-C 산적화물선의 화물창을 의미한다.

6.1.3 피로 기준 심사

심사된 세부사항의 전체 피로손상 및 피로수명은 3절 [2]의 기준에 따라야 한다.
허용기준을 따르지 않는 구조상세는 5절에 정의된 매우 상세한 분할 유한요소 해석을 이용하여 피로강도를 검토하여야 한다.

6.2 응력계측절차

6.2.1 브래킷 토우

브래킷 토우의 응력 계측점은 브래킷 토우로부터 떨어진 50 mm 거리에 위치한다.(**그림 23** 참조)

6.2.2 너클 상세

하부 호퍼너클 및 횡격벽 하부스툴과 내저판 사이의 연결부에 대한 응력 계측점은 너클선(즉 모델 교선)으로부터 떨어진 50 mm 거리에 위치한다.(**그림 24** 참조)

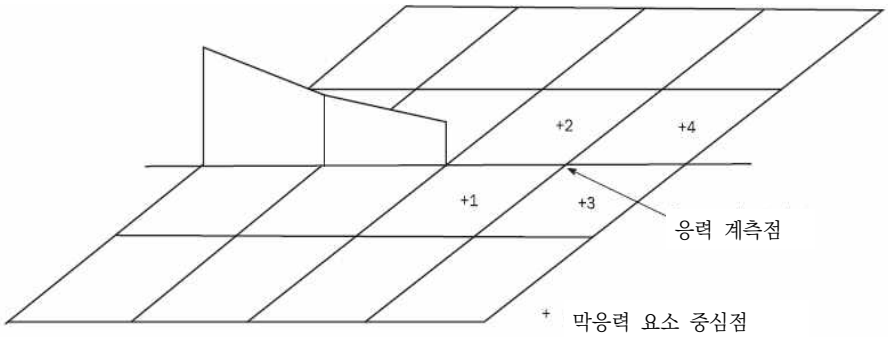


그림 23 브래킷 토우의 응력 계측점

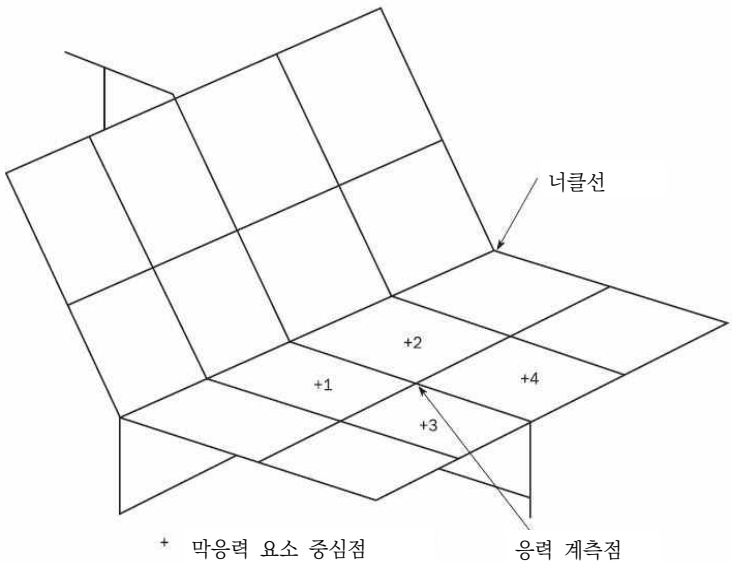


그림 24 너클 상세 응력 계측점

6.2.3 계측점 응력

50 × 50 mm 의 요소 크기를 가지고 모델링되고 응력 계측점(또는 절점)에 연결된 4개 요소의 중심에서 막응력 구성의 평균은 계측점 응력으로서 이용될 수 있다.

요소크기가 50 × 50 mm 미만인 경우, 계측점의 응력은 **그림 25**에 나타낸 등가 구역의 요소를 사용하여 유도될 수 있다.

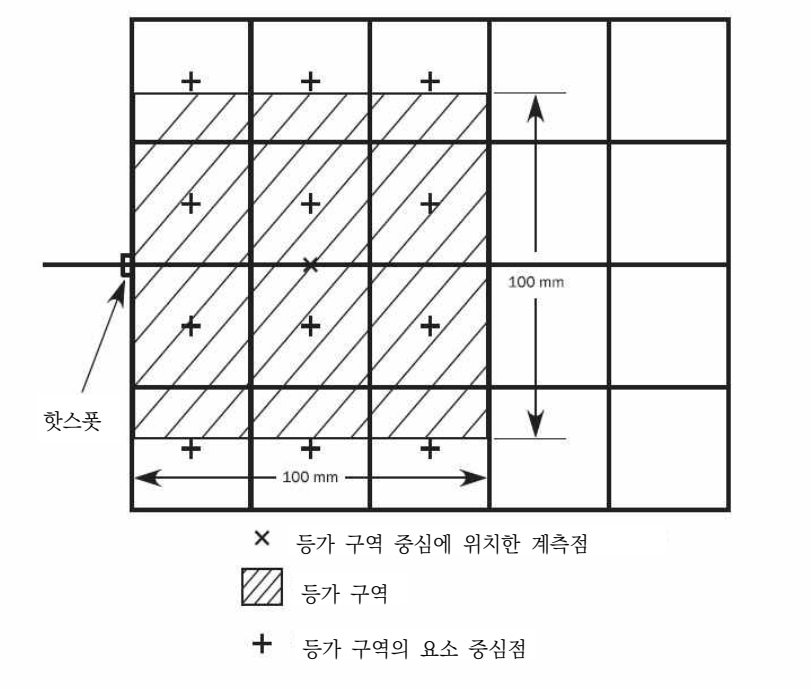


그림 25 50 × 50 mm 미만의 요소 크기에 대한 등가 구역

제 6 절 상세설계 기준

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 일반

1.1 목적

1.1.1

설계기준은 다음 관점을 고려하여 구조설계과정에서 초기단계에 피로저항 상세설계를 제공한다.

- 피로설계 원리의 적용
- 건조허용 및 다른 실용성 고려
- 운항 경험 및 피로성능

1.1.2

설계기준은 다음 단계에 따라 선박 구조상세의 설계에 적용한다.

- 선체 구조 내에 잠재적인 취약 구역 강조
- 각 취약한 구조상세에 대한 피로 핫스폿 위치의 식별
- 적합한 해결책을 선택함으로서 대체할 수 있는 개선된 형상의 세트 제공
- 기하학적인 형상, 치수, 용접 요건 및 건조 허용에서의 요건
- 용접 토우 그라인딩과 같은 피로수명 개선의 제작 방법

1.2 적용

1.2.1

이 절에서 설명된 구조상세는 주어진 설계기준에 따라 설계되어야 하며, 그 외 상세설계 형상은 만족할만한 피로성능의 검증을 통하여 인정될 수 있다. 이 절에 주어진 설계기준의 준수와 별도로, **2절 표 1**의 상세는 매우 상세한 분할 유한요소 해석에 의하여 검증되어야 한다. 세부사항이 이 절의 설계기준을 따라 설계된 경우, **2절 표 3**의 상세는 매우 상세한 분할 유한요소 해석에 의한 피로 평가가 생략될 수 있다.

2. 보강재-늑골 연결부

2.1 설계 기준 A

2.1.1

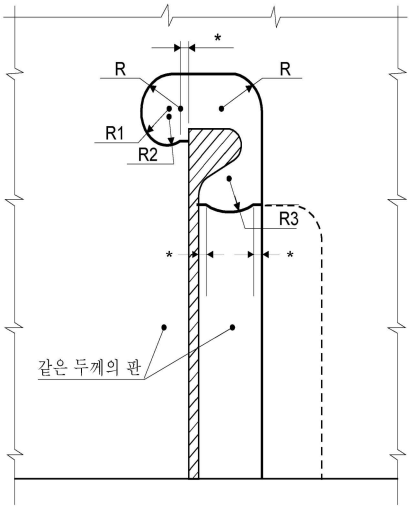
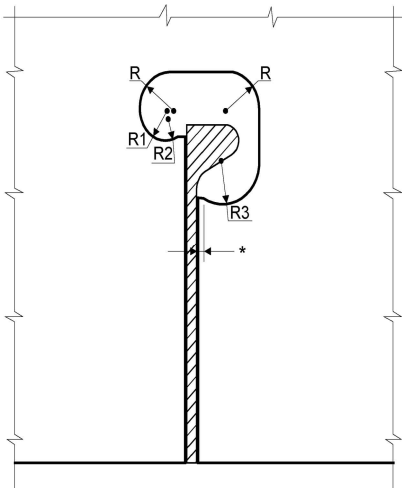
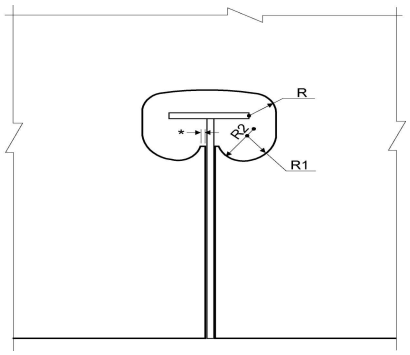
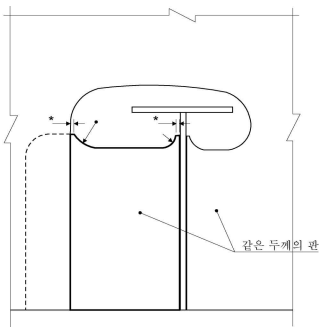
웨브 보강재가 생략 되거나 종 방향에 연결되지 않는 경우 절단(cut out)에 대한 설계는 다음 부재에 대하여 타이트 컬러(tight collar) 또는 개선된 설계 기준 A(**표 1** 참조) 또는 대등한 설계가 적용되어야 한다.

- 1.1 T_{SC} 아래의 선측
- 선저
- 1.1 T_{SC} 아래의 내저 선체 종격벽
- 1.1 T_{SC} 아래의 톱사이드
- 호퍼
- 내저판

2.1.2

그림 1에 나타낸 것과 다른 설계는 만족한 피로성능의 검증을 조건으로 사용하는 것이 가능하다.(즉, 상대적인 유한요소 해석을 이용) 상대적인 유한요소 해석은 **그림** 1에 주어진 다음 모델링의 가이드라인에 따라 수행되어야 한다.

표 1 설계 기준 A - 보강재-늑골 연결부

웨브 보강재가 생략되거나 종 방향 플랜지가 연결되지 않는 경우, 횡 방향 웨브에서 종 방향에 대한 절단(cut out).	
설계 기준 A	
1	2
	
3	4
	
1. "*" 표시의 소프트 토우는 용접으로부터 곡진 부분까지 부드럽게 전환하고 용접 각장에 알맞도록 필요한 치수로 하여야 한다. 최대 15 mm 또는 횡 방향 웨브/컬러 판/러그판의 두께 중 큰 값 2. 치수 1 및 4 는 허용되는 겹친 러그판을 보여준다.	
취약 위치	높은 응력 집중을 가지는 절단 주위의 위치 및 용접 단부에 인접한 위치
상세설계기준	용접 이음에 의해 전달된 전단하중 및 국부압력 하중에 의한 횡 방향 웨브에서 높은 응력 집중을 피하기 위한 개선된 슬롯 현상
조립 편차	IACS Recommendation No.47에 따른 모든 연결부재의 정렬 및 절단의 정확한 치수 통제 확보
용접 규정	횡 방향 웨브와 종 방향 보강재 웨브의 연결부 주위에 노치 또는 언더컷이 없는 둘러치는 용접

2.2 보강재-늑골 연결부의 등가설계

2.2.1

[2.1]에 보강재-늑골 연결부에 대한 요구된 설계를 따르지 않을 경우, 대안설계는 설계 기준 A 와 같은 등가 피로강도 또는 만족스러운 피로 성능을 가지는 것이 검증되어야 한다. 대안설계는 [2.2.2] 내지 [2.2.5]에 주어진 절차를 따라 검증되어야 하며, 그 결과의 문서를 우리 선급에 제출하여야 한다.

2.2.2

[2.2.3] 및 [2.2.4]의 절차는 횡 방향 링(즉, 이중저 및 이중선측)에서 모든 위치에 대하여 대안설계가 등가 피로강도를 가지는 것을 검증하기 위하여 제공된다. 대안설계 및 요구된 설계의 핫스폿 응력은 절단에 인접한 취약한 핫스폿에서 비교되어야 한다. 취약한 핫스폿은 상세설계에 의존하며 우리 선급의 동의하에 선택되어야 한다. 핫스폿 응력은 **5절** [3.1] 및 [3.2]에 따라 파생되어야 한다. 자유단에서 용접 핫스폿은 "b" 종류의 핫스폿으로 분류됨을 유의하여야 한다. 검토를 위한 전형적인 핫스폿의 예는 **2절** [2]와 같다.

2.2.3

매우 상세한 유한요소 모델은 이중선측 또는 이중선저에 인접한 거동을 해석하기 위하여 작성된다. 모델은 단면에서 3 개 보강재의 범위를 가져야 한다.(즉, 전/후 방향 모두에서 4 개 보강재 간격 및 종 방향 범위는 늑골의 1/2 이다.) 전형적인 모델은 **그림** 1에서 나타낸다. 개구 접근에 대한 절단이 모델에서 포함되지 않아야 한다. 러그 또는 특설늑골과 종 방향 보강재 웨브 연결부, 특설늑골에서 러그 및 절단의 특설늑골 및 자유단에서 러그의 연결부는 순 판 두께 크기($t_{n50} \times t_{n50}$)의 요소로 모델링 되어야 한다. 순 판 두께 크기의 분할은 모든 방향에서 최소한 5 개 요소를 연장하여야 한다. 이 지역 외의 분할 크기는 **5절** [2]의 요건에 따라 점차 증가되어야 한다. 겹침 러그판의 편심은 모델에 포함되어야 한다. 횡 방향 웨브 및 러그판은 편심 요소(횡 방향 판 요소)에 의하여 연결되어야 한다. 편심 요소의 높이는 횡 방향 웨브의 중간층과 웨브-프레임 판의 순 두께 t_{w-n50} 의 2 배의 두께를 가지는 러그판 사이의 거리이다. 필릿 용접을 나타내는 편심 요소는 **그림** 2와 같다.

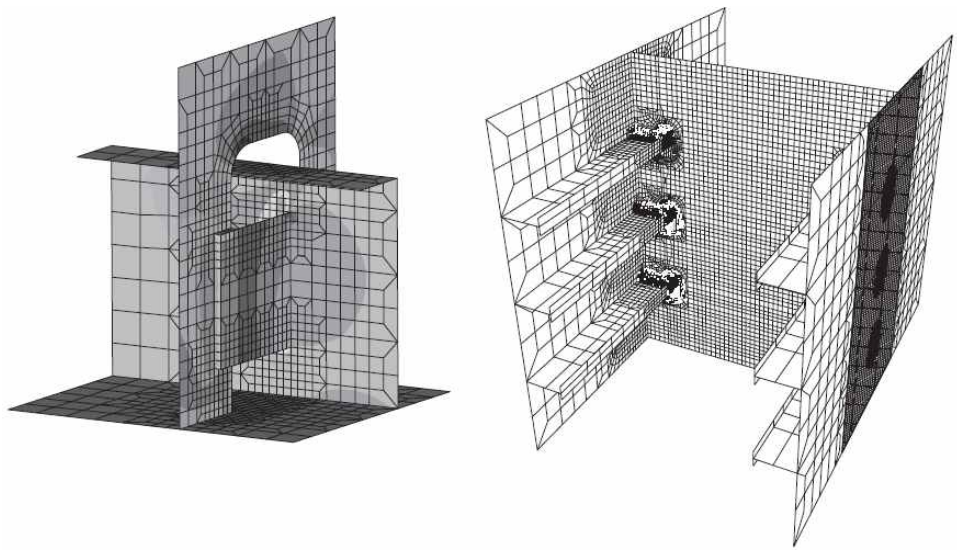


그림 1 등가 설계의 검증에 대한 유한요소 모델

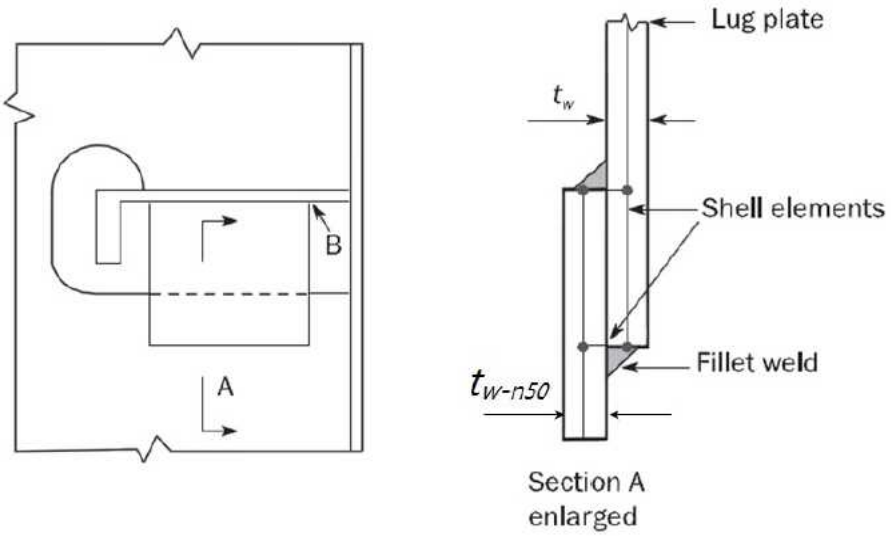


그림 2 셀 요소에 의한 편심 러그판의 모델링

2.2.4

3 가지 하중상태는 설계기준 및 대안설계의 모델에 적용된다.

- 단위 값의 외부압력, 모델의 상단 및 하단에서 고정된 경계조건
- 모델 상단에서 규정된 단위 변위량에 의한 전단응력 및 모델 하단에서 고정된 경계조건
- 모델 상단에서 규정된 단위 변위량에 의한 축하중 및 모델 하단에서 고정된 경계조건

모델의 전부 및 후부 부분은 이중 선체구조에서 거동을 설명하는 대칭 조건을 가져야 한다. 하중 적용 및 경계조건은 **그림 3**과 같다.

2.2.5

보강재-늑골 연결부의 실제 위치에 있는 대안설계의 매우 상세한 모델이 해석되는 경우, 대안설계는 서브 모델링 기술을 이용하여 만족스러운 피로 성능을 가지고 있음을 검증할 수 있다. 대안설계는 **1절**의 피로 허용기준을 만족할 경우 허용된다. 피로 허용기준은 **1절, 3절** 및 **5절**에 설명된 방법을 적용함으로서 검토한다. 대안설계는 특별한 위치에 분석된 경우에 이에 대한 허용이 고려된다.

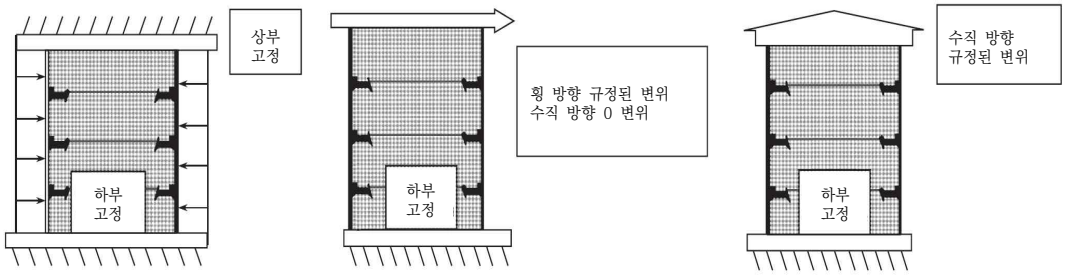


그림 3 하중 적용 및 경계조건 - 대안설계의 검증에 대한 유한요소 모델

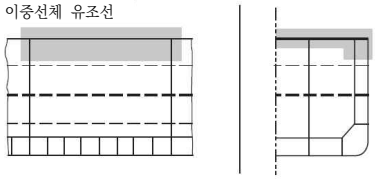
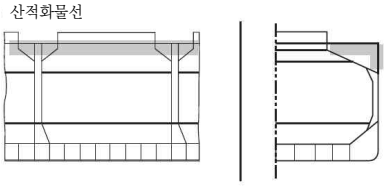
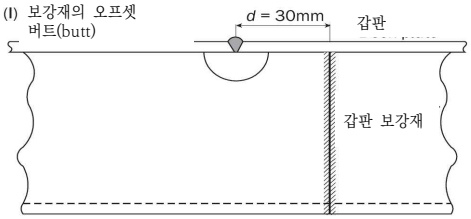
3. 블록 연결부의 스캘럽

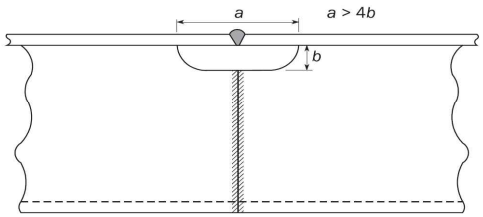
3.1 설계 기준 B

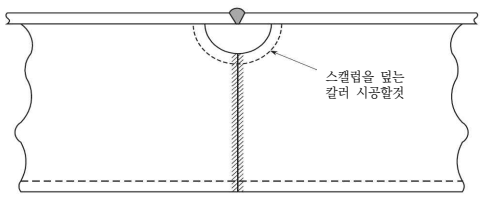
3.1.1

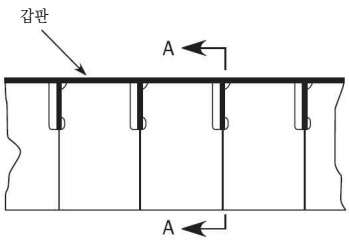
강력갑판에 위치하는 화물탱크/화물창 구역 및 기선으로부터 0.9 D 위의 선측은 설계 기준 B(표 2 참조)에 따라 설계되어야 한다.

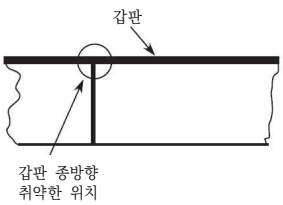
표 2 설계 기준 B - 블록 연결부의 스캘럽

<table>
<tr><td colspan="2">블록 연결부의 갑판 보강재에 대한 용접</td></tr>
<tr><td>취약 구역</td><td>설계 기준 B</td></tr>
<tr><td>이중선체 유조선
 
산적화물선
  </td><td rowspan="2">(I) 보강재의 오프셋 버트(butt)
 

(II) 보강재의 확장 스캘럽
 

(III) 칼러로 막은 스캘럽
 

비고 1: 선택 II의 대안의 스캘럽 형상은 용접 위치에서의 추가적인 응력집중계수를 고려한 선체거더 하중에 대한 만족스러운 피로수명 검증을 조건으로 인정할 수 있다.</td></tr>
<tr><td>취약 위치</td></tr>
<tr><td>갑판의 횡단면
 

단면 A-A
 
</td><td></td></tr>
</table>

취약 위치	화물탱크 지역, 강력갑판 및 기선으로부터 0.9 D 위의 선측에서 블록 연결부의 갑판 보강재에 대한 용접
상세설계기준	모든 스캘럽은 상세 설계 기준 B에 따라 설치된다.
조립 편차	IACS Recommendation No.47에 따른 모든 구조부재의 정렬 확보
용접 규정	특히 선택 II에 대한 스캘럽의 용접 단부에 인접한 블록 연결부에서 종 방향 보강재의 웨브 및 플랜지 주위의 언더컷 및 노치가 없는 완전 용입 맞대기 용접

4. 호퍼너클 연결부

4.1 설계 기준 C 에서 H

4.1.1

이중 선체 유조선에 대한 호퍼판과 내저판 사이에 용접 너클은 **표** 3의 설계 기준 C에 따라 설계되어야 한다.
표 4의 설계 기준 D는 호퍼 연결부에서 피로강도를 증가하기 위한 대안으로 사용될 수 있다.

4.1.2

산적화물선에 대한 호퍼판과 내저판 사이의 용접 너클은 **표** 5의 설계 기준 E에 따라 설계되어야 한다.

4.1.3

이중선체 유조선에 대한 호퍼판과 내저판 사이에 곡률 너클은 **표** 6의 설계 기준 F에 따라 설계되어야 한다. 이를 대신하는 구조배치는 **5절** [3.3]에 따라 검증될 경우 인정될 수 있다.

4.1.4

산적화물선에 대한 호퍼판과 내저판 사이의 곡률 너클은 **표** 7의 설계 기준 G에 따라 설계되어야 한다.

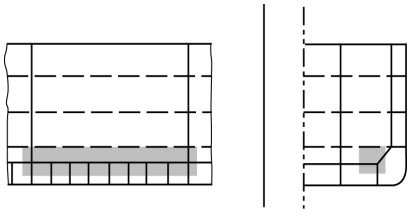
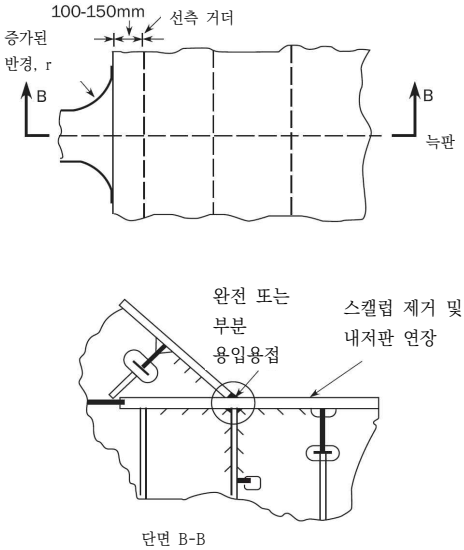
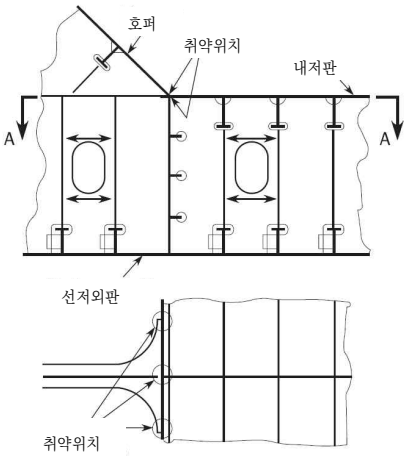
4.1.5

유조선 및 이중선측 산적화물선에 대한 호퍼판과 내측판 사이의 곡률 너클은 **표** 8의 설계 기준 H에 따라 설계되어야 한다.

4.1.6

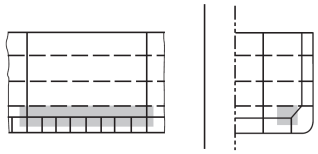
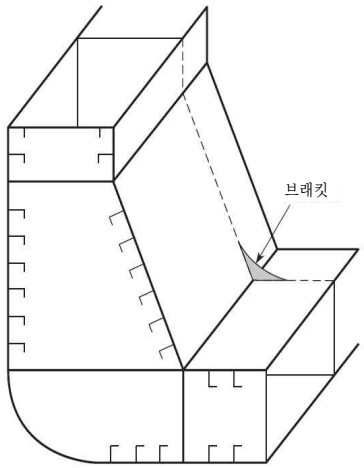
표 3부터 **표** 8에 주어진 용접, 용접 드레싱 및 조립편차에 대한 규정된 최소 요건은 일반적으로 따라야 한다. 피로수명이 만족된다면, 횡 방향 및 종 방향 브래킷과 같은 지지부재의 위치를 바꾸거나 면제시킬 수 있다. 규정된 것에 추가적인 삽입 및/또는 용접 드레싱은 핫스폿 피로해석이 요구될 수 있다.

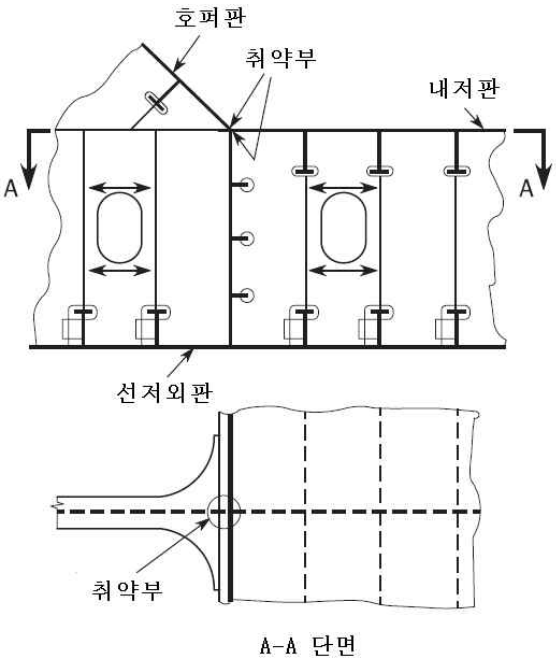
표3 설계 기준 C - 이중선체 유조선의 용접된 브래킷 없는 호퍼너클 연결부 상세

<table>
<tr><td colspan="2">이중저 탱크의 늑판과 호퍼탱크의 연결부
내저판과 호퍼 경사판을 용접한 호퍼 모서리 연결부</td></tr>
<tr><td>취약 구역</td><td>설계 기준 C</td></tr>
<tr><td>  </td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>취약 위치</td></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
</table>

최소 규정	최소 요건으로 상세설계 기준 C 또는 D에 따라야 한다. 도장을 하지 않는 화물탱크의 하부 너클 구역의 경우, 연마된 표면은 적절히 배합된 도료로 덧칠(stripe coat)을 하여야 한다.
취약 위치	늑판 주변 내저판과 호퍼 경사판의 연결부 호퍼 모서리 주변 내저판 및 선측거더와 연결되는 늑판 연결부
상세설계기준	호퍼 코너에 스캘럽을 제거하여야 하며, 반복적인 외부 동적수압, 화물관성 압력 및 선체거더 하중에 기인하는 응력값을 줄이기 위하여 내저판을 연장한다. 스카핑 브래킷의 두께는 너클부에 인접한 내저판 두께 정도로 한다.
조립 편차	호퍼 경사판의 중립선과 거더 중립선은 일치하여야 하며, 그 허용 오차는 $t_{as-built}/3$ 또는 5 mm 중 작은 값 내에 있어야 한다. 여기서 $t_{as-built}$ 는 선측거더 조립 두께이다. 허용오차는 내저판에 평행하게 계측되어야 한다.
용접 규정	만재 또는 부분 용입 용접은 호퍼 경사판과 내저판 연결부에 적용되어야 한다. 부분 용입 용접은 내저판에서 선측거더의 연결부, 내저판 및 선측거더에서 늑판의 연결부, 호퍼 경사판에서 호퍼 횡 방향 웨브, 호퍼 너클에 인접한 내저판 및 선측거더의 연결부에 적용되어야 한다. 완전 및 부분 용입 용접의 정의 및 요구된 범위는 **12장 3절**에 주어진다. 호퍼판과 내저판 사이의 용접은 확대되며 매끄럽게 연마되어야 한다. 가시 언더컷은 제거되어야 한다.(**3절 [6]** 참조) 용접 확대 및 연마(grinding)는 늑판의 각 선측에 최소 200 mm 적용 가능하다.

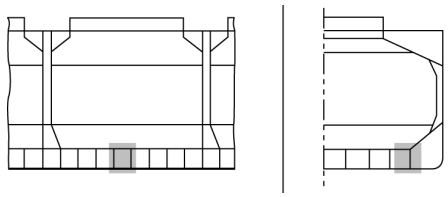
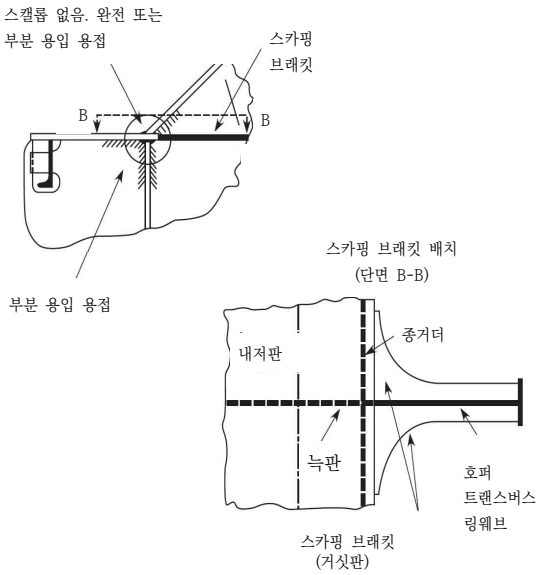
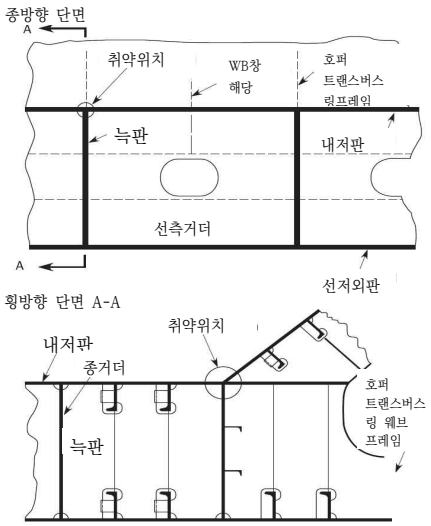
표 4 설계 기준 D - 이중 선체 유조선의 용접된 브래킷을 가진 호퍼너클 연결부 상세

<table>
<tr><td colspan="2">이중저 탱크의 늑판과 호퍼탱크의 연결부
내저판과 호퍼 경사판을 용접한 호퍼 모서리 연결부</td></tr>
<tr><td>취약 구역</td><td>설계 기준 D</td></tr>
<tr><td>  </td><td rowspan="3"> 

비고 1 : 화물탱크 내부에 설치된 브래킷
비고 2 : 첫 번째 종늑골까지 연장된 브래킷
비고 3 : 브래킷 토우를 소프트한 모양이 되도록 설계
비고 4 : 브래킷 재료는 내저판과 동일 재료를 사용
비고 5 : 8장 2절 [5.2]에 따른 브래킷의 세장비</td></tr>
<tr><td>취약 위치</td></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
</table>

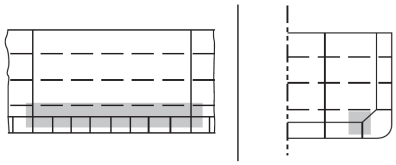
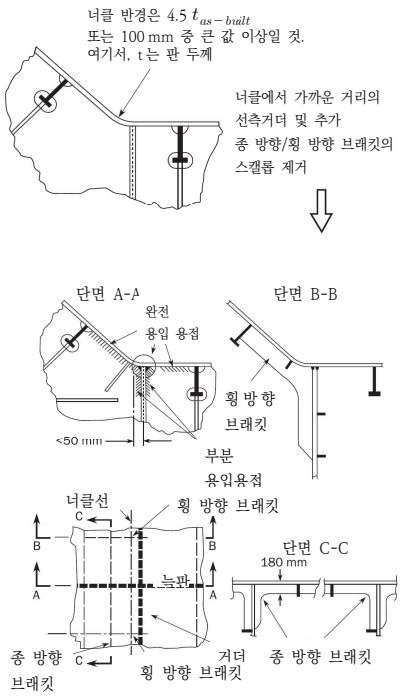
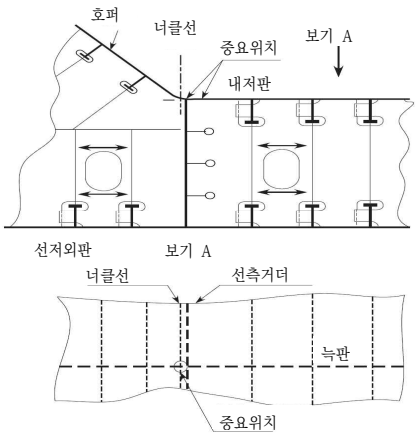
최소 규정	최소 요건으로 설계 기준 C 또는 D는 적용되어야 한다.
취약 위치	늑판 위치의 내저판과 호퍼 경사판의 연결부. 호퍼 모서리 위치의 내저판 및 선측거더와 연결되는 늑판 연결부. 내저판과 호퍼 경사판에서 브래킷 연결부
상세설계기준	호퍼코너에 스캘럽을 제거하여야 하며, 반복적인 외부 동적수압, 화물관성 압력 및 선체거더 하중에 기인하는 응력값을 줄이기 위하여 내저판을 연장한다. 스카핑 브래킷의 두께는 너클부의 내저판 두께 정도로 한다.
조립 편차	호퍼 경사판의 중립선과 거더 중립선은 일치하여야 하며, 그 허용오차는 $t/3$ 또는 5 mm 중 작은 값 내에 있어야 한다. 여기서 $t_{as-built}$ 는 선측거더 조립 두께이다.
용접 규정	부분 용입 용접은 호퍼 경사판 및 내저판 연결부 내저판에서 선측거더의 연결부, 내저판에서 늑판의 연결부 및 선측거더, 호퍼 경사판과 호퍼 횡 방향 웨브의 연결부, 내저판 및 호퍼너클에 인접한 선측거더에서 적용된다. 부분 용입 용접은 내저판에서 브래킷 연결부 및 호퍼 경사판에서 적용된다. 완전 용입 용접은 브래킷 토우에서 적용된다. 완전 및 부분 용입 용접의 정의 및 그들의 요구 범위는 12장 3절에 주어진다.

표 5 설계 기준 E - 산적화물선의 용접된 호퍼너클 연결부 상세

<table>
<tr><td colspan="2">이중저 탱크의 늑판과 호퍼탱크의 연결부
내저판과 호퍼 경사판의 호퍼 모서리 연결부</td></tr>
<tr><td>취약 구역</td><td>설계기준 E</td></tr>
<tr><td>  </td><td rowspan="2">a) 너클에서의 개선
 
</td></tr>
<tr><td>취약 위치</td></tr>
<tr><td> 
</td><td></td></tr>
</table>

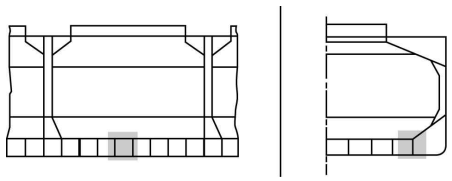
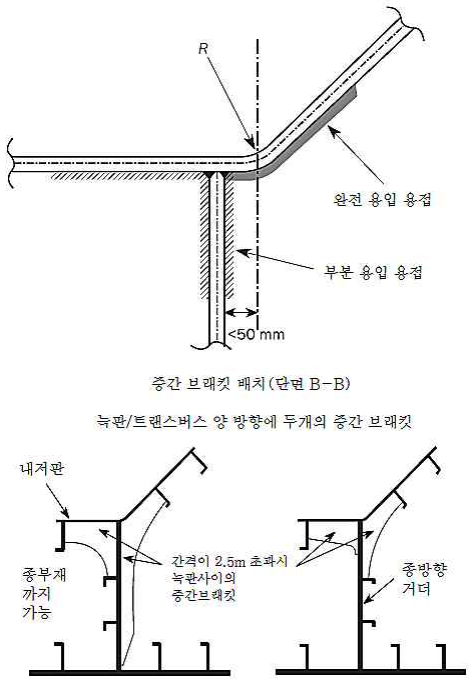
최소 규정	최소 요건으로 설계 기준 E 를 따라야 한다. 평형수 화물창 : 스캘럽 없음 또는 칼라를 가지는 막힌 스캘럽 스카핑 브래킷 : 늑판 간격이 2.5 m 이상일 경우 중간 브래킷 건화물창 : 스캘럽 없음 또는 칼라를 가지는 막힌 스캘럽 및 스카핑 브래킷
취약 위치	늑판 위치의 내저판과 호퍼 경사판의 연결부 호퍼너클 위치의 내저판 및 선측거더와 연결되는 늑판 연결부
상세설계기준	호퍼너클에 스캘럽을 제거하여야 하며, 반복적인 외부 동적수압, 화물관성 압력 및 선체거더 하중에 기인하는 응력값을 줄이기 위하여 내저판을 연장한다. 스카핑 브래킷의 순 두께는 같은 항복 강도의 너클 및 강재의 내저판의 최소 80 % 이다.
조립 편차	호퍼 경사판의 중립선과 거더 중립선은 일치하여야 하며, 그 허용오차는 $t_{as-built}/3$ 또는 5 mm 중 작은 값 내에 있어야 한다. 여기서 $t_{as-built}$ 는 선측거더의 조립 두께이다.
용접 규정	완전 또는 부분 용입 용접은 화물창의 길이에 걸쳐서 호퍼 경사판 및 내저판 연결부에 적용된다. 부분 용입 용접은 내저판에서 선측거더의 연결부, 내저판에서 늑판의 연결부 및 선측거더, 호퍼 경사판에서 호퍼 횡 방향 웨브의 연결부, 호퍼 모서리 주변 내저판 및 선측거더에 적용된다. 호퍼판과 내저판 사이의 용접은 확대되고 매끄럽게 연마되어야 한다. 가시 언더컷은 제거되어 한다. 용접 확대 및 연마(grinding)는 늑판의 각 선측에 최소 200mm 적용 가능하다. 완전 및 부분 용입 용접의 정의 및 요구된 범위는 **12장 3절**에 주어진다.

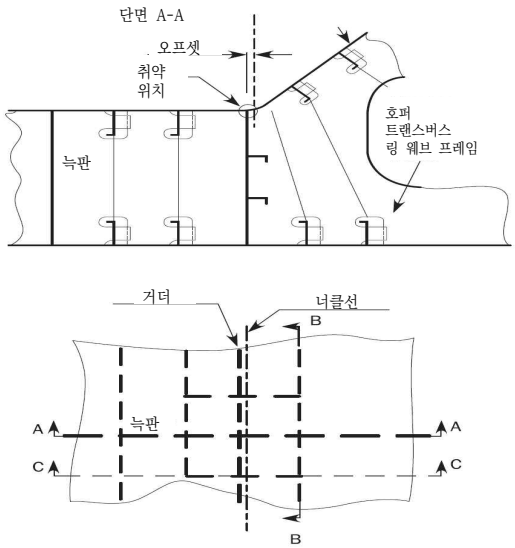
표 6 설계 기준 F - 이중선체 유조선의 굽힘식 호퍼너클 연결부 상세

이중저 탱크의 늑판과 호퍼탱크의 연결부 내저판과 호퍼 경사판의 굽힘식 호퍼너클 연결부	
취약 구역	설계 기준 F
	 비고 1 : 선측거더에서 너클의 중심까지 거리는 가능한 작아야 하며, 50 mm 이하여야 한다. 비고 2 : 너클 곡률은 4.5 $t_{as-built}$ 또는 100 mm 중 큰 값 이상이어야 한다. 여기서, $t_{as-built}$ 는 너클 부분의 조립 두께이다. 비고 3 : 횡 방향 늑판/호퍼 연결부의 선측중의 적합한 거리에서 추가적인 횡 방향 브래킷 오프셋 비고 4 : 경사판의 측면에서 추가 종방향 브래킷 비고 5 : 종 방향 및/또는 횡 방향 브래킷은 거더가 너클선에서 충분한 지지가 제공되는 것이 증명될 경우 생략할 수 있다. (즉, **5절**에 따른 피로요건 및 **7장 3절**에 따른 국부 강도 해석 요건을 만족하는 경우)
취약 위치	
	

취약 위치	호퍼너클 위치에서 내저판 및 호퍼 경사판 각각 선측거더의 늑판과 호퍼 횡 방향 웨브늑판 위치에서 측거더의 내저판 연결부
상세설계기준	반복적인 외부 동적수압, 화물 관성압력 및 선체거더 전체하중에 기인하는 응력의 피크 값 및 범위를 낮추기 위해 호퍼/거더 연결부 및 추가적인 횡 방향 및 종 방향 브래킷의 스캘럽을 제거하여야 하며 경사판에 추가적인 지지를 제공한다.
조립 편차	두 인접한 부재(즉, 늑판 및 호퍼 웨브판)의 두께 중심 사이의 공칭거리는 선측거더의 조립 두께의 1/3 이하여야 한다.
용접 규정	완전 용입 용접은 곡률 호퍼 너클에 인접한 호퍼/내저판에서 늑판의 연결부에 적용되어야 한다. 부분 용입 용접은 호퍼 모서리에 인접한 선측거더에서 늑판/호퍼 횡 방향 웨브의 연결부, 호퍼/내저판에서 선측거더의 연결부에 적용되어야 한다. 완전 및 부분 용입 용접의 정의 및 요구된 범위는 **12장 3절**에 주어진다. 피로강도를 개선하기 위하여, 용접 확대 및 그라인딩을 곡률 너클, 늑판 및 선측거더 사이의 교점으로부터 최소 300 mm 를 가지는 완전 및 부분 용입 용접에 적용할 수 있다.

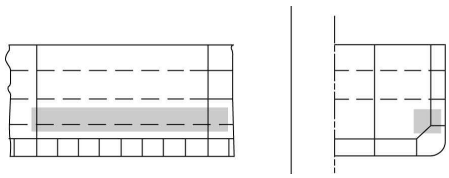
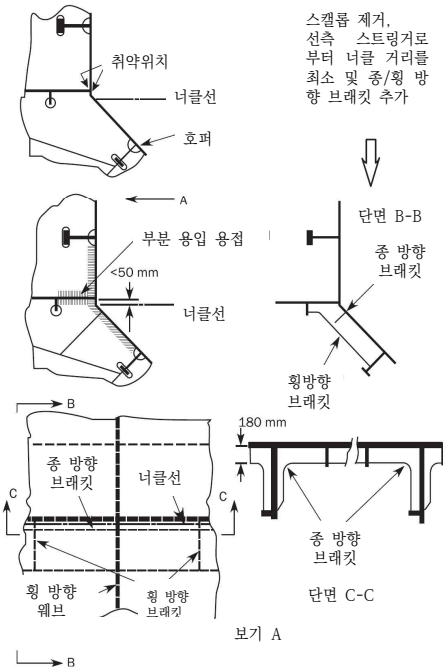
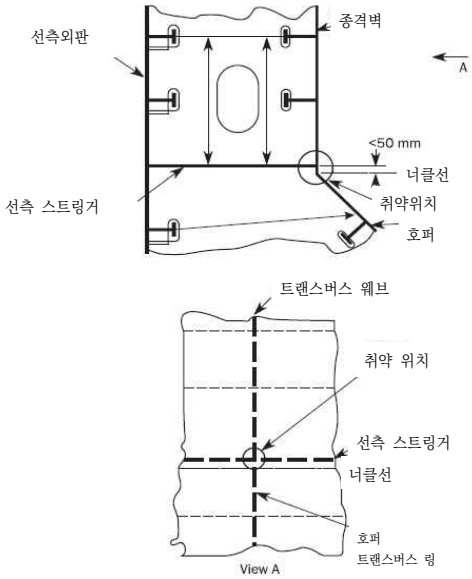
표 7 설계 기준 G - 산적화물선의 굽힘식 호퍼너클 연결부 상세

<table>
<tr><td colspan="2">이중저 탱크의 늑판과 호퍼탱크의 연결부
내저판과 호퍼 경사판의 굽힘식 너클을 가진 호퍼 연결부</td></tr>
<tr><td>취약 구역</td><td>설계 기준 G</td></tr>
<tr><td>  </td><td rowspan="2"> 

비고 1 : 선측거더에서 너클의 중심까지 거리는 가능한 작아야하며, 50 mm 이하여야 한다.
비고 2 : 너클 곡률은 4.5 $t_{as-built}$ 또는 100 mm 중 큰 값 이상이어야 한다. 여기서, $t_{as-built}$는 너클 부분의 조립 두께이다.
비고 3 : 횡 방향 늑판/호퍼 연결부의 양측의 추가 횡 방향 브래킷
비고 5 : 횡 방향 브래킷은 거더가 너클선에서 충분한 지지가 제공되는 것이 증명될 경우 생략할 수 있다.
(즉, **5절**에 따른 피로요건 및 **7장 3절**에 따른 국부 강도 해석 요건을 만족하는 경우)</td></tr>
<tr><td>취약 위치</td></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
</table>

취약 위치	늑판에 인접한 내저판에서 선측거더 연결부. 호퍼 모서리에 인접한 내저판 및 호퍼 경사판, 및 늑판 및 호퍼 횡 방향 웨브 연결부
상세설계기준	호퍼/거더 연결부에 인접한 스캘럽의 제거 평형수 화물창 : 늑판/ 호퍼 웨브로부터 대략 0.5 늑판 간격에서 설치된 중간 브래킷 건화물창 : 늑판 간격이 2.5 m 이상일 경우 늑판/호퍼 웨브로부터 0.5 늑판 간격에서 설치된 중간 브래킷
조립 편차	두 인접한 부재(즉, 늑판 및 호퍼 웨브판 및 추가 지지 브래킷)의 두께 중심 사이의 공칭거리는 선측거더의 조립 두께의 1/3 이하이어야 한다.
용접 규정	완전 용입 용접은 곡률 호퍼너클에 인접한 호퍼/내저판에서 늑판의 연결부에 적용되어야 한다. 부분 용입 용접은 호퍼 모서리에 인접한 선측거더에서 늑판/호퍼 횡 방향 웨브의 연결부, 호퍼/내저판에서 선측거더의 연결부에 적용되어야 한다. 완전 및 부분 용입 용접의 정의 및 요구된 범위는 **12장 3절**에 주어진다.

표 8 설계 기준 H - 유조선 및 이중선측 화물선의 굽힘식 상부 호퍼너클 연결부 상세

이중저 탱크의 늑과 호퍼탱크의 연결부 내측 종격벽과 호퍼 경사판의 굽힘식 너클을 가진 호퍼 모서리 연결부	
취약 구역	설계 기준 H
	
취약 위치	
	Note 1 : 선측거더에서 너클의 중심까지 거리는 가능한 작아야 하며. 50 mm 이하이어야 한다. Note 2 : 너클 곡률은 **12장 1절 [3]** 및 **[4]**에 따라서 4.5 $t_{as-built}$ 또는 100 mm 중 큰 값 이상이어야 한다. 여기서, $t_{as-built}$는 너클 부분의 건조 두께이다. Note 3 : 횡 방향 늑판/호퍼 연결부의 선측중의 적합한 거리에서 추가적인 횡 방향 브래킷 오프셋 Note 4 : 경사판의 측면에서 추가적인 종 방향 브래킷 Note 5 : 종 방향 및/또는 횡 방향 브래킷은 거더가 너클선에서 충분한 지지가 제공되는 것이 증명될 경우 생략할 수 있다. (즉, **5절**에 따른 피로요건 및 **7장 3절**에 따른 국부 강도 해석 요건을 만족하는 경우)

취약 위치	트랜스버스 웨브 근처의 내측 종격벽에서 선측 스트링거 연결부 호퍼 모서리에 인접한 선측 종격벽 및 선측 스트링거에서 이중선측 탱크 횡 방향 웨브 및 호퍼 횡 방향 웨브 연결부
상세설계기준	선측 스트링거로부터 호퍼, 가까운 너클 거리에 인접한 스캘롭의 제거 반복적인 외부 동적수압 및 화물 관성압력으로부터 기인하는 응력의 피크 값 및 범위를 낮추기 위한 추가적인 종/횡 방향 브래킷,
조립 편차	두 인접한 부재에 대한 두께 중심 사이의 공칭 거리는 선측 스트링거의 조립 두께의 1/3 이하여야 한다.
용접 규정	부분 용입 용접은 선측 종격벽에서 선측 스트링거의 연결부, 선측 종격벽에서 이중선측 탱크 횡 방향 웨브의 연결부 및 선측 스트링거, 경사진 선측 종격벽에서 호퍼 횡 방향 웨브의 연결부 및 호퍼 모서리에 인접한 선측 스트링거에 적용된다. 스캘럽을 제거하는 경우, 종격벽에서 선측 스트링거의 연속 용접 완성 후에 용접에 의해 매공되는 적절한 형상의 작은 스캘럽을 가져야 한다. 완전 및 부분 용입 용접의 정의 및 그들의 요구 범위는 **12장 3절**에 주어진다.

5. 수평 스트링거 힐

5.1 설계 기준 I

5.1.1

이중선체 유조선에 대한 횡 방향 유밀/제수 격벽 판 및 내저 선체 종격벽 판 사이의 수평 스트링거 힐 위치는 설계 기준 I 에 따라 설계되어야 한다.(표 9 참조)

6. 하부 및 상부 스툴에서 격벽 연결부

6.1 설계 기준 J, K 및 L

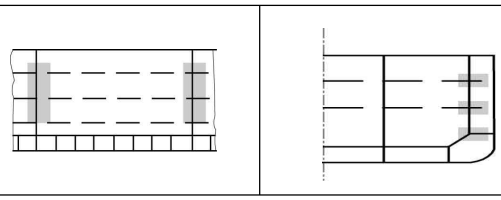
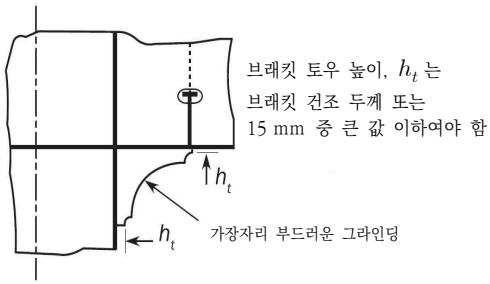
6.1.1

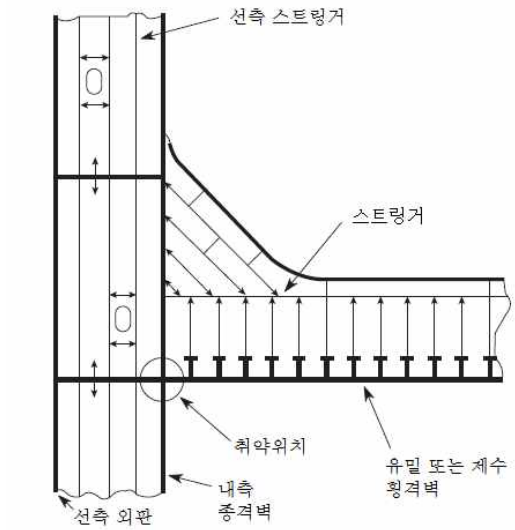
산적화물선 및 유조선의 하부스툴에서 격벽의 용접 연결부는 각각 설계 기준 J 및 K 에 따라 설계되어야 한다.(표 10 및 표 11 참조)

6.1.2

산적화물선의 상부스툴에서 격벽의 용접 연결부는 설계 기준 L 에 따라 설계되어야 한다.(표 12 참조)

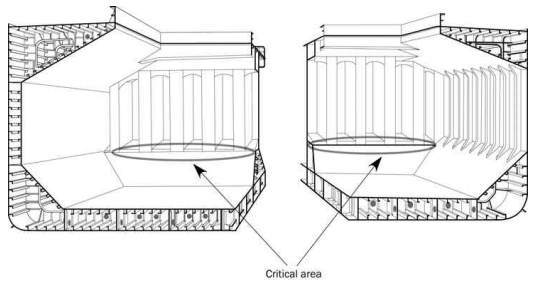
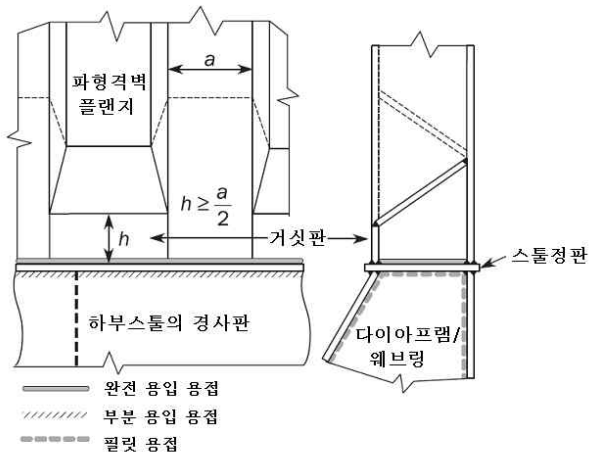
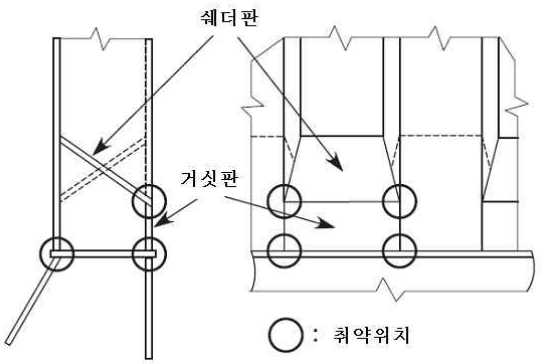
표 9 설계 기준 I - 횡격벽 선측 스트링거 힐

<table>
<tr><td colspan="3">평면 유밀 횡격벽 또는 제수격벽의 수평 스트링거와 내측 종격벽의 연결부</td></tr>
<tr><td colspan="2">취약 구역</td><td>설계 기준 I</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td rowspan="3"> 

비고 1 : 면재가 필요한 경우, 면재 단부에서 응력집중을 낮추기 위한 설계형상을 적용할 것을 권장한다.(즉 테이퍼 및 소프트 단부) 단부에 인접한 브래킷 단부에서 용접의 적절한 피로 수명을 확인한다.
비고 2 : Slit 종류 절단은 다음 그림과 같이 브래킷 토우에 인접하여 적용된다. 대안으로 삽입 종류 컬러의 절단을 허용하며 스캘럽은 피해야 한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">취약 위치</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
</table>

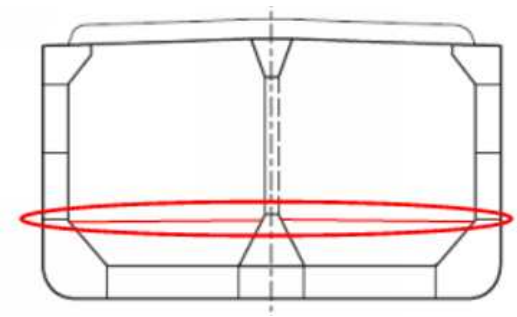
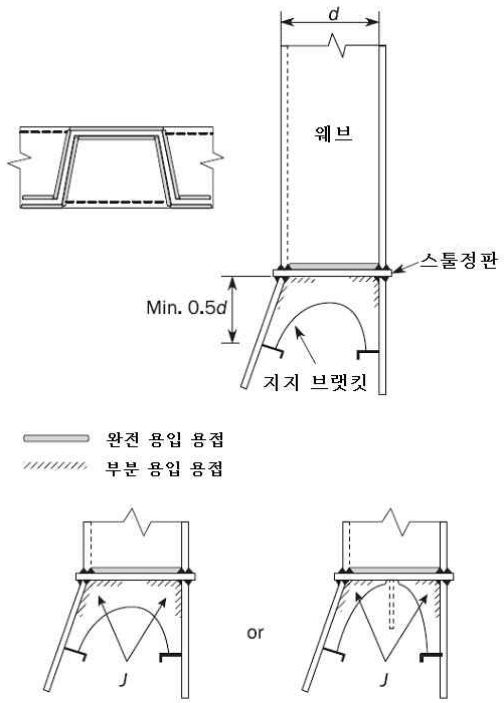
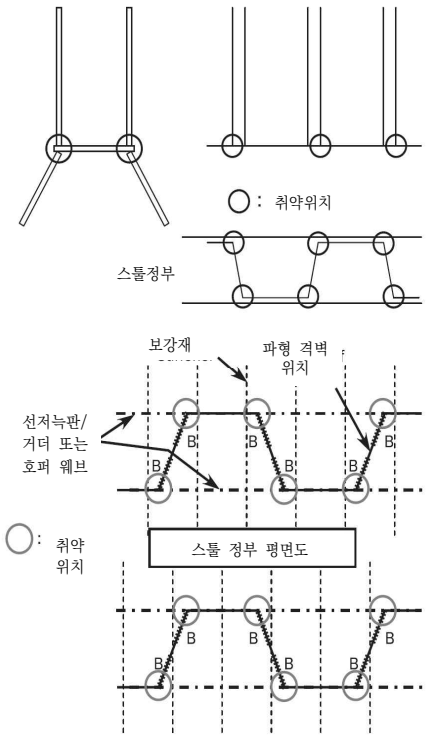
취약 위치	직각 모서리를 형성하는 횡격벽 수평 스트링거의 웨브와 이중선측 탱크 선측 스트링거의 교차부
상세설계기준	소프트 토우 이면 브래킷을 설치할 경우 다음 브래킷 크기가 권장된다. • VLCC : 상기의 그림과 같이 소프트 토우를 갖는 800×800×30, R600 을 설치 • 다른 탱커 : 상기의 그림과 같이 소프트 토우를 갖는 800×600×25, R550 을 설치, 여기서 내측 선체 위치에서 더 긴 암 길이로 한다. 브래킷에 대한 단순 최소 항복응력은 315 N/mm² 이상이며, 자유단은 모서리 부근에서 부드럽게 연마되어야 한다.
조립 편차	두 인접한 부재의 두께 중심 사이의 공칭 거리는 내저 선체 종격벽의 조립 판 두께의 1/3 이하이어야 한다.
용접 규정	내측 선체 판 및 횡격벽판 사이의 수직 용접, 최소 용접계수의 0.44를 가지는 필릿 용접. 브래킷 토우의 위치를 제외한 이면 브래킷 및 연결하는 판 사이의 용접은 최소 용접계수의 0.44를 가지는 필릿 용접을 이중으로 한다. 완전 용입 용접은 브래킷 토우로부터 200 mm 의 거리에 대한 내측 선체 및 횡격벽판의 부착 연결부에 대해 적용되어야 하며, 용접 토우는 매끄럽게 연마되어야 한다.

표 10 설계 기준 J - 산적화물선의 횡격벽 연결부 상세 (평형수 화물창)

하부스툴과 횡격벽 연결부	
취약 구역	설계 기준 J
	
취약위치	
	

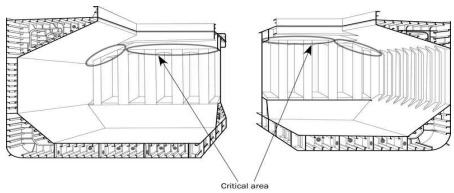
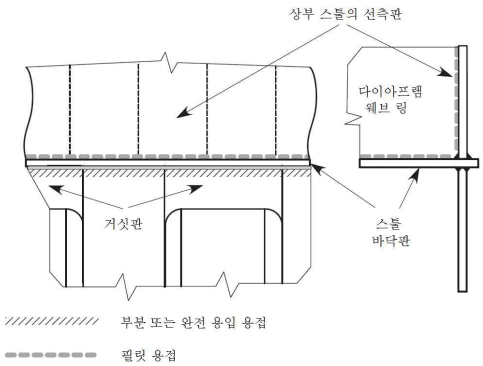
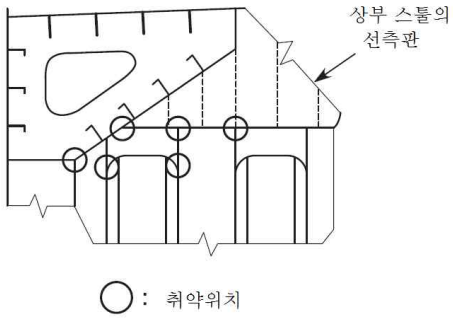
하부스툴과 횡격벽 연결부	
취약 위치	하부스툴 정판과 하부스툴 및 파형 횡격벽의 연결부 쉐더판과 파형 횡격벽 연결부
상세설계기준	스캘럽은 하부스툴 상판의 다이아프램/웨브를 피해야 한다. 거싯판은 파형격벽에 설치되어야 한다. 거싯판은 같은 재료로 만들어져야 하며 파형격벽으로서 같은 조립 두께를 가져야 한다. 그리고 거싯판의 높이는 파형 폭의 1/2 이상이어야 한다. 쉐더판 교차부에서 응력 집중을 감소시키기 위하여, 판은 다른 판 보다 높이 이동되어야 한다. (그림 참조) 대안으로 이면 보강재는 평형수 화물창에 맞닿은 쉐더판 하부 교차점에 설치되어야 한다.
조립 편차	하부스툴 경사판과 파형 면재는 IACS Recommendation No.47에 따라 구조 일치를 확보해야 한다.
용접 규정	완전 용입 용접은 하부스툴 정판 및 하부스툴의 측판과 파형격벽 사이에 적용되어야 한다. 부분 또는 완전 용입 용접은 거싯판 주위에 적용되어야 한다. 그러나 완전 용입 용접은 하부스툴 정판과 거싯판 사이에 적용되어야 한다. 용접의 시작과 끝을 확보하기 위해 취약한 모서리로부터 가능한 멀리 떨어져야 한다.

표 11 설계 기준 K - 파형 횡격벽 또는 종격벽 연결부 상세, 유조선

<table>
<tr><td colspan="2">하부스툴과 횡격벽 또는 종격벽의 연결부 - 유조선</td></tr>
<tr><td>취약 구역</td><td>설계 기준 K</td></tr>
<tr><td rowspan="2">  </td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>취약 위치</td></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
</table>

취약 위치	파형 횡격벽 또는 종격벽과 하부스툴 정판의 연결부
상세설계기준	스캘럽의 이용은 하부스툴 정판에서 다이아프램/웨브를 피해야 한다. 지지 브래킷은 파형 웨브와 정렬되게 설치되어야 한다.(**6절 4절 [2.6.2]** 참조) 지지 브래킷에 스캘럽은 허용되지 않는다.
조립 편차	하부스툴 경사판과 파형면재는 IACS Recommendation No.47에 따라 구조일치를 확보해야 한다.
용접 규정	완전 또는 부분 용입 용접은 하부스툴 정판 및 하부스툴의 측판 사이에 적용되어야 한다. 완전 용입 용접은 하부스툴 정판 및 수직 파형격벽 사이에 적용되어야 한다. 완전 또는 부분 용입 용접은 하부스툴 정판 및 지지 브래킷 사이에 적용되어야 한다. 용접의 시작과 끝을 확보하기 위해 취약한 모서리로부터 가능한 멀리 떨어져야 한다. 스툴정판에서 정렬된 지지 브래킷 및 하부스툴의 연결부 "J"(그림 참조)는 모서리로부터 최소 300 mm 에서 완전 또는 부분 용입 용접이다.

표 12 설계기준 L - 산적화물선의 횡격벽 연결부 상세 (평형수 화물창)

<table>
<tr><th colspan="2">상부스툴 경사판과 횡격벽의 연결부</th></tr>
<tr><th>취약 구역</th><th>설계 기준 L</th></tr>
<tr><td> 
</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>취약 위치</td></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
</table>

취약 위치	톱사이드 탱크 경사판 및 상부스툴에서 파형 횡격벽의 연결부
상세설계기준	스캘럽의 이용은 하부스툴 정판에서 다이아프램/웨브를 피해야 한다. 거싯판은 황천 평형수 화물창에 위치한 파형격벽의 면재 사이에 설치되어야 한다. 인접한 황천 평형수 화물창, 깊은 횡 방향 웨브 또는 잘 보강된 이면 보강재는 하중을 효율적으로 줄이기 위하여 파형격벽의 면재를 톱사이드 탱크의 정렬된 위치에 제공하여야 한다. 거싯판은 파형 면재에 요구된 것 이상의 두께 및 재료를 가지고 있어야 한다.
조립 편차	톱사이드 탱크에서 수밀격벽 및 깊은 횡 방향 웨브(또는 잘 보강된 이면 보강재) 뿐만 아니라 스툴 측판에서 파형격벽의 면재 사이에 IACS Recommendation No.47에 따른 구조 일치를 확보해야 한다.
용접 규정	• 부분 또는 완전 용입 용접은 상부스툴 선저판 및 파형격벽 사이에 적용되어야 한다. • 최소 용접계수의 0.44 를 가지는 필릿 용접은 상부스툴 선저판 및 상부스툴 선측판 사이에 적용되어야 한다. • 최소 용접계수의 0.44 를 가지는 필릿 용접은 상부스툴 선저판 및 다이아프램/웨브 링 사이에 적용되어야 한다. 용접의 시작과 끝을 확보하기 위해 모든 화물창에서 취약한 모서리로부터 가능한 멀리 떨어져야 한다.

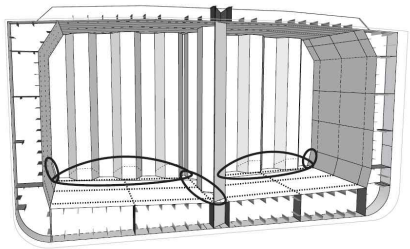
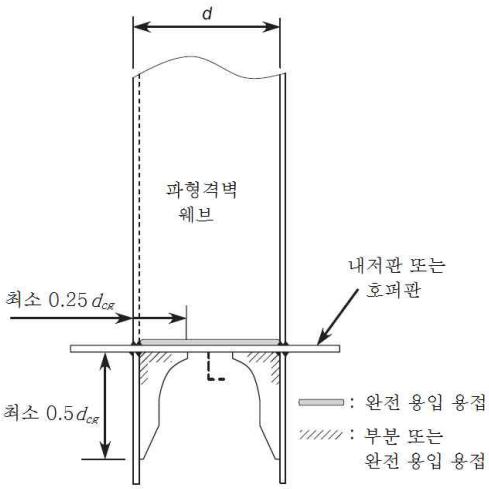
7. 내저판과 격벽 연결부

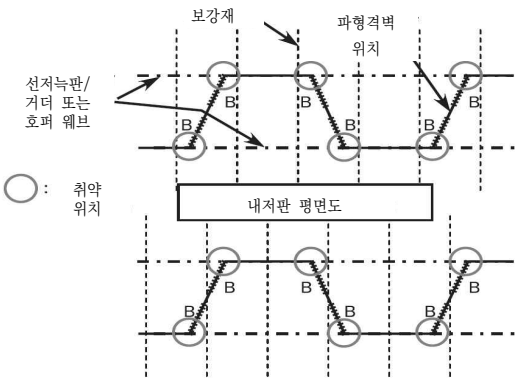
7.1 설계 기준 M

7.1.1

화물탱크 및 황천 평형수 탱크의 내저/호퍼판에서 수직 파형격벽의 연결부는 설계 기준 M 에 따라 설계되어야 한다. (표 13 참조)

표 13 설계 기준 M - 화물탱크 및 황천 평형수 화물창에서 수직 파형격벽에 대한 연결부 상세

<table>
<tr><td colspan="2">스툴이 없는 내저판/호퍼판에서 수직 파형격벽의 연결부</td></tr>
<tr><td>취약 구역</td><td>설계 기준 M</td></tr>
<tr><td>  </td><td rowspan="3">브래킷의 상세
 

비고 1 : 내저판 및 호퍼탱크 판 아래에 브래킷을 파형 웨브와 정렬되게 배열하여야 한다.
비고 2 : 6장 4절 [2.6.4] 항목 b 에 따라 쉐더판과 거싯판이 제공된 경우 정렬된 브래킷은 거싯판의 측면에서 생략할 수 있다.</td></tr>
<tr><td>취약 위치</td></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
</table>

취약 위치	-
재료 및 치수 규정	파형에 인접한 내저판 및 호퍼탱크 판은 **6장 4절 [2.6.4]**에 따른다. 파형 면재를 지지하는 늑판/거더 및 호퍼 웨브는 **6장 4절 [2.6.4]**에 따른다. 파형 웨브에 정렬된 지지 브래킷은 **8장 2절 [5.2]** 및 **8장 4절 [2.6.4]**에 따른다.
상세설계기준	지지 브래킷은 **6장 4절 [2.6.2]**에 요구된 파형 웨브에 일치하게 설치되어야 한다. 스캘럽은 지지 브래킷에서 허용하지 않는다.
조립 편차	파형의 중립선과 지지부재의 중립선은 일치하여야 하며 그 허용편차는 $t_{as-built}/3$ 또는 5 mm 중 작은 값 내에 있어야 한다. 여기서 $t_{as-built}$는 내저판 건조 두께이다.
용접 규정	내저판/호퍼판에서 수직 파형격벽의 연결부에 대해 완전 용입 용접은 **12장 3절 [2.4]**에 따라 제공되어야 한다. 내저판/호퍼판에서 지지구조의 연결부에 대해 부분 또는 완전 용입 용접은 **12장 3절 [2.4]**에 따라 제공되어야 한다. 부분 또는 완전 용입 용접은 모서리로부터 최소 300 mm 에서 **12장 3절 [2.4]**에 따라 파형 웨브 아래에 정렬된 브래킷의 연결부에 대해 적용되어야 한다.

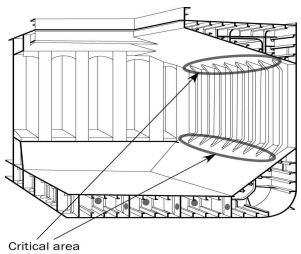
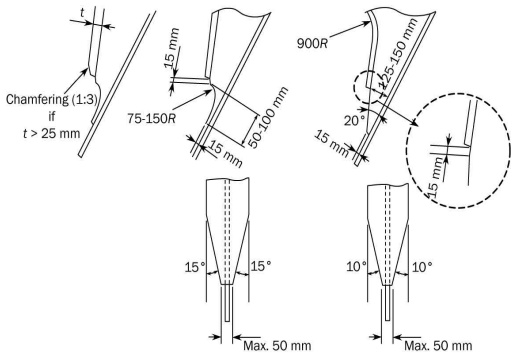
8. 화물창 늑골의 하부 및 상부 토우

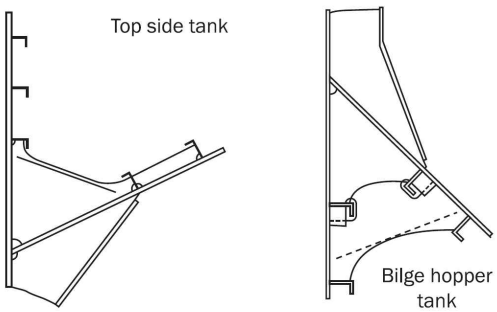
8.1 설계 기준 N

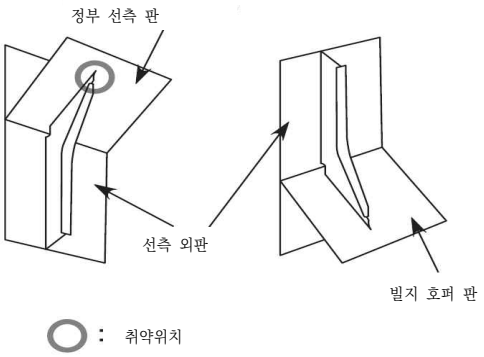
8.1.1

산적화물선의 화물창 늑골의 하부 및 상부 브래킷 토우의 용접 연결부는 설계 기준 N 에 따라 설계된다.(**표 15** 참조)

표 14 설계 기준 N - 화물창 늑골-산적화물선의 하부 및 상부 토우 상세

<table>
<tr><th colspan="2">하부 및 상부 화물 늑골 연결부</th></tr>
<tr><th>취약 구역</th><th>설계 기준 N</th></tr>
<tr><td> 
</td><td rowspan="2"> 

화물창 늑골의 단부에서 소프트 토우 및 확장된 토우의 예


화물창 늑골의 하부 및 상부 단부 브래킷의 연결부</td></tr>
<tr><th>취약 위치</th></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
</table>

최소 규정	최소 요건으로 상세 설계 기준 N 은 적용되어야 한다. 테이퍼 확장 토우는 더 효율적이며 고장력강 선측늑골에 대해 고려되어야 한다.
취약 위치	면재 단부를 포함한 호퍼 및 톱사이드 경사판에서 선측늑골 하부 및 상부 브래킷의 토우 연결부.

표 14 설계 기준 N - 화물창 늑골-산적화물선의 하부 및 상부 토우 상세(계속)

하부 및 상부 화물창 늑골 연결부	
취약 구역	설계 기준 N
상세설계기준	상기 규정의 대안 형상은 만족한 피로성능의 검증을 조건으로 사용 가능하다. 그러나 두께 챔퍼링 및 면재 너비 테이퍼링에 대한 최대 각(그림 참조)은 초과되지 않아야 한다. 면재 단부 및 토우 곡률(또는 토우 테이퍼)의 시작부 사이에 브래킷 토우 높이 및 거리는 최소한으로 유지되어야 한다. 하부 또는 상부 브래킷에서 화물창 늑골의 면재는 그림에서와 같이 테이퍼 및 챔퍼 해야 한다. 면재의 두께가 25 mm 미만인 경우에 대하여 챔퍼링이 시행될 때는 필요한 경우 큰 경사로 시행할 것이 권고된다. 늑골은 상부 및 하부 브래킷 전체의 대칭 단면을 조립하며 소프트 또는 확장 토우에 배열된다.(그림 참조) 선측 늑골 면재는 단부 브래킷의 연결부에서 곡선이다.(너클은 아님) 여기서 늑골 상부 브래킷이 링 웨브 아래에 직접 위치하지 않는 경우, 지지 브래킷은 제공되어야 한다. 톱사이드 탱크 보강재가 늑골 상부 브래킷의 단부 위에 위치한 경우를 확보하기 위한 설계에서 보강재 절단은 피하거나 완전 칼라로 막아야 한다. 지지 브래킷의 크기 증가는 취약 구역에서 응력 집중을 감소시킬 것이다. 여기서 늑골 하부 브래킷이 링 웨브 위에 직접 위치하지 않을 경우, 지지 브래킷은 제공되어야 한다. 호퍼탱크 보강재가 늑골 하부 브래킷의 단부 아래에 위치한 경우를 확보하기 위한 설계에서 보강재 절단은 피하거나 완전 칼라로 막아야 한다. 지지 브래킷의 크기 증가는 취약 구역에서 응력 집중이 감소시킬 것이다.
조립 편차	IACS Recommendation No.47에 따라 선측늑골 하부 및 상부 브래킷 및 횡 방향 링 웨브 또는 지지 브래킷 사이에서 구조 일치를 확보해야 한다. 최대 어긋남은 $t_{as-built}/3$ 이하이어야 한다. 여기서 $t_{as-built}$는 정렬된 웨브의 얇은 조립 두께이며 어긋남은 조립된 얇은 두께의 돌출부이다
용접 규정	용접은 12장 3절 [3]을 따른다. 면재 단부에서 둘러싸인 용접 주위에 곡률 부분에서 노 오버-런(no over - run)을 확보하기 위하여 주의하여야 하며 토우는 노치와 언더컷이 없어야 한다.

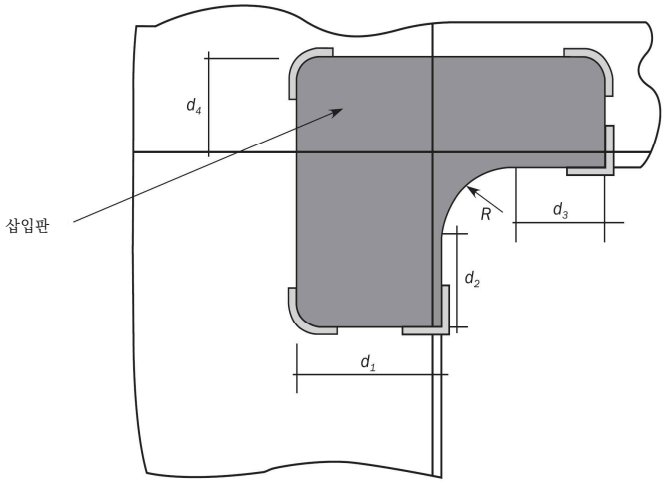
9. 해치 코너

9.1 설계 기준 O

9.1.1

산적화물선의 강력갑판의 화물창 지역에서 해치 코너는 설계 기준 O 따라 설계가 요구된다.(**표 15** 참조)

표 15 설계 기준 O - 산적화물선의 해치 코너

해치 코너 (산적화물선)		
설계 기준 O		
		
	삽입판을 가지지 않는 경우	삽입판을 가지는 경우
취약 위치	해처 코너 곡선	갑판에서 곡률 반경 전환 삽입판
상세설계기준	**2편 1장 2절**에 요구된 해치코 너의 형상	**2편 1장 2절**에 요구된 곡률 및 삽입판 치수 및 두께. 삽입판은 갑판에서 부드러운 두께 전환으로 테이퍼 되어야 하며, 전환 테이퍼 길이는 오프셋의 3배 이상이어야 한다.
후처리	반경 내에 절단 단부의 연마(grinding)	반경 내에 절단 단부의 연마(grinding)

13편 1부 10장
기타구조

제 1 절 선수부

제 2 절 기관구역

제 3 절 선미부

제 4 절 슬로싱 하중을 받는 탱크

제 1 절 선수부

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

α_p : 패널 종횡비에 관한 수정계수로서 다음 식에 따른다. 다만, 1.0 이상일 필요는 없다.

$$\alpha_p = 1.2 - \frac{b}{2.1\,a}$$

f_{bdg} : 굽힘 모멘트계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{bdg} = 8\left(1 + \frac{n_s}{2}\right)$$

n_s : 단부의 구속정도에 따른 계수로서 다음에 따른다.

$n_s = 0$, 앙단이 낮은 고정인 경우(단순지지)

$n_s = 1$, 한쪽이 고정, 다른 쪽은 단순지지인 경우

$n_s = 2$, 연속된 부재 또는 양단에 브래킷이 있는 경우

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 **1장 1절 [2.4.2]**에 따른 선수부의 다음 구조에 대하여 적용한다. 즉:

- 선수구조
- 선수재

이에 추가하여, 이 절의 요건은 충격하중을 받는 다음 구조에도 적용한다.

- [3.2]에 따른 선수 선저부
- [3.3]에 따른 선수부

2. 구조배치

2.1 늑판 및 선저거더

2.1.1 늑판

횡늑골 방식인 경우, 실체늑판을 각 웨브 늑골 위치마다 설치하여야 한다.
종늑골 방식인 경우, 실체늑판의 간격은 3.5 m 또는 횡늑골 4개 간격 중 작은 것보다 커서는 아니 된다.
선체 중심선에서 늑판의 최소 깊이는 최전방 화물창에 요구되는 이중저 깊이보다 작아서는 아니 된다.(**2장 3절 [2.3]** 참조)

2.1.2 선저거더

선체 중심선에 중심선 거더를 선미 방향으로 연장하거나 또는 디프 거더나 중심선 격벽을 설치하여 지지구조를 설치하여야 한다. 중심선 거더가 설치된 경우, 최소 깊이 및 두께는 화물창 지역의 이중저 깊이에 요구되는 것보다 작아서는 아니 되고, 상단은 보강되어야 한다.
횡늑골 방식인 경우, 선저거더의 간격은 2.5 m 를 넘어서는 아니 된다.
종늑골 방식인 경우, 선저거더의 간격은 3.5 m 를 넘어서는 아니 된다.

2.1.3 대체 설계 검증

설계자가 격자 해석이나 유한요소 해석에 의해 검증을 수행하고 수행한 해석의 전체 문서를 제공하는 경우, **[2.1.1]**, 및 **[2.1.2]**에 따른 간격을 증가시킬 수 있다. 적용 허용기준은 **6장 6절 [3]**에 따르며 유한요소 해석은 **7장**의 요건에 따라 수행되어야 한다.

2.2 제수격벽

2.2.1

중심선 제수격벽이 설치된 경우, 최하단 판의 두께는 중심선 거더에 요구되는 것 보다 작아서는 아니 된다.
종 방향 제수격벽이 선저 트랜스버스를 지지하는 경우, 격벽 내 개구의 상세 및 배치는 제수격벽과 선저 트랜스버스의 연결에 높은 응력이 걸리는 지역을 피하도록 배치하여야 한다.

2.3 선측외판 지지구조

2.3.1 특설늑골

1장 4절 표 5의 특설늑골의 간격 S(m)는 다음 식에 따른다. 다만, 3.5 m 보다 클 필요는 없다. 특설늑골의 유효 스팬이 10 m 를 넘지 아니하도록 하기 위하여 개구를 갖는 평판(perforated flats)이 설치되어야 한다.

$$S = 2.6 + 0.005\,L$$

2.3.2 스트링거

선수격벽 스트링거 전방의 횡늑골 방식은 약 3.5 m 간격이어야 한다. 스트링거의 유효스팬은 10 m 이하이어야 하며, 특설늑골에 의하여 적절히 지지되어야 한다.

2.3.3 대체 설계 검증

설계자가 보 해석이나 유한요소 해석에 의해 선측외판 지지 구조물의 검증을 수행하고 수행한 해석의 전체 문서를 제공하는 경우, 특설늑골 및 스트링거의 간격은 증가시킬 수 있다.
적용 허용기준은 **6장 6절 [3]**에 따르며 유한요소 해석은 **7장**의 요건에 따라 수행되어야 한다.

2.4 트리핑 브래킷

2.4.1

선수격벽 전방에 있고 수직 방향으로 보강된 선측외판 및 탱크 격벽에 대하여는, **그림 1**에 따라 1차 지지부재, 갑판 및/또는 플랫폼 사이에 2.6 m 를 넘지 않는 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.
트리핑 브래킷의 건조 두께는 연결된 선측늑골 웨브의 건조 두께보다 작아서는 아니 된다.

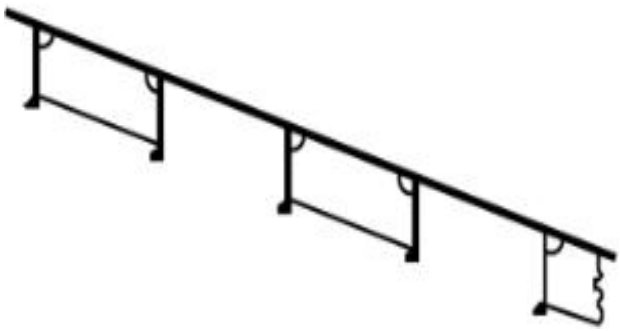


그림 1 트리핑 브래킷

2.5 구상선수

2.5.1 일반사항

구상선수가 설치되는 경우, 구조배치는 구상선수가 적절히 지지되고 선수 피크구조와 일체이어야 한다.

2.5.2 다이어프램

구상선수의 구조는 일반적으로 깊은 중심선 웨브와 함께 약 1 m 간격의 수평 다이어프램에 의하여 지지되어야 한다. 일반적으로, 수직 횡 방향 다이어프램은 피크늑골로부터 구상선수 늑골로 변화하는 부위에 배치되어야 한다.

2.5.3 특별한 구상선수에 대한 설계

일반적으로 넓은 구상선수에 대하여 추가적인 보강으로써 중심선 제수격벽이 설치되어야 한다. 일반적으로 긴 구상선수에 대하여 추가적인 보강으로써 횡 방향 제수격벽 또는 튼튼한 특설늑골이 설치되어야 한다.

2.5.4 앵커 및 체인 케이블 접촉에 대한 보강

구상선수의 전단 및 앵커 조작 중에 앵커 및 체인과 접촉이 되는 부위의 외판에 대하여 두께를 증가시켜야 한다. 증가된 판 두께는 [4.1.1]에 따른 평판 선수재에 요구 두께 이상이어야 한다.

3. 충격하중을 받는 구조

3.1 일반사항

3.1.1 적용

이 항은 선수부 구조에 발생하는 국부 충격하중에 대한 보강요건을 규정한다. [3.2] 및 [3.3]의 충격하중은 **4장 5절** [3]에 따른다.

3.1.2 일반 치수요건

6장의 해당 치수요건에 추가하여 [3.2] 및 [3.3]의 요건이 적용되어야 한다. 충격하중에 의한 국부 치수 증가는 하드스폿(hard spot), 노치 및 기타 유해한 응력 집중의 상세 및 회피에 충분한 고려를 하여야 한다.

3.2 선저 슬래밍

3.2.1 적용

4장 5절 [3.2.1]에 의한 최소 선수 흘수 T_{F-e} 또는 T_{F-f} 가 $0.045L$ 보다 작은 경우, 선수선저부는 선저 슬래밍 압력에 대하여 추가로 보강하여야 한다.
선저부 보강 시 흘수는 외판전개도 및 적하지침서에 명시되어야 한다.(**1장 5절** 참조)
1차 지지부재의 단면계수 및 전단면적은 **3장 7절** [4]에 따라 결정되어야 한다.

3.2.2 보강범위

보강범위는 선저의 평편부 및 기선으로부터 500 mm 높이까지 보강재를 포함한 판의 F.P. 로부터 $0.3L$ 전방까지로 한다.(**그림 2** 참조)
선저 슬래밍에 대하여 보강범위 밖에서의 치수는 종강도 및/또는 횡강도의 연속성을 유지하기 위하여 테이퍼 되어야 한다.

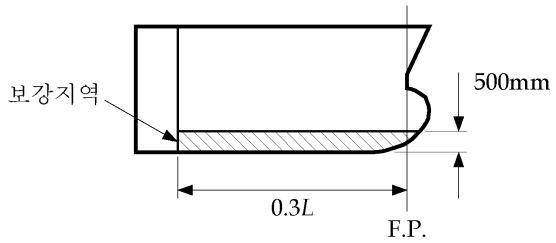


그림 2 선저 슬래밍에 대한 보강범위

3.2.3 선저 슬래밍에 대한 설계

선저 슬래밍 지역 내의 보강재 끝단부는 지지부재를 관통하여 보강재를 연속되게 하거나 **3장 6절** [3.2]에 적합한 단부 브래킷을 설치하여 고정도를 확보하여야 한다. 이 요건을 실행 불가능한 경우, 이를 대신하여 단부 고정부에서의 순 소성 단면계수 Z_{pl-alt} (cm^3)은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z_{pl-alt} = \frac{16 Z_{pl}}{f_{bdg}}$$

Z_{pl} : [3.2.5]에 따른 순 소성 단면계수(cm^3)

보강재 주위의 격벽을 포함한 1차 지지부재의 치수 및 배치는 [3.2.7]에 적합하여야 한다.

3.2.4 선체외판

선박의 원통형 부분내의 횡식으로 보강된 만곡부 외판을 제외한 선체외판의 순 두께 t (mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = \frac{0.0158\,\alpha_p\, b}{C_d}\sqrt{\frac{P_{SL}}{C_a R_{eH}}}$$

C_d : 판 용량 수정계수로서 C_d = 1.3으로 한다.

C_a : 허용 굽힘 응력계수로서 다음에 의한 값

C_a = 1.0, 허용기준 AC-I인 경우

선박의 원통형 부분내의 횡식으로 보강된 만곡부 외판은 **1부 6장 4절** [2.2]의 요건에 따른다.

3.2.5 외판 보강재

[3.2.2]에 따른 보강범위 내의 외판 보강재는 다음 기준을 따라야 한다.

a) 보강재의 순 소성 단면계수 Z_{pl} (cm^3)은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z_{pl} = \frac{P_{SL}\, s\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\, C_s R_{eH}}$$

C_s : 허용 굽힘 응력계수로 다음에 의한 값

C_s = 0.9, 허용기준 AC-I인 경우

b) 보강재의 순 웨브 두께 t_w (mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t_w = \frac{P_{SL}\, s\, \ell_{shr}}{2\, d_{shr}\, C_t\, \tau_{eH}}$$

C_t : 허용 전단 응력계수로 다음에 의한 값

C_t = 1.0, 허용기준 AC-I인 경우

c) 보강재의 세장비는 **8장 2절**에 적합하여야 한다.

3.2.6 1차 지지부재의 선저 슬래밍 하중면적

[3.2.7]에 따른 치수는 **4장 5절 [3.2]**의 슬래밍 압력을 다음 식에 의한 선체외판의 이상화된 하중면적 A_{SL} (m^2)에 적용하는 것을 기초로 한다.

$$A_{SL} = \frac{1.1\, L\, B\, C_b}{1000}$$

3.2.7 1차 지지부재

늑판 및 거더의 웨브 내 개구의 크기 및 수는 a)에 따른 전단면적을 고려하여 최소화하여야 한다.

a) 순 전단면적

스팬을 따라 임의의 위치에서 1차 지지부재 웨브의 순 전단면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$A_{shr-n50} = 10\frac{Q_{SL}}{C_t\, \tau_{eH}}$$

Q_{SL} : 가장 취약한 위치의 패치하중 F_{SL}의 적용에 따른 고려하는 위치에서의 슬래밍에 의한 최대 전단력 (kN)으로 b) 또는 c)에 따른다.

C_t : 허용 전단 응력계수로 다음에 의한 값

C_t = 0.9, 허용기준 AC-I인 경우

b) 슬래밍 전단력의 단순 계산

격자 영향이 무시될 수 있는 1차 지지부재의 단순 배치인 경우, 전단력 Q_{SL} (kN)은 다음에 따른다.

$$Q_{SL} = f_{pt}\, f_{dist}\, F_{SL}$$

f_{pt} : 단일 1차 지지부재에 작용하는 패치하중의 비율에 대한 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{pt} = 0.5(f_{SL}^3 - 2f_{SL}^2 + 2)$$

f_{SL} : 패치하중 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{SL} = 0.5\,\frac{b_{SL}}{S}$$

f_{dist} : 스팬내 위치에 따른 최대 전단력 분포계수로서 **그림 3**에 따른다.

F_{SL} : 패치하중(kN)로서 다음 식에 따른다.

$$F_{SL} = P_{SL}\,\ell_{SL}\,b_{SL} \qquad \text{(kN)}$$

ℓ_{SL} : 스팬 방향의 슬래밍 하중 면적의 범위로서 다음 식에 따른다. 다만, 0.5 ℓ_{shr} 보다 커서는 아니 된다.

$$\ell_{SL} = \sqrt{A_{SL}} \qquad \text{(m)}$$

b_{SL} : 1차 지지부재에 의하여 지지되는 충격면적의 폭으로서 다음 식에 따른다. 다만, S 보다 커서는 아니 된다.

$$b_{SL} = \sqrt{A_{SL}} \qquad \text{(m)}$$

A_{SL} : [3.2.6]에 따른 이상화 면적(m^2)

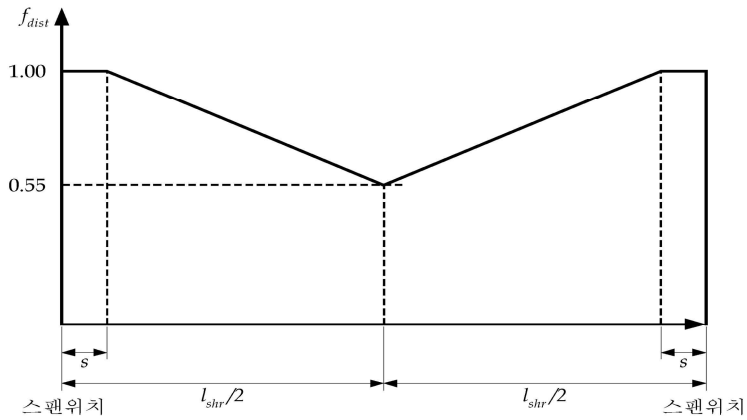


그림 3 단순 1차 지지부재의 전단력 분포계수 f_{dist}

c) 슬래밍 전단력의 직접계산법

1차 지지부재가 복합 배치인 경우, 1차 지지부재의 최대 전단력 Q_{SL} 는 **표 1**에 따른 직접계산법에 의하여 계산하여야 한다.

d) 1차 지지부재의 웨브 두께

1차 지지부재의 순 웨브 두께 t_w (mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t_w = \frac{s_w}{70}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

s_w : 웨브 보강재의 간격(mm)

표 1 Q_{SL} 의 유도에 대한 직접계산법

해석방법	모델 범위	늑판의 가정 단부 고정
보이론	유효 굽힘 지지부재 사이 부재의 전체 스팬	양단 고정
이중저 격자	종 방향 범위 : 한 개의 화물창 횡 방향 범위 : 내측 호퍼 너클과 중심선 사이	늑판 및 거더 : 모델경계에서 고정
비고 1. 각 1차 지지부재의 최대 전단력은 [3.2.6]의 하중면적에 하중패치를 적용하여 구한다. 이 때 하중패치는 스팬의 길이에 해당하는 하중면적의 수만큼 적용한다. 비고 2. 길이 및 폭에 있어서 보다 넓은 범위의 모델이 고려될 수 있다.		

3.3 선수충격

3.3.1 적용

F.P. 로부터 $0.1L$ 전방지역 내의 선측구조는 선수 충격압력에 대하여 보강되어야 한다.
보강범위는 F.P. 로부터 $0.1L$ 전방까지 그리고 수직 방향으로 최소 설계 평형수 흘수, T_{BAL}(**1장 4절 [3.1.3]** 참조, **그림 4** 참조) 상부 및 선수루(있는 경우)까지 연장되어야 한다.(**그림 4** 참조)

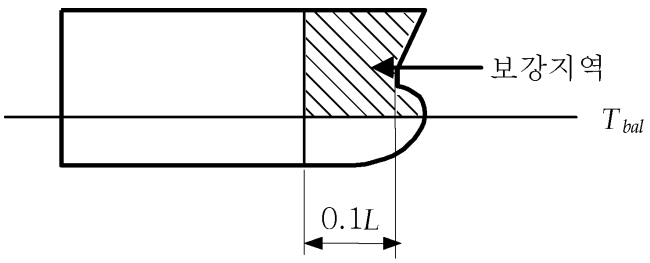


그림 4 선수충격에 대한 보강범위

보강된 지역 밖에서의 치수는 종강도 및/또는 횡강도의 연속성을 유지하기 위하여 테이퍼 되어야 한다.

3.3.2 선수 충격하중에 대한 설계

a) 선수 충격지역에서는 실행 가능한 한 전방으로 종늑골 방식을 채택하여야 한다. 선수 충격지역 내의 보강재 단부 연결은 지지부재를 관통하여 보강재를 연속되게 하거나 **3장 6절 [3.2]**에 적합한 단부 브래킷을 설치하여 고정도를 확보하여야 한다. 이 요건을 실행 불가능한 경우, 이를 대신하여 단부 고정부에서의 순 소성 단면계수 Z_{pl-alt} (cm^3)은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z_{pl-alt} = \frac{16 Z_{pl}}{f_{bdg}}$$

Z_{pl} : **[3.3.4]**에 의한 요구 순 소성 단면계수(cm^3)

b) 갑판 및 격벽을 포함한 1차 지지부재의 치수 및 배치는 **[3.3.6]**에 적합하여야 한다. 최대 선수 충격하중을 받는 부분의 경우 일반적으로 선체외판에 수직으로 배치된 웨브 보강재를 설치하고 보강재 양쪽에 칼라판을 설치하여야 한다.
외판늑골을 지지하는 갑판 및 격벽의 주 보강재 방향은 지지되는 외판 늑골의 스팬 방향과 평행하게 하여 좌굴에 견딜 수 있도록 하여야 한다.

3.3.3 선측외판

선측외판의 순 두께 t (mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 0.0158\alpha_p\, b\sqrt{\frac{P_{FB}}{C_a R_{eH}}}$$

C_a : 허용 굽힘 응력계수로서 다음에 따른다.
C_a = 1.0, 허용기준 AC-I인 경우

3.3.4 선측외판 보강재

[3.3.1]에 정의된 보강지역 내의 외판 보강재는 다음 기준에 적합하여야 한다.

a) 부착판을 포함한 보강재의 순 소성 단면계수 Z_{pl} (cm^3)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z_{pl} = \frac{P_{FB}\, s\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

C_s : 허용 굽힘 응력계수로서 다음에 따른다.
C_s = 0.9, 허용기준 기준 AC-I인 경우

b) 보강재의 순 웨브 두께 t_w (mm)은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t_w = \frac{P_{FB}\, s\, \ell_{shr}}{2\, d_{shr}\, C_t\, \tau_{eH}}$$

d_{shr} : **[1.4.3]**에 의한 보강재의 유효 웨브 깊이(mm)
C_t : 허용 전단 응력계수로서 다음에 따른다.
C_t = 1.0, 허용기준 AC-I인 경우

c) 세장비는 **8장 2절**에 적합하여야 한다.

3.3.5 1차 지지부재에 대한 선수 충격 하중면적

[3.3.6]에 따른 1차 지지부재의 치수는 **4장 5절 [3.3.1]**의 선수 충격압력을 다음 식에 의한 선수 충격 하중면적 A_{BI} (m^2)에 적용하는 것을 기초로 한다.

$$A_{BI} = \frac{1.1 LBC_b}{1000}$$

3.3.6 1차 지지부재

a) 1차 지지부재의 단면계수는 단부 브래킷을 제외한 굽힘 스팬을 따라서 적용하여야 하고 1차 지지부재의 단면적은 단부/지지부재에 적용하여야 하며 **그림 3**의 f_{dist} 의 분포에 따라 단부/지지부재로부터 스팬을 따라서 점차 감소될 수 있다.

b) 선수 충격지역 내 1차 지지부재는 강도의 유효한 연속성을 확보하고 하드 스폿을 회피할 수 있도록 배치되어야 한다.

c) 1차 지지부재의 단부 브래킷의 자유변은 적절히 보강되어야 한다. 브래킷 끝단의 설계는 횡단면의 급격한 변화를 최소화 하도록 하여야 한다.

d) 트리핑 브래킷의 배치는 **8장 2절 [5.1.1]**에 적합하여야 한다. 이에 추가하여, 트리핑 브래킷은 단부 브래킷의 단부 및 1차 지지부재의 플랜지가 너클되거나 굽은 위치에 설치되어야 한다.

e) 1차 지지부재의 순 단면계수 Z_{n50} (cm^3)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다

$$Z_{n50} = 1000\frac{f_{bdg-pt} P_{FB} b_{BI} f_{BI} \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

f_{bdg-pt} : 패치하중을 고려하여 끝단에서 굽힘 모멘트에 대한 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{bdg-pt} = 3f_{BI}^3 - 8f_{BI}^2 + 6f_{BI}$$

f_{BI} : 패치하중 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{BI} = \frac{\ell_{BI}}{\ell_{bdg}}$$

ℓ_{BI} : 스팬 방향의 선수 충격 하중면적의 범위로서 다음 식에 따른다. 다만, ℓ_{bdg} (m)보다 커서는 아니 된다.

$$\ell_{BI} = \sqrt{A_{BI}}$$

A_{BI} : **[3.3.5]**에 의한 선수 충격 하중면적(m^2)

b_{BI} : 1차 지지부재에 의하여 지지되는 충격 하중면적의 폭(m)으로서 **4장 1절**의 1차 지지부재의 간격으로 한다. 다만, ℓ_{BI} 보다 커서는 아니 된다.

f_{bdg} : 굽힘 모멘트 계수로서 다음에 따른다.

f_{bdg} = 12, 연속된 면재를 가지는 1차 지지부재 또는 양단에 **3장 6절 [4.4]**에 적합한 브래킷이 설치된 경우

C_s : 허용 굽힘 응력계수로서 다음에 따른다.

C_s = 0.8, 허용기준이 AC-I인 경우

f) 단부 브래킷의 토우/지지부에서 1차 지지부재 웨브의 순 전단면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$A_{shr-n50} = \frac{5 f_{PL} P_{FB} b_{BI} \ell_{shr}}{C_t \tau_{eH}}$$

f_{PL} : 패치하중 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{PL} = \frac{\ell_{BI}}{\ell_{shr}}$$

ℓ_{BI} : 스팬 방향의 선수 충격 하중면적의 범위로서 다음 식에 따른다. 다만, ℓ_{shr} 보다 커서는 아니 된다.

$$\ell_{BI} = \sqrt{A_{BI}} \qquad \text{(m)}$$

C_t : 허용 굽힘 응력계수로서 다음 식에 따른다.

$C_t = 0.75$, 허용기준이 AC-I인 경우

g) 외판에 직접 용접되는 갑판 및 격벽의 두께 및 1차 지지부재의 순 웨브 두께 t_w (mm)은 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t_w = \frac{P_{FB}\, b_{BI}}{\sin\varphi_w \sigma_{cr}}$$

φ_w : 1차 지지부재 웨브와 외판 사이의 각도(deg) (**그림 5** 참조)

σ_{cr} : **8장 5절 [2.2.3]**에 주어진 적용하중에 대하여 1차 지지부재 또는 갑판/격벽 패널 웨브의 압축상태에서의 임계 좌굴응력(N/mm^2). 계산시, **8장 5절 [2.2.3]**에 주어진 σ_x 와 σ_y 둘 다 고려되어야 하고 UP-B가 적용되어야 한다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

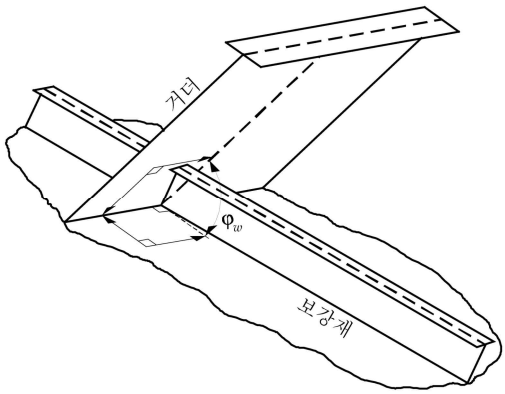


그림 5 외판 1차 부재와 외판 사이의 각도

4. 추가 치수 요건

4.1 평판 선수재

4.1.1

평판 선수재의 순 두께 t_{Stm} (mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다. 다만, $22\sqrt{k}-1$ 보다 클 필요는 없다.

$$t_{Stm} = (0.6 + 0.4S_B)(0.08L + 2.7)\sqrt{k}$$

S_B : 수평 스트링거(부분 또는 전체), 브레스트 훅, 또는 이와 동등한 수평 보강재 사이의 간격(m)

하기 만재흘수선 상방 0.6 m 위치에서부터 $T_{SC} + C_w$ 까지의 평판 선수재의 순 두께는 $0.8\, t_{Stm}$ 까지 점차 감소시킬 수 있다.

4.1.2 브레스트 훅 및 다이어프램

[3.3.1]의 선수 충격 보강지역 주위의 브래스트 훅/다이어프램의 최소 순 두께 t_w (mm) 는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t_w = \frac{s}{70}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

s : **1장 4절 표 5**의 웨브 보강재 간격(mm). 보강재가 없는 경우 웨브의 깊이로 한다.

4.2 스러스트 터널

4.2.1

터널 판의 순 두께 t_{tun} (mm) 은 선수 스러스트 근처의 외판에 요구되는 순 두께보다 작아서는 아니 된다. 이에 추가하여 t_{tun} 는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다

$$t_{tun} = 0.008\, d_{tun} + 1.8$$

d_{tun} : 터널의 내경(mm)으로서 970 mm 보다 작아서는 아니 된다.

터널의 바깥쪽 끝에 봉 또는 격자가 설치되는 경우, 봉 또는 격자는 유효하게 부착되어야 한다.

제 2 절 기관구역

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
이 절의 요건은 기관구역 내 구조의 치수 및 배치에 적용한다. 기관 제조자의 요건에 따라 선박을 설계하는 것은 조선소의 책임이다.

2. 기관실 배치

2.1 구조배치

2.1.1
기관구역의 갑판/격벽에 개구가 설치되는 경우, 갑판, 선측 및 선저구조를 지지하도록 배치하여야 한다.

2.1.2
기관, 축 등의 모든 부분은 하중을 선체구조에 분산시키도록 지지되어야 한다. 인접한 구조는 적절히 보강되어야 한다.

2.1.3
1차 지지부재는 유효한 구조적 설계가 되도록 연속된 보강재 및 정렬된 필러 지지를 고려한 위치에 설치되어야 한다.

2.1.4
횡늑골 방식의 기관구역에 대하여 특설늑골의 간격은 일반적으로 늑골 다섯개 간격을 넘어서는 아니 된다. 특설늑골은 상단과 하단에서 적절한 강성의 부재와 연결되어야 하고 갑판 트랜스버스에 의하여 지지되어야 한다.

2.1.5
횡격벽에서 종보강재의 단부연결은 적절한 고착, 측면 지지를 제공하여야 하고, 연속되지 아니한 경우에는 소프트 토우 브래킷을 설치하여야 한다. 종보강재와 겹침 방식으로 연결되는 브래킷이 설치되어서는 아니 된다.

2.1.6
횡늑골 방식이 채택된 경우, 필러 또는 필러 격벽을 고려한 적절한 종거더를 배치하여 갑판 보강재를 지지하여야 한다. 설치된 경우, 갑판 트랜스버스는 단부 고정 및 강도의 횡 방향 연속성을 확보하기 위하여 특설늑골과 일치하여 배치되어야 한다. 종늑골 방식이 채택된 경우, 갑판 보강재는 필러 또는 필러 격벽을 고려하여 특설늑골과 일치하는 갑판 트랜스버스에 의하여 지지되어야 한다.

2.1.7
기관실 케이싱은 필러 또는 필러 격벽을 고려하여 갑판 트랜스버스 및 종거더를 적절히 배치하여 지지되어야 한다. 특별히 큰 기관실 케이싱 개구에 대하여는, 크로스타이가 필요할 수 있다. 이들은 갑판 트랜스버스와 일치하여 배치되어야 한다.

2.1.8

주추진기관, 감속기, 축 및 스러스트 베어링의 거치대, 그리고 이들 거치대의 지지구조는 예상되는 모든 하중상태에서 요구되는 정열 및 강성을 유지하여야 한다. 기관 제조자의 검토를 위하여 다음 도면의 제출이 고려되어야 한다.

(a) 주추진기관의 거치대
(b) 감속기의 거치대
(c) 스러스트 베어링의 거치대
(d) (a), (b) 및 (c)의 지지구조

2.2 이중저

2.2.1 이중저 높이

기관구역의 위치에 상관없이 중심선에서의 이중저 높이는 **2장 3절 [2.3.1]**에 의한 값보다 작아서는 아니 된다. 이 깊이는 주기 거치대의 형식이나 깊이에 따라 상당히 증가시키는 것이 필요할 수 있다. 기관구역이 매우 크거나 경하상태와 만재상태의 흘수차가 큰 경우 조선소는 상기 높이를 증가시켜야 한다. 기관구역 내의 이중저 높이가 인접구역과 다른 경우, 종부재의 구조적 연속성은 적절한 종 방향 범위에 걸쳐 내저판을 경사시켜 확보하여야 한다. 경사진 내저판의 너클은 늑판 근처에 위치하여야 한다. 이중저 구조의 전체 강도가 영향을 받지 않는다면 국부적으로 낮은 이중저 높이가 허용될 수 있다.

2.2.2 중심선 거더

이중저에는 중심선 거더를 설치하여야 한다. 중심선 거더 상의 맨홀을 위한 개구는 이중저로의 접근 및 보수유지에 반드시 필요한 경우에만 허용되며 국부적으로 보강되어야 한다.

2.2.3 선저 선측거더

기관구역에서 선저 선측거더의 수는 인접한 지역에 따라, 구조의 적절한 강성을 확보하기 위하여, 적절히 증가되어야 한다. 종늑골 방식 이중저 내의 선저 선측거더는 기관구역에 인접한 지역 내에서 선저 종보강재와 연속되어야 하고, 종보강재 간격의 3배 이하로 최대 3 m 보다 크지 아니한 간격이어야 한다.

2.2.4 기관 거치대에 인접한 거더

기관 거치대에 인접하여 추가로 선저 선측거더를 설치하여야 한다.

2.2.5 종늑골 방식 이중저의 늑판

이중저가 종늑골 방식인 경우, 늑판은 주기관과 추력 베어링 아래 모든 늑골에 설치되어야 한다. 주기관 및 베어링 거치대의 바깥 측에서는 늑판을 늑골 한개 건너마다에 설치할 수 있다.

2.2.6 횡늑골 방식 이중저의 늑판

기관구역의 이중저가 횡늑골 방식인 경우, 늑판은 매 늑골마다 배치되어야 한다.

2.2.7 맨홀 및 웰

시트 및 인접한 지역의 근처에 위치한 늑판에 설치되는 맨홀의 수 및 크기는 이중저로의 접근 및 보수 유지에 필요한 것으로 최소화 하여야 한다. 일반적으로 맨홀의 가장자리는 플랜지로 보강되어야 한다. 이렇게 할 수 없는 경우, 늑판은 맨홀의 측면에 평강으로 적절히 보강되어야 한다. 이동식 다공판을 가진 맨홀이 기관실 후단격벽의 근처에 배치된 웰 부근의 내저판에 설치되어야 한다. 터널의 배수는 터널 후단에 위치한 웰로 이루어지도록 배치되어야 한다.

2.2.8 내저판

주기관 또는 스러스트 베어링이 내저판에 직접 볼트 체결이 되는 경우, 내저판의 순 두께는 19 mm 이상 이어야 한다. 거치 볼트는 늑판 및 종거더에 가능한 가깝게 배치되어야 한다. 판 두께 및 거치 볼트의 배치는 또한 제조자의 권고를 고려하여야 한다.

2.2.9 무거운 설비

내저판 상에 무거운 설비가 직접 탑재되는 경우, 늑판과 거더의 두께는 적절히 증가되어야 한다.

3. 기관 거치대

3.1 일반사항

3.1.1

주기관 및 스러스트 베어링은 작용하는 다양한 중력, 추력, 토크, 동력 및 진동력을 견디기에 충분한 강도의 거치대에 의하여 선체구조에 유효하게 고정되어야 한다.

3.1.2

고출력 내연기관 또는 터빈 장치인 경우, 거치대는 일반적으로 이중저 구조와 일체형이어야 한다. 기관 거치대 또는 터빈기어 케이스 및 스러스트 베어링 근처의 내저판 두께를 충분히 증가시키는 것을 고려하여야 한다.(**그림 1** 형식 1 참조)

3.1.3

그림 2 형식 2의 거치대로 지지되는 주기관의 경우, 기관으로부터 인접한 구조에 전달되는 힘은 가능한 한 균등하게 분산되어야 한다. 거치대를 지지하는 종 방향 부재는 이중저 내의 거더와 일치하여야 하고, 횡 방향 보강재는 늑판과 일치되게 배치되어야 한다.(**그림 2** 형식 2 참조)

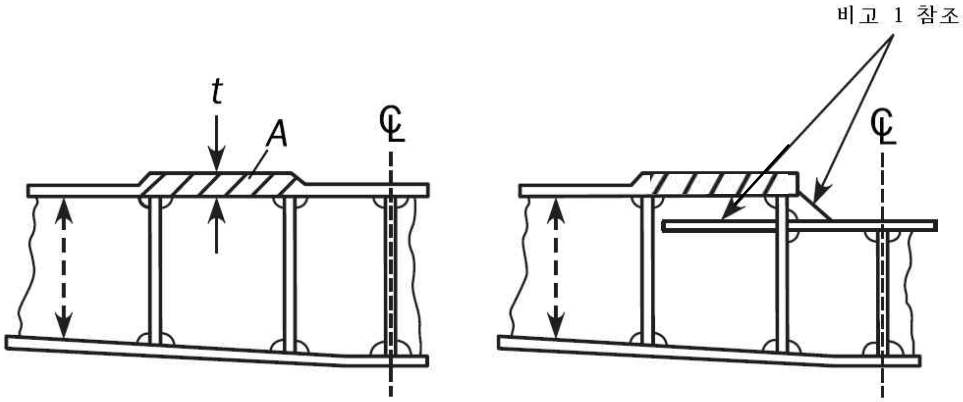


그림 1 기관 거치대 형식 1

비고 1 : 브래킷은 가능한 한 커야 한다. 기관 제조자의 권고에 따라 기관 거치대의 거더와 간섭되는 경우 브래킷은 생략될 수 있다.

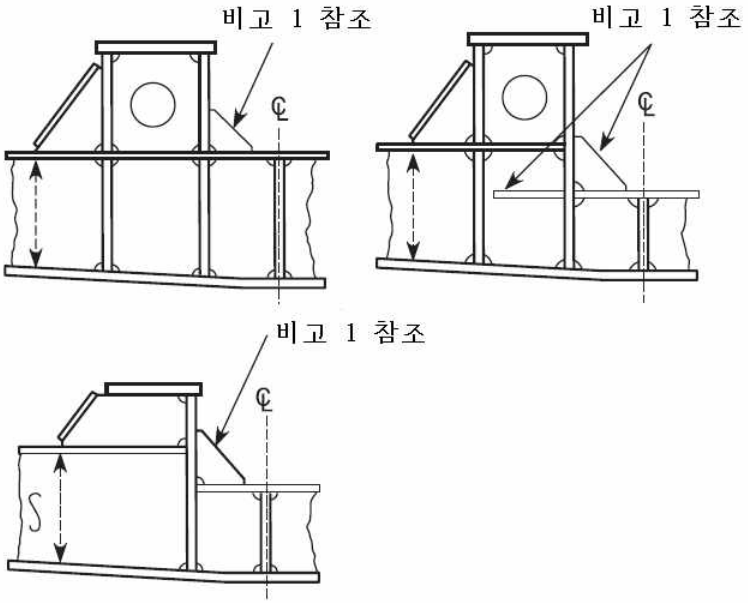


그림 2 기관 거치대 형식 2

비고 1 : 브래킷은 가능한 한 커야 한다. 기관 제조자의 권고에 따라 기관 거치대의 거더와 간섭되는 경우 브래킷은 생략될 수 있다.

3.2 내연기관 및 스러스트 베어링의 거치대

3.2.1

내연기관 및 스러스트 베어링 거치대의 치수를 결정하는데 있어서, 기관의 일반적인 강성 및 평형력을 벗어난 경우의 설계 특성을 고려하여야 한다.

3.2.2

일반적으로, 내연기관 및 스러스트 베어링의 거치대에는 두개의 거더를 설치하여야 한다.

3.3 보기의 거치대

3.3.1

보기는 기관으로부터의 하중을 지지구조에 균등하게 분배하도록 적절한 크기와 배치를 가지는 거치대 상에 고정되어야 한다.

제 3 절 선미부

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 선미격벽 후방 구조의 치수 및 배치에 적용한다.

2. 선미피크

2.1 구조배치

2.1.1 늑판

늑판은 선미피크 내에서 각 늑골 간격마다 설치되어야 하고, 최소한 선미관 상부까지 연장되어야 한다. 늑판이 터널 갑판 또는 갑판까지 연장되지 아니한 경우, 늑판의 상단은 플랜지로 보강하여야 한다. 러더혼의 후면 근처와 러더혼 내의 웨브에 일치하여 두꺼운 늑판이 설치되어야 한다. 이들은 첫 번째 갑판 또는 터널갑판까지 연장되도록 요구될 수 있다. 이 지역에서 절단, 스켈롭 또는 기타 개구는 최소화 하여야 한다.

2.1.2 플랫폼 및 선측거더

선미피크 내의 플랫폼 및 선측거더는 바로 전방부에 위치한 플랫폼 및 선측거더와 일치하도록 배치되어야 한다. 만일 선체의 형상 및 접근의 필요성 때문에 이러한 배치가 불가능한 경우, 폭이 넓은 테이퍼링 브래킷을 사용하여 선미피크와 바로 전방의 구조 사이의 구조적 연속성을 확보하여야 한다. 선미피크가 선측이 종늑골 방식인 기관구역에 인접한 경우, 선미피크 내의 선측거더에는 테이퍼링 브래킷을 설치하여야 한다. 선미탱크 상단으로부터 노천갑판까지의 깊이가 2.6 m 보다 크고 선측이 횡늑골 방식인 경우, 가능한 전방의 구조와 유사하게 일치시기 위하여 한개 또는 그 이상의 선측거더를 설치하여야 한다.

2.1.3 종 방향 격벽

일반적으로 선미피크의 상부의 선체 중심선에는 매 늑골 간격마다 보강 된 비수밀 종격벽을 설치하여야 한다. 튀어나온 선미가 매우 크거나, 수밀 또는 제수격벽으로 분리된 구역의 최대 폭이 20 m 를 넘는 경우, 추가의 종 방향 제수격벽이 요구될 수 있다.

2.1.4 대체설계 검증

설계자가 격자해석이나 유한요소 해석에 의해 검증을 수행하고 수행한 해석의 전체 문서를 제공하는 경우, [2.1.1], [2.1.2] 및 [2.1.3]에 정의된 간격 및 배치 요건이 증가될 수 있다. 적용 허용기준은 **6장 6절** [3]에 따르며 유한요소 해석은 **7장**의 요건에 따라 수행되어야 한다.

2.2 선미피크의 늑판과 거더의 보강

2.2.1

프로펠러 상부에 위치한 선미피크 평형수 또는 청수탱크의 늑판 및 거더의 보강재는 [2.2.2] 및 [2.2.3]에 따라서 설계되어야 한다. 이 규정은 종 방향으로 러더의 전단과 프로펠러 보스의 후단 사이의 지역, 횡 방향으로 프로펠러의 지름 이내의 지역에 위치한 보강재에 적용된다.

2.2.2

늑판 및 거더의 보강재 높이 h_{stf} (mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$h_{stf} = 80\,\ell_{stf}$, 평강 보강재인 경우

$h_{stf} = 70\,\ell_{stf}$, 구평강 및 플랜지 보강재인 경우

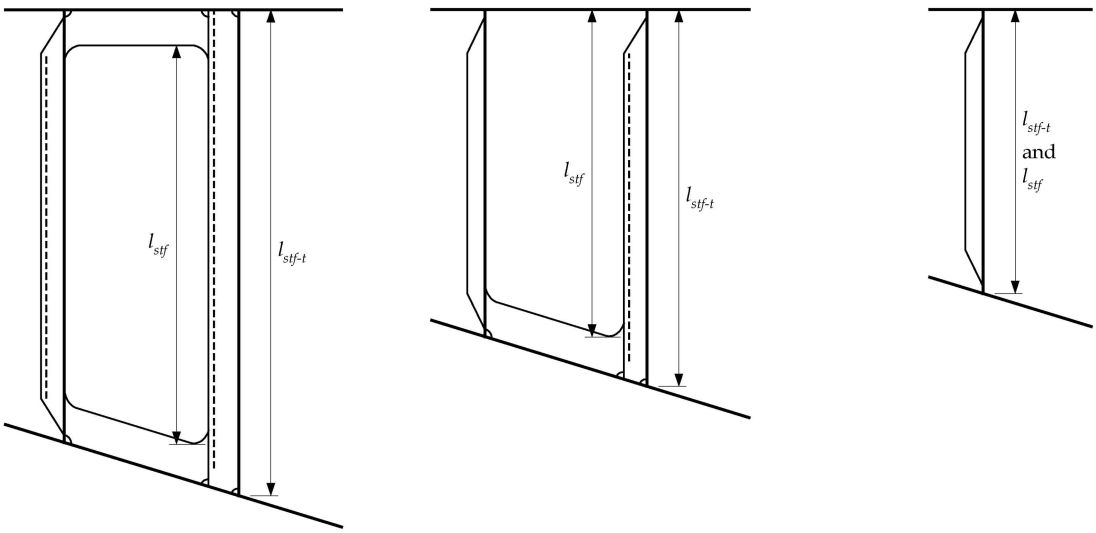
ℓ_{stf} : **그림** 1에 따른 보강재의 길이로서 5 m 보다 클 필요는 없다.

2.2.3

단부 브래킷은 다음과 같이 설치되어야 한다.

- ℓ_{stf-t} 가 4 m 를 넘는 경우, 브래킷은 상단 및 하단에 설치되어야 한다.
- ℓ_{stf-t} 가 2.5 m 를 넘는 경우, 브래킷은 하단에 설치되어야 한다.

ℓ_{stf-t} : 보강재의 총 길이(m)로서 **그림** 1에 따른다.



a) ℓ_{stf-t} 〉4인 경우 b) ℓ_{stf-t} 〉2.5인 경우 c) $\ell_{stf-t} \leq 2.5$인 경우

그림 1 선미피크 내 늑판 및 거더의 보강

3. 선미재

3.1 일반사항

3.1.1

선미재는 강판 또는 중공단면을 가진 주강으로 제작될 수 있다. 적용하는 재료상세 및 강재의 등급에 대하여는 **3장 1절**을 참조하여야 한다. 기타 재료 또는 구조의 선미재는 특별히 고려되어야 한다.

3.1.2

주강 및 조립 선미재는 **표** 1 또는 **표** 2에 정의된 선미재 요구 두께 t_1의 총 두께 80 % 이상인 적절한 간격의 횡 방향 판으로 보강하여야 한다. 주강에서는 급격한 단면 변화를 피하여야 한다. 모든 단면은 적절한 테이퍼링 반경을 가져야 한다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

3.1.3

프로펠러 상부에 있어서, 선형이 전폭에 걸치고(full) 중심선에 지지구조가 있는 경우 선미재의 총 두께는 [3.2.1]에 의한 두께의 80 % 까지 감소할 수 있다.

3.2 프로펠러 포스트

3.2.1 프로펠러 포스트의 총 치수

프로펠러 포스트의 총 치수는 1축선에 대하여는 **표 1**, 2축선에 대하여는 **표 2**의 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다. 프로펠러 포스트의 종축에 대한 단면계수가 **표 1** 또는 **표 2**중 해당 프로펠러 포스트의 요구 치수로 계산한 단면계수보다 큰 경우 상기와 다른 프로펠러 포스트의 치수 및 비율을 인정할 수 있다.

3.2.2 프로펠러 축 보싱

1축선의 경우, 프로펠러 포스트를 포함하여 프로펠러 축 보싱의 두께는 직사각형 단면의 바 프로펠러 포스트에 대하여 [3.2.1]에서 요구하는 치수 “b” 의 60 % 보다 작아서는 아니 된다.

표 1 1축선 - 프로펠러 포스트의 총 치수

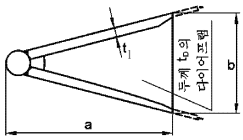
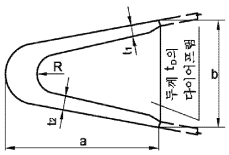
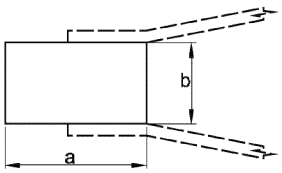
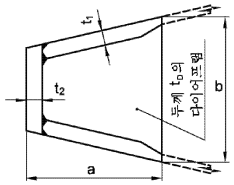
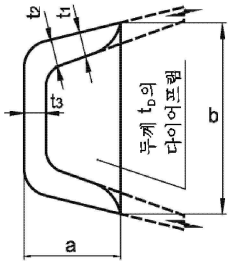
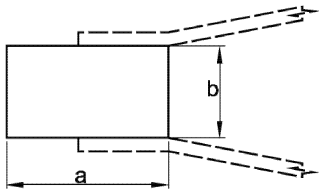
프로펠러 포스트의 총 치수(mm)	조립식 프로펠러 포스트 	주조식 프로펠러 포스트 	직사각형단면을 가지는 주조 또는 단조의 바 형식의 프로펠러 포스트 
a	$50L_1^{1/2}$	$33L_1^{1/2}$	$10\sqrt{7.2L-256}$
b	$35L_1^{1/2}$	$23L_1^{1/2}$	$10\sqrt{4.6L-164}$
t_1	$2.5L_1^{1/2}$	$3.2L_1^{1/2}$	-
t_2	-	$4.4L_1^{1/2}$	-
t_d	$1.3L_1^{1/2}$	$2.0L_1^{1/2}$	-
R	-	50	-

표 2 2축선 - 프로펠러 포스트의 총 치수

프로펠러 포스트의 총 치수(mm)	조립식 프로펠러 포스트 	주조식 프로펠러 포스트 	직사각형단면을 가진 주조 또는 단조의 바 형식의 프로펠러 포스트 
a	$25L^{1/2}$	$12.5L^{1/2}$	$2.4L+6$
b	$25L^{1/2}$	$25L^{1/2}$	$0.8L+2$
t_1	$2.5L^{1/2}$	$2.5L^{1/2}$	-
t_2	$3.2L^{1/2}$	$3.2L^{1/2}$	-
t_3	-	$4.4L^{1/2}$	-
t_d	$1.3L^{1/2}$	$2.0L^{1/2}$	-

3.3 연결

3.3.1 선체구조와의 연결

선미재는 선미구조와 유효하게 연결되어야 한다. 프로펠러 포스트의 하부에 요구되는 선미재의 치수는 프로펠러 샤프트 중심선의 프로펠러 포스트 후단으로부터 용골과의 유효한 연결을 위하여 $1500+6\,L_2$ mm 이상의 길이까지 연장되어야 한다. 다만, 선미재가 선미격벽을 넘어서까지 연장될 필요는 없다.

3.3.2 용골과의 연결

선미재 하부의 두께는 중실 바 용골 또는 판 용골의 두께까지 점차 감소시킬 수 있다. 판 용골의 경우, 선미재의 하부는 용골과 유효하게 연결되도록 설계하여야 한다.

3.3.3 트랜섬 늑판과의 연결

타주 및 프로펠러 포스트는 이중저 높이보다 낮지 않은 높이를 갖고 다음 식에 의한 두께보다 두꺼운 순 두께를 가지는 트랜섬 늑판에 연결되어야 한다.

$$t = 9 + 0.023L_1 \qquad \text{(mm)}$$

3.3.4 중심선 거더와의 연결

선미재가 주강인 경우, 선미재의 하부에는 실행 가능한 한 중심선 거더와의 연결을 위하여 종 방향 웨브를 설치하여야 한다.

4. 외판 구조에 대한 특별한 치수 요건

4.1 외판

4.1.1 선미재와 연결된 외판

선미재와 연결된 외판의 순 두께는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 0.094(L_2 - 43) + 0.009\,b \qquad (\mathrm{mm})$$

보스 및 용골 판 주위의 외판의 순 두께 t (mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 0.105(L_2 - 47) + 0.011\,b$$

b : 3장 7절 [2.2.2]의 패널의 너비(mm)

4.1.2 두꺼운 외판

[2.1.1]에 의한 두꺼운 늑판 근처에는 두꺼운 외판이 국부적으로 설치되어야 한다. 두꺼운 외판의 순 두께는 [4.1.1]에 주어진 값보다 작아서는 아니 된다. 두꺼운 늑판의 바깥쪽에서의 외판의 두께는 실행 가능한 방법으로 점차 경감될 수 있다. 러더혼의 판이 외판쪽으로 곡률을 가지는 경우, 외판과 연결되는 곳의 곡률 r (mm)은 다음보다 작아서는 아니 된다.

$$r = 150 + 0.8\,L_2$$

4.1.3 스러스트 터널 판

터널 판의 순 두께 t_{tun} (mm)는 1절 [4.2.1]의 요건에 적합하여야 한다.

제 4 절 슬로싱 압력을 받는 탱크

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

α_p : 패널 종횡비에 대한 보정계수로서 다음 식에 따른다. 다만, 1.0 보다 클 필요는 없다.

$$\alpha_p = 1.2 - \frac{b}{2.1\,a}$$

a : **3장 7절 [2.1.1]**에 의한 패널의 길이(mm)

b : **3장 7절 [2.1.1]**에 의한 패널의 너비(mm)

ℓ_{bdg} : **3장 7절 [1.1.2]**에 의한 유효 굽힘 스팬(m)

ℓ_{slh} : **4장 6절 [6.3.2]**에 의한 유효 슬로싱 길이(m)

b_{slh} : **4장 6절 [6.4.2]**에 의한 유효 슬로싱 너비(m)

I_{y-n50} : **5장 1절 [1.5]**에 의한 고려하는 종 방향 위치에서 선체거더 순 수평 관성 모멘트(m^4)

M_{sw} : **4장 4절 [2.2.2]**에 의한 고려하는 지점에서의 항해상태 선체거더의 호깅 및 새깅 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

z_n : **5장 1절**에 의한 기선에서 수평 중립축까지의 거리(m)

z : 고려하는 하중계산점 또는 기준점의 수직 좌표(m)

σ_{hg} : **3장 7절 [2.2]** 또는 **3장 7절 [2.2]**에 의한 하중계산점에서 계산된 선체거더 굽힘응력으로 다음 식에 따른다.

$$\sigma_{hg} = \left(\frac{(z - z_n)M_{sw}}{I_{y-n50}}\right)10^{-3} \qquad (\mathrm{N/mm^2})$$

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 액체를 운송하는 탱크 내에 발생할 수 있는 국부적인 슬로싱 하중에 대한 보강요건에 적용한다. 탱크 내 액체의 자유로운 움직임으로 인한 슬로싱 하중은 **4장 6절 [6]**에 따른다.

1.2 일반 요건

1.2.1 화물 및 평형수 탱크의 적재 높이

모든 화물탱크 및 평형수 탱크의 치수는 다음 경우에 대하여 이 절에 규정된 슬로싱 요건을 따라야 한다.

- 평형수 탱크에 대하여는 제한이 없는 적재 높이
- 화물탱크에 대하여는 화물 비중이 **4장 6절**의 ρ_L 에서의 제한이 없는 적재 높이
- 화물 비중이 ρ_{part} 인 화물탱크에 대하여 h_{part} (m)까지의 모든 적재 높이. h_{part} 는 다음 식에 따른다.

$$h_{part} = \frac{h_{tk} \cdot \rho_L \cdot f_{CD}}{\rho_{part}}$$

h_{part} : 고액비중이 ρ_{part} 인 고려하는 화물탱크의 부분적재와 관련한 최대 허용 적재 높이(m)

h_{tk} : 탱크 최대 높이(m)

ρ_L : **4장 6절**의 화물 비중

f_{CD} : **4장 6절**의 계수

ρ_{part} : **4장 6절**의 최대 허용 액체 화물 밀도

1.2.2 산적화물선의 평형수 적재 화물창

산적화물선의 평형수 적재 화물창은 항해상태에서는 가득차거나 비어있는 것으로 간주되며 슬로싱 압력에 대한 평가는 요구되지 아니 한다.

1.2.3 구조상세

슬로싱 하중에 기인한 국부치수 증가는 하드 스팟, 노치 및 기타 유해한 응력집중의 상세 및 회피에 충분히 고려하여야 한다.

1.3 슬로싱 압력의 적용

1.3.1 일반사항

다음 탱크의 구조부재는 **[1.3.4]** 및 **[1.3.5]**에 따른 설계 슬로싱 압력 $P_{slh-lng}$ 및 P_{slh-t} 에 대하여 평가되어야 한다.

(a) 유조선의 화물 및 슬롭탱크
(b) 선수피크 및 선미피크 평형수 탱크
(c) 액체가 자유 운동할 수 있는 기타 탱크 즉, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 청수탱크 등

유효 슬로싱 길이 ℓ_{slh} 가 0.03 L 보다 작은 경우, $P_{slh-lng}$ 에 관련된 계산은 요구되지 아니한다. 그리고 유효 슬로싱 폭 b_{slh} 이 0.32 B 보다 작은 경우, P_{slh-t} 에 관련된 계산은 요구되지 아니한다.

1.3.2 최소 슬로싱 압력

4장 6절 [6.2]에 따른 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-\min}$ 은 **[1.3.1]**의 값보다 작은 유효 슬로싱 길이 ℓ_{slh} 혹은 폭 b_{slh} 을 가지는 탱크에 적용해야 한다.

1.3.3 평가대상 구조부재

다음의 구조부재가 평가되어야 한다.

(a) 탱크의 경계를 이루는 판 및 보강재
(b) 제수격벽의 판 및 보강재
(c) 탱크 내에 위치한 1차 지지부재의 웨브 및 웨브 보강재
(d) 탱크 내의 1차 지지부재를 지지하는 트리핑 브래킷

1.3.4 종 방향 액체운동에 의한 설계 슬로싱 압력의 적용

4장 6절 [6.3.3]에 따른 종 방향 액체운동에 기인한 설계 슬로싱 압력 $P_{slh-lng}$ 는 **그림 1**과 같이 다음의 부재에 적용되어야 한다.

(a) 횡 방향 수밀격벽
(b) 횡 방향 제수격벽
(c) 횡 방향 수밀 및 제수격벽의 스트링거
(d) 횡격벽으로 부터의 다음에 의한 거리 중 작은 것 내에 있는 종격벽, 갑판 및 내측 선체의 판 및 보강재
- 0.25 ℓ_{slh}
- 고려하는 높이에서 탱크 내부에 위치하는 경우, 횡격벽과 첫 번째 특설늑골사이의 거리

이에 추가하여, **그림 1**과 같이 특설늑골이 격벽으로부터 0.25 ℓ_{slh} 내에 있는 경우, 횡 방향 수밀 또는 제수격벽 부근의 첫 번째 특설늑골은 **4장 6절 [6.3.4]**에 의한 슬로싱 압력 P_{slh-wf} 에 대하여 평가되어야 한다. **4장 6절 [6.2]**에 따른 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-\min}$ 은 모든 기타 부재에 적용되어야 한다.

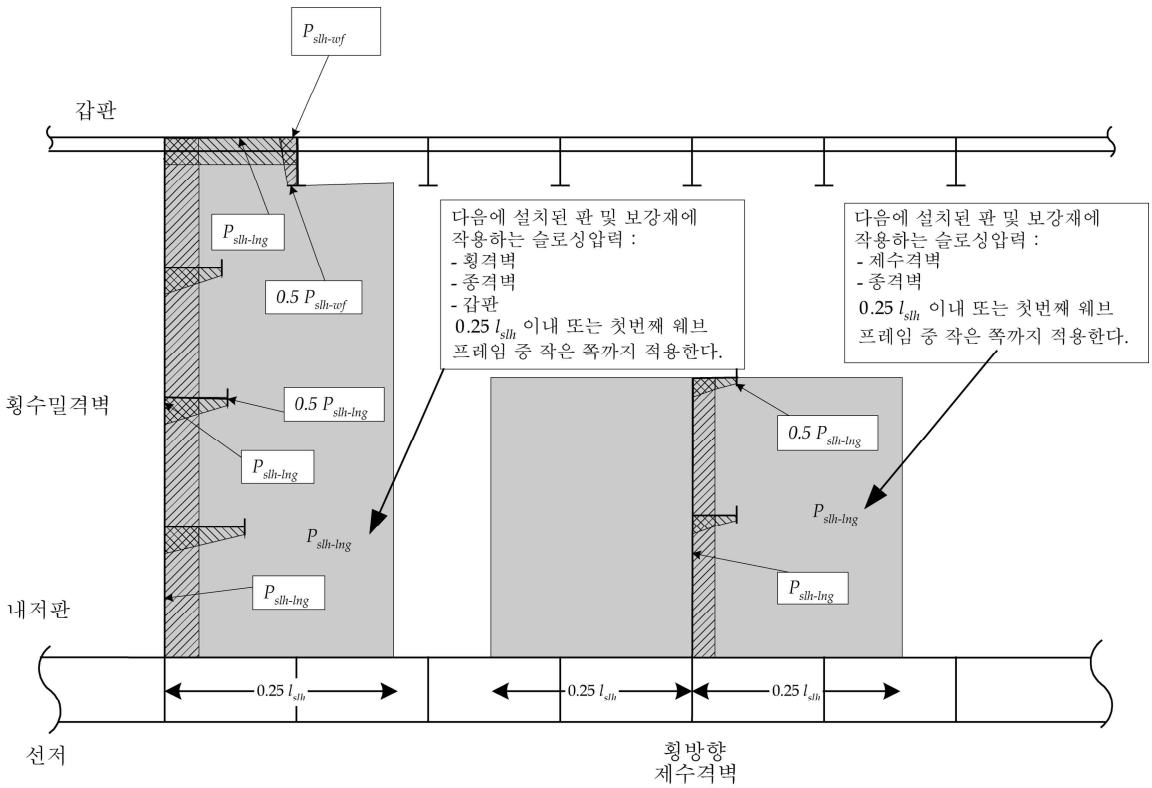


그림 1 종 방향 액체운동에 기인한 슬로싱 하중의 적용

1.3.5 횡 방향 액체운동에 의한 설계 슬로싱 압력의 적용

4장 6절 [6.4.3]에 따른 횡 방향 액체운동에 의한 설계 슬로싱 압력 P_{slh-t} 는 **그림 2**와 같이 다음의 부재에 적용되어야 한다.

(a) 종 방향 수밀격벽
(b) 종 방향 제수격벽
(c) 종 방향 수밀 및 제수격벽의 수평 스트링거
(d) 종격벽으로부터의 다음에 의한 거리 중 작은 값 내에 있는 스트링거 및 갑판을 포함한 횡 수밀격벽의 판 및 보강재
- $0.25\ b_{slh}$
- 고려하는 높이에서 탱크 내부에 위치하는 경우, 횡격벽과 첫 번째 거더 사이의 거리

이에 추가하여, **그림 2**와 같이 거더가 종격벽으로부터 $0.25\ b_{slh}$ 내에 있는 경우, 종 방향 수밀 또는 제수격벽 주위의 첫 번째 거더는 **4장 6절 [6.4.4]**에 따른 슬로싱 압력 $P_{slh-grd}$ 에 대하여 평가되어야 한다.
4장 6절 [6.2]에 따른 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-\min}$ 은 모든 기타 부재에 적용되어야 한다.

1.3.6 횡 방향 및 종 방향 유체운동의 결합

횡 방향 및 종 방향 유체운동에 기인한 슬로싱 압력은 독립적으로 작용하는 것으로 가정한다.
그러므로 구조부재는 종 방향 및 횡 방향 유체운동에 기인한 최대 슬로싱 압력에 기초하여 평가되어야 한다.

1.3.7 추가적인 슬로싱 충격 평가

유효 슬로싱 폭 b_{slh}이 $0.56\ B$ 보다 크거나 또는 유효 슬로싱 길이 l_{slh} 가 $0.13\ L$ 보다 큰 탱크인 경우, 우리 선급의 절차에 따라 추가적인 슬로싱 충격평가가 수행되어야 한다. **[지침 참조]**

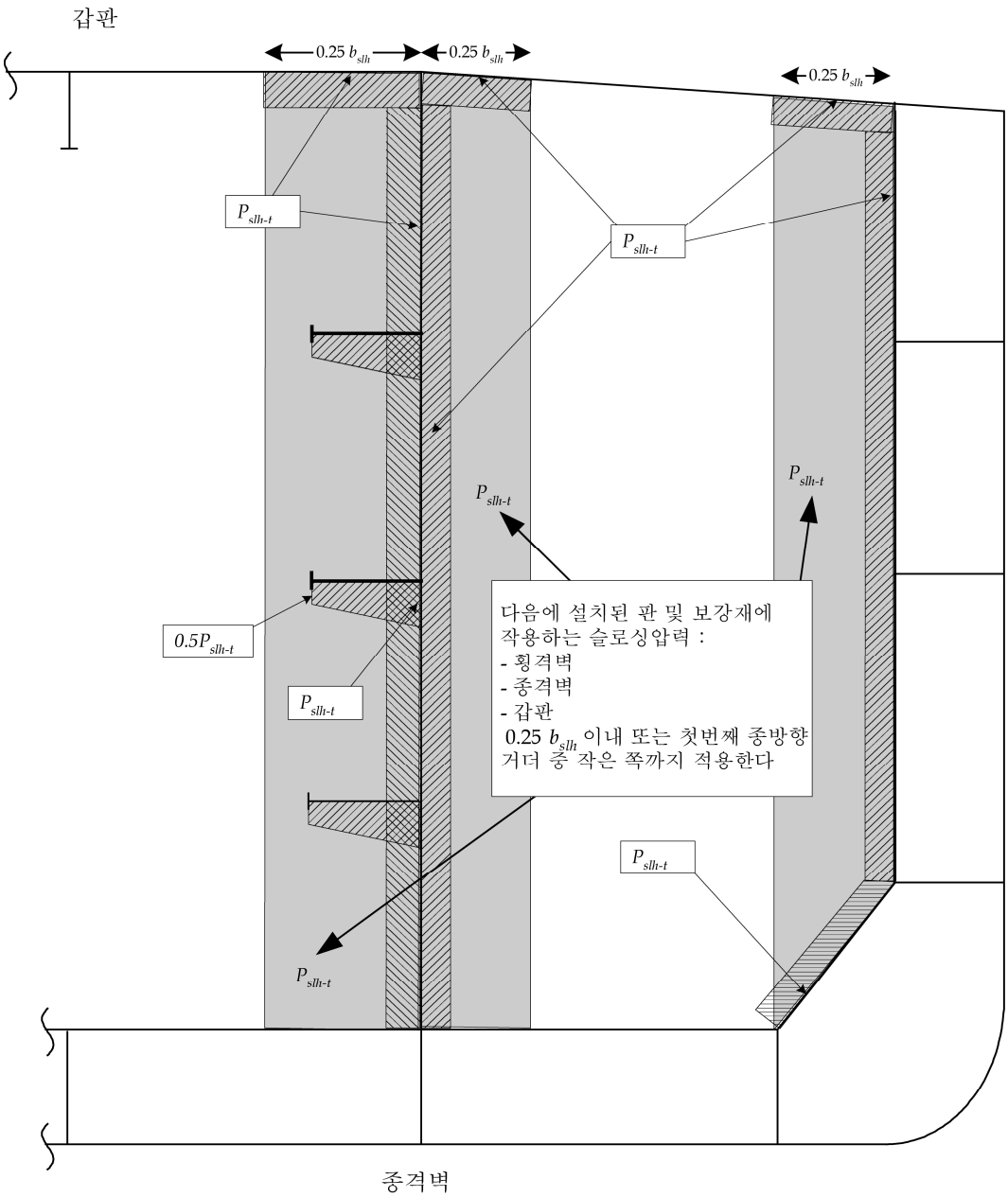


그림 2 횡 방향 액체운동에 기인한 슬로싱 하중의 적용

2. 치수 요건

2.1 판

2.1.1 순 두께

슬로싱 압력이 작용하는 탱크경계 및 제수격벽을 형성하는 판의 순 두께 t (mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 0.0158\alpha_p b\sqrt{\frac{P_{slh}}{C_a R_{eH}}}$$

C_a : 허용 굽힘응력 계수로서 다음에 따른다. 다만, $C_{a-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.

$$C_a = \beta_a - \alpha_a \frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}},$$

β_a, α_a, $C_{a-\max}$: 표 1에 따른다.

σ_{hg} : 새깅 및 호깅 굽힘 모멘트의 최대 값에 상응하는 선체거더 굽힘응력(N/mm^2)

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-lng}$, P_{slh-t} 혹은 $P_{slh-\min}$ 중 가장 큰 값

표 1 β_a, α_s 및 $C_{a-\max}$ 의 정의

허용기준	구조부재		β_a	α_a	C_{a-max}
AC-S	다음에 국한되지는 않지만, 이를 포함하는 화물탱크지역 내의 종강도 부재 - 갑판 - 평면 종격벽 - 수평 파형 종격벽 - 종 방향 거더 및 스트링거	종 방향으로 보강된 판	0.9	0.5	0.8
		횡 방향 또는 수직 방향으로 보강된 판	0.9	1.0	0.8
	다음을 포함한 기타 강도부재 - 수직파형 종격벽 - 평면 횡격벽 - 파형 횡격벽 - 횡 방향 스트링거 및 특설늑골 - 화물탱크지역 밖의 탱크 경계판 및 1차 지지부재		0.8	0	0.8

2.2 보강재

2.2.1 순 단면계수

슬로싱 압력이 작용하는 보강재의 순 단면 계수 Z(cm^3)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = \frac{P_{slh}\, s\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\, C_s\, R_{eH}}$$

f_{bdg} : 굽힘 모멘트계수로서 다음에 따른다.

f_{bdg} = 12, 각 끝단부에서 회전에 대하여 고정된 보강재인 경우. 일반적으로 모든 연속 보강재에 적용한다.

f_{bdg} = 8, 한쪽 혹은 양쪽 끝단부에 회전에 대하여 고정되지 아니한 보강재의 경우. 일반적으로 불연속 보강재에 적용한다.

C_s : 허용 굽힘 응력계수로써 다음에 따른다.

- 선체거더 응력을 받는 부재들 : 표 2의 계수에 따른다.
- 그 이외의 경우 : $C_s = C_{s-\max}$

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-lng}$, P_{slh-t} 또는 $P_{slh-\min}$ 중 큰 값

$C_{s-\max}$: 표 3에 따른 계수

표 2 허용 굽힘응력계수 C_s

선체거더 굽힘응력의 부호, σ_{hg} (1)	면외압력이 작용하는 쪽(2)	보강재 경계조건(3)	f_{bdg}	계수 C_s
인장(+)	보강재 측	F - F	12	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.
		F - S	8	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.
		S - S	8	$C_s = C_{s-\max}$
	판 측	F - F	12	$C_s = C_{s-\max}$
		F - S	8	$C_s = C_{s-\max}$
		S - S	8	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.
압축(-)	보강재 측	F - F	12	$C_s = C_{s-\max}$
		F - S	8	$C_s = C_{s-\max}$
		S - S	8	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.
	판 측	F - F	12	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.
		F - S	8	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.
		S - S	8	$C_s = C_{s-\max}$

(비고)

(1) σ_{hg} 는 호깅 및 새깅상태에 대하여 고려되어야 한다.

(2) 고려하는 탱크 내부에 있는 1차 지지부재 및 제수격벽에 대하여는 슬로싱 압력은 보강재 및 판 측에 각각 적용하여야 한다.

(3) F - F는 회전에 대하여 보강재의 양단이 고정된 것을 의미한다.
F - S는 회전에 대하여 보강재의 한쪽 끝단은 고정되고 다른 쪽 끝단은 고정되지 않은 것을 의미한다.
S - S는 회전에 대하여 보강재의 양단이 고정되지 않은 것을 의미한다.

표 3 β_s, α_s 및 $C_{s-\max}$ 의 정의

허용기준	구조부재		β_s	α_s	C_{s-max}
AC-S	다음에 국한되지는 않지만, 이를 포함하는 화물탱크지역 내의 종강도 부재: - 갑판 보강재 - 종격벽의 보강재 - 종 방향 거더 및 스트링거의 보강재	종 방향 보강재	0.85	1.0	0.75
		횡 방향 또는 수직 방향 보강재	0.7	0	0.7
	다음을 포함한 기타 강도부재 - 횡격벽의 보강재 - 횡 방향 스트링거 및 특설늑골의 보강재 - 화물탱크지역 밖의 탱크경계 및 1차 지지부재의 보강재		0.75	0	0.75

2.3 1차 지지부재

2.3.1 웨브

1차 지지부재의 웨브 순 두께 t (mm)는 다음보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 0.0158\,\alpha_p\, b\sqrt{\frac{P_{slh}}{C_a R_{eH}}}$$

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-lng}$, P_{slh-t}, P_{slh-wf}, $P_{slh-grd}$ 및 $P_{slh-\min}$ 중 가장 큰 값. 압력은 **그림 1** 및 **그림 2**와 같이 부재의 높이에 따른 분포를 고려하여 **3장 7장 [4.1]**의 하중 작용점에서 계산되어야 한다.

C_a : [2.1.1]에 따른 허용 판 굽힘 응력계수

2.3.2 웨브 보강재

슬로싱 압력이 작용하는 1차 지지부재 웨브 보강재의 순 단면계수 Z (cm^3)는 다음보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = \frac{P_{slh}\, s\, \ell_{bdg}{}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-lng}$, P_{slh-t}, P_{slh-wf}, $P_{slh-grd}$ 및 $P_{slh-\min}$ 중 가장 큰 값. 압력은 **그림 1** 및 **그림 2**와 같이 부재의 높이에 따른 분포를 고려하여 **3장 7절 [3.2]**의 하중 작용점에서 계산되어야 한다.

C_s : [2.2.1]에 따른 허용 굽힘 응력계수

f_{bdg} : [2.2.1]에 따른 굽힘 모멘트계수

2.3.3 1차 지지부재를 지지하는 트리핑 브래킷

1차 지지부재를 지지하는 트리핑 브래킷의 순 단면계수 Z (cm^3) (트리핑 브래킷의 유효 길이 d 이내 기선 부근)와 개구 및 슬롯을 공제한 순 전단면적 A_{shr} (cm^2)은 다음 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = \frac{1000\, P_{slh}\, s_{trip}\, h^2}{2\, C_s\, R_{eH}}$$

$$A_{shr} = 10\frac{P_{slh}\, s_{trip}\, h}{C_t\, \tau_{eH}}$$

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-lng}$, P_{slh-t}, P_{slh-wf}, $P_{slh-grd}$ 및 $P_{slh-\min}$ 중 가장 큰 값. 평균압력은 **그림 1** 및 **그림 2**와 같이 부재의 높이에 따른 분포를 고려하여 트리핑 브래킷의 중앙점에서 계산될 수 있다.

s_{trip} : 트리핑 브래킷 사이 또는 기타 1차 지지부재 또는 격벽 사이의 평균 간격(m)

h : 트리핑 브래킷의 높이(m) (**그림 3** 참조)

C_s : 트리핑 브래킷에 대한 허용 굽힘 응력계수로서 0.75 로 한다.

C_t : 트리핑 브래킷에 대한 허용 전단 응력계수로서 0.75 로 한다.

트리핑 브래킷의 단면계수 계산에 사용되는 부착된 판의 유효 폭은 $h/3$ 을 사용하여야 한다.

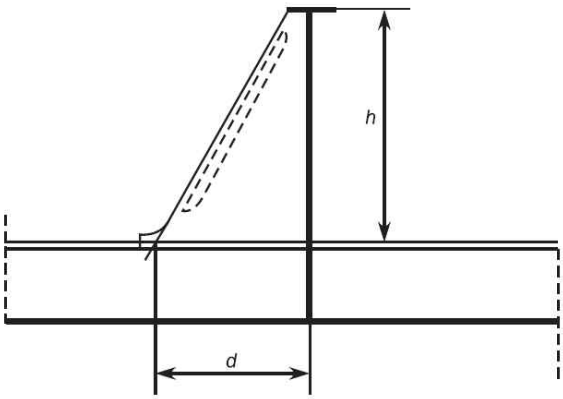


그림 3 트리핑브래킷의 유효길이

13편 1부 11장
선루, 갑판실 및 선체의장

제 1 절 선루, 갑판실 및 승강구

제 2 절 불워크 및 보호난간

제 3 절 설비

제 4 절 갑판설비에 대한 지지구조

제 5 절 작은창구

제 1 절 선루, 갑판실 및 승강구

기호

이 절에 정의되지 아니한 기호는 **1장 4절**을 따른다.

P : 고려하는 선루의 측면 또는 갑판에 작용하는 압력(kN/m^2)으로서 다음에 따른다.
노출 갑판의 경우, $P = P_D$
비노출 갑판의 경우, $P = P_{dl}$
선루의 측면인 경우, $P = P_{sl}$

P_D : **4장 5절 [2], [4.2]**에 따른 노출 갑판의 면외압력(kN/m^2)

P_{dl} : **4장 6절 [5]**에 따른 비노출 갑판의 면외압력(kN/m^2)

P_{Sl} : **4장 5절 [4.3]**에 따른 선루의 측면의 면외압력(kN/m^2)

P_{FB} : **4장 5절 [3.3.1]**에 따른 선수 충격요건에 영향을 받는 선측외판의 면외압력(kN/m^2)

P_A : **4장 5절 [4.4.1]**에 따른 선루격벽 및 갑판실 벽에 대한 외압(kN/m^2)

ℓ_{bdg} : **3장 7절**에 정의된 유효 굽힘 스팬(m)

ℓ_{shr} : **3장 7절**에 정의된 유효 전단 스팬(m)

c : 계수로서 다음에 따른다.
$c = 0.75$: 보, 거더 및 횡 방향 부재에서 하나 혹은 양 끝단이 단순지지인 경우
$c = 0.55$: 그 외의 경우

m_a : 계수로서 다음에 따른다.

$$m_a = 0.204\frac{s}{1000\ell_{bdg}}\left[4-\left(\frac{s}{1000\ell_{bdg}}\right)^2\right], \qquad \frac{s}{1000\ell_{bdg}} \le 1\text{인 경우}$$

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이절의 요건은 강재의 선루, 갑판실 및 승강구에 적용한다. 선루 또는 갑판실의 측벽이 선측외판의 일부인 경우, 선루의 노출갑판 및 선루 또는 갑판실의 측벽에 대하여는 이 절의 요건에 추가하여 **6장**의 요건을 적용한다.

1.1.2

이 절을 적용함에 있어서, 선루는 선체 중앙부에서 선수 혹은 선미 방향으로 0.4 L 에 위치하거나 길이가 0.15 L 보다 작은 것으로 고려한다.

1.1.3

이 절을 적용함에 있어서, 선체 중앙부에서 0.4 L 이내에 위치한 갑판실의 길이는 0.2 L 이하로 고려한다.

1.2 총 치수

1.3.1

3장 2절 [1.1.3]과 관련하여, **[3]**에 언급된 모든 치수산정 및 치수는 총 치수이다.

2. 구조배치

2.1 구조적 연속성

2.1.1 갑판실의 격벽 및 측벽

후단격벽, 전단격벽 및 선측격벽은 격벽, 거더 및 필러와 같은 갑판 하부구조에 의해 유효하게 지지되어야 한다. 측벽, 주종격벽 및 주횡격벽은 거주구의 여러 층에 걸쳐 일치시켜야 한다. 이러한 구조적 배치가 불가능한 경우, 기타 유효한 구조로 지지되어야 한다. 조립 단계에서의 불연속으로 인한 영향을 최소화하도록 배치하여야 한다. 측면에서의 모든 개구는 견고히 보강되어야 하고 충분히 둥근 모서리를 가져야 한다. 문 및 유사한 개구의 상부 및 하부에는 연속된 코밍 또는 거더를 설치하여야 한다.

2.1.2 갑판실 모서리부

강력갑판에 부착된 갑판실의 모서리부에서는 갑판하부 지지구조로 하중을 전달하도록 배치하여야 한다.

2.2 단부 연결

2.2.1 갑판 보강재

횡 방향 보는 **3장 6절 [3.2]**에 적합한 브래킷에 의하여 선측늑골과 연결되어야 한다. 종 방향의 벽 및 거더를 통과하는 보는 종 방향의 벽의 보강재 및 거더의 웨브와 각각 브래킷 없이 용접으로 연결할 수 있다.

2.2.2 종 방향 및 횡 방향 갑판거더

면재는 **3장 6절 [4.3]**에 따른 트리핑 브래킷에 의해 보강되어야 한다.

2.2.3 선루 늑골의 단부 연결

수직 늑골은 하부의 주늑골 또는 하부에 충분한 지지구조를 갖는 갑판과 용접되어야 한다.

2.3 격벽의 국부보강

2.3.1

큰 개구 및 구명설비 또는 기타 장비나 의장품 등의 큰 하중을 지지하는 부분은 국부적으로 보강이 이루어져야 한다.

3. 치수

3.1 선루 측벽 및 갑판

3.1.1 노출 측판 및 갑판

지지 구조물을 포함하는 노출된 측판 및 노출갑판은 **[3.2.1]**부터 **[3.2.5]**의 요건을 따라야 하고, 적용 가능한 **10장 1절 [3.3]**의 선수 충격요건을 따라야 한다.

3.1.2 비노출 갑판

선루의 비노출 갑판의 지지구조 및 갑판은 **[3.2.2]** 및 **[3.2.5]**의 요건을 따라야 한다.

3.2 갑판실갑판

3.2.1 노출 갑판

판의 총 두께 $t_{gr-\exp}$ (mm)는 다음보다 작아서는 아니 된다.

$t_{gr-\exp} = 7.5\sqrt{\dfrac{ks}{s_{std}}}$, (mm) 1층인 경우

$t_{gr-\exp} = 7.0\sqrt{\dfrac{ks}{s_{std}}}$, (mm) 2층인 경우

$t_{gr-\exp} = 6.5\sqrt{\dfrac{ks}{s_{std}}}$, (mm) 3층 및 그 상부인 경우

s_{std} : 보강재 또는 보의 표준 참조 간격으로 다음 식에 의한 값

$s_{std} = 470 + 1.67\,L_1$ (mm)

피복재에 의해 보호되는 갑판인 경우, 갑판의 총 두께는 1.5 mm 감소시킬 수 있다. 다만, 5 mm 보다 작아서는 아니 된다.
나무 이외의 다른 피복재가 사용되는 경우, 피복재가 강판에 영향을 주지 않도록 주의하여야 한다.
피복재는 갑판에 유효하게 설치되어야 한다.

3.2.2 비노출 갑판

비노출 갑판의 총 두께 $t_{gr-unexp}$ (mm)는 다음 식에 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다. 다만 5.5 mm 이상이어야 한다.

$t_{gr-unexp} = 0.9t_{gr-\exp}$ (mm), 고려되는 층에서

$t_{gr-unexp} = \left(5.8\dfrac{s}{1000} + 1\right)\sqrt{k}$ (mm)

3.2.3 갑판보 및 보강재

갑판보 및 보강재의 총 단면계수 Z_{gr} (cm^3) 및 총 전단면적 A_{sh-gr} (cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$Z_{gr} = c\,k\,P\dfrac{s}{1000}\,\ell_{bdg}{}^2$ (cm^3)

$A_{gr-sh} = 0.05(1 - 0.817\,m_a)\,k\,P\dfrac{s}{1000}\ell_{shr}$ (cm^2)

3.2.4 거더 및 트랜스버스

갑판거더 및 트랜스버스의 총 단면계수 Z_{gr} (cm^3) 및 총 전단면적 A_{gr-sh} (cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$Z_{gr} = c\,k\,P\,S\,l_{bdg}{}^2$ (cm^3)

$A_{gr-sh} = 0.05\,k\,P\,S\,l_{shr}$ (cm^2)

거더의 깊이는 $\ell/25$ 보다 작아서는 아니 된다. 갑판보의 연속을 위하여 스켈롭이 있는 거더의 웨브 깊이는 최소한 갑판보 깊이의 1.5 배 이어야 한다.

3.2.5 갑판거더 및 트랜스버스의 격자 해석

갑판거더 및 트랜스버스가 격자구조와 같이 작용하도록 배치된 경우에는, 총 치수에 근거한 구조 모델과 함께 추가적인 해석이 수행될 수 있다. 이에 따른 응력은 다음으로 얻어지는 허용굽힘, 전단 및 등가응력을 초과해서는 아니 된다.

$$\sigma_b = 150/k \quad (\mathrm{N/mm^2})$$
$$\tau = 100/k \quad (\mathrm{N/mm^2})$$
$$\sigma_{eqv} = 180/k \quad (\mathrm{N/mm^2})$$

3.3 갑판실벽 및 선루단 격벽

3.3.1 적용

[3.3]의 요건은 개구 및 거주구의 유일한 보호를 형성하는 선루단 격벽 및 갑판실 벽에 적용한다. 건현갑판, 선루갑판 또는 가장 낮은 층의 갑판실 정판의 개구를 보호하지 않는 갑판실의 격벽 치수에 대하여 특별히 고려할 수 있다. 해당 격벽이 거주구역을 포함하지 않거나 선박의 운항에 필수적인 장비를 보호하지 않는 경우, 기관실 위벽을 보호하지 않는 갑판실의 격벽 치수는 특별히 고려할 수 있다.

3.3.2 판

판의 총 두께 t_{gr} (mm)는 다음 식에 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_{gr} = 0.9\frac{s}{1000}\sqrt{kP_A} + 1.5 \quad (\mathrm{mm})$$
$$t_{gr} = \left(5.0 + \frac{L_2}{100}\right)\sqrt{k} \quad (\mathrm{mm}),\ \text{가장 낮은 층인 경우}$$
$$t_{gr} = \left(4.0 + \frac{L_2}{100}\right)\sqrt{k} \quad (\mathrm{mm}),\ \text{상부 층인 경우, 다만 5.0 mm 이상이어야 한다.}$$

3.3.3 보강재

보강재의 총 단면계수 Z_{gr} ($\mathrm{cm^3}$)는 다음 이상이어야 한다.

$$Z_{gr} = 0.35\,kP_A\frac{s}{1000}\ell_{bdg}{}^2 \quad (\mathrm{cm^3})$$

이 요건은 가장 낮은 층 보강재의 웨브가 갑판과 유효하게 용접된 것으로 가정한다. 다른 형식의 단부 연결에 대한 치수는 특별히 고려되어야 한다. 갑판실의 선측 보강재의 단면계수는, 간격 s 와 스팬 ℓ_{bdg} 을 고려하여, 바로 밑에 위치한 갑판 상 선측늑골보다 클 필요는 없다.

3.4 승강구

3.4.1

승강구의 치수는 [3.2] 및 [3.3]에 따라 결정되어야 한다.

제 2 절 불워크 및 보호난간

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

노출된 건현갑판 및 선루갑판의 경계, 제1층 갑판실의 경계 및 선루의 끝단에는 불워크 또는 보호난간을 설치하여야 한다.

1.2 최소 높이

1.2.1

불워크 또는 보호난간의 높이는 피복재로부터 측정하여 최소한 1.0 m 이어야 하며, **[2.2] 및 [3.2]**의 요건에 따라 제작되어야 한다. 다만, 이 높이가 선박의 통상의 작업을 방해하는 경우에는 보다 낮은 높이가 허용될 수 있다. 보다 낮은 높이의 허용이 요청되는 경우, 정당성을 입증하는 자료를 제출하여야 한다.

2. 불워크

2.1 일반사항

2.1.1

판재 불워크는 상단부가 적절한 레일로 보강되고 2.0 m 이하의 간격으로 스테이 또는 브래킷으로 보강되어야 한다. 스테이 또는 판재 브래킷의 자유변은 보강되어야 한다.

2.1.2

선체 중앙부 0.6 L 내에서, 불워크는 선체거더 응력을 받지 않도록 배치되어야 한다.

2.1.3

불워크는 계선 파이프 부근에서 적절히 보강하고 두께를 증가시켜야 한다. 현문 또는 기타 개구는 선루단으로부터 가능한 한 떨어져 배치하여야 한다.

2.1.4

불워크는 계선 및 예인용의 호저홀, 페어리더 부근 및 슈라우드용 아이플레이트 또는 하역장치에 사용되는 기타 태클 부근에서도 적절히 보강되어야 한다.

2.1.5

불워크의 개구는 적어도 **[3.1.2]**에 규정된 횡봉을 설치하는 것과 동등한 수준으로 선원을 보호할 수 있도록 설치되어야 한다. 이를 위하여 횡봉을 대신하여 약 230 mm 간격으로 수직 레일 또는 봉을 인정할 수 있다.

2.1.6

갑판에 목재 화물을 운송하는 선박은 특별한 건현 요건에 적합하여야 한다.

2.1.7

계류장치가 불워크에 큰 하중을 가하는 경우, 스테이의 강도를 적절히 증가시켜야 한다.

2.2 불워크의 구조

2.2.1 판

노출된 건현갑판 및 선루갑판의 경계에서 불워크 판의 총 두께는 **표 1**에 주어진 값 보다 작아서는 아니 된다.

표 1 불워크 판의 두께

불워크의 높이	총 두께
1.8 m 이상	동일한 위치에서의 선루 측벽의 요구되는 두께로써 **11장 1절 [3.2.1]**에 따라 구한다. 다만, 6.5 mm 이상이어야 한다.
1.0 m	6.5 mm
중간 높이	선형 보간법에 의하여 결정되어야 한다

2.2.2 스테이

스테이의 총 단면계수 $Z_{stay-gr}$ (cm^3)는 다음보다 작아서는 아니 된다.

$$Z_{stay-gr} = 77 h_{blwk}{}^2 s_{stay} \qquad (\text{cm}^3)$$

h_{blwk} : 갑판상면으로부터 난간 상면까지의 불워크 높이(m)
s_{stay} : 스테이의 간격(m)

단면계수의 계산에 있어서는 갑판에 연결된 재료만이 포함되어야 한다. 스테이의 벌브 또는 플랜지는 갑판에 연결된 경우 고려될 수 있다. 불워크 판이 현측후판에 연결된 경우, 600 mm 를 넘지 아니하는 부착판의 폭이 포함할 수 있다.

2.2.3

불워크가 끝나는 곳에서 스테이나 증가된 강도의 브래킷을 개구 끝단에 설치하여야 한다. 불워크 스테이는 적절한 갑판하부 보강재에 의하여 지지되거나 연결되어야 한다. 보강재는 불워크 스테이 연결 부근에서 양면 연속 필릿 용접되어야 한다.

2.2.4

선루의 끝단 및 측판이 불워크로 연결되는 부분은 측판과 동일한 두께이어야 하고, 이러한 부분의 불워크에 개구가 있는 경우 두께를 증가시키거나 적절한 방법으로 보강되어야 한다.

3. 가드레일

3.1 일반사항

3.1.1

선루가 트렁크에 연결된 경우, 건현갑판의 노출부 전체 길이에 걸쳐 오픈 레일이 설치되어야 한다.

3.1.2

B-100형 및 A형 선박은 폭로부 길이의 적어도 절반에 대하여 건현갑판 노출부에 오픈 레일을 설치해야 한다.
이를 대신하고자 하는 경우, 국제만재흘수선협약(ICLL)에 적합한 방수구를 설치해야 한다.

3.2 보호난간의 구조

3.2.1

보호난간의 지지대는 다음 요건에 적합하여야 한다.

(a) 고정식, 탈착식 또는 힌지식의 지지대는 약 1.5 m의 간격으로 설치되어야 한다.
(b) 적어도 매 3번째 지지대는 브래킷이나 스테이에 의해 지지되어야 한다.
(c) 탈착식 또는 힌지식 지지대는 직립된 상태에서 고정될 수 있어야 한다.
(d) 둥근 현측후판을 가지는 선박인 경우, 지지대는 갑판의 평평한 곳에 설치되어야 한다.
(e) 용접된 현측후판을 가지는 선박인 경우, 지지대는 현측후판, 상부 스탠드 또는 연속된 거터 바에 부착되어서는 아니 된다.

3.2.2

보호난간의 최하부 횡봉과 갑판 또는 상부 스탠드까지의 간격은 230 mm 를 넘어서는 아니 되며, 나머지 횡봉의 간격은 380 mm 이하이어야 한다.

3.2.3

특별한 경우 및 제한된 길이 내에서 보호난간 대신에 와이어 로프가 인정될 수 있다. 이 경우 와이어 로프는 턴버클을 이용하여 팽팽하게 유지되어야 한다.

3.2.4

두개의 고정된 지지대 및/또는 불워크 사이에 설치되는 경우, 보호난간 대신에 체인이 인정될 수 있다. 개구가 큰 경우, 횡 봉이 벌어지는 것을 방지하기 위하여 체인에 수직 봉을 설치하여야 한다.

제 3 절 의장설비

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
묘박 설비는 **규칙 4편**에 따라 고려되어야 한다.
[URCN1 to 01 JAN 2021]

1.1.2 〈삭제〉
[URCN1 to 01 JAN 2021]

1.1.3 〈삭제〉
[URCN1 to 01 JAN 2021]

2. 〈삭제〉 *[URCN1 to 01 JAN 2021]*

3. 〈삭제〉 *[URCN1 to 01 JAN 2021]*

제 4 절 갑판설비에 대한 지지구조

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
갑판 장비 및 의장품의 지지구조 및 거치대는 이 절의 요구 사항에 추가하여 우리 선급에 의해 고려되어야 한다.
[URCN1 to 01 JAN 2021]

1.1.2
갑판설비가 작동하중 및 그린파랑하중과 같은 복합하중를 받는 경우, 작동하중 및 그린파랑하중은 거치대 및 지지구조의 강도평가에 대하여 개별적으로 적용되어야 한다.

1.2 제출자료

1.2.1
1장 3절에 따라 자료를 제출하여야 한다.

2. 양묘기 및 체인 스토퍼

2.1 일반사항

2.1.1
양묘기는 갑판에 유효하게 거치되고 고정되어야 한다.

2.1.2
선박 건조자 및 양묘기 제조자는 거치대가 양묘설비의 안전한 작동 및 유지보수에 적절하다는 것을 확인하여야 한다.

2.1.3
지지구조는 [2.1.5] 및 [2.1.6]에 규정된 각 하중시나리오에 대하여 응력이 [2.1.12]및 [2.1.15]의 허용 값을 초과하지 아니하도록 설계되어야 한다.

2.1.4
이러한 요건은 순 치수를 기반으로 평가되어야 한다.

2.1.5
다음의 하중상태에서 앵커의 작동을 적절히 검토하여야 한다.

(a) 체인 스토퍼가 설치되었지만 양묘기에 부착되지 않은 경우 : 체인 케이블 최소 파단강도의 45 %
(b) 체인 스토퍼가 설치되지 않았거나 체인 스토퍼가 양묘기에 부착된 경우 : 체인 케이블 최소 파단강도의 80 %
(c) 체인 스토퍼 : 체인 케이블 최소 파단강도의 80 %

2.1.6

다음의 힘들이 0.25 L 전방의 그린파랑하중에 의한 설계하중에 대하여 검토되어야 하는 독립된 하중상태에 적용되어야 한다.(**그림 1** 참조)

$P_x = 200A_x$ (kN), 축에 수직으로 작용

$P_y = 150A_y f$ (kN), 축에 평행하게 작용(선내측 및 선외측 방향이 개별적으로 검토되어야 한다)

A_x : 투영 정면 면적(m^2)

A_y : 투영 측면 면적(m^2)

f : 계수로서 다음 식에 의한 값 다만, 2.5 보다 클 필요는 없다.

$f = 1 + B_W / H$

B_W : 축에 평행하게 측정한 양묘기의 폭(m) (**그림 1** 참조)

H : 양묘기의 전체 높이(m) (**그림 1** 참조)

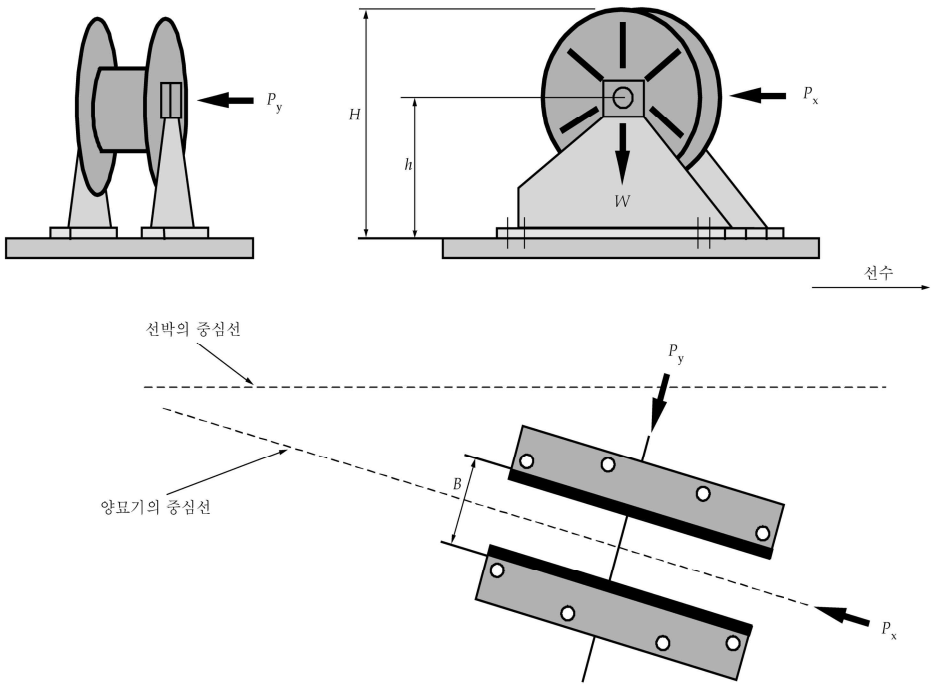


그림 1 힘과 중량의 방향

2.1.7

양묘기를 갑판에 고정시키는 볼트, 쵸크 및 스토퍼에 그린파랑 설계하중에 의한 하중이 계산되어야 한다. 양묘기는 한 개 또는 그 이상의 볼트를 포함하는 몇 개의 볼트 그룹 N에 의하여 지지된다.(**그림 2** 참조)

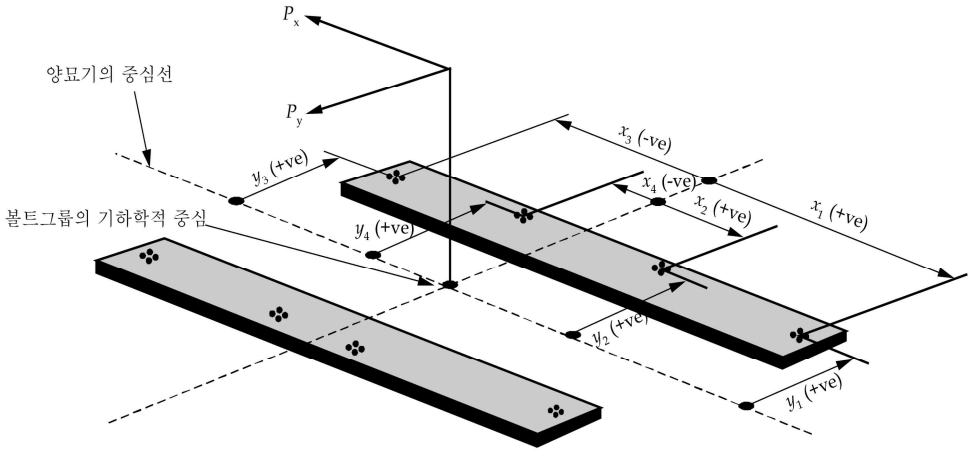


그림 2 볼트 배치 및 부호규정

2.1.8

인장을 양으로 하는 볼트 그룹(또는 볼트) i 내의 축력 R_{xi} 및 R_{yi}는 다음에 따른다.

$$R_{\xi} = P_x\, h\, x_i A_i / I_x$$

$$R_{yi} = P_y\, h\, y_i A_i / I_y$$

$$R_i = R_{x\,i} + R_{yi} - R_{si}$$

P_x : 양묘기 축에 수직으로 작용하는 힘(kN)

P_y : 양묘기 축에 평행하게 작용하는 볼트 그룹 i 내의 힘(kN)으로 선내측 또는 선외측 중 큰 값

h : 양묘기 거치대로부터 양묘기 축까지의 높이(cm) (**그림 1** 참조)

x_i, y_i : 전체 N개의 볼트그룹의 기하학적 중심으로부터 볼트그룹 i의 x 및 y 좌표(cm). 힘이 작용하는 반대 방향을 양으로 한다.

A_i : 그룹 i 내의 모든 볼트의 단면적(cm^2)

I_x : N개의 볼트 그룹에 대하여 x 방향 관성(cm^4)으로 다음 식에 따른다.

$$I_x = \sum A_i x_i^2$$

I_y : N개의 볼트 그룹에 대하여 y 방향 관성(cm^4)으로 다음 식에 따른다.

$$I_y = \sum A_i y_i^2$$

R_{si} : 양묘기의 중량에 의한 볼트 그룹 i에서의 정적 반력(kN)

2.1.9

볼트 그룹 i 에 작용하는 전단력 F_{xi} 및 F_{yi} 그리고 합성력 F_i 는 다음 식에 따른다.

$$F_{xi} = (P_x - C_1 mg)/N$$

$$F_{yi} = (P_y - C_1 mg)/N$$

$$F_i = \sqrt{F_{xi}^2 + F_{yi}^2}$$

C_1 : 마찰계수로서 0.5 로 한다.
m : 양묘기 중량(t)
g : 중력 가속도로 9.81 m/s^2 로 한다.
N : 볼트 그룹의 수

2.1.10

[2.1.5] 및 [2.1.6]에 규정된 하중에 의한 합성력은 지지구조의 설계 시에도 고려하여야 한다.

2.1.11

양묘기의 제동기를 위하여 별도의 거치대가 설치되는 경우, 제동기는 [2.1.5]에 따른 하중상태 (a) 및 (b)가 작용한다고 가정하여 합성력의 분포를 계산하여야 한다.

2.1.12

지지구조에 전달되는 앵커 설계하중으로 인한 응력은 다음의 허용 값보다 커서는 아니 된다.

- 법선응력, 1.00 R_{eH}
- 전단응력, 0.6 R_{eH}

2.1.13

각 볼트 그룹 i 내의 개별적인 볼트 내에서의 그린파랑 설계하중으로 인한 인장 축응력은 상기 힘을 받는 상태에서의 볼트 내력의 50 % 를 넘어서는 아니 된다. 하중은 체인 케이블 방향으로 작용하여야 한다. 설치된 볼트가 한쪽 또는 양쪽 방향으로 이들 전단력을 지지하도록 설계된 경우, 본미세스(von-Mises) 등가응력은 볼트 내력의 50 % 를 넘어서는 아니 된다.

2.1.14

그린파랑 설계하중 F_{xi} 및 F_{yi} 로 인한 수평 방향 힘은 전단 쵸크에 의하여 지지될 수 있다. 거치대에 접착을 위하여 수지가 사용되는 경우, 계산에 합당한 고려를 하여야 한다.

2.1.15

지지구조에 전달되는 그린파랑 설계하중으로 인한 응력은 다음의 허용 값 보다 커서는 아니 된다.

- 법선응력, 1.00 R_{eH}
- 전단응력, 0.6 R_{eH}

3. 〈삭제〉 *[URCN1 to 01 JAN 2021]*

4. 크레인, 데릭, 리프팅 마스트 및 구명설비

4.1 일반사항

4.1.1

일반적으로 구명설비의 지지 구조 및 안전사용하중이 30 kN 보다 크거나 지지구조에 대한 최대 전도 모멘트가 100 kNm 보다 큰 크레인, 데릭, 리프팅 마스트의 지지구조는 이 요건을 따라야 한다.

4.1.2

이 요건은 갑판과 크레인, 데릭 및 리프팅 마스트의 지지구조의 연결에 적용한다. 크레인, 데릭 또는 리프팅 마스트가 우리 선급의 승인을 받아야 하는 경우, 각각 **4편 5장** 또는 **9편 2장**의 관련요건에 적합하여야 한다.

4.1.3

이 요건은 다음 사항을 포함하지는 아니한다.

(a) 구명설비용 지지대를 제외한 선원 또는 여객을 위한 승강설비의 지지

(b) 하역설비의 페데스탈(pedestal) 또는 갑판연결부 상부의 지주(post) 구조

(c) 하역설비의 일부로 고려되는 거치볼트와 그 배치

하역설비라 함은 크레인, 데릭 또는 리프팅 마스트로 정의된다.

4.1.4 안전사용하중(SWL)의 정의

안전사용하중이라 함은 하역설비가 임의의 특정 아웃리치(outreach)에서 달아 올릴 수 있다고 보증된 최대하중으로 정의된다.

4.1.5 자중

자중은 모든 하역부속장구(cargo fitting)와 하역장구(loose gear)의 중량을 포함하여 하역설비의 계산된 총 자중이다.

4.1.6 전도 모멘트(overturning moment)

전도 모멘트는 아웃리치 및 자중을 고려하여, 안전사용하중에서 작동 시 하역설비에 의하여 발생하는 하역설비와 선체구조의 연결부에서 계산되는 최대 굽힘 모멘트이다.

4.1.7

크레인 페데스탈 및 데릭 마스트의 정의는 **그림 3**에 따른다.

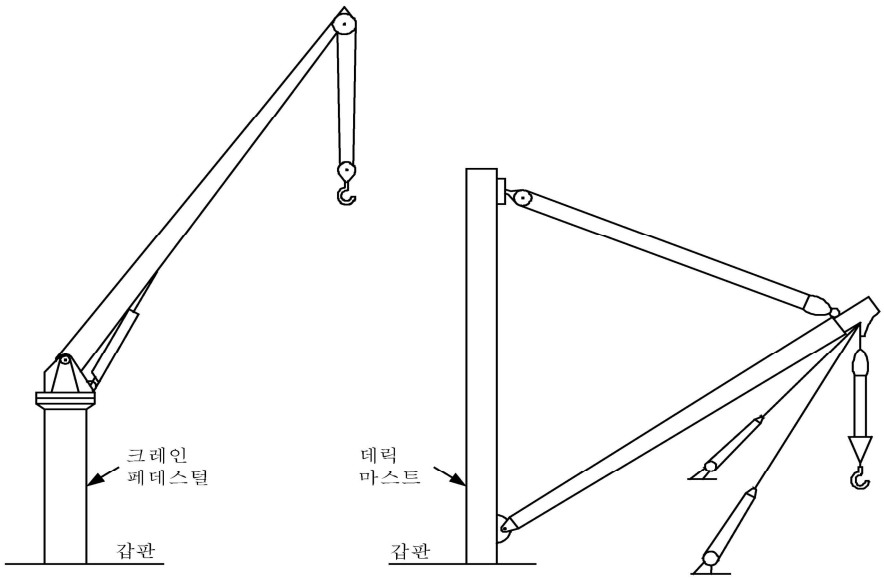


그림 3 크레인 페데스탈 및 데릭 마스트

4.1.8

갑판 및 갑판 하 구조는 하중 및 최대 전도 모멘트에 대하여 데릭 마스트 및 크레인 페데스탈을 적절히 지지할 수 있어야 한다. 갑판이 관통되는 경우, 갑판은 적절히 보강되어야 한다.

4.1.9

갑판구조의 구조적 연속성이 유지되어야 한다. 갑판하 부재는 크레인 페데스탈을 지지할 수 있어야 하며 다음에 따른다.

(a) 페데스탈이 갑판상부 브래킷 없이 갑판에 직접 연결되는 경우, 크레인 페데스탈에 직접 일치되도록 적절한 갑판하 구조를 설치하여야 한다. 크레인 페데스탈이 브래킷 없이 갑판에 부착되는 경우 또는 크레인 페데스탈이 갑판을 통해 연속되지 아니한 경우, 크레인 페데스탈과 갑판의 용접 및 갑판하 지지구조는 적절한 완전 용입 용접되어야 한다. 용접 연결부의 설계는 **[4.1.15]**에 따라 용접 연결부의 계산된 응력에 적절한 것이어야 한다.

(b) 페데스탈이 브래킷으로 갑판에 직접 연결되는 경우, 갑판하 지지구조는 하중을 만족스럽게 전달하고 구조적으로 취약한 지역을 피하도록 설치되어야 한다. 갑판상 브래킷은 페데스탈의 내측 또는 외측에 설치될 수 있고 갑판거더 및 웨브와 일치되어야 한다. 급격한 단면의 변화에 의한 응력 집중이 발생하지 않도록 설계하여야 한다. 브래킷 및 기타 직접하중을 전달하는 구조와 갑판하 지지구조는 적절한 완전 용입 용접으로 갑판에 용접되어야 한다. 용접 연결부의 설계는 **[4.1.15]**에 따라 계산된 응력에 적절한 것이어야 한다.

4.1.10

갑판 재료는 크레인 페데스탈에 적합한 것이어야 한다. 필요한 경우, 두꺼운 삽입판을 설치하여야 한다. 구조가 인장을 받는 경우, 어떠한 경우에도 인장이 작용하는 구조에는 덧댐판을 사용하여서는 아니 된다.

4.1.11

[4.1.13] 및 **[4.1.14]**에 규정된 하중상태에 대하여 응력이 **[4.1.15]**의 허용 값을 초과하지 아니하도록 설계되어야 한다. 좌굴 손상에 견딜 수 있는 지지구조의 능력이 확보되어야 한다.

4.1.12

이러한 요건은 총 치수를 기반으로 평가되어야 한다.

4.1.13

항내에서만 사용하도록 제한된 하역설비인 경우, 설계하중은 하역설비의 자중에 안전사용하중의 1.3배를 더한 값이어야 한다.

4.1.14

구명설비의 지지구조의 설계하중은 안전사용하중의 2.2배로 취하여야 한다.

4.1.15

지지구조에 응력은 다음 허용 값을 초과해서는 아니 된다.

- 법선응력, 0.67 R_{eH}
- 전단응력, 0.39 R_{eH}

5. 〈삭제〉 *[URCN1 to 01 JAN 2021]*

6. 기타 갑판설비

6.1 지지 및 부착

6.1.1

다음의 일반요건은 선체구조상에 상대적으로 작은 하중을 부과하는 기타 설비의 지지 및 부착의 설계에 고려되어야 한다. 이러한 상세의 배치도 및 도면 승인은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

6.1.2

지지위치는 선체구조에의 부착이 끝단 브래킷의 끝단과 같이 갑판개구 및 응력 집중부에서 떨어지도록 배치되어야 한다. 지지의 설계는 갑판에의 부착이 하드 포인트의 생성을 최소화하도록 하는 것이어야 한다.

제 5 절 작은 창구

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

[1.2] 부터 [1.6]의 요건은 **1장 4절** [3.2]에 정의된 노천갑판상의 제1위치 및 제2위치에 있는 작은 창구에 적용한다. [2]의 요건은 0.25 L 전방의 노출된 선수갑판 상에 설치된 작은 창구에 적용한다. [1.4.1]의 작은 창구의 정의에 포함되지 않는 산적화물선의 창구는 **2부 1장**에서의 해당 요건에 적합하여야 한다.

1.2 재료

1.2.1

강재 창구덮개의 구조에 사용되는 재료는 우리 선급의 해당요건에 적합하여야 한다.

1.2.2

강재와 다른 재료의 사용은 사안별로 우리 선급에 의하여 고려되어야 한다.

1.3 창구코밍의 높이

1.3.1

갑판상 창구코밍의 높이는 다음보다 작아서는 아니 된다.

- 제1위치에서 600 mm
- 제2위치에서 450 mm

1.3.2

개스킷과 고박장치가 있는 강재 창구덮개에 의하여 폐쇄되는 창구코밍의 높이([1.3.1] 참조)는 어떠한 해상상태에서도 선박의 안전이 그것에 의해서 저하되지 않는다고 주관청이 만족하는 조건으로 상기 값까지 경감될 수 있거나 코밍이 완전히 면제될 수 있다. 이러한 경우 창구덮개의 치수, 개스킷, 고박설비 및 갑판 내 리세스의 배수는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

1.4 작은 창구

1.4.1

작은 창구는 갑판 하부의 구역으로 접근하기 위하여 설계된 창구이며 풍우밀 또는 수밀로 폐쇄될 수 있어야 한다. 작은 창구의 개구는 일반적으로 2.5 m^2 이하이어야 한다.
노출된 갑판에서의 창구덮개는 풍우밀이어야 한다.
평형수 탱크, 연료유 탱크 또는 기타 탱크에 설치된 창구덮개는 수밀이어야 한다.

1.4.2
모든 해상상태에서 풍우밀이 유지되도록 고박설비는 배치되고 창구덮개의 변은 보강되어야 한다. 최소한 하나의 잠금장치를 각 측면에 설치하여야 한다. 원형 구멍 힌지는 잠금장치와 동등한 것으로 고려될 수 있다.

1.4.3
특별히 설계된 창구는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

1.4.4
덮개의 총 두께는 8 mm 보다 작아서는 아니 된다. 덮개의 보강재 간격이 0.6 m 을 넘는 경우 덮개 두께는 증가되거나 또는 충분한 보강이 이루어져야 한다.

1.4.5
코밍의 총 두께는 다음 값 중 작은 값보다 작아서는 아니 된다.

- 코밍의 높이와 보강재 간격 중 작은 값을 보강재의 간격으로 가정하여, 창구덮개 주위 갑판의 총 두께
- 10 mm

코밍은 그 형태가 적절한 강성을 확보하지 아니하는 한, 높이가 0.80 m 를 넘거나 또는 수평방향 크기가 1.2 m 를 넘는 경우 보강되어야 한다.

1.5 화물탱크 출입창구

1.5.1
[1.2] 부터 [1.4]의 요건은 화물탱크 출입창구에 관한 최소 요건이다.
[1.5.4]의 요건은 접시형 덮개나 기타 특별히 승인된 설계에 대하여는 적용하지 않는다.

1.5.2
화물탱크 및 인접구역을 위한 출입창구, 탱크 세정용 개구 및 기타 개구의 덮개는 다음의 재료로 제작되어야 한다.

(a) **3장 1절**에 적합한 연강
(b) 청동 또는 황동과 같은 비철재료를 고려할 수 있다. 다만, 화물탱크 및 이에 인접한 구역으로의 모든 개구의 덮개에 알루미늄합금을 사용하여서는 아니 된다.
(c) 작업조건과 관련된 내화성 및 물리화학적 특성을 고려하여, 합성재료가 고려될 수 있다. 재료특성, 덮개의 설계, 제조방법의 상세를 승인용으로 제출하여야 한다.

창구덮개의 패킹 재료는 적재되는 화물에 적합한 재료이어야 하며, 기능이 유효하게 유지되어야 한다.

1.5.3
건현갑판 상면상의 창구코밍 높이는 600 mm 이상이어야 한다. 이보다 낮은 높이는 주관청에 의하여 허용될 수 있다. 또한 이러한 창구코밍의 정부는 그 창구코밍이 설치된 탱크의 가장 높은 점 보다 낮아서는 아니 되며, 손상복원성을 위하여 충분한 높이를 가져야 한다.
코밍 판의 총 두께는 10 mm 이상이어야 한다. 설치된 코밍의 높이가 600 mm 를 초과하는 경우, 그 두께의 증가 또는 단부 보강이 요구될 수 있다. 1.2 m^2 이상의 면적을 갖는, 그리고/또는 충분히 둥근 형태를 갖는 형상이 아닌 탱크 출입용 창구코밍의 치수는 특별히 고려되어야 한다.

1.5.4

1.2 m^2 이하인 면적을 갖는 보강되지 않은 창구 덮개의 총 두께는 12.5 mm 이상이어야 한다. 이 보다 더 넓은 면적을 가진 덮개의 총 두께는 증가시키거나 보강하여야 한다.
원형 창구의 편평하고 보강되지 않은 덮개는 600 mm 이하의 간격을 갖는 잠금장치로 고정하여야 한다.
사각형 창구인 경우, 잠금장치의 간격은 일반적으로 450 mm 이하로 하여야 하며, 창구 모서리와 인접한 잠금장치의 거리는 230 mm 이하이어야 한다.
덮개가 힌지를 갖는 경우, 힌지 부근의 코밍 및 덮개는 적절한 보강을 하여야 한다. 일반적으로 힌지는 덮개의 고정장치로 볼 수 없으며, 개스킷을 과도하게 조이지 않도록 설계되어야 한다.

1.6 개스킷

1.6.1

풍우밀을 위하여 비교적 부드러운 압축탄성재료의 연속된 개스킷을 설치하여야 한다.

1.6.2

개스킷과 접촉되는 코밍과 창구덮개의 강재부분은 예리한 모서리를 가져서는 아니 된다.

2. 선수부 노출갑판 상에 설치된 작은 창구

2.1 일반사항

2.1.1

이 요건은 선수 수선으로부터 0.25 L 내에 있고, 창구 위치에서 하기 만재흘수선으로부터 0.1 L 또는 22 m 중 작은 높이에 설치된 노출갑판상의 작은 창구(일반적으로 개구면적이 2.5 m^2 이하)에 대하여 적용한다.

2.1.2

비상탈출용으로 설계된 창구는 **[2.3.1]** (a) 및 (b), **[2.4.3]** 및 **[2.5.1]**의 요건을 따르지 않아도 된다.

2.1.3

비상탈출용 창구의 잠금장치는 신속히 작동하는 형식(예를 들면, 단일조작의 휠 손잡이가 창구덮개의 잠금 및 잠금해제를 위한 중앙식 잠금장치로서 제공됨)으로 하여야 하며 창구덮개의 양측으로부터 작동될 수 있어야 한다.

2.2 강도

2.2.1

사각형의 작은 강재 창구덮개인 경우, 판의 총 두께, 보강재의 배치 및 치수는 **표 1** 및 **그림 2**에 의한 값(mm)보다 작아서는 아니 된다. 설치된 경우, 2차 보강재는 **[2.4.1]**에 규정에 의한 금속 간 접촉점에 맞추어 배치하여야 한다. (**그림 2** 참조) 1차 보강재는 연속성이 있어야 하며 모든 보강재는 내부 끝단 보강재에 용접하여야 한다.(**그림 1** 참조)

표 1 선수갑판 상의 작은 창구덮개에 대한 총 치수

호칭치수 (mm × mm)	덮개판 두께 (mm)	1차 보강재	2차 보강재
		평강 치수(mm) ; 보강재 수	
630 × 630	8	-	-
630 × 830	8	100 × 8 ; 1	-
830 × 630	8	100 × 8 ; 1	-
830 × 830	8	100 × 10 ; 1	-
1030 × 1030	8	120 × 12 ; 1	80 × 8 ; 2
1330 × 1330	8	150 × 12 ; 2	100 × 10 ; 2

2.2.2

창구코밍의 상부 모서리는 통상 코밍의 상부 모서리로부터 190 mm 를 넘지 아니하는 위치에 수평 부재에 의하여 적절하게 보강되어야 한다.

2.2.3

원형 또는 유사한 형상의 작은 창구덮개인 경우, 덮개 두께 및 보강은 작은 사각형 창구에 대한 요건과 동등한 강도 및 강성을 제공하여야 한다.

2.2.4

연강 이외의 재료로 제작된 작은 창구덮개인 경우, 요구되는 치수는 동등한 강도 및 강성을 제공하여야 한다.

2.3 1차 잠금장치

2.3.1

1차 잠금장치는 다음 중 하나의 방법에 의하여 적절하게 잠금되어 창구덮개를 정 위치에 고정시킬 수 있어야 하고 풍우밀이 되어야 한다.

a) 포크(클램프) 위에서 조여 주는 나비 너트
b) 순간 작동 클리트
c) 중앙식 잠금장치

쐐기를 갖는 조임 핸들(dog, 돌려서 조여주는 핸들)은 인정되지 아니한다.

2.4 1차 잠금장치의 요건

2.4.1

창구덮개에는 탄성재료의 개스킷이 설치되어야 한다. 이것은 설계된 압축에서 금속 대 금속 접촉이 허용되어야 하며, 잠금장치가 느슨해지거나 벗겨지는 원인이 되는 그린파랑하중에 의한 개스킷의 과도한 압축을 방지하여야 한다. 금속 대 금속 접촉은 **그림 2**에 보인 바와 같이 각각의 잠금장치에 가깝게 설치하여야 하며, 지지력(bearing force)을 견디기에 충분하여야 한다.

2.4.2

1차 잠금장치는 도구를 사용하지 않고 한 사람에 의하여 설계압축압력을 얻을 수 있도록 설계 및 제작되어야 한다.

2.4.3

나비 너트를 사용한 1차 잠금장치에 대하여 포크(클램프)는 견고하게 설계되어야 한다. 포크는 끝부분을 올려서 포크를 상방으로 구부리거나 혹은 유사한 방법으로 사용 중에 나비 너트가 이탈하지 않도록 설계되어야 한다. 보강하지 아니한 강재포크의 판 두께는 16 mm 이상이어야 한다. 장치의 한 예를 **그림 1**에 나타내었다.

2.4.4

최전방 화물창구 전방의 노출갑판에 위치한 작은 창구덮개의 힌지는, 그린파랑의 주방향으로 설치함으로써 덮개가 닫히도록 하여야 하며, 이는 힌지가 보통 앞쪽 끝단에 위치하여야 함을 뜻한다.

2.4.5

주화물창구와 주화물창구 사이, 예를 들어 1번과 2번 창구사이에 위치한 작은 창구의 힌지는 횡파 또는 선수 사파(bow quartering)상태에서 그린파랑으로부터 보호될 수 있도록 앞쪽 끝 또는 바깥쪽 끝에 설치하여야 한다.

2.5 2차 잠금장치

2.5.1

선수갑판 상의 작은 창구는 슬라이딩 볼트, 이완 부착품의 걸쇠(hasp) 또는 고리와 같은 독립된 2차 잠금장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 1차 잠금장치가 느슨해지거나 또는 이탈되는 경우에도 창구덮개를 정 위치에 고정할 수 있어야 한다. 이 장치는 창구덮개 힌지와 반대 방향으로 설치하여야 한다.

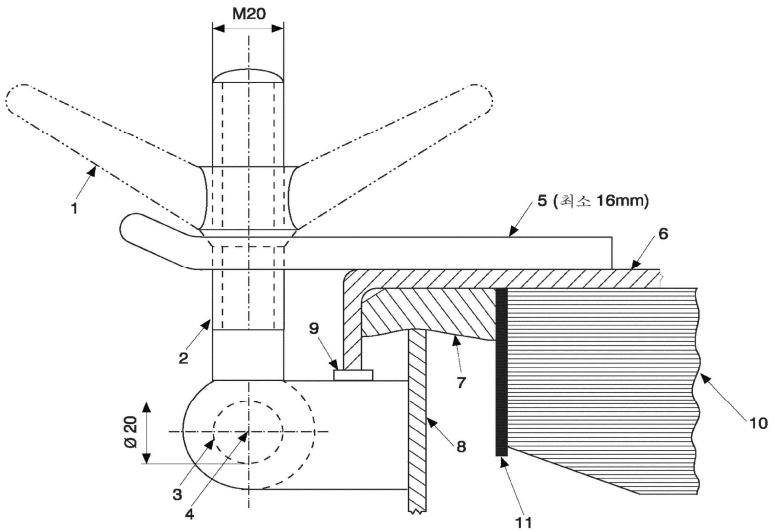


그림 1 1차 잠금장치(primary securing method)의 예

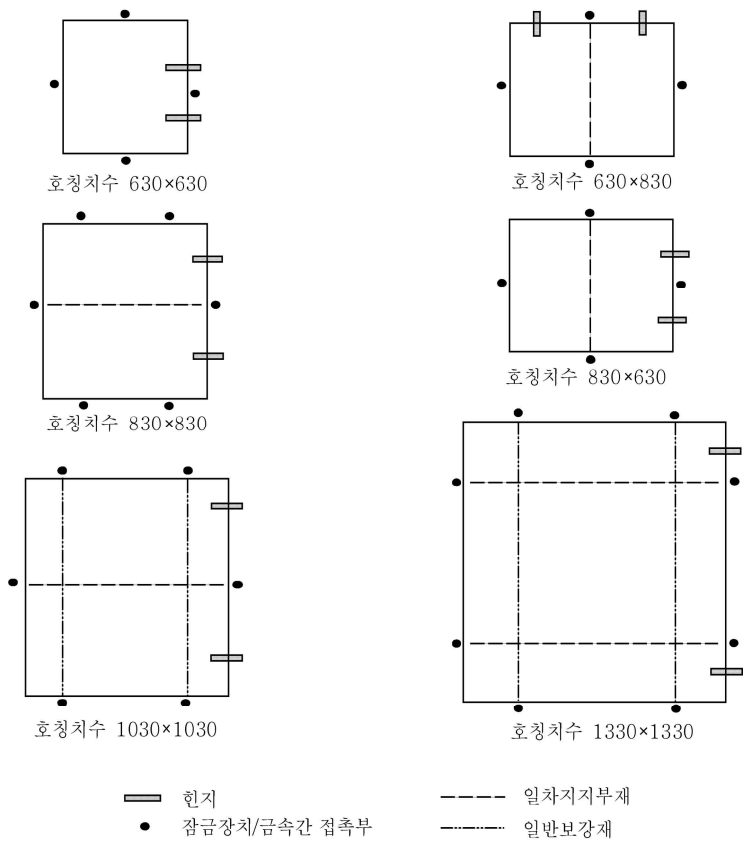

호칭치수 630×630
호칭치수 630×830
호칭치수 830×830
호칭치수 830×630
호칭치수 1030×1030
호칭치수 1330×1330
힌지
잠금장치/금속간 접촉부
일차지지부재
일반보강재

그림 2 보강재의 배치

13편 1부 12장

건조

제 1 절 건조 및 제작

제 2 절 용접시공

제 3 절 용접이음의 설계

제 1 절 건조 및 제작

1. 일반사항

1.1 공사

1.1.1

모든 공사는 조선해양산업의 품질요구수준에 적합해야 하고 검사원이 인정할 수 있는 것이어야 한다. 용접은 **2절**의 요건에 따라야 한다. 어떤 결함도 페인트, 시멘트 또는 기타 합성물로 도장되기 전에 검사원이 만족하도록 보수되어야 한다.

1.2 제작표준

1.2.1

구조물 제작은 IACS Recommendation No.47 또는 제작/건조 개시 전에 우리 선급의 인정을 받은 공인 제작표준에 따라 이루어져야한다.

1.2.2

제작/건조 중에 사용되어야 하는 제작표준은 제작/건조 개시 전에 우리 선급의 입회 검사원이 사용할 수 있어야 한다.

1.2.3

제작표준에는 다음의 항목에 대한 적용범위 및 허용한도가 설정되어야 하고 그 정보가 포함되어야 한다.

a) 절단면 가장자리 : 절단면 가장자리의 경사도와 거칠기
b) 플랜지가 있는 보강재와 브래킷 및 조립 보강재 : 플랜지의 너비 및 웨브의 깊이, 웨브와 플랜지의 각도, 그리고 플랜지의 평면도 또는 면재의 상부에서의 직선도
c) 필러 : 갑판 사이의 직선도 및 원통모양 구조의 지름
d) 브래킷 및 평판 보강재 : 트리핑 브래킷과 평판 보강재의 자유단에서의 뒤틀림
e) 소조립 보강재 : 면재 및 웨브의 스닙 끝단부 상세
f) 판조립 : 평블록 및 곡블록의 치수(길이와 너비), 뒤틀림, 직각도 그리고 판에 대한 내부재의 편차
g) 3차원 블록의 조립 : 3차원 평블록 및 곡블록의 경우 판조립에 대한 기준에 추가해서 상부와 하부 판 사이의 비틀림 편차
h) 특별 조립
상부 및 하부 거전 사이의 거리, 프로펠러보스의 선미단과 선미격벽 사이의 거리, 선미재의 비틀림, 주기관 거치대 정판의 폭 및 길이. 프로펠러 보스 및 선미재, 스케그 또는 솔피스의 보링이 선미 주요부의 용접을 완료한 후 시행되는 경우 또는 블록 보링을 하는 경우, 축계 정렬의 방법 및 순서가 우리 선급에 제출되어야 하며 인정(recognised)되어야 한다. 러더, 핀틀 및 축의 취부 및 정렬은 선미 주요부의 용접을 완료한 후 시행하여야 한다. 핀틀, 러더스톡 및 러더축의 접촉상태는(conical surface) 최종 설치 전에 점검하여야 한다.
i) 판재의 맞대기 이음 : 판재 맞대기 이음의 정렬
j) 십자 이음 : 십자 이음의 중심선과 힐라인(heel line)에서 계측된 정렬
k) 내부재의 정렬 : T자형 플랜지의 정렬, 판 보강재의 정렬, T자형 이음과 겹침 이음의 간극, 그리고 조립 및 탑재 용접 이음에서 스캘럽과 연속 보강재를 위한 개구 사이의 거리
l) 용골과 선저 계측 : 선박의 전 길이 및 두 인접한 격벽간 거리의 변형, 선수부와 선미부의 코킹업 및 선박 중앙부 늑판의 상승 정도
m) 치수 : 수선간장, 중앙부에서의 형 폭 및 형 깊이, 프로펠러 보스의 선미단에서 주기관까지의 거리
n) 늑골사이의 판의 직선도 : 외판, 내저판, 격벽, 상갑판, 선루갑판, 갑판실 및 벽의 늑골 사이의 변형
o) 늑골을 포함한 판의 직선도 : 외판, 내저판, 격벽, 강력갑판과 그 외의 구조에서 늑골을 포함하여 계측된 변형

2. 절단, 판의 단부

2.1 일반사항

2.1.1

절단부, 창구 모서리 등의 자유변(절단면)은 적절히 가공처리 되어야 하며 노치가 없어야 한다. 일반적으로 절단면의 드래그 라인 등은 완만하게 그라인딩 처리를 하여야 한다. 모든 모서리 또는 높은 응력을 받는 부분의 경우에 적절한 둥근 모양이 되도록 하여야 한다. 열간 또는 기계 절단된 판재 또는 면재의 자유변은 그 모서리가 예리해서는 안되며, 위에 규정한 대로 마무리 하여야 한다. 이 규정은 절단면의 드래그 라인 등에도 적용하며, 특히 현측후판의 상부 가장자리 및 이와 유사하게 용접 이음부, 단면 변화부 또는 구조적 불연속부에 적용되어야 한다.

2.1.2

창구의 모서리는 기계 절단하여야 한다.

3. 냉간 가공

3.1 특수 구조부재

3.1.1

노치 인성에 특히 주의를 기울여야 하는 선체거더의 높은 응력을 받는 부재의 경우(즉, 둥근 거널과 만곡부 외판과 같이 **3장 1절 표 3**에서 Class III이 요구되는 구조부재), 냉간 가공하는 경우 C-Mn강(**3장 1절** 참조)은 판재의 안쪽 굽힘 반지름은 건조 판 두께의 10배 이상이어야 한다. 다만, **[3.3]**에 규정한 요건을 충족하는 경우에는 허용 안쪽 굽힘 반지름은 경감시킬 수 있다.

3.2 파형격벽 및 호퍼너클

3.2.1

파형격벽 및 호퍼너클에 대해 냉간 가공된 판의 안쪽 굽힘 반지름은 C-Mn강(**3장 1절** 참조)에 대해 건조 판 두께의 4.5배 이상이어야 한다. 다만 **[3.3]**에 규정한 요건을 충족하는 경우에는 허용 안쪽 굽힘 반지름은 경감시킬 수 있다.

3.3 굽힘 반지름

3.3.1

안쪽 굽힘 반지름이 **[3.1]** 및 **[3.2]**에 따라 각각 건조 두께의 10배 또는 4.5배 이하일 경우, 이 요건을 만족한다는 입증 자료를 제출하여야 한다. 굽힘 반지름은 어떤 경우에도 건조 두께의 2배 이상이어야 한다.
최소한으로 다음 추가 요건을 만족하여야 한다.

a) 모든 굽은 판에 대하여
- 변형된 부위에 대하여는 100 % 육안 검사를 실시하여야 한다.
- 자분탐상검사를 무작위로 실시하여야 한다.

b) a)항에 추가하여, 탱크 또는 평형수 화물창 경계의 곡면 판인 경우에는
- 강재는 D/DH 등급 이상이어야 한다.
- 재료는 변형시효 조건에서(strain-aged condition) 충격시험을 하고, 아래의 요건을 만족하여야 한다.

1) 제작 중 변형량 δ 은 다음 식에 의한 것과 같아야 한다.

$$\delta = t_{as-built} / (2 r_{bdg} + t_{as-built})$$

$t_{as-built}$: 판재의 건조 두께

r_{bdg} : 굽힘 반지름

2) 한 개의 시험대에 계산된 변형량 또는 5 % 중 큰 값으로 영구 변형을 가하고 250 °C 에서 한 시간 동안 인공시효 처리를 한 후 샤르피 충격시험을 한다. 변형시효 후의 평균 충격에너지는 사용되는 강재 등급에 대한 충격시험 요건을 만족하여야 한다.

4. 열간 가공

4.1 온도요건

4.1.1

강은 임계 온도의 상한과 하한 사이에서 가공되어서는 아니 된다. 만약 압연강, 제어 압연강, TMCP강 또는 일반적인 강에 대한 열간 가공 온도가 650 °C를 초과하거나 또는 담금질 후 템퍼링 열처리 강에 대한 열간 가공 온도가 템퍼링 온도에 비해 적어도 28 °C보다 더 낮지 않다면, 이러한 온도가 강의 인장 및 충격 특성에 나쁜 영향을 끼치지 않음을 확인하기 위한 기계적 시험을 실시하여야 한다. [4.2.1]에 따라 선상 가열 또는 점 가열에 의하여 곡 가공 또는 곡직되는 부위에 대해서는 이러한 기계적 시험이 요구되지는 않는다.

4.1.2

열간 가공과 응력 완화 열처리를 위해 TMCP강에 대해 [4.1.1]에 명시되지 않은 추가 열처리 후에는, 대표적인 재료를 이용한 시공절차 시험을 실시하여 기계적 특성이 명시된 요구사항을 만족함을 입증하여야 한다.

4.2 선상 가열 또는 점 가열

4.2.1

선상 가열 또는 점 가열에 의한 곡 가공 또는 곡직은 재료의 특성에 나쁜 영향을 끼치지 않도록 승인된 절차에 따라 수행되어야 한다. 표면에서의 가열 온도는 당해 강판의 등급에 적용 가능한 최대 허용한계를 초과하지 않도록 조절되어야 한다.

5. 조립 및 정렬

5.1 일반사항

5.1.1

개별 구조 요소를 조립하거나 단면을 탑재하는 동안 지나치게 큰 힘을 가하는 것은 피해야 한다. 개별 구조부재에 발생된 주요변형은 다음 조립공정 이전에 수정되어야 한다. 용접 완료 후 곡직과 정렬은 재료의 특성에 심각한 영향을 주지 않는 방법으로 시행되어야 한다. 의심되는 경우, 우리 선급은 절차시험 또는 시공시험을 요구할 수 있다.

5.1.2

구조부재는 IACS Recommendation No.47 표 7의 요건에 따라 정렬되거나, 우리 선급이 인정하는 공인 제작 기준의 요건에 따라 정렬되어야 한다. 구조적으로 취약한 부재인 경우 필요시 시험구멍을 뚫어 확인한 후 다시 용접하여야 한다.

제 2 절 용접 가공

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
이 절의 요건은 선체구조 용접 이음부의 용접 준비, 시공 및 검사에 대하여 적용한다.

1.2 용접 절차에 대한 적용범위

1.2.1 용접 형식, 크기 및 재료
용접 형식, 크기 및 재료에 대한 이 절의 요건은 다음 고려 사항들에 기초한 것이다:

- 이음 형식
- 이음의 취약성
- 이음 내 응력의 크기, 형태 및 방향
- 모재 및 용접 재료의 재료특성
- 용접 간극의 크기

1.2.2 용접 준비, 시공 및 검사
우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 **2편**의 요건에도 적합하여야 한다.

2. 용접 절차, 용접용 재료 및 용접사

2.1 일반사항

2.1.1
모든 용접은 우리 선급의 규칙에 따라 승인된 용접용 재료를 사용하여 승인된 용접 절차에 따라 우리 선급의 기량자격을 보유한 용접사에 의하여 시행되어야 한다. 자동용접기 및 장비를 조작하는 작업자는 충분히 훈련되고 우리 선급에 의해 자격이 증명된 사람이어야 한다.

3. 용접 이음

3.1 일반사항

3.1.1
용접 이음은 승인된 도면에 따라 실시되어야 한다.

3.1.2
조선소에서 채택한 품질기준은 우리 선급에 제출되어야 하며, 별도로 규정되지 않는 한 모든 용접 이음부에 적용되어야 한다.

3.1.3
채택한 용접 절차 때문에 발생하는 평판, 조립 등의 전반적인 수축의 영향과 조립 순서에 대하여 주의하여야 한다. 용접은 과도한 중단 없이 각 용접 이음부가 올바른 순서에 따라 완료되도록 체계적으로 진행되어야 한다. 가능한 한 용접은 각 부분이 하나 또는 여러 방향으로 자유롭게 움직일 수 있도록 이음부의 중앙에서 바깥쪽으로 또는 조립품의 중심에서 바깥쪽으로 진행해야 한다.

3.1.4

완성된 용접 이음부의 품질은 우리 선급의 입회 검사원이 만족하는 것 이어야 한다. 개선 및 루트 간격은 승인된 용접 절차에 따른다. 연결되는 부재 사이의 간격은 IACS Recommendation No.47에 주어진 최댓값 또는 우리 선급이 승인한 공인 제작 기준을 초과해서는 아니 된다. 연결되는 부재사이의 간격이 규정된 값을 초과하는 경우, 승인된 용접 절차 시방서에 따라 수정되어야 한다.

3.1.5

두꺼운 평판이나 형강을 용접하는데 작은 크기의 필릿 용접이 사용되는 경우, 승인된 용접 절차 시방서에 기초하여 용접한다. 예열, 저수소계 용접봉 또는 저수소 용접 절차의 사용과 같은 특별한 방법이 인정된다.

3.1.6

두꺼운 구조부재를 상대적으로 얇은 판에 용접하는 경우, 용접 크기와 용접 순서에 대해 수정이 요구 될 수 있다.

3.1.7

용접되는 각 강재에 요구되는 최소치 보다 높은 등급의 용접용 재료를 사용하도록 하는 품질관리 시스템이 있는 경우, 사용되는 용접용 재료는 **12장 3절** [2.5.2]에 규정된 최솟값보다 큰 용착금속 항복강도를 가질 수 있으며 또한 용접 크기는 높은 등급의 용접용 재료에 대한 항복강도를 근거로 결정할 수 있다.

3.1.8

일반적으로 맞대기 이음은 양면 모두 용접되어야 한다. 반대쪽 면을 용접하기 전에 부적절한 금속은 뒷면에서 적절한 방법으로 제거 되어야 한다. 일면 맞대기 용접은 승인된 용접 절차 시방서에 따라 특정한 용도에만 허용된다.

3.1.9 용접 접합부에서의 정렬

연속 필릿 용접으로 부착되는 보강재가 완전히 종료된 맞대기 또는 심 용접부를 교차하는 경우, 교차하는 부근의 용접부는 편평하게 처리되어야 한다. 이와 마찬가지로 보강재 웨브의 맞대기 용접부도 필릿 용접이 되기 전에 용접한 후 편평하게 처리되어야 한다. 편평하게 처리된 부분의 가장자리는 노치 또는 단면 형상의 급격한 변화 없이 완만한 형상이어야 한다. 이러한 조건을 충족시키지 못하는 경우에는 보강재 웨브에 스캘럽을 시공하여야 한다. 스캘럽은 돌림 용접이 충분하게 될 수 있는 위치 및 크기이어야 한다.

3.1.10 누설 멈추개(leak stopper)

구조부재가 탱크의 경계를 관통하는 경우, 인접한 구역으로의 누설은 위험하거나 바람직하지 않은 상황을 초래할 수 있으므로 그 부재에 대하여는 탱크 경계의 양쪽으로 적어도 150 mm 이상 완전 용입 용접을 하여야 한다. 이를 대신하여 그 부재에 대하여 구획의 바깥쪽 경계에 근접하여 적절한 형상의 작은 스캘럽을 시공하고, 모든 주위를 주의 깊게 용접할 수 있다.

4. 비파괴검사(NDE)

4.1 일반사항

4.1.1

우리 선급의 승인을 받기 위하여 제출되는 비파괴검사 방안서는 검사 위치와 검사 수, 적용된 용접 절차 및 비파괴검사 방법 등과 관련된 필요한 자료를 포함하여야 한다. 조선소는 모든 용접이 만족스럽게 완료되었음을 확인하기 위하여 용접 완료 후 육안검사를 하여야 한다. 육안검사에 추가하여 용접 이음은 초음파탐상시험, 방사선투과시험, 자분탐상시험, 와류탐상시험, 액체침투탐상시험 또는 용접 형태에 적합한 그 외의 인정 가능한 방법 중 하나 또는 이들의 조합을 사용하여 검사되어야 한다. 위의 검사는 **2편**의 요건에 따라 시행되어야 한다.

4.1.2

용접에 대한 비파괴검사는 용접의 균열이나 허용되지 않는 내부 결함이 없음을 확인하기 위해 비파괴검사 방안서에 표시된 위치에 대하여 시행하여야 한다. 비파괴검사는 공인 기준에 따라 공인 단체에 의하여 증명된 유자격자에 의하여 시행되어야 한다.

제 3 절 용접이음의 설계

기호

A_{weld} : 필릿 용접의 유효면적(cm^2)
f : 루트면(mm)
f_{weld} : 용접계수
f_{yd} : [2.5.2]에 따른 용착금속의 항복강도를 고려한 수정계수
l_{dep} : 용접금속의 총 용착 길이(mm)
$l_{\leq g}$: 연속 필릿 용접, 겹치기 필릿 용접 또는 단속 필릿 용접의 각장(mm)
l_{weld} : 용접 연결부의 길이(mm)
R_{eH_weld} : 용착 금속의 최소 항복강도(N/mm^2)
$t_{as-built}$: 연결된 부재의 건조 두께(mm)
t_{gap} : 허용 용접 간극으로 2.0 mm 로 한다.
t_{throat} : [2.5.3]의 필릿 용접의 목 두께(mm)

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
이 절의 요건은 선체구조 용접 이음부의 설계에 대하여 적용하고 **2절 [1.2.1.]**에 언급된 사항을 기초로 한다.

1.1.2
용접 크기와 용접 상세를 나타내는 도면 및/또는 사양서는 승인용으로 제출되어야 한다.

1.1.3
용접 각장은 **표 1**에 주어진 최소 용접 각장을 만족하여야 한다.

1.2 대안

1.2.1
이 절에 주어진 요건은 선체 건조에서 전기 아크 용접에 대한 최소 요건을 고려한 것으로 이를 대체하는 방법, 배치 및 상세는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. T 이음 또는 십자 이음

2.1 적용

2.1.1
판과 다른 판의 연결뿐 아니라 판과 1차 지지부재 및 보강재 웨브와의 이음은 **그림 1**에 나타낸 필릿 용접 또는 용입 용접으로 하여야 한다.

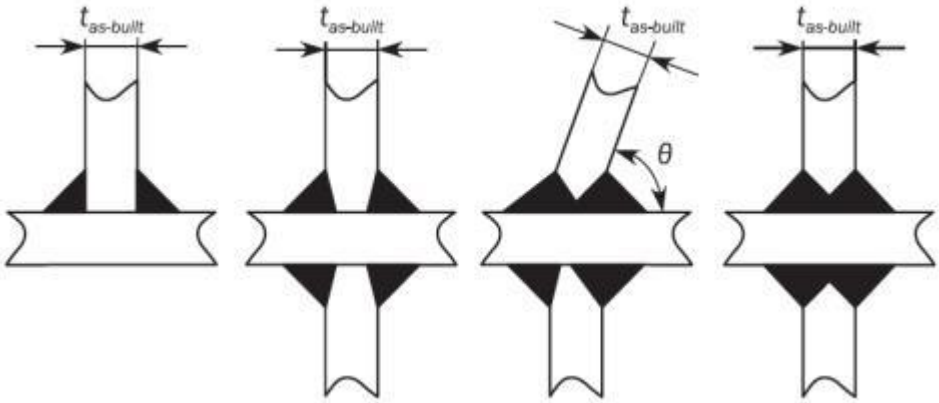


그림 1 T 또는 십자이음

$t_{as-built}$: 부착된 부재의 건조 두께(mm)
θ : 연결 각도(deg)

2.1.2
연결부에 높은 응력이 걸리거나 취약하다고 인정되는 경우 연결되는 판의 가장자리에 개선을 주어 부분 용입 용접 또는 완전 용입 용접이 되도록 하여야 한다.

2.2 연속 필릿 용접

2.2.1
다음의 위치에는 연속 용접이 적용되어야 한다.

a) 모든 부재의 면재와 웨브의 연결부
b) 고장력강이 사용된 모든 필릿 용접부
c) 창구코밍, 갑판승강구 및 그 외의 개구를 포함한 풍우밀 갑판 및 구조물의 경계
d) 탱크와 수밀구획의 경계
e) 탱크와 화물창 내부의 모든 구조
f) 탱크 경계의 보강재 및 1차 지지부재
g) 선미의 모든 구조와 선미격벽의 보강재 및 1차 지지부재
h) 선수의 모든 구조
i) 단부 브래킷, 러그, 스캘롭을 포함한 보강재 및 1차 지지부재의 끝부분 연결부 및 다른 부재와 직각으로 연결되는 부분의 용접
j) 주 선체에서의 모든 겹치기 용접부
k) 선수부 0.3 L 내의 1차 지지부재와 보강재의 선저외판과 용접
l) 평강 종보강재와 판의 용접
m) 고장력강판에 설치되는 소형 의장품과 기타 연결부 또는 부착품
n) 필러 상부와 하부
o) 창구코밍 스테이의 웨브와 갑판의 연결부([2.4.5] 참조).

2.3 단속 필릿 용접

2.3.1
연속 용접이 요구되지 않을 경우, 단속 용접을 적용할 수 있다.

2.3.2

보, 보강재, 늑골 등이 단속으로 용접되고 슬롯이 있는 거더, 받침대 또는 스트링거를 관통하는 경우, 모든 교차부의 양쪽에 한 쌍의 양면 단속 용접이 시공되어야 한다. 또한 보, 보강재 및 늑골은 거더, 받침대 및 스트링거에 유효하게 용접되어야 한다.

단속 용접 또는 일면 연속 용접이 허용되는 경우, **[2.5.2]** 및 **[2.5.3]**에 적합한 양면 연속 용접을 전단 스팬의 1/10 범위에 걸쳐 적용하여야한다.

2.3.3 갑판실

갑판실 건 구역 내부에 대하여 일면 연속 필릿 용접이 허용될 수 있다.

2.3.4 일면 연속 용접의 크기

f_3 계수가 2.0 인 경우, 일면 연속 용접의 크기는 단속 용접에 대하여 **[2.5.2]**에 요구된 필릿 용접과 같다.

2.4 부분 또는 완전 용입 용접

2.4.1 고응력부의 정의

이 절의 요건을 적용하는 경우, 고응력부란 상세분할 유한요소 해석을 시행하고 용접부에 인접한 요소의 상세분할 항복사용계수가 **7장 3절 [6.2]**에 따른 상세분할 허용사용계수의 90 % 를 초과하는 구역을 말한다.

2.4.2 부분 또는 완전 용입 용접

높은 인장응력이 작용하는 구역 또는 취약하다고 인정되는 구역에는, 완전 용입 용접 또는 부분 용입 용접을 하여야 한다. 완전 용입 용접의 경우, 이면 용접 전 가우징 등으로 루트면을 제거하여야 한다.

부분 용입 용접의 경우, 루트면은 3 mm 와 $t_{as-built}/3$ 사이 값이어야 한다.

홈의 루트까지 용접 비드가 관통되도록 만들어진 홈 개선각(α)은 보통 40 ° 에서 60 ° 이다.

완전/부분 용입 용접의 용접 비드는 홈의 루트를 덮어야 한다.

부분 용입 용접의 예는 **그림 2**에서 주어진다.

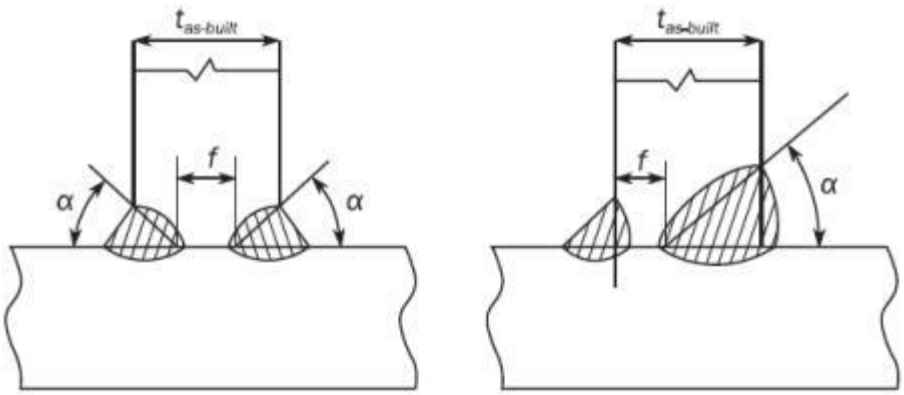


그림 2 부분 용입 용접

2.4.3 일면 부분 용입 용접

일면개선 부분 용입 용접인 경우 개선 반대쪽에서의 필릿 용접은 **[2.5.2]**의 요건을 만족해야 한다.

2.4.4 완전 또는 부분 용입 용접의 범위

[2.4.5] 및 **[2.4.6]**의 개별 위치에서 완전 또는 부분 용입 용접의 범위는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 다만, 완전/부분 용입 용접의 최소 범위는 특별히 명시하지 않는 한 기준점(즉 구조부재의 교차점, 브래킷 토우의 끝단부 등)으로부터 300 mm 이상이어야 한다.

2.4.5 완전 용입 용접이 요구되는 위치

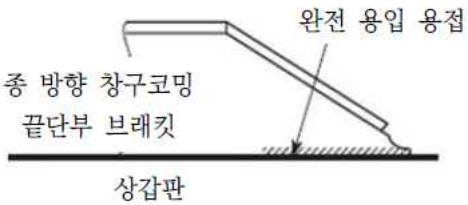
다음의 위치 및 이 편의 다른 요건에 따라 요구되는 위치에는 완전 용입 용접을 하여야 한다.(**그림 3** 참조)

a) 굽힘식 호퍼 너클에 인접한 호퍼/내저판과 늑판의 용접
b) 둥근 창구코밍의 모서리부와 갑판의 용접
c) 수직 파형격벽이 하부스툴 없이 설치된 경우, 화물창 지역 내에서 하부 호퍼 경사판 및 내저판과 수직 파형격벽의 용접
d) 수직 파형격벽이 하부스툴 없이 설치된 경우, 파형 격벽 플랜지와 일치하는 이중저 내의 구조부재와 내저판의 연결부
e) 수직 파형격벽과 호퍼판과의 연결부, 그리고 하부스툴의 연결부를 벗어난 호퍼 판에 파형격벽 플랜지와 일치하는 호퍼 구역의 구조부재와의 연결부
f) 하부스툴의 정판과 수직 파형격벽의 용접
g) 파형격벽의 하부스툴의 정판과 측판의 연결부
h) 파형격벽의 하부스툴의 측판과 내저판의 연결부
i) 이중저 내의 구조부재와 해상에서 액체를 적재하는 화물창의 내저판의 연결부, 하부스툴의 측판으로부터 300 mm(**그림 3** 참조)
j) 개구의 치수가 300 mm 초과할 때, 중앙부 0.6 L 이내에 강력갑판, 현측후판 및 선저외판과 개구의 보강재 또는 파이프 관통부의 용접
k) 강도계산용 흘수 하부에 있는 해수 흡입구, 러더 트렁크, 및 트랜섬을 포함하는 선체 외부를 형성하는 건조 두께 12 mm 이하의 판과 외판의 용접. 건조 두께가 12 mm 이상인 경우에는 **[2.4.2]**에 따른 부분 용입 용접을 적용한다.
l) 크레인 페데스탈과 관련 브래킷 및 지지구조.
m) 갑판과 종 방향 창구코밍 단부 브래킷의 토우 연결부(측면 코밍 단부 브래킷의 토우로부터 0.15 H_C 범위이내, H_C는 창구코밍 높이)
n) 외판과 러더혼 및 샤프트 브래킷의 용접
o) 선측 특설늑골과 긴 횡 특설늑골의 두꺼운 플랜지의 용접. 격벽 1차 지지부재와 긴 종거더의 두꺼운 플랜지의 용접

2.4.6 완전 또는 부분 용입 용접이 요구되는 위치

다음의 위치에는 **[2.4.2]**에 적합한 부분 용입 용접을 하여야 한다.(**그림 3**의 예 참조)

a) 내측 종격벽(내측 선각)과 호퍼 경사판의 용접 또는 이중선측 횡 방향 거더
b) 이중저 및 설치된 이면 브래킷의 양단부와 버트리스 구조를 포함하는 종/횡격벽 1차 지지부재 단부의 용접
c) 내저판과 파형격벽 하부스툴 지지늑판의 용접
d) 파형격벽의 거싯판과 쉐더판의 용접
e) 조립식 수직파형 격벽의 경우 파형의 하단으로부터 파형 길이의 15 %
f) **[2.4.5]**의 i)를 제외한 격벽 1차 지지부재 및 스툴 판 하부의 이중저 내의 구조부재
g) 내저판과 하부 호퍼판의 용접
h) 격벽 수평 스트링거의 브래킷 토우 및 힐 부분



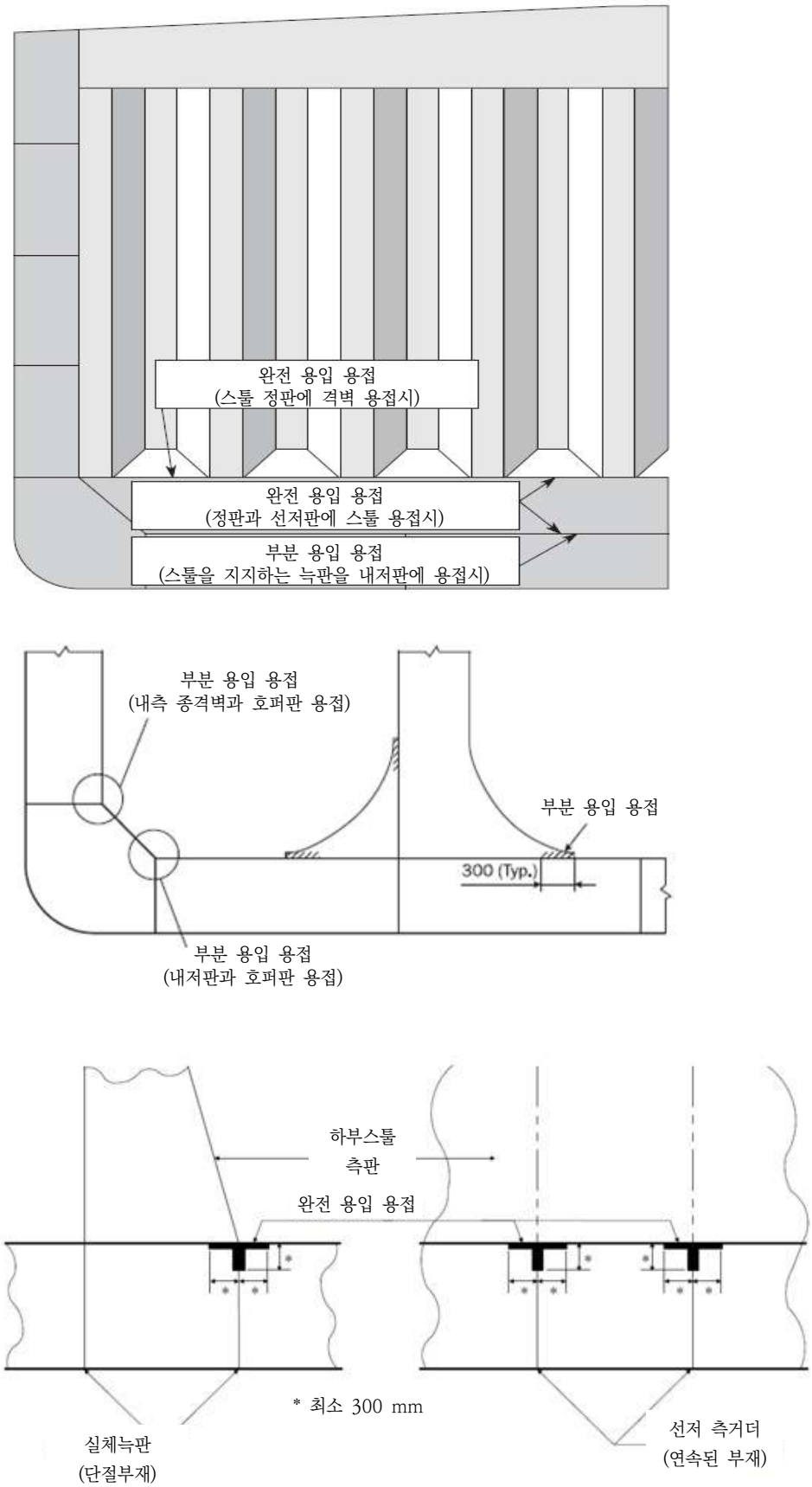


그림 3 높은 응력을 받는 구역의 용접 (예)

2.4.7 상세 분할 유한요소 해석

고응력부의 경우, 최소한 [2.4.2]의 부분 용입 용접을 하여야 한다. 이 경우의 완전 또는 부분 용입 용접의 최소 범위는 다음보다 커야 한다.

- 가장 높은 항복 사용계수를 갖는 요소로부터 어느 방향으로든 150 mm
- 위에서 언급한 항복 사용계수를 초과하는 모든 요소를 포함하는 범위

2.4.8 쉐더판

쉐더판이 파형격벽의 하단에 설치된 경우, 쉐더판은 일면 용입 용접으로 파형격벽 및 횡 방향 하부스툴의 정판에 용접되어야 한다.

2.5 용접 크기 기준

2.5.1

요구되는 용접 크기는 0.5 mm 간격으로 반올림 하여야 한다.

2.5.2

연속 필릿 용접, 겹치기 이음 또는 단속 필릿 용접의 각장 l_{leg} (mm)은 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$\ell_{leg} = f_1 f_2 t_{as-built} \quad \text{(mm)}$$
$$\ell_{leg} = f_{yd} f_{weld} f_2 f_3 t_{as-built} + t_{gap} \quad \text{(mm)}$$

ℓ_{leg} : **표 1**에 따른다.

f_1 : 용접 종류에 따른 계수로서 다음에 따른다.

$f_1 = 0.30$: 양면 연속 용접

$f_1 = 0.38$: 단속 용접

f_2 : 개선 형상에 따른 계수로서 다음에 따른다.

$f_2 = 1.0$: 개선이 없는 용접

$f_2 = 0.70$: 일면/양면 개선 및 $f = t_{as-built}/3$ 의 용접

f_{yd} : 계수로서 다음 식에 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$f_{yd} = \left(\frac{1}{k}\right)^{0.5}\left(\frac{235}{R_{eH_weld}}\right)^{0.75}$$

$$f_{yd} = 0.71$$

R_{eH_weld} : 용착부의 최소 항복응력(N/mm^2)으로 다음 이상이어야 한다.

$R_{eH_weld} = 305$ N/mm^2, $R_{eH} = 235$ N/mm^2 인 연강의 용접

$R_{eH_weld} = 375$ N/mm^2, $R_{eH} = 265 \sim 355$ N/mm^2 인 고장력강의 용접

$R_{eH_weld} = 400$ N/mm^2, $R_{eH} = 390$ N/mm^2 인 고장력강의 용접

f_{weld} : 구조부재의 종류에 따른 용접계수로서 **표 2, 표 3** 및 **표 4**에 따른다.

k : 용접되는 부재의(abutting member) 재료계수

f_3 : 용접 종류에 대한 수정계수로서 다음에 따른다.

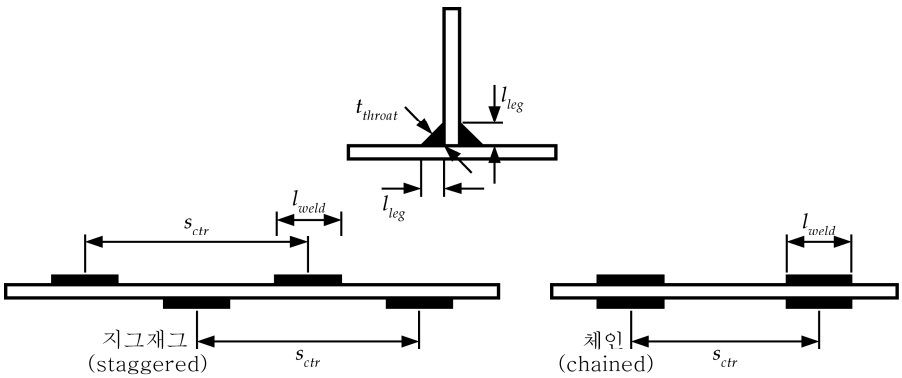
$f_3 = 1.0$: 양면 연속 용접

$f_3 = s_{ctr}/\ell_{weld}$: 단속 또는 체인 용접

s_{ctr} : 연속된 필릿 용접부 사이의 거리(mm) (**그림 4** 참조)

2.5.3

그림 4와 같이, 용접 각목 t_{throat} (mm) 은 $\frac{\ell_{leg}}{\sqrt{2}}$ 이상이어야 한다.



l_{leg} = 각장 (mm)

t_{throat} = 각목 (mm)

그림 4 용접 치수 정의

표 1 최소 용접 각장

구역	구역 종류		최소 각장(mm)
화물창 구역	화물탱크 / 화물창	탱크 정부 하방 3 m 이내(2)	6.5(1)
		상기 이외의 경우	6.0(1)
	평형수 탱크	탱크 정부 하방 3 m 이내(2)	6.5(1)
		상기 이외의 경우	6.0(1)
	건조 구역 / 보이드 스페이스		5.0
	기타 탱크		6.0(1)
그 외 구역	평형수 탱크	탱크 정부 하방 3 m 이내(2)	6.0(1)
		상기 이외의 경우	5.5(1)
	연료유 탱크, 디젤유 탱크, 청수탱크 및 다른 탱크		4.5
	건조구역 / 보이드 스페이스		4.0
	선루 및 갑판실		3.5

(1) 해당 부재의 건조 두께가 12 mm 미만인 경우, 최소 각장은 0.5 mm 감소할 수 있다.
(2) 탱크 정부가 노출갑판인 화물탱크와 평형수 탱크에만 적용, 3 m 거리는 탱크 정부에 평행하고 수직으로 측정되어야 한다.

표 2 용접계수 f_{weld}

<table>
<tr><th rowspan="2">선체구역</th><th colspan="3">연결부</th><th rowspan="2">f_{weld}</th></tr>
<tr><th colspan="2">부재</th><th>취부되는 부재</th></tr>
<tr><td rowspan="8">이 표에서 별도로 규정하지 않는 일반구역(1)</td><td colspan="2">수밀판</td><td>경계판</td><td>0.48</td></tr>
<tr><td colspan="2">유밀판</td><td>경계판</td><td>0.51</td></tr>
<tr><td colspan="3">부재 단부의 브래킷</td><td>0.48</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">일반보강재 및 칼라판</td><td>디프탱크 격벽</td><td>0.24</td></tr>
<tr><td>1차 지지부재의 웨브 및 칼라판</td><td>0.38</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">일반보강재의 웨브</td><td>판 (디프탱크 격벽 제외)</td><td>0.20</td></tr>
<tr><td rowspan="2">조립보강재의 면재</td><td>단부 (스팬의 15 %)</td><td>0.38</td></tr>
<tr><td>상기 이외의 경우</td><td>0.20</td></tr>
<tr><td rowspan="9">선저 및 이중선저</td><td colspan="2">일반보강재</td><td>선저 및 내저판</td><td>0.24</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">중심선 거더</td><td>외판</td><td>0.38</td></tr>
<tr><td>내저판</td><td>0.38</td></tr>
<tr><td colspan="2">단절판을 포함한 측거더</td><td>선저 및 내저판</td><td>0.24</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">늑판</td><td>외판 및 내저판</td><td>양단에서 2 프레임 간격만큼의 길이</td><td>0.38</td></tr>
<tr><td>호퍼탱크 부근의 중심선거더 및 측거더</td><td>0.38</td></tr>
<tr><td>상기 이외의 경우</td><td>0.24</td></tr>
<tr><td colspan="2">중심선 거더의 브래킷</td><td>중심선 거더, 내저 및 외판</td><td>0.38</td></tr>
<tr><td colspan="2">웨브 보강재</td><td>늑판 및 거더</td><td>0.20</td></tr>
<tr><td rowspan="4">이중선측 구조의 측면 및 내측</td><td colspan="2" rowspan="4">1차 지지부재의 웨브</td><td>측판</td><td>0.30</td></tr>
<tr><td rowspan="3">내측판 및 1차 지지부재의 웨브</td><td>갑판부근의 횡 방향 및 단부 연결부</td><td>0.43</td></tr>
<tr><td>크로스 타이에 인접</td><td>0.36</td></tr>
<tr><td>상기 이외의 경우</td><td>0.30</td></tr>
<tr><td rowspan="9">갑판</td><td rowspan="3">강력 갑판</td><td rowspan="2">$t_{as-built} \geq 13$</td><td>선박 중앙부 $0.6L$ 내의 선측외판</td><td>PPW(3)</td></tr>
<tr><td>상기 이외의 경우</td><td>0.48</td></tr>
<tr><td>$t_{as-built} < 13$</td><td>선측외판</td><td>0.48</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">기타 갑판</td><td>선측외판</td><td>0.38</td></tr>
<tr><td>일반보강재</td><td>0.20</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">창구코밍</td><td rowspan="3">갑판</td><td>창구 코너에서 창구코밍 높이의 15 % 길이의 종 방향 창구코밍</td><td>FPW(4)(1)</td></tr>
<tr><td>창구 코너에서 창구코밍 높이의 15 % 길이로부터 창구 길이의 15 % 길이에 해당하는 종 방향 창구코밍</td><td>0.48</td></tr>
<tr><td>상기 이외의 경우</td><td>0.38</td></tr>
</table>

표 2 용접계수 f_{weld} (계속)

선체구역	연결부			f_{weld}
	부재	취부되는 부재		
갑판	웨브 보강재	코밍의 웨브		0.20(2)
격벽(5)	비수밀격벽구조	경계부	제수격벽	0.24
	일반보강재	격벽판	단부 브래킷이 설치되지 않은 경우, 단부(스팬의 25 %)	0.48
선미단	내부재	흘수선 아래의 경계 및 상호간		0.38
		흘수선 위		0.20
선수단	내부재	경계 및 상호간		0.20
기관실	중심선 거더	용골 및 내저판		0.48
	늑판	중심선 거더 및 기관 거치대 거더		0.48
	엔진 거치대 거더	주기관 거치대 정판 및 내저판(적용 가능한)		PPW(3)
	늑판 및 거더	내저판 및 외판		0.38
선루 및 갑판실	외부격벽 (첫 번째 및 두 번째 탑재층)	갑판, 외부격벽		0.48
	외부격벽 및 내부격벽	상기 이외의 경우		0.20

(1) $f_{weld} = 0.43$: 화물창 외의 창구덮개
(2) 연속 용접
(3) PPW : [2.4.2]에 따른 부분 용입 용접, 일면 부분 용입 용접이 적용된 경우, 필릿 용접 시 $f_{weld} = 0.48$
(4) FPW : [2.4.2]에 따른 완전 용입 용접
(5) 선루 및 갑판실의 격벽은 “선루 및 갑판실”의 부재로 적용한다.

표 3 기타 의장품에 대한 용접계수

선체구역		연결부	f_{weld}
창구덮개	1차 지지부재	1차 지지부재의 끝단(스팬의 10%)	0.48[(1)]
		상기 이외	0.24
	보장재	끝단	0.38[(2)]
		상기 이외	0.20
마스트, 대릭 포스트, 크레인 받침대 등		갑판/갑판 하부 보강구조	0.43
갑판 기계류 받침대		갑판	0.24
계류 장비 받침대		갑판	0.43
덮개 형식 접근 개구를 위한 링		모든 곳	0.43
선측외판 문 및 수밀문의 보강		모든 곳	0.24
외판 및 수밀문의 프레임		모든 곳	0.43
환풍기 및 공기관의 코밍		갑판	0.43
환풍기 등, 피팅		모든 곳	0.24
배수구 및 배출구		갑판	0.55
불워크 스테이		갑판	0.24
불워크 판		갑판	0.43
보호난간, 스텐션		갑판	0.43
클리트 및 피팅		창구코밍 및 창구덮개	0.24[(3)]

(1) 산적화물선의 창구덮개 : 0.38
(2) 산적화물선의 창구덮개의 보강재 끝단 : 0.24
(3) 최소 용접 계수. $t_{as-built} > 11.5$ mm 인 경우, l_{leg} 는 0.62 $t_{as-built}$ 를 넘을 필요는 없다. 설계에 따라 부분 용입 용접이 요구될 수 있다.

2.5.4

표 2 및 **표 3**에서 규정하지 않은 1차 지지부재에 대해서는 **표 4**의 용접계수를 사용하여야 한다.

표 4 1차 지지부재의 용접 계수

부재	연결부			f_{weld}
	부재	취부되는 부재		
1차 지지부재	웨브 판	외판, 갑판, 내저판, 격벽	전단 스팬의 단부 15 % 이내와 부재의 끝단까지의 연장부	0.48
			이외의 경우	0.38
		면재 판	탱크 / 화물창에서 선수단으로부터 $0.125L$ 내에 위치한 부재	0.38
			면재의 단면적이 65 cm^2 을 초과하는 경우의 상기 이외의 구역	0.38
			상기 이외의 경우	0.24
	단부 연결부		평형수 탱크 및 화물탱크의 경계부근	0.48
			이외의 경우	0.38

2.5.5

부착되는 종보강재의 건조 웨브 두께가 15 mm 초과하고 부착판의 두께를 초과하는 경우, 용접은 양면 연속 용접이어야 하고 용접 각장은 다음 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

a) $0.30\,t_{as-built}$: $t_{as-built}$ 는 부착 판의 건조 두께로서 30 mm 이하로 한다.

b) $0.27\,t_{as-built}+1$: $t_{as-built}$ 는 용접되는 부재의 건조 두께. 용접 각장의 크기는 8.0 mm 를 초과할 필요는 없다.

c) **표 1**에 따른 용접 각장

2.5.6

최소 용접 크기가 **[2.5.2]**의 두 번째 식에 의해 결정되는 경우, 외판, 갑판 또는 격벽의 용접은 보강재가 부재를 관통한다면 절단부의 재료 손실을 고려해야 한다. 슬롯부의 너비가 보강재 간격의 15 % 를 초과하는 경우 용접 각장의 크기는 다음 식에 의한다.

$$\frac{0.85\,s}{\ell_w} \qquad \text{(mm)}$$

s : 보강재 간격(mm) (**그림 5** 참조)

ℓ_w : 슬롯 사이의 웨브 판의 길이(mm) (**그림 5** 참조)

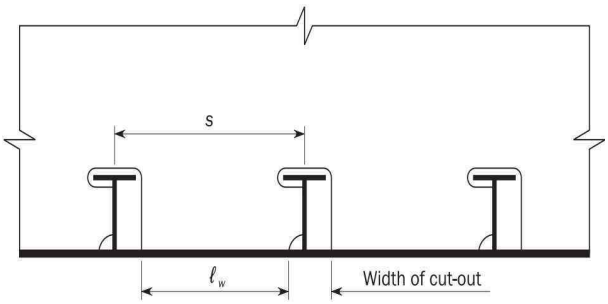


그림 5 보강재 관통부의 유효 재료

2.5.7 1차 지지부재 단부 연결부의 전단면적

전단 스팬의 10 % 포함하는 1차 지지부재의 끝단부 용접은 용접 면적이 부재의 총 횡단면적과 동등한 것이어야 한다. 용접 각장 ℓ_{leg} 는 다음 식에 따른다.

$$\ell_{leg} = 1.41 f_{yd} \frac{h_w \, t_{gr-req}}{\ell_{dep}} \qquad \text{(mm)}$$

h_w : 1차 지지부재의 웨브 높이(mm)

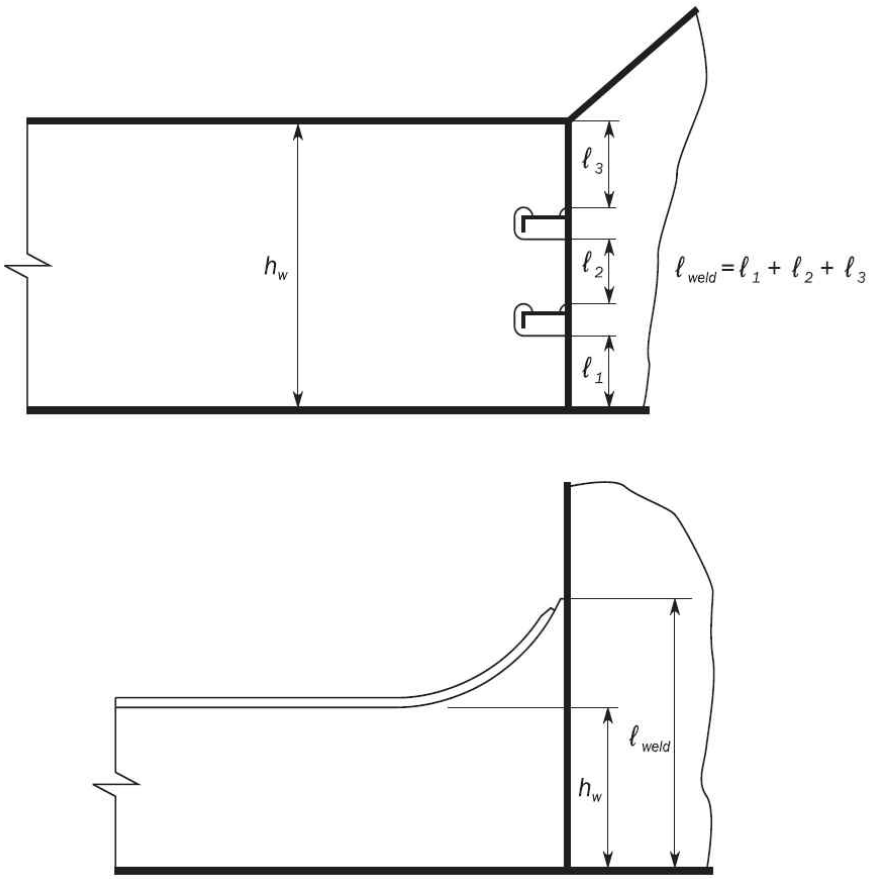
t_{gr_req} : 전단스팬의 10 % 를 포함하는 단부 연결부의 웨브의 총 요구 두께(mm)로서 화물창 유한요소 해석으로부터 항복에 대해 가장 높은 평균 사용계수 또는 화물창 구역 바깥에서 1차 지지부재에 대한 전단면적 요건에 따른 값으로 한다.

ℓ_{weld} : 용접 연결부의 길이(mm) (**그림 6** 참조)

ℓ_{dep} : 용착 금속의 총 길이(mm) (**그림 6** 참조)

ℓ_{dep} = 2 ℓ_{weld}

용접 각장은 **[2.5.2]**에 의한 값 이상이어야 한다.



비고 : 길이 ℓ_{weld} 는 용접 연결부의 길이를 말한다. 양면 연속 필릿 용접을 한 용착 금속의 총 길이 ℓ_{dep} 는 용접 연결부의 길이 ℓ_{weld} 의 2배이다.

그림 6 1차 지지부재의 전단면적

2.5.8 종보강재

판재와 종보강재의 용접은 보강재 끝단부에서 **3장 7절 [1.1.3]**의 전단스팬 15 % 의 범위 내는 양면 연속 용접이어야 한다. 1차 지지부재 부근에서 양면 연속 용접부 길이는 종보강재의 깊이 또는 끝단부 브래킷의 깊이 중 큰 값 이상이어야 한다.

2.5.9 갑판 종늑골

갑판 종늑골의 경우 1차 지지부재와 종늑골의 교차부는 양면 연속 용접을 하여야 한다.

2.5.10 브래킷에 의해 확보되는 종늑골의 연속성

종강도 부재가 1차 지지부재에서 단절되고, 강도의 연속성이 브래킷에 의해 확보되는 경우, 용접 면적 A_{weld} 는 그 부재의 횡단면적 이상이어야 한다. 용접면적 A_{weld} (cm^2) 는 다음 식에 의한다.

$$A_{weld} = \frac{f_{yd}\, t_{throat}\, \ell_{dep}}{100} \qquad (\mathrm{cm}^2)$$

2.5.11 브래킷이 없는 보강재

단속 용접이 허용되는 경우, 선체외판, 수밀/유밀 격벽 및 갑판실 전단벽의 브래킷이 없는 보강재에 대하여는 양단부에서부터 보강재 길이의 1/10 만큼 양면 연속 용접을 하여야 한다. 비수밀격벽, 갑판실의 측벽 및 후단벽의 브래킷 없는 보강재는 양단부에서 한 쌍의 단속 용접을 하여야 한다.

2.5.12 용접 크기의 경감

우리 선급의 승인을 받은 깊은 용입 용접 절차를 적용하고 또한 품질관리로 용접 부재 사이의 틈을 1 mm 이하로 유지할 수 있는 경우에는, **표 2**에 따른 용접계수를 15 % 경감시킬 수 있으나 필릿 용접 각장을 1.5 mm 초과하여 경감하여서는 아니 된다.
조선소가 아래 요건을 지속적으로 충족시킬 수 있는 경우, 용접계수는 20 % 까지 경감시킬 수 있으나, 필릿 용접 각장을 1.5 mm 초과 경감하여서는 아니 된다.

a) 최소 및 최대 루트 간격을 포함하는 용접 절차 인정시험에 의해 확인된 적절한 용접 절차에 따라 작업할 것
b) 루트에서의 용입량은 경감되는 각장과 같은 양일 것
c) 품질관리 체계가 확립되어 있음을 입증할 것

2.5.13 용접 크기 경감의 정당성

용접 크기의 경감 방법 중 어느 하나가 적용된 경우, 그 경감을 정당화하는 요건을 도면에 나타내야 한다. 도면에는 경감된 용접 길이에 대한 용접 설계와 치수요건 및 용접 각장의 경감 없이 **[2.5.2]**에 주어진 용접 각장 요구치를 자세히 나타내야 한다. 또한, 두 용접 각장의 차이와 그들의 적용요건을 설명하는 주석이 도면에 추가 되어야 한다.

3. 맞대기 용접 이음

3.1 일반사항

3.1.1

보강 패널 구조의 판 요소에서 이음은 일반적으로 맞대기 용접에 의해 연결되어야 한다.(**그림 7** 참조)

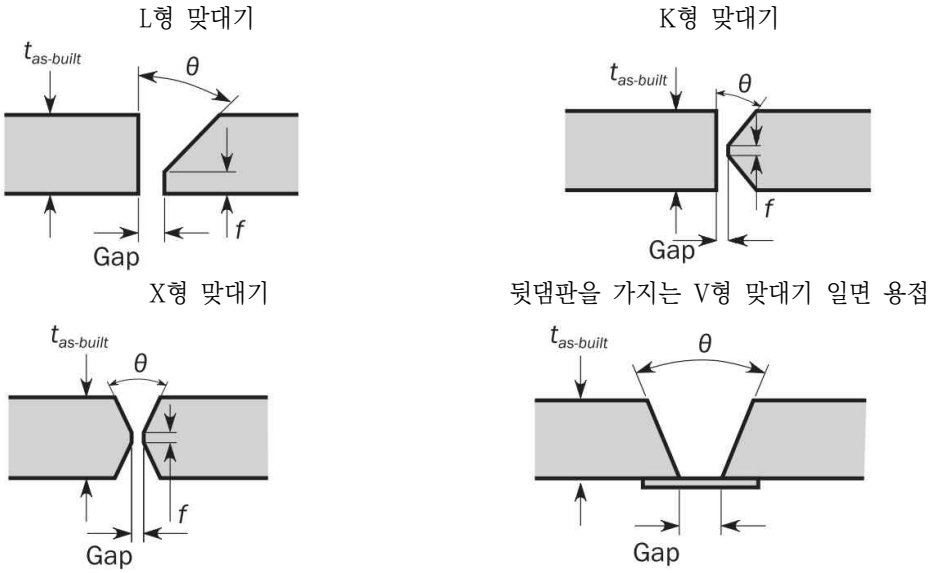


그림 7 전형적인 맞대기 이음

3.2 두께 차이

3.2.1 테이퍼

건조 두께 차가 4 mm 초과하는 두 판을 용접하는 경우, 일반적으로 두꺼운 판을 테이퍼 가공한다. 테이퍼 부의 길이는 두 부재의 건조 두께 차의 3 배 이상이다. 개선의 너비가 두께 차이의 3 배 이상인 경우 이러한 테이퍼 가공을 하여서는 아니 된다.

4. 다른 종류의 용접 이음

4.1 겹치기 이음

4.1.1 구역

겹치기 이음 용접은 아주 특별한 경우에 우리 선급의 승인을 받아 적용할 수 있다. 겹치기 이음 용접은 다음의 경우에 적용할 수 있다.

- 이중판의 바깥 둘레 용접
- 매우 작은 응력을 받는 내부 구조 요소

4.1.2 겹침 너비

겹치기 이음을 적용하는 경우, 겹침 너비 W_{lap} 는 연결되는 판의 건조 두께의 3 배 이상 4 배 미만이어야 한다(**그림 8** 참조). 연결되는 판 중 얇은 판의 건조 두께가 25 mm 이상인 경우, 겹치기 이음의 적용은 특별히 고려하여야 한다.

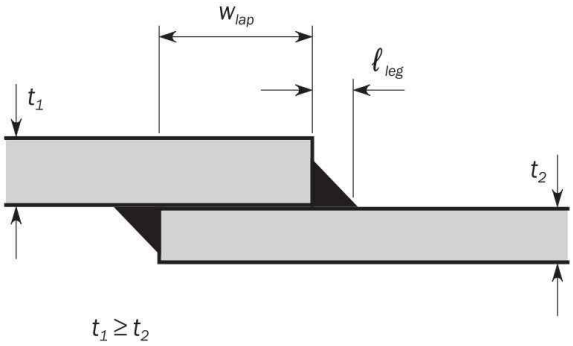


그림 8 겹치기 이음에서 필릿 용접

4.1.3 칼라의 겹침

웨브와 격벽판을 관통하는 보강재 슬롯의 칼라(러그)의 겹침의 범위는 칼라 총 두께의 3배 이상이어야 한다. 하지만 50 mm 넘을 필요는 없다.

4.1.4 겹침 단부 연결

겹침 단부 연결은 각 가장자리에 대하여 **그림 8**과 같은 용접 각장 ℓ_{leg} (mm) 으로 연속 용접 하여야 하며, 두 각장의 합은 얇은 판 두께의 1.5 배 이상이어야 한다.

4.1.5 겹침 심 용접

겹침 심 용접은 탱크/화물창의 경계 또는 수밀격벽에 대하여 **[2.5.2]**에 의한 용접 크기로 양쪽 가장자리를 연속 용접 하여야 한다. 탱크/화물창 이외의 건조 두께가 12.5 mm 이하인 판의 심은 수밀격벽 경계에 대한 **[2.5.2]** 요건에 따라 단속 용접을 한 쪽 가장자리에 적용할 수 있다.

4.2 슬롯 용접

4.2.1

슬롯 용접은 아주 특별한 경우에 우리 선급의 승인을 받아 적용할 수 있다. 다만, 선박의 중앙부 0.6 L 이내의 선체 외판 바깥쪽 및 강력갑판상의 이중판에 대한 슬롯 용접은 허용되지 않는다.

4.2.2

슬롯은 둥글게 가공되어야 하고, 75 mm 의 최소 슬롯 길이 ℓ_{slot} 와 건조 두께 2배의 너비 W_{slot} 을 가져야 한다. 이중 보강판 또는 유사한 위치에 슬롯 용접을 적용하는 경우, 슬롯간의 거리 s_{slot} 는 일반적으로 최소 슬롯 길이 ℓ_{slot} 의 2배~3배로 하고 250 mm 이하이어야 한다(**그림 9**참조). 필릿 용접의 크기는 얇은 판의 $t_{as-built}$ 및 용접 계수 0.48을 이용하여 **[2.5.2]**의 두 번째 식에 의한다.

4.2.3 막음판

내부 웨브에 판을 연결함에 있어서, 용접을 위한 접근이 용이하지 않는 경우에는 웨브에 취부된 면재에 슬롯 필릿 용접으로 막음판을 부착할 수 있다.

4.2.4

슬롯은 둥글게 가공되어야 하고 90 mm의 최소 슬롯 길이 ℓ_{slot} 와 건조 두께 2배의 최소 너비 W_{slot} 을 가져야 한다. 판의 슬롯 절단부는 매끄럽고 가장자리가 직각이어야 하며, 슬롯간의 거리 s_{slot} 는 일반적으로 140 mm 넘지 않아야 한다. 슬롯은 용접으로 채워져서는 아니 된다.

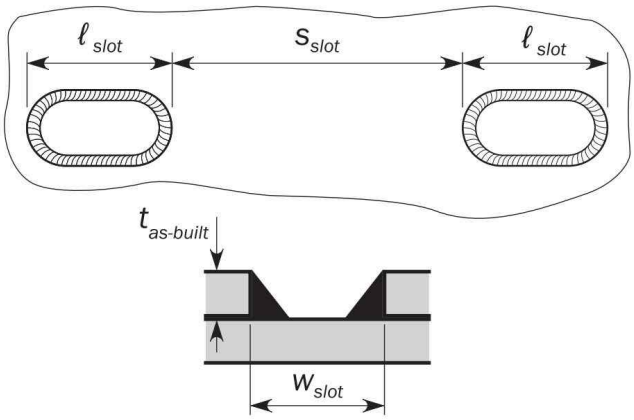


그림 9 슬롯 용접

4.3 스터드 및 리프팅 러그 용접

4.3.1

높은 응력이 발생하는 주요 구조 부위에 영구 또는 임시의 스터드 또는 리프팅 러그를 용접으로 취부하는 경우, 적용하는 위치는 승인용으로 제출하여야 한다.

5. 연결부 상세

5.1 빌지 킬

5.1.1

표 4에 따라 그라운드 바는 연속 필릿 용접으로 외판에 연결되어야 하고, 빌지 킬은 그라운드 바에 연속 필릿 용접으로 연결되어야 한다.

표 4 빌지 킬의 연결

연결되는 구조부재	용접 각장(mm)	
	끝단에서(1)	이외의 경우
외판에 연결되는 그라운드 바	0.62 t_{1as_built}	0.48 t_{1as_built}
그라운드 바에 연결되는 빌지 킬 웨브	0.48 t_{2as_built}	0.30t_{2as_built}

t_{1as_built} : 그라운드 바의 건조 두께(mm)
t_{2as_built} : 빌지 킬 웨브의 건조 두께(mm)
(1) : 3장 6절 [7.5.4]에서 “끝단”의 정의 참조

5.1.2

빌지 킬과 그라운드 바의 맞대기 용접은 **그림** 10에서 나타낸 것처럼 서로 멀리 떨어져야 하고 외판의 맞대기 용접과도 멀리 떨어져야 한다. 일반적으로 외판의 맞대기 용접은 그라운드 바와 교차부에서 평평하게 되어야 하고 그라운드 바의 맞대기 용접은 빌지킬과 교차부에서 평평하게 되어야 한다. 그라운드 바의 맞대기 용접과 외판 사이의 직접연결은 허용되지 않는다. 제거 가능한 뒷판(backing)을 이용하여 작업할 수 있다.

5.1.3

그라운드 바는 **표 4**에서 주어진 각장 두께로 연속적으로 필릿 용접되어야 한다. 그라운드 바의 단부에서의 각장은 **그림 10**과 같이 그라운드 바의 건조 두께를 초과하지 않으면서 **표 4**에 주어진 것처럼 증가해야 한다. 판 연결의 그라운드 바 단부에서의 용접 크기의 변화는 45° 이하의 용접 측면 각도로 형성되어야 한다.

5.1.4

일반적으로 스캘럽 및 컷아웃은 사용되어서는 아니 된다. 균열 멈춤 구멍은 가능한 그라운드 바에 근접하여 빌지킬 맞대기 용접 내에 뚫려야 한다. 구멍의 지름은 맞대기 용접의 폭보다 커야하고 최소한 25 mm 이어야 한다. 맞대기 용접에 비파괴검사를 시행하는 경우, 균열 멈춤 구멍은 생략될 수 있다.

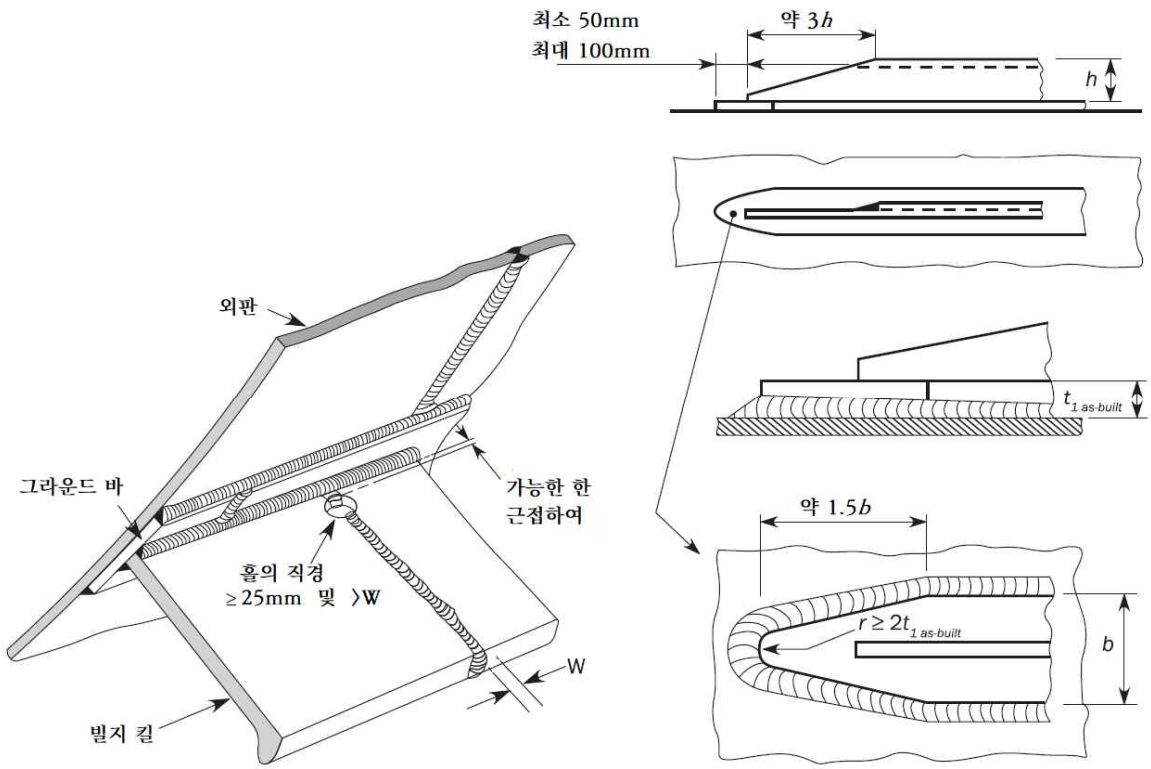


그림 10 빌지 킬

5.2 산적화물선 선측늑골

5.2.1

다음 요건은 단일선측 산적화물선의 선측늑골, 단부 브래킷 및 트리핑 브래킷에 적용한다.

5.2.2

그림 11에 나타낸 "a" 및 "b" 구역의 양면 연속 필릿 용접의 용접 각장은 각각 0.62 $t_{as-built}$ 및 0.57 $t_{as-built}$ 로 하며, $t_{as-built}$ (mm)는 두 개의 부재중 얇은 판의 건조 두께이다.

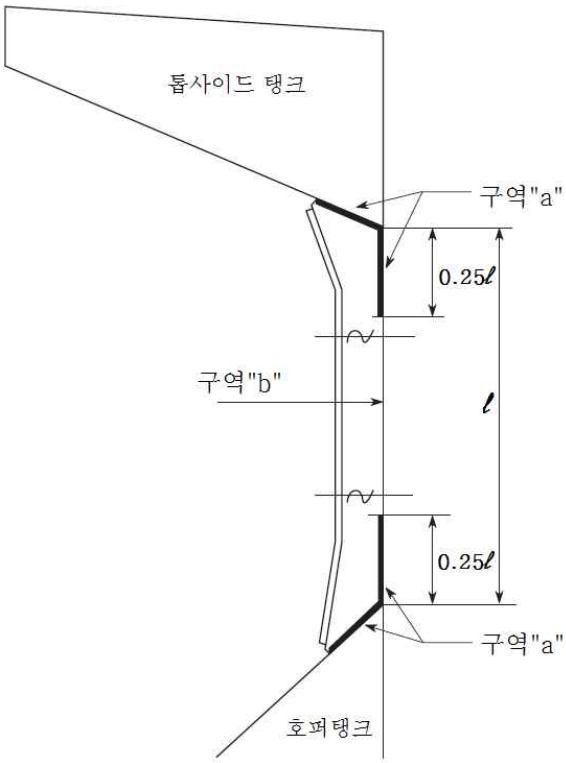
5.2.3

트리핑 브래킷과 선측늑골 및 외판과의 연결은 양면 연속 용접을 하여야 한다. 이 연결부에 대한 용접각장 ℓ_{leg} (mm)는 다음에 따른다.

- $0.5\,t_{as-built} + 1.0$, $t_{as-built}$ 〈 10 mm 경우

- $0.4\,t_{as-built} + 2.0$, 10 mm ≤ $t_{as-built}$ 〈 20 mm 경우
- $0.3\,t_{as-built} + 4.0$, $t_{as-built}$ ≥ 20 mm 경우

이들 식에서 $t_{as-built}$ 는 연결 부재(abutting member)의 두께이다.



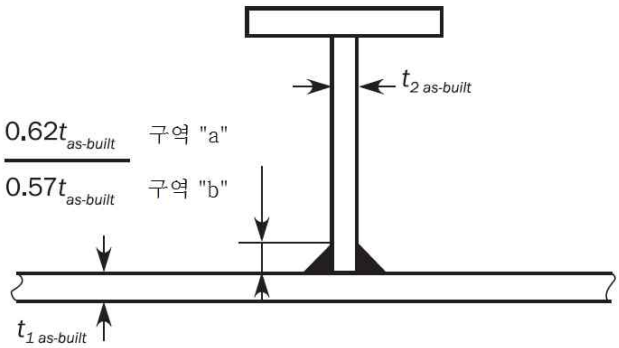


그림 11 산적화물선의 선측늑골

5.3 필러 및 크로스타이의 단부 연결부

5.3.1

필러 및 크로스타이의 단부 연결부의 유효 필릿 용접 면적 A_{weld} (cm^2)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다(용접 길이와 용접 목두께의 곱).

$$A_{weld} = f_3 \left(\frac{235}{R_{eH_weld}} \right)^{0.75} F \qquad (\text{cm}^2)$$

F : 고려하는 구조의 설계하중(kN)

f_3 : 계수

$f_3 = 0.05$, 압축하중만 받는 필러 또는 크로스타이인 경우

$f_3 = 0.14$, 인장하중을 받는 필러 또는 크로스타이인 경우

5.4 두 판의 연결 각도가 작은 경우

5.4.1

필릿 용접되는 두 판의 각도 θ가 **그림 12**에서처럼 75도 미만인 경우, 큰 각도를 가지는 측에서 필릿 용접의 크기 ℓ_θ (mm)은 다음 식에 따라 증가되어야 한다.

$$\ell_\theta = \frac{\ell_{leg}}{\sqrt{2}\,\sin\frac{\theta}{2}} \qquad (\text{mm})$$

ℓ_{leg} : **[2.5.2]**에 따른 필릿 용접의 각장(mm)

θ : 두 판이 이루는 각도(**그림 12** 참조)

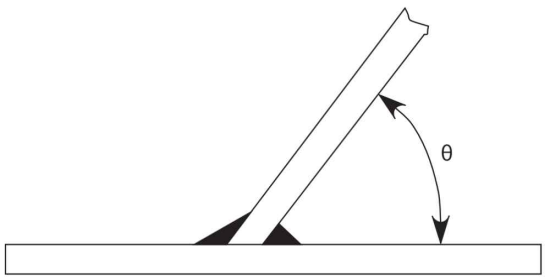


그림 12 연결 각도 그림

5.4.2

θ가 45도 미만인 경우, 주 강도부재 연결부는 건조구역 및 보이드 스페이스에만 적용된다(**그림 12** 참조)

13편 1부 13장

운항 - 신환기준

제 1 절 기본원칙 및 검사요건

제 2 절 허용기준

제 1 절 기본원칙 및 검사요건

1. 기본원칙

1.1 적용

1.1.1
이 장의 목적은 선체 구조부재의 허용 쇠모한도에 대한 기준을 제공하는 것이다.

1.1.2
이 기준은 이 규칙에 따라서 우리 선급에 등록되어 운항중인 선박에만 적용한다.

1.1.3
명시된 신환기준에 대하여 선체구조를 평가하기 위하여 두께 계측을 하여야 한다.

1.1.4
선체검사요건은 다음과 같이 1편을 적용한다.

- 단일선측 산적화물선 : **1편 3장 1절** 및 **2절**
- 이중선체 유조선 : **1편 3장 1절** 및 **5절**
- 이중선측 산적화물선 : **1편 3장 1절** 및 **6절**

1.2 부식 허용 개념

1.2.1 부식 허용
부식 허용은 **3장 2절** [1.1.2]와 같이 국부 및 전체 부식의 2가지 관점으로 구성된다.

1.2.2 평가
선박의 운항 수명 동안, 국부 및 전체 부식 신환기준에 대한 평가가 요구된다.
구조부재의 계측 두께가 **2절** [2]의 신환 두께 보다 크다면, **3장 3절**에 주어진 부식 추가가 반영된 신조선 요건 및 관련된 모든 하중과 한계상태 즉 항복, 좌굴 및 피로를 고려하는 신조선 요건에 대한 평가는 선박의 운항 수명 동안 요구되지 않는다.

1.2.3 강재 신환
국부 또는 전체 부식 허용을 초과하는 경우, 강재 신환이 요구된다.

1.3 문서화 요건

1.3.1 도면
1장 3절에 따라서 본선에 제공되어야 하는 도면은 각 구조 요소에 대하여 **13장 2절**에 정의된 건조 두께 및 신환 두께를 포함하여야 한다. 자발적인 추가 두께도 도면에 명확히 나타내야 한다. 본선에 비치되어야 하는 도면 및 자료의 목록은 **1편 1절** 103에 따른다.

1.3.2 선체거더 단면특성
본선에 제공되어야 하는 중앙 횡단면도는 모든 화물창의 대표적인 횡단면에 대하여 **5장 1절**에 따른 최소 요구 선체거더 단면특성 값을 포함하여야 한다.

2. 선체검사요건

2.1 일반사항

2.1.1 최소 선체검사요건

두께 계측을 포함하여 선급을 계속 유지하기 위한 최소 선체검사 요건은 **1편**에 따른다.([1.1.4] 참조)

제 2 절 허용기준

기호

$t_{as-built}$: 건조 두께(mm)
t_c : 부식 추가(mm) (**3장 2절** 참조)
t_{res} : 예비 두께(mm)로서 0.5 mm로 한다.
t_{vol_add} : 자발적 추가 두께(mm)

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
이 절은 허용기준의 적용에 대한 요건을 제공한다.

1.2 정의

1.2.1 갑판구역
갑판구역은 선체거더 강도에 기여하는 다음 항목을 포함한다.

- 산적화물선 : 기선으로부터 0.9D 상방의 다음과 같은 부재들
  - 강력갑판
  - 갑판 스트링거
  - 현측후판
  - 선측외판
  - 내측판 및 기타 종격벽판(있는 경우)
  - 수평 및 수직 스트레이크를 포함한 톱사이드 탱크 경사판
  - 위의 언급된 판에 부착된 종 보강재, 거더 및 스트링거

- 유조선 : 기선으로부터 0.9D 상방의 다음과 같은 부재들
  - 강력갑판
  - 갑판 스트링거
  - 현측후판
  - 내측판 및 기타 종격벽의 최상부 스트레이크
  - 수평 및 수직 스트레이크를 포함한 톱사이드 탱크 경사판
  - 종 방향 상부 스툴
  - 위의 언급된 판에 부착된 종 보강재, 거더 및 스트링거

1.2.2 선저구역
선저구역은 선체거더 강도에 기여하는 다음 항목을 포함한다.

- 산적화물선: 호퍼탱크 경사판 상단까지 또는 호퍼탱크가 없는 경우 내저판까지의 다음 요소들
  - 용골판
  - 선저외판
  - 만곡부 외판

- 선저거더
- 내저판
- 호퍼탱크 경사판 및 수평판(있는 경우)
- 종격벽 하부 스트레이크
- 선측외판
- 위에 언급된 판에 부착된 종 보강재

- 유조선 :
  - 용골판
  - 선저외판
  - 만곡부 외판
  - 종격벽 하부 스트레이크
  - 선저거더
  - 내저판
  - 호퍼탱크 경사판 및 수평판(있는 경우)
  - 선측외판
  - 종 방향 하부 스툴
  - 위에 언급된 판에 부착된 종 보강재

1.2.3 중립축 구역

중립축 구역은 갑판구역 및 선저구역 사이의 다음 요소를 포함한다.

- 선측외판
- 내측 종격벽 및 종격벽(있는 경우)
- 톱사이드 탱크 경사판

선체거더의 웨브를 형성하는 경사진 종강도 부재에 대하여, 구역에 포함되는 부재의 면적은 수직면에 투영된 면적을 기초로 한다.

2. 신환기준

2.1 국부부식

2.1.1 국부 구조부재의 신환 두께

국부 구조부재는 국부 지지부재 및 1차 지지부재를 포함한다. 계측된 두께 t_m (mm)가 다음 식에 의한 신환 두께 t_{ren} 보다 작을 경우 강재 신환을 하여야 한다.

$$t_{ren} = t_{as-built} - t_c - t_{vol_add} \qquad \text{(mm)}$$

2.1.2 신환 부위

일반적으로 [2.1.1]의 신환기준에 기초하여 신환이 요구되는 부위는, 원래의 것과 동등 이상의 급(grade) 및 항복강도를 갖고 다음의 t_{repair} (mm) 이상의 두께를 갖는 재료를 삽입하여 수리하여야 한다.

$$t_{repair} = t_{as-built} - t_{vol_add} \qquad \text{(mm)}$$

2.1.3 대체 방법

계측된 두께 t_m 가 다음과 같은 경우(과도한 부식) **1편 2장 202**의 1항 (30)호의 요건에 따른다.

$$t_{ren} \leq t_m < t_{ren} + t_{res}$$

2.2 전체부식

2.2.1 적용

선령이 10년을 넘는 선박인 경우 계측된, 신환된 또는 보강된 구조부재의 두께를 사용하여 정기검사에 선체의 종강도를 평가하여야 한다.

2.2.2 신환기준

선체거더 강도기준은 다음에 따른다.

a) 갑판 및 선저 구역 :
계측 두께에 의하여 결정된 갑판 및 선저의 현재 선체거더 단면계수는 **5장 1절**에 따라 제공 총 두께로 계산된 단면계수의 90 % 이상이어야 한다. 이를 대신하여, 선저 구역과 갑판구역의 현재 단면적, 즉 고려하는 구역에서 계측된 부재의 단면적의 합이 제공 총 두께로 결정된 해당 구역에 대한 단면적의 90 % 이상이어야 한다.

b) 중립축 구역 :
중립축 구역에 대한 현재의 단면적, 즉 이 구역의 계측 두께에 의한 단면적의 합은 제공 총 두께 - 0.5 t_c 에 의해 계산된 중립축 구역의 단면적 이상이어야 한다.

만일 주어진 횡단면에서 선체거더 강도에 기여하는 모든 부재의 제공 총 두께의 실제 감소가 갑판 및 선저 구역에서는 10 % 미만이고 중립축 구역에서는 0.5 t_c 미만인 경우, 이 횡단면의 선체거더 강도기준은 만족하는 것이며 계측된 두께를 사용하여 다른 구역에 대하여 계산할 필요는 없다.
제공 총 두께는 **3장 2절**에 따른다.

13편 2부 1장
산적화물선

제 1 절 일반배치설계

제 2 절 구조설계원칙

제 3 절 선체국부치수

제 4 절 L 〈 150 m 인 산적화물선의 선체국부치수

제 5 절 화물창 창구덮개

제 6 절 추가 부기부호 GRAB

제 1 절 일반배치설계

1. 선수루

1.1 일반

1.1.1

폐위된 선수루가 건현갑판 상에 설치되어야 한다. 폐위된 선수루의 후단격벽은 **그림** 1과 같이 최전방 화물창의 전단격벽 위치 또는 그 후방에 설치되어야 한다. 다만, 이 요건으로 인하여 창구덮개 작동에 방해가 된다면, 선수루의 후단격벽은 선수루 길이가 선수재의 앞면보다 후방으로 **1부 1장 4절** [3.1.2]에 규정된 선박의 건현용 길이의 7 % 이상인 경우, 최전방 화물창 전단격벽의 전방에 설치할 수 있다.

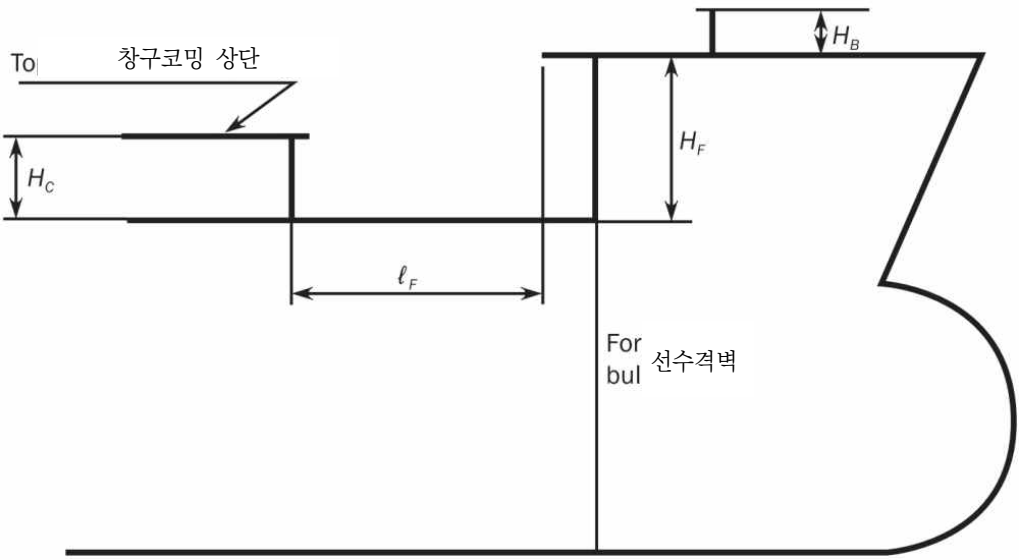


그림 1 선수루 배치

1.1.2

주갑판상 선수루의 높이 H_F는 다음 값 중 큰 것보다 작아서는 아니 된다.

- **1부 1장 4절** [3.3]에 규정된 선루의 표준 높이
- $H_C + 0.5$ m, 여기서 H_C는 최전방 화물창, 즉 제1번 화물창의 전단 창구코밍의 높이이다.

1.1.3

선수루 갑판의 선미단의 모든 지점은 창구코밍 판으로부터 다음 식에 의한 거리 ℓ_F(m) 이내에 위치하여야 한다.

$$\ell_F = 5\sqrt{H_F - H_C}$$

1.1.4

선수루갑판 상부에는 창구코밍 또는 창구덮개를 보호할 목적으로 쇄파기를 설치하여서는 아니 된다. 만일 다른 목적으로 설치된 경우, 쇄파기 중심선에서의 상단이 선수루 갑판의 선미단으로부터 전방으로 $H_B/\tan 20^o$ 거리 이내에 위치하여야 한다. 여기서 H_B 는 선수루 상방 쇄파기 높이이다.(**그림** 1 참조)

2. 접근 설비

2.1 산적화물선의 특별배치

2.1.1

덕트 킬 또는 파이프 터널을 설치하는 경우, 개방갑판으로 두 개의 탈출로가 제공되어야 하며, 최대한 멀리 배치되어야 한다.
기관실에서 덕트 킬의 후방으로의 접근은 가능하다. 기관실에서 덕트 킬의 후방으로의 접근이 제공된 경우, 덕트 킬의 접근 개구에는 수밀덮개 또는 수밀문이 설치되어야 한다.
통풍장치는 필요시 기계식 수단이 사용될 수 있다.

2.1.2

덕트 킬로의 접근을 위한 수밀문을 설치하는 경우, 수밀문의 부재치수는 우리 선급의 규정을 만족해야 한다.

제 2 절 구조설계원칙

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1부 1장 4절**을 참조한다.

1. 적용

1.1

1.1.1

이 절의 요건은 **1부 3장 6절**에 주어진 요건에 추가하여 산적화물선의 모든 부분의 구조에 적용한다.

2. 부식 보호

2.1 일반

2.1.1 보이드 스페이스인 이중선측 공간

보이드 스페이스인 이중선측 공간은 **[2.2]**에 적합한 부식 보호 시스템을 가져야 한다.

2.1.2 화물창 및 밸러스트 창

화물창 및 밸러스트 창은 **[2.3]**에 적합한 부식 보호 시스템을 가져야 한다.

2.2 이중선측 보이드 스페이스의 보호

2.2.1

건현용 길이(L_{LL})가 150 m 이상인 선박의 화물지역 내의 이중선측 보이드 스페이스는, 경화 보호도장 또는 이와 동등한 효율적인 부식 방지 시스템을 가져야 한다.

2.3 화물창구역의 보호

2.3.1 도장

계획된 화물, 특히 그 화물과의 호환성을 위하여 적절한 도장을 선택하는 것은 건조자 및 선주의 책임이다.

2.3.2 적용

창구코밍 및 창구덮개의 모든 내부 및 외부 표면, 그리고 내저판, 호퍼탱크 경사판 및 하부스툴 경사판을 제외한 화물창(선측 및 횡격벽)의 모든 내부 표면은 제조자의 권고에 따라 적용되는 에폭시 종류 또는 이와 동등한 효율적인 보호 도장을 하여야 한다. 선측 및 횡격벽 지역은 각각 **[2.3.3]** 및 **[2.3.4]**에 따라 도장하여야 한다.

2.3.3 도장해야 하는 선측구역

도장을 하여야 하는 구역은 다음 구조의 선내측 표면이다.

- 내측 종격벽판
- 톱사이드 탱크 경사판
- 단일선측 산적화물선의 선측늑골 단부 브래킷 하방 또는 이중선측 산적화물선의 호퍼탱크 상단 하방 300 mm 거리에 있는 호퍼탱크 경사판

도장을 하여야 하는 범위는 **그림 1**과 같다.

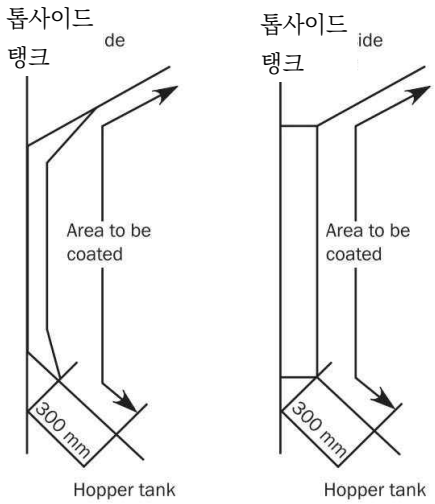


그림 1 도장해야 하는 선측구역

2.3.4 도장해야 하는 횡격벽 구역

도장해야 하는 횡격벽 구역은 단일선측 구조의 늑골 단부 브래킷 하방 또는 이중선측 구조의 호퍼탱크 상단 하방 300 mm 거리에 위치하는 수평선 위의 모든 지역이다.

3. 구조 상세 원칙

3.1 이중저 구조

3.1.1 적용

1부 2장 3절 [2]의 요건에 추가하여, 이 항에서의 요건은 다음 선박에 대하여 적용한다.

- 길이 150 m 미만인 모든 산적화물선
- 하나 또는 그 이상의 평형수를 운반하는 화물 창구가 배치된 길이 150 m 이상의 산적화물선

3.1.2 이중저 높이

화물창 구역에서 화물창의 중간 위치의 용골에서 측정한 이중저 높이 d_{DB}(m)는 다음보다 작아선 아니 된다.

$$d_{DB} = 0.032B + 0.19\sqrt{T_{SC}}$$

다만, 아래의 모든 요건을 만족한다면 더 낮은 이중저 높이가 허용될 수 있다.

- 거더 간격이 4.6 m 또는 선저 또는 내저 보강재 간격의 5배 중 작은 값 이하이어야 한다.
- 늑판 간격이 3.5 m 또는 선측늑골 간격의 4배 중 작은 값 이하이어야 한다. 선측늑골이 횡식구조가 아닐 경우 설계자가 정한 공칭 늑골 간격이 적용할 수 있다.

3.1.3 거더 간격

인접한 거더 간의 간격(m)은 일반적으로 4.6 m 와 선저 또는 내저 일반 보강재 간격의 5배 중 작은 값 이하이어야 한다.

3.1.4 늑판 간격

늑판의 간격(m)은 일반적으로 3.5 m 또는 선측늑골 간격의 4배 중 작은 값 이하이어야 한다. 선측늑골이 횡식구조가 아닐 경우 설계자가 정한 공칭 늑골 간격이 사용될 수 있다.

3.2 단일선측 구조

3.2.1 적용

이 규정은 단일선측 산적화물선의 횡늑골식 단일선측 구조에 적용한다.
단일선측 구조가 횡 또는 종 1차 지지부재에 의하여 지지되는 경우, 이중선측의 1차 지지부재로 간주하여 **1부 3장 6절 [8]**의 규정을 적용한다.

3.2.2 일반배치

선측늑골은 매 늑골 간격마다 배치하여야 한다.
공기관이 화물창을 통과하는 경우, 이 공기관은 기계적인 손상을 방지할 수 있도록 적절한 수단으로 보호되어야 한다.

3.2.3 선측늑골

늑골은 상단 및 하단에 일체형 브래킷을 갖는 대칭 단면으로 제작하며 소프트 토우를 적용하여야 한다.
단부 브래킷과의 연결부에서 선측늑골의 플랜지는 너클이 아닌 곡면으로 하여야 한다. 곡률 반지름 r (mm) 은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$r = \frac{0.4\, b_f^2}{t_f + t_c}$$

t_c : **1부 3장 3절**에 따른 부식 추가(mm)
b_f, t_f : 곡면 플랜지의 폭 및 순 두께(mm). 플랜지의 단부는 스닙시켜야 한다.

길이 190 m 미만의 선박에서, 연강재의 늑골은 분리 브래킷을 갖는 비대칭 단면으로 할 수 있다.
브래킷의 면재 또는 플랜지는 양단에서 스닙시켜야 한다. 브래킷은 소프트 토우를 적용하여야 한다.
선측늑골의 치수는 **그림 2**에 따른다.

3.2.4 상부 및 하부 브래킷

브래킷의 면재 또는 플랜지는 양단에서 스닙시켜야 한다. 브래킷은 소프트 토우를 적용하여야 한다. 브래킷의 건조 두께는 연결되는 선측늑골의 웨브의 건조 두께 이상이어야 한다. 하부 및 상부 브래킷의 치수(특히 높이 및 길이)는 **그림 3**에 의한 값 이상이어야 한다.

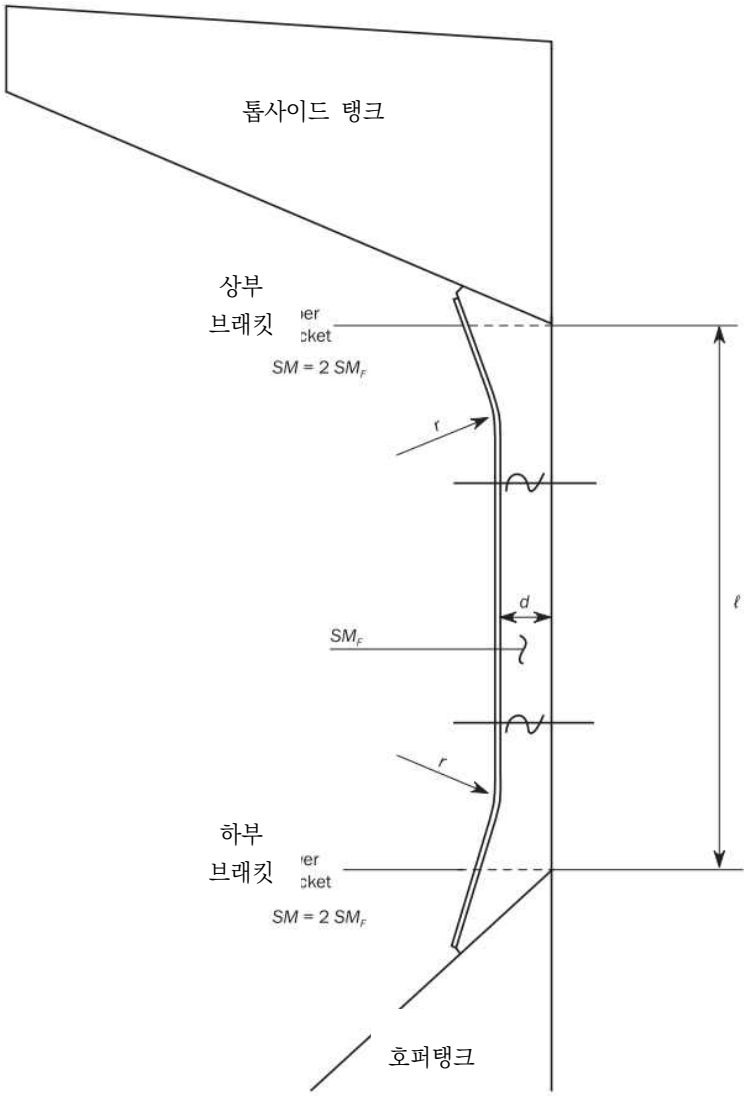


그림 2 선측늑골 치수

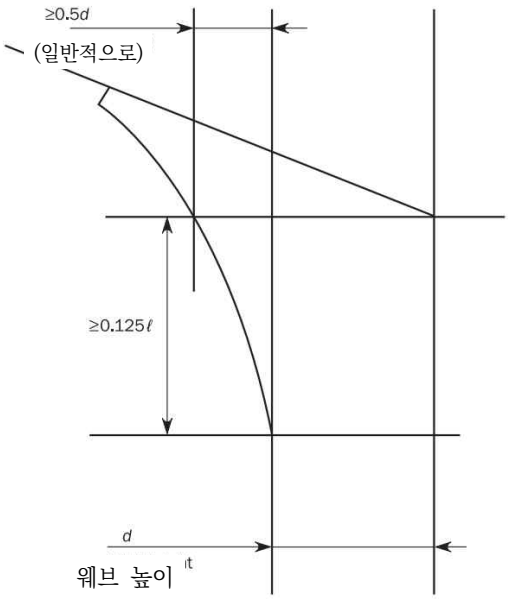


그림 3 하부 및 상부 브래킷의 치수

3.2.5 트리핑 브래킷

최전방 화물창 및 BC-A 선박의 화물창에서는, 비대칭 단면을 갖는 선측늑골은 **그림 4**와 같이 2개의 늑골마다 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다. 트리핑 브래킷의 건조 두께는 연결되어 있는 선측늑골 웨브의 건조 두께 이상이어야 한다. 트리핑 브래킷과 선측늑골 웨브 및 외판과의 연결은 양면 연속 용접으로 하여야 한다.

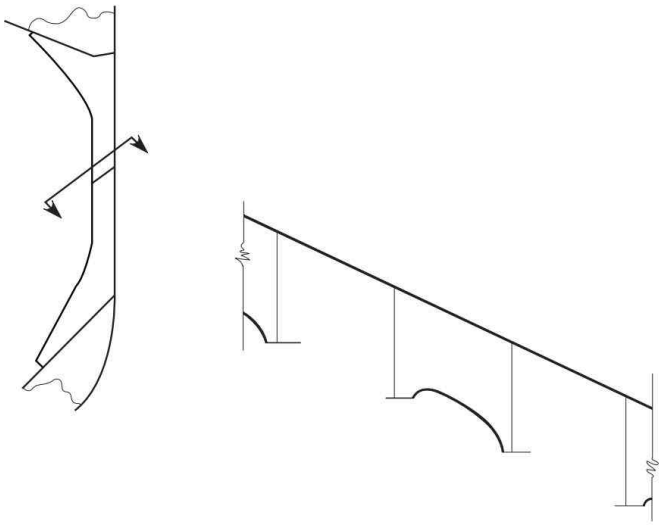


그림 4 최전방 화물창에 인접하게 부착된 트리핑 브래킷

3.2.6 지지구조

호퍼 및 톱사이드 탱크 내에서 선측늑골의 하단 및 상단 연결부와의 구조적 연속성은 **그림 5**와 같이 연결 브래킷에 의하여 확보하여야 한다.

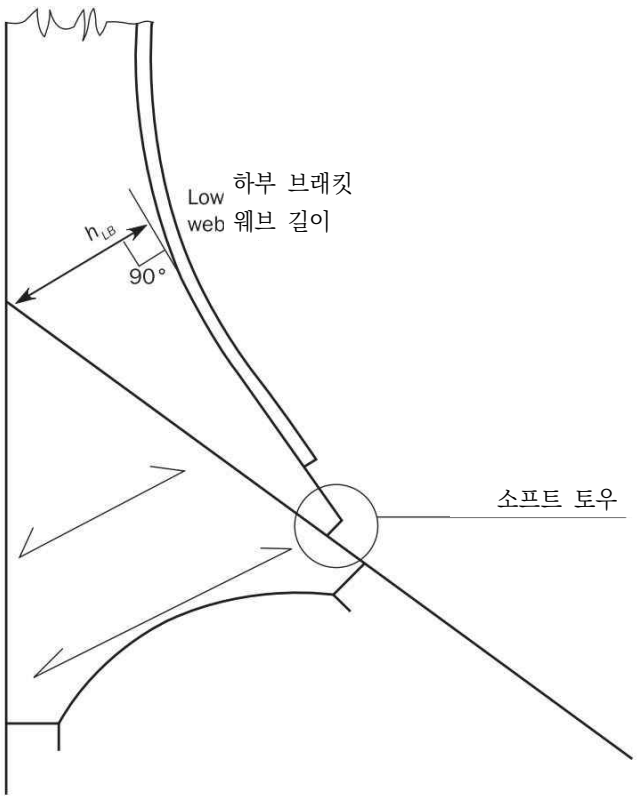


그림 5 하단부 지지구조의 예

3.3 갑판구조

3.3.1 톱사이드 탱크에서의 웨브 프레임 간격

길이 150 m 보다 작은 산적화물선인 경우, 톱사이드 탱크에서 웨브 프레임의 간격은 일반적으로 선측늑골 간격의 6 배 보다 커서는 아니 된다.

3.3.2 산적화물선의 창구 사이 크로스갑판

창구 개구 선 안쪽에서 크로스갑판 구조가 횡식구조로 채택된 경우, 창구 단부 보와 크로스갑판 보는 거더에 의하여 적절히 지지되어야 하며, 창구 측 거더로부터 선측으로 두 번째 종보강재까지 바깥쪽으로 연장하여야 한다. 바깥쪽으로 거더의 연장이 실행 불가능한 경우, 창구 측 거더와 두 번째 종보강재 사이에 단속 보강재(intercostal stiffener)를 설치하고 이 구조의 검증은 **1부 7장**의 요건에 적합하게 수행하거나 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법에 의하여 수행하여야 한다. 크로스갑판을 지지하는 횡 방향 1차 부재는 선측탱크 또는 톱사이드 탱크의 1차 지지부재에 의하여 지지되어야 한다. 선측에서 횡식 크로스갑판과 강력갑판의 부드러운 연결은 중간 두께 판에 의하여 확보되어야 한다.

3.3.3 톱사이드 탱크 구조

톱사이드 탱크 경사판은 종식구조로 하여야 한다. 톱사이드 탱크 구조는 기관구역 내로 가능한 한 멀리 연장시켜야 하며 적절히 점차 감소시켜야 한다. 톱사이드 탱크내 웨브 프레임의 면 밖에 이중선측 1차 지지부재가 설치되는 경우, 구조 연속성에 대하여 특별히 주의하여야 한다.

3.3.4 강력갑판 개구 - 창구 모서리

a) 화물창구역 내

화물창구역 내에 위치한 화물 창구에 대하여, 다음 식으로 결정되는 두께를 갖는 삽입판을 절단면이 원형인 창구의 모서리에 배치하여야 한다. 창구코밍 하부에 연속 종 방향 갑판거더가 설치되는 경우, 원형 모서리의 반지름은 창구 폭의 5 % 이상이어야 한다. 폭 방향으로 두 개 이상의 창구를 배치하는 경우, 모서리 반지름은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 화물창구역 내에 위치하는 창구에 대하여 절단면이 타원형, 포물선 및 반타원형 또는 반포물선 아치형을 갖고 다음 값 이상인 경우에는, 일반적으로 창구 모서리에 삽입판을 요구하지 않는다.

- 폭 방향으로 창구 폭의 1/20 과 600 mm 중 작은 값
- 선수미 방향으로 폭 치수의 두 배

삽입판이 요구되는 경우, 순 두께(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만, t_{off} 이상이고 1.6 t_{off} 이하이어야 한다.

$$t_{\in S} = \left(0.8 + 0.4\frac{b}{\ell}\right) t_{off}$$

ℓ : 고려하는 모서리에서, 종 방향으로 측정한 두 개의 연속하는 창구 사이 크로스갑판의 길이(m) (**1부 3장 6절 그림 15** 참조)

b : 고려하는 창구의 횡 방향으로 측정한 폭(m) (**1부 3장 6절 그림 15** 참조)

t_{off} : 창구 측면에서 갑판의 제공된 순 두께(mm)

선수미단 창구의 각각 선수미단 모서리에는 삽입판이 요구된다. 이 삽입판의 순 두께는 인접 갑판의 순 제공 두께보다 1.6배 이상이어야 한다. 계산 결과 창구 모서리에서의 응력이 허용 값보다 작은 경우 우리 선급은 더 작은 두께를 허용할 수 있다.

삽입판이 요구되는 경우, 그 배치는 **1부 9장 6절 표 15**와 같이 하고, d_1, d_2, d_3 및 d_4 는 보강재 간격보다 커야 한다. 길이 150 m 이상의 선박에 있어서, 창구 모서리 반지름, 삽입판 두께 및 범위는 **1부 7장**의 직접강도평가 결과와 **1부 8장** 및 **1부 9장** 각각에 따른 창구 모서리의 좌굴 및 피로강도평가에 의해 결정될 수 있다. 그러한 선박의 경우 창구 모서리는 원형으로 할 것을 권장한다.

b) 화물창구역 바깥
화물창구역 바깥에 위치하는 창구에 대하여, 삽입판 두께의 경감은 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

3.3.5 와이어로프에 대한 보호

화물창 개구 근처의 와이어로프 홈은 창구 측 거더(즉, 톱사이드 탱크 판 상부 부위) 및 화물창의 창구 단보 및 창구 코밍의 상부에 하프 라운드 바와 같은 적절한 보호재를 부착하여 보호하여야 한다.

3.3.6 기계적 손상에 대한 화물창구 개구 모서리의 보호

정상 상태에서 수직 그랩 와이어와 직접 접촉하여 발생하는 창구 개구 모서리의 기계적 손상을 방지하기 위한 구체적인 조치를 마련해야 한다.

제 3 절 선체국부치수

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1부 1장 4절**을 참조한다.

C_{XG}, C_{YS}, C_{YR}, C_{YG}, C_{ZP}, C_{ZR} : **1부 4장 2절**의 하중결합계수

d_{shr} : **1부 3장 7절 [1.4.3]**의 보강재의 유효 전단 깊이

F_R : **1부 4장 6절 표 7**의 합성력(kN)

$F_{sc-ib-s}$: **1부 4장 6절 [4.3.1]**에 정의된 정하중(kN)으로 보강재는 ℓ 을 ℓ_{bdg} 로 한다.

F_{sc-ib} : **1부 4장 6절 [4.2.1]**에 정의된 전체하중(kN)으로 보강재는 ℓ 을 ℓ_{bdg} 로 한다.

$F_{sc-hs-s}$: **1부 4장 6절 [4.3.2]**에 정의된 정하중(kN)으로 보강재는 ℓ 을 ℓ_{bdg} 로 한다.

F_{sc-hs} : **1부 4장 6절 [4.2.2]**에 정의된 전체하중(kN)으로 보강재는 ℓ 을 ℓ_{bdg} 로 한다.

ℓ : **1부 4장 6절**의 거리(m)

ℓ_{lp} : **1부 4장 6절**의 거리(m)

ℓ_{SF} : **1장 2절 그림 2**의 선측늑골의 스팬(m)으로 0.25 D 보다 작아서는 아니 된다.

ℓ_{bdg} : **1부 3장 7절 [1.1.2]**에 따른 유효 굽힘 길이(m)

P : **1부 6장 2절 [2]**에 따라 고려된 설계하중조합 및 **1부 3장 7절 [3.2]**의 하중 계산 지점에서의 설계압력 (kN/m^2)

P_R : **1부 4장 6절 표 7**의 합성 압력(kN/m^2)

s_{CW} : 판 폭(mm)으로, 파형 플랜지의 폭 b_{f-cg} 또는 웨브의 폭 b_{w-cg} 중 큰 것으로 한다.(**1부 3장 6절 그림 21** 참조)

s_{cg} : **1부 3장 6절 그림 21**의 파형 플랜지의 반 피치(half pitch) (mm)

1. 단일선측 산적화물선의 화물창 선측늑골

1.1 강도 기준

1.1.1 순 단면계수 및 순 전단면적

면외압력을 받는 선측늑골의 스팬 중앙부에서 순 단면계수 Z(cm^3) 및 순 전단면적 A_{shr} (cm^2)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = 1.125\,\alpha_m \frac{P\,s\,\ell_{SF}^2}{f_{bdg}\,C_s\,R_{eH}}$$

$$A_{shr} = 5.0\,\alpha_s \frac{P \cdot s\,\ell_{SF}}{C_t\,\tau_{eH}} \left(\frac{\ell_{SF} - 2\,\ell_B}{\ell_{SF}} \right) 10^{-3}$$

α_m : 계수로서 다음에 따른다.

$\alpha_m = 0.42$, 선형 BC-A 인 경우

$\alpha_m = 0.36$, 다른 선형인 경우

f_{bdg} : 굽힘계수로서 10 으로 한다.

C_s : 고려된 설계하중조합에 대한 허용 굽힘응력계수로서 다음에 따른다.

$C_s = 0.75$, 허용기준조합 AC-S 인 경우

$C_s = 0.90$, 허용기준조합 AC-SD 인 경우

α_S : 계수로서 다음에 따른다.

$\alpha_S = 1.1$, BC-A 선박의 격창 적재상태에서 공창의 선측늑골

$\alpha_S = 1.0$, 그 밖의 선측늑골

ℓ_B : **그림 1**에 따른 선측늑골 하부 브래킷의 길이(m)

P : **1부 6장 2절 표 1**에 따른 설계하중조합에 대한 압력(kN/m^2)

C_t : 고려된 설계하중조합에 대한 허용 전단응력계수로서 다음에 따른다.

$C_t = 0.75$, 허용기준조합 AC-S 인 경우

$C_t = 0.90$, 허용기준조합 AC-SD 인 경우

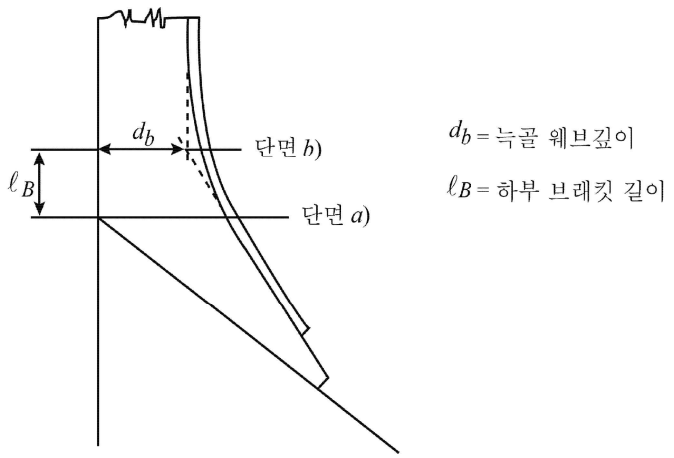


그림 1 선측늑골 하부 브래킷의 길이

1.1.2 평형수 화물창의 선측늑골

[1.1.1]에 추가하여, 황천 평형수상태에서 평형수를 적재하는 화물창의 선측늑골의 경우, 전 스팬에 걸쳐 순 단면계수 Z(cm^3) 및 순 웨브 두께 t_w(mm)는 선측늑골의 스팬이 단부 브래킷을 고려한 **1부 3장 7절 [1.1]**의 ℓ 인 경우에는 **1부 6장 5절**에 따라야 한다.

1.1.3 추가 강도 요건

충돌격벽으로부터 3번째까지의 선측늑골의 순 단면 2차 모멘트 I(cm^4)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$I = 0.18\frac{P\ell_{SF}^4}{n}$$

n : 선수격벽에서부터 고려하는 선측늑골까지의 늑골 개수로서 후방으로 1, 2 또는 3 으로 한다.

대체 방법으로 선수격벽과 호퍼탱크 및 톱사이드 탱크의 설치된 횡 특설 웨브와 일직선상에 있는 선측늑골 사이에 수평 스트링거와 같은 지지부재를 설치하여, 최전방 화물창과 선수창 내의 스트링거와의 연속성을 유지하여야 한다.

1.2 선측늑골의 하부 브래킷

1.2.1

1장 2절 그림 2에 규정하는 늑골 하부 브래킷의 위치에 있어서, 선측외판을 고려한 하부 브래킷 또는 일체형 하부 브래킷의 순 단면계수는 **[1.1.1]**에 의한 선측늑골의 스팬 중앙부에서 요구되는 순 단면계수 Z(cm^3)의 2배 이상이어야 한다.

1.2.2

평형수를 적재하는 화물창의 하부 브래킷 위치에서의 순 단면계수 $Z\,(\mathrm{cm}^3)$는 [1.1.1] 및 [1.1.2]에 주어진 요구 순 단면계수 중 큰 것의 2배 이상이어야 한다.

1.2.3

하부 브래킷의 순 두께 $t_{LB}\,(\mathrm{mm})$는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_{LB} = t_w + 1.5$$

t_w : 선측늑골 웨브의 순 두께

1.2.4

하부 브래킷의 순 두께 $t_{LB}\,(\mathrm{mm})$는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

- 대칭인 단면을 가지는 선측늑골

$$\frac{h_{LB}}{t_{LB}} \le 87\sqrt{k}$$

- 비대칭인 단면을 가지는 선측늑골

$$\frac{h_{LB}}{t_{LB}} \le 73\sqrt{k}$$

여기에서 선측늑골의 하부 브래킷 웨브 깊이 h_{LB}는 호퍼탱크 경사판과 선측외판과의 교점에서 하부 브래킷 면재에 수직으로 측정해야 한다(1장 2절 그림 5 참조).
충돌격벽 바로 후방에 위치한 3개의 선측늑골에 있어서, [1.1.3]에 따라 보강하고 선측늑골 하부 브래킷의 순 두께 t_{LB}가 선측늑골 웨브의 순 두께 t_w의 1.73배 보다 큰 경우, [1.2.4]의 t_{LB}는 다음 식에 의한 $t'_{LB}\,(\mathrm{mm})$로 할 수 있다.

$$t'_{LB} = (t_{LB}^2\, t_w)^{1/3}$$

t_w : [1.1.1]에 따라 결정된 A_{shr}에 상응하는 선측늑골 웨브의 순 두께

1.3 선측늑골의 상부 브래킷

1.3.1

1장 2절 그림 2에 규정하는 늑골 상부 브래킷의 위치에 있어서, 선측외판을 고려한 상부 브래킷 또는 일체형 상부 브래킷의 순 단면계수는 [1.1.1]에 의한 선측늑골의 스팬 중앙부에서 요구되는 순 단면계수 Z의 2배 이상이어야 한다.

1.3.2

평형수를 적재하는 화물창의 상부 브래킷 위치에서의 순 단면계수 $Z\,(\mathrm{cm}^3)$는 [1.1.1] 및 [1.1.2]에서 구한 요구 순 단면계수 중 큰 것의 2배 이상이어야 한다. 상부 브래킷의 순두께 t_{UB}는 선측늑골 웨브의 순 두께보다 작아서는 아니 된다.

1.4 선측늑골 상하부의 지지구조

1.4.1 순 단면계수

다음의 보강재의 순 단면계수는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

- 하부 연결 브래킷을 지지하는, 선측외판 및 호퍼탱크의 종보강재
- 상부 연결 브래킷을 지지하는, 선측외판 및 호퍼탱크의 종보강재

$$\sum_n Z_{pli}\, d_i \geq \alpha_T \frac{P\, \ell_{SF}^2\, \ell_1^2}{16\, R_{eH}}$$

n : 선측늑골의 상/하단부 연결 브래킷을 지지하는, 선측외판 및 호퍼/톱사이드 탱크의 종보강재의 수

Z_{pli} : 선측늑골의 상/하단부 연결 브래킷을 지지하는, 선측외판 및 호퍼/톱사이드 탱크의 i 번째 종보강재의 순 소성 단면계수(cm^3)

d_i : 선측외판과 호퍼탱크/톱사이드 탱크의 교차점으로부터 i 번째 종보강재까지의 거리(m)

ℓ_1 : 호퍼탱크/톱사이드 탱크 내의 횡 특설웨브의 간격(m)

R_{eH} : 선측늑골 상/하 단부 연결 브래킷을 지지하는 선측외판 및 호퍼탱크/톱사이드 탱크의 종보강재 재료의 규격 항복응력 중 최솟값(N/mm^2)

α_T : 계수로서 다음에 따른다.

$\alpha_T = 150$, 선측늑골 하부 연결 브래킷을 지지하는 종보강재의 경우

$\alpha_T = 75$, 선측늑골 상부 연결 브래킷을 지지하는 종보강재의 경우

1.4.2 브래킷의 연결 순 단면적

지지 종보강재에 연결된 상부 또는 하부 연결 브래킷의 연결부 순 단면적은 다음 식에 따른다.

$$\sum_i A_i\, d_i\, R_{eH,bkt-i} \geq 0.02\, \alpha_T\, P\, s\, \ell_{SF}^2\, 10^{-3}$$

A_i : i 번째 종 방향 보강재 연결 브래킷의 제공된 연결 순 단면적(cm^2)

d_i, α_T : [1.4.1]에 따른다.

$R_{eH,bkt-i}$: i 번째 종방향 보강재 연결 브래킷의 명시된 최소 항복응력(N/mm^2)

s : 횡늑골의 간격(mm)

2. 목재 화물깔개(dunnage) 위에 강재코일을 적재한 구조

2.1 일반

2.1.1

강재코일을 적재하는 선박의 내저판, 빌지호퍼 경사판 및 내측 종격벽판의 순 두께는 호퍼 또는 내측판에 접하는 코일의 상층 이상의 높이까지 [2.3.1] 및 [2.4.1]에 적합하여야 한다.

강재코일을 운반하기 위한 선박인 경우 내저, 호퍼탱크 상부 및 내측 종격벽의 종보강재의 순 단면계수 및 순 전단면적은 호퍼 또는 내측판에 접하는 코일의 상층 이상의 높이까지 [2.3.1] 및 [2.4.1]에 적합하여야 한다.

강재코일의 고박에 대한 표준용어 및 방법은 **그림** 2에 따른다.

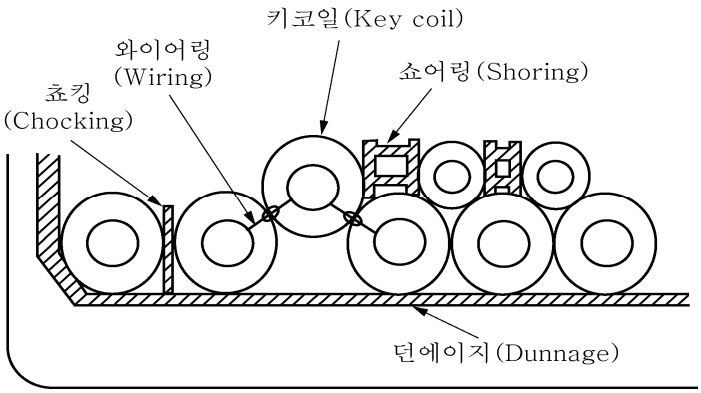


그림 2 강재코일이 적재된 내저판

2.2 하중 적용

2.2.1 설계하중조합

정역학 및 동역학적 하중 요소는 **1부 4장 7절 표 1**에 따라 결정되어야 한다. 회전반경 k_r 및 메타센터 높이 GM은 설계하중조합에 명시되어 있는 고려된 적재상태에 대한 **1부 4장 3절 표 2**에 따라야 한다.
강재코일 적재에 관한 설계하중조합은 **표 1**에 따른다.

표 1 설계하중조합

구조부재	설계하중조합	하중요소	흘수	설계하중	적재상태
내저, 호퍼 경사판 및 내측 종격벽 판	BC-9	$F_{sc-ib-s}$ 또는 $F_{sc-hs-s}$	T_{SC}	S	강재코일 적재상태
내저, 호퍼 경사판 및 내측 종격벽 판	BC-10	F_{sc-ib} 또는 F_{sc-hs}	T_{SC}	S + D	강재코일 적재상태

2.3 내저구조

2.3.1 내저판

종식구조의 내저판의 순 두께(mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = K_1\sqrt{\frac{F_{sc-ib-s}\times 10^3}{C_a R_{eH}}}$$ 설계하중조합 BC-9인 경우

$$t = K_1\sqrt{\frac{F_{sc-ib}\times 10^3}{C_a R_{eH}}}$$ 설계하중조합 BC-10인 경우

K_1 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$K_1 = \sqrt{\frac{1.7\frac{s}{1000}\ell K_2 - 0.73\left(\frac{s}{1000}\right)^2 K_2^2 - (\ell-\ell_{lp})^2}{2\ell_{lp}\left(2\frac{s}{1000}+2\ell K_2\right)}}$$

K_2 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$K_2 = -\frac{s}{1000\ell} + \sqrt{\left(\frac{s}{1000\ell}\right)^2 + 1.37\left(\frac{1000\ell}{s}\right)^2\left(1-\frac{\ell_{lp}}{\ell}\right)^2 + 2.33}$$

C_a : 1부 6장 4절 [1.1.1]에 따른 허용 굽힘응력계수

2.3.2 내저판의 보강재

내저판의 보강재의 순 단면계수 $Z\,(\mathrm{cm}^3)$ 와 순 웨브 두께 $t_w\,(\mathrm{mm})$는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = K_3\frac{F_{sc-ib-s}}{8C_sR_{eH}}10^3 \text{ 및 } t_w = \frac{0.5F_{sc-ib-s}}{d_{shr}C_t\tau_{eH}}\times 10^3$$ 설계하중조합 BC-9인 경우

$$Z = K_3\frac{F_{sc-ib}}{8C_sR_{eH}}10^3 \text{ 및 } t_w = \frac{0.5F_{sc-ib}}{d_{shr}C_t\tau_{eH}}\times 10^3$$ 설계하중조합 BC-10인 경우

K_3 : 표 2에 따른 계수
$K_3 = 2\ell_{bdg}/3, \quad n_2 > 10$ 인 경우

C_s : 1부 6장 5절 [1.1.2]에 따른 허용 굽힘응력계수(1부 6장 5절 [1.1.2] 참조)

C_t : 고려된 설계하중조합에 대한 허용 전단응력계수로서 다음에 의한다.
$C_t = 0.85$, 허용기준조합 AC-S인 경우.
$C_t = 1.00$, 허용기준조합 AC-SD인 경우.

n_2 : 내저판의 각 EPP 마다의 하중점의 수(1부 4장 6절 [4.1.3] 참조)

표 2 계수 K_3

n_2	1	2	3	4	5
K_3	ℓ_{bdg}	$\ell_{bdg}-\frac{\ell_{lp}^2}{\ell_{bdg}}$	$\ell_{bdg}-\frac{2\ell_{lp}^2}{3\ell_{bdg}}$	$\ell_{bdg}-\frac{5\ell_{lp}^2}{9\ell_{bdg}}$	$\ell_{bdg}-\frac{\ell_{lp}^2}{2\ell_{bdg}}$
n_2	6	7	8	9	10
K_3	$\ell_{bdg}-\frac{7\ell_{lp}^2}{15\ell_{bdg}}$	$\ell_{bdg}-\frac{4\ell_{lp}^2}{9\ell_{bdg}}$	$\ell_{bdg}-\frac{3\ell_{lp}^2}{7\ell_{bdg}}$	$\ell_{bdg}-\frac{5\ell_{lp}^2}{12\ell_{bdg}}$	$\ell_{bdg}-\frac{11\ell_{lp}^2}{27\ell_{bdg}}$

2.4 호퍼탱크 및 내측 종격벽 판

2.4.1 호퍼탱크 경사판 및 내측 종격벽 판

종식구조의 빌지호퍼탱크 경사판 및 내측 종격벽판의 순 두께(mm)는 다음 식에 의한 값 보다 작아서는 아니 된다.

$$t = K_1\sqrt{\frac{F_{sc-hs-s}}{C_aR_{eH}}10^3}$$ 설계하중조합 BC-9에 해당하는 경우

$$t = K_1\sqrt{\frac{F_{sc-hs}}{C_aR_{eH}}10^3}$$ 설계하중조합 BC-10에 해당하는 경우

K_1 : [2.3.1]의 계수

C_a : [2.3.1]에 따른다.

2.4.2 호퍼탱크 경사판 및 내측 종격벽 판의 보강재

빌지호퍼탱크 경사판 및 내측 종격벽판의 일반 보강재의 순 단면계수 $Z\,(\mathrm{cm}^3)$ 및 순 웨브 두께 $t_w\,(\mathrm{mm})$는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = K_3 \frac{F_{sc-ib-s}}{8 C_s R_{eH}} 10^3 \text{ 및 } t_w = \frac{0.5 F_{sc-ib-s}}{d_{shr} C_t \tau_{eH}} \times 10^3$$ 설계하중조합 BC-9인 경우

$$Z = K_3 \frac{F_{sc-ib}}{8 C_s R_{eH}} 10^3 \text{ 및 } t_w = \frac{0.5 F_{sc-ib}}{d_{shr} C_t \tau_{eH}} \times 10^3$$ 설계하중조합 BC-10인 경우

K_3 : 표 2에 따른 계수

$K_3 = 2\,\ell_{bdg}/3, \quad n_2 > 10$ 인 경우

C_s, C_t : [2.3.2]에 따른다.

3. 침수상태 시의 수직 파형 횡격벽

3.1 파형격벽의 순 두께

3.1.1 냉간 가공된 파형격벽

수직 파형 횡격벽의 순 두께 $t\,(\mathrm{mm})$는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 14.9 \cdot 10^{-3} s_{cw} \sqrt{\frac{1.05 P_R}{R_{eH}}}$$

추가하여 순 두께는 **1부 6장 4절 [1.2.1]**의 요건에도 적합하여야 한다.

3.1.2 조립 파형격벽

조립형 수직 파형 횡격벽의 플랜지 및 웨브의 두께가 다를 경우, 순 두께는 다음에 의한 값 이상이어야 한다.

- 좁은 판의 순 두께 $t_N\,(\mathrm{mm})$는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_N = 14.9 \cdot 10^{-3} s_N \sqrt{\frac{1.05 P_R}{R_{eH}}}$$

s_N : 좁은 판의 폭(mm)

- 넓은 판의 순 두께 $t_W\,(\mathrm{mm})$는 아래 식에 의한 값 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_W = 14.9 \cdot 10^{-3} s_{CW} \sqrt{\frac{1.05 P_R}{R_{eH}}}$$

$$t_W = \sqrt{\frac{4.62\, s_{cw}^2 P_R}{R_{eH} 10^4} - t_{NO}^2}$$

t_{NO} : 좁은 판의 제공 순 두께(mm) 다음 값 이하이어야 한다.

$$t_{NO} = 14.9 \cdot 10^{-3} s_{CW} \sqrt{\frac{1.05 P_R}{R_{eH}}}$$

추가하여 순 두께는 **1부 6장 4절 [1.2.2]**의 요건에도 적합하여야 한다.

3.1.3 파형격벽의 하부

파형격벽 하부의 순 두께는 하부스툴 정판으로부터 또는 하부스툴이 설치되지 않은 경우 내저판으로부터 $0.15\,\ell_C$ 이상의 범위에 걸쳐 유지되어야 한다. 파형의 스팬 ℓ_C(m)는 **1부 3장 6절 [10.4.5]**에 따른다.

3.1.4 파형격벽의 중앙부

파형 중앙부의 순 두께는 상부스툴 저판 또는 상부스툴이 설치되지 않은 경우, 갑판으로부터 $0.3\,\ell_C$ 이내의 범위에 걸쳐 유지되어야 한다. 순 두께는 **[3.2.1]** 및 **1부 6장 4절 [1.2]**의 요건에 적합하여야 한다.

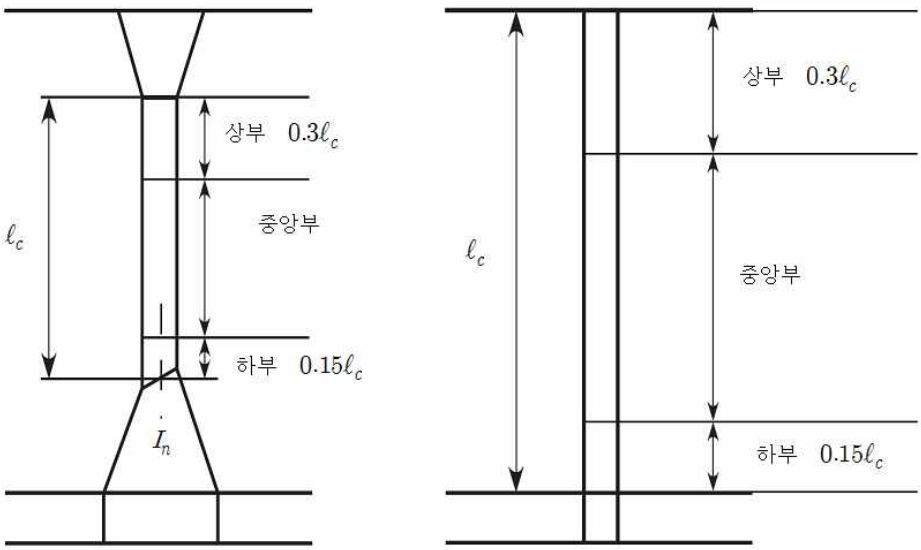


그림 3 파형격벽의 구성

3.2 굽힘, 전단 및 좌굴 확인

3.2.1 굽힘 및 전단능력

수직 파형 횡격벽의 굽힘능력 및 전단능력은 다음의 식에 적합하여야 한다.

$$0.5\, W_{LE} + W_M \geq \frac{M}{0.95 R_{eH}} 10^3$$

$$\tau \leq \frac{R_{eH}}{2}$$

M : 파형의 굽힘 모멘트(kNm)로서, 다음 식에 따른다.

$$M = \frac{F_R\, \ell_C}{8}$$

F_R : **1부 4장 6절 [3.1.7]**에 따른 합성력(kN)

ℓ_C : **1부 3장 6절 [10.4.5]**에 따른 파형격벽의 스팬(m)

W_{LE} : **[3.3]**에 따라 파형격벽의 하단에서 계산한 1/2 피치의 파형 순 단면계수(cm^3)로서 다음 식의 값 이하이여야 한다.

$$W_{LE,M} = W_G + \frac{Q\,h_G 10^3 - 0.5 h_G^2\, s_C P_R}{R_{eH}}$$

W_G : **[3.3]**에 따라 쉐더판 또는 거싯판의 상부에서 계산한 1/2 피치 파형의 순 단면계수(cm^3)

Q : 파형격벽 하단에서의 전단력(kN)으로서 다음 식에 따른다.

$$Q = 0.8\,F_R$$

h_G : **그림 4**에서 **그림 6**에 따른 쉐더판 또는 거싯판의 높이(m)

P_R : **1부 4장 6절 [3.1.7]**에 따라 쉐더판 또는 거싯판의 중앙에서 계산된 압력(kN/m^2)

W_M : **[3.3]**에 따라 파형격벽의 스팬 중앙에서 계산한 1/2 피치 파형의 순 단면계수(cm^3)
다만, $1.15\,W_{LE}$ 이하로 한다.

τ : 파형격벽의 전단응력(N/mm^2)으로서 다음 식에 따른다.

$$\tau = 10\,\frac{Q}{A_{shr}}$$

A_{shr}: 1/2 피치 파형의 전단면적(cm^2)으로, 계산된 순 전단면적은 파형인 웨브와 플랜지 사이의 각으로 인해 전단 효율성이 감소될 가능성을 고려해야 한다. 일반적으로 감소된 전단면적은 $\sin\phi$에 의한 웨브 단면적을 곱함으로서 구할 수 있다.

ϕ : 웨브와 플랜지가 이루는 각(**1부 3장 6절 그림 21** 참조)

그림 3의 스팬 상부 파형 순 단면계수는 **1부 6장 4절 [1.2]**에 의한 스팬 중앙부 순 단면계수의 75 % 이상이어야 하며, 최소 항복응력에 따라 수정되어야 한다.

3.2.2 파형격벽 웨브의 전단좌굴 평가

[3.2.1]에 따라 계산된 전단응력 τ 는 다음 식에 적합하여야 한다.

$$\tau \le \tau_C$$

τ_C : 임계 전단좌굴응력(N/mm^2)으로 다음 식에 따른다.

$$\tau_C = \tau_E\,, \qquad \tau_E \le \frac{R_{eH}}{2\sqrt{3}} \text{ 인 경우}$$

$$\tau_C = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}\left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sqrt{3}\,\tau_E}\right), \qquad \tau_E > \frac{R_{eH}}{2\sqrt{3}} \text{ 인 경우}$$

τ_E : 오일러(Euler)의 전단좌굴응력(N/mm^2)으로 다음 식에 따른다.

$$\tau_E = 0.9\,k_t\,E\left(\frac{t_w}{b_{w-cg}}\right)^2$$

k_t : 계수로서 6.34 로 한다.

t_w : 파형격벽의 웨브 순 두께(mm)

b_{w-cg} : **1부 3장 6절 그림 21**에 따른 파형격벽의 웨브 폭(mm)

3.3 파형격벽의 순 단면계수

3.3.1 유효 플랜지 폭

파형격벽의 순 단면계수는 다음 식에 의한 값 이하인 유효 플랜지 폭 b_{eff} 을 가진 압축 플랜지를 포함하여 계산하여야 한다.

$$b_{ef} = C_E\, b_{f-cg}$$

C_E : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_E = \frac{2.25}{\beta} - \frac{1.25}{\beta^2}\ , \qquad \beta > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$C_E = 1.0, \qquad \beta \le 1.25 \text{ 인 경우}$$

β : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$\beta = \frac{b_{f-cg}}{t_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{E}}$$

b_{f-cg} : **1부 3장 6절 그림 21**에 따른 파형격벽의 플랜지의 폭(mm)
t_f : 플랜지 순 두께(mm)

3.3.2 국부 브래킷에 의해 지지되지 않는 웨브

[3.3.5]에 적합하지 않은 경사된 스툴 정판으로서, 파형격벽의 하부에서 파형의 웨브가 스툴 정판 하부(또는 내저판 하부) 국부 브래킷에 의하여 지지되지 않는 경우, 파형의 하단 단면계수는 파형 웨브의 30 % 만 유효한 것으로 간주하여 계산하여야 한다.

3.3.3 유효 쉐더판

파형격벽 하단(**그림 4, 단면** ①)의 단면계수를 계산할 때, **그림 4**와 같이 유효 쉐더판이 설치되는 경우 플랜지 판의 순 면적은 다음 식에 따라서 I_{SH} (cm^2)만큼 증가될 수 있다.

$$I_{SH} = 2.5 \cdot 10^{-3} b_{f-cg}\sqrt{t_f\, t_{SH}} \qquad \text{다만, } 2.5\, b_{f-cg}\, t_f\, 10^{-3} \text{ 이하로 한다.}$$

b_{f-cg} : **1부 3장 6절 그림 20**에 따른 파형격벽의 플랜지 폭(mm)
t_{SH} : 쉐더판 순 두께(mm)
t_f : 플랜지 순 두께(mm)

유효한 쉐더판은 다음을 만족하는 것을 말한다.

- 너클부가 없어야 한다.
- 파형격벽과 하부스툴 정판이 **1부 12장**에 따라 용접되어야 한다.
- 경사각 45도 이상으로 설치되어야 하고, 그 하변은 하부스툴 정판과 일치시켜야 한다.
- 쉐더판의 순 두께는 파형격벽 플랜지 요구 순 두께의 75 % 이상이어야 한다.
- 플랜지의 요구 재료 특성 이상이어야 한다.

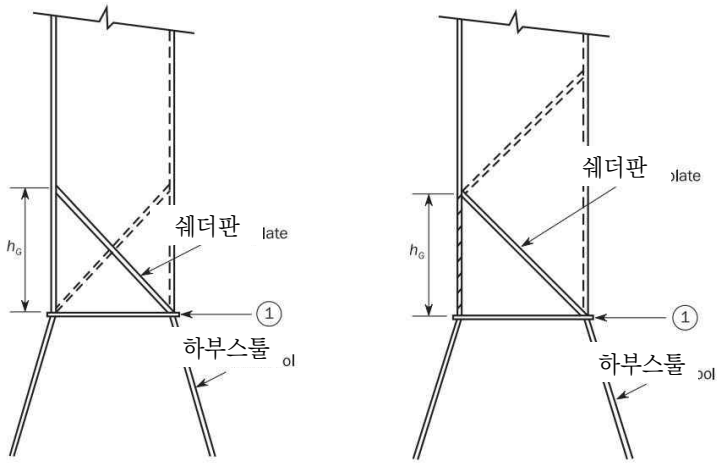


그림 4 대칭 및 비대칭 쉐더판

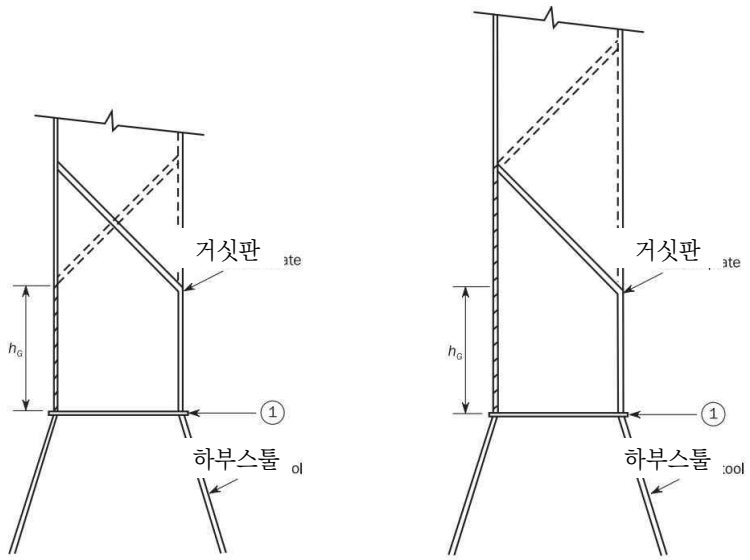


그림 5 대칭 및 비대칭 거싯/쉐더판

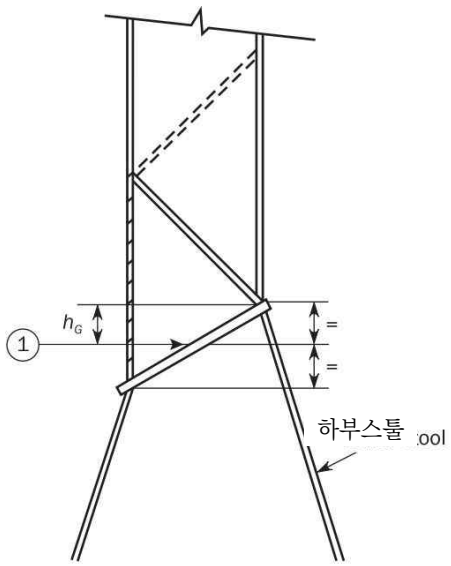


그림 6 비대칭 거싯 / 쉐더판

3.3.4 유효 거싯판

파형격벽의 하단에서 단면계수를 계산할 때 유효 거싯판이 설치되는 경우(**그림 5** 내지 **그림 6**의 단면 ①), 플랜지 판의 순 면적은 다음 식에 따라서 I_G (cm^2)만큼 증가시킬 수 있다.

$$I_G = 7 h_G t_f$$

h_G : **그림 5** 및 **그림 6** 에 따른 거싯판 높이(m), 다만, $10 S_{GU}/7$ 이하로 한다.
S_{GU} : 거싯판의 폭(m)
t_f : 플랜지 순 두께(mm)

유효 거싯판은 다음을 만족하는 것을 말한다.

- [3.3.3]에서 요구되는 두께, 재료특성 및 용접 구조를 가진 쉐더판과 결합되어야 한다.
- 거싯판 높이가 플랜지 폭의 1/2 이상이어야 한다.
- 스툴 측판과 일치시켜 설치되어야 한다.
- 하부스툴 정판, 파형격벽 및 쉐더판에 **1부 12장 3절** [2.4.5]에 따라 용접되어야 한다.
- 거싯판의 순 두께는 플랜지의 요구 순 두께 및 재료특성 이상이어야 한다.

3.3.5 경사진 스툴 정판

수평면과 45도 이상의 각도를 가진 경사진 스툴 정판에 파형격벽 웨브가 용접되는 경우, 파형격벽 하단에서의 단면계수는 파형격벽 웨브가 전부 유효한 것으로 간주하여 계산할 수 있다. 45도 미만의 각도인 경우, 웨브의 유효한 정도는 0 도를 0 %, 45 도를 100 % 로 하여 해당 각도에 대한 선형 보간법으로 구할 수 있다.
유효한 거싯판이 설치되는 경우, 파형격벽 순 단면계수를 계산할 때 [3.3.4]에 규정한 바와 같이 플랜지 판의 순 면적을 증가시킬 수 있다. 쉐더판만 있는 경우 면적 증가는 고려하지 않는다.

4. 침수 시 BC-A 및 BC-B 선박의 허용 적재하중

4.1 이중저의 용량 및 허용 적재하중의 평가

4.1.1 이중저의 전단능력

이중저의 전단능력은 다음 각 단부에서 전단강도의 합으로 계산되어야 한다.

- 스툴에(스툴이 없는 경우 횡격벽에) 인접한 2개의 늑판은 전단강도의 1/2의 강도로서 평가하며, 늑판의 전단강도는 [4.1.3]에 따른다.
- 스툴(스툴이 없는 경우에 횡격벽에)에 연결된 이중저 거더의 전단강도는 [4.1.3]에 따라 계산되어야 한다.

이중저의 전단능력을 계산할 때 고려되어야 할 늑판 및 거더는 호퍼탱크 및 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)으로 폐위되는 범위 내의 것만 고려하여야 한다. 거더 또는 늑판의 양단부가 화물창 경계에 직접적으로 연결되어있지 않은 경우, 그들의 전단강도는 연결된 단부에 대해서만 평가하여야 한다.
스툴 하부(스툴이 없는 경우 횡격벽)와 직접 연결된 호퍼탱크 측 거더 및 늑판은 포함되지 않을 수 있다.
특별히 설계된 이중저의 경우, 이중저의 전단능력은 해당되는 경우 **1부 7장**의 요건에 따라 직접계산에 의하여 계산되어야 한다.

4.1.2 늑판 전단강도

늑판의 전단강도는 다음 식에 따른다.

- 호퍼탱크에 연결되는 늑판

$$S_{f1} = A_f \frac{\tau_A}{\eta_1} 10^{-3} \qquad \text{(kN)}$$

• 가장 선측의 베이(bay)에 있는 개구 위치의 늑판

$$S_{f2} = A_{f,h}\frac{\tau_A}{\eta_2}10^{-3} \qquad \text{(kN)}$$

A_f : 호퍼탱크와 연결된 늑판의 순 단면적(mm^2)

$A_{f,h}$: 가장 선측 베이의 개구 위치의 늑판의 순 단면적(mm^2)

τ_A : 허용 전단응력(N/mm^2)으로 다음 중 작은 값으로 한다.

$$\tau_A = 0.645\frac{R_{eH}^{0.6}}{(s/t)^{0.8}}$$

$$\tau_A = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$$

스툴 또는 횡격벽에 인접한 늑판의 허용 전단응력 τ_A 는 다음과 같이 취한다.

$$\tau_A = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$$

t : 늑판 웨브의 순 두께(mm)

s : 고려하는 패널의 보강재 간격(m)

η_1 : 계수로서 1.1 로 한다.

η_2 : 계수로서 1.2 로 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우 가장 선측 베이의 개구 주위를 보강을 한 경우는 1.1 로 할 수 있다.

4.1.3 거더 전단강도

거더의 전단강도는 다음 식에 따른다.

• 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)에 연결된 거더

$$S_{g1} = A_g\frac{\tau_A}{\eta_1}10^{-3} \qquad \text{(kN)}$$

• 스툴(스툴이 업는 경우 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구의 거더

$$S_{g2} = A_{g,h}\frac{\tau_A}{\eta_2}10^{-3} \qquad \text{(kN)}$$

A_g : 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)에 인접한 거더 패널의 순 단면적(mm^2)

$A_{g,h}$: 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더 패널의 순 단면적(mm^2)

τ_A : 허용 전단응력(N/mm^2)으로 **[4.1.2]**에 따른다. 단, t 는 거더의 순 두께로 한다.

η_1 : 계수로서 1.1 로 한다.

η_2 : 계수로서 1.15 로 한다. 다만, 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽)에 가장 가까운 베이의 개구를 우리 선급이 인정하는 보강을 한 경우에는 1.1 로 한다.

4.1.4 화물창의 허용적재중량

허용적재중량(t)은 다음과 같이 구한다.

$$W = \rho_c V \frac{1}{F}$$

ρ_c : **1부 4장 6절 [2.3.3]**의 산적화물 밀도(t/m^3)

V : 높이 h_B 까지 적재된 경우의 화물 용적(m^3)

F : 계수로서 다음에 의한다.

$F = 1.1$, 일반적인 경우

$F = 1.05$, 강재 화물인 경우

h_B : 화물의 적재 높이(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_B = \frac{P}{\rho_c g}$$

P : 압력(kN/m^2)으로서 다음에 따른다.

• 산적 건화물의 경우 다음 식에 의한 값 중 작은 값

$$P = \frac{Z + \rho g(z_F - 0.1D_1 - h_F)}{1 + \frac{\rho}{\rho_c}(perm - 1)}$$

$$P = Z + \rho g(z_F - 0.1D_1 - h_F\, perm)$$

• 강재 화물의 경우

$$P = \frac{Z + \rho g(z_F - 0.1D_1 - h_F)}{1 - \frac{\rho}{\rho_{st}}}$$

D_1 : 선박의 깊이(m)로서, 선체 중앙부 선측에서 기준선부터 건현갑판까지의 거리(m)

h_F : 트림 및 횡경사가 없는 상태에서 내저판으로부터 화물창의 침수 수두 z_F(m)까지의 높이(m)

z_F : **1부 4장 6절 [3.2.3]**에 따른 침수 수두(m)

$perm$: 화물의 침수율로서 0.3 이하

ρ_{st} : 강의 밀도로서 7.85 (t/m^3)로 한다.

Z : 압력(kN/m^2)으로서 다음 식에 의한 값 중 작은 값

$$Z = \frac{C_H}{A_{DB,H}}$$

$$Z = \frac{C_E}{A_{DB,E}}$$

C_H : **[4.1.1]**에 따른 이중저의 전단능력(kN)으로서, 늑판은 **[4.1.2]**에 따른 전단강도 S_{f1} 과 S_{f2} 중 작은 값으로 한다. 거더는 **[4.1.3]**에 따른 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2} 중 작은 값으로 한다.

$A_{DB,H}$: 면적으로서 다음에 따른다.

$$A_{DB,H} = \sum_{i=1}^{n} S_i B_{DB,i} \qquad (\text{m}^2)$$

C_E : [4.1.1]에 따른 이중저의 전단능력(kN)으로서, 늑판은 [4.1.2]에 따른 전단강도 S_{f1} 과 S_{f2} 중 작은 값으로 한다. 거더는 [4.1.3]에 따른 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2} 중 작은 값으로 한다.

$A_{DB,E}$: 면적으로서 다음에 따른다.

$$A_{DB,E} = \sum_{i=1}^{n} S_i (B_{DB,i} - s) \qquad (\mathrm{m}^2)$$

n : 스툴(스툴이 없는 경우 횡격벽) 사이의 늑판의 수

S_i : i 번째 늑판의 간격(m)

$B_{DB,i}$: 길이(m)로서 다음에 따른다.

$B_{DB,i} = B_{DB} - s$: 늑판이 $S_{f1} < S_{f2}$일 경우

$B_{DB,i} = B_{DB,h}$: 늑판이 $S_{f1} \geq S_{f2}$일 경우

B_{DB} : **그림 8**에 따른 호퍼탱크 사이의 이중저 너비(m)

$B_{DB,h}$: **그림 8**에 따라 고려된 두 개의 개구 사이 거리(m)

s : 호퍼탱크에 인접한 내저판 종보강재의 간격(m)

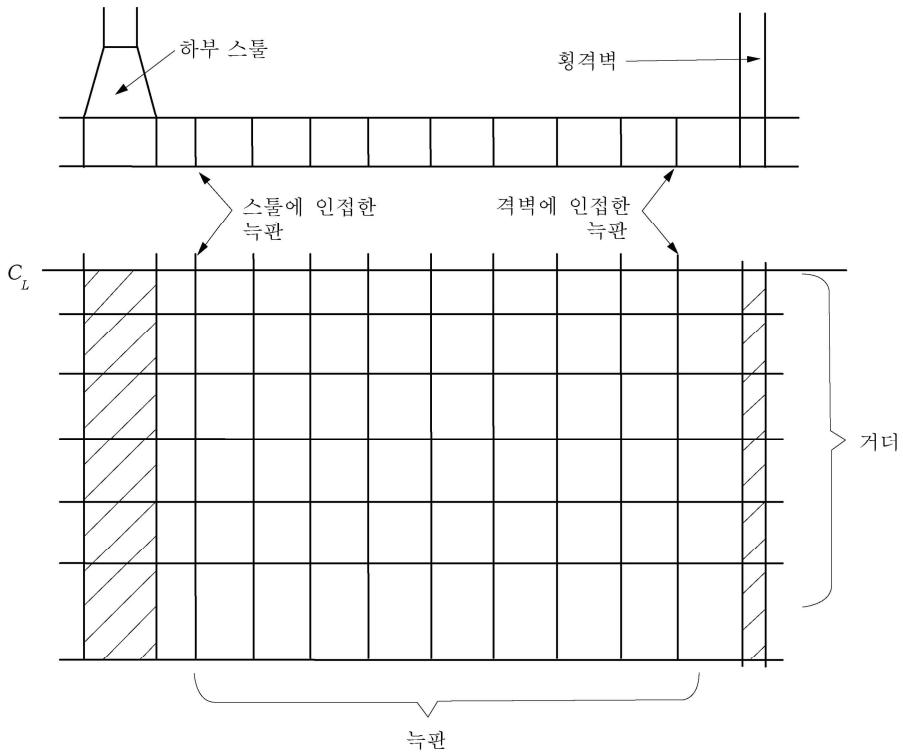


그림 7 이중저 구조

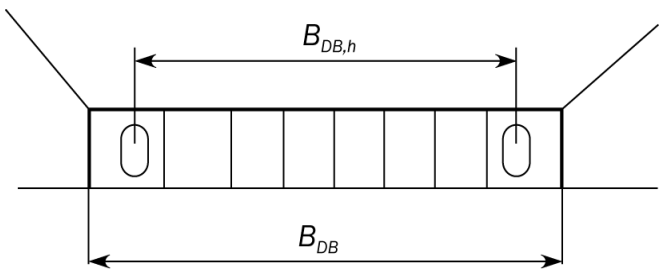


그림 8 B_{DB} 및 $B_{DB,H}$ 의 치수

제 4 절 길이가 150 m 미만인 산적화물선의 선체국부치수

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1부 1장 4절**을 참조 한다.

C_{t-pr} : 1차 지지부재의 허용 전단응력계수로서 다음에 따른다.
$C_{t-pr} = 0.70$, AC-S 경우
$C_{t-pr} = 0.85$, AC-SD 경우

ℓ_{DB} : 고려하는 화물창의 이중저의 길이(m)로서, 횡격벽에 스툴이 있는 경우, ℓ_{DB}는 스툴 토우 사이 거리로 한다.

B_{DB} : 고려하는 화물창의 ℓ_{DB}의 중심에서 호퍼탱크 경사판의 토우 사이 거리(m)

x_c : **1부 1장 4절 [3.6]**에 규정된 기준 좌표에 따라 고려하는 이중저 중심의 x 좌표(m)

x, y, z : **1부 1장 4절 [3.6]**에 규정된 기준 좌표에 따라 계산 지점의 x, y 및 z 좌표(m)

ϕ : 1차 지지부재의 웨브 폭과 평행한 개구의 폭(m)

α : a 또는 S_1 중 큰 것(m)

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

별도의 정의가 없는 한, 이 절의 요건은 길이 150 m 미만의 산적화물선에 적용되는 강도기준을 규정한다.

2. 보강재에 연결된 스트러트

2.1 치수 요건

2.1.1 순 단면적 및 관성 모멘트

보강재와 스트러트의 주축에 대한 순 단면적 A_{SR}(cm^2) 및 관성 모멘트 I_{SR}(cm^4)는 다음 식에 의한 값 작아서는 아니 된다.

$$A_{SR} = \frac{P_{SR} s \ell}{20000}$$

$$I_{SR} = \frac{0.75 s \ell (P_{SR1} + P_{SR2}) A_{ASR} \ell_{SR}^2}{47200 A_{ASR} - s\ell(P_{SR1} + P_{SR2})}$$

P_{SR} : 압력(kN/m^2)으로서 아래의 식에 의한 값 중 큰 값으로 한다.
$P_{SR} = 0.5(P_{SR1} + P_{SR2})$
$P_{SR} = P_{SR3}$

P_{SR1} : 스트러트가 위치한 구획의 외측에서 스트러트의 한면에 작용하는 외부압력(kN/m^2)

P_{SR2} : 스트러트가 위치한 구획의 외측에서 스트러트의 다른 한면에 작용하는 외부압력(kN/m^2)

P_{SR3} : 스트러트가 위치한 구획에서 스트러트 스팬 중앙부에 작용하는 내부압력(kN/m^2)

s : 현을 따라 스팬 중앙부에서 측정한 보강재 간격(mm)

ℓ : **1부 3장 7절 [1.1.5]**에 따른 스트러트와 연결되는 보강재의 스팬(m)

ℓ_{SR} : 스트러트의 길이(m)

A_{ASR} : 스트러트의 실제 순 단면적(cm^2)

3. 평형수 겸용 화물창의 횡 파형 횡격벽

3.1 판 두께

3.1.1

웨브 및 플랜지 판의 순 두께는 **1부 6장 3절 [1.1.1]** 및 **1부 6장 4절 [1.2]**에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

3.2 순 단면계수

3.2.1

면외압력을 받는 평형수 겸용 화물창 파형격벽의 순 단면계수 Z(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = K\frac{P\,s_{cg}\,\ell^2}{f_{bdg}\,C_s\,R_Y}$$

K : 단부 연결의 유형에 따라 **표 1** 및 **표 2**에 주어진 계수로서 $d_H < 2.5\,d_0$일 때, 내저판에서의 하부스툴의 단면계수 및 파형격벽 1/2 피치당 단면계수가 모두 검토하여야 한다.

P : **1부 6장 2절 표 1**에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로서, **1부 3장 7절 [3.2]**에 따른 하중 계산점에서의 값이다.

s_{cg} : **1부 3장 6절 그림 21**에 따른 파형격벽의 1/2 피치 길이(mm)

ℓ : **그림 1**에 따른 지지부재 간의 거리(m)

C_s : **1부 6장 5절 [1.1.2]**에 따른 계수

f_{bdg} : **1부 6장 5절 [1.1.2]**에 따른 계수

파형격벽의 순 단면계수를 계산할 때, 압축상태에서 파형 플랜지의 유효폭은 **1장 3절 [3.3.1]**에 따라 고려되어야 한다.

표 1 $d_H \geq 2.5\,d_0$ 인 경우의 K 값

상단부의 지지조건	
갑판에 직접 용접	선체구조에 의해 효과적으로 지지되는 스툴에 용접
1.00	0.83

표 2 $d_H < 2.5\,d_0$ 인 경우의 K 값

단면계수	상단부의 지지조건	
	갑판에 연결	스툴에 연결
파형격벽의	0.71	0.65
스툴 하부의	1.25	1.13

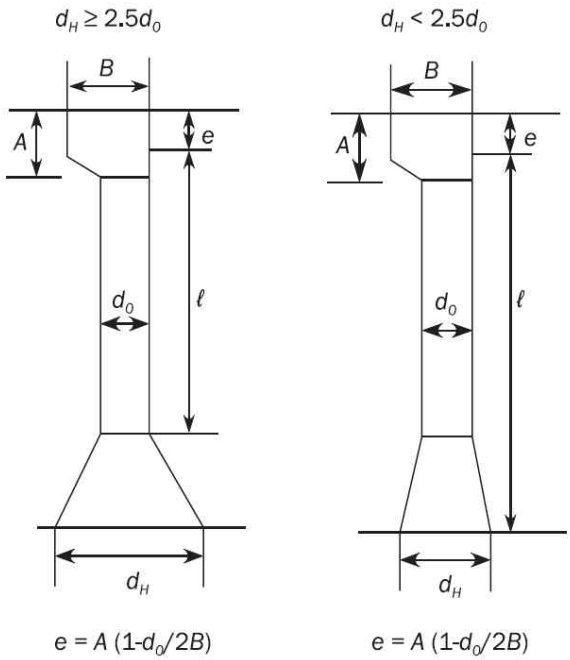


그림 1 ℓ의 측정

4. 1차 지지부재

4.1 적용

4.1.1

이 절의 요건은 길이 150 m 미만의 선박이 면외압력을 받을 때, 화물창 구조의 1차 지지부재 강도 확인에 적용한다.

4.1.2

[4.1.1]의 대안으로, 강도 확인은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 직접강도평가에 의하여 검증될 수 있다.

4.2 설계하중조합

4.2.1 적용

길이 150 m 미만 산적화물선의 화물창 경계에서 1차 지지부재에는 **표 3**에 주어진 설계하중조합이 고려되어야 한다.

4.2.2 적재상태

설계하중조합 BC-11 와 BC-12 에서 P_{in} 의 계산에는 적하지침서, 또는 설계자에 의하여 특별히 지정된 가장 가혹한 적재상태가 고려되어야 한다.
1차 지지부재가 갑판 구조물 또는 탱크/수밀경계를 지지할 경우, **1부 6장 2절 표 1**의 적용 가능한 설계하중조합 또한 고려되어야 한다.

표 3 화물창구역의 1차 지지부재에 대한 설계하중조합

항목	설계하중조합	하중요소	흘수	설계하중	적재상태
평형수 겸용 화물창	WB-4	$P_{in} - P_{ex}^{(1)}$	T_{BAL-H}	S + D	황천 평형수 적재상태
	WB-6	P_{in}	-	S	항내/시험상태
화물창	BC-11	$P_{in} - P_{ex}^{(1)}$	T_{sc}	S + D	화물적재상태
	BC-12	$P_{in} - P_{ex}^{(1)}$	-	S	항내상태
액체류를 운반하지 않는 구획	FD-1(2)	P_{in}	T_{sc}	S + D	침수상태
	FD-2(2)	P_{in}		S	침수상태

(1) P_{ex} 은 외판에만 고려되어야 한다.
(2) FD-1 및 FD-2 는 외판에 적용되지 않는다.

4.3 중심선 거더 및 측거더

4.3.1 웨브 순 두께

이중저 구조의 거더 순 두께는 위치에 따라 다음 식에 의한 t_1(mm) 및 t_2(mm) 중 큰 값 이상이어야 한다. $|x-x_c|$ 가 0.25 ℓ_{DB} 미만인 경우에는 $|x-x_c|$는 0.25 ℓ_{DB} 로 한다.

$$t_1 = C_1 \frac{|P|\, S\, |x-x_c|}{(d_0 - d_1) C_{t-pr}\, \tau_{eH}} \left\{ 1 - 4 \left(\frac{y}{B_{DB}} \right)^2 \right\}$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 C_{t-pr}\, \tau_{eH}}{C_1'}\, t_1}$$

P : **1부 6장 2절 [2.1.3]**에 따라 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로서, 횡격벽 또는 횡격벽 스툴의 토우 사이 중앙에 위치한 늑판의 중앙점에서 계산된다.

S : 고려하는 중심선거더 또는 측거더의 간격(m)으로 인접하는 거더와 간격의 평균값으로 한다.

d_0 : 고려하는 중심선거더 또는 측거더의 깊이(m)

d_1 : 고려하는 위치에 있어서 개구의 깊이(m)

C_1 : B_{DB}/ℓ_{DB} 에 따라 **표 4**에 주어진 계수로서 B_{DB}/ℓ_{DB} 의 중간 값인 경우 C_1는 선형 보간법으로 구한다.

a : 고려되는 위치에서의 거더의 깊이(m). 다만, 거더에 수평 보강재가 설치된 경우 a 는 수평 보강재와 선저 외판 또는 내저판과의 거리(m), 또는 해당 수평 보강재간의 거리로 한다.

S_1 : 수직 보강재 또는 늑판의 간격(m)

C_1' : S_1/a 에 따라 **표 5**에 주어진 계수로서. S_1/a 의 중간 값인 경우 C_1'는 선형 보간법으로 구한다.

H : 다음에 따른다.

- 거더에 보강되지 않는 개구를 설치하는 경우:

$$H = 1 + 0.5 \frac{\phi}{\alpha}$$

- 그 밖의 경우:

$$H = 1.0$$

표 4 계수 C_1

B_{DB}/ℓ_{DB}	0.4 이하	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6 이상
C_1	0.5	0.71	0.83	0.88	0.95	0.98	1.00

표 5 계수 $C_1^{'}$

S_1/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
$C_1^{'}$	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

4.4 늑판

4.4.1 웨브 순 두께

이중저 구조 늑판의 순 두께는 다음 각 위치에 따라 명시된 t_1(mm) 및 t_2(mm) 중 큰 값 이상이어야 한다. $|x-x_c|$가 $0.25\,\ell_{DB}$ 미만인 경우에는 $|x-x_c|$는 $0.25\,\ell_{DB}$로 하며, $|y|$가 $B_{DB}^{'}/4$ 미만인 경우에는 $|y|$는 $B_{DB}^{'}/4$로 한다.

$$t_1 = C_2 \frac{|P| S B_{DB}}{(d_0 - d_1) C_{t-pr} \tau_{eH}} \left(\frac{2|y|}{B_{DB}^{'}} \right) \left\{ 1 - 2 \left(\frac{x - x_c}{\ell_{DB}} \right)^2 \right\}$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 C_{t-pr} \tau_{eH}}{C_2^{'}}}\, t_1$$

P : **1부 6장 2절 [2.1.3]**에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로서, 횡격벽 또는 스툴의 토우 사이 중앙에 위치한 늑판 중앙점에서의 값으로 한다.

S : 늑판의 간격(m)

d_0 : 고려하는 위치에서 늑판의 깊이(m)

d_1 : 고려하는 위치에서 개구의 깊이(m)

$B_{DB}^{'}$: 고려하는 늑판의 위치에서 호퍼탱크의 토우 사이 거리(m)

C_2 : B_{DB}/ℓ_{DB}에 따라 **표 6**에 주어진 계수, B_{DB}/ℓ_{DB}의 중간 값일 경우 선형 보간법으로 구한다.

a : 고려하는 위치에서의 늑판 깊이(m). 단, 늑판에 수평 보강재를 설치하는 경우, a는 수평 보강재와 선저외판 또는 내저판 사이의 거리(m), 또는 수평 보강재 사이의 거리로 한다.

S_1 : 수직 보강재 또는 거더의 간격(m)

$C_2^{'}$: S_1/d_0에 따라 **표 7**에 주어진 계수. S_1/d_0의 중간 값인 경우 선형 보간법에 의한다.

H : 다음 식에 의한 값

늑판에 보강된 개구를 설치하는 경우 또는 개구가 없는 경우

- 보강되지 않은 슬롯을 설치하는 경우 :

$$H = \sqrt{4.0 \frac{d_2}{S_1} - 1.0} \qquad \text{단, 1.0 이상}$$

- 보강된 슬롯을 설치하는 경우 :

$H = 1.0$

늑판에 보강되지 않은 개구를 설치하는 경우

- 보강되지 않은 슬롯을 설치하는 경우 :

$$H = (1 + 0.5\frac{\phi}{d_0})\sqrt{4.0\frac{d_2}{S_1} - 1.0} \qquad \text{단, } 1 + 0.5\frac{\phi}{d_0} \text{ 이상}$$

- 보강된 슬롯을 설치하는 경우 :

$$H = 1 + 0.5\frac{\phi}{d_0}$$

d_2 : 늑골의 상하에 설치되어 있는 보강되지 않은 슬롯의 깊이(m)로서, 큰 쪽의 값으로 한다.

표 6 계수 C_2

B_{DB}/ℓ_{DB}	0.4 이하	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6 이상
C_2	0.48	0.47	0.45	0.43	0.40	0.37	0.34

표 7 계수 C_2'

S_1/d_0	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_2'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

4.5 이중선측구조의 스트링거

4.5.1 웨브 순 두께

이중선측구조의 스트링거의 순 두께는 위치에 따라 다음 식에 의한 t_1(mm) 및 t_2(mm) 중 큰 값 이상이어야 한다. $|x - x_c|$ 가 0.25 ℓ_{DS} 미만인 경우에는 $|x - x_c|$는 0.25 ℓ_{DS} 로 한다.

$$t_1 = C_3\frac{|P|S|x - x_c|}{(d_0 - d_1)C_{t-pr}\tau_{eH}}$$

$$t_2 = 1.75\sqrt[3]{\frac{H^2a^2C_{t-pr}\tau_{eH}}{C_3'}}\,t_1$$

P : **1부 6장 2절 [2.1.3]**에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로서, 종 방향으로 ℓ_{DS} 의 중심, 수직 방향으로 호퍼탱크의 상단부에서의 값으로 한다.

S : 스트링거가 지지하는 부분의 폭(m)

d_0 : 스트링거의 깊이(m)

d_1 : 고려하는 위치에서 개구의 깊이(m)

ℓ_{DS} : 고려하는 이중선측의 횡격벽 사이 거리(m)

h_{DS} : 이중선측의 높이(m)로서, 고려하는 화물창의 횡격벽 사이 중간점에 위치한 빌지호퍼의 상단과 톱사이드 탱크의 하단 사이 거리(m)

C_3 : h_{DS}/ℓ_{DS} 에 따라 **표 8**에 주어진 계수. h_{DS}/ℓ_{DS} 의 중간 값인 경우 선형 보간법으로 구한다.

a : 고려하는 위치에서 스트링거의 깊이(m), 다만, 수평 보강재가 스트링거에 부착되어 있다면 a 는 고려하는 수평 보강재로부터 선측외판 또는 이중선측의 종격벽판까지 거리로 하거나 고려중인 수평 보강재 간의 거리로 한다.

S_1 : 횡 방향 보강재 또는 웨브 프레임의 간격(m)

$C_3^{'}$: S_1/a 에 따라 **표 9**에 주어진 계수. S_1/a 의 중간 값인 경우 선형 보간법으로 구한다.

H : 다음 식에 따라 구한 값

- 스트링거에 보강되지 않는 개구를 설치하는 경우 :

$$H = 1 + 0.5\frac{\phi}{\alpha}$$

- 그 밖의 경우 :

$$H = 1.0$$

표 8 계수 C_3

h_{DS}/ℓ_{DS}	0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_3	0.16	0.23	0.30	0.36	0.41	0.44	0.47	0.50	0.54

표 9 계수 $C_3^{'}$

S_1/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
$C_3^{'}$	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

4.6 이중선측구조의 횡 방향 웨브

4.6.1 웨브 순 두께

이중선측구조의 횡 방향 웨브의 순 두께는 다음 각 위치에 따라 명시된 t_1(mm) 및 t_2 (mm)의 중 큰 값 이상이어야 한다. $z - z_{BH}$ 가 $0.4\,h'_{DS}$ 을 초과하는 경우에는 $z - z_{BH}$ 는 $0.4\,h'_{DS}$ 로 한다.

$$t_1 = C_4\frac{|P|Sh_{DS}}{(d_0 - d_1)C_{t-pr}\tau_{eH}}(1 - 1.75\frac{z - z_{BH}}{h_{DS}^{'}})$$

$$t_2 = 1.75\sqrt[3]{\frac{H^2a^2C_{t-pr}\tau_{eH}}{C_4^{'}}\,t_1}$$

P : **1부 6장 2절 [2.1.3]**에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로서, 종 방향으로 ℓ_{DS} 의 중심, 수직 방향으로 호퍼탱크 상방 단부에서의 값으로 한다.

S : 트랜스버스가 지지하는 부분의 폭(m)

d_0 : 트랜스버스 깊이(m)

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구 깊이(m)

C_4 : h_{DS}/ℓ_{DS} 에 따라 **표 10**에 주어진 계수로서 h_{DS}/ℓ_{DS} 의 중간 값인 경우 선형 보간법으로 구한다.

z_{BH} : 호퍼탱크 상단의 **1부 1장 4절 [3.6]**의 좌표계에 따른 z 좌표(m)

h_{DS} : **[4.5.1]**에 따른다.

h'_{DS} : 고려하는 위치에서 호퍼탱크의 상단과 톱사이드 탱크의 하단 사이 이중선측의 높이(m)

ℓ_{DS} : [4.5.1]에 따른다.

a : 고려하는 위치에서 트랜스버스의 깊이(m). 다만, 트랜스버스에 수직 보강재를 설치하는 경우, a는 수직 보강재와 선측외판 또는 내측 종격벽까지의 거리 또는 수직 보강재 사이의 거리(m)로 한다.

S_1 : 수평 보강재 또는 스트링거의 간격(m)

C_4' : S_1/a에 따라 표 11에 주어진 계수. S_1/a의 중간 값인 경우는 선형 보간법으로 구한다.

H : 다음 식에 따른다.

- 트랜스버스에 보강되지 않는 개구를 설치하는 경우 :

$$H = 1 + 0.5\frac{\phi}{\alpha}$$

- 그 밖의 경우 :

$$H = 1.0$$

표 10 계수 C_4

$\frac{h_{DS}}{\ell_{DS}}$	0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_4	0.62	0.61	0.59	0.55	0.52	0.49	0.46	0.43	0.41

표 11 계수 C_4'

$\frac{S_1}{a}$	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_4'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

4.7 빌지호퍼탱크, 톱사이드 탱크의 1차 지지부재

4.7.1 경계조건

이 규정은 양단이 고정단인 1차 지지부재에 적용한다. 이것과 다른 경계조건의 1차 지지부재 항복강도평가는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

4.7.2 순 단면계수, 순 전단면적 및 웨브 두께

면외압력이 작용하는 1차 지지부재의 순 단면계수 Z(cm^3), 순 전단면적 A_{shr}(cm^2) 및 웨브의 순 두께 t_w(mm)는 아래 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{|P| S \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_{s-pr} R_{eH}} 10^3$$

$$A_{shr} = \frac{5|P| S \ell_{shr}}{C_{t-pr} \tau_{eH}}$$

$$t_w = 1.75 \sqrt[3]{\frac{h_w C_{t-pr} \tau_{eH}}{10^4 C_5} A_{shr}}$$

P : **1부 6장 2절 [2.1.3]**에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로서, 횡격벽 화물창 사이 중앙에 위치한 웨브 프레임 스팬의 중앙점에서의 값으로 한다.

S : 1차 지지부재의 간격(m)

ℓ_{bdg} : **1부 3장 7절 [1.1.6]**의 지지부재 사이에서 측정된 1차 지지부재의 유효 굽힘 스팬(m)

ℓ_{shr} : **1부 3장 7절 [1.1.7]**의 지지부재 사이에서 측정된 1차 지지부재의 유효 전단 스팬(m)

f_{bdg} : 굽힘 모멘트 계수로서 다음에 의한다.

- 연속된 1차 지지부재 및 고정단을 가지는 1차 지지부재의 끝단 연결이 이상적으로 설치된 경우

  $f_{bdg} = 10$

- 경감된 끝단 1차 지지부재인 경우, 항복 확인은 사안별로 고려되어야 한다.

C_{s-pr} : 1차 지지부재에 대한 허용 굽힘응력계수로서, 다음에 따른다.

$C_{s-pr} = 0.70$, AC-S 경우

$C_{s-pr} = 0.85$, AC-SD 경우

h_w : 웨브 높이(mm)

C_5 : s_1 및 d_0 에 따라 **표 12**에 의해 정해지는 계수. s_1/d_0의 중간 값인 경우는 선형 보간법으로 구한다.

s_1 : 웨브 보강재 또는 웨브에 설치된 트리핑 브래킷 간격(m)

d_0 : 판에 평행한 웨브 보강재의 간격(m)

표 12 계수 C_5

s_1 / d_0	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0 이상
C_5	60.0	40.0	26.8	20.0	16.4	14.4	13.0	12.3	11.1	10.2

제 5 절 화물창 창구덮개

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1부 1장 4절**을 참조 한다.

P_S : [4.1]에 따른 정수중 압력(kN/m^2)

P_W : [4.1]에 따른 파랑압력(kN/m^2)

P_C : [6.2]에 따른 창구코밍에 작용하는 압력(kN/m^2)

F_S, F_W : 계수로서, 다음에 따른다.

$F_S = 0$ 및 $F_W = 0.9$, 평형수 화물창의 창구덮개에 대한 평형수 하중의 경우

$F_S = 1.0$ 및 $F_W = 1.0$, 기타의 경우

b_p : [3]에 따른 일반보강재 부착판의 유효폭(mm)

A_{shr} : 보강재 또는 1차 지지부재의 순 전단면적(cm^2)

f_{bc} : 보강재 및 1차 지지부재에 대한 경계계수로서, 다음에 따른다.

$f_{bc} = 8$, 보강재 및 1차 지지부재가 양단에서 단순지지 되는 경우 또는 한쪽 끝단에서 지지되고 다른 한쪽 끝단에서는 구속된 경우

$f_{bc} = 12$, 일반보강재 및 1차 지지부재가 양단에서 구속된 경우

t_c : [1.4]에 따른 총 부식추가(mm)

σ_a, τ_a : [1.5]에 따른 허용응력(N/mm^2)

[RCN1 to 01 JAN 2021]

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

[1] 내지 [8]의 요건은 **1부 1장 4절** [3.2]에 따른 노천갑판 상의 제1위치 및 제2위치에 있는 강재 창구덮개에 적용한다.

1.2 재료

1.2.1 강

치수 산정을 위하여 [5]의 식은 강재 창구덮개에 적용된다. 강재 창구덮개의 구조에 사용되는 재료는 **2편**에 적합하여야 한다.

1.2.2 기타 재료

강재 이외의 재료의 사용은 치수 산정을 위해 채택된 기준이 강재 창구덮개의 기준과 동등한 강도 및 강성을 확보하는 것을 검토하여 우리 선급에 의하여 승인되어야 한다.

1.3 순 치수

1.3.1

이 절에 언급된 모든 치수는 순 치수이다. 즉 부식여유를 포함하지 아니한다. [5.3] 및 [5.4]에서 응력 σ 및 τ를 계산할 때, 순 치수를 사용하여야 한다. 총 치수는 **1부 3장 2절**에 따라 구한다. 부식추가는 [1.4]에 따른다.

1.4 부식추가

1.4.1

창구덮개의 판 및 내부재에 대하여 고려되어야 하는 양측의 총 부식추가는 **표 1**에 따른다.
창구코밍 및 코밍스테이의 부식추가는 **1부 3장 3절**에 따른다.

표 1 창구덮개에 대한 부식추가 t_c

양측의 부식추가 t_c (mm)	
단일 창구덮개의 판 및 보강재	2.0
이중 창구덮개의 정판 및 바닥판	2.0
이중 창구덮개의 내부 구조부재	1.5

1.5 허용응력

1.5.1

허용응력 σ_a (N/mm^2)는 **표 2**에 따른다.

표 2 허용응력(N/mm^2)

부재위치	적용하중	σ_a (N/mm^2)
풍우밀 창구덮개의 부재	[4.1.2]에 따른 외부압력	$0.80R_{eH}$
풍우밀 창구덮개의 부재	[4.1.3]에서 [4.1.6]에 따른 기타의 하중	$0.90R_{eH}$, 하중조합: S+D $0.72R_{eH}$, 하중조합: S

허용좌굴계수는 **표 3**에 따른다.

표 3 허용좌굴계수

구조부재	적용하중	허용좌굴계수, η_{all}
판 및 보강재 PSM의 웨브	[4.1.2]에 따른 외부압력	0.80, 하중조합: S+D
	[4.1.3]에서 [4.1.6]에 따른 기타의 하중	0.90, 하중조합: S+D 0.72, 하중조합: S

[RCN1 to 01 JAN 2021]

2. 배치

2.1 〈삭제〉

2.1.1

〈삭제〉

2.1.2

〈삭제〉

2.2 창구덮개

2.2.1
창구덮개의 보강재 및 1차 지지부재는 실행 가능한 한, 창구덮개의 폭과 길이에 걸쳐 연속이어야 한다. 이것이 실행 불가능한 경우, 스닙 끝단 연결을 사용하여서는 아니 되며 충분한 하중전달능력을 확보하기 위한 적절한 배치가 채택되어야 한다.

2.2.2
보강재의 방향과 평행한 1차 지지부재의 간격은 1차 지지부재 스팬의 1/3 보다 커서는 아니 된다.

2.2.3
1차 지지부재 면재의 폭은 3 m 보다 큰 면외 지지되지 아니한 스팬에 대하여 그 깊이의 40 % 보다 작아서는 아니 된다. 면재와 연결된 트리핑 브래킷은 1차 지지부재의 면외 지지로 고려할 수 있다.
면재의 한 쪽의 폭은 면재 총 두께의 15 배를 넘어서는 아니 된다.

2.2.4
창구덮개 상의 화물에 의하여 종 방향 및 횡 방향 힘이 작용하는 경우, 창구덮개의 이동을 방지하기 위하여 유효한 잠금장치를 설치하여야 한다. 이러한 잠금장치는 창구코밍 측면 브래킷 근처에 설치되어야 한다.

2.2.5
창구덮개의 각 지지면(bearing surface)의 폭은 최소 65 mm 이어야 한다.

2.3 창구코밍

2.3.1
코밍, 보강재 및 브래킷은 창구덮개 위에 적재된 화물로 인한 하중뿐만 아니라 창구덮개의 고박 및 이동을 위한 조임장치 및 작동설비에 따른 국부적인 힘에 견딜 수 있어야 한다.

2.3.2
선수창구의 횡 방향 전단코밍의 강도 및 이 코밍의 창구덮개용 폐쇄장치의 치수에 특별히 주의하여야 한다.

2.3.3
종 방향 코밍은 최소한 갑판보의 하단까지 수직으로 연장되거나 또는 갑판 하부 갑판거더는 종 방향 코밍과 일치하도록 설치되어야 한다. 연장된 코밍 판은 갑판보의 하단 위치에서 플랜지로 적용되거나, 면재 또는 반환 봉(half-round bar)이 설치되어야 한다. **그림 1**은 예를 보여준다.

- 종 방향 코밍이 연속된 갑판거더의 일부가 아닌 경우, 상부에서부터 연장된 갑판 구조를 포함하는 종 방향 코밍의 하단은 창구 개구의 끝단을 넘어 최소한 늑골 2개 간격까지 연장되어야 한다.
- 종 방향 코밍이 연속된 갑판거더의 일부인 경우, 그 치수는 **1부 6장 6절** 및 **1부 8장 3절**에 따라야 한다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

2.3.4
웨브 프레임 또는 유사한 구조가 갑판 하부에 횡 방향 코밍과 일치시켜 설치되어야 한다. 횡 방향 코밍은 갑판 하부로 연장되고 웨브 프레임과 연결되어야 한다.

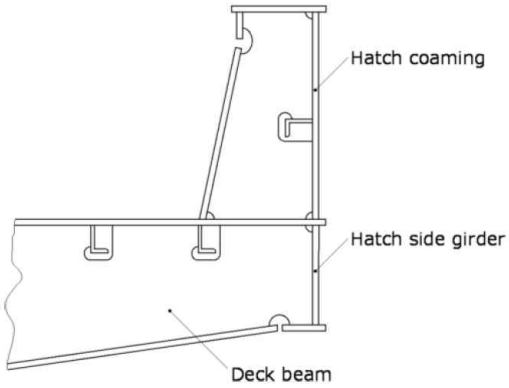


그림 1 창구코밍에 부착된 종 방향 코밍의 갑판보 하단 연장 예

3. 부착판의 폭

3.1 보강재

3.1.1

보강재의 검토를 위하여 고려하여야 하는 부착판의 폭 b_p (mm)는 다음 식에 의한다.

- 부착판이 보강재의 양쪽에 있는 경우 :
  $b_p = s$

- 부착판이 보강재의 한쪽에만 있는 경우 :
  $b_p = 0.5\,s$

3.2 〈삭제〉

[RCN1 to 01 JAN 2021]

4. 하중 모델

4.1 면외압력 및 힘

4.1.1 일반

창구덮개에 작용하는 면외압력 및 힘은 [4.1.2] 부터 [4.1.6]에 따른다. 두 개 또는 그 이상의 패널이 힌지에 의해 연결되는 경우, 각각 독립적인 패널은 분리된 것으로 고려하여야 한다. 모든 경우에 있어서, 노출갑판 상에 위치한 창구덮개에 대하여 [4.1.2]에 따른 해수압력이 고려되어야 한다. 이에 추가하여, 균일화물, 특별화물 또는 컨테이너를 운송하고자 하는 창구덮개인 경우, [4.1.3] 부터 [4.1.6]에 규정된 압력 및 힘은 해수압력과는 별개로 고려되어야 한다.

4.1.2 해수압력

정수 및 파랑 면외압력이 고려되어야 하며 다음에 따른다.

- 정수압 : $P_S = 0$
- 1부 4장 5절 [5.2]에 따른 파랑압력 $P_W = P_{HC}$

4.1.3 평형수로 인한 내부압력

적용되는 경우, 평형수로 인한 내부 정적 및 동적 면외압력이 고려되어야 하며 **1부 4장 6절 [1]**에 따른다.

4.1.4 균일화물로 인한 압력

적용되는 경우, 균일화물로 인한 정적 및 동적압력이 고려되어야 하며 **1부 4장 5절 [5.3.1]**에 따른다.

4.1.5 특별화물로 인한 압력 및 힘

항해 중 일시적으로 물을 보유할 수 있는 특별화물(예: 관 등)을 창구덮개 상에 운송하는 경우, 적용되어야 하는 면외압력 및 힘은 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

4.1.6 컨테이너로 인한 힘

창구덮개 상에 컨테이너를 운송하는 경우, 컨테이너 모서리 하부의 집중하중은 **4편 2장**에 따라 결정되어야 한다.

4.1.7 자중

창구덮개 구조물의 자중 효과는 정하중에 포함되어야 하며 동하중에는 포함하지 않는다.

4.2 하중점

4.2.1 노출갑판 상의 창구덮개에 대한 파랑면외압력

각 창구덮개에 작용하는 파랑 면외압력은 다음 위치의 점에서의 값으로 한다.

- 종 방향으로, 창구덮개 길이의 중간에서
- 횡 방향으로, 선박 대칭의 종단면 상에서
- 수직 방향으로, 창구덮개 상단에서

4.2.2 파랑압력 이외의 면외압력

면외압력은 창구덮개의 밀폐 경계에서 다음과 같이 계산되어야 한다.

- 판 : 판의 기하학적 무게 중심
- 보강재 및 1차 지지부재 : 스팬의 중앙

5. 강도검토

5.1 일반

5.1.1 적용

강도검토는 한 방향 또는 종/횡 방향의 격자 형태로 배치된 1차 지지부재로 설계 된 것으로, 수직압력 및/또는 집중하중이 작용하는 직사각형 창구덮개에 적용한다.
그림 1과 같이 U형 보강재가 시공된 창구덮개에 또한 적용할 수 있다. 모든 구조 부재는 **[5.6.1]**에 따라 모델링된 유한요소 해석에 의해 결정되어야 한다.

모든 구조부재의 응력은 **[5.6.2]**의 항복 강도 평가 규정과, **[5.2.3], [5.3.4], [5.4.6], [5.6.3]** 및 **[5.6.4]**의 좌굴강도 평가 규정에 적합하여야 한다.
[RCN1 to 01 JAN 2021]
[CORR1 to 01 JAN 2021]

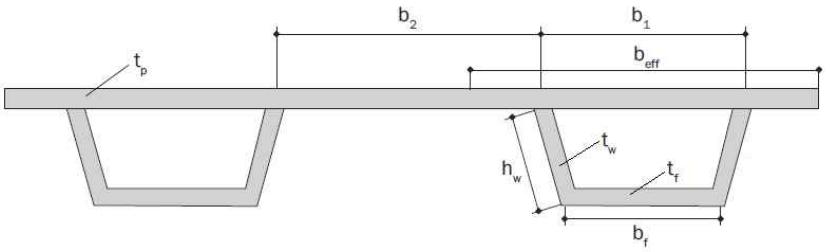


그림 1 U형 보강재가 시공된 창구덮개의 예

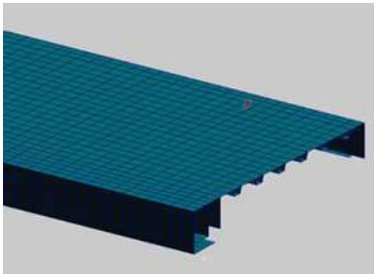


그림 2 U형식 보강재가 시공된 창구덮개의 예

5.1.2 컨테이너를 지지하는 창구덮개

컨테이너를 지지하는 창구덮개의 치수는 **4편 2장**에 적합하여야 한다.

5.1.3 특별화물을 적재하는 창구덮개

특별화물을 적재하는 창구덮개에 대하여, 보강재 및 1차 지지부재는 보강재 배치 및 상대 관성을 고려하여, 일반적으로 직접계산에 의하여 검토되어야 한다. 특별화물에 의한 응력이 **[5.4.4]**의 기준에 적합한지 확인되어야 한다.

5.2 판

5.2.1 순 두께

강재 창구덮개 정판의 순 두께(mm)는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = 0.0158 F_p b \sqrt{\frac{F_s P_s + F_W P_W}{0.95 R_{eH}}}$$

F_p : 멤브레인 응력 및 굽힘응력의 조합을 위한 계수로서 다음에 따른다.

$F_p = 1.5,$ 일반적인 경우

$F_p = 1.9 \dfrac{\sigma}{\sigma_a},$ $\sigma \geq 0.8\sigma_a$인 경우 1차 지지부재의 부착된 판에 대하여

σ : **[5.4.3]**에 따라 계산되거나 격자해석 또는 유한요소 해석으로 결정된 1차 지지부재의 부착판의 수직응력 ($\mathrm{N/mm^2}$)

U형 보강재의 창구덮개에 대하여, 좌굴 패널 b_1, b_2 및 c(**그림 1** 참조)는 각각 평가되어야 한다.

5.2.2 최소 순 두께

[5.2.1]에 추가하여, 창구덮개의 정판의 순 두께(mm)는 다음 값 중 큰 값보다 작아서는 아니 된다.

$$t = \frac{b}{100} \qquad \text{또는} \qquad t = 6$$

5.2.3 좌굴강도

[4.1]에 따른 적재상태에 대한 창구덮개 판의 좌굴강도는 [5.6.3]에 적합하여야 한다.
U형 보강재가 시공된 창구덮개의 경우, [5.6.4]에 적합하여야 한다.
[RCN1 to 01 JAN 2021]

5.3 보강재

5.3.1

보강재는 **1부 8장 2절** [3.1.1] 및 [3.1.2]에 주어진 세장비 요건 및 형상 요건에 적합하여야 한다.
[RCN1 to 01 JAN 2021]

5.3.2 웨브의 최소 순 두께

보강재 웨브의 순 두께는 4 mm 보다 작아서는 아니 된다.

5.3.3 순 단면계수 및 순 전단면적

면외압력을 받는 보강재의 순 단면계수 $Z\,(\mathrm{cm}^3)$ 및 순 전단면적 $A_{shr}\,(\mathrm{cm}^2)$는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = \frac{(F_s P_s + F_W P_W)\, s \cdot \ell_s^2}{f_{bc}\sigma_a}$$

$$A_{shr} = \frac{5(F_s P_s + F_W P_W)\, s\, \ell_s}{\tau_a} 10^{-2}$$

ℓ_s : 보강재의 스팬(m)으로 1차 지지부재의 간격(m) 또는 1차 지지부재와 끝단 지지부재 사이의 거리로 한다. 모든 보강재의 양단에 브래킷이 설치된 경우, 보강재의 스팬은 최소 브래킷암 길이의 2/3로 경감할 수 있다. 다만 각각의 브래킷에 대하여 전체 스팬의 10 %보다 커서는 아니 된다.

[CORR1 to 01 JAN 2021]

5.3.4 좌굴강도

[4.1]에 따른 적재상태에 대한 창구덮개 보강재의 좌굴강도는 [5.6.3]에 적합하여야 한다.
U형 보강재가 시공된 [4.1]의 하중을 받는 창구덮개의 좌굴강도는 [5.6.4]에 적합하여야 한다.
[RCN1 to 01 JAN 2021]

5.4 1차 지지부재

5.4.1 적용

1차 지지부재는 [5.4.2]부터 [5.4.7]에 따라 검토되어야 한다.
[RCN1 to 01 JAN 2021]

5.4.2 웨브의 최소 순 두께

1차 지지부재 웨브의 순 두께는 6 mm 보다 작아서는 아니 된다.

5.4.3 〈삭제〉

[RCN1 to 01 JAN 2021]

5.4.4 〈삭제〉

[RCN1 to 01 JAN 2021]

5.4.5 변형한도

구조의 자중을 제외한 해수압력에 의한 하중을 받는 경우, 1차 지지부재의 순 관성 모멘트는 변형이 $\mu\ell_{\max}$ 을 넘지 아니 하도록 하는 것이어야 한다.

μ : 계수로서 풍우밀 창구덮개의 경우, 0.0056 으로 한다.
$\ell_{\max}$: 1차 지지부재의 최대 스팬(m)

5.4.6 1차 지지부재 웨브의 좌굴강도

[4.1]에 따른 적재상태에 대한 1차 지지부재 웨브의 좌굴강도는 **[5.6.3]**에 적합하여야 한다.
[RCN1 to 01 JAN 2021]

5.4.7 세장비 기준

1차 지지부재 웨브의 좌굴 보강재의 비율 h_w/t_w 는 다음 식을 만족하여야 한다.

$$\frac{h_w}{t_w} \le 15\sqrt{\frac{235}{R_{eH}}}$$

5.5 불균일 단면인 보강재 및 1차 지지부재

5.5.1

불균일 단면인 일반보강재 및 1차 지지부재의 순 단면계수 $Z(\mathrm{cm}^3)$는 다음 식으로부터 구한 값 중 큰 값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z = Z_{CS}$$

$$Z = \left(1 + \frac{3.2\alpha - \psi - 0.8}{7\psi + 0.4}\right) Z_{CS}$$

Z_{CS} : **[5.4.4]**의 검토기준에 적합한 균일 횡단면에 대한 순 단면계수(cm^3)
α : 계수로서 다음에 따른다.
$\alpha = \ell_1/\ell_0$
ψ : 계수로서 다음에 따른다.
$\psi = Z_1/Z_0$
ℓ_1 : **그림 1**에 따른 불균일 단면부분의 길이(m)
ℓ_0 : **그림 1**에 따른 지지부재 사이에서 측정된 스팬(m)
Z_1 : **그림 1**에 따른 끝단에서 순 단면계수(cm^3)
Z_0 : **그림 1**에 따른 스팬의 중앙에서 순 단면계수(cm^3)

또한, 불균일 단면인 일반보강재 및 1차 지지부재의 순 관성 모멘트(cm^4)는 다음 식으로부터 구한 값 중 큰 값보다 작아서는 아니 된다.

$$I = I_{CS} \qquad (\text{cm}^4)$$

$$I = \left[1 + 8\alpha^3\left(\frac{1-\varphi}{0.2 + 3\sqrt{\varphi}}\right)\right] I_{CS} \qquad (\text{cm}^4)$$

I_{CS} : **[5.4.5]**에 적합한 균일 단면의 순 관성 모멘트(cm^4)
φ : 계수로서 다음에 따른다.
$\varphi = I_1 / I_0$
I_1 : **그림 1**에 따른 끝단에서 순 관성 모멘트(cm^4)
I_0 : **그림 1**에 따른 스팬의 중앙에서 순 관성 모멘트(cm^4)

이들 식의 사용은 횡단면의 급격한 변화가 그 길이에 걸쳐 일어나지 아니하는 보강재 및 1차 지지부재의 강도 결정에 제한되어야 한다.

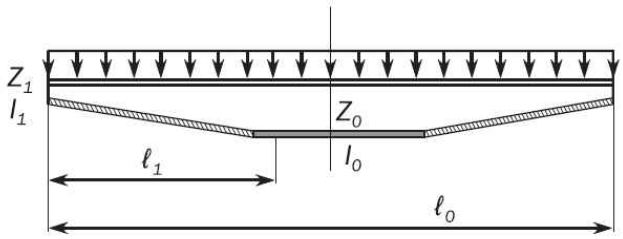


그림 3 불균일 단면 보강재

5.6 유한요소 모델 및 좌굴 평가 *[RCN1 to 01 JAN 2021]*

5.6.1 유한요소 모델

유한요소 해석 방법으로 **[4.1]**에 따른 적재상태에 대한 창구덮개의 강도평가의 경우, 창구덮개 형상은 가능한 실제와 유사하게 이상화되어야 한다. 요소 폭은 어떠한 경우에도 보강재 간격보다 크지 않아야 한다. 하중 전달 점과 개구(cutouts) 주위는 최대한 반영되어야 한다. 요소 종횡비는 3을 넘지 않아야 한다.
1차 지지부재 웨브 깊이 방향의 요소 크기는 웨브 깊이의 1/3을 넘지 않아야 한다. 면외압력 하중을 받는 판을 지지하는 보강재는 유한요소 모델에 포함되어야 한다. 보강재는 보 요소 또는 쉘/판 요소로 모델링 될 수 있다. 좌굴 방지용 보강재는 응력 계산 시 무시 될 수 있다.
그림 1의 U형 보강재가 시공된 창구덮개는 유한요소 해석 방법에 의해 평가되어야 한다. U형 보강재의 형상은 쉘/판 요소로 모델링 되어야 한다. U형 보강재의 웨브와 창구 덮개 판 및 U형 보강재의 플래지와 웨브의 교차점에는 절점이 위치하여야 한다.

5.6.2 항복응력 평가

모든 창구덮개 구조 부재는 다음 식을 만족하여야 한다.

$\sigma_{vm} \le \sigma_a$ 일반적인 쉘 요소

$\sigma_{axial} \le \sigma_a$ 일반적인 봉 또는 보 요소

σ_a : **[1.5.1] 표 2**의 허용응력

σ_{vm} : 등가응력(N/mm^2)으로 다음과 같다.

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

σ_x : x방향 수직응력(N/mm^2)

σ_y : y방향 수직응력(N/mm^2)

τ_{xy} : 전단응력(N/mm^2)

σ_{axial} : 봉 또는 보 요소의 축응력(N/mm^2)

첨자 x 및 y는 구조 요소의 평면에서 2차원 좌표이다.

쉘(또는 판) 요소를 사용한 유한요소 해석의 경우, 개별 요소의 중심에서 응력을 계산한다.
특히 비대칭 거더 플랜지의 경우, 요소 중심에서의 응력 평가는 비보수적인 결과를 보여질 수 있다. 따라서 이러한 경우 충분히 상세한 메쉬를 적용하거나, 요소 모서리의 응력이 허용 응력을 초과하지 않아야 한다. 쉘 요소가 사용되는 경우 응력은 요소의 중간 평면에서 평가되어야 한다.

5.6.3 좌굴강도 평가

창구덮개 구조의 판 패널은 보강 또는 보강되지 않은 패널(SP or UP)로 모델링 되어야 한다. **1부 8장 1절 [3]**에 따른 방법 A 및 방법 B는 **표 4, 그림 3** 및 **그림 4**에 따라 사용되어야 한다. 개구를 갖는 웨브 패널인 경우, 좌굴평가는 개구에 대한 절차에 따라야 한다.
필요할 경우, **1부 8장 4절**의 직접 강도해석을 위해 다음과 같은 해당 좌굴 규정은 참조 될 수 있다.
(1) **1부 8장 4절 [2.1.2]**의 패널 평균 두께
(2) **1부 8장 4절 [2.3]**의 불규칙 패널
(3) **1부 8장 4절 [2.4]**의 참조응력
(4) **1부 8장 4절 [2.5]**의 면외압력
(5) **1부 8장 4절 [2.6]**의 좌굴 기준, 단 **2부 1절 5절 표 3**의 허용좌굴계수를 사용할 수 있다.

표 4 구조 부재 및 평가 방법

구조 요소	평가 방법[1,2]	통상적인 패널 정의
창구 덮개 정판/바닥판 구조(**그림 3** 참조)		
창구덮개 정판/바닥판	SP-A	길이 : 횡거더 사이 폭 : 종거더 사이
불규칙 보강 패널	UP-B	국부 보강재/1차 지지부재 사이의 판
창구 덮개 1차 지지부재의 웨브(**그림 4** 참조)		
거더 웨브(단일 창구 덮개)	UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
거더 웨브(이중 창구 덮개)	SP-B[3]	길이 : 1차 지지부재 사이 폭 : 웨브 전체 깊이
개구를 가지는 웨브 패널	개구에 대한 절차	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
불규칙 보강 패널	UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
비고 1 : SP와 UP는 각각 보강 패널과 보강되지 않은 패널을 의미한다. 비고 2 : A와 B는 각각 방법 A와 방법 B를 의미한다. 비고 3 : 거더 웨브의 좌굴 보강재/브래킷이 불규칙적으로 시공된 경우, UP-B를 적용할 수 있다.		

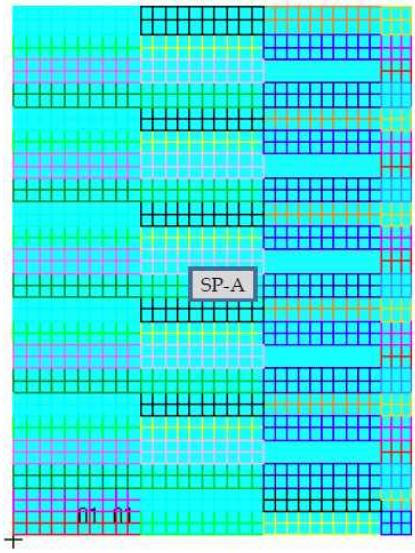


그림 3 창구덮개 정판/바닥판 구조

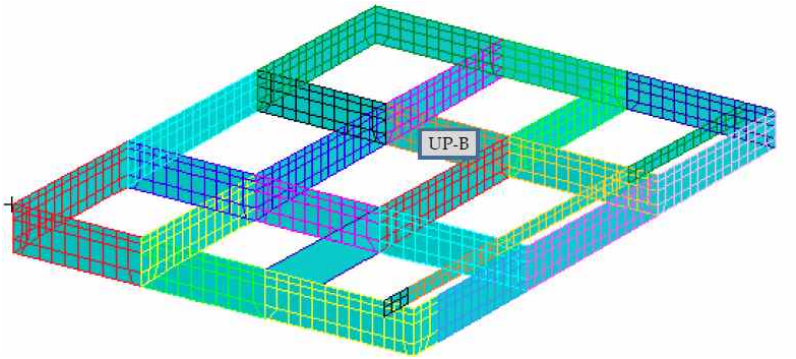


그림 4 창구덮개 1차 지지부재의 웨브

5.6.4 U형 보강재를 가지는 보강 패널의 좌굴평가

U형 보강재를 시공한 창구덮개의 경우, 국부 판 좌굴은 다음과 같이 요소 패널의 EPP b_1, b_2, b_f 및 h_w(**그림 1** 참조)에 대하여 각각 검토되어야 한다.

- 부착판 패널 EPP b_1 및 b_2는 SP-A로 평가한다. 여기서 **1부 8장 5절 표 3**에 따른 좌굴 계수 K_x의 계산에서 **1부 8장 5절 표 2**에 따른 U형 보강재의 수정계수 F_{long}가 사용되어야 한다. 그리고 **1부 8장 5절 표 3**에 따른 K_y의 계산에서 **1부 8장 5절 [2.2.5]**에 따른 U형 보강재의 수정계수 F_{tran}가 사용되어야 한다.
- 면재 및 웨브 패널 EPP b_f 및 h_w는 $F_{long}=1$ 및 $F_{tran}=1$인 UP-B로 평가되어야 한다.

전체 보강 패널 능력 및 U형 보강재가 시공된 창구덮개 보강재의 최종 능력은 와핑응력 $\sigma_w=0$ 및 다음의 가정으로 계산된 부착판의 유효폭을 포함한 굽힘 관성 모멘트로 검토되어야 한다.

- U형 보강재의 두 웨브 패널은 t_w의 두께를 가진 수직 부착판으로 부착판과 보강재 면재 사이의 높이를 가지는 것으로 한다.
- 부착판의 유효폭 b_f는 SP-A에 따라 EPP b_1 및 b_2에 대해 각각 계산된 b_{eff}의 합으로 한다.
- 전단 지연 효과가 없는 보강재의 부착판의 유효폭 b_{eff1}은 EPP b_1 및 b_2에 대해 각각 계산된 b_{eff1}의 합으로 한다.

6. 창구코밍

6.1 보강

6.1.1
창구코밍의 보강재는 창구코밍의 폭 및 길이에 걸쳐 연속되어야 한다.

6.1.2
코밍은 그 상단에서 창구덮개 폐쇄장치를 설치하기에 적합한 형상의 보강재에 의하여 보강되어야 한다.

6.1.3
코밍의 높이가 900 mm 를 넘는 경우, 추가적인 보강이 요구될 수도 있다. 다만 보호된 지역의 횡 방향 코밍에 대하여는 경감할 수 있다.

6.1.4
두 개의 창구가 서로 근접한 경우, 종 방향 코밍의 강도의 연속성을 유지하기 위하여 갑판하 보강재를 종 방향 코밍과 연결되도록 설치하여야 한다. 길이가 늑골 9개 간격을 넘는 창구의 끝단에는 늑골 2개 간격에 걸쳐 유사한 보강을 하여야 한다. 경우에 따라, 우리 선급은 코밍의 연속성이 갑판 상부에 걸쳐 유지되도록 요구할 수 있다.

6.1.5
금속성의 수밀 창구덮개가 설치된 경우, 동등한 강도의 다른 장치가 채택될 수 있다.

6.2 하중 모델

6.2.1
창구코밍에 작용하는 것으로 고려되어야 하는 면외압력 $P_C\,(\mathrm{kN/m^2})$는 **[6.2.2]** 및 **[6.2.3]**에 따른다.

6.2.2
제1번 선수창의 횡 방향 창구코밍의 파랑 면외압력 $P_C\,(\mathrm{kN/m^2})$는 다음에 따른다.

- $P_C = 220$, **1장 1절 [1]**에 따라 선수루가 설치된 경우
- $P_C = 290$, 기타의 경우

6.2.3
제1번 선수창의 횡 방향 창구코밍 이외의 창구코밍의 파랑 면외압력 $P_C\,(\mathrm{kN/m^2})$는 다음에 따른다.

- $P_C = 220$

6.2.4
평형수를 운송하는 화물창인 경우, 창구코밍에 작용하는 액체 내부압력은 **1부 4장 6절**에 따라 결정되어야 한다.

6.3 치수

6.3.1 판
창구코밍 판의 순 두께(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만, 9.5 mm 이상이어야 한다.

$$t = 0.016\,b\sqrt{\frac{P_C}{0.95R_{eH}}}$$

6.3.2 보강재

창구코밍에 설치되는 종 방향 또는 횡 방향 보강재의 순 단면계수 $Z\,(\mathrm{cm}^3)$는 다음 식으로부터 구한 값 이상이어야 한다.

$$Z = 1.21\frac{P_C\, s\, \ell^2}{f_{bc}\, c_p\, R_{eH}}$$

f_{bc} : 계수로서 다음에 따른다.

f_{bc} = 16, 일반적인 경우

f_{bc} = 12, 코밍의 모서리에서 스닙된 보강재의 끝단 스팬인 경우

c_p : 일반 보강재의 탄성 단면계수에 대한 소성 단면계수의 비율로서 부착판 폭(mm)은 $40\,t$ 로 한다. t 는 판의 순 두께이다. 다만, 정밀한 평가가 이루어지지 않은 경우에는 1.16 로 할 수 있다.

6.3.3 코밍 스테이

갑판과의 연결부에서 갑판과 연결된 플랜지를 가진 보 또는 스닙되고 브래킷이 설치된(**그림 5** 및 **그림 6** 참조) 코밍 스테이의 순 단면계수 $Z\,(\mathrm{cm}^3)$ 및 강도 요구 두께 $t_w\,(\mathrm{mm})$는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{s_C\, P_C\, H_C^2}{1.9\, R_{eH}}$$

$$t_w = \frac{s_C\, P_C\, H_C}{0.5\, h\, R_{eH}}$$

H_C : 스테이 높이(m)

s_C : 스테이 간격(mm)

h : 갑판과의 연결부에서 스테이 깊이(mm)

코밍 스테이의 단면계수를 계산할 때, 코밍 스테이 면재의 면적은 면재가 갑판에 완전 용입으로 용접되고 적절한 갑판하 구조가 이를 통하여 전달된 응력을 지지하도록 설치된 경우에 한하여 고려되어야 한다.
그림 7 및 **그림 8**와 같이 다른 설계의 코밍 스테이인 경우, 각 경우에 따라 격자해석 또는 유한요소 해석을 통해 결정된 응력 수준을 적용하고 가장 높은 응력 부위를 검토하여야 한다.
응력 수준은 다음 식에 적합하여야 한다.

$$\sigma \le 0.95\, R_{eH}$$

$$\tau \le 0.5\, R_{eH}$$

[RCN1 to 01 JAN 2021]

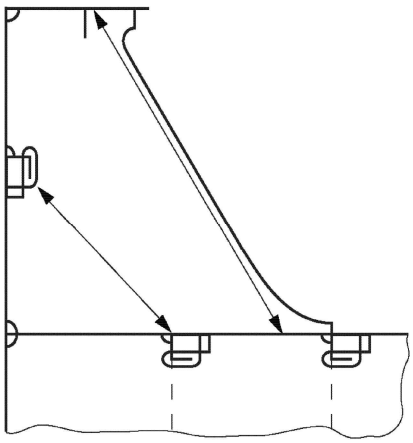


그림 4 코밍 스테이: 예1

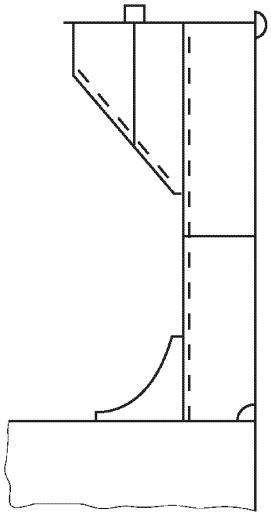


그림 5 코밍 스테이: 예2

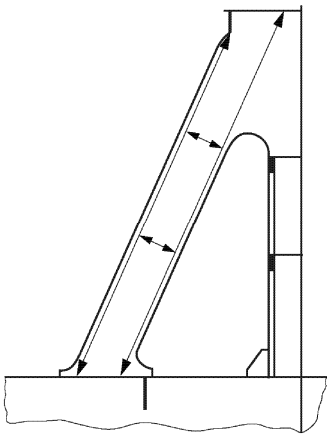


그림 6 코밍 스테이: 예3

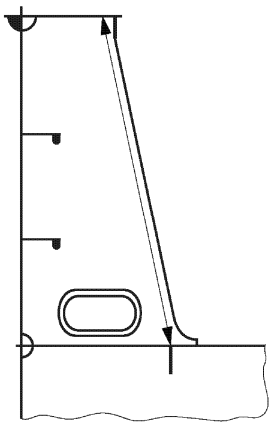


그림 7 코밍 스테이: 예4

6.3.4 국부상세

국부상세의 설계는 창구덮개로부터 갑판 지지구조까지 적절한 구조 연속성을 확보하는 이 절의 요건에 적합하여야 한다. 창구코밍 및 지지구조는 종 방향, 횡 방향 및 수직 방향으로 창구덮개로부터 하중을 수용하기 위하여 적절히 보강되어야 한다. 스테이를 통한 하중 전달에 의하여 갑판 하 구조에 발생하는 법선응력 σ (N/mm^2) 및 전단응력 τ (N/mm^2)는 다음 식에 적합하여야 한다.

$$\sigma \leq 0.95 R_{eH}$$

$$\tau \leq 0.5 R_{eH}$$

별도로 규정하지 아니하는 한, 용접 및 재료는 **2편**에 적합하여야 한다.
양면 연속 필릿 용접이 스테이 웨브와 갑판의 연결에 적용되어야 하며 용접 각장의 크기는 0.62 t_w 보다 작아서는 아니 된다. t_w 는 스테이 웨브의 총 두께이다.
스테이 웨브의 토우는 갑판에 스테이 폭의 15 % 이상 거리에 걸쳐 양면 개선 부분 용입 용접되어야 한다.

7. 풍우밀, 폐쇄장치, 고박장치 및 스토퍼

7.1 풍우밀

7.1.1
창구가 노출된 경우, 양적 질적으로 충분한 개스킷 및 고박장치에 의하여 풍우밀이 확보되어야 한다.

7.1.2
일반적으로, 최소한 두 개의 고박장치 또는 이와 동등한 것이 창구덮개의 각 측면에 설치되어야 한다.

7.2 개스킷

7.2.1
선체 운동에 의하여 발생한 관성력과 함께, 창구덮개 또는 그 위에 적재된 모든 화물의 무게는 선체구조로 전달되어야 한다.

7.2.2
필요한 풍우밀을 얻기 위하여 비교적 부드러운 압축 탄성재료의 연속된 개스킷에 의하여 밀봉이 되어야 한다. 십자 연결 요소 사이에 유사한 밀봉 장치가 배치되어야 한다. 설치된 경우, 개스킷과 접촉하는 부위의 압축 평강 또는 앵글의 모서리는 충분히 둥글게 하여야 하고 내식성 재료로 제작되어야 한다.

7.2.3
개스킷 및 고박장치는 창구덮개와 선체구조 사이 또는 창구덮개사이의 큰 상대운동에 대하여 그 유효성이 유지되어야 한다. 필요한 경우, 이러한 운동을 제한하기 위한 적절한 장치가 설치되어야 한다.

7.2.4
개스킷의 재료는 선박이 만날 수 있는 모든 환경조건에 적절한 품질의 것이어야 하고, 화물 운송에 적합한 것이어야 한다. 선택된 개스킷의 재료 및 형상은 창구덮개의 형식, 고박장치 및 창구덮개와 선체구조 사이의 예상되는 상대운동과 연계하여 고려되어야 한다. 개스킷은 창구덮개에 유효하게 고정되어야 한다.

7.2.5
개스킷과 접촉되는 코밍과 창구덮개의 강재부분에는 예리한 모서리를 가져서는 아니 된다.

7.2.6
창구덮개와 선체구조사이에 접지를 위하여 금속성의 접촉이 요구된다.

7.3 폐쇄장치, 고박장치 및 스토퍼

7.3.1 일반
패널 창구덮개는 코밍을 따라서 그리고 덮개 사이에 적절한 간격의 적절한 장치(볼트, 웨지 또는 유사한 것)에 의하여 고정되어야 한다.
특수한 밀봉 장치를 가지는 창구덮개, 단열된 창구덮개, 평편한 창구덮개 및 [2.1.2]에 따라 경감된 높이의 코밍을 가지는 창구덮개는 우리 선급이 인정하는 것이어야 한다.

7.3.2 배치

고박장치 및 스토퍼는 창구덮개와 코밍 사이 및 인접한 창구덮개 사이의 개스킷에 충분한 압력을 확보하도록 배치되어야 한다.
배치 및 간격은 고박장치 사이의 창구덮개 모서리의 강성 뿐 아니라 창구덮개의 형식 및 크기에 따른 풍우밀의 유효성에 주의를 기울여 결정되어야 한다.
십자 연결 다중 패널 덮개에서, 하중을 받는 패널과 하중을 받지 아니하는 패널 사이의 과도한 상대 수직 변형을 방지하기 위하여 (양/음) 수직 가이드가 설치되어야 한다.
스토퍼의 위치는 창구덮개와 선체구조의 손상을 방지하기 위하여 이들 사이의 상대 운동에 적합하여야 한다. 스토퍼의 수는 가능한 한 적어야 한다.

7.3.3 간격

잠금장치의 간격은 일반적으로 6 m 이하이여야 한다.

7.3.4 구조

갑판에 해수가 들이칠 가능성이 거의 없다는 것이 입증될 수 있는 경우, 경감된 치수의 고박장치가 허용될 수 있다. 고박장치는 신뢰할 수 있는 구조의 것이어야 하고 화물 창구코밍, 갑판 또는 창구덮개에 확실하게 설치되어야 한다. 각 창구덮개의 개별적인 고박장치는 거의 유사한 강성 특성을 가져야 한다.

7.3.5 고박장치의 횡단면적

각 고박장치의 순 횡단면적 $A(\mathrm{cm}^2)$는 다음 식에 의한 값보다 작아서는 아니 된다. 다만, R_{eH}은 0.7 R_m 보다 커서는 아니 된다.

$$A = 1.4\, S_S \left(\frac{235}{R_{eH}}\right)^{\alpha}$$

S_S : 고박장치의 간격(m)
α : 계수로서 다음에 따른다.
$\alpha = 0.75$, $R_{eH} > 235\ \mathrm{N/mm^2}$ 경우
$\alpha = 1.0$, $R_{eH} \le 235\ \mathrm{N/mm^2}$ 경우

창구덮개, 코밍과 십자 연결 사이에는 고박장치에 의하여, 풍우밀을 확보하기에 충분한 패킹 라인압력이 유지되어야 한다. 패킹 라인압력이 5 N/mm 를 넘는 경우, 순 횡단면적 A 는 정 비례로 증가되어야 한다. 패킹 라인압력은 명시되어야 한다.
일반적이 아닌 창구의 폭으로 특이한 응력을 받는 고박장치의 경우, 잠금장치의 순 횡단면적 A 는 직접계산을 통하여 결정되어야 한다.

7.3.6 모서리 부재의 관성력

창구덮개 모서리의 강성은 고박장치 사이의 적절한 밀봉압력을 유지하기에 충분하여야 한다. 모서리 요소의 관성 모멘트(cm^4)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$I = 6\, P_L\, S_S^4$$

P_L : 밀폐 라인압력(N/mm)으로서 5 N/mm 이상이어야 한다.
S_S : 고박장치의 간격(m)

7.3.7 로드 또는 볼트의 직경

면적 5 m^2 을 넘는 창구인 경우, 로드 또는 볼트의 총 직경은 19 mm 이상이어야 한다.

7.3.8 스토퍼

창구덮개는 175 kN/m^2 의 압력으로부터 발생하는 횡 방향 힘에 대하여, 스토퍼에 의하여 유효하게 고정되어야 한다. 제1번 창구덮개를 제외하고, 창구덮개는 175 kN/m^2 의 압력으로 인한 선수단에 작용하는 종 방향 힘에 대하여 스토퍼에 의하여 유효하게 고정되어야 한다.

제1번 창구덮개는 230 kN/m^2 의 압력으로 인한 종 방향 힘에 대하여 스토퍼에 의하여 유효하게 고정되어야 한다. **1장 1절 [1]**에 따라 선수루가 설치되는 경우, 이 압력은 175 kN/m^2 까지 경감될 수 있다.

스토퍼, 그 지지구조 및 스토퍼 용접의 각목에서 계산된 등가응력은 0.8 R_{eH} 를 넘어서는 아니 된다.

7.4 클리트

7.4.1

로드 클리트가 설치된 경우, 탄성 와셔 또는 완충물이 함께 설치되어야 한다.

7.4.2

유압 클리트가 설치된 경우, 유압 장치가 고장난 경우 유압 클리트가 폐쇄 위치에서 기계적으로 잠긴상태가 유지되도록 보장하는 능동적 수단이 제공되어야 한다.

8. 배수로

8.1 배치

8.1.1

배수로는 거터 바 또는 창구 측면 및 끝단 코밍의 수직 연장의 수단에 의하여 개스킷 라인의 내측에 배치되어야 한다.

8.1.2

배수구는 배수로의 끝단에 배치되어야 하고 바깥으로부터 해수의 유입을 방지하기 위하여 역지밸브 또는 이와 동등한 유효한 수단이 제공되어야 한다.

8.1.3

다중 패널 창구덮개의 십자 연결 부분에는 그 구역 상부로부터의 배수 및 개스킷 하부의 배수로가 배치되어야 한다.

8.1.4

창구덮개와 선체구조 사이에 연속적인 외측 강재 접촉이 이루어지는 경우, 강재 접촉과 개스킷 사이의 구역으로부터의 배수로도 제공되어야 한다.

제 6 절 추가 부기부호 GRAB

기호

M_{GR} : 그랩의 무게(t)

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건에 따라 최대 무게 [X]톤의 그랩으로 양하/적하하도록 설계된 화물창을 갖는 선박에 대하여 **1부 1장 1절 [3.2.2]**에 따라 추가 부기부호 GRAB [X]를 부여한다.

1.1.2

이 추가 부기부호에도 불구하고 더 큰 그랩을 사용할 수 있으나 선주나 작업자는 정기적이고 빈번한 사용으로 인한 내저판의 손상 및 조기 교체에 대하여 인지하여야 한다.

2. 치수

2.1 판

2.1.1 일반

빌지 웰을 제외하고, 내저판 및 수직 경사 화물창 판의 순 두께는 다음 중 큰 값으로 한다.

- **1부 6장** 및 **7장**의 요건에 따라 구한 t
- **[2.1.2]** 및 **[2.1.3]**에 따른 t_{GR}

2.1.2 내저판

내저판의 순 두께 t_{GR} (mm)은 다음 식에 의한다.

$$t_{GR} = 0.62\sqrt{bk}\left(\frac{M_{GR}}{20}\right)^{0.25}$$

2.1.3 수직 및 경사 화물창 경계

이 조에 정의된 순 두께 t_{GR} (mm)는 다음 구조에 적용된다.

- 호퍼탱크 경사 판
- 횡 방향 하부스툴 판
- 횡 방향 평면 격벽 판
- 하부스툴이 없는 파형 횡격벽의 면재
- 내측 종격벽 판

내저판 최저점으로부터 상방 3.0 m 까지는 다음 식에 의한다.

$$t_{GR} = 0.55\sqrt{bk}\left(\frac{M_{GR}}{20}\right)^{0.25}$$

13편 2부 2장
유조선

제 1 절 일반배치설계

제 2 절 구조설계의 원칙

제 3 절 선체국부치수

제 4 절 선체의장

제 1 절 일반배치설계

1. 일반

1.1 일반

1.1.1
이 절은 기국 요건 및 국제 요건에 기초한 유조선에 대한 일반 구조배치 요건을 포함한다.

2. 화물탱크의 분리

2.1 일반

2.1.1
설계자는 화물펌프실, 화물탱크, 슬롭탱크 및 코퍼댐, 주 화물제어장소, 제어장소, 거주구역 및 업무구역 뿐만 아니라 화물탱크를 기관구역으로부터 격리하는 배치에 주의를 기울여야 한다.

2.1.2
〈삭제〉

3. 이중선체 배치

3.1 일반

3.1.1
모든 유조선은 **1부 2장 3절**에 따라 이중저 탱크 및 구역과 이중선측 탱크 및 구역을 설치하여야 한다. 이중저 및 이중선측 탱크 및 구역은 화물탱크 및 구역을 보호하기 위한 것으로서 화물유의 수송에 사용하여서는 아니 된다.

3.1.2
화물탱크는 선박의 길이 방향의 어떤 장소에서도 선측 및 선저 손상 시의 가상 기름 유출량이 제한 내에 있도록 크기 및 배치가 선정되어야 한다.

4. 접근설비

4.1 유조선의 특별요건

4.1.1
덕트 킬 또는 파이프 터널을 설치하는 경우는 개방갑판으로 두 개의 탈출로가 제공되어야 하며, 최대한 멀리 배치되어야 한다. 덕트 킬 또는 파이프 터널은 기관구역을 통과해서는 아니 되며 펌프실에서 덕트 킬의 후방으로의 접근은 가능하다. 펌프실에서 덕트 킬의 후방으로의 접근이 제공된 경우 펌프실에서 덕트 킬의 접근 개구에는 유밀 해치 또는 수밀문이 설치되어야 한다.
덕트 킬이나 파이프 터널에는 기계식 통풍장치가 제공되어야 하며 출입 전에 충분한 환기가 이루어져야 한다. 파이프 터널의 각 출입구에는 출입하기 전에 충분한 시간 동안 통풍 팬을 작동시켜야 함을 나타내는 주의판이 설치되어야 한다. 또한 터널의 공기는 가스 측정기에 의하여 시료가 채취되어야 하며, 화물탱크에 불활성 기체 시스템이 설치된 경우 산소 측정기가 제공되어야 한다.

4.1.2

덕트킬의 접근을 위한 수밀문을 펌프실에 설치하는 경우의 수밀문의 부재치수는 **3편 14장 4절**의 요건에 추가하여 아래의 요건을 만족하여야 한다.

a) 수밀문은 선교에서 작동할 수 있어야 하며, 주 펌프실 입구의 외부에서 수동으로 폐쇄가 가능하여야 한다. 문의 개폐 상태를 알리는 지시기를 해당구역 및 선교에 설치하여야 한다.
b) 파이프 터널의 출입을 요하는 경우를 제외한 본선 운항 중에는 수밀문이 닫힌 상태를 유지해야 한다는 주의판이 각 조작위치에 부착되어야 한다.

4.1.3

화물탱크 격벽에 유밀덮개와 함께 영구적인 수리 및 정비 용 접근 개구가 설치되는 경우 특별한 고려가 요구된다. 만재흘수선 및 이러한 배치의 기름 유출 측면을 고려하여 관련 기국 규정에 주의를 기울여야 한다.

제 2 절 구조설계의 원칙

1. 부식방지

1.1 일반

1.1.1 화물탱크에서 음극방식체계

설치된 경우 화물탱크의 음극방식체계는 [1.2]에 따른다.

1.1.2 알루미늄 성분을 포함한 페인트

화물탱크에 사용된 알루미늄 성분을 포함한 페인트는 [1.3]에 따른다.

1.2 내부 음극방식체계

1.2.1

인화점이 60 °C 미만인 액체 화물용 탱크 내의 강 구조에 음극방식체계를 설치하는 경우, 배치도면을 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 배치는 화재와 폭발에 안전하도록 고려되어야 한다. 이러한 승인은 인접한 탱크에 대하여도 요구된다.

1.2.2

화물탱크에 인접하지 않는 해수 평형수 용도로만 사용하는 탱크를 제외하고는 영구 마그네슘 또는 마그네슘 합금 희생양극을 탱크 내부에 설치하여서는 아니 된다.
외부 전원법은 염소와 수소의 발생으로 인하여 폭발을 일으킬 수 있기 때문에 화물탱크 내부에 사용되어서는 아니 된다.
인화점이 60 °C 미만인 액체 화물탱크나 인접한 평형수 탱크 내부에는 알루미늄 희생양극을 설치할 수 있다. 다만, 알루미늄 희생양극은 이완되거나 떨어지더라도 운동에너지가 275 J 을 넘지 않도록 배치되어야 한다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

1.2.3

알루미늄 희생양극은 낙하물로부터 보호될 수 있도록 설치하여야 한다. 알루미늄 희생양극은 인접한 구조물에 의하여 보호되지 않는 한, 탱크 해치 또는 버터워드(butterworth) 개구부의 아래에 위치해서는 아니 된다.

1.2.4

희생양극이 설치된 탱크에는 가스가 모이는 것을 방지할 수 있도록 공기 순환용 구멍을 충분히 설치하여야 한다.

1.3 알루미늄 성분을 포함한 페인트

1.3.1

화물탱크, 화물탱크 갑판구역, 펌프실, 코퍼댐에서는 건조 도막 무게에서 10 % 를 초과하는 알루미늄을 함유하는 알루미늄 도장의 사용은 금지된다.

1.3.2

평형수 탱크, 불활성화된 화물탱크 및 위험구역에서 우발적인 충격으로부터 보호된다면 개방갑판상의 알루미늄 파이프는 허용될 수 있다.

제 3 절 선체국부치수

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1부 1장 4절**을 참조한다.

S : **1부 3장 7절 [1.2.2]**에 따른 1차 지지부재의 간격(m)

C_{t-pr} : 1차 지지부재의 허용 전단응력계수로서 다음과 같다.

$C_{t-pr} = 0.70$, AC-S 경우

$C_{t-pr} = 0.85$, AC-SD 경우

C_{s-pr} : 1차 지지부재의 허용 굽힘응력계수로서 다음과 같다.

$C_{s-pr} = 0.70$, AC-S 경우

$C_{s-pr} = 0.85$, AC-SD 경우

s_{cg} : 파형격벽의 하프 피치 길이(mm) (**그림 4** 참조)

ℓ_{cg} : 하부스툴과 상부스툴 사이의 거리로 정의된 파형격벽의 길이(m). 하부스툴과 상부스툴이 설치되지 않은 경우, ℓ_{cg} 은 **그림 4**에 따라 하부 또는 상부 끝단까지 측정되어야 한다.

1. 화물창 구역의 1차 지지부재

1.1 일반

1.1.1

1차 지지부재의 형상 및 고정도가 선체 중앙부와 유사한 경우, 다음 요건은 선체 중앙부 0.4 L 이내 및 선체 중앙부 0.4 L 바깥의 1차 지지부재 치수의 결정에 관련 된다.

1.1.2

이 항에 포함된 1차 지지부재의 단면계수 및 전단면적 기준은 **1부 1장 1절 그림 2**에 나타낸 구조배치 및 다음 구조요소에 적용된다.

a) 이중저의 늑판 및 거더
b) 갑판 트랜스버스
c) 이중선측구조의 선측 트랜스버스
d) 크로스타이가 있거나 또는 없는 종격벽의 수직 특설늑골
e) 버트리스 또는 기타 중간지지가 설치된 것을 제외하고 횡격벽 상의 수평 스트링거
f) 선측 화물탱크 및 중앙 화물탱크 내의 크로스타이

1.1.3

수평 스트링거 또는 버트리스에 의해 추가적인 지지를 받는 횡격벽에 인접한 늑판, 수평 스트링거, 선측 트랜스버스 및 수직 웨브는 이 절의 적용으로부터 제외된다.

1.1.4

1차 지지부재의 웨브는 **1부 8장 2절 [4]**에 따라 보강되어야 한다.

1.1.5

1차 지지부재의 웨브는 해당되는 경우 **[1.5.1]**, **[1.7.1]** 및 **[1.8.1]**에 주어진 것 이상의 깊이를 가져야 한다.

1.1.6

슬롯이 개방된 경우, 보강재를 위한 슬롯을 가지는 1차 지지부재는 그 슬롯 깊이의 2.5 배 이상의 깊이를 가져야 한다.

1.1.7

1차 지지부재를 요구하는 웨브 깊이에 맞추기가 불가능할 경우에는 부착되는 부재가 요구되는 것과 동등한 관성 모멘트 또는 변형을 가지는 조건으로 경감된 깊이로 하는 것이 허용된다. 요구되는 동등한 관성 모멘트는 요구되는 연강재에 대한 단면계수를 만족시키는 요구 판 두께, 요구 깊이 및 두께의 웨브, 충분한 폭과 두께의 면재를 가지는 동등한 단면을 근거로 한다.
동등한 관성 모멘트는 또한 요구되는 부재와 같은 변형을 가지는 동등한 부재에 의해 구현될 수 있다.
규칙의 다른 요건, 즉, 최소 두께, 세장비, 단면계수 및 전단면적은 경감된 깊이의 부재를 만족하여야 한다.

1.2 설계하중조합

1.2.1

1차 지지부재의 평가에 대한 설계하중조합은 **표 1**에 따른다.

표 1 1차 지지부재에 대한 설계하중조합

항목	설계하중조합 (1)(5)(6)	하중성분	흘수	설계하중	하중조건
이중저 늑판 및 거더(3)	SEA-1	P_{ex}	$0.9T_{SC}$(2)	S + D	해수압만 작용
	SEA-2	P_{ex}	T_{SC}	S	
	OT-4	P_{in-ex}	$0.6T_{SC}$	S + D	화물압력과 해수압의 순 압력차
	OT-5	P_{in-ex}	(4)	S	
선측 트랜스버스(3)	SEA-1	P_{ex}	$0.9T_{SC}$	S + D	해수압만 작용
	SEA-2	P_{ex}	T_{SC}	S	
	OT-1	P_{in}	T_{SC}	S + D	화물압만 작용
	OT-2	P_{in}	$0.6T_{SC}$	S + D	
	OT-3	P_{in}	-	S	
갑판 트랜스버스	SEA-1	P_{ex}	T_{SC}	S + D	그린파랑압력만 또는 갑판상 기타 하중
	OT-1	P_{in}	$0.6T_{SC}$	S + D	화물압만 작용
	OT-2	P_{in}	-	S + D	
	OT-3	P_{in}	T_{SC}	S	

표 1 1차 지지부재에 대한 설계하중조합(계속)

항목	설계하중조합 (1)(5)(6)	하중성분	흘수	설계하중	하중조건
종격벽의 수직웨브늑골	OT-1	P_{in}	T_{SC}	S + D	한쪽면의 압력만 공창인 화물탱크에 인접한 만재화물탱크
	OT-2	P_{in}	$0.6T_{SC}$	S + D	
	OT-3	P_{in}	-	S	
횡격벽의 수평 스트링거	OT-1	P_{in}	T_{SC}	S + D	한쪽면의 압력만 공창인 화물탱크 전방 또는 후방의 만재화물탱크
	OT-2	P_{in}	$0.6T_{SC}$	S + D	
	OT-3	P_{in}	-	S	
중앙 탱크의 크로스타이	OT-1	$\frac{P_{in-pt}+P_{in-stb}}{2}$	T_{SC}	S + D	만재인 윙 화물탱크, 공창인 중앙탱크
	OT-2	$\frac{P_{in-pt}+P_{in-stb}}{2}$	$0.6T_{SC}$	S + D	
	OT-3	-	-	S	
윙 탱크의 크로스타이	OT-6	$\frac{P_{in}+P_{ex}}{2}$	T_{SC}	S + D	만재인 중앙 탱크, 공창인 윙 화물탱크
	OT-7	$\frac{P_{in}+P_{ex}}{2}$	$0.6T_{SC}$	S + D	
	OT-8	$\frac{P_{in}+P_{ex}}{2}$	T_{SC}	S	

(비고)

P_{in-pt} : 좌측 윙 탱크로부터 설계압력(KN/m^2)

P_{in-stb} : 우측 윙 탱크로부터 설계압력(KN/m^2)

(1) 정적 및 동적하중성분은 **1부 4장 7절 표 1**에 따라 결정된다.

(2) 공창인 화물탱크 및 0.9 T_{SC} 이상의 평균 선박흘수의 조합인 적하상태가 선박의 적하지침서를 포함한다면 최대 대응 흘수는 고려된다.

(3) 선저늑판, 거더 및 선측 트랜스버스에 대하여 규정된 흘수는 **1부 4장 8절 [2]** 및 **1부 4장 8절 [3]**에 규정된 운항상 제한에 기초를 둔다. 선택적 적하상태가 규칙에서 요구하는 적하상태를 넘어서는 경우, 흘수에 대하여 특별히 고려된다.

(4) 두 개의 유밀 종격벽을 가지는 유조선인 경우, 흘수는 0.25 T_{SC}로 본다. 중심선 격벽을 가지는 유조선인 경우 흘수는 0.33 T_{SC}로 본다.

(5) 선박의 배치가 위에 식별된 구조부재 또는 구조배치로 설명될 수 없는 경우 1차 지지부재의 치수요건을 결정하기 위한 해당 설계하중조합은 다음으로부터 모든 해당 상태를 규정할 수 있도록 선택되어야 한다.

- 부재의 한 측은 만재탱크이고 다른 측의 탱크 또는 구역은 공창
- 부재의 한 측은 만재탱크이고 외부압력은 최소화
- 외부압력은 최소화되고 인접한 탱크 또는 구역은 공창

(6) 보이드 또는 건조구역인 경우, 보이드 측으로부터 압력성분은 무시되어야 한다.

1.3 이중저 내의 늑판

1.3.1 구조배치

늑판은 횡격벽 및 격벽스툴의 위치에 배치되어야 한다.

1.3.2 순 전단면적

늑판의 임의 위치에서 늑판의 순 전단면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr-n50} = \frac{8.5\,Q}{C_{t-pr}\,\tau_{eH}} \qquad (\text{cm}^2)$$

Q : 설계 전단력(kN)으로서 다음에 의한 값

$$Q = f_{shr}\,P\,S\,\ell_{shr}$$

f_{shr} : 전단력 분포계수로서 다음에 의한 값

$$f_{shr} = f_{shr-i}\left(1 - \frac{2y_i}{\ell_{shr}}\right)$$ 다만, 0.2 이상이어야 한다.

f_{shr-i} : **표 2**에 따른 스팬 ℓ_{shr} 끝단에서의 전단력 분포계수

ℓ_{shr} : 이중저 늑판의 유효 전단스팬(m)으로, 브래킷 단부 근처에서 유효 전단 스팬은 **1부 3장 7절 [1.1.7]**에 따른 유효 끝단 브래킷의 토우까지 측정한다. 호퍼 또는 스툴 구조에서 늑판이 거더에서 끝나는 경우, 유효 전단 스팬은 **그림 2**와 같이 거더로부터 거더에 인접한 선저 및 내저판의 종보강재 거리의 1/2 인 점까지로 측정한다.

y_i : 늑판의 고려하는 지점으로부터 유효 전단 스팬 ℓ_{shr} 의 가장 가까운 끝단까지의 거리(m)

P : **표 1**에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로, 횡격벽 사이 또는 횡격벽과 제수격벽(설치된 경우) 사이 중간에 위치한 늑판의 유효 전단 스팬 ℓ_{shr} 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

표 2 늑판에서의 전단력 분포계수 f_{shr-i}

구조배치	중앙 탱크 (**그림 1**의 f_{shr3})	윙 탱크	
		선내단 (**그림 1**의 f_{shr2})	호퍼너클 끝단 (**그림 1**의 f_{shr1})
중심선 종격벽을 가지는 선박	-	0.40	0.60
2열 종격벽을 가지는 선박	0.50	0.50	0.65

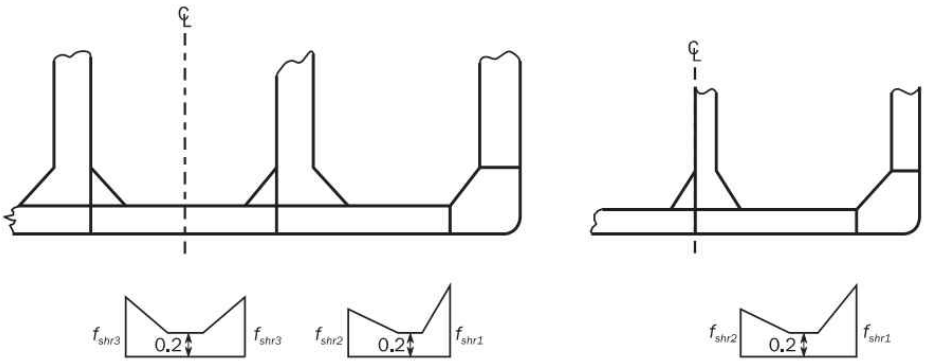


그림 1 늑판에서의 전단력 분포계수

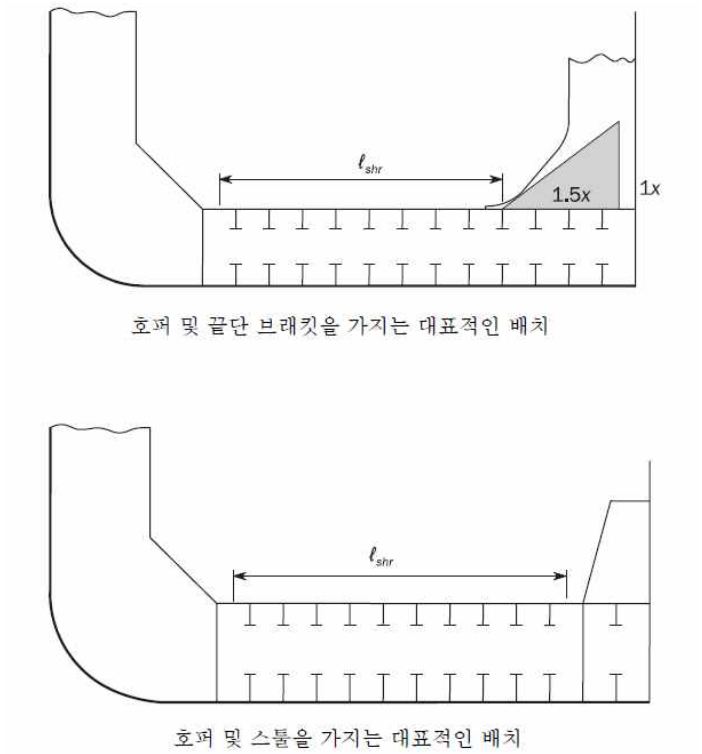


그림 2 늑판에서의 유효 전단스팬

1.4 이중저 내의 거더

1.4.1 구조 배치

호퍼탱크 경사판하부, 종격벽과 격벽스툴 하부, 중심선 또는 덕트 킬에는 연속된 이중저 거더가 배치되어야 한다.

1.4.2 중심선거더의 순 전단면적

상부에 종격벽이 없는 이중저 중심선거더인 경우, 각 횡격벽 및 제수격벽(설치된 경우)으로부터 첫 번째 베이 근처에서 중심선거더의 순 전단면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr-n50} = \frac{8.5\,Q}{C_{t-pr}\,\tau_{eH}}$$

Q : 설계전단력(kN)으로서 다음에 따른다.

$$Q = 0.21\, n_1\, n_2\, P\, \ell_{shr}^2$$

ℓ_{shr} : [1.3.2]에 따른 유효 전단 스팬

P : [1.3.2]에 따른 설계압력(kN/m^2)

n_1 : 계수로서 다음에 따른다.

$$n_1 = 0.00935\left(\frac{\ell_{shr}}{S}\right)^2 - 0.163\left(\frac{\ell_{shr}}{S}\right) + 1.289$$

n_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$$n_2 = 1.3 - \left(\frac{S}{12}\right)$$

S : 1부 3장 7절 [1.2.2]에 따른 이중저 늑판 간격(m)

1.4.3 선측거더의 순 전단면적

상부 종격벽이 없는 이중저 선측거더인 경우, 각 횡격벽 및 제수격벽(설치된 경우)으로부터 첫 번째 베이 근처에서 선측거더의 순 전단면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr-n50} = \frac{8.5\, Q}{C_{t-pr}\, \tau_{eH}}$$

Q : 설계 전단력(kN)으로서 다음에 따른다.

$$Q = 0.14\, n_3\, n_4\, P\, \ell_{shr}^2$$

n_3 : 계수로서 다음에 따른다.

$$n_3 = 1.072 - 0.0357\left(\frac{\ell_{shr}}{S}\right)$$

n_4 : 계수로서 다음에 따른다.

$$n_4 = 1.2 - \left(\frac{S}{18}\right)$$

S : 1부 3장 7절 [1.2.2]에 따른 이중저 늑판 간격(m)

ℓ_{shr} : [1.3.2]에 따른 유효 전단 스팬

P : [1.3.2]에 따른 설계압력(kN/m^2)

1.5 갑판 트랜스버스

1.5.1 웨브 깊이

갑판 트랜스버스의 웨브 깊이는 다음 이상이어야 한다.

- 0.20 ℓ_{bdg-dt}, 2열 종격벽을 가지는 선박의 윙 화물탱크 내 갑판 트랜스버스인 경우
- 0.13 ℓ_{bdg-dt}, 2열 종격벽을 가지는 선박의 중앙 화물탱크 내 갑판 트랜스버스인 경우, 중앙 화물탱크 내의 갑판 트랜스버스의 웨브 깊이는 윙 화물탱크 내의 갑판 트랜스버스 웨브 깊이의 90 % 이상이어야 한다.
- 0.10 ℓ_{bdg-dt}, 중심선 종격벽을 가지는 선박의 갑판 트랜스버스인 경우
- [1.1.6]에 따른 웨브 높이

ℓ_{bdg-dt} : [1.5.2]에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

1.5.2 갑판 하부에 설치된 갑판 트랜스버스의 순 단면계수

갑판 트랜스버스의 순 단면계수는 다음 식에 의한 Z_{in-n50} (cm^3) 및 Z_{ex-n50} (cm^3) 이상이어야 한다. 윙 화물탱크 내의 갑판 하부에 설치된 갑판 트랜스버스의 순 단면계수는 중앙 탱크 내의 갑판 하부에 설치된 갑판 트랜스버스에 요구되는 것 이상이어야 한다.

$$Z_{in-n50} = \frac{850\,M_{in}}{C_{s-pr}\,R_{eH}}$$

$$Z_{ex-n50} = \frac{850\,M_{ex}}{C_{s-pr}\,R_{eH}}$$

M_{in} : 화물압력에 기인하는 설계 굽힘 모멘트(kNm)로서, 다음에 따른다.

- 2열 종격벽을 가지는 선박의 윙 화물탱크 내의 갑판 트랜스버스인 경우 및 중심선 종격벽을 가지는 선박의 화물탱크 내 갑판 트랜스버스인 경우 :

  $M_{in} = 0.042\,\varphi_t\,P_{in-dt}\,S\,\ell_{bdg-dt}^2 + M_{st}$, 다만, M_0 이상이어야 한다.

- 2열 종격벽을 가지는 선박의 중앙탱크 내 갑판 트랜스버스인 경우 :

  $M_{in} = 0.042\,\varphi_t\,P_{in-dt}\,S\,\ell_{bdg-dt}^2 + M_{vw}$, 다만, M_0 이상이어야 한다.

M_{st} : 선측 트랜스버스로부터 전달되는 굽힘 모멘트(kNm)로서 다음에 따른다. 윙 화물탱크 내에 크로스타이가 설치되고 $\ell_{bdg-st-ct}$ 가 $0.7\,\ell_{bdg-st}$ 보다 큰 경우, 다음 식의 ℓ_{bdg-st} 는 $\ell_{bdg-st-ct}$ 로 대체한다.

$$M_{st} = c_{st}\,\beta_{st}\,P_{in-st}\,S\,\ell_{bdg-st}^2$$

M_{vw} : 종격벽의 수직 특설늑골로부터 전달되는 굽힘 모멘트(kNm)로서 다음에 따른다.
$\ell_{bdg-vw-ct}$ 가 $0.7\,\ell_{bdg-vw}$ 보다 큰 경우, 다음 식의 ℓ_{bdg-vw} 는 $\ell_{bdg-vw-ct}$ 로 대체한다. M_{vw} 는 갑판 트랜스버스 간격에 걸쳐 파형격벽 상단의 굽힘 모멘트와 동등하게 취해져야 한다.

$$M_{vw} = c_{vw}\,\beta_{vw}\,P_{in-vw}\,S\,\ell_{bdg-vw}^2$$

M_0 : 최소 굽힘 모멘트 (kNm)로서 다음에 따른다.

$$M_0 = 0.083\,P_{in-dt}\,S\,\ell_{bdg-dt}^2$$

P_{in-dt} : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계 화물압력(kN/m^2)으로 탱크 중간에 위치한 갑판 트랜스버스의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-dt} 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

P_{in-st} : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계화물압력(kN/m^2)으로 탱크 중간에 위치한 선측 트랜스버스의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-st} 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

P_{in-vw} : **표 1**에 따른 두 개의 종격벽을 가지는 선박의 중앙 화물탱크 내의 대응 설계화물압력(kN/m^2)으로 탱크 중간에 위치한 종격벽의 수직 특설늑골의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-vw} 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

P_{ex-dt} : **표 1**에 따른 설계 그린파랑압력(kN/m^2)으로 탱크 중간에 위치한 갑판 트랜스버스의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-dt} 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

β_{st} : 계수로서 다음에 따른다. 다만 0.10 이상이고 0.65 이하이어야 한다.

$$\beta_{st} = 0.9\left(\frac{\ell_{bdg-st}}{\ell_{bdg-dt}}\right)\left(\frac{I_{dt-n50}}{I_{st-n50}}\right)$$

β_{vw} : 계수로서 다음에 따른다. 다만 0.10 이상이고 0.50 이하이어야 한다.

$$\beta_{vw} = 0.9\left(\frac{\ell_{bdg-vw}}{\ell_{bdg-dt}}\right)\left(\frac{I_{dt-n50}}{I_{vw-n50}}\right)$$

ℓ_{bdg-dt} : 갑판 트랜스버스의 유효 굽힘 스팬(m). (**1부 3장 7절 [1.1.6]** 및 **그림 3** 참조) 다만, 고려하는 지점에서의 탱크 폭의 60 % 이상이어야 한다.

ℓ_{bdg-st} : 갑판 트랜스버스와 빌지 호퍼탱크사이의 선측 트랜스버스의 굽힘 스팬(m). (**1부 3장 7절 [1.1.6]** 및 **그림 3** 참조)

$\ell_{bdg-st-ct}$: 윙 화물탱크 내에 설치된 경우, 갑판 트랜스버스와 크로스타이 중간 깊이 사이에서 선측 트랜스버스의 유효 굽힘 스팬(m). (**1부 3장 7절 [1.1.6]** 참조)

ℓ_{bdg-vw} : 갑판 트랜스버스와 선저구조 사이에서 종격벽의 수직 특설늑골의 유효 굽힘 스팬(m) (**1부 3장 7절 [1.1.6]** 및 **그림 3** 참조)

$\ell_{bdg-vw-ct}$: 갑판 트랜스버스와 크로스타이의 중간 깊이에서 종격벽의 수직 특설늑골의 유효 굽힘 스팬(m) (**1부 3장 7절 [1.1.6]** 참조)

c_{st} : **표 3**에 따른 계수

c_{vw} : **표 3**에 따른 계수

I_{dt-n50} : 스팬의 중간에서 **1부 3장 7절 [1.3.2]**에 따른 부착판의 유효폭을 고려한 갑판 트랜스버스의 순 관성 모멘트(cm^4)

I_{st-n50} : 스팬의 중간에서 **1부 3장 7절 [1.3.2]**에 따른 부착판의 유효폭을 고려한 선측 트랜스버스의 순 관성 모멘트(cm^4)

I_{vw-n50} : 스팬의 중간에서 **1부 3장 7절 [1.3.2]**에 따른 부착판의 유효폭을 고려한 종격벽 수직 특설늑골의 순 관성 모멘트(cm^4)

φ_t : 계수로서 다음에 따른다. 다만 0.6 이상이여야 한다.

$$\varphi_t = 1 - 5\left(\frac{y_{toe}}{\ell_{bdg-dt}}\right)$$

y_{toe} : 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-dt} 의 끝단으로부터 갑판 트랜스버스의 단부 브래킷 토우까지의 거리(m)

M_{ex} : 그린파랑압력에 의한 설계 굽힘 모멘트(kNm)로서 다음 식에 따른다.

$$M_{ex} = 0.067\,P_{ex-dt}\,S\,\ell_{bdg-dt}^2$$

표 3 갑판 트랜스버스에 대한 c_{st} 및 c_{vw} 값

구조배치			c_{st}	c_{vw}
중심선 종격벽을 가지는 선박			0.056	-
2열 종격벽을 가지는 선박	중앙 화물탱크 내의 크로스타이	$\ell_{bdg-vw-ct}$ 에 기초한 M_{vw}	-	0.044
		ℓ_{bdg-st} 에 기초한 M_{st} 또는 ℓ_{bdg-vw} 에 기초한 M_{vw}	0.044	0.016
	윙 화물탱크 내의 크로스타이	$\ell_{bdg-st-ct}$ 에 기초한 M_{st} 또는 $\ell_{bdg-vw-ct}$ 에 기초한 M_{vw}	0.044	0.044
		ℓ_{bdg-st} 에 기초한 M_{st} 또는 ℓ_{bdg-vw} 에 기초한 M_{vw}	0.041	0.015

1.5.3 갑판 하부에 설치된 갑판 트랜스버스의 순 전단면적

갑판 하부에 설치된 갑판 트랜스버스의 순 전단면적은 다음 식에 의한 $A_{shr-in-n50}$ (cm^2) 및 $A_{shr-ex-n50}$ (cm^2) 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr-in-n50} = \frac{8.5\,Q_{in}}{C_{t-pr}\,\tau_{eH}}$$

$$A_{shr-ex-n50} = \frac{8.5\,Q_{ex}}{C_{t-pr}\,\tau_{eH}}$$

Q_{in} : 화물압력에 기인하는 설계전단력(kN)

$$Q_{in} = 0.65\,P_{in-dt}\,S\,\ell_{shr} + c_1\,D\,b_{ctr}\,S\,\rho_L g$$

Q_{ex} : 그린파랑압력에 기인하는 설계전단력(kN)

$$Q_{ex} = 0.65\,P_{ex-dt}\,S\,\ell_{shr}$$

P_{in-dt} : **[1.5.2]**에 따른 설계압력(kN/m^2)

P_{ex-dt} : **[1.5.2]**에 따른 설계압력(kN/m^2)

ℓ_{bdg-dt} : **[1.5.2]**에 따른 유효 스팬(m)

ℓ_{shr} : 갑판 트랜스버스의 유효 전단 스팬(m) (**1부 3장 7절 [1.1.7]** 참조)

c_1 : 계수로서 다음과 같다.

$c_1 = 0.04$, 2열 종격벽을 가지는 선박의 윙 화물탱크 내

$c_1 = 0.00$, 2열 종격벽을 가지는 선박의 중앙탱크 내

$c_1 = 0.00$, 중심선 종격벽을 가지는 선박인 경우

b_{ctr} : 중앙 탱크의 폭(m)

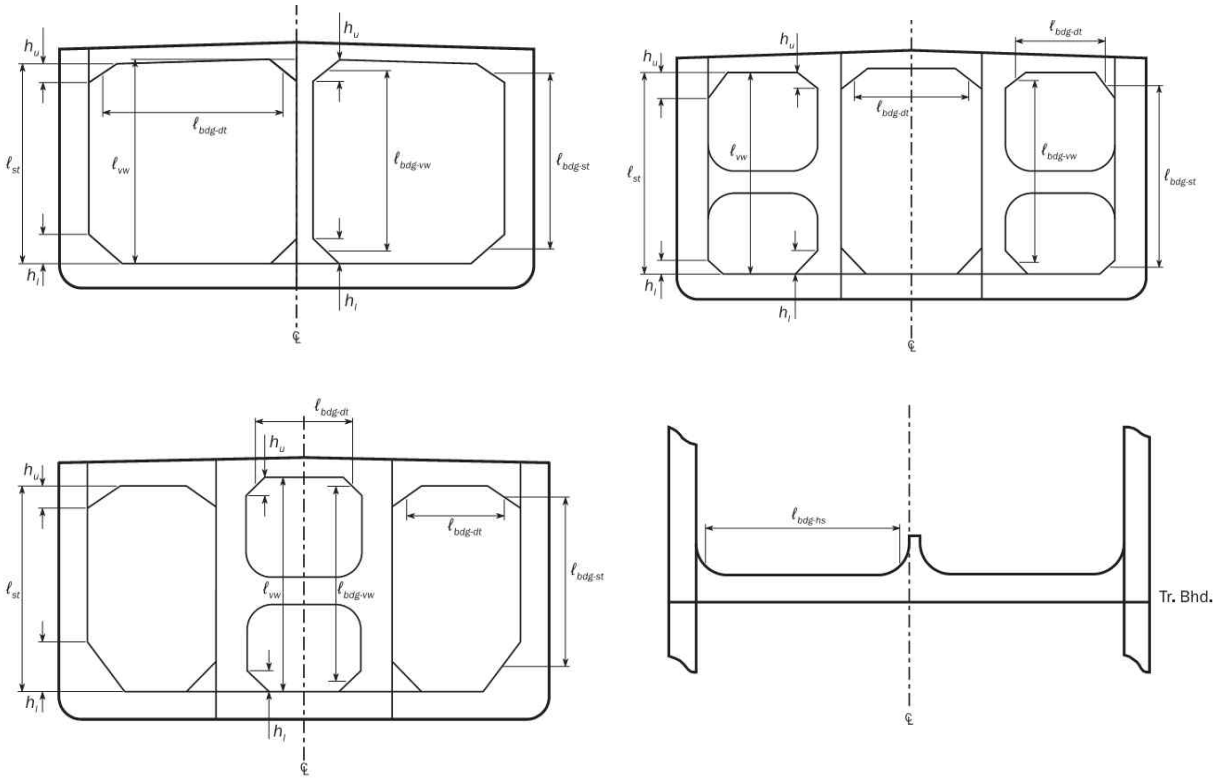


그림 3 갑판, 선측 트랜스버스, 종격벽의 수직 특설늑골 및 횡격벽의 수평 스트링거의 스팬의 정의

1.5.4 갑판 상부에 설치된 갑판 트랜스버스

갑판의 상부에 갑판 트랜스버스가 설치된 경우, 갑판 트랜스버스의 순 단면계수 및 전단면적은 각각 다음 식에 의한 Z_{n50} (cm^3) 및 $A_{shr-n50}$ (cm^2) 이상이어야 한다. 요구 단면계수 및 전단면적은 스팬의 전체 길이에 걸쳐 유지되어야 한다.

$$Z_{n50} = \frac{850\,|P|\,S\,\ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\,C_{s-pr}\,R_{eH}} \qquad (\text{cm}^3)$$

$$A_{shr-n50} = \frac{8.5\,f_{shr}|P|\,S\,\ell_{shr}}{C_{t-pr}\,\tau_{eH}} \qquad (\text{cm}^2)$$

P : **표 1**에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 탱크 중간에 위치한 수직 특설늑골의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-vw} 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

f_{bdg} : 계수로서 다음에 따른다.

f_{bdg} = 12, **표 1**에 따른 설계하중세트 OT-1, OT-2 및 OT-3의 경우

f_{bdg} = 15, **표 1**에 따른 설계하중세트 SEA-1의 경우

f_{shr} : 계수로서 0.5 로 한다.

ℓ_{bdg} : 갑판의 상부에 설치된 갑판 트랜스버스의 유효 굽힘 스팬(m)으로 갑판과 용접된 내측 종격벽으로부터 화물창 내 종격벽까지 또는 상부스툴이 있는 경우 상부스툴 경사판까지의 거리로 한다.

ℓ_{shr} : 갑판의 상부에 설치된 갑판 트랜스버스의 유효 전단 스팬(m)으로 갑판과 용접된 내측 종격벽으로부터 화물창 내 종격벽까지 또는 상부스툴이 있는 경우 상부스툴 경사판까지의 거리로 한다.

요구 단면계수 및 전단면적은 흘수는 T_{SC}, 화물밀도는 1.025 t/m^3 으로 **1부 4장 8절 [3.2.9]**에 따른 하중패턴 A1, A2 또는 B1, B2를 고려하여 **1부 7장**에 적합한 유한요소법에 의하여 결정 할 수 있다.

1.5.5 횡격벽에 인접한 갑판 트랜스버스

횡격벽에 인접한 갑판 트랜스버스의 치수는 설계 그린파랑압력에 대하여만 **[1.5.2]** 내지 **[1.5.4]**의 요건에 적합하여야 한다.

1.6 선측 트랜스버스

1.6.1 순 전단면적

선측 트랜스버스의 순 전단면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr-n50} = \frac{8.5\,Q}{C_{t-pr}\,\tau_{eH}}$$

Q : 설계전단력(kN)으로서 다음에 따른다.

Q = Q_u, 선측 트랜스버스의 상부인 경우

Q = Q_l, 선측 트랜스버스의 하부인 경우

Q_u : 전단력(kN)으로서 다음에 따른다. 윙 화물탱크 내에 크로스타이가 설치되고 ℓ_{st-ct} 가 0.7 ℓ_{st} 보다 큰 경우, ℓ_{st} 는 ℓ_{st-ct} 로 한다.

$$Q_u = S\,[c_u\,\ell_{st}\,(P_u + P_l) - h_u\,P_u]$$

Q_l : 전단력(kN)으로서 다음 값 중 큰 것으로 한다. 윙 화물탱크 내에 크로스타이가 설치되고 ℓ_{st-ct} 가 0.7 ℓ_{st} 보다 큰 경우, 상기식의 ℓ_{st}는 ℓ_{st-ct} 로 한다.

- $S\,[c_l\,\ell_{st}\,(P_u + P_l) - h_l\,P_l]$
- $0.35\,c_l\,S\,\ell_{st}\,(P_u + P_l)$
- $1.2\,Q_u$

P_u : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 탱크 길이의 중간에서 h_u 중간 높이에서의 값으로 한다.

P_l : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 탱크 길이의 중간에서 h_l 중간 높이에서의 값으로 한다.

ℓ_{st} : 선측 트랜스버스의 길이(m)로서 다음에 따른다.

- 갑판 하부에 갑판 트랜스버스가 설치된 경우, ℓ_{st} 는 갑판 트랜스버스의 플랜지로부터 설치된 경우, 윙 화물탱크 내의 크로스타이의 깊이 중간까지의 거리
- 갑판 상부에 갑판 트랜스버스가 설치된 경우, ℓ_{st} 는 선측에서 갑판으로부터 내저판까지의 거리

ℓ_{st-ct} : 선측 트랜스버스의 길이(m)로서 다음에 따른다.

- 갑판 하부에 갑판 트랜스버스가 설치된 경우, ℓ_{st-ct} 는 갑판 트랜스버스의 플랜지로부터 설치된 경우, 윙 화물탱크 내의 크로스타이의 깊이 중간까지의 거리
- 갑판 상부에 갑판 트랜스버스가 설치된 경우, ℓ_{st-ct} 는 선측에서 갑판으로부터 설치된 경우, 윙 화물탱크 내의 크로스타이의 깊이 중간까지의 거리

h_u : 선측 트랜스버스의 상부 브래킷의 유효길이(m)로서 다음에 따른다.

- 갑판 하부에 갑판 트랜스버스가 설치된 경우, h_u는 **그림 3**과 같다.
- 갑판 상부에 갑판 트랜스버스가 설치된 경우,
  - 내측 종격벽이 다음을 만족하는 톱 윙 구조와 함께 설치된 경우, h_u는 선측에서 갑판으로부터 톱 윙 구조의 경사판의 하단까지의 거리
    - 윙 구조의 상단에서 폭은 이중선측 폭의 1.5 배보다 크고,
    - 내측 종격벽과 경사판 판이 이루는 각과 경사판과 갑판이 이루는 각은 수직에 대하여 30 도 이상이어야 한다.
  - 기타의 경우: h_u 는 0 값을 취해야 한다.

h_l : 빌지호퍼의 높이(m) (**그림 3** 참조)

c_u : **표 4**에 따른 계수.

c_l : **표 4**에 따른 계수.

표 4 선측 트랜스버스에 대한 c_u 및 c_l 값

구조배치			c_u		c_l	
선측 스트링거의 수			3개 미만	3개 이상	3개 미만	3개 이상
중심선 종격벽을 가지는 선박			0.12	0.09	0.29	0.21
2열 종격벽을 가지는 선박	중앙 화물탱크 내의 크로스타이					
	윙 화물탱크 내의 크로스타이	ℓ_{st-ct} 에 기초한 Q_u 또는 Q_l				
		ℓ_{st} 에 기초한 Q_u 또는 Q_l	0.08		0.20	

1.6.2 선측 트랜스버스 길이에 걸친 전단면적

선측 트랜스버스 길이에 걸친 전단면적은 다음을 만족하여야 한다. 항복응력이 다른 재료가 사용되는 경우, 재료 항복응력의 차이를 고려하여 적절히 조정되어야 한다.

a) 상부의 요구 전단면적은 상부 0.2 ℓ_{shr} 에 걸쳐 유지되어야 한다.
b) 하부의 요구 전단면적은 상부 0.2 ℓ_{shr} 에 걸쳐 유지되어야 한다.
c) Q_u 및 Q_l 가 ℓ_{st-ct} 에 기초하여 결정되는 경우, 하부의 요구 전단면적은 크로스타이 하부에서 유지되어야 한다.
d) 윙 화물탱크 내에 크로스타이가 없는 선박인 경우, 상부 및 하부 사이의 요구 전단면적은 스팬의 중간에서 하부의 요구 전단면적의 50 % 까지 선형적으로 감소되어야 한다.
e) 윙 화물탱크 내에 크로스타이가 있는 선박인 경우, 스팬을 따라서 요구되는 전단면적은 상부 및 하부 사이에서 선형적으로 테이퍼 되어야 한다.

ℓ_{shr} : 선측 트랜스버스의 유효 전단 스팬(m)으로 다음에 의한다.

$\ell_{shr} = \ell_{st} - h_u - h_l$, Q_u 및 Q_l 가 ℓ_{st} 에 기초하여 결정되는 경우

$\ell_{shr} = \ell_{st-ct} - h_u$, Q_u 및 Q_l 가 ℓ_{st-ct} 에 기초하여 결정되는 경우

$\ell_{st}, \ell_{st-ct}, h_u, h_l, Q_u, Q_l$: [1.6.1]에 따른다.

1.7 종격벽의 수직 특설늑골

1.7.1 웨브 깊이

종격벽의 수직 특설늑골 웨브 깊이는 다음 이상이어야 한다.

- $0.14\,\ell_{bdg-vw}$: 중심선 종격벽을 가지는 선박인 경우
- $0.09\,\ell_{bdg-vw}$: 2열 종격벽을 가지는 선박인 경우
- [1.1.6]에서 요구되는 웨브 높이

ℓ_{bdg-vw} : [1.7.2]에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

1.7.2 순 단면계수

수직 특설늑골의 순 단면계수 Z_{n50} (cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z_{n50} = \frac{850M}{C_{s-pr}\,R_{eH}}$$

M : 설계 굽힘 모멘트(kNm)로서 다음에 따른다. 크로스타이가 설치되고 $\ell_{bdg-vw-ct}$ 가 $0.7\,\ell_{bdg-vw}$ 보다 큰 경우, ℓ_{bdg-vw} 는 $\ell_{bdg-vw-ct}$ 로 대체한다.

$M = C_u\,P\,S\,\ell_{bdg-vw}^2$, 특설늑골의 상부인 경우

$M = C_l\,P\,S\,\ell_{bdg-vw}^2$, 특설늑골의 하부인 경우

P : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력($\mathrm{kN/m^2}$)으로 탱크 중간에 위치한 수직 특설늑골의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-vw} 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

ℓ_{bdg-vw} : 종격벽 수직 특설늑골의 유효 굽힘 스팬(m)으로 갑판 트랜스버스로부터 선저구조까지의 거리 (**그림 3** 참조)

$\ell_{bdg-vw-ct}$: 종격벽 수직 특설늑골의 길이(m)로서 2열 종격벽을 가지는 선박에서 갑판 트랜스버스와 크로스타이의 깊이 중간까지의 거리

c_u : **표 5**에 따른 계수

c_l : **표 5**에 따른 계수

표 5 종격벽상의 수직 특설늑골에 대한 C_u 및 C_l의 값

구조배치			c_u	c_l
중심선 종격벽을 가지는 선박			0.057	0.071
2열 종격벽을 가지는 선박	중앙 화물탱크 내의 크로스타이	$\ell_{bdg-vw-ct}$ 에 기초한 M	0.057	0.071
		ℓ_{bdg-vw} 에 기초한 M	0.012	0.028
	윙 화물탱크 내의 크로스타이	$\ell_{bdg-vw-ct}$ 에 기초한 M	0.057	0.071
		ℓ_{bdg-vw} 에 기초한 M	0.016	0.032

1.7.3 수직 특설늑골 길이에 걸친 단면계수

종격벽 상의 수직 특설늑골 길이에 걸친 단면계수는 다음을 만족하여야 한다. 항복응력이 다른 재료가 사용되는 경우, 재료 항복응력 차이를 고려하여 적절히 조정되어야 한다.

a) 상부의 요구 전단면적은 상부 $0.2\,\ell_{bdg-vw}$ 또는 $0.2\,\ell_{bdg-vw-ct}$ 에 걸쳐 유지되어야 한다.
b) 하부의 요구 전단면적은 하부 $0.2\,\ell_{bdg-vw}$ 또는 $0.2\,\ell_{bdg-vw-ct}$ 에 걸쳐 유지되어야 한다.
c) 요구 단면계수가 $\ell_{bdg-vw-ct}$ 에 기초하여 결정되는 경우, 하부의 단면계수는 크로스타이 하부에서 유지되어야 한다.
d) 상부 및 하부 사이에서 요구되는 단면계수는 스팬 중간에서 하부 요구 단면계수의 70 % 까지 선형적으로 감소되어야 한다.

ℓ_{bdg-vw}, $\ell_{bdg-vw-ct}$: **[1.7.2]**에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

1.7.4 순 단면적

수직 특설늑골의 순 단면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr-n50} = \frac{8.5\,Q}{C_{t-pr}\,\tau_{eH}}$$

Q : 설계 전단력(kN)으로 다음에 따른다.

$Q = Q_u$, 특설늑골의 상부인 경우

$Q = Q_l$, 특설늑골의 하부인 경우

Q_u: 전단력(kN)으로서 다음에 따른다. 중앙 또는 윙 화물탱크 내에 크로스타이가 설치되고 ℓ_{vw-ct} 가 $0.7\,\ell_{vw}$보다 큰 경우, ℓ_{vw} 는 ℓ_{vw-ct} 로 대체한다.

$$Q_u = S\,[c_u\,\ell_{vw}\,(P_u + P_l) - h_u\,P_u]$$

Q_l : 전단력(kN)으로서 다음 중 큰 것으로 한다. 중앙 또는 윙 화물탱크 내에 크로스타이가 설치되고 ℓ_{vw-ct} 가 $0.7\,\ell_{vw}$ 보다 큰 경우, ℓ_{vw} 는 ℓ_{vw-ct} 로 대체한다.

- $S\,[c_l\,\ell_{vw}\,(P_u + P_l) - h_l\,P_l]$
- $c_w\,S\,c_1\,\ell_{vw}\,(P_u + P_l)$
- $1.2\,Q_u$

P_u : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 탱크 중간에 위치한 수직 특설늑골 상부 브래킷 h_u 의 중간 높이에서의 값으로 한다.

P_l : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 탱크 중간에 위치한 수직 특설늑골 하부 브래킷 h_l 의 중간 높이에서의 값으로 한다.

ℓ_{vw} : 수직 특설늑골 길이(m)로서 갑판 트랜스버스의 면재로부터 내저판까지 거리(**그림 3** 참조).

ℓ_{vw-ct} : 수직 특설늑골 길이(m)로서 갑판 트랜스버스의 면재로부터 설치된 경우, 크로스타이의 깊이 중간까지의 거리

h_u : **그림 3**에 따른 수직 특설늑골 상부 브래킷의 유효 길이(m)

h_l : **그림 3**에 따른 수직 특설늑골 하부 브래킷의 유효 길이(m)

c_u : **표 6**에 따른 계수

c_l : **표 6**에 따른 계수

c_w : 계수로서 다음에 따른다.

$c_w = 0.57$, 중심선 종격벽을 가지는 선박인 경우

$c_w = 0.50$, 2열 종격벽을 가지는 선박인 경우

표 6 종격벽상의 수직 특설늑골에 대한 C_u 및 C_l 값

구조배치		c_u	c_l
중심선 종격벽을 가지는 선박		0.17	0.28
2열 종격벽을 가지는 선박	l_{vw-ct} 에 기초한 Q_u 또는 Q_l		
	l_{vw} 에 기초한 Q_u 또는 Q_l	0.075	0.18

1.7.5 수직 특설늑골의 길이에 걸친 전단면적

수직 특설늑골의 길이에 걸쳐 전단면적은 다음을 만족하여야 한다. 항복응력이 다른 재료가 사용되는 경우, 재료 항복응력의 차이를 고려하여 적절히 조정되어야 한다.

a) 상부의 요구 전단면적은 상부 0.2 ℓ_{shr} 에 걸쳐 유지되어야 한다.
b) 하부의 요구 전단면적은 하부 0.2 ℓ_{shr} 에 걸쳐 유지되어야 한다.
c) Q_u 및 Q_l 가 ℓ_{vw-ct} 에 기초하여 결정되는 경우, 하부의 요구 전단면적은 크로스타이 하부에서 유지되어야 한다.
d) 윙 또는 중앙 화물탱크 내에 크로스타이가 없는 선박인 경우, 상부 및 하부 사이의 요구 전단면적은 스팬 중간에서 하부의 요구 전단면적의 50 % 까지 선형적으로 감소하여야 한다.
e) 윙 또는 중앙 화물탱크 내에 크로스타이가 있는 선박인 경우, 스팬을 따라서 요구되는 전단면적은 상부 및 하부 사이에서 선형적으로 테이퍼 되어야 한다.

ℓ_{shr} : 선측 트랜스버스의 유효 전단 스팬으로 다음에 따른다.

$\ell_{shr} = \ell_{vw} - h_u - h_l$, Q_u 및 Q_l 가 ℓ_{vw} 에 기초하여 결정되는 경우

$\ell_{shr} = \ell_{vw-ct} - h_u$, Q_u 및 Q_l 가 ℓ_{vw-ct} 에 기초하여 결정되는 경우

$\ell_{st}, \ell_{st-ct}, h_u, h_l, Q_u, Q_l$: [1.7.4]에 따른다.

1.8 횡격벽의 수평 스트링거

1.8.1 웨브 깊이

횡격벽의 수평 스트링거의 웨브 깊이는 다음 이상이어야 한다.

- 0.28 ℓ_{bdg-hs}, 2열 종격벽을 가지는 선박의 윙 화물탱크의 수평 스트링거인 경우
- 0.20 ℓ_{bdg-hs}, 2열 종격벽을 가지는 선박의 중앙 탱크의 수평 스트링거인 경우, 다만 중앙탱크 내의 수평 스트링거의 웨브 깊이는 윙 화물탱크 내의 수평 스트링거의 요구 깊이 이상이어야 한다.
- 0.20 ℓ_{bdg-hs}, 중심선 종격벽을 가지는 선박의 수평 스트링거인 경우
- [1.1.6]에 따른 웨브 높이

ℓ_{bdg-hs} : [1.8.2]에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

1.8.2 순 단면계수

끝단 0.2 ℓ_{bdg-hs} 에 걸쳐 수평 스트링거의 순 단면계수 Z_{n50} (cm^3)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z_{n50} = \frac{850M}{C_{s-pr} R_{eH}}$$

M : 설계 굽힘 모멘트(kNm)로서 다음 식에 의한다.

$M = c\,P\,S\,\ell_{bdg-hs}^2$

P : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 수평 스트링거의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-hs} 의 중간 위치 및 간격 S 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

ℓ_{bdg-hs} : 수평 스트링거의 유효 굽힘 스팬(m), 다만 고려하는 지점에서 탱크 폭의 50 % 이상이어야 한다.(**그림 3** 참조)

c : 계수로서, 다음에 따른다.

c = 0.073, 중심선 격벽을 가지는 선박의 화물탱크의 수평 스트링거인 경우

c = 0.083, 2열 종격벽을 가지는 선박의 윙 화물탱크의 수평 스트링거인 경우

c = 0.063, 2열 종격벽을 가지는 선박의 중앙 탱크의 수평 스트링거인 경우

1.8.3 수평 스트링거의 길이에 걸친 단면계수

유효 굽힘 스팬의 중간에서 요구되는 단면계수는 끝단에서 요구되는 것의 70 %로 하여야 하고, 중간 값은 선형 보간법에 따른다. 항복응력이 다른 재료가 사용되는 경우, 재료 항복응력의 차이를 고려하여 적절히 조정하여야 한다.

1.8.4 순 전단면적

끝단 0.2 ℓ_{shr} 에 걸쳐 수평 스트링거의 순 전단면적 $A_{shr-n50}$ (cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr-n50} = \frac{8.5\,Q}{C_{t-pr}\,\tau_{eH}}$$

Q : 설계전단력(kN)으로 다음 식에 의한 값

$Q = 0.5\,P\,S_{hs}\,\ell_{shr}$

P : **표 1**에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 수평 스트링거의 유효 굽힘 스팬 ℓ_{bdg-hs} 의 중간 위치 및 간격 S_{hs} 의 중간 위치에서의 값으로 한다.

S_{hs} : **[1.8.2]**에 따른 간격

ℓ_{shr} : 수평 스트링거의 유효 전단 스팬(m)

1.8.5 유효 전단스팬 중간에서 전단면적

유효 전단 스팬 중간에서 요구되는 전단면적은 끝단에서 요구되는 것의 50 %로 이어야 하며, 중간 값은 선형 보간법에 따른다. 항복응력이 다른 재료가 사용되는 경우, 재료 항복응력의 차이를 고려하여 적절히 조정하여야 한다.

1.9 크로스타이

1.9.1

크로스타이에 작용하는 최대 작용 축 하중 W_{ct} 는 허용하중 $W_{ct-perm}$ 이하이어야 한다.

$$W_{ct} \le W_{ct-perm}$$

W_{ct} : 작용 축 하중(kN)으로 다음 식에 의한 값

$$W_{ct} = P\,b_{ct}\,S$$

P : **표 1**에 따른 고려하는 설계 적용하중조합에 대한 최대 설계압력(kN/m^2)으로 탱크 중간에 위치한 크로스타이에 의해 지지되는 면적의 중심에서의 값으로 한다.

b_{ct} : 스팬(m)으로 다음에 따른다.

- 중앙 화물탱크 내에 크로스타이가 설치된 경우: $b_{ct} = 0.5\,\ell_{bdg-vw}$
- 윙 화물탱크 내에 크로스타이가 설치된 경우:
  - 중앙 화물탱크로부터 설계 화물압력에 대해 $b_{ct} = 0.5\,\ell_{bdg-vw}$
  - 설계 해수압력에 대해 $b_{ct} = 0.5\,\ell_{bdg-st}$

ℓ_{bdg-vw} : [1.5.2]에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

ℓ_{bdg-st} : [1.5.2]에 따른 유효 굽힘 스팬(m)

$W_{ct-perm}$: 허용하중(kN)으로 다음 식에 의한 값

$$W_{ct-perm} = 0.12\,A_{ct-n50}\,\eta_{all}\,\sigma_{cr}$$

η_{all} : 1부 8장 1절 [3.3]에 따른 허용 좌굴사용계수

σ_{cr} : 1부 8장 5절 [3.1.1]에 따른 순 단면특성을 사용하여 계산된 압축 상태의 크로스타이의 임계 좌굴응력(N/mm^2)

A_{ct-n50} : 크로스타이의 순 횡단면적(cm^2)

1.9.2 용접 연결부

웨브를 통한 압축하중의 전달을 위하여 용접부의 적합성 및 보강재 배치에 특별한 주의를 기울여야 한다.
크로스타이의 양단 브래킷 토우의 용접에 특별한 주의를 기울여야 한다.

1.9.3 수평 보강재

수평 보강재는 크로스타이의 끝단에서 종격벽의 종보강재와 일치되도록 설치하여야 한다.

2. 수직 파형격벽

2.1 적용

2.1.1

1부 6장 4절 [1]의 요건에 추가하여, 유조선의 수직 파형격벽은 [2.2]의 요건에도 적합하여야 한다.

2.2 치수요건

2.2.1 높이에 걸친 순 판 두께

[2.2.3] 및 [2.2.4]에 요구되는 순 판 두께는 하단으로부터 파형 길이 ℓ_{cg} 의 2/3 까지 유지되어야 한다. 그 상부의 순 판 두께는 파형 상단의 순 단면계수가 [2.2.4]에 따른다면 파형의 중간부의 [2.2.3]에 의한 요구 순 두께보다 20% 경감할 수 있다.

2.2.2 높이에 걸친 순 웨브 판 두께

파형 하부 15 % 의 순 웨브 판 두께 t_w (mm) 는 1부 6장 2절 [2]에 따른 요구 순 두께와 모든 설계하중조합에 대하여 다음 식에 따른 값 중 최댓값으로 하여야 한다. 이 요건은 하부스툴이 없는 파형격벽에는 적용되지 않는다.

$$t_w = \frac{1000\,|Q_{cg}|}{d_{cg}\,C_{t-cg}\,\tau_{eH}}$$

Q_{cg} : 파형의 하단에서 웨브판에 작용하는 설계전단력(kN)으로 다음 식에 의한 값

$$Q_{cg} = \frac{s_{cg}\,\ell_{cg}\,|3P_l + P_u|}{8000}$$

P_l : 설계하중조합에 대한 파형 하단에서의 설계압력(kN/m^2) (**1부 6장 2절 표 1** 참조)

P_u : 설계하중조합에 대한 파형 상단에서의 설계압력(kN/m^2) (**1부 6장 2절 표 1** 참조)

d_{cg} : 파형의 깊이(mm) (**그림 4** 참조)

C_{t-cg} : 허용 전단응력계수로서 다음에 따른다.

$C_{t-cg} = 0.75$, 허용기준조합 AC-S

$C_{t-cg} = 0.90$, 허용기준조합 AC-SD

2.2.3 높이에 걸친 플랜지의 순 두께

하부 끝단에서부터 파형 길이의 2/3에 대한 파형격벽 플랜지의 순 두께 t_f(mm)는 **1부 6장 2절 [2]**에 의한 요구 순 두께와 모든 적용 설계하중조합에 대하여 다음 식에 의한 요구 순 두께 중 최댓값으로 하여야 한다. 이 요건은 하부스툴이 없는 파형격벽에는 적용하지 않는다.

$$t_f = \frac{6.57\, b_{f-cg}\sqrt{\sigma_{bdg-\max}}}{C_f}10^{-3}$$

$\sigma_{bdg-\max}$: 면재 내 수직 굽힘응력(N/mm^2)의 최댓값으로 다음 식에 의한다. 굽힘응력은 파형의 하단 및 스팬 중간에서 계산되어야 한다.

$$\sigma_{bdg-\max} = \frac{M_{cg}}{Z_{cg-act}}10^3$$

M_{cg} : **[2.2.4]**에 따른 수직 굽힘 모멘트(kNm)

Z_{cg-act} : 파형의 하단 및 스팬 중간에서의 실제 순 단면계수(cm^3)

C_f : 계수로서, 다음 식에 의한다.

$$C_f = 7.65 - 0.26\left(\frac{b_{w-cg}}{b_{f-cg}}\right)^2$$

b_{f-cg} : 면재의 폭(mm) (**그림 4** 참조)

b_{w-cg} : 웨브의 폭(mm) (**그림 4** 참조)

2.2.4 높이에 걸친 순 단면계수

단위 파형의 하단과 상단 및 파형의 길이 중간($\ell_{cg}/2$)에서 순 단면계수 Z_{cg}(cm^3)은 **1부 6장 2절 [2]**에 의한 값과 모든 적용 설계하중조합에 대하여 다음 식에 이한 값 중 최댓값으로 하여야 한다.

$$Z_{cg} = \frac{1000\, M_{cg}}{C_{s-cg}\, R_{eH}}$$

M_{cg} : 수직 굽힘 모멘트(kNm)로서 다음 식에 따른다.

$$M_{cg} = \frac{C_i |P| s_{cg} \ell_0^2}{12000}$$

P : 평균압력(kN/m^2)로서 다음 식에 따른다.

$$P = \frac{P_u + P_l}{2}$$

P_l, P_u : 1부 6장 2절 표 1에 따른 고려하는 설계하중조합에 대한 각각 파형의 하단 및 상단에서의 설계압력(kN/m^2)으로 다음 위치에서의 값으로 한다.

- 파형 횡격벽인 경우, 각 탱크의 종격벽으로부터 $b_{tk}/2$ 지점
- 파형 종격벽인 경우, 각 탱크의 단부, 즉 전후단 횡격벽과 종격벽의 교차점

b_{tk} : 격벽에서 측정된 고려된 탱크의 최대 폭(m)

ℓ_0 : 파형의 유효 굽힘 스팬(m)으로 다음에 따른다.(그림 4 참조)

- 하부스툴의 깊이 중간으로부터 상부스툴의 깊이 중간까지의 거리
- 상부 또는 하부스툴이 설치되지 않은 경우, ℓ_0 은 상단으로부터 하단까지의 거리

C_i : 표 7에 따른 굽힘 모멘트계수

C_{s-cg} : 허용 굽힘응력계수로서 다음에 따른다.

파형길이 ℓ_{cg} 중간의 경우

$C_{s-cg} = c_e$, 다만 허용기준조합 AC-S인 경우 0.75 이하일 것

$C_{s-cg} = c_e$, 다만 허용기준조합 AC-SD인 경우 0.90 이하일 것

파형길이 ℓ_{cg} 상하단의 경우

$C_{s-cg} = 0.75$, 허용기준조합 AC-S인 경우

$C_{s-cg} = 0.90$, 허용기준조합 AC-SD인 경우

c_e : 계수로서 다음에 따른다.

$c_e = \frac{2.25}{\beta} - \frac{1.25}{\beta^2}$, $\beta \geq 1.25$인 경우

$c_e = 1.0$, $\beta < 1.25$인 경우

β : 계수로서 다음에 따른다.

$$\beta = \frac{b_{f-cg}}{t_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{E}}$$

b_{f-cg} : 면재의 폭(mm) (그림 4 참조)

t_f : 파형 면재의 순 두께(mm)

표 7 C_i 의 값

격벽	ℓ_{cg} 의 하단에서	ℓ_{cg} 의 중간에서	ℓ_{cg} 의 상단에서
횡격벽	C_1	C_{m1}	$0.65C_{m1}$
종격벽	C_3	C_{m3}	$0.65C_{m3}$

(비고)

C_1 : 계수로서 다음에 따른다.

$C_1 = a_1 + b_1\sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}$ 다만, 0.60 이상일 것

$C_1 = a_1 - b_1\sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}$ 하부스툴이 없는 횡격벽의 경우, 다만 0.55 이상일 것

a_1 : 계수로서 다음에 따른다.

$a_1 = 0.95 - \frac{0.41}{R_{bt}}$

$a_1 = 1.0$ 하부스툴이 없는 횡격벽의 경우

b_1 : 계수로서 다음에 따른다.

$b_1 = -0.20 + \frac{0.078}{R_{bt}}$

$b_1 = 0.13$ 하부스툴이 없는 횡격벽의 경우

C_{m1} : 계수로서 다음에 따른다.

$C_{m1} = a_{m1} + b_{m1}\sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}$ 다만, 0.55 이상일 것

$C_{m1} = a_{m1} - b_{m1}\sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}$ 하부스툴이 없는 횡격벽의 경우, 다만 0.60 이상일 것

a_{m1} : 계수로서 다음에 따른다.

$a_{m1} = 0.63 + \frac{0.25}{R_{bt}}$

$a_{m1} = 0.85$, 하부스툴이 없는 횡격벽의 경우

b_{m1} : 계수로서 다음에 따른다.

$b_{m1} = -0.25 - \frac{0.11}{R_{bt}}$

$b_{m1} = 0.34$, 하부스툴이 없는 횡격벽의 경우

C_3 : 계수로서 다음과 같다.

$C_3 = a_3 + b_3\sqrt{\frac{A_{dl}}{\ell_{dk}}}$ 다만, 0.60 이상일 것

$C_3 = a_3 - b_3\sqrt{\frac{A_{dl}}{\ell_{dk}}}$ 하부스툴이 없는 종격벽의 경우. 다만, 0.55 이상일 것

a_3: 계수로서 다음과 같다.

$a_3 = 0.86 - \frac{0.35}{R_{bl}}$

$a_3 = 1.0$, 하부스툴이 없는 종격벽의 경우

표 7 C_i 의 값 (계속)

(비고)

b_3 : 계수로서 다음과 같다.

$$b_3 = -0.17 + \frac{0.10}{R_{bl}}$$

$b_3 = 0.13$, 하부스툴이 없는 종격벽의 경우

C_{m3} : 계수로서 다음과 같다.

$$C_{m3} = a_{m3} + b_{m3}\sqrt{\frac{A_{dl}}{\ell_{dk}}}$$ 다만, 0.55 이상일 것

$$C_{m3} = a_{m3} - b_{m3}\sqrt{\frac{A_{dl}}{\ell_{dk}}}$$ 하부스툴이 없는 종격벽의 경우. 다만, 0.60 이상일 것

a_{m3} : 계수로서 다음과 같다.

$$a_{m3} = 0.32 + \frac{0.24}{R_{bl}}$$

$a_{m3} = 0.85$, 하부스툴이 없는 종격벽의 경우

b_{m3} : 계수로서 다음에 따른다.

$$b_{m3} = -0.12 - \frac{0.10}{R_{bl}}$$

$b_{m3} = 0.19$, 하부스툴이 없는 종격벽의 경우

R_{bt} : 계수로서 다음에 따른다.

$$R_{bt} = \frac{A_{bt}}{b_{ib}}\left(1+\frac{\ell_{ib}}{b_{ib}}\right)\left(1+\frac{b_{av-t}}{h_{st}}\right)$$ 횡격벽의 경우

R_{bl} : 계수로서 다음에 따른다.

$$R_{bl} = \frac{A_{bl}}{I_{ib}}\left(1+\frac{\ell_{ib}}{b_{ib}}\right)\left(1+\frac{b_{av-l}}{h_{sl}}\right)$$ 종격벽의 경우

b_{av-t} : 횡격벽 하부스툴의 평균 폭(m) (**그림 4** 참조)

b_{av-l} : 종격벽 하부스툴의 평균 폭(m) (**그림 4** 참조)

A_{dt} : 횡격벽 상부스툴의 형선(moulded line)으로 폐위된 단면적(m^2)으로, 상부스툴이 없는 경우 0으로 한다.

A_{dl} : 종격벽 상부스툴의 형선으로 폐위된 단면적(m^2)으로, 상부스툴이 없는 경우 0으로 한다.

A_{bt} : 횡격벽의 하부스툴의 형선으로 폐위된 횡단면적(m^2)

A_{bl} : 종격벽의 하부스툴의 형선으로 폐위된 횡단면적(m^2)

h_{st} : 횡격벽 하부스툴의 높이(m) (**그림 4** 참조)

h_{sl} : 종격벽 하부스툴의 높이(m) (**그림 4** 참조)

b_{ib} : 내저판에서의 화물탱크의 폭(m)으로 호퍼탱크 사이의 거리 또는 호퍼탱크와 하부스툴 사이의 거리 (**그림 4** 참조)

b_{dk} : 갑판에서의 화물탱크의 폭(m)으로 상부 윙 탱크 사이 거리 또는 상부 윙 탱크 및 선체 중심선 갑판 박스 사이 거리 또는 상부스툴이 설치되지 않는 경우 파형 면재 사이의 거리

ℓ_{ib} : 내저판에서의 화물탱크의 길이(m)로 횡격벽 하부스툴 사이의 거리(**그림 4** 참조)

ℓ_{dk} : 갑판에서의 화물탱크의 길이(m)로 횡격벽 상부스툴 사이 거리 또는 상부스툴이 설치되지 않는 경우에는 파형 면재 사이의 거리(**그림 4** 참조)

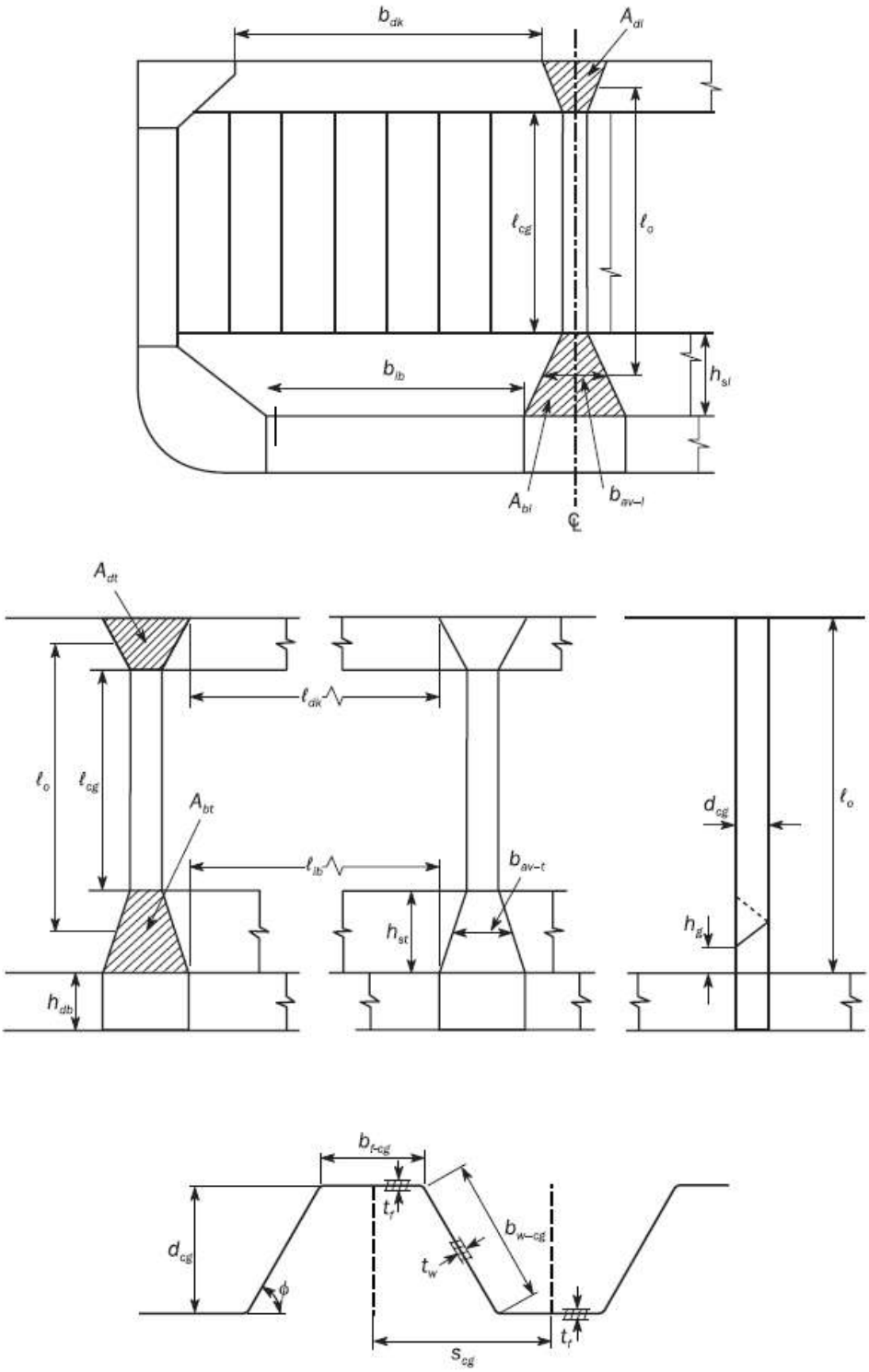


그림 4 파형격벽에 대한 계수의 정의
(중심선에서 종격벽을 가지는 탱커)

제 4 절 선체의장

1. 비상예인장치용 부품의 지지구조

1.1 일반

1.1.1
SOLAS 에서 요구하는 것과 같이 재화중량 20,000 톤 이상인 모든 유조선의 선수와 선미에 설치되는 비상예인장치가 설계자의 책임하에 제공되어야 한다.

1.1.2
설계자는 예인장치의 설계 및 제작 시 기국 또는 위임 받은 기관의 승인을 받아야 함을 상기 시켜야 한다.

1.2 제출문서

1.2.1
갑판의 연결을 포함하여, 비상예인장치에 대한 지지구조의 상세를 나타내는 도면을 승인용으로 제출하여야 한다. 작동하중의 위치 및 방향을 확인할 수 있는 충분한 상세를 나타내는 비상예인장치의 정보가 참고용으로 제출되어야 한다.

1.3 구조배치

1.3.1 강도의 연속성
구조배치는 강도의 연속성을 제공해야 한다.

1.3.2 응력집중
비상예인장치 주위의 구조배치는 응력집중을 최소화하기 위해 급격한 형상 변화 또는 단면 변화를 피해야 한다. 특히 높은 응력을 받는 지역에서는 예리한 모서리나 노치가 없어야 한다.

1.4 최소 두께 요건

1.4.1 갑판
스트롱 포인트(strong-point) 및 페어리드의 주위 갑판의 총 두께는 15 mm 이상 이어야 한다.

1.5 하중

1.5.1 안전사용하중
비상예인장치의 안전사용하중은 다음 값 이상이어야 한다.

- 재화중량이 20,000 톤 이상 50,000 톤 미만인 유조선의 경우, 1,000 kN
- 재화중량이 50,000 톤 이상인 유조선의 경우, 2,000 kN

1.5.2 하중상태
스트롱 포인트 및 의장품과 갑판 및 지지구조의 연결에 대한 설계하중은 안전사용하중의 두 배로 하여야 한다. 비상예인장치 배치도에 나타난 적용된 설계하중의 작용선의 정보가 고려되어야 한다.

1.6 치수요건

1.6.1 일반

지지구조의 치수는 [1.5.2]에 규정된 하중상태인 경우, 지지구조의 계산된 응력이 [1.6.3]에 주어진 허용응력 값을 넘지 않도록 결정되어야 한다. 좌굴손상에 대해 저항하는 지지구조의 능력 또한 확보되어야 한다.

1.6.2 계산절차

이들 요건은 총 두께를 이용한 탄성 보 이론, 2차원 격자 또는 유한요소 해석에 기초한 공학적 해석을 사용하여 평가되어야 한다.

1.6.3 허용응력

[1.5.2]에 규정된 설계하중의 경우, 스트롱 포인트 및 페어리드의 주위 지지구조와 용접부에 발생하는 굽힘응력을 포함한 전단응력 및 수직응력은 구조의 총 두께에 기초하여 다음 허용 값 이하이어야 한다.

- 수직응력 1.00 R_{eH}
- 전단응력 0.58 R_{eH}

정적 및 동적하중 시나리오(S+D)인 경우, **8장 1절 표 1**에 규정된 허용 좌굴사용계수가 사용되어야 한다. 좌굴 평가 방법은 **1부 8장 4절 [2]**에 따라 검토되어야 한다.
[CORR1 to 01 JAN 2021]

2. 각종 갑판 부착물

2.1 화물 매니폴드

2.1.1 화물 매니폴드 지지

화물 매니폴드 지지부재의 설계는 운항 시 또는 항만에서 양하 및 적하 시에 배관에 부과되는 하중을 선박구조로 분배할 수 있어야 한다. 이를 위하여 화물 매니폴드 지지부재와 갑판의 연결은 주요 선체구조의 보강재와 정렬하여 배치하거나 또는 하드 포인트의 발생을 피할 수 있게 보강재가 설치되어야 한다. 단면변화의 효과를 최소화하기 위하여 갑판 부착물을 형성하는 구조의 상세설계에 주의를 기울여야 한다. 이러한 상세배치 및 승인은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

3. 가드레일 및 불워크

3.1 일반

3.1.1

일반적으로, 개방된 가드레일이 상부갑판에 설치되어야 한다. 갑판 상 누출물을 적절히 처리할 수 있고 휘발성 가스의 축적될 가능성을 최소화하는 설비가 제공된다면, 하부 단부에 높이 230 mm 의 연속적인 개구를 가지는 판재 불워크는 허용할 수 있다.

3.1.2

화물갑판 주위로 최소 100 mm 높이의 영구적인 연속의 코밍을 설치하여 갑판상 누설이 거주구역, 작업구역으로의 확산 및 해상으로의 유출을 방지하여야 한다. 유조선의 화물갑판의 후부 선측면을 따라, 최소 300 mm 높이를 가지는 코밍이 모서리에서 전방으로 최소 4.5 m 연장되어야 한다. 화물갑판의 후부 끝단에서는, 최소 300 mm 높이의 코밍이 선박의 선측에서 선측까지 설치되어야 한다.

3.1.3

기계식 갑판 배수구 플러그가 설치되어야 한다. 코밍 내부의 기름 및 오수를 제거하거나 배수시키는 수단이 제공되어야 한다.

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제 13 편

산적화물선 및 유조선 공통구조규칙

GA-13-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

차 례

1부 1장 규칙의 일반원칙 ····· 1

제 2 절 규칙 원칙 ····· 1

1부 3장 구조설계원칙 ····· 3

제 1 절 재료 ····· 3

1부 4장 구조설계원칙 ····· 5

제 6 절 내부하중 ····· 5

1부 10장 기타구조 ····· 7

제 4 절 슬로싱 압력을 받는 탱크 ····· 7

부록 13-1 직접파랑하중 계산에 관한 지침 ····· 9

1부 1장 규칙의 일반원칙

제 2 절 규칙 원칙

3.2 선형 제한

3.2.1

파랑하중은 **부록 13-1**의「**직접파랑하중 계산에 관한 지침**」에 따른다.

3.4 환경조건

3.4.4 설계온도

일일 평균온도보다 낮은 평균온도의 해역에서 운항하는 선박의 재료는 **규칙 3편 1장 4절 406.**에 따른다.

1부 3장 구조설계원칙

제 1 절 재료

2. 선체 구조용 강재

2.1 일반

2.1.3
YP47 강판에 대하여는 **규칙 2편 1장 3절 311.**에 따른다.

2.6 스테인리스 강

2.6.1
스테인리스강은 **규칙 3편 1장 4절 401.**에 따른다.

5. 기타 재료 및 제품

5.2 주철제 부품(iron cast parts)

5.2.2
창과 현창의 재료는 **규칙 4편 8장 8절 804.** 및 **9절 904.**에 따른다.

1부 4장 구조설계원칙

제 6 절 내부하중

6. 탱크 내의 슬로싱 압력

6.1 일반

최대 유효 슬로싱 폭 b_{slh} 가 0.56 B 를 초과하는 탱크 또는 0.05 $h_{\max}$ 에서 0.95 $h_{\max}$ 까지의 모든 수위에서의 유효 슬로싱 길이 ℓ_{slh} 가 0.13 L 을 초과하는 탱크의 경우, **규칙 [6.3]** 및 **[6.4]**에 명시된 슬로싱 압력 계산을 위한 f_{slh} 는 다음의 값으로 한다.

h_{fill}	f_{slh}
$0.0h_{Tank}$	0.0
$0.1h_{Tank}$	$f_{slh} = 1.5\left[1-2\left(0.3-\frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
$0.3h_{Tank}$	$f_{slh} = 2.0\left[1-2\left(0.3-\frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
$1.0h_{Tank}$	$f_{slh} = 1.5\left[1-2\left(0.3-\frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
h_{fill} 이 중간 값일 경우 f_{slh} 값은 선형 보간법에 의한다.	

1부 10장 기타구조

제 4 절 슬로싱 압력을 받는 탱크

1. 일반사항

1.1 적용

유효 슬로싱 폭 b_{slh} 이 0.56 B 보다 크거나 또는 유효 슬로싱 길이 l_{slh} 가 0.13 L 보다 큰 탱크인 경우, **지침 4장 6절 [6.1]**을 고려하여 계산된 슬로싱 압력을 이 절에 적용하여야 한다.

부록 13-1 직접파랑하중 계산에 관한 지침

기호

이 장에서 정의하지 않은 기호는 **규칙 1부 4장**에 따른다.

$M_{wv-direct}$: 직접 계산법에 의한 선체중앙부의 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm)
$Q_{wv-direct}$: 직접 계산법에 의한 0.75L 에서의 수직 파랑 전단력(kN)
$M_{wh-direct}$: 직접 계산법에 의한 선체중앙부의 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)
$M_{wt-direct}$: 직접 계산법에 의한 비틀림 모멘트(kNm)
$a_{roll-direct}$: 직접 계산법에 의한 횡동요 가속도(m/s^2)
$a_{pitch-direct}$: 직접 계산법에 의한 종동요 가속도(m/s^2)
$a_{surge-direct}$: 직접 계산법에 의한 전후동요 가속도(m/s^2)
$a_{sway-direct}$: 직접 계산법에 의한 좌우동요 가속도(m/s^2)
$a_{heave-direct}$: 직접 계산법에 의한 상하동요 가속도(m/s^2)
θ_{direct} : 직접 계산법에 의한 횡동요각(deg)
φ_{direct} : 직접 계산법에 의한 종동요각(deg)
$P_{W,WL-direct}$: 직접 계산법에 의한 흘수선상에서의 파랑압력(kN/m^2)
$f_{M-direct}$: 직접 계산법에 의한 수직 파랑 굽힘 모멘트와 **규칙 1부 4장 4절**에 의한 수직 파랑 굽힘 모멘트의 비
$f_{Q-direct}$: 직접 계산법에 의한 수직 파랑 전단력과 **규칙 1부 4장 4절**에 의한 수직 파랑 전단력의 비
$f_{MT-direct}$: 직접 계산법에 의한 수평 파랑 굽힘 모멘트와 **규칙 1부 4장 4절**에 의한 수평 파랑 굽힘 모멘트의 비
$f_{roll-direct}$: 직접 계산법에 의한 횡동요 가속도와 **규칙 1부 4장 3절**에 의한 횡동요 가속도의 비
$f_{pitch-direct}$: 직접 계산법에 의한 종동요 가속도와 **규칙 1부 4장 3절**에 의한 종동요 가속도의 비
$f_{surge-direct}$: 직접 계산법에 의한 전후동요 가속도와 **규칙 1부 4장 3절**에 의한 전후동요 가속도의 비
$f_{sway-direct}$: 직접 계산법에 의한 좌우동요 가속도와 **규칙 1부 4장 3절**에 의한 좌우동요 가속도의 비
$f_{heave-direct}$: 직접 계산법에 의한 상하동요 가속도와 **규칙 1부 4장 3절**에 의한 상하동요 가속도의 비
$f_{\theta-direct}$: 직접 계산법에 의한 횡동요 각도와 **규칙 1부 4장 3절**에 의한 횡동요 각도의 비
$f_{\varphi-direct}$: 직접 계산법에 의한 종동요 각도와 **규칙 1부 4장 3절**에 의한 종동요 각도의 비
$f_{P-direct}$: 직접 계산법에 의한 수선에서의 최대압력과 **규칙 1부 4장 5절**에 의한 수선에서의 최대압력의 비

1. 일반

1.1 적용

이 부록은 **규칙 1부 1장 2절 [3.2.1]**의 적용 범위를 벗어나는 파랑하중을 구하기 위한 직접 계산법을 제공한다. 파랑하중은 선체운동, 가속도, 동압력 및 선체거더하중을 포함한다.

1.2 방법

1.2.1 해석프로그램

파랑하중은 산란파 및 방사파를 고려한 3차원 선형 포텐셜 이론으로 개발된 해석 프로그램에 의해 계산되어야 한다. 해석 프로그램은 실험 자료에 의해 검증 및 확인되어야 하고 비교 보고서를 우리 선급에 제출하여 승인 받아야 한다.

1.2.2 단기 및 장기 예측

파랑하중의 포락선 값은 다음의 조건으로 주어진 해상상태의 단기 예측과 파랑 분산표의 장기 예측으로 계산되어야 한다.

- 파랑 스펙트럼 : 2 Parameter Pierson-Moskowitz Spectrum
- 파랑 확산 : $\cos^2$
- 파랑 분산표 : 북대서양 해역에 대한 IACS 표준 파랑 자료(IACS Rec. No. 34)
- 파고 확률 : Rayleigh 분포
- 초과 확률 : 10^{-8} (강도평가)
  10^{-2} (피로평가)
- 입사각 : 동일한 확률

1.2.3 등가설계파

등가설계파는 하중 인자의 장기 예측을 발생시킬 수 있는 규칙파이다. 등가설계파는 선박의 구조와 치수에 지배적인 주요 하중 인자들로 결정되어야 한다. 각각의 등가설계파에서 두개의 동하중상태(최대 및 최소)가 고려되어야 한다. 강도평가와 피로평가를 수행하여 모든 등가설계파의 동하중상태에 대한 기준을 만족하는지 확인해야 한다.

1.2.4 순서도

파랑하중을 구하기 위한 직접 계산법의 과정은 **그림** 1과 같다.

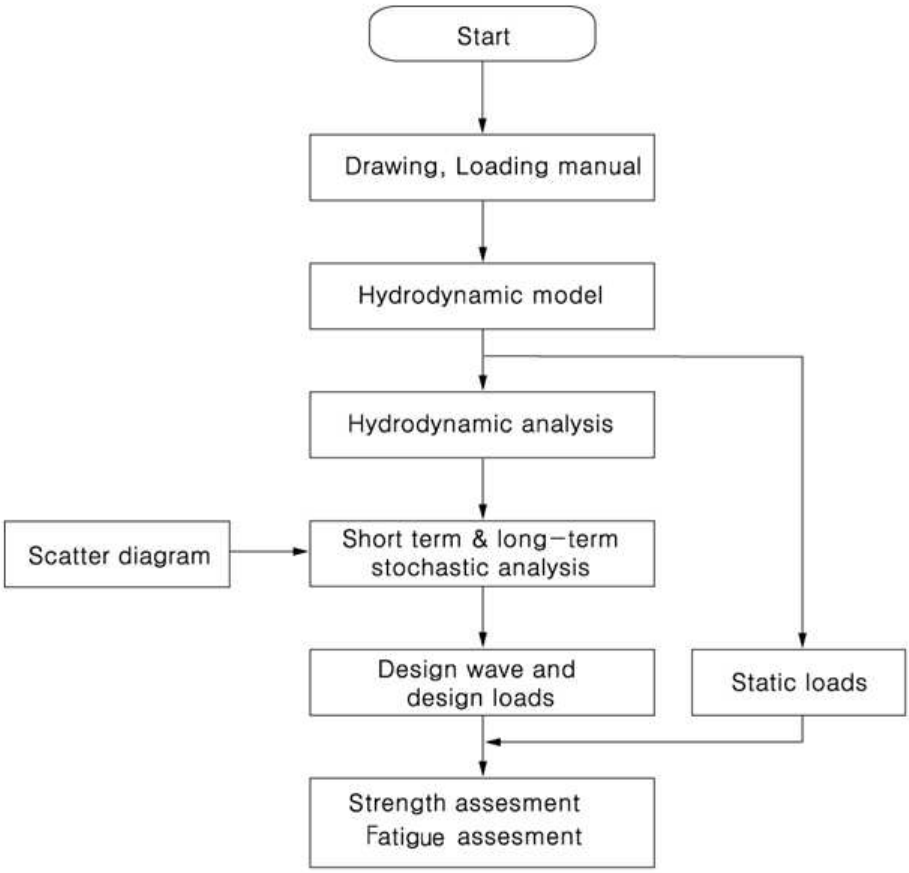


그림 1 직접 계산법의 흐름도

2. 운동해석

2.1 적하상태

유조선의 경우 다음의 적하상태가 고려되어야 한다.
- 만재적재 상태
- 부분적재 상태
- 평형수적재 상태

산적화물선의 경우, 다음의 적하상태가 고려되어야 한다.
- 균일 만재적재 상태
- 격창적재 상태
- 통상 평형수적재 상태
- 황천 평형수적재 상태

2.2 유체모델

수치해석상의 오차를 줄이기 위하여 충분히 작은 크기의 패널로 모델링을 해야 한다. 선박 길이 방향으로 최소 30~40개의 단면을 사용하고 각 단면의 한쪽 현을 15~20개의 패널로 정의하여야 한다. 형상이 복잡한 부위(선수미부 및 빌지부)는 패널수를 증가시켜 기하학적 형상을 잘 표현하고 형상이 변하지 않는 부위(중앙 횡단면)도 동적압력의 구배를 충분히 반영할 수 있도록 적절히 분할하여야 한다.

2.3 중량모델

2.3.1 자중

각 구조부재의 총중량은 구조모델의 용적에 밀도를 곱하여 구하며, 구조모델에서 제외된 부분의 중량을 고려하기 위하여 적절히 밀도를 증가시킬 수 있다. 추가되는 중량은 적하지침서상의 경하중량 중심에 일치하도록 선박 전체에 적절히 분포될 수 있도록 조정하여야 한다.

2.3.2 화물중량

화물중량은 적하지침서에 따라 길이 방향, 폭 방향 및 높이 방향의 정확한 위치를 고려하여야 한다.

2.4 정적균형

유체모델과 중량모델은 정적 평형상태를 유지해야 하며 계산된 정수중 굽힘 모멘트의 분포는 가능한 한 적하지침서상의 그것과 일치하여야 하며 다음과 같은 범위 안에 있어야 한다.
- 배수량 : 1%
- LCG : 선박 길이의 0.1%
- 정수중 굽힘 모멘트 : 3%

2.5 계산조건

2.5.1 선박의 속도

강도평가를 위한 선박의 속도는 5 노트로 한다. 피로평가를 위한 선박의 속도는 설계 속도의 2/3 로 한다.

2.5.2 파 입사각

파 입사각은 0° ~ 360° 사이의 모든 방향을 고려하여야 하며 최대 30° 간격으로 입사각을 적용하여야 한다.

2.5.3 파 주파수

파 주파수는 0.15~1.25 rad/sec 로 고려하여야 하고 주파수 간격은 0.05 rad/sec 보다 크지 않아야 한다.

3. 통계 해석

3.1 단기해석

선박의 운동해석과 불규칙 해상상태를 정의하는 파랑 스펙트럼을 이용하여 단기해석을 수행하여야 한다. 파랑 스펙트럼은 “Bretschneider 또는 2 Parameter Pierson - Moskowitz spectrum”을 사용하여야 하고 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$S(\omega) = \frac{H_s^2}{4\pi}\left(\frac{2\pi}{T_z}\right)^4 \omega^{-5} \exp\left(-\frac{1}{\pi}\left(\frac{2\pi}{T_z}\right)^4 \omega^{-4}\right)$$

H_s : 유의 파고 (m)
ω : 각 주파수 (rad/s)
T_z : 평균 제로 업 크로싱(zero up-crossing) 파랑 주기 (s)

$$T_z = 2\pi\left(\frac{m_0}{m_2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

주어진 입사각에 대한 응답의 n 차 스펙트럼 모멘트는 다음을 따른다.

$$m_n = \int_{\omega} \sum_{\theta_0 - 90^\circ}^{\theta_0 + 90^\circ} f_s(\theta)\omega^n S(\omega | H_s, T_z, \theta)$$

보통 $f_s(\theta) = kcos^2(\theta)$ 로 정의되는 퍼짐 함수(spreading function)를 사용한다. 다만, k 는 다음의 값으로 한다.

$$\sum_{\theta_0 - 90^\circ}^{\theta_0 + 90^\circ} f_s(\theta) = 1$$

θ_0 : 주요 파 입사각
θ : 주요 파 입사각 주위의 상대적 퍼짐(relative spreading)

3.2 장기해석

3.1항에서 구한 단기해석 결과와 파랑자료를 이용하여 장기해석을 수행한다. 장기해석에 사용하는 파랑자료는 **그림** 2의 8, 9, 15, 16에 해당하는 북대서양 해역에 대한 것으로 **표** 1의 분산표로 나타내었다.

표 1 영국 해양기술(British Marine Technology)의 글로벌 파랑 통계에서 유도한 북대서양 해역에서의 100000 관찰에 대한 해상상태 확률

H_S/ T_Z*	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	SUM
0.5	0.0	0.0	1.3	133.7	865.6	1186.0	634.2	186.3	36.9	5.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3050
1.5	0.0	0.0	0.0	29.3	986.0	4976.0	7738.0	5569.7	2375.7	703.5	160.7	30.5	5.1	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	22575
2.5	0.0	0.0	0.0	2.2	197.5	2158.8	6230.0	7449.5	4860.4	2066.0	644.5	160.2	33.7	6.3	1.1	0.2	0.0	0.0	23810
3.5	0.0	0.0	0.0	0.2	34.9	695.5	3226.5	5675.0	5099.1	2838.0	1114.1	337.7	84.3	18.2	3.5	0.6	0.1	0.0	19128
4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	196.1	1354.3	3288.5	3857.5	2685.5	1275.2	455.1	130.9	31.9	6.9	1.3	0.2	0.0	13289
5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	51.0	498.4	1602.9	2372.7	2008.3	1126.0	463.6	150.9	41.0	9.7	2.1	0.4	0.1	8328
6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	12.6	167.0	690.3	1257.9	1268.6	825.9	386.8	140.8	42.2	10.9	2.5	0.5	0.1	4806
7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	52.1	270.1	594.4	703.2	524.9	276.7	111.7	36.7	10.2	2.5	0.6	0.1	2586
8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	15.4	97.9	255.9	350.6	296.9	174.6	77.6	27.7	8.4	2.2	0.5	0.1	1309
9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.3	33.2	101.9	159.9	152.2	99.2	48.3	18.7	6.1	1.7	0.4	0.1	626
10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	10.7	37.9	67.5	71.7	51.5	27.3	11.4	4.0	1.2	0.3	0.1	285
11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.3	13.3	26.6	31.4	24.7	14.2	6.4	2.4	0.7	0.2	0.1	124
12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	4.4	9.9	12.8	11.0	6.8	3.3	1.3	0.4	0.1	0.0	51
13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	3.5	5.0	4.6	3.1	1.6	0.7	0.2	0.1	0.0	21
14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.2	1.8	1.8	1.3	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	8
15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.6	0.7	0.5	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	3
16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1
SUM	0	0	1	165	2091	9280	19922	24879	20870	12898	6245	2479	837	247	66	16	3	1	100000

* 유의파고(H_S)와 평균 제로업 크로싱 주기(T_Z) 값은 해당구간에서의 중간 값을 의미한다.

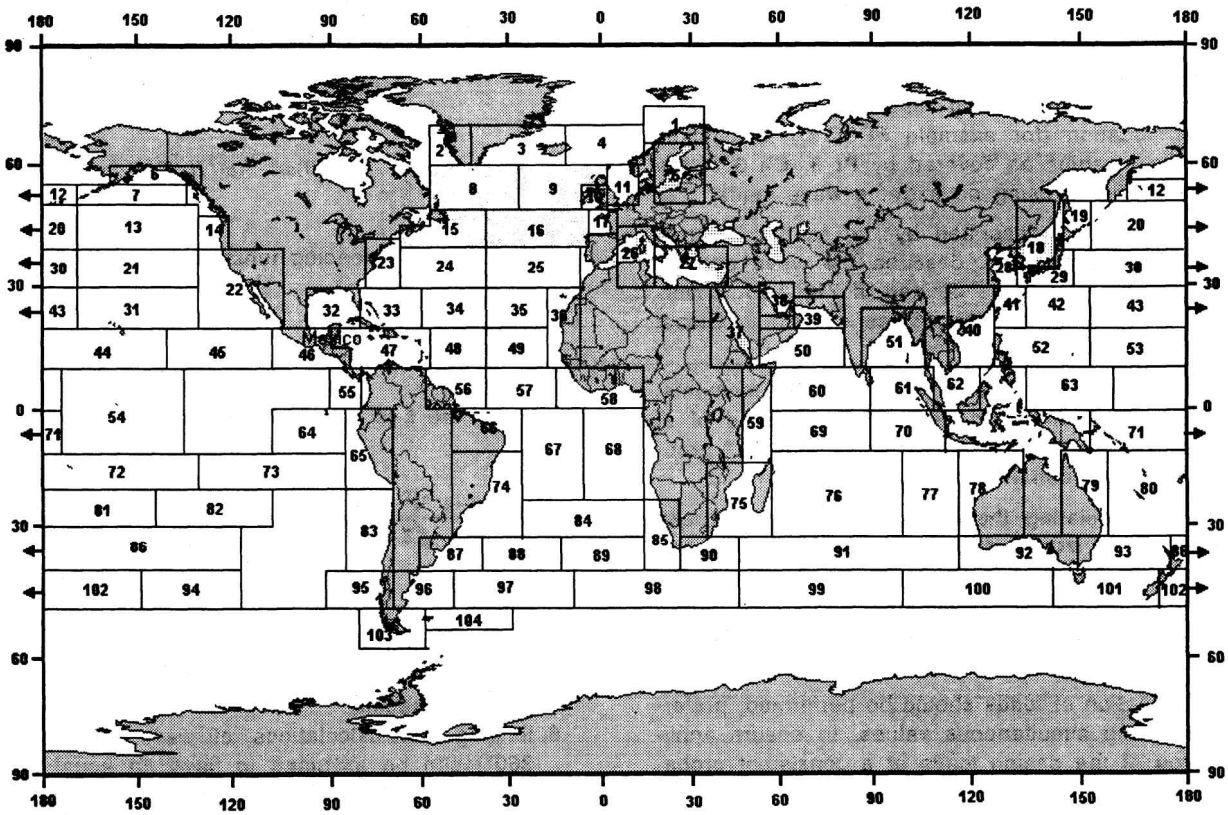


그림 2 북대서양 해역의 구역정의

4. 동하중상태

4.1 등가설계파의 결정

설계파의 입사각과 파장은 전달함수가 최대가 될 때의 값을 사용하고 진폭은 장기해석 값을 전달함수의 최대치로 나눔으로써 구할 수 있다. 만약 선정된 설계파의 경사도가 지나치게 높을 경우(파고/파장 〉 1/7) 최대치일 때의 파장보다 약간 긴 파장을 선택하여 경사도를 완화시켜야 한다.

4.2 주요 하중 요소

설계파의 산정기준인 주요 하중 요소는 하중이 최대로 작용하거나 구조적으로 취약하여 구조 안전성을 반드시 검증하여야 할 위치에 대하여 선정하여야 하며 최소한 다음을 포함하여야 한다.

- HSM 하중상태 :
  HSM-1 와 HSM-2 : 선체 중앙부에서 수직 파랑 굽힘 모멘트가 각각 최소 및 최대가 되는 선수파에 대한 등가설계파
- HSA 하중상태 :
  HSA-1 와 HSA-2 : 선수에서 선수파에 의한 수직 가속도가 각각 최대 및 최소가 되는 선수파에 대한 등가설계파
- FSM 하중상태 :
  FSM-1 와 FSM-2 : 선체 중앙부에서 수직 파랑 굽힘 모멘트가 각각 최소 및 최대가 되는 선미파에 대한 등가설계파
- BSR 하중상태 :
  BSR-1P 와 BSR-2P : 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 좌현의 상하 방향으로의 횡동요 운동이 각각 최소 및 최대가 되는 횡파에 대한 등가설계파
  BSR-1S 와 BSR-2S : 우현으로부터 오는 파도에 의하여 우현의 상하 방향으로의 횡동요 운동이 각각 최대 및 최소가 되는 횡파에 대한 등가설계파
- BSP 하중상태 :
  BSP-1P 와 BSP-2P : 중앙부 흘수선에서 좌현의 동적수압이 각각 최대 및 최소가 되는 횡파에 대한 등가설계파
  BSP-1S 와 BSP-2S : 중앙부 흘수선에서 우현의 동적수압이 각각 최대 및 최소가 되는 횡파에 대한 등가설계파
- OST 하중상태 :
  OST-1P 와 OST-2P : 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 AE 로부터 0.25L 위치에 비틀림 모멘트가 각각 최소 및 최대가 되는 등가설계 사파
  OST-1S 와 OST-2S : 우현으로부터 오는 파도에 의하여 AE 로부터 0.25L 위치에 비틀림 모멘트가 각각 최대 및 최소 등가설계 사파
- OSA 하중상태 :
  OSA-1P 와 OSA-2P : 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 종동요 가속도가 각각 최대 및 최소가 되는 등가설계 사파
  OSA-1S 와 OSA-2S : 우현으로부터 오는 파도에 의하여 종동요 가속도가 각각 최대 및 최소가 되는 등가설계 사파

강도평가 시 고려하는 주요 하중요소는 기본적으로 피로평가 시 주요 하중요소와 동일하다. 그러나 선박의 속도를 고려하는 경우 수직 가속도가 최대가 되는 등가설계파와 모멘트가 최대가 되는 등가설계파가 일치하게 된다. 따라서, 피로평가 시 HSA 하중상태는 HSM 하중상태로, OSA 하중상태는 OST 하중상태로 통합되어 HSA 하중상태와 OSA 하중상태는 별도로 고려하지 않는다.

4.3 하중조합계수

하중조합계수 $C_{j,i}$ 는 다음 식과 같이 주요 하중요소와 종속 하중요소의 장기예측 및 응답함수를 고려하여 각각의 등가설계파에 대하여 결정할 수 있다.

$$C_{j,i} = \frac{H_i}{H_j}\frac{RAO_j(\lambda_i,\chi_i)}{RAO_{jmax}} \times \cos\{\varepsilon_j(\lambda_i,\chi_i) - \varepsilon_i(\lambda_i,\chi_i)\}$$

i : i번째 주요 하중요소(**규칙 1부 4장 2절**의 주요 하중 요소)
j : j번째 종속 하중요소
H_i : i번째 주요 하중요소의 규칙 설계 파고
H_j : j번째 종속 하중요소의 규칙 설계 파고
λ_i : i번째 등가설계파의 주요 하중요소의 파장
χ_i : i번째 등가설계파의 주요 하중요소의 입사각
$\varepsilon_i(\lambda_i,\chi_i)$: i번째 등가설계파의 주요 하중요소의 위상각
$\varepsilon_j(\lambda_i,\chi_i)$: i번째 등가설계파의 종속 하중요소의 위상각
$RAO_j(\lambda_i,\chi_i)$: i번째 등가설계파의 종속 하중요소의 전달함수
RAO_{jmax} : 종속 하중요소의 전달함수의 최대값

5. 선체거더하중

5.1 수직 파랑 굽힘 모멘트

선박의 길이방향 임의 위치에서 수직 파랑 굽힘 모멘트는 다음 식에 의한다.

호깅 상태 :

$$M_{wv-h} = 0.19 f_{M-direct} f_{nl-vh} f_m f_p C_w L^2 B C_B \qquad \text{(kNm)}$$

새깅 상태 :

$$M_{wv-s} = -0.19 f_{M-direct} f_{nl-vs} f_m f_p C_w L^2 B C_B \qquad \text{(kNm)}$$

$$f_{M-direct} = \frac{M_{wv-direct}}{0.19 f_m f_p C_w L^2 B C_B}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

5.2 수직 파랑 전단력

선박의 길이방향 임의 위치에서 수직 파랑 전단력은 다음 식에 의한다.

$$Q_{wv-pos} = 0.52 f_{Q-direct} f_{q-pos} f_p C_w L B C_B \qquad \text{(kN)}$$
$$Q_{wv-pos} = -0.52 f_{Q-direct} f_{q-\neg} f_p C_w L B C_B \qquad \text{(kN)}$$

$$f_{Q-direct} = \frac{Q_{wv-direct}}{0.52 f_p C_w L B C_B}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

5.3 수평 파랑 굽힘 모멘트

선박의 길이방향 위치에서 수평 파랑 굽힘 모멘트는 다음 식에 의한다.

$$M_{wh} = f_{MH-direct} f_{nlh} f_p \left(0.31 + \frac{L}{2800}\right) f_m C_w L^2 T_{LC} C_B \qquad \text{(kNm)}$$

$$f_{MH-direct} = \frac{M_{wh-direct}}{f_p (0.31 + \frac{L}{2800}) f_m C_w L^2 T_{LC} C_B}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

5.4 파랑 비틀림 모멘트

기선에 대해 선박의 길이방향 위치에서 파랑 비틀림 모멘트는 다음 식에 의한다.

$$M_{wt} = f_{MT-direct} f_p (M_{wt1} + M_{wt2}) \qquad \text{(kNm)}$$

$$f_{MT-direct} = \frac{M_{wt-direct}}{f_p (M_{wt1} + M_{wt2})}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

6. 선체운동 및 가속도

6.1 종 가속도

각각의 동적하중상태에 대한 임의 위치에서의 종 가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_X = -C_{XG}\, g \sin(f_{\varphi-direct}\varphi) + C_{XS} f_{surge-direct} a_{surge} + C_{XP} f_{pitch-direct} a_{pitch} (Z - Z_{CG}) \ (\text{m/s}^2)$$

$$f_{\varphi-direct} = \frac{\varphi_{direct}}{\varphi}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

$$f_{surge-direct} = \frac{a_{surge-direct}}{a_{surge}}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

$$f_{pitch-direct} = \frac{a_{pitch-direct}}{a_{pitch}}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

Z_{CG} : 선박의 수직방향 무게중심

6.2 횡 가속도

각각의 동적하중상태에 대한 임의의 위치에서의 횡 가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_Y = -C_{YG}\, g \sin(f_{\theta-direct}\theta) + C_{YS} f_{sway-direct} a_{sway} - C_{YR} f_{roll-direct} a_{roll} (Z - Z_{CG}) \qquad (\text{m/s}^2)$$

$$f_{\theta-direct} = \frac{\theta_{direct}}{\theta}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

$$f_{sway-direct} = \frac{a_{sway-direct}}{a_{sway}}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

$$f_{roll-direct} = \frac{a_{roll-direct}}{a_{roll}}$$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

Z_{CG} : 6.1항에 따른다.

6.3 수직 가속도

각각의 동적하중상태에 대한 임의의 위치에서의 수직 가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_Z = C_{ZH}\, a_{heave} + C_{ZR}\, f_{roll-direct} a_{roll} - C_{ZP} f_{pitch-direct}\, a_{pitch}\,(X - X_{CG}) \qquad (\mathrm{m/s^2})$$

$f_{roll-direct}$: 6.2항에 따른다.

$f_{pitch-direct}$: 6.1항에 따른다.

X_{CG} : 선박의 길이방향 무게중심

7. 동적압력

임의의 위치에서 외부 동적압력은 다음과 같다.

$$P_{W,WL-linear} = P_{W,WL}\,(k_a = 1.0, k_p = 1.0, k_{nl} = 1.0) \qquad (\mathrm{kN/m^2})$$

$$P_{LC} = f_{P-direct}\, P_{LC-Rule} \qquad (\mathrm{kN/m^2})$$

$P_{LC-Rule}$: 1부 4장 5절에 따른 동적압력으로, $P_{HS}, P_{FS}, P_{BSR}, P_{BSP}, P_{OST}, P_{OSA}$

$f_{P-direct} = \dfrac{P_{W,WL-direct}}{P_{W,WL-linear}}$ 다만, 1.0 미만으로 하여서는 아니 된다.

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제13편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-9114
FAX : 070-8799-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포 시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

선급 및 강선규칙

제14편 컨테이너선 구조규칙

규칙

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제14편 컨테이너선 구조규칙

적용지침

2022

선급 및 강선규칙

제 14 편

컨테이너선 구조규칙

RA-14-K

한 국 선 급

제 14 편 “컨테이너선 구조규칙”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

제 1 장 규칙의 일반원칙

제 2 절 규칙 원칙

- 4.3.2의 표 1을 개정함.
- 4.4.1 d), 표 2 및 표 3을 개정함.

제 3 절 적합성 검증

- 2.2.3 g)를 개정함.

제 3 장 구조설계원칙

제 3 절 부식 추가

- 1.2.1 및 1.2.4를 개정함.

제 5 절 한계상태

- 1.1.5를 개정함.
- 1.2.1의 표 1을 개정함.
- 1.2.4를 개정함.
- 2.5.1을 신설함.

제 6 절 구조상세 원칙

- 3.4.1을 개정함.
- 5.2.3 및 표 1을 개정함.
- 5.2.8 표 2를 개정함.

제 4 장 하중

제 4 절 선체 거더 하중

- 기호를 개정함.
- 2.3.2를 개정함.
- 2.3.4를 신설함.
- 2.4.1을 개정함.
- 3.4.1을 개정함.
- 3.5.1을 개정함.

- 3.6.1을 개정함.

제 6 절 **내부 하중**

- 기호를 개정함.
- 1.2.1 및 1.2.2를 개정함.
- 1.3.1을 개정함.
- 3.을 신설함.
- 4.1.3을 개정함.
- 4.3.2 개정 및 표 1을 신설함.
- 4.4.2를 개정함.
- 5.1.1의 표 1을 개정함.

제 7 절 **설계 하중 시나리오**

- 2.1.1의 표 1을 개정함.
- 2.2.1의 표 2를 개정함.
- 3.1.1의 표 3을 개정함

제 8 절 **적하상태**

- 2.4.4 및 표 3을 신설함.

제 5 장 선체거더강도

제 1 절 **선체거더 항복 강도**

- 3.4.1을 개정함.
- 4.를 신설함.

제 6 장 선체국부 구조치수

제 2 절 **하중적용**

- 1.1.1을 개정함.
- 1.2.2를 신설함.
- 2.1.2의 표 1을 개정함.

제 4 절 **판**

- 2.1.1을 개정함.
- 2.7을 신설함.

제 5 절 **보강재**

- 1.1.2를 개정함.
- 2.2를 신설함.

제 6 절 **1차 지지부재 및 필러**

- 3.2.2의 표 13을 개정함.

제 7 장 직접강도 해석

제 1 절 강도평가

- 1.1.5를 개정함.

제 2 절 화물창 구조 해석

- 4.2.1을 개정함.
- 4.2.3을 신설함.
- 5.1.1 개정 및 그림 14를 신설함.

제 8 장 좌굴

제 1 절 일반사항

- 3.3.1의 표 1을 개정함.

제 2 절 세장비 요건

- 3.1.3을 개정함.
- 4.2.2의 표 2를 개정함.

제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건

- 2.1.1 개정 및 표 1을 신설함.

제 9 장 피로

제 1 절 일반사항

- 1.1.8을 개정함.
- 3.1.1 d)를 개정함.
- 5.1.1 및 5.1.2를 개정함.
- 6.2.1의 표 1을 개정함.

제 2 절 구조상세의 평가

- 2.1.1을 개정함.

제 3 절 피로평가

- 3.3.1을 개정함.

제 5 절 유한요소 응력해석

- 2.1.2 및 2.1.4를 개정함.
- 2.2.3을 개정함.
- 3.1.1 및 3.1.2를 개정함.
- 4.2.1 및 4.2.2를 개정함.
- 4.3.1을 개정함.

제 6 절 상세설계 기준

- 2.2.3을 개정함.

제 11 장 선루, 갑판실 및 승강구

제 3 절 의장설비

- 기호를 삭제함.
- 1.1.1을 개정함.
- 1.1.2 및 1.1.3을 삭제함.
- 2. 및 3.을 삭제함.

제 4 절 갑판설비에 대한 지지구조

- 기호를 삭제함.
- 1.1.1을 개정함.
- 3. 및 5.를 삭제함.

제 12 장 건조

제 4 절 극후판 사용

- 6.1.3의 그림 7을 개정함.

차 례

제 1 장 규칙의 일반원칙 ····· 1

제 1 절 적용 ····· 2

제 2 절 규칙원칙 ····· 6

제 3 절 적합성 검증 ····· 14

제 4 절 기호 및 정의 ····· 20

제 5 절 적하지침서 및 적하지침기기 ····· 36

제 2 장 일반배치 ····· 39

제 1 절 일반사항 ····· 40

제 2 절 격벽배치 ····· 41

제 3 절 구획배치 ····· 43

제 4 절 접근설비 ····· 45

제 3 장 구조설계원칙 ····· 47

제 1 절 재료 ····· 48

제 2 절 순치수 방법 ····· 55

제 3 절 부식 추가 ····· 60

제 4 절 부식방지 ····· 62

제 5 절 한계상태 ····· 63

제 6 절 구조상세원칙 ····· 67

제 7 절 구조의 이상화 ····· 93

제 4 장 하중 ····· 115

제 1 절 소개 ····· 116

제 2 절 동적하중상태 ····· 119

제 3 절 선박 운동 및 가속도 ····· 127

제 4 절 선체거더하중 ····· 132

제 5 절 외부하중 ····· 143

제 6 절 내부하중 ····· 167

제 7 절 설계하중 시나리오 ····· 179

제 8 절 적하상태 ····· 183

제 5 장 선체거더강도 ····· 195
제 1 절 선체거더 항복강도 ····· 196
제 2 절 선체거더 최종강도 ····· 218
부록 1 전단흐름의 직접계산 ····· 220
부록 2 선체거더 최종능력 ····· 223
부록 3 선체거더 비틀림계수 정의 ····· 234

제 6 장 선체국부 구조치수 ····· 237
제 1 절 일반사항 ····· 238
제 2 절 하중적용 ····· 239
제 3 절 최소두께 ····· 242
제 4 절 판 ····· 244
제 5 절 보강재 ····· 249
제 6 절 1차 지지부재 및 기둥 ····· 253

제 7 장 직접강도 해석 ····· 263
제 1 절 강도평가 ····· 264
제 2 절 화물창 구조 강도해석 ····· 267
제 3 절 국부구조 강도해석 ····· 292

제 8 장 좌굴 ····· 297
제 1 절 일반사항 ····· 298
제 2 절 세장비 요건 ····· 301
제 3 절 규정 좌굴요건 ····· 308
제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건 ····· 311
제 5 절 좌굴능력 ····· 319
제 6 절 참조응력을 기반으로 한 응력 ····· 342

제 9 장 피로 ····· 347
제 1 절 일반사항 ····· 348
제 2 절 구조상세의 평가 ····· 353
제 3 절 피로평가 ····· 354
제 4 절 간이 응력해석 ····· 369
제 5 절 유한요소 응력해석 ····· 386
제 6 절 상세설계 기준 ····· 397

제 10 장 기타구조 ····· 401
제 1 절 선수부 ····· 402
제 2 절 기관구역 ····· 408
제 3 절 선미부 ····· 412
제 4 절 슬로싱이 작용하는 탱크 ····· 417

제 11 장 선루, 갑판실 및 선체의장 ····· 425
제 1 절 선루, 갑판실 및 승강구 ····· 426
제 2 절 불워크 및 보호난간 ····· 430
제 3 절 의장설비 ····· 434
제 4 절 갑판설비에 대한 지지구조 ····· 435
제 5 절 창구 ····· 441

제 12 장 건조 ····· 475
제 1 절 건조 및 제작 ····· 476
제 2 절 용접시공 ····· 479
제 3 절 용접이음의 설계 ····· 482
제 4 절 극후강판 적용 ····· 497

제 13 장 운항 - 신환기준 ····· 505
제 1 절 기본원칙 및 검사요건 ····· 506
제 2 절 허용기준 ····· 507

제 14 장 고박설비 ····· 511
제 1 절 고박설비 ····· 512

14편 1장

규칙의 일반원칙

제 1 절 적용

제 2 절 규칙원칙

제 3 절 적합성 검증

제 4 절 기호 및 정의

제 5 절 적하지침서 및 적하지침기기

제 1 절 적용

1. 적용범위

1.1 일반사항

1.1.1

이 규칙은 다음의 조건을 만족하는 선박에 적용한다.

a) 컨테이너선

b) 항해구역의 제한이 없는 자항선

비고 1: 컨테이너선은 화물창 및 갑판에 컨테이너만 적재하도록 설계된 선박을 말한다.

비고 2: "항해구역의 제한이 없다"이라 함은 빙해 항해에 대한 선박의 능력에 따라 제한되는 경우를 제외하고 어떠한 지리적 제한(예 : 해양제한, 계절제한)을 받지 아니하는 것을 의미한다.

1.1.2

이 규칙은 용접 강구조물로 건조되고 보강패널로 구성된 선박에 적용한다.

1.2 컨테이너선에 대한 적용 범위

1.2.1

이 규칙은 화물창과 갑판에 컨테이너를 운송하는 이중저 및 이중선측 선박에 적용한다. 선체의장의 요건은 **4편** 규정을 따른다. 길이 90 m 미만의 컨테이너선의 요건은 **4편** 및 **10편** 규정을 따른다.

선체구조는 횡격벽 및 특설늑골에 의해 구성된 종식 또는 횡식 구조이어야 한다. 전형적인 중앙부 단면은 **그림** 1과 같다.

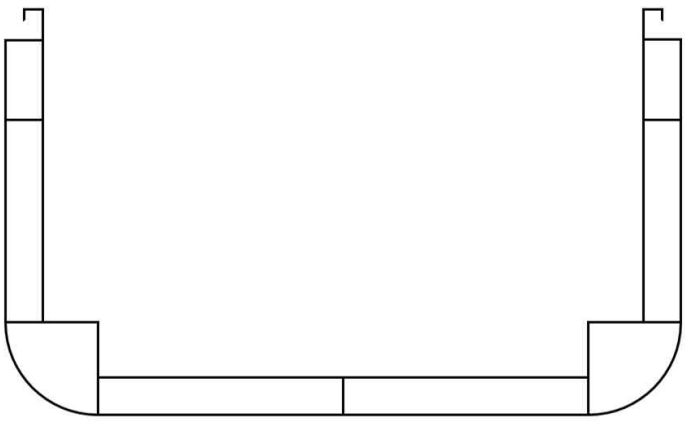


그림 3 : 이중선체구조 컨테이너선

2. 규칙 적용

2.1 규칙 설명

2.1.1 규칙구성

이 규칙은 규칙의 목적을 만족하기 위한 상세한 적용 및 요건에 대한 지침을 규정하는 장으로 구성되어 있다.

2.1.2 번호부여

번호부여 시스템은 **표** 1에 따른다.

표 4 : 규칙 번호부여 및 약자

순서	등급	예	약자
1	장	1장 규칙의 일반원칙	1장
2	절	1절 적용	1절
3	조항	1. 일반사항	[1]
4	하부조항	1.1 적용범위	[1.1]
5	요건	1.1.1 이 규칙은 .... 적용한다.	[1.1.1]

2.2 규칙 요건

2.2.1

규칙은 다음과 같이 컨테이너선의 공통적인 요건을 제공한다.

- 1장 : 규칙의 일반원칙
- 2장 : 일반배치
- 3장 : 구조설계원칙
- 4장 : 하중
- 5장 : 선체거더강도
- 6장 : 선체국부 구조치수
- 7장 : 직접강도해석
- 8장 : 좌굴
- 9장 : 피로
- 10장 : 기타구조
- 11장 : 선루, 갑판실 및 선체의장
- 12장 : 건조
- 13장 : 운항-신환 기준
- 14장 : 고박설비

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14**장** 및 10**장** 4**절**의 조항은 선박길이 전체에 적용된다. 7, 9, 10**장** 및 11**장**은 적용 범위가 정의되어 있다.

2.2.2 규칙의 적용

선박 배치 및 치수는 **그림** 2와 같이 이 규칙의 관련 장에 따른다.

2.2.3 일반기준

선박 배치, 제안된 상세 및 제공된 치수(순 치수 또는 총치수)는 규칙의 해당 요건 및 최소 치수에 적합하여야 한다.

2.3 구조요건

2.3.1 재료 및 용접

이 규칙은 3**장** 1**절**의 규정에 적합한 특성을 가지는 강으로 만들어진 용접 선체구조에 적용한다. 또한 이 규칙은 선루나 소형 창구덮개와 같은 선체구조의 일부를 강 이외의 재료이지만 3**장** 1**절**에 적합한 재료로 된 용접구조 선박에도 적용한다.

선박 재료가 상기 요건과 다른 선박은 이 규칙에 규정된 원칙과 기준을 근거로 우리 선급이 인정하는 바에 따라야 한다.

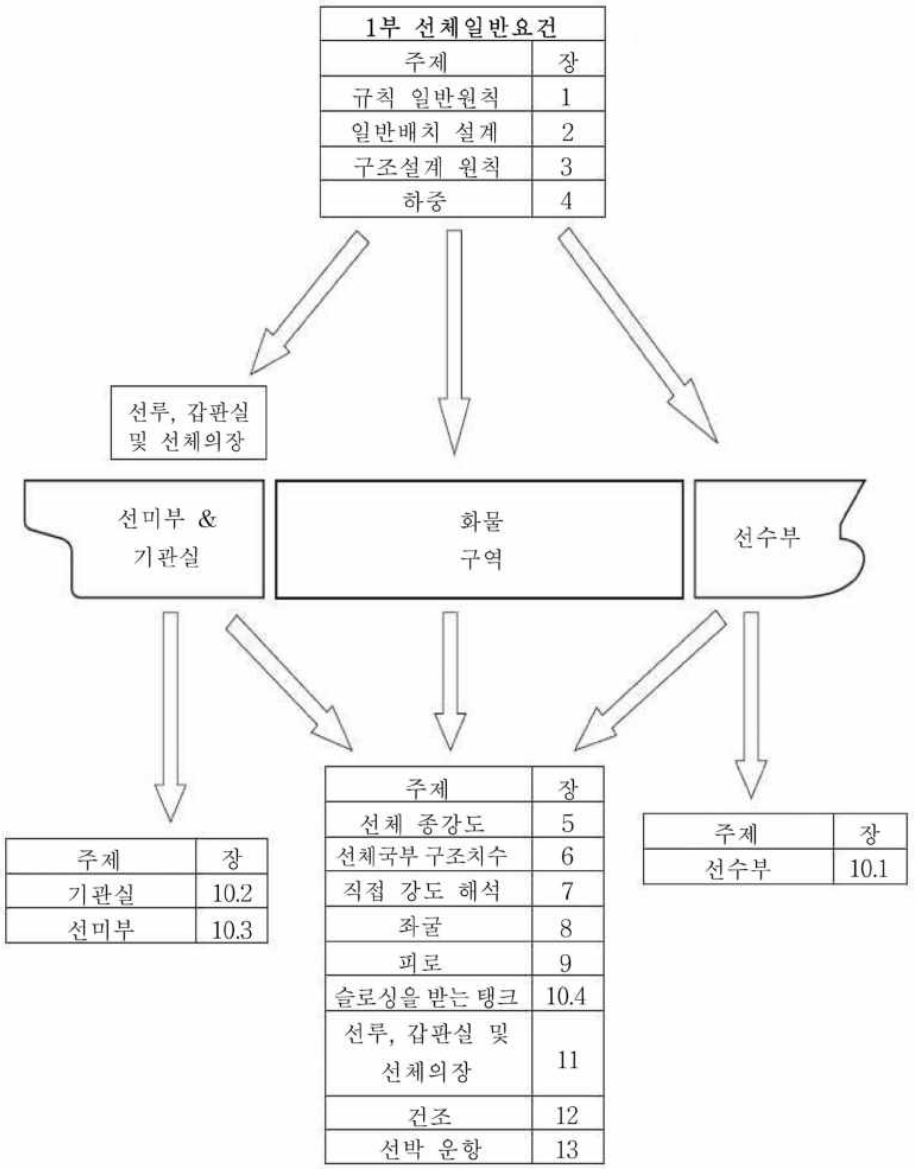


그림 4 : 규칙의 적용

2.4 선박 부분

2.4.1 일반사항

이 규칙의 적용에 있어서 선박은 다음의 다섯 부분으로 구분하여 고려되어야 한다.

- 선수부
- 화물창 구역
- 기관구역
- 선미부
- 선루 및 갑판실

2.4.2 선수부

선수부는 선수격벽 전방에 위치한 다음과 같은 부분을 말한다.

- 선수부 구조
- 선수재

2.4.3 화물창 구역

화물창 구역은 화물창을 포함하는 선박의 부분을 말한다. 선수격벽과 화물창 구역의 후방격벽에 위치한 선박 부분의 전 폭 / 길이를 포함한다.

2.4.4 기관구역

기관구역은 일반적으로 선박의 선미격벽과 화물창 구역의 후방 격벽사이의 부분을 말한다.

2.4.5 선미부

선미부는 선미격벽 후방에 위치하는 구조를 말한다.

2.4.6 선루 및 갑판실

선루는 건현갑판 상에 설치된 상부에 갑판을 가지고 있는 구조물로서, 선측에서 선측까지 달하거나 선측외판에서 너비 B 의 4 %를 넘지 아니하는 위치에 그 측판을 가지고 있는 것을 말한다.

갑판실은 건현갑판 또는 선루갑판 상에 설치된 상부에 갑판을 가지고 있는 구조물로서 선루의 정의에 맞지 않는 구조를 말한다.

제 2 절 규칙 원칙

1. 일반사항

1.1 규칙 목적

1.1.1
이 규칙의 목적은 인명, 환경 및 재산의 안전을 향상시키기 위하여 주요 구조적 손상의 위험성을 감소시키고, 설계수명 동안 선체구조의 충분한 내구성을 확보하기 위한 선급 최소요건을 정하는데 있다.

2. 설계기초

2.1 일반사항

2.1.1
이 하부 절에서는 규칙의 설계원칙의 기초로서 사용되는 선박운항에 관한 설계인자 및 전제조건에 대하여 규정한다.

2.1.2
선박은 적절한 적하상태에서 설계수명동안 예측되는 [4.3.2] 및 [4.3.3]에서 정의되는 비손상시의 환경조건을 견디도록 설계되어야 한다. 구조강도는 좌굴 및 항복강도에 의하여 결정되어야 한다. 최종강도 계산은 판과 보강재의 최종강도 및 최종 선체거더 능력을 포함하여야 한다.

2.1.3
선박은 손상상태(예, 침수)로 인한 하중에 견딜 수 있는 충분한 예비강도를 갖도록 설계되어야 한다.

2.1.4 **유한요소해석**
길이 L 이 150 m 이상인 선박의 화물창 구역 내에 구조부재 치수는 **7장**의 규정에 따라 평가되어야 한다.

2.1.5 **피로수명**
길이 L이 150 m 이상인 선박은 **9장**의 규정에 따라 설계 수명이 평가되어야 한다.

2.2 선형 제한

2.2.1
이 규칙은 환경하중과 관련하여 다음의 선형을 가지는 것으로 가정한다.

- $90\ \text{m} \le L \le 500\ \text{m}$
- $5 \le L/B \le 9$
- $2 \le B/T_{SC} \le 6$
- $B/D < 2.5$
- $0.55 \le C_B \le 0.9$

상기의 선형과 상이한 선박의 경우, 파랑하중은 **13편 부록 13-1**에 따른다.

2.3 설계수명

2.3.1
선박 설계인자의 결정을 위하여 설계수명을 25년으로 가정한다. 명시된 설계수명은 선박이 운항에 종사하는 것으로 가정되는 공칭의 기간이다.

2.4 환경조건

2.4.1 북대서양 파랑환경

이 규칙의 요건은 전체 설계수명 동안 북대서양 해역을 운항하는 선박에 적용한다. 피로강도를 위한 파랑환경은 **9장**에 따른다.

2.4.2 바람 및 조류

구조강도에 대하여 바람 및 조류는 고려하지 않는다.

2.4.3 빙

빙 및 착빙의 영향은 이 규칙에서는 고려되지 않는다.

2.4.4 설계온도

이 규칙은 선체강도부재의 구조평가가 다음의 설계온도에 대하여 유효한 것으로 가정한다.

- 대기 중 일일평균(daily average) 온도의 최저 평균(mean) -10 °C
- 해수 중 일일평균(daily average) 온도의 최저 평균(mean) 0.0 °C

일일 평균온도보다 낮은 평균온도의 해역에서 운항하는 선박의 재료는 **3편 1장 4절 406.**에 따른다.

상기요건에서 다음의 정의가 적용된다.

- 평균(Mean) : 관찰 기간(최소 20년)동안 통계적 평균
- 일일 평균(Daily Average) : 하루 낮과 밤 동안의 평균
- 최저(Lowest) : 연간 최저

계절적으로 제한된 운항의 경우에는 운항 기간 내의 최저값을 적용한다.

2.4.5 열하중

이 규칙에서는 열하중 및 잔류응력의 영향을 고려하지 않는다.

2.5 운항조건

2.5.1

이 규칙은 평가되어야하는 최소 적하상태(loading condition)를 규정한다.

이 규칙에서 요구하는 것 이외의 적하상태의 사양서는 선주의 책임이다. 이러한 기타의 적하상태는 문서화 되어야 하며 또한 평가되어야 한다.

2.6 운항흘수

2.6.1

설계 운항흘수는 선주의 동의하에 건조자 / 설계자에 의해 지정되며, 적절한 구조부재 치수계산을 위하여 사용되어야 한다. 적하지침서 상의 모든 운항 적재상태는 정해진 설계 운항흘수에 적합하여야 한다. 최소한 다음의 설계 운항흘수를 고려하여야 한다.

- 구조평가를 위한 강도계산용 흘수(scantling draught)
- 구조평가를 위한 선체 중앙에서의 최소 평형수 흘수(Minimum ballast draught)
- **4장 5절**에 정의된 슬래밍 하중을 받는 선수 / 선미 선저부 평가를 위한 선수수선 / 선미단 최소 흘수

2.7 최대 운항속도

2.7.1

최대 운항속도는 설계 시방서에 명시되어야 한다. 선체구조 검증기준이 운항 속도를 고려하고 있지만, 이것이 선주 및 선박을 적절히 항해해야 하는 운항자의 의무를 경감하지는 않는다.

2.8 선주의 추가요구

2.8.1

일반적인 선급 규칙 또는 협약조건에 추가하여 선주의 특정요건이 구조설계에 영향을 줄 수도 있다. 선주의 추가사항에는 다음의 요건을 포함할 수 있다.

- 진동 해석
- 고장력강 사용비율의 최대치
- 규칙의 요구치를 상회하는 추가의 구조치수
- 규칙 등에서 규정하는 하중에 대한 추가의 설계여유
- 설계 피로수명에 대하여 설계수명의 증가 또는 그것과 동등한 방법에 의한 피로강도 개선

선주의 추가사항은 이 규칙에서 명시하지 않는다. 구조설계에 영향을 줄 수 있는 선주의 추가사항이 있다면, 설계문서에 분명히 명시되어야 한다.

3. 설계 원칙

3.1 전반적인 원칙

3.1.1 서론

이 하부 절에서는 하중, 구조능력 모델 및 평가 기준 그리고 건조와 운항측면에서 규칙의 근본적인 설계원칙을 정의한다.

3.1.2 일반사항

이 규칙은 다음의 전반적인 원칙을 기본으로 한다.

- 선박이 운항하중, 환경하중 및 환경조건의 영향을 받는 경우, 구조의 안전성은 잠재적 구조붕괴 모드에 의해 평가될 수 있다.
- 설계는 **1장 3절**과 같이 설계기초에 따른다.
- 구조요건은 컨테이너선에 대한 적합한 운항 모드를 포함하는 일정한 설계하중 유형을 기초로 한다.

3.1.3 한계상태 설계원칙

이 규칙은 한계상태 설계원칙을 기초로 하고 있다.

한계상태 설계란 파악된 설계 시나리오와 관련하여 발생할 수 있는 손상유형에 대하여 각 구조 요소를 평가하는 체계적인 접근법이다. 각각의 파손모드는 하나 또는 그 이상의 한계상태와 연관될 수 있다. 모든 관련 한계상태를 고려하여 구조요소의 한계하중은 모든 관련 한계상태에서 발생하는 최소 한계하중이다.

3장 5절에 정의된 한계상태는 다음의 4개의 범주로 나뉜다.

- 사용성 한계상태 (SLS)
- 최종 한계상태 (ULS)
- 피로 한계상태 (FLS)
- 사고 한계상태 (ALS).

이 규칙은 구조의 여러 부분과 관련한 한계상태에 대한 요건을 포함한다.

3.2 하중

3.2.1 설계하중 시나리오

구조평가는 선박이 조우하는 설계하중 시나리오를 기초로 한다. (**4장 7절 참조**)

설계하중 시나리오는 아래와 같이 정적 및 동적 하중을 기초로 한다.

- 정적 설계하중 시나리오 (S)
  관련 정적하중 및 일반적으로 항내, 보호수역
- 정적 + 동적 설계하중 시나리오 (S+D)
  관련 정적하중 및 동시에 발생하는 동적하중 및 일반적으로 운항 중의 하중 시나리오

- 충격 설계하중 시나리오 (I)
  운항 중 조우하는 선저 슬래밍과 선수충격과 같은 충격하중
- 슬로싱 설계하중 시나리오 (SL)
  운항 중 조우하는 슬로싱 하중
- 피로 설계하중 시나리오 (F)
  관련 동적하중
- 사고 설계하중 시나리오 (A)
  일반적으로 운항 중 발생하지 않은 우발적 하중
- 탱크시험 설계하중 시나리오 (T)
  탱크시험 중 발생하는 최대하중

3.3 구조능력 평가

3.3.1 일반

구조설계의 기본원칙은 요구되는 구조치수를 검증하기 위하여 정의된 설계하중을 적용하고 잠재적 파손모드를 식별하며, 적절한 능력모델을 사용하는 것이다.

3.3.2 ULS, SLS 및 ALS를 위한 능력모델

강도평가 방법은 요구되는 정확도를 고려하여 파손모드를 분석할 수 있어야 한다.

구조능력 평가방법은 규정된 형식 또는 유한요소해석법과 같은 한층 진보된 계산의 사용을 요구한다.

응력, 변형 및 능력의 결정에 사용되는 식은 선택된 능력평가 방법 및 설계하중의 유형과 크기에 대하여 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

3.3.3 FLS를 위한 모델

피로평가 방법은 피로손상으로부터 구조상세를 평가하기 위해 규칙요건을 제공한다.

피로능력모델은 설계 S-N 곡선, 참조응력 범위 및 가정된 장기응력 분포곡선을 조합한 선형누적손상법칙 (Palmgren-miner 법칙)을 기초로 한다.

피로능력 평가모델은 규정된 형식 또는 유한요소해석법과 같은 한층 진보된 계산법의 사용을 요구한다. 이 방법은 전선 및 국부 동하중의 조합된 영향을 고려한다.

3.3.4 순 치수 방법

순 치수 방법의 목적은 다음과 같다.

- 신조 단계의 강도계산용 두께 및 운항 단계의 허용 최소 두께 간의 관계를 제공한다.
- 선박의 수명동안 부식에 대한 구조의 상태를 명확히 확인할 수 있다.

순 치수 방법에 있어서 국부 부식과 전체 부식의 차이를 구별한다. 국부 부식은 판 부재 또는 보강재와 같은 국부 부재의 균일 부식으로 정의한다. 전체 부식은 1차 지지부재 및 선체거더와 같은 광범위한 범위의 전체적 평균 부식으로 정의한다. 국부 부식과 전체적인 부식 모두 신조선 검토의 기본사항으로 사용하며, 선박의 운항 중에 평가되어야 한다.

도장 또는 유사한 부식방지 시스템을 갖추더라도 구조능력의 평가에서는 인정되지 않는다. 구조능력 평가에 대한 순 치수 방법의 적용은 **3장 2절**에 명시되어 있다.

3.3.5 비손상 구조

ULS, SLS 및 FLS에 대한 모든 강도계산은 구조물이 비손상이라는 가정을 기초로 한다.

4. 규칙에 의한 설계방법

4.1 일반사항

4.1.1 설계방법

구조치수 요건은 다양한 구조부분의 필수사항으로서 관련된 한계상태(ULS, SLS, FLS, ALS)에 대하여 명시되어 있다. 구조치수의 평가에 대한 기준은 다음의 설계방법 중 하나를 기초로 한다.

- 허용응력방법으로 알려진 작용응력설계방법(WSD)
- 하중저항계수설계(LRFD)로 알려진 부분안전계수방법(PSF)

WSD 및 PSF에 대하여, 두 설계평가조건 및 상응하는 허용기준은 다음과 같다. 이 조건들은 조합하중 A와 B의 확률수준과 관계가 있다.

4.1.2 작용응력설계방법(WSD)

- $W_{stat} \le \eta_1 R$: 조건 A
- $W_{stat} + W_{dyn} \le \eta_2 R$: 조건 B

W_{stat} : 동시에 발생하는 정적하중(또는 응력의 측면에서 하중의 영향)

W_{dyn} : 동시에 발생하는 동적하중, 동적하중은 일반적으로 국부 및 전체 하중요소의 결합이다.

R : 특성 구조능력(예, 명시된 최소항복응력 또는 좌굴능력)

η_i : 허용 사용계수(저항계수), 사용계수는 하중, 구조능력 및 손상결과에 대한 불확실성을 고려한다.

4.1.3 부분안전계수방법(PSF)

- $\gamma_{sta-1} W_{sta} + \gamma_{dyn} W_{dyn} \le \dfrac{R}{\gamma_R}$: 조건 A
- $\gamma_{sta-1} W_{sta} + \gamma_{dyn} W_{dyn} \le \dfrac{R}{\gamma_R}$: 조건 B

γ_{sta-i} : 정적하중과 관련된 불확실성을 고려한 부분안전계수

γ_{dyn-i} : 동적하중과 관련된 불확실성을 고려한 부분안전계수

γ_R : 구조능력과 관련된 불확실성을 고려한 부분안전계수

작용응력설계방법(WSD) 및 부분안전계수방법(PSF)의 허용기준은 정적 및 동적하중 효과의 모든 조합에 대하여 일정하고 수용 가능한 안전수준을 얻을 수 있도록 다양한 요건에 대하여 교정되어야 한다.

4.2 최소요건

4.2.1

최소요건은 모든 다른 요건과 관계없이 적용되는 최소 구조치수 요건을 명시하고 있으므로, 최소값 이하의 두께는 허용이 되지 않는다.

최소요건은 일반적으로 다음의 형식 중의 하나이다.

- 명시된 최소 항복응력과 무관한 최소 두께
- 좌굴파괴모드를 기초로 한 최소 강성 및 치수비

4.3 하중-능력에 기반한 요건

4.3.1 일반사항

일반적으로 작용응력설계방법은 부분안전계수방법(PSF)이 적용되는 선체거더 최종강도 기준 이외의 요건에 적용한다. 부분안전계수 형식은 정적하중, 동적하중 및 구조능력 공식과 관련된 불확실성을 보다 잘 설명하기 위해 매우 중요한 손상유형에 적용한다.

식별된 하중시나리오는 **표** 2에 주어진 설계하중, 설계형식, 허용기준에 대한 규칙에 따른다. 이 표는 개략적이며 단지, 개요를 보여주기 위함이다.

규정된 요건을 기초로 한 하중은 모든 판, 국부 지지부재, 1차 지지부재 및 선체거더에 대한 구조치수 요건을 따르며, 갑판실, 갑판의장품의 지지대를 포함한 모든 구조요소를 다룬다.

일반적으로 이 요건들은 명확하게 하나의 특정 손상유형을 관리하며, 따라서 여러 가지 요건이 하나의 특정 구조부재를 평가하기 위해 적용될 수 있다.

4.3.2 SLS, ULS 및 ALS를 위한 설계하중

격벽 등과 같은 구획 경계의 구조평가는 선종 및 선박 운항과 관련된 하중조건을 기초로 한다.

방법의 일관성을 확보하기 위하여, GM, R_{roll}, T_{SC} 및 C_B와 같은 인자들에 대한 표준화된 규칙 값이 규칙 하중값 계산에 적용되어야 한다.

동적 전체하중과 국부하중 및 충격하중(**표 1** 참조)의 확률수준은 10^{-8}이고, 장기 통계방법을 사용하여 구한다. 슬로싱 하중(**표 1 참조**)의 확률수준은 10^{-4}이다.

구조검증을 위한 설계하중 시나리오는 동시에 작용하는 국부 및 전체 하중요소를 적용한다. 관련 설계하중 시나리오는 **4장 7절**에 따른다.

동시에 발생하는 동적하중은 **4장**에서 주어진 동적하중 값에 동적하중 조합계수를 적용하여 명시된다. 동적하중 상태를 정의하는 동적하중 조합계수는 **4장 2절**에 따른다.

선체거더 최종강도에 대한 설계하중 조건은 **5장 2절**에 따른다.

표 1 : 하중시나리오 및 규칙요건

운항	하중	설계하중 시나리오	허용기준
항해 상태			
운송	거친 해상에서 정하중 및 동하중	S+D	AC-SD
	거친 해상에서 충격하중	충격 (I)	AC-I
	내부 슬로싱하중	슬로싱 (SL)	AC-S
	주기적 파랑하중	피로 (F)	-
넘침 또는 순차적 방법에 의한 평형수 교환	거친 해상에서 정하중 및 동하중	S+D	AC-SD
항내 및 보호수역			
적하, 양하 및 평형수 적재	적하, 양하 및 평형수 조작 상태에서 대표적 최대하중	S	AC-S
항내에서의 특별조건	항내의 특별 조작(예, 프로펠러 검사 부양상태)중 대표적 최대 하중	S	AC-S
사고 상태			
충돌상태	코퍼댐 격벽을 포함한 내부 수밀구획 구조에 미치는 충돌에 의한 최대하중	A	AC-A
침수상태	사고에 의한 침수로 내부 수밀구획 구조에 미치는 대표적인 최대하중	A	AC-A
시험 상태			
탱크시험	탱크시험 중 대표적인 최대하중	T	AC-T

4.3.3 FLS를 위한 설계하중

9장에서 주어진 피로요건에 대하여, 하중평가는 예상하중 이력에 기초하며, 평균방법(average approach)이 적용된다. 설계수명에 대한 예상하중 이력은 동적하중 값의 10^{-2} 확률수준으로 특정되어지고, 각 구조부재의 하중이력은 상응하는 응력의 와이블(Weibull) 확률분포로 나타난다.

고려되는 파랑에 의한 하중은 다음을 포함한다.

- 선체거더하중
- 동적파랑압력
- 화물로 인한 동적압력

하중값은 하중조건에 상응하는 규칙인자(예, GM, C_B와 선체중앙부에서 적용하는 흘수)를 기초로 한다.

동시에 발생하는 동적하중은 다양한 동하중성분으로 인한 응력의 조합으로 고려된다. 응력조합 절차는 9장에 따른다.

4.3.4 구조응답해석

일반적으로 적용된 설계하중조합에 대한 구조응답을 결정하기 위해서 다음의 방법이 적용된다.

a) 보이론
- 규정 요건(prescriptive requirements)을 사용

b) 유한요소해석
- 화물창 모델 : 성긴(coarse) 요소분할
- 국부 모델 : 상세한(fine) 요소분할
- 피로 평가 : 매우 상세한(very fine) 요소분할

4.4 허용기준

4.4.1 일반사항

허용기준은 5가지의 허용기준으로 분류된다. 그 설명은 아래와 같고, 표 2 및 표 3에 나타나 있다. 규칙 요건에 적용되는 명시된 허용기준은 특정 조합하중의 확률수준에 따른다.

a) 허용기준 AC-S는 정적 설계하중조합과 슬로싱 설계하중에 대하여 적용한다. 이런 하중에 대한 허용응력은 다음의 영향을 고려하는 극한하중의 허용응력보다 작아야 한다.
- 반복항복
- 동하중의 허용
- 제한적으로 선정된 오작동에 대한 여유

b) 허용기준 AC-SD는 고려하는 하중이 낮은 발생 확률을 가지는 극한하중인 경우에는 S + D 설계하중조합에 적용된다.

c) 허용기준 AC-I는 일반적으로 선저 슬래밍 및 선수충격과 같은 충격하중에 사용한다.

d) 허용기준 AC-A는 사고로 인한 정적 설계하중에 대하여 적용한다.

e) 허용기준 AC-T는 탱크시험상태의 설계하중에 대하여 적용한다.

4.4.2 허용기준

작용응력설계 요건에 적용된 명시된 허용기준은 5장부터 8장, 10장과 11장의 요건에 따른다.

허용기준에 대한 개략을 파악하기 위하여, 항복 및 좌굴 파괴모드에 대한 이 규칙의 다양한 설계하중 시나리오에 대하여 표 2 및 표 3을 참조한다.

항복기준에 대하여 허용응력은 재료의 최소 항복응력에 비례한다. 좌굴 파괴모드에 대하여, 허용기준은 강성, 치수비 및 좌굴 사용계수의 조정을 기초로 한다.

표 2 : 허용기준 - 규칙요건

허용기준	판 및 국부 지지부재[1]		1차 지지부재[1]		선체거더 부재	
	항복	좌굴	항복	좌굴	항복	좌굴
AC-S AC-SD AC-A AC-T	허용응력 : **6장 4절** **6장 5절**	강성 및 치수비의 조정 : **8장 2절**	허용응력 : **6장 6절**	강성 및 치수비의 조정 : **8장 1절** **8장 2절** 기둥 좌굴	허용응력 : **5장 1절**	허용좌굴 사용계수 : **8장 1절 [3]**
AC-I[2]	소성기준 : **10장 1절 [3]** **10장 3절 [5]**	강성 및 치수비의 조정 : **8장 2절** **10장 1절 [3]** **10장 3절 [5]**	소성기준 : **10장 1절 [3]** **10장 3절 [5]**	강성 및 치수비의 조정 : **8장 2절** **10장 1절 [3]** **10장 3절 [5]**	N/A	N/A

[1] 기타구조는 **10장**을 참조하며, 선루, 갑판실 및 선체의장은 **11장**을 참조하여야 한다.
[2] 필요시 우리 선급의 직접해석 지침을 적용할 수 있다.

표 3 : 허용기준 - 유한요소해석

허용기준	화물창 해석		상세 유한요소해석
	항복	좌굴	항복
AC-S, AC-SD, AC-A, AC-T	허용응력 : **7장 2절 [5]**	허용 좌굴사용계수 : **8장 1절 [3]**	허용 Von Mises 응력 : **7장 3절 [4]**

4.5 설계검증

4.5.1 설계검증 - 선체거더 최종강도

선체거더의 최종강도에 대한 요건은 부분안전계수방법(PSF)을 기초로 한다. 안전계수는 기본변수, 정수중 굽힘 모멘트, 파랑 굽힘 모멘트 및 최종능력의 각각에 대하여 지정한다. 안전계수는 구조 신뢰성 평가기법을 사용하여 결정되고, 파랑 굽힘 모멘트의 장기하중 이력분포도는 극한파 굽힘 모멘트를 결정하는데 적합한 선박운동해석을 사용하여 구한다.

선체거더 최종강도 검증 목적은 가장 중요한 손상유형 중 하나가 관리되고 있음을 입증하는 것이다.

4.5.2 설계검증 - 전체(global) 유한요소해석

전체(global) 유한요소해석은 선박구조 부재간의 복합적인 상호작용, 복합적인 국부구조의 기하학적 특성, 두께 및 구성부재의 성질뿐만 아니라 정확한 복합적인 하중상태의 변화를 고려하기 위해 규정된 요건에 기초한 하중-능력에 따른 치수를 검증하기 위해 사용된다.

선체거더 및 1차 지지부재의 구조적 응답을 평가하고 검증하기 위하여 그리고 1차 지지부재의 부재치수 요건을 정하는데 도움을 주기 위하여 화물구역(3개의 화물창의 FE 모델 길이가 요구된다.)의 선형 탄성 삼차원 유한요소해석이 수행된다. 유한요소해석의 목적은 1차 지지부재의 응력 및 좌굴능력이 적용되는 설계하중에 대하여 허용한계 내에 있는지 검증하기 위함이다.

4.5.3 설계검증 - 피로평가

주요 구조상세의 피로수명이 적절한지 검증하기 위해 피로평가가 요구된다. 간이피로 요건이 실제 상세 형상을 고려하기 위해 응력집중계수(SCF)를 사용하는 종방향 보강재의 끝단 연결부와 같은 상세에 적용한다. 기하학적 구조상세의 실제 핫스폿(hot spot) 응력을 결정하기 위하여 유한요소해석을 사용하는 피로평가 절차는 선택된 상세에 적용된다. 두 방법 모두에서 피로평가 방법은 Palmgren- Miner 선형손상 모델을 기초로 한다.

4.5.4 규정 구조치수 요건과 유한요소해석의 관계

규정요건에 의하여 정의되는 구조치수는 특별히 명시되지 않으면, 유한요소해석과 같은 대체계산의 어떠한 형식에 의해서도 경감될 수 없다.

제 3 절 적합성 검증

1. 일반사항

1.1 신조선

1.1.1
신조선에 대하여 [2]의 승인용 제출도면 및 문서는 선박 또는 선박 길이에 따라 부여되는 용도상의 특기사항 및 선급부호와 같은 관련 기준을 고려하여 이 규칙에서 적용되는 요건을 따라야 한다.

1.1.2
선박이 제조 중 등록검사를 받는 경우 우리 선급은 다음 사항을 수행하여야 한다.

a) 규칙에 따라 제출되는 도면 및 문서의 승인
b) 선박 건조에 사용되는 재료 및 의장품의 설계승인 및 조선소에서의 검사
c) 승인도면에 대하여 부재치수 및 구조가 규칙요건에 적합한지를 검증하기 위해서 검사를 시행하거나 적절한 증거의 확보
d) 규칙에 따른 시험 및 시운전에 입회
e) 선급 부기부호의 부여

1.1.3
우리 선급은 제조중 등록검사를 받는 선박의 건조에 사용되는 재료 및 의장품은 원칙적으로, 그 재료 및 의장품의 사양에 따라 설계에 대한 승인 및 제품검사를 받아야 한다는 내용을 특정한 규칙에 명시한다.

1.1.4
선박 건조 중에 검사원은 다음의 사항을 수행한다.

a) 선박의 규칙에 해당되는 부분에 대한 전반적인 검사의 실시
b) 규칙에서 요구하는 경우 건조 방법 및 절차에 대한 검사
c) 규칙요건에 해당되는 선택항목에 대한 확인
d) 적용 및 필요하다고 판단되는 경우, 시험 및 시운전에 입회

1.1.5
선박 건조의 모든 단계에서 건조자는 승인된 배치로부터 변경 또는 수정을 할 경우, 우리 선급에 신속히 통보하여야 한다. 건조자는 규칙의 요건 또는 승인도면을 변경할 경우 우리 선급에 승인을 받아야 한다.

1.2 운항선

1.2.1
운항선에 대해서는 13장의 요건을 따라야 한다.

2. 제출문서

2.1 문서 및 자료 요건

2.1.1 적하정보
선장이 규정된 운항 제한범위 내에서 선박을 유지할 수 있도록 충분한 정보를 포함한 적하지침 정보가 선상에 비치되어야 한다. 적하지침 정보는 1장 5절의 요건에 따라 승인된 적하지침서와 적하지침기기에 대한 시험자료를 포함하여야 한다.

2.1.2 계산자료 및 결과

이 규칙의 절차에 따라 계산을 수행하는 경우, 적용 가능한 다음 정보에 대한 사본 1부를 제출하여야 한다.

a) 사용된 계산절차 및 기술 프로그램에 대한 언급
b) 구조모델링의 설명
c) 적용되는 경우, 직접해석을 위한 특성 및 경계조건을 포함한 해석 매개변수의 요약
d) 적용되는 경우, 직접해석을 위한 적하상태의 상세 및 하중적용방법
e) 계산결과의 전체적인 개요
f) 적절한 계산 예제

오류가 없는 사양, 프로그램 자료 입력 및 차후의 정확한 출력 전환에 대한 책임은 설계자에 있다. 유한요소해석 보고서 작성에 대하여는 **7장 1절** [4.1]을 참조한다.

2.2 도면 및 보충 계산자료 제출

2.2.1 도면 및 보충 계산자료가 승인용으로 제출되어야 한다.

이 규칙 적용을 위하여 선급에 제출하여야 할 승인용 도면 및 보충 계산자료는 **표** 1과 같다. 도면은 전자문서 또는 종이문서로 제출되어야 한다. 종이문서로 된 도면 3부와 함께 보충 문서 및 계산자료 1부를 제출하여야 한다. 추가로 우리 선급이 설계검토를 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 다른 도면 및 문서를 요구할 수 있다.

구조도면은 각 부분의 연결상세와 구조치수를 나타내야 하며, 일반적으로 등급, 제조공정, 용접절차 및 열처리를 포함한 설계자료를 명시하여야 한다.

용접요건에 대하여 **12장 2절** 및 **12장 3절**에 따른다. 설계 기초와 차이가 나는 경우, 이는 문서화되어 우리 선급에 제출되어야 한다.

2.2.2 참고용 제출도면

[2.2.1]에 추가하여, 다음의 도면이 참고용으로 우리 선급에 제출되어야 한다.

a) 일반 배치도
b) 모든 구획 및 탱크의 용적과 무게중심이 표시된 용적도
c) 선도 (선급에서 필요하다고 인정되는 경우)
d) 배수량 등곡선도
e) 경하중량 분포도
f) 입거 계획서
g) 하역설비 배치도

2.2.3 선박에 제공되어야 하는 도면 또는 자료

최소한으로, 다음의 도면 또는 자료가 선박에 제공되어야 한다.

a) 각 구조 항목에 대한 신조 두께를 명시하는 다음의 도면 1부를 선박에 제공하여야 한다. :
중앙횡단면도, 강재배치도, 외판전개도, 횡격벽도, 선수 / 선미 구조도, 기관실 구조도
선루 구조도, 갑판실 구조도, 기관실 위벽 구조도 및 케이싱 구조도
b) 최종 승인된 적하지침서 1부 ([2.1.1] 참조)
c) 최종 승인된 적하지침기기에 대한 시험자료 1부 ([2.1.1] 참조)
d) 용접에 대한 자료
e) 고장력강의 범위, 위치, 사양 기계적 성질 및 용접 / 작업 / 취급에 대한 권고사항
f) 선체 건조에 사용되는 알루미늄 합금강과 같은 특수 재료의 사용에 대한 상세 및 자료
g) 예인 및 무어링 배치도면
h) 용접 후처리 방법이 적용되는 곳의 위치 및 구조 상세

기타 도면 또는 기기를 우리 선급에서 요구할 수 있다.

표 1 : 승인용 제출도면 및 계산자료

도면 및 계산자료	포함되어야 할 사항
중앙단면도 횡단면도 외판전개도 갑판 구조도 및 측면도 이중저 구조도 필러 배치도 늑골 구조도 디프탱크 및 평형수 탱크의 격벽도 구조상세 기준도면	선급부호 주요치수 최소 평형수 흘수 늑골간격 최대운항속도 컨테이너 설계하중 강재등급 방식보호 갑판 및 외판의 개구와 보강 선저와 외판 평판부의 경계 구조적 보강부 및 / 또는 불연속부의 상세 빌지킬 및 선체 용접부와의 연결부 상세 용접
수밀격벽 구조도 수밀터널 구조도	개구 및 폐쇄장치(설치한 경우)
선수부 구조도	-
선미부 구조도	-
기관실 구조도 주기 및 보일러의 거치대 구조도	주기관의 형식, 출력 및 회전수 기관 및 보일러의 질량 및 무게중심
선루 및 갑판실 기관실 케이싱	알루미늄 합금의 범위 및 기계적 성질(적용한 경우)
창구덮개 및 창구코밍	창구덮개의 설계하중 밀폐 및 고정장치, 고정볼트의 형식 및 위치 하기만재흘수선 및 선수단으로부터의 창구덮개까지의 거리
횡추진기 일반배치(설치된 경우), 터널구조, 터널 및 선체구조와의 연결부	-
불워크 및 방수구	건현갑판 및 선루 갑판상에서 불워크 / 방수구의 배치 및 치수
창 / 현장의 배치도 및 구조상세	-
갑판배수구 및 위생배수구	-
계선 및 예인장치	-
계선 및 예인작업에 사용되는 선체의장설비의 지지구조 및 지지대	설계하중 및 하중작용방향, 무어링윈치의 정격인장력(rated pull) 및 유지부하(holding load) 반력 갑판상 지지대의 연결부 상세(무어링윈치의 거치볼트 사양포함) 자료 사양 및 용접사양
윈들러스 및 체인스토퍼에 대한 지지구조 및 지지대	설계하중 및 하중작용방향 반력 갑판상 지지대의 연결부 상세(윈들러스의 거치볼트 사양 포함) 자료 사양 및 용접사양
선미재 또는 선미 포스트, 선미관 프로펠러축 보스 및 브래킷(1)	-
수밀문 도면 및 관련 조종장치도	조종장치 동력제어 및 위치지시 회로에 관한 전기계통도
수밀문 또는 외측문 및 창구 도면	-
하역설비에 대한 지지구조	설계하중(힘 및 모멘트) 하역설비의 안전사용하중(SWL) 및 자중(self weight) 해상작업 시 최대 해상상태(해당될 경우) 선체구조와의 연결부

도면 및 계산자료	포함되어야 할 사항
구명설비에 대한 지지구주	설계하중(힘 및 모멘트) 구명설비의 안전사용하중(SWL) 및 자중(self weight) 선체구조와의 연결부
시체스트, 스태빌라이저실 리세스	-
맨홀 배치도	-
구역의 접근 및 탈출 설비도	-
통풍기 및 탱크 벤트를 포함한 통풍 장치도	각 구획의 용도, 각 구획의 통풍관 위치 및 높이
탱크시험 계획서	각 구획의 시험절차 시험용 파이프의 높이
의장수 계산서	계산에 필요한 기하학적 요소 의장품 목록 와이어 로프의 제조 및 파단하중 합성섬유 로프의 재료, 구조, 파단하중 및 연신율
묘박설비	-
호저 파이프	-
적하지침서 및 / 또는 트림 및 복원성 자료	-
(1) 다른 조타 또는 추진장치(예로서 노즐식 조타장치 혹은 선회식 추진장치)가 설치된 경우는 관련장치의 배치 및 구조치수를 나타내는 도면이 제출되어야 한다.	

3. 승인범위

3.1 일반사항

3.1.1

우리 선급 요건에 추가되거나 범위를 넘어선 것으로, 구조적인 측면에 영향을 주는 요건을 다루는 국제, 국내, 운하 및 기타 당국의 규정에 대하여는 선주, 설계자 및 조선소에서 직접 주의를 기울여야 한다.

3.1.2

상기 [2]에 명시된 문서, 도면 및 자료가 제출되어야 한다. 우리 선급은 이 문서가 요건에 적합한지를 검토하여야 한다.

3.1.3

도면, 보고서 또는 문서가 규칙에 적합한지에 대하여 검토되었음을 나타내는 적절한 표시가 우리 선급의 절차에 따라 사용되어야 한다.

3.2 국제 및 기국규정의 요건

3.2.1 책임

설계가 선박에 적용되는 기국 및 국제 규정에 적합함을 보증하는 것은 설계자의 책임이다.

우리 선급은 일반적인 선급승인 절차의 일부로서 국제 및 기국 규정에 적합함을 평가하는 책임은 없다. 다만, 우리 선급은 명시된 규정에 따라 선박설계의 검토 및 승인을 하기 위해 명확히 설명하는 업무협정을 할 수 있다.

4. 공사

4.1 제조자가 준수해야 할 요건

4.1.1

제조공장은 재료, 제조공정, 구조요소 등을 적절히 처리할 수 있는 장비 및 시설을 갖추어야 한다. 제조공장은 충분히 숙련된 인원이 배치되어야 하며, 모든 감독자 및 프로젝트 관리자의 명단과 책임 범위를 우리 선급에 알려야 한다.

4.2 품질관리

4.2.1

요구되고 가능한, 제조자는 제조 중 및 제조 완료 후에 완성도, 치수의 정확성, 제작기술의 만족도 및 양호한 조선기술의 기준에 적합한지를 검증하기 위해 모든 구조요소를 검사해야 한다.

제조공장에 의해 검사 및 수정이 완료된 후에, 구조요소는 일반적으로 도장이 안 된 상태 및 검사를 위해 적절한 접근설비가 설치된 상태에서 적절한 단면이 우리 선급 검사원에 의해 확인되어야 한다.

검사원은 공장에서 적절히 검사하지 않은 구조물에 대해서는 불합격 처리 할 수 있으며, 점검 및 수정 완료 후에 재신청을 하도록 요구할 수 있다.

5. 구조상세

5.1 제조 문서의 상세

5.1.1

관련 구조 요소의 품질 및 기능에 관한 주요한 상세는 제조문서(예 : 공작실 도면)에 기재되어야 한다. 제조문서에서는 부재치수뿐만 아니라 관련이 있는 경우에는 표면상태(예 : 가스절단면 및 용접선의 마무리), 검사 및 허용요건과 관련된 특별한 제작법 그리고 관련이 있는 경우 허용공자와 같은 항목을 포함한다. 규격(예 : 작업표준 또는 국제표준)이 사용되는 경우 우리 선급에 제출하여야 한다. 용접이음 상세는 **12장 2절**을 참조하여야 한다.

제조문서에서 누락되거나 불충분한 상세로 인하여 구조물 요소의 품질 또는 기능이 의심스러운 경우에는 우리 선급은 제작자에게 제출문서에 대하여 적절한 개선을 요구할 수 있다. 여기에는 도면승인 시 요구되지 않았을 경우에도 보충적 또는 추가적인 부분(예를 들면 보강)의 항목이 포함된다.

6. 동등절차

6.1 규칙 적용

6.1.1

이 규칙은 통상적인 형태, 특성, 속도 및 구조 배치를 가지는 선박에 적용한다. 가정을 정의하는 관련 설계 인자는 **1장 2절** [2]에 따른다.

6.1.2

1장 2절 [2]의 규정에 따른 설계기준 이외의 설계인자를 포함하는 규칙의 적용에는 특별한 고려를 하여야 한다. (예를 들면 피로수명 연장)

6.2 새로운 설계

6.2.1

새로운 설계의 선박, 즉 **1장 2절** [2.2]에서 명시된 것 이외의 특수한 형태, 특성, 속도 및 구조 배치를 가지는 선박은 [6.2.2]부터 [6.2.4]까지의 규정에 따라 특별히 고려되어야 한다.

6.2.2

새로운 설계의 구조 안전성이 규칙에서 의도한 것과 적어도 동등하다는 것을 입증하기 위한 자료가 우리 선급에 제출되어야 한다.

6.2.3

그러한 경우, 우리 선급은 규칙의 적용성 및 추가 제출자료를 정하기 위하여 설계공정의 초기단계에 관여하여야 한다.

6.2.4

변경의 특성에 따라, 규칙과 동등한 자료에 대한 체계적 검토가 요구될 수 있다.

6.3 대체 계산방법

6.3.1

이 규칙의 특정 절에서 나타나 있는 경우, 규칙에 명시되어 있는 것에 대한 대체 계산방법은 부재치수 및 배치가 규칙을 사용하여 유도된 것과 적어도 동등한 강도임이 입증되는 경우에는 인정될 수 있다.

제 4 절 기호 및 정의

1. 주요기호 및 단위

1.1 일반사항

1.1.1
특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용되는 일반적인 기호 및 단위는 **표** 1에 따른다.

표 1 : 주요 기호

기호	의미	단위
A	면적	m^2
	보강재 및 1차 지지부재의 단면적	cm^2
C	계수	-
F	힘 및 집중하중	kN
I	선체거더 단면 2차 모멘트	m^4
	보강재 및 1차 지지부재의 단면 2차 모멘트	cm^4
M	굽힘 모멘트	kNm
M	질량	t
P	압력	kN/m^2
Q	전단력	kN
T	선박의 흘수 ([3.1.5] 참조)	m
Z	선체거더 단면계수	m^3
	보강재 및 1차 지지부재의 단면계수	cm^3
a_i	'i' 영향을 받는 가속도	m/s^2
b	부착판의 너비	m
	보강재 및 1차 지지부재의 면재 너비	mm
g	중력가속도, 9.81 m/s^2	m/s^2
h	높이	m
	보강재 및 1차 지지부재의 웨브 높이	mm
l	보강재 및 1차 지지부재의 길이 / 스팬	m
n	항목의 수	-
r	반지름	mm
	판 부재의 곡률반지름 또는 선저만곡부 반지름	mm
t	두께	mm
x	선박 길이 방향 축의 X좌표 ([3.5] 참조)	m
y	선박 길이 방향 축의 Y좌표 ([3.5] 참조)	m
z	선박 길이 방향 축의 Z좌표 ([3.5] 참조)	m
η	허용 사용계수(사용계수)	-

기호	의미	단위
γ	안전계수	-
δ	처짐 / 변위	mm
θ	각도	deg
ρ	해수밀도, 1.025 t/m^3	t/m^3
σ	수직응력	N/mm^2
τ	전단응력	N/mm^2

2. 기호

2.1 선박 주요 자료

2.1.1

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용된 선박 주요자료에 대한 기호 및 단위는 **표 2**에 따른다.

표 2 : 선박의 주요 자료

기호	의미	단위
L	규칙 길이	m
L_{LL}	건현 길이	m
L_{PP}	수선 간 길이	m
L_0	규칙 길이. 110 m 이상으로 한다. ($L \geq 110$ m)	m
L_1	규칙 길이. 250 m 이하로 한다. ($L \leq 250$ m)	m
L_2	규칙 길이. 300 m 이하로 한다. ($L \leq 300$ m)	m
B	선박의 형 너비	m
D	선박의 형 깊이	m
T	형 흘수	m
T_{SC}	강도계산용 흘수	m
T_{BAL}	평형수 흘수 (선박 중앙부에서 최소값)	m
T_{Design}	설계 흘수	m
T_{LC}	고려하는 적하상태에서 선박 중앙부 흘수	m
T_{FD}	손상된 상태에서 가장 깊은 평형상태의 흘수	m
T_F	선저 슬래밍에 대한 선수수선에서 최소 흘수	m
T_{AE}	선미 슬래밍에 대한 선미단에서 최소 흘수	m
Δ	흘수 T_{SC}에서 형 배수량	t
C_B	흘수 T_{SC}에서 방형계수	-
V	최대 운항속도	knot
x, y, z	기준 좌표계에 대한 계산 위치의 X, Y, Z 좌표	m

2.2 재료

2.2.1

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용되는 재료에 대한 기호 및 단위는 표 3에 따른다.

표 3 : 재료

기호	의미	단위
E	영 탄성계수 (3장 1절 [2] 참조)	N/mm^2
G	전단 탄성계수, $G=\frac{E}{2(1+\upsilon)}$	N/mm^2
R_{eH}	최소 항복응력 (3장 1절 [2] 참조)	N/mm^2
τ_{eH}	전단 항복응력, $\tau_{eH}=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$	N/mm^2
υ	포아송 비 (3장 1절 [2] 참조)	-
k	재료계수 (3장 1절 [2] 참조)	-
R_m	규격최소 인장강도 (3장 1절 [2] 참조)	N/mm^2
R_Y	공칭항복응력, $235/k$	N/mm^2

2.3 하중

2.3.1

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용되는 하중에 대한 기호 및 단위는 표 4에 따른다.

표 4 : 하중

기호	의미	단위
C_w	파랑계수	-
T_θ	횡동요 주기	s
θ	횡동요 각	deg
T_ϕ	종동요 주기	s
ϕ	종동요 각	deg
a_0	공통 가속도 인자	-
a_z	수직 가속도	m/s^2
a_y	횡 가속도	m/s^2
a_x	종 가속도	m/s^2
f_P	확률계수	-
k_r	회전 반지름의 횡동요 진폭	m
GM	메타센터 높이	m
λ	파장	m
S	정적 하중상태	-
$S+D$	동적 하중상태	-

기호	의미	단위
P_{ex}	전체 해수압력 (4장 5절 [1.1] 참조)	kN/m^2
P_{in}	액체에 의한 전체 내부 압력 (4장 6절 [1] 참조)	kN/m^2
P_s	정적 해수압력	kN/m^2
P_{ls}	정적 탱크압력	kN/m^2
P_w	동적 파랑압력	kN/m^2
P_{ld}	동적 탱크압력	kN/m^2
P_D	그린 파랑 갑판압력	kN/m^2
P_{slh-j}	j 방향 슬로싱 압력	kN/m^2
F_x	컨테이너에 의한 전체 종방향 힘 (4장 5절 [2.2] 및 [2.3] 참조)	kN
F_y	컨테이너에 의한 전체 횡방향 힘 (4장 5절 [2.2] 및 [2.3] 참조)	kN
F_z	컨테이너에 의한 전체 수직방향 힘 (4장 5절 [2.2] 및 [2.3] 참조)	kN
P_{SL}	선저 슬래밍 압력	kN/m^2
P_{FB}	선수 충격 압력	kN/m^2
P_{SS}	선미 슬래밍 압력	kN/m^2
P_{fs}	정적 침수압력	kN/m^2
P_{ST}	탱크 시험압력 (정적)	kN/m^2
F_U	갑판 또는 플랫폼 상의 집중하중으로 인한 전체 힘 (4장 5절 [2.3] 또는 4장 6절 [5.3] 참조)	kN
M_{sw-j}	정수중 수직 굽힘 모멘트, j = h, s, p (호깅, 새깅, 항내)	kNm
Q_{sw}	정수중 수직 전단력	kN
M_{wv-j}	파랑 수직 굽힘 모멘트, j = h, s (호깅, 새깅)	kNm
Q_{wv}	파랑 수직 전단력	kN
M_{wt}	파랑 비틀림 모멘트	kNm
M_{wh}	파랑 수평 굽힘 모멘트	kNm

2.4 구조치수

2.4.1

특별히 명시되지 않는 한, 이 규칙에서 사용된 구조치수 관련 기호 및 단위는 표 5에 따른다.

표 5 : 구조치수

기호	의미	단위
I_{y-n50}	선체거더 수직 순 단면 2차 모멘트	m^4
I_{z-n50}	선체거더 수평 순 단면 2차 모멘트	m^4
Z_{D-n50}, Z_{B-n50}	갑판 및 선저에서의 선체거더 수직 순 단면계수	m^3
z_n	기선으로부터 수평 중립축까지 수직거리	m
a	3장 7절 [2.1.1]에 따른 요소판 패널의 길이	mm
b	3장 7절 [2.1.1]에 따른 요소판 패널의 너비	mm
s	보강재 간격 (3장 7절 [1.2.1] 참조)	mm

기호	의미	단위
S	1차 지지부재 간격 (3장 7절 [1.2.2] 참조)	m
ℓ	보강재 또는 1차 지지부재의 스팬 (3장 7절 [1] 참조)	m
ℓ_b	브래킷 암 길이	m
t	부식 감소가 완전히 진행된 순 두께	mm
t_{n50}	부식 감소가 절반 진행된 순 두께	mm
t_c	부식 추가	mm
t_{gr}	총 두께	mm
t_{as_built}	건조 두께	mm
t_{gr_off}	제공 총 두께	mm
t_{gr_req}	요구 총 두께	mm
t_{off}	제공 순 두께	mm
t_{req}	요구 순 두께	mm
t_{vol_add}	자발적 추가두께	mm
t_{res}	예비두께	mm
t_{c1}, t_{c2}	구조부재 양면의 부식추가	mm
h_w	보강재 또는 1차 지지부재의 웨브 높이	mm
t_w	보강재 또는 1차 지지부재의 웨브 두께	mm
b_f	보강재 또는 1차 지지부재의 면재 너비	mm
h_{stf}	보강재 높이	mm
t_f	보강재 또는 1차 지지부재의 면재 / 플랜지 두께	mm
t_p	보강재 또는 1차 지지부재의 부착판 두께	mm
d_e	L_3 형상에 대한 웨브 상단에서부터 플랜지 상부까지의 거리	mm
b_{eff}	항복 및 피로강도를 위한 굽힘에서 부착판의 유효폭	mm
A_{eff}, $A_{eff\text{-}n50}$	부착판(너비 s)을 가진 보강재 또는 1차 지지부재의 순 단면적	cm^2
A_{shr}, $A_{shr\text{-}n50}$	보강재 또는 1차 지지부재의 순 전단면적	cm^2
I_p	부착판을 포함한 보강재의 순 극관성 모멘트	cm^4
I	판에 평행한 중립축에 대한 부착판을 포함한 보강재의 순 관성 모멘트	cm^4
Z or Z_{n50}	부착판(너비 b_{eff})을 기진 보강재 또는 1차 지지부재의 순 단면계수	cm^3

3. 정의

3.1 주요 제원

3.1.1 L, 규칙 길이

규칙 길이 L은 강도계산용 흘수 T_{SC}의 흘수상에서 선수재의 전단으로부터 타두재의 중심선까지의 거리(m)이다. L은 강도계산용 흘수 T_{SC}의 흘수선상에서 최대 길이의 96 % 미만이어서는 아니 되며, 97 %를 넘을 필요는 없다.

타두재가 없는 선박(예 : 선회식 추진장치 탑재선박)에서, 규칙 길이 L은 강도계산용 흘수 T_{SC}의 흘수선상에서 최대 길이의 97 %로 하여야 한다.

특수한 선수 또는 선미배치를 가진 선박에서, 규칙 길이는 별도로 고려되어야 한다.

3.1.2 L_{LL}, 건현용 길이

건현용 길이 L_{LL}은 용골의 상면으로부터 측정한 최소 형 깊이의 85 %에 있는 흘수선상에서의 길이(m)의 96 % 또는 그 흘수선 상에 있어서 선수재의 전단으로부터 타두재의 중심까지 길이(m) 중 큰 것을 말한다.

타두재가 없는 선박의 경우, 길이 L_{LL}은 최소 형깊이 85 %에 있는 흘수선 상에서의 길이의 96 %로 한다.

선수재의 윤곽선이 최소 형깊이의 85 %에 있는 수선 상부에서 오목하게 들어간 경우, 최대 길이의 전단부와 선수재의 전면은 각각 선수재 윤곽선의(그 흘수선 상부의) 최후단에서 그 흘수선에 수직으로 내린 곳으로 하여야 한다. (**그림 1** 참조)

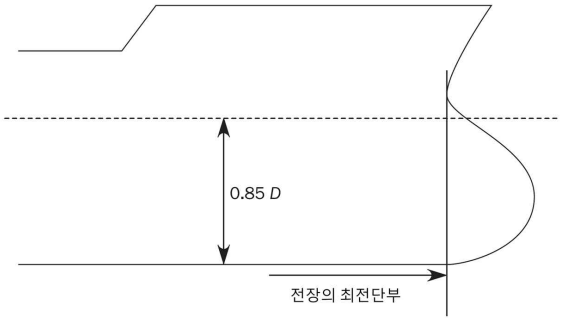


그림 1 : 오목한 선수재 윤곽

3.1.3 형폭

형폭 B는 선박의 중앙에서 강도계산용 흘수 T_{SC}에서 측정한 최대 형폭(m)이다.

3.1.4 형깊이

형깊이 D는 선박의 중앙에서 형 기선으로부터 선측에서의 최상층 전통갑판의 형 갑판선까지 측정한 수직거리(m)이다. 둥근 거널을 가진 선박에 있어서, D는 형 갑판선의 연장선까지 측정하여야 한다.

3.1.5 흘수

흘수 T는 운항중인 선박에 대한 하기 만재흘수선에서의 흘수(m)로서 선박의 중앙에서 형 기선으로부터 측정한다. 이것은 최대 허용 하기 만재흘수보다 작을 수 있다.

T_{SC}는 강도계산용 흘수(m)로서, 선박의 부재치수에 대한 강도요건을 만족하고 만재 적하상태를 대표한다. 강도계산용 흘수 T_{SC}는 지정된 건현에 상응하는 것보다 작아서는 아니 된다.

T_{BAL}은 선박의 부재치수에 대한 강도요건을 만족하는 선체중앙에서의 최소 설계 평형수 흘수이다. 통상 평형수 흘수는 입항 및 출항조건을 포함한 적하지침서 상의 평형수 교환작업(있다면)을 포함한 모든 평형수 적하상태의 최소 흘수이다.

3.1.6 배수량

형배수량은 밀도 1.025 t/m^{3}의 해수에서 흘수에 대한 배수량을 톤(ton)으로 표시한 것을 말한다.

3.1.7 최대 운항속력

최대 전진 운항속력 V(knot)는 최대 운항흘수에서 최대 프로펠러 회전수(RPM)와 이에 상응하는 최대 연속정격출력(MCR)으로 운항할 수 있도록 설계된 선박의 최대속력을 말한다.

3.1.8 방형계수

강도계산용 흘수 T_{SC}에서 방형계수(C_B)는 다음과 같다.

$$C_B = \frac{\Delta}{1.025LBT_{SC}}$$

Δ : T_{SC}에서의 선박의 배수량(t)

평형수 흘수 T_{BAL}에서 방형계수($C_{B\text{-}BAL}$)는 다음과 같다.

$$C_{B-Bal} = \frac{\Delta_{BAL}}{1.025LBT_{BAL}}$$

Δ_{BAL} : T_{BAL}에서의 선박의 배수량(t)

3.1.9 수선면계수

강도계산용 흘수 T_{SC} 에서 수선면계수(C_{wp})는 다음과 같다.

$$C_{wp} = \frac{A_{wp}}{LB}$$

A_{wp} : T_{SC} 에서의 수선면적(m^2)

평형수 흘수 T_{BAL} 에서 수선면계수(C_{wp-Bal})는 다음과 같다.

$$C_{wp-Bal} = \frac{A_{wp-Bal}}{LB}$$

A_{wp-Bal} : T_{BAL} 에서의 수선면적(m^2)

3.1.10 경하중량

경하중량은 화물, 연료, 소모품, 승객과 선원 및 그들의 소지품이 없는 상태 그리고 윤활유 및 액체 등과 같이 운전 중인 기기 및 관장치에 있는 것 이외에는 선상에 어떠한 액체도 없는 상태에서 모든 것을 고려한 배수량(t)이다.

3.1.11 재화중량

재화중량 DWT는 밀도 1.025 t/m^3 의 해수에서의 하기 만재흘수선에 있어서의 배수량과 경하중량과의 차이(t)이다.

3.1.12 선수단

규칙 길이 L 의 선수단(FE)은 선수재 전면에서 강도계산용 흘수선에 대한 수직선이다. (**그림 2** 참조)

3.1.13 선미단

비고 1: 규칙 길이 L 의 선미단(AE)은 선수단에서 L 거리에 있는 강도계산용 흘수선에 대한 수직선이다. (**그림 2** 참조)

3.1.14 선박 중앙

선박 중앙은 선수단에서 선미방향으로 0.5 L 거리에 있는 강도계산용 흘수선에 대한 수직선이다.

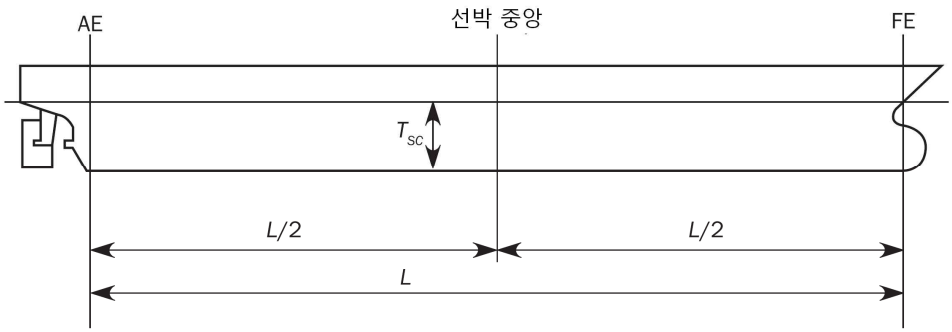


그림 2 : 선수미단 및 선박 중앙

3.1.15 선박 중앙부

별도로 규정하지 않는 한, 선박 중앙부는 선박 중앙에서 0.4 L 범위이다.

3.1.16 건현용 선수수선

건현용 선수수선 FP_{LL} 은 길이 L_{LL} 의 전단에서 취하여야하며, L_{LL} 이 측정된 수선 상의 선수재 전면과 일치하여야 한다.

3.1.17 건현용 선미수선

건현용 선미수선 AP_{LL} 은 L_{LL} 후단에서 취하여야 한다.

3.2 위치 1 및 위치 2

3.2.1 위치 1

위치 1은 다음을 포함한다.

a) 노출 건현갑판 및 저선미루 갑판 상

b) FP_{LL} 으로부터 0.25 L_{LL} 지점의 전방에 위치하는 노출된 선루갑판 상

비고 1: 노출갑판을 적용함에 있어서의 상세는 **지침 4편 2장 102.**에 따른다.

3.2.2 위치 2

위치 2는 다음을 포함한다.

a) FP_{LL} 으로부터 0.25 L_{LL} 지점의 후방에 위치하고, 건현갑판 상방으로 최소한 1 개의 표준 선루높이에 있는 노출된 선루갑판 상

b) FP_{LL} 으로부터 0.25 L_{LL} 지점의 전방에 위치하고, 건현갑판 상방으로 최소한 2 개의 표준 선루높이에 있는 노출된 선루갑판 상

비고 1: 노출갑판을 적용함에 있어서의 상세는 **지침 4편 2장 102.**에 따른다.

3.3 표준 선루높이

3.3.1

표준 선루높이는 **표 6**과 같다.

표 6 : 선루의 표준높이

건현길이 L_{LL} (m)	표준높이 h_S (m)	
	저선미루	기타 모든 선루
90 〈 L_{LL} ≤ 125	0.3 + 0.012 L_{LL}	1.05 + 0.01 L_{LL}
L_{LL} 〉 125	1.80	2.30

3.3.2

층(tier)은 갑판실 범위의 척도로서 정의된다. 갑판실 층은 한 개의 갑판과 외부격벽으로 구성된다. 일반적으로 첫 번째 층은 건현갑판 상에 위치하는 층이다.

3.4 운항 정의

3.4.1 보호수역(sheltered water)

보호수역은 풍력이 뷰폿 스케일(Beaufort scanle) 6을 넘지 않는 일반적으로 잔잔한 수역(calm stretches of water) 이다. (예, 항구(harbours), 어귀(estuaries), 정박소(roadsteads), 만(bays), 함수로(lagoons))

3.5 기준 좌표계

3.5.1

선박의 형상, 운동, 가속도 및 하중은 다음의 오른손 좌표계(right-hand coordinate system)에 따른다.

원점 : 선박의 종방향 대칭면, L의 선미단 및 기선 사이의 교점
X축 : 선수방향이 양의 값인 종축
Y축 : 좌현방향이 양의 값인 횡축
Z축 : 상방이 양의 값인 수직축

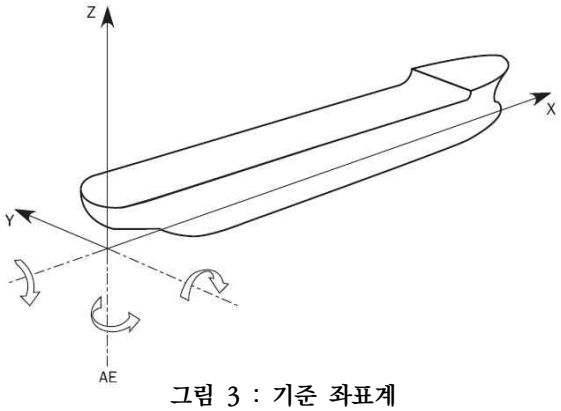


그림 3 : 기준 좌표계

3.6 명칭

3.6.1 구조 명칭

그림 4부터 **그림** 6까지는 이 규칙에서 공통 구조명칭을 나타낸다.

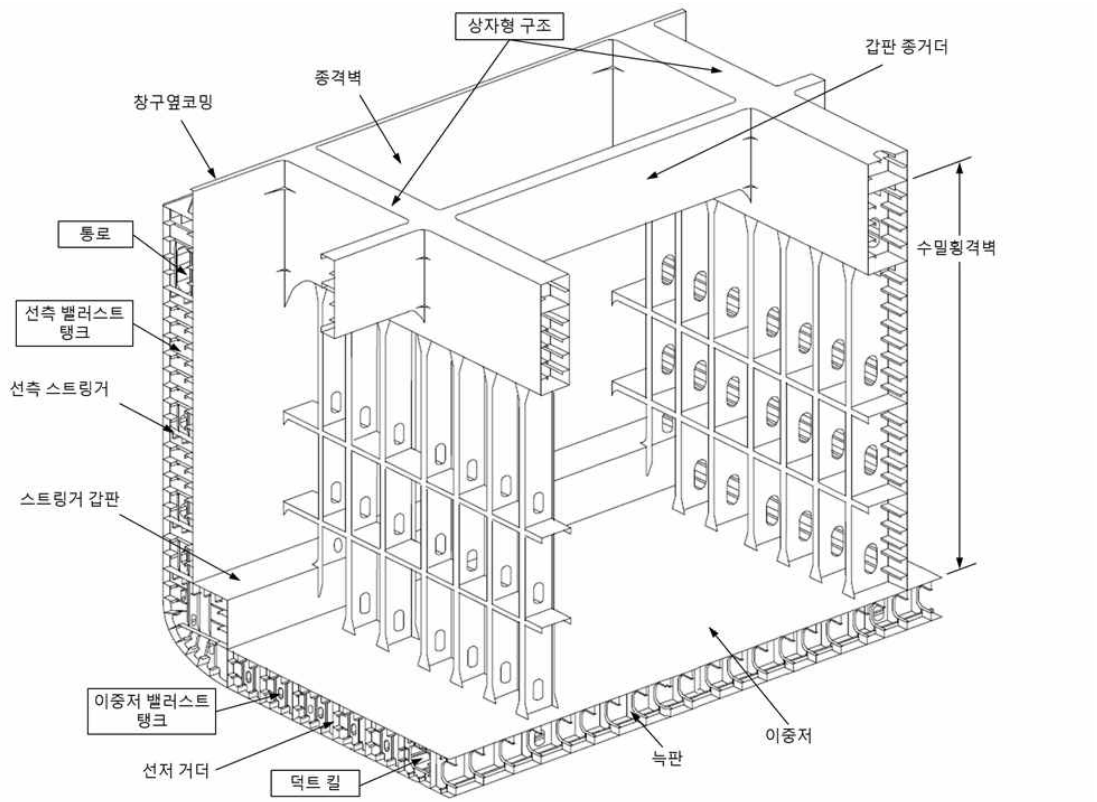


그림 4 : 컨테이너선의 화물창

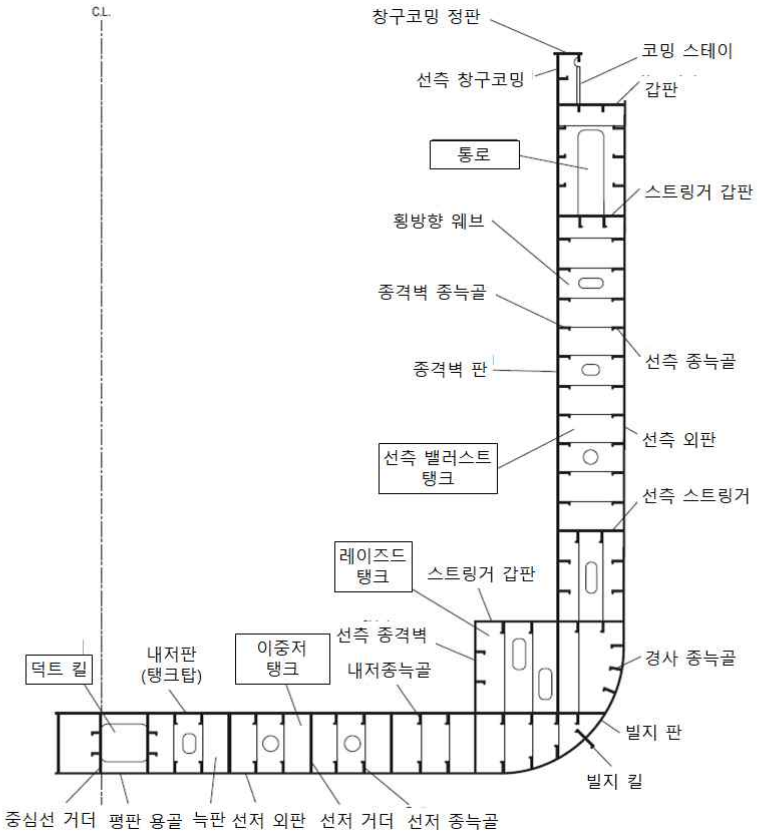


그림 5 : 컨테이너선의 화물창 횡단면

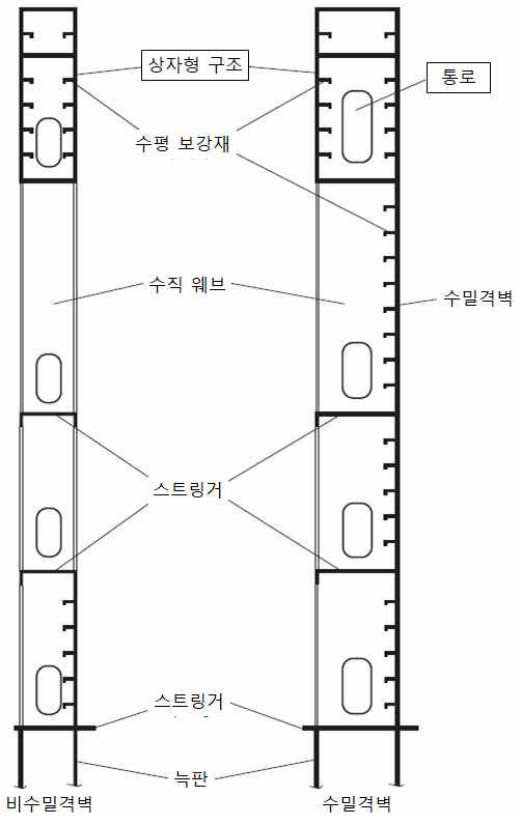


그림 6 : 컨테이너선의 화물창 종단면

3.7 용어

3.7.1 용어 정의

표 7 : 용어의 정의

용어	정의
거주구 갑판 (accommodation deck)	주로 선원의 거주실로 사용되는 갑판
현측사다리 (accommodation ladder)	부두 또는 소형 보트로부터 승하선시에 사용되는 선측사다리
선미피크 (aft peak)	선미격벽 뒤쪽에 있는 구역
선미격벽 (aft peak bulkhead)	선미 전방에 배치된 첫 번째 횡수밀격벽
선미피크탱크 (aft peak tank)	선미격벽 선미후방의 좁은 부분에 있는 구획
앵커 (anchor)	앵커체인의 한쪽이 부착되어 있고 선박이 한 곳에 위치하도록 해저에 내려지는 장치; 앵커는 바람 및 조류의 영향으로 떠밀리는 선박에 의하여 끌리는 경우 바닥이 파지되도록 설계
평형수 탱크 (ballast tank)	평형수의 저장에 사용되는 구획
베이 (bay)	인접한 횡늑골 또는 횡격벽 사이의 구역
빌지킬 (bilge keel)	횡동요를 감소키기 위하여 만곡부를 따라 선박의 외판에 직각으로 설치된 구조
만곡부 외판 (bilge plating)	선저외판과 선측외판 사이의 굽은(curved) 판으로 다음과 같이 취한다. • 원통형 선체부분 : 선저에서의 만곡부 곡선이 시작되는 부위에서부터 만곡부 상단에서 만곡부 곡선이 끝나는 지점 • 원통형 선체부분 바깥 : 선저에서의 만곡부 곡선이 시작되는 부위에서부터 다음 중 낮은 곳까지 - 기선 또는 국부저인 종단면의 중심선 상부 0.2 D 의 선측외판 상의 지점 - 만곡부 상단에서 곡선이 끝나는 지점
선저 만곡부 외판 (bilge strake)	만곡부 외판의 하부판
보스 (boss)	프로펠러 날개가 붙어있고 축 끝단부가 통과하는 중심부
선저외판 (bottom shell)	평판용골을 포함하는 외판의 주로 평평한 선저를 형성하는 외판
선수 (bow)	선박 전단의 구조배치 및 형상
선수 앵커 (bower anchor)	선박의 선수에 위치한 앵커
브래킷 (bracket)	두 부재의 연결에서 강도를 증가시키기 위해 설치하는 추가 부재
브래킷 토 (bracket toe)	테이퍼 된 브래킷의 가는 끝단
쇄파기 (breakwater)	선수 위로 넘어오는 물의 흐름을 제지하고 편향하기 위해 노출갑판에 설치된 경사 보강판 구조
브레스트 훅 (breast hook)	선수에서 우현과 좌현의 선측 부재를 연결시키는 삼각 형태의 브래킷
선교 (bridge)	전방 및 양현에서 선명한 시야가 확보되고 조타가 이루어지는 선박의 상부에 위치한 선루 또는 갑판실
좌굴패널 (buckling panel)	좌굴해석을 고려하는 요소 판 패널
건조자 (builder)	규칙을 포함하는 시방서에 준하여 선박을 건조하기 위하여 선주에 의하여 계약된 관련자
구평강 (bulb profile)	분리된 플랜지를 대신하여 웨브 끝단에서 강 질량을 증가시킨 보강재
격벽 (bulkhead)	선박의 내부를 구획으로 나누는 구조상의 격벽

용어	정의
격벽갑판 (bulkhead deck)	횡수밀격벽과 외판이 도달하는 최상층 전통갑판
격벽구조 (bulkhead structure)	보강재 및 거더가 설치된 횡 또는 종 격벽판
불워크 (bulwark)	노출갑판을 둘러싸는 선측의 상부에 설치된 수직판
연료고 (bunker)	선박의 기관 장치에 사용되는 연료유의 저장을 위한 구획
케이블 (cable)	앵커에 연결되는 로프 또는 체인
캠버 (camber)	선박의 양현에서 중심선 쪽으로 노출갑판이 상방으로 경사되어 올라간 형태
화물창 구역 (cargo hold region)	**1장 1절 [2.4.3]** 참조
칼링 (carling)	규칙적인 보강재의 구조배치를 보충하기 위해 사용되어진 보강재
케이싱 (casing)	어떤 공간의 보호를 위하여 둘러친 격벽 또는 덮개
중심선 거더 (centreline girder)	선박의 중심선에 위치한 종방향 부재
체인 (chain)	앵커를 매달거나 목재 화물 등을 고정하기 위해 사용되는 연결된 금속링 또는 링크
체인로커 (chain locker)	앵커체인의 보관장소로서 선박의 전단에 위치한 구획
체인파이프 (chain pipe)	앵커체인이 체인로커로 들어가거나 나갈 때 통과하는 파이프
체인스토퍼 (chain stopper)	앵커를 끌어 돌릴 때와 호저 파이프에서 보관 위치에 앵커를 고정할 때 윈들러스가 받는 하중을 완화시키기 위해 체인을 고정하는 장치
코밍 (coaming)	창구 또는 천장의 수직 경계구조
코퍼댐 (cofferdams)	**2장 3절 [1]** 참조
칼라판 (collar plate)	웨브판을 관통하는 보강재에 대하여 뚫은 구멍을 부분적으로 또는 완전히 막기 위해 사용되는 판
선수격벽 (collision bulkhead)	최전방 수밀 횡격벽
승강구실 (companionway)	선박의 갑판에서 하부구역으로 유도되는 풍우밀 입구
구획 (compartment)	격벽 또는 판으로 경계가 되는 내부 공간
상시 유인 구역 (Continually manned space)	일반적인 운항 기간 동안 지속적 또는 장기간 선원의 상주가 요구되는 구역 (20분 이상 일상적으로 사용되는 구역 포함)
컨테이너 화물창 (container hold)	컨테이너를 운송하기 위한 화물창
크로스갑판 (cross deck)	화물 창구 사이의 구역
갑판 (deck)	구획의 상부 또는 하부경계를 이루는 수평 구조부재
갑판실 (deckhouse)	**1장 1절 [2.4.6]** 참조
갑판구조 (deck structure)	보강재, 거더 및 필러를 포함하는 갑판(deck plating)
갑판 트랜스버스 (deck transverse)	갑판에서 횡방향 1차 지지부재(PSM)
디프탱크 (deep tank)	2개의 갑판 또는 외판 / 내저판과 갑판 상부 또는 그 이상까지의 사이에 도달하는 탱크
설계자 (designer)	승인 및 정보 제공을 위하여 우리 선급에 제출하는 문서를 만드는 관계자. 설계자는 건조자 또는 문서를 만들기 위하여 건조자 또는 선주와 계약된 관계자일 수 있다.
선외 배출판 (discharges)	빌지수, 순환수, 배수 등의 선외 배출을 위한 배관

용어	정의
도킹 브래킷 (docking bracket)	입거 목적으로 선저구조를 국부적으로 강화하기 위해 이중저에 설치한 브래킷
이중저 구조 (double bottom structure)	내저판 하방의 외판과 그 보강재 그리고 내저판과 그 하방에 있는 각종 부재를 포함한 구조
이중판 (doubler)	보강이 요구되는 위치에서 판의 더 넓은 면적에 설치하는 작은 조각판. 일반적으로 보강재의 취부 위치.
이중선측 부재 (double skin member)	이중선측 부재는 웨브, 부착판에 의하여 형성되는 상하부 플랜지로 구성된 이상화된 보와 같은 부재로 정의된다.
덕트킬 (duct keel)	판으로 형성된 상자형태의 용골로서, 화물창 및 / 또는 평형수 탱크를 통과하고 선수방향으로 연결된 평형수관 및 다른 관을 수용하는데 사용
폐위선루 (enclosed superstructure)	풍우밀문 및 폐쇄장치가 설치된 전방 및 / 또는 후방의 격벽을 가지는 선루
기관실격벽 (engine room bulkhead)	기관실 전방 또는 후방의 횡격벽
요소판 패널 (EPP)	보강재, 1차 지지부재(PSM), 격벽 등과 같은 구조부재에 의해 둘러싸인 가장 작은 판 요소
면재 (face plate)	웨브 끝단에 설치되고 부착판에 평행한 보강재의 구성요소
플랜지 (flange)	웨브 끝단에 설치되는 보강재의 구성요소로 때로는 웨브를 구부려 형성함. 일반적으로 부착판에 평행함.
평강 (flat bar)	웨브만으로 구성된 보강재
늑판 (floor)	선저의 횡부재
선수루 (forecastle)	선수에 위치한 짧은 선루
선수피크 (fore peak)	선수격벽 전방의 지역
선수갑판 (fore peak deck)	선박의 선수로부터 후방으로 연장하여 한층 높인 짧은 갑판
건현갑판 (freeboard deck)	일반적으로 모든 노출된 개구에 영구 폐쇄장치를 가지며 대기 및 해상에 노출된 최상층 전통갑판
방수구 (freeing port)	갑판 상에 있는 물을 배출하기 위하여 불워크에 설치한 개구
거더 (girder)	1차 지지부재의 공통적인 용어
거전 (gudgeon)	선미 포스트 상에 위치하며 타 핀틀을 지지하기 우해 중심에 구멍을 가진 블록으로서 타가 회전하는 것을 허용하고 지지한다.
현단 (gunwale)	선측의 상단
거싯 (gusset)	두 구조부재 사이의 강도연결에서 힘을 분산하기 위해 부착한 판
창구덮개 (hatch cover)	화물창으로 물의 침입을 방지하기 위해 화물창구 상부에 부착된 덮개
창구 (hatchway)	통상 사각형으로서 구획 하부로 접근할 수 있는 갑판상의 개구
호저 파이프 (hawse pipe)	선수 양현에 위치한 호저 또는 앵커 케이블을 통과시키기 위한 강관으로서 서퍼링관(spurling pipe)이라고도 한다.
호저 (hawser)	예인 또는 계류용으로 사용되는 강선 또는 섬유로프
HP	네덜란드 형강규격에 다른 구평강(bulb)
IACS	국제선급연합회
ICLL	국제만재흘수선연합

용어	정의
IMO	국제해사기구
내부선체 (inner hull)	외판으로부터 선내 쪽으로 두 번째 층을 형성하는 내부판
단절판 (intercostal)	1차 지지부재 사이의 불연속적인 보강재
JIS	일본산업표준
용골 (keel)	선저 중심선을 따라 종방향으로 배치된 선박의 척추 또는 중요 구조부재. 일반적으로 외판 내부에서 중심선을 따라 수직으로 보강된 평판.
너클 (knuckle)	구조부재의 불연속부
경감구멍 (lightening hole)	무게를 경함하기 위하여 구조부재에 뚫은 구멍
오수구 (limber hole)	물 또는 기름이 모이는 것을 방지하기 위해 늑골 또는 판에 뚫어놓은 작은 배수구
국부 지지부재 (local support members)	단순 패널의 구조 건전성에만 영향을 주는 국부 지지부재 (예 : 갑판보)
맨홀 (manhole)	통행을 목적으로 갑판, 탱크 등에 뚫은 원형 또는 타원형의 구멍
마진판 (margin plate)	내저판의 선외측 판 및 만곡부에 굴곡이 있을 때, 마진판은 이중저 구조의 경계를 형성한다.
MARPOL	해양오염방지협약 73/78
중앙 화물창 (mid-hold)	**7장 2절 [1.2.2]**에 따른 3-화물창 길이 유한요소 모델의 중앙 화물창
통상 무인 구역 (Normally unmanned space)	일반적인 운항 기간 동안 지속적 또는 장기간 선원의 상주가 요구되지 않는 구역 (20분 미만 일상적으로 사용되는 구역 포함)
노치 (notch)	용접으로 인한 구조부재의 불연속부
연료유 탱크 (oil fuel tank)	연료유 저장에 사용되는 탱크
외판 (outer shell)	외판(shell envelope)과 동일
선주 (owner)	선박의 등록 및 운항에 관하여 모든 의무와 책임을 가진 관계자 및 선주를 위하여 준비된 유효한 증서를 가지고 건조자로부터 선박을 인도 받을 모든 의무와 책임을 위임 받기로 동의된 관계자
필러 (pillar)	갑판이 외판 또는 격벽으로 지지되지 않은 경우 갑판 사이에 위치하는 수직 지지부재
파이프 터널 (pipe tunnel)	기관실에서 탱크로 유도되는 빌지, 평형수 및 다른 배관들에 대한 보호구역을 형성하는 내저판 및 외판 사이에 선체 중앙의 전후방에서 설치한 보이드 구역
판 패널 (plate panel)	보강재, 1차 지지부재(PSM), 격벽 등과 같은 구조부재에 의하여 둘러싸이고 지지되는 보강되지 않은 판, 요소판 패널(EPP) 참조
판 (plating)	보강재, 1차 지지부재(PSM) 또는 격벽에 의해 지지되는 판
선미루 (poop)	선박의 최후단에 위치한 폐위선루 하부구역
1차 지지부재 (primary supporting members)	선체외판 및 탱크 경계(예 : 이중저늑판 및 거더, 선측 횡구조, 갑판 트랜스버스, 격벽 스트링거 및 종격벽에 대한 수직웨브)의 전체 구조의 건전성을 확보하기 위한 보, 거더 또는 스트링거류 형식의 부재
프로펠러 포스트 (propeller post)	보링되는 선미재의 전방 포스트
러더 포스트 (rudder post)	타가 매달려 있는 선미재의 후방 포스트(또는 선미 포스트)
스캘럽 (scallop)	판 용접선의 연속용접을 허용하기 위하여 보강재에 뚫은 구멍
스카핑 브래킷 (scarfing bracket)	2개의 오프셋(offset) 구조부재들 사이에서 사용되는 브래킷

용어	정의
부재치수 (scantlings)	구조부재의 물리적 치수
갑판배수구 (scupper)	갑판으로부터 직접 또는 관을 통하여 배수를 위한 개구
현장 (scuttle)	어떤 구획에 접근하기 위한 갑판 또는 다른 곳의 작은 개구로서, 일반적으로 뚜껑, 덮개 또는 문을 가짐.
현측후판 (sheer strake)	선측외판의 상부판
외판 (shell envelope plating)	강력갑판을 제외하고 유효한 선체거더를 형성하는 외판
선측외판 (side shell)	만곡부 외판 상부 외판 중 선측부분을 형성하는 외판
단일선측 부재 (single skin member)	웨브, 부착판에 의하여 형성되는 상부 플랜지 및 면재에 의하여 형성되는 하부 플랜지로 구성되는 이상적인 보 같은 구조부재
천장 (skylight)	유리 원형창의 유무와 관계없이 기관실 또는 선원실 등을 위한 통풍통으로서 역할을 하는 갑판개구
SOLAS	해상인명안전협약 1974
구역 (spaces)	탱크를 포함해서 각 개별 구역
스테이 (stay)	불워크 및 창구코밍의 브래킷
선수재 (stem)	선수전단에서 경계를 짓는 선체외판에서의 봉 또는 관
선미 (stern)	선박의 후단부
선미재 (stern frame)	선박의 선미를 형성하는 선체의 후단에 부착되는 고강도 부재들. 즉, 러더 포스트, 프로펠러 포스트 및 프로펠러를 위한 구멍을 포함한다.
선미관 (stern tube)	추진축이 통과하여 프로펠러가 이르도록 하는 관으로서 축계에 대하여 선미 베어링 역할을 한다. 물 또는 기름 윤활방식으로 할 수 있다.
보강재 (stiffener)	2차 지지부재에 대한 공통적인 용어
스트레이크 (strake)	종방향으로 이어진 외판, 갑판, 격벽 등 단위 판
강력갑판 (strength deck)	최상층 전통갑판
스트링거 (stringer)	수직 웨브늑골에 취부된 수평거더
스트링거 판 (stringer plate)	갑판의 외측후판
선루 (superstructure)	1장 1절 [2.4.6] 참조
SWL	안전사용하중
탱크 (tank)	해수, 청수, 기름, 액체화물, FO, DO 등과 같은 액체를 운송하기 위한 구역에 대한 일반적인 용어
탱크 정부 (tank top)	화물창의 하부를 형성하는 수평판
예인 페넌트 (towing pennant)	선박을 예인하는데 사용하는 긴 로프
트랜섬 (transom)	선미 끝단을 형성하는 구조배치
트랜스버스 링 (transverse ring)	이중저 특판, 수직 웨브 및 횡갑판 거더로 이루어지는 하나의 선체 횡단면에서 나타나는 모든 횡부재
트랜스버스 웨브 (transverse web frame)	선박의 종방향 구조와 연결되는 횡방향 1차 지지부재
트리핑 브래킷 (tripping bracket)	비틀림에 의하여 압축을 받는 구조부재의 보강용 브래킷
트렁크 (trunk)	갑판실과 유사하나 하층갑판이 없는 갑판 구조물

용어	정의
중간갑판 (tween deck)	화물창에서 상갑판과 탱크 정부 사이에 있는 갑판을 이르는 용어
보이드 스페이스 (void)	선박에서 폐위된 빈 공간
제수격벽 (wash bulkhead)	탱크 내의 부분 격벽 또는 개구를 갖는 격벽
수밀 (watertight)	주위 구조에 대한 설계수압에서 누수를 방지하는 구조
노천갑판 (weather deck)	모든 해치 및 개구에 풍우밀 잠금장지를 가지는 요소가 있는 햇빛 또는 파랑 등에 노출된 갑판의 단면 또는 갑판
풍우밀 (weathertight)	모든 해상상태에서 해수 침입을 방지하는 것
웨브 (web)	부착판에 수직으로 설치되는 보강재의 구성요소
웨브프레임 (web frame)	갑판 트랜스버스를 포함한 횡방향 1차 지지부재(PSM)
바람 및 물막이 스트레이크 (wind and water strakes)	평형수 흘수와 최대만재흘수선 사이에 있는 선측외판의 스트레이크
윈들러스 (windlass)	앵커체인을 내리고 올리는 윈치
선측탱크 (wing tank)	내측 종격벽과 선측외판으로 경계되는 구역

제 5 절 적하지침서 및 적하지침기기

1. 일반 요건

1.1 적용

1.1.1
이 절은 적하지침 정보에 대한 최소요건을 포함하고 있다.

1.1.2
승인된 적하지침서 및 승인된 적하지침기기가 선박에 제공되어야 한다.

1.1.3
적하지침서 및 본선 적하지침기기에서 정의된 종강도 및 국부강도에 대한 제한 및 해당 복원성요건을 초과하지 않는다면, 실제 운항에 있어서 선박은 적하지침서에 명시된 적재상태와 다르게 적재할 수 있다.

1.1.4
적하지침서에 관한 요건은 [2]에, 적하지침기기에 관한 요건은 [3]에 규정되어 있다.

1.2 연차검사 및 정기검사

1.2.1
각 연차검사 및 정기검사 시에, 승인된 적하지침서가 본선에서 사용가능한지 확인되어야 한다.

1.2.2
선장은 정기적인 간격으로 시험적재상태를 적용하여 적하지침기기의 정확도를 확인하여야 한다.

1.2.3
각 정기검사 시에 이러한 확인은 검사원의 입회하에 시행되어야 한다.

2. 적하지침서

2.1 일반요건

2.1.1 정의

승인된 적하지침서는 선박의 최종자료를 기초로 하여야 한다.

적하지침서라 함은 다음을 기술하는 문서이다.

a) 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력의 허용한계를 포함하여, 원양항해 및 항내 / 보호수역을 위한 선박설계의 기초가 되는 적재조건
b) 정수중 굽힘 모멘트와 전단력의 계산결과 및 해당되는 경우, 면외하중으로 인한 제한사항
c) 해당되는 경우, 구조(창구덮개, 갑판, 이중저 등)에 대한 허용 국부하중
d) 관련 운항 제한사항

2.1.2 승인의 조건

승인된 적하지침서는 선박의 최종자료를 기초로 하여야 한다.

개조가 선박의 주요 특성(예 : 경하중량, 부력분포, 탱크 용적 또는 용도 등)의 변경을 초래하는 경우, 적하지침서를 최신화하여 재승인을 받아야 하며, 이후 적하지침기기 시스템도 최신화하여 재승인 받아야 한다. 다만 변경된 흘수, 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력과 원래 승인된 자료와의 차이가 2 % 보다 작은 경우에는 새로운 적하지침 및 최신화된 적하지침서를 다시 제출할 필요는 없다.

적하지침서는 사용자가 이해할 수 있는 언어로 작성되어야 한다. 만일 영어가 아닌 경우, 영어 번역문이 포함되어야 한다.

2.1.3 적하조건

적하지침서는 4장 8절에 정의된 것과 같이, 선체 치수 승인의 기초가 되는 설계(화물 및 평형수) 적재조건, 적절히 세분화된 입출항 조건을 포함해야 한다. 적하조건은 **4장 8절**에 나열되어 있다.

2.1.4 운항 제한사항

적하지침서에는 다음과 같은 운항 제한사항이 기술되어야 한다.

a) 강도계산용 흘수, T_{SC}
b) 선체중앙부에서의 설계 최소 평형수 흘수, T_{BAL}
c) 전방 이중저 평형수 탱크 만재상태 시의 전방 설계 슬래밍 평형수 흘수, $T_{F\text{-}f}$
d) 어느 전방 이중저 평형수 탱크 공창 시의 전방 설계 슬래밍 평형수 흘수, $T_{F\text{-}e}$
e) 최대 허용 컨테이너 중량
f) 적하지침서 상의 모든 적하조건에서의 최대 컨테이너 중량
g) 설계속도
h) 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력의 허용값 및 포락선 결과(envelope result)

3. 적하지침기기

3.1 일반요건

3.1.1 정의

적하지침기기라 함은 지정된 계측점에서, 임의의 적재상태 또는 평형수 상태에서 정수중 굽힘 모멘트, 전단력 및 해당되는 경우 면외하중과 같은 관련 운항 한계정보가 명시된 허용치를 초과하지 않음을 쉽고 빠르게 확인할 수 있는 수단으로서의 아날로그 또는 디지털방식의 기기를 말한다.

적하지침기기는 본선 장비에 대한 선박 사양이며, 계산 결과는 승인된 선박에만 적용가능하다.

승인된 적하지침기기는 승인된 적하지침서를 대신할 수 없다.

3.1.2 적하지침기기 승인 조건

적하지침기기는 우리 선급의 규칙에 따라 승인되어야 한다. 승인은 다음 요건을 포함하여야 한다.

a) 해당되는 경우, 형식승인을 받았는지 확인
b) 선박의 최종자료가 사용되었는지 확인
c) 모든 계측점의 수 및 위치에 대한 수락
d) 모든 계측점에서의 관련 허용 값에 대한 적합
e) 합의된 시험조건에 따라 본선 장비의 적절한 설치 및 작동에 대한 확인 그리고 작동설명서의 사본 1부의 본선 비치 여부

개조가 선박의 주요 특성(예 : 경하중량, 부력분포, 탱크 용적 또는 용도 등)의 변경을 초래하는 경우, 적하지침서를 최신화하여 재승인을 받아야 하며, 이후 적하지침기기 시스템도 최신화하여 재승인 받아야 한다. 다만 변경된 흘수, 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력과 원래 승인된 자료와의 차이가 2% 보다 작은 경우에는 새로운 적하지침 및 최신화된 적하지침서를 다시 제출할 필요는 없다.

적하지침기기는 항상 작동설명서가 제공되어야 한다. 적하지침기기의 작동설명서 및 출력자료는 사용자가 이해할 수 있는 언어로 작성되어야 한다. 만일 영어가 아닌 경우, 영어 번역문이 포함되어야 한다. 적하지침기기의 작동은 설치 후 검증되어야 한다. 적하지침기기의 합의된 시험조건과 작동설명서가 본선에 비치여부가 확인되어야 한다. ⚓

14편 2장

일반배치

제 1 절 일반사항

제 2 절 격벽배치

제 3 절 구획배치

제 4 절 접근설비

제 1 절 일반사항

1. 일반사항

1.1 일반사항

1.1.1

이 장은 선박의 일반적인 구조배치 요건을 규정한다.

제 2 절 격벽배치

1. 수밀격벽 배치

1.1 수밀격벽의 수 및 배치

1.1.1

모든 선박은 다음의 횡 수밀격벽을 설치하여야 한다.

a) 1개의 선수격벽
b) 1개의 선미격벽
c) 기관구역의 전방에 1개의 격벽과 기관구역의 후단에 1개의 격벽. 다만, 기관구역 후단의 격벽은 선미격벽으로 간주할 수 있다.

1.1.2

전기추진설비(electrical propulsion plant)를 갖는 선박의 경우에, 발전기실 및 기관실 모두 수밀격벽으로 폐위하여야 한다.

1.1.3

[1.1.1] 및 [1.1.2]의 요건에 추가하여, 격벽의 수와 배치는 구획, 침수성 및 손상복원성의 요건을 만족하도록 배치되어야 하며, 기국의 요건에도 적합하여야 한다.

1.1.4

구획요건을 따르지 않은 컨테이너선의 경우, **표 1**에 의한 것보다 적은 격벽이 설치되어서는 아니 된다.

표 1 : 컨테이너선의 수밀격벽 수

선박의 길이(m)	수밀격벽의 총 수	
	선미기관실 선박	선미기관실 이외의 선박
$90 \le L < 102$	4	5
$102 \le L < 123$	5	6
$123 \le L < 143$	6	7
$143 \le L < 165$	7	8
$165 \le L < 186$	8	9
$186 \le L$	개별적으로 우리 선급이 인정하는 수	

1.1.5

화물창 구역의 격벽은 가능한 한 일정한 간격으로 배치되어야 한다.

1.2 수밀격벽에서의 개구

1.2.1

수밀구획에는 개구의 수를 최소로 하여야 한다. 출입구, 배관, 통풍, 전기배선 등이 수밀격벽과 내부갑판을 관통할 필요가 있는 경우, 수밀건전성을 유지하도록 배치하여야 한다.

1.2.2

수밀격벽 내의 문의 밀폐성, 작동성 및 표시는 SOLAS Ch II-1 Reg 13-1에 따라야 한다.

2. 선수격벽

2.1 선수격벽 위치와 범위

2.1.1

선수격벽은 모든 선박에 설치되어야 하고 건현갑판까지 도달하여야 한다. 선수격벽은 주관청에 의해 허가되어진 것을 제외하고 기준점으로부터 후방의 0.05 L_{LL} 또는 10.0 m 중 작은 값과 0.08 L_{LL} 또는 0.05 L_{LL} + 3.0 m 중 큰 값 사이에 위치하여야 한다. 여기서 기준점은 [2.1.2]에 따른다.

2.1.2

구상선수가 없는 선박의 기준점은 L_{LL}이 측정되는 수선 상에서 선수재의 전단과 일치하는 L_{LL}의 전단으로 한다. 구상선수가 있는 선박의 기준점은 L_{LL}의 전단으로부터 선수방향으로 다음에 의한 거리 x에서 측정되어야 한다. 여기서, 거리 x는 다음 위치 중에서 최소가 되는 위치로 한다.

a) FP_{LL}로부터 구상선수 연장부의 전단까지 거리의 절반

b) 0.015 L_{LL}

c) 3.0 m

2.2 선수격벽의 배치

2.2.1

일반적으로 선수격벽은 한 평면이여야 한다. 다만, [2.1.1] 및 [2.1.2]에 규정된 한도 내에서 계단부 또는 리쎄스를 설치할 수 있다.

2.2.2

문, 맨홀, 상설 출입구 또는 통풍 덕트는 건현갑판 하방의 선수격벽에 시공되어서는 아니 된다. 선수격벽이 건현갑판 상방까지 연장되는 경우, 연장부 내 개구의 수는 설계 및 선박 고유의 용도에 적합한 범위 내에서 최소한으로 유지되어야 한다.

3. 선미 격벽

3.1 일반사항

3.1.1

수밀구획 내에 선미관 및 타 트렁크를 폐위하는 선미격벽을 설치하여야 한다. 축계의 배치에 의하여 수밀구획 내에 선미관을 폐위하는 것이 불가능할 경우, 대체 배치는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

3.1.2

구획분할과 관련하여 선박의 안전도가 저해되지 않는다면 선미격벽은 격벽갑판 하부에 계단식으로 설치할 수 있다.

3.1.3

선미관 및 / 또는 타 트렁크의 설치가 요구되지 않는 기기에 의하여 추진 및 / 또는 조종되는 선박의 경우 선미격벽의 위치는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

3.1.4

선미격벽은 최고만재흘수선 상방의 첫 번째 갑판에서 후방 수평으로 경계를 지을 수 있다. 이 경우 이 갑판은 선미 또는 트랜섬까지 수밀구조이어야 한다.

제 3 절 구획 배치

1. 코퍼댐

1.1 정의

1.1.1

코퍼댐이라 함은 양측의 구획이 공통경계를 갖지 아니하도록 배치된 빈 공간을 말하며 수직 또는 수평으로 설치될 수 있다. 원칙적으로 코퍼댐은 적절히 통풍되고 배수설비가 제공되며, 적절한 검사, 유지보수 및 안전한 탈출을 위한 충분한 크기의 기밀구조이어야 한다.

1.2 코퍼댐의 배치

1.2.1

코퍼댐은 액체탄화수소(연료유, 윤활유 포함)를 수용하는 구획과 청수(기관과 보일러를 구동하기 위한)를 수용하는 구획 및 소화용 액체포말을 수용하는 탱크 사이에 설치되어야 한다.

1.2.2

사람이 소비하는 물을 저장하는 탱크는 인체에 위험한 물질을 포함하는 다른 탱크와 코퍼댐으로 격리되어야 한다.

비고 1: 일반적으로 청수 도는 평형수 탱크는 인체에 무해한 것으로 간주한다.

1.2.3

모서리가 접하는 경우, 이들 탱크는 인접한 것으로 고려하지 않는다.

비고 1:

해당 탱크를 포함한 구역의 특성 및 치수와 관련하여 우리 선급이 실행 불가능하거나 불합리하다고 판단되는 경우 연료유 및 윤활유 탱크의 경계가 완전용입(full penetration) 용접을 하면 [1.2.1]에 명시된 코퍼댐은 면제 될 수 있다.

2. 이중저

2.1 일반사항

2.1.1

SOLAS II-1 Reg 9에 규정된 선저 또는 선측 손상 시 선박의 안전에 지장이 없는 경우, 보통 크기의 건탱크(dry tank)를 포함하여, 수밀탱크의 부근에는 이중저를 설치하지 아니할 수 있다.

2.2 이중저의 범위

2.2.1

이중저는 실행 가능한 또는 선박의 설계 및 고유 용도에 적합한 범위 내에서 선수격벽으로부터 선미격벽까지 설치되어야 한다.

2.2.2

이중저가 설치되어야 하는 곳에 있어서, 내저판은 선저를 만곡부까지 보호하는 방법으로서 선측까지 도달하여야 한다.

2.3 이중저의 높이

2.3.1

특별히 규정하지 않는 한, 이중저의 높이는 $B/20$ 또는 2 m 중 작은 값 이상이어야 한다. 단 0.76 m 이상이어야 한다.

2.4 이중저 탱크 내의 작은 웰

2.4.1

이중저에 설치된 작은 웰은 필요 이상으로 깊은 것이어서는 아니 된다. 다만, 선박의 축로 후단에서는 외저까지 도달하는 웰의 설치가 허용될 수 있다. [2.1]의 규정에 적합한 이중저에 의한 보호와 동등한 정도의 보호를 제공하는 배치로 인정되는 경우, 우리 선급은 기타 웰의 설치를 허용할 수 있다.

3. 선수단 구획

3.1 일반사항

3.1.1

선수격벽 전방에 위치하는 선수 피크 및 기타 구획은 연료유 또는 기타 가연성 제품을 적재하여서는 아니 된다.

4. 연료유 탱크

4.1 연료유 탱크의 배치

4.1.1

연료유 탱크는 SOLAS Ch II-2, Reg 4.2와 MARPOL Annex I Ch 3 Reg 12A 요건에 따라 배치되어야 한다.

5. 선미단 구획

5.1 선미관

5.1.1

선미관은 적당한 용적의 수밀구역(또는 공간)에서 폐위되어야 한다. 선미관 배치(sterntube arrangement)의 손상이 발생할 경우 선박이 침수되는 위험을 최소화하는 다른 조치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 다른 조치를 취할 수 있다.

6. 평형수 탱크

6.1 평형수 탱크의 용량 및 배치

6.1.1

모든 선박은 평형수 항해 시 안전하게 운항할 수 있도록 충분한 용량의 평형수 탱크를 가져야 한다.

제 4 절 접근 설비

1. 밀폐된 구역

1.1 일반사항

1.1.1

모든 폐위된 구역은 용이한 검사를 위해 접근이 가능하여야 한다. 설계상 접근이 실행 불가능한 작은 밀폐된 구역에 대해서는 검사 및 유지보수를 위한 특별조치를 취해야 한다.

2. 화물구역 및 전방 구역

2.1 일반사항

모든 탱크는 용이한 검사를 위하여 접근이 가능하여야 한다. ⚓

14편 3장

구조설계원칙

제 1 절 재료

제 2 절 순 치수 방법

제 3 절 부식추가

제 4 절 부식방지

제 5 절 한계상태

제 6 절 구조상세원칙

제 7 절 구조의 이상화

제 1 절 재료

1. 일반사항

1.1 재료의 규격

1.1.1
건조 중 사용되는 재료는 **2편 1장**에 적합하여야 한다.

1.1.2
재료의 사양(예 : 제조, 화학성분, 기계적 성질, 용접)을 우리 선급에 제출하여 승인 받는 경우, [1.1.1]에 따른 것 외의 다른 재료도 허용될 수 있다.

1.2 재료시험

1.2.1
재료는 **2편 1장**의 관련 요건에 따라 시험되어야 한다.

1.3 제조법

1.3.1
이 절의 요건은 용접, 냉간 및 열간 제조과정이 IACS UR W를 반영한 우리 선급의 규칙 및 / 또는 문서에 정의된 현행 정상적인 작업관행 및 재료에 대한 **2편 1장**의 관련 요건에 적합하게 수행됨을 전제로 한다.

특히,

a) 모재 및 용접방법은 재료의 사용 용도에 따라 규정된 제한 조건을 따라야 한다.
b) 용접 전에 예열이 요구될 수 있다.
c) 용접, 냉간가공 또는 열간가공 후에 적절한 열처리 과정이 요구될 수 있다.

2. 선체 구조용 강재

2.1 일반

2.1.1 탄성계수(Young's modulus) 및 포아송 비(Poisson's ratio)
탄소강의 탄성계수는 206,000 N/mm^2 로 하며 포아송 비는 0.3으로 한다.

2.1.2 강재의 등급 및 기계적 성질
최소 항복강도가 235 N/mm^2 인 강을 일반 강도의 선체구조용 강으로 간주하며, 이를 연강 'MS' 로 표시한다. 최소 항복강도가 이보다 더 높은 강은 선체구조용 고장력강으로 간주하며 'HT' 로 표시한다.

선체구조용 압연강재의 재료등급(material grade)은 다음에 따른다.

a) A, B, D 및 E는 연강의 종류를 표시한다.
b) AH, DH 및 EH는 고장력강의 종류를 표시한다.

선박 건조에 일반적으로 사용되는 강재의 기계적 성질은 **표 1**에 따른다.

2.1.3
표 1에 규정한 것 이외의 고장력강에 대하여는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

표 1 : 선체 강재의 기계적 성질

판의 강재등급 ($t_{as-built} \leq 100$ mm)	최소 항복응력 R_{eH} (N/mm^2)	인장강도 R_m, (N/mm^2)
A, B, D, E	235	400 - 520
AH32, DH32, EH32, FH32	315	440 - 570
AH36, DH36, EH36, FH36	355	490 - 630
AH40, DH40, EH40, FH40	390	510 - 660
AH47, DH47, EH47, FH47	460	570 - 720

2.1.4 고장력강

선체구조에 최소 항복응력(R_{eH}) 235 N/mm^2 이외의 강재를 사용하는 경우, 선체거더 강도 및 구조부재의 치수는 [2.2]에서 정의되는 재료계수 k를 고려하여 결정하여야 한다.

2.1.5 선박의 비치서류

선박에서는 선체구조에 사용된 강재의 종류와 등급을 나타내는 도면이 비치되어야 한다. 표 1에 규정한 것 이외의 강재가 사용된 경우, 해당 강재의 화학적 및 기계적 성질과 작업 기준 또는 권고사항이 도면과 함께 비치되어야 한다.

2.2 재료계수, k

2.2.1

별도로 규정하지 않는 한, 선체 구조부재의 치수를 결정하기 위한 연강 및 고장력강의 재료계수 k는 최소 항복응력(R_{eH})에 따라 표 2에 의한다. 최소 항복응력(R_{eH})이 중간에 해당하는 경우, 재료계수 k는 선형보간법에 의한다.

항복응력이 460 N/mm^2 보다 큰 강재의 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 2 : 재료계수, k

최소 항복응력 R_{eH} (N/mm^2)	k
235	1.00
315	0.78
355	0.72
390	0.68[(1)]
460	0.62
(1) 9장에 따라 선체구조의 피로강도 평가가 수행될 경우 재료계수 k는 0.66을 사용할 수 있다.	

2.3 강재의 등급

2.3.1

다양한 강도부재에 사용되는 강재는 표 3부터 표 6까지 규정한 재료의 사용 등급보다 낮은 등급의 것이어서는 아니 된다. 일반적인 요건은 표 3을 따르며, 길이가 150 m 및 250 m를 넘는 선박에 대한 추가 요건은 각각 표 4 및 표 5를 따른다. 두께에 따른 각 구분의 선체 구조부재에 대한 재료등급 요건은 표 6에 따른다.

2.3.2

표 3부터 표 5까지 규정하지 않은 강도부재에 대하여는 우리 선급이 인정한 경우 A / AH급 강을 사용할 수 있다.

2.3.3

일반적으로 선미재, 타, 러더혼 및 샤프트 브래킷의 강판은 II 등급 이상의 재료를 사용하여야 한다.

표 3 : 강재의 사용구분 (class and grade)

구조부재 구분	강재의 등급		
	중앙부 0.4 L 이내	중앙부 0.4 L 부터 0.6 L 이내	중앙부 0.6 L 이외
○ 2차 (secondary) • 종통격벽의 판(1차 강도부재 제외) • 강력갑판이 아닌 노출갑판(1차 강도부재 및 특급부재 제외) • 선측외판	I	A / AH	A / AH
○ 1차 (primary) • 선저외판(평판용골 포함) • 강력갑판(특급부재 제외) • 강력갑판상부의 연속 종강도 판부재(해치코밍 제외) • 강력갑판에 접합되는 종격벽판	II	A / AH	A / AH
○ 특급 (special) • 강력갑판의 현측후판(1) • 강력갑판의 스트링거판(1) • 이중 선측구조를 구성하는 종통격벽에 접합되는 갑판의 강판을 제외한 종통격벽에 접합되는 갑판의 강판(1)	III	II	I
• 화물창구의 선외측 모서리부의 강판	III	II 화물구역 : III급 이상	I 화물구역 : III급 이상
• 만곡부외판(이중저를 가진 L 이 150 m 미만인 선박)	II	II	I
• 만곡부외판(이중저를 가진 L 이 150 m 이상의 선박)(1)	III	II	I
• 길이가 0.15 L 이상인 종방향 해치코밍 • 종방향 해치코밍의 끝단 브래킷 및 갑판실 연결부분	III D / DH 이상	II D / DH 이상	I D / DH 이상
(1) 선박의 중앙부 0.4 L 사이에 III 급 강판이 요구되는 1조의 강판(single strake)은 선박 설계에 따른 형상의 제한이 없는 한 "800 + 5 L (mm)" 이상의 너비를 가져야 하며, 1,800 mm 를 넘을 필요는 없다.			

표 4 : 길이 150 m 를 넘는 선박에 대한 강재의 최소 등급

구조부재 구분	강재의 등급
• 종강도에 기여하는 강력갑판의 종방향 판	중앙부 0.4 L 이내 : B / AH급
• 강력갑판 상부의 종방향 판	중앙부 0.4 L 이내 : B / AH급
• 선저와 강력갑판 사이에 연속하는 내측 종격벽이 없는 선박의 단일선측 외판 (single side strake)	화물 구역 내 : B / AH급

표 5 : 길이 250 m 를 넘는 선박에 대한 강재의 최소 등급

구조부재 구분[1]	강재의 등급
• 강력갑판의 현측후판	중앙부 0.4 L 이내 : E / EH급
• 강력갑판의 스트링거판	중앙부 0.4 L 이내 : E / EH급
• 만곡부 외판	중앙부 0.4 L 이내 : D / DH급
[1] 선박의 중앙부 0.4 L 사이에 E/EH급 강판이 요구되는 1조의 강판(single strake)은 선박 설계에 따른 형상의 제한이 없는 한 "800 + 5 L (mm)" 이상의 너비를 가져야 하며, 1,800 mm 를 넘을 필요는 없다.	

표 6 : I, II 및 III 등급에 따른 사용 강재

건조 두께 (mm)	I 급		II 급		III 급	
	MS	HT	MS	HT	MS	HT
$t \leq 15$	A	AH	A	AH	A	AH
$15 < t \leq 20$	A	AH	A	AH	B	AH
$20 < t \leq 25$	A	AH	B	AH	D	DH
$25 < t \leq 30$	A	AH	D	DH	D	DH
$30 < t \leq 35$	B	AH	D	DH	E	EH
$35 < t \leq 40$	B	AH	D	DH	E	EH
$40 < t \leq 50$	D	DH	E	EH	E	EH

2.4 두께방향 특성

2.4.1

T 이음 또는 십자 이음부를 부분 또는 완전 용입으로 용접하는 경우, 그리고 판재가 두께방향(압연 면에 직각방향)으로 큰 변형 응력을 받는 경우에는 **2편 1장**에서 정의하는 두께방향 특성시험에 합격한 강재를 사용하여야 한다. 승인도면 상에는 요구되는 재료기호의 뒤에 "Z"를 부기하여 이들 강재를 지정하여야 한다.(예 : EH36Z)

2.5 스테인리스 강

2.5.1

온도 상승에 따른 스테인리스 강의 강도 저하는 재료의 탄성계수 E와 재료계수 k에서 고려되어야 한다.

스테인리스 강은 **3편 1장 4절** 401.에 따른다.

3. 단강품 및 주강품

3.1 일반

3.1.1

구조부재로 사용되는 단강품 및 주강품(이하 주단강품이라 한다.)의 화학성분 및 기계적 성질은 **2편 1장**의 관련 요건에 적합한 것이어야 한다.

3.1.2

용접구조로 사용되는 주단강품은 우리 선급이 목적에 적절하다고 인정하는 기계적 화학적 특성을 가진 것이어야 한다.

3.1.3
사용되는 주단강품은 **2편 1장**의 관련요건에 따라 시험되어야 한다.

3.2 단강품

3.2.1
우리 선급이 인정하는 경우, 단강품 대신에 압연봉강(rolled bar)을 사용할 수 있다. 이 경우, 품질 및 시험과 관련하여 **2편 1장**의 단강품에 대한 규정 대신에 **2편 1장 301.**의 압연봉강에 대한 요건에 따르도록 요구할 수 있다.

3.3 주강품

3.3.1
선수재, 선미재로 사용되는 주강품은 일반적으로 **2편 1장**의 관련요건에 적합한 최소 인장강도 R_m= 400 N/mm^{2}를 갖는 C 또 C-Mn계의 용접구조용 주강재로 제조할 수 있다.

3.3.2
선체강도에 기여하는 주판(main plating)에 주강품을 용접하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

또한 우리 선급은 이러한 주강품에 대해서는 추가의 특성 및 비파괴시험을 요구할 수 있다. 특히, 그 주강품에 용접되는 강판의 충격특성에 적합한 충격특성 및 비파괴시험을 요구할 수 있다.

4. 알루미늄 합금

4.1 일반

4.1.1
선루, 선실, 창구덮개, 헬리콥터 플랫폼 또는 그 외의 국부요소에 알루미늄 합금의 사용은 특별히 고려되어야 한다. 사용하고자 하는 알루미늄 합금의 사양 및 제작방법 등에 대한 자료를 우리 선급에 제출하여 승인받아야 한다.

재료요건 및 구조치수는 **2편 1장**의 요건에 적합하여야 한다. Al-Mn계의 5000계열 알루미늄 합금과 Al-Mn-Si계의 6000계열 알루미늄 합금을 사용하여야 한다.

4.1.2
저온에 사용되는 구조 또는 기타 특별한 용도에 사용되는 알루미늄 합금에 대해서는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4.1.3
특별히 인정하는 것을 제외하고, 알루미늄 합금의 탄성계수(Young's modulus)는 70,000 N/mm^2 그리고 포아송 비는 0.33으로 한다.

4.1.4
모든 알루미늄 합금과 강구조의 연결방법의 상세사항에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4.2 압출 판재(extruded plating)

4.2.1
압출 판재(extruded plating)라 불리는 판과 보강재로 구성된 압출 형재(extrusions)를 사용할 수 있다.

4.2.2
일반적으로, 압출 판재의 사용은 갑판, 격벽, 선루 및 갑판실로 제한된다. 압출 판재를 다른 곳에 사용하기 위해서는 사안별로 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4.2.3
압출 판재는 보강재가 주응력의 방향과 평행하게 향하도록 하여야 한다.

4.2.4
압출 판재와 주요 부재와의 연결부는 특별히 주의하여야 한다.

4.3 용접 이음부의 기계적 특성

4.3.1
용접 입열은 가공경화(5000계열 다만, O 상태 또는 H111인 경우는 제외) 또는 열처리(6000계열)에 의해 경화된 알루미늄 합금의 기계적 강도를 국부적으로 저하시킨다.

4.3.2
5000계열 알루미늄 합금의 용접상태의 특성은 일반적으로 O 상태 또는 H111인 상태와 같다. 적절히 증명되는 경우, 더 높은 기계적 특성치를 고려할 수 있다.

4.3.3
6000계열 알루미늄 합금의 용접상태의 특성에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4.4 재료계수, k

4.4.1
알루미늄 합금의 재료계수 k는 다음 식에 따라 구한다.

$$k = \frac{235}{R'_{lim}}$$

R'_{lim} : 용접상태에서 모재의 최소 항복응력 $R'_{p0.2}$ (N/mm^2). 다만, 용접상태에서의 모재의 최소 인장강도 R'_m의 70 % 보다 커서는 아니 된다.

$R'_{p0.2}$: 용접상태에서 재료의 최소 인장강도(N/mm^2)로 다음에 따른다.

$R'_{p0.2} = \eta_1 R_{p0.2}$

R'_m : 용접상태에서 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$R'_m = \eta_2 R_m$

$R_{p0.2}$: 출하상태에서 모재의 최소 항복응력(N/mm^2)

R_m : 출하상태에서 모재의 최소 인장강도(N/mm^2)

η_1, η_2 : **표 7**에 따른다.

표 7 : 용접구조용 알루미늄 합금

알루미늄 합금	η_1	η_2
가공경화 처리를 하지 아니한 알루미늄 합금 (어닐링된 O 상태 또는 어닐링된 평평한 H111 상태인 5000계열)	1.0	1.0
가공경화에 의해 경화된 알루미늄 합금 (O 상태 또는 H111 상태 이외의 5000계열)	$R'_{p0.2} / R_{p0.2}$	R'_m / R_m
열처리에 의해 경화된 알루미늄 합금 (6000계열) (1)	$R'_{p0.2} / R_{p0.2}$	0.6
(1) 열처리에 대한 자료가 없는 경우, 계수 η_1은 **표 8**에 정의한 야금학적 이음효율계수 β와 동등하게 본다.		

표 8 : 알루미늄 합금 - 야금학적 이음효율계수 β

알루미늄 합금	성질 상태	총 두께(mm)	β
6005A (개단면 형강)	T5 또는 T6	$t \le 6.0$	0.45
		$t > 6.0$	0.40
6005A (폐단면 형강)	T5 또는 T6	All	0.50
6061 (형강)	T6	All	0.53
6082 (형강)	T6	All	0.45

4.4.2
두 종류의 서로 다른 알루미늄 합금을 용접하는 경우, 부재치수의 결정을 위하여 사용되는 재료계수 k는 결합되는 두 종류의 알루미늄 합금의 재료계수 값 중 큰 값으로 한다.

4.5 기타

4.5.1
코퍼댐 내에는 알루미늄 부착품(fittings)의 사용을 피해야 한다.

4.5.2
도교(gangway) 등과 같은 무거운 이동식 알루미늄 구조물의 밑면은 흠집(smear)의 생성을 막기 위하여 견고한 플라스틱이나 목재 커버 또는 승인된 방법으로 보호하여야 한다. 그러한 보호장비는 구조물에 영구적으로 안전하게 부착되어야 한다.

5. 기타 재료 및 제품

5.1 일반

5.1.1
주철제 부품(허용된 경우), 동 및 동합금 제품, 리벳, 앵커, 체인 케이블, 크레인, 마스트, 데릭포스트, 데릭, 부속품과 와이어로프 같은 기타 재료 및 제품은 **2편 1장**의 요건에 적합하여야 한다.

5.1.2
2편 1장에 규정되지 아니한 플라스틱 혹은 기타 특수한 재료의 사용은 사안별로 우리 선급에 의하여 고려되어야 한다. 이러한 경우, 그 재료의 허용을 위한 요건이 승인되어야 한다.

5.2 주철제 부품(Iron cast parts)

5.2.1
회주철, 가단주철 또는 구상흑연주철로 만든 제품은 일반적으로 응력이 낮은 2차 부재 요소의 제작에만 허용된다.

5.2.2
보통주철은 창과 현장(side scuttle)에 사용되어서는 아니 된다. 창과 현창의 재료는 **4편 8장 8절 804.** 및 **9절 904.** 에 따른다.

제 2 절 순 치수 방법

기호

이 장에서 정의도지 않은 기호는 **1장 4절** 참조

t : 순 두께(mm)

t_c : 부식 추가(mm)

t_{gr} : 총 두께(mm)

h_{stf} : 보강재 또는 1차 지지부재의 높이(mm)

h_w : 보강재 또는 1차 지지부재의 웨브 높이(mm)

t_w : 보강재 또는 1차 지지부재의 웨브 두께(mm)

b_f : 보강재 또는 1차 지지부재의 면재 너비(mm)

t_f : 보강재 또는 1차 지지부재의 면재 두께(mm)

t_p : 보강재 또는 1차 지지부재의 부착판 두께(mm)

d_e : 웨브의 상단으로부터 L3 형강의 플랜지에서 상면까지 거리(mm). (**그림 3** 참조)

d_f : L2 형강의 플랜지 연장거리(mm). (**그림 3** 참조).

t_{as_built} : 건조 두께, 신조선 단계에서 주어지는 실제 두께(mm)

t_{gr_off} : 제공 총 두께(mm), **[1.2.2]**에 정의된 두께

t_{gr_req} : 요구 총 두께(mm), **[1.2.1]**에 정의된 두께

t_{off} : 제공 순 두께(mm), **[1.2.3]**에 정의된 두께

t_{dm} : 설계 생산 여유(mm), 설계 또는 생산 상황에 맞추기 위하여 설계자 또는 건조자에 의하여 적용된 치수 결정의 결과로서, 제공 총 두께와 요구 총 두께 사이의 두께 차이(요구 순 두께와 제공 순 두께 사이에 있는 두께 차이도 동일). 두께의 차이는 추가적인 부식 여유로서 고려되지 않는다.

t_{req} : 요구 순 두께(mm), **[1.3.1]**에 요구된 두께.

t_{vol_add} : 자발적 추가 두께(mm), t_c에 추가하여, 부식 쇠모를 위하여 선주 또는 건조자에 의하여 자발적으로 추가되는 여유 두께

t_{res} : 예비 두께(mm)로서 0.5 mm로 한다.

t_{c1}, t_{c2} : **3장 3절 표 1**에 정의된 것과 같이, 고려되는 구조 부재의 한 면의 부식 추가(mm)

1. 일반

1.1 적용

1.1.1 순 두께 방법

구조요소의 순 두께 t는 설계기준에 따른 구조강도에 대하여 요구된다. 구조요소에 대한 부식추가 t_c는 **그림 1**에 나타낸 바와 같이 순 치수 요건과는 독립적으로 구해진다. 이 방법에서 운항 중 발생할 수 있는 부식을 다루기 위하여 추가되는 두께와 순 두께는 명확히 구분된다. 이 방법에서는 선체 수명 동안 부식에 관한 구조의 상태를 명백하게 하는 것이 가능하다.

1.1.2 국부 및 전체적인 부식

순 두께 방법에 있어서 국부부식과 전체적인 부식은 다음과 같이 구별된다. 국부부식은 판 부재나 보강부재와 같은 국부 구조부재의 균일한 부식으로 규정하며, 전체적인 부식은 주요 구조부재나 선체거더와 같은 광범위한 범위의 전체적인 평균부식으로 규정한다.

1.1.3 총 치수의 예외

총 부재 치수의 값으로 직접 구해진 항목들은 순 치수 방법을 따르지 않는다. 예를 들면, 다음 항목들은 선주 추가 여유를 제외한 부식 추가는 이미 포함하고 있다. 총 치수 요건은 "gr"의 접미사로 식별되며 예시는 다음과 같다.

a) **11장 1절**에 정의된 선루 및 갑판실의 치수
b) 단강 및 주강으로 만든 거대 부품의 치수

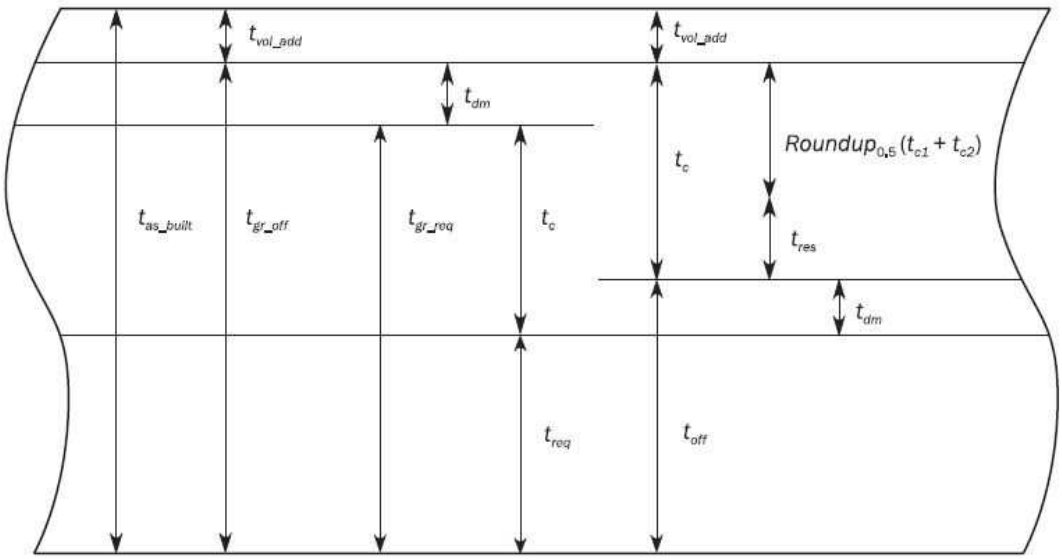


그림 1 : 순 치수 방법

1.2 총 치수와 순 치수의 정의

1.2.1 요구 총 두께

요구 총 두께 t_{gr_req}는 요구 순 두께에 **3장 3절**에 따른 부식 추가를 더하여 얻어지는 두께로서, 다음 식으로 구한다.

$$t_{gr_req} = t_{req} + t_c$$

1.2.2 제공 총 두께

제공 총 두께 t_{gr_off}는 신조선 단계에서 주어지는 총 두께로서, 다음과 같이 건조 두께로부터 자발적 추가 두께를 빼서 구한다.

$$t_{gr_off} = t_{as_built} - t_{vol_add}$$

1.2.3 제공 순 두께

제공 순 두께 t_{off}는 다음과 같이 제공 총 두께로부터 부식 추가를 빼서 구한다.

$$t_{off} = t_{gr_off} - t_c = t_{as_built} - t_{vol_add} - t_c$$

1.3 부식추가의 적용

1.3.1

요구 순 두께 t_{req}는 규칙에 따라 계산된 순 두께에 가까운 0.5 mm 단위로 반올림한 값을 사용한다. 예를 들면,

a) $10.75 \le t < 11.25$ mm에 대하여, 규칙의 요구 순 두께는 11.0 mm이다.

b) $11.25 \le t < 11.75$ mm에 대하여, 규칙의 요구 순 두께는 11.5 mm이다.

1.3.2

규칙과 관련된 준수해야 할 사항은 다음과 같다.

a) 판의 제공 순 두께는 판의 요구 순 두께와 같거나 커야 한다.

b) 국부 지지부재의 요구 순 단면계수, 관성 모멘트와 전단면적 특성치는 부착된 판, 웨브 및 플랜지의 순 두께를 사용하여 계산하여야 한다. 국부 지지부재의 순 단면 치수는 **그림 2** 및 **그림 3**에 정의되어 있다. 요구된 단면계수 및 웨브 순 두께는 끝단 브래킷이 없는 부분에 적용한다.

c) 1차 지지부재와 선체거더의 제공 순 단면 특성치는 모든 구조부재에 적용되는 **표 1**에 나타나있는 적용 부식추가를 뺀 제공 총 치수를 기준으로 하는 요구 순 단면 특성치와 같거나 커야 한다.

d) 강도를 평가함에 있어서는, 제공 총 치수에서 **표 1**에 따른 부식추가를 빼서 구한다. **표 1**에 따른 부식추가의 절반을 고려하는 구조요소의 양측에서 뺀다.

e) 부식추가는 **3장 3절 [1.2]**에 의한 값보다 작아서는 아니 된다.

규칙에서는 선주나 설계자에 의해 추가된 두께는 고려되지 않는다.

표 1 : 총 치수에 적용된 부식에 대한 평가

구조 항목	특성 / 해석 유형	적용된 부식 추가
최소두께 (1차 지지부재를 포함하는 모든 부재)	두께	t_c
국부 강도 (판, 보강재 및 창구 늑골)	두께 / 단면 특성	t_c
	강성 / 치수비 / 좌굴능력	t_c
1차 지지부재 (규정)	단면 특성	$0.5t_c$
	강성 / 웨브 및 플랜지의 치수비 좌굴능력	t_c
FEM에 의한 강도평가	화물창 (응력 계산)	0.0
	좌굴능력	t_c (1)
	국부 상세 요소 분할	0.0
선체 거더 강도	단면 특성	$0.5t_c$
	좌굴능력	t_c
선체 거더 최종 강도	단면 특성	$0.5t_c$
	좌굴 / 붕괴 능력	$0.5t_c$
피로 평가 (간이 응력 해석)	선체 거더 단면 특성 국부 지지부재	$0.5t_c$
피로 평가 (FE 응력 해석)	성긴요소 FE 모델 매우 상세한 분할 부분	0.0

(1) $t_c = t_{c1} + t_{c2}$

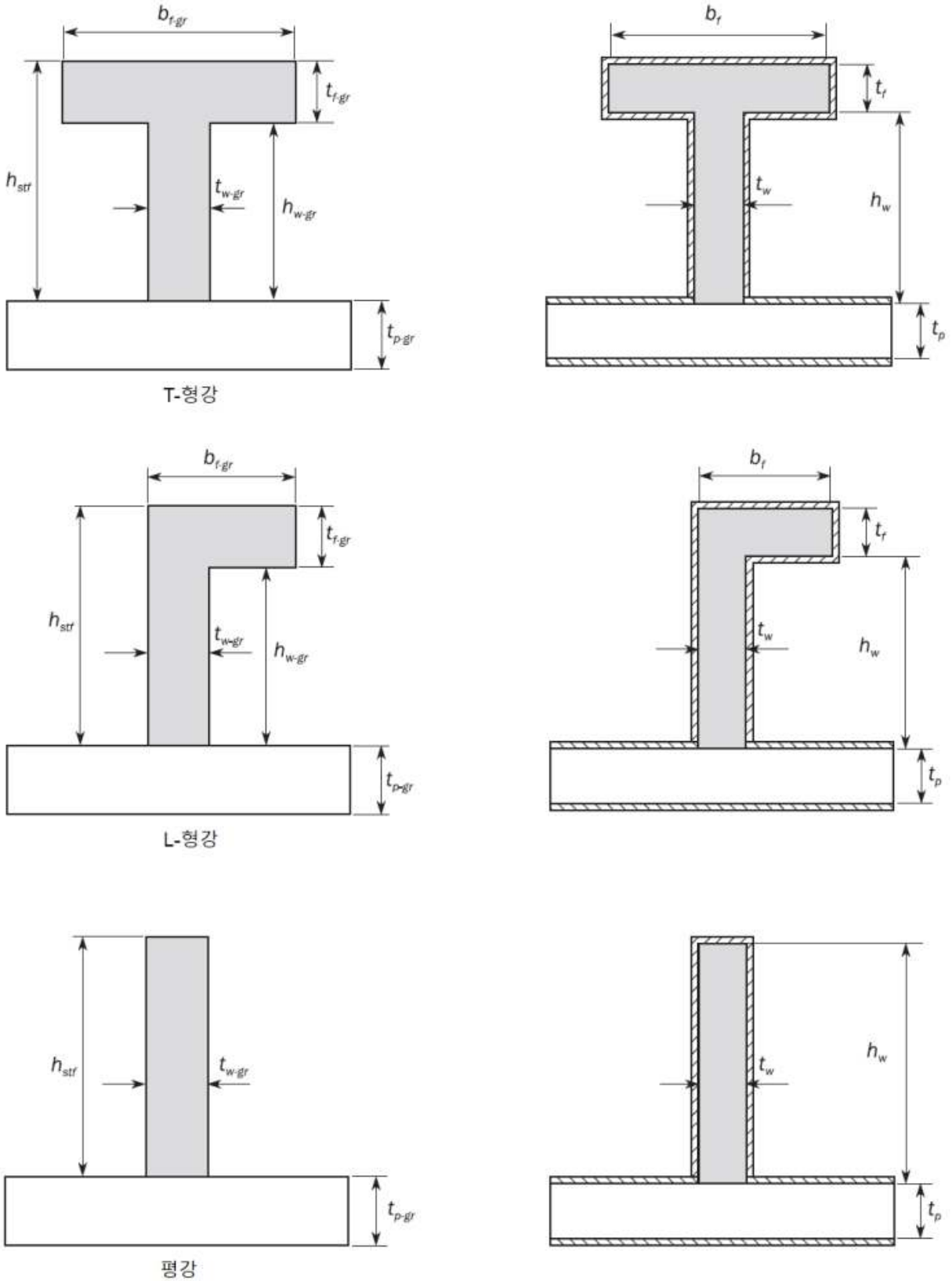


그림 2 : 국부 지지부재의 순 단면특성 (T-형강, L-형강, 평강)

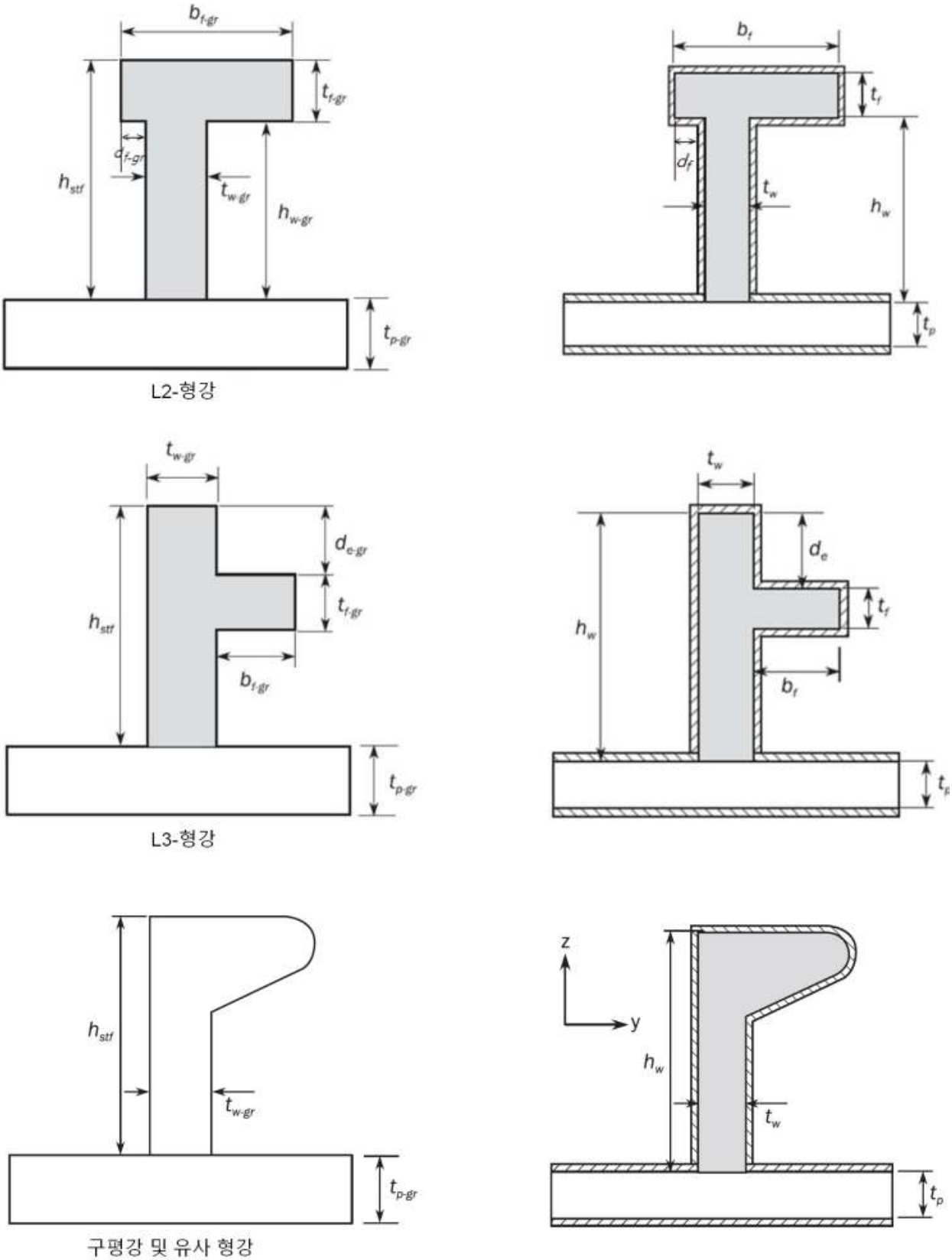


그림 3 : 국부 지지부재의 순 단면특성 (L2-형강, L3-형강, 구평강(bulb) 및 유사 형강)

순 횡단면적, y축에 대한 관성 모멘트 및 단면의 중립축 위치는 단면의 표면 두께에서 부식 두께 0.5 t_c를 빼서 구한다.

제 3 절 부식추가

기호

t_c : 총 부식추가(mm)

t_{c1}, t_{c2} : 표 1에 따른 고려하는 구조부재의 한 면의 부식추가(mm)

t_{res} : 예비 두께로서, 0.5 mm로 한다.

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

이 규칙에서 규정하는 부식추가는 C-Mn 강, 스테인리스 강, 스테인리스 클래드 강 및 알루미늄 합금강에 적용한다. 스테인리스 클래드 구조물의 노출된 탄소강 표면에 대한 부식추가는 표 1의 상응하는 구획에 따른다.

다른 재료에 대한 부식추가는 우리 선급의 요건에 적합하여야 한다.

1.2 부식추가 결정

1.2.1

구조부재 두 면의 각 면에 대한 부식추가 t_{c1} 또는 t_{c2}는 표 1에 따른다.

구조부재의 각 면에 대한 총 부식추가 t_c(mm)는 다음 식에 의하여 구한다.

$t_c = t_{c1} + t_{c2} + t_{res}$

주어진 구획의 내부 부재에 대하여는, 총 부식추가 t_c는 다음 식에 의하여 구한다.

$t_c = 2t_{c1} + t_{res}$

여기서, t_{c1}은 표 1에 규정한 값으로 그 구획에 노출된 한 표면에 대한 값이다.

스테인리스 강 혹은 알루미늄으로 만들어진 구획의 경계부 및 내부재의 총 부식추가, t_c(mm)는 다음과 같이 구한다.

$t_c = t_{res} = 0.5$

스테인리스 클래드강의 경우, 탄소강 표면의 부식추가 t_{c1} 및 스테인리스강 표면의 부식추가 t_{c2}는 각각 다음과 같이 구한다.

a) t_{c1}은 표 1에 따른 값

b) t_{c2} = 0.0

표 1 : 구조부재 한 표면에 대한 부식추가

구획종류		t_{c1} 또는 t_{c2}
평형수 탱크, 빌지 탱크, 드레인 저장탱크, 체인로커(1)		1.0
대기에 노출(5)		0.5
해수에 노출(5)		0.5
연료유 탱크 및 윤활유 탱크		0.5
청수 탱크		0.5
보이드 구역(2)(3)(4)	통상 접근하지 않는 구역으로, 볼트붙이 맨홀만을 통해 접근 가능한 구역, 파이프 터널 등의 내부	0.0
건 구역(3)(4)	기관구역, 창고, 조타기실 등의 내부	0.0
컨테이너 화물창(5)		0.5
거주구 구역		0.0
기타 구역		0.5

(1) 체인로커 바닥의 상면으로부터 상방 3.0 m 이내의 판 표면에는 1.0 mm를 더한다.
(2) 외판에 대한 부식추가를 고려할 때, 파이프 터널은 평형수 탱크로 고려한다.
(3) 보이드 구역 및 건 구역 바닥의 부식추가는 0.5 mm로 한다.
(4) **5장**의 선체거더 강도평가의 경우 부식추가는 0.5 mm로 한다.
(5) **5장**의 선체거더 강도평가의 경우 부식추가는 1.0 mm로 한다.

1.2.2 보강재

보강재의 부식추가는 부착판과 접합 위치에 따라 결정된다.

1.2.3

국부 구조물의 부재 / 판이 두 개 이상의 부식추가 값에 의하여 영향을 받는 경우, 가장 두꺼운 부식추가 값을 전체 판에 적용한다.

1.2.4 부식추가 한계

13장 2절에 규정된 신환기준을 고려하여, 총 부식추가 t_c는 제공 총 두께 t_{gr_off}의 20%보다 클 필요는 없다. 부식추가는 다음 조건을 만족하여야 한다.

$t_c \leq 0.2\, t_{gr_off}$ 다만, 0.5 mm 단위에 가까운 값

예를 들어,

$0.75 \leq t_c < 1.25$mm에 대하여, 부식 추가 t_c는 1.0mm이다.

$1.25 \leq t_c < 1.75$mm에 대하여, 부식 추가 t_c는 1.5mm이다.

제 4 절 부식방지

1. 일반

1.1 보호되어야 하는 구조

1.1.1 해수 전용 평형수 탱크

선박의 모든 해수 전용 평형수 탱크는 효율적인 부식방지 시스템을 갖추어야 한다.

1.1.2 좁은 구역

비접근성으로 인해 검사 및 보수가 쉽지 않은 선수미 단의 좁은 구역은 일반적으로 효율적인 보호 물질로 채워야 한다.

제 5 절 한계상태

1. 일반사항

1.1 한계상태

1.1.1 정의

한계상태는 요건을 더 이상 만족하지 않은 구조물의 상태로 정의된다. 구조물과 관련하여 다음의 한계상태 범주로 나눌 수 있다.

a) 사용성 한계상태(SLS)는 규정된 요건을 더 이상 만족하지 않는 상태를 말한다.
b) 최종 한계상태(ULS)는 비 손상상태에서 최대 하중부담 능력 또는 최대 허용 변형율 / 변형에 상응하는 상태를 말한다.
c) 피로 한계상태(FLS)는 시간변동(주기적) 하중의 영향으로 강도 저하에 상응하는 상태를 말한다.
d) 사고 한계상태(ALS)는 사고 상황에서 견디는 구조물의 능력에 관련된 상태를 말한다.

1.1.2 사용성 한계상태

통상적인 사용에 관련한 사용성 한계상태는 다음을 포함한다.

a) 구조의 사용수명을 단축시키거나 구조부재 / 비구조요소의 효율성 및 외관에 영향을 줄 수 있는 국부손상
b) 구조부재 / 비구조요소 또는 안전장비의 기능의 효율적인 사용 및 외관에 영향을 주는 허용할 수 없는 변형

사용성 한계상태의 정의에서, '외관'의 의미는 외적 미관이 아닌 과도한 처짐과 광범위한 균열과 같은 기준과 관련된다.

1.1.3 최종 한계상태

최대 하중부담 능력 또는 최대 허용 변형율 / 변형에 상응하는 최종 한계상태는 다음을 포함한다.

a) 파단이나 과도한 변형 또는 불안정성(좌굴)으로 인한 단면, 부재 또는 연결부의 최대 저항능력의 한계 도달
b) 구조의 과도한 항복, 변형 또는 일부가 소성 메카니즘에 들어선 상태

1.1.4 피로 한계상태

피로 한계상태는 주기적 하중으로 인한 구조부재의 피로능력이 설계 피로수명 이하인 상태를 뜻한다.

1.1.5 사고 한계상태

사고 한계상태는 비정상적인 상황 또는 사고 상황에서 저항하는 구조물의 능력과 관련된다. **7장 5장**에 따라, 이 한계상태는 다음과 같은 비손상(손상되지 않은) 조건에서 액화 천연가스 연료 격납 시스템에 가해지는 충돌 하중과 그 지지 구조물에 관련된다.

- 만재상태 선수 방향 0.5g
- 만재상태 선미 방향 0.25g

여기서 g는 중력 가속도이다.

다른 구획으로 계속적인 침수가 진행되지 않는 어느 구획의 침수상태가 고려된다. 한계상태는 비정상적인 하중이나 사고 하중을 받는 비손상상태 또는 제한된 시간 동안 선박이 받는 환경하중을 가진 손상된 상태에서 다음과 관계가 있다.

- 인명안전
- 환경
- 재산(선박과 화물)

사고 한계상태는 다음을 포함한다.

- 구획의 손실 없는 구조강도의 손실
- 구조강도 및 구획의 손실

1.2 손상유형

1.2.1

발생 가능한 여러 손상유형은 선체 구조의 다양한 부분과 관련될 수 있다. 각 손상유형은, 1개 또는 그 이상의 한계상태와 관련되어 있다. **표 1**에는 한계상태와 관련하여 선체 구조 안전성의 평가를 위하여 고려하여야 할 손상유형이 나타나 있다.

표 1 : 고려하여야 하는 한계상태와 관련된 손상유형

고려하여야 하는 발생 가능한 손상유형	한계상태[1]			
	SLS	ULS	FLS	ALS
항복 (Yielding)	Y	Y	-	Y
소성붕괴 (Plastic collapse)	-	Y	-	Y
좌굴 (Buckling)	Y	Y	-	-
파단 (Rupture)	-	Y	-	Y
피로균열 (Fatigue cracking)	-	-	Y	-
취성파괴 (Brittle fracture)[2]	-	-	-	-

[1] "Y"는 구조평가가 수행되어야 함을 나타낸다.
[2] 강재등급의 규칙 요건에 따라 조절된다.

1.2.2 항복

항복 손상유형은 면내응력과 직응력이 조합되어 고려하는 구조부재에 소성변형이 국부적으로 발생하는 유형이다. 국부 소성변형은 구조부재 내에서 유발된 응력이 허용치 이내로 유지되는지를 검토함으로써 SLS, ULS 및 ALS 상태 내에서 조절된다.

1.2.3 소성붕괴

소성붕괴 손상유형은 일반적으로 큰 면외 충격압력을 받는 국부 구조부재에서 발생한다. 이 손상 유형에서는 국부 구조부재에 영구적인 면외 변형이 발생하더라도 전체 강도에는 영향을 미치지 않는다. 이 유형은 통상적인 소성설계 방법을 사용함으로써 ULS 및 ALS 상태 내에서 조절된다.

1.2.4 좌굴

좌굴 손상유형은 압축하중을 받는 구조부재의 불안정 현상이다. 구조부재의 응력이 탄성 좌굴응력에 도달하게 되면, 압축하중을 받는 동안 탄성(복원 가능한) 좌굴이 발생한다. 이러한 좌굴 손상유형은 SLS 상태 내에서 조절된다. 압축하중이 점점 증가함에 따라, 가장 약한 구조부재의 좌굴로 인하여 응력이 재분배되며 일부 구조부재는 항복응력에 도달한다. 큰 탄성 변형을 포함한 이러한 좌굴 손상유형은 ULS 상태 내에서 조절된다. 압축하중이 없어지는 경우, 좌굴로 인한 손상은 나타나지 않는다.

반면, 구조부재 내의 응력이 항복응력을 초과하게 되면 소성(복원되지 않는) 좌굴이 발생한다. 그 결과 소성좌굴로 인한 상당한 영구변형이 나타난다. 이 복원되지 않는 좌굴손상 유형은 선체거더 강도 관점에서 ULS 상태 내에서 조절된다.

1.2.5 파단

파단 손상유형은 고려하는 구조부재가 재료의 항복응력을 넘어서는 큰 인장응력을 받아 파괴가 발생하는 유형이다. 이러한 손상유형은 USL 또는 ALS 상태 내에서 조절되지만, 이 손상유형의 평가는 항복손상의 정도를 규정함으로써 이루어진다.

1.2.6 취성파괴

취성파괴는 재료, 온도, 두께에 좌우된다. 그러므로 이 유형은 강재등급의 재료 규칙 요건에 따라 조절된다.

1.2.7 피로균열

이 손상유형은 위에서 언급된 손상유형과는 다르며 FLS 상태 내에서 조절된다.

2. 기준

2.1 일반사항

2.1.1

다양한 구조요소에 대한 관련 한계상태를 확인하기 위한 기준이 규칙에 명시되어 있다. 규칙에 포함된 강도평가는 **표 2**에 나타나 있는 것과 같이 항복 검토, 좌굴 검토, 최종강도 검토, 피로 검토로 정의된다.

표 2 : 구조강도 평가

구조 요소[1]		항복 검토	좌굴 검토	최종강도 검토	피로 검토
국부구조	보강재	Y	Y	Y[2]	Y
	판	Y	Y	Y[3]	-
1차 지지부재		Y	Y	Y[2]	Y
선체 거더		Y	Y[4]	Y	-

(1) "Y"는 구조평가가 수행되어야함을 나타낸다.
(2) 최종강도 검토는 좌굴 검토에 포함된다.
(3) 판의 최종강도 검토는 판의 항복 검토식에 포함된다.
(4) 선체거더 강도에 기여하는 보강재 및 판의 좌굴 검토는 선체거더 굽힘 모멘트 및 전단력으로 인한 응력에 대하여 수행한다.

2.2 사용성 한계상태

2.2.1 선체거더

선체거더의 항복 검토에 대하여, 응력은 확률 수준 10^{-8}의 하중에 대응한다.

2.2.2 판

1차 지지부재를 구성하는 판의 항복 및 좌굴 검토에 대하여 응력은 확률 수준 10^{-8}의 하중에 대응한다.

2.2.3 보강재

보강재의 항복 검토에 대하여, 응력은 확률 수준 10^{-8}의 하중에 대응한다.

2.3 최종 한계상태

2.3.1 선체거더

선체거더의 최종강도는 부분안전계수를 추가한 확률 수준 10^{-8}의 선체거더 하중에 대하여 검토되어야 한다.

2.3.2 판

보강재 및 1차 지지부재 사이의 판의 최종강도는 확률 수준 10^{-8}의 하중에 대하여 검토되어야 한다.

2.3.3 보강재

보강재의 최종강도는 확률 수준 10^{-8}의 하중에 대하여 검토되어야 한다.

2.4 피로 한계상태

2.4.1 구조 상세

보강재와 1차 지지부재와의 연결부와 같은 대표적인 용접 구조의 피로수명은 확률 수준 10^{-2}의 하중을 기본으로 한 장기분포하중으로 평가된다.

2.5 사고 한계상태

2.5.1 격벽 구조

액화 천연가스 연료 탱크 경계에 있는 전방 및 후방 코퍼댐 횡격벽은 선수/선미 충돌하중에 대하여 6장 및 7장의 항복강도 기준에 따라 평가되어야 한다.

2.5.2 판, 보강재 및 1차 지지부재

판, 보강재 및 1차 지지부재는 침수 시 6장 및 7장의 항복강도 기준에 따라 평가되어야 한다.

3. 충격하중에 대한 강도 검토

3.1 일반사항

3.1.1

전방의 선저 슬래밍, 선수 충격 및 선미 슬래밍과 같은 충격하중에 대한 구조응답은 하중면적, 하중크기 및 격자구조에 좌우된다.

3.1.2

격자를 구성하는 구조부재, 즉 보강재와 1차 지지부재 사이의 판 및 부착판을 포함한 보강재의 최종강도는 가해지는 최대 충격하중에 대하여 검토되어야 한다.

제 6 절 구조상세 원칙

기호

이 장에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 적용

1.1 일반사항

1.1.1

별도로 규정되지 않는 한, 이 절의 요건은 선루와 갑판실을 제외한 선체구조에 적용된다.

2. 일반 원칙

2.1 구조적 연속성

2.1.1 일반

다음 부위는 구조적 연속성에 대하여 주의를 기울여야 한다.

a) 늑골방식이 변화는 부위
b) 1차 지지부재 또는 보강재의 연결부 끝단
c) 화물창 구역의 선수 / 선미 구역 및 기관구역 간의 전환(transition)구역 부위
d) 선루의 측면과 격벽 끝단 부위

구조부재의 끝단에서는 적절한 지지구조를 설치하여 구조적 연속성이 유지되도록 하여야 한다.

종부재의 단면특성의 급격한 변화는 피하여야 한다. 구조가 전환될 때에는 부드럽게 되어야 한다.

기관구역이 2개의 화물창 사이에 있는 이중선체의 경우, 내측은 일반적으로 기관구역 내에서 연속적이어야 한다. 기관구역이 후방에 위치하는 경우, 선체 내부는 가능한 한 멀리까지 연장되어야 하며 끝단까지 점점 가늘어져야 한다.

2.1.2 종방향 부재

종방향 부재는 강도의 연속성이 유지되도록 배치되어야 한다.

선체거더 종강도에 기여하는 종방향 부재는 선박의 선수미 방향으로 가능한 한 연속적으로 연장시켜야 한다.

2.1.3 1차 지지부재

1차 지지부재는 강도의 연속성을 유지할 수 있도록 배치되어야 한다. 웨브 높이 또는 단면의 급격한 변화는 피하여야 한다.

2.1.4 보강재

보강재는 강도 연속성을 유지 할 수 있도록 배치되어야 한다. 선체거더 종강도에 기여하는 보강재가 선체 중앙부 0.4 L 구간 내의 1차 지지부재를 관통할 때는 연속성을 유지하여야 하며, 가능한 선체 중앙부 0.4 L 구간 바깥까지 연속시켜야 한다. 보강재가 큰 개구, 지지대 및 부분 거더 부위에서 중단된다면, 끝단 연결부위의 구조적 연속성을 위하여 보강되어야 한다.

2.1.5 판

서로 다른 두께의 판이 연결될 때, 판의 건조 두께의 차이는 하중전달 방향으로 두꺼운 판 두께의 50 %를 초과하여서는 아니 된다. 이 요건은 또한 국부 삽입판(이중저 거더, 늑판 및 내저판의 삽입판)에 의한 보강에도 적용한다.

2.1.6 용접이음

높은 응력집중 영역에서는 용접이음을 피해야 한다.

2.2 국부 보강

2.2.1 너클의 보강

a) 너클은 면외 강성을 확보하기 위하여 일반적으로 보강재 또는 동등한 수단을 너클과 나란히 설치하여 보강한다.

b) 주요부재(외판, 종격벽 등)에 너클이 있는 경우, 전단 하중을 전달하도록 웨브, 브래킷 혹은 형강 형태의 보강이 주요부재에 연결되어야 한다.

c) 종방향으로 깊지 않는 너클의 경우, 너클의 상하 종통재 사이에 좁은 간격의 칼링을 너클에 가로질러 설치하여야 한다. 갑판 캠버 너클과 같이 깊지 않은 너클에 높은 면외 하중 및 / 또는 면내하중을 받지 않는 경우 칼링 또는 다른 형식의 보강재를 설치하지 않아도 된다.

d) 일반적으로 너클과 너클선을 따라 일직선상으로 설치되는 보강재 간의 거리는 50.0 mm 이하이어야 한다. 그렇지 않다면, 설계자는 **9장**에 따른 피로해석 결과를 제출하여야 한다.

2.2.2 집중하중을 받는 부위의 갑판구조 보강

윈들러스, 갑판 기계, 크레인, 마스트 및 데릭 포스트 같은 집중하중을 받는 부위의 갑판구조는 보강되어야 한다.

2.2.3 컨테이너 코너 하부와 고정식 고박장치 및 셀가이드 인접구조 보강

컨테이너 코너 하부와 고정식 고박장치 및 셀가이드(설치된 경우)의 인접구조의 선체구조와 창구덮개는 국부보강이 되어야 한다.

2.2.4 삽입판에 의한 보강

삽입판은 최소한 용접되는 판과 같은 항복강도 및 등급을 갖는 재료를 사용하여야 한다. 또한 [2.1.5]에 따라 적용된다.

2.3 선체거더 종강도에 기여하지 않는 종부재의 연결

2.3.1

5장 1절 [2.2.2]에 정의된 강력갑판 또는 선저에서의 선체거더 응력이 **5장 1절** [3.4.1]에 정의된 연강의 허용응력보다 큰 경우, 거터바, 강력갑판의 개구 보강재, 빌지킬처럼 선체거더 종강도에 기여하지 않고 강력갑판 또는 선저외판 및 만곡부 외판에 용접된 종부재는 강력갑판 또는 선저외판과 같은 규격 최소 항복응력을 갖는 강재로 만들어져야 한다.

2.3.2

[2.3.1]의 요건은 해치코밍, 스트링거 및 거더와 같은 선체거더 종강도에 기여하는 주요 구조부재의 웨브 또는 이중저에 용접된 불연속 종보강재의 선체거더 응력이 **5장 1절** [3.4.1]에 정의된 연강의 허용응력보다 높을 경우, 해당 불연속 종보강재는 부착판과 같은 최소 항복응력을 갖는 강재로 만들어져야 한다.

3. 보강재

3.1 일반사항

3.1.1

모든 종류의 보강재(웨브 보강재 제외)는 그 단부에서 연결되어야 한다. 다만, 선박의 고립된 지역과 같은 특별한 경우 스닙단(snip ends)이 허용될 수 있다. 여러 형태의 연결에 대한 요건은 [3.2]부터 [3.4]까지 나와 있다.

3.1.2

그림 1과 같이 보강재의 웨브와 부착판의 각도가 50° 미만인 경우, 트리핑 브래킷이 설치되어야 한다. 만일 비대칭 보강재의 웨브와 부착판의 각도가 50° 미만인 경우, 보강재의 면재는 웨브와 판의 결합각이 큰 쪽에 설치되어야 한다.

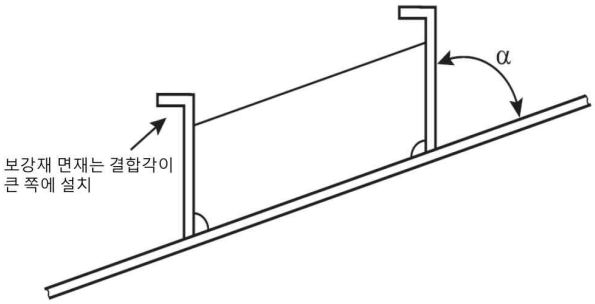


그림 1 : 부착판과 50도 미만의 각을 가지는 보강재

3.2 연속되지 않은 보강재의 브래킷 단부 연결

3.2.1

브래킷에 의하여 종부재 강도의 연속성이 제공되는 경우, 1차 지지부재의 양면에 배치되는 브래킷은 정확하게 정렬되어야 하고, 브래킷의 치수는 결합된 보강재 / 브래킷의 단면계수 및 유효단면적이 해당 부재의 단면계수 및 유효단면적보다 작지 않도록 되어야 한다.

3.2.2

브래킷 단부 연결에 있어서, 보강재와 브래킷의 연결부 및 브래킷과 지지부재의 연결부에서의 강도 연속성이 유지되어야 한다.

3.2.3

브래킷과 보강재 사이의 연결부는 어떠한 부분에서도 그 단면계수가 보강재에 요구된 단면계수 이상이 되도록 배치되어야 한다.

3.2.4 웨브 순 두께

브래킷 웨브 순 두께 t_b (mm)는 다음에 적합하여야 한다.

$$t_b \geq (2 + f_{bkt}\sqrt{Z})\sqrt{\frac{R_{eH-stf}}{R_{eH-bkt}}}$$ 다만, 13.5 mm 보다 클 필요는 없다.

f_{bkt} : 계수로서 다음과 같다.

f_{bkt} = 0.2 플랜지 또는 자유단 보강재가 있는 브래킷의 경우

f_{bkt} = 0.3 플랜지 또는 자유단 보강재가 없는 브래킷의 경우

Z : 보강재의 순 요구 단면계수(cm^3). 두 개의 보강재가 연결되는 경우, Z는 연결된 두 보강재 중 작은 순 요구 단면계수이다.

R_{eH-stf} : 보강재 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)

R_{eH-bkt} : 브래킷 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)

3.2.5 불연속 보강재 단부의 브래킷

불연속 보강재의 단부에는 다음 식에 의하여 구해진 암 길이 ℓ_{bkt} (mm)를 갖는 브래킷을 부착하여야 한다.

$$\ell_{bkt} = C_{bkt}\sqrt{\frac{Z}{t_b}}$$

다만, ℓ_{bkt}는 다음 값 이상이어야 한다.

ℓ_{bkt} = 1.8 h_{stf} 보강재 웨브의 끝단이 지지되고, 브래킷이 보강재 웨브와 일직선상에 용접되거나 용접을 위해 필요한 오프셋(offset)을 가지고 용접되는 연결의 경우(**그림 2 (c)** 참조)

ℓ_{bkt} = 2.0 h_{stf} 그 외의 경우(**그림 2 (a), (b)** 및 **(d)** 참조)

C_{bkt} : 계수로서 다음과 같다.

C_{bkt} = 65 플랜지 또는 자유단 보강재가 있는 브래킷의 경우

C_{bkt} = 70 플랜지 또는 자유단 보강재가 없는 브래킷의 경우

Z : [3.2.4]에 따른 보강재의 순 요구 단면계수(cm^3)

t_b : [3.2.4]에 따른 최소 순 브래킷 두께(mm)

그림 2 (b)와 유사하지만 겹침이 없는 연결의 경우, 브래킷 암 길이는 $\ell_{bkt} \geq h_{stf}$ 이어야 한다.

작은 보강재가 1차 지지부재 또는 격벽에 연결되는 **그림 2** (c) 및 (d)와 유사하게 연결되는 경우, 브래킷의 암 길이는 h_{stf}의 2배 이상이어야 한다.

3.2.6 다른 암 길이를 갖는 브래킷

판에서부터 브래킷 토우까지 계측되는 암 길이는 그 합이 $2\,\ell_{bkt}$ 보다는 커야하며, 각각의 길이는 $0.8\,\ell_{bkt}$ 이상이어야 한다. ℓ_{bkt}는 [3.2.5]에 따른다.

3.2.7 브래킷의 자유단 보강

자유단 보강재가 필요한 경우, 자유단 보강재의 웨브 높이 h_w (mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$h_w = 45\left(1 + \frac{Z}{2000}\right)$$ 다만, 50.0 mm 이상이어야 한다.

Z : [3.2.4]에 따른 보강재의 순 요구 단면계수(cm^3)

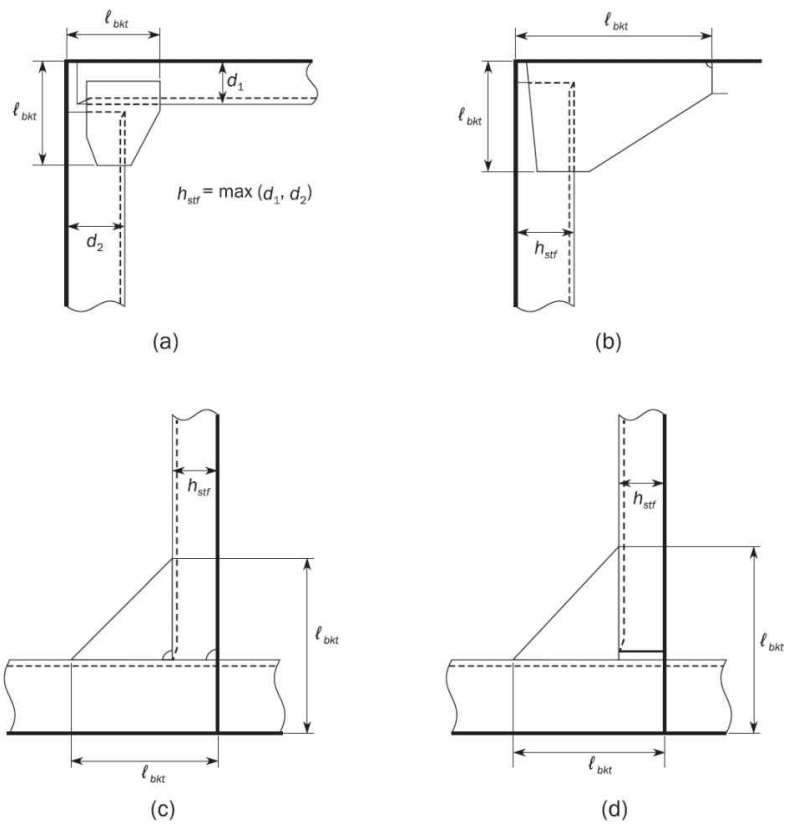


그림 2 : 불연속 보강재의 브래킷 암 길이

3.3 브래킷이 없는 연결부

3.3.1

브래킷이 없는 연결부는 회전 및 변위가 방지될 수 있도록 적절하게 설계되어야 한다.

3.4 스닙단

3.4.1

동적하중이 작은 곳에서 보강재에 의하여 지지되는 판의 순 두께, t_p (mm)가 다음보다 작지 않은 경우, 스닙단을 사용할 수 있다.

$$t_p = c_1 \sqrt{(1000\,\ell - \frac{s}{2})\frac{s\,P k}{10^6}}$$

P : 고려하는 설계하중조합에 대한 보강재의 설계압력(kN/m^2)

c_1 : 고려하는 설계하중조합에 대한 계수로서 다음에 따른다.

c_1 = 1.2 허용기준 AC-S의 경우

c_1 = 1.0 허용기준 AC-SD, AC-A 및 AC-T의 경우

일반적으로 선미부의 프로펠러 추진 영역이나 기관구역의 기관 또는 발전기 부근의 구조 또는 해수 흡입구 부근에는 스닙 보강재가 사용되어서는 아니 된다.

3.4.2

브래킷 토우와 스닙 보강재 끝단은 인접 부재와 가까운 간격을 유지하여야 한다. 브래킷 또는 보강재가 판의 반대면 상의 다른 부재에 의하여 지지되지 않는다면, 간격은 40.0 mm를 넘지 않아야 한다. 스닙단의 테이퍼링은 30° 이내로 하여야 한다. 단, 실행 불가능한 경우 대체 배치가 특별히 고려될 수 있다. 토우 또는 스닙단의 깊이는 일반적으로 브래킷 토우 또는 스닙단 보강재의 두께를 초과하지 않아야 한다. 다만, 15.0 mm보다 작을 필요는 없다.

4. 1차 지지부재

4.1 일반

4.1.1

1차 지지부재의 웨브 보강재, 트리핑 브래킷, 단부 브래킷은 **[4.2]**부터 **[4.4]**까지 요건에 적합하여야 한다. 구조배치가 이 요건을 만족하지 않는다면, 대체되는 배치는 설계자에 의하여 적합성이 입증되어야 한다.

4.2 웨브 보강재 배치

4.2.1

1차 지지부재의 웨브 보강재는 적절한 강도가 확보되도록 배치되어야 한다.

4.3 트리핑 브래킷 배치

4.3.1

트리핑 브래킷(**그림 3** 참조)은 일반적으로 다음의 위치에 설치되어야 한다.

a) 일반보강재의 매 4간격 마다, 약 3.0 m 간격으로 배치
b) 단부 브래킷의 토우
c) 연속적인 곡선 면재의 끝단부
d) 집중하중 부위
e) 단면의 변화 부근

4.3.2
대칭 면재의 폭이 400 mm 보다 큰 경우, 트리핑 브래킷 위치에 이면 브래킷을 설치하여야 한다.

4.3.3
1차 지지부재 면재가 웨브의 어느 한쪽으로 180 mm를 초과하는 경우, 트리핑 브래킷은 그 면재를 지지하는 구조이어야 한다.

4.3.4 암 길이
트리핑 브래킷의 암 길이(m)는 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.

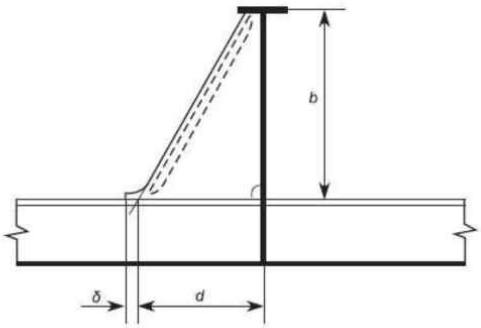
a) $d = 0.38\,b$

b) $d = 0.85\,b\sqrt{\dfrac{s_t}{t}}$

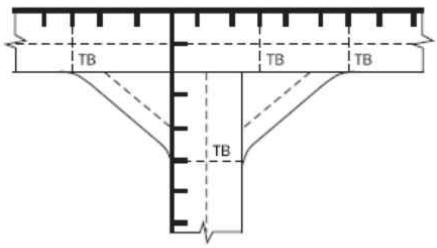
b : 트리핑 브래킷 높이(m) (**그림 3** 참조)

s_t : 트리핑 브래킷 간격(m)

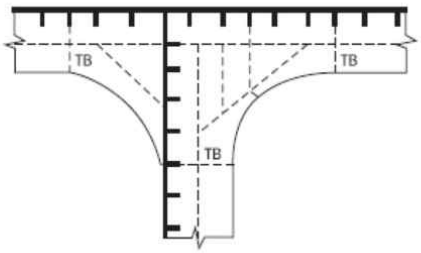
t : 트리핑 브래킷 순 두께(mm)



보강재 부위의 트리핑 브래킷



단부 브래킷 토우 지점의 트리핑 브랫킷



연속적인 곡선 면재의 끝단 지점의 트리핑 브래킷

그림 3 : 1차 지지부재의 트리핑 브래킷 배치

4.4 브래킷 단부 연결

4.4.1 일반
브래킷 또는 이와 동등한 구조물은 1차 지지부재의 끝단에 설치되어야 한다.

단부 브래킷은 일반적으로 소프트 토우이어야 한다.

면재와 결합되는 적절한 지지가 있는 경우에 브래킷이 없는 연결부를 사용할 수 있다.

4.4.2 단부 브래킷의 치수

일반적으로 1차 지지부재에 연결되는 브래킷의 암 길이는 **그림 4**와 같이 부재의 웨브 깊이보다 작아서는 아니 되며 웨브 깊이의 1.5배보다 클 필요는 없다.

일반적으로 브래킷 두께는 인접한 1차 지지부재 웨브 판의 두께보다 작아서는 아니 된다.

단부 브래킷의 치수는 스닙된 면재를 제외하고 단부 브래킷을 포함한 1차 지지부재의 단면계수가 1차 지지부재의 스팬 중앙부에서 단면계수보다 작지 않도록 결정되어야 한다.

브래킷 면재의 순 횡단면적, A_f (cm^2)는 다음 값 이상이어야 한다.

$A_f = \ell_b t_b$

ℓ_b : 브래킷의 자유단 길이(m). **그림 4** 참조. 곡선 브래킷의 경우, 브래킷 자유단 길이는 자유단 중간지점에서의 접선(tangent)길이로 구할 수 있다.

t_b : **[3.2.4]**에 따른 브래킷 웨브의 요구 순 두께

또한, 면재의 순 두께는 브래킷 웨브 두께보다 작아서는 아니 된다.

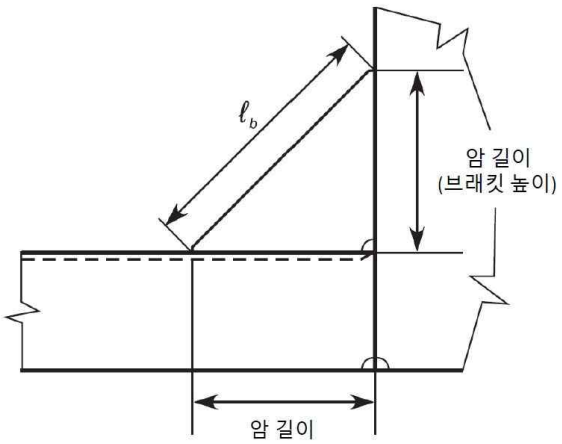


그림 4 : 브래킷 치수

4.4.3 단부 브래킷의 배치

브래킷 자유단 길이 ℓ_b가 1.5 m를 초과하는 경우, 브래킷의 웨브는 다음과 같이 보강되어야 한다.

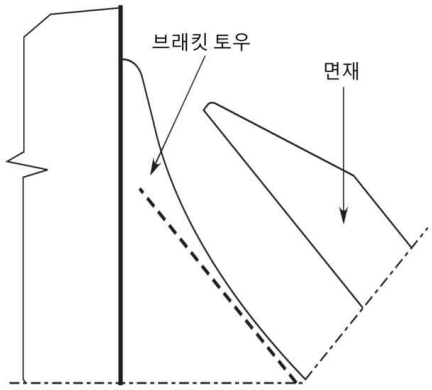
a) 웨브 보강재의 순 단면적(cm^2)은 16.5 ℓ 이상이어야 한다. 여기서 ℓ(m)은 보강재의 스팬이다.
b) 트리핑 플랫바가 설치되어야 한다. 대칭 면재의 폭이 400 mm를 초과하는 경우에는 추가의 이면 브래킷이 설치되어야 한다.

단부 브래킷이 부재의 웨브와 일체형이고 면제가 부재 및 브래킷의 자유단을 따라 연속되는 링 구조의 경우, 가장 큰 면제의 전체 면적은 브래킷의 중간점까지 유지되고 점차적으로 테이퍼로 되어야 한다. 면재의 맞대기 이음부는 브래킷 토우와 충분히 떨어져 있어야 한다.

넓은 면재와 좁은 면재가 접합되는 경우, 테이퍼는 1대 4 이하이여야 한다.

브래킷 토우는 보강되지 않은 판에 닿아서는 아니 된다. 토우 높이는 토우의 두께보다 커서는 아니 되지만 15.0 mm 보다 작을 필요는 없다. 일반적으로 1차 지지부재의 단부 브래킷은 소프트 토우이어야 한다. 1차 지지부재가 고장력강으로 건조된 경우, 응력집중을 최소화하기 위하여 단부 브래킷의 설계에 각별한 주의가 필요하다.

면재가 단부 브래킷의 끝단에 용접되거나 끝단에 인접하여 용접이 된 경우(**그림 5** 참조), 면재는 스닙 처리되고 30 ° 이하의 각도로 테이퍼 되어야 한다.



이 그림은 본문에서 규정하는 사항을 설명하기 위하여 사용될 뿐,
설계지침 또는 권고를 나타내는 것은 아니다.

그림 5 : 브래킷 단부에 취부되는 면재

5. 보강재와 1차 지지부재의 교차

5.1 컷아웃(Cut-outs)

5.1.1

1차 지지부재의 웨브 사이로 보강재의 통과를 위한 컷아웃 및 칼라(collar)의 배치는 개구의 주위 및 부착된 웨브 보강재의 응력집중을 최소화하도록 설계되어야 한다.

5.1.2

칼라판이 없는 컷아웃의 총 깊이는 1차 지지부재의 50 % 이하이어야 한다.

5.1.3

고응력부의 개구에는 완전 칼라판을 설치하여야 한다. (**그림 6** 참조)

$R \geq 0.2b$ 다만, 25.0 mm 이상이어야 한다.

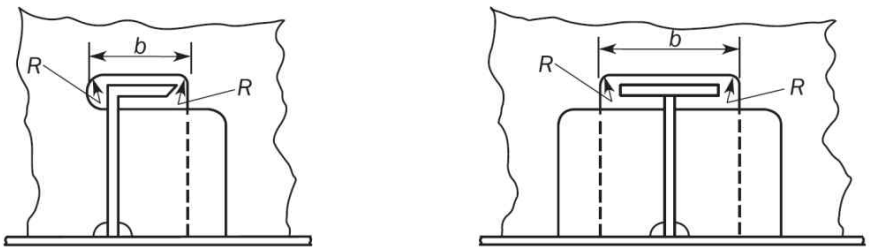
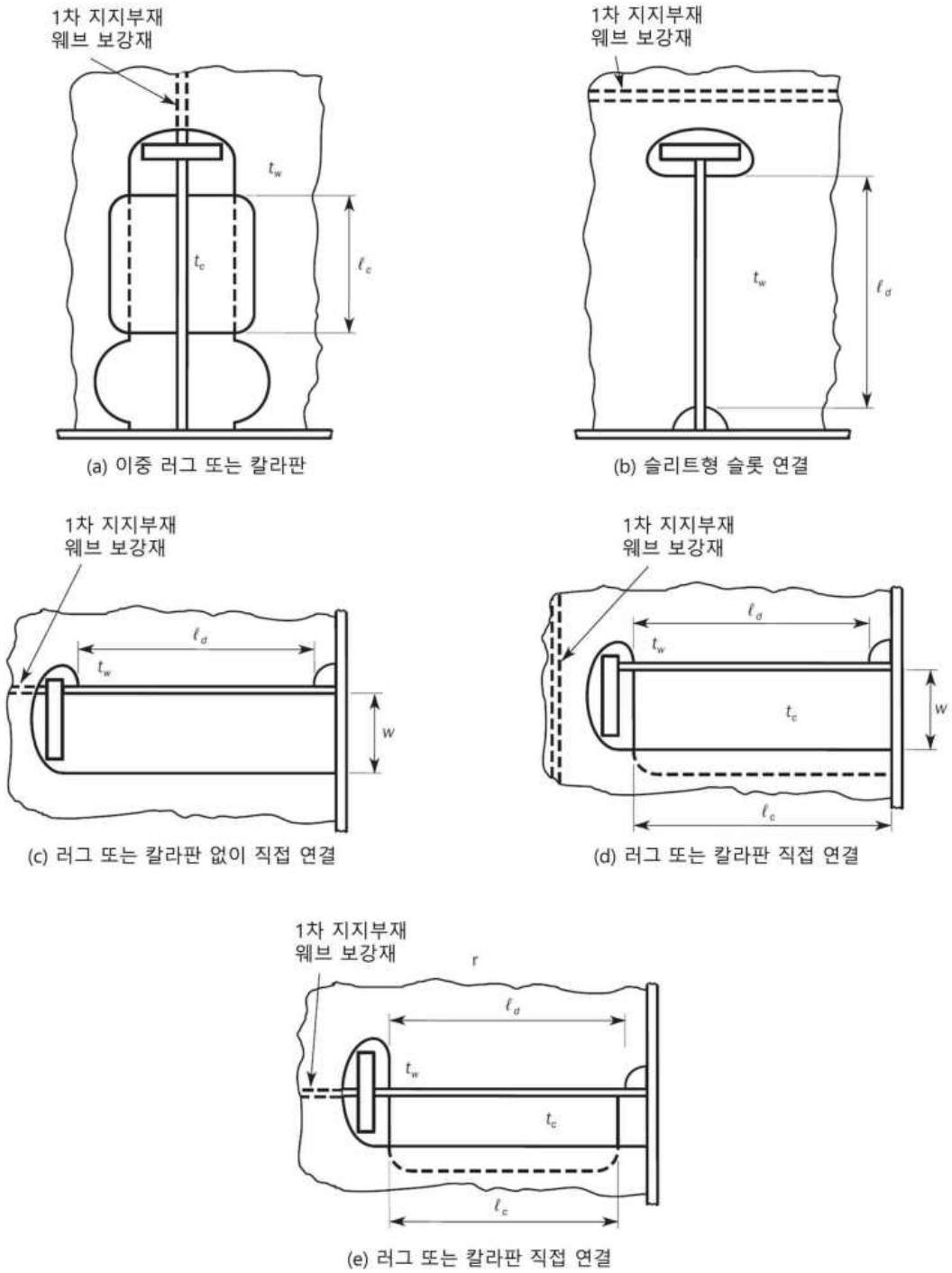


그림 6 : 완전 칼라판

5.1.4

[5.2]의 요건을 만족하여야 하고 1차 지지부재의 토우 주위와 같은 고응력 집중지역에는 러그형 칼라판이 설치되어야 한다. 일반적인 러그의 배치는 **그림 7**과 같다.



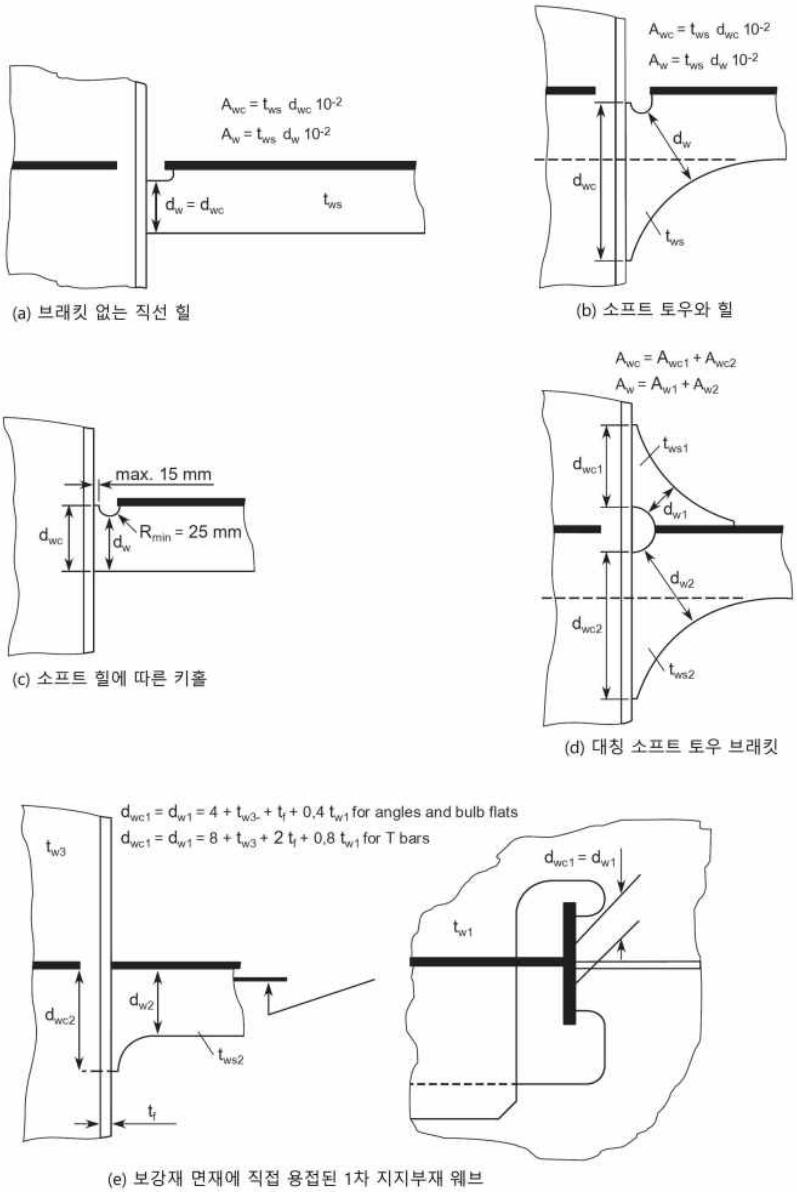
이 그림에서 상세는 단지 기호 및 정의를 설명하는 것으로 설계지침은 아니다.

그림 7 : 대칭 및 비대칭 컷아웃

5.1.5

컷아웃은 둥근 모서리를 가져야 하며 모서리 반지름, R은 가능한 한 커야하며, 컷아웃 폭 b의 20 % 또는 25.0 mm 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 50.0 mm보다 클 필요는 없다(**그림 6** 참조). 기타 형상에 대해서는 동등한 강도유지 및 응력집중의 최소화에 기초하여 고려해야 한다.

비고 1: 소프트 힐 부위의 키 홀의 상세를 위해 특정 치수가 명기된 것을 제외하고, 이 그림의 상세는 단지 기호 및 정의를 설명하기 위한 것이며, 설계기준 혹은 권고사항을 나타내지는 않는다.



t_{ws}, t_{ws1}, t_{ws2} : 1차 지지부재 웨브 보강재 / 이면 브래킷의 순 두께(mm)
d_w, d_{w1}, d_{w2} : 1차 지지부재 웨브 보강재 / 이면 브래킷의 최소 깊이(mm).
d_{wc}, d_{wc1}, d_{wc2} : 1차 지지부재 웨브 보강재 / 이면 브래킷 및 보강재와의 연결부의 길이(mm)
t_f : 플랜지의 순 두께(mm), 구형강의 경우, t_f는 7절 [1.4.1]에 따른다.

그림 8 : 1차 지지부재의 웨브 보강재 상세

5.2 1차 지지부재와 보강재의 교차부

5.2.1 일반사항

면외 하중의 경우 1차 지지부재와 보강재의 교차부에 대하여 [5.2.2] 및 [5.2.3]이 적용되어야 한다.

교차부의 단면적은 적절한 허용응력과 관련한 각 성분을 통하여 전달되어진 하중의 비율로부터 결정되어야 한다.

5.2.2

전단 연결부를 통하여 전달되는 하중 W_1 (kN)은 다음 식에 따른다.

a) 웨브 보강재가 관통 보강재에 연결되는 경우

$$W_1 = W\left(\alpha_a + \frac{A_1}{4 f_c A_w + A_1}\right)$$

b) 웨브 보강재가 관통 보강재에 연결되지 않은 경우

$$W_1 = W$$

W : 1차 지지부재에 보강재의 연결부를 통하여 전달되는 전체 하중으로 다음 식에 의한 값(kN)

$$W = \frac{P_1 s_1\left(S_1 - \frac{s_1}{2000}\right) + P_2 s_2\left(S_2 - \frac{s_2}{2000}\right)}{2 \sin\varphi_{w1} \sin\varphi_{w2}} 10^{-3}$$

P_1, P_2 : 해당 교차부 양쪽에서 고려하는 설계하중조합으로 보강재에 작용하는 설계압력(kN/m^2). 선저 슬래밍, 선미 슬래밍 또는 선수 충격하중의 경우, P_1과 P_2는 **4장 5절 [3.2], [3.3]** 및 **[3.4]**에 따른 설계압력의 50 %.

S_1, S_2 : 해당 교차부 양쪽에서 고려하는 교차부에 인접한 1차 지지부재 사이의 간격(m)

s_1, s_2 : 해당 교차부 양쪽의 보강재의 간격(mm)

α_a : 패널의 종횡비로서 다음 식에 의한 값. 다만, 0.25 보다 커서는 아니 된다.

$$\alpha_a = \frac{s}{1000S}$$

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$s = \frac{s_1 + s_2}{2}$$

φ_{w1} : **3장 7절 기호** 및 **10장 1절 그림 4**에 따른 1차 지지부재와 부착판 사이 각도(deg)

φ_{w2} : **3장 7절 기호** 및 **3장 7절 그림 12**에 따른 보강재와 부착판 사이 각도(deg)

A_1 : 관통 보강재 교차부의 유효 순 전단면적(cm^2)으로서 다음 식에 따른다.

$$A_1 = A_{1d} + A_{1c}$$

슬릿 형식의 슬릿 연결부의 경우

$$A_1 = 2A_{1d}$$

일반적인 이중 러그 또는 이중 칼라판 연결부의 경우

$$A_1 = 2A_{1c}$$

A_{1d} : 러그 또는 칼라판을 제외한 순 전단 연결면적(cm^2)으로 다음 식에 따른다.

$$A_{1d} = \ell_d t_w 10^{-2}$$

ℓ_d : 보강재와 1차 지지부재의 웨브 사이의 직접 연결부의 길이(mm)

t_w : 1차 지지부재의 웨브 순 두께(mm)

A_{1c} : 러그 또는 칼라판의 순 전단 연결면적(cm^2)으로 다음과 같다.

$$A_{1c} = f_1 \ell_c t_c 10^{-2}$$

ℓ_c : 러그 또는 칼라판과 1차 지지부재와의 연결부 길이(mm)

t_c : 러그 또는 칼라판의 순 두께(mm), 인접한 1차 지지부재 웨브의 순 두께보다 커서는 아니 된다.

f_1 : 전단강도계수로서 다음과 같다.

$f_1 = 1.0$ 대칭단면의 보강재인 경우

$f_1 = 140/w$ 비대칭단면의 보강재인 경우, 단, 1.0 보다 커서는 아니 된다.

w : 비대칭 보강재의 컷아웃 너비(mm)로서 **그림 7**과 같이 보강재 웨브의 컷아웃 쪽에서 측정한다.

A_w : **그림 8**과 같이 이면 브래킷이 있는 경우, 이를 포함하여 용접부에서의 1차 지지부재 웨브 보강재의 유효 순 단면적(cm^2). 1차 지지부재 웨브 보강재 단부가 소프트 힐(soft heel) 또는 소프트 힐과 소프트 토우(soft heel and soft toe)일 경우, **그림 8**과 같이 A_w는 연결부의 목 부분(throat)에서 측정한다.

f_c : 칼라하중계수로서 다음과 같다.

대칭단면의 관통 보강재 :

$f_c = 1.85$ $A_w \le 14$인 경우

$f_c = 1.85 - 0.0441(A_w - 14)$ $14 < A_w \le 31$인 경우

$f_c = 1.1 - 0.013(A_w - 31)$ $31 < A_w \le 58$인 경우

$f_c = 0.75$ $A_w > 58$인 경우

비대칭단면의 관통 보강재 :

$$f_c = 0.68 + 0.0172\frac{\ell_s}{A_w}$$

ℓ_s : 연결부의 길이로서 다음과 같다.

1차 지지부재에 단일 러그 또는 칼라판으로 연결된 경우

$\ell_s = \ell_c$

1차 지지부재에 한 면이 직접 연결된 경우

$\ell_s = \ell_d$

한 면은 러그 또는 칼라만 한면은 직접 연결된 경우

$\ell_s = 0.5(\ell_c + \ell_d)$

5.2.3

a) 1차 지지부재의 웨브 보강재를 통하여 전달되는 하중, W_2(kN)는 다음과 같다.

- 웨브 보강재가 관통 보강재와 연결되는 경우

$$W_2 = W\left(1 - \alpha_a - \frac{A_1}{4f_c A_W + A_1}\right)$$

- 웨브 보강재가 관통 보강재와 연결되지 않는 경우

W_2 = 0.0

b) A_w, A_{wc} 및 A_1의 값은 계산된 응력이 다음 기준에 만족하도록 하여야 한다.

- 1차 지지부재 웨브 보강재의 연결부의 목 부분(throat) : $\sigma_w \le \sigma_{perm}$
- 1차 지지부재 웨브 보강재의 연결부의 용접부 : $\sigma_{wc} \le \sigma_{perm}$
- 1차 지지부재 웨브와의 전단 연결부 : $\tau_w \le \tau_{perm}$

W : [5.2.2]에 따른 하중(kN)

f_c : [5.2.2]에 따른 칼라하중계수

α_a : [5.2.2]에 따른 패널의 종횡비

A_1 : [5.2.2]에 따른 관통보강재의 유효 순 전단면적(cm^2)

A_w : [5.2.2]에 따른 웨브 보강재의 목 부분(throat) 순 단면적(cm^2)

σ_w : 용접 연결부로부터 브래킷 면적이 최소가 되는 곳만큼 떨어진 1차 지지부재 웨브 보강재의 법선응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$\sigma_w = \frac{10W_2}{A_w}$$

σ_{wc} : 용접 연결부에서 1차 지지부재 웨브 보강재의 법선응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$\sigma_{wc} = \frac{10W_2}{A_{wc}}$$

τ_w : 1차 지지부재와 전단 연결부의 전단응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$\tau_w = \frac{10\,W_1}{A_1}$$

A_{wc} : **그림 8**과 같이 웨브 보강재와 관통보강재 용접부에서의 웨브 보강재의 유효 순 면적(cm^2)

σ_{perm} : AC-S, AC-SD, AC-I, AC-A 및 AC-T에 대하여 **표 1**에 의한 허용 법선응력(N/mm^2)

τ_{perm} : AC-S, AC-SD, AC-I, AC-A 및 AC-T에 대하여 **표 1**에 의한 허용 전단응력(N/mm^2)

표 1 : 보강재와 1차 지지부재의 연결부에 대한 허용응력

항목	법선응력, σ_{perm} (N/mm^2)			전단응력, τ_{perm} (N/mm^2)		
	허용기준			허용기준		
	AC-S	AC-SD AC-A AC-T	AC-I	AC-S	AC-SD AC-A AC-T	AC-I
1차 지지부재의 웨브 보강재	$0.83R_{eH}$ (2)	R_{eH}	R_{eH}	-	-	-
1차 지지부재의 웨브 보강재와 관통 보강재의 용접 연결부 • 양면 연속 필렛 • 부분 용입 용접	 $0.58R_{eH}$ (2) $0.83R_{eH}$ (1)(2)	 $0.70R_{eH}$ (2) R_{eH} (1)	 R_{eH} R_{eH}	 - -	 - -	 - -
1차 지지부재의 웨브 보강재와 관통 보강재가 겹침 이음일 때 웨브 보강재	$0.50R_{eH}$	$0.60R_{eH}$	R_{eH}	-	-	-
러그 또는 칼라판을 포함하는 전단 연결부 • 한면 연결부 • 양면 연결부	 - -	 - -	 - -	 $0.71\tau_{eH}$ $0.83\tau_{eH}$	 $0.85\tau_{eH}$ τ_{eH}	 τ_{eH} τ_{eH}

(1) 루트면(root face)은 1차 지지부재 웨브 보강재 총 두께의 1/3 보다 커서는 아니 된다.
(2) 1차 지지부재의 웨브 보강재가 소프트 힐인 경우, 허용응력은 5% 증가시킬 수 있다.

5.2.4

1차 지지부재의 웨브 보강재에 추가하여 이면 브래킷이 설치된 경우, 웨브 보강재와 일직선으로 배치되어야 한다. 이면 브래킷의 암 길이는 웨브 보강재의 깊이 이상이어야 한다. 브래킷의 목(throat)의 순 단면적은 **그림 8**과 같이 A_w의 계산에 포함되어야 한다.

5.2.5

1차 지지부재의 웨브 보강재 또는 트리핑 브래킷의 경우, 관통 보강재와 겹침이음은 화물창 구역 내에서는 허용되지 않는다.

5.2.6

웨브의 한 면에 용접된 면재를 가지고 있는 조립 보강재의 경우, 1차 지지부재에 대칭적으로 배열되어 연결되어야 한다. 이는 1차 지지부재 또는 격벽의 반대 면에 이면 브래킷을 설치하면 가능하다. 화물창 구역 내의 1차 지지부재의 웨브 보강재 및 이면 브래킷은 관통하는 보강재 웨브에 맞대기 용접이 되어야 한다.

5.2.7

1차 지지부재의 웨브 보강재가 관통하는 보강재의 웨브와 연결되지 않고 평행한 경우, 1차 지지부재 웨브 보강재의 오프셋(offset)은 **그림 9**와 같이 슬롯 끝단에 근접한 곳에 있어야 한다. 웨브 보강재 오프셋의 끝단은 적절히 테이퍼 처리 되고 부드럽게 하여야 한다.

웨브 보강재가 관통 보강재 및 상세 배치에 연결되지 않은 웨브 보강재의 위치는 **[5.2.2]**부터 **[5.2.7]**과 동등한 유효성을 갖는 하중전달 능력에 근거하여 특별히 고려되어야 한다. 계산의 세부사항 및/또는 시험절차 및 결과는 제출되어야 한다.

5.2.8

필렛 용접의 치수는 **표 2**에 주어진 용접계수에 기반으로 **12장 3절 [2.5]**에 따라 계산되어야 한다. 전단 연결부의 용접 치수는 고려하는 위치에서 1차 지지부재 웨브 판에 요구되는 값 이상이어야 한다.

표 2 : 보강재와 1차 지지부재 간의 교차부에 대한 용접계수

항목	허용기준	용접계수
1차 지지부재의 웨브 보강재와 관통 보강재의 연결부	AC-S, AC-SD, AC-I, AC-A 및 AC-T	$0.6\sigma_{wc}/\sigma_{perm}$ 0.38 보다 작아서는 안 됨
러그 또는 칼라판을 포함하는 전단 연결부	AC-S, AC-SD, AC-I, AC-A 및 AC-T	0.38
1차 지지부재의 웨브 보강재가 관통 보강재에 연결되지 않는 경우, 러그 또는 칼라판을 포함하는 전단 연결부	AC-S, AC-SD, AC-I, AC-A 및 AC-T	$0.6\tau_w/\tau_{perm}$ 0.44 보다 작아서는 안 됨

τ_w : [5.2.3]에 따른 전단응력(N/mm^2)
σ_{wc} : [5.2.3]에 따른 응력(N/mm^2)
τ_{perm} : 허용 전단응력(N/mm^2)으로 **표 1**에 따른다.
σ_{perm} : 허용 법선응력(N/mm^2)으로 **표 1**에 따른다.
W : [5.2.3]에 따른 하중(kN)
A_1 : [5.2.3]에 따른 관통 보강재의 유효 순 전단면적(cm^2)
A_w : [5.2.3]에 따른 1차 지지부재 웨브 보강재의 유효 순 단면적(cm^2)

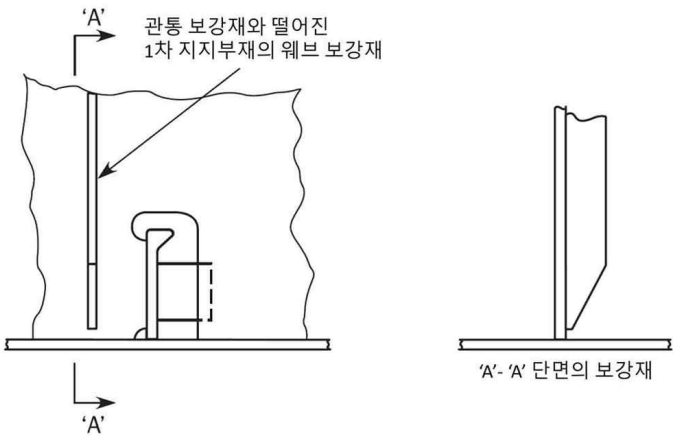


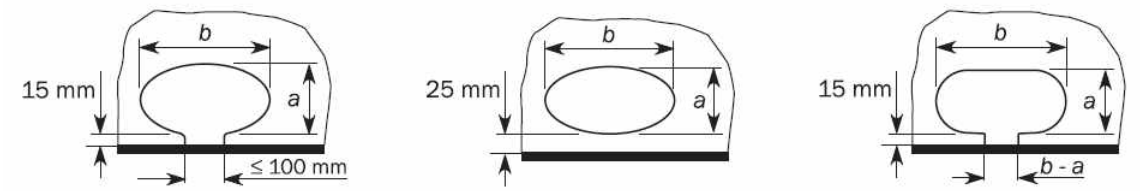
그림 9 : 오프셋 방식의 1차 지지부재의 웨브 보강재

6. 개구

6.1 보강재의 개구 및 스캘럽

6.1.1

그림 10은 공기구멍, 배수구멍 및 스캘럽의 예를 보여준다. 일반적으로 **그림 10**과 같이 a/b 비율은 0.5에서 1.0이어야 한다. 피로에 민감한 지역에서 개구 및 스캘럽의 상세와 배치에 대해서는 더 깊은 주의가 요구된다.



이 그림에 나타난 상세는 안내와 설명을 위한 것임.

그림 10 : 공기구멍, 배수구 및 스캘럽의 예

6.1.2

개구 및 스캘럽은 단부 브래킷 토우, 단부 연결부 및 기타 고응력 집중부에서 보강재의 길이를 따라 스팬 중앙방향으로 적어도 200 mm 그리고 그 반대 방향으로 적어도 50 mm 이상 떨어져야 한다.(**그림** 11 참조) 전단응력이 허용응력의 60 % 미만인 지역에서는 대안 배치가 허용될 수 있다.

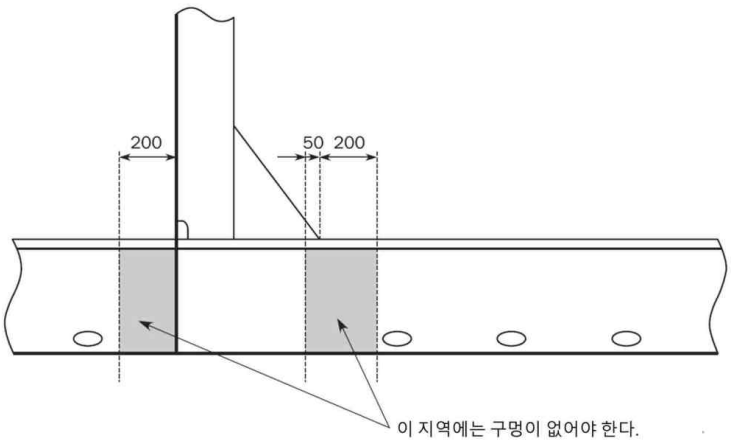


그림 11 : 공기구멍 및 배수구멍의 위치

6.1.3

종강도에 기여하는 보강재에는 가깝게 위치한 스캘럽 또는 배수구멍(즉, **그림** 10과 같이 스캘럽 / 배수구 간 거리가 폭의 2배보다 작을 경우)이 허용되지 않는다.

다른 보강재의 경우, 보강재의 끝단으로부터 보강재 스팬의 20 % 이내에는 가깝게 위치한 스캘럽 / 배수구멍이 허용되지 않는다. 응력집중을 최소화하기 위하여 타원형 또는 동등한 모양이고 용접선으로부터 떨어져 있다면, 간격이 넓은 공기구멍 혹은 배수구는 허용될 수 있다.

6.2 1차 지지부재의 개구

6.2.1 일반

맨홀, 경감구멍 및 다른 유사한 개구들은 높은 전단력이 걸리는 구역 및 집중하중 부위를 피하여야 한다. 특히, 맨홀 및 유사한 개구는 판 내의 응력 및 패널 좌굴 특성의 결과가 만족되지 않으면 고응력 부위를 피하여야 한다.

다음은 고응력부에 대한 예이다.

a) 늑판 또는 이중저 거더의 스팬 단부
b) 1차 지지부재 웨브의 단부 브래킷 토우 부근
c) 필러 양단의 상 / 하단부

개구가 배치 될 때 개구의 모양은 응력집중이 허용된 한계 내에 있도록 설계되어야 한다. 개구는 둥근 모양과 모서리부를 부드럽게 하여야 한다.

6.2.2 맨홀 및 경감구멍

아래의 웨브 개구는 보강을 요구하지 않는다.

a) 단일선측 단면에서, 개구의 깊이가 웨브 깊이의 25 %를 초과하지 않고, 개구의 끝단이 면재로부터 웨브 깊이의 40 % 이상의 위치에 있는 경우

b) 이중선측 단면에서, 개구의 깊이가 웨브 깊이의 50 %를 초과하지 않고, 개구의 끝단이 보강재의 통과를 위한 컷아웃으로부터 먼 곳에 위치한 경우

개구의 길이는 다음보다 커서는 아니 된다.

a) 1차 지지부재의 중앙부 : 인접한 개구 사이의 거리

b) 스팬 단부 : 인접한 개구 사이의 거리 25 %

단일선측 단면의 개구인 경우, 개구의 길이는 웨브의 깊이나 보강재 간격의 60 % 중 큰 것을 초과하여서는 아니 된다.

개구의 끝단부는 관통 보강재의 컷아웃으로부터 개구의 길이가 같은 거리 이상 떨어져야 한다.

브래킷의 경감구멍인 경우, 구멍의 둘레로부터 브래킷의 자유단까지 거리는 경감구멍의 지름보다 작아서는 아니 된다. 상기 요건에 적합하지 않은 개구는 [6.2.3]에 따라서 보강되어야 한다.

6.2.3 개구 주변의 보강

7장에 규정된 해석방법에 따라 대안 배치가 만족스럽게 입증된 경우를 제외하고, 맨홀과 경감구멍은 이 요건에 따라 보강되어야 한다.

종강도에 기여하는 보강재인 경우, 보강재는 개부의 수직축 및 수평축과 평행하게 개구의 자유단을 따라 설치하여야 한다. 개구의 짧은 축이 400 mm 미만이면 한 방향에서, 양축이 300 mm 미만이면 양방향에서 보강재는 생략될 수 있다. 자유단의 보강은 보강재의 대안으로 사용할 수 있다. (**그림 12** 참조)

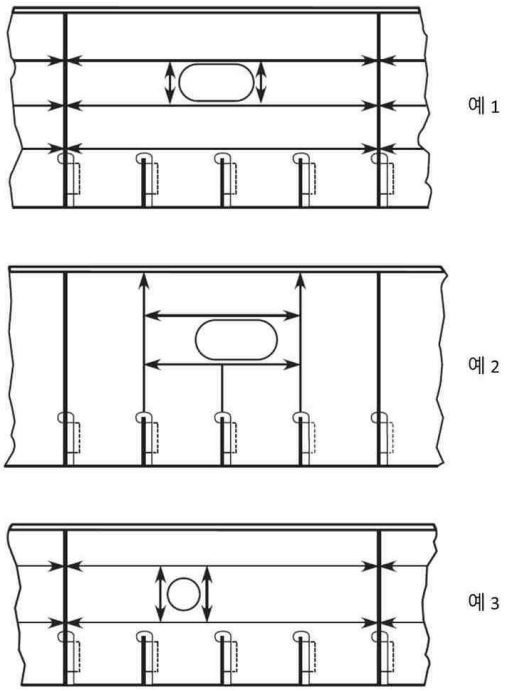


그림 12 : 개구를 갖는 웨브 판

1차 지지부재의 웨브에 큰 개구가 있는 경우(예, 이중저에 파이프 터널이 설치되는 경우), 개구 보강을 위하여 1차 지지부재의 부가(2차)응력을 고려하여야 한다.

유한요소해석이 수행되지 않는 경우, 1차 지지부재의 등가 순 전단면적 A_{s-n50}(cm^2)은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 웨브 (1) 및 (2)는 **그림 13**에 따른다.

$$A_{s-n50} = \frac{A_{1-n50}}{1+\dfrac{32\,\ell_{shr}^2\,A_{1-n50}}{I_{1-n50}}} + \frac{A_{2-n50}}{1+\dfrac{32\,\ell_{shr}^2\,A_{2-n50}}{I_{2-n50}}}$$

I_{1-n50}, I_{2-n50} : 웨브 (1) 및 (2)의 부착판에 평행한 중립축에 대한 각각의 순 관성 모멘트(cm^4)

A_{1-n50}, A_{2-n50} : 일반보강재의 관통을 위한 컷아웃으로 인한 웨브 높이의 감소(컷아웃이 설치된 경우)를 고려한 웨브 (1) 및 (2) 각각의 순 전단면적(cm^2)

ℓ_{shr} : **3장 7절 [1.1.2]**에 따른 웨브 (1) 및 (2)의 전단 스팬(m)

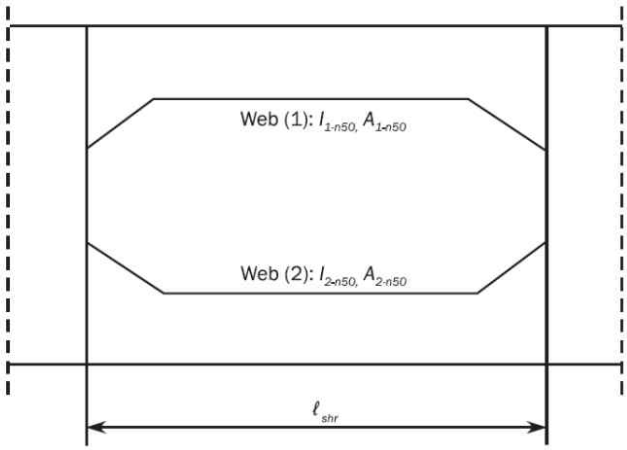


그림 13 : 1차 지지부재 웨브의 큰 개구

6.3 강력갑판의 개구

6.3.1 일반

강력갑판에는 개구를 최소로 하여야 하며 다른 개구 및 선루단으로부터 가능한 한 멀리 떨어져 있어야 한다. 개구는 선측외판, 창구 모서리 또는 창구 측면 코밍과 같은 고응력으로부터 가능한 한 멀리 떨어져 있어야 한다.

6.3.2 작은 개구 위치

개구는 일반적으로 다음에 따라 정해진 범위(**그림 14**의 빗금친 부분) 밖에 있어야 한다.

a) 둥근 거널 또는 외판의 굽은 지역

b) 개구의 가장자리로부터 $e = 0.25(B-b)$

c) $c = 0.074\ell + 0.1b$와 $0.25b$ 중 큰 값

b : 고려하는 창구의 폭(m) (**그림 14** 참조)

ℓ : 인접한 2개의 창구 사이의 크로스 갑판 모서리 간의 거리(m). **그림 14**와 같이 길이 방향으로 측정한다.

상기의 제한범위와 개구 사이의 횡방향 거리 또는 창구와 개구 사이의 횡방향 거리는 다음 값 이상이어야 한다. (**그림 14** 참조)

- $g_2 = 2a_2$ 원형 개구의 경우
- $g_1 = a_1$ 타원형 개구의 경우

개구 사이의 횡방향 거리는 다음 값 이상이어야 한다.(**그림 15** 참조)

- $2(a_1 + a_2)$ 원형 개구의 경우
- $1.5(a_1 + a_2)$ 타원형 개구의 경우

a_1 : 타원형 개구의 횡방향 치수 또는 원형 개구의 지름

a_2 : 타원형 개구의 횡방향 치수 또는 원형 개구의 지름

a_3 : 타원형 개구의 종방향 치수 또는 원형 개구의 지름

개구 사이의 종방향 거리는 다음 값 이상이어야 한다.

- $(a_1 + a_3)$ 원형 개구인 경우
- $0.75(a_1 + a_3)$ 타원형 개구 및 원형 개구와 일직선상의 타원형 개구인 경우

개구 배치가 이러한 요건에 맞지 않은 경우, 선체거더 종강도 평가는 그러한 개구 면적을 제외하고 수행하여야 한다.(**5장 1절 [1.2.11]** 참조)

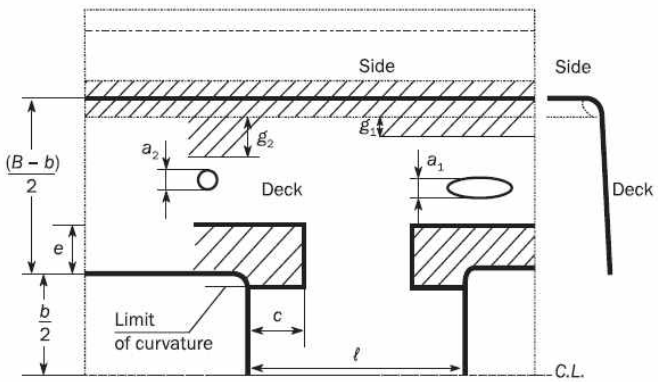


그림 14 : 강력갑판의 개구 위치

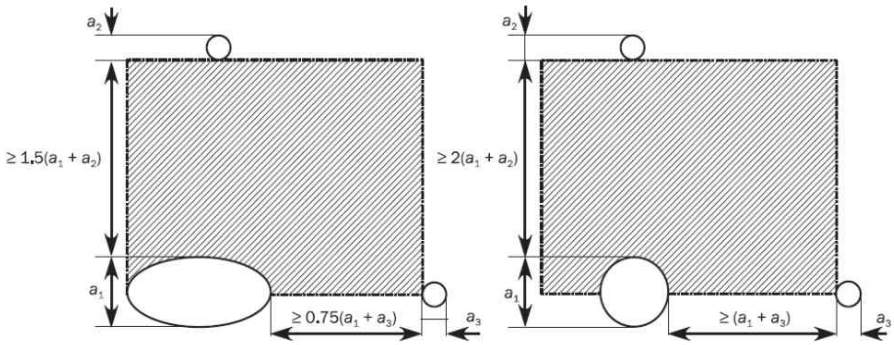


그림 15 : 강력갑판 상의 타원 및 원형 개구

7. 이중저 구조

7.1 일반

7.1.1 늑골방식

길이 120 m를 넘는 선박의 경우, 화물창 구역 내에서는 선저외판 및 내저판은 종늑골 방식으로 하여야 한다. 화물창 구역의 선수부와 선미부에 종늑골 방식을 선체 형상 때문에 현실적으로 적용할 수 없는 경우, 횡늑골 방식으로 전환되는 부분에서 구조적 연속성을 제공하는 적절한 브래킷 및 다른 배치가 적용된다면, 횡늑골 방식은 우리 선급이 인정하는 경우에 따라 허용될 수 있다.

7.1.2 이중저의 높이 변화

이중저의 높이 변화는 적절한 길이에 걸쳐 점진적으로 이루어져야 하며, 내저판의 너클은 늑판 부근에 위치하여야 한다. 이러한 배치가 불가능할 경우, 부분 거더, 종방향 브래킷과 같은 적절한 종방향 구조가 너클을 가로질러 배치되어야 한다.

7.1.3 이중저의 폭

이중저의 폭(m)은 화물창의 중앙부에서 측정되어야 한다.(**그림 16** 참조)

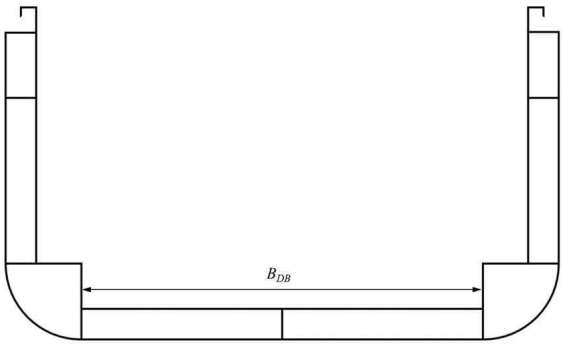


그림 16 : 내저판의 폭

7.1.4 탱크 정부의 배수

배수를 위한 웰이 설치되는 경우, 웰은 이중저 높이의 1/2 보다 연장되어서는 아니 된다. 웰의 바닥으로부터 용골선에 일치하는 면까지 수직거리가 500 mm 보다 작아서는 아니 된다.

7.1.5 셀 가이드

셀 가이드가 설치되는 이중저 구조는 덧댐판, 브래킷 또는 다른 동등한 보강재로 적절히 보강되어야 한다.

7.1.6 덕트 킬

덕트 킬이 배치되는 경우, 중심선 거더는 3.0 m 이하 간격으로 2개의 거더로 대체할 수 있다. 그렇지 않으면, 3.0 m 보다 넓은 간격에 대하여 인접한 구조를 지지하는 2개의 거더가 제공되어야 하며, 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 늑판 부위의 구조는 덕트 킬 거더의 충분한 연속성이 확보되도록 배치되어야 한다.

7.2 용골판

7.2.1

용골판은 선박 전 길이의 선저 평판에 걸쳐 연장되어야 한다. 용골의 폭(m)은 $0.8 + L/200$ 보다 작아서는 아니 되며, 2.3 m를 넘을 필요는 없다.

7.3 거더

7.3.1 중심선 거더

중심선 거더가 설치될 경우, 중심선 거더는 화물창 구역 내에 걸쳐 있어야 하며, 가능한 한 선수미 방향으로 연장하여야 한다. 선박의 전 길이에서 중심선 거더의 구조 연속성이 확보되어야 한다.

이중저 구획이 연료유, 청수 또는 평형수 운송에 사용되는 경우, 중심선 거더는 수밀이어야 한다. 다만, 선수미단의 좁은 탱크의 경우나 0.25 B 내에 다른 수밀 거더가 설치되어 있는 경우에는 예외로 한다.

7.3.2 측 거더

측 거더는 화물창 구역의 평행부 내에 걸쳐 연장되어야 하고, 가능한 한 화물창 구역의 선수미 방향으로 연장하여야 한다.

7.4 늑판

7.4.1 웨브 보강재

늑판에는 종보강재 위치에 웨브 보강재를 설치하여야 한다. 웨브 보강재가 종보강재에 용접되지 않은 경우, 컷아웃과 종보강재의 연결부에 대한 피로강도 평가가 수행되지 않으면 **9장 6절 [2]**의 설계기준이 적용되어야 한다.

7.5 빌지킬

7.5.1 재료

빌지킬과 그라운드 바의 재료는 설치된 외판과 같은 항복 응력을 가진 것이어야 한다. 또한 빌지킬의 길이가 0.15 L 이상일 경우에는 그라운드 바와 빌지킬의 재료는 외판과 같은 등급(grade)이어야 한다.

7.5.2 설계

단일 웨브 빌지킬의 설계는 그라운드 바가 손상되기 전에 웨브의 손상이 발생하도록 되어야 한다. 이것은 빌지킬 웨브의 두께가 그라운드 바의 두께보다 두껍지 아니하도록 하는 것이다.

그림 17과 다른 설계의 빌지킬은 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

7.5.3 그라운드 바

빌지킬은 외판에 직접 용접하여서는 아니 된다. 그라운드 바나 덧댐판은 **그림** 17 및 **그림** 18과 같이 선측 외판에 설치되어야 한다. 일반적으로 그라운드 바는 연속되어야 한다.

그라운드 바의 총 두께는 만곡부 외판의 총 두께 또는 14.0 mm 중 작은 것 이상이어야 한다.

7.5.4 끝단 상세

빌지킬과 그라운드 바의 끝단은 테이퍼로 되거나 둥글게 하여야 한다. 테이퍼는 최소 3:1의 비율로 점진적이어야 한다(**그림** 18 (a), (b) 및 **그림** 19 (d), (e) 참조). 둥근 끝단은 **그림** 18 (c)에 따른다. 'A' 구역 내에서 빌지킬 웨브의 개구는 허용되지 않는다.

빌지킬 웨브의 끝단은 그라운드 바의 끝단으로부터 50 mm 보다 작아서는 아니 되고, 100 mm를 초과하여도 아니 된다(**그림** 18 (a) 및 **그림** 19 (d) 참조).

빌지킬과 그라운드 바의 끝단부는 선체 내부의 횡방향 또는 종방향 부재에 의하여 다음과 같이 지지되어야 한다.

a) 횡방향 지지부재는 빌지킬 웨브의 끝단과 그라운드 바의 끝단 사이의 중간지점에 부착되어야 한다. (**그림** 18 (a), (b) 및 (c) 참조)

b) 종방향 보강재는 빌지킬 웨브와 일렬로 부착되어야 하며, 최소한 'A' 구역 전후방의 가까운 횡방향 부재까지 연장되어야 한다. (**그림** 18 (b) 및 **그림** 19 (e) 참조)

우리 선급이 인정하는 경우 동등한 끝단 상세는 인정될 수 있다.

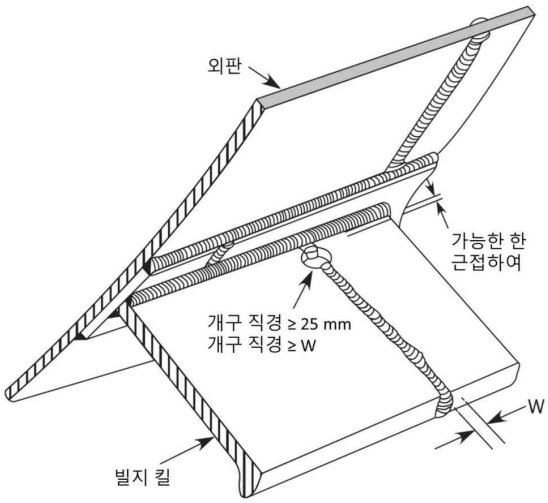


그림 17 : 빌지킬 구조

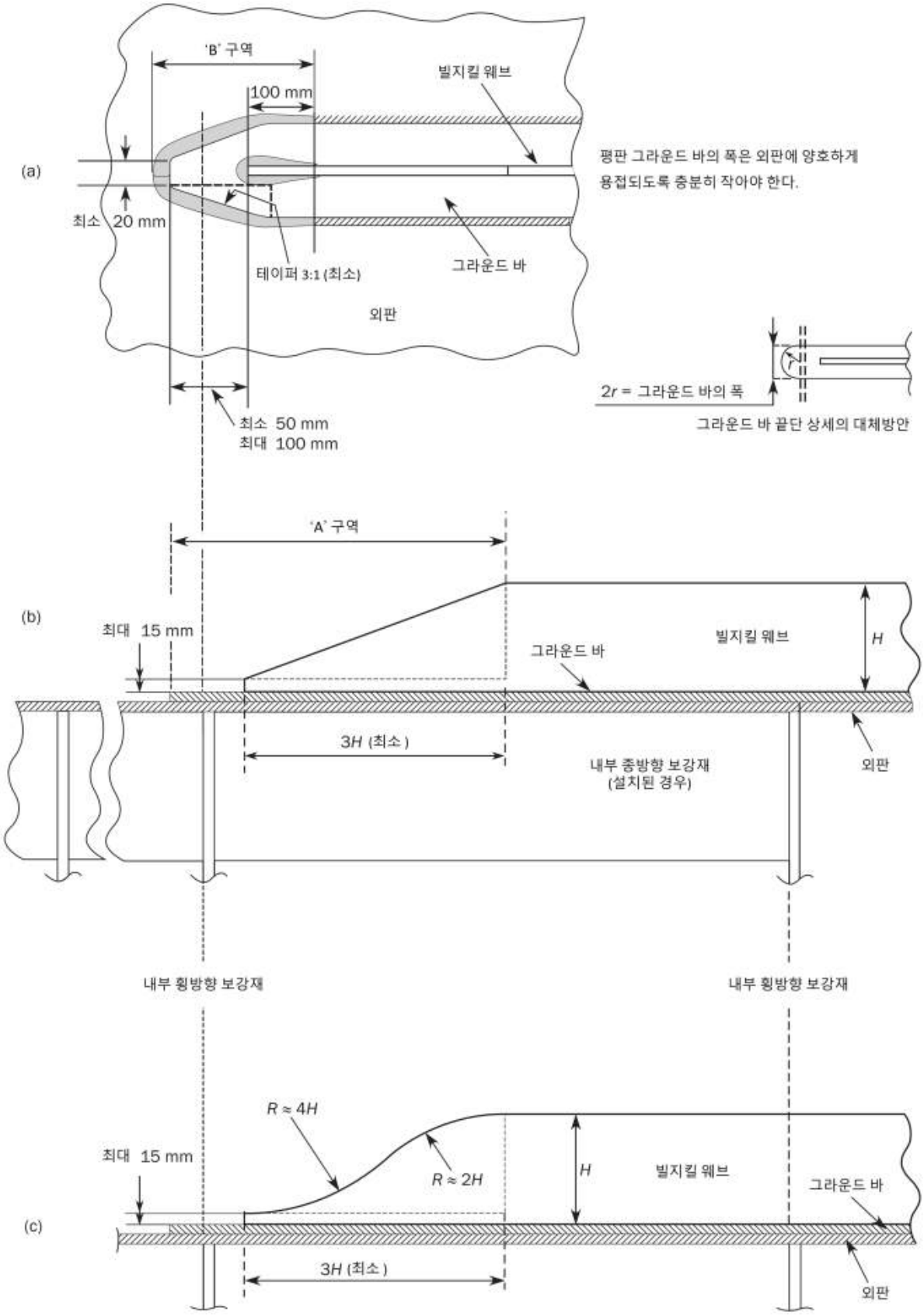


그림 18 : 빌지킬 끝단부 설계

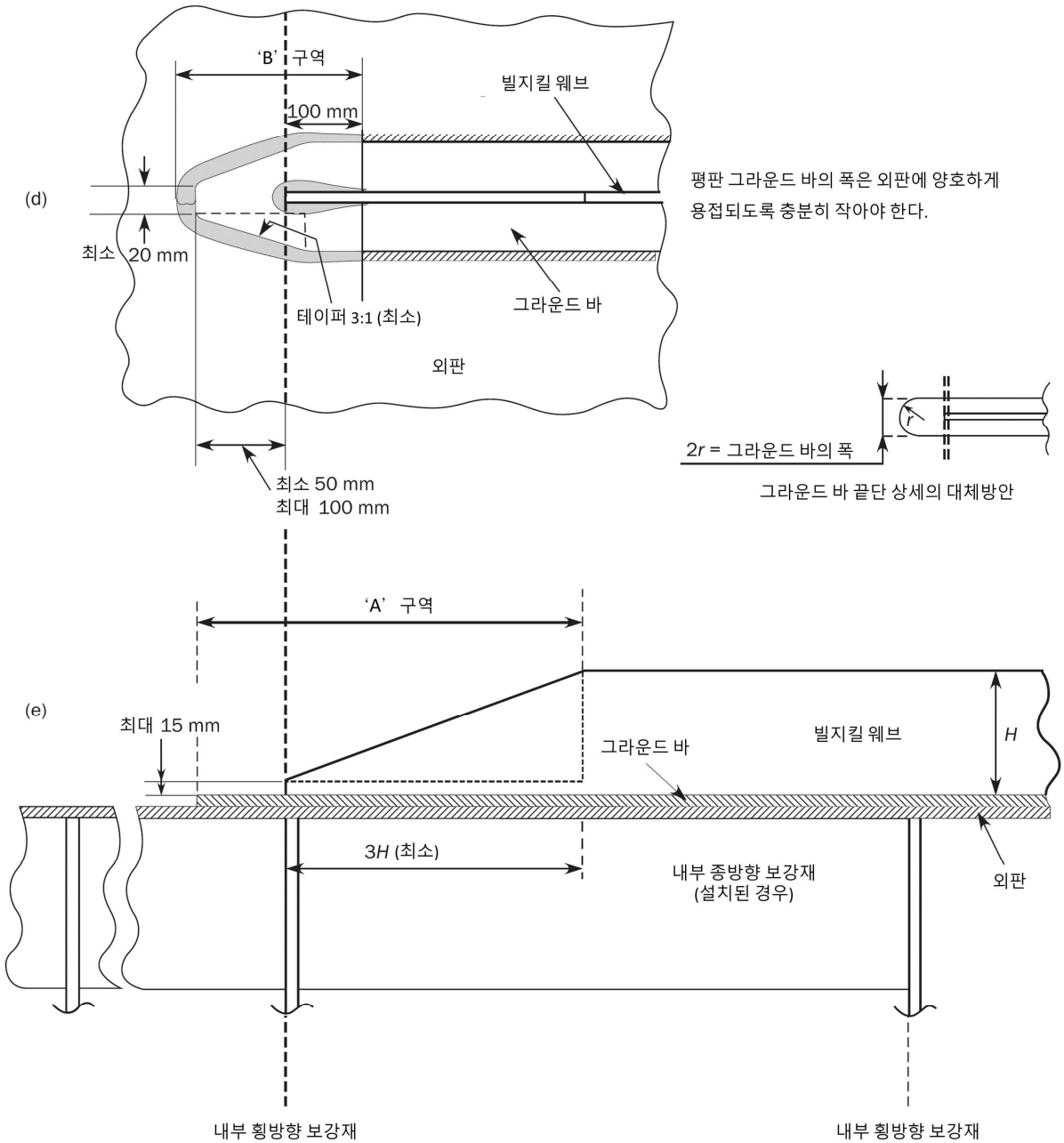


그림 19 : 빌지킬 끝단부 설계 (계속)

7.6 입거

7.6.1 일반

건식 입거의 배치 자체는 이 규칙에 포함되지 않는다.

선저 구조는 선박의 입거에 의하여 부과되는 힘에 견딜 수 있어야 한다.

7.6.2 도킹 브래킷

중심선 거더와 선저외판을 연결하는 도킹 브래킷은 인접한 선저 종늑골에 연결되어야 한다.

8. 이중선측 구조

8.1 일반

8.1.1

선측외판 및 내측 종격벽은 일반적으로 종늑골 방식이어야 한다. 선측외판이 종늑골 방식일 경우, 내측 종격벽도 종늑골 방식이여야 한다.

8.2 구조 배치

8.2.1 1차 지지부재

선측 웨브 프레임은 늑판과 일직선상에 설치되어야 한다. 경우에 따라 대안 배치는 선급이 인정하는 적절한 방법에 따른다.

8.2.2 종방향 보강재

외판 및 내측 종격벽 판에 종방향 보강재가 설치되는 경우, 이 보강재는 화물창 구역의 평행부 내에서 연속이어야 한다. 종방향 보강재는 이중선측 구조의 웨브 프레임 및 격벽과 효과적으로 연결되어야 한다.

선측 종방향 보강재는 가능한 한 화물창 구역 밖으로 연장되어야 한다.

8.2.3 횡방향 보강재

선측외판에 횡방향 보강재가 설치되는 경우, 이 보강재는 연속이거나 단부 브래킷과 연결되어야 한다. 횡방향 보강재의 상하 단에서, 외판 횡방향 보강재는 지지하는 스트링거에 브래킷으로 연결하여야 한다.

8.2.4 현측후판

현측후판의 폭(m)은 수직으로 $0.8 + L/200$ m 보다 작아서는 아니 되고, 1.8 m 보다 클 필요는 없다. 현측후판은 강력갑판의 스트링거 판과 용접하거나 둥근 거널 형식으로 할 수 있다. 현측후판이 둥근 거널 형식인 경우, 그 반지름(mm)은 $17\ t_s$ 이상이어야 하며, 여기서 t_s는 현측후판의 순 두께(mm)를 말한다.

용접된 선측후판의 상부 끝단은 둥글어야 하고 매끄러우며 노치가 없어야 한다. 불워크 및 아이 플레이트와 같은 부착물은 선수미 부분을 제외하고 현측후판의 상부 끝단에 직접 용접하여서는 아니 된다. 종방향으로 매끄러운 형상변화를 가지는 배수구는 허용될 수 있다.

둥근 거널 형식의 현측후판의 종방향 이음 용접은 현측후판의 최대 순 두께의 5배 이상의 거리를 두고 구부러진 부분 밖에 위치시켜야 한다.

중앙부 $0.6\ L$ 내에서 둥근거널 형식의 현측후판에 갑판 의장품이 용접되는 것은 피해야 한다.

선루 배치와 관련하여, 현측후판의 둥근 거널 형식에서 각진 형식으로 변환부는 어떠한 불연속도 없도록 설계되어야 한다.

9. 갑판구조

9.1 구조배치

9.1.1 늑골 구조

종강도에 기여하는 갑판구역은 종늑골 방식이어야 한다.

9.1.2 스티링거 판

스트링거 판의 폭(m)은 $0.8 + L/200$ m 보다 작아서는 아니 되며, 1.8 m 보다 클 필요는 없다. 둥근 거널 형식의 스트링거 판의 경우, [8.2.4]의 요건에 적합한 반지름을 가져야 한다.

9.1.3 선루 및 갑판실의 연결

갑판실 및 선루의 강력갑판과 연결은 갑판하부 지지구조까지 하중이 전달되도록 설계되어야 한다.

9.1.4 종방향 창구코밍

종방향 창구코밍의 플랜지 폭은 창구덮개와 고박장치를 수용할 수 있어야 한다. 종방향 창구코밍의 단부 연결은 창구코밍에서 지지구조로 응력을 적절히 전달할 수 있어야 한다.

9.2 갑판 치수

9.2.1 갑판 및 창구덮개의 보강

갑판 및 창구덮개 구조는 컨테이너 코너 및 셀 가이드에 의해 전달되는 하중을 고려하여 보강되어야 한다.

9.2.2 창구 모서리

창구 모서리 부위(창구코밍, 강력갑판 및 스트링거)의 응력집중은 검토하여야 한다.

9.2.3 창구 모서리 곡률반지름

그림 20의 창구 모서리의 곡률반지름 r(mm)은 다음 값 이상이어야 한다.

$r = C_{\sec}\, C_{thick}\, C_{material}\, C_{L2}\, C_{location}\, 10^3$ 다만, $r \geq r_{\min}$

$r_{\min}$: 창구 모서리 최소 곡률반지름(mm)

$r_{\min} = 250$ $0.25 \leq x/L \leq 0.75$인 경우

$r_{\min} = 200$ 상기 이외의 경우

$C_{\sec}$: 길이 방향 단면 형상 특성계수

$$C_{\sec} = \frac{M_{sw} + M_{wv}}{Z_{deck}\dfrac{235}{1.24k}\,10^3} \cdot \frac{1}{C_{dis}}$$

M_{sw} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해 시 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm)

M_{wv} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해 시 수직 파랑 허용 굽힘 모멘트(kNm)

Z_{deck} : 고려하는 선체 횡단면에서 강력갑판 위치의 단면계수(m^3)

C_{dis} : 길이 방향 수정계수

$C_{dis} = 0.5$ $x/L = 0.0$인 경우

$C_{dis} = 1.0$ $0.25 \leq x/L \leq 0.75$인 경우

$C_{dis} = 0.5$ $x/L = 1.0$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

C_{thick} : 두께 영향 수정계수

$$C_{thick} = \frac{t_{deck}}{t_{insert}} \quad \text{다만, } 0.667 \leq C_{thick} \leq 1.0$$

t_{deck} : 강력갑판의 판 두께(mm) (**그림 20** 참조)

t_{insert} : 삽입판의 판 두께(mm) (**그림 20** 참조)

$C_{material}$: 재료 수정계수

$$C_{material} = \sqrt{\frac{R_{eH-deck}}{R_{eH-insert}}}$$

$R_{eH-deck}$: 강력갑판의 최소 항복응력($\mathrm{N/mm^2}$)

$R_{eH-insert}$: 삽입판의 최소 항복응력($\mathrm{N/mm^2}$)

C_{L2} : 선박 길이 보정계수

$$C_{L2} = \sqrt{\frac{\mathrm{L_2}}{2000}}$$

$C_{location}$: 창구 모서리 위치 보정계수

$$C_{location} = 1.0 + \frac{\sqrt{b_{hatch}}}{\ell_{hatch}}$$

b_{hatch} : 고려하는 위치에서의 창구 폭(m)

ℓ_{hatch} : 고려하는 위치에서의 창구 길이(m)

창구 모서리의 삽입판 최소 크기(mm)는 다음에 따른다.

$a \geq a_{\min}$

$b \geq b_{\min}$

$a_{\min} = 350$

$b_{\min}$: 창구 모서리의 곡률반지름 r 이 끝나는 위치(R.E.) + 100 mm

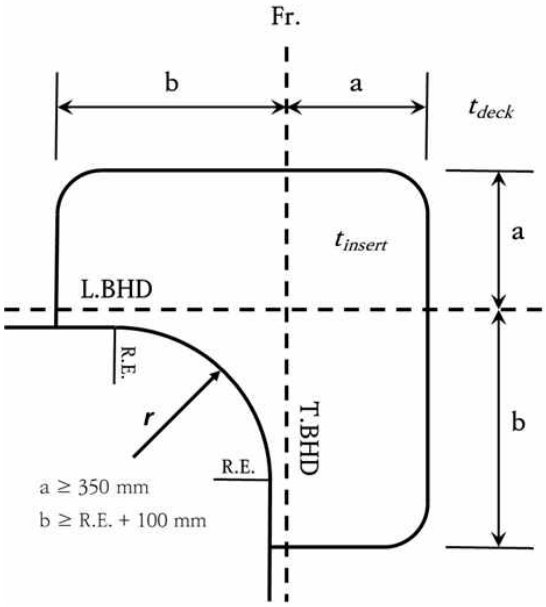


그림 20 : 창구 모서리의 곡률반지름

10. 격벽 구조

10.1 적용

10.1.1

이 요건은 종격벽 및 횡격벽에 적용한다.

10.2 화물창 격벽

10.2.1 일반

수밀 횡격벽은 이중저 늑판과 일치하여 설치하여야 한다.

10.2.2 1차 지지부재

횡격벽의 수직 1차 지지부재는 이중저 거더와 일치하여 설치하여야 한다. 수직 1차 지지부재의 플랜지는 이중저 늑판과 일치하여야 한다. 1차 지지부재와 이중저 구조의 연결부 강도는 평가되어야 한다.

10.2.3 셀 가이드 보강

셀 가이드가 화물창의 경계를 형성하는 횡격벽 또는 종격벽에 설치되는 경우, 그 구조는 셀 가이드에 의해 전달되는 하중을 고려하여 보강되어야 한다.

10.3 평면 격벽

10.3.1 일반

평면 격벽은 수평 또는 수직으로 보강될 수 있다. 수평 보강된 격벽은 수직 1차 지지부재에 의하여 지지되는 수평보강재로 구성된다. 수직 보강된 격벽은 필요시 수평 스트링거에 의하여 지지되는 수직 보강재로 구성된다.

10.3.2 보강재의 단부 연결

수밀격벽을 관통하는 보강재의 관통부는 수밀이어야 한다. 보강재의 단부 연결은 브래킷으로 하여야 한다. 선형으로 브래킷 단부 연결이 불가능한 경우 스닙단을 포함한 다른 배치를 허용할 수 있다.

[3.4]에 적합할 경우, 정수압을 받는 격벽에 스닙단이 사용될 수 있다.

10.4 트렁크 및 터널의 수밀 격벽

10.4.1

트렁크, 터널, 덕트 킬 및 통풍통의 수밀격벽은 상응하는 수준의 수밀격벽과 같은 강도를 가져야 한다. 수밀을 위한 수단과 개구를 막기 위한 방식은 우리 선급이 만족하는 것이어야 한다.

11. 필러

11.1 일반

11.1.1

가능한 한 필러는 동일한 수직선 상에 설치되어야 한다. 불가능한 경우, 하부 지지구조에 하중 전달을 할 수 있도록 유효한 수단이 제공되어야 한다. 모든 필러의 상단과 하단에서 분산시키도록 효과적인 배치가 되어야 한다. 필러가 편심하중을 지지하는 경우, 그에 발생하는 추가의 굽힘 모멘트에 대하여 보강되어야 한다.

11.1.2

필러는 이중저 거더와 정렬시키거나 또는 실행 가능한 한 가까이에 설치하여야 하며, 필러의 상하부 구조는 하중이 효과적으로 분산이 되도록 충분한 강도를 가져야 한다.

내저판에 연결되는 필러가 늑판 및 거더의 교차점에 위치하지 않는 경우, 필러 지지에 필요한 부분 늑판/거더 또는 동등 구조가 설치되어야 한다.

11.1.3

탱크 내에 설치된 필러는 폐 단면이어서는 아니 된다.

11.2 연결

11.2.1

필러의 상하부는 필요한 경우 두꺼운 이중판 및 브래킷으로 고정시켜야 한다. 우리 선급이 동등하다고 인정하는 경우, 이중판의 대안을 인정할 수 있다. 필러가 인장력을 받는 경우, 필러의 상하부는 인장력을 견딜 수 있도록 유효하게 고정시켜야 하고, 이중판은 삽입판으로 대체되어야 한다.

이중판이 설치될 경우, 이중판의 순 두께는 필러 순 두께의 1.5배 이상이어야 한다. 필러의 상하부는 연속 용접이 되어야 한다.

제 7 절 구조의 이상화

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

φ_w : 보강재나 1차 지지부재의 웨브와 부착판 사이 각도(°) (보강재에 대하여 **그림 12** 참조 및 1차 지지부재에 대하여 **10장 1절 그림 4** 참조). 각이 75도 이상일 경우 φ_w는 90도로 한다

ℓ_{bdg} : 유효 굽힘스팬(m). 보강재는 **[1.1.2]**, 1차 지지부재는 **[1.1.5]**에 따른다.

ℓ_{shr} : 유효 전단스팬(m). 보강재는 **[1.1.3]**, 1차 지지부재는 **[1.1.6]**에 따른다.

ℓ : 지지점 사이의 보강재 또는 1차 지지부재의 전체 길이(m)

s : 보강재 간격(mm). **[1.2]**에 따른다.

S : 1차 지지부재 간격(m). **[1.2]**에 따른다.

a : EPP의 길이(mm). **[2.1.1]**에 따른다.

b : EPP의 폭(mm). **[2.1.1]**에 따른다.

h_{stf} : 면재를 포함한 보강재의 높이(mm)

t_p : 보강재가 부착된 판의 순 두께(mm.)

t_w : 웨브의 순 두께(mm). (구평강(bulb)의 경우, **[1.4.1]** 참조)

b_f : 플랜지의 폭(mm). (**3장 2절 그림 2** 참조. 구평강(bulb)의 경우 **[1.4.1]** 참조)

t_f : 플랜지의 순 두께(mm)

PSM : 1차 지지부재

EPP : 요소 판 패널

LCP : 하중계산점

1. 보강재와 1차 지지부재의 구조의 이상화

1.1 유효 스팬

1.1.1 일반

이 조항에서 정의된 것과 배치가 다를 경우, 스팬의 정의는 특별하게 고려되어야 한다.

1.1.2 보강재의 유효 굽힘스팬

보강재의 유효 굽힘스팬 ℓ_{bdg}은 단일 선측 구조에 대해서는 **그림 1**, 이중 선측 구조에 대해서는 **그림 2**와 같이 측정하여야 한다.

웨브 보강재의 끝단이 스닙되거나 고려하는 보강재에 연결되지 않은 경우, 유효 굽힘스팬은 이면 브래킷이 설치되지 않으면 1차 지지부재 사이의 전체 길이로 정의된다.(**그림 1** 참조)

브래킷이 보강재의 플랜지 또는 자유단에 설치되는 경우, 유효 굽힘스팬은 감소될 수 있다. 부착판에 대하여 보강재와 반대편에 설치된 브래킷은 유효 굽힘스팬을 감소시키는 것으로 고려하여서는 아니 된다.

단일 선측 구조에서 1차 지지부재 웨브의 한 면에 브래킷 또는 웨브 보강재에 의해 지지되는 보강재의 유효 굽힘스팬은 **그림 1 (a)**와 같이 1차 지지부재 간의 전체 길이로 한다. 브래킷이 1차 지지부재의 양면에 설치되어 있는 경우, 유효 굽힘스팬은 **그림 1 (b), (c)** 및 **(d)**와 같이 구해진다.

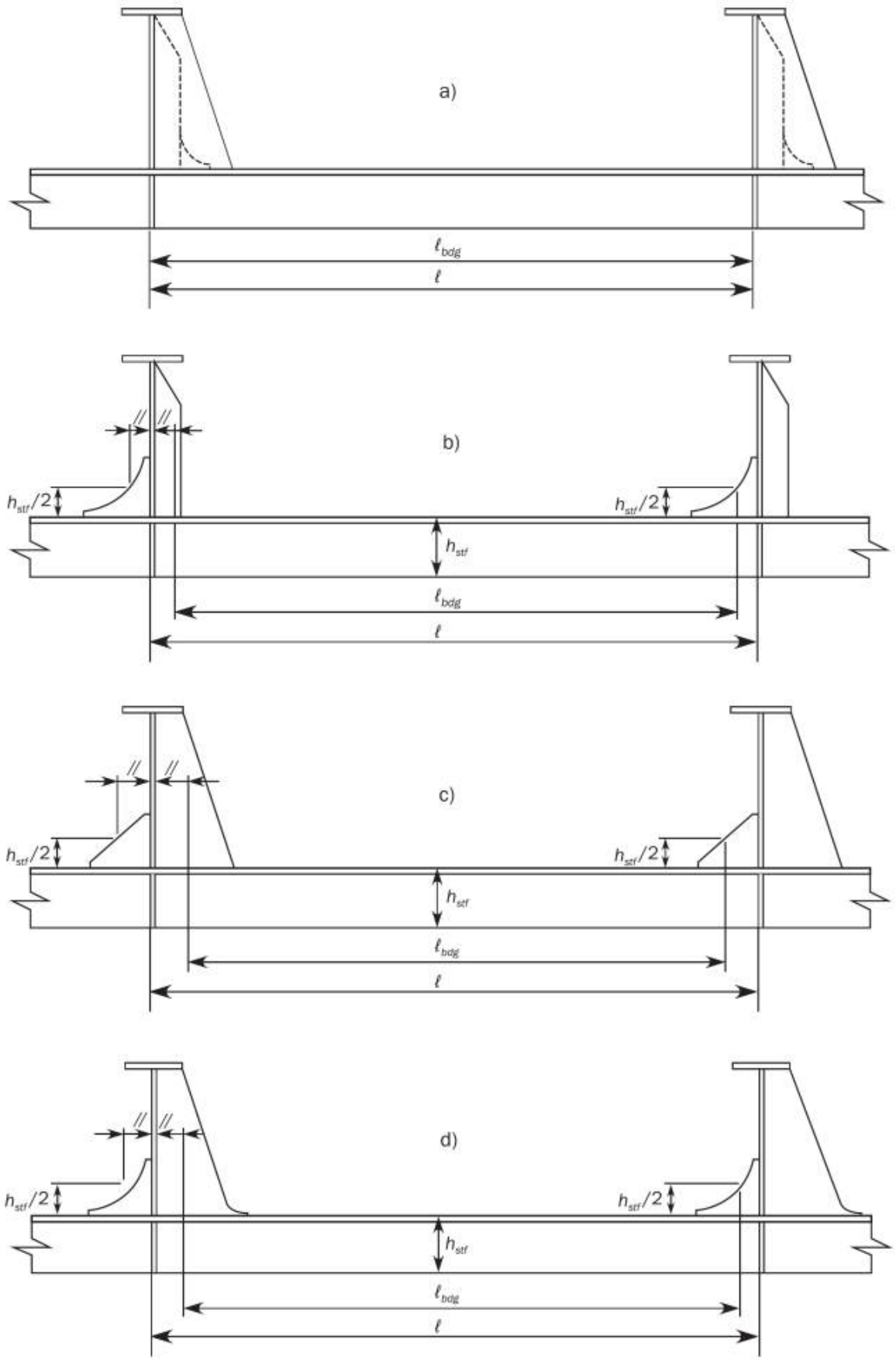


그림 1 : 웨브 보강재에 의하여 지지되는 보강재의 유효 굽힘스팬 (단일 선체 구조)

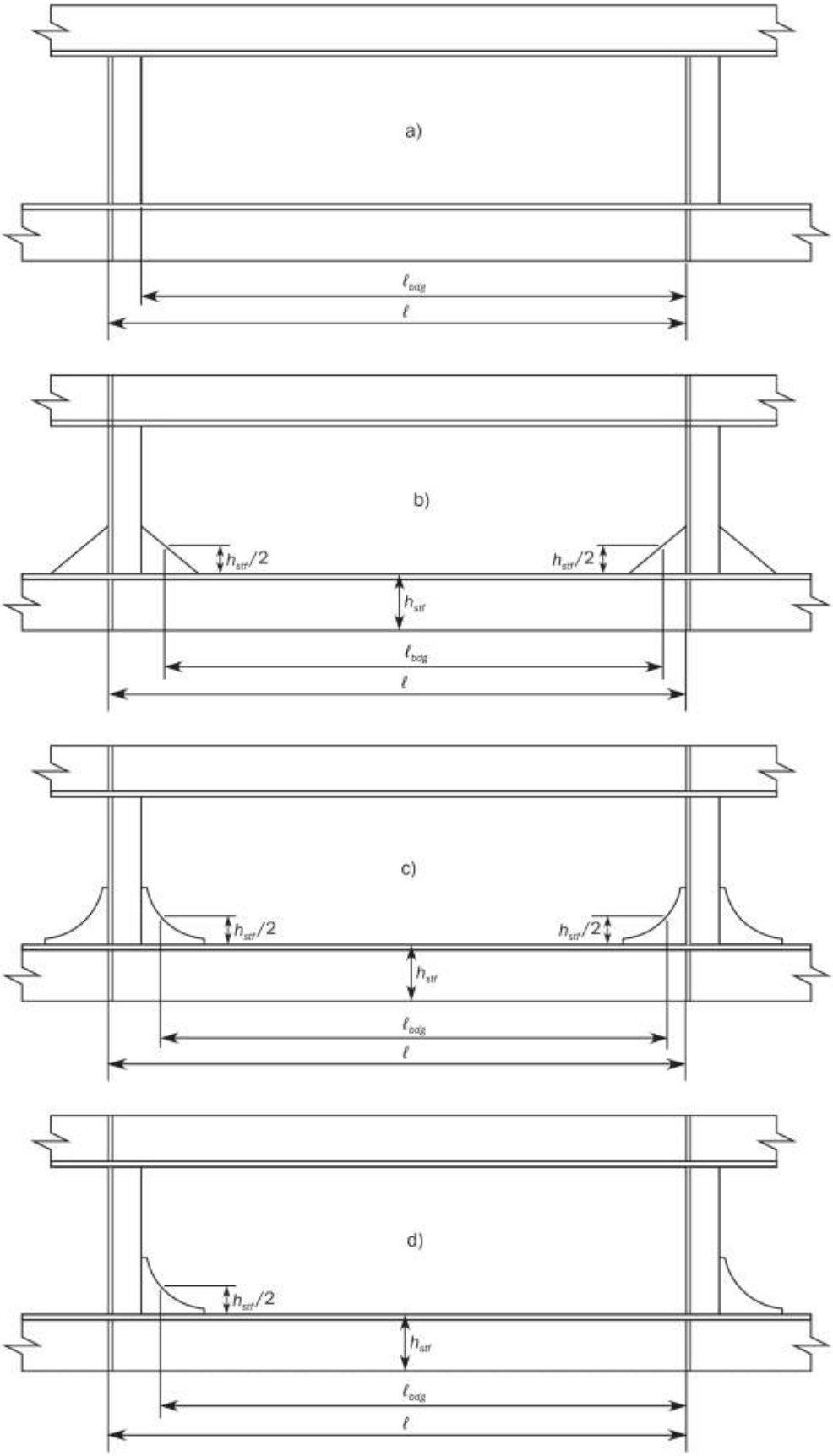


그림 2 : 웨브 보강재에 의하여 지지되는 보강재의 유효 굽힘스팬 (이중 선체 구조)

보강재의 면재가 브래킷의 곡선 자유단을 따라 연속되는 경우, 유효 굽힘스팬은 브래킷의 깊이가 보강재의 1/4에 해당하는 지점까지로 한다.(**그림 3** 참조)

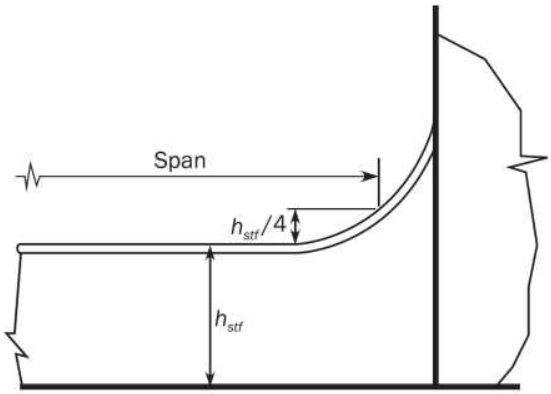


그림 3 : 국부 지지부재의 면재가 브래킷 곡선 자유단을 따라 연속되는 경우의 유효 굽힘스팬

1.1.3 보강재의 유효 전단 스팬

보강재의 유효 전단스팬 ℓ_{shr}(m)은 단일 선체구조에 대해서는 **그림 4**와 같이, 이중 선체 구조에 대해서는 **그림 5**와 같이 측정되어야 한다.

유효 전단스팬은 브래킷이 보강재의 플랜지 또는 자유단과 연결되거나 보강재의 부착판 이면에 브래킷이 설치된 경우 감소시킬 수 있다.

브래킷이 보강재의 플랜지 또는 자유단에 설치되고 보강재 부착판 이면에 브래킷이 설치되어있는 경우, 유효 전단스팬은 긴 유효 브래킷 암을 사용하여 감소시킬 수 있다.

지지구조 상세와 관계없이 보강재의 총 길이는 부재의 양 끝단에서 최소 $s/4000$ m에 의하여 감소 될 수 있으므로 유효 전단스팬 ℓ_{shr}은 다음 식보다 커서는 아니 된다.

$$\ell_{shr} \le \ell - \frac{s}{2000}$$

곡선 브래킷 또는 긴 브래킷(길이 / 높이의 비율이 큰 브래킷)의 유효 브래킷 길이는 **그림 4 (c)** 및 **그림 5 (c)**와 같이 최대 1:1.5의 직각 삼각형으로 취하여 측정하여야 한다.

보강재의 면재가 브래킷의 곡선 자유단에서 연속되는 경우, 스팬 위치의 결정을 위한 브래킷의 길이는 **그림 6**과 같이 브래킷 암 길이의 1.5배 보다 커서는 아니 된다.

1.1.4 보강재의 스팬에 대한 선체형상의 효과

곡진 보강재의 경우, 스팬은 플랜지를 갖는 보강재의 플랜지에서 측정된 스팬 지점과 평강 보강재의 자유단 간의 현(chord) 길이이다. 유효 스팬의 계산은 **[1.1.2]** 및 **[1.1.3]**의 요건에 적합하여야 한다.

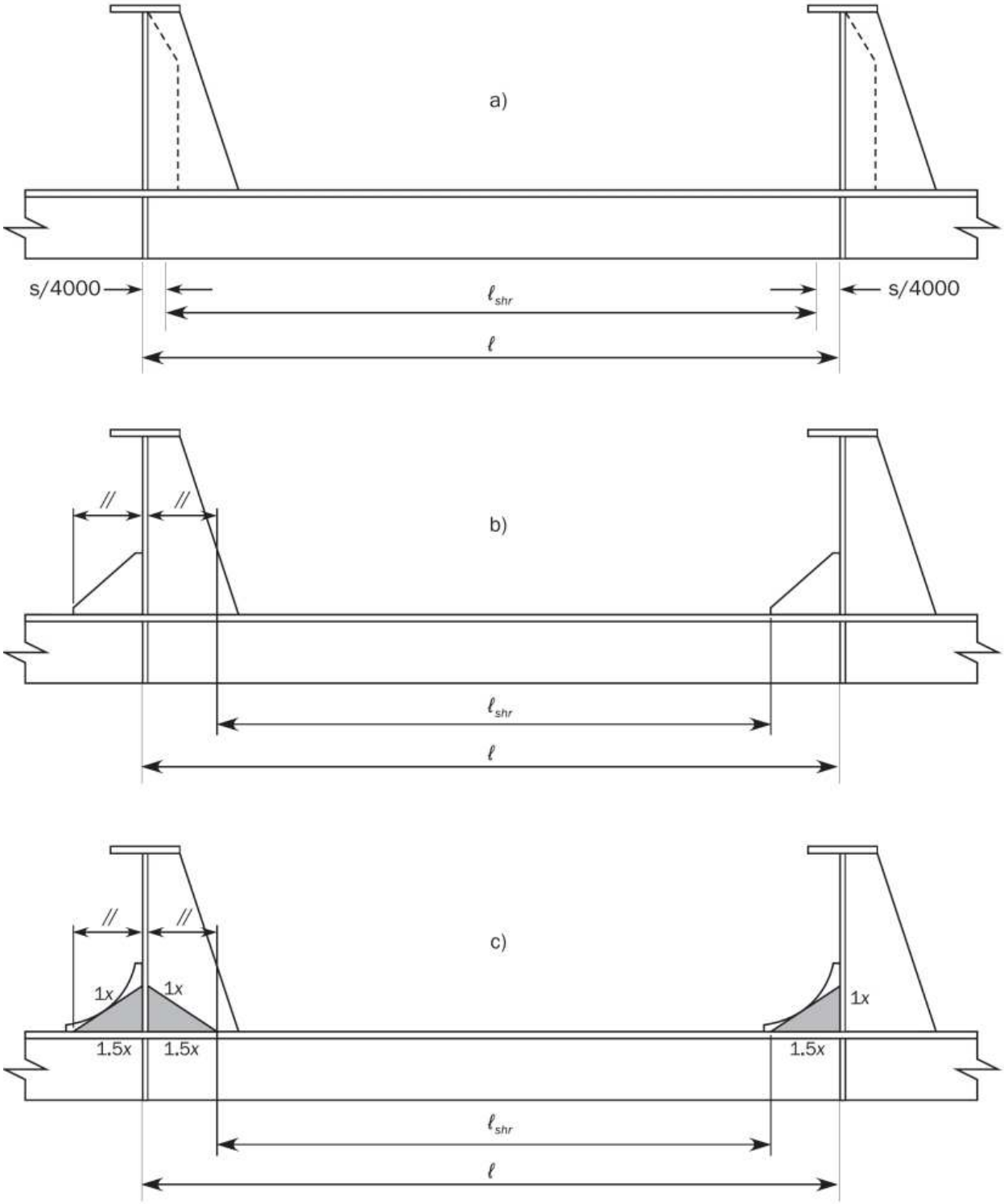


그림 4 : 웨브 보강재에 의하여 지지되는 보강재의 유효 전단스팬 (단일 선체 구조)

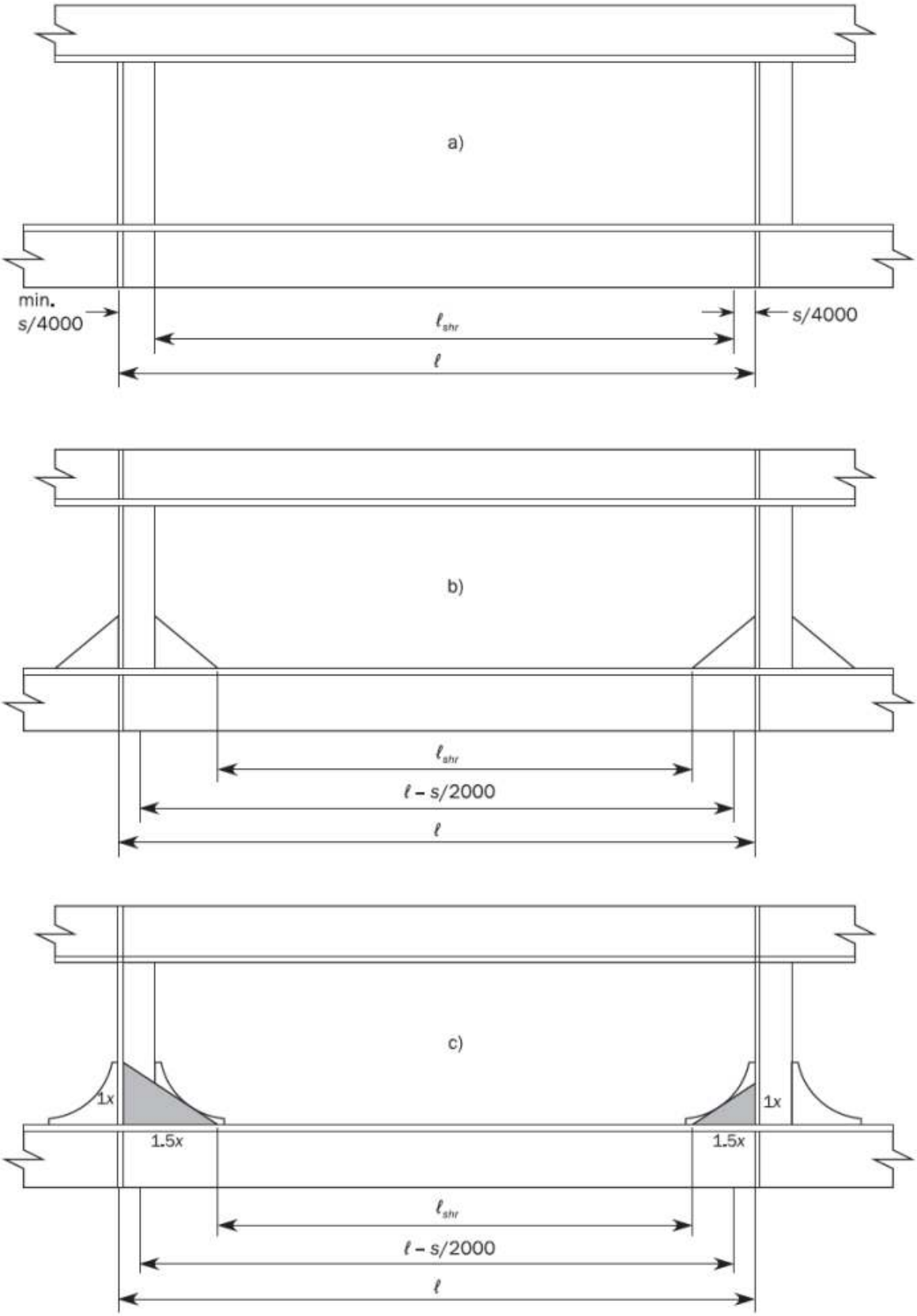


그림 5 : 웨브 보강재에 의하여 지지되는 보강재의 유효 전단스팬 (이중 선체 구조)

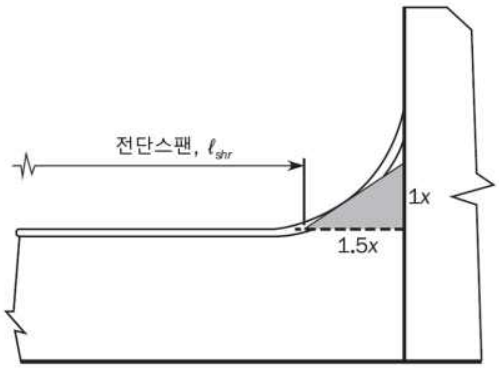


그림 6 : 국부 지지부재의 면재가 브래킷 곡선 자유단을 따라 연속되는 경우의 유효 전단스팬

1.1.5 1차 지지부재의 유효 굽힘스팬

단부 브래킷이 없는 1차 지지부재의 유효 굽힘스팬 ℓ_{bdg}(m)은 지지점 사이의 부재 길이로 구한다.

1차 지지부재의 유효 굽힘스팬 ℓ_{bdg}(m)은 적절한 단부 브래킷이 설치되는 경우 지지점 사이의 부재의 전체 길이보다 작게 취할 수 있다.

독립된 용접형 브래킷을 갖는 1차 지지부재의 유효 굽힘스팬은 **그림 7** (b)와 같이 브래킷 깊이가 1차 지지부재 웨브의 1/2과 같은 지점 사이의 거리로 한다. 이러한 스팬 지점을 정의하는데 사용되는 유효 브래킷은 [1.1.7]에 주어진 것과 같이 구한다.

그림 7 (a), (c) 및 (d)와 같이 부재의 면재가 브래킷의 면재를 따라 연속인 브래킷의 경우, 굽힘 유효스팬 ℓ_{bdg}은 브래킷 깊이가 1차 지지부재 웨브 높이의 1/4과 같은 지점 사이의 거리로 구한다. 이러한 스팬 지점을 정의하는데 사용되는 유효 브래킷은 [1.1.7]에 주어진 것과 같이 구해야 한다.

길이 / 높이의 비가 1.5보다 큰 직선 브래킷의 경우, 스팬 지지점은 유효한 브래킷에서 구해야 한다. 그렇지 않으면 스팬 지지점은 부착된 브래킷에서 구해야 한다.

곡진 브래킷의 경우, 스팬 지지점은 부착된 브래킷 및 유효 브래킷 사이의 접점 위의 스팬 위치에 대하여 부착된 브래킷에서 구해야 한다.

1차 지지부재의 면재가 브래킷의 역할을 하고 이면 브래킷이 부착된 경우, 스팬의 지지점은 전체 깊이가 1차 지지부재 깊이의 2배가 되는 지점보다 클 필요가 없다. **그림 7** (e) 및 (f)는 작고 큰 이면 브래킷 배치의 예를 보여준다.

1차 지지부재의 높이가 일정하게 유지되고, 면재의 폭이 지지점을 향하여 증가되는 배치의 경우, 유효한 굽힘스팬 ℓ_{bdg}은 면재의 폭이 공칭 폭의 2배가 되는 지점으로 할 수 있다.

1.1.6 1차 지지부재의 유효 전단스팬

1차 지지부재의 유효 전단스팬은 유효 굽힘스팬과 비교하여 감소될 수 있고, 유효 브래킷의 토우가 **그림 8**과 같다면, 지지부재의 유효 브래킷의 토우 사이에서 구해진다. 토우 지점을 정의하는데 사용되는 유효 브래킷은 [1.1.7]과 같다.

유효 이면 브래킷이 면재에 인접한 유효 브래킷보다 큰 배의 경우, 전단스팬은 **그림 8** (f)와 같이 유효 브래킷 토우 간 거리의 평균값으로 구한다.

1.1.7 유효 브래킷 정의

유효 브래킷은 부착된 브래킷 안에 길이/높이의 비가 1.5인 최대 크기의 직각삼각형 브래킷으로 정의된다.(**그림 7**의 예 참조)

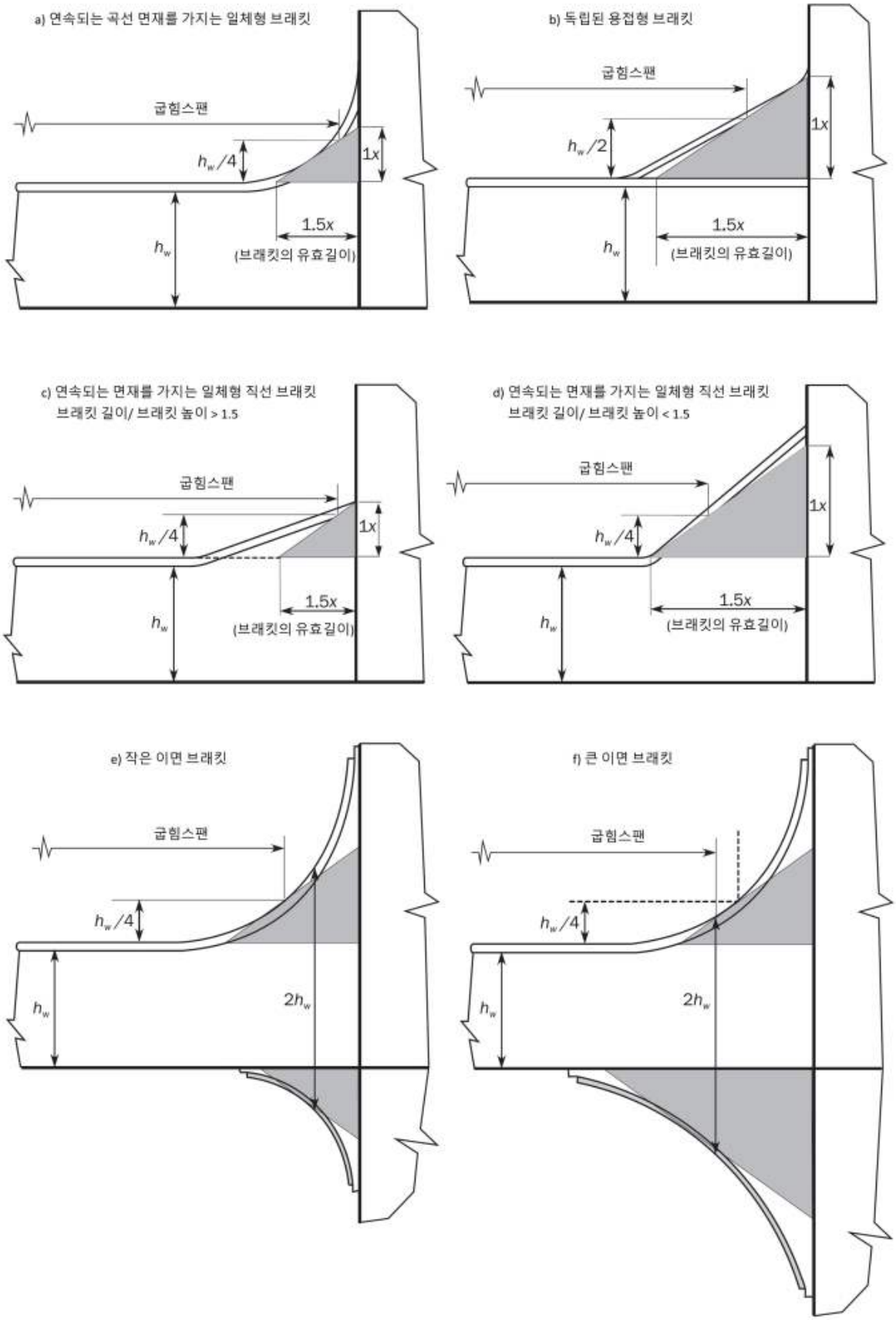


그림 7 : 1차 지지부재의 유효 굽힘스팬

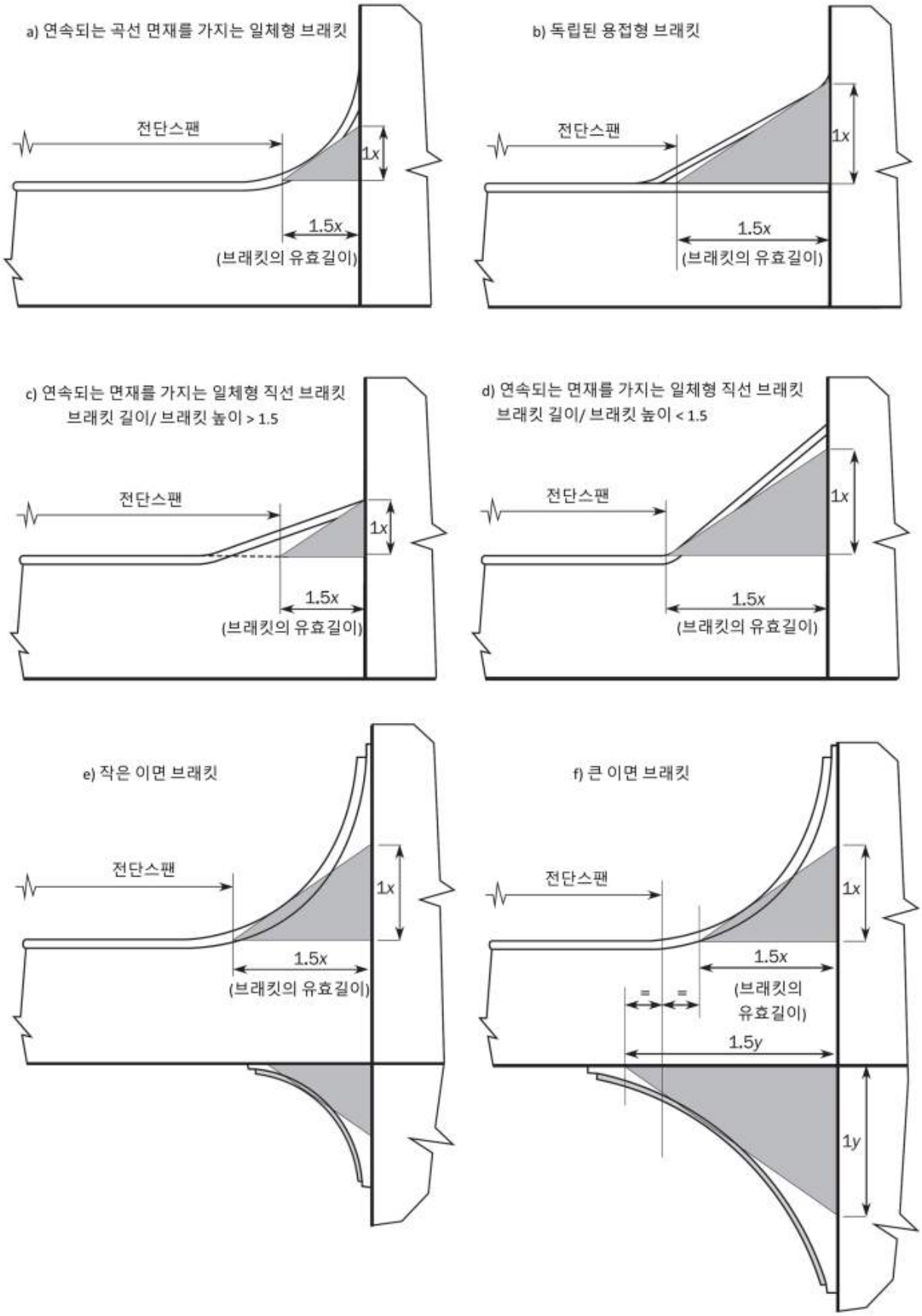


그림 8 : 1차 지지부재의 유효 전단스팬

1.2 간격 및 하중지지 폭

1.2.1 보강재

보강재의 유효 부착판의 계산을 위하여, 보강재 간격 s(mm)는 **그림 9**와 같이 다음 식으로 보강재 간의 평균 간격으로 구한다.

$$s = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4}{4}$$

b_1, b_2, b_3, b_4 : 보강재의 양단에서 보강재 사이 간격(mm)

일반적으로 보강재에 의해 지지되는 하중 폭은 s와 동일하다

1.2.2 1차 지지부재

1차 지지부재의 유효 부착판의 계산을 위하여, 보강재 간격 S(m)는 **그림 9**와 같이 인접한 1차 지지부재 간의 평균 간격으로 구한다.

$$s = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4}{4}$$

b_1, b_2, b_3, b_4 : 1차 지지부재의 양단에서 1차 지지부재 사이 간격(m)

일반적으로 보강재에 의해 지지되는 하중 폭은 S와 동일하다.

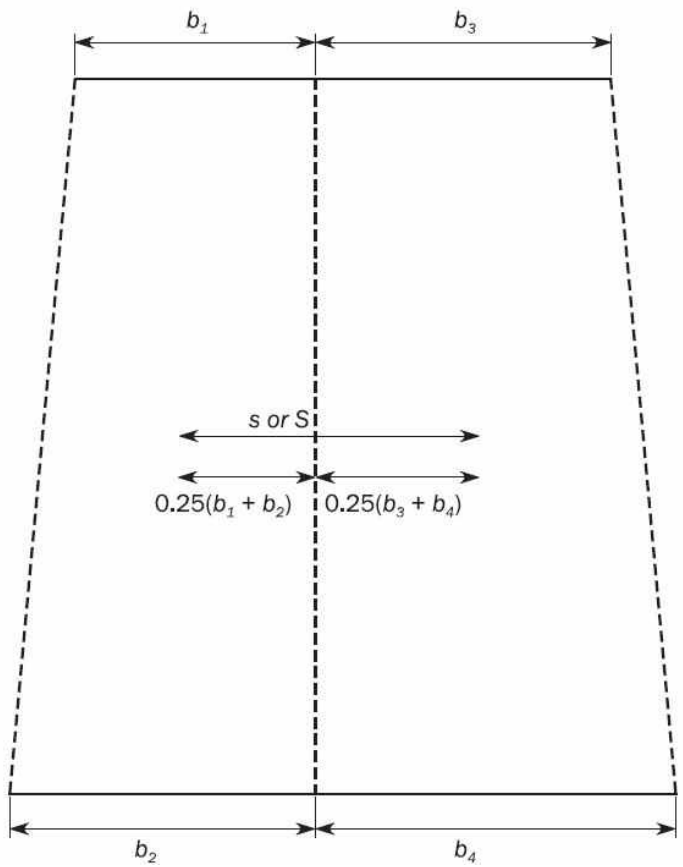


그림 9 : 판의 간격

1.2.3 곡진 판에서 간격

곡진 판에서 보강재 간격 s 또는 1차 지지부재 간격 S는 부재 사이의 평균 현길이로 한다.

1.3 유효폭

1.3.1 보강재

보강재의 항복강도 확인을 위하여 실제 순 단면계수 계산 시 고려하는 판의 유효폭 b_{eff}(mm)는 다음 식에 의한다.

a) 판이 보강재의 양쪽으로 연장된 경우

$b_{eff} = 200\ell$ 또는 $b_{eff} = s$

두 값 중 작은 값으로 한다.

b) 판이 보강재의 한쪽으로만 연장된 경우(즉, 개구의 경계에 있는 보강재)

$b_{eff} = 100\ell$ 또는 $b_{eff} = 0.5s$

두 값 중 작은 값으로 한다.

다만, 부착판의 순 두께가 8.0 mm 미만인 경우에는 유효폭은 600 mm 이하로 하여야 한다.

보강재의 좌굴강도 확인을 위한 고려하는 판의 유효폭 b_{eff} (mm)는 **8장 5절 [2.3.5]**에 따른다.

1.3.2 1차 지지부재

1차 지지부재의 단면계수 및 / 또는 관성 모멘트 계산을 위한 판의 유효폭 b_{eff}(m)는 다음 식에 의해 구한다.

$$b_{eff} = S \cdot \min\left[\frac{1.12}{1+\frac{1.75}{\left(\frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}}\right)^{1.6}}};1.0\right] \qquad \frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}} \geq 1 \text{ 경우}$$

$$b_{eff} = 0.407\frac{\ell_{bdg}}{\sqrt{3}} \qquad \frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}} < 1 \text{ 경우}$$

1.3.3 1차 지지부재의 곡진 면재와 부착판의 유효면적

a) 및 b)에 주어진 유효 순 면적은 1차 지지부재가 부착된 곡면 부착판과 곡진 면재에만 적용한다. 면재에 평행한 웨브 보강재에는 적용되지 않는다.

유효 순 면적은 다음 계산을 위하여 1차 지지부재에만 적용한다.

- **6장**의 치수요건과 비교하기 위하여 사용되는 실제 순 단면계수
- **7장**에서 사용된 보 요소로 모델링 되는 곡진 면재의 실제 유효 슨 면적

a) 유효 순 면적 $A_{eff-n50}$(mm^2)는 다음 식에 따라 구한다.

$$A_{eff-n50} = C_f t_{f-n50} b_f$$

C_f : 플랜지 효율계수로서 다음 식에 따른다. 다만, 1.0 이하여야 한다.

- $C_f = C_{f1}\frac{1.285}{\beta k_1}$ 대칭 면재의 경우
- $C_f = 0.18 + \frac{0.08}{\beta^2}$ 비대칭 면재의 경우
- $C_f = C_{f1}\frac{1.285}{\beta}$ 상자형 거더의 부착판의 경우

C_{f1} : 계수로서 다음 식에 따른다.

- 대칭 면재의 경우,

$$C_{f1} = \frac{(\sinh k_1\beta \cosh k_1\beta + \sin k_1\beta \cos k_1\beta)}{(\cosh k_1\beta)^2 + (\cos k_1\beta)^2}$$

- 2개의 웨브를 가진 상자형 거더의 부착판의 경우,

$$C_{f1} = \frac{0.78(\sinh\beta + \sin\beta)(\cosh\beta - \cos\beta)}{(\sinh\beta)^2 + \sin^2\beta}$$

• 여러 웨브를 가진 상자형 거더의 부착판의 경우,

$$C_{f1} = \frac{1.56\,(\cosh\beta - \cos\beta)}{\sinh\beta + \sin\beta}$$

k_1 : 다음에 의한 값

• $k_1 = 1.4 + 1.25(1.4-\beta)^3$ $\beta < 1.4$인 경우

• $k_1 = 1.4$ $\beta \geq 1.4$인 경우

β : 계수로서 다음 식에 의한 값

$$\beta = \frac{1.285\,b_1}{\sqrt{r_f t_{f-n50}}} \quad \text{(rad)}$$

b_1 : 면재의 폭(mm)으로서 다음에 따른다.

• $b_1 = 0.5(b_f - t_{w-n50})$ 대칭 면재의 경우

• $b_1 = b_f$ 비대칭 면재의 경우

• $b_1 = s_w - t_{w-n50}$ 상자형 거더의 부착판의 경우,

s_w : 상자형 거더의 웨브 간격(mm)

t_{f-n50} : 플랜지 순 두께(mm). 비대칭 면재의 C_f 및 β 계산 시, t_{f-n50} 는 t_{w-n50} 보다 커서는 아니 된다.

t_{w-n50} : 웨브 순 두께(mm)

r_f : 1차 지지부재의 곡진 면재나 곡판의 반지름(mm)으로 두께 중간에서의 값으로 한다.(**그림** 10 참조)

b_f : 1차 지지부재의 부착판 또는 면재의 폭(mm) (**그림** 10 참조)

b) 방사형 브래킷에 의하여 지지되는 곡진 면재 또는 원통형 보강재에 의하여 지지되는 판의 유효 순 면적은 다음 식에 따른다.

$$A_{eff-n50} = \left(\frac{3r_f t_{f-n50} + C_f s_r^2}{3r_f t_{f-n50} + s_r^2}\right) t_{f-n50}\, b_f \quad \text{(mm}^2\text{)}$$

s_r : 웨브 판에 수직인 트리핑 브래킷, 웨브 보강재 또는 보강재의 간격(mm) (**그림** 10 참조)

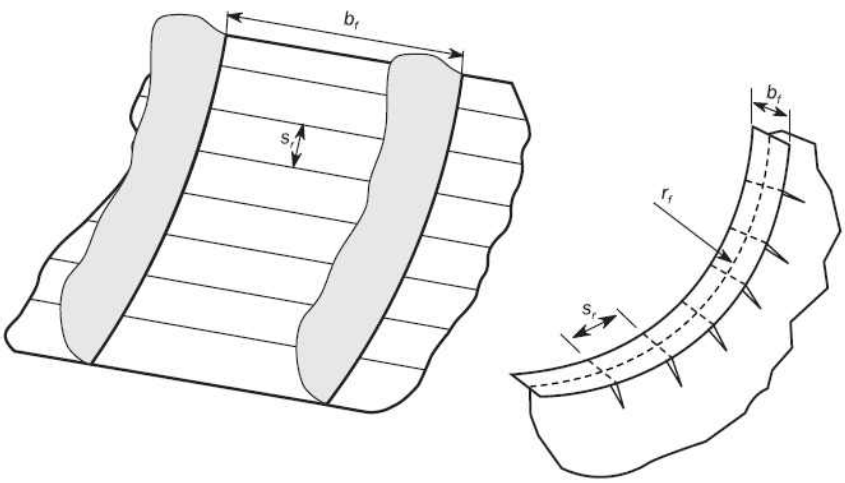


그림 10 : 곡진 외판 패널 및 면재

1.4 보강재 및 1차 지지부재의 기하학적 특성

1.4.1 구평강(bulb) 단면을 갖는 보강재 형상

구평강(bulb) 단면의 특성은 직접 계산에 의해 결정된다.

특성의 직접계산을 수행하는 것이 불가능할 경우, 구평강(bulb) 단면은 조립단면과 동등하게 구할 수 있다. 동등한 조립단면의 순 치수는 다음 식에 따라 구한다.

$$h_W = h'_W - \frac{h'_W}{9.2} + 2 \quad \text{(mm)}$$

$$b_f = \alpha\left(t'_W + \frac{h'_W}{6.7} - 2\right) \quad \text{(mm)}$$

$$t_f = \frac{h'_W}{9.2} - 2 \quad \text{(mm)}$$

$$t_w = t'_w \quad \text{(mm)}$$

h'_w, t'_w : **그림** 11과 같이, 구평강(bulb) 단면의 순 높이(mm)와 순 두께(mm)

α : 다음에 의한 값

$$\alpha = 1.1 + \frac{(120 - h'_w)^2}{3000} \qquad h'_w \le 120 \text{ 경우}$$

$$\alpha = 1.0 \qquad h'_w > 120 \text{ 경우}$$

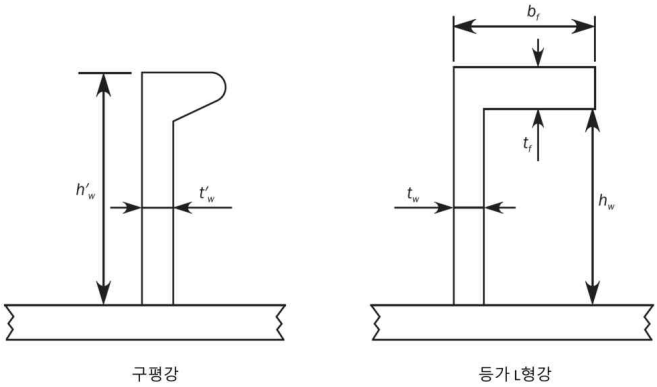


그림 11 : 보강재의 치수

1.4.2 보강재의 탄성 전단 순 면적

보강재의 탄성 전단 순 면적 A_{shr}(cm^2)은 다음과 같이 구한다.

$$A_{shr} = d_{shr}\, t_w 10^{-2}$$

d_{shr} : [1.4.3]에 따른 유효 전단 깊이(mm)

t_w : **3장 2절 그림** 2에 따른 보강재의 순 웨브 두께

1.4.3 보강재의 유효 전단 깊이

보강재의 유효 전단 깊이 d_{shr}(mm)는 다음과 같이 구한다.

$$d_{shr} = (h_{stf} - 0.5t_{c-stf} + t_p + 0.5t_{c-pl})\sin\varphi_w$$

h_{stf} : **3장 2절 그림** 2에 따른 보강재의 높이(mm)

t_p : **3장 2절 그림** 2에 따른 보강재 부착판의 순 두께(mm)

t_{c-stf} : **3장 3절**에 따른 보강재의 부식 추가(mm)

t_{c-pl} : **3장 3절**에 따른 보강재 부착판의 부식 추가(mm)

φ_w : **그림** 12에 따른 각도로서 75도 이상일 경우에는 90도로 한다.

1.4.4 보강재의 탄성 순 단면계수

보강재의 탄성 순 단면계수 Z(cm^3) 및 순 관성 모멘트 I(cm^4)는 다음과 같이 구한다.

$Z = Z_{stf}\sin\varphi_w$

$I = I_{st}\sin^2\varphi_w$

Z_{stf} : 보강재가 부착판에 수직으로 가정했을 때($\varphi_w = 90°$)의 보강재의 순 단면계수(cm^3)

I_{st} : 보강재가 부착판에 수직으로 가정했을 때($\varphi_w = 90°$)의 보강재의 순 관성 모멘트(cm^4)

φ_w : **그림 12**에 따른 각도로서 75도 이상일 경우에는 90도로 한다.

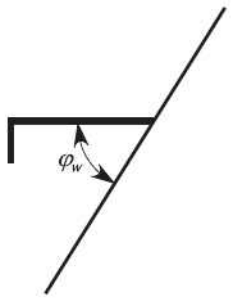


그림 12 : 보강재 웨브와 부착판 사이의 각

1.4.5 보강재의 유효 소성 순 전단면적

충격하중에 대한 보강재의 소성 순 전단면적 A_{shr-pl}(cm^2)는 다음과 같이 구한다.

$A_{shr-pl} = A_{shr}$

A_{shr} : **[1.4.2]**에 따른 탄성 순 전단면적(cm^2)

1.4.6 보강재의 유효 소성 순 단면계수

충격하중에 대한 보강재의 유효 소성 순 단면계수 Z_{pl}(cm^2)는 다음과 같이 구한다.

$$Z_{pl} = \frac{f_w h_w^2 t_w}{2000} + \frac{(2\gamma - 1)\,A_f h_{f-ctr}}{1000} \qquad 75^o \le \varphi_w \le 90^o \text{ 경우}$$

$$Z_{pl} = \frac{f_w h_w^2 t_w \sin\varphi_w}{2000} + \frac{(2\gamma - 1)\,A_f\left(h_{f-ctr}\sin\varphi_w - b_{f-ctr}\cos\varphi_w\right)}{1000} \qquad \varphi_w < 75^o \text{ 경우}$$

f_w : 웨브 전단응력 계수로서 다음과 같다.

- f_w = 0.75 n = 1 또는 2인 면재를 갖는 보강재
- f_w = 1.0 n = 0인 면재를 갖는 보강재
- f_w = 1.0 평강 보강재인 경우

n : 각 부재의 단부 지지에서 소성 힌지 수로서 0, 1 또는 2로 한다.
다음의 경우에는 단부 지지의 소성 힌지를 고려할 수 있다.

- 지지점에서 보강재가 연속인 경우
- 끝단부에서 칼링(또는 동등한)에 의해 인접한 보강재에 연결되고 보강재가 지지판을 관통하는 경우
- 보강재가 굽힘에 유효한 보강재(좌굴 보강재가 아닌 보강재)에 부착되는 경우
- 보강재가 굽힘에 효과적인 브래킷에 연결되어있는 경우, 브래킷은 다른 보강재(좌굴 보강재가 아닌 보강재)에 연결될 때는 굽힘에 유효하다고 가정한다.

h_w : 보강재의 웨브 깊이(mm), 다음에 따른다.

- T 형강, L 형강(압연 및 조립) 및 평강 : **3장 2절 그림 2**에 따른다.
- L2 형강 및 L3 형강 : **3장 2절 그림 3**에 따른다.
- 구평강(bulb) : **[1.4.1]**에 따른다.

γ : 계수로서 다음에 의한 값

$$\gamma = \frac{1+\sqrt{3+12\beta}}{4}$$

β : 계수로서 다음에 따른다.

- 스팬 중간에 트리핑 브래킷이 없는 L 형강의 경우, 다음 식에 의한 값

$$\beta = \frac{t_w^2 f_b l_{shr}^2}{80 b_f^2 t_f h_{f-ctr}} 10^6 + \frac{t_w}{2b_f}$$ 다만, 0.5 보다 커서는 아니 된다.

- 기타의 경우

$\beta = 0.5$

A_f : 면재의 순 횡단면적(mm^2)으로 다음에 따른다.

- A_f = 0 평강의 경우
- $A_f = b_f t_f$ 다른 보강재의 경우

b_{f-ctr} : 보강재 웨브의 두께 중간으로부터 면재의 면적의 중심까지의 면재의 너비(mm)로 다음에 따른다.

- $b_{f-ctr} = 0.5(b_f - t_w)$ 압연 형강 및 구평강(bulb)의 경우
- $b_{f-ctr} = 0$ T 형강의 경우

h_{f-ctr} : 면재의 두께 중간까지의 보강재의 높이(mm)로 다음에 따른다.

- $h_{f-ctr} = h_w + 0.5t_f$ L3 형강 및 구평강(bulb)을 제외한 직사각형 모양의 플랜지 형상의 경우
- $h_{f-ctr} = h_{stf} - d_e - 0.5t_f$ **3장 2절 그림 3**에 정의된 L3 형상의 경우

d_e : L3 형강의 경우, 웨브의 상단부에서 플랜지 상면까지의 거리(mm) (**3장 2절 그림 3** 참조)

f_b : 계수로서 다음과 같다.

- f_b = 0.8 단부 브래킷이 있고, 1차 지지부재를 관통하여 연속되는 면재
- f_b = 0.7 단부 브래킷이 있고, 1차 지지부재에서 면재가 스닙되거나 반대쪽에 일직선상의 구조가 없이 지지점에서 끝나는 보강재의 경우
- f_b = 1.0 상기 이외의 경우

t_f : 플랜지의 순 두께(mm)

- t_f = 0 평강의 경우
- 구평강(bulb)의 경우, t_f는 **[1.4.1]**에 따른다.

1.4.7 부착판과 수직이 아닌 1차 지지부재 웨브

1차 지지부재의 웨브가 부착판에 수직이 아닌 경우, 실제 순 전단면적 및 실제 순 단면계수는 다음 식에 따른다.

a) 실제 순 전단면적 :

$A_{sh-n50} = A_{sh\text{-}0\text{-}n50} \sin\varphi_w$ $\varphi_w < 75^o$ 경우

$A_{sh-n50} = A_{sh\text{-}0\text{-}n50}$ $75^o \le \varphi_w \le 90^o$ 경우

b) 실제 순 단면계수 :

$Z_{n50} = Z_{perp-n50} \sin\varphi_w$ $\varphi_w < 75^o$ 경우

$Z_{n50} = Z_{perp-n50}$ $75^o \le \varphi_w \le 90^o$ 경우

$A_{sh-0-n50}$: 부착판과 수직인 것으로 가정되는 1차 지지부재의 실제 순 전단면적으로 다음식에 따른다.

$$A_{sh-0-n50} = (h_w + t_{f-n50} + t_{p-n50})\, t_{w-n50}\, 10^{-2} \quad (\text{cm}^2)$$

$Z_{perp-n50}$: 부착판과 수직인 것으로 가정되는 1차 지지부재와 부착판의 실제 단면 계수(cm^3)

1.4.8 웨브에 개구가 있는 1차 지지부재의 전단면적

유효 순 전단면적 A_{sh-n50}의 계산에 고려되는 유효 웨브 높이 h_{eff}(mm)는 다음 중 작은 값으로 구한다.

$h_{eff} = h_w$

$h_{eff} = h_{w3} + h_{w4}$

$h_{eff} = h_{w1} + h_{w2} + h_{w4}$

h_w : 1차 지지부재의 웨브 높이(mm).

h_{w1}, h_{w2}, h_{w3}, h_{w4} : **그림** 13에 따른 치수.

고려하는 단면에서 $h_w/3$ 이내에 개구가 있는 경우, h_{eff}는 순 높이와 개구를 통한 순 거리 중 작은 값으로 한다. (**그림** 13 참조)

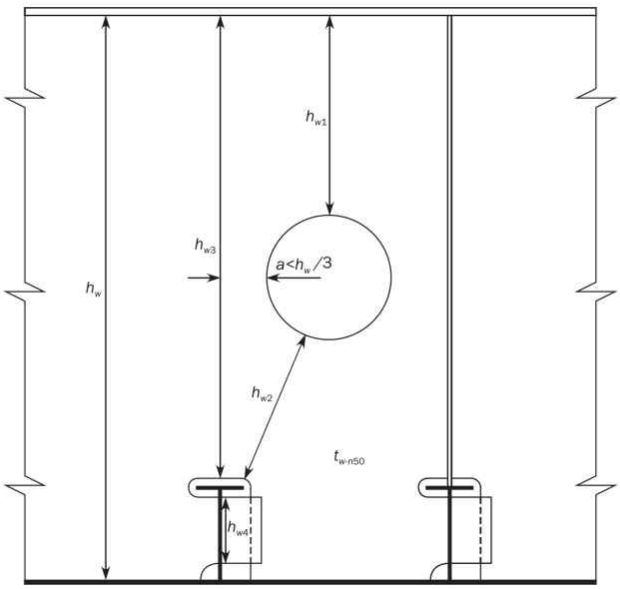


그림 13 : 웨브 개구 부위의 전단면적

2. 판

2.1 요소 판 패널의 이상화

2.1.1 EPP

요소 판 패널(EPP)은 1차 지지부재 및 / 또는 보강재 사이의 판에 보강되지 않은 부분을 말한다. 요소 판 패널의 길이 a와 폭 b은 **그림** 14와 같이 각각 판의 긴 변과 짧은 변으로 정의된다.

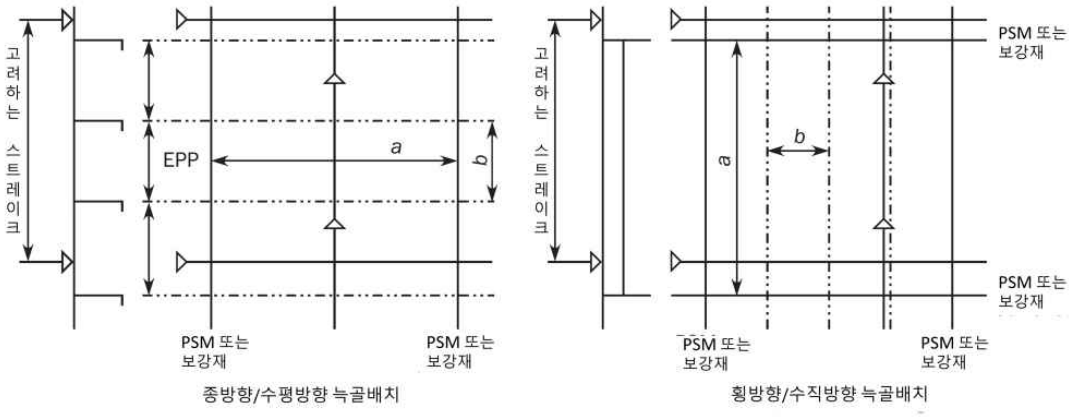


그림 14 : 요소 판 패널 정의

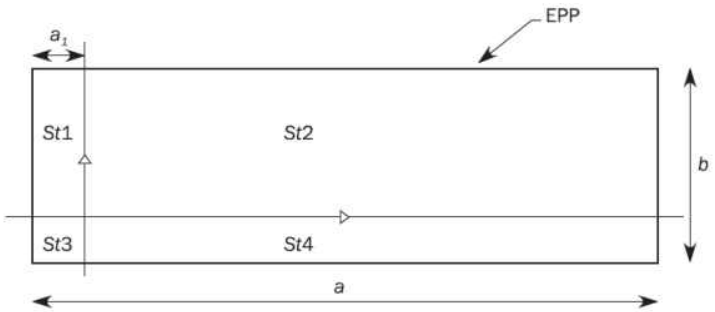
2.1.2 스트레이크 요구 두께

스트레이크의 요구 두께는 스트레이크 내의 각 요소 판 패널(EPP)에 대하여 요구되는 가장 큰 값으로 한다. **그림 15**와 같이 고려하는 스트레이크의 선택을 위하여 **표 1**의 요건이 적용되어야 한다.

스트레이크 내에서 최대 부식 추가는 **3장 3절 [1.2.3]**에 따른다.

표 1 : 주어진 요소 판 패널(EPP)을 고려하는 스트레이크

	$a/b > 2$	$a/b \le 2$
$a_1 > b/2$	모든 스트레이크 (St1, St2, St3, St4)	모든 스트레이크 (St1, St2, St3, St4)
$a_1 \le b/2$	스트레이크 St2 및 St4	모든 스트레이크 (St1, St2, St3, St4)



a_1 : 스트레이크 경계 용접선과 EPP 경계의 거리(mm)로서 EPP의 긴 변 방향으로 측정한다.

그림 15 : 요소 판 패널을 고려하는 스트레이크

2.1.3

직접 강도 해석의 경우, EPP는 유한 요소 모델의 메쉬에 이상화되어 배치된다.

2.2 하중 계산점

2.2.1 항복

항복강도 검토를 위하여, 국부 치수 요건의 계산에 사용되는 국부압력 및 선체거더 응력은 **표 2**에 정의된 x, y 및 z 좌표를 가지는 하중점(LCP)에서 구한다.

표 2 : 항복에 대한 하중 계산점(LCP) 좌표

하중 계산점 좌표	일반[1]		수평판		수직 횡구조	
	종식 늑골 (그림 18)	횡식 늑골 (그림 19)	종식 늑골	횡식 늑골	수평 늑골 (그림 20)	수직 늑골 (그림 21)
x 좌표	EPP의 길이 중간		EPP의 길이 중간		y 및 z에 상응하는 값	
y 좌표	x 및 z에 상응하는 값		EPP의 선측 y 값		z 높이에서 EPP의 선측 방향 y값[2]	
z 좌표	EPP의 하단	EPP의 하단 또는 스트레이크의 하단 중 큰 값	x 및 y에 상응하는 값		EPP의 하단	EPP의 하단 또는 스트레이크의 하단 중 큰 값

[1] 수평판 또는 수직 횡구조를 제외한 모든 구조
[2] 트랜섬 판의 경우, 하중 계산점의 y 값은 외부 동압력 계산을 위한 하중 계산점의 z 값의 외판에 상응하는 y 값으로 한다.

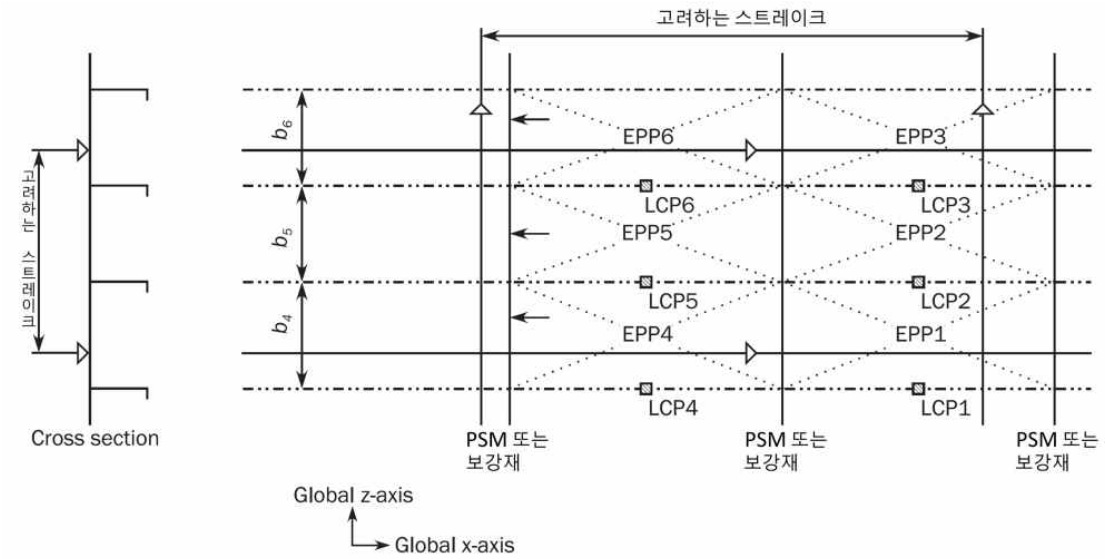


그림 16 : 종늑골식 하중 계산점

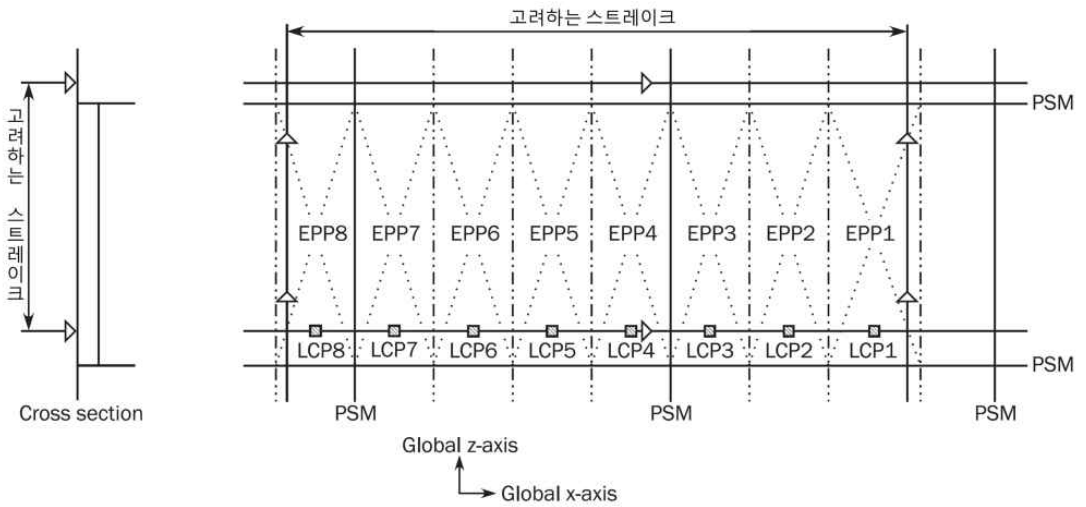


그림 17 : 횡늑골식 하중 계산점

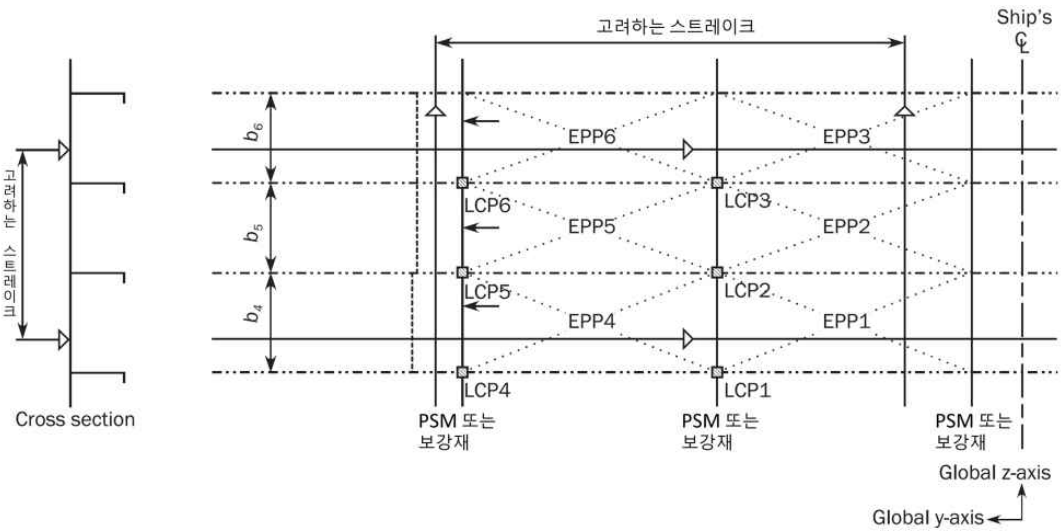


그림 18 : 횡 수직구조에서 수평 늑골형 하중 계산점

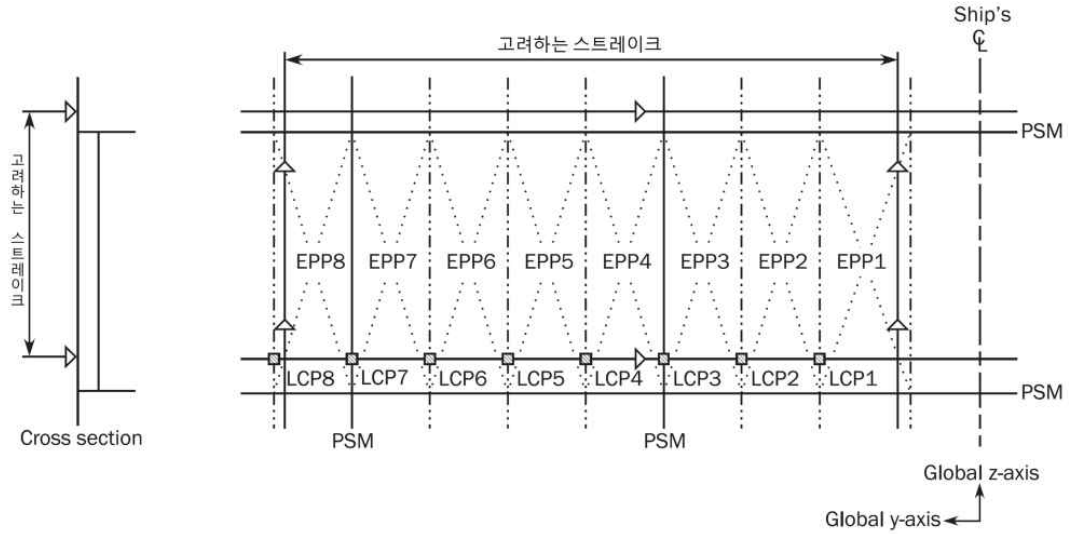


그림 19 : 횡 수직구조에서 수직 늑골형 하중 계산점

2.2.2 좌굴

8장 2절에 따라 EPP의 규범적 좌굴평가를 위하여, 압력과 선체 거더 응력에 대한 하중 계산점은 표 3에 따른다. 유한요소해석의 좌굴평가의 경우 8장 4절을 적용한다.

표 3 : 판 좌굴에 대한 하중 계산점(LCP) 좌표

하중 계산점	압력의 하중 계산점	선체거더 응력의 하중 계산점(그림 22)		
		굽힘응력[1]		전단응력
		비 수평판	수평판	
x 좌표	항복에 대한 하중 계산점과 동일한 좌표 (표 2 참조)	요소 판 패널 길이의 중앙		
y 좌표		x 및 z에 상응하는 값	요소 판 패널의 내외부 끝단 (A1점 및 A2점)	요소 판 패널의 중간점 (point B)
z 좌표		요소 판 패널의 내외부 끝단 (A1점 및 A2점)	x 및 y에 상응하는 값	

[1] 곡판의 굽힘응력은 A1점과 A2점에서의 응력 값의 평균으로 한다.

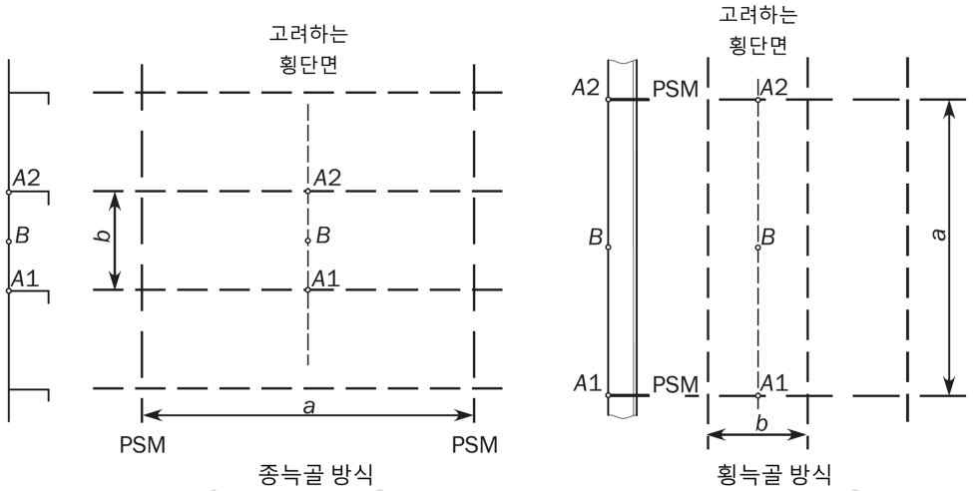


그림 20 : 판 좌굴에 대한 하중 계산점 - 선체거더 응력

3. 보강재

3.1 기준점

3.1.1

보강재에 대한 단면계수의 요건은 최소 단면계수가 요구되는 기준점과 관련이 있다. 대표적인 형상에 대한 기준점은 그림 21과 같다.

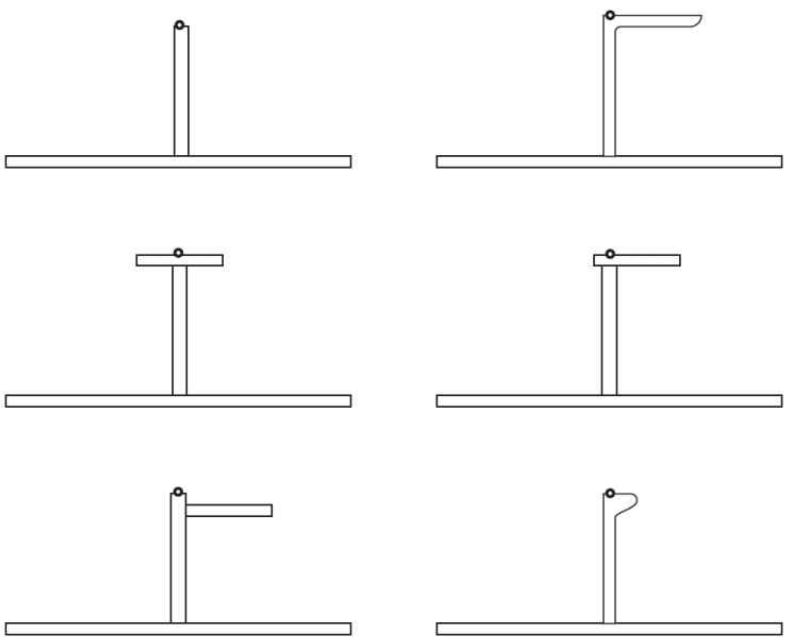


그림 21 : 국부 치수평가를 위한 단면계수 및 선체거더 응력의 계산에 대한 기준점

3.2 하중 계산점

3.2.1 압력에 대한 하중 계산점

압력에 대한 하중 계산점은 다음에 따른다.

- 고려하는 보강재의 전체 길이 ℓ의 중간 지점
- 보강재와 부착판의 교차 지점

트랜섬 판에 위치한 보강재의 경우, 하중 계산점의 y 값은 외부 동압력 계산을 위한 하중 계산점의 z 값의 외판에 상응하는 y 값으로 한다.

3.2.2 선체거더 굽힘응력에 대한 하중 계산점

선체거더 굽힘응력에 대한 하중 계산점은 다음과 같이 정의된다.

a) **6장**에 따른 항복강도 검증의 경우
- 고려하는 보강재의 전체 길이 ℓ의 중간 지점
- **그림 21**에 따른 기준점

b) **8장**에 따른 규범적 좌굴 요건의 경우
- 고려하는 보강재의 전체 길이 ℓ의 중간 지점
- 보강재와 부착판의 교차 지점

3.2.3 비수평 보강재

면외압력 P(kN/m^2)는 보강재 전체 길이의 중앙에서 구해진 값과 아래 식에 의해 구해진 값 중 큰 값으로 계산한다.

a) 수직 보강재의 상단 압력 0.0이 되는 높이보다 아래에 있는 경우

$$P = \frac{P_u + P_L}{2}$$

b) 수직 보강재의 상단이 압력 0.0이 되는 높이보다 위에 있는 경우(**그림 22** 참조)

$$P = \frac{\ell_1}{\ell}\frac{P_L}{2}$$

ℓ_1 : 보강재의 하단과 압력이 0.0이 되는 높이까지의 거리(m)

P_u : 수직 보강재 스팬 ℓ의 상단에서 면외압력(kN/m^2)

P_L : 수직 보강재 스팬 ℓ의 하단에서 면외압력(kN/m^2)

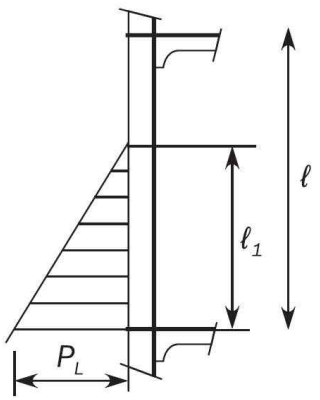


그림 22 : 수직 보강재에 대한 작용하는 압력의 정의

4. 1차 지지부재

4.1 하중 계산점

4.1.1

하중 계산점은 부착판과 1차 지지부재의 교차 지점에서 전체 길이 ℓ의 중간 지점에 위치한다. 다만, 화물창 구역의 1차 지지부재인 경우, **6장 6절 [2]**의 요건을 따른다.

트랜섬 판에 위치한 1차 지지부재의 경우, 하중 계산점의 y 값은 외부 동압력 계산을 위한 하중 계산점 z 값의 외판에 상응하는 y 값으로 한다. ⚓

14편 4장

하중

제 1 절 소개

제 2 절 동적하중상태

제 3 절 선박 운동 및 가속도

제 4 절 선체거더하중

제 5 절 외부하중

제 6 절 내부하중

제 7 절 설계하중 시나리오

제 8 절 적하상태

제 1 절 소개

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

S : 정적하중 상태

$S+D$: 정적하중 상태 + 동적하중 상태

1. 일반

1.1 적용

1.1.1 범위

이 장에서는 강도 및 피로평가를 위한 설계하중을 제공한다.

하중조합은 **4장 7절**에 정의된 설계하중 시나리오에 따라 유도되어야 한다. 이 절은 모든 적절한 운영 방식의 일관된 설계하중 조합들을 정의하기 위한 설계하중 시나리오의 개념을 사용한다.

1.1.2 등가설계파

각각 동적하중 상태에 연관된 동적하중은 등가설계파(Equivalent Design Wave, EDW) 개념을 기반으로 한다. 등가설계파 개념은 지배적인 하중 응답이 요구된 장기 응답치와 동등하도록 선박에 작용하는 동적하중 들의 일관적인 조합을 적용한다.

1.1.3 강도와 피로평가에 대한 확률수준

이 절에서 평가는 다음에 따라 이해되어야 한다.

a) 강도평가는 10^{-8}의 확률수준에 해당하는 하중, 평형수 교환, 항구 접안 및 침수 상태에 대하여 피로를 제외한 강도기준에 대하여 평가하는 것을 의미한다.

b) 피로평가는 10^{-2}의 확률수준에 해당하는 하중에 대한 피로기준으로 평가하는 것을 의미한다.

1.1.4 동적하중 성분

모든 동적하중 성분은 각 동적하중 상태에 대한 계산 값과 동일하여야 한다.

1.1.5 강도평가 용 하중

강도평가는 모든 설계하중 시나리오에 대해 시행되어야 하며 최종 평가는 가장 불리한 강도 요건으로 시행되어야 한다.

정적 및 동적하중이 고려하는 하중조건에 따라 좌우되는 경우, 강도평가를 위한 각각의 설계하중 시나리오는 정적하중 상태(S) 혹은 정적하중 및 동적하중 상태(S + D)로 구성된다.

정적하중은 다음 절에 정의된다.

a) **4장 4절**에서 정수중 선체거더 하중

b) **4장 5절**에서 외부하중

c) **4장 6절**에서 내부하중

선체거더 하중에 대한 강도평가 및 동적하중 조합계수에 대한 등가설계파(EDW)는 **4장 2절 [2]**에 명시되어 있다.

동적하중 성분은 다음 절에 정의된다.

a) **4장 4절**에서 동적 선체거더 하중

b) **4장 5절**에서 외부하중

c) **4장 6절**에서 내부하중

1.1.6 피로평가 용 하중

정적 및 동적하중이 고려하는 하중조건에 따라 좌우되는 경우, 피로평가를 위한 각 설계하중 시나리오는 정적 + 동적하중 상태(S + D)로 구성된다.

정적하중은 다음 절에 정의된다.

a) **4장 4절**에서 정수중 선체거더 하중
b) **4장 5절**에서 외부하중
c) **4장 6절**에서 내부하중

피로평가를 위한 등가설계파(EDW)는 **4장 2절 [2]**에 따른다.

동적하중 성분은 다음 절에 정의된다.

a) **4장 4절**에서 동적 선체거더 하중
b) **4장 5절**에서 외부하중
c) **4장 6절**에서 내부하중

1.2 정의

1.2.1 좌표계

좌표계는 **1장 4절 [3.5.1]**에 정의된다.

1.2.2 선박 운동에 대한 부호 규약

선박 운동은 선박의 무게중심(COG)과 관련하여 정의된다.(**그림 1** 참조)

a) 전후동요는 *X*축 방향으로의 이동을 말한다.(전방을 양으로 한다.)
b) 좌우동요는 *Y*축 방향으로의 이동을 말한다.(좌현을 양으로 한다.)
c) 상하동요는 *Z*축 방향으로의 이동을 말한다.(상방을 양으로 한다.)
d) 횡동요는 COG를 지나는 종방향 축에 대한 회전을 말한다.(우현이 내려가고, 좌현이 올라가는 것을 양으로 한다.)
e) 종동요는 COG를 지나는 횡방향 축에 대한 회전을 말한다.(선수가 내려가고, 선미가 올라가는 것을 양으로 한다.)
f) 선수동요는 COG를 지나는 수직 축에 대한 회전을 말한다.(선수가 좌현으로, 선미가 우현으로 움직이는 것을 양으로 한다.)

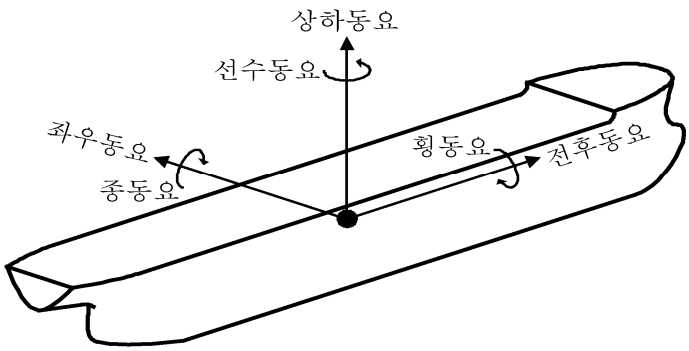


그림 1 : 선박 운동의 정의

1.2.3 선체거더 하중에 대한 부호 규약

선체 횡단면에 수직 굽힙 모멘트 ,수직 전단력. 수평 굽힙 모멘트 및 비틀림 모멘트에 대한 부호 규약은 **그림** 2에서 나타낸다.

a) 수직 굽힘 모멘트 M_{sw} 및 M_{wv}은 강력갑판에 인장응력을 발생시킬 때 양(호깅 굽힘 모멘트), 그리고 선저에서 인장응력을 발생시킬 때 음(새깅 굽힘 모멘트)이다.

b) 수직 전단응력 Q_{sw}, Q_{wv}은 고려하는 선체 횡단면의 선미부에서는 하방으로, 선수부에서는 상방으로 작용할 경우에 양이다.

c) 수평 굽힘 모멘트 M_{wh}는 우현측에 인장응력을 발생시킬 때 양, 좌현측에 인장응력을 발생시킬 때 음이다.

d) 비틀림 모멘트 M_{wt}는 횡단면의 선미부가 X축의 음의 회전방향으로 모멘트를 받고, 횡단면의 선수부가 X축의 양의 회전방향으로 모멘트를 받는 경우에 양이다.

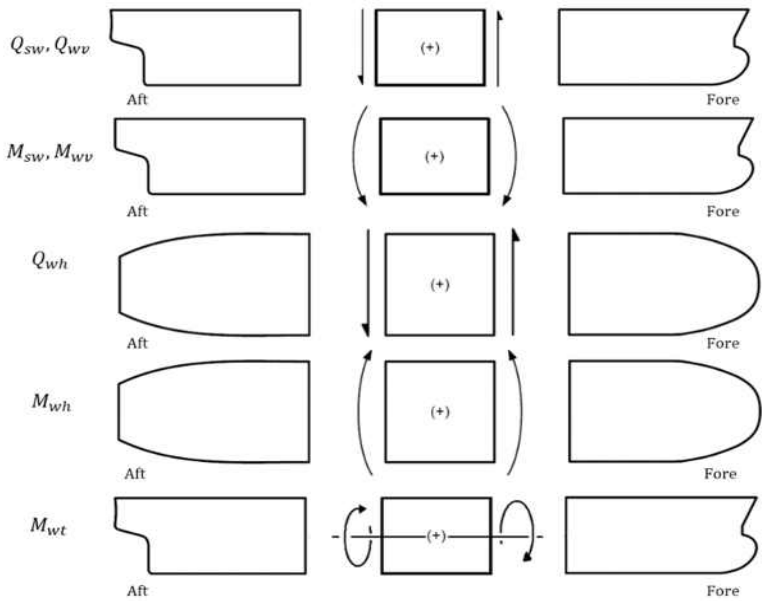


그림 2 : 전단력 Q_{sw}, Q_{wv}, Q_{wh} 및 굽힘 모멘트 M_{sw}, M_{wv}, M_{wh} 및 M_{wt}에 대한 부호 규약

제 2 절 동적하중 상태

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 1장 4절을 참조한다.

a_{surge}, $a_{pitch-x}$, a_{sway}, a_{roll-y}, a_{heave}, a_{roll-z}, $a_{pitch-z}$: 가속도 성분(4장 3절 참조)

f_{xL} : 하중점의 X 좌표와 L의 비율로서 다음에 따른다. 단, $0.0 \le f_{xL} \le 1.0$

$$f_{xL} = \frac{x}{L}$$

f_T : 적하상태 흘수와 강도계산용 흘수 사이의 비율(4장 3절 참조)

f_{lp} : 고려하는 위치의 선박 길이 방향 위치에 따른 계수로 다음과 같다.

$f_{lp} = 1.0$ $x/L \le 0.5$인 경우

$f_{lp} = -1.0$ $0.5 < x/L$인 경우

f_{lp-OST} : OST 하중 상태에 대한 비틀림 모멘트의 종방향 분포계수로서 다음과 같다.

$f_{lp-OST} = 1.0$ $x/L \le 0.45$인 경우

$f_{lp-OST} = -8.5 f_{xL} + 4.825$ $0.45 < x/L \le 0.65$인 경우

$f_{lp-OST} = -0.7$ $0.65 < x/L$인 경우

f_{lp-OSA} : OSA 하중 상태에 대한 비틀림 모멘트의 종방향 분포계수로서 다음과 같다.

$f_{lp-OSA} = -0.8$ $x/L \le 0.3$인 경우

$f_{lp-OSA} = \frac{11}{3} f_{xL} - 1.9$ $0.3 < x/L \le 0.6$인 경우

$f_{lp-OSA} = 0.3$ $0.6 < x/L$인 경우

WS : 풍상측, 오는 파도에 노출된 선박의 측면.

LS : 풍하측, 오는 파도에 노출되지 않은 선박의 보호된 측면.

M_{WV} : 수직 파랑 굽힘 모멘트.(kNm) (4장 4절 참조)

Q_{WV} : 수직 파랑 전단력.(kN) (4장 4절 참조)

M_{WH} : 수평 파랑 굽힙 모멘트.(kNm) (4장 4절 참조)

Q_{WH} : 수평 파랑 전단력.(kN) (4장 4절 참조)

M_{WT} : 파랑 비틀림 굽힘 모멘트.(kNm) (4장 4절 참조)

C_{WV} : 수직 파랑 굽힘 모멘트에 적용되는 하중조합계수.

C_{QV} : 수직 파랑 전단력에 적용되는 하중조합계수.

C_{WH} : 수평 파랑 굽힘 모멘트에 적용되는 하중조합계수.

C_{WT} : 파랑 비틀림 모멘트에 적용되는 하중조합계수.

C_{XS} : 전후동요 가속도에 적용되는 하중조합계수.

C_{XP} : 종동요에 의한 종가속도에 적용되는 하중조합계수.

C_{XG} : 종동요 운동에 의한 종가속도에 적용되는 하중조합계수.

C_{YS} : 좌우동요 가속도에 적용되는 하중조합계수.

C_{YR} : 횡동요에 의한 횡가속도에 적용되는 하중조합계수.

C_{YG} : 횡동요 운동에 의한 횡가속도에 적용되는 하중조합계수.

C_{ZH} : 상하동요 가속도에 적용되는 하중조합계수.

C_{ZR} : 횡동요에 의한 수직가속도에 적용되는 하중조합계수.

C_{ZP} : 종동요에 운동에 의한 수직가속도에 적용된 하중조합계수.

θ : 횡동요 경사각.(deg) (**4장 3절 [2.1.1]** 참조)

ϕ : 종동요 경사각.(deg) (**4장 3절 [2.1.2]** 참조)

1. 일반

1.1 동적하중 상태의 정의

1.1.1

다음의 등가설계파(EDW)는 구조평가를 위한 일반적인 동적하중 상태를 생성시키기 위하여 사용된다.

a) HSM 하중 상태:
HSM-1 및 HSM-2: 선체 중앙부에서 수직 파랑 굽힘 모멘트를 각각 최소화 및 최대화 하는 선수파에 대한 등가설계파.

b) HSA 하중 상태:
HSA-1 및 HSA-2: 각각 선수에서 선수파에 의한 수직가속도를 각각 최대화 및 최소화하는 선수파에 대한 등가설계파.

c) FSM 하중 상태:
FSM-1 및 FSM-2: 선체중앙부에서 수직 파랑 굽힘모멘트를 각각 최소화 및 최대화하는 선미파에 대한 등가설계파.

d) BSR 하중 상태:
BSR-1P 및 BSR-2P: 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 좌현의 상하방향으로의 횡동요 운동을 최소화 및 최대화하는 횡파에 대한 등가설계파.
BSR-1S 및 BSR-2S: 우현으로부터 오는 파도에 의하여 우현의 상하방향으로의 횡동요 운동을 최대화 및 최소화하는 횡파에 대한 등가설계파.

e) BSP 하중 상태:
BSP-1P 및 BSP-2P: 중앙부 흘수선에서 좌현의 동적수압을 최대화 및 최소화하는 횡파에 대한 등가설계파.
BSP-1S 및 BSP-2S: 중앙부 흘수선에서 우현의 동적수압을 최대화 및 최소화하는 횡파에 대한 등가설계파.

f) OST 하중 상태:
OST-1P 및 OST-2P: 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 AE로부터 $0.25L$ 위치에 비틀림 모멘트를 최소화 및 최대화하는 등가설계사파.
OST-1S 및 OST-2S: 우현으로부터 오는 파도에 의하여 AE로부터 $0.25L$ 위치에 비틀림 모멘트를 최대화 및 최소화하는 등가설계사파.

g) OSA 하중 상태:
OSA-1P 및 OSA-2P: 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 종동요 가속도를 최대화 및 최소화하는 등가설계사파.
OSA-1S 및 OSA-2S: 우현으로부터 오는 파도에 의하여 종동요 가속도를 최대화 및 최소화 하는 등가설계사파.

비고 1: 1 과 2는 각각의 등가설계파에 대한 최대 / 최소 주요 하중 성분을 나타낸다.
비고 2: P 와 S는 풍상측이 좌현과 우현에 각각 있는 것을 나타낸다.

BSP 하중상태는 평형수 상태에 대해 사용되지 않는다.
HSA 및 OSA 하중 상태는 피로평가에 대해 사용되지 않는다.

1.2 적용

1.2.1

이 절에서 설명된 동적하중 상태는 **4장 7절**에서 설명된 설계하중 시나리오에 의해 요구된 동적하중을 결정하는데 이용된다. 동적하중 상태는 다음 구조평가에 적용된다.

a) 강도평가
- 규정하는 방법에 의한 판재, 일반 보강재 그리고 1차 지지부재에 대한 강도평가
- 구조부재의 대한 직접강도해석(유한요소해석) 평가

b) 피로평가
- 단순 응력 해석에 의한 구조상세의 피로평가
- 유한요소 응력 해석에 의한 구조상세의 대한 피로평가

2. 동적하중 상태

2.1 동적하중 상태의 설명

2.1.1

각각의 동적하중 상태에 해당하는 선체 운동의 응답 및 선체거더 하중은 **표** 1부터 **표** 3에 설명한다.

표 1 : HSM, HSA 및 FSM 하중 상태에 대한 선박 응답

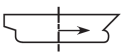
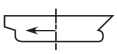
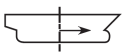
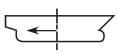
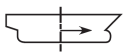
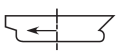
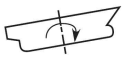
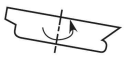
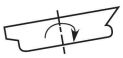
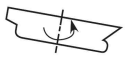
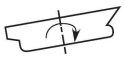
하중성분	HSM-1	HSM-2	HSA-1	HSA-2	FSM-1	FSM-2
EDW	HSM		HSA		FSM	
파랑	선수파		선수파		선미파	
영향	최대 굽힘 모멘트		최대 수직 가속도		최대 굽힘 모멘트	
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-), 선수(+)	선미(+), 선수(-)	선미(-), 선수(+)	선미(+), 선수(-)	선미(-), 선수(+)	선미(+), 선수(-)
HWBM	-	-	-	-	-	-
HWSF	-	-	-	-	-	-
TM	-	-	-	-	-	-
전후동요	선미 방향	선수 방향	선미 방향	선수 방향	선미 방향	선수 방향
a_{surge}						
좌우동요	-	-	-	-	-	-
a_{sway}	-	-	-	-	-	-
상하동요	하향	상향	하향	상향	하향	상향
a_{heave}						
횡동요	-	-	-	-	-	-
a_{roll}	-	-	-	-	-	-
종동요	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향
a_{pitch}						

표 2 : BSR 및 BSP 하중 상태에 대한 선박 응답

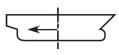
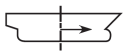
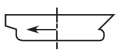
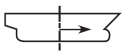
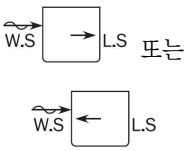
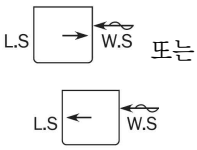
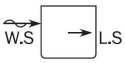
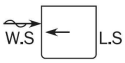
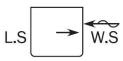
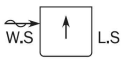
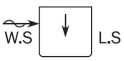
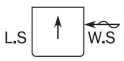
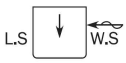
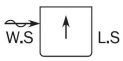
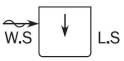
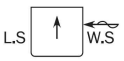
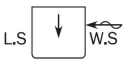
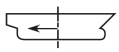
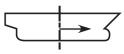
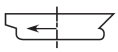
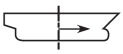
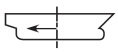
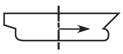
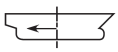
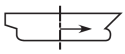
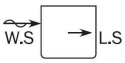
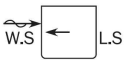
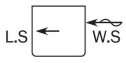
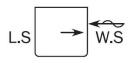
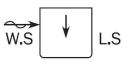
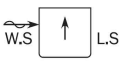
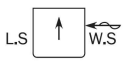
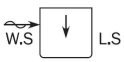
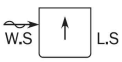
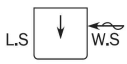
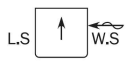
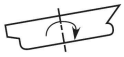
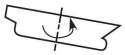
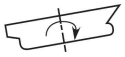
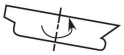
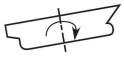
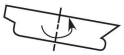
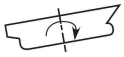
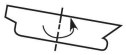
하중성분	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
EDW	BSR		BSR		BSP		BSP	
파랑	횡파				횡파			
영향	최대 횡동요				수선에서의 최대 압력			
VWBM	-	-	-	-	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	-	-	-	-	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	우현 인장	좌현 인장	좌현 인장	우현 인장	우현 인장	좌현 인장	좌현 인장	우현 인장
HWSF	-	-	-	-	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)
TM	-	-	-	-	-	-	-	-
전후동요	-	-	-	-	선수 방향	선미 방향	선수 방향	선미 방향
a_{surge}	-	-	-	-				
좌우동요	좌현 또는 우현 방향		우현 또는 좌현 방향		좌현 방향	우현 방향	우현 방향	좌현 방향
a_{sway}								
상하동요	하향	상향	하향	상향	하향	상향	하향	상향
a_{heave}								
횡동요	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향	좌현 상향	좌현 하향	우현 상향	우현 하향
a_{roll}								
종동요	-	-	-	-	-	-	-	-
a_{pitch}	-	-	-	-	-	-	-	-

표 3 : OST 및 OSA 하중 상태에 대한 선박 응답

하중성분	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S	OSA-1P	OSA-2P	OSA-1S	OSA-2S
EDW	OST				OSA			
파랑	사파				사파			
영향	최대 비틀림 모멘트				최대 종동요 가속도			
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	호깅	새깅	호깅	새깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)
HWBM	좌현 인장	우현 인장	우현 인장	좌현 인장	우현 인장	좌현 인장	좌현 인장	우현 인장
HWSF	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)
TM	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
전후동요	선수 방향	선미 방향	선수 방향	선미 방향	선수 방향	선미 방향	선수 방향	선미 방향
a_{surge}								
좌우동요	-	-	-	-	좌현 방향	우현 방향	우현 방향	좌현 방향
a_{sway}	-			-				
상하동요	상향	하향	상향	하향	상향	하향	상향	하향
a_{heave}								
횡동요	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향
a_{roll}								
종동요	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향
a_{pitch}								

2.2 하중조합계수

2.2.1

선체거더 하중 및 관성 하중 성분에 대한 하중조합계수(LCF)는 다음과 같이 정의한다.

표 4 : HSM, HSA 및 FSM 하중상태에 대한 하중조합계수

표 5 : BSR 및 BSP 하중상태에 대한 하중조합계수

표 6 : OST 및 OSA 하중상태에 대한 하중조합계수

표 4 : HSM, HSA 및 FSM 하중 상태에 대한 하중조합계수

하중 성분		LCF	HSM-1	HSM-2	HSA-1	HSA-2	FSM-1	FSM-2
선체거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	-1.0	1.0	-0.9	0.9	-1.0	1.0
	Q_{WV}	C_{QW}	$-f_{lp}$	f_{lp}	$-f_{lp}$	f_{lp}	$-0.85f_{lp}$	$0.85f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Q_{WH}	C_{QH}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	M_{WT}	C_{WT}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
종가속도	a_{surge}	C_{XS}	$0.6-0.4f_T$	$-0.6+0.4f_T$	$1-0.4f_T$	$-1+0.4f_T$	$0.5-0.5f_T$	$-0.5+0.5f_T$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	-0.5	0.5	-1.0	1.0	-0.1	0.1
	$gsin\varphi$	C_{XG}	0.45	-0.45	0.95	-0.95	0.1	-0.1
횡가속도	a_{sway}	C_{YS}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	a_{roll-y}	C_{YR}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	$gsin\theta$	C_{YG}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
수직가속도	a_{heave}	C_{ZH}	0.2	-0.2	$-0.1+0.4f_T$	$0.1-0.4f_T$	0.1	-0.1
	a_{roll-z}	C_{ZR}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	-0.5	0.5	-1.0	1.0	-0.1	0.1

표 5 : BSR 및 BSP 하중 상태에 대한 하중조합계수

하중 성분		LCF	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S
선체거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	0.0	0.0	0.0	0.0
	Q_{WV}	C_{QW}	0.0	0.0	0.0	0.0
	M_{WH}	C_{WH}	0.05	-0.05	-0.05	0.05
	Q_{WH}	C_{QH}	0.0	0.0	0.0	0.0
	M_{WT}	C_{WT}	0.0	0.0	0.0	0.0
종가속도	a_{surge}	C_{XS}	0.0	0.0	0.0	0.0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0.0	0.0	0.0	0.0
	$gsin\varphi$	C_{XG}	0.0	0.0	0.0	0.0
횡가속도	a_{sway}	C_{YS}	$0.6-0.7f_T$	$-0.6+0.7f_T$	$-0.6+0.7f_T$	$0.6-0.7f_T$
	a_{roll-y}	C_{YR}	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$gsin\theta$	C_{YG}	-1	1	1	-1
수직가속도	a_{heave}	C_{ZH}	$0.9-0.8f_T$	$-0.9+0.8f_T$	$0.9-0.8f_T$	$-0.9+0.8f_T$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0.0	0.0	0.0	0.0

하중 성분		LCF	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
선체거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	$0.25-0.5f_T$	$-0.25+0.5f_T$	$0.25-0.5f_T$	$-0.25+0.5f_T$
	Q_{WV}	C_{QW}	$(0.25f_T-0.5)f_{lp}$	$(-0.25f_T+0.5)f_{lp}$	$(0.25f_T-0.5)f_{lp}$	$(-0.25f_T+0.5)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	0.15	-0.15	-0.15	0.15
	Q_{WH}	C_{QH}	$-0.1f_{lp}$	$0.1f_{lp}$	$0.1f_{lp}$	$-0.1f_{lp}$
	M_{WT}	C_{WT}	0	0	0	0
종가속도	a_{surge}	C_{XS}	-0.1	0.1	-0.1	0.1
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0	0	0	0
	$gsin\varphi$	C_{XG}	0	0	0	0
횡가속도	a_{sway}	C_{YS}	-1	1	1	-1
	a_{roll-y}	C_{YR}	$-0.58f_T+0.18$	$0.58f_T-0.18$	$0.58f_T-0.18$	$-0.58f_T+0.18$
	$gsin\theta$	C_{YG}	0.1	-0.1	-0.1	0.1
수직가속도	a_{heave}	C_{ZH}	$0.5f_T+0.4$	$-0.5f_T-0.4$	$0.5f_T+0.4$	$-0.5f_T-0.4$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$-0.58f_T+0.18$	$0.58f_T-0.18$	$0.58f_T-0.18$	$-0.58f_T+0.18$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0	0	0	0

표 6 : OST 및 OSA 하중 상태에 대한 하중조합계수

하중 성분		LCF	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S
선체거더 하중	M_{WV}	C_{WV}	$-0.3-0.2f_T$	$0.3+0.2f_T$	$-0.3-0.2f_T$	$0.3+0.2f_T$
	Q_{WV}	C_{QW}	$-0.35f_{lp}$	$0.35f_{lp}$	$-0.35f_{lp}$	$0.35f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	-1.0	1.0	1.0	-1.0
	Q_{WH}	C_{QH}	$(1.1f_T-0.4)f_{lp}$	$(-1.1f_T+0.4)f_{lp}$	$(-1.1f_T+0.4)f_{lp}$	$(1.1f_T-0.4)f_{lp}$
	M_{WT}	C_{WT}	$-f_{lp-OST}$	f_{lp-OST}	f_{lp-OST}	$-f_{lp-OST}$
종가속도	a_{surge}	C_{XS}	-0.25	0.25	-0.25	0.25
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0.6	-0.6	0.6	-0.6
	$gsin\varphi$	C_{XG}	-0.4	0.4	-0.4	0.4
횡가속도	a_{sway}	C_{YS}	0.0	0.0	0.0	0.0
	a_{roll-y}	C_{YR}	$1.4f_T-0.7$	$-1.4f_T+0.7$	$-1.4f_T+0.7$	$1.4f_T-0.7$
	$gsin\theta$	C_{YG}	$-0.4f_T+0.1$	$0.4f_T-0.1$	$0.4f_T-0.1$	$-0.4f_T+0.1$
수직가속도	a_{heave}	C_{ZH}	-0.15	0.15	-0.15	0.15
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$1.4f_T-0.7$	$-1.4f_T+0.7$	$-1.4f_T+0.7$	$1.4f_T-0.7$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0.6	-0.6	0.6	-0.6

하중 성분		LCF	OSA-1P	OSA-2P	OSA-1S	OSA-2S
선체거더하중	M_{WV}	C_{WV}	$0.75-0.3f_T$	$-0.75+0.3f_T$	$0.75-0.3f_T$	$-0.75+0.3f_T$
	Q_{WV}	C_{QW}	$(0.75-0.3f_T)f_{lp}$	$(-0.75+0.3f_T)f_{lp}$	$(0.75-0.3f_T)f_{lp}$	$(-0.75+0.3f_T)f_{lp}$
	M_{WH}	C_{WH}	$1.1-0.4f_T$	$-1.1+0.4f_T$	$-1.1+0.4f_T$	$1.1-0.4f_T$
	Q_{WH}	C_{QH}	$(-1.1+0.4f_T)f_{lp}$	$(1.1-0.4f_T)f_{lp}$	$(1.1-0.4f_T)f_{lp}$	$(-1.1+0.4f_T)f_{lp}$
	M_{WT}	C_{WT}	$-f_{lp-OSA}$	f_{lp-OSA}	f_{lp-OSA}	$-f_{lp-OSA}$
종가속도	a_{surge}	C_{XS}	$-0.45+0.2f_T$	$0.45-0.2f_T$	$-0.45+0.2f_T$	$0.45-0.2f_T$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	1.0	-1.0	1.0	-1.0
	$gsin\varphi$	C_{XG}	-0.6	0.6	-0.6	0.6
횡가속도	a_{sway}	C_{YS}	$-0.2f_T$	$0.2f_T$	$0.2f_T$	$-0.2f_T$
	a_{roll-y}	C_{YR}	0.2	-0.2	-0.2	0.2
	$gsin\theta$	C_{YG}	0.1	-0.1	-0.1	0.1
수직가속도	a_{heave}	C_{ZH}	$0.1-0.4f_T$	$-0.1+0.4f_T$	$0.1-0.4f_T$	$-0.1+0.4f_T$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	0.2	-0.2	-0.2	0.2
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	1.0	-1.0	1.0	-1.0

제 3 절 선박 운동 및 가속도

기호

이 절에 정의되지 않는 기호에 대해서는 **1장 4절**을 참조한다.

a_0 : 가속도 변수로서 다음 식에 의한다.

$$a_0 = (1.31 - 0.43C_B)\left(\frac{4.2}{\sqrt{L}} + \frac{16}{L} - \frac{150}{L^2}\right)$$

T_θ : 횡동요 주기.(s) ([2.1.1]에 정의)

θ : 횡동요 각도.(deg) ([2.1.1]에 정의)

T_ϕ : 종동요 주기.(s) ([2.1.2]에 정의)

ϕ : 종동요 각도.(deg) ([2.1.2]에 정의)

R : 선박 회전 중심에 대한 수직좌표(m)는 다음 식에 의한다.

$$R = \frac{1}{2}(0.35B + 1.4T_{LC})$$

$C_{XG}, C_{XS}, C_{XP}, C_{YG}, C_{YS}, C_{YP}, C_{ZP}, C_{ZR}$ 및 C_{ZP} : 하중조합계수.(**4장 2절** 참조)

a_{roll-y} : 횡동요에 의한 횡가속도.(m/s^2) ([3.3.2] 참조)

$a_{pitch-x}$: 종동요에 의한 종가속도.(m/s^2) ([3.3.1] 참조)

a_{roll-z} : 횡동요에 의한 수직가속도.(m/s^2) ([3.3.3] 참조)

$a_{pitch-z}$: 종동요에 의한 수직가속도.(m/s^2) ([3.3.3] 참조)

f_T : 적하상태의 흘수와 강도계산용 흘수의 비로서 다음 식에 의한다. 다만, 0.5 이상이어야 한다.

$$f_T = \frac{T_{LC}}{T_{SC}}$$

T_{LC} : 고려된 적하상태에 대한 선체중앙부 흘수.(m)

x, y, z : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z 좌표.(m) (**4장 1절** [1.2.1] 참조)

f_{ps} : **4장 7절**에 규정된 적용 설계하중 시나리오에 따른 계수로서 다음과 같다.

$f_{ps} = 1.0$	최대 파랑하중 설계하중 시나리오의 경우
$f_{ps} = 0.8$	평형수 교환 설계하중 시나리오의 경우
$f_{ps} = 0.8$	항해중 사고 침수 설계하중 시나리오의 경우
$f_{ps} = 0.4$	항구/ 보호수역 설계하중 시나리오의 경우

f_R : 선박 운항과 관련된 계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_R = 0.85$$

1. 일반

1.1 정의

1.1.1

선체 운동 및 가속도는 사인 곡선(sinusoidal)이라 가정한다. 이 절에서 공식에 의해 정의된 운동 값은 단일 진폭이다. 즉, 파정에서 파저까지 높이의 절반을 의미한다.

2. 선체 운동 및 가속도

2.1 선체 운동

2.1.1 횡동요 운동

횡동요 주기 T_θ (s)로서 다음 식에 의한다.

$$T_\theta = \frac{2.3\pi k_r}{\sqrt{g\,GM}}$$

횡동요 각 θ (deg)로서 다음 식에 의한다.

$$\theta = \frac{9000(1.25 - 0.025T_\theta)f_p f_{BK}}{(B+75)\pi}$$

f_p : 계수로서 다음과 같다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9(0.23 - 4f_T B \times 10^{-4})$ 피로평가의 경우

f_{BK} : 다음과 같다.

$f_{BK} = 1.2$ 빌지킬이 없는 선박의 경우

$f_{BK} = 1.0$ 빌지킬이 있는 선박의 경우

k_r : 해당 적재조건에서의 횡동요 회전반경(m)으로, 적하지침서에 명시하지 않은 경우 표 1에 따른다.

GM : 해당 적재조건에서의 메타센터 높이(m)로, 적하지침서에 명시하지 않은 경우 표 1에 따른다.

표 1 : k_r 및 GM 값

적재상태[1]	T_{LC}	k_r	GM
만재 적재 상태	T_{SC}	$0.35B$	$0.06B$
평형수 상태	T_{BAL}	$0.45B$	$0.16B$
[1] 적하지침서에 명시하지 않은 경우, 침수 시의 k_r 및 GM 값은 만재 적재상태에서의 값을 사용한다.			

2.1.2 종동요 운동

종동요 주기 T_ϕ(s)는 다음 식에 의한다.

$$T_\phi = \sqrt{\frac{2\pi L}{g}}$$

종동요 각 ϕ(deg)는 다음 식에 의한다.

$$\phi = 1350 f_R f_p L^{-0.94}\left\{1.0 + \left(\frac{15}{\sqrt{gL}}\right)^{1.6}\right\}$$

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9[(0.27 - 0.02 f_T) - (13 - 5 f_T) L \times 10^{-5}]$ 피로평가의 경우

2.2 무게 중심에서의 선박 가속도

2.2.1 전후동요 가속도

전후동요에 의한 종가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{surge} = 0.32 f_R f_p a_0 g$$

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9[0.27 - (15 + 4 f_T) L \times 10^{-5}]$ 피로평가의 경우

2.2.2 좌우동요 가속도

좌우동요에 의한 횡가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{sway} = 0.56 f_R f_p a_0 g$$

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9[0.24 - (6 - 2 f_T) B \times 10^{-4}]$ 피로평가의 경우

2.2.3 상하동요 가속도

상하동요에 의한 수직가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{heave} = f_R f_p a_0 g$$

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9[(0.27 + 0.02 f_T) - 17 L \times 10^{-5}]$ 피로평가의 경우

2.2.4 횡동요 가속도

횡동요 가속도 a_{roll}(rad/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{roll} = f_p \theta \frac{\pi}{180}\left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2$$

θ : f_p를 1.0으로 하여 구한 횡동요 각

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9[0.23 - 4 f_T B \times 10^{-4}]$ 피로평가의 경우

2.2.5 종동요 가속도

종동요 가속도 a_{pitch}(rad/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{pitch} = f_p\left(\frac{3.1}{\sqrt{gL}} + 1.4\right)\phi\frac{\pi}{180}\left(\frac{2\pi}{T_\phi}\right)^2$$

ϕ : f_p를 1.0으로 하여 구한 종동요 각

f_p : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가의 경우

$f_p = 0.9[0.28 - (5 + 6f_T)L \times 10^{-5}]$ 피로평가의 경우

3. 임의 위치에서의 가속도

3.1 일반

3.1.1

임의 위치에서 관성하중을 도출하기 위한 가속도는 선박 고정 좌표계에 관하여 정의된다. 따라서 [3.2]와 [3.3]에서 정의되는 가속도 값들은 일시적인 횡동요 및 종동요 각으로 인한 중력 가속도 요소를 포함한다.

3.1.2

4장 2절의 동적하중 상태에 적용하는 가속도는 [3.2]에 따른다.

3.1.3

[3.3]에 정의된 포락선(envelope) 가속도는 자문의 목적으로 제공되며 최대 설계 가속도 값이 요구될 때 다른 설계 목적에 이용할 수 있다.(예: 크레인 거치대, 기관 거치대 등.)

3.2 동적하중 상태에 대한 가속도

3.2.1 일반

4장 2절의 동적하중 상태에 적용하는 가속도는 [3.2.2]에서 [3.2.4]에 따른다.

3.2.2 종가속도

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 종가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_X = -C_{XG}\, g \sin\phi + C_{XS}\, a_{surge} + C_{XP}\, a_{pitch}\,(z - R)$$

3.2.3 횡가속도

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 횡가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_Y = C_{YG}\, g \sin\theta + C_{YS}\, a_{sway} - C_{YR}\, a_{roll}\,(z - R)$$

3.2.4 수직가속도

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 수직가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_Z = C_{ZH}\, a_{heave} + C_{ZR}\, a_{roll}\, y - C_{ZP}\, a_{pitch}\,(x - 0.45L)$$

3.3 포락선(Envelope) 가속도

3.3.1 종가속도

임의 위치에서의 포락선(envelope) 종가속도 a_{x-env}(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{x-env} = 0.7\sqrt{a_{surge}^2 + \left[\frac{L}{325}(g\sin\phi + a_{pitch-x})\right]^2}$$

$a_{pitch-x}$: 종동요에 의한 종가속도(m/s^2)로서 다음 식에 따른다.

$$a_{pitch-x} = a_{pitch}(z-R)$$

3.3.2 횡가속도

임의 위치에서의 포락선(envelope) 횡가속도 a_{y-env}(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{y-env} = \sqrt{a_{sway}^2 + (g\sin\theta + a_{roll-y})^2}$$

a_{roll-y} : 횡동요에 의한 횡가속도(m/s^2)로서 다음 식에 따른다.

$$a_{roll-y} = a_{roll}(z-R)$$

3.3.3 수직가속도

임의 위치에서 포락선(envelope) 수직가속도 a_{z-env}(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{z-env} = \sqrt{a_{heave}^2 + \left(\left(0.3 + \frac{L}{325}\right)a_{pitch-z}\right)^2 + (1.2\,a_{roll-z})^2}$$

$a_{pitch-z}$: 종동요에 의한 수직가속도(m/s^2)로서 다음 식에 따른다.

$$a_{pitch-z} = a_{pitch}(x-0.45L)$$

a_{roll-z} : 횡동요에 의한 수직가속도(m/s^2)로서 다음 식에 따른다.

$$a_{roll-z} = a_{roll}y$$

제 4 절 선체거더 하중

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

x : **4장 1절 [1.2.1]**에 정의된 기준 좌표계에 따른 계산 지점의 X 좌표.(m)

f_β : 파도의 진행 방향에 대한 수정계수로서 다음 식에 따른다.

a) 강도평가의 경우

$f_\beta = 1.0$ 일반적인 경우

$f_\beta = 0.8$ 최대 파랑하중 설계하중 시나리오에 대한 BSR 및 BSP 하중 상태

b) 피로평가의 경우

$f_\beta = 1.0$

f_{ps} : 설계하중 시나리오와 관련된 계수.(**4장 3절** 참조)

f_R : 선박 운항과 관련된 계수.(**4장 3절** 참조)

C_w : 파랑계수로서 다음 식에 따른다.(m)

$C_w = 10.75 - \left(\frac{300-L}{100}\right)^{1.5}$ $90 \le L \le 300$인 경우

$C_w = 10.75$ $300 < L \le 350$인 경우

$C_w = 10.75 - \left(\frac{L-350}{150}\right)^{1.5}$ $350 < L \le 500$인 경우

C_{wp} : 강도계산용 흘수에서의 수선면 계수로 다음 식에 따른다.

$$C_{wp} = \frac{A_{wp}}{LB}$$

A_{wp} : 강도계산용 흘수에서의 수선면적.(m^2)

HSM, HSA, FSM, BSR, BSP, OST, OSA : **4장 2절**의 동적하중 상태

1. 적용

1.1 일반

1.1.1

정적 설계하중 시나리오에 대한 선체거더 하중은 **[2]**에 정의된 정수중 하중으로 나타낸다.

1.1.2

정적 및 동적 설계하중 시나리오의 선체거더 하중은 각 동적하중 상태에 따라 계산되며 **[2]**의 정수중 하중과 **[3.7]**의 동적하중의 합으로 나타낸다.

2. 정수중 선체거더 수직 하중

2.1 적용

2.1.1 일반

a) 설계자는 항해중 및 항구 / 보호수역에 대해서 정수중 허용 굽힘 모멘트와 전단력을 제시하여야 한다.

b) 정수중 허용 선체거더 하중은 화물창 구역에서의 각 횡격벽, 화물창 중간. 선수격벽, 기관실 전단 격벽, 기관실 중간, 기관실 후단에서 제시되어야 한다. 임의의 다른 위치에서의 허용 굽힘 모멘트 및 전단력은 선형 보간법에 의해 구한다.

c) 정수중 굽힘 모멘트 M_S(kNm) 및 정수중 전단력 F_S(kN)은 [2.1.2]에 규정된 설계하중 조건에 대하여 선박 길이를 따라 각 횡단면에서 계산되어야 한다.

2.1.2 설계하중 조건

일반적으로 정수중 굽힘 모멘트(M_S) 및 전단력(F_S) 계산에는, 출항 및 입항 시 연료유, 청수 및 저장품의 양을 기초로 한 설계 화물 및 평형수 적재상태가 고려되어야 한다. 항해의 중간 단계에서 소모품의 양과 배치의 변화가 크다고 판단되는 경우, 출항 및 입항 상태에 추가하여 중간 단계에 대한 계산 자료를 제출하여야 한다. 또한 항해 도중 평형수를 적재하거나 배출하는 경우, 평형수 적재 및 / 또는 배출 직전 및 직후의 중간 상태에 대한 계산 자료를 제출하여야 하고 적하지침서에 포함되어야 한다.

항해 시 임의의 종방향 위치에서의 정수중 허용 수직 굽힘 모멘트 M_{Smax}, M_{Smin} 및 정수중 허용 수직 전단력 F_{Smax}, F_{Smin}은 다음의 값보다 큰 값이어야 한다.

a) 적하지침서 상의 적하상태의 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력의 최대 및 최소값

b) 설계자에 의해 지정된 정수중 최대 및 최소 굽힘 모멘트 및 전단력

적하지침서는 항해 상태의 정수중 선체거더 하중이 검증된 관련 적하상태를 포함하여야 한다.

2.2 정수중 수직 굽힘 모멘트

2.2.1 정수중 굽힘 모멘트

정수중 굽힘 모멘트가 적하 지침서에 명시되지 않은 경우, 호깅 상태의 정수중 허용 굽힘 모멘트 M_{sw-h}(kNm)는 다음 식에 따른다.

$$M_{sw-h} = f_{sw}(190 C_w L^2 B(C_B + 0.7)10^{-3} - M_{wv-h-mid})$$

$M_{wv-h-mid}$: f_p 및 f_m을 1.0으로 하여 [3.2]에 따라 계산된 수직 파랑 호깅 모멘트.

f_{sw} : 선박의 길이 방향에 따른 분포계수로서 다음과 같다. (그림 1 참조)

$f_{sw} = 0.0$	$x \le 0$인 경우
$f_{sw} = 0.15$	$x = 0.1L$인 경우
$f_{sw} = 1.0$	$0.3L \le x \le 0.7L$인 경우
$f_{sw} = 0.15$	$x = 0.9L$인 경우
$f_{sw} = 0.0$	$x \ge L$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

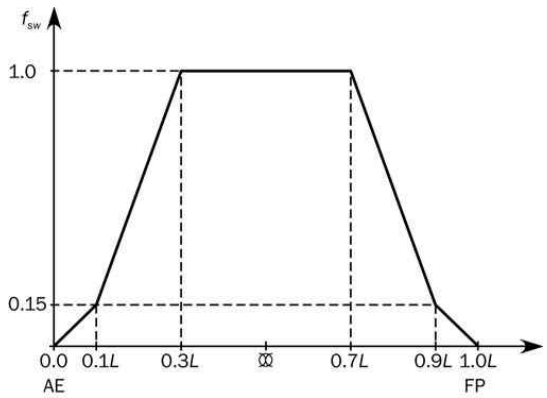


그림 1 : 분포계수 f_{sw}

2.2.2 항해 상태 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트

선박 길이 방향의 모든 위치에서 항해 상태 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트 M_{sw-h} 및 M_{sw-s}는 다음의 정수중 굽힘 모멘트보다 큰 값이어야 한다.

a) **4장 8절**의 항해 중 적하상태의 정수중 호깅 및 새깅 상태 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트.
b) 적하지침서에 기술된 항해 중 적하상태의 굽힘 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트.

2.2.3 항구 / 보호수역 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트

선박 길이 방향의 모든 위치에서 항구 / 보호수역의 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트 M_{sw-p-h} 및 M_{sw-p-s}는 다음의 정수중 굽힘 모멘트보다 큰 값이어야 한다.

a) **4장 8절**의 항구 / 보호수역 적하상태의 정수중 호깅 및 새깅 상태 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트.
b) 적하지침서에 기술된 항구 / 보호수역 적하상태의 굽힘 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트.
c) [2.2.2]의 정수중 허용 굽힘 모멘트.

2.2.4 항해 상태 침수 시 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트

선박 길이 방향의 모든 위치에서 침수 시 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트 M_{sw-f}는 다음의 정수중 굽힘 모멘트보다 큰 값이어야 한다.

a) **4장 8절**의 비손상 및 침수 적하상태의 호깅 및 새깅 상태 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트.
b) 적하지침서에 기술된 비손상 및 침수 적하상태의 굽힘 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트.
c) [2.2.2]의 정수중 허용 굽힘 모멘트.

2.2.5 탱크 시험 상태의 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트

선박 길이 방향의 모든 위치에서 탱크 시험 상태의 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트 M_{sw-t}는 다음의 정수중 굽힘 모멘트보다 큰 값이어야 한다.

a) 탱크 시험 절차서에 기술된 굽힘 모멘트 중 가장 큰 정수중 굽힘 모멘트.
b) 정수중 굽힘 모멘트가 탱크 시험 절차서에 명시되지 않은 경우, 정수중 허용 굽힘 모멘트는 [2.2.2]의 값으로 할 수 있다.

2.3 정수중 수직 전단력

2.3.1 항해 상태 정수중 수직 허용 전단력

선박 길이 방향의 모든 위치에서 항해 상태 정수중 수직 허용 전단력 Q_{sw}는 다음의 정수중 전단력보다 큰 값이어야 한다.

a) **4장 8절**의 항해 중 적하상태의 정수중 전단력((+) 또는 (-)) 중 가장 큰 정수중 전단력.
b) 적하지침서에 기술된 항해 중 적하상태의 전단력 중 가장 큰 정수중 전단력.

2.3.2 항구 / 보호수역 상태의 정수중 수직 허용 전단력

선박 길이 방향의 모든 위치에서 항구 / 보호수역 상태 정수중 수직 허용 전단력 Q_{sw-p}는 다음의 정수중 전단력보다 큰 값이어야 한다.

a) **4장 8절**의 항구 / 보호수역 적하상태의 정수중 전단력((+) 또는 (-)) 중 가장 큰 정수중 전단력.
b) 적하지침서에 기술된 항구 / 보호수역 적하상태의 전단력 중 가장 큰 정수중 전단력.
c) [2.3.1]의 정수중 허용 전단력.

2.3.3 항해 상태 침수 시 정수중 수직 허용 전단력

선박 길이 방향의 모든 위치에서 침수 시 정수중 수직 허용 전단력 Q_{sw-f}는 다음의 정수중 전단력보다 큰 값이어야 한다.

a) **4장 8절**의 비손상 및 침수 적하상태의 정수중 전단력((+) 또는 (-)) 중 가장 큰 정수중 전단력.
b) 적하지침서에 기술된 비손상 및 침수 적하상태의 전단력 중 가장 큰 정수중 전단력.
c) [2.3.1]의 정수중 허용 전단력.

2.3.4 탱크 시험 상태의 정수중 수직 허용 전단력

선박 길이 방향의 모든 위치에서 항구 / 보호수역 및 탱크 시험 상태 정수중 수직 허용 전단력 Q_{sw-p}는 다음의 정수중 전단력보다 큰 값이어야 한다.

a) 탱크 시험 절차서에 기술된 탱크 시험 상태 중 가장 큰 정수중 전단력.

b) 정수중 전단력이 탱크 시험 절차서에 명시되지 않은 경우, 정수중 허용 전단력은 [2.3.1]의 값으로 할 수 있다.

2.4 정수중 비틀림 모멘트

2.4.1

정수중 비틀림 모멘트 M_{st} (kNm)과 분포는 설계자에 의해 명시되어야 하며, 최소 설계값 보다 작아서는 아니 된다. 정수중 비틀림 모멘트의 선박 길이 방향 모든 위치에서 최소 설계값은 다음과 같다.

$M_{st} = 0.11 f_{st} B W_{total-cont} (1 - L/500)$

f_{st} : 선박의 길이 방향에 따른 분포계수로서 다음과 같다.

$f_{st} = 0.0$ $x \le 0$인 경우

$f_{st} = 1.0$ $0.2L \le x \le 0.8L$인 경우

$f_{st} = 0.0$ $x \ge L$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$W_{total-cont}$: 선박의 컨테이너 최대 중량 (ton)

$W_{total-cont} = n \cdot W_{cont}$

n : W_{cont}를 포함하는 하중 조건에 대응하는 컨테이너 수

W_{cont} : 적하지침서 상의 20 ft 컨테이너 최대 중량 (ton)

3. 동적 선체거더 하중

3.1 파랑계수

3.1.1

파랑계수는 다음 식에 따른다.

$C = 1 - 1.50\left(1 - \sqrt{\frac{L}{L_{ref}}}\right)^{2.2}$ $L \le L_{ref}$인 경우

$C = 1 - 0.45\left(\sqrt{\frac{L}{L_{ref}}} - 1\right)^{1.7}$ $L > L_{ref}$인 경우

L_{ref} : 참조 길이로서 다음에 따른다.(m)

$L_{ref} = 315\, C_{wp}^{-1.3}$ [3.2]의 수직 파랑 굽힘 모멘트를 계산하는 경우

$L_{ref} = 330\, C_{wp}^{-1.3}$ [3.3]의 수직 파랑 전단력을 계산하는 경우

3.2 수직 파랑 굽힘 모멘트

3.2.1

수직 파랑 모멘트 M_{wv} (kNm)는 다음 식에 의한 값으로 하며, 선박 길이 방향에 따른 분포는 **그림** 2에 따른다.

$$M_{wv-Hog} = 1.5 f_R f_p L^3 C C_{wp} \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Hog}$$

$$M_{wv-Sag} = -1.5 f_R f_p L^3 C C_{wp} \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Sag}$$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[0.27-(6+4f_T)L \times 10^{-5}]$ 피로평가인 경우

f_{NL-Hog} : 호깅에 대한 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

$f_{NL-Hog} = 0.3\dfrac{C_B}{C_{wp}}\sqrt{T_{SC}}$, 강도평가인 경우, 다만 1.1 이하이어야 한다.

$f_{NL-Hog} = 1.0$, 피로평가인 경우.

f_{NL-Sag} : 새깅에 대한 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

$f_{NL-Sag} = 4.5\dfrac{1+0.2f_{Bow}}{C_{wp}\sqrt{C_B}L^{0.3}}$, 강도평가인 경우, 다만 1.0 이상이어야 한다.

$f_{NL-Sag} = 1.0$, 피로평가인 경우.

f_{Bow} : 선수 플레어 형상계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{Bow} = \frac{A_{DK} - A_{WL}}{0.2Lz_f}$$

A_{DK} : 최상층 갑판 수평면에 대한 투영면적(m^2)으로, 선수루 갑판이 $0.8L$부터 전방부까지 연장된 경우, 이를 포함한다. 다만, 불워크와 같은 기타 구조는 제외.(**그림** 3 참조)

A_{WL} : $0.8L$부터 전방부까지 강도계산용 흘수 T_{SC}에서의 수선면 면적.(m^2)

z_f : 선수단에서 측정한 강도계산용 흘수 T_{SC}에서의 수선면으로부터 최상층 갑판 또는 선수루 갑판까지의 수직 거리(m), 다만, 판 구조의 불워크와 같은 기타 구조는 제외.(**그림** 3 참조)

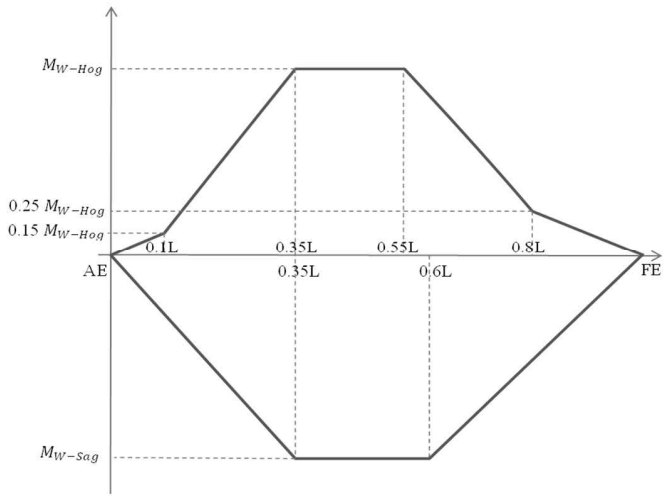


그림 2 : 선박 길이에 따른 수직 파랑 굽힘 모멘트 M_{wv}의 분포

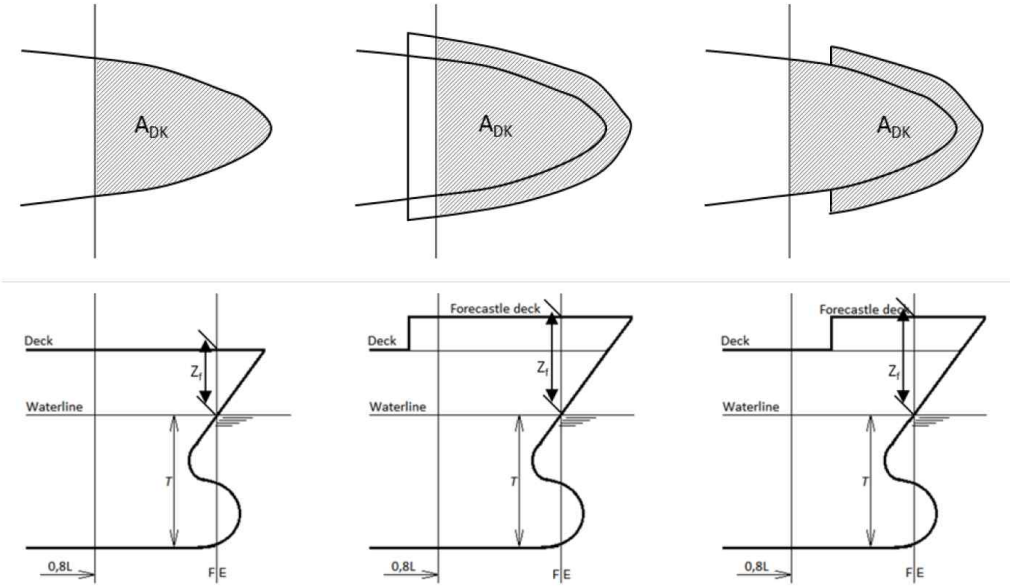


그림 3 : 투영면적 A_{DK} 및 수직 거리 z_f

3.3 수직 파랑 전단력

3.3.1

선박 길이에 따른 수직 파랑 전단력 Q_{wv}(kN)의 분포는 **그림** 4에 따른다.

$$Q_{wv\,Hog}^{\;Aft} = 5.2 f_R f_p L^2 C\, C_{wp} \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.3 + 0.7 f_{NL-Hog})$$

$$Q_{wv\,Hog}^{\;Fore} = -5.7 f_R f_p L^2 C\, C_{wp} \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Hog}$$

$$Q_{wv\,Sag}^{\;Aft} = -5.2 f_R f_p L^2 C\, C_{wp} \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.3 + 0.7 f_{NL-Sag})$$

$$Q_{wv\,Sag}^{\;Fore} = 5.7 f_R f_p L^2 C\, C_{wp} \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.25 + 0.75 f_{NL-Sag})$$

$$Q_{wv}^{\;Mid} = 4.0 f_R f_p L^2 C\, C_{wp} \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8}$$

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[0.27 - (17 - 8 f_T) L \times 10^{-5}]$ 피로평가인 경우

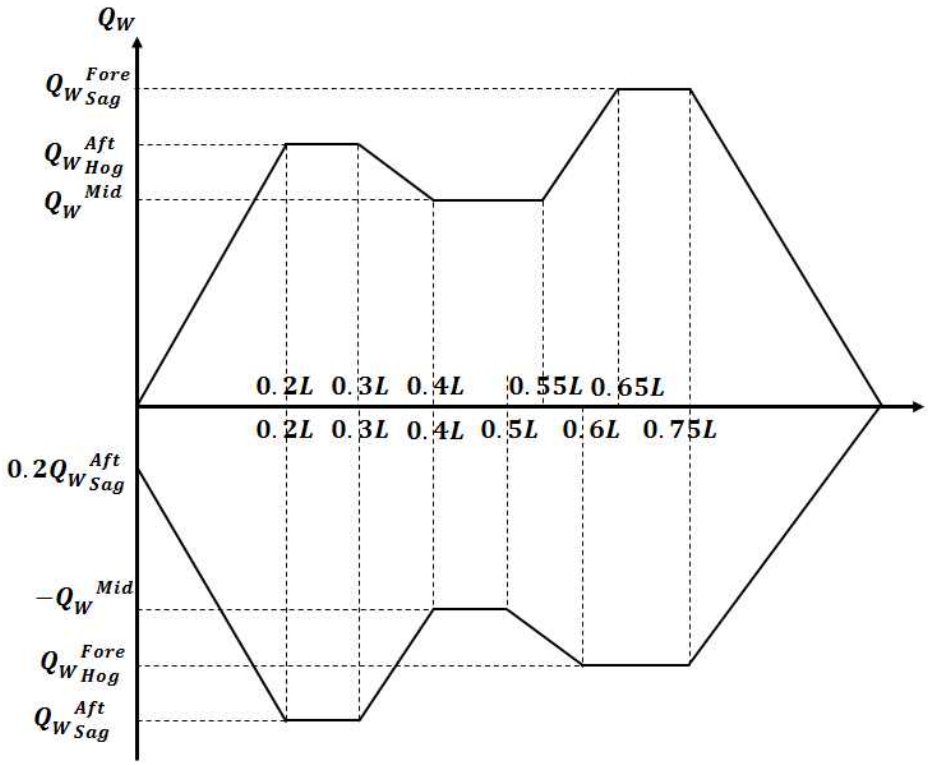


그림 4 : 선박 길이에 따른 수직 파랑 전단력 Q_{wv}의 분포

3.4 수평 파랑 굽힘 모멘트

3.4.1

수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm)는 다음 식에 따른다.

$$M_{wh} = 0.25 f_R f_p L^2 T_{LC} C_w \left(\frac{1.2L}{1000} + 1\right) f_{m-H}$$

f_{m-H} : 선박 길이에 따른 분포계수로서 다음에 따른다.(그림 5 참조)

$f_{m-H} = 0.0$ $x = 0.0,\ x = L$인 경우

$f_{m-H} = 1.0$ $0.4L \le x \le 0.65L$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[(0.2 + 0.04 f_T) + (11 - 8 f_T) L \times 10^{-5}]$ 피로평가인 경우

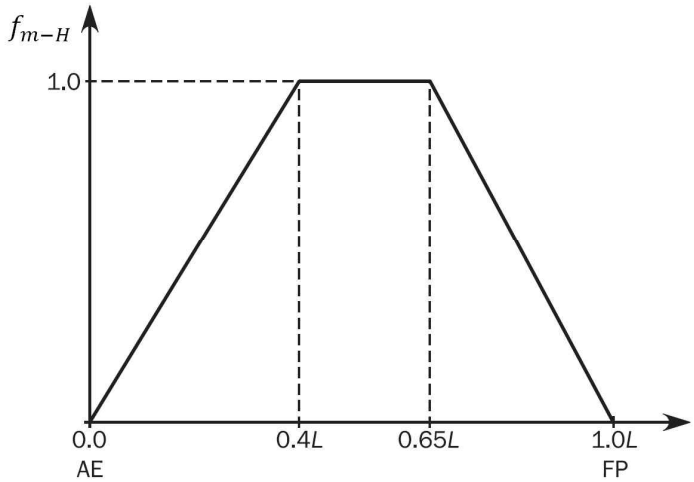


그림 5 : 선박 길이에 따른 수평 파랑 굽힘 모멘트 f_{m-H}의 분포

3.5 수평 파랑 전단력

3.5.1

선박의 기선에 대한 수평 파랑 전단력은 다음 식에 따른다.(kNm)

$$Q_{wh} = f_R f_p \, L \, T_{LC} \, C_B \, C_w \left(\frac{17L}{10000} + 1.27 \right) f_{q-H}$$

f_{q-H} : 선박 길이에 따른 분포계수로서 다음에 따른다.(그림 6 참조)

$f_{q-H} = 0.0$ $x = 0.0,\ x = L$인 경우

$f_{q-H} = 1.0$ $0.2L \le x \le 0.35L$인 경우

$f_{q-H} = 0.8$ $0.5L \le x \le 0.55L$인 경우

$f_{q-H} = 1.0$ $0.7L \le x \le 0.85L$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[(0.2 + 0.04 f_T) + (11 - 8 f_T) L \times 10^{-5}]$ 피로평가인 경우

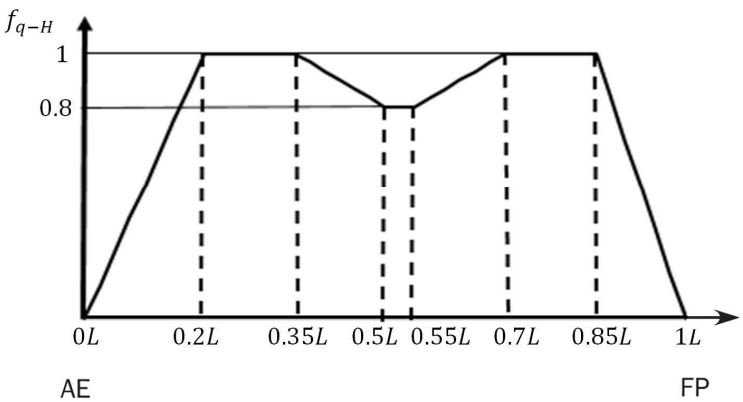


그림 6 : 선박 길이에 따른 수평 전단력 f_{q-H}의 분포

3.6 파랑 비틀림 모멘트

3.6.1

선박의 기선에 대한 파랑 비틀림 모멘트(kNm)는 다음 식에 따른다.

$$M_{wt} = f_R f_p L B C_w T_{LC}\left(\frac{5B}{1000}+0.44\right) f_{m-T} f_{sc}$$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[0.2+(5f_T-4.25)B \times 10^{-4}]$ 피로평가인 경우

f_{m-T} : 선박 길이에 따른 분포계수로서 다음에 따른다.(그림 7 참조)

$f_{m-T} = 0.0$ $x = 0.0,\ x = L$인 경우

$f_{m-T} = 1.0$ $0.2L \le x \le 0.35L$인 경우

$f_{m-T} = 0.6$ $0.45L \le x \le 0.55L$인 경우

$f_{m-T} = 0.03C_w + 0.5$ $0.65L \le x \le 0.8L$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

f_{sc} : 선박 길이에 따른 전단 중심 계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_{sc} = 1 - \frac{z_{sc}}{D}$$

z_{sc} : 중앙 화물창 중간에서의 전단 중심 Z 좌표.(m)

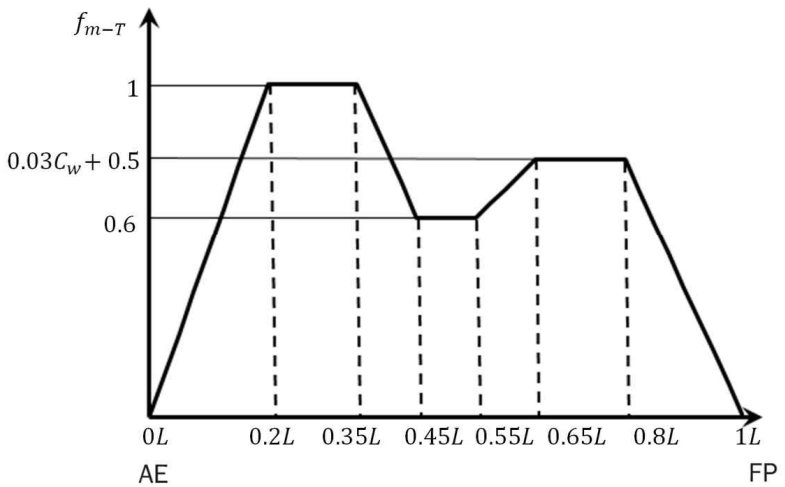


그림 7 : 선박 길이에 따른 파랑 비틀림 모멘트 f_{m-T}의 분포

3.7 동적하중 상태에 대한 선체거더 하중

3.7.1 일반

4장 2절에 정의된 동적하중 상태에 대해 적용하는 동적 선체거더 하중은 [3.7.2]부터 [3.7.6]에 따른다.

3.7.2 수직 파랑 굽힘 모멘트

4장 2절의 각 동적하중 상태에 대하여 적용하는 수직 파랑 굽힘 모멘트 M_{wv-LC}(kNm)는 표 1에 따른다.

표 1 : 동적하중 상태에 대한 수직 파랑 굽힘 모멘트

하중 조합 계수	M_{wv-LC}
$C_{WV} \geq 0$	$f_\beta C_{WV} M_{wv-Hog}$
$C_{WV} < 0$	$f_\beta C_{WV} \lvert M_{wv-Sag} \rvert$

C_{WV} : 4장 2절에 따른 수직 파랑 굽힘 모멘트에 대한 하중 조합 계수.

M_{wv-Hog}, M_{wv-Sag} : 설계하중 시나리오를 고려한 호깅 및 새깅 수직 파랑 굽힘 모멘트.([3.2] 참조)

3.7.3 수직 파랑 전단력

4장 2절의 각 동적하중 상태에 대하여 적용하는 수직 파랑 전단력 Q_{wv-LC}(kN)은 표 2에 따른다.

표 2 : 동적하중 상태에 대한 수직 파랑 전단력

하중 조합 계수	Q_{wv-LC}
$C_{QW} \geq 0$	$f_\beta C_{QW} Q_{wv\,Hog}^{Aft}$ $f_\beta C_{QW} Q_{wv\,Sag}^{Fore}$
$C_{QW} < 0$	$f_\beta C_{QW} \lvert Q_{wv\,Hog}^{Fore} \rvert$ $f_\beta C_{QW} \lvert Q_{wv\,Sag}^{Aft} \rvert$

C_{QW} : 4장 2절에 따른 수직 파랑 전단력에 대한 하중 조합 계수.

Q_{wv-pos}, Q_{wv-neg} : 설계하중 시나리오를 고려한 수직 파랑 전단력. ([3.3] 참조)

3.7.4 수평 파랑 굽힘 모멘트

4장 2절의 각 동적하중 상태에 대하여 적용하는 수평 파랑 굽힘 모멘트 M_{wh-LC}(kNm)는 다음 식에 따른다.

$M_{wh-LC} = f_\beta C_{WH} M_{wh}$

C_{WH} : 4장 2절에 따른 수평 파랑 굽힘 모멘트에 대한 하중 조합 계수.

M_{wh} : 설계하중 시나리오를 고려한 수평 파랑 굽힘 모멘트.([3.4] 참조)

3.7.5 수평 파랑 전단력

4장 2절의 각 동적하중 상태에 대하여 적용하는 수평 파랑 전단력 Q_{wh}(kN)은 **표 3**에 따른다.

표 3 : 동적하중 상태에 대한 수평 파랑 전단력

하중 조합 계수	Q_{wh-LC}
$C_{QH} \geq 0$	$f_\beta C_{QH} Q_{wh}$
$C_{QH} < 0$	$f_\beta C_{QH} \lvert Q_{wh} \rvert$

C_{QH} : **4장 2절**에 따른 수평 파랑 전단력에 대한 하중 조합 계수.

Q_{wh} : 설계하중 시나리오를 고려한 수평 파랑 전단력.([3.5] 참조)

3.7.6 파랑 비틀림 모멘트

4장 2절의 각 동적하중 상태에 대하여 적용하는 파랑 비틀림 모멘트 M_{wt-LC}(kNm)는 다음 식에 따른다.

$M_{wt-LC} = f_\beta C_{WT} M_{wt}$

C_{WT} : **4장 2절**에 따른 파랑 비틀림 모멘트에 대한 하중 조합 계수.

M_{wt} : 설계하중 시나리오를 고려한 파랑 비틀림 모멘트.([3.6] 참조)

제 5 절 외부하중

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

λ : 파장.(m)

B_x : 고려하는 단면의 흘수선에서 측정한 선박의 형 너비.(m)

x, y, z : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z좌표(m). (**4장 1절 [1.2.1]** 참조)

f_{xL} : **4장 2절**에 따른다.

f_{yB} : 하중점의 Y 좌표와 B_x의 비로 다음 식에 따른다.

$f_{yB} = \dfrac{|2y|}{B_x}$ 다만, 1.0이하이어야 한다.

$f_{yB} = 1.0$, $B_x = 0.0$인 경우

f_{yB1} : 하중점의 Y 좌표와 B 의 비로 다음 식에 따른다.

$f_{yB1} = \dfrac{|2y|}{B}$ 다만, 1.0이하이어야 한다.

f_T : **4장 3절**에 따른다.

f_{zT} : 하중점의 Z 좌표와 T_{LC} 의 비로 다음 식에 따른다.

$f_{zT} = \dfrac{z}{T_{LC}}$ 다만, 1.0이하이어야 한다.

h_W : 흘수선에서의 압력과 동등한 수두로 다음에 의한다.(m)

$h_w = \dfrac{P_{W;WL}}{\rho g}$

$P_{W;WL}$: 고려하는 동적하중 상태에 대해 흘수선에서 파랑압력(kN/m^2)으로 다음에 따른다.

$P_{W;WL} = P_W$, $y = B_x/2$ 및 $z = T_{LC}$인 경우

f_{ps} : **4장 3절**에 따른 강도평가계수.

f_R : 선박 운항과 관련된 계수.(**4장 3절** 참조)

T_θ : 횡동요 주기.(s) (**4장 3절 [2.1.1]** 참조)

θ : 횡동요 각.(deg) (**4장 3절 [2.1.1]** 참조)

f_β : **4장 4절**에 따른 계수.

C_w : 파랑계수로서 **4장 4절**에 따른다.

z_{SD} : 보강재 스팬의 중심점 또는 판 영역 중앙의 Z 좌표.(m)

1. 해수압

1.1 전체 압력

1.1.1

정적 설계하중 시나리오(S)에 대한 임의 하중점의 외부압력 P_{ex} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다. 다만, 0.0 이상이어야 한다.

$P_{ex} = P_s$

정적 및 동적하중 시나리오(S + D)에 대한 임의 하중점의 전체압력 P_{ex} (kN/m^2)는 각 동하중 상태로부터 계산되며 다음 식에 따른다. 다만, 0.0 이상이어야 한다.

$P_{ex} = P_S + P_W$

P_S : [1.2]에 따른 정수압.(kN/m^2)

P_W : [1.3]에 따른 파랑압력.(kN/m^2)

1.2 정수압

1.2.1

임의의 하중점에서 정수압 P_S은 **표 1**에 따른다.(kN/m^2) (**그림 1** 참조)

표 1 : 정수압 P_S

위치	정수압 P_S (kN/m^2)
$z \le T_{LC}$	$\rho g\,(T_{LC} - z)$
$z > T_{LC}$	0

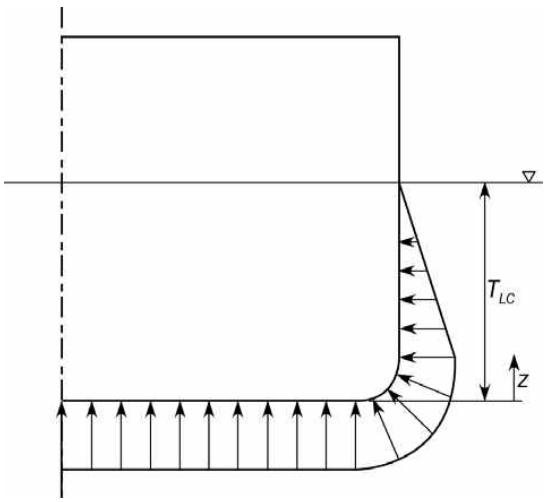


그림 1 : 정수압 P_S

1.3 외부 동적압력

1.3.1 일반

4장 2절 [2]에 정의된 각 동적하중 상태에 대한 동적수압은 [1.3.2]부터 [1.3.8]에 따른다.

1.3.2 HSM 하중 상태에 대한 동적수압

임의의 하중점에서 HSM-1 및 HSM-2 하중 상태에 대한 동적수압 P_W는 **표 2**에 따른다.(kN/m^2)

표 2 : HSM 하중 상태에 대한 동적수압

	파랑압력(kN/m^2)		
하중 상태	$Z \le T_{LC}$	$T_{LC} < Z \le h_w + T_{LC}$	$Z > h_W + T_{LC}$
HSM-1	$P_W = \max(-P_{HSM}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
HSM-2	$P_W = \max(P_{HSM}, \rho g(z - T_{LC}))$		

$P_{HSM} = f_R f_p f_{nl} f_\beta f_{yz} P_a f_a f_{p-HSM}$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[(0.21 + 0.02 f_T) + (6 - 4 f_T) L \times 10^{-5}]$ 피로평가인 경우

f_{nl} : 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

a) 강도평가의 극심한 해수 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.7$ $f_{xL} = 0$인 경우

$f_{nl} = 0.9$ $0.3 \le f_{xL} < 0.7$인 경우

$f_{nl} = 0.6$ $f_{xL} = 1$인 경우

b) 강도평가의 평형수 교환 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.85$ $f_{xL} = 0$인 경우

$f_{nl} = 0.95$ $0.3 \le f_{xL} < 0.7$인 경우

$f_{nl} = 0.80$ $f_{xL} = 1$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

c) 피로평가인 경우

$f_{nl} = 1.0$

f_{yz} : 거스(Girth) 분포계수로 다음 식에 따른다.

$$f_{yz} = \frac{1}{3}\left(0.5 f_{yB} f_{BG} + 1.4 \frac{z}{T_{LC}} f_{WL} + 1.1 f_{CL}\right)$$

f_{WL} : 수선면 하중 증폭계수로 다음 식에 따른다. 다만, 1.0 이상이어야 한다.

a) 만재 적재상태 및 $B > 35$m인 경우

$f_{WL} = 2.59 - 0.15 P_a$

b) 평형수 적재상태 또는 $B \le 35$m인 경우

$f_{WL} = 2.0 - 0.085 P_a$

f_{BG} : 만곡부 하중 증폭계수로 다음 식에 따른다. 다만, 1.0 이상이어야 한다.

a) 만재 적재상태 및 $B > 35$m인 경우

$f_{BG} = 2.5 - 0.15 P_a$

b) 평형수 적재상태 또는 $B \le 35$m인 경우

$f_{BG} = 2.22 - 0.13 P_a$

f_{CL} : 선저 중심 하중 증폭계수로 다음 식에 따른다. 다만, 1.0 이상이어야 한다.

a) 만재 적재상태 및 $B > 35\text{m}$인 경우

$$f_{CL} = 2.21 - 0.13P_a$$

b) 평형수 적재상태 또는 $B \le 35\text{m}$인 경우

$$f_{CL} = 1.75 - 0.08P_a$$

P_a : 중앙부의 압력 진폭계수로서 다음에 따른다.

a) 만재 적재상태 및 $B > 35\text{m}$인 경우

$$P_a = \frac{B}{10} + \frac{L}{80}$$

b) 평형수 적재상태 또는 $B \le 35\text{m}$인 경우

$$P_a = \frac{L}{B} + \frac{200}{L}$$

f_a : 파랑 진폭계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_a = 0.85C_w\sqrt{\frac{\lambda + 25}{L}}$$

λ : 동적하중 상태에 대한 파장으로 다음 식에 따른다.(m)

$$\lambda = 0.5(1 + f_T)L$$

f_{p-HSM} : 선박 길이 방향 위치에 따른 압력 분포계수로서 다음에 따른다.

$$f_{p-HSM} = k_a k_p$$

k_a : 선박 길이 방향에 대한 압력 진폭 계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$$k_a = k_{a-WL}f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$$

표 3 : HSM 하중 상태에 대한 k_{a-WL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{47}{180}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{37}{90}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{32}{45}$	$-\frac{1}{45}f_T + \frac{158}{225}$	1.0
k_{a-WL}	$-\frac{20}{9}f_T + \frac{29}{9}$	0.3	1.0	1.0	0.3	$\frac{20}{9}f_T + \frac{16}{9}$

표 4 : HSM 하중 상태에 대한 k_{a-CL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{14}{45}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{37}{90}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{32}{45}$	$-\frac{4}{45}f_T + \frac{173}{225}$	1.0
k_{a-CL}	$-\frac{34}{9}f_T + \frac{547}{90}$	0.3	1.0	1.0	0.5	$\frac{40}{9}f_T + \frac{347}{90}$

k_p : 선박 길이 방향에 대한 압력 위상계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$$k_p = k_{p-WL}f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$$

표 5 : HSM 하중 상태에 대한 k_{p-WL} 값

f_{xL}	0.0	0.15	0.22	0.25	0.35	0.65	0.7	0.75	1.0
k_{p-WL}	$-\frac{16}{9}f_T+\frac{62}{45}$	$-f_T$	$\frac{41}{15}f_T-\frac{751}{300}$	$3f_T-\frac{49}{20}$	0.0	1.0	$-\frac{26}{9}f_T+\frac{17}{9}$	-1.0	-0.8

표 6 : HSM 하중 상태에 대한 k_{p-CL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{8}{45}f_T+\frac{313}{900}$	$-\frac{1}{9}f_T+\frac{37}{90}$	$-\frac{1}{9}f_T+\frac{32}{45}$	$-\frac{1}{9}f_T+\frac{73}{90}$	1.0
k_{p-CL}	$-\frac{10}{9}f_T+\frac{10}{9}$	-1.0	1.0	1.0	-1.0	-0.75

1.3.3 HSA 하중 상태에 대한 동적수압

임의의 하중점에서 HSA-1 및 HSA-2 하중 상태에 대한 동적수압 P_W는 표 7에 따른다.(kN/m^2)

표 7 : HSA 하중 상태에 대한 동적수압

	파랑압력(kN/m^2)		
하중 상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
HSA-1	$P_W = \max(P_{HSA}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
HSA-2	$P_W = \max(-P_{HSA}, \rho g(z - T_{LC}))$		

$P_{HSA} = f_R f_p f_{nl} f_\beta f_{yz} P_a f_a f_{p-HSA}$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

f_{nl} : 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

a) 강도평가의 극심한 해수 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.7$ $f_{xL} = 0$인 경우

$f_{nl} = 0.9$ $0.3 \le f_{xL} < 0.7$인 경우

$f_{nl} = 0.6$ $f_{xL} = 1$인 경우

b) 강도평가의 평형수 교환 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.85$ $f_{xL} = 0$인 경우

$f_{nl} = 0.95$ $0.3 \le f_{xL} < 0.7$인 경우

$f_{nl} = 0.80$ $f_{xL} = 1$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

f_{yz} : 거스(Girth) 분포 계수로 다음 식에 따른다.

$$f_{yz} = \frac{1}{3}\left(0.5 f_{yB} + 1.4\frac{z}{T_{LC}} + 1.1\right)$$

P_a : 중앙부의 압력 진폭계수로서 다음에 따른다.

a) 만재 적재상태 및 $B > 35\text{m}$인 경우

$$P_a = \frac{B}{10} + \frac{L}{80}$$

b) 평형수 적재상태 또는 $B \le 35\text{m}$인 경우

$$P_a = \frac{L}{B} + \frac{200}{L}$$

f_a : 파랑 진폭계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_a = 0.8 C_w \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}}$$

λ : 동적하중 상태에 대한 파장으로 다음 식에 따른다.(m)

$$\lambda = 0.5(1 + f_T)L$$

f_{p-HSA} : 선박 길이 방향 위치에 따른 압력 분포계수로서 다음에 따른다.

$$f_{p-HSA} = k_a k_p$$

k_a : 선박 길이 방향에 대한 압력 진폭계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$$

표 8 : HSA 하중 상태에 대한 k_{a-WL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{67}{180}$	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{47}{90}$	0.6	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{73}{90}$	1.0
k_{a-WL}	$-\frac{8}{3}f_T + \frac{11}{3}$	0.3	1.0	1.0	0.25	$\frac{10}{9}f_T + \frac{26}{9}$

표 9 : HSA 하중 상태에 대한 k_{a-CL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{14}{45}$	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{47}{90}$	0.6	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{73}{90}$	1.0
k_{a-CL}	$-4f_T + \frac{31}{5}$	0.3	1.0	1.0	0.45	$\frac{10}{9}f_T + \frac{62}{9}$

k_p : 선박 길이 방향에 대한 압력 위상계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$$

표 10 : HSA 하중 상태에 대한 k_{p-WL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{353}{900}$	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{47}{90}$	$-\frac{4}{45}f_T + \frac{133}{180}$	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{83}{90}$	1.0
k_{p-WL}	$\frac{10}{9}f_T - \frac{68}{45}$	1.0	-0.7	-0.7	0.9	1.0

표 11 : HSA 하중 상태에 대한 k_{p-CL} 값

f_{xL}	0.0	0.15	$-\frac{2}{9}f_T+\frac{19}{45}$	$-\frac{2}{9}f_T+\frac{47}{90}$	$-\frac{4}{45}f_T+\frac{133}{180}$	$-\frac{2}{9}f_T+\frac{83}{90}$	1.0
k_{p-CL}	$\frac{4}{9}f_T-\frac{103}{90}$	$\frac{8}{9}f_T-\frac{8}{9}$	1.0	−0.7	−0.7	0.9	1.0

1.3.4 FSM 하중 상태의 동적수압

임의의 하중점에서 FSM-1 및 FSM-2 하중 상태에 대한 동적수압 P_W는 표 12에 따른다.(kN/m^2)

표 12 : FSM 하중 상태에 대한 동적수압

	파랑압력(kN/m^2)		
하중 상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
FSM-1	$P_W = \max(-P_{FSM}, \rho g(z-T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z-T_{LC})$	$P_W = 0.0$
FSM-2	$P_W = \max(P_{FSM}, \rho g(z-T_{LC}))$		

$P_{FSM} = f_R f_p f_{nl} f_\beta f_{yz} P_a f_a f_{p-FSM}$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[(0.21+0.02f_T)+(6-4f_T)L \times 10^{-5}]$ 피로평가인 경우

f_{nl} : 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

a) 강도평가의 극심한 해수 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.9$

b) 강도평가의 평형수 교환 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.95$

c) 피로평가인 경우

$f_{nl} = 1.0$

f_{yz} : 거스(Girth) 분포계수로 다음 식에 따른다.

$$f_{yz} = \frac{1}{3}\left(0.5f_{yB} + 1.2\frac{z}{T_{LC}} + 1.3\right)$$

P_a : 중앙부의 압력 진폭계수로서 다음에 따른다.

$$P_a = 0.5\frac{L}{B} + \frac{50}{L} + 2.3$$

f_a : 파랑 진폭계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_a = 0.85C_w\sqrt{\frac{\lambda+25}{L}}$$

λ : 동적하중 상태에 대한 파장으로 다음 식에 따른다.(m)

$$\lambda = 0.5(1+1.5f_T)L$$

f_{p-FSM} : 선박 길이 방향 위치에 따른 압력 분포계수로서 다음에 따른다.

$$f_{p-FSM} = k_a k_p$$

k_a : 선박 길이 방향에 대한 압력 진폭계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$$

표 13 : FSM 하중 상태에 대한 k_{a-WL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{67}{180}$	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{17}{36}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{32}{45}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{73}{90}$	1.0
k_{a-WL}	$-\frac{20}{9}f_T + \frac{67}{18}$	0.4	1.0	1.0	0.5	$\frac{4}{9}f_T + \frac{106}{45}$

표 14 : FSM 하중 상태에 대한 k_{a-CL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{7}{45}f_T + \frac{16}{45}$	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{17}{36}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{32}{45}$	$-\frac{4}{45}f_T + \frac{683}{900}$	1.0
k_{a-CL}	$-\frac{40}{9}f_T + \frac{125}{18}$	0.2	1.0	1.0	0.4	5.0

k_p : 선박 길이 방향에 대한 압력 위상계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$$

표 15 : FSM 하중 상태에 대한 k_{p-WL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{8}{45}f_T + \frac{67}{225}$	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{17}{36}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{32}{45}$	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{31}{36}$	1.0
k_{p-WL}	$-\frac{5}{9}f_T - \frac{7}{36}$	−1.0	1.0	1.0	−1.0	−0.7

표 16 : FSM 하중 상태에 대한 k_{p-CL} 값

f_{xL}	0.0	$-\frac{8}{45}f_T + \frac{161}{450}$	$-\frac{2}{9}f_T + \frac{19}{45}$	0.65	$-\frac{1}{9}f_T + \frac{73}{90}$	1.0
k_{p-CL}	−0.6	−1.0	1.0	1.0	−1.0	−0.7

1.3.5 BSR 하중 상태의 동적수압

임의의 하중점에서 BSR-1 및 BSR-2 하중 상태에 대한 동적수압 P_W는 **표 17**에 따른다.(kN/m^2)

표 17 : BSR 하중 상태의 동적수압

	파랑압력(kN/m^2)		
하중 상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
BSR-1P	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSR-2P	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		

BSR-1P 및 BSR-2P 하중 상태에서는 다음 식을 따른다.

$$P_{BSR} = f_\beta f_{nl}\left(10y\sin\theta + 0.48 f_p C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\,(f_{yB1} + 1)\right)$$

BSR-1S 및 BSR-2S 하중 상태에서는 다음 식을 따른다.

$$P_{BSR} = f_\beta f_{nl}\left(-10y\sin\theta + 0.48 f_p C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\,(f_{yB1} + 1)\right)$$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[(0.21 + 0.04 f_T) - (12 f_T - 2)B \times 10^{-4}]$ 피로평가인 경우

f_{nl} : 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

$f_{nl} = 1.0$

λ : 동적하중 상태에 대한 파장으로 다음 식에 따른다.(m)

$$\lambda = \frac{g T_\theta^2}{2\pi}$$

1.3.6 BSP 하중 상태의 동적수압

임의의 하중점에서 BSP-1 및 BSP-2 하중 상태에 대한 동적수압 P_W는 **표 18**에 따른다.(kN/m^2)

표 18 : BSP 하중 상태의 동적수압

	파랑압력(kN/m^2)		
하중 상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
BSP-1P	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSP-2P	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSP-1S	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSP-2S	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		

표 19 : BSP 하중 상태의 계수 적용

횡방향 위치	BSP-1P, BSP-2P	BSP-1S, BSP-2S
$y \geq 0$	(S)	(P)
$y < 0$	(P)	(S)

$P_{BSP} = f_R f_p f_{nl} f_\beta f_{yz} P_a f_a f_{p-BSP}$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[0.2 + (8 + 16 f_T) \times 10^{-3}]$ 피로평가인 경우

f_{nl} : 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

a) 강도평가의 극심한 해수 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.6$ $f_{xL} = 0$인 경우

$f_{nl} = 0.8$ $0.3 \leq f_{xL} < 0.7$인 경우

$f_{nl} = 0.6$ $f_{xL} = 1$인 경우

b) 강도평가의 평형수 교환 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.6$ $f_{xL} = 0$인 경우

$f_{nl} = 0.8$ $0.3 \leq f_{xL} < 0.7$인 경우

$f_{nl} = 0.6$ $f_{xL} = 1$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

c) 피로평가인 경우

$f_{nl} = 1.0$

f_{yz} : 거스(Girth) 분포계수로 다음 식에 따른다.

$$f_{yz}(P) = 0.25\frac{z}{T_{LC}} + 0.6 f_{yB1} + 0.15$$

$$f_{yz}(S) = 0.5\frac{z}{T_{LC}} + 0.35 f_{yB1} + 0.15$$

P_a : 중앙부의 압력 진폭계수로서 다음에 따른다.

$P_a(P) = 11$

$P_a(S) = 25$

f_a : 파랑 진폭계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_a = \left(0.8 C_w \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}}\right)\left(\frac{L}{600(2 - f_T)}\right) + 5 C_b$$

λ : 동적하중 상태에 대한 파장으로 다음 식에 따른다.(m)

$\lambda = 90 + 0.3B$

f_{p-BSP} : 선박 길이 방향 위치에 따른 압력 분포계수로서 다음에 따른다.

$f_{p-BSP} = 1.0$

1.3.7 OST 하중 상태의 동적수압

임의의 하중점에서 OST-1 및 OST-2 하중 상태에 대한 동적수압 P_W는 **표 20**에 따른다.(kN/m^2)

표 20 : OST 하중 상태의 동적수압

	파랑압력(kN/m^2)		
하중 상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
OST-1P	$P_W = \max(P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
OST-2P	$P_W = \max(-P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OST-1S	$P_W = \max(P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OST-2S	$P_W = \max(-P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		

표 21 : OST 하중 상태의 계수 적용

횡방향 위치	OST-1P, OST-2P	OST-1S, OST-2S
$y \ge 0$	(S)	(P)
$y < 0$	(P)	(S)

$P_{OST} = f_R f_p f_{nl} f_\beta f_{yz} P_a f_a f_{p-OST}$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

$f_p = 0.9[(0.25 - 0.02 f_T) + (12 f_T - 9) B \times 10^{-4}]$ 피로평가인 경우

f_{nl} : 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

$f_{nl} = 0.8$ 강도평가인 경우

$f_{nl} = 1.0$ 피로평가인 경우

f_{yz} : 거스(Girth) 분포계수로 다음 식에 따른다.

$$f_{yz}(P) = 0.06\frac{z}{T_{LC}} + 0.09 f_{yB} + 0.15$$

$$f_{yz}(S) = 0.72\frac{z}{T_{LC}} + 0.28 f_{yB} + 0.15$$

P_a : 중앙부의 압력 진폭계수로서 다음에 따른다.

$P_a = 20.0$

f_a : 파랑 진폭계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_a = 0.6 C_w \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}}$$

λ : 동적하중 상태에 대한 파장으로 다음 식에 따른다.(m)

$\lambda = 0.45L$

f_{p-OST} : 선박 길이 방향 위치에 따른 압력 분포계수로서 다음에 따른다.

$f_{p-OST} = k_a k_p$

k_a : 선박 길이 방향에 대한 압력 진폭계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$

표 22 : OST 하중 상태에 대한 k_{a-WL} 값

횡방향 위치	OST-1P, OST-2P		OST-1S, OST-2S	
	f_{xL}	k_{a-WL}	f_{xL}	k_{a-WL}
$y \geq 0$	0.0	1.0	0.0	$3-2f_T$
	0.2	$0.6f_T+0.4$	0.15	f_T
	0.4	$0.4f_T+0.6$	0.3	$2-f_T$
	0.5	1.0	0.5	1.0
	0.6	1.0	0.65	$1.4f_T-0.4$
	0.8	f_T	0.8	f_T
	1.0	$1.4-0.4f_T$	1.0	3.0
$y < 0$	0.0	$3-2f_T$	0.0	1.0
	0.15	f_T	0.2	$0.6f_T+0.4$
	0.3	$2-f_T$	0.4	$0.4f_T+0.6$
	0.5	1.0	0.5	1.0
	0.65	$1.4f_T-0.4$	0.6	1.0
	0.8	f_T	0.8	f_T
	1.0	3.0	1.0	$1.4-0.4f_T$

표 23 : OST 하중상태에 대한 k_{a-CL} 값

f_{xL}	0.0	0.2	0.8	1.0
k_{a-CL}	$7-5f_T$	1.0	1.0	$6-2f_T$

k_p : 선박 길이 방향에 대한 압력 위상계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$

표 24 : OST 하중 상태에 대한 k_{p-WL} 값

횡방향 위치	OST-1P, OST-2P		OST-1S, OST-2S	
	f_{xL}	k_{p-WL}	f_{xL}	k_{p-WL}
$y \geq 0$	0.0	1.0	0.0	$1.5 - f_T$
	0.1	1.0	0.1	$2.5 - 3f_T$
	0.15	1.0	0.15	$2.4 - 2.8f_T$
	0.2	1.0	0.2	$1.1 - 1.4f_T$
	0.4	-1.0	0.4	$2.06 - 2.36f_T$
	$0.1f_T + 0.55$	-1.0	0.45	$2.53 - 3.06f_T$
			0.55	$3 - 4f_T$
	$0.1f_T + 0.75$	1.0	0.65	$3 - 4f_T$
			0.8	$2 - 3f_T$
	1.0	$0.5 - f_T$	1.0	$-0.6f_T - 0.4$
$y < 0$	0.0	$1.5 - f_T$	0.0	1.0
	0.1	$2.5 - 3f_T$	0.1	1.0
	0.15	$2.4 - 2.8f_T$	0.15	1.0
	0.2	$1.1 - 1.4f_T$	0.2	1.0
	0.4	$2.06 - 2.36f_T$	0.4	-1.0
	0.45	$2.53 - 3.06f_T$	$0.1f_T + 0.55$	-1.0
	0.55	$3 - 4f_T$		
	0.65	$3 - 4f_T$	$0.1f_T + 0.75$	1.0
	0.8	$2 - 3f_T$		
	1.0	$-0.6f_T - 0.4$	1.0	$0.5 - f_T$

표 25 : OST 하중 상태에 대한 k_{p-CL} 값

f_{xL}	0.0	$0.35 - 0.1f_T$	$0.5 - 0.2f_T$	$0.2f_T + 0.55$	0.8	1.0
k_{p-CL}	1.0	$1.4 - 0.8f_T$	-1.0	-1.0	$2.5 - 3f_T$	-0.5

1.3.8 OSA 하중 상태의 동적수압

임의의 하중점에서 OSA-1 및 OSA-2 하중 상태에 대한 동적수압 P_W는 **표 26**에 따른다.(kN/m^2)

표 26 : OSA 하중 상태의 동적수압

	파랑압력(kN/m^2)		
하중 상태	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
OSA-1P	$P_W = \max\,(P_{OSA}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
OSA-2P	$P_W = \max\,(-P_{OSA}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OSA-1S	$P_W = \max\,(P_{OSA}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OSA-2S	$P_W = \max\,(-P_{OSA}, \rho g(z - T_{LC}))$		

표 27 : OSA 하중 상태의 계수 적용

횡방향 위치	OSA-1P, OSA-2P	OSA-1S, OSA-2S
$y \ge 0$	(S)	(P)
$y < 0$	(P)	(S)

$P_{OSA} = f_R f_p f_{nl} f_\beta f_{yz} P_a f_a f_{p-OSA}$

f_p : 계수로서 다음에 따른다.

$f_p = f_{ps}$ 강도평가인 경우

f_{nl} : 비선형 수정계수로서 다음에 따른다.

a) 강도평가의 극심한 해수 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.5$ $f_{xL} = 0$인 경우

$f_{nl} = 0.8$ $0.3 \le f_{xL} < 0.7$인 경우

$f_{nl} = 0.6$ $f_{xL} = 1$인 경우

b) 강도평가의 평형수 교환 설계하중 시나리오인 경우

$f_{nl} = 0.75$ $f_{xL} = 0$인 경우

$f_{nl} = 0.90$ $0.3 \le f_{xL} < 0.7$인 경우

$f_{nl} = 0.80$ $f_{xL} = 1$인 경우

중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

f_{yz} : 거스(Girth) 분포계수로 다음 식에 따른다.

$$f_{yz}(P) = 0.6\frac{z}{T_{LC}} + (0.32 f_T - 0.16) f_{yB} + 0.24$$

$$f_{yz}(S) = 0.85\frac{z}{T_{LC}} + 0.21 f_{yB} + 0.24$$

P_a : 중앙부의 압력 진폭계수로서 다음에 따른다.

$$P_a = \left(\frac{2300}{L} + 0.4L^{0.3}\right)(2f_T - 1) + 12(1 - f_T)$$

f_a : 파랑 진폭계수로서 다음 식에 따른다.

$$f_a = 0.6 C_w \sqrt{\frac{L+\lambda-125}{L}}$$

λ : 동적하중 상태에 대한 파장으로 다음 식에 따른다.(m)

$$\lambda = 0.3(f_T+1)L$$

f_{p-OSA} : 선박 길이 방향 위치에 따른 압력 분포계수로서 다음에 따른다.

$$f_{p-OSA} = k_a k_p$$

k_a : 선박 길이 방향에 대한 압력 진폭계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1-f_{zT})$$

표 28 : OSA 하중 상태에 대한 k_{a-WL} 값

횡방향 위치	OSA-1P, OSA-2P		OSA-1S, OSA-2S	
	f_{xL}	k_{a-WL}	f_{xL}	k_{a-WL}
$y \geq 0$	0.0	$-f_T+1$	0.0	$2f_T$
	0.1	$-0.4f_T+0.7$	0.1	$3f_T-1$
	0.2	$1.2f_T-0.6$	0.2	$3f_T-1$
	0.3	$-0.2f_T+1.1$	0.3	$3f_T-1$
	0.4	1.0	0.4	f_T
	0.5	1.0	0.5	1.0
	0.6	f_T	0.6	1.5
	0.7	f_T	0.7	2.0
	0.8	$0.8f_T+0.4$	0.8	$0.6f_T+0.9$
	0.9	$0.4f_T+1$	0.9	2.0
	1.0	f_T+1	1.0	3.0
$y < 0$	0.0	$2f_T$	0.0	$-f_T+1$
	0.1	$3f_T-1$	0.1	$-0.4f_T+0.7$
	0.2	$3f_T-1$	0.2	$1.2f_T-0.6$
	0.3	$3f_T-1$	0.3	$-0.2f_T+1.1$
	0.4	f_T	0.4	1.0
	0.5	1.0	0.5	1.0
	0.6	1.5	0.6	f_T
	0.7	2.0	0.7	f_T
	0.8	$0.6f_T+0.9$	0.8	$0.8f_T+0.4$
	0.9	2.0	0.9	$0.4f_T+1$
	1.0	3.0	1.0	f_T+1

표 29 : OSA 하중 상태에 대한 k_{a-CL} 값

f_{xL}	0.0	0.1	0.2	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
k_{a-CL}	4.0	2.0	1.0	1.0	$2f_T$	$3f_T+0.5$	$3f_T+2.5$	$3f_T+4.5$

k_p : 선박 길이 방향에 대한 압력 위상계수로 다음에 따른다. 중간값은 선형 보간법에 의하여 구한다.

$$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$$

표 30 : OSA 하중 상태에 대한 k_{p-WL} 값

횡방향 위치	OSA-1P, OSA-2P		OSA-1S, OSA-2S	
	f_{xL}	k_{p-WL}	f_{xL}	k_{p-WL}
$y \geq 0$	0.0	f_T	0.0	0.5
	0.1	$2f_T-1$	0.1	0.5
	0.2	$4f_T-3$	0.2	$f_T-0.5$
	0.3	$0.4f_T+0.6$	0.3	$2.2f_T-1.7$
	0.4	$1.1-0.2f_T$	0.4	$3f_T-2.5$
	0.5	$1.1-0.4f_T$	0.5	$0.4f_T-0.9$
	0.6	$1.2-1.2f_T$	0.6	$-0.6f_T-0.4$
	0.7	$-0.6f_T-0.2$	0.7	$-0.6f_T-0.4$
	0.8	$0.2f_T-1.1$	0.8	-1.0
	0.9	-1.0	0.9	$0.4f_T-1.2$
	1.0	-1.0	1.0	$0.4f_T-1.2$
$y < 0$	0.0	0.5	0.0	f_T
	0.1	0.5	0.1	$2f_T-1$
	0.2	$f_T-0.5$	0.2	$4f_T-3$
	0.3	$2.2f_T-1.7$	0.3	$0.4f_T+0.6$
	0.4	$3f_T-2.5$	0.4	$1.1-0.2f_T$
	0.5	$0.4f_T-0.9$	0.5	$1.1-0.4f_T$
	0.6	$-0.6f_T-0.4$	0.6	$1.2-1.2f_T$
	0.7	$-0.6f_T-0.4$	0.7	$-0.6f_T-0.2$
	0.8	-1.0	0.8	$0.2f_T-1.1$
	0.9	$0.4f_T-1.2$	0.9	-1.0
	1.0	$0.4f_T-1.2$	1.0	-1.0

표 31 : OSA 하중 상태에 대한 k_{p-CL} 값

f_{xL}	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0
k_{p-CL}	$0.9-0.4f_T$	$0.9-0.4f_T$	$2f_T-1$	$2f_T-1$	f_T	$1.2-0.4f_T$	$2.5-3f_T$	$-0.6f_T-0.2$	-1.0	-1.0

1.3.9 동적압력의 포락선

임의의 하중점에서 동적압력의 포락선 $P_{ex-\max}$은 [1.3.2]부터 [1.3.8]에 따라 계산된 동적압력 값 중 가장 큰 압력을 취하여야 한다.

2. 노출갑판에서의 외부압력

2.1 적용

2.1.1

노출갑판의 외부압력 및 힘은 강도평가에만 적용한다.

2.1.2

[2.2]에 따른 노출갑판의 그린 파랑압력은 [2.3.1] 및 [2.3.2]에 따른 화물 또는 기타 설비에 의한 분포 / 집중하중과는 다른 별도의 독립적인 하중으로 고려되어야 한다.

2.2 그린 파랑하중

2.2.1 노출갑판의 압력

정적하중 및 동적하중 설계 시나리오(S + D)에 대한 노출갑판의 임의 지점에서 그린 파랑하중으로 인한 외부 동적압력 P_D(kN/m^2)는 각 동적하중 상태로부터 구해지며 [2.2.3] 및 [2.2.4]에 따른다.

정적 설계하중 시나리오(S)에 대한 노출갑판의 임의 지점에서 그린 파랑하중 P_D로 인한 외부 동적압력은 0.0이다.

2.2.2

노출갑판에 쇄파기가 설치된 경우, 쇄파기 후방에 위치한 노출갑판 지역에서의 그린 파랑압력 경감은 허용되지 않는다.

2.2.3 HSM, HSA 및 FSM 하중 상태

노출갑판의 임의 하중점에서 HSM, HSA 및 FSM 하중 상태에 대한 외부압력 P_D는 다음 식에 의한다.(kN/m^2)

$P_D = \chi P_W$

$P_W = P_{W,D}$ 다만, P_{D-min}이상이어야 한다.

$P_{W,D}$: [1.3]의 HSM, HSA 및 FSM 하중 상태에 대한 선측에서의 노출갑판 압력.(kN/m^2)

P_{D-min} : 노출갑판의 최소 압력으로 다음과 같다.(kN/m^2)

a) 7장에 따른 화물창 해석을 하는 경우 : $P_{D-min} = 0.0$.

b) 상기 이외의 경우 : 표 32에 따른 P_{D-min}.

χ : 표 33에 따른 계수.

표 32 : HSM, HSA, FSM 하중 상태에 대한 노출갑판의 최소 압력

위치	노출갑판 최소 압력 $P_{D-\min}(\mathrm{kN/m^2})$	
	$L_{LL} \geq 100\mathrm{m}$	$L_{LL} < 100\mathrm{m}$
$x_{LL}/L_{LL} \leq 0.75$	34.3	$14.9+0.195L_{LL}$
$x_{LL}/L_{LL} > 0.75$	$34.3+(14.8+a(L_{LL}-100))(4\frac{x_{LL}}{L_{LL}}-3)$	$12.2+\frac{L_{LL}}{9}(5\frac{x_{LL}}{L_{LL}}-2)+3.6\frac{x_{LL}}{L_{LL}}$
a : 0.0726 x_{LL} : 건현용 길이 L_{LL} 후단에서 측정한 하중점까지의 X 좌표.		

표 33 : 노출갑판의 압력계수

노출갑판 위치	χ
건현갑판	1.00
선수루갑판을 포함한 선루갑판	0.75
제 1 층 갑판실	0.56
제 2 층 갑판실	0.42
제 3 층 갑판실	0.32
제 4 층 갑판실	0.25
제 5 층 갑판실	0.20
제 6 층 갑판실	0.15
제 7 층 및 상부 갑판실	0.10

2.2.4 BSR, BSP, OST 및 OSA 하중 상태

노출갑판의 임의 하중점에서 BSR, BSP, OST 및 OSA 하중 상태에 대한 외부압력 P_D는 다음에 따른다. 다만, 선박 너비 방향의 위치에 따라 선형 보간법으로 구하여야 한다.($\mathrm{kN/m^2}$)

$P_{D,stb} = \chi P_{W,D-stb}$

$P_{D,pt} = \chi P_{W,D-pt}$

$P_{W,D-stb}$: [1.3]에 따른 BSR, BSP, OST 또는 OSA 하중 상태에 대한 우현 갑판 단부에서의 압력.

$P_{W,D-pt}$: [1.3]에 따른 BSR, BSP, OST 또는 OSA 하중 상태에 대한 좌현 갑판 단부에서의 압력.

χ : 표 33에 따른 계수.

2.2.5 노출갑판에서 동적압력의 포락선

노출갑판의 임의 지점에서 동적압력의 포락선 P_{D-max}는 [2.2.3] 및 [2.2.4]에 따른 하중 값 중 가장 큰 압력으로 한다.

2.3 노출갑판에 걸리는 하중

2.3.1 분포하중에 의한 압력

갑판 화물 또는 기타 장비와 같은 노출갑판에 분포하중이 작용하는 경우, 분포하중에 의한 정적압력 및 동적압력은 고려하여야 한다.

정적 설계하중 시나리오(S)에 대한 분포하중으로 인한 전체 압력 P_{dl}(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$P_{dl} = P_{dl-s}$

정적하중 및 동적하중 설계 시나리오(S + D)에 대한 분포하중으로 인한 압력 P_{dl}(kN/m^2)은 각각 동적하중 및 정적하중에 대해 구하여야 하며 다음 식에 의한다.

$P_{dl} = P_{dl-s} + P_{dl-d}$

P_{dl-s} : 설계자에 의해 정의된 분포하중으로 인한 정적압력(kN/m^2) 다만, 일반적으로 10kN/m^2 이상이어야 한다.

P_{dl-d} : 분포하중에 대한 동적압력(kN/m^2)으로서 다음 식에 따른다.

$$P_{dl-d} = f_\beta \frac{a_Z}{g} P_{dl-s}$$

a_Z : **4장 3절 [3.2.4]**에 따른 고려된 하중 상태에 대해 분포하중의 무게 중심에서 수직가속도.(m/s^2)

2.3.2 단위하중에 의한 집중하중

노출갑판 상에 단위하중이 작용하는 경우(예를 들면 갑판 화물), 단위하중에 따른 정적 및 동적하중을 고려하여야 한다.

정적 설계하중 시나리오(S)에 대한 집중하중에 의한 힘 F_U(kN)는 다음 식에 의한다.

$F_U = F_{U-s}$

정적 및 동적 설계하중 시나리오(S + D)에 대한 집중하중에 의한 힘 F_U는 각각의 동적하중 상태로부터 구하여야 하며 다음 식에 의한다.

$F_U = F_{U-s} + F_{U-d}$

F_{U-s} : 작용하는 단위하중에 의한 정적 힘으로서 다음 식에 따른다.(kN)

$$F_{U-s} = m_U g$$

F_{U-d} : 작용하는 단위하중에 의한 동적 힘으로서 다음 식에 따른다.(kN)

$$F_{U-d} = m_U f_\beta a_Z$$

m_U : 작용하는 단위하중의 질량(t).

a_Z : **4장 3절 [3.3.4]**에 따른 고려된 하중 상태에 대해 단위하중의 무게 중심에서의 수직가속도.(m/s^2)

3. 외부 충격압력

3.1 적용

3.1.1

선수 / 선미에 대한 충격압력은 강도평가에 대하여 적용한다.

3.2 선저 슬래밍 압력

3.2.1

선저 슬래밍 설계하중 시나리오에 대한 선저 슬래밍 압력 P_{SL} (kN/m^2)은 다음 식에 따른다.

$$P_{SL} = \frac{c_1 c_2}{T_F} B_B \left(0.56 - \frac{L}{1250} - \frac{x}{L}\right)$$

c_1 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$c_1 = L^{1/3}$ $L \leq 150$ m 경우

$c_1 = (225 - 0.5L)^{1/3}$ $L > 150$ m 경우

c_2 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$c_2 = 1675\left(1 - \frac{20\,T_F}{L}\right)$$

x : 선수단에서 고려하는 단면까지의 거리(m). x_1보다 작을 필요는 없다.

$$x_1 = \left(1.2 - C_B{}^{1/3} - \frac{L}{2500}\right)L$$

B_B : 고려하는 단면에서 기선 상방으로 $0.15\,T_F$ 높이에서 선저 폭(m). B_B는 $1.35\,T_F$와 $0.55\sqrt{L}$ 중 작은 값보다 커서는 아니 된다.

T_F : 선저 슬래밍에 대한 선수 수선에서 최소 흘수(m)로서 설계자에 의해 제공된다.

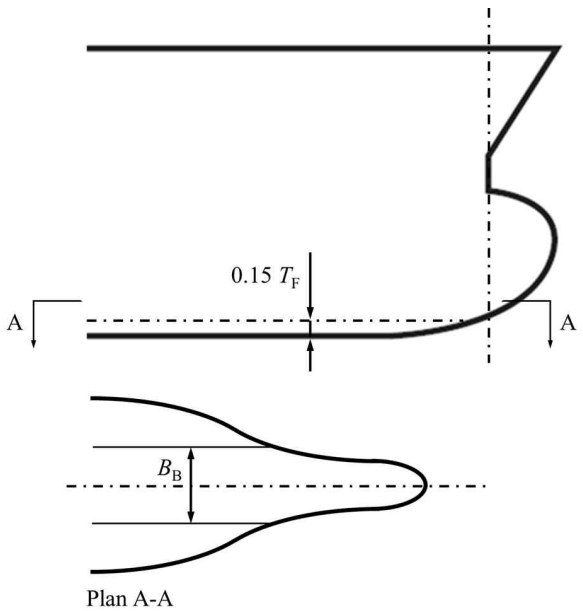


그림 2 : $0.15\,T_F$ 높이에서 선저 폭

3.3 선수 충격하중

3.3.1 설계압력

선수 충격 설계 시나리오에 대하여 고려하여야 하는 선수 충격하중 P_{FB} (kN/m^2)은 다음 식에 따른다.

$$P_{FB} = C(2.2 + C_f)(0.4V\sin\beta + 0.6\sqrt{L})^2$$

C : 계수로서 다음과 같다.

$C = 0.18(C_w - 0.5h_0)$ 다만, 1.0 보다 클 필요는 없으나 0.0 이상으로 한다.

C_w : 파랑계수로서 **4장 4절**에 따른다.

h_0 : 강도계산용 흘수, T_{SC} 로부터 계산점(m)까지 수직 거리로서 다음 식에 따른다.(**그림 3** 참조)

$h_0 = 0.0$ 고려하는 위치가 T_{BAL}과 T_{SC} 사이인 경우

$h_0 = z - T_{SC}$ 고려하는 위치가 T_{SC} 상방인 경우

C_f : 계수로서 다음과 같다.

$C_f = 1.5\tan(\alpha + \gamma)$ 다만, 10.0보다 클 필요는 없다.

z : 기준 좌표계에 대한 계산 위치의 Z 좌표(m)

α : 고려하는 위치에서 플래어 각으로서 외판의 수평 접선에 수직인 평면에서 측정한 외판 접선과 수직선 사이의 각.(deg) (**그림 3** 참조)

β : 고려하는 위치에서 수평면 상의 각으로서 길이 방향의 선과 수평면에서 외판 접선 사이의 각.(deg) (**그림 3** 참조)

γ : 보정각(deg)으로서 다음 식에 따른다.

$\gamma = 0.4(\theta\cos\beta + \phi\sin\beta)$

θ : 횡동요 각(°)으로서 **4장 3절 [2.1.1]**에 따른다.

ϕ : 종동요 각(°)으로서 **4장 3절 [2.1.2]**에 따른다.

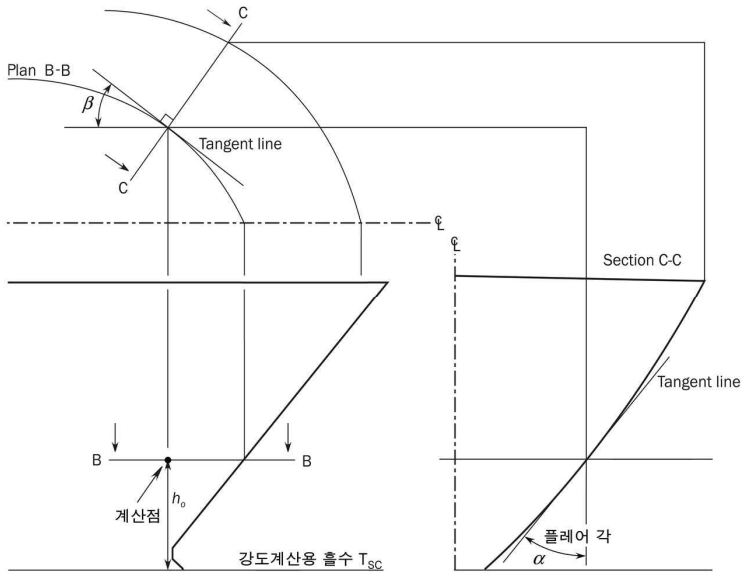


그림 3 : 선수 형상의 정의

3.4 선미 슬래밍

3.4.1 설계압력

선미 충격 설계 시나리오에 대하여 고려하여야 하는 선미 슬래밍 하중 P_{SS}(kN/m^2)은 다음 식에 따른다.

$$P_{SS} = 2.2CL\left[0.6 + \frac{1.65a_{ss}(0.55L - x)\sin^3\alpha}{C_B L}\right]^2$$

C : 계수로서 다음과 같다.

$C = 0.18(C_w - 2h_0)$ 다만, 1.0 보다 클 필요는 없으나 0.0 이상으로 한다.

C_w : 파랑계수로서 **4장 4절**에 따른다.

a_{ss} : 가속도 변수로서 다음 식에 따른다.

$$a_{ss} = \frac{3C_w}{L} + 0.16$$

h_0 : 선미단 최소 흘수 T_{AE}의 수선면에서 계산점까지 수직 거리로서 다음 식에 따른다.

$h_0 = z - T_{AE}$ 계산점이 T_{AE} 상방인 경우

z : 기준 좌표계에 대한 계산 위치의 Z 좌표(m)

T_{AE} : 선미단에서 최소 흘수(m)

x : 선미단으로부터 고려하는 단면까지 길이 방향 거리(m)로서 $0.05L$ 보다 작을 필요는 없다.

α : 계산점에서 플래어 각으로서 외판의 수평 접선에 수직인 평면에서 측정한 외판 접선과 수직선 사이의 각.(deg) (**그림 3** 참조)

4. 선루 및 갑판실의 외부압력

4.1 적용

4.1.1

선루와 갑판실에서의 외부압력은 강도평가에만 적용하여야 한다.

이 압력은 동적압력으로서 고려되어야 하고, 어떠한 정적압력 하중성분 없이 적절한 구조에 적용되어야 한다.

4.1.2

동적하중 상태 개념은 선루와 갑판실의 외부압력에 적용되지 않는다.

4.2 노출된 조타실 상단

4.2.1

노출된 조타실 상단 면외압력 P_D(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$P_D = 12.5$

4.3 선루 측면

4.3.1

선루의 외부 측면에 대한 설계압력 P_{SI}(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$$P_{SI} = 2.1 C_w c_F (C_B + 0.7) \frac{20}{10 + z_{SD} - T_{SC}}$$

c_F : 표 34에 따른 분포계수.

표 34 : 분포계수 c_F

위치	c_F
$x/L < 0.2$	$1.0 + \frac{5}{C_B}\left(0.2 - \frac{x}{L}\right)$ x/L은 0.1 이상이어야 한다.
$x/L \geq 0.2$	1.0

4.4 선루단 격벽 및 갑판실

4.4.1

선루 및 갑판실의 전방 및 후방 외부 격벽에 대해 외부압력은 다음 식에 따른다.(kN/m^2)

$P_A = f_n f_c [f_b f_d - (z_{SD} - T_{SC})]$ 다만, $P_{A-\min}$ 이상이어야 한다.

f_n : 표 35에 정의된 계수.

f_c : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_c = 0.3 + 0.7 \frac{b_1}{B_1}$ 다만, 0.475 이상이어야 한다.

기관실 케이싱의 노출부인 경우, f_c는 1.0 이상이어야 한다.

f_d : 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_d = \frac{L}{10} e^{-(L/300)} - \left(1 - \left(\frac{L}{150}\right)^2\right)$ $L < 150$m인 경우

$f_d = \frac{L}{10} e^{-(L/300)}$ 150m ≤ L < 300m인 경우

$f_d = 11.03$ $L \geq 300$m인 경우

b_1 : 고려하는 위치에서 갑판실의 폭.

B_1 : 고려하는 위치에서 노출된 노천갑판에서 선체의 폭.

f_b : 표 36에 정의된 계수.

P_{A-min} : 표 37에 정의된 최소 면외압력.(kN/m^2)

표 35 : 계수 f_n

격벽의 종류	위치	f_n
보호되지 않는 전단격벽(1)	최하층(2)	$20+\frac{L_2}{12}$
	제 2층	$10+\frac{L_2}{12}$
	3층 이상	$5+\frac{L_2}{15}$
보호된 전단격벽(1)	모든 층	$5+\frac{L_2}{15}$
측면격벽	모든 층	$5+\frac{L_2}{15}$
선미단 격벽	선미 중앙부	$7+\frac{L_2}{100}-8\frac{x}{L_2}$
	선수 중앙부	$5+\frac{L_2}{100}-4\frac{x}{L_2}$

(1) 다른 선루단 또는 갑판실 뒤 B_x보다 작은 곳에 위치할 때 그리고 고려하는 전단격벽의 폭이 해당 선루 / 갑판실 전방의 선루 / 갑판실의 후단격벽의 폭보다 작은 경우, 선루단 / 갑판실의 전단격벽은 보호된 것으로 고려할 수 있다. B_x는 전단격벽 위치에서의 선박의 너비이다.
(2) 최하층은 형 깊이 D를 측정하는 최상층 전통갑판의 직상에 위치한 층이다. 그러나 $(D-T_{SC})$가 수정하지 않은 최소 표정건현(ILCC에 따라 수정된)을 표준 선루높이만큼 초과하는 경우(**1장 4절 [3.3]**에 정의) 이 층은 제 2층으로 정의될 수 있고 그 상부의 층은 제 3층으로 정의된다.

표 36 : 계수 f_b

격벽의 위치(1)	f_b
$\frac{x}{L}<0.45$	$1.0+\left(\frac{x/L-0.45}{C_{B1}+0.2}\right)^2$
$\frac{x}{L}\geq 0.45$	$1.0+1.5\left(\frac{x/L-0.45}{C_{B1}+0.2}\right)^2$

C_{B1} : 방형계수로서 다만, 0.60 이상 0.80 이하이어야 한다. 선체 중앙부 전방에 위치한 갑판실 후단의 경우 0.8로 한다.
(1) 갑판실 측면의 경우, 갑판실은 $0.15L$을 넘지 않는 유사한 간격(approximately equal length)으로 구획되어야 하고, x는 고려하는 각 부분의 중심 X 좌표이다.

표 37 : 최소 면외압력 P_{A-min}

L	P_{A-min}(kN/m^2)	
	보호되지 않는 최하층	기타(1)
$90<L\leq 250$	$25+\frac{L}{10}$	$12.5+\frac{L}{20}$
$L>250$	50	25

(1) 제 4층 및 이상인 경우, P_{A-min}는 12.5 kN/m^{2}으로 한다.

제 6 절 내부하중

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

a_X, a_Y, a_Z : **4장 3절 [3.2]**에 따른 무게 중심 x_G, y_G, z_G에서 종, 횡 및 수직 가속도.(m/s^2)

f_β : **4장 4절**에 정의된 계수

h_{air} : 탱크 정부 상부의 공기관 또는 넘침관의 높이.(m)

$h_{\max}$: 최대 허용수위(m)로서 평형수 탱크의 경우 최대 탱크 높이

P_{drop} : 넘침 평형수 교환 중 주수 또는 초과 주수에 의한 공기관 또는 넘침관에서의 초과 압력(kN/m^2)으로 설계자에 의해 제시되어야 하며, 25 kN/m^2 이상이어야 한다.

P_{PV} : 설치된 경우 압력 도출밸브의 설정압력.(kN/m^2) 다만, 25 kN/m^2 이상이어야 한다.

x, y, z : **4장 1절 [1.2.1]**에 정의된 기준 좌표계에 대한 하중점의 X, Y, Z 좌표.(m)

x_G, y_G, z_G : 고려하는 탱크의 또는 완전히 채워진 화물창(V_{Full}) 무게 중심의 **4장 1절 [1.2]**에 정의된 기준 좌표계에 대한 X, Y, Z 좌표.(m)

z_{top} : 작은 창구를 제외한 탱크의 가장 높은 지점에 대한 Z 좌표.(m)

ρ_L : 탱크 내의 액체 밀도(t/m^3)로서 다음 값 이상이어야 한다.

a) 액화 천연가스 연료 탱크인 경우

ρ_L=0.5 강도평가인 경우

ρ_L=0.46 이상의 값 피로평가인 경우

b) 상기 이외의 경우

ρ_L=1.025

ρ_{slh} : 슬로싱 평가에 사용되는 액체 밀도(t/m^3)로서 다음과 같다.

$\rho_{slh} = \rho_L$

ρ_{ST} : 강재의 밀도(t/m^3)로서 7.85로 한다.

θ : **4장 3절 [2.1.1]**의 횡동요각.(deg)

1. 액체로 인한 압력

1.1 적용

1.1.1 비손상 시 강도 및 피로평가를 위한 압력

4장 7절에 주어진 정적 설계하중 시나리오(S)에 대하여 액체하중으로 인한 탱크 경계의 임의 하중점에 작용하는 내부압력(kN/m^2)은 다음 식에 따른다. 다만, 0.0 이상이어야 한다.

$P_{in} = P_{ls}$

정적하중 및 동적 설계하중 시나리오(S+D)에 대하여 액체하중으로 인한 탱크 경계의 임의 하중점에 작용하는 내부압력(kN/m^2)은 다음 식에 따른다. 다만, 0.0 이상이어야 한다.

$P_{in} = P_{ls} + P_{ld}$

P_{ls} : **[1.2]**의 탱크 내 액체하중으로 인한 정압력.(kN/m^2)

P_{ld} : **[1.3]**의 탱크 내 액체하중으로 인한 동압력.(kN/m^2)

1.1.2 침수 시 강도평가를 위한 압력

4장 7절의 침수 시 정적 설계하중 시나리오(S)에 대하여, 화물창, 탱크 또는 그 이외 다른 구획의 수밀 경계의 임의 하중점에 작용하는 침수로 인한 내부압력(kN/m^2)은 다음 식에 의한다. 다만, $\rho g d_0$ 이상이어야 한다.

$P_{in} = P_{fs}$

P_{fs} : **[1.4]**의 구획의 침수 시 해수의 정압력.(kN/m^2)

d_0 : 거리(m)로 다음과 같다.

$d_0 = 0.02L$ $L < 120\,\text{m}$인 경우

$d_0 = 2.4$ $L \geq 120\,\text{m}$인 경우

1.2 정적 액체압력

1.2.1 해상 운항 상태

해상에서의 일반적인 운항 상태에 대한 탱크 내에서 액체로 인한 정압력 P_{ls}(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z) + P_{PV}$ 액화 천연가스 연료 탱크인 경우

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z)$ 이외의 경우

1.2.2 항구 / 보호수역 운항 상태

항구 / 보호수역 운항 상태에 대한 탱크 내에서 액체로 인한 정압력 P_{ls}(kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z) + P_{PV}$ 액화 천연가스 연료 탱크인 경우

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z)$ 이외의 경우

1.2.3 순차 평형수 교환

순차 평형수 교환 방법의 경우 평형수 탱크 내에서 액체로 인한 정압력 P_{ls}(kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + 0.5\,h_{air})$

1.2.4 넘침 평형수 교환

넘침 평형수 교환방법의 경우 평형수 탱크 내의 액체로 인한 정압력 P_{ls}(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + h_{air}) + P_{drop}$

1.2.5 평형수 처리 장치를 이용하는 평형수 적재

평형수 처리 장치를 이용하는 평형수 교환 시 탱크의 액체로 인한 정압력 P_{ls}는 **[1.2.3]**에 따라 순차 평형수 교환방법과 동일하게 적용한다. 선박 설계자는 평형수 처리 장치가 **[1.2.3]**에서 정의된 압력 이외에 추가로 P_{drop}과 같은 압력이 고려되어야 할 경우, 우리 선급에 그 정보를 제공하여야 한다.

1.2.6 피로평가를 위한 정적 탱크 압력

피로평가를 위한 탱크의 액체로 인한 정압력 P_{ls}(kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z)$

1.3 동적 액체압력

1.3.1

탱크 내 액체로 인한 동압력 P_{ld}(kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$P_{ld} = f_\beta\, \rho_L [a_Z (z_0 - z) + f_{ull-l}\, a_X (x_0 - x) + f_{ull-t}\, a_Y (y_0 - y)]$

f_{ull-l} : 탱크 내에서 액체 상부의 비어있는 공간에 대한 종가속도 보정계수

a) 강도평가인 경우

$f_{ull-l} = 0.62$ 액화 천연가스 연료 탱크 및 연료유 탱크인 경우

$f_{ull-l} = 1.0$ 이외의 경우

b) 피로평가인 경우

$f_{ull-l} = 0.5 + \frac{|z_o - z|}{\ell_{fs}} \frac{180}{\phi \pi}$ 액화 천연가스 연료 탱크 및 연료유 탱크인 경우

$f_{ull-l} = 1.0$ 이외의 경우

ℓ_{fs} : 탱크 정부에서의 연료 탱크 길이.(m)

f_{ull-t} : 탱크 내에서 액체 상부의 비어있는 공간에 대한 횡가속도 보정계수

a) 강도평가인 경우

$f_{ull-t} = 0.67$ 액화 천연가스 연료 탱크 및 연료유 탱크인 경우

$f_{ull-t} = 1.0$ 이외의 경우

b) 피로평가인 경우

$f_{ull-t} = 0.5 + \frac{|z_o - z|}{b_{top}} \frac{180}{\theta \pi}$ 액화 천연가스 연료 탱크 및 연료유 탱크인 경우

$f_{ull-t} = 1.0$ 이외의 경우

b_{top} : 탱크 길이 중앙에서 측정한 탱크 정부에서의 연료 탱크 폭.(m)

x_0 : 기준점의 X 좌표.(m)

y_0 : 기준점의 Y 좌표.(m)

z_0 : 기준점의 Z 좌표.(m)

기준점은 탱크의 상부 경계를 정의하는 모든 점에 대하여 계산된 V_j의 최대값으로서 다음 식에 의한다.

$V_j = a_X (x_j - x_G) + a_Y (y_j - y_G) + (a_Z + g)(z_j - z_G)$

x_j : 탱크의 상부 경계 j점의 X 좌표.(m)

y_j : 탱크의 상부 경계 j점의 Y 좌표.(m)

z_j : 탱크의 상부 경계 j점의 Z 좌표.(m)

1.4 침수 상태 시 정압력

1.4.1 침수 구획의 정압력

침수 구획의 수밀경계에 대한 정압력 P_{fs}(kN/m^2)은 다음 식에 의한다. 다만, 0.0 이상이어야 한다.

$P_{fs} = \rho g h_{fs}$

h_{fs} : 침수 상태 시 압력 높이로서 다음에 따른다.(m)

$h_{fs} = \max(z_{FD} - z, |y| \sin\theta_{dam} + (z_{dam} - z)\cos\theta_{dam})$ **6절**에 따른 선체국부 구조치수인 경우

$h_{fs} = y \sin\theta_{dam} + (z_{dam} - z)\cos\theta_{dam} + 1.0$ **7절**에 따른 직접강도해석인 경우

다만, 직접 강도평가인 경우, 모든 개별 화물창에 대한 손상 계산 중 가장 보수적인 침수 조건에서의 압력 높이를 사용할 수 있다.

z_{FD} : 고려되는 횡단면 건현갑판 측면의 Z 좌표.(m)

z_{dam} : 손상 상태(또는 침수 중간 단계)의 가장 깊은 평형 수선의 Z 좌표.(m)

θ_{dam} : 손상 상태(또는 침수 중간 단계)의 가장 깊은 평형 수선과 기선의 각도.(deg)

2. 컨테이너에 의한 압력 및 힘

2.1 컨테이너 설계 하중

2.1.1 컨테이너의 설계 무게

화물창 안의 컨테이너 설계 무게 M_{con-i} 및 갑판 위 설계 stack 무게 M_{stack}은 적하지침서에 따른다. 컨테이너의 최소 설계 무게는 다음에 따른다.

$M_{con-i} \geq 2.5$ 20ft 컨테이너의 경우

$M_{con-i} \geq 3.5$ 40ft 컨테이너의 경우

$M_{con-i} \geq 4.0$ 45ft 컨테이너의 경우

M_{con-i} : 각 20ft 및 40ft 컨테이너에 대해 정의된 'i' 층에서의 컨테이너 설계 무게

2.1.2 컨테이너의 정적 힘

컨테이너의 정적 힘 $F_{con-s-i}$(kN) 및 stack의 정적 힘 $F_{stack-s}$(kN)은 다음에 따른다.

$$F_{con-s-i} = g\,M_{con-i}$$

$$F_{stack-s} = g\,M_{stack}$$

2.1.3 컨테이너의 동적 힘

컨테이너의 무게 중심에서 동적 힘 요소는 다음에 따른다.(kN)

$$F_{con-d-x-i} = M_{con-i}\,a_X$$

$$F_{con-d-y-i} = M_{con-i}\,a_Y$$

$$F_{con-d-z-i} = M_{con-i}\,a_Z$$

다만, a_X, a_Y 및 a_Z 는 고려하는 화물창 중심에서 계산된 값을 사용한다.

2.1.4 컨테이너의 무게 중심

각 컨테이너의 수직 방향 무게 중심은 컨테이너 높이의 45 %로 가정한다. 그리고 종 및 횡방향의 무게 중심은 길이의 중앙으로 가정한다.

2.1.5 전체 컨테이너 힘

각 컨테이너 stack이 선저에 가해지는 전체 컨테이너 힘은 다음에 따른다.

$$F_{con-total-x} = \sum_{i=1}^{N} F_{con-d-x-i}$$

$$F_{con-total-y} = \sum_{i=1}^{N} F_{con-d-y-i}$$

$$F_{con-total-z} = \sum_{i=1}^{N} F_{con-s-i} + \sum_{i=1}^{N} F_{con-d-z-i} \text{ 또는 } F_{con-total-z} = F_{stack-s} + \sum_{i=1}^{N} F_{con-d-z-i}$$

N : 화물창 안 또는 갑판 위의 stack당 컨테이너 개수.

2.2 화물창 안의 컨테이너 하중

2.2.1 종방향 하중 요소

종방향 하중 요소 F_x(kN)는 셀 가이드 컨테이너 코너 위치의 가속도 방향으로 횡격벽에 적용한다.(**그림** 1 참조)

$$F_x = F_{con-d-x-i}/4$$

2.2.2 횡방향 하중 요소

횡방향 하중 요소 F_y(kN)는 셀 가이드 컨테이너 코너 위치의 가속도 방향으로 횡격벽에 적용한다.(**그림 2** 참조)

$F_y = F_{con-d-y-i}/4$

2.2.3 수직 하중 요소

수직 방향 하중 요소 F_z(kN)는 4개의 컨테이너 코너 위치의 이중저에 적용한다.(**그림 3** 참조)

$F_z = F_{con-total-z}/4$

2.2.4 하중 적용

a) 40ft 컨테이너 베이에 있는 20ft 컨테이너의 경우, 전체 횡방향 하중 요소의 35 %는 20ft stack의 자유단 이중저에 적용되어야 한다. 다른 쪽 코너 부분에서 횡방향 하중 요소의 나머지 65 %는 셀 가이드의 횡방향 힘 방향으로 횡격벽에 적용되어야 한다.

$F_y = 0.65\,F_{con-d-y-i}/2$ 횡격벽 근처의 20ft 컨테이너의 2개의 코너 끝 부분인 경우

$F_y = 0.35\,F_{con-total-y}/2$ 40ft 컨테이너 베이에 있는 20ft 컨테이너 stack의 자유단 이중저인 경우

b) 40ft 컨테이너 베이에 있는 20ft 컨테이너의 경우, 종방향으로 가장 가까운 20ft 컨테이너와 결합된 종방향 하중 요소는 셀 가이드의 컨테이너 코너 위치에서 결합된 가속도 방향에 따라 횡격벽에 적용해야 한다.

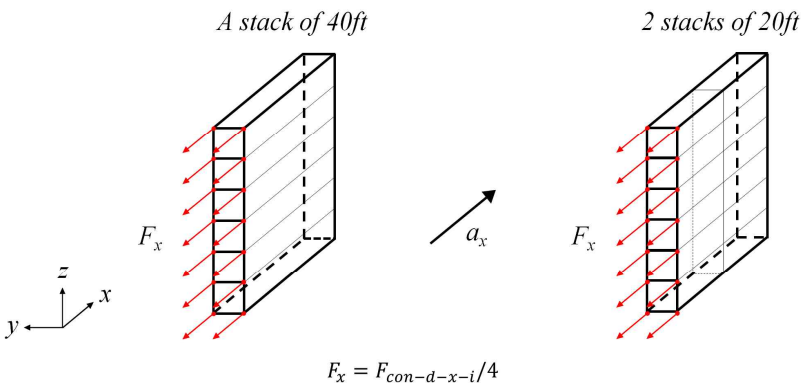


그림 1 : 화물창 안의 종방향 컨테이너 하중 요소

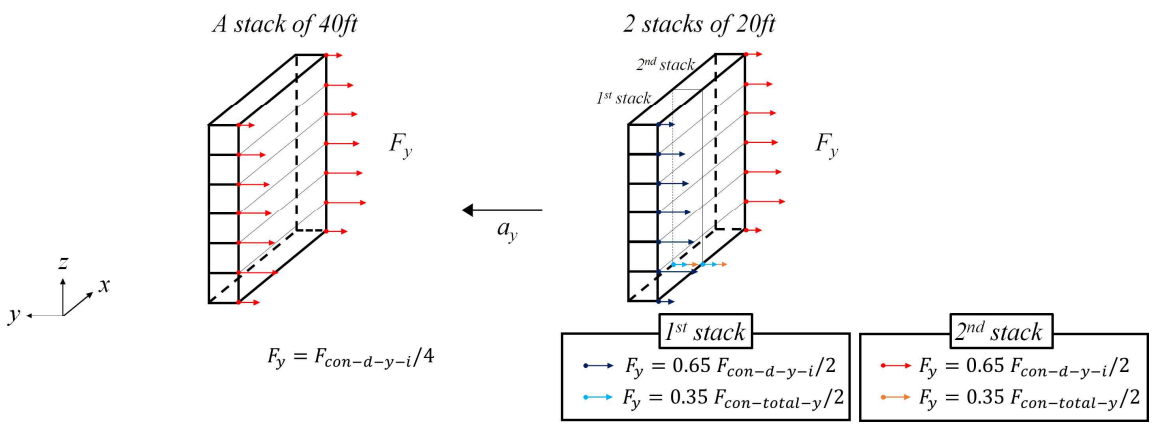


그림 2 : 화물창 안의 횡방향 컨테이너 하중 요소

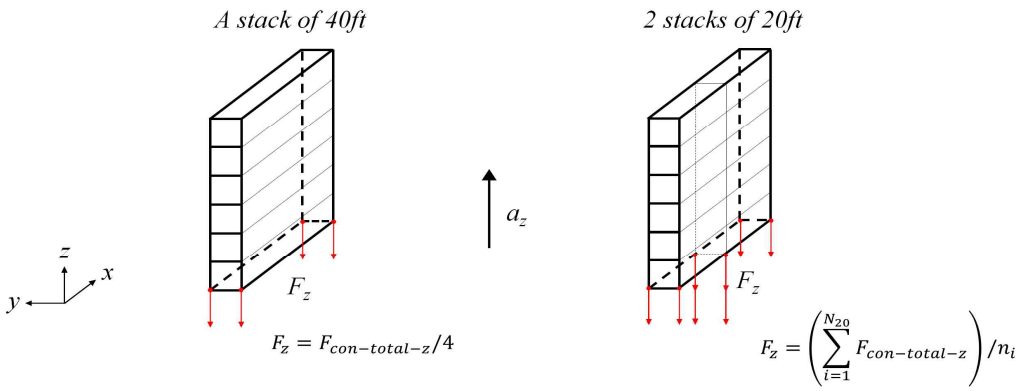


그림 3 : 화물창 안의 수직 방향 컨테이너 하중 요소

2.3 갑판 위 또는 창구덮개의 컨테이너 하중

2.3.1 하중 적용

창구덮개가 선박 구조에 적용하는 하중에서 자중 효과는 무시한다.(**그림 4**, **그림 5** 및 **그림 6** 참조)

a) 갑판 위 또는 창구덮개의 컨테이너 바닥에 걸리는 각 컨테이너 하중 요소는 다음에 따른다.

$$F_x = F_{con-total-x}/4$$

$$F_y = F_{con-total-y}/4$$

$$F_z = F_{con-total-z}/4$$

b) 40ft 베이 창구덮개 위에 20ft 컨테이너 stack이 있는 경우, 창구덮개에 작용하는 각 컨테이너 하중 요소는 창구코밍 상단에 분포되어야 한다. 창구덮개에 작용하는 전체 힘은 창구덮개의 모든 stack을 통합하여 정해져야 한다. 총 힘은 평균 선 하중을 이용하여 창구코밍의 전체 길이에 분배되어야 한다.

$$F_x = \left(\sum_{i=1}^{N_{20}} F_{con-total-x}\right)/n_i$$

$$F_y = \left(\sum_{i=1}^{N_{20}} F_{con-total-y}\right)/n_i$$

$$F_z = \left(\sum_{i=1}^{N_{20}} F_{con-total-z}\right)/n_i$$

N_{20} : 창구덮개 상의 20ft stack 개수

n_i : 창구코밍 상단의 절점 개수

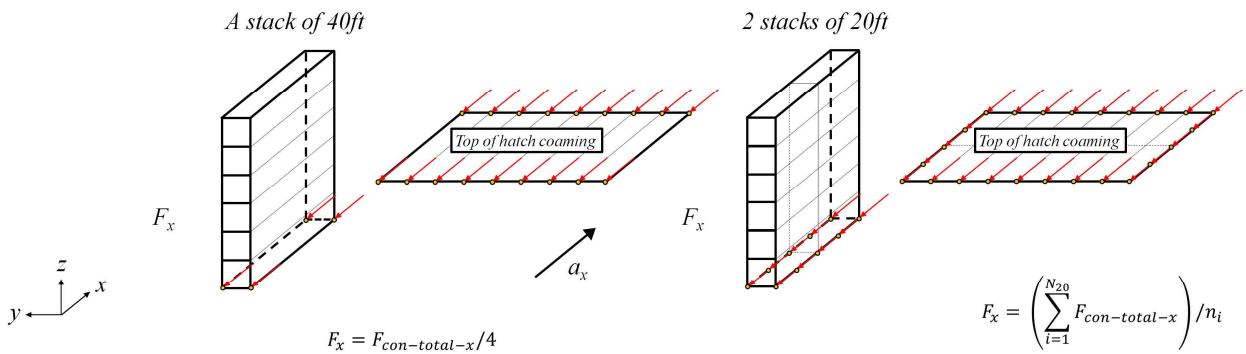


그림 4 : 갑판 위의 종방향 컨테이너 하중 요소

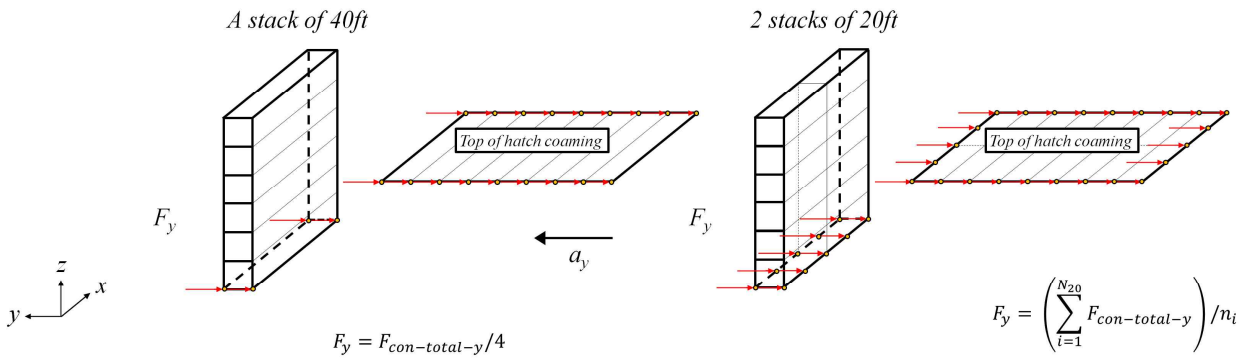


그림 5 : 갑판 위의 횡방향 컨테이너 하중 요소

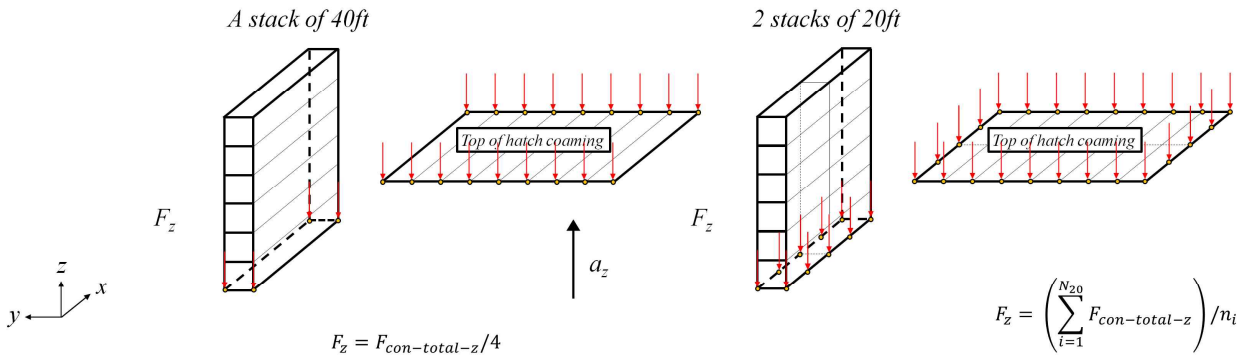


그림 6 : 갑판 위의 수직 방향 컨테이너 하중 요소

3. IGF 압력

3.1 일반

3.1.1 적용

액화 천연가스 연료 탱크의 경우, **6장**의 탱크 경계에 작용하는 내부 압력($\mathrm{kN/m^2}$)은 **저인화점연료선박 규칙 및 적용지침 6장 4절 409.**를 따른다. 이 압력은 타원면을 따라 임의의 방향으로 3개의 성분(a_x, a_y, a_z)이 조합된 무차원 가속도로 계산된다. 액화 천연가스 연료 탱크의 모서리 점은 최대값이 되도록 가속 방향을 다르게 하여 압력을 계산할 수 있다.

모서리 점 사이의 압력은 선형 보간법에 의해 결정된다.

4. 탱크 내의 슬로싱 압력

4.1 일반

4.1.1 적용

이 규정은 $100\,\mathrm{m^3}$ 초과하는 용적의 모든 평형수 및 기타 탱크에 적용한다. 다만, 화물창 구역 내의 평형수 탱크에 대하여 고려할 필요는 없다.

4.1.2

이 규정에서 정의된 슬로싱 압력은 탱크 경계나 내부 구조에 대하여 높은 속력의 충격으로 인한 충격압력의 영향은 포함하지 않는다. 최대 유효 슬로싱 폭 b_{tk-h}가 $0.56B$를 초과하는 탱크 또는 $0.05h_{\max}$에서 $0.95h_{\max}$까지의 모든

수위에서의 유효 슬로싱 길이 ℓ_{tk-h}가 $0.13L$을 초과하는 탱크의 경우, 우리 선급이 정하는 절차에 따라 충격 평가를 수행하여야 한다.

4.1.3 탱크 경계 및 내부의 슬로싱 압력

4장 7절의 슬로싱 설계 하중 시나리오에 대한 탱크 경계 또는 내부의 임의 하중점에 작용하는 액체 운동으로 인한 슬로싱 압력 P_{slh}는 다음과 같다. 다만, **[4.2]**의 $P_{slh-\min}$ 이상이어야 한다.(kN/m^2)

a) $P_{slh} = P_{slh-lng}$ 횡격벽의 경우 **[4.3.2]**에 따른다.

b) $P_{slh} = P_{slh-wf}$ 특설늑골 및 횡방향 스트링거의 경우 **[4.3.3]**에 따른다.

c) $P_{slh} = P_{slh-t}$ 종격벽의 경우 **[4.4.2]**에 따른다.

d) $P_{slh} = P_{slh-grd}$ 종방향 거더 및 스트링거의 경우 **[4.4.3]**에 따른다.

4.2 최소 슬로싱 압력

4.2.1

유체 운동을 제한하는 내부 구조를 가지는 이중선체 구조와 같은 셀 구조(cellular construction)의 탱크에 대한 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-min}$는 12.0 kN/m^{2}로 한다.

기타 모든 탱크에 대한 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-min}$ 은 20.0 kN/m^{2}로 한다.

4.3 종방향 액체 운동으로 인한 슬로싱 압력

4.3.1 적용

종방향 액체 운동으로 인한 슬로싱 압력 $P_{slh-lng}$는 탱크 전 깊이에 걸쳐 일정한 값으로 하며, 액체 높이를 $0.05h_{\max}$에서 $0.95h_{\max}$까지 $0.05h_{\max}$ 간격으로 계산한 것 중 가장 큰 값으로 한다.

4.3.2 횡격벽의 슬로싱 압력

종방향 액체 운동으로 인한 제수격벽을 포함하는 횡격벽의 슬로싱 압력 $P_{slh-lng}$ (kN/m^2)는 특정 액체 높이에서 다음 식에 따른다.

$$P_{slh-lng} = \rho_{slh} g \ell_{tk-h} f_{slh} \left[0.4 - \left(0.39 - \frac{1.7\ell_{tk-h}}{L} \right) \frac{L}{350} \right]$$

ℓ_{tk-h} : 고려하는 유체 높이에서의 탱크의 길이(m)

f_{slh} : 계수로서 **표 1**에 따른다.

h_{fill} : 탱크 저부로부터 측정한 액체 높이(m)

표 1 : 계수 f_{slh}

h_{fill}	f_{slh}
$0.0h_{Tank}$	0.0
$0.1h_{Tank}$	$f_{slh} = 1.5\left[1 - 2\left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
$0.3h_{Tank}$	$f_{slh} = 2.0\left[1 - 2\left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
$1.0h_{Tank}$	$f_{slh} = 1.5\left[1 - 2\left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
h_{fill}이 중간 값일 경우, f_{slh} 값은 선형 보간법에 의한다.	

4.3.3 횡격벽 부근 특설늑골 및 횡격벽 수평 스트링거의 슬로싱 압력

내부에 특설늑골을 가지는 탱크의 경우, 격벽으로부터 $0.25\ell_{slh}$ 이내에 위치한다면, 종방향 액체 운동으로 인한 횡격벽 또는 횡 제수격벽 근방의 특설늑골 또는 횡격벽 수평 스트링거에 작용하는 슬로싱 압력 P_{slh-wf} (kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$$P_{slh-wf} = P_{slh-lng}\left(1 - \frac{s_{wf}}{\ell_{tk-h}}\right)^2$$

ℓ_{tk-h} : 고려하는 유체 높이에서의 탱크 길이.(m)

$P_{slh-lng}$: [3.3.2]에 따른 횡격벽에 작용하는 종방향 액체 운동에 의한 슬로싱 압력.

s_{wf} : 고려하는 횡격벽에서 특설늑골까지의 거리.(m)

특설늑골과 횡 스트링거에 작용하는 압력 분포는 **그림** 7에 따른다.

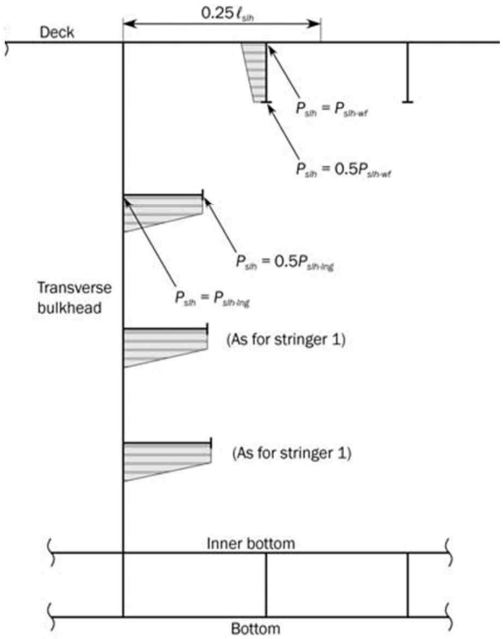


그림 7 : 횡 스트링거 및 특설늑골에서의 슬로싱 압력 분포

4.4 횡방향 액체 운동에 의한 슬로싱 압력

4.4.1 적용

횡방향 액체 운동으로 인한 슬로싱 압력 P_{slh-t}는 탱크의 전 깊이에 걸쳐 일정한 값으로 하며, 유체 높이를 0.05 $h_{\max}$에서 $0.95h_{\max}$까지 $0.05h_{\max}$ 간격으로 계산한 것 중 가장 큰 값으로 한다.

4.4.2 종격벽의 슬로싱 압력

횡방향 액체 운동으로 인한 제수격벽을 포함하는 종격벽의 슬로싱 압력 P_{slh-t}(kN/m^2)은 특정 액체 높이에서 다음 식에 의한다.

$$P_{slh-t} = 7\rho_{slh}\, g\, f_{slh}\left(\frac{b_{tk-h}}{B} - 0.3\right) GM^{0.75}$$

b_{tk-h} : 고려하는 유체 높이에서의 화물 탱크 너비.(m)

f_{slh} : 계수로서 [4.3.2] **표** 1에 따른다.

GM : 4장 3절 [2.1.1]에 따른 메타센터 높이.

4.4.3 종격벽 부근의 거더 또는 종격벽 수평 스트링거의 슬로싱 압력

내부 거더 또는 스트링거가 있는 탱크의 경우, 이들이 격벽으로부터 $0.25b_{slh}$ 이내에 위치한다면, 종격벽 및 종 제수 격벽 부근의 거더 / 특설늑골에서의 작용하는 슬로싱 압력 $P_{slh-grd}$(kN/m^2)는 다음 식에 의한다.

$$P_{slh-grd} = P_{slh-t}\left(1 - \frac{s_{grd}}{b_{tk-h}}\right)^2$$

b_{tk-h} : 고려하는 유체 높이에서의 화물 탱크의 너비.(m)

P_{slh-t} : [3.4.2]에 따른 종격벽에 작용하는 횡방향 액체 운동에 의한 슬로싱 압력

s_{grd} : 종격벽에서 고려하는 거더까지의 거리.(m)

스트링거에서의 압력 분포는 **그림 8**에 따른다. 종격벽 부근의 거더에서의 압력 분포는 **그림 7**의 갑판의 특설늑골과 유사하다.

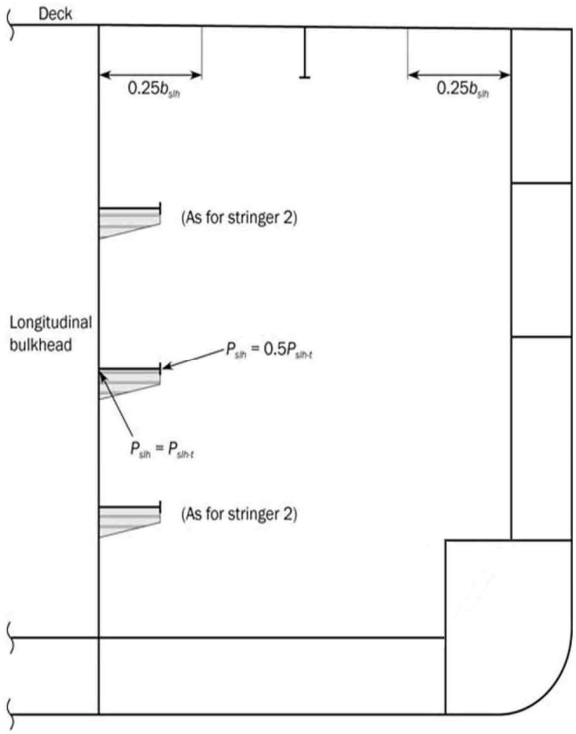


그림 8 : 종격벽 수평 스트링거 및 종거더의 슬로싱 압력 분포

5. 탱크 시험에 의한 설계압력

5.1 정의

5.1.1

구조평가를 위하여, 정적 설계압력을 적용하여야 한다. 탱크 시험에 대한 설계압력 P_{ST}(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$$P_{ST} = 10(z_{ST} - z)$$

z_{ST} : 설계 시험 하중 높이.(m) (**표 1**의 정의)

표 1 : 설계 시험 하중 높이 z_{ST}

구획	z_{ST}
이중저 탱크(1)	다음 중 큰 것 : $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{bd}$
이중선측 탱크, 탱크로 사용되는 선수/미 피크 탱크	다음 중 큰 것 : $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{bd} + 2.4$
탱크격벽, 디프탱크, 연료유 탱크	다음 중 큰 것 : $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{top} + 2.4$ $z_{ST} = z_{top} + 0.1P_{PV}$
체인로커(선수격벽 후방에 있는 경우)	$z_{ST} = z_c$
독립형 탱크	다음 중 큰 것 : $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{top} + 0.9$
평형수 덕트	평형수 펌프의 최대 압력에 상응하는 시험 압력 수두

z_{bd} : 격벽갑판의 z 좌표.(m)
z_c : 체인 파이프 상단의 z 좌표.(m)
(1) 이중선측 탱크와 연결된 이중저 탱크인 경우, "이중선측 탱크, 탱크로 사용되는 선수/미 피크 탱크"를 적용한다.

6. 노출되지 않는 갑판 및 플랫폼의 하중

6.1 적용

6.1.1 일반

[5.2] 및 [5.3]에서 정의된 하중은 노출되지 않는 갑판, 거주구 갑판, 플랫폼에 적용한다.

6.2 분포하중으로 인한 압력

6.2.1

갑판에 분포하중이 작용하는 경우, 분포하중으로 인한 정압력 및 동압력을 고려하여야 한다.

정적 분포하중은 설계자가 제시하여야 하며, 거주구역 갑판에 대하여 3.0 kN/m^2 이상, 기타 갑판 및 플랫폼에 대하여 10.0 kN/m^2 이상이어야 한다.

4장 7절의 정적하중 설계 시나리오(S)에 대한 분포하중으로 인한 압력 P_{dl}(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$$P_{dl} = P_{dl-s}$$

정적하중 및 동적하중 설계 시나리오(S+D)에 대한 분포하중으로 인한 압력 P_{dl}(kN/m^2)은 동적하중 상태의 포락선으로부터 구하며 다음 식에 의한다. 다만, 0.0 이상이어야 한다.

$$P_{dl} = P_{dl-s} + P_{dl-d}$$

P_{dl-s} : 분포하중으로 인한 정적압력(kN/m^2)

P_{dl-d} : 분포하중으로 인한 동적압력(kN/m^2)으로 다음 식에 따른다.

$$P_{dl-d} = f_\beta \frac{a_{z-env}}{g} P_{dl-s}$$

a_{z-env} : 4장 3절 [3.3.3]의 동적하중 상태에 대해 고려하는 하중점에서의 수직 가속도 포락선.(m/s^2)

6.3 단위하중으로 인한 집중 힘

6.3.1

내부 갑판에 단위하중이 작용하는 경우, **6장 5절 [1.2]** 또는 **6장 6절 [3.3]**에서와 같이 보강재와 1차 지지부재의 유한요소 해석 수행 시 단위하중으로 인한 정적 및 동적 힘을 고려하여야 한다.

4장 7절의 정적하중 설계 시나리오(S)의 경우, 집중된 하중으로 인한 힘 F_U(kN)은 다음 식에 의한다.

$F_U = F_{U-s}$

동적하중 및 정적하중 설계 시나리오(S+D)의 경우, 집중하중으로 인한 힘 F_U(kN)은 동적하중 상태의 포락선으로부터 구하며 다음 식에 의한다. 다만, 0.0 이상이어야 한다.

$F_U = F_{U-s} + F_{U-d}$

F_{U-s} : 단위하중으로 인한 정적 힘(kN)으로 다음 식에 따른다.

$F_{U-s} = m_U g$

F_{U-d} : 단위하중으로 인한 동적 힘(kN)으로 다음 식에 따른다.

$F_{U-d} = m_U f_\beta a_{z-env}$

m_U : 단위하중의 질량.(t)

a_{z-env} : **4장 3절 [3.3.3]**의 동적하중 상태에 대한 단위하중의 무게 중심에서의 수직 가속도 포락선.(m/s^2)

제 7 절 설계하중 시나리오

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

VBM : 설계 수직 굽힘 모멘트.(kNm)

M_{sw} : **4장 4절 [2.2.2]**의 항해 시 선체거더 정수중 허용 굽힘 모멘트.(kNm)

M_{sw-p} : **4장 4절 [2.2.3]**의 항내 / 보호수역 운항 시 선체거더 정수중 허용 굽힘 모멘트.(kNm)

M_{sw-f} : **4장 4절 [2.2.4]**의 침수 시 선체거더 정수중 허용 굽힘 모멘트.(kNm)

M_{sw-t} : **4장 4절 [2.2.5]**의 시험 상태 선체거더 정수중 허용 굽힘 모멘트.(kNm)

M_{wv-LC} : **4장 4절 [3.2]**의 고려하는 동하중 상태에서 수직파랑 굽힘 모멘트.(kNm)

HBM : 설계 수평 굽힘 모멘트.(kNm)

M_{wh-LC} : **4장 4절 [3.4]**의 고려하는 동하중 상태에서 수평파랑 굽힘 모멘트.(kNm)

TM : 설계 비틀림 모멘트.(kNm)

M_{wt-LC} : **4장 4절 [3.6]**의 고려하는 동하중 상태에서 파랑 비틀림 모멘트.(kNm)

VSF : 설계 수직 전단력.(kN)

Q_{sw} : **4장 4절 [2.3.1]**의 항해 시 선체거더 정수중 허용 전단력.(kN)

Q_{sw-p} : **4장 4절 [2.3.2]**의 항내 / 보호수역 운항 시 선체거더 정수중 허용 전단력.(kN)

Q_{sw-f} : **4장 4절 [2.3.3]**의 침수 시 선체거더 정수중 허용 전단력.(kN)

Q_{sw-t} : 시험 상태 선체거더 정수중 허용 전단력.(kN)

Q_{wv-LC} : **4장 4절 [3.3]**의 고려하는 동하중 상태에서 수직 파랑 전단력.(kN)

P_{ex} : 설계 외부압력.(kN/m^2)

P_S : **4장 5절 [1.2.1]**의 고려하는 흘수에서 정수압(kN/m^2)

P_W : **4장 5절 [1.3.2]**에서 **[1.3.8]**의 고려하는 동하중 상태에서 동압력.(kN/m^2)

P_D : **4장 5절 [2.2.3]** 및 **[2.2.4]**의 고려하는 동하중 상태에서 그린 파랑하중.(kN/m^2)

P_{in} : 설계 내부압력.(kN/m^2)

P_{ST} : 탱크 시험 압력.(kN/m^2)(**4장 6절 [4.1.1]** 참조)

$P_{\ell s}$: **4장 6절 [1.2]**의 탱크의 정압력.(kN/m^2)

$P_{\ell d}$: **4장 6절 [1.3]**의 고려하는 동하중 상태에서 탱크의 동압력.(kN/m^2)

P_{fs} : **4장 6절 [1.4.1]**의 침수 시 구획 및 탱크의 정압력.(kN/m^2)

F_{U-s} : **4장 5절 [2.3.2]**의 화물, 장비 또는 무거운 중량물에 대한 지지구조와 고박장치에 작용하는 정하중.(kN)

F_{U-d} : **4장 5절 [2.3.2]**의 화물, 장비 또는 무거운 중량물에 대한 지지구조와 고박장치에 작용하는 동하중.(kN)

P_{SL} : **4장 5절 [3.2]**의 선저 슬래밍 압력.(kN/m^2)

P_{FB} : **4장 5절 [3.3]**의 선수 충격압력.(kN/m^2)

P_{SS} : **4장 5절 [3.4]**의 선미 슬래밍 압력.(kN/m^2)

P_{slh} : **4장 6절 [3]**의 슬로싱 압력 (kN/m^2)

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

이 절은 다음에 이용되는 설계하중 시나리오를 규정한다.

a) [2]에 따른 규정 및 직접해석(유한요소해석) 방법에 의한 강도평가

b) [3]에 따른 규정 및 직접해석(유한요소해석) 방법에 의한 피로평가

1.1.2

강도평가의 경우, 기본 설계하중 시나리오는 S(정하중) 또는 S+D(정하중+동하중) 둘 중 하나로 구성된다. 어떤 경우에는 부호'A'는 설계 사고하중 시나리오를 나타내기 위해 S 또는 S+D 앞에 붙인다. 추가로, 충격하중(I), 슬로싱 하중(SL) 및 피로하중(F)에 관련되어 고려되어야 하는 추가적인 설계하중 시나리오가 있다.

2. 강도평가에 대한 설계하중 시나리오

2.1 기본 설계하중 시나리오

2.1.1

기본 설계하중 시나리오는 **표** 1에 따른다.

표 1 : 강도평가에 대한 설계하중 시나리오

설계하중 시나리오			항내 / 보호수역	최대 파랑하중 항해 상태	평형수 교환[1]	침수 상태	충돌 상태
하중 성분			정하중 (S)	정하중 + 동하중 (S + D)	정하중 + 동하중 (S + D)	사고하중 (A)	사고하중 (A)
선체 거더	VBM		M_{sw-p}	$M_{sw}+M_{wv-LC}$	$M_{sw}+M_{wv-LC}$	M_{sw-f}	M_{sw}
	HBM		-	M_{wh-LC}	M_{wh-LC}	-	-
	VSF		Q_{sw-p}	$Q_{sw}+Q_{wv-LC}$	$Q_{sw}+Q_{wv-LC}$	-	-
	TM		-	$M_{st}+M_{wt-LC}$	$M_{st}+M_{wt-LC}$	-	-
국부 하중	P_{ex}	외부 갑판(그린하중)	-	P_D	-	-	-
		선체 외곽(envelope)	P_s	P_s+P_w	P_s+P_w	-	-
	P_{in}	평형수 탱크	P_{ls}	$P_{ls}+P_{ld}$	$P_{ls}+P_{ld}$	-	-
		액화 천연가스 연료 탱크			-	-	0.5g, -0.25g
		기타 탱크			-	-	-
		수밀 경계	-	-	-	P_{fs}	-
	F_{con}	컨테이너	F_{con-s}	$F_{con-s}+F_{con-d}$	-	-	-
	P_{dk}	건구역의 내부 갑판	P_{dl-s}	$P_{dl-s}+P_{dl-d}$	-	-	-
		외부 갑판(분포하중)	P_{dl-s}	$P_{dl-s}+P_{dl-d}$	-	-	-
		외부 갑판(집중하중)	F_{U-s}	$F_{U-s}+F_{U-d}$	-	-	-

[1] 규정 요건 평가에만 적용한다.

2.2 추가 설계하중 시나리오

2.2.1

선수충격, 선저 슬래밍, 선미 슬래밍, 슬로싱 및 시험 상태에 대하여 고려하여야 하는 설계하중 시나리오는 표 2에 따른다.

표 2 : 충격상태, 슬로싱 및 시험 상태에 대한 설계하중 시나리오

<table>
<tr><td colspan="3">설계하중 시나리오</td><td>선수 충격</td><td>선저 슬래밍</td><td>선미 슬래밍</td><td>슬로싱</td><td>시험 상태[1]</td></tr>
<tr><td colspan="3">하중 성분</td><td>충격상태(I)</td><td>충격상태(I)</td><td>충격상태(I)</td><td>슬로싱상태(SL)</td><td>시험하중(A)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">선체 거더</td><td colspan="2">VBM</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>M_{sw}</td><td>M_{sw-t}</td></tr>
<tr><td colspan="2">HBM</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">VSF</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>Q_{sw-t}</td></tr>
<tr><td colspan="2">TM</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="11">국부 하중</td><td rowspan="2">P_{ex}</td><td>외부 갑판(그린하중)</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>선체 외곽(envelope)</td><td>P_{FB}</td><td>P_{SL}</td><td>P_{SS}</td><td>-</td><td>P_s</td></tr>
<tr><td rowspan="3">P_{in}</td><td>평형수 탱크</td><td rowspan="3">-</td><td rowspan="3">-</td><td rowspan="3">-</td><td rowspan="3">P_{slh}</td><td>P_{ST}</td></tr>
<tr><td>액화 천연가스 연료 탱크</td><td>-</td></tr>
<tr><td>기타 탱크</td><td>P_{ST}</td></tr>
<tr><td>수밀 경계</td><td></td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>F_{con}</td><td>컨테이너</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">P_{dk}</td><td>건구역의 내부 갑판</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>외부 갑판(분포하중)</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>외부 갑판(집중하중)</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="8">[1] 규정 요건 평가에만 적용한다.</td></tr>
</table>

3. 피로평가에 대한 설계하중 시나리오

3.1 설계하중 시나리오

3.1.1

피로평가를 위한 설계하중 시나리오는 **표** 3에 따른다.

표 3 : 피로평가에 대한 설계하중 시나리오

설계하중 시나리오 / 하중 성분			피로평가 : 정하중 + 동하중 (F : S + D)
선체거더	VBM		$M_{sw}+M_{wv-LC}$
	HBM		M_{wh-LC}
	VSF		$Q_{sw}+Q_{wv-LC}$
	TM		$M_{st}+M_{wt-LC}$
국부 하중	P_{ex}	외부 갑판(그린하중)	-
		선체 외곽(envelope)	P_s+P_w
	P_{in}	평형수 탱크	$P_{ls}+P_{ld}$
		액화 천연가스 연료 탱크	
		기타 탱크	
		수밀 경계	-
	F_{con}	컨테이너	$F_{con-s}+F_{con-d}$
	P_{dk}	건구역의 내부 갑판	-
		외부 갑판(분포하중)	-
		외부 갑판(집중하중)	-

제 8 절 적하상태

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 적용

1.1 강도평가를 위한 설계 적하상태

1.1.1

강도평가를 위한 설계 적하상태는 [2]에 따른다. 별도로 규정하지 않는 경우, 각각의 설계 항해 및 항내 상태는 모든 동적하중에 대해 검토하여야 한다.

1.1.2

이 요건은 계산서가 제출되어야 하는 적하상태가 적하지침서에 포함되어야 하는 것을 저지하려는 것은 아니며 또한, 필요한 적하지침서 / 적하지침기기를 대체하려는 것도 아니다.

1.1.3

[2]에 없는 적하상태가 적하지침서에 있다면 이 또한 고려되어야 한다.

1.2 피로평가를 위한 표준 설계 적하상태

1.2.1

피로평가를 위한 표준 설계 적하상태는 [3]에 따른다.

2. 설계 적하상태

2.1 정의

2.1.1

일반적으로 출항 및 입항에서 연료유, 청수 및 저장품 양을 기초한 설계 화물 및 평형수 적하상태는 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력 계산을 위하여 고려하여야 한다. 항해 중간 단계에서 소모품 양 및 배치가 더 심각한 정도라고 간주될 경우, 중간 단계에 대한 계산 자료를 출항 및 입항 상태에 추가하여 제출하여야 한다. 또한 항해 도중 평형수를 적재하거나 배출하는 경우, 평형수 적재 또는 배출하기 직전 및 직후의 중간 상태에 대한 계산서를 제출하여야 하고 적하지침서에 포함하여야 한다.

2.1.2 출항 상태

출항 상태는 연료유 탱크의 95 % 이상 적재 및 기타 소모품 용량의 100 %로 가정하여야 한다.

2.1.3 입항 상태

입항 상태는 연료유, 청수 및 저장품의 최대 용량의 10 %로 가정하여야 한다.

2.2 항해 상태

2.2.1

다음의 항해 시 적하상태는 최소한 적하지침서에 포함되어야 한다.

a) 강도계산용 흘수에서의 적하상태를 포함하는 균일 적하상태.

b) 평형수 탱크가 만재 또는 공창인 평형수 적재상태. 모든 화물창은 공창이어야 한다. 프로펠러는 완전히 잠겨야 한다.

c) 평형수 교환 절차가 있는 경우, 모든 평형수 탱크의 평형수 적재 및 / 또는 직전 및 직후의 계산을 포함하는 적하상태

2.3 항내 및 보호수역 적하상태

2.3.1

다음의 항내 및 보호된 수역 적하상태는 적하지침서에 포함되어야 한다.

a) 전형적인 완전한 적재 및 양하 작업을 나타내는 적하상태.

b) 부상 중에 있어서 입거 준비상태.

2.4 적하상태

2.4.1 대안설계

이 절에서 언급하지 않은 구조배치의 경우, 적재 경향, 상응하는 흘수, 정수중 굽힘 모멘트 및 전단력을 포함하는 적하상태는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2.4.2 화물창의 강도평가를 위한 표준 적하상태

화물창 강도평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 **표** 1에 주어진다.

2.4.3 연료유 탱크의 강도평가를 위한 표준 적하상태

연료유 탱크 강도평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 **표** 2에 주어진다.

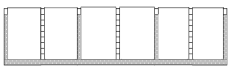
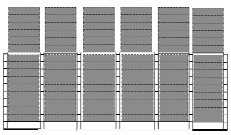
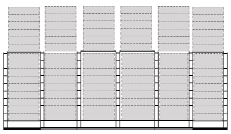
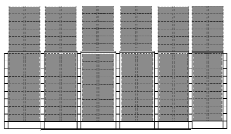
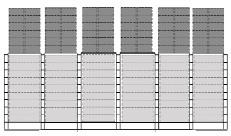
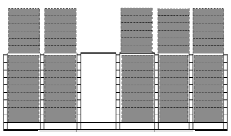
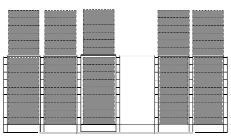
2.4.4 액화 천연가스 연료 탱크의 강도평가를 위한 표준 적하상태

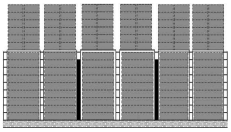
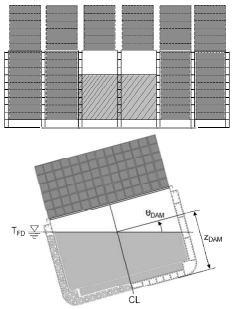
액화 천연가스 연료 탱크 강도평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 **표** 3에 주어진다.

2.4.5 화물창의 피로강도 평가를 위한 표준 적하상태

화물창의 피로강도 평가를 위해 고려해야 할 적하상태는 **표** 4에 주어진다.

표 1 : 화물창 구역에서의 화물창 강도평가를 위한 표준 적하상태

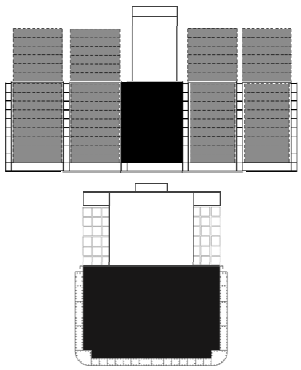
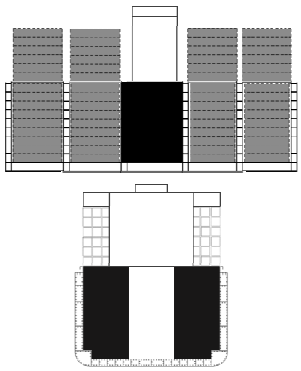
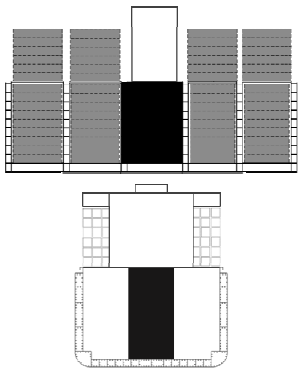
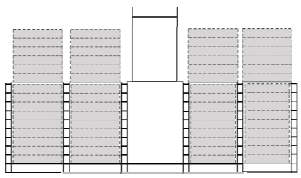
번호	적하상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
항해 상태							
B1[3]		T_{BAL}[1]	모든 평형수 탱크: 만재	-	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	HSM-2 HSA-2 FSM-2 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
F1[3]		T_{SC}	40 ft 컨테이너 적재하중 모든 탱크: 공창	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (호깅)	≤100%	HSM-2 HSA-2 FSM-2 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
F2[3]		T_{SC}	40 ft 컨테이너 적재하중의 55% (최대 16.5 t/FEU) 모든 탱크: 공창	40 ft 컨테이너 적재하중의 90% (최대 17 t/FEU)	100% (호깅)	≤100%	HSM-2 HSA-2 FSM-2 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
F3[3]		$0.9T_{SC}$	20 ft 컨테이너 적재하중 모든 탱크: 공창	20 ft 컨테이너 적재하중, 혼합 적재가 가능하면 20 ft + 40 ft 적재하중 적용	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
F4[3]		$0.9T_{SC}$	40 ft 컨테이너 적재하중의 55% (최대 16.5 t/FEU) 모든 탱크: 공창	20 ft 컨테이너 적재하중, 혼합 적재가 가능하면 20 ft + 40 ft 적재하중 적용	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
F5		T_{SC}	40 ft 컨테이너 적재하중 모든 탱크: 공창	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (호깅)	≤100%	HSM-2 HSA-2 FSM-2
F6		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 탱크: 공창	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (호깅)	≤100%	HSM-2 HSA-2 FSM-2

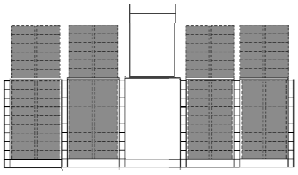
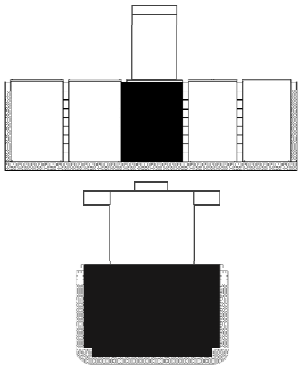
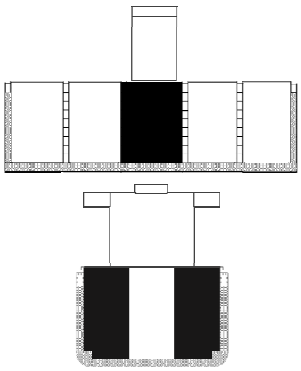
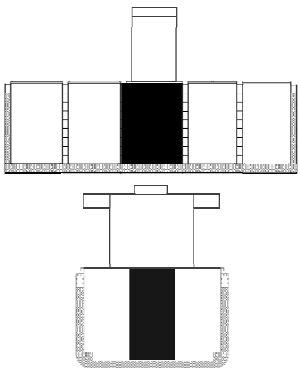
번호	적하상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
F7[3]		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 연료유 탱크: 만재 모든 평형수 탱크: 만재	20 ft 컨테이너 적재하중, 혼합 적재가 가능하면 20 ft + 40 ft 적재하중 적용	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
침수 상태							
A1[4]		T_{FD}	중앙 화물창: 침수 인접한 화물창: 40 ft 컨테이너 적재하중 경사진 방향의 모든 평형수 탱크: 만재	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (새깅 또는 최소 호깅)	-	Static[5]

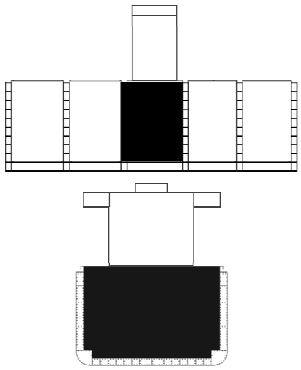
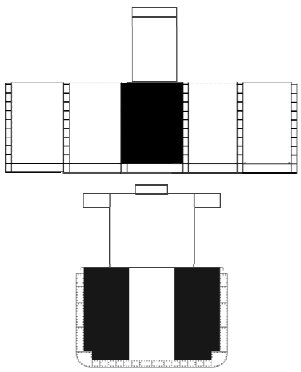
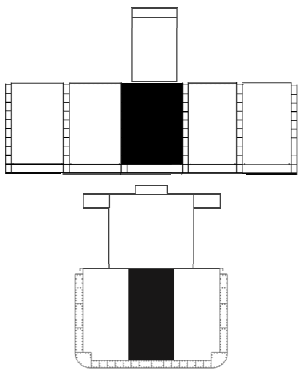
중량 화물 경량 화물 평형수 탱크 연료유 탱크

1) 적하지침서에서 평형수 적하 상태(출항)에 상응하는 최소 평형수 흘수
2) 적하지침서에서 평형수 적하 상태(출항)에 상응하는 정수중 굽힘 모멘트
3) 비대칭 구조의 경우 BSR-1S, BSR-2S, BSP-1S 및 BSP-2S를 추가로 검토해야 한다.
4) 고려된 화물창이 침수 구역 중 하나 인 경사 손상 상태에서 가장 깊은 수선 (T_{FD}). 2개 또는 3개의 화물창이 침수되는 것이 전형적인 시나리오 임에도 불구하고, FE해석에서는 오직 중앙 화물창만 침수되는 것으로 한다.
5) 경사상태는 **4장 6절 [1.4.1]**에 따라 z_{dam} 및 θ_{dam}를 기초로 적어도 침수 화물창의 내부압력, 외판의 외부압력 및 컨테이너 하중에 대하여 고려되어야 한다.

표 2 : 화물창 구역에서의 연료유 탱크 강도평가를 위한 표준 적하상태

번호	적하상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
항해 상태							
OF1		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 모든 연료유 탱크: 만재	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
OF2		T_{SC}	40 ft 컨테이너 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 관련된 연료유 탱크: 만재 및 공창	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
OF3		T_{SC}	40 ft 컨테이너 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 관련된 연료유 탱크: 만재 및 공창	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
OF4		T_{SC}	40 ft 컨테이너 적재하중의 55 % (최대 16.5 t/FEU) 모든 평형수 탱크: 공창 모든 연료유 탱크: 공창	40 ft 컨테이너 적재하중의 90 % (최대 17 t/FEU)	100% (호깅)	≤100%	HSM-2 HSA-2 FSM-2

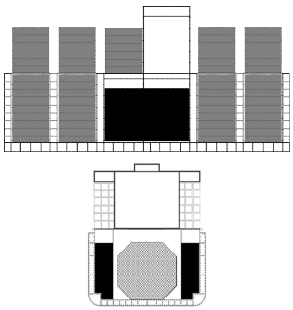
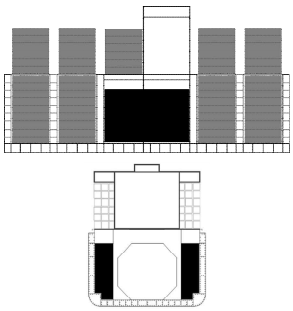
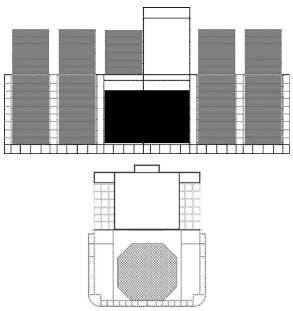
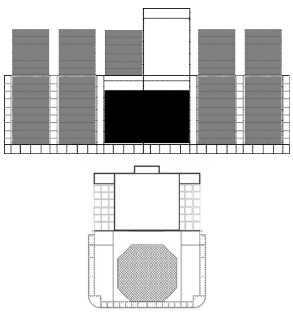
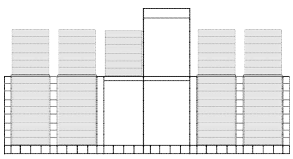
번호	적하상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
OF5		$0.9T_{SC}$	20 ft 컨테이너 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 모든 연료유 탱크: 공창	20 ft 컨테이너 적재하중, 혼합 적재가 가능하면 20 ft + 40 ft 적재하중 적용	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1
평형수 상태							
OB1		T_{BAL}[1]	모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 만재 모든 연료유 탱크: 만재	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1
OB2		T_{BAL}[1]	모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 만재 관련된 연료유 탱크: 만재 및 공창	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1
OB3		T_{BAL}[1]	모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 만재 관련된 연료유 탱크: 만재 및 공창	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1

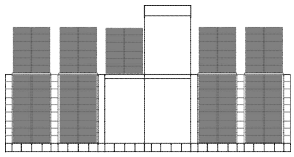
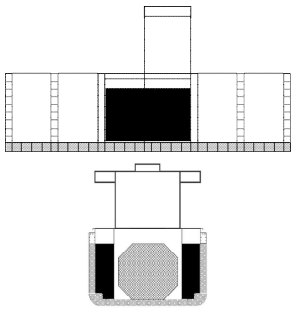
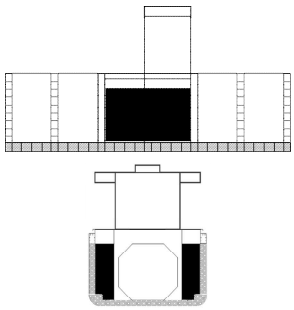
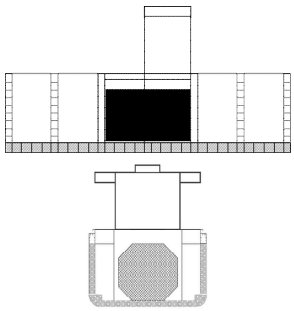
번호	적하상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
시험 상태							
OT1		T_{BAL}[1]	연료유 탱크 충전은 탱크 시험용이다. 모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 공창 모든 연료유 탱크: 만재	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	Static
OT2		T_{BAL}[1]	연료유 탱크 충전은 탱크 시험용이다. 모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 공창 관련된 연료유 탱크: 만재 및 공창	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	Static
OT3		T_{BAL}[1]	탱크 충전은 탱크 시험용이다. 모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 공창 관련된 연료유 탱크: 만재 및 공창	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	Static

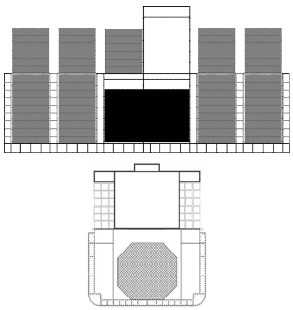
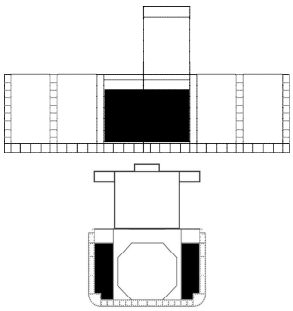
중량 화물 경량 화물 평형수 탱크 연료유 탱크

1) 적하지침서에서 평형수 적하 상태(출항)에 상응하는 최소 평형수 흘수
2) 적하지침서에서 평형수 적하 상태(출항)에 상응하는 정수중 굽힘 모멘트

표 3 : 화물창 구역에서의 액화 천연가스 연료 탱크 강도평가를 위한 표준 적하상태

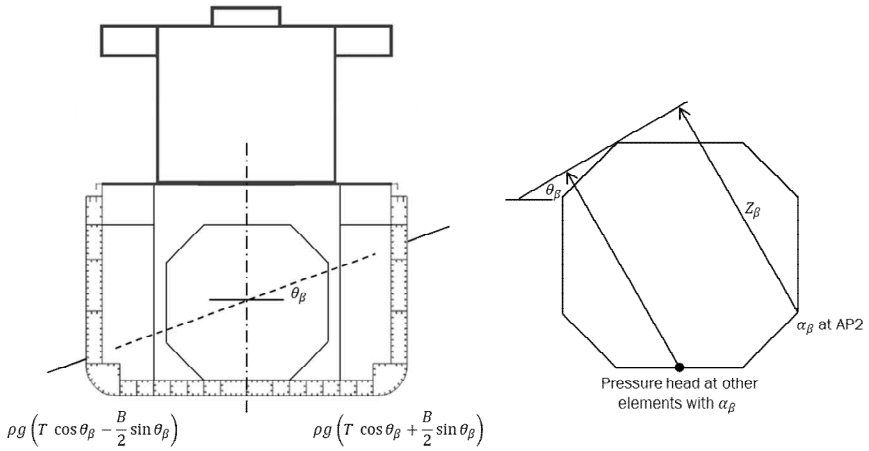
번호	적하상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
항해 상태							
GF1		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 모든 연료 탱크: 만재	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
GF2		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 연료유 탱크: 만재 액화 천연가스 연료 탱크: 공창	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
GF3		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 연료유 탱크: 공창 액화 천연가스 연료 탱크: 만재	40 ft 컨테이너 적재하중	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1 BSR-1P BSR-2P BSP-1P BSP-2P
GF3 -IGF		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 연료유 탱크: 공창 액화 천연가스 연료 탱크: 만재	40 ft 컨테이너 적재하중	≤100%	≤100%	Static Pressure by IGF with heel angle, $\theta_\beta \leq 30^\circ$
GF4		T_{SC}	40 ft 컨테이너 적재하중의 55 % (최대 16.5 t/FEU) 모든 평형수 탱크: 공창 모든 연료 탱크: 공창	40 ft 컨테이너 적재하중의 90 % (최대 17 t/FEU)	100% (호깅)	≤100%	HSM-2 HSA-2 FSM-2

번호	적하상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
GF5		0.9T_{SC}	20 ft 컨테이너 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 모든 연료 탱크: 공창	20 ft 컨테이너 적재하중, 혼합 적재가 가능하면 20 ft + 40 ft 적재하중 적용	100% (새깅 또는 최소 호깅)	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1
평형수 상태							
GB1		T_{BAL}[1]	모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 만재 모든 연료 탱크: 만재	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1
GB2		T_{BAL}[1]	모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 만재 연료유 탱크: 만재 액화 천연가스 연료 탱크: 공창	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1
GB3		T_{BAL}[1]	모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 만재 연료유 탱크: 공창 액화 천연가스 연료 탱크: 만재	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	HSM-1 HSA-1 FSM-1

번호	적하상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너 하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
사고 상태							
A1		T_{SC}	40 ft 컨테이너의 적재하중 모든 평형수 탱크: 공창 연료유 탱크: 공창 액화 천연가스 연료 탱크: 만재	40 ft 컨테이너 적재하중	≤100%	≤100%	Static Forward a_x=0.5g Aftward a_x=0.25g
시험 상태							
GT1		T_{BAL}[1]	모든 컨테이너 베이: 공창 모든 평형수 탱크: 공창 연료유 탱크: 만재 액화 천연가스 연료 탱크: 공창	모든 컨테이너 베이: 공창	평형수 조건에서 SWBM[2]	≤100%	Static

	중량 화물		경량 화물		평형수 탱크		연료유 탱크		액화 천연가스 연료 탱크

1) 적하지침서에서 평형수 적하 상태(출항)에 상응하는 최소 평형수 흘수
2) 적하지침서에서 평형수 적하 상태(출항)에 상응하는 정수중 굽힘 모멘트



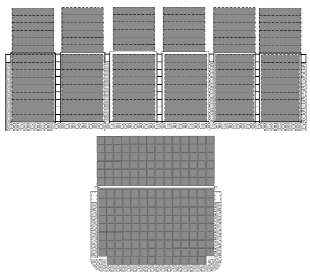
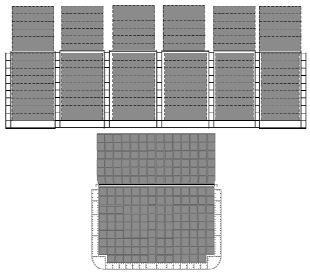
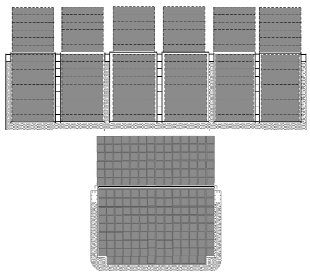
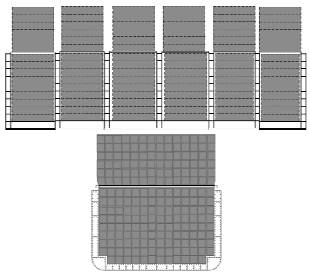
3. 피로평가를 위한 표준 적하상태

3.1 일반사항

3.1.1

9장 1절 [6.2]에서 요구하는 피로평가에 적용되는 표준 적하상태는 표 4에 정의되어있다.

표 4 : 화물창 구역에서 피로강도 평가를 위한 표준 적하상태

번호	설명	적하상태	정수중 하중			동적 하중
			흘수	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
FL-1	만재적재 (모든 평형수 탱크: 만재)		T_{Design} (최소 $0.8T_{SC}$)	90 % (호깅)	-	HSM-1 HSM-2 FSM-1 FSM-2 BSR-1P BSR-2P BSR-1S BSR-2S BSP-1P BSP-2P BSP-1S BSP-2S
FL-2	만재적재 (모든 평형수 탱크: 공창)					
FL-3	만재적재 (모든 평형수 탱크: 만재)		T_{Design} (최소 $0.8T_{SC}$)	100 % (새깅 또는 최소 호깅) [1]	-	HSM-1 HSM-2 FSM-1 FSM-2 BSR-1P BSR-2P BSR-1S BSR-2S BSP-1P BSP-2P BSP-1S BSP-2S
FL-4	만재적재 (모든 평형수 탱크: 공창)					

[1] $M_{sw,\min}$는 적하지침서에서 얻어진 최소 설계 호깅 모멘트이다. 만약, $M_{sw,\min}$가 $0.1M_{sw-h}$보다 큰 경우, $M_{sw,\min}$는 $0.1M_{sw-h}$로 대체하여야 한다.

14편 5장

선체거더강도

제 1 절 선체거더 항복강도

제 2 절 선체거더 최종강도

부록 1 전단흐름의 직접계산

부록 2 선체거더 최종능력

부록 3 선체거더 비틀림계수의 정의

제 1 절 선체거더 항복강도

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

M_{sw} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해 시 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm). **4장 4절 [2.2.2]**에 따른다.

M_{sw-p} : 고려하는 선체 횡단면에서 항내/보호수역 운항 시 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm). **4장 4절 [2.2.3]**에 따른다.

M_{sw-f} : 고려하는 선체 횡단면에서 침수 시 수직 정수중 허용 굽힘 모멘트(kNm). **4장 4절 [2.2.4]**에 따른다.

M_{wv} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해 시 수직 파랑 굽힘 모멘트(kNm). **4장 4절 [3.2.1]**에 따른다.

M_{wh} : 고려하는 선체 횡단면에서 수평 파랑 굽힘 모멘트(kNm). **4장 4절 [3.4.1]**에 따른다.

Q_{sw} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해 시 정수중 허용 전단력(kN). **4장 4절 [2.3.1]**에 따른다.

Q_{sw-p} : 고려하는 선체 횡단면에서 항내/보호수역 운항 시 정수중 허용 전단력(kN). **4장 4절 [2.3.2]**에 따른다.

Q_{wv} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해 시 수직 파랑 전단력(kN). **4장 4절 [3.3.1]**에 따른다.

Q_{wh} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해 시 수평 파랑 전단력(kN). **4장 4절 [3.5.1]**에 따른다.

x : 고려하는 저점의 X 좌표(m). 좌표계는 **1장 4절 [3.5]**를 따른다.

z : 고려하는 저점의 Z 좌표(m). 좌표계는 **1장 4절 [3.5]**를 따른다.

z_n : **[1.2]**에 따른 순 치수의 선체 횡단면에 대한 수평 중립축의 Z 좌표(m). 좌표계는 **1장 4절 [3.5]**를 따른다.

I_{y-n50} : **[1.5]**에 따른 수평 중립축에 대하여 선체 횡단면의 순 2차 모멘트(m^4)

I_{Z-n50} : **[1.5]**에 따른 수직 중립축에 대하여 선체 횡단면의 순 2차 모멘트(m^4)

Z_{A-n50} : **[1.4.1]**에 따른 선체 횡단면 임의 지점의 순 단면계수(m^3)

C_w : **4장 4절**의 파랑계수

ρ : 해수의 밀도로서 1.025 t/m^3 로 한다.

1. 선체거더 횡단면의 강도 특성

1.1 일반

1.1.1

4장 4절에서 규정한 선체거더 하중과 관련하여, 이 절에서는 **[2]** 및 **[3]**의 검토에 사용되는 선체거더 강도 특성 계산을 위한 기준을 규정한다.

1.2 선체 거더 횡단면

1.2.1 일반

선체거더 횡단면은 **[1.2.2]**부터 **[1.2.12]**의 요건을 고려하여 종강도에 기여하는 부재만으로 구성되는 것으로 고려하여야 한다.

1.2.2 순 치수

선체거더 강도 특성에 기여하는 부재는 선체거더 강도 특성이 **[2]** 및 **[3]**에 따른 선체거더 항복강도 검토에 사용되는 경우, **3장 3절**에 따라 제공 총 두께에서 $0.5t_c$ 감소된 제공 순 두께의 사용을 고려한다.

1.2.3 선체거더 단면적에 기여하지 않은 구조 부재

다음의 구조부재는 선체거더 단면적에 기여하지 않으므로 계산에 고려하여서는 아니 된다.

a) 강력갑판을 형성하지 않은 선루
b) 갑판실
c) 불워크
d) 거터판
e) 빌지킬
f) 스닙되거나 연속되지 않은 종부재
g) 비연속적인 창구코밍

1.2.4 연속 트렁크 및 종방향 연속 창구코밍

종격벽 또는 1차 지지부재로 효과적으로 지지되는 연속 트렁크 및 종방향 연속 창구코밍은 선체거더 횡단면에 포함할 수 있다.

1.2.5 강력갑판 상에 용접된 보강재 또는 거더

[1.2.4]에 적합한 트렁크의 갑판을 포함하여, 강력갑판 상에 용접된 종방향 보강재 또는 거더는 선체거더 횡단면에 포함하여야 한다.

1.2.6 창구 사이의 종거더

창구 사이에 종거더가 있는 경우, 선체거더 횡단면에 포함될 수 있는 단면적(m^2)은 다음 식에 의해 구한다.

$A_{eff} = A_{LG}\xi$

A_{LG} : 종거더의 단면적(m^2)

ξ : 종강도의 단면적 산입률

표 1 : 단면적 산입률

화물창 수	2			3		
ξ \ l/L	0.10	0.20	0.30	0.10	0.15	0.20
0.0	0.96	0.85	0.70	0.96	0.91	0.85
0.5	0.65	0.57	0.48	0.89	0.80	0.69
1.0	0.48	0.43	0.36	0.83	0.73	0.62
2.0	0.32	0.29	0.25	0.73	0.63	0.53
3.0	0.24	0.22	0.17	0.65	0.57	0.47
4.0	0.19	0.17	0.14	0.59	0.51	0.43
5.0	0.16	0.14	0.12	0.53	0.47	0.39

Note:

1. ξ는 다음 식에 따른다.

$$\xi = \frac{ab^3}{\ell I_c}\left\{\frac{1+2\mu}{2(2+\mu)}\times 10^4 + 2.6\frac{I_c}{a_c b^2}\right\}$$

I_c : 창구단 코밍을 포한한 창구사이 갑판의 단면 2차 모멘트(cm^4)
a_c : 창구사이 갑판의 유효 전단면적(cm^2)
a : 창구사이 종통갑판의 단면적(한쪽 현)(cm^2)
ℓ : 창구의 길이(m)
μ : **그림** 1에 따른 계수
b : **그림** 1에 따른 창구의 폭(m)

2. ξ 또는 ℓ/L이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

3. ξ 값이 5.0을 넘을 때에는 외삽법에 의한다.

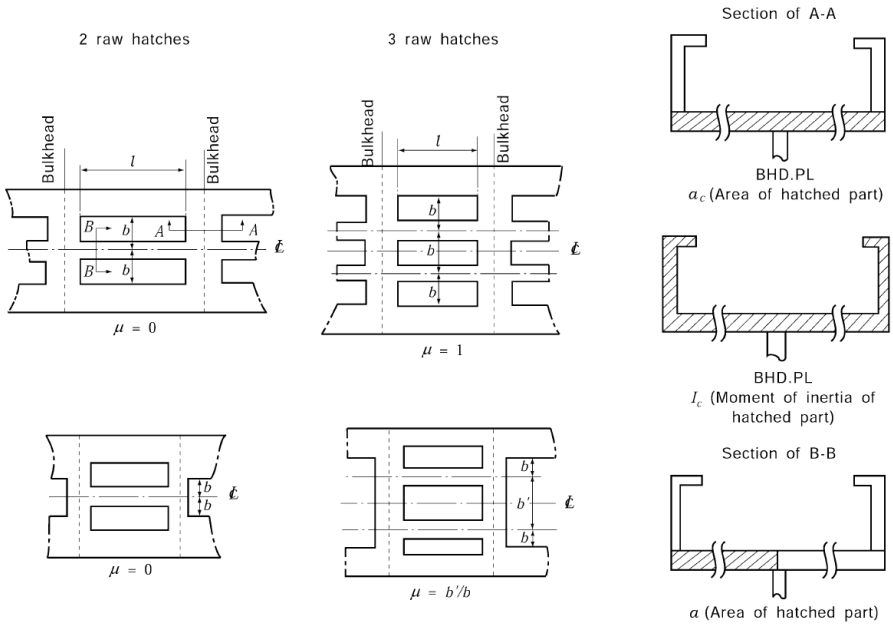


그림 1 : 계수 (μ), 창구길이 (ℓ) 및 창구 폭 (b)

1.2.7 강 이외의 재료를 사용한 부재

종강도에 기여한 부재가 탄성계수 2.06×10^5 (N/mm^2)인 강 이외의 재료인 경우, 선체거더 횡단면에 포함될 수 있는 등가 단면적(m^2)은 다음 식에 의해 구한다.

$$A_{SE-n50} = \frac{E}{2.06\times10^5} A_{M-n50}$$

A_{M-n50} : 고려하는 부재의 단면적(m^2)

1.2.8 개구의 정의

개구의 정의는 다음에 따른다.

a) 큰 개구:
- 길이 2.5 m 또는 폭 1.2 m를 초과하는 타원형 개구
- 지름 0.9 m를 초과하는 원형 개구

b) 작은 개구(예, 배수구)는 큰 개구가 아닌 개구를 말한다.

c) 맨홀

d) 격리된 개구란 선체의 종/횡 방향으로 1.0 m 이상 떨어진 개구를 말한다.

1.2.9 큰 개구, 맨홀 및 인접한 작은 개구

큰 개구 및 맨홀은 선체거더 단면계수 및 2차 모멘트에 사용되는 단면적에서 제외하여야 한다. 작은 개구가 선박의 횡/수직 방향으로 큰 개구 및 맨홀과 1 m 미만 격리된 경우에는, 개구들의 전체 폭은 단면적에서 제외하여야 한다. 추가로 **3장 6절 [6.3.2]**의 요건에 적합하지 않은 격리된 작은 개구는 선체거더 횡단면에서 제외하여야 한다.

1.2.10 격리된 작은 개구

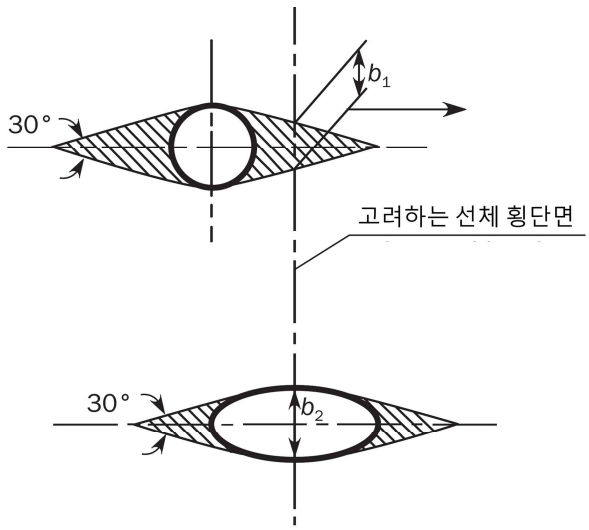
다음이 만족되면, 강력갑판이나 선저부의 횡단면에서 격리된 작은 개구는 선체거더 횡단면에서 제외시킬 필요는 없다.

$$\Sigma b_s \le 0.06(B-\Sigma b)$$

Σb_s : 고려하는 횡단면에서 강력갑판 또는 선저부에 있는 작은 개구들의 전체 폭(m)으로서, **그림 2**에 따르며 **[1.2.9]**에 따른 작은 개구는 횡단면적 계산에서 제외하지 않는다.

Σb : 고려하는 횡단면에서 큰 개구들의 전체 폭(m)으로서 **그림 2**에 따르며, **[1.2.9]**에 따른 큰 개구는 횡단면적 계산에서 제외하여야 한다.

작은 개구들의 전체 폭 Σb_s이 상기 기준을 만족하지 못하는 경우, 폭의 초과분은 선체거더 단면적에서 제외하여야 한다.



b_1 및 b_2는 Σb 및 Σb_S에 포함된다.

그림 2 : Σb 및 Σb_s의 계산

1.2.11 경감구멍, 배수구 및 단일 스캘롭

종부재에 있는 경감구멍, 배수구 및 단일 스캘롭은 그 높이가 $0.25h_w$ 보다 작은 경우, 제외할 필요는 없다. 여기서, h_w는 종부재의 웨브 높이(mm)이다. 반면에, 초과분은 단면적에서 제외하거나 보상하여야 한다.

1.2.12 연속되지 않는 갑판 및 종격벽

연속되지 않는 갑판 및 종격벽 부근에서 유효면적 계산 시, 유효면적은 **그림 3**에 따라 구한다. 유효하지 않은 면적을 나타내는 그림자 부분은 선박의 종축에 15도 각도의 두 개 접선을 그려 구한다.

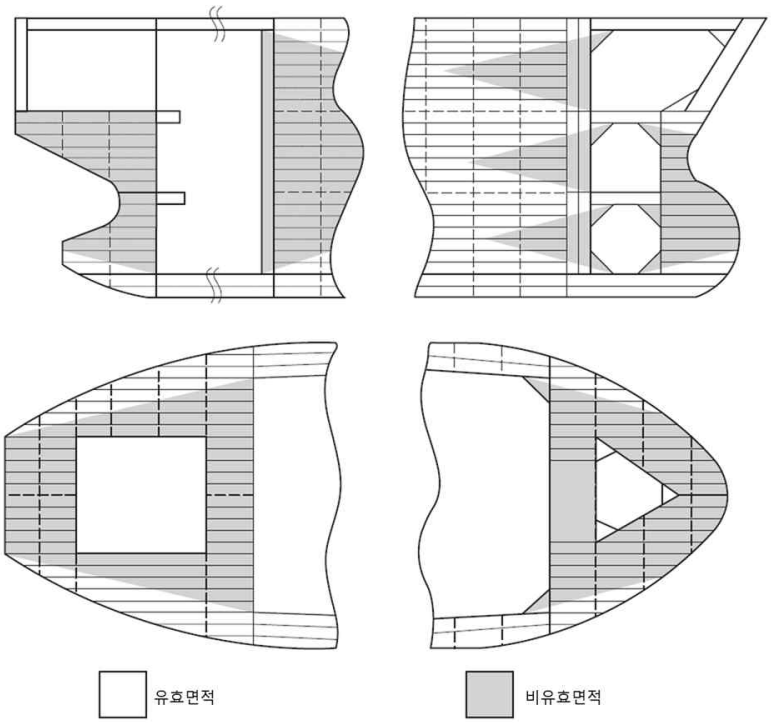


그림 3 : 연속되지 않는 갑판 및 격벽 주변의 유효면적

1.3 강력갑판

1.3.1

일반적으로 강력갑판은 최상층 연속 갑판이다. 종강도에 기여하는 선루 또는 갑판실의 경우, 강력갑판은 선루 또는 최상층 갑판실의 갑판이다.

1.4 단면계수

1.4.1 z_D 아래 임의의 점에서 단면계수

선체 횡단면의 임의 점에서 단면계수(m^3)는 다음 식으로부터 구한다.

$$Z_{A-n50} = \frac{I_{y-n50}}{|z - z_n|}$$

1.4.2 갑판에서 단면계수

갑판 및 유효한 종부재의 임의 위치에서 단면계수(m^3)는 다음 식으로부터 구한다.

$$Z_{D-n50} = \frac{I_{y-n50}}{V_D}$$

V_D : 동등한 갑판선의 수직거리(m)로서 다음과 같다.

- 선측에서 강력갑판으로부터 연장되어 선체 중심선에서 중립축으로부터 $(z_D - z_n)/0.9$ 위치까지 연장된 선 위에 [1.2.4] 및 [1.2.5]에 규정된 유효한 종부재가 위치하지 않은 경우

  $V_D = z_D - z_n$

- 선측에서 강력갑판으로부터 연장되어 선체 중심선에서 중립축으로부터 $(z_D - z_n)/0.9$ 위치까지 연장된 선 위에 [1.2.4] 및 [1.2.5]에 규정된 유효한 종부재가 위치하는 경우

  $V_D = (z_T - z_n)\left(0.9 + 0.2\frac{y_T}{B}\right) \geq z_D - z_n$

z_D : [1.3]에 따른 선측에서 강력갑판의 Z 좌표(m)

y_T, z_T : V_D 값이 최대가 되는 지점에서 측정된 연속 트렁크, 창구 코밍, 종 보강재 또는 거더 상면의 Y 및 Z 좌표(m).

1.5 2차 모멘트

1.5.1

순 2차 모멘트 I_{y-n50}(m^4) 및 I_{z-n50}(m^4)은 [1.2]에 정의된 선체 횡단면의 수평 및 수직 중립축 각각에 대해 계산된 값이다.

2. 선체거더 응력

2.1 수직응력

2.1.1 정수중 수직 굽힘 모멘트에 의한 수직응력

임의 위치에서, 정수중 수직 굽힘 모멘트에 의한 수직응력은 **표 2**로부터 구한다.

표 2: 정수중 수직 굽힘 모멘트에 의한 수직응력

	z_D 아래 임의 위치	z_D 상부 임의 위치
항해상태	$\sigma_{sw} = \frac{M_{sw}}{I_{y-n50}}(z-z_n)\times 10^{-3}$	$\sigma_{sw} = \frac{M_{sw}}{I_{y-n50}} V_D \times 10^{-3}$
항내/보호수역	$\sigma_{sw-p} = \frac{M_{sw-p}}{I_{y-n50}}(z-z_n)\times 10^{-3}$	$\sigma_{sw-p} = \frac{M_{sw-p}}{I_{y-n50}} V_D \times 10^{-3}$

2.1.2 수직 파랑 굽힘 모멘트에 의한 수직응력

임의 위치에서, 수직 파랑 굽힘 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2)은 다음 식으로부터 구한다.

$$\sigma_{wv} = \frac{M_{wv}}{I_{y-n50}}(z-z_n)\times 10^{-3}$$

2.1.3 수평 파랑 굽힘 모멘트에 의한 수직응력

임의 위치에서, 수평 파랑 굽힘 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2)은 다음 식으로부터 구한다.

$$\sigma_{wh} = -\frac{M_{wh}}{I_{z-n50}} y \times 10^{-3}$$

2.1.4 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력

유한요소해석을 이용한 직접 계산이 가능하지 않은 경우, 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력은 다음 식으로부터 구한다. 임의 위치에서, 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2)은 다음 식으로부터 구한다.

$$\sigma_{wt} = 0.6 C_L C_z C_A C_F C_{I\omega M} C_{JM} C_{I\omega A} C_{I\omega F} C_{JF} C_{\omega A} C_{\omega F} C_{AA} C_{AF} \frac{M_{wt\max}}{I_{\omega M}} \frac{-\omega}{\omega_{Nominal}} \sigma_{Nominal}$$

C_L : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_L = \frac{L}{L+900}\left[\frac{-0.008(L-100)}{x_F - x_A}(x-x_A) + 0.008(L-100) + 10\right]$$

C_z : 계수로서 다음 식에 따른다.

$C_z = 0.8$ $z < 0.25D$인 경우

$C_z = 1.0$ $z > 0.75D$인 경우

x_A : 선미단과 기관실 격벽 전방 창구의 후단 모서리 사이 거리(m) (**그림 4** 참조)

x_F : 선미단과 최전방 화물창의 전단 모서리 사이 거리(m) (**그림 4** 참조)

$I_{\omega M}$: 중앙부에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega A}$: $x = x_A$에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega F}$: $x = x_F$에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega,0.7L}$: $x = 0.7L$에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega N}$: 선체 횡단면의 공칭 뒤틀림정수(m^6)로서 **표 5**에 따른다.

J_M : 중앙부에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_A : $x = x_A$에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_F : $x = x_F$에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_N : 선체 횡단면의 공칭 비틀림정수(m^4)로서 **표 5**에 따른다.

ω : 고려하는 지점의 와핑함수(m^2). 고려하는 횡단면이 $0.85L$과 x_F 사이에 위치할 경우, 와핑함수의 절대값은 $\omega_{Nomianl} \cdot \omega_M / 200$ 이하이여야 한다.

ω_M : 중앙부 강력갑판의 내측 모서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (**그림 4** 참조)

ω_A : $x = x_A$에서 강력갑판의 내측 모서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (**그림 4** 참조)

ω_F : $x = x_F$에서 강력갑판의 내측 모서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (**그림 4** 참조)

$\omega_{Nominal}$: 공칭 와핑함수(m^2)로서 표 15에 따른다.

a : 중앙부 뒤틀림정수에 대한 $x=0.7L$에서 뒤틀림정수의 비율로서 다음과 같다.

$$a=\frac{I_{\omega,0.7L}}{I_{\omega M}}$$

A_M : 중앙부의 선체 횡단면적(m^2)

A_A : $x=x_A$에서 선체 횡단면적(m^2)

A_F : $x=x_F$에서 선체 횡단면적(m^2)

C_A : x_A에 대한 수정계수. 표 3에 따른다.

C_F : x_F에 대한 수정계수. 표 4에 따른다.

$C_{I\omega M}$: $I_{\omega M}$에 대한 수정계수. 표 6에 따른다.

C_{JM} : J_M에 대한 수정계수. 표 7에 따른다.

$C_{I\omega A}$: $I_{\omega A}$에 대한 수정계수. 표 8에 따른다.

$C_{I\omega F}$: $I_{\omega F}$에 대한 수정계수. 표 9에 따른다.

C_{JF} : J_FC에 대한 수정계수. 표 10에 따른다.

$C_{\omega A}$: ω_A에 대한 수정계수. 표 11에 따른다.

$C_{\omega F}$: ω_F에 대한 수정계수. 표 12에 따른다.

C_{AA} : A_A에 대한 수정계수. 표 13에 따른다.

C_{AF} : A_F에 대한 수정계수. 표 14에 따른다.

$M_{wt\max}$: $x=x_F$에서 파랑 비틀림 모멘트(kNm). 4장 4절 [3.6.1]에 따른다.

$\sigma_{Nominal}$: 공칭응력. 표 16에 따른다.

비고 1 : x의 값이 중간에 있을 경우, 수정계수, 공칭응력 및 단면특성은 선형 보간법에 의하여 구한다.

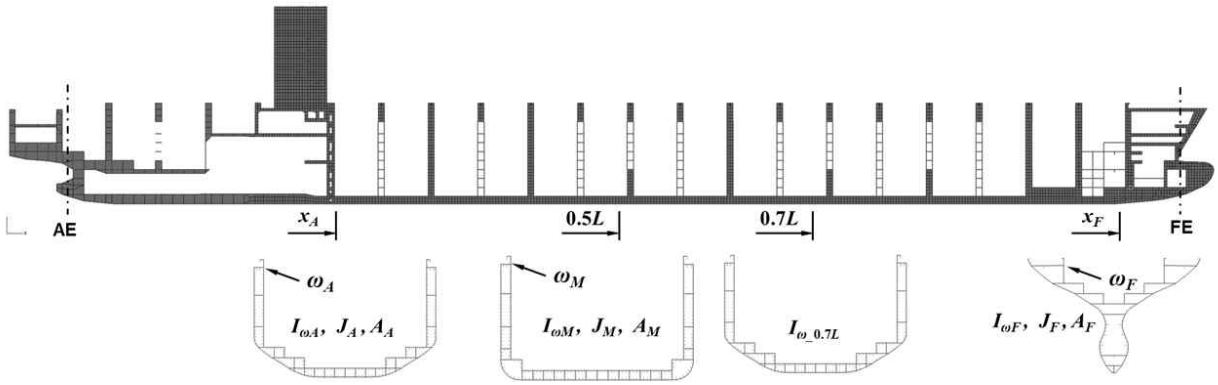


그림 4 : 단면특성 - 일반 컨테이너선

표 3 : x_A에 대한 수정계수 - C_A

	x_A	$0.5L$	$0.7L$	$0.85L$	x_F
C_A	$1+3\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)$	$1-4a\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)$	$1-4a\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)$	1.0	1.0

표 4 : x_F에 대한 수정계수 - C_F

	x_A	$0.5L$	$0.7L$	$0.85L$	x_F
C_F	$1+(10a-8)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)$	$1+4\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)$	$1+5\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)$	$1-3\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)$	1.0

표 5 : 공칭 뒤틀림정수($I_{\omega N}$) 및 공칭 비틀림정수(J_N)

	L = 100 m	L = 150 m	L = 200 m	L = 250 m	L = 300 m	L = 350 m
$I_{\omega N}$	7,500	10,000	50,000	100,000	200,000	300,000
J	4	5	7	10	15	20

표 6 : 중앙부 뒤틀림정수에 대한 수정계수 - $C_{I\omega M}$

	$I_{\omega M}/I_{\omega N} \le 1$	$I_{\omega M}/I_{\omega N} > 1$
x_A	$\left[-3\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1-0.24\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\right] \times\left[-3.6\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$\left[-2\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1-0.16\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\right] \times\left[-3\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$
$0.5L$	$\left[\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1+0.3\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\right] \times\left[3\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$\left[0.64\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1+0.24\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\right] \times\left[1.6\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$
$0.7L$	$\left[1+0.28\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\right] \times\left[3\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$\left[1+0.2\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\right] \times\left[1.6\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$
x_F	$\left[1+0.48\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\right] \times\left[6\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$\left[1+0.32\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\right] \times\left[3\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$

표 7 : 중앙부 비틀림정수에 대한 수정계수 - C_{JM}

	$J_M/J_N \le 1$	$J_M/J_N > 1$
x_A	$\left[2.4\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1+0.2\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\right] \times\left[4\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$\left[2\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1+0.16\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\right] \times\left[2.4\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$
$0.5L$	$\left[-0.8\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1-0.24\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\right] \times\left[-2.4\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$\left[-0.6\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1-0.2\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\right] \times\left[-1.4\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$
$0.7L$	$\left[-0.6\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1-0.2\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\right] \times\left[-2.4\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$\left[1-0.16\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\right] \times\left[-1.6\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$
x_F	$\left[1-0.4\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\right] \times\left[-4.2\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$\left[1-0.28\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\right] \times\left[-3\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$

표 8 : x_A에서 뒤틀림정수에 대한 수정계수 - $C_{I\omega A}$

	x_A	$0.35L$	$0.7L$	x_F
$I_{\omega A}/I_{\omega M} \le 0.6$	$\left[-3\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1-\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)\right] \times\left[-3\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$1-0.1\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)$	$1-0.1\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)$	1.0
$I_{\omega A}/I_{\omega M} > 0.6$	$\left[-2.2\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)\left(\frac{x_A}{L}-0.25\right)+1-0.7\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)\right] \times\left[-3\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]$	$1-0.1\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)$	$1-0.1\left(\frac{I_{\omega A}}{I_{\omega M}}-0.6\right)$	1.0

표 9 : x_F에서 뒤틀림정수에 대한 수정계수 - $C_{I\omega F}$

	$x_A \sim 0.9L$	x_F
$I_{\omega F}/I_{\omega M} \le 0.007$	1.0	$-16\left(\frac{I_{\omega F}}{I_{\omega M}}-0.007\right)+1$
$I_{\omega F}/I_{\omega M} > 0.007$	1.0	$-5.38\left(\frac{I_{\omega F}}{I_{\omega M}}-0.007\right)+1$

표 10 : x_F에서 비틀림정수에 대한 수정계수 - C_{JF}

	x_A	$0.5L$	$0.85L$	x_F
C_{JF}	$0.044\left(\frac{J_F}{J_M}-1.1\right)+1$	$-0.058\left(\frac{J_F}{J_M}-1.1\right)+1$	1.0	$\left[-2.9\left(\frac{x_F}{L}-0.95\right)+1\right]\left[-0.19\left(\frac{J_F}{J_M}-1.1\right)+1\right]$

표 11 : x_A에서 와핑함수에 대한 수정계수 - $C_{\omega A}$

	x_A	$0.35L$	x_F
$C_{\omega A}$	$-0.63\left(\frac{\omega_A}{\omega_M}-0.8\right)+1$	1.0	1.0

표 12 : x_F에서 와핑함수에 대한 수정계수 - $C_{\omega F}$

	x_A	$0.5L$	$0.7L$	x_F
$\omega_F/\omega_M \le 0.15$	$-0.7\left(\frac{\omega_F}{\omega_M}-0.15\right)+1$	$0.8\left(\frac{\omega_F}{\omega_M}-0.15\right)+1$	$0.8\left(\frac{\omega_F}{\omega_M}-0.15\right)+1$	$50\left(0.15-\frac{\omega_F}{\omega_M}\right)^2+2.5\left(0.15-\frac{\omega_F}{\omega_M}\right)+1$
$\omega_F/\omega_M > 0.15$	$-0.7\left(\frac{\omega_F}{\omega_M}-0.15\right)+1$	$0.8\left(\frac{\omega_F}{\omega_M}-0.15\right)+1$	$0.8\left(\frac{\omega_F}{\omega_M}-0.15\right)+1$	$-2\left(\frac{\omega_F}{\omega_M}-0.15\right)+1$

표 13 : x_A에서 횡단면적에 대한 수정계수 - C_{AA}

	x_A	$0.35L$	x_F
C_{AA}	$-0.5\left(\frac{A_A}{A_M}-0.95\right)+1$	1.0	1.0

표 14 : x_F에서 횡단면적에 대한 수정계수 - C_{AF}

	x_A	$0.65L$	$0.85L$	x_F
C_{AF}	1.0	1.0	$-0.1\left(\frac{A_F}{A_M}-0.5\right)+1$	$-0.4\left(\frac{A_F}{A_M}-0.5\right)+1$

표 15 : 공칭 와핑함수 - $\omega_{Nominal}$

	x_A	$0.35L$	$0.6L$	x_F
C_{AF}	160	200	200	30

표 16 : 공칭 와핑응력 - 일반 컨테이너선

x/L	$a=0.2$	$a=0.3$	$a=0.4$	$a=0.5$	$a=0.6$
0.20	2.58	3.09	3.51	3.85	4.12
0.25	1.33	1.84	2.26	2.60	2.87
0.30	0.26	0.77	1.18	1.52	1.78
0.35	-0.86	-0.35	0.07	0.41	0.67
0.40	-1.76	-1.24	-0.81	-0.46	-0.19
0.45	-2.60	-2.05	-1.61	-1.25	-0.97
0.5	-3.15	-2.58	-2.12	-1.75	-1.46
0.55	-3.56	-2.96	-2.48	-2.09	-1.78
0.60	-3.76	-3.12	-2.61	-2.19	-1.87
0.65	-3.65	-2.99	-2.45	-2.02	-1.68
0.70	-3.25	-2.66	-2.14	-1.72	-1.39
0.75	-1.55	-1.51	-1.27	-1.01	-0.79
0.80	2.04	0.85	0.34	0.15	0.08
0.85	6.82	4.79	3.16	2.07	1.38
0.90	5.51	4.46	3.37	2.36	1.56
0.95	6.27	5.45	4.52	3.45	2.38

2.1.5 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력(2-Island type : 후방 화물창)

유한요소해석을 이용한 직접 계산이 가능하지 않은 경우, 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력은 다음 식으로부터 구한다. 임의 위치에서, 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력은 다음 식으로부터 구한다.

$$\sigma_{wt} = 0.6 C_{I\omega M} C_{JM} C_{I\omega A1} C_{\omega A1} C_{\omega F1} C_{AA1} C_{AF1} \frac{M_{wt\max}}{I_{\omega M}} \frac{-\omega}{\omega_{Nominal}} \sigma_{Nominal}$$

x_{A1} : 선미단과 기관실 전단격벽 전방 창구의 후단 모서리 사이 거리(m) (**그림 5** 참조)

x_{F1} : 선미단과 갑판실 후단벽과 인접한 화물창의 전단 모서리 사이 거리(m) (**그림 5** 참조)

$I_{\omega M}$: 중앙부에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega A1}$: $x = x_{A1}$에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega F1}$: $x = x_{F1}$에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega N}$: 선체 횡단면의 공칭 뒤틀림정수(m^6)로서 **표 17**에 따른다.

J_M : 중앙부에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_{A1} : $x = x_{A1}$에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_{F1} : $x = x_{F1}$에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_N : 선체 횡단면의 공칭 뒤틀림정수(m^6)로서 **표 17**에 따른다.

ω : 고려하는 지점의 와핑함수(m^2).

ω_M : 중앙부에서 강력갑판의 내측 모서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (**그림 5** 참조)

ω_{A1} : $x = x_{A1}$에서 강력갑판의 내측 모서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (**그림 5** 참조)

ω_{F1} : $x = x_{F1}$에서 강력갑판의 내측 모서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (**그림 5** 참조)

$\omega_{Nominal}$: 공칭 와핑함수(m^2)로서 **표 25**에 따른다.

A_M : 중앙부의 선체 횡단면적(m^2)

A_{A1} : $x = x_{A1}$에서 선체 횡단면적(m^2)

A_{F1} : $x = x_{F1}$에서 선체 횡단면적(m^2)

$C_{I\omega M}$: $I_{\omega M}$에 대한 수정계수. **표 18**에 따른다.

C_{JM} : J_M에 대한 수정계수. **표 19**에 따른다.

$C_{I\omega A1}$: $I_{\omega A1}$에 대한 수정계수. **표 20**에 따른다.

$C_{\omega A1}$: ω_{A1}에 대한 수정계수. **표 21**에 따른다.

$C_{\omega F1}$: ω_{F1}에 대한 수정계수. **표 22**에 따른다.

C_{AA1} : A_{A1}에 대한 수정계수. **표 23**에 따른다.

C_{AF1} : A_{F1}에 대한 수정계수. **표 24**에 따른다.

$M_{wt\max}$: $x = 0.25L$에서 파랑 비틀림 모멘트(kNm). **4장 4절 [3.6.1]**에 따른다.

$\sigma_{Nominal}$: 공칭응력으로 다음 식에 따른다.

$$\sigma_{Nominal} = \sigma_{Aft} + C_{xF1}\left(\frac{x_{F1}}{L} - 0.63\right)$$

C_{xf1} : x_{F1}에 대한 수정계수. **표 26**에 따른다.

σ_{Aft} : 공칭응력계수. **표 27**에 따른다.

비고 1: x의 값이 중간에 있을 경우, 수정계수, 공칭응력 및 단면특성은 선형 보간법에 의하여 구한다.

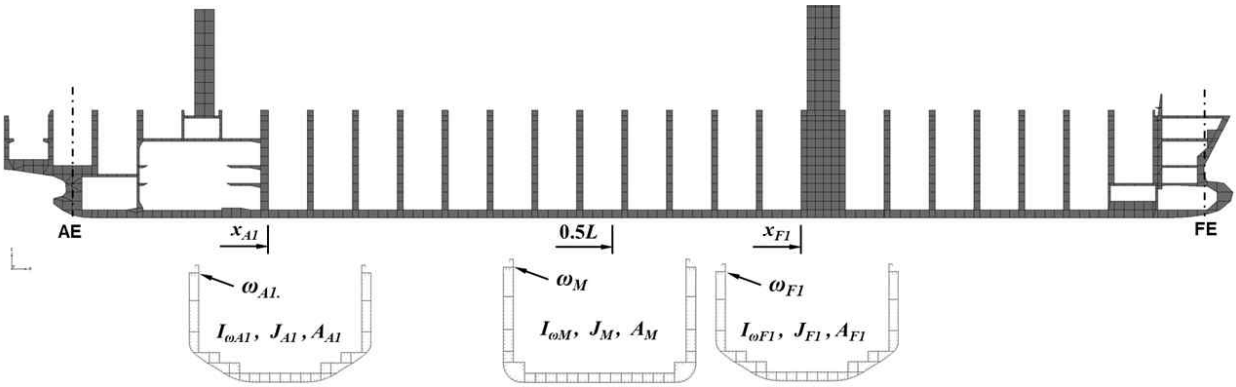


그림 5 : 단면 특성 - 2-Island (후방 화물창)

표 17 : 공칭 뒤틀림정수($I_{\omega N}$) 및 공칭 비틀림정수(J_N)

	340 m $\le L \le$ 350 m	370 m $\le L \le$ 380 m
$I_{\omega N}$	350,000	700,000
J_N	22	30

표 18 : 중앙부 뒤틀림정수에 대한 수정계수 - $C_{I\omega M}$

	x_A	$0.45L$	x_{F1}
$340 \le L \le 350$	$\left[2\left(\frac{x_{F1}}{L}-0.63\right)-0.35\right]\times\left[\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right]+1$	$0.5\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)+1$	$0.5\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)+1$
$370 \le L \le 380$	$\left[3\left(\frac{x_{F1}}{L}-0.63\right)-0.55\right]\times\left[\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right]+1$	$0.6\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)+1$	$0.5\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}}-1\right)+1$

표 19 : 중앙부 비틀림정수에 대한 수정계수 - C_{JM}

	x_A	$0.45L$	x_{F1}
$340 \le L \le 350$	$-0.15\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)+1$	$-0.05\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)+1$	$-0.1\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)+1$
$370 \le L \le 380$	$-0.15\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)+1$	$-0.05\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)+1$	$-0.05\left(\frac{J_M}{J_N}-1\right)+1$

표 20 : x_{A1}에서 뒤틀림정수에 대한 수정계수 - $C_{I\omega A1}$

	x_{A1}	$0.45L$	x_{F1}
$340 \le L \le 350$	$\left[2\left(\frac{x_{F1}}{L}-0.63\right)-0.9\right]\times\left[\frac{I_{\omega A1}}{I_{\omega M}}-0.5\right]+1$	$-0.2\left(\frac{I_{\omega A1}}{I_{\omega M}}-0.5\right)+1$	$-0.1\left(\frac{I_{\omega A1}}{I_{\omega M}}-0.5\right)+1$
$370 \le L \le 380$	$\left[2\left(\frac{x_{F1}}{L}-0.63\right)-1\right]\times\left[\frac{I_{\omega A1}}{I_{\omega M}}-0.5\right]+1$	$-0.2\left(\frac{I_{\omega A1}}{I_{\omega M}}-0.5\right)+1$	$-0.1\left(\frac{I_{\omega A1}}{I_{\omega M}}-0.5\right)+1$

표 21 : x_{A1}에서 와핑함수에 대한 수정계수 - $C_{\omega A1}$

		x_{A1}	$0.45L$	x_{F1}
$340 \le L \le 350$	$x_{F1} \le 0.63L$	$-1.2\left(\frac{\omega_{A1}}{\omega_M}-0.8\right)+1$	$0.7\left(\frac{\omega_{A1}}{\omega_M}-0.8\right)+1$	$0.5\left(\frac{\omega_{A1}}{\omega_M}-0.8\right)+1$
	$x_{F1} > 0.63L$	$-\left(\frac{\omega_{A1}}{\omega_M}-0.8\right)+1$		
$370 \le L \le 380$	$x_{F1} \le 0.63L$	$-1.4\left(\frac{\omega_{A1}}{\omega_M}-0.8\right)+1$	$0.8\left(\frac{\omega_{A1}}{\omega_M}-0.8\right)+1$	$0.6\left(\frac{\omega_{A1}}{\omega_M}-0.8\right)+1$
	$x_{F1} > 0.63L$	$-1.1\left(\frac{\omega_{A1}}{\omega_M}-0.8\right)+1$		

표 22 : x_{F1} 에서 와핑함수에 대한 수정계수 - $C_{\omega F1}$

	x_{A1}	$0.55L$	x_{F1}
$C_{\omega F1}$	1.0	1.0	$-\left(\frac{\omega_{F1}}{\omega_M}-0.93\right)+1$

표 23 : x_{A1}에서 횡단면적에 대한 수정계수 - C_{AA1}

	x_{A1}	$0.35L$	x_{F1}
C_{AA1}	$-0.4\left(\frac{A_{A1}}{A_M}-0.9\right)+1$	1.0	1.0

표 24 : x_{F1}에서 횡단면적에 대한 수정계수 - C_{AF1}

	x_{A1}	$0.55L$	x_{F1}
C_{AF1}	1.0	1.0	$0.8\left(\frac{A_F}{A_M}-0.975\right)+1$

표 25 : 공칭 와핑함수 - $\omega_{Nominal}$

	x_{A1}	$0.35L$	$0.55L$	$0.7L$
$\omega_{Nominal}$	240	300	300	255

표 26 : x_{F1}에 대한 수정계수 - C_{xF1}

	$x_{F1} \le 0.63L$	$x_{F1} > 0.63L$
$340 \le L \le 350$	37.6	27.1
$370 \le L \le 380$	45.1	33.4

표 27 : 공칭응력 계수 (2-Island type : 후방 화물창) - σ_{aft}

x/L	σ_{Aft} $(340 \le L \le 350)$	σ_{Aft} $(370 \le L \le 380)$
0.20	15.1	14.5
0.25	8.8	7.5
0.30	2.6	1.3
0.35	-2.2	-4.2
0.40	-6.9	-8.9
0.45	-10.5	-12.7
0.50	-12.8	-15.6
0.55	-14.2	-17.0
0.58	-14.5	-17.4
0.60	-14.5	-17.4
0.63	-13.9	-16.8
0.65	13.5	-16.3
0.68	-12.4	-15.2

2.1.6 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력(2-Island type : 전방 화물창)

유한요소해석을 이용한 직접 계산이 가능하지 않은 경우, 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력은 다음 식으로부터 구한다. 임의 위치에서, 파랑 비틀림 모멘트에 의한 수직응력은 다음 식으로부터 구한다.

$$\sigma_{wt} = 0.6 C_{I\omega M} C_{I\omega A2} C_{I\omega F2} C_{JA2} C_{JF2} C_{\omega F2} C_{AF2} \frac{M_{wt\max}}{I_{\omega M}} \frac{-\omega}{\omega_{Nominal}} \sigma_{Nominal}$$

x_{A2} : 선미단과 갑판실 전단벽에 인접한 화물창의 후단 모서리 사이 거리(m) (그림 6 참조)

x_{F2} : 선미단과 최전방 화물창의 전단 모서리 사이 거리(mm) (그림 6 참조)

$I_{\omega M}$: 중앙부에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega A2}$: $x = x_{A2}$에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega F2}$: $x = x_{F2}$에서 선체 횡단면의 뒤틀림정수(m^6)

$I_{\omega N}$: 선체 횡단면의 공칭 뒤틀림정수(m^6)로서 표 28에 따른다.

J_M : 중앙부에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_{A2} : $x = x_{A2}$에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_{F2} : $x = x_{F2}$에서 선체 횡단면의 비틀림정수(m^4)

J_N : 선체 횡단면의 공칭 뒤틀림정수(m^6)로서 표 28에 따른다.

ω : 고려하는 지점의 와핑함수(m^2). 고려하는 횡단면이 $0.85L$과 x_F 사이에 위치할 경우, 와핑함수의 절대값은 $\omega_{Nomianl} \cdot \omega_M / 300$ 이하이여야 한다.

ω_M : 중앙부 강력갑판의 내측모 서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (그림 6 참조)

ω_{A2} : $x = x_{A2}$에서 강력갑판의 내측 모서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (그림 6 참조)

ω_{F2} : $x = x_{F2}$에서 강력갑판의 내측 모서리(좌현)에서 와핑함수(m^2) (그림 6 참조)

$\omega_{Nominal}$: 공칭 와핑함수(m^2)로서 표 36에 따른다.

A_M : 중앙부의 선체 횡단면적(m^2)

A_{A2} : $x = x_{A2}$에서 선체 횡단면적(m^2)

A_{F2} : $x = x_{F2}$에서 선체 횡단면적(m^2)

$C_{I\omega M}$: $I_{\omega M}$에 대한 수정계수. 표 29에 따른다.

C_{JA2} : J_{A2}에 대한 수정계수. 표 30에 따른다.

$C_{I\omega A2}$: $I_{\omega A2}$에 대한 수정계수. 표 31에 따른다.

C_{JF2} : J_{F2}에 대한 수정계수. 표 32에 따른다.

$C_{I\omega F2}$: $I_{\omega F2}$에 대한 수정계수. 표 33에 따른다.

$C_{\omega F2}$: ω_{F2}에 대한 수정계수. 표 34에 따른다.

C_{AF2} : A_{F2}에 대한 수정계수. 표 35에 따른다.

$M_{wt\max}$: $x = 0.25L$에서 파랑 비틀림 모멘트(kNm). 4장 4절 [3.6.1]에 따른다.

$\sigma_{Nominal}$: 공칭응력으로 다음 식에 따른다.

$$\sigma_{Nominal} = \sigma_{FWD} + C_{xA2}\left(\frac{x_{A2}}{L} - 0.67\right)$$

C_{xA2} : x_{A2}에 대한 수정계수. 표 37에 따른다.

σ_{FWD} : 공칭응력계수. 표 38에 따른다.

비고 1: x의 값이 중간에 있을 경우, 수정계수, 공칭응력 및 단면특성은 선형 보간법에 의하여 구한다.

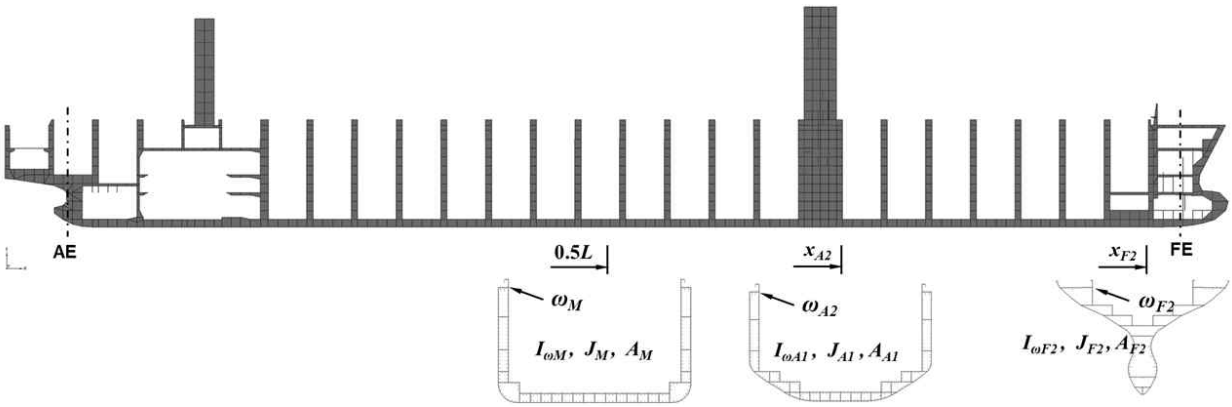


그림 6 : 단면 특성 - 2-Island (전방 화물창)

표 28 : 공칭 뒤틀림정수($I_{\omega N}$) 및 공칭 비틀림정수(J_N)

	340 m $\le L \le$ 350 m	370 m $\le L \le$ 380 m
$I_{\omega N}$	350,000	700,000
J_N	22	30

표 29 : 중앙부 뒤틀림정수에 대한 수정계수 - $C_{I\omega M}$

	x_{A2}	$0.75L$	x_{F2}
$C_{I\omega M}$	$0.2\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}} - 1\right) + 1$	$0.25\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}} - 1\right) + 1$	$0.35\left(\frac{I_{\omega M}}{I_{\omega N}} - 1\right) + 1$

표 30 : x_{A2}에서 비틀림 정수에 대한 수정계수 - C_{JA2}

	x_{A2}	$0.75L$	x_{F2}
$340 \le L \le 350$	$-0.2\left(\frac{J_{A2}}{J_N}-1\right)+1$	$-0.25\left(\frac{J_{A2}}{J_N}-1\right)+1$	$-0.4\left(\frac{J_{A2}}{J_N}-1\right)+1$
$370 \le L \le 380$	$-0.15\left(\frac{J_{A2}}{J_N}-1\right)+1$	$-0.2\left(\frac{J_{A2}}{J_N}-1\right)+1$	$-0.3\left(\frac{J_{A2}}{J_N}-1\right)+1$

표 31 : x_{A2}에서 뒤틀림 정수에 대한 수정계수 - $C_{I\omega A2}$

	$C_{I\omega A2}$
x_{A2}	$\left[-6\left(\frac{x_{A2}}{L}-0.67\right)-0.9\right]\times\left[\frac{I_{\omega A2}}{I_{\omega M}}+5\left(\frac{x_{A2}}{L}-0.67\right)-0.7\right]+1$
$0.75L$	$\left[-7\left(\frac{x_{A2}}{L}-0.67\right)-0.5\right]\times\left[\frac{I_{\omega A2}}{I_{\omega M}}+5\left(\frac{x_{A2}}{L}-0.67\right)-0.7\right]+1$
x_{F2}	$-0.2\left[\frac{I_{\omega A2}}{I_{\omega M}}+5\left(\frac{x_{A2}}{L}-0.67\right)-0.7\right]+1$

표 32 : x_{F2}에서 비틀림 정수에 대한 수정계수 - C_{JF2}

	x_{A2}	$0.75L$	x_{F2}
C_{JF2}	$-0.1\left(\frac{J_{F2}}{J_M}-0.9\right)+1$	$-0.2\left(\frac{J_{F2}}{J_M}-0.9\right)+1$	$-0.3\left(\frac{J_{F2}}{J_M}-0.9\right)+1$

표 33 : x_{F2}에서 뒤틀림 정수에 대한 수정계수 - $C_{I\omega F2}$

	x_{A2}	$0.9L$	x_{F2}
$C_{I\omega F2}$	1.0	1.0	$-15\left[\frac{I_{\omega F2}}{I_{\omega M}}-0.007\right]+1$

표 34 : x_{F2}에서 와핑함수에 대한 수정계수 - $C_{\omega F2}$

		$x_{A2} \sim 0.75L$	$0.9L$	x_{F2}
$C_{\omega F2}$	$x_{A1}=0.62L$	$\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)+1$	$-1.8\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)+1$	$48\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)^2-9.8\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)+1$
	$x_{A1}=0.67L$	$\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)+1$	$-4\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)+1$	$60\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)^2-12.2\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)+1$
	$x_{A1}=0.72L$	$\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)+1$	1.0	$68\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)^2-13.8\left(\frac{\omega_{F2}}{\omega_M}-0.05\right)+1$

표 35 : x_{F2}에서 횡단면적에 대한 수정계수 - C_{AF2}

	x_{A2}	$0.75L$	x_{F2}
C_{AF2}	$-0.1\left(\frac{A_{F2}}{A_M}-0.5\right)+1$	$-0.2\left(\frac{A_{F2}}{A_M}-0.5\right)+1$	$-0.3\left(\frac{A_{F2}}{A_M}-0.5\right)+1$

표 36 : 공칭 와핑함수 - $\omega_{Nominal}$

x	$\omega_{Nominal}$
$0.35L \sim 0.55L$	300
x_F	15

표 37 : x_{A2}에 대한 수정계수 - C_{xA2}

		$x_{A2} \le 0.67L$	$x_{A2} > 0.67L$
$340 \le L \le 350$	$x_{A2}/L \le 0.75$	3.2	-4.8
	$x_{A2}/L > 0.75$	$3.2-12.8(x/L-0.75)$	$-4.8+19.2(x/L-0.75)$
$370 \le L \le 380$	$x_{A2}/L \le 0.75$	2.7	-4
	$x_{A2}/L > 0.75$	$2.7-10.8(x/L-0.75)$	$-4+16(x/L-0.75)$

표 38 : 공칭응력 계수 (2-Island type : 전방 화물창) - σ_{FWD}

x/L	σ_{FWD} (340 ≤ L ≤ 350)	σ_{FWD} (370 ≤ L ≤ 380)
0.62	-17.8	-15.4
0.65	-17.1	-14.8
0.67	-16.6	-14.4
0.70	-15.6	-13.7
0.72	-14.8	-12.9
0.75	-13.0	-11.4
0.80	-8.6	-7.6
0.85	0.8	-0.4
0.90	9.2	8.0
0.93	12.5	11.4
0.96	13.5	12.3

2.1.7 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력 (Conventional type)

유한요소해석을 이용한 직접 계산이 가능하지 않은 경우, 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력은 다음 식으로부터 구한다. 임의 위치에서, 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2)은 다음 식으로부터 구한다.

$$\sigma_{st} = 0.5 C_L C_z C_A C_F C_{I\omega M} C_{JM} C_{I\omega A} C_{I\omega F} C_{JF} C_{\omega A} C_{\omega F} C_{AA} C_{AF} \frac{M_{st\max}}{I_{\omega M}} \frac{-\omega}{\omega_{Nominal}} \sigma_{Nominal}$$

$M_{st\max}$: 4장 4절 [2.4]에 따른 정수중 비틀림 모멘트 최대값(kNm)

C_L, C_z, $I_{\omega M}$, ω, $\omega_{Nominal}$, C_A, C_F, $C_{I\omega M}$, C_{JM}, $C_{I\omega A}$, $C_{I\omega F}$, C_{JF}, $C_{\omega A}$, $C_{\omega F}$, C_{AA}, C_{AF} 및 $\sigma_{Nominal}$은 [2.1.4]에 따른다.

2.1.8 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력 (2-Island : 후방 화물창)

유한요소해석을 이용한 직접 계산이 가능하지 않은 경우, 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력은 다음 식으로부터 구한다. 임의 위치에서, 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2)은 다음 식으로부터 구한다.

$$\sigma_{st} = 0.5 C_{I\omega M} C_{JM} C_{I\omega A1} C_{\omega A1} C_{\omega F1} C_{AA1} C_{AF1} \frac{M_{st\max}}{I_{\omega M}} \frac{-\omega}{\omega_{Nominal}} \sigma_{Nominal}$$

$M_{st\max}$: 4장 4절 [2.4]에 따른 정수중 비틀림 모멘트 최대값(kNm)

$I_{\omega M}$, ω, $\omega_{Nominal}$, $C_{I\omega M}$, C_{JM}, $C_{I\omega A1}$, $C_{I\omega F1}$, $C_{\omega A1}$, $C_{\omega F1}$, C_{AA1}, C_{AF1} 및 $\sigma_{Nominal}$은 [2.1.5]에 따른다.

2.1.9 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력 (2-Island : 전방 화물창)

유한요소해석을 이용한 직접 계산이 가능하지 않은 경우, 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력은 다음 식으로부터 구한다. 임의 위치에서, 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2)은 다음 식으로부터 구한다.

$$\sigma_{st} = 0.6 C_{I\omega M} C_{I\omega A2} C_{I\omega F2} C_{JA2} C_{JF2} C_{\omega F2} C_{AF2} \frac{M_{wt\max}}{I_{\omega M}} \frac{-\omega}{\omega_{Nominal}} \sigma_{Nominal}$$

$M_{st\max}$: 4장 4절 [2.4]에 따른 정수중 비틀림 모멘트 최대값(kNm)

$I_{\omega M}$, ω, $\omega_{Nominal}$, $C_{I\omega M}$, $C_{I\omega A2}$, $C_{I\omega F2}$, C_{JA2}, C_{JF2}, $C_{\omega F2}$, C_{AF2} 및 $\sigma_{Nominal}$은 [2.1.6]에 따른다.

2.2 전단응력

2.2.1 정수중 수직 전단력에 의한 전단응력

정수중 수직 전단력에 의한 선체거더 전단응력(N/mm^2)은 고려하는 하중 계산점에서 다음 식에 따른다.

a) 항해상태

$$\tau_{sw} = \frac{Q_{sw}}{t} q_{vi} \times 10^3$$

b) 항내/보호수역

$$\tau_{sw-p} = \frac{Q_{sw-p}}{t} q_{vi} \times 10^3$$

q_{vi} : $0.5 t_C$를 공제한 순 치수 기반으로 판 i의 mm당 선체거더 전단력에 대한 기여율(mm^{-1})로서 **5장 부록 1**의 박벽 보 이론을 기초로 한 수치 계산으로부터 단위 수직 전단력에 대한 mm당 전단류와 동등하다.

2.2.2 파랑 수직 전단력에 의한 전단응력

파랑 수직 전단력에 의한 선체거더 전단응력(N/mm^2)은 고려하는 하중 계산점에서 다음 식에 따른다.

$$\tau_{wv} = \frac{Q_{wv}}{t} q_{vi} \times 10^3$$

2.2.3 파랑 수평 전단력에 의한 전단응력

파랑 수평 전단력에 의한 선체거더 전단응력(N/mm^2)은 고려하는 하중 계산점에서 다음 식에 따른다.

$$\tau_{wh} = \frac{Q_{wh}}{t} q_{hi} \times 10^3$$

q_{hi} : $0.5 t_C$를 공제한 순 치수 기반으로 판 i의 mm당 선체거더 전단력에 대한 기여율(mm^{-1})로서 **5장 부록 1**의 박벽 보 이론을 기초로 한 수치 계산으로부터 단위 수평 전단력에 대한 mm당 전단류와 동등하다.

3. 선체거더 강도평가

3.1 일반

3.1.1

선박 전 길이에 걸쳐 구조의 연속성이 유지되어야 한다. 구조 배치가 급격하게 변하는 경우, 적절한 천이(transitional) 구조를 배치하여야 한다.

3.2 강도평가의 길이방향 범위

3.2.1

강성, 항복강도 및 좌굴강도 평가는 선체 횡단면의 현저한 변화가 있는 위치를 고려하여 0.2 L 에서 0.75 L 범위에 대하여 수행하여야 한다. (예, 늑골방식이 변경되는 곳 및 2-island 설계의 경우 전방 거주구 블럭의 전후단)

3.2.2

이에 추가하여, 항복강도 및 좌굴강도 평가는 0.2 L에서 0.75 L 범위를 벗어난 구역에서도 수행하여야 한다. 이 평가는 최소한 최전방 화물창의 전단 및 최후방 화물창의 후단까지 수행하여야 한다.

3.3 선체거더 강성

3.3.1 강성 기준

호깅 및 새깅 상태의 경우, 선체 횡단면의 순 2차 모멘트 I_{y-n50} (m^4)는 다음을 만족하여야 한다.

$$I_{y-n50} \geq 1.55L\left|M_{sw}+M_{wv}\right|\times 10^{-7}$$

3.4 선체거더 굽힘강도 평가

3.4.1 허용기준

수직응력 σ_L 은 모든 하중 하중조건에 대하여 선미단에서 선수단까지 선체거더의 전 길이에 걸쳐 평가하여야 한다. 선체 횡단면의 임의 위치에서 수직응력은 다음 식에 따른다.

$$\sigma_L \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_L = \sigma_{sw} + C_{WV}\sigma_{wv} + C_{WH}\sigma_{wh} + C_{st}\sigma_{st} + C_{tor}\sigma_{wt}$$

C_{WV}, C_{WH} : 하중조합계수. **4장 2절 [2.2.1]**에 따른다.

C_{st} : 정적 와핑응력 조합계수로서 다음 식에 따른다.

- $C_{st} = 0.0$ HSM, HSA, FSM, BSR, BSP 하중상태
- $C_{st} = 1.0$ OST-1P, OST-2S, OSA-2P, OSA-1S 하중상태
- $C_{st} = -1.0$ OST-2P, OST-1S, OSA-1P, OSA-2S 하중상태

C_{tor} : 동적 와핑응력 조합계수로서 다음 식에 따른다.

- $C_{tor} = 0.0$ HSM, HSA, FSM, BSR, BSP 하중상태
- $C_{tor} = 1.0$ OST-1P, OST-2S 하중상태
- $C_{tor} = -1.0$ OST-2P, OST-1S 하중상태
- $C_{tor} = -0.6$ OSA-1P, OSA-2S 하중상태
- $C_{tor} = 0.6$ OSA-2P, OSA-1S 하중상태

σ_{perm} : 선체거더 허용 굽힘응력(N/mm^2). **표 39**에 따른다.

σ_{sw} : 정수중 굽힘 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2). **[2.1.1]**에 따른다.

σ_{wv} : 수직 파랑 굽힘 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2). **[2.1.2]**에 따른다.

σ_{wh} : 수평 파랑 굽힘 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2). [2.1.3]에 따른다.

σ_{st} : 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2). 와핑응력의 종방향 평가범위는 **그림 7** 및 **그림 8** 참조.

σ_{wt} : 정수중 비틀림 모멘트에 의한 수직응력(N/mm^2). 와핑응력의 종방향 평가범위는 **그림 7** 및 **그림 8** 참조

표 39 : 선체거더 허용 굽힘응력

상태	설계하중	선체거더 허용응력, σ_{perm}
항해상태	(S+D)	$\frac{235}{1.24k}$
항내/보호수역	(S)	$\frac{143}{k}$

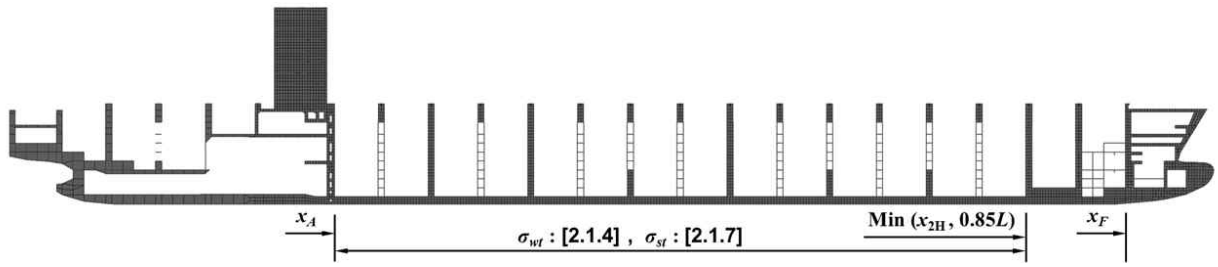


그림 7 : 비틀림 모멘트에 의한 수직응력의 적용범위 - 일반 컨테이너선

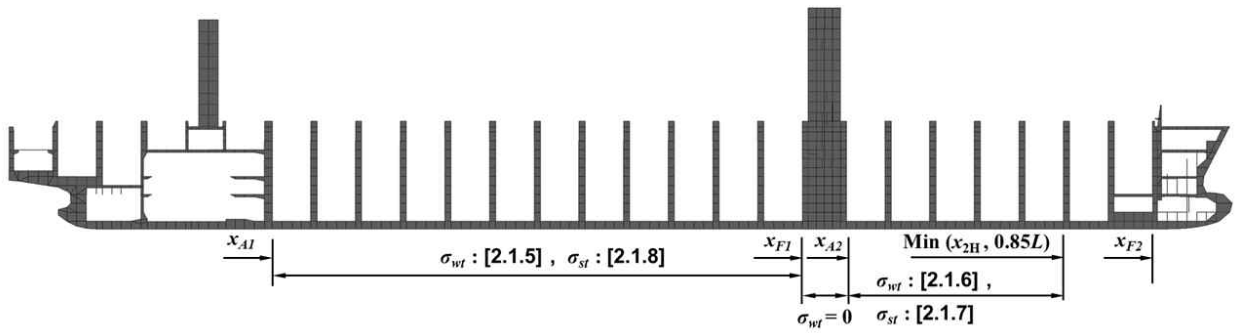


그림 8 : 비틀림 모멘트에 의한 수직응력의 적용범위 - 2-Island

3.4.2 굽힘강도 평가

횡단면의 다음 위치에서 굽힘응력 평가가 수행되어야 한다.

a) 선저
b) 갑판
c) 창구코밍의 상단
d) 재료의 항복강도가 변하는 임의 위치

3.4.3 강 이외의 재료

[1.2.7]에 규정된 선체거더 횡단면에 포함되어 있는 영 탄성계수 $E = 2.06 \times 10^5$ N/mm^2 인 강재 이외의 재료가 적용된 부재의 수직응력은 다음 식에 따른다.

$$\sigma_L = \frac{E}{2.06 \times 10^5} \sigma_{LS}$$

σ_{LS} : 부재가 [1.2.7]에 정의된 강 등가 단면적 A_{SE-n50}을 갖는 것으로 고려되어 [3.4.1]에 따라 계산된 고려하는 부재의 수직응력(N/mm^2)

3.5 고장력강의 범위

3.5.1 수직범위

갑판 및 선저부에 사용되는 고장력강의 각각 선측에서 형 갑판선 또는 기선으로부터 측정된 수직방향 범위 $z_{hts,i}$는 다음 식으로부터 구한 값 이상이어야 한다.(**그림 9** 참조)

$$z_{hts,i} = z_1\left(1 - \frac{\sigma_{perm,i}}{\sigma_L}\right)$$ 강력갑판 하부의 선체 부재인 경우

$$z_{hts,i} = \frac{(\sigma_{perm,i} - \sigma_{dk})}{(\sigma_{VD} - \sigma_{dk})}(z_T - z_{dk})$$ 강력갑판 상부 유효 종부재인 경우

z_1 : 각각 수평 중립축에서 형 갑판선 또는 기선까지 거리(m)

$\sigma_{perm,i}$: **표 39** 및 **그림 9**에 주어진, 고려하는 강의 선체거더 허용 굽힘응력(N/mm^2)

σ_{hg} : **표 40**에 따른 각각 형 갑판 선 또는 기선에서의 선체거더 굽힘응력(N/mm^2)

σ_{VD} : **표 40**에 따른 각각 동등한 갑판 선에서의 선체거더 굽힘응력(N/mm^2)

표 40 : 기선과 갑판선의 선체거더 응력

상태	항해상태	항내/보호수역
기선	$\sigma_{b\ell} = \frac{\lvert M_{sw} + M_{wv} \rvert}{I_{y-n50}} z_n \times 10^{-3}$	$\sigma_{b\ell} = \frac{\lvert M_{sw-p} \rvert}{I_{y-n50}} z_n \times 10^{-3}$
형 갑판 선	$\sigma_{dk} = \frac{\lvert M_{sw} + M_{wv} \rvert}{I_{y-n50}} (z_{dk-s} - z_n) \times 10^{-3}$	$\sigma_{dk} = \frac{\lvert M_{sw-p} \rvert}{I_{y-n50}} (z_{dk-s} - z_n) \times 10^{-3}$
동등한 갑판 선	$\sigma_{VD} = \frac{\lvert M_{sw} + M_{wv} \rvert}{I_{y-n50}} V_D \times 10^{-3}$	$\sigma_{VD} = \frac{\lvert M_{sw-p} \rvert}{I_{y-n50}} V_D \times 10^{-3}$
z_{dk-s} : 선측에서 측정한 기선으로부터 형 갑판 선까지 거리(m) V_D : 동등한 갑판 선의 수직 거리(m)로서 **[1.4.3]**에 따른다.		

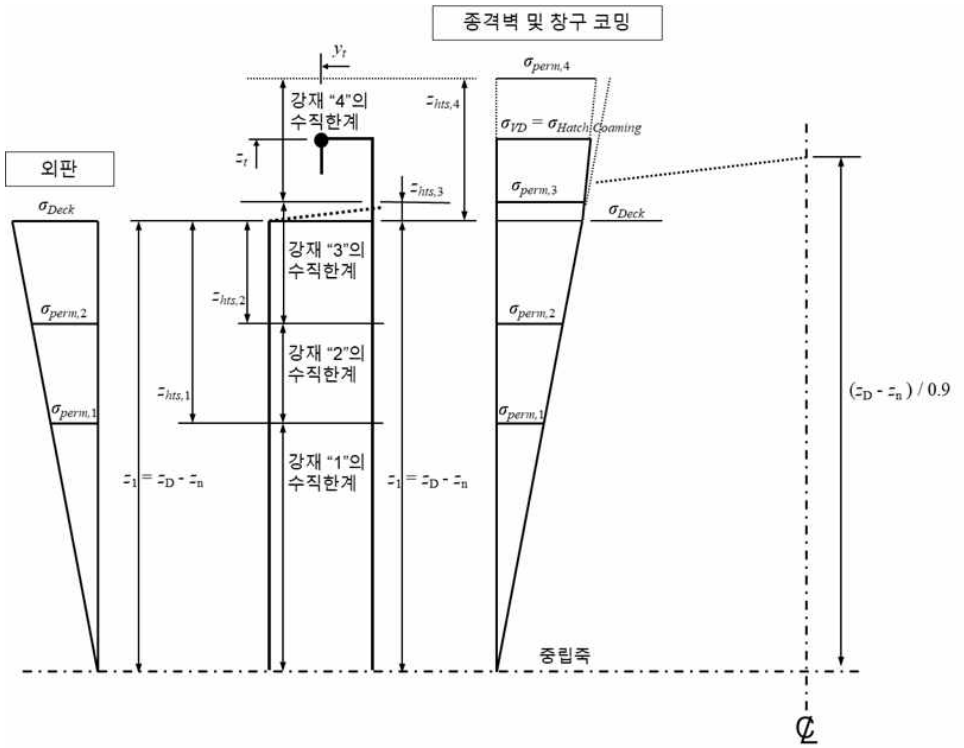


그림 9 : 고장력강의 수직범위

3.5.2 종방향 범위

고장력강이 사용되는 경우, 그 적용은 종방향 응력수준이 연강 구조의 허용 범위 내에 있는 위치까지 선박의 전체 길이에 걸쳐 연속적이어야 한다. (**그림** 10 참조)

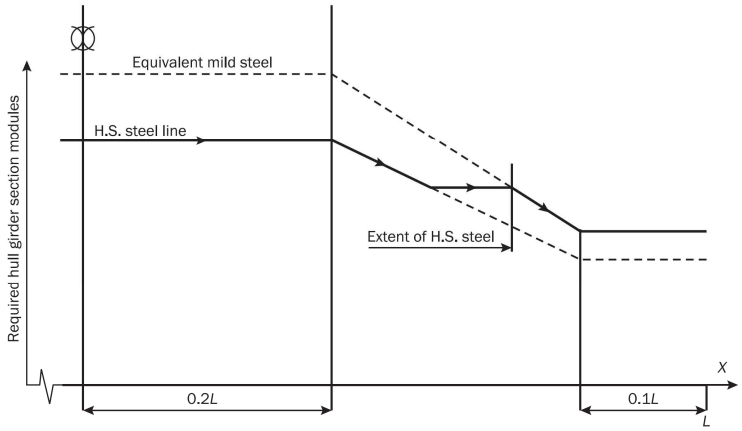


그림 10 : 고장력강의 종방향 범위

3.6 선체거더 전단강도 평가

3.6.1

선체거더 전단강도 요건은 AE부터 FE까지 선체거더의 전체 길이를 따라 적용한다. 선체 횡단면의 임의의 점에서 전단강도 τ_{hg}는 다음 식을 따른다.

$\tau_{hg} \leq \tau_{perm}$

$\tau_{hg} = \tau_{sw} + C_{WV}\tau_{wv} + C_{WH}\tau_{wh}$

C_{WV}, C_{WH} : 하중조합계수. **4장 2절 [2.2.1]**에 따른다.

τ_{perm} : 선체거더 허용 전단응력(N/mm^2). **표 41**에 따른다.

표 41 : 선체거더 허용 전단응력

상태	설계하중	선체거더 허용 전단응력, τ_{i-perm}
항해상태	(S+D)	$\dfrac{235}{1.13\sqrt{3}\,k}$
항내/보호수역	(S)	$\dfrac{105}{k}$

4. 액화 천연가스 연료 탱크를 구성하는 선체 응력 제한

4.1 일반

4.1.1

멤브레인 격납 설비를 가지는 액화 천연가스 연료 탱크의 경우, 연신율 또는 인접한 선체 구조의 응력수준과 같은 제한 사항이 있을 수 있다. 선체 구조에 대한 요구 기준은 연료 격납 설비의 설계자에 의해 확인되어야 한다.

제 2 절 선체거더 최종강도

1. 적용

1.1 일반

1.1.1
이 규정은 길이 L가 150 m 이상인 선박에 적용한다.

1.1.2
선체거더 최종강도는 0.2 L에서 0.75 L까지 평가하여야 한다.

1.1.3
선체거더 최종강도의 굽힘능력이 [2]의 기준을 만족하여야 한다. 이러한 검토기준은 항해상태에서 호깅 및 새깅에 대하여 비손상 선박구조에 적용한다.

2. 검토 기준

2.1 일반

2.1.1
모든 선체 횡단면에서 선체거더 최종 수직 굽힘능력은 다음 식을 만족하여야 한다.

$$M \le \frac{M_U}{\gamma_M \gamma_{DB}}$$

M : 수직 굽힘 모멘트(kNm). [2.2.1]에 따른다.

M_U : 선체거더 최종 굽힘능력(kNm). [2.3]에 따른다.

γ_M : 재료, 기하학적 및 강도 예측 불확실성을 포함하는 부분 안전계수로서 다음과 같다.
$\gamma_M = 1.05$

γ_{DB} : 면외하중에 의한 이중저 굽힘의 효과를 포함하는 부분 안전계수로 다음에 따른다.

- $\gamma_{DB} = 1.15$ 호깅 상태인 경우
- $\gamma_{DB} = 1.0$ 새깅 상태인 경우

내저에서의 이중저의 폭이 선체 중앙부에서의 폭보다 작거나 이중저의 구조가 선체 중앙부와 다른 곳(예, 기관실 단면)에서의 횡단면의 경우, 호깅 상태에서의 안전계수 γ_{DB}는 우리 선급이 인정하는 바에 따라 감소 될 수 있다.

2.2 선체거더 최종 굽힘 모멘트

2.2.1
최종강도 검토 시 고려하는 호깅 및 새깅 상태의 수직 선체거더 굽힘 모멘트 M(kNm)은 다음에 따른다.

$$M = \gamma_s M_{sw} + \gamma_w M_{wv}$$

M_{sw} : 고려하는 선체 횡단면에서 정수중 허용 호깅 및 새깅 굽힘 모멘트(kNm). **4장 4절** [2.2.2]에 따른다.

M_{wv} : 고려하는 선체 횡단면에서 파랑 수직 굽힘 모멘트(kNm). **4장 4절** [3.2.1]에 따른다.

γ_s : 정수중 굽힘 모멘트에 대한 부분 안전계수로서 1.0으로 한다.

γ_w : 파랑 수직 굽힘 모멘트에 대한 부분 안전계수로서 1.2로 한다.

2.3 선체거더 최종 굽힘능력

2.3.1 일반

선체거더 최종 종굽힘 모멘트 능력 M_U는 그 값을 넘어서면 선체가 붕괴되는 선체거더의 최대 굽힘 모멘트 능력을 의미한다.

2.3.2 선체거더 최종 굽힘능력의 결정

호깅 및 새깅상태에서의 선체거더 횡단면의 최종 굽힘 모멘트 능력은 고려하는 횡단면의 곡률 χ에 대한 굽힘 모멘트 M_U 곡선의 최대값으로 정의한다. (호깅의 경우 M_{UH}, 새깅의 경우 M_{US}, **그림** 1 참조) 곡률 χ는 호깅의 경우 양, 새깅의 경우 음으로 한다.

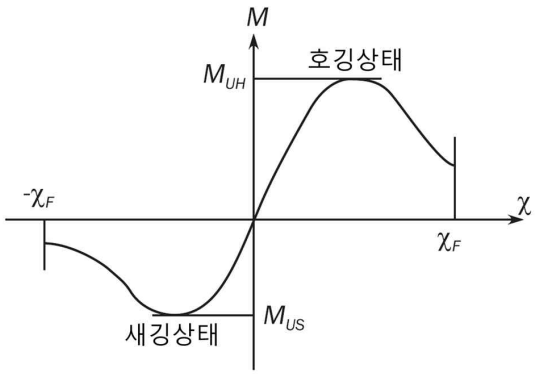


그림 1 : 곡률 χ에 대한 굽힘 모멘트 능력

2.3.3

선체거더 최종 굽힘능력 M_U는 **부록** 2에 따라 계산되어야 한다.

2.4 휘핑

2.4.1

휘핑 영향을 고려한 선체의 최종강도 검토는 **휘핑을 고려한 컨테이너선의 강도평가 지침의 요건**에 따라야 한다.

부록 1 - 전단흐름의 직접계산

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 계산 공식

1.1 일반

1.1.1

이 부록은 선체거더 수직 전단력으로 인하여 선체 횡단면을 따라 작용하는 전단흐름의 직접 계산 절차를 기술한다. 전단흐름 q_V는 단위 수직 전단력 1N이 횡단면에 작용하는 경우를 대상으로 그 횡단면의 각 위치에서 계산한다. mm당 단위 전단흐름 q_V는 다음과 같다.

$q_V = q_D + q_I$

q_D : 확정 전단흐름. **[1.2]**에 따른다.

q_I : 닫힌 셀 주위를 순환하는 불확정 전단흐름. **[1.3]**에 따른다.

단위 전단흐름 q_V의 계산에서는 종방향 보강재가 고려되어야 한다.

1.2 확정 전단흐름, q_D

1.2.1

횡단면의 각 위치에서 확정 전단흐름 q_D(N/mm)는 다음의 선적분으로부터 구할 수 있다.

$$q_D(s) = -\frac{1}{10^6 I_{y-n50}} \int_0^s (z - z_n) t_{n50} ds$$

s : 횡단면을 따라 움직이는 좌표의 값(m).

I_{y-n50} : 횡단면의 순 단면 2차 모멘트(m^4)

t_{n50} : 판의 순 두께(mm)

z_n : 기선으로부터 수평 중립축까지 수직거리(m)

1.2.2

각각의 선분이 동일한 판의 순 두께를 가질 때, 횡단면은 **그림** 1과 같이 선분으로 구성된다고 가정한다. 확정 전단흐름은 다음 식에 의해 계산될 수 있다.

$$q_{Dk} = q_D(\ell) = -\frac{t\ell}{2 \times 10^6 I_{y-n50}} (z_k + z_i - 2z_n) + q_{Di}$$

q_{Dk}, q_{Di} : 각각 절점 k 및 i 에서의 확정 전단흐름(N/mm)

ℓ : 선분의 길이(m)

y_i, y_k : **그림** 1에 정의된 선분 끝점 k 및 i 의 Y 좌표(m)

z_i, z_k : **그림** 1에 정의된 선분 끝점 k 및 i 의 Z 좌표(m)

1.2.3

횡단면이 닫힌 셀을 포함하는 경우, 확정 전단흐름을 구하기 위해서 **그림** 2와 같이 닫힌 셀은 가상 슬릿(slit)으로 절단되어야 한다. 다만, 가상 슬릿은 다른 닫힌 셀의 일부를 형성하는 벽 안에 위치하여서는 아니 된다.

1.2.4

분기점에서 확정 전단흐름은 **그림** 2와 유사하게 또는 유수량 계산에 의해 구해질 수 있다.

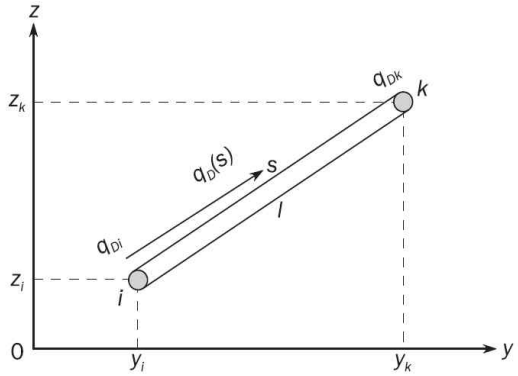


그림 1 : 선분의 정의

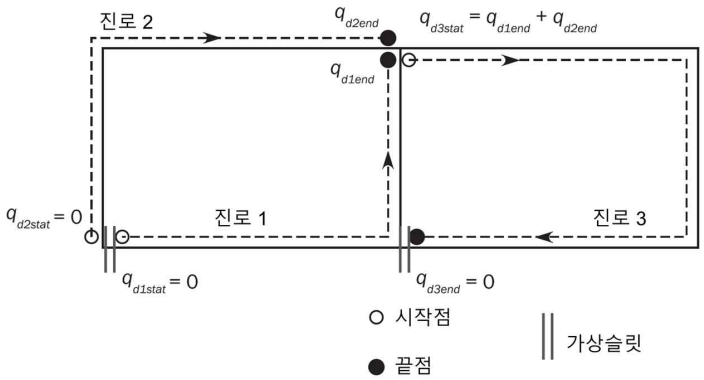


그림 2 : 분기점에서 확정 전단흐름의 계산과 가상 슬릿의 배치

1.3 불확정 전단흐름, q_I

1.3.1

횡단면의 닫힌 셀 주위의 불확정 전단흐름은 동일한 닫힌 셀 내에서 상수값으로 고려될 수 있다. 불확정 전단흐름의 결정을 위한 다음 연립방정식을 세울 수 있다. 이 식에서, 모든 닫힌 셀 주위의 여러 변수들에 대하여 폐곡선에 관한 적분이 수행된다.

$$q_{Ic}\oint_c \frac{1}{t_{n50}}ds - \sum_{m=1}^{Nw}\left(q_{Im}\oint_{cm}\frac{1}{t_{n50}}ds\right) = -\oint_c \frac{q_D}{t_{n50}}ds$$

N_W : 셀 c와 다른 셀들이 공유하는 벽의 개수

cm : 셀 c와 셀 m이 공유하는 벽

q_{Ic}, q_{Im} : 각각 닫힌 셀 c 및 m 주위의 불확정 전단흐름(N/mm)

1.3.2

그림 1에 주어진 선분 요소의 집합과 각각의 선분이 동일한 판의 두께를 가진다고 가정하여, 위 식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$q_{Ic}\sum_{j=1}^{Nc}\left(\frac{\ell}{t_{n50}}\right)_j - \sum_{m=1}^{Nw}\left\{q_{Im}\left[\sum_{j=1}^{Nm}\left(\frac{\ell}{t_{n50}}\right)\right]\right\} = -\sum_{j=1}^{Nc}\phi_j$$

$$\phi_j = \left[-\frac{\ell^2}{6\times 10^3 I_{y-n50}}(z_k + 2z_i - 3z_n) + \frac{\ell}{t_{n50}}q_{Di}\right]$$

Nc : 셀 c의 선분의 개수

Nm : 셀 c와 셀 m이 공유하는 벽에 대한 선분의 개수

q_{Di} : 확정 전단흐름(N/mm). [1.2.2]에 따른다.

[1.2] 및 [1.3]에 명시한 움직이는 좌표의 방향과 이 단면의 차이가 고려되어야 한다.

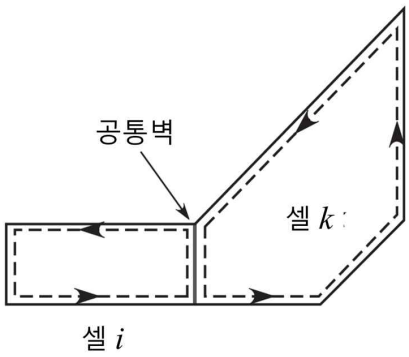


그림 3 : 닫힌 셀 및 공통벽

1.4 횡단면의 여러 가지 특성의 계산

1.4.1

횡단면을 선분 요소의 집합으로 가정하는 경우, 횡단면의 특성은 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$\ell = \sqrt{(y_k - y_i)^2 + (z_k - z_i)^2}$$

$$a_{n50} = 10^{-3}\ell t_{n50} \qquad A_{n50} = \sum a_{n50}$$

$$s_{y-n50} = \frac{a_{n50}}{2}(z_k + z_i) \qquad s_{y-n50} = \sum s_{y-n50}$$

$$i_{y0-n50} = \frac{a_{n50}}{3}(z_k^2 + z_k z_i + z_i^2) \qquad I_{y0-n50} = \sum i_{y0-n50}$$

y_i, z_i : **그림** 1에 정의된 선분의 시작점 i의 Y 및 Z 좌표(m)

y_k, z_k : **그림** 1에 정의된 선분의 끝점 i의 Y 및 Z 좌표(m)

a_{n50}, A_{n50} : 각각 선분 요소 및 횡단면의 순 면적(m^2)

s_{y-n50}, S_{y-n50} : 각각 기선에 대한 선분 요소 및 횡단면의 순 1차 모멘트(m^3)

i_{y0-n50}, I_{y0-n50} : 각각 기선에 대한 선분 요소 및 횡단면의 순 2차 모멘트(m^4)

1.4.2

수평 중립축의 높이 z_n(m)은 다음과 같이 구한다.

$$z_n = \frac{S_{y-n50}}{A_{n50}}$$

1.4.3

수평 중립축에 대한 단면 순 2차 모멘트(m^4)는 다음 식에 따라 계산된다.

$$I_{y-n50} = I_{y0-n50} - z_n^2 A_{n50}$$

부록 2 - 선체거더 최종 굽힘능력

기호

이 장에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

I_{y-n50} : **5장 1절**에 따른 수평 중립축에 대한 선체 횡단면의 순 2차 모멘트(m^4)

Z_{B-n50} : **5장 1절**에 따른 선저에서의 순 단면계수(m^3)

Z_{D-n50} : **5장 1절**에 따른 갑판에서의 순 단면계수(m^3)

R_{eHs} : 고려하는 보강재 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)

R_{eHp} : 고려하는 판 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)

A_{s-n50} : 부착판을 포함하지 않는 보강재의 순 단면적(cm^2)

A_{p-n50} : 부착판의 순 단면적(cm^2)

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

이 부록은 **5장 2절**에 따른 선체거더 최종능력 검토에 사용되는 최종 종굽힘 모멘트 능력 M_U를 얻기 위한 기준을 제시한다.

1.1.2

최종 종굽힘 모멘트 능력 M_U는 선체구조 붕괴를 넘어선 선체거더의 최대 굽힘능력으로 정의된다. 선체거더 파손은 종강도 부재의 좌굴, 최종강도 및 항복에 의하여 좌우된다.

1.2 방법

1.2.1 증분-반복적 방법

선체거더 최종 굽힘능력은 [2]에 따른 증분-반복적 방법에 따라 평가하여야 한다.

1.2.2 대안방법

이를 대신하여, 비선형 유한 요소해석과 같은 방법을 사용하여 선체거더 최종 굽힘능력의 계산하는 경우, 계산 원칙은 [3]에 따른다. 이러한 방법의 적용은 사전에 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 해석방법 및 결과의 상세 비교 자료를 검토 및 승인용으로 제출하여야 한다. 이러한 방법을 사용하는 경우, 부분 안전계수의 재조정이 요구될 수 있다.

1.3 일반적인 가정

1.3.1

최종 선체거더 능력 계산 방법은 모든 주요 종강도 부재의 심각한 파손을 식별하는 것이다.

1.3.2

좌굴 한계를 넘어 압축을 받는 구조는 하중 부담 능력이 감소한다. 늑골 간의 가장 취약한 파손 모드를 식별하기 위하여 판 좌굴, 보강재의 비틀림 좌굴, 보강재 웨브의 좌굴, 보강재의 면외 및 전체 좌굴, 그리고 이들의 상호작용과 같은 각각의 구조 요소에 대한 모든 파손 모드를 고려하여야 한다.

2. 증분-반복적 방법

2.1 가정

2.1.1

[2.2]의 절차를 적용함에 있어서 일반적으로 다음과 같이 가정한다.

- 최종강도는 인접한 두 개의 횡방향 웨브 사이의 선체 횡단면에서 계산한다.
- 각 곡률 증분 동안 선체거더 횡단면은 평면을 유지한다.
- 선체 재료는 탄소성(elasto-plastic) 거동을 한다.
- 선체거더 횡단면은 [2.2.2]와 같이 독립적으로 거동한다고 고려되는 요소로 분할되어야 한다.

이러한 요소들은 다음을 따른다.

- 횡늑골식 판 패널 및/또는 부착판을 포함하는 보강재의 구조 거동은 [2.3.1]에 따른다.
- 교차하는 판으로 구성되는 강체 요소(hard corner)의 구조 거동은 [2.3.2]에 따른다.

반복 절차에 따라, 각 곡률값 χ_i에서, 횡단면에 작용하는 굽힘 모멘트 M_i는 각 요소에 작용하는 응력 σ의 기여분을 합하여 구한다. 요소의 손상 메커니즘에 대하여 이러한 응력-변형률 곡선을 [2.2]에 규정한 식들로부터 계산하여야 한다. 요소의 비선형 응력-변형률 곡선(non-linear load-end shortening curve) $\sigma-\varepsilon$으로부터 각 곡률 증분에 대한 요소 변형률 ε에 해당하는 응력 σ를 구할 수 있다.

요소의 손상 메커니즘에 대하여, 이러한 응력-변형률 곡선을 [2.3]에 규정한 식들로부터 계산하여야 한다. 응력 σ은 고려하는 응력-변형률 곡선으로부터 얻은 값 중 가장 낮은 값을 선택한다.

이 절차는 부과된 곡률값이 호깅 및 새깅 상태에서 다음 식으로 구한 값 χ_F(m^{-1})에 도달할 때까지 반복하여야 한다.

$$\chi_F = \pm 0.003 \frac{M_Y}{EI_{y-n50}}$$

M_Y : M_{Y1} 및 M_{Y2} 중 작은 값(kNm)

$$M_{Y1} = 10^3 R_{eH} Z_{B-n50}$$

$$M_{Y2} = 10^3 R_{eH} Z_{D-n50}$$

만약, χ_F 값이 모멘트-곡률 곡선($M-\chi$ 곡선)의 정점 값을 평가하기에 충분하지 않을 경우, 이 절차는 부과된 곡률값이 곡선의 최대 굽힘 모멘트를 허용할 수 있을 때까지 반복하여야 한다.

2.2 절차

2.2.1 일반

모멘트-곡률 곡선, $M-\chi$은 **그림 1** 흐름도의 증분-반복적 방법으로 구해야 한다.

이 절차에서, 최종 선체거더 굽힘 모멘트 능력 M_U는 **그림 1**에 보인 바와 같이 선체 횡단면의 수직 굽힘 모멘트 M 대 곡률 χ 곡선의 정점 값으로 정의된다. 굽힘 모멘트-곡률 곡선은 증분-반복법에 의하여 구하여야 한다.

증분절차의 각 단계는 부과된 곡률 χ_i의 영향으로 선체 횡단면에 작용하는 굽힘 모멘트 M_i의 계산으로 나타내어진다.

각 증분단계에서, χ_i 값은 이전 단계의 χ_{i-1}에 곡률 증분 $\Delta\chi$을 합하여 구하여야 한다. 이러한 곡률 증분은 수평 중립축 부근 선체거더 횡단면의 회전각의 증분에 해당한다.

이 회전 증가분은 각 선체 구조요소의 축방향 변형률 ε을 발생시키며, 그 값은 요소의 위치에 따라 결정된다. 호깅 상태에서, 중립축 상부의 구조요소에는 인장이 발생하고, 중립축 하부요소에는 압축이 발생한다. 그리고 새깅 상태에서는 이와는 반대의 변형이 발생한다.

변형률 ε로 인하여 각 구조 요소에 발생한 응력 σ은 비선형 탄소성 영역의 요소 거동을 고려한 요소의 응력-변형률 곡선으로부터 구하여야 한다.

응력-변형률 관계가 비선형이기 때문에, 각 단계에 대하여 선체 횡단면을 구성하는 모든 구조부재에서 유발되는 응력 분포는 중립축 위치의 변화를 결정한다. 고려하는 단계에 대한 새로운 중립축 위치는 횡단면의 모든 선체요소에 작용하는 응력 간에 평형조건을 부과하는 반복절차를 통하여 구하여야 한다.

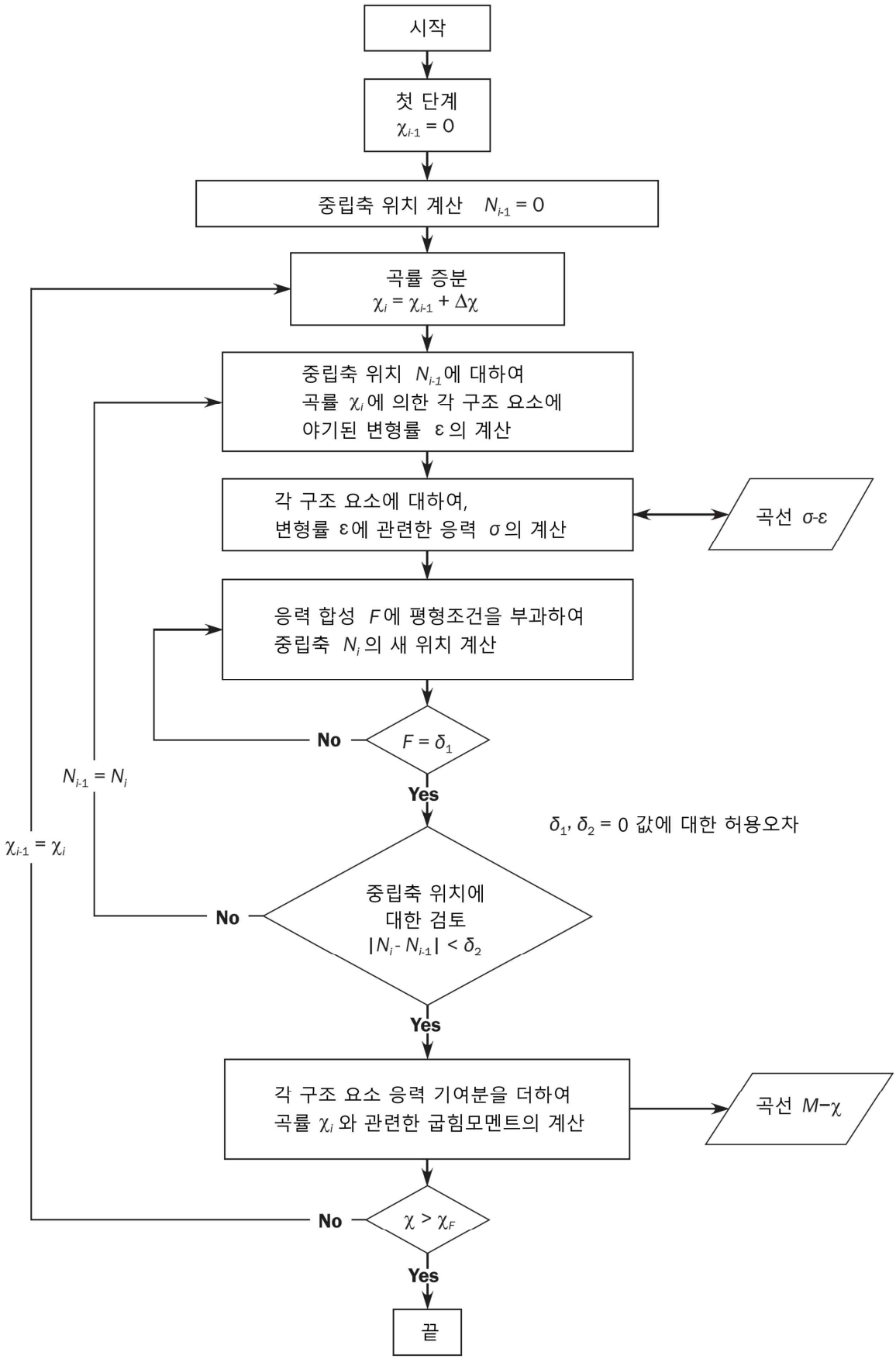


그림 1 : 곡선 $M-\chi$ 계산 과정 흐름도

중립축 위치를 결정하고 단면 구조요소의 응력 분포를 구한 후, 고려하는 단계에서 부과된 곡률 χ_i에 해당하는 새로운 중립축 위치 주변 단면의 굽힘 모멘트 M_i는 각 요소 응력의 기여분을 합하여 구하여야 한다.

위에서 규정한 증분-반복법의 주요단계를 요약하면 다음과 같다. (**그림** 1 참조)

a) **단계** 1 : 선체 횡단면을 보강판 요소로 나눈다.

b) **단계** 2 : **표** 1의 모든 요소들에 대한 응력-변형률의 관계를 정의한다.

c) **단계** 3 : 다음과 같이, 증분 곡률 값(강력갑판에서 항복도의 1%에 해당하는 응력을 유발하는 곡률)을 가진 최초 증분 단계에 대하여 곡률 χ_1와 중립축을 초기화한다.

$$\chi_1 = \triangle\chi = 0.01\frac{R_{eH}}{E}\frac{1}{z_D - z_n}$$

z_D : **1장 4절 [3.5]**에 정의된 선측에서 강력갑판의 Z 좌표(m)

z_n : **1장 4절 [3.5]**에 정의된 선체 횡단면의 수평 중립축의 Z 좌표(m)

d) **단계** 4 : 각 요소에 상응하는 변형률 $\varepsilon_i = \chi(z_i - z_n)$과 상응하는 응력 σ_i을 계산한다.

e) **단계** 5 : 다음과 같이, 각 증분 단계에서 전 횡단면에 걸친 하중의 평형을 설정하여 중립축 z_{NA-cur}을 결정한다.

$\Sigma A_{i-n50}\sigma_i = \Sigma A_{j-n50}\sigma_j$ (i 번째 요소는 압축, j 번째 요소는 인장)

f) **단계** 6 : 다음과 같이, 모든 요소의 기여분을 합하여 상응하는 모멘트를 계산한다.

$$M_u = \Sigma\sigma_{Ui}A_{i-n50}\left|(z_i - z_{NA-cur})\right|$$

g) **단계** 7 : 이전 증분 단계의 굽힘 모멘트와 현재 단계의 모멘트를 비교한다. 굽힘 모멘트-곡률 곡선의 기울기가 음의 고정된 값보다 작으면 이 과정을 끝내고 M_U의 정점 값을 정의한다. 그렇지 않으면 $\triangle\chi$의 양만큼 곡률을 증가시킨 후 **단계** 4로 간다.

2.2.2 선체거더 횡단면의 모델링

선체거더 횡단면은 선체거더 최종강도에 기여하는 부재들로 구성되는 것으로 고려되어야 한다. 스닙된 보강재들은 선체거더 강도에 기여하지 않는 것으로 가정하여 모델링되어야 한다.

구조부재들은 보강재 요소, 보강된 판 요소 또는 강체 요소(hard corner element)로 분류된다. 거더 또는 선측 스트링거의 웨브 판을 포함하는 판 패널은 보강된 판 요소, 보강재 요소의 부착판 또는 강체 요소로 이상화된다.

판 패널은 다음의 두 종류로 분류된다.

- 종방향으로 보강된 종방향으로 긴 패널
- 횡방향으로 보강된 횡방향으로 긴 패널

a) 강체 요소(hard corner element)

강체 요소란 선체거더 횡단면을 구성하는 강한 요소로서, 주로 탄소성 손상모드(재료항복)에 따라 파괴된다. 이러한 요소는 일반적으로 동일 평면에 있지 않은 두 개의 판으로 구성된다.

판의 교차점으로부터 강체 요소의 범위는 횡방향 보강 패널의 경우 20 t_{n-50}, 종방향 보강 패널의 경우 0.5 s로 한다. (**그림** 2 참조)

t_{n-50} : 판의 순 제공 두께(mm)

s : 인접한 종방향 보강재의 거리(m)

빌지, 현측후판-갑판 스트링거 요소, 거더-갑판 연결부와 대형 거더의 면재-웨브 연결부가 일반적인 강체 요소이다.

b) 보강재 요소(stiffener element)

보강재는 부착판을 포함한 일반 보강재 요소로 구성된다. 원칙적으로 부착판의 폭은 다음과 같다.

- 보강재의 평균 간격(보강재 양측의 패널이 종방향으로 보강되는 경우)
- 종방향으로 보강된 패널의 폭(보강재 한쪽 측의 패널이 종방향으로 보강되고 다른 패널은 횡방향으로 보강되는 경우, **그림** 2 참조)

c) 보강판 요소(stiffened plate element)

보강재 요소 사이, 일반 보강재 요소와 강체 요소 사이 또는 강체 요소들 사이의 판은 보강판 요소로 취급되어야 한다.(**그림** 2 참조)

그림 3은 선체거더 단면 모델링의 일반적인 예를 보여주며, 앞서 언급한 원칙에도 불구하고, 이 그림은 상갑판, 현측후판 및 창구 코밍 부근의 모델링에 적용되어야 한다.

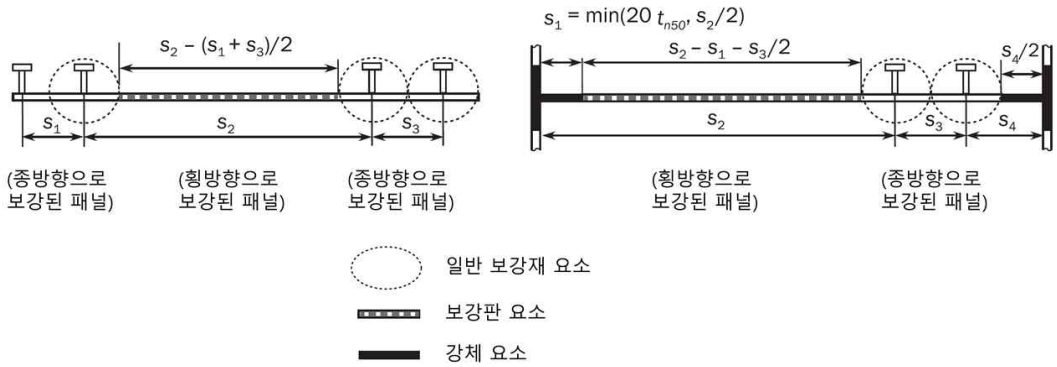


그림 2 : 강체 요소 및 부착판 폭의 범위

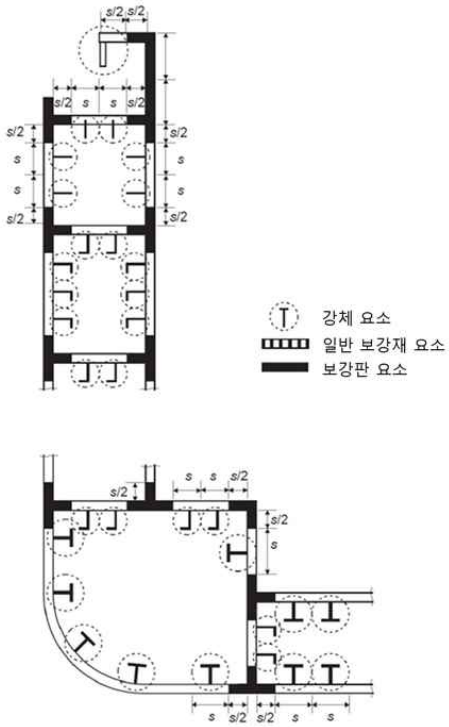


그림 3 : 선체단면 보강판 요소, 일반 보강재 요소 및 강체 요소의 형상 예

- **그림 4**의 너클 포인트의 경우, 30도 보다 큰 각을 가지는 판의 너클에 인접한 판 구역은 강체 요소로 정의된다. 강체 요소의 한쪽의 범위는 횡늑골식 패널의 경우에는 너클 포인트로부터 20 t_{n-50}, 종늑골식 패널의 경우에는 0.5 s로 한다.
- 판 요소가 불연속 종보강재에 의해 보강되는 경우, 불연속 보강재는 판을 여러 요소 판 패널로 나누는 것으로만 고려한다.
- 보강된 판 요소에 개구가 있는 경우, 개구는 **5장 1절 [1.2.8]**에 따라 고려되어야 한다.
- 부착판이 서로 다른 두께 및/또는 항복응력의 강재로 만들어진 경우, 다음의 식에서 구한 평균 두께 및/또는 항복응력이 계산에 사용되어야 한다.

$$t = \frac{t_{1-n50}s_1 + t_{2-n50}s_2}{s} \qquad R_{eHp} = \frac{R_{eHp1}t_{1-n50}s_1 + R_{eHp2}t_{2-n50}s_2}{t_{n50}S}$$

R_{eHp1}, R_{eHp2}, t_{1-n50}, t_{2-n50}, s_1, s_2, s는 **그림 5**에 따른다.

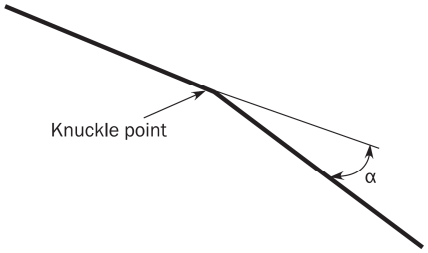


그림 4 : 너클 포인트가 있는 판

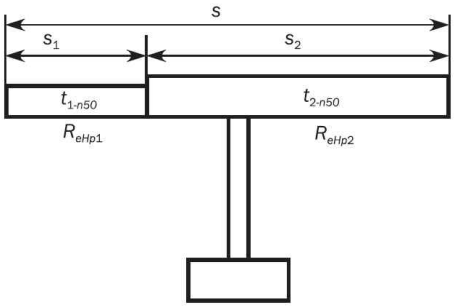


그림 5 : 다른 두께 및 항복응력을 가지는 요소

2.3 응력-변형률 곡선

2.3.1 보강판 요소 및 보강재 요소

선체거더 횡단면을 구성하는 보강판 요소 및 일반 보강재 요소는 **표 1**에 규정한 손상모드 중 하나에 따라서 붕괴될 수 있다.

a) 판 부재가 불연속 종통 보강재로 보강되는 경우, 요소의 응력은 불연속 종통 보강재를 고려하여 [2.3.3]부터 [2.3.8]까지에 따라 구하여야 한다. 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체 하중을 계산할 때, 불연속 종통 보강재의 면적은 0으로 가정하여야 한다.

b) 보강판 요소에 개구가 있는 경우, 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체 하중의 계산 시 보강판 요소의 면적은 판에서 개구부 면적을 제외하고 구하여야 한다. 개구는 **5장 1절** [1.2.8]부터 [1.2.12]에 따라 고려한다.

c) 보강판 요소의 경우, 응력-변형률 곡선의 하중 단절 부분(load shortening portion)에 대한 판의 유효폭은 판의 전폭 즉, 인접 판 또는 종방향 보강재의 교차부분까지(강체 요소 끝단부터 또는 일반 보강재의 부착판에서부터는 아님)로 구하여야 한다. 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체 하중의 계산 시, 보강판 요소의 면적은 해당되는 경우, 강체 요소와 일반 보강재 사이 또는 강체 요소들 사이에서 구하여야 한다.

표 1 : 보강판 요소 및 일반 보강재 요소의 손상모드

요소	손상 모드	$\sigma-\varepsilon$ 곡선이 정의된 조항
인장을 받는 보강판 요소 또는 일반 보강재 요소	탄소성 파괴	[2.3.3]
압축을 받는 일반 보강재 요소	보 기둥 좌굴 비틀림 좌굴 플랜지가 있는 형강 웨브의 국부좌굴 평강 웨브의 국부좌굴	[2.3.4] [2.3.5] [2.3.6] [2.3.7]
압축을 받는 보강판 요소	판 좌굴	[2.3.8]

2.3.2 강체 요소(hard corner element)

인장 및 압축 상태의 강체 요소에 대한 응력-변형률 곡선은 [2.3.3]에 따라 구하여야 한다.

2.3.3 구조의 탄소성 붕괴

선체 횡단면을 구성하는 구조 요소들의 탄소성 붕괴에 관한 응력-변형률 곡선을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구하여야 하며, 양(인장) 및 음(압축) 변형률 상태에 모두 적용 가능하다.(**그림 6** 참조)

$\sigma = \Phi R_{eHA}$

R_{eHA} : 고려하는 요소의 등가 최소 항복응력(N/mm^2)으로 다음 식으로 구한다.

$$R_{eHA} = \frac{R_{eHP}A_{p-n50} + R_{eHs}A_{s-n50}}{A_{p-n50} + A_{s-n50}}$$

Φ : 경계함수(Edge function)로서 다음과 같다.

Φ = -1 ε 〈 -1 인 경우

Φ = ε -1 ≤ ε ≤ 1 인 경우

Φ = 1 ε 〈 1 인 경우

ε : 상대 변형률로서 다음과 같다.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_E}{\varepsilon_Y}$$

ε_E : 요소 변형률

ε_Y : 요소의 항복응력에서의 변형률로서 다음과 같다.

$$\varepsilon_Y = \frac{R_{eHA}}{E}$$

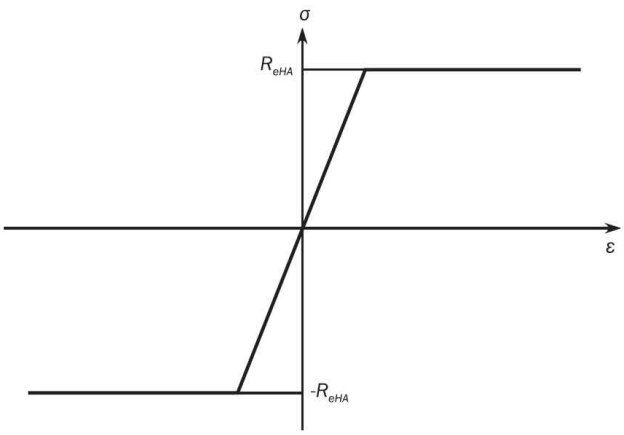


그림 6 : 탄소성 붕괴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma - \varepsilon$

2.3.4 보 기둥 좌굴

선체 횡단면을 구성하는 일반 보강재의 보 기중 좌굴에 대한 응력 변형률 곡선 $\sigma - \varepsilon$을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구하여야 한다.(**그림 7** 참조)

$$\sigma_{CR1} = \Phi\sigma_{C1}\frac{A_{s-n50} + A_{pE-n50}}{A_{s-n50} + A_{p-n50}}$$

Φ : 경계함수로서 **[2.3.3]**에 따른다.

σ_{C1} : 임계압력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$$\sigma_{C1} = \frac{\sigma_{E1}}{\varepsilon} \qquad \sigma_{E1} \le \frac{R_{eHB}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{C1} = R_{eHB}\left(1 - \frac{R_{eHB}\varepsilon}{4\sigma_{E1}}\right) \qquad \sigma_{E1} > \frac{R_{eHB}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

R_{eHB} : 고려하는 요소의 등가 최소 항복응력(N/mm^2)으로서 다음 식으로부터 구한다.

$$R_{eHB} = \frac{R_{eHp}A_{pEI-n50}\ell_{pE} + R_{eHs}A_{s-n50}\ell_{sE}}{A_{pEI-n50}\ell_{pE} + A_{s-n50}\ell_{sE}}$$

$A_{pEI-n50}$: 유효 순 면적(cm^2)으로 다음과 같다.

$$A_{pEI-n50} = 10 b_{E1} t_{n50}$$

ℓ_{pE} : 폭 b_{E1}인 부착판을 갖는 보강재의 중립축으로부터 부착판의 하단까지의 거리(mm)

ℓ_{sE} : 폭 b_{E1}인 부착판을 갖는 보강재의 중립축으로부터 부착판의 상단까지의 거리(mm)

ε : 상대 변형률로서 [2.3.3]에 따른다.

σ_{E1} : 오일러(Euler) 기둥 좌굴 응력(N/mm^2)

$$\sigma_{E1} = \pi^2 E \frac{I_{E-n50}}{A_{E-n50}\ell^2} 10^{-4}$$

I_{E-n50} : 폭 b_{E1}인 부착판을 포함하는 보강재의 순 2차 모멘트(cm^4)

A_{E-n50} : 폭 b_E인 부착판을 포함하는 보강재의 순 단면적(cm^2)

b_{E1} : 부착판의 상대 변형률에 대한 수정한 유효폭(m)으로서 다음과 같다.

$$b_{E1} = \frac{s}{\beta_E} \qquad \beta_E > 1.0 \text{ 인 경우}$$

$$b_{E1} = s \qquad \beta_E \le 1.0 \text{ 인 경우}$$

$$\beta_E = 10^3 \frac{s}{t_{n50}} \sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHP}}{E}}$$

A_{pE-n50} : 폭 b_E인 부착판의 순 단면적(cm^2)으로서 다음과 같다.

$$A_{pE-n50} = 10 b_E t_{n50}$$

b_E : 부착판의 유효폭으로 다음과 같다.

$$b_E = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2}\right)s \qquad \beta_E > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$b_E = s \qquad \beta_E \le 1.25 \text{ 인 경우}$$

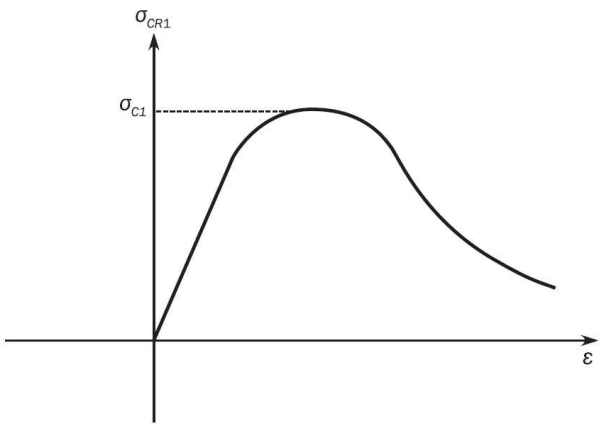


그림 7 : 보 기둥 좌굴의 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR1} - \varepsilon$

2.3.5 비틀림 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 일반 보강재의 굽힘-비틀림 좌굴(flexural-torsional buckling)에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR2} - \varepsilon$을 나타내는 방정식은 다음 식에 따라 구하여야 한다. (그림 8 참조)

$$\sigma_{CR2} = \Phi \frac{A_{s-n50}\sigma_{C2} + A_{p-n50}\sigma_{CP}}{A_{s-n50} + A_{p-n50}}$$

Φ : 경계함수로서 [2.3.3]에 따른다.

σ_{C2} : 임계압력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$$\sigma_{C2} = \frac{\sigma_{E2}}{\varepsilon} \qquad \sigma_{E2} \le \frac{R_{eHs}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{C2} = R_{eHs}\left(1 - \frac{R_{eHs}\,\varepsilon}{4\sigma_{E2}}\right) \qquad \sigma_{E2} > \frac{R_{eHs}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

σ_{E2} : 오일러(Euler) 비틀림 좌굴응력 σ_{ET} (N/mm^2)으로서 8장 5절 [3.1.3]에 따른다.

ε : 상대 변형률로서 [2.3.3]에 따른다.

σ_{CP} : 부착판의 좌굴응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{CP} = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2}\right)R_{eHp} \qquad \beta_E > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{CP} = R_{eHp} \qquad \beta_E \le 1.25 \text{ 인 경우}$$

β_E : [2.3.4]에 따른 계수

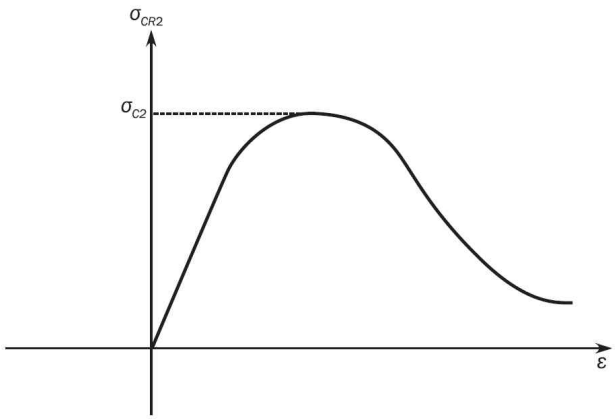


그림 8 : 굽힘-비틀림 좌굴응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR2} - \varepsilon$

2.3.6 플랜지가 있는 형강 보강재의 웨브 국부좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 플랜지 보강재의 웨브 국부좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR3} - \varepsilon$을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR3} = \Phi\frac{10^3 b_E t_{n50} R_{eHp} + (h_{we} t_{w-n50} + b_f t_{f-n50}) R_{eHs}}{10^3 s t_{n50} + h_w t_{w-n50} + b_f t_{f-n50}}$$

Φ : 경계함수로서 [2.3.3]에 따른다.

b_E : 부착판의 유효폭으로서 [2.3.4]에 따른다.

h_{we} : 웨브의 유효 높이(mm)로서 다음과 같다.

$$h_{we} = \left(\frac{2.25}{\beta_w} - \frac{1.25}{\beta_w^2}\right)h_w \qquad \beta_w > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$h_{we} = h_w \qquad \beta_w \le 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$\beta_w = \frac{h_w}{t_{w-n50}}\sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHs}}{E}}$$

ε : 상대 변형률로서 [2.3.3]에 따른다.

2.3.7 평강 보강재의 웨브 국부좌굴

선체거도 횡단면을 구성하는 평강 보강재의 웨브 국부좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR4}-\varepsilon$을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 구해야 한다.(그림 9 참조)

$$\sigma_{CR4} = \Phi \frac{A_{P-n50}\sigma_{CP} + A_{s-n50}\sigma_{C4}}{A_{p-n50} + A_{s-n50}}$$

Φ : 경계함수로서 [2.3.3]에 따른다.

σ_{CP} : 부착판의 좌굴응력(N/mm^2)으로 [2.3.5]에 따른다.

σ_{C4} : 임계압력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$$\sigma_{C4} = \frac{\sigma_{E4}}{\varepsilon} \qquad \sigma_{E4} \le \frac{R_{eHs}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{C4} = R_{eHs}\left(1 - \frac{R_{eHs}\varepsilon}{4\sigma_{E4}}\right) \qquad \sigma_{E4} > \frac{R_{eHs}}{2}\varepsilon \text{ 인 경우}$$

σ_{E4} : 국부 오일러(Euler) 좌굴응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{E4} = 160000\left(\frac{t_{w-n50}}{h_w}\right)^2$$

ε : 상대 변형률로서 [2.3.3]에 따른다.

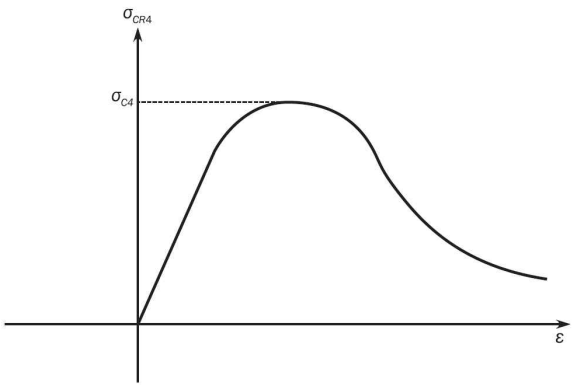


그림 9 : 웨브 국부좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR4}-\varepsilon$

2.3.8 판 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 횡식 보강 패널의 좌굴에 대한 응력-변형률 $\sigma_{CR5}-\varepsilon$ 곡선은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR5} = \min\begin{cases}\Phi R_{eHp} \\ \Phi R_{eHp}\left[\frac{s}{\ell}\left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2}\right) + 0.1\left(1 - \frac{s}{\ell}\right)\left(1 + \frac{1}{\beta_E^2}\right)^2\right]\end{cases}$$

Φ : 경계함수로서 [2.3.3]에 따른다.

β_E : 다음 식에 의한 값

$$\beta_E = 10^3 \frac{s}{t_{n50}}\sqrt{\frac{\varepsilon R_{eHp}}{E}}$$

s : 판의 폭(m)으로서 보강재 간격으로 한다.

ℓ : 판의 긴 변(m)

3. 대안방법

3.1 일반

3.1.1

대안병법의 적용은 수행 전에 선급의 동의를 얻어야 한다. 해석 방법론과 상세한 비교결과가 문서화 되어서 검토 및 승인을 위하여 제출되어야 한다. 이러한 방법의 사용은 부분적으로 안전계수의 재측정을 요구할 수 있다.

3.1.2

굽힘 모멘트-곡률 관계(M-χ)는 대안방법에 의하여 구할 수 있다. 이러한 모델은 다음 사항을 고려한 비선형 응답에 중요한 모든 관련된 효과를 고려하여야 한다.

a) 비선형 기하학적 거동
b) 비탄성 재료 거동
c) 기하학적 결함 및 잔류응력 (판 및 보강재의 기하학적 면외 처짐)
d) 동시에 작용하는 하중 :
- 2축 압축
- 2축 인장
- 전단 및 면외 압력

e) 경계조건
f) 좌굴모드 간의 상호작용
g) 평판, 보강재, 거더 등과 같은 구조요소 간의 상호작용
h) 후 좌굴 능력(post-buckling capacity)
i) 판과 보강재에서 국부 영구 변형/좌굴 손상(예, 이중저 효과나 그와 유사한 것)을 초래할 수 있는 선체거더 횡단면의 압축 측면에 대한 과응력 요소(overstressed element)

3.2 비선형 유한요소해석

3.2.1

선체거더 최종능력의 평가를 위하여 진보된 비선형 유한요소해석 모델을 사용할 수 있다. 이러한 모델은 [3.1.2] 명시된 항목들을 고려한 비선형 응답에 중요한 관련 효과를 고려하여야 한다.

3.2.2

기하학적 결함의 형상 및 크기의 모델링에 특히 주의하여야 한다. 기하학적 결함의 형상 및 크기는 가장 심각한 손상 모드를 유발하는지를 확인하여야 한다.

부록 3 - 선체거더 비틀림 특성의 정의

1. 일반

선체거더 비틀림 특성은 얇은 벽으로 된 보이론에 기초하여 계산될 수 있다. 설계를 위한 비틀림 특성은 SeaTrust -HullScan으로 계산된다.

2. 와핑함수

절점 N에 대한 와핑함수는 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$\omega(s) = \int_0^N \left(\frac{q_s}{t_s} - h(s) \right) ds$$

s : 횡단면을 따라 움직이는 좌표의 값

q_s : 각 선분이 속하는 셀의 특정 응력 흐름

t_s : 종방향 보강재의 면적이 고려된 각 선분의 판 두께

$h(s)$: 비틀림 중심에서 고려하는 점에 대한 접선까지의 거리. 이 거리는 호 길이 좌표 s의 양의 방향과 함께 양의 비틀림에 해당할 때 양의 값으로 간주되어야 한다.

각 셀의 특정 응력 흐름 q는 다음 방정식 조합으로부터 얻을 수 있다. 방정식의 수는 선체거더 단면의 셀 수와 같다.

$$q_i \oint_i \frac{ds}{t} - q_{i-1} \oint_{i-1} \frac{ds}{t} - q_{i+1} \oint_{i+1} \frac{ds}{t} = 2A_i \qquad (i = 1, 2, \cdots, k)$$

q_i : 셀 “i”의 특정 흐름

q_{i-1} : 셀 “i-1”의 특정 흐름

q_{i+1} : 셀 “i+1”의 특정 흐름

k : 선체거더 단면의 셀의 수

A_i : 셀 “i”의 폐위면적

t : 종방향 보강재의 면적이 고려된 선분의 판 두께

3. Sectorial 관성 모멘트

선체거더 단면의 Sectorial 관성 모멘트 I_ω는 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$I_\omega = \sum_{n-1}^{p} t_n \int_0^{l_n} \omega^2(s) ds$$

p : 선체거더 단면에서 선분의 수

l_n : 선분 “n”의 길이

t_n : 종방향 보강재 면적이 고려된 선분 “n”의 판 두께

$\omega(s)$: 와핑함수

4. 산부난 관성 모멘트(St. Venant Moment of Inertia)

산부난 관성 모멘트 J는 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$J = 4\sum_{i=1}^{k} \frac{A_i^2}{\oint \frac{ds}{t}} + \frac{\Sigma\left(h_w t_w^3 + b_f t_f^3\right)}{3}$$

A_i : 셀 "i"의 폐위면적

t : 종방향 보강재가 고려되지 않은 셀 "i"에서 선분의 판 두께

k : 선체거더 단면에서 셀의 수

b_w : 종방향 보강재의 웨브 높이

t_w : 종방향 보강재의 웨브 두께

b_f : 종방향 보강재의 면재 폭

t_f : 종방향 보강재의 면재 두께 ⚓

14편 6장

선체국부 구조치수

제 1 절 일반사항

제 2 절 하중적용

제 3 절 최소 두께

제 4 절 판

제 5 절 보강재

제 6 절 1차 지지부재 및 기둥

제 1 절 일반사항

1. 적용

1.1 적용

1.1.1

이 장은 선수단, 화물창 구역, 기관구역 및 선미단, 건현갑판 상방의 외판, 기관실 위벽, 선루 및 갑판실 내부를 제외한 선루의 노출갑판 및 내부갑판을 포함하는 선박의 전 길이에 걸쳐 선체구조에 적용한다.

1.1.2

이 장은 면외압력, 국부하중 및 선체거더 하중을 받는 판, 보강재 및 1차 지지부재의 평가에 대한 요건을 제공한다.

요건은 다음에 대하여 규정한다.

a) **6장 2절**에서 적용하중
b) **6장 3절**에서 판, 보강재 및 1차 지지부재의 최소 두께
c) **6장 4절**에서 판
d) **6장 5절**에서 보강재
e) **6장 6절**에서 1차 지지부재 및 기둥

또한, 정의된 설계하중조합과 관련이 없는 기타 요건을 제공한다.

1.1.3

제공 순 부재치수는 이 장에서 명시된 요건을 기초로 한 요구 부재치수 이상이어야 한다.

1.1.4

추가적인 국부강도 요건은 선수 충격하중, 선저 슬래밍 하중, 선미 슬래밍 하중, 슬로싱 하중 그리고 선수단, 기관실 및 선미단부를 고려하여 **10장**에서 제공된다.

1.2 허용기준

1.2.1

허용기준은 다음과 같이 설계하중을 기반으로 선택되어야 한다.

a) 설계하중 S에 대한 AC-S : 정하중
b) 설계하중 S+D에 대한 AC-SD : 정하중 + 동하중의 조합
c) 설계하중 A에 대한 AC-A : 사고하중
d) 설계하중 T에 대한 AC-T : 시험하중

제 2 절 하중적용

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 하중 조합

1.1 선체거더 굽힘

1.1.1 수직응력(normal stresses)

고려하는 위치에서 수직 및 수평 굽힘 모멘트의 작용에 의한 수직응력 σ_{hg}은 다음 식에 따른다. 이 응력은 호깅 및 새깅상태에서 M_{sw}와의 조합과 관련하여 **4장**의 모든 동하중상태를 **[2]**에 따라 각각의 설계하중조합에 대하여 계산되어야 한다.

$$\sigma_{hg} = \left(\frac{M_{sw} + M_{wv-LC}}{I_{y-n50}} (z - z_n) - \frac{M_{wh-LC}}{I_{z-n50}} y \right) 10^{-3} + C_{tor} \sigma_{WT}$$

M_{sw} : **4장 7절 표 1**의 고려하는 설계하중 시나리오에 따라 **4장 4절 [2.2]**에 따른 정수중 굽힘 모멘트.(kNm)

M_{wv-LC} : 고려하는 종방향 위치에 있어서 **4장 7절 표 1**의 설계하중 시나리오에 따라 **4장 4절 [3.2]**에 따른 동하중상태의 수직 파랑 굽힘 모멘트.(kNm)

M_{wh-LC} : 고려하는 종방향 위치에 있어서 **4장 7절 표 1**의 고려된 설계하중 시나리오에 따라 **4장 4절 [3.4]**에 따른 동하중상태의 수평 파랑 굽힘 모멘트.(kNm)

I_{y-n50} : 고려하는 종방향 위치에서 선체거더 수직 순 관성 모멘트.(m^4)

I_{z-n50} : 고려하는 종방향 위치에서 선체거더 수평 순 관성 모멘트.(m^4)

y : 고려하는 하중 계산점의 횡방향 좌표.(m)

z : 고려하는 하중 계산점의 수직 좌표.(m)

z_n : 기선으로부터 수평 중립축까지의 거리.(m)

C_{tpr} : **5장 1절 [3.4.1]**에 따른 와핑응력계수.

σ_{WT} : **5장 1절 [2.1.4]**부터 **[2.1.6]**에 따른 와핑응력.(N/mm^2)

1.2 면외 압력

1.2.1 비손상 상태의 정압력 및 동압력

해수, 화물, 평형수 및 다른 액체들에 의해 발생되는 비손상 상태의 정적 및 동적 면외압력을 고려하여야 한다. 적용하중은 고려하는 요소의 위치 및 인접한 구획의 종류에 따라 달라진다.

1.2.2 충돌상태의 면외압력

충돌로 인한 내부 액화 천연가스 연료 압력은 충돌 가속도 a_x와 함께 고려되어야 하며, 충돌 가속도의 방향은 액화 천연가스 연료 탱크의 횡격벽의 위치에 따라 결정되며, 정적인 액화 천연가스 연료 압력과 결합된다.

1.2.3 침수상태의 면외압력

선체 외판(외판 보강재 포함)을 제외하고, 액체를 적재하지 않는 구획의 수밀경계는 침수상태에서 면외압력을 고려하여야 한다.

1.3 압력조합

1.3.1 외판의 요소

외판에 접한 구획에 액체를 적재한 경우, 고려하는 정적 및 동적 면외압력은 이에 상응하는 흘수에서 내부압력과 외부 해수압의 차이이다.

외판에 접한 구획에 액체를 적재하지 않는 경우, 내부압력 및 외부 해수압은 독립적으로 고려하여야 한다.

1.3.2 외판 이외의 요소

[1.3.1]에 명시된 것을 제외하고, 2개의 인접한 구획을 분리하는 요소에 대한 정적 및 동적 면외압력은 독립적으로 적재되는 2개의 구획을 고려하여 구한 것으로 한다.

2. 설계하중조합

2.1 하중성분의 적용

2.1.1 적용

이 요건은 다음에 적용한다.

a) 선박의 전 길이에 걸친 판 및 보강재
b) 화물창 구역 바깥의 1차 지지부재

2.1.2 하중성분

정적 및 동적 하중성분은 **4장 7절 표 1**에 따라 결정되어야 한다. 회전반경 k_r 및 메타센터 GM은 **표 1**에 따른 설계하중 조합에서 명시된 고려하는 적재상태에 대하여 **4장 3절 표 1**에 따라야 한다.

2.1.3 판, 보강재 및 1차 지지부재의 설계하중조합

판, 보강재 및 1차 지지부재에 대한 설계하중조합은 **표 1**에서 따른다.

표 1 : 설계하중조합

구조 부재	설계하중조합	하중성분	흘수	설계하중	적하상태
외판 및 노출갑판	SEA-1	P_{ex}, P_D	T_{SC}	S + D	만재상태
	SEA-2	P_{ex}	T_{SC}	S	항내상태
평형수 탱크	WB-1	$P_{in} - P_{ex}$ (1)	T_{BAL}	S + D	통상 평형수 적재상태
	WB-2	$P_{in} - P_{ex}$ (1)	T_{BAL}	S + D	통상 평형수 적재상태, 평형수 교환상태
	WB-3	$P_{in} - P_{ex}$ (1)	$0.25\,T_{SC}$	S	항내상태
	WB-4	$P_{in} - P_{ex}$ (1)	$0.25\,T_{SC}$	T	시험상태
평형수 탱크 이외의 탱크	TK-1	$P_{in} - P_{ex}$ (1)	T_{BAL}	S + D	통상 평형수 적재상태
	TK-2	$P_{in} - P_{ex}$ (1)	$0.25\,T_{SC}$	S	항내상태
	TK-3	$P_{in} - P_{ex}$ (1)	$0.25\,T_{SC}$	T	시험상태
액화 천연가스 연료 탱크	FTK-1	P_{in}	T_{SC}	S + D	만재상태
	COL(2)	P_{in}	-	A	충돌상태
화물창 구역	FD-1(3)	P_{in}	-	A	침수상태
건구역 및 창구코밍	VD-1	P_{ex}, P_{in}	T_{SC}	S + D	만재상태

(1) P_{ex}는 외판(노출갑판 제외)에만 고려되어야 한다.
(2) COL 조합은 **"저인화점연료선박 규칙 및 적용지침" 6장 4절 409.5**에 따라 액화 천연가스 연료 탱크 경계 및 지지 구조물의 구조적 건전성을 검증하기 위하여 사고설계하중(A) 하에서 액화 천연가스 연료 탱크 만재상태에 대하여 길이 방향으로 0.5g 및 -0.25g의 충돌 가속도를 적용하는 충돌상태를 의미한다.
(3) FD-1은 외판에 적용하지 않는다.

제 3 절 최소 두께

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 판

1.1 최소 두께 요건

1.1.1

판의 순 두께는 **표 1**에 주어진 적절한 최소 두께 요건에 적합하여야 한다.

표 1 : 판의 최소 순 두께

요소	위치	지역	순 두께
외판	용골	-	$7.5+0.03L_2\sqrt{k}$
	선저외판 선측외판 만곡부 외판	선수부분	$5.5+0.03L_2\sqrt{k}$
		기관구역, 선미부분	$7.0+0.02L_2\sqrt{k}$
		그 외의 경우	$4.0+0.035L_2\sqrt{k}$
브레스트 훅	-	선수부분	6.5
갑판	노천갑판, 강력갑판, 내부 탱크 경계	-	$3.7+0.019L_2\sqrt{k}$
	플랫폼 갑판	기관구역	$4.5+0.02L_2\sqrt{k}$
		그 외의 경우	6.5
내저판(1)	-	기관구역	$6.1+0.024L_2\sqrt{k}$
		그 외의 경우	$4.0+0.028L_2\sqrt{k}$
격벽	평형수 탱크 경계	-	$4.5+0.016L_2\sqrt{k}$
	횡 / 종 수밀격벽 및 기타 탱크	-	$4.5+0.01L_2\sqrt{k}$
	비수밀 격벽 및 건구역 사이 격벽	-	$4.5+0.01L_2\sqrt{k}$
	선수미 필러격벽	-	7.5
기타 부재	기관실 위벽(화물창 구역)	화물창 구역	5.5
	기관실 위벽(거주구에 인접한)	거주구	4.0
	일반적인 기타 판	-	$4.5+0.01L_2\sqrt{k}$

(1) 수밀 및 비수밀 부재에 대하여 적용

2. 보강재 및 트리핑 브래킷

2.1 최소 두께 요건

2.1.1

보강재 및 트리핑 브래킷의 웨브 및 면재(설치된 경우)의 순 두께(mm)는 **표 2**에 의한 최소 순 두께 이상이어야 한다. 또한 보강재 및 트리핑 브래킷의 웨브에 대한 순 두께(mm)는 다음에 따라야 한다.

a) **6장 4절**의 부착판 요구 순 두께의 40 % 이상이어야 한다.
b) 부착판의 제공 순 두께의 2배 미만이어야 한다.

표 2 : 보강재 및 트리핑 브래킷의 최소 순 두께

요소	위치	순 두께
보강재 및 단부 브래킷	수밀 경계	$4.5+0.007L_2$
	기타 구조	$4.0+0.007L_2$
트리핑 브래킷		$4.5+0.01L_2$

3. 1차 지지부재

3.1 최소 두께 요건

3.1.1

1차 지지부재의 웨브 및 면재의 순 두께(mm)는 **표 3**에 의한 최소 순 두께 이상이어야 한다.

표 3 : 1차 지지부재의 최소 순 두께

요소	위치	순 두께
이중저 중심선 거더	기관구역	$1.55L_2^{1/3}+3.5$
	그 외의 경우	$5.5+0.025L_2$
기타 선저 거더	기관구역	$1.7L_2^{1/3}+1.0$
	$L \geq 150$m인 선박의 선수부분	$0.6L_2^{1/2}-0.5$
	그 외의 경우 및 $L<150$m인 선박의 선수부분	$4.5+0.017L_2$
덕트킬 경계 거더	기관구역	$0.8L_2^{1/2}+2.5$
선저 늑판	기관구역	$1.7L_2^{1/3}+1.0$
	선수부분	$0.7L_2^{1/2}$
	그 외의 경우	$0.55L_2^{1/2}$
선미 피크 늑판	-	$0.55L_2^{1/2}$
기타 1차 지지부재	-	$0.43L_2^{1/2}$

제 4 절 판

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

α_p : 패널 형상비에 대한 수정 계수로서 아래의 식에 따른다. 다만 1.0 이하로 한다.

$$\alpha_p = 1.2 - \frac{b}{2.1\,a}$$

a : **3장 7절 [2.2.2]**에 따른 판 패널의 길이.(mm)

b : **3장 7절 [2.2.2]**에 따른 판 패널의 너비.(mm)

P : 고려하는 설계하중세트(**6장 2절 [2]** 참고)에 대한 설계압력으로서, **3장 7절 [2.2]**에 따른 하중 계산점에서의 값이다.($\mathrm{kN/m^2}$)

σ_{hg} : **6장 2절 [1.1]**에 따른 선체거더 굽힘 응력으로서, **3장 7절 [2.2]**에 따른 하중 계산점에서의 값이다. ($\mathrm{N/mm^2}$)

χ : 계수로서 다음과 같다.

a) 비손상 상태인 경우

- $\chi = 1.00$

b) 침수 상태인 경우

- $\chi = 0.95$ 허용기준 AC-A에 따른 선수격벽인 경우
- $\chi = 1.15$ 구획의 기타 수밀경계인 경우

1. 면외압력을 받는 판

1.1 항복검토

1.1.1 판

순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계하중 조합(**6장 2절 [2.1.3]** 참조)의 값 중 최대값 이상이어야 한다.

$$t = 0.0158\,\alpha_p\, b\sqrt{\frac{|P|}{\chi\, C_a R_{eH}}}$$

C_a : 판의 허용 굽힘 응력계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_a = \beta - \alpha\frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$$, $C_{a-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.

β : 계수로서 **표 1**에 따른다.

α : 계수로서 **표 1**에 따른다.

$C_{a-\max}$: 최대 허용 굽힘응력 계수로서 **표 1**에 따른다.

표 1 : β, α 및 C_{a-max}

허용기준	구조부재		β	α	C_{a-max}
AC-S	종강도 부재	종방향으로 보강된 판	0.90	0.5	0.80
		횡방향으로 보강된 판	0.90	1.0	0.80
	기타 부재		0.80	0.0	0.80
AC-SD	종강도 부재	종방향으로 보강된 판	1.05	0.5	0.95
		횡방향으로 보강된 판	1.05	1.0	0.95
	기타 부재		1.00	0.0	1.00
AC-A	종강도 부재	종방향으로 보강된 판	1.10	0.5	1.00
		횡방향으로 보강된 판	1.10	1.0	1.00
	기타 부재		1.00	0.0	1.00
AC-T	종강도 부재	종방향으로 보강된 판	1.25	0.5	1.15
		횡방향으로 보강된 판	1.15	1.0	1.15
	기타 부재		1.15	0.0	1.15

2. 특별요건

2.1 평판 용골의 최소 두께

2.1.1

평판 용골의 순 두께는 용골 후판의 가장자리로부터 인접한 2.0 m 너비의 선저 판 요구 순 두께의 값 이상이어야 한다. 용골의 너비는 **3장 6절 [7.2.1]**에 따른다.

2.2 만곡부 외판

2.2.1 만곡부의 정의

만곡부의 정의는 **1장 4절 [3.8.1]**에 따른다.

2.2.2 만곡부 외판의 두께

a) 만곡부 외판의 순 두께는 인접한 선저외판 또는 인접한 선측외판의 제공 순 두께 중 큰 값 이상이어야 한다.

b) 만곡부 외판의 순 두께 t (mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$t = 6.45 \times 10^{-4} (P_{ex} s_b)^{0.4} R^{0.6}$$

P_{ex} : 만곡부 하부에서 계산된 설계하중조합 SEA-1(**6장 2절 [2.1.3]** 참조)에 대한 설계 해수압.(kN/m^2)

R : 유효 만곡부 곡률 반지름으로서 다음 식에 의한 값.(mm)

$$R = R_0 + 0.5(\triangle s_1 + \triangle s_2)$$

R_0 : 곡률 반지름(mm), **그림 1** 참조

$\triangle s_1$: 만곡부 외판의 곡면의 하단(lower turn of bilge)으로부터 가장 외측의 선저 보강재까지의 거리(mm) (**그림 1** 참조), 가장 선외측의 선저 보강재가 만곡부 내에 있는 경우, 이 거리는 0 으로 한다.

$\triangle s_2$: 만곡부 외판의 곡면의 상단으로부터 최하단 선측 보강재까지의 거리(mm) (**그림 1** 참조), 최하단 선측 보강재가 만곡부 내에 있는 경우, 이 거리는 0 으로 한다.

s_b : 횡방향 보강재, 웨브 또는 빌지 브래킷 사이의 거리.(mm)

c) 종방향으로 보강된 만곡부 외판은 규칙적으로 보강된 판으로서 평가되어야 한다. 만곡부 외판 두께는 **[1.1.1]** 및 **[2.2.2] b)**에 의한 값 중 작은 값 이상이어야 한다. 빌지킬은 유효한 종방향 보강재로서 고려하지 않는다.

2.2.3 횡방향으로 연장된 만곡부 외판 최소 두께

판의 이음부가 선측외판 최하부 보강재 바로 아래의 직선부에 위치하는 경우, 판의 이음부 위치가 최하부 선측 종늑골 하방 $s_2/4$의 값 이하이면, 만곡부 외판에 대해 요구되는 어떠한 두께 증가도 빌지 상방의 인접한 판까지 연장 할 필요는 없다. 유사하게 판의 이음부 위치가 선외측으로 선저 종늑골을 넘어서 $s_1/4$의 값 이하이면, 만곡부 외판에 대해 요구되는 어떠한 두께 증가도 인접한 선저외판의 평평한 부분에 대해 적용할 필요는 없다.(s_1및 s_2 : **그림 1** 참조)

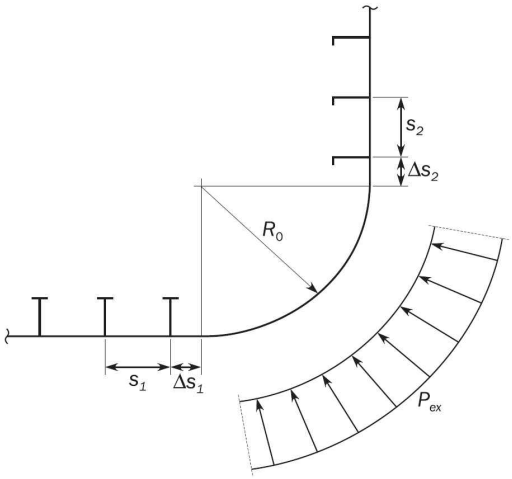


그림 1 : 횡방향으로 보강된 만곡부 외판

2.2.4 만곡부의 선체외판의 늑골방식

횡방향으로 보강된 만곡부 외판에 대해, 종보강재는 만곡부 외판의 곡률이 시작하는 위치 가깝게 설치되어야 한다. 종보강재의 부재치수는 가까이 인접한 보강재의 값 이상이어야 한다. 만곡부 외판의 곡면의 하단(lower turn of bilge)과 최외곽 선저 보강재 사이의 거리 $\triangle s_1$은 일반적으로 최외곽 선저 보강재 2개 간격의 1/3 이하이어야 한다. 유사하게, 만곡부 외판의 곡면의 상단과 최하부 선측 보강재 사이의 거리 $\triangle s_2$는 일반적으로 2개의 최하부 선측 종통재 간격의 1/3 이하이어야 한다.(**그림 1 참조**)

2.3 선측외판

2.3.1 방현재 접촉구역

[2.3.2]에 따른 방현재 접촉구역 내에 선측외판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 26\left(\frac{b}{1000} + 0.7\right)\left(\frac{B\,T_{SC}}{R_{eH}^2}\right)^{0.25}$$

2.3.2 방현재 접촉구역 요건의 적용

적용범위는 **1장 1절 [2.4.3]**에 따른 화물창 구역 내의 평형수 흘수 T_{BAL}부터 T_{SC} 상방의 $0.25\,T_{SC}$ (최소 2.2 m) 까지이다.

2.3.3 예인 보강구역

항 내 조종으로 인한 집중하중에 노출될 수 있는 선측외판 구역의 순 판 두께는 **[2.3.4]**에서 요구하는 것 이상이어야 한다. 이 구역은 주로 예인선에 의하여 밀리는 선박의 중앙부 및 선수미 어깨(shoulder) 부근의 판으로서, 그 정확한 위치가 건조시방서에 정의되고, 외판전개도에 명시되어야 한다. 보강되는 구역의 길이는 5.0 m 이상이어야 하며, 높이는 평형수 흘수 상방 0.5 m에서부터 강도계산용 흘수 상방 4.0 m까지이다. (선측외판의 두께가 이 절에 따라 결정되는 경우, 보강된 선측외판 구역에는 적절한 표시를 하여야 한다.)

2.3.4 예인 보강구역의 순 판 두께

보강되는 구역의 선측외판 순 두께 t (mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$t = 0.65\sqrt{P_{fl}\,k}$

P_{fl} : 국부 설계 충격하중(kN)으로 다음과 같다.

$P_{fl} = \Delta/100 \qquad (200 \le P_{fl} \le 700)$

2.4 현측후판

2.4.1 일반사항

현측후판의 최소 폭은 **3장 6절 [8.2.4]**에 따른다. 선박 중앙부에서 현측후판 두께는 강력갑판의 스트링거판 두께의 75 % 이상이어야 한다. 다만, 인접하는 선측외판의 두께 미만이어서는 아니 된다.

2.4.2 용접구조 현측후판

용접구조 현측후판의 순 두께는 2.0 m 범위의 선측외판 제공 순 두께 이상이어야 한다.

2.4.3 둥근 현측후판

둥근 현측후판의 순 두께는 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.

a) 인접한 2.0 m 폭 범위의 갑판 제공 순 두께, 또는
b) 인접한 2.0 m 폭 범위의 선측외판 제공 순 두께

2.5 갑판 스트링거판

2.5.1

갑판 스트링거판의 최소 폭은 **3장 6절 [9.1.2]**에 따른다.

2.5.2

선체 중앙부 0.6 L 이내에, 갑판 스트링거판의 순 두께는 인접한 갑판의 제공 순 두께의 값 이상이어야 한다.

2.6 선미 격벽

2.6.1

선미관 관통부 부위 선미격벽의 순 두께는 격벽 요구 순 두께의 1.6배 이상이어야 한다.

2.7 액화 천연가스 연료 탱크 경계 판

2.7.1 IGF 압력

연료 겹납 설비에 의해 보호되는 내부 선체 판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 0.0158\,\alpha_p\, b\sqrt{\frac{|P_{IGF}|}{\chi\, C_{a-IGF} R_{eH}}}$$

P_{IGF} : **"저인화점연료선박 규칙 및 적용지침" 6장 4절 409**에 따른 압력(kN/m^2)

C_{a-IGF} : 판의 허용 굽힘 응력계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_{a-IGF} = \beta_{IGF} - \alpha_{IGF}\frac{|\sigma_{hg-IGF}|}{R_{eH}}$$, $C_{a-IGF-\max}$보다 커서는 아니 된다.

$$\sigma_{hg-IGF} = \max\left[\left|\left(\frac{M_{sw}+M_{wv-LC}}{I_{y-n50}}(z-z_n)\right)10^{-3}\right|, \left|\left\{\left(\frac{M_{sw}+0.5M_{wv-LC}}{I_{y-n50}}(z-z_n)\right)+\left(\frac{M_{wh-LC}}{I_{z-n50}}(y-y_n)\right)\right\}10^{-3}\right|\right]$$

β_{IGF} : 계수로서 표 2에 따른다.

α_{IGF} : 계수로서 표 2에 따른다.

$C_{a-IGF-\max}$: 최대 허용 굽힘응력 계수로서 표 2에 따른다.

표 2 : β_{IGF}, α_{IGF} 및 $C_{a-IGF-max}$

허용기준	구조부재		β_{IGF}	α_{IGF}	$C_{a-IGF-\max}$
IGF	종강도 부재	종방향으로 보강된 판	1.05	0.5	0.95
		횡방향으로 보강된 판	1.05	1.0	0.95
	기타 부재		1.00	0.0	1.00

2.7.2 슬로싱 압력

슬로싱 압력을 받는 판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 0.0158\alpha_p b\sqrt{\frac{P_{slh}}{\chi C_{a-slh} R_{eH}}}$$

P_{slh} : 4장 6절 [3.2.3]에 따른 압력(kN/m^2)

C_{a-slh} : 판의 허용 굽힘 응력계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_{a-slh} = \beta - \alpha\frac{|\sigma_{hg-slh}|}{R_{eH}}$$, $C_{a-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.

$$\sigma_{hg-slh} = \left(\frac{M_{sw}}{I_{y-n50}}(z - z_n)\right)10^{-3}$$

β : 계수로서 표 1의 AC-S를 따른다.

α : 계수로서 표 1의 AC-S를 따른다.

$C_{a-\max}$: 최대 허용 굽힘응력 계수로서 표 1의 AC-S를 따른다.

제 5 절 보강재

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

d_{shr} : **3장 7절 [1.4.3]**에 따른 유효 전단깊이.(mm)

ℓ_{bdg} : **3장 7절 [1.1.2]**에 따른 유효 굽힘스팬.(m)

ℓ_{shr} : **3장 7절 [1.1.3]**에 따른 유효 전단스팬.(m)

P : **6장 2절**에 정의된 설계하중세트에 대한 설계압력으로서 **3장 7절 [3.2]**에 따른 하중 계산점에서의 값이다. ($\mathrm{kN/m^2}$)

χ : 계수로서 다음과 같다.

a) 비손상 상태인 경우

- $\chi = 1.00$

b) 침수 상태인 경우

- $\chi = 0.95$ 허용기준 AC-A에 따른 선수격벽인 경우
- $\chi = 1.15$ 구획의 기타 수밀경계인 경우

1. 면외압력을 받는 보강재

1.1 항복검토

1.1.1 웨브판

보강재의 최소 순 웨브 두께 t_w(mm)는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계하중조합(**6장 2절 [2]** 참조)의 값 중 최대값 이상이어야 한다.

$$t_w = \frac{f_{shr}\,|P|\,s\,\ell_{shr}}{d_{shr}\,\chi\,C_t\,\tau_{eH}}$$

다만, $\chi\,C_t$는 1.0 이하이어야 한다.

f_{shr} : 전단력 분포계수로서 다음에 따른다.

a) 양단 고정단인 연속된 보강재로 f_{shr}는 다음 값 이상이어야 한다.

- $f_{shr} = 0.5$ 수직 보강재의 상단, 수평 보강재
- $f_{shr} = 0.7$ 수직 보강재의 하단

b) 감소 고정단, 변동 하중 또는 격자구조의 일부인 보강재인 경우, **[1.2]**에 따른다.

C_t : 설계하중 조합에 대한 허용 전단응력계수로서 다음에 따른다.

a) $C_t = 0.75$ 허용기준 AC-S인 경우

b) $C_t = 0.90$ 허용기준 AC-SD인 경우

c) $C_t = 1.00$ 허용기준 AC-A인 경우

d) $C_t = 0.95$ 허용기준 AC-T인 경우

1.1.2 단면계수

최소 순 단면계수 Z($\mathrm{cm^3}$)는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계하중조합(**6장 2절 [2.1.3]** 참조)의 값 중 최대값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{|P|\,s\,\ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\,\chi\,C_s\,R_{eH}}$$

다만, $\chi\,C_s$는 1.0 이하이어야 한다.

f_{bdg} : 굽힘 모멘트계수로서 다음에 따른다.

a) 양단 고정단인 연속된 보강재로 f_{bdg}는 다음 값보다 커서는 아니 된다.

- $f_{bdg} = 12$ 수평보강재 및 수직보강재의 상단
- $f_{bdg} = 10$ 수직보강재의 하단

b) 감소 고정단, 변동 하중 또는 격자구조의 일부인 보강재인 경우. [1.2]에 따른다.

C_s : 설계하중조합에 대한 허용 굽힘응력계수로서 표 1에 따른다.

σ_{hg} : 6장 2절 [1.1]에 따른 선체거더 굽힘응력(N/mm^2)으로서, 3장 7절 [3.2]에 따른 하중 계산점의 값이다.

β_s : 계수로서 표 2에 따른다.

α_s : 계수로서 표 2에 따른다.

$C_{s-\max}$: 계수로서 표 2에 따른다.

표 1 : C_s

선체거더 굽힘응력 σ_{hg}의 부호	면외하중이 작용하는 방향	계수 C_s
인장(+)	보강재 측	$C_s = \beta_s - \alpha_s \dfrac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$ 이하일 것
압축(-)	판 측	
인장(+)	판 측	$C_s = C_{s-\max}$
압축(-)	보강재 측	

표 2 : β_s, α_s 및 $C_{s-\max}$

허용기준	구조부재	β_s	α_s	$C_{s-\max}$
AC-S	종강도 부재	0.95	1.0	0.85
	횡부재 또는 수직부재	0.85	0.0	0.85
AC-SD	종강도 부재	1.10	1.0	0.95
	횡부재 또는 수직부재	0.95	0.0	0.95
AC-A	종강도 부재	1.10	1.0	1.00
	횡부재 또는 수직부재	1.00	0.0	1.00
AC-T	종강도 부재	1.25	1.0	1.15
	횡부재 또는 수직부재	1.15	0.0	1.15

1.1.3 보강재의 그룹

[1.1.1] 및 [1.1.2]의 요건에 따른 보강재의 치수는 단일 보강된 패널에 대한 동일 치수의 보강재가 순차적으로 배치되는 그룹화의 개념을 기초로 하여 결정될 수 있다. 그룹의 치수는 다음 중 큰 값으로 하여야 한다.

a) 그룹 내 모든 보강재의 요구 치수의 평균

b) 그룹 내 어느 하나의 보강재에 대한 최대 요구 치수의 90 %

1.1.4 다른 재료의 판 및 보강재

보강재의 규격 최소 항복응력이 부착판의 규격 최소 항복응력을 35 % 이상 초과하는 경우, 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$R_{eH-s} \le \left(R_{eH-P} - \frac{\alpha_s |\sigma_{hg}|}{\beta_s} \right) \frac{Z_P}{Z} + \frac{\alpha_s |\sigma_{hg}|}{\beta_s}$$

R_{eH-S} : 보강재 재료의 규격 최소 항복응력.(N/mm^2)

R_{eH-P} : 부착판 재료의 규격 최소 항복응력.(N/mm^2)

σ_{hg} : 6장 2절 [1.1]에 따른 선체거더 굽힘응력으로서, 0.4 R_{eH-P} 이상이어야 한다.(N/mm^2)

Z : 보강재 면재 / 자유단의 순 단면계수.(cm^3)

Z_P : 보강재 부착판의 순 단면계수.(cm^3)

α_s, β_s : 표 2에 따른 계수.

1.2 보 해석

1.2.1 직접해석

감소 고정단, 변동하중 또는 격자의 일부가 되는 순 특성을 사용하는 보강재의 최대 굽힘응력 σ 및 최대 전단응력 τ는 다음 사항을 고려하여 직접계산에 따라 결정하여야 한다.

a) 정 / 동압력 및 힘의 분포
b) 중간지지 (예 : 갑판, 거더 등)의 수 및 위치
c) 보강재의 양단 및 중간지지에서 고정조건
d) 중간스팬에서 보강재의 기하학적 특성

1.2.2 응력기준

계산된 응력은 다음 기준에 적합하여야 하며, C_t 및 C_s 계수는 [1.1.1] 및 [1.1.2]에 따른다.

a) $\tau \le \chi C_t \tau_{eH}$
b) $\sigma \le \chi C_s R_{eH}$

2. 특별요건

2.1 예인 보강구역의 단면계수

2.1.1

보강구역에서 선측 보강재의 순 단면계수(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = 0.3 P_{fl} \ell_{bdg} k$$

P_{fl} : 국부 설계 충격하중(kN)으로 6장 4절 [2.3.4]에 따른다.

2.2 액화 천연가스 연료 탱크 경계에 부착되는 보강재의 단면계수

2.2.1 IGF 압력

연료 겹납 설비에 의해 보호되는 내부 선체에 부착되는 보강재의 최소 순 단면계수(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z_{IGF} = \frac{|P_{IGF}| \, s \, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} \chi C_{s-IGF} R_{eH}}$$

다만, χC_{s-IGF}는 1.0 이하이어야 한다.

P_{IGF} : 6장 4절 [2.7.1]에 정의된 동적 압력

f_{bdg} : 굽힘 모멘트계수로서 다음에 따른다.

a) 양단 고정단인 연속된 보강재로 f_{bdg}는 다음 값보다 커서는 아니 된다.

- $f_{bdg} = 12$ 수평보강재 및 수직보강재의 상단
- $f_{bdg} = 10$ 수직보강재의 하단

b) 감소 고정단, 변동 하중 또는 격자구조의 일부인 보강재인 경우. [1.2]에 따른다.

C_{s-IGF} : 설계하중조합에 대한 허용 굽힘응력계수로서 표 3에 따른다.

σ_{hg-IGF} : 6장 4절 [2.7.1]에 따른 선체거더 굽힘응력(N/mm^2)

β_{s-IGF} : 계수로서 표 4에 따른다.

α_{s-IGF} : 계수로서 표 4에 따른다.

$C_{s-IGF-\max}$: 계수로서 표 4에 따른다.

표 3 : C_{s-IGF}

선체거더 굽힘응력 σ_{hg}의 부호	면외하중이 작용하는 방향	계수 C_{s-IGF}
압축(-)	판 측	$C_{s-IGF} = \beta_{s-IGF} - \alpha_{s-IGF}\dfrac{\lvert\sigma_{hg-IGF}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-IGF-\max}$ 이하일 것
인장(+)	판 측	$C_{s-IGF} = C_{s-IGF-\max}$

표 4 : β_{s-IGF}, α_{s-IGF} 및 $C_{s-IGF-\max}$

허용기준	구조부재	β_{s-IGF}	α_{s-IGF}	$C_{s-IGF-\max}$
AC-S	종강도 부재	1.0	1.0	0.9
	횡부재 또는 수직부재	0.9	0.0	0.9

2.2.2 슬로싱 압력

슬로싱 압력을 받는 보강재의 순 단면계수는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{P_{slh}\, s\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\, \chi\, C_{s-slh}\, R_{eH}}$$

P_{slh} : 4장 6절 [3.2.3]에 따른 압력(kN/m^2)

f_{bdg} : 굽힘 모멘트계수로서 다음에 따른다.

a) 일반적으로 연속된 보강재, $f_{bdg} = 12$

b) 연속되지 않는 보강재, $f_{bdg} = 8$

C_{s-slh} : 허용 굽힘 응력계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_{s-slh} = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg-slh}\rvert}{R_{eH}}$$, $C_{s-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.

$$\sigma_{hg-slh} = \left(\frac{M_{sw}}{I_{y-n50}}(z - z_n)\right)10^{-3}$$

β_s : 계수로서 표 2의 AC-S를 따른다.

α_s : 계수로서 표 2의 AC-S를 따른다.

$C_{s-\max}$: 최대 허용 굽힘응력 계수로서 표 2의 AC-S를 따른다.

제 6 절 1차 지지부재 및 필러

기호

이 장에서 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

ℓ_{bdg} : 유효 굽힘스팬(m). **3장 7절 [1.1.6]**에 따른다.

ℓ_{shr} : 유효 전단스팬(m). **3장 7절 [1.1.7]**에 따른다.

ℓ_h : 고려하는 화물창의 이중저 길이(m). 서포트 격벽이 횡격벽에 인접하여 있는 경우, **그림 1**과 같이 서포트 격벽과 횡격벽 사이의 거리로 한다.

B_{DB} : 고려하는 화물창의 이중저의 폭(m). (**그림 2** 참조)

h_{DS} : 고려하는 화물창의 이중선측구조의 하단과 상단 사이의 높이(m). (**그림 2** 참조)

$x,\ y,\ z$: **1장 4절 [3.5]**에 정의된 기준 좌표계에 대한 평가할 점의 X, Y 및 Z 좌표

x_c : 기준 좌표계에 대하여 고려하는 이중저구조의 중심 좌표(m). (**그림 1** 참조)

ϕ : 개구의 큰 쪽 지름(m)

α : a 또는 S_1 중 큰 것(m)

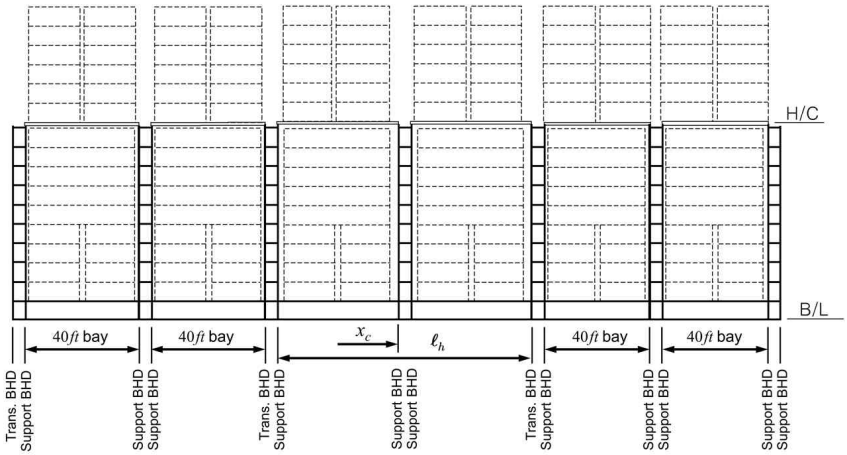


그림 1 : x_c, 이중저 중앙의 X 좌표

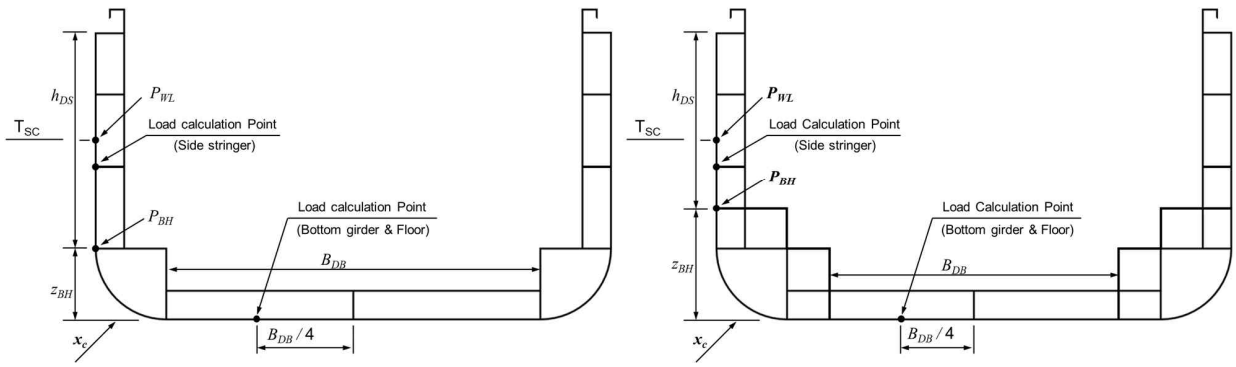


그림 2 : 설계압력의 하중 계산점

1. 일반

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 면외압력 및 집중하중을 받는 1차 지지부재, 집중하중 및 압축 축하중을 받는 필러에 대하여 적용한다. 특정 하중을 받는 부재에 대해서는 항복 검토가 수행되어야 한다.

2. 화물창 구역 내의 1차 지지부재

2.1 길이(L) 150 m 이상 컨테이너선의 화물창 중앙부 구역

2.1.1

화물창 중앙부 구역 내 1차 지지부재의 치수는 **7장**에 따른 유한요소해석으로 검증하여야 한다.

2.2 길이(L) 150 m 미만 컨테이너선의 화물창 구역 및 길이(L) 150 m 이상 컨테이너선의 중앙부 바깥 화물창

2.2.1

이 항의 요건은 면외압력을 받는 화물창 구조의 1차 지지부재 강도 검토에 대하여 적용한다.

2.2.2

[2.2.1]의 대안으로, 강도 검토는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 직접강도평가에 의하여 검증될 수 있다.

2.2.3

1차 지지부재의 두께는 직접강도해석 및 **6장 3절** [3.1.1]에 적합함을 조건으로 경감될 수 있다.

2.2.4 설계하중조합

설계하중조합 SEA-1에서 P_{in}의 계산에는 적하지침서 또는 설계자에 의하여 특별히 지정된 가장 가혹한 적재상태가 고려되어야 한다. 1차 지지부재가 탱크 / 수밀 경계를 지지할 경우, **6장 2절 표 1**의 적용 가능한 설계하중조합 또한 고려되어야 한다.

표 1 : 화물창 구역의 1차 지지부재에 대한 설계하중조합

항목	설계하중조합	하중요소	흘수	설계하중	적재상태	동적하중상태
선저 거더 및 늑판	SEA-1	P_{ex}	T_{SC}	S+D	만재상태	HSM, HSA, FSM, OST, OSA
선측 스트링거 및 선측 트랜스버스	SEA-1	P_{ex}	T_{SC}	S+D	만재상태	BSR, BSP, OST, OSA

2.2.5 중심선 거더 및 측거더

이중저 구조의 거더 순 두께는 위치에 따라 다음 식에 의한 t_1 및 t_2 (mm) 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_1 = 0.7 C_{1_1}\, C_{1_2}\, C_{1_3} \frac{|P|\, S_{gir}\, \ell_h}{(d_0 - d_1)\, C_{t-pr1}\, \tau_{eH}}$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 C_{t-pr1}\, \tau_{eH}}{C_1'}} \cdot t_1$$

P : **표** 1에 따라 고려하는 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 **그림** 2의 기준점에서 계산된다.

S_{gir} : 고려하는 중심선 거더 또는 측거더의 간격(m)으로 인접하는 거더와 간격의 평균값으로 한다.

d_0 : 고려하는 중심선 거더 또는 측거더의 깊이(m)

d_1 : 고려하는 위치서 개구의 깊이(m)

C_{1_1} : B_{DB}/ℓ_h에 따라 **표** 2에 주어진 계수. B_{DB}/ℓ_h의 중간 값인 경우, C_{1_1}는 선형보간법으로 구한다.

C_{1_2} : y/B에 따라 주어진 계수로서 다음 식에 따른다.

- $C_{1_2} = 1.4$ $|2y|/B_{DB} < 0.3$인 경우
- $C_{1_2} = 1.4 - \frac{4}{3}\left(\frac{2y}{B_{DB}} - 0.3\right)$ $|2y|/B_{DB} \geq 0.3$인 경우

C_{1_3} : $(x - x_c)/\ell_h$에 따라 주어진 계수로서 다음 식에 따른다.

- $C_{1_3} = 0.25$ $|x - x_c|/\ell_h \leq 0.25$인 경우
- $C_{1_3} = \frac{|x - x_c|}{\ell_h}$ $0.25 < |x - x_c|/\ell_h \leq 0.5$인 경우

C_{t-pr1} : 중심선 거더 및 측거더의 허용전단응력 계수로서 다음 식에 따른다.

$C_{t-pr1} = 0.92$

a : 고려하는 위치에서의 거더의 깊이(m). 다만, 거더에 수평 보강재가 설치된 경우, a는 수평 보강재와 선저 외판 또는 내저판과의 거리(m), 또는 해당 수평 보강재 간의 거리(m)로 한다.

S_1 : 수직 보강재 또는 늑판의 간격(m)

C_1' : s_1/a에 따라 **표** 3에 주어진 계수로서, s_1/a가 표의 중간 값인 경우 선형보간법으로 구한다.

H : 다음 식에 따라 구한 값.

- 거더에 보강되지 않은 개구를 설치하는 경우

  $H = 1 + 0.5\frac{\phi}{\alpha}$

- 그 밖의 경우

  $H = 1.0$

표 2 : 계수 C_{1_1}

B_{DB}/ℓ_h	0.85	1.03	1.12	1.32	1.87
C_{1_1}	0.41	0.50	0.55	0.61	0.69

표 3 : 계수 C_1'

S_1/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_1'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

2.2.6 늑판

이중저구조 늑판의 순 두께는 다음 각 위치에 따라 명시된 t_1 및 t_2 (mm) 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_1 = 0.7\, C_{2_1}\, C_{2_2}\, C_{2_3} \frac{|P|\, S_{floor}\, B_{DB}}{(d_0 - d_1)\, C_{t-pr2}\, \tau_{eH}}$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2\, a^2\, C_{t-pr}\, \tau_{eH}}{C_2'}} \cdot t_1$$

P : **표** 1에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 **그림** 2의 기준점에서 계산된다.

S_{floor} : 고려하는 늑판의 간격(m)

d_0 : 고려하는 위치에서 늑판의 깊이(m)

d_1 : 고려하는 위치에서 개구의 깊이(m)

C_{2_1} : B_{DB}/ℓ_h에 따라 **표** 4에 주어진 계수. B_{DB}/ℓ_h의 중간 값인 경우, C_{2_1}는 선형보간법으로 구한다.

C_{2_2} : 늑판의 위치와 개수에 따라 주어진 계수로서 **표** 5에 따른다.

C_{2_3} : y/B 에 따라 주어진 계수로서 다음 식에 따른다.

- $C_{2_3} = 0.25$ $|2y|/B_{DB} \le 0.5$인 경우
- $C_{2_3} = \dfrac{|y|}{B_{DB}}$ $0.5 < |2y|/B_{DB} \le 1$인 경우

C_{t-pr2} : 늑판의 허용 전단응력 계수로서 다음 식에 따른다.

$C_{t-pr2} = 0.97$

a : 고려하는 위치에서의 늑판의 깊이(m). 다만, 늑판에 수평 보강재가 설치된 경우, a는 수평 보강재와 선저 외판 또는 내저판과의 거리(m), 또는 해당 수평 보강재 간의 거리(m)로 한다.

S_1 : 수직 보강재 또는 거더의 간격(m)

C_2' : s_1/a에 따라 **표** 6에 주어진 계수로서, s_1/a가 표의 중간 값인 경우 선형보간법으로 구한다.

H : 다음 식에 따라 구한 값.

- 늑판에 보강된 개구를 설치하는 경우 또는 개구가 없는 경우
  - 보강되지 않은 슬롯을 설치하는 경우

    $H = \sqrt{4.0\dfrac{d_2}{S_1} - 1.0}$ 다만, 1.0 이상이어야 한다.
  - 보강된 슬롯을 설치하는 경우

    $H = 1.0$
- 늑판에 보강되지 않은 개구를 설치하는 경우
  - 보강되지 않은 슬롯을 설치하는 경우

    $H = \left(1 + 0.5\dfrac{\phi}{d_0}\right)\sqrt{4.0\dfrac{d_2}{S_1} - 1.0}$ 다만, $1 + 0.5\dfrac{\phi}{d_0}$ 이상이어야 한다.
  - 보강된 슬롯을 설치하는 경우

    $H = 1 + 0.5\dfrac{\phi}{d_0}$

d_2 : 늑판의 상하에 설치되어 있는 보강되지 않은 슬롯의 깊이(m)로서, 큰 값으로 한다.

표 4 : 계수 C_{2_1}

B_{DB}/ℓ_h	0.85	1.03	1.12	1.32	1.87
C_{2_1}	0.59	0.50	0.45	0.39	0.31

표 5 : 계수 C_{2_2}

Floors	Floor 1	Floor 2	Floor 3	Floor 4	Floor 5	Floor 6	Floor 7	Floor 8
C_{2_2}	0.85	1.1	1.18	1.05	1.05	1.18	1.1	0.85

Floors	Floor 1′	Floor 2′	Floor 4	Floor 5	Floor 6′	Floor 7′
C_{2_2}	0.95	1.15	1.05	1.05	1.15	0.95

표 6 : 계수 C_2'

S_1/d_0	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_2'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

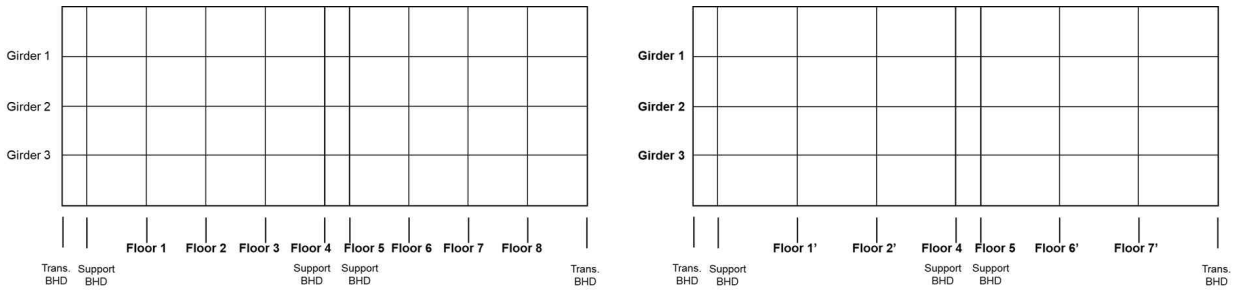


그림 3 : 늑판의 위치

2.2.7 선측 스트링거

이중선측구조에서 스트링거의 순 두께는 위치에 따라 다음 식에 의한 t_1 및 t_2 (mm) 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_1 = 0.9\, C_{3_1}\, C_{3_2}\, C_{3_3} \frac{3\,|P|\,\ell_h}{(d_0 - d_1)\, C_{t-pr3}\, \tau_{eH}}$$

$$t_2 = 1.75 \sqrt[3]{\frac{H^2\, a^2\, C_{t-pr}\, \tau_{eH}}{C_3'}} \cdot t_1$$

P : 표 1에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 그림 2의 기준점에서 계산된다.

d_0 : 스트링거의 깊이(m)

d_1 : 고려하는 위치에서 개구의 높이(m)

C_{3_1} : h_{DS}/ℓ_h에 따라 표 7에 주어진 계수. h_{DS}/ℓ_h의 중간 값인 경우, C_{3_1}는 선형보간법으로 구한다.

C_{3_2} : $(z - z_{BH})/h_{DS}$에 따라 표 8에 주어진 계수. $(z - z_{BH})/h_{DS}$의 중간 값인 경우, C_{3_2}는 선형보간법으로 구한다.

C_{3_3} : $(x - x_c)/\ell_h$에 따라 주어진 계수로서 다음 식에 따른다.

- $C_{3_3} = 0.25$ $\quad |x - x_c|/\ell_h \le 0.25$인 경우
- $C_{3_3} = \dfrac{|x - x_c|}{\ell_h}$ $\quad 0.25 < |x - x_c|/\ell_h \le 0.5$인 경우

C_{t-pr3} : 선측 스트링거의 허용 전단응력 계수로서 다음 식에 따른다.

$C_{t-pr3} = 0.92$

a : 고려하는 위치에서의 스트링거 깊이(m). 다만, 늑판에 종방향 보강재가 설치된 경우, a는 종방향 보강재와 선측외판 또는 이중선측의 종격벽과의 거리(m), 또는 해당 종방향 보강재 간의 거리(m)로 한다.

S_1 : 횡방향 보강재 또는 웨브 프레임의 간격(m)

C_3' : S_1/a에 따라 표 9에 주어진 계수. S_1/a의 중간 값인 경우 선형보간법으로 구한다.

H : 다음 식에 따라 구한 값.

- 스트링거에 보강되지 않은 개구를 설치하는 경우

$$H = 1 + 0.5\frac{\phi}{\alpha}$$

- 그 밖의 경우

$$H = 1.0$$

표 7 : 계수 C_{3_1}

h_{DS}/ℓ_h	0.72 이하	0.84	1.02
C_{3_1}	0.7	1.0	1.25

표 8 : 계수 C_{3_2}

$(z-z_{BH})/h_{DS}$	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8
C_{3_2}	0.4	0.6	0.7	0.9	1.2

표 9 : 계수 C_3'

S_1/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_3'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

2.2.8 선측 트랜스버스

이중선측구조에서 트랜스버스의 순 두께는 위치에 따라 다음 식에 의한 t_1 및 t_2 (mm) 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_1 = 0.9\, C_{4_1}\, C_{4_2}\, C_{4_3} \frac{|P|\, S_{trans}\,(T_{SC} - z_{BH})}{(d_0 - d_1)\, C_{t-pr}\, \tau_{eH}}$$

$$t_2 = 1.75\sqrt[3]{\frac{H^2 a^2 C_{t-pr} \tau_{eH}}{C_4'} \cdot t_1}$$

P : 표 1에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 다음 식에 따른다.

$$P = \frac{P_{BH} + P_{WL}}{2}$$

P_{BH} : 표 1에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 이중선측구조 하단에서의 값으로 한다. (그림 2 참조)

P_{WL} : 표 1에 따른 설계하중조합에 대한 설계압력(kN/m^2)으로 흘수선에서의 값으로 한다.(그림 2 참조)

S_{trans} : 트랜스버스가 지지하는 폭(m)

d_0 : 트랜스버스 깊이(m)

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구 깊이(m)

C_{4_1} : h_{DS}/ℓ_h에 따라 표 10에 주어진 계수. h_{DS}/ℓ_h의 중간 값인 경우, C_{4_1}는 선형보간법으로 구한다. 트랜스버스가 최상층갑판까지 연장되어 있지 않은 경우, C_{4_1} 값은 0.8 이상으로 한다.

C_{4_2} : 트랜스버스의 위치에 따라 표 11에 주어진 계수.

C_{4_3} : $(z-z_{BH})/h_{DS}$에 따라 주어진 계수로서 다음 식에 따른다.

- $C_{4_3}=1.0$ $(z-z_{BH})/h_{DS} \le 0.05$인 경우
- $C_{4_3}=\frac{10}{9}\left(0.5-\frac{z-z_{BH}}{h_{DS}}\right)+0.5$ $0.05<(z-z_{BH})/h_{DS}<0.5$인 경우
- $C_{4_3}=0.5$ $(z-z_{BH})/h_{DS}>0.5$인 경우

z_{BH} : 이중선측구조 하단의 Z 좌표(m)로서 **그림 2**에 따른다.

C_{t-pr4} : 선측 트랜스버스의 허용 전단응력 계수로서 다음 식에 따른다.

$C_{t-pr4}=0.97$

a : 고려하는 위치에서의 트랜스버스 깊이(m). 다만, 트랜스버스에 수직 보강재가 설치된 경우, a는 수직 보강재와 선측외판 또는 이중선측의 종격벽과의 거리(m), 또는 해당 수직 보강재 간의 거리(m)로 한다.

S_1 : 수평 보강재 또는 선측 스트링거의 간격(m)

C_4' : S_1/a에 에 따라 **표 12**에 주어진 계수. S_1/a의 중간 값인 경우 선형보간법으로 구한다.

H : 다음 식에 따라 구한 값.

- 트랜스버스에 보강되지 않은 개구를 설치하는 경우

  $H=1+0.5\frac{\phi}{\alpha}$

- 그 밖의 경우

  $H=1.0$

표 10 : 계수 C_{4_1}

h_{DS}/ℓ_h	0.55	0.72	0.84	1.02
C_{4_1}	0.8	0.66	0.60	0.57

표 11 : 계수 C_{4_2}

	Trans. 1	Trans. 2	Trans. 3	Trans. 4	Trans. 5	Trans. 6	Trans. 7	Trans. 8
C_{4_2}	1.0	1.15	1.15	0.9	0.9	1.15	1.15	1.0

	Trans. 1′	Trans. 2′	Trans. 4	Trans. 5	Trans. 6′	Trans. 7′
C_{4_2}	1.0	1.15	0.9	0.9	1.15	1.15

표 12 : 계수 C_4'

S_1/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_4'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

3. 화물창 구역 바깥의 1차 지지부재

3.1 적용

3.1.1

이 항의 적용은 선수 / 선미 및 기관구역 내의 면외압력을 받는 1차 지지부재에 대하여 적용한다.

3.2 치수요건

3.2.1 순 단면계수

면외압력을 받는 1차 지지부재의 순 단면계수 Z_{n50}(cm^3)는 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계하중조합(6장 2절 [2] 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$Z_{n50} = 1000\frac{|P|Sl_{bdg}^2}{f_{bdg}C_sR_{eH}}$$

f_{bdg} : 굽힘 모멘트 분포계수로서 표 14에 따른다.

C_s : 허용 기준세트에 대한 허용 굽힘응력 계수로서 표 13에 따른다.

3.2.2 순 전단면적

면외압력을 받는 1차 지지부재의 순 전단면적 $A_{shr-n50}$(cm^2)은 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계하중조합(6장 2절 [2] 참조)의 값 중 최대값보다 작아서는 아니 된다.

$$A_{shr-n50} = 10\frac{f_{shr}|P|Sl_{shr}}{C_t\tau_{eH}}$$

f_{shr} : 전단력 분포계수로서 표 14에 따른다.

C_t : 허용 기준세트에 대한 허용 전단응력 계수로서 표 13에 따른다.

표 13 : 1차 지지부재의 허용 굽힘 및 전단응력 계수

허용기준	1차 지지부재에 부착된 구조	C_s 및 C_t
AC-S	갑판 및 플랫을 포함한 모든 경계	0.70
AC-SD	갑판 및 플랫을 포함한 모든 경계	0.85
AC-A, AC-T	갑판 및 플랫을 포함한 모든 경계	0.95

3.3 진보된 계산방법

3.3.1 직접계산

복합 격자구조가 채택되는 경우 또는 크로스타이가 선측외판의 1차 지지부재에 설치되는 경우, 치수는 다음 사항을 고려하여 직접계산에 의하여 결정되어야 한다.

- 정 / 동압력 및 힘의 분포
- 중간지지(예, 갑판, 거더 등)의 수 및 위치
- 보강재의 양단 및 중간지지에서 고정조건
- 중간 스팬에서 보강재의 기하학적 특성

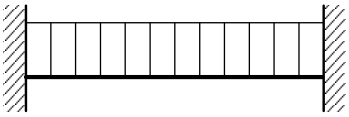
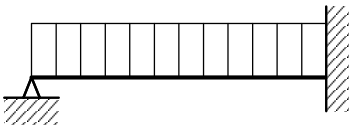
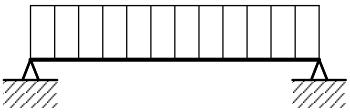
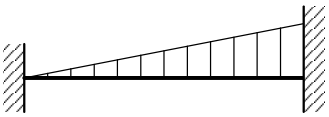
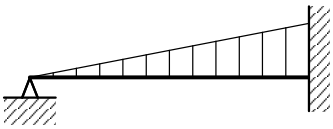
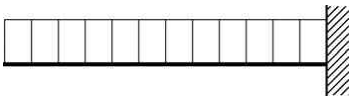
3.3.2 해석기준

계산된 응력은 다음 기준에 적합하여야 한다.

- $\sigma \le C_sR_{eH}$

- $\tau \le C_t \tau_{eH}$
  τ : t_{n50}을 기초로 한 전단응력(N/mm^2)
  σ : t_{n50}을 기초로 한 수직응력(N/mm^2)
  C_s, C_t : 허용 응력계수로서 [3.2]에 따른다.

표 14 : 굽힘 모멘트 및 전단력 계수, f_{bdg} 및 f_{shr}

하중 및 경계조건				굽힘 모멘트 및 전단력 분포계수 (하중이 변하는 경우, 스팬 중간에서의 하중을 기초로 함)		
위치				1 f_{bdg1} f_{shr1}	2 f_{bdg2} -	3 f_{bdg3} f_{shr3}
하중모델	1 지지	2 필드	3 지지			
A				12.0 0.50	24.0 -	12.0 0.50
B				- 0.38	14.2 -	8.0 0.63
C				- 0.50	8.0 -	- 0.50
D				15.0 0.30	23.3 -	10.0 0.70
E				- 0.20	16.8 -	7.5 0.80
F				- -	- -	2.0 1.0

비고 1 : 지지점에 대한 굽힘 모멘트 분포계수, f_{bdg}는 1차 지지부재에 대한 유효 굽힘스팬의 끝단으로부터 0.2 ℓ_{bdg} 거리에 걸쳐 적용할 수 있다.

비고 2 : 지지점에 대한 전단력 분포계수, f_{shr}는 1차 지지부재에 대한 유효 전단스팬의 끝단으로부터 0.2 ℓ_{shr} 거리에 걸쳐 적용할 수 있다.

비고 3 : f_{bdg} 및 f_{shr} 적용

유효스팬의 끝단으로부터 0.2 ℓ_{bdg} 내의 단면계수 요건은 해당 f_{bdg1} 및 f_{bdg3}을 사용하여 결정하여야 한다. 다만, f_{bdg}는 12 이하여야 한다.

스팬 중간의 단면계수 $f_{bdg} = 24$ 또는 f_{bdg2} 중 작은 값을 사용하여 결정하여야 한다.

유효스팬의 끝단으로부터 0.2 ℓ_{shr} 내의 저단면적 요건은 $f_{shr} = 0.5$, 해당 f_{shr1} 또는 f_{shr3} 중 큰 값을 사용하여 결정하여야 한다.

모델 A부터 F의 경우, f_{shr} 값은 0.2 ℓ_{shr}에서 스팬 중간 방향으로 스팬 중간에서 0.5 ℓ_{shr}로 점차적으로 경감시킬 수 있다. 이때 f_{shr}은 f_{shr1} 또는 f_{shr3} 중 큰 값이다.

4. 필러

4.1 압축 축하중을 받는 필러

4.1.1 기준

필러에 작용하는 최대 축방향 압축하중 F_{pill}(kN)은 다음 식에 의한 모든 적용 가능한 설계하중조합(**6장 2절 [2]**)의 값 중 최대값으로 한다.

$$F_{pill} = P b_{a-sup} \ell_{a-sup} + F_{pill-upr}$$

b_{a-sup} : 지지하는 면적의 평균 폭(m)

ℓ_{a-sup} : 지지하는 면적의 평균 길이(m)

$F_{pill-upr}$: 해당되는 경우, 필러 상부로부터 축방향 하중을 포함하는 필러의 축방향 하중(kN)

$A_{pill-n50}$: 필러의 순 단면적(cm^2)

필러의 좌굴 검토는 **8장 4절 [3.1]**에 따르며, **8장 5절 [3.1]**의 σ_{av} (N/mm^2)는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_{av} = 10 \frac{F_{pill}}{A_{pill-n50}}$$

4.2 축방향 인장 하중을 받는 필러

4.2.1 기준

축방향 인장 하중을 받는 필러 및 1차 지지부재는 **[3.3.2]**의 기준을 만족하여야 한다. ⚓

14편 7장

직접강도 해석

제 1 절 강도평가

제 2 절 화물창 구조 강도해석

제 3 절 국부구조 강도해석

제 1 절 강도평가

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
이 장은 유한요소해석을 사용하여 선체구조의 치수를 평가하기 위하여 길이 150 m 이상의 선박에 적용하는 요건을 규정한다.

1.1.2
유한요소해석은 다음의 세 부분으로 이루어진다.

a) 종방향 선체거더 구조부재, 1차 지지구조부재 및 격벽의 강도를 평가하기 위한 화물창 해석.
b) 국부 구조 상세에서의 상세 응력수준을 평가하기 위한 상세 요소분할해석.(fine mesh analysis)
c) **9장**에 따른 구조상세의 피로 능력을 평가하기 위한 매우 상세한 요소분할해석.(very fine mesh analysis)

1.1.3
유한요소해석에 기반을 둔 강도평가는 화물창 영역에 대하여 적용한다.

1.1.4
해석은 다음을 검증하기 위함이다.

a) 응력 수준은 항복 허용기준을 만족하여야 한다.
b) 판 및 보강된 패널의 좌굴 능력은 **8장**에 따른 좌굴 허용기준을 만족하여야 한다.
c) 구조상세의 피로 능력은 **9장**에 따른 허용기준을 만족하여야 한다.

1.1.5
선박의 길이가 290 m 이상인 경우, 전선해석을 수행하여야 하며, **3편 부록 3-2**에 따른다.

선박의 길이가 150 m 이상인 경우, 화물창 해석을 수행하여야 하며, **7장**을 따른다. 선박의 길이가 150 m 미만인 경우, 구조 배치가 현저한 변화가 있는 경우(예, 매우 좁은 평형수 탱크 등)에는 화물창 해석을 추가적으로 수행하여야 한다.

유한요소해석의 최소 요건을 보여주는 흐름도는 **그림 1**과 같다.

1.1.6 선급부호
신청자(선주 또는 건조자)의 신청에 따라 다음 규정에 적합할 경우 선급부호 SeaTrust(DSA1) 또는 SeaTrust(DSA2)를 부여할 수 있다.

컨테이너선은 **7장**의 규정을 적용하여 선급부호 SeaTrust(DSA1)를 부여한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 **3편 부록 3-2** 규정도 적용하여야 하며, 이 경우 선급부호 SeaTrust(DSA2)를 부여한다. 단 SeaTrust(DSA2) 부여 시 SeaTrust(DSA1)이 수행되어야 한다.

2. 부식 추가

2.1 일반

2.1.1
화물창 유한요소해석, 국부 상세요소분할 유한요소해석 및 매우 상세한 요소분할해석에 대한 유한요소 모델은 **3장 2절 표 1**에 규정된 부식 추가를 적용하는 순 치수 방법에 기초하여야 한다.

모든 좌굴 능력 평가는 **3장 2절 표 1**에 규정된 부식 추가를 기초로 하여야 한다.

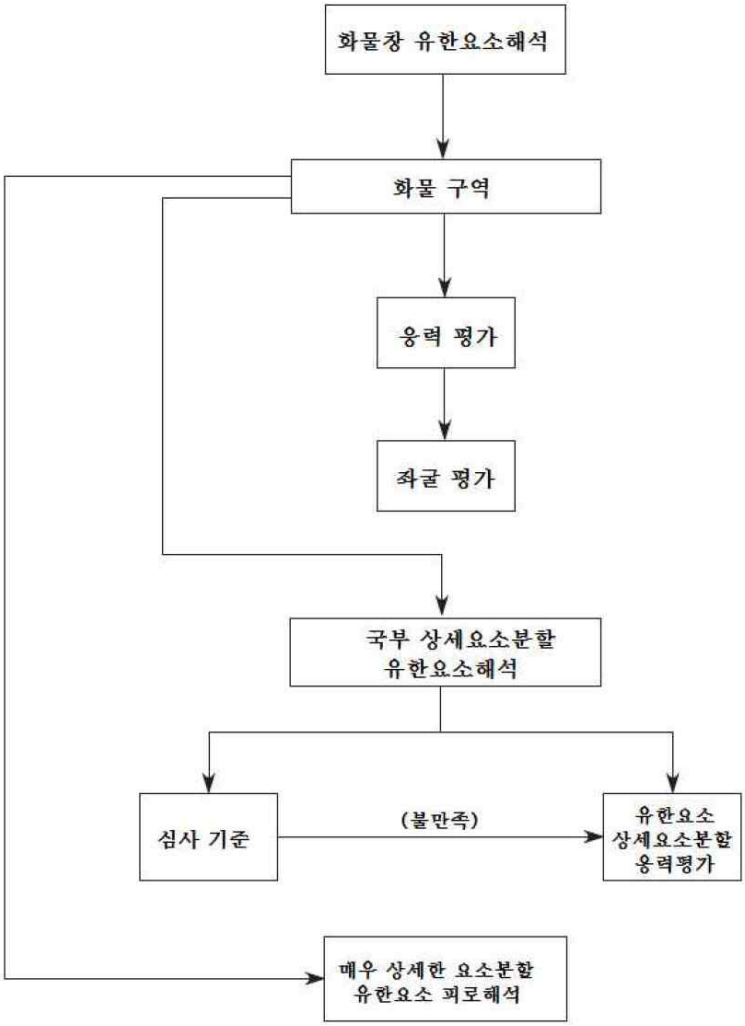


그림 1 : 유한요소해석의 흐름도

3. 유한요소 종류

3.1 사용된 유한요소 종류

3.1.1

구조평가는 3차원 구조모델의 선형 유한요소해석을 기초로 하여야 한다. 유한요소해석에 사용되는 유한요소의 일반적인 종류들은 표 1과 같다.

표 1 : 유한요소의 종류

유한요소의 종류	설명
봉(또는 트러스) 요소	축 강성만을 갖으며 요소의 전 길이에 걸쳐 동일한 단면적을 갖는 선 요소
보 요소	축, 비틀림, 두 방향 전단 및 굽힘 강성을 갖고 요소의 전 길이에 걸쳐 동일한 단면특성을 갖는 선 요소
쉘(또는 판) 요소	면내 및 면외 굽힘 강성을 갖는 동일한 두께의 쉘 요소

3.1.2

2절점 선 요소와 4절점 쉘 요소들은 선체구조를 구현하는데 충분한 것으로 간주된다. 이 장에 주어진 요소분할 요건들은 이들 요소들이 유한요소 모델에 사용된다는 가정을 기초로 한다. 그러나 더 높은 차수의 요소들 이 사용될 수 있다.

4. 결과의 제출

4.1 상세 보고서

4.1.1

규정된 구조설계 기준을 만족함을 입증하기 위하여 설계자 / 건조자는 구조해석의 상세 보고서를 제출하여야 한다. 이 보고서는 아래 정보를 포함하여야 한다.

a) 날짜와 버전을 포함하는 사용된 도면 리스트
b) 도면과 대비한 모든 모델링 가정, 구조의 기하학적 형상 및 배치의 모든 차이를 포함하는 구조 모델링에 대한 상세한 설명
c) 정확한 구조 모델링과 할당된 특성(두께 또는 단면 특성)을 설명하는 그림
d) 모델링에 쓰인 물성치, 판 두께, 보 특성 등의 세부 사항
e) 경계조건의 상세
f) 계산된 선체거더 전단력, 굽힘 모멘트 및 비틀림 모멘트 분포를 대상으로 검토된 모든 적하 상태의 상세
g) 적용 하중의 상세, 개별 및 전체 적용 하중이 정확함을 확인
h) 적용된 하중 하에서 구조모델의 정확한 거동을 보여주는 그림과 결과
i) 전체 및 국부 처짐의 요약과 그림
j) 어느 부재에서도 설계기준을 초과하지 않음을 보여주는 요약 및 충분한 응력 분포도
k) 판과 보강패널의 좌굴해석과 결과
l) 설계기준에 만족 여부를 보여주는 도표화 된 결과
m) 필요 시, 설계기준에 만족함을 보여주는 변경된 응력 평가 결과, 좌굴 및 피로특성을 포함하는 구조 개정안
n) 버전 및 날짜를 포함하는 유한요소 컴퓨터 프로그램의 참고 자료

5. 컴퓨터 프로그램

5.1 컴퓨터 프로그램의 사용

5.1.1

굽힘, 전단, 축 및 비틀림 변형의 조합효과를 고려할 수 있는 기능이 있는, **1장 3절**에 적합한 모든 유한요소 계산 프로그램은 선체구조의 응력과 변형을 결정하는데 사용할 수 있다.

제 2 절 화물창 구조 해석

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호에 대해서는 **1장 4절**을 참조한다.

M_{sw} : **4장 4절**에 따른 허용 수직 정수중 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{wv} : **4장 4절**에 따른 호깅 또는 새깅 상태에서 수직 파랑 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{wh} : **4장 4절**에 따른 수평 파랑 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{wt} : **4장 4절**에 따른 항해상태에서의 파랑 비틀림 모멘트 (kNm)

Q_{sw} : **4장 4절**에 따른 고려하는 격벽 위치에서의 허용 가능한 정수중 전단력 (kN)

Q_{wv} : **4장 4절**에 따른 수직 파랑 전단력 (kN)

x_{b-aft}, x_{b-fwd} : 중앙부 화물창의 선미 및 선수 격벽 각각의 X-좌표

x_{aft} : 유한요소 모델의 후단 지지점의 X-좌표

x_{fore} : 유한요소 모델의 전단 지지점의 X-좌표

x_i : 특설늑골 위치 i의 X-좌표

Q_{aft} : [4.4.6]에 따른 중앙 화물창의 후방격벽에서의 수직 전단력

Q_{fwd} : [4.4.6]에 따른 중앙 화물창의 전방격벽에서의 수직 전단력

$Q_{targ-aft}$: [4.3.3]에 따른 중앙 화물창의 후방격벽에서의 목표 전단력

$Q_{targ-fwd}$: [4.3.3]에 따른 중앙 화물창의 전방격벽에서의 목표 전단력

1. 목적 및 범위

1.1 일반사항

1.1.1

화물창 구조강도 해석은 화물창 구역 내의 종방향 선체거더 구조부재, 1차 지지부재 및 격벽의 치수를 평가하는데 사용된다. 이 절에서는 화물창 구조강도 해석에 대한 요건을 규정한다.

1.1.2

선체 중앙부 화물창 구역의 화물창은 **그림 1**에 정의된 바와 같이 종방향 중심위치가 AE로부터 0.3 L과 0.7 L 사이에 있는 화물창을 말한다.

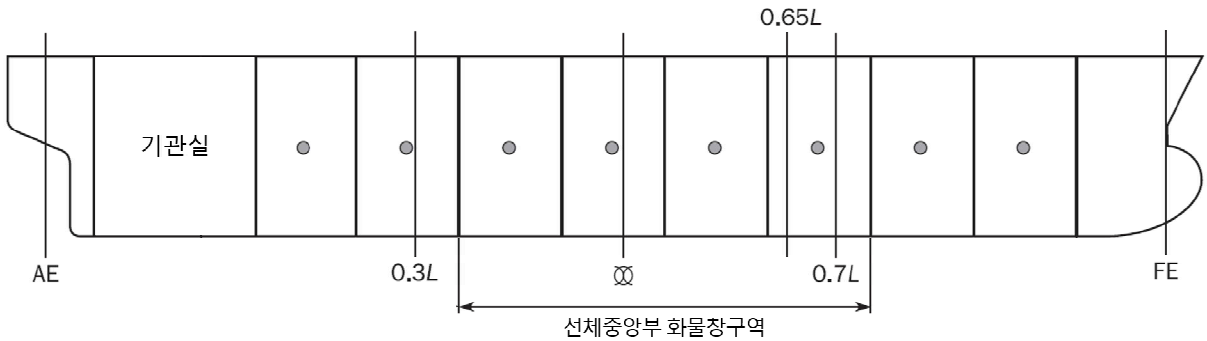


그림 1 : 유한요소 구조평가를 위한 화물창 구역의 정의

1.2 화물창 구조강도 해석 절차

1.2.1 절차 설명

유한요소 해석은 다음에 따라 수행되어야 한다.

- 모델: 다음을 포함하는 3개 화물창 모델:
  - [2.2]에 따른 범위
  - [2.3]에 따른 유한요소 종류
  - [2.4]에 따른 구조 모델링
- [2.5]에 따른 경계조건
- [3]에 따른 유한요소 하중조합
- [4]에 따른 하중 적용
- [5.1]에 따른 평가지역
- [5.2] 및 [5.3]에 따른 강도평가

1.2.2 중앙 화물창의 정의

유한요소 해석의 목적을 위하여, 중앙 화물창은 3개 화물창 모델 길이의 유한요소 모델의 가운데 화물창으로 정의한다.

1.2.3 치수 평가

치수 평가는 고려하는 화물창에 적용되는 **4장 8절**에 따른 유한요소 하중조합을 사용하여 중앙 화물창에 대하여 **1절**에 따라 수행하여야 한다. 유한요소 해석 결과는 [5.1.1]에 따른 고려하는 화물창의 평가 구역에 적용한다.

2. 구조 모델

2.1 모델링하여야 하는 부재

2.1.1

다음을 포함한 종방향 및 횡방향의 모든 주요 구조부재에 대하여 모델링을 하여야 한다.

- 내측판 및 선체외판
- 갑판
- 이중저 늑판 및 늑골
- 횡 및 수직 특설 늑골
- 창구코밍
- 스트링거
- 횡 및 종격벽 구조
- 기타 1차 지지부재
- 선체거더강도에 기여하는 기타 구조부재

웨브 보강재를 포함하는 구조물의 모든 판과 보강재는 모델링하여야 한다. 1차 지지부재의 강도에 기여하는 브래킷 및 [2.4.2]에서 규정한 전형적인 요소분할 크기(s × s) 이상의 크기인 브래킷은 모델링하여야 한다.

2.2 모델의 범위

2.2.1 종방향 범위

최전방 및 최후방 화물창 모델을 제외하고, 화물창 유한요소 모델의 종방향 범위는 3개 화물창 길이를 포함하여야 한다. 모델 끝단부에서의 횡격벽은 모델링하여야 한다. 선박의 중앙부 화물창 구역의 전형적인 유한요소 모델을 **그림 2**에 나타내었다.

2.2.2 선체 형상의 모델링

일반적으로, 유한요소 모델은 선체 형상의 기하학적 형상을 나타낸다. 선체 중앙부 화물창 구역에서, 유한요소 모델은 중앙 화물창이 각주 형상(prismatic shape)을 가진 각주 형이다.

2.2.3 횡방향 범위

선박의 좌현 및 우현 모두를 모델링하여야 한다.

2.2.4 수직방향 범위

선박의 전 깊이는 해당하는 경우 상갑판 상부의 1차 지지부재, 트렁크, 선수루 및 / 또는 창구 코밍을 포함하여 모델링하여야 한다. 2-island 설계의 경우 연료유 탱크 위의 선루 또는 갑판실은 모델에 포함되어야 한다.

2.3 유한요소 종류

2.3.1

판은 쉘 요소로 모델링하여야 한다.

2.3.2

모든 보강재는 축, 비틀림, 두 방향 전단 및 굽힘 강성을 갖고 있는 보 요소로 모델링하여야 한다. 중립축의 편심은 모델링하여야 한다.

2.3.3

1차 지지부재 및 브래킷의 면재는 봉 또는 보 요소를 사용하여 모델링하여야 한다.

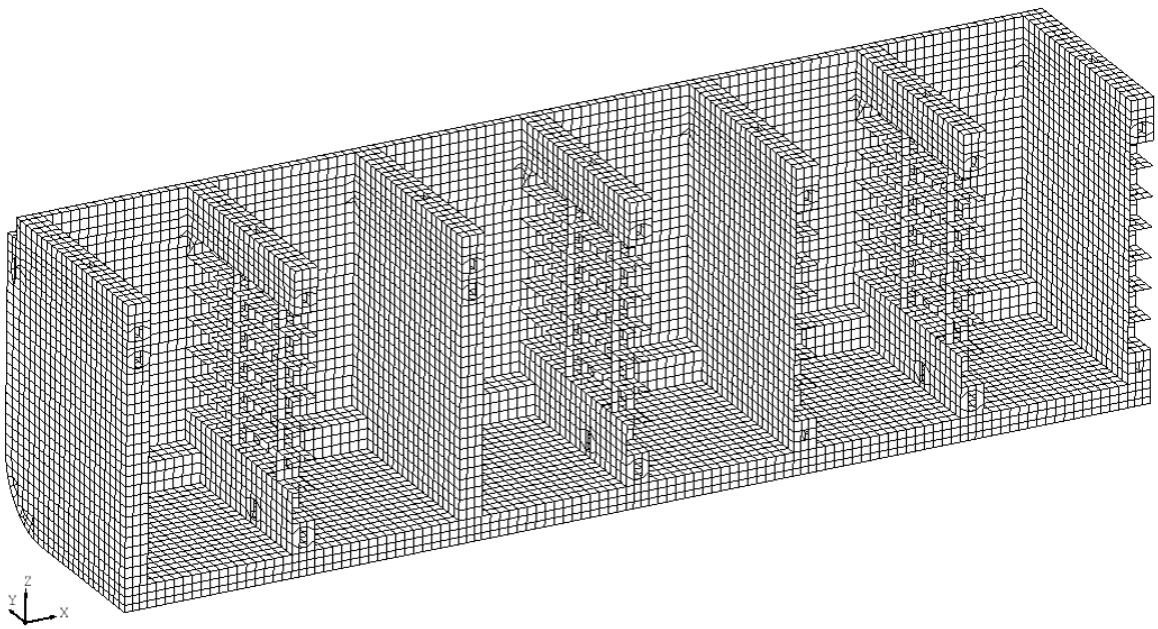


그림 2 : 중앙부 구역 내의 3개 화물창 모델의 예 (전폭 모델의 좌현만을 표시)

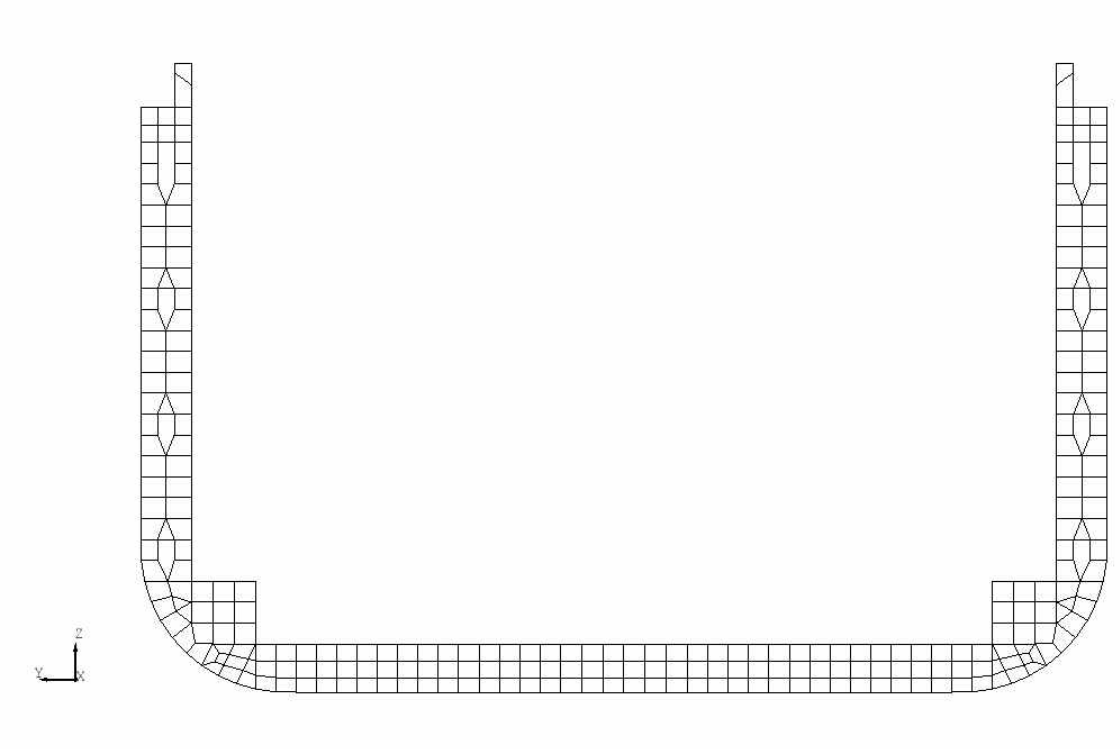


그림 3 : 특설 늑골의 전형적인 유한요소 분할

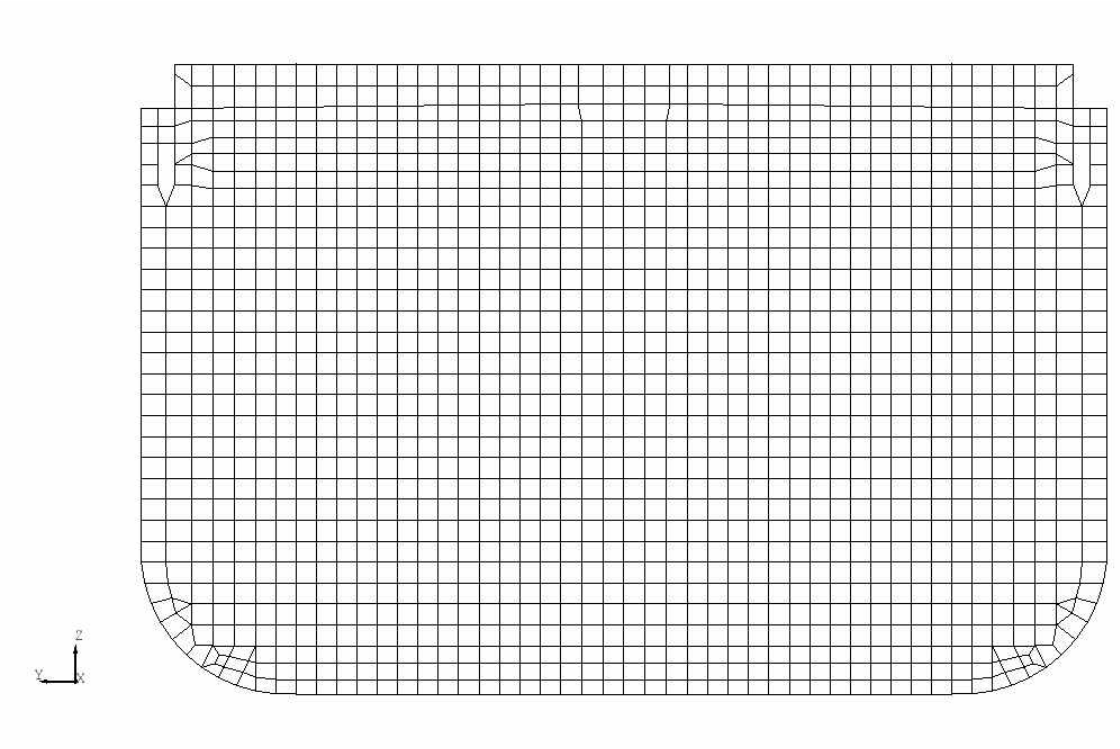


그림 4 : 횡격벽의 전형적인 유한요소 분할

2.4 구조 모델링

2.4.1 종횡비

쉘 요소의 종횡비는 일반적으로 3을 넘지 않아야 한다. 삼각형 쉘 요소의 사용은 최소화하여야 한다. 가능하면, 높은 응력이나 급격한 응력변화가 예상되는 부위의 쉘 요소 종횡비는 1에 가깝게 유지되어야 하고 삼각형 요소의 사용은 피해야 한다.

2.4.2 요소분할

쉘 요소분할은 실행 가능한 한 보강구조 시스템을 따라야 하며, 이런 이유로 보강재 사이의 실제 패널이 표현되어야 한다. 일반적으로, 쉘 요소분할은 다음의 요건을 만족하여야 한다.

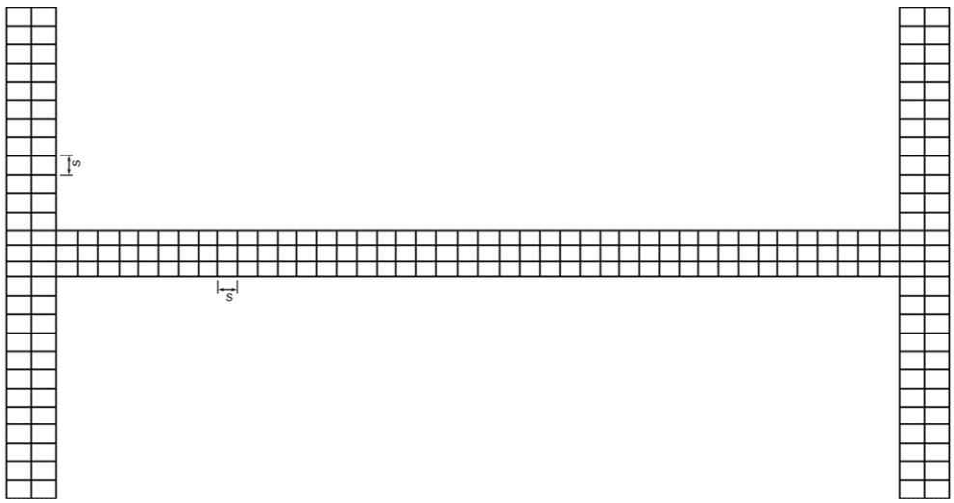
a) 모든 종보강재 사이에 하나의 요소.(**그림 3** 참조) 종방향으로, 요소 길이는 1차 지지부재 사이에 3개의 요소를 최소로 하며 종 보강재 간격의 두 배를 넘지 않아야 한다.

b) 횡격벽 상의 모든 보강재 사이에 하나의 요소.(**그림 4** 참조)

c) 횡 및 수직방향 특설늑골 및 스트링거의 모든 웨브 강재 사이에 하나의 요소.(**그림 3** 및 **그림 5** 참조)

d) 이중저 거더, 늑판, 횡방향 특설늑골, 수직방향 특설늑골 그리고 횡격벽의 수평 스트링거의 깊이 방향으로는 적어도 3개의 요소로 분할 한다. 웨브 깊이가 작은 갑판 트랜스버스 그리고 제수 종 / 횡격벽의 수평 스트링거의 경우, 적어도 매 웨브 보강재 사이에 1개의 요소가 배치되는 것을 조건으로, 그 깊이 방향으로 2개의 요소로 분할 할 수 있다. 인접 구조의 요소분할 크기는 적절하게 조절되어야 한다.

e) 1차 지지부재의 대형 브래킷 자유변의 곡률 형상은 기하학적 불연속 때문에 응력이 비현실적으로 높게 나오지 않도록 모델링하여야 한다. 일반적으로, 보강재 간격과 같은 요소분할 크기는 허용할 수 있다. 브래킷 토우는 브래킷 암의 모델링 길이가 실제 브래킷 암 길이를 초과하지 않도록 하는 가장 가까운 절점에서 종료시킬 수 있다. 브래킷 플랜지는 **그림 6**에서와 같이 판에 연결하여서는 아니 된다. 플랜지가 테이퍼되는 부분의 모델링은 **[2.4.7]**에 따른다. **그림 6**은 허용할 수 있는 요소분할의 예를 보여준다. **3절**에서와 같이, 브래킷 토우에서의 응력을 결정하기 위하여 요소를 더 상세하게 분할하여야 한다.



s = 보강재 간격

그림 5 : 횡격벽의 수평 스트링거의 전형적인 유한요소 분할

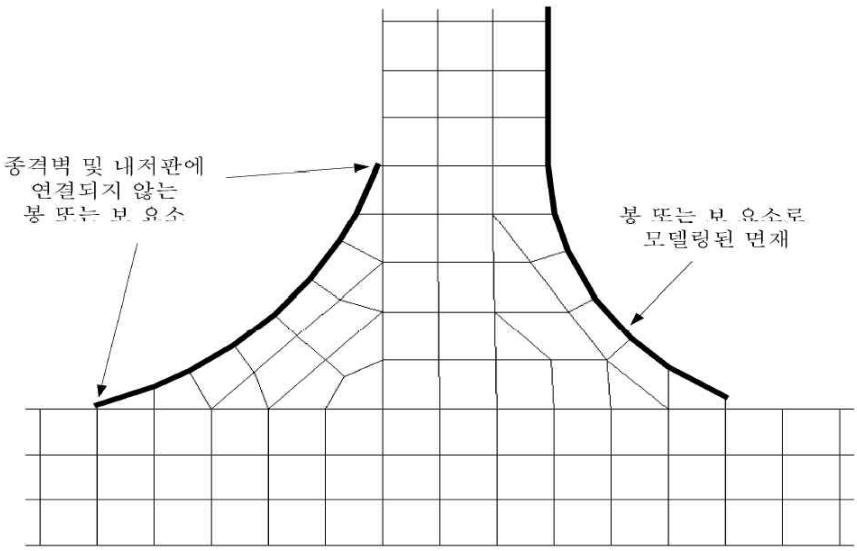


그림 6 : 횡방향 특설 늑골의 주 브래킷에 대한 전형적인 유한요소 분할

2.4.3 더 상세한 요소분할

기하학적 형상을 화물창 모델에서 적절하게 표현하지 못하는 경우 및 응력이 화물창 요소분할 허용기준을 초과하는 경우, 만족하는 치수임을 보여주기 위하여 더 상세한 요소분할을 이러한 형상에 사용할 수 있다. 이러한 해석에서 요구되는 요소분할의 크기는 기하학적 형상에 의해 지배된다. 이러한 경우, [2.4]에 규정되어 있는 것과 동등한 지역 내에서의 평균응력은 [5.2]의 요건에 적합하여야 한다.

2.4.4

그림 7은 화물창 구조의 모델링의 예이다.

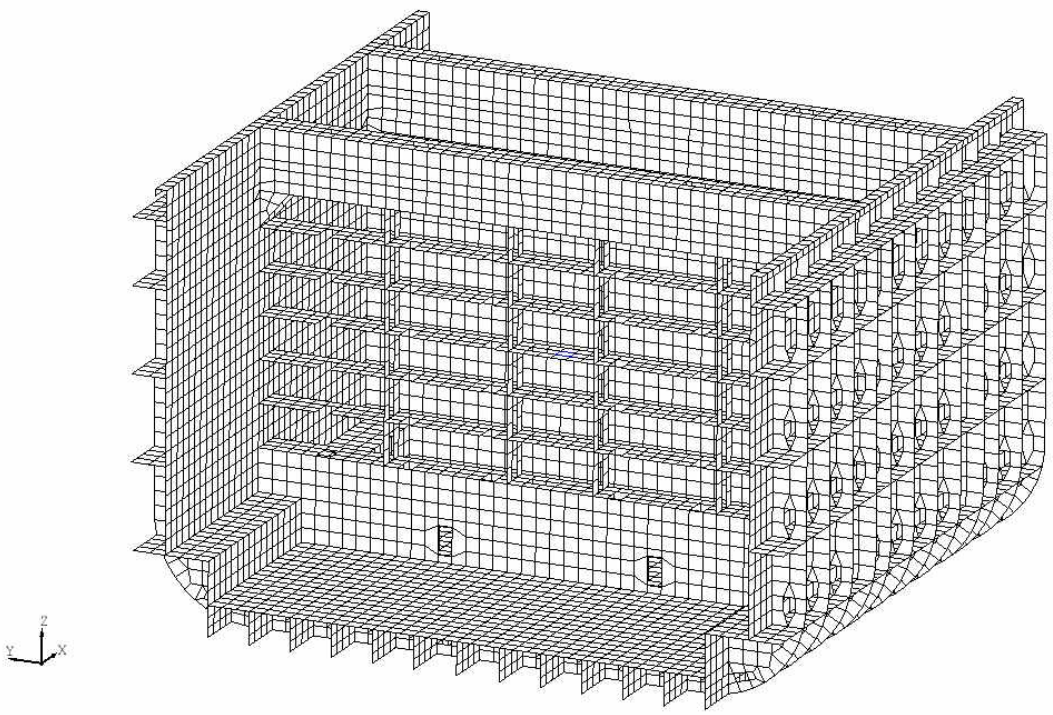


그림 7 : 컨테이너선 화물창 구조의 모델링 예

2.4.5 스닙 보강재

불연속 보강재는 연속 보강재로 모델링하여야 한다. 즉, 스닙단에서의 웨브 높이의 감소는 모델링하지 않는다.

2.4.6 1차 지지부재의 웨브 보강재

1차 지지부재의 웨브 보강재는 모델링하여야 한다. 이들 보강재들이 주요한 유한요소 분할과 일치하지 않을 경우, 조정 거리가 고려하는 보강재 간격의 0.2배를 넘지 않도록 가까운 절점을 따라 선 요소를 배치한다. 계산된 응력 및 좌굴 사용계수는 이러한 조정에 대하여 수정할 필요는 없다. 플랜지와 평행한 대형 브래킷, 갑판 트랜스버스 및 스트링거의 좌굴 보강재는 모델링하여야 한다. 이들 보강재는 봉 요소를 이용하여 모델링할 수 있다.

2.4.7 1차 지지부재의 면재

1차 지지부재 및 브래킷의 면재의 곡선 부분에서의 유효 단면적은 **3장 7절**에 따라 계산하여야 한다. 면재의 테이퍼 부분을 나타내는 봉 또는 보 요소의 단면적은 해당 요소 길이에서의 면재의 평균 단면적을 기초로 한다.

2.4.8 개구부

1차 지지부재의 웨브에서 개구 및 맨홀을 나타내는 방법은 **표 1**에 따른다. 맨홀은 크기에 관계없이 적절한 요소를 제거하여 모델링하여야 한다.

표 1 : 1차 지지부재 웨브에서의 개구 표현

기준	모델링 여부	해석
$h_o/h < 0.5$ and $g_o < 2.0$	개구를 모델링 할 필요가 없다.	**3절 [1.2]**에 따른 상세분할해석에 의하여 평가되어야 한다.
맨홀	적절한 요소를 제거함으로써 개구 형상을 모델링하여야 한다.	
$h_o/h \geq 0.5$ or $g_o \geq 2.0$	개구 형상을 모델링하여야 한다.	

비고:

$$g_0 = \left(1 + \frac{\ell_0^2}{2.6(h-h_0)^2}\right)$$

ℓ_o : 1차 지지부재 웨브의 길이 방향과 평행한 개구의 길이(m, **그림 8** 참조). 개구부 간 거리 d_o가 $0.25h$보다 작은 연속된 개구의 경우, 길이 ℓ_o은 **그림 9**와 같이 개구를 가로지르는 길이로 취하여야 한다.

h_o : 웨브의 깊이 방향과 평행한 개구의 높이(m, **그림 8** 및 **그림 9** 참조)

h : 개구가 위치한 1차 지지부재 웨브의 높이(m, **그림 8** 및 **그림 9** 참조)

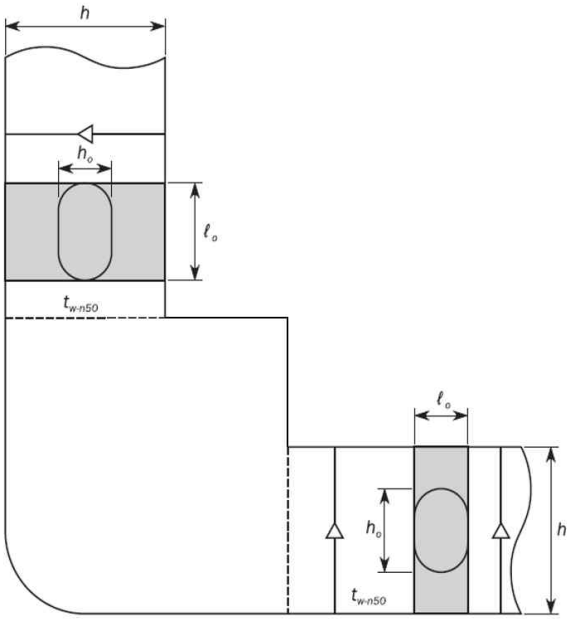


그림 8 : 웨브 내의 개구

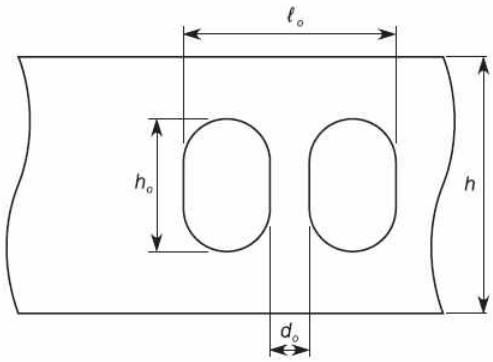


그림 9 : $d_o < h/4$ 인 연속된 개구에 대한 길이 ℓ_0

2.5 경계조건

2.5.1 일반사항

이 절에 기술된 모든 경계조건은 4장 1절의 전체 좌표계에 따른다.

2.5.2 적용

[2.5.3]에 따른 경계조건은 화물창 구역의 화물창 유한요소해석에 적용한다.

2.5.3 경계조건

경계조건은 모델 단부, 절점 구속 및 단부 보에서 강체 연결로(rigid link) 구성되어 있다. 강체 연결은 모델 단부에서 종부재 상의 절점을 선체 중심선 상의 중립축에 있는 독립 절점과 연결한다. 최전방 화물창을 제외한 화물창 모델의 단부에 적용하는 경계조건은 표 2에 따른다.

표 2 : 모델 단부에서의 경계 조건

위치	병진			회전		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
후단						
독립 절점	-	고정	고정	M_{T-end}	-	-
횡단면	-	강체연결	강체연결	강체연결	-	-
	단부 보, [2.5.4] 참조					
전단						
독립 절점	-	고정	고정	고정	-	-
중심선과 내저판의 교차점	고정	-	-	-	-	-
횡단면	-	강체연결	강체연결	강체연결	-	-
	단부 보, [2.5.4] 참조					
비고 1: [-]는 구속이 적용되지 않음을 의미함(자유) 비고 2: 그림 10 참조						

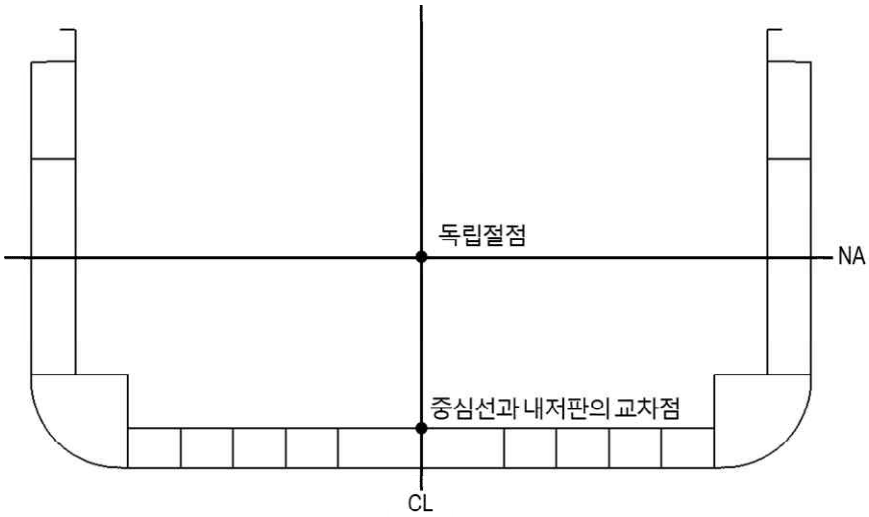


그림 10 : 모델 단부 단면에 적용된 경계조건

2.5.4 단부 구속 보

단부 구속 보는 모든 종방향 연속 구조 부재를 따라 모델의 양쪽 단부 단면에 서 모델링되어야 한다. 컨테이너선에 대한 한쪽 단부에서의 단부 보의 예는 **그림** 11과 같다.

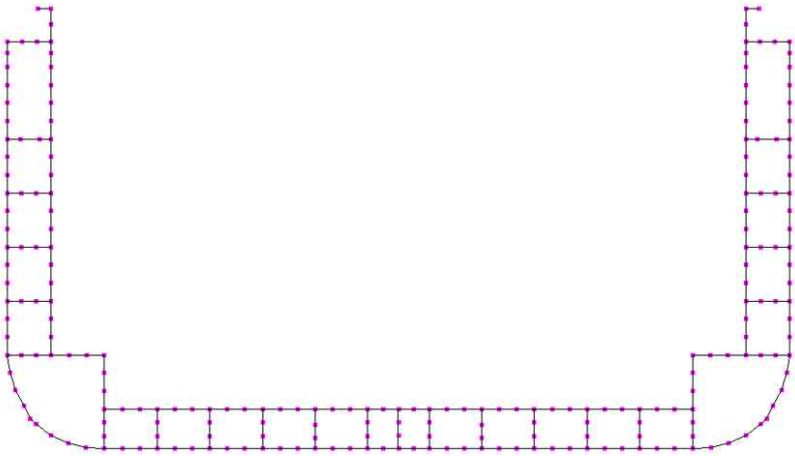


그림 11 : 컨테이너선에 대한 단부 구속 보

보의 특성은 전후단 단면에서 각각 계산되어야 하며, 모든 보는 양단부 단면에서 다음과 같이 동일한 특성을 갖는다.

- 순 관성 모멘트: I_{yy-n50} = I_{zz-n50} = $I_{xx-n50}(J)$ = 순 치수 모델 전후단 횡단면 수직 선체거더 관성 모멘트의 1/10.
- 순 횡단면적: A_{y-n50} 및 A_{z-n50} = 순 치수 모델의 전후단 횡단면 단면적의 1/80.

I_{yy-n50} : 보 요소의 Y축에 대한 순 관성 모멘트 (m^4)

I_{zz-n50} : 보 요소의 Z축에 대한 순 관성 모멘트 (m^4)

$I_{xx-n50}(J)$: 순 비틀림 관성 (m^4)

A_{y-n50} : 보 요소의 Y 방향 순 전단면적 (m^2)

A_{z-n50} : 보 요소의 Z 방향 순 전단면적 (m^2)

3. 유한요소 하중조합

3.1 설계하중조합

3.1.1 유한요소 하중조합 정의

유한요소 하중조합은 주어진 동적하중 상태와 관련된 적하상태, 흘수, 정수중 굽힘 및 전단력의 값으로 정의된다.

3.1.2 강제 하중조합

화물창 구조해석의 경우, **4장 8절**에 규정된 설계하중조합을 사용하여야 한다.

4장 8절에 따른 각 설계하중조합은 **4장 2절**에 주어진 적하 상태 및 동적하중 상태로 구성된다. 각 하중조합에는 구조 중량, 내 / 외부 압력 및 선체거더 하중을 적용하여야 한다. 항해상태의 경우, 정적 및 동적하중 상태(S + D)가 적용된다. 항내 및 탱크시험 상태의 경우, 정적하중 상태(S)만 적용한다.

3.1.3 추가적인 적하상태

설계자에 의해 규정된 적하상태가 **4장 8절**에 주어진 하중조합에 포함되어 있지 않는 경우, 이러한 추가적인 적하 상태를 **[4]**의 절차에 따라 검토하여야 한다.

4. 하중적용

4.1 일반사항

4.1.1 구조중량

선체 구조의 중량효과는 정적하중에 포함되어야 하며, 동적하중에는 포함되어서는 아니 된다. 강재의 비중은 **4장 6절**에 따른다.

4.1.2 부호규칙

이 절에서 특별히 언급하지 않는 한, 굽힘 모멘트 및 전단력의 부호는 **4장 1절**에 정의된 부호규칙에 따른다.

4.2 외부 및 내부하중

4.2.1 외부압력

외부압력은 **4장 5절**에 따라 각 하중상태에 대하여 계산되어야 한다. 외부압력은 정수압, 파랑압력 및 그린파랑압력을 포함한다.

4.2.2 내부압력

내부압력은 **4장 7절 표 1**에 따른 설계하중시나리오에 대하여 **4장 6절**에 따라 각 하중상태에 대하여 계산하여야 한다. 내부압력은 정적 건화물(갑판 위의 컨테이너 포함), 평형수 및 기타 액체압력, 압력도출 밸브의 설정압과 가속도에 의한 건화물(갑판 위의 컨테이너 포함), 평형수 및 기타 액체압력의 동적압력을 포함한다.

4.2.3 액화 천연가스 연료 비중

일반적으로 최대 액화 천연가스 연료의 비중은 0.5 t/m^3 이상이어야 한다. 1차 방벽과 내부 선체 간의 부피 차이를 고려하기 위하여 아래와 같이 액화 천연가스 연료 비중을 조정할 수 있다.

$$\rho_{c_{adjusted}} = \rho_c \frac{V_C}{V_{Hull}} + \rho_{CCS} \frac{V_{Hull} - V_C}{V_{Hull}}$$

V_C : 연료 격납 설비의 1차 방법으로 둘러싸인 액화 천연가스 연료 탱크의 부피. (m^3)

V_{Hull} : 내부 선체 구조로 둘러싸인 액화 천연가스 연료 탱크의 부피. (m^3)

ρ_{CCS} : 연료 격납 설비의 비중. (t/m^3), 일반적으로 0.12를 사용할 수 있다.

그리고 최대 적재 높이를 고려하기 위해 유효 액화 천연가스 연료의 비중을 아래와 같이 조정할 수 있다.

$$\rho_{c_{eff}} = \rho_{c_{adjusted}} \frac{M_{Max\,filling\%\,by\,\rho_{Max-LM}}}{M_{100\%\,by\,\rho_c}}$$

$M_{Max\,filling\%\,by\,\rho_{Max-LM}}$: 액화 천연가스 연료의 설계 비중을 고려한 최대 적재 상태(%) 시 연료의 질량

$M_{100\%\,by\,\rho_c}$: ρ_c= 0.5 t/m^{3}을 고려한 100% 적재 시 액화 천연가스 연료의 질량

$\rho_{c_{eff}}$: 유한요소해석에서 사용되는 내부 하중에 대한 유효 액화 천연가스 연료 비중. (t/m^3)

4.2.4 유한요소에 압력적용

요소의 중심에서 계산한 일정 압력을 하중을 받는 표면의 쉘 요소에 적용한다.(예를 들어, 외부압력에 대한 외판 및 갑판, 내부압력에 대한 탱크 / 화물창 경계) 대안으로 압력은 요소 내에서 선형 압력분포를 적용하여 요소 절점에서 계산될 수 있다.

4.3 선체거더 하중

4.3.1 일반사항

각 적하상태는 대응하는 선체거더 하중과 관련이 있으며, 선체거더 하중은 전단력과 굽힘 모멘트에 대하여는 **[4.4]**, 비틀림 모멘트에 대하여는 **[4.5]**의 절차에 따라 모델에 적용하여야 한다. 선체거더 하중은 **4장 8절**에 따른 정수중 선체거더 하중 및 파랑에 의한 선체거더 하중의 조합이다. 요구되는 각 유한요소 하중조합의 경우, 파랑에 의한 선체거더 하중은 **4장 2절**에 규정되어 있는 하중조합계수(LCF)를 사용하여 계산하여야 한다.

4.3.2 목표 선체거더 수직 굽힘 모멘트

주어진 유한요소 하중조합에 대한 종방향 위치의 목표 선체거더 수직 굽힘 모멘트 M_{v-targ}(kNm)는 다음에 따른다.

$$M_{v-targ} = M_{sw} + M_{wv-LC}$$

M_{sw} : **4장 4절 [2.2.2]**와 **[2.2.3]**에 따른 항해 및 항내상태에 대한 고려하는 종방향 위치에서의 허용 정수중 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{wv-LC} : **4장 4절 [3.7.2]**에 따른 동적 하중상태에 대한 수직 파랑 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{v-targ}의 값은 **4장 8절**에 따른 각 유한요소 하중조합에 대한 각 개별 화물창의 중앙부에서의 최대 선체거더 굽힘 모멘트이다.

4.3.3 목표 선체거더 전단력

주어진 유한요소 하중조합에 대한 중앙 화물창의 후방 및 전방 횡격벽에서의 목표 선체거더 수직 전단력 $Q_{targ-aft}$ 및 $Q_{targ-fwd}$ (kN)은 다음과 같다.

- $Q_{fwd} \geq Q_{aft}$:

  $$Q_{targ-aft} = Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$$

  $$Q_{targ-fwd} = Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$$

- $Q_{fwd} < Q_{aft}$:

  $$Q_{targ-aft} = Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$$

  $$Q_{targ-fwd} = Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$$

Q_{fwd}, Q_{aft} : **[4.4.6]**에 따른 중앙 화물창의 각각 전방 및 후방 격벽 위치에서의 국부하중에 의한 수직 전단력 (kN).

Q_{sw-pos}, Q_{sw-neg} : 각각 **4장 4절 [2.3.1]** 및 **4장 4절 [2.3.2]**의 항해 및 항내 상태에 대한 임의의 종방향 위치에서의 양 및 음의 허용 정수중 전단력 (kN)

f_β : **4장 4절**에 따른 파도의 진행방향에 대한 수정계수

C_{QW} : **4장 2절**에 따른 수직파랑 전단력에 대한 하중조합계수

Q_{wv-pos}, Q_{wv-neg} : **4장 4절 [3.2.1]**에 따른 양 및 음의 수직파랑 전단력 (kN)

$Q_{targ-aft}$ 및 $Q_{targ-fwd}$의 값은 고려하는 중앙 화물창의 후방 및 전방 횡격벽에서의 값으로 한다.

4.3.4 목표 선체거더 수평 굽힘 모멘트

주어진 유한요소 하중조합에 대한 목표 선체거더 수평 굽힘 모멘트 M_{h-targ}(kNm)는 다음에 따른다.

$M_{h-targ} = M_{wh-LC}$

M_{wh-LC} : **4장 4절 [3.7.4]**에 따라 계산된, 고려하는 동적 하중상태에 대한 수평 파랑 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{wh-LC}의 값은 고려하는 개별 화물창의 중앙부에서의 값이다.

4.3.5 목표 선체거더 비틀림 모멘트

동적 하중상태의 경우, 중앙 화물창의 가운데에서의 선체거더 비틀림 모멘트 $M_{wt-targ}$는 0.0으로 조정되어야 한다.

4.4 선체거더 전단력 및 굽힘 모멘트 조정 절차

4.4.1 일반사항

[4.4]는 요구되는 위치에서 요구되는 목표값을 얻기 위하여 3개 화물창 유한요소 모델에 대한 선체거더 수평 굽힘 모멘트, 수직력 및 수직 굽힘 모멘트 분포를 조정하는 방법을 설명한다. 선체거더 하중 목표값은 **[4.3]**에 따른다.

선체거더 전단력에 대한 목표 위치는 중앙 화물창의 횡격벽이다. 목표 위치에서 최종 조정된 선체거더 전단력은 목표 선체거더 전단력을 초과해서는 아니 된다.

선체거더 굽힘 모멘트에 대한 목표 위치는 일반적으로 중앙 화물창의 중앙이다. 굽힘 모멘트의 최대값이 중앙 화물창의 중심에 위치하지 않는 경우, 중앙 화물창 내의 최종 조정된 최대 굽힘 모멘트는 목표 선체거더 굽힘 모멘트를 초과해서는 아니 된다.

4.4.2 국부하중 분포

다음의 국부하중을 선체거더 전단력 및 굽힘 모멘트 계산에 적용하여야 한다.

a) 화물창 모델의 길이에 걸친 선체구조 강재 중량분포(정하중). 구조 강재 중량은 화물창 유한요소 모델에서 사용되는 0.5 t_c 감소된 순 두께의 유한요소 모델에 기초하여 계산되어야 한다.

b) 화물 및 평형수의 중량(정하중)

c) 정적 해수압력, 동적 파랑압력 및 적용되는 경우 그린파랑하중. 항내 / 탱크시험 하중상태의 경우, 정적 해수압력만을 적용해야 한다.

d) 항해 적하상태에 대한 동적 화물 및 평형수 하중

유한요소 모델에 적용하는 위의 국부하중과 유한요소 절점력은 유한요소 하중 생성 절차를 통하여 얻어진다. 3차원 절점력은 일차원 국부하중 분포를 얻기 위해 각 종방향 스테이션에 집중되어야 한다. 종방향 스테이션은 화물창 모델 요소분할 크기 요건에 따라 늑골 사이에서 횡격벽 / 늑골 및 전형적인 종방향 유한요소 모델 절점 위치에 위치한다. 구조 상세를 모델링하기 위해 생성된 중간 절점은 국부하중 분포를 위한 종방향 스테이션으로 고려하지 않는다. 고려하는 종방향 스테이션 간격의 전방의 절반 및 후방의 절반 이내의 절점력은 해당 스테이션으로 집중한다. 집중(lumping) 과정은 종방향 스테이션 i에서의 집중된 수직 및 수평 국부하중(f_{vi}, f_{hi})을 얻기 위해 수직 및 수평 절점력에 대해 분리하여 수행한다.

4.4.3 국부하중에 의한 선체거더 전단력 및 굽힘 모멘트

국부하중 분포와 선체거더 하중 종방향 분포는 모델이 모델 단부에서 단순 지지된다는 가정 하에 얻을 수 있다. 모델의 양쪽 단부에서의 반력 및 종방향 스테이션에서의 국부하중에 의한 선체거더 전단력 및 굽힘 모멘트의 종방향 분포는 다음 식에 의해 결정된다.

$$R_{V_fore} = -\frac{\sum_i (x_i - x_{aft}) f_{vi}}{x_{fore} - x_{aft}} \qquad R_{V_aft} = \sum_i f_{vi} + R_{V_fore}$$

$$R_{H_fore} = -\frac{\sum_i (x_i - x_{aft}) f_{hi}}{x_{fore} - x_{aft}} \qquad R_{H_aft} = -\sum_i f_{hi} + R_{H_fore}$$

$$F_l = \sum_i f_{li}$$

$Q_{V_FEM}(x_j) = R_{V_aft} - \sum_i f_{vi}$ $x_i < x_j$인 경우

$Q_{H_FEM}(x_j) = R_{H_aft} + \sum_i f_{hi}$ $x_i < x_j$인 경우

$M_{V_FEM}(x_j) = (x_j - x_{aft})R_{V_aft} - \sum_i (x_j - x_i) f_{vi}$ $x_i < x_j$인 경우

$M_{H_FEM}(x_j) = (x_j - x_{aft})R_{H_aft} + \sum_i (x_j - x_i) f_{hi}$ $x_i < x_j$인 경우

$R_{V_aft}, R_{V_fore}, R_{H_aft}, R_{H_fore}$: 후단 및 전단에서의 수직 및 수평반력 (kN)

x_{aft} : 후단 지지점의 X-좌표 (m)

x_{fore} : 전단 지지점의 X-좌표 (m)

f_{vi} : [4.4.2]에 따른 종방향 스테이션 i에서의 집중된 수직 국부하중 (kN)

f_{hi} : [4.4.2]에 따른 종방향 스테이션 i에서의 집중된 수평 국부하중 (kN)

F_l : 모델의 전체 순 종방향 힘 (kN)

f_{li} : [4.4.2]에 따른 종방향 스테이션 i에서의 집중된 종방향 국부하중 (kN)

x_j : 고려하는 종방향 스테이션 j의 X-좌표 (m)

x_i : 종방향 스테이션 i의 X-좌표 (m)

$Q_{V_FEM}(x_j), Q_{H_FEM}(x_j), M_{V_FEM}(x_j), M_{H_FEM}(x_j)$: 유한요소 모델에 작용하는 국부하중에 의해 종방향 스테이션 x_j에서 생성되는 수직 및 수평 전단력(kN)과 굽힘 모멘트(kN). 반력의 부호 규칙은 양의 전단력의 방향을 양으로 한다.

4.4.4 종방향 불평형력

모델의 전체 순 종방향 힘(F_l)이 0이 아닌 경우, 해당 힘의 반대 종방향 힘$(F_x)_j$을 X 방향 변위 δ_x가 고정되는 모델의 한쪽 단부에 선체거더 굽힘에 유효한 모든 종방향 요소에 종방향 축 절점력의 분포에 의하여 적용하여야 하며, 다음 식과 같다:

$$(F_x)_j = \frac{F_l}{A_{x-n50}} \frac{A_{j-n50}}{n_j}$$

$(F_x)_j$: j번째 요소의 절점에 적용하는 축력 (kN)

F_l : [4.4.3]에 정의된 모델의 전체 순 종방향 힘 (kN)

A_{j-n50} : j번째 요소의 순 횡단면적 (m^2)

A_{x-n50} : 전단면(fore end)의 순 횡단면적(m^2)으로 다음 식에 의한 값

$$A_{x-n50} = \sum_j A_{j-n50}$$

n_j : 횡단면에서 j번째 요소의 절점의 수(보 요소는 n_j = 1 , 4 절점 쉘 요소는 n_j = 2)

4.4.5 선체거더 전단력 조정 절차

이 요건에 따른 선체거더 전단력 조정 절차는 **4장 8절**에 주어진 모든 유한요소 하중조합에 적용한다. **4장 8절**의 하중조합 표에 직접 포함되어 있지 않는 하중조합은 각 경우에 따라서 개별적으로 고려하여야 한다.

다음의 두 가지 방법이 전단력 조정에 사용되어야 한다.

- 방법 1 (M1) : [4.4.6]에 따른 중앙 화물창의 한쪽 격벽에서의 전단력 조정의 경우
- 방법 2 (M2) : [4.4.7]에 따른 중앙 화물창의 양쪽 격벽에서의 전단력 조정의 경우

고려하는 유한요소 하중조합에 대하여 적용하여야 하는 방법은 다음에 따라 선택하여야 한다.

- 전단력 조정은 양쪽 격벽에서의 전단력이 목표값보다 작거나 같은 경우에는 요구되지 않는다.
- 방법 1은 전단력이 한쪽 격벽에서의 목표값을 넘거나 방법 1로 조정한 후의 다른 격벽에서의 전단력이 목표값을 넘지 않는 경우에 적용한다. 그렇지 않으면, 방법 2를 적용한다.
- 방법 2는 양쪽 격벽에서의 전단력이 목표값을 초과하는 경우에 적용한다.

4.4.6 한쪽 격벽에서의 전단력 조정 - 방법 1

중앙 화물창의 횡격벽에서 전단력의 조정은 다음에 따른다.

- 후방격벽:

$$M_{Y_aft} = M_{Y_fore} = \frac{(x_{fore} - x_{aft})}{2}(Q_{targ-aft} - Q_{aft})$$

- 전방격벽:

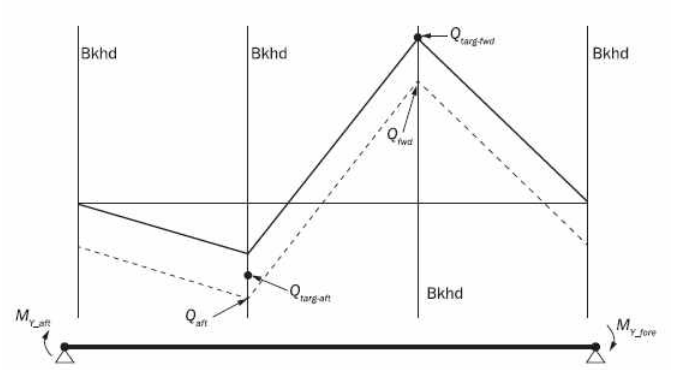
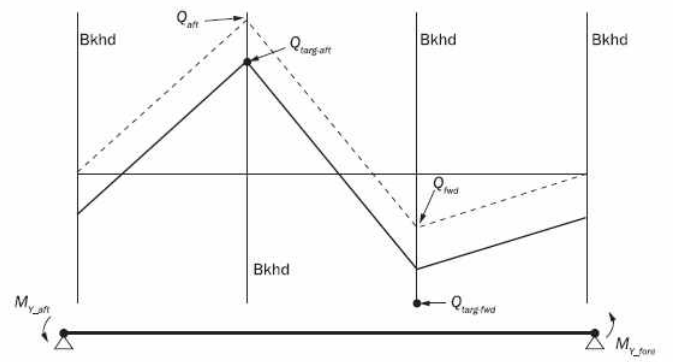
$$M_{Y_aft} = M_{Y_fore} = \frac{(x_{fore} - x_{aft})}{2}(Q_{targ-fwd} - Q_{aft})$$

$M_{Y_aft}, M_{Y_\mathrm{fore}}$: 표 3의 선체거더 수직 전단력 조정을 위하여 [4.4.9]에 따라 후단 및 전단에 적용하는 수직 굽힘 모멘트(kNm). 부호 규칙은 유한요소 모델의 축에 대한 부호 규칙에 따른다.

Q_{aft} : 중앙 화물창의 후방격벽 위치(x_{b_aft})에서 [4.4.3]에 따라 계산된 국부하중에 의한 수직 전단력(kN). 수직 전단력은 횡격벽 위치에서 불연속이기 때문에, 수직 전단력(Q_{aft})은 중앙 화물창 후방격벽의 바로 후방 및 전방 스테이션 사이의 전단력의 절대값 중 최대값으로 한다.

Q_{fwd} : 중앙 화물창의 전방격벽 위치(x_{b_fwd})에서 [4.4.3]에 따라 계산된 국부하중에 의한 수직 전단력(kN). 수직 전단력은 횡격벽 위치에서 불연속이기 때문에, 수직 전단력(Q_{fwd})은 중앙 화물창 전방격벽의 바로 후방 및 바로 전방 스테이션 사이의 전단력의 절대값 중 최대값으로 한다.

표 3 : 방법 1을 수직 굽힘 모멘트(M_{Y_aft} 및 M_{Y_fore}) 적용에 따른 수직 전단력 조정

수직 전단력도	중앙 화물창 내의 목표 위치
	전방격벽
	후방격벽
———— 조정한 후의 수직 전단력 - - - - - - - - 국부하중에 의한 수직 전단력	

4.4.7 양쪽 격벽에서의 전단력 조정 - 방법 2

중앙 화물창의 양쪽 횡격벽에서 전단력에 대해 요구되는 조정은 다음에 따른다.

- 모델 단부에서의 수직 굽힘 모멘트(M_{Y_aft}, M_{Y_fore})
- 횡격벽 위치에서 수직 전단력($\triangle Q_{aft}$ 및 $\triangle Q_{fwd}$)을 발생시키기 위한 **표** 5와 같은 횡늑골 위치에서의 수직하중

표 4는 수직 굽힘 모멘트 및 수직하중에 의한 전단력 조정의 예를 보여준다.

$$M_{Y_aft} = \frac{x_{fore} - x_{aft}}{2} \cdot \frac{Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} + Q_{targ-aft} - Q_{aft}}{2}$$

$$M_{Y_fore} = M_{Y_aft}$$

$$\Delta Q_{fwd} = \frac{Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} - (Q_{targ-aft} - Q_{aft})}{2}$$

$$\Delta Q_{aft} = -\Delta Q_{fwd}$$

$M_{Y_aft}, M_{Y_\mathrm{fore}}$: 선체거더 수직 전단력 조정을 위하여 **[4.4.9]**에 따라 후단 및 전단에 적용하는 수직 굽힘 모멘트 (kNm). 부호규칙은 유한요소 모델의 축에 대한 부호규칙에 따른다.

$\triangle Q_{aft}$: 중앙 화물창의 후방격벽에서 전단력 조정 (kN)

$\triangle Q_{fwd}$: 중앙 화물창의 전방격벽에서 전단력 조정 (kN)

횡격벽 위치에서 위의 전단력 조정($\triangle Q_{aft}$ 및 $\triangle Q_{fwd}$)은 **표** 5와 같이 횡늑골 위치에서 수직하중을 적용하여 수행하여야 한다. 수직 조정하중은 유한요소 모델의 횡수밀격벽, 전방 화물창의 늑골 및 후방 화물창의 늑골에는 적용하지 않는다.

격벽에서 전단력 증가 / 감소를 발생시키기 위해 각 횡늑골에 가해지는 수직하중은 **표** 5와 같이 계산할 수 있다. 균일한 늑골 간격인 경우, 각 횡늑골에 분포되는 수직력의 양은 **표** 6에 따라 계산할 수 있다.

표 4 : 수직력의 적용에 의한 목표 및 요구되는 전단력 조정

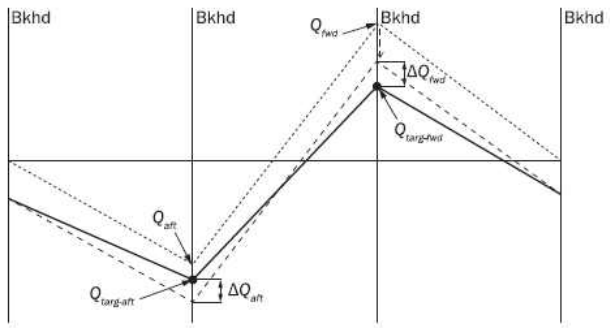
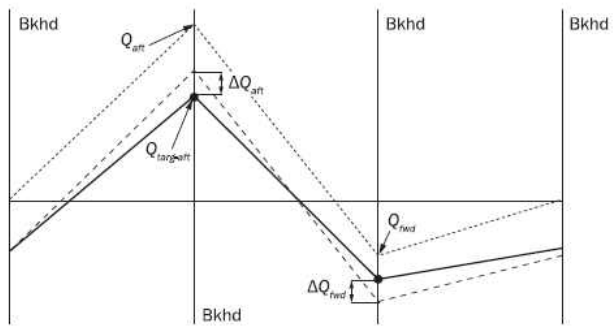
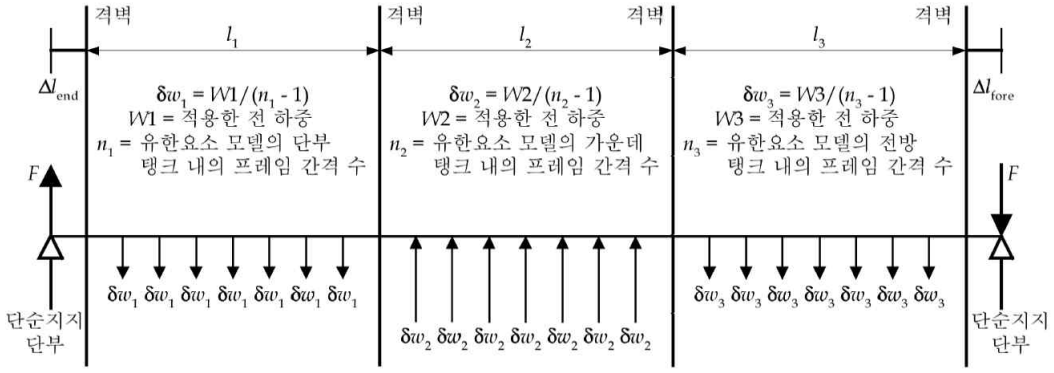
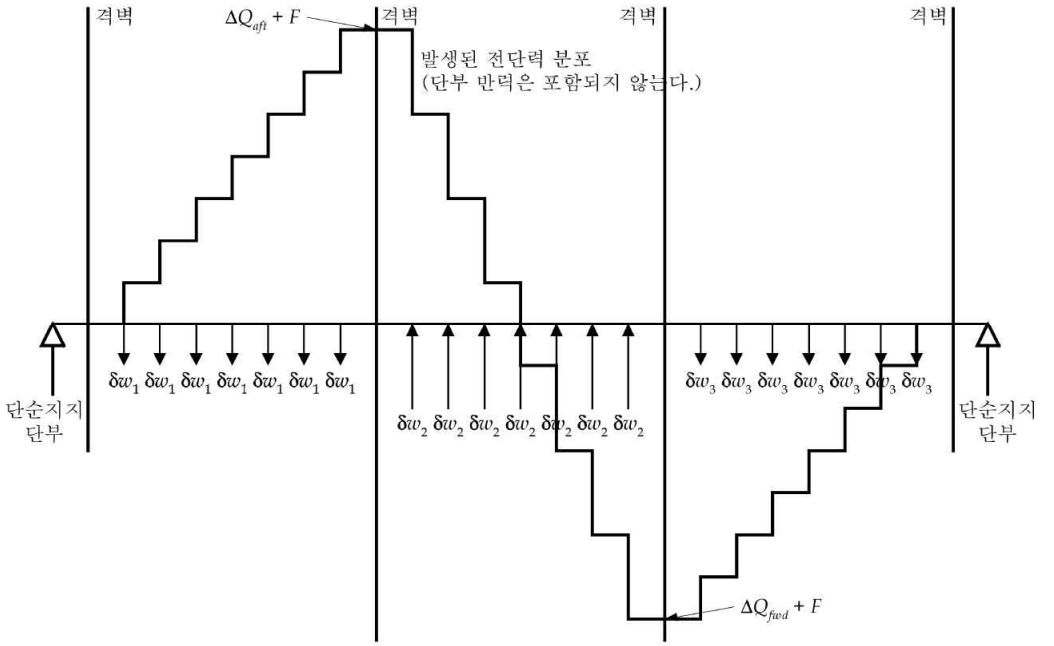
수직 전단력 선도	후방격벽	전방격벽
	목표 전단력	목표 전단력
	$Q_{targ-aft}(-ve)$	$Q_{targ-fwd}(+ve)$
	$Q_{targ-aft}(+ve)$	$Q_{targ-fwd}(-ve)$
━━━━━━ 양쪽을 조정한 후의 수직 전단력 - - - - - - - - M_{Y_aft} 및 M_{Y_fore}의 사용에 의한 조정한 후의 수직 전단력 ---------- 국부하중에 의한 수직 전단력		
비고 1: -ve는 음의 의미 비고 2: +ve는 양의 의미		

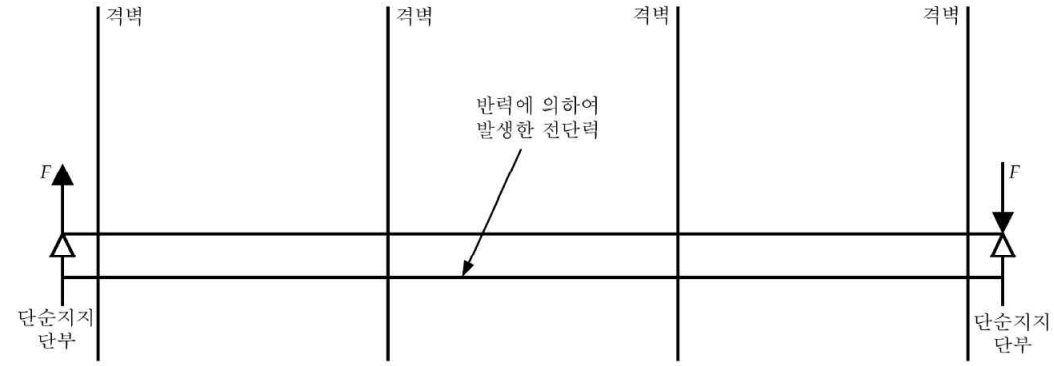
표 5 : 늑골 위치에서의 조정 수직력 분포 및 결과 전단력 분포



(비 고) : 횡격벽위치의 프레임에는 하중을 가하지 않는다.
최후방 탱크의 후방 횡격벽 및 최전방 탱크의 전방 격벽의 범위를 넘는 프레임에는 하중을 가하지 않는다.
F = 지지 단에 의하여 발생하는 반력



프레임 위치에서의 수직력에 의한 전단력 분포



(비 고) : $l_1 = l_3$ 이고, $\Delta l_{fore} = \Delta l_{end}$ 이면, F=0, 하중은 모델의 길이 중앙에 대하여 대칭이다.

비고 1: 기호 정의에 대하여는 **표 6**을 참조한다.

표 6 : 수직 전단력 조정을 위한 수직하중의 계산식

$\delta w_1 = \dfrac{\Delta Q_{aft}(2\ell-\ell_2-\ell_3)+\Delta Q_{fwd}(\ell_2+\ell_3)}{(n_1-1)(2\ell-\ell_1-2\ell_2-\ell_3)}$	$F=0.5\left(\dfrac{W1(\ell_1+\ell_1)-W3(\ell_2+\ell_3)}{\ell}\right)$
$\delta w_2 = \dfrac{(W1+W3)}{(n_2-1)} = \dfrac{(\Delta Q_{aft}-\Delta Q_{fwd})}{(n_2-1)}$	
$\delta w_3 = \dfrac{-\Delta Q_{fwd}(2\ell-\ell_1-\ell_2)-\Delta Q_{aft}(\ell_1+\ell_2)}{(n_3-1)(2\ell-\ell_1-2\ell_2-\ell_3)}$	
ℓ_1 : 모델의 후방 화물창의 길이 (m) ℓ_2 : 모델의 중앙 화물창의 길이 (m) ℓ_3 : 모델의 전방 화물창의 길이 (m) $\triangle Q_{aft}$: 중앙 화물창의 후방격벽에서의 요구되는 전단력 조정 (kN) ([4.4.7] 참조) $\triangle Q_{fwd}$: 중앙 화물창의 전방격벽에서의 요구되는 전단력 조정 (kN) ([4.4.7] 참조) F : 각 프레임에 수직하중의 적용으로 인한 단부 반력 (kN) $W1$: 유한요소 모델의 후방 화물창 내에서 적용하는 전체 균일분포 수직하중(kN), $(n_1 - 1)\ \delta w_1$ $W2$: 유한요소 모델의 중앙 화물창에 적용하는 전체 균일분포 수직하중(kN), $(n_2 - 1)\ \delta w_2$ $W3$: 유한요소 모델의 전방 화물창에 적용하는 전체 균일분포 수직하중(kN), $(n_3 - 1)\ \delta w_3$ n_1 : 유한요소 모델의 후방 화물창 내 늑골간격의 수 n_2 : 유한요소 모델의 중앙 화물창 내 늑골간격의 수 n_3 : 유한요소 모델의 전방 화물창 내 늑골간격의 수 δw_1 : 유한요소 모델의 후방 화물창 내 늑골에서의 분포하중 (kN) δw_2 : 유한요소 모델의 중앙 화물창 내 늑골에서의 분포하중 (kN) δw_3 : 유한요소 모델의 전방 화물창 내 늑골에서의 분포하중 (kN) ℓ_{end} : 후방 화물창의 단부격벽에서 모델 후단까지 거리 ℓ_{fore} : 전방 화물창의 전방격벽에서 모델 전단까지 거리 ℓ : 단부격벽의 범위를 넘는 부분을 포함하는 유한요소 모델의 전체 길이로 다음 식에 의한 값: $=\ell_1+\ell_2+\ell_3+\Delta\ell_{end}+\Delta\ell_{fore}$	
비고 1: 식에서 하중, 전단력 및 조정수직력의 양의 방향은 **표 4** 및 **표 5**에 따른다. 비고 2: $W1+W3=W2$ 비고 3: 위의 식들은 각 화물창 내에서 동일한 늑골간격이 사용되는 경우에만 적용되며, 개별 화물창의 길이 및 늑골 간격은 다를 수 있다.	

각 화물창 내에서 불균일한 늑골 간격이 사용되는 경우, 평균 늑골 간격(ℓ_{av-i})이 **표 6**(여기서 각 화물창에 대하여 i = 1, 2, 3)에 따라 평균 분포 늑골 하중(δw_{av-i})을 계산하는데 사용된다.

평균 분포 늑골 하중(δw_{av-i})은 다음과 같이 불균일 늑골에 재분포된다.

$\delta w_i^k = \delta w_{av-i}\dfrac{l_{av-i}^k}{l_{av-i}}$ 화물창 i (i = 1, 2, 3)내에서의 각 늑골에 대하여 k = 1, 2, ..., n_i-1

ℓ_{av-i} : 화물창 i (i = 1, 2, 3)내에서의 ℓ_i/n_i로 계산된 평균 늑골 간격 (m)

ℓ_i : **표 6**의 화물창 i (i = 1, 2, 3)의 길이 (m)

n_i : **표 6**의 늑골 간격의 수.

δw_{av-i} : 화물창 i내의 **표 6**에 따른 분포하중으로 평균 늑골 간격을 사용하여 계산한 값이다.

δw_i^k : 화물창 i내에서의 불균일 늑골 k에 대한 분포하중

ℓ_{av-i}^k : 화물창 i내에서의 각 늑골 k (k = 1, 2, $\cdots n_i - 1$)에 대한 등가 늑골 간격(m)으로, 다음 식에 따른다.

$$\ell_{av-i}^k = \ell_i^1 - \frac{\ell_{av-i}\ell_i^1}{\ell_i^1 + \ell_i^{n_i}} + \frac{\ell_i^2}{2}$$ 화물창 i내에서의 k = 1 (첫번째 늑골)에 대하여

$$\ell_{av-i}^k = \frac{\ell_i^k}{2} + \frac{\ell_i^{k+1}}{2}$$ 화물창 i내에서의 k = 2, 3, $\cdots$ $n_i - 2$대하여

$$\ell_{av-i}^k = \ell_i^{n_i} - \frac{\ell_{av-i}\ell_i^{n_i}}{\ell_i^1 + \ell_i^{n_i}} + \frac{\ell_i^{n_i - 1}}{2}$$ 화물창 i내에서의 k = $n_i - 1$ (마지막 늑골)에 대하여

ℓ_i^k : 화물창 i내에서의 늑골 $k-1$과 k사이의 늑골간격 (m)

요구되는 수직하중 δw_i(균일 늑골 간격에 대하여) 또는 δw_i^k(불균일 늑골 간격에 대하여)는 **5장 부록 1**에 기술된 고려하는 횡단면에서의 전단흐름 분포에 따라 적용한다. 수직하중 δw_i하의 임의 늑골 단면에서 요소 중앙점에서의 전단흐름 q_f는 다음과 같이 계산한다.

$$q_{f-k} = \frac{\delta w_i}{l_{y-n50}} Q_{k-n50}$$

q_{f-k} : 횡늑골의 k번째 요소의 중앙에서 계산된 전단흐름 (N/mm)

δw_t : **표 8**에 따른 i번째 화물창의 각 횡늑골 위치에서의 분포하중 (N)

I_{y-n50} : 선체거더 횡단면의 관성 모멘트 (mm^4)

Q_{k-n50} : 횡단면의 개방된 단부(전단응력 자유단)에서 시작하여 전단흐름 q_{f-k}의 지점 s_k까지의 누적 단면적의 중립축에 대한 1차 모멘트(mm^3)로서, 다음에 따른다.

$$Q_{k-n50} = \int_0^{S_k} z_{neu} t_{n50} ds$$

z_{neu} : 적분점 s에서 수직 중립축까지의 수직거리

t_{n50} : 횡단면의 적분점에서 판의 순 두께 (mm)

횡늑골의 j번째 유한요소 절점에서의 분포 전단력 F_{j-grid}은 다음과 같이 연결된 요소의 전단흐름으로부터 구할 수 있다.

$$F_{j-grid} = \sum_{k=1}^{n} q_{f-k} \frac{l_k}{2}$$

ℓ_k : 절점 j에 연결된 횡늑골의 k번째 요소의 길이 (mm)

n : 절점 j에 연결되는 요소의 총 수

전단흐름은 횡단면을 따라 방향을 가지고 있으며. 따라서 분포 전단력 F_{j-grid}은 벡터량이다. 선체거더 수직 전단수정의 경우, 위에서 언급한 전단흐름 방법으로 계산된 수직 및 수평력 성분이 횡단면에 적용되어야 한다.

4.4.8 선체 중앙부 화물창 구역에 대한 수직 및 수평 굽힘 모멘트 조정 절차

목표 수직 굽힘 모멘트에 도달해야 하는 경우, 추가적인 수직 굽힘 모멘트는 모델의 중앙 화물창에서 이 목표값을 발생시키기 위하여 화물창 유한요소 모델의 양쪽 단부에 적용되어야 한다. 이러한 단부 수직 굽힘 모멘트는 다음에 따른다.

$$M_{v-end} = M_{v-targ} - M_{v-peak}$$

M_{v-end} : **[4.4.9]**에 따라 유한요소 모델의 양쪽 단부에 적용되는 추가적인 수직 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{v-targ} : **[4.3.2]**에 규정된 호깅(양) 또는 새깅(음) 수직 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{v-peak} : **[4.4.3]**의 국부하중 및 **[4.4.5]**에 따른 전단력 조정에 의한 중앙 화물창의 길이 내에서의 최대 또는 최소 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{v-peak}은 M_{v-targ}가 호깅(양)인 경우에는 최대 굽힘 모멘트로 취하며, M_{v-targ}가 새깅(음)인 경우에는 최소 굽힘 모멘트로 취한다. M_{v-targ}은 단순 지지보 모델에 기초하여 다음과 같이 계산한다.

$$M_{v-peak} = Extremum\left\{M_{V-FEM}(x) + M_{lineload} + M_{Y_aft}\left(2\frac{x - x_{aft}}{x_{fore} - x_{aft}} - 1\right)\right\}$$

$M_{V-FEM}(x)$: [4.4.3]의 국부하중으로 인한 위치 x에서의 수직 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{Y_aft} : 단부 굽힘 모멘트(kNm)로서, 다음에 따른다.

- 방법 1이 적용되는 경우: [4.4.6]에 의한 값
- 방법 2가 적용되는 경우: [4.4.7]에 의한 값
- 기타의 경우: M_{Y_aft} = 0.0

$M_{lineload}$: 방법 2에 따라 늑골에 수직 선 하중의 적용에 의한 위치 x에서의 수직 굽힘 모멘트(kNm)로서, 다음에 따른다.

$$M_{lineload} = -(x - x_{aft})F - \sum_i (x - x_i)\delta w_i \qquad x_i < x\text{인 경우}$$

F : 표 5에 정의된 늑골에 수직하중의 적용으로 인한 모델 단부에서의 반력 (kN)

x : 중앙 화물창에 인접하는 늑골의 X-좌표 (m)

δw_i : 요구되는 전단력을 발생시키기 위하여 적용하는 스테이션 i에서의 수직하중 (kN)

목표 수평 굽힘 모멘트에 도달해야 하는 경우, 추가적인 수평 굽힘 모멘트는 중앙 화물창 내에서 이 목표값을 발생시키기 위하여 화물창 유한요소 모델의 단부에 적용되어야 한다. 추가적인 수평 굽힘 모멘트는 다음에 따른다.

$$M_{h-end} = M_{h-targ} - M_{h-peak}$$

M_{v-end} : [4.4.9]에 따라 유한요소 모델의 양쪽 단부에 적용하는 추가적인 수평 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{h-targ} : [4.3.4]의 수평 굽힘 모멘트

M_{h-peak} : [4.4.3]의 국부하중에 의한 중앙 화물창의 길이 내에서의 최대 또는 최소 수평 굽힘 모멘트 (kNm)

M_{h-peak}은 M_{h-targ}가 양(우현 측 인장)인 경우에는 최대 수평 굽힘 모멘트를 취하며, M_{h-targ}가 음(좌현 측 인장)인 경우에는 최소 수평 굽힘 모멘트를 취한다.

M_{h-peak}은 단순 지지보 모델에 기초하여 다음과 같이 계산되어야 한다.

$$M_{h-peak} = Extremum\{M_{H_FEM}(x)\}$$

$M_{H-FEM}(x)$: [4.4.3]에 기술된 국부하중으로 인한 위치 x에서의 수평 굽힘 모멘트 (kNm)

수직 및 수평 굽힘 모멘트는 각각의 최대 / 최소 굽힘 모멘트의 위치와 값을 확인하기 위하여 중앙 화물창의 길이에 걸쳐 계산되어야 한다.

4.4.9 유한요소 모델에서 굽힘 모멘트 조정의 적용

요구되는 수직 및 수평 굽힘 모멘트 조정은 다음과 같이 5장 1절 [1.2]에 따라 고려하는 횡단면의 모든 선체거더 굽힘 유효 종방향 요소에 종방향 축 절점력을 분포하게 함으로써 화물창 모델의 고려하는 횡단면에 적용되어야 한다.

- 수직 굽힘 모멘트의 경우:

$$(F_x)_i = \frac{M_v}{I_{y-n50}} \frac{A_{i-n50}}{n_i} z_i$$

- 수평 굽힘 모멘트의 경우:

$$(F_x)_i = \frac{M_h}{I_{z-n50}} \frac{A_{i-n50}}{n_i} y_i$$

M_v : 모델의 고려하는 횡단면에 적용되는 수직 굽힘 모멘트 조정 (kNm)

M_h : 모델의 고려하는 횡단면에 적용되는 수평 굽힘 모멘트 조정 (kNm)

$(F_x)_i$: i번째 요소의 절점에 적용되는 축력 (kN)

I_{y-n50} : 수평 중립축에 대한 고려하는 횡단면의 선체거더 수직 순 관성 모멘트 (m^4)

I_{z-n50} : 수직 중립축에 대한 고려하는 횡단면의 선체거더 수직 순 관성 모멘트 (m^4)

Z_i : i번째 요소의 중립축에서 횡단면적의 중심까지의 수직거리 (m)

Y_i : i번째 요소의 중립축에서 횡단면적의 중심까지의 수평거리 (m)

A_{i-n50} : i번째 요소의 횡단면적 (m^2)

n_i : 횡단면에서 i번째 요소의 절점의 수(보 요소는 n_i = 1, 4절점 쉘 요소는 n_i = 2)

모델 단부에서의 횡단면이 아닌 횡단면의 경우, 고려하는 횡단면의 전후방 i번째 요소에 대응하는 평균면적이 사용되어야 한다.

4.5 선체거더 비틀림 모멘트 조정 절차

4.5.1 일반사항

이 조항의 절차는 목표 위치에서 목표 비틀림 모멘트를 얻기 위하여 화물창 유한요소모델의 선체거더 비틀림 모멘트 분포를 조정하는 방법을 설명한다. 선체거더 비틀림 모멘트의 목표값은 [4.3.5]에 주어져 있다.

4.5.2 국부하중으로 인한 비틀림 모멘트

국부하중으로 인한 종방향 스테이션 i에서의 비틀림 모멘트 M_{T-FEMi}는 다음 식에 따라 결정된다. (그림 12 참조):

$$M_{T-FEMi} = \sum_k [f_{hik}(z_{ik} - z_r)] - \sum_k (f_{vik} y_{ik})$$

M_{T-FEMi} : 종방향 스테이션 i에서 국부하중으로 인한 집중 비틀림 모멘트 (kNm)

z_r : 비틀림 기준점의 수직좌표 (m):

$z_r = z_{sc}$, 중앙 화물창의 가운데에서의 전단중심

f_{hik} : 종방향 스테이션 i에서 절점 k의 수평 절점력 (kN)

f_{vik} : 종방향 스테이션 i에서 절점 k의 수직 절점력 (kN)

y_{ik} : 종방향 스테이션 i에서 절점 k의 Y-좌표 (m)

z_{ik} : 종방향 스테이션 i에서 절점 k의 Z-좌표 (m)

M_{T-FEMO} : 유한요소 모델의 후단부에서의(최전방 화물창의 경우 전단부) 국부하중으로 인한 집중 비틀림 모멘트 (kNm)로서, 다음에 따른다.

$$M_{T-FEMO} = \sum_k [f_{h0k}(z_{0k} - z_r)] - \sum_k (f_{v0k} y_{0k}) + R_{H_aft}(z_{ind} - z_r)$$

R_{H_fwd} : [4.4.3]에 정의된 전방단부에서의 수평반력 (kN)

R_{H_aft} : [4.4.3]에 정의된 후방단부에서의 수평반력 (kN)

z_{ind} : [2.5.3]에 정의된 독립 절점의 수직좌표 (m)

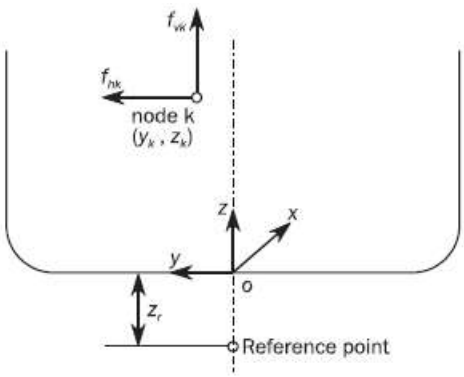


그림 12 : 단면에서의 비틀림 모멘트의 스테이션 힘과 작용하는 위치

4.5.3 선체거더 비틀림 모멘트

선체거더 비틀림 모멘트 $M_{T-FEM}(x_j)$는 다음과 같이 후단부 단면으로부터(최전방 화물창의 경우 전단부) 스테이션 비틀림 모멘트를 축적시킴으로써 얻어진다.

$M_{T-FEM}(x_j) = \sum_i M_{T-FEMi}$ $x_i < x_j$인 경우

$M_{T-FEM}(x_j)$: 종방향 스테이션 x_j에서의 선체거더 비틀림 모멘트 (kNm)

x_j : 고려하는 종방향 스테이션 j의 X-좌표 (m)

[4.5.2]에 주어진 비틀림 모멘트 분포는 각 종방향 스테이션에서 단계를 가지고 있다.

4.5.4 목표값으로 선체거더 비틀림 모멘트를 조정하기 위한 절차

비틀림 모멘트는 다음과 같이 모델의 후방단부 단면(최전방 화물창의 전방단부)의 독립 절점에 선체거더 비틀림 모멘트 M_{T-end}(kNm)를 적용함으로써 조정되어야 한다.

$M_{T-end} = M_{wt-targ} - M_{T-FEM}(x_{targ})$

x_{targ} : [4.3.5]에 정의된 선체거더 비틀림 모멘트에 대한 목표 위치의 X-좌표 (m)

$M_{wt-targ}$: [4.3.5]에 명시된 목표 위치에서 얻어진 목표 선체거더 비틀림 모멘트 (kNm)

$M_{T-FEM}(x_{targ})$: 국부하중으로 인한 목표 위치에서의 선체거더 비틀림 모멘트 (kNm)

각 종방향 스테이션에서 선체거더 비틀림 모멘트의 단계로 인하여, 선체거더 비틀림 모멘트는 다음에 따라 목표 위치의 후방 및 전방 값으로부터 선택되어야 한다. 양의 비틀림 모멘트에 대한 최대값, 음의 비틀림 모멘트에 대한 최소값.

4.6 선체거더 하중 조정의 요약

4.6.1

각각 화물창 구역에 대한 선체거더 하중 조정의 요구되는 방법은 **표 7**에 주어져 있다.

표 7 : 유한요소 해석에서 선체거더 하중 조정의 개요

	선체 중앙부 화물창 구역
수직 전단력의 조정	[4.4.5] 참조
굽힘 모멘트의 조정	[4.4.8] 참조
비틀림 모멘트의 조정	[4.5.4] 참조

5. 해석기준

5.1 일반사항

5.1.1 평가영역

허용기준에 대한 결과의 검증은 **그림 13**에서와 같이 중앙 화물창의 종방향 범위 내에서 수행하여야 한다.

사고조건의 경우 **그림 14**에서와 같이 충돌하중 방향이 일치하는 코퍼댐 구조를 중심으로 전후방 각각 한 개 프레임 범위 내 부재에 대하여 평가한다.

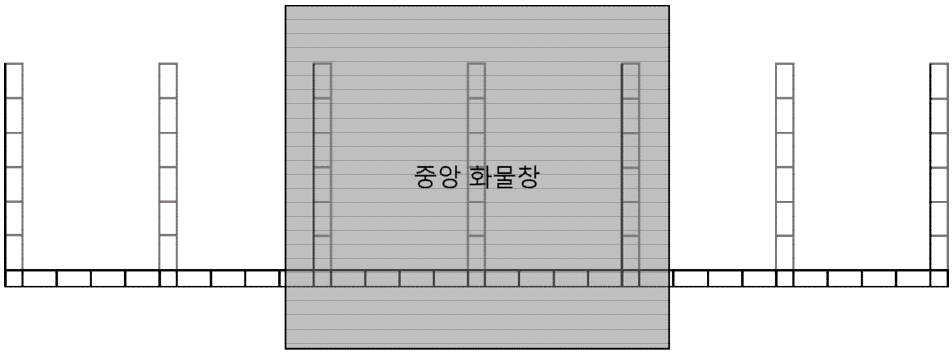


그림 13 : 평가영역의 종방향 범위

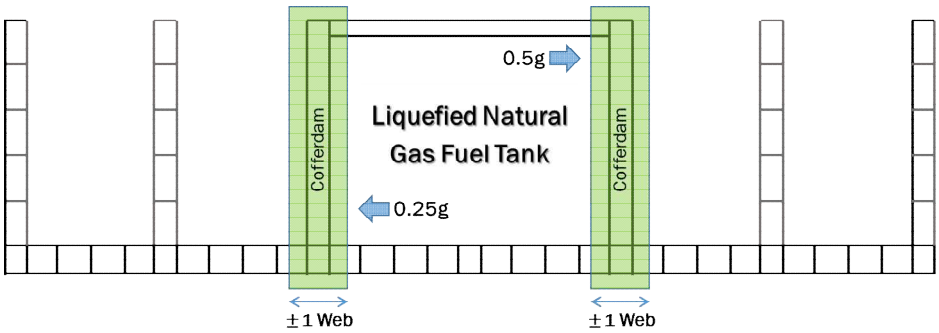


그림 14 : 충돌상태 시 평가영역의 종방향 범위

5.1.2 구조부재

평가영역 내 다음의 구조요소들은 [5.2] 및 [5.3]에 주어진 기준으로 검증되어야 한다.

- 모든 선체거더 종방향 구조부재
- 모든 1차 지지구조부재 및 중앙 화물창 내의 격벽
- 횡격벽의 일부분인 모든 구조부재

5.2 항복강도평가

5.2.1 등가응력 (Von Mises stress)

[5.1.2]에 따른 구조부재의 모든 판의 경우, 등가응력 σ_{vm}(N/mm^2)은 쉘 요소의 멤브레인 수직응력(normal stress) 및 전단응력을 기초로 계산하여야 한다. 응력은 다음과 같이 중앙평면(층)의 요소 중심에서 평가되어야 한다.

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

σ_x, σ_y : 요소 멤브레인 수직응력 (N/mm^2)

τ_{xy} : 요소 전단응력 (N/mm^2)

5.2.2 보 및 봉 요소에서의 축응력

보 및 봉 요소의 경우, 축응력 σ_{axial}은 축력만을 기초로 계산하여야 한다. 축응력은 요소 길이의 중앙에서 평가되어야 한다.

5.2.3 성긴 요소분할의 허용 항복사용계수

표 8의 성긴 요소분할의 허용 항복사용계수 λ_{yperm}는 [2.3] 및 [2.4]에 따른 요소분할 크기 및 요소 종류를 기초로 한다. 각 구조부재의 요소 응력으로부터 얻어진 항복사용계수는 표 8에 의한 허용 값을 초과할 수 없다.

표 8 : 성긴 요소분할의 허용 항복사용계수

구조부재	성긴 요소분할의 허용 항복사용계수, λ_{yperm}
- 모든 종방향 선체거더 구조부재. 1차 지지구조부재 및 격벽의 판. - 쉘 또는 봉 요소를 이용하여 모델링하는 1차 지지부재의 면재.	1.0 (하중조합 S+D)
	0.8 (하중조합 S)
	1.0 (하중조합 A)

5.2.4 항복기준

[5.1.2]의 구조요소는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\lambda_y \le \lambda_{yperm}$

λ_y : 항복사용계수로서 다음과 같다.

$\lambda_y = \dfrac{\sigma_{vm}}{R_Y}$ 일반적인 쉘 요소의 경우

$\lambda_y = \dfrac{|\sigma_{axial}|}{R_Y}$ 일반적인 봉 또는 보 요소의 경우

σ_{vm} : 등가응력 (N/mm^2)

σ_{axial} : 봉 및 보 요소에서의 축응력 (N/mm^2)

λ_{yperm} : **표 8**에 따른 성긴 요소분할의 허용 항복사용계수

1차 지지부재의 플랜지에 대하여 항복검토 기준은 축응력을 기반으로 하여야 한다.

상세 요소분할에 의해 검토 중인 구역에 인접한 화물창 유한요소 모델 요소의 등가응력이 항복기준을 초과하는 경우, 화물창 유한요소 모델의 요소분할 크기와 같은 면적에 해당하는 상세 요소분할 해석의 등가응력의 평균은 위의 항복기준을 만족하여야 한다.

컷아웃(cut-outs)에 인접한 곳에 적용하는 항복사용계수는 [5.2.5]에 따른 전단응력 수정으로 얻어야 한다.

5.2.5 컷아웃에 대한 전단응력 수정

[5.2.6]에 명시한 것을 제외하고, 웨브 컷아웃 인근의 요소 전단응력은 다음 식에 따라 전단면적 감소에 대하여 수정하여야 한다. 수정된 요소 전단응력이 항복기준에 대한 검증을 위한 요소의 등가응력을 계산하는데 사용되어야 한다.

$$\tau_{cor} = \frac{h\,t_{\mathrm{mod}}}{A_{shr}}\tau_{elem}$$

τ_{cor} : 수정된 요소 전단응력 (N/mm^2)

h : 개구가 있는 거더 웨브 높이 (mm) (**표 1** 참조). 개구의 기하학적 형상을 모델링하는 경우, h는 모델링된 개구의 높이를 뺀 거더의 웨브 높이로 취하여야 한다.

t_{mod} : 개구가 있는 모델링된 웨브 두께 (mm)

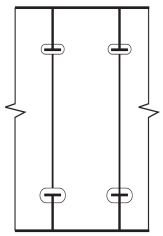
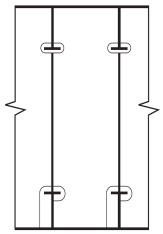
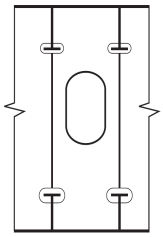
A_{shr} : 보강재의 슬롯을 포함하는 모든 개구의 손실 면적을 공제한 웨브 면적을 취하고, **3장 7절 [1.4.8]**에 따라 계산된 웨브의 유효 전단면적 (mm^2)

τ_{elem} : 수정 전의 요소 전단응력 (N/mm^2)

5.2.6 개구의 전단력 수정에 대한 예외

컷아웃으로 인한 요소 전단응력의 수정은 λ_y/C_r가 [5.2.4]에 주어진 기준을 만족하는 것을 조건으로 **표 9**에 주어진 경우에 대해서는 요구하지 않는다.

표 9 : 전단력 수정에 대한 예외

구별	그림	모델화된 전단면적과 모델화된 전단면적의 유효 순 전단면적 간의 차이(%) $\frac{A_{FEM}-A_{shr}}{A_{FEM}} \cdot 100\%$	항복기준에 대한 감소계수, C_r
러그 또는 칼라판이 있는 보강재의 상부 및 하부 슬롯		< 15 %	0.85
러그 또는 칼라판이 있는 보강재의 상부 또는 하부 슬롯		< 20 %	0.80
개구에 인접하여 칼라판이 있는 보강재의 상부 및 하부 슬롯		< 40 %	0.60
A_{shr} : 모든 개구 면적과 보강재의 슬롯을 제외한 웨브 면적을 취하고, **3장 7절 [1.4.8]**에 따라 계산된 웨브의 유효 전단면적(mm^2)			

5.3 좌굴강도 평가

5.3.1

이 절에 따라 유한요소해석을 수행한 모든 구조요소는 **8장 4절**에 정의된 좌굴 요건에 대하여 개별적으로 평가되어야 한다.

제 3 절 국부구조 강도해석

1. 목적 및 범위

1.1 일반사항

1.1.1
구조 상세부의 국부구조 강도해석은 이 절에 주어진 요건에 따라야 한다.

1.1.2 상세 요소분할 해석 절차
상세 요소분할 해석에 의해 평가되어야 하는 상세부는 [2]의 모델링 요건에 따라 모델링하여야 하며, [3]의 하중조합을 적용하고, [4]의 해석 기준을 만족하어야 한다.

1.2 표준 구조 상세 모델링

상세 요소분할 해석은 성긴 요소분할 해석 중에 식별된 응력 집중 구역에 대하여 수행 할 수 있다.

2. 구조 모델링

2.1 일반사항

2.1.1
고응력 위치에서의 상세응력평가는 상세 유한요소 분할이 요구된다. 이러한 상세 요소분할 해석은 화물창 모델에 반영된 상세 요소분할 구역에 의하여 수행될 수 있다. 다른 방법으로, 화물창 모델에서 얻은 경계조건과 함께 상세 요소분할 구역을 별도의 국부 유한요소 모델에 사용할 수 있다.

2.2 모델의 범위

2.2.1
별도의 국부 상세 요소분할 모델이 사용되었다면, 모델의 범위는 관심 구역에서 계산된 응력이 부과된 경계조건에 의해 크게 영향을 받지 않도록 결정하여야 한다. 상세 요소분할 모델의 경계는 특설늑골, 거더 및 늑판과 같은 화물창 모델 내의 1차 지지부재와 일치시켜야 한다.

2.3 요소분할 크기

2.3.1
상세 요소분할 구역에서의 요소의 크기는 50 mm × 50 mm 이하이어야 한다.

2.3.2
상세 요소분할 구역의 범위는 검토대상 구역으로부터 모든 방향으로 10개의 요소 이상이어야 한다. 상세 요소분할 구역에서 상세 요소분할 모델 경계까지의 요소분할 밀도는 순조롭게 변경되어야 한다.

2.4 요소

2.4.1

상세 요소분할 구역 내의 모든 판은 쉘 요소로 모델링되어야 한다. 상세 요소분할 구역 내 요소의 종횡비는 가능한 1에 가깝게 유지되어야 한다. 상세 요소분할 구역 내 요소분할 밀도의 변화 및 삼각형 요소의 사용은 피해야 한다. 모든 경우에, 상세 요소분할 모델 내 요소의 종횡비는 3 이하로 하여야 한다. 요소 모서리의 각도가 45° 미만이거나 또는 135°를 초과하는 비뚤어진 요소는 피해야 한다. 상세 요소분할 구역 내의 보강재는 쉘 요소로 모델링 하여야 한다. 상세 요소분할 구역 밖의 보강재는 보 요소로 모델링 할 수 있다.

2.4.2

주요 브래킷 단부 연결부 및 창구 개구에 대하여 상세 요소분할 해석이 요구되는 경우, 상세 요소분할 구역은 평가를 받는 구역으로부터 모든 방향으로 최소 10개 요소 이상이어야 한다.(**그림 2** 참조)

2.4.3

개구에 대하여 상세 요소분할 해석이 요구되는 경우, 개구 주위 요소의 처음 두 층의 요소는 50 mm × 50 mm 이하의 요소분할 크기로 모델링 되어야 한다. 상세 요소분할로부터 성긴 요소분할로 요소 크기의 변화는 순조롭게 되어야 한다. 개구 단부에 직접 용접된 단부 보강재는 쉘 요소로 모델링하여야 한다. 개구에 가까운 웨브 보강재는 개구의 단부로부터 최소한 50.0 mm 거리에 위치하며 봉 또는 보 요소를 이용하여 모델링 할 수 있다. (**그림 3** 참조)

2.4.4

개구, 1차 지지부재 및 연결 브래킷의 면재는 양쪽으로 각각 최소 2개의 요소로 모델링 하여야 한다.

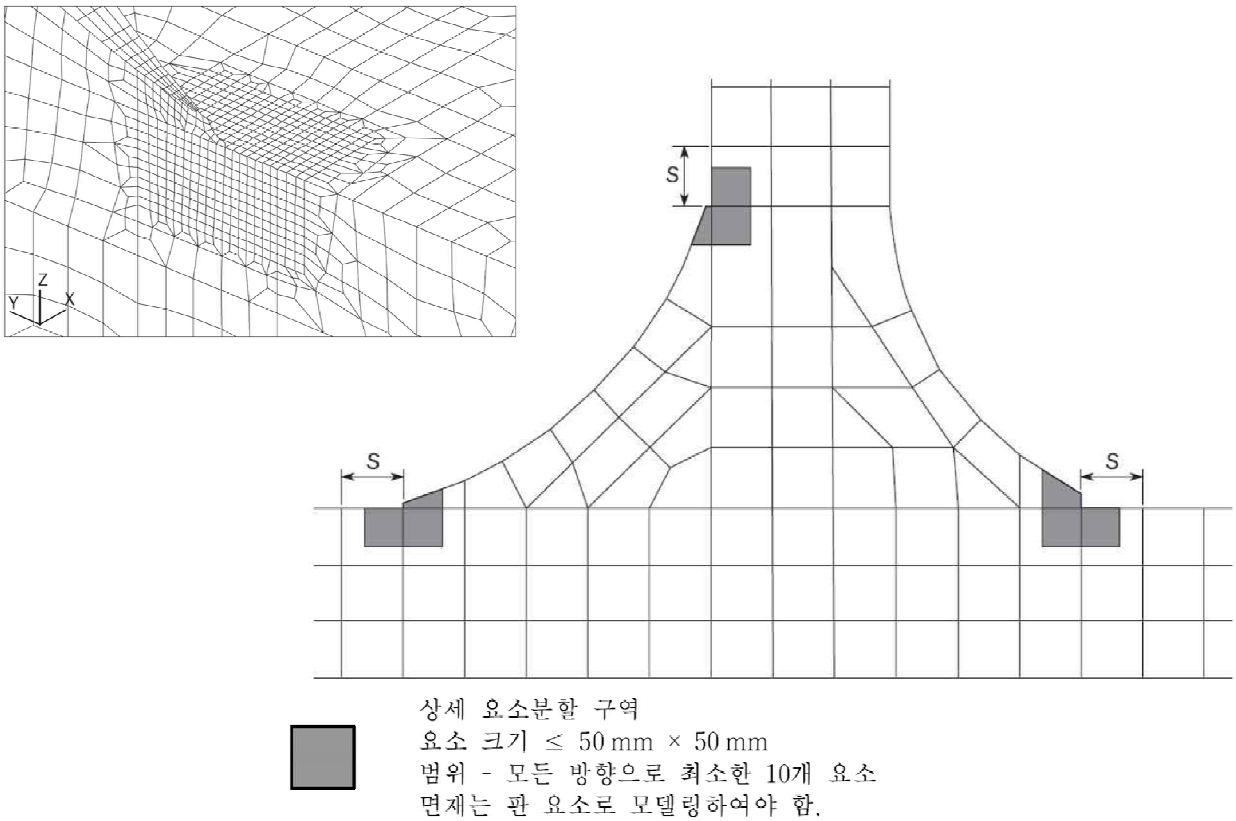


그림 1 : 브래킷 토우 주변의 상세 요소분할 구역

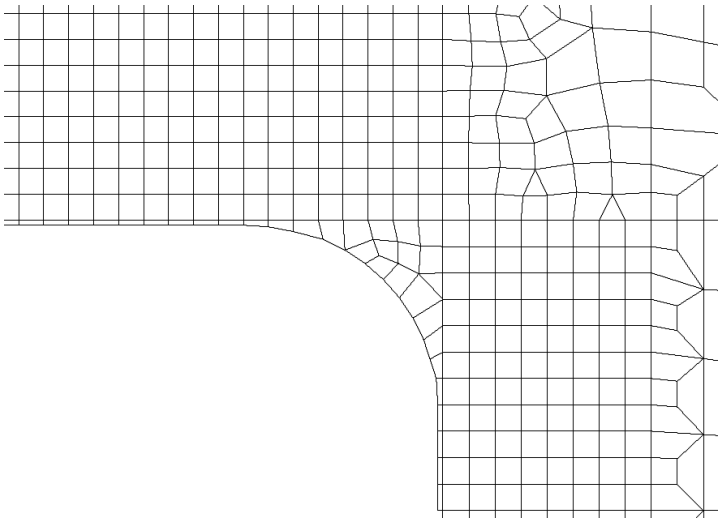


그림 2 : 창구 개구 구조 주변의 상세 요소분할 구역

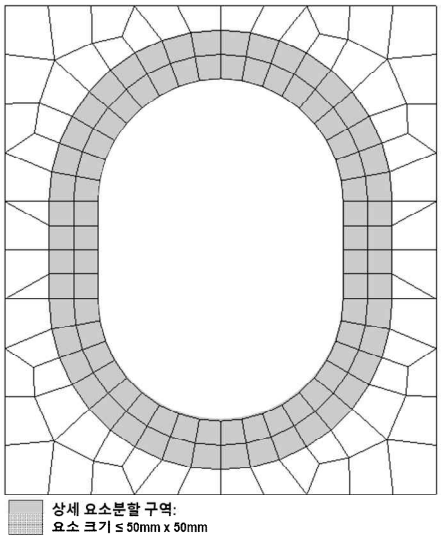


그림 3 : 개구 주변의 상세 요소분할 구역

3. 유한요소 하중조합

3.1 일반사항

3.1.1

상세 요소분할 해석은 해당 화물창 해석에 적용된 모든 유한요소 하중조합에 대하여 수행하여야 한다.

3.2 하중 및 경계조건의 적용

3.2.1 일반사항

상세 요소분할 해석에서 별도의 국부 모델을 사용하는 경우, 화물창 모델로부터 구한 절점 변위를 국부 모델 상의 대응하는 경계 절점에 강제 변위로서 적용하여야 한다. 이를 대신하여 화물창 모델로부터의 등가 절점력(equivalent nodal force)을 경계 절점에 적용할 수 있다.

화물창 모델 상의 절점과 일치하지 않는 국부 모델 경계 상의 절점들이 있는 경우, 다점 구속(multi-point constraints)을 사용하여 이들 절점에 강제 변위를 적용할 수 있다. 2개의 인접하며 일치하는 절점을 연결하는 선형 다점 구속 방정식(liner multi-point constraint equation)의 사용은 충분한 것으로 간주된다.

모든 국부하중은, 선체거더 굽힘 모멘트 및 / 또는 전단력 수정에 적용한 모든 하중을 포함하여, 각각의 국부 유한요소 모델 전체에 적용하여야 한다.

4. 해석기준

4.1 응력평가

4.1.1 일반사항

상세 요소분할 해석의 응력평가는 **4장 8절**에 규정되어 있는 유한요소 하중조합에 대하여 수행하여야 한다.

4.1.2 참조응력

참조응력은 등가응력 σ_{vm}으로서 요소 중심에서 계산된 쉘 요소의 멤브레인 수직응력 및 전단 응력을 기초로 계산하여야 한다. 응력은 요소의 중심면에서 평가하여야 한다.

4.1.3 허용응력

최대 허용응력은 [2.1]부터 [2.4]까지 규정된 50 mm × 50 mm의 요소분할 크기에 기초한다. 더 작은 요소분할 크기를 사용한 경우, 규정된 요소분할 크기와 같은 면적에 걸쳐 계산된 영역 가중치 부과 등가응력을 허용응력과 비교하기 위하여 사용할 수 있다. 평균응력 계산은 요소 경계 전체가 대상 구역 내에 위치하는 요소만을 기초로 하여야 한다. 평균응력은 요소 중심에서의 응력을 기초로 계산하여야 한다. 즉 보간법 및 / 또는 외삽법에 의하여 얻어진 응력값을 사용하여서는 아니 된다. 평균응력 계산은 구조적 불연속부 및 인접구조를 통해서는 수행하여서는 아니 된다.

4.2 허용기준

4.2.1

허용기준에 대한 응력 결과의 검증은 [4.1]에 따라 수행하여야 한다. 구조평가는 응력이 다음의 기준을 만족하는 것을 입증하는 것이다.

$\lambda_f \le \lambda_{fperm}$

λ_f : 상세 요소분할 항복사용계수로 다음과 같다.

$\lambda_f = \dfrac{\sigma_{vm}}{R_Y}$ 일반적으로 쉘 요소의 경우

$\lambda_f = \dfrac{|\sigma_{axial}|}{R_Y}$ 일반적으로 봉 또는 보 요소의 경우

σ_{vm} : 등가응력 (N/mm^2)

σ_{axial} : 봉 요소의 축응력 (N/mm^2)

λ_{fperm} : 허용 상세 요소분할 항복사용계수로 다음과 같다.

a) 용접부에 인접하지 않은 요소:

- $\lambda_{fperm} = 1.70 f_f$ AC-SD인 경우
- $\lambda_{fperm} = 1.36 f_f$ AC-S인 경우
- $\lambda_{fperm} = 1.70 f_f$ AC-A인 경우

b) 용접부에 인접한 요소:

- $\lambda_{fperm} = 1.50 f_f$ AC-SD인 경우
- $\lambda_{fperm} = 1.20 f_f$ AC-S인 경우
- $\lambda_{fperm} = 1.50 f_f$ AC-A인 경우

f_f : 피로계수로서 다음에 따른다.

- $f_f = 1.0$ 일반적인 경우(모재의 자유단 포함)
- $f_f = 1.2$ **9장 2절**의 피로평가 기준에 적합한 극상세분할(very fine mesh)에 의하여 평가하는 구역

비고 1: 최대 허용응력은 50 mm × 50 mm의 요소분할 크기에 기초한다. 더 작은 요소분할 크기를 사용한 경우, 규정된 요소분할 크기와 같은 면적에 걸쳐 [4.1]에 따라 계산된 평균 등가응력을 허용응력과 비교하기 위하여 사용할 수 있다.

비고 2: 평균 등가응력 σ_{vm-av}은 요소 면적에 대한 가중평균을 기초로 계산하여야 한다.

$$\sigma_{vm-av} = \frac{\Sigma_1^n A_i \sigma_{vm-i}}{\Sigma_1^n A_i}$$

비고 3: 응력평균 계산은 구조적 불연속부 및 인접구조를 통해서는 수행할 수 없다. ⚓

14편 8장

좌굴

제 1 절 일반사항

제 2 절 세장비 요건

제 3 절 규정 좌굴요건

제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건

제 5 절 좌굴능력

제 6 절 참조응력을 기반으로 한 응력

제 1 절 일반사항

1. 서론

1.1 가정

1.1.1
이 장은 국부 지지부재 및 1차 지지부재의 좌굴 및 최종강도에 대한 강도 기준을 포함한다. 이러한 기준은 선체 국부 치수에 대해서는 **6장**, 직접강도해석에 대해서는 **7장**에 따라 적용하여야 한다.

1.1.2
각 구조부재의 경우, 좌굴강도 특성상 가장 불리한 또는 위험한 좌굴 모드로 취하여야 한다.

1.1.3
별도로 규정하지 아니한 경우, 이 장에서의 구조부재의 치수 요건은 제공된 총 두께로부터 **3장 3절**에 따른 t_c를 감한 순 치수를 기반으로 한다.

1.1.4
이 장에서는, 압축 및 전단응력은 양(+)으로, 인장응력은 음(-)으로 한다.

2. 적용

2.1 범위

2.1.1
좌굴 검토는 다음에 따라 수행하여야 한다.

a) 판 및 종/횡 보강재의 세장비 요건에 대하여는 **8장 2절**
b) 판, 종/횡 보강재, 1차 지지부재 및 기타 구조의 규정 좌굴 요건에 대하여는 **8장 3절**
c) 판, 보강된 패널 및 기타 구조의 유한요소해석의 좌굴 요건에 대하여는 **8장 4절**
d) 규정 및 유한요소 좌굴 요건의 좌굴 능력에 대하여는 **8장 5절**

2.1.2 보강재
이 장에 언급된 보강재의 좌굴 검토는 좌굴 패널의 긴 변을 따라 설치된 보강재에 적용하여야 한다.

2.1.3 큰 보강재
큰 보강재(웨브 보강이 있거나 또는 없는 경우)는 다음의 요건들을 만족하여야 한다.

a) 다음과 같은 규정 요건의 좌굴 강도:
- 큰 보강재 웨브 : **8장 3절 [3.2]**.
- 큰 보강재 웨브에 부착된 보강재 : **8장 3절 [3.1]** 및 **8장 3절 [3.3]**.

b) 큰 보강재는 **8장 4절**의 유한요소 해석의 좌굴 요건을 만족하여야 한다.

3. 정의

3.1 일반사항

3.1.1 좌굴 정의
“좌굴”은 일반적으로 면내압축 및 / 또는 전단 및 면외하중을 받고 있는 구조의 강도를 기술하는 포괄적인 용어이다. 좌굴강도 또는 능력은 하중 상태, 세장비 및 구조의 종류에 따라 하중의 내부 재분배를 고려할 수 있어야 한다.

3.1.2 좌굴능력

이 원리에 기초한 좌굴능력은 최종능력의 하한 추정 또는 큰 영구변형 없이 패널이 분담할 수 있는 최대하중을 제공한다.

좌굴능력 평가에서는 판에 대한 양의 탄성 후-좌굴 효과(positive elastic post-buckling effect)를 사용하며 판과 보강재 사이와 같이 구조부재들 간의 하중 재분배를 설명한다. 세장한 구조의 경우, 이 방법을 이용하여 계산된 능력값은 이상화된 탄성 좌굴응력(최소 고유치)보다 일반적으로 더 크다. 세장하고 보강된 패널에서의 구조부재의 탄성좌굴을 허용하는 것은 높은 좌굴 사용 범위(higher buckling utilization levels)에서 큰 탄성변형과 면내강성의 감소가 발생함을 의미한다.

3.1.3 평가방법

좌굴평가는 서로 다른 경계조건 종류를 고려하여 2가지 방법 중 하나에 따라 수행되어야 한다.

a) 방법 A : 요소 패널의 모든 단부는 주위 구조/인접 판 때문에 직선 형태(그러나 면내 방향으로는 자유롭게 이동)를 유지하여야 한다.

b) 방법 B : 요소 패널의 단부는 단부에서의 낮은 면내강성 및/또는 주위 구조/인접 판이 없기 때문에 직선 형태를 유지하지 않아도 된다.

3.2 좌굴사용계수

3.2.1

사용계수 η는 적용 하중과 대응하는 최종능력 또는 좌굴강도와의 비율로 정의한다.

3.2.2

조합하중의 경우, 사용계수 η_{act}는 **그림** 1과 같이 적용 등가응력과 대응하는 좌굴능력과의 비율로 정의하며, 다음에 따른다.

$$\eta_{act} = \frac{W_{act}}{W_u} = \frac{1}{\gamma_c}$$

W_{act} : 작용 등가응력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$W_{act} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \tau^2}$ 판의 경우

$W_{act} = \sigma_a + \sigma_b + \sigma_w$ 보강재의 경우

W_u : 등가 좌굴능력(N/mm^2)으로 다음에 따른다.

$W_u = \sqrt{\sigma_{cx}^2 + \sigma_{cy}^2 + \tau_c^2}$ 판의 경우

$W_u = \dfrac{R_{eH-S}}{S}$ 보강재의 경우

γ_c : 파손에서의 응력승수인자(Stress multiplier factor).

각각의 전형적인 파손모드의 경우, 패널의 해당 능력은 실제 응력조합을 적용한 후 붕괴에 이를 때까지 비례적으로 응력을 증가 또는 감소시킴으로써 구할 수 있다.

그림 1은 σ_x와 σ_y응력을 받는 구조 부재의 좌굴능력 및 좌굴사용계수를 나타낸다.

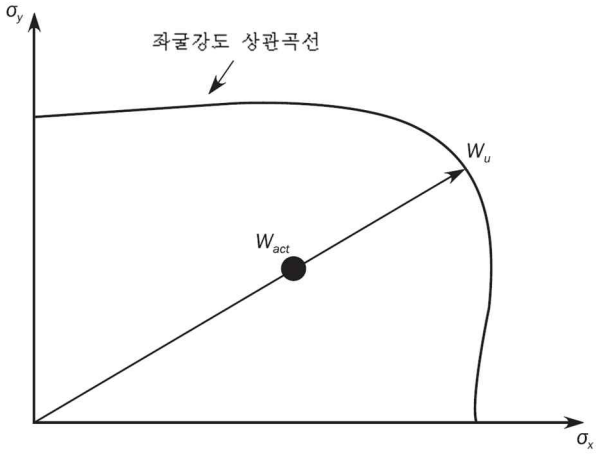


그림 1 : 좌굴 능력 및 좌굴사용계수의 예

3.3 허용 좌굴사용계수

3.3.1 일반 구조요소

허용 좌굴사용계수는 표 1에 따른다.

표 1 : 허용 좌굴사용계수

구조부재	허용 좌굴사용계수 η_{all}
판 및 보강재 보강된 및 보강되지 않은 패널 개구 주위의 웨브 판	1.00 하중조합 S+D 인 경우 0.80 하중조합 S 인 경우 1.00 하중조합 A 및 T인 경우
필러	0.75 하중조합 S+D 인 경우 0.65 하중조합 S 인 경우 0.75 하중조합 A 및 T인 경우

3.4 좌굴 허용기준

3.4.1

구조부재의 좌굴강도는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{act} \leq \eta_{all}$

η_{act} : [3.2.2]에 따른 작용 응력에 기초한 좌굴사용계수.

η_{all} : [3.3]에 따른 허용 좌굴사용계수.

제 2 절 세장비 요건

기호

이 절에 정의되지 않은 기호의 경우, **1장 4절**을 참조한다.

b_{f-out} : 웨브 두께의 중간에서 플랜지 단부까지의 최대 거리(mm) (**그림** 1 참조)

h_w : 보강재 웨브의 깊이(mm) (**그림** 1 참조)

ℓ : 유효 지지점 사이의 보강재 길이(m)

s_{eff} : 보강재 부착판의 유효폭(mm)으로 다음 식에 따른다.

$$s_{eff} = 0.8\,s$$

t_f : 플랜지의 순 두께(mm)

t_p : 판의 순 두께(mm)

t_w : 웨브의 순 두께(mm)

1. 구조요소

1.1 일반사항

1.1.1

모든 구조부재는 [2] 및 [3]의 해당되는 세장비 또는 치수비 요건을 만족하여야 한다.

2. 판

2.1 패널의 순 두께

2.1.1

패널의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$t_p \geq \frac{b}{C}$$

C : 세장비계수로, 다음과 같다.

$C = 100$ 선체외판(hull envelope)

$C = 125$ 기타 구조인 경우

선박의 원통형 부분내의 빌지 판 및 둥근 거널에는 이 요건을 적용하지 않는다.

3. 보강재

3.1 보강재의 치수비

3.1.1 모든 보강재 종류의 순 두께

보강재의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.

a) 보강재 웨브 판

$$t_w \geq \frac{h_w}{C_w}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

b) 플랜지

$$t_f \geq \frac{b_{t-out}}{C_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

C_w, C_f : 표 1의 세장비계수

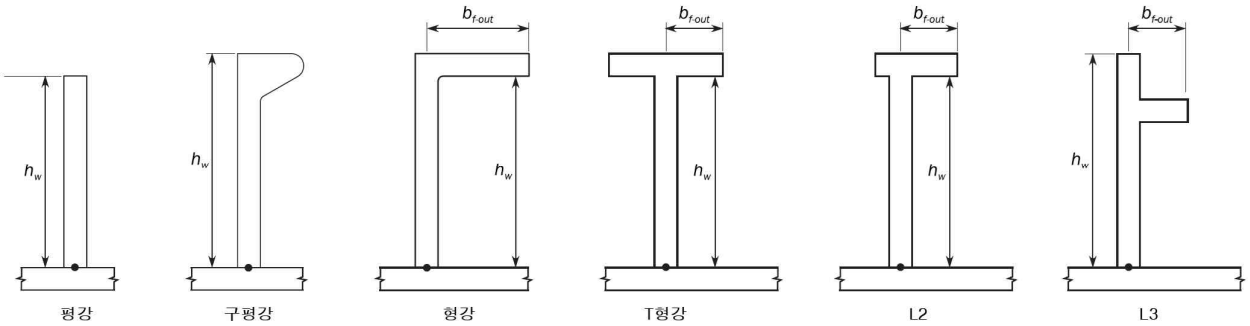


그림 1 : 보강재 치수 파라미터

표 1 : 세장비계수

보강재 종류	C_w	C_f
형강, L2 및 L3	75	12
T형강	75	12
구평강(bulb)	45	-
평강	22	-

3.1.2 앵글 및 T형강의 치수

앵글 및 T형강에 대한 전체 플랜지 폭 b_f (mm)는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$b_f \geq 0.2\,h_w$

3.1.3 보강재의 굽힘강성

부착판에 평행한 중립축에 대한 유효폭의 판을 포함한 보강재의 순 관성 모멘트(cm^4)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$I_{st} \geq C\ell^2 A_{eff}\frac{R_{eH}}{235}$$

A_{eff} : 유효 부착판 s_{eff}을 포함한 보강재의 순 단면적(cm^2)

R_{eH} : 부착판의 최소 항복응력(N/mm^2)

C : 세장비계수로서 다음에 따른다.

C = 0.81 스닙된 보강재를 포함한 종 보강재인 경우

C = 0.72 기타 보강재인 경우

4. 1차 지지부재

4.1 치수비 및 강성

4.1.1 웨브 판과 플랜지의 치수비

1차 지지부재의 웨브 판과 플랜지의 순 두께는 다음 기준을 만족하여야 한다.

a) 웨브 판 :

$$t_w \geq \frac{s_w}{C_w}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

b) 플랜지 :

$$t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

s_w : 판 폭(mm), 웨브 보강재의 간격과 같다.

C_w : 웨브 판에 대한 세장비계수로서 다음을 따른다.

C_w=125 이중선체구조인 경우

C_w=100 상기 이외의 경우

C_f : 플랜지에 대한 세장비계수로서 다음을 따른다.

C_f=12

4.1.2 갑판 횡방향 1차 지지부재

축 압축(선체거더 응력)을 받는 종 보강재를 지지하는 횡방향 1차 지지부재에 대한 순 관성 모멘트 $I_{psm-n50}$ (cm^4)는 굽힘 스팬의 중앙부 절반 내에서 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$I_{psm-n50} \geq 300\frac{\ell_{bdg}^4}{S^3 s}I_{st}$$

$I_{psm-n50}$: 0.8S의 유효폭의 부착판을 포함한 1차 지지부재의 순 관성 모멘트(cm^4)

ℓ_{bdg} : 3장 7절에 따른 1차 지지부재의 굽힘 스팬(m)

S : 3장 7절에 따른 1차 지지부재의 간격(m)

I_{st} : [3.1.3]에 따른 갑판 보강재의 관성 모멘트(cm^4)로서 굽힘 스팬의 중앙부 절반 내에서의 값으로 한다.

4.2 1차 지지부재의 웨브 보강재

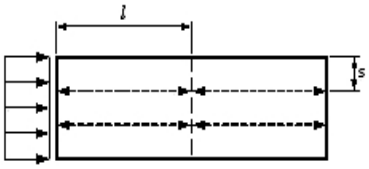
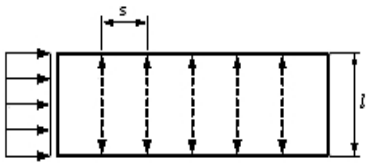
4.2.1 웨브 보강재의 치수비

1차 지지부재에 부착된 웨브 보강재의 웨브 및 플랜지의 순 두께는 [3.1.1] 및 [3.1.2]의 요건을 만족하여야 한다.

4.2.2 웨브 보강재의 굽힘강성

1차 지지부재의 웨브 보강재의 유효 부착판 s_{eff}을 포함한 순 관성 모멘트 I_{st} (cm^4)는 표 2에 따른 최소 관성 모멘트 이상이어야 한다.

표 2 : 웨브 보강재의 강성 기준

보강재 배치		웨브 보강재의 최소 관성 모멘트(cm^4)
A	1차 지지부재 스팬을 따라 설치된 웨브 보강재 	$I_{st} \geq C\ell^2 A_{eff}\dfrac{R_{eH}}{235}$
B	1차 지지부재 스팬에 수직하게 설치된 웨브 보강재 	$I_{st} \geq 1.14\,\ell s^2 t_w\left(2.5\dfrac{1000\ell}{s} - 2\dfrac{s}{1000\ell}\right)\dfrac{R_{eH}}{235}10^{-5}$

C : 세장비계수로 다음에 따른다.
- C = 0.81 스닙된 보강재를 포함한 종 보강재의 경우
- C = 0.72 기타 보강재의 경우

ℓ : 웨브 보강재의 길이(m)로서, 국부 지지부재에 용접되는 웨브 보강재는 국부 지지부재의 플랜지 사이의 길이로 하며, 스닙된 웨브 보강재는 횡(lateral) 지지부재의 간격으로 한다. 즉, 보강재 배치 B와 같이 1차 지지부재의 플랜지 사이의 전 길이로 한다.

A_{eff} : 유효 부착판 s_{eff}을 포함한 웨브 보강재의 순 단면적(cm^2)

t_w : 1차 지지부재의 웨브 순 두께(mm)

R_{eH} : 1차 지지부재 웨브의 최소 항복응력(N/mm^2)

5. 브래킷

5.1 트리핑 브래킷

5.1.1 지지되지 않은(Unsupported) 플랜지 길이

1차 지지부재 플랜지의 지지되지 않은 길이(즉, 트리핑 브래킷 사이의 거리, m)는 다음의 값 이하이어야 한다.

$$S_b = b_f C\sqrt{\frac{A_{f-n50}}{\left(A_{f-n50}+\dfrac{A_{w-n50}}{3}\right)}\left(\frac{235}{R_{eH}}\right)}$$

다만, $S_{b-\min}$ 이상이어야 한다.

b_f : 1차 지지부재의 플랜지 폭(mm)

C : 세장비계수로서 다음에 따른다.
- C=0.022 대칭 플랜지인 경우
- C=0.033 비대칭 플랜지인 경우

A_{f-n50} : 플랜지의 순 단면적(cm^2)

A_{w-n50} : 웨브의 순 단면적(cm^2)

R_{eH} : 1차 지지부재의 최소 항복응력(N/mm^2)

$S_{b-\min}$: 최소 플랜지 길이로서 다음에 따른다.

$S_{b-\min} = 3.0$ m 화물창 구역, 화물창 경계 또는 외부 갑판을 포함하는 선체 외곽판의 경우

$S_{b-\min} = 4.0$ m 기타 구역인 경우

5.1.2 단부 보강

1차 지지부재의 트리핑 브래킷은 **표 3**에 따른 단부의 유효 길이 ℓ_b(mm)가 다음의 값보다 큰 경우 플랜지 또는 보강재로 보강하여야 한다.

$\ell_b = 75\, t_b$

t_b : 브래킷 웨브 순 두께(mm)

5.2 단부 브래킷

5.2.1 치수비

압축응력을 받는 단부 브래킷의 웨브 순 두께 t_b(mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$t_b = \frac{d_b}{C}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

d_b : **표 3**에 따른 브래킷의 깊이(mm)

C : **표 3**에 따른 세장비 계수

R_{eH} : 단부 브래킷의 최소 항복응력(N/mm^2)

5.3 단부 보강

5.3.1 브래킷 자유변의 보강

브래킷 자유변의 보강재 웨브의 깊이 h_w(mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$h_w = \frac{C\,\ell_b}{1000}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$ 다만, 50.0 mm 이상이어야 한다.

C : 세장비 계수로서 다음에 따른다.

$C = 75$ 단부 브래킷의 경우

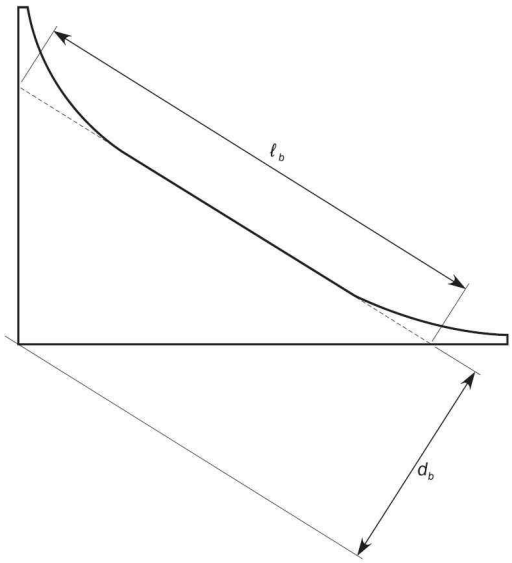
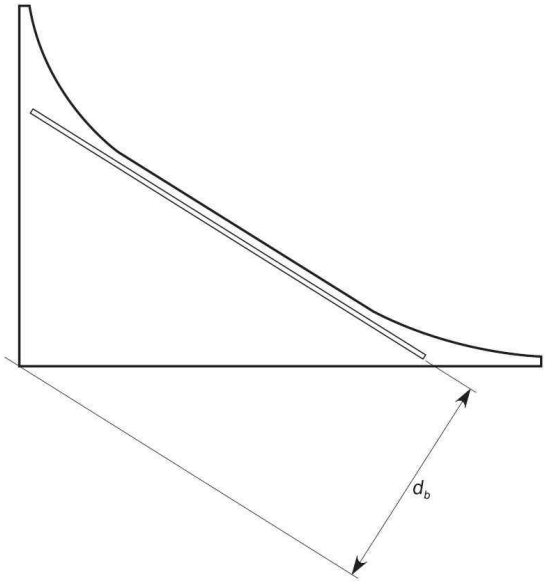
$C = 50$ 트리핑 브래킷의 경우

R_{eH} : 보강재의 최소 항복응력(N/mm^2)

5.3.2 자유변 보강재의 치수비

자유변 보강재의 웨브 판과 플랜지의 순 두께는 [3.1.1] 및 [3.1.2]의 요건을 만족하여야 한다.

표 3 : 브래킷의 치수비에 대한 좌굴계수(C)

브래킷 종류	C
자유변 보강재가 없는 브래킷  	$C = 20\left(\frac{d_b}{\ell_b}\right) + 16$ 여기서: $0.25 \le \frac{d_b}{\ell_b} \le 1.0$
자유변 보강재가 있는 브래킷  	$C = 70$

6. 기타 구조

6.1 필러

6.1.1 I-단면 필러의 치수비

I-단면의 경우, 웨브 판의 두께 및 플랜지 두께는 [3.1.1] 및 [3.1.2]의 요건을 만족하여야 한다.

6.1.2 상자형 단면 필러의 치수비

얇은 두께의 벽을 갖는 상자형 단면의 두께는 [3.1.1]의 (a) 요건을 만족하여야 한다.

6.1.3 원형 단면 필러의 치수비

원형 단면 필러의 순 두께 t (mm)는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$t \geq \frac{r}{50}$

r : 두께 중간에서의 원형 단면의 반경(mm)

6.2 개구의 보강

6.2.1 개구 자유변 보강재의 깊이

그림 2와 같이 설치된 경우, 개구 자유변 보강재의 웨브 깊이 h_w (mm)는 다음의 값 이상이어야 한다.

$h_w = C\,\ell\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$ 다만, 50.0 mm 이상이어야 한다.

C : 세장비 계수로 다음과 같다.

$C = 50$

R_{eH} : 보강재의 최소 항복응력(N/mm^2)

6.2.2 보강재의 비율

보강재의 웨브 판 및 플랜지의 순 두께는 [3.1.1] 및 [3.1.2]의 요건을 만족하여야 한다.

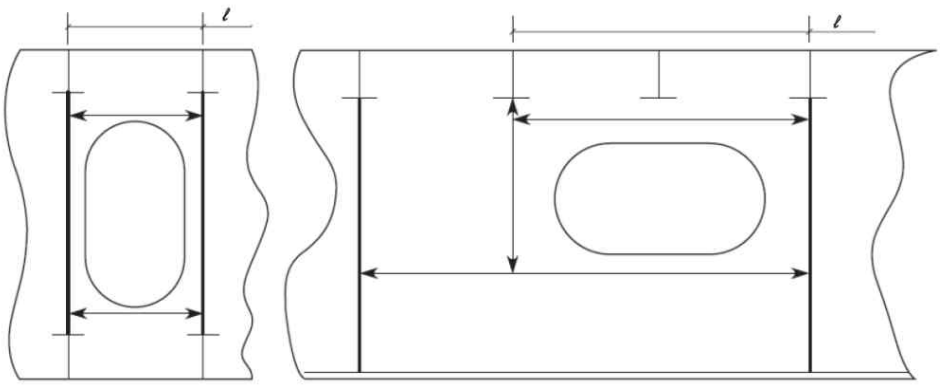


그림 2 : 전형적인 개구 자유변 보강

제 3 절 규정 좌굴요건

기호

η_{all} : **8장 1절** [3.3]에 따른 허용 좌굴사용계수

EPP : **3장 7절** [2.1]에 따른 요소판 패널

LCP : **3장 7절** [2.2.2] 및 **3장 7절** [3.2]에 따른 하중 계산점

1. 일반사항

1.1 범위

1.1.1

이 절은 선체거더 압축 및 전단응력을 받는 곡면 패널을 포함한 패널과 보강재에 적용한다. 추가로 압축응력을 받는 필러의 구조부재를 검토하여야 한다.

1.1.2

선체거더 좌굴강도 요건은 선박의 전체 길이에 걸쳐 적용한다.

1.1.3 설계하중세트

좌굴검토는 **6장 2절** [1.3]에 따른 압력 조합을 갖는 비손상 및 침수상태에 대하여 **6장 2절** [2]에 따른 모든 설계하중 조합에 대하여 수행하여야 한다.

각 설계하중조합에 대하여 모든 동적하중의 경우, 면외 압력은 **3장 7절**에 정의된 하중 계산점에서 **4장**에 따라 결정되어야 하며, [2.2]에 따른 선체거더 응력조합과 함께 적용되어야 한다.

1.2 등가 패널

1.2.1

종늑골 방식에서, 판 두께가 패널의 폭(b)에 따라 변하는 경우, 좌굴검토는 더 얇은 판 두께(t_1)와 결합된 등가 패널의 폭에 대하여 수행하여야 한다. 이 등가 패널의 폭 b_{eq}(mm)은 다음 식에 의해 정의된다.

$$b_{eq} = \ell_1 + \ell_2 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{1.5}$$

ℓ_1 : **그림 1**의 얇은 판 순 두께 t_1 패널 부분의 폭.(mm)

ℓ_2 : **그림 1**의 두꺼운 판 순 두께 t_2 패널 부분의 폭.(mm)

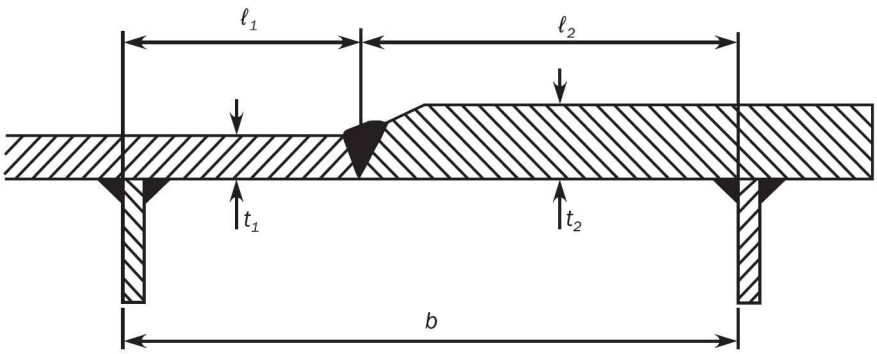


그림 1 : 폭에 걸친 판 두께 변화

1.2.2

횡늑골 방식에서, 요소판 패널이 다른 두께를 가지는 경우, 판과 보강재의 좌굴검토는 하중 계산점에서 EPP의 응력과 압력이 EPP 내에서 동일하다고 가정하여 각 두께에 대하여 이루어져야 한다.

1.2.3

패널이 다른 재료로 이루어진 경우, 최소 항복강도가 좌굴평가에 사용되어야 한다.

2. 선체거더 응력

2.1 일반사항

2.1.1

선체거더 굽힘응력 σ_{hg}(N/mm^2)는 **6장 2절**에 따라 계산하여야 한다.

2.1.2

판 i에서의 선체거더 전단응력 τ_{hg}(N/mm^2)는 다음 식에 따라 계산한다.

$$\tau_{hg} = \frac{Q_{Tot}(x)\, q_{vi}}{t_{i-n50}} 10^3$$

$Q_{Tot}(x)$: 선박 종방향 위치 x에서의 전체 수직 전단력(kN)으로, 다음의 값으로 한다.

a) 설계하중조합이 S + D인 경우

- 항해중인 경우 :

$$Q_{Tot}(x) = |Q_{sw} + Q_{wv-LC}|$$

b) 설계하중조합이 S인 경우

- 항내 / 보호된 수역에서의 항해의 경우 :

$$Q_{Tot}(x) = |Q_{sw-p}|$$

q_{vi} : **5장 1절 [3.2.1]**에 따른 판 i의 기여율.

t_{i-n50} : 전단응력 계산에 사용되는 **5장 1절 [3.2.1]**에 따른 판 i의 순 두께.(mm)

Q_{sw} : **4장 4절 [2.3.1]**에 따른 고려하는 선체 횡단면에서의 항해 시 정수중 허용 전단력.(kN)

Q_{sw-p} : **4장 4절 [2.3.2]**에 따른 고려하는 선체 횡단면의 항내 / 보호된 수역에서의 정수중 허용 전단력.(kN)

Q_{wv-LC} : **4장 4절 [3.3]**에 따른 고려하는 동적하중상태 시 고려하는 선체 횡단면의 비손상 또는 침수상태에서, 수직 파랑 전단력.(kN)

2.2 응력조합

2.2.1

각 요소판 패널 및 보강재는 다음의 응력조합에 대하여 **[3]**에 따른 기준을 만족하여야 한다.

a) 종늑골 방식

- 응력조합 1:

$$\sigma_x = \sigma_{hg}$$
$$\sigma_y = 0.0$$
$$\tau = 0.7\tau_{hg}$$

- 응력조합 2:

$$\sigma_x = 0.7\sigma_{hg}$$
$$\sigma_y = 0.0$$

$\tau = \tau_{hg}$

b) 횡늑골 방식

- 응력조합 1:

$\sigma_x = 0.0$

$\sigma_y = \sigma_{hg}$

$\tau = 0.7\tau_{hg}$

- 응력조합 2:

$\sigma_x = 0.0$

$\sigma_y = 0.7\sigma_{hg}$

$\tau = \tau_{hg}$

σ_{hg} : [2.1.1]에 따른 요소판 패널 또는 보강재에서의 선체거더 굽힘응력.(N/mm^2)

τ_{hg} : [2.1.2]에 따른 요소판 패널 또는 보강재의 부착판에서의 선체거더 전단응력.(N/mm^2)

3. 좌굴기준

3.1 전체 보강 패널

3.1.1

전체 보강 패널의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Overall} \leq \eta_{all}$

$\eta_{Overall}$: 8장 5절 [2.1]에 따른 최대사용계수.

3.2 판

3.2.1

요소판 패널의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Plate} \leq \eta_{all}$

η_{Plate} : 8장 5절 [2.2]의 SP-A에 따라 계산된 판의 최대사용계수.

3.3 보강재

3.3.1

보강재의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Stiffener} \leq \eta_{all}$

$\eta_{Stiffener}$: 8장 5절 [2.3]에 따른 보강재의 최대사용계수.

비고 1 : 이 능력 검토는 [3.1.1]에 따른 전체 보강 패널의 능력이 만족되는 경우에만 이루어질 수 있다.

3.4 필러

3.4.1

필러의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Pillar} \leq \eta_{all}$

η_{Pillar} : 8장 5절 [3.1]에 따른 보강재의 최대사용계수.

제 4 절 직접강도해석에 대한 좌굴요건

기호

η_{all} : 8장 1절 [3.3]에 따른 허용 좌굴사용계수

α : 8장 5절에 따른 패널의 종횡비

1. 일반사항

1.1 범위

1.1.1

이 절의 요건은 압축응력, 전단응력 및 면외압력을 받는 직접강도해석의 좌굴평가에 대해 적용한다.

1.1.2

7장에 따라 수행하는 유한요소 해석에서의 모든 구조 요소는 개별적으로 평가되어야 한다. 좌굴검토는 다음의 구조 요소에 대하여 수행하여야 한다.

a) 보강 및 보강되지 않은 패널(곡면 패널 포함)
b) 개구 주위의 웨브 판
c) 필러

2. 보강 및 보강되지 않은 패널

2.1 일반사항

2.1.1

선체 구조의 패널은 보강 또는 보강되지 않은 패널로 모델링되어야 한다. 8장 1절 [3]에 따른 방법 A와 방법 B는 **표 1**에 따라 사용되어야 한다.

- 면재 또는 "인라인 지지"가 없는 부착판을 따라 하나의 긴 모서리를 가지는 1차 지지부재 웨브 패널인 경우, 즉 모서리가 자유롭게 당겨질 수 있는 경우, 방법 B(SP-B 또는 UP-B)를 적용해야 한다. 이외의 경우, 방법 A(SP-A 또는 UP-A)가 적용된다.
- 일반적으로 짧은 판 모서리가 판 플랜지에 부착되면 방법 A(SP-A 또는 UP-A)가 적용된다. 그러나 긴 모서리 중 하나가 "인라인 지지"가 없고 자유롭게 당겨질 수 있는 경우, 방법 B(SP-B 또는 UP-B)가 적용된다.

2.1.2 패널의 평균 두께

패널을 따라 판 두께가 일정하지 않을 경우, 좌굴평가를 위해 사용되는 패널은 다음과 같이 가중 평균 두께로 7장에 따라 모델링되어야 한다.

$$t_{avr} = \frac{\sum_1^n A_i t_i}{\sum_1^n A_i}$$

A_i : i번째 판 요소의 면적.

t_i : i번째 판 요소의 순 두께.

n : 좌굴 패널을 결정하는 유한요소의 수.

2.1.3 패널의 항복응력

패널 항복응력 R_{eH_P}은 패널 내 요소의 규정 항복응력의 최소값을 취한다.

표 1 : 구조부재

구조 요소		평가 방법	통상적인 패널 정의
종 방향 구조 (**그림 1** 참조)			
종 방향으로 보강된 패널 외판 종격벽 스트링거 갑판(벤치 구조) 종격벽(벤치 구조)		SP-A	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
스트링거 갑판과 일치하는 스트링거(벤치 구조) 종격벽과 일치하는 이중저 거더(벤치 구조)		SP-A	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 웨브 전체 깊이
상갑판		SP-B	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
이중선측 스트링거 이중저 거더		SP-B	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 웨브 전체 깊이
창구코밍 정판 선측 창구코밍		UP-B	길이 : 특설늑골 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
횡 방향 구조 (**그림 2** 참조)			
이중선측 수직 웨브	규칙적으로 보강된 1차 지지부재 사이의 웨브	SP-B	길이 : 웨브 전체 깊이 폭 : 1차 지지부재 사이
	불규칙적으로 보강된 1차 지지부재 사이의 웨브	UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
이중저 늑판		SP-B	길이 : 웨브 전체 깊이 폭 : 1차 지지부재 사이
통로 및 덕트 킬 내부 웨브 불규칙적으로 보강된 빌지 부근 웨브 패널		UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
수밀격벽 (**그림 3** 참조)			
격벽판	규칙적으로 보강된 패널	SP-A	길이 : 1차 지지부재 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
	불규칙적으로 보강된 패널	UP-A	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
이중선측 수직 웨브	규칙적으로 보강된 1차 지지부재 사이의 패널	SP-A	길이 : 1차 지지부재 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
	불규칙적으로 보강된 1차 지지부재 사이의 패널	UP-A	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
이중저 늑판		SP-A	길이 : 1차 지지부재 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
불규칙적으로 보강된 빌지 부근 웨브 패널		UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
비수밀 격벽 (**그림 4** 참조)			
박스 거더 끝단 브래킷 구조 이면 이중선측 내 수직 웨브		SP-A	길이 : 웨브 전체 깊이 폭 : 1차 지지부재 사이
박스 거더		SP-B	길이 : 1차 지지부재 사이 폭 : 1차 지지부재 사이
수직 웨브 횡 방향 스트링거		SP-B	길이 : 1차 지지부재 사이 폭 : 웨브 전체 깊이
박스 거더 끝단 브래킷 구조		UP-B	국부 보강재/면재/1차 지지부재 사이의 판
1. SP 및 UP는 각각 보강 패널과 보강되지 않은 패널을 의미한다. 2. A 및 B는 각각 방법 A와 방법 B를 의미한다.			

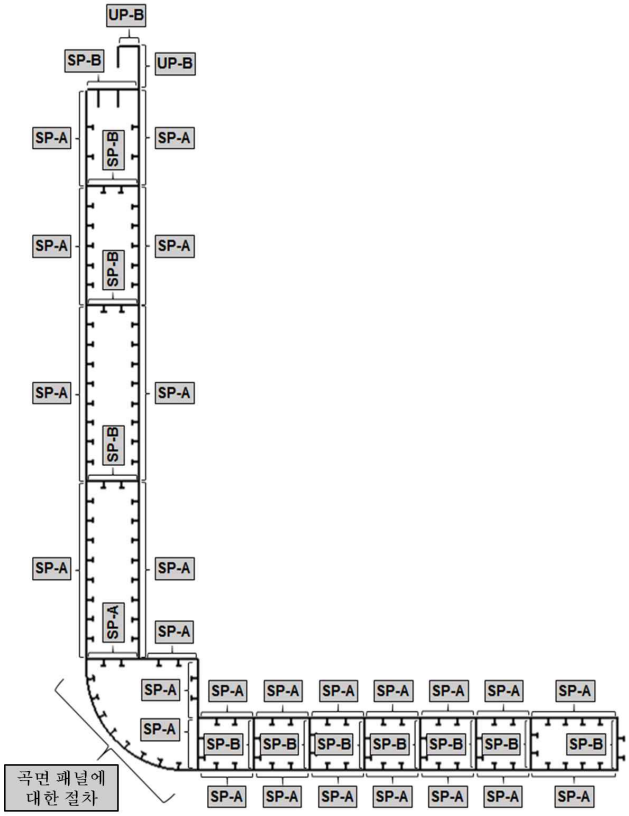


그림 1 : 컨테이너선 종방향 판

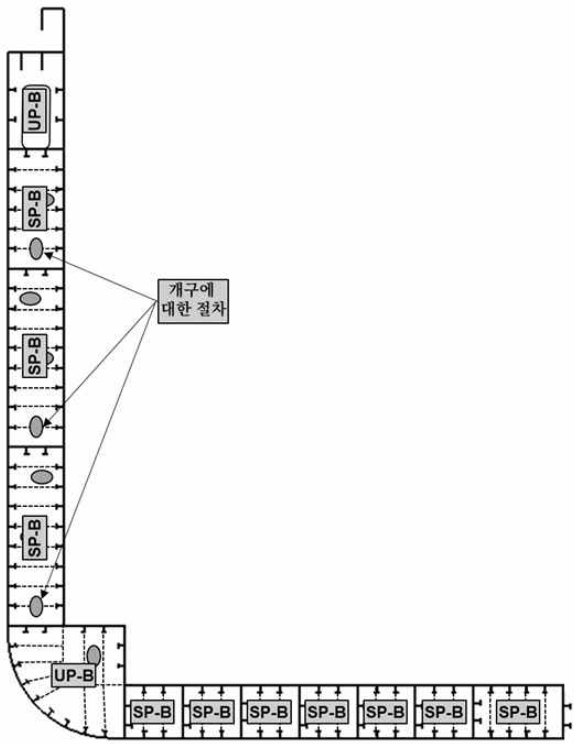


그림 2 : 컨테이너선 횡방향 특설늑골

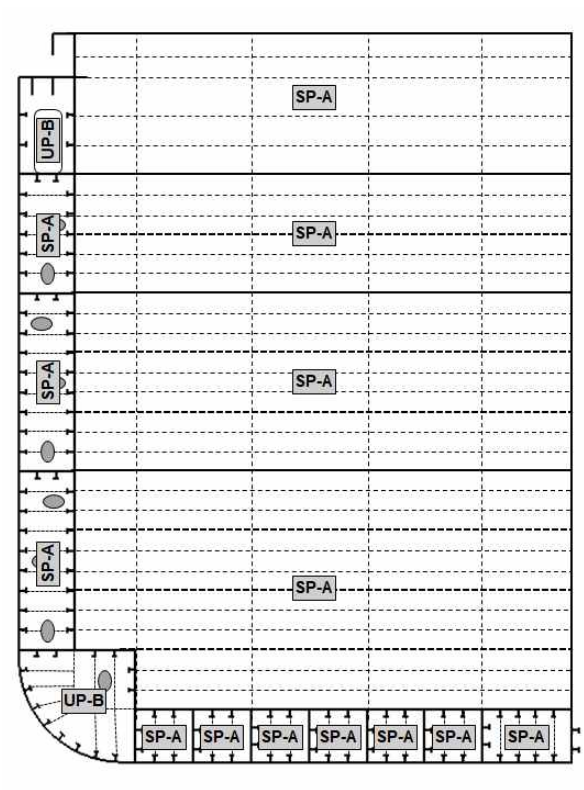


그림 3 : 컨테이너선 횡격벽

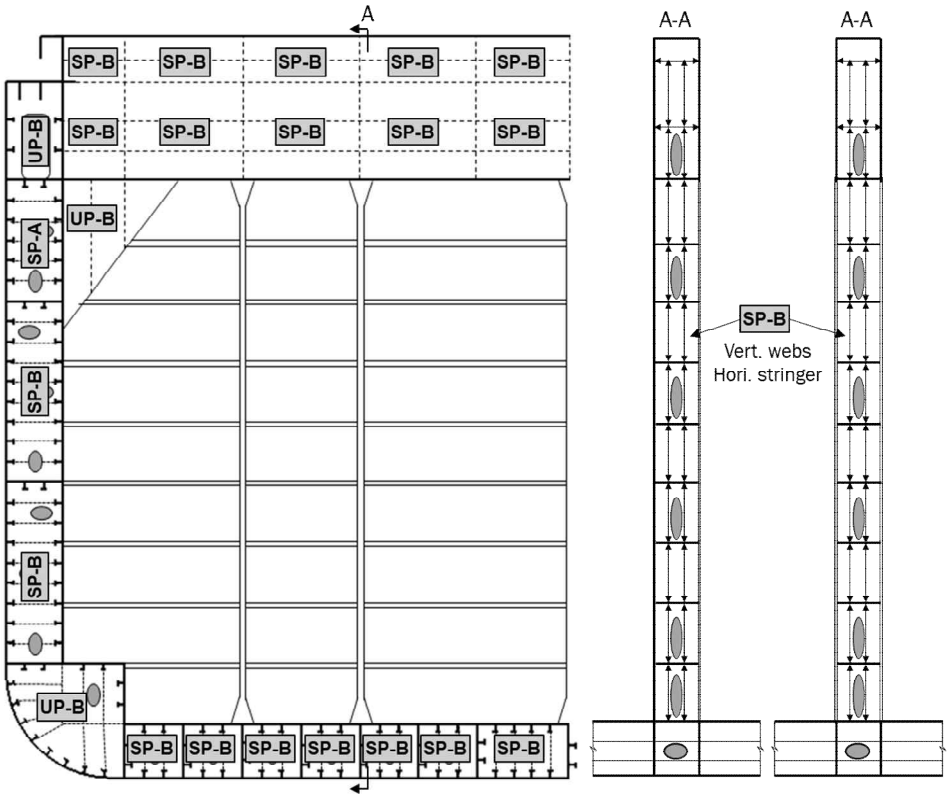


그림 4 : 컨테이너선 서포트 격벽

2.2 보강 패널

2.2.1

만일 보강 패널 내에서 보강재 특성 및 보강재 간격이 변한다면, 계산은 패널의 모든 구성에 대하여 개별적으로(즉, 보강재 사이의 각각의 보강재 및 판에 대하여) 수행되어야 한다. 고려하는 위치에서의 판 두께, 보강재 특성 및 보강재 간격은 전체 패널에 대하여 가정하여야 한다.

2.3 보강되지 않은 패널

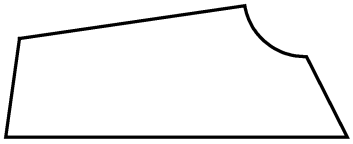
2.3.1 불규칙 패널

특설늑골, 스트링거 및 브래킷의 경우, 패널의 형상(즉, 웨브 보강재 / 면재에 의하여 구획되는 판)은 직사각형 모양을 갖지 않을 수도 있다. 이러한 경우, 불규칙한 형상에 대하여는 [2.3.2] 및 삼각형 형상에 대하여는 [2.3.3]에 따라 등가의 직사각형 패널을 정의하여야 하고 좌굴평가를 만족하여야 한다.

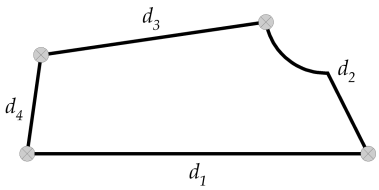
2.3.2 불규칙한 형상인 보강되지 않은 패널의 모델링

판의 좌굴평가를 위하여 불규칙한 형상이며 보강되지 않은 패널은 다음의 절차에 따라 등가의 패널로 이상화하여야 한다.

a) 판의 경계 다각형에서, 90°에 가장 가까운 4개의 모서리를 식별한다.

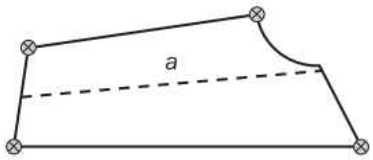


b) 식별된 4개의 모서리 사이 판의 경계 다각형을 따라 거리를 계산한다. (즉, 모서리 사이의 직선으로 계산한 거리의 합계)



c) 가장 작은 전체 길이를 갖는 마주보는 변의 쌍을 식별한다. (즉, d_1+d_3 및 d_2+d_4 중 최소값)

d) 선택된 마주보는 변의 각 중앙점 사이를 직선으로 연결한다. (즉, 하나의 중앙점은 하나의 모서리로부터 다른 모서리의 사이 거리의 반으로 정의된다.) 이 선분은 능력 모델의 종방향을 의미하며, 이 선분의 길이는 하나의 끝점으로부터 측정되며 능력 모델의 길이(a, mm)로서 정의된다.

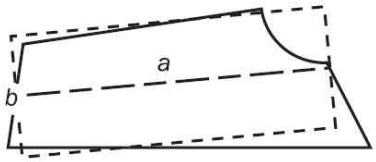


e) 단변의 길이(b, mm)는 다음에 따른다.

$b = A/a$

A : 판의 면적.(mm^2)

a : (d)에 따른 길이.(mm)

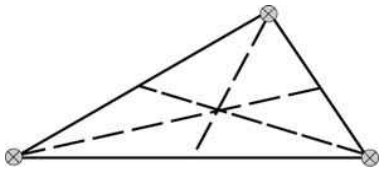


f) 직접강도해석에서 구한 응력은 등가 직사각형 패널의 국부 좌표계로 변환하여야 한다. 이들 응력은 좌굴평가에 사용하여야 한다.

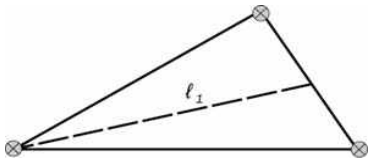
2.3.3 삼각형 형상을 가진 보강되지 않은 패널의 모델링

판의 좌굴평가를 위하여 삼각형 형상인 보강되지 않은 패널은 다음의 절차에 따라 등가의 패널로 이상화하여야 한다.

a) 각 꼭짓점으로부터 마주보는 변의 길이 중앙을 잇는 중앙선을 아래 그림과 같이 만든다.



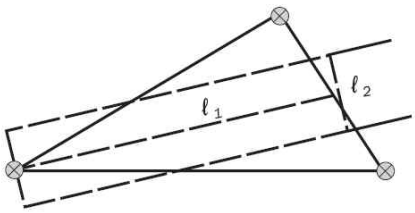
b) 가장 긴 중앙선을 식별한다. 이 중앙선의 길이 ℓ_1(mm)은 능력모델의 종방향으로 정의한다.



c) 모델의 폭 ℓ_2(mm)은 다음에 따른다.

$\ell_2 = A/\ell_1$

A : 판의 면적.(mm^2)



d) 등가의 직사각형 패널의 단변의 길이 b(mm)와 장변의 길이 a(mm)는 다음에 따른다.

$$b = \frac{\ell_2}{C_{tri}}$$

$$a = \ell_1 C_{tri}$$

$$C_{tri} = 0.4\frac{\ell_2}{\ell_1} + 0.6$$

e) 직접강도해석에서 구한 응력은 등가 직사각형 패널의 국부 좌표계로 변환하여야 하며, 이들 응력은 좌굴평가에 사용하여야 한다.

2.4 참조응력

2.4.1

응력분포는 직접강도해석으로부터 구하여야 하며, 좌굴 모델에 적용하여야 한다.

2.4.2

참조응력은 **8장 6절**에 따른 참조응력에 기초한 응력을 사용하여 계산하여야 한다.

2.5 면외압력

2.5.1

직접강도해석에 적용된 면외압력은 좌굴평가에도 적용하여야 한다.

2.5.2

면외압력이 많은 유한 판 요소에 의해 정의된 좌굴 패널에서 균일하지 않는 경우, 평균 면외압력(N/mm^2)은 다음 식에 따른다.

$$P_{avr} = \frac{\sum_1^n A_i P_i}{\sum_1^n A_i}$$

A_i : i번째 판 요소의 면적.(mm^2)

P_i : i번째 판 요소의 면외압력.(N/mm^2)

n : 좌굴 패널에서의 유한 요소의 수

2.6 좌굴 기준

2.6.1 UP-A

UP-A의 압축좌굴강도는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{UP-A} \le \eta_{all}$

η_{UP-A} : **8장 5절 [2.2]**의 방법 A에 따라 계산된 판의 최대사용계수.

2.6.2 UP-B

UP-B의 압축좌굴강도는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{UP-B} \le \eta_{all}$

η_{UP-B} : **8장 5절 [2.2]**의 방법 B에 따라 계산된 판의 최대사용계수.

2.6.3 SP-A

SP-A의 압축좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{SP-A} \le \eta_{all}$

η_{SP-A} : 보강 패널의 최대사용계수로서 다음 중 최대값으로 한다.

a) **8장 5절 [2.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력

b) **8장 5절 [2.2]**의 방법 A에 따른 판의 능력

c) 특성(두께, 치수), **[2.5.2]**에 따른 압력 및 보강재 양쪽의 각 EPP의 참조응력을 별도로 고려하는 **8장 5절 [2.3]**에 따른 보강재의 좌굴강도.

보강재 좌굴능력 검토는 **8장 5절 [2.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력이 만족하는 경우에만 이루어질 수 있다.

2.6.4 SP-B

SP-B의 압축좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{SP-B} \le \eta_{all}$

η_{SP-B} : 보강 패널 좌굴 사용계수로서 다음 중 최대값으로 한다.

a) **8장 5절 [2.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력

b) **8장 5절 [2.2]**에 따른 방법 B에 따른 판의 능력

c) 특성(두께, 치수), **[2.5.2]**에 정의된 압력 및 보강재 양쪽의 각 EPP의 참조응력을 별도로 고려하는 **8장 5절 [2.3]**에 따른 보강재의 좌굴강도

비고 1 : 보강재 좌굴능력 검토는 **8장 5절 [2.1]**에 따른 전체 보강 패널의 능력이 만족하는 경우에만 이루어질 수 있다.

2.6.5 개구 주위의 웨브

개구를 갖는 1차 지지부재의 웨브는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{opening} \leq \eta_{all}$

$\eta_{opening}$: **8장 5절 [2.4]**에 따른 개구 주위의 웨브의 좌굴사용계수

3. 필러

3.1 좌굴 기준

3.1.1

필러의 좌굴강도는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$\eta_{Pillar} \leq \eta_{all}$

η_{Pillar} : **8장 5절 [3.1]**에 따른 보강재의 최대사용계수

제 5 절 좌굴능력

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**을 참조한다.

A_s : 부착판을 제외한 보강재의 순 단면적.(mm^2)

a : **표 3**에 따른 패널의 장변 길이.(mm)

b : **표 3**에 따른 패널의 단변 길이.(mm)

b_{eff} : **[2.3.5]**에 따른 보강재 부착판의 유효폭.(mm)

b_{eff1} : 전단지연(shear lag) 효과가 없는 보강재 부착판의 유효폭(mm)으로 다음에 따른다.

- $\sigma_x > 0$인 경우
  - 규정 평가인 경우 :

$$b_{eff1} = \frac{C_{x1}b_1 + C_{x2}b_2}{2}$$

  - 유한요소 해석인 경우 :

$$b_{eff1} = C_x b$$

- $\sigma_x \le 0$인 경우

$$b_{eff1} = b$$

b_f : 보강재 플랜지의 폭.(mm)

b_1, b_2 : 고려하는 보강재 양쪽에서의 패널 폭.(mm)

C_{x1}, C_{x2} : 고려하는 보강재 양쪽의 EPP1 및 EPP2에 대하여 **표 3**의 경우 1에 따라 계산한 경감계수.

d : 곡면 패널에 대한 원통의 축에 평행한 변의 길이.(mm).(**표 4** 참조)

d_e : **3장 2절 그림 3**에 정의된 웨브 상단부에서 플랜지의 상면까지 거리.(mm)

e_f : 부착판에서 플랜지의 중심까지 거리(mm)로서 다음에 따른다.

$e_f = h_w$	평강인 경우
$e_f = h_w - 0.5t_f$	구평강(bulb)인 경우
$e_f = h_w + 0.5t_f$	형강, L2 및 T 형강인 경우
$e_f = h_w - d_e - 0.5t_f$	L3인 경우

F_{long} : **[2.2.4]**에 따른 계수.

F_{tran} : **[2.2.5]**에 따른 계수.

h_w : 보강재 웨브의 깊이.(mm)(**그림 1** 참조)

ℓ : 1차 지지부재 사이의 간격과 동일한 보강재의 스팬.(mm)

R : 곡면 패널의 반지름.(mm)

R_{eH_P} : 판의 규정 최소 항복응력.(N/mm^2)

R_{eH_S} : 보강재의 규정 최소 항복응력.(N/mm^2)

S : 부분 안전계수로서 다음에 따른다.

$S = 1.1$	국부 집중하중을 받는 구조물의 경우(예, 창구덮개의 컨테이너 하중, 지지대 등)
$S = 1.0$	기타 모든 경우

t_p : 패널의 순 두께.(mm)

t_w : 보강재 웨브 순 두께.(mm)

t_f : 플랜지 순 두께.(mm)

x_{axis} : 긴 변에 평행한 직사각형 좌굴 패널의 국부 축

y_{axis} : 긴 변에 수직한 직사각형 좌굴 패널의 국부 축

α : **표 3**에 정의된 패널의 종횡비로서 $\alpha = a/b$로 한다.

β : 계수로서 다음에 따른다.

$$\beta = \frac{1-\psi}{\alpha}$$

w : 계수로서 다음에 따른다.

$$w = \min(3;\alpha)$$

σ_x : 좌굴 패널의 x축을 따라 변에 작용하는 응력.(N/mm^2)

σ_y : 좌굴 패널의 y축을 따라 변에 작용하는 응력.(N/mm^2)

σ_1 : 최대응력.(N/mm^2)

σ_2 : 최소응력.(N/mm^2)

σ_E : 탄성좌굴 참조응력(N/mm^2)으로 다음에 따라 구한다.

- [2.2.1]에 따른 판의 한계 상태인 경우

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\left(\frac{t_p}{b}\right)^2$$

- [2.2.6]에 따른 곡면 패널인 경우

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\left(\frac{t_p}{d}\right)^2$$

τ : 작용 전단응력.(N/mm^2)

τ_c : [2.2.3]에 따른 전단 좌굴강도.(N/mm^2)

Ψ : 단부 응력비로서 다음 식에 의한다.

$$\Psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$$

γ : 하중에 작용하는 응력승수(stress multiplier factor)로서 하중이 상관식(interaction formular)에 도달하는 경우, $\gamma = \gamma_c$ 로 한다.

γ_c : 파손 시 응력승수

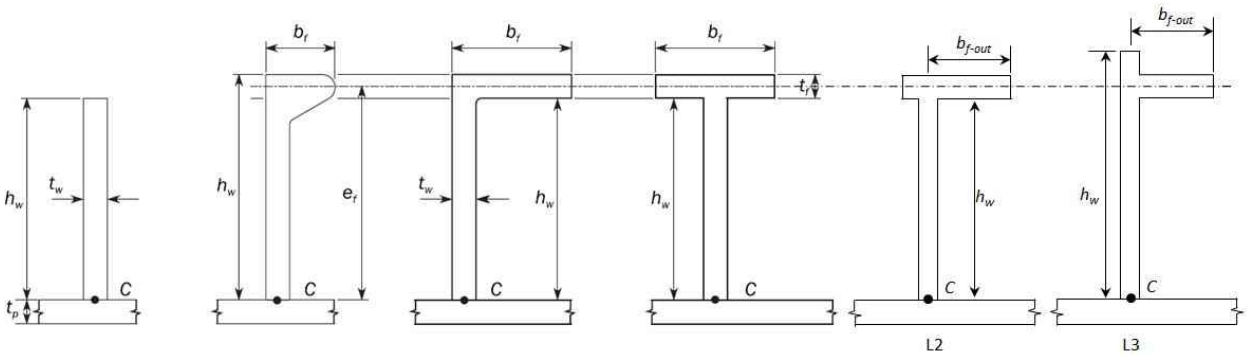


그림 1 : 보강재 횡단면

1. 일반사항

1.1 범위

1.1.1

이 절은 패널, 보강재, 1차 지지부재 및 필러의 좌굴능력 결정에 대한 방법을 규정한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우, **8장 4절**에서 보강재를 제외한 판의 좌굴능력만으로 좌굴강도를 평가할 수 있다.

1.1.2

이 절의 규정을 적용하는 경우, 구조부재에 작용하는 응력 σ_x, σ_y 및 τ는 다음에 따른다.

- 규정 요건의 경우, **8장 3절.**
- 유한요소 해석 요건의 경우, **8장 4절.**

1.1.3 최종 좌굴능력

최종 좌굴능력은 실제 응력조합을 적용한 후 [2.1.1], [2.2.1] 및 [2.3.4]의 상관식이 1.0이 될 때까지 비례적으로 응력을 증가 또는 감소시킴으로써 계산된다.

1.1.4 좌굴 사용계수

구조부재의 좌굴 사용계수는 다른 좌굴모드에 의해 얻어진 사용계수 중 가장 큰 사용계수와 동일하다.

1.1.5 면외압력

좌굴강도 평가에서 면외압력은 변하지 않는 것으로 고려한다.

2. 판 및 보강재의 좌굴능력

2.1 전체 보강 패널능력

2.1.1

탄성 보강 패널의 한계상태는 다음 상관식을 기반으로 한다.

$$\frac{P_z}{c_f} = 1.0$$

c_f 및 P_z : [2.3.4]에 따른다.

2.2 판의 능력

2.2.1 판의 한계상태

판의 한계상태는 다음의 식을 기반으로 한다.

$$\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_x S}{\sigma'_{cx}}\right)^{e_0} - B\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_x S}{\sigma'_{cx}}\right)^{e_0/2}\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_y S}{\sigma'_{cy}}\right)^{e_0/2} + \left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_y S}{\sigma'_{cy}}\right)^{e_0} + \left(\frac{\gamma_{c1}|\tau|S}{\tau_c}\right)^{e_0} = 1.0$$

$$\left(\frac{\gamma_{c2}\sigma_x S}{\sigma'_{cx}}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_{c2}|\tau|S}{\tau'_c}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1.0 \qquad \sigma_x \geq 0\text{인 경우}$$

$$\left(\frac{\gamma_{c3}\sigma_y S}{\sigma'_{cy}}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_{c3}|\tau|S}{\tau'_c}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1.0 \qquad \sigma_y \geq 0\text{인 경우}$$

$$\frac{\gamma_{c4}|\tau|S}{\tau'_c} = 1.0$$

$$\gamma_c = \min(\gamma_{c1}, \gamma_{c2}, \gamma_{c3}, \gamma_{c4})$$

σ_x, σ_y : [2.2.7]에 따라 계산된 패널의 작용 수직응력.(N/mm^2)

τ : 패널의 작용 전단응력.(N/mm^2)

σ'_{cx} : [2.2.3]의 좌굴패널의 장변과 평행 방향의 최종 좌굴응력.(N/mm^2)

σ'_{cy} : [2.2.3]의 좌굴패널의 단변과 평행 방향의 최종 좌굴응력.(N/mm^2)

τ'_c : [2.2.3]의 최종전단 좌굴응력.(N/mm^2)

$\gamma_{c1}, \gamma_{c2}, \gamma_{c3}, \gamma_{c4}$: 위의 여러 한계상태 각각의 파손모드 응력승수. 다만, γ_{c2} 및 γ_{c3}는 각각 $\sigma_x \geq 0$ 및 $\sigma_y \geq 0$ 일 때만 고려하여야 한다.

B : 표 1에 따른 계수.

e_0 : 표 1에 따른 계수.

β_p : 판의 세장비에 따른 계수로서 다음 식에 따른다.

$$\beta_p = \frac{b}{t_p}\sqrt{\frac{R_{eH_P}}{E}}$$

표 1 : 계수 B 및 e_0

작용응력	B	e_0
$\sigma_x \geq 0$ 및 $\sigma_y \geq 0$	$0.7 - 0.3\beta_p/\alpha^2$	$2/\beta_p^{0.25}$
$\sigma_x < 0$ 또는 $\sigma_y < 0$	1.0	2.0

2.2.2 세장비 참조 정도

세장비 참조 정도는 다음과 같다.

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_{eH_P}}{K\sigma_E}}$$

K : 표 3 및 표 4에 따른 좌굴계수.

2.2.3 최종 좌굴응력

패널의 최종 좌굴응력은 다음 식에 따른다.(N/mm^2)

$$\sigma'_{cx} = C_x R_{eH_P}$$

$$\sigma'_{cy} = C_y R_{eH_P}$$

전단을 받는 패널의 최종 좌굴응력은 다음 식에 따른다.(N/mm^2)

$$\tau'_c = C_\tau \frac{R_{eH_P}}{\sqrt{3}}$$

C_x, C_y, C_τ : 표 3에 따른 경감계수로서 다음에 따른다.

- [2.2.1]의 첫 번째 식에 대하여, $\sigma_x < 0$ 또는 $\sigma_y < 0$ 일 경우, 경감계수는 다음에 따른다.

  $C_x = C_y = C_\tau = 1.0$

- 이외의 경우
  - SP-A 및 UP-A의 경우, C_y는 다음 식을 사용하여 표 3에 따라 계산한다.

    $$c_1 = \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) \geq 0$$

  - SP-B 및 UP-B의 경우, C_y는 다음 식을 사용하여 표 3에 따라 계산한다.

    $c_1 = 1.0$

판에 대한 경계조건은 단순지지로 고려한다.(표 3의 경우 1, 2 및 15 참조) 경계조건이 단순지지와 크게 다를 경우 및 표 3과 다른 경우에는 우리 선급의 동의하에 적합한 경계조건이 적용될 수 있다.

2.2.4 수정계수 F_{long}

좌굴패널 장변의 보강재 종류에 따른 수정계수 F_{long}는 표 2에 따른다. F_{long}의 평균값은 다른 단부 보강재를 가지는 패널에 대하여 사용할 수 있다. 표 2 이외의 보강재 종류인 경우, c의 값은 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 이러한 경우에, 표 2에서 언급된 것보다 더 높은 c의 값을 사용할 수 있으며, 비선형 유한요소 해석 및 우리 선급이 적절하다고 인정하는 패널의 좌굴강도 검토에 의하여 확인되어야 한다.

2.2.5 수정계수 F_{tran}

수정계수(F_{tran})는 다음과 같다.

- $F_{tran} = 1.0$

표 2 : 수정계수 (F_{long})

구조요소의 종류			F_{long}	c
보강되지 않은 패널			1.0	N/A
보강 패널	Stiffener not fixed at both ends		1.0	N/A
	양단이 고정인 보강재	평강[1]	$F_{long} = c+1$ $\frac{t_w}{t_p} > 1$인 경우 $F_{long} = c\left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3 + 1$ $\frac{t_w}{t_p} \le 1$인 경우	0.10
		구평강(bulb)		0.30
		형강, L2 및 L3		0.40
		T 형강		0.30
		큰 강성의 거더 (예, 선저 트랜스버스)	1.4	N/A
		창구덮개의 U 형강	• U 형강이 설치된 판의 변 • $b_2 < b_1$: $F_{long} = 1$ • $b_2 \ge b_1$: $F_{long} = \left(1.55 - 0.55\frac{b_1}{b_2}\right)\left[1 + c\left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3\right]$ • 상기 이외의 변 : $F_{long} = 1$	0.20

[1] t_w는 [2.3.2]에 정의된 수정을 하지 않은 웨브 순 두께.(mm)

2.2.6 곡면 패널

곡면 판의 한계상태에 대한 이 항의 요건은 $R/t_p \le 2500$인 경우에 적용하며, 그러하지 않은 경우는 [2.2.1]의 한계상태를 적용한다. 곡면 패널의 한계상태는 다음 상관식에 따른다.

$$\left(\frac{\gamma_c \sigma_{ax} S}{C_{ax} R_{eH_p}}\right)^{1.25} - 0.5\left(\frac{\gamma_c \sigma_{ax} S}{C_{ax} R_{eH_p}}\right)\left(\frac{\gamma_c \sigma_{tg} S}{C_{tg} R_{eH_p}}\right) + \left(\frac{\gamma_c \sigma_{tg} S}{C_{tg} R_{eH_p}}\right)^{1.25} + \left(\frac{\gamma_c \tau \sqrt{3} S}{C_\tau R_{eH_p}}\right)^2 = 1.0$$

σ_{ax} : 곡면 패널에 상응하는 원통에 작용하는 축 응력(N/mm^2)으로 인장 축 응력인 경우 $\sigma_{ax} = 0$으로 한다.

σ_{tg} : 곡면 패널에 상응하는 원통에 작용하는 접선 응력(N/mm^2)으로 인장 접선 응력인 경우 $\sigma_{tg} = 0$으로 한다.

C_{ax}, C_{tg}, C_τ : 표 4에 따른 곡면 패널의 좌굴 감소 계수

곡면 패널의 응력승수 γ_c는 [2.2.1]에 따른 확장된 평면 패널에 대한 응력승수 γ_c보다 작을 필요는 없다.

2.2.7 패널에 작용하는 수직응력

[2.2.1]의 패널능력 계산 시 적용하는 수직응력 $\sigma_x(\mathrm{N/mm^2})$ 및 $\sigma_y(\mathrm{N/mm^2})$는 다음에 따른다.

- 유한요소 해석의 경우, **8장 4절 [2.4]**에 따른 참조응력.
- 규정 평가의 경우, **3장 7절 [2]**에 따른 고려하는 요소판 패널의 하중 계산점에서, **8장 3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 축 또는 횡방향 압축응력.
- 보 이론에 기초하는 격자해석의 경우, 응력은 다음에 따른다.

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{xb} + \nu\sigma_{yb}}{1-\nu^2}$$

$$\sigma_y = \frac{\sigma_{yb} + \nu\sigma_{xb}}{1-\nu^2}$$

σ_{xb}, σ_{yb} : 부착된 좌굴패널의 x축 또는 y축을 따라 발생한 응력.$(\mathrm{N/mm^2})$

[2.2.1]의 패널능력 계산 시 적용하는 전단응력 $\tau(\mathrm{N/mm^2})$는 다음에 따른다.

- 유한요소 해석의 경우, **8장 4절 [2.4]**에 따른 참조전단응력.
- 규정 평가의 경우, **3장 7절 [2]**에 따른 고려하는 요소판 패널의 하중 계산점에서, **8장 3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 전단응력.
- 보 이론에 기초하는 격자해석의 경우, $\tau = 0$.

표 3 : 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수

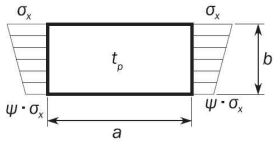
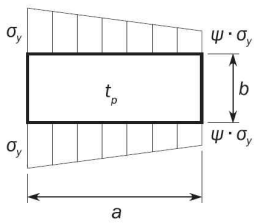
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
1.  	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_x = F_{long}\dfrac{8.4}{\psi+1.1}$	$\sigma_x \leq 0$인 경우: $C_x = 1$ $\sigma_x > 0$ 인 경우: $C_x = 1,\ \lambda \leq \lambda_c$인 경우 $C_x = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right)$ $\lambda > \lambda_c$인 경우 $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \dfrac{0.88}{c}}\right)$
	$0 > \psi > -1$		$K_x = F_{long}[7.63 - \psi(6.26 - 10\psi)]$	
	$\psi \leq -1$		$K_x = F_{long}[5.975(1-\psi)^2]$	
2.  (뒷면 계속)	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_y = F_{tran}\dfrac{2\left(1+\dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2}{1+\psi+\dfrac{(1-\psi)}{100}\left(\dfrac{2.4}{\alpha^2}+6.9f_1\right)}$	$\sigma_y \leq 0$인 경우: $C_y = 1$ $\sigma_y > 0$인 경우: $C_y = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{R + F^2(H-R)}{\lambda^2}\right)$ $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $\lambda < \lambda_c$인 경우 : $R = \lambda(1 - \lambda/c)$ $\lambda \geq \lambda_c$인 경우 : $R = 0.22$ $\lambda_c = 0.5c(1 + \sqrt{1 - 0.88/c})$ $F = \left[1 - \left(\dfrac{K}{0.91} - 1\right)/\lambda_p^2\right]c_1 \geq 0$ $\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0.5$, $1 \leq \lambda_p^2 \leq 3$ $c_1 = \left(1 - \dfrac{1}{\alpha}\right) \geq 0$ $H = \lambda - \dfrac{2\lambda}{c\left(T + \sqrt{T^2 - 4}\right)} \geq R$ $T = \lambda + \dfrac{14}{15\lambda} + \dfrac{1}{3}$
		$\alpha \leq 6$	$f_1 = (1-\psi)(\alpha - 1)$	
		$\alpha > 6$	$f_1 = 0.6\left(1 - \dfrac{6\psi}{\alpha}\right)\left(\alpha + \dfrac{14}{\alpha}\right)$, 다만 $14.5 - \dfrac{0.35}{\alpha^2}$ 이하이어야 한다.	

표 3 : 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

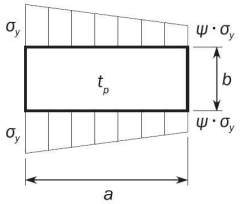
경우	응력비(ψ)	종횡비(α) 및 좌굴계수(K)	경감계수(C)
2.  	$0 > \psi \geq 1 - \frac{4\alpha}{3}$	$K_y = \frac{200 F_{tran}(1+\beta^2)^2}{(1-f_3)(100+2.4\beta^2+6.9 f_1+23 f_2)}$	
		종횡비 : $\alpha > 6(1-\psi)$ $f_1 = 0.6\left(\frac{1}{\beta} + 14\beta\right)$, 다만 $14.5 - 0.35\beta^2$이하이어야 한다. $f_2 = f_3 = 0$	
		종횡비 : $3(1-\psi) \leq \alpha \leq 6(1-\psi)$ $f_1 = \frac{1}{\beta} - 1$ $f_2 = f_3 = 0$	
		종횡비 : $1.5(1-\psi) \leq \alpha < 3(1-\psi)$ $f_1 = \frac{1}{\beta} - (2 - w\beta)^4 - 9(w\beta - 1)\left(\frac{2}{3} - \beta\right)$ $f_2 = f_3 = 0$	
		종횡비 : $1-\psi \leq \alpha < 1.5(1-\psi)$ • $\alpha > 1.5$인 경우: $f_1 = 2\left(\frac{1}{\beta} - 16\left(1 - \frac{\omega}{3}\right)^4\right)\left(\frac{1}{\beta} - 1\right)$ $f_2 = 3\beta - 2$ $f_3 = 0$ • $\alpha \leq 1.5$인 경우: $f_1 = 2\left(\frac{1.5}{1-\psi} - 1\right)\left(\frac{1}{\beta} - 1\right)$ $f_2 = \frac{\psi(1 - 16 f_4^2)}{1-\alpha}$ $f_3 = 0$ $f_4 = (1.5 - \mathrm{Min}(1.5;\alpha))^2$	
		종횡비 : $0.75(1-\psi) \leq \alpha < 1-\psi$ $f_1 = 0$ $f_2 = 1 + 2.31(\beta - 1) - 48(4/3 - \beta) f_4^2$ $f_3 = 3 f_4(\beta - 1)\left(\frac{f_4}{1.81} - \frac{\alpha - 1}{1.31}\right)$ $f_4 = (1.5 - \mathrm{Min}(1.5;\alpha))^2$	
	$\psi < 1 - \frac{4\alpha}{3}$	$K_y = 5.972 F_{tran} \frac{\beta^2}{1 - f_3}$ $f_3 = f_5\left(\frac{f_5}{1.81} + \frac{1+3\psi}{5.24}\right)$ $f_5 = \frac{9}{16}(1 + \mathrm{Max}(-1;\psi))^2$	

표 3 : 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

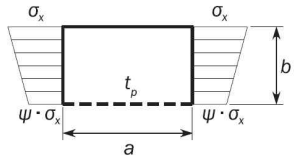
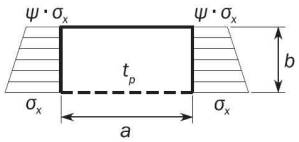
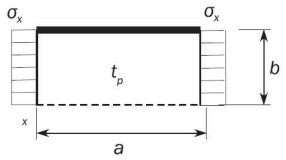
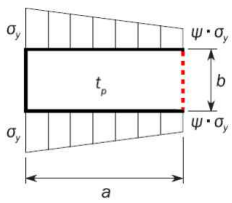
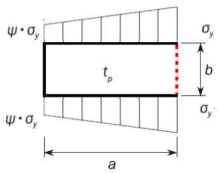
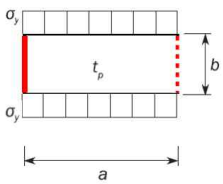
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
3. 	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_x = \dfrac{4(0.425+1/\alpha^2)}{3\psi+1}$		$\lambda \leq 0.7$인 경우 : $C_x = 1$ $\lambda > 0.7$ 인 경우 : $C_x = \dfrac{1}{\lambda^2+0.51}$
	$0 > \psi \geq -1$	$K_x = 4(0.425+1/\alpha^2)(1+\psi)-5\psi(1-3.42\psi)$		
4. 	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_x = \left(0.425+\dfrac{1}{\alpha^2}\right)\dfrac{3-\psi}{2}$		
5. 	-	$\alpha \geq 1.64$	$K_x = 1.28$	
		$0 < \alpha < 1.64$	$K_x = \dfrac{1}{\alpha^2}+0.56+0.13\alpha^2$	
6. 	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_y = \dfrac{4(0.425+\alpha^2)}{(3\psi+1)\alpha^2}$		$\lambda \leq 0.7$ 인 경우 : $C_y = 1$ $\lambda > 0.7$인 경우 : $C_y = \dfrac{1}{\lambda^2+0.51}$
	$0 > \psi \geq -1$	$K_y = 4(0.425+\alpha^2)(1+\psi)\dfrac{1}{\alpha^2}-5\psi(1-3.42\psi)\dfrac{1}{\alpha^2}$		
7. 	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_y = (0.425+\alpha^2)\dfrac{(3-\psi)}{2\alpha^2}$		
8. 	-	$K_y = 1+\dfrac{0.56}{\alpha^2}+\dfrac{0.13}{\alpha^4}$		

표 3 : 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

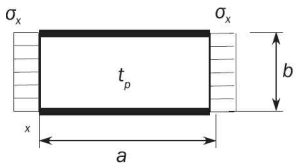
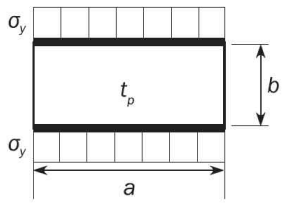
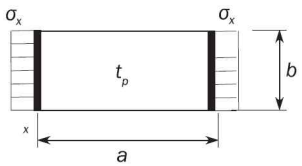
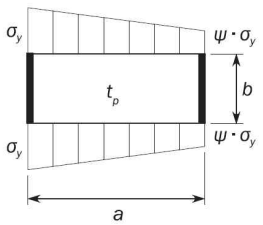
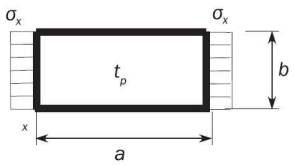
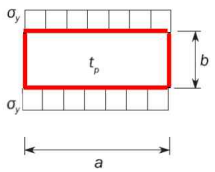
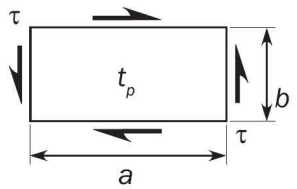
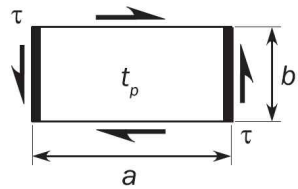
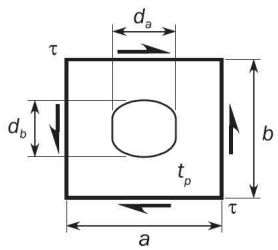
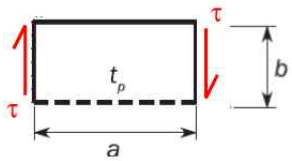
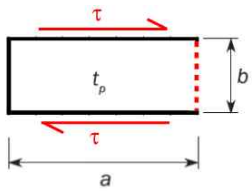
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
9. 	-	$K_x = 6.97$		$\lambda \le 0.83$인 경우 : $C_x = 1$
10. 	-	$K_y = 4 + \frac{2.07}{\alpha^2} + \frac{0.67}{\alpha^4}$		$\lambda > 0.83$인 경우 : $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$
11. 	-	$\alpha \ge 4$	$K_x = 4$	$\lambda \le 0.83$인 경우 : $C_x = 1$
		$\alpha < 4$	$K_x = 4 + 2.74\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	$\lambda > 0.83$인 경우 : $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$
12. 	-	$K_y = K_y$ 경우 2에 따라 결정		$\alpha < 2$인 경우 : $C_y = C_{y2}$ $\alpha \ge 2$인 경우 : $C_y = \left(1.06 + \frac{1}{10\alpha}\right)C_{y2}$ $C_{y2} = C_y$ 경우 2에 따라 결정
13. 	-	$\alpha \ge 4$	$K_x = 6.97$	$\lambda \le 0.83$인 경우 : $C_x = 1$
		$\alpha < 4$	$K_x = 6.97 + 3.1\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	$\lambda > 0.83$인 경우 : $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$
14. 	-	$K_y = \frac{6.97}{\alpha^2} + \frac{3.1}{\alpha^2}\left(\frac{4-1/\alpha}{3}\right)^4$		$\lambda \le 0.83$인 경우 : $C_y = 1$ $\lambda > 0.83$인 경우 : $C_y = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$

표 3 : 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
15. 	-	$K_\tau = \sqrt{3}\left[5.34 + \frac{4}{\alpha^2}\right]$		$\lambda \le 0.84$인 경우 : $C_\tau = 1$ $\lambda > 0.84$인 경우 : $C_\tau = \frac{0.84}{\lambda}$
16. 	-	$K_\tau = \sqrt{3}\left\{5.34 + Max\left[\frac{4}{\alpha^2}; \frac{7.15}{\alpha^{2.5}}\right]\right\}$		
17. 	-	$K_\tau = K_{\tau case15} r$ $K_{\tau case15} = K_\tau$ 경우 15에 따라 결정 r : 개구 경감계수로서 다음 식에 따른다. $\frac{d_a}{a} \le 0.7$ 및 $\frac{d_b}{b} \le 0.7$ 경우 : $r = \left(1 - \frac{d_a}{a}\right)\left(1 - \frac{d_b}{b}\right)$		
18. 	-	$K_\tau = 3^{0.5}(0.6 + 4/\alpha^2)$		
19. 	-	$K_\tau = 8$		

변의 경계조건:

---------- 자유 변.

_____ 단순지지 변.

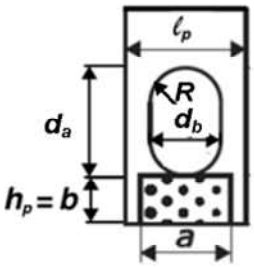
━━━━ 고정 변.

비고:

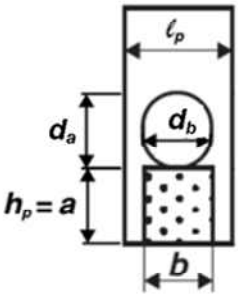
1) 표에 나열된 경우는 일반적인 경우들이다. 각 응력성분(σ_x, σ_y)은 국부 좌표계에서 이해되어야 한다.

2) 평판의 개구 중 지지되지 않은 변
좌굴평가 시 규칙적인 개구의 길이가 판 패널의 너비 절반보다 긴 경우($d_a > 0.5\ell_p$, $\ell_0 > 0.5\ell_p$), 평판의 규칙적인 개구 중 지지되지 않은 변의 길이는 아래와 같이 줄일 수 있다.

표 3 : 평면 패널에 의한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)



상태 3($a = \ell_\sigma$) 및
상태 18($a = \ell_\tau$)



상태 6(b = ℓ_σ) 및
상태 19(b = ℓ_τ)

d_b : 개구의 너비.(mm)

d_a : 개구의 높이.(mm)

ℓ_0 : 7장 2절 [2.4.8]에 따른 개구의 길이.(mm)

ℓ_p : 평판의 너비.(mm)

h_p : 평판의 높이.(mm)

R : 개구의 지름.(mm)

R_c : 개구의 수정 지름(mm)으로 다음 식에 따른다.

$$R_c = \max\left(d_b - \frac{4}{3}R, \frac{2}{9}\ell_p\right)$$

상태 3 및 6인 경우의 수직응력 :

자유단의 수정 길이(mm)는 다음 식에 따른다.

$$\ell_\sigma = \min\left(\ell_p, 100\frac{R_c}{\ell_p}t_p\sqrt{\frac{2h_p}{d_a}+1}\right)\}$$

$\ell_\sigma \geq h_p$인 경우, 상태 3은 $a = \ell_\sigma$, $b = h_p$ 및 수직응력 σ_x를 적용한다.

$\ell_\sigma < h_p$인 경우, 상태 6은 $a = h_p$, $b = \ell_\sigma$ 및 수직응력 σ_y를 적용한다.

작은 개구인 경우, 상태 3의 감소계수 C_x 또는 상태 6의 감소계수 C_y가 개구가 없는 판의 감소계수를 초과할 때는 상태 2의 C_y를 적용한다.

상태 18 및 19인 경우의 전단응력 :

자유단의 수정 길이(mm)는 다음 식에 따른다.

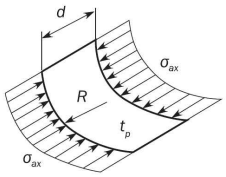
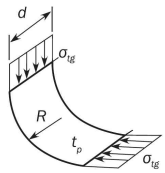
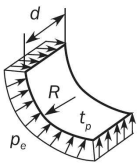
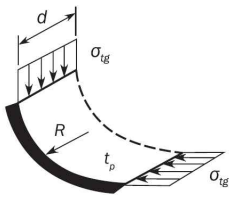
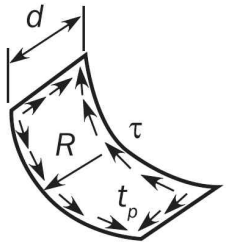
$$\ell_\tau = \min\left(\ell_p, 2.1R_c\sqrt{\frac{2h_p}{d_a}+1}\right)$$

$\ell_\tau \geq h_p$인 경우, 상태 18은 $a = \ell_\tau$, $b = h_p$ 및 전단응력 τ를 적용한다.

$\ell_\tau < h_p$인 경우, 상태 19는 $a = h_p$, $b = \ell_\tau$ 및 전단응력 τ를 적용한다.

작은 개구인 경우, 상태 17의 감소계수 C_τ를 적용한다.

표 4 : $R/t_p \le 2500$의 곡면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수

경우	종횡비	좌굴계수(K)	경감계수(C)
1. 	$\frac{d}{R} \le 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 1 + \frac{2}{3}\frac{d^2}{Rt_p}$	일반적인 적용의 경우 $\lambda \le 0.25$인 경우 : $C_{ax} = 1$ $0.25 < \lambda \le 1$인 경우 : $C_{ax} = 1.233 - 0.933\lambda$ $1 < \lambda \le 1.5$인 경우 : $C_{ax} = 0.3/\lambda^3$ $\lambda > 1.5$인 경우 : $C_{ax} = 0.2/\lambda^2$ 평면 패널에 의해 제한받는 곡면 단일 필드(예, 빌지 외판)의 경우 : $C_{ax} = \frac{0.65}{\lambda^2} \le 1.0$
	$\frac{d}{R} > 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.267\frac{d^2}{Rt_p}[3 - \frac{d}{R}\sqrt{\frac{t_p}{R}}] \ge 0.4\frac{d^2}{Rt_p}$	
2a. 	$\frac{d}{R} \le 1.63\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \frac{d}{\sqrt{Rt_p}} + 3\frac{(Rt_p)^{0.175}}{d^{0.35}}$	일반적인 적용의 경우 $\lambda \le 0.4$인 경우 : $C_{tg} = 1$ $0.4 < \lambda \le 1.2$인 경우 : $C_{tg} = 1.274 - 0.686\lambda$ $\lambda > 1.2$인 경우 : $C_{tg} = 0.65/\lambda^2$ 평면 패널에 의해 제한받는 곡면 단일 필드(예, 빌지 외판)의 경우: $C_{tg} = \frac{0.8}{\lambda^2} \le 1.0$
2b.  $\sigma_{tg} = \frac{p_e \cdot R}{t_p}$ p_e = 외부압력 $[N/mm^2]$	$\frac{d}{R} > 1.63\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.3\frac{d^2}{R^2} + 2.25(\frac{R^2}{dt_p})^2$	
3 	$\frac{d}{R} \le \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \frac{0.6d}{\sqrt{Rt_p}} + \frac{\sqrt{Rt_p}}{d} - 0.3\frac{Rt_p}{d^2}$	경우 2a에서와 같이
	$\frac{d}{R} > \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.3\frac{d^2}{R^2} + 0.291(\frac{R^2}{dt_p})^2$	
4. 	$\frac{d}{R} \le 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\sqrt{28.3 + \frac{0.67d^3}{R^{1.5}t_p^{1.5}}}$	$\lambda \le 0.4$인 경우 : $C_\tau = 1$ $0.4 < \lambda \le 1.2$인 경우 : $C_\tau = 1.274 - 0.686\lambda$ $\lambda > 1.2$인 경우 : $C_\tau = \frac{0.65}{\lambda^2}$
	$\frac{d}{R} > 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\frac{0.28d^2}{R\sqrt{Rt_p}}$	
변의 경계조건: ---------- 자유 변. ——— 단순지지 변. ━━━ 고정 변.			

2.3 보강재

2.3.1 좌굴 모드

다음의 좌굴 모드를 검토하여야 한다.

a) 보강재의 파손 (SI)
b) 부착판의 파손 (PI)

2.3.2 평강의 웨브 두께

국부 면외 변형에 의한 강성의 감소를 고려하는 경우, [2.3.4]에서 평강 보강재의 경우 순 단면적 A_s, 순 단면계수 Z 및 관성 모멘트 I의 계산 시 보강재의 유효 웨브 두께(mm)는 다음 식에 의한 값을 사용한다.

$$t_{\mathrm{w-red}} = t_{\mathrm{w}}\left(1 - \frac{2\pi^2}{3}\left(\frac{h_{\mathrm{w}}}{s}\right)^2\left(1 - \frac{b_{eff}}{s}\right)\right)$$

2.3.3 구평강(bulb)의 이상화

구평강(bulb)은 **3장 7절 [1.4.1]**에 따라 형강으로 치환하여 적용한다.

2.3.4 최종 좌굴능력

$\sigma_a + \sigma_b + \sigma_w > 0$인 경우, 보강재에 대한 최종 좌굴능력은 다음의 식에 따라 검토하여야 한다.

$$\frac{\gamma_c \sigma_a + \sigma_b + \sigma_w}{R_{eH}} = 1$$

σ_a : 부착판을 갖는 보강재에 작용하는 보강재의 스팬 중앙에서의 유효 축응력(N/mm^2)으로 다음 식에 의한다.

$$\sigma_a = \sigma_x \frac{s\,t_p + A_s}{b_{eff}\,t_p + A_s}$$

σ_x : 부착판을 갖는 보강재에 작용하는 공칭 축응력.(N/mm^2)

- 유한요소 해석의 경우, σ_x는 보강재 축의 방향으로 부착된 판에서의 [2.3.6]에 따른 유한요소 수정 응력으로 한다.
- 규정 평가의 경우, σ_x는 **3장 7절 [3]**에 따른 보강재의 하중 계산점에서, **8장 3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 축응력으로 한다.
- 격자 보 해석의 경우, σ_x는 부착된 좌굴패널의 x축을 따라 작용하는 응력으로 한다.

R_{eH} : 재료의 규정 최소 항복응력.(N/mm^2)

a) $R_{eH} = R_{eH-S}$ 보강재의 파손(SI)의 경우
b) $R_{eH} = R_{eH-P}$ 부착판의 파손(PI)의 경우

σ_b : 보강재의 굽힘응력(N/mm^2)으로 다음 식에 따른다.

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{Z \times 10^3}$$

Z : [2.3.5]에 따른 판의 유효폭을 포함하는 보강재의 순 단면계수(cm^3)로서 다음과 같이 적용한다.

- 보강재의 파손(SI)에 대하여 보강재 플랜지의 상단에서 계산된 단면계수
- 부착판의 파손(PI)에 대하여 부착판에서 계산된 단면계수

C_{PI} : 판에 의한 파손 압력계수:

$C_{PI} = 1$ 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우
$C_{PI} = -1$ 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우

C_{SI} : 보강재의 파손의 압력계수:

$C_{SI} = -1$ 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우
$C_{SI} = 1$ 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우

M_1 : 면외하중(P)으로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로서 다음 식에 따른다.

$M_1 = C_i \dfrac{|P| s \ell^2}{24 \times 10^3}$ 연속 보강재인 경우

$M_1 = C_i \dfrac{|P| s \ell^2}{8 \times 10^3}$ 스닙된 보강재인 경우

$M_1 = C_i \dfrac{|P| s \ell^2}{14.2 \times 10^3}$ 한쪽은 스닙, 다른 한쪽은 연속 보강재인 경우

P : 면외하중(kN/m^2)으로 다음에 따른다.

- 유한요소 해석의 경우, P는 부착판에서 **8장 4절 [2.5.2]**에 따른 평균 압력으로 한다.
- 규정 평가의 경우, P는 **3장 7절 [3]**에 따른 보강재의 하중 계산점에서 계산된 압력으로 한다.

C_i : 압력 계수:

$C_i = C_{SI}$ 보강재의 파손(SI)인 경우

$C_i = C_{PI}$ 부착판의 파손(PI)인 경우

M_0 : 보강재의 면외 변형(w)으로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로서 다음 식에 따른다.

$M_0 = F_E \left(\dfrac{P_z \mathrm{w}}{c_f - P_z}\right)$ $c_f - P_z > 0$인 경우

F_E : 보강재의 이상화된 탄성좌굴 힘(N)으로 다음 식에 따른다.

$F_E = \left(\dfrac{\pi}{\ell}\right)^2 E I 10^4$

I : 보강재의 관성 모멘트(cm^4)로서 다음의 요건을 만족하여야 한다.

$I \geq \dfrac{s t_p^3}{12 \times 10^4}$

t_p : 판의 순 두께(mm)로서 다음에 따른다.

- 규정 평가의 경우, 2개의 부착 패널의 평균 두께
- 유한요소 해석의 경우, 보강재의 어느 한 쪽에서의 고려하는 요소판 패널의 두께

P_z : 보강재 스팬 중앙위치의 부착판에서 σ_x, σ_y 및 τ 응력에 의해 보강재에 작용하는 공칭 면외하중(N/mm^2)으로 다음 식에 따른다.

$$P_z = \frac{t_p}{s}\left(\sigma_{x\ell}\left(\frac{\pi s}{\ell}\right)^2 + 2c\gamma\sigma_y + \sqrt{2}\tau_1\right)$$

$\sigma_{x\ell} = \gamma\sigma_x\left(1 + \dfrac{A_s}{s t_p}\right)$ 다만, 0.0 이상이어야 한다.

$\tau_1 = \gamma|\tau| - t_p\sqrt{R_{eH_p} E\left(\dfrac{m_1}{a^2} + \dfrac{m_2}{b^2}\right)}$ 다만, 0.0 이상이어야 한다.

σ_y : 좌굴패널의 y축을 따라서 단부에 작용하는 응력(N/mm^2), 다만, 0.0 이상이어야 한다.

- 유한요소 해석의 경우, σ_y는 보강재 축에 직각방향으로 부착된 판에서의 **[2.3.6]**에 따른 유한요소 수정 응력이다.
- 규정 평가의 경우, σ_y는 **3장 7절 [2]**에 정의된 보강재가 부착된 판의 하중 계산점에서, **8장 3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 최대 압축응력이다.
- 격자 보 해석의 경우, σ_y는 부착된 좌굴패널의 y축을 따라 작용하는 응력이다.

τ : 작용 전단응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

- 유한요소 해석의 경우, τ는 부착판에서 **8장 4절 [2.4.2]**에 따른 참조 전단응력이다.
- 규정 평가의 경우, τ는 다음의 하중 계산점에서 **8장 3절 [2.2.1]**에 따라 계산된 부착판에서 전단응력이다.

a) 고려하는 보강재의 전체 스팬 ℓ의 중앙점

b) 보강재와 부착판 사이의 교차점

• 격자 보 해석의 경우, 부착된 좌굴패널에서의 $\tau = 0$이다.

m_1, m_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$m_1 = 1.47$, $m_2 = 0.49$ $\alpha \geq 2$인 경우

$m_1 = 1.96$, $m_2 = 0.37$ $\alpha < 2$인 경우

c : 보강재의 축에 수직인 부착판에서의 응력을 고려한 계수로 다음에 따른다.

$c = 0.5(1+\psi)$ $0 \leq \psi \leq 1$인 경우

$c = \dfrac{1}{2(1-\psi)}$ $\psi < 0$인 경우

ψ : **표 3**에 따른 경우 2의 단부 응력비.

w : 보강재의 변형(mm)으로 다음 식에 따른다.

$w = w_0 + w_1$

w_0 : 가정 초기변형(imperfection, mm)으로서 다음 식에 따른다.

a) $w_0 = \ell 10^{-3}$ 일반적인 경우

b) $w_0 = -w_{na}$ 양단 스닙 보강재의 보강재에 의한 파손(SI)을 고려하는 경우

c) $w_0 = w_{na}$ 양단 스닙 보강재의 판에 의한 파손(PI)을 고려하는 경우

w_{na} : 부착판의 중앙점으로부터 **[2.3.5]**에 따라 부착판의 유효폭을 포함하여 계산된 보강재의 중립축까지의 거리.

w_1 : 면외하중(P)에 의한 보강재 스팬 중앙점에서의 보강재의 변형(mm)으로 균일 분포하중의 경우, w_1은 다음과 같다.

$w_1 = C_i \dfrac{|P|s\ell^4}{384 \times 10^7 EI}$ 일반적인 경우

$w_1 = C_i \dfrac{5|P|sI^4}{384.10^7 EI}$ 양단 스닙 보강재인 경우

$w_1 = C_i \dfrac{2|P|sI^4}{384.10^7 EI}$ 한쪽은 스닙, 다른 한쪽은 연속 보강재인 경우

c_f : 보강재에 의한 탄성 지지율(N/mm^2)로서 다음 식에 따른다.

$$c_f = F_E \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 (1 + c_p)$$

$$c_p = \frac{1}{1 + \dfrac{0.91}{c_{xa}}\left(\dfrac{12 I 10^4}{s t_p^3} - 1\right)}$$

c_{xa} : 계수로서 다음 식에 따른다.

$c_{xa} = \left(\dfrac{\ell}{2s} + \dfrac{2s}{\ell}\right)^2$ $\ell \geq 2s$인 경우

$c_{xa} = \left(1 + \left(\dfrac{\ell}{2s}\right)^2\right)^2$ $\ell < 2s$인 경우

σ_w : 비틀림 변형에 의한 응력(N/mm^2)으로 다음 식에 따른다.

$\sigma_w = E y_w \left(\dfrac{t_f}{2} + h_w\right) \Phi_0 \left(\dfrac{\pi}{\ell}\right)^2 \left(\dfrac{1}{1 - \dfrac{0.4 R_{eH_S}}{\sigma_{ET}}} - 1\right)$ 보강재의 파손(SI)인 경우

$\sigma_w = 0$ 부착판의 파손(PI)인 경우

y_w : 보강재 횡단면의 중심으로부터 보강재 플랜지의 자유단까지의 거리(mm)로 다음 식에 따른다.

$$y_w = \frac{t_w}{2}$$ 평강인 경우

$$y_w = b_f - \frac{h_w t_w^2 + t_f b_f^2}{2A_s}$$ 형강 및 구평강(bulb)인 경우

$$y_w = b_{f-out} + 0.5t_w - \frac{h_w t_w^2 + t_f(b_f^2 - 2b_f d_f)}{2A_s}$$ L2인 경우

$$y_w = b_{f-out} + 0.5t_w - \frac{(h_w - t_f)t_w^2 + t_f(b_f + t_w)^2}{2A_s}$$ L3인 경우

$$y_w = \frac{b_f}{2}$$ T 형강인 경우

Φ_0 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$\Phi_0 = \frac{\ell}{h_w} 10^{-3}$$

σ_{ET} : 비틀림 좌굴에 대한 참조응력(N/mm²)으로 다음 식에 따른다.

$$\sigma_{ET} = \frac{E}{I_p}\left(\frac{\epsilon \pi^2 I_w 10^2}{\ell^2} + 0.385 I_T\right)$$

I_P : **표 5**에 따른, **그림 1**의 지점 C에 대한 보강재의 순 극관성 모멘트.(cm⁴)

I_T : **표 5**에 따른, 보강재의 순 상브난(St. Venant) 관성 모멘트.(cm⁴)

I_w : **표 5**에 따른 **그림 1**의 지점 C에 대한 보강재의 순 섹토리알(Sectorial) 관성 모멘트.(cm⁶)

ϵ : 고정도로서 다음 식에 따른다.

$$\epsilon = 1 + \frac{\left(\frac{\ell}{\pi}\right)^2 10^{-3}}{\sqrt{I_w\left(\frac{0.75s}{t_p^3} + \frac{e_f - 0.5t_f}{t_w^3}\right)}}$$

A_w : 웨브 순 면적.(mm²)

A_f : 플랜지 순 면적.(mm²)

표 5 : 관성 모멘트

	평강[1]	구평강(bulb), 형강, L2, L3 및 T 형강
I_p	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \times 10^4}$	$\left(\frac{A_w(e_f - 0.5t_f)^2}{3} + A_f e_f^2\right)10^{-4}$
I_T	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$	$\frac{(e_f - 0.5t_f)t_w^3}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_w}{e_f - 0.5t_f}\right) + \frac{b_f t_f^3}{3 \times 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_f}{b_f}\right)$
I_w	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36 \times 10^6}$	$\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12 \times 10^6}\left(\frac{A_f + 2.6A_w}{A_f + A_w}\right)$ 구평강(bulb), 형강, L2 및 L3인 경우 $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12 \times 10^6}$ T 형강의 경우

(1) t_w는 웨브 순 두께(mm)이며, **[2.3.2]**의 t_{w_red}는 이 표에서 사용할 수 없다.

2.3.5 부착판의 유효폭

보강재 부착판의 유효폭 b_{eff} (mm)는 다음과 같다.

- $\sigma_x > 0$인 경우:
  - 유한요소 해석의 경우

    $b_{eff} = \min(C_x b, \chi_s s)$
  - 규정 평가의 경우

    $b_{eff} = \min\left(\frac{C_{x1}b_1 + C_{x2}b_2}{2}, \chi_s s\right)$
- $\sigma_x \le 0$인 경우:
  - $b_{eff} = \chi_s s$

χ_s : 유효폭 계수는 다음과 같다.

$$\chi_s = Min\left[\frac{1.12}{1 + \frac{1.75}{\left(\frac{\ell_{eff}}{s}\right)^{1.6}}}; 1.0\right] \qquad \frac{\ell_{eff}}{s} \ge 1\text{인 경우}$$

$$\chi_s = 0.407\frac{\ell_{eff}}{s} \qquad \frac{\ell_{eff}}{s} < 1\text{인 경우}$$

ℓ_{eff} : 보강재의 유효 길이(mm)로서 다음과 같다.

$\ell_{eff} = \frac{\ell}{\sqrt{3}}$ 양단이 고정된 보강재인 경우

$\ell_{eff} = 0.75\ell$ 한쪽 단부는 단순지지이며 다른 단부는 고정된 보강재인 경우

$\ell_{eff} = \ell$ 양단이 단순지지인 보강재인 경우

2.3.6 보강재 능력에 대한 유한요소 수정응력

8장 4절 [2.4]에 따라 유한요소 해석에 의해 얻어진 참조응력(σ_x 및 σ_y)이 모두 압축인 경우, 다음의 식에 따라 수정되어야 한다.

- $\sigma_x < \nu\sigma_y$인 경우

  $\sigma_{xcor} = 0$

  $\sigma_{ycor} = \sigma_y$
- $\sigma_y < \nu\sigma_x$인 경우

  $\sigma_{xcor} = \sigma_x$

  $\sigma_{ycor} = 0$
- 다른 경우

  $\sigma_{xcor} = \sigma_x - \nu\sigma_y$

  $\sigma_{ycor} = \sigma_y - \nu\sigma_x$

2.4 1차 지지부재

2.4.1 개구에 인접한 웨브 판

개구를 갖는 1차 지지부재의 웨브 판은 조합 축압축 및 전단응력에 기초하여 좌굴에 대하여 평가하여야 한다.

개구에 인접한 양쪽의 웨브 판은 **표** 6과 같이 보강되지 않은 개별 패널로 간주하여야 한다.

[2.2.1]의 상관식은 다음의 값을 이용하여 적용한다.

- $\sigma_x = \sigma_{av}$
- $\sigma_y = 0$
- $\tau = \tau_{av}$

σ_{av} : **표** 3의 경우 1, 2 또는 3에 따라 고려하는 웨브 판 면적 내의 가중 평균 압축응력(N/mm^2). (즉, **표** 6의 P1, P2, 또는 P3)

표 6을 적용하는 경우, 가중 평균 전단응력은 다음에 따른다.

- 1차 지지부재에 모델링된 개구:

τ_{av} : 고려하는 웨브 판 면적 내의 가중 평균 전단응력.(N/mm^2) (즉, **표** 6의 P1, P2, 또는 P3)

- 1차 지지부재에 모델링 되지 않은 개구:

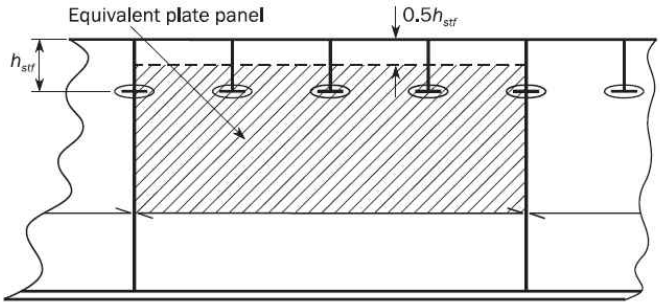
τ_{av} : **표** 6에 주어진 가중 평균 전단응력.(N/mm^2)

2.4.2 개구 주위 웨브의 경감계수

개구 주위의 웨브 패널의 경감계수(C_x, C_y, C_τ)는 **표** 6과 같다.

2.4.3

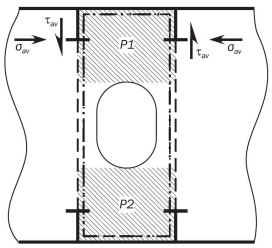
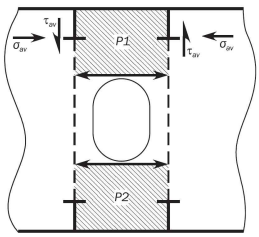
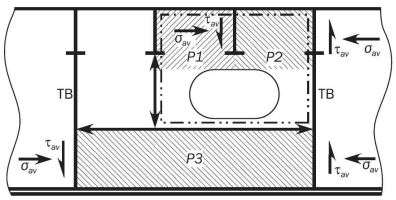
수직 보강재에 의하여 나누어지는 1차 지지부재 웨브의 등가 패널은 **그림** 2와 같이 이상화할 수 있다.



관통 보강재의 적어도 한쪽에 웨브 또는 컬러판이 설치되었다면,
다른 슬롯 형상에 대해서도 패널 폭의 수정이 가능하다.

그림 2 : 웨브의 이상화

표 6 : 경감계수

배열	C_x, C_y	C_τ	
		1차 지지부재 개구	이외의 개구
(a) 단부 보강이 없는 경우  	분리 경감계수는 단부 응력비 $\psi = 1.0$을 가지고, **표** 3의 경우 3 또는 6을 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다.	분리 경감계수는 **표** 3의 경우 18 또는 19를 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다.	**표** 3의 경우 17을 적용하는 경우 공통 경감계수는 **표** 3의 경우 17을 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다. 다만, $\tau_{av} = \tau_{av}(web)$로 한다. **표** 3의 경우 17을 적용하지 않는 경우 공통 경감계수는 **표** 3의 경우 18 또는 19를 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다. 다만, $\tau_{ay} = \tau_{av}(web)\dfrac{h}{(h-h_0)}$로 한다.
(b) 단부 보강이 있는 경우  	분리 경감계수는 응력비 $\psi = 1.0$을 가지고, **표** 3의 경우 1에 대하여 C_x 또는 경우 2에 대하여 C_y를 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다.	분리 경감계수는 **표** 3의 경우 15를 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다.	분리 경감계수는 **표** 3의 경우 15를 사용하여 위치 P1 및 P2에 적용하여야 한다. 다만, $\tau_{ay} = \tau_{av}(web)\dfrac{h}{(h-h_0)}$로 한다.
(c) 웨브 내 개구의 예  		패널 P1 및 P2는 (a)에 따라서 평가하여야 한다. 패널 P3는 (b)에 따라 평가하여야 한다.	

h : 개구 위치에서 1차 지지부재의 웨브 높이.(m)
h_0 : 웨브 깊이에서 측정된 개구의 높이.(m)
$\tau_{av}(web)$: 1차 지지부재의 웨브 높이(h)에 작용된 가중 평균 전단응력.(N/mm^2)
비고 1: 개구의 좌굴을 고려해야 하는 웨브 패널에는 음영이 표시되며 P1, P2 등으로 번호가 매겨져 있다.

3. 기타 구조의 좌굴강도

3.1 필러

3.1.1 좌굴사용계수

축 방향 압축을 받는 스트럿 및 필러에 대한 좌굴사용계수 η_{Pillar} 는 다음과 같다.

$$\eta_{Pillar} = \frac{\sigma_{av}}{\sigma_{cr}}$$

σ_{av} : 부재 내의 평균 축 압축응력(N/mm^2).

σ_{cr} : 최소 임계 좌굴응력(N/mm^2)으로 다음과 같다.

$\sigma_{cr} = \sigma_E$ $\sigma_E \le 0.5R_{eH_s}$인 경우

$\sigma_{cr} = \left(1 - \frac{R_{eH_s}}{4\sigma_E}\right)R_{eH_s}$ $\sigma_E > 0.5R_{eH_s}$인 경우

σ_E : [3.1.2]부터 [3.1.4]까지에 따른 최소 탄성압축 좌굴응력(N/mm^2).

R_{eH_s} : 고려하는 부재의 규정 최소 항복응력(N/mm^2). 조립 부재의 경우, 가장 낮은 규정 최소 항복응력이 사용되어야 한다.

3.1.2 탄성 기둥 좌굴응력

축 압축을 받는 부재의 탄성 압축 기둥 좌굴응력 σ_{EC}(N/mm^2)은 다음과 같다.

$$\sigma_{EC} = \pi^2 E f_{end} \frac{I}{A\ell_{pill}^2} 10^{-4}$$

I : 횡단면의 축에 따른 가장 작은 순 관성 모멘트(cm^4).

A : 부재의 순 횡단면적(cm^2).

ℓ_{pill} : 부재의 길이(m)로 다음과 같다.

a) 필러의 경우, 부재의 비지지(unsupported) 길이

f_{end} : 단부 지지계수로 다음과 같다.

a) 필러의 경우

- $f_{end} = 1.0$ 양단이 단순지지인 경우
- $f_{end} = 2.0$ 한쪽 단부는 단순지지이며 다른 쪽은 고정인 경우
- $f_{end} = 4.0$ 양단이 고정된 경우

적절한 크기의 브래킷이 부착되어 있는 경우, 필러 단부는 고정으로 볼 수 있다. 이러한 브래킷은 필러보다 더 큰 굽힘강성을 갖는 구조부재에 의하여 지지되어야 한다.

3.1.3 탄성 비틀림 좌굴응력

부재의 축 압축에 관한 탄성 비틀림 좌굴응력 σ_{ET}(N/mm^2)는 다음과 같다.

$$\sigma_{ET} = \frac{GI_{sv}}{I_{pol}} + \frac{\pi^2 f_{end} E c_{warp}}{I_{pol}\ell_{pill}^2} 10^{-4}$$

I_{sv} : 순 상브난(St. Venant) 관성 모멘트(cm^4), 횡단면의 예에 대한 표 7을 참조.

I_{pol} : 횡단면의 전단중심에 대한 순 극관성 모멘트(cm^4).

$I_{pol} = I_y + I_z + A(y_0^2 + z_0^2)$

c_{warp} : 와핑(Warping) 정수(cm^6), 횡단면의 예에 대한 표 7을 참조.

ℓ_{pill} : [3.1.2]에 정의된 부재의 길이(m).

y_0 : 횡단면 중심에 대한 상대적인 전단 중심의 횡방향 위치(cm), 횡단면의 예에 대한 표 7을 참조.

z_0 : 횡단면 중심에 대한 상대적인 전단 중심의 수직방향 위치(cm), 횡단면의 예에 대한 **표 7**을 참조.

A : [3.1.2]에 정의된 순 횡단면적(cm^2).

I_y : y축에 관한 순 관성 모멘트(cm^4).

I_z : z축에 관한 순 관성 모멘트(cm^4).

3.1.4 탄선 비틀림 / 기둥 좌굴응력

단면 중심과 전단 중심이 일치하지 않는 단면의 경우, 비틀림 및 기둥 좌굴 모드 사이의 상호작용을 검토하여야 한다. 축 압축에 관한 탄성 비틀림 / 기둥 좌굴응력 σ_{ETF}(N/mm^2)은 다음과 같다.

$$\sigma_{ETF} = \frac{1}{2\zeta}[(\sigma_{EC}+\sigma_{ET}) - \sqrt{(\sigma_{EC}+\sigma_{ET})^2 - 4\zeta\sigma_{EC}\sigma_{ET}}]$$

ζ : 계수로 다음과 같다.

$$\zeta = 1 - \frac{(y_0^2 + z_0^2)A}{I_{pol}}$$

y_0 : [3.1.3]에 정의된 횡단면 중심에 대한 상대적인 전단 중심의 횡방향 위치(cm).

z_0 : [3.1.3]에 정의된 횡단면 중심에 대한 상대적인 전단 중심의 수직방향 위치(cm).

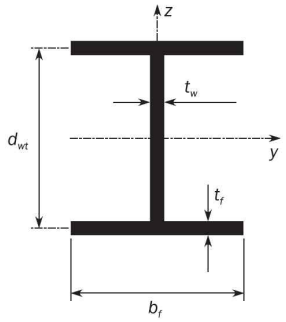
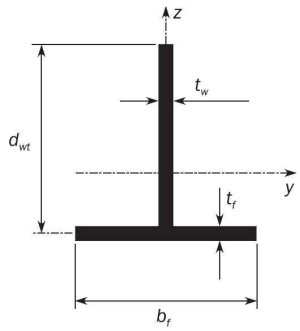
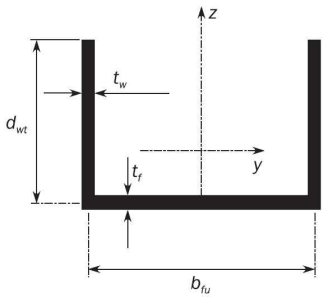
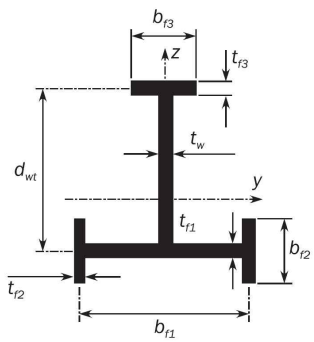
A : [3.1.2]에 정의된 순 횡단면적(cm^2).

I_{pol} : [3.1.3]에 정의된 횡단면의 전단 중심에 대한 순 극관성 모멘트(cm^4).

σ_{EC} : [3.1.2]에 정의된 탄성 기둥 압축 좌굴응력.

σ_{ET} : [3.1.3]에 정의된 탄성 비틀림 좌굴응력.

표 7 : 횡단면 특성

	$I_{sv} = \frac{1}{3}(2\,b_f t_f^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$c_{warp} = \frac{d_{wt}^2\,b_f^3\,t_f}{24}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv} = \frac{1}{3}(b_f t_f^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = -\frac{0.5\,d_{wt}^2\,t_w}{d_{wt}\,t_w + b_f\,t_f}10^{-1}$	cm
	$c_{warp} = \frac{b_f^3 t_f^3 + 4\,d_{wt}^3\,t_w^3}{144}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv-n50} = \frac{1}{3}(b_{fu}\,t_f^3 + 2\,d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = -\frac{d_{wt}^2\,t_w\,10^{-1}}{2d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f} - \frac{0.5\,d_{wt}^2\,t_w\,10^{-1}}{d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f/6}$	cm
	$c_{warp} = \frac{b_{fu}^2\,d_{wt}^3\,t_w\,(3\,d_{wt}\,t_w + 2\,b_{fu}\,t_f)}{12(6\,d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f)}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv} = \frac{1}{3}(b_{f1}\,t_{f1}^3 + 2\,b_{f2}\,t_{f2}^3 + b_{f3}\,t_{f3}^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = z_s - \frac{(b_{f3}\,d_{wt}\,t_{f3} + 0.5\,d_{wt}^2\,t_w)\,10^{-1}}{d_{wt}\,t_w + b_{f1}\,t_{f1} + 2\,b_{f2}\,t_{f2} + b_{f3}\,t_{f3}}$	cm
	$c_{warp} = \left(I_{f1}\,z_0^2 + \frac{I_{f2}\,b_{f1}^2}{200} + I_{f3}\left(\frac{d_{wt}}{10} - z_s\right)^2\right)$	cm^6
	$I_{f1} = \left(\frac{(b_{f1} - t_{f2})^3\,t_{f1}}{12} + \frac{b_{f2}\,t_{f2}\,b_{f1}^2}{2}\right)10^{-4}$	cm^4
	$I_{f2} = \frac{b_{f2}^3\,t_{f2}}{12}10^{-4}$	cm^4
	$I_{f3} = \frac{b_{f3}^3\,t_{f3}}{12}10^{-4}$	cm^4
	$z_s = \frac{I_{f3}\,d_{wt}}{I_{f1} + I_{f3}}10^{-1}$	cm

비고 1: 모든 치수는 mm이다.

비고 2: 횡단면 특성은 전형적인 횡단면에 대하여 주어진 것이다. 기타 횡단면에 대한 특성은 직접 계산에 의하여 결정되어야 한다.

제 6 절 참조응력을 기반으로 한 응력

기호

이 절에서 정의되지 않은 기호의 경우, **1장 4절**을 참조한다.

a : **8장 5절**에 정의된 패널 장변의 길이.(mm)

b : **8장 5절**에 정의된 패널 단변의 길이.(mm)

A_i : 좌굴패널의 i번째 판 요소의 면적.(mm^2)

n : 좌굴패널의 판 요소의 수.

σ_{ix} : 좌굴패널의 짧은 단부를 따라 작용하는, x방향에서 i번째 판 요소 중심에서의 실제응력.(N/mm^2)

σ_{iy} : 좌굴패널의 긴 단부를 따라 작용하는, y방향에서 i번째 판 요소 중심에서의 실제응력.(N/mm^2)

ψ : **5절**에 정의된 단부 응력비.

τ_i : 좌굴패널의 i번째 판 요소 중심에서의 실제 멤브레인 전단응력.(N/mm^2)

1. 응력 기반 방법

1.1 서론

1.1.1

이 절은 최소 자승법을 사용하여 선형 근사에 의한 고려하는 좌굴패널의 단부를 따라 응력 분포를 결정하기 위한 방법을 제공한다. 이러한 방법을 응력 기반 방법이라고 한다.

참조응력은 고려하는 좌굴패널의 국부계로 변환된 판 요소 중심에서의 응력 성분이다.

1.1.2 정의

규칙적인 패널은 직사각형 모형의 패널이다. 불규칙 패널은 **8장 4절 [2.3.1]**에서 설명하고 있는 규칙적이지 아니한 패널이다.

1.2 응력 적용

1.2.1 규칙적인 패널

참조응력은 다음의 조건이 만족하는 경우, 규칙적인 패널에 대하여 **[2.1]**의 정의를 따른다.

a) 적어도 하나의 판 요소 중심은 규칙적인 패널의 긴 단부(a) 각각의 세 번째 부분에 위치하여야 한다.

b) 이 요소 중심은 패널의 인접한 세 번째 부분의 적어도 하나의 요소 중심에서 $a/4$ 이상의 패널의 국부 x방향의 거리에 위치하여야 한다.

그렇지 않으면, 참조응력은 불규칙 패널에 대하여 **[2.2]**의 정의를 따른다.

1.2.2 불규칙 패널 및 곡면 패널

불규칙 패널 및 곡면 패널의 참조응력은 **[2.2]**에 따른다.

2. 참조응력

2.1 규칙적인 패널

2.1.1 종방향 응력

좌굴패널의 짧은 단부에 작용하는 종방향 응력(σ_x)은 다음과 같이 계산하여야 한다.

a) 판 좌굴평가의 경우, $\sigma_x(x)$의 분포는 다음과 같이 2차 다항곡선으로 가정한다.

$$\sigma_x(x) = Cx^2 + Dx + E$$

가장 적합한 곡선($\sigma_x(x)$)은 가중치로서 각 요소의 면적을 고려하여 오차 제곱(Π)을 최소화하여 얻을 수 있다.

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} A_i[\sigma_{ix} - (Cx_i^2 + Dx_i + E)]^2$$

알려지지 않은 계수 C, D 및 E는 반드시 첫 번째 부분 유도(C, D 및 E에 관한 $\partial\Pi$)에서 0으로 산출하여야 한다.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \Pi}{\partial C} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2[\sigma_{ix} - (Cx_i^2 + Dx_i + E)] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial D} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i[\sigma_{ix} - (Cx_i^2 + Dx_i + E)] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial C} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i[\sigma_{ix} - (Cx_i^2 + Dx_i + E)] = 0 \end{cases}$$

알려지지 않은 계수 C, D 및 E는 상기 3개의 방정식을 통하여 구할 수 있다.

$$\sigma_{x1} = \frac{1}{b}\int_0^b \sigma_x(x)dx = \frac{b^2}{3}C + \frac{b}{2}D + E$$

$$\sigma_{x2} = \frac{1}{b}\int_{a-b}^{a} \sigma_x(x)dx = (a^2 - ab + \frac{b^2}{3})C + (a - \frac{b}{2})D + E$$

$-D/2C < b/2$ 또는 $-D/2C > a - b/2$의 경우, σ_{x3}는 무시하여야 한다. 그 외의 경우에는 σ_{x3}는 다음에 따른다.

$$\sigma_{x3} = \frac{1}{b}\int_{xmin}^{xmax} \sigma_x(x)dx = \frac{b^2}{12}C - \frac{D^2}{4C} + E$$

$$x_{\min} = -\frac{b}{2} - \frac{D}{2C}$$

$$x_{\max} = \frac{b}{2} - \frac{D}{2C}$$

종방향 응력은 다음에 따른다.

$$\sigma_x = \max(\sigma_{x1}; \sigma_{x2}; \sigma_{x3})$$

단부 응력비는 다음에 따른다.

$$\psi_x = 1$$

b) 보강재 좌굴평가의 경우, 부착판의 짧은 단부에 작용하는 $\sigma_x(x)$는 다음에 따른다.

$$\sigma_x = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{ix}}{\sum_1^n A_i}$$

응력(σ_x)에 대한 단부 응력비(ψ_x)는 1.0으로 동일하다.

2.1.2 횡방향 응력

좌굴패널의 긴 단부를 따라 작용하는 횡방향 응력(σ_y)은 고려하는 좌굴패널의 짧은 단부까지 모든 요소의 횡방향 응력의 외삽에 의하여 계산된다.

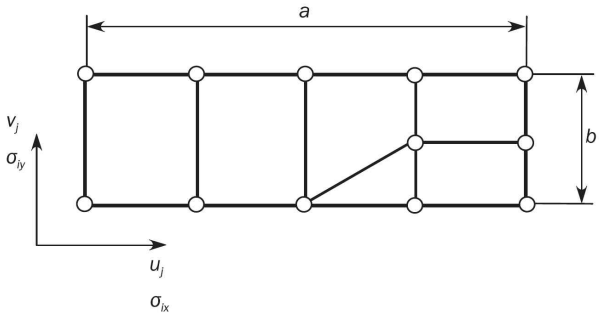


그림 1 : 좌굴패널

$\sigma_y(x)$의 분포는 일직선으로 가정된다. 따라서 다음과 같다.

$\sigma_y(x) = A + Bx$

가장 적합한 곡선($\sigma_y(x)$)은 가중치로서 각 요소의 면적을 고려하여 오차 제곱(Π)을 최소화하는 최소 자승법에 의하여 얻을 수 있다.

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} A_i [\sigma_{iy} - (A + Bx_i)]^2$$

알려지지 않은 계수 A와 B는 반드시 첫 번째 부분 유도(A와 B에 관한 $\partial\Pi$)에서 0으로 산출하여야 한다.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \Pi}{\partial A} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i [\sigma_{iy} - (A + Bx_i)] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial B} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i [\sigma_{iy} - (A + Bx_i)] = 0 \end{cases}$$

알려지지 않은 계수 A와 B는 위의 2개의 방정식을 통하여 구할 수 있으며, 다음에 따른다.

$$\begin{cases} A = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i \sigma_{iy}\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \sigma_{iy}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)^2} \\ B = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \sigma_{iy}\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i \sigma_{iy}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)^2} \end{cases}$$

$\sigma_y = \max(A, A + Ba)$

$\psi_y = \dfrac{\min(A, A + Ba)}{\max(A, A + Ba)}$ $\sigma_y \geq 0$인 경우

$\psi_y = 1$ $\sigma_y < 0$인 경우

2.1.3 전단응력

전단응력(τ)은 가중 평균방법을 사용하여 계산하여야 하며, 다음에 따른다.

$$\tau = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \tau_i}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

2.2 불규칙 패널 및 곡면 패널

2.2.1 참조응력

종방향, 횡방향 및 전단응력은 가중 평균방법을 사용하여 계산하여야 한다. 이들은 다음에 따른다.

$$\sigma_x = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{ix}}{\sum_1^n A_i}$$

$$\sigma_y = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{iy}}{\sum_1^n A_i}$$

$$\tau = \frac{\sum_1^n A_i \tau_i}{\sum_1^n Ai}$$

단부 응력비는 다음에 따른다.

$\psi_x = 1$

$\psi_y = 1$ ⚓

14편 9장

피로

제 1 절 일반사항

제 2 절 구조상세의 평가

제 3 절 피로평가

제 4 절 간이 응력해석

제 5 절 유한요소 응력해석

제 6 절 상세설계 기준

제 1 절 일반사항

기호

이 절에 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

T_{DF} : 설계자에 의하여 규정된 설계 피로수명(년). 다만, 25년 이상이어야 한다.

1. 피로요건에 대한 규칙 적용

1.1 범위

1.1.1 일반사항

이 절은 설계피로수명, T_{DF}과 동일한 북대서양 또는 세계전역(worldwide) 환경에서 운항시간을 고려하여 선박 구조상세의 피로강도평가를 위한 150 m 부터 500 m 사이의 규칙 길이(L)를 가지는 선박에 적용하는 요건을 제공한다.

1.1.2 평가구역

다음의 피로파괴 유형을 예방하기 위하여 피로평가는 선박 화물창 구역에 위치한 구조상세에 대하여 수행되어야 한다.

- 용접된 토우부터 시작하는 피로균열 및 판으로 진행하는 피로균열
- 용접되지 않은 자유단으로부터 시작하는 피로균열

1.1.3 평가되어야 하는 구조상세

피로평가가 요구되는 구조상세는 **2절**에 따른다.

- 검토되어야하는 구조상세는 다음과 같다.
  - **4절**에 따른 간이 응력해석 : **2절 [1]** 또는
  - **5절**에 따른 유한요소 응력해석 : **2절 [2]**

추가적인 세부사항은 사안별로 우리 선급은 검토를 요구할 수 있다.

1.1.4 상세설계기준

6절의 상세설계기준은 다음의 피로파괴 유형을 방지하기 위하여 주요 구조상세에서의 용접요건을 제공한다.

a) 용접 토우부터 시작되어 모재까지 이어지는 피로균열
b) 용접 루트부터 시작하여 용접된 판의 단면으로 진행되는 피로균열
c) 용접 루트부터 시작하여 용접 목을 통하여 진행되는 피로균열
d) 자유단에서 거친 표면 및 노치로부터 시작되어 모재까지 이어지는 피로균열

1.1.5 재료

피로평가는 390 N/mm^2 이하의 규정 최소 항복응력의 강재에 대해 적용한다. 규정 최소 항복응력이 390 N/mm^{2}을 초과하는 강재 및 피로성능이 향상된 강재를 사용하는 경우 S-N 곡선의 적용은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

1.1.6 파랑하중

피로평가는 준정적(quasi-static) 파랑하중을 근거로 한다.

1.1.7 파랑하중 이외의 하중

피로손상을 야기할 수 있는 화물 진동과 같은 낮은 주기의 하중 또는 부분적으로 채워진 탱크의 슬로싱과 같은 충격하중에 의한 피로는 이 장에서 고려하지 않는다.

1.1.8 선급부호

9장의 피로해석방법에 의하여 검토된 선박은 다음과 같은 선급부호를 부여한다.

a) 간이 피로해석방법 : SeaTrust(FSA1)

b) 화물창 피로해석방법 : SeaTrust(FSA2)

c) 전선 피로해석방법 : SeaTrust(FSA3)

다만, 신청자(선주 또는 건조자)의 요청에 따라 SeaTrust(FSA2) 또는 SeaTrust(FSA3) 부여 시, SeaTrust(FSA1)이 검토되어야 한다.

선급부호 SeaTrust(FSA3)는 **3편 부록 3-3**에 의하여 검토된 선박에 부여한다.

2. 정의

2.1 핫스폿

2.1.1

공칭 구조응력 변동의 조합효과 및 용접 형상에 의한 응력 상승 효과 또는 모재의 노치에 의한 유사한 효과에 의하여 피로균열이 시작될 수 있는 구조 내의 위치가 핫스폿이다.

핫스폿은 다음에 위치할 수 있다.

- 용접 토우
- 부분용입 또는 필릿용접의 용접 루트
- 판의 자유단의 모재

2.2 공칭응력

2.2.1

공칭응력은 구조적 불연속 및 용접에 의한 응력집중은 고려하지 않는 광범위한 구조형상 효과를 고려한 구조부재의 응력이다. 공칭응력은 **9장 5절**에 요구된 성긴분할 또는 상세분할 유한요소해석을 사용하거나 **9장 4절**에서 요구되는 보-이론에 기초한 분석적 계산을 사용하여 얻어야 한다.

2.3 핫스폿 응력

2.3.1

핫스폿 응력은 구조적 불연속 및 용접된 부착물에 의한 응력집중을 고려한 용접 토우에서의 응력으로 용접 토우에서의 노치에 의한 비선형 응력은 무시한다. 고려해야 하는 핫스폿은 용접 토우에서 판의 표면 상 2개의 주응력에 대응한다. 첫 번째 주응력은 용접부에서 수직으로 ±45° 내에 작용하며, 두 번째 주응력은 ±45° 바깥쪽으로 작용한다.

핫스폿 응력은 공칭응력과 **9장 5절 [5]**에 따른 응력집중계수(SCF)를 곱하여 얻거나, **9장 5절 [3]** 및 **[4]**에 따라 매우 상세한 분할 유한요소해석에 의해 직접적으로 얻어야 한다.

2.4 자유단에서의 국부응력

2.4.1

자유단에서의 국부응력은 **9장 5절 [3.2]**에 따라 유한요소해석을 이용하여 유도된 판의 자유단에서의 응력이다.

2.5 피로응력

2.5.1

피로응력은 피로평가를 하기 위한 응력이다. 즉,

- 평균응력 효과 및 두께 효과 수정을 가진 용접 토우에 대한 두 개의 주 핫스폿 응력의 최대값
- 모재 표면 다듬질, 평균응력 효과, 두께 효과 및 재료강도에 의하여 수정한 자유단에서 국부응력

3. 가정

3.1 일반사항

3.1.1

피로평가는 다음과 같은 가정을 전제로 한다.

a) 선형누적 손상모델(즉, **9장 3절 [5]**에 주어진 Palmgren-Miner' Rule)은 **9장 3절 [4]**에 주어진 설계 S-N 선도와 관련하여 사용된다.

b) 설계피로수명, T_{DF}은 25년 이상이다.

c) 규정된 준-정적 파랑하중은 북대서양 파랑환경에 기초한다. 이들은 등가설계파(EDW) 개념에 의한 초과확률수준 10^{-2}에서 결정된다.

d) 순 두께 t_{n50}는 간이 응력해석에 사용되고, 총 두께 t_{gr}는 유한요소 응력해석에 각각 사용된다.

e) 용접 토우로부터 시작하는 균열에 대하여 사용된 응력의 종류는 핫스폿 응력이다. 용접되지 않는 상세의 자유단으로부터 시작하는 균열에 대하여 사용된 응력의 종류는 자유단에서의 국부응력이다.

f) 피로응력 범위 $\triangle\sigma_{FS}$는 간이 응력해석에 의하여 계산되거나 또는 복잡한 형상을 가진 상세 유한요소 응력해석에 의하여 계산될 수 있다.

g) 구조상세에 대한 응력 범위의 장기분포는 2-변수 웨이블(Weibull) 분포에 따르는 것으로 가정한다. 웨이블 형상계수 ξ는 1.0과 동일하며 피로응력 범위 $\triangle\sigma_{FS}$는 초과 참조 확률수준 10^{-2}로 주어진다.

h) 피로 검사에 대한 허용기준은 **9장 3절 [2]**에서 요구되는 설계피로수명에 대하여 전체 피로손상 D는 1.0 미만이어야 한다.

4. 방법론

4.1 기본원칙

4.1.1 일반사항

구조상세의 적절한 피로강도는 다음을 사용함으로써 보장된다.

- 설계요구사항을 제공하는 **9장 6절**에 주어진 상세설계기준.
- 핫스폿 응력계산을 위한 2가지 다른 방법을 토대로 피로수명 계산에 의한 피로강도평가 : 즉, 간이 응력해석(simplified stress analysis) 및 매우 상세한 분할 유한요소 응력해석(very fine mesh element stress analysis).

4.2 간이 응력해석

4.2.1

4절에 요구된 간이 응력해석에 기초한 절차는 **9장 2절 [1.1]**에 주어진 종보강재 끝단 연결부의 용접 토우에서 핫스폿 응력을 결정하는데 사용된다.

공칭응력은 **9장 4절 [3]** 및 **[4]**에 따라 보 이론에 근거한 해석적 방법을 사용하여 계산한다. 핫스폿 응력은 **9장 4절 [5.2]**에 따라 고려하는 상세의 응력집중계수(SCF)를 공칭응력에 곱하여 구한다.

4.3 유한요소 응력해석

4.3.1

9장 5절에서 요구되는 유한요소 응력해석에 기초한 절차는 매우 상세한 분할 모델로부터 구조상세의 용접 토우에서의 핫스폿 응력을 결정하는데 사용된다.

핫스폿 응력은 일반적으로 구조를 나타내기 위하여 사용된 유한요소 모델에 크게 의존한다.

웨브로 보강된 십자형 이음부를 제외한 용접상세에 대해 용접 토우에서의 핫스폿 응력을 계산하기 위한 일반적인 절차는 **9장 5절 [3.1]**에 주어진다. 웨브로 보강된 십자형 이음부에 대해 플랜지 연결 부위에서의 핫스폿 응력을 계산하기 위한 절차는 **9장 5절 [4]**에 주어진다. 용접되지 않는 부위에 대한 국부응력 계산은 **9장 5절 [3.2]**에 제공된다.

상세분할 유한요소해석이 생략된 경우, 필수적인 매우 상세분할 유한요소해석으로 피로평가가 수행되는 세부 목록은 **9장 2절 표 1** 및 **9장 2절 표 3**에 주어진다.

4.4 피로설계기준

4.4.1

9장 6절에 주어진 상세설계기준은 중요한 구조상세의 향상된 피로성능을 확보하기 위하여 제공되어야 한다. 피로성능이 만족함을 입증하는 것을 조건으로 이를 대체하는 상세설계배치가 허용될 수 있다.

5. 부식모델

5.1 순 두께 또는 총 두께

5.1.1 일반사항

간이 방법에 의한 피로평가는 **3장 2절**에 따른 순 두께에 근거하여 수행되어야 한다. 유한요소 응력해석에 의한 피로간도 평가 시 총 두께에 근거하여 수행되어야 한다.

5.1.2 응력 조정

간이 응력해석에 의해 계산된 응력에 대한 선체거더 응력은 보정계수 f_c을 계산된 응력에 곱하여 조정되어야 한다.

f_c = 0.95

6. 적재상태

6.1 설명

6.1.1

피로해석은 **[6.2]**에 주어진 의도된 선박 운항에 따른 대표적인 적재상태에 대하여 수행되어야 한다.

6.2 적재상태

6.2.1

고려된 적재상태 및 각 적재상태에 대한 시간의 대응 부분, $\alpha_{(j)}$은 **표 1**에 정의된다. 피로평가를 위한 표준 적재상태는 **4장 8절 [3]**에 제공된다.

표 1 : 각 적재상태에서 시간의 부분

적재상태		$\alpha_{(j)}$
만재적재상태	평형수 탱크 - Full	0.7 [1]
	평형수 탱크 - Empty	0.3 [1]

[1] 두 가지 하중조건(최소 및 최대 호깅상태)은 확인해야 한다. 각각의 하중조건에서 평형수 탱크의 시간 배분은 Full은 70 %, Empty는 30 %로 간주하고 피로손상은 이 두 기여분의 합으로 계산되어야 한다.

7. 하중상태

7.1 가정

7.1.1

피로평가를 위하여 고려되는 하중상태는 **4장 2절** [3]에 주어진다.

피로평가를 위한 설계하중시나리오는 **4장 7절 표 3**에 정의된다.

[6]에 정의된 각 적재상태에 대하여, 모든 피로 하중상태는 피로평가를 위한 동하중의 조합을 생성시키기 위하여 고려하여야 한다.

7.1.2 지배적인 하중상태

각 적재상태(j)에 대한 지배적인 하중상태는 취약한 위치의 피로응력 범위가 모든 피로 하중상태 중에서 최대값인 경우의 하중상태로서 정의된다.

제 2 절 구조상세 평가

기호

이 절에 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 간이 응력해석

1.1 구조상세 평가

1.1.1

화물구역의 전 범위에 걸쳐 **1절**에 따른 간이 응력해석에 의하여 피로평가를 수행하여야 하는 취약한 구조상세는 다음과 같다.

- 횡격벽에서 종방향 보강재의 단부 연결부.
- 늑판 및 특설늑골에서 종방향 보강재의 단부 연결부

2. 유한요소해석

2.1 구조상세 평가

2.1.1 일반사항

9장 5절에 따른 상세한 유한요소해석에 의하여 피로평가를 수행하여야 하는 취약한 구조상세는 **[2.1.2]**에 나타난다. 우리 선급이 필요하다고 판단할 경우, 추가적인 피로평가가 요구될 수 있다.

표 2는 구조상세에 대한 핫스폿 목록이다.

2.1.2 매우 상세한 분할해석에 의하여 검토되는 상세

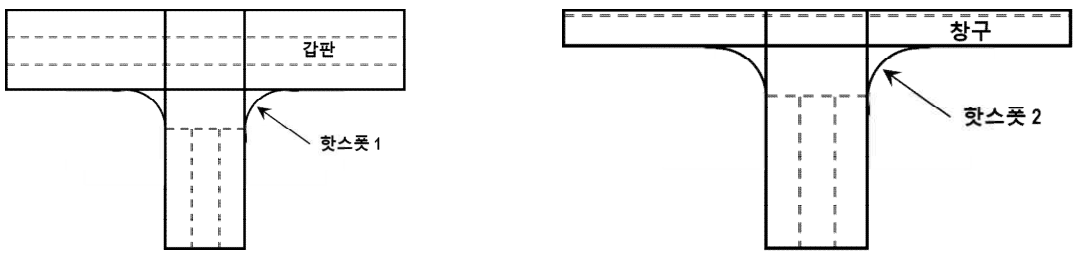
9장 5절 [1]부터 **9장 5절 [4]**에 따른 매우 상세한 분할해석에 의하여 피로평가를 수행하여야 하는 취약한 구조상세는 **표 1**에 나타내었다.

표 1 : 매우 상세한 분할해석 평가대상 구조상세

번호	중요 상세	적용
1	중앙부 창구 모서리	컨테이너 화물창 [1]
[1] 선체 중앙부에 근접한 위치의 화물창		

표 2 : 갑판 및 종방향 창구 모서리에 대한 핫스폿

핫스폿 위치	핫스폿 응력의 계산 절차
핫스폿 1 : 갑판 모서리 곡률 단부 핫스폿 2 : 창구 모서리 곡률 단부	5절 [3.2]



제 3 절 피로평가

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

(i) : **4장 2절 [3]**에 규정된 하중 종류 HSM, FSM, BSR-P, BSR-S, BSP-P, BSP-S, OST-P 또는 OST-S를 표시하는 접미사.

'$i1$'가 표시하는 하중 종류: HSM-1, FSM-1, BSR-1P, BSR-1S, BSP-1P, BSP-1S, OST-1P 또는 OST-1S

'$i2$'가 표시하는 하중 종류: HSM-2, FSM-2, BSR-2P, BSR-2S, BSP-2P, BSP-2S, OST-2P 또는 OST-2S

(j) : 하중조건을 표시하는 접미사

9장 1절 [6.2]에 정의된 하중조건

T_C : **표 5**에 따른 부식환경에서 노출된 시간 (년)

T_D : 설계수명, 25년

T_{DF} : **9장 1절**에 정의된 설계피로수명 (년)

T_F : **[5]**를 따라 계산된 피로수명 (년)

m : 공기중 환경에 대한 **표 2** 및 부식환경에 대한 **표 3**에서 주어진 설계 S-N 선도의 역기울기, 공기중 환경 S-N 선도에 대한 역기울기는 N = 10^7 주기에서 m부터 $m+2$까지 변한다.

n_{LC} : **9장 1절 [6.2]** 정의된, 적용 가능한 하중조건의 개수

f_c : **9장 1절 [5.1.2]** 정의된 수정계수

f_{thick} : **[3.3]**에 주어진 판 두께 영향에 대한 수정계수

$f_{mean,i(j)}$: **[3.2]**에 주어진 평균응력 영향에 대한 수정계수

f_e : 환경계수로서 다음과 같다.

$f_e = 1.0$ 북대서양 환경인 경우

$f_e = 0.8$ 세계전역(worldwide) 환경인 경우

1. 피로해석방법

1.1 누적손상

1.1.1

구조의 피로평가는 Palmgren-Miner 누적손상 D의 적용에 기초한다. D는 다음을 따른다.

$$D = \sum_{i=1}^{n_{tot}} \frac{n_i}{N_i}$$

n_i : 응력범위 $\triangle\sigma_i$의 반복 횟수

N_i : 응력범위 $\triangle\sigma_i$에서 파손까지의 반복 횟수

n_{tot} : 응력범위 블록의 총 개수

i : 응력범위 블록 지표

1.1.2

선박에서 구조상세의 장기 응력범위 분포는 **1절 [3.1.1]**에 주어진 2계수 웨이블 분포에 의해 설명되어야 한다. 피로손상은 **[5]**에 주어진 폐쇄 형태 방정식에 의한 방법으로 구할 수 있다.

1.2 피로강도평가

1.2.1

[2]를 따른 구조부재의 피로강도 평가는 다음 3가지 단계를 포함한다.

a) [3]에 따른 응력범위의 계산
b) [4]에 따른 설계 S-N 선도의 선택
c) [5]에 따른 누적손상도의 계산 및 피로수명의 계산

2. 허용기준

2.1 설계수명 및 허용기준

2.1.1

계산된 피로수명, T_F는 다음의 식을 따른다.

$T_F \geq T_{DF}$

3. 피로평가의 참조응력

3.1 피로응력범위

3.1.1

각 하중조건의 각 하중상태에 대한 피로응력범위는 용접이음에 대하여 [3.1.2] 및 모재 자유단에 대하여 [3.1.3]에 정의된다.

고려된 각 하중조건 (j)의 응력범위는 1절 [7.1.2]를 따르는 지배적인 하중상태로부터 구해진 응력범위이다.

$\triangle\sigma_{FS,(j)} = \max_i(\triangle\sigma_{FS,i(j)})$

$\triangle\sigma_{FS,i(j)}$: 용접이음에 대하여 [3.1.2] 및 모재 자유단에 대하여 [3.1.3]에 정의된 하중조건(j)의 하중상태(i)에 대한 피로응력범위 (N/mm²)

3.1.2 용접이음

용접이음에 대한 평균응력 영향, 두께 영향 및 와핑(뒤틀림) 영향에 대하여 수정된 피로응력범위 $\triangle\sigma_{FS,i(j)}$(N/mm²)는 다음과 같이 나타낸다.

- 간이 응력해석:
  $\triangle\sigma_{FS,i(j)} = f_{mean,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_{warp} \cdot f_e \cdot \triangle\sigma_{HS,i(j)}$
- 유한요소해석:
  - 웨브 보강된 십자 이음:
    $\triangle\sigma_{FS,i(j)} = f_W \cdot f_S \cdot \max(\triangle\sigma_{FS1,i(j)}, \triangle\sigma_{FS2,i(j)})$
  - 이외의 이음:
    $\triangle\sigma_{FS,i(j)} = \max(SideL, SideR)[\max(\triangle\sigma_{FS1,i(j)}, \triangle\sigma_{FS2,i(j)})]$

f_W : 용접선에 따라 응력변화의 효과에 대한 수정계수로서 0.96으로 한다.

f_S : 지지부재의 효과에 대한 수정계수로서 0.95로 한다.

$\triangle\sigma_{HS,i(j)}$: 4절 [2.1.1]에 주어진 하중조건 (j)의 하중상태 (i)에서 동하중에 의한 핫스폿 응력범위 (N/mm²)

$\triangle\sigma_{FS1,i(j)}$: 핫스폿 주응력 범위, $\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$에 의한 피로응력 범위 (N/mm²)

$\triangle\sigma_{FS1,i(j)} = f_{mean,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot f_e \cdot \triangle\sigma_{HS1,i(j)}$

$\triangle\sigma_{FS2,i(j)}$: 핫스폿 주응력 범위, $\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$에 의한 피로응력 범위 (N/mm²)

$\triangle\sigma_{FS2,i(j)} = 0.9 \cdot f_{mean2,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot f_e \cdot \triangle\sigma_{HS2,i(j)}$

$Side\,L, Side\,R$: **5절 그림 3** 및 **그림 4**의 A-A 선분의 각각 왼쪽 및 오른쪽

$f_{mean1,i(j)}$: **[3.2]**에 주어진 평균응력 영향에 대한 수정계수

$f_{mean2,i(j)}$: **[3.2]**에 주어진 평균응력 영향에 대한 수정계수

f_{warp} : 와핑(뒤틀림) 영향으로 인한 수정계수로서, 다음에 따른다.

- f_{warp} = 1.07, 창구 모서리부에서 종방향 창구 코밍에 가장 근접한 갑판 종보강재 (**그림 1** 참조), 모든 적하상태에 대하여 OST 상태가 지배적이지 않은 경우에는 1.0으로 한다.
- f_{warp} = 1.04, 다음의 갑판 종보강재 (**그림 1** 참조), 모든 적하상태에 대하여 OST 상태가 지배적이지 않은 경우에는 1.0으로 한다.
  - 창구 모서리로부터 1개의 웨브 간격만큼 떨어진 위치에서 가장 근접한 갑판 종보강재 (**그림 1** 참조)
  - 창구 모서리부의 종방향 창구 코밍에서 두 번째 근접한 보강재 (**그림 1** 참조)
- f_{warp} = 1.0, 이외의 경우

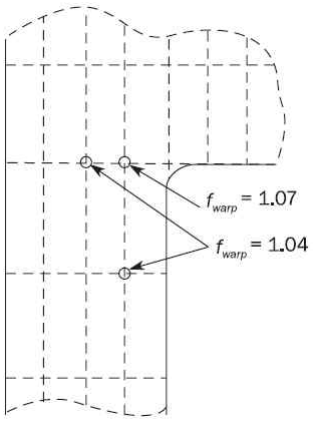


그림 1 : 종방향 갑판 보강재의 와핑(뒤틀림)영향

$\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$: **5절 [3.1.2], [3.3.2]** 및 **[4.2.3]**에 따라 2가지 형식의 쉘 요소(4절점 또는 8절점)에 대하여 결정된, 용접 토우에서 수직선의 ±45° 이내에 각각 작용하는 하중조건 (j)의 하중상태 (i)에서 동하중에 의한 핫스폿 주응력 범위 (N/mm²)

$\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$: **5절 [3.1.2], [3.3.2]** 및 **[4.2.3]**에 따라 2가지 형식의 쉘 요소(4절점 또는 8절점)에 대하여 결정된, 용접 토우에서 수직선의 ±45° 바깥쪽에 각각 작용하는 하중조건 (j)의 하중상태 (i)에서 동하중에 의한 핫스폿 주응력 범위 (N/mm²)

3.1.3 모재의 자유단

모재 자유단에 대한 피로응력 범위 $\triangle\sigma_{FS,i(j)}$는 자유단에서 국부응력 범위 $\triangle\sigma_{BS,i(j)}$(N/mm²)로서 나타내며, 수정계수와 함께 **1절 [2.4]**에서 정의된다.

$$\triangle\sigma_{FS,i(j)} = K_{sf} \cdot f_{material} \cdot f_{mean,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot \triangle\sigma_{BS,i(j)}$$

K_{sf} : **[4.2.3]**에서 모재에 대한 표면처리계수

$f_{material}$: 모재 강도에 대한 조정계수는 다음과 같다.

$$f_{material} = \frac{1200}{965 + R_{eH}}$$

$\triangle\sigma_{BS,i(j)}$: 하중상태 (j)의 하중상태 (i)에서 동하중에 의한 국부응력범위(N/mm²)는 다음과 같다.

$$\triangle\sigma_{BS,i(j)} = \left|\sigma_{BS,i1(j)} - \sigma_{BS,i2(j)}\right|$$

$\sigma_{BS,i1(j)}, \sigma_{BS,i2(j)}$: **5절**에 규정된 매우 상세한 분할 유한요소해석에 의해 구해진 하중상태의 (j)의 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'에서 국부응력 (N/mm²)

3.2 평균응력효과

3.2.1 평균응력효과에 대한 수정계수

용접이음의 각 핫스폿 주응력 범위 $\triangle\sigma_{HS,i(j)}$ 또는 자유단에서 국부응력 범위 $\triangle\sigma_{BS,i(j)}$에 대해 고려된 평균응력 수정계수는 다음과 같다.

a) 용접이음

$$f_{mean,i(j)} = \begin{cases} \min\left[1.0,\ 0.9+0.2\dfrac{\sigma_{mCor,i(j)}}{2\triangle\sigma_{HS,i(j)}}\right], & \sigma_{mCor,i(j)} \geq 0 \text{인 경우} \\ \max\left[0.3,\ 0.9+0.8\dfrac{\sigma_{mCor,i(j)}}{2\triangle\sigma_{HS,i(j)}}\right], & \sigma_{mCor,i(j)} < 0 \text{인 경우} \end{cases}$$

b) 모재

$$f_{mean,i(j)} = \begin{cases} \min\left[1.0,\ 0.8+0.4\dfrac{\sigma_{mCor,i(j)}}{2\triangle\sigma_{BS,\ i(j)}}\right], & \sigma_{mCor,i(j)} \geq 0 \text{ 인 경우} \\ \max\left[0.3,\ 0.8+\dfrac{\sigma_{mCor,i(j)}}{2\triangle\sigma_{BS,i(j)}}\right], & \sigma_{mCor,i(j)} < 0 \text{ 인 경우} \end{cases}$$

$$\sigma_{mCor,i(j)} = \begin{cases} \sigma_{mean,i(j)}, & \sigma_{\max} \leq R_{eEq} \text{ 인 경우} \\ R_{eEq} - \sigma_{\max} + \sigma_{mean,i(j)}, & \sigma_{\max} > R_{eEq} \text{ 인 경우} \end{cases}$$

$$\sigma_{\max} = \begin{cases} \max_{i,(j)}(\triangle\sigma_{HS,i(j)} + \sigma_{mean,i(j)}), & \text{용접이음의 경우} \\ \max_{i,(j)}(\triangle\sigma_{BS,i(j)} + \sigma_{mean,i(j)}), & \text{모재의 경우} \end{cases}$$

$R_{eEq} = \max(315; R_{eH})$

$\sigma_{mean,i(j)}$: [3.2.2]에 따라 계산된 모재 또는, [3.2.3] 또는 [3.2.4]에 따라 계산된 용접이음에 대한 피로 평균응력 (N/mm^2)

3.2.2 모재 자유단의 평균응력

하중조건 (j)의 정하중 및 동하중 상태 '$i1$' 및 '$i2$'에 의한 모재 자유단에 대한 피로 평균응력 $\sigma_{mean,i(j)}$ (N/mm^2)은 국부응력에 기초한 다음 식에 의해 계산된다.

$$\sigma_{mean,i(j)} = \frac{\sigma_{BS,i1(j)} + \sigma_{BS,i2(j)}}{2}$$

3.2.3 간이 계산방법에 대한 평균응력

간이 응력해석에 의하여 평가된 용접이음의 피로 평균응력은 **4절 [2.2]**를 따른다.

3.2.4 유한요소해석에 대한 평균응력

핫스폿 주응력 범위 방향, pX 및 pY에 속한 하중조건 (j)의 하중상태, '$i1$' 및 '$i2$' 대한 정하중 및 동하중 상태에 관하여 용접이음에 대한 피로 평균응력 $\sigma_{mean,i(j),pX}$ 및 $\sigma_{mean,i(j),pY}$(N/mm^2)은 **5절 [3.1.2]** 및 **[4.2.3]**에 정의된 핫스폿 응력구성에 기초한 다음 공식에 의해 계산된다.

$$\sigma_{mean,i(j)pX} = \frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} +$$

$$\left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} - (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} - (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4}\right) \cdot \cos 2\theta + \left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xy}}{2}\right) \cdot \sin 2\theta$$

$$\sigma_{mean,i(j)pY} = \frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} -$$

$$\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} - (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} - (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} \cdot \cos 2\theta - \left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xy}}{2}\right) \cdot \sin 2\theta$$

θ : 요소 좌표계의 x 방향 및 핫스폿 주응력 범위 좌표계의 pX 주방향 사이의 각도 (**5절 [3.1.2], [4.2.3]**). 좌표계의 x 방향은 용접 토우의 법선으로서 정의된다.

절대값이 45° 미만의 주응력 방향을 가지는 2개의 평균응력 $\sigma_{mean,i(j),pX}$ 및 $\sigma_{mean,i(j),pY}$ 중의 하나는 $\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$에 속한 $\sigma_{mean1,i(j)}$로서 정의된다. 다른 평균응력은 $\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$에 속한 $\sigma_{mean2,i(j)}$로서 정의된다.

3.3 두께 영향

3.3.1

판 두께는 주로 형상 효과를 통한 용접이음의 피로강도 및 관통 두께 응력분포에 영향을 미친다. 판 두께 영향에 대한 조정계수 f_{thick}는 다음과 같다.

- 간이 응력해석인 경우

$f_{thick} = 1.0,$ $t_{n50} \le 22.0$ mm인 경우,

$f_{thick} = (t_{n50}/22.0)^n,$ $t_{n50} > 22.0$ mm인 경우,

- 유한요소해석의 경우

$f_{thick} = 1.0,$ $t_{gr} \le 22.0$ mm인 경우,

$f_{thick} = (t_{gr}/22.0)^n,$ $t_{gr} > 22.0$ mm인 경우,

t_{n50} : 간이 응력해석의 경우, 용접이음 또는 모재 자유단의 핫스폿에 인접한 고려하는 부재의 순 두께 (mm)

- 고려하여야 하는 보강재의 순 두께는 다음과 같다.
  - 평강 및 벌브 형상 : 수정 없음
  - 형강 및 T형 바 : 플랜지의 순 두께

t_{gr} : 유한요소해석의 경우, 균열이 시작 및 전파되는 용접이음 또는 모재 자유단의 핫스폿에 인접한 부재의 총 두께이다. (mm)

- 십자 용접이음, 횡방향 T-이음 및 횡방향 부착물을 가진 판과 같이 90°로 부착되는 경우, 고려하여야 하는 총 두께는 다음에 따른다.

$$t_{gr} = \min\left(\frac{d}{2}, t_{1-gr}\right)$$

n : 용접 및 용접되지 않은 연결부에 대하여 각각 **표 1** 및 **표 4**에 제공된 두께지수

n은 고려하는 응력 방향에 따라서 선택되어야 한다. $\triangle\sigma_{HS1}$ 및 $\triangle\sigma_{HS2}$ 각각 용접에 대하여 수직 및 수평으로 고려되어야 한다.

d : 토우 거리(mm). **그림 2**에 나타나며, 다음에 따른다.

$$d = t_{2-gr} + 2\ell_{leg}$$

t_{1-gr} : **그림 2**에 나타나는 연속적인 판의 총 두께 (mm)

t_{2-gr} : **그림 2**에 나타나는 핫스폿이 평가될 경우, 횡방향 부착판의 총 두께 (mm)

ℓ_{leg} : 필릿용접 각장 (mm)

용접이음의 피로수명을 개선하기 위해 용접 후처리 방법이 적용되는 경우, 두께지수는 **[6]**에 제공된다.

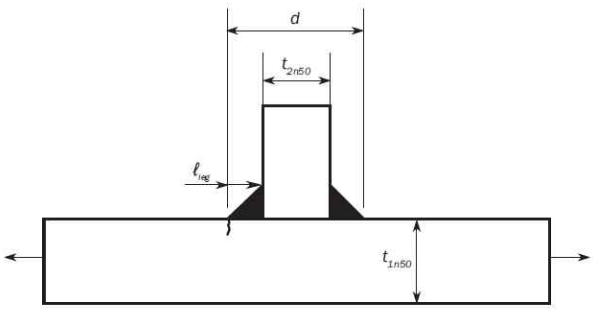
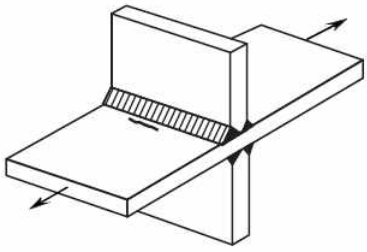
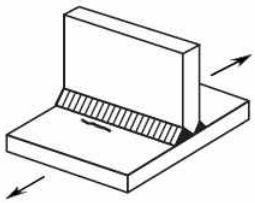
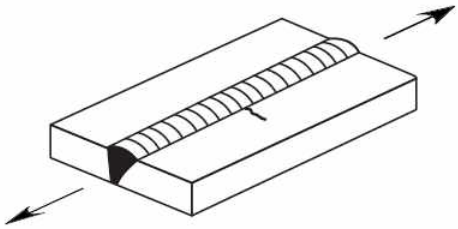
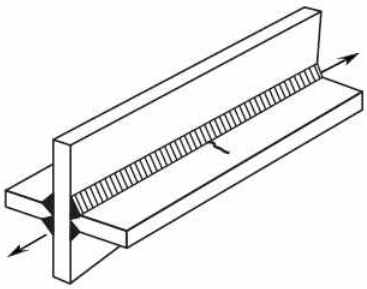
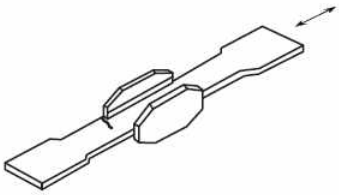
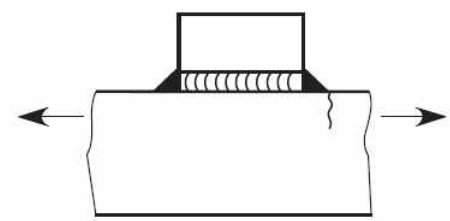
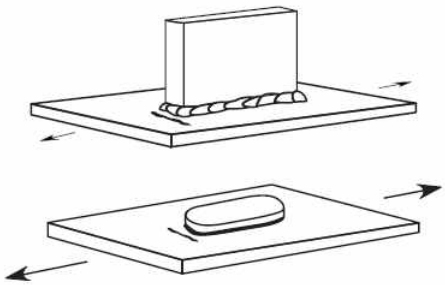
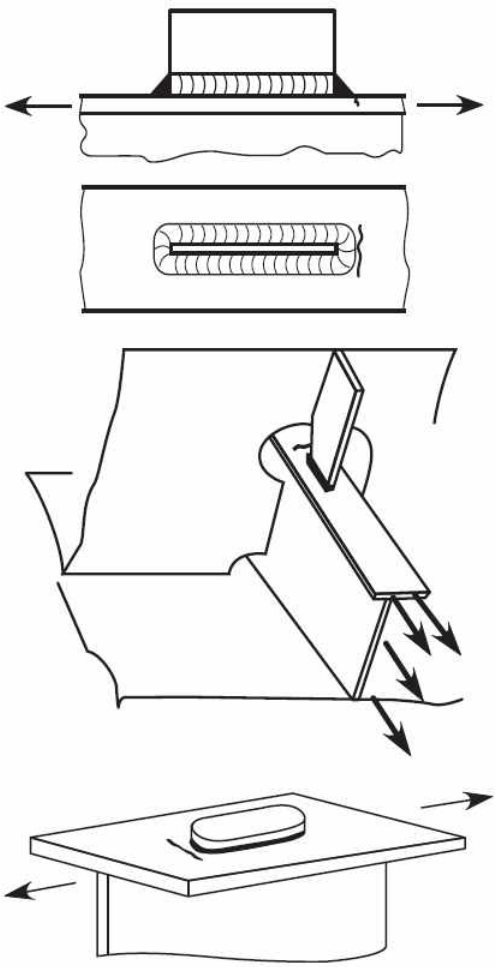


그림 2 : 십자 용접이음, 횡방향 T-이음 및 횡방향 부착물을 가진 판에 대한 토우 거리

표 1 : 용접이음 : 두께지수

순번	이음 범주 설명	형상	조건	n
1	십자이음, 횡방향 T-이음, 횡방향 부착물을 가진 판		용접 그대로	0.25
			용접 후처리 개선방법에 의해 처리된 용접 토우	0.2
2	횡방향 맛대기 용접		용접 그대로	0.2
			평평하게 그라인딩 또는 용접 후처리 개선 방법에 의해 처리된 용접 토우	0.1
3	종방향 용접 또는 판 가장자리 부착		모든 조건	0.1
			용접 후처리 개선방법에 의해 처리된 용접 토우	0.1
				

순번	이음 범주 설명	형상	조건	n
4	평강 또는 벌브형상의 종방향 부착		모든 조건	0
			용접 후처리 개선방법에 의해 처리된 용접 토우 (1)	0
5	종방향 부착 및 이중판		용접 그대로	0.2
			용접 후처리 개선방법에 의해 처리된 용접 토우	0.1
6	종방향으로 지지되는 종방향 부착 및 이중판		용접 그대로	0.1
			용접 후처리 개선방법에 의해 처리된 용접 토우 (1)	0

(1) 종방향 단부 연결부의 용접 후처리에 의한 적용 가능한 이점은 없음.

4. S-N 선도

4.1 기본 S-N 선도

4.1.1 수용능력

피로강도에 대한 용접된 강재 연결부 및 강재 모재의 수용능력은 구조상세에 적용된 응력범위와 파손에 이르는 일정 진폭하중의 반복 횟수 사이에 관계를 형성해 주는 S-N 선도에 의하여 정의된다.

4.1.2 설계 S-N 선도

피로평가는 피로시험으로부터 획득한 S-N 선도의 사용을 기초로 한다. 설계 S-N 선도는 관련된 실험 자료에 대해 생존확률 50 %에 해당하는 평균 S-N 선도 아래로 2개의 표준편차로서 나타낸다. **표 2** 및 **표 3**에 주어진 설계 S-N 선도는 생존확률 97.7 % 해당한다.

4.1.3 S-N 선도 적용범위

S-N 선도는 규정된 최소 항복응력 390 N/mm^2 까지 연강 및 고장력강에서 적용 가능하다.

4.1.4 공기 중 환경

그림 3에 나타낸 바와 같이 공기 중 환경에서 기본 설계 선도는 다음과 같이 log($\triangle\sigma$) 및 log(N) 사이의 선형관계로 주어진다.

$\log(N) = \log(K_2) - m \cdot \log(\triangle\sigma)$

$\log(K_2) = \log(K_1) - 2\log(\delta)$.

K_1 : **표 2**에 주어진 평균 S-N 선도에 관련된 상수

K_2 : **표 2**에 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 상수

δ : **표 2**에 주어진 log(N)의 표준편차

$\triangle\sigma_q$: **표 2**에서 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 주기 N = 10^7 에서의 응력범위 (N/mm^2)

표 2 : 공기 중 환경에서 기본 S-N 선도 자료

등급	K_1		m	표준편차 δ	K_2	10^7 사이클에서 설계응력범위	2×10^6 사이클에서 설계응력범위
	K_1	$\log_{10}K_1$		$\log_{10}\delta$	K_2	$\Delta\sigma_q$ N/mm2	N/mm2
B	2.343E15	15.3697	4.0	0.1821	1.01E15	100.2	149.9
C	1.082E14	14.0342	3.5	0.2041	4.23E13	78.2	123.9
D	3.988E12	12.6007	3.0	0.2095	1.52E12	53.4	91.3

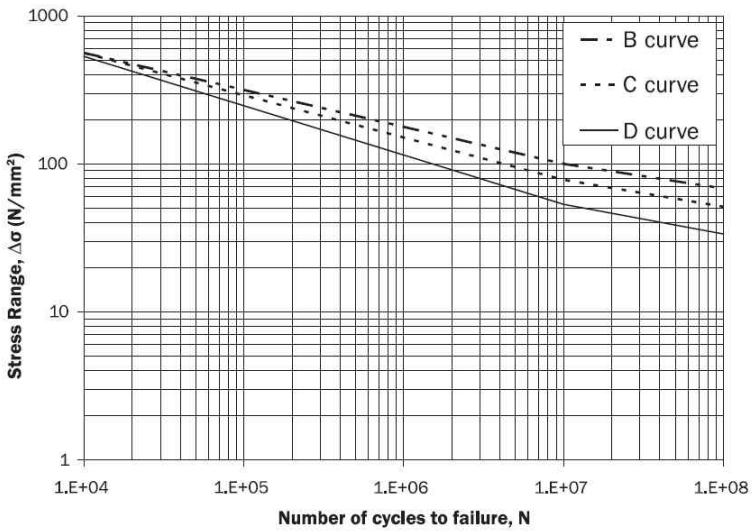


그림 3 : 공기 중 환경에서 기본 설계 S-N 선도

4.1.5 부식환경

그림 4에 나타낸 바와 같이 부식환경에 대한 기본 설계 선도는 다음과 같이 log(△σ) 및 log(N) 사이에 선형관계로 주어진다.

$\log(N) = \log(K_2) - m\log(\triangle\sigma)$

N : 응력범위 △σ을 받을 때 파단에 이르는 예상 사이클 수

K_2 : **표** 3에서 주어진 설계 S-N 선도에 관련된 상수.

표 3 : 부식환경에서 기본 S-N 선도 자료

등급	K_2	m	2×10^6 사이클에서 설계응력범위 (N/mm^2)
B_{corr}	5.05×10^{14}	4.0	126.1
C_{corr}	2.12×10^{13}	3.5	101.6
D_{corr}	7.60×10^{11}	3.0	72.4

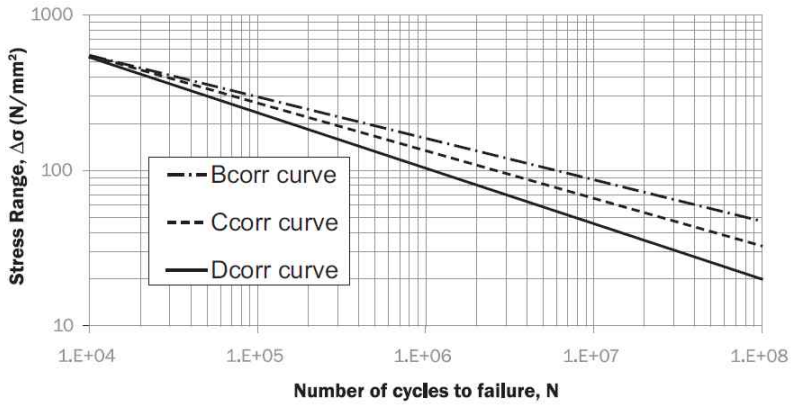


그림 4 : 부식환경에서 기본설계 S-N 선도

4.2 S-N 선도의 선택

4.2.1 용접이음

공기 중 환경에 노출된 용접이음의 피로평가에 대해 **표** 2에 정의된 S-N 선도 D가 이용된다. 부식환경에 대해 **표** 3에 정의된 S-N 선도 D_{corr}가 이용된다.

4.2.2 모재 자유단

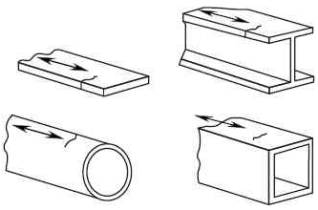
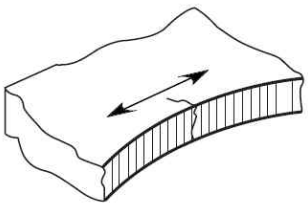
공기 중 환경에 노출된 자유단에서 모재의 피로평가에 대해 **표** 2에 정의된 S-N 선도 B 또는 C가 이용된다. 부식환경에 대해 **표** 3에 정의된 S-N 선도 B_{corr} 또는 C_{corr}가 이용된다.

4.2.3 표면처리계수

S-N 선도 C는 **표** 4의 표면처리계수에 따라 운항에 따른 부식, 쇠모 및 찢어짐에 의한 노치 발생의 가능성을 고려하여 용접되지 않는 위치의 대부분에 적용한다.

쇠모, 부식 및 찢어짐에 대하여 적절한 보호조치가 되는 경우 **표** 4와 같이 고품질 표면처리에 대하여 S-N 선도 B를 적용할 수 있으며, **5절** [2]에 따른 유한요소해석을 수행하여야 한다.

표 4 : 용접되지 않은 이음 : 두께지수 및 표면처리계수

연결구성, 피로균열위치 및 응력 방향		모서리 절단 절차	모서리 처리	표면처리	n	k_{sf}	S-N 선도
1	압연 또는 사출 판 및 단면, 이음 없는 파이프, 표면 또는 압연 결함 없음 	N/A	N/A	표면 또는 압연 결함 없음 (1)(2)	0.0	0.94	B
2	절단 모서리 	기계절단 (열 가공 절단, 전단 모서리 절단)	부드러운 그라인딩 (Smooth grinding), 하중 방향과 평행한 방향의 홈 (groove)에 의한 챔퍼링(chamfered) 또는 둥글게 가공된 절단 모서리	균열 및 노치가 없는 부드러운 표면 (1)(2)	0.1	1.00	B
			손상되거나 둥글게 가공된 절단 모서리	균열 및 노치가 없는 부드러운 표면 (1)(2)	0.1	1.07	B
			모서리 처리 안함	균열 및 심각한 노치가 없는 표면(검사절차) (1)(2)	0.1	1.00	C
		불꽃에 의한 수동 열 절단	모서리 처리 안함	균열 및 심각한 노치가 없는 표면(검사절차) (1)(2)	0.1	1.24	C

(1) 고려되어야 하는 절단의 형상에 관한 응력증가.
(2) **5절 [2]**에 따른 상세요소분할 해석.

5. 피로손상계산

5.1 일반사항

5.1.1

설계 피로수명은 다른 하중조건 및 부식방지의 제한 때문에 시간 간격의 수로 구분된다.

부식방지(즉, 도장시스템)는 공기 중 환경에서 구조상세가 보호되는 것과 같이 제한된 기간에 대하여 효과가 있다고 가정한다. **표 5**에 명시된 설계수명의 나머지 부분 동안 구조상세는 보호되지 않는다. 즉, 부식환경에 노출된다.

5.1.2

[5.2]에 주어진 요소 피로손상은 보호된 조건(즉, 공기 중 환경) 또는 보호되지 않은 조건(즉, 부식환경)의 특정 환경 조건에 관련된 특정 하중조건 (j) 동안 축적된 손상이다.

[5.3]에서 주어진 조합 피로손상은 공기 중 및 부식 환경시간에 대한 특정 하중조건 (j)에 대해 축적된 손상의 조합이다.

[5.4]에 주어진 전체 피로손상은 모든 하중조건에서 구해진 조합 피로손상의 합이다.

5.2 요소 피로손상

5.2.1

각 피로 하중조건 (j)에 대한 요소 피로손상은 지배적인 하중상태에 대하여 구한 피로응력 범위를 근거로 하여 보호된 공기 중 환경 및 보호되지 않은 부식환경에 대해 다음과 같이 독립적으로 계산되어야 한다.

$$D_{E(j)} = \frac{\alpha_{(j)} \cdot N_D}{K_2} \frac{\triangle \sigma_{FS,(j)}^m}{(\ln N_R)^{m/\xi}} \cdot \mu_{(j)} \cdot \Gamma(1+\frac{m}{\xi})$$

N_D : 설계수명 동안 선박에 의해 경험된 파도 주기의 총 수는 다음과 같다.

$N_D = 31.557 \times 10^6 (f_0 T_D) / (4 \log L)$

f_0 : 적하 및 양하, 수리 등의 시간을 제외한 항해상태에서 시간을 고려한 계수로 다음과 같다.

$f_0 = 0.85.$

$\alpha_{(j)}$: **1절 표 1**에 주어진 각 하중조건에서 시간의 부분

$\triangle \sigma_{FS,(j)}$: 10^{-2}의 초과 참조 확률수준에서 피로응력범위 (N/mm^2)

N_R : 10^{-2}의 초과 참조 확률수준에 상응하는 사이클 횟수로 다음과 같다.

$N_R = 100$

ξ : Weibull 형상 변수로 다음과 같다.

$\xi = 1.0$

$\Gamma(x)$: 완전 감마 함수

K_2 : 공기 중 환경에 대한 **표 2** 및 부식환경에 대한 **표 3**에서 주어진 설계 S-N 선도 상수

$\mu_{(j)}$: S-N 선도의 역경사의 변화를 고려하는 계수(m)로 다음과 같다.

- 공기 중 환경

$$\mu_{(j)} = 1 - \frac{\left\{\gamma(1+\frac{m}{\xi}, \nu_{(j)}) - \nu_{(j)}^{-\triangle m/\xi} \cdot \gamma\left(1+(\frac{m+\triangle m}{\xi}), V_{(j)}\right)\right\}}{\Gamma(1+\frac{m}{\xi})}$$

$$\nu_{(j)} = \left(\frac{\triangle \sigma_q}{\triangle \sigma_{FS,(j)}}\right)^{\xi} In N_R$$

- 부식환경

$\mu_{(j)} = 1.0$

$\gamma(a,x)$: 불완전 감마함수

$\triangle \sigma_q$: **표 2**에 주어진 N = 10^7 주기에서 설계 S-N 선도의 두 선분 교점에 상응하는 응력범위 (N/mm^2)

$\triangle m$: S-N 선도의 역경사의 변화로 다음과 같다.

$\triangle m = 2$

5.3 조합 피로손상

5.3.1

각 하중조건 (j)에 대한 보호된 상태, 즉, 공기 중 환경 및 보호되지 않는 부식환경에서의 조합 피로손상은 다음에 따라 계산되어야 한다.

$$D_{(j)} = D_{E,air\ (j)} \cdot \frac{T_D - T_C}{T_D} + D_{E,corr(j)} \cdot \frac{T_C}{T_D}$$

$D_{E,air\ (j)}$: **[5.2.1]**에 주어진 하중조건 (j)에 대해 공기 중 환경의 요소 피로손상.

$D_{E,corr(j)}$: **[5.2.1]**에 계산된 하중조건 (j)에 대해 부식환경의 요소 피로손상.

표 5 : 부식환경 시간 T_C

용접이음 또는 구조상세의 위치	부식환경 시간 T_C (년)
평형수 탱크	5
화물창 구역	0
보이드 스페이스	
이외의 구역	

5.4 전체 피로손상

5.4.1

모든 적용 가능한 하중조건에 대한 전체 피로손상은 다음과 같이 계산된다.

$$D = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{(j)}$$

$D_{(j)}$: [5.3]에 주어진 적용 가능한 하중조건에 대한 조합 피로손상.

5.5 피로수명 계산

5.5.1

피로수명, T_F는 다음과 같다.

$$T_F = \frac{T_D}{D_{air}} \qquad \frac{T_D}{D_{air}} \le (T_D - T_C)\text{인 경우}$$

$$T_F = T_D - T_C + \left(\frac{T_D}{D_{air}} - T_D + T_c\right)\frac{D_{air}}{D_{corr}} \qquad \text{이외의 경우}$$

D_{air} : 공기 중 환경에서 모든 하중조건에 대한 전체 피로손상은 다음과 같다.

$$D_{air} = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{E,air\,(j)}$$

D_{corr} : 부식환경에서 모든 하중조건에 대한 전체 피로손상은 다음과 같다.

$$D_{corr} = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{E,corr\,(j)}$$

6. 용접 개선 방법

6.1 일반사항

6.1.1

용접 후 피로강도 개선 방법은 요구된 피로수명을 달성하는 추가 수단으로 고려되며 품질관리절차에 영향을 받는다. 용접 후처리의 장점은 부식이 없는 조건에서만 적용된다. 그리고 보호도장이 용접 후처리 이후 적용되고 설계수명시간 동안 유지되는 조건에서 고려될 수 있다.

6.1.2 용접 후처리의 장점에 대한 제한

용접 후처리 이점이 적용 가능한 구조상세에 대하여, 용접 후처리 효과가 제외된 고려하는 구조상세에 대하여 설계단계에서 피로수명은 $T_{DF}/1.47$ 이상이어야 한다.

비고 1: T_{DF}가 25년 일 때, 계산된 용접 후처리 효과가 제외된 고려하는 구조상세에 대한 설계단계에서의 피로수명은 17년 이상이어야 한다.

6.1.3 조립 단계에서 용접 후처리 방법

조립 단계에서 피로강도를 개선하기 위하여 본 편에서 고려된 하나의 기본적인 용접 후처리 방법은 용접 형상 통제 및 절단자국의 그라인딩에 의한 결함 제거이다.

6.1.4 용접 토우

개선방법은 용접 토우에 적용된다. 즉, 용접 토우에서 일어나는 잠재적인 피로파손의 관점에서 용접의 피로수명을 증가시키기 위함이다. 다른 위치에서 파손 시작의 가능성은 항상 고려되어야 한다. 용접 후처리를 적용함으로서 용접 토우에서 루트로 파손이 이동된 경우, 이음의 전반적인 피로 성능의 상당한 개선은 없다고 할 수 있다. 용접 루트에 대한 개선은 용접 토우에 적용된 처리로부터 기대할 수 없다.

각 방법의 간략한 설명 및 얻을 수 있는 개선 정도는 [6.2]에서 주어진다.

6.1.5 용접 후처리를 위한 용접 유형

용접 개선이 계획될 때 **12장 3절** [2.4]에 따라 최소 루트 면의 완전 또는 부분 용입용접은 용접 루트에서 균열 가능성을 완화시키기거나 또는 제거하기 위해 이용되어야 한다.

6.2 용접 토우 절단자국에 대한 그라인딩

6.2.1

용접 토우에서 응력집중을 감소시키거나 결함을 제거하여 좋은 형상을 만들기 위해서 숫돌 연마 도구(burr grinding)를 사용하여 가공할 수 있다. (**그림 5** 참조) 침입, 언더컷, 및 콜드랩과 같은 결함을 제거하기 위해 용접 토우에 인접한 재료는 제거되어야 한다. 그라인딩의 깊이는 눈에 보이는 언더컷의 바닥 아래로 0.5 mm 이어야 한다. 절단자국에 대한 그라인딩의 전체 깊이는 2.0 mm와 가공된 판의 국부 총 두께의 7 % 중 작은 값 미만이어야 한다. 이 요건을 따르지 않는 언더컷은 승인된 방법에 의해 수리되어야 한다.

6.2.2

작은 곡진 홈에 의한 해로운 노치 효과를 피하기 위하여, 그라인딩된 용접 토우에서 절단자국의 지름은 판 두께에 비례하여 가공되어야 한다. 10.0에서 50.0 mm의 판 두께를 가지는 용접이음에 대하여, 지름은 10.0에서 25.0 mm 범위에 있어야 한다. 홈의 루트 곡률의 결과는 0.25 t_{as_built} 이상이어야 한다. 절단자국에 대한 그라인딩 후 용접 목 두께 및 각장은 승인된 도면에 나타난 규칙 요건 또는 증가된 용접 크기를 만족하여야 한다.

검사절차는 용접 토우 곡률, 절단자국에 대한 그라인딩 깊이 및 용접 토우 언더컷이 완전히 제거되는지의 검토를 포함하여야 한다.

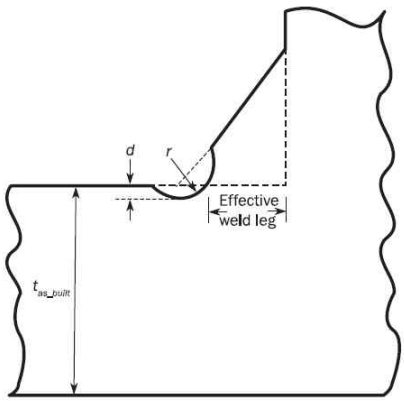


그림 5 : 그라인딩 용접 토우 형상의 상세

6.3 피로개선 계수

6.3.1

절단자국에 대한 그라인딩의 이점은 계수 1.3 (즉, 1.3의 유효 응력 범위의 감소)에 의해 피로강도가 증가하여 공기 중의 손상을 $D_{air}/2.2$까지 감소시키는 것이다.

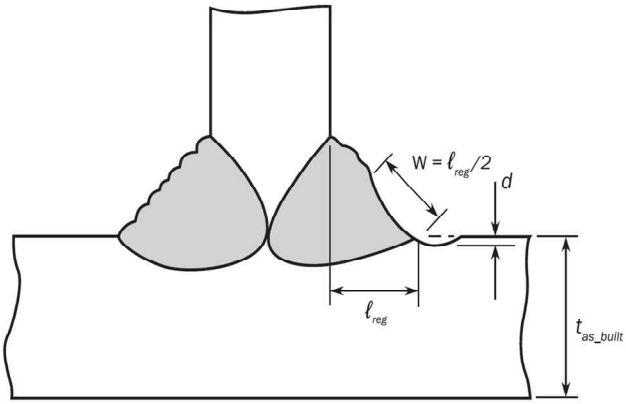
D_{air} : **3절 [5.3.1]**에 주어진 공기 중의 피로손상

6.4 적용

6.4.1

이 절에서 제공된 용접 후 개선 방법 및 피로개선 계수의 적용은 다음 제한에 따라야 한다.

- [6.1.5]에 따르는 용접 유형.
- 용접 개선은 높은 주기의 피로조건 하에 구조상세의 피로강도를 개선하는데 효과적이다. 그러므로 피로개선 계수는 낮은 주기(즉, $N \leq 5 \times 10^4$일 때)의 피로조건에 적용하지 않는다. 여기서 N은 파손 수명 주기의 수이다.
- 별도로 규정하지 않은 경우, 피로개선 계수는 6.0에서 50.0 mm 두께의 강판의 용접 및 이음에 사용되어야 한다.
- 이점은 부식이 없는 조건에서 달성되며 적절한 보호도장이 용접 후처리 이후에 적용되고 설계 수명시간 동안 유지될 경우 고려될 수 있다.
- 피로개선 계수는 종방향 단부 연결부를 제외한 용접된 횡방향 맞대기 용접, 용접된 T-연결 / 십자 용접 및 용접된 종방향 부착 용접에 적용된다.
- 기계적인 손상의 영향이 있는 지역에 인접한 피로개선은 적절이 보호된 경우 보장할 수 있다.
- 상호 비드 토우의 처리는 **그림** 6에 나타는 것처럼 큰 다중 패스 용접에 대하여 요구된다.
- 조선소는 용접 후처리가 적용된 선박의 세부 사항 및 위치 목록을 제공해야 한다.



ℓ_{reg} : 용접각장
d : 그라인드 깊이
w : 홈너비

그림 6 : 용접면에서 상호 비드 토우를 제거하기 위한 용접 토우 절단자국에 대한 그라인딩의 범위

7. 공사

7.1 적용

7.1.1

일반적으로 구조상세에 대한 피로성능은 조립정렬 및 용접 컨트롤을 포함하는 강화된 작업기준을 채택함으로써 개선될 수 있다.

7.2 건조 상세에 대한 공사제어

7.2.1 조립 정렬 및 허용기준제어

건조 허용오차를 초과하는 조립 정렬상태는 구조상세에 대하여 피로성능을 감소시키는 추가적인 응력집중을 유발할 수 있다. 조선소는 12장 1절에 규정된 건조요건에 적합하여야 할 책임이 있다.

7.2.2 용접형상 제어

양호하지 못한 용접형상은 추가적인 응력집중을 유발할 수 있다; 그러므로 용접 토우에서 좋은 형상 및 매끄러운 형상 변화를 얻기 위하여 특별히 주의하여야 한다. 용접형상 제어(즉, 강화된 공사)는 취약한 용접 토우 위치 주위에서 우리 선급에 의해 요구될 수 있다.

용접 노치 응력집중은 플랭크 각 및 용접 토우 반경의 직접 함수이다.

언급한 S-N 선도 유효성은 50 °의 최대 평균값의 용접 플랭크 각 및 0.5 mm의 최소 평균값의 용접 토우 반경을 기본으로 한다. 용접상세는 계산된 피로수명을 고려하는 취약한 지역에 대한 승인을 위하여 제출하도록 요청될 수 있다.

7.2.3 용접 후처리 방법

용접 후처리 방법은 [6]에 명시된 구조상세의 피로저항을 향상시키기 위하여 사용될 수 있다.

설계단계에서 계산된 피로수명은 일반적으로 이러한 처리에서 파생된 이점을 고려하지 않아야 한다. 개구 모양의 개선, 부드러운 브래킷 토우, 국부적인 두께 증가 또는 구조상세의 형상 변화와 같은 대안의 설계방법을 사용하여도 피로수명이 합리적으로 달성되지 않는 예외적인 경우에 이러한 이점이 고려되어야 한다. 이는 사안별로 우리 선급에 의하여 고려되어야 한다.

제 4 절 간이 응력해석

기호

이 절에서 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

(i) : **4장 2절 [3.1]** 규정한 동하중상태 HSM, FSM, BSR-P, BSR-S, BSP-P, BSP-S, OST-P 또는 OST-S를 나타내는 아래첨자.

'$i1$'는 동하중상태 HSM-1, FSM-1, BSR-1P, BSR-1S, BSP-1P, BSP-1S, OST-1P 또는 OST-1S를 나타낸다.

'$i2$'는 동하중상태 HSM-2, FSM-2, BSR-2P, BSR-2S, BSP-2P, BSP-2S, OST-2P 또는 OST-2S를 나타낸다.

(j) : 하중조건을 나타내는 아래첨자

1절 [6.2]에 정의된 "만재적재"

ℓ_{bdg} : **3장 7절**에 정의된 보강재의 유효 굽힘 스팬(m)

I_{y-n50} : 고려되는 종방향 위치에서 선체거더의 수직 순 관성 모멘트 (m^4)

I_{z-n50} : 고려되는 종방향 위치에서 선체거더의 수평 순 관성 모멘트 (m^4)

y : 고려되는 하중 계산점의 횡방향 좌표 (m)

z : 고려하는 하중 계산점의 수직 좌표 (m)

z_n : 기선에서 수평 중립축까지의 거리 (m)

f_c : **1절 [5.1.2]**에 정의된 조정계수

K_a : **[5.2]**에 주어진 축하중으로 인한 응력에 대한 기하하적 응력집중계수

K_b : **[5.2]**에 주어진 면내압력으로 인한 응력에 대한 기하하적 응력집중계수

K_n : **[5.1]**에 정의된 비대칭 보강재 형상으로 인한 응력집중계수

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절은 단순 응력평가에 대한 절차를 규정하며 이 절차는 종통 보강재 단부 연결부의 피로강도를 평가하기 위하여 사용되어야 한다.

1.1.2

그림 1에 나타난 종 보강재 주위의 핫스폿 응력범위 및 핫스폿 평균응력은 다음의 위치에서 종 보강재의 플랜지에서 평가되어야 한다.

a) 횡방향 웨브 또는 늑판 이외의 위치
   - 화물창의 횡격벽

   상대변위로 인한 추가적인 핫스폿 응력은 고려하지 않아야 한다.

b) 횡방향 웨브 또는 늑판 위치
   - 화물창의 횡격벽

   상대변위로 인한 추가적인 핫스폿 응력은 고려되어야 한다.

[5.1]에 따르는 비대칭 보강재 형상 및 **[5.2]**에 따르는 'A' 및 'B'점에서 보강재 단부 연결 형상으로 인한 응력 집중계수가 적용되어야 한다.

1.2 가정

1.2.1

다음 가정은 종보강재 단부 연결부에 대한 피로평가에 적용한다.

a) 핫스폿 응력은 다음을 근거로 한다.
- 공칭응력
- [5]에 주어진 응력집중계수
- 1절 [6]에 명시된 적재조건

b) 종보강재 단부 연결부 형태는 [5.2]에서 설명한다.

1.2.2

[5.2]에 주어진 단부 연결부는 축 및 면외하중을 받는 전형적인 이음부 형상을 기초로 한다. 구조상세가 표 3에 보인 것과 다른 경우, 유한요소해석은 [5.3]에 따라 피로강도 관점에서 해당 상세의 타당성을 입증하기 위해 사용되어야 한다.

2. 핫스폿 응력

2.1 핫스폿 응력범위

2.1.1

하중조건 (j)의 하중상태 (i)에 대한 동하중으로 인한 핫스폿 응력범위는 다음 식을 따른다. (N/mm^2)

$$\triangle\sigma_{HS,i(j)} = \left|(\sigma_{GD,i1(j)} + \sigma_{LD,i1(j)} + \sigma_{dD,i1(j)}) - (\sigma_{GD,i2(j)} + \sigma_{LD,i2(j)} + \sigma_{dD,i2(j)})\right|$$

$\sigma_{GD,i1(j)}$, $\sigma_{GD,i2(j)}$: [3.1.1]에 정의된 전체 선체 거더 파랑 굽힘 모멘트에 의한 응력 (N/mm^2)

$\sigma_{LD,i1(j)}$, $\sigma_{LD,i2(j)}$: [4.1.1]에 정의된 국부 동압력에 의한 응력 (N/mm^2)

$\sigma_{dD,i1(j)}$, $\sigma_{dD,i2(j)}$: [4.2.4]에 정의된 파랑에서 상대변위에 의한 응력 (N/mm^2)

2.2 핫스폿 평균응력

2.2.1

하중조건 (j)의 하중상태 (i)에 대한 동하중으로 인한 핫스폿 응력범위는 다음 식을 따른다. (N/mm^2)

$$\sigma_{mean,i(j)} = \sigma_{GS,(j)} + \sigma_{LS,(j)} + \sigma_{dS,(j)} + \sigma_{mLD,i(j)} + \sigma_{mGD,i(j)}$$

하중조건 (j)의 하중상태 (i)에 대한 경우:

$\sigma_{GS,(j)}$: [3.2.1]에 정의된 정수중 선체거더 굽힘 모멘트에 의한 응력 (N/mm^2)

$\sigma_{LS,(j)}$: [4.1.2]에 정의된 국부 정압력에 의한 응력 (N/mm^2)

$\sigma_{dS,(j)}$: [4.2.6]에 정의된 정수중 상대변위에 의한 응력 (N/mm^2)

$\sigma_{mLS,(j)}$: 국부 동하중에 의한 평균응력 (N/mm^2), 다음과 같이 정의 한다.

$$\sigma_{mLD,i(j)} = \frac{\sigma_{LD,i1(j)} + \sigma_{LD,i2(j)}}{2}$$

$\sigma_{LD,i1(j)}$, $\sigma_{LD,i2(j)}$: [4.1.1]에 정의된 국부 동압력에 의한 응력 (N/mm^2)

$\sigma_{mGD,(j)}$: 전체 파랑 굽힘 모멘트에 의한 평균응력(N/mm^2)로서 다음 식을 따른다.

$$\sigma_{mGD,i(j)} = \frac{\sigma_{GD,i1(j)} + \sigma_{GD,i2(j)}}{2}$$

$\sigma_{GD,i1(j)}$, $\sigma_{GD,i2(j)}$: [3.1.1] 정의된 전체 파랑 굽힘 모멘트에 의한 응력 (N/mm^2)

3. 선체거더 응력

3.1 선체거더 파랑 굽힘 모멘트에 의한 응력

3.1.1

하중조건 (j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$에 대한 선체거더 응력은 다음 식을 따른다. (N/mm^2)

$$\sigma_{GD,iK(j)} = f_c \cdot K_a \left(\frac{M_{wv-LC,ik}}{I_{y-n50}} (z - z_n) - \frac{M_{wh-LC,ik}}{I_{Z-n50}} y \right) 10^{-3}$$

$M_{wv-LC,ik}$: $i1$ 및 $i2$에 동등한 iK에 의한 하중조건 (j)에 대해 고려된 종방향 위치에서 선체거더 하중 계산점의 **4절**에 정의된 고려하는 동하중상태의 수직 파랑 굽힘 모멘트 (kNm)

$M_{wh-LC,ik}$: $i1$ 및 $i2$에 동등한 iK에 의해 하중조건 (j)에 대해 고려된 종방향 위치에서 선체거더 하중 계산점의 **4절**에 정의된 고려하는 동하중상태의 수평 파랑 굽힘 모멘트 (kNm)

3.2 정수중 선체거더 굽힘 모멘트

3.2.1

하중조건 (j)에서 정수중 굽힘 모멘트에 의한 선체거더 핫스폿 응력은 다음 식을 따른다. (N/mm^2)

$$\sigma_{GS,(i)} = \frac{f_c \cdot K_a \cdot \beta_{(j)} \cdot M_{sw} \cdot (z - z_n)}{I_{y-n50}} 10^{-3}$$

M_{sw} : 고려된 종방향 위치의 선체거더 하중 계산점의 **4장 4절**에 정의된 허용 정수중 수직 굽힘 모멘트 (kNm)

$\beta_{(j)}$: **표 1**에 정의된 허용 정수중 수직 굽힘 모멘트의 부분

표 1 : 허용 정수중 수직 굽힘 모멘트의 부분 $\beta_{(j)}$

하중조건			$\beta_{(j)}$
적재상태		정수중 굽힘 모멘트	
만재상태	평형수 탱크 - 만재	최대 호깅 모멘트	호깅 상태에서 0.9
	평형수 탱크 - 공창		
만재상태	평형수 탱크 - 만재	최소 호깅 모멘트	호깅 상태에서 0.1 [1]
	평형수 탱크 - 공창		

[1] $M_{sw,\min}$는 적하지침서에서 얻어진 최소 설계 호깅 모멘트이다. 만약, $M_{sw,\min}$가 0.1 M_{sw-h}보다 큰 경우, $M_{sw,\min}$는 0.1 M_{sw-h}로 대체하여야 한다.

4. 국부 보강재 응력

4.1 보강재 굽힘으로 인한 응력

4.1.1 동압력에 의한 응력

하중조건 (j)에 대한 하중상태 $i1$ 및 $i2$에서 국부 동압력에 의한 핫스폿 응력은 다음 식을 따른다. (N/mm^2)

$$\sigma_{LD,ik(j)} = \frac{K_b K_n S \ell_{bdg}^2 (\eta_w f_{NL} P_{w,ik(j)} + \eta_{\ell d} P_{\ell d,ik(j)}) (1 - \frac{6x_e}{\ell_{bdg}} + \frac{6x_e^2}{\ell_{bdg}^2})}{12 Z_{eff-n50}}$$

$P_{W,ik(j)}$: 하중조건 (j)에 대한 하중상태 $i1$ 및 $i2$에서 **4장 5절 [1.4]**에 따른 스팬 중앙부의 동적 파랑압력 (kN/m^2)

$P_{\ell d,ik(j)}$: 하중조건 (j)에 대한 하중상태 $i1$ 및 $i2$에서 **4장 6절 [1.1.1]**에 따른 스팬 중앙부의 탱크 동적 액체압력 (kN/m^2)

보강재의 양 측면에 작용하는 압력(즉, 보강재의 부착판 또는 보강재 측에 작용)은 관련 하중조건이 있을 경우, 동시에 고려될 수 있다.

η_W, $\eta_{\ell d}$: 압력 일반계수는 다음을 따른다.

$\eta = 1$ 고려하는 압력이 보강재 측에 적용될 경우

$\eta = -1$ 상기 이외의 경우

f_{NL} : 파랑압력의 비선형성에 대한 조정계수로 다음을 따른다.

$f_{NL} = 1.0$ $z > T_{LC} + 2h_w$ 인 경우

$f_{NL} = 2.5\frac{z - T_{LC}}{h_w} - 4$ $T_{LC} + 1.8h_w < z \le T_{LC} + 2h_w$ 인 경우

$f_{NL} = 0.5\frac{z - T_{LC}}{h_w} - 0.4$ $T_{LC} + 1.6h_w < z \le T_{LC} + 1.8h_w$ 인 경우

$f_{NL} = 0.4$ $T_{LC} + 1.2h_w < z \le T_{LC} + 1.6h_w$ 인 경우

$f_{NL} = 0.7 - 0.25\frac{z - T_{LC}}{h_w}$ $T_{LC} + 0.6h_w < z \le T_{LC} + 1.2h_w$ 인 경우

$f_{NL} = 1 - 0.75\frac{z - T_{LC}}{h_w}$ $T_{LC} - 0.2h_w < z \le T_{LC} + 0.6h_w$ 인 경우

$f_{NL} = 0.1875\frac{z - T_{LC}}{h_w} + 1.1875$ $T_{LC} - h_w < z \le T_{LC} - 0.2h_w$ 인 경우

$f_{NL} = 1.0$ $z \le T_{LC} - h_w$ 인 경우

h_w : **4장 5절**에 정의된 수선에서의 압력과 동일한 수두 (m)

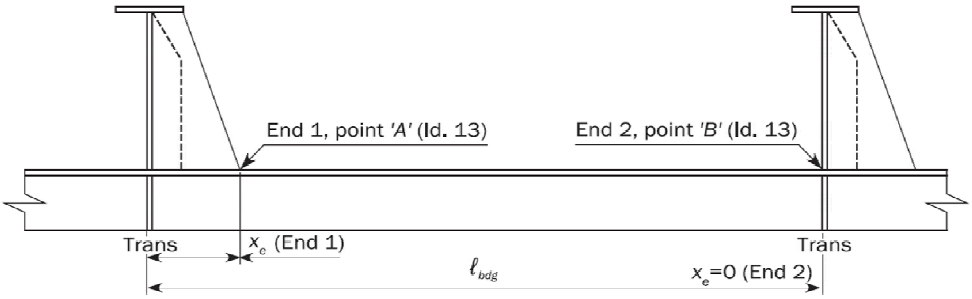
x_e : 스팬 ℓ_{bdg}의 가까운 단부로부터 핫스폿까지의 거리 (m) (**그림 1** 참조)

$Z_{eff-n50}$: 부착판의 유효폭 b_{eff}을 고려하여 계산된 고려하는 보강재의 순 단면계수 (cm^3)

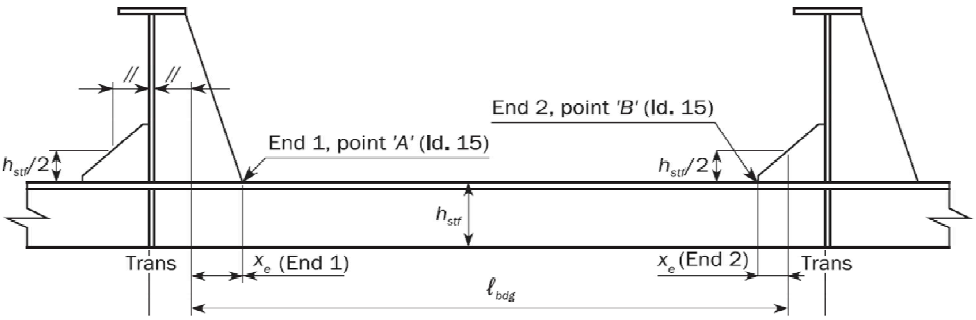
b_{eff} : 스팬의 끝단부 및 단부 브래킷과 지지부재의 근처에서 규정된 부착판의 유효폭(mm)으로 다음을 따른다.

$$b_{eff} = s \cdot \min\left(\frac{1.04}{1 + \frac{3}{\left(\frac{l_{bdg}}{s}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \cdot 10^3\right)^{1.35}}} ; 1.0\right) \qquad \frac{\ell_{bdg}}{s}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \times 10^3 \ge 1 \text{ 인 경우}$$

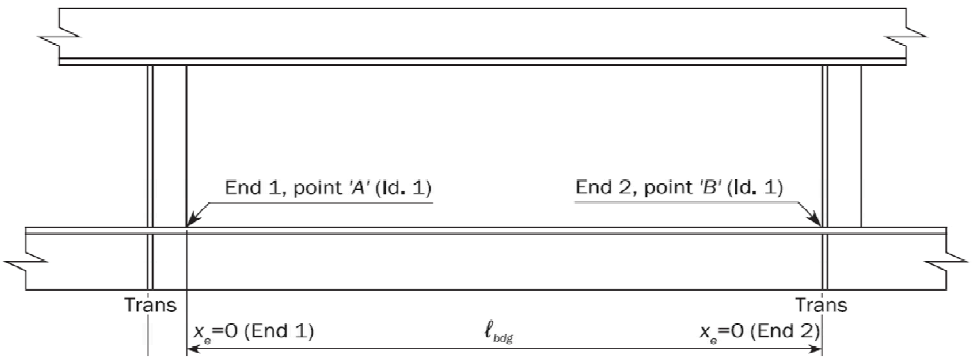
$$b_{eff} = 0.26\,\ell_{bdg}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \times 10^3 \qquad \frac{\ell_{bdg}}{s}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \times 10^3 < 1 \text{ 인 경우}$$



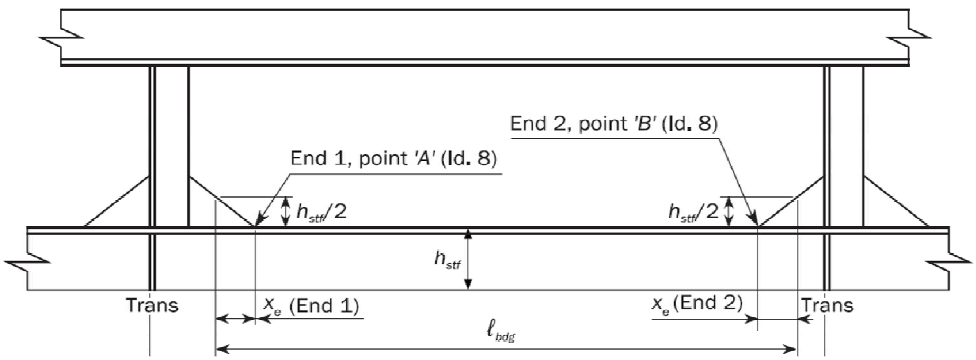
자유 면재를 갖는 트랜스버스에 위한 지지



자유 면재를 갖는 트랜스버스에 위한 지지



이중 선체 / 횡격벽에 의한 지지



이중 선체 / 횡격벽에 의한 지지

그림 1 : 핫스폿을 위한 x_e 및 유효 스팬의 정의

4.1.2 정압력에 관한 응력

하중조건 (j)에 대하여 국부 정압력에 의한 핫스폿 응력은 다음과 같다. (N/mm^2)

$$\sigma_{LS,(j)} = \frac{K_b K_n s \ell_{bdg}^2 \left(\eta_s P_{S,(j)} + \eta_{ls} P_{ls,(j)}\right)\left(1 - \frac{6x_e}{\ell_{bdg}} + \frac{6x_e^2}{\ell_{bdg}^2}\right)}{12 Z_{eff-n50}}$$

$P_{S,(j)}$: 하중조건 (j)에서 정적 외부압력 (kN/m^2) (**4장 5절 [1.2]** 참조)

$P_{ls,(j)}$: 하중조건 (j)에서 정적 액체 탱크압력 (kN/m^2) (**4장 6절 [1.1.1]** 참조)

양 측면에 작용하는 압력은 하중조건에서 관련된 경우 동시에 고려된다.

η_S, η_{ls} : 압력 평균계수는 다음과 같다.

$\eta = 1$ 고려하는 압력이 보강재 측에 적용될 경우

$\eta = -1$ 상기 이외의 경우

4.2 상대변위에 의한 응력

4.2.1 일반사항

다음에 위치한 트랜스버스 웨브 또는 늑판에 부착된 종보강재 끝단 연결부에 대하여

- 화물창의 횡격벽,

상대변위로 인한 추가적인 핫스폿 응력은 고려되어야 한다.

4.2.2 상대변위의 정의

상대변위의 정의는 다음과 같다.

- 종부재에 대하여, 상대변위는 횡격벽에서의 종부재 변위 대비 첫 번째 선수(Fwd) 또는 선미(Aft) 트랜스버스 특설늑골(또는 늑판)에서 종부재의 변위로 정의한다.

4.2.3 부호 규정

상대변위에 의한 핫스폿 지점(즉, 종부재의 플랜지)에서의 응력이 인장력인 경우, 상대변위의 부호는 양의 부호이다.

4.2.4 컨테이너선

하중조건 (j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$에 대하여 상대변위에 의한 추가적인 핫스폿 응력은 **[4.2.5]**에 규정된 유한요소법을 이용하여 계산하여야 한다.

4.2.5 유한요소법으로부터 구해진 상대변위에 의한 응력

다음 절차는 상대변위에 의한 응력을 계산하기 위하여 **7장 2절 [2]**에 따른 화물창 모델을 기초로 한다. 두 지점 "a" 및 "f"에 대해 하중조건 (j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$에 대한 상대변위에 의한 응력은 다음 식을 이용하여 직접 계산하여야 한다.

$$\sigma_{dD,ik(j)} = \begin{cases} K_b\sigma_{dFwd-a,ik(j)} + K_b\sigma_{dAft-a,ik(j)} & \text{위치 } a\text{인 경우} \\ K_b\sigma_{dFwd-f,ik(j)} + K_b\sigma_{dAft-f,ik(j)} & \text{위치 } f\text{인 경우} \end{cases} \quad (k = 1, 2) \qquad (\text{N/mm}^2)$$

a, f : **그림 2**에 나타난 위치를 표시하는 아래첨자

Aft, Fwd : **그림 2**에 나타난 횡격벽으로부터 후(Aft) 및 전(Fwd) 방향을 표시하는 아래첨자

K_b : **표 3**에 정의된 점 "A" 또는 "B"에 상응하는 위치 "a" 또는 "f "의 굽힘에 의한 응력 집중계수

$\sigma_{dFwd-a,ik(j)}, \sigma_{dAft-a,ik(j)}, \sigma_{dFwd-f,ik(j)}, \sigma_{dAft-f,ik(j)}$: 하중조건 (j)의 하중상태 $i1$ 및 $i2$에 있어서, 각각 횡격벽과 전(Fwd) 및 후(Aft)의 트랜스버스 웨브 또는 늑판 사이의 상대변위로 인한 점 'a' 및 'f'에서의 부가응력 (N/mm^2)으로 각각 다음과 같다.

$$\sigma_{dFwd-a,\ ik(j)} = \frac{3.9\delta_{Fwd,\ ik(j)} E I_{Aft-n50} I_{Fwd-n50}}{Z_{Aft-n50}\ell_{Fwd}(\ell_{Aft} l_{Fwd-n50} + \ell_{Fwd} I_{Aft-n50})}\left(1 - 1.15\frac{|x_{eAft}|}{\ell_{Aft}}\right)10^{-5}$$

$$\sigma_{dAft-A,\ ik(j)} = [\frac{3.9\delta_{Aft,\ ik(j)} EI_{Aft-n50} I_{Fwd-n50}}{Z_{Aft-n50}\ell_{Aft}(\ell_{Aft} l_{Fwd-n50} + \ell_{Fwd} I_{Aft-n50})}(1-1.15\frac{|x_{eAft}|}{\ell_{Aft}}) - \frac{0.9\delta_{Aft,\ ik(j)} EI_{Aft-n50}|x_{eAft}|}{Z_{Aft-n50}\ell_{Aft}^3}]10^{-5}$$

$$\sigma_{dFwd-f,\ ik(j)} = [\frac{3.9\delta_{Fwd,\ ik(j)} EI_{Aft-n50} I_{Fwd-n50}}{Z_{Fwd-n50}\ell_{Fwd}(\ell_{Aft} l_{Fwd-n50} + \ell_{Fwd} I_{Aft-n50})}(1-1.15\frac{|x_{eFwd}|}{\ell_{Fwd}}) - \frac{0.9\delta_{Fwd,\ ik(j)} EI_{Fwd-n50}|x_{efFwd}|}{Z_{Fwd-n50}\ell_{Fwd}^3}]10^{-5}$$

$$\sigma_{dAft-f,\ ik(j)} = \frac{3.9\delta_{Aft,\ ik(j)} EI_{Aft-n50} I_{Fwd-n50}}{Z_{Fwd-n50}\ell_{Aft}(\ell_{Aft} l_{Fwd-n50} + \ell_{Fwd} I_{Aft-n50})}(1-1.15\frac{|x_{eFwd}|}{\ell_{Fwd}})10^{-5}$$

$I_{Fwd-n50}$, $I_{Aft-n50}$: 전(Fwd) 및 후(Aft) 종통재의 순 관성 모멘트 (cm^4)

$Z_{Fwd-n50}$, $Z_{Aft-n50}$: 전(Fwd) 및 후(Aft) 보강재의 순 단면계수 (cm^3)

ℓ_{Fwd}, ℓ_{Aft} : 전(Fwd) 및 후(Aft) 종통재의 스팬 (m) (**그림 2** 참조)

x_{eFwd}, x_{eAft} : 각각 ℓ_{Fwd} 및 ℓ_{Aft} 의 가까운 단부로부터 위치 "a" 또는 "f"에서의 핫스폿까지 거리(m) (**그림 1** 참조)

$\delta_{Fwd,ik(j)}$, $\delta_{Aft,ik(j)}$: 횡격벽과 전(Fwd) 및 후(Aft) 트랜스버스 웨브(또는 늑판) 사이의 부착판에 대한 수직방향의 상대변위 (mm) (**그림 2** 참조)

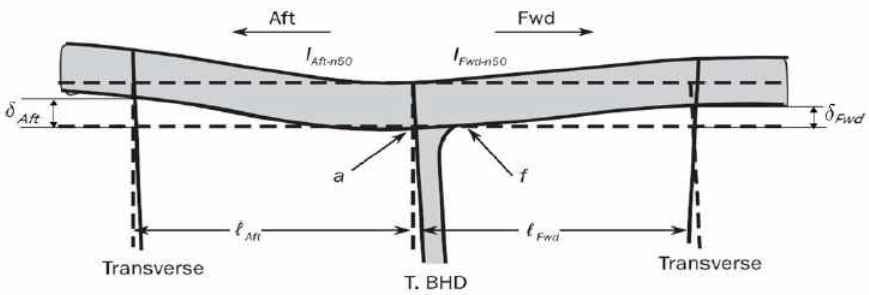


그림 2 : 상대변위의 정의 (선측 종통재의 예)

4.2.6 정수중 상대변위에 의한 응력

횡격벽과 인접한 트랜스버스 웨브 또는 늑판 사이의 부착판에 대하여 수직방향의 상대변위로 인한 부가 핫스폿 응력은 동적 국부응력 σ_{LD}과 정적 국부응력 σ_{LS} 및 정압력을 고려한 동압력으로 대체하여, **[4.2.4]**의 절차에 따라 구하여야 한다. (N/mm^2)

5. 응력집중계수

5.1 비대칭 보강재

5.1.1

웨브 중앙부 두께 위치에서 계산된 면외하중 하에 조립 및 압연앵글 보강재의 비대칭 플랜지에 대한 응력집중계수 K_n는 다음과 같이 나타낸다. (**그림 3** 참조)

$$K_n = \frac{1+\lambda\beta^2}{1+\lambda\beta^2\psi_Z}$$

$$\lambda = \frac{3(1+\frac{\eta}{280})}{1+\frac{\eta}{40}}$$

$$\eta = \frac{\ell_{bdg}^4}{b_{f-n50}^3 \cdot t_{f-n50} \cdot h_{stf-n50}^2 (\frac{4\,h_{stf-n50}}{t_{w-n50}^3} + \frac{s}{t_{p-n50}^3})} 10^{12}$$

$\beta = 1 - \dfrac{2b_{g-n50}}{b_{f-n50}}$ 조립식 형상의 경우

$\beta = 1 - \dfrac{t_{w-n50}}{b_{f-n50}}$ 압연 앵글 형상의 경우

b_{g-n50} : 플랜지 모서리부터 웨브 중심선까지 거리에 해당하는 보강재의 편심거리 (mm) (**그림 4** 참조)

b_{f-n50} : 플랜지의 순 너비 (mm) (**그림 4** 참조)

t_{f-n50} : 플랜지 순 두께 (mm) (**그림 4** 참조)

$h_{stf-n50}$: 면재를 포함한 보강재 높이 (mm) (**그림 4** 참조)

t_{w-n50} : 웨브 순 두께 (mm) (**그림 4** 참조)

h_{w-n50} : 웨브 순 높이 (mm) (**그림 4** 참조)

t_{p-n50} : 부착판의 순 두께 (mm) (**그림 4** 참조)

ψ_z : 계수로써 다음과 같다.

$$\psi_z = \frac{h_{w-n50}^2 t_{w-n50}}{4 Z_{n50}} 10^{-3}$$

Z_{n50} : 보강재 간격 s 와 동일한 부착판 폭을 가진 보강재의 순 단면계수 (cm^3)

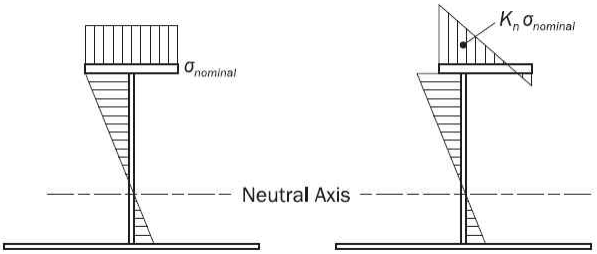


그림 3 : 대칭 및 비대칭 플랜지를 가진 보강재의 굽힘응력

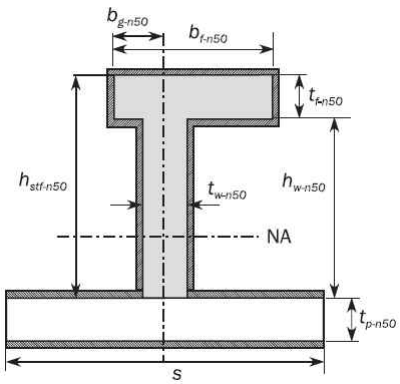


그림 4 : 보강재 - 순 치수

5.1.2 벌브형상

벌브형상 K_n계수는 등가의 조립식 형상을 이용하여 계산하여야 한다.(**그림 5** 참조) 등가의 조립식 형상의 플랜지는 벌브형상과 동일한 값(즉, 수직축 및 중립축 위치에 있어서 같은 단면적 및 관성 모멘트)을 가져야 한다.

등가 조립형상 치수의 HP 벌브 형상의 예는 **표 2**에 나타나 있다.

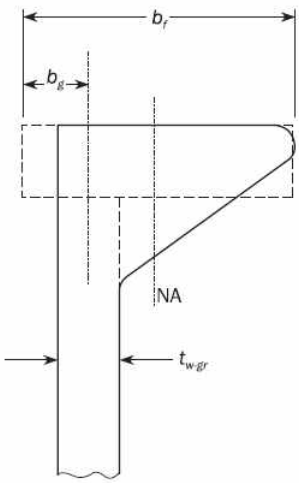


그림 5 : 벌브형상 및 등가 조립형 형상

표 2 : HP 등가 조립 형상 치수

HP-구평강		총 두께의 등가 조립 플랜지		
높이 (mm)	총 웨브 두께, t_{w-gr} (mm)	b_f (mm)	t_{f-gr} (mm)	b_g (mm)
200	9 - 13	t_{w-gr} + 24.5	22.9	$(t_{w-gr}$ + 0.9)/2
220	9 - 13	t_{w-gr} + 27.6	25.4	$(t_{w-gr}$ + 1.0)/2
240	10 - 14	t_{w-gr} + 30.3	28.0	$(t_{w-gr}$ + 1.1)/2
260	10 - 14	t_{w-gr} + 33.0	30.6	$(t_{w-gr}$ + 1.3)/2
280	10 - 14	t_{w-gr} + 35.4	33.3	$(t_{w-gr}$ + 1.4)/2
300	11 - 16	t_{w-gr} + 38.4	35.9	$(t_{w-gr}$ + 1.5)/2
320	11 - 16	t_{w-gr} + 41.0	38.5	$(t_{w-gr}$ + 1.6)/2
340	12 - 17	t_{w-gr} + 43.3	41.3	$(t_{w-gr}$ + 1.7)/2
370	13 - 19	t_{w-gr} + 47.5	45.2	$(t_{w-gr}$ + 1.9)/2
400	14 - 19	t_{w-gr} + 51.7	49.1	$(t_{w-gr}$ + 2.1)/2
430	15 - 21	t_{w-gr} + 55.8	53.1	$(t_{w-gr}$ + 2.3)/2

5.2 종통 보강재 단부 연결부

5.2.1

축 및 면외하중을 받는 단부 연결부에 대한 응력집중계수 K_a 및 K_b는 **표 3**에 주어진다. 소프트 토우에 대한 **표 3**에 주어진 값은 토우 형상이 [5.2.5]에 주어진 요건을 만족할 경우에 한하여 유효하다. 또한, 면외하중에 대한 응력집중계수 K_b는 상대변형에 의한 응력에 대하여 이용되어야 한다.

5.2.2 이외의 연결 형식

표 3에 주어진 이외의 연결 형식이 있는 경우, 제안된 연결 종류에 대한 피로강도는 핫스폿 응력을 직접 구하기 위해 **5절**에 규정된 매우 상세한 분할 유한요소해석을 수행하거나 또는 [5.3]에 따른 유한요소해석을 이용한 응력집중계수를 계산하여 평가되어야 한다.

5.2.3 겹침 연결

종통 보강재에 대한 종겹침 연결 형태(즉, 종통재의 웨브에 부착용접)는 화물창 구역에서 사용되지 않아야 한다.

5.2.4 웨브 보강재에 연결되지 않는 단부 보강재

다음에 인접한 위치에 웨브 보강재가 생략되거나 종방향 플랜지에 연결되지 않을 경우

- $1.1\,T_{sc}$ 하방 선측외판.
- 선저.
- $1.1\,T_{sc}$ 하방 내측 선체 종격벽.
- 내저판.

다음의 사항이 요구된다.

- **그림** 6에 정의된 완전한 칼라(Collar) (즉, **표** 3의 연결형식 ID 31) 또는,
- **6절 [2.1]**에 규정된 절단면(Cut-out)에 대한 상세설계.

6절 [2.2]에 주어진 컬러를 포함하는 1차 지지부재의 웨브판의 절단면(Cut-out) 주위의 핫스폿 응력을 기초로 한 유한요소해석을 이용하여 피로가 평가 될 경우, **6절 [2.1]**에 주어진 절단면(Cut-out)과 동일함이 인정될 수 있다.

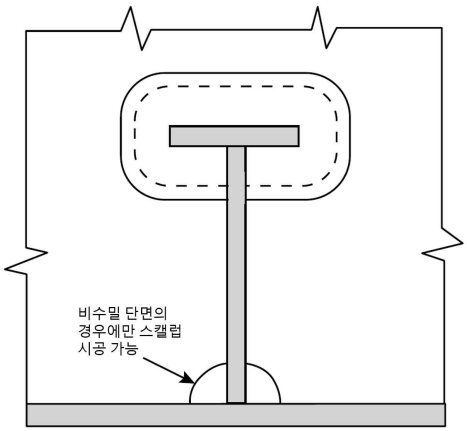


그림 6 : 완전한 칼라

5.2.5 웨브 보강재 및 이면 브래킷의 소프트 토우

웨브 보강재 및 이면 브래킷의 토우 형상 단부 연결은 다음에 따라야 한다.

$\theta \le 20$

$h_{toe} \le \max\left(t_{bkt-gr};15\right)$

θ : 토우의 각 (**그림** 7 참조)

h_{toe} : 토우의 높이 (mm) (**그림** 7 참조)

t_{bkt-gr} : 브래킷의 총 두께 (mm)

5.2.6 권장 상세설계

소프트 토우 및 이면 브래킷을 가진 종방향 단부 연결부에 대한 권장 상세설계는 **그림** 7에서 주어진다.

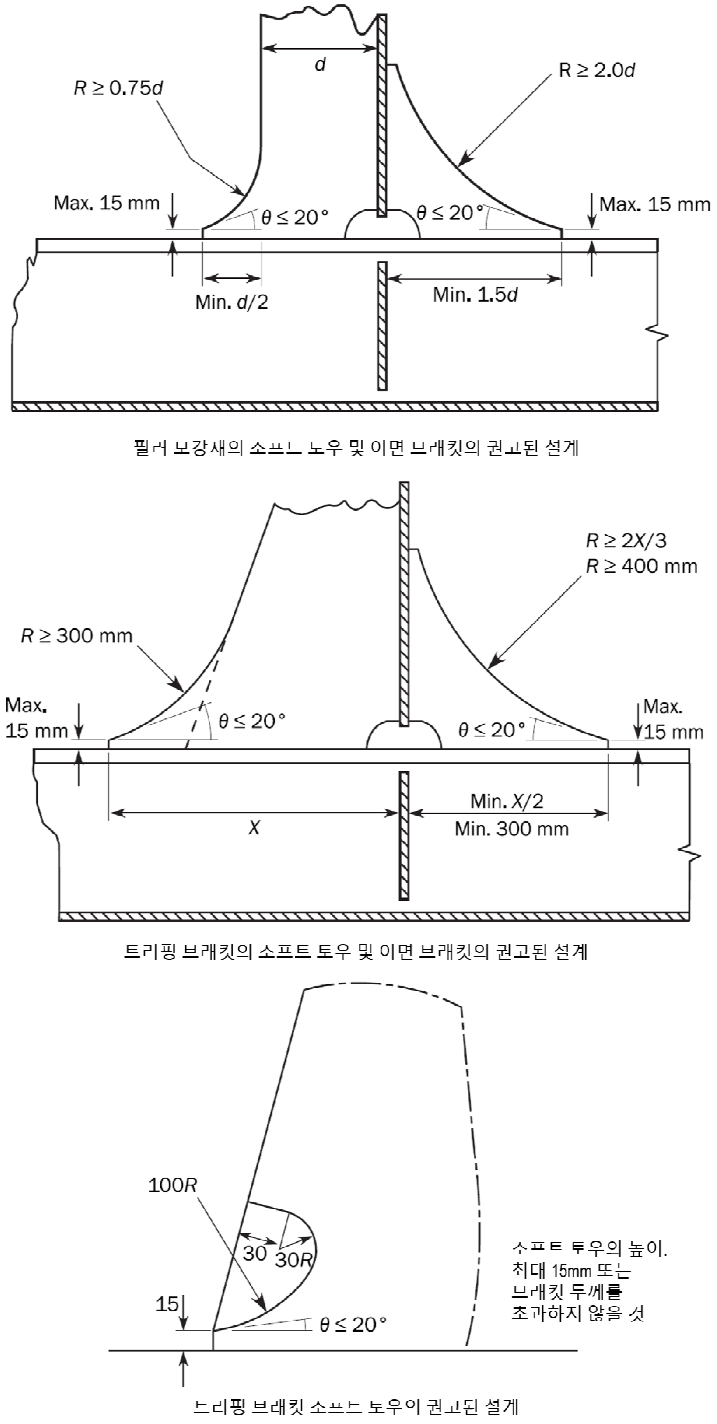
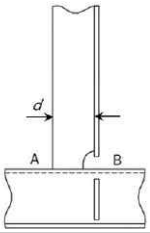
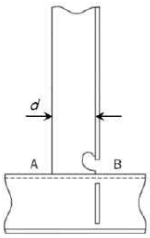
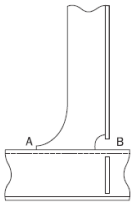
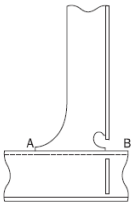
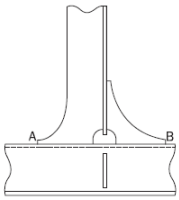
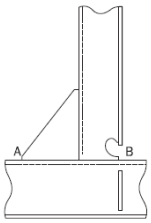
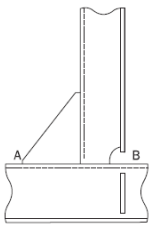
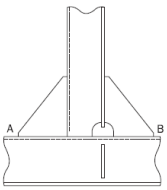
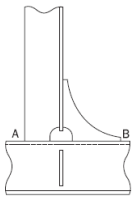
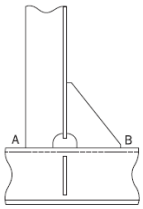
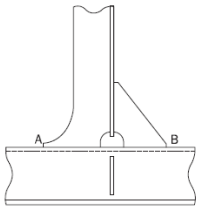
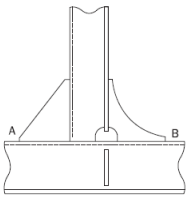
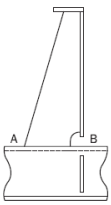
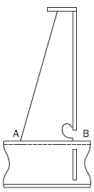
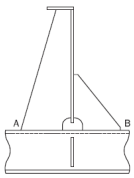
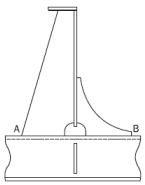
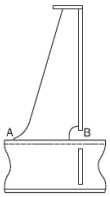
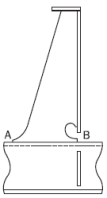
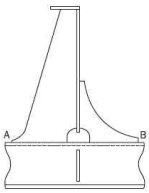
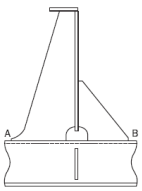
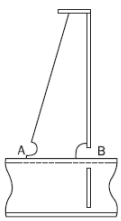


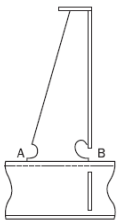
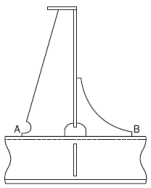
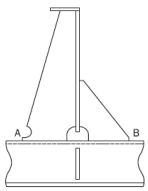
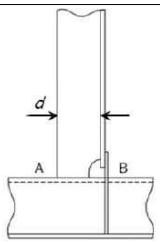
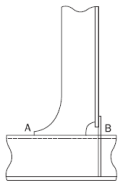
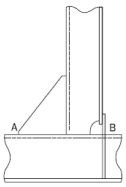
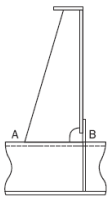
그림 7 : 소프트 토우 및 이면 브래킷에 대한 상세설계

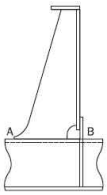
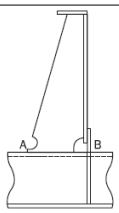
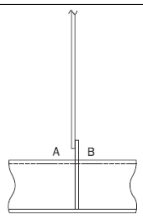
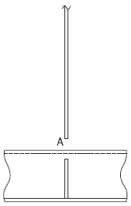
표 3 : 응력집중계수

번호	연결형식 (2)(3)	A 점		B 점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
1(1)		1.28 $d \le 150$인 경우 1.36 $150 < d \le 250$인 경우 1.45 $d > 250$인 경우	1.40 $d \le 150$인 경우 1.50 $150 < d \le 250$인 경우 1.60 $d > 250$인 경우	1.28 $d \le 150$인 경우 1.36 $150 < d \le 250$인 경우 1.45 $d > 250$인 경우	1.60
2(1)		1.28 $d \le 150$인 경우 1.36 $150 < d \le 250$인 경우 1.45 $d > 250$인 경우	1.40 $d \le 150$인 경우 1.50 $150 < d \le 250$인 경우 1.60 $d > 250$인 경우	1.14 $d \le 150$인 경우 1.24 $150 < d \le 250$인 경우 1.34 $d > 250$인 경우	1.27
3		1.28	1.34	1.52	1.67
4		1.28	1.34	1.34	1.34
5		1.28	1.34	1.28	1.34
6		1.52	1.67	1.34	1.34
7		1.52	1.67	1.52	1.67

번호	연결형식 (2)(3)	A 점		B 점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
8		1.52	1.67	1.52	1.67
9		1.52	1.67	1.28	1.34
10		1.52	1.67	1.52	1.67
11		1.28	1.34	1.52	1.67
12		1.52	1.67	1.28	1.34
13		1.52	1.67	1.52	1.67
14		1.52	1.67	1.34	1.34

번호	연결형식 (2)(3)	A 점		B 점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
15		1.52	1.67	1.52	1.67
16		1.52	1.67	1.28	1.34
17		1.28	1.34	1.52	1.67
18		1.28	1.34	1.34	1.34
19		1.28	1.34	1.28	1.34
20		1.28	1.34	1.52	1.67
21		1.28	1.34	1.52	1.67

번호	연결형식 (2)(3)	A 점		B 점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
22		1.28	1.34	1.34	1.34
23		1.28	1.34	1.28	1.34
24		1.28	1.34	1.52	1.67
25(1)		1.28 $d \le 150$인 경우 1.36 $150 < d \le 250$인 경우 1.45 $d > 250$인 경우	1.40 $d \le 150$인 경우 1.50 $150 < d \le 250$인 경우 1.60 $d > 250$인 경우	1.14 $d \le 150$인 경우 1.24 $150 < d \le 250$인 경우 1.34 $d > 250$인 경우	1.25 $d \le 150$인 경우 1.36 $150 < d \le 250$인 경우 1.47 $d > 250$인 경우
26		1.28	1.34	1.34	1.47
27		1.52	1.67	1.34	1.47
28		1.52	1.67	1.34	1.47

번호	연결형식 (2)(3)	A 점		B 점	
		K_a	K_b	K_a	K_b
29		1.28	1.34	1.34	1.47
30		1.28	1.34	1.34	1.47
31(4)		1.13	1.20	1.13	1.20
32 (4)(5)(6)		1.13	1.14	N/A	N/A

(1) 부착물 길이, d(mm)는 스캘럽의 공제 없이 종보강재 플랜지에 용접된 부착물의 길이로 정의한다.
(2) 종보강재가 평강이고 웨브 보강재 / 브래킷이 평강 보강재에 용접된 경우, 표의 응력집중계수는 1.12를 곱하여야 한다. 이것은 웨브 보강재 / 브래킷의 두께가 평강 두께의 0.7배를 넘는 경우에 적용한다. 이 규정은 보강재 플랜지의 단부와 웨브 보강재 / 브래킷 사이의 간격이 8.0 mm 미만의 경우 비대칭 형강(구평강(bulb) 또는 앵글 같이 간격이 8.0 mm 미만인 형강)에 대해서도 적용한다.
(3) 겹침이음 / 부착물을 가진 설계 ([5.2.3] 참조)
(4) 웨브 보강재가 생략되거나 종보강재 플랜지에 연결되지 않은 경우의 상세는 번호 31 및 32를 참조한다. ([5.2.4] 참조)
(5) 컬러 및 / 또는 웨브판이 플랜지에 용접되지 않은 번호 32의 연결 형식의 경우, 슬롯 모양에 상관없이 이 표의 응력집중계수가 사용되어야 한다.
(6) 피로평가 지점 'A'는 보강재 웨브와 횡특설늑골 또는 러그판 사이에 위치한다.

5.3 대안설계

5.3.1 대안설계의 응력집중계수 유도

우리 선급이 인정하는 경우, 대안설계에 대한 기하학적 응력집중계수는 **5절**에 주어진 절차에 따라 매우 상세한 분할 유한요소해석에 의해 계산되어야 한다. 매우 상세한 분할 유한요소해석을 이용한 보강재 단부 연결부에 대하여 기하학적 응력집중계수를 구하기 위한 추가요건은 아래와 같이 주어진다.

a) 유한요소 모델범위: 유한요소 모델범위(**그림 8** 참조)는 중앙늑골에 위치한 고려된 상세를 가진 종보강재 방향으로 최소한 4개의 특설늑골 간격을 포함하여야 한다. 같은 종류의 단부 연결부는 모든 특설늑골에서 모델링이 되어야한다. 횡방향에 대하여 모델은 한 개의 보강재 간격으로 제한될 수 있다.

b) 하중 적용: 일반적으로 두 개의 하중상태가 고려되어야 한다.
- 모델 끝단에서 적용된 강제변위에 의한 축 하중 및
- 외판에 적용된 단위 압력 하중에 의한 면외하중

c) 경계 조건:
- 대칭조건은 판 플랜지의 종방향 절단위치, 특설늑골 및 웨브 보강재 상단에서 횡방향 및 수직방향 절단위치에 적용된다.
- 면외압력 하중: 모델은 전 및 후단 양쪽의 모든 자유도에서 고정되어야 한다.
- 축 하중: 모델은 강제 축 변위가 전단에 적용되는 경우 모델 후단의 종방향 변위에 대하여 또는 이와 반대의 경우에 고정되어야 한다.

d) 유한요소 분할 밀도: 고려하는 핫스폿의 위치에서 요소 크기는 보강재 플랜지의 두께 또는 보강재의 종류에 따라 10.0 mm이어야 한다. 모델의 남아 있는 부분에서 요소 크기는 $s/10$이어야 한다. 여기서, s는 보강재 간격을 말한다.

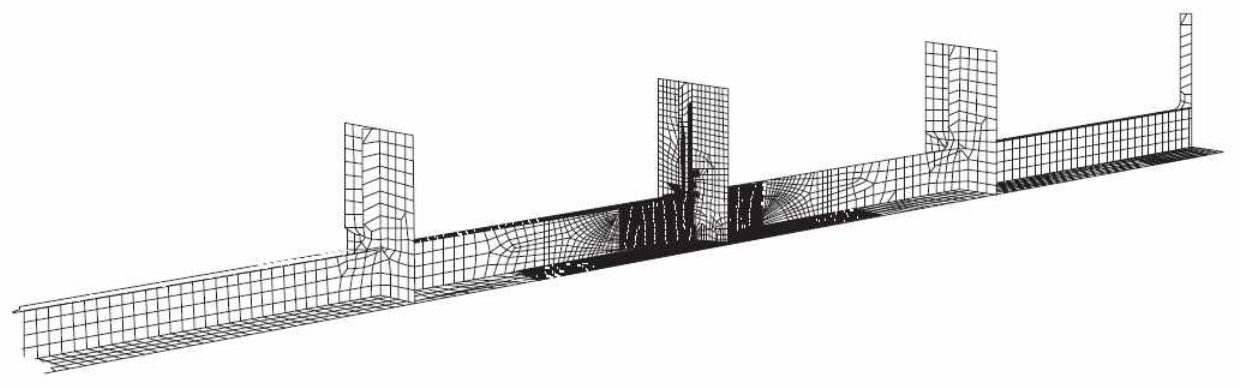


그림 8 : 기하학적 응력집중계수를 구하기 위한 매우 상세한 분할 유한요소 모델 (면재를 갖는 보강재의 예)

상기에 규정된 2가지 하중상태에 대하여, 응력집중계수는 다음을 따른다.

- 축하중 상태:

$$K_a = \frac{\sigma_{HSAx}}{\sigma_{NomAx}}$$

- 굽힘하중 상태:

$$K_b = \frac{\sigma_{HSBd}}{\sigma_{NomBd}}$$

σ_{HSAx} : 축하중에 대한 보강재 플랜지에서의 핫스폿 응력 (N/mm^2)

σ_{NomAx} : 유한요소 계산에 적용된 축하중에 대하여 [3.1]을 따르는 보강재 플랜지에서 계산된 공칭 축응력 (N/mm^2)

σ_{HSBd} : 단위 압력 하중에 대한 보강재 플랜지에서 결정된 핫스폿 응력 (N/mm^2)

σ_{NomBd} : 유한요소 계산에 적용된 단위 압력 하중에 대하여 핫스폿 주위에서 [4.1]을 따르는 보강재 플랜지에서 계산된 공칭 굽힘응력 (N/mm^2)

대안 설계에 대한 응력집중계수의 유도는 문서화되어야 하고 우리 선급에 제공되어야 한다.

제 5 절 유한요소 응력해석

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절은 유한요소 응력해석에 의한 피로평가에 적용된다. 이 방법은 핫스폿 응력 접근에 기초하고 있으며, 이 요건은 용접 및 용접되지 않는 핫스폿 모두에 대해 주어진다. 핫스폿 응력은 용접이음의 구조상세에 의한 구조적 불연속을 고려하지만 용접 토우의 노치 효과는 제외한다.

1.1.2

핫스폿 응력은 일반적으로 구조 표현에 사용한 유한요소 모델 및 핫스폿 응력을 계산하기 위한 절차에 크게 의존한다. 핫스폿 응력에 기초한 유한요소 계산을 위하여 이 절에 규정된 이외의 방법은 적용될 수 없다.

1.1.3

'a' 및 'b'에 표기된 2가지 종류의 핫스폿은 **표 1**에 설명된다. 이는 판에서 위치 및 용접 토우에서 방위에 따라 정의된다. (**그림 1** 참조)

표 1 : 핫스폿의 종류

종류	설명
a	판 표면의 용접 토우에서 핫스폿
b	판 끝단 주위의 용접 토우에서 핫스폿

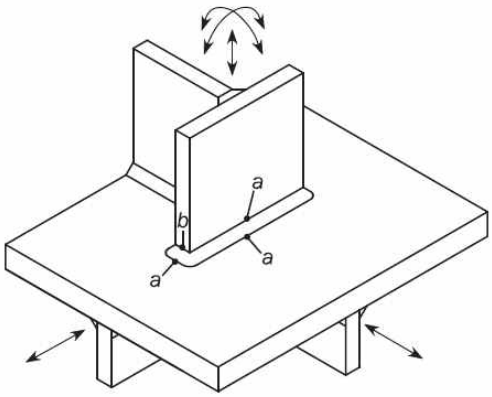


그림 1 : 핫스폿의 종류

1.1.4

용접 상세에 대하여 용접 토우에서 핫스폿 응력의 계산 방법은 웨브 보강 십자이음을 제외하고 [3.1]에 주어진다. 용접되지 않는 부분에 대해 국부응력의 계산에 대한 방법은 [3.2]에 주어진다.

1.1.5

횡격벽과 내저판 연결부 및 수평 스트링거 힐과 같은 웨브 보강된 십자이음에서 핫스폿 응력의 계산에 대한 방법은 [4]에 주어진다.

1.1.6

[5]에 주어진 단순 연결부에 대하여, 핫스폿 응력방법의 제한적 특성에 주의하여야 한다.

2. 유한요소 모델링

2.1 일반사항

2.1.1

피로평가에 대한 핫스폿 응력의 평가는 높은 응력집중 위치 주위에서 매우 상세한 분할 요소 사용이 요구된다. 이러한 매우 상세한 분할 구역은 전체 모델에 포함된다(**그림 2** 참조). 화물창의 성긴(coarse) 분할 요소는 **7장 2절 [2.4]**에 따라 만들어져야 한다. 이를 대신하여 매우 상세한 분할 유한해석은 화물창의 전체 모델로부터 구한 경계조건을 적용하여 매우 상세한 분할 구역을 가진 분할된 국부 유한요소 모델을 사용하여 수행할 수 있다.

2.1.2 부식모델

피로평가를 위하여 이용된 매우 상세한 분할 요소 모델은 **1절 [5.1]**에 따라 총 두께 t_{gr}을 이용하여 만들어져야 한다.

2.1.3 별도의 국부 유한요소 모델

별도의 국부 유한요소 모델을 이용하는 경우, 계산된 응력이 설정된 경계조건 및 적용하중에 의하여 크게 영향을 받지 않도록 국부모델의 범위를 잡아야 한다. 상세 분할 요소 모델의 경계는 가능한 화물창 모델에서 거더, 스트링거 및 늑판과 같은 인접한 1차 지지부재이어야 한다. 국부모델의 경계에서 횡방향 특설늑골 스트링거판 및 거더는 국부모델에서 나타낼 필요가 없다.

2.1.4

'a' 형식 핫스폿에 대한 핫스폿 응력의 평가는 $t_{gr} \times t_{gr}$의 분할 크기를 갖는 셀 요소에 기초하여야 하며, 여기서 t_{gr}은 고려된 핫스폿에 인접한 판의 총 두께이다. 'b' 형식 핫스폿에 대한 핫스폿 응력의 평가는 10×10 mm의 분할 크기를 갖는 셀 요소에 기초하여야 한다. 앞에서 언급한 분할 크기는 매우 상세한 분할 요소 구역 내에 유지하여야 하며 피로 핫스폿 위치로부터 모든 방향으로 최소한 10개의 요소에 걸쳐 확장하여야 한다. 성긴 분할과 매우 상세한 분할 구역 사이에서 요소의 전환은 점차적으로 수행되어야 하고 허용할 수 있는 분할 품질이 유지되어야 한다. 이러한 전환 분할 요소는 작은 요소로부터 큰 요소로 점진적인 전환을 가진 일정한 모양의 분할을 가져야 한다. 해치코밍과 갑판에 인접한 분할 전환의 예는 **그림 3**에 나타난다.

2.1.5

매우 상세한 분할 요소 영역에서는, 굽힘 및 막 특성을 갖는 4절점 셀 요소를 사용하여야 한다. 4절점 요소는 면내 응력이 완전한 선형이어야 하고, 요소의 순수 면내 굽힘은 정확히 나타낼 수 있어야 한다. 응력 구배가 심한 경우, 8절점 박판 셀 요소가 실행 가능하다면 사용하여야 한다. 셀 요소는 판의 중립면에 나타내야 한다. 실적용을 위하여, 서로 다른 두께를 연결하는 판들은 그 중심선이 일치하는 것으로 가정한다. 즉, 두께 변화 위치에서 어긋나지 않아야 한다. 용접부 기하학적 형상과 구조적 불일치에 대한 모델링은 요구되지 않는다.

2.1.6

매우 상세한 분할 요소 영역에 근접한 모든 구조는 쉘 요소로 명확히 모델링 하여야 한다. 가능하다면 삼각형 요소는 피하여야 한다. 극단적인 종횡비(예를 들어 3을 초과하는 종횡비) 및 찌그러진 요소(예를 들어 요소의 모서리 각이 60° 미만 또는 120° 초과)의 사용을 피하여야 한다.

2.1.7

특설늑골에서 보강재 연결부를 위한 절단면(cut-out), 판의 단부 및 해치 코너부와 같은 자유단에서 응력평가를 해야 하는 경우, 요구하는 국부단부 응력 값을 구하기 위해 인접한 판 두께와 같은 깊이 및 무시할 수 있는 너비를 갖는 보 요소를 사용하여야 한다.

2.2 해치코밍 및 갑판

2.2.1

[2.1]의 일반적인 요건 이외에도 이 절에서 모델링 요건은 해치코밍 / 갑판의 모델링에 적용 가능하다. 피로해석에 대한 해치코밍 / 갑판의 선택은 화물창 유한요소해석으로부터 나타낸 응력수준에 기초하여 결정되어야 한다.

2.2.2

분리된 국부 유한요소 모델을 이용하는 경우, 최소 범위는 다음에 따른다.

a) 횡방향으로 선박의 반 폭 이상

b) 길이방향으로 고려한 해치코밍 / 갑판이 위치한 화물창의 중심점으로부터 인접한 화물창 및 고려된 해치코너 / 해치코밍 단부 브래킷에서 가장 가까운 화물창의 중심까지

c) 수직방향으로 코밍의 상판에서 사이드 스트링거와 내측 선각의 교차부까지

2.2.3

해치코밍 및 갑판은 막 및 굽힘 특성 모두를 가지는 셀 유한요소에 의하여 나타내야 한다. **그림** 4는 $t_{gr} \times t_{gr}$ 분할 크기를 가지는 매우 상세한 분할 구역의 해치코밍 및 갑판의 전형적인 유한요소 모델을 보여준다.

2.2.4

유한요소 분할 개선의 수준은 해치코너 형상으로 인한 응력집중을 핫스폿 응력에 포함하여야 한다. 해치코밍 및 갑판의 단부가 평가되어야 한다. 갑판에서 해치코밍 단부 브래킷 및 용접된 토우 연결부의 브래킷의 자유단 또한 평가되어야 한다. 요구되는 국부단 응력 값([2.1.7] 참조)을 구하기 위하여, 해치 개구 코너 판의 단부 또는 해치코밍 단부 브래킷의 자유단에는 인접한 판 두께 및 무시할 수 있는 너비와 같은 깊이를 갖는 보 요소를 이용하여야 한다.

2.2.5

특히 고려하는 부분의 국부 구조형상을 나타내야 한다. 해치코너 지역은 단부에서 국부응력을 포함하기 위한 충분히 작은 크기의 요소를 이용하여 분할되어야 한다. 둥근 모서리에 대한 창구 곡률 판의 반경을 표현하기 위하여 일반적으로 90도 호(Arc)에서 최소 15개의 요소를 이용하여야 한다.(**그림** 5 참조) 타원형 또는 포물선 코너에 대해, 최소 15개의 요소를 안쪽 곡률 단부에서 반 장축의 종방향 거리의 절반에 위치한 단부의 점까지 이용하여야 한다. 해치코너의 타원형 단부에서 전체 20개의 요소를 이용하여야 한다.(**그림** 6 참조) 그러나 곡률의 자유단에 따른 요소 단부 치수는 나타낸 판의 두께 이상이어야 하며 나타낸 판의 두께는 5배 이하여야 한다. 실용적인 분할 고려가 필요한 경우를 제외하고, 이상적인 높이는 브래킷 판 이상 유지되어야 하고 스트링거 판, 갑판 및 코밍으로 확장하여야 한다. 분할 전환은 브래킷 토우에 근접하게 배열되지 않아야 한다.

2.3 경계조건

2.3.1 화물창 모델

화물창 모델의 단부에 적용된 경계조건은 **7장 2절** [2.5]에 따른다.

2.3.2 분리된 국부 유한요소 모델

핫스폿 응력범위를 평가하기 위하여 분리된 국부 유한요소 모델이 이용되는 경우, 경계조건 및 하중적용은 **7장 3절** [4.2]에 따른다.

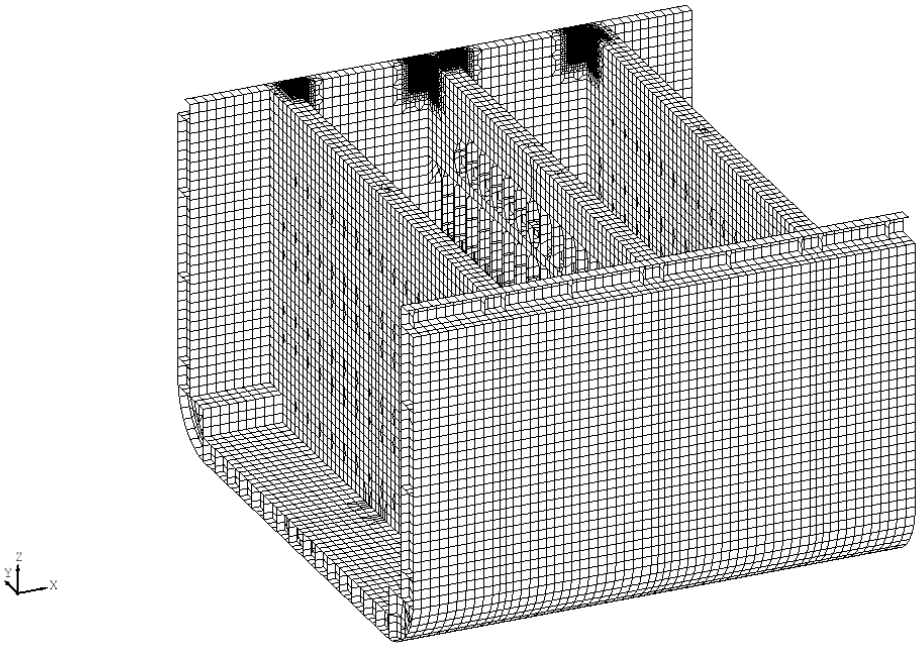


그림 2 : 화물창 모델에 직접 포함된 매우 상세한 분할 지역

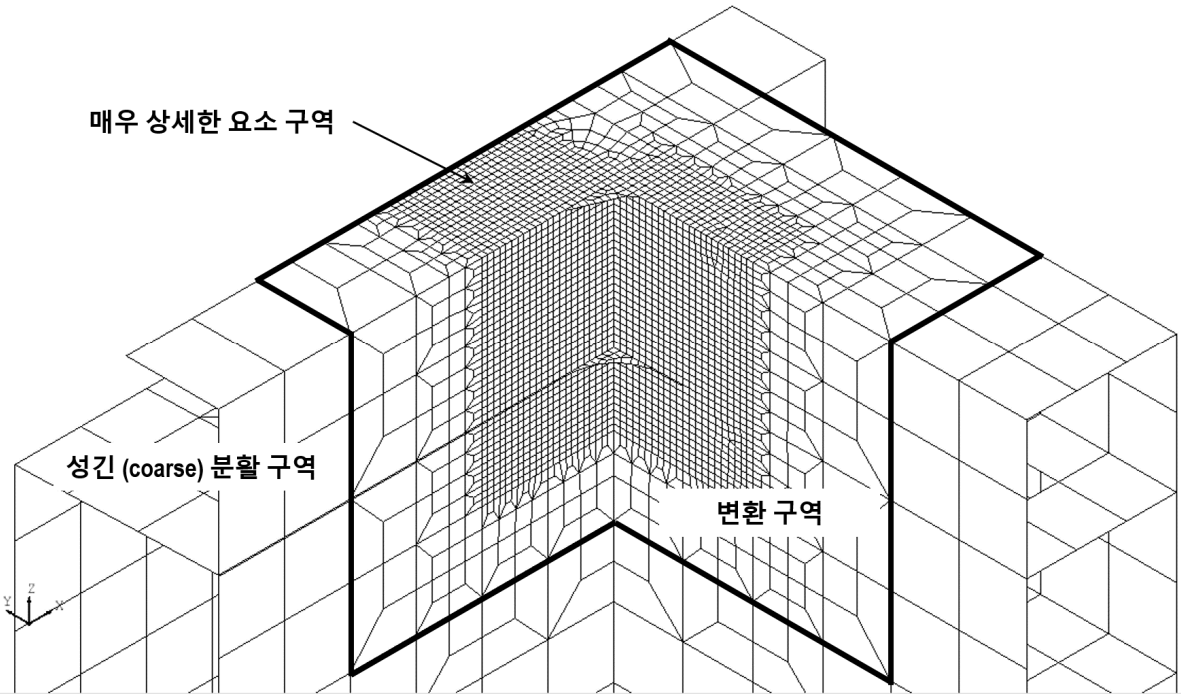


그림 3 : 성긴(coarse)분할과 매우 상세한 분할 사이의 변환구역

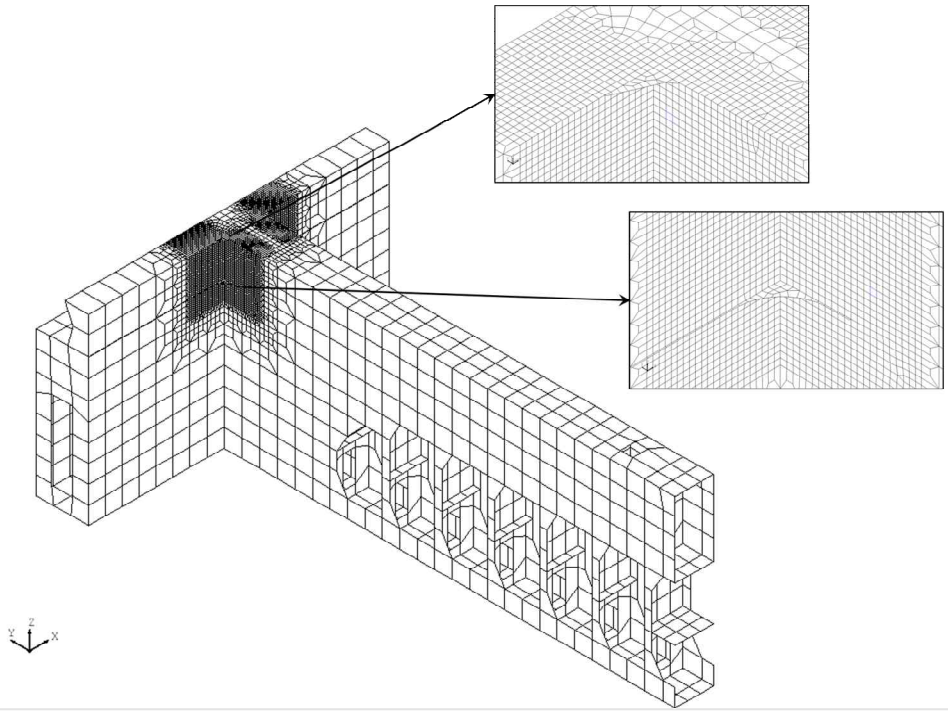


그림 4 : 매우 상세한 분할 구역, $t_{gr} \times t_{gr}$ 분할의 갑판 및 해치코밍의 국부 유한요소 모델

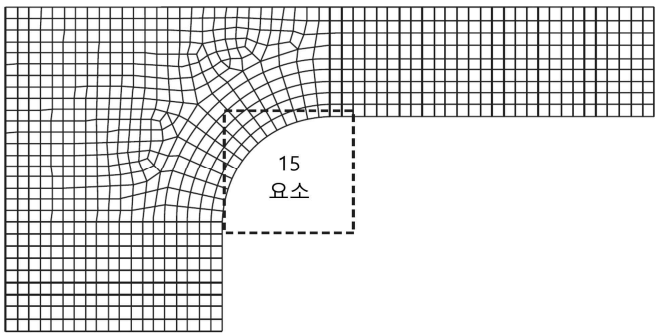


그림 5 : 둥근 해치코너에 대한 분할밀도

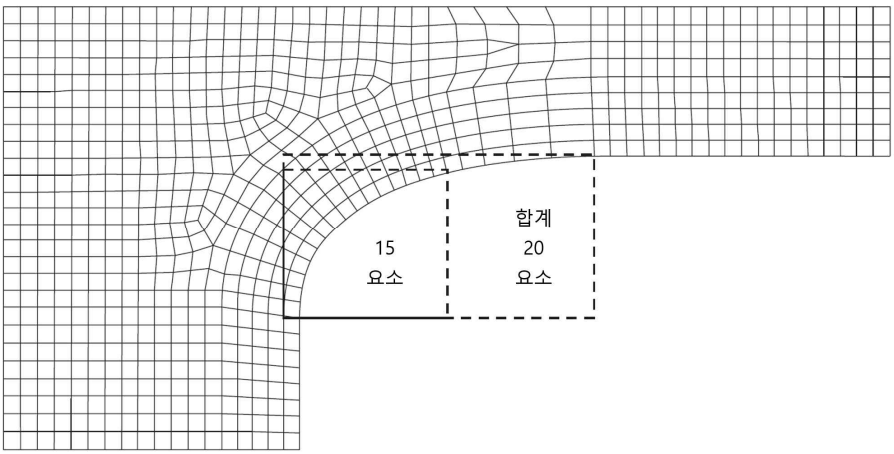


그림 6 : 타원형 해치코너에 대한 분할밀도

3. 웨브 보강된 십자형 이음 이외의 상세에 대한 핫스폿 응력

3.1 용접상세

3.1.1

핫스폿 'a' 종류에 대해 구조 핫스폿 응력, σ_{HS}은 $t_{gr} \times t_{gr}$ 분할 밀도를 가지는 유한요소해석으로부터 계산하며 다음의 식으로 구할 수 있다.

$\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma$

σ : 표면 주응력 (N/mm^2), 교차점으로부터 $t_{gr}/2$의 위치에서 계측

t_{gr} : 용접 토우 주변의 판 총 두께 (mm)

'a' 종류 핫스폿이 웨브 보강된 십자이음으로서 분류된 구조상세에 **[4.2]**의 응력이 적용되어야 한다.

'b' 종류 핫스폿에 대해 응력분포는 판 두께에 의존되지 않으며, 즉, 구조 핫스폿 응력, σ_{HS}은 분할 밀도 10×10 mm의 유한요소해석으로부터 파생되며 다음의 식으로 구할 수 있다.

$\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma$

σ : 표면 주응력(N/mm^2), 5.0 mm의 용접 토우로부터 절대적인 거리에서 계측

3.1.2 응력계측방법

요소 종류에 따라서 다음 응력 계측 방법 중 하나를 사용하여야 한다.

- 4절점 셀 요소:
  중심점에서 요소 표면 응력 구성은 'a' 종류 핫스폿에 대한 교선으로부터 $t_{gr}/2$ 거리에 위치한 응력 계측점에서 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'에 대한 응력 구성을 결정하기 위해 선 A-A(**그림 7** 참조)에서 선형으로 추정된다. 2개 주 핫스폿 응력 범위는 선 A-A의 각 측면(side L 및 side R)으로부터 계산된 응력 구성 텐서 차이(하중 상태 '$i1$' 및 '$i2$' 사이)로부터 응력 계측점에서 결정된다. 요소 좌표계의 방향 x 및 주 핫스폿 응력 범위 좌표계의 주방향 pX 사이에 각 θ는 결정되어야 한다.
- 8절점 셀 요소:
  8절점 요소 종류를 사용하는 $t_{gr} \times t_{gr}$ 요소 분할과 함께 요소 중간부분 절점은 핫스폿 'a' 종류에 대해 $t_{gr}/2$ 거리에 선 A-A에서 위치한다. 이 절점은 응력 계측점과 일치한다. 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'에 대한 요소 표면 응력 구성은 선 A-A(**그림 8** 참조)의 각 측면(side L, side R)에 위치한 각 인접한 요소 내에 외삽법 없이 직접 이용해야 한다. 두 개의 주 핫스폿 응력 범위는 선 A-A의 각 측면으로부터 계산된 응력 구성 텐서 차이(하중 상태 '$i1$' 및 '$i2$' 사이)로부터 응력 계측 점에서 결정된다. 요소 좌표계의 방향 x 및 주 핫스폿 응력 범위 좌표계의 주방향 pX 사이에 각 θ는 결정되어야 한다.

'b' 종류 핫스폿의 피로평가에 대해, 보 요소는 피로응력 범위를 나타내기 위해 이용된다. 응력범위는 보 요소에서 축 및 굽힘응력에 기초한다. 면내 너비는 무시할 수 있는 반면에 보 요소는 연결판 두께와 같은 너비를 가져야 한다.

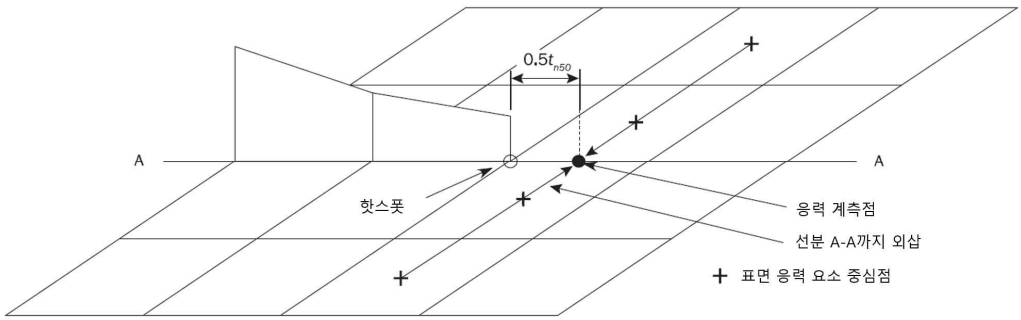


그림 7 : 4 절점 요소에 대한 응력 계측 및 핫스폿 응력의 결정

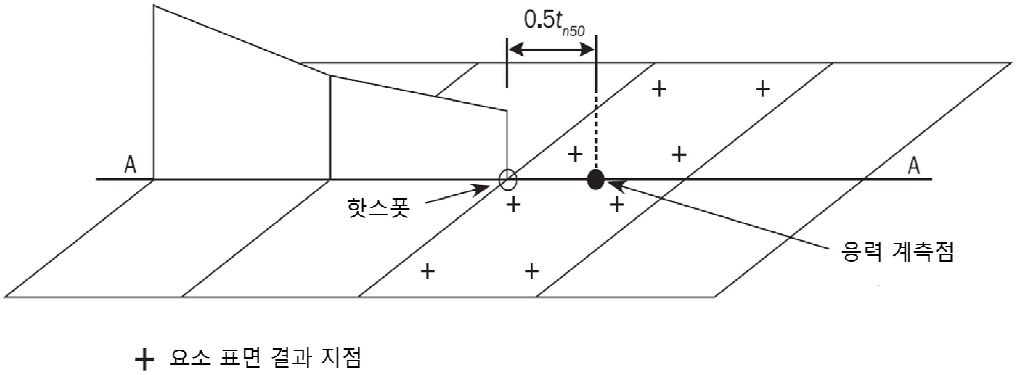


그림 8 : 8 절점 요소에 대한 응력계측 및 핫스폿 응력의 결정

3.1.3

위의 계측 절차는 요소 표면응력을 기초로 한다. 일반적으로 유한요소 소프트웨어에서 요소응력은 요소 내부에 위치한 가우스 적분법에서 계산된다. 유한요소 소프트웨어에서 실행된 요소 종류의 고려하는 요소 중앙점 또는 요소 끝단의 표면에서 고려된 응력 계측점에서 실제 응력을 결정하기 위해 몇 차례 보간을 수행할 필요가 있다.

3.2 모재

3.2.1

자유 판 단부에서 피로평가에 대하여, 보 요소는 피로응력 범위를 구하기 위해 사용되어야 한다. 면내 너비는 무시할 수 있는 반면에 보 요소는 연결판 두께와 같은 너비를 가져야 한다.

4. 웨브-보강된 십자이음에 대한 핫스폿 응력

4.1 적용

4.1.1

다음 구조상세는 웨브-보강된 십자이음으로서 고려된다.

a) 수평 스트링거의 힐 (**그림 9** 참조)
b) 종격벽-내저판 연결부
c) 횡격벽-내저판 연결부

웨브 보강된 십자이음과 관련된 핫스폿의 두 가지 종류는 평가되어야 한다.

- 웨브 보강된 십자이음의 플랜지에서의 핫스폿
- 웨브 보강된 십자이음의 웨브 주위의 핫스폿

4.1.2

웨브-보강된 십자이음의 플랜지에서의 핫스폿을 계산하기 위한 절차는 **[4.2]**에 따른다.

4.1.3

웨브-보강된 십자이음의 웨브 주위의 핫스폿을 계산하기 위한 절차는 **[4.3]**에 따른다.

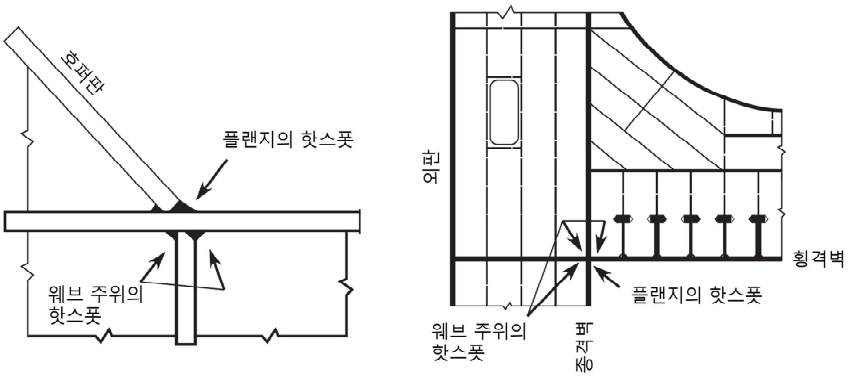


그림 9 : 웨브-보강된 십자이음

4.2 플랜지에서 핫스폿 응력의 계산

4.2.1

웨브 보강된 십자이음의 플랜지에서 핫스폿 응력에 대하여, 표면 주응력은 고려된 부재와 인접 부재 사이의 교차 선으로부터 실제 용접 토우 위치까지 이동된 지점에서 계측되어야 하며, 1.12가 곱해져야 한다. 교차 선은 중심선에 일치하는 것으로 가정하는 십자이음의 중간 두께를 나타낸다.

핫스폿 응력은 다음에 따른다. (N/mm^2)

$\sigma_{HS} = 1.12\,\sigma_{shift}$

σ_{shift} : 이동된 응력 계측점에서의 표면 주응력 (N/mm^2)

교차 선으로부터 떨어진 이동된 응력 계측점은 다음과 같이 나타낸다.

$$x_{shift} = \frac{t_{1-gr}}{2} + x_{wt}$$

t_{1-gr} : 1번 판의 총 두께 (mm) (**그림 10** 참조)

x_{wt} : 확장된 필렛용접의 각장 (mm), 다만, t_{1-gr} 이하이어야 한다. (**그림 10** 참조)

4.2.2

이동된 지점에서 응력은 다음 식에 따라 계산되며 **그림 11**에 나타나 있다.

$\sigma_{shift} = [\sigma_{membrane}(x_{shift}) + 0.60 \cdot \sigma_{bending}(x_{shift})] \cdot \beta$

$\sigma_{bending}(x_{shift})$: 이동된 지점에서의 굽힘응력(N/mm^2)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{bending}(x_{shift}) = \sigma_{surface}(x_{shift}) - \sigma_{membrane}(x_{shift})$$

$\sigma_{surface}(x_{shift})$: x_{shift} 위치에서 전체 표면응력(N/mm^2) (막응력 및 굽힘응력 포함)

$\sigma_{membrane}(x_{shift})$: x_{shift} 위치에서 막응력(N/mm^2)

β : 판 각의 핫스폿 응력 수정계수로 다음과 같이 나타낸다.

- $\alpha = 135^\circ$ 인 경우,

$$\beta = 0.96 - 0.13\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}} + 0.20\left(\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}}\right)^2$$

- $\alpha = 120^\circ$ 인 경우,

$$\beta = 0.97 - 0.14\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}} + 0.32\left(\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}}\right)^2$$

- $\alpha = 90^\circ$ 인 경우,

$$\beta = 0.96 + 0.031\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}} + 0.24\left(\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}}\right)^2$$

α : 웨브 보강된 십자이음을 형성하는 판 사이의 각 (**그림 11** 참조)

주어진 각도 중간의 연결에 대한 수정계수는 상기 값의 선형보간에 기초로 하여 파생되어야 한다. 계산된 핫스폿 응력은 **3절 [4.2]**에 따른 용접 토우 연결부에 대한 핫스폿 S-N 곡선과 연관하여 사용되어야 한다.

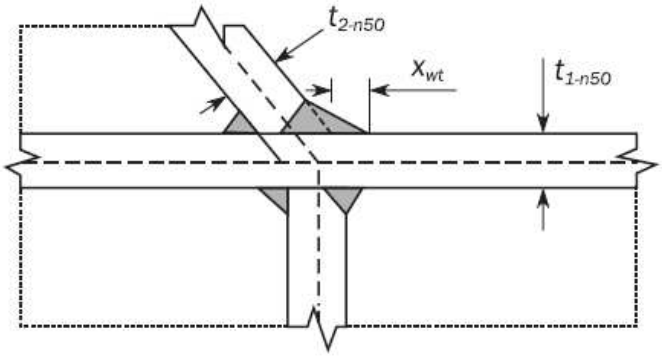


그림 10 : 웨브 보강된 십자이음부의 기하하적 변수

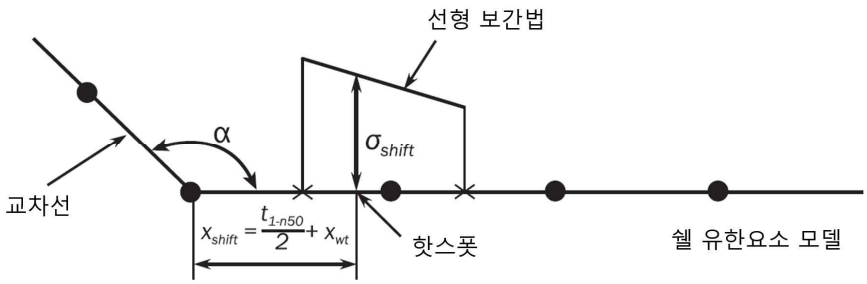


그림 11 : 웨브 보강된 십자이음부에서 핫스폿 응력의 계산에 대한 절차

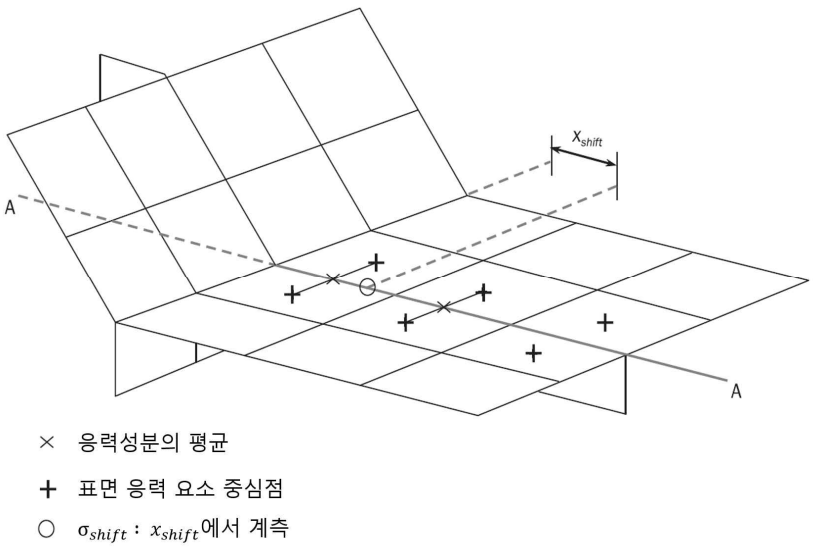


그림 12 : 웨브 보강된 십자이음부에 대한 응력 계측점 결정

4.2.3

선 A-A 왼쪽 및 오른쪽의 2개 첫 번째 요소의 중심점에서의 표면 주응력은 평균값으로 웨브 위치(선 A-A) 주위의 표면 주응력으로 취해진다. **그림 12**에 나타난 x_{shift}에 위치한 응력 계측점에서의 핫스폿 주응력을 결정하기 위하여, 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'에 대한 표면 주응력은 선 A-A를 따라 선형보간 한다. 2개의 주 핫스폿 응력 범위는 하중상태 '$i1$' 및 '$i2$'사이의 응력 계측점에서 결정한다.

4.3 웨브에서 핫스폿 응력의 계산

4.3.1

그림 13에 나타난 웨브 주위에 위치한 핫스폿은 **그림** 13에 표현된 수직 및 수평 요소 교선으로부터 x_{shift} 거리 떨어진 교선에서 최대 표면 주응력에서 정의된 핫스폿을 가지고 검토되어야 한다. 교선은 중간 정렬선으로 가정되는 십자이음의 중간 두께에서 취해진다. 핫스폿 응력은 다음과 같다. (N/mm^2)

$\sigma_{HS} = \sigma_{shift}$

σ_{shift} : x_{shift} 거리 떨어진 교차 선에서 최대 표면 주응력 (N/mm^2)

교차 떨어진 지점의 응력 계측점은 다음과 같다.

$$x_{shift} = \frac{t_{3-gr}}{2} + x_{wt}$$

t_{3-gr} : 웨브 총 두께 (mm), (**그림** 13 참조)

x_{wt} : 연장된 필릿용접 각장 (mm)

$x_{wt} = \min(\ell_{leg1}, \ell_{leg2})$

ℓ_{leg1}, ℓ_{leg2} : 수직 및 수평 용접선의 각장(mm), (**그림** 13 참조)

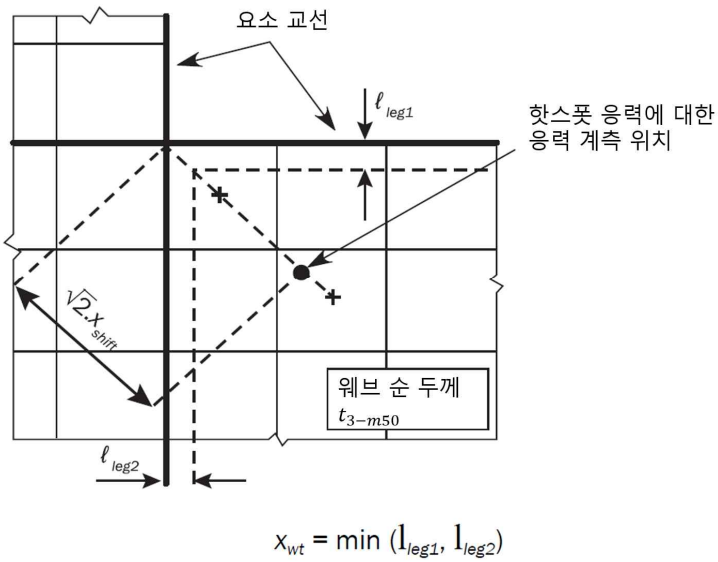


그림 13 : 웨브 주위의 핫스폿

5. 핫스폿 응력접근의 제한

5.1 핫스폿 응력접근의 적용

5.1.1

1절 [2.3.1]에 주어진 핫스폿 응력 접근은 **그림** 14의 방향 I에서 응력 흐름이 고려되는 경우, 단순 십자이음 및 단순 T-이음에 적용 가능하지 않다. 핫스폿 위치 'c'(방향 I)에서 용접에 법선 방향의 응력에 대하여, 쉘 모델에서 한 면에 의하여 나타나는 것처럼 횡방향 판으로의 응력 흐름은 존재하지 않으나, 이는 핫스폿 위치 'a'에 면내 방향(방향 II)에 대한 응력을 유도한다.

그림 1에 나타난 횡방향 판 뒷면에 브래킷이 시공될 경우, 횡방향 판에 법선 방향 강성, 횡방향 판으로 흐르는 응력, 핫스폿 방법이 적용될 수 있다.

5.1.2

단순 십자이음 및 단순 T-이음에 대한 'c' 위치의 핫스폿 응력은 [3.1]에 주어진 응력 계측 절차와 기하학적 응력집중 계수 1.3을 곱하여 결정되며, 다음과 같다. (N/mm^2)

$\sigma_{HS} = 1.3 \cdot 1.12\,\sigma$

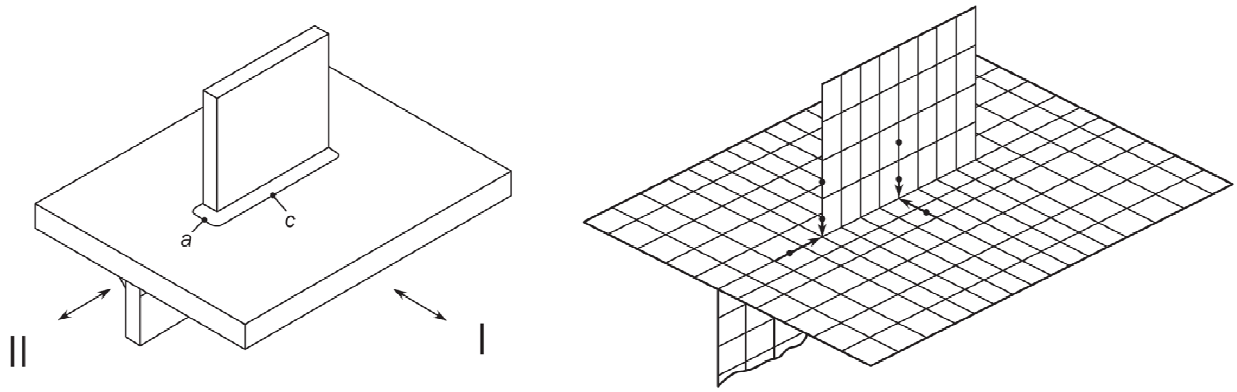


그림 14 : 직각으로 작용하는 면내 하중 하에서 용접된 부착판의 체크 포인트

제 6 절 상세설계 기준

기호

이 절에 정의하지 않은 기호에 대하여는 **1장 4절**을 참조한다.

1. 일반사항

1.1 목적

1.1.1

설계기준은 다음 관점을 고려하여 구조설계 과정에서 초기 단계에 피로저항 상세설계를 제공한다.

- 피로설계 원리의 적용
- 건조허용 및 다른 실용성 고려
- 운항 경험 및 피로성능

1.1.2

설계기준은 다음 단계에 따라 선박 구조상세의 설계에 적용한다.

- 선체 구조 내에 잠재적인 취약 구역 강조
- 각 취약한 구조상세에 대한 피로 핫스폿 위치의 식별
- 적합한 해결책을 선택함으로서 대체할 수 있는 개선된 형상의 세트 제공
- 기하학적인 형상, 치수, 용접 요건 및 건조 허용에서의 요건
- 용접 토우 그라인딩과 같은 피로수명 개선의 제작 방법

1.2 적용

1.2.1

이 절에서 설명된 구조상세는 주어진 설계기준에 따라 설계되어야 하며, 그 외 상세설계 형상은 만족할만한 피로성능의 검증을 통하여 인정될 수 있다.

2. 보강재 - 늑골 연결부

2.1 설계 기준 A

2.1.1

웨브 보강재가 생략되거나 종방향에 연결되지 않는 경우, 절단(cut out)에 대한 설계는 다음 부재에 대하여 타이트 컬러(tight collar) 또는 개선된 설계 기준 “A”(**표 1** 참조) 또는 대등한 설계가 권장된다.

- 1.1T_{SC} 하방 선측외판
- 선저
- 1.1T_{SC} 하방 내측 선체 종격벽
- 내저판

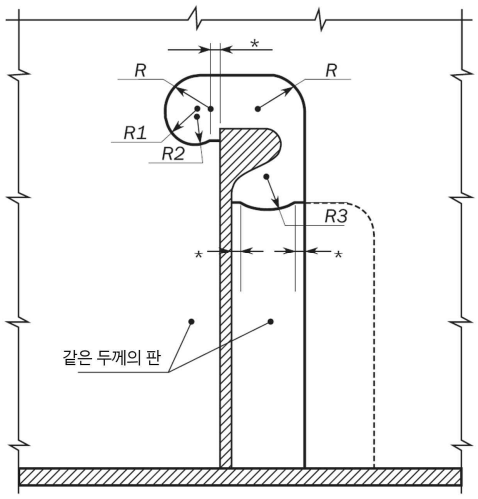
표 1의 설계 기준과 다른 설계의 경우, 예를 들어 **[2.2]**에 따른 유한요소해석을 사용하여 피로성능을 검증 할 수 있다.

표 1 : 설계 기준 A - 보강재-늑골 연결부

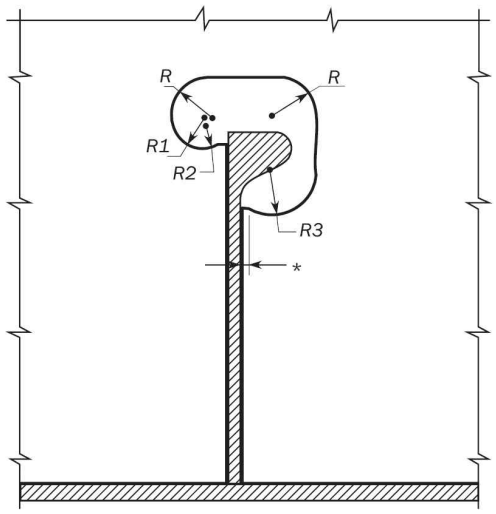
웨브 보강재가 생략되거나 종방향 플랜지가 연결되지 않는 경우, 횡방향 웨브에서 종방향에 대한 절단(cut out).

설계 기준 A

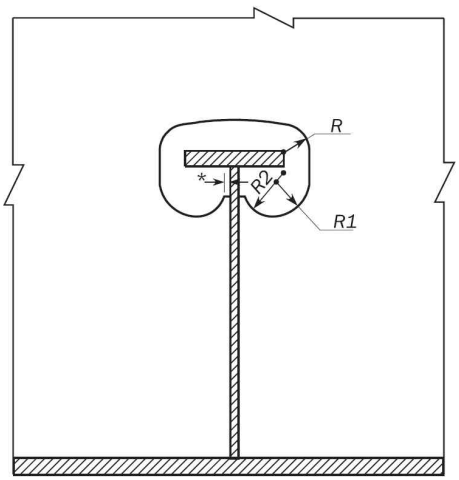
1



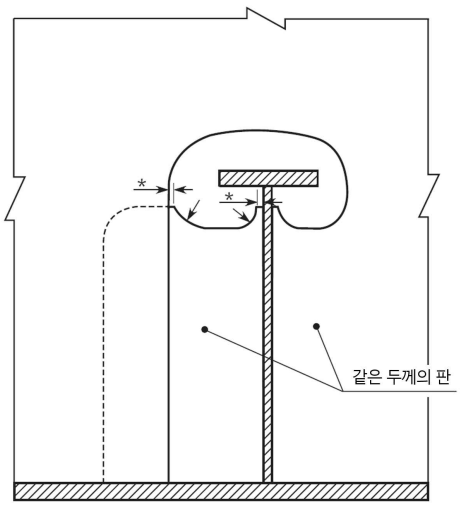
2



3



4



비고 1: '*' 표시의 소프트 토우는 용접으로부터 곡진 부분까지 부드럽게 전환하고 용접 각장에 알맞도록 필요한 치수로 하여야 한다. 최대 15.0 mm 또는 횡방향 웨브 / 컬러 판 / 러그판의 두께 중 큰 값.
비고 2: 치수 1 및 4는 허용되는 겹친 러그판을 보여준다.

취약 위치	높은 응력 집중을 가지는 절단 주위의 위치 및 용접단부에 인접한 위치
상세설계기준	용접이음에 의해 전달된 전단 하중 및 국부 압력 하중에 의한 횡방향 웨브에서 높은 응력 집중을 피하기 위한 개선된 슬롯 현상
조립편차	IACS Recommendation No. 47에 따른 모든 연결부재의 정렬 및 절단의 정확한 치수 통제 확보
용접기준	횡방향 웨브와 종방향 보강재 웨브의 연결부 주위에 노치 또는 언더컷이 없는 둘러치는 용접

2.1.2

그림 1에 나타낸 것과 다른 설계는 만족스러운 피로성능의 검증을 조건으로 사용하는 것이 가능하다. (즉, 상대적인 유한요소해석을 이용) 상대적인 유한요소해석은 **그림** 1에 주어진 다음 모델링의 가이드라인에 따라 수행되어야 한다.

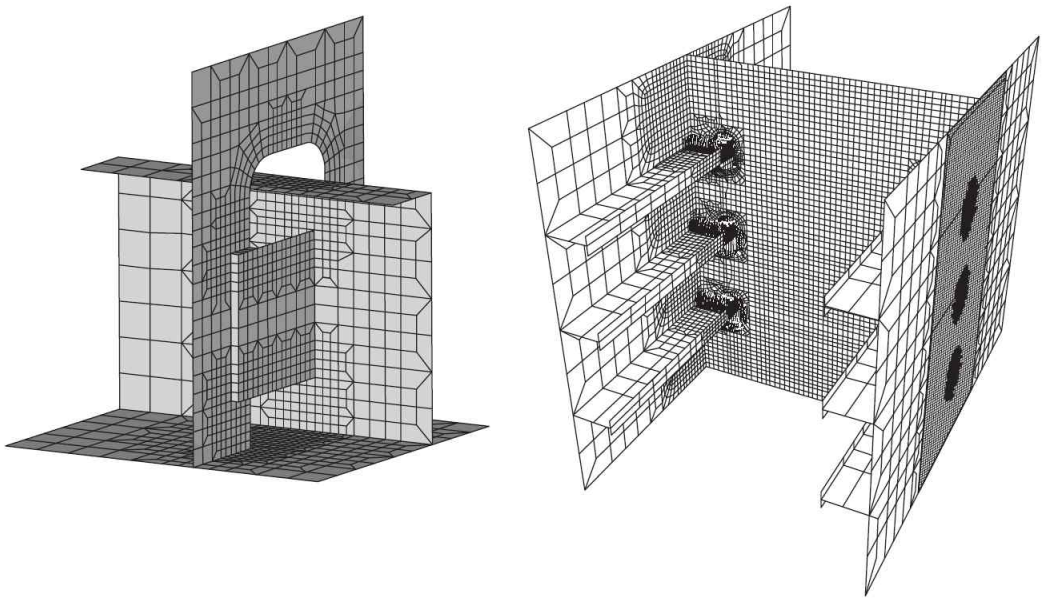


그림 1 : 등가 설계의 검증에 대한 유한요소 모델

2.2 보강재 - 늑골 연결부의 등가 설계

2.2.1

[2.1]에 보강재-늑골 연결부에 대한 요구된 설계를 따르지 않을 경우, 대안설계는 설계 기준 "A"와 같은 등가 피로강도 또는 만족스러운 피로성능을 가지는 것이 검증되어야 한다. 대안설계는 [2.2.2]부터 [2.2.5]까지 주어진 절차를 따라 검증되어야 하며, 그 결과의 문서를 우리 선급에 제출하여야 한다.

2.2.2

[2.2.3] 및 [2.2.4]의 절차는 횡방향 링(즉, 이중저 및 이중선측)에서 모든 위치에 대하여 대안설계가 등가 피로강도를 가지는 것을 검증하기 위하여 제공된다. 대안설계 및 요구된 설계의 핫스폿 응력은 절단에 인접한 취약한 핫스폿에서 비교되어야 한다. 취약한 핫스폿은 상세설계에 의존하며 우리 선급의 동의하에 선택되어야 한다. 핫스폿 응력은 **5절** [3.1] 및 [3.2]에 따라 계산되어야 한다. 자유단에서 용접 핫스폿은 'b' 종류의 핫스폿으로 분류됨을 유의하여야 한다. 검토를 위한 전형적인 핫스폿의 예는 **2절** [2]와 같다.

2.2.3

매우 상세한 유한요소 모델은 이중선측 또는 이중선저에 인접한 거동을 해석하기 위하여 작성된다. 모델은 단면에서 3개 보강재의 범위를 가져야 한다. (즉, 전 / 후 방향 모두에서 4개 보강재 간격 및 종방향 범위는 늑골의 1/2이다.) 전형적인 모델은 **그림** 1에서 나타낸다. 접근용 개구는 모델에서 포함되지 않아야 한다. 러그 또는 특설늑골과 종방향 보강재 웨브 연결부, 특설늑골에서 러그 및 절단의 특설늑골 및 자유단에서 러그의 연결부는 판의 총 두께 크기 ($t_{gr} \times t_{gr}$)의 요소로 모델링 되어야 한다. 판의 총 두께 크기의 분할은 모든 방향에서 최소한 5개 요소를 연장하여야 한다. 이 지역 외의 분할 크기는 **5절** [2]의 요건에 따라 점차 증가되어야 한다. 겹침 러그판의 편심은 모델에 포함되어야 한다. 횡방향 웨브 및 러그판은 편심 요소(횡방향 판 요소)에 의하여 연결되어야 한다. 편심 요소의 높이는 횡방향 웨브의 중간층과 웨브-프레임 판의 총 두께 t_{w-gr}의 2배 두께를 가지는 러그판 사이의 거리이다. 필릿 용접을 나타내는 편심 요소는 **그림** 2와 같다.

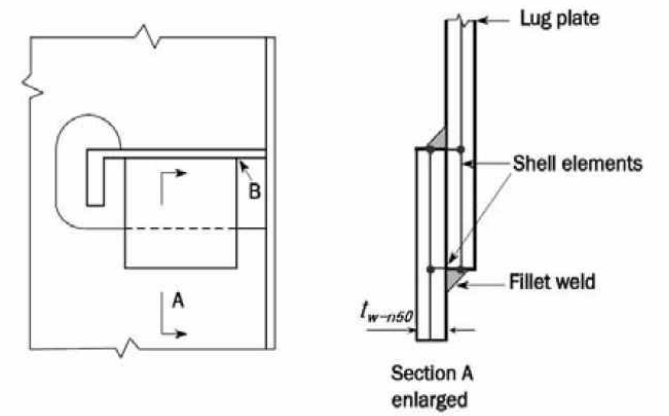


그림 2 : 셀 요소에 의한 편심 러그판의 모델링

2.2.4

3가지 하중상태는 설계기준 및 대안설계의 모델에 적용된다.

- 단위 값의 외부압력, 모델의 상단 및 하단에서 고정된 경계조건.
- 모델 상단에서 규정된 단위 변위량에 의한 전단응력 및 모델 하단에서 고정된 경계조건
- 모델 상단에서 규정된 단위 변위량에 의한 축하중 및 모델 하단에서 고정된 경계조건

모델의 전 및 후 부분은 이중 선체 구조에서 거동을 설명하는 대칭조건을 가져야 한다. 하중적용 및 경계조건은 그림 3과 같다.

2.2.5

보강재-늑골 연결부의 실제 위치에 있는 대안설계의 매우 상세한 모델이 해석되는 경우, 대안설계는 서브 모델링 기술을 이용하여 만족스러운 피로성능을 가지고 있음을 검증할 수 있다. 대안설계는 1절의 피로 허용기준을 만족할 경우 허용된다. 피로 허용기준은 1절, 3절 및 5절에 설명된 방법을 적용함으로써 검토한다. 대안설계는 특별한 위치에 분석된 경우에 이에 대한 허용이 고려된다.

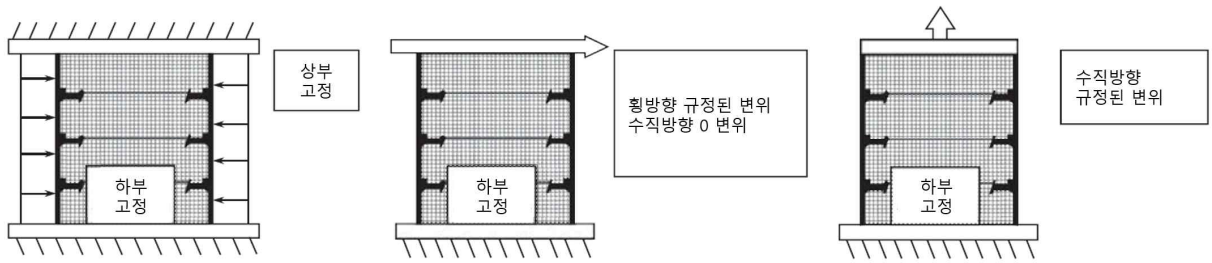


그림 3 : 하중 적용 및 경계조건 - 대안설계의 검증에 대한 유한요소 모델

14편 10장

기타구조

제 1 절 선수부

제 2 절 기관구역

제 3 절 선미부

제 4 절 슬로싱이 작용하는 탱크

제 1 절 선수부

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

α_p : 패널 종횡비에 관한 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$\alpha_p = 1.2 - \dfrac{b}{2.1a}$ 다만, 1.0 이상일 필요는 없다.

f_{bdg} : 굽힘 모멘트 계수로서 다음 식에 따른다.

$f_{bdg} = 8\left(1 + \dfrac{n_s}{2}\right)$

n_s : 단부의 구속에 따른 계수로서 다음에 따른다.

$n_s = 0$ 양단이 낮은 고정인 경우(단순지지)

$n_s = 1$ 한쪽이 고정, 다른 쪽은 단순지지인 경우

$n_s = 2$ 연속된 부재 또는 양단에 브래킷이 있는 경우

d_{shr} : 보강재의 유효 웨브 깊이(mm). **3장 7절 [1.4.3]**에 따른다.

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 **1장 1절 [2.4.2]**에 따른 선수부의 다음 구조에 대하여 적용한다.

- 선수구조
- 선수재

이에 추가하여, 이 절의 요건은 충격하중을 받는 다음 구조에도 적용한다.

- [3.2]에 따른 선수 선저부
- [3.3]에 따른 선수부

2. 구조배치

2.1 늑판 및 선저 거더

2.1.1 늑판

횡늑골 방식인 경우, 실체늑판을 각 웨브 늑골 위치마다 설치하여야 한다. 종늑골 방식인 경우, 실체늑판의 간격은 3.5 m 또는 횡늑골 4개 간격 중 작은 것보다 커서는 아니 된다.

선체 중심선에서 늑판의 최소 깊이는 최전방 화물창에 요구되는 이중저 깊이 이상이어야 한다.(**2장 3절 [2.3]** 참조)

2.1.2 선저 거더

선체 중심선에 중심선 거더를 선미 방향으로 연장하거나 또는 디프 거더나 중심선 격벽을 설치하여 지지구조를 설치하여야 한다. 중심선 거더가 설치된 경우, 최소 깊이 및 두께는 화물창 지역의 이중저 깊이에 요구되는 것 이상이어야 하고, 상단은 보강되어야 한다.

횡늑골 방식인 경우, 선저 거더의 간격은 2.5 m를 넘어서는 아니 된다. 종늑골 방식인 경우, 선저 거더의 간격은 3.5 m를 넘어서는 아니 된다.

2.1.3 대체설계 검증

설계자가 격자해석이나 유한요소해석에 의해 검증을 수행하고 수행한 해석의 전체 문서를 제공하는 경우, [2.1.1], 및 [2.1.2]에 따른 간격을 증가시킬 수 있다. 적용 허용기준은 **6장 6절** [3]에 따르며 유한요소해석은 **7장**의 요건에 따라 수행되어야 한다.

2.2 선측외판 지지구조

2.2.1 특설 늑골

1장 4절 표 5의 특설늑골 간격 S(m)는 다음 식에 따른다. 다만, 3.5 m보다 클 필요는 없다.

$S = 2.6 + 0.005L$

특설늑골의 유효스팬이 10.0 m를 넘지 아니하도록 하기 위하여 개구를 갖는 평판(perforated flats)이 설치되어야 한다.

2.2.2 스트링거

선수격벽 스트링거 전방의 횡늑골 방식은 약 3.5 m 간격이어야 한다. 스트링거의 유효스팬은 10.0 m 이하이어야 하며, 특설늑골에 의하여 적절히 지지되어야 한다.

2.2.3 대체설계 검증

설계자가 보 해석이나 유한요소해석에 의해 선측외판 지지 구조물의 검증을 수행하고 수행한 해석의 전체 문서를 제공하는 경우, 특설늑골 및 스트링거의 간격은 증가시킬 수 있다.

적용 허용기준은 **6장 6절** [3]에 따르며 유한요소해석은 **7장**의 요건에 따라 수행되어야 한다.

2.3 트리핑 브래킷

2.3.1

선수격벽 전방에 있고 수직방향으로 보강된 선측외판 및 탱크 격벽에 대하여는, **그림 1**에 따라 1차 지지부재, 갑판 및 / 또는 플랫폼 사이에 2.6 m를 넘지 않는 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.

트리핑 브래킷의 건조 두께는 연결된 선측 늑골 웨브의 건조 두께 이상이어야 한다.

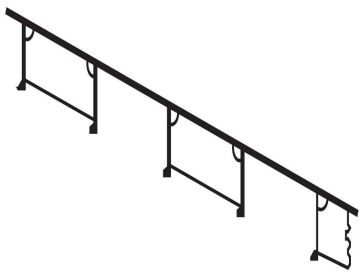


그림 1 : 트리핑 브래킷

2.4 구상선수

2.4.1 일반사항

구상선수가 설치되는 경우, 구조배치는 구상선수가 적절히 지지되고 선수 피크구조와 일체되어야 한다.

2.4.2 다이어프램

구상선수의 구조는 일반적으로 깊은 중심선 웨브와 함께 약 1.0 m 간격의 수평 다이어프램에 의하여 지지되어야 한다. 일반적으로 수직 횡방향 다이어프램은 피크 늑골로부터 구상선수 늑골로 변화하는 부위에 배치되어야 한다.

2.4.3 특별한 구상선수에 대한 설계

넓은 구상선수에 대하여 추가적인 보강으로써 중심선 제수격벽이 일반적으로 설치되어야 한다.

긴 구상선수에 대하여 추가적인 보강으로써 횡방향 제수격벽 또는 튼튼한 특설늑골이 설치되어야 한다.

2.4.4 앵커 및 체인케이블 접촉에 대한 보강

구상선수의 전단 및 앵커 조작 중에 앵커 및 체인과 접촉되는 부위의 외판에 대하여 두께를 증가시켜야 한다. 증가된 판 두께는 [4.1.1]에 따른 평판 선수재에 요구 두께 이상이어야 한다.

3. 충격하중을 받는 구조

3.1 일반사항

3.1.1 적용

이 항은 선수부 구조에 발생하는 국부 충격하중에 대한 보강요건을 규정한다. [3.2] 및 [3.3]의 충격하중은 **4장 5절** [3]에 따른다.

3.1.2 일반 치수요건

6장의 해당 치수요건에 추가하여 [3.2] 및 [3.3]의 요건이 적용되어야 한다. 충격하중에 의한 국부치수 증가는 하드스팟(hard spot), 노치 및 기타 유해한 응력집중의 상세 및 회피에 충분한 고려를 하여야 한다.

3.2 선저 슬래밍

3.2.1 적용

4장 5절 [3.2.1]에 의한 최소 선수흘수 T_F가 $0.045L$ 보다 작은 경우, 선수선저부는 선저 슬래밍 압력에 대하여 추가로 보강하여야 한다. 선저부 보강 시 흘수는 외판전개도 및 적하지침서에 명시되어야 한다.(**1장 5절** 참조)

1차 지지부재의 하중 계산점은 **3장 7절** [4]에 따른다.

3.2.2 보강범위

보강범위는 선저의 평편부 및 기선으로부터 500 mm 높이까지 그리고 보강재를 포함한 판의 FP로부터 $0.3L$ 전방까지로 한다.(**그림 2** 참조) 선저 슬래밍에 대하여 보강범위 밖에서의 치수는 종강도 및 / 또는 횡강도의 연속성을 유지하기 위하여 테이퍼 되어야 한다.

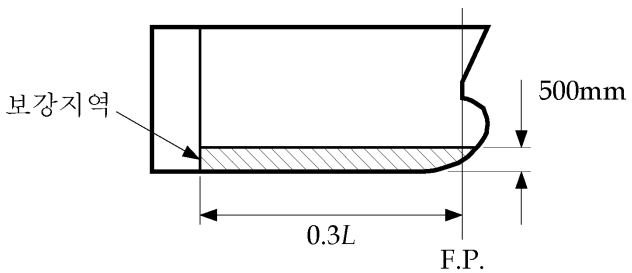


그림 2 : 선저 슬래밍에 대한 보강범위

3.2.3 선저 슬래밍에 대한 설계

선저 슬래밍 지역 내의 보강재 끝단부는 지지부재를 관통하여 보강재를 연속되게 하거나, **3장 6절** [3.2]에 적합한 단부 브래킷을 설치하여 고정도를 확보하여야 한다.

보강재 주위의 격벽을 포함한 1차 지지부재의 치수 및 배치는 [3.2.6]에 적합하여야 한다.

3.2.4 선체외판

선박의 원통형 부분 내의 횡식으로 보강된 만곡부 외판을 제외한 선체외판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = \frac{0.0158\alpha_p b}{C_d}\sqrt{\frac{P_{SL}}{R_{eH}}}$$

C_d : 판 용량 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_d = 1.22$$

3.2.5 외판 보강재

[3.2.2]에 따른 보강범위 내의 외판 보강재는 다음 기준을 따라야 한다.

a) 보강재의 순 웨브 두께 t_w(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_w = \frac{0.35 P_{SL} s \ell_{shr}}{d_{shr}\tau_{eH}}$$

b) 보강재의 순 소성 단면계수 Z_{pl}(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z_{pl} = \frac{0.6 P_{SL} s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} R_{eH}}$$

3.2.6 1차 지지부재

늑판 및 거더의 웨브 내 개구의 크기 및 수는 전단면적을 고려하여 최소화하여야 한다. 스팬을 따라 임의의 위치에서 1차 지지부재 웨브의 전단면적 A_{shr}(cm^2)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr} = \frac{2 P_{SL} S \ell_{shr}}{\tau_{eH}}$$

3.3 선수충격

3.3.1 적용

선수 선측구조는 선수 충격하중에 대하여 보강되어야 한다.

3.3.2 보강범위

보강범위는 FP의 후방 $0.1L$ 로부터 전방까지 그리고 수직방향으로 최소 설계 평형수 흘수 T_{BAL}(**1장 4절 [3.1.5]** 참조) 상부 및 선수루(있는 경우)까지 연장되어야 한다.(**그림 3** 참조)

4장 5절 [3.3.1]에 따른 플래어 각 α가 선수단으로부터 $0.1L$ 위치에서 $40°$보다 클 경우, 선수 보강범위는 선수단으로부터 $0.15L$ 까지 연장되어야 한다.

보강된 지역 밖에서의 치수는 종강도 및 / 또는 횡강도의 연속성을 유지하기 위하여 테이퍼 되어야 한다.

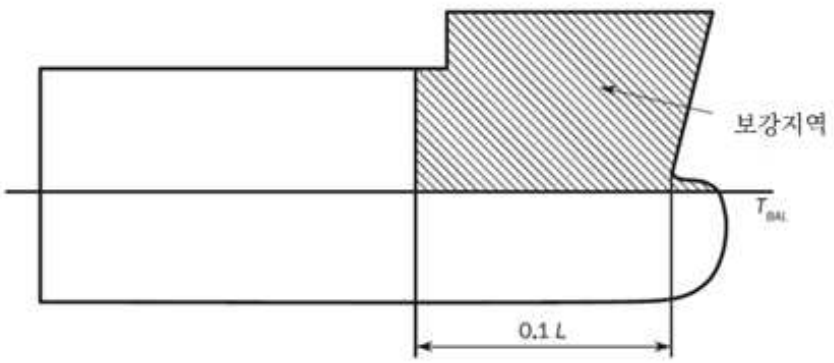


그림 3 : 선수충격에 대한 보강범위

3.3.3 선수 충격하중에 대한 설계

a) 선수 충격지역에서는 실행 가능한 한 전방으로 종늑골 방식을 채택하여야 한다.

선수 충격지역 내의 보강재 단부 연결은 지지부재를 관통하여 보강재를 연속되게 하거나, **3장 6절 [3.2]**에 적합한 단부 브래킷을 설치하여 고정도를 확보하여야 한다.

b) 갑판 및 격벽을 포함한 1차 지지부재의 치수 및 배치는 **[3.3.6]**에 적합하여야 한다. 최대 선수 충격하중을 받는 부분의 경우, 일반적으로 선체외판에 수직으로 배치된 웨브 보강재를 설치하고 보강재 양쪽에 칼라 판을 설치하여야 한다.

외판 늑골을 지지하는 갑판 및 격벽의 주 보강재 방향은 지지되는 외판 늑골의 스팬 방향과 평행하게 하여 좌굴에 견딜 수 있도록 하여야 한다.

3.3.4 선측외판

선측외판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = \frac{0.0158\alpha_p b}{C_d}\sqrt{\frac{P_{FB}}{R_{eH}}}$$

C_d : 판 용량 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_d = 1.22$$

3.3.5 선측외판 보강재

[3.3.2]에 정의된 보강지역 내의 외판 보강재는 다음 기준에 적합하여야 한다.

a) 보강재의 순 웨브 두께 t_w(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_w = \frac{0.35 P_{FB} s\,\ell_{shr}}{d_{shr}\,\tau_{eH}}$$

b) 부착판을 포함한 보강재의 순 소성 단면계수 Z_{pl}(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z_{pl} = \frac{0.6 P_{FB} s\,\ell_{bdg}^2}{f_{bdg} R_{eH}}$$

3.3.6 1차 지지부재

a) 선수 충격지역 내 1차 지지부재는 강도의 유효한 연속성을 확보하고, 하드 스팟을 회피할 수 있도록 배치되어야 한다.

b) 1차 지지부재 단부 브래킷의 자유변은 적절히 보강되어야 한다. 브래킷 끝단의 설계는 횡단면의 급격한 변화를 최소화하도록 하여야 한다.

c) 트리핑 브래킷은 단부 브래킷의 단부 및 1차 지지부재의 플랜지가 너클되거나 굽은 위치에 설치되어야 한다.

d) 선수 충격 보강구역의 1차 지지부재의 순 두께 t_w(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_w = \frac{b}{75}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

e) 1차 지지부재의 단면계수 Z(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{400 P_{FB} S\,\ell_{bdg}^2}{f_{bdg} R_{eH}}$$ 다만, f_{bdg}은 10 이상이어야 한다.

f) 단부 브래킷의 토우 / 지지부에서 1차 지지부재 웨브의 전단면적 A_{shr}(cm^2)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr} = \frac{2.8\,P_{FB} S\,\ell_{shr}}{\tau_{eH}}$$

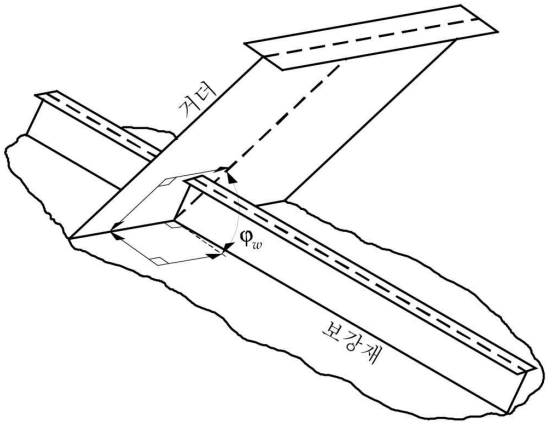


그림 4 : 외판 1차 부재와 외판 사이의 각도

4. 추가 치수 요건

4.1 평판 선수재

4.1.1

평판 선수재의 순 두께 t_{Stm}(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$t_{Stm} = (0.6 + 0.4S_B)(0.08L + 2.7)\sqrt{k}$ 다만, $22\sqrt{k} - 1$보다 클 필요는 없다.

S_B : 수평 스트링거(부분 또는 전체), 브레스트 훅 또는 이와 동등한 수평보강재 사이의 간격.(m)

하기 만재흘수선 상방 0.6 m 위치에서부터 $T_{SC} + C_w$까지의 평판 선수재의 순 두께는 0.8 t_{Stm}까지 점차 감소시킬 수 있다.

4.1.2 브레스트 훅 및 다이어프램

[3.3.1]의 선수충격 보강지역 주위의 브래스트 훅 / 다이어프램의 최소 순 두께 t_w(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_w = \frac{s}{70}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

s : **1장 4절 표 5**의 웨브 보강재 간격(mm). 보강재가 없는 경우 웨브의 깊이로 한다.

4.2 스러스터 터널

4.2.1

터널 판의 순 두께 t_{tun}(mm)는 선수 스러스터 근처의 외판에 요구되는 순 두께 이상이어야 한다. 이에 추가하여 t_{tun}는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$t_{tun} = 0.008\,d_{tun} + 1.8$

d_{tun} : 터널의 내경(mm)으로서 970 mm 이상이어야 한다.

터널의 바깥쪽 끝에 봉 또는 격자가 설치되는 경우, 봉 또는 격자는 유효하게 부착되어야 한다.

제 2 절 기관구역

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
이 절의 요건은 기관구역 내 구조의 치수 및 배치에 적용한다. 기관 제조자의 요건에 따라 선박을 설계하는 것은 조선소의 책임이다.

2. 기관실 배치

2.1 구조 배치

2.1.1
기관구역의 갑판 / 격벽에 개구가 설치되는 경우, 갑판, 선측 및 선저구조를 지지하도록 배치하여야 한다.

2.1.2
기관, 축 등의 모든 부분은 하중을 선체구조에 분산시키도록 지지되어야 한다. 인접한 구조는 적절히 보강되어야 한다.

2.1.3
1차 지지부재는 유효한 구조적 설계가 되도록 연속된 보강재 및 정렬된 필러지지를 고려한 위치에 설치되어야 한다.

2.1.4
횡늑골 방식의 기관구역에 대하여 특설늑골의 간격은 일반적으로 늑골 다섯 개 간격을 넘어서는 아니 된다. 특설늑골은 상단과 하단에서 적절한 강성의 부재와 연결되어야 하고 갑판 트랜스버스에 의하여 지지되어야 한다.

2.1.5
횡격벽에서 종보강재의 단부연결은 적절한 고착, 측면지지를 제공하여야 하고, 연속되지 아니한 경우에는 소프트 토우 브래킷을 설치하여야 한다. 종보강재와 겹침방식으로 연결되는 브래킷이 설치되어서는 아니 된다.

2.1.6
횡늑골 방식이 채택된 경우, 필러 또는 필러격벽을 고려한 적절한 종거더를 배치하여 갑판 보강재를 지지하여야 한다. 설치된 경우, 갑판 트랜스버스는 단부고정 및 강도의 횡방향 연속성을 확보하기 위하여 특설늑골과 일치하여 배치되어야 한다. 종늑골 방식이 채택된 경우, 갑판 보강재는 필러 또는 필러격벽을 고려하여 특설늑골과 일치하는 갑판 트랜스버스에 의하여 지지되어야 한다.

2.1.7
기관실 케이싱은 필러 또는 필러격벽을 고려하여 갑판 트랜스버스 및 종거더를 적절히 배치하여 지지되어야 한다. 특별히 큰 기관실 케이싱 개구에 대하여는, 크로스타이가 필요할 수 있다. 이들은 갑판 트랜스버스와 일치하여 배치되어야 한다.

2.1.8
주 추진기관, 감속기, 축 및 스러스트 베어링의 거치대, 그리고 이들 거치대의 지지구조는 예상되는 모든 하중상태에서 요구되는 정열 및 강성을 유지하여야 한다. 기관 제조자의 검토를 위하여 다음 도면의 제출이 고려되어야 한다.

a) 주 추진기관의 거치대
b) 감속기의 거치대
c) 스러스트 베어링의 거치대
d) a), b) 및 c)의 지지구조

2.2 이중저

2.2.1 이중저 높이

기관구역의 위치에 상관없이 중심선에서의 이중저 높이는 **2장 3절 [2.3.1]**에 의한 값 이상이어야 한다. 이 깊이는 주기 거치대의 형식이나 깊이에 따라 상당히 증가시키는 것이 필요할 수 있다.

기관구역이 매우 크거나 경하상태와 만재상태의 흘수차가 큰 경우 조선소는 상기 높이를 증가시켜야 한다.

기관구역 내의 이중저 높이가 인접구역과 다른 경우, 종부재의 구조적 연속성은 적절한 종방향 범위에 걸쳐 내저판을 경사시켜 확보하여야 한다. 경사진 내저판의 너클은 늑판 근처에 위치하여야 한다. 이중저 구조의 전체 강도가 영향을 받지 않는다면 국부적으로 낮은 이중저 높이가 허용될 수 있다.

2.2.2 중심선 거더

이중저에는 중심선 거더를 설치하여야 한다. 중심선 거더 상의 맨홀을 위한 개구는 이중저로의 접근 및 유지보수에 반드시 필요한 경우에만 허용되며 국부적으로 보강되어야 한다.

2.2.3 선저 선측 거더

기관구역에서 선저 선측 거더의 수는 인접한 지역에 따라, 구조의 적절한 강성을 확보하기 위하여, 적절히 증가되어야 한다. 종늑골 방식 이중저 내의 선저 선측 거더는 기관구역에 인접한 지역 내에서 선저 종보강재와 연속되어야 하고, 종보강재 간격의 3배 이하로 최대 3.0 m 보다 크지 아니한 간격이어야 한다.

2.2.4 기관 거치대에 인접한 거더

기관 거치대에 인접하여 추가로 선저 선측 거더를 설치하여야 한다.

2.2.5 종늑골 방식 이중저의 늑판

이중저가 종늑골 방식인 경우, 늑판은 주기관과 추력 베어링 아래 모든 늑골에 설치되어야 한다. 주기관 및 베어링 거치대의 바깥측에서는 늑판을 늑골 한개 건너마다에 설치할 수 있다.

2.2.6 횡늑골 방식 이중저의 늑판

기관구역의 이중저가 횡늑골 방식인 경우, 늑판은 매 늑골마다 배치되어야 한다.

2.2.7 맨홀 및 웰

시트 및 인접한 지역의 근처에 위치한 늑판에 설치되는 맨홀의 수 및 크기는 이중저로의 접근 및 유지보수에 필요한 것으로 최소화 하여야 한다.

일반적으로 맨홀의 가장자리는 플랜지로 보강되어야 한다. 이렇게 할 수 없는 경우, 늑판은 맨홀의 측면에 평강으로 적절히 보강되어야 한다.

이동식 다공판을 가진 맨홀이 기관실 후단격벽의 근처에 배치된 웰 부근의 내저판에 설치되어야 한다.

터널의 배수는 터널 후단에 위치한 웰로 이루어지도록 배치되어야 한다.

2.2.8 내저판

주기관 또는 스러스트 베어링이 내저판에 직접 볼트 체결이 되는 경우, 내저판의 순 두께는 19.0 mm 이상 이어야 한다. 거치 볼트는 늑판 및 종거더에 가능한 가깝게 배치되어야 한다. 판 두께 및 거치 볼트의 배치는 또한 제조자의 권고를 고려하여야 한다.

2.2.9 무거운 설비

내저판 상에 무거운 설비가 직접 탑재되는 경우, 늑판과 거더의 두께는 적절히 증가되어야 한다.

3. 기관 거치대

3.1 일반사항

3.1.1

주기관 및 스러스트 베어링은 작용하는 다양한 중력, 추력, 토크, 동력 및 진동력을 견디기에 충분한 강도의 거치대에 의하여 선체구조에 유효하게 고정되어야 한다.

3.1.2

고출력 내연기관 또는 터빈 장치인 경우, 거치대는 일반적으로 이중저 구조와 일체형이어야 한다. 기관 거치대 또는 터빈기어 케이스 및 스러스트 베어링 근처의 내저판 두께를 충분히 증가시키는 것을 고려하여야 한다.(**그림** 1 제 1 형식 참조)

3.1.3

그림 2 제 2형식의 거치대로 지지되는 주기관의 경우, 기관으로부터 인접한 구조에 전달되는 힘은 가능한 한 균등하게 분산되어야 한다. 거치대를 지지하는 종방향 부재는 이중저 내의 거더와 일치하여야 하고, 횡방향 보강재는 늑판과 일치되게 배치되어야 한다.(**그림** 2 제 2형식 참조)

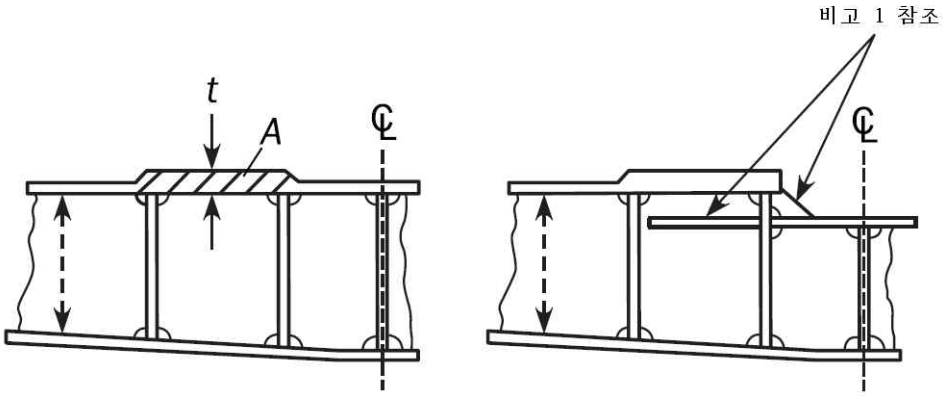


그림 1 : 기관 거치대 형식 1

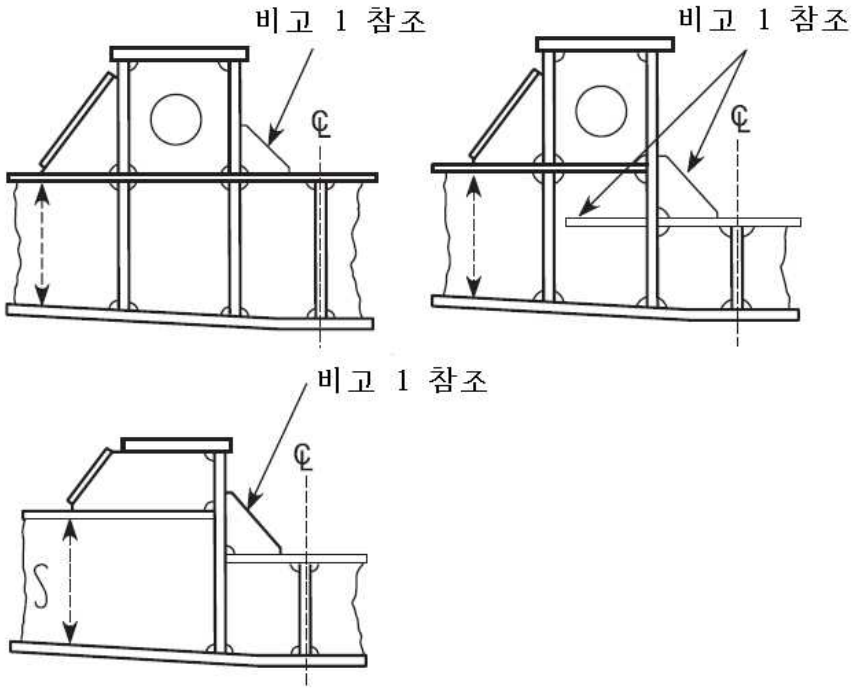


그림 2 : 기관 거치대 형식 2

비고 1 : 브래킷은 가능한 한 커야 한다. 기관 제조자의 권고에 따라 기관 거치대의 거더와 간섭되는 경우 브래킷은 생략될 수 있다.

3.2 내연기관 및 스러스트 베어링의 거치대

3.2.1

내연기관 및 스러스트 베어링 거치대의 치수를 결정하는데 있어서, 기관의 일반적인 강성 및 평형력을 벗어난 경우의 설계특성을 고려하여야 한다.

3.2.2

일반적으로, 내연기관 및 스러스트 베어링의 거치대에는 두 개의 거더를 설치하여야 한다.

3.3 보기의 거치대

3.3.1

보기는 기관으로부터의 하중을 지지구조에 균등하게 분배하도록 적절한 크기와 배치를 가지는 거치대 상에 고정되어야 한다.

제 3 절 선미부

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 선미격벽 후방 구조의 치수 및 배치에 적용한다.

2. 선미피크

2.1 구조 배치

2.1.1 늑판

늑판은 선미피크 내에서 각 늑골 간격마다 설치되어야 하고, 최소한 선미관 상부까지 연장되어야 한다. 늑판이 터널 갑판 또는 갑판까지 연장되지 아니한 경우, 늑판의 상단은 플랜지로 보강하여야 한다.

러더혼의 후면 근처와 러더혼 내의 웨브에 일치하여 두꺼운 늑판이 설치되어야 한다. 이들은 첫 번째 갑판 또는 터널 갑판까지 연장되도록 요구될 수 있다. 이 지역에서 절단, 스켈롭 또는 기타 개구는 최소화 하여야 한다.

2.1.2 플랫폼 및 선측 거더

선미피크 내의 플랫폼 및 선측 거더는 바로 전방부에 위치한 플랫폼 및 선측 거더와 일치하도록 배치되어야 한다.

만일 선체의 형상 및 접근의 필요성 때문에 이러한 배치가 불가능한 경우, 폭이 넓은 테이퍼링 브래킷을 사용하여 선미피크와 바로 전방의 구조 사이의 구조적 연속성을 확보하여야 한다.

선미피크가 선측이 종늑골 방식인 기관구역에 인접한 경우, 선미피크 내의 선측 거더에는 테이퍼링 브래킷을 설치하여야 한다.

선미탱크 상단으로부터 노천갑판까지의 깊이가 2.6 m 보다 크고 선측이 횡늑골 방식인 경우, 가능한 전방의 구조와 유사하게 일치시기 위하여 한개 또는 그 이상의 선측 거더를 설치하여야 한다.

2.1.3 종방향 격벽

일반적으로 선미피크 상부의 선체 중심선에는 매 늑골 간격마다 보강된 비수밀 종격벽을 설치하여야 한다. 튀어나온 선미가 매우 크거나, 수밀 또는 제수격벽으로 분리된 구역의 최대 폭이 20.0 m를 넘는 경우, 추가의 종방향 제수격벽이 요구될 수 있다.

2.1.4 대체설계 검증

설계자가 격자해석이나 유한요소해석에 의해 검증을 수행하고 수행한 해석의 전체 문서를 제공하는 경우, [2.1.1], [2.1.2] 및 [2.1.3]에 정의된 간격 및 배치 요건이 증가될 수 있다. 적용 허용기준은 **6장 6절** [3]에 따르며 유한요소해석은 **7장**의 요건에 따라 수행되어야 한다.

2.2 선미피크의 늑판과 거더의 보강

2.2.1

프로펠러 상부에 위치한 선미피크 평형수 또는 청수 탱크의 늑판 및 거더의 보강재는 [2.2.2] 및 [2.2.3]에 따라서 설계되어야 한다. 이 규정은 종방향으로 러더의 전단과 프로펠러 보스의 후단 사이의 지역, 횡방향으로 프로펠러의 지름 이내의 지역에 위치한 보강재에 적용된다.

2.2.2

늑판 및 거더의 보강재 높이 h_{stf}(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$h_{stf} = 80\ell_{stf}$ 평강 보강재인 경우

$h_{stf} = 70\ell_{stf}$ 구형 보강재 및 플랜지 보강재인 경우

ℓ_{stf} : **그림** 1에 따른 보강재의 길이로서 5.0 m보다 클 필요는 없다

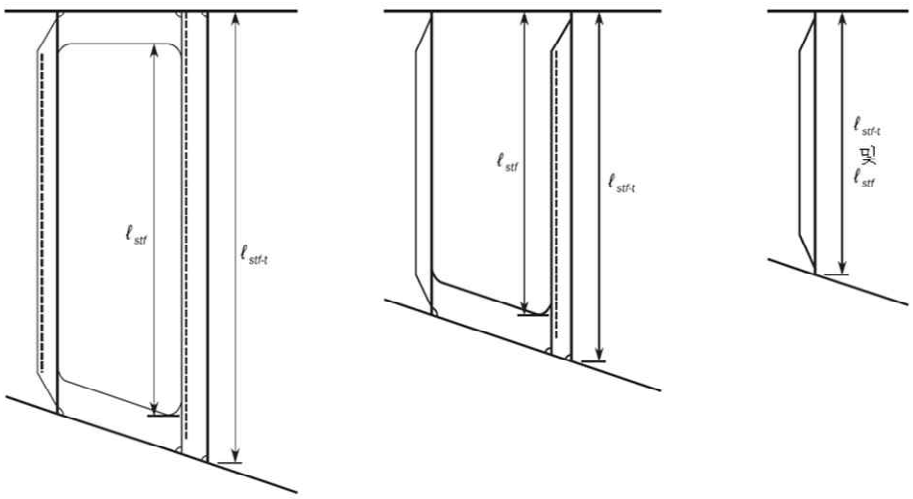
2.2.3

단부 브래킷은 다음과 같이 설치되어야 한다.

a) ℓ_{stf-t}가 4.0 m를 넘는 경우, 브래킷은 상단 및 하단에 설치되어야 한다.

b) ℓ_{stf-t}가 2.5 m를 넘는 경우, 브래킷은 하단에 설치되어야 한다.

ℓ_{stf-t} : 보강재의 총 길이(m)로서 **그림** 1에 따른다.



$\ell_{stf-t} > 4$인 경우 $\ell_{stf-t} > 2.5$인 경우 $\ell_{stf-t} \le 2.5$인 경우

그림 1 : 선미피크 내 늑판 및 거더의 보강

3. 선미재

3.1 일반사항

3.1.1

선미재는 강판 또는 중공단면을 가진 주강으로 제작될 수 있다. 적용하는 재료 상세 및 강재의 등급에 대하여는 **3장 1절**을 참조하여야 한다. 기타 재료 또는 구조의 선미재는 특별히 고려되어야 한다.

3.1.2

주강 및 조립 선미재는 적절한 간격으로 선미재 요구 두께의 80 % 이상인 총 두께 판으로 보강하여야 한다. 주강에서는 급격한 단면변화를 피하여야 한다. 모든 단면은 적절한 테이퍼링 반경을 가져야 한다.

3.1.3

프로펠러 상부에 있어서, 선형이 전폭에 걸치고(full) 중심선에 지지구조가 있는 경우 선미재의 총 두께는 [3.2.1]에 의한 두께의 80 %까지 감소할 수 있다.

3.2 프로펠러 포스트

3.2.1 프로펠러 포스트의 총 치수

프로펠러 포스트의 총 치수는 1축선에 대하여는 **표 1**, 2축선에 대하여는 **표 2**의 식에 의한 값 이상이어야 한다.

표 1 및 **표 2**와 다른 프로펠러 포스트의 치수 및 비율에 해당되는 경우, 프로펠러 포스트 단면의 종축에 대한 단면계수가 **표 1** 또는 **표 2**의 프로펠러 포스트 치수로 계산한 것 이상이어야 한다.

3.2.2 프로펠러 축 보싱

1축선의 경우, 프로펠러 포스트를 포함하여 프로펠러 축 보싱의 두께는 직사각형 단면의 바 프로펠러 포스트에 대하여 [3.2.1]에서 요구하는 치수 “b”의 60 % 이상이어야 한다.

표 1 : 1축선 - 프로펠러 포스트의 총 치수

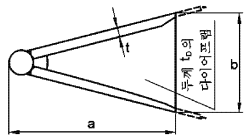
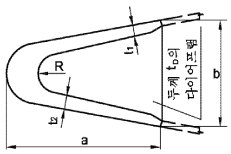
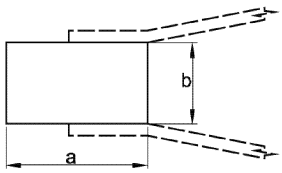
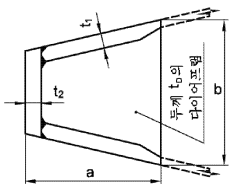
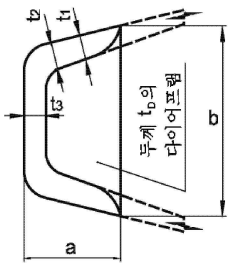
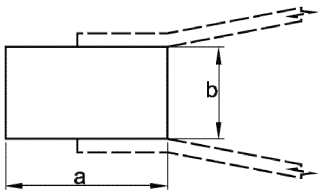
프로펠러 포스트의 총 치수(mm)	조립식 프로펠러 포스트 	주조식 프로펠러 포스트 	직사각형 단면을 가지는 주조 또는 단조의 바 형식의 프로펠러 포스트 
a	$50L_1^{1/2}$	$33L_1^{1/2}$	$10\sqrt{7.2L-256}$
b	$35L_1^{1/2}$	$23L_1^{1/2}$	$10\sqrt{4.6L-164}$
t_1	$2.5L_1^{1/2}$	$3.2L_1^{1/2}$	-
t_2	-	$4.4L_1^{1/2}$	-
t_d	$1.3L_1^{1/2}$	$2.0L_1^{1/2}$	-
R	-	50mm	-

표 2 : 2축선 - 프로펠러 포스트의 총 치수

프로펠러 포스트의 총 치수(mm)	조립식 프로펠러 포스트 	주조식 프로펠러 포스트 	직사각형 단면을 가지는 주조 또는 단조의 바 형식의 프로펠러 포스트 
a	$25L^{1/2}$	$12.5L^{1/2}$	$2.4L+6$
b	$25L^{1/2}$	$25L^{1/2}$	$0.8L+2$
t_1	$2.5L^{1/2}$	$2.5L^{1/2}$	-
t_2	$3.2L^{1/2}$	$3.2L^{1/2}$	-
t_3	-	$4.4L^{1/2}$	-
t_d	$1.3L^{1/2}$	$2.0L^{1/2}$	-

3.3 연결

3.3.1 선체 구조와의 연결

선미재는 선미구조와 유효하게 연결되어야 하고, 선미재의 하부는 용골과의 유효한 연결을 위하여 프로펠러 포스트의 전방으로 1500+6 L_2 mm 이상의 길이까지 연장되어야 한다. 다만, 선미재가 선미격벽을 넘어서까지 연장될 필요는 없다.

3.3.2 용골과의 연결

선미재 하부의 두께는 중실바(solid bar) 용골 또는 판 용골의 두께까지 점차 감소시킬 수 있다.

판 용골의 경우, 선미재의 하부는 용골과 유효하게 연결되도록 설계하여야 한다.

3.3.3 트랜섬 늑판과의 연결

타주 및 프로펠러 포스트는 이중저 높이보다 낮지 않은 높이를 갖고 다음 식에 의한 두께보다 두꺼운 순 두께를 가지는 트랜섬 늑판에 연결되어야 한다.(mm)

$t = 9 + 0.023 L_1$

3.3.4 중심선 내용골과의 연결

선미재가 주강인 경우, 선미재의 하부에는 실행 가능한 한 중심선 내용골과의 연결을 위하여 종방향 웨브를 설치하여야 한다.

4. 외판 구조에 대한 특별한 치수 요건

4.1 외판

4.1.1 선미재와 연결된 외판

선미재와 연결된 외판의 순 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.(mm)

$t = 0.094(L_2 - 43) + 0.009 b$

보스 및 용골판 주위 외판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$t = 0.105(L_2 - 47) + 0.011 b$

b : **3장 7절 [2.2.2]**의 패널의 너비(mm)

4.1.2 두꺼운 외판

[2.1.1]에 의한 두꺼운 늑판 근처에는 두꺼운 외판이 국부적으로 설치되어야 한다. 두꺼운 늑판의 바깥쪽에서의 외판의 두께는 실행 가능한 방법으로 점차 경감될 수 있다. 러더혼의 판이 외판 쪽으로 곡률을 가지는 경우, 외판과 연결되는 곳의 곡률 r(mm)은 다음 이상이어야 한다.

$r = 150 + 0.8 L_2$

4.1.3 스터스터 터널 판

터널 판의 순 두께 t_{tun}(mm)는 **10장 1절 [4.2.1]**의 요건에 적합하여야 한다.

5. 선미 슬래밍 하중을 받는 구조

5.1 일반사항

5.1.1 적용

이 항은 길이 150 m 이상 선박의 선미선저부 구조에 발생하는 국부 충격하중에 대한 보강요건을 규정한다. **[5.2]**의 선미 슬래밍 하중 P_{SS}은 **4장 5절 [3]**에 따른다. **6장**의 해당 치수요건에 추가하여 **[5.2]**의 요건이 적용되어야 한다.

5.2 선미 슬래밍

5.2.1 적용

선미선저구조는 선미 슬래밍 하중에 대하여 보강되어야 한다.

5.2.2 보강범위

일반적으로 보강은 AE의 전방 $0.1L$ 로부터 후방지역 그리고 수직방향으로 최소 설계 평형수 흘수 T_{AE}(**1장 4절 표 2** 참조) 상부로 연장되어야 한다.

보강된 지역 밖에서의 치수는 종강도 및 / 또는 횡강도의 연속성을 유지하기 위하여 테이퍼 되어야 한다.

5.2.3 선체외판

선체외판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = \frac{0.0158\alpha_p b}{C_d}\sqrt{\frac{P_{SS}}{R_{eH}}}$$

C_d : 판 용량 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_d = 1.22$$

5.2.4 외판 보강재

[5.2.2]에 따른 보강범위 내의 외판 보강재는 다음 기준을 따라야 한다.

a) 보강재의 순 웨브 두께 t_w(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_w = \frac{0.35 P_{SS} s\,\ell_{shr}}{d_{shr}\,\tau_{eH}}$$

b) 보강재의 순 소성 단면계수 Z_{pl}(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z_{pl} = \frac{0.6 P_{SS} s\,\ell_{bdg}^2}{f_{bdg} R_{eH}}$$

5.2.5 1차 지지부재

늑판 및 거더의 웨브 내 개구의 크기 및 수는 전단면적을 고려하여 최소화하여야 한다.

a) 단면계수

1차 지지부재의 단면계수 Z(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{400 P_{SS} S\,\ell_{bdg}^2}{f_{bdg} R_{eH}}$$ 다만, f_{bdg}은 10 이상이어야 한다.

b) 전단면적

스팬을 따라 임의의 위치에서 1차 지지부재 웨브의 전단면적 A_{shr}(cm^2)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{shr} = \frac{2.8 P_{SL} S \ell_{shr}}{\tau_{eH}}$$

제 4 절 슬로싱 압력을 받는 탱크

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

α_p : 패널 종횡비에 대한 보정계수로서 다음 식에 따른다.

$$\alpha_p = 1.2 - \frac{b}{2.1a}$$ 다만, 1.0보다 커서는 아니 된다.

a : **3장 7절 [2.1.1]**에 의한 패널의 길이.(mm)

b : **3장 7절 [2.1.1]**에 의한 패널의 너비.(mm)

ℓ_{bdg} : **3장 7절 [1.1.2]**에 의한 유효 굽힘 스팬.(m)

ℓ_{tk-h} : **4장 6절 [3.3.2]**에 의한 유효 슬로싱 길이.(m)

b_{tk-h} : **4장 6절 [3.4.2]**에 의한 유효 슬로싱 너비.(m)

I_{y-n50} : **5장 1절 [1.5]**에 의한 고려하는 종방향 위치에서 선체거더 순 수평 관성 모멘트.(m^4)

M_{sw} : **4장 4절 [2.2.2]**에 의한 고려하는 지점에서의 항해상태 선체거더의 호깅 및 새깅 정수중 허용 굽힘 모멘트.(kNm)

z_n : **5장 1절**에 의한 기선에서 수평 중립축까지의 거리.(m)

z : 고려하는 하중계산점 또는 기준점의 수직 좌표.(m)

σ_{hg} : **3장 7절 [2.2]** 또는 **3장 7절 [3.2]**에 의한 하중 계산점에서 계산된 선체거더 굽힘응력으로 다음 식에 따른다.(N/mm^2)

$$\sigma_{hg} = \left[\frac{(z - z_n)M_{sw}}{I_{y-n50}}\right]10^{-3}$$

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 탱크 내에 발생할 수 있는 국부적인 슬로싱 하중에 대한 보강요건에 적용한다.

탱크 내 액체의 자유로운 움직임으로 인한 슬로싱 하중은 **4장 6절 [3]**에 따른다.

1.2 일반 요건

1.2.1 평형수 탱크의 적재 높이

모든 평형수 탱크의 치수는 제한이 없는 적재 높이에 대하여 이 절에 규정된 슬로싱 요건을 따라야 한다.

1.2.2 구조상세

슬로싱 하중에 기인한 국부치수 증가는 하드 스팟, 노치 및 기타 유해한 응력집중의 상세 및 회피에 충분히 고려하여야 한다.

1.3 슬로싱 압력의 적용

1.3.1 일반사항

다음 탱크의 구조부재는 [1.3.4] 및 [1.3.5]에 따른 설계 슬로싱 압력 $P_{slh-\ln g}$ 및 P_{slh-t}에 대하여 평가되어야 한다.

a) 선수피크 및 선미피크 평형수 탱크

b) 액체가 자유 운동할 수 있는 기타 탱크 즉, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 청수 탱크 등

유효 슬로싱 길이 ℓ_{tk-h}가 0.03 L 보다 작은 경우, $P_{slh-\ln g}$에 관련된 계산은 요구되지 아니한다. 그리고 유효 슬로싱 너비 b_{tk-h}이 0.32 B 보다 작은 경우, P_{slh-t}에 관련된 계산은 요구되지 아니 한다.

1.3.2 최소 슬로싱 압력

4장 6절 [3.2]에 따른 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-\min}$은 [1.3.1]의 값보다 작은 유효 슬로싱 길이 ℓ_{tk-h} 또는 너비 b_{tk-h}를 가지는 탱크에 적용해야 한다.

1.3.3 평가대상 구조부재

다음의 구조부재가 평가되어야 한다.

a) 탱크의 경계를 이루는 판 및 보강재

b) 제수격벽의 판 및 보강재

c) 탱크 내에 위치한 1차 지지부재의 웨브 및 웨브 보강재

d) 탱크 내의 1차 지지부재를 지지하는 트리핑 브래킷

1.3.4 종방향 액체 운동에 의한 설계 슬로싱 압력의 적용

4장 6절 [3.3.2]에 따른 종방향 액체 운동에 기인한 설계 슬로싱 압력 $P_{slh-\ln g}$는 **그림** 1과 같이 다음의 부재에 적용되어야 한다.

a) 횡방향 수밀격벽

b) 횡방향 제수격벽

c) 횡방향 수밀 및 제수격벽의 스트링거

d) 횡격벽으로부터의 다음에 의한 거리 중 작은 것 내에 있는 종격벽, 갑판 및 내측 선체의 판 및 보강재

- 0.25 ℓ_{tk-h}
- 고려하는 높이에서 탱크 내부에 위치하는 경우, 횡격벽과 첫 번째 특설늑골 사이의 거리

이에 추가하여, **그림** 1과 같이 특설늑골이 격벽으로부터 0.25 ℓ_{tk-h} 내에 있는 경우, 횡방향 수밀 또는 제수격벽 부근의 첫 번째 특설늑골은 **4장 6절** [3.3.3]에 의한 슬로싱 압력 P_{slh-wf} 에 대하여 평가되어야 한다.

4장 6절 [3.2]에 따른 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-\min}$은 모든 기타 부재에 적용되어야 한다.

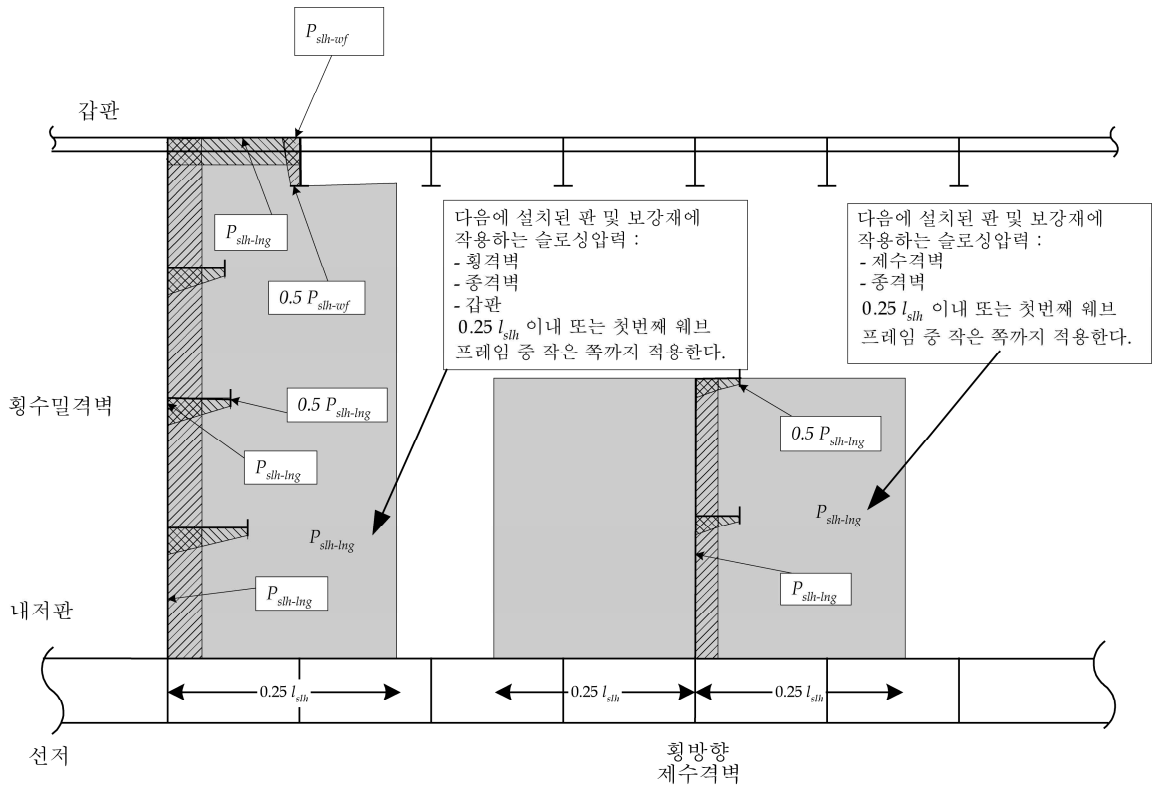


그림 1 : 종방향 액체 운동에 기인한 슬로싱 하중의 적용

1.3.5 횡방향 액체 운동에 의한 설계 슬로싱 압력의 적용

4장 6절 [3.4.2]에 따른 횡방향 액체 운동에 의한 설계 슬로싱 압력 P_{shl-t}는 **그림 2**와 같이 다음의 부재에 적용되어야 한다.

a) 종방향 수밀격벽
b) 종방향 제수격벽
c) 종방향 수밀 및 제수격벽의 수평 스트링거
d) 종격벽으로부터의 다음에 의한 거리 중 작은 값 내에 있는 스트링거 및 갑판을 포함한 횡 수밀격벽의 판 및 보강재
- $0.25\ b_{tk-h}$
- 고려하는 높이에서 탱크 내부에 위치하는 경우, 횡격벽과 첫 번째 거더 사이의 거리

이에 추가하여, **그림 2**와 같이 거더가 종격벽으로부터 $0.25\ b_{tk-h}$ 내에 있는 경우, 종방향 수밀 또는 제수격벽 주위의 첫 번째 거더는 **4장 6절 [3.4.3]**에 따른 슬로싱 압력 $P_{slh-grd}$에 대하여 평가되어야 한다.

4장 6절 [3.2]에 따른 최소 슬로싱 압력 $P_{slh-\min}$은 모든 기타 부재에 적용되어야 한다.

1.3.6 횡방향 및 종방향 유체 운동의 결합

횡방향 및 종방향 유체 운동에 기인한 슬로싱 압력은 독립적으로 작용하는 것으로 가정한다.

그러므로 구조부재는 종방향 및 횡방향 유체 운동에 기인한 최대 슬로싱 압력에 기초하여 평가되어야 한다.

1.3.7 추가적인 슬로싱 충격 평가

유효 슬로싱 너비 b_{tk-h}이 $0.56\ B$보다 크거나 또는 유효 슬로싱 길이 ℓ_{tk-h}가 $0.13\ L$보다 큰 탱크인 경우, **슬로싱 하중 평가 지침**에 따라 추가적인 슬로싱 충격 평가가 수행되어야 한다.

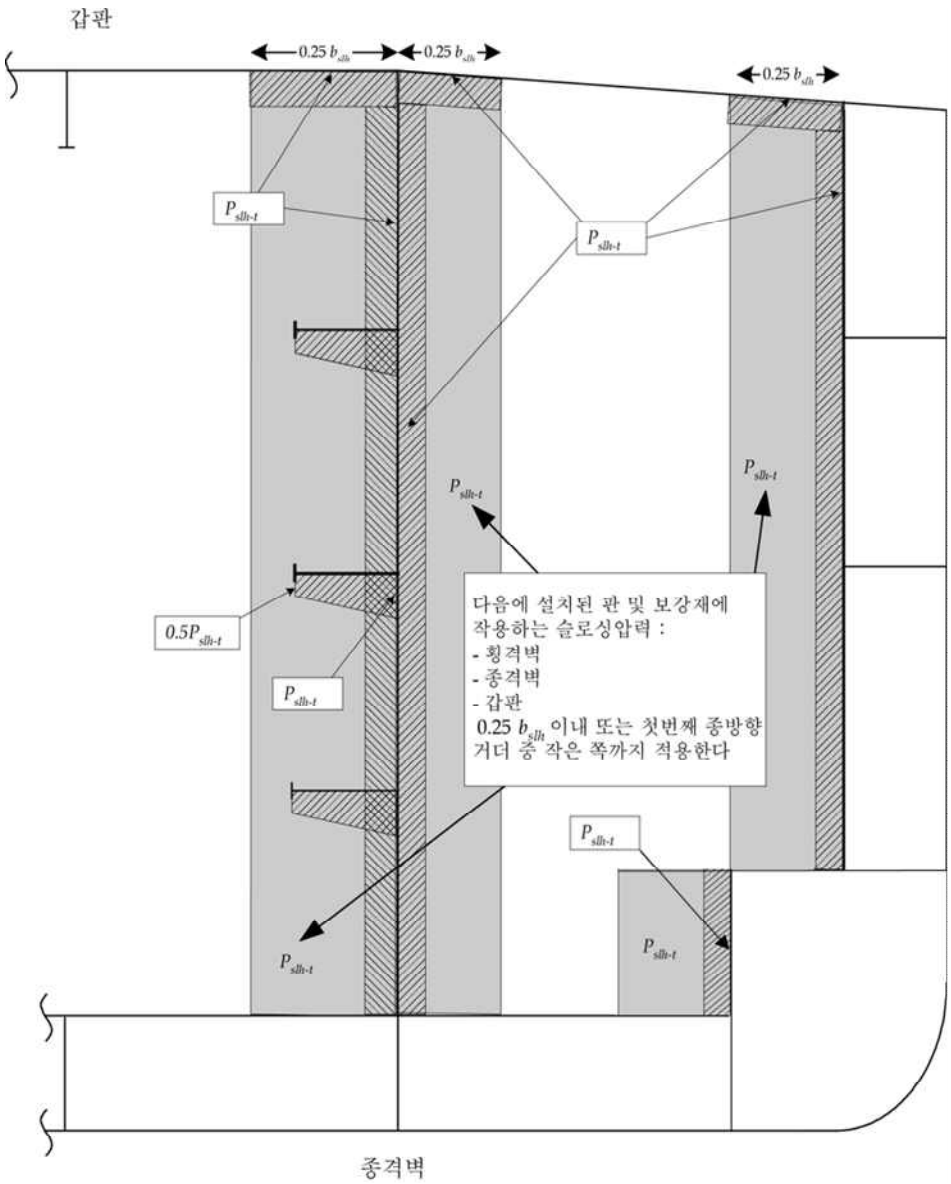


그림 2 : 횡방향 액체운동에 기인한 슬로싱 하중의 적용

2. 치수요건

2.1 판

2.1.1 순 두께

슬로싱 압력이 작용하는 탱크 경계 및 제수격벽을 형성하는 판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t = 0.0158\alpha_p b\sqrt{\frac{P_{slh}}{C_a R_{eH}}}$$

C_a : 허용 굽힘응력 계수로서 다음에 따른다.

$C_a = \beta_a - \alpha_a \frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$ 계수는 표 1에 따르며, 다만, $C_{a-\max}$ 보다 커서는 아니 된다.

σ_{hg} : 새깅 및 호깅 굽힘 모멘트의 최대값에 상응하는 선체거더 굽힘응력.(N/mm^2)

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-\mathrm{lng}}$, P_{slh-t} 혹은 $P_{slh-\min}$ 중 가장 큰 값.

표 1 : β_a, α_a 및 C_{a-max}

허용기준	구조부재		β_a	α_a	C_{a-max}
AC-S	다음에 국한되지는 않지만, 이를 포함하는 화물창 구역 내의 종강도 부재 • 갑판 • 평면 종격벽 • 종방향 거더 및 스트링거	종방향으로 보강된 판	0.9	0.5	0.8
		횡방향 또는 수직방향으로 보강된 판	0.9	1.0	0.8
	다음을 포함한 기타 강도부재 • 평면 횡격벽 • 횡방향 스트링거 및 특설늑골 • 화물창 구역 밖의 탱크 경계 판 및 1차 지지부재		0.8	0.0	0.8

2.2 보강재

2.2.1 순 단면계수

슬로싱 압력이 작용하는 보강재의 순 단면계수 $Z(\mathrm{cm}^3)$는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{P_{slh}\, s\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\, C_s\, R_{eH}}$$

f_{bdg} : 굽힘 모멘트 계수로서 다음에 따른다.

$f_{bdg} = 12$, 각 끝단부에서 회전에 대하여 고정된 보강재인 경우. 일반적으로 연속 보강재는 고정으로 간주하여 적용한다.

$f_{bdg} = 8$, 한쪽 혹은 양쪽 끝단부에 회전에 대하여 고정되지 아니한 보강재의 경우. 일반적으로 불연속 보강재에 적용한다.

C_s : 허용 굽힘응력 계수로서 다음에 따른다.

a) 선체거더 응력을 받는 부재들 : 표 2의 계수에 따른다.

b) 그 외의 경우 : $C_s = C_{s-\max}$.

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-\ln g}$, P_{slh-t} 혹은 $P_{slh-\min}$ 중 가장 큰 값.

$C_{s-\max}$: 표 3에 따른 계수

표 2 : 허용 굽힘응력 계수 C_s

선체거더 굽힘응력의 부호, σ_{hg} (1)	면외압력이 작용하는 쪽(2)	보강재 경계조건(3)	f_{bdg}	계수 C_s
인장 (+)	보강재 측	F - F	12	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$보다 커서는 아니 된다.
		F - S	8	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$보다 커서는 아니 된다.
		S - S	8	$C_s = C_{s-\max}$
	판 측	F - F	12	$C_s = C_{s-\max}$
		F - S	8	$C_s = C_{s-\max}$
		S - S	8	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$보다 커서는 아니 된다.
압축 (-)	보강재 측	F - F	12	$C_s = C_{s-\max}$
		F - S	8	$C_s = C_{s-\max}$
		S - S	8	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$보다 커서는 아니 된다.
	판 측	F - F	12	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$보다 커서는 아니 된다.
		F - S	8	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ 다만, $C_{s-\max}$보다 커서는 아니 된다.
		S - S	8	$C_s = C_{s-\max}$

(1) σ_{hg}는 호깅 및 새깅상태에 대하여 고려되어야 한다.
(2) 고려하는 탱크 내부에 있는 1차 지지부재 및 제수격벽의 슬로싱 압력은 보강재 및 판 측에 각각 적용하여야 한다.
(3) F - F는 회전에 대하여 보강재의 양단이 고정된 것을 의미한다.
F - S는 회전에 대하여 보강재의 한쪽 끝단은 고정되고 다른 쪽 끝단은 고정되지 않은 것을 의미한다.
S - S는 회전에 대하여 보강재의 양단이 고정되지 않은 것을 의미한다.

표 3 : β_s, α_s 및 C_{s-max}

허용기준	구조부재		β_s	α_s	C_{s-max}
AC-S	다음에 국한되지는 않지만, 이를 포함하는 화물창 구역 내의 종강도 부재: • 갑판 보강재 • 종격벽의 보강재 • 종방향 거더 및 스트링거의 보강재	종방향 보강재	0.85	1.0	0.75
		횡방향 또는 수직방향 보강재	0.7	0.0	0.7
	다음을 포함한 기타 강도부재 • 횡격벽의 보강재 • 횡방향 스트링거 및 특설늑골의 보강재 • 화물창 구역 밖의 탱크 경계 및 1차 지지부재의 보강재		0.75	0.0	0.75

2.3 1차 지지부재

2.3.1 웨브

1차 지지부재의 웨브 순 두께 t(mm)는 다음 이상이어야 한다.

$$t = 0.0158\,\alpha_p b \sqrt{\frac{P_{slh}}{C_a R_{eH}}}$$

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-\ln g}$, P_{slh-t}, P_{slh-wf}, $P_{slh-grd}$ 및 $P_{slh-\min}$중 가장 큰 값. 압력은 **그림** 1 및 **그림** 2와 같이 부재의 높이에 따른 분포를 고려하여 **3장 7장** [4.1]의 하중 작용점에서 계산되어야 한다.

C_a : [2.1.1]에 따른 허용 굽힘응력 계수

2.3.2 웨브 보강재

슬로싱 압력이 작용하는 1차 지지부재 웨브 보강재의 순 단면계수 Z(cm^3)는 다음 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{P_{slh}\, s\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\, C_s R_{eH}}$$

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-\ln g}$, P_{slh-t}, P_{slh-wf}, $P_{slh-grd}$ 및 $P_{slh-\min}$중 가장 큰 값. 압력은 **그림** 1 및 **그림** 2와 같이 부재의 높이에 따른 분포를 고려하여 **3장 7장** [3.2]의 하중 작용점에서 계산되어야 한다.

C_s : [2.2.1]에 따른 허용 굽힘응력 계수

f_{bdg} : [2.2.1]에 따른 굽힘 모멘트 계수

2.3.3 1차 지지부재를 지지하는 트리핑 브래킷

트리핑 브래킷의 유효 길이 d 이내 기선 부근의 1차 지지부재를 지지하는 트리핑 브래킷의 순 단면계수 Z(cm^3)와 개구 및 슬롯을 공제한 순 전단면적 A_{shr}(cm^2)는 다음 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{1000\, P_{slh}\, s_{trip}\, h^2}{2\, C_s R_{eH}}$$

$$A_{shr} = 10\frac{P_{slh}\, s_{trip}\, h}{C_t \tau_{eH}}$$

P_{slh} : [1.3]에 따른 $P_{slh-\ln g}$, P_{slh-t}, P_{slh-wf}, $P_{slh-grd}$ 및 $P_{slh-\min}$중 가장 큰 값. 평균 압력은 **그림** 1 및 **그림** 2와 같이 부재의 높이에 따른 분포를 고려하여 트리핑 브래킷의 중앙점에서 계산될 수 있다.

s_{trip} : 트리핑 브래킷 사이 또는 기타 1차 지지부재 또는 격벽 사이의 평균 간격.(m)

h : 트리핑 브래킷의 높이.(m) (**그림** 3 참조)

C_s : 트리핑 브래킷에 대한 허용 굽힘응력 계수로서 0.75로 한다.

C_t : 트리핑 브래킷에 대한 허용 전단응력 계수로서 0.75로 한다.

트리핑 브래킷의 단면계수 계산에 사용되는 부착된 판의 유효너비는 $h/3$을 사용하여야 한다. ⚓

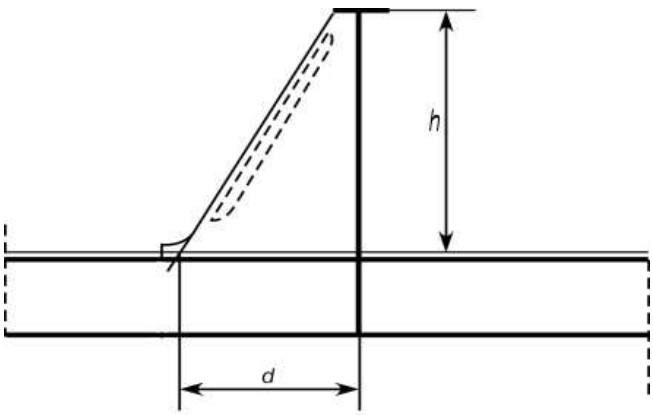


그림 4 : 트리핑 브래킷의 유효길이

14편 11장

선루, 갑판실 및 선체의장

제 1 절 선루, 갑판실 및 승강구

제 2 절 불워크, 보호난간 및 물결막이

제 3 절 의장설비

제 4 절 갑판설비에 대한 지지구조

제 5 절 창구

제 1 절 선루, 갑판실 및 승강구

기호

이 절에 정의되지 아니한 기호는 **1장 4절**을 따른다.

P : 고려하는 선루의 측면 또는 갑판에 작용하는 압력으로서 다음에 따른다.(kN/m^2)

$P = P_D$ 노출 갑판의 경우

$P = P_{dl}$ 비노출 갑판의 경우

$P = P_{sl}$ 선루의 측면인 경우

P_D : **4장 5절 [2]** 및 **4장 5절 [4.2]**에 따른 노출 갑판의 면외압력(kN/m^2).

P_{dl} : **4장 6절 [5]**에 따른 비노출 갑판의 면외압력(kN/m^2).

P_{Sl} : **4장 5절 [4.3]**에 따른 선루의 측면의 면외압력(kN/m^2).

P_{FB} : **4장 5절 [3.3.1]**에 따른 선수충격요건에 영향을 받는 선측외판의 면외압력(kN/m^2).

P_A : **4장 5절 [4.4.1]**에 따른 선루격벽 및 갑판실 벽에 대한 외압(kN/m^2).

C_w : **4장 4절**에 따른 파랑계수

ℓ_{bdg} : **3장 7절**에 정의된 유효 굽힘스팬(m)

ℓ_{shr} : **3장 7절**에 정의된 유효 전단스팬(m)

c : 계수로서 다음에 따른다.

$c = 0.75$ 보, 거더 및 횡방향 부재에서 한쪽 또는 양쪽 끝단이 단순지지인 경우

$c = 0.55$ 그 외의 경우

m_a : 계수로서 다음에 따른다.

$$m_a = 0.204\frac{s}{1000\ell_{bdg}}\left[4-\left(\frac{s}{1000\ell_{bdg}}\right)^2\right] \qquad \frac{s}{1000\ell_{bdg}} \le 1\text{인 경우}$$

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절의 요건은 강재로 제작된 선루, 갑판실 및 승강구에 적용한다. 선루 또는 갑판실의 측벽이 선측외판의 일부인 경우, 선루의 노출갑판 및 선루 또는 갑판실의 측벽에 대하여는 이 절의 요건에 추가하여 **6장**의 요건을 적용한다.

1.1.2

이 절을 적용함에 있어서, 선루는 선체중앙부 0.4 L 의 선미 또는 선수에 위치하거나 길이가 0.15 L 보다 작은 것으로 고려한다.

1.1.3

이 절을 적용함에 있어서, 선체중앙부 0.4 L 이내에 위치한 갑판실의 길이는 0.2 L 이하로 고려한다.

1.2 총 치수

1.2.1

3장 2절 [1.1.3]과 관련하여, **[3]**에 언급된 모든 치수 산정 및 치수는 총 치수이다.

2. 구조배치

2.1 구조적 연속성

2.1.1 갑판실의 격벽 및 측벽

후단격벽, 전단격벽 및 선측 격벽은 격벽, 거더 및 필러와 같은 갑판하부구조에 의해 유효하게 지지되어야 한다.

측벽, 주종격벽 및 주횡격벽은 거주구의 여러 층에 걸쳐 일치시켜야 한다. 이러한 구조적 배치가 불가능한 경우, 기타 유효한 구조로 지지되어야 한다.

조립단계에서의 불연속으로 인한 영향을 최소화하도록 배치하여야 한다. 측면에서의 모든 개구는 견고히 보강되어야 하고 충분한 둥근 모서리를 가져야 한다. 문 및 유사한 개구의 상부 및 하부에는 연속된 코밍 또는 거더를 설치하여야 한다.

2.1.2 갑판실 모서리부

강력갑판에 부착된 갑판실의 모서리부에서는 갑판하부 지지구조로 하중을 전달하도록 배치하여야 한다.

2.2 단부 연결

2.2.1 갑판 보강재

횡방향 보는 **3장 6절** [3.2]에 적합한 브래킷에 의하여 선측늑골과 연결되어야 한다. 종방향의 벽 및 거더를 통과하는 보는 종방향 벽의 보강재 및 거더의 웨브와 각각 브래킷 없이 용접으로 연결할 수 있다.

2.2.2 종방향 및 횡방향 갑판거더

면재는 **3장 6절** [4.3]에 따른 트리핑 브래킷에 의해 보강되어야 한다.

2.2.3 선루 늑골의 단부 연결

수직늑골은 하부의 주늑골 또는 하부에 충분한 지지구조를 갖는 갑판과 용접되어야 한다.

2.3 격벽의 국부보강

2.3.1

큰 개구 및 구명설비 또는 기타 장비나 의장품 등의 큰 하중을 지지하는 부분은 국부적으로 보강이 이루어져야 한다.

3. 치수

3.1 선루 측벽 및 갑판

3.1.1 노출 측판 및 갑판

지지 구조물을 포함하는 노출 측판 및 노출 갑판은 [3.2.1]부터 [3.2.5]까지의 요건을 따라야 하고, 적용 가능한 **10장 1절** [3.3]의 선수충격 요건을 따라야 한다.

3.1.2 비노출 갑판

선루의 비노출 갑판의 지지구조 및 갑판은 [3.2.2]부터 [3.2.5]까지의 요건을 따라야 한다.

3.2 갑판실

3.2.1 노출 갑판

판의 총 두께 $t_{gr-\exp}$ (mm)는 다음보다 작아서는 아니 된다.

$t_{gr-\exp} = 7.5\sqrt{\dfrac{ks}{s_{std}}}$ 1층인 경우

$t_{gr-\exp} = 7.0\sqrt{\dfrac{ks}{s_{std}}}$ 2층인 경우

$t_{gr-\exp} = 6.5\sqrt{\dfrac{ks}{s_{std}}}$ 3층 및 그 상부인 경우

s_{std} : 보강재 또는 보의 표준 참조 간격으로 다음 식에 의한 값. (mm)

$s_{std} = 470 + 1.67L_1$

피복재에 의해 보호되는 갑판인 경우, 갑판의 총 두께는 1.5 mm 감소시킬 수 있다. 다만, 5.0 mm보다 작아서는 아니 된다. 나무 이외의 다른 피복재가 사용되는 경우, 피복재가 강판에 영향을 주지 않도록 주의하여야 한다.

피복재는 갑판에 유효하게 설치되어야 한다.

3.2.2 비노출 갑판

비노출 갑판의 총 두께 $t_{gr-unexp}$ (mm)는 다음 식에 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다. 다만, 5.5 mm 이상이어야 한다.

$t_{gr-unexp} = 0.9t_{gr-\exp}$ 고려되는 층에서

$t_{gr-unexp} = \left(5.8\dfrac{s}{1000} + 1\right)\sqrt{k}$

3.2.3 갑판보 및 보강재

갑판보 및 보강재의 총 단면계수 Z_{gr}(cm^3) 및 총 전단면적 A_{sh-gr}(cm^2)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$Z_{gr} = c\,k\,P\dfrac{s}{1000}\ell_{bdg}{}^2$

$A_{gr-sh} = 0.05(1 - 0.817m_a)\,kP\dfrac{s}{1000}\ell_{shr}$

3.2.4 거더 및 트랜스버스

갑판 거더 및 트랜스버스의 총 단면계수 Z_{gr}(cm^3) 및 총 전단면적 A_{gr-sh}(cm^2)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$Z_{gr} = c\,k\,P\,S\,\ell_{bdg}{}^2$

$A_{gr-sh} = 0.05\,k\,P\,S\,\ell_{shr}$

거더의 깊이는 $\ell/25$보다 작아서는 아니 된다. 갑판보의 연속을 위하여 스켈롭이 있는 거더의 웨브 깊이는 최소한 갑판보 깊이의 1.5배이어야 한다.

3.2.5 갑판 거더 및 트랜스버스의 격자 해석

갑판 거더 및 트랜스버스가 격자구조와 같이 작용하도록 배치된 경우에는, 총 치수에 근거한 구조모델과 함께 추가적인 해석이 수행될 수 있다. 이에 따른 응력은 다음의 허용굽힘, 전단 및 등가 응력을 초과해서는 아니 된다. (N/mm^2)

$\sigma_b = 150/k$

$\tau = 100/k$

$\sigma_{eqv} = 180/k$

3.3 갑판실 벽 및 선루단 격벽

3.3.1 적용

[3.3]의 요건은 개구 및 거주구의 유일한 보호를 형성하는 선루단 격벽 및 갑판실 벽에 적용한다. 건현갑판, 선루갑판 또는 가장 낮은 층의 갑판실 정판의 개구를 보호하지 않는 갑판실의 격벽치수에 대하여는 특별히 고려할 수 있다. 해당 격벽이 거주구역을 포함하지 않거나 선박의 운항에 필수적인 장비를 보호하지 않는 경우, 기관실 위벽을 보호하지 않는 갑판실의 격벽치수는 특별히 고려할 수 있다.

3.3.2 판

판의 총 두께 t_{gr}(mm)는 다음 식에 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_{gr} = 0.9\frac{s}{1000}\sqrt{kP_A} + 1.5$$

$$t_{gr} = (5.0 + \frac{L_2}{100})\sqrt{k}$$ 가장 낮은 층인 경우

$$t_{gr} = (4.0 + \frac{L_2}{100})\sqrt{k}$$ 상부 층인 경우. 다만, 5.0 mm 이상이어야 한다.

3.3.3 보강재

보강재의 총 단면계수 Z_{gr}(cm^3)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z_{gr} = 0.35\, k\, P_A\, \frac{s}{1000}\, \ell^2$$

이 요건은 가장 낮은 층 보강재의 웨브가 갑판과 유효하게 용접된 것으로 가정한다. 다른 형식의 단부 연결에 대한 치수는 특별히 고려되어야 한다. 갑판실의 선측 보강재의 단면계수는, 간격 s 와 스팬 ℓ 을 고려하여야 하며, 바로 밑에 위치한 갑판 상 선측늑골보다 클 필요는 없다.

3.4 승강구

3.4.1

승강구의 치수는 [3.2] 및 [3.3]에 따라 결정되어야 한다.

제 2 절 불워크, 보호난간 및 물결막이

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

노출된 건현갑판 및 선루갑판의 경계, 제1층 갑판실의 경계 및 선루의 끝단에는 불워크 또는 보호난간을 설치하여야 한다.

1.2 최소 높이

1.2.1

불워크 또는 보호난간의 높이는 피복재로부터 측정하여 최소한 1.0 m이어야 하며, [2.2] 및 [3.2]의 요건에 따라 제작되어야 한다. 다만, 이 높이가 선박의 통상 작업을 방해하는 경우에는 보다 낮은 높이가 허용될 수 있다. 보다 낮은 높이의 허용이 요청되는 경우, 정당성을 입증하는 자료를 제출하여야 한다.

2. 불워크

2.1 일반사항

2.1.1

판재 불워크는 상단부가 적절한 레일로 보강되고 2.0 m 이하의 간격으로 스테이 또는 브래킷으로 보강되어야 한다. 스테이 또는 판재 브래킷의 자유변은 보강되어야 한다.

2.1.2

선체중앙부 0.6 L 내에서, 불워크는 선체거더 응력을 받지 않도록 배치되어야 한다.

2.1.3

불워크는 계선 파이프 부근에서 적절히 보강하고 두께를 증가시켜야 한다. 현문 또는 기타 개구는 선루단으로부터 가능한 한 떨어져 배치하여야 한다.

2.1.4

불워크는 계선 및 예인용의 호저홀, 페어리더 부근 및 슈라우드용 아이플레이트 또는 하역장치에 사용되는 기타 태클 부근에서도 적절히 보강되어야 한다.

2.1.5

불워크의 개구는 적어도 [3.2.2]에 규정된 횡봉을 설치하는 것과 동등한 수준으로 선원을 보호할 수 있도록 설치되어야 한다.

이를 위하여 횡봉을 대신하여 약 230 mm 간격으로 수직 레일 또는 봉을 인정할 수 있다.

2.1.6

계류장치가 불워크에 큰 하중을 가하는 경우, 스테이의 강도를 적절히 증가시켜야 한다.

2.2 불워크의 구조

2.2.1 판

노출된 건현갑판 및 선루갑판의 경계에서 불워크 판의 총 두께는 **표 1**에 주어진 값 보다 작아서는 아니 된다.

표 1 : 불워크 판의 두께

불워크의 높이	총 두께
1.8 m 이상	동일한 위치에서의 선루 측벽의 요구되는 두께로써 **11장 1절 [3.2.1]**에 따라 구한다. 다만, 6.5 mm 이상이어야 한다.
1.0 m	6.5 mm
중간높이	선형보간법에 의하여 결정되어야 한다

2.2.2 스테이

스테이의 총 단면계수 $Z_{stay-gr}$(cm^3)는 다음보다 작아서는 아니 된다.

$Z_{stay-gr} = 77\, h_{blwk}^2\, s_{stay}$

h_{blwk} : 갑판상면으로부터 난간 상면까지의 불워크 높이(m)

s_{stay} : 스테이의 간격(m)

단면계수의 계산에 있어서는 갑판에 연결된 재료만을 포함하여야 한다. 스테이의 벌브 또는 플랜지는 갑판에 연결된 경우 고려될 수 있다. 불워크 판이 현측후판에 연결된 경우, 600 mm를 넘지 아니하는 부착판의 폭이 포함할 수 있다.

2.2.3

불워크가 끝나는 곳에는 스테이나 증가된 강도의 브래킷을 개구 끝단에 설치하여야 한다. 불워크 스테이는 적절한 갑판하부 보강재에 의하여 지지되거나 연결되어야 한다. 보강재는 불워크 스테이 연결부에서는 양면 연속 필릿용접이 적용되어야 한다.

2.2.4

선루의 끝단 및 측판이 불워크로 연결되는 부분은 측판과 동일한 두께이어야 하고, 이러한 부분의 불워크에 개구가 있는 경우 두께를 증가시키거나 적절한 방법으로 보강되어야 한다.

3. 가드레일

3.1 일반사항

3.1.1

선루가 트렁크에 연결된 경우, 건현갑판의 노출부 전체 길이에 걸쳐 오픈 레일이 설치되어야 한다.

3.2 보호난간의 구조

3.2.1

보호난간의 지지대는 다음 요건에 적합하여야 한다.

a) 고정식, 탈착식 또는 힌지식의 지지대는 약 1.5 m의 간격으로 설치되어야 한다.
b) 적어도 매 3번째 지지대는 브래킷이나 스테이에 의해 지지되어야 한다.
c) 탈착식 또는 힌지식 지지대는 직립된 상태에서 고정될 수 있어야 한다.
d) 둥근 현측후판을 가지는 선박인 경우, 지지대는 갑판의 평평한 곳에 설치되어야 한다.
e) 용접된 현측후판을 가지는 선박인 경우, 지지대는 현측후판, 상부 스탠드 또는 연속된 거터 바에 부착되어서는 아니 된다.

3.2.2

보호난간의 최하부 횡봉과 갑판 또는 상부 스탠드까지의 간격은 230 mm를 넘어서는 아니 되며, 나머지 횡봉의 간격은 380 mm 이하이어야 한다.

3.2.3
특별한 경우 및 제한된 길이 내에서 보호난간 대신에 와이어로프가 인정될 수 있다. 이 경우 와이어로프는 턴버클을 이용하여 팽팽하게 유지되어야 한다.

3.2.4
두 개의 고정된 지지대 및 / 또는 불워크 사이에 설치되는 경우, 보호난간 대신에 체인이 인정될 수 있다. 개구가 큰 경우, 횡봉이 벌어지는 것을 방지하기 위하여 체인에 수직 봉을 설치하여야 한다.

4. 물결막이(Breakwater)

4.1 일반사항

4.1.1 배치
0.85 L 전방 갑판 상에 화물을 적재하는 경우, 물결막이(breakwater) 또는 대등한 보호 구조물(예, 고래등갑판(whaleback deck) 또는 귀갑갑판(turtle deck))이 설치되어야 한다.

4.1.2 물결막이의 치수
a) 물결막이의 권장 높이는 다음에 따른다. (m)

$h_w = 0.8\,(b\,C_w - z)$ 다만, $h_{w_\min}$ 이상이어야 한다.

$h_{w_\min} = 0.6(b\,C_w - z)$

z : 하기만재흘수선과 물결막이의 하단(bottom line)간의 거리(m).

$$b = 1.0 + 2.75\left(\frac{\frac{x}{L} - 0.45}{C_B + 0.2}\right)^2 \qquad (0.6 \le C_B \le 0.8)$$

x : L의 후단에서부터 물결막이까지의 거리 (m).

고래등갑판 또는 귀갑갑판의 평균 높이는 **그림** 1에 따라 유사하게 결정할 수 있다.

b) 물결막이는 최소한 물결막이 뒤편의 수송하고자 하는 갑판화물의 폭 만큼 넓어야 한다.

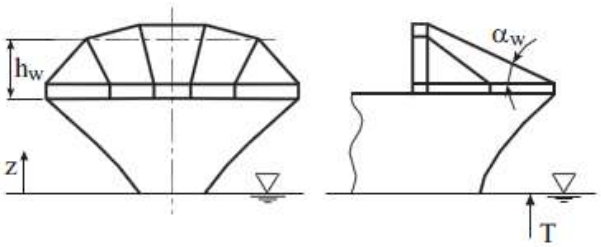


그림 1 : 고래등갑판(Whaleback)

4.1.3 컷아웃(cutouts)
물결막이 주요 지지부재의 웨브에서 컷아웃은 필요 최소한으로 감소시켜야 한다. 컷아웃의 자유단은 보강재로 보강하여야 한다. 만약 물결막이에 대한 하중을 감소시키기 위하여 판 내에 컷아웃이 발생하는 경우, 개별 하나의 컷아웃(single cutout) 면적은 0.2 m^2를 넘지 않아야 하며, 컷아웃 면적의 전체 합은 물결막이 판의 전체 면적의 3 %를 넘지 않아야 한다.

4.1.4 하중

a) 치수 결정을 위한 하중은 다음에 따른다. (kN/m^2)

$P_A = nc(bC_w - z)$

P_A는 다음의 값 이상이어야 한다.

$25 + \frac{L}{10}$ $L \leq 250$ m인 경우

50 $L > 250$ m인 경우

$n = 10 + \frac{L_2}{20}$

$c = \sin\alpha_w$ 다만, α_w는 중심선에서 결정, $20^\circ \leq \alpha_w \leq 90^\circ$

4.1.5 판 및 보강재

a) 판의 순 두께는 다음에 따라 결정된다. (mm)

$t = 0.9s\sqrt{P_A k} \cdot 10^{-3}$ 다만, $t_{\min}$ 이상이어야 한다.

$t_{\min} = (3.5 + \frac{L_2}{100})\sqrt{k}$

b) 보강재의 순 단면계수는 다음에 따른다. 보강재는 구조부재의 양단에 연결되어야 한다. (cm^3)

$Z = 0.07\frac{s\,\ell_{bdg}^2 P_A}{R_{eH}}$

c) 20° 미만의 경사각을 가진 고래등갑판의 경우, 판 및 보강재의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

4.1.6 1차 지지부재

구조의 1차 지지부재인 경우, 응력 해석을 수행하여야 한다. 이때 허용 등가응력 σ_{vm} (N/mm^2)는 R_Y를 초과할 수 없다.

4.1.7 좌굴강도

구조부재의 좌굴강도는 **8장 5절**에 따라 증명되어야 한다.

제 3 절 의장설비

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

묘박설비는 **4편 선체의장**의 관련 사항을 따른다.

제 4 절 갑판설비에 대한 지지구조

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
갑판설비 및 의장품의 지지구조와 지지대는 **4편 선체의장**의 관련 사항을 따른다.

1.1.2
갑판설비가 작동하중 및 그린 파랑하중과 같은 복합하중을 받는 경우, 작동하중 및 그린파랑하중은 거치대 및 지지구조의 강도평가에 대하여 개별적으로 적용되어야 한다.

1.2 제출자료

1.2.1
1장 3절에 따라 자료를 제출하여야 한다.

2. 앵커 윈들러스 및 체인스토퍼

2.1 일반사항

2.1.1
윈들러스는 갑판에 유효하게 거치되고 고정되어야 한다.

2.1.2
선박 건조자 및 윈들러스 제조자는 거치대가 윈들러스 설비의 안전한 작동 및 유지보수에 적절하다는 것을 확인하여야 한다.

2.1.3
지지구조는 **[2.1.5]** 및 **[2.1.6]**에 규정된 각 하중시나리오에 대하여 응력이 **[2.1.12]** 및 **[2.1.15]**의 허용값을 초과하지 아니하도록 설계되어야 한다.

2.1.4
이러한 요건은 순 치수를 기반으로 평가되어야 한다.

2.1.5
다음의 하중상태에서 앵커의 작동을 적절히 검토하여야 한다.

a) 체인스토퍼가 설치되었지만 윈들러스에 부착되지 않은 경우 : 앵커체인 최소 파단강도의 45 %
b) 체인스토퍼가 설치되지 않았거나 체인스토퍼가 윈들러스에 부착된 경우 : 앵커체인 최소 파단강도의 80 %
c) 체인스토퍼 : 앵커체인 최소 파단강도의 80 %

2.1.6
다음의 힘들이 0.25 L 전방의 그린파랑하중에 의한 설계하중에 대하여 검토되어야 하는 독립된 하중상태에 적용되어야 한다.(**그림 1** 참조)

$P_x = 200\,A_x$ (kN), 축에 수직으로 작용

$P_y = 150\,A_y\,f$ (kN), 축에 평행하게 작용(선내측 및 선외측 방향이 개별적으로 검토되어야 한다)

A_x : 정면 투영 면적(m^2)

A_y : 측면 투영 면적(m^2)

f : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 2.5보다 클 필요는 없다.

$f = 1 + B_W/H$,

B_W : 축에 평행하게 측정한 윈들러스의 폭(m). (**그림 1** 참조)

H : 윈들러스의 전체 높이(m). (**그림 1** 참조)

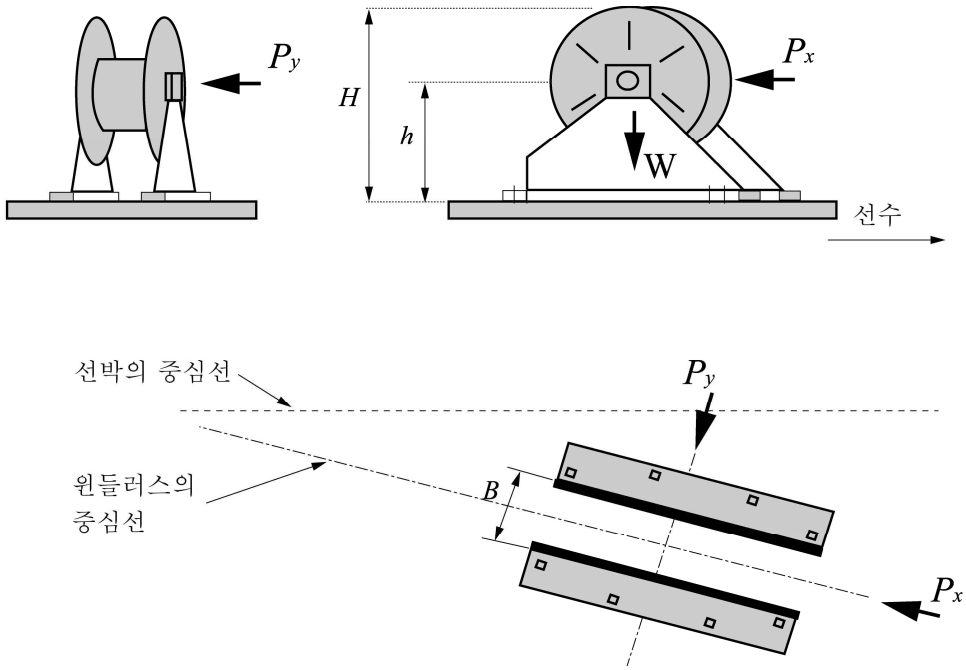


그림 1 : 힘과 중량의 방향

2.1.7

윈들러스를 갑판에 고정시키는 볼트, 초크 및 스토퍼에 그린파랑 설계하중에 의한 하중이 계산되어야 한다. 윈들러스는 한 개 또는 그 이상의 볼트를 포함하는 몇 개의 볼트 그룹 N에 의하여 지지된다. (**그림 2** 참조)

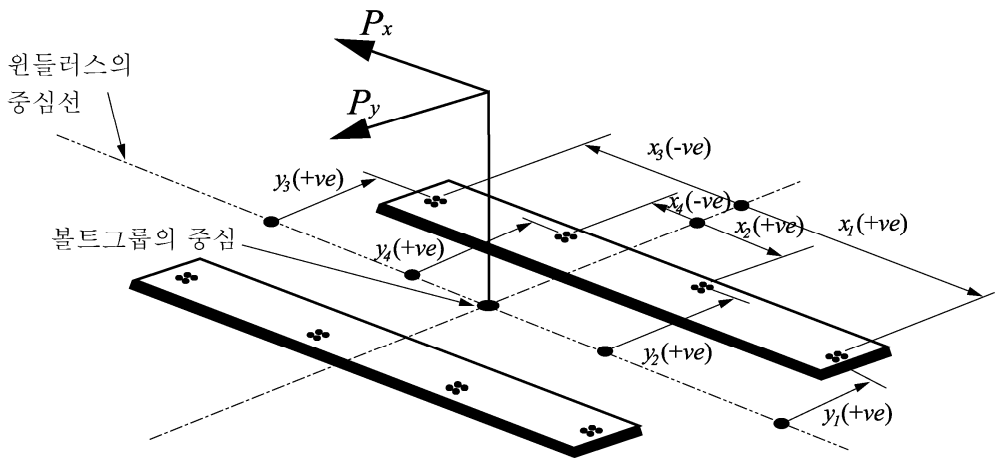


그림 2 : 볼트 배치 및 부호규정

2.1.8

인장을 양으로 하는 볼트 그룹(또는 볼트) i 내의 축력 R_ξ 및 R_{yi}는 다음에 따른다.

$R_{xi} = P_x\ h\ x_i\ A_i\ /\ I_x$

$R_{yi} = P_y\ h\ y_i\ A_i\ /\ I_y$

$R_i = R_{xi} + R_{yi} - R_{si}$

P_x : 윈들러스 축에 수직으로 작용하는 힘(kN)

P_y : 윈들러스 축에 평행하게 작용하는 볼트 그룹 i 내의 힘(kN)으로 선내측 또는 선외측 중 큰 값

h : 윈들러스 거치대로부터 윈들러스 축까지의 높이(cm) (**그림 1** 참조)

x_i, y_i : 전체 N개의 볼트 그룹의 기하학적 중심으로부터 볼트 그룹 i의 x 및 y 좌표(cm). 힘이 작용하는 반대 방향을 양으로 한다.

A_i : 그룹 i 내의 모든 볼트의 단면적(cm^2)

I_x : N개의 볼트 그룹에 대하여 x 방향 관성(cm^4)으로 다음 식에 따른다.

$I_x = \sum A_i x_i^2$

I_y : N개의 볼트 그룹에 대하여 y 방향 관성(cm^4)으로 다음 식에 따른다.

$I_y = \sum A_i y_i^2$

R_{si} : 윈들러스의 중량에 의한 볼트 그룹 i에서의 정적 반력(kN)

2.1.9

볼트 그룹 i에 작용하는 전단력 F_ξ 및 F_{yi} 그리고 합성력 F_i는 다음 식에 따른다.

$F_{xi} = (P_x - C_1 mg)/N$

$F_{yi} = (P_y - C_1 mg)/N$

$F_i = \sqrt{F_\xi^2 + F_{yi}^2}$

C_1 : 마찰계수로서 0.5로 한다.

m : 윈들러스 중량(ton)

g : 중력가속도로 9.81 m/s^2 로 한다.

N : 볼트 그룹의 수

2.1.10

[2.1.5] 및 [2.1.6]에 규정된 하중에 의한 합성력은 지지구조의 설계 시에도 고려하여야 한다.

2.1.11

윈들러스의 제동기를 위하여 별도의 거치대가 설치되는 경우, 제동기는 [2.1.5]에 따른 하중상태 (a) 및 (b)가 작용한다고 가정하여 합성력의 분포를 계산하여야 한다.

2.1.12

지지구조에 전달되는 앵커 설계하중으로 인한 응력은 다음의 허용 값보다 커서는 아니 된다.

- 법선응력: 1.0 R_{eH}
- 전단응력: 0.6 R_{eH}

2.1.13

각 볼트 그룹 i 내의 개별적인 볼트 내에서의 그린파랑 설계하중으로 인한 인장 축응력은 상기 힘을 받는 상태에서의 볼트 내력의 50 %를 넘어서는 아니 된다. 하중은 앵커체인 방향으로 작용하여야 한다. 설치된 볼트가 한쪽 또는 양쪽 방향으로 이들 전단력을 지지하도록 설계된 경우, 본미세스(von-Mises) 등가응력은 볼트 내력의 50 %를 넘어서는 아니 된다.

2.1.14

그린파랑 설계하중 F_{xi} 및 F_{yi}로 인한 수평방향 힘은 전단 쵸크에 의하여 지지될 수 있다. 거치대에 접착을 위하여 수지가 사용되는 경우, 계산에 합당한 고려를 하여야 한다.

2.1.15

지지구조에 전달되는 그린파랑 설계하중으로 인한 응력은 다음의 허용 값 보다 커서는 아니 된다.

- 법선응력: 1.0 R_{eH}
- 전단응력: 0.6 R_{eH}

3. [삭제]

4. 크레인, 데릭, 리프팅 마스트 및 구명설비

4.1 일반사항

4.1.1

일반적으로 구명설비의 지지구조 및 안전사용하중이 30 kN 보다 크거나 지지구조에 대한 최대 전도 모멘트가 100 kNm보다 큰 크레인, 데릭, 리프팅 마스트의 지지구조는 이 요건을 따라야 한다.

4.1.2

이 요건은 갑판과 크레인, 데릭 및 리프팅 마스트의 지지구조의 연결에 적용한다. 크레인, 데릭 또는 리프팅 마스트가 우리 선급의 승인을 받아야 하는 경우, 선급 및 강선규칙의 관련 요건에 적합하여야 한다.

4.1.3

이 요건은 다음 사항을 포함하지는 아니한다.

a) 구명설비용 지지대를 제외한 선원 또는 여객을 위한 승강설비의 지지
b) 하역설비의 페데스털(pedestal) 또는 갑판연결부 상부의 지주(post) 구조
c) 하역설비의 일부로 고려되는 거치 볼트와 그 배치

하역설비라 함은 크레인, 데릭 또는 리프팅 마스트로 정의된다.

4.1.4 안전사용하중의 정의

안전사용하중이라 함은 하역설비가 임의의 특정 아웃리치(outreach)에서 들어 올릴 수 있다고 보증된 최대하중으로 정의된다.

4.1.5 자중

자중은 모든 권상장구(lifting gear)의 중량을 포함한 하역설비의 계산된 총 자중이다.

4.1.6 전도 모멘트(overturning moment)

전도 모멘트는 아웃리치 및 자중을 고려하여, 안전사용하중에서 작동 시 하역설비에 의하여 발생하는 하역설비와 선체 구조의 연결부에서 계산되는 최대 굽힘 모멘트이다.

4.1.7

크레인 페데스털 및 데릭 마스트의 정의는 **그림** 3에 따른다.

4.1.8

갑판 및 갑판하 구조는 하중 및 최대 전도 모멘트에 대하여 데릭 마스트 및 크레인 페데스털을 적절히 지지할 수 있어야 한다. 갑판이 관통되는 경우, 갑판은 적절히 보강되어야 한다.

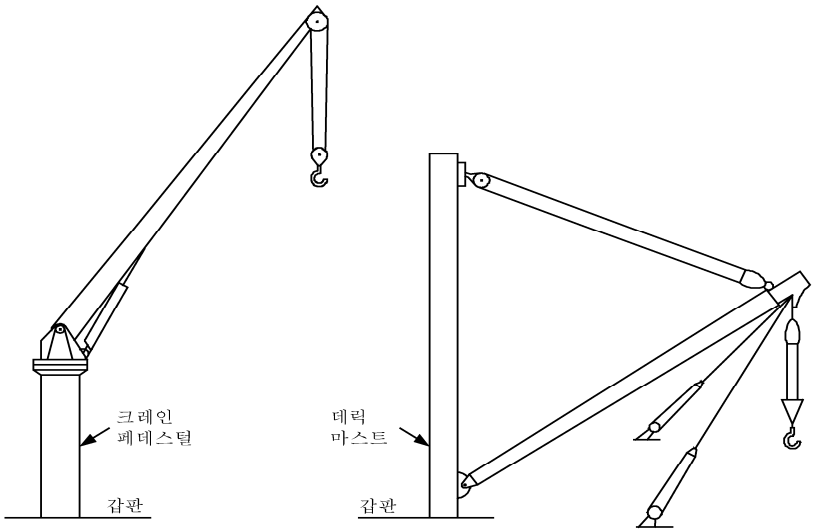


그림 3 : 크레인 페데스털 및 데릭 마스트

4.1.9

갑판구조의 구조적 연속성이 유지되어야 한다.

갑판하 부재는 크레인 페데스털을 지지할 수 있어야 하며 다음에 따른다.

a) 페데스털이 갑판상부 브래킷이 없이 갑판에 직접 연결되는 경우, 크레인 페데스털에 직접 일치되도록 적절한 갑판하 구조를 설치하여야 한다. 크레인 페데스털이 브래킷이 없이 갑판에 부착되는 경우 또는 크레인 페데스털이 갑판을 통해 연속되지 아니한 경우, 크레인 페데스털과 갑판의 용접 및 갑판하 지지구조는 적절한 완전용입 용접이어야 한다. 용접연결부의 설계는 **[4.1.15]**에 따라 용접연결부의 계산된 응력에 적절한 것이어야 한다.

b) 페데스털이 브래킷으로 갑판에 직접 연결되는 경우, 갑판하 지지구조는 하중을 만족스럽게 전달하고 구조적으로 취약한 지역을 피하도록 설치되어야 한다. 갑판상 브래킷은 페데스털의 내측 또는 외측에 설치될 수 있고 갑판 거더 및 웨브와 일치되어야 한다. 급격한 단면의 변화에 의한 응력집중이 발생하지 않도록 설계하여야 한다. 브래킷 및 하중을 직접 전달하는 기타의 구조와 갑판하 지지구조는 적절한 완전용입 용접으로 갑판에 용접되어야 한다. 용접 연결부의 설계는 **[4.1.15]**에 따라 계산된 응력에 적절한 것이어야 한다.

4.1.10

갑판 재료는 크레인 페데스털에 적합한 것이어야 한다. 필요한 경우, 두꺼운 삽입판을 설치하여야 한다. 구조가 인장을 받는 경우, 어떠한 경우에도 덧댐판을 사용하여서는 아니 된다.

4.1.11

[4.1.13] 및 **[4.1.14]**에 규정된 하중상태에 대하여 응력이 **[4.1.15]**의 허용 값을 초과하지 아니하도록 설계되어야 한다. 좌굴 손상에 견딜 수 있는 지지구조의 능력이 확보되어야 한다.

4.1.12

이러한 요건은 총 치수를 기반으로 평가되어야 한다.

4.1.13

항내에서만 사용하도록 제한된 하역설비인 경우, 설계하중은 하역설비의 자중에 안전사용하중의 1.3배를 더한 값이어야 한다.

4.1.14

구명설비의 지지구조의 설계하중은 안전사용하중의 2.2배로 취하여야 한다.

4.1.15

지지구조의 응력은 다음 허용 값을 초과해서는 아니 된다.

- 법선응력 : 0.67 R_{eH}
- 전단응력 : 0.39 R_{eH}

5. [삭제]

6. 기타 갑판설비

6.1 지지 및 부착

6.1.1

다음의 일반요건은 선체 구조상에 상대적으로 작은 하중을 부과하는 기타설비의 지지 및 부착의 설계에 고려되어야 한다. 이러한 상세의 배치도 및 도면승인은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

6.1.2

지지위치는 선체 구조에의 부착이 끝단 브래킷의 끝단과 같이 갑판개구 및 응력집중부에서 떨어지도록 배치되어야 한다. 지지의 설계는 갑판에의 부착이 하드 포인트(hard point)의 생성을 최소화하도록 하는 것이어야 한다.

제 5 절 창구

기호

이 절에 정의되지 않은 기호는 **1장 4절**에 따른다.

1. 창구 및 기타 갑판개구

1.1 적용

1.1.1

[5.5.3]에 정의하는 **제1위치** 및 **제2위치**의 창구는 주관청이 승인하는 경우를 제외하고 개스킷과 클램핑 장치에 의하여 강 또는 이와 동등한 재료의 창구덮개에 의하여 풍우밀을 확보하여야 한다.

1.1.2 노출갑판의 위치

노출갑판의 위치는 다음과 같이 2가지로 분류하여 정의한다.

- **제1위치** : 노출된 건현갑판 및 저선미루 갑판 상, 그리고 L_{LL}의 전단으로부터 0.25 L_{LL} 지점 전방의 노출된 선루갑판 상
- **제2위치** : L_{LL}의 전단으로부터 0.25 L_{LL} 지점 후방에 위치하고 건현갑판으로부터 표준 선루 높이 1배 상부의 노출된 선루갑판 상, L_{LL}의 전단으로부터 0.25 L_{LL} 지점 전방에 위치하고 건현갑판으로부터 표준 선루 높이 2배 상부의 노출된 선루갑판 상

1.1.3 창구코밍의 높이

a) 창구코밍의 갑판 상면상의 높이는 위치에 따라 다음의 높이 이상이어야 한다.
- **제1위치** : 600 mm
- **제2위치** : 450 mm

b) 선루갑판보다 상부의 노출갑판의 창구의 창구덮개 및 코밍에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

c) 개스킷과 클램핑 장치로 풍우밀을 유지하는 강재 창구덮개로 폐쇄되는 창구의 코밍 높이를 1항에 의한 것보다 낮추거나 또한 코밍을 생략할 수 있다. 이 경우 창구덮개의 치수, 개스킷, 클램핑 장치 및 배수설비에 대하여는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

1.1.4 창구덮개

노출갑판 상의 창구덮개는 풍우밀이어야 한다.

폐위된 선루 내의 창구덮개는 풍우밀이 아니어도 된다. 다만, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 기타의 탱크에 설치된 창구덮개는 수밀이어야 한다.

1.1.5 재료

창구덮개 및 코밍에 사용되는 강재는 **2편 1장**의 요건에 적합하여야 하며 창구덮개 정판, 저판 및 1차 지지부재는 **3편 1장 표 3.1.10**의 I급 강재를 사용하여야 한다.

강재 이외의 재료를 사용할 경우, 강재 창구덮개와 동등한 강도 및 강성을 가져야 한다.

1.1.6 순 요구 치수

a) 별도로 규정하는 경우를 제외하고 이장에서 규정하는 구조치수는 부식추가를 포함하지 않는 치수(이하 순 치수라 한다)로 한다.

b) 순 치수는 [1.3] 및 [1.4]의 규정에 의하여 계산된 각 부재에 요구되는 최소 치수이다.

c) 요구 총 치수는 순 치수에 **표 1**에 따른 부식추가를 더한 값 이상이어야 한다.

d) 유한요소법 또는 격자해석에 의한 강도평가를 하는 경우 모델링은 순 치수로 하여야 한다.

1.1.7 부식추가

a) 강재 창구덮개 및 코밍에 대한 부식추가는 **표 1**에 따른다. 다만, 스테인리스 강재 및 알루미늄 합금재의 부식추가 t_c는 0.0 mm 로 한다.

b) 신환두께

이 장의 적용을 받는 강재 창구덮개 및 코밍은 건조 시의 두께($t_{as-built}$) 및 다음의 산식에 의한 신환두께($t_{renewal}$)를 도면에 기재하여야 한다. 다만, 건조 시의 두께를 특히 증가시킨 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 할 수 있다.

$t_{renewal} = t_{as-built} - t_c + 0.5$ (mm)

t_c : **표 1**에 따른 부식추가. 다만, t_c 가 1.0 mm인 경우에는 $t_{renewal} = t_{as-built} - t_c$ (mm)로 한다.

표 1 : 강재 창구덮개 및 창구코밍에 대한 부식추가 t_c

구조물	t_c (mm)
창구덮개	1.0
창구코밍	1.5

c) 강재 교체

(1) 계측된 두께 t_g에 따른 처리 방법은 **표 2**에 따른다.

(2) 보호도장을 시공하는 경우 도장은 도료 제조업자의 요건에 따라야 한다. 도장은 **1편 2장 101.**의 **16항**에 정의된 "양호(GOOD)" 상태를 유지하여야 한다.

(3) 이중 창구덮개의 내부재의 경우, 정판 또는 저판의 강재가 교체되거나 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 두께 계측이 요구된다. 이때, 계측된 두께가 t_{net} 미만인 경우, 내부재의 강재를 교체하여야 한다.

표 2 : 계측 두께 t_g에 따른 처리 방법

처리방법	$t_c \geq 1.5$ mm인 경우	$t_c = 1.0$ mm인 경우
강재 교체	$t_g < t_{net} + 0.5$ mm	$t_g \leq t_{net}$ mm
보호도장 시공 또는 연차검사 시 두께 계측	$t_{net} + 0.5 < t_g < t_{net} + 1.0$ mm	$t_{net} < t_g < t_{net} + 0.5$ mm

1.2 설계하중

1.2.1 창구덮개 및 코밍의 설계하중

a) 이 장을 적용하는 창구덮개 및 코밍의 설계하중은 **[1.2.2]**부터 **[1.2.6]**까지에 의한 값 이상이어야 한다.

b) 용어의 정의

x : 선박의 길이 L 또는 L_{LL}의 후단으로부터 고려하는 구조부재의 중심점까지 거리 (m)

h_N : 표준 선루 높이로 다음에 의한 값 (m). 다만, 1.8 m 이상이어야 하며 2.3 m 보다 클 필요는 없다.

$h_N = 1.05 + 0.01 L_{LL}$

$D_{\min}$: 건현갑판의 형 현호선에 접하는 선박(스케그 포함)의 용골선에 평행인 선을 그어 형성되는 최소 형 깊이(m)

1.2.2 수직 파랑하중

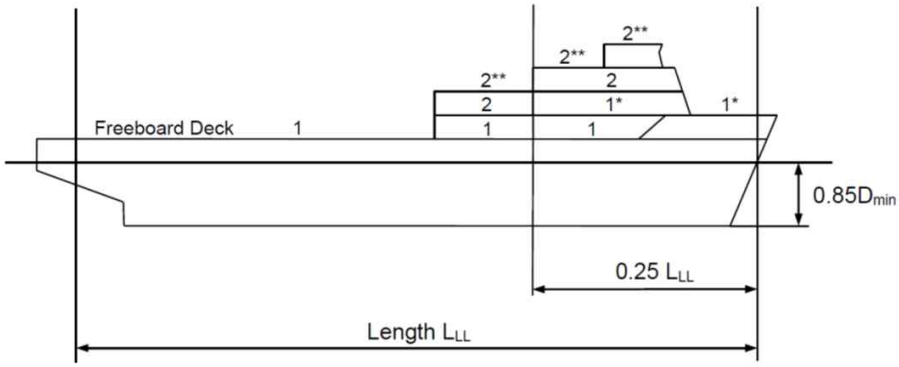
a) 창구덮개에 작용하는 수직 파랑하중은 **표 3**에 따른다.

b) **[1.2.4]** 및 **[1.2.5]**에 의한 화물 하중과 동시에 작용하지 않는 것으로 고려한다.

c) 건현이 큰 선박의 경우, 흘수가 실제 건현갑판으로부터 표준 선루 높이 h_N 만큼 하방에 위치하는 가상 건현갑판을 기준으로 계산한 최소 건현에 상응하는 흘수보다 작은 경우, 실제 건현갑판 상의 창구덮개 설계하중은 **표 3**의 선루갑판 값을 사용할 수 있다. (**그림 2** 참조)

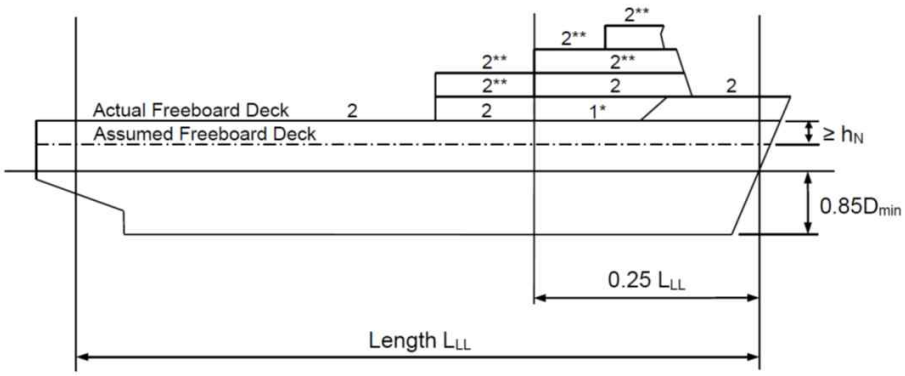
표 3 : 노출갑판 창구의 수직 파랑하중 P_V

위치	L_{LL}(m)	수직 파랑하중 P_V [kN/m^2]	
		$\frac{x}{L_{LL}} \le 0.75$	$0.75 < \frac{x}{L_{LL}} \le 1.0$
1	24 m≤ L_{LL} ≤100 m	$\frac{9.81}{76}(1.5L_{LL}+116)$	· 건현갑판 상 $\frac{9.81}{76}\left[(4.28L_{LL}+28)\frac{x}{L_{LL}}-1.71L_{LL}+95\right]$ · 건현갑판으로부터 표준 선루 높이 한 층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판(*) $\frac{9.81}{76}(1.5L_{LL}+116)$
	L_{LL}〉 100 m	34.3 (9.81×3.5)	· 건현이 B형인 선박의 건현갑판 상 $9.81\left[(0.0296L_1+3.04)\frac{x}{L_{LL}}-0.0222L_1+1.22\right]$ · 건현이 B-60 또는 B-100형인 선박의 건현갑판 상 $9.81\left[(0.1452L_1-8.52)\frac{x}{L_{LL}}-0.1089L_1+9.89\right]$ $L_1 = L_{LL}$. 다만, 340 m 이상일 경우에는 340 m로 한다. · 건현갑판으로부터 표준 선루 높이 한 층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판(*) 34.3 (9.81×3.5)
2	24 m≤ L_{LL} ≤ 100 m	$\frac{9.81}{76}(1.1L_{LL}+87.6)$	
	L_{LL}〉100 m	25.5 (9.81×2.6)	
		· 가장 낮은 제2위치 갑판으로부터 표준 선루 높이 한 층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판(**) 20.6 (9.81×2.1)	
(비고) (*), (**)는 **그림 1** 및 **그림 2**의 *, ** 을 의미한다.			



* 건현갑판으로부터 표준 선루 높이 한 층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판의 경감된 하중 적용
** $L_{LL} > 100\,\mathrm{m}$ 선박의 경우, 가장 낮은 **제2위치** 갑판으로부터 표준 선루 높이 한 층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판의 경감된 하중 적용

그림 1 : 제1위치 및 제2위치



* 건현갑판으로부터 표준 선루 높이 한 층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판의 경감된 하중 적용
** $L_{LL} > 100\mathrm{m}$ 선박의 경우, 가장 낮은 **제2위치** 갑판으로부터 표준 선루 높이 한 층 이상의 상부에 위치한 노출된 선루갑판의 경감된 하중 적용

그림 2 : 건현이 큰 선박의 제1위치 및 제2위치

1.2.3 수평 파랑하중

수평 파랑하중 $P_H(\mathrm{kN/m^2})$은 다음 식에 의한 값으로 한다. 다만, **표 4**에 의한 최소값 이상이어야 한다.

수평 파랑하중은 **[1.5.5]**의 창구덮개의 수평이동 방지장치 및 지지구조를 검토하는 경우를 제외하고 창구덮개의 직접 강도해석 시 고려할 필요는 없다.

$P_H = ac(bc_L f - z)$

f : 다음 식에 의한 값

$L < 90\ \mathrm{m}$인 경우 : $\dfrac{L}{25} + 4.1$

$90\ \mathrm{m} \le L < 300\,\mathrm{m}$인 경우 : $10.75 - \left(\dfrac{300 - L}{100}\right)^{1.5}$

$300\ \mathrm{m} \le L < 350\,\mathrm{m}$인 경우 : 10.75

$300\ \mathrm{m} \le L < 500\,\mathrm{m}$인 경우 : $10.75 - \left(\dfrac{L - 350}{150}\right)^{1.5}$

c_L : 계수로서 다음에 의한 값

$L < 90\ \mathrm{m}$인 경우 : $\sqrt{\dfrac{L}{90}}$

$L \ge 90\ \mathrm{m}$인 경우 : 1.0

a : 다음 식에 의한 값

- 보호되지 않은 전단 코밍(un-protected front comings) 및 전단 창구덮개 측판(side hatch coaming skirt plates) : $20+L_1/12$
- 「**국제만재흘수선협약**」에 따른 표정건현보다 표준 선루 높이 h_N의 1배 이상 상부의 건현갑판에 있는 보호되지 않은 전단 코밍 및 창구덮개 측판 : $10+L_1/12$
- 측면 및 보호된 전단 코밍(side and protected front comings) 및 창구덮개 측판 : $5+L_1/15$
- 선체 중앙보다 후방에 있는 후단 코밍(aft ends of coaming) 및 후단 창구덮개 측판 : $7+\frac{L_1}{100}-8\frac{x'}{L}$
- 선체 중앙보다 전방에 있는 후단 코밍 및 후단 창구덮개 측판 : $5+\frac{L_1}{100}-4\frac{x'}{L}$

L_1 : 선박의 길이(m). 다만, 300 m 보다 클 필요는 없다.

b : 다음 식에 의한 값

$\frac{x'}{L}<0.45$인 경우 : $1.0+\left(\frac{x'/L-0.45}{C_B+0.2}\right)^2$

$\frac{x'}{L}\geq 0.45$인 경우 : $1.0+1.5\left(\frac{x'/L-0.45}{C_B+0.2}\right)^2$

$0.6\leq C_B\leq 0.8$, 선체 중앙보다 전방에 있는 후단 창구코밍 및 후단 창구 측판을 계산하는 경우, C_B는 0.8 이상이어야 한다.

x' : 고려하는 창구코밍 또는 창구덮개 측판으로부터 후부 수선까지의 거리(m). 창구옆코밍(side coamings) 또는 창구덮개 측판의 경우, 측판의 중앙으로부터 후부 수선까지의 거리로 한다. 다만, 창구덮개 측판의 길이가 0.15 L을 넘는 경우에는 0.15L을 넘지 않는 간격으로 분할하여 각 분할부분의 중앙으로부터 후부 수선까지의 거리로 한다.

z : 하기 만재흘수선으로부터 고려하는 보강재 스팬의 중앙까지 또는 판의 중앙까지 수직거리(m)

c : 다음 식에 의한 값. 다만, b'/B' 는 0.25 이상이어야 한다.

$c=0.3+0.7b'/B'$

b' : 고려하는 위치에서의 코밍 간의 거리(m)

B' : 고려하는 위치에서의 노출갑판 상 선박의 너비(m)

표 4 : 최소 수평 파랑하중 $P_{H\min}$

L (m)	$P_{H\min}$ (kN/m^2)	
	보호되지 않은 전단 창구코밍 및 창구덮개 측판	기타
≤ 50	30	15
$50<L<250$	$25+\frac{L}{10}$	$12.5+\frac{L}{20}$
≥ 250	50	25

1.2.4 화물하중

창구덮개에 적재된 화물에 의한 하중은 다음 a) 및 b)에 따른다. 다만 부분 적재상태에 대하여도 고려하여야 한다.

a) 분포하중

선박의 상하요 및 종요에 의한 창구덮개에 작용하는 분포하중, P_L (kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$P_L=P_C(1+a_V)$

P_C : 균일분포 정적 화물하중 (kN/m^2)

a_V : 수직 가속도로서 다음 식에 의한 값

$$a_V = 0.11\frac{m V_1}{\sqrt{L}}$$

m : 고려하는 지점의 위치에 따라 다음 식에 의한 값.

$0 \le \frac{x}{L} \le 0.2$인 경우 : $m_0 - 5(m_0 - 1)\frac{x}{L}$

$0.2 < \frac{x}{L} \le 0.7$인 경우 : 1.0

$0.7 < \frac{x}{L} \le 1.0$인 경우 : $1 + \frac{m_0 + 1}{0.3}\left(\frac{x}{L} - 0.7\right)$

m_0 : 다음 식에 의한 값

$$m_0 = 1.5 + 0.11 V_1 / \sqrt{L}$$

V_1 : 선박의 속도 V (kt). 다만, $\sqrt{L}$ 이상이어야 한다.

b) 집중하중

선박의 상하요 및 종요에 의한 창구덮개에 작용하는 집중하중(선박의 직립상태), P(kN)는 다음 식에 의한다.

$$P = P_S(1 + a_V)$$

P_S : 화물에 의한 정적 집중하중 (kN)

a_V : 수직 가속도로서 a) 에 따른다.

1.2.5 컨테이너 하중

창구덮개 상부에 컨테이너를 적재하는 경우 집중하중은 다음에 따른다.

a) 선박의 상하요 및 종요(선박의 직립상태)로 인한 컨테이너의 스택 각 모서리에서의 하중(kN)은 다음 식에 의한다.

$$P = 9.81 \times \frac{M}{4}(1 + a_V)$$

a_V : 수직 가속도로서 **[1.2.4]**의 a) 에 따른다.

M : 컨테이너 스택의 최대 설계 질량 (t)

b) 선박의 상하요, 종요 및 횡요(선박의 횡경사 상태)로 인한 컨테이너의 스택 각 모서리에서의 하중(kN)은 다음 식에 의한다. (**그림 3** 참조)

$$A_z = 9.81\frac{M}{2}(1 + a_V)\left(0.45 - 0.42\frac{h_m}{b}\right)$$

$$B_z = 9.81\frac{M}{2}(1 + a_V)\left(0.45 + 0.42\frac{h_m}{b}\right)$$

$$B_y = 2.4M$$

a_V : 수직 가속도로서 **[1.2.4]**의 a)에 따른다.

M : 컨테이너 스택의 최대 설계 질량(t)으로 다음 식에 의한 값

$$M = \sum W_i$$

h_m : 창구덮개로부터 컨테이너 스택의 무게중심까지의 높이(m)로서 다음 식에 의한 값

$$h_m = \sum(z_i \times W_i)/M$$

z_i : 창구덮개 상부로부터 i 번째 컨테이너의 무게중심까지의 높이 (m)

W_i : i 번째 컨테이너의 무게 (t)

b : 컨테이너 고박장치(코너 캐스팅) 중심 사이의 간격 (m)

A_z, B_z : 스택의 전후방 모서리에 작용하는 상하방향 하중 (kN)

B_y : 스택의 전후방 모서리에 작용하는 횡방향 하중 (kN)

c) [1.3.6]에 따른 격자 해석을 통하여 창구덮개의 강도평가를 하는 경우 h_m 및 z_i는 창구덮개 지지대의 상부로부터 측정한다. 이 경우 B_y는 고려할 필요 없다.

d) 창구덮개 강도평가에 적용된 A_z와 B_z는 창구덮개의 도면에 표기되어야 한다.

e) 이 항에 따라 컨테이너 하중 A_z, B_z 및 B_y는 컨테이너 고박장치 검토 시 컨테이너의 스택 하부 모서리의 허용하중으로 고려되어야 한다.

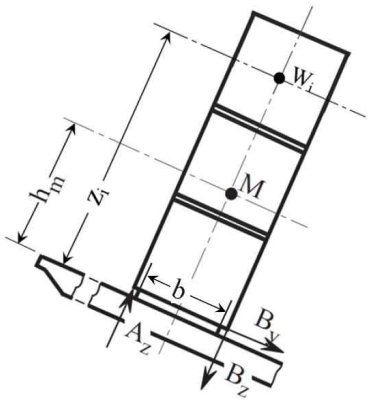


그림 3 : 컨테이너 하중

f) 부분적재

(1) a)부터 e)까지의 적하상태에 추가하여 실제로 발생할 수 있는 불균일 적재도 고려하여야 한다. (예: 지정된 컨테이너 스택이 비는 경우)

(2) 각 창구덮개에 대하여 **표 5**의 횡경사 방향을 고려하여야 한다.

(3) 창구덮개에 모든 스택이 위치하는 선박의 경우 창구덮개의 가장 바깥쪽 스택을 비우는 적재조건은 간단한 접근방식으로 평가할 수 있다.

(4) 컨테이너 스택이 창구덮개와 컨테이너 받침대(stanchion)에 의하여 지지되는 경우 스택의 하중은 무시한다.(**표 5** 참조)

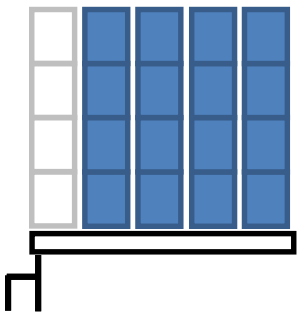
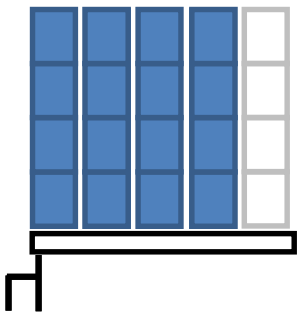
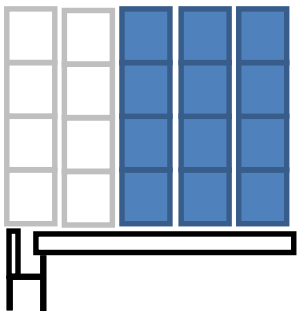
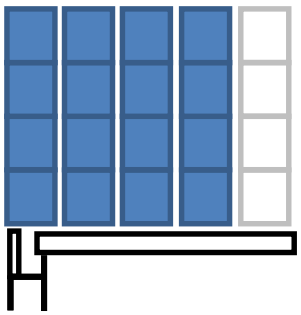
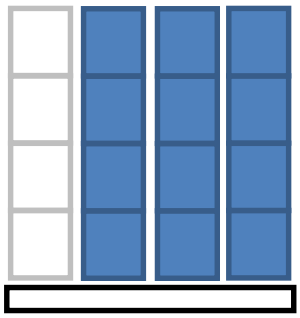
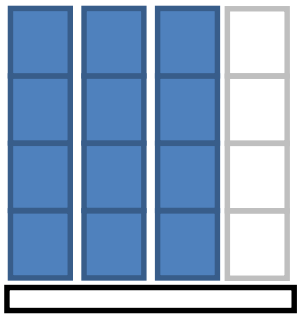
(5) 추가로 창구덮개 수직 지지대의 최대하중을 고려하기 위하여 (4)호의 스택이 빈 적재조건에 대하여 검토하여야 한다.

(6) 우리 선급은 추가로 더 많은 또는 다른 스택을 비우는 부분적재에 대하여 검토를 요구할 수 있다.

g) 창구덮개 상에 20 ft 컨테이너와 40 ft 컨테이너의 혼합 적재

창구덮개 상에 20 ft 컨테이너와 40 ft 컨테이너를 혼합 적재하는 경우 창구덮개 전후단에서의 컨테이너 하부 모서리 하중은 40 ft 컨테이너의 적재 시 설계하중보다 작아야 한다. 또한, 창구덮개 중간부에서의 모서리 하중은 20 ft 컨테이너 적재 시 설계하중보다 작아야 한다.

표 5 : 창구덮개 상의 부분적재

횡경사 방향	좌현 (←)	우현 (→)
창구덮개에 모든 스택이 위치하는 경우로서 종방향 창구코밍에 의하여 창구덮개가 지지되는 경우		
최외곽의 스택이 창구덮개와 컨테이너 받침대에 의하여 지지되는 경우로서 종방향 창구코밍에 의하여 창구덮개가 지지되는 경우		
창구덮개가 종방향 창구코밍에 의하여 지지되지 않는 경우 (중앙부 창구덮개)		

1.2.6 선체의 탄성 변형으로 인한 하중

[1.2.2]부터 [1.2.5]까지의 하중에 추가하여, 선체 탄성변형으로 인한 하중이 횡방향으로 작용하는 경우, 발생하는 응력은 [1.3.2] a)의 허용 값을 넘지 않도록 설계되어야 한다.

1.3 창구덮개의 강도 기준

1.3.1 일반사항

a) 창구덮개의 보강재 및 1차 지지부재는 실행 가능한 한 창구덮개의 전 폭과 전 길이에 걸쳐 연속되어야 한다. 연속이 불가능할 경우, 끝단이 스닙이어서는 아니 되며, 하중을 충분히 전달할 수 있는 적절한 배치로 하여야 한다.

b) 보강재와 평행한 1차 지지부재의 간격은 1차 지지부재 스팬의 1/3을 초과하여서는 아니 된다. 평면 변형 요소(plane strain element) 또는 쉘 요소를 사용한 유한요소해석으로 강도계산을 수행하는 경우, 이 요건은 적용하지 않아도 된다.

c) 1차 지지부재 면외 방향의 지지점 간 길이가 3.0 m 을 초과하는 경우, 1차 지지부재 면재의 폭은 웨브 깊이의 40 % 이상이어야 한다. 면재와 결합하는 트리핑 브래킷은 면외 방향 지지점으로 간주할 수 있다. 웨브에서 면재 자유단까지의 폭은 면재 총 두께의 15배를 초과하여서는 아니 된다.

1.3.2 허용응력 및 처짐

a) 허용응력

강재 창구덮개의 등가응력 σ_E(N/mm^2)은 다음 기준을 만족하여야 한다.

(1) 격자해석

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \le 0.8\sigma_Y$$

σ : 법선응력(N/mm^2)

τ : 전단응력(N/mm^2)

σ_Y : 사용 재료의 항복응력(N/mm^2).

(2) 유한요소해석

[1.2.2]에 따른 수직 파랑하중의 경우

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \le 0.8\sigma_Y$$

[1.2.2] 이외의 하중의 경우

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \le 0.9\sigma_Y$$

σ_x, σ_y : 각각 x, y축 방향의 법선응력(N/mm^2)

x, y : 고려하는 요소의 평면에서 2차원 직교좌표계에서의 각각 좌표 축

(3) 쉘 및 평면응력(plane stress)요소를 사용하는 유한요소해석 계산의 경우, 각 요소의 중앙(center of element)에서의 응력을 읽어야 한다. 쉘 요소가 사용되는 경우, 요소의 두께 중간(mid plane)에서의 응력을 평가하여야 한다.

(4) 비대칭 단면의 1차 지지부재 면재의 경우, 요소 중앙의 응력평가는 비보수적인 결과를 나타낼 수 있으므로 요소 분할을 상세히 하거나 요소 가장자리(edge)의 응력이 허용 기준을 넘지 않아야 한다.

(5) 우리 선급이 만족할 수 있도록 응력집중에 대해서도 평가되어야 한다.

b) 처짐

(1) [1.2.2]의 수직 파랑하중에 의한 1차 지지부재 수직 방향 처짐 δ(m)는 다음 식의 값 이하이어야 한다.

$$\delta = 0.0056\ell_g$$

ℓ_g : 1차 지지부재의 지지점간 거리 중 가장 긴 것

(2) 창구덮개 상에 여러 가지 크기의 컨테이너를 혼합하여 적재하는 경우(2개의 20 ft 컨테이너 상부에 40 ft 컨테이너를 적재하는 경우) 창구덮개의 처짐에 특별히 주의하여야 한다. 또한, 창구덮개의 변형이 화물창 내 화물과의 접촉에 주의하여야 한다.

1.3.3 창구덮개 판의 순 두께

a) 창구덮개 정판의 순 두께 t(mm)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만, 보강재 간격의 1 % 또는 6 mm 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t = 15.8F_pS\sqrt{\frac{P}{0.95\sigma_y}}$$

F_p : 막응력 및 굽힘응력의 조합에 대한 계수로서 다음에 따른다.

- 1차 지지부재의 부착판에 대하여 $\sigma/(0.8\sigma_y) \ge 0.8$인 경우 : $1.9\sigma/(0.8\sigma_y)$
- 상기 이외인 경우 : 1.5

S : 보강재 간격 (m)

P : [1.2.2] 및 [1.2.4]의 a)에 따른 수직 파랑하중 P_V 및 분포하중 P_L (kN/m^2)

σ : 창구덮개 정판의 법선응력(N/mm^2)으로 **그림 4**에 따라 결정한다.

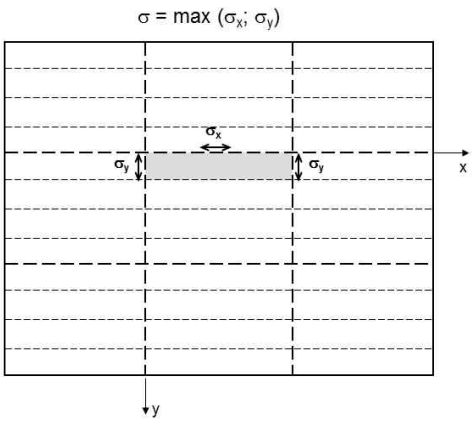


그림 4 : 창구덮개 정판의 법선응력의 선택 위치

b) 압축을 받는 판의 경우, **[1.3.7]**에 따른 좌굴강도를 만족하여야 한다.

c) 이중 창구덮개의 저판 및 상자형 거더의 판

(1) 이중 창구덮개 저판 및 상자형 거더 판의 두께는 **[1.3.6]**에 따른 계산으로부터 구한 응력이 **[1.3.2]**의 a)의 허용응력을 만족하는 것이어야 한다.

(2) 창구덮개의 하부 판이 강도부재로 고려되는 경우, 순 두께는 5 mm 이상이어야 한다.

(3) 창구덮개 상에 프로젝트 화물을 적재하는 경우, 창구덮개의 저판의 순 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 여기서 프로젝트 화물이라 함은 매우 크거나 광범위하게 창구덮개에 고박된 화물을 의미한다. 예를 들어 크레인, 풍력발전 설비, 터빈 등을 말하며 창구덮개 상 균일분포하는 것으로 간주되는 목재(timber), 파이프, 강재코일 등은 프로젝트 화물로 간주하지 않는다.

$t = 6.5S$ (mm)

S : 보강재 간격 (m)

(4) 저판이 강도부재로 고려되지 않는 경우, 저판의 두께는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

d) 차륜하중이 작용하는 창구덮개의 판

차륜하중이 작용하는 창구덮개의 판은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

1.3.4 보강재의 순 치수

a) 창구덮개 보강재의 순 단면계수 Z, 웨브 순 단면적 A는 다음에 의한 값 이상이어야 한다. 다만, 실제 순 단면계수는 보강재 간격의 폭을 갖는 부착판을 포함한 값으로 한다.

(1) **[1.2.2]**에 따른 수직 파랑하중의 경우

$$Z = \frac{104}{\sigma_y} PSl^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

$$A = \frac{10.8\,PSl}{\sigma_y} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

(2) **[1.2.4]**의 a)에 따른 화물하중의 경우

$$Z = \frac{93}{\sigma_y} PS\ell^2 \quad (\mathrm{cm}^3)$$

$$A = \frac{9.6\,PS\ell}{\sigma_y} \quad (\mathrm{cm}^2)$$

ℓ : 보강재 스팬(m)로서 1차 지지부재 간격(m)으로 한다.

S : 보강재 간격 (m)

P : **[1.2.2]** 및 **[1.2.4]**의 a)에 따른 수직 파랑하중 P_V 및 분포하중 P_L (kN/m^2)

σ_y : 사용 재료의 항복응력 (N/mm^2)

b) 이중 창구덮개 저판의 보강재는 면외하중이 작용하지 않으므로 a)의 요건을 적용하지 않는다. 또한 저판이 강도부재가 아니면 아래 e) 및 f)의 요건을 적용하지 않는다.

c) 보강재(U 형 단면 제외) 웨브의 순 두께는 4.0 mm 이상이어야 한다.

d) 평강 보강재 및 좌굴 보강재는 다음을 만족하여야 한다.

$h/t_w < 15\sqrt{(235/\sigma_y)}$

h : 보강재의 높이 (mm)

t_w : 보강재의 순 두께 (mm)

e) 1차 지지부재에 평행하고 **[1.3.5]**의 a)에 따른 유효폭 내에 배치된 보강재는 1차 지지부재와 교차부에서 연속되어야 한다. 이 경우 1차 지지부재의 단면 특성 계산에 해당 보강재를 포함할 수 있다.

f) e)를 적용하는 경우 1차 지지부재의 변형에 의한 응력과 면외하중에 의한 보강재의 조합응력은 **[1.3.2]**의 a)에 따른 허용응력 이하이어야 한다.

g) 압축을 받는 보강재의 경우, **[1.3.7]**의 e) (3) 및 (4)에 따른 면외좌굴(lateral buckling) 및 비틀림 좌굴강도를 만족하여야 한다.

h) 차륜하중 또는 집중하중이 작용하는 창구덮개의 경우, 보강재 치수는 **[1.3.2]** a)의 허용응력을 고려하여 직접계산으로 결정하거나, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바를 따라 결정하여야 한다.

1.3.5 1차 지지부재의 순 치수

a) 1차 지지부재

(1) 1차 지지부재의 치수는 **[1.3.6]**에 적합한 계산에 의한 응력이 **[1.3.2]** a)의 허용응력을 만족하여야 한다.

(2) 1차 지지부재의 모든 요소들은 **[1.3.7]**에 따른 좌굴강도를 만족하여야 하며, 2축 압축 상태인 부착판의 경우, **[1.3.7]**의 e) (2)에 따른 유효폭만을 고려해야 한다.

(3) 1차 지지부재 웨브의 순 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$t = 6.5S$ (mm) 다만, 5.0 mm 이상

S : 보강재 간격 (m)

b) 창구덮개 측판

(1) 창구덮개 측판의 치수는 **[1.3.6]**에 따라서 계산되어야 하고 **[1.3.2]** a)의 허용응력을 만족하여야 한다.

(2) 해수에 노출되는 측판의 순 두께(mm)는 다음 식의 값 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 5.0 mm 이상이어야 한다.

$t = 15.8S\sqrt{\dfrac{P_H}{0.95\sigma_Y}}$ 또는,

$t = 8.5S$

P_H : **[1.2.3]**에 따른 수평 파랑하중 (kN/mm^2)

S : 보강재 간격 (m)

(3) 측판의 강성은 클램핑 장치 간의 적절한 밀폐압력을 유지하기에 충분하여야 한다. 측판의 관성 모멘트 I (cm^4)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$I = 6qS_{SD}^4$

q : 개스킷에 작용하는 선압력(N/mm)으로 5.0 N/mm 보다 작은 경우에는 5.0 N/mm 으로 한다.

S_{SD} : 인접하는 클램핑 장치 사이의 거리 중 최대 거리(m). 다만, 모서리부에 대하여는 $2.5a_c$ 이상이어야 한다.(**그림 5** 참조).

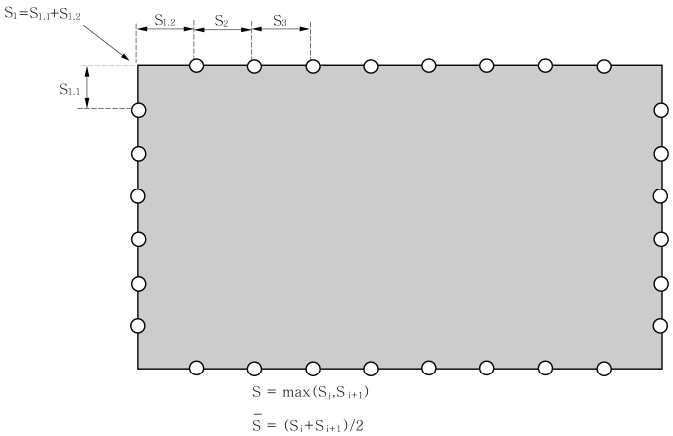


그림 5 : 고박장치의 간격

c) 변화 단면을 갖는 1차 지지부재 및 측판

변화 단면을 갖는 1차 지지부재의 단면계수 Z 및 단면 2차 모멘트는 다음 식에 의한 값 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 단면에 급격한 변화가 있는 경우에 이 식을 적용하여서는 안 된다.

(1) 단면계수

$Z = Z_{CS}$ (cm^3) 또는

$$Z = \left(1 + \frac{3.2\alpha - \psi - 0.8}{7\psi + 0.4}\right) Z_{CS} \quad (\text{cm}^3)$$

(2) 단면 2차 모멘트

$I = I_{CS}$ (cm^4) 또는

$$I = \left(1 + 8\,\alpha^3 \left(\frac{1-\phi}{0.2 + 3\sqrt{\phi}}\right)\right) I_{CS} \quad (\text{cm}^4)$$

Z_{CS} : a) (1) 또는 b) (1)을 만족하는 1차 지지부재의 순 단면계수(cm^3)

I_{CS} : a) (1) 또는 b) (1)을 만족하는 1차 지지부재의 순 단면 2차 모멘트(cm^4)

α : 계수로서 다음 식에 의한 값

$\alpha = \ell_1 / \ell_0$

ψ : 계수로서 다음 식에 의한 값

$\psi = Z_1 / Z_0$

ϕ : 다음 식에 의한 값

$\phi = I_1 / I_0$

ℓ_1 : 변화 단면 부분의 길이(m) (**그림 6** 참조)

ℓ_0 : 지지점 사이의 거리(m) (**그림 6** 참조)

Z_1 : 단부에서의 순 단면계수(cm^3) (**그림 6** 참조)

Z_0 : 지지점 사이의 거리 중앙에서의 순 단면계수(cm^3) (**그림 6** 참조)

I_1 : 단부에서의 순 단면 2차 모멘트(cm^4) (**그림 6** 참조)

I_0 : 지지점 사이 거리의 중앙에서의 순 단면 2차 모멘트(cm^4) (**그림 6** 참조)

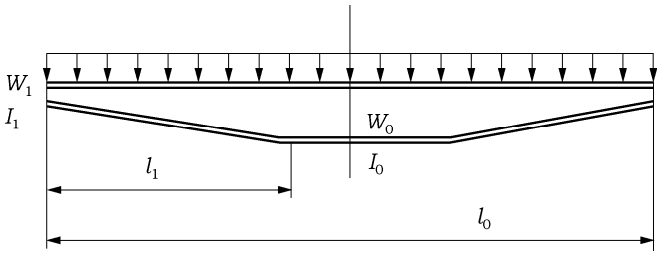


그림 6 : 단면이 변하는 1차 지지부재

1.3.6 강도계산

창구덮개의 강도계산은 격자해석 또는 유한요소해석으로 수행할 수 있다. 이중 창구덮개 또는 상자형 거더를 갖는 창구덮개는 b)에 따른 유한요소해석을 수행하여야 한다.

a) 격자해석 시 유효 단면 특성

(1) 단면특성은 유효폭을 고려하여 결정해야 한다. 유효폭 내에 있는 1차 지지부재와 평행한 보강재의 단면적을 포함할 수 있다. (**그림 8** 참조)

(2) 1차 지지부재 부착판의 유효폭 e_m은 하중의 유형을 고려하여 **표 6**에 따른다. ℓ/e의 값이 표의 중간에 있는 경우 보간법에 의한다. 플랜지가 한쪽만 있는 경우, 다음 중 작은 값을 부착판의 유효폭으로 한다.

(가) 고려하는 1차 지지부재 스팬의 0.165배

(나) 인접하는 1차 지지부재와의 거리의 1/2

(3) 판의 유효 단면적은 면재의 단면적보다 커야 한다.

(4) 1차 지지부재와 보강재가 직교하는 경우로서 1차 지지부재의 부착판에 압축응력이 작용하는 경우, 1차 지지부재 부착판의 유효폭은 **[1.3.7]**의 e) (2)에 따른다.

b) 유한요소해석의 일반요건

(1) 창구덮개 구조의 거동을 충실하게 재현할 수 있도록 모델링하여야 한다.

(2) 요소 크기는 유효폭을 고려할 수 있도록 적절하여야 한다. 어떠한 경우에도, 요소의 폭은 보강재 간격보다 커서는 안 된다. 요소의 종횡비는 4를 넘지 않아야 한다.

(3) 힘 전달 지점 및 컷아웃 부근에서는 요소의 크기를 적절히 분할하여야 한다.

(4) 1차 지지부재의 웨브는 웨브 높이의 1/3을 넘지 않게 분할되어야 한다.

(5) 하중에 대하여 판을 지지하는 보강재는 모델링되어야 하고, 쉘 요소, 평면응력 요소, 또는 보 요소로 모델링할 수 있다.

(6) 좌굴 보강재는 응력계산 시 무시할 수 있다.

표 6 : 1차 지지부재의 판의 유효폭 e_m

ℓ/e	0	1	2	3	4	5	6	7	≥ 8
e_{m1}/e	0	0.36	0.64	0.82	0.91	0.96	0.98	1.00	1.00
e_{m2}/e	0	0.20	0.37	0.52	0.65	0.75	0.84	0.89	0.90

e_{m1}, e_{m2} : 균일 분포하중을 받거나 또는 집중하중이 등간격으로 6개 이상이 작용하는 경우 및 집중하중이 3개 이하가 작용하는 경우의 유효폭. 중간 값은 선형보간법에 따라 구한다.

ℓ : 1차 지지부재의 유효 스팬으로 다음에 따른다.

$\ell = \ell_0$ 단순지지인 경우

$\ell = 0.6\ell_0$ 양단 고정인 경우

ℓ_0 : 1차 지지부재의 지지점 간의 거리 (m)

e : 1차 지지부재 부착판의 폭으로 인접한 지지되지 않은 부분의 중앙 간 거리로 한다.

1.3.7 창구덮개의 좌굴강도

a) 창구덮개는 충분한 좌굴강도를 가져야 한다.

b) 정의 (**그림 7** 참조)

a : 단일 패널의 장변 길이 (x방향, mm)

b : 단일 패널의 단변 길이 (y방향, mm)

α : 단일 패널의 종횡비로 다음 식에 의한 값

$\alpha = a/b$

n : 부분 패널 또는 집합 패널의 폭 방향에 포함되는 단일 패널의 수

t : 판의 순 두께 (mm)

σ_x, σ_y, τ : 각각 x방향, y방향 막응력(N/mm^2) 및 $x-y$ 평면의 전단응력(N/mm^2)으로 압축 및 전단응력은 양으로 인장응력은 음의 값으로 한다.

유한요소해석 시, x방향 및 y방향의 응력이 포아송 효과를 포함하는 경우, 다음 식에 의한 수정 값을 사용할 수 있다. 다만, σ_x^* 및 σ_y^*는 모두 압축응력이어야 한다.

$$\sigma_x = \left(\sigma_x^* - 0.3\sigma_y^*\right)/0.91$$

$$\sigma_y = \left(\sigma_y^* - 0.3\sigma_x^*\right)/0.91$$

σ_x^*, σ_y^* : 프아송 효과가 포함된 응력으로 다음에 따른다.

$\sigma_y^* < 0.3\sigma_x^*$인 경우 : $\sigma_y = 0$ 및 $\sigma_x = \sigma_x^*$

$\sigma_x^* < 0.3\sigma_y^*$인 경우 : $\sigma_x = 0$ 및 $\sigma_y = \sigma_y^*$

E : 재료의 탄성 계수(N/mm^2)로서 강재의 경우 2.06×10^5 N/mm^{2}로 한다.

σ_Y : 재료의 최소 항복응력(N/mm^2)

F_1 : 수정계수로서 패널 단부의 장변과 평행한 보강재의 경계조건에 따라 **표 7**에 의한다.

σ_e : 참조응력 (N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값

$$\sigma_e = 0.9E\left(\frac{t}{b}\right)^2$$

Ψ : 패널 각 변에서의(edge) 응력의 비로 다음 식에 의한 값

$\Psi = \sigma_2/\sigma_1$

σ_1 : 최대 압축응력

σ_2 : 최소 압축응력 또는 인장응력

S : 안전계수(순 치수 방법에 근거)로 다음에 따른다.

- **[1.2.2]**의 수직 파랑하중의 경우 : S = 1.25
- **[1.2.4]**부터 **[1.2.6]**의 하중의 경우 : S = 1.10

λ : 참조 세장비로서 다음 식에 의한 값

$$\lambda = \sqrt{\frac{\sigma_Y}{K \cdot \sigma_e}}$$

K : **표 9**에 따른 좌굴 계수

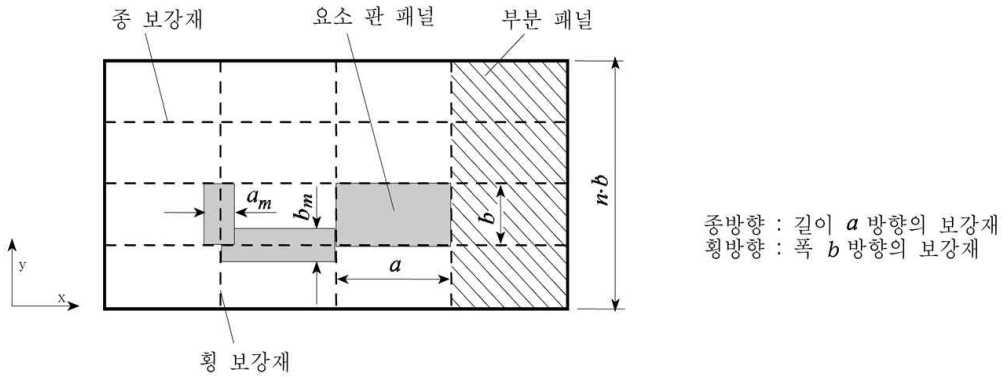


그림 7 : 패널의 일반적인 배치

표 7 : 수정계수 F_1

경계조건	F_1 (3)	보강재의 종류
양단 스닙	1.00	
양단이 인접한 구조에 효과적으로 연결된 경우(1)	1.05	평강
	1.10	구평강(bulb)
	1.20	앵글 또는 T-형강
	1.30	U-형강(2) 또는 강성이 큰 거더

비고
(1) 직접계산에 의하여 정확한 값을 구할 수 있다
(2) 비선형 유한요소해석에 의하여 좌굴강도를 평가하는 경우 우리 선급이 인정하는 큰 값을 사용할 수 있다. 다만, 2.0 이하이어야 한다.
(3) 양변의 보강재가 다른 경우 F_1은 각각의 평균값을 사용하여야 한다.

c) 창구덮개 정판 및 저판의 좌굴강도
단위 패널은 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$\left(\frac{|\sigma_x|S}{k_x\sigma_Y}\right)^{e_1}+\left(\frac{|\sigma_y|S}{k_y\sigma_Y}\right)^{e_2}-B\left(\frac{\sigma_x\sigma_y S^2}{\sigma_Y^2}\right)+\left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau\sigma_Y}\right)^{e_3}\le 1.0$$

$$\left(\frac{|\sigma_x|S}{k_x\sigma_Y}\right)^{e_1}\le 1.0$$

$$\left(\frac{|\sigma_y|S}{k_y\sigma_Y}\right)^{e_2}\le 1.0$$

$$\left(\frac{|\tau|S\sqrt{3}}{\kappa_\tau\sigma_Y}\right)^{e_3}\le 1.0$$

κ_x, κ_y 및 κ_τ : 경감계수로서 표 9에 따른다. 다만 인장응력의 경우 다음에 따른다.

$\sigma_x \le 0$ (인장응력) 경우 : κ_x = 1.0

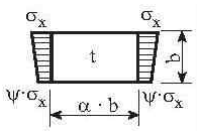
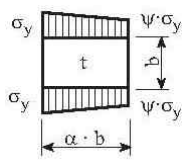
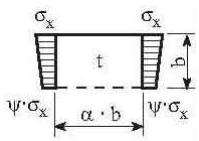
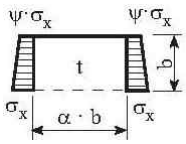
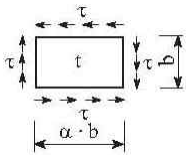
$\sigma_y \le 0$ (인장응력) 경우 : κ_y = 1.0

$e1$, $e2$, $e3$ 및 B : 표 8에 따른다.

표 8 : 계수 e_1, e_2, e_3 및 B

지수부 계수 $e1$, $e2$, $e3$ 및 계수 B	판 패널
e_1	$1+\kappa_x^4$
e_2	$1+\kappa_y^4$
e_3	$1+\kappa_x\kappa_y\kappa_\tau^2$
B σ_x 및 σ_y 가 양의 경우(압축응력)	$(\kappa_x\kappa_y)^5$
B σ_x 또는 σ_y가 음의 경우(인장응력)	1

표 9 : 패널의 좌굴계수 K 및 경감계수 κ

좌굴하중상태	단부응력비 Ψ	종횡비 $\alpha = a/b$	좌굴계수 K	경감계수 κ
1 	$1 \geq \Psi \geq 0$	$\alpha \geq 1$	$K = \dfrac{8.4}{\Psi + 1.1}$	$\lambda \leq \lambda_c$ 경우 $\kappa_x = 1$ $\lambda > \lambda_c$ 경우 $\kappa_x = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right)$ $c = (1.25 - 0.12\Psi) \leq 1.25$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \dfrac{0.88}{c}}\right)$
	$0 \rangle \Psi \rangle -1$		$K = 7.63 - \Psi(6.26 - 10\Psi)$	
	$\Psi \leq -1$		$K = (1 - \Psi)^2 \cdot 5.975$	
2 	$1 \geq \Psi \geq 0$	$\alpha \geq 1$	$K = F_1\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2 \cdot \dfrac{2.1}{(\Psi + 1.1)}$	$\kappa_y = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{R + F^2(H - R)}{\lambda^2}\right)$ $c = (1.25 - 0.12\Psi) \leq 1.25$ $\lambda < \lambda_c$경우 $R = \lambda\left(1 - \dfrac{\lambda}{c}\right)$ $\lambda \geq \lambda_c$ 경우 $R = 0.22$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \dfrac{0.88}{c}}\right)$ $F = \left(1 - \dfrac{\frac{K}{0.91} - 1}{\lambda_p{}^2}\right) c_1 \geq 0$ $1 \leq \lambda_p{}^2 \leq 3$경우 $\lambda_p{}^2 = \lambda^2 - 0.5$ $c_1 = \left(1 - \dfrac{F_1}{\alpha}\right) \geq 0$ $H = \lambda - \dfrac{2\lambda}{c\left(T + \sqrt{T^2 - 4}\right)} \geq R$ $T = \lambda + \dfrac{14}{15\lambda} + \dfrac{1}{3}$
	$0 \rangle \Psi \rangle -1$	$1 \leq \alpha \leq 1.5$	$K = F_1\left[\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2 \cdot \dfrac{2.1(1 + \Psi)}{1.1} - \dfrac{\Psi}{\alpha^2}(13.9 - 10\Psi)\right]$	
		$\alpha \langle 1.5$	$K = F_1\left[\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2 \cdot \dfrac{2.1(1 + \Psi)}{1.1} - \dfrac{\Psi}{\alpha^2}\left(5.87 + 1.87\alpha^2 + \dfrac{8.6}{\alpha^2} - 10\Psi\right)\right]$	
	$\Psi \leq -1$	$1 \leq \alpha \leq \dfrac{3(1 - \Psi)}{4}$	$K = F_1\left(\dfrac{1 - \Psi}{\alpha}\right)^2 \cdot 5.975$	
		$\alpha \rangle \dfrac{3(1 - \Psi)}{4}$	$K = F_1\left[\left(\dfrac{1 - \Psi}{\alpha}\right)^2 \cdot 3.9675 + 0.5375\left(\dfrac{1 - \Psi}{\alpha}\right)^4 + 1.87\right]$	
3 	$1 \geq \Psi \geq 0$	$\alpha \rangle 0$	$K = \dfrac{4\left(0.425 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)}{3\Psi + 1}$	$\lambda \leq 0.7$ 경우 $\kappa_x = 1$ $\lambda > 0.7$ 경우 $\kappa_x = \dfrac{1}{\lambda^2 + 0.51}$
	$0 \rangle \Psi \geq -1$		$K = 4\left(0.425 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)(1 + \Psi) - 5\Psi(1 - 3.42\Psi)$	
4 	$1 \geq \Psi \geq -1$	$\alpha \rangle 0$	$K = \left(0.425 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)\dfrac{3 - \Psi}{2}$	
5 	===		$K = K_\tau\sqrt{3}$	$\lambda \leq 0.84$ 경우 $\kappa_\tau = 1$ $\lambda > 0.84$ 경우 $\kappa_\tau = \dfrac{0.84}{\lambda}$
		$\alpha \geq 1$	$K_\tau = \left[5.34 + \dfrac{4}{\alpha^2}\right]$	
		$0 \langle \alpha \langle 1$	$K_\tau = \left[4 + \dfrac{5.34}{\alpha^2}\right]$	
경계조건 : ---------- 자유 ———————— 단순지지				

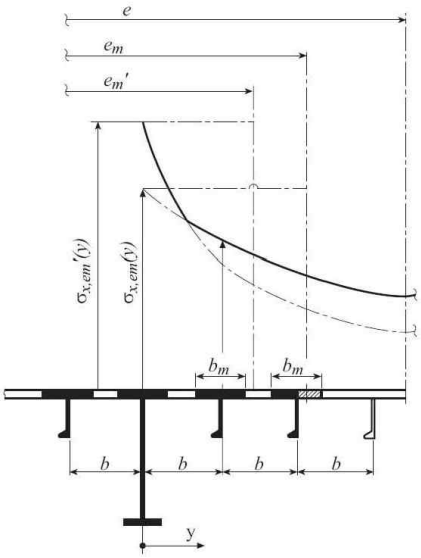


그림 8 : 1차 지지부재와 평행한 보강

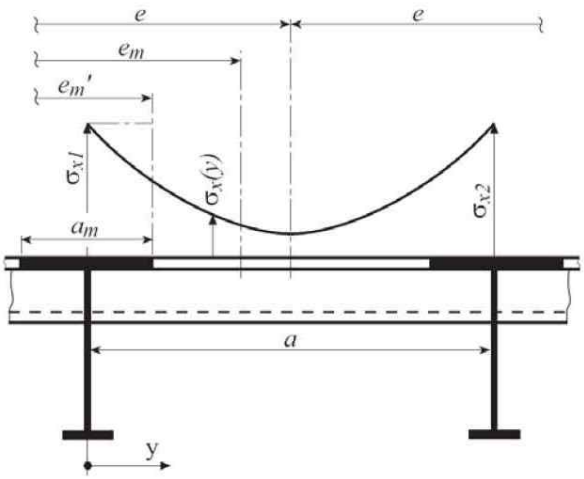


그림 9 : 1차 지지부재와 교차하는 보강

d) 1차 지지부재의 웨브 및 면재의 좌굴강도

1차 지지부재의 보강되지 않은 웨브 및 면재의 좌굴강도는 c)에 따른다.

e) 창구덮개 부분 패널 및 전체 패널의 좌굴강도

(1) 종 및 횡방향 보강재의 좌굴강도는 (3) 및 (4)에 따른다. U형 보강재의 경우, (4)에 따른 비틀림 좌굴강도 검토는 생략할 수 있다. U형 보강재를 제외하고 일면 용접은 허용되지 않는다.

(2) 창구덮개 정판 및 저판의 유효폭

(i) (3) 및 (4)에 따른 좌굴강도 평가를 하는 경우 보강재 및 1차 지지부재의 부착판으로서의 창구덮개의 정판 및 저판의 유효폭은 다음에 따른다.

- 보강재 부착판의 유효폭 a_m 또는 b_m는 다음 식에 의한 값으로 할 수 있다.(**그림 7** 참조) 다만, **[1.3.6]**에 의한 값보다 커서는 아니 된다.

  종방향 보강재 경우 : $b_m = \kappa_x \times b$

  횡방향 보강재 경우 : $a_m = \kappa_y \times a$

  κ_x, κ_y : **표 9**의 경감계수

  a, b : b)에 따른다.

- 1차 지지부재의 부착판이 보강된 경우, 유효폭 e'_m은 다음에 의한 값으로 할 수 있다. a_m및 b_m는 $\psi = 1$로 하여 계산한다.

  * 1차 지지부재의 웨브에 평행한 보강재가 있는 경우(**그림 8** 참조). 다만, $b \geq e_m$의 경우는 b을 a로 한다.

  $b < e_m$

  $e'_m = n b_m$

  n : **[1.3.6]**에 의한 유효폭 내에 포함된 보강재 간격의 수(정수)로서 다음 식에 따른다.

  $n =$ 정수(e_m / b)

  * 1차 지지부재 웨브와 직교하는 보강재가 있는 경우(**그림 9** 참조). 다만, $a < e_m$의 경우는 a을 b로 한다.

  $a \geq e_m$

  $e'_m = n \times a_m < e_m$

n : 다음 식에 의한 값

$$n = 2.7 \times \frac{e_m}{a} \leq 1$$

e : **표 6**에 따른 1차 지지부재 부착판의 폭

(ii) 창구덮개의 정판 및 보강재의 치수 검토 시 고려하는 응력은 다음에 따른다.

- 일반적으로 1차 지지부재의 웨브 및 보강재 각각에 작용하는 최대응력 $\sigma_x(y)$을 고려하여 계산한다.
- 1차 지지부재에 평행하며 압축응력이 작용하는 간격이 b인 보강재의 경우, $\sigma_x(y=b)$가 $0.25\sigma_y$보다 작은 경우는 $0.25\sigma_y$로 한다.
- 인접하는 1차 지지부재 사이 응력분포는 다음 식에 의한다.

$$\sigma_x(y) = \sigma_{x1}\left\{1 - \frac{y}{e}\left[3 + c_1 - 4c_2 - 2\frac{y}{e}(1 + c_1 - 2c_2)\right]\right\}$$

c_1 : 다음 식에 의한 값. 다만 $0 \leq c_1 \leq 1$로 한다.

$$c_1 = \sigma_{x2}/\sigma_{x1}$$

c_2 : 다음 식에 의한 값

$$c_2 = \frac{1.5}{e}(e''_{m1} + e''_{m2}) - 0.5$$

e''_{m1} : 고려하는 상태에 따라 간격의 1차 지지부재 1의 비례 유효폭 e_{m1} 또는 e'_{m1}

e''_{m2} : 고려하는 상태에 따라 간격의 1차 지지부재 2의 비례 유효폭 e_{m2} 또는 e'_{m2}

σ_{x1}, σ_{x2} : 간격 e인 인접하는 1차 지지부재 1 및 2의 부착판에서의 유효폭을 포함한 단면적에 대한 법선응력

y : 1차 지지부재 1로부터 고려하는 위치까지의 거리

- 1차 지지부재의 부착판에 작용하는 전단응력은 선형적인 것으로 가정할 수 있다.

(3) 보강재의 면외 좌굴(lateral buckling)

(i) 면외하중이 작용하는 보강재는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$\frac{\sigma_a + \sigma_b}{\sigma_y} S \leq 1$$

σ_a : 보강재 축 방향으로 균일하게 분포하는 압축응력(N/mm^2)으로 다음과 같다.

종방향 보강재의 경우 : $\sigma_a = \sigma_x$

횡방향 보강재의 경우 : $\sigma_a = \sigma_y$

σ_b : 보강재에 작용하는 굽힘응력 (N/mm^2)으로 다음 식에 의한 값. 다만, $\sigma_x = \sigma_n$ 및 $\tau = \tau_{SF}$로 한다.

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{Z_{st} 10^3}$$

M_0 : 보강재의 변형 w로 인한 굽힘 모멘트(Nmm)로 다음 식에 의한 값

$$M_0 = F_{Ki}\frac{P_z w}{c_f - P_z} \quad \text{다만, } (c_f - P_z) > 0\text{로 한다.}$$

M_1 : 면외 하중으로 인한 굽힘 모멘트로 다음 식에 의한 값. 횡방향 보강재의 경우 n은 1로 한다.

종 보강재의 경우 : $M_1 = \dfrac{P b a^2}{24 \times 10^3}$ (Nmm)

횡 보강재의 경우 : $M_1 = \dfrac{P a (n b)^2}{8 c_s \times 10^3}$ (Nmm)

P : 면외하중(kN/m^2)으로 고려하는 하중에 따라 **2절**에 따른다.

F_{Ki} : 보강재의 이상적인 좌굴하중으로 다음에 따른다.

종 보강재의 경우 : $F_{Kix} = \frac{\pi^2}{a^2} EI_x 10^4$ (N)

횡 보강재의 경우 : $F_{Kiy} = \frac{\pi^2}{(nb)^2} EI_y 10^4$ (N)

I_x, I_y : 307.의 5항 (2)호에 따른 부착판의 유효폭을 포함하는 보강재의 순 단면 2차 모멘트(cm^4)로 다음 기준에 적합하여야 한다.

$$I_x \geq \frac{b\,t^3}{12 \times 10^4}$$

$$I_y \geq \frac{a\,t^3}{12 \times 10^4}$$

P_z : σ_x, σ_y 및 τ에 의한 보강재의 공칭 면외하중(N/mm^2)으로 다음 식에 의한다.

- 종 보강재의 경우 : $p_{zx} = \frac{t}{b}\left(\sigma_{xl}\left(\frac{\pi b}{a}\right)^2 + 2c_y\sigma_y + \sqrt{2}\tau_1\right)$
- 횡 보강재의 경우 : $p_{zy} = \frac{t}{a}\left(2c_x\sigma_{xl} + \sigma_y\left(\frac{\pi a}{nb}\right)^2\left(1 + \frac{A_y}{at}\right) + \sqrt{2}\tau_1\right)$

σ_{xl} : 축응력으로 다음 식에 의한 값

$$\sigma_{xl} = \sigma_x\left(1 + \frac{A_x}{b\,t}\right)$$

c_x, c_y : 보강재의 축에 수직한 응력의 보강재의 길이 방향의 분포계수로서 다음 식에 의한다.

$0 \leq \Psi \leq 1$의 경우 : $0.5(1+\Psi)$

$\Psi < 0$의 경우 : $\frac{0.5}{1-\Psi}$,

A_x, A_y : 각각 부착판을 포함하지 않는 종 또는 횡 보강재의 순 단면적(mm^2)

τ_1 : 다음 식에 의한 값

$$\tau_1 = \left[\tau - t\sqrt{\sigma_y E\left(\frac{m_1}{a^2} + \frac{m_2}{b^2}\right)}\right] \geq 0$$

m_1, m_2 : 계수로서 다음에 따른다.

- 종 보강재의 경우:

  $a/b \geq 2.0$의 경우 : $m_1 = 1.47$, $m_2 = 0.49$

  $a/b < 2.0$의 경우 : $m_1 = 1.96$, $m_2 = 0.37$

- 횡 보강재의 경우:

  $a/nb \geq 0.5$의 경우 : $m_1 = 0.37$, $m_2 = \frac{1.96}{n^2}$

  $a/nb < 0.5$의 경우 : $m_1 = 0.49$, $m_2 = \frac{1.47}{n^2}$

w : 다음 식에 의한 값

$$w = w_0 + w_1$$

w_0 : 초기 처짐으로(mm) 다음 식의 값 이하이어야 한다. 다만, 양단이 스닙된 보강재의 경우, w_0는 판의 중심점에서부터 판의 유효폭을 포함한 단면의 중성축까지의 거리 이상으로 한다.

- 종 보강재의 경우 : $w_0 = \min\left(\frac{a}{250}, \frac{b}{250}, 10\right)$
- 횡 보강재의 경우 : $w_0 = \min\left(\frac{a}{250}, \frac{nb}{250}, 10\right)$

w_1 : 면외하중 P에 의한 보강재 스팬 중앙에서 보강재의 처짐(mm). 균일분포 하중의 경우, 다음 식에 따른다.

- 종 보강재의 경우 : $w_1 = \dfrac{Pba^4}{384 \times 10^7 \times EI_x}$

- 횡 보강재의 경우 : $w_1 = \dfrac{5Pa(nb)^4}{384 \times 10^7 \times EI_y c_s^2}$

c_f : 보강재에 의한 탄성지지(N/mm^2)로서 다음에 따른다.

- 종 보강재의 경우

$$c_{fx} = F_{Kix} \frac{\pi^2}{a^2}(1 + c_{px})$$

$$c_{px} = \frac{1}{1 + \dfrac{0.91\left(\dfrac{12 \times 10^4 \times I_x}{t^3 b} - 1\right)}{c_{xa}}}$$

c_{xa} : 계수로서 다음에 따른다.

$a \geq 2b$의 경우 : $c_{xa} = \left[\dfrac{a}{2b} + \dfrac{2b}{a}\right]^2$

$a < 2b$의 경우 : $c_{xa} = \left[1 + \left(\dfrac{a}{2b}\right)^2\right]^2$

- 횡 보강재의 경우

$$c_{fy} = c_s F_{Kiy} \frac{\pi^2}{(nb)^2}(1 + c_{py})$$

$$c_{py} = \frac{1}{1 + \dfrac{0.91\left(\dfrac{12 \times 10^4 \times I_y}{t^3 a} - 1\right)}{c_{ya}}}$$

c_{ya} : 계수로서 다음에 따른다.

$nb \geq 2a$의 경우 : $c_{ya} = \left[\dfrac{nb}{2a} + \dfrac{2a}{nb}\right]^2$

$nb < 2a$의 경우 : $c_{ya} = \left[1 + \left(\dfrac{nb}{2a}\right)^2\right]^2$

c_s : 횡 보강재의 경계조건에 따른 계수로서 다음에 따른다.

단순 지지 : 1.0

부분 구속 : 2.0

Z_{st} : (2)에 따른 판의 유효폭을 포함하는(종방향 또는 횡방향) 순 단면계수 (cm^3)

(ii) 면외하중 P가 작용하지 않는 보강재에 대하여 굽힘응력 σ_b는 고려하는 보강재의 스팬의 중앙 위치에서 단면 내에서의 최대값으로 하여야 한다.

(iii) 면외하중이 작용하는 경우에 대하여 단면 내에서 최외각 단에서의 응력값으로 한다.(필요한 경우에 부착판의 2축 압축을 고려하여야 한다.)

(4) 보강재의 비틀림 좌굴

(i) 종 보강재

종 보강재는 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$\frac{\sigma_x S}{k_T \sigma_y} \leq 1.0$$

k_T : 계수로서 다음에 따른다.

$\lambda_T \le 0.2$의 경우 : k_T = 1.0

$\lambda_T > 0.2$의 경우 : $k_T = \dfrac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_T^2}}$

Φ : 다음 식에 의한 값

$$\Phi = 0.5\,(1 + 0.21\,(\lambda_T - 0.2) + \lambda_T^2)$$

λ_T : 세장비의 참조계수로서 다음 식에 의한 값

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{\sigma_F}{\sigma_{Ki\,T}}}$$

$\sigma_{Ki\,T}$: 다음 식에 의한 값(N/mm^2)

$$\sigma_{Ki\,T} = \frac{E}{I_p}\left(\frac{\pi^2 I_w \times 10^2}{a^2}\varepsilon + 0.385 I_T\right)$$

I_p : **그림** 10의 점 C에서 보강재의 순 단면 극관성 모멘트(cm^4)로서 **표** 10에 따른다.

I_T : 보강재의 순 상브난 모멘트(cm^4)로서 **표** 10에 따른다.

I_w : **그림** 10의 점 C에서 보강재의 순 Sectorial 관성 모멘트로서(cm^6) **표** 10에 따른다.

ε : 고정도(degree of fixation)로서 다음 식에 의한 값

$$\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{a^4}{\frac{3}{4}\pi^4 I_w\left(\frac{b}{t^3} + \frac{4h_w}{3t_w^{\,3}}\right)}} \times 10^{-3}$$

h_w, t_w : 각각 웨브 높이(mm) 및 순 두께

b_f, t_f : 각각 플랜지 폭 (mm) 및 순 두께

A_w : 웨브의 순 면적으로 다음 식에 의한 값

$$A_w = h_w \times t_w \quad (\text{mm}^2)$$

A_f : 면재의 순 면적으로 다음 식에 의한 값

$$A_f = b_f \times t_f \quad (\text{mm}^2)$$

e_f : 다음 식에 의한 값

$$e_f = h_w + \frac{t_f}{2} \quad (\text{mm})$$

(ii) 횡 보강재

압축응력을 받으며 종보강재로 지지되지 않는 횡보강재는 (i)에 따른 비틀림 좌굴 강도를 만족하여야 한다.

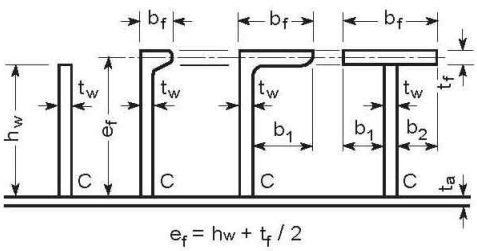


그림 10 : 보강재의 치수

표 10 : 관성 모멘트

단면	I_p	I_T	I_w
평강	$\frac{h_w^3 t_w}{3\times10^4}$	$\frac{h_w t_w^3}{3\times10^4}\left(1-0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36\times10^6}$
구평강(bulb) 또는 플랜지를 가지는 단면	$\left(\frac{A_w h_w^2}{3}+A_f e_f^2\right)10^{-4}$	$\frac{h_w t_w^3}{3\times10^4}\left(1-0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$ + $\frac{b_f t_f^3}{3\times10^4}\left(1-0.63\frac{t_f}{b_f}\right)$	구평강(bulb) 및 형강(angle) 단면의 경우 $\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12\times10^6}\left(\frac{A_f+2.6A_W}{A_f+A_W}\right)$ 티(tee) 단면의 경우: $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12\times10^6}$

1.4 창구코밍의 강도기준

1.4.1 일반사항

a) 창구코밍의 보강재는 창구코밍의 폭 및 길이에 걸쳐 연속적이어야 한다.

b) 코밍은 그 상단에서 창구덮개 폐쇄장치를 설치하기에 적합한 형상의 보강재에 의하여 보강되어야 한다. 이에 추가하여 타폴린에 의하여 풍우밀을 유지하는 창구덮개가 창구코밍의 길이가 3 m 또는 높이 600 mm를 넘는 경우에는 창구코밍의 둘레에 걸쳐 상단으로부터 250 mm 하방에 형강 또는 구평강(bulb)을 설치하여야 한다. 형강 또는 구평강(bulb)의 수평 플랜지의 폭은 180 mm 이상이어야 한다.

c) 타폴린에 의하여 풍우밀을 유지하는 창구덮개의 경우, 코밍은 3 m 이하의 간격으로 브래킷 또는 스테이로 보강되어야 하며, 코밍의 높이가 900 mm를 초과하는 경우에는 추가의 보강이 필요하다. 다만 보호된 횡방향 코밍에 대해서는 적절히 경감할 수 있다.

d) 두 개의 창구가 인접하는 경우, 강도의 연속성을 유지하기 위해 종방향 코밍을 연결하도록 갑판 하부에 보강재를 설치하여야 한다. 창구길이가 늑골 간격의 9배를 넘는 창구코밍의 경우, 그 단부에서 늑골 간격의 2배에 걸쳐 유사한 보강을 하여야 한다.

e) 수밀 강재 창구덮개가 설치된 경우, 풍우밀의 경우와 동등한 강도의 다른 배치를 할 수 있다.

f) 디프탱크에 설치하는 창구 코밍의 구조 및 치수는 이 장 규정에 추가하여 **6장**의 규정에도 적합하여야 한다.

1.4.2 코밍의 순 두께

a) 노출갑판 창구코밍의 순 두께는 다음 식에 의한 값 중 큰 것 이상이어야 한다. 추가로 종강도에 대한 고려도 하여야 한다.

$$t=14.2S\sqrt{\frac{P_H}{0.95\sigma_y}} \quad \text{(mm)} \quad \text{, 또는} \quad t=6+\frac{L}{100} \quad \text{(mm)}$$

S : 보강재 간격(m)

L : 선박의 길이(m). 다만, 300 m 이하로 한다.

P_H : **[1.2.3]**에 의한 수평 파랑하중

σ_y : 재료의 최소 항복응력 (N/mm^2)

b) 스닙된 보강재 단부에서의 코밍 총 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t=19.6\sqrt{\frac{P_H S(\ell-0.5S)}{\sigma_y}} \quad \text{(mm)}$$

ℓ : 보강재 지지점 사이의 거리(m)로 코밍 스테이 간격으로 한다.

S, P_H, σ_y : a)에 따른다.

1.4.3 코밍 보강재의 순 치수

a) 양단고정인 창구코밍 보강재의 순 단면계수 Z 및 전단면적 A는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{83}{\sigma_y} P_H S \ell^2 \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

$$A = \frac{10 P_H S \ell}{\sigma_y} \qquad (\mathrm{cm}^2)$$

P_H, ℓ, S, σ_y : **[1.4.2]**에 따른다.

b) 창구 모서리부 보강재가 스닙된 경우 보강재의 순 단면계수 및 전단면적은 a)에 의한 값의 1.35배 이상이어야 한다.

c) 종강도에 기여하는 창구코밍 보강재는 **표 1**의 부식추가를 공제한 순 두께 단면 특성을 갖는 보강재에 대하여 **8장 5절**에 따른 좌굴강도를 만족하여야 한다.

1.4.4 코밍 스테이

a) 코밍 스테이 단면계수 및 웨브 두께

(1) 갑판과 연결부에서의 코밍 스테이의 순 단면계수 Z는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$Z = \frac{526}{\sigma_y} e h_S^2 P_H \qquad (\mathrm{cm}^3)$$

h_S, e : 각각 스테이 높이(m) 및 간격(m)

P_H, σ_y : **[1.2.2]**에 따른다.

(2) **그림 11**의 (a) 및 (b)와 다른 방식의 스테이(예 : **그림 11**의 (c) 및 (d))의 경우, 격자해석 또는 유한요소해석에 의하여 응력을 계산하여야 하며, 이 응력은 **[1.3.2]** a)의 허용응력 이하이어야 한다.

(3) 고려하는 스테이가 갑판에 용접되고 갑판 하부 구조가 적절히 지지되는 경우에만 코밍 스테이의 순 단면계수 계산에 스테이 면재의 면적을 포함할 수 있다.

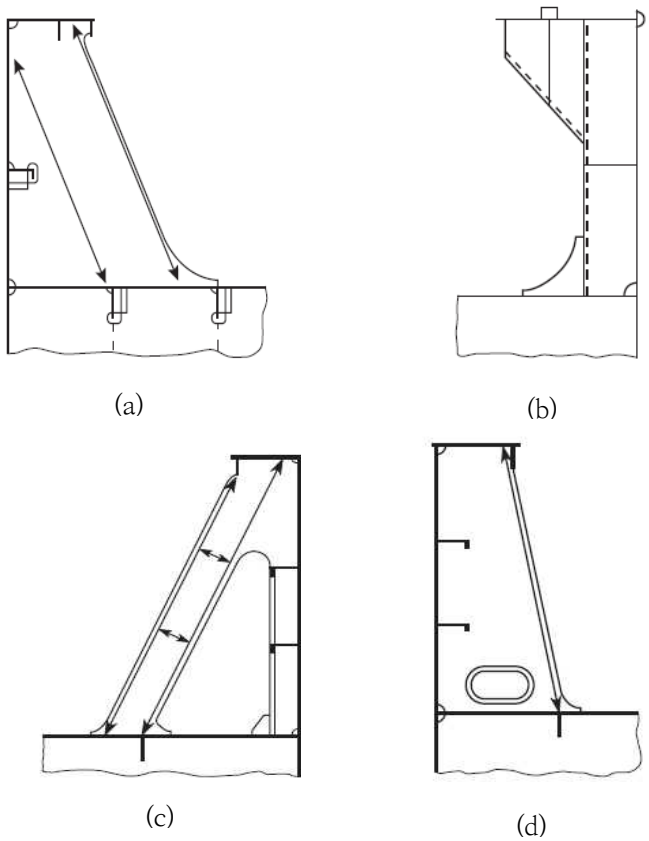


그림 11 : 일반적인 창구코밍 스테이

b) 코밍 스테이의 웨브 두께

스테이와 갑판과의 연결부에서의 스테이 웨브의 순 두께는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$t_W = \frac{2}{\sigma_y}\frac{e\,h_S P_H}{h_W} \quad \text{(mm)}$$

h_W : 코밍 스테이 하단에서의 웨브 높이 (m)

h_S, e, P_H, σ_y : a)에 따른다.

c) 마찰하중 하의 코밍 스테이

창구덮개 지지대에서 마찰력을 전달하는 코밍 스테이의 경우, 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다. ([1.5.7]의 b) 참조)

1.4.5 창구코밍의 추가요건

a) 종강도

(1) 종강도에 기여하는 창구코밍은 **5장** 종강도 요건에 적합하여야 한다.

(2) 코밍 상단에 용접되는 구조부재 또는 코밍 상단의 컷아웃의 경우, 피로강도에 대하여 검증되어야 한다.

(3) 길이가 $0.1L$ 을 넘는 종방향 창구코밍의 양단에는 테이퍼 된 브래킷 또는 동등한 효력을 갖는 부재를 설치하여야 한다. 브래킷 끝단과 갑판과의 용접은 완전 용입용접되어야 하며 그 범위는 300 mm 이상이어야 한다.

b) 국부상세

(1) 창구코밍 및 갑판 하부 구조물은 창구덮개로부터 창구코밍을 통하여 갑판하 구조물에 하중을 전달할 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 창구덮개로부터의 종, 횡 및 수직 방향의 하중에 견딜 수 있도록 코밍 및 지지구조를 적절히 보강하여야 한다.

(3) 스테이에 의해 전달되는 하중으로 인해 갑판하 구조물에 발생하는 수직응력 σ, 전단응력 τ는 다음 조건을 만족하여야 한다.

$\sigma \le 0.95\sigma_y$

$\tau \le 0.5\sigma_y$

(4) 특별히 언급되지 않는 한, 용접 및 재료는 **3장** 및 **12장**에 따른다.

(5) 스테이 웨브와 갑판과의 용접은 양면 연속용접으로 목 두께는 $a = 0.44t_W$ 이상이어야 한다. 다만, t_W는 웨브의 총 두께(mm)로 한다.

c) 스테이

창구덮개 상에 목재, 석탄 또는 코크스 등과 같은 화물을 싣는 선박에는 1.5 m을 넘지 않는 간격으로 스테이가 설치되어야 한다.

d) 코밍의 연장

코밍은 갑판 보의 하단까지 연장되어야 한다. 또는 창구 측 거더를 갑판 보의 하단까지 연장시켜 설치하여야 한다. 연장된 코밍 및 창구 측 거더는 플랜지 구조로 하든가 또는, 면재 또는 반 환봉을 설치하여 보강하여야 한다. (**그림 12** 참조)

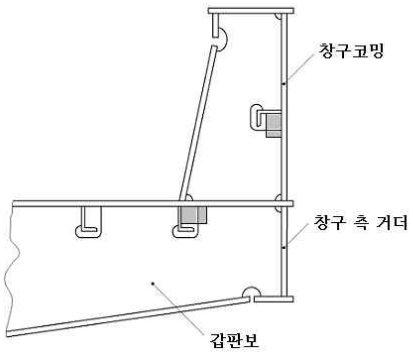


그림 12 : 코밍의 연장

1.5 창구덮개의 상세 - 폐쇄장치, 이동방지장치, 지지대

1.5.1 풍우밀의 확보

a) 창구가 비바람에 노출되어 있는 경우, 충분한 수량과 품질의 개스킷과 클램핑장치로 풍우밀을 확보하여야 한다.

b) 주관청이 인정하는 경우, 타폴린을 이용하여 풍우밀을 확보할 수 있다.

1.5.2 일반사항

a) 창구덮개는 창구코밍 및 창구덮개 패널 간에 적절한 간격으로 배치된 적절한 장치(볼트, 쐐기, 또는 유사한 장치)를 이용하여 고정되어야 한다. 클램핑 장치 및 이동방지 장치(stopper)는 쉽게 제거할 수 없도록 적절한 방법으로 설치되어야 한다.

b) 상기 요건에 추가하여, 모든 창구덮개, 특히 상부에 화물이 적재되는 덮개는 선체 운동에 의한 수평방향 이동에 대하여 효과적으로 고정되어야 한다.

c) 선수미부에서는, 수직 가속도가 중력가속도를 초과하는 경우가 있으므로 **[1.5.4]**에 따른 클램핑 장치의 치수를 결정할 때에는 가속도에 의한 상방향 힘을 고려하여야 한다.

d) 창구코밍 및 지지구조는 창구덮개로부터의 하중을 지지할 수 있도록 충분한 강성을 가져야 한다.

e) 특별한 밀봉 장치(sealing device)를 갖춘 창구덮개, 단열창구덮개, 편평한 창구덮개 및 낮은 높이의 코밍을 갖는 창구덮개(**[1.1.3]** 참조)는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.

f) 창구덮개 상부에 컨테이너가 적재되는 경우, 클램핑 장치의 치수는 컨테이너에 의하여 발생할 수 있는 상방향 하중을 고려하여 결정하여야 한다.

1.5.3 개스킷

a) 창구덮개의 자중 및 그 상부 화물 중량은 선체 운동에 의한 관성력을 포함하여 강구조에 의하여 선체 구조에 전달되어야 한다. 전달하중은 창구덮개의 측판 및 단부 판과 선체 구조의 연속된 강과 강 구조의 접촉에 의하여만 또는 지지패드에 의하여 전달될 수 있다.

b) 창구덮개의 풍우밀은 연속하는 탄성재료의 개스킷을 압축하여 확보하여야 한다. 창구덮개 패널 사이에도 동일한 밀봉 장치(sealing device)를 설치하여야 한다.

c) 압축봉으로 평강 또는 형강이 설치된 경우, 이들과 개스킷의 접촉면은 충분히 둥글게 가공되어야 하며, 압축봉은 내식성 재료이어야 한다.

d) 개스킷과 클램핑 장치는 창구덮개와 선체 구조 또는 창구덮개 패널 사이의 상대이동이 발생하여도 충분히 풍우밀을 유지하는 것이어야 한다. 필요한 경우 상대이동을 제한하는 적절한 장치를 설치하여야 한다.

e) 개스킷의 재질은 충분한 압축성이 있고 화물의 종류에 적합하여야 하며, 선박의 일생동안의 환경조건에 적합한 것이어야 한다.

f) 개스킷의 재질과 형상은 창구덮개의 종류, 클램핑 장치의 배치 및 창구덮개와 선체 구조 사이의 상대이동 등을 고려하여 결정하여야 한다.

g) 개스킷은 창구덮개에 적절히 고정되어야 한다.

h) 개스킷과 접촉하는 창구덮개 및 코밍의 강재부분은 날카로운 형상이 없는 것이어야 한다.

i) 선체 구조와 창구덮개 사이에 접지를 위하여 금속성 접촉이 요구된다.

j) 개스킷의 면제

다음의 요건을 만족하는 컨테이너선은 개스킷의 설치를 면제하고 클램핑 장치의 설치를 적절히 경감할 수 있다.

(1) 창구코밍의 높이는 **제2위치**에서도 600 mm 이상이어야 한다.

(2) 해당 창구덮개가 설치된 갑판의 깊이 $H(x)$는 다음 식을 만족하여야 한다.(**그림 13** 참조)

$H(x) \geq T_{fp} + f_b + h'_N$ (m)

T_{fp} : 하기 만재흘수선(m)

f_b : 창구덮개가 설치된 갑판으로부터 h'_N 하방의 위치에 가상 건현갑판을 가정하여 계산된 **「국제만재흘수선협약 제28규칙」**에 따른 최소 건현 (m)

h'_N : 해당 창구덮개가 설치된 갑판의 위치에 따라 다음에 의한 값(m).

- 선수부 $0.25L_f$ 이내 : 6.9 m
- 상기 이외 : 4.6 m

(3) 창구덮개 패널 사이 및 레비린스 등의 비풍우밀 간격은 비손상 및 손상복원성 계산 시 비보호 개구로 고려하여야 한다. 이들 간격은 화물창 내로 해수 유입량과 빌지관 장치의 능력을 고려하고 고정식 가스 소화장치의 유효성이 저하되지 않도록 최소로 하여야 한다. 어떠한 경우에도 50 mm 이하이어야 한다.

(4) 간격으로 해수 유입을 최소화하기 위하여 레비린스(labyrinths), 거터바(gutter bar) 또는 동등 장치를 창구덮개의 각 패널 및 코밍에 설치하여야 한다. 레비린스 및 거터바 등의 창구코밍 정판으로부터 높이는 각각 65 mm 이상, 창구덮개와 창구코밍 정판의 간격은 10 mm 이하로 하여야 한다. (**그림 14** 참조)

(5) 창구덮개가 여러 개의 패널로 구성된 경우에는 패널간의 간격은 50 mm 이하이어야 한다.

(6) 비풍우밀 창구덮개가 설치되는 각 화물창에는 빌지 경보장치를 설치하여야 한다.

(7) 위험물을 운송하는 경우에는 MSC/Circ.1087의 관련 요건에 따른다.

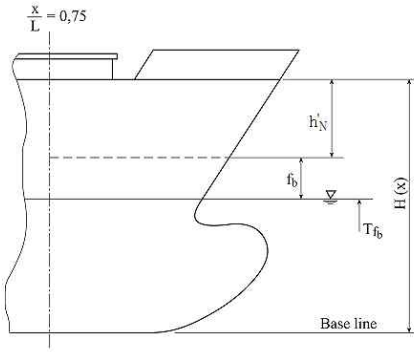


그림 13 : $H(x)$의 정의

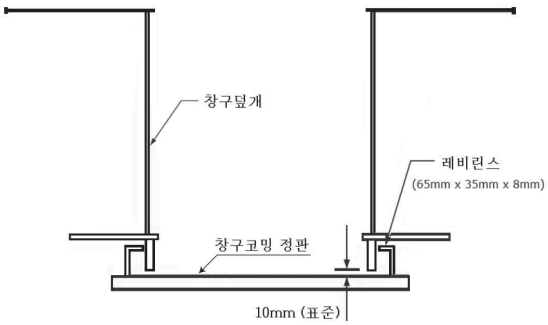


그림 14 : 레비린스의 예

1.5.4 클램핑 장치

a) 배치

(1) 클램핑 장치 및 이동방지 장치(stopper)는 창구덮개와 코밍 사이의 개스킷 및 인접한 창구덮개 사이의 개스킷이 충분히 압축되도록 배치하여야 한다.

(2) 클램핑 장치 및 이동방지 장치의 배치 및 간격은 창구덮개의 크기 및 형식과 클램핑 장치 사이의 창구덮개와 코밍의 강성을 고려하여 풍우밀을 확보할 수 있도록 결정하여야 한다.

(3) 여러 개의 패널로 구성된 창구덮개의 패널 연결부에서는, 하중을 받는 패널과 받지 않는 패널 간의 과대한 상대 변형이 생기는 방지하기 위하여 수직 가이드를 설치하여야 한다.

(4) 이동방지 장치의 위치는 창구덮개와 선체의 손상을 방지하기 위하여 창구덮개와 선체 구조 사이의 상대 운동에 적합하도록 선정하여야 한다. 이동방지 장치의 개수는 가능하면 적어야 한다.

b) 간격

클램핑 장치의 간격은 일반적으로 6m 이하이어야 한다.

c) 제작

(1) 해수가 갑판에 도달할 가능성이 거의 없는 경우 클램핑 장치의 치수는 경감할 수 있다.

(2) 클램핑 장치는 신뢰성이 있는 것이어야 하며 창구코밍, 갑판 또는 창구덮개에 견고하게 부착되어야 한다.

(3) 1개의 창구덮개에 설치되는 각 클램핑 장치는 거의 동일한 강성을 갖는 것이어야 한다.

(4) 클램핑 장치로 로드 클리이트(rod cleat)를 사용하는 경우 탄력성을 갖는 와셔 또는 완충재(cushion)를 삽입하여야 한다.

(5) 유압식 클램핑 장치는 유압계통에 이상이 있는 경우에도 기계적으로 체결상태를 유지할 수 있는 것이어야 한다.

d) 클램핑 장치의 단면적

(1) 클램핑 장치에 사용되는 볼트 또는 로드의 총 단면적 A은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 다만, 창구면적이 5 m^2를 넘는 경우에는 볼트 또는 로드의 총 직경은 19 mm 이상이어야 한다.

$A = 0.28 q S_{SD} k_l$ (cm^2)

q : 개스킷에 작용하는 선 압력(N/mm). 다만, 5 N/mm 미만일 경우에는 5 N/mm로 한다.

S_{SD} : 고박장치의 간격(m), 다만, 2 m 미만인 경우에는 2 m로 한다.

k_l : 다음 식에 의한 값

$k_l = (235/\sigma_y)^e$

σ_y : 재료의 최소 항복응력(N/mm^2), 다만, $\sigma_y \geq 0.7\sigma_T$인 경우에는 $0.7\sigma_T$로 한다.

σ_T : 재료의 인장강도(N/mm^2)

e : 다음과 같다.

σ_y 〉 235 N/mm^{2}의 경우 : 0.75

$\sigma_y \leq$ 235 N/mm^{2}의 경우 : 1.00

(2) 굽힘응력 및 전단응력에 대하여 충분한 강도를 갖도록 특별히 설계된 클램핑 장치는 **[1.5.6]**의 들림방지 장치로 고려할 수 있다. 이 경우 하중은 다음 식에 의한다.

$P = q \times S_{SD}$ (kN)

q, S_{SD} : (1)에 따른다.

1.5.5 이동방지 장치(stopper)

a) 이동방지 장치는 다음 식에 의한 수평방향의 힘 F을 고려하여야 한다. 다만, 종·횡방향의 가속도가 동시에 작용하는 것으로는 고려하지 않는다.

$F = ma$

m : 창구덮개 및 창구덮개 상부에 적재되는 화물의 질량의 합

a : 가속도로서 다음 식에 의한 값

종방향의 경우 : $a_x = 0.2g$

횡방향의 경우 : $a_y = 0.5g$

b) 이동방지 장치 및 하부구조의 치수를 결정하는 경우의 설계하중은 **[1.2.3]** 및 a)의 규정에 의한 값 중 큰 것으로 한다. 다만, 이동방지 장치 및 하부구조의 허용응력은 **[1.3.2]** a)의 기준을 만족하여야 한다.

c) 이동방지 장치의 배치는 **[1.7.4]**의 b)에도 적합하여야 하며, **[1.5.7]**의 요건도 고려하여야 한다.

1.5.6 들림방지 장치(Anti lifting devices)

a) 창구덮개의 상부에 화물을 적재하는 경우에는 **[1.2.5]**에 따라 창구덮개에 발생하는 수직방향의 힘에 대하여 창구덮개의 들림방지를 위하여 잠금장치를 설치하여야 한다. (**그림** 15 참조)

b) a)의 하중에 대한 들림방지 장치의 등가응력 σ_E가 다음 식에 의한 값 이하이어야 한다.

$\sigma_E = 150/k_l$ (N/mm^2)

k_l : **[1.5.4]**의 d) (1)에 따른다.

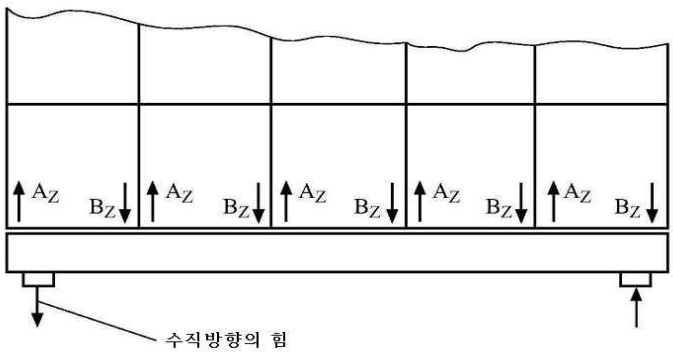


그림 15 : 창구덮개의 수직방향 힘

c) 횡방향으로 설치된 가이드의 유효높이 h_E가 다음 식에 의한 값 이상인 경우에는 들림방지 장치를 생략할 수 있다. 다만, 어느 경우도 창구덮개 측판의 높이에 150 mm를 더한 값 이상이어야 한다.(**그림 16** 참조)

$h_E = 1.75\sqrt{(2se + d^2)} - 0.75d$

e : 횡방향 창구덮개 가이드의 내단으로부터 창구덮개 측판까지의 최대 거리(mm)

s : 횡방향 창구덮개 가이드의 간격(mm). 다만, 10 mm 이상 40 mm 이하로 한다.

d : 창구덮개 지지부로부터 가이드 스토퍼의 상단까지의 거리(mm)

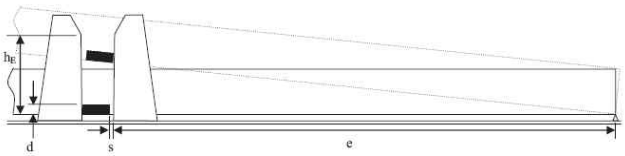


그림 16 : 창구덮개 횡방향 가이드 높이

1.5.7 창구덮개 지지대

창구덮개 지지부재는 다음 규정에 따른다.

a) **[1.2]**의 설계하중 및 **[1.5.5]**의 a)의 하중에 의하여 창구덮개에 작용하는 공칭 표면 압력이 다음 식에 의한 값 이하가 되도록 지지대가 설치되어야 한다.

- 일반적인 경우 : $p_{n\max} = dp_n$ (N/mm^2)
- 상대변위가 없는 금속 접촉구조의 경우 : $p_{n\max} = 3p_n$ (N/mm^2)

d : 적재상태에 따라 다음 식에 의한 값. 다만, 3.0을 넘는 경우에는 3.0으로 한다.

$d = 3.75 - 0.015L$

일반적인 경우 : 1.0 이상

부분적재상태의 경우 : 2.0 이상

p_n : **표 11**에 따른다.

b) 지지표면에서 상대변위가 큰 경우에는 마모가 작고 마찰에 강한 재료를 사용하여야 한다.

c) 창구덮개 지지대의 도면을 제출하여야 한다. 도면에는 재료 제조자가 제시한 허용 최대 압력에 대한 자료가 포함되어야 한다.

d) 지지대의 하부 구조물은 압력분포가 균일하게 작용하도록 설계하여야 한다.

표 11 : 허용 공칭 표면 압력 p_n

지지대 재료	p_n(N/mm^2)	
	수직 하중	수평 하중(스토퍼 상)
선체 구조용 압연강	25	40
경화 강재	35	50
플라스틱 소재	50	-

e) 이동방지 장치의 배치와 무관하게 지지대는 다음 식에 의한 수평방향 힘 F를 종방향 및 횡방향으로 전달할 수 있어야 한다.

$F = \mu \dfrac{P_V}{\sqrt{d}}$

P_V : 해당 지지대에 작용하는 수직 지지하중

μ : 마찰계수로 일반적으로 0.5로 한다. 다만, 비금속 또는 낮은 마찰재료를 사용하는 경우의 마찰계수는 우리 선급이 인정하는 값으로 할 수 있다. 다만, 어떠한 경우에도 0.35 이상이어야 한다.

d : a)에 따른다.

f) 지지대, 인접하는 구조부재 및 하부 지지구조의 응력은 **[1.3.2]** a)의 기준을 만족하여야 한다.

g) 수평방향의 힘 P_h가 작용하는 지지대의 인접하는 구조부재 및 하부구조에 대하여는 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다.

1.5.8 창구덮개의 컨테이너 받침대

컨테이너 받침대의 하부구조는 **[1.2]**에 따라 화물 및 컨테이너 하중에 대하여 **[1.3.2]** a)의 허용응력을 만족하도록 설계되어야 한다.

1.5.9 배수설비

a) 개스킷의 선내 측에는 거터바(gutter bar)를 설치하거나 또는 창구코밍을 상부까지 연장하여 배수로를 형성하여야 한다. 배수로에는 적절한 위치에 배수구를 설치하여야 한다.

b) 창구코밍의 배수구는 응력 집중부로부터 충분히 떨어진 위치에 설치하여야 한다.(창구모서리, 크레인 포스트로의 천이 구역 등)

c) 배수로의 끝부분에 배수구를 설치하고 역지밸브가 설치하거나 또는 동등한 방법으로 외부로부터 해수의 침입을 방지하는 구조로 하여야 한다. 이를 위하여 배수구에 소화호스를 연결해서는 안 된다.

d) 여러 개의 창구덮개 패널로 구성된 창구덮개의 경우, 패널 상호 간의 연결부에는 개스킷의 상부와 하부에 배수로 및 배수구를 설치하여야 한다.

e) 창구덮개와 선체 구조 사이가 연속하는 금속 접촉 구조인 경우에는 금속 접촉구조와 개스킷의 사이에 배수설비를 설치하여야 한다.

1.6 기타의 개구

1.6.1 기관실 개구의 보호

a) 기관실 개구는 강재 위벽으로 폐위되어야 한다.

b) 기관실의 모든 출입구는 가능한 한 보호된 장소에 설치하여야 하며 기관실 내외부에서 폐쇄 및 잠금이 가능한 강재 출입문을 설치하여야 한다. 건현갑판 노출부의 위벽에 설치된 출입문은 **3편 16장 301.**에 적합하여야 한다.

c) 기관실 위벽에 설치된 출입문의 문지방 높이는 설치된 갑판으로부터 각각 **제1위치**에서는 600 mm, **제2위치**에서는 380 mm 이상이어야 한다,

d) 건현이 감소된 선박에 있어서, 노출된 건현갑판 또는 저 선미루 갑판 상의 기관실 위벽의 출입구는 위벽과 동등한 강도를 갖는 공간 또는 통로로 유도되어야 하며 이들 공간과 기관실은 제2의 풍우밀 문에 의하여 격리되어야 하며 문지방 높이는 230 mm 이상이어야 한다.

1.6.2 승강구 및 기타의 개구

a) 맨홀 또는 평 갑판구(flush opening)

제1위치, 제2위치 또는 폐위된 선루 이외의 선루 내의 맨홀과 평 갑판구는 수밀의 강재덮개로 폐쇄되어야 한다. 좁은 간격으로 배치된 볼트로 고정되지 아니하는 한 덮개는 상설적으로 설치하여야 한다.

b) 승강구

(1) 창구, 기관구역 개구, 맨홀 및 평 갑판구 이외의 건현갑판 상 개구는 폐위선루 또는 동등한 강도와 풍우밀성을 갖는 갑판실 또는 승강구실에 의하여 보호되어야 한다.

(2) 노출된 선루갑판 또는 건현갑판 상의 갑판실 상에 있는 개구로서 건현갑판 하의 장소 또는 폐위 선루 내의 장소로 통하는 개구는 유효한 갑판실 또는 승강구실에 의하여 보호되어야 한다.

(3) (1)호 및 (2)호의 갑판실 또는 승강구실의 출입구는 **3편 16장 301.**에 적합한 문을 설치하여야 한다.

(4) (1)호에서 (3)호의 승강구실의 출입문 문지방 높이는 **제1위치**에서 600 mm 이상, **제2위치**에서 380 mm 이상이어야 한다.

(5) 건현갑판 하로 통하는 개구를 보호하는 건현갑판 상의 갑판실 또는 선루의 경우, 건현갑판 상 출입구의 문지방 높이는 600 mm 이상이어야 한다. 다만, 건현갑판으로부터 출입에 대한 대체수단으로 상부갑판에서 접근 할 수 있는 경우에는 선교루, 선미루 또는 갑판실의 출입문 문지방 높이는 380 mm 이상이어야 한다.

(6) 선루 및 갑판실의 출입구에 설치된 문이 **3편 16장 301.**에 적합하지 않는 경우에 내부의 갑판 개구는 노출된 것으로 간주하여야 한다.

(7) 표준 선루 높이 보다 낮은 저 선미루 또는 선루 상부의 갑판실로서 표준 선루 높이보다 높거나 같은 높이의 갑판실 상부에 설치된 개구는 적절한 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 다만, 규칙에서 정의된 유효한 갑판실 또는 승강구실에 의해 보호될 필요는 없다.

(8) 표준 선루 높이보다 낮은 갑판실 상부의 갑판실 상부에 설치된 개구도 동일하게 보호할 수 있다.

2. 작은 창구

2.1 적용

2.1.1

[2.2]부터 [2.6]의 요건은 [1.1.2]에 정의된 노천갑판 상의 **제1위치** 및 **제2위치**에 있는 작은 창구에 적용한다. [3]의 요건은 0.25 L 전방의 노출된 선수갑판 상에 설치된 작은 창구에 적용한다.

2.2 재료

2.2.1

강재 창구덮개의 구조에 사용되는 재료는 **2편**의 관련 요건에 적합하여야 한다.

2.2.2

강재와 다른 재료의 사용은 사안별로 우리 선급에 의하여 고려되어야 한다.

2.3 창구코밍의 높이

2.3.1

갑판상 창구코밍의 높이는 다음보다 작아서는 아니 된다.

- 제1위치: 600mm
- 제2위치: 450mm

2.3.2

개스킷과 고박장치가 있는 강재 창구덮개에 의하여 폐쇄되는 창구코밍의 높이([2.3.1] 참조)는 어떠한 해상상태에서도 선박의 안전이 그것에 의해서 저하되지 않는다고 주관청이 만족하는 조건으로 상기 값까지 경감될 수 있거나 코밍이 완전히 면제될 수 있다. 이러한 경우, 창구덮개의 치수, 개스킷, 고박설비 및 갑판 내 리세스의 배수는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2.4 작은 창구

2.4.1

작은 창구는 갑판 하부의 구역으로 접근하기 위하여 설계된 창구이며 풍우밀 또는 수밀로 폐쇄될 수 있어야 한다. 작은 창구의 개구는 일반적으로 $2.5\,m^2$ 이하이어야 한다.

노출된 갑판에서의 창구덮개는 풍우밀이어야 한다.

평형수 탱크, 연료유 탱크 또는 기타 탱크에 설치된 창구덮개는 수밀이어야 한다.

2.4.2

모든 해상상태에서 풍우밀이 유지되도록 고박설비는 배치되고 창구덮개의 변은 보강되어야 한다. 최소한 하나의 잠금장치를 각 측면에 설치하여야 한다. 원형 구멍 힌지는 잠금장치와 동등한 것으로 고려될 수 있다.

2.4.3

특별히 설계된 창구는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2.4.4

덮개의 총 두께는 8 mm 보다 작아서는 아니 된다. 덮개의 보강재 간격이 0.6 m을 넘는 경우 덮개 두께는 증가되거나 또는 충분한 보강이 이루어져야 한다.

2.4.5

코밍의 총 두께는 다음 값 중 작은 값보다 작아서는 아니 된다.

- 코밍의 높이와 보강재 간격 중 작은 값을 보강재의 간격으로 가정하여, 창구덮개 주위 갑판의 총 두께,
- 10 mm

코밍은 그 형태가 적절한 강성을 확보하지 아니하는 한, 높이가 0.8 m을 넘거나 또는 수평방향 크기가 1.2 m을 넘는 경우 보강되어야 한다.

2.5 개스킷

2.5.1

풍우밀을 위하여 비교적 부드러운 압축 탄성재료의 연속된 개스킷을 설치하여야 한다.

2.5.2

개스킷과 접촉되는 코밍과 창구덮개의 강재부분은 예리한 모서리를 가져서는 아니 된다.

3. 선수부 노출갑판 상에 설치된 작은 창구

3.1 일반사항

3.1.1

이 요건은 선수 수선으로부터 0.25 L 내에 있고, 창구 위치에서 하기 만재흘수선으로부터 0.1 L 또는 22 m 중 작은 높이에 설치된 노출갑판 상의 작은 창구(일반적으로 개구 면적이 2.5 m^2 이하)에 대하여 적용한다.

3.1.2

비상탈출용으로 설계된 창구는 **[3.3.1]** (a) 및 (b), **[3.4.3]** 및 **[3.5.1]**의 요건을 따르지 않아도 된다.

3.1.3

비상탈출용 창구의 잠금장치는 신속히 작동하는 형식(예를 들면, 단일조작의 휠 손잡이가 창구덮개의 잠금 및 잠금해제를 위한 중앙식 잠금장치로서 제공됨)으로 하여야 하며 창구덮개의 양측으로부터 작동될 수 있어야 한다.

3.2 강도

3.2.1

사각형의 작은 강재 창구덮개인 경우, 판의 총 두께, 보강재의 배치 및 치수는 **표 12** 및 **그림 18**에 의한 값(mm)보다 작아서는 아니 된다. 설치된 경우, 2차 보강재는 **[3.4.1]**에 규정에 의한 금속 간 접촉점에 맞추어 배치하여야 한다. (**그림 18** 참조) 일차 보강재는 연속성이 있어야 하며 모든 보강재는 내부 끝단 보강재에 용접하여야 한다. (**그림 17** 참조)

표 12 : 선수 갑판 상의 작은 창구덮개에 대한 총 치수

호칭치수 (mm × mm)	덮개판 두께(mm)	1차 보강재	2차 보강재
		평강(mm × mm) ; 수	
630 × 630	8	-	-
630 × 830	8	100 × 8 ; 1	-
830 × 630	8	100 × 8 ; 1	-
830 × 830	8	100 × 10 ; 1	-
1030 × 1030	8	120 × 12 ; 1	80 × 8 ; 2
1330 × 1330	8	150 × 12 ; 2	100 × 10 ; 2

3.2.2
창구코밍의 상부 모서리는 통상 코밍의 상부 모서리로부터 190 mm를 넘지 아니하는 위치에 수평부재에 의하여 적절하게 보강되어야 한다.

3.2.3
원형 또는 유사한 형상의 작은 창구덮개인 경우, 덮개 두께 및 보강은 작은 사각형 창구에 대한 요건과 동등한 강도 및 강성을 제공하여야 한다.

3.2.4
연강 이외의 재료로 제작된 작은 창구덮개인 경우, 요구되는 치수는 동등한 강도 및 강성을 제공하여야 한다.

3.3 1차 잠금장치

3.3.1
1차 잠금장치는 다음 중 하나의 방법에 의하여 적절하게 잠금되어 창구덮개를 정 위치에 고정시킬 수 있어야 하고 풍우밀이 되어야 한다.

a) 포크(클램프) 위에서 조여 주는 나비너트

b) 순간 작동 클리트

c) 중앙식 잠금장치

쐐기를 갖는 조임 핸들(dog, 돌려서 조여주는 핸들)은 인정되지 아니한다.

3.4 1차 잠금장치의 요건

3.4.1
창구덮개에는 탄성재료의 개스킷이 설치되어야 한다. 이것은 설계된 압축에서 금속 대 금속 접촉이 허용되어야 하며, 잠금장치가 느슨해지거나 벗겨지는 원인이 되는 그린파랑하중에 의한 개스킷의 과도한 압축을 방지하여야 한다. 금속 대 금속 접촉은 **그림 18**에 보인 바와 같이 각각의 잠금장치에 가깝게 설치하여야 하며, 지지력(bearing force)을 견디기에 충분하여야 한다.

3.4.2
1차 잠금장치는 도구를 사용하지 않고 한 사람에 의하여 설계압축압력을 얻을 수 있도록 설계 및 제작되어야 한다.

3.4.3
나비너트를 사용한 1차 잠금장치에 대하여 포크(클램프)는 견고하게 설계되어야 한다. 포크는 끝부분을 올려서 포크를 상방으로 구부리거나 혹은 유사한 방법으로 사용 중에 나비너트가 이탈하지 않도록 설계되어야 한다. 보강하지 아니한 강재 포크의 판 두께는 16 mm 이상이어야 한다. 장치의 한 예를 **그림 17**에 나타내었다.

3.4.4

최전방 화물창구 전방의 노출갑판에 위치한 작은 창구덮개의 힌지는, 그린파랑의 주 방향으로 설치함으로써 덮개가 닫히도록 하여야 하며, 이는 힌지가 보통 앞쪽 끝단에 위치하여야 함을 뜻한다.

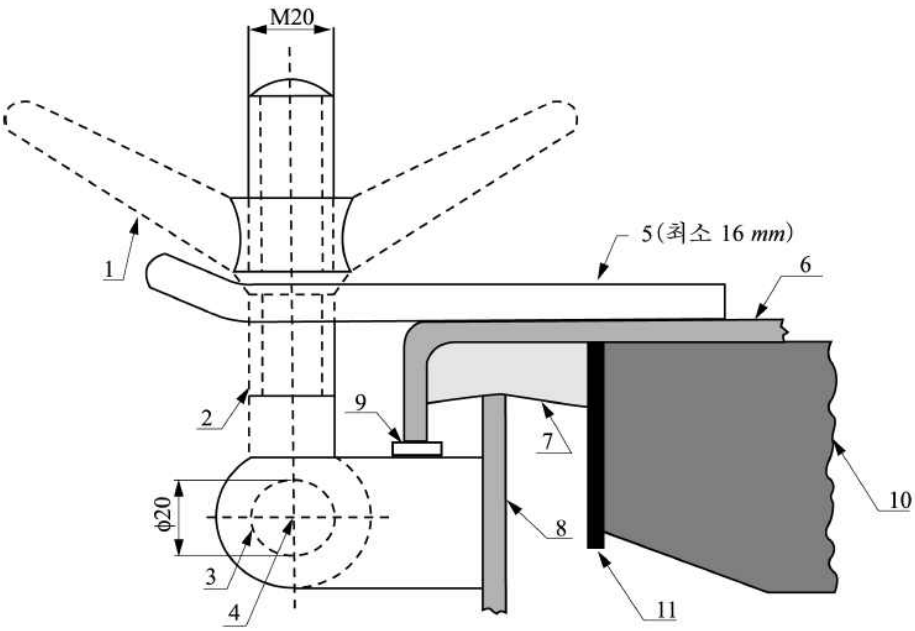
3.4.5

주 화물창구와 주 화물창구 사이, 예를 들어 1번과 2번 창구 사이에 위치한 작은 창구의 힌지는 횡파 또는 선수 사파(bow quartering)상태에서 그린파랑으로부터 보호될 수 있도록 앞쪽 끝 또는 바깥쪽 끝에 설치하여야 한다.

3.5 2차 잠금장치

3.5.1

선수갑판 상의 작은 창구는 슬라이딩 볼트, 이완 부착품의 걸쇠(hasp) 또는 고리와 같은 독립된 2차 잠금장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 1차 잠금장치가 느슨해지거나 또는 이탈되는 경우에도 창구덮개를 정위치에 고정할 수 있어야 한다. 이 장치는 창구덮개 힌지와 반대 방향으로 설치하여야 한다.



1 : 나비 너트
2 : 볼트
3 : 핀
4 : 핀의중심
5 : 포크(클램프)판
6 : 창구덮개
7 : 개스킷
8 : 해치코밍
9 : 금속간 접촉부를 위한 토글볼트의 브래킷에 용접된 베어링 판
10: 보강재
11: 내부끝 보강재

(비고:단위 mm)

그림 17 : 1차 잠금장치(primary securing method)의 예

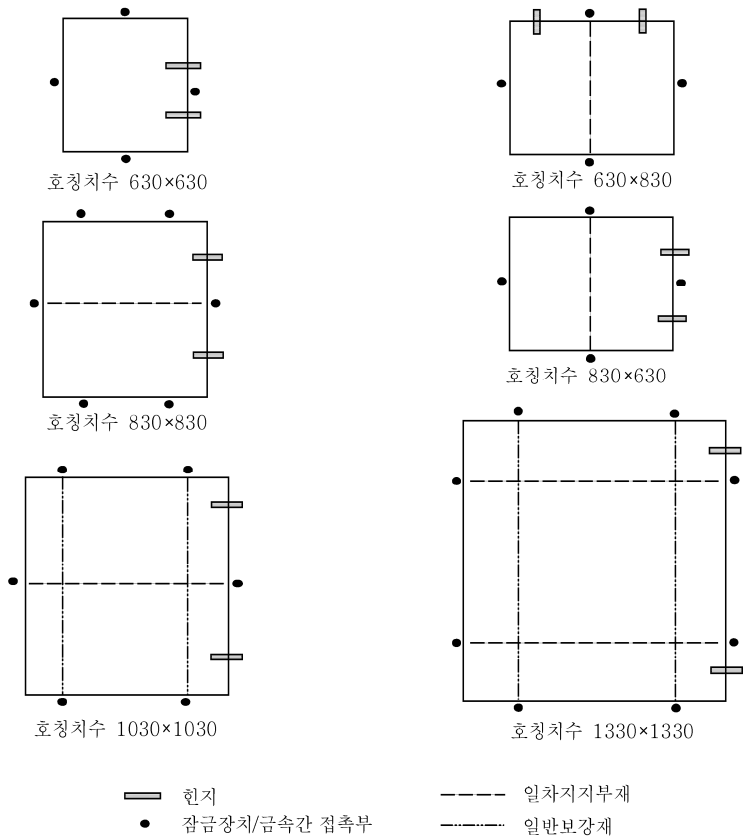

호칭치수 630×630
호칭치수 630×830
호칭치수 830×830
호칭치수 830×630
호칭치수 1030×1030
호칭치수 1330×1330
힌지
잠금장치/금속간 접촉부
일차지지부재
일반보강재

그림 18 : 보강재의 배치

14편 12장

건조

제 1 절 건조 및 제작

제 2 절 용접시공

제 3 절 용접이음의 설계

제 4 절 극후판 사용

제 1 절 건조 및 제작

1. 일반사항

1.1 공사

모든 공사는 조선해양산업의 품질요구수준에 적합해야 하고 검사원이 인정할 수 있는 것이어야 한다. 용접은 2절의 요건에 따라야 한다. 어떤 결함도 페인트, 시멘트 또는 기타 합성물로 도장되기 전에 검사원이 만족하도록 보수되어야 한다.

1.2 제작 표준

1.2.1

구조물 제작은 IACS Recommendation No. 47 또는 제작/건조 개시 전에 우리 선급의 인정을 받은 공인제작표준에 따라 이루어져야 한다.

1.2.2

제작/건조 중에 사용되어야 하는 제작 표준은 제작/건조 개시 전에 우리 선급의 입회 검사원이 사용할 수 있어야 한다.

1.2.3

제작표준에는 다음의 항목에 대한 적용범위 및 허용한도가 설정되어야 하고, 그 정보가 포함되어야 한다.

a) 절단면 가장자리 : 절단면 가장자리의 경사도 및 거칠기.

b) 플랜지가 있는 보강재, 브래킷 및 조립 보강재 : 플랜지의 너비 및 웨브 깊이, 웨브와 플랜지의 각도, 그리고 플랜지의 평면도 또는 면재의 상부 직선도.

c) 필러 : 갑판 사이의 직선도 및 원통 모양 구조의 지름

d) 브래킷 및 평판 보강재 : 트리핑 브래킷과 평판 보강재 자유단에서의 뒤틀림.

e) 소조립 보강재 : 면재 및 웨브의 스닙 끝단부 상세

f) 판조립 : 평블록 및 곡블록의 치수(길이와 너비), 뒤틀림, 직각도 그리고 판에 대한 내부재의 편차

g) 3차원 블록의 조립 : 3차원 평블록 및 곡블록의 경우, 판조립에 대한 기준에 추가하여 상부와 하부판 사이의 비틀림 편차.

h) 특별 조립 : 상부 및 하부 거전 사이의 거리, 선미재의 비틀림, 주기관 거치대 정판의 폭 및 길이, 프로펠러 보스 및 선미재, 스케그 또는 솔피스의 보링이 선미 주요부의 용접을 완료한 후 시행되는 경우 또는 블록 보링을 하는 경우, 축계정렬의 방법 및 순서가 우리 선급에 제출되어야 하며 인정되어야 한다. 러더, 핀틀 및 축의 취부 및 정렬은 선미 주요부의 용접을 완료한 후 시행하여야 한다. 핀틀, 러더스톡 및 러더축의 접촉상태는 (conical surface) 최종 설치 전에 점검하여야 한다.

i) 판재의 맞대기 이음 : 판재 맞대기 이음 정렬

j) 십자 이음 : 십자 이음의 중심선과 힐라인(heel line)에서 계측된 정렬.

k) 내부재의 정렬 : T자형 플랜지의 정렬, 판 보강재의 정렬, T자형 이음과 겹침이음의 간극, 그리고 조립 및 탑재 용접이음에서 스캘럽과 연속 보강재를 위한 개구 사이의 거리.

l) 용골과 선저 계측 : 선박의 전 길이 및 두 인접한 격벽간 거리의 변형, 선수부와 선미부의 코킹업 및 선박 중앙부 늑판의 상승 정도.

m) 치수 : 수선간장, 중앙부에서의 형 폭 및 형 깊이, 프로펠러 보스의 선미단에서 주기관까지의 거리.

n) 늑골사이의 판의 직선도 : 외판, 내저판, 격벽, 상갑판, 선루갑판, 갑판실 및 벽의 늑골 사이의 변형

o) 늑골을 포함한 판의 직선도 : 외판, 내저판, 격벽, 강력갑판과 그 외의 구조에서 늑골을 포함하여 계측된 변형.

2. 절단, 판의 단부

2.1 일반사항

2.1.1

절단부, 창구모서리 등의 자유변(절단면)은 적절히 가공처리 되어야 하며 노치가 없어야 한다. 일반적으로 절단면의 드래그 라인 등은 완만하게 그라인딩 처리를 하여야 한다. 모든 모서리 또는 높은 응력을 받는 부분의 경우에 적절한 둥근 모양이 되도록 하여야 한다.

화염 또는 기계 절단된 판재 또는 면재의 자유변은 그 모서리가 예리해서는 안되며, 위에 규정한 대로 마무리 하여야 한다. 이 규정은 절단면의 드래그라인 등에서 적용하며, 특히 현측후판의 상부 가장자리 및 이와 유사하게 용접 이음부, 단면 변화부 또는 구조적 불연속부에 적용되어야 한다.

2.1.2

창구 모서리는 기계 절단하여야 한다.

3. 냉간가공

3.1 특수구조부재

3.1.1

노치인성에 특히 주의를 기울여야 하는 선체 거더의 높은 응력을 받는 부재의 경우(즉, 둥근 거널과 만곡부 외판과 같이 **3장 1절 표 3**에서 Class III이 요구되는 구조부재), 냉간 가공하는 경우, C-Mn강(**3장 1절** 참조)은 판재의 안쪽 굽힘 반지름은 건조 판두께의 10배 이상이어야 한다. 다만 **[3.2]**에 규정한 요건을 충족하는 경우에는 허용 안쪽 굽힘 반지름은 경감시킬 수 있다.

3.2 굽힘 반지름(Low bending radius)

3.2.1

안쪽 굽힘 반지름이 **[3.1]**에 따라 각각 건조 두께의 10배 또는 4.5배 이하일 경우, 이 요건을 만족하는 입증 자료를 제출하여야 한다. 굽힘 반지름은 어떤 경우에도 건조 두께의 2배 이상이어야 한다. 최소한으로 다음 추가 요건을 만족하여야 한다.

a) 모든 굽은 판에 대하여
- 굽은 부위에 대하여 100% 육안 검사를 실시하여야 한다.
- 자분탐상검사를 무작위로 실시하여야 한다.

b) a)항에 추가하여, 탱크 경계의 곡면 판인 경우에는
- 강재는 D/DH 등급 이상이어야 한다.
- 재료는 변형시효 조건에서(strain-aged condition) 충격시험을 하고, 아래의 요건을 만족하여야 한다. 변형량은 제작 중 적용되는 최대 변형량으로 $t_{as-built}/(2r_{bdg}+t_{as-built})$과 같아야 한다. $t_{as-built}$는 판재의 건조 두께이고 r_{bdg} 는 굽힘 반지름이다. 한 개의 시험대에 계산된 변형량 또는 5% 중 큰 값으로 영구변형을 가하고 250°C에서 한 시간 동안 인공시효 처리를 한 후 샤르피 충격시험을 한다. 변형시효 후의 평균 충격에너지는 사용되는 강재 등급에 대한 충격시험 요건을 만족하여야 한다.

4. 열간가공

4.1 온도 요건

4.1.1

강은 임계온도의 상한과 하한 사이에서 가공되어서는 안된다. 만약 압연강, 제어압연강, TMCP강 또는 일반적인 강에 대한 가공 온도가 650°C를 초과하거나, 또는 담금질 후 템퍼링 열처리 강에 대한 가공온도가 템퍼링 온도에 비해 적어도 28°C보다 더 낮지 않다면, 기계적 실험을 실시하여 이러한 온다가 강의 인장 및 충격특성에 나쁜 영향을 주지 않음을 확인하여야 한다. [4.2.1]에 따라 선상가열 또는 점가열에 의하여 곡 가공 또는 곡직되는 부위에 대해서는 이러한 기계적 시험이 요구되지 않는다.

4.1.2

가공과 응력완화 열처리를 위해 TMCP 강에 대해 [4.1.1]에 명시되지 않은 추가 열처리를 한 경우에는, 대표적인 재료를 이용한 시공절차 시험을 실시하여 기계적 특성이 명시된 요구사항을 만족함을 입증하여야 한다.

4.2 선상가열 또는 점가열

4.2.1

선상가열 혹은 점가열에 의한 곡가공 또는 곡직은 재료의 특성에 나쁜 영향을 끼치지 않도록 승인된 절차에 따라 수행되어야 한다. 표면 가열 온도는 강판 등급에 적용 가능한 최대 허용한계를 초과하지 않도록 조절하여야 한다.

5. 조립 및 정렬

5.1 일반사항

5.1.1

개별 구조 요소를 조립하거나 단면을 탑재하는 동안 지나치게 큰 힘을 가하는 것은 피해야 한다. 개별 구조부재에 발생된 주요변형은 다음 조립공정 이전에 수정되어야 한다.

용접완료 후 곡직과 정렬은 재료의 특성에 심각한 영향을 주지 않는 방법으로 시행되어야 한다. 의심되는 경우, 우리 선급은 절차시험 또는 시공시험을 요구할 수 있다.

5.1.2

구조부재는 IACS Recommendation 47 표 7의 요건에 따라 정렬되거나, 우리 선급이 인정하는 공인 제작 기준의 요건에 따라 정렬되어야 한다. 구조적으로 취약한 부재인 경우, 필요시 시험구멍을 뚫어 확인한 후 다시 용접하여야 한다.

제 2 절 용접 가공

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
이 절의 요건은 선체 구조 용접이음부의 용접 준비, 시공 및 검사에 대하여 적용한다.

1.2 용접절차에 대한 적용범위

1.2.1 용접 형식, 크기 및 재료
용접 형식, 크기 및 재료에 대한 이 절의 요건은 다음 고려 사항들에 기초한 것이다:

- 이음형식
- 이음의 취약성
- 이음 내 응력의 크기, 형태 및 방향
- 모재 및 용접 재료의 재료특성
- 용접 간극의 크기

1.2.2 용접준비, 시공 및 검사
우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 **강선 규칙 2편**의 요건에도 적합하여야 한다.

2. 용접절차, 용접용 재료 및 용접사

2.1 일반사항

2.1.1
모든 용접은 우리 선급의 **강선 규칙 2편**을 따라 승인된 용접용 재료를 사용하여 승인된 용접절차에 따라 우리 선급의 기량자격을 보유한 용접사에 의하여 시행되어야 한다.

자동용접기 및 장비를 조작하는 작업자는 충분히 훈련되고 우리 선급 **강선 규칙 2편**에 의해 자격이 증명된 사람이어야 한다.

3. 용접이음

3.1 일반사항

3.1.1
용접이음은 승인된 도면에 따라 실시되어야 한다.

3.1.2
조선소에서 채택한 품질기준은 우리 선급에 제출되어야 하며, 별도로 규정되지 않는 한 모든 용접이음부에 적용되어야 한다.

3.1.3
채택한 용접절차 때문에 발생하는 평판, 조립 등의 전반적인 수축의 영향과 조립순서에 대하여 주의하여야 한다. 용접은 과도한 중단 없이 각 용접이음부가 올바른 순서에 따라 완료되도록 체계적으로 진행되어야 한다. 가능한 한 용접은 각 부분이 하나 또는 여러 방향으로 자유롭게 움직일 수 있도록 이음부의 중앙에서 바깥쪽으로 또는 조립품의 중심에서 바깥쪽으로 진행해야 한다.

3.1.4

완성된 용접이음부의 품질은 우리 선급의 입회검사원이 만족하는 것이어야 한다. 개선 및 루트간격은 승인된 용접절차에 따른다. 연결되는 부재 사이의 간격은 IACS Recommendation No. 47에 주어진 최대값 또는 우리 선급이 승인한 공인 제작 기준을 초과해서는 아니 된다. 연결되는 부재사이의 간격이 규정된 값을 초과하는 경우, 승인된 용접절차 시방서에 따라 수정되어야 한다.

3.1.5

두꺼운 평판이나 형강을 용접하는데 작은 크기의 필릿 용접이 사용되는 경우, 승인된 용접절차 시방서에 기초하여 용접하여야 한다. 예열, 저수소계 용접봉 또는 저수소 용접절차의 사용과 같은 특별한 방법이 인정된다.

3.1.6

두꺼운 구조 부재를 상대적으로 얇은 판에 용접하는 경우, 용접크기와 용접순서에 대해 수정이 요구될 수 있다.

3.1.7

용접되는 각 강재에 요구되는 최소치보다 높은 등급의 용접용 재료를 사용하도록 하는 품질관리시스템이 있는 경우, 사용되는 용접용 재료는 **12장 3절** [2.5.2]에 규정된 최소값보다 큰 용착금속 항복강도를 가질 수 있으며 또한 용접크기는 높은 등급의 용접용 재료에 대한 항복강도를 근거로 결정할 수 있다.

3.1.8

일반적으로, 맞대기 이음은 양면 모두 용접되어야 한다. 반대쪽 면을 용접하기 전에 부적절한 금속은 뒷면에서 적절한 방법으로 제거되어야 한다. 일면 맞대기 용접은 승인된 용접절차 시방서에 따라 특정한 용도에만 허용된다.

3.1.9 용접 접합부 정렬

연속 필릿용접으로 부착되는 보강재가 완전히 종료된 맞대기 또는 심용접부를 교차하는 경우, 교차하는 부근의 용접부는 편평하게 처리되어야 한다. 이와 마찬가지로 보강재 웨브의 맞대기 용접부도 필릿용접이 되기 전에 용접한 후 편평하게 처리되어야 한다. 편평하게 처리된 부분의 가장자리는 노치 또는 단면 형상의 급격한 변화 없이 완만한 형상이어야 한다. 이러한 조건을 충족시키지 못하는 경우에는 보강재 웨브에 스캘럽을 시공하여야 한다. 스캘럽은 돌림용접이 충분하게 될 수 있는 위치 및 크기이어야 한다.

3.1.10 누설 멈추개(Leak stoppers)

구조부재가 탱크의 경계를 관통하는 경우, 인접한 구역으로의 누설은 위험하거나 바람직하지 않은 상황을 초래할 수 있으므로, 그 부재에 대하여는 탱크 경계의 양쪽으로 적어도 150mm이상 완전 용입용접을 하여야 한다. 이를 대신하여 그 부재에 대하여 구획의 바깥쪽 경계에 근접하여 적절한 형상의 작은 스캘럽을 시공하고, 모든 주위를 주의깊게 용접할 수 있다.

4. 비파괴검사(NDE)

4.1 일반사항

4.1.1

우리 선급의 승인을 받기 위하여 제출되는 비파괴 검사 방안서는 검사위치와 검사수, 적용된 용접절차 및 비파괴검사방법 등과 관련된 필요한 자료를 포함하여야 한다. 조선소는 모든 용접이 만족스럽게 완료되었음을 확인하기 위하여 용접완료 후 육안검사를 하여야 한다. 육안검사에 추가하여 용접이음은 초음파탐상시험, 방사선투과시험, 자분탐상시험, 와류탐상시험, 액체침투탐상시험 또는 용접형태에 적합한 그 외의 인정 가능한 방법 중 하나 또는 이들의 조합을 사용하여 검사되어야 한다. 위의 검사는 **2편** 요건에 따라 시행되어야 한다.

4.1.2

용접에 대한 비파괴검사는 용접의 균열이나 허용되지 않는 내부결함이 없음을 확인하기 위해 비파괴검사 방안서에 표시된 위치에 대하여 시행하여야 한다. 비파괴검사는 공인기준에 따라 공인단체에 의하여 증명된 유자격자에 의하여 시행되어야 한다.

4.2 창구 코밍

4.2.1

건조 중 비파괴 검사를 수행하여야 하는 경우, **12장 4절 [2]**를 따라 시행되어야 한다.

4.2.2

인도 후 비파괴 검사를 수행하여야 하는 경우, 정기 비파괴 검사는 **12장 4절 [3]**을 따라 시행되어야 한다.

제 3 절 용접이음의 설계

기호

A_{weld} : 필릿용접의 유효면적(cm^2)
f : 루트면(mm)
f_{weld} : 용접계수
f_{yd} : [2.5.2]에 따른 용착금속의 항복강도를 고려한 수정계수
ℓ_{dep} : 용접금속의 총 용착 길이(mm)
ℓ_{leg} : 연속 필릿용접, 겹치기 필릿용접 또는 단속 필릿용접의 각장(mm)
ℓ_{weld} : 용접 연결부의 길이(mm)
$R_{eH-weld}$: 용착금속의 최소 항복강도(N/mm^2)
$t_{as-built}$: 연결 부재의 건조 두께(mm)
t_{gap} : 필릿용접 허용 간극으로 2.0mm로 한다.
t_{throat} : [2.5.3]의 필릿용접 목 두께(mm)

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1
이 절의 요건은 선체구조 용접이음부의 설계에 대하여 적용하고, **2절** [1.2.1]에 언급된 사항을 기초로 한다.

1.1.2
용접 크기와 용접 상세를 나타내는 도면 및 / 또는 사양서는 승인용으로 제출되어야 한다.

1.1.3
용접각장은 **표** 1에 주어진 최소 용접각장을 만족하여야 한다.

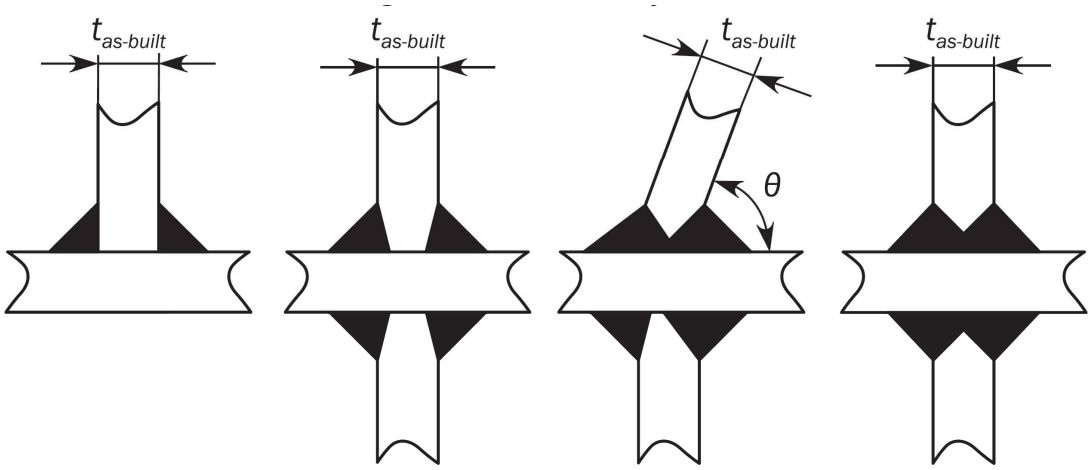
1.2 대안

1.2.1
이 절에 주어진 요건은 선체건조에서 전기 아크 용접에 대한 최소 요건을 고려한 것으로 이를 대체하는 방법, 배치 및 상세는 우리선급의 승인을 받아야 한다.

2. T 이음 또는 십자이음

2.1 적용

2.1.1
판과 다른 판의 연결뿐 아니라 판과 1차 지지부재 및 보강재 웨브와의 이음은 **그림** 1에 나타낸 필릿용접 또는 용입용접으로 하여야 한다.



$t_{as-built}$: 부착된 부재의 건조 두께(mm)

θ : 연결 각도(deg)

그림 1 T 또는 십자이음

2.1.2

연결부에 높은 응력이 걸리거나 취약하다고 인정되는 경우, 연결되는 판의 가장자리에 개선을 주어 부분 용입용접 또는 완전 용입용접이 되도록 하여야 한다.

2.2 연속 필릿용접

2.2.1

다음의 위치에는 연속용접이 적용되어야 한다.

a) 모든 부재의 면재와 웨브의 연결부
b) 고장력강이 사용된 모든 필릿용접부
c) 창구코밍, 갑판 승강구 및 그 외의 개구를 포함한 풍우밀 갑판 및 구조물의 경계
d) 탱크와 수밀구획의 경계
e) 탱크와 화물창 내부의 모든 구조
f) 탱크 경계의 보강재 및 1차 지지부재
g) 선미의 모든 구조와 선미 격벽의 보강재 및 1차 지지부재
h) 선수의 모든 구조
i) 단부 브래킷, 러그, 스캘롭을 포함한 보강재 및 1차 지지부재의 끝부분 연결부 및 다른 부재와 직각으로 연결되는 부분의 용접
j) 주 선체에서의 모든 겹치기 용접부
k) 선수부 0.3 L 내의 1차 지지부재와 보강재의 선저 외판과 용접
l) 평강 종 보강재와 판의 용접
m) 고장력강판에 설치되는 소형 의장품과 기타 연결부 또는 부착품
n) 필러 상부와 하부
o) 창구코밍 스테이의 웨브와 갑판의 연결부([2.4.5] 참조)

2.3 단속 필릿용접

2.3.1

연속용접이 요구되지 않을 경우, 단속용접을 적용할 수 있다.

2.3.2

보, 보강재, 늑골 등이 단속으로 용접되고 슬롯이 있는 거더, 받침대 또는 스트링거를 관통하는 경우, 모든 교차부의 양쪽에 한 쌍의 양면 단속 용접이 시공되어야 한다. 또한 보, 보강재 및 늑골은 거더, 받침대 및 스트링거에 유효하게 용접되어야 한다. 단속용접 또는 일면 연속용접이 허용되는 경우, [2.5.2] 및 [2.5.3]에 적합한 양면 연속용접을 전 단스팬의 1/10 범위에 걸쳐 적용하여야 한다.

2.3.3 갑판실

갑판실 건 구역(dry spaces of deckhouses)에 대하여 일면연속 필릿용접이 허용될 수 있다.

2.3.4 일면 연속용접의 크기

f_3 계수가 2.0 인 경우, 일면 연속용접의 크기는 단속용접에 대하여 [2.5.2]에 요구된 필릿용접과 같다.

2.4 부분 또는 완전 용입용접

2.4.1 고응력부 정의

이 절의 요건을 적용하는 경우, 고응력부란 상세분할 유한요소해석을 시행하고 용접부에 인접한 요소의 상세분할 항복사용계수가 **7장 3절** [6.2]에 따른 상세분할 허용사용계수의 90 %를 초과하는 구역을 의미한다.

2.4.2 부분 또는 완전 용입용접

높은 인장응력이 작용하는 구역 또는 취약하다고 인정되는 구역에는, 완전 용입용접 또는 부분 용입용접을 하여야 한다. 완전 용입용접의 경우, 이면 용접 전 가우징 등으로 루트면을 제거하여야 한다. 부분 용입용접의 경우, 루트면은 3.0 mm와 $t_{as-built}/3$사이 값이어야 한다.

홈의 루트까지 용접비드가 용입되도록 만들어진 홈 개선각은 일반적으로 40° 와 60° 사이 값으로 한다.

완전 / 부분 용입용접의 용접비드는 홈의 루트를 덮어야 한다. 부분 용입용접의 예는 **그림** 2에서 주어진다. 극후강판의 부분 용입용접 크기는 다음 식을 만족하여야 한다.

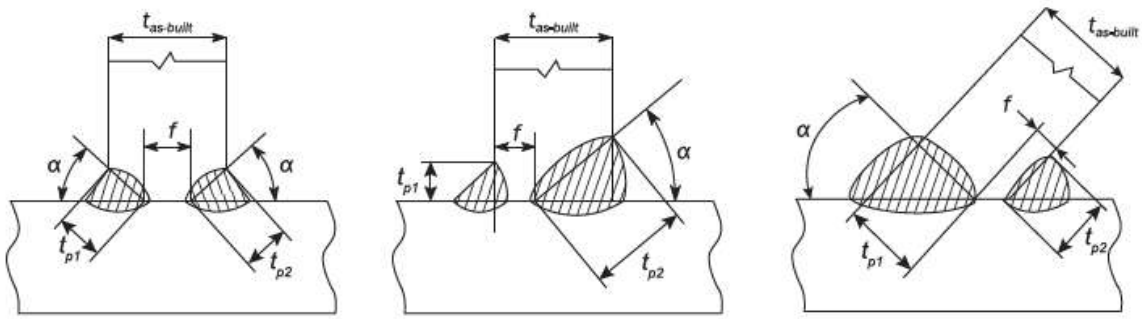


그림 2 : 부분 용입용접

$t_{p1}+t_{p2} \geq 2(f_{yd} \cdot f_c \cdot f_{ten} \cdot t_{as-built}+t_{gap})$

t_{p1}, t_{p2} : **그림** 2의 용접 크기

f_c : 위치에 따른 계수로서, 평형수 탱크 및 빌지웰은 1.1로 하고 그 외 부분은 1.0으로 함

f_{ten} : 용접계수로서 다음에 따른다.

$f_{ten}=0.22+0.66\,f/t_{as-built}$

2.4.3 일면 부분 용입용접

일면개선 부분 용입용접인 경우, 개선 반대쪽의 필릿용접은 [2.5.2]의 요건을 만족해야 한다.

2.4.4 완전 또는 부분 용입용접의 범위

[2.4.5] 및 [2.4.6]의 개별 위치에서 완전 또는 부분 용입용접의 범위는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 다만 완전 / 부분 용입용접의 최소범위는 특별히 명시하지 않는 한 기준점(즉, 구조부재의 교차점, 브래킷 토우의 끝단부 등)으로부터 300 mm 이상이어야 한다.

2.4.5 완전 용입용접이 요구되는 위치

다음의 위치 및 이 편의 다른 요건에 따라 요구되는 위치에는 완전 용입용접을 하여야 한다.

a) 둥근 창구코밍의 모서리부와 갑판의 용접
b) 개구의 치수가 300 mm를 초과할 때, 중앙부 0.6 L 이내의 강력갑판, 현측후판 및 선저외판과 개구의 보강재 또는 파이프 관통부의 용접
c) 강도계산용 흘수 하부에 있는 해수흡입구, 러더트렁크 및 트랜섬을 포함하는 선체외부를 형성하는 건조두께 12.0 mm 이하의 판과 인접한 판들의 용접
d) 크레인 페데스탈과 관련 브래킷 및 지지구조
e) 갑판과 종방향 창구코밍 단부 브래킷의 토우 연결부(측면 코밍 단부 브래킷의 토우로부터 0.15 H_c 범위 이내, H_c는 창구코밍 높이)
f) 외판과 러더혼 및 샤프트 브래킷의 용접

2.4.6 부분 용입용접이 요구되는 위치

다음의 위치에는 [2.4.2]에 의한 부분 용입용접을 하여야 한다.

a) 강도계산용 흘수 하부에 있는 해수흡입구, 러더트렁크 및 트랜섬을 포함하는 선체외부를 형성하는 건조두께 12.0 mm 초과인 경우의 판과 인접한 판들의 용접

2.4.7 상세 분할 유한요소 해석

고응력부의 경우, 최소한 [2.4.2]의 부분 용입용접을 하여야 한다. 이 경우의 완전 또는 부분 용입용접의 최소범위는 다음보다 커야 한다.

a) 가장 높은 항복 사용계수를 갖는 요소로부터 어느 방향으로든 150 mm
b) 위에서 언급한 항복 사용계수를 초과하는 모든 요소를 포함하는 범위

2.5 용접 크기 기준

2.5.1

요구되는 용접 크기는 0.5 mm 간격으로 반올림하여야 한다.

2.5.2

연속 필릿용접, 겹치기 이음 또는 단속 필릿용접의 각장 ℓ_{leg}은 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.

$\ell_{leg} = f_1 f_2 t_w$

$\ell_{leg} = f_{yd} f_{weld} f_2 f_3 t_w + t_{gap}$

ℓ_{leg} : 표 1에 따른다.

t_w : 유효 판 두께

$t_w = t_{as-built}$ $t_{as-built} \le 25\text{mm}$인 경우

$t_w = 0.5(25 + t_{as-built})$ $t_{as-built} > 25\text{mm}$인 경우

$t_w = 25 + 0.25(t_{as-built} - 25)$ $t_{as-built} > 25\text{mm}$인 평강 종보강재

f_1 : 용접 종류에 따른 계수로서 다음에 따른다.

$f_1 = 0.30$ 양면 연속용접인 경우

$f_1 = 0.38$ 단속용접인 경우

f_2 : 개선 형상에 따른 계수로서 다음에 따른다.

$f_2 = 1.0$ 개선이 없는 용접인 경우

$f_2 = 0.7$ 일면 / 양면 개선 및 $f = t_{as-built}/3$의 용접인 경우

f_{yd} : 계수로서 다음 식의 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$f_{yd} = (\frac{1}{k})^{0.5}(\frac{235}{R_{eH-weld}})^{0.75}$$

$$f_{yd} = 0.71$$

$R_{eH-weld}$: 용착부의 최소항복응력(N/mm^2)으로 다음 이상이어야 한다.

$R_{eH-weld} = 305$ N/mm^2 $R_{eH} = 235$ N/mm^{2}인 연강의 용접

$R_{eH-weld} = 375$ N/mm^2 $R_{eH} = 265 \sim 355$ N/mm^{2}인 고장력강의 용접

$R_{eH-weld} = 400$ N/mm^2 $R_{eH} = 390$ N/mm^{2}인 고장력강의 용접

$R_{eH-weld} = 460$ N/mm^2 $R_{eH} = 460$ N/mm^{2}인 고장력강의 용접

f_{weld} : 구조부재의 종류에 따른 용접계수로서 **표 2**, **표 3** 및 **표 4**에 따른다.

k : 용접되는 부재(abutting member)의 재료계수

f_3 : 용접 종류에 대한 수정계수로서 다음에 따른다.

$f_3 = 1.0$ 양면 연속용접인 경우

$f_3 = s_{ctr}/\ell_{weld}$ 단속 또는 체인용접인 경우

s_{ctr} : 연속된 필릿용접부 사이의 거리(mm)

2.5.3

그림 3과 같이, 용접 각목 t_{throat}은 $\frac{\ell_{leg}}{\sqrt{2}}$ 이상이어야 한다.

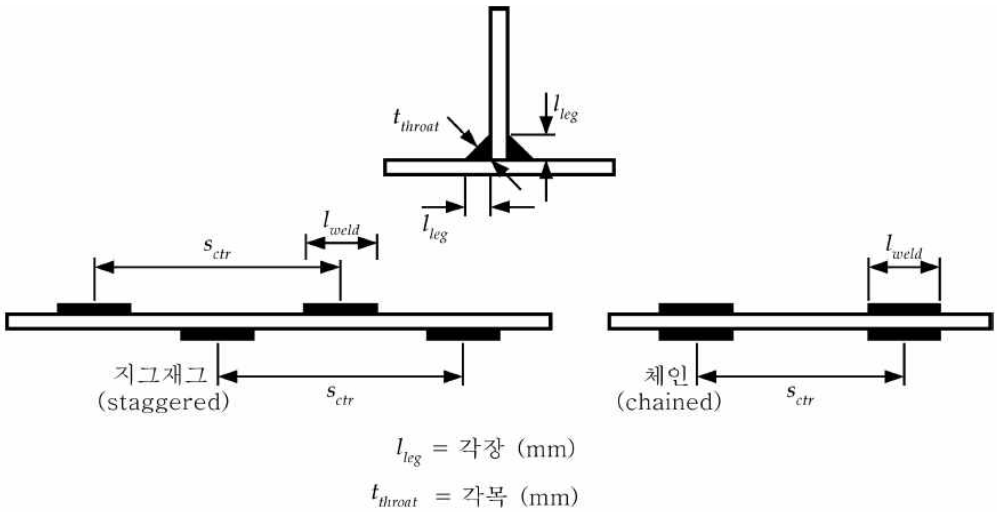


그림 3 : 용접 치수 정의

표 1 : 최소 용접 각장

구역	최소 각장(mm)
화물창 구역	4.5
선루 및 갑판실	3.5
그 외 구역	4.5

표 2: 용접 계수 f_{weld}

선체구역	연결부			f_{weld}
	부재	취부되는 부재		
이 표에서 별도로 규정하지 않는 일반구역	수밀판	경계판		0.48
	부재 단부의 브래킷			0.48
	일반보강재 및 칼라판	디프탱크 격벽		0.24
		1차 지지부재의 웨브 및 칼라판		0.38
	일반보강재의 웨브	판 (디프탱크 격벽 제외)		0.20
		조립보강재의 면재	단부(스팬의 15 %)	0.38
			상기 이외의 경우	0.2
선저 및 이중선저	일반보강재	선저 및 내저판		0.24
	중심선 거더	외판		0.38
		내저판		0.38
	단절판을 포함한 측거더	선저 및 내저판		0.24
	늑판	외판 및 내저판	양단에서 2 프레임 간격만큼의 길이	0.38
		상기 이외의 경우		0.24
	중심선 거더의 블래킷	중심선 거더, 내저 및 외판		0.38
	웨브 보강재	늑판 및 거더		0.2
이중선측 구조의 측면 및 내측	1차 지지부재의 웨브	측판		0.30
		내측판 및 1차 지지부재의 웨브	갑판 부근의 횡방향 및 단부 연결부	0.43
			상기 이외의 경우	0.30
갑판	강력 갑판 $t_{as-built} \geq 13$	선박중앙부 0.6 L 내의 선측외판		PPW(3)
		상기 이외의 경우		0.48
	강력 갑판 $t_{as-built} < 13$	선측외판		0.48
	기타 갑판	선측외판 / 격벽		0.38
		일반보강재		0.20
	창구코밍(1)	갑판	창구 모서리 곡률반지름 끝단(R.E.) + 100 mm (그림 4 참조)	PPW(3)
			횡방향 창구코밍 창구코밍 높이의 15 %(5) (그림 5 참조)	0.38 또는 PPW(3)
			상기 이외의 경우	0.38 또는 PPW(4)
	웨브 보강재	코밍의 웨브		0.20(2)
격벽(6)	비수밀격벽구조	경계부	제수격벽	0.48
	일반보강재	격벽판	단부 브래킷이 설치되지 않은 경우, 단부(스팬의 25 %)	0.48

선체구역	연결부		f_{weld}
	부재	취부되는 부재	
선미단	내부재	흘수선 아래의 경계 및 상호간	0.38
		흘수선 위	0.20
선수단	내부재	경계 및 상호간	0.20
기관실	중심선 거더	용골 및 내저판	0.48
	늑판	중심선 거더	0.48
	엔진 기준 거더	정판 및 주요 선체 구조	PPW(3)
	늑판 및 거더	내저판 및 외판	0.38
선루	외부격벽(첫 번째 및 두 번째 탑재층)	갑판, 외부격벽	0.48
	외부격벽 및 내부격벽	상기 이외의 경우	0.2

(1) $f_{weld} = 0.43$: 화물창 구역 이외의 창구코밍
(2) 연속용접
(3) PPW: [2.4.2]에 따른 부분 용입용접
(4) PPW: [2.4.2]에 따른 부분 용입용접. 다만, $f = t_{as-built}/2$
(5) 250 mm 보다 클 필요는 없다.
(6) 선루 및 갑판실의 격벽은 “선루 및 갑판실”의 부재로 적용한다.

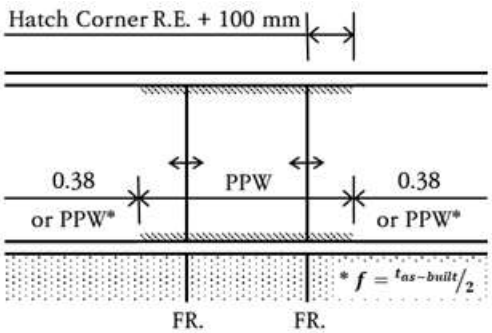


그림 4 : 종방향 창구코밍 용접

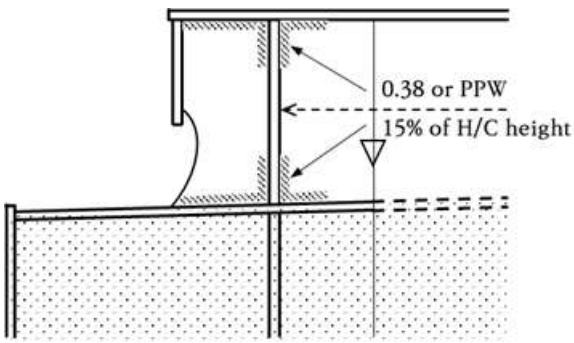


그림 5 : 횡방향 창구코밍 용접

표 3 : 기타 의장품에 대한 용접계수

선체구역	연결부	f_{weld}
창구덮개	수밀/유밀 연결부	0.48
	보강재의 끝단	0.38
	상기 이외	0.24
마스트, 대릭포스트, 크레인 받침대 등	갑판/갑판 하부 보강구조	0.43
갑판 기계류 받침대	갑판	0.24
계류 장비 받침대	갑판	0.43
덮개 형식 접근 개구를 위한 링	모든 곳	0.43
선측외판 문 및 수밀문의 보강	모든 곳	0.24
외판 및 수밀문의 프레임	모든 곳	0.43
환풍기 및 공기관의 코밍	갑판	0.43
환풍기 등, 피팅	모든 곳	0.24
환풍기, 공기관 등의 코밍과 갑판	갑판	0.43
배수구 및 배출구	갑판	0.55
불워크 스테이	갑판	0.24
불워크 판	갑판	0.43
보호난간, 스텐션	갑판	0.43
셀가이드 이면 브래킷	격벽	0.24
콘 브래킷	갑판 및 거더	0.43
래싱 브릿지, 컨테이너 스탠션	갑판	PPW(1)
클리트 및 피팅	창구코밍 및 창구 덮개	0.24(2)

(1) PPW : [2.4.2]에 따른 부분 용입용접
(2) 최소 용접계수. $t_{as-built} > 11.5$ mm인 경우, ℓ_{leg}는 0.62 $t_{as-built}$를 넘을 필요는 없다. 설계에 따라 용입용접이 요구될 수 있다.

2.5.4

표 2 및 **표 3**에 규정하지 않는 1차 지지부재에 대해서는 **표 4**의 용접계수를 사용하여야 한다.

표 4 : 1차 지지부재의 용접계수

부재	연결부			f_{weld}
	부재	취부되는 부재		
1차 지지부재	웨브 판	외판, 갑판, 내저판, 격벽	전단 스팬의 단부 15 % 이내와 부재의 끝단까지의 연결부	0.48
			이외의 경우	0.38
		면재 판	탱크 / 화물창에서 선수단으로부터 0.125L 내에 위치한 부재	0.38
			면재의 단면적이 65.0 cm^{2}를 초과하는 경우의 상기 이외의 구역	0.38
			상기 이외의 경우	0.24
	단부 연결부		평형수 탱크 및 화물창의 경계부근	0.48
			이외의 경우	0.38

2.5.5

부착되는 종보강재의 웨브의 유효 두께, t_w가 15.0 mm를 초과하고 부착판의 두께를 초과하는 경우, 용접은 양면 연속용접이어야 하고, 용접 각장은 다음 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

a) 0.30 $t_{as-built}$: $t_{as-built}$는 부착판의 건조 두께로서 30 mm 이하로 한다.

b) 0.27 $t_{as-built}+1$: $t_{as-built}$는 용접되는 부재의 건조 두께. 용접 각장의 크기는 8.0 mm를 초과할 필요는 없다.

c) **표 1**에 따른 용접각장

2.5.6

최소 용접 크기가 [2.5.2]의 두 번째 식에 의해 결정되는 경우, 외판, 갑판 또는 격벽의 용접은 보강재가 부재를 관통한다면 절단부의 재료손실을 고려해야 한다. 슬롯부의 너비가 보강재 간격의 15 %를 초과하는 경우 용접 각장의 크기는 다음 식에 의한다.

$$\frac{0.85\,s}{\ell_w}$$

s : 보강재 간격(mm) (**그림 6** 참조)

ℓ_w : 슬롯 사이의 웨브판의 길이(mm) (**그림 6** 참조)

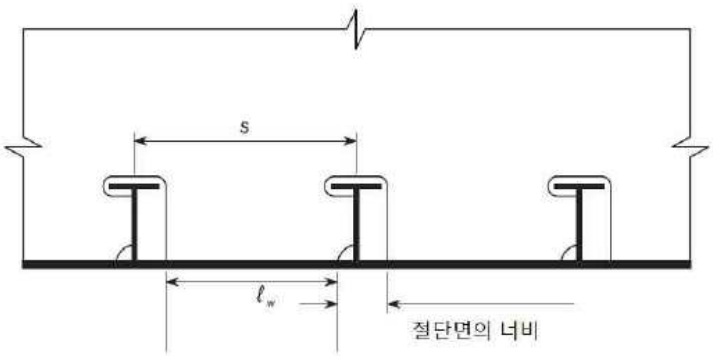


그림 6 : 보강재 관통부의 유효재료

2.5.7 1차 지지부재 단부 연결부의 전단면적

전단 스팬의 10 %를 포함하는 1차 지지부재의 끝단부 용접은 용접 면적이 부재의 총 횡단면적과 동등한 것이어야 한다. 용접각장 ℓ_{leg}은 다음 식에 따른다.

$$\ell_{leg} = 1.41\, f_{yd} \frac{h_w\, t_{gr-req}}{\ell_{dep}}$$

h_w : 1차 지지부재의 웨브 높이(mm)

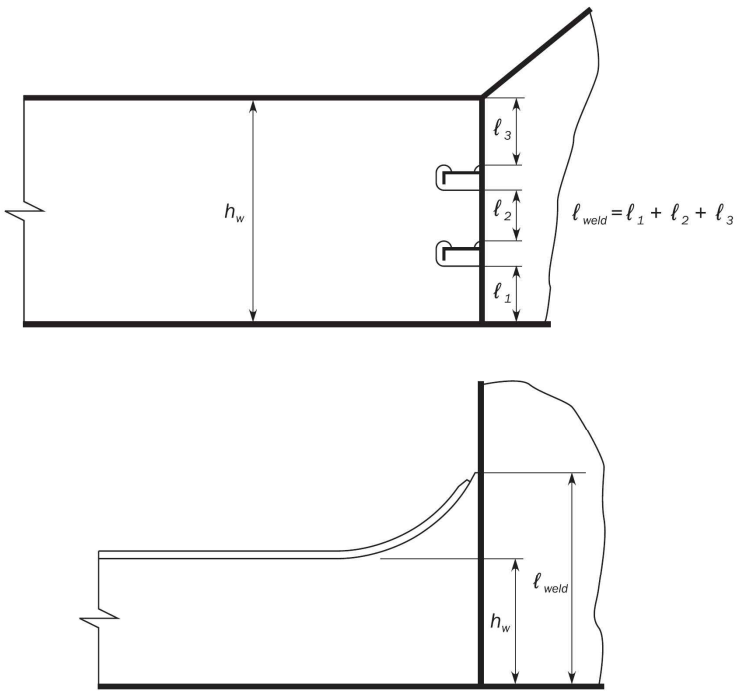
t_{gr-req} : 전단스팬의 10 %를 포함하는 단부 연결부의 웨브의 총 요구 두께(mm)로서 화물창 유한요소해석으로부터 항복에 대해 가장 높은 평균사용계수 또는 화물창 구역 바깥에서 1차 지지부재에 대한 전단면적 요건에 따른 값으로 한다.

ℓ_{weld} : 용접 연결부의 길이(mm) (**그림 7** 참조)

ℓ_{dep} : 용착 금속의 총 길이(mm) (**그림 7** 참조)

$\ell_{dep} = 2\,\ell_{weld}$

용접 각장은 **[2.5.2]**에 의한 값 이상이어야 한다.



비고 1: 길이 ℓ_{weld}는 용접 연결부의 길이를 말한다. 양면연속 필릿용접을 한 용착 금속의 총길이 ℓ_{weld}는 용접 연결부의 길이 ℓ_{weld}의 2배이다.

그림 7 : 1차 지지부재의 전단면적

2.5.8 종보강재

판재와 종보강재의 용접은 보강재 끝단부에서 **3장 6절 [1.1.3]**의 전단스팬 15 %의 범위 내는 양면 연속용접이어야 한다.

1차 지지부재 부근에서 양면 연속용접부 길이는 종보강재의 깊이 또는 끝단부 브래킷의 깊이 중 큰 값 이상이어야 한다.

2.5.9 갑판 종늑골

갑판 종늑골의 경우 1차 지지부재와 종늑골의 교차부는 양면 연속용접을 하여야 한다.

2.5.10 브래킷에 의해 확보되는 증늑골의 연속성

종강도 부재가 1차 지지부재에서 단절되고, 강도의 연속성이 브래킷에 의해 확보되는 경우, 용접면적 A_{weld}은 그 부재의 횡단면적 이상이어야 한다. 용접면적 A_{weld}(cm^2)는 다음 식에 의한다.

$$A_{weld} = \frac{f_{yd}\, t_{throat}\, \ell_{dep}}{100}$$

2.5.11 용접 크기의 경감

우리 선급의 승인을 받은 자동 깊은 용입용접 절차를 적용하고, 또한 품질관리로 용접 부재 사이의 틈을 1.0 mm이하로 유지할 수 있는 경우에는, **표 2**에 따른 용접계수를 15 % 경감시킬 수 있으나, 필릿용접 각장을 1.5 mm 초과하여 경감하여서는 아니 된다. 조선소가 아래 요건을 지속적으로 충족시킬 수 있는 경우, 용접계수는 20 %까지 경감시킬 수 있으나, 필릿용접 각장을 1.5 mm 초과 경감하여서는 아니 된다.

a) 최소 및 최대 루트 간격을 포함하는 용접절차 인정시험에 의해 확인된 적절한 용접 절차에 따라 작업할 것.
b) 루트에서의 용입량은 경감되는 각장과 최소한 같은 양일 것.
c) 품질관리 체계가 확립되어 있음을 입증할 것.

2.5.12 용접 크기 경감의 정당성

용접 크기의 경감 방법 중 어느 하나가 적용된 경우, 그 경감을 정당화하는 요건을 도면에 나타내야 한다. 도면에는 경감된 용접 길이에 대한 용접 설계와 치수요건 및 용접 각장의 경감없이 [2.5.2]에 주어진 용접 각장 요구치를 자세히 나타내야 한다. 또한, 두 용접 각장의 차이와 그들의 적용요건을 설명하는 주석이 도면에 추가되어야 한다.

3. 맞대기 용접이음

3.1 일반사항

3.1.1

보강패널 구조의 판 요소에서 이음은 일반적으로 맞대기 용접에 의해 연결되어야 한다.(**그림 8** 참조)

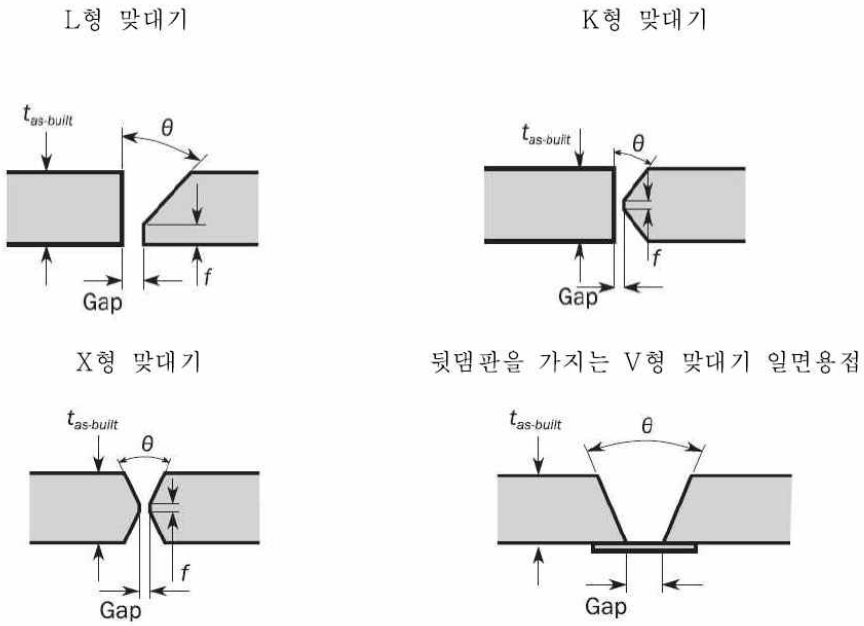


그림 8 : 전형적인 맞대기 이음

3.2 두께 차이

3.2.1 테이퍼

건조 두께 차가 4.0 mm보다 큰 경우의 판을 용접하는 경우, 일반적으로 두꺼운 판을 테이퍼 가공한다. 테이퍼부의 길이는 두 부재의 건조 두께 차의 3배 이상이어야 한다.

4. 다른 종류의 용접이음

4.1 겹치기 이음

4.1.1 구역

겹치기 이음용접은 아주 특별한 경우에 우리 선급의 승인을 받아 적용할 수 있다. 겹치기 이음용접은 다음의 경우에 적용할 수 있다.

a) 이중판의 바깥 둘레 용접.

b) 매우 작은 응력을 받는 내부 구조요소.

4.1.2 겹침 너비

겹치기 이음을 적용하는 경우, 겹침 너비 W_{lap}는 연결되는 판의 건조 두께의 3배 이상 4배 미만이어야 한다(**그림 9** 참조). 연결되는 판 중 얇은 판의 건조 두께가 25.0 mm 이상인 경우, 겹치기 이음의 적용은 특별히 고려하여야 한다.

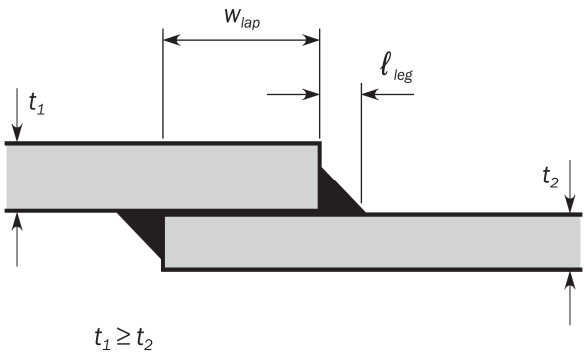


그림 9 : 겹치기 이음에서 필릿용접

4.1.3 칼라의 겹침(Overlaps for lugs)

웨브와 격벽판을 관통하는 보강재의 슬롯의 칼라(러그)의 겹침의 범위는 칼라 총 두께의 3배 이상이어야 한다. 하지만 50.0 mm를 넘을 필요는 없다.

4.1.4 겹침 단부 연결

겹침 단부 연결은 각 가장자리에 대하여 **그림 9**과 같은 용접 각장 ℓ_{leg}(mm)으로 연속용접하여야 하며, 두 각장의 합은 얇은 판 두께의 1.5배 이상이어야 한다.

4.2 슬롯 용접

4.2.1

슬롯 용접은 아주 특별한 경우에 우리 선급의 승인을 받아 적용할 수 있다. 다만, 선박의 중앙부 0.6 L 이내의 선체 외판 바깥쪽 및 강격갑판 상의 이중판에 대한 슬롯 용접은 허용되지 않는다.

4.2.2

슬롯은 둥글게 가공되어야 하고, 75.0 mm의 최소 슬롯 길이 ℓ_{slot}와 건조 두께 2배의 너비 W_{slot} 을 가져야 한다. 이중보강판 또는 유사한 위치에 슬롯 용접을 적용하는 경우, 슬롯간의 거리 s_{slot}는 일반적으로 최소 슬롯 길이 ℓ_{slot}의 2 ~ 3배로 하고 250 mm 이하이어야 한다(**그림 10** 참조). 필릿용접의 크기는 얇은 판의 $t_{as-built}$ 및 용접 계수 0.48을 이용하여 **[2.5.2]**의 두 번째 식에 의한다.

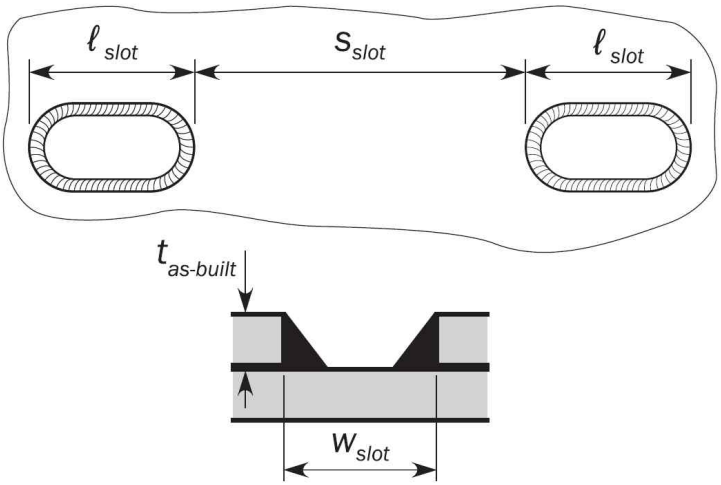


그림 10 : 슬롯용접

4.2.3 막음판(Closing plates)

내부 웨브에 판을 연결함에 있어서, 용접을 위한 접근이 용이하지 않은 경우에는 웨브에 취부된 면재에 슬롯 용접으로 막음판을 부착할 수 있다.

4.2.4

슬롯은 둥글게 가공되어야 하고 90.0 mm의 최소 슬롯 길이 ℓ_{slot}와 건조 두께 2배의 최소 너비 W_{slot}을 가져야 한다. 슬롯 절단부는 매끄럽게 가장자리가 직각이어야 하며, 슬롯간의 거리 S_{slot}는 일반적으로 140 mm를 넘지 않아야 한다. 슬롯은 용접으로 채워져서는 아니 된다.

4.3 스터드 및 리프팅 러그 용접

4.3.1

높은 응력이 발생하는 주요 구조부위에 영구 또는 임시의 스터드 또는 리프팅 러그를 용접으로 취부하는 경우, 적용하는 위치는 승인용으로 제출하여야 한다.

5. 연결부 상세

5.1 빌지킬

5.1.1

표 5에 따라 그라운드바는 연속 필릿용접으로 외판에 연결되어야 하고, 빌지킬은 그라운드바에 연속 필릿용접으로 연결되어야 한다.

표 5 : 빌지킬의 연결

연결되는 구조부재	용접각장(mm)	
	끝단에서(1)	이외의 경우
외판에 연결되는 그라운드바	$0.62\ t_{1as-built}$	$0.48\ t_{1as-built}$
그라운드바에 연결되는 빌지킬 웨브	$0.48\ t_{1as-built}$	$0.30\ t_{2as-built}$
$t_{1as-built}$: 그라운드바의 건조 두께(mm) $t_{2as-built}$: 빌지킬 웨브의 건조 두께(mm) (1) : **3장 6절 그림 18** 및 **그림 19**에서 "끝단"의 정의 참조		

5.1.2

빌지킬과 그라운드바의 맞대기 용접은 **그림 11**에서 나타낸 것처럼 서로 멀리 떨어져야 하고 외판의 맞대기 용접과도 멀리 떨어져야 한다. 일반적으로 외판의 맞대기 용접은 그라운드바와 교차부에서 평평하게 되어야 하고, 그라운드바의 맞대기 용접은 빌지킬과 교차부에서 평평하게 되어야 한다. 그라운드바의 맞대기 용접과 외판 사이의 직접연결은 허용되지 않는다. 제거 가능한 뒤판(backing)을 이용하여 작업할 수 있다.

5.1.3

그라운드바는 **표 5**에 의한 용접 각장으로 연속 필릿용접되어야 한다. 그라운드바의 단부에서의 용접 각장은 **그림 11**과 같이 그라운드바의 건조 두께를 초과하지 않으면서 **표 5**에 주어진 것처럼 증가해야 한다. 판 연결의 그라운드바 단부에서의 용접 크기의 변화는 45° 이하의 용접 측면 각도로 형성되어야 한다.

5.1.4

일반적으로 스캘럽 및 컷아웃은 사용되어서는 아니 된다. 균열 멈춤 구멍은 가능한 그라운드바에 근접하여 빌지킬 맞대기 용접 내에 뚫려야 한다. 구멍의 지름은 맞대기 용접의 폭보다 커야하고 최소한 25.0 mm이어야 한다. 맞대기 용접에 비파괴 검사를 시행하는 경우, 균열 멈춤 구멍은 생략될 수 있다.

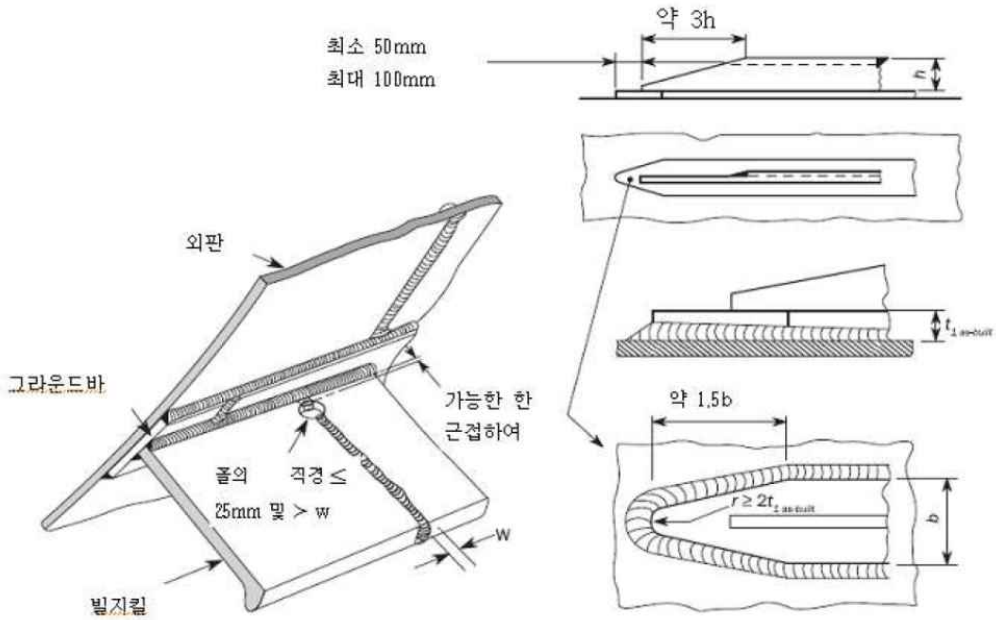


그림 11 : 빌지킬

5.2 필러 단부 연결부

5.2.1

필러 단부 연결부의 유효 필릿용접 면적 A_{weld}(cm^2)는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다(용접 길이와 용접 목두께의 곱).

$$A_{weld} = f_3 \left(\frac{235}{R_{eH-weld}}\right)^{0.75} F$$

F : 고려하는 구조의 설계 하중(kN)

f_3 : 계수

f_3 = 0.05 (압축 하중만 받는 필러)

f_3 = 0.14 (인장 하중을 받는 필러)

5.3 두 판의 연결각도가 작은 경우

5.3.1

두 판의 각도 θ가 **그림** 10에서처럼 75° 미만인 경우, 큰 각도를 가지는 측에서 필릿용접의 크기 ℓ_θ은 다음 식에 따라 증가되어야 한다.

$$\ell_\theta = \frac{\ell_{leg}}{\sqrt{2}\sin\frac{\theta}{2}}$$

ℓ_{leg} : [2.5.2]에 따른 필릿용접의 각장(mm)

θ : 두 판이 이루는 각도(deg) (**그림** 12 참조)

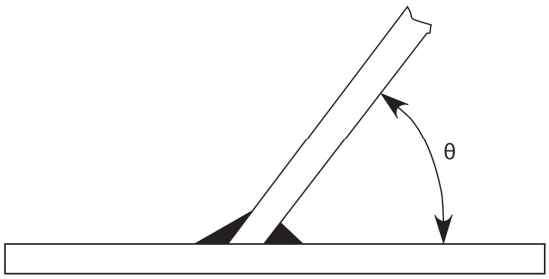


그림 12 : **연결각도**

5.3.2

θ가 45° 미만인 경우, 주 강도부재 연결부는 건조구역 및 보이드 스페이스에만 적용된다(**그림** 12 참조).

제 4 절 극후강판 적용

1. 적용

1.1 일반사항

1.1.1
이 절의 요건은 [1.1.2] 및 [1.1.3] 각각에 따른 극후강판이 사용된 컨테이너선에 대하여 적용한다.

1.1.2
이 절의 요건은 종방향 구조부재에 사용되는 극후강판에 대한 취성파괴 방지를 위한 수단이 언제 요구되는지를 파악한다.

1.1.3
이 절의 요건은 강력갑판 영역 내의 종방향 구조부재에 대한 극후강판 적용을 위한 기본 개념을 제공한다.

1.1.4
이 절의 요건은 균열 발생 및 전파 방지를 위한 컨테이너선의 극후강판에 적용하는 다음 방법을 정의한다.

a) [2]의 비파괴검사
b) [3]의 인성증가용접
c) [4]의 취성균열정지 설계

[2], [3] 및 [4]에 규정된 조치의 적용은 [5]에 따라야 한다.

1.1.5
이 절의 적용에서, 강력갑판 영역은 강력갑판, 창구옆코밍, 창구코밍정판 및 그에 부착된 종보강재를 의미한다.

1.2 강종

1.2.1
이 요건은 강력갑판 역역의 종방향 구조부재에 YP36, YP40 및 YP47 강판이 사용된 경우에 적용한다.

1.2.2
YP36, YP40 및 YP47은 최소 규정 항복강도가 각각 355, 390 및 460 N/mm^{2}인 강판을 의미한다.

1.2.3
YP47 강판이 강력갑판 영역의 종방향 구조부재에 사용되는 경우, YP47 강판은 **규칙 2편 1장 3절**에 규정된 EH47-H이어야 한다.

1.3 두께

1.3.1
두께가 50 mm를 넘고 100 mm 이하인 강판에 대하여는, 취성균열의 발생과 전파를 방지하기 위하여 [2], [3] 및 [4]에 규정된 안전조치가 취해져야 한다.

1.3.2
두께가 100 mm를 넘는 극후강판에 대하여는 취성균열의 발생과 전파의 방지에 관련하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2. 건조 중 비파괴검사(5항의 안전조치 No.1)

2.1 일반사항

2.1.1

[5]에서 건조 중 NDT가 요구되는 경우, NDT는 [2.1] 및 [2.2]에 따라야 한다. [4.3.5]에 규정된 것과 같은 향상된 NDT는 적절한 표준을 따라 수행되어야 한다.

2.1.2

화물창 구역의 모든 상부(upper flange) 종방향 구조부재의 선체 블록간의 모든 맞대기 용접이음부에 대하여는 초음파탐상검사(이하 UT라고 한다)를 하여야 한다.

2.1.3

종방향 구조부재에는 **그림** 1과 같이 내측 종격벽의 최상부판, 현측후판, 강력갑판, 창구코밍, 창구코밍 정판 및 그에 부착되는 종보강재를 포함한다.

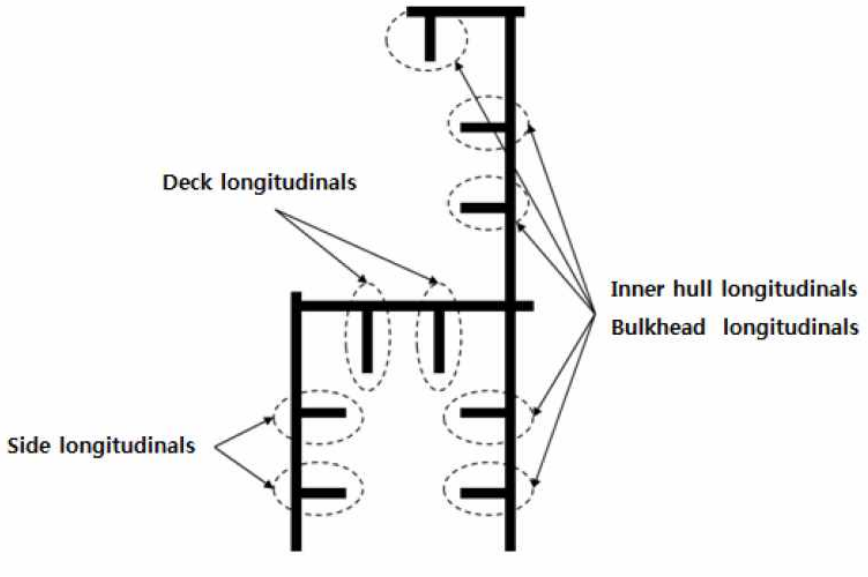


그림 1 : 상부 종방향 구조부재

2.1.4

UT 검사방법에 대하여는 **적용지침 2편 부록 2-7**에 따르는 이외에 다음의 규정에도 적합하여야 한다.

a) 탐상은 **그림** 2의 예와 같이 최소한 일면 양쪽(가급적 루트면 양쪽 탐상 권고)에서 탐상을 실시하여야 한다.
b) 탐촉자의 굴절각은 70 °를 포함한 2개의 굴절각(45 ° 또는 60 °)을 병용하여 탐상을 실시하여야 한다.
c) 표준시험편을 사용하여 감도 조정을 하는 경우의 감도 보정량은 KS B 0896 또는 동등 이상의 표준에 따른다.
d) 결함의 위치를 평가하여 융합부족(LF) 등의 방향성 결함으로 의심되는 경우, 결함 에코의 높이에 관계없이 6 dB법으로 길이를 측정하고, 판정(기준 25.0 mm 이하)하여야 한다.
e) 조선소는 극후판 용접부의 초음파 탐상검사에 종사하는 검사자에 대하여 방향성 결함의 검출 및 판정과 관련하여 필요한 교육 및 훈련을 시켜야 한다.
f) 가로방향 결함 검출을 위하여 **그림** 3의 예와 같이 일면 양쪽에서 15 ° 각도로 용접선에 평행하게 또는 용접비드위에서 UT 검사를 추가로 하여야 한다.

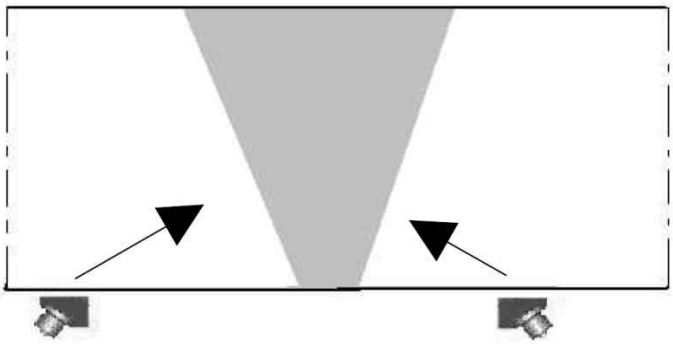


그림 2 : 일면 양쪽 탐상 예

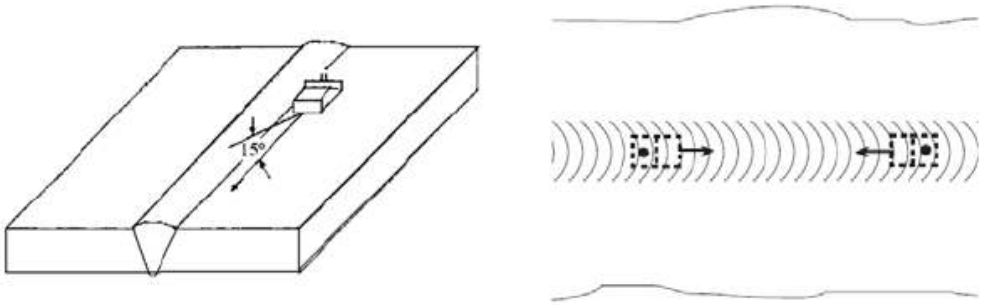


그림 3 : 가로방향결함 검출을 위한 UT 검사 예

2.2 판정 기준

2.2.1

UT 판정 기준에 대하여는 **적용지침 2편 부록 2-7**에 따라야 한다.

2.2.2

UT 판정 기준은 관련된 취성균열 방지절차에 대한 고려 하에 조정될 수 있으며, 이러한 조정 결과가 **적용지침 2편 부록 2-7**의 요건보다 더 엄격해야 하는 경우, UT 절차는 더 엄격한 감도로 수정되어야 한다.

3. 인성증가 용접(5항의 안전조치 No.2)

3.1

취성파괴를 식별하고 방지하기 위한 안전조치로서 **5항**의 B를 선택한 경우에는 인성증가 용접을 수행하여야 한다.

3.2

충격시험편은 [3.2.1]에 따라 채취한다.

3.2.1

충격시험편은 용접부 중심 “WM”, 용융선상 “FL”, 용융선으로부터 2.0 mm의 용접 열영향부, 용융선으로부터 5.0 mm의 용접 열영향부에서 채취한다.

3.3

충격시험편은 모재의 충격시험 시험온도 및 흡수에너지 기준을 만족하여야 한다.

4. 취성균열 정지설계(5항의 안전조치 No.3, 4 및 5)

4.1 일반사항

4.1.1

[4]에 기술된 취성균열 정지강은 **5항의 안전조치 No. 3, 4 및 5**의 조치를 취하고 강력갑판 강재 등급이 YP40보다 높지 않은 경우에 적용할 수 있다. 그렇지 않으면 균열 시작 및 전파 방지를 위한 다른 조치는 우리 선급과 합의하여야 한다.

4.1.2

화물창 구역 내에는 취성균열 전파방지를 위한 안전조치가 취해져야 한다. 취성균열 정지설계는 이러한 조치를 사용한 설계를 의미한다.

4.1.3

취성균열 정지설계는 일반적으로 선체 블록 간의 맞대기 용접부에 적용된다. 그러나 균열은 이러한 연결부를 벗어나 발생 및 전파될 수 있으므로 [4.2.2.b]에 따라 적절한 안전조치가 고려되어야 한다.

4.1.4

취성균열 정지강은 **지침 2편 1장 3절**의 정의에 따른다.

4.2 취성균열 정지설계의 기능 요건

취성균열 정지설계의 목적은 적절한 위치에서 균열의 전파를 정지시키고 선체거더의 대형 파괴를 방지하기 위한 것이다.

4.2.1

취성균열 시작 및 전파가 가장 쉬운 위치는 창구옆코밍 혹은 강력갑판의 블록 간 맞대기 용접 이음부이다. 결합부가 정렬되는 블록 제작의 다른 위치는 맞대기 용접 이음부를 따라 균열 시작 및 전파될 가능성이 높을 수 있다.

4.2.2

다음의 경우가 고려되어야 한다.

a) 취성균열이 맞대기 용접 이음부를 따라서 직진 전파하는 경우
b) 취성균열이 맞대기 용접 이음부에서 시작되어 용접부를 벗어나 모재로 전파하는 경우, 또는 취성균열이 맞대기 용접 이음부가 아닌 다른 용접부에서 시작되어 모재로 전파하는 경우
c) b)의 '다른 용접'은 다음을 포함한다. (**그림 4** 참조)
   1 창구옆코밍(정판 포함)과 종보강재의 필릿용접
   2 창구옆코밍(정판, 종보강재 포함)과 부착물의 필릿용접(예, 창구옆코밍 정판과 창구덮개 패드판의 필릿용접부)
   3 창구옆코밍 정판과 창구옆코밍판의 필릿용접
   4 창구옆코밍판과 강력갑판의 필릿용접
   5 강력갑판과 내측선체 / 격벽의 필릿용접
   6 강력갑판과 종부재의 필릿용접
   7 현측후판과 상갑판의 필릿용접

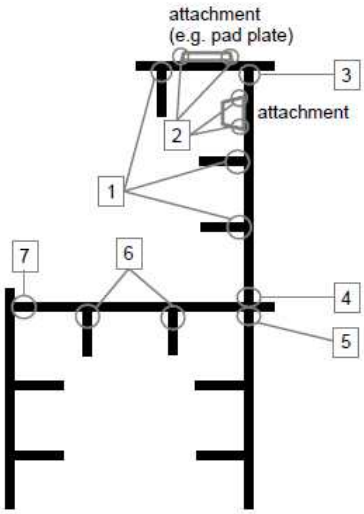


그림 4 : 다른 용접부

4.3 취성균열 정지설계의 개념 예

다음은 취성균열 전파 방지를 위해 취성균열 정지설계에 사용할 수 있는 인정 가능한 예로 간주된다. 상세한 설계배치는 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 다른 조치도 우리 선급의 검토를 받고 인정될 수 있다.

4.3.1 [4.2.2.b]에 대한 취성균열 정지설계:

취성균열이 코밍으로부터 발생하여 하부의 구조로 전파하는 것을 정지시키기 위하여 강력갑판은 화물창 구역의 적절한 범위까지 취성균열 정지강이 사용되어야 한다.

4.3.2 [4.2.2.a]에 대한 취성균열 정지설계:

창구옆코밍의 블록 간 맞대기 용접 이음부와 강력갑판의 블록 간 맞대기 용접 이음부가 이격(shift)되어 있는 경우, 이격 간격은 300 mm 이상이어야 하며, 창구옆코밍은 취성균열 정지강으로 시공되어야 한다. (**그림 5** 참조)

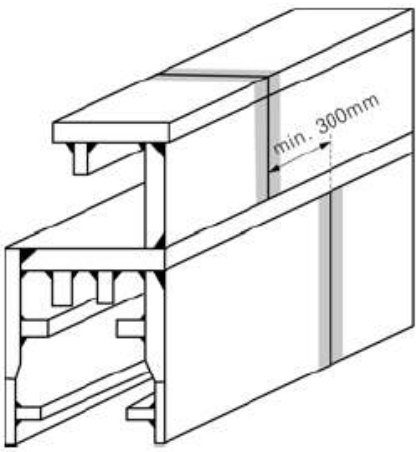


그림 5 : 적절한 이격 간격 시공 예

4.3.3

창구옆코밍 용접부가 갑판 용접부와 만나는 지점에서 블록 간 맞대기 용접이음부 부근에 균열정지구멍(crack arrest hole)을 시공하는 경우, 맞대기 용접이음부 하단의 피로강도가 평가되어야 한다. 취성균열의 전파가 용접선으로부터 창구옆코밍 또는 강력갑판으로 벗어날 가능성을 고려하여 추가적인 안전조치가 필요하다. 이 조치에는 창구옆코밍판을 취성균열 정지강으로 적용하는 것을 포함한다.(**그림 6** (a) 참조)

4.3.4

창구옆코밍 용접부가 갑판 용접부와 만나는 지점에서 블록 간 맞대기 용접 이음부에 취성균열 정지강으로 된 균열정지 삽입판(arrest insert plates) 또는 높은 균열정지인성 특성을 가지는 용접금속삽입(weld metal inserts)으로 시공하는 경우, 취성균열의 전파가 용접선으로부터 창구옆코밍 또는 상갑판으로 벗어날 가능성을 고려하여 추가적인 안전조치가 필요하다. 이 조치에는 창구옆코밍판을 취성균열 정지강으로 적용하는 것을 포함한다.(**그림 6** (b) 참조)

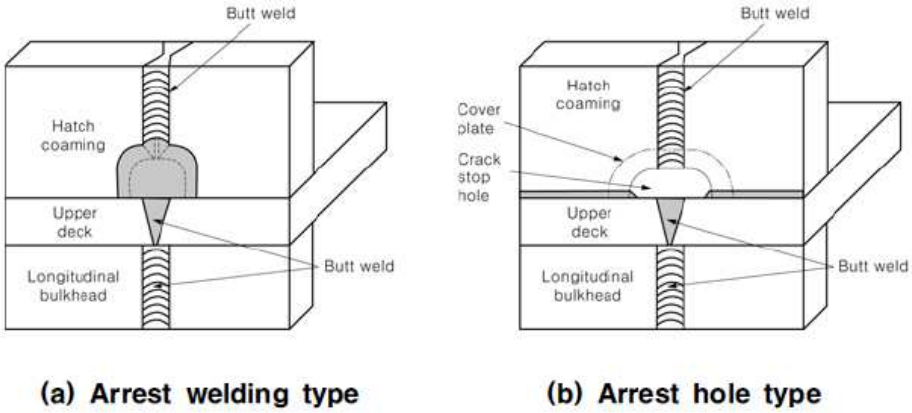


그림 6 : 취성균열 정지설계 시공 예

4.3.5

취성파괴를 식별하고 방지하기 위한 안전조치로서 **[5]**의 선택 B를 선택한 경우, 건조 중 NDT로는 **[2]**에 규정된 표준 UT 검사 대신에 회절파 시간측정법(TOFD) 혹은 Phased Array UT(PAUT)와 같은 더욱 엄격한 결함 판정기준을 사용하는 향상된 NDT를 적용하여야 한다.

4.4 취성균열 정지강 선정

4.4.1

컨테이너선 강력갑판에 적용하는 취성균열 정지강은 **표 1**에 따른다. BCA1 및 BCA2는 **규칙 2편**에서 정의한다.

4.4.2

취성균열 정지강은 **표 1**에 따라 두께 50.0 mm를 초과하는 각각의 개별 구조부재에 대해서 선택되어야 한다.

4.4.3

표 1에 규정된 취성균열 정지강을 사용하는 경우, 창구옆코밍과 강력갑판의 용접 결합부는 우리 선급이 인정하는 부분 용입용접이어야 한다.

선박 블록 결합부 근처에서, 균열 전파 방지를 위한 추가 수단이 실행되고 우리 선급이 합의한 경우, 갑판 및 창구옆코밍 연결부에 대체 용접 세부사항을 사용할 수 있다.

표 1 : 구조부재 및 두께에 따른 취성균열 정기강 요건

구조부재 (1)	두께(mm)	취성균열 정지강
강력갑판	$50 < t \leq 100$	BCA1의 YP36 혹은 YP40
창구옆코밍	$50 < t \leq 80$	BCA1의 YP40 혹은 YP47
	$80 < t \leq 100$	BCA2의 YP40 혹은 YP47
(1) 부착된 종보강재 제외함		

5. 극후강판의 사용에 대한 안전조치

표 2의 두께 및 항복강도는 창구코밍 정판 및 창구옆코밍에 대한 것으로, 안전조치를 결정하는 기준이 된다. **표 2**의 두께 및 항복강도는 강력갑판에는 적용되지 않는다.

만약 창구코밍 정판 및 창구옆코밍의 건조 두께가 **표 2**의 값보다 작다면, 강력갑판의 두께 및 항복강도에 관계없이 안전조치는 요구되지 않는다.

표 2 : 극후강판에 대한 조치

항복강도 (kgf/mm²)	두께 (mm)	선택	안전조치			
			1	2	3+4	5
36	50 〈 t ≤ 85		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	85 〈 t ≤ 100		O	N.A.	N.A.	N.A.
40	50 〈 t ≤ 85		O	N.A.	N.A.	N.A.
	85 〈 t ≤ 100	A	O	N.A.	O	O
		B	O*	N.A.**	N.A.	O
47 (FCAW)	50 〈 t ≤ 100	A	O	N.A.	O	O
		B	O*	N.A.**	N.A.	O
47 (EGW)	50 〈 t ≤ 100		O	N.A.	O	O

안전조치:

번호	안전조치 내용
1	모든 대상 블록 간 맞대기 용접부에 NDT 적용(건조 중) [2] 참조.
2	인성증가 용접 적용(건조 중). [3] 참조.
3	용접선을 따른 취성균열 직진 전파를 대비한 취성균열 정지설계(건조 중). [4.3.2], [4.3.3] 또는 [4.3.4] 참조
4	용접선에서 벗어나 모재로 취성균열의 전파를 대비한 취성균열 정지설계(건조 중). [4.3.1] 참조
5	필릿 및 부착품 용접부와 같이 다른 용접부로부터 균열의 전파를 대비한 취성균열 정지설계(건조 중). [4.3.1] 참조

기호:
(a) "O"는 "적용하여야 함"을 의미한다.
(b) "N.A."는 "적용할 필요가 없음"을 의미한다.
(c) 선택 "A" 및 "B" 중에서 선택.
비고:
* : See [4.3.5].
** : See [3].

6. YP47 강판의 적용

이 항은 **2편 1장 311.**에서 규정하고 있는 YP47 강판에 적용한다.

6.1 선체구조(설계) 요건

6.1.1

선체거더 강도평가를 위한 재료 계수는 0.62로 하여야 한다.

6.1.2

창구옆코밍의 맞대기 용접 이음부 및 의장품을 고정하기 위한 필릿용접 이음부는 창구 코너(hatch corner)로부터 적절한 거리를 유지하여 응력집중의 영향을 피하여야 한다.

6.1.3

창구옆코밍의 창구 코너를 포함하는 자유변(free edge)은 피로강도에 유해한 노치와 같은 결합이 없어야 한다. **그림 7**과 같이 자유변의 가장자리에 그라인딩을 하여 적절한 피로강도를 가질 수 있도록 처리되어야 한다.

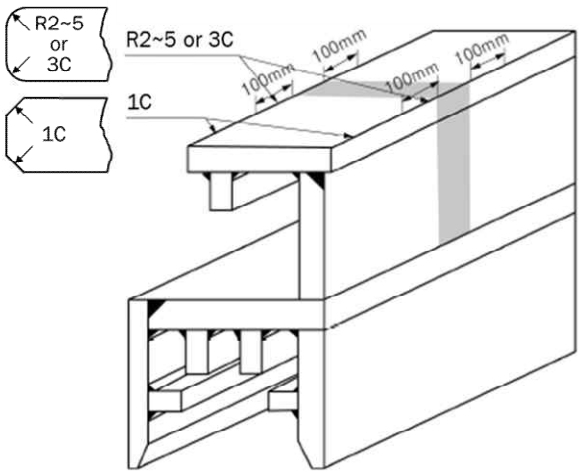


그림 7 : 창구 코너부의 적절한 변 조치 예

6.1.4

창구덮개 패드(hatch cover pads) 및 컨테이너 패드(container pads)와 같은 의장품을 부착하는 경우, 의장품의 가장자리에 테이퍼를 주거나 또는 부착위치에서 판의 두께를 증가시키는 등 의장품과 선체구조 사이에 강성의 차이가 크지 않도록 하여야 한다.

6.1.5

선체구조와 의장품 사이의 연결부 같은 구조부재에 극후강판이 적용될 때에는 구조상세에 대하여 특별히 주의하여야 한다. ⚓

14편 13장

운항-신환기준

제 1 절 기본원칙 및 검사요건

제 2 절 허용기준

제 1 절 기본원칙 및 검사요건

1. 기본원칙

1.1 적용

1.1.1
이 장의 목적은 선체 구조부재의 허용 쇠모한도에 대한 기준을 제공하는 것이다.

1.1.2
이 기준은 이 규칙에 따라서 우리 선급에 등록되어 운항중인 선박에만 적용한다.

1.1.3
명시된 신환기준에 대하여 선체구조를 평가하기 위하여 두께계측을 하여야 한다.

1.1.4
선체 검사 요건은 **1편 2장 1절, 2절, 3절** 및 **4절**을 적용한다.

1.2 부식허용 개념

1.2.1 부식허용
부식허용은 **3장 2절** [1.1.2]와 같이 국부 및 전체 부식의 2가지 관점으로 구성된다.

1.2.2 평가
선박의 운항 수명 동안, 국부 및 전체 부식 신환기준에 대한 평가가 요구된다.

구조부재의 계측 두께가 **2절** [2]의 신환 두께보다 크다면, **3장 3절**에 주어진 부식추가가 반영된 신조선 요건 및 관련된 모든 하중과 한계상태 즉, 항복, 좌굴 및 피로를 고려하는 신조선 요건에 대한 평가는 선박의 운항 수명 동안 요구되지 않는다.

1.2.3 강재신환
국부 혹은 전체 부식허용을 초과하는 경우, 강재 신환이 요구된다.

2. 선체검사요건

2.1 일반사항

2.1.1 최소 선체검사요건
두께 계측을 포함하여 선급을 계속 유지하기 위한 최소 선체검사요건은 **1편**에 따른다.([1.1.4] 참조)

제 2 절 허용기준

기호

$t_{as-built}$: 건조 두께(mm)

t_{c-m} : 감소 두께(mm)

t_{res} : 예비 두께(mm)로서 0.5 mm로 한다.

$t_{vol-add}$: 자발적 추가 두께(mm)

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1

이 절은 허용기준의 적용에 대한 요건을 제공한다.

1.2 정의

1.2.1 갑판 구역

갑판 구역은 선체거더강도에 기여하는 다음 항목을 포함한다.

a) 강력갑판
b) 종방향 창구코밍
c) 현측후판
d) 선측외판
e) 내측판 및 기타 종격벽판(있는 경우)

위의 언급된 판에 부착된 종보강재, 거더 및 스트링거

1.2.2 선저 구역

선저 구역은 선체거더강도에 기여하는 다음 항목을 포함한다.

a) 용골판
b) 선저외판
c) 만곡부 외판
d) 선저거더
e) 내저판
f) 위에 언급된 판에 부착된 종보강재
g) 선측외판

1.2.3 중립축 구역

중립축 구역은 갑판 구역 및 선저 구역 사이의 다음 요소를 포함한다.

a) 선측외판
b) 내측 종격벽 및 종격벽(있는 경우)
c) 이중선측 스트링거

선체거더의 웨브를 형성하는 경사진 종강도 부재에 대하여, 구역에 포함되는 부재의 면적은 수직면에 투영된 면적을 기초로 한다.

2. 신환기준

2.1 국부부식

2.1.1 국부 구조부재의 신환두께

국부 구조부재는 국부 지지부재 및 1차 지지부재를 포함한다.

계측된 두께 t_m(mm)가 다음 식에 의한 신환두께 t_{ren} (mm)보다 작을 경우 강재 신환을 하여야 한다.

$t_{ren} = t_{as-built} - t_{c-m} - t_{vol-add}$

$t_{c-m} = (t_{as-built} - t_{vol-add})\ C_{Wear-limit}$

$C_{Wear-limit}$: **표** 1에 따른 쇠모한도

표 3 : 부재별 쇠모한도, $C_{Wear-limit}$

	부재 명칭	쇠모한도 Class I
국부 쇠모 한도	강력갑판과 현측후판 및 이들 부재에 붙어있는 종통부재 선측외판 및 선저외판 스트링거 갑판 내저판 종격벽 및 선측 종격벽 판 디프탱크의 격벽판 이중저의 늑판 및 거더 횡방향 웨브 및 이중선측 스트링거 갑판 종거더 1차 지지부재의 웨브 및 면재 화물창 늑골의 웨브, 면재 및 브래킷	0.2
	유효갑판(3) 선루갑판 화물창구 측선 내의 갑판 디프탱크의 격벽판 이외의 수밀격벽판 창구덮개(휨보강재 포함) 및 창구코밍(휨보강재 포함) 2차 보강재(2)의 웨브, 면재 및 브래킷	0.25
	점식 등의 국부적인 부식	0.3
	(1) 제조후등록선박인 경우 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. (2) 2차 보강재라 함은 1차 지지부재에 의하여 지지되는 보강재를 말하며, 다른 보강재를 지지하지 않는 부재를 말한다. (3) 유효갑판의 정의는 **3편 5장 103.**에 따른다.	

2.1.2 신환부위

일반적으로 **[2.1.1]**의 신환기준에 기초하여 신환이 요구되는 부위는, 원래의 것과 동등 이상의 급(grade) 및 항복강도를 갖고 다음의 t_{repair} (mm) 이상의 두께를 갖는 재료를 삽입하여 수리하여야 한다.

$t_{repair} = t_{as-built} - t_{vol-add}$

2.1.3 대체 방법

계측된 두께 t_m가 다음과 같은 경우(과도한 부식), **1편 2장 202. 1항 (31)호**의 요건에 따른다.

$t_{ren} \leq t_m < t_{ren} + t_{res}$

구조요소의 양면이 보이드 구역 또는 건구역에 있을 경우, 대체 방법은 적용되지 않는다.

2.2 전체부식

2.2.1 적용

선령이 10년을 넘는 선박인 경우 계측된, 신환된 또는 보강된 구조부재의 두께를 사용하여 정기검사에 선체의 종강도를 평가하여야 한다.

2.2.2 신환기준

선체거더강도 기준은 다음에 따른다.

a) 갑판 및 선저 구역 : 계측 두께에 의하여 결정된 갑판 및 선저의 현재 선체거더 단면계수는 **5장 1절**에 따라 제공 총 두께로 계산된 단면계수의 90 % 이상이어야 한다. 이를 대신하여, 선저 구역과 갑판 구역의 현재 단면적, 즉 고려하는 구역에서 계측된 부재의 단면적의 합이 제공 총 두께로 결정된 해당 구역에 대한 단면적의 90 % 이상이어야 한다.

b) 중립축 구역 : 중립축 구역에 대한 현재의 단면적, 즉 이 구역의 계측 두께에 의한 단면적의 합은 '제공 총 두께 - 0.5 t_c' 에 의해 계산된 중립축 구역의 단면적 이상이어야 한다.

만일 주어진 횡단면에서 선체거더강도에 기여하는 모든 부재의 제공 총 두께의 실제 감소가 갑판 및 선저 구역에서는 10 % 미만이고, 중립축 구역에서는 0.5 t_c미만인 경우, 이 횡단면의 선체거더강도 기준은 만족하는 것이며, 계측된 두께를 사용하여 다른 구역에 대하여 계산할 필요는 없다.

제공 총 두께는 **3장 2절**에 따른다.

14편 14장

고박설비

제 1 절 고박설비

제 1 절 고박설비

1. 적용

1.1 일반사항

1.1.1

컨테이너 고박장비에 대한 검토는 **7장 부록** 7-2에 따라 수행되어야 한다.

2022

선급 및 강선규칙 적용지침

제 14 편

컨테이너선 구조규칙

GA-14-K

한 국 선 급

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

제 14 편 “컨테이너선 구조규칙”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2022년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.

2. 2021년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2022년 7월 1일

〈개정사항 없음〉

차 례

부록 14-1 화물창 화재 시 소화를 위한 담수조건의 강도평가 ····· 1

부록 14-1 화물창 화재 시 소화를 위한 담수조건의 강도평가

1. 일반사항

1.1 적용

1.1.1 범위

이 부록은 규칙에 추가하여 **지침 8편 부록 8-9 405.**의 5항에 따라 화물창 내의 화재 시 소화를 위하여 담수 요건을 갖추는 컨테이너선의 강도평가에 적용한다. 여기서 '담수'란 화물창에 물을 채우는 것을 의미한다.

1.1.2 제한

화물창 담수조건은 사고 상태로 간주하여 설계하중 및 허용기준을 적용한다.

선박은 비손상 상태로서, 횡경사가 없는 상태를 가정한다.

1.2 적하지침서 및 적하지침기기

1.2.1 적하지침서

적하지침서에는 이 부록에 따라 강도평가 된 각 화물창의 담수가능수위가 명시되어야 한다.

담수 시에는 적하지침기기에 실제 적하상태 및 담수 수위를 입력하고 [2.2]의 허용 종굽힘 모멘트 및 전단력을 초과하지 않음을 확인하도록 적하지침서에 명시하여야 한다.

1.2.2 적하지침기기

적하지침기기에는 지정된 계측점에서, 임의의 화물창이 완전히 또는 부분적으로 담수되었을 때 정수중 수직 굽힘 모멘트, 정수중 수직 전단력 및 비손상 복원성을 확인할 수 있는 기능이 탑재되어야 한다.

2. 하중

2.1 적용

2.1.1

이 조항에서 언급되지 않은 사항은 **규칙 4장**을 참조한다.

2.1.2 강도 평가 계수

담수 시 강도 평가에 사용하는 강도 평가 계수 f_{ps}는 0.8을 사용한다.

2.2 선체 거더 하중

2.2.1 담수 시 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트

담수 시 정수중 수직 허용 굽힘 모멘트 M_{sw-FSC}는 다음 식과 같이 계산한다.

$$M_{sw-FSC} = M_{sw} + M_{wv}(1 - f_{ps})$$

M_{sw} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해시 수직 정수중 허용 굽힘모멘트(kNm). **규칙 4장 4절** [2.2.2]에 따른다.

M_{wv} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해시 수직 파랑 굽힘모멘트(kNm). **규칙 4장 4절** [3.2.1]에 따른다.

f_{ps} : 담수 시의 강도 평가 계수. [2.1.2]에 따른다.

2.2.2 담수 시 정수중 수직 허용 전단력

담수 시 정수중 수직 허용 전단력 Q_{sw-FSC}는 다음 식과 같이 계산한다.

$$Q_{sw-FSC} = Q_{sw} + Q_{wv}(1 - f_{ps})$$

Q_{sw} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해시 정수중 허용 전단력(kN). **규칙 4장 4절 [2.3.1]**에 따른다.

Q_{wv} : 고려하는 선체 횡단면에서 항해시 수직 파랑 전단력(kN). **규칙 4장 4절 [3.3.1]**에 따른다.

f_{ps} : 담수 시의 강도 평가 계수. **[2.1.2]**에 따른다.

2.3 내부 하중

2.3.1 담수 시 강도평가를 위한 압력

[2.4]의 담수 시 정적 설계 하중(S) 시나리오에 대하여, 화물창 구획 수밀 경계의 임의 하중점에 작용하는 담수로 인한 내부압력(kN/m^2)은 다음 식에 의한다.

$$P_{in} = P_{FSC}$$

$$P_{FSC} = \rho g h$$

ρ : 해수밀도, 1.025 t/m^3

g : 중력가속도, 9.81 m/s^2

h : 담수 시의 압력 높이로서 다음에 따른다 (m).

$$h = z_{FSC} - z$$

z_{FSC} : 담수 가능 수위로서 내저판 상면으로부터의 높이 (m).

z : 내저판 상면으로부터 하중점까지의 높이 (m).

2.4 설계 하중 시나리오

2.4.1 담수 시 강도평가에 대한 설계 하중 시나리오

담수 시 설계 하중 시나리오는 **표** 1에 따른다.

표 1 : 담수 시 강도평가에 대한 설계 하중 시나리오

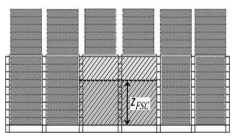
설계 하중 시나리오			담수 상태
하중 성분			사고하중 (A)
선체 거더	VBM		M_{sw-FSC}
	HBM		-
	VSF		-
	TM		-
국부 하중	P_{ex}	외부 갑판(그린하중)	-
		선체 외곽(envelope)	-
	P_{in}	평형수 탱크	-
		기타 탱크	-
		담수 구획의 경계	P_{FSC}
	F_{con}	컨테이너	-
	P_{dk}	건구역의 내부 갑판	-
		외부 갑판(분포하중)	-
		외부 갑판(집중하중)	-

2.5 적하 상태

2.5.1 담수 시 화물창 강도 평가를 위한 적재 조건

담수 시의 화물창 강도 평가를 위해 고려해야 할 적하 상태는 **표** 2에 주어진다.

표 3 : 담수 시 화물창의 강도 평가를 위한 하중 조건

번호	적하 상태	정수중 하중					동적 하중
		흘수	컨테이너하중		% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	중앙 화물창 구역
			화물창	창구덮개 상부			
담수 상태							
A2		T_{SC}	중앙 화물창: 담수 인접한 화물창: 40t/FEU 모든 평형수 탱크: 공창	40ft 컨테이너 적재하중	100% (새깅 또는 최소 호깅)	-	Static

중량 화물 경량 화물 평형수 탱크 연료유 탱크

3. 선체국부 구조치수

3.1 적용

3.1.1
규칙 6장에 따라 담수 시 화물창 구역에 대한 선체국부 구조치수를 평가한다.

3.2 설계 하중 조합

3.2.1 담수 시 판, 보강재 및 1차 지지부재의 설계하중조합
담수 시 화물창 구역의 판, 보강재 및 1차 지지부재에 대한 설계 하중조합은 **표 3**에 따른다.

표 3 : 담수 시 설계 하중 조합

구조 부재	설계하중조합	하중성분	흘수	설계하중	적하상태
화물창 구역	FD-2	P_{in}	-	A	담수상태

4. 화물창 구조 해석

4.1 적용

4.1.1
규칙 7장 1절 및 **2절**에 따라 담수 시 화물창 구조 해석을 수행한다.

4.2 설계하중 조합

4.2.1
담수 시 화물창 구조 해석을 위한 하중 조건은 **표 2**에 따른다.

4.3 내부하중

4.3.1 담수 시 내부압력
내부압력은 **표 1**의 담수 상태 설계하중시나리오에 대하여 **[2.3.1]**에 따라 계산한다.

4.4 선체거더 하중

4.4.1
선체거더 하중은 **표 2**에 따른 정수중 선체거더 수직 굽힘모멘트를 적용한다.

4.4.2 담수 시 목표 선체거더 수직 굽힘모멘트
주어진 유한요소 하중조합에 대한 종방향 위치에서의 목표 선체거더 수직 굽힘모멘트 M_{v-targ}는 다음에 따른다.

$$M_{v-targ} = M_{sw-FSC} \text{ (kNm)}$$

M_{sw-FSC} : **[2.2.1]**에 따른 담수상태에 대한 고려하는 종방향 위치에서의 허용 정수중 굽힘모멘트 (kNm)
M_{v-targ}의 값은 **표 2**에 따른 하중 조건에 대한 각 개별 화물창의 중앙부에서의 최대 선체거더 굽힘모멘트이다.

4.5 대체 평가방법

4.5.1 담수 시 1차 지지부재의 강도평가

담수 시 1차 지지부재의 강도를 평가하는데 있어서 비선형 유한요소해석을 이용하여 재료의 소성을 고려하는 방법을 대체 평가방법으로 사용할 수 있다. 이 경우 사전에 평가 절차 및 방법을 우리선급에 제출하여 협의하여야 한다. ⚓

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2022년 3월 24일
발 행 2022년 4월 1일

제14편 컨테이너선 구조규칙

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화: 070-8799-9114
FAX: 070-8977-8999
Website : http://www.krs.co.kr

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2022, KR
이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포시 법적제재를 받을 수 있습니다.

2022

Rules for the Classification of Steel Ships

Part 15 Structural Rules for Membrane Type Liquefied Natural Gas Carriers

Rules

2022

Rules for the Classification of Steel Ships

Part 15

Structural Rules for Membrane Type Liquefied Natural Gas Carriers

RA-15-E

KR

STRUCTURAL RULES FOR MEMBRANE TYPE LIQUEFIED NATURAL GAS CARRIERS

Foreword

1. Unless expressly specified otherwise, the requirements in the Rules apply to ships for which are contracted for construction are signed on or after 1 July 2022.
2. These Rules supersede the "Structural Rules for Membrane Type Liquefied Natural Gas Carriers, Jan 2021".

Summary of changes

No.	Amendment	Rule Version Date	Effective Date
1	**Rule Change Amendment 1**	**01 Jan 2022**	**01 July 2022**

Note: The effective date for the requirement of anchoring equipment, shipboard fittings and supporting hull structures associated with towing and mooring is 01 Jan 2022 in coincidence with referred Rules (***Part 4*** of ***Rules for the Classification of Steel Ships***) in this Rules.

Rule Change Amendment 1 to Jan 2021 Rules is summarized below.

Chap./Sec./Req.	*Subject/Changes*	*Remarks*
Ch 6, Sec 4, [2.1.1]	Min. thickness of keel plating	Minimum is changed to required net thickness of the adjacent 2m width bottom plating from offered one.
Ch 10, Sec 3, [1.1.2] /[1.1.3], [2]/[3]	Delete	To avoid inconsistency of the latest version of **UR A1**, **A2** and **Rec10** with reference to **Pt 4** for deleted sub-sections.
Ch 10, Sec 4, [3], [5]	Delete	To avoid inconsistency of the latest version of **UR A1**, **A2** and **Rec10** with reference to **Pt 4** for deleted sub-sections.

Editorial corrections may have been made by Corrigenda for typo., etc.

Table of Contents

CHAPTER 1 Rule General Principles ····· **1**
SECTION 1 Application ····· 2
SECTION 2 Rule Principles ····· 5
SECTION 3 Verification of Compliance ····· 16
SECTION 4 Symbols and Definitions ····· 22
SECTION 5 Loading Manual and Loading Instruments ····· 38

CHAPTER 2 General Arrangement Design ····· **41**
SECTION 1 General ····· 42
SECTION 2 Subdivision Arrangement ····· 43
SECTION 3 Compartment Arrangement ····· 45
SECTION 4 Access Arrangement ····· 48

CHAPTER 3 Structural Design Principles ····· **49**
SECTION 1 Materials ····· 50
SECTION 2 Net Scantling Approach ····· 58
SECTION 3 Corrosion Additions ····· 63
SECTION 4 Corrosion Protection ····· 65
SECTION 5 Limit States ····· 67
SECTION 6 Structural Detail Principles ····· 71
SECTION 7 Structural Idealisation ····· 96

CHAPTER 4 Loads ····· **117**
SECTION 1 Introduction ····· 118
SECTION 2 Dynamic Load Cases ····· 120
SECTION 3 Ship Motions and Accelerations ····· 136
SECTION 4 Hull Girder Loads ····· 141
SECTION 5 External Loads ····· 147
SECTION 6 Internal Loads ····· 177
SECTION 7 Design Load Scenarios ····· 183

CHAPTER 5 Hull Girder Strength ····· **187**
SECTION 1 Hull Girder Yielding Strength ····· 188
APPENDIX 1 Direct Calculation of Shear Flow ····· 197

CHAPTER 6 Hull Local Scantling ····· **201**
SECTION 1 General ····· 202
SECTION 2 Load Application ····· 203

SECTION 3 Minimum Thicknesses ····· 206
SECTION 4 Plating ····· 208
SECTION 5 Stiffeners ····· 213
SECTION 6 Primary Supporting Members and Pillars ····· 218

CHAPTER 7 Direct Strength Analysis ····· 223
SECTION 1 Strength Assessment ····· 224
SECTION 2 Cargo Hold Structural Strength Analysis ····· 227
SECTION 3 Local Structural Strength Analysis ····· 265

CHAPTER 8 Buckling ····· 269
SECTION 1 General ····· 270
SECTION 2 Slenderness Requirements ····· 274
SECTION 3 Prescriptive Buckling Requirements ····· 281
SECTION 4 Buckling Requirements for Direct Strength Analysis ····· 285
SECTION 5 Buckling Capacity ····· 293
APPENDIX 1 Stress Based Reference Stresses ····· 315

CHAPTER 9 Fatigue ····· 319
SECTION 1 General Considerations ····· 320
SECTION 2 Structural Details to be Assessed ····· 326
SECTION 3 Fatigue Evaluation ····· 333
SECTION 4 Simplified Stress Analysis ····· 351
SECTION 5 Finite Element Stress Analysis ····· 366
SECTION 6 Detail Design Standard ····· 380

CHAPTER 10 Other Structures ····· 391
SECTION 1 Fore Part ····· 392
SECTION 2 Machinery Space ····· 402
SECTION 3 Aft Part ····· 406

CHAPTER 11 Superstructure, Deckhouses and Hull Outfitting ····· 411
SECTION 1 Superstructures, Deckhouses and Companionways ····· 412
SECTION 2 Bulwark and Guard Rails ····· 416
SECTION 3 Equipment ····· 419
SECTION 4 Supporting Structure for Deck Equipment and Fittings ····· 420

CHAPTER 12 Construction ····· 427
SECTION 1 Construction and Fabrication ····· 428
SECTION 2 Fabrication by Welding ····· 432
SECTION 3 Design of Weld Joints ····· 435

CHAPTER 13 Ship in Operation – Renewal Criteria ····· 449
SECTION 1 Principles and Survey Requirements ····· 450
SECTION 2 Acceptance Criteria ····· 451

Chapter 1

General Principles

Section 1 Application

Section 2 Rule Principles

Section 3 Verification of Compliance

Section 4 Symbols and Definitions

Section 5 Loading Manual and Loading Instrument

Section 1 - Application

1. Scope of application

1.1 General

1.1.1

These Rules apply to the following ships:

a) Ships intended to be registered and classed as "Liquefied Gas Carrier" and:

b) Membrane type liquefied natural gas carriers having a length L of 150 m above and:

c) Being self-propelled ships with unrestricted navigation.

Note 1: Unrestricted navigation means that the ship is not subject to any geographical restrictions (i.e. any oceans, any seasons) except that limited by the ship's capability for operation in ice.

Note 2: Membrane type means that the ship has membrane tanks (3M notation assigned) as a cargo containment system in hold for the carriage of liquefied gases in bulk.

1.1.2

These Rules apply to ships constructed of welded steel structures and composed of stiffened plate panels. The ship's structure is to be longitudinally or transversely framed with full transverse bulkheads and intermediate web frames. The typical arrangements of ships covered by the rules assume that the structural arrangements include:

- Double bottom, the depth of which is to be in accordance with applicable statutory requirements.
- Engine room located aft of the cargo tank/hold region.

1.1.3

Ships for which these Rules are not applicable are to comply with the relevant Rules of the Society.

1.1.4 Stability of ship

The requirements in the Rules are framed for ships having appropriate stability in all conceivable conditions. The Society emphasizes that the special attention be paid to the stability by the builders in design and construction stage and by the masters while in service.

1.2 Scope of application

1.2.1

These Rules apply to ship structures with a length not less than 150 m intended to carry liquefied natural gas in bulk with a cargo containment system in holds in accordance with **Pt 7, Ch 5**.

Typical midship sections are shown in **Figure 1**.

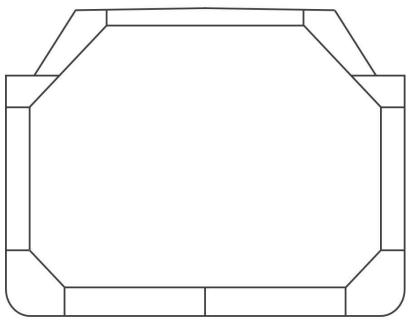


Figure 1 : Typical arrangements of membrane type liquified natural gas carriers

1.2.2 Cargo temperature application

The Rules are based on the design temperature of the cargo is −163°C.

2. Rule application

2.1 Rule description

2.1.1 Rule structure

This Rules are structured in chapters giving instructions for detail application and requirements which are applied in order to satisfy the rule objectives.

2.1.2 Numbering

The system of numbering is given in **Table 1**.

Table 1 : Rule numbering and abbreviations

Order	Levels	Example	Abbreviations
1	Chapter	Chapter 1 - General Requirements	**Ch 1**
2	Section	Section 1 - Application	**Sec 1**
3	Article	1. Scope of application	**[1]**
4	Sub-article	1.1 General	**[1.1]**
5	Requirements	1.1.1 These Rules apply to...	**[1.1.1]**

2.2 Rule requirements

2.2.1

These Rules provides requirements common to membrane type liquefied natural gas carrier as follow:

- Chapter 1 : General Principles
- Chapter 2 : General Arrangement Design
- Chapter 3 : Structural Design Principles
- Chapter 4 : Loads
- Chapter 5 : Hull Girder Strength
- Chapter 6 : Hull Local Scantling
- Chapter 7 : Direct Strength Analysis
- Chapter 8 : Buckling
- Chapter 9 : Fatigue
- Chapter 10 : Other Structures
- Chapter 11 : Superstructure, Deckhouses and Hull Outfitting
- Chapter 12 : Construction
- Chapter 13 : Ship in Operation - Renewal Criteria

The provisions of the **Ch 1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6**, **8**, **12** and **13** are applicable all over the ship length. The **Ch 7**, **9**, **10** and **11** define their own scope of application.

2.2.2 General criteria

The ship arrangement, the proposed details and the offered scantling in net or gross, as the case may, are to comply with the requirements and the minimum scantling given the Rules.

2.3 Structural requirements

2.3.1 Materials and welding

The Rules apply to welded hull structures made of steel having characteristics complying with requirements in **Ch 3, Sec 1**. The Rules applies also to welded steel ships in which parts of the hull, such as superstructures are built in material other than steel, complying with requirements in **Ch 3, Sec 1**. Ships whose hull materials are different than those given in the first paragraph are to be individually considered by the Society, on the basis of the principles and criteria adopted in the present rules.

2.4 Ship parts

2.4.1 General

For the purpose of application of the present rules, the ship is considered as divided into the following five parts:

- Fore part.
- Cargo hold region.
- Machinery space.
- Aft part.
- Superstructures and deckhouse.

2.4.2 Fore part

The part is that part of the ship located forward of fwd transverse bulkhead of cargo hold region.

2.4.3 Cargo hold region

The cargo hold region is the part of the ship that contains cargo hold tanks. It includes the full breadth and depth of the ship. Where fitted, the cofferdams, ballast or void spaces at the after end of the aftermost hold space or at the forward end of the foremost hold space are excluded from the cargo hold region. The cargo hold region does not include the pump room, if any.

2.4.4 Machinery space

The machinery space is the part of the ship between the aft peak bulkhead and the transverse bulkhead at the aft end of the cargo hold region and includes the pump room, if any.

2.4.5 Aft part

The aft part includes the structures located aft of the aft peak bulkhead.

2.4.6 Superstructures and deckhouses

A superstructure is a decked structure on the freeboard deck extending from side to side of the ship or with the side plating not being inboard of the shell plating more than 0.04 *B*. A deckhouse is a decked structure on the freeboard or superstructure deck which does not comply with the definition of a superstructure.

2.4.7 Novel designs

Ships with novel features or unusual hull design are to comply with **Ch 1, Sec 3, [6.2]**.

3. Application of the Rules of the Society

3.1 Structural parts not covered by these Rules

3.1.1

Designer should take care that parts of the structure that these Rules do not cover comply with the relevant requirements of the Society's Rule.

Section 2 - Rule Principles

1. General

1.1 Rule objectives

1.1.1

The objectives of the Rules are to establish the classification minimum requirements to mitigate the risks of major hull structural failure in order to help improve the safety of life, environment and property and to contribute to the durability of the hull structure for the ship's design life.

1.1.2

The sub-sections contain:

- The general assumptions pertaining to the design, construction and operation of the ship and give information on the assumed roles of the Society, builders, designers and owners.
- The design basis which specifies the premises on which the Rules are based in terms of design parameters and assumptions about the ship operation.
- The design principles which define the fundamental principles used for the structural requirements in the Rules with respect to loads and structural capacity.
- The rule design methods which describe how the design principles are applied and the criteria are used in view of **[1.1.1]**.

2. General assumptions

2.1 International and national regulations

2.1.1

Ships are to be designed, constructed and operated in compliance with the regulatory framework prescribed by the **International Maritime Organization** (IMO) and implemented by National Administrations or the Society on their behalf. The builder is to give due consideration to the influence on the structural design and arrangement from the relevant requirements of the **International Labour Organization** (ILO) implemented by National Administrations or the Society on their behalf.

2.1.2

The Rules are based on the assumption that the applicable statutory requirements are complied with.

2.2 Application and implementation of the Rules

2.2.1

The Society develops and publishes the rules for classification of ships, containing minimum requirements for the hull structure and essential engineering systems. The Society verifies compliance with the classification requirements and the applicable international regulations when authorized by a National Administration during design, construction and operation of the ship. The transportation and loading/ unloading equipments including cargo containment system for liquefied natural gas are to be governed by **Pt 7, Ch 5**.

2.2.2

These Rules address the hull structural aspects of classification and do not include requirements related to the verification of compliance with the Rules during construction and operation. In order to achieve the safety level targeted by the Rules, a number of aspects related to design, construction and operation of

the ship are assumed to be adhered to by the parties involved in the application and implementation of the Rules. A summary of these assumptions are given in the following:

a) General aspects:

- Relevant information and documentation involved in the design, construction and operation is communicated between the builder, the designer, the Society and the owner as agreed between builder and owner. Design documentation according to Rule requirements is provided.
- Quality systems are applied to the design, construction, operation and maintenance activities by owners and other relevant parties to ensure the compliance with the requirements of the Rules.

b) Design aspects:

- The owner specifies the intended use of the ship, and the ship is designed according to operational requirements as well as the structural requirements given in the Rules.
- The builder identifies and documents the operational limits for the ship so that the ship can be safely and efficiently operated within these limits.
- Verification of the design is performed by the builder to check compliance with provisions contained in the Rules in addition to national and international regulations.
- The design is performed by appropriately qualified, competent and experienced personnel.
- The Society performs a technical appraisal of the design plans and related documents for a ship to verify compliance with the appropriate classification Rules.

c) Construction aspects:

- The builder provides adequate supervision and quality control during the construction.
- Construction is carried out by qualified and experienced personnel.
- Workmanship, including alignment and tolerances, is in accordance with acceptable shipbuilding standards.
- The Society performs surveys to verify that the construction and quality control are in accordance with the classification features of approved plans and procedures.

d) Operational aspects:

- Personnel involved in operations are aware of, and comply with, the operational limitations of the ship.
- Operations personnel receive sufficient training such that the ship is properly handled so that the loads and resulting stresses imposed on the structure are minimised.
- The ship is maintained in adequate condition and in accordance with the Society survey scheme and international and national regulations and requirements.
- The Society performs surveys to verify that the ship is maintained in class in accordance with the Society survey scheme.

3. Design basis

3.1 General

3.1.1

This sub-section specifies the design parameters and the assumptions about the ship operation that are used as the basis of the design principles of the Rules.

3.1.2

Ships are to be designed to withstand, in the intact condition, the environmental conditions as defined in **[4.3.2]** and **[4.3.3]** anticipated during the design life, for the appropriate loading conditions. Structural strength is to be determined against buckling and yielding. Ultimate strength calculations have to include ultimate strength of plates and stiffeners.

3.1.3 Finite element analysis

The strength of the structural members within the cargo hold region of ships is to be assessed according to the requirements specified in **Ch 7**.

3.1.4 Fatigue life

Ships are to be assessed according to the design fatigue life for structural details specified in **Ch 9**.

3.1.5

The Rules are applicable for ships in compliance with the specified design basis. Special consideration is given to deviations from this design basis.

3.1.6

The design basis used for the design of each ship is to be documented and submitted to the Society as part of the design review and approval. All changes of the design basis are to be formally advised to the Society and the owner for approval.

3.2 Hull form limit

3.2.1

The Rules assume the following hull form with respect to environmental loading:

- 150 m $\leq L <$ 400 m
- L/B $>$ 5
- B/D $<$ 5
- 0.55 $\leq C_B \leq$ 0.9

3.3 Design life

3.3.1

A design life of 25 years is assumed for selecting ship design parameters. The specified design life is the nominal period that the ship is assumed to be exposed to operating conditions.

3.4 Environmental conditions

3.4.1 North Atlantic wave environment

The rule requirements except fatigue limit state are based on a ship trading in the North Atlantic wave environment.

3.4.2 Wind and current

The effects of wind and current with regard to the strength of the structure are not considered.

3.4.3 Ice

Snow and icing shall be considered, if relevant. Loads due to navigation in ice shall be considered for vessels intended for such service.

3.4.4 Design temperatures

The Rules assume that the structural assessment of hull strength members is valid for the following design temperatures:

- Lowest mean daily average temperature in air is -10°C.
- Lowest mean daily average temperature in seawater is 0°C.

The hull material in cargo hold region shall be determined according to **Ch 3, Sec 1 [1.1.2]** and **Ch 3, Sec**

1, [2]. For ships intended to operate in areas with lower mean daily average temperature, the Society may require the grade of higher toughness, regardless of the requirements in **Ch 3, Sec 1, [2.3]**. In the above, the following definitions apply:

- Mean : Statistical mean over observation period (at least 20 years).
- Daily Average : Average during one day and night.
- Lowest : Lowest during year.

For seasonally restricted service the lowest value within the period of operation applies.

3.4.5 Thermal loads

Hull structures intended to support cargo containment system should not be considered thermal loads due to cooling down.

3.5 Operating conditions

3.5.1

The Rules specify minimum loading conditions that are to be assessed for compliance. Specification of loading conditions other than those required by the Rules is the responsibility of the owner. These other loading conditions are to be documented and also be assessed for compliance.

3.6 Operating draughts

3.6.1

The design operating draughts are to be specified by the builder/designer subject to acceptance by the owner and are to be used to derive the appropriate structural scantlings. All operational loading conditions in the loading manual are to comply with the specified design operating draughts. The following design operating draughts are as a minimum to be considered:

- Scantling draught for the assessment of structure.
- Minimum ballast draught at midship for assessment of structure.
- Minimum forward draughts for the assessment of bottom structure forward subjected to slamming loads, as defined in **Ch 4, Sec 5, [3.2.1]**.

3.7 Internal environment

3.7.1 Cargo density for strength assessment

A density of 0.5 t/m^3 is to be used for cargoes for the strength assessment of all relevant cargo tank structures.

3.7.2 Cargo density for fatigue assessment

For the fatigue assessment of cargo tank structures, the mean density is to be taken as 0.46 t/m^3, or a higher value if specified by the designer.

3.7.3 Water ballast density

A density of 1.025 t/m^3 is to be used for water ballast.

3.8 Structural construction and inspection

3.8.1

The structural requirements included in the Rules are developed with the assumption that construction and repair follow acceptable shipbuilding and repair standards and tolerances. The Society may require

that additional attention is paid to critical areas of the structure by the builder during construction and by the owner for repair after the ship's delivery.

3.8.2

As an objective, ships are to be built in accordance with controlled quality production standards using approved materials as necessary.

3.8.3

The Rules define the renewal criteria for the individual structural items. The structural requirements included are developed on the assumption that the structure is subject to appropriate monitoring by the owner once the ship is in operation and to periodical survey in accordance with Society rules and regulations.

3.8.4

Tank strength and tightness testing are to be carried out as a part of the verification scheme according to **Pt 1, Ch 1, Sec 3, 306** of the Rules.

3.8.5

Specifications for material manufacturing, assembling, joining and welding procedures, steel surface preparation and coating are to be included in the ship construction quality procedures. It is assumed that the owner has approved these builder specifications.

3.9 Maximum service speed

3.9.1

The maximum service speed is to be specified in the design specification. Although the hull structure verification criteria takes into account the service speed this does not relieve the responsibilities of the owner and personnel to properly handle the ship and reduce speed or change heading in severe weather.

3.10 Owner's extras

3.10.1

Owner's specification of requirements above the general classification or statutory requirements may affect the structural design. Owner's extras may include requirements for:

- Vibration analysis.
- Maximum percentage of high strength steel.
- Additional scantlings above that required by the Rules.
- Additional design margin on the loads specified by the Rules, etc.
- Improved fatigue resistance, in the form of a specified increase in design fatigue life or equivalent.

Owner's extras are not specified by these Rules. Owner's extras, if any, that may affect the structural design are to be clearly specified in the design documentation.

4. Design principles

4.1 Overall principles

4.1.1 Introduction

This sub-section defines the underlying design principles of the Rules in terms of loads, structural capacity models and assessment criteria and also construction and in-service aspects.

4.1.2 General

The Rules are based on the following overall principles:

- The safety of the structure can be assessed by addressing the potential structural failure mode(s) when the ship is subjected to operational loads and environmental loads/conditions.
- The design complies with the design basis, see **Ch 1, Sec 3**.
- The structural requirements are based on consistent design load sets which cover the appropriate operating modes of membrane type liquefied natural gas carrier.

4.1.3 Limit state design principles

The rules are based on the principles of limit state design.

Limit state design is a systematic approach where each structural element is evaluated with respect to possible failure modes related to the design scenarios identified. For each retained failure mode, one or more limit states may be relevant. By consideration of all relevant limit states, the limit load for the structural element is found as the minimum limit load resulting from all the relevant limit states.

The limit states defined in **Ch 3, Sec 5** are divided into the four categories: Serviceability Limit State (SLS), Ultimate Limit State (ULS), Fatigue Limit State (FLS) and Accidental Limit State (ALS).

The Rules include requirements to cover the relevant limit states for the various parts of the structure.

4.2 Loads

4.2.1 Design load scenarios

The structural assessment of the structure is based on the design load scenarios encountered by the ship. Refer to **Ch 4, Sec 7**.

The design load scenarios are based on static and dynamic loads as given below:

- Static design load scenario (S):
  Covers tank testing and application of relevant static loads and typically covers load scenarios in harbour, sheltered water.
- Static plus Dynamic design load scenario (S+D):
  Covers application of relevant static loads and simultaneously occurring dynamic load components and typically cover load scenarios for seagoing operations.
- Tank test and overflowing event design load scenario (T):
  Covers application of relevant static loads, e.g. tank testing and overflowing of tank in harbour, sheltered water.
- Impact design load scenario (I):
  Covers application of impact loads such as bottom slamming and bow impact encountered during seagoing operations.
- Sloshing design load scenario (SL):
  Covers application of sloshing loads encountered during seagoing operations.
- Fatigue design load scenario (F):
  Covers application of relevant dynamic loads.
- Accidental design load scenario (A):
  Covers application of some loads not occurring during normal operations.

4.3 Structural capacity assessment

4.3.1 General

The basic principle in structural design is to apply the defined design loads, identify plausible failure modes and employ appropriate capacity models to verify the required structural scantlings.

4.3.2 Capacity models for ULS, SLS and ALS

The strength assessment method is to be capable of analysing the failure mode in question to the required degree of accuracy. The structural capacity assessment methods are in either a prescriptive format or require the use of more advanced calculations such as finite element analysis methods. The formulae used to determine stresses, deformations and capacity are deemed appropriate for the selected capacity assessment method and the type and magnitude of the design load set.

4.3.3 Capacity models for FLS

The fatigue assessment method provides Rule requirements to assess structural details against fatigue failure. The fatigue capacity model is based on a linear cumulative damage summation (Palmgren-Miner's rule) in combination with a design S-N curve, a reference stress range and an assumed long-term stress distribution curve. The fatigue capacity assessment models are in either a prescriptive format or require the use of more advanced calculations, such as finite element analysis methods. These methods account for the combined effects of global and local dynamic loads.

4.3.4 Net scantling approach

The application of the net thickness approach to assess the structural capacity is specified in **Ch 3, Sec 2**.

4.3.5 Intact structure

All strength calculations for ULS, SLS and FLS are based on the assumption that the structure is intact.

5. Rule design method

5.1 General

5.1.1 Design methods

Scantling requirements are specified to cover the relevant limit states (ULS, SLS, FLS and ALS) as necessary for various structural parts. The criteria for the assessment of the scantlings are based on one of the following design methods:

- Working Stress Design (WSD) method, also known as the permissible or allowable stress method.
- Partial Safety Factor (PSF) method, also known as Load and Resistance Factor Design (LRFD).

For both WSD and PSF, two design assessment conditions and corresponding acceptance criteria are given. These conditions are associated with the probability level of the combined loads, A and B.

5.1.2 WSD method

- $W_{stat} \leq \eta_1 R$ for condition A
- $W_{stat} + W_{dyn} \leq \eta_2 R$ for condition B

where

W_{stat} : Simultaneously occurring static loads (or load effects in terms of stresses).

W_{dyn} : Simultaneously occurring dynamic loads. The dynamic loads are typically a combination of local and global load components.

R : Characteristic structural capacity (e.g. specified minimum yield stress or buckling capacity).

η_i : Permissible utilisation factor (resistance factor). The utilisation factor includes consideration of uncertainties in loads, structural capacity and the consequence of failure.

5.1.3 PSF method

- $\gamma_{sta-1} W_{sta} + \gamma_{dyn} W_{dyn} \leq \dfrac{R}{\gamma_R}$ for condition A

- $\gamma_{sta-1} W_{sta} + \gamma_{dyn} W_{dyn} \leq \frac{R}{\gamma_R}$ for condition B

  where

  γ_{sta-i} : Partial safety factor that accounts for the uncertainties related to static loads.

  γ_{dyn-i} : Partial safety factor that accounts for the uncertainties related to dynamic loads.

  γ_R : Partial safety factor that accounts for the uncertainties related to structural capacity.

The acceptance criteria for both the WSD method and PSF method are calibrated for the various requirements such that consistent and acceptable safety levels for all combinations of static and dynamic load effects are derived.

5.2 Minimum requirements

5.2.1

Minimum requirements specify the minimum scantling requirements which are to be applied irrespective of all other requirements, hence thickness below the minimum is not allowed.

The minimum requirements are usually in one of the following forms:

- Minimum thickness, which is independent of the specified minimum yield stress.
- Minimum stiffness and proportion, which are based on buckling failure modes.

5.3 Load-capacity based requirements

5.3.1 General

In general, the Working Stress Design (WSD) method is applied in the requirements. The partial safety factor format is applied for this highly critical failure mode to better account for uncertainties related to static loads, dynamic loads and capacity formulations.

The identified load scenarios are addressed by the Rules in terms of design loads, design format and acceptance criteria set, as given in **Table 2**. The table is schematic and only intended to give an overview.

Load based prescriptive requirements provide scantling requirements for all plating, local support members, most primary supporting members and the hull girder and cover all structural elements including deckhouses, foundations for deck equipment.

In general, these requirements explicitly control one particular failure mode and hence several requirements may be applied to assess one particular structural member.

5.3.2 Design loads for SLS, ULS and ALS

The structural assessment of compartment boundaries, e.g. bulkheads, is based on loading condition relating the operation the ship is intended for. To provide consistency of approach, standardised Rule values for parameters, such as GM, k_r, T_{SC} and C_B are applied to calculate the Rule load values.

The probability level of the dynamic global, local and impact loads (see **Table 1**) is 10^{-8} and is derived using the long-term statistical approach. The design load scenarios for structural verification apply the applicable simultaneously acting local and global load components. The relevant design load scenarios are given in **Ch 4, Sec 7**.

The simultaneously occurring dynamic loads are specified by applying a dynamic load combination factor to the dynamic load values given in **Ch 4**. The dynamic load combination factors that define the dynamic load cases are given in **Ch 4, Sec 2**. Design loads for ALS does not need to include environmental loads as wave induced load described in **Pt 7, Ch 5, Sec 4, [418.3]**.

5.3.3 Design loads for FLS

For the fatigue requirements given in **Ch 9**, the load assessment is based on the expected load history

and an average approach is applied. The expected load history for the design life is characterised by the 10^{-2} probability level of the dynamic load value, the load history for each structural member is represented by Weibull probability distributions of the corresponding stresses.

The considered wave induced loads include:

- Hull girder loads.
- Dynamic wave pressures.
- Dynamic pressure from cargo and ballast.

The load values are based on Rule parameters corresponding to the loading conditions, e.g. GM and C_B and the applicable draughts at amidships. The simultaneously occurring dynamic loads are accounted for by combining the stresses due to the various dynamic load components. The stress combination procedure is given in **Ch 9**.

Table 1 : Load scenarios and corresponding rule requirements

Operation	Load type	Design load scenario	Acceptance criteria
Seagoing operations			
Transit	Static and dynamic loads in heavy weather	S+D	AC-SD
	Impact loads in heavy weather	Impact (I)	AC-I
	Internal sloshing loads	Sloshing (SL)	AC-SD
	Cyclic wave loads	Fatigue (F)	-
BWE by flow through or sequential methods	Static and dynamic loads in heavy weather	S+D	AC-SD
Harbour and sheltered operations			
Loading, unloading and ballasting	Typical maximum loads during loading, unloading and ballasting operations	S	AC-S
Special conditions in harbour	Typical maximum loads during special operations in harbour, e.g. propeller inspection afloat	S	AC-S
Tank testing and overflowing of tank	Typical maximum loads during tank testing operations and tank overflowing event	T	AC-T
Accidental condition			
Accidental conditions	Maximum loads on internal watertight subdivision structure including cofferdams bulkhead in collision	A	AC-A
Flooded condition	Typically maximum loads on internal watertight subdivision structure in accidental flooded condition	A	AC-A

5.3.4 Structural response analysis

In general, the following approaches are applied for determination of the structural response to the applied design load combinations.

a) Beam theory:

- Used for prescriptive requirements.

b) FE analysis:

- Coarse mesh for cargo hold model.
- Fine mesh for local models.
- Very fine mesh for fatigue assessment.

5.4 Acceptance criteria

5.4.1 General

The acceptance criteria are categorized into five acceptance criteria sets. These are explained below and shown in **Table 2** and **Table 3**. The specific acceptance criteria set that is applied in the rule requirements is dependent on the probability level of the characteristic combined load.

a) The acceptance criteria set AC-S is applied for the static design load combinations. The allowable stress for such loads is lower than that for an extreme load to take into account effects of:
   - Repeated yield.
   - Allowance for some dynamics.
   - Margins for some selected limited operational mistakes.

b) The acceptance criteria set AC-SD is applied for the S+D design load combinations where considered loads are extreme loads with a low probability of occurrence.

c) The acceptance criteria set AC-A is applied for static design load combinations with colliding load which is described in **Pt 7, Ch 5, Sec 4, [415]**.

d) The acceptance criteria set AC-I is typically applied for impact loads, such as bottom slamming and bow impact loads.

e) The acceptance criteria set AC-T is applied for tank testing and overflowing of tank.

5.4.2 Acceptance criteria

The specific acceptance criteria applied in the working stress design requirements are given in the detailed Rule requirements in **Ch 5 to Ch 8, Ch 10** and **Ch 11**.

To provide a general informational summary overview of the acceptance criteria, refer to **Table 2** and **Table 3** above for the different design load scenarios covered by these Rules for the yield and buckling failure modes.

For the yield criteria the permissible stress is proportional to the specified minimum yield stress of the material. For the buckling failure mode, the acceptance criteria are based on the control of stiffness and proportions as well as on the buckling utilization factor.

Table 2 : Acceptance criteria – prescriptive requirements

Acceptance criteria	Plate panels and local support members(1)		Primary supporting members(1)		Hull girder members	
	Yield	Buckling	Yield	Buckling	Yield	Buckling
AC-S AC-SD AC-A AC-T	Permissible stress: **Ch 6, Sec 4** **Ch 6, Sec 5**	Control of stiffness and proportions: **Ch 8, Sec 2**	Permissible stress: **Ch 6, Sec 6**	Control of stiffness and proportions: **Ch 8, Sec 1** **Ch 8, Sec 2**	Permissible stress: **Ch 5, Sec 1**	Allowable buckling utilisation factor: **Ch 8, Sec 1, [3]**
AC-I(2)	Plastic criteria: **Ch 10, Sec 1, [3]**	Control of stiffness and proportions: **Ch 8, Sec 2** **Ch 10, Sec 1, [3]**	Plastic criteria: **Ch 10, Sec 1, [3]**	Control of stiffness and proportions: **Ch 8, Sec 2** **Ch 10, Sec 1, [3]**	N/A	N/A

(1) Refer to **Ch 10** for Other structures and to **Ch 11** for Superstructure, deckhouses and hull outfitting
(2) If necessary, direct analysis guidance specified Classification Society can be applied

Table 3 : Acceptance criteria – FE analysis

Acceptance criteria	Cargo hold analysis		Fine mesh analysis
	Yield	Buckling	Yield
AC-S, AC-SD, AC-A	Permissible stress: **Ch 7, Sec 2, [5]**	Allowable buckling utilisation factor: **Ch 8, Sec 1, [3]**	Permissible Von Mises stress: **Ch 7, Sec 3, [5]**

5.5 Design verification

5.5.1 Design verification - cargo hold finite element analysis

The cargo hold finite element analysis is used to verify the scantlings given by the load-capacity based prescriptive requirements to better consider the complex interactions between the ship's structural components, complex local structural geometry, change in thicknesses and member section properties as well as the complex load regime with sufficient accuracy.

A linear elastic three dimensional finite element analysis of the cargo region (a FE model length of three holds is required) is carried out to assess and verify the structural response of the proposed hull girder and primary supporting members and assist in specifying the scantling requirements for the primary supporting members.

The purpose with the finite element analysis is to verify that the stresses and buckling capability of the primary supporting members are within acceptable limits for the applied design loads.

5.5.2 Design verification - fatigue assessment

The fatigue assessment is required to verify that the fatigue life of critical structural details is adequate. A simplified fatigue requirement is applied to details such as end connections of longitudinal stiffeners using stress concentration factors (SCF) to account the actual detail geometry.

A fatigue assessment procedure using finite element analysis for determining the actual hot spot stress of the geometric detail is applied to selected details.

In both cases, the fatigue assessment method is based on the Palmgren-Miner linear damage model.

5.5.3 Relationship between prescriptive scantling requirements and FE analysis

The scantlings defined by the prescriptive requirements are not to be reduced by any form of alternative calculations such as FE analysis, unless explicitly stated.

Section 3 – Verification of Compliance

1. General

1.1 Newbuilding

1.1.1

For newbuildings, the plans and documents submitted for approval, as indicated in **[2]**, are to comply with applicable requirements in these Rules, taking account of the relevant criteria, such as additional service features and classification notations assigned to the ship or the ship length.

1.1.2

When a ship is surveyed by the Society during construction, the Society:

a) Approves the plans and documentation submitted as required by the Rules.

b) Proceeds with the appraisal of the design of materials and equipment used in the construction of the ship and their inspection at works.

c) Carries out surveys or obtains appropriate evidence to satisfy itself that the scantlings and construction meet the Rule requirements in relation to the approved drawings.

d) Attends tests and trials provided for in the Rules.

e) Assigns the classification character of the Society's notation.

1.1.3

The Society defines in specific Rules which materials and equipment used for the construction of ships built under survey are, as a rule, subject to appraisal of their design and to inspection at works, and according to which particulars.

1.1.4

As part of his/her interventions during ship's construction, the surveyor:

a) Conducts an overall examination of the parts of the ship covered by the Rules.

b) Examines the construction methods and procedures when required by the Rules.

c) Checks selected items covered by the Rule requirements.

d) Attends tests and trials where applicable and deemed necessary.

1.1.5

Through all stages of ship construction, it is the builder's responsibility to inform promptly the Society of the modifications or departures from approved arrangements and to deal with as necessary. The builder is to ensure that deviations from the requirements of the Rules or approved plans, other than those of a minor nature not affecting the structural strength of the vessel, are, in any case, accepted by the Society's approval office.

1.2 Ships in service

1.2.1

For ships in service, the requirements in **Ch 13** are to be complied with.

2. Document to be submitted

2.1 Documentation and data requirements

2.1.1 Loading information

Loading information containing sufficient information to enable the master of the ship to maintain the ship within the stipulated operational limitations is to be provided on board the ship. The loading information is to include an approved loading manual and loading instrument complying with the requirements given in **Ch 1, Sec 5**.

2.1.2 Calculation data and results

Where calculations have been carried out in accordance with the procedures given in the Rules, one copy of the following is to be submitted for information as applicable:

a) Reference to the calculation procedure and technical program used.

b) A description of the structural modelling.

c) summary of the analysed parameter including properties and boundary conditions for direct analysis, when applicable.

d) Details of the loading conditions and the means of applying loads for direct analysis, when applicable.

e) A comprehensive summary of calculation results.

f) Sample calculations where appropriate.

The responsibility for error free specification and input of program data and the subsequent correct transposal of output resides with the designer.

Reference is made to **Ch 7, Sec 1, [4.1]** for required reporting of finite element analysis.

2.2 Submission of plans and supporting calculations

2.2.1 Plans and supporting calculations are to be submitted for approval

For the application of these Rules, the plans and supporting calculations to be submitted to the Society for approval are listed in **Table 1**. In addition, the documents described in **Pt 7, Ch 5, Sec 1, [102]** are to be submitted. Plans are to be submitted electronically or physically. When physically submitted plans are to be submitted in triplicate, with one copy necessary for supporting documents and calculations. In addition, the Society may request the submission of information, other plans and documents deemed necessary for the review of the design. Structural plans are to show scantling, details of connection of the various parts and are to specify the design materials including, in general, their grades, manufacturing processes, welding procedures and heat treatments. For welding requirements, see **Ch 12, Sec 2** and **Ch 12, Sec 3**. In case there are deviations from the design basis, then these are to be documented and submitted to the Society.

2.2.2 Plans to be submitted for information

In addition to those in **[2.2.1]**, the following plans are to be submitted to the Society for information:

a) General arrangement.

b) Capacity plan, indicating the volume and position of the centre of gravity of all compartments and tanks.

c) Lines plan, when deemed necessary by the Society.

d) Hydrostatic curves.

e) Lightweight distribution.

f) Docking plan.

g) Arrangement of lifting appliances

h) Plan of manholes

Table 1 : Plans and supporting calculation to be submitted for approval

Plan or supporting calculation	Containing also information on
Midship section Transverse sections Shell expansion Decks and profiles Double bottom Pillar arrangements Framing plan Deep tank and ballast tank bulkheads, Standard construction details	Class characteristics Ship's main dimensions Minimum ballast draught Frame spacing Maximum service speed Density of cargoes Design loads on decks and double bottom Steel grades Corrosion protection Openings in decks and shell and relevant compensations Boundaries of flat areas in bottom and sides Details of structural reinforcements and/or discontinuities Bilge keel with details of connections to hull structures Welding
Watertight subdivision bulkheads Watertight tunnels	Openings and their closing appliances, if any
Fore part structure	–
Aft part structure	–
Machinery space structures Foundations of propulsion machinery and boilers	Type, power and RPM of propulsion machinery Mass and centre of gravity of machinery and boilers
Superstructures and deckhouses Machinery space casing	Extension and mechanical properties of the aluminium alloy used (where applicable)
Transverse thruster, if any, general arrangement, tunnel structure, connections of thruster with tunnel and hull structures	–
Bulwarks and freeing ports	Arrangement and dimensions of bulwarks and freeing ports on the freeboard deck and superstructure deck
Windows and side scuttles, arrangements and details	–
Scuppers and sanitary discharges	–
Mooring and towing arrangement	–
Supporting structure and foundations for shipboard fittings associated with mooring and towing operations	Design loads and directions of load actions, rated pull and holding load for mooring winches Reaction forces Details of connection of the foundations to the deck, including specifications for holding down bolts for mooring winches Material specifications and welding
Supporting structure and foundations for windlasses and chain stoppers	Design loads and directions of load actions Reaction forces Details of connection of the foundations to the deck, including specifications for holding down bolts for windlasses Material specifications and welding
Stern frame or sternpost, sterntube Propeller shaft boss and brackets(1)	–
Plan of watertight doors and scheme of relevant closing devices	Closing devices Electrical diagrams of power control and position indication circuits

Plan or supporting calculation	Containing also information on
Plan of weathertight or outer doors and hatchways	–
Supporting structure for lifting appliances	Design loads (forces and moments) SWL and self weight of lifting appliances Maximum sea state in offshore operation, if any Connections to the hull structures
Supporting structure for life saving appliances	Design loads (forces and moments) SWL and self weight of lifting appliances Connections to the hull structure
Sea chests, stabiliser recesses, etc	–
Plan of access to and escape from spaces	–
Plan of ventilation including ventilators and tank vents	Use of spaces and location and height of air vent outlets of various compartments
Plan of tank testing	Testing procedures for the various compartments Height of pipes for testing
Equipment number calculation	Geometrical elements for calculation List of equipment Construction and breaking load of steel wires Material, construction, breaking load and relevant elongation of synthetic ropes
Anchoring arrangement	–
Hawse pipes	–
Loading manual and/or trim and stability booklet	–
(1) Where other steering or propulsion systems are adopted (e.g. steering nozzles or azimuth propulsion systems), the plans showing the relevant arrangement and structural scantlings are to be submitted.	

2.2.3 Plans and instruments to be supplied onboard the ship

As a minimum, the following plans and instrument are to be supplied onboard:

a) One copy of the following plans: plans of midship sections, construction profiles, shell expansion, transverse bulkheads, aft and fore part structures, machinery space structures, plans of superstructures, deckhouses and casing.

b) One copy of the final approved loading manual, see **[2.1.1]**.

c) One copy of the final approved loading instrument, see **[2.1.1]**.

d) Welding.

e) Details of the extent and location of higher tensile steel together with details of the specification and mechanical properties, and any recommendations for welding, working and treatment of these steels.

f) Details and information on use of special materials, such as an aluminium alloy, used in the hull construction.

g) Towing and mooring arrangements plan, see **Ch 11, Sec 3**.

h) Structural details for which post weld treatment methods are applied, showing the description of the details and their locations.

Other plans or instrument may be required by the Society.

3. Scope of approval

3.1 General

3.1.1

The attention of owners, designers and builders is directed to the regulations of international, national, canal, and other authorities dealing with those requirements which may affect structural aspects, in addition to or in excess of the classification requirements.

3.1.2

The documentation, plans and data requirements specified in **[2]** are to be submitted. The Society is to review such documentation to verify compliance with the requirements.

3.1.3

An appropriate term to indicate that the plans, reports or documents have been reviewed for compliance with these Rules is to be used according to the procedures of the Society.

3.2 Requirements of international and national regulations

3.2.1 Responsibility

It is the responsibility of the designer to ensure that the design complies with the national and international regulations applicable to the ship. The Society is not responsible for assessing compliance with international and national regulations as part of the general classification process. However, the Society may enter into an agreement with the flag administration of the ship under which they are explicitly instructed to review and approve a ship design for compliance with specified regulations.

4. Workmanship

4.1 Requirements to be complied with by the manufacturer

4.1.1

The manufacturing plant is to be provided with suitable equipment and facilities to enable proper handling of the materials, manufacturing processes and structural components. The manufacturing plant is to have at its disposal sufficiently qualified personnel. The Society is to be advised of the names and areas of responsibility of the supervisory and control personnel in charge of the project.

4.2 Quality control

4.2.1

As far as required and expedient, the manufacturer's personnel has to examine all structural components both during manufacture and on completion, to verify that they are complete, that the dimensions are correct and that workmanship is satisfactory and meets the standard of good shipbuilding practice.

Upon inspection and corrections by the manufacturing plant, the structural components are to be shown to the surveyor of the Society for inspection, in suitable sections, normally unpainted condition and enabling proper access for inspection. The Surveyor may reject components that have not been adequately checked by the plant and may demand their resubmission upon successful completion of such checks and corrections by the plant.

5. Structural details

5.1 Details in manufacturing documents

5.1.1

Significant details concerning quality and functional ability of the component concerned are to be entered in the manufacturing documents (e.g. workshop drawing). This includes not only scantlings but, where relevant, such items as surface conditions (e.g. finishing of flame cut edges and weld seams), and special methods of manufacture involved as well as inspection and acceptance requirements and where relevant permissible tolerances. When a standard is used (works or national standard), it is to be submitted to the Society. For weld joint details, see **Ch 12, Sec 2**. If, due to missing or insufficient details in the manufacturing documents, the quality or functional ability of the component is doubtful, the Society may require appropriate improvements to be submitted by the manufacturer. This includes the provision of supplementary or additional parts (for example, reinforcements) even if these were not required at the time of plan approval.

6. Equivalence procedures

6.1 Rule applications

6.1.1

These Rules apply to ships of normal form, proportions, speed and structural arrangements. Relevant design parameters defining the assumptions made are given in **Ch 1, Sec 2, [3]**.

6.1.2

Special consideration is to be given to the application of the Rules incorporating design parameters which are outside the design basis as specified in **Ch 1, Sec 2, [2]**, for example, increased fatigue life.

6.2 Novel designs

6.2.1

Ships of novel design, i.e. those of unusual form, proportions, speed and structural arrangements outside those specified in **Ch 1, Sec 2, [2.2]**, are specially considered according to from **[6.2.2]** to **[6.2.4]**.

6.2.2

Information is to be submitted to the Society to demonstrate that the structural safety of the novel design is at least equivalent to that intended by the Rules.

6.2.3

In such cases, the Society is to be contacted at an early stage in the design process to establish the applicability of the Rules and additional information required for submission.

6.2.4

Dependent on the nature of the deviation, a systematic review may be required to document equivalence with the Rules.

6.3 Alternative calculation methods

6.3.1

Where indicated in specific sections of the Rules, alternative calculation methods to those shown in the Rules may be accepted provided it is demonstrated that the scantling and arrangements are of at least equivalent strength to those derived using the Rules.

Section 4 – Symbols and Definitions

1. Primary symbols and units

1.1 General

1.1.1

Unless otherwise specified, the general symbols and their units used in these Rules are those defined in Table 1.

Table 1 : Primary symbols

Symbols	Meaning	Units
A	Area	m^2
	Sectional area of stiffeners and primary members	cm^2
C	Coefficient	–
F	Force and concentrated loads	kN
I	Hull girder inertia	m^4
	Inertia of stiffeners and primary members	cm^4
M	Bending moment	kNm
M	Mass	t
P	Pressure	kN/m^2
Q	Shear force	kN
Z	Hull girder section modulus	m^3
	Section modulus of stiffeners and primary supporting members	cm^3
a_i	Acceleration for the effect 'i'	m/s^2
b	Width of attached plating	m
	Width of face plate of stiffeners and primary supporting members	mm
g	Gravity acceleration, taken equal to 9.81 m/s^2	m/s^2
h	Height	m
	Web height of stiffeners and primary supporting members	mm
l	Length/span of stiffeners and primary supporting members	m
n	Number of items	–
r	Radius	mm
	Radius of curvature of plating or bilge radius	mm
t	Thickness	mm
x	X coordinate along longitudinal axis, see [3.5]	m
y	Y coordinate along transverse axis, see [3.5]	m
z	Z coordinate along vertical axis, see [3.5]	m
η	Permissible utilisation factor (usage factor)	–
γ	Safety factor	–

Symbols	Meaning	Units
δ	Deflection/displacement	mm
θ	Angle	deg
ρ	Density of seawater, taken equal to 1.025 t/m^3	t/m^3
σ	Normal stress	N/mm^2
τ	Shear stress	N/mm^2

2. Symbols

2.1 Ship's main data

2.1.1

Unless otherwise specified, symbols regarding ship's main data and their units used in these Rules are those defined in **Table 2**.

Table 2 : Ship's main data

Symbols	Meaning	Units
L	Rule length	m
L_{LL}	Freeboard length	m
L_{PP}	Length between perpendiculars	m
B	Moulded breadth of ship	m
D	Moulded depth of ship	m
T	Moulded draught	m
T_{SC}	Scantling draught	m
T_{BAL}	Ballast draught (minimum at midship)	m
T_{LC}	Midship draught at considered loading condition	m
T_{F-f}, T_{F-e}	Minimum draught at forward perpendicular for bottom slamming, with respectively all ballast tanks full or with any tank empty in bottom slamming area	m
Δ	Moulded displacement at draught T_{SC}	t
C_B	Block coefficient at draught T_{SC}	–
V	Maximum service speed	knot
x, y, z	X, Y, Z coordinates of the calculation point with respect to the reference coordinate system	m

2.2 Materials

2.2.1

Unless otherwise specified, symbols regarding materials and their units used in these Rules are those defined in **Table 3**.

Table 3 : Materials

Symbols	Meaning	Units
E	Young's modulus, see **Ch 3, Sec 1, [2]**	N/mm^2
G	Shear modulus, $G=\frac{E}{2(1+\upsilon)}$	N/mm^2
R_{eH}	Specified minimum yield stress, see **Ch 3, Sec 1, [2]**	N/mm^2
τ_{eH}	Specified shear yield stress, $\tau_{eH}=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$	N/mm^2
υ	Poisson's ratio, see **Ch 3, Sec 1, [2]**	–
k	Material factor, see **Ch 3, Sec 1, [2]**	–
R_m	Specified minimum tensile strength, see **Ch 3, Sec 1, [2]**	N/mm^2
R_Y	Nominal yield stress, taken equal to 235/k	N/mm^2

2.3 Loads

2.3.1

Unless otherwise specified, symbols regarding loads and their units used in these Rules are those defined in **Table 4**.

Table 4 : Loads

Symbols	Meaning	Units
C_W	Wave coefficient	–
T_θ	Roll period	s
θ	Roll angle	deg
T_ϕ	Pitch period	s
ϕ	Pitch angle	deg
a_0	Common acceleration parameter	–
a_z	Vertical acceleration	m/s^2
a_y	Transverse acceleration	m/s^2
a_x	Longitudinal acceleration	m/s^2
f_P	Probability factor	–
k_r	Roll amplitude of gyration	m
GM	Metacentric height	m
λ	Wave length	m

Symbols	Meaning	Units
S	Static load case	-
S+D	Static + Dynamic load case	-
P_{ex}	Total sea pressure, see **Ch 4, Sec 5, [1.1]**	kN/m^2
P_{in}	Total internal pressure due to liquid, see **Ch 4, Sec 6, [1]**	kN/m^2
P_s	Static sea pressure	kN/m^2
P_{ls}	Static tank pressure	kN/m^2
P_w	Dynamic wave pressure	kN/m^2
P_{ld}	Dynamic tank pressure	kN/m^2
P_D	Green sea deck pressure	kN/m^2
P_{IGC}	Pressure by IGC code	kN/m^2
P_{slh-j}	Sloshing pressure, j=direction	kN/m^2
P_{SL}	Bottom slamming pressure	kN/m^2
P_{FB}	Bow impact pressure	kN/m^2
P_{fs}	Static pressure in flooded conditions	kN/m^2
P_{ST}	Tank testing pressure (static)	kN/m^2
M_{sw-j}	Vertical still water bending moment, *j* = *h*, *s*, *p* (hog, sag, harbour)	kNm
Q_{sw}	Vertical still water shear force	kN
M_{wv-j}	Vertical wave bending moment, *j* = *h*, *s* (hog, sag)	kNm
Q_{wv}	Vertical wave shear force	kN
M_{wt}	Torsional wave moment	kNm
M_{wh}	Horizontal wave bending moment	kNm

2.4 Scantlings

2.4.1

Unless otherwise specified, symbols regarding scantlings and their units used in these Rules are those defined in **Table 5**.

Table 5 : Scantlings

Symbols	Meaning	Units
I_{y-gr}	Gross vertical moment of inertia of hull girder	m^4
I_{y-n50}	Net vertical moment of inertia of hull girder	m^4
I_{z-gr}	Gross horizontal moment of inertia of hull girder	m^4
I_{z-n50}	Net horizontal moment of inertia of hull girder	m^4
Z_{D-gr}, Z_{B-gr}	Gross vertical hull girder section moduli, at deck and bottom respectively	m^3
z_n	Vertical distance from BL to horizontal neutral axis	m

Symbols	Meaning	Units
a	Length of EPP, as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.1.1]**	mm
b	Breadth of EPP, as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.1.1]**	mm
s	Stiffener spacing (see **Ch 3, Sec 7, [1.2.1]**)	mm
S	Primary supporting member spacing (see **Ch 3, Sec 7, [1.2.2]**)	m
l	Span of stiffeners or primary supporting member (see **Ch 3, Sec 7, [1]**)	m
l_b	Bracket arm length	m
t	Net thickness with full corrosion reduction	mm
t_{n50}	Net thickness with half corrosion reduction	mm
t_c	Corrosion addition	mm
t_{gr}	Gross thickness	mm
$t_{as-built}$	As built thickness	mm
t_{gr_off}	Gross thickness offered	mm
t_{gr_req}	Gross thickness required	mm
t_{off}	Net thickness offered	mm
t_{req}	Net thickness required	mm
t_{vol_add}	Thickness for voluntary addition	mm
t_{res}	Reserve thickness	mm
t_{c1}, t_{c2}	Corrosion addition on each side of structural me	mm
h_w	Web height of stiffener or primary supporting member	mm
t_w	Web thickness of stiffener or primary supporting member	mm
b_f	Face plate width stiffener or primary supporting member	mm
h_{stf}	Height of stiffener	mm
t_f	Face plate/flange thickness of stiffener or primary supporting member	mm
t_p	Thickness of the plating attached to a stiffener or a primary supporting member	mm
d_e	Distance from the upper edge of the web to the top of the flange for L_3 profiles	mm
b_{eff}	Effective breadth of attached plating, in bending, for yield and fatigue	mm
A_{eff} or $A_{eff-n50}$	Net sectional area of stiffeners or primary supporting members, with attached plating (of effective width)	cm^2
A_{shr} or $A_{shr-n50}$	Net shear sectional area of stiffeners or primary supporting members	cm^2
I_p	Net polar moment of inertia of stiffener about its connection to plating	cm^4
I	Net moment of inertia of the stiffener, with attached shell plating, about its neutral axis parallel to the plating	cm^4
Z or Z_{n50}	Net section modulus of a stiffener or primary supporting member with attached plating (of breadth b_{eff})	cm^3

3. Definition

3.1 Principal Particulars

3.1.1 *L*, Rule length

The Rule length *L* is the distance, in m, measured on the waterline at the scantling draught T_{SC} from the forward side of the stem to the centre of the rudder stock. *L* is to be not less than 96% and need not exceed 97% of the extreme length on the waterline at the scantling draught T_{SC}.

In ships without rudder stock (e.g. ships fitted with azimuth thrusters), the Rule length *L* is to be taken equal to 97% of the extreme length on the waterline at the scantling draught T_{SC}. In ships with unusual stem or stern arrangements, the Rule length is considered on a case-by-case basis.

3.1.2 L_{LL}, freeboard length

The freeboard length L_{LL}, in m, is to be taken as 96% of the total length on a waterline at 85% of the least moulded depth measured from the top of the keel, or as the length from the fore side of the stem to the axis of the rudder stock on that waterline, if that be greater.

For ships without a rudder stock, the length L_{LL} is to be taken as 96% of the waterline at 85% of the least moulded depth. Where the stem contour is concave above the waterline at 85% of the least moulded depth, both the forward end of the extreme length and the forward side of the stem are to be taken at the vertical projection to that waterline of the aftermost point of the stem contour (above that waterline), see **Figure 1**.

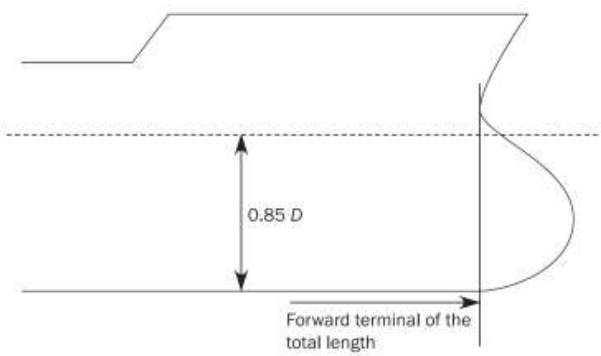


Figure 1 : Concave stem contour

3.1.3 Moulded breadth

The moulded breadth *B* is the greatest moulded breadth, in m, measured amidships at the scantling draught, T_{SC}.

3.1.4 Moulded depth

D, the moulded depth, is the vertical distance, in m, amidships, from the moulded baseline to the moulded deck line of the uppermost continuous deck measured at deck at side. On ships with a rounded gunwale, *D* is to be measured to the continuation of the moulded deck line.

3.1.5 Draughts

T, the draught in m, is the summer load line draught for the ship in operation, measured from the moulded baseline at midship. Note this may be less than the maximum permissible summer load waterline draught.

T_{SC} is the scantling draught, in m, at which the strength requirements for the scantlings of the ship are met and represents the full load condition. The scantling draught T_{SC} is to be not less than that corresponding to the assigned freeboard.

T_{BAL} is the minimum design normal ballast draught amidships, in m, at which the strength requirements for the scantlings of the ship are met. This normal ballast draught is the minimum draught of ballast conditions including ballast water exchange operation, if any, for any ballast conditions in the loading manual including both departure and arrival conditions.

In any case, T_{BAL} is not to be taken more than 0.7 T_{SC}. And, 0.7 T_{SC} in this Rule is treated as equivalent to T_{BAL} if not specified less than 0.7 T_{SC}.

3.1.6 Moulded displacement

Moulded displacement, in t, corresponds to the underwater volume of the ship, at a draught, in seawater with a density of 1.025 t/m^3.

3.1.7 Maximum service speed

V, the maximum ahead service speed, in knots, means the greatest speed which the ship is designed to maintain in service at her deepest seagoing draught at the maximum propeller RPM and corresponding engine MCR (Maximum Continuous Rating).

3.1.8 Block coefficient

C_B, the block coefficient at the draught, T_{SC} is defined in the following equation:

$$C_B = \frac{\Delta}{1.025LBT_{SC}}$$

where:

Δ : Moulded displacement of the ship at draught T_{SC}.

C_{B-BAL}, the block coefficient at the draught, T_{BAL} is defined in the following equation:

$$C_{B-BAL} = \frac{\Delta_{BAL}}{1.025LBT_{BAL}}$$

where:

Δ_{BAL} : Moulded displacement of the ship at draught T_{BAL}.

3.1.9 Lightweight

The lightweight is the ship displacement, in t, complete in all respects, but without cargo, consumable stores, crew and their effects, and without any liquids on board except that machinery and piping fluids, such as lubricants and hydraulics, are at operating levels.

3.1.10 Deadweight

The deadweight DWT is the difference, in t, between the displacement, at the summer draught in seawater of density ρ = 1.025 t/m^3, and the lightweight.

3.1.11 Fore end

The fore end (FE) of the rule length *L*, see **Figure 2**, is the perpendicular to the scantling draught waterline at the forward side of the stem.

3.1.12 Aft end

The aft end (AE) of the rule length *L*, see **Figure 2**, is the perpendicular to the scantling draught waterline at a distance *L* aft of the fore end.

3.1.13 Midship

The midship is the perpendicular to the scantling draught waterline at a distance 0.5 *L* aft of the fore end.

3.1.14 Midship part

The midship part of a ship is the part extending 0.4 *L* amidships, unless otherwise specified.

3.1.15 Forward freeboard perpendicular

The forward freeboard perpendicular, FP_{LL}, is to be taken at the forward end of the length L_{LL} and is to coincide with the foreside of the stem on the waterline on which the length L_{LL} is measured.

3.1.16 After freeboard perpendicular

The after freeboard perpendicular, AP_{LL}, is to be taken at the aft end of the length L_{LL}.

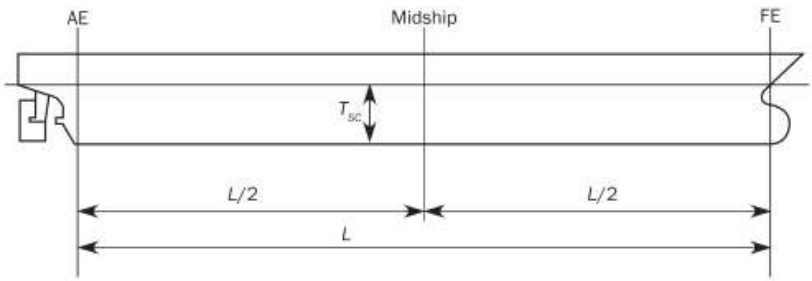


Figure 2 : Ends and midship

3.2 Position 1 and Position 2

3.2.1 Position 1

Position 1 includes:

a) Exposed freeboard and raised quarter decks.

b) Exposed superstructure decks situated forward of 0.25 L_{LL} from FP_{LL}.

3.2.2 Position 2

Position 2 includes:

a) Exposed superstructure decks situated aft of 0.25 L_{LL} from FP_{LL} and located at least one standard height of superstructure above the freeboard deck.

b) Exposed superstructure decks situated forward of 0.25 L_{LL} from FP_{LL} and located at least two standard heights of superstructure above the freeboard deck.

3.3 Standard height of superstructure

3.3.1

The standard height of superstructure is defined in **Table 6**.

Table 6 : Standard height of superstructure

Freeboard length L_{LL}, in m	Standard height h_S, in m	
	Raised quarter deck	All other superstructures
$90 < L_{LL} \leq 125$	$0.3 + 0.012\,L_{LL}$	$1.05 + 0.01\,L_{LL}$
$L_{LL} > 125$	1.80	2.30

3.3.2

A tier is defined as a measure of the extent of a deckhouse. A deckhouse tier consists of a deck and external bulkheads. In general, the first tier is the tier situated on the freeboard deck.

3.4 Operation definition

3.4.1 Multiport

Multiport corresponds to short voyage with loading and unloading in multiple ports.

3.4.2 Sheltered water

Sheltered waters are generally calm stretches of water when the wind force does not exceed 6 Beaufort scale, i.e. harbours, estuaries, roadsteads, bays, lagoons.

3.5 Reference coordinate system

3.5.1

The ship's geometry, motions, accelerations and loads are defined with respect to the following right-hand coordinate system, see **Figure 3**:

Origin : At the intersection among the longitudinal plane of symmetry of ship, the aft end of *L* and the baseline.

X axis : Longitudinal axis, positive forwards.

Y axis : Transverse axis, positive towards portside.

Z axis : Vertical axis, positive upwards.

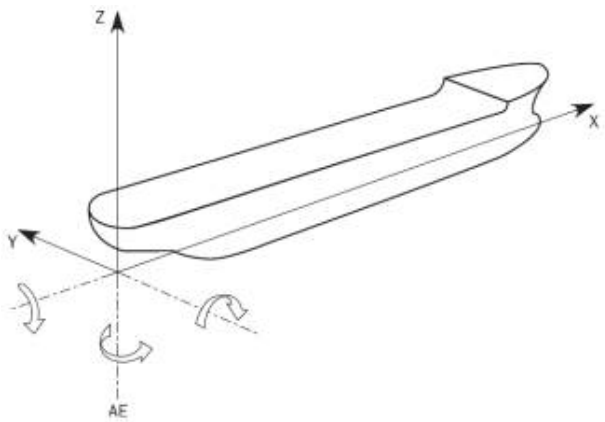


Figure 3 : Reference coordinate system

3.6 Naming convention

3.6.1 Structural nomenclature

Figure 4 show the common structural nomenclature used within these Rules.

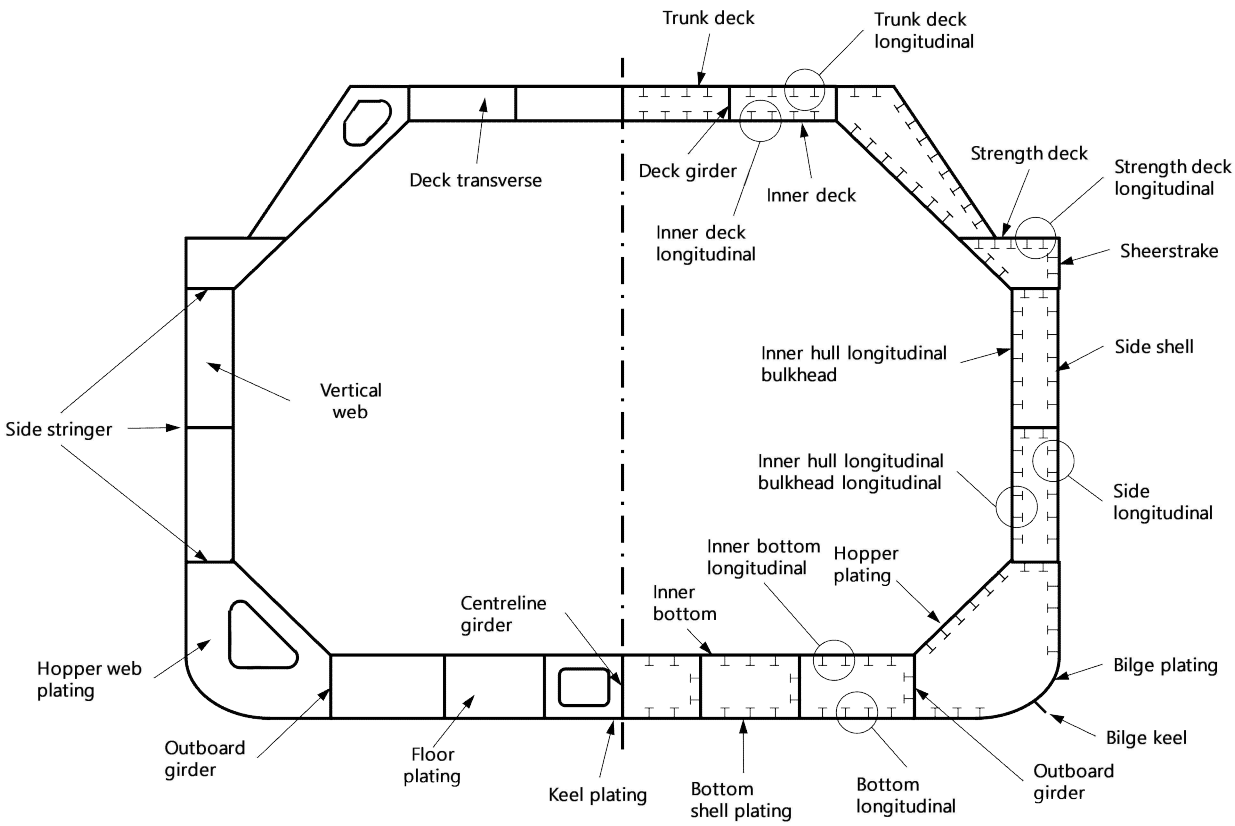


Figure 4 : Nomenclature of cargo hold transverse section

3.7 Glossary

3.7.1 Definitions of terms

Table 7 : Definition of terms

Terms	Definition
Accommodation deck	Deck used primarily for the accommodation of the crew
Accommodation ladder	Portable set of steps on a ship's side for people boarding from small boats or from a pier
Aft peak	The area aft of the aft peak bulkhead
Aft peak bulkhead	First main transverse watertight bulkhead forward of the stern
Aft peak tank	Compartment in the narrow part of the stern, aft of the aft peak bulkhead
Anchor	Device attached to anchor chain at one end and lowered into the sea bed to hold a ship in position; it is designed to grip the bottom when it is dragged by the ship trying to float away under the influence of wind and current
Ballast tank	Compartment used for the storage of water ballast
Bilge keel	Piece of plate set perpendicular to a ship's shell along the bilges to reduce the rolling motion
Bilge plating	Curved plating between the bottom shell and the side shell, to be taken as follows: • Within the cylindrical part of the ship: from the start of the curvature at the lower turn of bilge on the bottom to the end of the curvature at the upper turn of the bilge • Outside the cylindrical part of the ship: from the start of the curvature at the lower turn of the bilge on the bottom to the lesser of: – a point on the side shell located 0.2 *D* above the baseline/local centreline elevation – the end of the curvature at the upper turn of the bilge
Bilge strake	The lower strake of bilge plating
Boss	The boss of the propeller is the central part to which propeller blades are attached and through which the shaft end passes
Bottom shell	Shell envelope plating forming the predominantly flat bottom portion of the shell envelope, including the keel plate
Bow	Structural arrangement and form of the forward end of the ship
Bower anchor	Anchor carried at the bow of the ship
Bracket	Extra structural component used to increase the strength of a joint between two structural members
Bracket toe	Narrow end of a tapered bracket
Breakwater	Inclined and stiffened plate structure on a weather deck to break and deflect the flow of water coming over the bow
Breasthook	Triangular plate bracket joining port and starboard side structural members at the stem
Bridge	Elevated superstructure having a clear view forward and at each side, and from which a ship is steered
Buckling panel	Elementary plate panel considered for the buckling analysis
Builder	The party contracted by the Owner to build a ship in compliance with the Rules
Bulb profile	Stiffener having an increase in steel mass on the outer end of the web instead of a separate flange

Terms	Definition
Bulkhead	Structural partition wall subdividing the interior of the ship into compartments
Bulkhead deck	Uppermost continuous deck up to which transverse watertight bulkheads and shell are to extend
Bulkhead structure	Transverse or longitudinal bulkhead plating with stiffeners and girders
Bulwark	Vertical plating immediately above the upper edge of the ship's side surrounding the exposed deck(s)
Bunker	Compartment for the storage of fuel oil used by the ship's machinery
Cable	Rope or chain attached to the anchor
Camber	Upward rise of the weather deck from both sides towards the centreline of the ship
Cargo hold region	See **Ch 1, Sec 1, [2.4.3]**
Carling	Stiffening member used to supplement the regular stiffening arrangement
Casing	Covering or bulkheads around any space for protection
Centreline girder	Longitudinal member located on the centreline of the ship
Chain	Connected metal rings or links used for holding anchor, fastening timber cargoes, etc.
Chain locker	Compartment, usually at the forward end of the ship, used to store the anchor chain
Chain pipe	Section of pipe through which the anchor chain enters or leaves the chain locker
Chain stopper	Device for securing the chain cable when riding at anchor as well as securing the anchor in the housed position in the hawse pipe, thereby relieving the strain on the windlass
Coaming	Vertical boundary structure of a hatch or a skylight
Cofferdams	Spaces, between two bulkheads or decks, primarily designed as a safeguard against leakage from one compartment to another, see **Ch 2, Sec 3, [1]**
Collar plate	Patch used to close, partly or completely, a hole cut for a stiffener passing through a web plate
Collision bulkhead	The foremost main transverse watertight bulkhead
Companionway	Weathertight entrance leading from a deck to spaces below
Compartment	Internal space bounded by bulkheads or plating
Confined space	Space identified by one of the following characteristics: limited openings for entry and exit, unfavourable natural ventilation or not designed for continuous worker occupancy
Cross deck	Area between cargo hatches
Deck	Horizontal structure element defining the upper or lower boundary of a compartment
Deckhouse	See **Ch 1, Sec 1, [2.4.6]**
Deck structure	Deck plating with stiffeners, girders and supporting pillars
Deck transverse	Transverse primary supporting member (PSM) of a deck
Deep tank	Any tank which extends between two decks or between the shell/inner bottom and the deck above or higher
Designer	The party who creates the documentation to be submitted to the Society for approval or for information. The designer can be the builder or a party contracted by the builder or the Owner to create this documentation
Discharges	Any piping leading through the ship's sides for conveying bilge water, circulating water, drains etc.

Terms	Definition
Docking bracket	Bracket located in the double bottom to locally strengthen the bottom structure for the purposes of docking
Double bottom structure	Inner bottom plating and all shell plating, stiffeners, primary supporting members and other elements located below
Doubler	Small piece of plate which is attached to a larger area of plate that requires strengthening in that location. Usually at the attachment point of a stiffener
Double skin member	Structural member where the idealised beam comprises the web with top and bottom flanges formed by the attached plating
Duct keel	Keel built of plates in box form. It is used to house ballast and other piping leading forward which otherwise would have to run through the cargo hold and or ballast tanks.
Enclosed superstructure	Superstructure with bulkheads forward and/or aft fitted with weathertight doors and closing appliances
Engine room bulkhead	Transverse bulkhead located either directly forward or aft of the engine room
EPP	Elementary Plate Panel, the smallest plate element surrounded by structural members such as stiffeners, PSM, bulkheads, etc.
Face plate	Section of a stiffening member attached to the web and usually parallel to the plated surface
Flange	Section of a stiffening member attached to the web, or sometimes formed by bending the web over. It is usually parallel to the plated surface
Flat bar	Stiffener only made of a web
Floor	A bottom transverse member
Forecastle	Short superstructure situated at the bow
Fore peak	Area of the ship forward of the collision bulkhead
Fore peak deck	Short raised deck extending aft from the bow of the ship
Freeboard deck	Deck designated as such by the designer, in accordance with ICLL. Generally the uppermost complete deck exposed to weather and sea, with permanent means of closing for all the exposed openings
Freeing port	Opening in the bulwarks to allow water shipped on deck to run freely overboard
Girder	Collective term for primary supporting structural members
Gudgeon	Block with a hole in the centre to receive the pintle of a rudder; located on the stern post, it supports the rudder and allows it to swing
Gunwale	Upper edge of side shell
Gusset	Plate usually fitted to distribute forces at a strength connection between two structural members
Hawse pipe	Steel pipe through which the hawser or cable of anchor passes, located in the ship's bow on either side of the stem, also known as spurling pipe
Hawser	Large steel wire or fibre rope used for towing or mooring
HP	Bulb profile in accordance with the Holland Profile standard
IACS	International Association of Classification Societies
ICLL	IMO International Convention on Load Lines, 1966, as amended
IMO	International Maritime Organisation
Inner hull	The innermost plating forming a second layer to the hull of the ship

Terms	Definition
Intercostal	Non-continuous member between stiffeners or PSM
Keel	Main structural member or backbone of a ship running longitudinally along the centreline of the bottom. Usually a flat plate stiffened by a vertical plate on its centreline inside the shell
Knuckle	Discontinuity in a structural member
Lightening hole	Hole cut in a structural member to reduce its weight
Limber hole	Small drain hole cut in a frame or a plate to prevent water or oil from collecting
Local support members	Local stiffening members influencing only the structural integrity of a single panel, e.g. deck beams
Longitudinal hull girder shear structural members	Structural members that contribute to strength against hull girder vertical shear loads, including: side, inner hull longitudinal bulkheads and double bottom girders
Manhole	Round or oval hole cut in decks, tanks, etc, for the purpose of providing access
Margin plate	Outboard strake of the inner bottom and, when turned down at the bilge, the margin plate (or girder) forms the outer boundary of the double bottom
MARPOL	IMO International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 and Protocol of 1978, as amended
Mid-hold	Middle hold(s) of the three cargo hold length FE model as defined in **Ch 7, Sec 2, [1.2.2]**
Notch	Discontinuity in a structural member caused by welding
Oil fuel tank	Tank used for the storage of fuel oil
Outer shell	Same as shell envelope
Owner	The party who has assumed all the duties and responsibilities for registration and operation of the ship and who, assuming such responsibilities, has agreed to take over all the duties and responsibilities on delivery of the ship from the builder with valid certificates prepared for the operator
Pillar	Vertical support placed between decks, where the deck is not supported by the shell or a bulkhead
Pipe tunnel	Void space running between the inner bottom and the shell plating, and forming a protective space for bilge, ballast and other lines linking the engine room to the tanks
Plate panel	Unstiffened plate surrounded and supported by structural members such as stiffeners, PSM, bulkheads, etc. See also EPP
Plating	Sheet of steel supported by stiffeners, primary supporting members or bulkheads
Poop	Superstructure located at the extreme aft end of the ship
Primary supporting members (PSM)	Members of the beam, girder or stringer type, which provide the overall structural integrity of the hull envelope and tank boundaries, e.g. double bottom floors and girders, transverse side structure, deck transverses, bulkhead stringers and vertical webs on longitudinal bulkheads.
Propeller post	The forward post of stern frame, which is bored for propeller shaft.
Rudder post	After post of stern frame to which the rudder is hung (also called stern post).
Scallop	Hole cut into a stiffening member to allow continuous welding of a plate seam
Scarfing bracket	Bracket used between two offset structural items
Scantlings	Physical dimensions of a structural item
Scupper	Any opening for carrying off water from a deck, either directly or through piping

Terms	Definition
Scuttle	Small opening in a deck or elsewhere, usually fitted with a cover, a lid or a door for access to a compartment
Sheerstrake	Top strake of a ship's side shell plating
Shell envelope plating	Shell plating forming the effective hull girder exclusive of the strength deck plating
Side shell	Shell envelope plating forming the side portion of the shell envelope above the bilge plating
Single skin member	Structural member where the idealised beam comprises a web, a top flange formed by an attached plating and a bottom flange formed by a face plate
Skylight	Deck opening fitted with or without a glass port light and serving as a ventilator for engine room, quarters, etc.
SOLAS	IMO International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 as amended
Spaces	Separate compartments, including tanks
Stay	Bulwark or hatch coaming brackets
Stem	Piece of bar or plating at which the hull plating terminates at forward end
Stern	The after end of the vessel.
Stern frame	The heavy strength members attached to the after end of a hull to form the ship's stern. It includes rudder post, propeller post, and aperture for the propeller.
Stern tube	Tube through which the shaft passes to the propeller; it acts as an after bearing for the shafting. It may be lubricated with water or oil
Stiffener	Collective term for secondary supporting structural members
Strake	Course or row of shell, deck, bulkhead, or other plating
Strength deck	The uppermost continuous deck
Stringer	Horizontal girder linking vertical web frames
Stringer plate	Outside strake of deck plating
Superstructure	See **Ch 1, Sec 1, [2.4.6]**
SWL	Safe Working Load
Tank	Generic term for space intended to carry liquid such as seawater, fresh water, oil, liquid cargoes, FO, DO, etc.
Tank top	Horizontal plating forming the bottom of a cargo hold
Towing pennant	Long rope used to tow a ship
Transom	Structural arrangement and form of the aft end of the ship
Transverse ring	All transverse material appearing in a cross-section of the hull, in way of a double-bottom floor, a vertical web and a deck transverse girder
Transverse web frame	Primary transverse girder which joins the ship longitudinal structure
Tripping bracket	Bracket used to strengthen a structural member under compression against torsional forces
Trunk	Decked structure similar to a deckhouse but not provided with a lower deck
Void	Enclosed empty space in a ship
Watertight	Watertight means capable of preventing the passage of water through the structure under a head of water for which the surrounding structure is designed

Terms	Definition
Weather deck	Deck or section of deck exposed to the elements which has means of closing weathertight all hatches and openings
Weathertight	Weathertight means that, in any sea conditions, water will not penetrate into the ship
Web	Section of a stiffening member attached to the plated surface, usually perpendicular
Web frame	Transverse PSM, including deck transverse
Wind and water strakes	Strakes of the side shell plating between the ballast and the deepest load waterline
Windlass	Winch for lifting and lowering the anchor chain

Section 5 – Loading Manual and Loading Instrument

1. General requirements

1.1 Application

1.1.1

This Section contains minimum requirements for loading guidance information.

1.1.2

An approved loading manual and an approved loading instrument are to be supplied onboard.

1.1.3

A ship may in actual operation be loaded differently from the loading conditions specified in the loading manual, provided limitations for longitudinal and local strength as defined in the loading manual and loading instrument onboard and applicable stability requirements are not exceeded.

1.1.4

The requirements concerning the loading manual are given in **[2]** and those concerning the loading instruments in [3]. The loading manual and instruments for intact and damaged conditions are also to be satisfied the requirements in **Pt 7, Ch 5, Sec 2, [202]** and **[203]**.

1.2 Annual and class renewal survey

1.2.1

At each annual and class renewal survey, it is to be checked that the approved loading manual is available onboard.

1.2.2

The loading instrument is to be checked for accuracy at regular intervals by the ship's master by applying test loading conditions.

1.2.3

At each class renewal survey this checking is to be done in the presence of the surveyor.

2. Loading manuals

2.1 General requirements

2.1.1 Definition

The approved loading manual is to be based on the final data of the ship.

A loading manual is a document which describes:

a) The loading conditions on which the design of the ship has been based for seagoing and harbour/sheltered water, including permissible limits of still water bending moment and shear force.

b) The results of the calculations of still water bending moments, shear forces and where applicable limitations due to lateral loads,

c) The allowable local loading for the structure (e.g. hatch covers, decks, double bottom, etc), where applicable,

d) The relevant operational limitations.

2.1.2 Condition of approval

The approved loading manual is to be based on the final data of the ship.

Modifications resulting in changes to the main data of the ship (e.g. lightship weight, buoyancy distribution, tank volumes or usage, etc), require the loading manual to be updated and re-approved, and subsequently the loading computer system to be updated and re-approved. However, new loading guidance and an updated loading manual need not be resubmitted provided that the resulting draughts, still water bending moments and shear forces do not differ from the originally approved data by more than 2%.

The loading manual is to be prepared in a language understood by the users. If this language is not English, a translation into English is to be included.

2.1.3 Loading conditions

The loading manual is to include the design (cargo and ballast) loading conditions, subdivided into departure and arrival conditions as appropriate, upon which the approval of the hull scantlings is based, as defined in **Ch 7, Sec 2**. Following items as design variables of loading conditions shall be considered:

a) design loading pattern of cargo tanks

b) minimum design draft in ballast, at FP, AP and at $L/2$

c) maximum design draft with any cargo tank(s) empty

d) minimum design draft with any cargo tank full

e) filling condition of double hull ballast tanks under the loaded/empty cargo tank, this should be noted as an operational limitation

f) filling limitations of cargo tanks. This should be noted as an operational limitation

g) maximum design GM for calculating design accelerations for each cargo tank, normally based on single tank filling.

2.1.4 Operational limitations

The loading manual is to describe relevant operational limitations:

a) Scantling draught,

b) Design minimum ballast draught at midships,

c) Design slamming ballast draught forward with forward double bottom ballast tanks filled,

d) Design slamming ballast draught forward with any of the forward double bottom ballast tanks empty,

e) Maximum service speed,

f) Envelope results and permissible limits of still water bending moments and shear forces.

3. Loading instrument

3.1 General requirements

3.1.1 Definition

A loading computer system is a system, which is either analog or digital, by means of which it can be easily and quickly ascertained that, at specified read-out points, relevant operational limitations, such as the still water bending moments, shear forces, and lateral loads, where applicable, in any load or ballast condition do not exceed the specified permissible values. The loading instrument is ship specific onboard equipment and the results of the calculations are only applicable to the ship for which it has been approved. An approved loading instrument can not replace an approved loading manual.

3.1.2 Conditions of approval of loading instruments

The loading instrument is subject to approval based on the Rules of the individual Society. The approval is to include:

a) Verification of type approval, if any,

b) Verification that the final data of the ship has been used,

c) Acceptance of number and position of read-out points,

d) Acceptance of relevant limits for all read-out points,

e) Checking of proper installation and operation of the instrument onboard, in accordance with agreed test conditions, and that a copy of the operation manual is available.

Modifications resulting in changes to the main data of the ship (e.g. lightship weight, buoyancy distribution, tank volumes or usage, etc), require the loading manual to be updated and re-approved, and subsequently the loading instrument to be updated and re-approved. However, new loading guidance and an updated loading instrument need not be resubmitted provided that the resulting draughts, still water bending moments and shear forces do not differ from the originally approved data by more than 2%.

An operational manual is always to be provided for the loading instrument. The operation manual and the instrument output are to be prepared in a language understood by the users. If this language is not English, a translation into English is to be included. The operation of the loading instrument is to be verified upon installation. It is to be checked that the agreed test conditions and the operation manual for the instrument is available onboard.

Chapter 2

General Arrangement Design

Section 1 General

Section 2 Subdivision Arrangement

Section 3 Compartment Arrangement

Section 4 Access Arrangement

Section 1 - General

1. General

1.1 General

1.1.1

This chapter covers the general structural arrangement requirements for the ship. Double bottom, double side, trunk deck and cofferdam bulkhead are be arranged to support sufficiently the cargo containment system. The double bottom height and double side breadth to the cargo tank shall comply with **Pt 7, Ch 5, Sec 2, [204]**.

Section 2 – Subdivision Arrangement

1. Watertight bulkhead arrangement

1.1 Number and disposition of watertight bulkheads

1.1.1

All ships are to have at least the following transverse watertight bulkheads:

a) One collision bulkhead.

b) One aft peak bulkhead.

c) One bulkhead forward of the machinery space, and one bulkhead at the aft end of the machinery space which may be the aft peak bulkhead.

1.1.2

In the case of ships with an electrical propulsion plant, both the generator room and the engine room are to be enclosed by watertight bulkheads.

1.1.3

In addition to the requirements of **[1.1.1]** and **[1.1.2]**, the number and disposition of bulkheads are to be arranged to suit the requirements for subdivision, floodability and damage stability, and are to be in accordance with the requirements of national regulations.

1.1.4

The bulkheads in the cargo hold region are to be spaced at uniform intervals as far as practicable.

1.2 Openings in watertight bulkheads

1.2.1

The number of openings in watertight bulkheads is to be kept a minimum, where penetrations of watertight bulkheads and internal decks are necessary for access, piping, ventilation, electrical cables. Arrangements are to be made to maintain the watertight integrity.

1.2.2

The tightness, operability and indication of the doors in watertight bulkheads are to be in accordance with **Ch II-1, Reg 13-1 of SOLAS** Convention, as amended.

2. Collision bulkhead

2.1 Extent and position of collision bulkhead

2.1.1

A collision bulkhead is to be fitted on all ships and is to extend to the freeboard deck. It is to be located between 0.05 L_{LL} or 10 m, whichever is less, and except as may be permitted by the Administration, 0.08 L_{LL} or 0.05 L_{LL} + 3 m, whichever is the greater, aft of the reference point, where the reference point is as defined in **[2.1.2]**.

2.1.2

For ships without bulbous bows the reference point is to be taken where the forward end of L_{LL} coincides with the forward side of stem, on the waterline which L_{LL} is measured. For ships with bulbous bows, it is to be measured from the forward end of L_{LL} a distance x forward; where x is to be taken as the lesser of the following:

a) Half the distance, from FP_{LL} to the extreme forward end of the bulb extension.

b) 0.015 L_{LL}.

c) 3.0 m.

2.2 Arrangement of collision bulkhead

2.2.1

In general, the collision bulkhead is to be in one plane; however, the bulkhead may have steps or recesses provided that they are within the limits prescribed in **[2.1.1]** and **[2.1.2]**.

2.2.2

No doors, manholes, access openings, ventilation ducts or any other openings shall be fitted in the collision bulkhead below the freeboard deck. Where the collision bulkhead is extended above the freeboard deck, the number of openings in the extension is to be kept to a minimum compatible with the design and proper working of the ship.

3. Aft peak bulkhead

3.1 General

3.1.1

An aft peak bulkhead, enclosing the stern tube and rudder trunk in a watertight compartment, is to be provided. Where the shafting arrangements make enclosure of the stern tube in a watertight compartment impractical, alternative arrangements are specially considered.

3.1.2

The aft peak bulkhead may be stepped below the bulkhead deck or the freeboard deck, provided that the degree of safety of the ship as regards subdivision is not thereby diminished.

3.1.3

The aft peak bulkhead location on ships powered and/or controlled by equipment that do not require the fitting of a stern tube and/or rudder trunk are also subject to special consideration.

3.1.4

The aft peak bulkhead may terminate at the first deck above the deepest draught at the aft perpendicular, provided that this deck is made watertight to the stern or to the transom.

Section 3 - Compartment Arrangement

1. Cofferdam

1.1 Definition

1.1.1

A cofferdam means an empty space arranged so that compartments on each side have no common boundary; a cofferdam may be located vertically or horizontally. As a rule, a cofferdam is to be kept gas-tight and is to be properly ventilated, provided with drainage arrangement, and of sufficient size to allow proper inspection, maintenance and safe evacuation.

1.2 Arrangement of cofferdams

1.2.1

Cofferdams are to be provided the isolating space between two adjacent steel bulkheads or decks. This space may be a void space or a ballast space.

1.2.2

Furthermore, tanks carrying fresh water for human consumption are to be separated from other tanks containing substances hazardous to human health by cofferdams or other means as approved by the Society.

Note 1: Normally, tanks for fresh water and water ballast are considered non-hazardous.

1.2.3

Where a corner to corner situation occurs, tanks are not considered to be adjacent.

1.2.4

The cofferdams specified in **[1.2.1]** may be waived when deemed impracticable or unreasonable by the Society in relation to the characteristics and dimensions of the spaces containing such tanks, provided that:

a) the thickness of common boundary plates of adjacent tanks in increased, with respect to the thickness obtained according to **Ch 6, Sec 4**, by 2.0 mm in case of tanks carrying fresh water or boiler feed water, and by 1 mm in other cases except in cargo hold region,
b) the sum of the throats of the weld fillets at the edges of these plates is not less than the thickness of the plates themselves,
c) the structural test is carried out with a test pressure increased by 1.0 m with respect to **Ch 1, Sec 2, [3.8.4]**.

2. Double bottom

2.1 General

2.1.1

A double bottom need not be fitted in way of watertight tanks, including dry tanks of moderate size provided the safety of the ship is not impaired in the event of bottom or side damage as regulated in **SOLAS II-1, Reg 9**.

2.2 Extent of double bottom

2.2.1

A double bottom is to be fitted extending from the collision bulkhead to the aft peak bulkhead, as far as this is practicable and compatible with the design and proper working of the ship. A double bottom is to be fitted to protect the cargo hold region and pump rooms.

2.2.2

Where double bottom is required to be fitted, the inner bottom is to be continued out to the ship side in such a manner as to protect the bottom to the turn of the bilge in areas where double side spaces are not provided.

2.3 Height of double bottom

2.3.1

Unless otherwise specified, the height of the double bottom is not to be less than the lesser of: $B/20$ or 2 m, however not less than 0.76 m measured vertically from the plane parallel with keel line to inner bottom.

2.4 Small wells in double bottom tank

2.4.1

Small wells constructed in the double bottom are not to extend in depth more than necessary and to comply with **Pt 7, Ch 5, Sec 2, [204.3]**. A well extending to the outer bottom, may, however, be permitted at the after end of the shaft tunnel of the ship. Other wells may be permitted by the Society if it is satisfied that the arrangements give protection equivalent to that afforded by a double bottom that complies with **[2.1]**.

3. Double Side

3.1 Minimum clearance inside the double side

3.1.1 Definition

The minimum clearance is defined as the shortest distance measured between assumed lines connecting the inner surfaces of the stiffeners on the inner and outer hulls.

3.1.2 Minimum clearance dimensions

The minimum clearance between the inner surfaces of the stiffeners inside the double side is not to be less than:

a) 600 mm when the inner and/or the outer hulls are transversely framed,

b) 800 mm when the inner and the outer hulls are longitudinally framed.

Outside the parallel part of the cargo hold, the clearance may be reduced but is not to be less than 600 mm.

4. Fore end compartments

4.1 General

4.1.1

The fore peak and other compartments located forward of the collision bulkhead may not be arranged for the carriage of fuel oil or other flammable products.

5. Fuel oil Tanks

5.1 Arrangement of fuel oil tanks

5.1.1

Fuel oil tanks are to be arranged in accordance with the requirements in **SOLAS Ch II-2, Reg 4.2** and **MARPOL, Annex I, Ch 3, Reg 12A.**

6. Aft end compartments

6.1 Sterntube

6.1.1

Sterntubes are to be enclosed in a watertight space (or spaces) of moderate volume. Other measures to minimise the danger of water penetrating into the ship in case of damage to the sterntube arrangement may be taken at the discretion of the Society.

7. Ballast Tank

7.1 Capacity and disposition of ballast tanks

7.1.1

All ships are to have ballast tanks of sufficient capacity that the ship may operate safely on ballast voyage.

Section 4 - Access Arrangement

1. Closed spaces

1.1 General

1.1.1

All closed spaces are to be accessible for easy inspection. Special measures for inspection and maintenance are to be put in place for small closed spaces for which the design causes impracticality for the access.

2. Cargo area and forward space

2.1 General

All tanks are to be accessible for easy inspection. Visual inspection of at least one side of the inner hull structure shall be possible without the removal of any fixed structure or fitting. The inspection of cargo containment system shall be carried out in accordance with **Pt 7, Ch 5, Sec 3, [305]**.

Chapter 3

Structural Design Principles

Section 1 Materials

Section 2 Net Scantling Approach

Section 3 Corrosion Addition

Section 4 Corrosion Protection

Section 5 Limit States

Section 6 Structural Detail Principles

Section 7 Structural Idealisation

Section 1 – Materials

1. General

1.1 Standard of material

1.1.1

Materials used during construction are to comply with **Pt 2, Ch 1**.

1.1.2

Other materials than those covered under **[1.1.1]** may be accepted, provided their specification (e.g. manufacture, chemical composition, mechanical properties, welding) is submitted to the Society for approval. In order to select hull material in cargo hold region, temperature analyses shall be carried out as given in **Pt 7, Ch 5, Sec 4, [413.4]** and "**Guidance of Heat Transfer Analysis for Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk/Ships Using Liquefied Gases as Fuels**".

1.2 Testing of materials

1.2.1

Materials are to be tested in compliance with the applicable requirements of **Pt 2, Ch 1**.

1.3 Manufacturing process

1.3.1

The requirements of this section presume that welding and other cold or hot manufacturing processes are carried out in compliance with current sound working practice defined in the Rules and/or documents of the individual Society which incorporate **IACS UR W** and the applicable requirements of **Pt 2, Ch 1**.

In particular:

a) Parent material and welding processes are to be within the limits stated for the specified type of material for which they are intended.
b) Specific preheating may be required before welding.
c) Welding or other cold or hot manufacturing processes may need to be followed by an adequate heat treatment.

2. Hull structural steel

2.1 General

2.1.1 Young's modulus and Poisson's ratio

The Young's modulus for Carbon steel materials is equal to 206,000 N/mm^2 and the Poisson's ratio equal to 0.3.

2.1.2 Steel material grades and mechanical properties

Steel having a specified minimum yield stress of 235 N/mm^2 is regarded as normal strength hull structural steel and is denoted by 'MS' for mild steel. Steel having a higher specified minimum yield stress is regarded as higher strength hull structural steel and is denoted 'HT' for high tensile steel.

Material grades of hull structural steels are referred to as follows:

a) A, B, D and E denote normal strength steel grades.

b) AH, DH and EH denote higher strength steel grades.

Table 1 gives the mechanical characteristics of steels generally used in the construction of ships.

Table 1 : Mechanical properties of hull steels

Steel grades for plates with $t_{as-built}$ ≤ 100 mm	R_{eH}, specified minimum yield stress, in N/mm^2	R_m, specified tensile strength, in N/mm^2
A-B-D-E	235	400 - 520
AH32 - DH32 - EH32 - FH32	315	440 - 570
AH36 - DH36 - EH36 - FH36	355	490 - 630
AH40 - DH40 - EH40 - FH40	390	510 - 660

2.1.3

Higher strength steels other than those indicated in **Table 1** are considered by the Society on a case-by-case basis.

2.1.4 High tensile steel

When steels with a specified minimum yield stress R_{eH} other than 235 N/mm^2 are used, hull girder strength and hull scantlings are to be determined by taking into account the material factor, *k* defined in **[2.2]**.

2.1.5 Onboard documents

It is required to keep onboard a plan indicating the steel types and grades adopted for the hull structures. Where steels other than those indicated in **Table 1** are used, their mechanical and chemical properties, as well as any workmanship requirements or recommendations, are to be available onboard together with the above plan.

2.2 Material factor, *k*

2.2.1

Unless otherwise specified, the material factor, *k* of normal and higher strength steel for hull girder strength and scantling purposes is to be taken as defined in **Table 2**, as a function of the specified minimum yield stress R_{eH}. For intermediate values of R_{eH}, *k* is obtained by linear interpolation. Steels with a specified minimum yield stress R_{eH}, greater than 390 N/mm^2 are considered by the Society on a case by-case basis.

Table 2 : Material factor, *k*

R_{eH}, specified minimum yield stress, in N/mm^2	*k*
235	1.00
315	0.78
355	0.72
390	0.68

2.3 Steel grades

2.3.1

Materials in the various strength members are not to be of lower grade than those corresponding to the material classes and grades specified in **Table 3** to **Table 6**. General requirements are given in **Table 3**, while additional minimum requirements for ships greater than 150 m or 250 m in length are given respectively in **Table 4** and **Table 5**. The material grade requirements for hull members of each class depending on the thickness are defined in **Table 6**.

2.3.2

For strength members not mentioned in **Table 3** to **Table 5**, grade A/AH may be used, upon agreement of the Society.

2.3.3

Plating materials for stern frames and shaft brackets are, in general, not to be of lower grades than those corresponding to Class II.

Table 3 : Material classes and grades

Structural member category		Within 0.4 *L* amidships	Outside 0.4 *L* and within 0.6 *L* amidships	Outside 0.6 *L* amidships
Secondary	• Longitudinal bulkhead strakes, other than those belonging to the primary category • Deck plating exposed to weather, other than that belonging to the primary or special category • Side plating	I	A / AH	A / AH
Primary	• Bottom plating, including keel plate • Strength deck plating, excluding that belonging to the special category • Continuous longitudinal plating of strength members above strength deck • Uppermost strake in longitudinal bulkhead	II	A / AH	A / AH
Special	• Sheerstrake at strength deck(1) • Stringer plate in strength deck(1) • Deck strake at longitudinal bulkhead, excluding deck plating in way of inner-skin bulkhead of double hull ships(1)	III	II	I
	• Plating in trunk deck and inner deck at outboard coners of liquid and gas dome in membrane type liquefied natural gas carrier.	III	II	II
	• Bilge strake in ships with double bottom over the full breadth and with length less than 150 m	II	II	I
	• Bilge strake in other ships(1)	III	II	I

(1) Single strakes required to be of class III within 0.4 *L* amidships are to have breadths not less than (800 + 5 *L*) mm, but need not be greater than 1800 mm, unless limited by the geometry of the ship's design.

Table 4 : Minimum material grades for ships greater than 150 m in length

Structural member category		Material grade
• Longitudinal plating of strength deck where contributing to the longitudinal strength		Grade B/AH within 0.4 *L* amidships
• Continuous longitudinal plating of strength members above strength deck	Trunk deck plating	Class II within 0.4 *L* amidships
	Inner deck plating Longitudinal plating between the trunk deck and inner deck	Grade B/AH within 0.4 *L* amidships

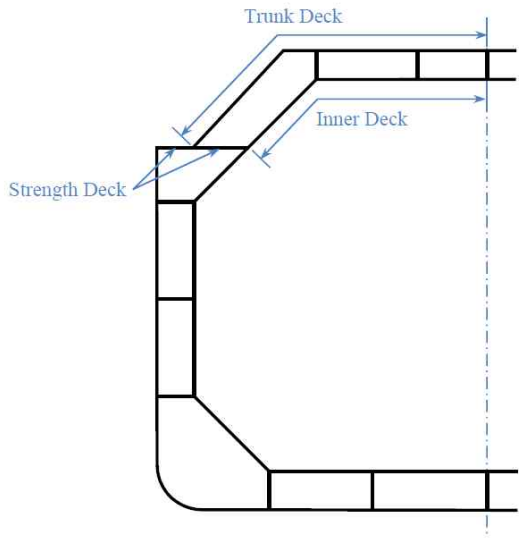


Table 5 : Minimum material grades for ships greater than 250 m in length

Structural member category[(1)]	Material grade
• Sheer strake at strength deck	Grade E/EH within 0.4 *L* amidships
• Stringer plate in strength deck	Grade E/EH within 0.4 *L* amidships
• Bilge strake	Grade D/DH within 0.4 *L* amidships

(1) Single strakes required to be of grade D/DH or grade E/EH as shown in the above table and within 0.4 *L* amidships are to have breadths not less than (800 + 5 *L*) mm, but need not be greater than 1800 mm, unless limited by the geometry of the ship's design.

Table 6 : Material grade requirements for classes I, II, III

As-built thickness, in mm	Class I		Class II		Class III	
	MS steel	HT steel	MS steel	HT steel	MS steel	HT steel
$t \le 15$	A	AH	A	AH	A	AH
$15 < t \le 20$	A	AH	A	AH	B	AH
$20 < t \le 25$	A	AH	B	AH	D	DH
$25 < t \le 30$	A	AH	D	DH	D	DH
$30 < t \le 35$	B	AH	D	DH	E	EH
$35 < t \le 40$	B	AH	D	DH	E	EH
$40 < t \le 50$	D	DH	E	EH	E	EH

2.4 Structures exposed to low air temperature

2.4.1

For ships intended to operate in areas with low air temperatures refer to **Ch 1, Sec 2, [3.4.4]**.

2.5 Through thickness property

2.5.1

Where tee or cruciform connections employ partial or full penetration welds, and the plate material is subject to significant tensile strain in a direction perpendicular to the rolled surfaces, consideration is to be given to the use of special material with specified through thickness properties, in accordance with **Pt 2**, **Ch 1**. These steels are to be designated on the approved plan by the required steel strength grade followed by the letter Z (e.g. EH36Z).

2.6 Stainless steel

2.6.1

The reduction of strength of stainless steel with increasing temperature is to be taken into account in the calculation of the material factor, *k* and in the material Young's modulus, *E*. Stainless steels are to be in accordance with **Pt 2, Ch 1**.

3. Steels for forging and casting

3.1 General

3.1.1

Mechanical and chemical properties of steels for forging and casting to be used for structural members are to comply with the applicable requirements of **Pt 2, Ch 1**.

3.1.2

Steels of structural members intended to be welded are to have mechanical and chemical properties deemed appropriate for this purpose by the Society on a case-by-case basis.

3.1.3

The steels used are to be tested in accordance with the applicable requirements of **Pt 2, Ch 1**.

3.2 Steels for forging

3.2.1

Rolled bars may be accepted in lieu of forged products, after consideration by the Society on a case-by-case basis. In such case, compliance with the applicable requirements of the Rules for Materials of the Society, relevant to the quality and testing of rolled parts accepted in lieu of forged parts, may be required.

3.3 Steels for casting

3.3.1

Cast parts intended for stems and stern frames in general may be made of C and C-Mn weldable steels, having specified minimum tensile strength, R_m = 400 N/mm^2, in accordance with the applicable requirements of the Society's Rules for Materials.

3.3.2

The welding of cast parts to main plating contributing to hull strength members is considered by the Society on a case-by-case basis.

The Society may require additional properties and tests for such casting, in particular impact properties which are appropriate to those of the steel plating on which the cast parts are to be welded and non-destructive examinations.

4. Aluminium alloys

4.1 General

4.1.1

The use of aluminium alloys in superstructures, deckhouses, hatch covers, helicopter platforms, or other local components is to be specially considered. A specification of the proposed alloys and their proposed method of fabrication is to be submitted for approval. Material requirements and scantlings are to comply with the Rules for Materials of the Society. Series 5000 aluminium-magnesium alloys or series 6000 aluminium-magnesium-silicon alloys are to be used.

4.1.2

In the case of structures subjected to low service temperatures or intended for other specific applications, the alloys to be employed are to be agreed by the Society.

4.1.3

Unless otherwise agreed, the Young's modulus for aluminium alloys is equal to 70,000 N/mm^2 and the Poisson's ratio equal to 0.33.

4.1.4

Details of the proposed method of joining any aluminium and steel structures are to be submitted for approval.

4.2 Extruded plating

4.2.1

Extrusions with built-in plating and stiffeners, referred to as extruded plating, may be used.

4.2.2

In general, the application of extruded plating is limited to decks, bulkheads, superstructures and deckhouses. Other uses may be permitted by the Society on a case-by-case basis.

4.2.3

Extruded plating is to be oriented so that the stiffeners are parallel to the direction of main stresses.

4.2.4

Connections between extruded plating and primary members are to be given special attention.

4.3 Mechanical properties of weld joints

4.3.1

Welding heat input lowers locally the mechanical strength of aluminium alloys hardened by work hardening (series 5000 other than condition O or H111) or by heat treatment (series 6000).

4.3.2

The as-welded properties of aluminium alloys of series 5000 are in general those of condition O or H111. Higher mechanical characteristics may be considered, provided they are duly justified.

4.3.3

The as-welded properties of aluminium alloys of series 6000 are to be agreed by the Society.

4.4 Material factor, *k*

4.4.1

The material factor, *k* for aluminium alloys is to be obtained from the following formula:

$$k = \frac{235}{R'_{lim}}$$

where:

R'_{lim} : Minimum guaranteed yield stress of the parent metal in welded condition $R'_{p0.2}$, in N/mm^2, but not to be taken greater than 70% of the minimum guaranteed tensile strength of the parent metal in welded condition R'_m, in N/mm^2.

$R'_{p0.2}$: Minimum guaranteed yield stress, in N/mm^2, of material in welded condition.

$R'_{p0,2} = \eta_1 R_{p0,2}$

R'_m : Minimum guaranteed tensile strength, in N/mm^2, of material in welded condition.

$R'_m = \eta_2 R_m$

$R_{p0.2}$: Minimum guaranteed yield stress, in N/mm^2, of the parent metal in delivery condition.

R_m : Minimum guaranteed tensile strength, in N/mm^2, of the parent metal in delivery condition.

η_1, η_2 : Specified in **Table 7.**

Table 7 : Aluminium alloys – Coefficients for welded construction

Aluminium alloy	η_1	η_2
Alloys without work-hardening treatment (series 5000 in annealed condition O or annealed flattened condition H111)	1	1
Alloys hardened by work hardening (series 5000 other than condition O or H111)	$R'_{p0,2}/R_{p0,2}$	R'_m/R_m
Alloys hardened by heat treatment (series 6000) (1)	$R'_{p0,2}/R_{p0,2}$	0.6

(1) When no information is available, coefficient η_1 is to be taken equal to the metallurgical efficiency coefficient β as defined in **Table 8**.

Table 8 : Aluminium alloys – Metallurgical efficiency coefficient β

Aluminium alloy	Temper condition	As-built thickness, in mm	β
6005A (Open sections)	T5 or T6	$t \leq 6$	0.45
		$t > 6$	0.40
6005A (Closed sections)	T5 or T6	All	0.50
6061 (Sections)	T6	All	0.53
6082 (Sections)	T6	All	0.45

4.4.2

In the case of welding of two different aluminium alloys, the material factor, k to be considered for the scantlings is the greater material factor of the aluminium alloys of the assembly.

4.5 Others

4.5.1

Aluminium fittings in tanks used for the carriage of fuel oil, and in cofferdams and pump rooms are to be avoided.

4.5.2

The underside of heavy portable aluminium structures such as gangways, is to be protected by means of a hard plastic or wood cover, or other approved means, in order to avoid the creation of smears. Such protection is to be permanently and securely attached to the structures.

5. Other materials and products

5.1 General

5.1.1

Other materials and products such as parts made of iron castings, where allowed, products made of copper and copper alloys, rivets, anchors, chain cables, cranes, masts, derrick posts, derricks, accessories and wire ropes are to comply with the applicable requirements of **Pt 2**, **Ch 1**, the Rules for Materials of the Society.

5.1.2

The use of plastics or other special materials not covered by these Rules is to be considered by the Society on a case-by-case basis. In such cases, the requirements for the acceptance of the materials concerned are to be agreed by the Society.

5.2 Iron cast parts

5.2.1

As a rule, the use of grey iron, malleable iron or spheroidal graphite iron cast parts with combined ferritic/perlitic structure is allowed only to manufacture low stressed elements of secondary importance.

5.2.2

Ordinary iron cast parts may not be used for windows or sidescuttles; Iron cast part used for windows or sidescuttles are to be in accordance with **Pt 4, Ch 8, 804** and **904**.

Section 2 - Net Scantling Approach

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

t : Net thickness in mm.

t_c : Corrosion addition in mm.

t_{gr} : Gross thickness in mm.

h_{stf} : Height of stiffener or primary supporting member in mm.

h_w : Web height of stiffener or primary supporting member in mm.

t_w : Web thickness of stiffener or primary supporting member in mm.

b_f : Face plate width of stiffener or primary supporting member in mm.

t_f : Face plate thickness of stiffener or primary supporting member in mm.

t_p : Thickness of the plating attached to a stiffener or to a primary supporting member in mm.

d_e : Distance in mm, from the upper edge of the web to the top of the flange for L3 profiles, see **Figure 3**.

d_f : Distance in mm, for extension of flange for L2 profiles, see **Figure 3**.

$t_{as-built}$: As-built thickness, in mm, taken as the actual thickness provided at the newbuilding stage.

t_{gr_off} : Gross offered thickness, in mm, as defined in **[1.2.2]**.

t_{gr_req} : Gross required thickness, in mm, as defined in **[1.2.1]**.

t_{off} : Net offered thickness, in mm, as defined in **[1.2.3].**

t_{dm} : Design production margin, in mm, taken as the thickness difference between offered gross thickness and required gross thickness (equal also to the difference between offered net and required net thickness) as a result of scantlings applied by the designer or builder to suit design or production situation. This difference in thickness is not to be considered as an additional corrosion margin.

t_{req} : Net required thickness, in mm, as required in **[1.3.1]**.

t_{vol_add} : Thickness for voluntary addition, in mm, taken as the thickness voluntarily added as the owner's extra margin or builder's extra margin for corrosion wastage in addition to t_c.

t_{res} : Reserve thickness, in mm, taken equal to 0.5 mm.

t_{c1}, t_{c2} : Corrosion addition on one side of the considered structural member, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 3, Table 1**.

1. General

1.1 Application

1.1.1 Net thickness approach

The net thickness, t, of a structural element is required for structural strength in compliance with the design basis. The corrosion addition, t_c, for a structural element is derived independently from the net scantling requirements as shown in **Figure 1**. This approach clearly separates the net thickness from the thickness added to address the corrosion that is likely to occur during the ship-in-operation phase.

1.1.2 Local and global corrosion

The net thickness approach distinguishes between local and global corrosion. Local corrosion is defined as uniform corrosion of local structural elements, such as a single plate or stiffener. Global corrosion is defined as the average corrosion of larger areas, such as primary supporting members and the hull girder.

1.1.3 Exceptions in gross scantling

Items that are directly determined in terms of gross scantlings do not follow the net scantling approach, i.e. they already include additions for corrosion but without any owner's extra margin. Gross scantling requirements are identified with the suffix "gr" and examples are:

a) Scantlings of superstructures and deckhouses as given in **Ch 11, Sec 1**.
b) Scantlings of massive pieces made of steel forgings and steel castings.

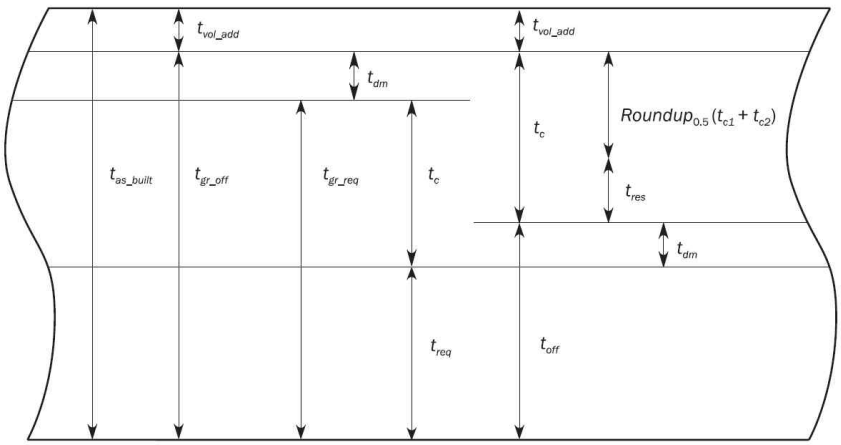


Figure 1 : Net scantling approach scheme

1.2 Gross and net scantling definitions

1.2.1 Gross required thickness

The gross required thickness, t_{gr_req}, is the thickness obtained by adding the corrosion addition as defined in **Ch 3, Sec 3** to the net required thickness, as follows:

$$t_{gr_req} = t_{req} + t_c$$

1.2.2 Gross offered thickness

The gross offered thickness, t_{gr_off}, is the gross thickness provided at the newbuilding stage, which is obtained by deducting any thickness for voluntary addition from the as-built thickness, as follows:

$$t_{gr_off} = t_{as_built} - t_{vol_add}$$

1.2.3 Net offered thickness

The net offered thickness, t_{off}, is obtained by subtracting the corrosion addition from the gross offered thickness, as follows:

$$t_{off} = t_{gr_off} - t_c = t_{as_built} - t_{vol_add} - t_c$$

1.3 Scantling compliance

1.3.1

The net required thickness, t_{req}, is obtained by rounding the net thickness calculated according to the Rules to the nearest half millimetre. For example:

a) For 10.75 ≤ t < 11.25 mm, the Rule required net thickness is 11.0 mm.

b) For 11.25 ≤ t < 11.75 mm, the Rule required net thickness is 11.5 mm.

1.3.2

Scantling compliance in relation to the Rules is as follow:

a) The net offered thickness of plating is to be equal to or greater than the net required thickness of plating.

b) The required net section modulus, moment of inertia and shear area properties of local supporting members are to be calculated using the net thickness of the attached plate, web and flange. The net sectional dimensions of local supporting members are defined in **Figure 2** and **Figure 3**. The required section modulus and web net thickness apply to areas clear of the end brackets.

c) The offered net sectional properties of primary supporting members are to be equal to or greater than the required net sectional properties which are to be based on the gross offered scantling with a reduction of the applicable corrosion addition, as specified in **Table 1**, applied to all component structural members.

d) The strength assessment methods prescribed are to be assessed with by applying the corrosion reduction specified in **Table 1** to the offered gross scantlings. Buckling strength is to be assessed by applying corrosion reduction specified in **Table 1**.

e) Corrosion additions are not to be taken less than those given in **Ch 3, Sec 3, [1.2]**.

Any additional thickness specified by the owner or the builder is not to be included when considering the compliance with the Rules.

Table 1 : Assessment for corrosion applied to the scantlings

Structural requirement	Property/analysis type	Applied corrosion addition
Minimum thickness (all members including PSM)	Thickness	t_c
Local strength (plates and stiffeners)	Thickness / sectional properties	t_c
	Stiffness / proportions / Buckling capacity	t_c
Primary supporting members (prescriptive)	Sectional properties	0.5 t_c
	Stiffness / proportions of web and flange Buckling capacity	t_c
Strength assessment by FEM	Cargo hold (stress determination)	0
	Buckling capacity	t_c
	Local fine mesh	0
Hull girder strength	Sectional properties	0
	Buckling capacity	t_c
Fatigue assessment (simplified stress analysis)	Hull girder section properties Local support member	0.5 t_c
Fatigue assessment (FE Stress analysis)	Coarse mesh FE model Very fine mesh portion	0

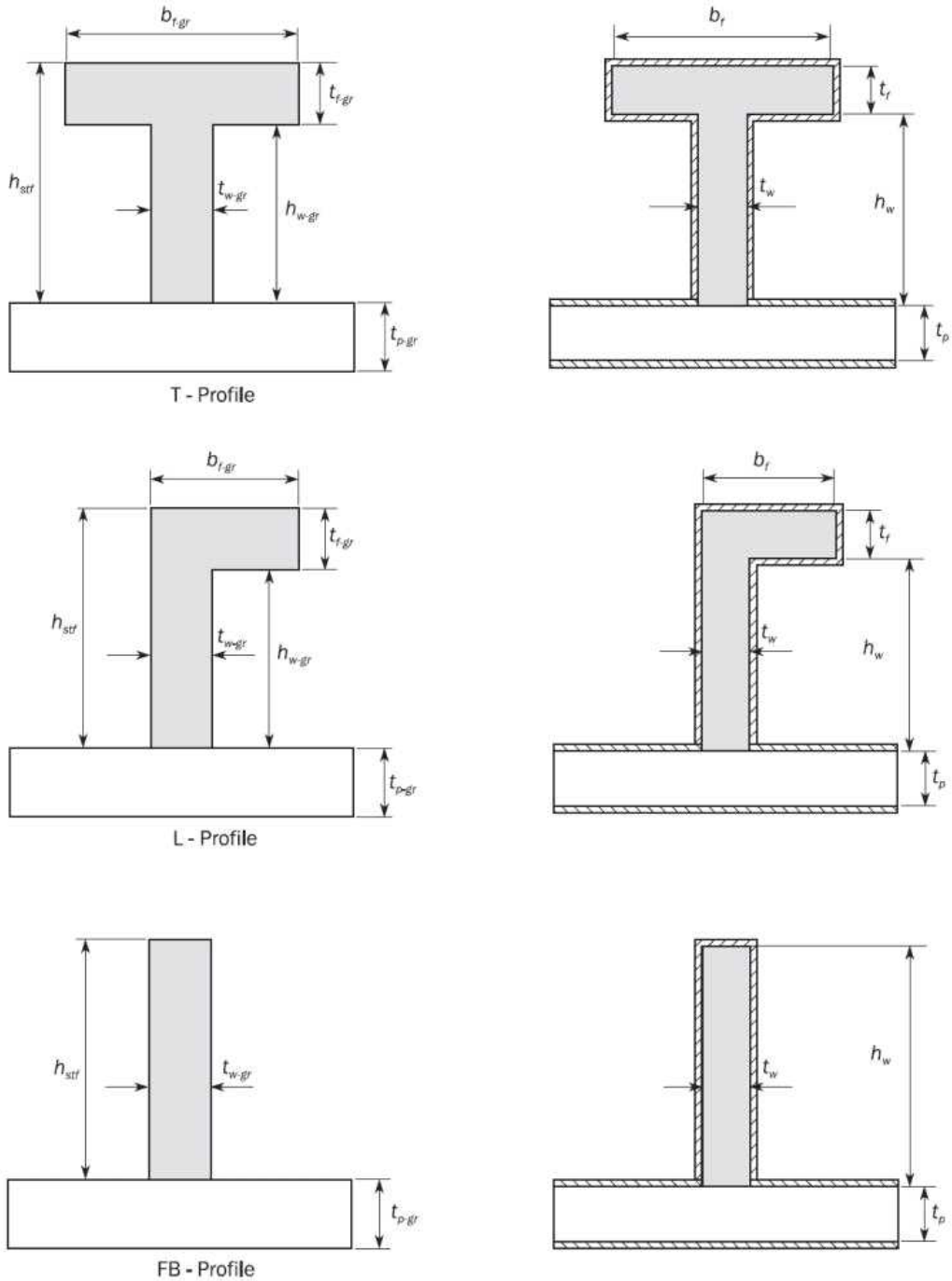


Figure 2 : Net sectional properties of local supporting members (T, L and FB-profile)

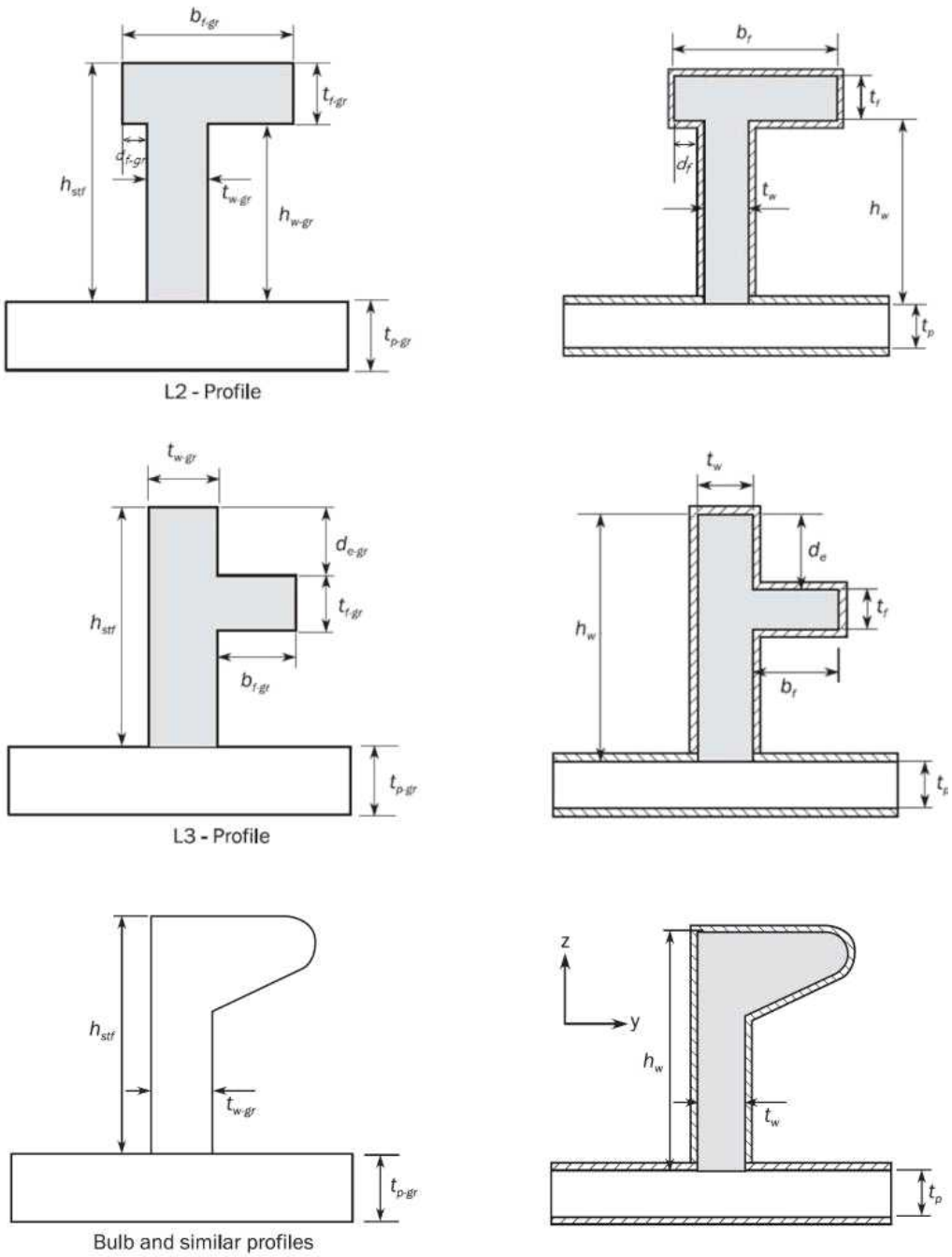


Figure 3 : Net sectional properties of local supporting members (L2, L3 and Bulb-Profile)

The net cross-sectional area, the moment of inertia about the y-axis and the associated neutral axis position are to be determined applying a corrosion magnitude of 0.5 t_c deducted from the surface of the profile cross-section.

Section 3 - Corrosion Additions

Symbols

t_c : Corrosion addition, in mm.

t_{c1}, t_{c2} : Corrosion addition, in mm, on one side of the considered structural member, as defined in **Table 1**.

t_{res} : Reserve thickness, taken as 0.5 mm.

1. General

1.1 Applicability

1.1.1

The corrosion additions given in these Rules are applicable to carbon-manganese steels, stainless steels, stainless clad steels and aluminium alloys. Corrosion addition for the exposed carbon steel side of stainless clad structure is to be as required in **Table 1** for the corresponding compartment.

The corrosion additions for other materials are to be in accordance with the requirements of the Society.

1.2 Corrosion addition determination

1.2.1

The corrosion addition for each of the two sides of a structural member, t_{c1} or t_{c2}, is specified in **Table 1**.

The total corrosion addition, t_c, in mm, for both sides of the structural member is obtained by the following formula:

$$t_c = t_{c1} + t_{c2} + t_{res}$$

For an internal member within a given compartment, the total corrosion addition, tc is obtained from the following formula:

$$t_c = 2t_{c1} + t_{res}$$

where t_{c1} is the value specified in **Table 1** for one side exposure to that compartment.

The total corrosion addition, t_c, in mm, for compartment boundaries and internal members made from stainless steel, or aluminium is to be taken as:

$$t_c = t_{res} = 0.5$$

In case of stainless clad steel, the corrosion additions, t_{c1}, for the carbon steel side and t_{c2}, for the stainless steel side are respectively to be taken as:

a) t_{c1} as specified for the corresponding compartment in **Table 1**

b) t_{c2} = 0

1.2.2 Stiffener

The corrosion addition of a stiffener is determined according to the location of its connection to the attached plating.

1.2.3

When a local structural member/plate is affected by more than one value of corrosion addition, the most onerous value is to be applied to the entire strake.

1.2.4 Corrosion addition limit

Considering the renewal criteria specified in **Ch 13, Sec 2**, the corrosion addition is to satisfy the following

condition:

$t_c \leq t_{gr_off} \times 0.2$ with nearest half millimetre

Table 1: Corrosion addition for one side of a structural member

Compartment type	t_{c1} or t_{c2}
Ballast water tank, bilge tank, drain storage tank, chain locker(1)	1.0
Exposed to atmosphere/sea water	0.5
Fuel oil and lube oil tank	0.5
Fresh water tank	0.0
Void spaces and dry spaces(2)(3)	0.0
Spaces protected by cargo containment system	0.0
Accommodation spaces	0.0
Compartments other than those mentioned above	0.5

(1) 1.0 mm is to be added to the plate surface within 3 m above the upper surface of the chain locker bottom.
(2) For the determination of the corrosion addition of the outer shell plating, the pipe tunnel is considered as for a ballast water tank.
(3) For bottom plate of compartment, t_{c1} or t_{c2} is to be taken equal to 0.5 mm.

Section 4 - Corrosion Protection

1. General

1.1 Structures to be protected

1.1.1 Dedicated seawater ballast tanks

All dedicated seawater ballast tanks are to have an efficient corrosion prevention system.

1.1.2 Narrow spaces

Narrow spaces are generally to be filled by an efficient protective product, particularly at the ends of the ship where inspections and maintenance are not easily practicable due to their inaccessibility.

1.2 Corrosion protection coating

1.2.1

All sea water ballast spaces having boundaries formed by the hull envelope are to have an effective corrosion protection coating in accordance with the manufacturer's requirements.

1.2.2

Corrosion protection coating for dedicated sea water ballast tanks are to be in accordance with the requirements as specially prepared by the Society.

1.2.3

The bilges and the double bottoms in the boiler spaces are to be efficiently protected by Portland cement or other equivalent materials which cover the plates and frames as far as the upper turn of bilge. However, cement protection may be dispensed with in the bottom of the space solely used for carriage of oil.

2. Sacrificial anodes

2.1 Attachment of anodes to the hull

2.1.1

All anodes are to be attached to the structure in such a way that they remain securely fastened both initially and during service even when it is wasted. The following methods are acceptable:

a) Steel core connected to the structure by continuous fillet welds.
b) Attachment to separate supports by bolting, provided a minimum of two bolts with lock nuts are used. However, other mechanical means of clamping may be accepted.

2.1.2

Anodes are to be attached to stiffeners or aligned in way of stiffeners on plane bulkhead plating, but they are not to be attached to the shell. The two ends are not to be attached to separate members which are capable of relative movement.

2.1.3

Where cores or supports are welded to local support members or primary supporting members, they are to be kept clear of end supports, toes of brackets and similar stress raisers. Where they are welded to asymmetrical members, the welding is to be at least 25 mm away from the edge of the web. In the case of stiffeners or girders with symmetrical face plates, the connection may be made to the web or to

the centreline of the face plate, but well clear of the free edges. Generally, anodes are not to be fitted to a face plate of higher strength steel.

Section 5 - Limit States

1. General

1.1 Limit states

1.1.1 Definition

A limit state is defined as a state beyond which the structure no longer satisfies the requirements. The following categories of limit states are relevant for structures:

a) Serviceability limit state (SLS), which corresponds to conditions beyond which specified requirements are no longer met.

b) Ultimate limit state (ULS), which corresponds to the maximum load carrying-capacity or, in some cases, to the maximum applicable strain or deformation, under intact (undamaged) conditions.

c) Fatigue limit state (FLS), which corresponds to degradation due to effect of time varying (cyclic) loading.

d) Accidental limit state (ALS), which concerns the ability of the structure to resist accident situations.

1.1.2 Serviceability limit state

Serviceability limit state, which concerns the normal use, includes:

a) Local damage which may reduce the working life of the structure or affect the efficiency or appearance of structural members or non-structural elements.

b) Unacceptable deformations which affect the efficient use and appearance of structural or non-structural elements or the functioning of safety equipment.

In the context of serviceability limit state, the term 'appearance' is concerned with such criteria as high deflection and extensive cracking, rather than aesthetics.

1.1.3 Ultimate limit state

Ultimate limit state, which corresponds to the maximum load-carrying capacity, or in some cases, the maximum applicable strain or deformation, includes:

a) Attainment of the maximum resistance capacity of sections, members or connections by rupture or excessive deformations or instability (buckling).

b) Excessive yielding, transforming the structure or part of it into a plastic mechanism.

1.1.4 Fatigue limit state

Fatigue limit states assess that the fatigue capacity of structural members under accumulated cyclic loading is greater than the design fatigue life.

1.1.5 Accidental limit state

Accidental limit states are concerned with the ability of the structure to resist accident situations or abnormal events. As described in **Pt 7, Ch 5**, this limit states are concerned with the collision loads imposed on a cargo containment system and its supporting structure in intact (undamaged) conditions as follows:

- 0.5g in the forward direction in fully loaded condition.
- 0.25g in the aft direction in fully loaded condition.

where, "g" is gravitational acceleration.

1.2 Failure modes

1.2.1

A number of possible failure modes may be relevant for the various parts of the ship structure. For each

failure mode, one or more limit states may be relevant. The failure modes to be considered for the assessment of ship structural safety with relation to the limit states are shown in **Table 1**.

Table 1 : Failure modes in relation to the limit states to be considered

Possible failure modes to be considered	Limit states(1)			
	SLS	ULS	FLS	ALS
Yielding	Y	Y	-	Y
Plastic collapse	-	Y	-	Y
Buckling	Y	Y	-	-
Rupture	-	Y	-	Y
Fatigue cracking	-	-	Y	-
Brittle fracture(2)	-	-	-	-

(1) "Y" indicates that the structural assessment is to be carried out.
(2) Controlled by the material rule requirement of steel grade

1.2.2 Yielding

The yielding failure mode is the mode in which plastic strain locally occurs in the structural members to be considered under combined in-plane and normal stresses. Local plastic strain is controlled in SLS, ULS and ALS by checking that the stresses caused in the structural members remains below a permissible value.

1.2.3 Plastic collapse

The plastic collapse failure mode usually appears in the local structural members under large lateral impact pressure. In this failure mode, permanent lateral deflection in the local structural members occurs, but does not influence the global strength. This mode is controlled in ULS and ALS by using conventional plastic design method.

1.2.4 Buckling

The buckling failure mode is the instability phenomena of structural members under compressive loads. When the stress in structural members just attains the elastic buckling stress, elastic (reversible) buckling occurs during the compressive load. This buckling failure mode is controlled in SLS. By further increasing the compressive load, stress redistribution occurs due to buckling of the weakest structural member and the stress in some structural members reaches the yield stress. This buckling failure mode with large elastic deflection is controlled in ULS. When compression is unloaded, no consequence of failure due to buckling is seen. On the other hand, plastic (irreversible) buckling occurs when the stress in structural members exceeds the yield stress. As a result, the substantial permanent deflections due to plastic buckling appear. This irreversible buckling failure mode is controlled only in ULS for global hull girder strength.

1.2.5 Rupture

The rupture failure mode is the mode in which breaking occurs in the structural members to be considered under large tensile stress beyond the yield stress of the material. This failure mode is controlled in ULS or ALS, but the assessment of this failure mode is covered by controlling the yielding failure.

1.2.6 Brittle fracture

Brittle fracture is dependent upon the material, temperature and thickness. Therefore, this mode is controlled by the material rule requirement of steel grade.

1.2.7 Fatigue cracking

This failure mode is different from the failure modes mentioned above and is controlled in FLS.

2. Criteria

2.1 General

2.1.1

Criteria are prescribed in the Rules to check the relevant limit states for the various structural elements. The strength assessments included in the Rules are defined in terms of yield check, buckling check, ultimate strength check, and fatigue check as indicated in **Table 2.**

Table 2 : Structural assessment

Structural Elements(1)		Yielding check	Buckling check	Ultimate strength check	Fatigue check
Local Structures	Stiffeners	Y	Y	Y(2)	Y
	Plating	Y	Y	Y(3)	–
Primary supporting members		Y	Y	Y(2)	Y
Hull girder		Y	Y(4)	–	–

(1) "Y" indicates that the structural assessment is to be carried out.
(2) The ultimate strength check is included in the buckling check.
(3) The ultimate strength check of plating is included in the yielding check formula of plating.
(4) The buckling check of stiffeners and plating taking part in hull girder strength is performed against stress due to hull girder bending moment and hull girder shear force.

2.2 Serviceability limit states

2.2.1 Hull girder

For the yielding check of the hull girder, the stress corresponds to a load at 10^{-8} probability level.

2.2.2 Plating

For the yielding check and buckling check of platings constituting a primary supporting member, the stress corresponds to a load at 10^{-8} probability level.

2.2.3 Stiffeners

For the yielding check of stiffeners, the stress corresponds to a load at 10^{-8} probability level.

2.3 Ultimate limit states

2.3.1 Plating

The ultimate strength of the plating between stiffeners and primary supporting members is to be checked against the loads at 10^{-8} probability level.

2.3.2 Stiffeners

The ultimate strength of stiffeners is to be checked against the loads at 10^{-8} probability level.

2.4 Fatigue limit state

2.4.1 Structural details

The fatigue life of representative welded structural details such as connections of stiffeners and primary supporting members is to be assessed from long term distribution loads based on loads at 10^{-2} probability level.

2.5 Accidental limit state

2.5.1 Bulkhead structure

The fore and aft cofferdam transverse bulkheads in cargo tank boundary, are to be assessed for regarding bow/stern collision loads in accordance with **Ch 6** and **Ch 7** for yielding criteria.

2.5.2 Plating, stiffeners and PSM

The plating, stiffeners and PSM in way of internal watertight subdivision not carrying liquid are to be assessed in flooded condition in accordance with **Ch 6** for yielding criteria and with **Ch 8, Sec 3** for buckling criteria.

3. Strength check against impact loads

3.1 General

3.1.1

Structural response against impact loads such as forward bottom slamming, bow impact depends on the loaded area, magnitude of loads and structural grillage.

3.1.2

The ultimate strength of structural members that constitute the grillage, i.e. platings between stiffeners and primary supporting members and stiffeners with attached plating, is to be checked against the maximum impact loads acting on them.

Section 6 - Structural Detail Principles

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

1. Application

1.1 General

1.1.1

If not specified otherwise, the requirements of this section apply to the hull structure except superstructures and deckhouses.

2. General principles

2.1 Structural continuity

2.1.1 General

Attention is to be paid to the structural continuity, in particular in the following areas:

a) In way of changes in the framing system.
b) At end connections of primary supporting members or ordinary stiffeners.
c) In way of the transition zones between cargo hold region and fore part, aft part and machinery space.
d) In way of side and end bulkheads of superstructures.

At the termination of a structural member, structural continuity is to be maintained by the fitting of suitable supporting structure. Abrupt changes in transverse section properties of longitudinal members are to be avoided. Where the machinery space is situated aft, the inner hull is to extend as far abaft as possible and be tapered at the ends.

2.1.2 Longitudinal members

Longitudinal members are to be arranged in such a way that continuity of strength is maintained. Longitudinal members contributing to the hull girder longitudinal strength are to extend continuously as far as practicable towards the ends of the ship.

In particular, the structural continuity in way of longitudinal bulkheads within the cargo hold region, is to be maintained outside the cargo hold region. Large transition brackets (e.g. scarfing brackets) fitted in line with the longitudinal bulkhead are a possible means to achieve such structural continuity.

2.1.3 Primary supporting members

Primary supporting members are to be arranged in such a way that continuity of strength is maintained. Abrupt changes of web height or cross section are to be avoided.

2.1.4 Stiffeners

Stiffeners are to be arranged in such a way that continuity of strength is maintained. Stiffeners contributing to the hull girder longitudinal strength are to be continuous when crossing primary supporting members within the 0.4 L amidships and as far as practicable outside 0.4 L amidships.

Where stiffeners are terminated in way of large openings, foundations and partial girders, compensation is to be arranged to provide structural continuity in way of the end connection.

2.1.5 Plating

Where plates with different thicknesses are joined, the change in the as-built plate thickness is not to exceed 50% of the larger plate thickness in the load carrying direction. This also applies to strengthening by local inserts, e.g. insert plates in double bottom girders, floors and inner bottom.

2.1.6 Weld joints

Weld joints are to be avoided in areas with high stress concentration.

2.2 Local reinforcements

2.2.1 Reinforcements at knuckles

a) Knuckles are in general to be stiffened to achieve out-of-plane stiffness by fitting ordinary stiffeners or equivalent means in line with the knuckle.

b) Whenever a knuckle in a main member (shell, longitudinal bulkhead etc) is arranged, stiffening in the form of webs, brackets or profiles is to be connected to the members to which they are to transfer the load (in shear). See example of reinforcement at upper hopper knuckle in **Figure 1**.

c) For longitudinal shallow knuckles, closely spaced carlings are to be fitted across the knuckle, between longitudinal members above and below the knuckle. Carlings or other types of reinforcement need not be fitted in way of shallow knuckles that are not subject to high lateral loads and/or high in-plane loads across the knuckle, such as deck camber knuckles.

d) Generally, the distance between the knuckle and the support stiffening in line with the knuckle is not to be greater than 50 mm. Otherwise, fatigue analysis according to **Ch 9** is to be submitted by the designer.

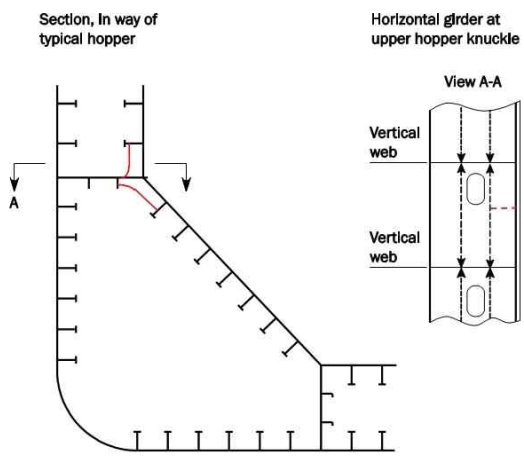


Figure 1 : Example of reinforcement at knuckles

2.2.2 Reinforcement in way of attachments for providing means of access permanently

Local reinforcement, considering location and strength, is to be provided in way of attachments to the hull structure when the means for access is provided permanently.

2.2.3 Reinforcement of deck structure in way of concentrated loads

The deck structure is to be reinforced in way of concentrated loads, such as anchor windlass, deck machinery, cranes, masts and derrick posts.

2.2.4 Reinforcement by insert plates

Insert plates are to be made of materials with, at least, the same specified minimum yield stress and the same grade as the plates to which they are welded. See also **[2.1.5]**.

2.3 Connection of longitudinal members not contributing to the hull girder longitudinal strength

2.3.1

Where the hull girder stress at the strength deck and trunk deck or at the bottom as defined in **Ch 5, Sec 1, [2.1.2]** is higher than the permissible stress as defined in **Ch 5, Sec 1, [2.2.1]** for normal strength steel, longitudinal members not contributing to the hull girder longitudinal strength and welded to the strength deck or bottom plating and bilge plating, such as gutter bars, strengthening of deck openings, bilge keel, are to be made of steel with the same specified minimum yield stress as the strength deck or bottom structure steel.

2.3.2

Non-continuous longitudinal stiffeners welded on the web of a primary structural member contributing to the hull girder longitudinal strength such as stringers and girders or on the inner bottom and trunk deck are to be made of steel with the same specified minimum yield stress as attached plate when the hull girder stress on those members is higher than the permissible stress as defined in **Ch 5, Sec 1, [2.2.1]** for normal strength steel.

3. Stiffeners

3.1 General

3.1.1

All types of stiffeners (excluding web stiffeners) are to be connected at their ends. However, in special cases such as isolated areas of the ship where end connections cannot be applied, sniped ends may be permitted. Requirements for the various types of connections (bracketed, bracketless or sniped ends) are given in **[3.2]** to **[3.4]**.

3.1.2

Where the angle between the web plate of the stiffener and the attached plating is less than 50 deg, as shown on **Figure 2**, a tripping bracket is to be fitted. If the angle between the web plate of an unsymmetrical stiffener and the attached plating is less than 50 deg, the face plate of the stiffener is to be fitted on the side of the open angle.

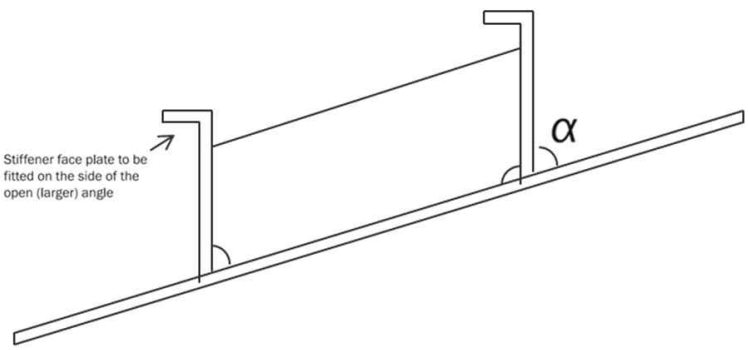


Figure 2 : Stiffener on attached plating with an angle less than 50°

3.2 Bracketed end connections of non-continuous stiffeners

3.2.1

Where continuity of strength of longitudinal members is provided by brackets, the alignment of the

brackets on each side of the primary supporting member is to be ensured, and the scantlings of the brackets are to be such that the combined stiffener/bracket section modulus and effective cross sectional area are not less than those of the member.

3.2.2

At bracketed end connections, continuity of strength is to be maintained at the stiffener connection to the bracket and at the connection of the bracket to the supporting member.

3.2.3

The arrangement of the connection between the stiffener and the bracket is to be such that at no point in the connection, is the section modulus to be less than that required for the stiffener.

3.2.4 Net web thickness

The net bracket web thickness, t_b, in mm, is to comply with the following:

$$t_b \geq (2 + f_{bkt}\sqrt{Z})\sqrt{\frac{R_{eH-stf}}{R_{eH-bkt}}}$$ and need not be greater than 13.5 mm.

where:

f_{bkt} : Coefficient taken as:

- f_{bkt} = 0.2 for brackets with flange or edge stiffener.
- f_{bkt} = 0.3 for brackets without flange or edge stiffener.

Z : Net required section modulus, of the stiffener, in cm^3. In the case of two stiffeners connected, Z is the smallest net required section modulus of the two connected stiffeners.

R_{eH-stf} : Specified minimum yield stress of the stiffener material, in N/mm^2.

R_{eH-bkt} : Specified minimum yield stress of the bracket material, in N/mm^2.

3.2.5 Brackets at the ends of non-continuous stiffeners

Brackets at the ends of non-continuous stiffeners Brackets are to be fitted at the ends of non-continuous stiffeners, with arm lengths, ℓ_{bkt}, in mm, taken as:

$$\ell_{bkt} = C_{bkt}\sqrt{\frac{Z}{t_b}}$$

ℓ_{bkt} is not to be taken less than:

- ℓ_{bkt} = 1.8 h_{stf} for connections where the end of the stiffener web is supported and the bracket is welded in line with the stiffener web or with offset necessary to enable welding, see item (c) in **Figure 3**.
- ℓ_{bkt} = 2.0 h_{stf} for other cases, see items (a), (b) and (d) in **Figure 3**.

where:

C_{bkt} : Coefficient taken as:

- C_{bkt} = 65 for brackets with flange or edge stiffener.
- C_{bkt} = 70 for brackets without flange or edge stiffener.

Z : Net required section modulus, for the stiffener, in cm^3, as defined in **[3.2.4]**.

t_b : Minimum net bracket thickness, in mm, as defined in **[3.2.4]**.

For connections similar to item (b) in **Figure 3**, but not lapped, the bracket arm length is to comply with $\ell_{bkt} \geq h_{stf}$.

For connections similar to items (c) and (d) in **Figure 3** where the smaller stiffener is connected to a primary supporting member or bulkhead, the bracket arm length is not to be less than two times of h_{stf}.

3.2.6 Brackets with different arm lengths

The lengths of the arms, measured from the plating to the toe of the bracket, are to be such that the sum of them is greater than $2\ell_{bkt}$ and each arm not to be less than $0.8\ell_{bkt}$, where ℓ_{bkt} is as defined in **[3.2.5]**.

3.2.7 Edge stiffening of bracket

Where an edge stiffener is required, the web height of the edge stiffener, h_w, in mm, is not to be less than:

$$h_w = 45\left(1 + \frac{Z}{2000}\right) \qquad \text{but not less than 50 mm.}$$

where:

Z : Net section modulus, of the stiffener, in cm^3, as defined in **[3.2.4]**.

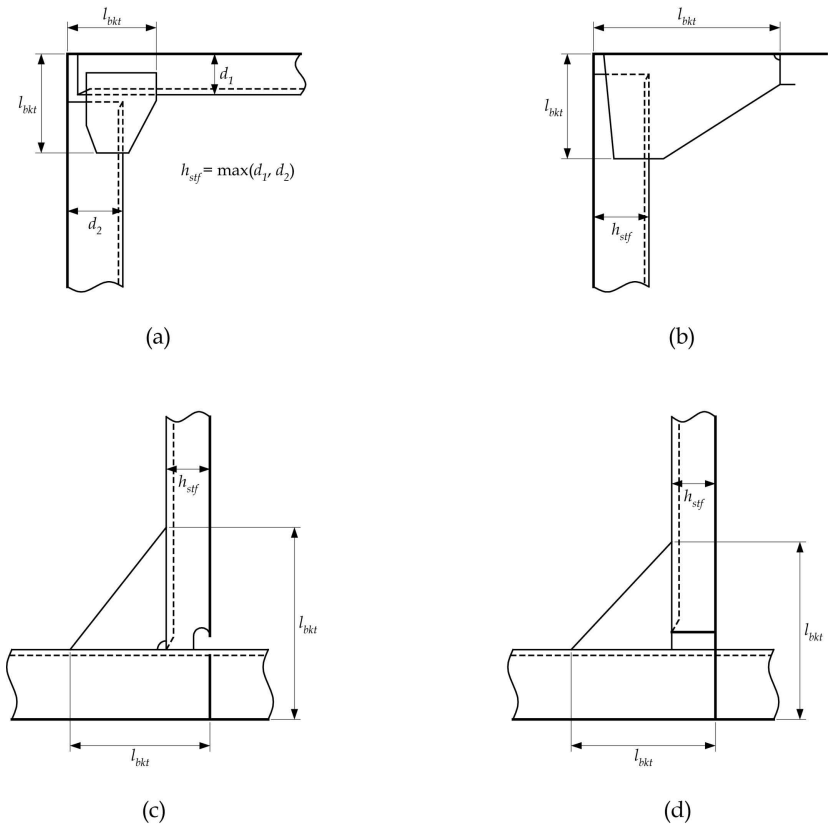


Figure 3 : Bracket arm length of non-continuous stiffeners

3.3 Bracketless connections

3.3.1

The design of bracketless connections is to be such as to provide adequate resistance to rotation and displacement of the connection.

3.4 Sniped ends

3.4.1

Sniped ends may be used where dynamic loads are small, provided the net thickness of plating supported by the stiffener, t_p, in mm, is not less than:

$$t_p = c_1 \sqrt{(1000\,l - \frac{s}{2})\frac{sPk}{10^6}}$$

where:

P : Design pressure for the stiffener for the design load set being considered (including pressure by IGC code, P_{IGC} in case of cargo tank support structures), in kN/m^2.

c_1 : Coefficient for the design load set being considered, to be taken as:

- c_1 = 1.2 for acceptance criteria set AC-S.
- c_1 = 1.1 for acceptance criteria set AC-SD, AC-T and AC-A.

Sniped stiffeners are not to be used on structures in the vicinity of engines or generators or propeller impulse zone nor on the shell envelope.

3.4.2

Bracket toes and sniped stiffeners ends are to be terminated close to the adjacent member. The distance is not to exceed 40 mm unless the bracket or member is supported by another member on the opposite side of the plating. Tapering of the sniped end is not to be more than 30 deg. The depth of toe or sniped end is, generally, not to exceed the thickness of the bracket toe or sniped end member, but need not be less than 15 mm.

4. Primary support members

4.1 General

4.1.1

Primary supporting members web stiffeners, tripping brackets and end brackets are to comply with **[4.2]** to **[4.4]**. Where the structural arrangement is such that these requirements cannot be complied with, adequate alternative arrangement has to be demonstrated by the designer.

4.2 Web stiffening arrangement

4.2.1

Primary supporting members web stiffeners are to be arranged in such a way that they ensure adequate strength.

4.3 Tripping bracket arrangement

4.3.1

Tripping brackets (see **Figure 4**) are generally to be fitted:

a) At positions along the member span with an interval of spacing such that it satisfied the criteria of **Ch 8, Sec 2, [5.1]** without exceeding 4 m.

b) At the toe of end brackets.

c) At ends of continuous curved face plates.

d) In way of concentrated loads.

e) Near the change of section.

4.3.2

Where the width of the symmetrical face plate is greater than 400 mm, backing brackets are to be fitted in way of the tripping brackets.

4.3.3

Where the face plate of the primary supporting member exceeds 180 mm on either side of the web, a tripping bracket is to support the face plate.

4.3.4 Arm length

The arm length of tripping brackets is not to be less than the greater of the following values, in m:

a) $d = 0.38\,b$

b) $d = 0.85b\sqrt{\frac{s_t}{t}}$

where:

b : Height, in m, of tripping brackets, shown in **Figure 4**.

s_t : Spacing, in m, of tripping brackets.

t : Net thickness, in mm, of tripping brackets.

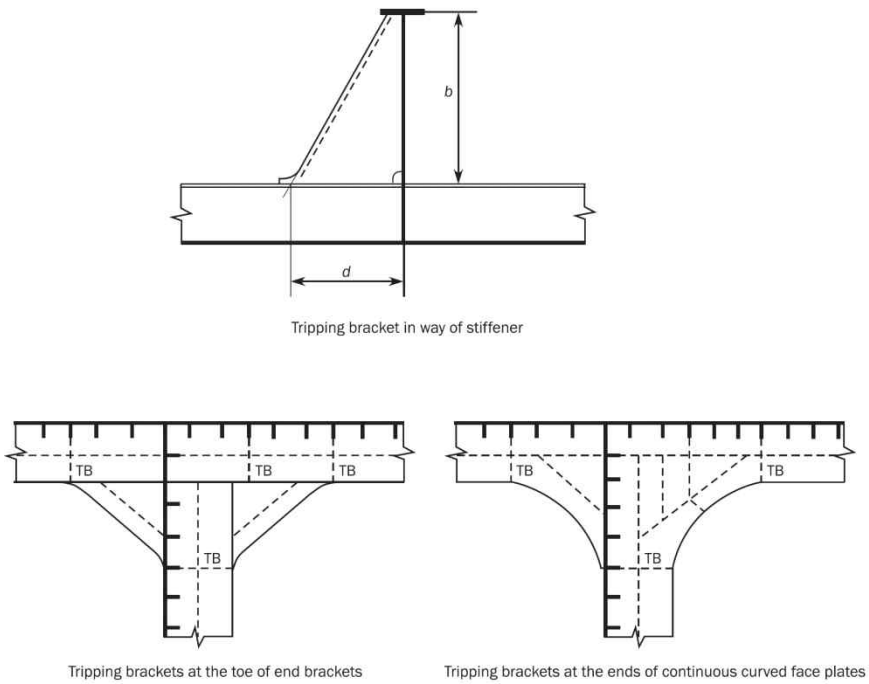


Figure 4 : Primary supporting member: Tripping bracket arrangement

4.4 End connections

4.4.1 General

Brackets or equivalent structure are to be provided at ends of primary supporting members. End brackets are generally to be soft-toed. Bracketless connections may be applied provided that there is adequate support of adjoining face plates.

4.4.2 Scantling of end brackets

In general, the arm length of brackets connecting PSMs, as shown in **Figure 5**, is not to be less than the web depth of the member and need not be taken greater than 1.5 times this web depth. The bracket thickness is, in general, not to be less than that of the adjoining PSM web plate.

The scantling of the end brackets is to be such that the section modulus of the primary supporting member with end bracket, excluding face plate where it is sniped, is not less than that of the primary supporting member at mid-span. The net cross-sectional area A_f, in cm^2, of the bracket face plates is to

be such that:

$$A_f = \ell_b t_b$$

where:

ℓ_b : Length of the bracket edge, in m, see **Figure 5**. For curved brackets, the length of the bracket edge may be taken as the length of the tangent at the midpoint of the edge.

t_b : Minimum net bracket web thickness, in mm, as defined in **[3.2.4]**.

Moreover, the net thickness of the face plate is to be not less than that of the bracket web.

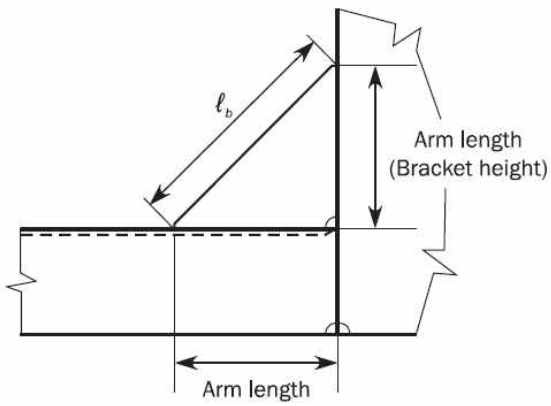


Figure 5: Dimension of brackets

4.4.3 Arrangement of end brackets

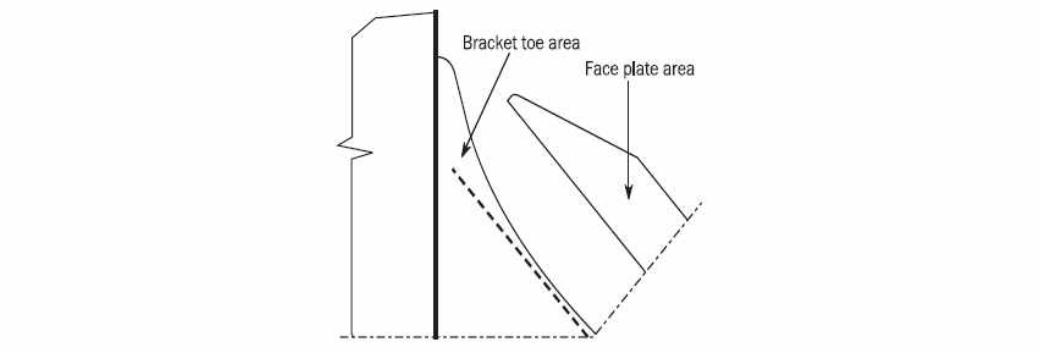
Where the length of free edge of bracket, ℓ_b, is greater than 1.5 m, the web of the bracket is to be stiffened as follows:

a) The net sectional area, in cm^2, of web stiffeners is to be not less than 16.5ℓ, where ℓ is the span, in m, of the stiffener.

b) Tripping flat bars are to be fitted. Where the width of the symmetrical face plate is greater than 400 mm, additional backing brackets are to be fitted.

For a ring system where the end bracket is integral with the webs of the members and the face plate is carried continuously along the edges of the members and the bracket, the full area of the largest face plate is to be maintained close to the mid-point of the bracket and gradually tapered to the smaller face plates. Butts in face plates are to be kept well clear of the bracket toes. Where a wide face plate abuts a narrower one, the taper is not to be greater than 1 to 4.

The toes of brackets are not to land on unstiffened plating. The toe height is not to be greater than the thickness of the bracket toe, but need not be less than 15 mm. In general, the end brackets of primary supporting members are to be soft-toed. Where primary supporting members are constructed of higher strength steel, particular attention is to be paid to the design of the end bracket toes in order to minimise stress concentrations. Where a face plate is welded onto the edge or welded adjacent to the edge of the end bracket (see **Figure 6**), the face plate is to be sniped and tapered at an angle not greater than 30°.



The details shown in this figure are only used to illustrate items described in the text and are not intended to represent design guidance or recommendations.

Figure 6: Bracket face plate adjacent to the edge

5. Intersection of stiffeners and primary supporting members

5.1 Cut-outs

5.1.1

Cut-outs for the passage of stiffeners through the web of primary supporting members, and the related collaring arrangements, are to be designed to minimise stress concentrations around the perimeter of the opening and on the attached web stiffeners.

5.1.2

The total depth of cut-outs without collar plate is to be not greater than 50% of the depth of the primary supporting member.

5.1.3

Cut-outs in high stress areas are to be fitted with full collar plates, see **Figure 7**.

$R \geq 0.2b$ but not less than 25 mm.

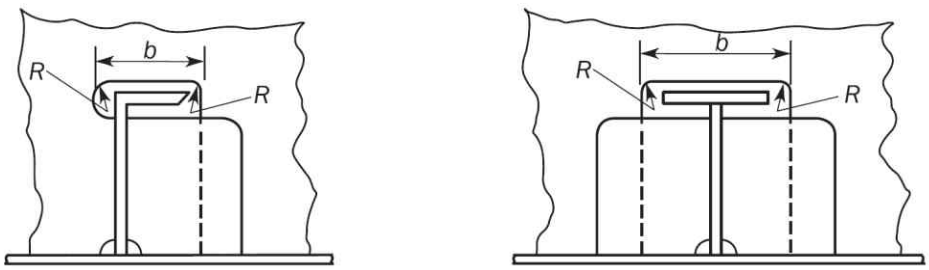


Figure 7 : Full collar plates

5.1.4

Lug type collar plates are to be fitted in cut-outs where required for compliance with the requirements of **[5.2]**, and in areas of high stress concentrations, e.g. in way of primary supporting member toes. See **Figure 8** for typical lug arrangements.

5.1.5

At connection to shell envelope longitudinals below the scantling draught, T_{SC} and at connection to inner

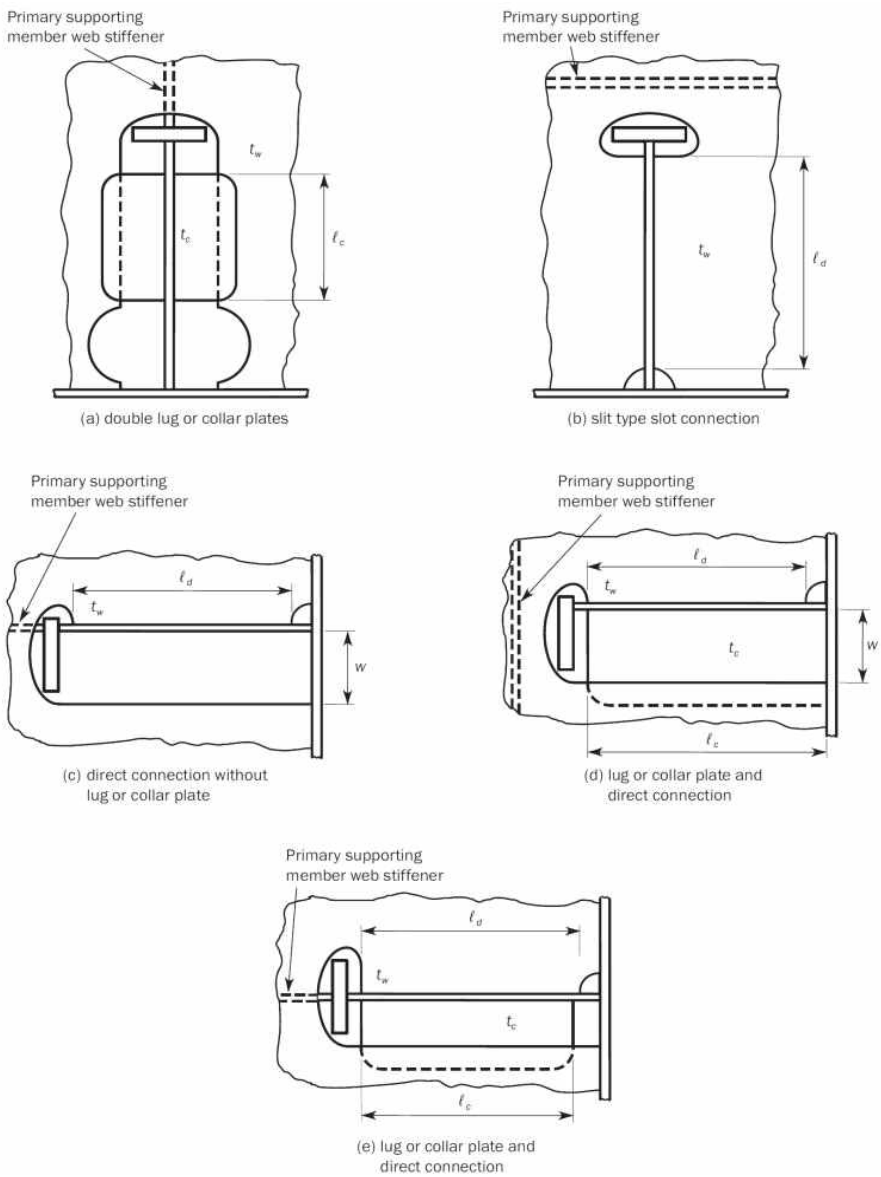
bottom longitudinals, a soft heel is to be provided in way of the heel of the primary supporting member web stiffeners when the calculated direct stress, σ_w, in the primary supporting member web stiffener according to **[5.2]** exceeds 80% of the permissible values. The soft heel is to have a keyhole, similar to that shown in item (c) in **Figure 9**.

This is not applicable for design pressure defined in **Ch 4, Sec 5, [3.2]** and **[3.3]**.

5.1.6

Cut-outs are to have rounded corners and the corner radii, R, are to be as large as practicable, with a minimum of 20% of the breadth, b, of the cut-out or 25 mm, whichever is greater. The corner radii, R, does not need to be greater than 50 mm, see **Figure 7**. Consideration is to be given to other shapes on the basis of maintaining equivalent strength and minimising stress concentration.

Note 1: Except where specific dimensions are noted for the details of the keyhole in way of the soft heel, the details shown in this figure are only used to illustrate symbols and definitions and are not intended to represent design guidance or recommendations.



The details shown in this figure are only used to illustrate symbols and definitions and are not intended to represent design guidance.

Figure 8 : Symmetric and asymmetric cut-outs

t_{ws}, t_{ws1}, t_{ws2} : Net thickness of the primary supporting member web stiffener/backing bracket, in mm.

d_w, d_{w1}, d_{w2} : Minimum depth of the primary supporting member web stiffener/backing bracket, in mm.

d_{wc}, d_{wc1}, d_{wc2} : Length of connection between the primary supporting member web stiffener/backing bracket and the stiffener, in mm.

t_f : Net thickness of the flange in mm. For bulb profile, t_f is to be obtained as defined in **Ch.3 Sec.7 [1.4.1]**.

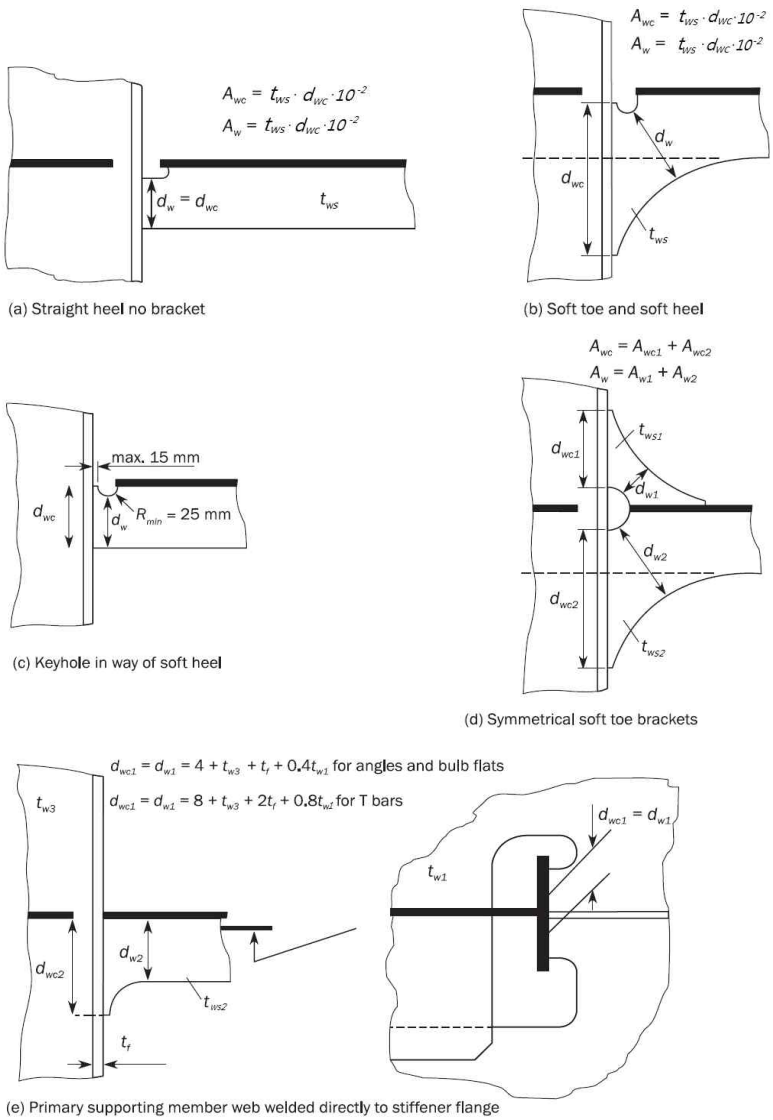


Figure 9 : Primary supporting member web stiffener details

5.2 Connection of stiffeners to PSM

5.2.1 General

For connection of stiffeners to PSM in case of lateral pressure, **[5.2.2]** and **[5.2.3]** are to be applied.

The cross sectional areas of the connections are to be determined from the proportion of load transmitted through each component in association with its appropriate permissible stress.

5.2.2

The load, W_1, in kN, transmitted through the shear connection is to be taken as follows.

a) If the web stiffener is connected to the intersecting stiffener:

$$W_1 = W\left(\alpha_a + \frac{A_1}{4f_c A_w + A_1}\right)$$

b) If the web stiffener is not connected to the intersecting stiffener:

$$W_1 = W$$

where:

W : Total load, in kN, transmitted through the stiffener connection to the PSM taken equal to:

$$W = \frac{P_1 s_1\left(S_1 - \frac{s_1}{2000}\right) + P_2 s_2\left(S_2 - \frac{s_2}{2000}\right)}{2\sin\phi_{w1}\sin\phi_{w2}} 10^{-3}$$

P_1, P_2 : Design pressure applied on the stiffener for the design load set being considered (including pressure by IGC code, P_{IGC} in case of cargo tank support structures), in kN/m^2, on each side of the considered connection. For bottom slamming or bow impact loads, P_1 and P_2 are the design pressure as defined in **Ch 4, Sec 5, [3.2]** and **[3.3]** respectively.

S_1, S_2 : Spacing between the considered and the adjacent PSM on each side of the considered connection, in m.

s_1, s_2 : Spacing of the stiffener, in mm, on each side of the considered connection.

α_a : Panel aspect ratio, not to be taken greater than 0.25.

$$\alpha_a = \frac{s}{1000\ S}$$

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$s = \frac{s_1 + s_2}{2}$$

ϕ_{w1} : Angle between primary supporting member and attached plating, in deg, as defined in **Ch 3, Sec 7**, Symbols and **Ch 10, Sec 1, Figure 5**.

ϕ_{w2} : Angle between stiffener and attached plating, in deg, as defined in **Ch 3, Sec 7**, Symbols and **Ch 3, Sec 7, Figure 12**.

A_1 : Effective net shear area, in cm^2, of the connection, to be taken equal to:

$$A_1 = A_{1d} + A_{1c}$$

In case of a slit type slot connections area, A_1, is given by:

$$A_1 = 2A_{1d}$$

In case of a typical double lug or collar plate connection area, A_1, is given by:

$$A_1 = 2A_{1c}$$

A_{1d} : Net shear connection area, in cm^2, excluding lug or collar plate, as given by:

$$A_{1d} = \ell_d t_w 10^{-2}$$

ℓ_d : Length of direct connection between stiffener and PSM web, in mm.

t_w : Net web thickness of the primary supporting member, in mm.

A_{1c} : Net shear connection area, in cm^2, with lug or collar plate, given by:

$$A_{1c} = f_1 \ell_c t_c 10^{-2}$$

ℓ_c : Length of connection between lug or collar plate and PSM, in mm.

t_c : Net thickness of lug or collar plate, not to be taken greater than the net thickness of the adjacent PSM web, in mm.

f_1 : Shear stiffness coefficient, taken as:

$f_1 = 1.0$, for stiffeners of symmetrical cross section.

$f_1 = 140/w$, not to be taken greater than 1.0, for stiffeners of asymmetrical cross section.

w : Width of the cut-out for an asymmetrical stiffener, measured from the cut-out side of the stiffener web, in mm, as indicated in **Figure 8**.

A_w : Effective net cross sectional area, in cm^2, of the PSM web stiffener in way of the connection including backing bracket where fitted, as shown in **Figure 9**. If the PSM web stiffener incorporates a soft heel ending or soft heel and soft toe ending, Aw is to be measured at the throat of the connection, as shown in **Figure 9**.

f_c : Collar load factor taken equal to:

For intersecting stiffeners of symmetrical cross section:

$f_c = 1.85$ for $A_w \le 14$

$f_c = 1.85 - 0.0441(A_w - 14)$ for $14 < A_w \le 31$

$f_c = 1.1 - 0.013(A_w - 31)$ for $31 < A_w \le 58$

$f_c = 0.75$ for $A_w > 58$

For intersecting stiffeners of asymmetrical cross section:

$$f_c = 0.68 + 0.0172\frac{\ell_s}{A_w}$$

ℓ_s : Connection length equal to:

For a single lug or collar plate connection to the PSM:

$\ell_s = l_c$

For a single sided direct connection to the PSM:

$\ell_s = l_d$

In the case of a lug or collar plus a direct connection:

$\ell_s = 0.5(l_c + l_d)$

5.2.3

The load, W_2, in kN, transmitted through the PSM web stiffener is to be taken as:

- If the web stiffener is connected to the intersecting stiffener:

$$W_2 = W\left(1 - \alpha_a - \frac{A_1}{4f_cA_w + A_1}\right)$$

- If the web stiffener is not connected to the intersecting stiffener:

$W_2 = 0$

The values of A_w, A_{wc} and A_1 are to be such that the calculated stresses satisfy the following criteria:

- For the connection to the PSM web stiffener not in way of the weld : $\sigma_w \le \sigma_{perm}$
- For the connection to the PSM web stiffener in way of the weld : $\sigma_{wc} \le \sigma_{perm}$
- For the shear connection to the PSM web : $\tau_w \le \tau_{perm}$

where:

W : Load, in kN, as defined in **[5.2.2]**.

f_c : Collar load factor as defined in **[5.2.2]**.

α_a : Panel aspect ratio, as defined in **[5.2.2]**.

A_1 : Effective net shear area, in cm^2, as defined in **[5.2.2]**.

A_w : Effective net cross sectional area, in cm^2, as defined in **[5.2.2]**.

σ_w : Direct stress, in N/mm^2, in the PSM web stiffener at the minimum bracket area away from the weld connection:

$$\sigma_w = \frac{10\,W_2}{A_w}$$

σ_{wc} : Direct stress, in N/mm^2, in the PSM web stiffener in way of the weld connection:

$$\sigma_{wc} = \frac{10\,W_2}{A_{wc}}$$

τ_w : Shear stress, in N/mm^2, in the shear connection to the PSM web:

$$\tau_w = \frac{10\,W_1}{A_1}$$

A_{wc} : Effective net area, in cm^2, of the PSM web stiffener in way of the weld as shown in **Figure 9**.

σ_{perm} : Permissible direct stress given in **Table 1** for AC-S, AC-SD, AC-T and AC-A, in N/mm^2.

τ_{perm} : Permissible shear stress given in **Table 1** for AC-S, AC-SD, AC-T and AC-A in N/mm^2.

Table 1 : Permissible stresses for connection between stiffeners and PSMs

Item	Direct stress, σ_{perm}, in N/mm^2			shear stress, τ_{perm}, in N/mm^2		
	Acceptance criteria set			Acceptance criteria set		
	AC-S	AC-SD AC-T AC-A	AC-I	AC-S	AC-SD AC-T AC-A	AC-I
PSM web stiffener	$0.83R_{eH}$ (2)	R_{eH}	R_{eH}	-	-	-
PSM web stiffener to intersecting stiffener in way of weld connection: • Double continuous fillet • Partial penetration weld	 $0.58R_{eH}$ (2) $0.83R_{eH}$ (1)(2)	 $0.70R_{eH}$ (2) R_{eH} (1)	 R_{eH} R_{eH}	 - -	 - -	 - -
PSM stiffener to intersecting stiffener in way of lapped welding	$0.50R_{eH}$	$0.60R_{eH}$	R_{eH}	-	-	-
Shear connection including lugs or collar plates: • Single sided connection • Double sided connection	 - -	 - -	 - -	 $0.71\tau_{eH}$ $0.83\tau_{eH}$	 $0.85\tau_{eH}$ τ_{eH}	 τ_{eH} τ_{eH}

(1) The root face is not to be greater than one third of the gross thickness of the PSM stiffener.
(2) Permissible stresses may be increased by 5 percent where a soft heel is provided in way of the heel of the PSM web stiffener.

5.2.4

Where a backing bracket is fitted in addition to the PSM web stiffener, it is to be aligned with the web stiffener. The arm length of the backing bracket is not to be less than the depth of the web stiffener. The net cross sectional area through the throat of the bracket is to be included in the calculation of A_w as shown in **Figure 9**.

5.2.5

Lapped connections of PSM web stiffeners or tripping brackets to stiffeners are not permitted in the

cargo hold region.

5.2.6

Where built-up stiffeners have their face plate welded to the side of the web, a symmetrical arrangement of connection to the PSM is to be fitted. This may be achieved by fitting backing brackets on the opposite side of the PSM or bulkhead. In way of the cargo hold region, the PSM web stiffener and backing brackets are to be butt welded to the intersecting stiffener web.

5.2.7

Where the web stiffener of the PSM is parallel to the web of the intersecting stiffener, but not connected to it, the offset PSM web stiffener is to be located in close proximity to the slot edge as shown in **Figure 10**. The ends of the offset web stiffeners are to be suitably tapered and softened.

5.2.8

The size of the fillet welds is to be calculated according to **Ch 12, Sec 3, [2.5]** based on the weld factors given in **Table 2**. For the welding in way of the shear connection the size is not to be less than that required for the PSM web plate for the location under consideration.

Table 2 : Weld factors for connection between stiffeners and PSMs

Item	Acceptance criteria	Weld factor
PSM stiffener to intersecting stiffener	AC-S, AC-SD AC-T, AC-A	$0.6\sigma_{wc}/\sigma_{perm}$ not to be less than 0.38
Shear connection inclusive of lug or collar plate	AC-S, AC-SD AC-T, AC-A	0.38
Shear connection inclusive of lug or collar plate, where the web stiffener of the PSM is not connected to the intersection stiffener	AC-S, AC-SD AC-T, AC-A	$0.6\tau_w/\tau_{perm}$ not to be less than 0.44

Note

τ_w : Shear stress, in N/mm^2, as defined in [5.2.3].
σ_{wc} : Stress, in N/mm^2, as defined in [5.2.3].
τ_{perm} : Permissible shear stress, in N/mm^2, see Table 1.
σ_{perm} : Permissible direct stress, in N/mm^2, see Table 1.
W : Load, in kN, as defined in [5.2.2].
A_1 : Effective net shear area, in cm^2, as defined in [5.2.2].
A_w : Effective net cross sectional area, in cm^2, as defined in [5.2.2].

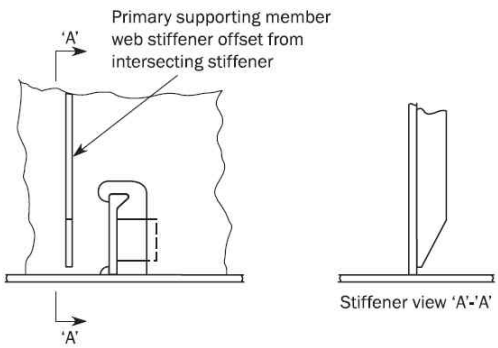


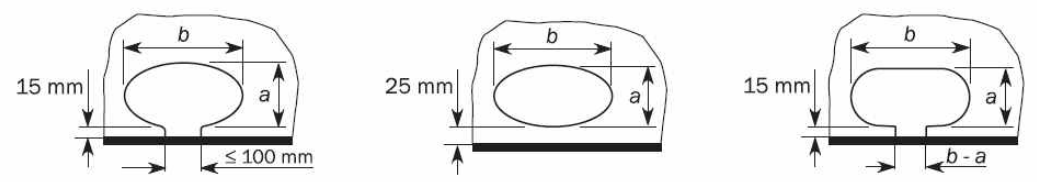
Figure 10 : Offset PSM web stiffeners

6. Openings

6.1 Openings and scallops in stiffeners

6.1.1

Figure 11 shows examples of air holes, drain holes and scallops. In general, the ratio of *a*/*b*, as defined in **Figure 11**, is to be between 0.5 and 1.0. In fatigue sensitive areas further consideration may be required with respect to the details and arrangements of openings and scallops.



The details shown in this figure are for guidance and illustration only.

Figure 11 : Examples of air holes, drain holes and scallops

6.1.2

Openings and scallops are to be kept at least 200 mm clear of the toes of end brackets, end connections and other areas of high stress concentration, measured along the length of the stiffener toward the mid-span and 50 mm measured along the length in the opposite direction, see **Figure 12**. In areas where the shear stress is less than 60% of the permissible stress, alternative arrangements may be accepted.

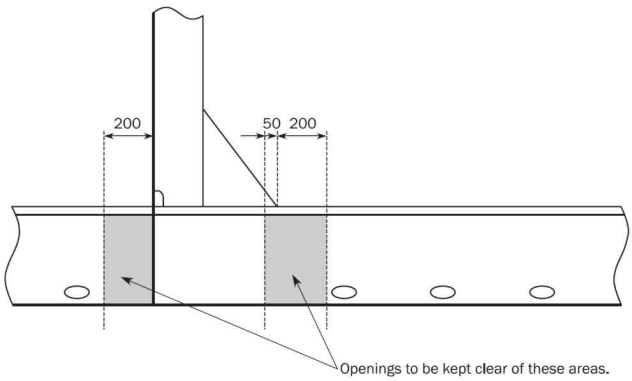


Figure 12 : Location of air and drain holes

6.1.3

Closely spaced scallops or drain holes, i.e. where the distance between scallops/drain holes is less than twice the width b as shown in **Figure 11**, are not permitted in stiffeners contributing to the longitudinal strength. For other stiffeners, closely spaced scallops/drain holes are not permitted within 20% of the stiffener span measured from the end of the stiffener. Widely spaced air or drain holes may be permitted provided that they are of elliptical shape or equivalent to minimise stress concentration and are cut clear of the welds.

6.2 Openings in primary supporting members

6.2.1 General

Manholes, lightening holes and other similar openings are to be avoided in way of concentrated loads and areas of high shear. In particular, manholes and similar openings are to be avoided in high stress areas unless the stresses in the plating and the panel buckling characteristics have been calculated and found satisfactory.

Examples of high stress areas include:

a) Vertical or horizontal diaphragm plates in narrow cofferdams/double plate bulkheads within one-sixth of their length from either end.

b) Floors or double bottom girders close to their span ends.

c) Primary supporting member webs in way of end bracket toes.

d) Above the heads and below the heels of pillars.

Where openings are arranged, the shape of openings is to be such that the stress concentration remains within acceptable limits. Openings are to be well rounded with smooth edges.

6.2.2 Manholes and lightening holes

Web openings as indicated below do not require reinforcement

- In single skin sections, having depth not exceeding 25% of the web depth and located so that the edges are not less than 40% of the web depth from the face plate.
- In double skin sections, having depth not exceeding 50% of the web depth and located so that the edges are well clear of cut outs for the passage of stiffeners.

The length of openings is not to be greater than:

- At the mid-span of primary supporting members: the distance between adjacent openings.
- At the ends of the span: 25% of the distance between adjacent openings.

For openings cut in single skin sections, the length of opening is not to be greater than the web depth or 60% of the stiffener spacing, whichever is greater. The ends of the openings are to be equidistant from the cut outs for stiffeners. Where lightening holes are cut in the brackets, the distance from the circumference of the hole to the free flange of brackets is not to be less than the diameter of the lightening hole. Openings not complying with this requirement are to be reinforced according to **[6.2.3]**.

6.2.3 Reinforcements around openings

Manholes and lightening holes are to be stiffened according to this requirement, except where alternative arrangements are demonstrated as satisfactory, in accordance with the analysis methods described in **Ch 7**.

On members contributing to longitudinal strength, stiffeners are to be fitted along the free edges of the openings parallel to the vertical and horizontal axis of the opening. Stiffeners may be omitted in one direction if the shortest axis is less than 400 mm and in both directions if length of both axes is less than 300 mm. Edge reinforcement may be used as an alternative to stiffeners, see **Figure 13**.

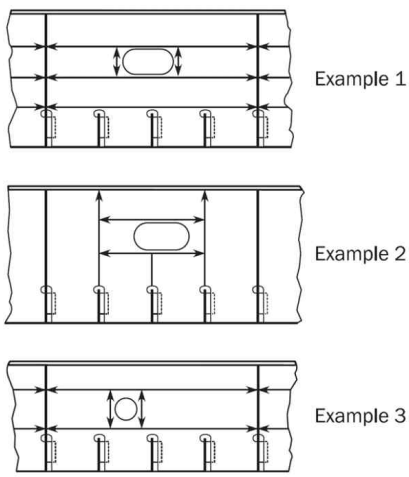


Figure 13 : Web plate with openings

6.3 Openings in the strength deck

6.3.1 General

Openings in the strength deck are to be kept to a minimum and spaced as far as practicable from one another and from the ends of superstructures. Openings are to be located as far as practicable from high stress regions such as side shell platings, hatchway corners.

6.3.2 Small opening location

Openings are generally to be located outside the limits as shown in **Figure 14** in dashed area, defined by:

a) The bent area of a rounded sheer strake, if any, or the side shell.

b) $e = 0.25(B - b)$ from the edge of opening.

c) $c = 0.074\ell + 0.1b$ or $0.25b$, whichever is greater.

where:

b : Width, in m, of the hatchway considered, measured in the transverse direction, see **Figure 14**.

ℓ : Width, in m, in way of the corner considered, of the cross deck strip between two consecutive hatchways, measured in the longitudinal direction, see **Figure 14**.

Transverse distance between the above limits and openings or between hatchways and openings as shown in **Figure 14** is not to be less than:

- $g_2 = 2a_2$ for circular openings.
- $g_1 = a_1$ for elliptical openings.

Transverse distance between openings as shown in **Figure 15** is not to be less than:

- $2(a_1 + a_2)$ for circular openings.
- $1.5(a_1 + a_2)$ for elliptical openings.

where:

a_1 : Transverse dimension of elliptical openings, or diameter of circular openings.

a_2 : Transverse dimension of elliptical openings, or diameter of circular openings.

a_3 : Longitudinal dimension of elliptical openings, or diameter of circular openings.

Longitudinal distance between openings is not to be less than:

- $(a_1 + a_3)$ for circular openings.
- $0.75(a_1 + a_3)$ for elliptical openings and for an elliptical opening in line with a circular one.

If the opening arrangements do not comply with these requirements, the hull girder longitudinal strength assessment is to be carried out by subtracting such opening areas, see **Ch 5, Sec 1, [1.2.9]**.

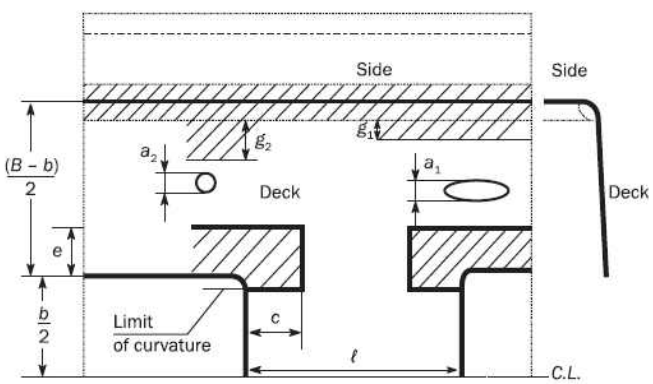


Figure 14 : Position of openings in strength deck

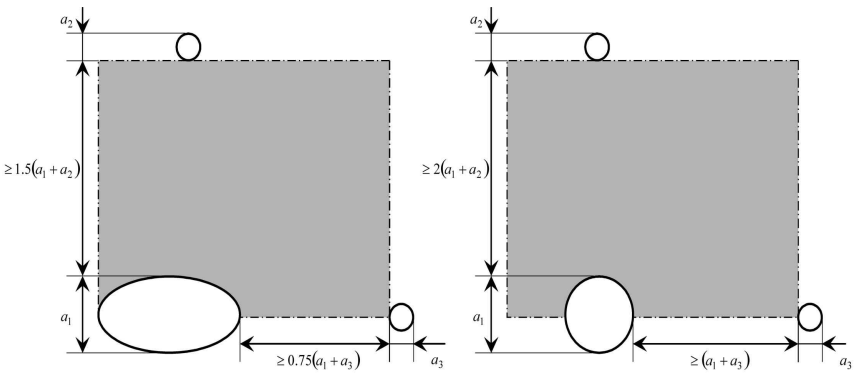


Figure 15 : Elliptical and circular openings in strength deck

7. Double bottom structure

7.1 General

7.1.1 Framing system

The bottom shell and the inner bottom are to be longitudinally framed within the cargo hold region. Where it is not practicable to apply the longitudinal framing system to fore and aft parts of the cargo hold region due to the hull form, transverse framing may be accepted on a case-by-case basis subject to appropriate brackets and other arrangements being incorporated to provide structural continuity in way of changes to the framing system.

7.1.2 Variation in height of double bottom

Any variation in the height of the double bottom is to be made gradually and over an adequate length; the knuckles of inner bottom plating are to be located in way of plate floors. Where such arrangement is not possible, suitable longitudinal structures such as partial girders, longitudinal brackets, fitted across the knuckle are to be arranged.

7.1.3 Drainage of tank top

Where wells are provided for the drainage, such wells are not to extend for more than one-half height of the double bottom. In no case the vertical distance from the bottom of such wells to a plane coinciding with the keel line be less than 500 mm.

7.1.4 Duct keel

Where a duct keel is arranged, the centre girder may be replaced by two girders spaced, no more than 3 m apart. Otherwise, for a spacing wider than 3 m, the two girders are to be provided with support of adjacent structure and subject to the Society's approval. The structures in way of the floors are to provide sufficient continuity of the latter.

7.2 Keel plate

7.2.1

Keel plating is to extend over the flat of bottom for the full length of the ship. The width of the keel, in m, is not to be less than $0.8 + L/200$, without being taken greater than 2.3 m.

7.3 Girders

7.3.1 Centre girder

When fitted, the centre girder is to extend within the cargo hold region and is to extend forward and aft

as far as practicable. Structural continuity of the centre girder is to be maintained within the full length of the ship.

Where double bottom compartments are used for the carriage of fresh water or ballast water, the centre girder is to be watertight, except for the case such as narrow tanks at the end parts or when other watertight girders are provided within 0.25 *B* from the centreline.

7.3.2 Side girders

The side girders are to extend within the parallel part of the cargo hold region and are to extend forward and aft of the cargo hold region as far as practicable.

7.4 Floors

7.4.1 Web stiffeners

Floors are to be provided with web stiffeners in way of longitudinal ordinary stiffeners. Where the web stiffeners are not welded to the longitudinal stiffeners, design standard as given in **Ch 9, Sec 6, [2]** applies unless fatigue strength assessment for the cut out and connection of longitudinal stiffener is carried out.

7.5 Bilge keel

7.5.1 Material

The material of the bilge keel and ground bar is to be of the same yield stress as the material to which they are attached. In addition, when the bilge keel extends over a length more than 0.15 *L*, the material of the bilge keel and ground bar is to be of the same grade as the material to which they are attached.

7.5.2 Design

The design of single web bilge keels is to be such that failure to the web occurs before failure of the ground bar. This may be achieved by ensuring the web thickness of the bilge keel does not exceed that of the ground bar. Bilge keels of a different design, from that shown in **Figure 16**, are to be specially considered by the Society.

7.5.3 Ground bars

Bilge keels are not to be welded directly to the shell plating. A ground bar, or doubler, is to be fitted on the shell plating as shown in **Figure 16** and **Figure 17**. In general, the ground bar is to be continuous. The gross thickness of the ground bar is not to be less than the gross thickness of the bilge plating or 14 mm, whichever is the lesser.

7.5.4 End details

The ground bar and bilge keel ends are to be tapered or rounded. Tapering is to be gradual with a minimum ratio of 3:1, see items (a), (b), (d) and (e) in **Figure 17/Figure 18**. Rounded ends are to be as shown in item (c) of **Figure 17**. Cut-outs on the bilge keel web, within zone 'A' (see items (b) and (e) of **Figure 17/Figure 18**) are not permitted. The end of the bilge keel web is to be not less than 50 mm and not greater than 100 mm from the end of the ground bar, see items (a) and (d) of **Figure 19/Figure 20**). Ends of the bilge keel and ground bar are to be supported by either transverse or longitudinal members inside the hull, as indicated as follows:

a) Transverse support member is to be fitted at mid length between the end of the bilge keel web and the end of the ground bar, see items (a), (b) and (c) of **Figure 17**.
b) Longitudinal stiffener is to be fitted in line with the bilge keel web, it is to extend to at least the nearest transverse member forward and aft of zone 'A' (see items (b) and (e) of **Figure 17/Figure 18**).

Alternative end arrangements may be accepted, provided that they are considered equivalent.

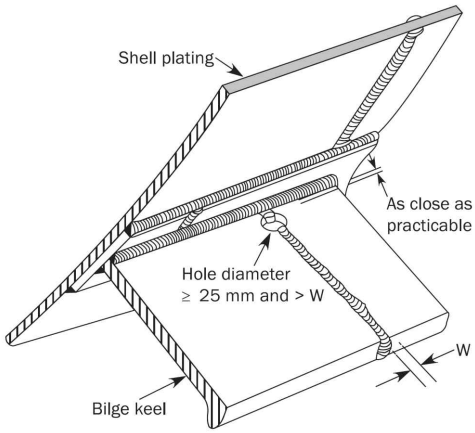


Figure 16 : Bilge keel construction

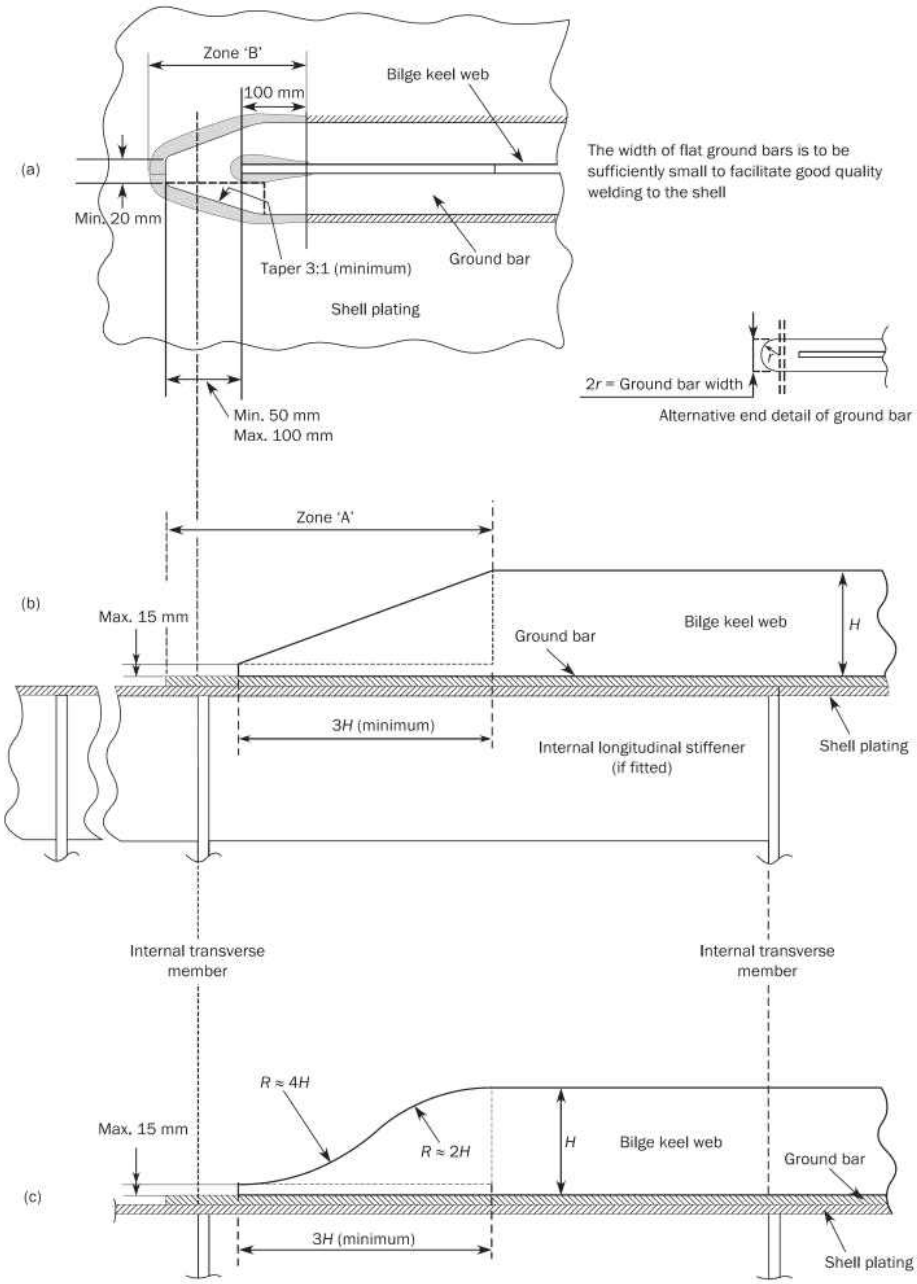


Figure 17 : Bilge keel end design

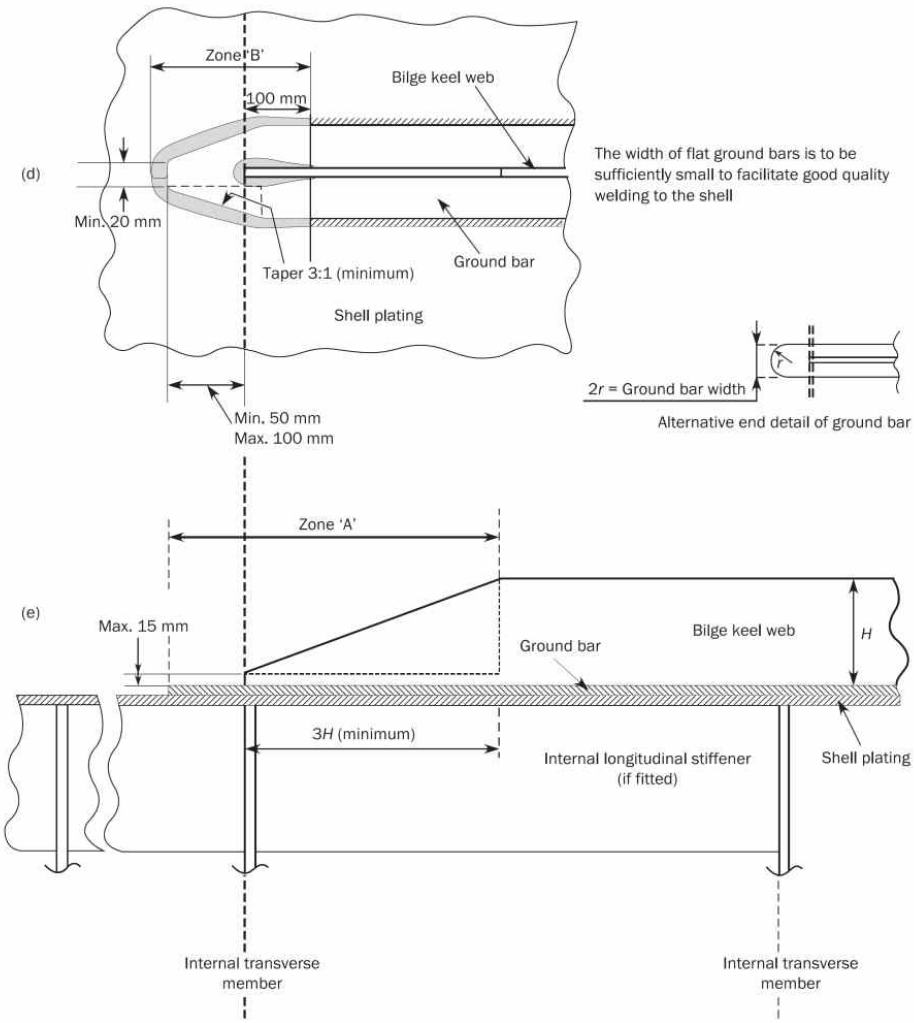


Figure 18 : Bilge keel end design (continued)

7.6 Docking

7.6.1 General

The dry docking arrangement itself is not covered in these Rules. The bottom structure is to withstand the forces imposed by dry docking the ship.

7.6.2 Docking brackets

Docking brackets connecting the centreline girder to the bottom plating, are to be connected to the adjacent bottom longitudinals.

8. Double side structure

8.1 General

8.1.1

Side shell and inner hull are generally to be longitudinally framed. Where the side shell is longitudinally framed, the inner hull are to be longitudinally framed.

8.2 Structural arrangement

8.2.1 Primary supporting members

Double side web frames are to be fitted in line with web frames in hopper tanks. In general, horizontal side stringers are to be fitted aft of the collision bulkhead, up to 0.2*L* aft of the fore end, in line with fore peak stringers.

8.2.2 Longitudinal stiffeners

The longitudinal stiffeners on side shell and inner hull, where fitted, are to be continuous within the length of the parallel part of the cargo hold region. They are to be effectively connected to the transverse web frames and bulkheads of the double side structure. Longitudinal framing of the side shell and inner longitudinal bulkhead is to extend outside the cargo hold region, as far forward as practicable.

8.2.3 Transverse stiffeners

The transverse stiffeners on side shell and inner hull, where fitted, are to be continuous or fitted with bracket end connections. At their upper and lower ends, the shell and inner hull transverse stiffeners are to be connected by brackets to the supporting stringer plates.

8.2.4 Sheer strake

Sheer strakes are to have breadths, in m, not less than 0.8 + *L*/200, measured vertically, but need not be greater than 1.8 m. The sheer strake may be either welded to the stringer plate or rounded. If the sheer strake is rounded, its radius, in mm, is to be not less than $17t_s$, where t_s is the net thickness, in mm, of the sheer strake.

The upper edge of the welded sheer strake is to be rounded, smooth and free of notches. Fixtures, such as bulwarks and eye plates, are not to be directly welded on the upper edge of the sheer strake, except in fore and aft parts. Drainage openings with a smooth transition in the longitudinal direction may be permitted. Longitudinal seam welds of rounded sheer strake are to be located outside the bent area at a distance not less than 5 times the maximum net thickness of the sheer strake. The welding of deck fittings to rounded sheer strakes is to be avoided within 0.6 *L* amidships. The transition from a rounded sheer strake to an angled sheer strake associated with the arrangement of superstructures is to be designed to avoid any discontinuities.

8.2.5 Plating connection

Connection between the inner hull plating and the inner bottom plating is to be designed such that stress concentration is avoided. The connections of hopper tanks plating with inner hull and with inner bottom are to be supported by a primary supporting member.

9. Deck structure

9.1 Structural arrangement

9.1.1 Framing system

Deck areas contributing to the longitudinal strength are to be longitudinally framed.

9.1.2 Stringer plate

Stringer plates are to have breadths not less than 0.8 + *L*/200 m, measured parallel to the deck, but need not be greater than 1.8 m. Rounded stringer plates, where adopted, are to comply with the requirements in **[8.2.4]**.

9.1.3 Connection of deckhouses and superstructures

Connection of deckhouses and superstructures to the strength deck are to be designed such that loads are transmitted into the under deck supporting structure.

9.2 Deck scantlings

9.2.1

The web depth of deck stiffeners is not to be less than 60 mm. Unless the double deck structure, the web depth of PSMs is not to be less than 10% and 7% of the unsupported span in bending in tanks and in dry spaces, respectively, and is not to be less than 2.5 times the depth of the slots if the slots are not closed. Unsupported span in bending is the bending span as defined in **Ch 3, Sec 7** or in case of a grillage structure, the distance between connections to other PSMs.

10. Bulkhead structure

10.1 Application

10.1.1

The requirements of this article apply to longitudinal and transverse bulkheads.

10.2 General

10.2.1

The web height of vertical PSMs on bulkheads may be gradually tapered from bottom to deck.

10.2.2

Bulkheads are to be stiffened in way of deck girders.

10.2.3

Where bulkheads are penetrated by ballast piping, the structural arrangements in way of the connection are to be adequate for the loads imparted to the bulkheads by the hydraulic forces in the pipes.

10.3 Cargo hold bulkheads

10.3.1 General

Watertight transverse bulkheads are to be fitted in line with a double bottom floor.

10.3.2 Primary supporting members

The vertical primary supporting members of the transverse bulkheads are to be fitted in line with bottom girders. Their flanges are to be in line with a double bottom floor. The strength of the connection between these members and the bottom structure is to be assessed.

10.4 Plane bulkheads

10.4.1 General

Plane bulkheads may be horizontally or vertically stiffened. The horizontally framed bulkheads are made of horizontal stiffeners supported by vertical primary supporting members. The vertically framed bulkheads are made of vertical stiffeners supported by horizontal stringers, if needed.

10.4.2 End connection of stiffeners

The crossing of stiffeners through a watertight bulkhead is to be watertight. End connections of stiffeners are to be bracketed. For isolated areas where bracketed end connections cannot be applied due to hull lines, other arrangements including sniped ends are acceptable. Sniped ends may be used for stiffeners on bulkheads subject to hydrostatic pressure, provided they comply with **[3.4]**.

10.5 Watertight bulkheads of trunks and tunnels

10.5.1

Watertight bulkheads of trunks, tunnels, duct keels and ventilators are to be of the same strength as watertight bulkheads at corresponding levels. The means used for making them watertight, and the arrangements adopted for closing their openings, are to be to the satisfaction of the Society.

11. Pillars

11.1 General

11.1.1

Wherever possible, pillars are to be fitted in the same vertical line. If not possible, effective means are to be provided for transmitting the pillar loads to the supports below. Effective arrangements are to be made to distribute the loads at the heads and the heels of all the pillars. Where pillars support eccentric loads, they are to be strengthened to withstand the additional bending moment applied on them.

11.1.2

Pillars are to be provided in line with the double bottom girders or as close thereto as practicable, and the structure above and below the pillars is to be of sufficient strength to provide effective distribution of the load.

Where pillars connected to the inner bottom are not located in way of the intersection of floors and girders, partial floors or girders, or equivalent structures, are to be fitted as necessary to support the pillars.

11.1.3

Pillars provided in tanks are to be of solid or open section type. Where the hydrostatic pressure may result in tensile stresses in the pillar, the tensile stress in the pillar and its end connections is not to exceed 45% of the specified minimum yield stress of the material.

11.2 Connections

11.2.1

Heads and heels of the pillars are to be secured by thick doubling plates and brackets, as necessary. Alternative arrangements for doubling plates may be accepted, provided they are considered equivalent, as deemed appropriate by the Society. Where the pillars are likely to be subjected to tensile loads, heads and heels of the pillars are to be efficiently secured to withstand the tensile loads and the doubling plates are to be replaced by insert plates. The net thickness of the doubling plates, when fitted, is to be not less than 1.5 times the net thickness of the pillar. Pillars are to be attached at their heads and heels by continuous welding.

Section 7 – Structural Idealisation

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

φ_w : Angle, in deg, between the stiffener or primary supporting member web and the attached plating, see **Figure 12** for stiffener and **Ch 10, Sec 1, Figure 5** for primary supporting member. φ_w is to be taken equal to or less than 90 deg.

ℓ_{bdg} : Effective bending span, in m, as defined in **[1.1.2]** for stiffeners and **[1.1.5]** for primary supporting members.

ℓ_{shr} : Effective shear span, in m, as defined in **[1.1.3]** for stiffeners and **[1.1.6]** for primary supporting members.

ℓ : Full length of stiffener or of primary supporting member, in m, between their supports.

s : Stiffener spacing, in mm, as defined in **[1.2]**.

S : Primary supporting member spacing, in m, as defined in **[1.2]**.

a : Length, in mm, of EPP as defined in **[2.1.1]**.

b : Breadth, in mm, of EPP as defined in **[2.1.1]**.

h_{stf} : Stiffener height, including the face plate, in mm.

t_p : Net thickness of attached plate, in mm.

t_w : Net web thickness, in mm. For bulb profiles, see **[1.4.1].**

b_f : Breadth of flange, in mm, see **Ch 3, Sec 2, Figure 2**. For bulb profiles, see **[1.4.1]**.

t_f : Net thickness of flange, in mm.

PSM : Primary Supporting Member.

EPP : Elementary Plate Panel.

LCP : Load Calculation Point.

1. Structural idealisation of stiffeners and primary support members

1.1 Effective spans

1.1.1 General

Where arrangements differ from those defined in this article, span definition may be specially considered.

1.1.2 Effective bending span of stiffeners

The effective bending span ℓ_{bdg} of stiffeners is to be measured as shown in **Figure 1** for single skin structures and **Figure 2** for double skin structures. If the web stiffener is sniped at the end or not attached to the stiffener under consideration, the effective bending span is to be taken as the full length between PSMs unless a backing bracket is fitted, see **Figure 1**.

The effective bending span may be reduced where brackets are fitted to the flange or free edge of the stiffener. Brackets fitted on the side opposite to that of the stiffener with respect to attached plating are not to be considered as effective in reducing the effective bending span.

In single skin structures, the effective bending span of a stiffener supported by a bracket or by a web stiffener on one side only of the primary supporting member web, is to be taken as the total span between primary supporting members as shown in item (a) of **Figure 1**. If brackets are fitted on both sides of the primary supporting member, the effective bending span is to be taken as in items (b), (c)

and (d) of **Figure 1**.

Where the face plate of the stiffener is continuous along the edge of the bracket, the effective bending span is to be taken to the position where the depth of the bracket is equal to one quarter of the depth of the stiffener, see **Figure 3**.

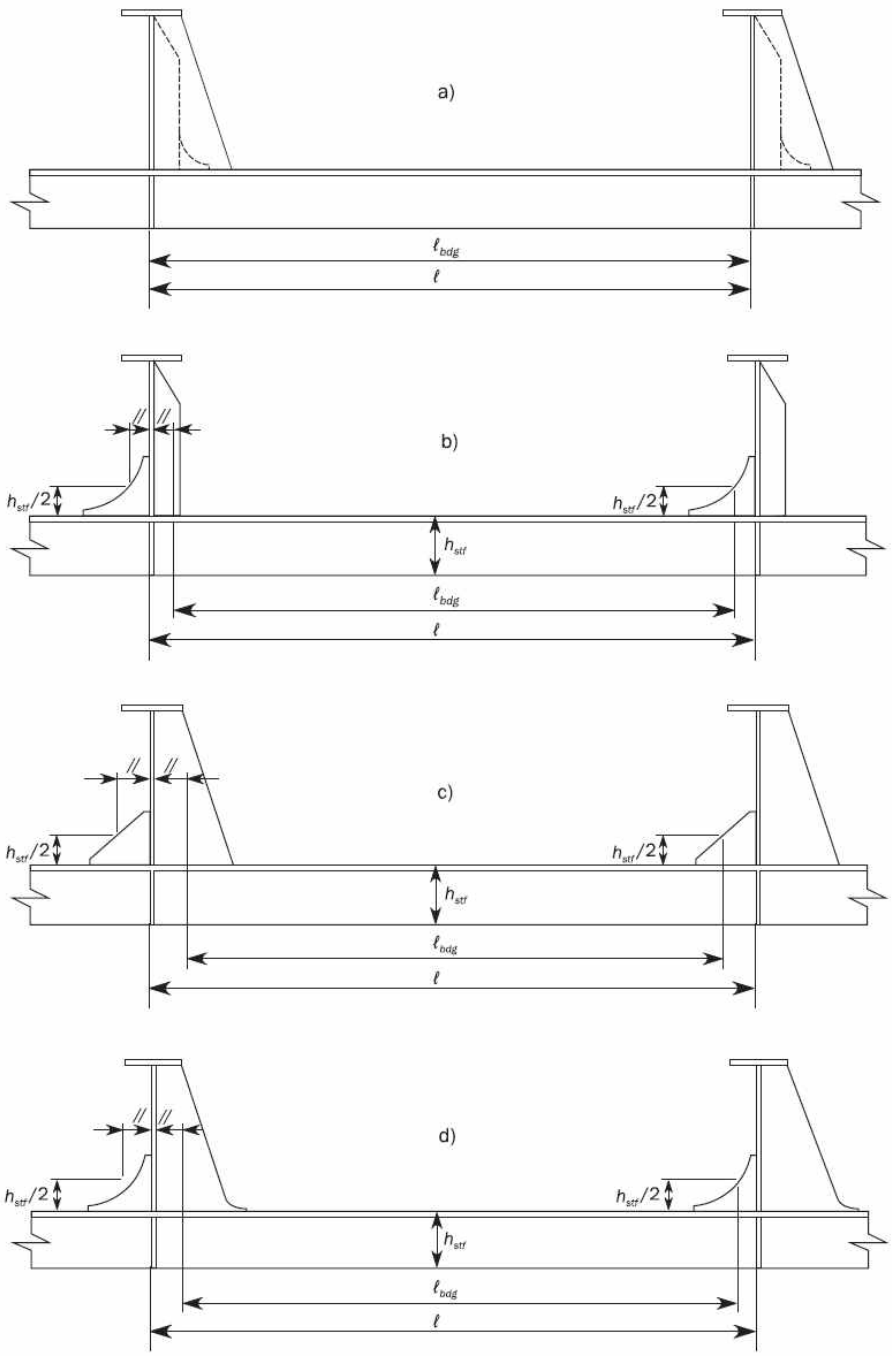


Figure 1 : Effective bending span of stiffeners supported by web stiffeners (Single skin construction)

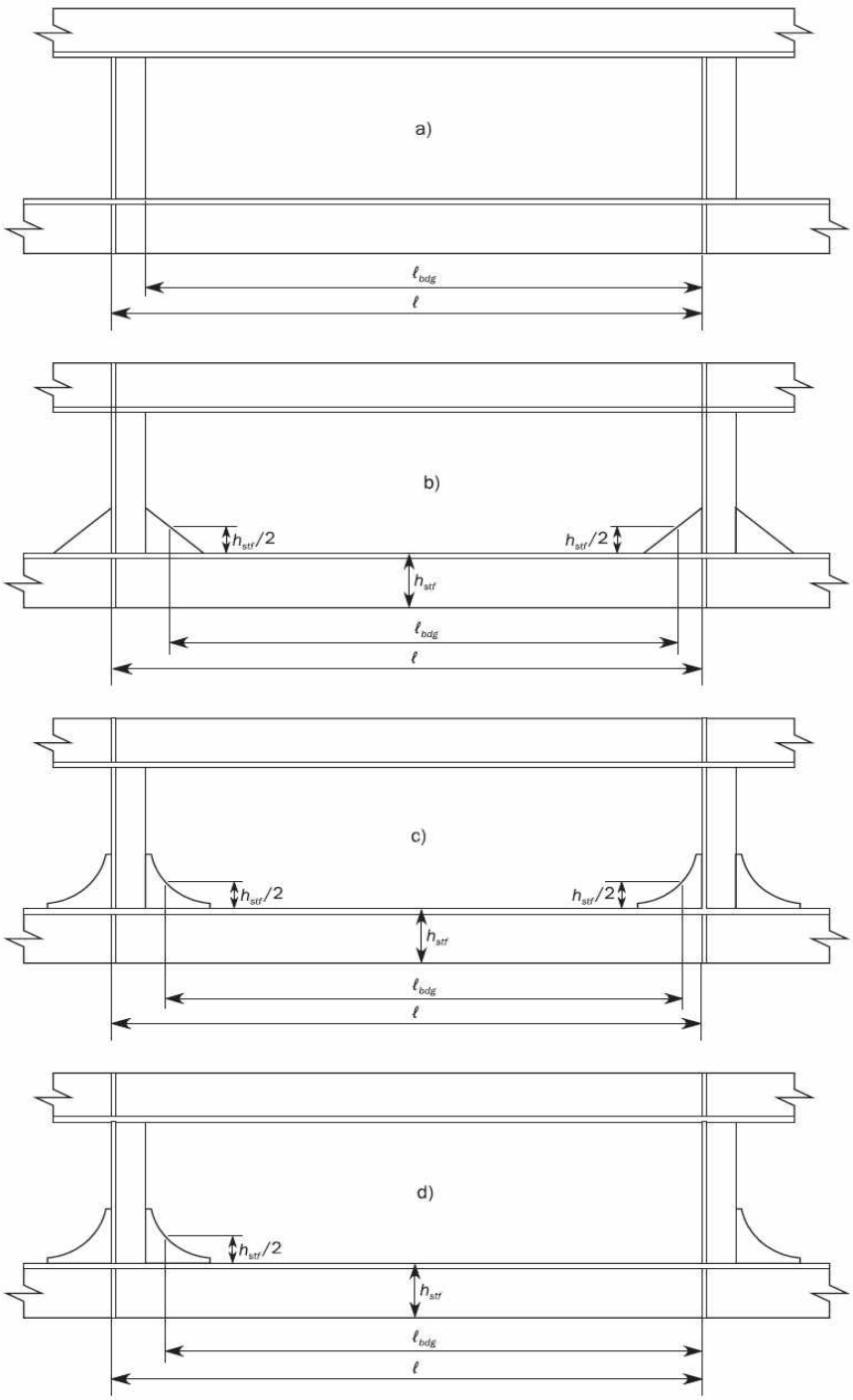


Figure 2 : Effective bending span of stiffeners supported by web stiffeners (Double skin construction)

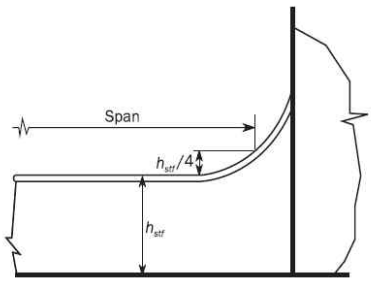


Figure 3 : Effective bending span for local support members with continuous face plate along bracket edge

1.1.3 Effective shear span of stiffeners

The effective shear span, ℓ_{shr} in m, of stiffeners is to be measured as shown in **Figure 4** for single skin structures and **Figure 5** for double skin structures. The effective shear span may be reduced for brackets fitted on either the flange or the free edge of the stiffener, or for brackets fitted to the attached plating on the side opposite to that of the stiffener.

If brackets are fitted at both the flange or free edge of the stiffener, and to the attached plating on the side opposite to the stiffener the effective shear span may be reduced using the longer effective bracket arm. Regardless of support detail, the full length of the stiffener may be reduced by a minimum of *s*/4000 m at each end of the member, hence the effective shear span ℓ_{shr}, is not to be taken greater than:

$$\ell_{shr} \leq \ell - \frac{s}{2000}$$

For curved and/or long brackets (high length/height ratio), the effective bracket length is to be taken as the maximum inscribed 1:1.5 right angled triangle as shown in item (c) of both **Figure 4** and **Figure 5**.

Where the face plate of the stiffener is continuous along the curved edge of the bracket, the bracket length to be considered for determination of the span point location is not to be taken greater than 1.5 times the length of the bracket arm as shown in **Figure 6**.

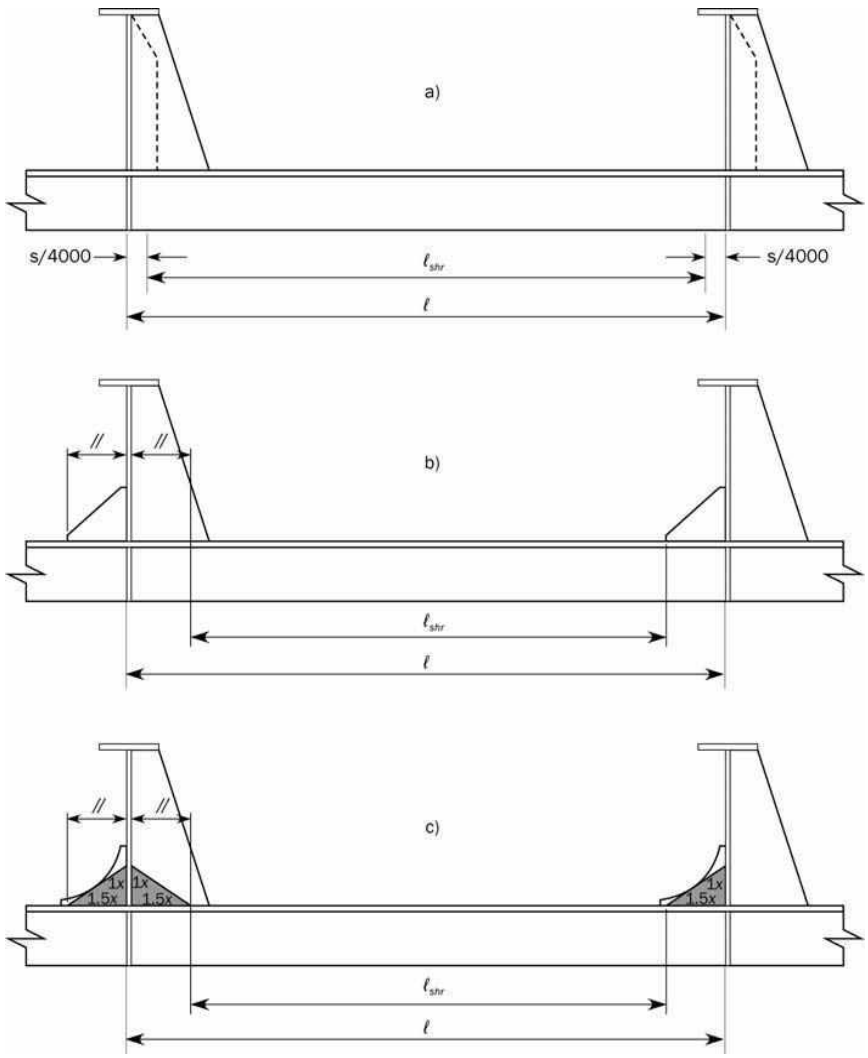


Figure 4 : Effective shear span of stiffeners supported by web stiffeners (single skin construction)

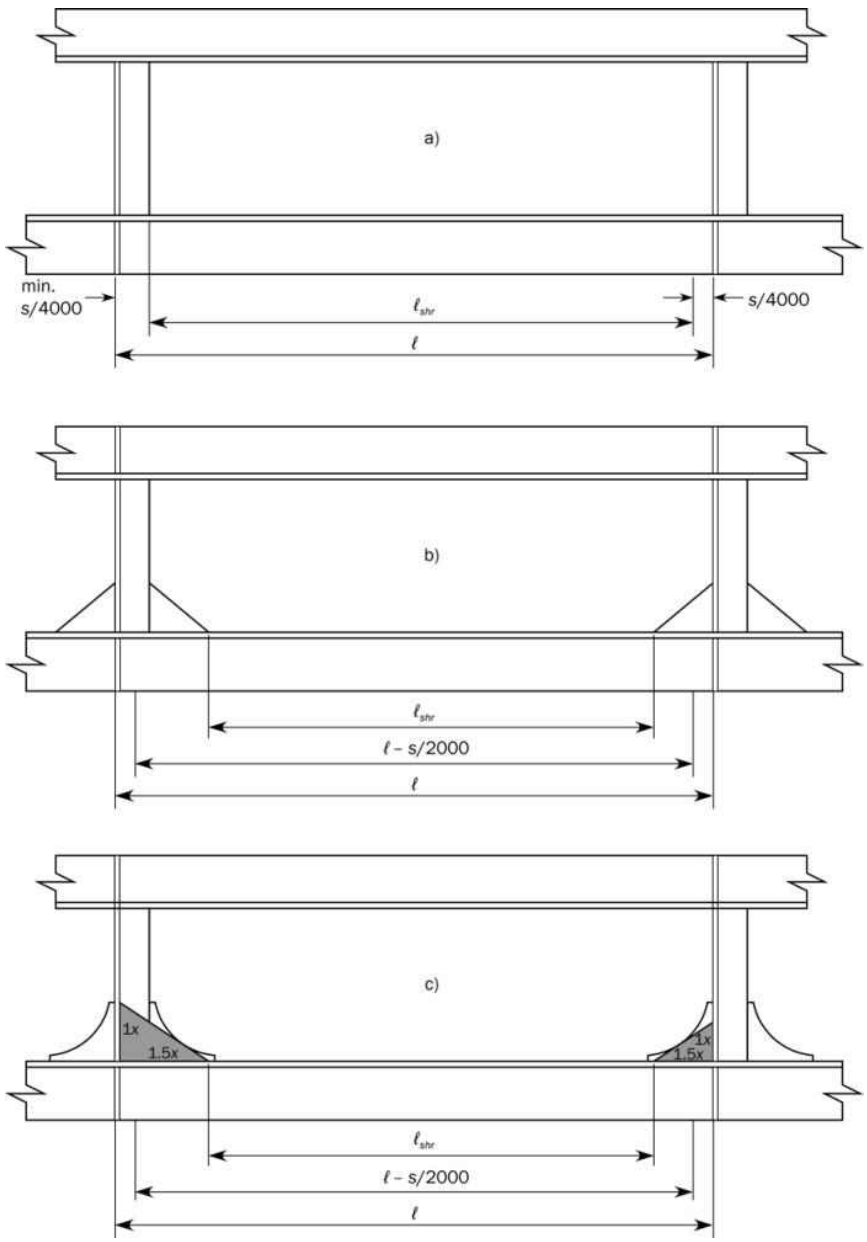


Figure 5 : Effective shear span of stiffeners supported by web stiffeners (double skin construction)

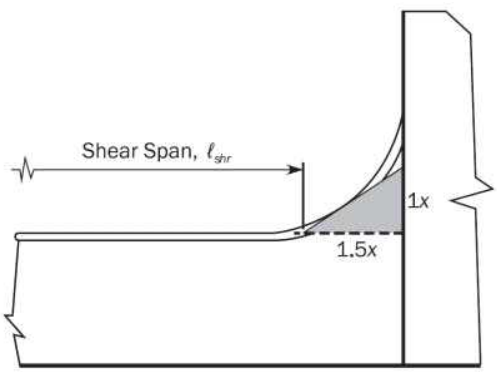


Figure 6 : Effective shear span for local support members with continuous face plate along bracket edge

1.1.4 Effect of hull form shape on span of stiffeners

For curved stiffeners, the span is defined as the chord length between span points to be measured at the flange for stiffeners with a flange, and at the free edge for flat bar stiffeners. The calculation of the effective span is to be in accordance with requirements given in **[1.1.2]** and **[1.1.3]**.

1.1.5 Effective bending span of primary supporting members

The effective bending span ℓ_{bdg} of a primary supporting member without end bracket is to be taken as the length of the primary supporting member between supports. The effective bending span ℓ_{bdg} of a primary supporting member may be taken as less than the full length of the primary supporting member between supports, provided suitable end brackets are fitted.

The effective bending span ℓ_{bdg}, in m, of a primary supporting member with end brackets is taken between points where the depth of the bracket is equal to half the web height of the primary supporting member as shown in **Figure 7** (b). The effective bracket used to define these span points is to be taken as given in **[1.1.7]**.

In case of brackets where the face plate of the member is continuous along the face of the bracket, as shown in **Figure 7** (a), (c) and (d), the effective bending span ℓ_{bdg}, in m, is taken between points where the depth of the bracket is equal to one quarter the web height of the primary supporting member. The effective bracket used to define these span points is to be taken as given in **[1.1.7]**.

For straight brackets with a length to height ratio greater than 1.5, the span point is to be taken to the effective bracket; otherwise the span point is to be taken to the fitted bracket.

For curved brackets, for span positions above the tangent point between fitted bracket and effective bracket, the span point is to be taken to the fitted bracket; otherwise, the span point is to be taken to the effective bracket.

For arrangements where the primary supporting member face plate is carried on to the bracket and backing brackets are fitted, the span point need not be taken greater than to the position where the total depth reaches twice the depth of the primary supporting member. Arrangements with small and large backing brackets are shown in **Figure 7** (e) and (f).

For arrangements where the height of the primary supporting member is maintained and the face plate width is increased towards the support, the effective bending span ℓ_{bdg} may be taken to a position where the face plate breadth reaches twice the nominal breadth.

1.1.6 Effective shear span of primary supporting members

The effective shear span of the primary supporting member may be reduced compared to effective bending span, and taken between the toes of the effective brackets supporting the member, where the toes of effective brackets are as shown in **Figure 8**. The effective bracket used to define the toe point is given in **[1.1.7]**. For arrangements where the effective backing bracket is larger than the effective bracket in way of face plate, the shear span is to be taken as the mean distance between toes of the effective brackets as shown in **Figure 8** (f).

1.1.7 Effective bracket definition

The effective bracket is defined as the maximum size of right angled triangular bracket with a length to height ratio of 1.5 that fits inside the fitted bracket. See **Figure 7** for examples.

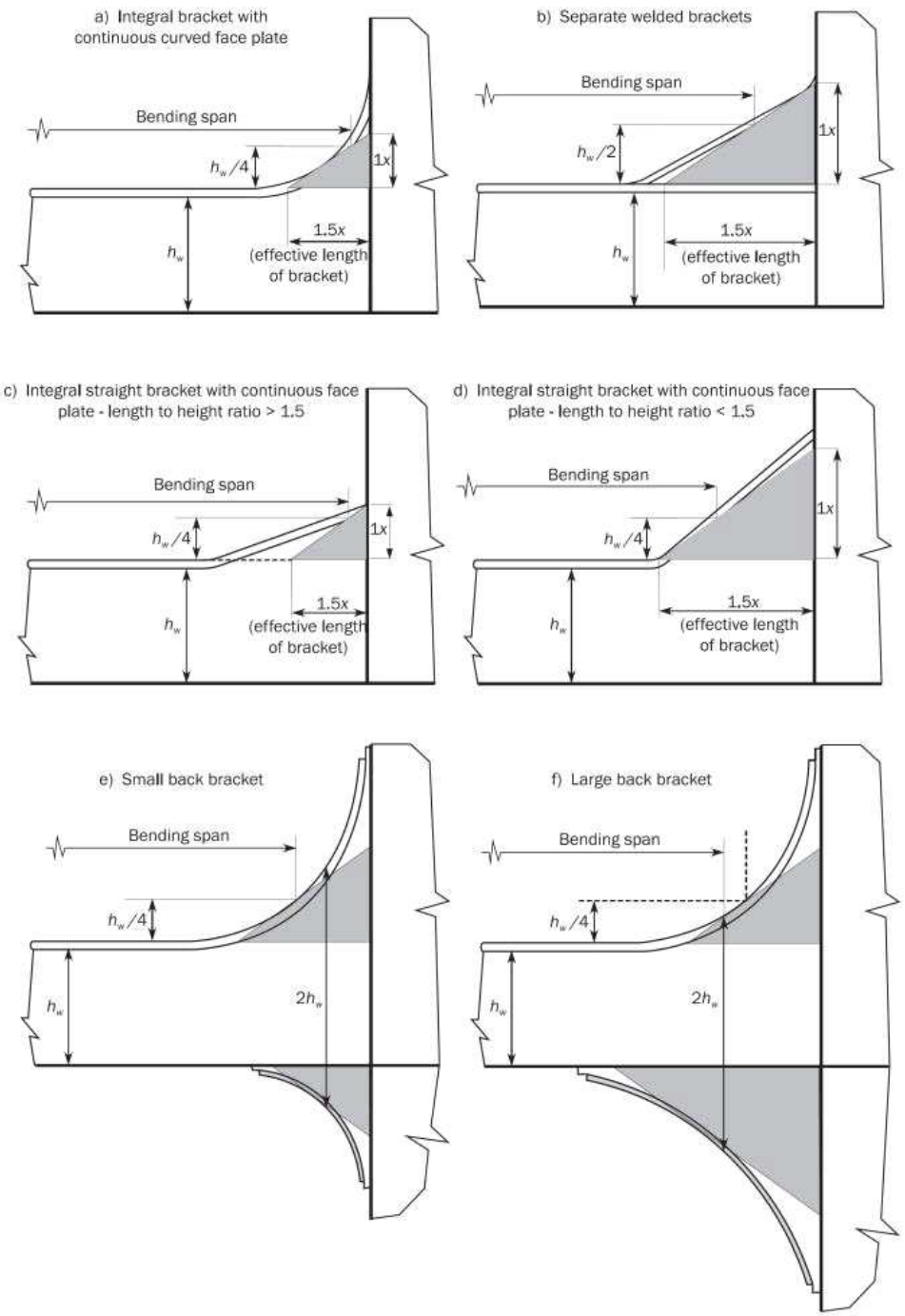


Figure 7 : Effective bending span of primary supporting member

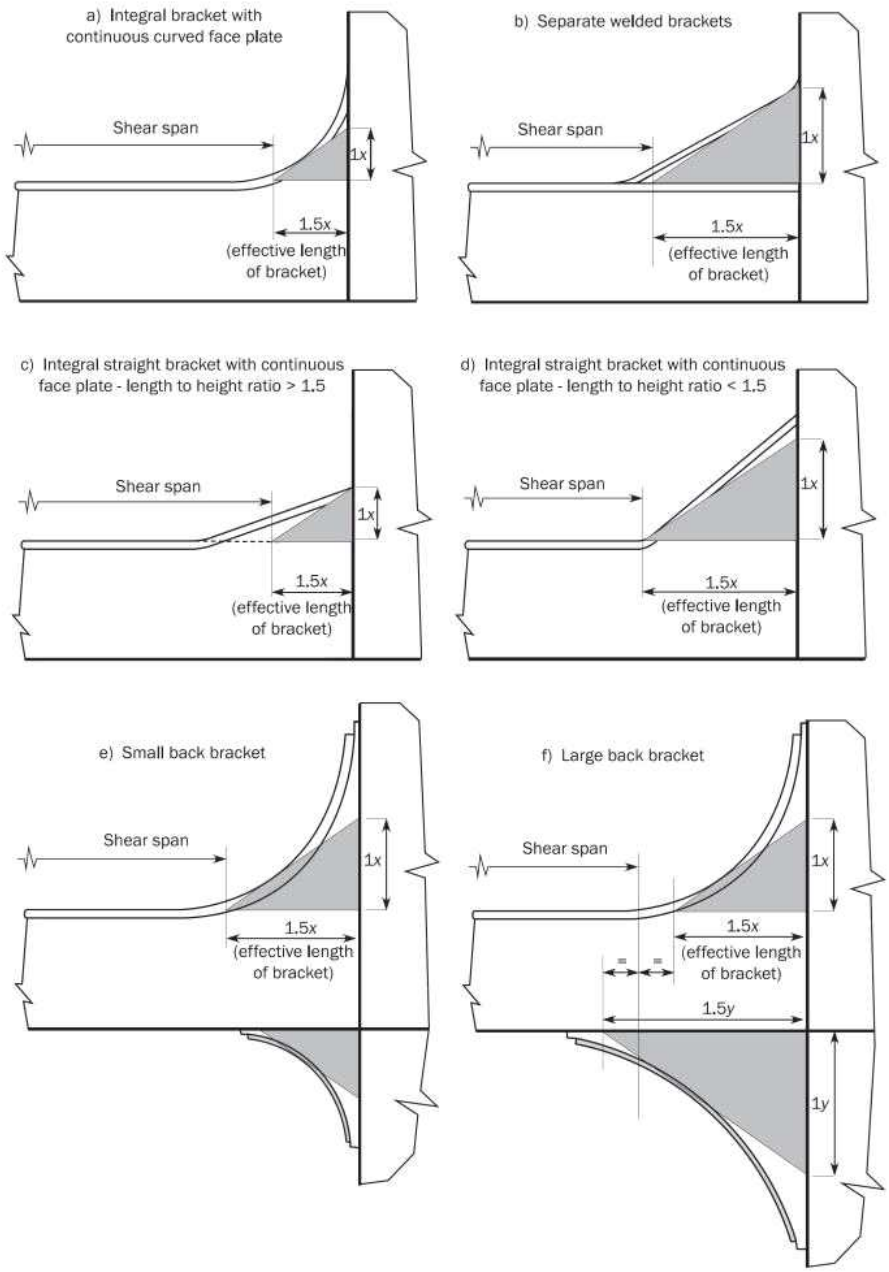


Figure 8 : Effective shear span of primary supporting member

1.2 Spacing and load supporting breadth

1.2.1 Stiffeners

Stiffeners spacing, s, in mm, for the calculation of the effective attached plating of stiffeners is to be taken as the mean spacing between stiffeners and taken equal to, see **Figure 9**.

$$s = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4}{4}$$

where:

b_1, b_2, b_3, b_4 : Spacings between stiffeners at ends, in mm. In general, the loading breadth supported by stiffener is to be taken equal to s.

1.2.2 Primary supporting member

Primary supporting member spacing, *S*, for the calculation of the effective attached plating of primary supporting members is to be taken as the mean spacing between adjacent primary supporting members, and taken equal to, see **Figure 9**.

$$s = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4}{4}$$

where:

b_1, b_2, b_3, b_4 : Spacings between primary supporting members at ends. In general, the loading breadth supported by a primary supporting member is to be taken equal to *S*.

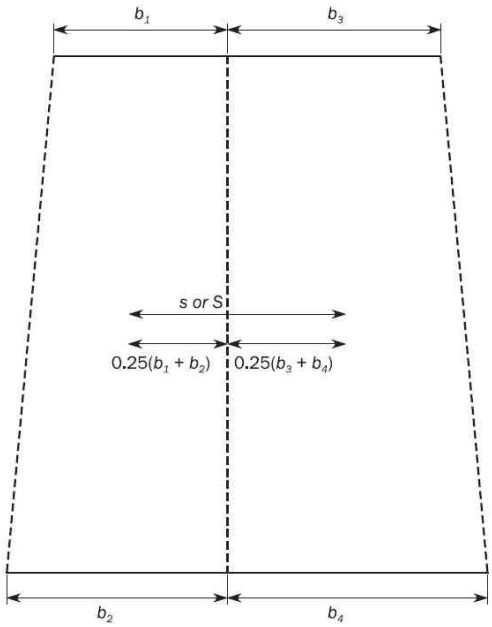


Figure 9 : Spacing of plating

1.2.3 Spacing of curved plating

For curved plating, the stiffener spacing, *s* or the primary supporting member spacing, *S* is to be measured on the mean chord between members.

1.3 Effective breadth

1.3.1 Stiffeners

The effective breadth, b_{eff}, in mm, of the attached plating to be considered in the actual net section modulus for the yielding check of stiffeners is to be obtained from the following formulae:

a) Where the plating extends on both sides of the stiffener:

$b_{eff} = 200\ell$, or

$b_{eff} = s$

whichever is lesser.

b) Where the plating extends on one side of the stiffener (i.e. stiffeners bounding openings):

$b_{eff} = 100\ell$, or

$b_{eff} = 0.5s$

whichever is lesser.

However, where the attached plate net thickness is less than 8 mm, the effective breadth is not to be taken greater than 600 mm. The effective breadth, b_{eff}, in mm, of the attached plating to be considered for the buckling check of stiffeners is given in **Ch 8, Sec 5, [2.3.5]**.

1.3.2 Primary supporting members

The effective breadth of attached plating, b_{eff}, in m, for calculating the section modulus and/or moment of inertia of a primary supporting member is to be taken as:

$$b_{eff} = S \cdot \min\left[\frac{1.12}{1+\frac{1.75}{\left(\frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}}\right)^{1.6}}}\ ;1.0\right] \qquad \text{for} \quad \frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}} \geq 1$$

$$b_{eff} = 0.407\frac{\ell_{bdg}}{\sqrt{3}} \qquad \text{for} \quad \frac{\ell_{bdg}}{S\sqrt{3}} < 1$$

1.3.3 Effective area of curved face plate and attached plating of primary supporting members

The effective net area given in a) and b) is only applicable to curved face plates and curved attached plating of primary supporting members. This is not applicable for the area of web stiffeners parallel to the face plate. The effective net area is applicable to primary supporting members for the following calculations:

- Actual net section modulus used for comparison with the scantling requirements in **Ch 6**.
- Actual effective net area of curved face plates, modelled by beam elements, used in **Ch 7**.

a) The effective net area, $A_{eff-n50}$, in mm^2, is to be taken as:

$$A_{eff-n50} = C_f t_{f-n50}\, b_f$$

where:

C_f : Flange efficiency coefficient is to be obtained from the following formula but not to be greater than 1.0:

$$C_f = C_{f1}\frac{1.285}{\beta k_1} \qquad \text{for symmetrical face plate}$$

$$C_f = 0.18 + \frac{0.08}{\beta^2} \qquad \text{for unsymmetrical face plate}$$

$$C_f = C_{f1}\frac{1.285}{\beta} \qquad \text{for attached plating of box girders}$$

C_{f1} : Coefficient taken equal to:

- For symmetrical face plates,

$$C_{f1} = \frac{\sinh k_1\beta\ \cosh k_1\beta + \sin k_1\beta\ \cos k_1\beta}{(\cosh k_1\beta)^2 + \cos^2 k_1\beta}$$

- For attached plating of box girders with two webs,

$$C_{f1} = \frac{0.78\,(\sinh\beta + \sin\beta)(\cosh\beta - \cos\beta)}{(\sinh\beta)^2 + \sin^2\beta}$$

- For attached plating of box girders with multiple webs,

$$C_{f1} = \frac{1.56\,(\cosh\beta - \cos\beta)}{\sinh\beta + \sin\beta}$$

k_1 : Coefficient calculated as:

$$k_1 = 1.4 + 1.25(1.4-\beta)^3 \quad \text{for} \quad \beta < 1.4$$

$k_1 = 1.4$ for $\beta \geq 1.4$

β : Coefficient calculated as:

$$\beta = \frac{1.285\, b_1}{\sqrt{r_f t_{f-n50}}} \text{ , in rad.}$$

b_1 : Breadth, in mm, to be taken equal to:

- For symmetrical face plates, $b_1 = 0.5(b_f - t_{w-n50})$
- For unsymmetrical face plates, $b_1 = b_f$
- For attached plating of box girders, $b_1 = s_w - t_{w-n50}$

s_w : Spacing of supporting webs for box girders, in mm.

t_{f-n50} : Net flange thickness, in mm. For calculation of C_f and β of unsymmetrical face plates, t_{f-n50} is not to be taken greater than t_{w-n50}.

t_{w-n50} : Net web plate thickness, in mm.

r_f : Radius of curved face plate or attached plating, in mm, see **Figure 10** at mid thickness.

b_f : Breadth of face plate or attached plating, in mm, see **Figure 10**.

b) The effective net area, in mm^2, of curved face plates supported by radial brackets, or attached plating supported by cylindrical stiffeners, is given by:

$$A_{eff-n50} = \left(\frac{3 r_f t_{f-n50} + C_f s_r^2}{3 r_f t_{f-n50} + s_r^2} \right) t_{f-n50}\, b_f$$

where:

s_r : Spacing of tripping brackets or web stiffeners or stiffeners normal to the web plating, in mm, see **Figure 10**.

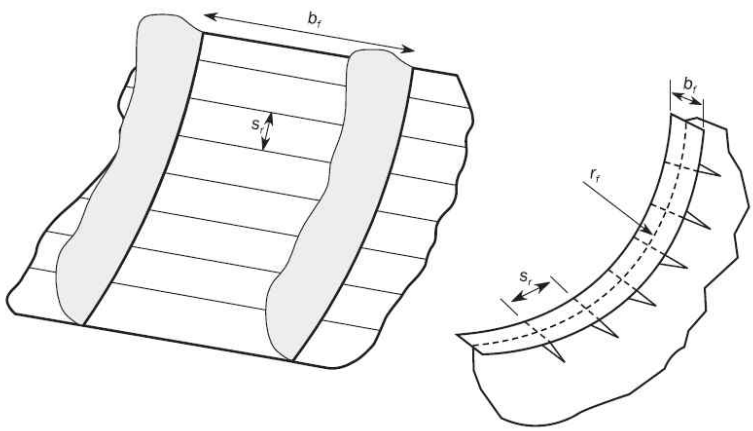


Figure 10 : Curved shell panel and face plate

1.4 Geometrical properties of stiffeners and primary supporting members

1.4.1 Stiffener profile with a bulb section

The properties of bulb profile sections are to be determined by direct calculations. Where direct calculation of properties is not possible, a bulb section may be taken equivalent to a built-up section. The net dimensions of the equivalent built-up section are to be obtained, in mm, from the following formulae.

$$h_W = h'_W - \frac{h'_W}{9.2} + 2$$

$$b_f = \alpha\left(t'_W + \frac{h'_W}{6.7} - 2\right)$$

$$t_f = \frac{h'_W}{9.2} - 2$$

$$t_w = t'_w$$

where:

h'_w, t'_w : Net height and thickness of a bulb section, in mm, as shown in **Figure 11**.

α : Coefficient equal to:

$$\alpha = 1.1 + \frac{(120 - h'_w)^2}{3000} \quad \text{for } h'_w \le 120$$

$$\alpha = 1.0 \quad \text{for } h'_w > 120$$

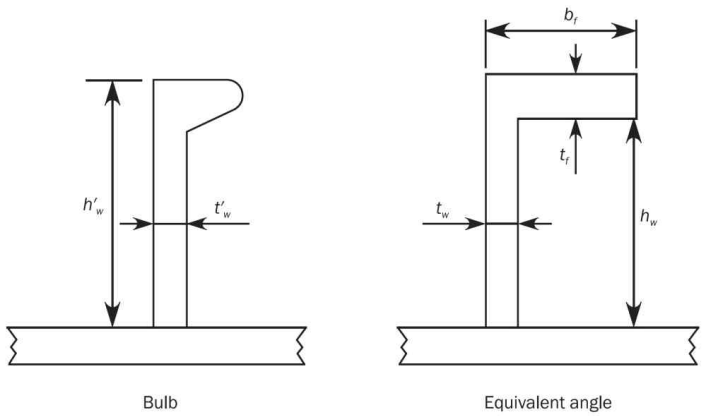


Figure 11 : Dimensions of stiffeners

1.4.2 Net elastic shear area of stiffeners

The net elastic shear area, A_{shr}, in cm^2, of stiffeners is to be taken as:

$$A_{shr} = d_{shr}\, t_w 10^{-2}$$

d_{shr} : Effective shear depth of stiffener, in mm, as defined in **[1.4.3]**.

t_w : Net web thickness of the stiffener, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 2, Figure 2**.

1.4.3 Effective shear depth of stiffeners

The effective shear depth of stiffeners, d_{shr}, in mm, is to be taken as:

$$d_{shr} = (h_{stf} - 0.5t_{c-stf} + t_p + 0.5t_{c-pl})\sin\varphi_w$$

where:

h_{stf} : Height of stiffener, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 2, Figure 2**.

t_p : Net thickness of the stiffener attached plating, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 2, Figure 2**.

t_{c-stf} : Corrosion addition, in mm, of considered stiffener as given in **Ch 3, Sec 3**.

t_{c-pl} : Corrosion addition, in mm, of attached plate of the stiffener considered as given in **Ch 3, Sec 3**.

φ_w : Angle, in deg, as defined in **Figure 12**. φ_w is to be taken equal to or less than 90 degrees.

1.4.4 Elastic net section modulus of stiffeners

The elastic net section modulus, Z, in cm^3 and the net moment of inertia, I, in cm^4 of stiffeners, in cm^3, is to be taken as:

$$Z = Z_{stf} \sin\varphi_w$$

$$I = I_{st} \sin^2\varphi_w$$

where:

Z_{stf} : Net section modulus of the stiffener, in cm^3, considered perpendicular to its attached plate, i.e. with φ_w = 90 deg.

I_{st} : Net moment of inertia of the stiffener, in cm^4, considered perpendicular to its attached plate, i.e. with φ_w = 90 deg.

φ_w : Angle, in deg, as defined in **Figure 12**. φ_w is to be taken equal to or less than 90 degrees.

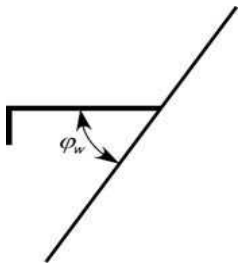


Figure 12 : Angle between stiffener web and attached plating

1.4.5 Effective net plastic shear area of stiffeners

The net plastic shear area, A_{shr-pl} of stiffeners, in cm^2, which is used for assessment against impact loads is to be taken as:

$$A_{shr-pl} = A_{shr}$$

where:

A_{shr} : Net elastic shear area, in cm^2, as defined in **[1.4.2]**.

1.4.6 Effective net plastic section modulus of stiffeners

The effective net plastic section modulus, Z_{pl}, of stiffeners, in cm^3, which is used for assessment against impact loads, is to be taken as:

$$Z_{pl} = \frac{f_w h_w^2 t_w}{2000} + \frac{(2\gamma - 1) A_f h_{f-ctr}}{1000} \qquad \text{for } 75^o \le \varphi_w \le 90^o$$

$$Z_{pl} = \frac{f_w h_w^2 t_w \sin\varphi_w}{2000} + \frac{(2\gamma - 1) A_f (h_{f-ctr} \sin\varphi_w - b_{f-ctr} \cos\varphi_w)}{1000} \qquad \text{for } \varphi_w < 75^o$$

where

f_w : Web shear stress factor, taken equal to:

- f_w = 0.75 for flanged profile cross sections with n = 1 or 2
- f_w = 1.0 for flanged profile cross sections with n = 0
- f_w = 1.0 for flat bar stiffeners

n : Number of plastic hinges at end supports of each member, taken equal to: 0, 1 or 2.

A plastic hinge at end support may be considered where:

- The stiffener is continuous at the support.
- The stiffener passes through the support plate while it is connected at its termination point by a carling (or equivalent) to adjacent stiffeners.
- The stiffener is attached to an abutting stiffener effective in bending (not a buckling stiffener).
- The stiffener is attached to a bracket effective in bending. The bracket is assumed to be

effective in bending when it is attached to another stiffener (not a buckling stiffener).

h_w : Depth of stiffener web, in mm, taken equal to:

- For T, L (rolled and built-up) profiles and flat bar, as defined in **Ch 3, Sec 2, Figure 2**.
- For L2 and L3 profiles as defined in **Ch 3, Sec 2, Figure 3**.
- For bulb profiles, to be taken as defined in **[1.4.1]**.

γ : Coefficient equal to:

$$\gamma = \frac{1+\sqrt{3+12\beta}}{4}$$

β : Coefficient equal to:

- For L profiles without a mid-span tripping bracket:

$$\beta = \frac{t_w^2 f_b l_{shr}^2}{80 b_f^2 t_f h_{f-ctr}} 10^6 + \frac{t_w}{2b_f}$$

  Without being taken greater than 0.5.
- For other cases:

  $\beta = 0.5$

A_f : Net cross sectional area of flange, in mm^2:

- A_f = 0 for flat bar stiffeners.
- $A_f = b_f t_f$ for other stiffeners.

b_{f-ctr} : Distance from mid thickness of stiffener web to the centre of the flange area:

- $b_{f-ctr} = 0.5(b_f - t_{wr})$ for rolled angle profiles and bulb profiles.
- $b_{f-ctr} = 0$ for T profiles.

h_{f-ctr} : Height of stiffener measured to the mid thickness of the flange:

- $h_{f-ctr} = h_w + 0.5t_f$ for profiles with flange of rectangular shape except for L3 profiles.
- $h_{f-ctr} = h_{stf} - d_e - 0.5t_f$ for L3 profiles as defined in **Ch 3, Sec 2, Figure 3**.

d_e : Distance from upper edge of web to the top of the flange, in mm, for L3 profiles, see **Ch 3, Sec 2, Figure 3**.

f_b : Coefficient taken equal to:

- f_b = 0.8 for flanges continuous through the primary supporting member, with end bracket(s).
- f_b = 0.7 for flanges sniped at the primary supporting member or terminated at the support without aligned structure on the other side of the support, and with end bracket(s).
- f_b = 1.0 for other stiffeners.

t_f : Net flange thickness, in mm.

- t_f = 0 for flat bar stiffeners.
- For bulb profiles t_f is defined in **[1.4.1]**.

1.4.7 Primary supporting member web not perpendicular to attached plating

Where the primary supporting member web is not perpendicular to the attached plating, the actual net shear area, in cm^2, and the actual net section modulus, in cm^3, can be obtained from the following formulae:

a) Actual net shear area:

$$A_{sh-n50} = A_{sh\text{-}0\text{-}n50} \sin\varphi_w \quad \text{for } \varphi_w < 75^o$$

$$A_{sh-n50} = A_{sh\text{-}0\text{-}n50} \quad \text{for } 75^o \le \varphi_w \le 90^o$$

b) Actual net section modulus:

$$Z_{n50} = Z_{perp-n50} \sin\varphi_w \quad \text{for } \varphi_w < 75^o$$

$Z_{n50} = Z_{perp-n50}$ for $75^o \le \varphi_w \le 90^o$

where:

$A_{sh-0-n50}$: Actual net shear area, in cm^2, of the primary supporting member assumed to be perpendicular to the attached plating, to be taken equal to:

$A_{sh-0-n50} = (h_w + t_{f-n50} + t_{p-n50})\, t_{w-n50}\, 10^{-2}$

$Z_{perp-n50}$: Actual section modulus, in cm^3, with its attached plating of the primary supporting member assumed to be perpendicular to the attached plating.

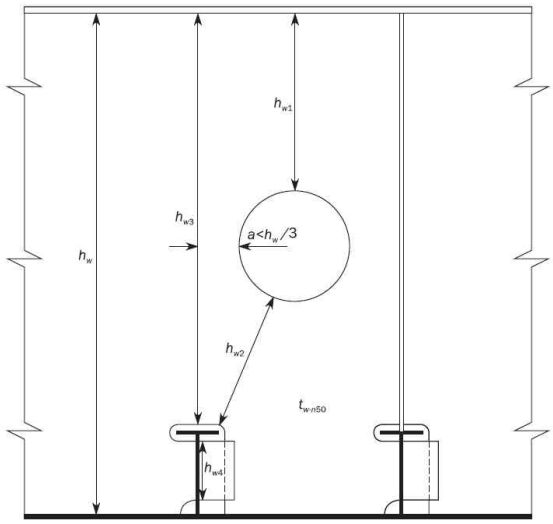


Figure 13 : Effective shear area in way of web openings

1.4.8 Shear area of primary supporting members with web openings

The effective web height, h_{eff}, in mm, to be considered for calculating the effective net shear area, A_{sh-n50} is to be taken as the lesser of:

$$h_{eff} = h_w$$

$$h_{eff} = h_{w3} + h_{w4}$$

$$h_{eff} = h_{w1} + h_{w2} + h_{w4}$$

where:

h_w : Web height of primary supporting member, in mm.

h_{w1}, h_{w2}, h_{w3}, h_{w4} : Dimensions as shown in **Figure 13**.

where an opening is located at a distance less than $h_w/3$ from the cross-section considered, h_{eff} is to be taken as the smaller of the net height and the net distance through the opening. See **Figure 13**.

2. Plates

2.1 Idealisation of EPP

2.1.1 EPP

An elementary plate panel (EPP) is the unstiffened part of the plating between stiffeners and/or primary supporting members. The plate panel length, a, and breadth, b, of the EPP are defined respectively as the longest and shortest plate edges, as shown in **Figure 14**.

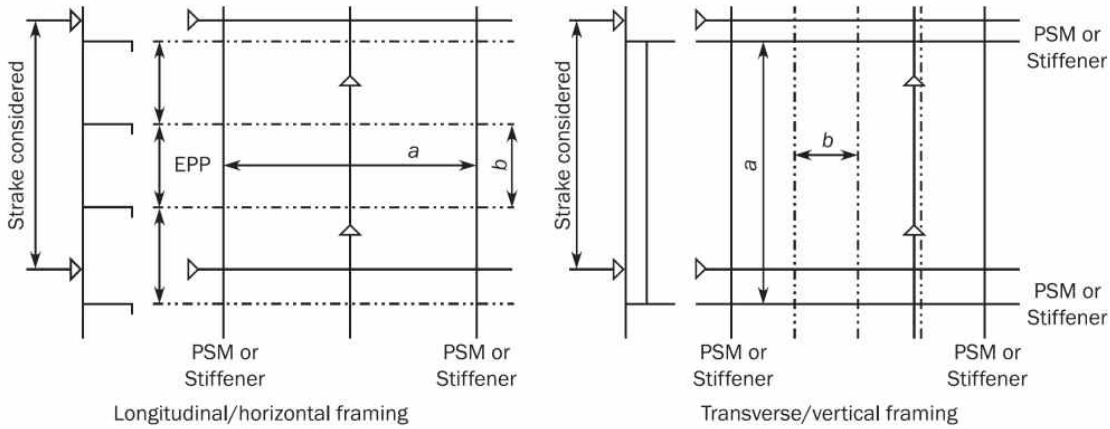


Figure 14 : Elementary Plate Panel (EPP) definition

2.1.2 Strake required thickness

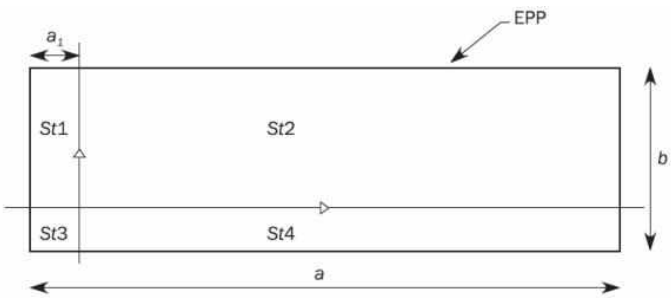
The required thickness of a plate strake is to be taken as the greatest value required for each EPP within that strake. The requirements given in **Table 1** are to be applied for the selection of strakes to be considered as shown in **Figure 15**. The maximum corrosion addition within a strake is to be applied according to **Ch 3, Sec 3, [1.2.3]**.

2.1.3

For direct strength assessment, the EPP is idealised with the mesh arrangement in the finite element model.

Table 1 : Strake considered in a given EPP

	a / b > 2	a / b ≤ 2
a_1 > b/2	All strakes (St1, St2, St3, St4)	All strakes (St1, St2, St3, St4)
a_1 ≤ b/2	Strakes St2 and St4	All strakes (St1, St2, St3, St4)



a_1 : Distance, in mm, measured inside the considered strake in the direction of the long edge of the EPP, between the strake boundary weld seam and the EPP edge.

Figure 15 : Strake considered in a given EPP

2.2 Load calculation point

2.2.1 Yielding

For the yielding check, the local pressure and hull girder stress, used for the calculation of the local scantling requirements are to be taken at the Load Calculation Point (LCP) having coordinates *x*, *y* and *z* as defined in **Table 2**.

Table 2 : LCP coordinates for yielding

LCP coordinates	General[1]		Horizontal plating		Vertical transverse structure	
	Longitudinal framing (Figure 16)	Transverse framing (Figure 17)	Longitudinal framing	Transverse framing	Horizontal framing (Figure 18)	Vertical framing (Figure 19)
x coordinate	Mid-length of the EPP		Mid-length of the EPP		Corresponding to *y* and *z* values	
y coordinate	Corresponding to *x* and *z* coordinates		Outboard *y* value of the EPP		Outboard *y* value of the EPP, taken at *z* level[2]	
z coordinate	Lower edge of the EPP	The greater of lower edge of the EPP or lower edge of the strake	Corresponding to *x* and *y* values		Lower edge of the EPP	The greater of lower edge of the EPP or lower edge of the strake

(1) All structures other than horizontal platings or vertical transverse structures
(2) For transom plate, the y coordinate of the load calculation point is to be taken corresponding to *y* value at side shell at *z* level of the load calculation point, for the external dynamic pressure calculation.

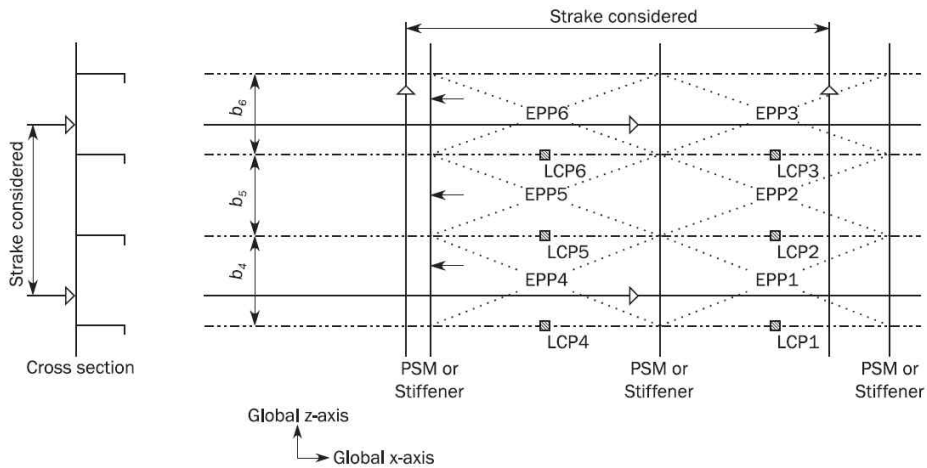


Figure 16 : Load calculation point for longitudinal framing

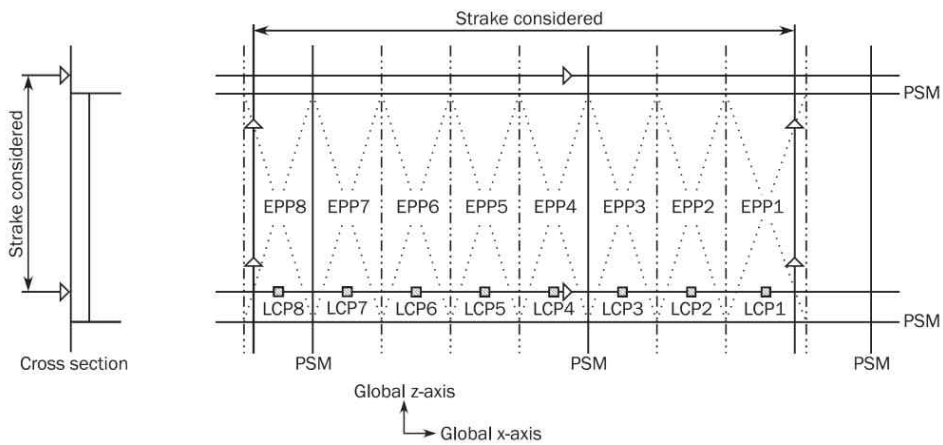


Figure 17 : Load calculation point for transverse framing

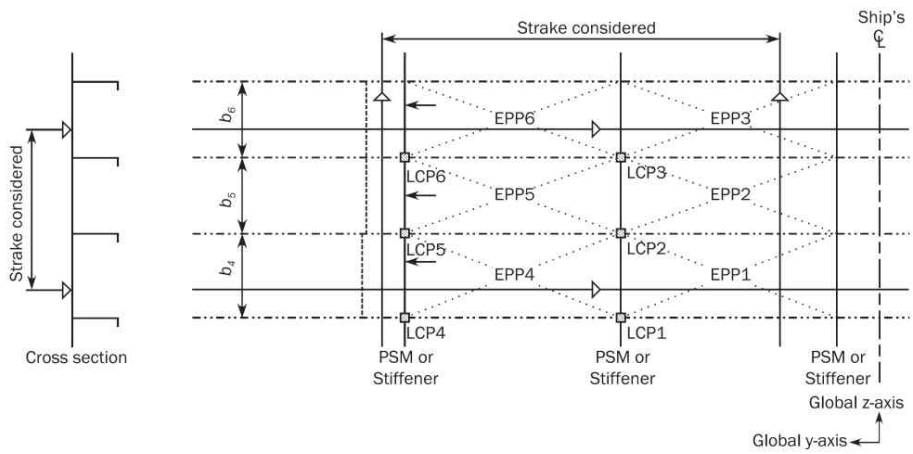


Figure 18 : Load calculation point for horizontal framing on transverse vertical structure

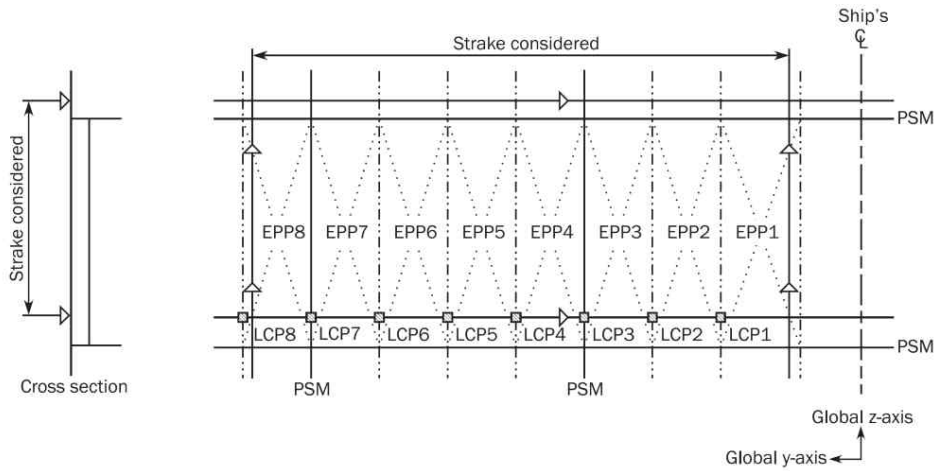


Figure 19 : Load calculation point for vertical framing on transverse vertical structure

2.2.2 Buckling

For the prescriptive buckling check of the EPP according to **Ch 8, Sec 2**, the LCP for the pressure and for the hull girder stresses are defined in **Table 3**. For the FE buckling check, **Ch 8, Sec 4** is applicable.

Table 3 : LCP coordinates for plate buckling

LCP coordinates	LCP for pressure	LCP for hull girder stresses (**Figure 20**)		
		Bending stresses[1]		Shear stresses
		Non horizontal plate	Horizontal plate	
x coordinate	Same coordinates as LCP for yielding See **Table 2**	Mid-length of the EPP		
y coordinate		Corresponding to x and z values	Outboard and inboard ends of the EPP (points A1 and A2)	Mid-point of EPP (point B)
z coordinate		Both upper and lower ends of the EPP (points A1 and A2)	Corresponding to x and y values	

[1] The bending stress for curved plate panel is the mean value of the stresses calculated at points A1 and A2.

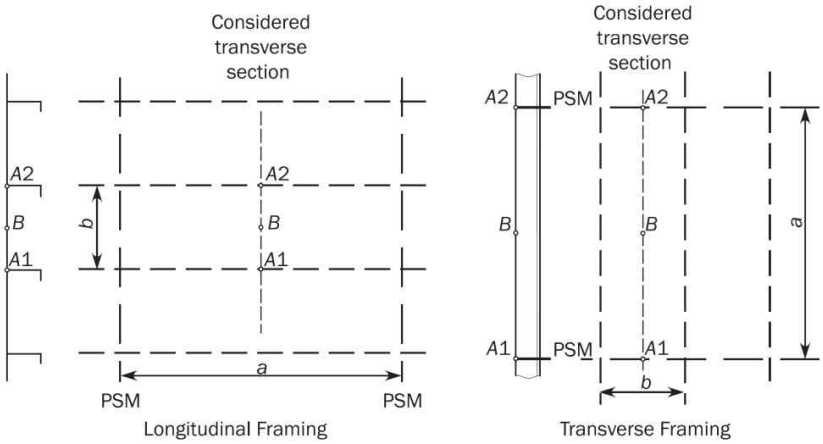


Figure 20 : LCP for plate buckling – hull girder stresses

3. Stiffeners

3.1 Reference point

3.1.1

The requirements of section modulus for stiffeners relate to the reference point giving the minimum section modulus. This reference point is generally located as shown in **Figure 21** for typical profiles.

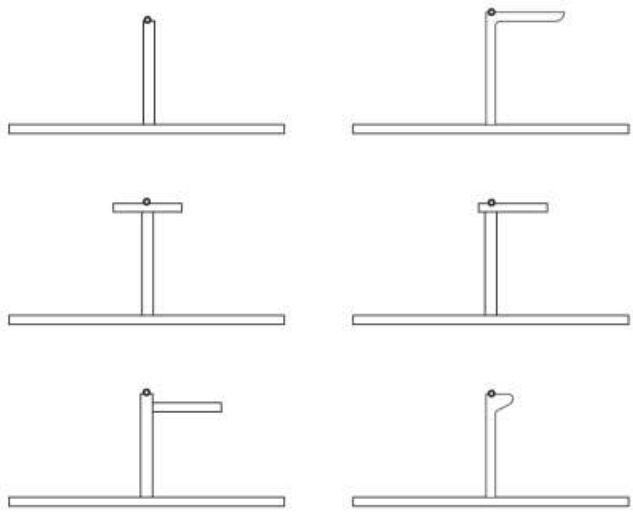


Figure 21 : Reference point for calculation of section modulus and hull girder stress for local scantling assessment

3.2 Load calculation points

3.2.1 LCP for Pressure

The load calculation point for the pressure is located at:

a) Middle of the full length, ℓ, of the considered stiffener.

b) The intersection point between the stiffener and its attached plate.

For stiffeners located on transom plate, the y coordinate of the load calculation point is to be taken corresponding to y value at side shell at z level of the load calculation point, for the external dynamic pressure calculation.

3.2.2 LCP for hull girder bending stress

The load calculation point for the hull girder bending stresses is defined as follows:

a) For yielding verification according **Ch 6**:
- At the middle of the full length, ℓ, of the considered stiffener.
- At the reference point given in **Figure 21**.

b) For prescriptive buckling requirements according to **Ch 8**:
- At the middle of the full length, ℓ, of the considered stiffener.
- At the intersection point between the stiffener and its attached plate.

3.2.3 Non-horizontal stiffeners

The lateral pressure (considering the pressure by IGC code, P_{IGC} in case of cargo tank support structures), P is to be calculated as the maximum between the value obtained at middle of the full length, ℓ, and the value obtained from the following formulae:

a) when the upper end of the vertical stiffener is below the lowest zero pressure level.

$$P = \frac{P_u + P_L}{2}$$

b) when the upper end of the vertical stiffener is at or above the lowest zero pressure level, see **Figure 22**.

$$P = \frac{\ell_1}{\ell}\frac{P_L}{2}$$

where:

ℓ_1 : Distance, in m, between the lower end of vertical stiffener and the lowest zero pressure level.

P_u : Lateral pressures at the upper end of the vertical stiffener span ℓ.

P_L : Lateral pressures at the lower end of the vertical stiffener span ℓ.

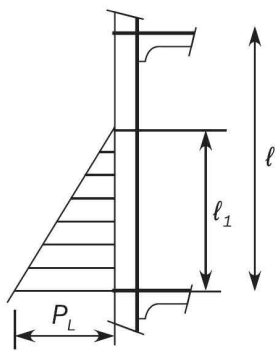


Figure 22 : Definition of pressure for vertical stiffeners

4. Primary Support Members

4.1 Load calculation point

4.1.1

The load calculation point is located at the middle of the full length, ℓ, at the attachment point of the primary supporting member with its attached plate. For primary supporting members located on transom plate, the y coordinate of the load calculation point is to be taken corresponding to y value at side shell at z level of load calculation point for the external dynamic pressure calculation.

Chapter 4

Loads

Section 1 Introduction

Section 2 Dynamic Load Cases

Section 3 Ship Motions and Accelerations

Section 4 Hull Girder Loads

Section 5 External Loads

Section 6 Internal Loads

Section 7 Design Load Scenarios

Section 1 – Introduction

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

S : Static load case

$S+D$: Static plus dynamic load case

1. General

1.1 Application

1.1.1 Scope

This chapter provides the design load for strength and fatigue assessments.

The load combinations are to be derived for the design load scenarios specified in **Ch 4, Sec 7**. This section uses the concept of design load scenarios to specify consistent design load sets which cover the appropriate operating modes.

1.1.2 Equivalent Design Wave EDW

The dynamic loads associated with each dynamic load case are based on the Equivalent Design Wave (EDW) concept. The EDW concept applies a consistent set of dynamic loads to the ship such that specified dominant load response is equivalent to the required long term response value.

1.1.3 Probability level for strength and fatigue assessments

In this chapter, the assessments are to be understood as follows:

a) Strength assessment means the assessment for the strength criteria excluding fatigue, for the loads corresponding to the probability level of 10^{-8}, for the seagoing conditions and for harbour conditions.

b) Fatigue assessment means the assessment for the fatigue criteria for the loads corresponding to the probability level of 10^{-2}.

1.1.4 Dynamic load components

All dynamic load components are to be concurrent values calculated for each dynamic load case.

1.1.5 Loads for strength assessment

The strength assessment is to be undertaken for all design load scenarios and the final assessment is to be made on the most onerous strength requirement.

Each design load scenario for strength assessment is composed of a Static (S) load case or a Static + Dynamic (S+D) load case, where the static and dynamic loads are dependent on the loading condition being considered.

The static loads are defined in the following sections:

a) Still water hull girder loads in **Ch 4, Sec 4**.

b) External loads in **Ch 4, Sec 5**.

c) Internal loads in **Ch 4, Sec 6**.

The EDWs for the strength assessment and the dynamic load combination factors for global loads are listed in **Ch 4, Sec 2, [2]**.

The dynamic load components are defined in the following sections:

a) Dynamic hull girder load components in **Ch 4, Sec 4**.

b) External loads in **Ch 4, Sec 5**.

c) Internal loads in **Ch 4, Sec 6**.

1.1.6 Loads for fatigue assessment

Each design load scenario for fatigue assessment is composed of a Static + Dynamic (S+D) load case, where the static and dynamic loads are dependent on the loading condition being considered.

The static loads are defined in the following sections:

a) Still water hull girder loads in **Ch 4, Sec 4**.

b) External loads in **Ch 4, Sec 5**.

c) Internal loads in **Ch 4, Sec 6**.

The EDWs for the fatigue assessment are listed in **Ch 4, Sec 2, [3]**.

The dynamic load components are defined in the following sections:

a) Dynamic hull girder load components in **Ch 4, Sec 4**.

b) External loads in **Ch 4, Sec 5**.

c) Internal loads in **Ch 4, Sec 6**.

1.2 Definitions

1.2.1 Coordinate system

The coordinate system is defined in **Ch 1, Sec 4, [3.5.1]**.

1.2.2 Sign convention for ship motions

The ship motions are defined with respect to the ship"s centre of gravity (COG) as shown in **Figure 1**, where:

a) Positive surge is translation in the X-axis direction (positive forward).

b) Positive sway is translation in the Y-axis direction (positive towards port side of ship).

c) Positive heave is translation in the Z-axis direction (positive upwards).

d) Positive roll motion is positive rotation about a longitudinal axis through the COG (starboard down and port up).

e) Positive pitch motion is positive rotation about a transverse axis through the COG (bow down and stern up).

f) Positive yaw motion is positive rotation about a vertical axis through the COG (bow moving to port and stern to starboard).

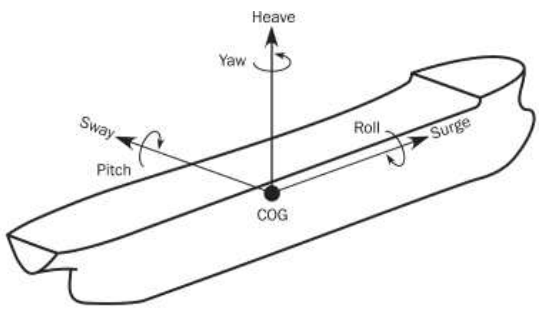


Figure 1 : Definition of positive motions

1.2.3 Sign convention for hull girder loads

The sign conventions of vertical bending moments, vertical shear forces, horizontal bending moments and torsional moments at any ship transverse section are as shown in **Figure 2**, namely:

a) The vertical bending moments M_{sw} and M_{wv} are positive when they induce tensile stresses in the strength deck (hogging bending moment) and negative when they induce tensile stresses in the bottom (sagging bending moment).

b) The vertical shear forces Q_{sw}, Q_{wv} are positive in the case of downward resulting forces acting aft of the transverse section and upward resulting forces acting forward of the transverse section under consideration.

c) The horizontal bending moment M_{wh} is positive when it induces tensile stresses in the starboard side and negative when it induces tensile stresses in the port side.

d) The torsional moment M_{wt} is positive in the case of resulting moment acting aft of the transverse section following negative rotation around the X-axis, and of resulting moment acting forward of the transverse section following positive rotation around the X-axis.

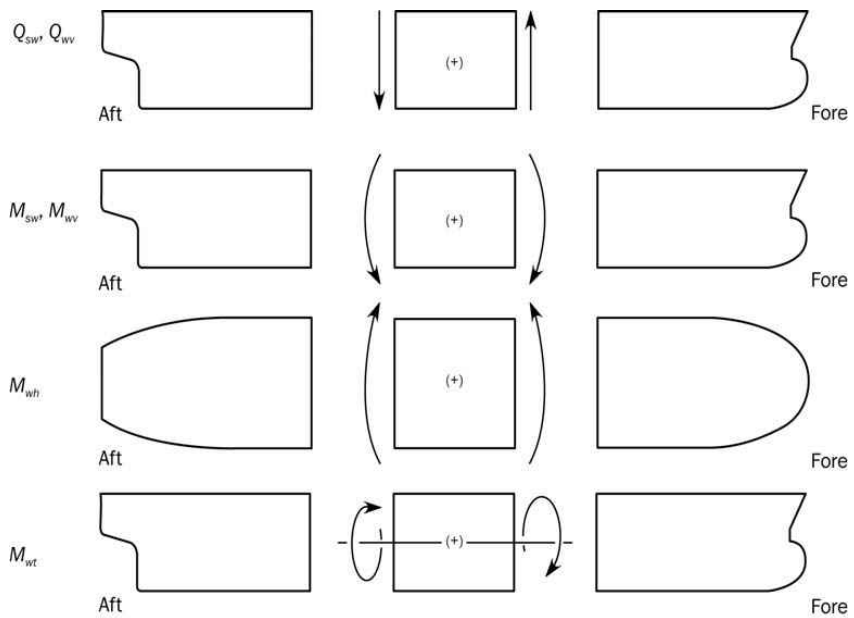


Figure 1 : Sign conventions for shear forces Q_{sw}, Q_{wv} and bending moments M_{sw}, M_{wv}, M_{wh} and M_{wt}

Section 2 - Dynamic load cases

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

a_{surge}, $a_{pitch-x}$, a_{sway}, a_{roll-y}, a_{heave}, a_{roll-z}, $a_{pitch-z}$: Acceleration components, as defined in **Ch 4, Sec 3**.

f_{xL} : Ratio between X-coordinate of the load point and L, to be taken as:

$f_{xL} = \frac{x}{L}$, but not to be taken less than 0.0 or greater than 1.0.

f_T : Ratio between draught at a loading condition and scantling draught, as defined in **Ch 4, Sec 3**.

f_{lp} : Factor depending on longitudinal position along the ship, to be taken as:

$f_{lp} = 1.0$ for $x/L \le 0.5$

$f_{lp} = -1.0$ for $0.5 < x/L$

f_{lp-OST} : Factor for the longitudinal distribution of the torsional moment for the OST load case, to be taken as:

$f_{lp-OST} = 5f_{xL}$ for $x/L < 0.2$

$f_{lp-OST} = 1.0$ for $0.2 \le x/L < 0.4$

$f_{lp-OST} = -7.6f_{xL} + 4.04$ for $0.4 \le x/L < 0.65$

$f_{lp-OST} = -0.9$ for $0.65 \le x/L < 0.85$

$f_{lp-OST} = 6f_{xL} - 6$ for $0.85 \le x/L$

f_{lp-OSA} : Factor for the longitudinal distribution of the torsional moment for the OSA load case, to be taken as:

$f_{lp-OSA} = -(0.8 - 0.25f_T)$ for $x/L < 0.4$

$f_{lp-OSA} = 1.3(0.2 + 0.3f_T)$ for $0.6 \le x/L$

Intermediate values are obtained by linear interpolation.

WS : Weather side, side of the ship exposed to the incoming waves.

LS : Lee side, sheltered side of the ship away from the incoming waves.

M_{wv} : Vertical wave bending moment, in kNm, defined in **Ch 4, Sec 4**.

Q_{wv} : Vertical wave shear force, in kN, defined in **Ch 4, Sec 4**.

M_{wh} : Horizontal wave bending moment, in kNm, defined in **Ch 4, Sec 4**.

M_{wt} : Torsional wave bending moment, in kNm, defined in **Ch 4, Sec 4**.

C_{WV} : Load combination factor to be applied to the vertical wave bending moment.

C_{QV} : Load combination factor to be applied to the vertical wave shear force.

C_{WH} : Load combination factor to be applied to the horizontal wave bending moment.

C_{WT} : Load combination factor to be applied to the wave torsional moment.

C_{XS} : Load combination factor to be applied to the surge acceleration.

C_{XP} : Load combination factor to be applied to the longitudinal acceleration due to pitch.

C_{XG} : Load combination factor to be applied to the longitudinal acceleration due to pitch motion.

C_{YS} : Load combination factor to be applied to the sway acceleration.

C_{YR} : Load combination factor to be applied to the transverse acceleration due to roll.

C_{YG} : Load combination factor to be applied to the transverse acceleration due to roll motion.

C_{ZH} : Load combination factor to be applied to the heave acceleration.

C_{ZR} : Load combination factor to be applied to the vertical acceleration due to roll.

C_{ZP} : Load combination factor to be applied to the vertical acceleration due to pitch.

θ : Roll angle, in deg, as defined in **Ch 4, Sec 3, [2.1.1]**.

ϕ : Pitch angle, in deg, as defined in **Ch 4, Sec 3, [2.1.2]**.

1. General

1.1 Definition of dynamic load cases

1.1.1

The following Equivalent Design Waves (EDW) are to be used to generate the dynamic load cases for structural assessment:

a) HSM load cases :

HSM-1 and HSM-2: Head sea EDWs that minimise and maximise the vertical wave bending moment amidships respectively.

b) HSA load cases:

HSA-1 and HSA-2: Head sea EDWs that maximise and minimise the head sea vertical acceleration at FP respectively.

c) FSM load cases:

FSM-1 and FSM-2: Following sea EDWs that minimise and maximise the vertical wave bending moment amidships respectively.

d) BSR load cases:

BSR-1P and BSR-2P: Beam sea EDWs that minimise and maximise the roll motion downward and upward on the port side respectively with waves from the port side.

BSR-1S and BSR-2S: Beam sea EDWs that maximise and minimise the roll motion downward and upward on the starboard side respectively with waves from the starboard side.

e) BSP load cases:

BSP-1P and BSP-2P: Beam sea EDWs that maximise and minimise the hydrodynamic pressure at the waterline amidships on the port side respectively.

BSP-1S and BSP-2S: Beam sea EDWs that maximise and minimise the hydrodynamic pressure at the waterline amidships on the starboard side respectively.

f) OST load cases:

OST-1P and OST-2P: Oblique sea EDWs that minimise and maximise the torsional moment at 0.25L from the AE with waves from the port side respectively.

OST-1S and OST-2S: Oblique sea EDWs that maximise and minimise the torsional moment at 0.25L from the AE with waves from the starboard side respectively.

g) OSA load cases:

OSA-1P and OSA-2P: Oblique sea EDWs that maximise and minimise the pitch acceleration with waves from the port side respectively.

OSA-1S and OSA-2S: Oblique sea EDWs that maximise and minimise the pitch acceleration with waves from the starboard side respectively.

Note 1: 1 and 2 denote the maximum or the minimum dominate load component for each EDW.
Note 2: P and S denote that the weather side is on port side and on starboard side respectively.

HSA and OSA load cases are not to be used for fatigue assessment.

1.2 Application

1.2.1

The dynamic load cases described in this section are to be used for determining the dynamic loads required by the design load scenarios described in **Ch 4, Sec 7**. These dynamic load cases are to be applied to the following structural assessments:

a) Strength assessment :
- For plating, ordinary stiffeners and primary supporting members by prescriptive methods.
- For the direct strength method (FE analysis) assessment of structural members.

b) Fatigue assessment :
- For structural details covered by simplified stress analysis.
- For structural details covered by FE stress analysis.

2. Dynamic load cases for strength assessment

2.1 Description of dynamic load cases

2.1.1

Table 1 to **Table 3** describe the ship motions responses and the global loads corresponding to each dynamic load case to be considered for the strength assessment.

Table 2 : Ship responses for HSM, HSA and FSM load cases – Strength assessment

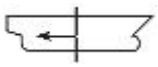
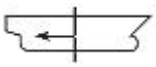
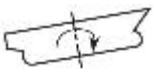
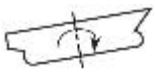
Loadcase	HSM-1	HSM-2	HSA-1	HSA-2	FSM-1	FSM-2
EDW	HSM		HSA		FSM	
Heading	Head		Head		Following	
Effect	Max. bending moment		Max. vertical acceleration		Max. bending moment	
VWBM	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging
VWSF	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore
HWBM	-	-	-	-	-	-
TM	-	-	-	-	-	-
Surge	To stern	To bow	To stern	To bow	-	-
a_{surge}					-	-
Sway	-	-	-	-	-	-
a_{sway}	-	-	-	-	-	-
Heave	Down	Up	Down	Up	Down	Up
a_{heave}						
Roll	-	-	-	-	-	-
a_{roll}	-	-	-	-	-	-
Pitch	Bow down	Bow up	Bow down	Bow up	Bow down	Bow up
a_{pitch}						

Table 3 : Ship responses for BSR and BSP load cases – Strength assessment

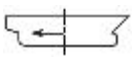
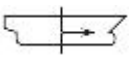
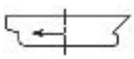
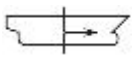
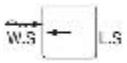
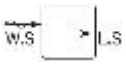
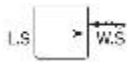
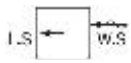
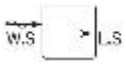
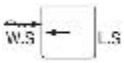
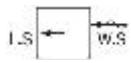
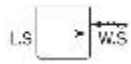
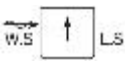
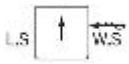
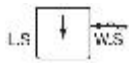
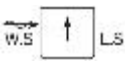
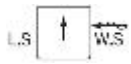
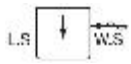
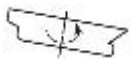
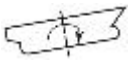
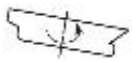
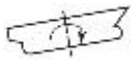
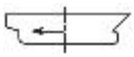
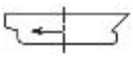
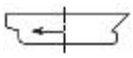
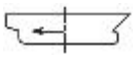
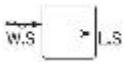
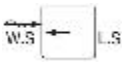
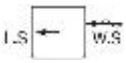
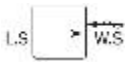
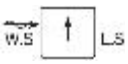
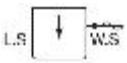
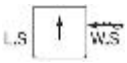
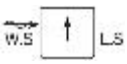
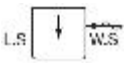
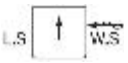
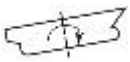
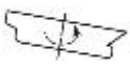
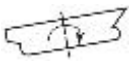
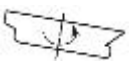
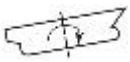
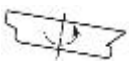
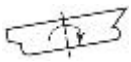
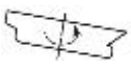
Loadcase	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
EDW	BSR				BSP			
Heading	Beam				Beam			
Effect	Max. roll				Max. pressure at waterline			
VWBM	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging
VWSF	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore
HWBM	Stbd tensile	Port tensile	Port tensile	Stbd tensile	Stbd tensile	Port tensile	Port tensile	Stbd tensile
TM	–	–	–	–	–	–	–	–
Surge	–	–	–	–	To bow	To stern	To bow	To stern
a_{surge}	–	–	–	–				
Sway	To starboard	To Portside	To Portside	To starboard	To Portside	To starboard	To starboard	To Portside
a_{sway}								
Heave	Down	Up	Down	Up	Down	Up	Down	Up
a_{heave}								
Roll	Portside down	Portside up	Starboard down	Starboard up	Portside up	Portside down	Starboard up	Starboard down
a_{roll}								
Pitch	–	–	–	–	Bow down	Bow up	Bow down	Bow up
a_{pitch}	–	–	–	–				

Table 4 : Ship responses for OST and OSA load cases – Strength assessment

Loadcase	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S	OSA-1P	OSA-2P	OSA-1S	OSA-2S
EDW	OST				OSA			
Heading	Oblique				Oblique			
Effect	Max. torsional moment				Max. pitch acceleration			
VWBM	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging	Hogging	Sagging	Hogging	Sagging
VWSF	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore
HWBM	Port tensile	Stbd tensile	Stbd tensile	Port tensile	Stbd tensile	Port tensile	Port tensile	Stbd tensile
TM								
Surge	To bow	To stern	To bow	To stern	To bow	To stern	To bow	To stern
a_{surge}								
Sway	–	–	–	–	To portside	To starboard	To starboard	To portside
a_{sway}	–	–	–	–				
Heave	Up	Down	Up	Down	Up	Down	Up	Down
a_{heave}								
Roll	Portside down	Portside up	Starboard down	Starboard up	Portside down	Portside up	Starboard down	Starboard up
a_{roll}								
Pitch	Bow up	Bow down	Bow up	Bow down	Bow up	Bow down	Bow up	Bow down
a_{pitch}								

2.2 Load combination factors

2.2.1

The load combinations factors, LCFs for the global loads and inertia load components for strength assessment are defined in:

Table 4 : LCFs for HSM, HSA and FSM load cases.

Table 5 : LCFs for BSR and BSP load cases.

Table 6 : LCFs for OST and OSA load cases.

Table 5 : Load combination factors, LCFs for HSM, HSA and FSM load cases – Strength assessment

Load component		LCF	HSM-1	HSM-2	HSA-1	HSA-2	FSM-1	FSM-2
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	-1	1	$0.4f_T-1.2$	$1.2-0.4f_T$	-1	1
	Q_{wv}	C_{QW}	$-f_{lp}$	f_{lp}	$-f_{lp}$	f_{lp}	$-(1-0.15f_T)f_{lp}$	$(1-0.15f_T)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	0	0	0	0	0	0
	M_{wt}	C_{WT}	0	0	0	0	0	0
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	$0.4-0.25f_T$	$0.25f_T-0.4$	$1.05-0.7f_T$	$0.7f_T-1.05$	0	0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$0.15f_T-0.7$	$0.7-0.15f_T$	-1	1	-0.05	0.05
	$gsin\phi$	C_{XG}	0.5	-0.5	0.9	-0.9	0.1	-0.1
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	0	0	0	0	0	0
	a_{roll-y}	C_{YR}	0	0	0	0	0	0
	$gsin\theta$	C_{YG}	0	0	0	0	0	0
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	$0.5f_T-0.15$	$0.15-0.5f_T$	$0.4f_T$	$-0.4f_T$	0.1	-0.1
	a_{roll-z}	C_{ZR}	0	0	0	0	0	0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$0.15f_T-0.7$	$0.7-0.15f_T$	-1	1	-0.05	0.05

Table 6 : Load combination factors, LCFs for BSR and BSP load cases – Strength assessment

Load component		LCF	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	$0.2-0.3f_T$	$0.3f_T-0.2$	$0.2-0.3f_T$	$0.3f_T-0.2$
	Q_{wv}	C_{QW}	$(0.2-0.3f_T)f_{lp}$	$(0.3f_T-0.2)f_{lp}$	$(0.2-0.3f_T)f_{lp}$	$(0.3f_T-0.2)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	$0.35-0.25f_T$	$0.25f_T-0.35$	$0.25f_T-0.35$	$0.35-0.25f_T$
	M_{wt}	C_{WT}	0	0	0	0
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	0	0	0	0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0	0	0	0
	$gsin\phi$	C_{XG}	0	0	0	0
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	$0.2-0.2f_T$	$0.2f_T-0.2$	$0.2f_T-0.2$	$0.2-0.2f_T$
	a_{roll-y}	C_{YR}	1	-1	-1	1
	$gsin\theta$	C_{YG}	-1	1	1	-1
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	$0.85-0.55f_T$	$0.55f_T-0.85$	$0.85-0.55f_T$	$0.55f_T-0.85$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	1	-1	-1	1
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0	0	0	0

Load component		LCF	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	$0.5-0.8f_T$	$0.8f_T-0.5$	$0.5-0.8f_T$	$0.8f_T-0.5$
	Q_{wv}	C_{QW}	$(0.5-0.8f_T)f_{lp}$	$(0.8f_T-0.5)f_{lp}$	$(0.5-0.8f_T)f_{lp}$	$(0.8f_T-0.5)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	$0.9-0.85f_T$	$0.85f_T-0.9$	$0.85f_T-0.9$	$0.9-0.85f_T$
	M_{wt}	C_{WT}	0	0	0	0
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	$0.2-0.4f_T$	$0.4f_T-0.2$	$0.2-0.4f_T$	$0.4f_T-0.2$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$
	$gsin\phi$	C_{XG}	$0.15f_T-0.1$	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$	$0.1-0.15f_T$
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	$0.3f_T-1.2$	$1.2-0.3f_T$	$1.2-0.3f_T$	$0.3f_T-1.2$
	a_{roll-y}	C_{YR}	$1.2-1.15f_T$	$1.15f_T-1.2$	$1.15f_T-1.2$	$1.2-1.15f_T$
	$gsin\theta$	C_{YG}	$0.4f_T-0.45$	$0.45-0.4f_T$	$0.45-0.4f_T$	$0.4f_T-0.45$
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	1	-1	1	-1
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$1.2-1.15f_T$	$1.15f_T-1.2$	$1.15f_T-1.2$	$1.2-1.15f_T$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$

Table 7 : Load combination factors, LCFs for OST and OSA load cases – Strength assessment

Load component		LCF	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	-0.55	0.55	-0.55	0.55
	Q_{wv}	C_{QW}	$(0.4f_T-0.7)f_{lp}$	$(0.7-0.4f_T)f_{lp}$	$(0.4f_T-0.7)f_{lp}$	$(0.7-0.4f_T)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	-1	1	1	-1
	M_{wt}	C_{WT}	$-f_{lp-OST}$	f_{lp-OST}	f_{lp-OST}	$-f_{lp-OST}$
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	$0.2f_T-0.5$	$0.5-0.2f_T$	$0.2f_T-0.5$	$0.5-0.2f_T$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$1.25-0.5f_T$	$0.5f_T-1.25$	$1.25-0.5f_T$	$0.5f_T-1.25$
	$gsin\phi$	C_{XG}	$0.35f_T-0.85$	$0.85-0.35f_T$	$0.35f_T-0.85$	$0.85-0.35f_T$
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	0	0	0	0
	a_{roll-y}	C_{YR}	$f_T-0.7$	$0.7-f_T$	$0.7-f_T$	$f_T-0.7$
	$gsin\theta$	C_{YG}	$0.25-0.35f_T$	$0.35f_T-0.25$	$0.35f_T-0.25$	$0.25-0.35f_T$
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	$0.25-0.45f_T$	$0.45f_T-0.25$	$0.25-0.45f_T$	$0.45f_T-0.25$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$f_T-0.7$	$0.7-f_T$	$0.7-f_T$	$f_T-0.7$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$1.25-0.5f_T$	$0.5f_T-1.25$	$1.25-0.5f_T$	$0.5f_T-1.25$

Load component		LCF	OSA-1P	OSA-2P	OSA-1S	OSA-2S
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	$1-0.65f_T$	$0.65f_T-1$	$1-0.65f_T$	$0.65f_T-1$
	Q_{wv}	C_{QW}	$(0.7-0.25f_T)f_{lp}$	$(0.25f_T-0.7)f_{lp}$	$(0.7-0.25f_T)f_{lp}$	$(0.25f_T-0.7)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	0.7	-0.7	-0.7	0.7
	M_{wt}	C_{WT}	$-f_{lp-OSA}$	f_{lp-OSA}	f_{lp-OSA}	$-f_{lp-OSA}$
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	$0.15f_T-0.35$	$0.35-0.15f_T$	$0.15f_T-0.35$	$0.35-0.15f_T$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	1	-1	1	-1
	$gsin\phi$	C_{XG}	-1	1	-1	1
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	-0.2	0.2	0.2	-0.2
	a_{roll-y}	C_{YR}	$0.2-0.15f_T$	$0.15f_T-0.2$	$0.15f_T-0.2$	$0.2-0.15f_T$
	$gsin\theta$	C_{YG}	0	0	0	0
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	$0.5f_T-0.6$	$0.6-0.5f_T$	$0.5f_T-0.6$	$0.6-0.5f_T$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$0.2-0.15f_T$	$0.15f_T-0.2$	$0.15f_T-0.2$	$0.2-0.15f_T$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	1	-1	1	-1

3. Dynamic load cases for fatigue assessment

3.1 Description of dynamic load cases

3.1.1

Table 7 to **Table 9** describe the ship motions responses and the global loads corresponding to each dynamic load case to be considered for the fatigue assessment.

Table 8 : Ship responses for HSM and FSM load cases – Fatigue assessment

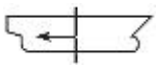
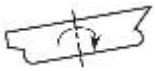
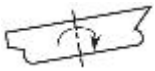
Loadcase	HSM-1	HSM-2	FSM-1	FSM-2
EDW	HSM		FSM	
Heading	Head		Following	
Effect	Max. bending moment		Max. bending moment	
VWBM	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging
VWSF	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore
HWBM	-	-	-	-
TM	-	-	-	-
Surge	To stern	To bow	-	-
a_{surge}			-	-
Sway	-	-	-	-
a_{sway}	-	-	-	-
Heave	Down	Up	Down	Up
a_{heave}				
Roll	-	-	-	-
a_{roll}	-	-	-	-
Pitch	Bow down	Bow up	Bow down	Bow up
a_{pitch}				

Table 9 : Ship responses for BSR and BSP load cases – Fatigue assessment

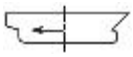
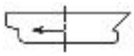
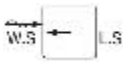
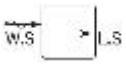
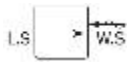
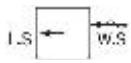
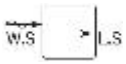
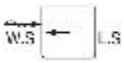
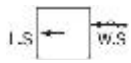
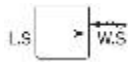
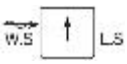
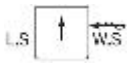
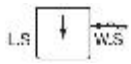
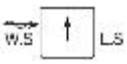
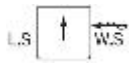
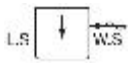
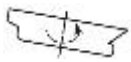
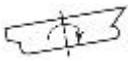
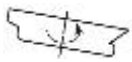
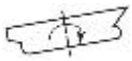
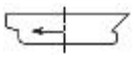
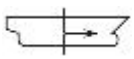
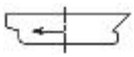
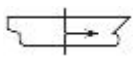
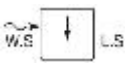
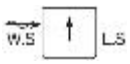
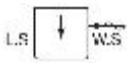
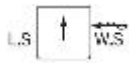
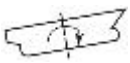
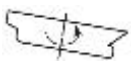
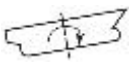
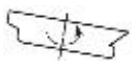
Loadcase	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
EDW	BSR				BSP			
Heading	Beam				Beam			
Effect	Max. roll				Max. pressure at waterline			
VWBM	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging
VWSF	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore
HWBM	Stbd tensile	Port tensile	Port tensile	Stbd tensile	Stbd tensile	Port tensile	Port tensile	Stbd tensile
TM	–	–	–	–	–	–	–	–
Surge	–	–	–	–	To bow	To stern	To bow	To stern
a_{surge}	–	–	–	–				
Sway	To starboard	To Portside	To Portside	To starboard	To Portside	To starboard	To starboard	To Portside
a_{sway}								
Heave	Down	Up	Down	Up	Down	Up	Down	Up
a_{heave}								
Roll	Portside down	Portside up	Starboard down	Starboard up	Portside up	Portside down	Starboard up	Starboard down
a_{roll}								
Pitch	–	–	–	–	Bow down	Bow up	Bow down	Bow up
a_{pitch}	–	–	–	–				

Table 10 : Ship responses for OST load cases – Fatigue assessment

Loadcase	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S
EDW	OST			
Heading	Oblique			
Effect	Max. torsional moment			
VWBM	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging
VWSF	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore	Negative-aft Positive-fore	Positive-aft Negative-fore
HWBM	Port tensile	Stbd tensile	Stbd tensile	Port tensile
TM				
Surge	To bow	To stern	To bow	To stern
a_{surge}				
Sway	–	–	–	–
a_{sway}	–	–	–	–
Heave	Up	Down	Up	Down
a_{heave}				
Roll	Portside down	Portside up	Starboard down	Starboard up
a_{roll}				
Pitch	Bow up	Bow down	Bow up	Bow down
a_{pitch}				

3.2 Load combination factors

3.2.1

The load combinations factors, LCFs for the global loads and inertia load components for fatigue assessment are defined in:

Table 10 : LCFs for HSM and FSM load cases.

Table 11 : LCFs for BSR and BSP load cases.

Table 12 : LCFs for OST load cases.

Table 11 : Load combination factors, LCFs for HSM and FSM load cases – Fatigue assessment

Load component		LCF	HSM-1	HSM-2	FSM-1	FSM-2
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	-1	1	-1	1
	Q_{wv}	C_{QW}	$-f_{lp}$	f_{lp}	$-(0.95-0.15f_T)f_{lp}$	$(0.95-0.15f_T)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	0	0	0	0
	M_{wt}	C_{WT}	0	0	0	0
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	$0.4-0.25f_T$	$0.25f_T-0.4$	0	0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$0.15f_T-0.7$	$0.7-0.15f_T$	-0.05	0.05
	$gsin\phi$	C_{XG}	0.5	-0.5	0.1	-0.1
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	0	0	0	0
	a_{roll-y}	C_{YR}	0	0	0	0
	$gsin\theta$	C_{YG}	0	0	0	0
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	$0.45f_T-0.15$	$0.15-0.45f_T$	0.1	-0.1
	a_{roll-z}	C_{ZR}	0	0	0	0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$0.15f_T-0.7$	$0.7-0.15f_T$	-0.05	0.05

Table 12 : Load combination factors, LCFs for BSR and BSP load cases – Fatigue assessment

Load component		LCF	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	$0.25-0.25f_T$	$0.25f_T-0.25$	$0.25-0.25f_T$	$0.25f_T-0.25$
	Q_{wv}	C_{QW}	$(0.25-0.25f_T)f_{lp}$	$(0.25f_T-0.25)f_{lp}$	$(0.25-0.25f_T)f_{lp}$	$(0.25f_T-0.25)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	$0.3-0.25f_T$	$0.25f_T-0.3$	$0.25f_T-0.3$	$0.3-0.25f_T$
	M_{wt}	C_{WT}	0	0	0	0
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	0	0	0	0
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0	0	0	0
	$gsin\phi$	C_{XG}	0	0	0	0
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	$0.15-0.15f_T$	$0.15f_T-0.15$	$0.15f_T-0.15$	$0.15-0.15f_T$
	a_{roll-y}	C_{YR}	$1.15-0.2f_T$	$0.2f_T-1.15$	$0.2f_T-1.15$	$1.15-0.2f_T$
	$gsin\theta$	C_{YG}	-1	1	1	-1
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	$0.85-0.55f_T$	$0.55f_T-0.85$	$0.85-0.55f_T$	$0.55f_T-0.85$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	1	-1	-1	1
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0	0	0	0

Load component		LCF	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	$0.6-0.85f_T$	$0.85f_T-0.6$	$0.6-0.85f_T$	$0.85f_T-0.6$
	Q_{wv}	C_{QW}	$(0.6-0.85f_T)f_{lp}$	$(0.85f_T-0.6)f_{lp}$	$(0.6-0.85f_T)f_{lp}$	$(0.85f_T-0.6)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	$0.9-0.85f_T$	$0.85f_T-0.9$	$0.85f_T-0.9$	$0.9-0.85f_T$
	M_{wt}	C_{WT}	0	0	0	0
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	$0.2-0.35f_T$	$0.35f_T-0.2$	$0.2-0.35f_T$	$0.35f_T-0.2$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$
	$gsin\phi$	C_{XG}	$0.15f_T-0.1$	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$	$0.1-0.15f_T$
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	$0.25f_T-1.15$	$1.15-0.25f_T$	$1.15-0.25f_T$	$0.25f_T-1.15$
	a_{roll-y}	C_{YR}	$1.2-1.15f_T$	$1.15f_T-1.2$	$1.15f_T-1.2$	$1.2-1.15f_T$
	$gsin\theta$	C_{YG}	$0.4f_T-0.4$	$0.4-0.4f_T$	$0.4-0.4f_T$	$0.4f_T-0.4$
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	1	-1	1	-1
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$1.2-1.15f_T$	$1.15f_T-1.2$	$1.15f_T-1.2$	$1.2-1.15f_T$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$	$0.1-0.15f_T$	$0.15f_T-0.1$

Table 13 : Load combination factors, LCFs for OST load cases – Fatigue assessment

Load component		LCF	OST-1P	OST-2P	OST-1S	OST-2S
Hull girder loads	M_{wv}	C_{WV}	-0.55	0.55	-0.55	0.55
	Q_{wv}	C_{QW}	$(0.4f_T-0.7)f_{lp}$	$(0.7-0.4f_T)f_{lp}$	$(0.4f_T-0.7)f_{lp}$	$(0.7-0.4f_T)f_{lp}$
	M_{wh}	C_{WH}	-1	1	1	-1
	M_{wt}	C_{WT}	$-f_{lp-OST}$	f_{lp-OST}	f_{lp-OST}	$-f_{lp-OST}$
Longitudinal accelerations	a_{surge}	C_{XS}	$0.2f_T-0.5$	$0.5-0.2f_T$	$0.2f_T-0.5$	$0.5-0.2f_T$
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	$1.2-0.45f_T$	$0.45f_T-1.2$	$1.2-0.45f_T$	$0.45f_T-1.2$
	$gsin\phi$	C_{XG}	$0.40f_T-0.85$	$0.85-0.4f_T$	$0.40f_T-0.85$	$0.85-0.4f_T$
Transverse accelerations	a_{sway}	C_{YS}	0	0	0	0
	a_{roll-y}	C_{YR}	$f_T-0.75$	$0.75-f_T$	$0.75-f_T$	$f_T-0.75$
	$gsin\theta$	C_{YG}	$0.25-0.35f_T$	$0.35f_T-0.25$	$0.35f_T-0.25$	$0.25-0.35f_T$
Vertical accelerations	a_{heave}	C_{ZH}	$0.25-0.45f_T$	$0.45f_T-0.25$	$0.25-0.45f_T$	$0.45f_T-0.25$
	a_{roll-z}	C_{ZR}	$f_T-0.75$	$0.75-f_T$	$0.75-f_T$	$f_T-0.75$
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	$1.2-0.45f_T$	$0.45f_T-1.2$	$1.2-0.45f_T$	$0.45f_T-1.2$

Section 3 – Ship motions and accelerations

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

a_0 : Acceleration parameter, to be taken as:

$$a_0 = (0.65 - 0.15C_B)\left(\frac{8}{\sqrt{L}} + \frac{38}{L}\right)$$

T_θ : Roll period, in s, as defined in **[2.1.1]**.

θ : Roll angle, in deg, as defined in **[2.1.1]**.

T_ϕ : Pitch period, in s, as defined in **[2.1.2]**.

ϕ : Pitch angle, in deg, as defined in **[2.1.2]**.

R : Vertical coordinate, in m, of the ship rotation centre, to be taken as:

$$R = 0.65 f_T D$$

C_{XG}, C_{XS}, C_{XP}, C_{YG}, C_{YS}, C_{YR}, C_{ZH}, C_{ZR} and C_{ZP} : Load combination factors, as defined in **Ch 4, Sec 2**.

a_{roll-y} : Transverse acceleration due to roll, in m/s^2, as defined in **[3.3.2]**.

$a_{pitch-x}$: Longitudinal acceleration due to pitch, in m/s^2, as defined in **[3.3.1]**.

a_{roll-z} : Vertical acceleration due to roll, in m/s^2, as defined in **[3.3.3]**.

$a_{pitch-z}$: Vertical acceleration due to pitch, in m/s^2, as defined in **[3.3.3]**.

f_T : Ratio between draught at a loading condition and scantling draught, to be taken as:

$f_T = \dfrac{T_{LC}}{T_{SC}}$ but is not to be taken less than 0.7.

T_{LC} : Draught, in m, amidships for the considered load case.

x, y, z : X, Y and Z coordinates, in m, of the considered point with respect to the coordinate system, as defined in **Ch 4, Sec 1, [1.2.1]**.

f_{ps} : Coefficient for strength assessments which is dependant on the applicable design load scenario specified in **Ch 4, Sec 7**, and to be taken as:

f_{ps} = 1.0 for extreme sea loads design load scenario.

f_{ps} = 0.8 for the ballast water exchange design load scenario.

f_{ps} = 0.8 for the accidental design load scenario at sea.

f_{ps} = 0.4 for the harbour/sheltered water design load scenario.

f_R : Factor related to the operational profile, to be taken as:

f_R = 0.85

f_{fa} : Fatigue coefficient to be taken as:

f_{fa} = 0.9

1. General

1.1 Definition

1.1.1

The ship motions and accelerations are assumed to be sinusoidal. The motion values defined by the formulae in this section are single amplitudes, i.e. half of the "crest to trough" height.

2. Ship motions and accelerations

2.1 Ship motions

2.1.1 Roll motion

The roll period T_θ, in s, to be taken as:

$$T_\theta = \frac{2.3\pi k_r}{\sqrt{g\,GM}}$$

The roll angle θ, in deg, to be taken as:

$$\theta = \frac{9000(1.25 - 0.025\,T_\theta)f_p f_{BK}}{(B+75)\pi}$$

where:

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left(0.23 - 4f_T B \times 10^{-4}\right)$ for fatigue assessment.

f_{BK} : To be taken as:

$f_{BK} = 1.2$ for ships without bilge keel.

$f_{BK} = 1.0$ for ships with bilge keel.

k_r : Roll radius of gyration, in m, in the considered loading condition. The values in **Table 1** is to be adopted unless provided in the loading manual.

GM : Metacentric height, in m, in the considered loading condition. The values in **Table 1** is to be adopted unless provided in the loading manual.

Table 1 : k_r and GM values

Loading condition(1)	T_{LC}	k_r	GM
Full load condition	T_{SC}	$0.35B$	$0.07B$
Ballast condition	T_{BAL} ($\leq 0.7\,T_{SC}$)	$0.45B$	$0.20B$
Note 1: For other loading conditions with draught between T_{SC} and T_{BAL}, the value of k_r and GM, unless provided in the loading manual, are to be obtained by linear interpolation.			

2.1.2 Pitch motion

The pitch period T_ϕ, in s, is to be taken as:

$$T_\phi = \sqrt{\frac{2\pi\lambda_\phi}{g}}$$

$$\lambda_\phi = 1.2L$$

where:

The pitch angle ϕ, in deg, is to be taken as:

$$\phi = 2300 f_p f_R L^{-1}$$

where:

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[(0.27) - (1.25 + 8f_T)L \times 10^{-5}\right]$ for fatigue assessment.

2.2 Ship accelerations at the centre of gravity

2.2.1 Surge acceleration

The longitudinal acceleration due to surge, in m/s^2, is to be taken as:

$$a_{surge} = 0.32 f_p f_R a_0 g$$

where:

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[(0.35 - 0.07f_T) - (20 + 4f_T)L \times 10^{-5}\right]$ for fatigue assessment.

2.2.2 Sway acceleration

The transverse acceleration due to sway, in m/s^2, is to be taken as:

$$a_{sway} = 0.58 f_p f_R a_0 g$$

where:

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[(0.28 - 0.02f_T) - (6 - 2f_T)B \times 10^{-4}\right]$ for fatigue assessment.

2.2.3 Heave acceleration

The vertical acceleration due to heave, in m/s^2, is to be taken as:

$$a_{heave} = f_p f_R a_0 g$$

where:

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[(0.25 + 0.07f_T) - 10L \times 10^{-5}\right]$ for fatigue assessment.

2.2.4 Roll acceleration

The roll acceleration, a_{roll}, in rad/s^2, is to be taken as:

$$a_{roll} = f_p \theta \frac{\pi}{180}\left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2$$

where:

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left(0.23 - 4f_T B \times 10^{-4}\right)$ for fatigue assessment.

2.2.5 Pitch acceleration

The pitch acceleration, a_{pitch}, in rad/s^2, is to be taken as:

$$a_{pitch} = f_p\left(\frac{0.54}{(gL)^{-0.24}} + 0.1\right)\left(\frac{1}{1.4(1+f_T)}\right)\phi\frac{\pi}{180}\left(\frac{2\pi}{T_\phi}\right)^2$$

where:

ϕ : Pitch angle using f_p equal to 1.0.

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[(0.36) - (20 - 6f_T)L \times 10^{-5}\right]$ for fatigue assessment.

3. Accelerations at any position

3.1 General

3.1.1

The accelerations used to derive the inertial loads at any position are defined with respect to the ship fixed coordinate system. Hence the acceleration values defined in **[3.2]** and **[3.3]** include the gravitational acceleration components due to the instantaneous roll and pitch angles.

3.1.2

The accelerations to be applied for the dynamic load cases defined in **Ch 4, Sec 2** are given in **[3.2]**.

3.1.3

The envelope accelerations as defined in **[3.3]** are provided for advisory purposes and may be used for other design purpose when the maximum design acceleration values are required, for example, crane foundations, machinery foundations, etc.

3.2 Accelerations for dynamic load cases

3.2.1 General

The accelerations to be applied for the dynamic load cases defined in **Ch 4, Sec 2** are given in **[3.2.2]** to **[3.2.4]**.

3.2.2 Longitudinal acceleration

The longitudinal acceleration at any position for each dynamic load case, in m/s^2, is to be taken as:

$$a_X = -C_{XG}\, g \sin\phi + C_{XS}\, a_{surge} + C_{XP}\, a_{pitch}(z - R)$$

3.2.3 Transverse acceleration

The transverse acceleration at any position for each dynamic load case, in m/s^2, is to be taken as:

$$a_Y = C_{YG}\, g \sin\theta + C_{YS}\, a_{sway} - C_{YR}\, a_{roll}(z - R)$$

3.2.4 Vertical acceleration

The vertical acceleration at any position for each dynamic load case, in m/s^2, is to be taken as:

$$a_Z = C_{ZH}\, a_{heave} + C_{ZR}\, a_{roll}\, y - C_{ZP}\, a_{pitch}(x - 0.45L)$$

3.3 Envelope accelerations

3.3.1 Longitudinal acceleration

The envelope longitudinal acceleration, a_{x-env}, in m/s^2, at any position, is to be taken as:

$$a_{x-env} = 0.7\sqrt{a_{surge}^2 + \left[\frac{L}{325}(g\sin\phi + a_{pitch-x})\right]^2}$$

where:

$a_{pitch-x}$: Longitudinal acceleration due to pitch, in m/s^2.

$$a_{pitch-x} = a_{pitch}(z-R)$$

3.3.2 Transverse acceleration

The envelope longitudinal acceleration, a_{y-env}, in m/s^2, at any position, is to be taken as:

$$a_{y-env} = \sqrt{a_{sway}^2 + (g\sin\theta + a_{roll-y})^2}$$

where:

a_{roll-y} : Transverse acceleration due to roll, in m/s^2.

$$a_{roll-y} = a_{roll}(z-R)$$

3.3.3 Vertical acceleration

The envelope longitudinal acceleration, a_{z-env}, in m/s^2, at any position, is to be taken as:

$$a_{z-env} = \sqrt{a_{heave}^2 + \left(\left(0.3 + \frac{L}{325}\right)a_{pitch-z}\right)^2 + (1.2\,a_{roll-z})^2}$$

where:

$a_{pitch-z}$: Vertical acceleration due to pitch, in m/s^2.

$$a_{pitch-z} = a_{pitch}(x-0.45L)$$

a_{roll-z} : Vertical acceleration due to roll, in m/s^2.

$$a_{roll-z} = a_{roll}y$$

Section 4 – Hull girder loads

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

x : X coordinate, in m, of the calculation point with respect to the reference coordinate system defined in **Ch 4, Sec 1, [1.2.1]**.

C_w : Wave coefficient, in m, to be taken as:

$$C_w = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100}\right)^{1.5} \quad \text{for } 90 \le L \le 300$$

$$C_w = 10.75 \quad \text{for } 300 < L \le 350$$

$$C_w = 10.75 - \left(\frac{L - 350}{150}\right)^{1.5} \quad \text{for } 350 < L \le 500$$

f_R : Coefficient, as defined in **Ch 4, Sec 3**.

f_{ps} : Coefficient, as defined in **Ch 4, Sec 3**.

f_β : Heading correction factor, to be taken as:

a) For strength assessment:

$f_\beta =$ 1.0 generally

$f_\beta =$ 0.8 for BSR and BSP load cases for the extreme sea loads design load scenario

b) For fatigue assessment:

$f_\beta =$ 1.0

HSM, HSA, FSM, BSR, BSP, OST, OSA : Dynamic load cases, as defined in **Ch 4, Sec 2**.

1. Application

1.1 General

1.1.1

The hull girder loads for the static (S) design load scenarios is to be taken as the still water loads defined in **[2]**.

1.1.2

The total hull girder loads for the static plus dynamic (S+D) design load scenarios are to be derived for each dynamic load case and are to be taken as the sum of the still water loads defined in **[2]** and the dynamic loads defined in **[3.5]**.

2. Vertical still water hull girder loads

2.1 Application

2.1.1 Seagoing and harbour/sheltered water conditions

The designer is to provide the permissible still water bending moment and shear force for seagoing and harbour/sheltered water operations.

The permissible still water hull girder loads are to be given at each transverse bulkhead in the cargo hold region, at the middle of cargo compartments, at the collision bulkhead, at the engine room forward bulkhead and at the midpoint between the forward and aft engine room bulkheads. The permissible hull girder bending moments and shear forces at any other position may be obtained by linear interpolation.

2.1.2 Still water loads for fatigue assessment

The still water bending moment and shear force values and distribution to be used for the fatigue assessment are to be taken as the most typical values applicable for the loading conditions that the ship will operate in for most of its life. Typically, these conditions will be the normal ballast condition and full homogeneously loaded condition. The definition of loading conditions to be used is specified in **Ch 9**.

2.2 Vertical still water bending moment

2.2.1 Permissible vertical still water bending moment in seagoing condition

The permissible vertical still water bending moments, M_{sw-h} and M_{sw-s} in seagoing condition at any longitudinal position are to envelop:

a) The most severe still water bending moments calculated, in hogging and sagging conditions, respectively, for the seagoing loading conditions.
b) The most severe still water bending moments for the seagoing loading conditions defined in the loading manual.

2.2.2 Permissible vertical still water bending moment in harbour/sheltered water and tank testing condition

The permissible vertical still water bending moments in the harbour/sheltered water and tank testing condition M_{sw-p-h} and M_{sw-p-s} at any longitudinal position are to envelop:

a) The most severe still water bending moments, in hogging and sagging conditions, respectively, for the harbour/sheltered water loading conditions.
b) The most severe still water bending moments for the harbour/sheltered water loading conditions defined in the loading manual.
c) The permissible still water bending moment defined in **[2.2.1]**.

2.3 Vertical still water shear force

2.3.1 Permissible still water shear force in seagoing condition

The permissible vertical still water shear forces, Q_{sw}, in seagoing condition at any longitudinal position are to envelop:

a) The most severe still water shear forces, positive or negative, for the seagoing loading conditions.
b) The most severe still water shear forces for the seagoing loading conditions defined in the loading manual.

2.3.2 Permissible still water shear force in harbour/sheltered water and tank testing condition

The permissible vertical still water shear forces, Q_{sw-p}, in the harbour/sheltered water and tank testing

condition at any longitudinal position are to envelop:

a) The most severe still water shear forces, positive or negative, for the harbour/sheltered water loading conditions.

b) The most severe still water shear forces for the harbour/sheltered water loading conditions defined in the loading manual.

3. Dynamic hull girder loads

3.1 Vertical wave bending moment

3.1.1

The vertical wave bending moments at any longitudinal position, in kNm, are to be taken as:

Hogging condition:

$$M_{wv-Hog} = 0.19 f_m f_p C_w L^2 B C_B$$

Sagging condition:

$$M_{wv-Sag} = -0.19 f_m f_p C_w L^2 B C_B f_{nl-vs}$$

where:

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[0.27 - (6 + 4 f_T) L \times 10^{-5}\right]$ for fatigue assessment.

f_m : Distribution factor for vertical wave bending moment along the ship's length, to be taken as:

$f_m = 0.0$ for $x \le 0$

$f_m = 1.0$ for $0.4L \le x \le 0.65L$

$f_m = 0.0$ for $x \ge L$

Intermediate values of f_m are to be obtained by linear interpolation(see **Figure 1**).

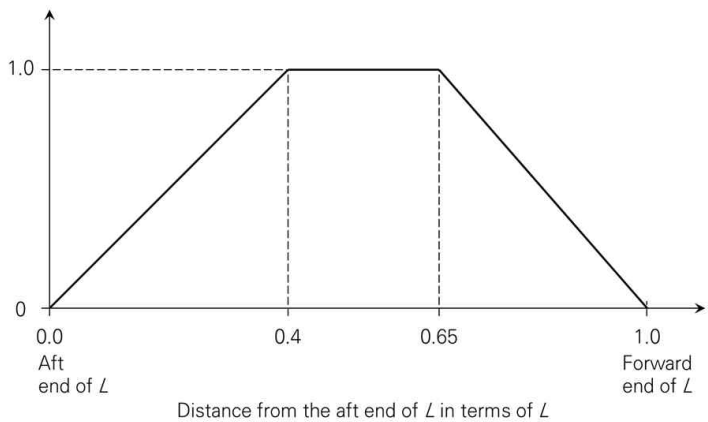


Figure 1 : Distribution factor f_m

f_{nl-vs} : Coefficient considering nonlinear effects applied to sagging, to be taken as:

$f_{nl-vs} = \frac{11}{19}\left(\frac{C_B + 0.7}{C_B}\right)$ for strength assessment.

$f_{nl-vs} = 1$ for fatigue assessment.

3.2 Vertical wave shear force

3.2.1

The vertical wave shear forces at any longitudinal position, in kN, are to be taken as:

$$Q_{wv-pos} = 0.3 f_{q-pos} f_p C_w LB(C_B + 0.7)$$

$$Q_{wv-neg} = -0.3 f_{q-neg} f_p C_w LB(C_B + 0.7)$$

where:

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[0.27 - (17 - 8f_T)L \times 10^{-5}\right]$ for fatigue assessment.

f_{q-pos} : Distribution factor along the ship length for positive wave shear force(see **Figure 2**).

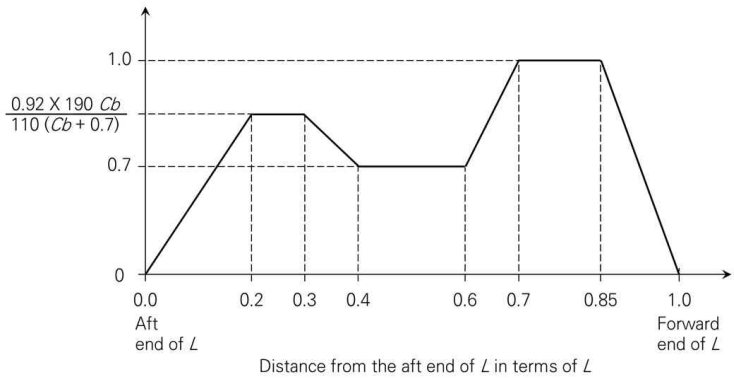


Figure 2 : Distribution factor of positive vertical shear force f_{q-pos}

f_{q-neg} : Distribution factor along the ship length for negative wave shear force(see **Figure 3**).

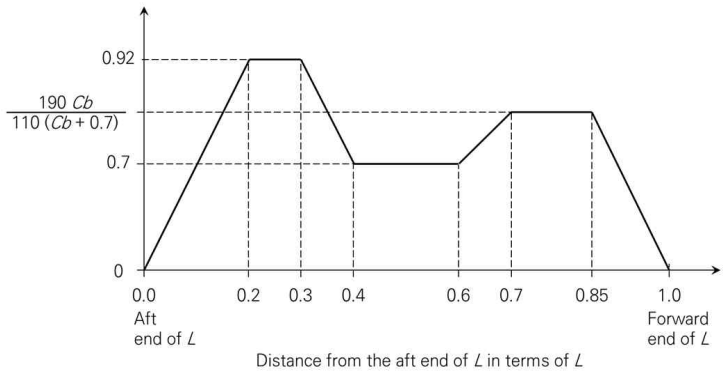


Figure 3 : Distribution factor of negative vertical shear force f_{q-neg}

3.3 Horizontal wave bending moment

3.3.1

The horizontal wave bending moment at any longitudinal position, in kNm, is to be taken as:

$$M_{wh} = f_{nlh} f_p \left(0.33 + \frac{L}{3400}\right) f_m C_w L^2 T_{LC} C_B$$

where:

f_{nlh} : Coefficient considering nonlinear effect to be taken as:

$f_{nlh} = 0.9$ for strength assessment

$f_{nlh} = 1.0$ for fatigue assessment.

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[(0.26 - 0.02 f_T) + 6L \times 10^{-5}\right]$ for fatigue assessment.

f_m : Distribution factor defined in [3.1.1](see **Figure 1**).

3.4 Wave torsional moment

3.4.1

The wave torsional moment at any longitudinal position with respect to the ship baseline, in kNm, is to be taken as:

$$M_{wt} = f_p(M_{wt1} + M_{wt2})$$

$$M_{wt1} = \frac{1}{4} f_{t1} C_w \sqrt{\frac{L}{T_{LC}}} B^2 D C_B$$

$$M_{wt2} = \frac{1}{8} f_{t2} C_w L B^2 C_B$$

where:

f_{t1}, f_{t2} : Distribution factor, taken as:

$f_{t1} = 0$ for $x < 0$

$f_{t1} = \left|\sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right)\right|$ for $0 \le x \le L$

$f_{t1} = 0$ for $x > L$

$f_{t2} = 0$ for $x < 0$

$f_{t2} = \sin^2\left(\frac{\pi x}{L}\right)$ for $0 \le x \le L$

$f_{t2} = 0$ for $x > L$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$ for strength assessment.

$f_p = f_{fa}\left[(0.15 + 0.1 f_T) + (3 f_T) B \times 10^{-5}\right]$ for fatigue assessment.

3.5 Hull girder loads for dynamic load cases

3.5.1 General

The dynamic hull girder loads to be applied for the dynamic load cases defined in **Ch 4, Sec 2**, are given in **[3.5.2]** to **[3.5.5]**.

3.5.2 Vertical wave bending moment

The vertical wave bending moment, M_{wv-LC}, in kNm, to be used for each dynamic load case in **Ch 4, Sec 2**, is defined in **Table 1**.

Table 1 : Vertical wave bending moment for dynamic load cases

Load combination factor	M_{wv-LC}
$C_{WV} \geq 0$	$f_\beta C_{WV} M_{wv-h}$
$C_{WV} < 0$	$f_\beta C_{WV} \lvert M_{wv-s} \rvert$
C_{WV} : Load combination factor for vertical wave bending moment, to be taken as specified in **Ch 4, Sec 2**. M_{wv-Hog}, M_{wv-Sag} : Hogging and sagging vertical wave bending moment taking account of the considered design load scenario, as defined in **[3.1.1]**.	

3.5.3 Vertical wave shear force

The vertical wave shear force, Q_{wv-LC}, in kN, to be used for each dynamic load case in **Ch 4, Sec 2**, is defined in **Table 2**.

Table 2 : Vertical wave shear force for dynamic load cases

Load combination factor	Q_{wv-LC}
$C_{QW} \geq 0$	$f_\beta C_{QW} Q_{wv-pos}$
$C_{QW} < 0$	$f_\beta C_{QW} \lvert Q_{wv-\neg} \rvert$
C_{QW} : Load combination factor for vertical wave shear force, to be taken as specified in **Ch 4, Sec 2**. Q_{wv-pos}, Q_{wv-neg} : Vertical wave shear force taking account of the considered design load scenario, as defined in **[3.2.1]**.	

3.5.4 Horizontal wave bending moment

The horizontal wave bending moment, M_{wh-LC}, in kNm, to be used for each dynamic load case defined in **Ch 4, Sec 2**, is to be taken as:

$$M_{wh-LC} = f_\beta C_{WH} M_{wh}$$

where:

C_{WH} : Load combination factor for horizontal wave bending moment, to be taken as specified in **Ch 4, Sec 2**.

M_{wh} : Horizontal wave bending moment taking account of the appropriate design load scenario, as defined in **[3.3.1]**.

3.5.5 Wave torsional moment

The wave torsional moment, M_{wt-LC}, in kNm, to be used for each dynamic load case defined in **Ch 4, Sec 2**, is to be taken as:

$$M_{wt-LC} = f_\beta C_{WT} M_{wt}$$

where:

C_{WT} : Load combination factor for wave torsional moment, to be taken as specified in **Ch 4, Sec 2**.

M_{wt} : Wave torsional moment taking account of the appropriate design load scenario, as defined in **[3.4.1]**.

Section 5 - External loads

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

λ : Wave length, in m.

B_x : Moulded breadth at the waterline, in m, at the considered cross section.

x, y, z : X, Y and Z coordinates, in m, of the load point with respect to the reference coordinate system defined in **Ch 4, Sec 1, [1.2.1]**.

f_{xL} : Ratio as defined in **Ch 4, Sec 2**.

f_{yB} : Ratio between Y-coordinate of the load point and B_x, to be taken as:

$f_{yB} = \frac{|2y|}{B_x}$, but not greater than 1.0.

$f_{yB} = 0$ when $B_x = 0$.

f_{yB1} : Ratio between Y-coordinate of the load point and B, to be taken as:

$f_{yB1} = \frac{|2y|}{B}$, but not greater than 1.0.

f_{zT} : Ratio between Z-coordinate of the load point and T_{LC}, to be taken as:

$f_{zT} = \frac{z}{T_{LC}}$, but not greater than 1.0.

C_w : Wave coefficient defined in **Ch 4, Sec 4**.

f_T : Ratio as defined in **Ch 4, Sec 3**.

$P_{W,WL}$: Wave pressure at the waterline, kN/m^2, for the considered dynamic load case.

$P_{W,WL} = P_W$ for $y = B_x/2$ and $z = T_{LC}$

h_W : Water head equivalent to the pressure at waterline, in m, to be taken as:

$h_w = \frac{P_{W,WL}}{\rho g}$

f_{ps} : Coefficient for strength assessment, as defined in **Ch 4, Sec 3**.

θ : Roll angle, in deg, as defined in **Ch 4, Sec 3, [2.1.1]**.

T_θ : Roll period, in s, as defined in **Ch 4, Sec 3, [2.1.1]**.

z_{SD} : Z coordinate, in m, of the midpoint of stiffener span, or of the middle of the plate field.

f_R : Coefficient defined in **Ch 4, Sec 3**.

f_β : Coefficient defined in **Ch 4, Sec 4**.

1. Sea pressure

1.1 Total pressure

1.1.1

The external pressure P_{ex} at any load point of the hull, in kN/m^2, for the static (S) design load scenarios, is to be taken as:

$P_{ex} = P_S$ but not less than 0.

The total pressure P_{ex} at any load point of the hull for the static plus dynamic (S+D) design load scenarios, is to be derived from each dynamic load case and is to be taken as:

$P_{ex} = P_S + P_W$ but not less than 0.

where:

P_S : Hydrostatic pressure, in kN/m^2, is defined in **[1.2]**.

P_W : Wave pressure, in kN/m^2, is defined in **[1.3]**.

1.2 Hydrostatic pressure

1.2.1

The hydrostatic pressure, P_S at any load point, in kN/m^2, is obtained from **Table 1**. See also **Figure 1**.

Table 1 : Hydrostatic pressure, P_S

Location	Hydrostatic pressure, P_S, in kN/m^2
$z \le T_{LC}$	$\rho g\,(T_{LC} - z)$
$z > T_{LC}$	0

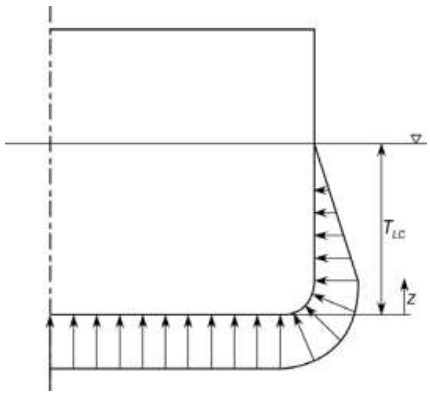


Figure 1 : Hydrostatic pressure, P_S

1.3 External dynamic pressures

1.3.1 General

The hydrodynamic pressures for each dynamic load case defined in **Ch 4, Sec 2, [2]** are defined in **[1.3.2]** to **[1.3.8]**.

1.3.2 Hydrodynamic pressures for HSM load cases

The hydrodynamic pressures, P_W, for HSM-1 and HSM-2 load cases, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 2**.

Table 2 : Hydrodynamic pressures for HSM load cases

	Wave pressure, in kN/m^2		
Load case	$Z \le T_{LC}$	$T_{LC} < Z \le h_w + T_{LC}$	$Z > h_W + T_{LC}$
HSM-1	$P_W = \max(-P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g\,(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
HSM-2	$P_W = \max(P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$		

where:

$$P_{HS} = f_R f_\beta f_p f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$

f_{nl} : Coefficient considering non-linear effects, to be taken as:

a) For extreme sea loads design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.7$ at $f_{xL} = 0$

$f_{nl} = 0.9$ at $0.3 \le f_{xL} < 0.7$

$f_{nl} = 0.6$ at $f_{xL} = 1$

b) For ballast water exchange design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.85$ at $f_{xL} = 0$

$f_{nl} = 0.95$ at $0.3 \le f_{xL} < 0.7$

$f_{nl} = 0.80$ at $f_{xL} = 1$

Intermediate values are obtained by linear interpolation.

f_h : Design wave height coefficient to be taken as:

$f_h = \exp\left[-(L/135)^2/f_T\right] + (1.65 - 0.15 f_T)$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 3 : k_{a-WL}, k_{a-CL} values for HSM load cases

f_{xL}	0	0.2	0.35	0.55	0.7	1
k_{a-WL}	$0.8 + 0.35 f_T$	$0.1 + 0.2 f_T$	1	1	0.25	$5.7 f_T - 1$
k_{a-CL}	$2.0 + 1.3 f_T$	$0.1 + 0.3 f_T$	1	1	0.5	$11.5 f_T - 2$

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 4 : k_{p-WL} value for HSM load cases

f_{xL}	0	0.15	0.3	0.65	0.7	1
k_{p-WL}	-0.45	-1	1	1	-1	-0.8

Table 5 : k_{p-CL} values for HSM load cases

f_{xL}	0	$0.3 - 0.1 f_T$	$0.55 - 0.25 f_T$	$0.75 - 0.1 f_T$	$0.8 - 0.1 f_T$	1
k_{p-CL}	$1.9 f_T - 1.5$	-1	1	1	-1	-0.75

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

$f_{yz} = 2.0 f_{zT} + 0.8 f_{yB} + 1.34$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$\lambda = \left[0.95 - 0.4(1 - f_T)\right] L$

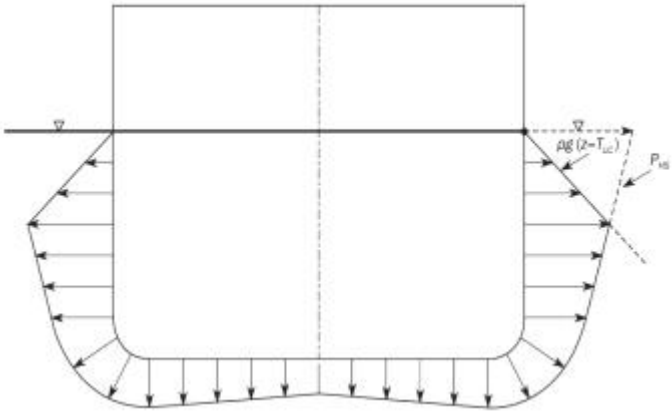


Figure 2 : Transverse distribution amidships of dynamic pressure for HSM-1, HSA-1 and FSM-1 load cases

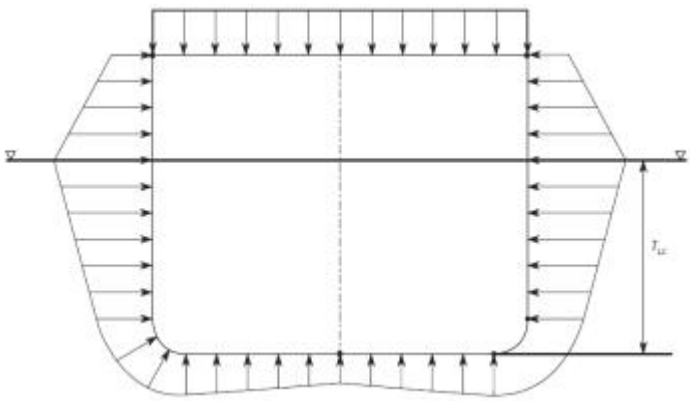


Figure 3 : Transverse distribution amidships of dynamic pressure for HSM-2, HSA-2 and FSM-2 load cases

1.3.3 Hydrodynamic pressure for HSA load cases

The hydrodynamic pressures, P_W, for HSA-1 and HSA-2 load cases at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 6**.

Table 6 : Hydrodynamic pressures for HSA load cases

	Wave pressure, in kN/m^2		
Load case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
HSA-1	$P_W = \max(-P_{HSA}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
HSA-2	$P_W = \max(P_{HSA}, \rho g(z - T_{LC}))$		

where:

$$P_{HS} = f_R f_\beta f_p f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$

f_{nl} : Coefficient considering non-linear effects, to be taken as defined in **[1.3.2]**.

f_h : Design wave height coefficient to be taken as:

$$f_h = (2-0.26f_T)\left(\frac{7}{10^4}L+0.85\right)$$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$$k_a = k_{a-WL}f_{zT} + k_{a-CL}(1-f_{zT})$$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 7 : k_{a-WL}, k_{a-CL} values for HSA load cases

f_{xL}	0	0.2	0.35	0.55	0.7	1
k_{a-WL}	$0.8+0.35f_T$	$0.1+0.2f_T$	1	1	0.25	$1.35+3.5f_T$
k_{a-CL}	$2+1.5f_T$	$0.1+0.3f_T$	1	1	0.5	$11.5f_T-2$

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$$k_p = k_{p-WL}f_{zT} + k_{p-CL}(1-f_{zT})$$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 8 : k_{p-WL} values for HSA load cases

f_{xL}	0	$0.35-0.15f_T$	0.4	$0.8-0.15f_T$	$0.85-0.15f_T$	1
k_{p-WL}	$0.25+0.15f_T$	-1	$0.45-0.1f_T$	1	-0.8	-1

Table 9 : k_{p-CL} values for HSA load cases

f_{xL}	0	0.25	0.4	0.65	0.75	1
k_{p-CL}	0.6	-1	$0.5-0.15f_T$	1	-0.8	-1

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

$$f_{yz} = 1.5f_{zT} + 0.6f_{yB} + 1$$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$$\lambda = 0.95L$$

1.3.4 Hydrodynamic pressure for FSM load cases

The hydrodynamic pressures, P_W, for FSM-1 and FSM-2 load cases, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 10**.

Table 10 : Hydrodynamic pressures for FSM load cases

	Wave pressure, in kN/m^2		
Load case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
FSM-1	$P_W = \max(-P_{FS}, \rho g(z-T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z-T_{LC})$	$P_W = 0.0$
FSM-2	$P_W = \max(P_{FS}, \rho g(z-T_{LC}))$		

where:

$$P_{FS} = f_R f_\beta f_p f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0+\lambda-125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$

f_{nl} : Coefficient considering non-linear effects, to be taken as:

a) For extreme sea loads design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.9$

b) For ballast water exchange design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.95$

f_h : Design wave height coefficient to be taken as:

$f_h = (4.8 - 0.7 f_T)(19.5 L^{-1} + 0.3)$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 11 : k_{a-WL} values for FSM load cases

f_{xL}	0	0.2	0.35	0.55	0.75	1
k_{a-WL}	$2.25 - 0.95 f_T$	$0.65 - 0.25 f_T$	1	1	$0.4 + 0.1 f_T$	$1.65 + 0.85 f_T$

Table 12 : k_{a-CL} values for FSM load cases

f_{xL}	0	$0.45 - 0.25 f_T$	0.35	0.55	0.7	1
k_{a-CL}	$4.7 - 2 f_T$	0.25	1	1	$0.8 - 0.6 f_T$	$2.7 + 1.8 f_T$

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 13 : k_{p-WL} values for FSM load cases

f_{xL}	0	$0.3 - 0.15 f_T$	0.3	$0.55 + 0.1 f_T$	0.8	1
k_{p-WL}	$-0.1 - 0.75 f_T$	-1	1	1	-1	-0.7

Table 14 : k_{p-CL} values for FSM load cases

f_{xL}	0	$0.45 - 0.25 f_T$	$0.5 - 0.25 f_T$	$0.85 - 0.25 f_T$	0.75	1
k_{p-CL}	-0.8	-1	1	1	-1	-0.75

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

$f_{yz} = 1.6 f_{zT} + 0.6 f_{yB} + 1.5$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$\lambda = [1.1 - 0.26(1 - f_T)] L$

1.3.5 Hydrodynamic pressure for BSR load cases

The wave pressures, P_W, for BSR-1 and BSR-2 load cases, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 15**.

Table 15 : Hydrodynamic pressures for BSR load cases

	Wave pressure, in kN/m^2		
Load case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
BSR-1P	$P_W = \max\,(P_{BSR}, \rho g\,(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSR-2P	$P_W = \max\,(-P_{BSR}, \rho g\,(z - T_{LC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max\,(P_{BSR}, \rho g\,(z - T_{LC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max\,(-P_{BSR}, \rho g\,(z - T_{LC}))$		

where:

For BSR-1P and BSR-2P load cases

$$P_{BSR} = f_\beta f_{nl}\left(10y\sin\theta + 0.4 f_p C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\,(f_{yB1} + 1)\right)$$

For BSR-1S and BSR-2S load cases

$$P_{BSR} = f_\beta f_{nl}\left(-10y\sin\theta + 0.4 f_p C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\,(f_{yB1} + 1)\right)$$

f_{nl} : Coefficient considering non-linear effects, to be taken as:

a) For extreme sea loads design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 1$

b) For ballast water exchange design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 1$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$$\lambda = \frac{g\,T_\theta^2}{2\pi}$$

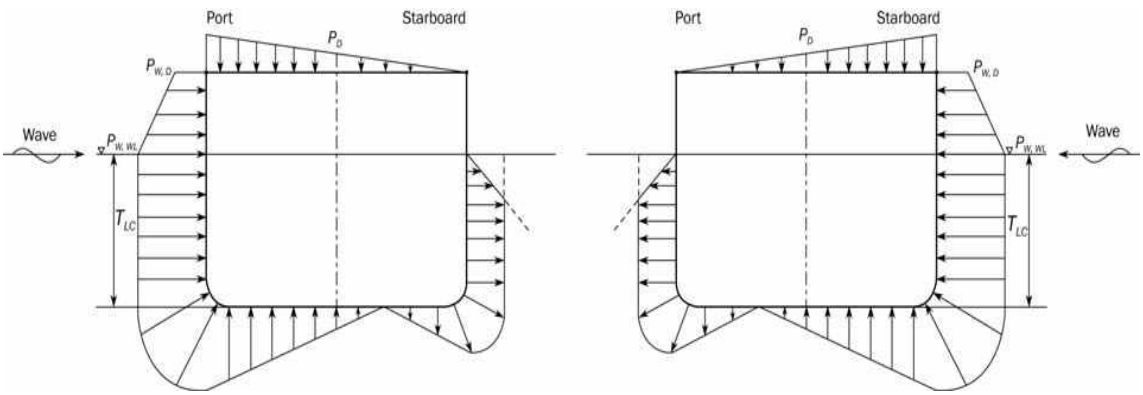


Figure 4 : Transverse distribution of dynamic pressure for BSR-1P(left)와 BSR-1S(right) load cases

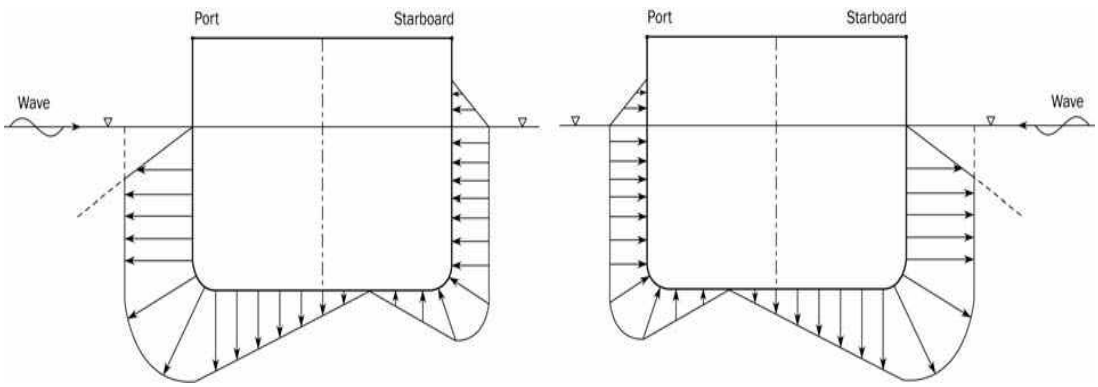


Figure 5 : Transverse distribution of dynamic pressure for BSR-2P(left)와 BSR-2S(right) load cases

1.3.6 Hydrodynamic pressure for BSP load cases

The wave pressure, P_W, for BSP-1 and BSP-2 load cases, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 16**.

Table 16 : Hydrodynamic pressures for BSP load cases

	Wave pressure, in kN/m^2		
Load case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
BSP-1P	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSP-2P	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSP-1S	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSP-2S	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		

where:

$$P_{BSP} = f_R f_\beta f_p f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$

f_{nl} : Coefficient considering non-linear effects, to be taken as:

a) For extreme sea loads design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.6$ at $f_{xL} = 0$

$f_{nl} = 0.8$ for $0.3 \le f_{xL} < 0.7$

$f_{nl} = 0.6$ at $f_{xL} = 1$

b) For ballast water exchange design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.6$ at $f_{xL} = 0$

$f_{nl} = 0.8$ for $0.3 \le f_{xL} < 0.7$

$f_{nl} = 0.6$ at $f_{xL} = 1$

Intermediate values are obtained by linear interpolation.

f_h : Design wave height coefficient to be taken as:

$f_h = (3.7 - 1.2 f_T)\left[1.6(L/B)^{-1} + 0.33\right]$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

Table 17 : k_a values for BSP load cases

f_{xL}	0	0.3	0.7	1
k_a	0.5	1	1	0.7

Intermediate values are obtained by linear interpolation.

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_p = 1$

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

Table 18 : f_{yz} factor application for BSP load cases

Transverse position	BSP-1P, BSP-2P	BSP-1S, BSP-2S
$y \geq 0$	$f_{yz} = 7f_{zT} + 6f_{yB} + 1$	$f_{yz} = 3f_{zT} + 2.5f_{yB} + 1$
$y < 0$	$f_{yz} = 3f_{zT} + 2.5f_{yB} + 1$	$f_{yz} = 7f_{zT} + 6f_{yB} + 1$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$\lambda = [0.5 - 0.4(1 - f_T)]L$

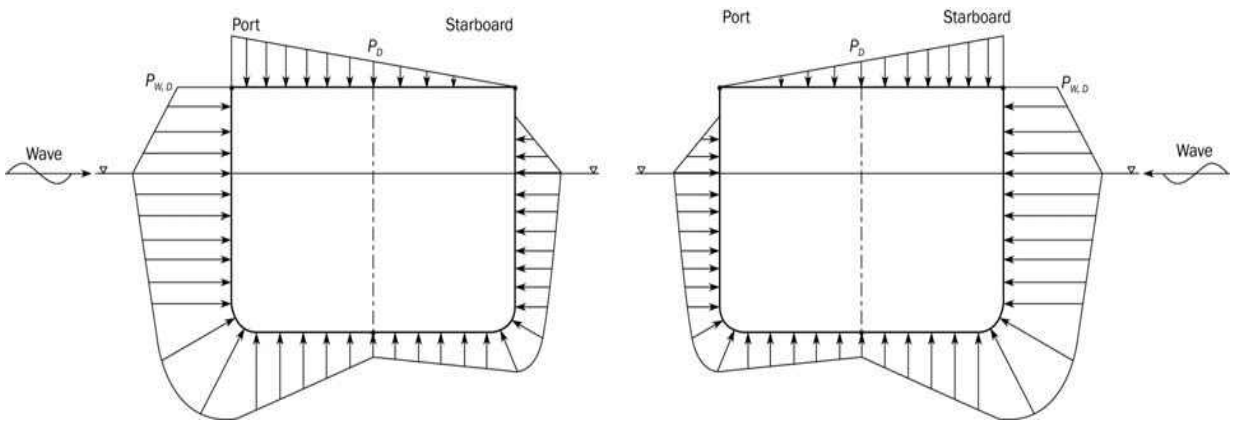


Figure 6 : Transverse distribution of dynamic pressure for BSP-1P(left)와 BSP-1S(right) load cases

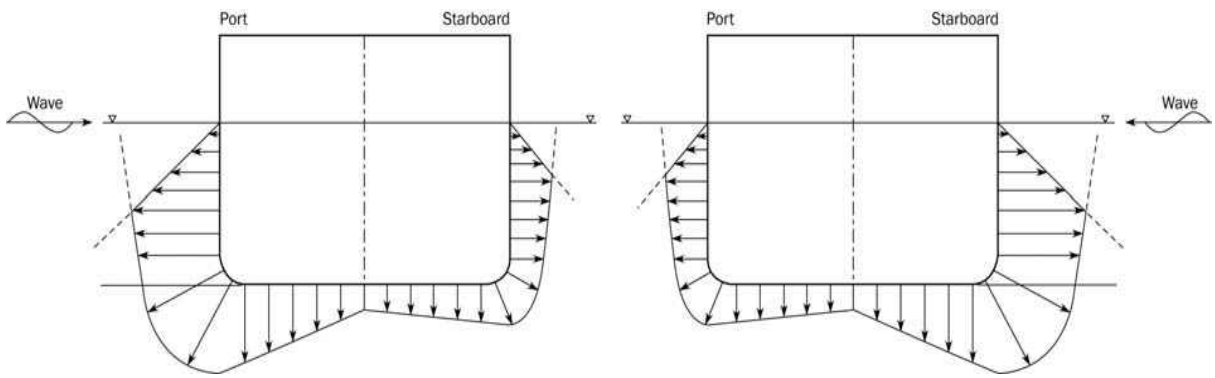


Figure 7 : Transverse distribution of dynamic pressure for BSP-2P(left)와 BSP-2S(right) load cases

1.3.7 Hydrodynamic pressure for OST load cases

The wave pressures, P_W, for OST-1 and OST-2 load cases, at any load point are to be obtained, in kN/m^2, from **Table 19**.

Table 19 : Hydrodynamic pressures for OST load cases

	Wave pressure, in kN/m^2		
Load case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
OST-1P	$P_W = \max(P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
OST-2P	$P_W = \max(-P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OST-1S	$P_W = \max(P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		
OST-2S	$P_W = \max(-P_{OST}, \rho g(z - T_{LC}))$		

where:

$$P_{OST} = f_R f_\beta f_p f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{ps}$

f_{nl} : Coefficient considering non-linear effects, to be taken as:

a) For extreme sea loads design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.8$

b) For ballast water exchange design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.9$

f_h : Design wave height coefficient to be taken as:

$f_h = (1 - f_T)(70L^{-0.11} - 36) + (1.25 f_T)$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 20 : k_{a-WL} values for OST load cases

Transverse position	OST-1P, OST-2P		OST-1S, OST-2S	
	f_{xL}	k_{a-WL}	f_{xL}	k_{a-WL}
$y \geq 0$	0	$1.55-0.85f_T$	0	$7.5-6f_T$
	0.2	$1.4-0.85f_T$	0.1	$4.5-3.9f_T$
	0.3	$1.15-0.7f_T$	0.2	$3.0-f_T$
	0.5	1	0.3	$3.0-f_T$
	0.6	1.1	0.4	$1.9-1.45f_T$
	0.7	0.9	0.6	$3.35-1.6f_T$
	0.85	$0.45-0.2f_T$	0.8	$3.9-2.0f_T$
	1	$1.05-0.15f_T$	1	$7.5-2.5f_T$
$y < 0$	0	$7.5-6f_T$	0	$1.55-0.85f_T$
	0.1	$4.5-3.9f_T$	0.2	$1.4-0.85f_T$
	0.2	$3.0-f_T$	0.3	$1.15-0.7f_T$
	0.3	$3.0-f_T$	0.5	1
	0.4	$1.9-1.45f_T$	0.6	1.1
	0.6	$3.35-1.6f_T$	0.7	0.9
	0.8	$3.9-2.0f_T$	0.85	$0.45-0.2f_T$
	1	$7.5-2.5f_T$	1	$1.05-0.15f_T$

Table 21 : k_{a-CL} values for OST load cases

f_{xL}	0	0.1	0.3	0.45	0.65	0.8	1
k_{a-CL}	$11-8.5f_T$	$3.3-2.2f_T$	$1-0.85f_T$	1	1	0.45	$8-3.0f_T$

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_p = k_{p-WL}f_{zT} + k_{p-CL}(1-f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 22 : k_{p-WL} values for OST load cases

Transverse position	OST-1P, OST-2P		OST-1S, OST-2S	
	f_{xL}	k_{p-WL}	f_{xL}	k_{p-WL}
$y \geq 0$	0	1	0	$0.15+0.8f_T$
	0.25	1	$0.5-0.4f_T$	$2.0-2.3f_T$
	0.4	-1	$0.65-0.25f_T$	$3.45-3.5f_T$
	0.6	-1	$0.7-0.25f_T$	$2.9-3.8f_T$
	0.75	$-0.36-0.1f_T$	$1.5-f_T$	$-0.4-0.4f_T$
	0.85	1	0.9	$-0.7-0.15f_T$
	1	$-0.15-0.25f_T$	1	$-0.7-0.15f_T$
$y < 0$	0	$0.15+0.8f_T$	0	1
	$0.5-0.4f_T$	$2.0-2.3f_T$	0.25	1
	$0.65-0.25f_T$	$3.45-3.5f_T$	0.4	-1
	$0.7-0.25f_T$	$2.9-3.8f_T$	0.6	-1
	$1.5-f_T$	$-0.4-0.4f_T$	0.75	$-0.36-0.1f_T$
	0.9	$-0.7-0.15f_T$	0.85	1
	1	$-0.7-0.15f_T$	1	$-0.15-0.25f_T$

Table 23 : k_{p-CL} values for OST load cases

f_{xL}	0	$0.5-0.25f_T$	$0.55-0.25f_T$	$0.25+0.5f_T$	$1.3-0.5f_T$	1
k_{p-CL}	1	$2-1.25f_T$	-1	-1	$f_T-1.5$	-0.75

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

Table 24 : f_{yz} factor application for OST load cases

Transverse position	OST-1P, OST-2P	OST-1S, OST-2S
$y \geq 0$	$f_{yz}=7f_{zT}+3.5f_{yB}+1.2$	$f_{yz}=1.4f_{zT}+0.2f_{yB}+1.2$
$y < 0$	$f_{yz}=1.4f_{zT}+0.2f_{yB}+1.2$	$f_{yz}=7f_{zT}+3.5f_{yB}+1.2$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$\lambda = 0.45L$

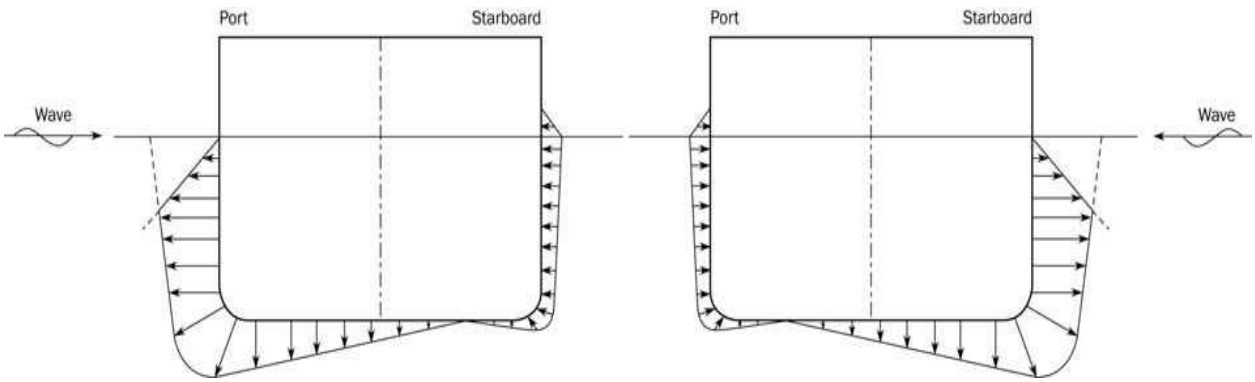


Figure 8 : Transverse distribution of dynamic pressure for OST-1P(left)와 OST-1S(right) load cases

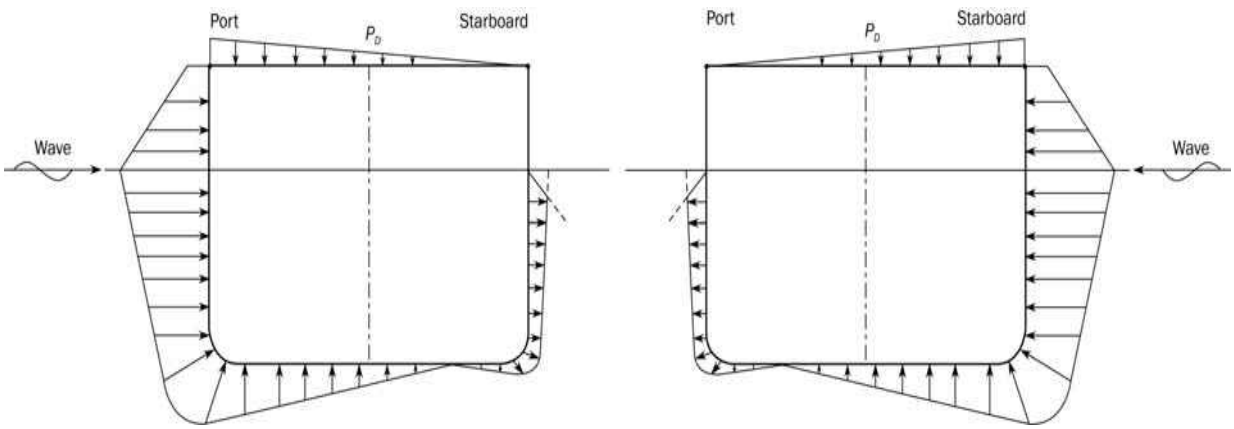


Figure 9 : Transverse distribution of dynamic pressure for OST-2P(left)와 OST-2S(right) load cases

1.3.8 Hydrodynamic pressure for OSA load cases

The wave pressures, P_W, for OSA-1 and OSA-2 load cases, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 25**.

Table 25 : Hydrodynamic pressures for OSA load cases

	Wave pressure, in kN/m^2		
Load case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
OSA-1P	$P_W = \max\,(P_{OSA}, \rho g\,(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
OSA-2P	$P_W = \max\,(-P_{OSA}, \rho g\,(z - T_{LC}))$		
OSA-1S	$P_W = \max\,(P_{OSA}, \rho g\,(z - T_{LC}))$		
OSA-2S	$P_W = \max\,(-P_{OSA}, \rho g\,(z - T_{LC}))$		

where:

$$P_{OSA} = f_R f_\beta f_p f_{nl} f_h k_a k_p f_{yz}\, C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$$f_p = f_{ps}$$

f_{nl} : Coefficient considering non-linear effects, to be taken as:

a) For extreme sea loads design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.5$ at $f_{xL} = 0$

$f_{nl} = 0.7$ at $0.3 \le f_{xL} < 0.7$

$f_{nl} = 0.5$ at $f_{xL} = 1$

b) For ballast water exchange design load scenario for strength assessment :

$f_{nl} = 0.7$ at $f_{xL} = 0$

$f_{nl} = 0.8$ at $0.3 \le f_{xL} < 0.7$

$f_{nl} = 0.7$ at $f_{xL} = 1$

Intermediate values are obtained by linear interpolation.

f_h : Design wave height coefficient to be taken as:

$f_h = \exp\left[-(L/170)^2/f_T\right] + 1.2$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 26 : k_{a-WL} values for OSA load cases

Transverse position	OSA-1P, OSA-2P		OSA-1S, OSA-2S	
	f_{xL}	k_{a-WL}	f_{xL}	k_{a-WL}
$y \ge 0$	0	$0.5 - 0.3f_T$	0	$4.65 - 2.9f_T$
	0.1	0.1	0.4	$1.5f_T - 0.55$
	0.5	1		
	0.65	1	0.65	$4.0 - 2.45f_T$
	0.9	$1.9 - 0.5f_T$	0.8	$4.1 - 2.65f_T$
	1	$2.65 - f_T$	1	$10 - 4.1f_T$
$y < 0$	0	$4.65 - 2.9f_T$	0	$0.5 - 0.3f_T$
	0.4	$1.5f_T - 0.55$	0.1	0.1
			0.35	$1.25 - 0.15f_T$
			0.5	1
	0.65	$4.0 - 2.45f_T$	0.65	1
	0.8	$4.1 - 2.65f_T$	0.9	$1.9 - 0.5f_T$
	1	$10 - 4.1f_T$	1	$2.65 - f_T$

Table 27 : k_{a-CL} values for OSA load cases

f_{xL}	0	0.2	0.6	0.65	0.8	0.9	1
k_{a-CL}	$5.5-2f_T$	1	1	$1.5f_T-0.45$	$1.35+0.4f_T$	$5.6-f_T$	$11.0f_T-3.6$

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_p = k_{p-WL}f_{zT} + k_{p-CL}(1-f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 28 : k_{p-WL} values for OSA load cases

Transverse position	OSA-1P, OSA-2P		OSA-1S, OSA-2S	
	f_{xL}	k_{p-WL}	f_{xL}	k_{p-WL}
$y \geq 0$	0	1	0	$0.9-0.55f_T$
	0.1	1	$0.6-0.5f_T$	$0.8-0.5f_T$
	$0.9-0.5f_T$	1	0.35	$0.5f_T$
	0.6	0	$0.25f_T+0.25$	-1
	$0.5f_T+0.3$	-1	0.8	-1
	0.9	-1	$1.1-0.25f_T$	-0.75
	1	-1	1	-0.75
$y < 0$	0	$0.9-0.55f_T$	0	1
	$0.6-0.5f_T$	$0.8-0.5f_T$	0.1	1
	0.35	$0.5f_T$	$0.9-0.5f_T$	1
	$0.25f_T+0.25$	-1	0.6	0
	0.8	-1	$0.5f_T+0.3$	-1
	$1.1-0.25f_T$	-0.75	0.9	-1
	1	-0.75	1	-1

Table 29 : k_{p-CL} values for OSA load cases

f_{xL}	0	$0.35-0.25f_T$	$0.15f_T+0.1$	$0.7-0.25f_T$	0.75	1
k_{p-CL}	0.5	$0.7-0.2f_T$	0.9	0.9	-0.75	-0.9

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

Table 30 : f_{yz} factor application for OSA load cases

Transverse position	OSA-1P, OSA-2P	OSA-1S, OSA-2S
$y \geq 0$	$f_{yz} = 5f_{zT} + 3f_{yB} + 1$	$f_{yz} = 2f_{zT} + 0.5f_{yB} + 1$
$y < 0$	$f_{yz} = 2f_{zT} + 0.5f_{yB} + 1$	$f_{yz} = 5f_{zT} + 3f_{yB} + 1$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$\lambda = [0.6 - 0.15(1-f_T)]L$

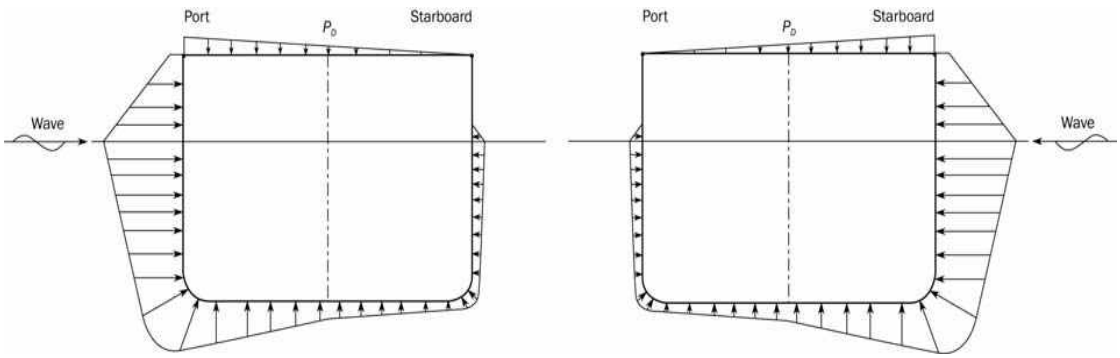


Figure 10 : Transverse distribution of dynamic pressure for OSA-1P(left), OSA-1S(right) load cases

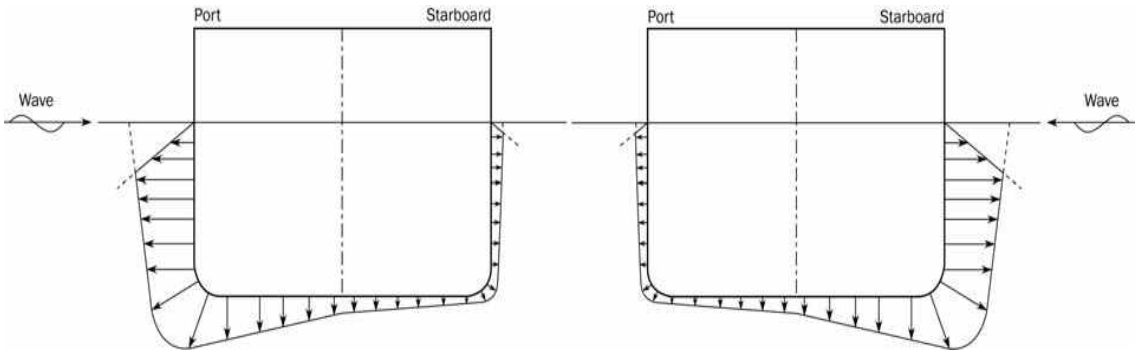


Figure 11 : Transverse distribution of dynamic pressure for OSA-2P(left), OSA-2S(right) load cases

1.3.9 Envelope of dynamic pressure

The envelope of dynamic pressure at any point, $P_{ex-\max}$, is to be taken as the greatest pressure obtained from any of the load cases determined by **[1.3.2]** to **[1.3.8]**.

1.4 External dynamic pressures for fatigue assessments

1.4.1 General

The external pressure P_{ex} at any load point of the hull for the fatigue static plus dynamic (F:S+D) design load scenario, is to be derived for each fatigue dynamic load case and is to be taken as:

$P_{ex} = P_S + P_W$ but not less than 0.

P_S : Hydrostatic pressure, in kN/m^2, defined in **[1.2]**.

P_W : Hydrodynamic pressure, in kN/m^2, is defined in **[1.4.2]** to **[1.4.6]**.

1.4.2 Hydrodynamic pressures for HSM load cases

The hydrodynamic pressures, P_W, for load cases HSM-1 and HSM-2, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 31**.

Table 31 : Hydrodynamic pressures for HSM load cases

	Wave Pressure(kN/m^2)		
Load Case	$Z \le T_{LC}$	$T_{LC} < Z \le h_W + T_{LC}$	$Z > h_W + T_{LC}$
HSM-1	$P_W = \max(-P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
HSM-2	$P_W = \max(P_{HS}, \rho g(z - T_{LC}))$		

where:

$$P_{HS} = f_p f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$$f_p = f_{fa}\left[(2.70 - 2f_T) + (6 - 4f_T)L \times 10^{-5}\right]$$

f_h : Coefficient to be taken as:

$$f_h = \exp(-(L/100)^2/f_T) + (0.31 + 0.01f_T)$$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 32 : k_{a-WL} values for HSM load cases

f_{xL}	0	0.2	0.3	0.4	$0.55 + (1 - f_T)$	0.85	1
k_{a-WL}	$3f_T - 0.5$	$0.5f_T$	$4.5f_T - 3$	$3.75f_T - 2$	$2 - 1.25f_T$	$14.25f_T - 9$	$15f_T - 5.5$

Table 33 : k_{a-CL} values for HSM load cases

f_{xL}	0	0.25	0.45	0.65	0.75	0.9	1
k_{a-CL}	$3.75f_T - 1$	$0.5f_T$	1	1	$4f_T - 2.25$	$6.5f_T - 1.5$	$13.5 - 4f_T$

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 34 : k_{p-WL} values for HSM load cases

f_{xL}	0	$0.2 + 0.25(1 - f_T)$	$0.25 + 0.25(1 - f_T)$	$0.5 + 0.5(1 - f_T)$	$0.6 + 0.75(1 - f_T)$	1
k_{p-WL}	-0.5	-1	1	1	-1	-1

Table 35 : k_{p-CL} values for HSM load cases

f_{xL}	0	0.25	0.3	0.5	0.8	1
k_{p-CL}	$2.5 - 3f_T$	$1.5f_T - 2$	$0.75f_T$	$1.75 - f_T$	$-(0.75 + 0.25f_T)$	-1

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

$$f_{yz} = 2f_{zT} + 0.8f_{yB} + 1.34$$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$$\lambda = [0.95 - 0.4(1 - f_T)]L$$

1.4.3 Hydrodynamic pressures for FSM load cases

The hydrodynamic pressures, P_W, for load cases FSM-1 and FSM-2, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 36**.

Table 36 : Hydrodynamic pressures for FSM load cases

	Wave Pressure(kN/m^2)		
Load Case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
FSM-1	$P_W = \max(-P_{FS}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0$
FSM-2	$P_W = \max(P_{FS}, \rho g(z - T_{LC}))$		

where:

$$P_{FS} = f_p f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$$f_p = f_{fa}\left[(1 - 0.2 f_T) + (6 - 4 f_T) L \times 10^{-5}\right]$$

f_h : Coefficient to be taken as:

$$f_h = (4.8 - 1.26 f_T)(7.7 L^{-1} + 0.07)$$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 37 : k_{a-WL} values for FSM load cases

f_{xL}	0	$0.2 + 0.25(1 - f_T)$	$0.35 + 0.25(1 - f_T)$	0.55	0.75	1
k_{a-WL}	$6 - 5 f_T$	$0.3 + 0.2 f_T$	$0.5 + 0.5 f_T$	1	$f_T - 0.5$	$7.5 - 5.5 f_T$

Table 38 : k_{a-CL} values for FSM load cases

f_{xL}	0	$0.2 + 0.25(1 - f_T)$	0.35	0.55	0.70	1
k_{a-CL}	$3.5 - f_T$	$0.25 f_T$	1	1	0.2	$3.25 + 0.5 f_T$

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 39 : k_{p-WL} values for FSM load cases

f_{xL}	0	$0.15 + 0.5(1 - f_T)$	0.3	$0.6 + 0.5(1 - f_T)$	$0.8 - 0.25(1 - f_T)$	1
k_{p-WL}	-1	-1	1	1	-1	-0.75

Table 40 : k_{p-CL} values for FSM load cases

f_{xL}	0	$0.2 + 0.25(1 - f_T)$	$0.25 + 0.25(1 - f_T)$	0.65	0.75	1
k_{p-CL}	-1	-1	1	1	-1	-0.75

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

$$f_{yz} = 1.6 f_{zT} + 0.6 f_{yB} + 1.5$$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$$\lambda = \left[1.1 - 0.26(1 - f_T)\right] L$$

1.4.4 Hydrodynamic pressures for BSR load cases

The hydrodynamic pressures, P_W, for load cases BSR-1 and BSR-2, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 41**.

Table 41 : Hydrodynamic pressures for BSR load cases

	Wave Pressure(kN/m^2)		
Load Case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
BSR-1P	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0$
BSR-2P	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max(P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max(-P_{BSR}, \rho g(z - T_{LC}))$		

where:

For BSR-1P and BSR-2P load cases

$$P_{BSR} = -10y\sin\theta + 0.4 f_p C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\,(f_{yB1} + 1)$$

For BSR-1S and BSR-2S load cases

$$P_{BSR} = 10y\sin\theta + 0.4 f_p C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}\,(f_{yB1} + 1)$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$$f_p = f_{fa}\left[(0.23 + 0.04 f_T) + (2 - 12 f_T) B \times 10^{-4}\right]$$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$$\lambda = \frac{g T_\theta^2}{2\pi}$$

1.4.5 Hydrodynamic pressures for BSP load cases

The hydrodynamic pressures, P_W, for load cases BSP-1 and BSP-2, at any load point, in kN/m^2, are to be obtained from **Table 42**.

Table 42 : Hydrodynamic pressures for BSP load cases

	Wave Pressure(kN/m^2)		
Load Case	$z \le T_{LC}$	$T_{LC} < z \le h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
BSP-1P	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{LC})$	$P_W = 0.0$
BSP-2P	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSP-1S	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		
BSP-2S	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{LC}))$		

where:

$$P_{BSP} = f_p f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0 + \lambda - 125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{fa}\left[(0.4+1.1f_T)+(1-10f_T)B\times 10^{-3}\right]$

f_h : Coefficient to be taken as:

$f_h = (4-f_T)(0.55(L/B)^{-1}+0.01)$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

Table 43 : k_a values for BSP load cases

f_{xL}	0	0.3	0.7	1
k_a	0.5	1	1	0.7

Intermediate values are to be interpolated.

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_p = 1$

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

Table 44 : f_{yz} factor application for BSP load cases

Transverse position	BSP-1P, BSP-2P	BSP-1S, BSP-2S
$y \geq 0$	$f_{yz} = 7f_{zT}+6f_{yB}+1$	$f_{yz} = 3f_{zT}+2.5f_{yB}+1$
$y < 0$	$f_{yz} = 3f_{zT}+2.5f_{yB}+1$	$f_{yz} = 7f_{zT}+6f_{yB}+1$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$\lambda = \left[0.5-0.4(1-f_T)\right]L$

1.4.6 Hydrodynamic pressures for OST load cases

The hydrodynamic pressures, P_W, for load cases OST-1 and OST-2, at any load point, in $\mathrm{kN/m^2}$, are to be obtained from **Table 45**.

Table 45 : Hydrodynamic pressures for OST load cases

	Wave Pressure(kN/m^2)		
Load Case	$z \leq T_{LC}$	$T_{LC} < z \leq h_W + T_{LC}$	$z > h_W + T_{LC}$
OST-1P	$P_W = \max\left(P_{OST}, \rho g(z-T_{LC})\right)$	$P_W = P_{W;WL} - \rho g(z-T_{LC})$	$P_W = 0$
OST-2P	$P_W = \max\left(-P_{OST}, \rho g(z-T_{LC})\right)$		
OST-1S	$P_W = \max\left(P_{OST}, \rho g(z-T_{LC})\right)$		
OST-2S	$P_W = \max\left(-P_{OST}, \rho g(z-T_{LC})\right)$		

where:

$$P_{OST} = f_p f_h k_a k_p f_{yz} C_W \sqrt{\frac{L_0+\lambda-125}{L}}$$

f_p : Coefficient to be taken as:

$f_p = f_{fa}\left[(0.04+0.15f_T)-(9-12f_T)B\times 10^{-4}\right]$

f_h : Coefficient to be taken as:

$f_h = (1-f_T)(41L^{-0.02}-36)+(0.29f_T)$

k_a : Amplitude coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_a = k_{a-WL} f_{zT} + k_{a-CL}(1 - f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 46 : k_{a-CL} values for OST load cases

f_{xL}	0	$0.25+0.25(1-f_T)$	0.45	0.65	0.8	1
k_{a-CL}	$8.5-6.25f_T$	$1.5-1.25f_T$	1	1	0.5	$12.25-6f_T$

Table 47 : k_{a-WL} values for OST load cases

Transverse position	OST-1P, OST-2P		OST-1S, OST-2S	
	f_{xL}	k_{a-WL}	f_{xL}	k_{a-WL}
$y \geq 0$	0	$10-9f_T$	0	$10-10f_T$
	0.3	$2.25f_T-1.5$	0.2	$2.5-1.5f_T$
	$0.4-0.25(1-f_T)$	1	$0.35-0.25(1-f_T)$	$0.5-0.25f_T$
	0.5	1	$0.55-0.25(1-f_T)$	$1+0.25f_T$
	0.6	1	0.7	$1+0.25f_T$
	0.8	$1.25f_T-0.5$	$0.85-0.25(1-f_T)$	$2.5f_T-1.5$
	1	$19.5-17f_T$	1	$15.5-13f_T$
$y < 0$	0	$10-10f_T$	0	$10-9f_T$
	0.2	$2.5-1.5f_T$	0.3	$2.25f_T-1.5$
	$0.35-0.25(1-f_T)$	$0.5-0.25f_T$	$0.4-0.25(1-f_T)$	1
	$0.55-0.25(1-f_T)$	$1+0.25f_T$	0.5	1
	0.7	$1+0.25f_T$	0.6	1
	$0.85-0.25(1-f_T)$	$2.5f_T-1.5$	0.8	$1.25f_T-0.5$
	1	$15.5-13f_T$	1	$19.5-17f_T$

λ : Wave length of the dynamic load case, in m, to be taken as:

$\lambda = 0.45L$

f_{yz} : Girth distribution coefficient, to be taken as:

Table 48 : f_{yz} factor application for OST load cases

Transverse position	OST-1P, OST-2P	OST-1S, OST-2S
$y \geq 0$	$f_{yz} = 26f_{zT} + 15f_{yB} + 8$	$f_{yz} = 18f_{zT} + 7f_{yB} + 8$
$y < 0$	$f_{yz} = 18f_{zT} + 7f_{yB} + 8$	$f_{yz} = 26f_{zT} + 15f_{yB} + 8$

k_p : Phase coefficient in the longitudinal direction of the ship, to be taken as:

$k_p = k_{p-WL} f_{zT} + k_{p-CL}(1 - f_{zT})$

Intermediate values are to be interpolated.

Table 49 : k_{p-CL} values for OST load cases

f_{xL}	0	$0.25+0.25(1-f_T)$	$0.3+0.25(1-f_T)$	0.75	0.8	1
k_{p-CL}	1	$0.5+0.25f_T$	-0.5	-1	$f_T-0.5$	0

Table 50 : k_{p-WL} values for OST load cases

Transverse position	OST-1P, OST-2P		OST-1S, OST-2S	
	f_{xL}	k_{p-WL}	f_{xL}	k_{p-WL}
$y \geq 0$	0	1	0	$9-10f_T$
	$0.2+0.5(1-f_T)$	1	$0.2+0.5(1-f_T)$	$6.5-7.5f_T$
	$0.45-0.5(1-f_T)$	-1	0.35	$8f_T-7$
	0.5	-1	0.75	$1.25f_T-2$
	$0.65+0.5(1-f_T)$	-1	0.8	$3.25-4f_T$
	$0.85-0.25(1-f_T)$	$2.5f_T-1.5$	0.9	$2-2.5f_T$
	1	0.5	1	0
$y < 0$	0	$9-10f_T$	0	1
	$0.2+0.5(1-f_T)$	$6.5-7.5f_T$	$0.2+0.5(1-f_T)$	1
	0.35	$8f_T-7$	$0.45-0.5(1-f_T)$	-1
	0.75	$1.25f_T-2$	0.5	-1
	0.8	$3.25-4f_T$	$0.65+0.5(1-f_T)$	-1
	0.9	$2-2.5f_T$	$0.85-0.25(1-f_T)$	$2.5f_T-1.5$
	1	0	1	0.5

2. External pressures on exposed decks

2.1 Application

2.1.1

The external pressures and forces on exposed decks are only to be applied for strength assessment.

2.1.2

The green sea pressures defined in **[2.2]** for exposed decks are to be considered independently of the pressures due to distributed cargo or other equipment loads and any concentrated forces due to cargo or other unit equipment loads, defined in **[2.3.1]** and **[2.3.2]** respectively.

2.2 Green sea loads

2.2.1 Pressure on exposed deck

The external dynamic pressure due to green sea loading, P_D, at any point of an exposed deck, in kN/m^2, for the static plus dynamic (S+D) design load scenarios is to be derived for each dynamic load case and is to be taken as defined in **[2.2.3]** to **[2.2.4]**.

The external dynamic pressure due to green sea loading, P_D, at any point of an exposed deck for the static (S) design load scenarios is zero.

2.2.2

If a breakwater is fitted on the exposed deck, no reduction in the green sea pressure is allowed for the area of the exposed deck located aft of the breakwater.

2.2.3 HSM, HSA and FSM load cases

a) Case 1: External pressure for exposed deck except trunk deck

The external pressure, P_D, for HSM, HSA and FSM load cases, at any load point of an exposed deck is to be obtained, in kN/m^2, from the following formula, see **Figure 2** and **Figure 3**.

$$P_D = \chi P_W$$

where:

$P_W = P_{W,D}$, but not to be taken less than P_{D-min}.

$P_{W,D}$: Pressure, in kN/m^2, obtained at side of the exposed deck for HSM, HSA and FSM load cases as defined in **[1.3]**.

P_{D-min} : Minimum exposed deck pressure, in kN/m^2, to be taken as:

- For cargo hold analysis according to **Ch 7**: $P_{D-min} = 0$.
- For other cases: P_{D-min} as defined in **Table 51**.

χ : Coefficient defined in **Table 52**.

Table 51 : Minimum pressures on exposed decks for HSM, HSA, FSM load cases

Location	Minimum pressure on exposed deck, $P_{D-\min}$, in kN/m^2	
	$L_{LL} \geq 100\text{m}$	$L_{LL} < 100\text{m}$
$x_{LL}/L_{LL} \leq 0.75$	34.3	$14.9 + 0.195 L_{LL}$
$x_{LL}/L_{LL} > 0.75$	$34.3 + (14.8 + a(L_{LL} - 100))(4\frac{x_{LL}}{L_{LL}} - 3)$	$12.2 + \frac{L_{LL}}{9}(5\frac{x_{LL}}{L_{LL}} - 2) + 3.6\frac{x_{LL}}{L_{LL}}$
a : 0.0726 x_{LL} : X-coordinate of the load point measured from the aft end of the freeboard length L_{LL}.		

Table 52 : Coefficient for pressure on exposed decks

Exposed deck location	χ
Freeboard deck	1.00
Superstructure deck including forecastle deck	0.75
1st tier of deckhouse	0.56
2nd tier of deckhouse	0.42
3rd tier of deckhouse	0.32
4th tier of deckhouse	0.25
5th tier of deckhouse	0.20
6th tier of deckhouse	0.15
7th tier of deckhouse and above	0.10

b) Case 2: External pressure for trunk deck

The external pressure, P_D, for HSM, HSA and FSM load cases, at any load point of an trunk deck including sloping plate is to be obtained, in kN/m^2, from the following formula.

$P_D = 0.75^c P_W$ but not to be taken less than 20 kN/m^2.

where:

P_W : Pressure, in kN/m^2, obtained at side of the exposed deck for HSM, HSA and FSM load cases.

- For cargo hold analysis according to **Ch 7** : $P_W = 0$.
- For other cases : P_W as defined in **[2.2.3] a)**.

c : Coefficient to be taken as:

$c = (z - z_{fdk})/2.3$

z : distance from baseline to load point, in m.

z_{fdk} : distance from baseline to freeboard deck considered at side, in m.

2.2.4 BSR, BSP, OST and OSA load cases

The external pressure, P_D, for BSR, BSP, OST and OSA load cases at any load point of an exposed deck is to be obtained, in kN/m^2, by linear interpolation between the pressures at the port and starboard deck edges. (see **Figure 4** to **Figure 10**)

$$P_{D,stb} = \chi P_{W,D-stb}$$

$$P_{D,pt} = \chi P_{W,D-pt}$$

where:

$P_{W,D-stb}$: Pressure obtained at starboard deck edge for BSR, BSP, OST or OSA load cases as defined in **[1.3]**, as appropriate.

$P_{W,D-pt}$: Pressure obtained at port deck edge for BSR, BSP, OST and OSA load cases as defined in **[1.3]**, as appropriate.

χ : Coefficient defined in **Table 52**.

The external pressure, P_D, for BSR, BSP, OST and OSA load cases, at any load point of an trunk deck including slanted plate is to be obtained, in kN/m^2, from the following formula.

$$P_D = P_{W,D-int} - \rho g(z - z_{int})$$

where:

$P_{W,D-int}$: Pressure obtained by linear interpolation in transverse direction to the transverse coordinate of the intersection of deck plate and truck deck sloping plate between $P_{W,D-stb}$ and $P_{W,D-pt}$.

z : as defined in **[2.2.3]**

z_{int} : distance from baseline to intersection of deck plate and truck deck sloping plate

2.2.5 Envelope of dynamic pressures on exposed deck

The envelope of dynamic pressure at any point of an exposed deck, P_{D-max}, is to be taken as the greatest pressure obtained from any of the load cases determined by **[2.2.3]** and **[2.2.4]**.

2.3 Load carried on exposed deck

2.3.1 Pressure due to distributed load

If a distributed load is carried on an exposed deck, the static and dynamic pressures due to this distributed load are to be considered.

The total pressure, P_{dl}, in kN/m^2, due to this distributed load for the static (S) design load scenario is to be taken as:

$$P_{dl} = P_{dl-s}$$

The pressure P_{dl}, in kN/m^2, due to this distributed load for the static plus dynamic (S+D) design load scenario is to be derived for each dynamic load case and is to be taken as:

$$P_{dl} = P_{dl-s} + P_{dl-d}$$

where:

P_{dl-s} : Static pressure, in kN/m^2, due to the distributed load, to be defined by the Designer and, in general, but not less than 10 kN/m^2.

P_{dl-d} : Dynamic pressure, in kN/m^2, due to the distributed load, to be taken as:

$$P_{dl-d} = f_\beta \frac{a_Z}{g} P_{dl-s}$$

a_Z : Vertical acceleration, in m/s^2, at the centre of gravity of the distributed load, for the considered load case, to be obtained according to **Ch 4, Sec 3, [3.2.4]**.

2.3.2 Concentrated force due to unit load

If a unit load is carried on an exposed deck, the static and dynamic forces due to the unit load carried are to be considered.

The force F_U, in kN, due to this concentrated load for the static (S) design load scenarios, is to be taken as:

$$F_U = F_{U-s}$$

The force F_U, in kN, due to this concentrated load for the static plus dynamic (S+D) design load scenarios is to be derived for each dynamic load case and is to be taken as:

$$F_U = F_{U-s} + F_{U-d}$$

where:

F_{U-s} : Static force, in kN, due to the unit load to be taken equal to:

$$F_{U-s} = m_U g$$

F_{U-d} : Dynamic force, in kN, due to unit load to be taken equal to:

$$F_{U-d} = m_U f_\beta a_Z$$

m_U : Mass of the unit load carried, in t.

a_Z : Vertical acceleration, in m/s^2, at the centre of gravity of the unit load carried for the considered load case, to be obtained according to **Ch 4, Sec 3, [3.2.4]**.

3. External impact pressures for the bow area

3.1 Application

3.1.1

The impact pressures for the bow area are only to be applied for strength assessment.

3.2 Bottom slamming pressure

3.2.1

The bottom slamming pressure P_{SL}, in kN/m^2, for the bottom slamming design load scenario is to be evaluated for the following two cases:

Case 1 : An empty ballast tank or a void space in way of the bottom shell.

$$P_{SL} = 10g\sqrt{L}f_{SL}c_{SL-et} \quad \text{for } L < 170\text{ m}$$

$$P_{SL} = 130gf_{SL}c_{SL-et}e^{c_1} \quad \text{for } L \geq 170\text{ m}$$

Case 2 : A full ballast tank in way of the bottom shell.

$$P_{SL} = 10g\sqrt{L}f_{SL}c_{SL-ft} - 1.25\rho g(z_{top} - z) \quad \text{for } L < 170\text{ m}$$

$$P_{SL} = 130gf_{SL}c_{SL-ft}e^{c_1} - 1.25\rho g(z_{top} - z) \quad \text{for } L \geq 170\text{ m}$$

where:

c_1 : Coefficient to be taken as:

$c_1 = 0$ for $L \leq 180$ m

$c_1 = -0.0125(L-180)^{0.705}$ for $L > 180$ m

c_{SL-et} : Slamming coefficient for case with an empty ballast tank or void space:

$$c_{SL-et} = 5.95 - 10.5\left(\frac{T_{F-e}}{L}\right)^{0.2}$$

c_{SL-ft} : Slamming coefficient for case with a full ballast tank:

$$c_{SL-ft} = 5.95 - 10.5\left(\frac{T_{F-f}}{L}\right)^{0.2}$$

f_{SL} : Longitudinal slamming distribution factor, to be taken as:

$f_{SL} = 0$ for $x/L \leq 0.5$

$f_{SL} = 1.0$ for $x/L = 0.5 + c_2$

$f_{SL} = 1.0$ for $x/L = 0.65 + c_2$

$f_{SL} = 0.5$ for $x/L \geq 1.0$

Intermediate values of f_{SL} are to be obtained by linear interpolation.

c_2 : Coefficient to be taken as:

$c_2 = 0.33C_B + \frac{L}{2500}$ but not to be taken greater than 0.35.

T_{F-e} : Design slamming draught at the FP to be provided by the Designer. T_{F-e} is not to be greater than the minimum draught at the FP indicated in the loading manual for all seagoing conditions where any of the ballast tanks within the bottom slamming region are empty. This includes all loading conditions with tanks inside the bottom slamming region that use the "sequential" ballast water exchange method, if relevant.

T_{F-f} : Design slamming draught at the FP to be provided by the Designer. T_{F-f} is not to be greater

than the minimum draught at the FP indicated in the loading manual for all seagoing conditions where all ballast tanks within the bottom slamming region are full. This includes all loading conditions with tanks inside the bottom slamming region that use the "flow-through" ballast water exchange method, if relevant.

z_{top} : Z-coordinate of the highest point of the tank, excluding small hatchways, in m. For strength assessment of double bottom floors and girders, z_{top} is not to be taken greater than the double bottom height.

3.2.2 Loading manual information

The loading guidance information is to clearly state the design slamming draughts and the ballast water exchange method used for each ballast tank, if any.

3.3 Bow impact pressure

3.3.1 Design pressures

The bow impact pressure P_{FB}, in kN/m^2, to be considered for the bow impact design load scenario is to be taken as:

$$P_{FB} = 1.025 f_{FB} c_{FB} V_{im}^2 \sin\gamma_{wl}$$

where:

f_{FB} : Longitudinal bow flare impact pressure distribution factor. To be taken as:

f_{FB} = 0.55 for $x/L \le 0.9$

f_{FB} = 4 (x/L - 0.9) + 0.55 for $0.9 < x/L \le 0.9875$

f_{FB} = 8 (x/L - 0.9875) + 0.9 for $0.9875 < x/L \le 1$

f_{FB} = 1.0 for $x/L > 1.0$

V_{im} : Impact speed, in knots, to be taken as:

$$V_{im} = 0.514\, V_{ref} \sin\alpha_{wl} + \sqrt{L}$$

V_{ref} : Forward speed, in knots, to be taken as:

$V_{ref} = 0.75\, V$ but not less than 10.

α_{wl} : Local waterline angle, in deg, at the considered position, but not less than 35 deg. See **Figure 12**.

γ_{wl} : Local bow impact angle, in deg, measured in a vertical plane containing the normal to the shell, from the horizontal to the tangent line at the considered position but not less than 50 deg, as shown in **Figure 12**. Where this value is not available, it may be taken as:

$$\gamma_{wl} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\beta_{pl}}{\cos\alpha_{wl}}\right)$$

β_{pl} : Local body plan angle, in deg, at the considered position from the horizontal to the tangent line, but not less than 35 deg.

c_{FB} : Coefficient to be taken as:

$c_{FB} = 1.0$ for positions between draughts T_{BAL} and T_{SC}.

$c_{FB} = \sqrt{1.0 + \cos^2[90\frac{(h_{fb} - 2h_0)}{h_{fb}}]}$ for positions above draughts T_{SC}.

h_{fb} : Vertical distance, in m, from the waterline at the draught T_{SC} to the highest deck at side. See **Figure 12**.

h_0 : Vertical distance, in m, from the waterline at the draught T_{SC} to the considered position. See **Figure 12**.

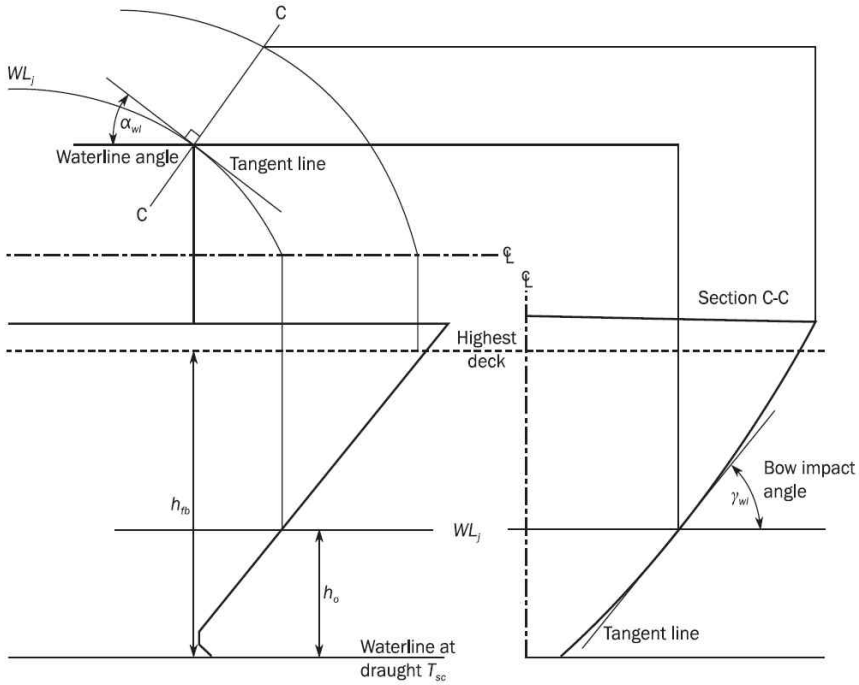


Figure 12 : Definition of bow geometry

4. External pressures on superstructure and deckhouses

4.1 Application

4.1.1

The external pressures on superstructure and deckhouses are only to be applied for strength assessment. These pressures are to be considered as dynamic pressures and are to be applied to the appropriate structure without any static pressure load component.

4.1.2

The dynamic load case concept is not to be applied for external pressures on superstructures and deckhouses.

4.2 Exposed wheel house tops

4.2.1

The lateral pressure for exposed wheel house tops, P_D, in kN/m^2, is to be taken as:

$$P_D = 12.5$$

4.3 Sides of superstructures

4.3.1

The design pressure for the external sides of superstructures, P_{SI}, in kN/m^2, is to be taken as:

$$P_{SI} = 2.1 C_W c_F (C_B + 0.7) \frac{20}{10 + z_{SD} - T_{SC}}$$

where:

c_F : Distribution factor according to **Table 53.**

Table 53 : Distribution factor c_F

Location	c_F
$x/L < 0.2$	$1.0 + \frac{5}{C_B}\left(0.2 - \frac{x}{L}\right)$ without taking x/L less than 0.1
$x/L \geq 0.2$	1.0

4.4 End bulkheads of superstructures and deckhouse walls

4.4.1

The external pressure for the aft and forward external bulkheads of superstructures and deckhouse walls, in kN/m^2, is to be taken as:

$P_A = f_n f_c [f_b f_d - (z_{SD} - T_{SC})]$ but is not to be less than P_{A-min}.

where:

f_n : Coefficient defined in **Table 54**.

f_c : Coefficient, to be taken as:

$f_c = 0.3 + 0.7\frac{b_1}{B_1}$ but not less than 0.475.

For exposed parts of machinery casings, f_c is not to be taken less than 1.0.

f_d : Coefficient, to be taken as:

$f_d = \frac{L}{10}e^{-(L/300)} - \left(1 - \left(\frac{L}{150}\right)^2\right)$ for L < 150 m

$f_d = \frac{L}{10}e^{-(L/300)}$ for 150m ≤ L < 300 m

$f_d = 11.03$ for L > 300 m

b_1 : Breadth of deckhouse at the position considered.

B_1 : Actual breadth of ship on the exposed weather deck at the position considered.

f_b : Coefficient defined in **Table 55**.

P_{A-min} : Minimum lateral pressure, in kN/m^2, as defined in **Table 56**.

Table 54 : Coefficient f_n

Type of bulkhead	Location	f_n
Unprotected front bulkhead(1)	Lowest tier(2)	$20+\frac{L_2}{12}$
	Second tier	$10+\frac{L_2}{12}$
	Third tier and above	$5+\frac{L_2}{15}$
Protected front bulkhead(1)	All tiers	$5+\frac{L_2}{15}$
Side bulkheads	All tiers	$5+\frac{L_2}{15}$
Aft end bulkheads	Abaft amidships	$7+\frac{L_2}{100}-8\frac{x}{L_2}$
	Forward of amidships	$5+\frac{L_2}{100}-4\frac{x}{L_2}$

(1) The front bulkhead of a superstructure or deckhouse may be considered as protected when it is located less than B_x behind another superstructure or deckhouse, and the width of the front bulkhead being considered is less than the width of the aft bulkhead of the superstructure or deckhouse forward of it. B_x is the local breadth of the ship at the front bulkhead.

(2) The lowest tier is normally that tier which is directly situated above the uppermost continuous deck to which the moulded depth D is measured. However, when $(D-T_{SC})$ exceeds the minimum non-corrected tabular freeboard (according to ICLL as amended) by at least one standard superstructure height (as defined in **Ch 1, Sec 4, [3.3]**), then this tier may be defined as the 2nd tier and the tier above as the 3rd tier.

Table 55 : Coefficient f_b

Location of bulkhead(1)	f_b
$\frac{x}{L}<0.45$	$1.0+\left(\frac{x/L-0.45}{C_{B1}+0.2}\right)^2$
$\frac{x}{L}\geq 0.45$	$1.0+1.5\left(\frac{x/L-0.45}{C_{B1}+0.2}\right)^2$

C_{B1} : Block coefficient, but not less than 0.60 nor greater than 0.80. For aft deckhouse bulkheads located forward of amidships, C_{B1} may be taken as 0.80.

(1) For deckhouse sides, the deckhouse is to be subdivided into parts of approximately equal length, not exceeding $0.15L$ each, and x is to be taken as the X-coordinate of the centre of each part considered.

Table 56 : Minimum lateral pressure, P_{A-min}

L	P_{A-min}, in kN/m^2	
	Lowest tier of unprotected fronts	Elsewhere(1)
$90<L\leq 250$	$25+\frac{L}{10}$	$12.5+\frac{L}{20}$
$L>250$	50	25

(1) For the 4th tier and above, P_{A-min} is to be taken equal to $12.5\,\mathrm{kN/m^2}$.

Section 6 – Internal loads

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

a_X, a_Y, a_Z : Longitudinal, transverse and vertical accelerations, in m/s^2, at x_G, y_G, z_G, as defined in **Ch 4, Sec 3, [3.2]**.

f_β : Coefficient defined in **Ch 4, Sec 4**.

h_{air} : Height of air pipe or overflow pipe above the top of the tank, in m.

P_{drop} : Overpressure, in kN/m^2, due to sustained liquid flow through air pipe or overflow pipe in case of overfilling or filling during flow through ballast water exchange. It is to be defined by the designer, but not to be less than 25 kN/m^2.

P_{PV} : Design vapour pressure, in kN/m^2, but not less than 25 kN/m^2.

x, y, z : X, Y and Z coordinates, in m, of the load point with respect to the reference coordinate system defined in **Ch 4, Sec 1, [1.2.1]**.

x_G, y_G, z_G : X, Y and Z coordinates, in m, of the volumetric centre of gravity of the tank or fully filled cargo hold, i.e. V_{Full}, considered with respect to the reference coordinate system defined in **Ch 4, Sec 1, [1.2]**.

z_{top} : Z coordinate of the highest point of tank, excluding small hatchways, in m.

ρ_L : Density of liquid in the tank, in t/m^3, but not less than:

ρ_L = design cargo density, 0.5 t/m^3 for strength assessment

0.46 t/m^3 or higher value for fatigue assessment

ρ_L = 1.025 for all liquids except cargo.

ρ_{slh} : Liquid density, in t/m^3, to be used for sloshing assessment, taken as:

$\rho_{slh} = \rho_L$

ρ_{ST} : Density of steel, in t/m^3, to be taken as 7.85.

θ : Roll angle, in deg, defined in **Ch 4, Sec 3, [2.1.1]**.

1. Pressure due to liquids

1.1 Application

1.1.1 Pressures for the strength assessments of intact conditions

The internal pressure due to liquid acting on any load point of a tank, in kN/m^2, for the static (S) design load scenarios, given in **Ch 4, Sec 7**, is to be taken as:

$P_{in} = P_{ls}$ but not less than 0.

The internal pressure due to liquid acting on any load point of a tank, in kN/m^2, for the static plus dynamic (S+D) design load scenarios is to be derived for each dynamic load case and is to be taken as:

$P_{in} = P_{ls} + P_{ld}$ but not less than 0.

where:

P_{ls} : Static pressure due to liquid in tanks, in kN/m^2, as defined in **[1.2]**.

P_{ld} : Dynamic inertial pressure due to liquid in tanks, in kN/m^2, as defined in **[1.3]**.

1.2 Static liquid pressure

1.2.1 Normal operations at sea

The static pressure due to liquid in tanks, P_{ls} during normal operations at sea, in kN/m^2, is to be taken as:

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z) + P_{PV}$ for cargo tanks filled with liquid cargo.

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + 0.5h_{air})$ for other cases.

1.2.2 Harbour/sheltered water operations

The static pressure, P_{ls} due to liquid in tanks for harbour/sheltered water operations, in kN/m^2, is to be taken as:

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z) + P_{PV}$ for cargo tanks filled with liquid cargo

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + 0.5h_{air})$ for other cases

1.2.3 Sequential ballast water exchange

The static pressure, P_{ls} due to liquid in ballast tanks associated with sequential ballast water exchange operations, in kN/m^2, is to be taken as:

$$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + 0.5\,h_{air})$$

1.2.4 Flow through ballast water exchange

The static pressure, P_{ls} due to liquid in ballast tanks associated with flow through ballast water exchange operations, in kN/m^2, is to be taken as:

$$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z + h_{air}) + P_{drop}$$

1.2.5 Ballasting using ballast water treatment system

The static pressure, P_{ls} due to liquid in tanks associated with ballasting operations using a ballast water treatment system is to be taken as defined for sequential ballast exchange in **[1.2.3]**. The ship designer has to inform the Society if the ballast water treatment system implies additional pressure to be considered as P_{drop}, etc in addition to the pressure defined in **[1.2.3]**.

1.2.6 Static liquid pressure for the fatigue assessment

The static pressure due to liquid in tanks, P_{ls} to be used for the fatigue assessment, in kN/m^2, is to be taken as:

$P_{ls} = \rho_L g(z_{top} - z)$ for all tanks.

1.3 Dynamic liquid pressure

1.3.1

The dynamic pressure, P_{ld} due to liquid in tanks, in kN/m^2, is to be taken as:

$$P_{ld} = f_\beta\, \rho_L[a_Z(z_0 - z) + f_{ull-l} a_X(x_0 - x) + f_{ull-t} a_Y(y_0 - y)]$$

where:

f_{ull-l} : Longitudinal acceleration correction factor for the ullage space above the liquid in tanks, taken as:

- For strength assessment:

  $f_{ull-l} =$ 0.62 for cargo tanks.

  $f_{ull-l} =$ 1.0 for other cases.

- For fatigue assessment:

$f_{ull-l} = 0.5 + \frac{|z_0 - z|}{l_{fs}} \frac{180}{\phi\pi}$ for cargo tanks.

$f_{ull-l} = 1.0$ for other cases.

f_{ull-l} is not to be less than 0.0 nor greater than 1.0

l_{fs} : Cargo tank length at the top of the tank, in m.

f_{ull-t} : Transverse acceleration correction factor to account for the ullage space above the liquid in tanks, taken as:

- For strength assessment:

$f_{ull-t} = 0.67$ for cargo tanks.

$f_{ull-t} = 1.0$ for other cases.

- For fatigue assessment:

$f_{ull-t} = 0.5 + \frac{|z_0 - z|}{b_{top}} \frac{180}{\theta\pi}$ for cargo tanks.

$f_{ull-t} = 1.0$ for other cases.

f_{ull-t} is not to be less than 0.0 nor greater than 1.0

b_{top} : Cargo tank breadth at the top of the tank, in m, determined at mid length of the tank.

x_0 : X coordinate, in m, of the reference point.

y_0 : Y coordinate, in m, of the reference point.

z_0 : Z coordinate, in m, of the reference point.

The reference point is to be taken as the point with the highest value of V_j, calculated for all points that define the upper boundary of the tank as follows:

$$V_j = a_X(x_j - x_G) + a_Y(y_j - y_G) + (a_Z + g)(z_j - z_G)$$

where:

x_j : X coordinate, in m, of the point j on the upper boundary of the tank.

y_j : Y coordinate, in m, of the point j on the upper boundary of the tank.

z_j : Z coordinate, in m, of the point j on the upper boundary of the tank.

1.4 Static pressure in flooded condition

1.4.1 Static pressure in flooded compartments

The static pressure, P_{fs} in kN/m^2, for watertight boundaries of flooded compartments is to be taken as:

$P_{fs} = \rho g(z_{FD} - z)$ but not less than 0.

where:

z_{FD} : Z coordinate, in m, of the freeboard deck at side in way of the transverse section considered.

2. Internal cargo pressure

2.1 Pressure by IGC

The internal pressure acting on a cargo tank boundary, which is symbolized as P_{IGC} in **Ch 6**, is given in **Pt 7, Ch 5, Sec 4, [428]**, in kN/m^2. This pressure is calculated with dimensionless acceleration α_β, which is combined with 3 components(a_x, a_y, a_z) in an arbitrary direction β according to an ellipsoid surface. For

the corner points of the cargo tank, pressure may be calculated with different acceleration direction so as to have a maximum. The pressure between corner points is decided by linear interpolation.

Upon agreement by the Society, the accelerations obtained by other method for alternative designs can be used. In that case, the derivation of the accelerations for alternative designs is to be documented and provided to the Society.

2.2 Sloshing impact by liquid cargo

2.2.1 Application

This article applied to all liquid cargo, ballast tanks and other tanks with volume exceeding 100 m^3.

2.2.2 Sloshing pressure on tank boundaries

The sloshing pressure due to liquid motions in a tank P_{slh} acting on any load point of a tank boundary or internal divisions, in kN/m^2, for the sloshing load scenario, given in **Ch 4, Sec 7**, is to be taken as follows, without being less than $P_{slh-min}$, as given in **[2.2.3]**:

- $P_{slh} = P_{slh-l}$ for transverse bulkheads, as defined in **[2.2.4]**.
- $P_{slh} = P_{slh-t}$ for longitudinal bulkheads, as defined in **[2.2.5]**.

2.2.3 Minimum sloshing pressure

The minimum sloshing pressure, $P_{slh-min}$, for tanks of cellular construction, i.e. double hull construction with internal structures restring the fluid motion, is to be taken as 12 kN/m^2.

For cargo and other tanks is to be taken as 20 kN/m^2.

2.2.4 Sloshing pressure due to longitudinal liquid motion

The pressure P_{slh-l}, due to longitudinal liquid motion, is to be taken as:

$$P_{slh-l} = \rho_{slh} g l_{tank} f_{slh} \left[0.4 - \left(0.39 - \frac{1.7\, l_{tank}}{L} \right) \frac{L}{350} \right]$$

where:

l_{tank} : Length of tank in m.

f_{slh} : Coefficient to be taken as:

Table 1 : Coefficient f_{slh}

h_{fill}	f_{slh}
$0.0h_{Tank}$	0.0
$0.1h_{Tank}$	$f_{slh} = 1.5\left[1 - 2\left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
$0.3h_{Tank}$	$f_{slh} = 2.0\left[1 - 2\left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
$1.0h_{Tank}$	$f_{slh} = 1.5\left[1 - 2\left(0.3 - \frac{h_{fill}}{h_{Tank}^2}\right)^2\right]$
For intermediate values of h_{fill}, f_{slh} are to be obtained by linear interpolation.	

h_{fill} : Filling height measured from tank bottom in m.

2.2.5 Sloshing pressure due to transverse liquid motion

The pressure P_{slh-t}, due to longitudinal liquid motion, is to be taken as:

$$P_{slh-t} = 7\rho_{slh} g f_{slh} \left(\frac{b_{tank}}{B} - 0.3 \right) GM^{0.75}$$

where:

b_{tank} : Breadth of tank in m.

f_{slh} : Coefficient to be taken as defined in **[2.2.4] Table 1**.

3. Loads on non-exposed decks and platforms

3.1 Application

3.1.1 General

The loads defined in **[3.2]** and **[3.3]** are applicable to non-exposed decks, accommodation decks and platforms.

3.2 Pressure due to distributed load

3.2.1

If a distributed load is carried on a deck, the static and dynamic pressures due to this distributed load are to be considered.

The static distributed load is to be defined by the designer without being less than 3 kN/m^2 for accommodation decks and 10 kN/m^2 for other decks and platforms.

The pressure P_{dl}, in kN/m^2, due to this distributed load for the static (S) design load scenarios, given in **Ch 4, Sec 7**, is to be taken as:

$$P_{dl} = P_{dl-s}$$

The pressure P_{dl}, in kN/m^2, due to this distributed load for the static plus dynamic (S+D) design load scenarios, is to be derived for the envelope of dynamic load cases and is to be taken as:

$$P_{dl} = P_{dl-s} + P_{dl-d} \quad \text{but not less than 0.}$$

where:

P_{dl-s} : Static pressure, in kN/m^2, due to the distributed load.

P_{dl-d} : Dynamic pressure, in kN/m^2, due to the distributed load, to be taken as:

$$P_{dl-d} = f_{\beta}\frac{a_{z-env}}{g}P_{dl-s}$$

a_{z-env} : Envelope of vertical acceleration, in m/s^2, at the load position being considered, for the dynamic load cases, given in **Ch 4, Sec 3, [3.3.3]**.

3.3 Concentrated force due to unit load

3.3.1

If a unit load is carried on an internal deck, the static and dynamic forces due to the unit load carried are to be considered when a direct analysis is applied for stiffeners or primary supporting members.

The force F_U, in kN, due to this concentrated load for the static (S) design load scenarios, given in **Ch 4, Sec 7**, is to be taken as:

$$F_U = F_{U-s}$$

The force F_U, in kN, due to this concentrated load for the static plus dynamic (S+D) design load scenarios, is to be derived for the envelope of dynamic load cases and is to be taken as:

$$F_U = F_{U-s} + F_{U-d} \quad \text{but not less than 0.}$$

where:

F_{U-s} : Static force, in kN, due to the unit load to be taken as $F_{U-s} = m_U g$

F_{U-d} : Dynamic force, in kN, due to unit load to be taken as $F_{U-d} = m_U f_\beta a_{z-env}$

m_U : Mass of the unit load carried, in t.

a_{z-env} : Envelope of vertical acceleration, in m/s^2, at the centre of gravity of the unit load carried for the dynamic load cases, given in **Ch 4, Sec 3, [3.3.3]**.

4. Design pressure for tank testing & overflow event

4.1 Definition

4.1.1

In order to assess the structure, static design pressures are to be applied. The design pressure for tank testing, P_{ST}, in kN/m^2, is to be taken as:

$$P_{ST} = 10(z_{ST} - z)$$

where:

z_{ST} : Design testing load height, in m, as defined in **Table 2**.

Table 2 : Design testing load height z_{ST}

Compartment	z_{ST}
Double bottom tanks(1)	The greater of the following: $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{bd}$
Double side tanks, fore and aft peaks used as tank	The greater of the following: $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{top} + 2.4$
Tank bulkheads, deep tanks, fuel oil bunkers	The greater of the following: $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{top} + 2.4$ $z_{ST} = z_{top} + 0.1P_{PV}$
Chain locker (if aft of collision bulkhead)	$z_{ST} = z_c$
Independent tanks	The greater of the following: $z_{ST} = z_{top} + h_{air}$ $z_{ST} = z_{top} + 0.9$
Ballast ducts	Testing load height corresponding to ballast pump maximum pressure

where:
z_{bd} : z coordinate, in m, of the bulkhead deck.
z_c : z coordinate, in m, of the top of the chain pipe.
(1) For double bottom tanks connected with hopper side tanks or double side tanks, z_{ST} corresponding to "hopper side tanks, double side tanks, fore and aft peaks used as tank, cofferdams" is applicable.

4.1.2 Pressure for overflow event in harbour/sheltered water

For the event of overflowing in tanks, the static pressure shall be taken as;

$$P_{ls-oflow} = \rho_L g(z_{top} - z + h_{air}) + P_{drop} \qquad \text{for tanks with overflow pipe}$$

Section 7 – Design load scenarios

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

VBM : Design vertical bending moment, in kNm.

M_{sw} : Permissible hull girder hogging and sagging still water bending moment for seagoing operation, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.2.1]**.

M_{sw-p} : Permissible hull girder hogging and sagging still water bending moment for harbour/sheltered water operation, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.2.2]**.

M_{wv-LC} : Vertical wave bending moment for a considered dynamic load case, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4, [3.5.2]**.

HBM : Design horizontal bending moment, in kNm.

M_{wh-LC} : Horizontal wave bending moment for a considered dynamic load case, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4, [3.5.4]**.

TM : Design torsional moment, in kNm.

M_{wt-LC} : Wave torsional moment for a considered dynamic load case, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4, [3.5.5]**.

VSF : Design vertical shear force, in kN.

Q_{sw} : Permissible hull girder positive and negative still water shear force limits for seagoing operation, in kN, as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.3.1]**.

Q_{sw-p} : Permissible hull girder positive and negative still water shear force limits for harbour/sheltered water operation, in kN, as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.3.2]**.

Q_{wv-LC} : Vertical wave shear force for a considered dynamic load case, in kN, as defined in **Ch 4, Sec 4, [3.5.3]**.

P_{ex} : Design external pressure, in kN/m^2.

P_S : Static sea pressure at considered draught, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 5, [1.2.1]**.

P_W : Dynamic pressure for a considered dynamic load case, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 5, [1.3.2]** to **Ch 4, Sec 5, [1.3.8]**.

P_D : Green sea load for a considered dynamic load case, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 5, [2.2.3]** and **Ch 4, Sec 5, [2.2.4]**.

P_{in} : Design internal pressure, in kN/m^2.

P_{ST} : Tank testing pressure, in kN/m^2, see **Ch 4, Sec 6, [4.1.1]**.

P_{ls} : Static liquid pressure in tank, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 6, [1.2]**.

P_{ld} : Dynamic liquid pressure in tank for a considered dynamic load case, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 6, [1.3]**.

P_{dl-s} : Static pressure on non-exposed decks and platforms, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 6, [3.2.1]**.

P_{dl-d} : Dynamic pressure on non-exposed decks and platforms for a considered dynamic load case, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 6, [3.2.1]**.

F_{U-s} : Static load acting on supporting structures and securing systems for heavy units of equipment or structural components, in kN, as defined in **Ch 4, Sec 5, [2.3.2]**.

F_{U-d} : Dynamic load acting on supporting structures and securing systems for heavy units of equipment or structural components, in kN, as defined in **Ch 4, Sec 5, [2.3.2]**.

P_{SL} : Bottom slamming pressure, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 5, [3]**.

P_{FB} : Bow impact pressure, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 5, [3]**.

P_{slh} : Sloshing pressure, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 6, [2.2]**.

1. General

1.1 Application

1.1.1

This section gives the design load scenarios that are to be used for:

a) Strength assessment by prescriptive and direct analysis (Finite Element Method, FEM) methods, as given in **[2]**.

b) Fatigue assessment by prescriptive and direct analysis (FEM) methods, as given in **[3]**.

1.1.2

For the strength assessment, the principal design load scenarios consist of either S (Static) loads or S+D (Static + Dynamic) loads. In some cases, the letter "A" prefixes the S or S+D to denote that this is an accidental design load scenario. There are some additional design load scenarios to be considered which relate to impact (I) loads and sloshing (SL) loads.

2. Design load scenarios for strength assessment

2.1 Principal design load scenarios

2.1.1

The principal design load scenarios are given in **Table 1**.

2.2 Additional design load scenarios

2.2.1

The design load scenarios to be considered for tank test, sloshing, bottom slamming and bow impact are given in **Table 2**.

Table 1 : Principal design load scenarios for strength assessment

Design load scenario			Harbour and sheltered water	Seagoing conditions with extreme sea loads	Ballast water exchange(1)	Collision	Accidental flooded(1)
Load components			Static (S)	Static + Dynamic (S+D)	Static + Dynamic (S+D)	Accidental (A)	Static (S)
Hull Girder	*VBM*		M_{sw-p}	$M_{sw}+M_{wv-LC}$	$M_{sw}+M_{wv-LC}$	M_{sw}	M_{sw}
	HBM		–	M_{wh-LC}	M_{wh-LC}	–	–
	VSF		Q_{sw-p}	$Q_{sw}+Q_{wv-LC}$	$Q_{sw}+Q_{wv-LC}$	Q_{sw}	–
	TM		–	M_{wt-LC}	M_{wt-LC}	–	–
Local Loads	P_{ex}	External deck for green sea	–	P_D	–	–	–
		Hull envelope	P_s	P_s+P_w	P_s+P_w	–	–
	P_{in}	Ballast tanks	P_{ls}	$P_{ls}+P_{ld}$	$P_{ls}+P_{ld}$	–	–
		Liquid cargo tanks			–	$0.5g,\ -0.25g$	
		Other tanks			–	–	
		Watertight boundaries	–	–	–	–	P_{fs}
	P_{dk}	Internal decks for dry spaces	P_{dl-s}	$P_{dl-s}+P_{dl-d}$	–	–	–
		External deck for distributed loads	P_{dl-s}	$P_{dl-s}+P_{dl-d}$	–	–	–
		External deck for heavy units	F_{U-s}	$F_{U-s}+F_{U-d}$	–	–	–

(1) Applicable to prescriptive assessment only

Table 2 : Design load scenarios for tank test, impact and sloshing conditions

Design load scenario / Load components			Tank test/overflow (T)	Bow impact Impact (I)	Bottom slamming Impact (I)	Sloshing Sloshing(SL)
Hull Girder	*VBM*		M_{sw-p}	–	–	M_{sw-p}
	HBM		–	–	–	–
	VSF		Q_{sw-p}	–	–	–
	TM		–	–	–	–
Local Loads	P_{ex}	External deck for green sea	–	–	–	–
		Hull envelope	P_s	P_{FB}	P_{SL}	
	P_{in}	Ballast tanks	$\max(P_{ls-oflow}, P_{ST})$	–	–	$P_{ls}+P_{slh}$
		Liquid cargo tanks				
		Other tanks				
	P_{dk}	Internal decks for dry spaces	–	–	–	–
		External deck for distributed loads	–	–	–	–
		External deck for heavy units	–	–	–	–

3. Design load scenarios for fatigue assessment

3.1 Design load scenarios

3.1.1

The design load scenarios are given in **Table 3.**

Table 3 : Design load scenarios for fatigue assessment

Design load scenario			Fatigue: Static + Dynamic (F: S+D)
Load components			
Hull Girder	VBM		$M_{sw} + M_{wv-LC}$
	HBM		M_{wh-LC}
	VSF		$Q_{sw} + Q_{wv-LC}$
	TM		M_{wt-LC}
Local Loads	P_{ex}	External deck for green sea	-
		Hull envelope	$P_s + P_w$
	P_{in}	Ballast tanks	$P_{ls} + P_{ld}$
		Liquid cargo tanks	
		Other tanks	
	P_{dk}	Internal decks for dry spaces	-
		External deck for distributed loads	-
		External deck for heavy units	-

Chapter 5

Hull Girder Strength

Section 1 Hull Girder Yield Strength

Appendix 1 Direct Calculation of Shear Flow

Section 1 – Hull Girder Yield Strength

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

M_{sw} : Permissible hogging and sagging vertical still water bending moment in seagoing operation, in kNm, at the hull transverse section considered, defined in **Ch 4, Sec 4, [2.2.2]**.

M_{wv} : Vertical wave bending moment in seagoing condition, in kNm, in seagoing operation at the hull transverse section considered, defined in **Ch 4, Sec 4, [3.2.1]**.

Q_{sw} : Permissible positive or negative still water shear force for seagoing operation, in kN, at the hull transverse section considered, as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.3.1]**.

Q_{wv} : Vertical wave shear force in seagoing condition, in kN, at the hull transverse section considered, defined in **Ch 4, Sec 4, [3.2]**.

x : X coordinate, in m, of the calculation point with respect to the reference coordinate system defined in **Ch 1, Sec 4, [3.5]**.

V_D : Vertical distance to the equivalent deck line, in m, as defined in **[1.4.3]**.

z : Z coordinate, in m, of the calculation point with respect to the reference coordinate system defined in **Ch 1, Sec 4, [3.5]**.

z_n : Z coordinate, in m, of horizontal neutral axis of the hull transverse section with gross scantling defined in **[1.2]**, with respect to the reference coordinate system defined in **Ch 1, Sec 4, [3.5]**.

I_{y-gr} : Gross moment of inertia, in m^4, of the hull transverse section about its horizontal neutral axis, to be calculated according to **[1.5]**.

I_{Z-gr} : Gross moment of inertia, in m^4, of the hull transverse section about its vertical neutral axis, to be calculated according to **[1.5]**.

Z_{A-gr} : Gross section modulus, in m^3, at any point of the hull transverse section, to be calculated according **[1.4.1]**.

C_w : Wave coefficient defined in **Ch 4, Sec 4**.

Z_{B-gr}, Z_{D-gr}: Gross section moduli, in m^3, at bottom and deck respectively, to be calculated according to **[1.4.2]** and **[1.4.3]**.

z_{VD} : Z coordinate, in m, taken equal to $V_D + z_n$.

1. Strength characteristics of hull girder transverse sections

1.1 General

1.1.1

This section specifies the criteria for calculating the hull girder strength characteristics to be used for the checks in **[2]** to **[3]**, in association with the hull girder loads specified in **Ch 4, Sec 4**.

1.2 Hull girder transverse sections

1.2.1 General

Hull girder transverse sections are to be considered as being constituted by the members contributing to the hull girder longitudinal strength, I.e. all continuous longitudinal members below and including the strength deck defined in **[1.3]**, taking into account the requirements in **[1.2.2]** to **[1.2.11]**.

1.2.2 Gross scantling

The members contributing to the hull girder longitudinal strength are to be considered using the gross offered scantlings, when the hull girder strength characteristics are used for the hull girder yielding check according to **[2]** to **[3].**

1.2.3 Structural members not contributing to hull girder sectional area

The following members are not to be considered in the calculation as they are considered not contributing to the hull girder sectional area:

a) superstructures which do not form a strength deck.
b) Deckhouses
c) bulwarks and gutter plates.
d) bilge keels.
e) sniped or non-continuous longitudinal stiffeners.
f) non-continuous dome opening.

1.2.4 Continuous trunks

Continuous trunks may be included in the hull girder transverse sections, provided that they are effectively supported by longitudinal bulkheads or primary supporting members.

1.2.5 Longitudinal stiffeners or girders welded above the strength deck

Longitudinal stiffeners or girders welded above the strength deck, including the deck of any trunk fitted as specified in **[1.2.4],** are to be included in the hull girder transverse sections.

1.2.6 Members in materials other than steel

Where a member contributing to the longitudinal strength is made in material other than steel with a Young's modulus, E equal to 2.06×10^5 N/mm^2, the steel equivalent sectional area that may be included in hull girder transverse section is obtained, in m^2, from the following formula:

$$A_{SE-gr} = \frac{E}{2.06\times10^5} A_{M-gr}$$

where:

A_{M-gr}: Sectional area, in m^2, of the member under consideration.

1.2.7 Definitions of openings

The following definitions of opening are to be applied:

a) Large openings are:
   - Elliptical openings exceeding 2.5 m in length or 1.2 m in breadth.
   - Circular openings exceeding 0.9 m in diameter.
b) Small openings (i.e. drain holes, etc) are openings that are not large ones.
c) Manholes.
d) Isolated openings are openings spaced not less than 1 m apart in the ship's transverse/vertical direction.

1.2.8 Large openings, manholes and nearby small openings

Large openings and manholes are to be deducted from the sectional area used in hull girder moment of inertia and section modulus. When small openings are spaced less than 1 m apart in the ship's

transverse/vertical direction to large openings or manholes, the total breadth of them is to be deducted from the sectional area.

Additionally, isolated small openings which do not comply with the arrangement requirements given in **Ch 3, Sec 6, [6.3.2]** are to be deducted from the sectional areas included in the hull girder transverse sections.

1.2.9 Isolated small openings

Isolated small openings in one transverse section in the strength deck above or bottom area need not be deducted from the sectional areas included in the hull girder transverse sections, provided that:

$$\Sigma b_s \leq 0.06(B - \Sigma b)$$

where:

Σb_s : Total breadth of isolated small openings, in m, in the strength deck above or bottom area at the transverse section considered, determined as indicated in **Figure 1**, not deducted from the section area as per **[1.2.8]**.

Σb : Total breadth of large openings, in m, at the transverse section considered, determined as indicated in **Figure 1**, deducted from the section area as defined in **[1.2.8]**.

Where the total breadth of isolated small openings Σb_s does not fulfil the above criteria, only the excess of breadth is to be deducted from the sectional areas included in the hull girder transverse sections.

Notwithstanding the requirement above, deck openings on the strength deck need not be deducted, provided that the sum of their breadths in one transverse section is not reducing the section modulus at deck or bottom by more than 3%.

Deck openings as shown in **Figure 1** include shadow area which is obtained by drawing two tangential lines with an opening angle of 30 deg having the focus on the longitudinal line of the ship.

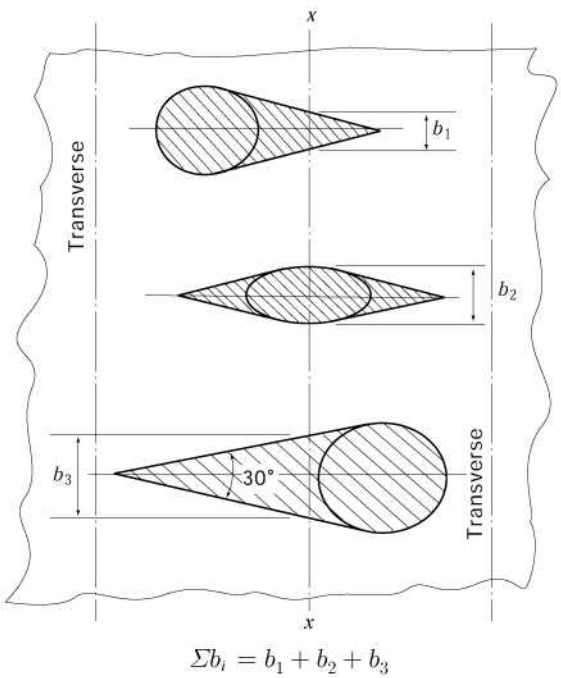


Figure 1 : Calculation of Σb and Σb_s

1.2.10 Lightening holes, draining holes and single scallops

Lightening holes, draining holes and single scallops in longitudinals need not be deducted if their height is less than $0.25h_w$, where h_w is the web height of the longitudinals, in mm. Otherwise, the excess is to be deducted from the sectional area or compensated.

1.2.11 Non-continuous decks and longitudinal bulkheads

When calculating the effective area in way of non-continuous decks and longitudinal bulkheads, the effective area is to be taken as shown in **Figure 2**. The shadow area, which indicates the ineffective area, is obtained by drawing two tangent lines with an angle of 15 deg to the longitudinal axis of the ship.

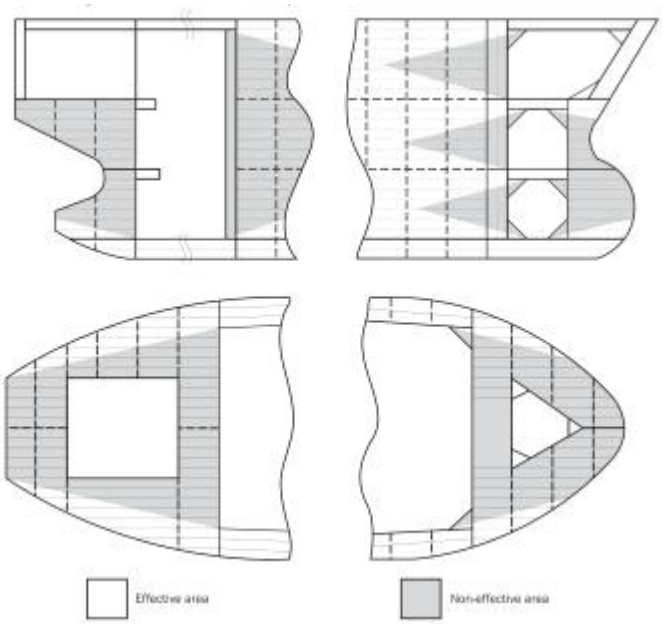


Figure 2 : Effective area in way of non-continuous decks and bulkheads

1.3 Strength deck

1.3.1

The strength deck is, in general, the uppermost continuous deck. In the case of a superstructure or deckhouses contributing to the longitudinal strength, the strength deck is the deck of the superstructure or the deck of the uppermost deckhouse.

1.4 Section modulus

1.4.1 Section modulus at any point

The section modulus at any point of a hull transverse section is obtained, in m^3, from the following formula:

$$Z_{A-gr} = \frac{I_{y-gr}}{|z - z_n|}$$

1.4.2 Section modulus at bottom

The section modulus at bottom is obtained, in m^3, from the following formula:

$$Z_{B-gr} = \frac{I_{y-gr}}{z_n}$$

1.4.3 Section modulus at deck

The section modulus at equivalent deck line is obtained, in m^3, from the following formula:

$$Z_{D-gr} = \frac{I_{y-gr}}{V_D}$$

where:

V_D : Vertical distance of the equivalent deck line, in m, taken equal to:

When no effective longitudinal members specified in **[1.2.4]** and **[1.2.5]** are positioned above a line extending from strength deck at side to a position $(z_D - z_n)/0.9$ from the neutral axis at the centreline.

$$V_D = z_D - z_n$$

When effective longitudinal members as specified in **[1.2.4]** and **[1.2.5]** are positioned above a line extending from strength deck at side to a position $(z_D - z_n)/0.9$ from the neutral axis at the centreline

$$V_D = (z_T - z_n)\left(0.9 + 0.2\frac{y_T}{B}\right) \geq z_D - z_n$$

z_D : Z coordinate, in m, of strength deck at side, defined in **[1.3]**.

y_T, z_T : Y and Z coordinates, in m, of the top of continuous trunk, hatch coaming, longitudinal stiffeners or girders, to be measured for the point which maximises the value of V_D.

1.5 Moments of inertia

1.5.1

The gross moment of inertia, I_{y-gr} in m^4, are those, calculated about the horizontal neutral axes, respectively, of the hull transverse sections defined in **[1.2]**.

2. Hull girder bending assessment

2.1 General

2.1.1

Scantlings of all continuous longitudinal members of the hull girder based on moment of inertia and section modulus requirement in **[2.3]** are to be maintained within 0.4 L amidships.

2.1.2

The k material factors are to be defined with respect to the materials used for the bottom and deck members contributing to the longitudinal strength according to **[1]**. When material factors for higher strength steels are used, the requirements in **[2.5]** apply.

2.1.3

Continuity of structure is to be maintained throughout the length of the ship. Where significant changes in structural arrangement occur adequate transitional structure is to be provided.

2.2 Normal stress

2.2.1

The normal stress, σ_L induced by vertical bending moments, is to be assessed for both hogging and sagging conditions, along the full length of the hull girder, from AE to FE.

The normal stress, σ_L at any point of the hull transverse section located below z_{VD}, is to comply with the following formula:

$$\sigma_L \leq \sigma_{perm}$$

σ_L : Normal stress, in N/mm^2, induced by vertical bending moments as given in **Table 1**:

σ_{perm} : Permissible hull girder bending stress, in N/mm^2, as given in **Table 2**.

Table 1 : Normal stress, σ_L

	At any point	At bottom(1)	At deck(1)
Seagoing operation	$\sigma_L = \frac{M_{sw}+M_{wv}}{Z_{A-gr}} \times 10^{-3}$	$\sigma_L = \frac{M_{sw}+M_{wv}}{Z_{B-gr}} \times 10^{-3}$	$\sigma_L = \frac{M_{sw}+M_{wv}}{Z_{D-gr}} \times 10^{-3}$
(1) The σ_L values at bottom and deck, correspond to the application of formula given for any point, calculated at deck line and at baseline			

Table 2 : Permissible hull girder bending stresses

	$x/L \le 0.1$	$0.1 < x/L < 0.3$	$0.3 \le x/L \le 0.7$	$0.7 < x/L < 0.9$	$x/L \ge 0.9$
σ_{perm}	125/k	Linear interpolation	175/k	Linear interpolation	125/k

2.2.2

The normal stresses in a member made in material other than steel with a Young's modulus, E equal to 2.06×10^5 N/mm^2, included in the hull girder transverse sections as specified in **[1.2.6]**, are obtained from the following formula:

$$\sigma_L = \frac{E}{2.06 \times 10^5} \sigma_{LS}$$

where

σ_{LS} : Normal stress, in N/mm^2, in the member under consideration, calculated according to **[2.2.1]** considering this member as having the steel equivalent sectional area A_{SE} defined in **[1.2.6]**.

2.3 Minimum moment of inertia and section modulus at midship section

2.3.1

At the transverse section in the midship part, the gross moment of inertia about the horizontal axis, I_{y-gr} is to be not less than the value obtained, in m^4, from the following formula:

$$I_{yR} = 3C_w L^3 B(C_B + 0.7) \times 10^{-8}$$

2.3.2

At the transverse section in the midship part, the vertical hull girder gross section modulus at the deck and the bottom, Z_{D-gr} and Z_{B-gr}, are not to be less than the value obtained, in m^3, from the following formula:

$$Z_R = C_w L^2 B(C_B + 0.7)\, k \times 10^{-6}$$

2.4 Bending strength at sections other than amidships

The required bending strength outside 0.4 L amidships is to be determined according to **[2.2.1]**. As a minimum, hull girder bending strength checks are to be carried out at the following locations:

a) In way of the forward end of the engine room.

b) In way of the forward end of the foremost cargo hold.

c) At any locations where there are significant changes in hull cross-section.

d) At any locations where there are changes in the framing system.

Buckling strength of members contributing to the longitudinal strength and subjected to compressive and

shear stresses is to be checked, in particular in regions where changes in the framing system or significant changes in the hull cross-section occur. The buckling evaluation criteria used for this check is determined by **Ch 8**.

2.5 Extent of high tensile steel

2.5.1 Vertical extent

The vertical extent of higher strength steel, $z_{hts,i}$, in m, used in the deck zone or bottom zone and measured respectively from the equivalent deck line(z_{VD}) or baseline is not to be taken less the value obtained from the following formula, see **Figure 3**:

$$z_{hts,i} = z_1\left(1 - \frac{\sigma_{perm,i}}{\sigma_L}\right) \quad \text{for structural members located below equivalent deck line}$$

where:

z_1 : Distance from horizontal neutral axis to equivalent deck line or baseline respectively, in m.

$\sigma_{perm,i}$: Permissible hull girder bending stress of the considered steel, in N/mm^2, as given in **Table 2** and **Figure 3**.

σ_L : Hull girder bending stress, σ_{VD} at equivalent deck line or σ_{bl} at baseline respectively, in N/mm^2 given in **Table 3**.

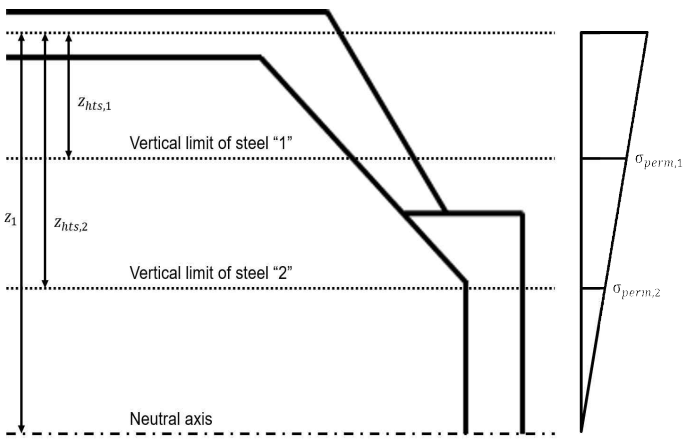


Figure 3 : Vertical extent of higher strength steel

Table 3 : Hull girder stresses at baseline and equivalent deck line

At baseline	At equivalent deck line
$\sigma_{bl} = \frac{\lvert M_{sw} + f_\beta M_{wv} \rvert}{I_{y-gr}} z_n \times 10^{-3}$	$\sigma_{VD} = \frac{\lvert M_{sw} + f_\beta M_{wv} \rvert}{I_{y-gr}} V_D \times 10^{-3}$

2.5.2 Longitudinal extent

Where used, the application of higher strength steel is to be continuous over the length of the ship to the location where the longitudinal stress levels are within the allowable range for mild steel structure, as shown in **Figure 4**.

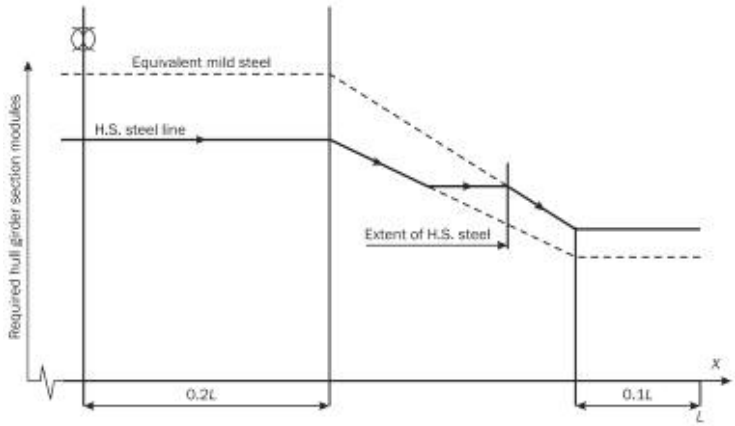


Figure 4 : Longitudinal extent of higher strength steel

3. Hull girder shear strength assessment

3.1 General

3.1.1

The hull girder shear strength requirements apply along the full length of the hull girder, from AE to FE.

3.2 Hull girder shear capacity

3.2.1

The total vertical hull girder shear capacity, Q_R in kN, is the minimum of the calculated values for all plates *i* contributing to the hull girder shear of the considered transverse section and is to be taken as:

$$Q_R = \min_i \left(\frac{\tau_{i-perm} t_{i-gr}}{q_{vi}} \times 10^{-3} \right)$$

where:

t_{i-gr} : Gross thickness of plate *i*, in mm.

q_{vi} : Contribution ratio for hull girder shear force per mm, in mm^{-1}, for the plate *i* based on gross scantlings, which is equal to the unit shear flow per mm, in N/mm, obtained from a numerical calculation based on thin-walled beam theory according to **Ch 5, App 1**.

τ_{i-perm} : Permissible shear stress, in N/mm^2, for plate *i* to be taken as:

$$\tau_{i-perm} = 110/k$$

3.3 Acceptance criteria

3.3.1 Permissible vertical shear force

The positive and negative permissible vertical shear forces are to comply with the following criteria:

$|Q_{sw}| \leq Q_R - |f_\beta Q_{wv}|$ Seagoing operation

$|Q_{sw-p}| \leq Q_R$ Harbour and sheltered operation

where:

Q_R : Total vertical hull girder shear capacity, in kN, as defined in **[3.1.1]**.

The shear force Q_{wv}, used in above criteria is to be taken with the same sign as the considered shear forces Q_{sw}.

4. Stress control of inner hull forming cargo hold

4.1 General

Membrane tanks with a cargo containment system may have some limitation such as elongation or stress level of adjacent installed hull structure. Any required criteria for inner hull is to be confirmed by the designer of the cargo containment system.

4.2 Cargo containment with a barrier welded to hull

Cargo containment systems for which primary or secondary barrier is rigidly connected to the cofferdam bulkhead, shall have allowable stress for inner hull forming cargo hold.

For instance, box type cargo containment system with invar membrane has a maximum allowable stress as following:

$\sigma_{st} + \sigma_{dy} \leq$ 120 MPa for box type cargo containment system(e.g. NO 96 series)

where:

σ_{st} : Hull girder bending stress, in N/mm^2, due to the maximum still water bending moment

σ_{dy} : Hull girder bending stress, in N/mm^2, due to the maximum wave bending moment corresponding to the 10^{-8} probability level in North Atlantic condition

4.3 Cargo containment with a barriers not welded directly to hull

Cargo containment systems for which primary or secondary barrier is not connected directly to the inner hull structure, may specify allowable stress for the control of allowable elongation at inner hull level.

For instance, foam type cargo containment has a maximum allowable stress depending on cargo containment system design following criteria:

$\sigma_{st} + \sigma_{dy} + \sigma_{lo} \leq$ 185 MPa for foam type cargo containment system(e.g. Mark III series)

$\sigma_{st} + \sigma_{dy} + \sigma_{lo} \leq$ 160 MPa for KC-1 cargo containment system

where:

σ_{st}, σ_{dy} : Hull girder bending stress, in N/mm^2, defined in **[4.2]**

σ_{lo} : Maximum local bending stress, in N/mm^2, due to local deflection of inner hull when considering alternate loading cases

Appendix 1 - Direct Calculation of Shear Flow

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

1. Calculation formula

1.1 General

1.1.1

This Appendix describes the procedures of direct calculation of shear flow around a ship cross-section due to hull girder vertical shear force. The shear flow q_V, at each location in the cross-section, is calculated considering the cross-section subjected to a unit vertical shear force of 1 N.

The unit shear flow per mm q_v, in N/mm, is to be taken as:

$$q_V = q_D + q_I$$

where:

q_D : Determinate shear flow, as defined in **[1.2]**.

q_I : Indeterminate shear flow which circulates around the closed cells, as defined in **[1.3]**.

In the calculation of the unit shear flow q_V, the longitudinal stiffeners are to be taken into account.

1.2 Determinate shear flow, q_D

1.2.1

The determinate shear flow q_D, in N/mm, at each location in the cross-section is to be obtained from the following line integration:

$$q_D(s) = -\frac{1}{10^6 I_{y-gr}} \int_0^s (z - z_n) t_{gr} ds$$

where:

s : Coordinate value of the running coordinate along the cross-section, in m

I_{y-gr} : Gross moment of inertia of the cross-section, in m^4

t_{gr} : Gross thickness of plating, in mm.

z_n : *Z* coordinate of horizontla neutral axis from baseline, in m

1.2.2

It is assumed that the cross-section is composed of line segments as shown in **Figure 1**, where each line segment has a constant plate gross thickness. The determinate shear flow is obtained by the following equation:

$$q_{Dk} = q_D(\ell) = -\frac{t\ell}{2 \times 10^6 I_{y-gr}} (z_k + z_i - 2z_n) + q_{Di} \qquad \text{(N/mm)}$$

where:

q_{Dk}, q_{Di} : Determinate shear flow, at node *k* and node *i* respectively, in N/mm

ℓ : Length of line segments, in m

y_i, y_k : *Y* coordinates, in m, of the end points *i* and *k* of a line segment, as defined in **Figure 1**.

z_i, z_k : *Z* coordinates, in m, of the end points *i* and *k* of a line segment, as defined in **Figure 1**.

1.2.3

Where the cross-section includes closed cells, the closed cells are to be cut with virtual slits, as shown in **Figure 2** in order to obtain the determinate shear flow.

These virtual slits are not to be located in walls which form part of another closed cell.

1.2.4

Determinate shear flow at bifurcation points is to be calculated by water flow calculations or similar, as shown in **Figure 2.**

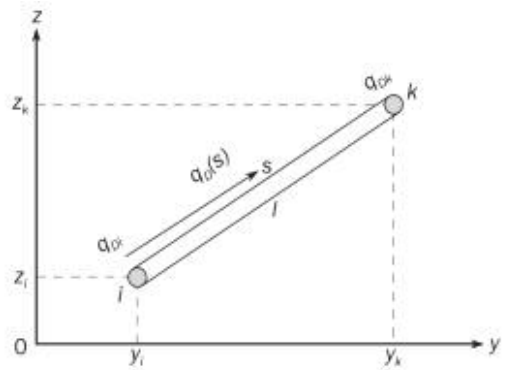


Figure 1 : Definition of line segment

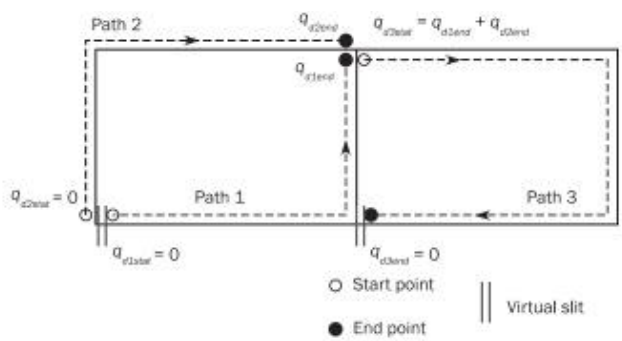


Figure 2 : Calculation of determinate shear flow at bifurcation

1.3 Indeterminate shear flow, q_I

1.3.1

The indeterminate shear flow ql around the closed cells of a cross-section is considered as a constant value within the same closed cell. The following system of equation for determination of indeterminate shear flows can be developed. In the equations, contour integrations of several parameters around all the closed cells are performed.

$$q_{Ic}\oint_k \frac{1}{t_{gr}}ds - \sum_i\left(q_{Ii}\oint_{k,i}\frac{1}{t_{gr}}ds\right) = -\oint_k \frac{q_D}{t_{gr}}ds$$

where:

q_{Ii}, q_{Ik} : Indeterminate shear flows around the closed cells *c* and m respectively, in N/mm.

1.3.2

Under the assumption of the assembly of line segments shown in **Figure 1** and constant plate thickness of each line segment, the equation in **[1.3.1]** is expressed as follows:

$$q_{Ik}\sum_{cell\,k}\frac{\ell}{t_{gr}}-\sum_{i}q_{Ii}\left(\frac{\ell}{t_{gr}}\right)\Big|_{common\,wall\,with\,cell\,k}=-\sum_{cell\,k}\phi$$

$$\phi=\int_0^{\ell}\frac{q_D(s)}{t_{gr}}ds=\left[-\frac{\ell^2}{6\times10^3 I_{y-gr}}(z_k+2z_i-3z_n)+\frac{\ell}{t_{gr}}q_{Di}\right]$$

where:

q_{Di} : Determinate shear flow, in N/mm, calculated according to **[1.2.2]**.

The difference in the directions of running coordinates specified in **[1.2]** and the present **[1.3]** is to be considered.

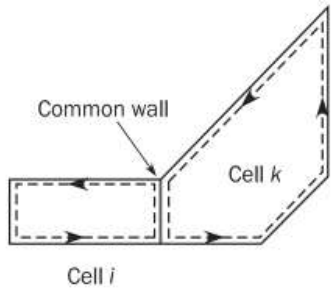


Figure 3 : Closed cells and common wall

1.4 Computation of sectional properties

1.4.1

Properties of the cross-section are to be obtained by the following formulae, where the cross-section is assumed to be made of the assembly of line segments:

$$\ell=\sqrt{(y_k-y_i)^2+(z_k-z_i)^2}$$

$$a_{gr}=10^{-3}\ell t_{gr} \qquad A_{gr}=\sum a_{gr}$$

$$s_{y-gr}=\frac{a_{gr}}{2}(z_k+z_i) \qquad S_{y-gr}=\sum s_{y-gr}$$

$$i_{y0-gr}=\frac{a_{gr}}{3}(z_k^2+z_kz_i+z_i^2) \qquad I_{y0-gr}=\sum i_{y0-gr}$$

where:

y_i, z_i : *Y* and *Z* coordinates of start point i of a line segment, in m, as defined in **Figure 1**

y_k, z_k : *Y* and *Z* coordinates of end point k of a line segment, in m, as defined in **Figure 1**

a_{gr}, A_{gr} : Areas of the line segment and the cross-section respectively, in m^2

s_{y-gr}, S_{y-gr} : First moments of the line segment and the cross-section about the baseline, in m^3

i_{y0-gr}, I_{y0-gr} : Moments of inertia of the line segment and the cross-section about the baseline, in m^4.

1.4.2

The height of the horizontal neutral axis z_n, in m, is to be obtained as follows:

$$z_n=\frac{S_{y-gr}}{A_{gr}}$$

1.4.3

The moment of inertia about the horizontal neutral axis, in m^4, is to be obtained as follows:

$$I_{y-gr}=I_{y0-gr}-z_n^2A_{gr}$$

Chapter 6

Hull Local Scantling

Section 1 General

Section 2 Load Application

Section 3 Minimum Thicknesses

Section 4 Plating

Section 5 Stiffeners

Section 6 Primary Supporting Members and Pillars

Section 1 - General

1. Application

1.1 Application

1.1.1

This chapter applies to hull structure over the full length of the ship including fore end, cargo hold region, machinery space and aft end, the side shell above the freeboard deck, engine casing, exposed decks of superstructure and internal decks except those inside superstructure and deckhouse.

1.1.2

This chapter provides requirements for evaluation of plating, stiffeners and Primary Supporting Members (PSM) subject to lateral pressure, local loads and to hull girder loads, as applicable. Requirements are specified for:

a) Load application in **Ch 6, Sec 2**.

b) Minimum thickness of plates, stiffeners and PSM in **Ch 6, Sec 3**.

c) Plating in **Ch 6, Sec 4**.

d) Stiffeners in **Ch 6, Sec 5**.

e) PSM and pillars in **Ch 6, Sec 6**.

In addition, other requirements not related to defined design load sets, are provided.

1.1.3

The offered net scantling is to be greater than or equal to the required scantlings based on requirements provided in this chapter.

1.1.4

Additional local strength requirements are provided in **Ch 10** considering bow impact loads and bottom slamming loads for fore end, machinery space and aft end.

1.2 Acceptance criteria

1.2.1

Acceptance criteria set to be selected based on design load as follows:

a) AC-S for design load S; static loads

b) AC-SD for design load S+D; combination of static and dynamic loads

c) AC-A for design load A; accidental loads

d) AC-T for design load T; tank test or overflowing of tank loads

Section 2 - Load Application

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

1. Load combination

1.1 Hull girder bending

1.1.1 Normal stresses

The normal stress σ_{hg}, in N/mm^2, induced by acting vertical and horizontal bending moments at the position being considered is given as follow. This stress is to be calculated for each design load set, as defined in **[2]** covering all dynamic load cases defined in **Ch 4** in combination with M_{sw} both in hogging and in sagging.

$$\sigma_{hg} = \left(\frac{M_{sw} + M_{wv-LC}}{I_{y-n50}} (z - z_n) - \frac{M_{wh-LC}}{I_{z-n50}} y \right) 10^{-3}$$

where:

M_{sw} : Still water bending moment, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.2]** in accordance with the considered design load scenario in **Ch 4, Sec 7, Table 1**.

M_{wv-LC} : Vertical wave bending moment, in kNm, of the considered dynamic load case, as defined in **Ch 4, Sec 4, [3.5.2]** in accordance with the considered design load scenario in **Ch 4, Sec 7, Table 1**, at the considered longitudinal position.

M_{wh-LC} : Horizontal wave bending moment, in kNm, of the considered dynamic load case, as defined in **Ch 4, Sec 4, [3.5.4]** in accordance with the considered design load scenario in **Ch 4, Sec 7, Table 1**, at the considered longitudinal position.

I_{y-n50} : Net vertical hull girder moment of inertia, at the longitudinal position being considered, in m^4

I_{z-n50} : Net horizontal hull girder moment of inertia, at the longitudinal position being considered, in m^4

y : Transverse coordinate of load calculation point, in m.

z : Vertical coordinate of the load calculation point under consideration, in m.

z_n : Distance from the baseline to the horizontal neutral axis, in m.

1.2 Lateral pressures

1.2.1 Static and dynamic pressures in intact conditions

The static and dynamic lateral pressures in intact condition induced by the sea and the various types of cargoes, ballast and other liquids are to be considered. Applied loads will depend on the location of the elements under consideration, and the adjacent type of compartments.

1.2.2 Pressure in collision condition

The internal cargo pressure due to collision is to be considered with colliding acceleration a_x, whose direction is decided depending on the position of transverse bulkhead of the cargo hold considered, combined with static cargo pressure.

1.2.3 Lateral pressure in flooded conditions

Watertight boundaries of compartments not intended to carry liquids, excluding shell envelope, are to be subjected to lateral pressure in flooded conditions

1.3 Pressure combination

1.3.1 Elements of the outer shell

If the compartment adjacent to the outer shell is intended to carry liquids, the static and dynamic lateral pressures to be considered are the differences between the internal pressures and the external sea pressures at the corresponding draught.

If the compartment adjacent to the outer shell is not intended to carry liquids, the internal pressures and external sea pressures are to be considered independently.

1.3.2 Elements other than those of the outer shell

Except as specified in **[1.3.1]**, the static and dynamic lateral pressures on an element separating two adjacent compartments are those obtained considering the two compartments individually loaded.

2. Design load sets

2.1 Application of load components

2.1.1 Application

These requirements apply to:

a) Plating and stiffeners along the full length of the ship.

b) PSM outside the cargo hold region.

2.1.2 Load components

The static and dynamic load components are to be determined in accordance with **Ch 4, Sec 7, Table 1**. Radius of gyration, k_r, and metacentric height, GM, are to be in accordance with **Ch 4, Sec 3, Table 1** for the considered loading conditions specified in the design load sets given in **Table 1**.

2.1.3 Design load sets for plating, stiffeners and PSM

Design load sets for plating, stiffeners and primary supporting members are given in **Table 1**.

Table 1: Design load sets

Item	Design load set	Load component	Draught	Design load	Loading condition
External shell and Exposed deck	SEA-1	P_{ex}, P_D	T_{SC}	S+D	Full load condition
	SEA-2	P_{ex}	T_{SC}	S	Harbour condition(1)
Water ballast tank	WB-1	$P_{in} - P_{ex}$(2)	$0.7T_{SC}$	S+D	Ballast condition
	WB-2	$P_{in} - P_{ex}$(2)	$0.7T_{SC}$	S+D	Ballast exchange condition
	WB-3	$P_{in} - P_{ex}$(2)	$0.7T_{SC}$	S	Harbour condition
	WB-4	$P_{in} - P_{ex}$(2)	$0.4T_{SC}$	T	Tank testing condition
Tanks other than water ballast tank	TK-1	$P_{in} - P_{ex}$(2)	$0.7T_{SC}$	S+D	Ballast condition
	TK-2	P_{in}	-	S	Harbour/test condition
Cargo Hold Area	CH-1	P_{in}	T_{SC}	S+D	Full load condition
	CH-2	P_{in}	$0.8T_{SC}$	S+D	One hold loading condition
	COL(3)	P_{in}	-	A	Collision condition
Compartment not carrying liquid	FD(4)	P_{in}	T_{SC}	A	Flooded condition

Notes:

(1) For external shell only.

(2) P_{ex} is to be considered for external shell only.

(3) COL set means collision conditions that 0.5g and -0.25g of colliding accelerations in way of longitudinal direction are to be applied for full loaded cargo holds under Accidental design load (A) in order to verify structural integrity of cargo hold boundary and support structures, refer to **Pt 7 Ch 5, Sec 4, [415]**.

(4) FD is not applicable to external shell.

Section 3 - Minimum Thickness

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

L_2 : Reference rule length, in m, taken as less of L and 300 m.

1. Plating

1.1 Minimum thickness requirements

1.1.1

The net thickness of plating in mm, is to comply with the appropriate minimum thickness requirements given in **Table 1**.

Table 1: Minimum net thickness for plating

Element	Location	Area	Net thickness
Shell	Keel	-	$7.5+0.03L_2\sqrt{k}$
	Bottom Side shell Bilge	Fore Part	$5.5+0.03L_2\sqrt{k}$
		Machinery space Aft part	$7.0+0.02L_2\sqrt{k}$
		Elsewhere	$4.5+0.02L_2\sqrt{k}$
Breasthook		Fore part	6.5
Deck	Weather deck, strength deck, internal tank boundary	-	$3.7+0.019L_2\sqrt{k}$
	Platform deck	Machinery space	$3.7+0.019L_2\sqrt{k}$
		Elsewhere	6.5
Inner bottom(1)	-	Machinery space	$6.1+0.024L_2\sqrt{k}$
		Elsewhere	$4.0+0.028L_2\sqrt{k}$
Bulkheads	Internal tank boundary, Transverse/longitudinal watertight bulkhead	-	$4.5+0.01L_2\sqrt{k}$
	Non-tight bulkhead, Bulkheads between dry spaces.	-	$4.5+0.008L_2\sqrt{k}$
	Pillar bulkheads in fore and aft peaks	-	7.5
Other members	Engine casing (in way of accommodation)	-	4.0
	Other plates in general	-	$4.5+0.01L_2\sqrt{k}$
(1) Applicable for both tight and non tight members			

2. Stiffeners and tripping brackets

2.1 Minimum thickness requirements

2.1.1

The net thickness of the web and face plate, if any, of stiffeners and tripping brackets in mm, is to comply with the minimum net thickness given in **Table 2**.

In addition, the net thickness of the web of stiffeners and tripping brackets, in mm, is to be:

a) Not less than 40% of the net required thickness of the attached plating, to be determined according to **Ch 6, Sec 4**.

b) Less than twice the net offered thickness of the attached plating.

Table 2: Minimum net thickness for plating

Element	Location	Net thickness
Stiffeners and attached end brackets	Watertight boundary	$4.5 + 0.007L_2$
	Other structure	$4.0 + 0.007L_2$
Tripping brackets		$4.5 + 0.01L_2$

3. Primary supporting members

3.1 Minimum thickness requirements

3.1.1

The net thickness of web plating and flange of primary supporting members in mm, is to comply with the minimum net thickness given in **Table 3**.

Table 3: Minimum net thickness for primary supporting members

Element	Location	Net thickness
Double bottom centreline girder	Machinery space	$1.55L_2^{1/3} + 3.5$
	Elsewhere	$5.5 + 0.025L_2$
Other bottom girder	Machinery space	$1.38L_2^{1/3} + 0.5$
	Fore part of ships with $L \geq 150m$	$0.5L_2^{1/2} + 1.0$
	Elsewhere and fore part of ships with $L < 150m$	$4.5 + 0.017L_2$
Girders bounding a duct keel	Machinery space	$0.8L_2^{1/2} + 2.5$
Bottom floor	Machinery space	$1.7L_2^{1/3} + 1.0$
	Fore part	$0.52L_2^{1/2} + 0.5$
	Elsewhere	$0.55L_2^{1/2}$
Aft peak floor	-	$0.55L_2^{1/2}$
Other primary supporting member	-	$0.43L_2^{1/2} + 1.0$

Section 4 – Plating

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

α_p : Correction factor for the panel aspect ratio to be taken as follow but not to be taken greater than 1.0.

$$\alpha_p = 1.2 - \frac{b}{2.1a}$$

a : Length of plate panel, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.2.2]**.

b : Breath of plate panel, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.2.2]**.

P : Design pressure for the considered design load set, see **Ch 6, Sec 2, [2]**, calculated at the load calculation point defined in **Ch 3, Sec 7, [2.2]**, in kN/m^2.

σ_{hg} : Hull girder bending stress, in N/mm^2, as defined in **Ch 6, Sec 2, [1.1]**, calculated at the load calculation point as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.2]**.

1. Plating subjected to lateral pressure

1.1 Yielding check

1.1.1 Plating

The net thickness, t in mm, is not to be taken less than the greatest value for all applicable design load sets, as defined in **Ch 6, Sec 2, [2.1.3]**, given by:

$$t = 0.0158\alpha_p b\sqrt{\frac{|P|}{C_a R_{eH}}}$$

where:

C_a : Permissible bending stress coefficient for plate taken equal to:

$$C_a = \beta - \alpha\frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$$, not to be taken greater than $C_{a-\max}$

β : Coefficient as defined in **Table 1**.

α : Coefficient as defined in **Table 1**.

$C_{a-\max}$: Maximum permissible bending stress coefficient as defined in **Table 1**.

Table 1: Definition β, α and C_{a-max}

Acceptance criteria set	Structural member		β	α	C_{a-max}
AC-S	Longitudinal strength members	Longitudinally stiffened plating	0.9	0.5	0.8
		Transversely stiffened plating	0.9	1.0	0.8
	Other members		0.8	0	0.8
AC-SD	Longitudinal strength members	Longitudinally stiffened plating	1.05	0.5	0.95
		Transversely stiffened plating	1.05	1.0	0.95
	Other members		0.95	0	0.95
AC-A(1)	Longitudinal strength members	Longitudinally stiffened plating	1.1	0.5	1.0
		Transversely stiffened plating	1.1	1.0	1.0
	Other members		1.0	0	1.0
AC-T	Longitudinal strength members	Longitudinally stiffened plating	1.2	0.75	1.05
		Transversely stiffened plating	1.2	1.5	1.05
	Other members		1.05	0	1.05
1) In case of COL design load set, C_a is to be calculated with the hull girder stress by still water bending moment only.					

2. Special requirements

2.1 Minimum thickness of keel plating

2.1.1

The net thickness of the keel plating is not to be taken less than the required net thickness of the adjacent 2 m width bottom plating, measured from the edge of the keel strake. The width of the keel is defined in **Ch 3, Sec 6, [7.2.1]**.

2.2 Bilge plating

2.2.1 Definition of bilge area

The definition of bilge area is given in **Ch 1, Sec 4, [3.7.1]**.

2.2.2 Bilge plate thickness

a) The net thickness of bilge plating is not to be taken less than the offered net thickness for the adjacent bottom shell or adjacent side shell plating, whichever is greater.

b) The net thickness of rounded bilge plating, t, in mm, is not to be taken less than:

$$t = 6.45 \times 10^{-4} (P_{ex} s_b)^{0.4} R^{0.6}$$

where:

P_{ex} : Design sea pressure for the design load set SEA-1 as defined in **Ch 6, Sec 2, [2.1.3]** calculated at the lower turn of the bilge, in kN/m^2.

R : Effective bilge radius in mm.

$R = R_0 + 0.5(\triangle s_1 + \triangle s_2)$

R_0 : Radius of curvature, in mm. See **Figure 1**.

$\triangle s_1$: Distance between the lower turn of bilge and the outermost bottom longitudinal, in mm, see **Figure 1**. Where the outermost bottom longitudinal is within the curvature, this distance is to be taken as zero.

$\triangle s_2$: Distance between the upper turn of bilge and the lowest side longitudinal, in mm, see **Figure 1**. Where the lowest side longitudinal is within the curvature, this distance is to be taken as zero.

s_b : Distance between transverse stiffeners, webs or bilge brackets, in mm.

c) Longitudinally stiffened bilge plating is to be assessed as regular stiffened plating. The bilge thickness is not to be less than the lesser of the value obtained by **[1.1.1]** and **[2.2.2]** b). A bilge keel is not considered as an effective 'longitudinal stiffening' member.

2.2.3 Transverse extension of bilge minimum plate thickness

Where a plate seam is located in the straight plate just below the lowest stiffener on the side shell, any increased thickness required for the bilge plating does not have to be extended to the adjacent plate above the bilge provided the plate seam is not more than $s_2/4$ below the lowest side longitudinal. Similarly, for the flat part of adjacent bottom plating, any increased thickness for the bilge plating does not have to be extended to the adjacent plate provided that the plate seam is not more than $s_1/4$ beyond the outboard bottom longitudinal. For definition of s_1 and s_2, see **Figure 1**.

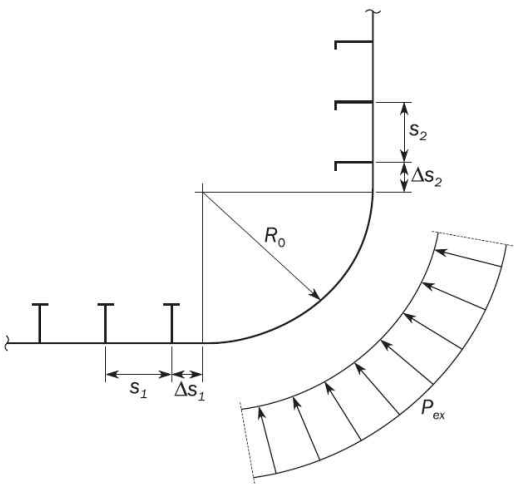


Figure 1: Transverse stiffened bilge plating

2.2.4 Hull envelope framing in bilge area

For transversely stiffened bilge plating, a longitudinal is to be fitted at the bottom and at the side close to the position where the curvature of the bilge plate starts. The scantling of those longitudinals are to be not less than the one of the closer adjacent stiffener. The distance between the lower turn of bilge and the outermost bottom longitudinal, $\triangle s_1$, is generally not to be greater than one-third of the spacing between the two outermost bottom longitudinals, s_1. Similarly, the distance between the upper turn of the bilge and the lowest side longitudinal, $\triangle s_2$, is generally not to be greater than

one-third of the spacing between the two lowest side longitudinals, s_2, See **Figure 1**.

2.3 Side shell plating

2.3.1 Fender contact zone

The net thickness, t in mm, of the side shell plating within the fender contact zone as specified in **[2.3.2]** is not to be taken less than:

$$t = 26\left(\frac{b}{1000} + 0.7\right)\left(\frac{B\,T_{sc}}{R_{eH}^2}\right)^{0.25}$$

2.3.2 Application of fender contact zone requirement

The application extends within the cargo hold region as defined in **Ch 1, Sec 1, [2.4.3]**, from the ballast draught T_{BAL} to $0.25T_{sc}$(minimum 2.2 m) above T_{sc}.

2.4 Sheer strake

2.4.1 General

The minimum width of the sheer strake is defined in **Ch 3, Sec 6, [8.2.4]**.

2.4.2 Welded sheer strake

The net thickness of a welded sheer strake is not to be less than the offered net thickness of the adjacent 2 m width side plating, provided this plating is located entirely within double side tank as the case may be.

2.4.3 Rounded sheer strake

The net thickness of a rounded sheer strake is not to be less than:

a) The offered net thickness of the adjacent 2 m width deck plating, or

b) The offered net thickness of the adjacent 2 m width side plating,

whichever is greater.

2.5 Deck stringer plating

2.5.1

The minimum width of deck stringer plating is defined in **Ch 3, Sec 6, [9.1.2]**.

2.5.2

Within 0.6L of amidships, the net thickness of the deck stringer plate is not to be less than the offered net thickness of the adjacent deck plating.

2.6 Aft peak bulkhead

2.6.1

The net thickness of the aft peak bulkhead plating in way of the stern tube penetration is to be at least 1.6 times the required thickness for the bulkhead plating.

2.7 Plating in cargo tank boundary

2.7.1 By IGC pressure

The net thickness of inner hull plating protected by cargo containment system, t in mm, is not to be taken less than:

$$t = 0.0158\alpha_p b\sqrt{\frac{|P_{IGC}|}{C_{a-IGC}R_{eH}}}$$

where:

P_{IGC} : Pressure given in **Pt 7, Ch 5, Sec 4, [428]**, in kN/m^2.

C_{a-IGC} : Permissible bending stress coefficient for plate taken equal to:

$$C_{a-IGC} = \beta_{IGC} - \alpha_{IGC}\frac{\sigma_{hg-IGC}}{R_{eH}}$$, not to be taken greater than $C_{a-IGC-\max}$

$$\sigma_{hg-IGC} = \max\left[\left|\left(\frac{M_{sw}+M_{wv-LC}}{I_{y-n50}}(z-z_n)\right)10^{-3}\right|, \left|\left\{\left(\frac{(M_{sw}+0.5M_{wv-LC})}{I_{y-n50}}(z-z_n)\right)+\left(\frac{M_{wh-LC}}{I_{z-n50}}(y-y_n)\right)\right\}10^{-3}\right|\right]$$

β_{IGC} : Coefficient as defined in **Table 2**.

α_{IGC} : Coefficient as defined in **Table 2**.

$C_{a-IGC-\max}$: Maximum permissible bending stress coefficient as defined in **Table 2**.

Table 2 : Definition β_{IGC}, α_{IGC} and $C_{a-IGC-\max}$

Acceptance criteria set	Structural member		β_{IGC}	α_{IGC}	$C_{a-IGC-\max}$
IGC condition	Longitudinal strength members	Longitudinally stiffened plating	1.05	0.5	0.95
		Transversely stiffened plating	1.05	1.0	0.95
	Other members		1.0	0	1.0

2.7.2 By sloshing pressure

The net thickness of plating, t in mm, subjected to sloshing pressures is not to be less than:

$$t = 0.0158\alpha_p b\sqrt{\frac{P_{slh}+P_{ls}}{C_{a-slh}R_{eH}}}$$

where:

P_{slh}, P_{ls} : Pressure given in **Ch 4, Sec 6, [2.2]** and **[1.2.1]**, in kN/m^2, respectively.

C_{a-slh} : Permissible bending stress coefficient for plate taken equal to:

$$C_{a-slh} = \beta - \alpha\frac{\sigma_{hg-slh}}{R_{eH}}$$, not to be taken greater than $C_{a-\max}$

$$\sigma_{hg-slh} = \left(\frac{M_{sw}}{I_{y-n50}}(z-z_n)\right)10^{-3}$$ in N/mm^2.

β : Coefficient of AC-SD as defined in **Table 1**.

α : Coefficient of AC-SD as defined in **Table 1**.

$C_{a-\max}$: Maximum permissible bending stress coefficient of AC-SD as defined in **Table 1**.

Section 5 – Stiffeners

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

d_{shr} : Effective shear depth, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 7, [1.4.3]**.

ℓ_{bdg} : Effective bending span, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7, [1.1.2]**.

ℓ_{shr} : Effective shear span, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7, [1.1.3]**.

P : Design pressure for the design load set being defined in **Ch 6, Sec 2** and calculated at the load calculation point defined in **Ch 3, Sec 7, [3.2]**, in kN/m^2

σ_{hg} : Hull girder bending stress, in N/mm^2, as defined in **Ch 6, Sec 2, [1.1]**, calculated at the load calculation point as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.2]**.

1. Stiffeners subject to lateral pressure

1.1 Yielding check

1.1.1 Web plating

The minimum net web thickness, t_w in mm, is not to be taken less than the greatest value calculated for all applicable design load sets as defined in **Ch 6, Sec 2, [2]**, given by:

$$t_w = \frac{f_{shr} |P| s \ell_{shr}}{d_{shr} C_t \tau_{eH}}$$

where:

f_{shr} : Shear force distribution factor taken as:

a) For continuous stiffeners with fixed ends, f_{shr} is not to be taken less than:

- $f_{shr} = 0.5$ for horizontal stiffeners and upper end of vertical stiffeners.
- $f_{shr} = 0.7$ for lower end of vertical stiffeners

b) For continuous stiffeners with simple support ends, $f_{shr} = 0.5$

c) For stiffeners with reduced end fixity, variable load or being part of grillage, the requirement in **[1.2]** applies.

C_t : Permissible shear stress coefficient for the design load set being considered, taken as:

a) $C_t = 0.75$ for acceptance criteria set AC-S.

b) $C_t = 0.90$ for acceptance criteria set AC-SD.

c) $C_t = 1.0$ for acceptance criteria set AC-A and AC-T.

1.1.2 Section modulus

The minimum net section modulus, Z in cm^3, is not to be taken less than the greatest value calculated for all applicable design load sets as defined in **Ch 6, Sec 2, [2.1.3]**, given by:

$$Z = \frac{|P| s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

where:

f_{bdg} : Bending moment factor taken as:

a) For continuous stiffeners with fixed ends, f_{bdg} is not to be taken higher than:
- $f_{bdg} = 12$ for horizontal stiffeners and upper end of vertical stiffeners.
- $f_{bdg} = 10$ for lower end of vertical stiffeners.

b) For continuous stiffeners with simple supported ends, $f_{bdg} = 8$

c) For stiffeners with reduced end fixity, variable load or being part of grillage, the requirement in **[1.2]** applies.

C_s : Permissible bending stress coefficient as defined in **Table 1** for the design load set being considered.

β_s : Coefficient as defined in **Table 2**.

α_s : Coefficient as defined in **Table 2**.

$C_{s-\max}$: Coefficient as defined in **Table 2**.

Table 1: Definition of C_s

Sign of hull girder bending stress, σ_{hg}	Lateral pressure acting on	Coefficient C_s
Tension (positive)	Stiffener side	$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$ but not to be taken greater than $C_{s-\max}$
Compression (negative)	Plate side	
Tension (positive)	Plate side	$C_s = C_{s-\max}$
Compression (negative)	Stiffener side	

Table 2: Definition of β_s, α_s and $C_{s-\max}$

Acceptance criteria set	Structural member	β_s	α_s	$C_{s-\max}$
AC-S	Longitudinal strength member	0.95	1.0	0.85
	Transverse or vertical member	0.85	0	0.85
AC-SD	Longitudinal strength member	1.1	1.0	0.95
	Transverse or vertical member	0.95	0	0.95
AC-A(1)	Longitudinal strength member	1.1	1.0	1.0
	Transverse or vertical member	1.0	0	1.0
AC-T	Longitudinal strength member	1.25	1.0	1.15
	Transverse or vertical member	1.15	0	1.15
1) In case of COL design load set, C_s is to be calculated with the hull girder stress by still water bending moment only.				

1.1.3 Group of stiffeners

Scantlings of stiffeners based on requirements in **[1.1.1]** and **[1.1.2]** may be decided based on the concept of grouping designated sequentially placed stiffeners of equal scantlings on a single stiffened panel. The scantling of the group is to be taken as the greater of the following:

a) The average of the required scantling of all stiffeners within a group.

b) 90% of the maximum scantling required for any one stiffener within the group.

1.1.4 Plate and stiffener of different materials

When the minimum specified yield stress of a stiffener exceeds the minimum specified yield stress of the attached plate by more than 35%, the following criterion is to be satisfied:

$$R_{eH-s} \leq \left(R_{eH-P} - \frac{\alpha_s |\sigma_{hg}|}{\beta_s}\right)\frac{Z_P}{Z} + \frac{\alpha_s |\sigma_{hg}|}{\beta_s}$$

where:

R_{eH-S} : Minimum specified yield stress of the material of the stiffener, in N/mm^2.

R_{eH-P} : Minimum specified yield stress of the material of the attached plate, in N/mm^2

σ_{hg} : Hull girder bending stress, in N/mm^2, as defined in **Ch 6, Sec 2, [1.1]** with $|\sigma_{hg}|$ not to be taken less than $0.4R_{eH-P}$.

Z : Net section modulus, in way of face plate/free edge of the stiffener, in cm^3.

Z_P : Net section modulus, in way of the attached plate of the stiffener, in cm^3.

α_s, β_s : Coefficients defined in **Table 2**.

1.2 Beam analysis

1.2.1 Direct analysis

The maximum normal bending stress, σ and shear stress, τ in a stiffener using net properties with reduced end fixity, variable load or being part of grillage are to be determined by direct calculations taking into account:

a) The distribution of static and dynamic pressures and forces, if any.

b) The number and position of intermediate supports (e.g. decks, girders, etc).

c) The condition of fixity at the ends of the stiffener and at intermediate supports.

d) The geometrical characteristics of the stiffener on the intermediate spans.

1.2.2 Stress criteria

The stress is to comply with the following criteria where the coefficients C_t and C_s, are defined in **[1.1.1]** and **[1.1.2]**.

a) $\tau \leq C_t \tau_{eH}$

b) $\sigma \leq C_s R_{eH}$

2. Special requirements

2.1 Section modulus of stiffener attached on cargo tank boundary

2.1.1 By IGC pressure

The minimum net section modulus of stiffeners connected to inner hull protected by cargo containment system, Z_{IGC} in cm^3, is not to be taken less than:

$$Z_{IGC} = \frac{|P_{IGC}|\, s\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\, C_{s-IGC} R_{eH}}$$ with C_{IGC} not to be taken greater than 1.0

where:

P_{IGC} : Dynamic pressure defined in **Pt 7, Ch 5, Sec 4, [428.]**, in kN/m^2.

f_{bdg} : Bending moment factor taken as:

a) For continuous stiffeners with fixed ends, f_{bdg} is not to be taken higher than:

- $f_{bdg} = 12$ for horizontal stiffeners and upper end of vertical stiffeners.
- $f_{bdg} = 10$ for lower end of vertical stiffeners.

b) For stiffeners with reduced end fixity, variable load or being part of grillage, the requirement in **[1.2]** applies.

C_{s-IGC} : Permissible bending stress coefficient as defined in **Table 3** for the design load set being considered.

σ_{hg-IGC} : Coefficient as defined in **Ch 6, Sec 4, [2.7.1]**.

β_{s-IGC} : Coefficient as defined in **Table 4**.

α_{s-IGC} : Coefficient as defined in **Table 4**.

$C_{s-IGC-\max}$: Coefficient as defined in **Table 4**.

Table 3 : Definition of C_{s-IGC}

Sign of hull girder bending stress, σ_{hg}	Lateral pressure acting on	Coefficient C_{s-IGC}
Compression (negative)	Plate side	$C_{s-IGC} = \beta_{s-IGC} - \alpha_{s-IGC}\dfrac{\lvert\sigma_{hg-IGC}\rvert}{R_{eH}}$ but not to be taken greater than $C_{s-IGC-\max}$
Tension (positive)	Plate side	$C_{s-IGC} = C_{s-IGC-\max}$

Table 4 : Definition of β_{s-IGC}, α_{s-IGC} and $C_{s-IGC-\max}$

Acceptance criteria set	Structural member	β_{s-IGC}	α_{s-IGC}	$C_{s-IGC-\max}$
IGC condition	Longitudinal strength member	1.1	1.0	0.95
	Transverse or vertical member	0.95	0	0.95

2.1.2 By sloshing pressure in cargo tanks

The net section modulus Z in cm^3, of stiffeners subject to sloshing pressure is not to be taken less than:

$$Z = \frac{\lvert P_{slh} + P_{ls} \rvert \, s \, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} \, C_{s-slh} \, R_{eH}}$$

f_{bdg} : Bending moment factor taken as:

a) For continuous stiffeners generally, f_{bdg} = 12.

b) For discontinuous stiffeners, f_{bdg} = 8.

P_{slh}, P_{ls} : Pressure given in **Ch 4, Sec 6, [2.2]** and **[1.2.1]**, in kN/m^2, respectively.

C_{s-slh} : Permissible bending stress coefficient for plate taken equal to:

$$C_{s-slh} = \beta_s - \alpha_s \frac{\sigma_{hg-slh}}{R_{eH}}$$, not to be taken greater than $C_{s-\max}$

$$\sigma_{hg-slh} = \left(\frac{M_{sw}}{I_{y-n50}} (z - z_n) \right) 10^{-3} \text{ in N/mm}^2.$$

β_s : Coefficient of AC-SD as defined in **Table 2**.

α_s : Coefficient of AC-SD as defined in **Table 2**.

$C_{s-\max}$: Maximum permissible bending stress coefficient of AC-SD as defined in **Table 2**.

Section 6 – Primary Support Members and Pillars

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

ℓ_{bdg} : Effective bending span, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7, [1.1.5]**.

ℓ_{shr} : Effective shear span, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7, [1.1.6]**.

P : Design pressure for the design load set being defined in **Ch 6, Sec 2** and calculated at the load calculation point defined in **Ch 3, Sec 7, [3.2]**, in kN/m^2

1. General

1.1 Application

1.1.1

The requirements of this section apply to primary supporting members subjected to lateral pressure and concentrated loads and pillars subjected to compressive axial loads. The yielding check is to be carried out for such members subjected to specific loads.

2. Primary support members within cargo hold region

2.1 Application

2.1.1

The scantlings of primary supporting members within the cargo hold region are to be verified by FE structural analysis as defined in **Ch 7**.

3. Primary supporting members outside cargo hold region

3.1 Application

The requirements of this article apply to primary supporting members, subjected to lateral pressure within the fore part, aft part and machinery space.

3.2 Scantling requirements

3.2.1 Net section modulus

The net section modulus, Z_{n50} in cm^3, of primary supporting members subjected to lateral pressure is not to be taken less than the greatest value for all applicable design load sets defined in **Ch 6, Sec 2, [2]**, given by:

$$Z_{n50} = 1000\frac{|P|Sl_{bdg}^2}{f_{bdg}C_sR_{eH}}$$

where:

f_{bdg} : Bending moment distribution factor, as given in **Table 2**.

C_s : Permissible bending stress coefficient for the acceptance criteria set, as given in **Table 1**.

3.2.2 Net shear area

The net shear area, $A_{shr-n50}$ in cm^2, of primary supporting members subjected to lateral pressure is not to be taken less than the greatest value for all applicable design load sets defined in **Ch 6, Sec 2, [2]**, given by:

$$A_{shr-n50} = 10\frac{f_{shr}|P|Sl_{shr}}{C_t\tau_{eH}}$$

where:

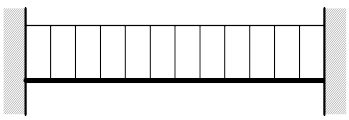
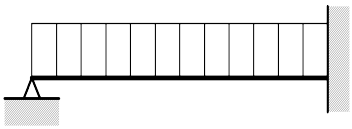
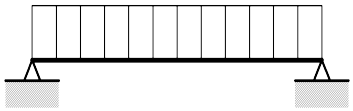
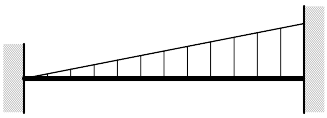
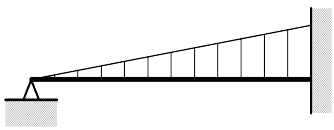
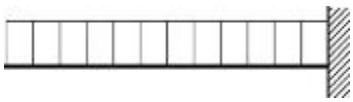
f_{shr} : Shear force distribution factor, as given in **Table 2**.

C_t : Permissible shear stress coefficient for the acceptance criteria set being considered, as given in **Table 1**.

Table 1 : Permissible bending and shear stress coefficients for primary supporting members

Acceptance criteria set	Structure attached to primary supporting member	C_s and C_t
AC-S	All boundaries, including decks and flats	0.70
AC-SD	All boundaries, including decks and flats	0.85
AC-A AC-T	All boundaries, including decks and flats	0.95

Table 2 : Bending moment and shear force factors, f_{bdg} and f_{shr}

Load and boundary condition				Bending moment and shear force distribution factors (based on load at mid span, where load varies)		
Position				1 f_{bdg1} f_{shr1}	2 f_{bdg2} –	3 f_{bdg3} f_{shr3}
Load model	1 Support	2 Field	3 Support			
A				12.0 0.50	24.0 –	12.0 0.50
B				– 0.38	14.2 –	8.0 0.63
C				– 0.50	8.0 –	– 0.50
D				15.0 0.30	23.3 –	10.0 0.70
E				– 0.20	16.8 –	7.5 0.80
F				– –	– –	2.0 1.0

Note 1: The bending moment distribution factor, f_{bdg} for the support positions is applicable for a distance of $0.2l_{bdg}$ from the end of the effective bending span of the primary supporting member.

Note 2: The shear force distribution factor, f_{shr} for the support positions is applicable for a distance of $0.2l_{shr}$ from the end of the effective shear span of the primary supporting member.

Note 3: Application of f_{bdg} and f_{shr}:

Note 4: The section modulus requirement within $0.2l_{bdg}$ from the end of the effective span is to be determined using the applicable f_{bdg1} and f_{bdg3}, however f_{bdg} is not to be taken greater than 12.

Note 5: The section modulus of mid-span area is to be determined using $f_{bdg} = 24$, or f_{bdg2} from the table if lesser.

Note 6: The shear area requirement of end connections within $0.2l_{shr}$ from the end of the effective span is to be determined using $f_{shr} = 0.5$ or the applicable f_{shr1} or f_{shr3}, whichever is greater.

Note 7: For models A through F, the value of f_{shr} may be gradually reduced outside of $0.2l_{shr}$ towards $0.5f_{shr}$ at mid-span, where f_{shr} is the greater value of f_{shr1} and f_{shr3}.

3.3 Advanced calculation methods

3.3.1 Direct analysis

Where complex grillage structures are employed, the scantlings are to be determined by direct calculation taking into account:

- The distribution of still water and wave pressure and forces, if any.
- The number and position of intermediate supports (e.g. decks, girders, etc).
- The condition of fixity at the ends of the primary supporting members and at intermediate supports.
- The geometrical characteristics of the primary supporting members on the intermediate spans.

3.3.2 Analysis criteria

The calculated stresses are to comply with the following criteria where the coefficients C_t and C_s, are defined in **[3.2]**:

- $\sigma \leq C_s R_{eH}$
- $\tau \leq C_t \tau_{eH}$

where:

τ : Shear stress in member, in N/mm^2, based on t_{n50}.

σ : Normal stress in member, in N/mm^2, based on t_{n50}.

4. Pillars

4.1 Pillars subjected to compressive axial load

4.1.1 Criteria

The maximum applied compressive axial load on a pillar, F_{pill}, in kN, is to be taken as the greatest value calculated for all applicable design load sets defined in **Ch 6, Sec 2, [2]**, and is given by the following formula:

$$F_{pill} = Pb_{a-sup} l_{a-sup} + F_{pill-upr}$$

where:

b_{a-sup} : Mean breadth of area supported, in m.

l_{a-sup} : Mean length of area supported, in m.

$F_{pill-upr}$: Axial load from pillar including axial load from pillars above, in kN, if any.

$A_{pill-n50}$: Net cross section area of the pillar, in cm^2.

The buckling check of the pillar is to be performed according to **Ch 8, Sec 4, [3.1]**, with σ_{av} in N/mm^2, as defined in **Ch 8, Sec 5, [3.1]** given by:

$$\sigma_{av} = 10 \frac{F_{pill}}{A_{pill-n50}}$$

4.2 Pillars subject to tensile axial load

4.2.1 Criteria

Pillars and PSM members subjected to tensile axial load are to satisfy the criteria given in **[3.3.2]**.

Chapter 7

Direct Strength Analysis

Section 1 Strength Assessment

Section 2 Cargo Hold Structural Strength Analysis

Section 3 Local Structural Strength Analysis

Section 1 – Strength Assessment

1. General

1.1 Application

1.1.1

This chapter provides design basis and analysis methodology regarding the structural strength verification of the hull structure using finite element analysis under the applied loads. A flow diagram showing the minimum requirement of finite element analysis is shown in **Figure 1**.

1.1.2

The finite element analysis consists of three parts:

a) Cargo hold analysis to assess the strength of longitudinal hull girder structural members, primary supporting structural members and bulkheads.

b) Fine mesh analysis to assess detailed stress levels in local structural details.

c) Very fine mesh analysis to assess the fatigue capacity of the structural details according to **Ch 9**.

1.1.3

Strength assessment based on finite element analysis is applicable for the cargo hold region including the transition areas to engine room and fore end structure. The analysis is to verify the following:

a) Stress levels of structural analysis in accordance with **Ch 7, Sec 2** and **Ch 7, Sec 3** are within the acceptance criteria for yielding.

b) Buckling capability of plates and stiffened panels are within the acceptance criteria for bucking defined in **Ch 8**.

c) Fatigue capacity of structural details is within the acceptance criteria defined in **Ch 9**.

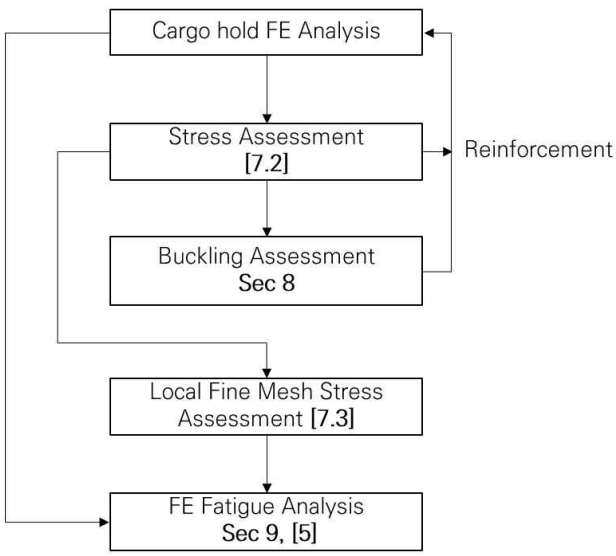


Figure 1 : Flow diagram of finite element analysis

1.1.4 Scantling application

FE models for cargo hold FE analyses, local fine mesh FE analysis and very fine mesh FE analyses, are to be based on corrosion addition as given in **Ch 3, Sec 2, Table 1**.

1.1.5 Scantling assessment

The scantling assessment is carried out for each individual cargo hold using the FE load combinations defined in **Sec 2** applicable to the considered cargo hold. The FE analysis results are applicable to the evaluation area as defined in **Sec 2, [5.1]**, of the considered cargo hold.

The individual bulkhead structural elements, inclusive plating, stiffeners and horizontal stringers, are to be assessed considering two cargo hold finite element analyses, i.e. the analysis for the hold forward and the one for the hold aft of the considered transverse bulkhead.

2. Finite element types

2.1 Used finite element types

2.1.1

The structural assessment is to be based on linear finite element analysis of three dimensional structural models. The general types of finite elements to be used in the finite element analysis are given in **Table 1**.

Table 1 : Types of finite element

Type of finite element	Description
Rod (or truss) element	Line element with axial stiffness only and constant cross sectional area along the length of the element.
Beam element	Line element with axial, torsional and bi-directional shear and bending stiffness and with constant properties along the length of the element.
Shell (or plate) element	Shell element with in-plane stiffness and out-of-plane bending stiffness with constant thickness.

2.1.2

Two node line elements and four node shell elements are, in general, considered sufficient for the representation of the hull structure. The mesh requirements given in this chapter are based on the assumption that these elements are used in the finite element models. However, higher order elements may also be used.

3. Submission of results

3.1 Detailed report

3.1.1

A detailed report of the structural analysis is to be submitted by the designer/builder to demonstrate compliance with the specified structural design criteria including the following information:

a) List of structural drawings used including dates and versions.

b) Detailed description of structural modelling including all modelling assumptions and any deviations in geometry and arrangement of structure compared with plans.

c) Plots to demonstrate correct structural modelling and assigned properties.

d) Details of material properties, plate thickness, beam properties used in the model.

e) Details of applied boundary conditions.

f) Details of all loading conditions reviewed with calculated hull girder shear force, bending moment and torsional moment distributions.

g) Details of applied loads and confirmation that individual and total applied loads are correct.

h) Plots and results that demonstrate the correct behaviour of the structural model under the applied loads.

i) Summaries and plots of global and local deflections.

j) Summaries and sufficient plots of stresses to demonstrate that the design criteria are not exceeded in any member.

k) Plate and stiffened panel buckling analysis and results

l) Proposed amendments to structure where necessary, including revised assessment of stresses, buckling and fatigue properties showing compliance with design criteria.

m) Reference of the finite element computer program, including its version and date.

4. Computer programs

4.1 Use of computer programs

4.1.1

Any finite element computation program complying with **Ch 1, Sec 3** may be employed to determine the stress and deflection of the hull structure, provided that the combined effects of bending, shear, axial and torsional deformations are considered.

Section 2 - Cargo Hold Structural Strength Analysis

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

M_{sw} : Permissible vertical still water bending moment, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4**.

M_{wv} : Vertical wave bending moment, in kNm, in hogging or sagging condition, as defined in **Ch 4, Sec 4**.

M_{wh} : Horizontal wave bending moment, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4**.

M_{wt} : Wave torsional moment in seagoing condition, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4**.

Q_{sw} : Permissible still water shear force, in kN, at the considered bulkhead position, as provided in **Ch 4, Sec 4**.

Q_{wv} : Vertical wave shear force, in kN, as defined in **Ch 4, Sec 4**.

x_{b-aft}, x_{b-fwd} : X-coordinate, in m, of respectively the aft and forward bulkhead of the mid-hold.

x_{aft} : X-coordinate, in m, of the aft end support of the FE model.

x_{fore} : X-coordinate, in m, of the fore end support of the FE model.

x_i : X-coordinate, in m, of web frame station i.

Q_{aft} : Vertical shear force, in kN, at aft bulkhead of mid-hold as defined in **[4.4.6]**.

Q_{fwd} : Vertical shear force, in kN, at fore bulkhead of mid-hold as defined in **[4.4.6]**.

$Q_{targ-aft}$: Target shear force, in kN, at the aft bulkhead of mid-hold as defined in **[4.3.3]**.

$Q_{targ-fwd}$: Target shear force, in kN, at the forward bulkhead of mid-hold as defined in **[4.3.3]**.

1. Objective and scope

1.1 General

1.1.1

The cargo hold structural strength analysis is for the assessment of structural strength of longitudinal hull girder structural members, primary supporting members and bulkheads within the cargo hold region including transition areas to engine room and fore end. This section describes the analysis methodology and load application for cargo hold structural strength analysis.

1.1.2

Cargo hold structural strength analysis is mandatory within the cargo hold region including cofferdam structure i.e. aft bulkhead of the aftmost cargo hold and fore bulkhead of the foremost cargo hold. The evaluation areas are defined in **[5.1]**.

1.1.3

For the FE structural assessment and load application, at least three cargo holds are to be assessed:

a) Midship cargo hold region
b) Foremost cargo hold
c) Aftmost cargo hold

Holds in the midship cargo hold region are defined as holds with their longitudinal centre of gravity position at or forward of 0.3*L* from AE and at or aft of 0.7*L* from AE, as defined in **Figure 1**:

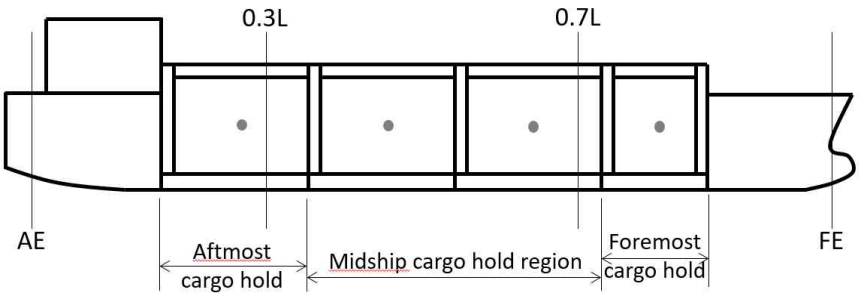


Figure 1 : Definition of cargo hold regions for FE structural assessment

1.2 Cargo hold structural strength analysis procedure

1.2.1 Procedure description

The structural FE analysis is to be performed in accordance with the following:

a) Model: Three cargo hold model with:
- Extent as given in **[2.2]**
- Finite element types as given in **[2.3]**
- Structural modelling as defined in **[2.4]**

b) Boundary conditions as defined in **[2.5]**

c) FE load combinations as defined in **[3]**

d) Load application as defined in **[4]**

e) Evaluation area as defined in **[5.1]**

f) Strength assessment as defined in **[5.2]** and **[5.3]**

1.2.2 Mid-hold definition

For the purpose of the FE analysis, the mid-hold is defined as the middle hold(s) of the three cargo hold length FE model. In case of foremost and aftmost cargo hold assessment, the mid-hold represents the foremost and aftmost cargo hold respectively.

2. Structural model

2.1 Members to be modelled

2.1.1

All main longitudinal and transverse structural elements are to be modelled. These include:

- Inner and outer shell,
- Upper deck including trunk deck,
- Double bottom floors and girders,
- Transverse and vertical web frames,
- Liquid dome openings,
- Stringers and lower decks,
- Transverse and longitudinal bulkhead structures,

- Other primary supporting members,
- Other structural members which contribute to hull girder strength.

All plates and stiffeners on the structure, including web stiffeners, are to be modelled. Brackets which contribute to primary supporting member strength and the size of which is not less than the typical mesh size (s-by-s) described in **[2.4.2]**, are to be modelled.

2.2 Extent of model

2.2.1 Longitudinal extent

Generally, the longitudinal extent of the cargo hold FE model is to cover three cargo hold lengths.

The foremost cargo hold model is to be extended from the after bulkhead of No.2 cargo hold to the ship's foremost cross section where the reinforced ring or web frame remains continuous from the base line to the strength deck.

The aftermost cargo hold model is to include the extent of 2 cargo holds and engine room including its aft bulkhead. Where a cofferdam is fitted at the end of the model, the cofferdam space is to be modelled with its transverse bulkheads. Where the inner deck and trunk deck are welded to the deckhouse, 2 web frames aftward of engine room bulkhead are to be modelled to represent the transitional area. Typical finite element models representing the midship cargo hold region is shown in Figure 2.

2.2.2 Hull form modelling

In general, the finite element model is to represent the geometry of the hull form. In the midship cargo hold region, the finite element model may be prismatic provided the mid-hold has a prismatic shape.

In the foremost cargo hold model, the hull form from one frame spacing forward of the transverse section at the middle of the fore part to the model end may be modelled with a simplified geometry. The transverse section at the middle of the fore part up to the model end may be extruded out to the fore model end. It is noted that the extruded area is to be outside the position of collision bulkhead.

In the aftmost cargo hold model, the hull form aft of the machinery space may be modelled with a simplified geometry. The section at the middle of the machinery space may be extruded out to its aft bulkhead.

When the hull form is modelled by extrusion, the geometrical properties of the transverse section located at the middle of the considered space are copied along the simplified model. The transverse web frames are to be considered along this extruded part with the same properties as ones in the fore part or in the machinery space.

2.2.3 Transverse extent

Both port and starboard sides of the ship are to be modelled.

2.2.4 Vertical extent

The full depth of the ship is to be modelled including primary supporting members above the upper deck, trunks and forecastle, if any.

The superstructure or deck house in way of the machinery space and the bulwark are not required to be included in the model. However, if the deckhouse has a direct welding connection with trunk deck or inner deck, the FE model needs to include the structure of one floor above the trunk deck with at least 2 web frames aftward from the connection position.

2.3 Finite element types

2.3.1

Shell elements are to be used to represent plates.

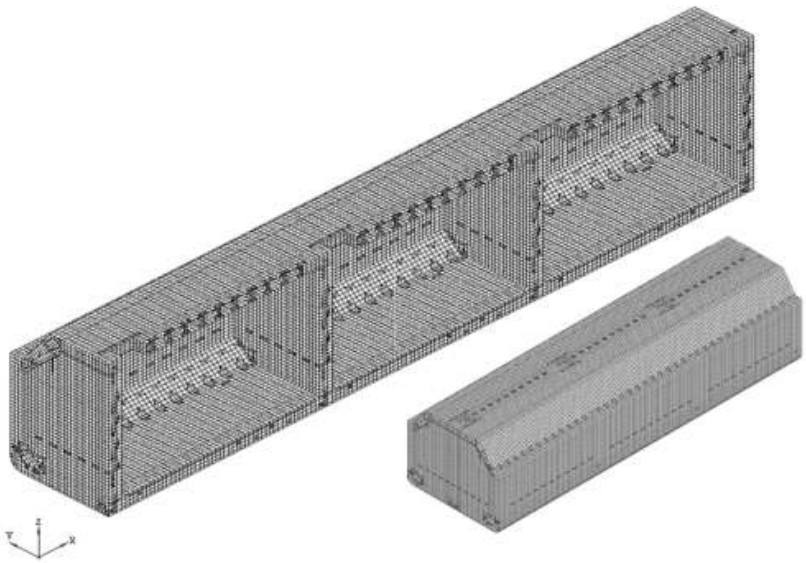


Figure 2 : Example of 3 cargo hold model within midship region

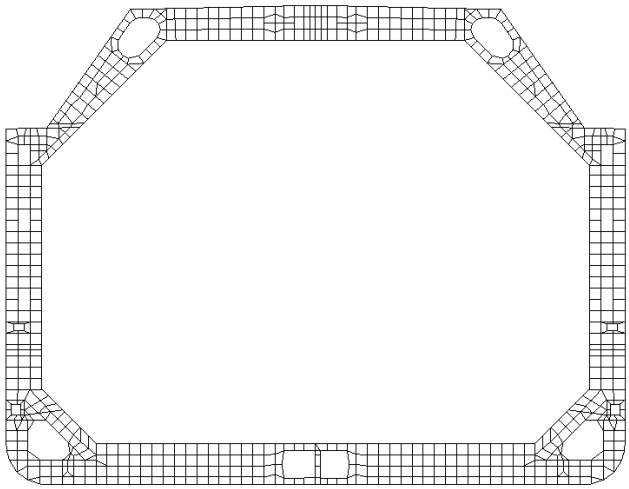


Figure 3 : Typical finite element mesh on web frame

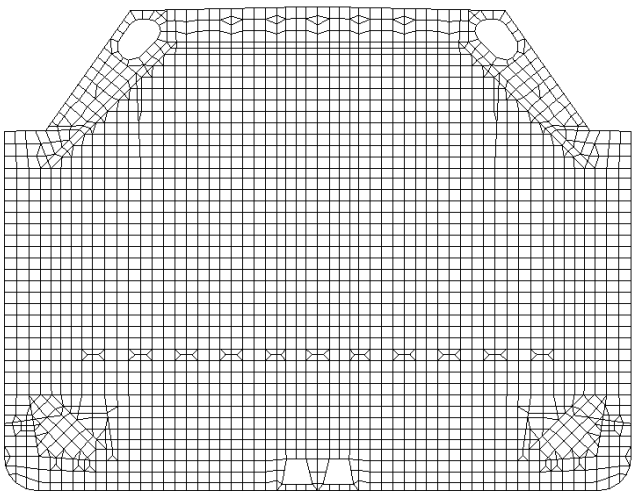


Figure 4 : Typical finite element mesh on transverse bulkhead

2.3.2

All stiffeners are to be modelled with beam elements having axial, torsional, bi-directional shear and bending stiffness. The eccentricity of the neutral axis is to be modelled.

2.3.3

Face plates of primary supporting members and brackets are to be modelled using rod or beam elements.

2.4 Structural modelling

2.4.1 Aspect ratio

The aspect ratio of the shell elements is in general not to exceed 3. The use of triangular shell elements is to be kept to a minimum. Where possible, the aspect ratio of shell elements in areas where there are likely to be high stresses or a high stress gradient is to be kept close to 1 and the use of triangular elements is to be avoided.

2.4.2 Mesh

The shell element mesh is to follow the stiffening system as far as practicable, hence representing the actual plate panels between stiffeners. In general, the shell element mesh is to satisfy the following requirements:

a) One element between every longitudinal stiffener, see **Figure 3**. Longitudinally, the element length is not to be greater than 2 longitudinal spaces with a minimum of three elements between primary supporting members.

b) One element between every stiffener on transverse bulkheads, see **Figure 4**.

c) One element between every web stiffener on transverse and vertical web frames and stringers, see **Figure 3** and **Figure 5**. The mesh on the hopper tank web frame is to be fine enough to represent the shape of the web ring opening, as shown **Figure 3**.

d) At least 3 elements over the depth of double bottom girders, floors, transverse web frames, vertical web frames and horizontal stringers on transverse bulkheads. For deck transverse and horizontal stringers on transverse wash bulkheads and longitudinal bulkheads with a smaller web depth, modelling using 2 elements over the depth is acceptable provided that there is at least 1 element between every web stiffener. The mesh size of adjacent structure is to be adjusted accordingly.

e) The curvature of the free edge on large brackets of primary supporting members is to be modelled to avoid unrealistic high stress due to geometry discontinuities. In general, a mesh size equal to the stiffener spacing is acceptable. The bracket toe may be terminated at the nearest nodal point provided that the modelled length of the bracket arm does not exceed the actual bracket arm length. The bracket flange is not to be connected to the plating. The modelling of the tapering part of the flange is to be in accordance with **[2.4.6]**. A finer mesh is to be used for the determination of detailed stress at the bracket toe, as given in **Ch 7, Sec 3**.

f) Example of mesh arrangements of the cargo hold structure are shown in **Figure 6**.

2.4.3 Finer mesh

Where the geometry cannot be adequately represented in the cargo hold model and the stress exceeds the cargo hold mesh acceptance criteria, a finer mesh may be used for such geometry to demonstrate satisfactory structural strength. The mesh size required for such analysis can be governed by the geometry. In such cases, the average stress within an area equivalent to that specified in **[2.4]** is to comply with the requirements given in **[5.2]**.

2.4.4 Sniped stiffener

Non continuous stiffeners are to be modelled as continuous stiffeners, i.e. the height web reduction in way of the snip ends are not to be modelled.

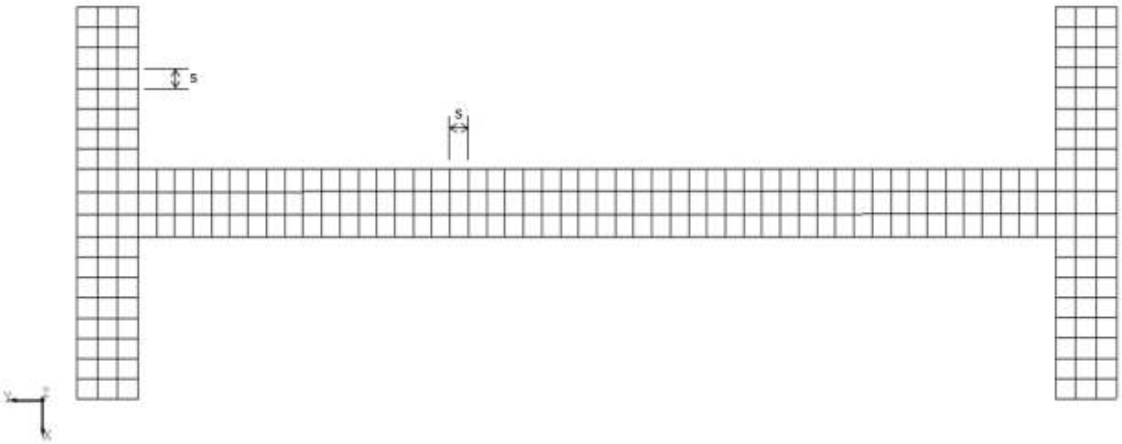


Figure 5 : Typical finite element mesh on horizontal transverse stringer on transverse bulkhead

2.4.5 Web stiffeners of primary supporting members

Web stiffeners of primary supporting members are to be modelled. Where these stiffeners are not in line with the primary FE mesh, it is sufficient to place the line element along the nearby nodal points provided that the adjusted distance does not exceed 0.2 times the stiffener spacing under consideration. The stresses and buckling utilisation factors obtained need not be corrected for the adjustment.

2.4.6 Face plate of primary supporting member

The effective cross sectional area at the curved part of the face plate of primary supporting members and brackets is to be calculated in accordance with **Ch 3, Sec 7**. The cross sectional area of a rod or beam element representing the tapering part of the face plate is to be based on the average cross sectional area of the face plate in way of the element length.

2.4.7 Openings

Regardless of size, manholes are to be modelled by removing the appropriate elements.

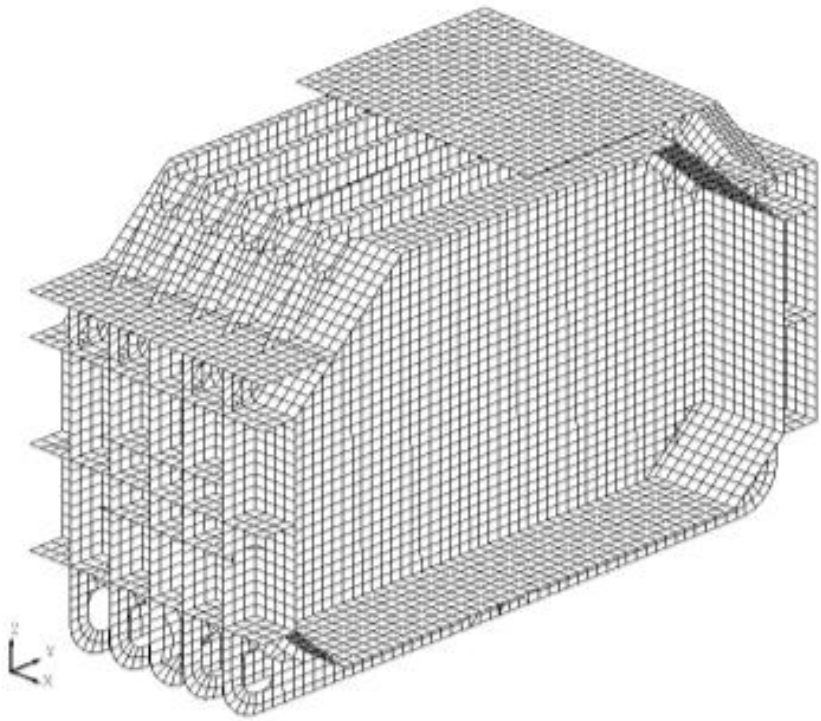


Figure 6 : Example of FE mesh arrangements of cargo hold structure in way of a BHD

2.5 Boundary conditions

2.5.1 General

All boundary conditions described in this section are in accordance with the global coordinate system defined in **Ch 4, Sec 1**. The boundary conditions given **[2.5.2]** are applicable to cargo hold finite element model analyses in cargo hold region.

2.5.2 Boundary Conditions

The rigid links connect the nodes on the longitudinal members at the model ends to an independent point at neutral axis in centreline. The boundary conditions to be applied at the ends of the mid-hold cargo hold FE model are given in **Table 1**. For the foremost and aftmost cargo hold analysis, the boundary conditions to be applied at the ends of the cargo hold model are given in **Table 2** and **Table 3** respectively. For the case of IGC pressure applied cases, additional boundary condition as given in **Table 4** is to be applied at the aftward and forward cofferdam bulkheads of middle hold in the model.

Table 1 : Boundary constraints at model ends for mid-hold cargo hold model

Location	Translation			Rotation		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
Aft End						
Independent point	-	Fix	Fix	M_{T-end}	-	-
Cross Section	-	Rigid link	Rigid link	Rigid link	-	-
Fore End						
Independent point	-	Fix	Fix	Fix	-	-
Intersection of centreline and inner bottom	Fix	-	-	-	-	-
Cross Section	-	Rigid link	Rigid link	Rigid link	-	-
Note 1: [-] means no constraint applied (free). Note 2: See **Figure 7**.						

Table 2 : Boundary constraints at model ends for formost cargo hold model

Location	Translation			Rotation		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
Aft End						
Independent point	Fix	-	-	Fix	Fix	Fix
Cross Section	Rigd link	-	-	Rigid link	Rigid link	Rigid link
Intersection of centerline and bottom, centerline and trunk deck	-	Fix	-	-	-	-
Line S	-	-	Fix	-	-	-
Fore End						
Independent point	-	-	-	M_{T-end}	-	-
Cross Section	-	Rigid link	Rigid link	Rigid link	-	-
Note 3: [-] means no constraint applied (free). Note 4: See **Figure 8**.						

Table 3 : Boundary constraints at model ends for Aftmost cargo hold model

Location	Translation			Rotation		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
Fore End						
Independent point	Fix	-	-	Fix	Fix	Fix
Cross Section	Rigd link	-	-	Rigid link	Rigid link	Rigid link
Intersection of centerline and bottom, centerline and trunk deck	-	Fix	-	-	-	-
Line S	-	-	Fix	-	-	-
Aft End						
Independent point	-	-	-	M_{T-end}	-	-
Cross Section	-	Rigid link	Rigid link	Rigid link	-	-

Note 5: [-] means no constraint applied (free).
Note 6: See **Figure 8**.

Table 4 : Additional IGC boundary constraints at bulkhead sections for cargo hold model

Location	Translation			Rotation		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
Aftward cofferdam bulkhead of Aft bulkhead in the middle hold						
Line D, Line B	-	Fix	-	-	-	-
Forward cofferdam bulkhead of fore bulkhead in the middle hold						
Line D, Line B	-	Fix	-	-	-	-

Note 7: [-] means no constraint applied (free).
Note 8: See **Figure 9**.

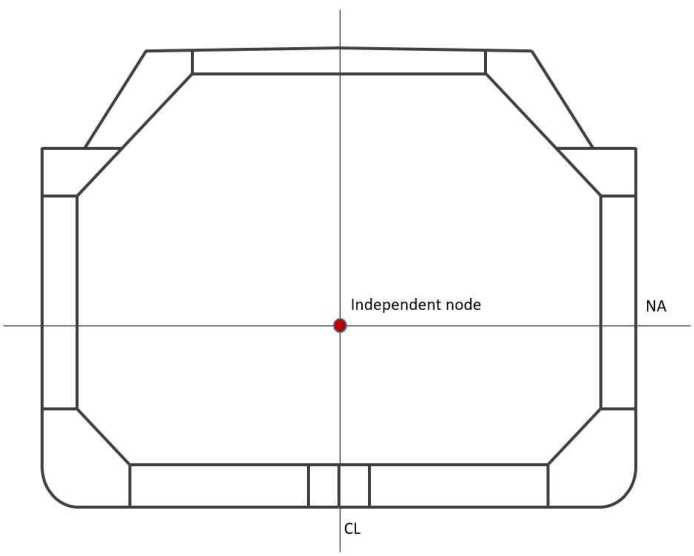


Figure 7 : Boundary conditions applied at the model end sections of Mid model

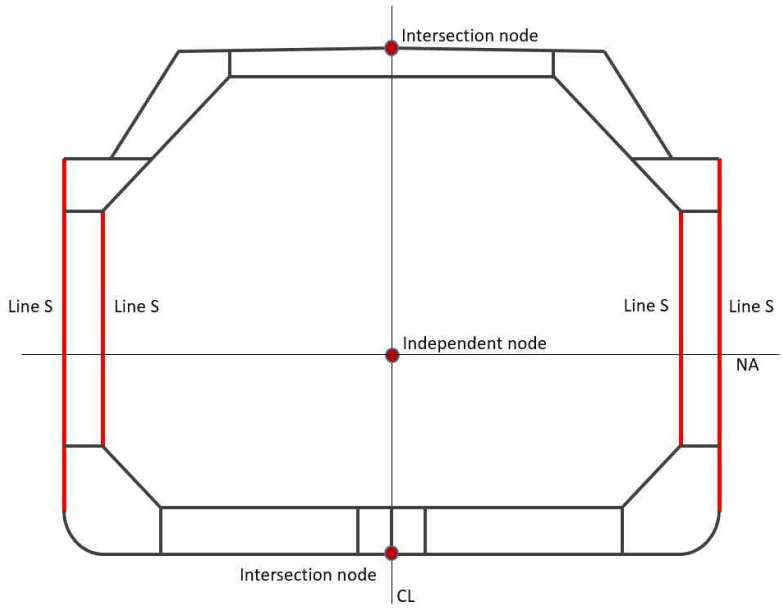


Figure 8 : Boundary conditions applied at the model end of aft end section in foremost hold, fore end section in aftmost hold respectively

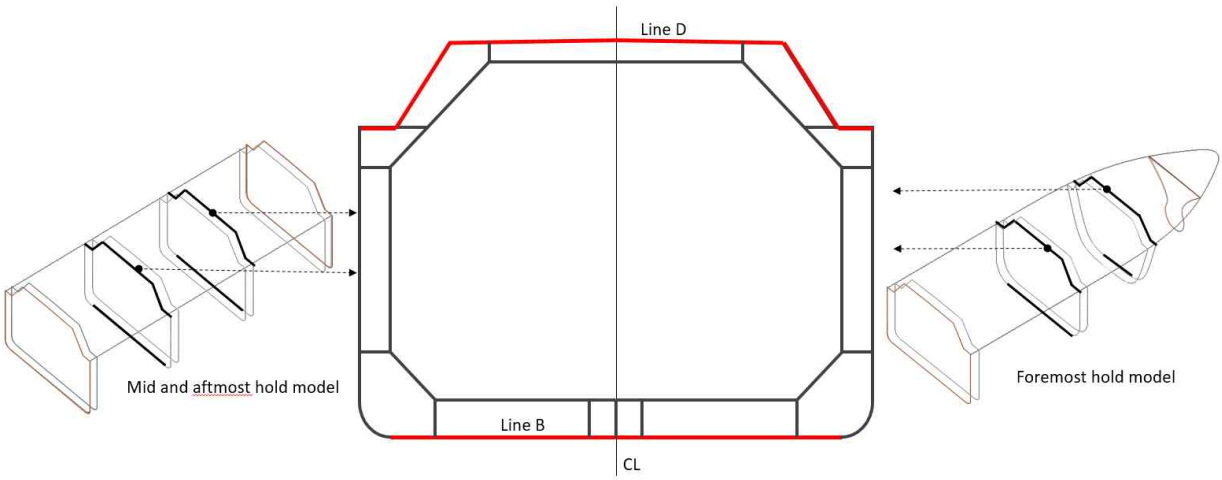


Figure 9 : Additional IGC Boundary conditions applied at the model

3. FE load combinations

3.1 Design load combinations

3.1.1 FE load combination definition

A FE load combination is defined as a loading pattern, a draught, a value of still water bending and shear force, associated with a given dynamic load case.

3.1.2 Loading conditions

Loading conditions to be considered for a strength assessment generally are as follow:

a) Standard loading conditions for yielding and buckling strength assessment are given in **[3.1.3]**.

b) For fatigue assessment, standard designs are given in **Ch 9, Sec 1**.

3.1.3 Load combinations

For cargo hold structural strength analysis for midship holds, the design load combinations specified in **Table 5** are to be used as a minimum. For aftmost and foremost cargo hold structural strength analysis, the design load combinations specified respectively in **Table 6** and **7** are to be considered.

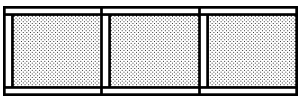
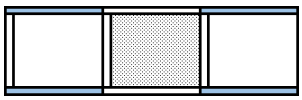
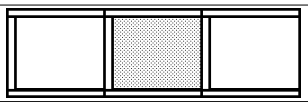
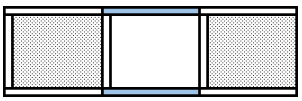
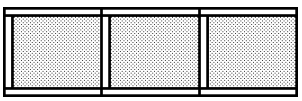
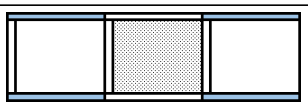
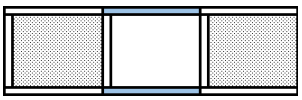
Each design load combination given in **Table 5 ~ 7** consists of a loading pattern and dynamic load cases as given in **Ch 4, Sec 2**. Each load combination requires the application of the structural weight, internal and external loads and hull girder loads. For seagoing condition, both static and dynamic load components (S+D) are applied.

The "maximum shear force load combinations" are marked as "Max SFLC" in the load combination tables of **Table 5 ~ 7**. The "other shear force load combinations" are those which are not the maximum shear force load combinations. They are not marked in the load combination tables of **Table 5 ~ 7**.

3.1.4 Additional loading conditions

Where the loading conditions specified by the designer are not covered by the load combinations given in **[3.1.3]**, these additional loading conditions are to be examined according to the procedure in **[4]**.

Table 5 : Standard loading conditions applicable to midship cargo hold region

No	Loading Pattern	Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	Dynamic load cases	Pressure by IGC (Pt 7, Ch 5, 428)
Seagoing conditions						
LM1[2)]		$0.7T_{SC}$[1)]	0% Sagging	≤100%	HSM1	N/A
			100% Hogging	≤100%	HSM2, FSM2, BSR-2P, OST-1P, OST-2P	N/A
LM2[2)]		T_{SC}	100% Sagging	≤100%	HSM1, BSP-2P, BSR-1P, OST-1P	N/A
			30% Hogging	≤100%	HSM2, BSP-1P, BSR-2P, OST-2P	N/A
LM3[2)]		$0.8T_{SC}$	100% Sagging	100% Max SFLC (aft-, fwd+)	HSM1	N/A
				≤100%	BSP-1P, BSP-2P	N/A
			75% Hogging	≤100%	HSM2	N/A
LM3 -IGC		$0.8T_{SC}$[3)]	≤100%	≤100%	N/A	α_β associated with Max P_{gd} at AP2[4)]
LM4[2)]		$0.9T_{SC}$	70% Sagging	≤100%	HSM1	N/A
			60% Hogging	100% Max SFLC (aft+, fwd-)	HSM2, FSM2	N/A
				≤100%	BSR-1P, BSR-2P	N/A
Accidental condition						
LM5		T_{SC}	≤100%	≤100%	N/A	0.5g forward Collision load + static pressure by gravity
Harbour conditions						
LM6		$0.8T_{SC}$	100% Sagging	100% Max SFLC (aft-, fwd+)	N/A	N/A
LM7		$0.9T_{SC}$	60% Hogging	100% Max SFLC (aft+, fwd-)	N/A	N/A

Note : 1) Draught needs not greater than the minimum ballast draught in the loading manual.

2) For the ship with an asymmetrical structures, BSR-1S, BSR-2S, BSP-1S, BSP-2S, OST-1S and OST-2S shall be investigated additionally. For ships with symmetrical about the centerline, results of one side should be considered as same as the other side

3) Hydrostatic external sea pressure with heel angle ϕ_β corresponding roll angle of α_β is applicable, but heel angle need not greater than 30°. Additional boundary condition is to be applied as shown Figure 9.

4) When the internal pressure calculated according to Pt7, Ch 5, Sec 4 428 is used, P_{IGC} is calculated with $f_{IGC} = 0.8$ considering operational profile. In that case, acceptance criteria is AC-A.

If other alternative pressure is used, f_{IGC} is not applicable and acceptance criteria is AC-SD.

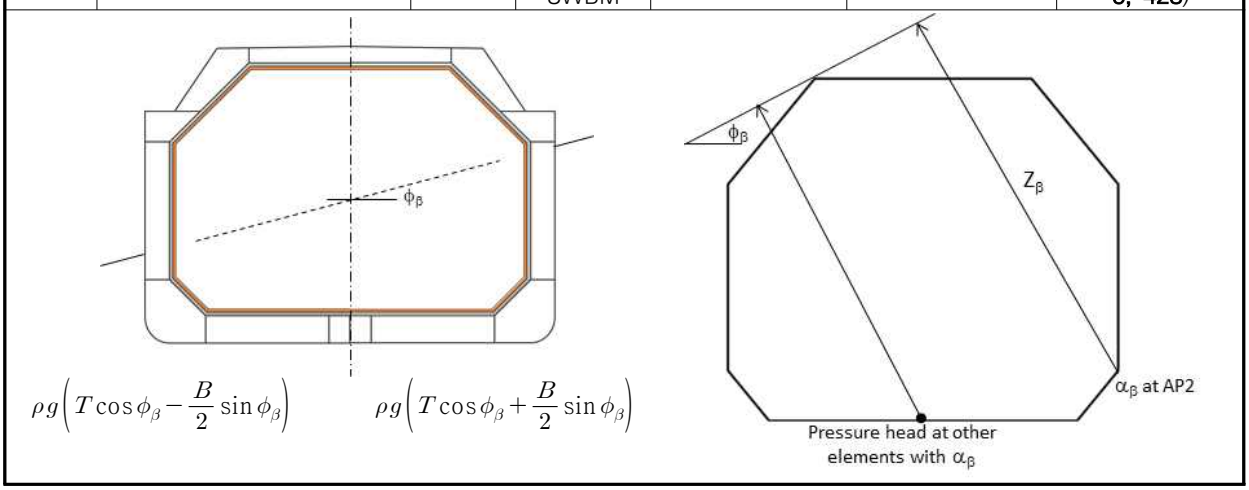
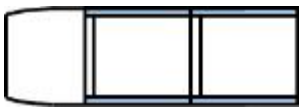
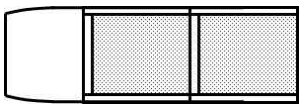
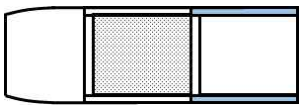
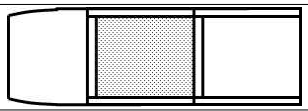
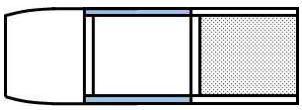
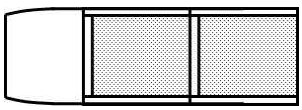
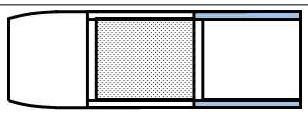
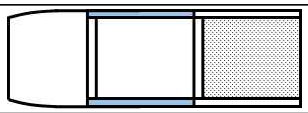
No	Loading Pattern	Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	Dynamic load cases	Pressure by IGC (Pt 7, Ch 5, 428)
						

Table 6 : Standard loading conditions applicable to aftmost cargo hold region

No	Loading Pattern	Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	Dynamic load cases	Acceleration by IGC(Pt 7, Ch 5, 428)
Seagoing conditions						
LA1[2)]		$0.7T_{SC}$[1)]	0% Sagging	≤100%	HSM1	N/A
			100% Hogging	≤100%	HSM2, FSM2, OST-1P, OST-2P	N/A
LA2[2)]		T_{SC}	100% Sagging	≤100%	HSM1, FSM1 BSP-1P, BSP-2P BSR-1P, BSR-2P OST-1P, OST-2P	N/A
			40% Hogging	≤100%	HSM2	N/A
LA3		$0.85T_{SC}$	0% Sagging	100% Max SFLC(Aft-)	HSM1	N/A
			60% Hogging	100% Max SFLC(fwd+)	HSM2	N/A
LA3 -IGC		$0.85T_{SC}$[3)]	≤100%	≤100%	N/A	α_β associated with Max P_{gd} at AP2[4)]
LA4[5)]		$0.85T_{SC}$	30% Sagging	100% Max SFLC(Fwd-)	HSM1	N/A
			70% Hogging	100% Max SFLC(Aft+)	HSM2	N/A
Accidental condition						
LA5		T_{SC}	≤100%	≤100%	N/A	Collision load with aftward 0.25g acceleration + static pressure by gravity
Harbour condition						

No	Loading Pattern	Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	Dynamic load cases	Acceleration by IGC(Pt 7, Ch 5, 428)
LA6		$0.85T_{SC}$	30% Sagging	100% Max SFLC(aft-)	N/A	N/A
LA7		$0.85T_{SC}$	70% Hogging	100% Max SFLC(Aft+)	N/A	N/A

Note : 1) Draught needs not greater than the minimum ballast draught in the loading manual.

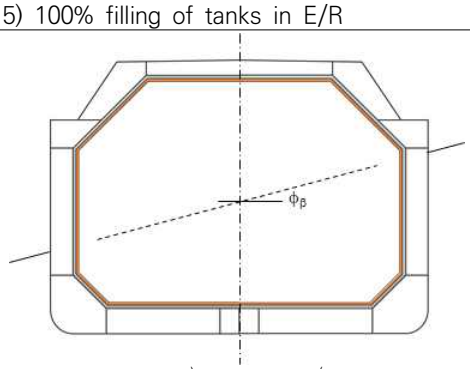
2) For the ship with an asymmetrical structures, BSR-1S, BSR-2S, BSP-1S, BSP-2S, OST-1S and OST-2S shall be investigated additionally. For ships with symmetrical about the centerline, results of one side should be considered as same as the other side

3) Hydrostatic external sea pressure with heel angle ϕ_β corresponding roll angle of α_β is applicable, but heel angle need not greater than 30°. Additional boundary condition is to be applied as shown Figure 9.

4) When the internal pressure calculated according to Pt7, Ch 5, Sec 4 428 is used, P_{IGC} is calculated with $f_{IGC} = 0.8$ considering operational profile. In that case, acceptance criteria is AC-A.

If other alternative pressure is used, f_{IGC} is not applicable and acceptance criteria is AC-SD.

5) 100% filling of tanks in E/R



$\rho g\left(T\cos\phi_\beta - \frac{B}{2}\sin\phi_\beta\right)$ $\rho g\left(T\cos\phi_\beta + \frac{B}{2}\sin\phi_\beta\right)$

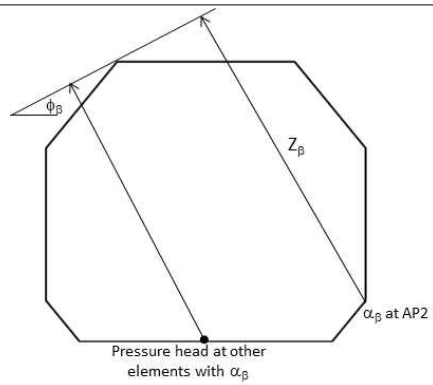
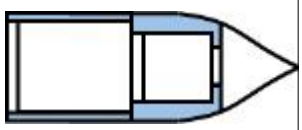
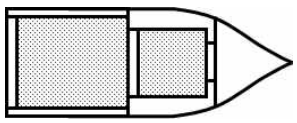
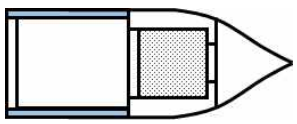
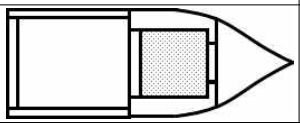
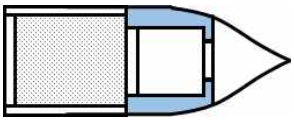
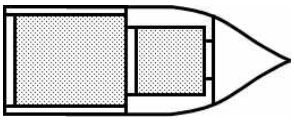
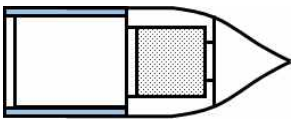
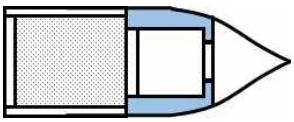


Table 7 : Standard loading conditions applicable to foremost cargo hold region

No	Loading Pattern	Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	Dynamic load cases	Acceleration by IGC(Pt 7, Ch 5, 428)
Seagoing conditions						
LF1[2)]		$0.7T_{SC}$[1)]	0% Sagging	≤100%	HSM1, BSR-2P, OSA-2P	N/A
			100% Hogging	≤100%	HSM2, FSM2, BSR-1P, OST-1P, OST-2P, OSA-1P	N/A
LF2[2)]		T_{SC}	100% Sagging	≤100%	HSM1, FSM1 BSP-1P, BSP-2P, BSR-1P, BSR-2P OST-1P, OST-2P	N/A
			30% Hogging	≤100%	HSM2	N/A
LF3		$0.85T_{SC}$	60% Sagging	≤100%	HSM1	N/A
			100% Hogging	100% Max SFLC(Aft-)	HSM2	N/A

No	Loading Pattern	Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	Dynamic load cases	Acceleration by IGC(Pt 7, Ch 5, 428)
LF3 -IGC		$0.85T_{SC}$ 3)	≤100%	≤100%	N/A	α_β associated with Max P_{gd} at AP1 4)
LF4 5)		$0.9\,T_{SC}$	100% Sagging	100% Max SFLC(Aft+)	HSM1	N/A
			50% Hogging	100% Max SFLC(Aft-)	HSM2	N/A
Accidental condition						
LF5		T_{SC}	≤100%	≤100%	N/A	Collision load with forward 0.5g acceleration + static pressure by gravity
Harbour condition						
LF6		$0.85T_{SC}$	60% Sagging	100% Max SFLC (Fwd+)	N/A	N/A
LF7		$0.9\,T_{SC}$	50% Hogging	100% Max SFLC(Aft-)	N/A	N/A

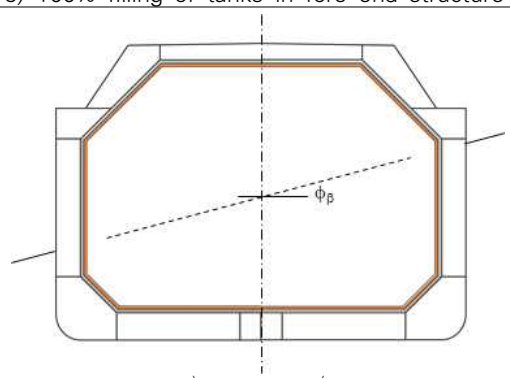
Note : 1) Draught needs not greater than the minimum ballast draught in the loading manual.

2) For the ship with an asymmetrical structures, BSR-1S, BSR-2S, BSP-1S, BSP-2S, OST-1S and OST-2S shall be investigated additionally. For ships with symmetrical about the centerline, results of one side should be considered as same as the other side

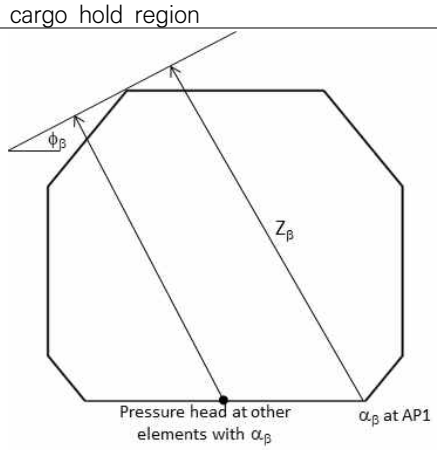
3) Hydrostatic external sea pressure with heel angle ϕ_β corresponding roll angle of α_β is applicable, but heel angle need not greater than 30°. Additional boundary condition is to be applied as shown **Figure 9**.

4) When the internal pressure calculated according to **Pt7, Ch 5, Sec 4 428** is used, P_{IGC} is calculated with $f_{IGC} = 0.8$ considering operational profile. In that case, acceptance criteria is AC-A. If other alternative pressure is used, f_{IGC} is not applicable and acceptance criteria is AC-SD.

5) 100% filling of tanks in fore end structure outside of cargo hold region



$\rho g\left(T\cos\phi_\beta - \frac{B}{2}\sin\phi_\beta\right)$ $\rho g\left(T\cos\phi_\beta + \frac{B}{2}\sin\phi_\beta\right)$



4. Load application

4.1 General

4.1.1 Structural weight

Effect of the weight of hull structure is to be included in static loads, but is not to be included in dynamic loads. Density of steel is to be taken as given in **Ch 4, Sec 6**.

4.1.2 Sign convention

Unless otherwise mentioned in this Section, the sign of moments and shear force is to be in accordance with the sign convention defined in **Ch 4, Sec 1**.

4.2 External and internal loads

4.2.1 External pressure

External pressure is to be calculated for each load case in accordance with **Ch 4, Sec 5**. External pressures include static sea pressure, wave pressure and green sea pressure.

In case of internal pressure by IGC Code application, the hydrostatic pressure with corresponding roll angle, which is given such that the maximum pressure is obtained at a given location in **Table 5 ~ 7**, is to be combined. In that load case, any dynamic load case is to be excluded.

The effect of the liquid dome cover and pump tower self weight is to be ignored in the loads applied to the ship structure.

4.2.2 Internal pressure

Internal loads are to be calculated for each load case in accordance with **Ch 4, Sec 6** for design load scenarios given in **Ch 4, Sec 7, Table 1**. They include static ballast and other liquid pressure, setting pressure on relief valve and dynamic load of ballast and other liquid pressure due to acceleration.

The cargo design vapour pressure, which is to be not less than 0.025 MPa, shall be considered as a static load in all loaded cargo tanks of seagoing condition.

When the internal cargo pressure by IGC Code is applied, it shall be calculated in accordance with **Pt7, Ch 5, Sec 4 428**. It is also acceptable to calculate the dynamic pressure using the accelerations derived from other method for alternative design. In that case, the reduction factor f_{IGC} shall not be applicable.

4.2.3 Cargo density

Maximum cargo density is generally taken as not less than 0.5 t/m^3. To take into account of the volume difference between 1st barrier and inner hull, the cargo density may be used as adjusted below,

$$\rho_{c_{ajusted}} = \rho_c \frac{V_C}{V_{Hull}} + \rho_{CCS} \frac{(V_{Hull} - V_C)}{V_{Hull}}$$

where:

V_C : Volume of cargo tank enclosed by primary barrier of cargo containment system in m^3

V_{Hull} : Volume of cargo hold enclosed by inner hull structure in m^3

ρ_{CCS} : Density of cargo containment system in t/m^3, generally 0.12 can be used.

And, effective cargo density may be adjusted to consider the maximum filling height as below,

$$\rho_{c_{eff}} = \rho_{c_{adjusted}} \frac{M_{Max\ filling\%\ by\ \rho_{Max-LM}}}{M_{100\%\ by\ \rho_c}}$$

where:

$M_{Max\ filling\%\ by\ \rho_{Max-LM}}$: Cargo Mass of a hold when filled to maximum level(%) with design cargo density in Loading manual

$M_{100\% by \rho_c}$: Cargo Mass of a hold when filled to 100% with ρ_c = 0.5 t/m^3

$\rho_{c_{eff}}$: Effective cargo density for internal loads in FE analysis (t/m^3)

4.2.4 Pressure application on FE element

Constant pressure, calculated at the element's centroid, is applied to the shell element of the loaded surfaces, e.g. outer shell and deck for external pressure and tank/hold boundaries for internal pressure. Alternately, pressure can be calculated at element nodes applying linear pressure distribution within elements.

4.3 Hull girder loads

4.3.1 General

Each loading condition is to be associated with its corresponding hull girder loads which is to be applied to the model according to the procedure described in **[4.4]** for shear force and bending moment and in **[4.5]** for torsional moment. The hull girder loads are the combinations of still water hull girder loads and wave induced hull girder loads as specified in **Table 5 ~ 7**. For each required FE load combination, the wave induced hull girder loads are to be calculated with the Load Combination Factors (LCFs), specified in **Ch 4, Sec 2**.

4.3.2 Target hull girder vertical bending moment

The target hull girder vertical bending moment, M_{v-targ}, in kNm, at a longitudinal position for a given FE load combination is taken as:

$$M_{v-targ} = C_{BM-LC} M_{sw} + M_{wv-LC}$$

where:

C_{BM-LC} : Percentage of permissible still water bending moment applied for the load combination under consideration as given in **[3.1.2]**.

M_{sw} : Permissible still water bending moments in kNm, at the considered longitudinal position for seagoing as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.2.1]** and **Ch 4, Sec 4, [2.2.2]** respectively.

M_{wv-LC} : Vertical wave bending moment in kNm, for the dynamic load case under consideration, calculated in accordance with **Ch 4, Sec 4, [3.5.2]**.

When the dynamic load cases are not applied, the target hull girder vertical bending moment is taken with $M_{wv-LC} = 0$.

The values of M_{v-targ} are taken as:

- Midship cargo hold region: the maximum hull girder bending moment within the mid-hold(s) for each individual cargo hold for each given FE load combination as defined in **Table 5**.
- Outside midship cargo hold region: the values at all web frame and transverse bulkhead positions of the FE model under consideration

4.3.3 Target hull girder shear force

The target hull girder vertical shear force at the aft and forward transverse bulkheads of the mid-hold, $Q_{targ-aft}$ and $Q_{targ-fwd}$, in kN, for a given FE load combination is taken as:

- $Q_{fwd} \geq Q_{aft}$:

$$Q_{targ-aft} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$$

$$Q_{targ-fwd} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$$

- $Q_{fwd} < Q_{aft}$:

$$Q_{targ-aft} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$$

$$Q_{targ-fwd} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$$

where:

Q_{fwd}, Q_{aft} : Vertical shear forces, in kN, due to the local loads respectively at the forward and aft bulkhead position of the mid-hold, as defined in **[4.4.6]**.

C_{SF-LC} : Percentage of permissible still water shear force as given in **[3.1]**, for the FE load combination under consideration.

Q_{sw-pos}, Q_{sw-neg} : Positive and negative permissible still water shear forces, in kN, at any longitudinal position for seagoing as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.3.1]** and **Ch 4, Sec 4, [2.3.2]** respectively.

f_β : Wave heading factor, as given in **Ch 4, Sec 4**.

C_{QW} : Load combination factor for vertical wave shear force, as given in **Ch 4, Sec 2**.

Q_{wv-pos}, Q_{wv-neg} : Positive and negative vertical wave shear force, in kN, as defined in **Ch 4, Sec 4, [3.2.1]**.

The values of $Q_{targ-aft}$ and $Q_{targ-fwd}$ are to be taken at after and forward transverse bulkheads of the mid-hold under consideration. Where the dynamic load cases are not applied, which have additional boundary condition of **Table 4**, the target hull girder vertical shear force is taken with $C_{QW}=0$.

And, the target hull girder vertical shear force for the analysis models with the boundary condition of **Table 2** or **Table 3**, is taken as:

- $Q_{fwd} > Q_{aft} > 0$:
  $Q_{targ-fwd} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$
  $Q_{targ-aft} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$
- $Q_{fwd} \le Q_{aft} \le 0$:
  $Q_{targ-fwd} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$
  $Q_{targ-aft} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$

Additional hull girder vertical shear force at the model end with the boundary condition of **Table 2** or **Table 3**, F_{design} in kN, is taken as:

- $R_{fix} < 0$
  $F_{design} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$
- $R_{fix} \ge 0$
  $F_{design} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$

When a target position is specified in **Table 5 ~ 7**, the target hull girder vertical shear force is taken as:

- aft+ :
  $Q_{targ-aft} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$
- aft- :
  $Q_{targ-aft} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$
- fwd+ :
  $Q_{targ-fwd} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-pos} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-pos}$
- fwd- :
  $Q_{targ-fwd} = C_{SF-LC} \cdot Q_{sw-neg} + f_\beta |C_{QW}| Q_{wv-neg}$

where, F_{design}, and R_{fix} are defined in **[4.4.8]**.

4.3.4 Target hull girder horizontal bending moment

The target hull girder horizontal bending moment, M_{h-targ}, in kNm, for a given FE load combination is taken as:

$$M_{h-targ} = M_{wh-LC}$$

where:

M_{wh-LC} : Horizontal wave bending moment, in kNm, for the dynamic load case under consideration,

calculated in accordance with **Ch 4, Sec 4, [3.5.4]**.

The values of M_{wh-LC} are taken as:

- Midship cargo hold region: the value calculated for the middle of the individual cargo hold under consideration.
- Outside midship cargo hold region: the values at all web frame and transverse bulkhead positions of the FE model under consideration.

4.3.5 Target hull girder torsional moment

The target hull girder torsional moment, $M_{wt-targ}$ in kNm, for the dynamic load cases OST and OSA is the value at the target location tanken as:

$$M_{wt-targ} = M_{wt-LC}(x_{targ})$$

where:

$M_{wt-LC}(x)$: Wave torsional moment, in kNm, for the dynamic load case OST and OSA, calculated at x position in accordance with **Ch 4, Sec 4, [3.5.5]**.

x_{targ} : Target location for hull girder torsional moment taken as:

- Midship cargo hold region:
  If $x_{mid} \leq 0.531L$: after bulkhead of the mid-hold
  If $x_{mid} > 0.531L$: forward bulkhead of the mid-hold
- Outside midship cargo hold region:
  After transverse bulkhead of mid-hold

For dynamic load cases other than OST and OSA, hull girder torsional moment $M_{wt-targ}$, at the middle of the mid-hold is to be adjusted to zero.

4.4 Procedure to adjust hull girder shear forces and bending moments

4.4.1 General

The procedure given in this sub-article **[4.4]** describes how to adjust the hull girder horizontal bending moment, vertical force and vertical bending moment distribution on the three cargo hold FE model to achieve the required target values at required locations. The hull girder load target values are specified in **[4.3]**.

The target locations for hull girder shear force are at the transverse bulkheads of the mid-hold. The final adjusted hull girder shear force at the target location should not exceed the target hull girder shear force.

The target location for hull girder bending moment is, in general, located at the centre of the mid-hold. If the maximum value of bending moment is not located at the centre of the mid-hold, the final adjusted maximum bending moment within the mid-hold is not to exceed the target hull girder bending moment.

4.4.2 Local load distribution

The following local loads are to be applied for the calculation of hull girder shear and bending moments:

a) Ship structural steel weight distribution over the length of the cargo hold model (static loads). The structural steel weight is to be calculated based on the FE model with an gross offered thickness, as used in the cargo hold FE model.

b) Weight of cargo, ballast and other liquid in relevant tanks (static loads).

c) Static sea pressure, dynamic wave pressure and, where applicable, green sea load. For the tank testing and flooding load cases, only static sea pressure needs to be applied.

d) Dynamic cargo, ballast and other liquid loads in relevant tanks for seagoing load cases.

With the above local loads applied to the FE model, the FE nodal forces are obtained through FE loading procedure. The 3D nodal forces will then be lumped to each longitudinal station to generate the one

dimension local load distribution. The longitudinal stations are located at transverse bulkheads/frames and typical longitudinal FE model nodal locations in between the frames according to the cargo hold model mesh size requirement. Any intermediate nodes created for modelling structural details are not treated as the longitudinal stations for the purpose of local load distribution.

The nodal forces within half of forward and half of afterward of longitudinal station spacing are lumped to that station. The lumping process will be done for vertical and horizontal nodal forces separately to obtain the lumped vertical and horizontal local loads, f_{vi} and f_{hi}, at the longitudinal station i.

4.4.3 Hull girder forces and bending moment due to local loads

With the local load distribution, the hull girder load longitudinal distributions are obtained by assuming that the model is simply supported at model ends for Midship, and fixed at aft model end for foremost cargo hold and at fore model end for aftmost cargo hold model.

The reaction forces at both ends of the model and longitudinal distributions of hull girder shear forces and bending moments induced by local loads at any longitudinal station are determined by the formulae in **Table 8** depending on the assumption of boundary conditions.

It should be noted that there is no need to calculate horizontal bending moment distribution by local loads when the boundary condition specified in **Table 4** is applied.

4.4.4 Longitudinal unbalanced force

In case total longitudinal force of Midship cargo region, F_l, is not equal to zero, the counter longitudinal force, $(F_x)_j$, is to be applied at one end of the model, where the translation on X-direction, δ_x, is fixed, by distributing longitudinal axial nodal forces to all hull girder bending effective longitudinal elements, as follows:

$$(F_x)_j = \frac{F_l}{A_x}\frac{A_j}{n_j}$$

where:

$(F_x)_j$: Axial force applied to a node of the j-th element, in kN.

F_l : Total longitudinal force of the model, as defined in **[4.4.3]**, in kN.

A_j : Cross sectional area of the j-th element, in m^2.

A_x : Cross sectional area of fore end section, in m^2,

$$A_x = \sum_j A_j$$

n_j : Number of nodal points of j-th element on the cross section, n_j = 1 for beam element, n_j = 2 for 4-node shell element.

Table 8 : Hull girder loads due to local loads

Component	Midship cargo hold model	Foremost / Aftmost cargo hold model
Reaction	$R_{V_fore} = -\dfrac{\sum_i (x_i - x_{aft}) f_{vi}}{x_{fore} - x_{aft}}$	$R_{V_fore} = 0$ for foremost, $R_{V_fore} = -\sum_i f_{vi}$ for aftmost
	$R_{V_aft} = \sum_i f_{vi} + R_{V_fore}$	$R_{V_aft} = \sum_i f_{vi}$ for foremost, $R_{V_aft} = 0$ for aftmost
	$R_{H_fore} = \dfrac{\sum_i (x_i - x_{aft}) f_{hi}}{x_{fore} - x_{aft}}$	$R_{H_fore} = 0$ for foremost, $R_{H_fore} = \sum_i f_{hi}$ for aftmost
	$R_{H_aft} = -\sum_i f_{hi} + R_{H_fore}$	$R_{H_aft} = -\sum_i f_{hi}$ for foremost, $R_{H_aft} = 0$ for aftmost
	$F_l = \sum_i f_{li}$	-
Shear force	$Q_{V_FEM}(x_j) = R_{V_aft} - \sum_i f_{vi}$ when $x_i < x_j$	for foremost, $Q_{V_FEM}(x_j) = \sum_i f_{vi}$ when $x_i > x_j$ for aftmost, $Q_{V_FEM}(x_j) = -\sum_i f_{vi}$ when $x_i < x_j$
	$Q_{H_FEM}(x_j) = R_{H_aft} + \sum_i f_{hi}$ when $x_i < x_j$	for foremost, $Q_{H_FEM}(x_j) = -\sum_i f_{hi}$ when $x_i > x_j$ for aftmost, $Q_{H_FEM}(x_j) = \sum_i f_{hi}$ when $x_i < x_j$
Bending moment	$M_{V_FEM}(x_j) = (x_j - x_{aft}) R_{V_aft} - \sum_i (x_j - x_i) f_{vi}$ when $x_i < x_j$	for foremost, $M_{V_FEM}(x_j) = \sum_i (x_i - x_j) f_{vi}$ when $x_i > x_j$ for aftmost, $M_{V_FEM}(x_j) = -\sum_i (x_j - x_i) f_{vi}$ when $x_i < x_j$
	$M_{H_FEM}(x_j) = (x_j - x_{aft}) R_{H_aft} + \sum_i (x_j - x_i) f_{hi}$ when $x_i < x_j$	for foremost, $M_{H_FEM}(x_j) = -\sum_i (x_i - x_j) f_{hi}$ when $x_i > x_j$ for aftmost, $M_{H_FEM}(x_j) = \sum_i (x_j - x_i) f_{hi}$ when $x_i < x_j$

where:

$R_{V_aft}, R_{V_fore}, R_{H_aft}, R_{H_fore}$: Vertical and horizontal reaction forces at the aft and fore ends, in kN.

x_{aft} : X-coordinate of the aft end support, in m.

x_{fore} : X-coordinate of the fore end support, in m.

f_{vi} : Lumped vertical local load at longitudinal station i as defined in **[4.4.2]**, in kN.

f_{hi} : Lumped horizontal local load at longitudinal station i as defined in **[4.4.2]**, in kN.

F_l : Total longitudinal force of the model, in kN.

f_{li} : Lumped longitudinal local load at longitudinal station i as defined in **[4.4.2]**, in kN.

x_j : *X*-coordinate, in m, of considered longitudinal station j.

x_i : X-coordinate, in m, of longitudinal station i.

$Q_{V_FEM}(x_j), Q_{H_FEM}(x_j), M_{V_FEM}(x_j), M_{H_FEM}(x_j)$: Vertical and horizontal shear forces, in kN, and bending moments, in kNm, at longitudinal station x_j created by the local loads applied on the FE model. The sign convention for reaction forces is that a positive creates a positive shear force.

4.4.5 Hull girder shear force adjustment procedure

The hull girder shear force adjustment procedure defined in this requirement applies to all FE load combinations given in **Table 5 ~ 7**. The FE load combinations not directly covered by the load combination tables of **[3.1]** are to be considered on a case by case basis.

The two following methods are to be used for the shear force adjustment:

- Method 1 (M1): for shear force adjustment at one bulkhead of the mid-hold as given in **[4.4.6]** when the boundary condition of **Table 1** is applied,
- Method 2 (M2): for shear force adjustment at both bulkheads of the mid-hold as given in **[4.4.7]** when the boundary condition of **Table 1** is applied,
- Method 3 (M3): for shear force adjustment at bulkhead(s) of the model as given in **[4.4.8]** when the boundary condition of **Table 2** or **Table 3** is applied.

For the considered FE load combination, the method to be applied only for midship cargo hold is to be selected as follows:

- For maximum shear force load combination (Max SFLC), the method 1 applies at the bulkhead mentioned in **Table 9** if the shear force after the adjustment with method 1 at the other bulkhead does not exceed the target value. Otherwise, the method 2 applies.
- The shear force adjustment is not requested when the shear forces at both bulkheads are lower or equal to the target values.
- The method 1 applies when the shear force exceeds the target at one bulkhead and the shear force at the other bulkhead after the adjustment with method 1 does not exceed the target value. Otherwise the method 2 applies,
- The method 2 applies when the shear forces at both bulkheads exceed the target values, or two target positions are specified in **Table 5**.

The method to be applied for foremost and aftmost cargo hold with the boundary condition of **Table 2** or **Table 3** is to be selected as the method 3.

- For maximum shear force load combination (Max SFLC), the method 3 applies at the bulkhead mentioned in **Table 9** according to **[4.4.8]**. And, when the hull girder vertical shear force induced by local loads exceeds the target value at one or two bulkheads, the method 3 applies too.
- The shear force adjustment is not requested when the shear forces at both bulkheads are lower or equal to the target values generally.

Table 9 : Mid-hold bulkhead location for shear force adjustment

Design Loading conditions	Bulkhead location	M_{wv-LC}	Condition on Q_{aft}	Mid-hold bulkhead for SF adjustment
Seagoing conditions	$x_{b-aft} > 0.5L$, foremost cargo hold	< 0 (sagging)	$Q_{fwd} > Q_{aft}$	Fwd
			$Q_{fwd} \leq Q_{aft}$	Aft
		> 0 (hogging)	$Q_{fwd} > Q_{aft}$	Aft
			$Q_{fwd} \leq Q_{aft}$	Fwd
	$x_{b-fwd} < 0.5L$, aftmost cargo hold	< 0 (sagging)	$Q_{fwd} > Q_{aft}$	Aft
			$Q_{fwd} \leq Q_{aft}$	Fwd
		> 0 (hogging)	$Q_{fwd} > Q_{aft}$	Fwd
			$Q_{fwd} \leq Q_{aft}$	Aft
	$x_{b-aft} \leq 0.5L$ and $x_{b-fwd} \geq 0.5L$	–	–	(1)

(1) : For the FE load combinations covered by the load combination tables of **[3.1]**, the bulkhead where the shear force adjustment is to be done is indicated in those tables.

4.4.6 Method 1 for shear force adjustment at one bulkhead

The required adjustments in shear force at following transverse bulkheads of the mid-hold are given by:

- Aft bulkhead:

$$M_{Y_aft} = M_{Y_fore} = \frac{(x_{fore} - x_{aft})}{2}(Q_{targ-aft} - Q_{aft})$$

- Forward bulkhead:

$$M_{Y_aft} = M_{Y_fore} = \frac{(x_{fore} - x_{aft})}{2}(Q_{targ-fwd} - Q_{aft})$$

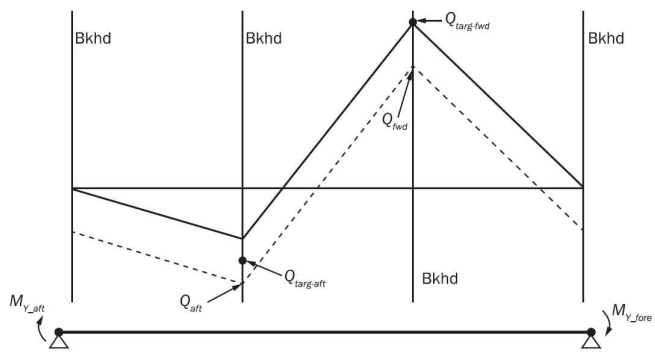
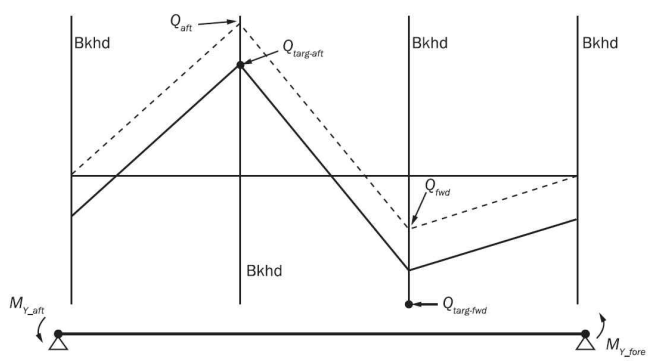
where:

$M_{Y_aft}, M_{Y_\mathrm{fore}}$: Vertical bending moment, in kNm, to be applied at the aft and fore ends in accordance with **[4.4.9]**, to enforce the hull girder vertical shear force adjustment as shown in Table 10. The sign convention is that of the FE model axis.

Q_{aft} : Vertical shear force, in kN, due to local loads at aft bulkhead location of mid-hold, x_{b_aft}, resulting from the local loads calculated according to **[4.4.3]**. Since the vertical shear force is discontinued at the transverse bulkhead location, Q_{aft} is the maximum absolute shear force between the stations located right after and right forward of the aft bulkhead of mid-hold.

Q_{fwd} : Vertical shear force, in kN, due to local loads at the forward bulkhead location of mid-hold, x_{b_fwd}, resulting from the local loads calculated according to **[4.4.3]**. Since the vertical shear force is discontinued at the transverse bulkhead location, Q_{fwd} is the maximum absolute shear force between the stations located right after and right forward of the forward bulkhead of mid-hold.

Table 10 : Vertical shear force adjustment by method 1 applying vertical bending moments at ends

Vertical shear force diagram	Target position in mid-hold
	Forward bulkhead
	Aft bulkhead
Vertical shear force after adjustment Vertical shear due to local loads	

4.4.7 Method 2 for vertical shear force adjustment at both bulkheads

The required adjustments in shear force at both transverse bulkheads of the mid-hold are to be made by applying:

- Vertical bending moments, M_{Y_aft}, M_{Y_fore} at model ends and,
- Vertical loads at the transverse frame positions as shown in **Table 12** in order to generate vertical shear forces, $\triangle Q_{aft}$ and $\triangle Q_{fwd}$, at the transverse bulkhead positions.

Table 10 shows examples of the shear adjustment application due to the vertical bending moments and to vertical loads.

$$M_{Y_aft} = \frac{x_{fore} - x_{aft}}{2} \cdot \frac{Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} + Q_{targ-aft} - Q_{aft}}{2}$$

$$M_{Y_fore} = M_{Y_aft}$$

$$\Delta Q_{fwd} = \frac{Q_{targ-fwd} - Q_{fwd} - (Q_{targ-aft} - Q_{aft})}{2}$$

$$\Delta Q_{aft} = -\Delta Q_{fwd}$$

where:

$M_{Y_aft}, M_{Y_\mathrm{fore}}$: Vertical bending moment, in kNm, to be applied at the aft and fore ends in accordance with **[4.4.9]**, to enforce the hull girder vertical shear force adjustment. The sign convention is that of the FE model axis.

$\triangle Q_{aft}$: Adjustment of shear force, in kN, at aft bulkhead of mid-hold.

$\triangle Q_{fwd}$: Adjustment of shear force, in kN, at fore bulkhead of mid-hold.

The above adjustments in shear forces, $\triangle Q_{aft}$ and $\triangle Q_{fwd}$, at the transverse bulkhead positions are to be generated by applying vertical loads at the transverse frame positions as shown in **Table 12**. Vertical correction loads are not to be applied to any transverse tight bulkheads, any frames forward of the forward cargo hold and any frames aft of the aft cargo hold of the FE model.

The vertical loads to be applied to each transverse frame to generate the increase/decrease in shear force at the bulkheads may be calculated as shown in **Table 12**. In case of uniform frame spacing, the amount of vertical force to be distributed at each transverse frame may be calculated in accordance with **Table 13**.

If non-uniform frame spacing is used within each cargo hold, the average frame spacing ℓ_{av-i} is used to calculate the average distributed frame loads δw_{av-i}, according to **Table 13**, where i = 1, 2, 3 for each hold. Then δw_{av-i} is redistributed to the non-uniform frame as follows:

$$\delta w_i^k = \delta w_{av-i} \frac{l_{av-i}^k}{l_{av-i}}$$ k = 1, 2, ..., $n_i - 1$, for each frame in cargo hold i, i = 1, 2, 3

where:

ℓ_{av-i} : Average frame spacing, in m, calculated as ℓ_i / n_i, in cargo hold i with i = 1, 2, 3.

ℓ_i : Length, in m, of the cargo hold i with i = 1, 2, 3 as defined in Table 13.

n_i : Number of frame spacing in cargo hold i with i = 1, 2, 3 as defined in Table 13.

δw_{av-i} : Average uniform frame spacing, in m, distributed force calculated according to Table 13 with the average frame spacing ℓ_{av-i} in cargo hold i with i = 1, 2, 3.

δw_i^k : Distributed load, in kN, for non-uniform frame k in cargo hold i.

ℓ_{av-i}^k : Equivalent frame spacing, in m, for each frame k with k = 1, 2, ⋯, n_i − 1, in cargo hold i, taken as:

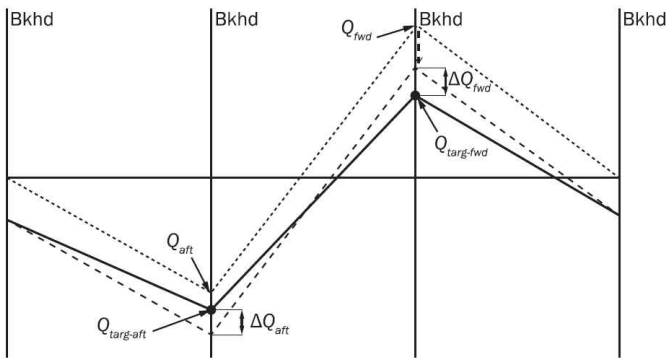
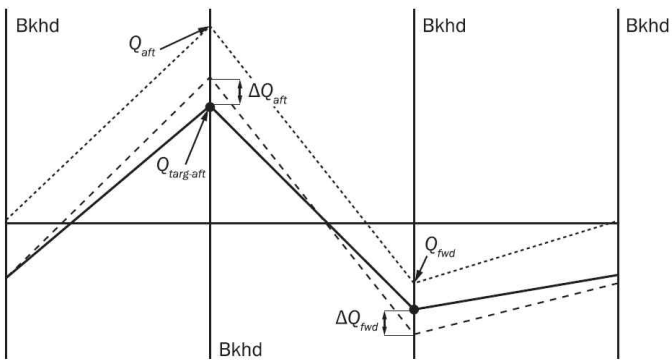
$$\ell_{av-i}^k = \ell_i^1 - \frac{\ell_{av-i}\ell_i^1}{\ell_i^1 + \ell_i^{n_i}} + \frac{\ell_i^2}{2}$$ for k = 1 (first frame), in cargo hold i

$$\ell_{av-i}^{k} = \frac{\ell_i^k}{2} + \frac{\ell_i^{k+1}}{2}$$ for k = 2, 3, ⋯, n_i − 2, in cargo hold i

$$\ell_{av-i}^{k} = \ell_i^{n_i} - \frac{\ell_{av-i}\ell_i^{n_i}}{\ell_i^1 + \ell_i^{n_i}} + \frac{\ell_i^{n_i-1}}{2}$$ for k = n_i − 1 (last frame), in cargo hold i

ℓ_i^k : Frame spacing, in m, between the frame k − 1 and k in the cargo hold i.

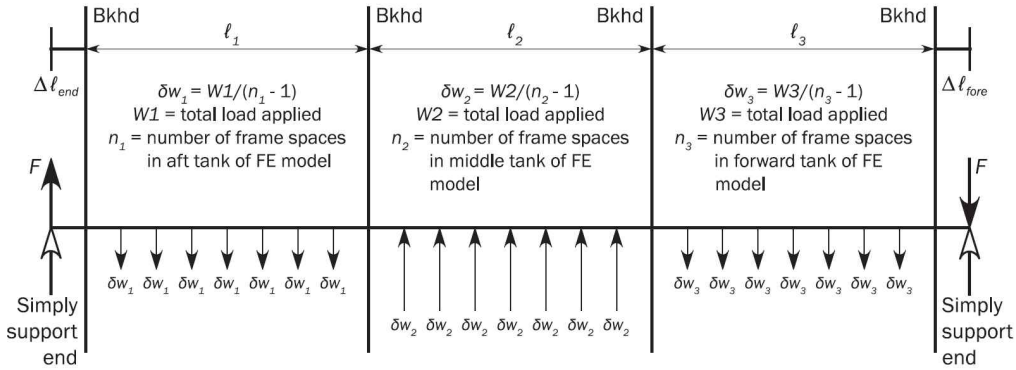
Table 11 : Target and required shear force adjustment by applying vertical forces

Vertical shear force diagram	Aft BHD	Fore BHD
	SF Target	SF target
	$Q_{targ-aft}(-ve)$	$Q_{targ-fwd}(+ve)$
	$Q_{targ-aft}(+ve)$	$Q_{targ-fwd}(-ve)$

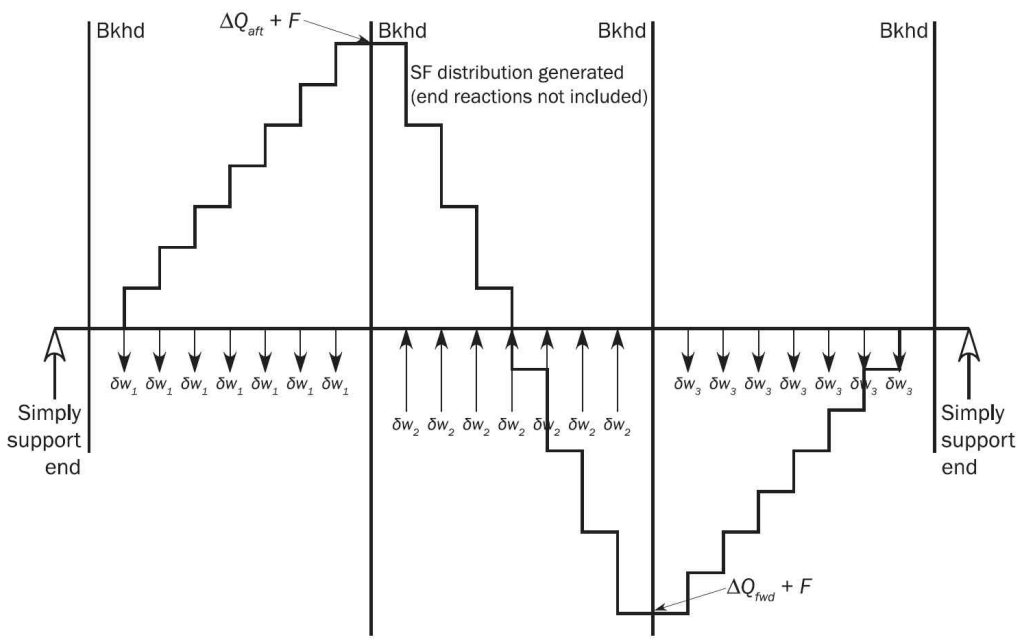
Vertical shear force after both adjustments
Vertical shear force after adjustment by use of M_{Y_aft} and M_{Y_fore}
Vertical shear due to local loads

Note 1: −ve means negative.
Note 2: +ve means positive.

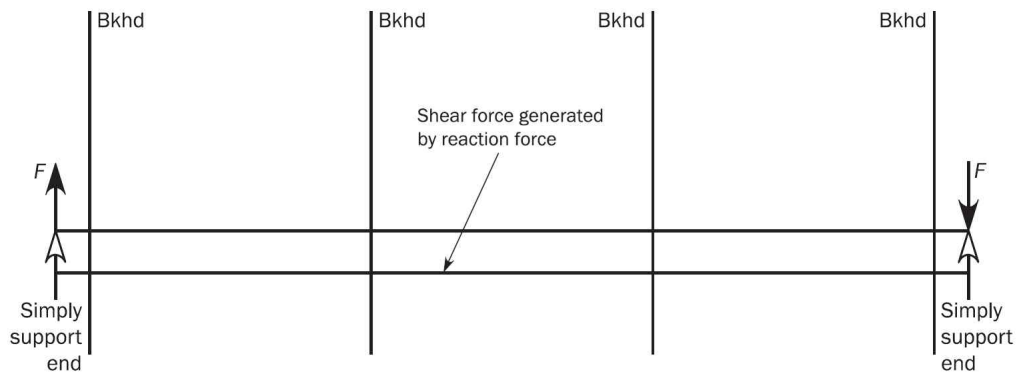
Table 12 : Target and required shear force adjustment by applying vertical forces



Note: Transverse bulkhead frames not loaded
Frames beyond aft transverse bulkhead of aftmost tank and forward bulkhead of forward most tank not loaded
F = Reaction load generated by supported ends



Shear Force distribution due to adjusting vertical force at frames



Note: F = 0 if $\ell_1 = \ell_3$ and $\Delta\ell_{fore} = \Delta\ell_{end}$, and loads are symmetrical about mid-length of model

Note 1: For definition of symbols, see **Table 13.**

Table 13 : Formulae for calculation of vertical loads for adjusting vertical shear forces

$\delta w_1 = \dfrac{\Delta Q_{aft}(2\ell - \ell_2 - \ell_3) + \Delta Q_{fwd}(\ell_2 + \ell_3)}{(n_1 - 1)(2\ell - \ell_1 - 2\ell_2 - \ell_3)}$	$F = 0.5\left(\dfrac{W1(\ell_1 + \ell_1) - W3(\ell_2 + \ell_3)}{\ell}\right)$
$\delta w_2 = \dfrac{(W1 + W3)}{(n_2 - 1)} = \dfrac{(\Delta Q_{aft} - \Delta Q_{fwd})}{(n_2 - 1)}$	
$\delta w_3 = \dfrac{-\Delta Q_{fwd}(2\ell - \ell_1 - \ell_2) - \Delta Q_{aft}(\ell_1 + \ell_2)}{(n_3 - 1)(2\ell - \ell_1 - 2\ell_2 - \ell_3)}$	
where: ℓ_1 : Length of aft cargo hold of model, in m. ℓ_2 : Length of mid-hold of model, in m. ℓ_3 : Length of forward cargo hold of model, in m. $\triangle Q_{aft}$: Required adjustment in shear force, in kN, at aft bulkhead of middle hold, see **[4.4.7]**. $\triangle Q_{fwd}$: Required adjustment in shear force, in kN, at fore bulkhead of middle hold, see **[4.4.7]**. F : End reactions, in kN, due to application of vertical loads to frames. $W1$: Total evenly distributed vertical load, in kN, applied to aft hold of FE model, $(n_1 - 1)\ \delta w_1$. $W2$: Total evenly distributed vertical load, in kN, applied to mid-hold of FE model, $(n_2 - 1)\ \delta w_2$. $W3$: Total evenly distributed vertical load, in kN, applied to forward hold of FE model, $(n_3 - 1)\ \delta w_3$. n_1 : Number of frame spaces in aft cargo hold of FE model. n_2 : Number of frame spaces in mid-hold of FE model. n_3 : Number of frame spaces in forward cargo hold of FE model. δw_1 : Distributed load, in kN, at frame in aft cargo hold of FE model. δw_2 : Distributed load, in kN, at frame in mid-hold of FE model. δw_3 : Distributed load, in kN, at frame in forward cargo hold of FE model. ℓ_{end} : Distance, in m, between end bulkhead of aft cargo hold to aft end of FE model. ℓ_{fore} : Distance, in m, between fore bulkhead of forward cargo hold to forward end of FE model. ℓ : Total length, in m, of FE model including portions beyond end bulkheads: $= \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 + \Delta\ell_{end} + \Delta\ell_{fore}$	
Note 1: Positive direction of loads, shear forces and adjusting vertical forces in the formulae is in accordance with **Table 10** and **Table 11**. Note 2: $W1 + W3 = W2$ Note 3: The above formulae are only applicable if uniform frame spacing is used within each hold. The length and frame spacing of individual cargo holds may be different.	

The required vertical load δw_i for a uniform frame spacing or δw_i^k for non-uniform frame spacing, are to be applied by following the shear flow distribution at the considered cross section, as described in **Ch 5, App 1**. For a frame section under vertical load δw_i, the shear flow, q_f, at the middle point of the element is calculated as:

$$q_{f-k} = \frac{\delta w_i}{l_y} Q_k$$

where:

q_{f-k} : Shear flow calculated at the middle of the k-th element of the transverse frame, in N/mm.

δw_t : Distributed load at each transverse frame location for i-th cargo hold, i = 1, 2, 3, as defined in **Table 12**, in N.

I_y : Moment of inertia of the hull girder cross section, in mm^4.

Q_k : First moment about neutral axis of the accumulative section area starting from the open end (shear stress free end) of the cross section to the point s_k for shear flow q_{f-k}, in mm^3, taken as;

$$Q_k = \int_0^{S_k} z_{neu} t_{gr-off} ds$$

z_{neu} : Vertical distance from the integral point, s, to the vertical neutral axis.

t_{gr-off} : Gross thickness offered, in mm, of the plate at the integral point of the cross section.

The distributed shear force at j-th FE grid of the transverse frame, F_{j-grid}, is obtained from the shear flow of the connected elements as following:

$$F_{j-grid} = \sum_{k=1}^{n} q_{f-k} \frac{l_k}{2}$$

where:

ℓ_k : Length of the k-th element of the transverse frame connected to the grid j, in mm.

n : Total number of elements connect to the grid j.

The shear flow has direction along the cross section and therefore the distributed force, F_{j-grid}, is a vector force. For vertical hull girder shear correction, the vertical and horizontal force components calculated with above mentioned shear flow method need to be applied to the cross section.

4.4.8 Method 3 for vertical shear force adjustment with fixed end boundary condition

For the foremost/aftmost cargo hold model, the hull girder shear force shall be adjusted as below:

a) For shear force adjustment at one position (F_1) when local shear force exceeds the target value, or for the load case with corresponding target position assigned:

$F_1 = \Delta Q_{fwd}$ only where the target position is the fore bulkhead of foremost cargo hold

$F_1 = \Delta Q_{aft}$ only where the target position is the aft bulkhead of aftmost cargo hold,

b) For shear force adjustment at one position (F_2) when local shear force exceeds the target value and the shear force at the other bulkhead does not exceed the target value, or for the load case with corresponding target position assigned:

$F_2 = \Delta Q_{aft}$ only where the target position is the aft bulkhead of foremost cargo hold

$F_2 = \Delta Q_{fwd}$ only where the target position is the fore bulkhead of aftmost cargo hold,

If the modified shear force at the other target position is within design value, c)& (d) are to be skipped.

c) For shear force adjustment at two positions (F_1 and F_2) when local shear forces exceed the target values at two bulkhead positions or when the shear force at the other bulkhead after adjusted by a) still exceeds the target value:

$F_1 = \Delta Q_{fwd}$, $F_2 = \Delta Q_{aft} - \Delta Q_{fwd}$ for the foremost cargo hold

$F_1 = \Delta Q_{aft}$, $F_2 = \Delta Q_{fwd} - \Delta Q_{aft}$ for the aftmost cargo hold

d) For shear force adjustment at two bulkhead positions with positive and negative target values:

$F_1 = \Delta Q_{fwd}$ for foremost cargo hold, $F_1 = \Delta Q_{aft}$ for aftmost cargo hold

$F_2 = \Delta Q_{aft} - \Delta Q_{fwd}$ for foremost cargo hold, $F_2 = \Delta Q_{fwd} - \Delta Q_{aft}$ for aftmost cargo hold

$F_3 = \Delta Q_{aft} - 2\Delta Q_{fwd}$ for foremost cargo hold, $F_3 = \Delta Q_{fwd} - 2\Delta Q_{aft}$ for aftmost cargo hold

e) When the resultant force at the aft end of the model exceeds its target value, the difference between resultant and design value is to be adjusted lastly as follows:

$$F_{3-end} = \Delta Q_{fix} = R_{fix} - F_{design}$$

where,

F_1 : Total evenly distributed vertical load, in kN, applied to fore end/engine room structure of FE model, $(n_1 - 1)\ \delta f_1$.

F_2 : Total evenly distributed vertical load, in kN, applied to mid-hold of FE model, $(n_2 - 1)\ \delta f_2$.

F_3 : Total evenly distributed vertical load, in kN, applied to end cargo hold of FE model, where the boundary condition of **Table 2** or **Table 3** is applied, $(n_3 - 1)\ \delta f_3$.

F_{3-end} : Total additionally even distributed vertical load, in kN, applied to end cargo hold of FE model, where the boundary condition of **Table 2** or **Table 3** is applied, $(n_3 - 1)\ \delta f_{3-end}$.

R_{fix} : Vertical resultant force by local loads including the vertical loads by Method 3 shear force adjustment if any at the boundary position of **Table 2** or **Table 3**, in kN.

F_{design} : Target shear force at fixed boundary position, in kN.

n_1 : Number of web frame spaces in fore end/engine room structure of FE model.

n_2 : Number of web frame spaces in middle hold of foremost or aftmost cargo hold FE model.

n_3 : Number of web frame spaces in end cargo hold of FE model with the boundary condition of **Table 2** or **Table 3.**

δf_1 : Distributed load, in kN, at web frame in fore end/engine room structure of FE model.

δf_2 : Distributed load, in kN, at web frame in mid-hold of FE model.

δf_3 : Distributed load, in kN, at web frame in end cargo hold of FE model, where the boundary condition of **Table 2** or **Table 3** is applied.

δf_{3-end} : Additionally distributed load, in kN, at web frame in end cargo hold of FE model, where the boundary condition of **Table 2** or **Table 3** is applied.

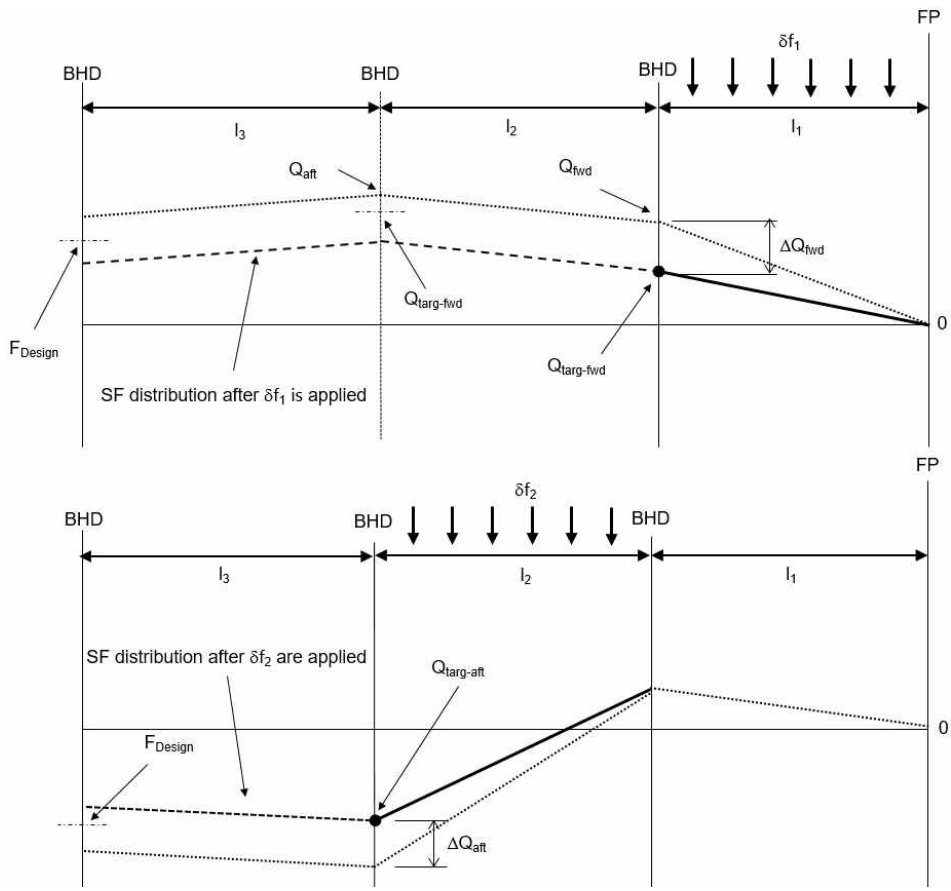


Figure 10 : Shear force adjustment at one bulkhead when exceeds the design value

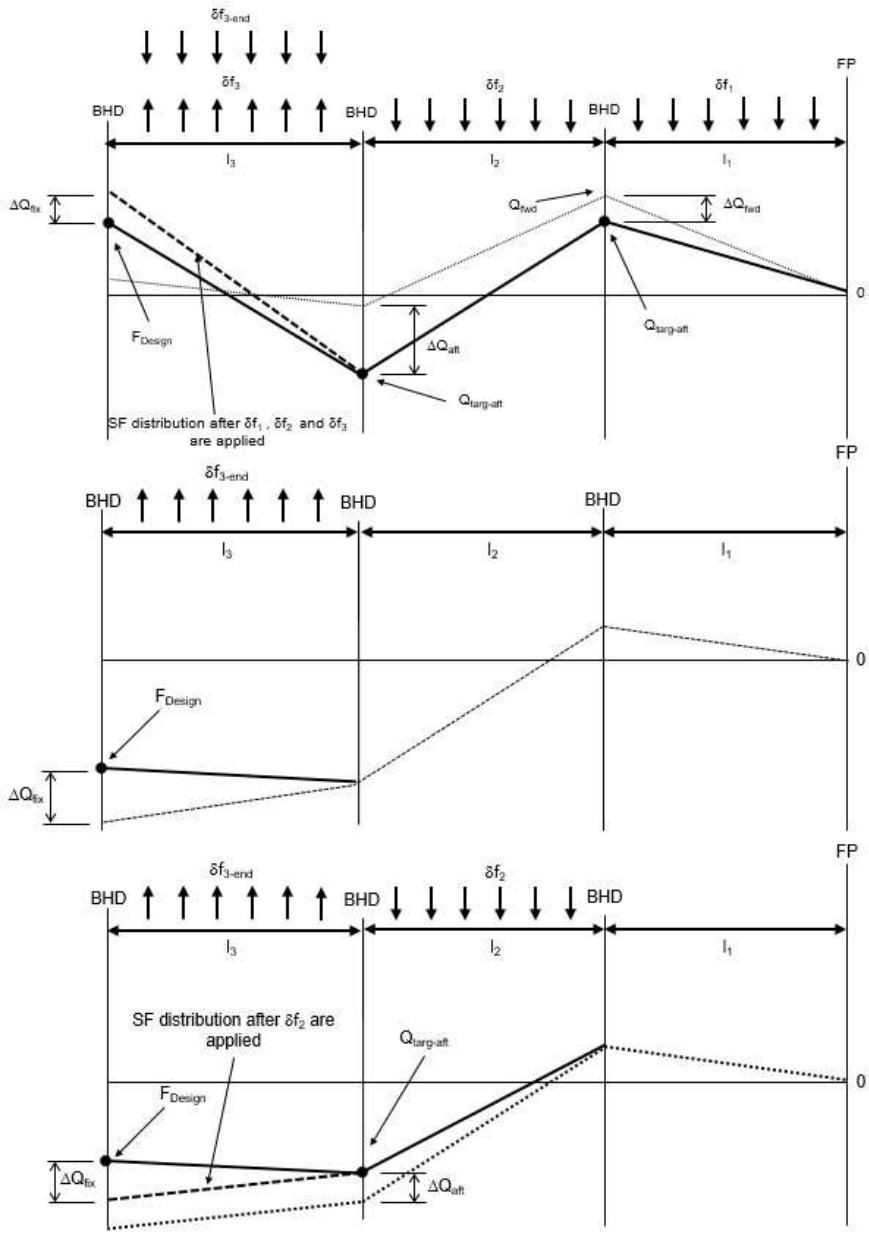


Figure 11 : Shear force adjustment at aft end of the model when exceeds the target value at model ends

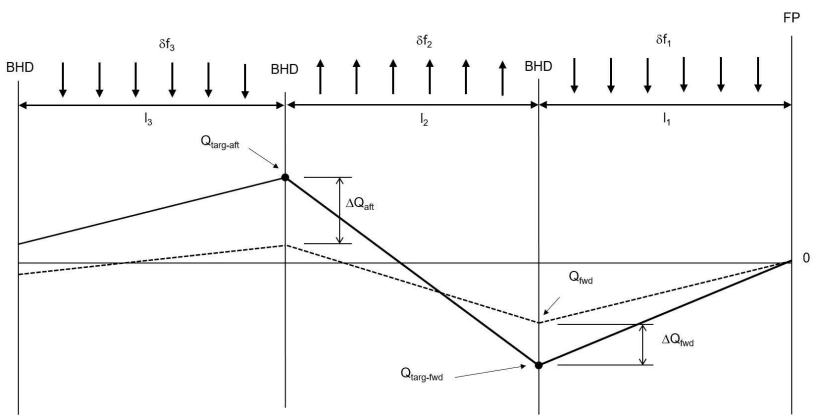


Figure 12 : Shear force adjustment at two bulkheads (aft BHD $Q_{targ-aft}(+ve)$, fore BHD $Q_{targ-fwd}(-ve)$

4.4.9 Procedure to adjust vertical and horizontal bending moments for midship cargo hold region

In case the target vertical bending moment needs to be reached, an additional vertical bending moment is to be applied at both ends of the cargo hold FE model to generate this target value in the mid-hold of the model. However, it is not applicable to adjust the horizontal bending moment when additional boundary condition specified in **Table 4** is applied. This end vertical bending moment is given as follows:

$$M_{v-end} = M_{v-targ} - M_{v-peak}$$

where:

M_{v-end} : Additional vertical bending moment, in kNm, to be applied to both ends of FE model in accordance with **[4.4.11]**.

M_{v-targ} : Hogging(positive) or sagging(negative) vertical bending moment, in kNm, as specified in **[4.3.2]**.

M_{v-peak} : Maximum or minimum bending moment, in kNm, within the length of the mid-hold due to the local loads described in **[4.4.3]** and due to the shear force adjustment as defined in **[4.4.5]**.

M_{v-peak} is to be taken as the maximum bending moment if M_{v-targ} is hogging (positive) and as the minimum bending moment if M_{v-targ} is sagging (negative). M_{v-peak} is to be calculated as follows based on a simply supported beam model:

$$M_{v-peak} = Extremum\left\{M_{V-FEM}(x) + M_{lineload} + M_{Y_aft}\left(2\frac{x - x_{aft}}{x_{fore} - x_{aft}} - 1\right)\right\}$$

$M_{V-FEM}(x)$: Vertical bending moment, in kNm, at position x, due to the local loads as described in **[4.4.3]**.

M_{Y_aft} : End bending moment, in kNm, to be taken as:

- When method 1 is applied: the value as defined in **[4.4.6]**.
- When method 2 is applied: the value as defined in **[4.4.7]**.
- Otherwise: M_{Y_aft} = 0

$M_{lineload}$: Vertical bending moment, in kNm, at position x, due to application of vertical line loads at frames according to method 2, to be taken as:

$$M_{lineload} = -(x - x_{aft})F - \sum_i (x - x_i)\,\delta w_i \qquad \text{when } x_i < x$$

F : Reaction force, in kN, at model ends due to application of vertical loads to frames as defined in **Table 12**.

x : X-coordinate, in m, of frame in way of the mid-hold.

δw_i : vertical load, in kN, at web frame station i applied to generate required shear force.

In case the target horizontal bending moment needs to be reached, an additional horizontal bending moment is to be applied at the ends of the cargo tank FE model to generate this target value within the mid-hold. The additional horizontal bending moment is to be taken as:

$$M_{h-end} = M_{h-targ} - M_{h-peak}$$

where:

M_{v-end} : Additional horizontal bending moment, in kNm, to be applied to both ends of the FE model according to **[4.4.11]**.

M_{h-targ} : Horizontal bending moment, as defined in **[4.3.4]**.

M_{h-peak} : Maximum or minimum horizontal bending moment, in kNm, within the length of the mid-hold due to the local loads described in **[4.4.3]**.

M_{h-peak} is to be taken as the maximum horizontal bending moment if M_{h-targ} is positive (starboard side in tension) and as the minimum horizontal bending moment if M_{h-targ} is negative (port side in tension).

M_{h-peak} is to be calculated as follows based on a simply supported beam model:

$$M_{h-peak} = Extremum\{M_{H_FEM}(x)\}$$

$M_{H-FEM}(x)$: Horizontal bending moment, in kNm, at position x, due to the local loads as described in **[4.4.3]**.

The vertical and horizontal bending moments are to be calculated over the length of the mid-hold to identify the position and value of each maximum/minimum bending moment.

4.4.10 Procedure to adjust vertical and horizontal bending moments outside midship cargo hold region

To reach the vertical hull girder target values at each frame and transverse bulkhead position, as defined in **[4.3.2]** and **[4.3.4]**, the vertical bending moment adjustments, m_{vi}, are to be applied at web frames and transverse bulkhead positions of the finite element model, as shown in **Figure 13**. However, it is not applicable to adjust the horizontal bending moment when the boundary condition specified in **Table 4** is applied. The vertical bending moment adjustment at each longitudinal location, i, is to be calculated as follows:

$$f(i) = M_{v-targ}(i) - M_{V-FEM}(i) - M_{lineload}(i)$$

$$m_{vi} = \frac{f(i)+f(i+1)}{2} - \sum_{j=0}^{i-1} m_{vj}$$

where:

i : Index corresponding to the i-th station,
starting from i=2 at the aft end section up to n_t when **Table 2** or **Table 3** is applied.

n_t : Total number of longitudinal stations where the vertical bending moment adjustment, m_{vi}, is applied.

m_{vi} : Vertical bending moment adjustment, in kNm, to be applied at transverse frame or bulkhead at station i.

m_{vi} : Argument of summation to be taken as:

- $m_{vi} = 0$ When $j = 0$
- $m_{vj} = m_{vi}$ When $j = i$

$M_{v-targ}(i)$: Required target vertical bending moment, in kNm, at station i, calculated in accordance with **[4.3.2]**.

$M_{V-FEM}(i)$: Vertical bending moment distribution, in kNm, at station i due to local loads as given in **[4.4.3]**.

$M_{lineload}(i)$: Vertical bending moment, in kNm, at station i due to line load for the vertical shear force correction according to method 3 as given in **[4.4.8]**.

$M_{lineload} = -\sum_i (x - x_i)\,\delta f_i$ when $x_i < x$ for aftmost cargo hold

$M_{lineload} = \sum_i (x - x_i)\,\delta f_i$ when $x_i > x$ for foremost cargo hold

To reach the horizontal hull girder target values at each frame and transverse bulkhead position as defined in **[4.3.4]**, the horizontal bending moment adjustments, m_{hi}, are to be applied at web frames and transverse bulkhead positions of the finite element model, as shown in **Figure 13**. The horizontal bending moment adjustment at each longitudinal location, i, is to be calculated as follows:

$$f(i) = M_{h-targ}(i) - M_{H-FEM}(i)$$

$$m_{hi} = \frac{f(i)+f(i+1)}{2} - \sum_{j=0}^{i-1} m_{hj}$$

where:

i : Longitudinal location for bending moment adjustments, m_{hi}

n_t : Total number of longitudinal stations where the horizontal bending moment adjustment, m_{hi}, is applied.

m_{hi} : Horizontal bending moment adjustment, in kNm, to be applied at transverse frame or bulkhead at station i.

m_{hi} : Argument of summation to be taken as:

- $m_{hi} = 0$ When $j = 0$
- $m_{hj} = m_{hi}$ When $j = i$

$M_{h-targ}(i)$: Required target horizontal bending moment, in kNm, at station i, calculated in accordance with **[4.3.4]**.

$M_{H-FEM}(i)$: Horizontal bending moment distribution, in kNm, at station i due to local loads as given in **[4.4.3]**.

The vertical and horizontal bending moment adjustments, m_{hi} and m_{hi}, are to be applied at all web frames and bulkhead positions of the FE model. The adjustments are to be applied in FE model by distributing longitudinal axial nodal forces to all hull girder bending effective longitudinal elements in accordance with **[4.4.11]**.

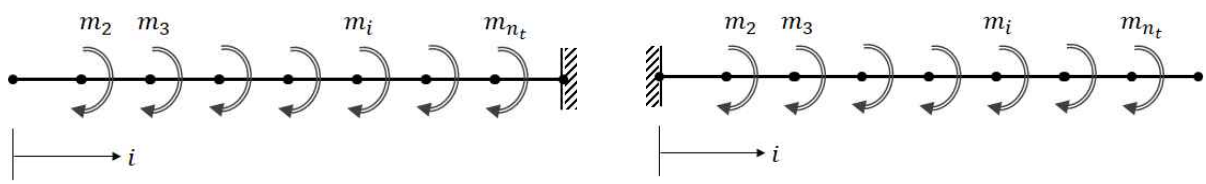


Figure 13 : Adjustment of bending moments outside midship cargo hold (left: aftmost cargo hold, right: foremost cargo hold)

4.4.11 Application of bending moment adjustments on the FE model

The required vertical and horizontal bending moment adjustments are to be applied to the considered cross section of the cargo hold model by distributing longitudinal axial nodal forces to all hull girder bending effective longitudinal elements of the considered cross section according to **Ch 5, Sec 1, [1.2]** as follows:

- For vertical bending moment:

$$(F_x)_i = \frac{M_v}{I_y}\frac{A_i}{n_i}z_i$$

- For horizontal bending moment:

$$(F_x)_i = \frac{M_h}{I_z}\frac{A_i}{n_i}y_i$$

where:

M_v : Vertical bending moment adjustment, in kNm, to be applied to the considered cross section of the model.

M_h : Horizontal bending moment adjustment, in kNm, to be applied to the considered cross section the ends of the model.

$(F_x)_i$: Axial force, in kN, applied to a node of the i-th element.

I_y : Hull girder vertical moment of inertia, in m^4, of the considered cross section about its horizontal neutral axis.

I_z : Hull girder horizontal moment of inertia, in m^4, of the considered cross section about its vertical neutral axis.

Z_i : Vertical distance, in m, from the neutral axis to the centre of the cross sectional area of the i-th element.

Y_i : Horizontal distance, in m, from the neutral axis to the centre of the cross sectional area of the i-th element.

A_i : Cross sectional area, in m^2, of the i-th element.

n_i : Number of nodal points of i-th element on the cross section, n_i = 1 for beam element, n_i = 2 for 4-node shell element.

For cross sections other than cross sections at the model end, the average area of the corresponding i-th elements forward and aft of the considered cross section is to be used.

4.5 Procedure to adjust hull girder torsional moments

4.5.1 General

The procedure in this sub-article describes how to adjust the hull girder torsional moment distribution on the cargo hold FE model to achieve the target torsional moment at the target location. The hull girder torsional moment target values are given in **[4.3.5]**.

4.5.2 Torsional moment due to local loads

Torsional moment, in kNm, at longitudinal station i due to local loads, M_{T-FEMi} in kNm, is determined by the following formula (see **Figure 14**):

$$M_{T-FEMi} = \sum_k [f_{hik}(z_{ik} - z_r)] - \sum_k (f_{vik} y_{ik})$$

where:

M_{T-FEMi} : Lumped torsional moment, in kNm, due to local load at longitudinal station i.

z_r : Vertical coordinate of torsional reference point, in m:

$z_r = z_{sc}$, shear centre at the middle of the mid-hold.

f_{hik} : Horizontal nodal force, in kN, of node k at longitudinal station i.

f_{vik} : Vertical nodal force, in kN, of node k at longitudinal station i.

y_{ik} : Y-coordinate, in m, of node k at longitudinal station i.

z_{ik} : Z-coordinate, in m, of node k at longitudinal station i.

M_{T-FEMO} : Lumped torsional moment, in kNm, due to local load at aft end of the FE model, taken as:

$$M_{T-FEMO} = -\sum_k [f_{h0k}(z_{0k} - z_r)] + \sum_k (f_{v0k} y_{0k})$$ for foremost cargo hold model

$$M_{T-FEMO} = \sum_k [f_{h0k}(z_{0k} - z_r)] - \sum_k (f_{v0k} y_{0k}) + R_{H_aft}(z_{ind} - z_r)$$ for the other cargo hold models

R_{H_fwd} : Horizontal reaction forces, in kN, at the forward end, as defined in **[4.4.3]**.

R_{H_aft} : Horizontal reaction forces, in kN, at the aft end, as defined in **[4.4.3]**.

z_{ind} : Vertical coordinate, in m, of independent point as defined in **[2.5.2]**.

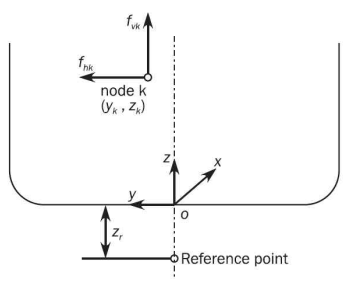


Figure 14 : Station forces and acting location of torsional moment at section

4.5.3 Hull girder torsional moment

The hull girder torsional moment, $M_{T-FEM}(x_j)$ in kNm, is obtained by accumulating the station torsional moment from the aft end section as follows:

$$M_{T-FEM}(x_j) = \sum_i M_{T-FEMi}$$

when $x_i \geq x_j$ for foremost cargo hold model

when $x_i < x_j$ otherwise

where:

$M_{T-FEM}(x_j)$: Hull girder torsional moment, in kNm, at longitudinal station x_j.

x_j : X-coordinate, in m, of considered longitudinal station j.

The torsional moment distribution given in **[4.5.2]**, has a step at each longitudinal station.

4.5.4 Procedure to adjust hull girder torsional moment to target value

The torsional moment is to be adjusted by applying a hull girder torsional moment M_{T-end} in kNm, at the independent point of the aft end section of midship/aftmost hold, or forward end section of foremost hold model, given as follows:

$$M_{T-end} = M_{wt-targ} - M_{T-FEM}(x_{targ})$$

where:

x_{targ} : X-coordinate, in m, of the target location for hull girder torsional moment, as defined in **[4.3.5]**.

$M_{wt-targ}$: Target hull girder torsional moment, in kNm, specified in **[4.3.5]**, to be achieved at the target location.

$M_{T-FEM}(x_{targ})$: Hull girder torsional moment, in kNm, at target location due to local loads.

Due to the step of hull girder torsional moment at each longitudinal station, the hull girder torsional moment is to be selected from the values aft and forward of the target location as follows: Maximum value for positive torsional moment and minimum value for negative torsional moment.

4.6 Summary of hull girder load adjustments

4.6.1

The required methods of hull girder load adjustments for cargo hold regions are given in **Table 14**.

Table 14 : Overview of hull girder load adjustments in FE analyses

	Midship cargo hold region	Aftmost cargo hold	Foremost cargo hold
Adjustment of Vertical Shear Forces	See **[4.4.5]**	See **[4.4.8]**	
Adjustment of Bending Moments	See **[4.4.9]**	See **[4.4.10]**	
Adjustment of Torsional Moment	See **[4.5.4]**		

5. Analysis criteria

5.1 General

5.1.1 Evaluation areas

Verification of results against the acceptance criteria is to be carried out within the longitudinal extent of the mid-hold, as shown in **Figure 15**. The longitudinal extent is from the aft bulkhead of aft cofferdam of mid-hold to the forward bulkhead of fore cofferdam of mid-hold.

In aftmost hold, one web frame spacing in aft direction is to be added for the consideration of structural continuation. And, for the foremost hold, one web frame spacing in forward direction is to be included for transition area evaluation.

In cases of using IGC pressure, which are LM3-IGC, LA3-IGC and LF3-IGC of **Table 5** ~ **7** with additional IGC boundary condition as defined in **Table 4**, the hull envelope including outer cofferdam bulkheads, is to be excluded.

For accidental condition, the evaluation is carried out for the members within one web frame forward and one frame aftward in way of cofferdam structure, where the collision load direction is coincided. Refer to **Figure 16**.

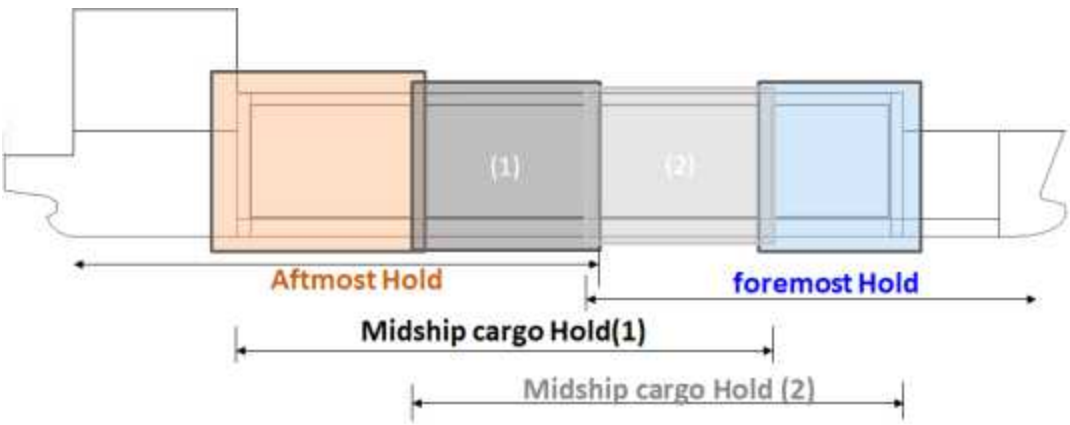


Figure 15 : Longitudinal extent of evaluation area

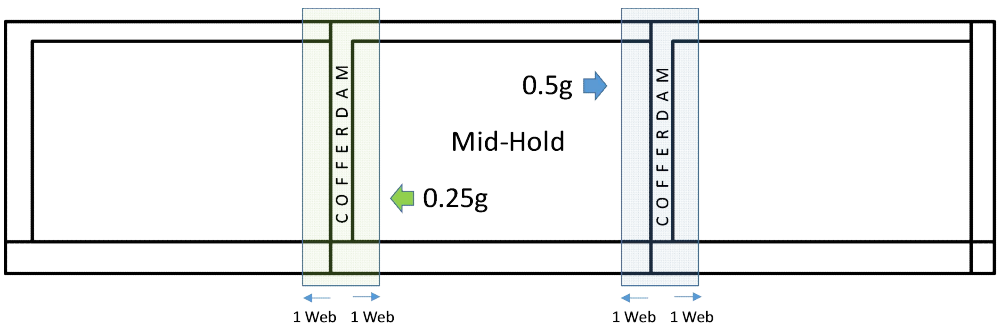


Figure 16 : Longitudinal extent of evaluation area for accidental condition

5.1.2 Structural members

The following structural elements within the evaluation area are to be verified with the criteria given in **[5.2]** and **[5.3]**:

- All hull girder longitudinal structural members within Mid-hold including adjacent cofferdams and one web frame spacing more in forward and aftward direction from the cofferdams.

- All primary supporting structural members and bulkheads within the mid-hold.
- All structural members being part of the transverse bulkheads.

5.2 Yield strength assessment

5.2.1 Von Mises stress

For all plates of the structural members defined in **[5.1.2]**, the von Mises stress, σ_{vm}, in N/mm^2, is to be calculated based on the membrane normal and shear stresses of the shell element. The stresses are to be evaluated at the element centroid of the mid-plane (layer), as follows:

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

where:

σ_x, σ_y : Element normal membrane stresses, in N/mm^2.

τ_{xy} : Element shear stress, in N/mm^2.

5.2.2 Axial stress in beams and rod elements

For beams and rod elements, the axial stress, σ_{axial}, in N/mm^2, is to be calculated based on axial force alone. The axial stress is to be evaluated at the middle of element length.

5.2.3 Coarse mesh permissible yield utilisation factors

The coarse mesh permissible yield utilisation factors, λ_{yperm}, given in **Table 15**, are based on the mesh sizes and element types described in **[2.3]** to **[2.4]**.

The yield utilisation factor resulting from element stresses of each structural component are not to exceed the permissible values as given in **Table 15**.

Table 15 : Coarse mesh permissible yield utilisation factor

Structural component	Coarse mesh permissible yield utilisation factor, λ_{yperm}
Plating of all longitudinal hull girder structural members, primary supporting structural members and bulkheads.	1.0 (load combination S+D)
	0.8 (load combination S)
Face plate of primary supporting members modelled using shell or rod elements.	1.0 (load combination A)

5.2.4 Yield criteria

The structural elements given in **[5.1.2]** are to comply with the following criteria:

$$\lambda_y \le \lambda_{yperm}$$

where:

λ_y : Yield utilisation factor.

$\lambda_y = \dfrac{\sigma_{vm}}{R_Y}$ for shell elements in general.

$\lambda_y = \dfrac{\sigma_{vm}}{R_{eH}}$ for accidental condition or the loading condition with AC-A.

$\lambda_y = \dfrac{|\sigma_{axial}|}{R_Y}$ for rod or beam elements in general.

$$\lambda_y = \frac{|\sigma_{axial}|}{R_{eH}}$$ for accidental condition or the loading condition with AC-A.

σ_{vm} : Von Mises stress, in N/mm^2.

σ_{axial} : Axial stress in rod or beam element, in N/mm^2.

λ_{yperm} : Coarse mesh permissible yield utilisation factors defined in **Table 15**.

The yield check criteria is to be based on axial stress for the flange of primary supporting members.

Where the von Mises stress of the elements in the cargo hold FE model in way of the area under investigation by fine mesh exceeds the yield criteria, average von Mises stress, obtained from the fine mesh analysis, calculated over an area equivalent to the mesh size of the cargo hold finite element model is to satisfy the yield criteria above.

In way of cut-outs, yield utilisation factor is to be obtained with shear stress correction, as given in **[5.2.6]**.

5.2.5 Inner hull forming cargo hold

For the ships with foam type cargo containment system such as Mark III and KC-1, the bending stress of inner hull is to satisfy the stress limit under the condition specified by the designer of the cargo containment system as described in **Ch 5, Sec 1, [4]**.

5.2.6 Shear stress correction for cut-out

Except as indicated in **[5.2.7]**, the element shear stress in way of cut-outs in webs is to be corrected for loss in shear area in accordance with the following formula. The corrected element shear stress is to be used to calculate the von Mises stress of the element for verification against the yield criteria.

$$\tau_{cor} = \frac{h\, t_{\mathrm{mod}}}{A_{shr}} \tau_{elem}$$

where:

τ_{cor} : Corrected element shear stress, in N/mm^2.

h : Height of web of girder, in mm, in way of opening. Where the geometry of the opening is modelled, h is to be taken as the height of web of the girder deducting the height of the modelled opening.

t_{mod} : Modelled web thickness, in mm, in way of opening.

A_{shr} : Effective shear area of web, in mm^2, taken as the web area deducting the area lost of all openings, including slots for stiffeners, calculated in accordance with **Ch 3, Sec 7, [1.4.8]**.

τ_{elem} : Element shear stress, in N/mm^2, before correction.

5.2.7 Exceptions for shear stress correction for openings

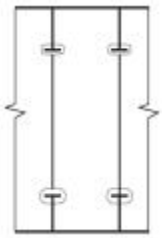
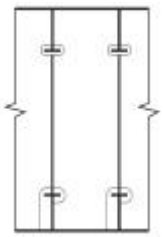
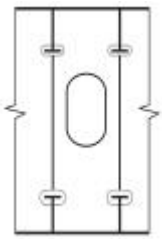
Correction of element shear stress due to presence of cut-outs is not required for cases given in **Table 16** provided λ_y / C_r complies with the criteria given in **[5.2.4]**.

5.3 Buckling strength assessment

5.3.1

All structural elements in FE analysis carried out in accordance with this Section are to be assessed individually against the buckling requirements as defined in **Ch 8, Sec 4**.

Table 16 : Exceptions for shear stress correction

Identification	Figure	Difference between modelled shear area and the effective shear area in % of the modelled shear area $\frac{A_{FEM}-A_{shr}}{A_{FEM}} \cdot 100\%$	Reduction factor for yield criteria, C_r
Upper and lower slots for local support stiffeners fitted with lugs or collar plates		〈 15%	0.85
Upper or lower slots for local support stiffeners fitted with lugs or collar plates		〈 20%	0.80
In way of opening; upper and lower slots for local support stiffeners fitted with collar plates		〈 40%	0.60
A_{shr} : Effective shear area of web, in mm^2, taken as the web area deducting the area lost of all openings, including slots for stiffeners, calculated in accordance with **Ch 3, Sec 7, [1.4.8]**.			

Section 3 – Local Structural Strength Analysis

1. Objective and scope

1.1 General

1.1.1

The local strength analysis of structural details is to be in accordance with the requirements given in this section.

1.1.2

The selection of critical locations on the structural members for fine mesh analysis is to be in accordance with this section.

1.1.3 Fine mesh analysis procedure

The details to be assessed by fine mesh analysis are to be modelled according to the requirements given in **[3]**, under the FE load combinations defined in **[4]** and to comply with the criteria given in **[5]**.

1.2 Modelling of structural details

The fine mesh analysis may be carried out the area of high stress concentration identified during coarse mesh analysis. The structural details is to be geometrically accurate as possible.

2. Local areas to be assessed by fine mesh analysis

2.1 Areas to be checked

2.1.1 Selection of critical locations

In cargo hold region, the following structural details are to be included and assessed according to the fine mesh analysis procedure defined in **[1.1.3]**:

a) Connection of deck house and the longitudinal members above the upper deck

b) Fore end structure of the trunk deck

c) Connections of double bottom in way of transverse bulkheads

d) Typical liquid dome opening if any

e) Hopper corner connection in way of a typical web frame

f) Transition area where inner hull longitudinal bulkhead is noncontinuous

g) Connection of side stringer plate in way of transverse bulkheads

High stress concentrated areas where the stress level is more than 95% of the utilisation factor given in **Sec 2, [5.2.4]** need to be verified by fine mesh analysis.

3. Structural modelling

3.1 General

3.1.1

Evaluation of detailed stresses requires the use of refined finite element mesh in way of areas of high stress. This fine mesh analysis can be carried out by fine mesh zones incorporated into the cargo hold

model. Alternatively, separate local FE model with fine mesh zones in conjunction with the boundary conditions obtained from the cargo hold model may be used.

3.2 Extent of model

3.2.1

If a separate local fine mesh model is used, its extent is to be such that the calculated stresses at the areas of interest are not significantly affected by the imposed boundary conditions. The boundary of the fine mesh model is to coincide with primary supporting members in the cargo hold model, such as web frame, girders, stringers and floors.

3.3 Mesh size

3.3.1

The mesh size in the fine mesh zones is not to be greater than 50 x 50 mm.

3.3.2

The extent of the fine mesh zone is not to be less than 10 elements in all directions from the area under investigation. A smooth transition of mesh density from fine mesh zone to the boundary of the fine mesh model is to be maintained.

3.4 Elements

3.4.1

All plating within the fine mesh zone is to be represented by shell elements. The aspect ratio of elements within the fine mesh zone is to be kept as close to 1 as possible. Variation of mesh density within the fine mesh zone and the use of triangular elements are to be avoided. In all cases, the elements within the fine mesh model are to have an aspect ratio not exceeding 3. Distorted elements, with element corner angles of less than 45° or greater than 135°, are to be avoided. Stiffeners inside the fine mesh zone are to be modelled using shell elements. Stiffeners outside the fine mesh zones may be modelled using beam elements.

3.4.2

Where fine mesh analysis is required for main bracket end connections and liquid dome opening, the fine mesh zone is to be extended at least 10 elements in all directions from the area subject to assessment.

3.4.3

Where fine mesh analysis is required for an opening, the first two layers of elements around the opening are to be modelled with mesh size not greater than 50 x 50 mm. A smooth transition from the fine mesh to the coarser mesh is to be maintained. Edge stiffeners which are welded directly to the edge of an opening are to be modelled with shell elements. Web stiffeners close to an opening may be modelled using rod or beam elements located at a distance of at least 50 mm from the edge of the opening.

3.4.4

Face plates of openings, primary supporting members and associated brackets are to be modelled with at least two elements across their width on either side.

4. FE load combinations

4.1 General

4.1.1

The fine mesh detailed stress analysis is to be carried out for all FE load combinations applied to the corresponding cargo hold analysis.

4.2 Application of loads and boundary conditions

4.2.1 General

Where a separate local model is used for the fine mesh detailed stress analysis, the nodal displacements from the cargo tank model are to be applied to the corresponding boundary nodes on the local model as prescribed displacements. Alternatively, equivalent nodal forces from the cargo tank model may be applied to the boundary nodes.

Where there are nodes on the local model boundaries which are not coincident with the nodal points on the cargo tank model, it is acceptable to impose prescribed displacements on these nodes using multi-point constraints. The use of linear multi-point constraint equations connecting two neighbouring coincident nodes is considered sufficient.

All local loads, including any loads applied for hull girder bending moment and/or shear force adjustments, in way of the structure represented by the separate local finite element model are to be applied to the model.

5. Analysis criteria

5.1 Stress assessment

5.1.1 General

Stress assessment of the fine mesh analysis is to be carried out for the FE load combinations specified in Table 4 ~ 6.

5.1.2 Reference stress

Reference stress is von Mises stress, σ_{vm}, which is to be calculated based on the membrane normal and shear stresses of the shell element evaluated at the element centroid. The stresses are to be evaluated at the mid plane of the element.

5.1.3 Permissible stress

The maximum permissible stresses are based on the mesh size of 50 x 50 mm as specified in [3]. Where a smaller mesh size is used, an area weighted von Mises stress calculated over an area equal to the specified mesh size may be used to compare with the permissible stresses. The averaging is to be based only on elements with their entire boundary located within the desired area. The average stress is to be calculated based on stresses at element centroid; stress values obtained by interpolation and/or extrapolation are not to be used. Stress averaging is not to be carried across structural discontinuities and abutting structure.

5.2 Acceptance criteria

5.2.1

Verification of stress results against the acceptance criteria is to be carried out in accordance with [5.1].

The structural assessment is to demonstrate that the stress complies with the following criteria:

$$\lambda_f \leq \lambda_{fperm}$$

where:

λ_f : Fine mesh yield utilisation factor.

$\lambda_f = \frac{\sigma_{vm}}{R_Y}$ for shell elements in general

$\lambda_y = \frac{\sigma_{vm}}{R_{eH}}$ for accidental condition or the loading condition with AC-A.

$\lambda_f = \frac{|\sigma_{axial}|}{R_Y}$ for rod or beam elements in general

$\lambda_f = \frac{|\sigma_{axial}|}{R_{eH}}$ for accidental condition or the loading condition with AC-A.

σ_{vm} : Von Mises stress, in N/mm^2

σ_{axial} : Axial stress in rod element, in N/mm^2

λ_{fperm} : Permissible fine mesh utilisation factor, taken as:

- Element not adjacent to weld:
  - $\lambda_{fperm} = 1.70 f_f$ for AC-SD, AC-A
  - $\lambda_{fperm} = 1.36 f_f$ for AC-S
- Element adjacent to weld:
  - $\lambda_{fperm} = 1.50 f_f$ for AC-SD, AC-A
  - $\lambda_{fperm} = 1.20 f_f$ for AC-S

f_f : Fatigue factor, taken as:

- $f_f = 1.0$ in general,
- $f_f = 1.2$ for details assessed by very fine mesh analysis complying with the fatigue assessment criteria given in **Ch 9, Sec 2**.

Note 1: The maximum permissible stresses are based on the mesh size of 50 x 50 mm. Where a smaller mesh size is used, an average von Mises stress calculated in accordance with **[5.1]** over an area equal to the specified mesh size may be used to compare with the permissible stresses.

Note 2: Average von Mises stress is to be calculated based on weighted average against element areas:

$$\sigma_{vm-av} = \frac{\Sigma_1^n A_i \sigma_{vm-i}}{\Sigma_1^n A_i}$$

where:

σ_{vm-av} is the average von Mises stress.

Note 3: Stress averaging is not to be carried across structural discontinuities and abutting structure.

Chapter 8

Buckling

Section 1 General

Section 2 Slenderness Requirements

Section 3 Prescriptive Buckling Requirements

Section 4 Buckling Requirements for Direct Strength Analysis

Section 5 Buckling Capacity

Appendix 1 Stress Based Reference Stresses

Section 1 - General

1. Introduction

1.1 Assumption

1.1.1

This chapter contains the strength criteria for buckling and ultimate strength of local supporting members, primary supporting members and other structures such as pillars and brackets. These criteria are to be applied as specified in **Ch 6** for hull local scantlings and in **Ch 7** for direct strength analysis.

1.1.2

For each structural member, the characteristic buckling strength is to be taken as the most unfavourable / critical buckling failure mode.

1.1.3

Unless otherwise specified, the scantling requirements of structural members in this chapter are based on net scantling obtained by deducting t_c from the gross offered thickness, where t_c is defined in **Ch 3, Sec 3**.

1.1.4

In this chapter, compressive and shear stresses are to be taken as positive, tension stresses are to be taken as negative.

2. Application

2.1 Scope

2.1.1

The buckling checks are to be performed according to:

a) **Ch 8, Sec 2** for the slenderness requirements of plates, longitudinal and transverse stiffeners, primary supporting members and brackets.

b) **Ch 8, Sec 3** for the prescriptive buckling requirements of plates, longitudinal and transverse stiffeners, primary supporting members and other structures.

c) **Ch 8, Sec 4** for the buckling requirements of the FE analysis for the plates, stiffened panels and other structures.

d) **Ch 8, Sec 5** for the buckling capacity of prescriptive and FE buckling requirements.

2.1.2 Stiffener

The buckling check of the stiffeners referred to in this Chapter is applicable to the stiffener fitted along the long edge of the buckling panel.

2.1.3 Enlarged stiffener

Enlarged stiffeners, with or without web stiffening, used for means of access are to comply with the following requirements:

a) Slenderness requirements for primary supporting members as follows:

- For enlarged stiffener web, see item (a) of **Ch 8, Sec 2, [4.1.1]**.
- For enlarged stiffener flange, see item (b) of **Ch 8, Sec 2, [4.1.1]** and **Ch 8, Sec 2, [5.1]**.
- For stiffeners fitted on enlarged stiffener web, see **Ch 8, Sec 2, [3.1.1]** and **Ch 8, Sec 2, [3.1.3]**.

b) Buckling strength of prescriptive requirements as follows:

- For enlarged stiffener web, see **Ch 8, Sec 3, [3.2]**.
- For stiffeners fitted on enlarged stiffener web, see **Ch 8, Sec 3, [3.1]** and **Ch 8, Sec 3, [3.3]**.

c) All structural elements are to be complied with for the buckling requirements of the FE analysis in **Ch 8, Sec 4** when applicable.

3. Definitions

3.1 General

3.1.1 Buckling definition

'Buckling' is used as a generic term to describe the strength of structures, generally under in-plane compressions and/or shear and lateral load. The buckling strength or capacity can take into account the internal redistribution of loads depending on the load situation, slenderness and type of structure.

3.1.2 Buckling capacity

Buckling capacity based on this principle gives a lower bound estimate of ultimate capacity, or the maximum load the panel can carry without suffering major permanent set.

Buckling capacity assessment utilises the positive elastic post-buckling effect for plates and accounts for load redistribution between the structural components, such as between plating and stiffeners. For slender structures, the capacity calculated using this method is typically higher than the ideal elastic buckling stress (minimum Eigen value). Accepting elastic buckling of structural components in slender stiffened panels implies that large elastic deflections and reduced in-plane stiffness will occur at higher buckling utilisation levels.

3.1.3 Assessment methods

The buckling assessment is carried out according to one of the two methods taking into account different boundary condition types:

a) Method A: All the edges of the elementary plate panel are forced to remain straight (but free to move in the in-plane directions) due to the surrounding structure/neighbouring plates.

b) Method B: The edges of the elementary plate panel are not forced to remain straight due to low in-plane stiffness at the edges and/or no surrounding structure/neighbouring plates.

3.2 Buckling utilisation factor

3.2.1

The utilisation factor, η, is defined as the ratio between the applied loads and the corresponding ultimate capacity or buckling strength.

3.2.2

For combined loads, the utilisation factor, η_{act}, is to be defined as the ratio of the applied equivalent stress and the corresponding buckling capacity, as shown in **Figure 1**, and is to be taken as:

$$\eta_{act} = \frac{W_{act}}{W_u} = \frac{1}{\gamma_c}$$

where:

W_{act} : Applied equivalent stress, in N/mm^2:

$W_{act} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \tau^2}$ for plate

$W_{act} = \sigma_a + \sigma_b + \sigma_w$ for stiffener

W_u : Equivalent buckling capacity, in N/mm^2, to be taken as:

$W_u = \sqrt{\sigma_{cx}^2 + \sigma_{cy}^2 + \tau_c^2}$ for plate

$W_u = \frac{R_{eH-S}}{S}$ for stiffener

γ_c : Stress multiplier factor at failure.

For each typical failure mode, the corresponding capacity of the panel is calculated by applying the actual stress combination and then increasing or decreasing the stresses proportionally until collapse.

Figure 1 illustrates the buckling capacity and the buckling utilisation factor of a structural member subject to σ_x and σ_y stresses.

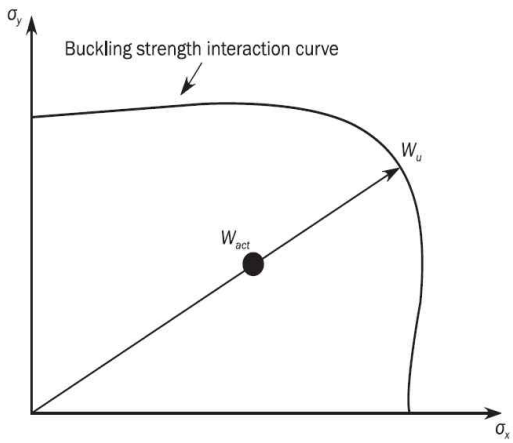


Figure 1 : Example of buckling capacity and buckling utilisation factor

3.3 Allowable buckling utilisation factor

3.3.1 General structural elements

The allowable buckling utilisation factor is defined in **Table 1**.

Table 1 : Allowable buckling utilisation factor

Structural component	η_{all}, Allowable buckling utilisation factor
Plates and stiffeners Stiffened and unstiffened panels Web plate in ways of openings	1.00 for load combination: S+D 0.80 for load combination: S 1.00 for load combination: A, T
Pillars	0.75 for load combination: S+D 0.65 for load combination: S 0.75 for load combination: A, T

3.4 Buckling acceptance criteria

3.4.1

A structural member is considered to have an acceptable buckling strength if it satisfies the following criterion:

$$\eta_{act} \leq \eta_{all}$$

where:

η_{act} : Buckling utilisation factor based on the applied stress, defined in **[3.2.2]**.

η_{all} : Allowable buckling utilisation factor as defined in **[3.3]**.

Section 2 – Slenderness requirements

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

b_{f-out} : Maximum distance, in mm, from mid thickness of the web to the flange edge, as shown in **Figure 1**.

h_w : Depth of stiffener web, in mm, as shown in **Figure 1**.

ℓ_b : Effective length of edge of bracket, in mm, as defined in **Table 3**.

s_{eff} : Effective width of attached plate of stiffener, in mm, taken equal to :

$$s_{eff} = 0.8\,s$$

t_f : Net flange thickness, in mm.

t_p : Net thickness of plate, in mm.

t_w : Net web thickness, in mm.

1. Structural elements

1.1 General

1.1.1

All structural elements are to comply with the applicable slenderness and proportion requirements given in **[2]** to **[4]**.

2. Plates

2.1 Net thickness of plate panels

2.1.1

The net thickness of plate panels is to satisfy the following criteria:

$$t_p \geq \frac{b}{C}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

where:

C : Slenderness coefficient taken as:

$$C = 145$$

R_{eH} : Specified minimum yield stress of the plate material, $\mathrm{N/mm^2}$

A lower specified minimum yield stress may be used in this slenderness criterion provided the requirements specified in **Sec 3** and **Sec 4** are satisfied for the strake assumed in the same lower specified minimum yield stress value.

This requirement does not apply to the bilge plates within the cylindrical part of the ship and radius gunwale.

3. Stiffeners

3.1 Proportions of stiffeners

3.1.1 Net thickness of all stiffener types

The net thickness of stiffeners is to satisfy the following criteria:

a) Stiffener web plate:

$$t_w \geq \frac{h_w}{C_w}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

b) Flange:

$$t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

where:

C_w, C_f : Slenderness coefficients given in **Table 1**.

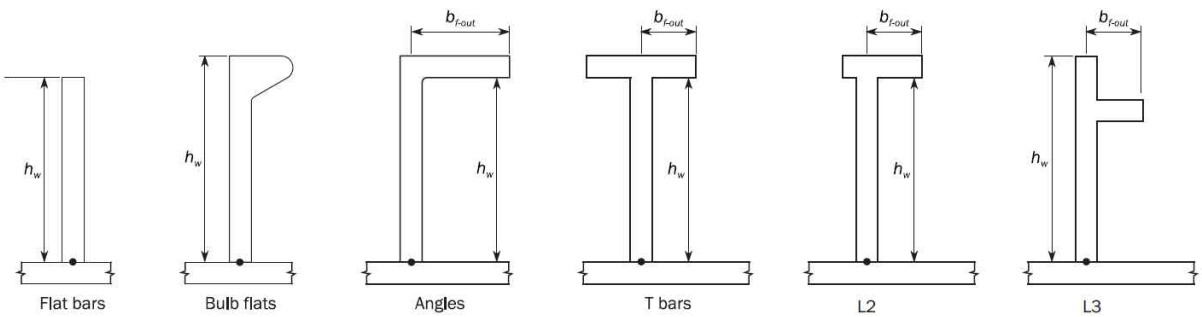


Figure 1 : Stiffener scantling parameters

Table 1 : Slenderness coefficients

Type of Stiffener	C_w	C_f
Angle, L2 and L3 bars	75	12
T-bars	75	12
Bulb bars	45	-
Flat bars	22	-

3.1.2 Net dimensions of angle and T-bars

The total flange breadth b_f in mm, for angle and T-bars is to satisfy the following criterion:

$$b_f \geq 0.25h_w$$

3.1.3 Bending stiffness of stiffeners

The net moment of inertia, in cm^4, of the stiffener with the effective width of attached plate, about the neutral axis parallel to the attached plating, s_{eff}, is not to be less than the minimum value given by:

$$I_{st} \geq C\ell^2 A_{eff}\frac{R_{eH}}{235}$$

where:

A_{eff} : Net sectional area of stiffener including effective attached plate, s_{eff}, in cm^2.

R_{eH} : Specified minimum yield stress of the material of the attached plate, in N/mm^2.

C : Slenderness coefficient taken as:

$C = 0.81$ for longitudinal stiffeners including sniped stiffeners.

$C = 0.72$ for other stiffeners.

4. Primary supporting members

4.1 Proportions and stiffness

4.1.1 Proportion of web plate and flange

The net thicknesses of the web plates and flanges of primary supporting members are to satisfy the following criteria:

a) Web plate:

$$t_w \geq \frac{s_w}{C_w}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

b) Flange:

$$t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

where:

s_w : Plate breadth, in mm, taken as the spacing of the web stiffeners.

C_w : Slenderness coefficient for the web plate taken as:

$C_w =$ 100

C_f : Slenderness coefficient for the flange taken as:

$C_f =$ 12

4.1.2 Deck transverse primary supporting members

The net moment of inertia for deck transverse primary supporting members, $I_{psm-n50}$, in cm^4, supporting deck longitudinals subject to axial compressive hull girder stress, is to comply, within its central half of the bending span, with the following criterion:

$$I_{psm-n50} \geq 300\frac{\ell_{bdg}^4}{S^3 s}I_{st}$$

where:

$I_{psm-n50}$: Net moment of inertia, in cm^4, of deck transverse primary supporting member, with effective width of attached plate equal to $0.8S$.

ℓ_{bdg} : Effective bending span of deck transverse primary supporting member, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7**.

S : Spacing of deck transverse primary supporting members, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7**.

I_{st} : Moment of inertia of deck stiffeners within the central half of the bending span, in cm^4, as given in **[3.1.3]**.

4.2 Web stiffeners of primary supporting members

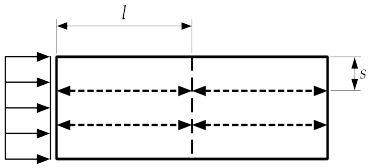
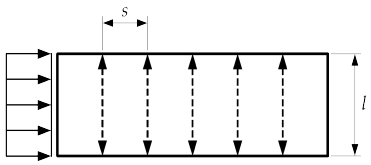
4.2.1 Proportions of web stiffeners

The net thickness of web and flange of web stiffeners fitted on primary supporting members is to satisfy the requirements specified in **[3.1.1]** and **[3.1.2]**.

4.2.2 Bending stiffness of web stiffeners

The net moment of inertia, in cm^4, of web stiffener, I_{st}, fitted on primary supporting members, with effective attached plate, s_{eff}, is not to be less than the minimum moment of inertia defined in **Table 2**.

Table 2 : Stiffness criteria for web stiffeners

Stiffener arrangement		Minimum moment of inertia of web stiffeners, in cm^4
A	Web stiffeners fitted along the PSM span 	$I_{st} \geq C\ell^2 A_{eff}\dfrac{R_{eH}}{235}$
B	Web stiffeners fitted normal to the PSM span 	$I_{st} \geq 1.14\,\ell\, s^2 t_w\left(2.5\dfrac{1000\,\ell}{s} - 2\dfrac{s}{1000\,\ell}\right)\dfrac{R_{eH}}{235}10^{-5}$

where:

C : Slenderness coefficient to be taken as:

$C = 0.81$ for longitudinal stiffeners including sniped stiffeners.

$C = 0.72$ for other stiffeners.

ℓ : Length of web stiffener, in m.

For web stiffeners welded to local supporting members, the length is to be measured between the flanges of the local support members.

For sniped web stiffeners, the length is to be measured between the lateral supports, e.g. the total distance between the flanges of the primary supporting member as shown for stiffener arrangement B.

A_{eff} : Net section area of web stiffener including effective attached plate, s_{eff}, in cm^2.

t_w : Net web thickness of the primary supporting member, in mm.

R_{eH} : Specified minimum yield stress of the material of the web plate of the primary supporting member, in N/mm^2.

5. Brackets

5.1 Tripping brackets

5.1.1 Unsupported flange length

The unsupported length of the flange of the primary supporting member, in m, i.e. the distance between tripping brackets, is not to be greater than:

$$S_b = b_f C \sqrt{\frac{A_{f-n50}}{\left(A_{f-n50} + \frac{A_{w-n50}}{3}\right)} \left(\frac{235}{R_{eH}}\right)}$$, but need not be less than $S_{b-\min}$.

where:

b_f : Flange breadth of primary supporting members, in mm.

C : Slenderness coefficient taken as:

$C = 0.022$ for symmetrical flanges.

$C = 0.033$ for asymmetrical flanges.

A_{f-n50} : Net cross sectional area of flange, in cm^2.

A_{w-n50} : Net cross sectional area of the web plate, in cm^2.

R_{eH} : Specified minimum yield stress of the PSM material, in N/mm^2.

$S_{b-\min}$: Minimum unsupported flange length taken as:

$S_{b-\min}$ = 3.0 m for the cargo tank/hold region, on tank/hold boundaries or the hull envelope including external decks.

$S_{b-\min}$ = 4.0 m for other areas.

5.1.2 Edge stiffening

Tripping brackets on primary supporting members are to be stiffened by a flange or edge stiffener if the effective length of the edge, ℓ_b as defined in **Table 3**, in mm, is greater than:

$$\ell_b = 75\, t_b$$

where:

t_b : Bracket net web thickness, in mm.

5.2 End brackets

5.2.1 Proportions

The net web thickness of end brackets, in mm, subject to compressive stresses is not to be less than:

$$t_b = \frac{d_b}{C}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

where:

d_b : Depth of brackets, in mm, as defined in **Table 3**.

C : Slenderness coefficient as defined in **Table 3**.

R_{eH} : Specified minimum yield stress of the end bracket material, in N/mm^2.

5.3 Edge reinforcement

5.3.1 Edge reinforcement of bracket edges

The depth of stiffener web, h_w in mm, of edge stiffeners in way of bracket edges is not to be less than:

$$h_w = C\,\ell_b \sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$ or 50 mm, whichever is greater.

where:

C : Slenderness coefficient taken as:

C = 75 for end brackets.

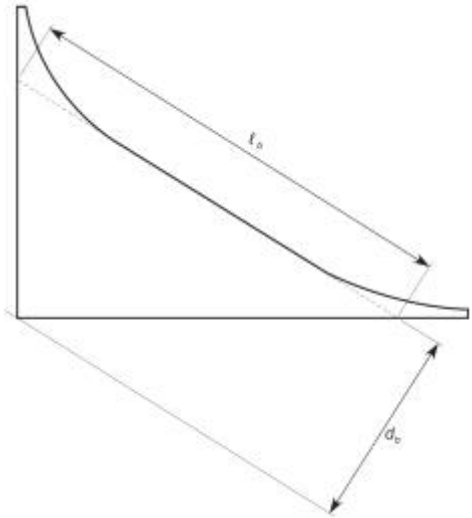
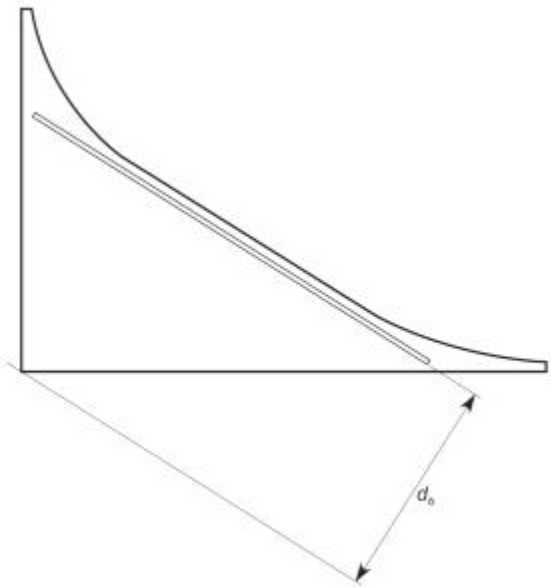
C = 50 for tripping brackets.

R_{eH} : Specified minimum yield stress of the end bracket material, in N/mm^2.

5.3.2 Proportions of edge stiffeners

The net thickness of the web plate and flange of the edge stiffener is to satisfy the requirements specified in **[3.1.1]** and **[3.1.2]**.

Table 3 : Buckling coefficient, C, for proportions of brackets

Mode	C
Brackets without edge stiffener 	$C = 20\left(\frac{d_b}{\ell_b}\right) + 16$ where: $0.25 \le \frac{d_b}{\ell_b} \le 1.0$
Brackets with edge stiffener 	$C = 70$

6. Other structures

6.1 Pillars

6.1.1 Proportions of I-section pillars

For I-sections, the thickness of the web plate and the flange thickness are to comply with requirements specified in **[3.1.1]** and **[3.1.2]**.

6.1.2 Proportions of box section pillars

The thickness of thin walled box sections is to comply with the requirements specified in item (a) of **[3.1.1]**.

6.1.3 Proportions of circular section pillars

The net thickness, t, of circular section pillars, in mm, is to comply with the following criterion:

$$t \geq \frac{r}{50}$$

where:

r : Mid thickness radius of the circular section, in mm.

6.2 Edge reinforcement in way of openings

6.2.1 Depth of edge stiffener

When fitted as shown in **Figure 2**, the depth of web, h_w in mm, of edge stiffeners in way of openings is not to be less than:

$$h_w = C\ell\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}} \text{ or } 50\,\text{mm, whichever is greater.}$$

where:

C : Slenderness coefficient taken as:

$C = 50$

R_{eH} : Specified minimum yield stress of the edge stiffener material, in N/mm^2.

ℓ : Length of edge stiffener in way of opening, in m, as defined in **Figure 2**.

6.2.2 Proportions of edge stiffeners

The net thickness of the web plate and flange of the edge stiffener is to satisfy the requirements specified in **[3.1.1]** and **[3.1.2]**.

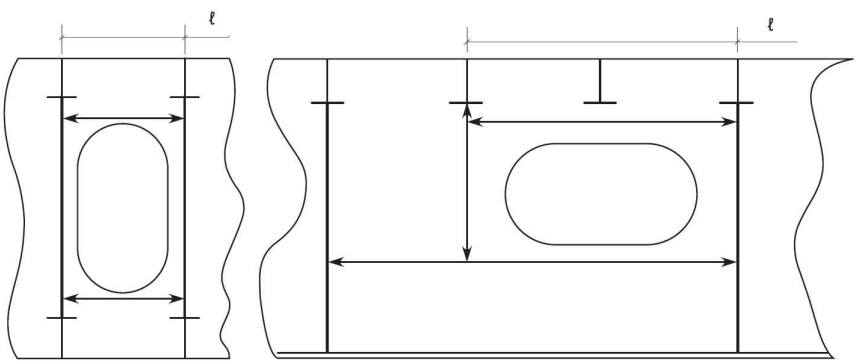


Figure 2 : Typical edge reinforcements

Section 3 – Prescriptive buckling requirements

Symbols

η_{all} : Allowable buckling utilisation factor, as defined in **Ch 8, Sec 1, [3.3]**.

EPP : Elementary Plate Panel as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.1]**.

LCP : Load calculation point as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.2.2]** and **Ch 3, Sec 7, [3.2]**.

1. General

1.1 Scope

1.1.1

This section applies to plate panels including curved plate panels and stiffeners subject to hull girder compression and shear stresses. In addition the pillar subject to compressive stresses is to be checked.

1.1.2

The hull girder buckling strength requirements apply along the full length of the ship.

1.1.3 Design load sets

The buckling checks are to be performed for all design load sets defined in **Ch 6, Sec 2, [2]**, both in intact and in flooded conditions with pressure combination defined in **Ch 6, Sec 2, [1.3]**.

For each design load set, for all dynamic load cases, the lateral pressure is to be determined according to **Ch 4** at the load calculation point defined in **Ch 3, Sec 7**, and is to be applied together with the hull girder stress combinations given in **[2.2]**.

1.2 Equivalent plate panel

1.2.1

In longitudinal stiffening arrangement, when the plate thickness varies over the width b, of a plate panel, the buckling check is to be performed for an equivalent plate panel width, combined with the smaller plate thickness, t_1. The width of this equivalent plate panel, b_{eq}, in mm, is defined by the following formula:

$$b_{eq} = \ell_1 + \ell_2 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{1.5}$$

where:

ℓ_1 : Width of the part of the plate panel with the smaller net plate thickness, t_1, in mm, as defined in **Figure 1**.

ℓ_2 : Width of the part of the plate panel with the smaller net plate thickness, t_2, in mm, as defined in **Figure 1**.

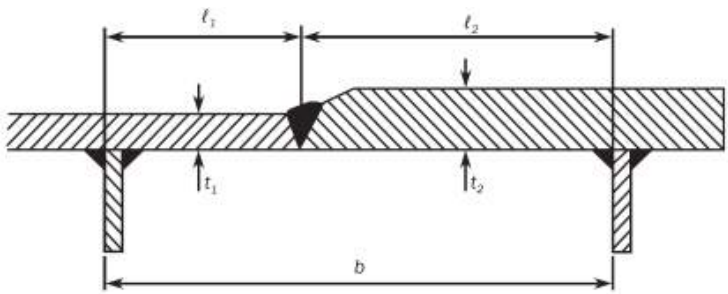


Figure 1 : Plate thickness change over the width

1.2.2

In transverse stiffening arrangement, when an EPP is made with different thicknesses, the buckling check of the plate and stiffeners is to be made for each thickness considered constant on the EPP, the stresses and pressures being estimated for the EPP at the LCP.

1.2.3

When the plate panel is made of different materials, the minimum yield strength is to be used for the buckling assessment.

2. Hull girder stress

2.1 General

2.1.1

The hull girder bending stresses, σ_{hg} in N/mm^2, are determined according to **Ch 6, Sec 2**.

2.1.2

The hull girder shear stresses, τ_{hg}, in N/mm^2, in the plate i are determined as follows:

$$\tau_{hg} = \frac{Q_{Tot}(x) q_{vi}}{t_{i-n50}} 10^3$$

where:

$Q_{Tot}(x)$: Total vertical shear force, in kN, at the ship longitudinal location x, taken as follows:

a) For the design load combination S+D

- For seagoing operations:

$$Q_{Tot}(x) = |Q_{sw} + Q_{wv-LC}|$$

b) For the design load combination S

- For harbour/sheltered water operations:

$$Q_{Tot}(x) = |Q_{sw-p}|$$

q_{vi} : Contribution ratio in way of the plate *i*, as defined in **Ch 5, Sec 1, [3.2.1]**.

t_{i-n50} : Net thickness of the plate *i*, in mm as defined in **Ch 5, Sec 1, [3.2.1]**, used for shear stress calculation.

Q_{sw} : Permissible positive or negative still water shear force for seagoing operation, in kN, at the hull transverse section considered, as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.3.1]**.

Q_{sw-p} : Permissible positive or negative still water shear force for harbour/sheltered operation, in kN, at the hull transverse section considered, as defined in **Ch 4, Sec 4, [2.3.2]**.

Q_{wv-LC} : Vertical wave shear force in seagoing condition, in kN, in intact or flooded conditions at the hull transverse section considered for the considered dynamic load case, defined in **Ch 4, Sec 4, [3.5.3]**.

2.2 Stress combinations

2.2.1

Each elementary plate panel and stiffeners are to satisfy the criteria defined in **[3]** with the following stress combinations:

a) Longitudinal stiffening arrangement:

- Stress combination 1 with:

  $\sigma_x = \sigma_{hg}$

  $\sigma_y = 0$

  $\tau = 0.7\tau_{hg}$

- Stress combination 2 with:

  $\sigma_x = 0.7\sigma_{hg}$

  $\sigma_y = 0$

  $\tau = \tau_{hg}$

b) Transverse stiffening arrangement:

- Stress combination 1 with:

  $\sigma_x = 0$

  $\sigma_y = \sigma_{hg}$

  $\tau = 0.7\tau_{hg}$

- Stress combination 2 with:

  $\sigma_x = 0$

  $\sigma_y = 0.7\sigma_{hg}$

  $\tau = \tau_{hg}$

where:

σ_{hg} : Hull girder bending stress in the elementary plate panel or stiffener, as defined in **[2.1.1]**, in N/mm^2.

τ_{hg} : Hull girder shear stress, in N/mm^2, in the elementary plate panel or stiffener attached plate as defined in **[2.1.2]**.

3. Buckling criteria

3.1 Overall stiffened panel

3.1.1

The buckling strength of overall stiffened panels is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{Overall} \leq \eta_{all}$$

where:

$\eta_{Overall}$: Maximum utilisation factor as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.1]**.

3.2 Plates

3.2.1

The buckling strength of elementary plate panels is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{Plate} \leq \eta_{all}$$

where:

η_{Plate} : Maximum plate utilisation factor calculated according to SP-A, as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.2]**.

3.3 Stiffeners

3.3.1

The buckling strength of stiffeners is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{Stiffener} \leq \eta_{all}$$

where:

$\eta_{Stiffener}$: Maximum stiffener utilisation factor, as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.3]**.

Note 1: This capacity check can only be fulfilled when the overall stiffened panel capacity, as defined in **[3.1.1]**, is satisfied.

3.4 Pillars

3.4.1

The compressive buckling strength of pillars is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{Pillar} \leq \eta_{all}$$

where:

η_{Pillar} : Maximum buckling utilisation factor of pillars defined in **Ch 8, Sec 5, [3.1]**.

Section 4 – Buckling requirements for Direct Strength Analysis

Symbols

η_{all} : Allowable buckling utilisation factor, as defined in **Ch 8, Sec 1, [3.3]**.

α : Aspect ratio of the plate panel, defined in **Ch 8, Sec 5**.

1. General

1.1 Scope

1.1.1

The requirements of this Section apply for the buckling assessment of direct strength analysis subjected to compressive stress, shear stress and lateral pressure.

1.1.2

All structural elements in the FE analysis carried out according to **Ch 7** are to be assessed individually. The buckling checks have to be performed for the following structural elements:

a) Stiffened and unstiffened panels, inclusive curved panels.

b) Web plate in way of openings.

c) Pillars.

2. Stiffened and unstiffened panels

2.1 General

2.1.1

The plate panel of hull structure is to be modelled as stiffened or unstiffened panel. Method A and Method B as defined in **Ch 8, Sec 1, [3]** are to be used according to **Figure 1** to **Figure 3**. In the figures, SP stands for stiffened panel and UP stands for unstiffened panel.

- For PSM web panels with one of the long edges along the face plate or along the attached plating without "in-line support", i.e. the edge is free to pull in, boundary condition B (SP-B or UP-B) shall be applied. In other cases boundary condition A (SP-A or UP-A) is applicable.
- Typically the short plate edge is attached to the plate flanges and boundary condition A (SP-A or UP-A) is applicable. However in case of one of the long edges is without "in-line support" and is free to pull in, boundary condition B (SP-B or UP-B) shall be applied.

2.1.2 Average thickness of plate panel

Where the plate thickness along a plate panel is not constant, the panel used for the buckling assessment is to be modelled according to **Ch 7** with a weighted average thickness taken as:

$$t_{avr} = \frac{\sum_1^n A_i t_i}{\sum_1^n A_i}$$

where:

A_i : Area of the i-th plate element.

t_i : Net thickness of the i-th plate element.

n : Number of finite elements defining the buckling plate panel.

Table 1 : Structural members

Structural elements		Assessment method	Normal panel definition
Longitudinal structure, see **Figure 1**			
Longitudinal stiffened panels Shell envelope Deck/trunk deck Inner hull Longitudinal bulkheads		SP-A	Length: between web frames Width: between primary supporting members
Double hull longitudinal girders or stringers in line with inner hull knuckle point		SP-A	Length: between web frames Width: full web depth
Double hull longitudinal girders or stringers not in line with inner hull knuckle point		SP-B	Length: between web frames Width: full web depth
Transverse structure, see **Figure 2**			
Vertical web in double side	Regularly stiffened web between PSM	SP-B	Length: full web depth Width: between primary supporting members
	Irregularly stiffened web between PSM	UP-B	Plate between local stiffeners/face plate/PSM
Double bottom floors		SP-B	Length: full web depth Width: between primary supporting members
Regularly stiffened web between inner deck and trunk deck		SP-B	Length: full web depth Width: between primary supporting members
Irregularly stiffened panels, e.g. web panels in way of hopper tank and upper trunk structure		UP-B	Plate between local stiffeners/face plate/PSM
Transverse watertight and cofferdam bulkhead, see **Figure 3**			
Regularly stiffened bulkhead panels inclusive the secondary buckling stiffeners perpendicular to the regular stiffeners (such as carlings)		SP-A	Length: between primary supporting members Width: between primary supporting members
Irregularly stiffened bulkhead panels, e.g. web panels in way of hopper tank and bilge		UP-B	Plate between local stiffeners/face plate/PSM

2.1.3 Yield stress of the plate panel

The panel yield stress R_{eH_P} is taken as the minimum value of the specified yield stresses of the elements within the plate panel.

2.2 Stiffened panels

2.2.1

If the stiffener properties or stiffener spacing varies within the stiffened panel, the calculations are to be performed separately for all configurations of the panels, i.e. for each stiffener and plate between the stiffeners. Plate thickness, stiffener properties and stiffener spacing at the considered location are to be assumed for the whole panel.

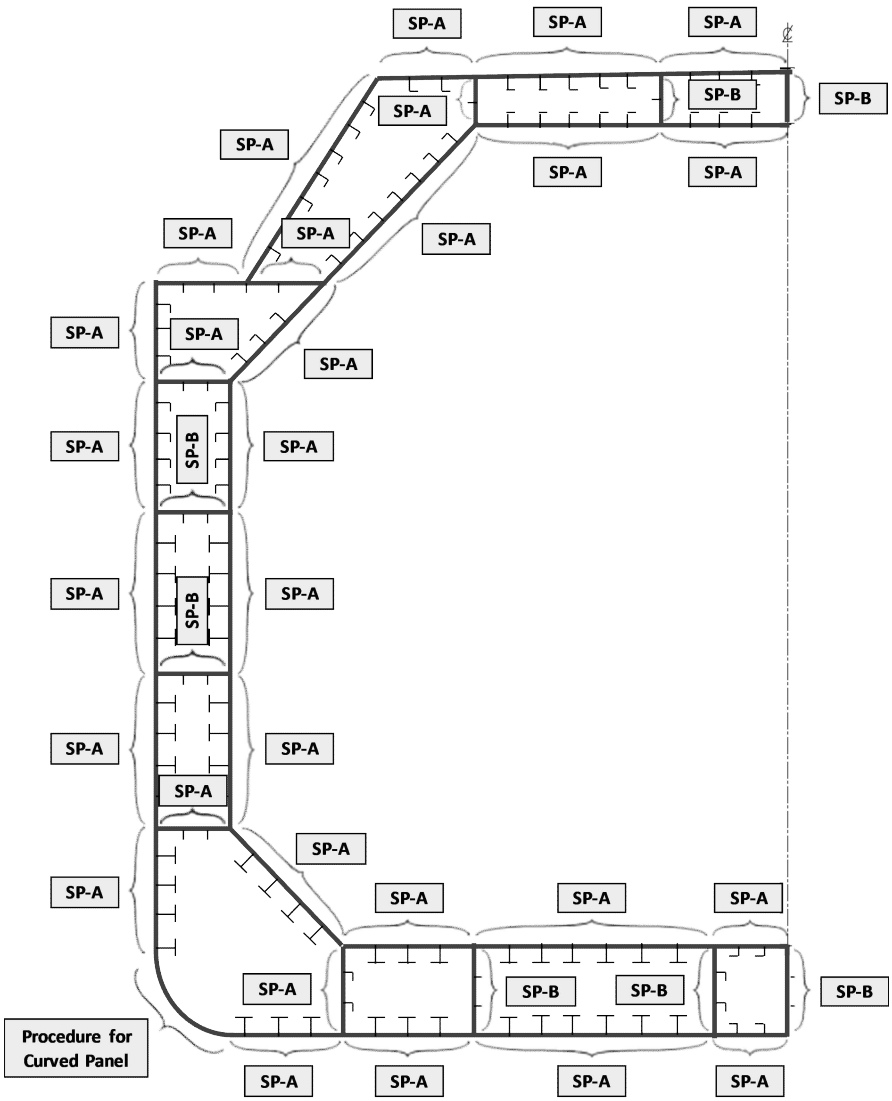


Figure 1 : Longitudinal plates for liquid natural gas carrier

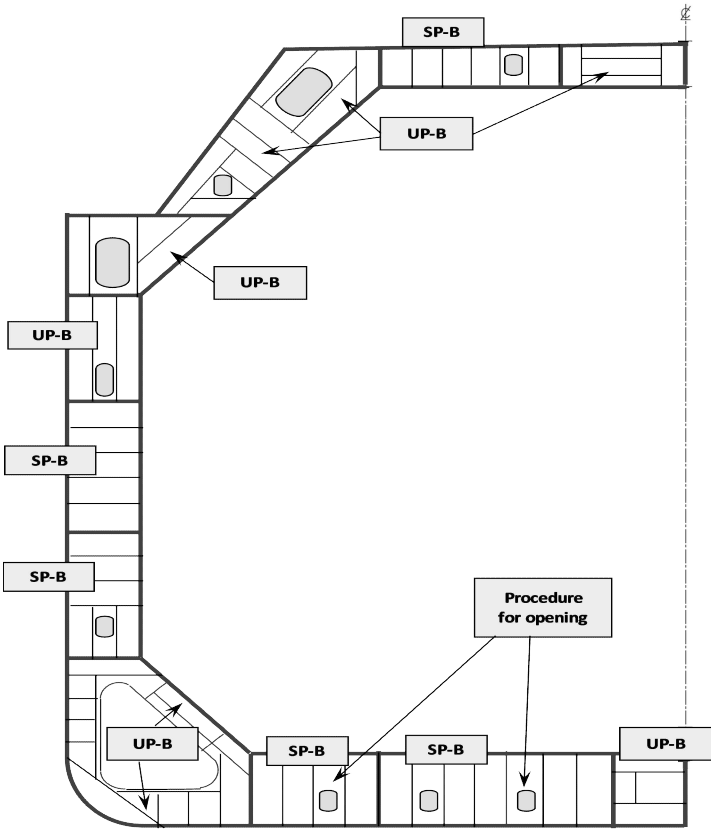


Figure 2 : Transverse web frames for liquid natural gas carrier

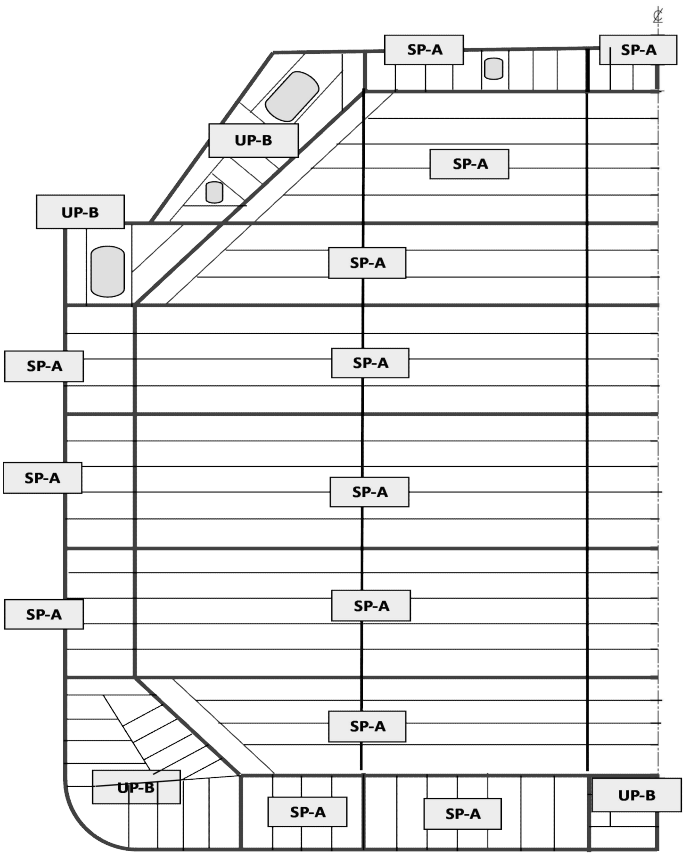


Figure 3 : Transverse bulkheads for liquid natural gas carrier

2.3 Unstiffened panels

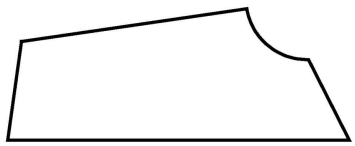
2.3.1 Irregular plate panel

In way of web frames, stringers and brackets, the geometry of the panel (i.e. plate bounded by web stiffeners/face plate) may not have a rectangular shape. In this case, an equivalent rectangular panel is to be defined according to **[2.3.2]** for irregular geometry and **[2.3.3]** for triangular geometry and to comply with buckling assessment.

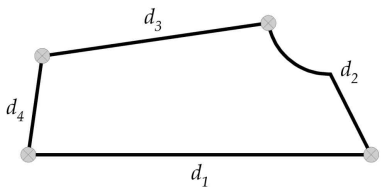
2.3.2 Modelling of an unstiffened panel with irregular geometry

Unstiffened panels with irregular geometry are to be idealised to equivalent panels for plate buckling assessment according to the following procedure:

a) The four corners closest to a right angle, 90 deg, in the bounding polygon for the plate are identified.

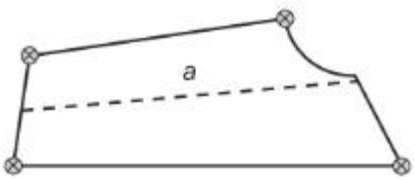


b) The distances along the plate bounding polygon between the corners are calculated, i.e. the sum of all the straight line segments between the end points.



c) The pair of opposite edges with the smallest total length is identified, i.e. minimum of d_1+d_3 and d_2+d_4.

d) A line joins the middle points of the chosen opposite edges (i.e. a mid point is defined as the point at half the distance from one end). This line defines the longitudinal direction for the capacity model. The length of the line defines the length of the capacity model, a measured from one end point.



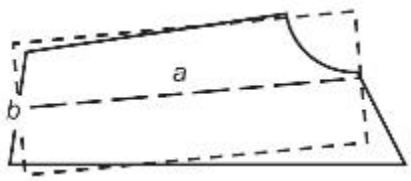
e) The length of shorter side, b in mm, is to be taken as:

$b = A/a$

where:

A : Area of the plate, in mm^2.

a : length defined in (d), in mm.

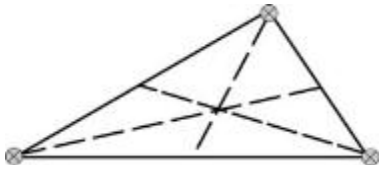


f) The stresses from the direct strength analysis are to be transformed into the local coordinate system of the equivalent rectangular panel. These stresses are to be used for the buckling assessment.

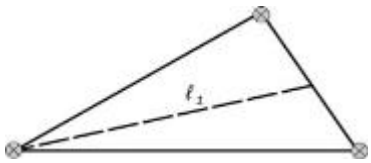
2.3.3 Modelling of an unstiffened plate panel with triangular geometry

Unstiffened panels with triangular geometry are to be idealised to equivalent panels for plate buckling assessment according to the following procedure:

a) Medians are constructed as shown below.



b) The longest median is identified. This median the length of which is ℓ_1 in mm, defines the longitudinal direction for the capacity model.

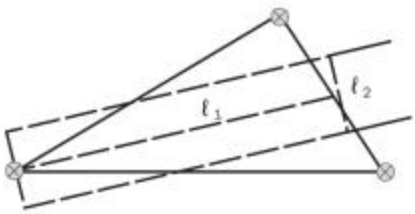


c) The width of the model, ℓ_2, in mm, is to be taken as:

$\ell_2 = A/\ell_1$

where:

A : Area of the plate, in mm^2.



d) The lengths of shorter side, b, and of the longer side, a, in mm, of the equivalent rectangular plate panel are to be taken as:

$$b = \frac{\ell_2}{C_{tri}}$$

$$a = \ell_1 C_{tri}$$

where:

$$C_{tri} = 0.4\frac{\ell_2}{\ell_1} + 0.6$$

e) The stresses from the direct strength analysis are to be transformed into the local coordinate system of the equivalent rectangular panel and are to be used for the buckling assessment of the equivalent rectangular panel.

2.4 Reference stress

2.4.1

The stress distribution is to be taken from the direct strength analysis and applied to the buckling model.

2.4.2

The reference stresses are to be calculated using the Stress based reference stresses as defined in **App 1**.

2.5 Lateral pressure

2.5.1

The lateral pressure applied to the direct strength analysis is also to be applied to the buckling assessment.

2.5.2

Where the lateral pressure is not constant over a buckling panel defined by a number of finite plate elements, an average lateral pressure, N/mm^2, is calculated using the following formula:

$$P_{avr} = \frac{\sum_1^n A_i P_i}{\sum_1^n A_i}$$

where:

A_i : Area of the i-th plate element, in mm^2.

P_i : Lateral pressure of the i-th plate element, in N/mm^2.

n : Number of finite elements in the buckling panel.

2.6 Buckling criteria

2.6.1 UP-A

The compressive buckling strength of UP-A is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{UP-A} \leq \eta_{all}$$

where:

η_{UP-A} : Maximum plate utilisation factor, calculated according to Method A as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.2]**.

2.6.2 UP-B

The compressive buckling strength of UP-B is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{UP-B} \leq \eta_{all}$$

where:

η_{UP-B} : Maximum plate utilisation factor, calculated according to Method B as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.2]**.

2.6.3 SP-A

The compressive buckling strength of SP-A is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{SP-A} \leq \eta_{all}$$

where:

η_{SP-A} : Maximum stiffened panel utilisation factor taken as the maximum of:

a) The overall stiffened panel capacity as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.1]**.

b) The plate capacity calculated according to Method A as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.2]**.

c) The stiffener buckling strength as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.3]** considering separately the properties (thickness, dimensions), the pressures defined in **[2.5.2]** and the reference stresses of each EPP at both sides of the stiffener.

Note 1: The stiffener buckling capacity check can only be fulfilled when the overall stiffened panel capacity, as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.1]**, is satisfied.

2.6.4 SP-B

The compressive buckling strength of SP-B is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{SP-B} \leq \eta_{all}$$

where:

η_{SP-B} : Maximum stiffened panel utilisation factor taken as the maximum of:

a) The overall stiffened panel capacity as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.1]**.

b) The plate capacity calculated according to Method B as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.2]**.

c) The stiffener buckling strength as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.3]** considering separately the properties (thickness, dimensions), the pressures defined in **[2.5.2]** and the reference stresses of each EPP at both sides of the stiffener.

Note 1: The stiffener buckling capacity check can only be fulfilled when the overall stiffened panel capacity, as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.1]**, is satisfied.

2.6.5 Web plate in way of openings

The web plate of primary supporting members with openings is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{opening} \leq \eta_{all}$$

where:

$\eta_{opening}$: Maximum web plate utilisation factor in way of openings, as defined in **Ch 8, Sec 5, [2.4]**.

3. Pillars

3.1 Buckling criteria

3.1.1

The compressive buckling strength of pillars is to satisfy the following criterion:

$$\eta_{Pillar} \leq \eta_{all}$$

where:

η_{Pillar} : Maximum buckling utilisation factor of pillars defined in **Ch 8, Sec 5, [3.1]**.

Section 5 – Buckling capacity

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

A_s : Net sectional area of the stiffener without attached plating, in mm^2.

a : Length of the longer side of the plate panel, in mm.

b : Length of the shorter side of the plate panel, in mm.

b_{eff} : Effective width of the attached plating of a stiffener, in mm, as defined in **[2.3.5]**.

b_{eff1} : Effective width of the attached plating of a stiffener, in mm, without the shear lag effect taken as:

- For $\sigma_x > 0$
  - For prescriptive assessment:

$$b_{eff1} = \frac{C_{x1}b_1 + C_{x2}b_2}{2}$$

  - For FE analysis:

$$b_{eff1} = C_x b$$

- For $\sigma_x \le 0$

$$b_{eff1} = b$$

b_f : Breadth of the stiffener flange, in mm.

b_1, b_2 : Width of plate panel on each side of the considered stiffener, in mm.

C_{x1}, C_{x2} : Reduction factor defined in **Table 3** calculated for the EPP1 and EPP2 on each side of the considered stiffener according to case 1.

d : Length of the side parallel to the axis of the cylinder corresponding to the curved plate panel as shown in **Table 4**, in mm.

d_e : Distance from upper edge of web to the top of the flange, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 2, Figure 3**.

e_f : Distance from attached plating to centre of flange, in mm, to be taken as:

$e_f = h_w$, for flat bar profile.

$e_f = h_w - 0.5t_f$, for bulb profile.

$e_f = h_w + 0.5t_f$, for angle, L2 and Tee profiles.

$e_f = h_w - d_e - 0.5t_f$, for L3 profile.

F_{long} : Coefficient defined in **[2.2.4]**.

F_{tran} : Coefficient defined in **[2.2.5]**.

h_w : Depth of Stiffener web, in mm, as shown in **Figure 1**.

ℓ : Span, in mm, of stiffener equal to the spacing between primary supporting members.

R : Radius of curved plate panel, in mm.

R_{eH_P} : Specified minimum yield stress of the plate, in N/mm^2.

R_{eH_S} : Specified minimum yield stress of the stiffener, in N/mm^2.

S : Partial safety factor to be taken as:

- $S = 1.1$ for structures which are exposed to local concentrated loads.
- $S = 1.0$ for all other cases.

t_p : Net thickness of plate panel, in mm.

t_w : Net stiffener web thickness, in mm.

t_f : Net flange thickness, in mm.

x_{axis} : Local axis of a rectangular buckling panel parallel to its long edge.

y_{axis} : Local axis of a rectangular buckling panel perpendicular to its long edge.

α : Aspect ratio of the plate panel, defined in **Table 3** to be taken as: $\alpha = a/b$.

β : Coefficient taken as: $\beta = \dfrac{1-\psi}{\alpha}$.

w : Coefficient taken as: $w = \min(3;\alpha)$.

σ_x : Stress applied on the edge along x axis of the buckling panel, in N/mm^2.

σ_y : Stress applied on the edge along y axis of the buckling panel, in N/mm^2.

σ_1 : Maximum stress, in N/mm^2.

σ_2 : Minimum stress, in N/mm^2.

σ_E : Elastic buckling reference stress, in N/mm^2 to be taken as:

- For the application of plate limit state according to **[2.2.1]**:

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\left(\frac{t_p}{b}\right)^2$$

- For the application of curved plate panels according to **[2.2.6]**:

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\left(\frac{t_p}{d}\right)^2$$

τ : Applied shear stress, in N/mm^2.

τ_c : Buckling strength in shear, in N/mm^2, as defined in **[2.2.3]**.

Ψ : Edge stress ratio to be taken as: $\Psi = \dfrac{\sigma_2}{\sigma_1}$

γ : Stress multiplier factor acting on loads. When the factor is such that the loads reach the interaction formulae, $\gamma = \gamma_c$.

γ_c : Stress multiplier factor at failure.

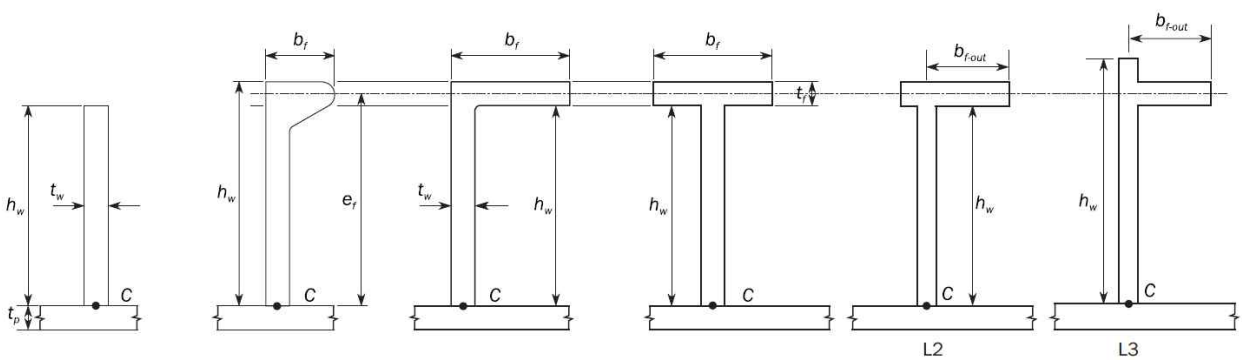


Figure 1 : Stiffener cross sections

1. General

1.1 Scope

1.1.1

This section contains the methods for determination of the buckling capacity of plate panels, stiffeners, primary supporting members and pillars.

1.1.2

For the application of this section, the stresses σ_x, σ_y and τ applied on the structural members are defined in:

- Ch 8, Sec 3 for prescriptive requirements.
- Ch 8, Sec 4 for FE analysis requirements.

1.1.3 Ultimate buckling capacity

The ultimate buckling capacity is calculated by applying the actual stress combination and then increasing or decreasing the stresses proportionally until the interaction formulae defined in [2.1.1], [2.2.1], and [2.3.4] are equal to 1.0.

1.1.4 Buckling utilisation factor

The buckling utilisation factor of the structural member is equal to the highest utilisation factor obtained for the different buckling modes.

1.1.5 Lateral pressure

The lateral pressure is to be considered as constant in the buckling strength assessment.

2. Buckling capacity of plates and stiffeners

2.1 Overall stiffened panel capacity

2.1.1

The elastic stiffened panel limit state is based on the following interaction formula:

$$\frac{P_z}{c_f} = 1$$

where c_f and P_z are defined in [2.3.4].

2.2 Plate panel

2.2.1 Plate limit state

The plate limit state is based on the following interaction formulae:

$$\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_x S}{\sigma'_{cx}}\right)^{e_0} - B\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_x S}{\sigma'_{cx}}\right)^{e_0/2}\left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_y S}{\sigma'_{cy}}\right)^{e_0/2} + \left(\frac{\gamma_{c1}\sigma_y S}{\sigma'_{cy}}\right)^{e_0} + \left(\frac{\gamma_{c1}|\tau| S}{\tau_c}\right)^{e_0} = 1$$

$$\left(\frac{\gamma_{c2}\sigma_x S}{\sigma'_{cx}}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_{c2}|\tau| S}{\tau'_c}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1 \qquad \text{for } \sigma_x \geq 0$$

$$\left(\frac{\gamma_{c3}\sigma_y S}{\sigma'_{cy}}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_{c3}|\tau| S}{\tau'_c}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1 \qquad \text{for } \sigma_y \geq 0$$

$$\frac{\gamma_{c4}|\tau|S}{\tau_c'} = 1$$

with

$$\gamma_c = \min(\gamma_{c1}, \gamma_{c2}, \gamma_{c3}, \gamma_{c4})$$

where:

σ_x, σ_y : Applied normal stress to the plate panel, in N/mm^2, to be taken as defined in **[2.2.7]**.

τ : Applied shear stress to the plate panel, in N/mm^2.

σ_{cx}' : Ultimate buckling stress, in N/mm^2 in direction parallel to the longer edge of the buckling panel as defined in **[2.2.3]**.

σ_{cy}' : Ultimate buckling stress, in N/mm^2 in direction parallel to the shorter edge of the buckling panel as defined in **[2.2.3]**.

τ_c' : Ultimate buckling shear stress, in N/mm^2, as defined in **[2.2.3]**.

$\gamma_{c1}, \gamma_{c2}, \gamma_{c3}, \gamma_{c4}$: Stress multiplier factors at failure for each of the above different limit states. γ_{c2} and γ_{c3} are only to be considered when $\sigma_x \geq 0$ and $\sigma_y \geq 0$ respectively.

B : Coefficient given in **Table 1**.

e_0 : Coefficient given in **Table 1**.

β_p : Plate slenderness parameter taken as:

$$\beta_p = \frac{b}{t_p}\sqrt{\frac{R_{eH_P}}{E}}$$

Table 1 : Definition of coefficients B and e_0

Applied Stress	B	e_0
$\sigma_x \geq 0$ and $\sigma_y \geq 0$	$0.7 - 0.3\beta_p/\alpha^2$	$2/\beta_p^{0.25}$
$\sigma_x < 0$ or $\sigma_y < 0$	1.0	2.0

2.2.2 Reference degree of slenderness

The reference degree of slenderness is to be taken as:

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_{eH_P}}{K\sigma_E}}$$

where:

K : Buckling factor, as defined in **Table 3** and **Table 4**.

2.2.3 Ultimate buckling stresses

The ultimate buckling stress of plate panels, in N/mm^2, is to be taken as:

$$\sigma_{cx}' = C_x R_{eH_P}$$

$$\sigma_{cy}' = C_y R_{eH_P}$$

The ultimate buckling stress of plate panels subject to shear, in N/mm^2, is to be taken as:

$$\tau_c' = C_\tau \frac{R_{eH_P}}{\sqrt{3}}$$

where:

C_x, C_y, C_τ : Reduction factors, as defined in **Table 3**.

- For the 1st Equation of **[2.2.1]**, when $\sigma_x < 0$ or $\sigma_y < 0$, the reduction factors are to taken as:

  $C_x = C_y = C_\tau = 1$.

- For the other cases;
  - For SP-A and UP-A, C_y is calculated according to **Table 3** by using

    $c_1 = \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) \geq 0$

  - For SP-B and UP-B, C_y is calculated according to **Table 3** by using

    $c_1 = 1$

The boundary conditions for plates are to be considered as simply supported, see cases 1, 2 and 15 of **Table 3**. If the boundary conditions differ significantly from simple support, a more appropriate boundary condition can be applied according to the different cases of **Table 3** subject to the agreement of the Society.

2.2.4 Correction Factor F_{long}

The correction factor, F_{long} depending on the edge stiffener types on the longer side of the buckling panel is defined in **Table 2**. An average value of F_{long} is to be used for plate panels having different edge stiffeners. For stiffener types other than those mentioned in **Table 2**, the value of c is to be agreed by the Society. In such a case, value of c higher than those mentioned in **Table 2** can be used, provided it is verified by buckling strength check of panel using non-linear FE analysis and deemed appropriate by the Society.

Table 2 : Correction Factor (F_{long})

Structural element types			F_{long}	c
Unstiffened Panel			1.0	N/A
Stiffened Panel	Stiffener not fixed at both ends		1.0	N/A
	Stiffener fixed at both ends	Flat bar[(1)]	$F_{long} = c + 1$ for $\frac{t_w}{t_p} > 1$ $F_{long} = c\left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3 + 1$ for $\frac{t_w}{t_p} \leq 1$	0.10
		Bulb profile		0.30
		Angle L2 and L3 profile		0.40
		T profile		0.30
		Girder of high rigidity (e.g. bottom transverse)	1.4	N/A

(1) t_w is the net web thickness, in mm, without the correction defined in **[2.3.2]**.

2.2.5 Correction factor F_{tran}

The correction factor F_{tran} is to be taken as:

$$F_{tran} = 1$$

2.2.6 Curved plate panels

This requirement for curved plate limit state is applicable when $R/t_p \leq 2500$. Otherwise, the requirement for plate limit state given in **[2.2.1]** is applicable.

The curved plate limit state is based on the following interaction formula:

$$\left(\frac{\gamma_c\,\sigma_{ax}S}{C_{ax}\,R_{eH_p}}\right)^{1.25}-0.5\left(\frac{\gamma_c\,\sigma_{ax}S}{C_{ax}\,R_{eH_p}}\right)\left(\frac{\gamma_c\,\sigma_{tg}S}{C_{tg}\,R_{eH_p}}\right)+\left(\frac{\gamma_c\,\sigma_{tg}S}{C_{tg}\,R_{eH_p}}\right)^{1.25}+\left(\frac{\gamma_c\,\tau\sqrt{3}\,S}{C_{\tau}\,R_{eH_p}}\right)^{2}=1.0$$

where:

σ_{ax} : Applied axial stress to the cylinder corresponding to the curved plate panel, in N/mm^2. In case of tensile axial stresses, $\sigma_{ax}=0$.

σ_{tg} : Applied tangential stress to the cylinder corresponding to the curved plate panel, in N/mm^2. In case of tensile tangential stresses, $\sigma_{tg}=0$.

C_{ax}, C_{tg}, C_{τ} : Reduction factor of the curved plate panel, as defined in **Table 4**.

The stress multiplier factor, γ_c of the curved plate panel needs not be taken less than the stress multiplier factor, γ_c for the expanded plane panel according to **[2.2.1]**.

2.2.7 Applied normal stress to plate panel

The normal stresses, σ_x and σ_y, in N/mm^2, to be applied for the plate panel capacity calculation as given in **[2.2.1]** are to be taken as follows:

- For FE analysis, the reference stresses as defined in **Ch 8, Sec 4, [2.4]**.
- For prescriptive assessment of the overall stiffened panel capacity and the plate panel capacity, the axial or transverse compressive stresses calculated according to **Ch 8, Sec 3, [2.2.1]**, at load calculation points of the considered stiffener or the considered elementary plate panel, as defined in **Ch 3, Sec 7, [3]** and **[2]** respectively. However, in case of transverse stiffening arrangement, the transverse compressive stress used for the assessment of the overall stiffened panel capacity is to be taken as the compressive stress calculated at load calculation points of the stiffener attached plating, as defined in **Ch 3, Sec 7, [2]**.
- For grillage analysis where the stresses are obtained based on beam theory, the stresses taken as:

$$\sigma_x=\frac{\sigma_{xb}+\nu\sigma_{yb}}{1-\nu^2}$$

$$\sigma_y=\frac{\sigma_{yb}+\nu\sigma_{xb}}{1-\nu^2}$$

where:

σ_{xb}, σ_{yb} : Stress, in N/mm^2, from grillage beam analysis respectively along x or y axis of the attached buckling panel.

The shear stress τ, in N/mm^2, to be applied for the plate panel capacity calculation as given in **[2.2.1]** are to be taken as follows

- For FE analysis, the reference shear stresses as defined in **Ch 8, Sec 4, [2.4]**.
- For prescriptive assessment, the shear stresses calculated according to **Ch 8, Sec 3, [2.2.1]**, at load calculation points of the considered elementary plate panel, as defined in **Ch 3, Sec 7, [2]**.
- For grillage beam analysis, $\tau=0$ in the attached buckling panel.

Table 3 : Buckling Factor and reduction factor for plane plate panels

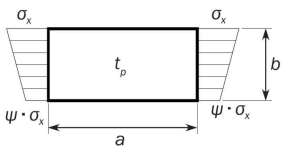
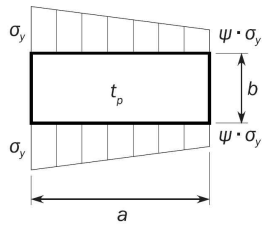
Case	Stress ratio ψ	Aspect ratio α	Buckling factor K	Reduction factor C
1 	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_x = F_{long}\dfrac{8.4}{\psi + 1.1}$	When $\sigma_x \leq 0$: $C_x = 1$ When $\sigma_x > 0$: $C_x = 1$ for $\lambda \leq \lambda_c$ $C_x = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{0.22}{\lambda^2}\right)$ for $\lambda > \lambda_c$ where : $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \dfrac{0.88}{c}}\right)$
	$0 > \psi > -1$		$K_x = F_{long}[7.63 - \psi(6.26 - 10\psi)]$	
	$\psi \leq -1$		$K_x = F_{long}[5.975(1-\psi)^2]$	
2 	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_y = F_{tran}\dfrac{2\left(1 + \dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2}{1 + \psi + \dfrac{(1-\psi)}{100}\left(\dfrac{2.4}{\alpha^2} + 6.9 f_1\right)}$	When $\sigma_y \leq 0$: $C_y = 1$ when $\sigma_y > 0$ $C_y = c\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{R + F^2(H-R)}{\lambda^2}\right)$ where: $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $R = \lambda(1 - \lambda/c)$ for $\lambda < \lambda_c$ $R = 0.22$ for $\lambda \geq \lambda_c$ $\lambda_c = 0.5c(1 + \sqrt{1 - 0.88/c})$ $F = \left[1 - \left(\dfrac{K}{0.91} - 1\right)/\lambda_p^2\right]c_1 \geq 0$ $\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0.5$ for $1 \leq \lambda_p^2 \leq 3$ $c_1 = \left(1 - \dfrac{1}{\alpha}\right) \geq 0$ $H = \lambda - \dfrac{2\lambda}{c\left(T + \sqrt{T^2 - 4}\right)} \geq R$ $T = \lambda + \dfrac{14}{15\lambda} + \dfrac{1}{3}$
		$\alpha \leq 6$	$f_1 = (1-\psi)(\alpha - 1)$	
		$\alpha > 6$	$f_1 = 0.6\left(1 - \dfrac{6\psi}{\alpha}\right)\left(\alpha + \dfrac{14}{\alpha}\right)$, But not greater than $14.5 - \dfrac{0.35}{\alpha^2}$	

Table 3 : Buckling Factor and reduction factor for plane plate panels

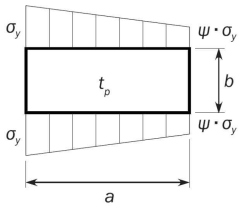
Case	Stress ratio ψ	Stress ratio ψ and Buckling factor K	Reduction factor C
2 	$0 > \psi \geq 1 - \frac{4\alpha}{3}$	$K_y = \frac{200 F_{tran}(1+\beta^2)^2}{(1-f_3)(100+2.4\beta^2+6.9 f_1+23 f_2)}$	
		Stress ratio ψ : $\alpha > 6(1-\psi)$ $f_1 = 0.6\left(\frac{1}{\beta}+14\beta\right)$, But not greater than $14.5-0.35\beta^2$ $f_2 = f_3 = 0$	
		Stress ratio ψ : $3(1-\psi) \leq \alpha \leq 6(1-\psi)$ $f_1 = \frac{1}{\beta} - 1$ $f_2 = f_3 = 0$	
		Stress ratio ψ : $1.5(1-\psi) \leq \alpha < 3(1-\psi)$ $f_1 = \frac{1}{\beta} - (2-w\beta)^4 - 9(w\beta-1)\left(\frac{2}{3}-\beta\right)$ $f_2 = f_3 = 0$	
		Stress ratio ψ : $1-\psi \leq \alpha < 1.5(1-\psi)$ • For $\alpha > 1.5$: $f_1 = 2\left(\frac{1}{\beta} - 16\left(1-\frac{\omega}{3}\right)^4\right)\left(\frac{1}{\beta}-1\right)$ $f_2 = 3\beta - 2$ $f_3 = 0$ • For $\alpha \leq 1.5$: $f_1 = 2\left(\frac{1.5}{1-\psi}-1\right)\left(\frac{1}{\beta}-1\right)$ $f_2 = \frac{\psi(1-16f_4^2)}{1-\alpha}$ $f_3 = 0$ $f_4 = (1.5 - \mathrm{Min}(1.5;\alpha))^2$	
		Stress ratio ψ : $0.75(1-\psi) \leq \alpha < 1-\psi$ $f_1 = 0$ $f_2 = 1+2.31(\beta-1)-48(4/3-\beta)f_4^2$ $f_3 = 3f_4(\beta-1)\left(\frac{f_4}{1.81}-\frac{\alpha-1}{1.31}\right)$ $f_4 = (1.5 - \mathrm{Min}(1.5;\alpha))^2$	
	$\psi < 1 - \frac{4\alpha}{3}$	$K_y = 5.972 F_{tran}\frac{\beta^2}{1-f_3}$ $f_3 = f_5\left(\frac{f_5}{1.81}+\frac{1+3\psi}{5.24}\right)$ $f_5 = \frac{9}{16}(1+\mathrm{Max}(-1;\psi))^2$	

Table 3 : Buckling Factor and reduction factor for plane plate panels (continued)

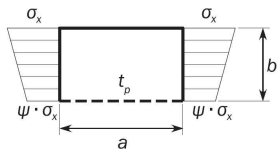
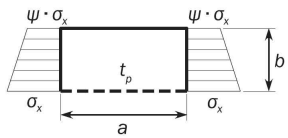
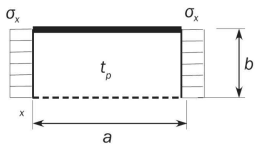
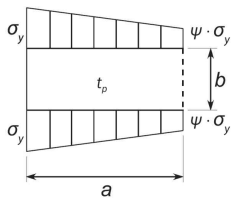
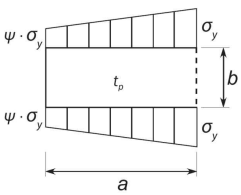
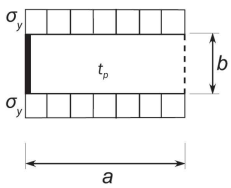
Case	Stress ratio ψ	Aspect ratio α	Buckling factor K	Reduction factor C
3 	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_x = \dfrac{4(0.425+1/\alpha^2)}{3\psi+1}$		$C_x = 1$ for $\lambda \leq 0.7$ $C_x = \dfrac{1}{\lambda^2+0.51}$ for $\lambda > 0.7$
	$0 > \psi \geq -1$	$K_x = 4(0.425+1/\alpha^2)(1+\psi)-5\psi(1-3.42\psi)$		
4 	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_x = \left(0.425+\dfrac{1}{\alpha^2}\right)\dfrac{3-\psi}{2}$		
5 	–	$\alpha \geq 1.64$	$K_x = 1.28$	
		$0 < \alpha < 1.64$	$K_x = \dfrac{1}{\alpha^2} + 0.56 + 0.13\alpha^2$	
6 	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_y = \dfrac{4(0.425+\alpha^2)}{(3\psi+1)\alpha^2}$		$C_y = 1$ for $\lambda \leq 0.7$ $C_y = \dfrac{1}{\lambda^2+0.51}$ for $\lambda > 0.7$
	$0 > \psi \geq -1$	$K_y = 4(0.425+\alpha^2)(1+\psi)\dfrac{1}{\alpha^2}-5\psi(1-3.42\psi)\dfrac{1}{\alpha^2}$		
7 	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_y = (0.425+\alpha^2)\dfrac{(3-\psi)}{2\alpha^2}$		
8 	–	$K_y = 1+\dfrac{0.56}{\alpha^2}+\dfrac{0.13}{\alpha^4}$		

Table 3 : Buckling Factor and reduction factor for plane plate panels (continued)

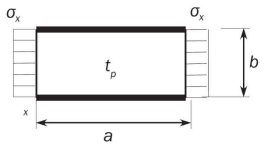
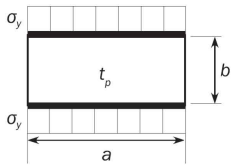
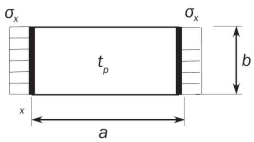
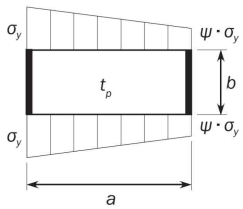
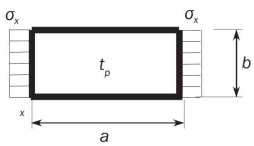
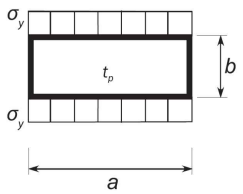
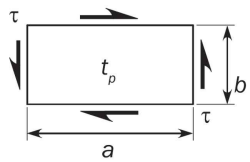
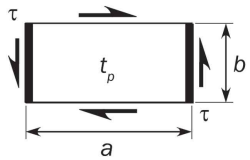
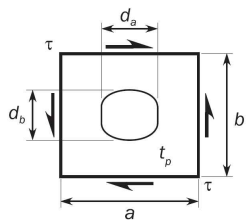
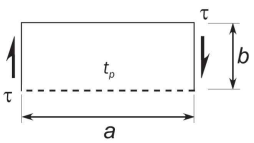
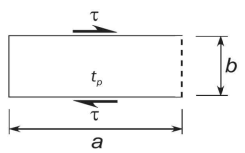
Case	Stress ratio ψ	Aspect ratio α	Buckling factor K	Reduction factor C
9 	–	$K_x = 6.97$		$C_x = 1$ for $\lambda \le 0.83$
10 	–	$K_y = 4 + \frac{2.07}{\alpha^2} + \frac{0.67}{\alpha^4}$		$C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$ for $\lambda > 0.83$
11 	–	$\alpha \ge 4$	$K_x = 4$	$C_x = 1$ for $\lambda \le 0.83$
		$\alpha < 4$	$K_x = 4 + 2.74\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	$C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$ for $\lambda > 0.83$
12 	–	$K_y = K_y$ determined as per case 2		$C_y = C_{y2}$ for $\alpha < 2$ $C_y = \left(1.06 + \frac{1}{10\alpha}\right)C_{y2}$ for $\alpha \ge 2$ where: $C_{y2} = C_y$ determined as per case 2
13 	–	$\alpha \ge 4$	$K_x = 6.97$	$C_x = 1$ for $\lambda \le 0.83$
		$\alpha < 4$	$K_x = 6.97 + 3.1\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	$C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$ for $\lambda > 0.83$
14 	–	$K_y = \frac{6.97}{\alpha^2} + \frac{3.1}{\alpha^2}\left(\frac{4-1/\alpha}{3}\right)^4$		$C_y = 1$ for $\lambda \le 0.83$ $C_y = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$ for $\lambda > 0.83$

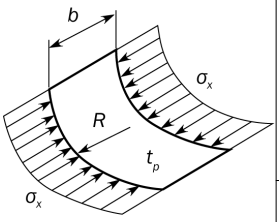
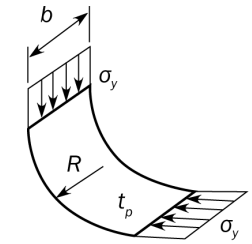
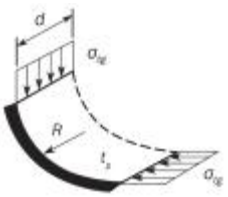
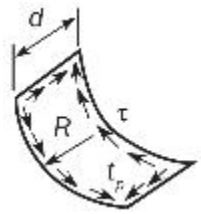
Table 3 : Buckling Factor and reduction factor for plane plate panels (continued)

Case	Stress ratio ψ	Aspect ratio α	Buckling factor K	Reduction factor C
15 	–	$K_\tau = \sqrt{3}\left[5.34 + \frac{4}{\alpha^2}\right]$		$C_\tau = 1$ for $\lambda \le 0.84$ $C_\tau = \frac{0.84}{\lambda}$ for $\lambda > 0.84$
16 	–	$K_\tau = \sqrt{3}\left\{5.34 + Max\left[\frac{4}{\alpha^2}; \frac{7.15}{\alpha^{2.5}}\right]\right\}$		
17 	–	$K_\tau = K_{\tau case15} r$ $K_{\tau case15} = K_\tau$ according to case 15 r: opening reduction factor taken as $r = \left(1 - \frac{d_a}{a}\right)\left(1 - \frac{d_b}{b}\right)$ with $\frac{d_a}{a} \le 0.7$ and $\frac{d_b}{b} \le 0.7$		
18 	–	$K_\tau = 3^{0.5}(0.6 + 4/\alpha^2)$		
19 	–	$K_\tau = 8$		

Edge boundary conditions :
------ Plate edge free.
——— Plate edge simply supported.
━━━ Plate edge clamped.

Notes:
1) Cases listed are general cases. Each stress component(σ_x, σ_y) is to be understood in local coordinates.

Table 4 : Buckling Factor and reduction factor for curved plate panel with $R/t_p \leq 2500$

Case	Aspect ratio	Buckling factor K	Reduction factor C
1 	$\frac{d}{R} \leq 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 1 + \frac{2}{3}\frac{d^2}{Rt_p}$	For general application: $C_{ax} = 1$ for $\lambda \leq 0.25$ $C_{ax} = 1.233 - 0.933\lambda$ for $0.25 < \lambda \leq 1$ $C_{ax} = 0.3/\lambda^3$ for $1 < \lambda \leq 1.5$ $C_{ax} = 0.2/\lambda^2$ for $\lambda > 1.5$ For curved single fields, e.g. bilge plating, which are bounded by plane panels: $C_{ax} = \frac{0.65}{\lambda^2} \leq 1.0$
	$\frac{d}{R} > 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.267\frac{d^2}{Rt_p}[3 - \frac{d}{R}\sqrt{\frac{t_p}{R}}] \geq 0.4\frac{d^2}{Rt_p}$	
2 	$\frac{d}{R} \leq 1.63\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \frac{d}{\sqrt{Rt_p}} + 3\frac{(Rt_p)^{0.175}}{d^{0.35}}$	For general application: $C_{tg} = 1$ for $\lambda \leq 0.4$ $C_{tg} = 1.274 - 0.686\lambda$ for $0.4 < \lambda \leq 1.2$ $C_{tg} = 0.65/\lambda^2$ for $\lambda > 1.2$ For curved single fields, e.g. bilge plating, which are bounded by plane panels: $C_{tg} = \frac{0.8}{\lambda^2} \leq 1.0$
	$\frac{d}{R} > 1.63\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.3\frac{d^2}{R^2} + 2.25(\frac{R^2}{dt_p})^2$	
3 	$\frac{d}{R} \leq \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \frac{0.6d}{\sqrt{Rt_p}} + \frac{\sqrt{Rt_p}}{d} - 0.3\frac{Rt_p}{d^2}$	As in load case 2a.
	$\frac{d}{R} > \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.3\frac{d^2}{R^2} + 0.291(\frac{R^2}{dt_p})^2$	
4 	$\frac{d}{R} \leq 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\sqrt{28.3 + \frac{0.67d^3}{R^{1.5}t_p^{1.5}}}$	$C_\tau = 1$ for $\lambda \leq 0.4$ $C_\tau = 1.274 - 0.686\lambda$ for $0.4 < \lambda \leq 1.2$ $C_\tau = \frac{0.65}{\lambda^2}$ for $\lambda > 1.2$
	$\frac{d}{R} > 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\frac{0.28d^2}{R\sqrt{Rt_p}}$	

Explanations for boundary conditions:
------ Plate edge free.
——— Plate edge simply supported.
━━━ Plate edge clamped.

2.3 Stiffeners

2.3.1 Buckling modes

The following buckling modes are to be checked:

a) Stiffener induced failure (SI)

b) Associated plate induced failure (PI)

2.3.2 Web thickness of flat bar

For accounting the decrease of the stiffness due to local lateral deformation, the effective web thickness of flat bar stiffener, in mm, is to be used in **[2.3.4]** for the calculation of the net sectional area, A_s, the net section modulus, Z, and the moment of inertia, I, of the stiffener and is taken as:

$$t_{\mathrm{w-red}} = t_{\mathrm{w}}\left(1 - \frac{2\pi^2}{3}\left(\frac{h_{\mathrm{w}}}{s}\right)^2\left(1 - \frac{b_{eff1}}{s}\right)\right)$$

2.3.3 Idealisation of bulb profile

Bulb profiles may be considered as equivalent angle profiles, as defined in **Ch 3, Sec 7, [1.4.1]**.

2.3.4 Ultimate buckling capacity

When $\sigma_a + \sigma_b + \sigma_w > 0$ the ultimate buckling capacity for stiffeners is to be checked according to the following interaction formula:

$$\frac{\gamma_c \sigma_a + \sigma_b + \sigma_w}{R_{eH}} = 1$$

where:

σ_a : Effective axial stress, in N/mm^2, at mid-span of the stiffener, acting on the stiffener with its attached plating.

$$\sigma_a = \sigma_x \frac{s\,t_p + A_s}{b_{eff1}\,t_p + A_s}$$

σ_x : Nominal axial stress, in N/mm^2, acting on the stiffener with its attached plating.

- For FE analysis, σ_x is the FE corrected stress as defined in **[2.3.6]** in the attached plating in the direction of the stiffener axis.
- For prescriptive assessment, σ_x is the axial stress calculated according to **Ch 8, Sec 3, [2.2.1]** at load calculation point of the stiffener, as defined in **Ch 3, Sec 7, [3]**.
- For grillage beam analysis, σ_x is the stress acting along the x-axis of the attached buckling panel.

R_{eH} : Specified minimum yield stress of the material, in N/mm^2:

a) $R_{eH} = R_{eH-S}$ for stiffener induced failure (SI)

b) $R_{eH} = R_{eH-P}$ for plate induced failure (PI)

σ_b : Bending stress in the stiffener, in N/mm^2:

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{Z \times 10^3}$$

Z : Net section modulus of stiffener, in cm^3, including effective width of plating according to **[2.3.5]**, to be taken as:

- The section modulus calculated at the top of stiffener flange for stiffener induced failure (SI).
- The section modulus calculated at the attached plating for plate induced failure (PI).

C_{PI} : Plate induced failure pressure coefficient:

$C_{PI} = 1$ if the lateral pressure is applied on the side opposite to the stiffener.

$C_{PI} = -1$ if the lateral pressure is applied on the same side as the stiffener.

C_{SI} : Stiffener induced failure pressure coefficient:

$C_{SI} = -1$ if the lateral pressure is applied on the side opposite to the stiffener.

$C_{SI} = 1$ if the lateral pressure is applied on the same side as the stiffener.

M_1 : Bending moment, in Nmm, due to the lateral load P:

$$M_1 = C_i \frac{|P| s \ell^2}{24 \times 10^3}$$ for continuous stiffener

$$M_1 = C_i \frac{|P| s \ell^2}{8 \times 10^3}$$ for sniped stiffener

$$M_1 = C_i \frac{|P| s \ell^2}{14.2 \times 10^3}$$ for stiffeners sniped at one end and continuous at other end.

P : Lateral load, in kN/m^2.

- For FE analysis, P is the average pressure as defined in **Ch 8, Sec 4, [2.5.2]** in the attached plating.
- For prescriptive assessment, P is the pressure calculated at load calculation point of the stiffener, as defined in **Ch 3, Sec 7, [3]**.

C_i : Pressure coefficient:

$C_i = C_{SI}$ for stiffener induced failure (SI).

$C_i = C_{PI}$ for plate induced failure (PI).

M_0 : Bending moment (Nmm) due to the lateral deformation, w of stiffener:

$$M_0 = F_E \left(\frac{P_z \mathrm{w}}{c_f - P_z}\right) \quad \text{with} \quad c_f - P_z > 0$$

F_E : Ideal elastic buckling force of the stiffener, in N.

$$F_E = \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 E\ I\ 10^4$$

I : Moment of inertia, in cm^4, of the stiffener including effective width of attached plating according to **[2.3.5]**. I is to comply with the following requirement:

$$I \geq \frac{s\, t_p^3}{12 \times 10^4}$$

t_p : Net thickness of plate, in mm, to be taken as

- For prescriptive requirements: the mean thickness of the two attached plating panels,
- For FE analysis: the thickness of the considered EPP on one side of the stiffener.

P_z : Nominal lateral load, in N/mm^2, acting on the stiffener due to stresses σ_x, σ_y and τ, in the attached plating in way of the stiffener mid span:

$$P_z = \frac{t_p}{s}\left(\sigma_{x\ell}\left(\frac{\pi s}{\ell}\right)^2 + 2c\gamma\sigma_y + \sqrt{2}\,\tau_1\right)$$

$$\sigma_{x\ell} = \gamma\sigma_x\left(1 + \frac{A_s}{s\, t_p}\right) \quad \text{but not less than 0}$$

$$\tau_1 = \gamma|\tau| - t_p\sqrt{R_{eH_p} E\left(\frac{m_1}{a^2} + \frac{m_2}{b^2}\right)} \quad \text{but not less than 0}$$

σ_y : Stress applied on the edge along y axis of the buckling panel, in N/mm^2, but not less than 0.

- For FE analysis, σ_y is the FE corrected stress as defined in **[2.3.6]** in the attached plating in the direction perpendicular to the stiffener axis.

- For prescriptive assessment, σ_y is the maximum compressive stress calculated according to **Ch 8, Sec 3, [2.2.1]**, at load calculation points of the stiffener attached plating, as defined in **Ch 3, Sec 7, [2]**.
- For grillage beam analysis, σ_y is the stress acting along the y-axis of the attached buckling panel.

τ : Applied shear stress, in N/mm^2.

- For FE analysis, τ is the reference shear stress as defined in **Ch 8, Sec 4, [2.4.2]** in the attached plating.
- For prescriptive assessment, τ is the shear stress at the attached plate calculated according to **Ch 8, Sec 3, [2.2.1]** at the following load calculation point :
  - At the middle of the full span, ℓ, of the considered stiffener
  - At the intersection point between the stiffener and its attached plate.
- For grillage beam analysis, τ = 0 in the attached buckling panel.

m_1, m_2 : Coefficients taken equal to:

$m_1 = 1.47,\ m_2 = 0.49$ for $\alpha \geq 2$

$m_1 = 1.96,\ m_2 = 0.37$ for $\alpha < 2$

c : Factor taking into account the stresses in the attached plating acting perpendicular to the stiffener's axis:

$c = 0.5(1+\psi)$ for $0 \leq \psi \leq 1$

$c = \dfrac{1}{2(1-\psi)}$ for $\psi < 0$

ψ : Edge stress ratio for case 2 according to **Table 3**.

w : Deformation of stiffener, in mm, taken equal to:

$\mathrm{w} = \mathrm{w}_0 + \mathrm{w}_1$

w_0 : Assumed imperfection, in mm, taken equal to:

a) $\mathrm{w}_0 = \ell 10^{-3}$ in general

b) $\mathrm{w}_0 = -\mathrm{w}_{\mathrm{na}}$ for stiffeners sniped at both ends, considering stiffener induced failure (SI)

c) $\mathrm{w}_0 = \mathrm{w}_{\mathrm{na}}$ for stiffeners sniped at both ends, considering plate induced failure (PI)

w_{na} : Distance from the mid-point of attached plating to the neutral axis of the stiffener calculated with the effective width of the attached plating according to **[2.3.5]**.

w_1 : Deformation of stiffener at midpoint of stiffener span due to lateral load, P, in mm. In case of uniformly distributed load, w_1 is to be taken as:

$\mathrm{w}_1 = \mathrm{C}_{\mathrm{i}} \dfrac{|P| s \ell^4}{384 \times 10^7 \mathrm{EI}}$ in general

$\mathrm{w}_1 = \mathrm{C}_{\mathrm{i}} \dfrac{5|P| s \ell^4}{384 \times 10^7 \mathrm{EI}}$ for stiffener sniped at both ends

$\mathrm{w}_1 = \mathrm{C}_{\mathrm{i}} \dfrac{2|P| s \ell^4}{384 \times 10^7 \mathrm{EI}}$ for stiffeners sniped at one end and continuous at the other end.

c_f : Elastic support provided by the stiffener , in N/mm^2, to be taken equal to:

$$c_f = F_E \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 (1 + c_p)$$

$$c_p = \frac{1}{1 + \dfrac{0.91}{c_{xa}} \left(\dfrac{12 I 10^4}{s t_p^3} - 1\right)}$$

c_{xa} : Coefficient to be taken as:

$$c_{xa} = \left(\frac{\ell}{2s} + \frac{2s}{\ell}\right)^2 \qquad \text{for } \ell \geq 2s$$

$$c_{xa} = \left(1 + \left(\frac{\ell}{2s}\right)^2\right)^2 \qquad \text{for } \ell < 2s$$

σ_{w} : The stress due to torsional deformation, σ_w, in N/mm^2, is to be taken equal to:

$$\sigma_{\mathrm{w}} = E y_{\mathrm{w}}\left(\frac{\mathrm{t_f}}{2} + \mathrm{h_w}\right)\Phi_0\left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2\left(\frac{1}{1 - \frac{0.4\mathrm{R_{eH_S}}}{\sigma_{\mathrm{ET}}}} - 1\right) \qquad \text{for stiffener induced failure (SI)}$$

$$\sigma_{\mathrm{w}} = 0 \qquad \text{for plate induced failure (PI)}$$

y_{w} : Distance, in mm, from centroid of stiffener cross-section to the free edge of stiffener flange, to be taken as:

$$y_{\mathrm{w}} = \frac{\mathrm{t_w}}{2} \qquad \text{for flat bar}$$

$$y_{\mathrm{w}} = \mathrm{b_f} - \frac{\mathrm{h_w} t_{\mathrm{w}}^2 + t_f b_f^2}{2\mathrm{A_s}} \qquad \text{for angle and bulb profiles}$$

$$y_{\mathrm{w}} = \mathrm{b_{f-out}} + 0.5\mathrm{t_w} - \frac{\mathrm{h_w t_w^2} + \mathrm{t_f}(\mathrm{b_f^2} - 2\mathrm{b_f d_f})}{2\mathrm{A_s}} \qquad \text{for L2 profile}$$

$$y_{\mathrm{w}} = \mathrm{b_{f-out}} + 0.5\mathrm{t_w} - \frac{(\mathrm{h_w} - \mathrm{t_f})\mathrm{t_w^2} + \mathrm{t_f}(\mathrm{b_f} + \mathrm{t_w})^2}{2\mathrm{A_s}} \qquad \text{for L3 profile}$$

$$y_{\mathrm{w}} = \frac{\mathrm{b_f}}{2} \qquad \text{for Tee profile}$$

Φ_0 : Coefficient taken as:

$$\Phi_0 = \frac{\ell}{h_{\mathrm{w}}} 10^{-3}$$

σ_{ET} : Reference stress for torsional buckling, in N/mm^2:

$$\sigma_{ET} = \frac{E}{I_p}\left(\frac{\epsilon \pi^2 I_w 10^2}{\ell^2} + 0.385 I_T\right)$$

I_P : Net polar moment of inertia of the stiffener, in cm^4, about point C as shown in **Figure 1**, as defined in **Table 5**.

I_T : Net St. Venant's moment of inertia of the stiffener, in cm^4, as defined in **Table 5**.

I_w : Net sectional moment of inertia of the stiffener, in cm^6, about point C as shown in **Figure 1**, as defined in **Table 5**.

ϵ : Degree of fixation.

$$\epsilon = 1 + \frac{\left(\frac{\ell}{\pi}\right)^2 10^{-3}}{\sqrt{I_w\left(\frac{0.75s}{t_p^3} + \frac{\mathrm{e_f} - 0.5\mathrm{t_f}}{t_{\mathrm{w}}^3}\right)}}$$

A_{w} : Net web area, in mm^2.

A_f : Net flange area, in mm^2.

Table 5 : Moments of inertia

	Flat bars[1]	Bulb, angle, L2, L3 and Tee profiles
I_p	$\frac{h_w^3 t_w}{3\times 10^4}$	$\left(\frac{A_w(e_f-0.5t_f)^2}{3}+A_f e_f^2\right)10^{-4}$
I_T	$\frac{h_w^3 t_w}{3\times 10^4}\left(1-0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$	$\frac{(e_f-0.5t_f)t_w^3}{3\times 10^4}\left(1-0.63\frac{t_w}{e_f-0.5t_f}\right)+\frac{b_f t_f^3}{3\times 10^4}\left(1-0.63\frac{t_f}{b_f}\right)$
I_w	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36\times 10^6}$	$\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12\times 10^6}\left(\frac{A_f+2.6A_w}{A_f+A_w}\right)$: for bulb angle, L2 and L3 profiles. $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12\times 10^6}$: for Tee profiles.
[1] t_w is the net web thickness, in mm, t_{w_red} as defined in **[2.3.2]** is not to be used in this table.		

2.3.5 Effective width of the attached plating, b_{eff}

The effective width of the attached plating of a stiffener, b_{eff}, in mm, is to be taken as:

- For $\sigma_x > 0$:
  - For FE analysis,

    $b_{eff} = \min(C_x b,\ \chi_s s)$
  - For prescriptive assessment,

    $b_{eff} = \min\left(\frac{C_{x1}b_1 + C_{x2}b_2}{2},\ \chi_s s\right)$
- For $\sigma_x \le 0$:
  - $b_{eff} = \chi_s s$

where:

χ_s : Effective width coefficient to be taken as:

$\chi_s = \min[50\ell + 0.6s; 200\ell]$ or

$\chi_s = s$

whichever is lesser.

ℓ_{eff} : The effective length of the stiffener, in mm, taken as:

$\ell_{eff} = \frac{\ell}{\sqrt{3}}$ for stiffener fixed at both ends.

$\ell_{eff} = 0.75\ell$ for stiffener simply supported at one end and fixed at the other.

$\ell_{eff} = \ell$ for stiffener simply supported at both ends.

2.3.6 FE corrected stresses for stiffener capacity

When the reference stresses σ_x and σ_y obtained by FE analysis according to **Ch 8, Sec 4, [2.4]** are both compressive, they are to be corrected according to the following formulae:

- If $\sigma_x < \nu\sigma_y$:

  $\sigma_{xcor} = 0$

  $\sigma_{ycor} = \sigma_y$
- If $\sigma_y < \nu\sigma_x$:

$$\sigma_{xcor} = \sigma_x$$

$$\sigma_{ycor} = 0$$

• In the other cases:

$$\sigma_{xcor} = \sigma_x - \nu\sigma_y$$

$$\sigma_{ycor} = \sigma_y - \nu\sigma_x$$

2.4 Primary supporting members

2.4.1 Web plate in way of openings

The web plate of primary supporting members with openings is to be assessed for buckling based on the combined axial compressive and shear stresses.

The web plate adjacent to the opening on both sides is to be considered as individual unstiffened plate panels as shown in **Table 6**.

The interaction formulae of **[2.2.1]** are to be used with:

$$\sigma_x = \sigma_{av}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\tau = \tau_{av}$$

where:

σ_{av} : Weighted average compressive stress, in N/mm^2, in the area of web plate being considered, i.e. *P1*, *P2* or *P3* as shown in **Table 6**.

For the application of the **Table 6**, the weighted average shear stress is to be taken as:

• Opening modelled in primary supporting members:

τ_{av} : Weighted average shear stress, in N/mm^2, in the area of web plate being considered, i.e. *P1*, *P2* or *P3* as shown in **Table 6**.

• Opening not modelled in primary supporting members:

τ_{av} : Weighted average shear stress, in N/mm^2, given in **Table 6**.

2.4.2 Reduction factors of web plate in way of openings

The reduction factors, C_x or C_y in combination with, C_τ of the plate panel(s) of the web adjacent to the opening is to be taken as shown in **Table 6**.

2.4.3

The equivalent plate panel of web plate of primary supporting members crossed by perpendicular stiffeners is to be idealised as shown in **Figure 2**.

The correction of panel breadth is applicable also for other slot configurations provided that the web or collar plate is attached to at least one side of the passing stiffener.

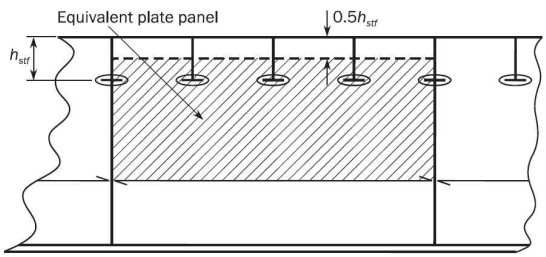
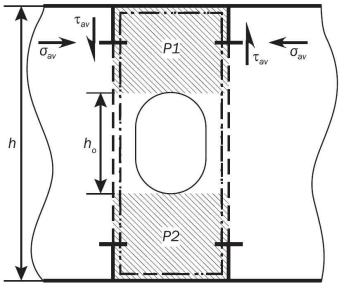
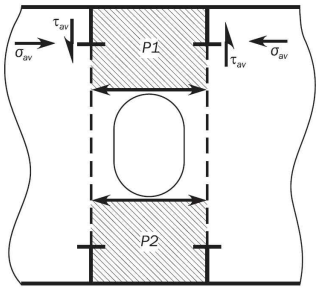
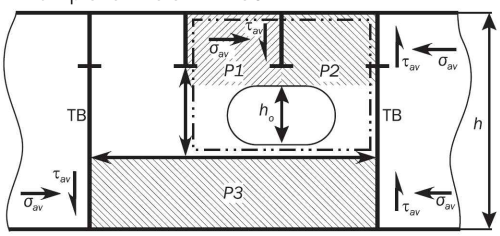


Figure 2 : Web plate idealisation

Table 6 : Reduction factors

Configuration	C_x, C_y	C_τ	
		Opening modelled in PSM	Opening not modelled in PSM
(a) Without edge reinforcements: 	Separate reduction factors are to be applied to areas *P1* and *P2* using case 3 or case 6 in **Table 3**, with edge stress ratio: $\psi = 1.0$	Separate reduction factors are to be applied to areas *P1* and P2 using case 18 or case 19 in **Table 3**.	When case 17 of **Table 3** is applicable: A common reduction factor is to be applied to areas *P1* and *P2* using case 17 in **Table 3** with: $\tau_{av} = \tau_{av}(web)$ When case 17 of **Table 3** is not applicable: Separate reduction factors are to be applied to areas P1 and P2 using case 18 or case 19 in **Table 3** with: $\tau_{ay} = \tau_{av}(web)\dfrac{h}{(h-h_0)}$
(b) With edge reinforcements: 	Separate reduction factors are to be applied for areas *P1* and *P2* using C_x for case 1 or C_y for case 2 in **Table 3** with stress ratio: $\psi = 1.0$	Separate reduction factors are to be applied for areas *P1* and *P2* using case 15 in **Table 3**.	Separate reduction factors are to be applied to areas *P1* and *P2* using case 15 in **Table 3** with: $\tau_{ay} = \tau_{av}(web)\dfrac{h}{(h-h_0)}$
(c) Example of hole in web: 		Panels *P1* and *P2* are to be evaluated in accordance with (a). Panel *P3* is to be evaluated in accordance with (b).	

Where:

h : Height, in m, of the web of the primary supporting member in way of the opening.

h_0 : Height, in m, of the opening measured in the depth of the web.

$\tau_{av}(web)$: Weighted average shear stress, in N/mm^2 over the web height h of the primary supporting member.

Note 1: Web panels to be considered for buckling in way of openings are shown shaded and numbered *P1*, *P2*, etc.

3. Buckling capacity of other structures

3.1 Pillars

3.1.1 Buckling utilisation factor

The buckling utilisation factor, η, for axially compressed pillars is to be taken as:

$$\eta = \frac{\sigma_{av}}{\sigma_{cr}}$$

where:

σ_{av} : Average axial compressive stress in the member, in N/mm^2.

σ_{cr} : Minimum critical buckling stress, in N/mm^2, taken as:

$$\sigma_{cr} = \sigma_E \qquad \text{for } \sigma_E \le 0.5R_{eH_s}$$

$$\sigma_{cr} = \left(1 - \frac{R_{eH_s}}{4\sigma_E}\right)R_{eH_s} \qquad \text{for } \sigma_E > 0.5R_{eH_s}$$

σ_E : Minimum elastic compressive buckling stress, in N/mm^2, according to **[3.1.2]** to **[3.1.4]**.

R_{eH_s} : Specified minimum yield stress of the considered member, in N/mm^2. For built up members, the lowest specified minimum yield stress is to be used.

3.1.2 Elastic column buckling stress

The elastic compressive column buckling stress, σ_{EC}, in N/mm^2 of members subject to axial compression is to be taken as:

$$\sigma_{EC} = \pi^2 E f_{end} \frac{I}{A\,\ell_{pill}^2} 10^{-4}$$

where:

I : Net moment of inertia about the weakest axis of the cross section, in cm^4.

A : Net cross sectional area of the member, in cm^2.

ℓ_{pill} : Length of the member, in m, taken as:

a) For pillar: unsupported length of the member

f_{end} : End constraint factor, taken as:

a) For pillar:

- $f_{end} = 1.0$ where both ends are simply supported.
- $f_{end} = 2.0$ where one end is simply supported and the other end is fixed.
- $f_{end} = 4.0$ where both ends are fixed.

A pillar end may be considered fixed when brackets of adequate size are fitted. Such brackets are to be supported by structural members with greater bending stiffness than the pillar.

3.1.3 Elastic torsional buckling stress

The elastic torsional buckling stress, σ_{ET}, in N/mm^2, with respect to axial compression of members is to be taken as:

$$\sigma_{ET} = \frac{GI_{sv}}{I_{pol}} + \frac{\pi^2 f_{end} E c_{warp}}{I_{pol}\ell_{pill}^2} 10^{-4}$$

where:

I_{sv} : Net St. Venant's moment of inertia, in cm^4, see **Table 7** for examples of cross sections.

I_{pol} : Net polar moment of inertia about the shear centre of cross section, in cm^4.

$$I_{pol} = I_y + I_z + A(y_0^2 + z_0^2)$$

c_{warp} : Warping constant, in cm^6, see **Table 7** for examples of cross sections.

ℓ_{pill} : Length of the member, in m as defined in **[3.1.2]**.

y_0 : Transverse position of shear centre relative to the cross sectional centroid, in cm, see **Table 7** for examples of cross sections.

z_0 : Vertical position of shear centre relative to the cross sectional centroid, in cm, see **Table 7** for examples of cross sections.

A : Net cross sectional area, in cm^2, as defined in **[3.1.2]**.

I_y : Net moment of inertia about y axis, in cm^4.

I_z : Net moment of inertia about z axis, in cm^4.

3.1.4 Elastic torsional/column buckling stress

For cross sections where the centroid and the shear centre do not coincide, the interaction between the torsional and column buckling mode is to be examined. The elastic torsional/column buckling stress, σ_{ETF}, with respect to axial compression is to be taken as:

$$\sigma_{ETF} = \frac{1}{2\zeta}[(\sigma_{EC} + \sigma_{ET}) - \sqrt{(\sigma_{EC} + \sigma_{ET})^2 - 4\zeta\sigma_{EC}\sigma_{ET}}]$$

where:

ζ : Coefficient taken as:

$$\zeta = 1 - \frac{(y_0^2 + z_0^2)A}{I_{pol}}$$

y_0 : Transverse position of shear centre relative to the cross sectional centroid, in cm, as defined in **[3.1.3]**.

z_0 : Vertical position of shear centre relative to the cross sectional centroid, in cm, as defined in **[3.1.3]**.

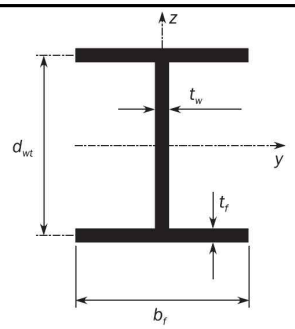
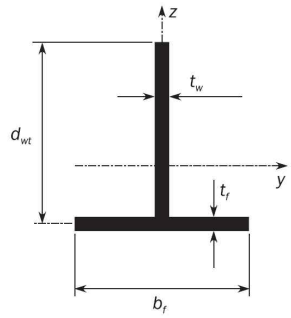
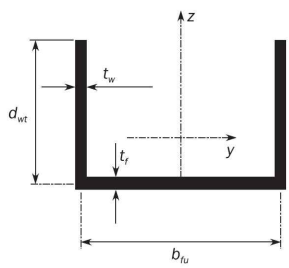
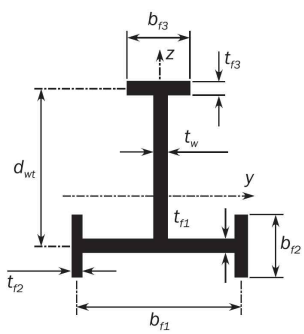
A : Net cross sectional area, in cm^2, as defined in **[3.1.2]**.

I_{pol} : Net polar moment of inertia about the shear centre of cross section, in cm^4 as defined in **[3.1.3]**.

σ_{EC} : Elastic column compressive buckling stress, as defined in **[3.1.2]**.

σ_{ET} : Elastic torsional buckling stress, as defined in **[3.1.3]**.

Table 7 : Cross sectional properties

	$I_{sv} = \frac{1}{3}(2\,b_f t_f^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$c_{warp} = \frac{d_{wt}^2\,b_f^3\,t_f}{24}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv} = \frac{1}{3}(b_f t_f^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = -\frac{0.5\,d_{wt}^2\,t_w}{d_{wt}\,t_w + b_f\,t_f}10^{-1}$	cm
	$c_{warp} = \frac{b_f^3 t_f^3 + 4\,d_{wt}^3\,t_w^3}{144}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv-n50} = \frac{1}{3}(b_{fu}\,t_f^3 + 2\,d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = -\frac{d_{wt}^2\,t_w\,10^{-1}}{2d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f} - \frac{0.5\,d_{wt}^2\,t_w\,10^{-1}}{d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f/6}$	cm
	$c_{warp} = \frac{b_{fu}^2\,d_{wt}^3\,t_w(3\,d_{wt}\,t_w + 2\,b_{fu}\,t_f)}{12(6\,d_{wt}\,t_w + b_{fu}\,t_f)}10^{-6}$	cm^6
	$I_{sv} = \frac{1}{3}(b_{f1}\,t_{f1}^3 + 2\,b_{f2}\,t_{f2}^3 + b_{f3}\,t_{f3}^3 + d_{wt}\,t_w^3)10^{-4}$	cm^4
	$y_0 = 0$	cm
	$z_0 = z_s - \frac{(b_{f3}\,d_{wt}\,t_{f3} + 0.5\,d_{wt}^2\,t_w)\,10^{-1}}{d_{wt}\,t_w + b_{f1}\,t_{f1} + 2\,b_{f2}\,t_{f2} + b_{f3}\,t_{f3}}$	cm
	$c_{warp} = \left(I_{f1}\,z_s^2 + \frac{I_{f2}\,b_{f1}^2}{200} + I_{f3}\left(\frac{d_{wt}}{10} - z_s\right)^2\right)$	cm^6
	$I_{f1} = \left(\frac{(b_{f1} - t_{f2})^3\,t_{f1}}{12} + \frac{b_{f2}\,t_{f2}\,b_{f1}^2}{2}\right)10^{-4}$	cm^4
	$I_{f2} = \frac{b_{f2}^3\,t_{f2}}{12}10^{-4}$	cm^4
	$I_{f3} = \frac{b_{f3}^3\,t_{f3}}{12}10^{-4}$	cm^4
	$z_s = \frac{I_{f3}\,d_{wt}}{I_{f1} + I_{f3}}10^{-1}$	cm

Note 1: All dimensions are in mm

Note 2: Cross sectional properties are given for typical cross sections. Properties for other cross sections are to be determined by direct calculation.

Appendix 1 - Stress based reference stresses

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

a : Length, in mm, of the longer side of the plate panel as defined in **Sec 5**.

b : Length, in mm, of the shorter side of the plate panel as defined in **Sec 5**.

A_i : Area, in mm^2, of the i-th plate element of the buckling panel.

n : Number of plate elements in the buckling panel.

σ_{ix} : Actual stress, in N/mm^2, at the centroid of the i-th plate element in x direction, applied along the shorter edge of the buckling panel.

σ_{iy} : Actual stress, in N/mm^2, at the centroid of the i-th plate element in y direction, applied along the longer edge of the buckling panel.

ψ : Edge stress ratio as defined in **Sec 5**.

τ_i : Actual membrane shear stress, in N/mm^2, at the centroid of the i-th plate element of the buckling panel.

1. Stress based method

1.1 Introduction

1.1.1

This section provides a method to determine stress distribution along edges of the considered buckling panel by 2nd order polynomial curve, by linear distribution using least square method and by weighted average approach. This method is called Stress based Method.

The reference stress is the stress components at centre of plate element transferred into the local system of the considered buckling panel.

1.1.2 Definition

A regular panel is a plate panel of rectangular shape. An irregular panel is plate panel which is not regular, as detailed in **Ch 8, Sec 4, [2.3.1]**.

1.2 Stress application

1.2.1 Regular panel

The reference stresses are to be taken as defined in **[2.1]** for a regular panel when the following conditions are satisfied:

a) At least, one plate element centre is located in each third part of the long edge a of a regular panel and

b) This element centre is located at a distance in the panel local x direction not less than $a/4$ to at least one of the element centres in the adjacent third part of the panel.

Otherwise, the reference stresses are to be taken as defined in **[2.2]** for an irregular panel.

1.2.2 Irregular panel and curved panel

The reference stresses of an irregular panel or of a curved panel are to be taken as defined in **[2.2]**.

2. Reference stresses

2.1 Regular panel

2.1.1 Longitudinal stress

The longitudinal stress σ_x applied on the shorter edge of the buckling panel is to be calculated as follows:

a) For plate buckling assessment, the distribution of $\sigma_x(x)$ is assumed as 2nd order polynominal curve as:

$$\sigma_x(x) = Cx^2 + Dx + E$$

The best fitting curve $\sigma_x(x)$ is to be obtained by minimising the square error Π considering the area of each element as a weighting factor.

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} A_i[\sigma_{ix} - (Cx_i^2 + Dx_i + E)]^2$$

The unknown coefficients C, D and E must yield zero first derivatives, $\partial\Pi$ with respect to C, D and E respectively.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \Pi}{\partial C} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2[\sigma_{ix} - (Cx_i^2 + Dx_i + E)] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial D} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i[\sigma_{ix} - (Cx_i^2 + Dx_i + E)] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial C} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i[\sigma_{ix} - (Cx_i^2 + Dx_i + E)] = 0 \end{cases}$$

The unknown coefficients C, D and E can be obtained by solving the 3 above equations.

$$\sigma_{x1} = \frac{1}{b}\int_0^b \sigma_x(x)dx = \frac{b^2}{3}C + \frac{b}{2}D + E$$

$$\sigma_{x2} = \frac{1}{b}\int_{a-b}^{a} \sigma_x(x)dx = (a^2 - ab + \frac{b^2}{3})C + (a - \frac{b}{2})D + E$$

If $-D/2C < b/2$ or $-D/2C > a - b/2$, σ_{x3} is to be ignored. Otherwise, σ_{x3} is taken as:

$$\sigma_{x3} = \frac{1}{b}\int_{xmin}^{xmax} \sigma_x(x)dx = \frac{b^2}{12}C - \frac{D^2}{4C} + E$$

where:

$$x_{\min} = -\frac{b}{2} - \frac{D}{2C}$$

$$x_{\max} = \frac{b}{2} - \frac{D}{2C}$$

The longitudinal stress is to be taken as:

$$\sigma_x = \max(\sigma_{x1}; \sigma_{x2}; \sigma_{x3})$$

The edge stress ratio is to be taken as:

$$\psi_x = 1$$

b) For stiffener buckling assessment, $\sigma_x(x)$ applied on the shorter edge of the attached plate is to be taken as:

$$\sigma_x = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{ix}}{\sum_1^n A_i}$$

The edge stress ratio ψ_x for the stress σ_x is equal to 1.0.

2.1.2 Transverse stress

The transverse stress σ_y applied along the longer edges of the buckling panel is to be calculated by extrapolation of the transverse stresses of all elements up to the shorter edges of the considered buckling panel.

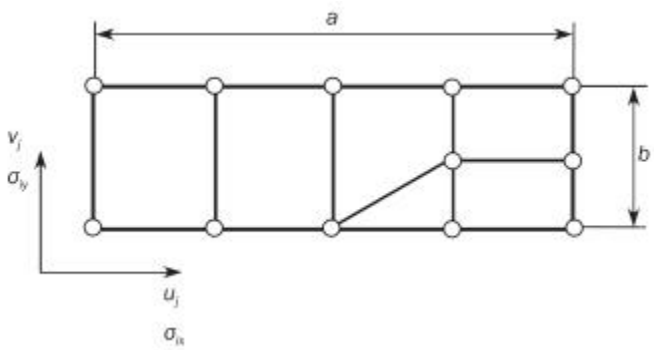


Figure 1 : Buckling panel

The distribution of $\sigma_y(x)$ is assumed as straight line. Therefore:

$$\sigma_y(x) = A + Bx$$

The best fitting curve $\sigma_y(x)$ is to be obtained by the least square method minimising the square error Π considering area of each element as a weighting factor.

$$\Pi = \sum_{i=1}^n A_i [\sigma_{iy} - (A + Bx_i)]^2$$

The unknown coefficients A and B must yield zero first partial derivatives, $\partial \Pi$ with respect to A and B, respectively.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \Pi}{\partial A} = 2\sum_{i=1}^n A_i [\sigma_{iy} - (A + Bx_i)] = 0 \\ \dfrac{\partial \Pi}{\partial B} = 2\sum_{i=1}^n A_i x_i [\sigma_{iy} - (A + Bx_i)] = 0 \end{cases}$$

The unknown coefficients A and B are obtained by solving the 2 above equations and are given as follow:

$$\begin{cases} A = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^n A_i \sigma_{iy}\right)\left(\sum_{i=1}^n A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n A_i x_i\right)\left(\sum_{i=1}^n A_i x_i \sigma_{iy}\right)}{\left(\sum_{i=1}^n A_i\right)\left(\sum_{i=1}^n A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n A_i x_i\right)^2} \\ B = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^n A_i\right)\left(\sum_{i=1}^n A_i x_i \sigma_{iy}\right) - \left(\sum_{i=1}^n A_i x_i\right)\left(\sum_{i=1}^n A_i \sigma_{iy}\right)}{\left(\sum_{i=1}^n A_i\right)\left(\sum_{i=1}^n A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n A_i x_i\right)^2} \end{cases}$$

$$\sigma_y = \max(A, A + Ba)$$

$$\psi_y = \frac{\min(A, A+Ba)}{\max(A, A+Ba)} \qquad \text{for } \sigma_y \geq 0$$

$$\psi_y = 1 \qquad \text{for } \sigma_y < 0$$

2.1.3 Shear stress

The shear stress τ is to be calculated using a weighted average approach, and is to be taken as:

$$\tau = \frac{\sum_1^n A_i \tau_i}{\sum_1^n A_i}$$

2.2 Irregular panel and curved panel

2.2.1 Reference stresses

The longitudinal, transverse and shear stresses are to be calculated using a weighted average approach. They are to be taken as:

$$\sigma_x = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{ix}}{\sum_1^n A_i}$$

$$\sigma_y = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_{iy}}{\sum_1^n A_i}$$

$$\tau = \frac{\sum_1^n A_i \tau_i}{\sum_1^n Ai}$$

The edge stress ratios are to be taken as:

$$\psi_x = 1$$

$$\psi_y = 1$$

Chapter 9

Fatigue

Section 1 General Considerations

Section 2 Structural Details to be Assessed

Section 3 Fatigue Evaluation

Section 4 Simplified Stress Analysis

Section 5 Finite Element Stress Analysis

Section 6 Detail Design Standard

Section 1 - General Considerations

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

T_{DF} : Design fatigue life, in year, specified by the designer, but not to be taken less than 25 years.

1. Rule Application for Fatigue Requirements

1.1 Scope

1.1.1 General

This chapter provides requirements applicable to ships having rule length L between 150 m and 400 m to evaluate fatigue strength of the ship's structural details considering an operation time in worldwide environment for unrestricted navigation. A more severe trading route may be specified e.g. North Atlantic.

1.1.2 Assessed area

Fatigue assessment is performed for structural details located in the ship's cargo hold region in order to prevent the following types of fatigue failure:

- Fatigue cracks initiating from the toe of the weld and propagating into the plate.
- Fatigue cracks initiating from free edge of non-welded details.

Where a transition structure of trunk deck from cargo hold region to engine room or to fore end structure is fitted, fatigue assessment is also to be performed.

1.1.3 Structural details to be assessed

The structural details required for fatigue assessment are given in **Ch 9, Sec 2**:

- Structural details to be checked are listed in:
  - **Ch 9, Sec 2, [1]** for simplified stress analysis according to **Ch 9, Sec 4**, or
  - **Ch 9, Sec 2, [2]** for finite element stress analysis according to **Ch 9, Sec 5**.

Additional specific details may be requested to be checked on a case-by-case basis by the Society.

1.1.4 Detail design standard

Detail design standard given in **Ch 9, Sec 6** provides welding requirement at critical structural details in order to prevent the following types of fatigue failure:

- Fatigue cracks initiating from the weld toe into the base material.
- Fatigue cracks initiating from the weld root and propagating into the plate section under the weld.
- Fatigue cracks initiating from the weld root and propagating through the weld throat.
- Fatigue cracks initiating from surface irregularity or notch at the free edge into the base material.

1.1.5 Material

The fatigue assessment is applicable for steel material with specified minimum yield stress less than or equal to 390 N/mm^2. For steel with specified minimum yield stress value higher than 390 N/mm^2 and for steels with improved fatigue performance, the S-N curves to be used are considered by the Society on a case-by-case basis.

1.1.6 Wave loads

Fatigue assessment is based on quasi-static wave loads.

1.1.7 Loads other than wave loads

Fatigue induced by low cycle loads such as cargo variations or impact loads such as sloshing in partially filled tanks which may induce fatigue damage is disregarded in this chapter.

2. Definition

2.1 Hot spots

2.1.1

Hot spots are locations in the structure where fatigue cracks may initiate due to the combined effect of nominal structural stress fluctuation and stress raising effects due to the weld geometry or similar effects due to notch in the base material.

Hot spots may be located at:

- Weld toe.
- Weld root of partial penetration or fillet weld.
- Base material at free edge of plate.

2.2 Nominal stress

2.2.1

Nominal stress is the stress in a structural component taking into account macro-geometric effect but disregarding the stress concentration due to structural discontinuities and the presence of welds. Nominal stress is to be obtained either using coarse or fine mesh FE analysis, as required in **Ch 9, Sec 5** or using analytical calculation based on beam theory, as required in **Ch 9, Sec 4**.

2.3 Hot spot stress

2.3.1

Hot spot stress is the stress at the weld toe taking into account the stress concentration due to structural discontinuities and presence of welded attachments but disregarding the non-linear stress peak caused by the notch at the weld toe. The hot spot stresses to be considered correspond to the two principal stresses on the surface plating at the weld toe. The first principal stress acts within ±45°, perpendicular to the weld and the second principal stress acts outside ±45°.

The hot spot stress is to be obtained by multiplying the nominal stress by a Stress Concentration Factor (SCF), according to **Ch 9, Sec 4, [5]** or directly by a very fine mesh FE analysis, according to **Ch 9, Sec 5, [3]** and **Ch 9, Sec 5, [4]**.

2.4 Local stress at free edge

2.4.1

Local stress at free edge is the stress at the plate free edge derived using finite element analysis according to **Ch 9, Sec 5, [3.2]**.

2.5 Fatigue stress

2.5.1

Fatigue stress is the stress relevant for fatigue assessment purpose, i.e.:

- Maximum of the two principal hot spot stress for weld toe with the mean stress effect and

thickness effect corrections.

- Local stress at free edge with corrections due to the base material surface finishing, mean stress effect, thickness effect and material strength.

3. Assumptions

3.1 General

3.1.1

The following assumptions are made in the fatigue assessment:

a) A linear cumulative damage model, i.e. Palmgren-Miner's Rule, given in **Ch 9, Sec 3, [5]**, has been used in connection with the design S-N curves, given in **Ch 9, Sec 3, [4]**.

b) Design fatigue life, T_{DF}, is taken not less than 25 years.

c) Rule quasi-static wave induced loads are based on worldwide environment for unrestricted navigation. They are determined at 10^{-2} probability level of exceedance by the Equivalent Design Wave (EDW) concept.

d) In accordance with **[5]**, net thickness(t_{n50}) is used for simplified stress analysis and gross thickness (t_{gr}) is used for finite stress analysis respectively.

e) Type of stress used for crack initiating at the weld toe is the hot spot stress. Type of stress used for crack initiating at free edge of non-welded details is local stress at free edge.

f) Fatigue stress range $\triangle\sigma_{FS}$ may be calculated by simplified stress analysis or by finite element stress analysis for details with more complex geometry.

g) Long term distribution of stress range of a structural detail is assumed to follow a two-parameter Weibull distribution. Weibull shape parameter ξ is equal to 1 and the fatigue stress range $\triangle\sigma_{FS}$ is given at the reference probability level of exceedance equal to 10^{-2}.

h) The acceptance criteria for fatigue checking are the total fatigue damage D to be less than 1 for the design fatigue life, as required in **Ch 9, Sec 3, [2]**.

4. Methodology

4.1 Principles

4.1.1 General

Appropriate fatigue strength of structural details is ensured by use of:

- Detail design standards given in **Ch 9, Sec 6**, providing specific design requirements.
- Fatigue strength assessment by fatigue life calculation, based on two different methods for hot spot stress calculation: simplified stress analysis and very fine mesh finite element stress analysis.

4.2 Simplified stress analysis

4.2.1

Procedure based on simplified stress analysis, required in **Ch 9, Sec 4**, is used to determine the hot spot stress at weld toe of longitudinal stiffener end connections, given in **Ch 9, Sec 2, [1.1]**.

Nominal stresses are calculated by using analytical method based on beam theory according to **Ch 9, Sec 4, [3]** and **Ch 9, Sec 4, [4]**. Hot spot stresses are obtained by multiplying nominal stresses by stress concentration factors (SCF) of the considered detail according to **Ch 9, Sec 4, [5.2]**.

4.3 Finite element stress analysis

4.3.1

Procedure based on finite element stress analysis, required in **Ch 9, Sec 5**, is used to determine hot spot stress at weld toe of specified structural details, from very fine mesh models.

The hot spot stress is generally highly dependent on the finite element model used for representing the structure.

General procedure for the calculation of hot spot stress at weld toe for any welded details except for web stiffened cruciform joints is given in **Ch 9, Sec 5, [3.1]**. Procedure for the calculation of hot spot stress at the flange connections for web stiffened cruciform joints is given in **Ch 9, Sec 5, [4]**. Calculation of local stress for non-welded area is provided in **Ch 9, Sec 5, [3.2]**.

A list of details for which the fatigue assessment is to be made through a compulsory very fine mesh finite element analysis or through the compliance with the design standard given in **Ch 9, Sec 6**. if a very fine mesh finite element analysis is omitted, is given respectively in **Ch 9, Sec 2, Table 1** and **Table 2**.

4.4 Fatigue design standards

4.4.1

Detail design standards given in **Ch 9, Sec 6** are provided to ensure improved fatigue performance of critical structural details. Alternative detail design configurations may be accepted subject to demonstration of satisfactory fatigue performance.

5. Corrosion Model

5.1 Net/gross thickness

5.1.1 General

The fatigue assessment by simplified method should be performed based on net thicknesses according to **Ch 3, Sec 2**. When accessing the fatigue strength by finite stress analysis, it shall be performed based on gross thicknesses.

5.1.2 Stress correction

The hull girder stresses for simplified stress analysis are to be corrected by multiplying the calculated stress by f_c, correction factor taken as:

f_c = 0.95

6. Loading Conditions

6.1 Description

6.1.1

Fatigue analyses are to be carried out for representative loading conditions according to the intended ship's operation as given in **[6.2]**.

6.2 Loading conditions

6.2.1

The loading conditions to be considered and corresponding fraction of time for each loading condition, $\alpha_{(j)}$, are defined in **Table 1**. The standard loading conditions for fatigue assessment are provided in **[6.2.2]**.

Table 1 : Fraction of time in each loading condition

Loading conditions	$\alpha_{(j)}$
Full load condition (Homogeneous)	0.5
Normal ballast condition	0.5

6.2.2 Standard loading conditions

The standard loading conditions to be applied are defined in **Table 2** to **Table 4** according to the location of the assessed details.

Table 2 : Standard loading conditions for fatigue assessment for midship cargo hold

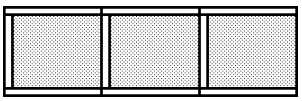
No	Description	Loading Pattern	Still water loads			Dynamic load cases
			Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	
LMM-F1	Full load		T_{SC}	100% (sag.)	-	All
LMM-F2	Normal ballast		$0.7T_{SC}$	80% (hog.)	-	All

Table 3 : Standard loading conditions for fatigue assessment for aftmost cargo hold

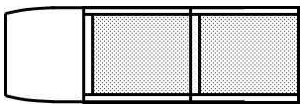
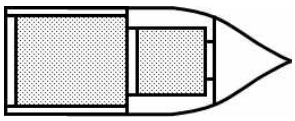
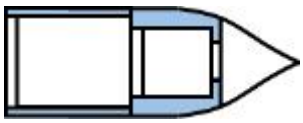
No	Description	Loading Pattern	Still water loads			Dynamic load cases
			Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	
LMA-F1	Full load		T_{SC}	100% (sag.)	-	All
LMA-F2	Normal ballast		$0.7T_{SC}$	80% (hog.)	-	All

Table 4 : Standard loading conditions for fatigue assessment foremost cargo hold

No	Description	Loading Pattern	Still water loads			Dynamic load cases
			Draught	% of perm. SWBM	% of perm. SWSF	
LMF-F1	Full load		T_{SC}	100% (sag.)	-	All
LMF-F2	Normal ballast		$0.7T_{SC}$	80% (hog.)	-	All

7. Load Case

7.1 Assumptions

7.1.1

The load cases to be considered for fatigue assessment are given in **Ch 4, Sec 2, [3]**.

The design load scenario for fatigue assessment is defined in **Ch 4, Sec 7, Table 3**.

For each loading condition defined in **[6]**, all fatigue load cases are to be considered to generate the combination of dynamic loads for fatigue assessment.

7.1.2 Predominant load case

The predominant load case for each loading condition (j) is defined as load case where the fatigue stress range for the critical location is the maximum among all fatigue load cases.

Section 2 – Structural Details to be Assessed

1. Simplified Stress Analysis

1.1 Structural details to be assessed

1.1.1

Critical structural details to be checked over the full extent of the cargo region for fatigue assessment by simplified stress analysis according to **Ch 9, Sec 1** are:

- End connections of longitudinal stiffeners to transverse bulkheads,
- End connections of longitudinal stiffeners to floors and web frames.

2. Finite Element Analysis

2.1 Structural details to be assessed

2.1.1 General

Critical structural details to be checked for fatigue by finite element analysis according to **Ch 9, Sec 5** are given in **[2.1.2]**. Additional fatigue assessment may be required for other locations where deemed necessary by the Society.

Table 3 to **Table 8** give the list of hot spots for structural details.

2.1.2 Details to be checked by very fine mesh analysis

Critical structural details to be assessed for fatigue by very fine mesh analysis according to **Ch 9, Sec 5, [1]** to **Ch 9, Sec 5, [4]** are provided in **Table 1**, irrespective of their compliance with the design standard given in **Ch 9, Sec 6**.

2.1.3 Details in accordance with detail design standard

Table 3 gives critical structural details for which fatigue assessment by very fine mesh analysis can be omitted if their design is in accordance with detail design standard given in **Ch 9, Sec 6**.

Table 1 : Structural details to be assessed by very fine mesh analysis

No	Critical detail	Applicability
1	Welded lower hopper knuckle connection (intersection of hopper sloping plate, inner bottom plate, longitudinal girder, floor and transverse web) at the most critical frame location.(1)	One cargo tank(2)
2	Radiused lower hopper knuckle connection (intersection of knuckled inner bottom plate, longitudinal girder, floor and transverse web) at the most critical frame location.(1)	One cargo tank(2)
3	Welded upper hopper knuckle connection (intersection of hopper sloping plate, inner hull longitudinal bulkhead, transverse web and side stringer) where the angle between hopper plate and inner hull longitudinal bulkhead is less than 130 deg, at the most critical frame location.(1)	One cargo tank(2)
4	Intersection of side stringer plate and stringer plate of transverse bulkheads.(1)	One cargo tank(2)
5	Intersection of inner bottom plate and transverse bulkhead plates.(1)	One cargo tank(2)
6	Scarfing bracket toes of aft end of trunk deck in aftmost cargo hold.	Aftmost hold
7	Liquid dome end bracket and inner deck plating.(1)(3)	One cargo tank(2)

(1) The most critical frame position is generally, but not necessarily, located closest to the mid length of the hold.
(2) Cargo hold located closest to the midship.
(3) Only for the ship having liquid dome structure.

Table 2 : Structural details to be assessed by very fine mesh analysis if not designed in accordance with detail design standard

No	Critical detail	Applicability
1	Radiused upper hopper knuckle connection (intersection of knuckled inner side plate, side girder and transverse web) at the most critical frame location.(1)	One cargo tank(2)
2	Scallops in way of block joints on trunk deck close to mid hold.	One cargo tank(2)

(1) The most critical frame position is generally, but not necessarily, located closest to the mid length of the hold.
(2) Cargo hold located closest to the midship.

Table 3 : Hot spots for welded lower hopper knuckle connection

Hot spot location	Procedure for calculation of hot spot stress
Hot spot 1: Inner bottom plate, on cargo tank side Hot spot 2: Hopper sloping plate, on cargo tank side	Ch 9, Sec 5, [4.2]
Hot spot 3: Hopper web, outboard of side girder Hot spot 4: Double bottom floor, inboard the side girder Hot spot 5: Side girder	Ch 9, Sec 5, [4.3]
Hot spot 6: Scarfing bracket to the inner bottom plate	Ch 9, Sec 5, [3.1], type 'b'

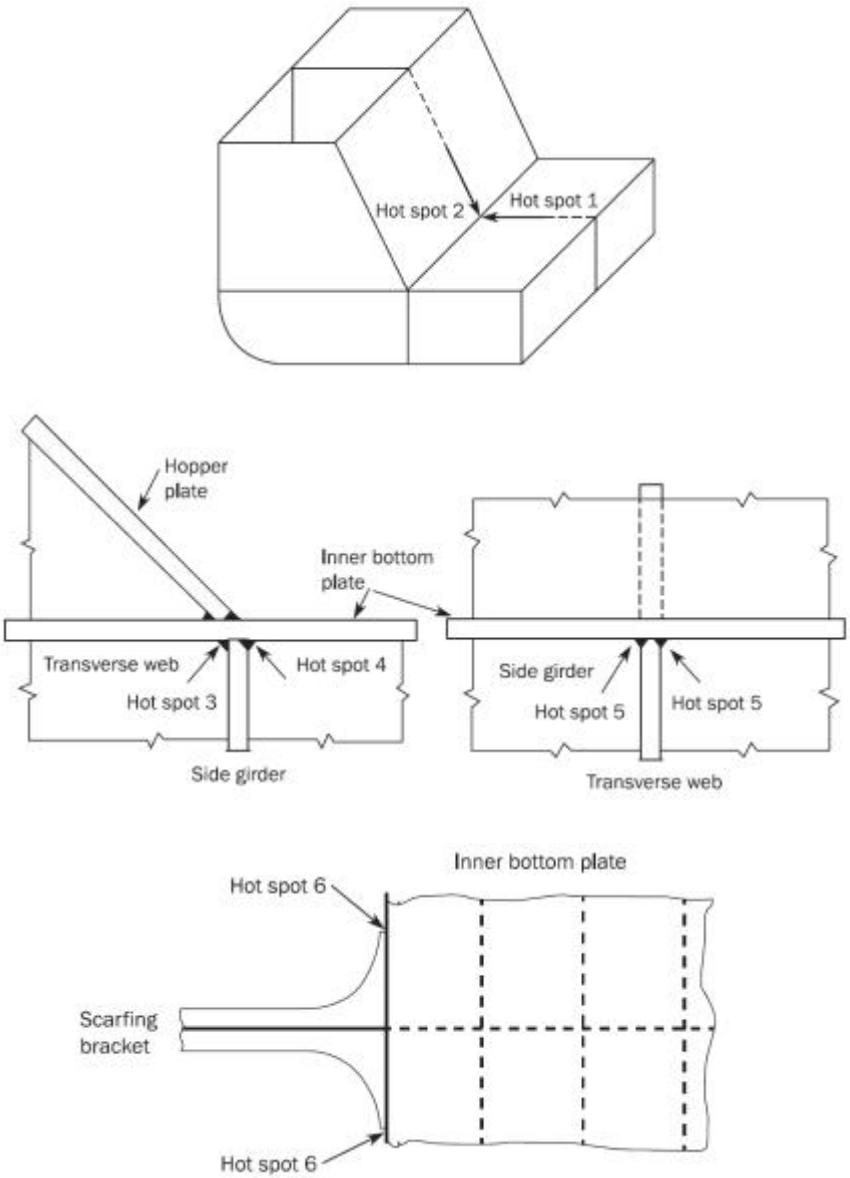


Table 4 : Hot spots for radiused lower hopper knuckle connection

Hot spot location	Procedure for calculation of hot spot stress
Hot spot 1: Inner bottom plate on ballast tank side, inboard of the side girder Hot spot 2: Radiused hopper sloping plate on ballast tank side outboard of the side girder Hot spot 3: Radiused hopper sloping plate on ballast tank side, outboard of the side girder, towards transverse web Hot spot 4: Hopper web, outboard of side girder Hot spot 5: Double bottom floor, inboard of the side girder Hot spot 6: Side girder	Ch 9, Sec 5, [3.3]

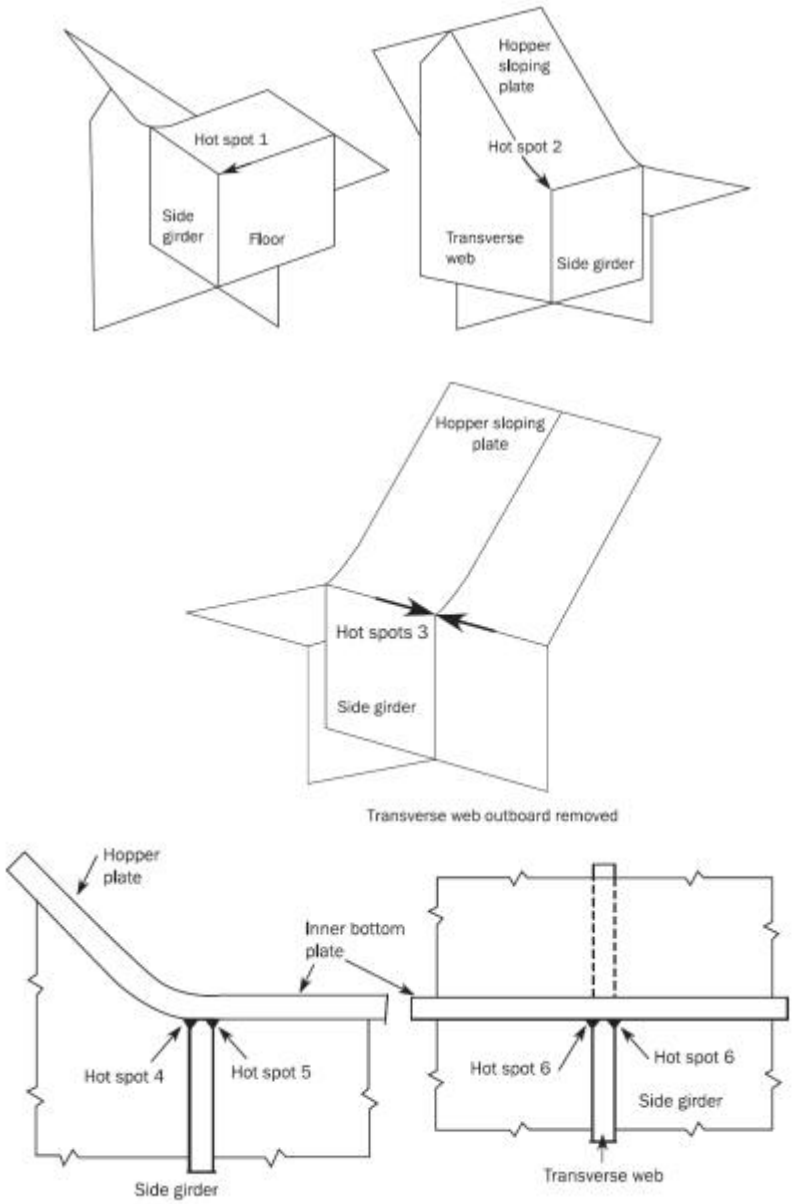


Table 5 : Hot spots for welded upper knuckle connection

Hot spot location	Procedure for calculation of hot spot stress
Hot spot 1: Side stringer on ballast tank side Hot spot 2: Hopper sloping plate, on ballast tank side	Ch 9, Sec 5, [4.2]
Hot spot 3: Transverse web, below stringer. Hot spot 4: Transverse side web, above stringer Hot spot 5: Inner hull longitudinal bulkhead on ballast tank side	Ch 9, Sec 5, [4.3]

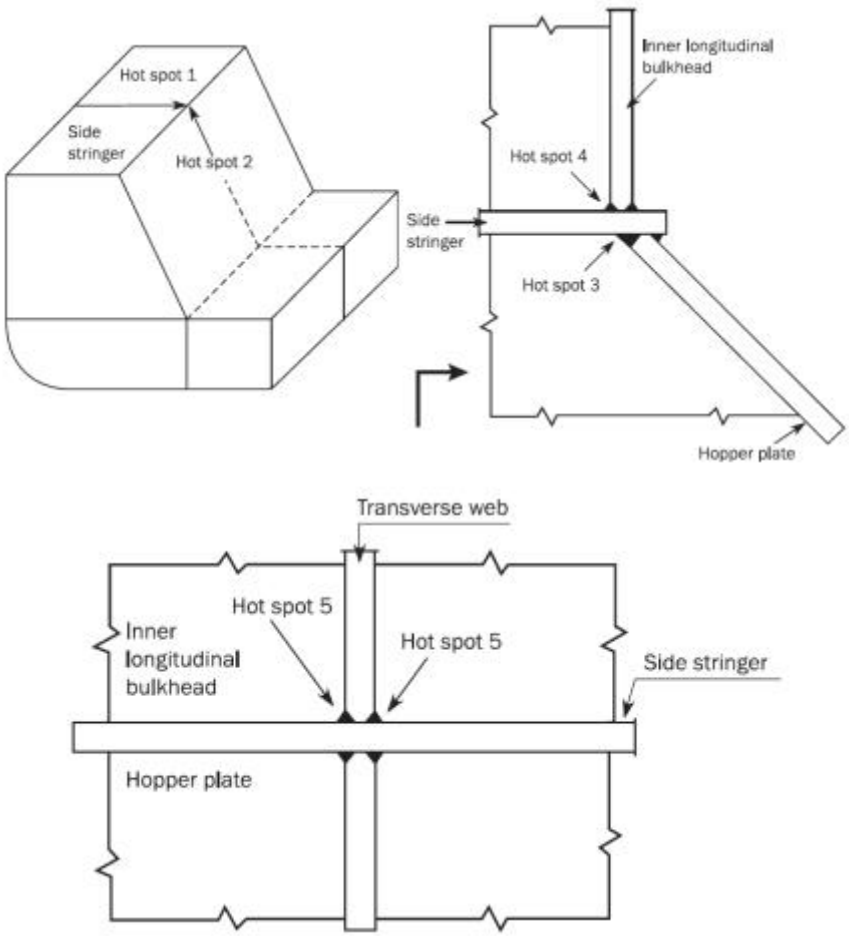


Table 6 : Hot spots for connection of longitudinal stiffener and transverse web including cut-outs and lug plates

Hot spot location	Procedure for calculation of hot spot stress
Hot spot 1: Corners of the cut-out edge	Ch 9, Sec 5, [3.2]
Hot spot 2: Connection of transverse web/lug-plate to longitudinal stiffener web in way of slot Hot spot 3: Overlapping connection between transverse web and lug plate	Ch 9, Sec 5, [3.1], type 'a'

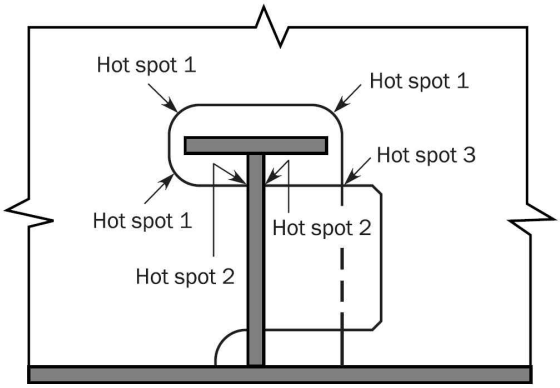


Table 7 : Hot spots for scallops in way of block connections joints at deck

Hot spot location	Procedure for calculation of hot spot stress
Hot spot 1: Butt weld in longitudinal stiffener web in way of scallop Hot spot 2: Deck plate in way of scallop.	Ch 9, Sec 5, [3.1], type 'b'

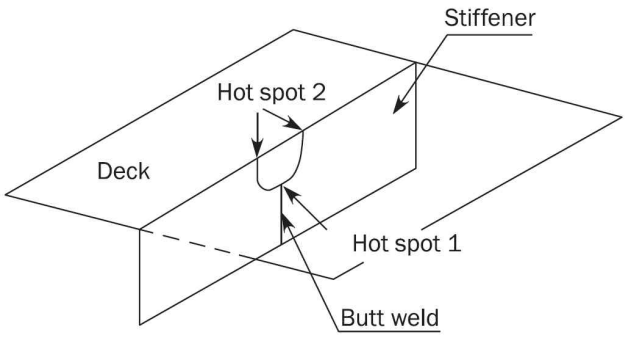
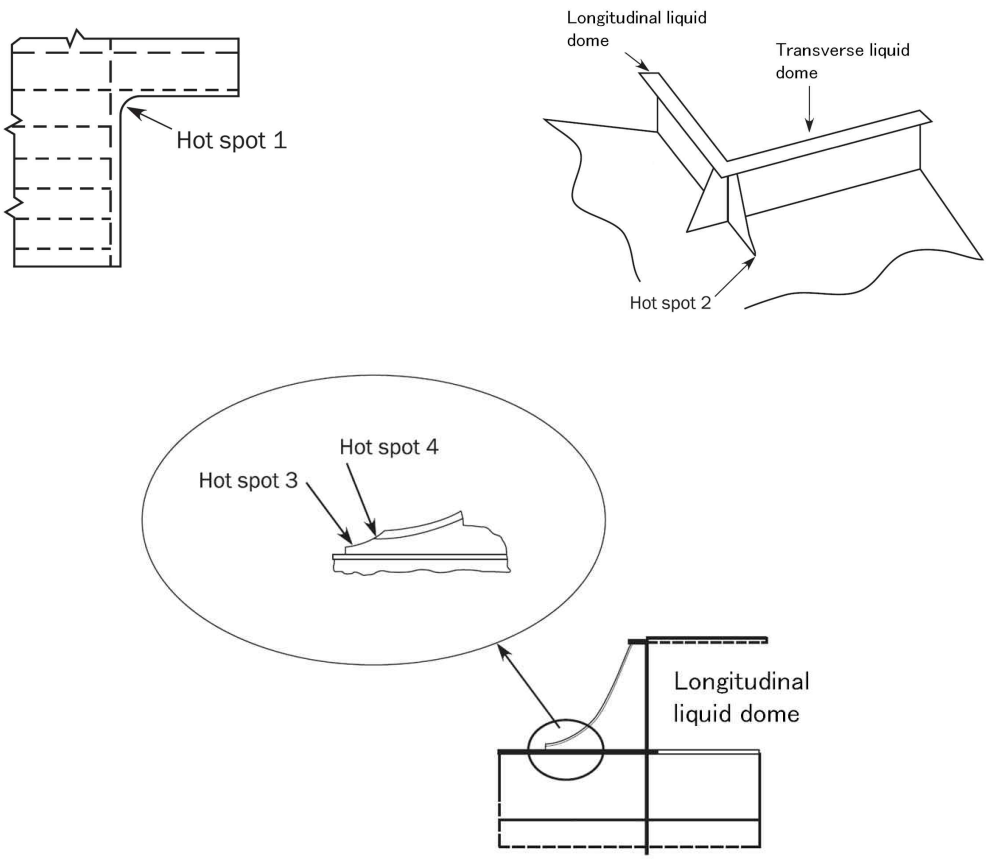


Table 8 : Hot spots for deck plating and longitudinal liquid dome end bracket toe

Hot spot location	Procedure for calculation of hot spot stress
Hot spot 1: Inner deck and liquid dome corner radiused edge Hot spot 3: Radius of liquid dome bracket toe	Ch 9, Sec 5, [3.2]
Hot spot 2: Deck plating in way of liquid dome bracket toe	Ch 9, Sec 5, [3.1], type 'a'
Hot spot 4: Where a face plate is fitted to the bracket, the weld connection of face plate to bracket in way of the face plate termination	Ch 9, Sec 5, [3.1], type 'b'



Section 3 - Fatigue Evaluation

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

(i) : Suffix which denotes load case HSM, FSM, BSR-P, BSR-S, BSP-P, BSP-S, OST-P or OST-S specified in **Ch 4, Sec 2, [3]**.

'$i1$' denotes load case: HSM-1, FSM-1, BSR-1P, BSR-1S, BSP-1P, BSP-1S, OST-1P or OST-1S.

'$i2$' denotes load case: HSM-2, FSM-2, BSR-2P, BSR-2S, BSP-2P, BSP-2S, OST-2P or OST-2S.

(j) : Suffix which denotes loading condition: Full load, normal ballast as defined in **Ch 9, Sec 1, [6.2]**.

$T_{C,25}$: Time in corrosive environment, in years, within the duration of the minimum design life ($T_{D,25}$) as defined in **[5.3.1]**.

$T_{D,25}$: Minimum design life, in years, as defined in **[5.3.1]**.

T_C : Time in corrosive environment, in years, within the duration of the design fatigue life (T_{DF}) as defined in **[5.3.1]**.

T_{DF} : Design fatigue life, in year, as defined in **Ch 9, Sec 1**.

T_F : Fatigue life, in year, calculated according to **[5]**.

m : Inverse slope of the design S-N curve, as given in **Table 2** for in-air environment and in **Table 3** for corrosive environment. The inverse slope for S-N curves in-air environment changes from m to m+2 at N = 10^7 cycles.

n_{LC} : Number of applicable loading conditions, as defined in **Ch 9, Sec 1, [6.2]**.

f_c : Correction factor as defined in **Ch 9, Sec 1, [5.1.2]**.

f_{thick} : Correction factor for plate thickness effect given in **[3.3]**.

$f_{mean,i(j)}$: Correction factor for mean stress effect given in **[3.2]**.

1. Fatigue Analysis Methodology

1.1 Cumulative damage

1.1.1

The fatigue assessment of the structure is based on the application of the Palmgren-Miner cumulative damage D taken as:

$$D = \sum_{i=1}^{n_{tot}} \frac{n_i}{N_i}$$

where:

n_i : Number of cycles at stress range $\Delta\sigma_i$

N_i : Number of cycles to failure at stress range $\Delta\sigma_i$

n_{tot} : Total number of stress range blocks

i : Stress range block index

1.1.2

As the long term stress range distribution of a structural detail in a ship can be described by a two-parameter Weibull distribution, as given in **Ch 9, Sec 1, [3.1.1]**, fatigue damage can be obtained by means of a closed-form equation, as given in **[5]**.

1.2 Fatigue strength assessment

1.2.1

Assessment of the fatigue strength of structural members according to **[2]** includes the following three steps:

a) Calculation of stress ranges, according to **[3]**.

b) Selection of the design S-N curve, according to **[4]**.

c) Calculation of the cumulative damage and the fatigue life calculation, according to **[5]**.

2. Acceptance Criteria

2.1 Fatigue life and acceptance criteria

2.1.1

The calculated fatigue life, T_F, is to comply with the following formula:

$$T_F \geq T_{DF}$$

3. Reference Stresses for Fatigue Assessment

3.1 Fatigue stress range

3.1.1

The fatigue stress range for each load case of each loading condition is defined in **[3.1.2]** for welded joints and in **[3.1.3]** for base material free edge.

The stress range of each loading condition (j) to be considered is the stress range obtained from the predominant load case, according to **Ch 9, Sec 1, [7.1.2]**.

$$\triangle\sigma_{FS,(j)} = \max_i(\triangle\sigma_{FS,i(j)})$$

where:

$\triangle\sigma_{FS,i(j)}$: Fatigue stress range, in N/mm², for load case (i) of loading condition (j), as defined in **[3.1.2]** for welded joints and in **[3.1.3]** for base material free edge.

3.1.2 Welded joints

For welded joints, the fatigue stress range $\triangle\sigma_{FS,i(j)}$, in N/mm², corrected for mean stress effect, thickness effect and warping effect, is taken as:

- For simplified stress analysis:

$$\triangle\sigma_{FS,i(j)} = f_{mean,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_{warp} \cdot \triangle\sigma_{HS,i(j)}$$

- For FE analysis:
  - For web-stiffened cruciform joints:

$$\triangle\sigma_{FS,i(j)} = f_w \cdot f_s \cdot \max(\triangle\sigma_{FS1,i(j)}, \triangle\sigma_{FS2,i(j)})$$

- For other joints:

$$\triangle\sigma_{FS,i(j)} = \max_{(SideL,\ SideR)}[\max(\triangle\sigma_{FS1,i(j)}, \triangle\sigma_{FS2,i(j)})]$$

where:

f_w : Correction factor for the effect of stress gradient along weld line given as 0.96

f_s : Correction factor for the effect of supporting member given as 0.95

$\triangle\sigma_{HS,i(j)}$: Hot spot stress range, in N/mm^2, due to dynamic loads in load case (i) of loading condition (j) given in **Ch 9, Sec 4, [2.1.1]**.

$\triangle\sigma_{FS1,i(j)}$: Fatigue stress range, in N/mm^2, due to the principal hot spot stress range $\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$

$$\triangle\sigma_{FS1,i(j)} = f_{mean,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot \triangle\sigma_{HS1,i(j)}$$

$\triangle\sigma_{FS2,i(j)}$: Fatigue stress range, in N/mm^2, due to the principal hot spot stress range $\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$

$$\triangle\sigma_{FS2,i(j)} = 0.9 \cdot f_{mean2,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot \triangle\sigma_{HS2,i(j)}$$

$SideL, SideR$: Left and right side respectively of the line A-A as shown in **Ch 9, Sec 5, Figure 9** and **Ch 9, Sec 5, Figure 10**.

$f_{mean1,i(j)}$: Correction factor for mean stress effect given in **[3.2]**.

$f_{mean2,i(j)}$: Correction factor for mean stress effect given in **[3.2]**.

f_{warp} : Correction factor due to warping effect, taken as:

- f_{warp} = 1.0

$\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$: Principal hot spot stress ranges, in N/mm^2, due to dynamic loads for load case (i) of loading condition (j) which acts within ±45° of the perpendicular to the weld toe, determined in **Ch 9, Sec 5, [3.1.2]**, **Ch 9, Sec 5, [3.3.2]** and **Ch 9, Sec 5, [4.2.3]** for the two types of shell elements (4-node or 8-node).

$\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$: Principal hot spot stress ranges, in N/mm^2, due to dynamic loads for load case (i) of loading condition (j) which acts outside ±45° of the perpendicular to the weld toe, determined in **Ch 9, Sec 5, [3.1.2]** and **Ch 9, Sec 5, [4.2.3]** for the two types of shell elements (4-node or 8-node).

3.1.3 Base material free edge

For base material free edge, the fatigue stress range, $\triangle\sigma_{FS,i(j)}$ in N/mm^2, is taken as the local stress range at free edge, $\triangle\sigma_{BS,i(j)}$, as defined in **Ch 9, Sec 1, [2.4]** with correction factors:

$$\triangle\sigma_{FS,i(j)} = K_{sf} \cdot f_{material} \cdot f_{mean,i(j)} \cdot f_{thick} \cdot f_c \cdot \triangle\sigma_{BS,i(j)}$$

where:

K_{sf} : Surface finishing factor for base material given in **[4.2.3]**.

$f_{material}$: Correction factor for material strength, taken as:

$$f_{material} = \frac{1200}{965 + R_{eH}}$$

$\triangle\sigma_{BS,i(j)}$: Local stress range, in N/mm^2, due to dynamic loads in load case (i) of loading condition (j) taken as:

$$\triangle\sigma_{BS,i(j)} = |\sigma_{BS,i1(j)} - \sigma_{BS,i2(j)}|$$

$\triangle\sigma_{BS,i1(j)}, \triangle\sigma_{BS,i2(j)}$: Local stress, in N/mm^2, in load case '$i1$' and '$i2$' of loading condition (j), obtained by very fine mesh FE analysis specified in **Ch 9, Sec 5**.

3.2 Mean stress effect

3.2.1 Correction factor for mean stress effect

The mean stress correction factor to be considered for each principal hot spot stress range of welded joint, $\triangle\sigma_{HS,i(j)}$, or for local stress range at free edge, $\triangle\sigma_{BS,i(j)}$, is taken as:

a) For welded joint:

$$f_{mean,i(j)} = \begin{cases} \min\left[1.0,\ 0.9+0.2\dfrac{\sigma_{m\,Cor,i(j)}}{2\triangle\sigma_{HS,i(j)}}\right] & \text{for } \sigma_{m\,Cor,i(j)} \geq 0 \\ \max\left[0.3,\ 0.9+0.8\dfrac{\sigma_{m\,Cor,i(j)}}{2\triangle\sigma_{HS,i(j)}}\right] & \text{for } \sigma_{m\,Cor,i(j)} < 0 \end{cases}$$

b) For base material:

$$f_{mean,i(j)} = \begin{cases} \min\left[1.0,\ 0.8+0.4\dfrac{\sigma_{m\,Cor,i(j)}}{2\triangle\sigma_{BS,\ i(j)}}\right] & \text{for } \sigma_{m\,Cor,i(j)} \geq 0 \\ \max\left[0.3,\ 0.8+\dfrac{\sigma_{m\,Cor,i(j)}}{2\triangle\sigma_{BS,i(j)}}\right] & \text{for } \sigma_{m\,Cor,i(j)} < 0 \end{cases}$$

where:

$$\sigma_{m\,Cor,i(j)} = \begin{cases} \sigma_{mean,i(j)} & \text{for } \sigma_{\max} \leq R_{eEq} \\ R_{eEq} - \sigma_{\max} + \sigma_{mean,i(j)} & \text{for } \sigma_{\max} > R_{eEq} \end{cases}$$

$$\sigma_{\max} = \begin{cases} \max_{i,(j)}(\triangle\sigma_{HS,i(j)} + \sigma_{mean,i(j)}) & \text{for weled joint} \\ \max_{i,(j)}(\triangle\sigma_{BS,i(j)} + \sigma_{mean,i(j)}) & \text{for base material} \end{cases}$$

$$R_{eEq} = \max(315; R_{eH})$$

$\sigma_{mean,i(j)}$: Fatigue mean stress, in N/mm², for base material according to **[3.2.2]** or welded joint calculated according to **[3.2.3]** or **[3.2.4]** as applicable.

3.2.2 Mean stress for base material free edge

The fatigue mean stress for base material free edge, $\sigma_{mean,i(j)}$, in N/mm², due to static and dynamic loads case '$i1$' and '$i2$' of loading condition (j) is calculated by the following formula based on local stress:

$$\sigma_{mean,i(j)} = \frac{\sigma_{BS,i1(j)} + \sigma_{BS,i2(j)}}{2}$$

3.2.3 Mean stress for simplified method

The fatigue mean stress to be considered for welded joint assessed by the simplified stress analysis is to be obtained from **Ch 9, Sec 4, [2.2]**.

3.2.4 Mean stress for FE analysis

The fatigue mean stresses for welded joint due to static and dynamic loads, $\sigma_{mean,i(j),pX}$ and $\sigma_{mean,i(j),pY}$, in N/mm², for load cases '$i1$' and '$i2$' of loading condition (j) ,belonging to the two principal hot spot stress range directions, pX and pY, is calculated by the following formula based on hot spot stress components as defined in **Ch 9, Sec 5, [3.1.2], Ch 9, Sec 5, [3.3.2]** and **Ch 9, Sec 5, [4.2.3]**:

$$\sigma_{mean,i(j)pX} = \frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} +$$

$$\left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} - (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} - (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4}\right) \cdot \cos 2\theta + \left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xy}}{2}\right) \cdot \sin 2\theta$$

$$\sigma_{mean,i(j)pY} = \frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} - \frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xx} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xx} - (\sigma_{HS,i1(j)})_{yy} - (\sigma_{HS,i2(j)})_{yy}}{4} \cdot \cos 2\theta - \left(\frac{(\sigma_{HS,i1(j)})_{xy} + (\sigma_{HS,i2(j)})_{xy}}{2}\right) \cdot \sin 2\theta$$

θ : Angle between the direction x of the element coordinate system and the principal direction pX of the principal hot spot stress range coordinate system (**Ch 9, Sec 5, [3.1.2]**, **Ch 9, Sec 5, [4.2.3]**). The direction x of the element coordinate system is defined as the normal to the weld toe.

The one of the two mean stresses $\sigma_{mean,i(j),pX}$ and $\sigma_{mean,i(j),pY}$ which has a principal stress direction with an absolute value less than 45° is defined as $\sigma_{mean1,i(j)}$, belonging to $\triangle\sigma_{HS1,i(j)}$. The other mean stress is defined as $\sigma_{mean2,i(j)}$ belonging to $\triangle\sigma_{HS2,i(j)}$.

3.3 Thickness effect

3.3.1

Plate thickness primarily influences the fatigue strength of welded joints through the effect of geometry, and through-thickness stress distribution. The correction factor, f_{thick}, for plate thickness effect is taken as:

- For simplified stress analysis
  f_{thick} = 1.0 for t_{n50} ≤ 22 mm
  $f_{thick} = (t_{n50}/22)^n$ for t_{n50} > 22 mm
- For finite stress analysis
  f_{thick} = 1.0 for t_{gr} ≤ 22 mm,
  $f_{thick} = (t_{gr}/22)^n$ for t_{gr} > 22 mm

where:

t_{n50} : Net thickness of the considered member in way of the hot spot for welded joints or base material free edge, in mm, for simplified stress analysis.
- The net thickness to be considered for stiffeners is as follows:
  - Flat bar and Bulb profile: no correction,
  - Angle bar and T-bar: flange net thickness.

t_{gr} : Gross thickness of the considered member in way of the hot spot for welded joints or base material free edge where the crack is likely to initiate and propagate, in mm, for FE analysis.
- For 90° attachments, i.e. cruciform welded joints, transverse T-joints and plates with transverse attachment, the gross thickness to be considered is to be taken as:
  $t_{gr} = \min\left(\frac{d}{2}, t_{1-gr}\right)$

n : Thickness exponent provided in **Table 1** and **Table 4** respectively for welded and non-welded joints. n is to be selected according to the considered stress direction. For this selection, $\triangle\sigma_{HS1}$ and $\triangle\sigma_{HS2}$ are considered perpendicular and parallel to the weld respectively.

d : Toe distance, in mm, as shown in **Figure 1**, taken as:
$d = t_{2-gr} + 2\ell_{\leq g}$

t_{1-gr} : Gross thickness, in mm, of the continuous plate as shown in **Figure 1**.

t_{2-gr} : Gross thickness, in mm, of the transverse attach plate where the hot spot is assessed, as shown in **Figure 1**.

$\ell_{\leq g}$: Fillet weld leg length, in mm.

When post-weld treatment methods are applied to improve the fatigue life of considered welded joint,

the thickness exponent is provided in [6].

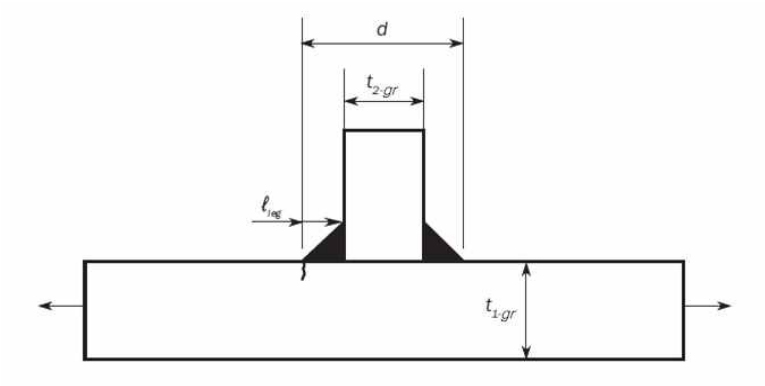
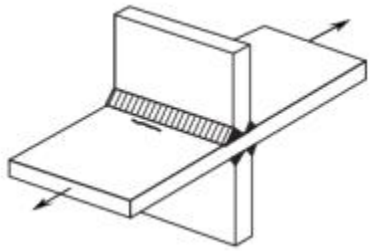
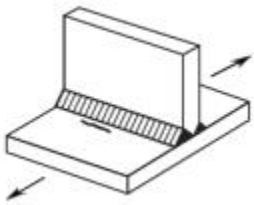
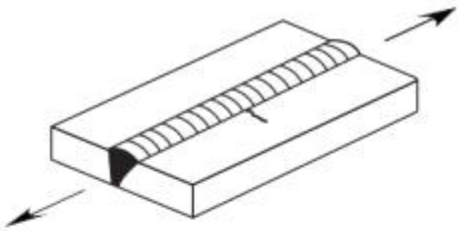
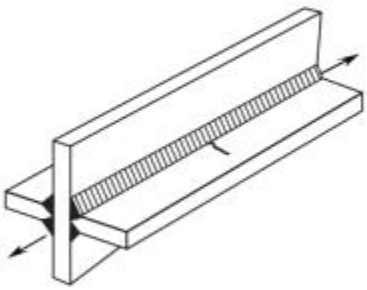
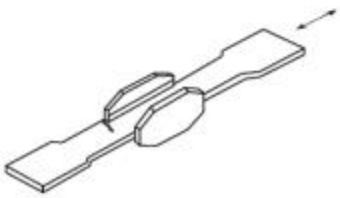
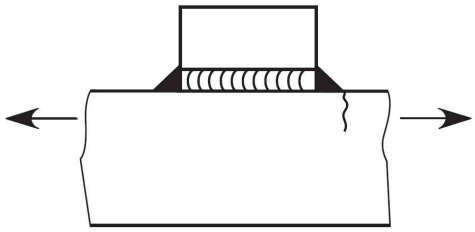
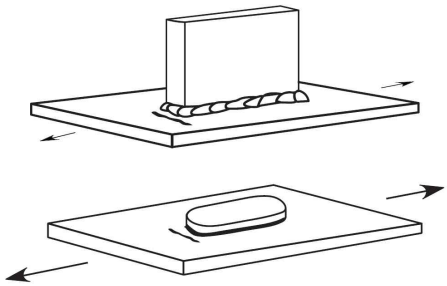
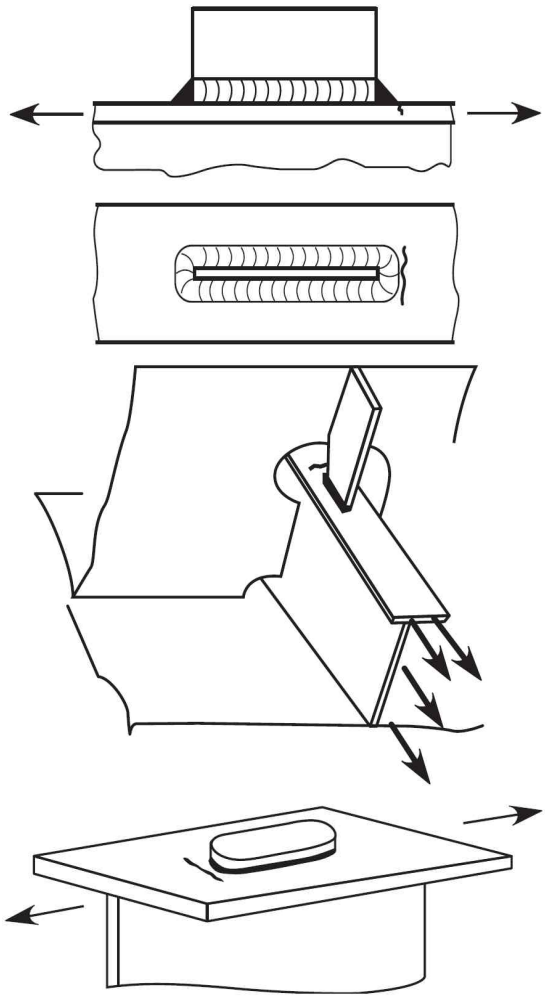


Figure 1 : Toe distance for cruciform welded joints, transverse T-joints and plates with transverse attachment

Table 1 : Welded joints: thickness exponents

No	Joint category description	Geometry	Condition	n
1	Cruciform joints, transverse T-joints, plates with transverse attachments		As-welded	0.25
			Weld toe treated by post-weld improvement method	0.2
2	Transverse butt welds		As-welded	0.2
			Ground flush or weld toe treated by post-weld improvement method	0.1
3	Longitudinal welds or attachments to plate edges		Any	0.1
		 	Weld toe treated by post-weld improvement method	0.1

No	Joint category description	Geometry	Condition	n
4	Longitudinal attachments on the flat bar or bulb profile		Any	0
			Weld toe treated by post-weld improvement method [1]	0
5	Longitudinal attachments and doubling plates		As-welded	0.2
			Weld toe treated by post-weld improvement method	0.1
6	Longitudinal attachments and doubling plates supported longitudinally		As-welded	0.1
			Weld toe treated by post-weld improvement method [1]	0

[1] No benefit applicable for post-weld treatment of longitudinal end connections.

4. S-N Curves

4.1 Basic S-N curves

4.1.1 Capacity

The capacity of welded steel joints and steel base material with respect to fatigue strength is defined by S-N curves which provide the relationship between the stress range applied to the detail and the number of constant amplitude load cycles to failure.

4.1.2 Design S-N curves

The fatigue assessment is based on use of S-N curves which are obtained from fatigue tests. The design S-N curves are established at two standard deviations below the mean S-N curves corresponding to 50% of probability of survival for relevant experimental data. Design S-N curves given in **Table 2** and **Table 3** correspond to a probability of survival of 97.7%.

4.1.3 S-N curve scope of application

The S-N curves are applicable to normal and high strength steels up to a specified minimum yield stress equal to 390 N/mm^2.

4.1.4 In-air environment

The basic design curves in-air environment shown in **Figure 2** are represented by linear relationships between log ($\triangle\sigma$) and log (N) as follows:

$$\log(N) = \log(K_2) - m \cdot \log(\triangle\sigma)$$

where:

$\log(K_2) = \log(K_1) - 2\log(\delta)$.

K_1 : Constant related to mean S-N curve, as given in **Table 2**.

K_2 : Constant related to design S-N curve, as given in **Table 2**.

δ : Standard deviation of log (N), as given in **Table 2**.

$\triangle\sigma_q$: Stress range at N = 10^7 cycles related to design S-N curve, in N/mm^2, as given in **Table 2**.

Table 2 : Basic S-N curve data, in-air environment

Class	K_1		m	Standard deviation δ	K_2	Design stress range at 10^7 cycles	Design stress range at 2×10^6 cycles
	K_1	$\log_{10}K_1$		$\log_{10}\delta$	K_2	$\Delta\sigma_q$ N/mm^2	N/mm^2
B	2.343E15	15.3697	4.0	0.1821	1.013E15	100.2	149.9
C	1.082E14	14.0342	3.5	0.2041	4.227E13	78.2	123.9
D	3.988E12	12.6007	3.0	0.2095	1.519E12	53.4	91.3

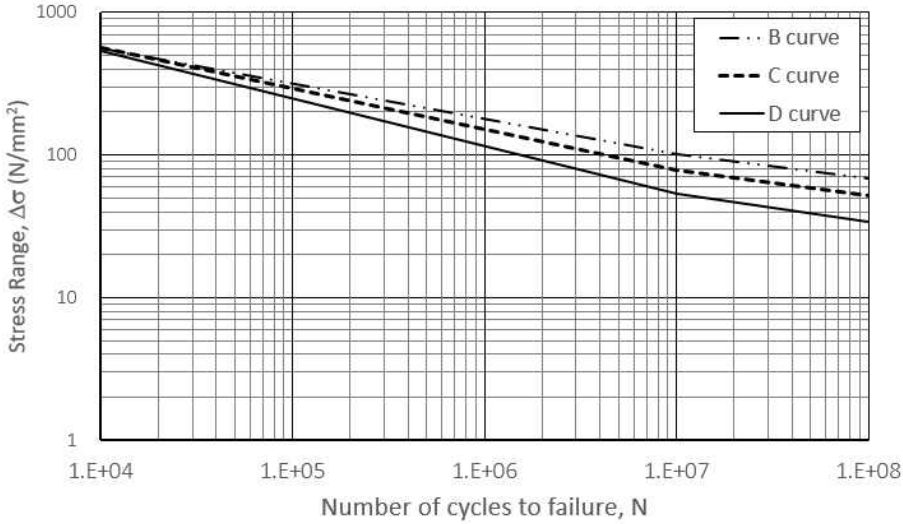


Figure 2 : Basic design S-N curves, in-air environment

4.1.5 Corrosive environment

The basic design curves for corrosive environment shown in **Figure 3** are represented by linear relationships between $\log(\triangle\sigma)$ and $\log(N)$ as follows:

$$\log(N) = \log(K_2) - m\log(\triangle\sigma)$$

where:

N : Predicted number of cycles to failure under stress range $\triangle\sigma$.

K_2 : Constant related to design S-N curve as given in **Table 3**.

Table 3 : Basic S-N curve data, corrosive environment

Class	K_2	m	Design stress range at 2×10^6 cycles, N/mm^2
B_{corr}	5.05×10^{14}	4.0	126.1
C_{corr}	2.12×10^{13}	3.5	101.6
D_{corr}	7.60×10^{11}	3.0	72.4

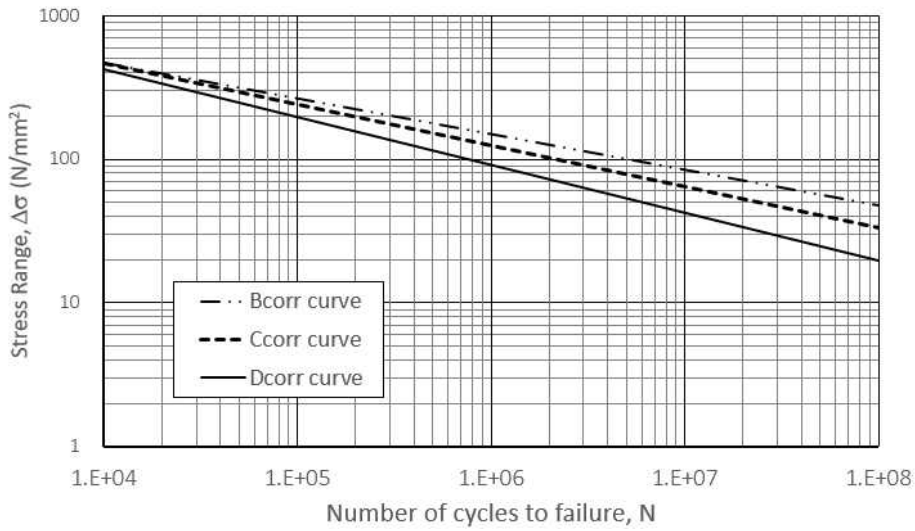


Figure 3 : Basic design S-N curves, corrosive environment

4.2 Selection of S-N curves

4.2.1 Welded joints

For fatigue assessment of welded joints exposed to in-air environment, S-N curve D as defined in **Table 2** is to be used. For corrosive environment, S-N curve D_{corr} as defined in **Table 3** is to be used.

4.2.2 Base material free edge

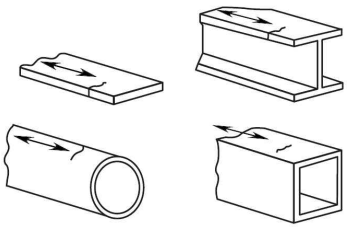
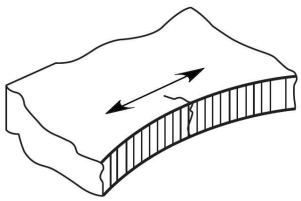
For fatigue assessment of base material at free edge exposed to in-air environment, S-N curves B or C as defined in **Table 2** are to be used. For corrosive environment, S-N curves B_{corr} or C_{corr} as defined in **Table 3** are to be used.

4.2.3 Surface finishing factor

The S-N curve C is applicable to most of non-welded locations taking into account the likelihood of some notching from corrosion, wear and tear in service with surface finishing factor as given in **Table 4**.

Higher surface finishing quality may be applied in using S-N curve B as given in **Table 4**, provided adequate protective measures are taken against wear, tear and corrosion and finite element analysis according to **Ch 9, Sec 5, [2]** is carried out.

Table 4 : Non-welded joints: thickness exponent and surface finishing factor

Joint configuration, fatigue crack location and stress direction		Edge cutting process	Edge treatment	Surface finishing	n	k_{sf}	S-N curve
1	Rolled or extruded plates and sections as well as seamless pipes, no surface or rolling defects 	N/A	N/A	No surface nor roll defect(1)(2)	0	0.94	B
2	Cut edges 	Machine cutting e.g. by a thermal process or sheared edge cutting	Cutting edges chamfered or rounded by means of smooth grinding, groove direction parallel to the loading direction	Smooth surface free of cracks and notches(1)(2)	0.1	1.00	B
			Cutting edges broken or rounded	Smooth surface free of cracks and notches(1)(2)	0.1	1.07	B
			No edge treatment	Surface free of cracks and severe notches (inspection procedure)(1)(2)	0.1	1.00	C
		Manually thermally cut e.g. by flame cutting	No edge treatment	Surface free of cracks and severe notches (inspection procedure)(1)(2)	0.1	1.24	C

(1) Stress increase due to geometry of cut-outs to be considered.
(2) Fine mesh FE analysis according to **Ch 9, Sec 5, [2]**.

5. Fatigue Damage Calculation

5.1 General

5.1.1

The design fatigue life is divided into a number of time periods due to different loading conditions and due to limitation of the corrosion protection.

It is assumed that the corrosion protection (i.e. coating system) is only effective for a limited number of years during which the structural details are protected, i.e. in-air environment. During the remaining part of the design life as specified in **Table 5**, the structural details are unprotected i.e. exposed to corrosive environment.

5.1.2

The elementary fatigue damage, given in **[5.2]**, is the damage accumulated during a specific loading condition (j) associated with a specific environmental condition either protected condition, i.e. in-air environment, or unprotected condition, i.e. corrosive environment.

The combined fatigue damage, given in **[5.3]**, is the combination of damage accumulated for a specific

loading condition (j) for the in-air and corrosive environment time.

Total fatigue damage, given in **[5.4]**, is the sum of the combined fatigue damages obtained for all loading conditions.

5.2 Elementary fatigue damage

5.2.1

The elementary fatigue damage for each fatigue loading condition (j) is to be calculated independently for both protected in-air environment and unprotected corrosive environment, based on the fatigue stress range obtained for the predominant load case as follows:

$$D_{E(j)} = \frac{\alpha_{(j)} \cdot N_D}{K_2} \frac{\Delta\sigma_{FS,(j)}^m}{(\ln N_R)^{m/\xi}} \cdot \mu_{(j)} \cdot \Gamma(1+\frac{m}{\xi})$$

where:

N_D : Total number of wave cycles experienced by ship during the design fatigue life, taken as:

$N_D = 31.557 \times 10^6 (f_0 T_{DF}) / (4 \log L)$

f_0 : Factor taking into account time in seagoing operations excluding time in loading and unloading, repairs, etc.

f_0 = 0.85

$\alpha_{(j)}$: Fraction of time in each loading condition given in **Ch 9, Sec 1, Table 1**.

$\Delta\sigma_{FS,(j)}$: Fatigue stress range at the reference probability level of exceedance of 10^{-2}, in N/mm^2.

N_R : Number of cycles corresponding to the reference probability of exceedance of 10^{-2}.

N_R = 100

ξ : Weibull shape parameter,

$\xi = 1$

$\Gamma(x)$: Complete Gamma function.

K_2 : Constant of the design S-N curve, as given in **Table 2** for in-air environment and in **Table 3** for corrosive environment.

$\mu_{(j)}$: Coefficient taking into account the change of inverse slope of the S-N curve, m,

- For in-air environment:

$$\mu_{(j)} = 1 - \frac{\left\{\gamma(1+\frac{m}{\xi}, \nu_{(j)}) - \nu_{(j)}^{-\Delta m/\xi} \cdot \gamma\left(1+(\frac{m+\Delta m}{\xi}), V_{(j)}\right)\right\}}{\Gamma(1+\frac{m}{\xi})}$$

$$\nu_{(j)} = \left(\frac{\Delta\sigma_q}{\Delta\sigma_{FS,(j)}}\right)^{\xi} In N_R$$

- For corrosive environment:

$\mu_{(j)} = 1.0$

$\gamma(a,x)$: Incomplete Gamma function.

$\Delta\sigma_q$: Stress range, in N/mm^2, corresponding to the intersection of the two segments of design S-N curve at N = 10^7 cycles, as given in **Table 2**.

Δm : Change in inverse slope of S-N curve at N = 10^7 cycles.

$\Delta m = 2$

5.3 Combined fatigue damage

5.3.1

The combined fatigue damage in protected in-air environment and unprotected corrosive environment for each loading condition (j) is to be calculated as follows:

$$D_{(j)} = D_{E,air\ (j)} \cdot \frac{T_{DF} - T_C}{T_{DF}} + D_{E,corr(j)} \cdot \frac{T_C}{T_{DF}}$$

where:

$D_{E,air\ (j)}$: The elementary fatigue damage for in-air environment for loading condition (j) given in **[5.2.1]**.

$D_{E,corr(j)}$: The elementary fatigue damage for corrosive environment for loading condition (j) as calculated in **[5.2.1]**.

$T_{C,25}$: Time in corrosive environment, in years, within the duration of the minimum design life ($T_{D,25}$) as defined in **Table 5**.

$T_{D,25}$: Minimum design life, in years, to be taken as 25 years.

T_C : Time in corrosive environment, in years, within the duration of the design fatigue life (T_{DF}) to be taken as:

$T_C = T_{DF} - (T_{D,25} - T_{C,25})$

Table 5 : Time in corrosive environment, $T_{C,25}$

Location of weld joint or structural detail	Time in corrosive environment $T_{C,25}$, in years
Water ballast tank	5
Cargo hold	0
Void space	
Other areas	

5.4 Total fatigue damage

5.4.1

The total fatigue damage for all applicable loading conditions is calculated as follows:

$$D = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{(j)}$$

where:

$D_{(j)}$: Combined fatigue damage for each applicable loading condition, as given in **[5.3]**.

5.5 Fatigue life calculation

5.5.1

The fatigue life, T_F, is taken as:

$$T_F = \frac{T_{DF}}{D_{air}} \qquad \text{if } \frac{T_{DF}}{D_{air}} \le (T_{DF} - T_C)$$

$$T_F = T_{DF} - T_C + \left(\frac{T_{DF}}{D_{air}} - T_{DF} + T_C\right)\frac{D_{air}}{D_{corr}} \qquad \text{otherwise}$$

where:

D_{air} : Total fatigue damage for all loading conditions in-air environment taken as:

$$D_{air} = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{E,air\,(j)}$$

D_{corr} : Total fatigue damage for all loading conditions in corrosive environment taken as:

$$D_{corr} = \sum_{j=1}^{n_{LC}} D_{E,corr\,(j)}$$

6. Weld Improvement Methods

6.1 General

6.1.1

Post-weld fatigue strength improvement methods are to be considered as a supplementary means of achieving the required fatigue life, and subjected to quality control procedures. The benefit from post-weld treatment can only be applied for corrosion free condition and may only be considered provided that a protective coating is applied after the post-weld treatment and maintained during the design life time.

6.1.2 Limitation of the benefit of post-weld treatment

For structural details where the benefit of post-weld treatment is applicable, the calculated fatigue life at the design stage for the considered structural detail excluding the post-weld treatment effects, is not to be less than T_{DF}/1.47.

Note 1: When T_{DF} is taken equal to 25 years, the calculated fatigue life at the design stage for the considered structural detail excluding the post-weld treatment effects, is not to be less than 17 years.

6.1.3 Post-weld treatment at fabrication stage

There is one basic post-weld treatment method considered in these Rules to improve fatigue strength at the fabrication stage, i.e. weld geometry control and defect removal method by burr grinding.

6.1.4 Weld toe

The improvement method is applied to the weld toe. Thus, it is intended to increase the fatigue life of the weld from the viewpoint of a potential fatigue failure arising at the weld toe. The possibility of failure initiation at other locations is always to be considered. If the failure is shifted from the weld toe to the root by applying post-weld treatment, there may be no significant improvement in the overall fatigue performance of the joint. Improvements of the weld root cannot be expected from treatment applied to weld toe.

A brief description of the method and the degree of improvement which can be achieved is given in **[6.2].**

6.1.5 Weld type for post-weld treatment

When weld improvements are planned, full or partial penetration welds with a minimum root face according to **Ch 12, Sec 3, [2.4]** are to be used to mitigate or to eliminate the possibility of cracking at the weld root.

6.2 Weld toe burr grinding

6.2.1

The weld may be machined using a burr grinding tool to produce a favourable shape to reduce stress concentrations and remove defects at the weld toe, see **Figure 4**. In order to eliminate defects, such as intrusions, undercuts and cold laps, the material in way of the weld toe is to be removed. The depth of grinding shall be at least 0.5 mm below the bottom of any visible undercut. The total depth of the burr grinding is not to be greater than the lesser of 2 mm and of 7% the local gross thickness of the machined plate. Any undercut not complying with this requirement is to be repaired by an approved method.

6.2.2

To avoid introducing a detrimental notch effect due to small radius grooves, the burr diameter is to be scaled to the plate thickness at the weld toe being ground. The diameter is to be in the 10 to 25 mm range for application to welded joints with plate thickness from 10 to 50 mm. The resulting root radius of the groove is to be no less than 0.25 t_{as_built}.The weld throat thickness and leg length after burr grinding must comply with the rule requirements or any increased weld sizes as indicated on the approved drawings.

The inspection procedure is to include a check of the weld toe radius, the depth of burr grinding, and confirmation that the weld toe undercut has been removed completely.

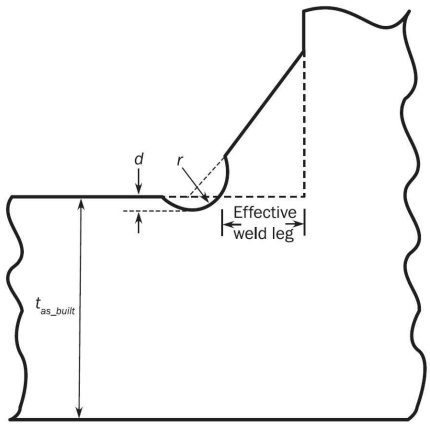


Figure 4 : Details of ground weld toe geometry

6.3 Fatigue improvement factor

6.3.1

The benefit of burr grinding corresponds to an increase in fatigue strength by a factor of 1.3 (i.e. a reduction of the effective stress range by 1.3), reducing the damage in air to D_{air}/2.2,

where:

D_{air} : Fatigue damage in air as given in **Ch 9, Sec 3, [5.3.1]**.

6.4 Applicability

6.4.1

The application of post-weld improvement and fatigue improvement factor provided in this section is subject to following limitations:

- The weld type complies with **[6.1.5]**.

- The weld improvement is effective in improving the fatigue strength of structural details under high cycle fatigue conditions therefore the fatigue improvements factors do not apply to low-cycle fatigue conditions, i.e. when $N \leq 5 \times 10^4$, where N is the number of life cycles to failure.
- Unless otherwise specifically stated, the fatigue improvement factor is to be used for welds, joining steel plates which are between 6 and 50 mm thick.
- This benefit can only be achieved in a corrosion free condition and may only be considered provided that a suitable protective coating is applied after the post-weld treatment and maintained during the design life time.
- Fatigue improvement factor is to be applied to as-welded transverse butt welds, as-welded T-joint and cruciform welds and as-welded longitudinal attachment welds excluding longitudinal end connections.
- In way of areas prone to mechanical damage, fatigue improvement may only be granted if these are adequately protected.
- Treatment of inter-bead toes is required for large multi-pass welds as shown in **Figure 5**.
- The builder is to provide the list of details and their locations on the ship for which the post-weld treatment has been applied.

ℓ_{leg} : Weld leg length
w : Width of groove
d : Depth of grinding

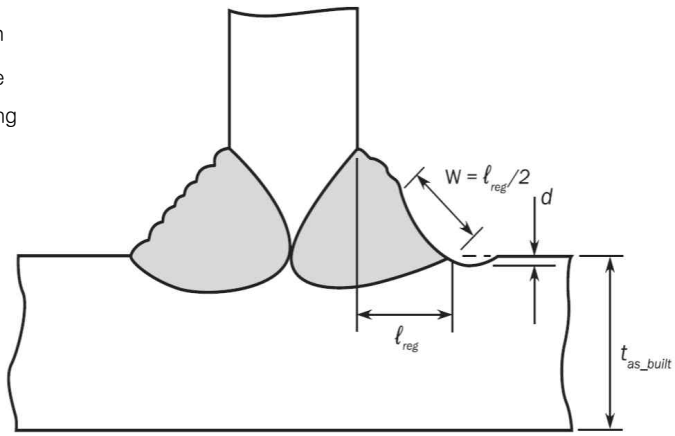


Figure 5 : Extent of weld toe burr grinding to remove inter-bead toes on weld surface

7. Workmanship

7.1 Application

7.1.1

In general, the fatigue performance of structural details can be improved by adopting enhanced workmanship standards, which include building alignment and weld control.

7.2 Workmanship control for construction details

7.2.1 Building alignment and tolerance control

Building alignment exceeding construction tolerance could introduce additional stress concentration for structural details, reducing the fatigue performance. The builder is responsible to comply with the construction requirements given in **Ch 12, Sec 1**.

7.2.2 Weld profile control

Poor weld geometry could introduce additional stress concentration; therefore special attention should be

given to achieving a favourable geometry and smooth transition at the weld toe. Weld profile control, i.e. enhanced workmanship may be required by the Society in way of critical weld toe locations.

The weld notch stress concentration is a direct function of the weld flank angle and the weld toe radius.

The validity of the aforementioned S-N curves is based on a weld flank angle with a maximum mean value of 50 deg and on a weld toe radius with a minimum mean value of 0.5 mm. Welding details may be requested to be submitted for approval for some critical areas considering the calculated fatigue life.

7.2.3 Post-weld treatment methods

Post-weld treatment methods may be used to improve fatigue resistance of structural detail, as specified in [6].

At the design stage, the calculated fatigue life should not generally take into account any benefit that may be derived from such treatment. This benefit should only be considered in exceptional cases when the design fatigue life can not reasonably be achieved by adopting alternative design measures such as improvement of the shape of the cut-outs, soft brackets toes, local increase in thickness or other changes in geometry of the structural detail. This is to be considered on a case-by-case basis by the Society.

7.2.4 Detail design standard

Requirements for improved design of structural details are provided in Ch 9, Sec 6. The detail design standard also includes workmanship and welding requirements.

Section 4 - Simplified Stress Analysis

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

(i) : Suffix which denotes dynamic load case HSM, FSM, BSR-P, BSR-S, BSP-P, BSP-S, OST-P or OST-S specified in **Ch 4, Sec 2, [3.1]**.

'$i1$' denotes dynamic load case HSM-1, FSM-1, BSR-1P, BSR-1S, BSP-1P, BSP-1S, OST-1P or OST-1S.

'$i2$' denotes dynamic load case HSM-2, FSM-2, BSR-2P, BSR-2S, BSP-2P, BSP-2S, OST-2P or OST-2S.

(j) : Suffix which denotes loading condition:

'Full load' or 'Normal ballast' as defined in **Ch 9, Sec 1, [6.2]**.

ℓ_{bdg} : Effective bending span of stiffener, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7**.

I_{y-n50} : Net vertical hull girder moment of inertia, at the longitudinal position being considered, in m^4.

I_{z-n50} : Net horizontal hull girder moment of inertia, at the longitudinal position being considered, in m^4.

y : Transverse coordinate of the load calculation point under consideration, in m.

z : Vertical coordinate of the load calculation point under consideration, in m.

z_n : Distance from the baseline to the horizontal neutral axis, in m.

f_c : Correction factor as defined in **Ch 9, Sec 1, [5.1.2]**.

K_a : Geometrical stress concentration factor for stress due to axial load given in **[5.2]**.

K_b : Geometrical stress concentration factor for stress due to lateral pressure given in **[5.2]**.

K_n : Stress concentration factor due to unsymmetrical stiffener geometry, as defined in **[5.1]**.

1. General

1.1 Application

1.1.1

This section defines the procedure for a simplified stress assessment which is to be used to evaluate the fatigue strength of the longitudinal stiffener end connections.

1.1.2

The hot spot stress ranges and hot spot mean stresses in way of each end connection of longitudinal stiffener, as shown in **Figure 1** are to be evaluated at the flange of the longitudinal stiffener

Stress concentration factors due to unsymmetrical stiffener geometry according **[5.1]** and due to the stiffener end connection geometry at point 'A' and 'B' according to **[5.2]** are to be applied.

1.2 Assumptions

1.2.1

The following assumptions are made in the fatigue assessment for longitudinal stiffener end connections:

a) The hot spot stress is based on:

- Nominal stresses.

- Stress concentration factors given in **[5]**.
- Loading conditions specified in **Ch 9, Sec 1, [6]**.

b) The longitudinal stiffener end connection types are described in **[5.2]**.

1.2.2

The end connections given in **[5.2]** are based on typical joint geometry under axial and lateral loadings. When a structural detail is different from those shown in **Table 3**, a finite element analysis is to be used to demonstrate the adequacy of the detail in terms of fatigue strength, according to **[5.3]**.

2. Hot Spot Stress

2.1 Hot spot stress range

2.1.1

The hot spot stress range, in N/mm^2, due to dynamic loads for load case (i) of loading condition (j) is obtained from the following formula:

$$\triangle\sigma_{HS,i(j)} = |(\sigma_{GD,i1(j)} + \sigma_{LD,i1(j)}) - (\sigma_{GD,i2(j)} + \sigma_{LD,i2(j)})|$$

where:

$\sigma_{GD,i1(j)}, \sigma_{GD,i2(j)}$: Stresses due to global hull girder wave bending moments, in N/mm^2, as defined in **[3.1.1]**.

$\sigma_{LD,i1(j)}, \sigma_{LD,i2(j)}$: Stresses due to local dynamic pressure, in N/mm^2, as defined in **[4.1.1]**.

2.2 Hot spot mean stress

2.2.1

The hot spot mean stress, in N/mm^2, due to static and dynamic loads for load case (i) of loading condition (j) is obtained from the following formula:

$$\sigma_{mean,i(j)} = \sigma_{GS,(j)} + \sigma_{LS,(j)} + \sigma_{mLD,i(j)} + \sigma_{mGD,i(j)}$$

where for the load case (i) of loading condition (j):

$\sigma_{GS,(j)}$: Stress due to still water hull girder bending moment, in N/mm^2, as defined in **[3.2.1]**.

$\sigma_{LS,(j)}$: Stress due to local static pressure, in N/mm^2, as defined in **[4.1.2]**.

$\sigma_{mLS,(j)}$: Mean stress due to local dynamic pressure, in N/mm^2, as defined as:

$$\sigma_{mLD,i(j)} = \frac{\sigma_{LD,i1(j)} + \sigma_{LD,i2(j)}}{2}$$

$\sigma_{LD,i1(j)}, \sigma_{LD,i2(j)}$: Stress due to local dynamic pressure, in N/mm^2, as defined in **[4.1.1]**.

$\sigma_{mGD,(j)}$: Mean stress due to global wave bending moment, in N/mm^2, as defined as:

$$\sigma_{mGD,i(j)} = \frac{\sigma_{GD,i1(j)} + \sigma_{GD,i2(j)}}{2}$$

$\sigma_{GD,i1(j)}, \sigma_{GD,i2(j)}$: Stress due to global wave bending moment, in N/mm^2, as defined in **[3.1.1]**.

3. Hull Girder Stress

3.1 Stress due to hull girder wave bending moments

3.1.1

The hull girder hot spot stress, in N/mm^2, for load cases $i1$ and $i2$ of loading condition (j) is obtained from the following formula:

$$\sigma_{GD,ik(j)} = f_c \cdot K_a \left(\frac{M_{wv-LC,\,ik}}{I_{y-n50}}(z - z_n) - \frac{M_{wh-LC,\,ik}}{I_{Z-n50}} y\right) 10^{-3}$$

where:

$M_{wv-LC,ik}$: Vertical wave bending moment, in kNm, of the considered dynamic load case, as defined in **Ch 4, Sec 4**, at the hull girder load calculation point of the considered longitudinal position for the loading condition (j) for ik being equal to $i1$ and $i2$.

$M_{wh-LC,ik}$: Horizontal wave bending moment, in kNm, of the considered dynamic load case, as defined in **Ch 4, Sec 4**, at the hull girder load calculation point of the considered longitudinal position for the loading condition (j) for ik being equal to $i1$ and $i2$.

3.2 Stress due to still water hull girder bending moment

3.2.1

The hull girder hot spot stress due to still water bending moment, in N/mm^2, in loading condition (j) is obtained from the following formula:

$$\sigma_{GS,(j)} = \frac{f_c \cdot K_a \cdot \beta_{(j)} \cdot M_{sw} \cdot (z - z_n)}{I_{y-n50}} 10^{-3}$$

where:

M_{sw} : Permissible still water vertical bending moment, in kNm, as defined in **Ch 4, Sec 4** at the hull girder load calculation point of the considered longitudinal position.

$\beta_{(j)}$: Fraction of permissible still water vertical bending moment, as defined in **Table 1**.

Table 1 : Fraction of permissible still water vertical bending moments, $\beta_{(j)}$

Loading conditions	$\beta_{(j)}$
Homogeneous	1.0 in sagging condition
Normal ballast	0.8 in hogging condition

4. Local Stiffener Stress

4.1 Stress due to stiffener bending

4.1.1 Stress due to dynamic pressure

The hot spot stress, in N/mm^2, due to local dynamic pressure in load case $i1$ and $i2$ for loading condition (j) is obtained from the following formula:

$$\sigma_{LD,ik(j)} = \frac{K_b K_n s \ell_{bdg}^2 (\eta_w f_{NL} P_{w,ik(j)} + \eta_{ld} P_{id,ik(j)}) \left(1 - \frac{6x_e}{\ell_{bdg}} + \frac{6x_e^2}{\ell_{bdg}^2}\right)}{12 Z_{eff-n50}}$$

where:

$P_{W,ik(j)}$: Dynamic wave pressure, at the mid span, in kN/m^2, specified in **Ch 4, Sec 5, [1.4]**, in load case $i1$ and $i2$ for loading condition (j).

$P_{ld,ik(j)}$: Dynamic liquid tank pressure, at the mid span, in kN/m^2, as specified in **Ch 4, Sec 6, [1.1.1]**, in load case $i1$ and $i2$ for loading condition (j).

Pressure acting on both sides of the stiffener, i.e. applied on the attached plate on stiffener side or on opposite side to the stiffener, could be simultaneously considered if relevant in the loading condition.

η_W, η_{ld} : Pressure normal coefficients, taken as:

$\eta = 1$ when the considered pressure is applied on the stiffener side,

$\eta = -1$ otherwise.

f_{NL} : Correction factor for the non-linearity of the wave pressure taken as:

$f_{NL} = 1$ for $z > T_{LC} + 2h_w$

$f_{NL} = 2.5\dfrac{z - T_{LC}}{h_w} - 4$ for $T_{LC} + 1.8h_w < z \leq T_{LC} + 2h_w$

$f_{NL} = 0.5\dfrac{z - T_{LC}}{h_w} - 0.4$ for $T_{LC} + 1.6h_w < z \leq T_{LC} + 1.8h_w$

$f_{NL} = 0.4$ for $T_{LC} + 1.2h_w < z \leq T_{LC} + 1.6h_w$

$f_{NL} = 0.7 - 0.25\dfrac{z - T_{LC}}{h_w}$ for $T_{LC} + 0.6h_w < z \leq T_{LC} + 1.2h_w$

$f_{NL} = 1 - 0.75\dfrac{z - T_{LC}}{h_w}$ for $T_{LC} - 0.2h_w < z \leq T_{LC} + 0.6h_w$

$f_{NL} = 0.1875\dfrac{z - T_{LC}}{h_w} + 1.1875$ for $T_{LC} - h_w < z \leq T_{LC} - 0.2h_w$

$f_{NL} = 1$ for $z \leq T_{LC} - h_w$

h_w : Water head equivalent to the pressure at waterline, in m, as defined in **Ch 4, Sec 5**.

x_e : Distance, in m, to the hot spot from the closest end of the span ℓ_{bdg}, as defined in **Figure 1**.

$Z_{eff-n50}$: Net section modulus, in cm^3, of the considered stiffener calculated considering an effective breadth b_{eff} of attached plating.

b_{eff} : Effective breadth, in mm, of attached plating specified at the ends of the span and in way of end brackets and supports, taken as:

$b_{eff} = s \cdot \min(100\ell\,; 0.42s + 30\ell)$

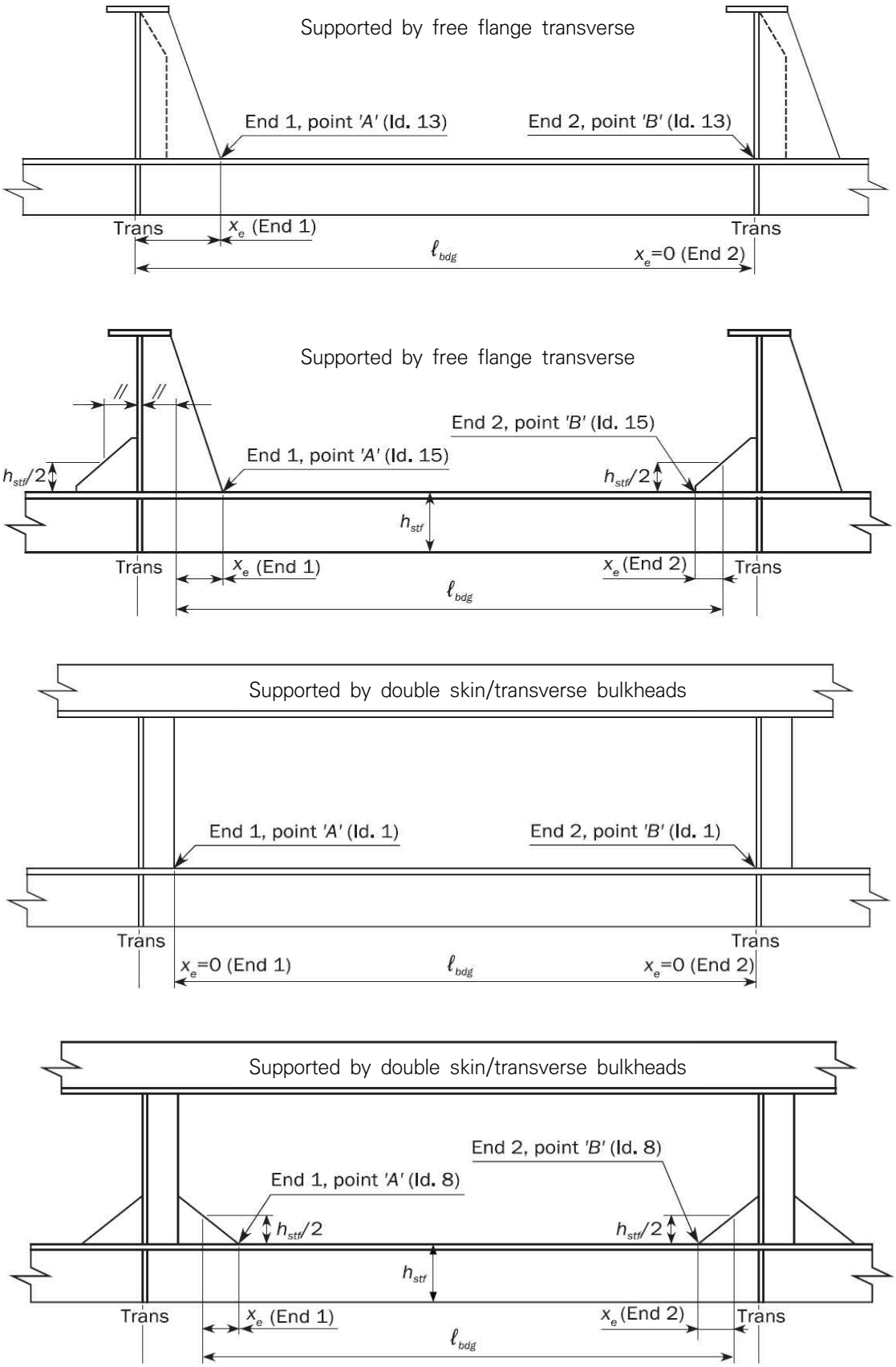


Figure 1 : Definition of effective span and x_e for hot spot

4.1.2 Stress due to static pressure

The hot spot stress due to local static pressure, in N/mm^2, for loading condition (j) is obtained from the following formula:

$$\sigma_{LS,(j)} = \frac{K_b K_n s \ell_{bdg}^2 (\eta_s P_{S,(j)} + \eta_{ls} P_{ls,(j)})(1 - \frac{6x_e}{\ell_{bdg}} + \frac{6x_e^2}{\ell_{bdg}^2})}{12 Z_{eff-n50}}$$

where:

$P_{S,(j)}$: Static external pressure, in kN/m^2, in loading condition (j) specified in **Ch 4, Sec 5, [1.2]**.

$P_{ls,(j)}$: Static liquid tank pressure, in kN/m^2, in loading condition (j) specified in **Ch 4, Sec 6, [1.2]**.

Pressure acting on both sides could be simultaneously considered if relevant in the loading condition.

η_S, η_{ls} : Pressure normal coefficients, taken as:

$\eta = 1$ when the considered pressure is applied on the stiffener side,

$\eta = -1$ otherwise.

5. Stress Concentration Factors

5.1 Unsymmetrical stiffener

5.1.1

The stress concentration factor K_n for unsymmetrical flange of built-up and rolled angle stiffeners under lateral load, calculated at the web's mid-thickness position, as shown in **Figure 2**, is to be taken as:

$$K_n = \frac{1 + \lambda \beta^2}{1 + \lambda \beta^2 \psi_Z}$$

where:

$$\lambda = \frac{3(1 + \frac{\eta}{280})}{1 + \frac{\eta}{40}}$$

$$\eta = \frac{\ell_{bdg}^4 \cdot 10^{12}}{b_{f-n50}^3 \times t_{f-n50} \times h_{stf-n50}^2 (\frac{4 \cdot h_{stf-n50}}{t_{w-n50}^3} + \frac{s}{t_{p-n50}^3})}$$

$\beta = 1 - \frac{2b_{g-n50}}{b_{f-n50}}$ for built-up profiles.

$\beta = 1 - \frac{2t_{w-n50}}{b_{f-n50}}$ for rolled angle profiles.

b_{g-n50} : Eccentricity of the stiffener equal to the distance from flange's edge to web's centreline, in mm, as shown in **Figure 3**.

b_{f-n50} : Net breadth of flange, in mm, as shown in **Figure 3**.

t_{f-n50} : Net flange thickness, in mm, as shown in **Figure 3**.

$h_{stf-n50}$: Net stiffener height, including face plate, in mm, as shown in **Figure 3**.

t_{w-n50} : Net web thickness, in mm, as shown in **Figure 3**.

h_{w-n50} : Net web's height stiffener, in mm, as shown in **Figure 3**.

t_{p-n50} : Net thickness of attached plating, in mm, as shown in **Figure 3**.

ψ_z : Coefficient given as:

$$\psi_z = \frac{h_{w-n50}^2 t_{w-n50}}{4 Z_{n50}} 10^{-3}$$

Z_{n50} : Net section modulus, in cm^3, of stiffener with an attached plating breadth equal to the stiffener spacing.

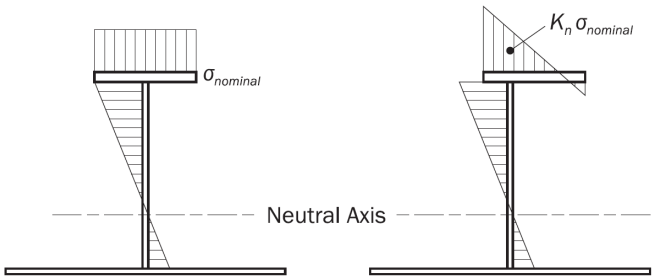


Figure 2 : Bending stress in stiffener with symmetrical and unsymmetrical flange

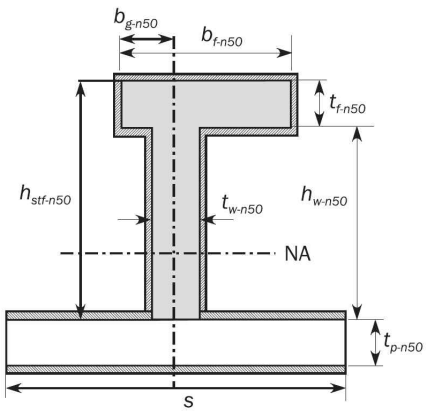


Figure 3 : Stiffener – net scantling

5.1.2 Bulb profiles

For bulb profiles K_n factor is to be calculated using the equivalent built-up profile as shown in **Figure 4**. The flange of the equivalent built-up profile is to have the same properties as the bulb flange, i.e. same cross sectional area and moment of inertia about the vertical axis and neutral axis position.

For HP bulb profiles, examples of the equivalent built up profile dimensions are listed in **Table 2**.

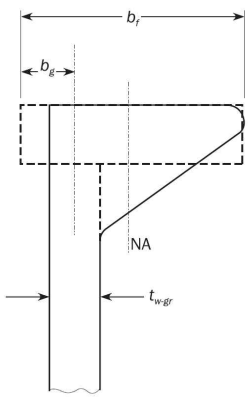


Figure 4 : Bulb profile and equivalent built-up profile

Table 2 : HP equivalent built-up profile dimensions

HP-bulb		Equivalent built-up flange in gross thickness		
Height (mm)	Gross web thickness, t_{w-gr} (mm)	b_f (mm)	t_{f-gr} (mm)	b_g (mm)
200	9 - 13	t_{w-gr} + 24.5	22.9	(t_{w-gr} + 0.9)/2
220	9 - 13	t_{w-gr} + 27.6	25.4	(t_{w-gr} + 1.0)/2
240	10 - 14	t_{w-gr} + 30.3	28.0	(t_{w-gr} + 1.1)/2
260	10 - 14	t_{w-gr} + 33.0	30.6	(t_{w-gr} + 1.3)/2
280	10 - 14	t_{w-gr} + 35.4	33.3	(t_{w-gr} + 1.4)/2
300	11 - 16	t_{w-gr} + 38.4	35.9	(t_{w-gr} + 1.5)/2
320	11 - 16	t_{w-gr} + 41.0	38.5	(t_{w-gr} + 1.6)/2
340	12 - 17	t_{w-gr} + 43.3	41.3	(t_{w-gr} + 1.7)/2
370	13 - 19	t_{w-gr} + 47.5	45.2	(t_{w-gr} + 1.9)/2
400	14 - 19	t_{w-gr} + 51.7	49.1	(t_{w-gr} + 2.1)/2
430	15 - 21	t_{w-gr} + 55.8	53.1	(t_{w-gr} + 2.3)/2

5.2 Longitudinal stiffener end connections

5.2.1

The stress concentration factors K_a and K_b are given in **Table 3** for end connection of stiffeners subjected to axial and lateral loads. The values given in **Table 3** for soft toe are valid provided the toe geometry complies with the requirements given in **[5.2.5]**.

5.2.2 Other connection types

When connection types other than those given in **Table 3** are proposed, the fatigue strength for the proposed connection type is to be assessed either by performing a very fine mesh FE analysis as described in **Ch 9, Sec 5** to obtain directly the hot spot stress, or by calculating the stress concentration factor using FE analysis according to **[5.3]**.

5.2.3 Overlapped connection

Overlapped connection types for longitudinal stiffeners, i.e. attachments welded to the web of the longitudinals, are not to be used in the cargo hold region.

5.2.4 Soft toe of web stiffener and backing bracket

The toe geometry end connection of web stiffener and backing bracket is to comply with the following:

$$\theta \leq 20$$

$$h_{toe} \leq \max(t_{bkt-gr};15)$$

where:

θ : Angle of the toe, in deg, as shown in **Figure 5**.

h_{toe} : Height of the toe, in mm, as shown in **Figure 5**.

t_{bkt-gr} : Gross thickness of the bracket, in mm.

5.2.5 Recommended detail designs

Recommended detail designs for longitudinal end connections with soft toes and backing brackets are given in **Figure 6**.

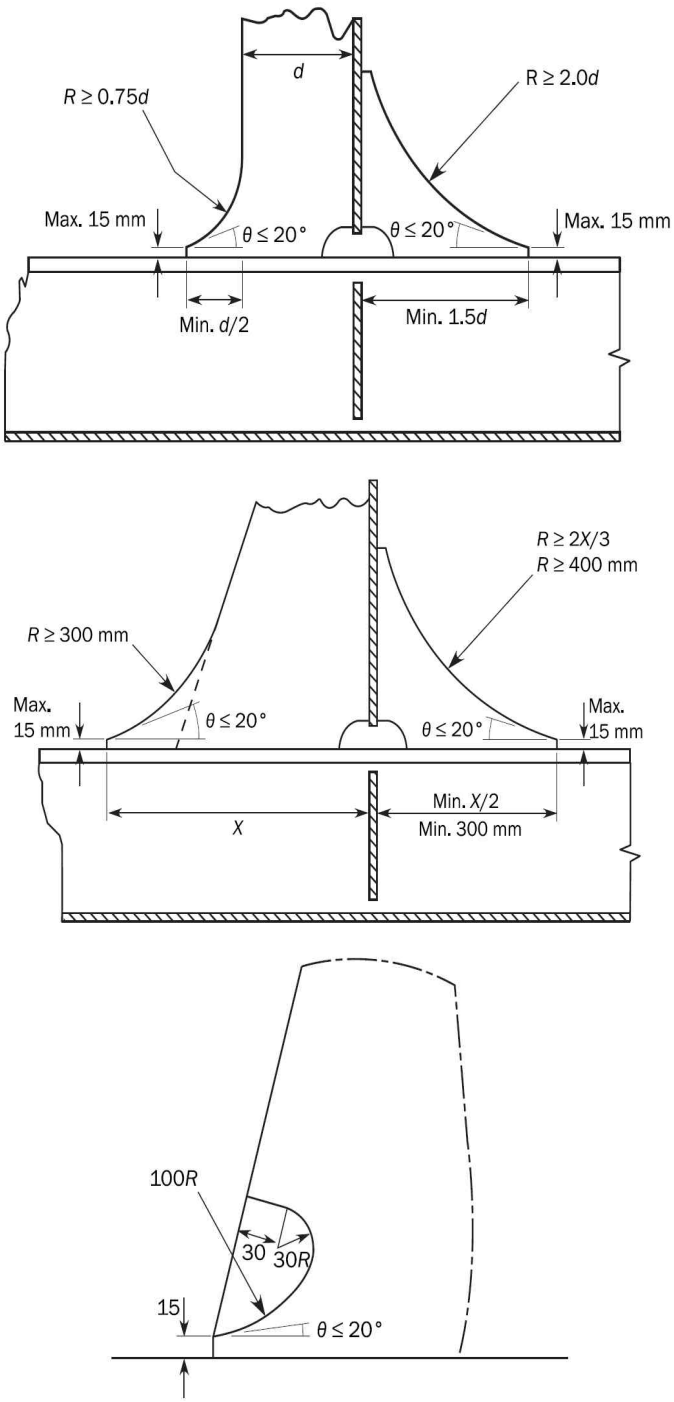
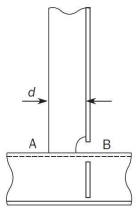
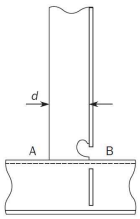
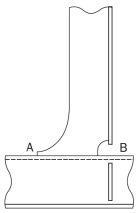
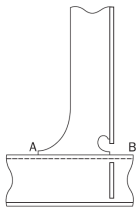
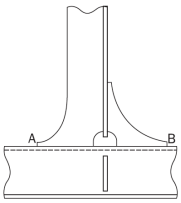
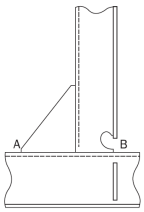
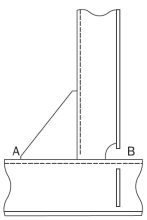
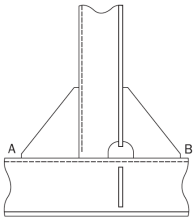
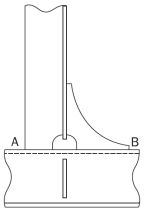
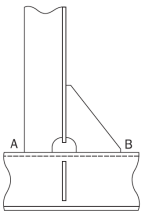
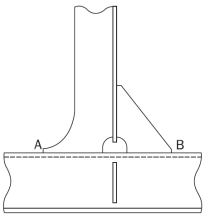
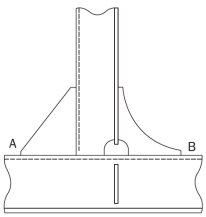
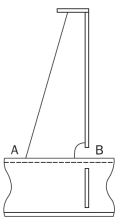
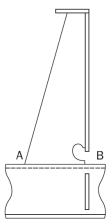
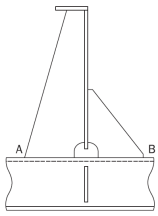
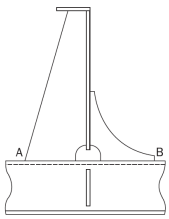
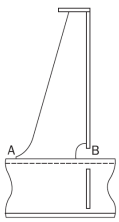
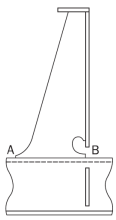
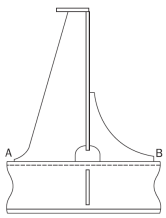
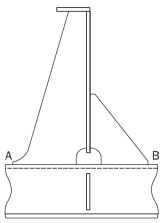
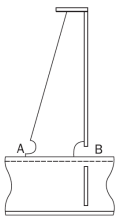


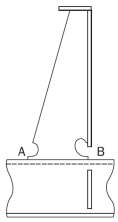
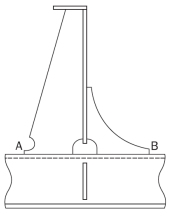
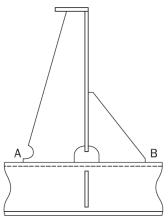
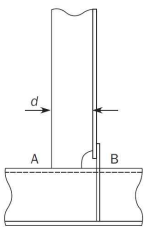
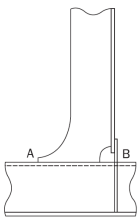
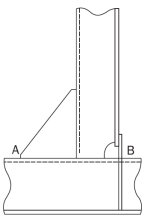
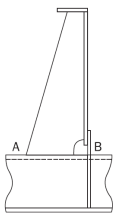
Figure 5 : Detail design for soft toes and backing brackets

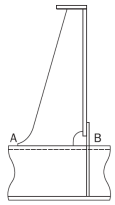
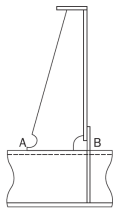
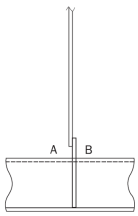
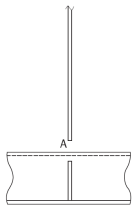
Table 3 : Stress concentration factors

ID	Connection type(2)(3)	Point 'A'		Point 'B'	
		K_a	K_b	K_a	K_b
1(1)		1.28 for $d \le 150$ 1.36 for$150 < d \le 250$ 1.45 for $d > 250$	1.40 for $d \le 150$ 1.50 for $150 < d \le 250$ 1.60 for $d > 250$	1.28 for $d \le 150$ 1.36 for $150 < d \le 250$ 1.45 for $d > 250$	1.60
2(1)		1.28 for $d \le 150$ 1.36 for$150 < d \le 250$ 1.45 for $d > 250$	1.40 for $d \le 150$ 1.50 for $150 < d \le 250$ 1.60 for $d > 250$	1.14 for $d \le 150$ 1.24 for $150 < d \le 250$ 1.34 for $d > 250$	1.27
3		1.28	1.34	1.52	1.67
4		1.28	1.34	1.34	1.34
5		1.28	1.34	1.28	1.34
6		1.52	1.67	1.34	1.34
7		1.52	1.67	1.52	1.67

ID	Connection type(2)(3)	Point 'A'		Point 'B'	
		K_a	K_b	K_a	K_b
8		1.52	1.67	1.52	1.67
9		1.52	1.67	1.28	1.34
10		1.52	1.67	1.52	1.67
11		1.28	1.34	1.52	1.67
12		1.52	1.67	1.28	1.34
13		1.52	1.67	1.52	1.67
14		1.52	1.67	1.34	1.34

ID	Connection type(2)(3)	Point 'A'		Point 'B'	
		K_a	K_b	K_a	K_b
15		1.52	1.67	1.52	1.67
16		1.52	1.67	1.28	1.34
17		1.28	1.34	1.52	1.67
18		1.28	1.34	1.34	1.34
19		1.28	1.34	1.28	1.34
20		1.28	1.34	1.52	1.67
21		1.28	1.34	1.52	1.67

ID	Connection type(2)(3)	Point 'A'		Point 'B'	
		K_a	K_b	K_a	K_b
22		1.28	1.34	1.34	1.34
23		1.28	1.34	1.28	1.34
24		1.28	1.34	1.52	1.67
25(1)		1.28 for $d \le 150$ 1.36 for$150 < d \le 250$ 1.45 for $d > 250$	1.40 for $d \le 150$ 1.50 for $150 < d \le 250$ 1.60 for $d > 250$	1.14 for $d \le 150$ 1.24 for $150 < d \le 250$ 1.34 for $d > 250$	1.25 for $d \le 150$ 1.36 for $150 < d \le 250$ 1.47 for $d > 250$
26		1.28	1.34	1.34	1.47
27		1.52	1.67	1.34	1.47
28		1.52	1.67	1.34	1.47

ID	Connection type(2)(3)	Point 'A'		Point 'B'	
		K_a	K_b	K_a	K_b
29		1.28	1.34	1.34	1.47
30		1.28	1.34	1.34	1.47
31(4)		1.13	1.20	1.13	1.20
32 (4)(5)(6)		1.13	1.14	N/A	N/A

NOTE:

(1) The attachment length d, in mm, is defined as the length of the welded attachment on the longitudinal stiffener flange without deduction of scallop.

(2) Where the longitudinal stiffener is a flat bar and there is a web stiffener/bracket welded to the flat bar stiffener, the stress concentration factor listed in the table is to be multiplied by a factor of 1.12 when the thickness of attachment is thicker than the 0.7 times thickness of flat bar stiffener. This also applies to unsymmetrical profiles where there is less than 8mm clearance between the edge of the stiffener flange and the attachment, e.g. bulb or angle profiles where the clearance of 8 mm cannot be achieved.

(3) Designs with overlapped connection / attachments, See **[5.2.3]**.

(4) ID. 31 and 32 refer to details where web stiffeners are omitted or not connected to the longitudinal stiffener flange. See **[5.2.4]**.

(5) For connection type ID. 32 with no collar and/or web plate welded to the flange, the stress concentration factors provided in this table are to be used irrespective of slot configuration.

(6) The fatigue assessment point 'A' is located at the connection between the stiffener web and the transverse web frame or lug plate.

5.3 Alternative design

5.3.1 Derivation of alternative stress concentration factors

Upon agreement by the Society, the geometrical stress concentration factors for alternative designs are to be calculated by a very fine mesh FE analysis according to the requirements given in **Ch 9, Sec 5**. Additional requirements for derivation of geometrical stress concentration factors for stiffener end connections using very fine mesh FE analysis are given below:

a) FE model extent: the FE model, as shown in **Figure 6**, is to cover at least four web frame spacings in the longitudinal stiffener direction with the detail to be considered located at the middle frame. The same type of end connection is to be modelled at all the web frames. In the transverse direction, the model may be limited to one stiffener spacing.

b) Load application: in general, two loading cases are to be considered:

- Axial loading by enforced displacement applied to the model ends and
- Lateral loading by unit pressure load applied to the shell plating.

c) Boundary conditions:

- Symmetry conditions are applied along the longitudinal cut of the plate flange, along transverse and vertical cuts on web frames and on top of the web stiffener.
- For lateral pressure loading: the model is to be fixed in all degrees of freedom at both forward and aft ends.
- For axial loading: the model is to be fixed for displacement in the longitudinal direction at the aft end of the model while enforced axial displacement is applied at the forward end, or vice versa.

d) FE mesh density: At the location of the hot spots under consideration, the element size is to be in the order of the thickness of the stiffener flange or 10 mm depending on the type of stiffener. In the remaining part of the model, the element size is to be in the order of *s*/10, where *s* is the stiffener spacing.

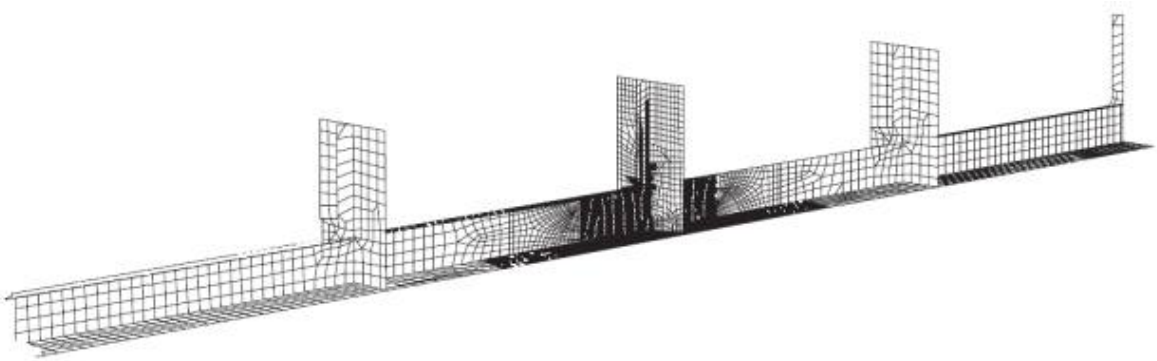


Figure 6 : Fine mesh finite element model for derivation of geometrical stress concentration factor (example of stiffener with flange)

For the 2 loading cases specified above, the stress concentration factors are determined as follows:

- For the axial loading case:

$$K_a = \frac{\sigma_{HSAx}}{\sigma_{NomAx}}$$

- For the bending loading case:

$$K_b = \frac{\sigma_{HSBd}}{\sigma_{NomBd}}$$

σ_{HSAx} : Hot spot stress, in N/mm^2, determined at the stiffener flange for the axial load.

σ_{NomAx} : Nominal axial stress, in N/mm^2, calculated at the stiffener flange according to **[3.1]** for the axial load applied for the FE calculation.

σ_{HSBd} : Hot spot stress, in N/mm^2, determined at the stiffener flange for the unit pressure load.

σ_{NomBd} : Nominal bending stress, in N/mm^2, calculated at the stiffener flange according to **[4.1]** in way of the hot spot for the unit pressure load applied for the FE calculation.

The derivation of geometrical stress concentration factors for alternative designs is to be documented and provided to the Society.

Section 5 - Finite Element Stress Analysis

1. General

1.1 Application

1.1.1

This section applies to fatigue assessment by finite element stress analysis. The methods are based on the hot spot stress approach and requirements are given for both welded and non-welded hot spots. The hot spot stress takes into account structural discontinuities due to the structural detail of the welded joint, but not taking into account the notch effect at the weld toe.

1.1.2

The hot spot stress is generally highly dependent on the finite element model used for representation of the structure and the procedure used to calculate the hot spot stress. No other methods than those described in this Section is to be adopted for calculation of FE based hot spot stress.

1.1.3

Two types of hot spots, denoted 'a' and 'b' are described in **Table 1**. These are defined according to their location on the plate and their orientation to the weld toe as illustrated in **Figure 1**.

Table 1 : Types of hot spots

Type	Description
a	Hot spot at the weld toe on plate surface
b	Hot spot at the weld toe around the plate edge

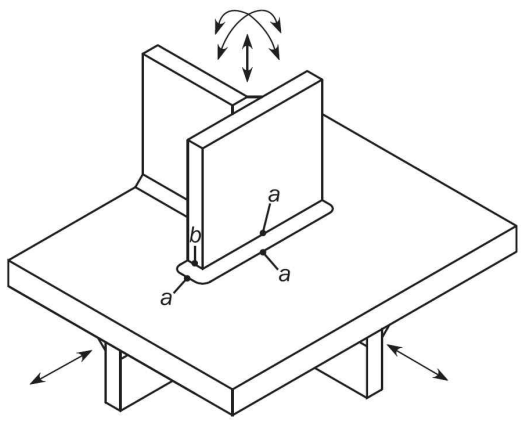


Figure 1 : Types of hot spots

1.1.4

The method for calculation of hot spot stress at weld toe for any welded details is given in **[3.1]** except for web-stiffened cruciform joints. The method for calculation of local stress for non-welded area is given in **[3.2]**.

1.1.5

The method for calculation of hot spot stress at web-stiffened cruciform joints such as transverse bulkhead to inner bottom connection and horizontal stringer heel is given in **[4]**.

1.1.6

Attention is to be given to limitations of the hot spot stress methodology for simple connections given in [5].

2. FE Modelling

2.1 General

2.1.1

Evaluation of hot spot stresses for fatigue assessment requires the use of very fine finite element meshes in way of areas of high stress concentration. These very fine mesh zones may be incorporated into the global model as shown in Figure 2. The coarse mesh model of the cargo holds is to be made according to Ch 7, Sec 2, [2.4]. Alternatively, this very fine mesh analysis can be carried out by means of separate local finite element models with very fine mesh zones in conjunction with the boundary conditions obtained from a global model of the cargo holds.

2.1.2 Corrosion model

The very fine mesh finite element models used for fatigue assessment are to be made using gross thickness, t_{gr}, in accordance with Ch 9, Sec 1, [5.1].

2.1.3 Separate local FE model

Where a separate local finite element model is used, the extent of the local model is to be such that the calculated stresses are not significantly affected by the imposed boundary conditions and application of loads. The boundary of the fine mesh model is to be taken at adjacent primary supporting members such as girders, stringers and floors in the cargo hold model as far as practicable. Transverse web frames, stringer plates and girders at the boundaries of the local model need not be represented in the local model.

2.1.4

The evaluation of hot spot stress for 'a' type hot spot is to be based on shell element of mesh size $t_{gr} \times t_{gr}$, where t_{gr} is the gross thickness of the plate in way of the considered hot spot. The evaluation of hot spot stress for a 'b' type hot spot is to be based on shell element of mesh size 10 × 10 mm. The aforementioned mesh size is to be maintained within the very fine mesh zone, extending over at least 10 elements in all directions from the fatigue hot spot position. The transition of element size between the coarser mesh and the very fine mesh zone is to be done gradually and an acceptable mesh quality is to be maintained. This transition mesh is to be such that a uniform mesh with regular shape gradually transitions from smaller elements to larger ones.

An example of the mesh transition in way of liquid dome and deck plating is shown in Figure 6.

2.1.5

Four-node shell elements with adequate bending and membrane properties are to be used inside the very fine mesh zone. The four node element is to have a complete linear field of in-plane stresses and hence pure in-plane bending of the element can be exactly represented. In case of steep stress gradients, 8 node thin shell elements are to be used if deemed practical. The shell elements are to represent the mid plane of the plating. For practical purposes, adjoining plates of different thickness may be assumed to be median line aligned, i.e. no staggering in way of thickness change is required. The geometry of the weld and construction misalignment is not required to be modelled.

2.1.6

All structure in close proximity to the very fine mesh zones is to be modelled explicitly with shell elements. Triangular elements are to be avoided where possible. Use of extreme aspect ratio (e.g. aspect ratio greater than 3) and distorted elements (e.g. element's corner angle less than 60 deg or greater than 120 deg) are to be avoided.

2.1.7

Where stresses are to be evaluated on a free edge, such as cut-outs for stiffener connections at web frames, edge of plating and liquid dome, beam elements having the same depth as the adjoining plate thickness and negligible width is to be used to obtain the required local edge stress values.

2.2 Hopper knuckle welded connection

2.2.1

In addition to the general requirements in **[2.1]**, the modelling requirements in this sub-article are applicable to the modelling of bilge hopper lower-knuckle and upper-knuckle welded connections.

2.2.2

Where a separate local finite element model is used, the minimum extent of the local model is to be according to the following:

a) Longitudinally, the model is to cover two web frame spaces (i.e. one web frame space extending either side of the transverse web frame of interest). Transverse web frames at the end of the local model need not be represented in the local model.

b) Vertically, the model is to extend from the baseline to the lower stringer in the double side water ballast tank. Where a fatigue assessment is also carried out for the upper knuckle connection, the model is to be extended to four longitudinal spaces above the lower stringer in the double side ballast tank.

c) Transversely, for the hopper lower knuckle, the model is to extend from the ship side to 4 longitudinal spaces inboard of the double bottom side girder. For the upper hopper knuckle, the model is to extend from the ship side to the double bottom side girder.

2.2.3

Any scarfing brackets on the web frame adjoining the inner bottom plating, the first longitudinal stiffeners away from the knuckle hot spot as well as any carlings and brackets offset from the main frames are to be modelled explicitly using shell elements. Longitudinal stiffeners further away from the knuckle may be modelled by beam elements.

The inner bottom plate 'overhang' outboard of the girder is to be modelled using shell elements up to the extent of the scarfing bracket. Away from the scarfing bracket in longitudinal direction, the inner bottom plate 'overhang' may be modelled using line elements of equivalent the area. Any perforations, such as cut-outs for cabling, pipes and access that are within one stiffener space from the knuckle point are to be modelled explicitly.

2.2.4

Figure 3, **Figure 4** and **Figure 5** show typical local finite element models of the hopper knuckle connection and close-up views of the $t_{gr} \times t_{gr}$ mesh zone.

2.3 Horizontal stringer heel connection

2.3.1

In addition to the general requirements in **[2.1]**, the modelling requirements in this sub-article are applicable to the modelling of horizontal stringer heel connections.

2.3.2

Where a separate local finite element model is used, the minimum extent of the local model is to be according to the following:

a) Longitudinally, the model is to cover one web frame space away from the stringer heel to at least one web frame space ahead of the stringer toe. Transverse web frames at the end of the local

model need not be represented in the local model.

b) Vertically, the model is to extend at least to the next stringer level above and below the concerned stringer heel location.

c) Transversely, the model is to extend from the ship side to a quarter of the cargo tank width.

2.4 Inner deck and liquid dome corners and liquid dome end bracket

2.4.1

In addition to the general requirements in **[2.1]**, the modelling requirements in this sub-article are applicable to the modelling of inner deck and liquid dome corners/liquid dome end bracket. The selection of inner deck corners/liquid dome end bracket for fatigue analysis is to be determined based on the level of stresses obtained from the cargo hold FE analysis.

2.4.2

The primary supporting members are to be represented by shell finite elements having both membrane and bending properties. **Figure 6** shows a typical FE model of the toe connection of a liquid dome end bracket to the deck plating with the very fine mesh zone having $t_{gr} \times t_{gr}$ mesh size.

2.4.3

The level of FE mesh refinement is to be such as to enable stress concentrations arising from the inner deck and liquid dome corner geometry to be captured in the hot spot stress. The plate edge of inner deck and liquid dome corners at the level of inner deck and truck deck is to be assessed. The free edge of liquid dome end bracket and bracket toe welded connection to the deck plating are also to be assessed. Beam elements having the same depth as the adjoining plate thickness and negligible width are to be used at a plate edge of inner deck and liquid dome corners or free edge of the liquid dome end bracket to obtain the required local edge stress values as outlined in **[2.1.7]**.

2.4.4

The local structural geometry, particularly in the areas of concern, is to be represented. The inner deck and liquid dome corner area is to be meshed using elements with a sufficiently small size to capture the local stress on the edge.

In general, a minimum of 15 elements in a 90 degree arc are to be used to describe the curvature of the radius plating for a rounded corner (see **Figure 7**). For an elliptical or parabolic corner, a minimum of 15 elements are to be used from the inboard radius end to a point on the edge located at half the longitudinal distance of the semi- major axis. A total of 20 elements are to be used at the elliptical edge of the corner (see **Figure 8**).

However, the element edge dimensions along the free edge of the radius need not be less than the thickness of the plating being represented and also should not be greater than 5 times the thickness of the plating being represented. Except where necessary from practical meshing considerations, this level of idealisation is to be maintained over the bracket plating and is to extend into the inner deck plating, truck deck plating and deck girder plating. Mesh transitions should not be arranged close to bracket toes.

2.5 Boundary conditions

2.5.1 Cargo hold model

The boundary conditions to be applied to the ends of the cargo hold model are to be in accordance with **Ch 7, Sec 2, [2.5]**.

2.5.2 Separate local finite element model

Where a separate local finite element model is used for evaluating the hot spot stress range, the boundary conditions and application of loads are to be in accordance with **Ch 7, Sec 3, [4.2]**.

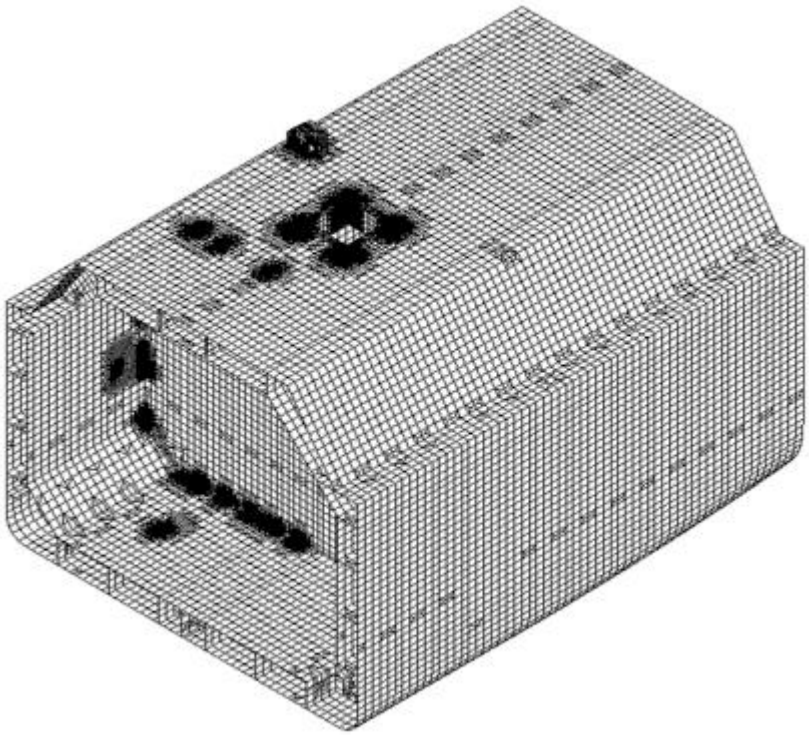


Figure 2 : Very fine mesh areas incorporated directly into the cargo hold model

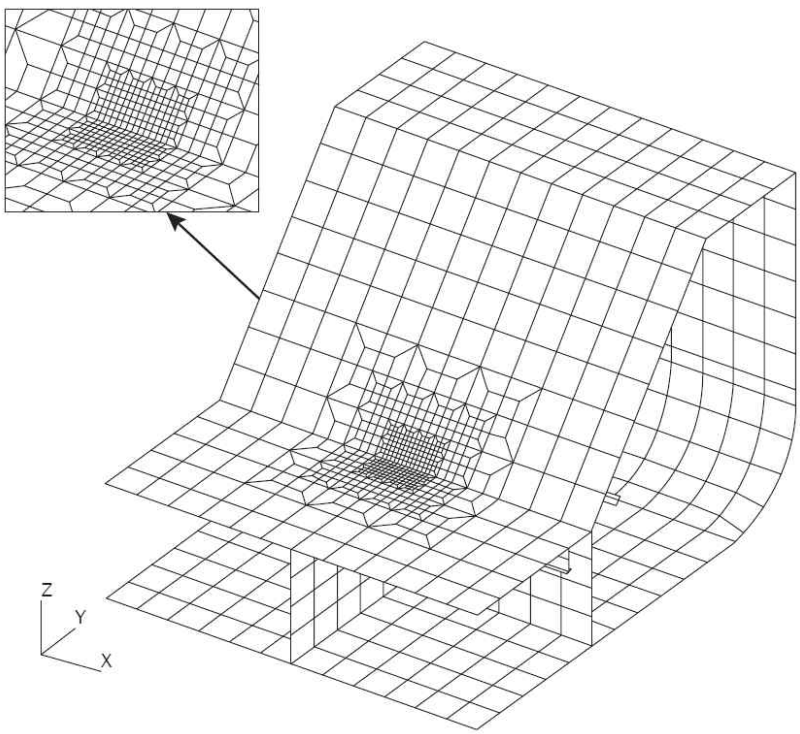


Figure 3 : Local very fine mesh model (t_{gr} × t_{gr}) of hopper knuckle connection between inner bottom and hopper plate

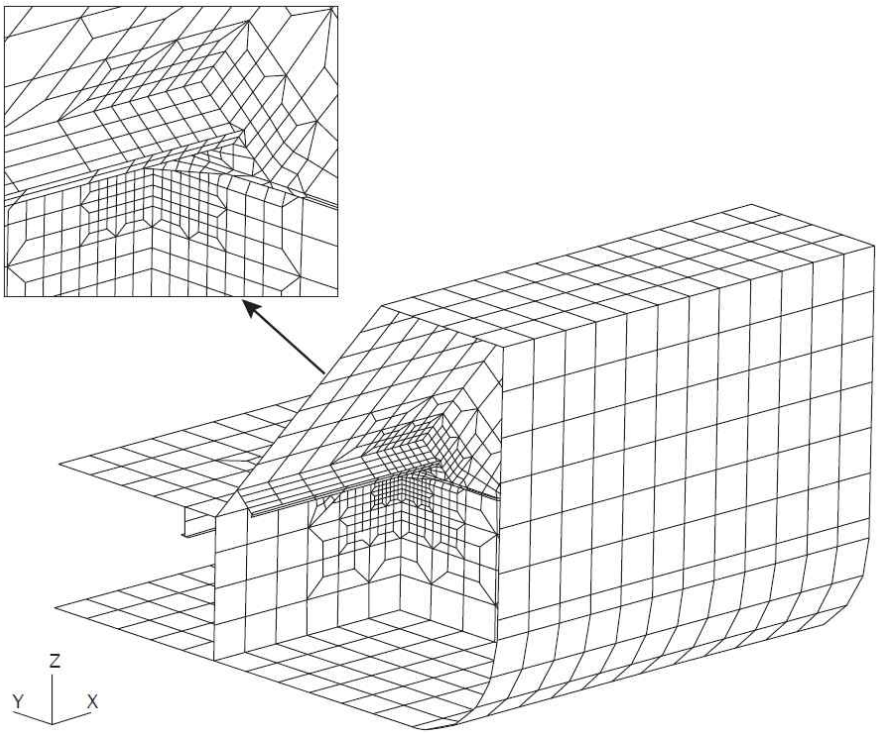


Figure 4 : Local very fine mesh model (t_{gr} × t_{gr}) of hopper knuckle connection between inner bottom, hopper plate, web frame, girder and bracket

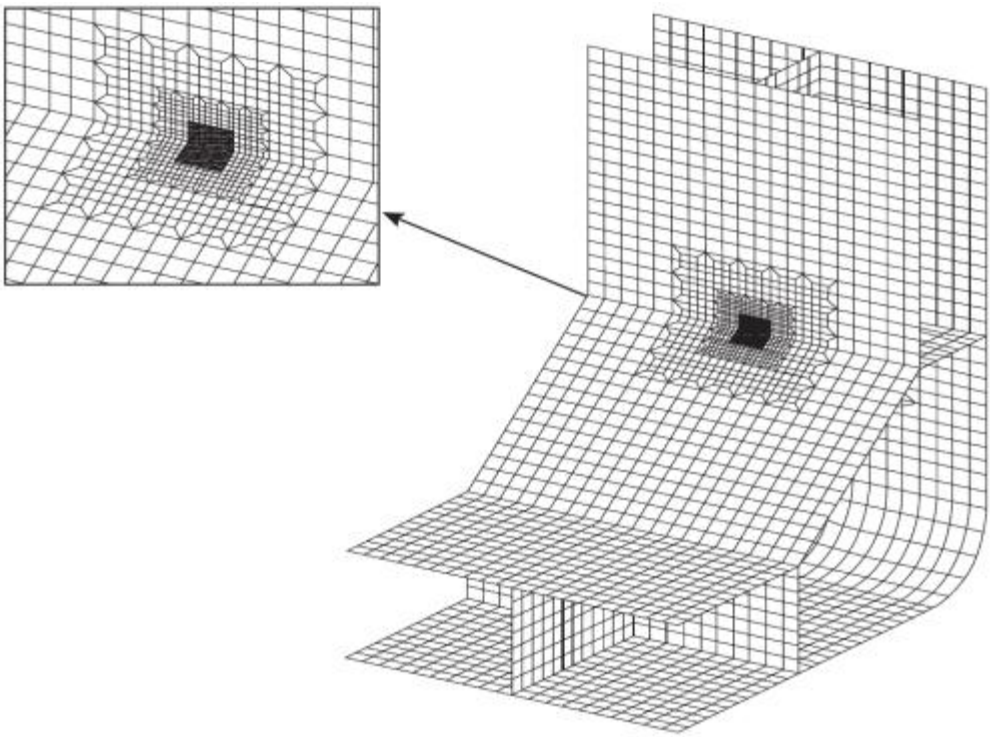


Figure 5 : Local very fine mesh model (t_{gr} × t_{gr}) of upper hopper knuckle connection between inner side shell and hopper plate

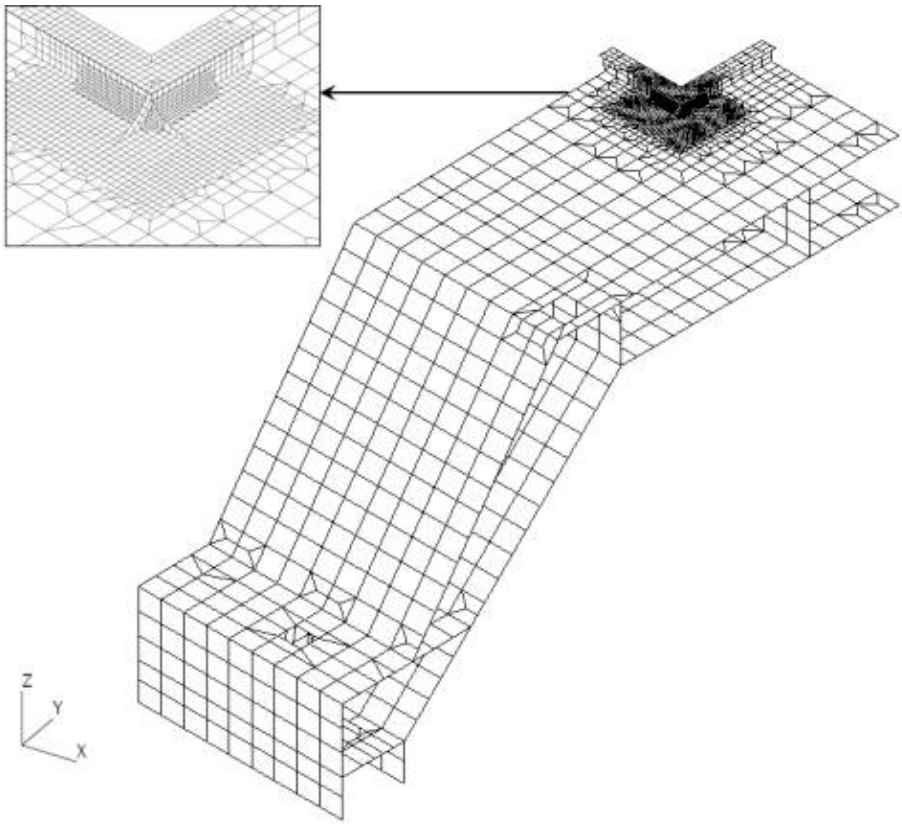


Figure 6 : Local FE model of liquid dome end bracket to the deck plating with very fine mesh zone, t_{gr} × t_{gr} mesh

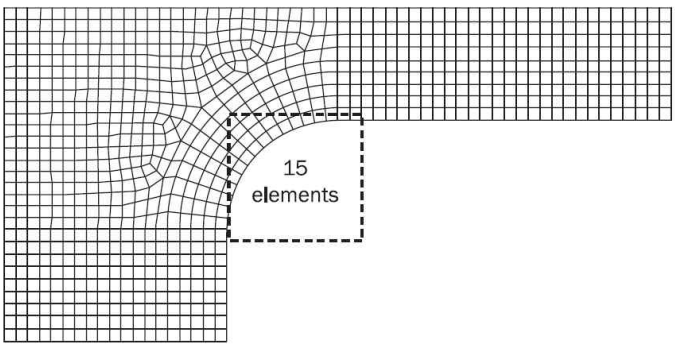


Figure 7 : Mesh density for rounded inner deck and liquid dome corners

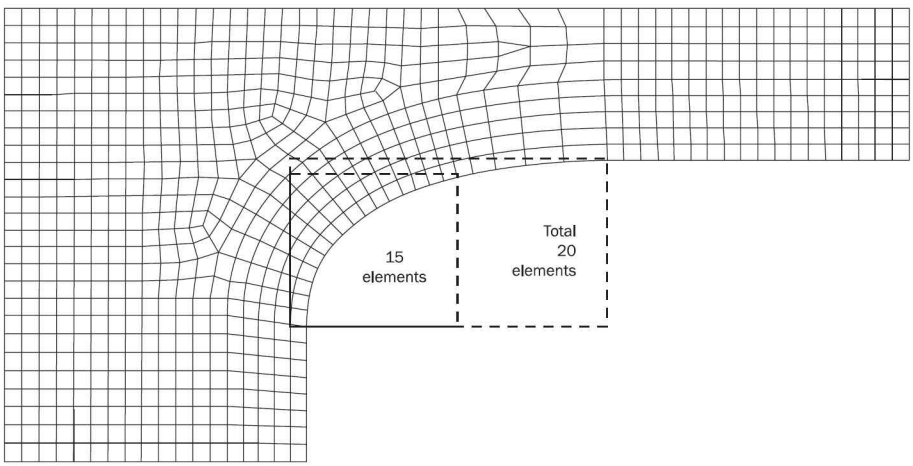


Figure 8 : Mesh density for elliptical inner deck and liquid dome corners

3. Hot Spot Stress for Details Different from Web-Stiffened Cruciform Joints

3.1 Welded details

3.1.1

For hot spot type 'a', the structural hot spot stress, σ_{HS}, is calculated from a finite element analysis with $t_{gr} \times t_{gr}$ mesh density and is obtained by the following formula:

$$\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma$$

where:

σ : Surface principal stress, in N/mm^2, read out at a distance $t_{gr}/2$ away from the intersection line.

t_{gr} : Plate gross thickness, in mm, in way of the weld toe.

At structural details where the hot spot type 'a' is classified as a web-stiffened cruciform joint, the stress read out procedure of **[4.2]** is to be applied.

For hot spot type 'b', the stress distribution is not dependent on the plate thickness; the structural hot spot stress, σ_{HS}, is derived from a finite element analysis with mesh density 10×10 mm and is obtained by the following formula:

$$\sigma_{HS} = 1.12 \cdot \sigma$$

where:

σ : Surface principal stress, in N/mm^2, read out at an absolute distance from the intersection line of 5 mm.

3.1.2 Stress read out methods

Depending on the element type, one of the following stress read out method is to be used:

- With 4-node shell element:
  Element surface stress components at the centre points are linearly extrapolated to the line A-A as shown in **Figure 9** to determine the stress components for load case '$i1$' and '$i2$' at the stress read out point located at a distance $t_{gr}/2$ from the intersection line for type 'a' hot spot. Two principal hot spot stress ranges are determined at the stress read out point from the stress components tensor differences (between load case '$i1$' and '$i2$') calculated from each side (side L, side R) of line A-A. The angle θ between the direction x of the element co-ordinate system and the principal direction pX of the principal hot spot stress range co-ordinate system has to be determined.
- With 8-node shell element:
  With a $t_{gr} \times t_{gr}$ element mesh using 8-node element type, the element mid-side node is located on the line A-A at a distance $t_{gr}/2$ for type 'a' hot spots. This node coincides with the stress read out point. The element surface stress components for load case '$i1$' and '$i2$' can be used directly without extrapolation within each adjacent element located on each side (side L, side R) of the line A-A as illustrated in **Figure 10**. Two principal hot spot stress ranges are determined at the stress read out point from the stress components tensor difference (between load case '$i1$' and '$i2$') calculated from each side of line A-A. The angle θ between the direction x of the element coordinate system and the principal direction pX of the principal hot spot stress range coordinate system has to be determined.

For fatigue assessment of type 'b' hot spots, a beam element is to be used to obtain the fatigue stress range. The stress range is to be based on axial and bending stress in the beam element. The beam element is to have the same depth as the connecting plate thickness while the in-plane width is negligible.

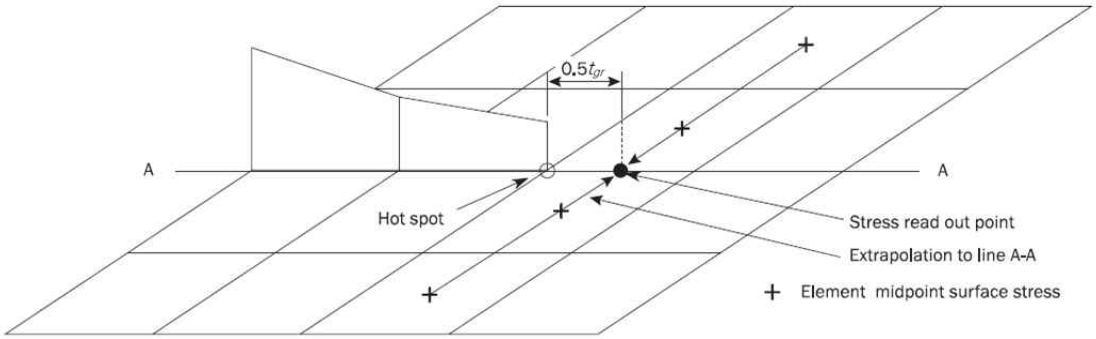


Figure 9 : Determination of stress read out points and hot spot stress for 4-node element

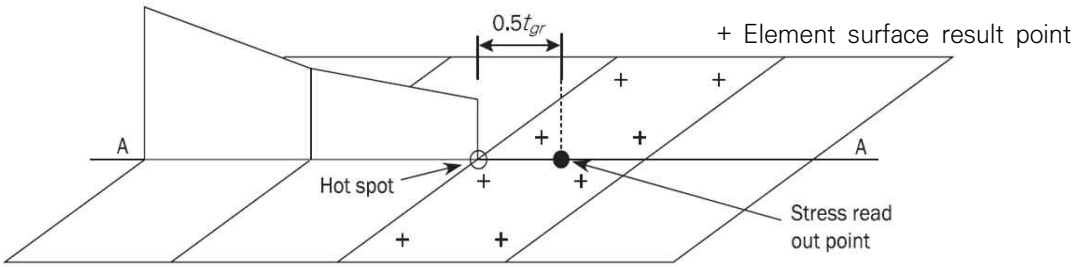


Figure 10 : Determination of stress read out points and hot spot stress for 8-node element

3.1.3

The above read out procedure is based on element surface stresses. Generally, in FE software the element stresses are calculated at the Gaussian integration points located inside the element. Depending on the element type implemented in the FE software, it may be necessary to perform several interpolations in order to determine the actual stress at the considered stress read out point at the surface of the element mid-point or element edge.

3.2 Base material

3.2.1

For fatigue assessment at a free plate edge, a beam element is to be used to obtain the fatigue stress range. The beam element is to have the same depth as the connecting plate thickness while the in-plane width should be negligible.

3.3 Bent hopper knuckle

3.3.1

The hot spot stress at the inner bottom/hopper sloping plate in transverse and longitudinal directions (i.e. hot spots 1, 2 and 3 defined in **Ch 9, Sec 2, Table 4** of a bent hopper knuckle is to be taken as the surface principal stress read out from a point shifted away from the intersection line between the considered member and abutting member by the weld leg length.

The hot spot stress, in N/mm^2, is obtained by the following formula:

$$\sigma_{HS} = \sigma_{shift}$$

where:

σ_{shift} : Surface principal stress, in N/mm^2, at the shifted read out position as defined in **[4.2.1]** and taken as:

$\sigma_{shift} = \sigma_{membrane}(x_{shift}) + \sigma_{bending}(x_{shift})$

$\sigma_{bending}(x_{shift})$: Bending stress, in N/mm^2, at x_{shift} position.

$\sigma_{membrane}(x_{shift})$: Membrane stress at x_{shift} position, in N/mm^2.

3.3.2

The procedure for calculation of hot spot stress at flange such as inner bottom /hopper sloping plate is the same that for web-stiffened cruciform joints as described in **[4.2.1]**. The procedure that applies for hot spots on the ballast tank side of the inner bottom/hopper plate in way of a bent hopper knuckle is in principle the same as that applied on the cargo tank side of the inner bottom plate for welded knuckle in **Figure 12** and **Figure 13**. The intersection line is taken at the mid-thickness of the joint assuming median alignment. The plate angle correction factor and the reduction of bending stress as applied for a web-stiffened cruciform joint in **[4.2.2]** are not to be applied for the bent hopper knuckle type.

3.3.3

The stress at hot spots located in way of the web such as transverse web and side girder (i.e. hot spots 4, 5 and 6 defined in **Ch 9, Sec 2, Table 4**) at a bent hopper knuckle type is to be derived as described for web-stiffened cruciform joints in **[4.3.1]**.

4. Hot Spot Stress for Web-Stiffened Cruciform Joint

4.1 Applicability

4.1.1

The following structural details are considered as a web-stiffened cruciform joint:

a) Heel of horizontal stringer, shown in **Figure 11**.

b) Longitudinal bulkhead - inner bottom connection.

c) Transverse bulkhead - inner bottom connection.

Two kinds of hot spots relative to the web-stiffened cruciform joints are to be assessed:

- Hot spots at the flange of web-stiffened cruciform joint,
- Hot spots in way of the web of web-stiffened cruciform joint.

4.1.2

The procedure for calculating hot spot stress at flange of web-stiffened cruciform joint is given in **[4.2]**.

4.1.3

The procedure for calculating hot spot stress in way of the web of the web-stiffened cruciform joint is given in **[4.3]**.

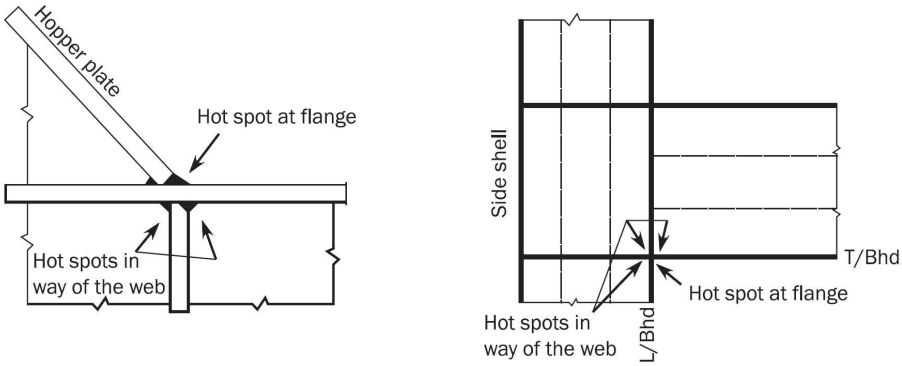


Figure 11 : Web-stiffened cruciform joints

4.2 Calculation of hot spot stress at the flange

4.2.1

For hot spot at the flange of web-stiffened cruciform joints, the surface principal stress is to be read out from a point shifted away from the intersection line between the considered member and abutting member to the position of the actual weld toe and multiplied by 1.12. The intersection line is taken at the mid-thickness of the cruciform joint assuming a median alignment.

The hot spot stress, in N/mm^2, is to be obtained as:

$$\sigma_{HS} = 1.12\,\sigma_{shift}$$

where:

σ_{shift} : Surface principal stress, in N/mm^2, at shifted stress read out position.

The stress read out point shifted away from the intersection line is obtained as:

$$x_{shift} = \frac{t_{1-gr}}{2} \times \mathrm{x}_{wt}$$

where:

t_{1-gr} : gross plate thickness of the plate number 1, in mm, as shown in **Figure 12**.

x_{wt} : Extended fillet weld leg length, in mm, as defined in Figure 12, not taken larger than t_{1-gr}.

4.2.2

The stress at the shifted position is derived according to the following formula and illustrated in **Figure 13**:

$$\sigma_{shift} = [\sigma_{membrane}(\mathrm{x}_{shift}) + 0.60 \cdot \sigma_{bending}(\mathrm{x}_{shift})] \cdot \beta$$

where:

$\sigma_{bending}(\mathrm{x}_{shift})$: Bending stress, in N/mm^2, at the shifted position taken as:

$$\sigma_{bending}(\mathrm{x}_{shift}) = \sigma_{surface}(\mathrm{x}_{shift}) - \sigma_{membrane}(\mathrm{x}_{shift})$$

$\sigma_{surface}(\mathrm{x}_{shift})$: Total surface stress at x_{shift} position (including membrane stress and bending stress), in N/mm^2.

$\sigma_{membrane}(\mathrm{x}_{shift})$: Membrane stress at x_{shift} position, in N/mm^2.

β : Plate angle hot spot stress correction factor, taken as:

- For $\alpha = 135^\circ$:

$$\beta = 0.96 - 0.13\frac{\mathrm{x}_{wt}}{t_{1-gr}} + 0.20\left(\frac{\mathrm{x}_{wt}}{t_{1-gr}}\right)^2$$

- For $\alpha = 120^\circ$:

$$\beta = 0.97 - 0.14\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}} + 0.32\left(\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}}\right)^2$$

- For $\alpha = 90^\circ$:

$$\beta = 0.96 + 0.031\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}} + 0.24\left(\frac{x_{wt}}{t_{1-gr}}\right)^2$$

α : Angle, in deg, between the plates forming a web-stiffened cruciform joint as shown in **Figure 13**.

Correction factors for connections with plate angles intermediate to those given should be derived based on a linear interpolation of the above values. The calculated hot spot stress is to be used in conjunction with the hot spot S-N curve for weld toe connections according to **Ch 9, Sec 3, [4.2]**.

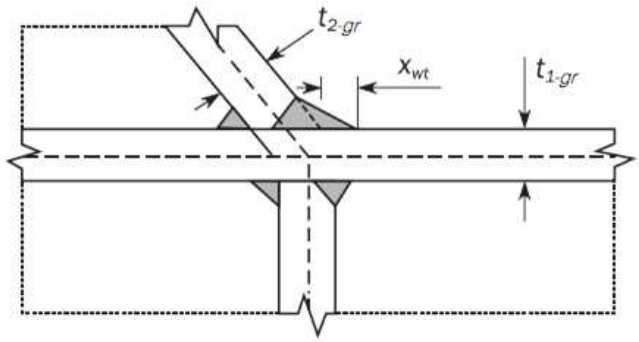


Figure 12 : Geometrical parameters of web-stiffened cruciform connections

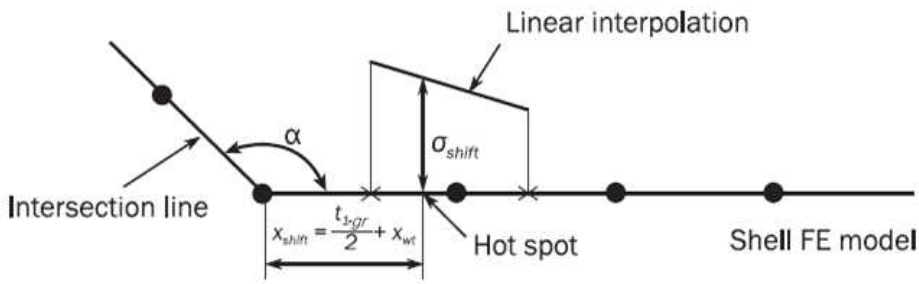


Figure 13 : Procedure for calculation of hot spot stress at web-stiffened cruciform connections

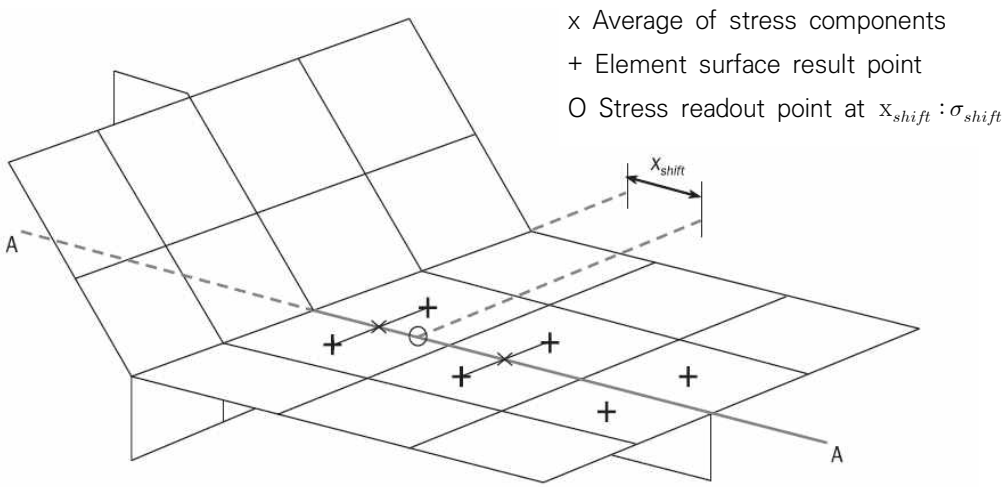


Figure 14 : Determination of stress read out points for web-stiffened cruciform connections

4.2.3

Surface principal stresses at the centre point of the two first elements on left and right side of the line A–A are averaged and taken as the surface principal stresses in way of the web position (line A–A). The surface principal stresses for load case '$i1$' and '$i2$' are linearly interpolated along the line A–A in order to determine hot spot principal stresses at the stress read out point located at the x_{shift} position as shown in **Figure 14**. The two principal hot spot stress ranges are determined at the stress read out point between load case '$i1$' and '$i2$'.

4.3 Calculation of hot spot stress in the web

4.3.1

Hot spots located in way of the web as indicated in **Figure 15** are to be checked with the hot spot stress defined from the maximum principal surface stress at the intersection offset by the distance x_{shift} from the vertical and horizontal element intersection lines as illustrated in **Figure 15**. The intersection line is taken at the mid thickness of the cruciform joint assuming a median alignment. The hot spot stress, in N/mm^2, is to be obtained as:

$$\sigma_{HS} = \sigma_{shift}$$

where:

σ_{shift} : Maximum principal surface stress, in N/mm^2, at the intersection offset by the distance x_{shift}.

The stress read out point at the intersection offset is obtained as:

$$x_{shift} = \frac{t_{3-gr}}{2} + x_{wt}$$

where:

t_{3-gr} : gross plate thickness of the web, in mm, as shown in **Figure 15**.

x_{wt} : Extended fillet weld leg length, in mm, taken as:

$$x_{wt} = \min(l_{\leq g1}, l_{\leq g2})$$

$l_{\leq g1}, l_{\leq g2}$: Leg length, in mm, of the vertical and horizontal weld lines as shown in **Figure 15**.

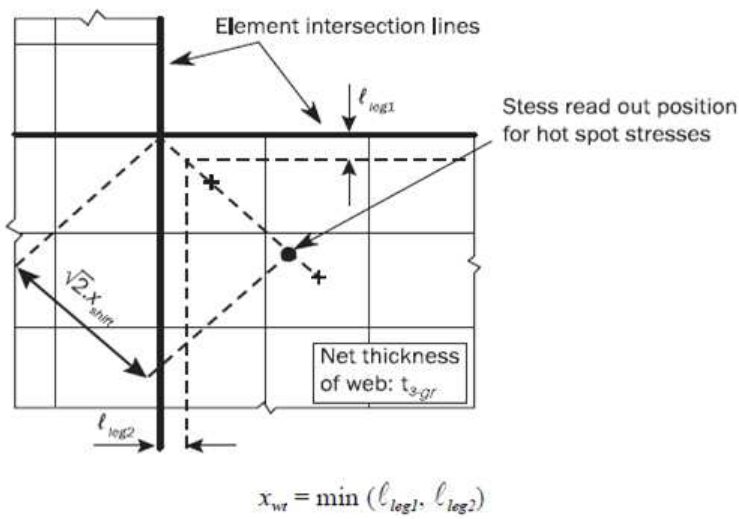


Figure 15 : Hot spots in way of web

5. Limitations of Hot Spot Stress Approach

5.1 Scope of application of hot spot stress approach

5.1.1

The hot spot stress approach given in **Ch 9, Sec 1, [2.3.1]** is not applicable for simple cruciform joints and simple T-joints when the stress flow in direction I as shown in **Figure 16** is considered. For stresses in the direction normal to the weld at hot spot location 'c' (direction I) there is no stress flow into the transverse plating as it is represented only by one plane in the shell model. However, it attracts stresses for in-plane direction (direction II) at hot spot location 'a'.

In situations where a bracket is fitted behind the transverse plate as shown in **Figure 1**, acting with stiffness in the direction normal to the transverse plate, stresses flow also into the transverse plate and the hot spot methodology is considered applicable.

5.1.2

The hot spot stress at position 'c' for simple cruciform joints and simple T-joints is to be determined by the stress read out procedure given in **[3.1]** multiplied by a geometrical stress concentration factor of 1.3 and is taken as:

$$\sigma_{HS} = 1.3 \cdot 1.12\sigma$$

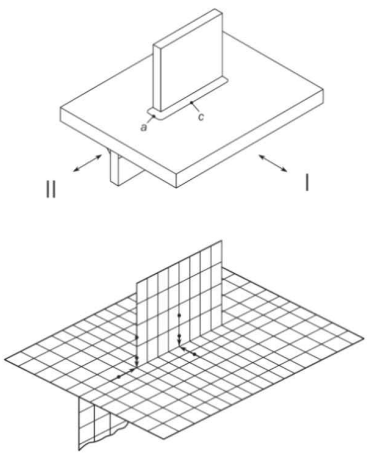


Figure 16 : Illustration of check points in way of a welded attachment under orthogonal applied in plane loads

Section 6 - Detail Design Standard

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

1. General

1.1 Purpose

1.1.1

Design standard provides fatigue resistant detail design at an early stage in the structural design process by giving consideration to the following aspects:

- Application of fatigue design principles.
- Construction tolerances and other practical considerations.
- In-service experience and fatigue performance.

1.1.2

The design standard is to be applied to the design of ship structural details in following steps:

- Highlighting potential critical areas within the ship structure.
- Identification of the fatigue hot spot locations for each of the critical structural details.
- Provision of a set of alternative improved configurations from which a suitable solution can be selected.
- Requirements on geometrical configurations, scantlings, welding requirements and construction tolerances.
- Post fabrication method of improving fatigue life, such as weld toe grinding.

1.2 Application

1.2.1

The structural details described in this section are to be designed according to the given design standard but alternative detail design configurations may be accepted subject to demonstration of satisfactory fatigue performance.

For the details given in **Ch 9, Sec 2, Table 3**, the fatigue assessment by very fine mesh finite element analysis may be omitted if the detail is designed in accordance with the design standard given in this section.

2. Stiffener-Frame Connections

2.1 Design standard A

2.1.1

Designs for cut outs in cases where web stiffeners are omitted or not connected to the longitudinals are required to adopt tight collar or the improved design standard "A" as shown in **Table 1** or equivalent, for the following members:

- Inner hull longitudinal bulkhead below 1.1 times of T_{SC}.
- Hopper.
- Inner bottom.

2.1.2

Designs that are different from those shown in **Table 1** are acceptable subject to demonstration of satisfactory fatigue performance, e.g. by using comparative finite element analysis. The comparative FE analysis is to be performed following the modelling guidance given in **Figure 1**.

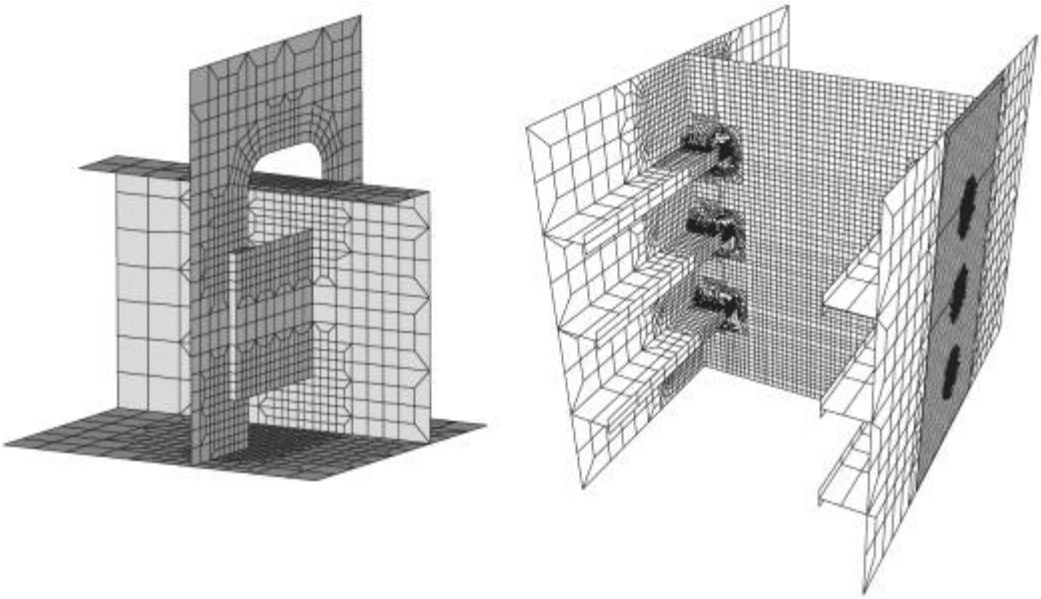


Figure 1 : Finite element model for verification of equivalent design

2.2 Equivalent design of stiffener-frame connections

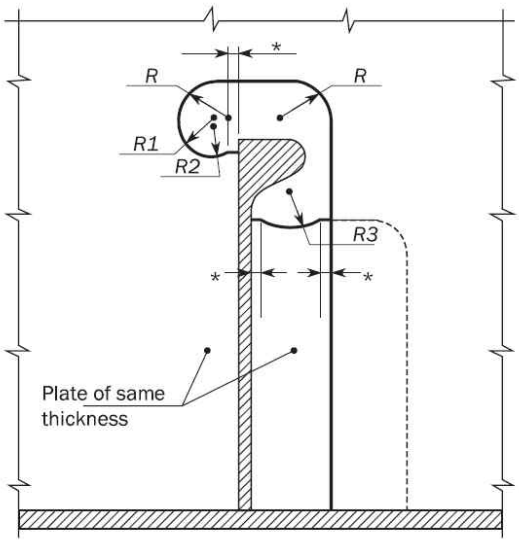
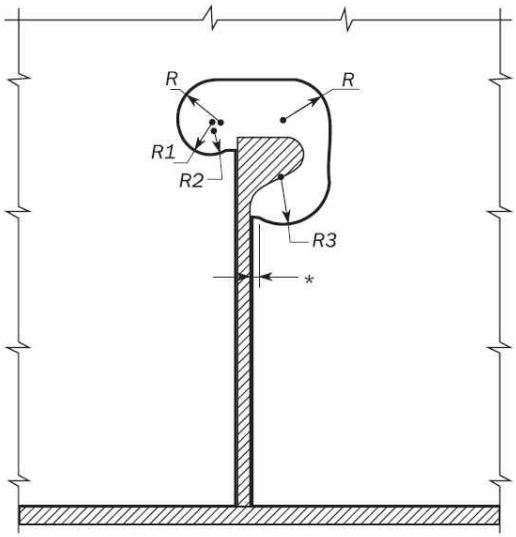
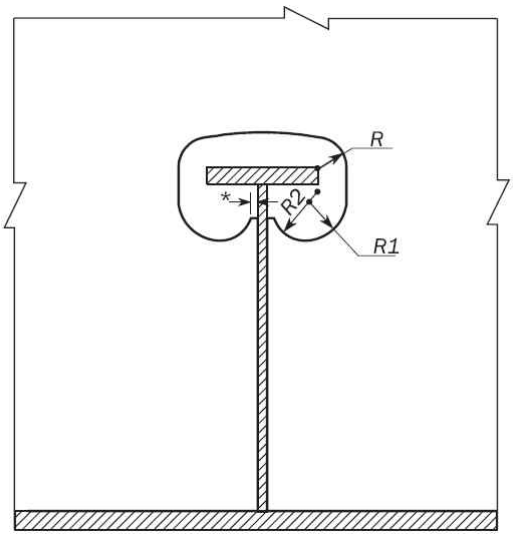
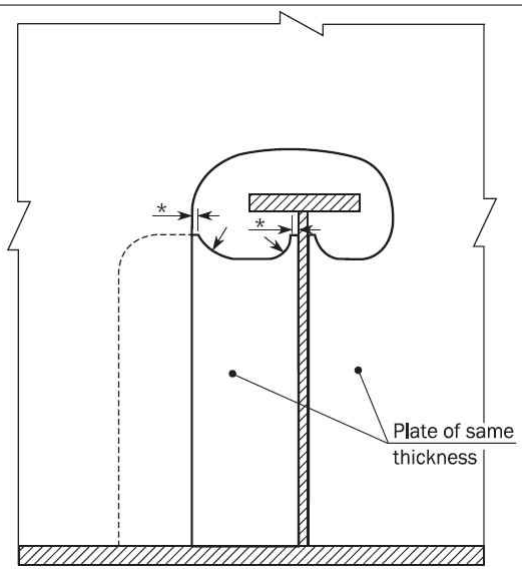
2.2.1

If the required designs for stiffener-frame connections in **[2.1]** are not followed, the alternative design is to be verified to have equivalent fatigue strength to the design standard "A" or to be verified to have satisfactory fatigue performance. The alternative design is to be verified according to the procedure given in **[2.2.2]** to **[2.2.5]** and documentation of results is to be submitted to the Society.

2.2.2

The procedure of **[2.2.3]** and **[2.2.4]** is provided to verify the alternative design to have equivalent fatigue strength with respect to any position in the transverse ring, i.e. double bottom and double side. The hot spot stress of the alternative design and that of the required design is to be compared to the critical hot spots in way of the cut-out. The critical hot spots depend on the detail design and are to be selected in agreement with the Society. The hot spot stress is to be derived according to **Ch 9, Sec 5, [3.1]** and **Ch 9, Sec 5, [3.2]**. It is to be noted that welded hot spots at the free edge are classified as hot spot type 'b'. Example of typical hot spots for checking is shown in **Ch 9, Sec 2, [2]**.

Table 1 : Finite element model for verification of equivalent design

Cut outs for longitudinals in transverse webs where web stiffeners are omitted or not connected to the longitudinal flange	
Design Standard A	
1	2
	
3	4
	
Note 1: Soft toes marked '*' are to be dimensioned to suit the weld leg length such that smooth transition from the weld to the curved part can be achieved. Maximum 15 mm or thickness of transverse web/collar plates/lug plates whichever is the greater. Note 2: Configurations 1 and 4 indicate acceptable lapped lug plate connections.	
Critical location	Locations around cut-out with high stress concentration and locations in way of weld terminations.
Detail design standard	Improved slot shape to avoid high stress concentrations in transverse webs due to shear loads and local pressure loads transmitted via welded joints.
Building tolerances	Ensure alignment of all connecting members and accurate dimensional control of cut-outs according to IACS Recommendation No. 47.
Welding requirements	A wraparound weld, free of undercut or notches, around the transverse web connection to longitudinal stiffener web.

2.2.3

The very fine mesh finite element models are made to analyse the behaviour in way of double side or double bottom. The models should have an extent of 3 stiffeners in cross section, i.e. 4 stiffener spacings, and the longitudinal extent is to be one half frame spacing in both forward and aft direction. A typical model is shown in **Figure 1**. No cut-outs for access openings are to be included in the models.

Connection between the lug or the web-frame to the longitudinal stiffener web, connections of the lug to the web-frame and free edges on lugs and cut-outs in web-frame are to be modelled with elements of gross plate thickness size ($t_{gr} \times t_{gr}$). The mesh with gross plate thickness size should extend at least five elements in all directions. Outside this area, the mesh size may gradually be increased in accordance with the requirements in **Ch 9, Sec 5, [2]**. The eccentricity of the lapped lug plates is to be included in the model. Transverse web and lug plates are to be connected by eccentricity elements (transverse plate elements). The height of eccentricity element is to be the distance between mid-layers of transverse web and lug plates having a thickness equal to 2 times the gross thickness of web-frame plate t_{w-gr}. Eccentricity elements representing fillet welds are shown in **Figure 2**.

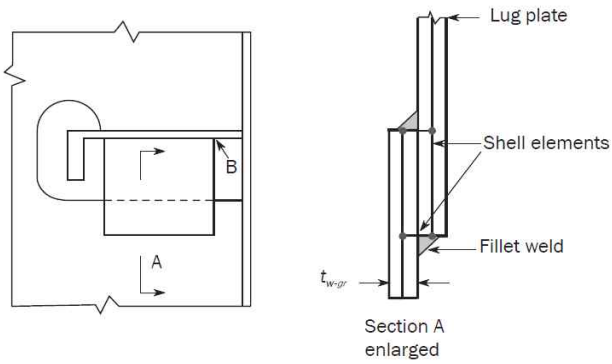


Figure 2 : Modelling of eccentric lug plate by shell elements

2.2.4

Three load cases are to be applied to the models of the design standard and alternative designs:

- External pressure of unit value, fixed boundary conditions at top and bottom of model.
- Shear stress by prescribed unit displacement at the model top and fixed boundary conditions at the model bottom.
- Axial load by prescribed unit displacement at the model top and fixed boundary conditions at the model bottom.

The forward and aft part of the model should have symmetry condition describing the behaviour in a double hull structure. Load application and boundary conditions are provided in **Figure 3**.

2.2.5

The alternative design may also be verified to have satisfactory fatigue performance using sub-modelling technique where a very fine mesh model of the alternative design located at the actual position of the stiffener-frame connection is analysed. The alternative design is considered acceptable if the fatigue acceptance criterion of **Ch 9, Sec 1** is achieved. The fatigue acceptance criterion is checked by applying the methodology described in **Ch 9, Sec 1**, **Ch 9, Sec 3** and **Ch 9, Sec 5**. The alternative design is considered acceptable only for the particular position where it is analysed.

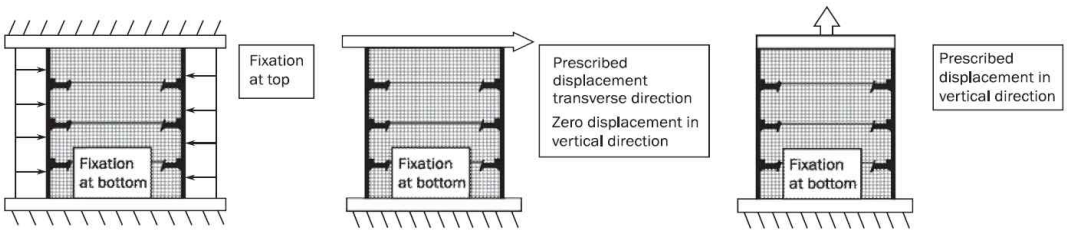


Figure 3 : Load application and boundary conditions – FE model for verification of alternative design

3. Scallops in way of block joints

3.1 Design standard B

3.1.1

Scallops in way of block joints in the cargo tank/hold region, located on the stiffeners fitted on strength deck, and side above 0.9 D from the baseline, are required to be designed according to the design standard B as shown in **Table 2**.

4. Hopper knuckle connection

4.1 Design standard C to E

4.1.1

The welded knuckle between hopper plating and inner bottom plating is to be designed according to the design standard C in **Table 3**.

4.1.2

The radiused knuckle between hopper plating and inner bottom plating is to be designed according to the design standard D in **Table 4**. Alternative structural arrangements may be accepted based on verification in accordance with **Ch 9, Sec 5, [3.3]**.

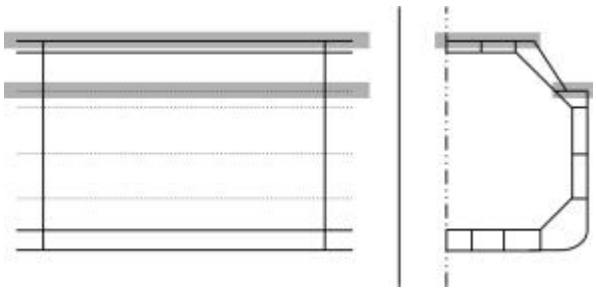
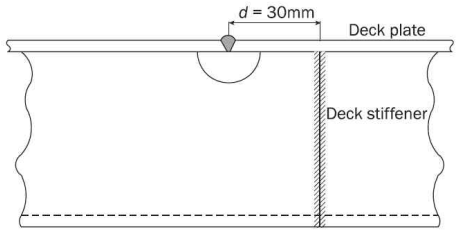
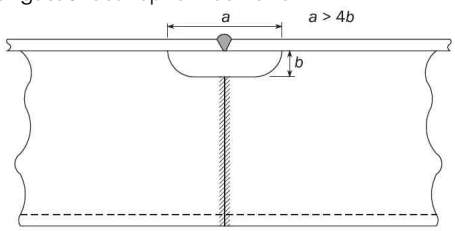
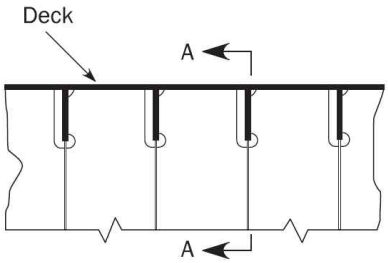
4.1.3

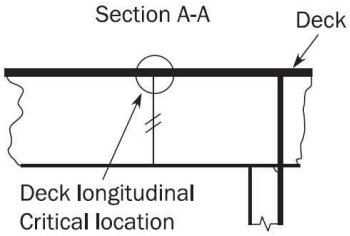
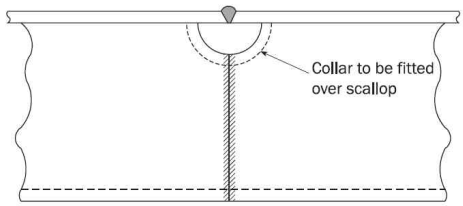
The radiused knuckle between hopper plating and inner side plating is to be designed according to the design standard E in **Table 5**.

4.1.4

In general, the prescribed minimum requirements for welding, weld dressing and building tolerances as given in **Table 3** to **Table 5** are to be followed. Alternative positioning and/or dispensation of some support structure, such as transverse and longitudinal brackets may be accepted subject to demonstration of acceptable fatigue lives. Inserts and/or weld dressing additional to those prescribed may be required as a consequence of hot spot fatigue analysis.

Table 2 : Design standard B - scallops in way of block joints

<table>
<tr><th colspan="2">Welding of deck stiffeners in way of block joints</th></tr>
<tr><th>Critical areas</th><th>Design standard B</th></tr>
<tr><td>  </td><td>(1) Offset butt on stiffener
 
</td></tr>
<tr><th>Critical locations</th><td>(2) Elongated scallop on stiffener
 
</td></tr>
<tr><td>Transverse section
 

Section A-A
 
</td><td>(3) Closing scallop with collar
 

Note 1: Alternative scallop geometry to that shown in option 2 may be accepted subject to demonstration of satisfactory fatigue life based on hull girder loads taking into account additional stress concentration factor in way of weld.</td></tr>
</table>

Critical location	Welding of deck stiffeners in way of block joints in cargo tank region, the strength deck and side above 0.9 D from the baseline.
Detail design standard	All scallops are to be fitted according to detail design standard B.
Building tolerances	Ensure alignment of all structural members according to IACS Recommendation No. 47.
Welding requirements	Full penetration butt weld, free of undercut or notches, around the web and flange of the longitudinal stiffener at block joints, particularly in way of the weld termination at the scallop for option 2.

Table 3 : Design standard C - hopper knuckle connection detail, welded, without bracket

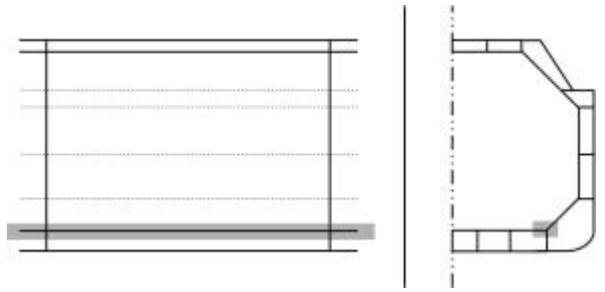
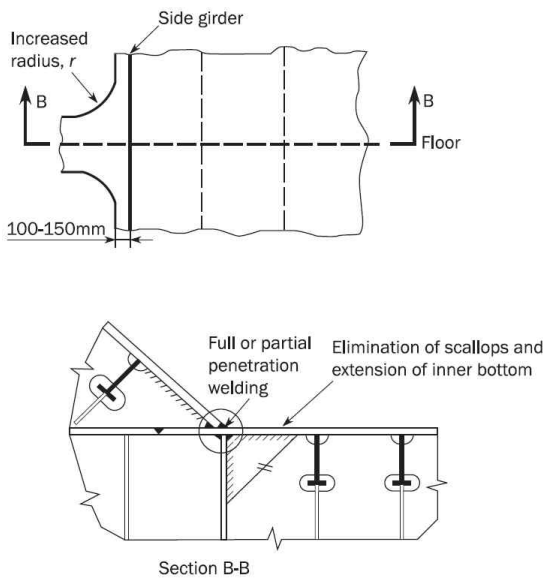
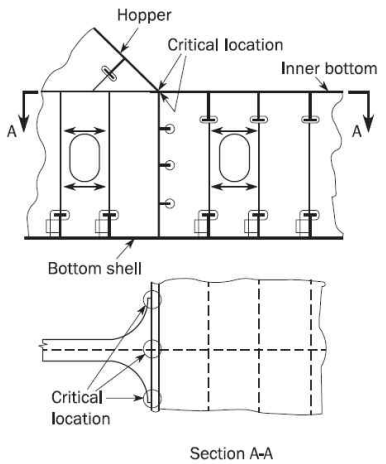
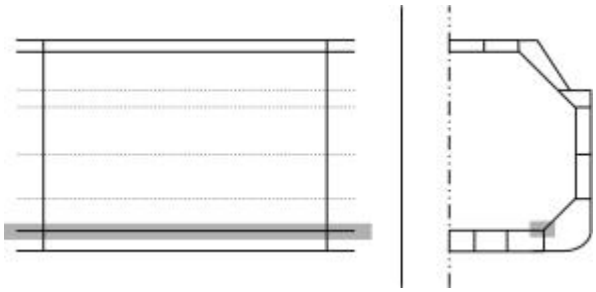
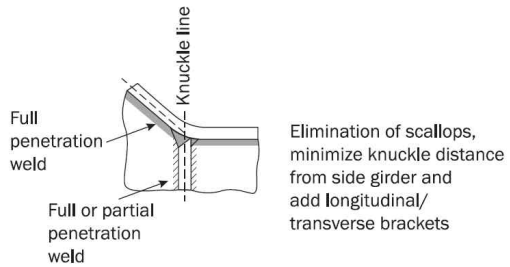
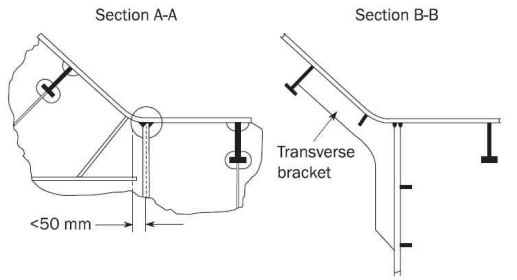
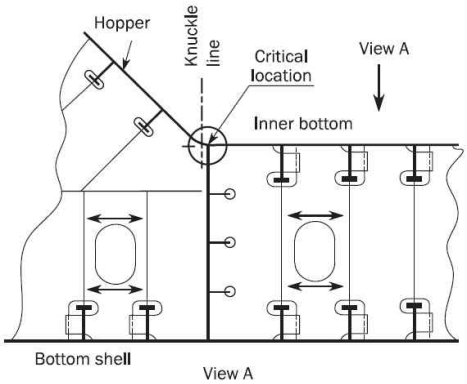
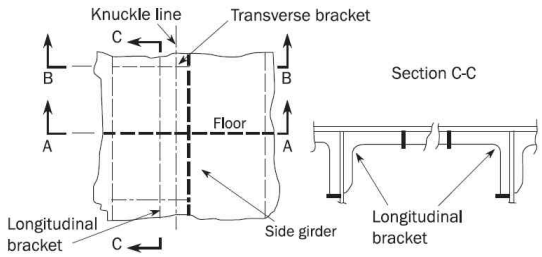
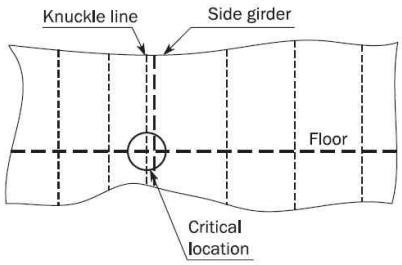
Connections of floors in double bottom tanks to hopper tanks Hopper corner connections employing welded inner bottom and hopper sloping plating	
Critical areas	Design standard C
	
Critical locations	
	
Minimum requirement	As a minimum, detail design standard C or D is to be fitted. The ground surface is to be protected by a stripe coat of suitable paint composition, where the lower hopper knuckle region of cargo tanks is not coated.
Critical location	Hopper sloping plating connections to inner bottom plating in way of floors. Floor connections to inner bottom plating and side girder in way of hopper corners.
Detail design standard	Elimination of scallops in way of hopper corners, extension of inner bottom plating to reduce level of resultant stresses arising from cyclic external hydrodynamic pressure, cargo inertia pressure and hull girder loads. Scarfing bracket thickness is to be close to that of the inner bottom in way of the knuckle.
Building tolerances	Median line of hopper sloping plate is to be in line with the median line of the girder with an allowable tolerance of $t_{as-built}/3$ or 5 mm, whichever is less, where $t_{as-built}$ is the as-built side girder thickness. The allowable tolerance is to be measured parallel to the inner bottom.
Welding requirements	Full or partial penetration welding is to be applied to hopper sloping plating and inner bottom plating connection. Partial penetration welding is to be applied to connections of side girder to inner bottom plating, to connections of floors to inner bottom plating and to side girder, to connections of hopper transverse webs to sloping plating, to inner bottom and to side girder in way of the hopper knuckle. Definition of full and partial penetration welding and their required extent are given in **Ch 12, Sec 3**. Weld between hopper plating and inner bottom plating to be enlarged and ground smooth. Visible undercuts are to be removed, see **Ch 9, Sec 3, [6]**. Weld enlargement and grinding are applicable to minimum 200 mm on each side of the floor.

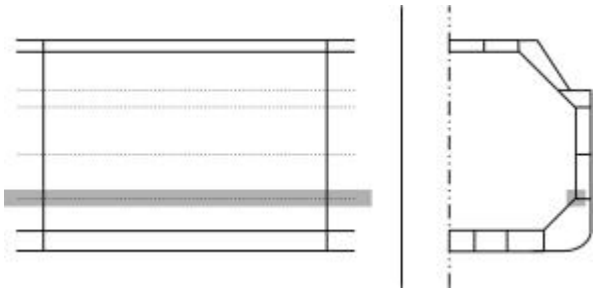
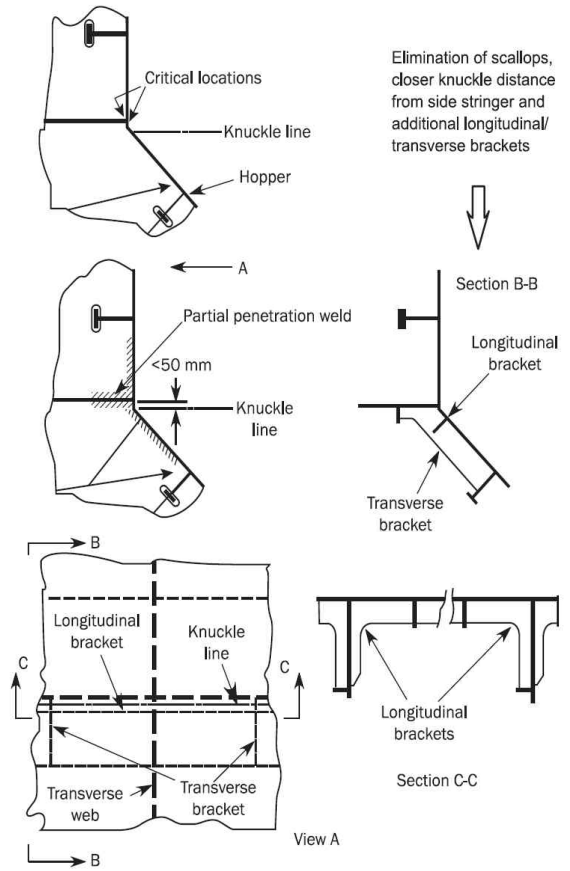
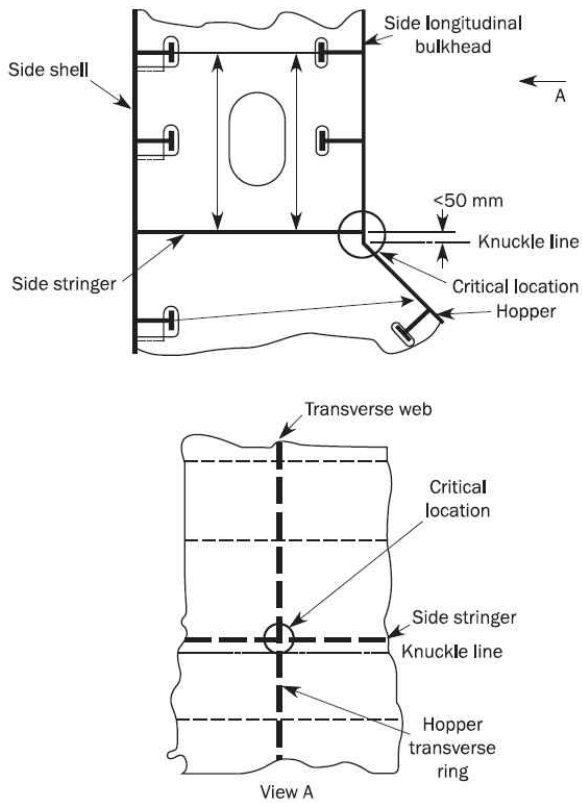
Table 4 : Design standard D - hopper knuckle connection detail, radiused type

Connections of floors in double bottom tanks to hopper tanks Hopper corner connections employing radiused knuckle between inner bottom and hopper sloping plating	
Critical areas	Design standard D
	
Critical locations	
	
	Note 1: Distance from side girder to centre of knuckle is to be as small as practicable, but is not to exceed 50 mm. Note 2: The knuckle radius is not to be less than 4.5 $t_{as-built}$ or 100 mm, whichever is the greater, where $t_{as-built}$ is the as-built thickness of the knuckle part. Note 3: Additional transverse brackets offset at a suitable distance on either side of transverse floor/hopper connection. Note 4: Additional longitudinal bracket on the side of sloping plate. Note 5: Longitudinal and/or transverse brackets may be omitted if it can be demonstrated that the girder provides sufficient support at the knuckle line, i.e. that fatigue requirements according to **Ch 9, Sec 5** and local strength analysis requirements according to **Ch 7, Sec 3** are fulfilled.

Critical location	Floor and hopper transverse web connections to inner bottom plating and hopper sloping plate, respectively and to side girder in way of hopper knuckle. Side girder connections to inner bottom plating in way of floors.
Detail design standard	Elimination of scallops in way of hopper/girder connection and additional transverse and longitudinal brackets to reduce peak and range of resultant stresses arising from cyclic external hydrodynamic pressure, cargo inertia pressure, and hull girder global loading, and provide additional support to sloping plate.

Connections of floors in double bottom tanks to hopper tanks Hopper corner connections employing radiused knuckle between inner bottom and hopper sloping plating	
Building tolerances	The nominal distance between the centres of thickness of the two abutting members (e.g. floor and hopper web plate) is not to exceed 1/3 of the as-built thickness of the side girder.
Welding requirements	Full penetration welding is to be applied to connections of floors to hopper/inner bottom plating in way of radiused hopper knuckle. Partial penetration welding is to be applied to connections of floors/hopper transverse webs to the side girder in way of hopper corner, and to connections of side girder to hopper/inner bottom plating. Definition of full and partial penetration welding and their required extent are given in **Ch 12, Sec 3**. In order to improve the fatigue strength, weld enlargement and grinding are applicable to full and partial penetration welds with a minimum distance of 300 mm from the intersection point between the radiused knuckle, the floor and the side girder.

Table 5 : Design standard E - upper hopper knuckle connection detail, radiused type

Connections of transverse webs in double side tanks to hopper tanks Hopper corner connections employing radiused knuckle between side longitudinal bulkhead and hopper sloping plating	
Critical areas	Design standard D
	
Critical locations	
	Note 1: Distance from side stringer to centre of knuckle is to be as small as practicable, but is not to exceed 50 mm. Note 2: The knuckle radius is not to be less than 4.5 $t_{as-built}$ or 100 mm, whichever is the greater, where $t_{as-built}$ is the as-built thickness of the knuckle part, according to **Ch 12, Sec 1, [3]** and **Ch 12, Sec 1, [4]**. Note 3: Additional transverse brackets offset at a suitable distance on either side of transverse floor/hopper connection. Note 4: Additional longitudinal bracket on the side of sloping plate. Note 5: Longitudinal and/or transverse brackets may be omitted if it can be demonstrated that the girder provides sufficient support at the knuckle line, i.e. that fatigue requirements according to **Ch 9, Sec 5** and local strength analysis equirements according to **Ch 7, Sec 3** are fulfilled.
Critical location	Side stringer connections to side longitudinal bulkhead in way of transverse webs. Double side tank transverse web and hopper transverse web connections to side longitudinal bulkhead and to side stringers in way of hopper corners.
Detail design standard	Elimination of scallops in way of hopper corners, closer knuckle distance from side stringers. Additional longitudinal/transverse brackets to reduce peak and range of resultant stresses arising from cyclic external hydrodynamic pressure and cargo inertia pressure.

Connections of transverse webs in double side tanks to hopper tanks Hopper corner connections employing radiused knuckle between side longitudinal bulkhead and hopper sloping plating	
Building tolerances	The nominal distance between the centres of thickness of the two abutting members should not exceed 1/3 of the as-built thickness of the side stringer.
Welding requirements	Partial penetration welding is applied to connection of side stringers to side longitudinal bulkhead, connection of double side tank transverse webs to side longitudinal bulkhead and to side stringers, connection of hopper transverse webs to sloped side longitudinal bulkhead and to side stringers in way of hopper corners. Small scallops of suitable shape, which are to be closed by welding after completion of the continuous welding of side stringers to longitudinal bulkhead, are to be provided where scallops are eliminated. Definition of full and partial penetration welding and their required extent are given in **Ch 12, Sec 3**.

Chapter 10

Other Structures

Section 1 Fore Part

Section 2 Machinery Space

Section 3 Aft Part

Section 1 - Fore Part

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

α_p : Correction factor for the panel aspect ratio to be taken as:

$\alpha_p = 1.2 - \frac{b}{2.1a}$ but not to be taken as greater than 1.0.

f_{bdg} : Bending moment factor taken as:

$f_{bdg} = 8(1 + \frac{n_s}{2})$

n_s : End fixation factor taken as:

$n_s = 0$ for both ends with low end fixity(simply supported).

$n_s = 1$ for one end fixed and one end simply supported.

$n_s = 2$ for continuous members or members with bracketed fitted at both ends.

1. General

1.1 Application

1.1.1

The requirements of this section apply to the following structures of the fore part as defined in **Ch 1, Sec 1, [2.4.2]**:

a) Fore peak structures.

b) Stem.

In addition, the requirements of this section apply to structure subjected to impact loads:

c) Flat bottom forward, according to **[3.2]**.

d) Bow area, according to **[3.3]**.

2. Structural Arrangement

2.1 Floors and bottom girders

2.1.1 Floors

In case of transverse framing, solid floors are to be fitted at each web frame location.

In case of longitudinal framing, the spacing of solid floors is not to be greater than 3.5 m or four transverse frame spaces, whichever is smaller.

The minimum depth of the floor at the centreline is not to be less than the required depth of the double bottom of the foremost cargo hold. See **Ch 2, Sec 3, [2.3]**.

2.1.2 Bottom girders

A supporting structure is to be provided at the centreline either by extending the centreline girder to the stem or by providing a deep girder or centreline bulkhead.

Where a centreline girder is fitted, the minimum depth and thickness is not to be less than that required for the depth of the double bottom in the neighbouring cargo tank region, and the upper edge is to be

stiffened.

In case of transverse framing, the spacing of bottom girders is not to exceed 2.5 m.

In case of longitudinal framing, the spacing of bottom girders is not to exceed 3.5 m.

2.1.3 Alternative design verification

This spacing, defined in **[2.1.1]** and **[2.1.2]** may be increased, if the designer performs a verification of the bottom structure by means of grillage analysis or FE analysis and provides their full documentation. The acceptance criteria to be applied are defined in **Ch 6, Sec 6, [3]**. A FE analysis is to be performed under consideration of the requirements provided in **Ch 7**.

2.2 Side shell supporting structure

2.2.1 Web frames

The spacing of web frames, S, in m as defined in **Ch 1, Sec 4, Table 5**, is to be taken as:

$S = 2.6 + 0.005L$, but not to be taken greater than 3.5 m.

Perforated flats are to be fitted to limit the effective span of web frames to not greater than 10 m.

2.2.2 Stringers

The transverse framing forward of the collision bulkhead stringers are to be spaced approximately 3.5 m apart. Stringers are to have an effective span not greater than 10 m, and are to be adequately supported by web frame structures.

2.2.3 Alternative design verification

The spacing of web frames and stringers may be increased, if the designer performs a verification of the side shell supporting structure by means of beam analysis or FE analysis and provides their full documentation.

The acceptance criteria to be applied are defined in **Ch 6, Sec 6, [3]**. A FE analysis is to be performed under consideration of the requirements provided in **Ch 7.**

2.3 Tripping brackets

2.3.1

For side shell and tank walls, located forward of the collision bulkhead and vertically framed, tripping brackets spaced not more than 2.6 m are to be fitted, according to **Figure 1**, between primary supporting members, decks and/or platforms.

The as-built thickness of the tripping brackets is not to be less than the as-built thickness of the side frame webs to which they are connected.

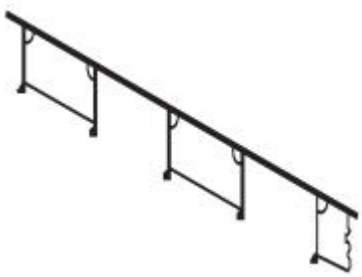


Figure 1 : Tripping brackets

2.4 Bulbous bow

2.4.1 General

Where a bulbous bow is fitted, the structural arrangements are to be such that the bulb is adequately supported and integrated into the fore peak structure.

2.4.2 Diaphragm plates

At the forward end of the bulb the structure is generally to be supported by horizontal diaphragm plates spaced about 1 m apart in conjunction with a deep centreline web.

In general, vertical transverse diaphragm plates are to be arranged in way of the transition from the peak framing to the bulb framing.

2.4.3 Special bulbous bow designs

In way of a wide bulb, additional strengthening in the form of a centreline wash bulkhead is generally to be fitted.

In way of a long bulb, additional strengthening in the form of transverse wash bulkheads or substantial web frames is to be fitted.

2.4.4 Strengthening for anchor and chain cable contact

The shell plating is to be increased in thickness at the forward end of the bulb and also in areas likely to be subjected to contact with anchors and chain cables during anchor handling. The increased plate thickness is to be the same as that required for plated stems given in **[4.1.1]**.

3. Structure subjected to impact loads

3.1 General

3.1.1 Application

The requirements of this sub-section cover the strengthening requirements for local impact loads that may occur in the forward structure. The impact loads to be applied in **[3.2]** and **[3.3]** are described in **Ch 4, Sec 5, [3]**.

3.1.2 General scantling requirements

The requirements of **[3.2]** and **[3.3]** are to be applied in addition to applicable scantling requirements in **Ch 6**. Local scantling increases due to impact loads are to be made with due consideration given to details and avoidance of hard spots, notches and other harmful stress concentrations.

3.2 Bottom slamming

3.2.1 Application

Where the minimum draughts forward, T_{F-e} or T_{F-f}, as specified in **Ch 4, Sec 5, [3.2.1]**, are less than 0.045L, the bottom forward is to be additionally strengthened to resist bottom slamming pressures.

The draughts for which the bottom has been strengthened are to be indicated on the shell expansion plan and loading guidance information, as required in **Ch 1, Sec 5**.

The load calculation point of the primary supporting members is specified in **Ch 3, Sec 7, [4]**.

3.2.2 Extent of strengthening

The strengthening is to extend forward of 0.3 L from the FP over the flat of bottom and adjacent plating with attached stiffeners up to a height of 500 mm above the baseline, see **Figure 2**.

Outside the region strengthened to resist bottom slamming the scantlings are to be tapered to maintain continuity of longitudinal and/or transverse strength.

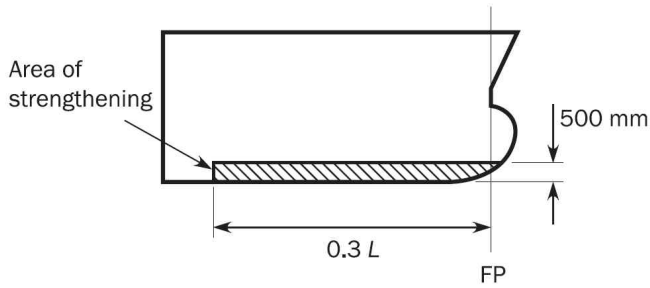


Figure 2 : Extent of strengthening against bottom slamming

3.2.3 Design to resist bottom slamming loads

The design of end connections of stiffeners in the bottom slamming region is to provide end fixity, either by making the stiffeners continuous through supports or by providing end brackets complying with **Ch 3, Sec 6, [3.2]**. Where it is not practical to comply with this requirement, the net plastic section modulus, Z_{pl-alt}, in cm^3, for alternative end fixity arrangements is not to be less than:

$$Z_{pl-alt} = \frac{16 Z_{pl}}{f_{bdg}}$$

where:

Z_{pl} : Net plastic section modulus, in cm^3, as required by **[3.2.5]**.

Scantlings and arrangements of primary supporting members, including bulkheads in way of stiffeners, are to comply with **[3.2.7]**.

3.2.4 Shell plating

The net thickness of the hull envelope plating, t, in mm, except for the transversely stiffened bilge plating within the cylindrical part of the ship, is not to be less than:

$$t = \frac{0.0158 \alpha_p b}{C_d} \sqrt{\frac{P_{SL}}{C_a R_{eH}}}$$

where:

C_d : plate capacity correction coefficient taken as:

$C_d = 1.3$.

C_a : Permissible bending stress coefficient taken as:

$C_a = 1.0$ for acceptance criteria set AC-I

The transversely stiffened bilge plating within the cylindrical part of the ship is to comply with the requirement given in **Ch 6, Sec 4, [2.2]**.

3.2.5 Shell stiffeners

The shell stiffeners within the strengthening area defined in **[3.2.2]** are to comply with the following criteria:

a) The net plastic section modulus, Z_{pl}, in cm^3, is not to be less than:

$$Z_{pl} = \frac{P_{SL} s \ell_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}$$

where :

C_s : Permissible bending stress coefficient taken as:

$C_s = 0.9$ for acceptance criteria set AC-I.

b) The net web thickness, t_w, in mm, is not to be less than:

$$t_w = \frac{P_{SL}\, s\, \ell_{shr}}{2 d_{shr}\, C_t\, \tau_{eH}}$$

where:

C_t : Permissible shear stress coefficient taken as:

$C_t = 1.0$ for acceptance criteria set AC-I.

3.2.6 Bottom slamming load area for primary supporting members

The scantlings of primary supporting members according to **[3.2.7]** are based on the application of the slamming pressure defined in **Ch 4, Sec 5, [3.2]** to an idealised slamming load area of hull envelope plating, A_{SL}, in m^2, given by:

$$A_{SL} = \frac{1.1\, L\, B\, C_b}{1000}$$

3.2.7 Primary supporting members

The size and number of openings in web plating of the floors and girders is to be minimised considering the required shear area as given in a):

a) Net shear area

The net shear area, $A_{shr-n50}$, in cm^2, of each primary supporting member web at any position along its span is not to be less than:

$$A_{shr-n50} = 10 \frac{Q_{SL}}{C_t\, \tau_{eH}}$$

where :

Q_{SL} : The greatest shear force due to slamming for the position being considered, in kN, based on the application of a patch load, F_{SL} to the most onerous location, as determined in accordance with b) or c).

C_t : Permissible shear stress coefficient taken as:

$C_t = 0.9$ for acceptance criteria set AC-I.

b) Simplified calculation of slamming shear force

For simple arrangements of primary supporting members, where the grillage affect may be ignored, the shear force, Q_{SL}, in kN, is given by:

$$Q_{SL} = f_{pt}\, f_{dist}\, F_{SL}$$

where:

f_{pt} : Correction factor for the proportion of patch load acting on a single primary supporting member, taken as:

$$f_{pt} = 0.5\,(f_{SL}^3 - 2 f_{SL}^2 + 2)$$

f_{SL} : Patch load modification factor taken as:

$$f_{SL} = 0.5 \frac{b_{SL}}{S}$$

f_{dist} : Factor for the greatest shear force distribution along the span, according to **Figure 3**.

F_{SL} : Patch load, in kN, taken as:

$F_{SL} = P_{SL} \ell_{SL} b_{SL}$

ℓ_{SL} : Extent of slamming load area along the span, in m, taken as:

$\ell_{SL} = \sqrt{A_{SL}}$ but not to be greater than $0.5 \ell_{shr}$

b_{SL} : Breadth of impact area supported by primary supporting member, in m, taken as:

$b_{SL} = \sqrt{A_{SL}}$ but not to be greater than S.

A_{SL} : Surface defined in [3.2.6].

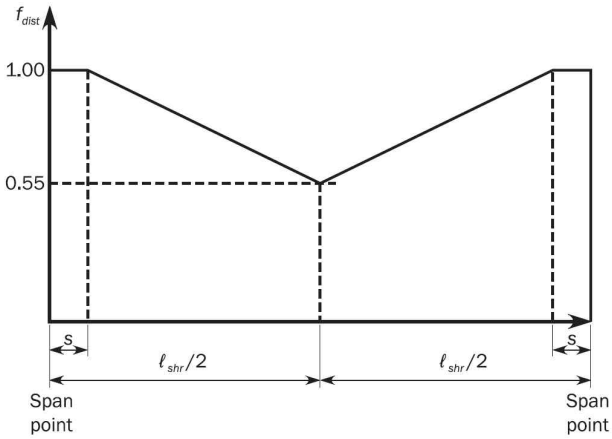


Figure 3 : Distribution of f_{dist} along the span of simple primary supporting members

c) Direct calculation method for slamming shear force

For complex arrangements of primary supporting members, the greatest shear force, Q_{SL}, at any location along the span of each primary supporting member is to be derived by direct calculation in accordance with **Table 1**.

d) Web thickness of primary supporting member

The net web thickness, t_w, in mm, of primary supporting members adjacent to the shell is not to be less than:

$$t_w = \frac{s_W}{70}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

where:

s_W : plate breath, in mm, taken as the spacing between the web stiffening.

Table 1 : Direct calculation methods for derivation of Q_{SL}

Type of analysis	Model extent	Assumed end fixity of floors
Beam theory	Overall span of member between effective bending supports.	Fixed at ends
Double bottom grillage	Longitudinal extent to be one cargo tank length. Transverse extent to be between inner hopper knuckle and centreline.	Floors and girders to be fixed at boundaries of the model.
Note 1: The envelope of greatest shear force along each primary supporting member is to be derived by applying the load patch on a square area as defined in [3.2.6], to a number of locations along the span.		
Note 2: A more extensive model in length and breadth can be considered.		

3.3 Bow impact

3.3.1 Application

The side structure in the ship forward area is to be strengthened against bow impact pressures. The strengthening isto extend forward of 0.1L from the FP and vertically above the minimum design ballast draught, T_{BAL}, defined in **Ch 1, Sec 4, [3.1.5]** and forecastle deck if any. See **Figure 4**.

Outside the strengthening area the scantlings are to be tapered to maintain continuity of longitudinal and/or transverse strength.

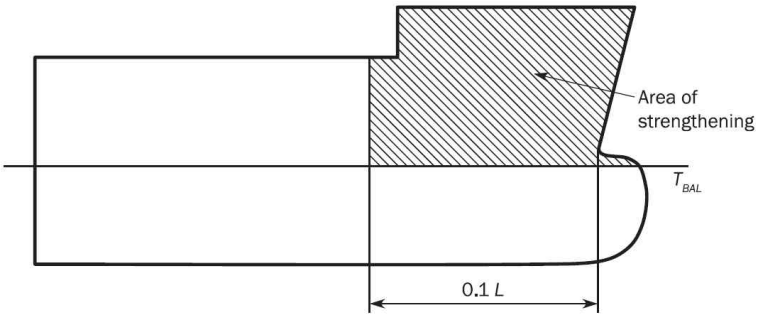


Figure 4 : Extent of strengthening against bow impact

3.3.2 Design to resist bow impact loads

a) In the bow impact strengthening area, longitudinal framing is to be carried as far forward as practicable.

The design of end connections of stiffeners in the bow impact region are to ensure end fixity, either by making the stiffeners continuous through supports or by providing end brackets complying with **Ch 3, Sec 6, [3.2]**. Where it is not practical to comply with this requirement, the net plastic section modulus, Z_{pl-alt}, in cm^3, for alternative end fixity arrangements is not to be less than:

$$Z_{pl-alt} = \frac{16 Z_{pl}}{f_{bdg}}$$

where:

Z_{pl} : Effective net plastic section modulus, in cm^3, required by **[3.3.4]**.

b) Scantlings and arrangements of primary supporting members, including decks and bulkheads, in way of the stiffeners, are to comply with **[3.3.6]**. In areas of the greatest bow impact load, the web stiffeners arranged perpendicular to the hull envelope plating and the double sided lug connections are to be provided.

The main stiffening direction of decks and bulkheads supporting shell framing is to be arranged parallel to the span direction of the supported shell frames, to protect against buckling.

3.3.3 Side shell plating

The net thickness of the side shell plating, t, in mm is not to be less than:

$$t = 0.0158 \alpha_p b \sqrt{\frac{P_{FB}}{C_a R_{eH}}}$$

where:

C_a : Permissible bending stress coefficient taken as:

$C_a = 1.0$ for acceptance criteria set AC-I.

3.3.4 Side shell stiffeners

The side shell stiffeners within the strengthening area defined in **[3.3.1]** are to comply with the following criteria:

a) The effective net plastic section modulus, Z_{pl}, in cm^3 in association with the effective plating to which it is attached, is not to be less than:

$$Z_{pl} = \frac{P_{FB}\, s\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\, C_s\, R_{eH}}$$

where:

C_s : Permissible bending stress coefficient taken as:

$C_s = 0.9$ for acceptance criteria set AC-I.

b) The net web thickness, t_w, in mm, is not to be less than:

$$t_w = \frac{P_{FB}\, s\, \ell_{shr}}{2\, d_{shr}\, C_t\, \tau_{eH}}$$

where:

d_{shr} : Effective web depth of stiffener, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 7, [1.4.3]**.

C_t : Permissible shear stress coefficient taken as:

$C_t = 1.0$ for acceptance criteria set AC-I.

3.3.5 Bow impact load area for primary supporting members

The scantlings of primary supporting members according to **[3.3.6]** are based on the application of the bow impact pressure, as defined in **Ch 4, Sec 5, [3.3.1]**, to an idealised bow impact load area of hull envelope plating, A_{BI}, in m^2, is given by:

$$A_{BI} = \frac{1.1\, L\, B\, C_b}{1000}$$

3.3.6 Primary supporting members

a) The section modulus of the primary supporting member is to apply along the bending span clear of end brackets and cross sectional areas of the primary supporting member are to be applied at the ends/supports and may be gradually reduced along the span and clear of the ends/supports following the distribution of f_{dist}, indicated in **Figure 3**.

b) Primary supporting members in the bow impact strengthening area are to be configured to provide effective continuity of strength and the avoidance of hard spots.

c) End brackets of primary supporting members are to be suitably stiffened along their edge. Consideration is to be given to the design of bracket toes to minimise abrupt changes of cross section.

d) Tripping arrangements are to comply with **Ch 8, Sec 2, [5.1.1]**. In addition, tripping brackets are to be fitted at the toes of end brackets and at locations where the primary supporting member flange is knuckled or curved.

e) The net section modulus of each primary supporting member, Z_{n50}, in cm^3, is not to be less than:

$$Z_{n50} = 1000 \frac{f_{bdg-pt}\, P_{FB}\, b_{BI}\, f_{BI}\, \ell_{bdg}^2}{f_{bdg}\, C_s\, R_{eH}}$$

where:

f_{bdg-pt} : Correction factor for the bending moment at the ends and considering the patch load taken as:

$f_{bdg-pt} = 3f_{BI}^3 - 8f_{BI}^2 + 6f_{BI}$

f_{BI} : Patch load modification factor taken as:

$$f_{BI} = \frac{\ell_{BI}}{\ell_{bdg}}$$

ℓ_{BI} : Extent of bow impact load area, in m, along the span:

$\ell_{BI} = \sqrt{A_{BI}}$ but not to be taken as greater than ℓ_{bdg}.

b_{BI} : Breadth of impact load area, in m, supported by the primary supporting member, to be taken as the spacing between primary supporting members, S, as defined in **Ch 1, Sec 4, Table 5**, but not to be taken as greater than ℓ_{BI}.

A_{BI} : Bow impact load area, in m^2, as defined in **[3.3.5]**.

f_{bdg} : Bending moment factor taken as:

$f_{bdg} = 12$ for primary supporting members with end fixed continuous flange or where brackets at both ends are fitted in accordance with **Ch 3, Sec 6, [4.4]**.

C_s : Permissible bending stress coefficient taken as:

$C_s = 0.8$ for acceptance criteria set AC-I.

f) The net shear area of the web, $A_{shr-n50}$, in cm^2, of each primary supporting member at the support/toe of end brackets is not to be less than:

$$A_{shr-n50} = \frac{5 f_{PL} P_{FB} b_{BI} \ell_{shr}}{C_t \tau_{eH}}$$

where:

f_{PL} : Patch load modification factor taken as:

$$f_{PL} = \frac{\ell_{BI}}{\ell_{shr}}$$

ℓ_{BI} : Extent of bow impact load area, in m, along the span taken as:

$\ell_{BI} = \sqrt{A_{BI}}$ but not greater than ℓ_{shr}.

C_t : Permissible shear stress coefficient taken as:

$C_t = 0.75$ for acceptance criteria set AC-I.

g) The net web thickness of each primary supporting member, t_w, in mm, including decks/bulkheads directly welded to the side shell is not to be less than:

$$t_w = \frac{P_{FB} b_{BI}}{\sin\varphi_w \sigma_{cr}}$$

where :

φ_w : Angle, in deg, between the primary supporting member web and the shell plate, see **Figure 5**.

σ_{cr} : Critical buckling stress in compression of the web of the primary supporting member or deck/bulkhead panel in way of the applied load given by **Ch 8, Sec 5, [2.2.3]**, in N/mm^2. In the calculation, both σ_x and σ_y given in **Ch 8, Sec 5, [2.2.3]** are to be considered and UP-B is to be applied.

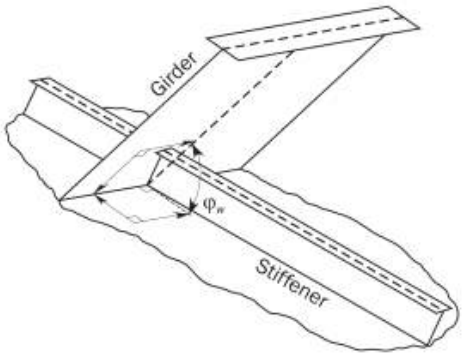


Figure 5 : Angle between shell primary member and shell plate

4. Additional scantling requirements

4.1 Plate stem

4.1.1

The net thickness, t_{Stm}, in mm, is not to be less than:

$$t_{Stm} = (0.6 + 0.4S_B)(0.08L + 2.7)\sqrt{k} \text{ but need not be greater than } 22\sqrt{k} - 1$$

where:

S_B : Spacing, in m, between horizontal stringers (partial or not), breasthooks, or equivalent horizontal stiffening members.

Starting from 0.6 m above the summer load waterline up to $T_{SC} + C_w$, the net thickness may gradually be reduced to $0.8t_{Stm}$.

4.1.2 Breasthooks and diaphragm plating

The net thickness of breasthooks/diaphragm plates in way of bow impact strengthening area defined in **[3.3.1]**, t_w, in mm, is not to be less than:

$$t_w = \frac{s}{70}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

where:

s : Spacing of stiffeners on the web, as defined in **Ch 1, Sec 4, Table 5**, in mm. Where no stiffeners are fitted, s is to be taken as the depth of the web.

4.2 Thruster tunnel

4.2.1

The net thickness of the tunnel plating, t_{tun}, in mm, is not to be less than the net required thickness for the shell plating in the vicinity of the bow thruster.

In addition, t_{tun} is not to be taken less than:

$$t_{tun} = 0.008\,d_{tun} + 1.8$$

where:

d_{tun} : inside diameter of the tunnel, in mm, but not to be taken less than 970 mm.

Where the outboard ends of the tunnel are provided with bars or grids, the bars or grids are to be effectively secured.

Section 2 - Machinery space

1. General

1.1 Application

1.1.1

The requirements of this section apply to the scantlings and arrangement of structures located in the machinery space. It is the shipyard responsibility to design the ship in accordance with the machinery manufacturer' requirements.

2. Machinery space arrangement

2.1 Structural arrangement

2.1.1

Where openings in decks/bulkheads are provided in the machinery space, the arrangements are to support the deck, side, and bottom structure.

2.1.2

All parts of the machinery, shafting, etc, are to be supported to distribute the loads into the ship' structure. The adjacent structure is to be suitably stiffened.

2.1.3

Primary supporting members are to be positioned giving consideration to the provision of through stiffeners and in line pillar supports to achieve an efficient structural design.

2.1.4

The spacing of web frames in way of transversely framed machinery spaces is generally not to exceed five transverse frame spaces. Web frames are to be connected at the top and bottom to members of suitable stiffness, and supported by deck transverses.

2.1.5

End connections of side longitudinals at transverse bulkheads are to provide fixity, lateral support, and when not continuous are to be provided with soft-toe brackets. Brackets lapped onto the longitudinals are not to be fitted.

2.1.6

Where a transverse framing system is adopted, deck stiffeners are to be supported by a suitable arrangement of longitudinal girders in association with pillars or pillar bulkheads. Where fitted, deck transverses are to be arranged in line with web frames to provide end fixity and transverse continuity of strength.

Where a longitudinal framing system is adopted, deck longitudinals are to be supported by deck transverses in line with web frames in association with pillars or pillar bulkheads.

2.1.7

Machinery casings are to be supported by a suitable arrangement of deck transverses and longitudinal girders in association with pillars or pillar bulkheads. In way of particularly large machinery casing openings, cross ties may be required. These are to be arranged in line with deck transverses.

2.1.8

The foundations for main propulsion units, reduction gears, shaft and thrust bearings, and the structure

supporting those foundations are to maintain the required alignment and rigidity under all anticipated conditions of loading. Consideration is to be given to the submittal of the following plans to the machinery manufacturer for review:

a) Foundations for main propulsion units.

b) Foundations for reduction gears.

c) Foundations for thrust bearings.

d) Structure supporting a), b) and c).

2.2 Double bottom

2.2.1 Double bottom height

The double bottom height at the centreline, irrespective of the location of the machinery space, is to be not less than the value defined in **Ch 2, Sec 3, [2.3.1]**. This depth may need to be considerably increased in relation to the type and depth of main machinery seatings.

The above height is to be increased by the shipyard where the machinery space is very large and where there is a considerable variation in draught between light ballast and full load conditions.

Where the double bottom height in the machinery space differs from that in adjacent spaces, structural continuity of longitudinal members is to be provided by sloping the inner bottom over an adequate longitudinal extent. The knuckles in the sloped inner bottom are to be located in way of floors. Lesser double bottom height may be accepted in local areas provided that the overall strength of the double bottom structure is not thereby impaired.

2.2.2 Centreline girder

The double bottom is to be arranged with a centreline girder. In way of any openings for manholes on the centreline girder, permitted only where absolutely necessary for double bottom access and maintenance, local strengthening is to be arranged.

2.2.3 Side bottom girders

In the machinery space, the number of side bottom girders is to be adequately increased, with respect to the adjacent areas, to provide adequate rigidity of the structure. The side bottom girders in longitudinal stiffened double bottom, are to be a continuation of any bottom longitudinals in the areas adjacent to the machinery space and are generally to have a spacing not greater than 3 times that of longitudinals and in no case greater than 3 m.

2.2.4 Girders in way of machinery seatings

Additional side bottom girders are to be fitted in way of machinery seating.

2.2.5 Floors in longitudinally stiffened double bottom

Where the double bottom is longitudinally stiffened, plate floors are to be fitted at every frame under the main engine and thrust bearing. Outboard of the engine and bearing seatings, the floors may be fitted at alternate frames.

2.2.6 Floors in transversely framed double bottom

Where the double bottom in the machinery space is transversely stiffened, floors are to be arranged at every frame.

2.2.7 Manholes and wells

The number and size of manholes in floors located in way of seatings and adjacent areas are to be kept to the minimum necessary for double bottom access and maintenance.

In general, manhole edges are to be stiffened with flanges; failing this, the floor plate is to be adequately stiffened with flat bars at manhole sides.

Manholes with perforated portable plates are to be fitted in the inner bottom in the vicinity of wells arranged close to the aft bulkhead of the engine room.

Drainage of the tunnel is to be arranged through a well located at the aft end of the tunnel.

2.2.8 Inner bottom plating

Where main engines or thrust bearings are bolted directly to the inner bottom, the net thickness of the inner bottom plating is to be at least 19 mm. Hold-down bolts are to be arranged as close as possible to floors and longitudinal girders. Plating thickness and the arrangements of hold-down bolts are also to consider the manufacturer' recommendations.

2.2.9 Heavy equipment

Where heavy equipment is mounted directly on the inner bottom, the thickness of the floors and girders is to be suitably increased.

3. Machinery foundations

3.1 General

3.1.1

Main engines and thrust bearings are to be effectively secured to the hull structure by foundations of strength that is sufficient to resist the various gravitational, thrust, torque, dynamic, and vibratory forces which may be imposed on them.

3.1.2

In the case of higher power internal combustion engines or turbine installations, the foundations are generally to be integral with the double bottom structure. Consideration is to be given to substantially increase the inner bottom plating thickness in way of the engine foundation plate or the turbine gear case and the thrust bearing, see Type 1 of **Figure 1**.

3.1.3

For main machinery supported on foundations of Type 2, as shown in **Figure 2**, the forces from the engine into the adjacent structure are to be distributed as uniformly as possible. Longitudinal members supporting the foundation are to be aligned with girders in the double bottom, and transverse stiffening is to be arranged in line with the floors, see Type 2 of **Figure 2**.

3.2 Foundations for internal combustion engines and thrust bearings

3.2.1

In determining the scantlings of foundations for internal combustion engines and thrust bearings, consideration is to be given to the general rigidity of the engine and to its design characteristics with regard to out of balance forces.

3.2.2

Generally, two girders are to be fitted in way of the foundation for internal combustion engines and thrust bearings.

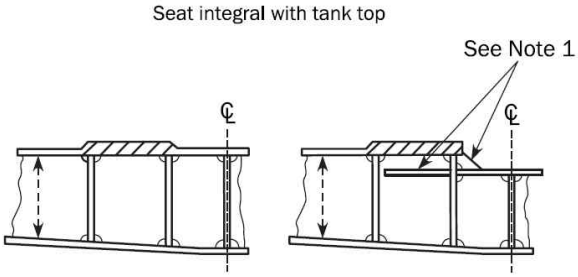


Figure 1 : Machinery foundations Type 1

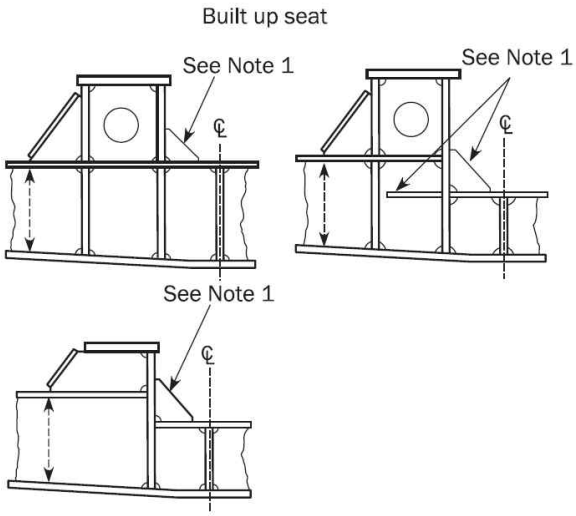


Figure 2 : Machinery foundation Type 2

Note 1: Brackets are to be as large as possible. Brackets may be omitted to avoid interference with the girders of the engine foundation, in accordance with recommendations of the engine manufacturer.

3.3 Auxiliary foundations

3.3.1

Auxiliary machinery is to be secured on foundations that are of suitable size and arrangement to distribute the loads from the machinery evenly into the supporting structure.

Section 3 - Aft part

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

L_1 : Reference rule length, in m, taken as less of L and 250 m.

L_2 : Reference rule length, in m, taken as less of L and 300 m.

1. General

1.1 Application

1.1.1

The requirements of this section apply for the scantlings and arrangement of structures located aft of the aft peak bulkhead.

2. Aft peak

2.1 Structural arrangement

2.1.1 Floors

Floors are to be fitted at each frame space in the aft peak and carried to a height at least above the stern tube. Where floors do not extend to flats or decks, they are to be stiffened by flanges at their upper end.

Heavy plate floors are to be fitted in way of the aft face of the horn and in line with the webs in the rudder horn. They may be required to be carried up to the first deck or flat. In this area, cut outs, scallops or other openings are to be kept to a minimum.

2.1.2 Platforms and side girders

Platforms and side girders within the peak are to be arranged in line with those located in the area immediately forward.

Where this arrangement is not possible due to the shape of the hull and access needs, structural continuity between the peak and the structures of the area immediately forward is to be ensured by adopting wide tapering brackets.

Where the aft peak is adjacent to a machinery space whose side is longitudinally framed, the side girders in the aft peak are to be fitted with tapering brackets.

Where the depth from the peak tank top to the weather deck is greater than 2.6 m and the side is transversely framed, one or more side girders are to be fitted, preferably in line with similar structures existing forward.

2.1.3 Longitudinal bulkheads

A longitudinal non-tight bulkhead is to be fitted on the centreline of the ship, in general in the upper part of the peak, and stiffened at each frame spacing.

Where either the stern overhang is very large or the maximum breadth of the space divided by watertight and wash bulkheads is greater than 20 m, additional longitudinal wash bulkheads may be required.

2.1.4 Alternative design verification

The spacing and arrangement requirements, defined in **[2.1.1]**, **[2.1.2]** and **[2.1.3]** may be increased, if the designer performs a verification by means of grillage analysis or FE analysis and provides their full documentation. The acceptance criteria to be applied are defined in **Ch 6, Sec 6, [3]**. A FE analysis is to be performed under consideration of the requirements provided in **Ch 7**.

2.2 Stiffening of floors and girders in aft peak

2.2.1

Stiffeners on the floors and girders in aft peak ballast or fresh water tanks above propeller are to be designed in accordance with **[2.2.2]** and **[2.2.3]**. This applies for stiffeners located in an area extending longitudinally between the forward edge of the rudder and the after end of the propeller boss and transversely within the diameter of the propeller.

2.2.2

The height of stiffeners, h_{stf}, in mm, on the floors and girders are not to be less than:

$h_{stf} = 80\,\ell_{stf}$ for flat bar stiffeners.

$h_{stf} = 70\,\ell_{stf}$ for bulb profiles and flanged stiffeners.

where:

ℓ_{stf} : Length of stiffener, in m, as shown in **Figure 1**. Length need not be taken greater than 5 m.

2.2.3

End brackets are to be provided as follows:

a) Brackets are to be fitted at the lower and upper ends when ℓ_{stf-t} exceeds 4 m.

b) Brackets are to be fitted at the lower end when ℓ_{stf-t} exceeds 2.5 m.

where:

ℓ_{stf-t} : Total length of stiffener, in m, as shown in **Figure 1**.

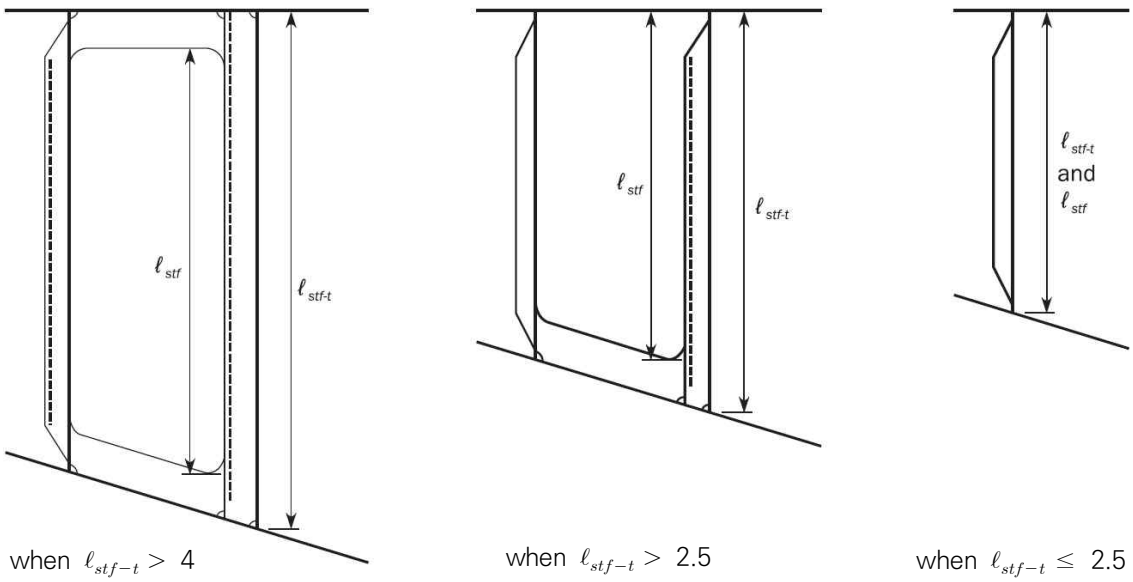


Figure 1 : Stiffening of floors and girders in the aft peak tank

3. Stern frames

3.1 General

3.1.1

Stern frames may be fabricated from steel plates or made of cast steel with a hollow section. For applicable material specifications and steel grades, see **Ch 3, Sec 1**. Stern frames of other material or construction will be specially considered.

3.1.2

Cast steel and fabricated stern frames are to be strengthened by adequately spaced plates with gross thickness not less than 80% of required thickness for stern frames. Abrupt changes of section are to be avoided in castings; all sections are to have adequate tapering radius.

3.1.3

In the upper part of the propeller aperture, where the hull form is full and centreline supports are provided, the thickness of stern frames may be reduced to 80% of the applicable requirement in **[3.2.1]**.

3.2 Propeller posts

3.2.1 Gross scantlings of propeller posts

The gross scantlings of propeller posts are not to be less than those obtained from the formulae in **Table 1** for single screw ships and **Table 2** for twin screw ships.

Scantlings and proportions of the propeller post which differ from **Table 1** and **Table 2** may be considered acceptable provided that the section modulus of the propeller post section about its longitudinal axis is not less than that calculated with the propeller post scantlings in **Table 1** or **Table 2**, as applicable.

Table 1 : Single screw ships – Gross scantlings of propeller posts

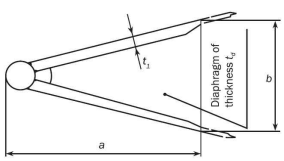
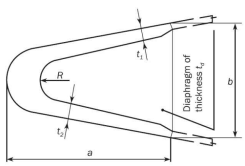
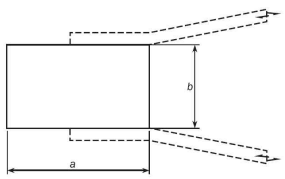
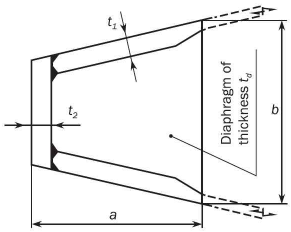
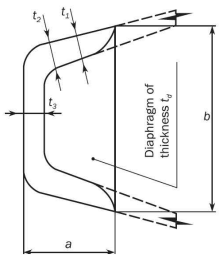
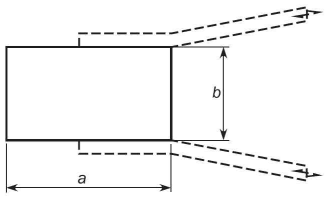
Gross scantlings of propeller posts, in mm	Fabricated propeller post 	Cast propeller post 	Bar propeller post, cast or forged, having rectangular section 
a	$50L_1^{1/2}$	$33L_1^{1/2}$	$10\sqrt{7.2L-256}$
b	$35L_1^{1/2}$	$23L_1^{1/2}$	$10\sqrt{4.6L-164}$
t_1	$2.5L_1^{1/2}$	$3.2L_1^{1/2}$	–
t_2	–	$4.4L_1^{1/2}$	–
t_d	$1.3L_1^{1/2}$	$2.0L_1^{1/2}$	–
R	–	50 mm	–

Table 2 : Twin screw ships – Gross scantlings of propeller posts

Gross scantlings of propeller posts, in mm	Fabricated propeller post 	Cast propeller post 	Bar propeller post, cast or forged, having rectangular section 
a	$25L^{1/2}$	$12.5L^{1/2}$	$2.4L+6$
b	$25L^{1/2}$	$25L^{1/2}$	$0.8L+2$
t_1	$2.5L^{1/2}$	$2.5L^{1/2}$	–
t_2	$3.2L^{1/2}$	$3.2L^{1/2}$	–
t_3	–	$4.4L^{1/2}$	–
t_d	$1.3L^{1/2}$	$2.0L^{1/2}$	–

3.2.2 Propeller shaft bossing

In single screw ships, the thickness of the propeller shaft bossing, included in the propeller post, is not to be less than 60% of the dimension b required in **[3.2.1]** for bar propeller posts with a rectangular section.

3.3 Connections

3.3.1 Connections with hull structure

Stern frames are to be effectively attached to the aft structure and the required scantling for the lower part of the propeller post is to be extended from the aft end of the propeller post, at the centerline of the propeller shaft, to a length not less than $1500+6L_2\,\mathrm{mm}$, in order to provide an effective connection with the keel. However, the stern frame need not extend beyond the aft peak bulkhead.

3.3.2 Connection with keel plate

The thickness of the lower part of the stern frames is to be gradually tapered to that of the solid bar keel or keel plate.

Where a keel plate is fitted, the lower part of the stern frame is to be designed to ensure an effective connection with the keel.

3.3.3 Connection with transom floors

Rudder posts and propeller posts are to be connected with transom floors having height not less than that of the double bottom height and a net thickness not less than that obtained, in mm, from the following formula:

$$t = 9 + 0.023\,L_1$$

3.3.4 Connection with centre keelson

Where the stern frame is made of cast steel, the lower part of the stern frame is to be fitted, as far as practicable, with a longitudinal web for connection with the centre keelson.

4. Special scantling requirements for shell structure

4.1 Shell plating

4.1.1 Shell plating connected with stern frame

The net thickness of shell plating connected with the stern frame is not to be less than that obtained, in mm, from the following formula:

$$t = 0.094(L_2 - 43) + 0.009b$$

In way of the boss and heel plate, the net thickness, t, of shell plating, in mm, is not to be less than:

$$t = 0.105(L_2 - 47) + 0.011b$$

where:

b : Breadth of plate panel, in mm, as defined in **Ch 3, Sec 7, [2.2.2]**.

4.1.2 Heavy shell plates

Heavy shell plates are to be fitted locally in way of the heavy plate floors as required by **[2.1.1]**. The net thickness of heavy shell plates is not to be less than the value given in **[4.1.1]**. Outboard of the heavy floors, the heavy shell plates may be reduced in thickness in as gradual a manner as practicable. Where the horn plating is radiused into the shell plating, the radius at the shell connection, r in mm, is not to be less than:

$$r = 150 + 0.8L_2$$

4.1.3 Thruster tunnel plating

The net thickness of the tunnel plating, t_{tun} in mm, is to comply with the requirements in **Ch 10, Sec 1, [4.2.1]**.

Chapter 11

Superstructure, Deckhouses and Hull Outfitting

Section 1 Superstructures, Deckhouses and Companionways

Section 2 Bulwark and Guard Rails

Section 3 Equipment

Section 4 Supporting Structure for Deck Equipment and Fittings

Section 1 – Superstructures, Deckhouses and Companionways

Symbols

For symbols not defined in this Section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

P : Pressure applied on the considered superstructure side or deck, in kN/m^2

$P = P_D$ for external decks,

$P = P_{dl}$ for unexposed deck,

$P = P_{SI}$ for superstructure side.

P_D : Lateral pressure for exposed decks, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 5, [2]** and in **Ch 4, Sec 5, [4.2]**.

P_{dl} : Lateral pressure for unexposed decks, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 6, [3]**.

P_{SI} : Lateral pressure for superstructure side, in kN/m^2, as defined in **Ch 4, Sec 5, [4.3]**.

P_{FB} : Lateral pressure for side shell plating, in kN/m^2, affected by bow impact requirements according to **Ch 4, Sec 5, [3.3.1]**.

P_A : External pressure for end bulkheads of superstructure and deckhouse walls, in kN/m^2 according to **Ch 4, Sec 5, [4.4.1]**.

ℓ_{bdg} : Effective bending span, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7**.

ℓ_{shr} : Effective shear span, in m, as defined in **Ch 3, Sec 7**.

c : Coefficient taken as:

c = 0.75 for beams, girders and transverses which are simply supported in one or both ends.

c = 0.55 in other cases.

m_a : Coefficient taken as:

$$m_a = 0.204 \frac{s}{1000 l_{bdg}} \left[4 - \left(\frac{s}{1000 l_{bdg}} \right)^2 \right] \text{ with } \frac{s}{1000 l_{bdg}} \leq 1$$

1. General

1.1 Application

1.1.1

The requirements of this section are applicable to superstructures, deckhouses and companionways, made of steel. The requirements of **Ch 6** apply in addition to those of this section for exposed decks of superstructure and the side of superstructure or deckhouse when this side is part of the side shell.

1.1.2

For the application of this section, a superstructure is considered being located aft or forward 0.4 *L* amidships or having a length of less than 0.15 *L*.

1.1.3

For the application of this section, the length of a deckhouse located within 0.4 *L* amidships is considered not exceeding 0.2 *L*.

1.2 Gross scantlings

1.2.1

With reference to **Ch 3, Sec 2, [1.1.3]**, all scantlings and dimensions referred to in **[3]** are gross.

2. Structural arrangement

2.1 Structural continuity

2.1.1 Bulkheads and sides of deckhouses

The aft, front and side bulkheads are to be effectively supported by under deck structures such as bulkheads, girders and pillars.

Sides and main longitudinal and transverse bulkheads are to be in line in the various tiers of deckhouses. Where such arrangement in line is not possible, other effective support is to be provided.

Arrangements are to be made to minimise the effect of discontinuities in erections. All openings cut in the sides are to be framed and have well-rounded corners. Continuous coamings or girders are to be fitted below and above doors and similar openings.

2.1.2 Deckhouse corners

At the corners where the deckhouse is attached to the strength deck, attention is to be given to the arrangements to transmit load into the under deck supporting structure.

2.2 End connections

2.2.1 Deck stiffeners

Transverse beams are to be connected to side frames by brackets according to **Ch 3, Sec 6, [3.2]**. Beams crossing longitudinal walls and girders may be attached to the stiffeners of longitudinal walls and the webs of girders respectively by welding without brackets.

2.2.2 Longitudinal and transverse deck girders

Face plates are to be stiffened by tripping brackets according to **Ch 3, Sec 6, [4.3]**.

2.2.3 End connections of superstructure frames

Vertical frames are to be welded to the main frames below, or to the deck under provision of a sufficient supporting structure.

2.3 Local reinforcement on bulkheads

2.3.1

Local reinforcement is to be provided in way of large openings and areas supporting life saving appliances or high loads from other equipment, fittings, etc.

3. Scantlings

3.1 Superstructures sides and decks

3.1.1 Exposed sides and exposed deck plating

Exposed sides and exposed deck plating inclusive their supporting structure are to comply with the requirements given in **[3.2.1]** to **[3.2.5]** and bow impact requirements in **Ch 10, Sec 1, [3.3]**, if applicable.

3.1.2 Deck plating of unexposed decks

The deck plating and supporting structures of unexposed decks of superstructures are to comply with requirements given in **[3.2.2]** to **[3.2.5]**.

3.2 Deckhouses

3.2.1 Plating

The gross thickness of the plating, $t_{gr-\exp}$, in mm, is not to be less than

$$t_{gr-\exp} = 7.5\sqrt{\frac{ks}{s_{std}}} \text{ , on first tier.}$$

$$t_{gr-\exp} = 7.0\sqrt{\frac{ks}{s_{std}}} \text{ , on second tier.}$$

$$t_{gr-\exp} = 6.5\sqrt{\frac{ks}{s_{std}}} \text{ , on third tier and above.}$$

where:

s_{std} : Standard reference spacing of stiffeners or beams, in mm, taken as:

$$s_{std} = 470 + 1.67\,L_1$$

Where deck is protected by sheathing, the gross thickness of the deck plating may be reduced by 1.5 mm, without being less than 5 mm.

Where sheathing other than wood is used, attention is to be paid that the sheathing does not affect the steel. The sheathing is to be effectively fitted to the deck.

3.2.2 Deck plating of unexposed decks

The gross thickness of the unexposed deck plating, $t_{gr-unexp}$, in mm, is not to be less than the greater value of:

$$t_{gr-unexp} = 0.9\,t_{gr-\exp} \quad \text{at the tier considered, and}$$

$$t_{gr-unexp} = \left(5.8\frac{s}{1000} + 1\right)\sqrt{k} \quad \text{but not less than 5.5 mm.}$$

3.2.3 Beams and stiffeners

The gross section modulus Z_{gr}, in cm^3, and the gross shear area A_{gr-sh}, in cm^2, of transverse beams and of stiffeners are not to be less than:

$$Z_{gr} = c\,k\,P\,\frac{s}{1000}\,l_{bdg}{}^2$$

$$A_{gr-sh} = 0.05\,(1 - 0.817\,m_a)\,k\,P\,\frac{s}{1000}\,l_{shr}$$

3.2.4 Girders and transverses

The gross section modulus Z_{gr}, in cm^3, and the gross shear area A_{gr-sh}, in cm^2, of girders and transverses are not to be less than:

$$Z_{gr} = c\,k\,P\,S\,l_{bdg}{}^2$$

$$A_{gr-sh} = 0.05\,k\,P\,S\,l_{shr}$$

The girder depth is not to be less than $l/25$. The web depth of girders scalloped for continuous deck beams is to be at least 1.5 times the depth of the deck beams.

3.2.5 Alternative grillage analysis for girders and transverses

Where arrangements of deck girders and transverses are such that these members act as a grillage structure, additional analysis may be carried out with a structural model based on the gross scantling.

The resulting stresses are not to exceed the following permissible bending, shear and equivalent stresses, in N/mm^2, taken as:

$\sigma_b = 150 / k$

$\tau = 100 / k$

$\sigma_{eqv} = 180 / k$

3.3 Deckhouse walls and end bulkheads of superstructure

3.3.1 Application

The requirements in **[3.3]** apply to end bulkhead of superstructure and deckhouse walls forming the only protection for openings and for accommodations.

Special consideration may be given to the bulkhead scantlings of deckhouses which do not protect openings in the freeboard deck, superstructure deck or in the top of a lowest tier deckhouse. Special consideration may also be given to the bulkhead scantlings of deckhouses which do not protect machinery casings, provided they do not contain accommodation or do not protect equipment essential to the operation of the ship.

3.3.2 Plate thickness

The gross thickness of the plating t_{gr}, in mm, is not to be less than the greater of:

$$t_{gr} = 0.9 \frac{s}{1000} \sqrt{kP_A} + 1.5$$

$$t_{gr} = \left(5.0 + \frac{L_2}{100}\right) \sqrt{k}$$, for the lowest tier.

$$t_{gr} = \left(4.0 + \frac{L_2}{100}\right) \sqrt{k}$$, for the upper tiers, without being less than 5.0 mm.

3.3.3 Stiffeners

The gross section modulus Z_{gr}, in cm^3, of the stiffeners is not to be less than:

$$Z_{gr} = 0.35\, k\, P_A \frac{s}{1000} l^2$$

This requirement assumes the webs of lowest tier stiffeners to be efficiently welded to the decks. Scantlings for other types of end connections are to be specially considered.

The section modulus of deckhouse side stiffeners needs not to be greater than that of side frames on the deck situated directly below, taking account of spacing s and span l.

3.4 Companionways

3.4.1

The scantlings of companionways are to be determined in accordance with **[3.2]** and **[3.3]**.

Section 2 – Bulwark and Guard Rails

1. General requirements

1.1 Application

1.1.1

Bulwarks or guard rails are to be provided at the boundaries of exposed freeboard and superstructure decks, at the boundary of first tier of deckhouses and at the ends of superstructures.

1.2 Minimum height

1.2.1

Bulwarks, or guard rails, are to be a minimum of 1.0 m in height, measured above sheathing, and are to be constructed as required in **[2.2]** and **[3.2]**. Where this height would interfere with the normal operation of the ship, a lesser height may be accepted, on the basis of justifying information to be submitted.

2. Bulwarks

2.1 General

2.1.1

Plate bulwarks are to be stiffened at the upper edge by a suitable rail and supported either by stays or plate brackets spaced not more than 2.0 m apart.

The free edge of the stay or the plate bracket is to be stiffened.

2.1.2

Within 0.6 L amidships, bulwarks are to be arranged to ensure that they are free from hull girder stresses.

2.1.3

Bulwarks are to be adequately strengthened and increased in thickness in way of mooring pipes.

Cut-outs in bulwarks for gangways or other openings are to be kept clear of breaks of superstructures.

2.1.4

Bulwark plating and stays are to be adequately strengthened in way of eye plates used for shrouds or other tackles in use for cargo gear operation, as well as in way of hawser holes or fairleads provided for mooring or towing.

2.1.5

Openings in bulwarks are to be arranged so that the protection of the crew is to be at least equivalent to that provided by the horizontal courses in **[3.2.2]**.

For this purpose, vertical rails or bars spaced approximately 230 mm apart may be accepted in lieu of rails or bars arranged horizontally.

2.1.6

Where mooring fittings subject the bulwark to large forces, the stays are to be adequately strengthened.

2.2 Construction of bulwarks

2.2.1 Plating

The gross thickness of bulwark plating, at the boundaries of exposed freeboard and superstructure decks, is not to be less than that given in **Table 1**.

Table 1: Height of bulwark Gross thickness

Height of bulwark	Gross thickness
1.8 m or more	Thickness required for a superstructure side in the same position, obtained from **Ch 11, Sec 1, [3.2.1],** but not to be less than 6.5 mm
1.0 m	6.5 mm
Intermediate height	To be determined by linear interpolation

2.2.2 Stays

The gross section modulus of stays, $Z_{stay-gr}$, in cm^3, is not to be less than:

$$Z_{stay-gr} = 77\, h_{blwk}^{\;2}\, s_{stay}$$

Where:

h_{blwk} : Height of bulwark from the top of the deck plating to the top of the rail, in m.

s_{stay} : Spacing of the stays, in m.

In the calculation of the section modulus, only the material connected to the deck is to be included. The bulb or flange of the stay may be taken into account where connected to the deck. Where the bulwark plating is connected to the sheer strake, a width of attached plating, not exceeding 600 mm, may also be included.

2.2.3

Where bulwarks are cut completely, stays or plate brackets of increased strength are to be fitted at the ends of openings.

Bulwark stays are to be supported by, or are to be in line with, suitable under deck stiffening. The stiffening is to be connected by double continuous fillet welds in way of bulwark stay connections.

2.2.4

At the ends of superstructures and for the distance over which their side plating is tapered into the bulwark, the latter is to have the same thickness as the side plating. Where openings are cut in the bulwark at these positions, adequate compensation is to be provided either by increasing the thickness of the plating or by other suitable means.

3. Guard rails

3.1 General

3.1.1

Where superstructures are connected by trunks, open rails are to be fitted for the whole length of the exposed parts of the freeboard deck.

3.2 Construction of guard rails

3.2.1

Stanchions of guard rails are to comply with the following requirements:

a) Fixed, removable or hinged stanchions are to be fitted approximately 1.5 m apart.
b) At least every third stanchion is to be supported by a bracket or stay.
c) Removable or hinged stanchions are to be capable of being locked in the upright position.
d) In the case of ships with rounded sheer strake, the stanchions are to be placed on the flat of the deck.
e) In the case of ships with welded sheer strake, the stanchions are not to be attached to the sheer strake, upstand or a continuous gutter bar.

3.2.2

The size of openings, below the lowest course of rails and the deck or upstand, is to be a maximum of 230 mm. The distance between other courses is not to be greater than 380 mm.

3.2.3

Wire ropes may be accepted, in lieu of guard rails, only in special circumstances and then only in limited lengths. In such cases, they are to be made taut by means of turnbuckles.

3.2.4

Chains may be accepted, in lieu of guard rails, only where they are fitted between two fixed stanchions and/or bulwarks. if the opening is wide, the chains are to be fitted with vertical courses to prevent the horizontal courses from spreading apart.

Section 3 – Equipment

Symbols [Deleted] (2022)

1. General

1.1 Application

1.1.1

The anchoring equipment is to be in accordance with relevant chapters of **Pt 4** of the **Rules and Guidance for the Classification of Steel Rules**. (2022)

1.1.2 [Deleted] (2022)

1.1.3 [Deleted] (2022)

2. Equipment number calculation [Deleted] (2022)

3. Anchoring equipment [Deleted] (2022)

Section 4 – Supporting Structure for Deck Equipment and Fittings

Symbols

For symbols not defined in this section, refer to **Ch 1, Sec 4**.

SWL : Safe working load as defined in **[4.1.4]**.

Normal stress : The sum of bending stress and axial stress with the corresponding shearing stress acting perpendicular to the normal stress.

1. General

1.1 Application

1.1.1

The supporting structure and foundations for deck equipment and fittings are to be in accordance with relevant chapters of **Pt 4** of the **Rules and Guidance for the Classification of Steel Rules**. **(2022)**

1.1.2

Where deck equipment is subject to multiple load cases, such as operational loads and green sea load, the loads are be applied independently for the evaluation of strength of foundations and support structure.

1.2 Documents to be submitted

1.2.1

The documents to be submitted are indicated in **Ch 1, Sec 3**.

2. Anchoring windlass and chain stopper

2.1 General

2.1.1

The windlass is to be efficiently bedded and secured to the deck.

2.1.2

The builder and the windlass manufacturer are to ensured that the foundation is suitable for the safe operation and maintenance of the windlass equipment.

2.1.3

The supporting structure is to be dimensioned to ensure that for each of the load scenarios specified in **[2.1.5]** and **[2.1.6]**, the stresses do not exceed the permissible values given in **[2.1.12]** to **[2.1.15]**.

2.1.4

These requirements are to be assessed based on net scantlings.

2.1.5

The following load cases are to be examined for the anchoring operation, as appropriate:

a) Windlass where chain stoppers are fitted but not attached to the windlass: 45% of BS.

b) Windlass where no chain stoppers is fitted or the chain stopper is attached to the windlass: 80% of BS.

c) Chain stopper: 80 % of BS.

where:

BS : Minimum breaking strength of the chain cable.

2.1.6

The following forces are to be applied in the independent load cases that are to be examined for the design loads due to green sea over the forward 0.25 L, see **Figure 1**:

$P_x = 200\,A_x$, in kN, acting normal to the shaft axis.

$P_y = 150\,A_y\,f$, in kN, acting parallel to the shaft axis (inboard and outboard directions to be examined separately).

where:

A_x : Projected frontal area, in m^2.

A_y : Projected side area, in m^2.

f : Coefficient taken as:

$f = 1 + B_w / H$, but not to be taken greater than 2.5.

B_w : Breadth of windlass measured parallel to the shaft axis, in m, see **Figure 1**.

H : Overall height of windlass, in m, see **Figure 1**.

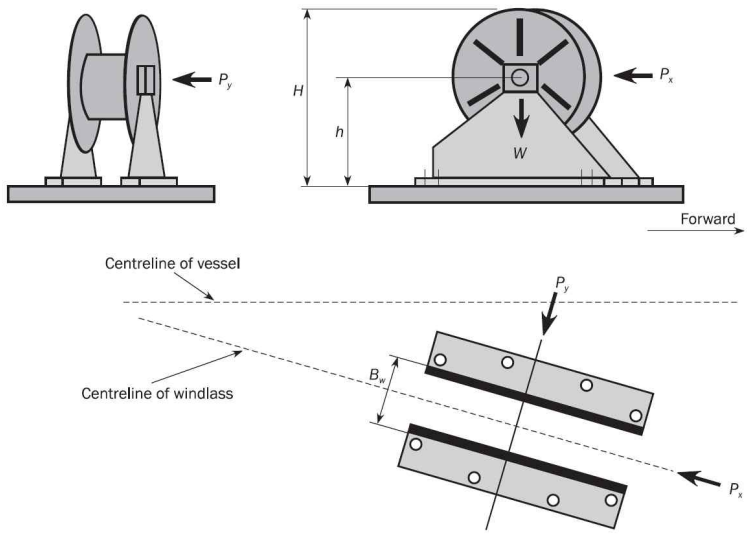


Figure 1 : Directions of forces and weight

2.1.7

Forces resulting from green sea design loads in the bolts, chocks and stoppers securing the windlass to the deck are to be calculated. The windlass is supported by a number of bolt groups, N, each containing one or more bolts. See **Figure 2**.

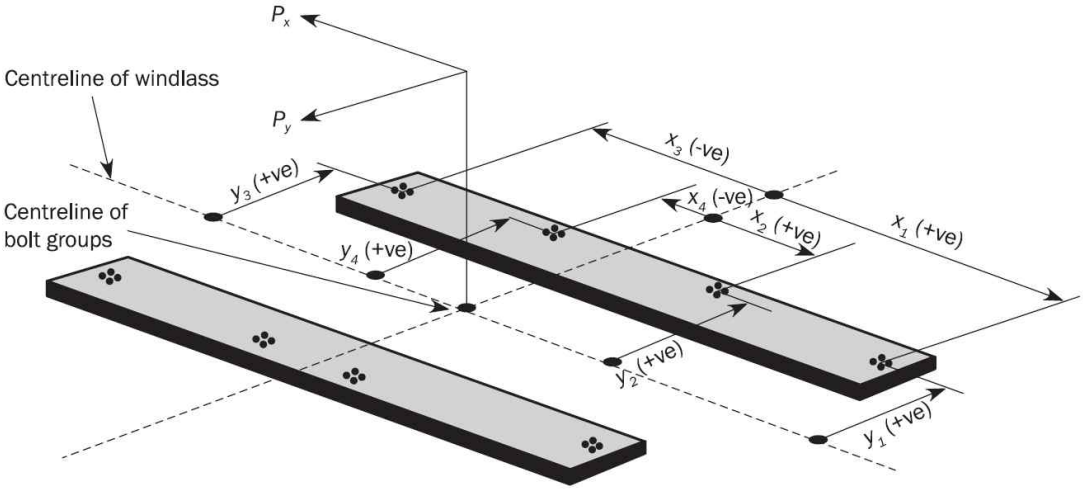


Figure 2 : Bolting arrangements and sign conventions

2.1.8

The axial forces, R_{xi} and R_{yi}, in bolt group (or bolt) i, positive in tension, are given by:

$$R_{xi} = P_x \; h \, x_i \, A_i \, / \, I_x$$

$$R_{yi} = P_y \; h \, y_i \, A_i \, / \, I_y$$

$$R_i = R_{xi} + R_{yi} - R_{si}$$

where:

P_x : Force acting normal to the shaft axis, in kN.

P_y : Force acting parallel to the shaft axis, either inboard or outboard, whichever gives the greater force in bolt group i, in kN.

h : Shaft centre height above the windlass mounting, in cm, see **Figure 1**.

x_i , y : x and y coordinates of bolt group i from the centroid of all N bolt groups, in cm. Positive in the direction opposite to that of the applied force.

A_i : Cross sectional area of all bolts in group i, in cm^2.

I_x : Inertia in x direction for N bolt groups, in cm^4, taken as:

$$I_x = \sum A_i \, x_i^2$$

I_y : Inertia in y direction for N bolt groups, in cm^4, taken as:

$$I_y = \sum A_i \, y_i^2$$

R_{si} : Static reaction at bolt group i, due to the weight of windlass, in kN.

2.1.9

The shear forces, F_{xi} and F_{yi}, applied to the bolt group i, and the resultant combined force F_i, are given by:

$$F_{xi} = (P_x - C_1 m g) / N$$

$$F_{yi} = (P_y - C_1 m g) / N$$

$$F_i = \sqrt{F_{xi}^2 + F_{yi}^2}$$

where:

C_1 : Coefficient of friction, taken equal to 0.5.

m : Mass of windlass, in t.

g : Acceleration due to gravity, taken equal to 9.81 m/s^2.

N : Number of bolt groups.

2.1.10

The resultant forces from the application of the loads specified in **[2.1.5]** and **[2.1.6]** are to be considered in the design of the supporting structure.

2.1.11

Where a separate foundation is provided for the windlass brake, the distribution of resultant forces is to be calculated on the assumption that the brake is applied for load cases (a) and (b) defined in **[2.1.5]**.

2.1.12

The stresses resulting from anchoring design loads induced in the supporting structure are not to be greater than the following permissible values:

- Normal stress, 1.00 R_{eH}
- Shear stress, 0.6 R_{eH}

2.1.13

The tensile axial stresses resulting from green sea design loads in the individual bolts in each bolt group i are not to exceed 50 % of the bolt proof strength. The load is to be applied in the direction of the chain cable. Where fitted bolts are designed to support shear forces in one or both directions, the von Mises equivalent stresses are not to exceed 50 % of the bolt proof strength.

2.1.14

The horizontal forces resulting from the green sea design loads, F_{xi} and F_{yi} may be supported by shear chocks. Where pourable resins are incorporated in the holding down arrangements, due account is to be taken in the calculation.

2.1.15

The stresses resulting from green sea design loads induced in the supporting structure are not to be greater than the following permissible values:

- Normal stress, 1.00 R_{eH}
- Shear stress, 0.6 R_{eH}

3. Mooring winches [Deleted] (2022)

4. Cranes, derricks, lifting masts and life saving appliances

4.1 General

4.1.1

Supporting structure of life saving appliances and supporting structures of cranes, derricks and lifting masts with a Safe Working Load greater than 30 kN, or a maximum overturning moment to the supporting structure greater than 100 kNm, are to comply with these requirements.

4.1.2

These requirements apply to the connection to the deck and the supporting structure of cranes, derricks

and lifting masts. Where the crane, derrick or lifting mast is to be certified by the Society, additional requirements may be applied by the Society.

4.1.3

These requirements do not cover the following items:

a) Supports of lifting appliances for personnel or passengers, except foundation for life saving appliances.
b) The structure of the lifting appliance pedestals or post above the area of the deck connection.
c) Holding down bolts and their arrangement, which are considered part of the lifting appliance.

The term 'lifting appliance' is defined as a crane, derrick or lifting mast.

4.1.4 SWL definition

The Safe Working Load (SWL) is defined as the maximum load which the lifting appliance is certified to lift at any specified outreach.

4.1.5 Self weight

The self weight is the calculated gross self weight of the lifting appliance, including the weight of any lifting gear.

4.1.6 Overturning moment

The overturning moment is the maximum bending moment, calculated at the connection of the lifting appliance to the ship structure, due to the lifting appliance operating at Safe Working Load, taking into account outreach and self weight.

4.1.7

The crane pedestal and derrick mast are as defined in **Figure 3**.

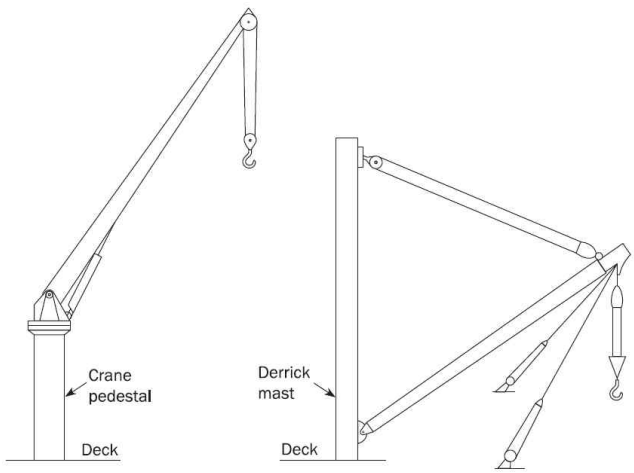


Figure 3 : Crane pedestal and derrick mast

4.1.8

Deck plating and under deck structure is to provide adequate support for derrick masts and crane pedestals against the loads and maximum overturning moment. Where the deck is penetrated, the deck plating is to be suitably strengthened.

4.1.9

Structural continuity of the deck structure is to be maintained.

Under deck members are to be provided to support the crane pedestal and to comply with:

a) Where the pedestal is directly connected to the deck, without above deck brackets, adequate under deck structure directly in line with the crane pedestal is to be provided. Where the crane pedestal is attached to the deck without bracketing or where the crane pedestal is not continuous through

the deck, welding to the deck of the crane pedestal and its under deck support structure is to be made by suitable full penetration welding. The design of the weld connection is to be adequate for the calculated stress in the welded connection, in accordance with **[4.1.15]**.

b) Where the pedestal is directly connected to the deck with brackets, under deck support structure is to be fitted to ensure a satisfactory transmission of the load, and to avoid structural hard spots. Above deck brackets may be fitted inside or outside of the pedestal and are to be aligned with deck girders and webs. The design is to avoid stress concentrations caused by an abrupt change of section. Brackets and other direct load carrying structure and under deck support structure are to be welded to the deck by suitable full penetration welding. The design of the connection is to be adequate for the calculated stress, in accordance with **[4.1.15]**.

4.1.10

Deck plating are to be of a material strength compatible with the crane pedestal. Where necessary, a thicker insert plate is to be fitted. In no case are doublers to be used where structures are subject to tension.

4.1.11

The supporting structure is to be dimensioned to ensure that for the load cases specified in **[4.1.13]** and **[4.1.14]**, the stresses do not exceed those given in **[4.1.15]**.

The capability of the supporting structure to resist buckling failure is to be assured.

4.1.12

These requirements are to be assessed based on gross scantlings.

4.1.13

For lifting appliances which are limited to use in harbour, design load is to be taken equal to 1.3 times SWL added to the lifting appliances self weight.

4.1.14

For life saving appliances, design load is to be taken as 2.2 times SWL.

4.1.15

The stresses induced in the supporting structure are not to exceed the following permissible values:

- Normal stress, 0.67 R_{eH}
- Shear stress, 0.39 R_{eH}

5. Bollards and bitts, fairleads, stand rollers, chocks and capstans [Deleted] (2022)

6. Miscellaneous deck fittings

6.1 Support and attachment

6.1.1

The following requirements are to be considered in the design of the support and attachment of miscellaneous fittings which impose relatively small loads on the ship's structure. The arrangement of such details and their approval is considered on a case-by-case basis by the Society.

6.1.2

Support positions are to be arranged so that the attachment to the ship structure is clear of deck

openings and stress concentrations, such as the toes of end brackets. Design of supports is to be such that the attachment to the deck minimises the creation of hard points.

Chapter 12

Construction

Section 1 Construction and Fabrication

Section 2 Fabrication by Welding

Section 3 Design of Weld Joints

Section 1 - Construction and Fabrication

1. General

1.1 Workmanship

1.1.1

All workmanship is to be of commercial marine quality and acceptable to the surveyor. Welding is to be in accordance with the requirements of **Ch 12, Sec 2**. Any defect is to be rectified to the satisfaction of the surveyor before the material is covered with paint, cement or any other composition.

1.2 Fabrication standard

1.2.1

Structural fabrication is to be carried out in accordance with IACS Recommendation No. 47 or with a recognised fabrication standard which has been accepted by the Society prior to the commencement of fabrication/construction.

1.2.2

The fabrication standard to be used during fabrication/construction is to be made available to the attending representative of the Society prior to the commencement of the fabrication/construction.

1.2.3

The fabrication standard is to include information, to establish the range and the tolerance limits, for the items specified as follows:

a) Cut edges: the slope of the cut edge and the roughness of the cut edges.

b) Flanged stiffeners and brackets and built-up sections: the breadth of flange and depth of web, angle between flange and web, and straightness in plane of flange or at the top of face plate.

c) Pillars: the straightness between decks and cylindrical structure diameter.

d) Brackets and flat bar stiffeners: the distortion at the free edge line of tripping brackets and flat bar stiffeners.

e) Sub-assembly stiffeners: details of sniped end of face plates and webs.

f) Plate assembly: for flat and curved blocks, the dimensions (length and breadth), distortion and squareness, and the deviation of interior members from the plate.

g) Cubic assembly: in addition to the criteria for plate assembly, twisting deviation between upper and lower plates, for flat and curved cubic blocks.

h) Special assembly: the distance between upper and lower gudgeons, distance between aft edge of propeller boss and aft peak bulkhead, twist of stern frame assembly, breadth and length of top plate of main engine bed. Where boring out of the propeller boss and stern frame, skeg or solepiece are to be carried out after completing the major part of the welding of the aft part of the ship. Where block boring is used, the shaft alignment is to be carried out using a method and sequence submitted to and recognised by the Society. The fit-up and alignment of the rudder, pintles and axles are to be carried out after completing the major parts of the welding of the aft part of the ship. The contacts between the conical surfaces of pintles, rudder stocks and rudder axles are to be checked before the final mounting.

i) Butt joints in plating: alignment of butt joint in plating.

j) Cruciform joints: alignment measured on the median line and measured on the heel line of cruciform joints.

k) Alignment of interior members: alignments of flange of T profiles, alignment of panel stiffeners,

gaps in T joints and lap joints, and distance between scallop and cut-outs for continuous stiffeners in assembly and in erection joints.

l) Keel and bottom sighting: deflections for whole length of the ship, and for the distance between two adjacent bulkheads, cocking-up of fore body and of aft body, and rise of floor amidships.

m) Dimensions: length between perpendiculars, moulded breadth and depth at midship, and length between aft edge of propeller boss and main engine.

n) Fairness of plating between frames: deflections between frames of shell, tank top, bulkhead, upper deck, superstructure deck, deckhouse deck and wall plating.

o) Fairness of plating in way of frames: deflections of shell, tank top, bulkhead, strength deck plating and other structures measured in way of frames.

2. Cut-Outs, Plate Edges

2.1 General

2.1.1

The free edges (cut surfaces) of cut-outs, liquid domes, etc are to be properly prepared and are to be free from notches. As a general rule, cutting drag lines, etc are to be smoothly ground. All edges are to be broken or in cases of highly stressed parts, be rounded off.

Free edges on flame or machine cut plates or flanges are not to be sharp cornered and are to be finished off as specified above. This also applies to cutting drag lines, etc, in particular to the upper edge of sheer strake and analogously to weld joints, changes in sectional areas or similar discontinuities.

2.1.2

Corners in liquid dome are to be machine cut.

3. Cold Forming

3.1 Special structural members

3.1.1

For highly stressed components of the hull girder where notch toughness is of particular concern (e.g. items required to be Class III in **Ch 3, Sec 1, Table 3**, such as radius gunwales (bent sheer plates) and bilge strakes), the inside bending radius, in cold formed plating, is not to be less than 10 times the as-built plate thickness for carbon-manganese steels (see **Ch 3, Sec 1**). The allowable inside bending radius may be reduced provided the requirements stated in **[3.2]** are complied with.

3.2 Low bending radius

3.2.1

The inside bending radius, in cold formed plating, is not to be less than 4.5 times the as-built plate thickness for carbon-manganese steels (see **Ch 3, Sec 1**). The allowable inside bending radius may be reduced provided the requirements stated in **[3.2.2]** are complied with.

3.2.2

When the inside bending radius is reduced below 10 times or 4.5 times the as-built plate thickness according to **[3.1]** and **[3.2.1]**, supporting data is to be provided. The bending radius is in no case to be less than 2 times the as-built plate thickness. As a minimum, the following additional requirements are to be complied with:

a) For all bent plates:

- 100% visual inspection of the bent area is to be carried out.
- Random checks by magnetic particle testing are to be carried out.

b) In addition to a), for bent plates at boundaries to tanks:

- The steel is to be of Grade D/DH or higher.
- The material is impact tested in the strain-aged condition and satisfies the requirements stated herein. The deformation is to be equal to the maximum deformation to be applied during production, calculated by the formula $t_{as-built}/(2r_{bdg}+t_{as-built})$, where $t_{as-built}$ is the as-built thickness of the plate material and r_{bdg} is the bending radius. One sample is to be plastically strained at the calculated deformation or 5%, whichever is greater and then artificially aged at 250°C for one hour then subject to Charpy V-notch testing. The average impact energy after strain ageing is to meet the impact requirements specified for the grade of steel used.

4. Hot Forming

4.1 Temperature requirements

4.1.1

Steel is not to be formed between the upper and lower critical temperatures. If the forming temperature exceeds 650°C for as-rolled, controlled rolled, thermo-mechanical controlled rolled or normalised steels, or is not at least 28°C lower than the tempering temperature for quenched and tempered steels, mechanical tests are to be made to assure that these temperatures have not adversely affected both the tensile and impact properties of the steel. Where curve forming or fairing, by line or spot heating, is carried out in accordance with **[4.2.1]** these mechanical tests are not required.

4.1.2

After further heating, other than specified in **[4.1.1]**, of Thermo-Mechanically Controlled Steels (TMCP plates) for forming and stress relieving, it is to be demonstrated that the mechanical properties meet the requirements specified by a procedure test using representative material.

4.2 Line or spot heating

4.2.1

Curve forming or fairing, by linear or spot heating, is to be carried out using approved procedures in order to ensure that the properties of the material are not adversely affected. Heating temperature on the surface is to be controlled so as not to exceed the maximum allowable limit applicable to the plate grade.

5. Assembly and Alignment

5.1 General

5.1.1

The use of excessive force is to be avoided during the assembly of individual structural components or during the erection of sections. Major distortions of individual structural components are to be corrected before further assembly.

After completion of welding, straightening and aligning are to be carried out in such a manner that the material properties are not influenced significantly. In case of doubt, the Society may require a procedure test or a working test to be carried out.

5.1.2

Structural members are to be aligned following the provisions of **IACS Recommendation No. 47, Table 7** or according to the requirements of a recognised fabrication standard that has been accepted by the Society. In the case of critical components, control drillings are to be made where necessary, which are then to be welded up again on completion.

Section 2 - Fabrication by Welding

1. General

1.1 Application

1.1.1

The requirements of this section apply to the preparation, execution and inspection of welded connections in hull structures.

1.2 Limits of application to welding procedures

1.2.1 weld type, size and materials

The requirements of this section for weld type, size and materials are based on the following considerations:

- Joint type.
- Criticality of the joint.
- Magnitude, type and direction of the stresses in the joint.
- Material properties of the parent and weld material.
- Weld gap size.

1.2.2 Preparation, execution and inspection

The requirements of this section are to be complemented by the general requirements relevant to fabrication by welding and qualification of welding procedures given by the Society when deemed appropriate by the Society.

2. Welding Procedures, Welding Consumables and Welders

2.1 General

2.1.1

All welding is to be carried out by approved welders, in accordance with approved welding procedures, using approved welding consumables, in compliance with Pt 2.

Personnel manning automatic welding machines and equipment are to be competent, sufficiently trained and certified by the Society as specified in Pt 2.

3. Weld Joints

3.1 General

3.1.1

Welding of connections is to be executed according to the approved plans.

3.1.2

The quality standard adopted by the shipyard is to be submitted to the Society and it applies to all welded connections unless otherwise specified on a case-by-case basis.

3.1.3

Consideration is to be given to the assembly sequence and the effect of the overall shrinkage of plate panels, assemblies, etc, resulting from the welding processes employed. Welding is to proceed systematically, with each welded joint being completed in correct sequence, without undue interruption. When practicable, welding is to commence at the centre of a joint and proceed outwards, or at the centre of assembly and progress outwards towards the perimeter so that each part has freedom to move in one or more directions.

3.1.4

Completed welded joints are to be to the satisfaction of the attending surveyor. Edge preparations and root gaps are to be in accordance with the approved welding procedure. The gap between the members being joined should not exceed the maximum values given in IACS Recommendation No. 47 or as specified in recognised fabrication standard approved by the Society. Where the gap between members being joined exceeds the specified values, corrective measures are to be taken in accordance with an approved welding procedure specification.

3.1.5

Where small fillets are used to attach heavy plates or sections, welding is to be based on approved welding procedure specifications. Special precautions, such as the use of preheating, low-hydrogen electrodes or low hydrogen welding processes, are accepted.

3.1.6

When heavy structural members are attached to relatively light plating, the weld size and sequence may require modification.

3.1.7

Where quality control systems are in place which ensure that the grade of welding consumable used is higher than the minimum required for the particular strength steel being welded, the welding consumables that are used may have a weld deposit material yield strength that is greater than the minimum specified in **Ch 12, Sec 3, [2.5.2]** and the size of the weld may be determined based on the yield strength of the higher grade welding consumable.

3.1.8

In general, butt joints are to be welded from both sides. Before welding is carried out on the second side, unsound metal is to be removed at the root by a suitable method. Butt welding from one side will only be permitted for specific applications with an approved welding procedure specification.

3.1.9 Arrangements at junctions of welds

Welds are to be made flush in way of the faying surface where stiffening members, attached by continuous fillet welds, cross the completely finished butt or seam welds. Similarly, butt welds in webs of stiffening members are to be completed and made flush with the stiffening member before the fillet weld is made. The ends of the flush portion are to run out smoothly without notches or sudden changes of section. Where these conditions can not be complied with, a scallop is to be arranged in the web of the stiffening member. Scallops are to be of the size, and in a position, that a satisfactory return weld can be made.

3.1.10 Leak stoppers

Where structural members pass through the boundary of a tank, leakage into adjacent space could be hazardous or undesirable, and full penetration welding is to be adopted for the members for at least 150 mm on each side of the boundary. Alternatively, a small scallop of suitable shape may be cut in a member close to the boundary outside of the compartment, and carefully welded all around.

4. Non-Destructive Examination(NDE)

4.1 General

4.1.1

The NDE plan to be submitted for approval has to contain the necessary data relevant to the locations and number of examinations, welding procedures applied, method of NDE applied, etc. Visual inspection of finished welds is to be carried out by the shipyard to ensure that all welding has been satisfactory completed. In addition to visual inspection, welded joints are to be examined using any one or a combination of ultrasonic, radiographic, magnetic particle, eddy current, dye penetrant or other acceptable methods appropriate to the configuration of the weld. Above inspections are to be carried out as per the requirements of the Society.

4.1.2

NDE of welding is to be carried out at the positions indicated by the NDE plan in order to ensure that the welds are free from cracks and unacceptable internal defects with regards to the requirements of the Society. NDE is to be carried out by qualified personnel certified by recognised bodies in compliance with recognised standards.

Section 3 - Design of Weld Joints

Symbols

A_{weld} : Effective fillet weld area, in cm^2.

f : Root face, in mm.

f_{weld} : Weld factor.

f_{yd} : Correction factor taking into account the yield strength of the weld deposit as defined in **[2.5.2]**.

ℓ_{dep} : Total length of deposit of weld metal, in mm.

ℓ_{leg} : Leg length of continuous, lapped or intermittent fillet weld, in mm.

ℓ_{weld} : Length of the welded connection in mm.

$R_{eH-weld}$: Minimum yield stress of weld deposit, in N/mm^2.

$t_{as-built}$: As-built thickness of the member being joined, in mm.

t_{gap} : Allowance for fillet weld gap, is to be taken equal to 2.0 mm.

t_{throat} : Throat thickness of fillet weld in mm, as defined in **[2.5.3]**.

1. General

1.1 Application

1.1.1

The requirements of this section apply to the design of welded connections in hull structures and are based on the considerations mentioned in **Ch 12, Sec 2, [1.2.1]**.

1.1.2

Plans and/or specifications showing weld sizes and weld details are to be submitted for approval.

1.1.3

The leg length of welds is to comply with the minimum leg length given in **Table 1**.

1.2 Alternatives

1.2.1

The requirements given in this section are considered minimum for electric-arc welding in hull construction, but alternative methods, arrangements and details will be specially considered for approval.

2. Tee or Cross Joint

2.1 Application

2.1.1

The connection of primary supporting members, stiffener webs to plating as well as the plating abutting on another plating, are to be made by fillet or penetration welding, as shown on **Figure 1**.

$t_{as-built}$: As-built thickness of the member being attached, mm.

θ : Connecting angle, in deg.

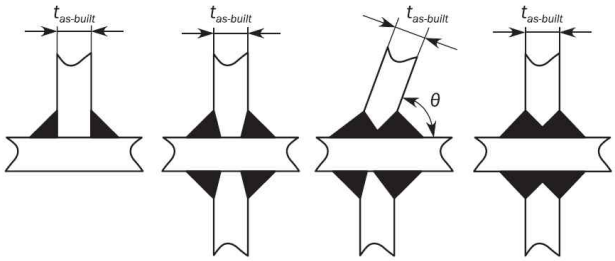


Figure 1 : Tee or cross joints

2.1.2

Where the connection is highly stressed or otherwise considered critical, a partial or full penetration weld is to be achieved by bevelling the edge of the abutting plate.

2.2 Continuous fillet welds

2.2.1

Continuous welding is to be adopted in the following locations:

a) Connection of the web to the face plate for all members.

b) All fillet welds where higher strength steel is used.

c) Boundaries of weathertight decks and erections, including liquid dome, companionways and other openings.

d) Boundaries of tanks and watertight compartments.

e) All structures inside tanks and cargo holds.

f) Stiffeners and primary supporting members at tank boundaries.

g) All structures in the aft peak and stiffeners and primary supporting members of the aft peak bulkhead.

h) All structures in the fore peak.

i) Welding in way of all end connections of stiffeners and primary supporting members, including end brackets, lugs, scallops, and at orthogonal connections with other members.

j) All lap welds in the main hull.

k) Primary supporting members and stiffener members to bottom shell in the 0.3 L forward region.

l) Flat bar longitudinals to plating.

m) The attachment of minor fittings to higher strength steel plating and other connections or attachments.

n) Pillars to heads and heels.

o) Liquid dome stay webs to deck plating.

2.3 Intermittent fillet welds

2.3.1

Where continuous welding is not required, intermittent welding may be applied.

2.3.2

Where beams, stiffeners, frames, etc, are intermittently welded and pass through slotted girders, shelves or stringers, there is to be a pair of matched intermittent welds on each side of every intersection. In addition, the beams, stiffeners and frames are to be efficiently attached to the girders, shelves and stringers.

Where intermittent welding or one side continuous welding is permitted, double continuous welds are to be applied for one-tenth of their shear span at each end, in accordance with **[2.5.2]** and **[2.5.3]**.

2.3.3 Deckhouses

One side continuous fillet welding is acceptable in the dry spaces of deckhouses.

2.3.4 Size for one side continuous weld

The size for one side continuous weld is to be of fillet required by **[2.5.2]** for intermittent welding, where f_3 factor is to be taken as 2.0.

2.4 Partial or full penetration welds

2.4.1 High stress area definition

For the application of this section, high stress area means an area where fine mesh finite element analysis is to be carried out and the fine mesh yield utilisation factor in elements adjacent to the weld is more than 90% of the fine mesh permissible utilisation factor, as defined in **Ch 7, Sec 3, [5.2]**.

2.4.2 Partial or full penetration welding

In areas with high tensile stresses or areas considered critical, full or partial penetration welds are to be used. In case of full penetration welding, the root face is to be removed, e.g. by gouging before welding of the back side. For partial penetration welds the root face, f, is, to be taken between 3 mm and $t_{as-built}/3$.

The groove angle α made to ensure welding bead penetrating up to the root of the groove is usually from 40° to 60°. The welding bead of the full/partial penetration welds is to cover root of the groove.

Examples of partial penetration welds are given on **Figure 2**.

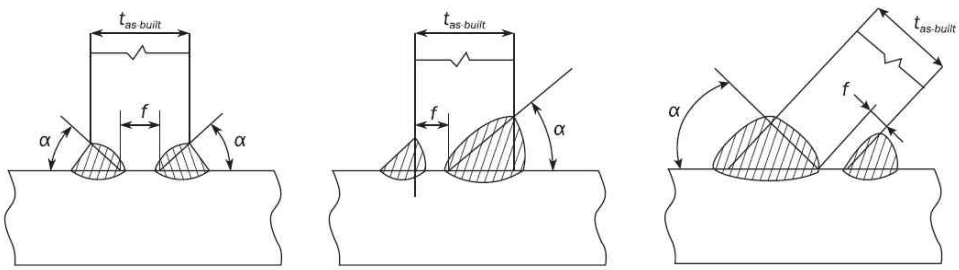


Figure 2 : Partial penetration welds

2.4.3 One side partial penetration weld

For partial penetration welds with one side bevelling the fillet weld at the opposite side of the bevel is to satisfy the requirements given in **[2.5.2]**.

2.4.4 Extent of full or partial penetration welding

The extent of full or partial penetration welding in each particular location listed in **[2.4.5]** and **[2.4.6]** is to be approved by the Society. However, the minimum extent of full/partial penetration welding from the reference point (i.e. intersection point of structural members, end of bracket toe, etc.) is not to be taken less than 300 mm, unless otherwise specifically stated.

2.4.5 Locations recommended for full penetration welding

Full penetration welds are recommended in the following locations and elsewhere as required by the

Rules :

a) Floors to hopper/inner bottom plating in way of radiused hopper knuckle.

b) Edge reinforcement or pipe penetration both to strength deck, sheer strake and bottom plating within 0.6L amidships, when the dimensions of the opening exceeds 300 mm.

c) Abutting plate panels with as-built thickness less than or equal to 12 mm, forming outer shell boundaries below the scantling draught, including but not limited to: sea chests, rudder trunks, and portions of transom. For as-built thickness greater than 12 mm, partial penetration in accordance with **[2.4.2]**.

d) Crane pedestals and associated bracketing and support structure.

e) Rudder horns and shaft brackets to shell structure.

f) Rudder side plating to rudder stock connection area.

2.4.6 Locations recommended for partial penetration welding

Partial penetration welding as defined in **[2.4.2]**, is recommended in the following locations.

a) Connection of hopper sloping plate to longitudinal bulkhead (inner hull).

b) Connection of longitudinal bulkhead to inner deck plating.

c) Longitudinal/transverse bulkhead primary supporting member end connections to the double bottom.

d) Structural elements in double bottom below bulkhead primary supporting members.

e) Lower hopper plate to inner bottom.

f) Side stringers on intersection of longitudinal and transverse bulkheads.

g) Deck girders on inner deck in way of transverse bulkheads.

2.4.7 Fine mesh finite element analysis

In high stress area, at least partial penetration welds as defined in **[2.4.2]** are to be used. The minimum extent of full or partial penetration welding in that case is to be the greater of the following:

a) 150 mm in either direction from the element with the highest yield utilisation factor.

b) The extent covering all elements that exceed the above mentioned yield utilisation factor criteria.

2.5 Weld size criteria

2.5.1

The required weld sizes are to be rounded to the nearest half millimetre.

2.5.2

The leg length, $\ell_{\leq g}$ in mm, of continuous, lapped or intermittent fillet welds is not to be taken less than the greater of the following values:

$$\ell_{\leq g} = f_1 f_2 t_w$$

$$\ell_{\leq g} = f_{yd} f_{weld} f_2 f_3 t_w + t_{gap}$$

$\ell_{\leq g}$ as given in **Table 1**.

where:

t_w = effective thickness of abutting plate in mm

t_w = $t_{as-built}$ for $t_{as-built} \leq$ 25 mm

t_w = $0.5(25+t_{as-built})$ for $t_{as-built} >$ 25 mm

t_w = $25+0.25(t_{as-built}-25)$ for longitudinals of flat-bar type with $t_{as-built} >$ 25 mm

f_1 : Coefficient depending on welding type:

- f_1 = 0.30 for double continuous welding.
- f_1 = 0.38 for intermittent welding.

f_2 : Coefficient depending on the edge preparation:

- f_2 = 1.0 for welds without bevelling.
- f_2 = 0.7 for welds with one/both side bevelling and $f = t_{as-built}/3$.

f_{yd} : Coefficient not to be taken less than the following:

- $f_{yd} = (\frac{235}{R_{eH-weld}})^{0.75} k^{-0.5}$
- $f_{yd} =$ 0.71

$R_{eH-weld}$: Specified minimum yield stress for the weld deposit in N/mm^2, not to be less than:

- $R_{eH-weld}$ = 305 N/mm^2 for welding of normal strength steel with R_{eH} = 235 N/mm^2.
- $R_{eH-weld}$ = 375 N/mm^2 for welding of higher strength steels with R_{eH} from 265 to 355 N/mm^2.
- $R_{eH-weld}$ = 400 N/mm^2 for welding of higher strength steel with R_{eH} = 390 N/mm^2.

f_{weld} : Weld factor dependent on the type of the structural member, see **Table 2** and **Table 3**.

k : Material factor of the abutting member.

f_3 : Correction factor for the type of weld:

- f_3 = 1.0 for double continuous weld.
- f_3 = s_{ctr}/ℓ_{weld} for intermittent or chain welding.

s_{ctr} : Distance between successive fillet welds, in mm.

2.5.3

The throat size t_{throat}, in mm, as shown in **Figure 3**, is not to be less than:

$$t_{throat} = \frac{\ell_{\leq g}}{\sqrt{2}}$$

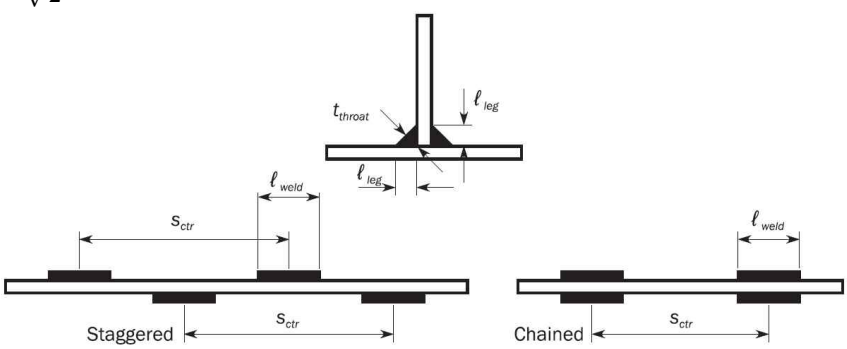


Figure 3 : Weld scantlings definitions

Table 1 : Minimum leg size

Area	Minimum length, in mm
Cargo hold region	4.5
Other areas	4.0

Table 2 : Weld factors for different structural members

Hull area	Connection			f_{weld}
	of	to		
General	Watertight plate, stiffener of watertight	Boundary plating		0.48
	Stiffeners			
	Ordinary stiffener and collar plates	Deep tank bulkheads		0.24
		Web of primary supporting members and collar plates		0.38
	Web of stiffener	Plating (except deep tank bulkhead)		0.20
		Face plates of built-up stiffeners	At ends (15% of span)	0.38
			Elsewhere	0.20
	Primary Supporting members			
	Web plate	Shell plating, deck plating, inner bottom plating, bulkhead	Within end 15% of shear span and extending to end of member	0.48
			Elsewhere	0.38
		Face plate	In tanks/holds Members located within 0.125L from fore peak	0.38
			Elsewhere if cross section area of face plate exceeds 65 cm^2	0.38
			Elsewhere	0.24
	End connection		In way of boundaries of ballast and cargo tanks including brackets	0.48
			Elsewhere	0.38
Aft peak	Internal members	Boundaries and each other: below waterline		0.38
		Above waterline		0.20
Fore peak	Internal members	Boundaries and each other		0.20
Machinery space	Engine foundation girders	Top plate and primary hull structure		PPW(2)
Superstructure, Deckhouse	External bulkhead (1st and 2nd tier erections)	Deck, external bulkhead		0.48
	External bulkheads and internal bulkheads	Elsewhere		0.2

(1) f_{weld} =0.43 for hatch coaming other than in cargo holds.
(2) PPW: Partial penetration welding in accordance with **[2.4.2]**.

2.5.4

Where the effective thickness of the abutting longitudinal stiffener web, t_w is greater than 15 mm and exceeds the thickness of the attached plating, the welding is to be double continuous and the leg length of the weld is not to be less than the largest of the following:

a) 0.30 $t_{as-built}$, where $t_{as-built}$ is the as-built thickness of the attached plating without being taken greater than 30 mm.

b) $0.27t_{as-built}$ + 1.0, where $t_{as-built}$ is the as-built thickness of the abutting member. The leg size resulting of this formula needs not to be taken greater than 8.0 mm.

c) Leg length given in the **Table 1**.

Table 3 : Weld factors for miscellaneous fittings and equipment

Item	Connection to	f_{weld}
Mast, derrick post, crane pedestal, etc.	Deck / Underdeck reinforced structure	0.43
Deck machinery seat	Deck	0.24
Mooring equipment seat	Deck	0.43
Ring for access hole type cover	Anywhere	0.43
Stiffening of side shell doors and weathertight doors	Anywhere	0.24
Frames of shell and weathertight doors	Anywhere	0.43
Coaming of ventilator and air pipe	Deck	0.43
Ventilators, etc., fittings	Anywhere	0.24
Ventilators, air pipes, etc., coaming to deck	Deck	0.43
Scupper and discharge	Deck	0.55
Bulwark stay	Deck	0.24
Bulwark plating	Deck	0.43
Guard rail, stanchion	Deck	0.43

2.5.5

Where the minimum weld size is determined by the requirements of second formula shown in **[2.5.2]**, the weld connections to shell, decks or bulkheads are to take account of the material lost in the cut out, where stiffeners pass through the member. In cases where the width of the cut-out exceeds 15 % of the stiffener spacing, the size of weld leg length is to be multiplied by:

$$\frac{0.85s}{\ell_w}$$

where:

s : Stiffener spacing in mm, as shown in **Figure 4**.

ℓ_w : Length of web plating between notches, in mm, as shown in **Figure 4**.

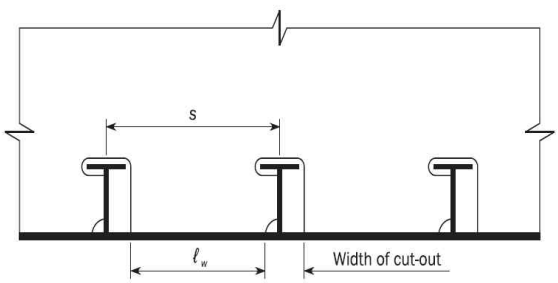


Figure 4 : Effective material in web cut-outs for stiffeners

2.5.6 Shear area of primary supporting member end connections

Welding of the end connections, inclusive 10% of shear span, of primary supporting members is to be such that the weld area is to be equivalent to the gross cross sectional area of the member. The weld leg length in mm, ℓ_{leg}, is to be taken as:

$$\ell_{leg} = 1.41 f_{yd} \frac{h_w t_{gr-req}}{\ell_{dep}}$$

where:

h_w : Web height of primary supporting members, in mm.

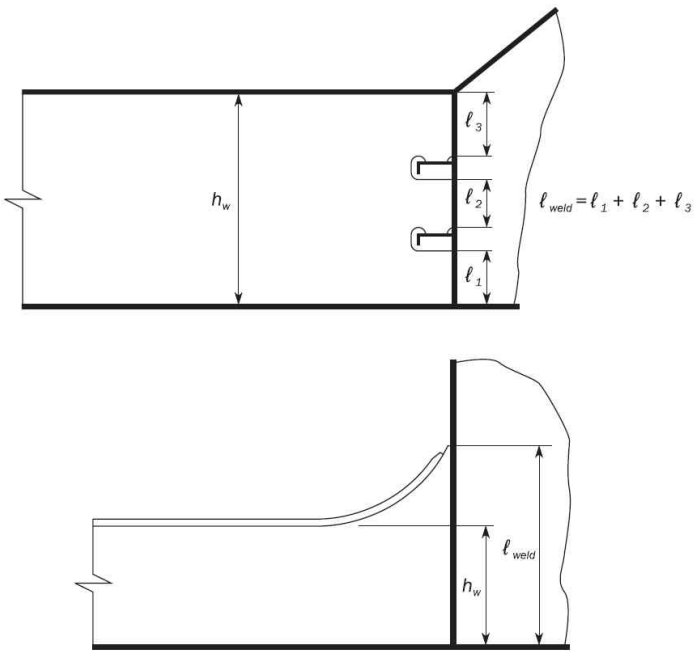
t_{gr-req} : Required gross thickness of the web in way of the end connection, including 10% of shear span, based on the highest average usage factor for yield from cargo hold FE analysis or the shear area requirement for PSM outside cargo hold region, in mm.

ℓ_{weld} : Length of the welded connection in mm, as shown in **Figure 5**.

ℓ_{dep} : Total length of deposit of weld metal, in mm, see **Figure 5** taken as:

$$\ell_{dep} = 2\ell_{weld}$$

The size of weld is not to be less than the value calculated in accordance with **[2.5.2]**.



Note 1: The length ℓ_{weld} is the length of the welded connection. The total length of the weld deposit ℓ_{dep} if welded with double continuous fillet welds is twice the length of the welded connection ℓ_{weld}.

Figure 5 : Shear area of primary supporting member

2.5.7 Longitudinals

Welding of longitudinals to plating is to be doubled continuous at the ends of the longitudinals at the extent of 15% of shear span as defined in **Ch 3, Sec 7, [1.1.3]**.

In way of primary supporting members, the length of the double continuous weld is to be equal to the depth of the longitudinal or the end bracket, whichever is greater.

2.5.8 Deck longitudinals

For deck longitudinals, a matched pair of welds is required at the intersection of longitudinals with primary supporting members.

2.5.9 Longitudinal continuity provided by brackets

Where a longitudinal strength member is to cut at a primary supporting structure and the continuity of strength is provided by brackets, the weld area A_{weld} is not to be less than the gross cross sectional area of the member. The weld area, A_{weld} in cm^2, is to be determined by the following formula:

$$A_{weld} = \frac{f_{yd} t_{throat} \ell_{dep}}{100}$$

2.5.10 Unbracketed stiffeners

Where intermittent welding is permitted, unbracketed stiffeners of shell, watertight and deckhouse fronts are to have double continuous welds for one-tenth of their length at each end. Unbracketed stiffeners of non-tight structural bulkheads, deckhouse sides and aft ends are to have a pair of matched intermittent welds at each end.

2.5.11 Reduced weld size

Where an approved automatic deep penetration procedure is used and quality control facilitates are working to a gap between members of 1 mm and less, the weld factors given in **Table 2** may be reduced by 15% but not more than fillet weld leg size of 1.5 mm. Reductions of up to 20%, but not more than the fillet weld leg size of 1.5 mm, will be accepted provided that the shipyard is able to consistently meet the following requirements:

a) The welding is performed to a suitable process selection confirmed by welding procedure tests covering both minimum and maximum root gaps.

b) The penetration at the root is at least the same amount as the reduction into the members being attached.

c) Demonstrate that an established quality control system is in place.

2.5.12 Reduced weld size justification

Where any of the methods for reduction of the weld size are adopted, the specific requirements giving justification for the reduction are to be indicated on the drawings. The drawings are to document the weld design and dimensioning requirements for the reduced weld length and the required weld leg length given by **[2.5.2]** without the leg length reduction. Also, notes are to be added to the drawings to describe the difference in the two leg lengths and the requirements for their application.

3. Butt Joint

3.1 General

3.1.1

Joints in the plate components of stiffened panel structures are generally to be joined by butt welds, see **Figure 6.**

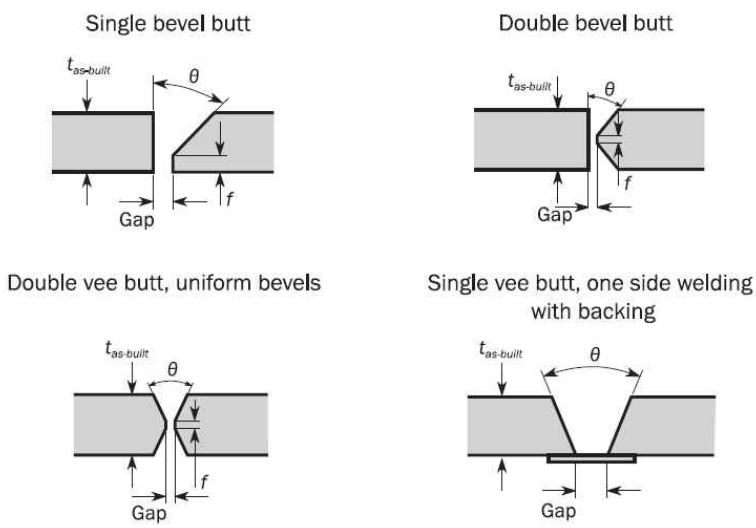


Figure 6 : Typical butt welds

3.2 Thickness difference

3.2.1 Taper

In the case of welding of plates with difference in as-built thickness greater than 4 mm, the thicker plate is normally to be tapered. The taper has to have a length of not less than 3 times the difference in as-built thickness.

4. Other Types of Joints

4.1 Lapped joints

4.1.1 Areas

Lap joint welds may be adopted in very specific cases subject to the approval of the Society. Lap joint welds may be adopted for the following:

a) Peripheral connections of doublers.
b) Internal structural elements subject to very low stresses.

4.1.2 Overlap width

Where overlaps are adopted, the width of the overlap is not to be less than three times, but not greater than four times the as-built thickness of the plates being joined, see **Figure 7**. Where the as-built thickness of the thinner plate being joined has a thickness of 25 mm or more, the overlap will be subject to special consideration.

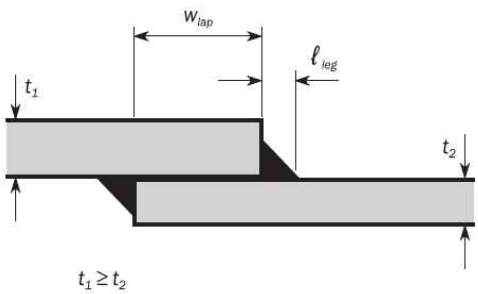


Figure 7 : Fillet weld in lapped joint

4.1.3 Overlaps for lugs

The overlaps for lugs and collars in way of cut-outs for the passage of stiffeners through webs and bulkhead plating are not to be less than three times the thickness of the lug but not be greater than 50 mm.

4.1.4 Lapped end connections

Lapped end connections are to have continuous welds on each edge with leg length, $\ell_{\leq g}$ in mm, as shown on **Figure 7** such that the sum of the two leg lengths is not less than 1.5 times the as-built thickness of the thinner plate.

4.1.5 Overlapped seams

Overlapped seams are to have continuous welds on both edges, of the sizes required by **[2.5.2]** for the boundaries of tank/hold or watertight bulkheads. Seams for plates with as-built thickness of 12.5 mm or less, which are clear of tanks/holds, may have one edge with intermittent welds in accordance with **[2.5.2]** for watertight bulkhead boundaries.

4.2 Slot welds

4.2.1

Slot welds may be adopted in very specific cases subject to the approval of the Society. However, slot welds of doublers on the outer shell and strength deck are not permitted within 0.6 L amidships.

4.2.2

Slots are to be well-rounded and have a minimum slot length, ℓ_{slot} of 75 mm and width, w_{slot} of twice the as-built plate thickness. Where used in the body of doublers and similar locations, such welds are in general to be spaced a distance, s_{slot} of $2\ell_{slot}$ to $3\ell_{slot}$ but not greater than 250 mm, see **Figure 8**. The size of the fillet welds is to be determined from second formula shown in **[2.5.2]** using $t_{as-built}$ of the thinner plate and a weld factor of 0.48.

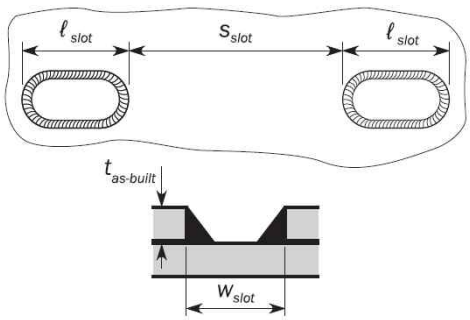


Figure 8 : Slot welds

4.2.3 Closing plates

For the connection of plating to internal webs, where access for welding is not practicable, the closing plating may be attached by slot welds to face plates fitted to the webs.

4.2.4

Slots are to be well-rounded and have a minimum slot length, ℓ_{slot} of 90 mm and a minimum width, w_{slot} of twice the as-built plate thickness. Slots cut in plating are to have smooth, clean and square edges and are in general to be spaced a distance, s_{slot} not greater than 140 mm. Slots are not to be filled with welding.

4.3 Stud and lifting lug welds

4.3.1

Where permanent or temporary studs or lifting lugs are to be attached by welding to main structural parts in areas subject to high stress, the proposed locations are to be submitted for approval.

5. Connection Details

5.1 Bilge keels

5.1.1

The ground bar is to be connected to the shell with a continuous fillet weld, and the bilge keel to the ground bar with a continuous fillet weld in accordance with **Table 4**.

Table 4 : Connections of bilge keels

Structural items being joined	Leg length of weld, in mm	
	At ends(1)	Elsewhere
Ground bar to the shell	$0.62t_{1as-built}$	$0.48t_{1as-built}$
Bilge keel web to ground bar	$0.48t_{2as-built}$	$0.30t_{2as-built}$

$t_{1as-built}$: As-built thickness of ground bar, in mm.
$t_{2as-built}$: As-built thickness of web of bilge keel, in mm.
(1) : Zone "B" in **Figure 17** and **Figure 18** in **Ch 3 Sec 6** for definition of "ends"

5.1.2

Butt welds, in the bilge keel and ground bar, are to be well clear of each other and of butts in the shell plating as shown in **Figure 9**. In general, shell butts are to be flush in way of the ground bar and ground bar butts are to be flush in way of the bilge keel. Direct connection between ground bar butt welds and shell plating is not permitted. This may be obtained by use of removable backing.

5.1.3

The ground bar is to be continuously fillet welded with a leg length as given in **Table 4**. At the ends of the ground bar, the leg length is to be increased as given in **Table 4**, without exceeding the as-built thickness of the ground bar as shown in **Figure 9**. The welded transition at the ends of the ground bar to the plating connection should be formed with the weld flank angle of 45° or less.

5.1.4

In general, scallops and cut-outs are not to be used. Crack arresting holes are to be drilled in the bilge keel butt welds as close as practicable to the ground bar. The diameter of the hole is to be greater than the width of the butt weld and is to be a minimum of 25 mm. Where the butt weld has been subject to non-destructive examination, the crack arresting hole may be omitted.

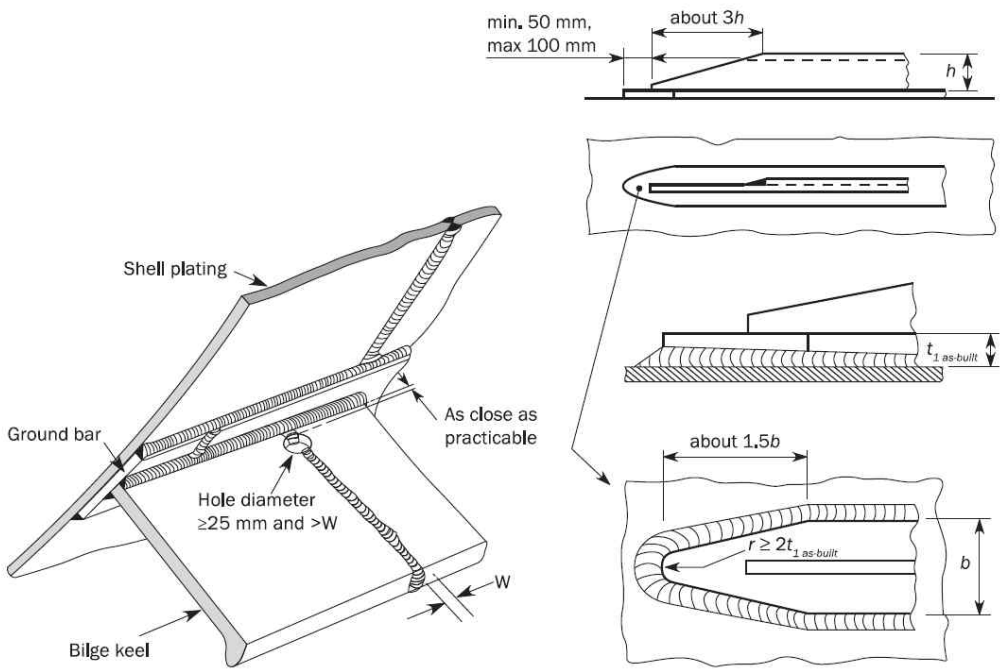


Figure 9 : Bilge keel

5.2 End connections of pillars

5.2.1

The end connections of pillars are to have an effective fillet weld area, in cm^2, (weld throat multiplied by weld length) not less than:

$$A_{weld} = f_3 (\frac{235}{R_{eH-weld}})^{0.75} F$$

where:

F : Design load, for the structure under consideration, in kN.

f_3 : Coefficient equal to:

- f_3 = 0.05 when pillar is in compression only.
- f_3 = 0.14 when pillar is in tension.

5.3 Abutting plates with small angles

5.3.1

Where the angle θ between the abutting plate and the connected plate is less than 75° as shown in **Figure 10**, the size of fillet welds ℓ_θ, in mm, for the side of larger angle is to be increased in accordance with:

$$\ell_\theta = \frac{\ell_{leg}}{\sqrt{2}\sin\frac{\theta}{2}}$$

where:

ℓ_{leg} : Leg length of fillet weld, in mm, as defined in **[2.5.2]**.

θ : Connecting angle, in deg, as shown in **Figure 10**.

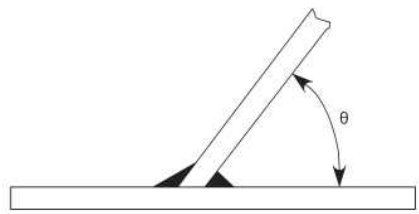


Figure 10 : Connecting angle

5.3.2

Connections of main strength members where θ is less than 45°, see **Figure 10**, may be applied only in dry spaces and voids.

Chapter 13

Ship in Operation – Renewal Criteria

Section 1 Principles and Survey Requirements

Section 2 Acceptance Criteria

Section 1 – Principles and Survey Requirements

1. Principles

1.1 Application

1.1.1

The purpose of this chapter is to provide criteria for the allowable thickness diminution of ships' hull structures.

1.1.2

The criteria apply only to ships in operation that are classed in accordance with these Rules.

1.1.3

Thickness measurement is to be used to assess ships' hull structures against the specified renewal criteria.

1.1.4

The hull survey requirements are those given, as applicable, in **Pt 1, Ch 2, Sec 1**, **2**, **3** and **4**.

1.2 Corrosion allowance concept

1.2.1 Corrosion allowance

Corrosion allowance is comprised of two aspects: local and global corrosion, as defined in **Sec 2, [2]**.

1.2.2 Assessment

Assessment against both local and global corrosion renewal criteria is required during the operational life of ships.

Assessment against the newbuilding requirements which incorporate corrosion additions, given in **Ch 3, Sec 3**, and which consider all relevant loads and limit states, e.g. yielding, buckling, and fatigue is not required during the operational life of ships, provided that the measured thickness of any structural members remain greater than the renewal thickness specified in **Sec 2, [2]**.

1.2.3 Steel renewal

Steel renewal is required if either the local or global corrosion allowance is exceeded.

2. Hull Survey Requirements

2.1 General

2.1.1 Minimum hull survey requirements

The minimum hull survey requirements including thickness measurements for the maintenance of class are given in **Pt 1**. Refer to **[1.1.4]**.

Section 2 – Acceptance Criteria

Symbols

$t_{as-built}$: As built thickness, in mm.

t_{c-m} : Measured corrosion in mm.

t_{res} : Reserve thickness, taken equal to 0.5 mm.

$t_{vol-add}$: Thickness for voluntary addition, in mm.

1. General

1.1 Application

1.1.1

This section gives requirements for the application of the acceptance criteria.

1.2 Definition

1.2.1 Deck zone

The deck zone includes all the following items contributing to the hull girder strength:

- Strength deck plating.
- Trunk deck and Inner deck plating
- Sheer strake.
- Side shell plating.
- Inner hull and other longitudinal bulkhead plating, if any.
- Longitudinal stiffeners, girders and stringers connected to the above mentioned plating.

1.2.2 Bottom zone

The bottom zone includes the following items contributing to the hull girder strength:

- Keel plate.
- Bottom plating.
- Bilge plating.
- Bottom girders.
- Inner bottom plating.
- Longitudinal stiffeners connected to the above mentioned plating.
- Side shell plating.

1.2.3 Neutral axis zone

The neutral axis zone includes the following items between the deck zone and the bottom zone, as for example:

- Side shell plating.
- Inner hull plating and longitudinal bulkheads, if any.
- double hull stringer

For the longitudinal strength members forming the web of the hull girder which are inclined to the vertical, the area of the member to be included in the zone area is to be based on the projected area

onto the vertical plane.

2. Renewal Criteria

2.1 Local corrosion

2.1.1 Renewal thickness of local structural elements

Local structural elements include local supporting members and primary supporting members.

Steel renewal is required if the measured thickness, t_m in mm, is less than the renewal thickness, t_{ren} defined as:

$$t_{ren} = t_{as-built} - t_{c-m} - t_{vol-add}$$

$$t_{c-m} = (t_{as-built} - t_{vol-add}) C_{Wear-limit}$$

$C_{Wear-limit}$: Local wear limit defined in **Table 1**.

Table 1 : Local wear limit $C_{Wear-limit}$

	Name of member	Wear limit
		Class I
Local Wear Limit	Strength deck plating, sheer strake including welded longitudinals, shell plating, bottom shell plating, bulkhead plating of deep tank, hopper plating, inner bottom plating, trunk & inner deck plating	0.2
	Floor & girder of double bottom, deck girder, web and face of primary supporting member	0.2
	Effective deck plating[3], superstructure deck plating, watertight bulkhead plating other than bulkhead plating of deep tank, web, face and brackets of secondary stiffener[2]	0.25
	Partial corrosion (e.g pitting)	0.3
	(NOTES) [1] For ships classed through the Classification Survey after Construction, the separate requirements specified by the Society are to be applied. [2] Secondary stiffener refers to the member which is supported by the primary supporting member and does not support another reinforcement member. [3] Definition of effective deck is specified in **Pt 3, Ch 5, 103** of the Rules.	

2.1.2 Renewed area

Areas which need to be renewed based on the renewal criteria in **[2.1.1]** are, in general, to be repaired with inserted material which is to have the same or greater grade and yield stress as the original, and to have a thickness, t_{repair} in mm, not less than:

$$t_{repair} = t_{as-built} - t_{vol-add}$$

2.1.3 Alternative solutions

Alternative solutions(Substantial Corrosion) may be adopted in accordance with **Pt 1, Ch 2, 202. 1. (31)**, where the measured thickness, t_m is such as:

$$t_{ren} \leq t_m < t_{ren} + t_{res}$$

Where both sides of a structural member are in void space or dry space, alternative solutions are not applied.

2.2 Global corrosion

2.2.1 Application

The ship's longitudinal strength is to be evaluated by using the thickness of structural members measured, renewed and reinforced, as appropriate, during special surveys, for ships over 10 years of age.

2.2.2 Renewal criteria

The hull girder strength criteria are given as detailed below.

a) Deck and bottom zones: The current hull girder section modulus at deck and at bottom determined with the thickness measurements are not to be less than 90% of the section modulus calculated according to **Ch 5, Sec 1** with the gross offered thickness. Alternatively, the current sectional areas of the bottom zone and of the deck zone which are the sum of the measured item areas of the considered zones are not to be less than 90% of the sectional area of the corresponding zones determined with the gross offered thickness.

b) Neutral axis zone: The current sectional area of the neutral axis zone, which is the sum of the measured plating areas of this zone, is not to be less than the sectional area of the neutral axis zone calculated with the gross offered thickness minus $0.5t_c$.

If the actual reduction of the gross offered thickness of all items, of a given transverse section, which contribute to the hull girder strength is less than 10% for the deck and bottom zones and $0.5t_c$ for the neutral axis zone, the hull girder strength criteria of this transverse section is satisfied and the calculations of the different zone areas with measured thicknesses need not be carried out. ⚓

Rules for the Classification of Steel Ships

PART 15 STRUCTURAL RULES FOR MEMBRANE TYPE LIQUEFIED NATURAL GAS CARRIERS

Published by
KOREAN REGISTER
36, Myeongji ocean city 9-ro, Gangseo-gu,
BUSAN, KOREA
TEL : +82 70 8799 7114
FAX : +82 70 8799 8999
Website : http://www.krs.co.kr

Copyright© 2022, **KR**
Reproduction of this Rules in whole or in parts is prohibited without permission of the publisher.