

2024

선급 및 강선규칙

제7편 전용선박

규
칙

2024

선급 및 강선규칙 적용지침

제7편 전용선박

적
용
지
침



2024
선급 및 강선규칙

규칙 제 7 편
전용선박

제 7 편 “전용선박”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2024년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2023년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2024년 7월 1일

- | | |
|--------|--|
| 제 2 장 | 광석운반선 |
| 제 3 절 | 현측탱크 또는 보이드 구역
- 302.1 표 7.2.3을 개정함 |
| 제 3 장 | 산적화물선 |
| 제 9 절 | 화물창의 창구덮개 및 창구코밍
- 〈삭제〉 |
| 제 10 장 | 이중선체 유조선 |
| 제 2 절 | 격벽판
- 201.1 표 7.10.3을 개정함 |

적용일자 : 2025년 1월 1일 (건조 계약일 기준, 관련 회보번호: 2024-04-E)

- | | |
|--------|---|
| 제 1 장 | 유조선 |
| 제 10 절 | 유조선의 관장치 및 벤트장치
- 1002. 4항 (5)호를 개정함
- 1002. 7항 (4)호를 개정함 |

차 례

제 1 장 유조선	1
제 1 절 일반사항	1
제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비	3
제 3 절 화물구역의 종늑골 및 종갑판보	4
제 4 절 화물구역의 종거더, 트랜스버스 및 크로스타이	6
제 5 절 화물구역의 격벽	17
제 6 절 현측탱크의 상대변형	25
제 7 절 용접	26
제 8 절 중심선에만 종격벽을 갖는 유조선에 대한 보완	27
제 9 절 선수부 현측탱크에 대한 특별규정	28
제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치	30
제 11 절 유조선의 전기설비	36
제 2 장 광석운반선	41
제 1 절 일반사항	41
제 2 절 이중저구조	41
제 3 절 현측탱크 또는 보이드 구역	43
제 4 절 광석창내 횡격벽 및 스텔	54
제 5 절 현측탱크의 상대변형	55
제 6 절 갑판 및 기타구조	56
제 7 절 광석운반선 겸 유조선	56
제 3 장 산적화물선	57
제 1 절 일반사항	57
제 2 절 조화 선급부호 및 설계하중조건	59
제 3 절 이중저구조	62
제 4 절 호퍼탱크	70
제 5 절 톱사이드 탱크	72
제 6 절 횡격벽 및 스텔	75
제 7 절 선창내 늑골	77
제 8 절 갑판 및 외판	80
제 9 절 〈Void〉	80
제 10 절 산적화물선에 대한 침수상태에서의 종강도	81
제 11 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선에 대한 화물창의 허용적재하중	82
제 12 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선의 파형 횡수밀격벽에 대한 구조치수	86
제 13 절 산적화물선, 광석운반선 및 겸용운반선에 대한 선수루의 설치	97
제 14 절 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수펌핑장치	98
제 15 절 화물창에 액체를 적재하는 경우에 대한 추가규정	99
제 16 절 석탄운반선의 전기설비	99

제 17 절	단일 선측구조 산적화물선 및 OBO 운반선의 늑골 및 브래킷의 강제 교체 기준	100
제 18 절	창구덮개의 고박장치	107
제 4 장	컨테이너선	109
제 1 절	일반사항	109
제 2 절	종강도	109
제 3 절	이중저구조	122
제 4 절	이중선측구조	126
제 5 절	횡격벽	130
제 6 절	갑판구조	131
제 7 절	물결막이(breakwater)	131
제 8 절	예인보강구역(tug pushing area)	132
제 9 절	플레어가 큰 위치의 강도(strength at large flare location)	133
제 10 절	컨테이너 고박설비	133
제 11 절	용접	134
제 5 장	액화가스 산적운반선	135
제 6 장	위험화학품 산적운반선	135
제 7 장	카페리선 및 로로선	137
제 1 절	일반사항	137
제 2 절	종강도	137
제 3 절	갑판	137
제 4 절	자동차운반선의 전기설비	138
제 5 절	자동차전용운반선	138
제 8 장	해상보급선 등	139
제 1 절	일반사항	139
제 2 절	종강도	139
제 3 절	외판	139
제 4 절	갑판	139
제 5 절	늑골	140
제 6 절	선루 및 갑판실	140
제 7 절	수밀격벽문	140
제 8 절	기관 배기구	140
제 9 장	예인선	141
제 1 절	일반사항	141
제 2 절	종강도	141
제 3 절	단저구조	141
제 4 절	팬팅부 및 선수선저보강부	141

제 5 절	기관실 위벽	141
제 6 절	예인장치	142
제 7 절	선측 방현재	142
제 8 절	예인 윈치의 비상플림장치	142
제 10 장	이중선체 유조선	145
제 1 절	일반사항	145
제 2 절	격벽판	147
제 3 절	중늑골 및 휨보강재	149
제 4 절	거더	151
제 5 절	구조상세	154
제 6 절	부식에 대한 특별요건	155
제 7 절	선수부 현측탱크에 대한 특별규정	155
제 8 절	중간갑판(mid deck)을 갖는 선박에 대한 규정	156
제 9 절	창구 및 상설보행로에 대한 특별규정	157
제 10 절	용접	157

제 1 장 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 [지침 참조]

1. 이 장의 규정은 2006년 4월 1일 이후에 건조 계약되는 유조선으로서 13편(산적화물선 및 이중선체 유조선 공통구조 규칙) 및 10장(이중선체 유조선)의 적용 대상이 아닌 선박에 적용한다. 다만, 제10절(유조선의 관장치 및 벤트장치) 및 제11절(유조선의 전기설비)의 규정은 13편(산적화물선 및 이중선체 유조선 공통구조 규칙) 및 10장(이중선체 유조선)의 적용 대상인 유조선에도 적용한다.
2. 유조선으로 등록하고자 하는 선박의 구조 및 의장에 대하여는 이 장의 규정에 따른다. 여기에서 유조선이란 원유, 37.8℃에서의 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만인 석유제품 또는 이와 유사한 액상 화물을 산적(散積)하여 운송하는 선박을 말한다.
3. 특별히 이 장에 규정되어 있지 않은 것에 대하여는 해당 각 편의 규정에 따른다.
4. 이 장의 규정은 선미에 기관을 배치한 1열 이상의 중통격벽을 갖는 1층 갑판선으로서 단저구조이고 중식구조인 선박에 대하여 규정한다.
5. 원유 및 석유정제품 이외에 37.8℃에서의 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만의 액상화물로서 독성, 부식성 등의 위험성이나 원유 및 석유정제품보다 높은 인화성을 가지지 않는 것을 산적하여 운송하는 선박의 구조, 배치 및 치수에 대하여는 그 화물의 성질에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
6. 다음의 요건은 각 요건에도 불구하고 해당 선적국의 요건에 따라 적용을 면제할 수 있다.
 - (1) 103.의 5항
 - (2) 107.
 - (3) 204.

102. 격벽의 배치 [지침 참조]

화물유를 적재하는 곳에는 세로 또는 가로방향의 유밀격벽 및 제수격벽을 적절히 배치하여야 한다.

103. 코퍼댐 [지침 참조]

1. 화물유를 적재하는 곳의 전후부 양단 및 화물유를 적재하는 곳과 거주구역과의 사이에는 기밀로 하고 출입하기에 충분한 너비의 코퍼댐(cofferdam)을 설치하여야 한다. 다만, 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.
2. 전 항의 코퍼댐은 펌프실로 겸용하여도 좋다.
3. 얼리지(ullage)용 개구, 사이팅 포트(sighting ports) 및 탱크 청소용 개구는 둘러싸인 구획내로 설치하여서는 안된다.
4. 연료유 또는 평형수를 적재하는 장소는 우리 선급의 승인을 받은 경우 화물유를 적재하는 장소와의 사이에 설치하여야 할 코퍼댐을 겸용하여도 좋다.
5. 총톤수 500톤 이상으로서 인화점이 60℃ 이하인 기름을 적재하는 유조선의 구획의 배치 및 격리에 대하여는 8편 2장 401.의 규정에도 만족하여야 한다.

104. 기밀격벽 [지침 참조]

모든 화물유 펌프 및 관계통을 설치하는 곳과 난로, 보일러, 추진기관, 6편 1장 9절의 규정에 의한 것 이외의 전기장치 또는 항상 발화의 원인을 수반하는 기계를 설치하는 곳과의 사이에는 기밀격벽을 설치하여 격리시켜야 한다. 다만, 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.

105. 통풍장치

1. 화물유 탱크에 인접한 장소에는 유효한 통풍장치를 설치하여야 하며 가스가 모일 우려가 있는 각 구조부에는 공기구멍을 뚫어야 한다.
2. 화물유 탱크 및 펌프실 내의 위험가스를 제거하기 위하여 인공통풍 또는 증기에 의한 유효한 환기장치를 설치하여야 한다.

3. 인화점이 60°C를 넘는 기름을 적재하는 선박에는 1004.에서 규정한 환기회수를 적절히 참작하여도 좋다.
4. 1항에서 규정한 화물유 탱크와 인접한 장소에 설치하는 통풍기의 구조 및 그 배기덕트의 보호스크린에 대하여는 1004.의 규정에 따른다.

106. 통풍용 개구

통풍용의 흡기 및 배기구는 발화원이 있는 둘러싸인 구역에 화물증기가 침입할 가능성 또는 발화 위험성이 있는 갑판기구의 근처에 화물증기가 집적될 가능성을 최소로 할 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 특히 기관구역의 통풍용 개구는 화물구역으로부터 가능한 한 후방에 설치하여야 한다.

107. 선루 및 갑판실의 개구

선루 및 갑판실의 개구는 화물증기가 집적할 가능성을 최소로 할 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 또한 선미 하역용의 화물관을 배치하는 경우의 선루 및 갑판실의 개구는 충분히 고려하여 배치하여야 한다. 선미루 전단격벽 및 이와 유사한 장소에 설치하는 현창은 고정식으로 하여야 한다. 특히 총톤수 500톤 이상으로서 인화점이 60°C 이하인 기름을 적재하는 유조선의 개구는 8편 2장 402.에도 만족하여야 한다.

108. 화물유 탱크의 구조부재의 두께

화물유를 적재하는 곳의 구조부재의 두께는 다음의 각호에 따른다.

- (1) 외판의 두께는 3편 4장 302., 304., 305. 및 404.의 식 중 1.5 대신에 2.0으로 하여 계산한 것 이상이어야 한다.
- (2) 진현갑판의 강갑판의 두께는 3편 5장 301.의 식 중 1.5 대신에 2.0으로 하여 계산한 것 이상이어야 한다.
- (3) 단면계수만으로 치수가 규정되는 늑골, 보 또는 횡보강재 등의 조립재, 특수형강 또는 플랜지판을 사용할 경우 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 강도상 또는 기타의 이유로 특히 웨브를 깊게 할 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.015k_0d_0 + 2.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm)

k_0 : 다음 식에 따르며 이 경우 f_B 및 f_D 는 1.0 이상이어야 한다.

$$\text{용골상면상 } 0.25D \text{ 이하의 선저부의 종통재} : k_0 = \sqrt{\frac{1}{4} \left(3f_B + \frac{1}{K} \right)}$$

$$\text{갑판하면하 } 0.25D \text{ 이내의 갑판부의 종통재} : k_0 = \sqrt{\frac{1}{4} \left(3f_D + \frac{1}{K} \right)}$$

$$\text{기타의 부재} : k_0 = \sqrt{\frac{1}{4} \left(3 + \frac{1}{K} \right)}$$

- (4) 각종의 세로, 가로, 수직, 수평거더, 크로스타이와 이들에 붙는 단부 브래킷 및 각종 격벽판은 그 두께를 선박의 길이에 따라 표 7.1.1에 정하는 것 이상이어야 한다.
- (5) 종거더, 트랜스버스 및 격벽의 보강거더에 설치하는 평강 횡보강재 및 트리펑브래킷 등의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 이들이 붙는 거더 웨브의 두께를 넘을 필요는 없다.

$$t = 0.5\sqrt{L} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

- (6) 모든 구조부재의 두께는 어떠한 경우에도 7 mm 미만이어서는 안된다.

표 7.1.1 최소두께

선박의 길이 (m)	두께 (mm)
$L < 105$	8.0
$105 \leq L < 120$	8.5
$120 \leq L < 135$	9.0
$135 \leq L < 150$	9.5
$150 \leq L < 165$	10.0
$165 \leq L < 180$	10.5
$180 \leq L < 195$	11.0
$195 \leq L < 225$	11.5
$225 \leq L < 275$	12.0
$275 \leq L < 325$	12.5
$325 \leq L < 375$	13.0
$375 \leq L$	13.5

109. 직접강도계산 [지침 참조]

우리 선급의 승인을 받은 경우에는 3편 1장 206.에서 정하는 직접강도계산에 의하여 각 부재의 치수를 정할 수 있다.

110. 복원성 적하지침기기(Stability Instrument) [지침 참조]

1. 해양오염방지협약(MARPOL) Annex I 적용대상의 선박은 손상 및 비손상 복원성 요건을 만족 시키고 있음을 검증 가능케 하는 복원성 적하지침기기(stability instrument)를 설치하여야 하며, 그러한 기기는 기구가 권고한 성능 기준을 고려하여 우리 선급이 승인한 것이어야 한다;
 - (1) 2016년 1월 1일 전에 건조된 선박은 2016년 1월 1일 이후의 첫 계획된 정기검사 시까지, 그러나 늦어도 2021년 1월 1일 전에 이 요건을 충족하여야 한다.
 - (2) 상기 (1)의 요건에도 불구하고 2016년 1월 1일 전에 건조된 선박에 설치된 복원성 적하지침기기는 손상 및 비손상 복원성 요건에 적합하고 우리 선급이 인정하는 경우, 교체할 필요가 없다.
 - (3) 우리 선급이 인정하는 경우, 이 항의 요건을 면제할 수 있으며 이러한 면제는 IOPP form B에 명기되어야 한다.
2. 다만, 1항 적용 대상 선박이 아닌 경우, 해당 선적국의 요건에 적합하여야 한다.

제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비

201. 특히 큰 견현을 갖는 선박 [지침 참조]

특히 큰 견현을 갖는 선박에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 이 규정을 적절히 참작할 수 있다.

202. 화물유 탱크에 설치하는 창구 (2018) [지침 참조]

1. 창구 코밍의 두께는 10 mm 이상으로 하여야 한다. 높이가 760 mm를 넘고 길이가 1.25 m를 넘는 측 코밍 또는 단부 코밍에는 수직 휨보강재를 붙이고 그 코밍의 상단을 적절히 보강하여야 한다.
2. 창구 덮개판은 강 또는 기타의 승인된 재료를 사용하여 제작하고 강재인 경우의 구조는 다음 각호에 따른다. 강 이외의 재료를 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
 - (1) 덮개판의 두께는 12 mm 이상이어야 한다.
 - (2) 창구의 면적이 1 m²를 넘고 2.5 m²를 넘지 않는 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 100 mm의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다. 다만, 덮개판의 두께가 15 mm 이상인 경우에는 보강할 필요가 없다.
 - (3) 창구의 면적이 2.5 m²를 넘는 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 125 mm의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다.
 - (4) 창구 코밍에는 원형창구인 경우에는 457 mm 이하의 간격으로, 사각형 창구인 경우에는 각 귀퉁이로부터 230 mm

이내의 곳 및 그곳으로부터 380 mm 이하의 간격으로 배치한 고정장치를 설치하든가 또는 이와 등등한 효력의 장치를 설치하여 덮개판을 유밀로 잠글 수 있는 구조로 하여야 한다.

203. 기타의 창구 (2021)

화물유 탱크, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 기타의 탱크 이외의 장소의 창구로서 견현갑판, 선수루갑판 및 팽창트렁크 정부의 노출부에 설치하는 것에는 4편 2장 3절의 규정에 의한 치수의 강제 풍우밀 덮개를 설치하여야 한다.

204. 상설보행로 및 통로 [지침 참조]

1. 선교루 또는 중앙갑판실과 선미루 또는 선미갑판실과의 사이에는 선루갑판의 높이에 4편 4장 503.의 규정에 의한 상설 보행로를 설치하든가 또는 이와 동등이상 효력의 설비(예 : 갑판하 통로)를 설치하여야 한다. 상기 이외의 장소 및 선교루 또는 중앙갑판실을 갖지 않는 선박에 있어서 선박의 필요한 작업에 사용되는 모든 장소 상호간에 선원의 왕래를 보호하기 위한 설비는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
2. 분리된 선원 거주구역의 사이 및 선원 거주구역과 기관구역과의 사이에는 상설보행로로부터 안전하고 충분한 통로를 설치하여야 한다.

205. 방수설비

1. 불워크를 갖는 선박은 견현갑판의 노출부 길이의 반 이상에 걸쳐 보호난간을 설치하든가 또는 기타 유효한 방수설비를 갖추어야 한다. 현측후판의 상단은 가능한 한 낮게 하여야 한다. [지침 참조]
2. 선루가 트렁크에 의하여 연락되는 경우에는 그 부분의 견현갑판의 노출부의 전 길이에 걸쳐 보호난간을 설치하여야 한다.

제 3 절 화물구역의 종능골 및 종갑판보

301. 일반

전용 평형수탱크 또는 보이드 구역(void space) 및 펌프실을 포함하여 화물유를 적재하는 곳에 설치하는 종능골 및 종갑판보에 대하여는 이 규정에 따른다.

302. 치수 [지침 참조]

1. 선저종능골 및 만곡부를 포함하는 선측종능골의 단면계수 Z 는 표 7.1.2의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 종갑판보의 단면계수는 3편 10장 303.의 규정에 따라 계산한 값의 1.1배 이상으로 하여야 한다.
3. 전 각 항의 규정에 관계없이 종능골 및 종갑판보의 단면계수는 창구 정부까지의 거리를 h 로 하여 디프탱크 격벽의 휨보강재로 간주하여 정한 것 미만으로 하여서는 안된다.
4. 종갑판보 및 현측후판에 고착되는 선측 종능골은 선박의 중앙부에서는 가능한 한 세장비가 60을 넘지 않는 치수로 하여야 한다. 다만, 소형선박에서는 적절히 참작하여도 좋다.
5. 종갑판보 및 종능골에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않는 것이어야 한다.
6. 종갑판보 및 종능골의 면재의 전 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.2\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 종갑판보 및 종능골의 웨브의 깊이(mm)

l : 트랜스버스의 간격(m)

표 7.1.2 선저 및 선측 중늑골의 단면계수

위치	단면계수 (cm ³)													
	선저중늑골	만곡부를 포함하는 선측중늑골												
선박의 중앙부 및 선수단에서 0.15L 과 선수격벽사이	$Z = 110C_1C_2KS hl^2$	$Z = 110C_1C_2KS hl^2$ $Z_{\min} = 3.2K\sqrt{L}Sl^2$												
선수미부	$Z = 93.5C_1C_2KS hl^2$	$Z = 93.5C_1C_2KS hl^2$ $Z_{\min} = 2.72K\sqrt{L}Sl^2$												
<p>l : 트랜스버스의 간격(m) S : 늑골의 간격(m) h : 해당 늑골로부터 용골상면상 h'까지의 거리 (m) C_1, h' 및 C_2 : 다음 표에 따른다.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>C_1</th> <th>h' (m)</th> <th>C_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>선저중늑골</td> <td>$\frac{1}{24 - 15.0f_BK}$</td> <td>$h' = d + 0.026L'$</td> <td>$L \leq 230\text{m}$ 일 때 : 1.0 $L > 400\text{m}$ 일 때 : 1.07</td> </tr> <tr> <td>만곡부를 포함하는 선측중늑골</td> <td>$\frac{1}{24 - \alpha K}$</td> <td>$h' = d + 0.038L'$</td> <td>L 이 중간에 있을 때는 보 간법에 의한다.</td> </tr> </tbody> </table> <p>L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다. α : y의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2. 다만, β 이상이어야 한다.</p> $\alpha_1 = 15.0f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right) \quad y \geq y_B \text{ 일 때}, \quad \alpha_2 = 15.0f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \quad y < y_B \text{ 일 때}$ <p>β : L에 따라 다음에 정하는 계수로서 L이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다. L이 230m 이하일 때 : $\beta = 6/a$ L이 400m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$</p> <p>a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80% 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 \sqrt{K}로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다. y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평중성축까지의 수직거리 (m). Y' : 3편 3장 203. (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것. y : 용골상면으로부터 해당늑골까지의 수직거리 (m).</p>				C_1	h' (m)	C_2	선저중늑골	$\frac{1}{24 - 15.0f_BK}$	$h' = d + 0.026L'$	$L \leq 230\text{m}$ 일 때 : 1.0 $L > 400\text{m}$ 일 때 : 1.07	만곡부를 포함하는 선측중늑골	$\frac{1}{24 - \alpha K}$	$h' = d + 0.038L'$	L 이 중간에 있을 때는 보 간법에 의한다.
	C_1	h' (m)	C_2											
선저중늑골	$\frac{1}{24 - 15.0f_BK}$	$h' = d + 0.026L'$	$L \leq 230\text{m}$ 일 때 : 1.0 $L > 400\text{m}$ 일 때 : 1.07											
만곡부를 포함하는 선측중늑골	$\frac{1}{24 - \alpha K}$	$h' = d + 0.038L'$	L 이 중간에 있을 때는 보 간법에 의한다.											

303. 고착 [지침 참조]

중늑골 및 중갑판보는 연속구조로 하든가 또는 이들의 끝에서는 유효한 단면적을 갖도록 하고 굽힘에 대한 저항이 충분하도록 고착하여야 한다.

제 4 절 화물구역의 종거더, 트랜스버스 및 크로스타이

401. 일반 【지침 참조】

1. 이 절의 규정은 횡격벽 사이 또는 횡격벽에서 제수격벽까지의 사이에 2조부터 5조까지의 트랜스버스가 대략 같은 간격으로 배치된 구조에 대하여 규정한 것이다.
2. 동일 평면내에 있는 거더는 그 강도 및 강성의 급격한 변화를 피하고, 거더의 단부에는 적절한 크기의 브래킷을 설치하고 충분한 등금새를 주어야 한다.
3. 거더의 깊이는 늑골, 보 및 휨보강재의 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 이상으로 하여야 한다.
4. 거더를 구성하는 면재의 두께 t 는 웹의 두께 이상으로 하고 그 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 거더의 깊이(mm). 밸런스 거더의 경우에는 판면으로부터 면재까지의 깊이(mm).

l : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 다만, 유효한 트리핑 브래킷이 있을 때에는 이것을 지지점으로 간주하여도 좋다.

5. 401.부터 406.부터의 규정은 펌프실 및 중앙부의 전용 평형수탱크 또는 보이드 구역에도 준용한다.

402. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박의 중앙탱크 또는 내측탱크에 설치하는 종거더 및 트랜스버스 【지침 참조】

1. 선저트랜스버스 및 선저종거더

- (1) 선저트랜스버스의 깊이, 웹의 두께 및 단면계수와 종격벽 사이의 중앙에 설치하는 선저종거더의 웹의 두께 및 단면계수는 각각 표 7.1.3의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 7.1.3 선저트랜스버스 및 선저중거더의 치수

	깊이(m)	웹두께(mm)	단면계수(cm ³)
선저트랜스버스	$d = C_0 l_0$	중격벽에 고착하는 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 두께 $t = \left(C_1 - 87 \frac{b}{l_0} \right) \frac{KQ}{d'_0 - a} + 2.5$	$Z = C_2 k k^2 Q l_0$
선저중거더	-	$t = C_3 \frac{\eta KQ}{d_1} + 2.5$	$Z = C_4 K k Q l_1$

$Q = \alpha S h_1 l_0$

α : L 이 230 m 이하일 때 ----- 1.0
 L 이 400 m 를 넘을 때 ----- 1.2
 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

h_1 : 다음 식에 의한 값.
 $d + 0.026L'$ (m)

L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m로 한다.

S : 트랜스버스의 간격 (m).

l_0 : 트랜스버스의 전 길이(m)로서, B_0 또는 $(B_0 - d_3)$ 을 사용한다. d_3 는 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스의 깊이 (m).

b : 트랜스버스와 중격벽을 고착하는 브래킷의 수평암의 길이 (m). (그림 7.1.1 참조)

d'_0 : 위의 브래킷의 안쪽 끝에 있어서 트랜스버스의 깊이(mm). (그림 7.1.1 참조)

a : 슬롯의 깊이 (mm). 다만, 브래킷 안쪽 끝부근의 슬롯에 칼라를 설치할 때에는 0으로 하여도 좋다.

d'_1 : 단부 트랜스버스의 위치에 있어서 브래킷을 포함한 중거더의 깊이 (mm). (그림 7.1.2 참조)

l_1 : 중거더의 전 길이(m)로서 $(L_0 - d_2)$ 를 사용한다. d_2 는 횡격벽 수직거더의 깊이 (m). (그림 7.1.2 참조)

k : 브래킷에 의한 수정계수로서 다음 식에 의한 값.

$$k = 1 - \frac{0.65(b_1 + b_2)}{l}$$

b_1 및 b_2 : 중거더 및 트랜스버스의 각각의 양쪽 끝부분에 있어서 브래킷의 암의 길이 (m).

l : 중거더 및 트랜스버스의 전 길이(m)로서 l_0 또는 l_1

η : 다음 표에 따른다.

트랜스버스의 수	$\beta = \frac{S - d_2}{S}$	η
2조	$0 \leq \beta < \frac{2}{3}$	$\eta = 2 - 1.5\beta$
	$\frac{2}{3} \leq \beta$	$\eta = 1.0$
3조부터 5조까지	$0 \leq \beta < 0.5$	$\eta = 1.6 - 1.2\beta$
	$0.5 \leq \beta$	$\eta = 1.0$

d_0 및 t_0 : 각각 트랜스버스의 깊이(mm) 및 웹의 두께(mm).

d_1 및 t_1 : 각각 중거더의 깊이(mm) 및 웹의 두께(mm).

B_0 : 중격벽 사이의 거리(m).

L_0 : 횡격벽 사이의 거리(m).

C_0, C_1, C_2, C_3 및 C_4 : 계수로서 K_0 에 따라 각각 다음 표에 따른다

표 7.1.3 선저트랜스버스 및 선저중거더의 치수 (계속)

트랜스버스의 수	계수	$K_0 = \frac{d_0 t_0}{d_1 t_1} \times \frac{L_0}{B_0}$									중거더를 설치하지 않을때
		$K_0 \leq 0.2$	$0.2 < K_0 \leq 0.3$	$0.3 < K_0 \leq 0.4$	$0.4 < K_0 \leq 0.5$	$0.5 < K_0 \leq 0.6$	$0.6 < K_0 \leq 0.7$	$0.7 < K_0 \leq 0.8$	$0.8 < K_0 \leq 1.0$	$1.0 < K_0 \leq 1.2$	
2 조	C_0	0.090	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.135	0.160
	C_1	23.6	24.3	25.5	26.7	27.8	29.0	30.1	31.8	34.0	43.7
	C_2	1.44	1.47	1.54	1.63	1.77	1.94	2.12	2.43	2.87	5.69
	C_3	36.8	34.5	32.3	30.5	28.5	26.6	24.8	22.2	18.8	-
	C_4	8.08	7.65	7.04	6.51	6.25	5.73	5.21	4.09	4.17	-
3 조	C_0	0.090	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.135	0.160
	C_1	24.0	25.5	26.7	27.8	29.4	30.5	31.7	33.6	36.3	43.7
	C_2	1.47	1.54	1.63	1.79	1.96	2.19	2.43	2.84	3.41	5.69
	C_3	57.2	54.0	50.9	47.5	44.6	42.3	39.9	36.0	31.3	-
	C_4	10.42	9.65	8.97	8.34	7.67	7.06	6.51	5.73	4.69	-
4 조	C_0	0.090	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.135	0.160
	C_1	24.4	25.9	27.1	28.6	30.0	31.3	32.7	34.8	37.5	43.7
	C_2	1.47	1.54	1.70	1.87	2.03	2.28	2.52	3.01	3.73	5.69
	C_3	76.0	68.1	64.2	60.3	56.4	52.5	48.5	43.5	36.8	-
	C_4	10.69	9.65	8.86	8.08	7.34	6.80	5.99	5.27	4.17	-
5 조	C_0	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.135	0.145	0.160
	C_1	24.7	26.3	27.4	29.4	30.9	32.5	34.0	36.7	40.2	43.7
	C_2	1.54	1.63	1.79	2.03	2.28	2.52	2.83	3.50	4.46	5.69
	C_3	94.0	83.8	78.3	72.8	67.5	62.6	57.2	49.5	39.2	-
	C_4	15.64	13.56	12.50	11.46	10.16	9.12	8.08	6.78	4.69	-

(비 고)

1. 트랜스버스의 수가 4조 또는 5조로 횡격벽의 한쪽에만 강력한 수직거더가 설치되는 경우에는 계수 C_4 의 값을 적절히 증가시켜야 한다.
2. 중심선 선저중거더의 깊이가 특히 깊은 경우에는 계수 C_4 의 값을 적절히 참작하여도 좋다.

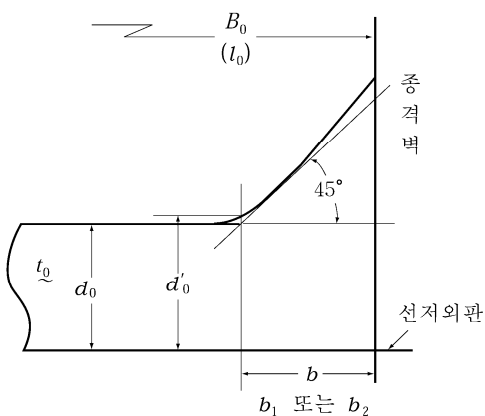


그림 7.1.1 b, d_0, d_0' 의 측정방법

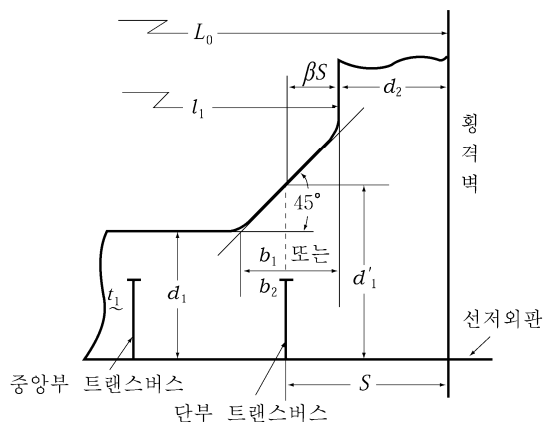


그림 7.1.2 d_0, d_1', d_2 및 S 의 측정방법

- (2) 종격벽 사이의 증앙에 설치하는 선저중거더와 종격벽과의 사이에 1조부터 2조까지의 단절 측거더를 설치하여 (3)호의 규정에 따라 선저중거더 및 트랜스버스의 치수를 경감한 것으로 할 경우에는 측거더의 웨브의 단면적 A 및 단면2차모멘트 I 는 각각 다음 식에 의한 것 이상으로 하여야 한다.

$$A = \alpha_1 \frac{L_0}{B_0} d_0 t_0 \quad (\text{cm}^2)$$

$$I = \alpha_2 \left(\frac{L_0}{B_0} \right)^3 I_0 \quad (\text{cm}^4)$$

α_1 및 α_2 : 계수로서 측거더의 수에 따라 각각 표 7.1.4에 따른다.

I_0 : 선저트랜스버스의 단면2차모멘트(cm^4).

L_0, B_0, d_0 및 t_0 : 표 7.1.3에 따른다.

표 7.1.4 계수 α_1 및 α_2

측거더의 수	계수	
	α_1	α_2
1조	0.0085	0.67
2조	0.0045	0.42

- (3) (2)호의 규정을 만족하는 단절 측거더를 설치하는 경우 선저중거더 및 트랜스버스의 소요치수는 (1)호에 있어서 각 식의 계수 C_0, C_1, C_2, C_3 및 C_4 를, 2조의 트랜스버스를 배치할 때에는 각각 10%, 3조의 트랜스버스를 배치할 때에는 각각 5% 감소하여 계산하여도 좋다.
- (4) 선체 중심선에 종격벽을 설치하지 아니하는 선박에는 입거시 선박이 용골반목 위에 놓여질 때에 충분한 강도를 유지하도록 중심선 거더를 설치하고 적절한 간격으로 브래킷을 붙여야 한다.

2. 갑판 중거더 및 트랜스버스

- (1) 갑판트랜스버스의 깊이 d 및 단면계수 Z 는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = C_0 l_0 \quad (\text{m})$$

$$Z = CKk^2 \sqrt{L} S l_0^2 \quad (\text{cm}^3)$$

C_0 및 C : 계수로서 표 7.1.5에 의한 값.

d_0 및 t_0 : 각각 트랜스버스의 깊이(mm) 및 웨브의 두께(mm).

d_1 및 t_1 : 각각 중거더의 깊이(mm) 및 웨브의 두께(mm).

L_0, B_0, S 및 k : 표 7.1.3에 따른다.

l_0 : 트랜스버스의 전 길이(m)로서 B_0 또는 $(B_0 - d_3)$ 을 사용한다. d_3 는 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스의 깊이(m).

- (2) 종격벽 사이의 증앙에 설치하는 갑판거더는 (1)호의 규정과 관련하여 그 치수를 정하여도 무방하나 이 거더가 505.에서 규정하는 횡격벽의 강력한 수직거더와 링 구조를 이루는 경우에는 그 깊이 d 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = \frac{L_0 D}{9 B_0} \quad (\text{m})$$

B_0 및 L_0 : 표 7.1.3에 따른다.

표 7.1.5 계수 C_0 및 C

트랜스버스의 수	$K_0 = \frac{d_0 t_0}{d_1 t_1} \times \frac{L_0}{B_0}$	C_0	C
2조 및 3조	$K_0 \leq 0.5$	0.07	0.79
	$K_0 \geq 1.5$	0.10	1.82
4조	$K_0 \leq 0.4$	0.07	0.79
	$K_0 \geq 1.4$	0.10	1.82
5조	$K_0 \leq 0.3$	0.07	0.79
	$K_0 \geq 1.3$	0.10	1.82

(비 고) K_0 의 값이 표의 중간인 경우에는 보간법에 의한다.

3. 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스는 현측탱크내의 종격벽 트랜스버스에 대한 403.의 2항 (2)호에 따라 정한 치수 이상이어야 한다.

403. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박의 현측탱크에 설치하는 종거더 및 트랜스버스 [지침 참조]

1. 선측트랜스버스

(1) 여기에서 사용하는 기호는 각각 다음에 따른다.

$$Q = \alpha S h l_0$$

- α : L 이 230 m 이하일 때 : 1.0
 L 이 400 m를 넘을 때 : 1.2
 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
- h : l_0 의 중앙으로부터 용골 상면상 H_2 의 점까지의 거리(m)
- h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골 상면상 H_2 의 점까지의 거리(m)

$$H_2 = d + 0.038L' \quad (\text{m})$$

- L' : 선박의 길이(m). 다만, L 이 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다.
- l_0 : 선측트랜스버스의 전 길이(m)로서 선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.
(그림 7.1.3 참조)
- S : 트랜스버스의 간격(m)
- S' : 크로스타이가 결합되는 부분에 있어서 트랜스버스의 웨브의 깊이 방향에 설치되는 횡보강재의 간격(m)
- k : 표 7.1.3에 따른다.
- b : 하단 브래킷의 암의 길이(m)(그림 7.1.3 참조)
- b_s : 크로스타이가 지지하는 너비(m)(그림 7.1.3 참조)
- d_0' : 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서 선측트랜스버스의 깊이(mm)(그림 7.1.3 참조)
- a : 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 슬롯의 깊이(mm) 다만, 슬롯에 칼라를 설치할 때에는 0으로 하여도 좋다.
- A : 크로스타이로부터 축력을 지지할 수 있는 유효한 단면적(cm^2)으로서 다음의 규정에 따른다.

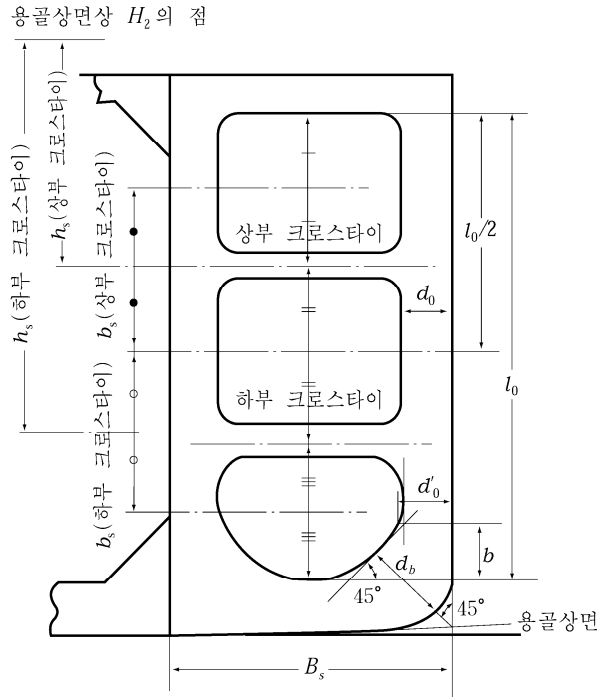


그림 7.1.3 l_0, d_0', b, b_s 의 측정방법

- (가) 크로스타이의 면재가 원호(圓弧) 또는 이와 유사한 모양으로 트랜스버스의 면재와 연속되어 있는 구조의 경우에는 그 원호 또는 이와 유사한 모양에 크로스타이의 방향과 45°를 이루는 접선의 접점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향의 휨보강재의 합계 단면적에 그 접점의 곳에 있어서 면재의 단면적의 50%를 더한 것.(그림 7.1.4 (a) 참조)
- (나) 크로스타이의 면재와 트랜스버스의 면재가 원호와 직선으로 연속되어 있는 구조의 경우에는 해당 면재에 크로스타이의 방향과 45°를 이루는 접선이 크로스타이 및 트랜스버스의 면재의 연장선과 각각 만나는 점의 중심점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향의 휨보강재의 합계 단면적에 그 중심점의 곳에 있어서의 면재의 단면적의 50%를 더한 것. (그림 7.1.4 (b) 참조)
- (다) 크로스타이의 면재가 직각 또는 이것에 가까운 각도로 트랜스버스의 면재와 만나고 이들의 면재를 브래킷으로 결함하고 또 크로스타이의 연장상에 트랜스버스의 웨브의 휨보강재가 설치되는 구조인 경우에는 브래킷에 크로스타이의 방향과 45°를 이루는 접선이 크로스타이 및 트랜스버스의 면재와 각각 만나는 점의 중심점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향 휨보강재의 합계 단면적.(그림 7.1.4 (c) 참조)

C_0, C_1 및 C_2 : 계수로서 크로스타이의 수에 따라 각각 표 7.1.6에 의한 값.

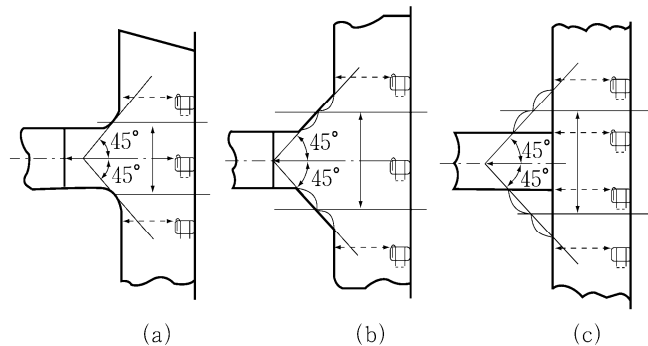


그림 7.1.4 합계 단면적에 산입하는 범위

표 7.1.6 계수 C_0, C_1, C_2 및 C_2'

크로스타이의 수	C_0	C_1	C_2	C_2'
0	0.150	55.7	5.07	7.14
1	0.110	44.8	2.70	4.42
2	0.100	39.4	2.28	3.74
3	0.095	36.2	2.12	3.49

- (2) 트랜스버스의 깊이는 l_0 의 중앙에 있어서 $C_0 l_0$ (m) 이상이어야 한다. 또한 거더의 깊이를 테이퍼로 할 경우에는 상단에 있어서 감소의 비율은 l_0 의 중앙에 있어서의 깊이의 10%를 넘어서는 아니되며, 하단에 있어서의 증가의 비율은 상단의 감소의 비율 미만으로 하여서는 안된다.
- (3) 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 중앙탱크 또는 내측탱크내의 선저트랜스버스와 종격벽과를 고착시키는 브래킷을 최하부 크로스타이의 위치까지 도달하는 깊이로 할 경우에는 선측트랜스버스의 웨브의 두께를 적절히 감하여도 좋다.

$$t = \left(C_1 - 148 \frac{b}{l_0} \right) \frac{KQ}{d'_0 - a} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

- (4) 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 크로스타이가 결합하는 부분의 웨브에 슬롯이 설치되는 경우에는 칼라로써 유효하게 막아야 한다.

$$t = 16 \sqrt{\frac{\alpha S b_s h_s}{A}} \times S' \quad (\text{mm})$$

- (5) 스펠에 있어서 트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_2 K k^2 Q l_0 \quad (\text{cm}^3)$$

2. 종격벽트랜스버스

- (1) 유효한 크로스타이에 의하여 선측트랜스버스와 결합하는 종격벽트랜스버스는 1항의 각 호에서 크로스타이를 갖는 경우의 선측트랜스버스의 규정에 따라 정한 치수 이상이어야 한다.
- (2) 크로스타이를 설치하지 않는 경우의 종격벽트랜스버스는 1항의 각 호에서 크로스타이를 설치하지 않는 경우의 선측트랜스버스의 규정에 따른다. 다만, h 는 l_0 의 중앙으로부터 내측탱크 또는 중앙탱크의 창구정부까지의 거리(m)로 한다.

3. 선저트랜스버스

- (1) 선저트랜스버스의 강성은 선측트랜스버스의 강성에 따라 균형을 취한 것이어야 한다.
- (2) 선저트랜스버스의 스펠에 있어서 거더의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 9.3 K \alpha k^2 S h_1 l_1^2$$

α, k 및 S : 각각 1항 (1)호의 규정에 따른다.

h_1 : 표 7.1.3에 따른다.

l_1 : 선저트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.

- (3) 만곡부 및 종격벽 하단부에 있어서의 트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 중앙탱크 또는 안쪽 탱크내의 선저트랜스버스와 종격벽을 고착하는 브래킷을 최하부 크로스타이의 위치까지 도달하는 깊이로 할 경우에는, 트랜스버스의 단면계수를 적절히 감소하여도 좋다. 거더의 단면계수를 계산함에 있어서 단면의 중성축은 거더의 깊이 d_b (그림 7.1.3 참조)의 중앙에 있는 것으로 한다.

$$Z = C_2' K Q l_0 \quad (\text{cm}^3)$$

Q 및 l_0 : 각각 1항 (1)호의 규정에 따른다.

C_2' : 계수로서 크로스타이의 수에 따라 표 7.1.6에 따른다.

4. 갑판트랜스버스

- (1) 갑판트랜스버스의 강성은 선측트랜스버스의 강성에 따라 균형을 취한 것이어야 한다.
- (2) 갑판트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 3Kk^2 S \sqrt{L} l_2^2 \quad (\text{cm}^3)$$

k 및 S : 각각 1항 (1)호의 규정에 따른다.

l_2 : 갑판트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.

5. 선측과 종격벽에 종거더를 설치할 경우의 거더 및 트랜스버스

이 규정은 선측과 종격벽에 각각 1조부터 3조까지의 종거더 및 3조의 트랜스버스를 설치하고, 중앙부 트랜스버스와 종거더의 교차부에만 선측과 종격벽과를 유효한 크로스타이로써 결합하는 구조에 대하여 정한 것이다.

- (1) 선측트랜스버스의 소요치수 및 만곡부에 있어서의 트랜스버스의 단면계수는 각각 1항 및 3항의 식에 의하여, 계수 C_0 , C_1 , C_2 및 C_2' 로서 표 7.1.7에 의하여 다음의 K 값에 따라 구한 것을 사용하여 계산한 것 이상이어야 한다.

$$K = \frac{d_0}{d_1} \left(\frac{l_1}{l_0} \right)^2$$

d_0 : 선측트랜스버스 평균 깊이(mm)

l_0 : 1항 (1)호의 규정에 따른다.

d_1 : 선측종거더의 평균 깊이(mm)

l_1 : 선측종거더의 전 길이(m)로서 횡격벽 사이의 거리로부터 횡격벽에 설치하는 수평거더의 깊이를 뺀 것.

- (2) 선측트랜스버스의 단면계수 Z 및 선측종거더의 끝부분과 동 종거더와 끝부분 트랜스버스와의 만나는 곳과의 사이의 선측종거더의 웹의 두께 t 는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 한편 3조의 종거더를 설치하는 경우 최상부의 종거더의 웹의 두께는 적절히 감하여도 좋다.

$$t = C_3 K \frac{Q}{d_1} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$Z = C_4 K k Q l_1 \quad (\text{cm}^3)$$

Q 및 k : 각각 1항 (1)호의 규정에 따른다.

d_1 및 l_1 : 각각 (1)호의 규정에 따른다.

C_3 및 C_4 : 계수로서 각각 표 7.1.7의 K 에 따라 구한다.

표 7.1.7 계수 C_0, C_1, C_2, C_2', C_3 및 C_4

종거더의 수	계수	$K = \frac{d_0}{d_1} \left(\frac{l_1}{l_0} \right)^2$											
		$K \leq 0.2$	$0.2 < K \leq 0.3$	$0.3 < K \leq 0.4$	$0.4 < K \leq 0.5$	$0.5 < K \leq 0.6$	$0.6 < K \leq 0.7$	$0.7 < K \leq 0.8$	$0.8 < K \leq 0.9$	$0.9 < K \leq 1.0$	$1.0 < K \leq 1.2$	$1.2 < K \leq 1.4$	$1.4 < K \leq 1.6$
1조	C_0	0.070	0.080	0.085	0.090	0.095	0.095	0.100	0.100	0.100	0.105	0.105	0.110
	C_1	36.9	37.8	39.0	40.0	41.1	41.8	42.5	42.9	43.2	43.6	43.9	44.3
	C_2	1.44	1.60	1.77	1.89	2.03	2.11	2.22	2.29	2.37	2.45	2.53	2.63
	C_2'	2.89	3.06	3.23	3.40	3.55	3.69	3.81	3.91	4.00	4.08	4.18	4.24
	C_3	45.0	39.6	36.9	34.5	32.4	30.6	28.9	27.4	26.1	24.3	22.0	19.8
	C_4	4.06	3.55	3.26	3.03	2.81	2.61	2.44	2.30	2.16	2.00	1.85	1.70
2조	C_0	0.060	0.072	0.075	0.080	0.085	0.085	0.090	0.090	0.090	0.095	0.095	0.100
	C_1	27.2	29.1	30.8	32.4	33.4	34.3	35.1	35.7	36.3	37.1	38.0	38.9
	C_2	0.76	0.93	1.10	1.25	1.40	1.51	1.61	1.70	1.81	1.94	2.11	2.19
	C_2'	1.62	1.87	2.13	2.34	2.55	2.72	2.89	30.4	3.13	3.31	3.46	3.57
	C_3	30.6	27.9	26.0	24.3	23.0	21.8	20.7	19.7	18.7	17.3	15.3	13.5
	C_4	2.96	2.66	2.48	2.30	2.14	1.98	1.85	1.72	1.62	1.48	1.33	1.18
3조	C_0	1.050	0.060	0.065	0.070	0.075	0.080	0.080	0.085	0.085	0.090	0.090	0.095
	C_1	23.2	25.1	26.8	28.1	29.2	30.2	31.1	32.0	32.9	33.9	34.8	35.7
	C_2	0.050	0.68	0.84	0.98	1.11	1.24	1.35	1.44	1.53	1.69	1.86	2.03
	C_2'	1.19	1.45	1.70	1.87	2.10	2.30	2.47	2.64	2.78	2.98	3.15	3.32
	C_3	26.1	24.3	23.4	22.5	21.6	20.7	19.8	18.9	18.0	16.7	15.0	13.2
	C_4	2.52	2.22	2.07	1.92	1.78	1.66	1.56	1.47	1.39	1.26	1.11	0.96

(비 고)

- 2조의 종거더를 설치하는 경우 C_3 및 C_4 대신에 하부 종거더에 대하여는 $1.2C_3$ 및 $1.2C_4$ 를, 상부 종거더에 대하여는 $0.8C_3$ 및 $0.8C_4$ 를 각각 사용한다.
- 3조의 종거더를 설치하는 경우 최하부의 종거더에 대하여는 C_4 대신에 $1.3C_4$ 를, 최상부 종거더에 대하여는 C_4 대신에 $0.7C_4$ 를 각각 사용한다.

(3) 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서의 트랜스버스 및 종거더의 웨브의 두께는 1항 (4)호의 규정에 따라 정한 것 이상이어야 한다. 다만, 규정의 식에 있어서,

S : (1)호의 규정에 의한 l_1 의 값의 1/2 (m).

S' : 선측트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스 또는 선측종거더 및 종격벽 종거더의 각 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서 각각 웨브의 깊이 방향으로 설치되는 휨보강재의 간격(m).

A : 크로스타이로부터 축력을 지지하는데 유효한 단면적(cm^2)으로서, 크로스타이가 트랜스버스 및 종거더의 각 면내의 부재로써 구성되어 있는 경우에는 1항 (1)호의 규정에 의한 A 의 채택방법에 따라 정하는 이들 양자를 합계한 것.

(4) 종격벽의 트랜스버스 및 종거더는 각각 (1)호 및 (2)호의 규정에 따라 정한 것 이상이어야 한다.

(5) n 조의 종거더를 설치하는 경우에는 종거더 상호의 간격, 종거더와 갑판 및 종거더와 용골상면과의 간격은 가능한 한 $0.85 D/(n+1)$ 이상, $1.15 D/(n+1)$ 이하로 하여야 한다.

(6) 2조 이상의 종거더를 설치하는 경우, 상부 종거더의 깊이는 종거더의 배치에 따라 각종 거더의 평균 깊이의 10% 이내로 감소한 것으로 하여도 좋다.

404. 크로스타이 [지침 참조]

- 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박에서 현측 탱크내의 선측트랜스버스와 종격벽트랜스버스와를 유효하게 결합한 경우 및 403.의 5항에서 규정하는 구조로 할 경우의 크로스타이에 대하여는 다음 각 항의 규정에 따른다.

2. 크로스타이의 간격에 대하여는 403.의 5항 (5)호에 따른다.
3. 현측 탱크내의 선측 및 종격벽의 거더를 결합하는 크로스타이의 단면적 A 및 크로스타이를 구성하는 웨브의 두께 t 는 표 7.1.8의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 7.1.8 크로스타이의 단면적 및 웨브두께

단면적 (cm ²)	웨브두께 (mm)
다음 2개의 식에 의한 값 중 큰 값 $A = \frac{0.77K\alpha S b_s h_s}{1 - 0.5 \frac{l}{k\sqrt{K}}}, \quad A = 1.1K\alpha S b_s h_s$	$t = 16\sqrt{\frac{\alpha S b_s h_s}{A}} d_0$
α : 403.의 1항 (1)호에 따른다. S : 트랜스버스의 간격 (m). 다만, 403.의 5항에 규정하는 구조로 하는 경우에는 동 (1)호의 규정에 의한 l_1 의 값의 1/2 (m). b_s : 크로스타이가 지지하는 너비 (m). (그림 7.1.3 참조) h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 403.의 1항 (1)호에서 규정한 H_2 의 접까지의 거리 (m). l : 선측트랜스버스(또는 종거더) 및 종격벽 트랜스버스 (또는 종거더)의 내면 사이에서 측정된 크로스타이의 길이 (m). $k = \sqrt{I/A}$ (cm) I : 크로스타이의 최소단면 2차모멘트 (cm ⁴). A : 크로스타이의 단면적 (cm ²). d_0 : 웨브의 깊이 (m). 다만, 횡보강재를 크로스타이의 길이 방향에 설치할 때에는 이 횡보강재에 의하여 웨브의 깊이를 분할한 것으로 하여도 좋다.	

4. (1) 크로스타이의 끝부분에는 브래킷을 설치하여 트랜스버스 또는 종거더에 고착하여야 한다.
- (2) 크로스타이를 결합하는 위치에 있어서 트랜스버스에는 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.
- (3) 크로스타이를 구성하는 면재의 너비가 웨브의 각측에서 150 mm를 넘을 경우에는 적절한 간격으로 횡보강재를 설치하여 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.

405. 웨브의 최소두께 및 횡보강재의 치수

1. (1) 용골상면상 대략 $0.25D$ 이하에 있는 종거더의 웨브의 두께 t 는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t = 13.2 \frac{C d_0}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 거더의 깊이(m). 다만, 거더의 깊이의 중간에 면재에 평행한 횡보강재를 설치할 때에는 해당 횡보강재와 판 또는 면재간의 거리(m) 또는 해당 횡보강재 사이의 거리(m).
 C : 계수로서 거더의 깊이 방향에 설치되는 횡보강재의 간격 S (m)와 d_0 의 비에 따라 표 7.1.9에 따른다.

표 7.1.9 계수 C

S/d_0	C
$\frac{S}{d_0} \geq 1.0$	1.0
$\frac{S}{d_0} < 1.0$	$\sqrt{\frac{S}{d_0}}$

(2) 선측에 있어서 갑판 하면 대략 0.25D 이상에 있는 종거더의 웨브의 두께 t는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t = 11.0 \frac{Cd_0}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 및 C : 각각 (1)호의 규정에 따른다.

(3) 전 각 호에서 규정한 것 이외의 종거더 및 트랜스버스의 웨브의 두께 t는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 용골상면상 D/3 또는 갑판으로부터 2번째의 크로스타이의 하부 면재의 하면 중 낮은 쪽의 곳보다 상부에 있는 거더의 웨브에 대하여는 식의 첫째 항에 0.85를 곱한 것으로 하여도 좋다. 다만, 다음 (나)의 i) 및 ii)의 각 규정에 따른다.

$$t = \frac{Cd_0}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : (1)호의 규정에 따른다.

C : 계수로서 거더의 깊이 방향으로 설치하는 휨보강재의 간격 S(m)와 d_0 와의 비 및 보강된 패널(panel)의 배치에 따라 표 7.1.10에 의한 것. S/d_0 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 7.1.10 계수 C_1 , C_2 및 C_3

S/d_0	C_1	C_2	C_3
0.2이하	2.6	2.1	3.7
0.4	4.5	3.7	6.7
0.6	5.6	4.9	8.6
0.8	6.4	5.8	9.6
1.0	7.1	6.6	9.9
1.5	7.8	7.4	10.3
2.0	8.2	7.8	10.4
2.5이상	8.4	8.0	10.4

(가) 면재에 평행한 휨보강재가 없을 때 C_1

다만, 슬롯이 있을 때에는 C_2 를 사용하여 i)의 규정을 적용한 것 미만으로 하여서는 안된다.

(나) 면재에 평행한 휨보강재를 설치할 때

면재와 해당 휨보강재와의 사이 또는 해당 휨보강재 사이의 패널 C_3

다만, 면재에 평행한 휨보강재 및 슬롯이 없는 것으로 하여 계수 C_1 을 사용하여 정한 두께를 넘게 할 필요는 없다.

해당 휨보강재와 판면과의 사이의 패널 C_2

i) 웨브에 보강되지 않은 슬롯이 설치되어 있을 때에는 식의 첫째 항에 다음 식을 곱하여 계산하여야 한다.

$$\sqrt{4.0 \frac{d_1}{S} - 1.0} \quad \left(\text{다만, } \frac{d_1}{S} \text{ 이 } 0.5 \text{ 이하일 때에는 } 1.0 \right)$$

d_1 : 슬롯의 깊이(m)

ii) 웨브에 보강되지 않은 개구가 설치될 때에는 식의 첫째 항에 다음 식을 곱하여 계산하여야 한다.

$$1 + 0.5 \frac{\phi}{a}$$

a : 웨브의 휨보강재로서 둘러싸인 해당 패널의 긴 변의 길이(m)

ϕ : 개구의 지름(m) 개구가 평행부를 가지는 원일 때에는 평행부에 따른 긴 방향의 지름(m)

- (4) 종거더 및 트랜스버스에 설치하는 평강 휨보강재의 깊이는 $0.08 d_0$ 이상이어야 한다. 다만, 휨보강재를 거더의 전 깊이에 걸쳐 설치할 때에는 d_0 는 거더의 깊이를, 휨보강재가 거더를 관통하는 종늑골의 상부로부터 거더의 면재에 걸쳐 설치할 때에는 d_0 는 거더의 깊이에서 종늑골의 높이를 뺀 것을, 또 휨보강재를 면재에 평행하게 설치할 때에는 d_0 는 트리핑브래킷의 간격을 각각 사용한다.
 - (5) 트랜스버스를 유효하게 지지하기 위하여 트리핑 브래킷을 거더의 끝부분 브래킷의 안쪽 끝이나 크로스타이가 결합되는 부분 등에 설치하는 것 이외에 적절한 간격으로 설치하여야 한다. 각 거더의 면재의 너비가 웨브의 각 측에서 180 mm를 넘을 경우에는 상기의 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다.
2. 선저 및 갑판의 종거더에 평강의 수평 휨보강재를 설치할 때에는 휨보강재의 깊이는 1항 (4)호의 규정에 관계없이 $0.06 l$ 이상으로 하여야 한다. 다만, 선저트랜스버스를 지지하는 강력한 선저종거더에 대하여는 수평 휨보강재의 깊이는 $0.08 l$ 이상으로 하여야 한다. 여기에서 l 은 트랜스버스의 간격으로 하지만 l 의 중간에 충분한 깊이를 가지는 브래킷을 거더의 전 깊이에 걸쳐 설치할 경우에는 $1/2$ 로 하여도 좋다.
3. 1항 (4)호 및 2항의 규정에 있어서, 평강 휨보강재의 끝부분을 면재 또는 트리핑 브래킷 등에 고착하는 구조로 할 경우에는 휨보강재의 깊이를 적절히 감소하여도 좋다.

406. 거더의 웨브 및 끝부분 고착 브래킷의 특별보강

중앙 탱크 또는 내측 탱크에 있어서 선저트랜스버스의 종격벽에 고착하는 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근 및 선저종거더의 횡격벽(수밀, 유밀 및 제수)에 고착하는 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근과, 또 현측 탱크에 있어서의 선측트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스의 하단 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근 및 선저종거더의 횡격벽에 고착하는 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근의 웨브는 특히 보강하여야 한다. 또 이들 위치에서 웨브판을 부득이 겹쳐 이을 때에는 좌굴방지에 대하여 특별히 고려를 하여야 한다.

제 5 절 화물구역의 격벽

501. 중앙탱크에 있어서 횡격벽판의 단면적

중앙탱크에 있어서 횡격벽판의 선박의 깊이 방향의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 0.95KS(h - 0.32d)(l - S) \left(C + \frac{Y}{l - S} \right) \quad (\text{cm}^2)$$

S : 선저트랜스버스의 간격(m)

h : 용골상면상 중앙탱크에 있어서의 창구 정부까지의 거리(m)

l : 해당 격벽의 전후에 있어서 수밀, 유밀 또는 제수격벽 사이의 거리(m). 다만, 화물유를 적재하는 장소의 전후 단의 격벽에 있어서는 해당 격벽으로부터 각각 전후의 수밀, 유밀 또는 제수격벽까지의 거리(m) (그림 7.1.5 참조)

Y : 선체 중심선으로부터 선박의 너비 방향으로 측정된 거리(m)

C : 계수로서 중앙탱크의 선저구조에 중심선 종거더가 없을 때에는 0, 중심선 종거더가 있을 때에는 다음 식에 의한 것

$$C = \frac{0.175}{1 + 131.0 \frac{a}{D} \left(\frac{1.5K_b^3}{1 + 15.6K_b^2} + \frac{K_d^3}{1 + 15.6K_d^2} \right)} \times \frac{a}{S}$$

a : 중앙탱크 너비의 1/2(m)

K_b 및 K_d : 각각 선저 중심선 종거더의 높이 h_b (m) 및 갑판 중심선 종거더의 높이 h_d (m)와 l과의 비.

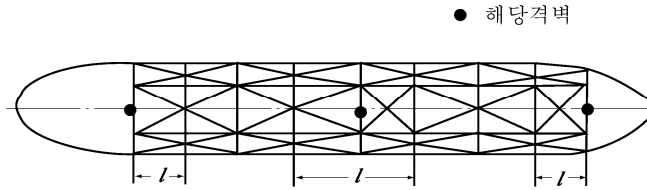


그림 7.1.5 l의 측정방법

502. 격벽판의 두께

1. 격벽판의 두께는 3편 15장 202. 및 207.의 디프탱크 격벽판의 두께에 대한 식에서 h를 격벽판의 하단으로부터 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중에서 큰 것으로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
2. 종격벽의 최하부 및 최상부의 판은 그 너비를 0.1D 이상으로 하고 그 두께 t는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 【지침 참조】

최하부 판 : $t = 1.1S\sqrt{KL} + 2.5$ (mm)

최상부 판 : $t = 0.85S\sqrt{KL} + 2.5$ (mm)

S : 격벽 휨보강재의 간격(m)

3. 종격벽의 두께는 3편 3장 302. 및 4절의 규정에도 적합한 것이어야 한다.

503. 격벽 휨보강재

1. 격벽 휨보강재의 단면계수는 3편 15장 203. 및 207.의 디프탱크 격벽의 격벽 휨보강재의 단면계수에 대한 식에서 h를 수직격벽 휨보강재일 때에는 l의 중앙으로부터, 수평격벽 휨보강재일 때에는 상하의 격벽 휨보강재 사이의 중앙으로부터 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ 중 큰 것으로 하여 정한 것 이상이어야 한다.
2. 종격벽의 상부 및 하부에 설치하는 수평격벽 휨보강재는 그 치수를 전 항에 의한 규정의 치수보다 적절히 증가시켜야 한다.
3. 종격벽의 수평격벽 휨보강재의 면재의 전 너비는 302.의 6항에 의한 것 이상으로 하여야 한다.

$$\text{수평거더가 2조인 경우} : t_2 = \frac{87}{d_l} K \left[W_1 \left(\frac{a_1}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_2 + a_3)}{l_1} \right\} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{수평거더가 3조인 경우} : t_3 = \frac{87}{d_l} K & \left[W_1 \left(\frac{a_1}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_2 + a_3 + a_4)}{l_1} \right\} + W_2 \left(\frac{a_1 + a_2}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_3 + a_4)}{l_1} \right\} \right. \\ & \left. + W_3 \left(\frac{a_1 + a_2 + a_3}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2a_4}{l_1} \right\} \right] + 2.5 \quad (\text{mm}) \end{aligned}$$

$$\text{수평거더가 } n \text{ 조인 경우} : t_n = \frac{87}{d_l} K \left[\sum_{i=1}^n W_i \left(\sum_{j=1}^i \frac{a_j}{l_1} \right)^2 \left(1 + 2 \sum_{k=i+1}^{n+1} \frac{a_k}{l_1} \right) \right] + 2.5 \quad (\text{mm})$$

갑판중거더의 면재의 하면으로부터의 그 직하의 수평거더까지의 사이에 있어서의 수직거더의 웨브의 두께

$$\text{수평거더가 1조인 경우} : t_1 = \frac{87}{d_u} KW \left(\frac{a_2}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l_1} \right) + 2.5 \quad (\text{mm})$$

수평거더가 2조인 경우 :

$$t_2 = \frac{87}{d_u} K \left[W_1 \left(\frac{a_1 + a_2}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l_1} \right) + W_2 \left(\frac{a_3}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_1 + a_2)}{l_1} \right\} \right] + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$\begin{aligned} \text{수평거더가 3조인 경우} : t_3 = \frac{87}{d_u} K & \left[W_1 \left(\frac{a_2 + a_3 + a_4}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l_1} \right) + W_2 \left(\frac{a_3 + a_4}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_1 + a_2)}{l_1} \right\} \right. \\ & \left. + W_3 \left(\frac{a_4}{l_1} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{2(a_1 + a_2 + a_3)}{l_1} \right\} \right] + 2.5 \quad (\text{mm}) \end{aligned}$$

$$\text{수평거더가 } n \text{ 조인 경우} : t_n = \frac{87}{d_u} K \left[\sum_{i=1}^n W_i \left(\sum_{j=i+1}^{n+1} \frac{a_j}{l_1} \right)^2 \left(1 + 2 \sum_{k=1}^i \frac{a_k}{l_1} \right) \right] + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$\text{거더의 단면계수} : Z = 4 K k^2 B_0 h l_1^2 \quad (\text{cm}^3)$$

l_1 : 수직거더의 전 길이로서 선저중거더와 갑판중거더의 면재의 내면 사이의 거리(m). 또, 선저중거더의 상면상, 수직거더의 하부 브래킷의 수직 암의 길이의 1/3 이내에 수평거더가 설치될 때에는 해당 수평거더와 갑판 중거더의 면재의 내면 사이의 거리(m)

B_0 : 종격벽 사이의 거리(m)

d_0 : 수평거더의 평균 깊이(mm)

d_l : 수직거더 하부의 고려하고 있는 곳에 있어서의 거더의 깊이(mm)

d_u : 수직거더 상부의 고려하고 있는 곳에 있어서의 거더의 깊이(mm)

n : l_1 의 범위내에 설치되는 수평거더의 수.

W_i ($i = 1, 2, \dots, n$) : l_1 의 상단으로부터 세어서 i 번째의 수평거더로부터 수직거더에 작용하는 하중으로 다음 식에 의한 것.

$$\text{수평거더가 1조인 경우} : W_1 = \frac{B_0}{4} (a'_1 + a'_2) \left(h' + \frac{3}{4} a'_1 + \frac{1}{4} a'_2 \right) \quad (\text{t})$$

수평거더가 2조인 경우 :

$$W_1 = \frac{B_0}{4} (a'_1 + a_2) \left(h' + \frac{3}{4} a'_1 + \frac{1}{4} a_2 \right) \quad (t)$$

$$W_2 = \frac{B_0}{4} (a_2 + a'_3) \left(h' + a'_1 + \frac{3}{4} a_2 + \frac{1}{4} a'_3 \right) \quad (t)$$

수평거더가 3조인 경우 :

$$W_1 = \frac{B_0}{4} (a'_1 + a_2) \left(h' + \frac{3}{4} a'_1 + \frac{1}{4} a_2 \right) \quad (t)$$

$$W_2 = \frac{B_0}{4} (a_2 + a_3) \left(h' + a'_1 + \frac{3}{4} a_2 + \frac{1}{4} a_3 \right) \quad (t)$$

$$W_3 = \frac{B_0}{4} (a_3 + a'_4) \left(h' + a'_1 + a_2 + \frac{3}{4} a_3 + \frac{1}{4} a'_4 \right) \quad (t)$$

수평거더가 n 조인 경우 :

$$W_1 = \frac{B_0}{4} (a'_1 + a_2) \left(h' + \frac{3}{4} a'_1 + \frac{1}{4} a_2 \right) \quad (t)$$

$$W_i = \frac{B_0}{4} (a_i + a_{i+1}) \left(h' + \sum_{j=1}^{i-1} a_j + \frac{3}{4} a_i + \frac{1}{4} a_{i+1} \right) \quad (t)$$

($i = 2, 3, \dots, n-1$)

$$W_n = \frac{B_0}{4} (a_n + a'_{n+1}) \left(h' + \sum_{j=1}^{n-1} a_j + \frac{3}{4} a_n + \frac{1}{4} a'_{n+1} \right) \quad (t)$$

다만, W_i 및 W_n 의 식 중, $j = 1$ 인 경우에 a_i 는 a'_1 로 한다.

a_i ($i = 1, 2, \dots, n$) : l_1 의 상단과 그 바로 아래의 수평거더와의 사이의 거리, 인접한 수평거더 사이의 거리 또는 l_1 의 하단과 그 바로 위의 수평거더와의 사이의 거리(m). (i 는 위로 부터 차례로 번호를 붙인다)

a'_1 : 종갑판의 하면과 최상의 수평거더와의 사이의 거리 (m).

a'_{n+1} : l_1 의 범위내의 최하부의 수평거더와 그 바로 아래의 수평거더 또는 선저중늑골의 상면까지의 거리 (m).

h : l_1 의 중앙으로부터 중앙탱크에 있어서의 창구정부까지의 거리 (m).

h' : 종갑판의 하면으로부터 중앙탱크에 있어서의 창구 정부까지의 거리 (m).

k : 표 7.1.3에 따른다.

- (2) 수평휨보강재 방식으로서 1조의 수평거더를 갖는 경우, 수평거더를 지지하는 강력한 수직거더의 깊이 d , 웨브의 두께 t 및 거더의 단면계수 Z 는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$\text{거더의 깊이} : d = 3 \left(\frac{l_1}{B_0} \right)^2 d_0 \quad (\text{mm})$$

선저중늑골의 면재의 상면으로부터 수평거더까지의 사이에 있어서의 수직거더의 웨브의 두께.

$$t_1 = \frac{87}{d_l - a} K \left[\frac{1}{4} B_0 h l_1 \left\{ \frac{1}{2} - \frac{X_l}{l_1} + \frac{l_1}{2h} \left(\frac{1}{5} - \frac{X_l}{l_1} + \frac{X_l^2}{l_1^2} \right) \right\} + W_1 \left(\frac{a_1}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_2}{l_1} \right) \right] + 2.5 \quad (\text{mm})$$

갑판중늑골의 면재의 하면으로부터 수평거더까지의 사이에 있어서의 수직거더의 웨브의 두께.

$$t_2 = \frac{87}{d_u - a} K \left[\frac{1}{4} B_0 h l_1 \left\{ \frac{1}{2} - \frac{X_u}{l_1} - \frac{l_1}{2h} \left(\frac{1}{5} - \frac{X_u}{l_1} + \frac{X_u^2}{l_1^2} \right) \right\} + W_1 \left(\frac{a_2}{l_1} \right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l_1} \right) \right] + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$\text{거더의 단면계수} : Z = 5.2Kk^2B_0h_1^2 \quad (\text{cm}^3)$$

X_l : 선저중거더의 면재의 상면으로부터 상방으로 측정된 거리 (m)

X_u : 갑판중거더의 면재의 하면으로부터 하방으로 측정된 거리 (m)

$$W_1 = \frac{B_0}{8} (a'_1 + a'_2) \left(h' + \frac{3}{4}a'_1 + \frac{1}{4}a'_2 \right) \quad (\text{t})$$

$l_1, B_0, d_0, d_b, d_w, a_1, a_2, a'_1, a'_2, h, h'$ 및 k : 각각 (1)호의 규정에 따른다.

a : 슬롯의 깊이(mm). 다만, 슬롯이 칼라로써 유효하게 막혀 있을 때에는 0으로 하여도 좋다.

505. 수평거더에 의하여 지지되는 수직거더

횡격벽에 설치되는 수직거더가 506.에 규정하는 수평거더에 의하여 지지되는 경우에는 이 수직거더의 깊이 d , 웨브의 두께 t 및 거더의 단면계수 Z 는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 143l \quad (\text{mm}) \quad \text{또는} \quad 2.5a \quad (\text{mm}) \quad \text{중 큰 것}$$

$$t = C_1K \frac{Shl}{d_0 - a} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$Z = C_2Kk^2Shl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

a : 슬롯의 깊이(mm)

l : 수직거더의 지지점 사이의 전 길이(m)로서, 선저중거더의 면재의 내면으로부터 바로 위의 수평거더까지, 각 수평거더 사이 또는 갑판중거더의 면재의 내면으로부터 바로 아래 수평거더까지의 거리

S : 수직거더의 간격(m)

h : l 의 중앙으로부터 해당 탱크의 창구 정부까지의 거리 (m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중 큰 것.

d_0 : 고려하고 있는 곳에 있어서의 거더의 깊이 (mm)

k : 표 7.1.3에 따른다.

C_1 및 C_2 : 계수로서 각각 다음 식에 의한 값

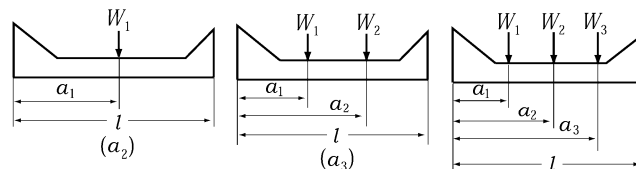
$$C_1 = 87 \left(\frac{1}{2} - \frac{X}{l} + \frac{1}{2} \frac{l}{h} \left(\frac{1}{5} - \frac{X}{l} + \frac{X^2}{l^2} \right) \right),$$

$$C_2 = 8 \left(1 + \frac{l}{10h} \right)$$

X : l 의 하단으로부터 상방으로 측정된 거리 (m)

506. 수직거더를 지지하는 수평거더 [지침 참조]

횡격벽에 설치되는 수평거더가 수직거더를 지지하는 경우에는 이 수평거더의 깊이, 웨브의 두께 및 거더의 단면계수는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 단면계수에 대하여는 a_i 의 시작점을 각 거더의 끝으로 취하여 식으로부터 얻어지는 값보다 큰 것 이상이어야 한다.(그림 7.1.7 참조)



(1) 수직거더 1조 (2) 수직거더 2조 (3) 수직거더 3조

그림 7.1.7 l, a_1, a_2 의 측정방법

거더의 깊이 : $d = 143l$ (mm)

수평거더의 끝과 그 끝부분에 가까운 수직거더 사이의 수평거더 웨브의 두께.

$$\text{수직거더가 1조인 경우 : } t_1 = \frac{87}{d_0} K W_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l}\right) + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$\text{수직거더가 2조인 경우 : } t_2 = \frac{87}{d_0} K \left[W_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l}\right) + W_2 \left(1 - \frac{a_2}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_2}{l}\right) \right] + 2.5 \quad (\text{mm})$$

수직거더가 3조인 경우 :

$$t_3 = \frac{87}{d_0} K \left\{ W_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_1}{l}\right) + W_2 \left(1 - \frac{a_2}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_2}{l}\right) + W_3 \left(1 - \frac{a_3}{l}\right)^2 \left(1 + \frac{2a_3}{l}\right) \right\} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

거더의 단면계수

$$\text{수직거더가 1조인 경우 : } Z_1 = 85.5 K k W_1 a_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 \quad (\text{cm}^3)$$

$$\text{수직거더가 2조인 경우 : } Z_2 = 85.5 K k \left\{ W_1 a_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 + W_2 a_2 \left(1 - \frac{a_2}{l}\right)^2 \right\} \quad (\text{cm}^3)$$

$$\text{수직거더가 3조인 경우 : } Z_3 = 85.5 K k \left\{ W_1 a_1 \left(1 - \frac{a_1}{l}\right)^2 + W_2 a_2 \left(1 - \frac{a_2}{l}\right)^2 + W_3 a_3 \left(1 - \frac{a_3}{l}\right)^2 \right\} \quad (\text{cm}^3)$$

l : 수평거더의 지지점 사이의 전 길이(m)로서, 선측 외판과 종격벽과의 거리 또는 종격벽 사이의 거리. 다만, 선측 종격벽 및 종격벽 종격벽을 가지는 경우에는 종격벽의 면재 사이의 거리, 또 종격벽 사이의 중앙에 504.에서 규정하는 강력한 수직거더를 설치할 때에는 종격벽 사이의 거리의 1/2로 한다.

$W_i (i = 1, 2, 3)$: l 의 끝으로부터 세어서 i 번째의 수직거더로부터 수평거더에 작용하는 하중으로 다음 식에 의한 것.

$$W_1 = \frac{1}{2} a_2 b h \quad (\text{t})$$

$$W_2 = \frac{1}{2} (a_3 - a_1) b h \quad (\text{t})$$

$$W_3 = \frac{1}{2} (l - a_2) b h \quad (\text{t})$$

b : 수평거더가 지지하는 면적의 너비(m)

h : b 의 중앙으로부터 해당 탱크의 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중 큰 것.

$a_i (i = 1, 2, 3)$: l 의 한쪽 끝으로부터 세어서 i 번째의 수직거더 사이의 거리(m).

k : 표 7.1.3에 따른다.

507. 수직힘보강재를 지지하는 수평거더

횡격벽에 설치되는 수평거더가 수직힘보강재를 지지하는 경우 이 수평거더의 깊이 d , 웨브의 두께 t 및 거더의 단면계수 Z 는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 143l \text{ (mm) 및 } 2.5a \text{ (mm) 중 큰 것.}$$

$$t = CK \frac{Shl}{d_1 - a} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$Z = C' K k^2 S h l^2$$

a : 슬롯의 깊이(mm)

l : 수평거더의 지지점 사이의 전 길이(m)로서, 선측외판과 종격벽과의 거리 또는 종격벽 사이의 거리. 다만, 선측 종거더 및 종격벽 종거더를 가지는 경우는 종거더의 면재 사이의 거리.

S : 거더가 지지하는 면적의 너비(m)

h : S 의 중앙으로부터 해당 탱크의 창구 정부까지의 거리(m) 및 $0.3\sqrt{L}$ (m) 중 큰 것.

d_1 : 고려하고 있는 곳의 거더의 깊이(mm)

k : 표 7.1.3에 따른다.

C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = \left| 87 \left(\frac{1}{2} - \frac{X}{l} \right) \right|$$

X : l 의 끝으로부터 측정된 거리(m)

C' : 계수로서 표 7.1.11에 따른다.

표 7.1.11 계수 C'

	선측종거더 및 종격벽 종거더를 가지는 경우	기타
선측탱크	7	10
중앙탱크	7	$10 \frac{B_S}{B_C}$

B_S : 선측탱크의 너비(m)로서 선측외판과 종격벽과의 거리.
 B_C : 중앙탱크의 너비(m)로서 종격벽 사이의 거리. 다만, $\frac{B_S}{B_C}$ 가 1.0을 넘을 때에는 1.0으로 하고, 0.7 미만일 때에는 0.7로 한다.

508. 거더의 웹, 면재 및 휨보강재

- 횡격벽에 설치되는 수직거더 또는 수평거더의 웹의 두께는 다음 각호의 규정에 따라 정한 것 이상이어야 한다.
 - 504.에서 규정하는 강력한 수직거더의 웹의 두께는 405.의 1항 (1)호에 따라 정한 것. 다만, 이 수직거더의 하부브래킷의 수직암 끝부분 부근을 제외하고, l_1 의 상부 2/3에서는 식의 첫째 항에 0.85를 곱한 것으로 하여도 좋다.
 - 505.부터 507.까지에서 규정하는 거더의 웹의 두께는 405.의 1항 (3)호에 따른다.
- 1항의 거더를 구성하는 면재의 두께 및 전 너비는 401.의 4항에 따라 정한 것 이상이어야 한다. 다만, 파형격벽의 거더의 깊이는 파형의 깊이의 중앙으로부터 측정된 것으로 한다.
- 1항의 거더의 웹에는 405.의 규정에 따라 평강휨보강재를 설치하여야 한다.

509. 거더의 웹 및 단부고착 브래킷의 특별보강

504.에서 규정하는 강력한 수직거더에서는 하부브래킷 및 선저종거더의 면재의 상면으로부터 그 바로 위의 수평거더 사이의 웹(선저종거더의 바로 위의 수평거더가 선저종거더의 면재의 상면상 수직거더의 하부브래킷의 수직암의 길이의 1/3 이내에 있을 때에는 해당 수평거더로부터 그 바로 위의 수평거더 사이의 웹을 포함)는 특히 간격을 좁혀서 보강하여야 하며, 506. 및 507.에서 규정하는 수평거더에서는 끝부분 브래킷과 그 안쪽 끝부분 부근의 웹은 특히 간격을 좁혀서 보강하여야 한다. 또 이들 위치에서 웹판을 부득이 겹쳐 이을 때에는 좌굴방지에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

510. 큰 화물유 탱크 격벽의 보강

큰 화물유 탱크의 격벽판, 휨보강재, 수직거더 및 수평거더의 치수는 501.부터 507.까지의 각 식 중의 h 및 h' 를 각각 각 항에서 규정하는 값과 다음 식에 의한 것 중 큰 값을 사용하여 계산한 것 이상이어야 한다.

$$H = 0.85(h + \Delta h) \quad (\text{m})$$

h : 각 항에서 규정하는 h 또는 h' (m)
 Δh : 3편 15장 105.의 규정에 따른다.

511. 제수격벽 【지침 참조】

1. 격벽휨보강재 및 거더는 탱크의 크기 및 개구율을 고려하여 충분한 강도의 것으로 하여야 한다.
2. 중앙탱크에 있어서 제수격벽판의 선박의 깊이 방향에 대한 단면적은 501.의 규정에 따라 정하는 것 이상으로 하여야 한다.
3. 격벽판의 두께 t 는 108.의 (4)호에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 횡제수격벽의 최하부 판의 두께는 적절히 증가시켜야 한다.

$$t = 0.3 S \sqrt{(L + 150)K} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S : 격벽휨보강재의 간격(m)

4. 중심선 제수격벽의 최하부 및 최상부의 판의 너비 및 두께는 각각 502.의 2항에 따라 정하여야 한다.
5. 제수격벽의 격벽판의 두께에 대하여는 전단좌굴에 대하여 충분한 고려를 할 것을 권장한다.

제 6 절 현측탱크의 상대변형

601. 현측탱크의 상대변형(Relative deformation) 【지침 참조】

현측탱크에서는 다음 식에 의한 값 δ 가 0.15를 넘을 경우에는 현측탱크의 구조에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

$$\delta = \frac{h - 0.32d}{n_b K_b + n_s \eta_s K_s + n_t \eta_t K_t} \times \frac{a}{b} l$$

a : 중앙탱크의 너비의 1/2 (mm)

b : 현측탱크의 너비 (m)

h : 용골상면상 중앙탱크의 창구 정부까지의 거리 (m)

l : 중앙탱크에 있어서의 수밀, 유밀격벽 사이의 1탱크의 길이 (m)

n_b, n_s 및 n_t : l 의 범위내에 있어서 현측탱크내의 각 횡격벽, 제수격벽 및 트랜스버스 링의 수. 이 경우에 있어서 l 의 전후단에 있어서의 것은 1/2로 헤아린다.

η_s 및 η_t : 각각 제수격벽 및 트랜스버스 링의 개구율에 따라 표 7.1.12에 의하여 정하여지는 값. 개구율이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

K_b, K_s 및 K_t : 다음 식에 따른다.

$$81.0 \frac{Dt}{ab} \quad (\text{t/cm})$$

t : K_b 의 경우에는 현측탱크내의 횡격벽의 격벽판의 평균두께, K_s 의 경우에는 현측탱크의 제수격벽의 격벽판의 평균두께, K_t 의 경우에는 현측탱크내의 트랜스버스 링의 평균두께 (mm)

a : 현측탱크내의 횡격벽 또는 제수격벽이 파형인 경우에는 수직파형 또는 수평파형의 어느 쪽인가에 따라서 다음에 의한 것. 기타의 경우에는 1.0.

수직파형인 경우 : $\frac{\text{선박의 너비 방향의 거스 길이 (m)}}{b}$

수평파형인 경우 : $\frac{\text{선박의 깊이 방향의 거스 길이 (m)}}{D}$

표 7.1.12 계수 η_s 및 η_t

개구율 (%)	η_s 및 η_t
0	1.00
5	0.95
10	0.80
20	0.55
30	0.35
40	0.23
50	0.15
60	0.10
70	0.06

제 7 절 용접

701. 용접

- 유조선의 용접에 대하여는 화물유 탱크에 대하여 이 절의 규정에 특별히 정하는 것 이외에는 3편 1장 표 3.1.11의 규정을 적용한다.
- 필릿용접에 대하여는 표 7.1.13에 따른다.

표 7.1.13 필릿용접의 적용

난	부재명칭	적용하는 곳	종류	
1	거더 및 트랜스버스	웹	외판, 갑판 또는 종격벽의 격벽판	F1
2			웹상호	F1
3			면재	F2
4		웹의 슬롯 부분	종늑골, 종갑판보 및 종격벽의 수평 휨보강재의 웹	F2
5		웹에 설치하는 트리핑 브라켓 및 휨보강재	웹	F3
6			종늑골, 종갑판보 및 종격벽의 수평 휨보강재	F1
7	종늑골, 종갑판보 및 종격벽의 수평 휨보강재	외판, 갑판 또는 종격벽 격벽판	F3	
8	크로스타이	크로스타이를 구성하는 부재(웹과 면재)	F3	
9		트랜스버스 또는 거더의 면재	F1	

(비고)

거더 및 트랜스버스의 단부 브라켓의 내단부에 있어서 그 등급새가 작을 때에는 면재와 웹과의 용접을 적절한 범위에 걸쳐서 F1로 할 것을 권장한다.

제 8 절 중심선에만 종격벽을 갖는 유조선에 대한 보완

801. 적용

이 절의 규정은 중심선에만 종격벽을 갖는 L 이 120m 이하인 유조선에 대하여 보완 규정한 것으로서 특히 이 절에서 정하는 것 이외는 전 각 절의 규정을 적용한다. 다만, 406. 및 509.의 적용은 생략할 수 있다.

802. 트렁크

1. 트렁크의 정판 및 측벽의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 6.5 \frac{S}{\sqrt{K}} + 2.0 \quad (\text{mm})$$

S : 종격벽 횡보강재의 간격 (m)

2. 트렁크의 정판 및 측벽에 설치하는 종격벽 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 2K\sqrt{L}St^2 \quad (\text{cm}^3)$$

l : 보강 거더의 간격 (m)

S : 종횡보강재의 간격 (m)

803. 화물유를 적재하는 곳의 트랜스버스

1. 화물유를 적재하는 곳의 트랜스버스에 대하여는 특히 803.에 규정하는 것 이외에는 401.부터 406.까지의 규정을 적용한다. 다만, 소형선박에서는 트랜스버스의 단부 브래킷은 우리 선급의 승인을 받고 생략할 수 있다.

2. 선저트랜스버스의 깊이 d 및 거더의 단면계수 Z 는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 0.16l_0 \quad (\text{m})$$

$$Z = 9.7Kk^2(d + 0.026L')Sl_0^2 \quad (\text{cm}^3)$$

l_0 : 거더의 전 길이(m)로서 선측트랜스버스의 면재의 내면으로부터 중심선 격벽에 설치하는 거더 면재의 내면까지의 거리 (m)

S : 트랜스버스의 간격 (m)

k : 표 7.1.3에 따른다.

L' : 선박의 길이. 다만, L 이 230 m를 넣을 때에는 230 m로 한다.

3. 선측트랜스버스의 깊이 d 및 거더의 단면계수 Z 는 각각 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 거더의 깊이를 테이퍼로 할 경우에는 403.의 1항 (2)호에 따른다.

$$d = 0.15l_0 \quad (\text{m})$$

$$Z = 8.7Kk^2Shl_0^2 \quad (\text{cm}^3)$$

l_0 : 선측트랜스버스의 전 길이 (m)로서, 선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.(그림 7.1.3 참조)

S : 트랜스버스의 간격(m)

h : l_0 의 중앙으로부터 용골 상면상 다음 점까지의 거리 (m)

$$h = d + 0.038L \quad (\text{m})$$

k : 표 7.1.3에 따른다.

4. 만곡부에 있어서 트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 단면계수를 계산함에 있어서 단면 중성축은 거더의 깊이 d_b (그림 7.1.3 참조)의 중앙에 있는 것으로 한다.

$$Z = 7.8 K S h l_0^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S, h 및 l_0 : 각각 3항의 규정에 따른다.

5. 갑판트랜스버스

- (1) 트렁크를 갖지 않는 선박의 갑판트랜스버스의 깊이 및 거더의 단면계수는 각각 402.의 2항 (1)호에 의한 것 이상이어야 한다.
 - (2) 트렁크를 가진 선박에서는 트렁크내를 가로질러서 연속한 갑판트랜스버스를 설치하는 구조를 표준으로 한다. 이 경우 트렁크에 의하여 지지된다고 보이는 갑판트랜스버스는 그 깊이를 $0.03B$ 로 하여도 좋다.
6. 중심선 격벽에 설치하는 트랜스버스는 3항의 선측트랜스버스의 규정에 따른다. 다만, 각 식의 계수에 0.8을 곱하여 정한 것 이상이어야 한다.

804. 횡거더

갑판트랜스버스와 동일 평면내의 트렁크에는 횡거더를 설치하여야 하며 그 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 1.4 K \sqrt{L} S l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- l : 트렁크의 너비의 1/2 (m)
- S : 횡거더의 간격 (m)

제 9 절 선수부 현측탱크에 대한 특별규정

901. 적용

L 이 200 m 이상인 유조선으로서 선수단으로부터 0.15L의 곳과 선수격벽까지의 사이의 만재시 빈화물창으로 되는 현측탱크내의 부재에 대하여는 이 절의 규정에 따르는 이외에 전 각 절의 규정에 적합하여야 한다.

902. 선측중능골

1. 선측중능골의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 9 K S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- l : 트랜스버스의 간격 (m)
- S : 중능골의 간격 (m)
- h : 해당 능골로부터 용골상면상 다음 식에 의한 점 h' 까지의 거리(m)

$$h' = 0.7d + 0.05L \quad (\text{m})$$

다만, 다음 식에 의한 것(m) 미만이어서는 안된다.

$$h = 0.2\sqrt{L} + 0.03L \quad (\text{m})$$

2. 선측중능골을 브래킷으로서 트랜스버스와 고착하는 경우에는 그 단면계수를 전 항의 식에 다음에 의한 값을 곱한 것으로 하여도 좋다.

$$(1 - C)^2$$

C : 다음 식에 의한 값.

양끝에 브래킷을 설치하는 경우 : $C = \frac{b_1 + b_2 - 0.3}{l}$

한쪽 끝에 브래킷을 설치하는 경우 : $C = \frac{b - 0.15}{l}$

b, b_1 및 b_2 : 각각 브래킷의 종늑골 방향의 암의 길이 (m). 다만, C 의 값이 (-)로 될 때에는 C 는 0으로 한다.
(그림 7.1.8 참조)

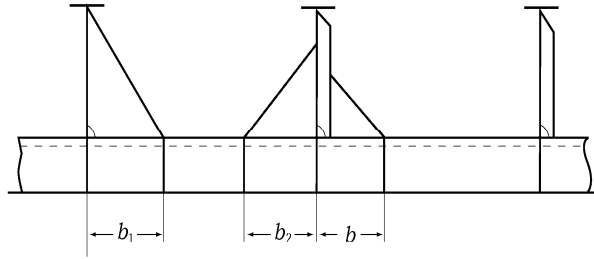


그림 7.1.8 b, b_1, b_2 의 측정방법

903. 선측트랜스버스

1. 트랜스버스의 단면계수는 403.의 1항 (5)호에 따른다. 다만, 식을 적용함에 있어서 h 는 l_0 의 중앙으로부터 용골상면상 0.1L의 점까지의 거리 (m).
2. 하단브래킷 내단부에 있어서의 웨브의 두께는 403.의 1항 (3)호에 따른다. 다만, 식을 적용함에 있어서 h 는 l_0 의 중앙으로부터 용골상면상 0.1L의 점까지의 거리 (m).
3. 크로스타이 사이의 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 43.5 CK \frac{Sh_i l_i}{d_i - a_i} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S : 트랜스버스의 간격 (m)

d_i : 각각 스패의 중앙부에 있어서의 웨브의 깊이 (mm)

a_i : 각각 스패 사이의 최대 슬롯의 깊이 (mm). 다만, 슬롯에 칼라를 설치할 때에는 0으로 하여도 좋다.

l_i : 각각 트랜스버스의 스패 (m). 다만, 크로스타이와 선저트랜스버스 또는 갑판트랜스버스와의 사이에 대하여는 그것들의 면재와 크로스타이 중심과의 사이의 거리. 크로스타이 사이에 대하여는 크로스타이 중심 사이의 거리로 한다.(그림 7.1.9 참조)

h_i : 각각 l_i 의 중앙으로부터 용골상면상 0.1L의 점까지의 거리 (m). 다만, 그 거리가 0.06L (m) 미만의 경우에는 0.06L (m)로 한다.

C : 다음 식에 의한 값.

$$C = 1.2 - \frac{2b_i - 0.3}{l_i}$$

b_i : 각각 스패의 양단의 브래킷 중 작은 쪽의 암의 길이 (m).(그림 7.1.9 참조)

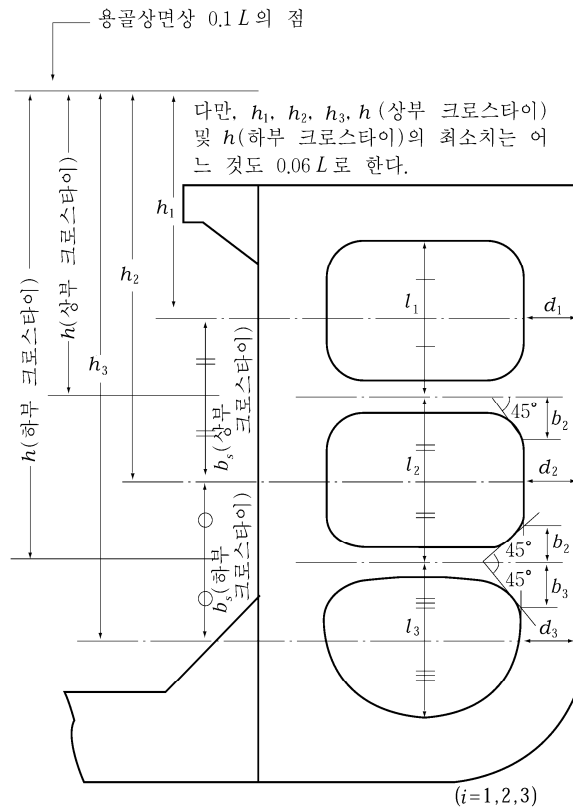


그림 7.1.9 l, b 등의 측정방법

4. 크로스타이가 결합되는 부분에 있어서의 웨브의 두께는 403.의 1항 (4)호에 따른다. 다만, 식을 적용함에 있어서 h 는 b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 $0.1L$ 의 점까지의 거리 (m)로 한다. 다만, 그 거리가 $0.06L$ (m) 미만의 경우에는 $0.06L$ (m)로 한다.

904. 거더 단부의 웨브의 특별보강

선측트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스의 상하단 브래킷과 그 내단부근 크로스타이가 결합하는 부분 부근의 웨브는 특히 간격을 좁혀서 보강하여야 한다.

905. 크로스타이

크로스타이의 단면적 및 웨브의 두께는 404.의 규정에 따른다. 다만, 식을 적용함에 있어서 h 는 b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 $0.1L$ 의 점까지의 거리 (m)로 하며 그 거리가 $0.06L$ (m) 미만인 경우에는 $0.06L$ (m)로 한다.

906. 종격벽 트랜스버스

종격벽 트랜스버스는 선측트랜스버스의 규정에 따라 정한 치수 미만이어서는 안된다.

제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치

1001. 일반사항 [지침 참조]

1. 적용

- (1) 이 절의 규정은 유조선으로서 등록하고자 하는 선박의 관장치 및 벤트장치에 적용한다.
- (2) 이 절의 규정은 다음에 정하는 유조선에 적용하며 이와 다른 유조선의 관장치 및 벤트장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

- (가) 원유, 인화점이 60°C 이하(밀폐식 시험방법에 의한다.)인 석유제품 또는 이와 유사한 액상화물을 운송하는 선박
- (나) 기관구역 및 화물유탱크(슬롭탱크를 포함한다. 이하 이 절에서는 동일하다.)가 8편 2장 4절의 규정에 따라 배치된 선박
- (다) 화물을 적재시에는 육상설비로, 하역시에는 선내펌프를 이용하는 선박
- (3) 이 절의 규정에 추가하여 8편 2장 4절 및 8편 9장 5절의 규정에도 만족하여야 한다.

2. 승인도면 및 자료

제출하여야 할 도면 및 자료는 다음과 같다.

- (1) 승인용 도면 및 자료(관, 밸브 등의 재료, 치수, 설계압력 및 역화방지장치의 배치 등을 기재할 것)
 - (가) 화물유 제관계통도 및 계측장치도
 - (나) 화물유 펌프실의 빌지 및 통풍장치도
 - (다) 화물증기 등의 벤트관 장치도
 - (라) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료
- (2) 참고용 도면 및 자료
 - (가) 화물유탱크의 PV밸브 및 과압방지장치의 용량검토계산서
 - (나) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

3. 특수장치

선박에 새로운 형식의 펌프 및 관장치 등을 장치하는 경우에는 그 장치의 사양 및 상세한 도면을 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상세한 검토 및 시험을 요구할 수 있다.

- 4. 3항을 적용함에 있어 “주 및 보조 보일러의 연료로 원유 또는 슬롭을 사용하는 유조선”의 경우, 부록 7-1 「원유를 보일러용 연료로 사용하는 유조선의 추가요건」에 따른다. (2021)

1002. 화물유펌프, 화물유관장치, 화물유탱크내 배관 등

1. 화물유펌프

- (1) 화물유펌프는 다음의 (가) 부터 (마)의 규정에 적합하여야 한다.
 - (가) 불꽃이 발생할 위험이 없는 것으로서 펌프 본체의 축관통부에서 가능한 한 기름이 적게 새어나오도록 하여야 한다.
 - (나) 축이 격벽 또는 갑판을 관통하는 경우에 펌프와 원동기 사이에는 플렉시블 커플링으로 연결하고 또한, 격벽 또는 갑판 관통부에 유효하게 운환되는 기밀 실 또는 항구적으로 기밀을 확보할 수 있는 기타의 장치가 부착되어야 한다. 벨로스 피스(bellows piece)가 사용되는 경우에는 설치하기 전에 내압시험을 하여야 한다. 기밀 실 또는 기타의 장치는 불꽃을 발생시킬 위험이 없는 구조이어야 하고, 축과 접촉하는 봉인부의 재료는 불꽃을 발생시키지 않는 재료이어야 한다. 【지침 참조】
 - (다) 8편 2장 4절 410. 1의 규정에도 만족하여야 한다.
 - (라) 펌프의 토출측에는 스톱밸브를 설치하여야 한다. 다만, 펌프의 토출측 화물유관의 적절한 위치에 스톱밸브를 설치하는 경우에는 이 스톱밸브는 생략할 수 있다.
 - (마) 펌프의 토출측에 도출밸브를 설치하는 경우에는 도출밸브에서 나온 기름을 펌프의 흡입측에 유도하도록 배관하여야 한다.
 - (바) 펌프의 토출측에는 1개의 압력계측장치를 설치하여야 한다. 다만, 펌프가 펌프실 이외의 구획에 있는 원동기에 의하여 구동되는 경우에는 원동기의 조종위치에서도 볼 수 있도록 1개의 압력계측장치를 추가로 설치하여야 한다.
- (2) 화물유펌프를 구동하는 원동기가 화물유펌프실내에 장치되고 또한 원동기가 증기원동기 또는 유압모터가 아닌 경우에는 원동기의 종류, 구조, 구동방법 등에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (3) 디프웰 펌프(deep well pumps) 또는 서브머지드 펌프(submerged pumps) 등을 장비하는 경우에는 구조, 구동방법 등에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (4) 화물유펌프는 원칙적으로 화물유탱크의 화물 및 평형수의 이송, 화물유탱크 세정수의 이송 및 1003.의 1항 (2)호의 빌지 흡입 및 2항 (2)호의 평형수 흡입 이외의 목적에 사용하여서는 안된다.

2. 화물유관 장치의 배관

- (1) 화물유관은 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고는 제3급관으로 취급한다.
- (2) 선박에는 원칙적으로 2대 이상의 화물유펌프를 설치하여야 하며 각 화물유탱크에는 1대의 화물유펌프가 정지한 경우에도 하역에 지장을 주지 아니하도록 흡입관을 설치하여야 한다.

- (3) 화물유관은 화물유펌프를 경유하지 아니하고 화물유를 적재할 수 있도록 배관하여야 한다. 또한 화물유 적재관을 갑판상에서 직접 탱크에 배관하는 경우에는 정전기의 발생을 방지하기 위하여 화물유 적재관의 개구단을 가능한 한 저면 가까이 유도하여야 한다.
- (4) 선외에서 해수를 흡입하는 평형수관을 화물유관에 연결하는 경우에는 해수흡입밸브와 화물유관의 사이에 스톱밸브를 설치하여야 한다.
- (5) 화물유관에 슬립조인트를 사용하는 경우에는 5편 6장 104.의 5항에 적합한 것이어야 한다.
- (6) 평형수 전용 탱크의 해수 흡입관 및 배출관은 화물유탱크의 해수 흡입관 및 배출관에 연결하여서는 안된다.

3. 크 용도의 변경

화물유관 장치를 전환시켜 화물유탱크를 평형수탱크로 사용할 수 있도록 한 탱크에 대하여는 우리 선급이 인정하는 전환장치를 설치하여야 하며, 우리 선급이 승인한 전환작업을 위한 상세한 작업 지침을 명기한 도면 또는 서류를 선내에 비치하여야 한다. **【지침 참조】**

4. 화물유펌프 및 관장치의 격리 (2024) **【지침 참조】**

- (1) 화물유관은 2항 (2)호, 1003.의 1항 및 2항에 규정된 것을 제외하고는 다른 관과는 별개로 배관하여야 한다.
- (2) 화물유관은 연료유탱크 및 기관실, 거주구역 등 발화될 위험이 있는 구획을 통과하여서는 아니되며, 선수격벽보다 앞쪽 및 기관실 전단격벽보다 뒷쪽의 구획에 유도되어서는 안된다.
- (3) 노출갑판상의 화물유관은 거주구역 등에서 충분한 거리를 두고 배관하여야 한다.
- (4) 화물지역 이외의 장소에 선수미 하역을 하는 선박에는 화물호스 접속부로 유도되는 화물유관의 연결부는 밸브연결부를 제외하고 용접이음이어야 하며 해당 화물유관은 명백히 식별되어야 하고 화물지역 내에 위치한 (가) 또는 (나)에 의하여 격리되어야 한다. 또한 선수미 접속부의 화물유관 개구단에는 맹판을 설치하여야 한다.
 - (가) 폐쇄상태에서 고정할 수 있고, 격리의 효과를 확인할 수 있는 장치를 갖는 2개의 스톱밸브
 - (나) 분리할 수 있는 스폴피스(spool piece) 또는 스펙터클 플랜지(spectacle flange) 등과 동등한 격리수단을 가진 다른 폐쇄장치와 1개의 스톱밸브
- (5) 화물유관 및 화물유탱크에 연결된 유사한 관은 평형수탱크를 통과할 수 없다. 다만, 규칙 5편 6장 표 5.6.2에 따라 두꺼운 강관을 적용하고, 해당 관의 길이가 짧고 또한 관의 이음이 용접구조 또는 누설의 우려가 없는 플랜지이음형식의 배관일 경우에는 평형수탱크를 관통할 수 있으며, 관의 신축대책으로서는 팽창곡관(expansion bends)을 사용하여야 한다. “누설의 우려가 없는 플랜지이음”이란 최소 PN10 또는 설계압력에 따라 요구되는 호칭압력보다 1등급 위의 호칭압력에 대응하는 플랜지 중 더 큰 값을 가지는 플랜지를 의미하며, “팽창곡관(expansion bends)”이란 열팽창 또는 선체 변형으로 인한 관의 직선길이에 발생가능한 과도한 응력이나 변위에 대응하기 위한 관장치의 오메가(Ω)형태의 팽창루프(expansion loop)를 의미한다.
- (6) 화물관과 밸러스트관 사이의 연결은 MARPOL 부록 I의 1.18.에서의 규정에 대한 통합해석에 명시된 비상 배출을 제외하고는 허용되지 않는다.
- (7) (6)호의 규정에도 불구하고 휴대용 스폴 피스를 통해 화물 펌프에 연결하여 분리된 밸러스트를 비상 배출하도록 할 수 있다. 이 경우 밸러스트 탱크로 기름이 통과하는 것을 방지하기 위해 분리된 밸러스트 연결부에 역류 방지 밸브를 설치해야 한다. 휴대용 스폴 조각은 펌프실의 눈에 잘 띄는 위치에 장착해야 하며, 사용을 제한하는 영구 표시가 그 옆에 눈에 띄게 표시되어야 한다. 또한 스폴 피스가 제거되기 전에 화물 및 밸러스트 라인을 차단하기 위한 차단 밸브가 제공되어야 한다.

5. 화물유관의 격벽밸브 **【지침 참조】**

- (1) 화물유관이 화물유탱크와 펌프실 사이의 유밀격벽을 관통하는 곳에는 격벽에 되도록 접근하여 스톱밸브를 설치하여야 한다.
- (2) (1)호에 규정하는 밸브가 펌프실 쪽에 있을 때에는 강재 또는 연신율이 12 % 이상인 주철재의 것으로서 직접 폐쇄할 수 있어야 하며 그 구획 이외의 쉽게 접근할 수 있는 곳에서도 폐쇄할 수 있는 원격조작의 것이어야 한다. 다만, 화물유관의 각 지관에 갑판상으로부터 조작할 수 있는 밸브를 설치한 경우에는 펌프실 쪽에 있는 밸브는 연신율이 12 % 미만인 주철재의 것이라도 무방하며 원격조작구조의 것이 아니라도 좋다.
- (3) (1)호에 규정하는 밸브가 탱크의 안쪽에 있는 경우에는 주철재의 것이라도 무방하며 직접 폐쇄될 수 있는 것일 필요는 없으나 원격조작의 것이어야 하며 또한 펌프실내에 별도의 밸브를 설치하여야 한다.
- (4) (2)호 및 (3)호의 규정에 따라 밸브를 원격조작 구조의 것으로 할 경우에는 밸브의 조작위치에서 밸브가 개폐되어 있는 것을 확인할 수 있도록 하여야 한다.

6. 밸브조작부의 갑판관통부

화물유탱크내의 밸브의 조작부가 가스밀 또는 유밀의 갑판을 관통하는 경우에는 스테핑박스를 설치하여야 한다.

7. 화물유탱크내의 배관 (2024) 【지침 참조】

- (1) 화물유탱크내에는 화물유관, 화물유의 가열관, 화물유탱크의 평형수관 및 다음 각호의 규정에 따라 설치가 인정된 관 이외의 관을 설치하거나 관통하여서는 안된다.
- (2) 화물유 관장치외의 원격제어용관, 화물유탱크의 증발가스 배출관, 세정용관, 측심장치용관 및 계측장치용관은 화물유탱크내에 설치할 수 있다.
- (3) 우리 선급이 승인하는 경우에는 화물유탱크를 관통하는 배수관, 위생수관 등을 설치할 수 있다.
- (4) 평형수관은 화물유탱크를 통과할 수 없다. 다만, 규칙 5편 6장 표 5.6.2에 따라 두꺼운 강관을 적용하고, 해당 관의 길이가 짧고 관의 이음이 용접구조 또는 누설의 우려가 없는 플랜지이음 형식의 배관일 경우에는 화물유탱크를 통과할 수 있으며, 관의 신축대책으로서는 팽창곡관(expansion bends)을 사용하여야 한다. “누설의 우려가 없는 플랜지이음”이란 최소 PN10 또는 설계압력에 따라 요구되는 호칭압력보다 1등급 위의 호칭압력에 대응하는 플랜지 중 더 큰 값을 가지는 플랜지를 의미하며, “팽창곡관(expansion bends)”이란 열팽창 또는 선체 변형으로 인한 관의 직선 길이에 발생가능한 과도한 응력이나 변위에 대응하기 위한 관장치외의 오메가(Ω)형태의 팽창루프(expansion loop)를 의미한다. 화물유탱크를 관통하는 평형수 선외배출관은 적용지침 7편 1장 10절 1002. 6. (3)에 적합하여야 한다.

8. 화물유탱크의 측심장치 【지침 참조】

모든 화물유탱크에는 우리 선급이 승인한 측심장치를 설치하여야 한다. 이 측심장치는 기관실, 거주구역 등 발화원이 있는 구획에 인화성 가스를 유입하지 아니하는 구조 또는 배치이어야 한다.

9. 증기관

- (1) 화물유탱크 가열용 증기공급관 및 회송관은 탱크정부 이외의 탱크벽을 관통하여서는 안된다. 또한 증기공급 주관은 노출갑판상에 설치하여야 한다.
- (2) 화물유탱크 가열용 증기공급관에는 각 탱크의 증기 입구 및 출구에 스톱밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.
- (3) 화물유탱크 가열용 증기회송관은 증기드레인중에 기름이 들어 있는가 검사할 수 있도록 검유탱크 또는 검유장치에 유도하여야 한다. 검유탱크 또는 검유장치는 보일러와 같은 고열부분 및 발화원에서 가능한 한 멀리 떨어져 있는 밝고 통풍이 잘되는 곳에 있어야 한다.
- (4) 화물유 펌프실 내의 증기관 및 화물유탱크 가열용 증기관의 증기온도는 220℃를 넘어서는 안된다.
- (5) 화물유 펌프실 내에 있는 증기공급관 또는 증기배기관외의 드레인관, 또는 펌프의 증기실린더 드레인관은 빌지웰 위쪽으로 충분히 떨어져서 개구되어야 한다.
- (6) 화물유탱크 또는 화물유관에 연결되는 탱크의 청소용 지판에는 나사조임 체크밸브 또는 2개의 스톱밸브를 설치하여야 한다.

10. 열매체유관

- (1) 화물유 탱크 가열용 열매체유 관장치는 다음 규정에 적합하여야 한다.
 - (가) 화물유 탱크 내의 모든 이음은 용접 이음 형식이어야 한다. (2018)
 - (나) 화물유 탱크에 연결되는 입출구에는 차단밸브 또는 콕이 설치되어야 한다. 열매체유관이 화물유 탱크와 펌프실 사이의 유밀격벽을 관통하는 경우, 차단밸브 또는 콕은 그 격벽에 가능한 한 근접하여 설치할 수 있다.
 - (다) 순환 펌프가 정지하고 있을 때, 가열관 내의 압력이 적어도 화물의 정압수두보다 수두 3m 이상 높게 되도록 배치하여야 한다.
 - (라) 인화점 60℃ 이하의 화물을 가열하는 경우에는 5편 6장 1004.의 규정에 적합하여야 한다.
- (2) 화물지역에서의 열매체유 온도는 220℃를 넘어서는 안된다.

11. 아스팔트 화물의 가열설비 등

- (1) 아스팔트 화물용 가열설비를 설치하여야 한다.
- (2) 아스팔트 화물탱크에 설치하는 가열관은 충분히 두꺼운 관을 사용하여 전용접이음으로 하여야 한다.
- (3) 펌프 및 밸브 등은 운송되는 화물의 종류에 적합하여야 한다.
- (4) 화물펌프 및 화물관을 가열하기 위한 설비를 설치하여야 한다.
- (5) 각 화물탱크에는 탱크의 바닥, 바닥과 탱크정부의 중간 및 탱크정부의 온도를 나타낼 수 있도록 온도계측장치를 설치하여야 한다.

12. 화물유 및 평형수 통합 구동장치

제어장치 및 안전장치를 포함하여, 화물유 및 평형수펌프 양쪽을 구동하기 위하여 사용되는 통합된 유압 및/또는 전기장치(이하, 「통합구동장치」라 한다)의 비상 정지장치 및 제어장치는 다음에 적합하여야 한다.

- (1) 통합구동장치의 비상 정지장치는 제어장치로부터 독립되어야 한다. 비상 정지장치 또는 제어장치 중 한 장치의 고장으로 통합구동장치가 운전불능이 되어서는 안된다.

- (2) 화물유펌프의 수동 비상 정지장치는 평형수펌프의 유압원이 정지되지 않도록 배치하여야 한다.
- (3) 제어장치에는 백업 전원이 공급되어야 하며, 백업 전원은 주배전반으로부터 2중 회로로 급전할 수 있다. 어느 한 동력공급이 정지된 경우 제어반이 설치된 각 장소에 가시·가청의 경보를 발하여야 한다.
- (4) 자동 또는 원격제어장치의 고장시에도 통합구동장치의 운전이 가능하도록 제어장치 내에 수동 오버라이딩장치 또는 2중의 제어장치가 설치되어야 한다.

1003. 화물유펌프실 및 화물유탱크에 인접한 코퍼뎀 및 탱크의 관장치

1. 화물유펌프실 및 화물유탱크에 인접한 코퍼뎀의 빌지관장치 등

- (1) 화물유펌프실 및 화물유탱크에 인접한 코퍼뎀에는 동력구동의 펌프 또는 에덕터로 이루어진 빌지관장치를 설치하여야 하며 이러한 구역의 빌지는 기관실로 유도되어서는 안된다.
- (2) 화물유펌프는 (1)호의 빌지배출 펌프로 사용할 수 있다. 이 경우 빌지흡입구에는 나사조임 체크밸브를, 펌프의 흡입측에는 스톱밸브 또는 콕을 각각 설치하여야 하며 선외배출 밸브와 화물유관의 사이에 1개의 스톱밸브를 설치하여야 한다.
- (3) 화물유탱크에 인접한 코퍼뎀의 빌지관과 화물유탱크에 인접하지 아니한 구획의 빌지관은 별도로 배관하여야 한다. 다만, 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에는 이들 구획의 빌지펌프(화물유펌프와 겸용의 것은 제외)를 공통으로 하여도 좋으나 화물유탱크에 인접하지 아니한 구획의 빌지흡입관에는 체크밸브를 설치하여야 한다.
- (4) 화물유탱크에 인접하는 코퍼뎀에 설치하는 측심관은 안지름을 38 mm 이상으로 하고, 특히 우리 선급이 인정하는 경우를 제외하고는 노출갑판상으로 유도하여야 한다. **【지침 참조】**
- (5) 화물유펌프실용 빌지배출장치는 화물유펌프실 밖에서 조작될 수 있어야 한다.
- (6) 화물유 펌프실의 빌지웰(bilge well)에는 화물제어실 및 선교에 가시·가청의 경보를 발하는 본질안전형의 액면경보장치를 설치하여야 한다.
- (7) 8편 2장 4절 410.의 3의 규정에도 만족하여야 한다.

2. 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크

- (1) 이 항의 규정은 103.의 4항에 따라 화물유탱크 전후단에 설치하는 코퍼뎀과 겸용하는 평형수탱크에도 적용한다.
- (2) 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 평형수관은 다른 관과 별도로 배관하여야 하며 또한 기관실에 유도하여서는 안된다. 따라서 펌프실에 평형수 주배수용 펌프를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에는 비상용으로서 평형수 흡입만을 목적으로 화물유펌프를 사용하여도 좋다. 화물유탱크에 인접하지 않아 가스안전구역으로 간주되는 평형수탱크에 대해서는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
- (3) 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 공기관의 개구부에는 수시로 바꿀 수 있는 플레임스크린을 부착하여야 하며 우리 선급이 인정할 경우 공기관의 치수는 5편 6장 201.의 4항 (1)호의 규정을 적절히 참작할 수 있다. **【지침 참조】**
- (4) 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크에 설치하는 측심관은 우리 선급이 특별히 인정하는 경우를 제외하고는 노출갑판상으로 유도하여야 한다. **【지침 참조】**

3. 선수 평형수탱크

화물지역 내의 다른 평형수탱크에 사용하는 관장치에 의해 평형수가 주입되는 선수 평형수탱크는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

- (1) 벤트관의 개구단은 발화원으로부터 다음을 고려한 적절한 거리의 개방갑판 상에 위치하여야 한다.
 - (가) 선수 평형수탱크 벤트관의 개구단으로부터 1.5 m 이내에 있는 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역 : 위험구역 1(zone 1)
 - (나) 상기 (가) 구역의 외측 1.5 m 이내의 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역 : 위험구역 2(zone 2)
- (2) 적절한 휴대식 계측장치로 선수 평형수탱크 내의 가연성가스 농도를 측정할 수 있는 수단이 개방갑판 상에 구비되어야 한다.
- (3) 선수 평형수탱크는 개방갑판으로부터 직접 측심할 수 있어야 한다.
- (4) 선수 평형수탱크는 개방갑판으로부터 직접 접근할 수 있어야 한다. 다만, 다음 조건에 만족될 경우 개방갑판으로부터 폐위구역을 통하여 선수 평형수탱크로 간접 접근하는 것을 허용할 수 있다.
 - (가) 코퍼뎀에 의하여 폐위구역이 화물유탱크로부터 분리된 경우에는, 폐위구역 내에 위치하는 볼트로 체결되는 기밀의 맨홀을 통하여 맨홀에 다음 조치를 취한 후에만 선수 평형수탱크를 개방할 수 있다는 취지를 나타내는 경고판을 부착하여야 한다.
 - (a) 가스프리(gas free)가 된 것을 입증; 또는
 - (b) 폐위구역 내에 있는 안전이 증명되지 않은 전기 기기의 전원이 차단된 것을 확인.

(나) 폐위구역이 화물유탱크와 공통경계로 되어서 위험구역일 경우, 그 폐위구역은 충분히 통풍될 수 있어야 한다.

4. 화물유탱크에 인접하는 연료유 탱크

화물유탱크에 인접하는 연료유탱크에 설치하는 측심관은 우리 선급이 특별히 인정하는 것을 제외하고는 노출감판상으로 유도하여야 한다. **【지침 참조】**

5. 선수부의 펌프장치

화물유탱크의 전부에는 그 부분의 빌지배출 또는 평형수나 연료유의 이송에 사용되는 펌프는 전용으로 하여야 하며 또한 우리 선급이 승인하는 경우를 제외하고는 선수부에 설치하여야 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 빌지배출 및 평형수의 이송에 사용하는 펌프는 다른 적절한 펌프와 겸용할 수 있다.

1004. 화물유탱크실의 통풍장치

1. 통풍장치의 용량 및 구조 등에 대하여는 8편 2장 4절 404.의 1의 규정에 적합하여야 한다.
2. 펌프실에서 빌지가 고이는 장소의 주위에는 배기가 유효하게 행하여질 수 있도록 선저의 늑판 또는 중늑판의 직상 부근에 배기덕트를 설치하여야 한다. 또한 하부 그레이팅 상방 2m 부근의 위치에 비상용개구를 배기 덕트에 설치하여 그 개구에는 노출감판 및 하부 그레이팅에서 개폐할 수 있는 댐퍼를 설치하여야 한다.
3. 그레이팅은 공기의 유동이 자유로운 개방격자형식이어야 한다.

1005. 화물유탱크에 인접하는 코퍼댐의 벤트장치 **【지침 참조】**

화물유탱크에 인접하는 코퍼댐에는 유효한 벤트장치를 설치하여야 한다. 공기관을 설치하는 경우에는 안지름 50 mm 이상의 것으로 대기로 개구시켜야 하며 개구부에는 수시로 교환 가능한 플레임스크린을 부착하여야 한다. 통풍장치를 설치한 경우에는 통풍기의 구조 및 그 배기덕트 보호망은 1004.의 규정에 적합하여야 한다. 또한 가스가 체류할 염려가 있는 구조 각부에는 배기구를 설치하여야 한다.

1006. 기관구역, 갑판실의 개구 및 전기설비 등의 설치 위치 **【지침 참조】**

모든 통풍장치의 공기흡입구, 배기구 및 갑판실 등의 개구부의 배치는 8편 2장 4절 403.의 규정에 따라야 한다. 특히 기관구역의 통풍구는 가능한 한 후방에 배치하여야 하며 선미하역을 행하는 선박에 있어서는 특별한 고려를 하여야 한다. 또한 전기설비 등의 발화원은 폭발위험을 피할 수 있도록 배치하여야 한다.

1007. 인화점이 60°C를 넘는 기름만을 운반하는 선박

인화점이 60°C를 넘는 기름만을 운반하는 선박에 대해서는 이 절의 규정을 다음과 같이 적용한다.

1. 1001.의 2항 내지 1002.의 9항, 1003.의 1항 (3)호 내지 (7)호, 1003.의 2항 (1)호, 1003.의 3항 및 5항, 1005. 내지 1006.의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
2. 1002.의 11항, 12항 및 1003.의 1항 (2)호의 규정에 만족하여야 한다.
3. 화물유탱크실 및 화물유탱크에 인접한 코퍼댐의 빌지를 기관실로 유도할 수 있다.(1003.의 1항 (1)호 참조)
4. 화물유탱크에 인접한 평형수탱크의 평형수관을 기관실로 유도할 수 있으며(1003.의 2항 (2)호 참조) 그 평형수탱크 공기관의 개구단에는 화염 방지용 철망을 생략하여도 좋다.(1003.의 2항 (3)호 참조) 이들 탱크의 측심관은 노출감판 이외의 장소에서 측심하도록 배관할 수 있다.(1003.의 2항 (4)호 참조)
5. 화물유탱크에 인접한 연료유탱크의 측심관은 노출감판상으로 유도하지 않아도 좋다.(1003.의 4항 참조)
6. 1004.의 규정에 만족하여야 한다. 다만, 팬의 용량 및 구조는 우리 선급이 정하는 지침에 따른다. **【지침 참조】**

1008. 시험 및 검사

관장치 및 벤트판 장치의 시험 및 검사는 5편 6장 14절의 규정에 따르는 외에 다음 각호의 규정에 만족하여야 한다.

1. 선내 설치후의 시험
 - (1) 화물유관은 설치 완료후 설계압력의 1.5배 이상의 압력으로 누설시험을 하여야 한다.
 - (2) 화물유탱크내의 가열관은 설계압력의 1.5배 이상의 압력으로 누설시험을 하여야 한다.
2. 보기 및 관장치는 설치 완료후 다음의 시험을 하여야 한다.
 - (1) 화물유탱크의 작동시험
 - (2) 통풍장치의 작동시험
 - (3) 이 절에서 규정하는 안전조치에 관한 각종 장치의 작동시험

1009. 평형수 펌프의 설치 위치

평형수 펌프는 화물유펌프실 또는 발화원이 없는 화물 구역 내의 유사한 공간에 위치하여야 한다.

제 11 절 유조선의 전기설비

1101. 일반

1. 적용

원유, 석유제품 또는 이와 유사한 액상화물을 운송하는 선박의 전기설비는 6편 1장의 관련규정 이외에 (KS C) IEC 60092-502 및 이 절의 규정에도 적합하여야 한다.

2. 위험구역 【지침 참조】

(1) 인화점이 60 °C 이하(밀폐식 시험방법에 의한다.)의 인화성 액체 화물을 운송하는 유조선에 있어서 다음 구역 및 구역은 위험구역으로 한다.

(가) 구역 “0”(zone 0)

- (a) 화물탱크
- (b) 슬롭탱크
- (c) 화물탱크와 슬롭탱크의 압력도출관 또는 환기관 내부
- (d) 화물관 내부

(나) 구역 “1”(zone 1)

- (a) 일체형 화물탱크에 인접하는 보이드 구역
- (b) 독립형 화물탱크를 포함하는 화물창 구역
- (c) 화물탱크에 인접하는 코퍼덱과 평형수탱크
- (d) 화물펌프실
- (e) 화물탱크 직상의 폐위구역 또는 반폐위구역(예를 들면 갑판사이) 혹은 화물탱크 격벽상에서 그 일직선상으로 격벽을 갖는 폐위구역 또는 반폐위구역
- (f) 화물탱크에 인접하는 갑판 하에 있는 코퍼덱 이외의 구역(예를 들면 트렁크, 통로 및 화물창)
- (g) 온도 변화에 의해 생기는 화물탱크 내 압력을 조절하기 위해서 소량의 가스 또는 증기를 방출하는 화물탱크 벤트 출구, 가스 또는 증기 배출구(예를 들면 화물탱크 해치, 관찰용 개구, 탱크 세정용 개구, 유연측정용 개구, 측심관, 화물 증기 출구 3 m 이내의 모든 구역), 화물 메니폴드밸브, 화물 밸브, 화물관 플렌지, 화물펌프실 통풍 배출구 및 화물탱크 개구로부터 3 m 이내에 있는 개방갑판 상의 구역 또는 개방갑판 상의 반폐위구역
- (h) 적하, 양하 또는 평형수 작업중에 다량의 가스 또는 증기를 방출하는 화물탱크 벤트 출구로부터 6 m 이내의 상부가 원통형(높이의 제한 없음)으로 하부가 반구형의 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역
- (i) 화물펌프실의 입구로부터 1.5 m 이내 및 화물 펌프실의 통풍기 입구, 코퍼덱으로 열린 개구, 또는 기타 (나) 구역(zone 1)의 개구로부터 1.5 m 이내에 있는 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역
- (j) 화물 메니폴드 밸브 주위에 설치된 기름 유출 보호용 코밍의 안쪽 및 그 주위 3 m 이내이며, 높이 2.4 m 까지의 개방갑판 상의 구역
- (k) 화물탱크 상의 2.4 m 까지의 높이로 화물탱크 격벽의 전후방향에 다시 3 m를 연장(이 구역은 원 평형수탱크가 있는 경우에서도 선박의 전체 폭까지 연장한다.)하고 자연 통풍이 제한되는 모든 화물탱크 위 개방 갑판 상의 구역(화물탱크 구역 내의 모든 평형수탱크를 포함한다.)
- (l) 화물 호스를 격납하는 구역
- (m) 화물관이 설치되는 폐위 또는 반폐위구역

(다) 구역 “2”(zone 2)

- (a) (나) 구역(zone 1)의 외측 1.5 m 이내의 개방갑판 상의 구역 또는 반폐위구역. 다만, (나) (g)의 “온도 변화에 의해 생기는 화물탱크 내 압력을 조절하기 위해서 소량의 가스 또는 증기를 방출하는 화물탱크 벤트 출구”에 대하여는 2.0 m 이내로 한다.
- (b) (나)(h) 구역의 외측 4 m 이내의 구역
- (c) (나)구역과 비위험 장소와의 사이의 에어로크를 구성하는 구역
- (d) 거주구역 및 업무구역을 기름 유출로부터 보호하기 위한 코밍의 안쪽 3 m 이내이며, 높이 2.4 m 까지의 개방 갑판상의 구역

- (e) (나) 구역(zone 1)의 개방 또는 반폐위구역 주변 갑판 위 2.4 m 까지의 높이로 화물탱크 격벽의 전후방향에 다시 3 m를 연장하고 자연 통풍이 확보되는 모든 화물 탱크 위 개방 갑판 상의 구역(화물탱크 구역 내의 모든 평형수탱크를 포함한다.)
 - (f) (e) 및 (나)(k) 구역의 선박 전방향에 있는 주갑판 하의 장소이며, 주갑판상의 높이 0.5 m 이내에 개구를 가지는 장소. 다만, 다음 중 하나에 해당되는 경우에는 제외한다.
 - (i) 해당 개구가 화물 탱크의 맨 앞단으로부터 5 m 이상 떨어지고 화물 탱크 출구, 가스 또는 증기 출구에서 수평 방향으로 10 m 이상 떨어져 있는 경우
 - (ii) 해당 장소가 강제 환기되고 있는 경우
 - (g) 화물 탱크에 인접하는 평형수 펌프실
- (2) 인화점이 60 °C를 넘는 인화성 액체 화물을 운송하는 유조선에 있어서 다음 구획 및 구역은 위험구역으로 한다.
- (가) 인화점보다 15 °C 낮은 온도 이상으로 가열되는 것을 운송하는 유조선의 위험 장소 구획 및 구역은 (1)의 요건과 동일하다.
 - (나) 가열되지 않거나 인화점보다 15 °C 낮은 온도 미만으로만 가열되는 화물을 운송하는 유조선의 경우, 위험장소는 다음과 같으며 위험구역에 대한 분류는 구역 “2”(zone 2)로 한다.
 - (a) 화물탱크
 - (b) 슬롭탱크
 - (c) 화물탱크와 슬롭탱크의 압력도출관 또는 환기관 내부
 - (d) 화물관 내부

3. 배전방식

- (1) 배전방식은 다음 중 어느 하나이어야 한다.
 - 직류절연 2선식
 - 단상 교류절연 2선식
 - 3상 교류절연 3선식
- (2) 발전회로, 급전회로 및 배전회로는 다음 경우를 제외하고 접지하거나 선체 귀선방식을 사용하여서는 안된다.
 - (가) 선체외판 보호용의 외부전원식 음극방식 장치
 - (나) 지락등 또는 이것에 대신하는 장치. 다만, 접지회로를 통해서 흐르는 순환전류는 어떠한 경우에도 30 mA 를 넘어서는 안된다.
 - (다) 내연기관의 시동, 점화용 전기계통 등 국부적 회로
 - (라) 위험장소에 선체전류를 발생시킬 위험이 없는 전기계통에 있어서 우리 선급이 인정하는 회로 **【지침 참조】**

4. 단로장치

위험장소에 설치한 전기기기의 배전회로에는 회로마다 다극연결식의 단로장치를 안전장소에 설치하여야 한다. 또한 이 단로장치에 접속된 전기기기를 확실히 식별하기 위한 표시 이외에 잘못 조작에 따른 위험을 방지하기 위한 유효한 수단을 강구하여야 한다.

5. 지락탐지

본질 안전회로를 제외하고 위험장소내의 전기기기에 접속되거나 혹은 위험장소를 통과하는 급전회로 및 배전회로에는 절연 레벨을 항상 감시하고 이상하게 낮은 때에는 경보를 울리는 장치를 설치하여야 한다.

1102. 위험구역의 배선

1. 일반

1101.의 2항에 정해진 위험장소에는 케이블을 포설하여서는 안된다. 부득이 포설할 경우에는 다음 규정에 따라야 한다.

2. 케이블의 선정

케이블은 다음 중 어느 것이어야 한다. 다만, 케이블의 외장 또는 금속피복이 부식할 염려가 있을 경우에는 외장 또는 금속피복 위에 임퍼비어스 피복을 시공하여야 한다.

- (1) 무기절연 금속피복의 것.
- (2) 납피복 외장의 것.
- (3) 임퍼비어스 피복 외장의 것.

3. 케이블 공사

- (1) 케이블은 가능한 한 선체중심선 부근에 포설하여야 한다.

- (2) 케이블은 갑판, 격벽, 탱크 및 각종 배관장치로부터 충분히 격리하여 포설하여야 한다.
- (3) 상설보행로 및 갑판상에 포설하는 케이블은 기계적 손상을 받지 아니하도록 적절히 보호하여야 한다. 또 케이블 및 그 지지물은 반복되는 선체 구조물의 신축작용에 견딜 수 있도록 붙여야 한다.
- (4) 위험구역의 갑판 및 격벽을 관통하는 케이블 및 케이블용 도관의 관통부는 필요에 따라서 가스밀 및 수밀구조로 하여야 한다.
- (5) 무기절연 케이블을 사용할 경우는 확실하게 끝단처리를 하도록 특히 주의하여야 한다.

4. 케이블의 접지

위험장소를 통과 또는 이 장소에 접속하는 동력 및 조명용 케이블의 모든 금속피복은 적어도 양단을 접지하여야 한다.

5. 본질 안전회로

- (1) 본질 안전형 전기기기의 본질 안전회로 케이블은 전용인 것으로 하고 일반 회로용 케이블과 분리하여 포설하여야 한다.
- (2) 종류가 다른 본질 안전형 전기기기의 본질 안전회로는 원칙적으로 각각 별개의 케이블로 배선하여야 한다. 부득이 다심케이블을 공용하는 경우는 각 대심마다 차폐를 시공한 케이블을 사용하고 차폐는 유효하게 접지하여야 한다.

1103. 위험구역의 전기설비 [지침 참조]

1. 일반

- (1) 1101.의 2항에 정해진 위험구역에는 전기설비를 설치하여서는 안된다. 부득이 설치할 경우에는 다음에 따라야 한다.
- (2) 방폭형기기는 6편 1장 9절의 규정에 적합한 것이어야 한다.
- (3) 전기식인 계측, 감시, 제어, 통신용의 기기는 본질 안전형이어야 한다.
- (4) 휴대등은 자체에 전지를 갖고 있는 본질 안전형 또는 내압(耐壓) 방폭형인 것 또는 가압외피를 가진 공기 구동식인 것이어야 한다.

2. 1101.의 2항의 모든 위험구역

본질 안전형인 전기기기를 설치할 수 있다.

3. 음극방식장치 설치 요건

- (1) 화물유탱크에는 외부전원식 음극방식장치를 설치하여서는 안된다.
- (2) 화물유탱크에는 마그네슘 또는 마그네슘합금 애노드를 설치하여서는 안된다.
- (3) 알루미늄 애노드는 탱크의 화물탱크에서 위치 에너지가 275 N-m 이하인 위치에만 설치할 수 있다. 또한, 알루미늄 애노드는 인접 구조에 의하여 보호되지 않는 한 금속물이 애노드에 떨어지는 것을 피하기 위하여 탱크 창구 또는 버티워스 개구의 하방에 설치하여서는 안된다.
- (4) 아연 애노드의 설치 위치에 대한 제한은 없다.
- (5) 애노드는 강제 코어를 가져야 하고, 이 코어는 애노드 지지와의 공진을 피하기 위하여 충분한 강성을 가져야 하며 애노드가 소모되는 경우에도 애노드를 지탱할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (6) 강제 개재물은 적절한 단면의 연속 용접으로 구조에 설치하여야 한다. 로크너트를 가진 2개 이상의 볼트를 사용한다면, 분리된 지지에 볼트 체결에 의해 설치하는 것으로 대체할 수 있다. 또한, 승인된 기계적인 클램핑으로 설치할 수 있다.
- (7) 애노드 양끝의 지지를 각각 독립적인 운동이 될 수 있도록 분리하여 설치하여서는 안된다.
- (8) 애노드 개재물 또는 지지를 구조에 용접하는 경우, 용접부는 응력증가가 발생하지 않도록 배치하여야 한다.

4. 화물유 탱크에 인접하는 코퍼렘, 이중저 및 덕트길

- (1) 전기측심장치와 같은 항해계기의 송수파기는 설치할 수 있다. 다만, 송수파기는 밀폐형인 것으로 화물유탱크로부터 격리된 기밀외피내에 붙이고 그 케이블은 주갑판까지 아연도금을 시공한 두꺼운 강관내에 포설하여야 한다. 또 그 관의 이음부는 가스밀로 하여야 한다.
- (2) 선체 보호용인 외부전원식 음극방식 장치의 전극 및 케이블을 붙일 경우에는 전 (1)호에 따라야 한다.
- (3) 조작 및 감시가 필요한 기기가 부착되어 있는 이중저 또는 덕트길의 내부에는 내압(耐壓) 방폭형 전등 및 가압외피를 갖는 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다. 전등회로는 독립된 2회로로 하여야 한다.

5. 1101.의 2항 (1)호 (나) (e)의 위험구역

- (1) 내압(耐壓) 방폭형 전등 및 가압외피를 가진 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다. 사람이 항상 출입하는 장소의 전등회로는 독립된 2회로로 하여야 한다.
- (2) 케이블을 통과시켜 포설할 수 있다.

6. 1101.의 2항 (1)호 (나) (f)의 위험구역 및 화물유 탱크에 인접하는 평형수탱크

- (1) 3항에 규정한 전기설비를 설치할 수 있다.
- (2) 조작 및 감시가 필요한 기기가 붙어있는 구획에는 내압(耐壓) 방폭형 전등 및 가압외피를 가진 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다.
- (3) 케이블을 통과시킬 경우 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

7. 1101.의 2항 (1)호 (나) (d)의 위험구역

- (1) 3항에 규정한 전기설비를 설치할 수 있다.
- (2) 내압 방폭형 전등 및 가압외피를 가진 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다. 전등회로는 독립된 2회로로 하여야 한다.
- (3) 화물유펌프실의 입구를 통과시켜 케이블을 포설할 경우에는 가스밀인 두꺼운 강관 또는 강재 덕트내에 포설하여야 한다.

8. 1101.의 2항 (1)호 (나) (m) 및 (l)의 위험구역

- (1) 내압 방폭형 전등 및 가압외피를 가진 공기구동식인 전등을 설치할 수 있다.
- (2) 케이블을 통과시킬 경우에는 가스밀인 두꺼운 강관 또는 강재덕트내에 포설하여야 한다.

9. 1101.의 2항 (1)호 (나) (g), (h), (k) 및 (1)호 (다) (b), (e)의 위험구역

- (1) 내압 방폭형, 압력 방폭형 및 안전증가 방폭형인 전기기기를 설치할 수 있다.
- (2) 케이블을 통과시켜 포설할 수 있다. 다만, 1101.의 2항 (8)호의 위험구역에는 가능한 한 케이블의 신축부를 설치하지 아니하도록 하여야 한다.

10. 1101.의 2항 중 직접개구를 가지는 폐위구역 및 반폐위구역

직접개구에 연결된 위험구역과 동등한 위험구역으로 취급하고 1항부터 8항 까지 중 해당하는 규정에 따라야 한다.

11. 화물유펌프실내 장치용 전동기 (2019)

화물유펌프실내의 각종 펌프용 전동기는 펌프실로부터 가스밀 격벽 또는 갑판에 의해 분리된 별도의 구획에 설치하여야 한다. 또한 축이 격벽 또는 갑판을 관통하는 부분에는 적절한 스테핑 상자를 설치하여야 한다. 다만, 상기 전동기가 해당 구역에 적합한 방폭형일 경우에는, 그 전동기는 화물유펌프실 내에 설치할 수 있다.

12. 위험장소의 조명

- (1) 통풍장치가 작동하고 있지 않을 때 화물유 펌프실에 들어가는 것을 막기 위하여 다음의 (가) 또는 (나) 중 한가지 방법을 적용하여야 한다.
 - (가) 화물유펌프실의 조명장치는 통풍장치가 작동하고 있을 경우에만 사용가능하도록 하여야 한다. 통풍장치의 고장으로 인해 조명장치가 꺼져서는 안된다. 다만, 비상조명장치는 통풍장치가 작동하고 있지 아니한 경우에도 사용가능하도록 하여야 한다.
 - (나) 화물유 펌프실의 문에 설치된 가시가청 경보장치는 통풍장치가 작동하고 있지 않을 때 화물유 펌프실의 문이 열릴 경우 경보를 발하여야 하고 이 경보에 대한 경고문을 펌프실 문 근처에 분명하게 게시하여야 한다. 이 경우 경고문은 펌프실 통풍장치가 작동하고 있지 않으므로 펌프실의 공기가 위험할 수도 있으니 안전이 확인될 때까지 펌프실에 들어가서는 안된다는 것을 나타내는 내용이어야 한다. 가청 경보장치는 선교에서도 들을 수 있어야 하며 선교에서만 경보를 정지할 수 있어야 한다.

13. 위험구역의 통풍기용 전동기 (2019)

화물유 펌프실용 통풍기 및 기타 위험구역의 배기용 통풍기의 전동기는 통풍 덕트내에 설치하여서는 안 된다.

1104. 정전기 제어를 위한 화물유탱크, 처리설비 및 관장치의 접지 및 본딩 (2023) [지침 참조]

1. 다음과 같은 선체의 일부를 구성하지 아니하는 화물유탱크, 처리설비 및 관장치에는 본딩스트랩이 요구된다. (2023)

- (1) 독립된 화물유탱크
- (2) 선체로부터 전기적으로 분리된 화물유탱크 및 관장치
- (3) 스푼피스(spool piece)의 이동을 위하여 배치된 연결관
- (4) 비전도성 (예: PTFE) 개스킷 또는 실을 가지는 웨이퍼 방식 밸브

2. 본딩스트랩이 요구되는 경우, 본딩스트랩은 다음에 적합하여야 한다. (2023)

- (1) 결함을 확실하게 찾을 수 있도록 육안으로 확인 가능하여야 한다.
- (2) 기계적인 손상에 보호될 수 있고, 가능한 한 저항률이 높은 오염(부식성 산물 또는 페인트)에 영향을 받지 않도록 설계되고 위치하도록 하여야 한다.
- (3) 손쉽게 설치 및 교환할 수 있어야 한다. ↓

제 2 장 광석운반선

제 1 절 일반사항

101. 적용 [지침 참조]

1. 광석운반선으로서 등록을 하고자 하는 선박의 구조 및 의장에 대하여는 이 장의 규정에 따르거나 이와 동등 이상의 것이어야 한다.
2. 특별히 이 장에 규정하는 것 이외는 해당 각 편의 규정에 따른다.
3. 이 장의 규정은 보통의 선형을 갖고, 선미에 기관을 비치하며 2열의 종통 수밀격벽을 갖는 1층 갑판선으로 광석창내에는 이중저구조로 하고 갑판 및 선저는 종식구조인 선박에 대하여 규정한 것이다.
4. 전 항에 규정하는 것과 다른 구조의 광석운반선 또는 대형의 광석운반선으로 이 규정에 따르기가 곤란하다고 인정되는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. 이 장에서 규정하지 아니한 사항은 3장에 따른다.

102. 직접 강도 계산 [부록 7-10 참조]

3편 1장 206.의 규정에 따라 직접 강도계산에 의해 부재치수를 정하는 경우에 있어서 대상부재, 하중조건, 강도계산 범위 및 허용응력 등에 관하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

제 2 절 이중저구조

201. 일반사항

1. 이 절의 각 규정에 있어서 화물의 비중 γ 는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

W : 해당 선창의 화물적재질량(t).

V : 창구부분을 제외한 해당 선창의 용적(m^3).

2. 이중저의 높이는 만재상태에 있어서 선박의 중심이 특히 낮아지지 않도록 유의하여 정하여야 하며 그 높이 h 는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$h = B/20$$

그러나, 어떤 경우에도 h 의 값은 0.76 m 보다 작아서는 안된다.

3. 선측의 탱크 또는 보이드 구역 내에 설치하는 격벽 및 트랜스버스의 위치에는 늑판 또는 트랜스버스를 설치하여야 한다.
4. 이중저를 디프탱크로 하는 경우, 이중저 구조부재의 치수는 이 절의 규정 이외에 3절의 관련 규정에도 따라야 한다. 선저외판은 301., 302.의 1항 및 5항의 규정을 따라야 한다. 내저판은 301. 및 302.의 1항의 규정을 따라야 한다. 선저중늑골은 303.의 1항, 3항, 4항, 6항 및 8항의 규정을 따라야 한다. 내저중늑골은 303.의 4항, 6항 및 8항의 규정을 따라야 한다. 거더는 301.의 규정을 따라야 한다. 다만, 302.의 1항의 계수 C_2 의 값을 구할 경우에 “중격벽판”은 “선저외판” 또는 “내저판”으로 해석한다.

202. 내저판

1. 내저판의 두께 t 는 다음 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = CS\sqrt{hK} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_2 = 0.28(M_{GR} + 50)\sqrt{SK} + 4.5 \quad (\text{mm})$$

- S : 내저중늑골의 간격(m).
 M_{GR} : 그램의 질량(t).
 h : 선체중심선에 있어서 내저판 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
 K : 3편 1장 403.의 2항의 규정에 따른다.
 C : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 따른다.

$$1 \leq \frac{l}{S} < 3.5 \text{ 일 때 : } \left(0.46 \frac{l}{S} + 2.64\right) \sqrt{\gamma}$$

$$3.5 \leq \frac{l}{S} \text{ 일 때 : } 4.25\sqrt{\gamma}$$

- l : 늑판 사이의 거리(m).
 γ : 201.의 1항에 따른다.

203. 중늑골

1. 선저중늑골의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 100 C_1 C_2 S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- S : 선저중늑골의 간격(m).
 l : 늑판 사이의 거리(m).
 h : 고려하는 위치에서의 중늑골로부터 용골상면상으로 다음 식에 의한 위치까지의 거리(m).

$$h = d + 0.026 L'$$

L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다.

- C_1 : 계수로서 L 의 값에 따라 다음에 따른다.

$$L \leq 230 \text{ 일 때 : } C_1 = 1.0$$

$$L \geq 400 \text{ 일 때 : } C_1 = 1.07$$

L 이 중간값일 경우, C_1 값은 보간법에 의한다.

- C_2 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{24 - 15.0 f_B K}$$

K : 202.의 1항에 따른다.

f_B : 3편 1장 124.의 규정에 따른다.

2. 내저중늑골의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 내저중늑골의 단면계수는 같은 위치에서의 선저중늑골의 규정 단면계수의 75 % 미만이어서는 안된다.

$$Z = 100 C_1 C_2 S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- S : 내저중늑골의 간격(m).
 l : 늑판 사이의 거리(m).
 h : 202.의 1항에 따른다.
 C_1 : 201.의 1항에 규정되어 있는 γ 값.
 다만, C_1 값은 0.9 이상이어야 한다.
 C_2 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{24 - 11.4f_B K}$$

K : 202.의 1항에 따른다.

f_B : 203.의 1항에 따른다.

3. 종늑골의 좌굴강도는 (1)호 및 (2)호에 따른다. 이러한 구조 부재들의 재료, 치수, 형상 및 배치에 따라 필요하다고 인정되는 경우 우리 선급은 상세한 평가를 요구할 수 있다.

(1) 종늑골에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비율이 15를 넘지 아니하여야 한다.

(2) 종늑골 면재의 전 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 69.6\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 종늑골 웨브의 깊이(m).

l : 거더의 간격(m).

204. 거더

이중저내 거더의 배치 및 치수는 직접 계산에 의해 결정되어야 한다.

제 3 절 현측탱크 또는 보이드 구역

301. 최소두께

1. 디프탱크내의 격벽판, 늑판, 거더, 스트럿 및 단부브래킷의 두께는 선박의 길이에 따라 표 7.2.1에 의한 것 이상이어야 한다.

2. 디프탱크내의 구조부재의 두께는 7 mm 이상이어야 한다.

표 7.2.1 최소두께

L (m)	이상		105	120	135	150	165	180	195	225	275	325	375
	미만	105	120	135	150	165	180	195	225	275	325	375	
두께(mm)		8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5

302. 격벽판

1. 디프탱크내의 격벽판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 한쪽면만이 해수와 접하는 판의 두께는 다음 식에서 얻어지는 최대값에서 0.5 mm를 감할 수 있다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{h} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S : 보강재의 간격(m)

h : 수두로서 표 7.2.2에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. (2020)

C_1 : 203.의 1항에 따른다.

C_2 : 계수로서 표 7.2.3에 의한다.

다만, 선박 중앙부 0.4L보다 전후에서의 종격벽판의 두께는 h_1 에 대한 계수 C_2 를 중앙부에서의 것보다 점차 감소시켜 선수미부에서는 C_2 의 값을 $3.6\sqrt{K}$ 로 할 수 있다.

표 7.2.2 수두 h (2020)

h_1	해당 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침판 상단사이의 1/2 이 되는 곳 까지의 수직거리(m), 다만, 선측외판에 대하여는 모든 운항상태에 있어서의 최소홀수 d_{\min} (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서는 d_{\min} 이 되고, d_{\min} 위치에서는 0 이 되며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.
h_2	다음 식에 의한 값 $h_2 = 0.85(h_1 + \Delta h)$ Δh : 부가수압으로서 다음 식에 의한 값, 다만 L형 또는 U형 탱크에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.(m) $\Delta h = \frac{16}{L}(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10)$ l_t : 탱크의 길이(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m 로 한다. b_t : 탱크의 너비(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m 로 한다.
h_3	각 격벽판의 하단으로부터 넘침판 상단상 2.0 m 까지의 거리에 0.7 을 곱한 것(m).
h_4	해당 격벽판 하단으로부터 넘침판(또는 공기관) 상단까지의 높이에 초과수두를 더한 곳까지의 수직거리(m) (평형수 교환 중의 주수 또는 초과주수에 의한 넘침판에서의 초과수두는 설계자에 의해 제시되어야 한다. 단 2.5 m 이상이어야 한다.)
h_5	$0.85(h_4 + \Delta h)$ Δh : h_2 의 규정에 따른다.

표 7.2.3 계수 C_2 (2024)

수두 h 가 h_1 일 경우	중늑골식 종격벽	횡늑골식 종격벽
		$C_2 = 13.4 \sqrt{\frac{K}{27.7 - aK}}$
다만, 어떠한 경우에도 C_2 는 $3.2\sqrt{K}$ 이상이어야 한다.		
수두 h 가 h_2 또는 h_3 일 경우와 횡격벽일 경우	$C_2 = 3.6\sqrt{K}$	
<p>a : y 의 값에 따라 다음에 의한 a_1 또는 a_2. 다만 a_3 이상이어야 한다.</p> $a_1 = 15.0 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right) \quad y > y_B \text{ 일 때}$ $a_2 = 15.0 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \quad y \leq y_B \text{ 일 때}$ $a_3 = \beta \left(\frac{B - 2b}{B} \right)$ <p>f_D 및 f_B : 3편 1장 124.의 규정에 따른다. y : 용골상면으로부터 y_B 보다 상부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 상단부까지, y_B 보다 하부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 하단부까지 수직거리 y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중립축까지의 수직거리(m). Y' : 3편 3장 203.의 (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것. β : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다. L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$ L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$ a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80 % 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 \sqrt{K} 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다. b : 고려하는 위치에서의 선측외판으로부터 고려하는 종격벽까지의 수평거리(m).</p>		

2. 종격벽판의 두께 t 는 3편 14장의 규정에 따르며, 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다. 디프탱크를 형성하는 종격벽판의 두께는 1항의 규정에도 따라야 한다.

$$t = CS\sqrt{hK} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 짧은 변 길이(m).

h : 선체 중심선에 있어서 해당 패널의 하단으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).

C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 3.2 이상이어야 한다.

$$C = 4.25 C_1 C_2 \sqrt{\gamma}$$

C_1 : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 의한 값.

$$1 \leq \frac{l}{S} < 3.5 \text{ 일 때 : } \left(0.11 \frac{l}{S} + 0.615\right)$$

$$3.5 \leq \frac{l}{S} \text{ 일 때 : } 1.0$$

l : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 긴변 길이(m).

C_2 : 계수로서 표 7.2.4에 정하는 값.

β : 그림 7.2.1에 따른다.

γ : 201.의 1항에 따른다.

표 7.2.4 계수 C_2

경사각 β (도)	C_2
$\beta \leq 40^\circ$	1.0
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$1.4 - 0.01\beta$
$\beta \geq 80^\circ$	0.6

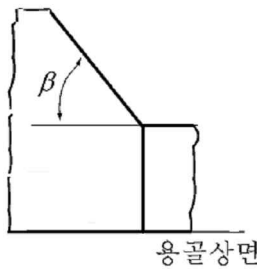


그림 7.2.1 β 의 값

3. 그랩 또는 유사한 기계 장치로써 화물을 하역하는 선박의 내저판 최저점 상방 3.0 m까지의 호퍼탱크 경사판은 2항 뿐만 아니라 다음식도 만족하여야 한다.

$$t = 0.28(M_{GR} + 42)\sqrt{SK} + 5.0 \quad (\text{mm})$$

S : 보강재의 간격(m).

M_{GR} : 그랩의 질량(t)

4. 종격벽판의 두께는 3편 3장 302. 및 3편 3장 303. 뿐만 아니라 3편 3장 4절의 규정에도 따라야 한다.

5. 디프탱크내의 격벽판으로 간주되는, 디프탱크를 형성하는 외판과 갑판의 두께는 각각 3편 4장 및 3편 5장의 규정에도 따라야 하며, 상기 1항의 규정에서 얻어지는 값(0.5 mm 경감될 수 있다.) 이상이어야 한다.

6. 디프탱크내의 탱크 정판의 두께는 1항의 규정에 의한 값에 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.

303. 종늑골 및 횡보강재

1. 선저종늑골의 단면계수 Z 는 203.의 1항의 규정에 의한 값 이상이어야 한다.
2. 만곡부종늑골을 포함하는 선측종늑골의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 100 C_1 C_2 S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 선측종늑골의 간격(m).

l : 거더의 간격(m).

h : 고려하는 위치에서의 종늑골로부터 용골상면상으로 다음 식에 의한 위치까지의 거리(m).

$$h = d + 0.038 L'$$

L' : 203.의 1항에 따른다.

C_1 : 203.의 1항에 따른다.

C_2 : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{24 - \alpha K}$$

α : 다음에 의한 α_1 또는 α_2 중에서 큰 값.

$$\alpha_1 = 15.5 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right) : y > y_B \text{ 일 때}$$

$$= 15.5 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) : y \leq y_B \text{ 일 때}$$

f_B : 203.의 1항에 따른다.

y : 용골상면으로부터 해당 종늑골까지의 수직거리(m).

y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중립축까지의 수직거리(m).

α_2 : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하일 때 : $\alpha_2 = 6/a$

L 이 400 m 이상일 때 : $\alpha_2 = 10.5/a$

a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80% 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 \sqrt{K} 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.

다만, 단면계수 Z 는 상기 1항에 규정된 선저종늑골보다 클 필요는 없으나, 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 2.9 K \sqrt{L} S l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

3. 선측종늑골, 선저종늑골 및 디프탱크내의 종격벽에 부착된 종방향 횡보강재는 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
4. 선박의 중앙부 보다 전후에서의 선저종늑골 및 선측종늑골의 치수는 점차 경감할 수 있으며, 선수미부에서는 각각 상기 1항 및 2항에 의한 것을 15% 경감할 수 있다. 다만, 선저종늑골 및 선측종늑골의 치수는 선수단으로부터 0.15L 지점부터 선수격벽사이의 구간에서는 어떠한 경우에도 각각 상기 1항 및 2항에 의한 것 이상이어야 한다.
5. 종격벽에 부착된 횡보강재의 단면계수 Z 는 3편 14장의 규정에 따르며, 다음의 (1)호 및 (2)호에 따른다:
 - (1) 종방향 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_1 C_2 S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 종방향 횡보강재의 간격(m).

h : 해당 횡보강재로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리(m).

l : 횡보강재 지지점 사이의 길이(m).

C_1 : 계수로서 302.의 2항에 규정된 β 및 201.의 1항에 규정된 γ 에 따라 표 7.2.5에 정하는 값.

$$C_2 = \frac{K}{24 - \alpha K}$$

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 .

$$y > y_B \text{ 일 때: } \alpha_1 = 15.5 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right)$$

$$y \leq y_B \text{ 일 때: } \alpha_2 = 15.5 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right)$$

f_B : 203.의 1항에 따른다.

y : 303.의 2항에 따른다.

y_B, Y' 및 f_D : 302.의 1항에 따른다.

표 7.2.5 계수 C_1

경사각 β (도)	C_1
$\beta \leq 40^\circ$	130 γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	(214 - 2.1 β) γ
$\beta \geq 80^\circ$	46 γ

(2) 횡방향 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 횡방향 횡보강재의 간격(m).

h : l 의 중심점으로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리(m).

l : 횡보강재 지지점 사이의 길이(m).

C : 계수로서 302.의 2항에 규정된 β 및 201.의 1항에 규정된 γ 에 따라 표 7.2.6에 정하는 값.

표 7.2.6 계수 C

경사각 β (도)	C
$\beta \leq 40^\circ$	7.8 γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	(12.8 - 0.125 β) γ
$\beta \geq 80^\circ$	2.8 γ

6. 디프탱크내의 격벽판에 부착되는 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 125C_1C_2C_3Shl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 횡보강재의 간격(m).

h : 수두로서 표 7.2.2에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 다만 h_1 에 대하여는 수직 횡보강재는 l 의 중앙으로부터, 수평 횡보강재는 해당 횡보강재로부터 각각 측정된 값으로 한다. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 302.에 의한 h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. (2020)

l : 횡보강재 지지점 사이의 길이(m).

C_1 : 203.의 1항에 따른다.

C_2 : 다음 식에 의한 값. 다만, h_1 에 대한 C_2 의 값은 표 7.2.7에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{18}$$

다만, 선박 중앙부 0.4L 보다 전후에서의 횡보강재 단면계수 Z를 구하는 경우에는 h_1 에 대한 계수 C_2 는 중앙부에서의 값을 점차 감소시켜 선수미부에서 C_2 의 값을 $K/18$ 로 하여 단면계수 Z를 구할 수 있다.

C_3 : 횡보강재 끝단의 고착조건에 따른 계수로서 표 7.2.8에 따른다.

표 7.2.7 계수 C_2

격벽의 종류 및 늑골방식	C_2
종늑골 방식의 종격벽	$C_2 = \frac{K}{24 - \alpha K}$, 최소값 $C_2 = \frac{K}{18}$
횡늑골 방식의 종격벽 및 횡격벽	$C_2 = \frac{K}{18}$

α : 302.의 1항에 따른다.
다만, “해당 격벽판의 하단” 및 “해당 격벽판”은 y 및 b 에 대한 규정을 적용할 시에 “해당 횡보강재”로 해석되어야 한다.

표 7.2.8 계수 C_3

일단 타단	일단			
	견고한 브래킷 고착	유연한 브래킷 고착	거더지지 또는 러그고착	스닙
견고한 브래킷 고착	0.70	1.15	0.85	1.30
유연한 브래킷 고착	1.15	0.85	1.30	1.15
거더지지 또는 러그고착	0.85	1.30	1.00	1.50
스닙	1.30	1.15	1.50	1.50

1. 견고한 브래킷 고착이란 이중저 또는 해당 횡보강재와 같은 정도 이상의 인접 면내 횡보강재와의 브래킷 고착 또는 이와 동등한 고착을 말한다.(3편 그림 3.14.2 (a) 참조)
2. 유연한 브래킷 고착이란 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다.
(3편 그림 3.14.2 (b) 참조)

7. 종늑골, 종갑판보, 횡보강재의 좌굴강도는 다음 (1)호부터 (3)호까지에 적합하여야 한다. 다만, 이들의 재질, 치수, 형상 및 위치 등에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상세한 검토를 요구할 수 있다.
 - (1) 종갑판보, 현측후판에 설치되는 선측종늑골 및 강력갑판으로부터 0.1D이내의 종격벽에 설치되는 횡보강재는 선박 중앙부에서 가능한 한 세장비가 60 이하이어야 한다.
 - (2) 종갑판보, 종늑골 및 횡보강재에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않아야 한다.
 - (3) 종갑판보, 종늑골 및 횡보강재의 면재의 전너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.2\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 종갑판보, 종늑골 및 횡보강재의 웹브 깊이(mm).

l : 거더의 간격(m).

8. 단면계수만으로 치수가 규정된 화물유 탱크 및 디프탱크내의 늑골, 갑판보, 횡보강재에 평강이외의 형강류를 사용하는 경우, 이들의 웹브두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 하여야 한다. 다만, 횡보강재가 충분한 좌굴강도를 가지고 있거나, 강도이외의 이유로 인하여 특히 웹브의 깊이를 깊게 한 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.015k_0d_0 + 2.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 웨브의 깊이(mm).

k_0 : 위치에 따른 계수로서 표 7.2.9에 따른다.

표 7.2.9 계수 k_0

위치	k_0
용골상면상 0.25D 이하의 선저중늑골	$k_0 = \sqrt{0.25 \left(3f_B + \frac{1}{K} \right)}$
강력갑판하 0.25D 이내의 종갑판보	$k_0 = \sqrt{0.25 \left(3f_D + \frac{1}{K} \right)}$
상기 이외의 구조부재	$k_0 = \sqrt{0.25 \left(3 + \frac{1}{K} \right)}$
f_D 및 f_B : 302.의 1항에 따른다.	

9. 종갑판보의 단면계수는 3편 10장 303.에서 규정하는 것 이상이어야 한다. 디프탱크내의 선저중늑골, 선측중늑골 및 종갑판보의 단면계수는 상기 6항에서 규정하는 것 이상이어야 한다.

304. 거더 [지침 참조]

- 현측탱크 또는 보이드 구역 내의 거더의 치수 및 배치에 대하여는 직접강도계산에 의하여 결정하여야 한다.
- 상기 1항의 규정에도 불구하고, 현측탱크 또는 보이드 구역 내의 거더의 치수는 L 이 230 m 미만인 경우에 다음의 3항에서 10항까지의 규정에 따라 결정할 수 있다.
- 트랜스버스, 거더, 웨브 및 크로스타이의 구조 및 치수는 다음의 (1)호에서 (5)호까지의 규정에 따라야 한다. 디프탱크 내의 트랜스버스, 거더, 웨브 및 크로스타이의 구조 및 치수는 3편 15장의 규정에도 따라야 한다.
 - 트랜스버스, 거더, 웨브 및 크로스타이의 두께는 선박의 길이에 따라 표 7.2.1에 의한 것 이상이어야 한다.
 - 동일 평면내에 있는 거더 및 트랜스버스는 그 강도 및 강성의 급격한 변화를 피하고, 거더의 단부에는 적절한 크기의 브래킷을 설치하고 충분한 등금새를 주어야 한다.
 - 거더 및 트랜스버스의 깊이는 늑골, 보 및 횡보강재의 관통부 슬롯 깊이의 2.5배 이상이어야 하여야 한다.
 - 거더를 구성하는 면재의 두께는 웨브의 두께 이상으로 하고 그 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 거더의 깊이(mm). 밸런스 거더의 경우에는 판면으로부터 면재까지의 깊이.

l : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 다만, 유효한 트리핑 브래킷이 있을 때에는 이것을 지지점으로 간주하여도 좋다.

- 트랜스버스는 다음의 (가)에서 (다)까지에 따라 유효하게 보강되어야 한다.
 - 트랜스버스에 설치하는 평강 횡보강재의 깊이는 $0.08d_0$ 이상이어야 한다. 다만, 횡보강재를 트랜스버스의 전 깊이에 걸쳐 설치할 경우에 d_0 는 트랜스버스의 깊이를, 그리고 횡보강재를 면재에 평행하게 설치할 경우에 d_0 는 트리핑 브래킷의 간격을 사용한다. 트랜스버스를 관통하는 중늑골을 지지하는 평강 횡보강재의 깊이 및 두께는 3편 7장 206.의 2항에 따른다.
 - 단부 브래킷의 안쪽 끝이나 크로스타이 등의 교차부에서는 트랜스버스 웨브상에 트리핑 브래킷을 설치하여야 하며, 트랜스버스를 유효하게 지지하기 위하여 적절한 간격으로 설치하여야 한다. 면재의 너비가 웨브의 각 측에서 180 mm를 넘을 경우에는 상기의 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다.
 - 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 하부 브래킷과 그 내단 부근의 웨브는 좁은 간격으로 보강재를 설치하여야 한다.
- 선측트랜스버스의 치수는 다음의 (1)호에서 (5)호까지에 따른다.

(1) 여기에서 사용하는 기호는 각각 다음에 따른다.

$$Q = \alpha S h l_0$$

α : L 이 230 m 이하일 때 : 1.0

L 이 400 m를 넘을 때 : 1.2

L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

h : l_0 의 중앙으로부터 용골상면상 H_2 의 점까지의 거리(m).

h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 H_2 의 점까지의 거리(m).

$$H_2 = d + 0.038L' \quad (\text{m})$$

L' : 선박의 길이(m). 다만, L 이 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다.

l_0 : 선측트랜스버스의 전 길이(m)로서 선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.(그림 7.2.2 참조)

S : 트랜스버스의 간격(m).

S' : 크로스타이가 결합되는 부분에 있어서 트랜스버스의 웨브의 깊이 방향에 설치되는 횡보강재의 간격(m).

k : 브래킷에 의한 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$$k = 1 - \frac{0.65(b_1 + b_2)}{l}$$

b_1 및 b_2 : 트랜스버스의 각각의 양쪽 끝부분에 있어서 브래킷의 암의 길이 (m).

l : 선측트랜스버스의 전 길이(m)로서 l_0 에 따른다.

b : 하단 브래킷의 암의 길이(m).(그림 7.2.2 참조)

b_s : 크로스타이가 지지하는 너비(m).(그림 7.2.2 참조)

d_0' : 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서 선측 트랜스버스의 깊이(mm).(그림 7.2.2 참조)

a : 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 슬롯의 깊이(mm). 다만, 슬롯에 칼라를 설치할 때에는 0으로 하여도 좋다.

A : 크로스타이로부터 축력을 지지할 수 있는 유효한 단면적(cm^2)으로서 다음의 (가)에서 (다)까지에 따른다.

(가) 크로스타이의 면재가 원호 또는 이와 유사한 모양으로 트랜스버스의 면재와 연속되어 있는 구조의 경우에는 그 원호 또는 이와 유사한 모양에 크로스타이의 방향과 45° 를 이루는 접선의 접점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향의 횡보강재의 합계 단면적에 그 접점에서의 면재의 단면적의 50%를 더한 것. (그림 7.2.3 (a) 참조)

(나) 크로스타이의 면재와 트랜스버스의 면재가 원호와 직선으로 연속되어 있는 구조의 경우에는 해당 면재에 크로스타이의 방향과 45° 를 이루는 접선이 크로스타이 및 트랜스버스의 면재의 연장선과 각각 만나는 점의 중심점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향의 횡보강재의 합계 단면적에 그 중심점에서의 면재의 단면적의 50%를 더한 것. (그림 7.2.3 (b) 참조)

(다) 크로스타이의 면재가 직각 또는 이것에 가까운 각도로 트랜스버스의 면재와 만나고 이들의 면재를 브래킷으로서 결합하고 또 크로스타이의 연장상에 트랜스버스의 웨브의 횡보강재가 설치되는 구조인 경우에는 브래킷에 크로스타이의 방향과 45° 를 이루는 접선이 크로스타이 및 트랜스버스의 면재와 각각 만나는 점의 중심점 사이의 범위에 있는 트랜스버스의 웨브 및 크로스타이 방향 횡보강재의 합계 단면적.(그림 7.2.3 (c) 참조)

C_0, C_1 및 C_2 : 계수로서 크로스타이의 수에 따라 각각 표 7.2.10에 의한 값.

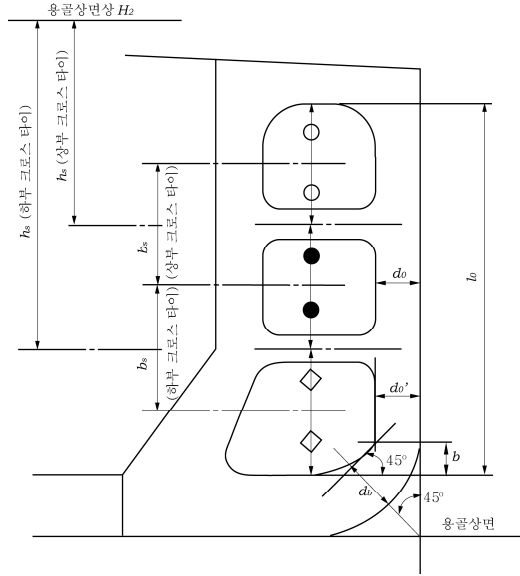


그림 7.2.2 l_0, d_0, b, b_s 의 측정방법

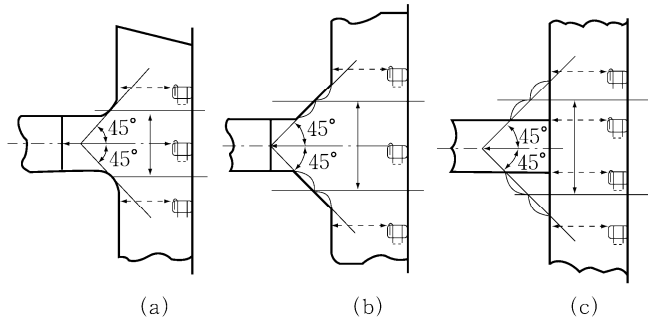


그림 7.2.3 합계 단면적에 산입하는 범위

표 7.2.10 계수 C_0, C_1, C_2 및 C_2'

크로스타이의 수	C_0	C_1	C_2	C_2'
0	0.150	55.7	5.07	7.14
1	0.110	44.8	2.70	4.42
2	0.100	39.4	2.28	3.74
3	0.095	36.2	2.12	3.49

- (2) 선측트랜스버스의 깊이는 l_0 의 중앙에 있어서 $C_0 l_0$ (m) 이상이어야 한다. 또한 트랜스버스의 깊이를 테이퍼로 할 경우에는 상단에 있어서 감소의 비율은 l_0 의 중앙에 있어서의 깊이의 10%를 넘어서는 아니되며, 하단에 있어서의 증가의 비율은 상단의 감소의 비율 미만으로 하여서는 안된다.
- (3) 하단 브래킷의 안쪽 끝부분에 있어서의 선측트랜스버스 웹의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 중앙탱크 또는 내측탱크내의 선저트랜스버스와 충격벽을 고착시키는 브래킷을 최하부 크로스타이의 위치까지 도달하는 깊이로 할 경우에는 선측트랜스버스의 웹의 두께를 적절히 감하여도 좋다.

$$t = \left(C_1 - 148 \frac{b}{l_0} \right) \frac{KQ}{d_0' - a} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

- (4) 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서 선측트랜스버스 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 크로스타이가 결합하는 부분의 웨브에 슬롯이 설치되는 경우에는 칼라로써 유효하게 막아야 한다.

$$t = 16\sqrt{\frac{\alpha S b_s h_s}{A}} \times S' \quad (\text{mm})$$

- (5) 선측트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_2 K k^2 Q l_0 \quad (\text{cm}^3)$$

5. 유효한 크로스타이에 의하여 선측트랜스버스와 결합하는 종격벽트랜스버스는 4항의 각 호에서 크로스타이를 갖는 경우의 선측트랜스버스의 규정에 따라 정한 치수 이상이어야 한다. 크로스타이를 설치하지 않는 경우의 종격벽트랜스버스는 4항의 각 호에서 크로스타이를 설치하지 않는 경우의 선측트랜스버스의 규정에 따른다. 다만, h 는 l_0 의 중앙으로부터 창구정부까지의 거리(m)로 한다.
6. 선저트랜스버스의 치수는 다음의 (1)호에서 (3)호까지에 따른다.
- (1) 선저트랜스버스의 강성은 선측트랜스버스의 강성에 따라 균형을 취한 것이어야 한다.
- (2) 선저트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 9.3 K \alpha k^2 S h_1 l_1^2$$

α , k 및 S : 각각 4항 (1)호의 규정에 따른다.

h_1 : 다음 식에 의한 값.

$$d + 0.026L' \quad (\text{m})$$

L' : 4항 (1)호의 규정에 따른다.

l_1 : 선저트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선저트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.

- (3) 만곡부 및 종격벽 하단부에 있어서의 선저트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 단면계수를 계산함에 있어서 단면의 중립축은 트랜스버스의 깊이 d_b (그림 7.2.2 참조)의 중앙에 있는 것으로 한다.

$$Z = C_2' K Q l_0 \quad (\text{cm}^3)$$

Q 및 l_0 : 각각 4항 (1)호의 규정에 따른다.

C_2' : 계수로서 크로스타이의 수에 따라 표 7.2.10에 따른다.

7. 갑판트랜스버스의 치수는 다음의 (1)호 및 (2)호에 따른다.
- (1) 갑판트랜스버스의 강성은 선측트랜스버스의 강성에 따라 균형을 취한 것이어야 한다.
- (2) 갑판트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 3K k^2 S \sqrt{L} l_2^2 \quad (\text{cm}^3)$$

k 및 S : 각각 4항 (1)호의 규정에 따른다.

l_2 : 갑판트랜스버스의 전 길이(m)로서, 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 면재의 내면 사이의 거리.

8. 트랜스버스 웨브의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = \frac{C d_0}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

- d_0 : 웨브의 깊이(m). 다만, 웨브의 깊이의 중간에 면재에 평행한 휨보강재를 설치할 때에는 해당 휨보강재와 외판 또는 면재 또는 인접한 휨보강재 사이의 거리(m).
- C : 계수로서 거더의 깊이 방향으로 설치하는 휨보강재의 간격 S (m)와 d_0 와의 비 및 보강된 패널의 배치에 따라 표 7.2.11에 의한 것. S/d_0 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다. 용골상면상 $D/3$ 또는 갑판으로부터 2번째의 크로스타이의 하부 면재의 하단 중에서 낮은 쪽의 곳보다 상부에 있는 거더의 웨브에 대하여는 식의 첫째 항에 0.85를 곱한 것으로 하여도 좋다. 다만, 다음 (2)호의 (가) 및 (나)의 각 규정에 따른다.

표 7.2.11 계수 C_1 , C_2 및 C_3

S/d_0	C_1	C_2	C_3
0.2이하	2.6	2.1	3.7
0.4	4.5	3.7	6.7
0.6	5.6	4.9	8.6
0.8	6.4	5.8	9.6
1.0	7.1	6.6	9.9
1.5	7.8	7.4	10.3
2.0	8.2	7.8	10.4
2.5이상	8.4	8.0	10.4

- (1) 면재에 평행한 휨보강재가 없을 때: C_1
 다만, 슬롯이 있을 때에는 C_2 를 사용하며 (가)의 규정을 적용한 것 미만으로 하여서는 안된다.
- (2) 면재에 평행한 휨보강재를 설치할 때 면재와 해당 휨보강재와의 사이 또는 해당 휨보강재 사이의 패널: C_3
 다만, 면재에 평행한 휨보강재 및 슬롯이 없는 것으로 하여 계수 C_1 을 사용하여 정한 두께를 넘게 할 필요는 없다.
 해당 휨보강재와 외판 사이의 패널: C_2
- (가) 웨브에 보강되지 않은 슬롯이 설치되어 있을 때에는 식의 첫째 항에 다음 식을 곱하여 계산하여야 한다.

$$\sqrt{4.0 \frac{d_1}{S} - 1.0} \quad (\text{다만, } \frac{d_1}{S} \text{ 이 } 0.5 \text{ 이하일 때에는 } 1.0)$$

d_1 : 슬롯의 깊이(m).

- (나) 웨브에 보강되지 않은 개구가 설치될 때에는 식의 첫째 항에 다음 식을 곱하여 계산하여야 한다.

$$1 + 0.5 \frac{\phi}{a}$$

a : 웨브의 휨보강재로서 둘러싸인 해당 패널의 긴 변의 길이(m).

ϕ : 개구의 지름(m). 개구가 평행부를 가지는 원일 때에는 평행부에 따른 긴 방향의 지름(m).

9. 현측탱크내의 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스가 크로스타이와 결합한 경우, 크로스타이의 구조는 다음의 (1)호 및 (2)호에 따른다.
- (1) 크로스타이의 끝부분에는 브래킷을 설치하여 트랜스버스에 고착하여야 한다.
- (2) 크로스타이를 구성하는 면재의 너비가 웨브의 각측에서 150 mm를 넘을 경우에는 적절한 간격으로 휨보강재를 설치하여 면재를 지지하는 구조로 하여야 한다.
10. 현측탱크내의 선측트랜스버스 및 종격벽트랜스버스가 크로스타이와 결합한 경우, 크로스타이의 단면적 A 는 다음 식

에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = CKS b_s h_s \quad (cm^2)$$

S : 트랜스버스의 간격 (m).

b_s : 크로스타이가 지지하는 너비 (m). (그림 7.2.2 참조)

h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골상면 상 4항 (1)호에서 규정한 H_2 의 점까지의 거리 (m).

C : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$\frac{l}{k} > 0.6 \text{ 일 때 : } C = \frac{0.77}{1 - 0.5 \frac{l}{k\sqrt{K}}}$$

$$\frac{l}{k} < 0.6 \text{ 일 때 : } C = 1.1$$

l : 선축트랜스버스 및 종격벽트랜스버스의 내면 사이에서 측정된 크로스타이의 길이 (m).

k : 다음 식에 따른다.

$$k = \sqrt{I/A}$$

I : 크로스타이의 최소단면 2차모멘트 (cm^4)

A : 크로스타이의 단면적 (cm^2)

제 4 절 광석창내 횡격벽 및 스톨

401. 광석창내 횡격벽

1. 횡격벽 구조부재의 치수는 3편 15장 2절의 규정을 적용한다. 다만, 이 규정을 적용함에 있어서 식 중의 h 대신에 $0.36\gamma h'$ 를 사용한다. γ 는 201.의 1항에 따른다. 다만, γ 가 1.5 미만일 때에는 1.5로 하며 h' 는 다음에 따른다.
 - (1) 격벽판은 선체 중심선상에 있어서 고려하는 격벽판의 하단으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
 - (2) 격벽의 수직휨보강재는 l 의 중앙, 수평휨보강재는 상하 휨보강재 사이의 중앙으로부터 선체중심선에 있어서의 상갑판까지의 수직거리(m). l 은 3편 15장 203.의 규정에 따른다.
 - (3) 휨보강재를 지지하는 수직거더는 l 의 중앙, 수평거더는 S 의 중앙으로부터 선체중심선에 있어서의 상갑판까지의 수직거리(m). l 및 S 는 3편 15장 204.의 규정에 따른다.
2. 전 항의 규정에 관계없이 횡격벽 구조부재의 치수는 3편 14장의 규정에 의한 것 이상이어야 한다. 또한, 횡격벽의 두께는 최소 7mm 이상이어야 한다.
3. 하부 스톨이 없는 횡격벽의 최하부에 사용하는 판의 두께는 내저판의 두께에 따라 적절히 증가시켜야 한다.

402. 횡격벽 상하부 스톨

1. 횡격벽 하부 스톨의 경사판 두께는 302.의 2항의 식에서 계수 C 를 10% 감소하여 계산한 것 이상이어야 한다. 다만, 그랩 또는 유사한 기계 장치로써 화물을 하역하는 선박의 내저판 최저점 상방 3.0m까지의 경우에는, 다음식도 만족하여야 한다.

$$t = 0.28(M_{GR} + 42)\sqrt{SK} + 6.0 \quad (\text{mm})$$

S : 보강재의 간격(m).

M_{GR} : 그랩의 질량(t)

2. 횡격벽 하부 스톨의 경사판에 설치되는 수평 휨보강재의 단면계수는 303.의 5항 (1)호의 식에서 계수 C_2 를 10% 감하여 계산한 것 이상이어야 한다. 또한 이 휨보강재를 수직 휨보강재로 할 경우의 단면계수는 303.의 5항 (2)호에 의

한 것 이상이어야 한다.

3. 횡격벽 하부 스텔내에는 이중저내의 중심선거더 및 측거더의 위치에 보강거더를 설치하여야 한다.
4. 횡격벽 상하부 스텔의 구조부재의 치수에 대하여는 3편 14장의 규정에 의한 것 이상으로 하여야 한다.

제 5 절 현측탱크의 상대변형

501. 현측탱크의 상대변형 [지침 참조]

직접 계산에 의하여 구조부재가 결정되는 경우를 제외하고, 다음 식에 의한 값 δ 가 0.18을 넘을 경우에는 현측탱크의 구조에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

$$\delta = \frac{2h - 0.65d}{n_b K_b + n_s \eta_s K_s + n_t \eta_t K_t} \cdot \frac{a}{b} l$$

h : 선체중심선에 있어서 내저판 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).

l : 1개 화물창의 길이 (m)

a : 화물창의 너비의 1/2(m)

b : 현측탱크의 너비(m)

n_b, n_s 및 n_t : l 의 범위내에 있어서 현측탱크내의 각 횡격벽, 제수격벽 및 트랜스버스 링의 수.

이 경우에 있어서 l 의 전후단에 있어서의 것은 1/2로 해야한다.

η_s 및 η_t : 각각 제수격벽 및 트랜스버스 링의 개구율에 따라 표 7.2.12에 의하여 정하여지는 값.

개구율이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

K_b, K_s 및 K_t : 다음 식에 따른다.

$$81.0 \frac{Dt}{ab} \quad (\text{t/cm})$$

t : K_b 의 경우에는 현측탱크내의 횡격벽의 격벽판의 평균두께, K_s 의 경우에는 현측탱크의 제수격벽의 격벽판의 평균두께, K_t 의 경우에는 현측탱크내의 트랜스버스 링의 평균두께 (mm)

a : 현측탱크내의 횡격벽 또는 제수격벽이 파형인 경우에는 수직파형 또는 수평파형의 어느 쪽인가에 따라서 다음에 의한 것. 기타의 경우에는 1.0.

수직파형인 경우 : $\frac{\text{선박의 너비 방향의 거스 길이 (m)}}{b}$

수평파형인 경우 : $\frac{\text{선박의 깊이 방향의 거스 길이 (m)}}{D}$

표 7.2.12 계수 η_s 및 η_t

개구율 (%)	η_s 및 η_t
0	1.00
5	0.95
10	0.80
20	0.55
30	0.35
40	0.23
50	0.15
60	0.10
70	0.06

제 6 절 갑판 및 기타구조

601. 갑판

개구 선 안쪽의 갑판의 경우, 좌굴에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

602. 광석창의 배수장치

1. 광석창의 후단에는 원칙적으로 각현에 1개의 빗지흡입구를 설치하여야 한다. 또한 광석창을 1개 갖는 선박으로서 광석창의 길이가 66m를 넘을 때에는 광석창 앞부분의 적절한 위치에도 빗지흡입구를 증설하여야 한다.
2. 빗지웰(bilge well)은 그 뒷개판에 광석이 직접 닿지 않도록 적절한 장소에 설치하고 빗지흡입구가 광석가루등에 쉽게 막히는 일이 없도록 스트럼 박스(strum box)를 설치하는 등 적절한 방법을 강구하여야 한다.
3. 빗지판이 이중저, 선측탱크 또는 보이드 구역을 통과할 경우에는 그 개구단에 체크밸브 또는 항상 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 잠글 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
4. 빗지흡입기관의 안지름은 5편 6장 404.의 2항의 규정을 적용함에 있어서 B 대신에 광석창의 평균 너비를 사용하여 정하여도 좋다.

제 7 절 광석운반선 겸 유조선

701. 일반 [지침 참조]

1. 광석운반선으로서 선창 또는 현측탱크에 화물유를 적재하는 선박(이하 광석운반선 겸 유조선이라고 한다.)에서는 이 절의 규정에 의한 것 이외의 유조선으로서 관련되는 규정에도 적합한 것이어야 한다.
2. 이 절에 규정하는 것 이외에 광석운반선 겸 유조선으로서 특별히 필요한 사항에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

702. 슬롭탱크

1. 슬롭탱크의 주위에는 1장 103.의 규정에 의한 코퍼댐을 설치하여야 하며 이외에 광석창과의 사이에도 코퍼댐을 설치하여야 한다. 다만, 광석을 적재하기 전에 항상 슬롭탱크를 청소하여 가스를 제거할 경우에는 코퍼댐을 설치하지 않아도 좋다.
2. 상기 1항의 코퍼댐은 그 코퍼댐을 펌프실, 화물유탱크 또는 평형수탱크와 겸용하는 경우를 제외하고는 물을 주입할 수 있는 것이어야 한다.
3. 슬롭탱크 주위의 구획에는 적절한 통풍장치를 설치하여야 한다.
4. 적하, 양하시 또는 슬롭탱크에 기름을 남긴 채로 광석을 적재하여 항해할 때의 주의사항을 적절한 위치에 표시하여야 한다.
5. 슬롭탱크에는 불활성가스를 충전할 수 있는 장치를 설치할 것을 권장한다. ↓

제 3 장 산적화물선

제 1 절 일반사항

101. 적용 [지침 참조]

1. 산적화물선으로 등록을 하고자 하는 선박의 구조 및 의장은 이 장의 규정에 따르거나 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다.
2. 이 장의 규정은 2006년 4월 1일 이후 건조 계약되는 산적화물선으로서 13편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙의 적용대상이 아닌 선박에 적용한다. 다만, 제14절 및 제16절의 규정은 13편 적용대상 산적화물선에도 적용한다. (2022)
3. 특별히 이 장에 규정하는 것 이외는 해당 각 편의 규정에 따른다.
4. 이 장의 규정은 L 이 100 m 이상과 250 m 이하인 보통의 선형을 갖고 선미에 기관을 비치하며 빌지호퍼 및 톱사이드 탱크를 갖는 단일 갑판선으로서 화물창내에는 이중저를 갖고 갑판 및 선저는 종식구조인 선박에 대하여 규정한다. 또한 호퍼타입 화물창과 화물의 하역을 위한 컨베이어시스템을 갖춘 선박인 SUBC(Self-Unloading Bulk Carrier, 자가 하역 산적화물선)도 이 장의 규정을 따른다. (2020)
5. 전 항에서 규정하는 것과 다른 구조 또는 대형의 산적화물선으로서 이 규정에 따르기가 곤란하다고 인정되는 경우는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
6. 1998년 7월 1일 전에 건조 계약된 산적화물선과 1999년 7월 1일 전에 용골이 거치 되었거나 또는 이와 동등한 건조단계에 있던 산적화물선에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
7. 호퍼탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일 갑판선으로서 선박의 길이(L_p)가 150 m 이상이고, 밀도가 1.78 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하는 산적화물선 중 다음 (1) 또는 (2)에 규정된 화물창을 갖는 선박의 경우 규칙 3장 11절 및 12절의 요건을 만족하지 않은 선박은 부록 7-5 「**현존 산적화물선에 대한 추가요건**」을 만족하여야 한다. (2021)
 - (1) 1998년 7월 1일 전에 건조 계약된 산적화물선의 경우, 선측 외판으로만 화물의 경계를 갖는 최전방 화물창
 - (2) 1999년 7월 1일 전에 용골이 거치 되었거나 또는 이와 동등한 건조단계에 있던 산적화물선의 경우, 선측 외판의 접선에 직각방향으로 측정된 폭이 760 mm 미만인 이중선측구조를 갖는 최전방 화물창

102. 승인용 도면 및 자료

산적화물선으로서 이 장의 규정을 적용받고자 하는 선박은 그 승인용 도면 또는 참고자료에 취항중에 있어서 각 선창마다의 화물 또는 평형수의 종류, 적재량, 액면의 위치 등을 명시하여야 한다.

103. 직접 강도 계산 [지침 참조]

우리 선급의 승인을 받은 경우에는 3편 1장 206.에서 정하는 직접강도계산에 의하여 각 부재의 치수를 정할 수 있다.

104. 배수장치

1. 각 선창의 후단에는 원칙적으로 각 현에 1개의 빌지흡입구를 설치하여야 한다.
2. 빌지웰(bilge well)은 그 덮개판에 직접 살물화물이 닿지 않도록 적절한 장소에 설치하고 또한 빌지흡입구가 쉽게 막히는 일이 없도록 로즈박스를 설치하는 등 적절한 방법을 강구하여야 한다.
3. 빌지관이 이중저 또는 빌지호퍼내를 통과할 경우 그 개구단에 체크밸브 또는 항상 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 잠글 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
4. 직접 선외로 통하는 톱사이드 탱크의 선외 직접 배수관에는 갑판으로부터 조작할 수 있는 스톱밸브 및 외판에 직접 부착한 자동 체크밸브를 설치하여야 한다.

105. 석탄을 운반하는 경우

석탄을 운반하는 선박은 다음 각 호에 주의하여야 한다.

- (1) 선창과 기타 구획과의 사이는 기밀구조로 하여야 한다.
- (2) 트리밍장구는 선루 또는 갑판실의 외부에 설치할 것을 권장한다.
- (3) 선창내의 환기는 노출부에 설치한 통풍장치에 의하여야 한다.

106. 최소두께

1. 이중저, 호퍼탱크, 톱사이드탱크, 현측탱크 및 디프탱크로 사용되는 화물창 등에는 이들 구획의 내저판, 격벽판, 늑판, 각종의 거더 및 그 끝부분 브래킷은 그 두께를 선박의 길이에 따라 표 7.3.1에서 정하는 것 미만으로 하여서는 안된다.
2. 발지호퍼 탱크와 톱사이드 탱크사이에 위치한 선측외판의 최소 두께 t_{min} 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_{min} = \sqrt{L} \quad (\text{mm})$$

표 7.3.1 최소두께

선박의 길이(m)	최소두께(mm)
$L < 105$	8.0
$105 \leq L < 120$	8.5
$120 \leq L < 135$	9.0
$135 \leq L < 150$	9.5
$150 \leq L < 165$	10.0
$165 \leq L < 180$	10.5
$180 \leq L < 195$	11.0
$195 \leq L < 225$	11.5
$225 \leq L < 275$	12.0
$275 \leq L < 325$	12.5
$325 \leq L < 375$	13.0
$375 \leq L$	13.5

3. 최전방 화물창을 제외한 화물창내 늑골 웹브의 최소 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_{min} = 0.03L + 7 \quad (\text{mm})$$

다만, L 은 200 m를 넘을 필요는 없다. 또한, 화물창내의 늑골 하단 브래킷의 두께는 선측늑골 웹브의 두께와 이 항에 규정된 최소두께에 2.0 mm를 더한 두께 중 큰 값 이상이어야 하며, 늑골 상단 브래킷의 두께는 선측늑골 웹브의 두께와 이 항에서 규정된 최소두께 중 큰 값 이상이어야 한다.

4. 선박의 최전방 화물창내 늑골 웹브의 최소두께는 3항에서 규정된 최소두께의 1.15배 이상이어야 한다. 또한, 최전방 화물창내의 늑골 하단 브래킷의 두께는 선측늑골 웹브의 두께와 이 항에 규정된 최소두께에 2.0 mm를 더한 두께 중 큰 값 이상이어야 하며, 늑골 상단 브래킷의 두께는 선측늑골 웹브의 두께와 이 항에서 규정된 최소두께 중 큰 값 이상이어야 한다.

107. 화물창의 방식도장

창구코밍 및 창구덮개의 모든 내·외면과 화물창내의 모든 표면에는 도로 제조자가 정하는 요건에 따라 유효한 방식도장(에폭시 도장 또는 이와 동등한 도장)을 하여야 한다. 다만, 내저판과 선측늑골의 브래킷 끝단으로부터 300 mm 아래의 호퍼탱크 경사판은 제외한다.(그림 7.3.1 참조)

108. 종강도

1. 산적화물선에 대한 종강도는 3편 3장의 규정에 따른다.
2. 전 항에 추가하여 선박의 길이가 150 m 이상이고, 산적화물밀도(bulk cargo density), ρ_c 가 1.0 t/m³ 이상인 산적화물을 운송하는 산적화물선의 경우에는 10절의 규정에도 적합하여야 한다.

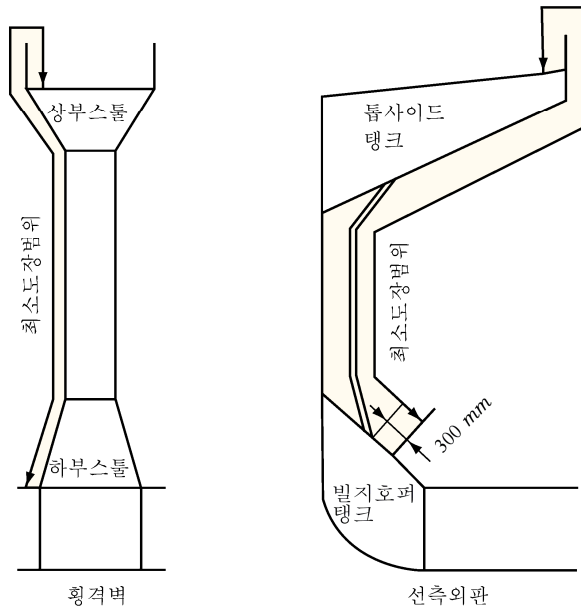


그림 7.3.1 화물창의 방식도장 범위

제 2 절 조화 선급부호 및 설계하중조건

201. 일반사항

1. 일반사항

선박이 실제 운항 중 적하지침서에 규정된 설계하중조건과 달리 적재하는 경우에는 선내의 적하지침서 및 적하지침기에서 규정한 종강도, 국부강도 및 적용되어지는 복원성 요건의 한도를 초과하여서는 안된다.

2. 적용

- (1) 이 규정은 일반적으로 화물구역 내에 단일갑판, 이중저, 호퍼사이드 탱크 및 톱사이드 탱크와 단일 또는 이중 선측 구조를 가지며, 주로 건화물을 산적하여 운송하는 선박으로서, 제3편 1장 102.에 정의된 길이가 150 m 이상인 2003년 7월 1일 이후에 건조 계약된 산적화물선에 적용한다. (2017)
- (2) 종강도와 국부강도계산, 평형수탱크의 용량과 배치 및 복원성자료를 검토할 때 4항의 하중조건이 고려되어야 한다.
- (3) 5항의 하중조건은 국부강도를 검토할 때 적용되어야 하며, 이 경우 국부강도계산은 지침 제3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침에 따른다.
- (4) 이 규정에 주어진 조건들을 적용함에 있어서 최대 흡수는 형하기만재흡수선을 사용한다.

3. 선급부호 및 특기사항(annotations)

이 규정을 적용받는 산적화물선은 다음 부호 중 하나를 지정한다.

BC-A : BC-B 의 조건에 추가하여 최대흡수에서 화물밀도가 1.0 t/m^3 이상인 건화물을 지정된 화물창을 공창으로 하여 화물을 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호

BC-B : BC-C 의 조건에 추가하여 화물밀도가 1.0 t/m^3 이상의 건화물을 모든 화물창에 균일적재하여 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호

BC-C : 화물밀도가 1.0 t/m^3 미만의 건화물을 운송하도록 설계된 산적화물선에 부여하는 부호

설계시에 적용된 설계하중조건의 결과에 의하여 운항중에 관찰되는 제한사항들에 대한 보다 상세한 설명을 위하여 추가적인 부호 및 특기사항을 다음과 같이 부여할 수 있다.

(1) 추가선급부호 :

(max cargo density ... t/m^3) ; 최대화물밀도가 3.0 t/m^3 미만인 경우 BC-A 및 BC-B에 대한 부호

(no MP) ; 5. (3) 에서 규정하는 조건에 따라 여러 항구에서의 적하 및 양하에 대한 설계를 하지 않은 선박에 대한 부호

(2) 특기사항(annotations) :

(규정된 공창의 허용조합) ; BC-A 부호에 관한 사항

4. 일반적인 설계 하중 조건

(1) BC-C

모든 평형수탱크가 공창인 최대흡수에서, 창구(hatchways)를 포함한 화물창이 모두 100% 적재되는 화물밀도로서 이루어지는 균일 화물적재 조건.

(2) BC-B

BC-C 에 대한 요건에 추가하여 ;

모든 평형수탱크가 공창인 최대흡수에서, 화물밀도가 3.0 t/m^3 인 화물을 모든 화물창에 동일적재율(화물중량/화물창 용적)로 적재하는 균일화물적재 조건.

다만, 설계 하중 조건에 적용되는 화물밀도가 3.0 t/m^3 미만인 경우, 선박이 운송하도록 허용된 화물의 최대밀도는 추가선급부호 (max cargo density ... t/m^3)로 표기되어야 한다.

(3) BC-A

BC-B 의 요건에 추가하여 :

모든 평형수탱크가 공창인 최대흡수에서 화물밀도가 3.0 t/m^3 인 화물을 적재 화물창에 동일 적재율(화물중량/화물창 용적)로 적재하고 지정된 화물창이 공창인 화물적재조건

다만, 공창으로 지정된 화물창의 조합은 특기사항 (Holds Nos. ... may be empty)으로 표기하여야 한다. 또한, 적용된 설계 화물 밀도가 3.0 t/m^3 미만인 경우, 선박이 운송하도록 허용된 화물의 최대밀도는 특기사항 (Holds Nos. ... may be empty, with max cargo density ... t/m^3)으로 표기하여야 한다.

(4) 모든 부호에 적용하는 평형수적재조건

(가) 평형수탱크의 용량 및 배치

모든 산적화물선은 충분한 용량의 평형수탱크를 가져야 하며 최소한 다음의 조건을 만족하도록 배치되어야 한다.

(a) 통상 평형수적재상태

이 규정의 목적을 위한 통상 평형수적재상태라 함은 다음의 조건을 만족하는 평형수적재상태이다.

(i) 평형수탱크는 만재, 부분적재 또는 공창으로 할 수 있다. 부분적재의 평형수적재상태가 채용되는 경우에는

지침 제3편 부록 3-1 3. (1) (사)의 조건을 만족하여야 한다.

(ii) 운항 중 평형수화물창을 포함한 모든 화물창은 공창이어야 한다.

(iii) 프로펠러는 완전히 잠겨야 한다.

(iv) 트림은 선미트림이어야 하며 $0.015L$ 보다 크지 않아야 한다.

L : 선박의 수선간 길이

프로펠러 잠김 및 트림에 대한 판별 시 선수 및 선미수선에서의 흡수를 사용할 수 있다.

(b) 황천 평형수적재상태

이 규정의 목적을 위한 황천 평형수적재상태라 함은 다음의 조건을 만족하는 평형수적재상태이다.

(i) 평형수탱크는 만재, 부분적재 또는 공창으로 할 수 있다. 부분적재의 평형수적재상태가 채용되는 경우에는

지침 제3편 부록 3-1 3. (1) (사)의 조건을 만족하여야 한다.

(ii) 평형수화물창 중 최소한 하나는 만재되어야 한다.

(iii) 프로펠러의 잠김 I/D 는 60% 이상이어야 한다.

I : 프로펠러 중심선으로부터 수선까지의 거리

D : 프로펠러 직경

(iv) 트림은 선미트림이어야 하며 $0.015L$ 보다 크지 않아야 한다.

L : 선박의 수선간 길이

(v) 황천 평형수적재상태에서 형 선수흡수는 $0.03L$ 또는 8 m 중 작은 것보다 작아서는 안된다.

(나) 강도 요건

모든 산적화물선은 다음의 모든 강도요건을 만족하여야 한다.

(a) 통상 평형수적재상태

(i) 최소선수 흡수에서 (가) (a)의 상태에 있어서 슬래밍에 대한 선수선저 구조는 제3편 4장 4절 404.에 따른다.

(ii) (가) (a)의 상태에 대한 종강도가 만족되어야 한다.

(iii) (ii)항에 추가하여 모든 평형수탱크를 100%채운 상태에 대한 종강도가 만족되어야 한다.

(b) 황천 평형수적재상태

(i) (가) (b)의 상태에 대한 종강도가 만족되어야 한다.

- (ii) 상기 (i)에 추가하여 모든 평형수탱크를 100% 채우고, 해당되는 경우 항해 중 평형수 전용화물창이 100% 만재인 상태하에서 종강도가 만족되어야 한다.
 - (iii) 두 개 이상의 화물창을 항해 중 평형수화물창으로 할 수 있다. 만약, 항천 평형수적재상태에서 두 개 이상의 평형수화물창을 동시에 100% 만재하는 조건이 없다면 종강도 평가를 위하여 이같은 조건에 대한 가정이 요구되지는 않는다. 또한, 각각의 화물창이 개별적으로 검토되지 않는다면 항천평형수화물창 및 다른 평형수화물창에 대한 임의의/모든 사용상의 조건들이 적하지침서에 표기되어야 한다.
- (5) 출발상태 및 도착상태
- (1)부터 (4)에 정의된 각각의 설계하중 조건은 아래와 같이 출발상태 및 도착상태에 대하여 검토되어야 한다.
 - 출발상태 : 연료 95% 이상, 기타 소모품 100%
 - 도착상태 : 소모품 10%

5. 국부강도에 적용되는 설계하중조건

- (1) 정의
- 하나의 화물창 또는 인접한 두 개의 화물창의 최대허용 또는 최소요구 화물질량은 이중저의 최소강도하중과 관계된다. 이중저의 최소강도하중은 이중저 내의 연료유 및 평형수의 질량, 그 화물창에서의 화물질량 및 흡수의 함수이다. (부록 7-4 「산적화물선에 대한 흡수의 함수로서 화물창의 최대허용 및 필요최소 적재중량 계산지침」참조) (2021)
- M_H : 최대 흡수에서 균일 적재상태에 해당하는 화물창내의 실제 화물질량
- M_{Full} : 창구코밍 정부까지 채운 가상밀도(균일질량/화물창용적, 최소 1.0 t/m³)를 갖는 화물에 해당하는 화물창내의 화물질량. M_{Full} 은 어떠한 경우에도 M_H 보다 작아서는 안된다.
- M_{HD} : 최대 흡수에서 지정된 화물창이 공창인 설계하중조건에 따라 운송할 수 있는 최대허용 화물질량
- (2) 모든 부호에 적용하는 일반적인 조건
- (가) 모든 화물창은 최대흡수에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 M_{Full} 을 운송할 수 있어야 한다.
 - (나) 모든 화물창은 최대 흡수에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 비운 상태로 M_H 의 50%를 운송할 수 있어야 한다.
 - (다) 모든 화물창은 최대 평형수흡수에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 비운 상태로 공창상태가 될 수 있어야 한다.
- (3) 부호 (no MP)가 부여된 경우를 제외한 모든 부호에 적용하는 조건
- (가) 모든 화물창은 최대 흡수의 67%에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 M_{Full} 을 운송할 수 있어야 한다.
 - (나) 모든 화물창은 최대 흡수의 83%에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 비운 상태로 공창이 될 수 있어야 한다.
 - (다) 모든 인접한 2개의 화물창은 최대흡수의 67%에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 M_{Full} 을 운송할 수 있어야 한다. 적용 가능한 경우, 화물질량 및 해당 화물창의 이중저 탱크의 연료유에 대한 이 요건은 인접한 화물창이 평형수로 채워져 있는 곳에 대한 조건에 역시 적용한다.
 - (라) 모든 인접한 2개의 화물창은 최대흡수의 75%에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 비운상태로 공창이 될 수 있어야 한다.
- (4) BC-A 부호에만 적용하는 추가적인 조건
- (가) 최대 흡수에서 공창으로 하는 화물창은 그 화물창의 이중저 탱크를 비운 상태로 공창이 될 수 있어야 한다.
 - (나) 최대 흡수에서 높은 밀도의 화물을 적재하는 화물창은 그 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 M_{HD} 에 M_H 의 10%를 더한 것을 운송할 수 있어야 한다. 다만, 운항 중 최대허용화물질량은 M_{HD} 까지로 제한하여야 한다.
 - (다) 설계하중조건에 따라 옆의 화물창이 공창이 되는 모든 인접한 2개의 화물창은 최대흡수에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 각 설계하중조건에 따른 최대 화물하중에 더하여 M_H 의 10%를 운송할 수 있어야 한다. 다만, 운항중 최대허용화물질량은 설계하중조건에 따른 최대화물하중까지로 제한되어야 한다.
- (5) 평형수화물창에만 적용하는 추가조건
- 평형수화물창은 모든 항천 평형수흡수에서 해당 화물창의 모든 이중저 탱크를 100% 채우고 창구(hatchway)까지 평형수를 100% 채울 수 있어야 한다.

톱사이드 윈탱크, 호퍼 및 이중저 탱크에 인접한 평형수화물창은 톱사이드 윈 탱크, 호퍼 및 이중저 탱크가 빈 상태에서 평형수화물창을 채울 때 강도상 만족되어야 한다.

- (6) 항구내의 적하 및 양하 시에 적용하는 추가조건
 - (가) 최대홀수의 67%에서 임의의 화물창은 최대허용항해중량을 적재할 수 있어야 한다.
 - (나) 최대홀수의 67%에서 해당 화물창의 이중저 연료유 탱크가 있는 경우 100% 채우고, 이중저 평형수탱크는 비운 상태로 모든 인접한 2개의 화물창은 M_{Full} 을 운송할 수 있어야 한다.
 - (다) 적재 및 양하시 감소된 홀수에서 화물창의 최대허용중량은 운항상태에서의 최대 홀수에서 허용된 최대중량의 15%를 증가시킬 수 있다. 다만, 운항상태의 최대홀수에서 허용된 중량을 초과하여서는 안된다. 또한, 요구되는 최소중량은 동일한 양만큼 경감할 수 있다.
- (7) 화물창 적재중량선도
 - (가) (2) 부터 (6) ((5)는 제외)에 주어진 국부강도에 대한 설계하중기준에 기초한 화물창 적재중량선도는 항내에서의 적하/양하시 및 운항상태에서 홀수의 함수로서 최대허용 및 최소요구중량을 나타내어야 하며 적하지침서 및 적하지침기기에 포함되어야 한다.
 - (나) (가)항의 설계하중조건에 명시된 것 이외의 다른 홀수에서의 최대허용 및 최소요구중량은 선저에 작용하는 부력의 변화에 따라 조정되어야 한다. 부력의 변화는 홀수에서 수선면적을 사용하여 계산되어야 한다.
 - (다) 각각의 화물창 및 임의의 인접한 두 개의 화물창에 대한 화물창 적재중량선도가 포함되어야 한다.

제 3 절 이중저구조

301. 일반 [지침 참조]

1. 이 절에 규정되어 있지 않는 사항에 대하여는 3편 7장의 규정에 따른다.
2. 이중저 탱크를 디프탱크로 하는 경우의 구조부재의 치수는 이 절의 규정 이외에 3편 15장의 규정에도 따라야 한다. 다만, 내저판의 두께에 대하여는 3편 15장 208. 규정의 디프탱크 정판에 대한 두께에 1 mm 를 더할 필요는 없다.
3. 이 절의 각 규정에 있어서 화물의 비중 γ 는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

W : 해당 선창의 화물적재질량(t).

V : 창구부분을 제외한 해당 선창의 용적(m^3).

4. 302.부터 304.까지의 각 규정에 있어서 계수 k 는 다음 식에 의한 것으로 한다. 다만, 호퍼의 수평면에 대하여 화물창에 면하지 않은 측의 경사각 β 가 매우 클 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.

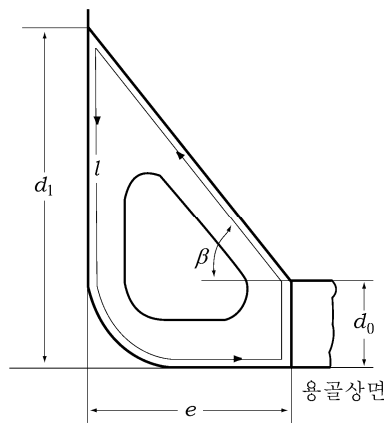


그림 7.3.2 l, e, d_0, d_1 의 측정방법

$$k = 2.1 \frac{l l_h}{e^2 \left(1 + \frac{d_1}{d_0}\right)^2}$$

l_h : 선창의 길이(m). 횡격벽 하부에 스텐이 설치되어 있을 경우에는 그 내단 사이의 거리로 하여도 좋다.

l : 빌지호퍼를 구성하는 경사판, 거더 및 외판의 전 거스의 길이(m).

e : 빌지호퍼의 너비(m).

d_1 : 용골의 상면으로부터 선창에 있어서의 빌지호퍼의 상단까지의 높이(m).

d_0 : 중심선거더의 높이(m).

5. 이 절의 규정에 추가하여 선박의 길이가 150 m 이상이고, 산적화물밀도가 1.0 t/m³ 이상인 산적화물을 운송하는 단일 선창구조를 가진 산적화물선의 경우에는 11절의 규정에도 적합하여야 한다.

302. 중심선거더 및 측거더 【지침 참조】

1. 빌지호퍼의 내단부에는 측거더를 설치하여야 한다. 중심선거더와 빌지호퍼의 내단 사이에 설치되는 측거더의 간격은 표 7.3.2에 따르고, 계산된 값이 4.6 m를 넘을 때에는 4.6 m로 한다.
2. 중심선거더의 높이와 중심선거더 및 측거더의 두께는 표 7.3.2의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 중심선 거더의 높이는 우리 선급의 승인을 얻은 경우에는 별도로 고려할 수 있으나 어떠한 경우에도 $B/20$ 미만이어서는 안된다.
3. 상자형용골을 설치하는 경우에는 그 간격을 가능한 한 1.8 m를 넘지 않도록 하고 또한 늑판의 연속성 및 상자형용골 간의 외판 및 내저판의 강성에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
4. 내저판 상면으로부터 이중저 탱크의 넘침판 상단까지의 수직높이가 15 m를 넘는 경우에는 수밀 측거더판의 수직휨 보강재의 상하단에는 브래킷을 설치하여 인접하는 선저 및 내저중늑골에 각각 고착시켜야 한다.

303. 늑판 【지침 참조】

1. 이중저에는 표 7.3.3에 의한 값을 넘지 않는 간격으로 늑판을 설치하여야 한다. 다만, 계산된 값이 3.65 m 이상일 때에는 3.65 m로 하고, 2.5 m 이하일 때에는 2.5 m로 한다. 또한 횡격벽 스텐의 경사판하의 위치에는 늑판을 설치하여야 한다.
2. 실체늑판의 두께는 표 7.3.3의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

304. 내저판

1. 내저판의 두께 t 는 다음 식 중 큰 것 이상이어야 한다. 【지침 참조】

$$t_1 = C_3 \frac{KB^2d}{d_0} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_2 = C_3' S \sqrt{hK} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 중심선거더의 높이(mm).

S : 내저중늑골의 간격(m).

h : 선체중심선에 있어서 내저판 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).

C_3 : 계수로서 다음 식에 의한 것. 다만, 동시에 적하되었거나 비어있는 인접된 화물창과 길이가 특히 짧은 화물창은 다음 식에 의한 것에 1.2를 곱한 것.

$$C_3 = ab$$

a : 표 7.3.2에 따른다.

b : B/l_h 의 것에 따라 다음에 표시하는 b_0 또는 ab_1 .

$$\frac{B}{l_h} < 0.8 \text{ 일 때 : } b_0$$

$0.8 \leq \frac{B}{l_h} < 1.2$ 일 때 : b_0 와 ab_1 증 큰 것

$1.2 \leq \frac{B}{l_h}$ 일 때 : ab_1

b_0 및 b_1 : k 및 B/l_h 의 값에 따라 표 7.3.4에 정하는 값.

k 및 l_h : 각각 301.의 4항에 따른다.

α : 다음 식에 의한 값

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 10.6 f_B K}$$

C_3' : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 따른다.

$1 \leq \frac{l}{S} < 3.5$ 일 때 : $\left(0.46 \frac{l}{S} + 2.64\right) \sqrt{\gamma}$

$3.5 \leq \frac{l}{S}$ 일 때 : $4.25 \sqrt{\gamma}$

l : 늑판 사이의 거리(m).

γ : 301.의 3항에 따른다. 다만, γ 의 값은 계획재화질량(t)과 모든 선창의 총용적(m^3)과의 비에 1.2를 곱한 것 이상이어야 한다.

표 7.3.2 중심선거더 및 측거더의 치수 및 간격

항목	치수																																						
(1) 측거더의 간격	(가) 적하창 $l = 5.7 - 1.6 \gamma$ (m)																																						
	(나) 만재상태시의 빈 화물창 $l = 3.5$ (m)																																						
(2) 중심선 거더의 높이	$H = 15 \sqrt{\frac{L_h BD}{m}}$ (mm)																																						
(3) 중심선거더 및 측거더의 두께	<p>화물창내의 위치에 따라 다음 2개의 식 중 큰 것.</p> $t_1 = \frac{C_1 K S B d}{d_0 - d_1} \left(2.6 \frac{x}{l_h} - 0.17 \right) \left\{ 1 - 4 \left(\frac{y}{B} \right)^2 \right\} + 1.5$ (mm) $t_2 = \frac{C_1' d_2}{1000 \sqrt{K}} + 1.5$ (mm)																																						
<p>γ : 301.의 3항에 따른다. L_h : 화물창 구역의 전 길이 (m). 다만, 펌프실, 코퍼덱 등은 제외한다. m : 화물창 구역에 포함되는 선창의 수. S : 고려하는 중심선거더 또는 측거더로부터 인접하는 종거더에 이르는 거리의 중앙 사이의 거리 (m). d_0 : 고려하는 중심선거더의 높이 또는 측거더의 깊이 (mm). d_1 : 고려하는 위치에 있어서 개구의 깊이 (mm). d_2 : 고려하는 위치의 거더 깊이 (mm). 다만, 거더 깊이의 중간에 거더의 길이 방향으로 횡보강재를 설치할 때에는 해당 횡보강재와 선저외판 및 내저판간의 거리 (mm) 또는 횡보강재 사이의 거리 (mm). l_h : 301.의 4항에 따른다. x : 각 화물창 lh의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 선박길이 방향의 거리 (m). 다만, $0.2 l_h$ 미만일 때에는 $0.2 l_h$, $0.45 l_h$을 넘을 때에는 $0.45 l_h$로 한다. y : 선체중심선으로부터 해당 종거더까지의 선박 너비 방향의 거리 (m). S_1 : 고려하는 중심선거더 및 측거더에 설치되는 브래킷 또는 횡보강재의 간격 (mm). C_1': 다음 표에 따른다. S_1/d_2의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">S_1/d_2</th> <th colspan="2">C_1'</th> </tr> <tr> <th>중심선거더</th> <th>측거더</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.3이하</td><td>4.4</td><td>3.6</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>5.4</td><td>4.4</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>6.3</td><td>5.1</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>7.1</td><td>5.8</td></tr> <tr><td>0.7</td><td>7.7</td><td>6.3</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>8.2</td><td>6.7</td></tr> <tr><td>0.9</td><td>8.6</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>8.9</td><td>7.3</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>9.3</td><td>7.6</td></tr> <tr><td>1.4</td><td>9.6</td><td>7.9</td></tr> <tr><td>1.6이상</td><td>9.7</td><td>8.0</td></tr> </tbody> </table>		S_1/d_2	C_1'		중심선거더	측거더	0.3이하	4.4	3.6	0.4	5.4	4.4	0.5	6.3	5.1	0.6	7.1	5.8	0.7	7.7	6.3	0.8	8.2	6.7	0.9	8.6	7.0	1.0	8.9	7.3	1.2	9.3	7.6	1.4	9.6	7.9	1.6이상	9.7	8.0
S_1/d_2	C_1'																																						
	중심선거더	측거더																																					
0.3이하	4.4	3.6																																					
0.4	5.4	4.4																																					
0.5	6.3	5.1																																					
0.6	7.1	5.8																																					
0.7	7.7	6.3																																					
0.8	8.2	6.7																																					
0.9	8.6	7.0																																					
1.0	8.9	7.3																																					
1.2	9.3	7.6																																					
1.4	9.6	7.9																																					
1.6이상	9.7	8.0																																					

표 7.3.2 중심선거더 및 측거더의 치수 및 간격(계속)

C_1 : nab
 n : 다음 표에 따른다.

구분	n
인접되어 동시에 적하 또는 비우게 되는 화물창, 화물창 구역에 위치한 펌프실과 같이 특히 길이가 짧은 화물창	$\frac{1}{3} \left(7 - 2 \frac{B}{l_h} \right)^{(*1)}$
기타의 화물창	1.0

(*1) B/l_h 가 1.8을 넘을 때에는 1.8로 하고 0.5 미만일 때에는 0.5로 한다.

a : 다음 표에 따른다.

위치	hγ/d	a
적하창	$\frac{h\gamma}{d} < 0.55$	$0.026 \frac{L'}{d} - \frac{h\gamma}{d} + 1$
	$0.55 \leq \frac{h\gamma}{d} \leq 1.45$	$0.026 \frac{L'}{d} + 0.45$
	$\frac{h\gamma}{d} > 1.45$	$0.026 \frac{L'}{d} + \frac{h\gamma}{d} - 1$
만재상태시의 빈화물창		$0.026 \frac{L'}{d} + 1$

h : 선체중심선에 있어서 내저판의 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리 (m).
 L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다.
 b : 301.의 4항에 의한 k 값 및 B/l_h 값에 따라 다음 표에 정하는 것. k 값이 표의 중간일 때에는 보간법에 의한다.

k	B/l _h		1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
	이상	미만 1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	
10.0 이상	17	16	16	15	14	13	12	11
5.0	16	15	15	14	13	12	11	11
2.0	15	15	15	14	13	12	11	11
1.0	14	14	14	14	13	12	11	11
0	13	13	13	13	12	12	11	11

(비고)
 횡격벽과 또는 횡격벽 하부에 스텔이 설치되는 경우에는 스텔의 하부와 선창길이 l_h 의 끝으로부터 l_h 의 20%이상의 위치에 있는 늑판과의 사이에 적절한 두께의 부분 중간 측거더판을 설치하는 경우에는 그 단면적의 35%를 각각 인접하는 거더의 단면적에 산입하여도 좋다. 횡격벽 하부에 스텔을 설치하는 경우에는 스텔 하부에는 이 부분 중간 측거더판과 평행되는 측거더판을 설치하여야 한다.

표 7.3.3 녹판의 간격 및 두께

항목	치수																																																																																																																											
(1) 녹판의 간격	적하창 $l = 5.6 - 2.8\gamma$ (m)																																																																																																																											
	만재상태시의 빈 화물창 $l = 2.5$ (m)																																																																																																																											
(2) 실체녹판의 두께	<p>화물창내의 위치에 따라 다음 2개의 식 중 큰 것.</p> $t_1 = \frac{C_2 K S B' d}{d_0 - d_1} \left(\frac{2y}{B''} \right) \left\{ 1 - 2 \left(\frac{x}{l_h} \right)^2 \right\} + 1.5 \quad (\text{mm})$ $t_2 = 0.086 \sqrt[3]{\frac{H^2 d_0^2}{C_2' K} (t_1 - 1.5)} + 1.5 \quad (\text{mm})$																																																																																																																											
<p>γ : 301.의 3항에 따른다. S : 녹판의 간격 (m). B' : 선박의 중앙부에 있어서 내저판 상면에서의 호퍼 내단 사이의 거리 (m). B'' : 해당녹판에 대한 내저판 상면에서의 호퍼 내단 사이의 거리 (m). l_h : 301.의 4항에 따른다. y : 해당녹판에 있어서 선체중심선으로부터 고려하는 위치까지의 선박 너비방향에 대한 거리(m). 다만, $B''/4$ 미만일 때에는 $B''/4$ 로 하고 $B''/2$ 를 넘을 때에는 $B''/2$ 로 한다. x : 각 화물창의 l_h 의 중앙으로부터 해당 녹판까지의 선박길이 방향에 대한 거리 (m). d_0 : 고려하는 위치에서의 녹판깊이 (mm). d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (mm). C_2 : 다음 표에 따른다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>종류</th> <th>C_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>화물창</td> <td>ab</td> </tr> <tr> <td>인접되어 동시에 적하 또는 비우게 되는 화물창</td> <td>$0.9 ab$</td> </tr> </tbody> </table> <p>a : 표 7.3.2에 따른다. b : 301.의 4항에 의한 k 값 및 B/l_h 의 값에 따라 다음 표에 정하는 것. 다만 k 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">k</th> <th rowspan="2">B/l_h</th> <th>이상</th> <th>0.4</th> <th>0.6</th> <th>0.8</th> <th>1.0</th> <th>1.2</th> <th>1.4</th> <th>1.6</th> <th>1.8</th> <th>2.0</th> <th>2.2</th> <th>2.4</th> </tr> <tr> <th>미만 0.4</th> <th>0.6</th> <th>0.8</th> <th>1.0</th> <th>1.2</th> <th>1.4</th> <th>1.6</th> <th>1.8</th> <th>2.0</th> <th>2.2</th> <th>2.4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10.0이상</td> <td></td> <td>40</td> <td>38</td> <td>34</td> <td>31</td> <td>26</td> <td>23</td> <td>21</td> <td>18</td> <td>16</td> <td>15</td> <td>14</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td></td> <td>40</td> <td>40</td> <td>37</td> <td>33</td> <td>30</td> <td>26</td> <td>24</td> <td>22</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td></td> <td>41</td> <td>40</td> <td>38</td> <td>35</td> <td>33</td> <td>30</td> <td>28</td> <td>25</td> <td>23</td> <td>21</td> <td>18</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td></td> <td>41</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>39</td> <td>37</td> <td>34</td> <td>32</td> <td>29</td> <td>26</td> <td>24</td> <td>23</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>41</td> <td>41</td> <td>41</td> <td>41</td> <td>41</td> <td>40</td> <td>37</td> <td>33</td> <td>32</td> <td>30</td> <td>26</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> <p>C_2' : 횡보강재의 간격 S_1 (mm)과 d_0 의 비율에 따라 다음 표에 정하는 계수, 다만 S_1/d_0 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>S_1/d_0</th> <th>0.3이하</th> <th>0.4</th> <th>0.5</th> <th>0.6</th> <th>0.7</th> <th>0.8</th> <th>0.9</th> <th>1.0</th> <th>1.2</th> <th>1.4이상</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C_2'</td> <td>64</td> <td>38</td> <td>25</td> <td>19</td> <td>15</td> <td>12</td> <td>10</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>		종류	C_2	화물창	ab	인접되어 동시에 적하 또는 비우게 되는 화물창	$0.9 ab$	k	B/l_h	이상	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	미만 0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	10.0이상		40	38	34	31	26	23	21	18	16	15	14	12	5.0		40	40	37	33	30	26	24	22	18	18	16	15	2.0		41	40	38	35	33	30	28	25	23	21	18	17	1.0		41	40	40	39	37	34	32	29	26	24	23	21	0		41	41	41	41	41	40	37	33	32	30	26	25	S_1/d_0	0.3이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4이상	C_2'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7
종류	C_2																																																																																																																											
화물창	ab																																																																																																																											
인접되어 동시에 적하 또는 비우게 되는 화물창	$0.9 ab$																																																																																																																											
k	B/l_h	이상	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4																																																																																																															
		미만 0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4																																																																																																																
10.0이상		40	38	34	31	26	23	21	18	16	15	14	12																																																																																																															
5.0		40	40	37	33	30	26	24	22	18	18	16	15																																																																																																															
2.0		41	40	38	35	33	30	28	25	23	21	18	17																																																																																																															
1.0		41	40	40	39	37	34	32	29	26	24	23	21																																																																																																															
0		41	41	41	41	41	40	37	33	32	30	26	25																																																																																																															
S_1/d_0	0.3이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4이상																																																																																																																		
C_2'	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7																																																																																																																		

표 7.3.3 늑판의 간격 및 두께(계속)

H : 다음 표에 따른다.

구분	H
(가) 늑판에 보강되지 않은 슬롯이 있을 때	$\sqrt{4.0 \frac{d_2}{S_1} - 1.0}^{(*)}$
(나) 늑판에 보강되지 않은 개구가 있을 때	$0.5 \frac{\phi}{d_0} + 1$
(다) 늑판에 보강되지 않은 슬롯 및 개구가 있을 때	(가) 및 (나) 값의 곱
(라) 상기 이외	1.0

(*) $d_2/S_1 < 0.5$ 일 때에는 H를 1.0으로 한다.

d_2 : 늑판의 상하에 있는 보강되지 않은 슬롯깊이 중 큰 것 (mm).
 ϕ : 개구의 긴지름 (mm).

(비고)
 빌지호퍼 내측의 측거더와 해당 측거더로부터 0.2 B"이상의 위치에 있는 측거더와의 사이에 적절한 두께의 부분중간늑판을 설치하는 경우에는 그 단면적의 35%를 각각 인접하는 늑판의 단면적에 산입할 수 있다. 이 때 호퍼내에는 이 부분중간늑판과 평형을 이루는 막판(膜板), 거더 또는 브래킷을 설치하여야 한다.

표 7.3.4 계수 b_0 또는 b_1

B/l_h		k					
		b_0 또는 b_1	10.0 이상	5.0	2.0	1.0	0
이상	미만	b_0	4.6	3.9	3.3	2.7	2.0
0.4							
0.4	0.6	b_0	4.1	3.5	3.0	2.4	2.0
0.6	0.8	b_0	3.4	2.9	2.4	2.1	1.9
0.8	1.0	b_0	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5
		b_1	2.3	2.0	1.7	1.4	1.4
1.0	1.2	b_0	1.7	1.5	1.5	1.4	1.3
		b_1	2.2	1.9	1.7	1.6	1.3
1.2	1.4	b_1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
1.4	1.6	b_1	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
1.6	1.8	b_1	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
1.8	2.0	b_1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
2.0	2.2	b_1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
2.2		b_1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

(비고)
 k 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

- 내장판을 깔지 않은 창구 바로 아래의 내저판에서는 전 항의 두번째 식에 의한 값에 2 mm를 더한 것으로 하여야 한다. 다만, 3항의 규정을 적용하는 경우에는 예외로 한다.
- 그랩 또는 기계적 장치로써 하역을 하는 선박의 내저판의 두께는 1항의 규정에 의한 값에 2.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 내장판을 깔 경우에는 예외로 한다.

305. 선저 및 내저중늑골 【지침 참조】

선저 및 내저중늑골의 단면계수는 각각 표 7.3.5의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 7.3.5 선저 및 내저중늑골의 단면계수

중늑골	단면계수 (cm ³)																
선저중늑골	$Z_b = \frac{CKSl^2}{24 - 15.0f_B K} (d + 0.026L')$																
내저중늑골	$Z_i = \frac{CKShl^2}{24 - 11.4f_B K}$ (다만, $Z_{\min} = 0.75Z_b$)																
<p>γ : 301.의 3항에 따른다. l : 늑판 사이의 거리(m). S : 선저중늑골 또는 내저중늑골의 간격(m). L' : 선박의 길이(m).다만, 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다. h : 304.의 1항에 따른다. C : 계수로서 다음 표에 따른다.</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">늑판 사이의 중간에 306.에 규정하는 스트럿</th> <th colspan="2">C</th> </tr> <tr> <th>선저중늑골</th> <th>내저중늑골</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>없을 때</td> <td>100</td> <td>100γ (다만, $C \geq 90$)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">있을 때</td> <td>(가) 만재상태시의 빈화물창 또는 디프탱크 하부 : 62.5</td> <td rowspan="2">60γ (다만, $C \geq 54$)</td> </tr> <tr> <td>(나) 상기 이외: 30γ + 20 (다만, $C \geq 50$)</td> </tr> <tr> <td colspan="3">또한 늑판에 설치하는 수직형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 적절히 경감할 수 있다.</td> </tr> </tbody> </table>			늑판 사이의 중간에 306.에 규정하는 스트럿	C		선저중늑골	내저중늑골	없을 때	100	100 γ (다만, $C \geq 90$)	있을 때	(가) 만재상태시의 빈화물창 또는 디프탱크 하부 : 62.5	60 γ (다만, $C \geq 54$)	(나) 상기 이외: 30 γ + 20 (다만, $C \geq 50$)	또한 늑판에 설치하는 수직형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 적절히 경감할 수 있다.		
늑판 사이의 중간에 306.에 규정하는 스트럿	C																
	선저중늑골	내저중늑골															
없을 때	100	100 γ (다만, $C \geq 90$)															
있을 때	(가) 만재상태시의 빈화물창 또는 디프탱크 하부 : 62.5	60 γ (다만, $C \geq 54$)															
	(나) 상기 이외: 30 γ + 20 (다만, $C \geq 50$)																
또한 늑판에 설치하는 수직형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 적절히 경감할 수 있다.																	

306. 스트럿

- 스트럿을 설치할 경우에는 스트럿은 평강 또는 구평강 이외의 형강으로 하고 선저 및 내저중늑골의 웹브와 충분히 겹치도록 하여야 한다.
- 스트럿의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한, 이중저의 높이가 클 때에는 좌굴에 대하여 충분한 고려를 하여야 한다.

$$A = 1.8CKSbh \quad (\text{cm}^2)$$

- S : 늑골간격(m).
 b : 스트럿으로 지지되는 부분의 너비(m).
 h : 다음 식에 의한 것. 다만, 어떠한 경우에도 d 미만이어서는 안된다.

$$h = \frac{d + 0.026L' + h_i}{2} \quad (\text{m})$$

L' : 표 7.3.2에 따른다.

h_i : 304.의 1항에 의한 h 값에 γ 를 곱한 값(m).

다만, 디프탱크에서는 내저판 상면으로부터 탱크정판상과 넘침관 상단 사이의 1/2이 되는 곳까지의 거리와 내저판 상면으로부터 넘침관상 2.0 m 까지의 거리에 0.7을 곱한 것(m) 중 큰 것.

γ : 301.의 3항에 따른다.

C : 계수로서 다음 식에 의한 것. 다만, 어떠한 경우에도 1.43 미만이어서는 안된다.

$$C = \frac{1}{1 - 0.5 \frac{l_s}{k\sqrt{K}}}$$

l_s : 스트럿의 길이(m).

k : 스트럿의 최소 회전반지름으로 다음 식에 의한 것.

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 스트럿의 최소 단면2차모멘트(cm⁴).

A : 스트럿의 단면적(cm²).

307. 횡격벽하부 스텔내의 이중저구조

횡격벽하부 스텔내의 내저판, 중심선거더, 측거더 및 내저중늑골은 전후 화물창내의 것을 적절히 연장하여 결합하고 또한 늑판은 선창내의 것과 동등한 것 이상으로 하여야 한다.

제 4 절 호퍼탱크

401. 일반 [지침 참조]

- 호퍼 탱크의 구획은 가능한 한 선박의 구획과 일치하도록 하여야 한다.
- 호퍼의 전후단에는 강도의 연속성에 충분히 유의하여야 한다.
- 호퍼 탱크내의 구조부재 치수는 이 절의 규정 이외에 3편 15장의 규정에도 적합하여야 한다.

402. 경사판의 두께 [지침 참조]

- 호퍼 탱크의 경사판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = CS\sqrt{hK} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 짧은 변 길이(m).

h : 선체 중심선에 있어서 해당 패널의 하단으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).

C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 어떠한 경우에도 3.2 미만으로 하여서는 안된다.

$$C = 4.25 C_1 C_2 \sqrt{\gamma}$$

C_1 : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 의한 값.

$$1 \leq \frac{l}{S} < 3.5 \text{ 일 때 : } \left(0.11 \frac{l}{S} + 0.615 \right)$$

$$3.5 \leq \frac{l}{S} \text{ 일 때 : } 1.0$$

l : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 긴변 길이(m).

C_2 : 계수로서 표 7.3.6에 정하는 값.

γ : 301.의 3항에 따른다. 다만, γ 의 값은 계획 총화물 적재질량(t)과 모든 선창의 총용적(창구부분 포함)(m^3)과의 비에 1.2를 곱한 것 미만으로 하여서는 안된다.

표 7.3.6 계수 C_2

경사각 β (도)	C_2
$\beta \leq 40^\circ$	1.0
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$1.4 - 0.01\beta$
$\beta \geq 80^\circ$	0.6

2. 그랩 또는 기타 기계적 장치로서 하역을 하는 선박의 호퍼 탱크 경사판의 두께는 1항 및 401.의 3항에 의한 것 중 큰 값에 다음 값을 더한 것 이상으로 하여야 한다.

창구 바로 아래 호퍼 탱크의 경사판 : 2.5 mm

기타 호퍼 탱크의 경사판 : 1.0 mm

3. 호퍼 탱크의 경사판에 횡 휨보강재를 설치할 경우 경사판의 두께는 좌굴에 대하여 충분한 것이어야 한다.

403. 경사판의 횡보강재

1. 호퍼 탱크의 경사판에 설치하는 종횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 종횡보강재의 간격(m).

h : 선체중심선에 있어서 해당 횡보강재로부터 상갑판까지의 수직거리(m).

l : 종횡보강재를 지지하는 트랜스버스 웹 사이의 거리(m).

C : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C = \frac{\alpha}{24 - 15.0 f_B K \frac{y}{y_B}}$$

α : 호퍼의 수평면에 대하여 화물창에 면하지 않은 측의 경사각 β (도) 및 301.의 3항에 규정하는 γ 의 값에 따라 표 7.3.7에 정하는 값.

표 7.3.7 계수 α

경사각 β (도)	α
$\beta \leq 40^\circ$	130γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$(214 - 2.1\beta)\gamma$
$\beta \geq 80^\circ$	46γ

y : 선체횡단면의 중립축으로부터 해당 횡보강재까지의 수직거리(m).

y_B : 선체횡단면의 중립축으로부터 용골상면까지의 거리(m).

2. 호퍼 탱크의 경사판에 설치하는 횡 휨보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- S : 횡 휨보강재의 간격(m).
- l : 휨보강재의 지지점 사이의 거리(m).
- h : 선체중심선에 있어서 l 의 중앙으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
- C : 계수로서 벌지호퍼의 수평면에 대하여 선창에 면하지 않은 측의 경사각 β (도) 및 301.의 3항에 규정하는 γ 의 값에 따라 표 7.3.8에 정하는 값.

표 7.3.8 계수 C

경사각 β (도)	C
$\beta \leq 40^\circ$	7.8γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	$(12.8 - 0.125\beta) \gamma$
$\beta \geq 80^\circ$	2.8γ

3. 호퍼 탱크내의 선저중늑골은 3편 7장 403.의 규정에 따르고, 또한 선측중늑골은 3편 8장 401.의 1항에 따라 정하여야 한다. 다만, 식 중의 l 은 트랜스버스 웹 사이의 거리(m)로 한다. 한편, 선저만곡부의 중늑골의 단면계수는 선저중늑골에 대한 규정 단면계수보다 크게 할 필요는 없다.

404. 트랜스버스 웹

1. 벌지호퍼내에서는 각 늑판의 위치에 트랜스버스 웹 또는 막판을 설치하여야 한다.
2. 경사판에 설치되는 트랜스버스 웹의 치수는 표 7.3.9에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 트랜스버스 웹 또는 막판에는 각종 휨보강재가 관통하는 곳에 평강 휨보강재를 설치하고 또한, 약 3m 간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.

제 5 절 톱사이드 탱크

501. 일반

1. 톱사이드 탱크의 구획은 가능한 한 화물창의 구획과 일치하여야 한다. 다만, 최전방의 화물창을 제외하고 인접하는 2구획을 1구획으로 하여도 좋다.
2. 톱사이드 탱크의 전후단에는 강도의 연속성을 충분히 고려하여야 한다.
3. 톱사이드 탱크내의 구조부재의 치수는 3편 15장의 규정에 의하여 정한 것 이상이어야 한다. 다만, 규정의 식에서 h 는 선체중양부에 있어서의 탱크너비의 1/2(m) 미만으로 하여서는 안된다.
4. 중휨보강재에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않는 것이어야 한다. 또한 강력갑판에 가까운 중휨보강재는 선박의 중앙부에서는 그의 세장비(細長比)가 가능한 한 60을 넘지 않는 치수의 것으로 하여야 한다.

502. 경사판의 두께 [지침 참조]

1. 톱사이드 탱크의 경사판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 4.6S\sqrt{Kh} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

- S : 중 또는 횡휨보강재의 간격(m).
- h : 판의 하단으로부터 탱크의 넘침관 상단까지의 수직거리(m) 및 선체중양부에 있어서 탱크 너비의 1/2(m) 중 큰 것.

표 7.3.9 트랜스버스 웨브의 치수

트랜스버스 웨브		치수
(1) 웨브	깊이	$l/5$ 또는 슬롯 깊이의 2.5배 중 큰 것.
	두께	다음 2개의 식 중 큰 것. $t_1 = 0.01d_0 + 1.5$ (mm) $t_2 = \frac{C_1 K S h l}{d_0 - a} + 1.5$ (mm) 단부 0.2l 사이의 두께 $t_3 = 0.0502 \sqrt[3]{\frac{C_1 S h l S_1^2}{d_0 - a}} + 1.5$ (mm)
(2) 단면계수		$Z = C_2 K S h l^2$ (cm ³)
(3) 면재	너비	$d = 2.7 \sqrt{d_0 l_1}$ (mm)
	두께	t_1 또는 t_2 중 큰 것

d_0 : 트랜스버스 웨브의 깊이 (mm).
 a : 슬롯의 깊이 (mm). 다만, l의 각 끝부분 0.25 l 사이에 유효한 칼라(collar) 판을 설치할 때에는 그 치수에 따라 수정할 수 있으며 l의 중앙부 0.5 l 사이에서는 0으로 하여도 좋다.
 S : 트랜스버스 웨브가 지지하는 면적의 너비 (m).
 h : 선체중심선에서 l의 중앙으로부터 상갑판까지의 수직거리 (m).
 l : 트랜스버스 웨브의 전 길이 (m). 다만, 견고한 브래킷으로 고착할 때에는 3편 1장 605.의 규정에 따라 수정할 수 있다.
 l_1 : 트랜스버스 웨브의 지지점 사이 거리 (m). 다만, 견고한 트리핑 브래킷을 설치할 때에는 그곳을 지지점으로 볼 수 있다.
 S_1 : 거더의 휨보강재 간격 또는 거더의 깊이 중 작은 것 (m).
 C_1 및 C_2 : 계수로서 빌지호퍼의 수평면에 대하여 화물창에 면하지 않은 측의 경사각 β (도) 및 301.의 3항에 규정하는 γ 의 값에 따라 다음 표에 정하는 것. 다만, γ 가 0.7 미만일 때에는 0.7로 한다.

경사각 (β)	$C_1^{(*)1}$	$C_2^{(*)2}$
$\beta \leq 40^\circ$	41.7 γ	7.1 γ
$40^\circ < \beta < 80^\circ$	(68.5 - 0.67 β) γ	(11.5 - 0.11 β) γ
$\beta \geq 80^\circ$	14.9 γ	2.7 γ

^{(*)1} 산정된 C_1 값이 27.8 미만일 때에는 27.8로 한다.
^{(*)2} 산정된 C_2 값이 4.75 미만일 때에는 4.75로 한다. 트랜스버스 웨브 길이의 중간에 유효한 스트럿을 설치할 때에는 C_2 값을 1/2로 할 수 있다.

2. 톱사이드 탱크의 경사판에 횡 휨보강재를 설치할 때 경사판의 두께는 좌굴에 대하여 충분한 것으로 하여야 한다.

503. 경사판의 횡보강재

1. 톱사이드 탱크의 경사판에 설치하는 중횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CKShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- S : 중횡보강재의 간격(m).
- h : 해당 횡보강재로부터 탱크넘침관 상단까지의 수직거리(m) 및 선박의 중양부에 있어서 탱크너비의 1/2(m) 중 큰 것.
- l : 중횡보강재를 지지하는 트랜스버스 웨브의 간격(m).
- C : 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C = \frac{100}{24 - 15f_D K \frac{y}{y_D}}$$

- y_D : 선체횡단면의 중립축으로부터 강력갑판보 상면까지의 수직거리(m).
- y : 선체횡단면의 중립축으로부터 해당 격벽 횡보강재까지의 수직거리(m).

2. 톱사이드 탱크의 경사판에 설치하는 횡보보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 6.8KShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- S : 횡보보강재의 간격(mm).
- l : 횡보보강재의 지지점 사이 거리(m).
- h : l 의 중앙으로부터 탱크의 넘침관 상단까지의 수직거리(m) 및 선박의 중양부에 있어서 탱크 너비의 1/2(m) 중 큰 것.

504. 종갑판보

톱사이드 탱크내에 설치하는 종갑판보의 단면계수는 3편 10장 303.의 규정에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, h 는 3편 10장 2절에 규정하는 갑판하중(kN/m^2)과 선체의 중양부에 있어서 탱크너비의 1/2(m)에 9.81을 곱한 것 중 큰 것으로 한다.

505. 선측늑골

1. 톱사이드 탱크내의 선측늑골의 단면계수는 3편 8장 401.의 1항의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 식중의 l 은 트랜스버스 웨브 사이의 거리(m)로 하고, 또한 h 의 값은 선박의 중양부에 있어서의 탱크너비의 1/2(m) 미만으로 하여서는 안된다.
2. 톱사이드 탱크내에 선측늑골을 설치할 때에는 그 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 6KShl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- S : 늑골간격(m).
- l : 선측에 있어서 상갑판 하면과 톱사이드 탱크 하단과의 수직거리(m).
- h : l 의 중앙으로부터 용골상면상 $d + 0.038L'$ 까지의 수직거리(m) 및 선체중양부에 있어서의 탱크너비의 1/2(m) 중 큰 것. 다만, 그 값이 $0.3\sqrt{L}$ (m) 미만일 때에는 $0.3\sqrt{L}$ (m)로 한다.
- L' : 선박의 길이(m). 다만, 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다.

506. 트랜스버스 웨브

1. 톱사이드 탱크내에서는 5 m를 넘지 않는 간격으로 트랜스버스 웨브 또는 막판(diaphragm)을 설치하여야 한다.
2. 트랜스버스 웨브의 치수는 표 7.3.10의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 트랜스버스 웨브 또는 막판에는 각 늑골 또는 중횡보강재가 관통하는 곳에 평강 횡보강재를 설치하고 약 3 m의

간격으로 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.

4. 갑판에 중량물을 실을 때에는 트랜스버스 웹 또는 막판을 적절히 보강하여야 한다.

507. 큰 톱사이드 탱크 [지침 참조]

1. 톱사이드 탱크가 큰 경우에는 그 너비의 중앙에 중통막판을 설치하는 등 특별한 고려를 하여야 한다.
2. 중통 막판(diaphragm)을 설치하는 경우 그 두께 t 는 106.의 규정에 의한 것 및 다음 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, f_D 는 1.0 이상이어야 한다.

$$t = 19.8 S \sqrt{\frac{y f_D}{D}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 중첩보강재의 간격(m).

y : 선체횡단면의 $D/2$ 의 위치로부터 고려하는 휨보강재 사이 패널(panel)의 중앙점까지의 수직거리(m).

3. 중통 막판에 중 휨보강재를 설치할 때에는 휨보강재의 깊이는 $0.06l$ 이상으로 하여야 한다. l 은 중통 막판에 설치되는 트랜스버스 웹 사이의 거리로 한다. 다만, 중 휨보강재의 끝을 트리핑 브래킷 등에 고착하는 구조로 할 때에는 휨보강재의 깊이를 적절히 감할 수 있다.
4. 중통 막판에 횡 휨보강재를 설치할 때에는 중통 막판의 두께는 좌굴에 대하여 충분한 것이어야 한다. 또한 휨보강재의 치수는 상기 3항의 규정과 같은 정도의 것으로 하여야 한다.

제 6 절 횡격벽 및 스텔

601. 횡격벽 [지침 참조]

1. 횡격벽에 대한 구조부재의 치수는 3편 15장 2절의 규정을 적용한다. 다만, 이 규정을 적용함에 있어서 식 중의 h 대신에 $0.36\gamma h'$ 를 사용한다. γ 는 301.의 3항에 따른다. 다만, γ 가 1.5 미만일 때에는 1.5로 한다. 한편 h' 는 다음에 따른다.
 - (1) 격벽판은 선체 중심선상에 있어서의 격벽판의 하단으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).
 - (2) 격벽의 수직휨보강재는 l 의 중앙, 수평휨보강재는 상하휨보강재 사이의 중앙으로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리(m). l 은 3편 15장 203.의 규정에 따른다.
 - (3) 휨보강재를 지지하는 수직거더는 l 의 중앙, 수평거더는 S 의 중앙으로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리(m). l 및 S 는 3편 15장 204.의 규정에 따른다.
2. 전 항의 규정에 관계없이 횡격벽에 대한 구조부재의 치수는 3편 14장의 규정에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 하부 스텔이 없는 횡격벽의 최하부에 사용하는 판의 두께는 내저판의 두께에 따라 적절히 증가시켜야 한다.
4. 톱사이드 탱크의 경사판이 고착되는 곳의 격벽판은 두께를 증가시키는 등 적절히 보강하여야 한다.
5. 이 절의 규정에 추가하여 호퍼 탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일선체 및 이중선체구조의 단일 갑판선으로서 선박의 길이(L_p)가 150 m 이상이고 수직파형 횡수밀격벽을 갖고 있으며, 밀도가 1.0 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하고자 하는 2006년 7월 1일 이후 건조 계약된 산적화물선의 모든 화물창은 12절의 규정에도 적합하여야 한다.

표 7.3.10 트랜스버스 웨브의 치수

트랜스버스 웨브		치수
(1) 웨브	깊이	(가) 웨브길이의 중간에 스트럿을 설치할 경우 : $l/6$ (나) 기타의 경우 : $l/5$ 또는 슬롯깊이의 2.5배 중 큰 것
	두께	다음 2개의 식 중 큰 것. $t_1 = 0.01d_0 + 1.5 \quad (\text{mm})$ $t_2 = 41.7K \frac{Shl}{d_0 - a} + 1.5 \quad (\text{mm})$ 단부 0.2l 사이의 두께 $t_3 = 0.174 \sqrt[3]{\frac{ShlS_1^2}{d_0 - a}} + 1.5 \quad (\text{mm})$
(2) 단면계수		(가) 웨브길이의 중간에 스트럿을 설치할 경우 : $Z = 3.57KS hl^2 \quad (\text{cm}^3)$ (나) 기타의 경우 : $Z = 7.14KS hl^2 \quad (\text{cm}^3)$
(3) 면재	너비	$b = 2.7\sqrt{d_0 l_1} \quad (\text{mm})$
	두께	t_1 또는 t_2 중 큰 것

d_0 : 트랜스버스 웨브의 깊이 (mm).
 a : 슬롯의 깊이 (mm). 다만, l 의 각 끝부분 0.25l 사이에 유효한 칼라판을 설치할 때에는 그 치수에 따라 수정할 수 있다. l 의 중앙부 0.5l 사이에서는 0으로 하여도 좋다.
 S : 트랜스버스 웨브가 지지하는 면적의 너비 (m).
 h : l 의 중앙으로부터 탱크의 넘침판 상단까지의 수직거리 (m) 또는 선체중앙부에 있어서의 탱크너비의 1/2 (m) 중 큰 것.
 l : 트랜스버스 웨브의 전 길이 (m). 트랜스버스 웨브 길이의 중간에 종통 막판(diaphragm)을 설치할 때에는 종통 막판으로부터 트랜스버스 웨브 끝의 브래킷 내측 끝까지의 거리 (m). 다만, 어떠한 경우에도 견고한 브래킷으로 고착할 때에는 3편 1장 605.의 규정에 따라 가감할 수 있다.
 l_1 : 트랜스버스 웨브의 지지점 사이의 거리 (m). 다만, 견고한 트리핑 브래킷을 설치할 때에는 그곳을 지지점으로 볼 수 있다.
 S_1 : 거더의 휨보강재 간격 또는 거더의 깊이 중 작은 것 (m).

602. 횡격벽 상하부 스텔

1. 횡격벽 하부 스텔의 경사판 두께는 402.의 1항의 식 중 계수 C 를 10% 감소하여 계산한 것 이상으로 한다. 또한, 그랩 또는 기타 기계적 장치에 의하여 하역을 하는 선박에 대하여는 계산된 값에 1mm를 더한 것 이상으로 하여야 한다.
2. 횡격벽 하부 스텔의 경사판에 설치되는 수평 휨보강재의 단면계수는 403.의 1항의 식 중 계수 C 를 10% 감하여 계산한 것 이상으로 하여야 한다. 또한 이 휨보강재를 수직 휨보강재로 할 경우의 단면계수는 403.의 2항에 의한 것 이상이어야 한다.
3. 횡격벽 하부 스텔내에는 이중저내의 중심선거더 및 측거더의 위치에 보강거더를 설치하고 그 치수는 404.의 규정에 의한 것 이상으로 하여야 한다.
4. 전 항에서 규정하는 보강거더는 화물창을 평형수탱크로 겸용하는 경우, 화물창에 화물유를 적재하는 경우 또는 무거운 화물을 적재하는 경우에는 막판구조로 하는 등 특히 전단에 대하여 충분한 것으로 하여야 한다.
5. 횡격벽 상하부 스텔의 구조부재의 치수에 대하여는 3편 14장의 규정에 의한 것 이상으로 하여야 한다.
6. 이 절의 규정에 추가하여 호퍼 탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일선체 및 이중선체구조의 단일 갑판선으로서 선박의 길이(L_p)가 150m 이상이고 수직파형 횡수밀격벽을 갖고 있으며, 밀도가 1.0 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하고자 하는 2006년 7월 1일 이후 건조 계약된 산적화물선의 모든 화물창은 12절의 규정에도 적합하여야 한다.

제 7 절 선창내 늑골

701. 선창내 늑골

1. 선창내 늑골의 단면계수 Z 는 표 7.3.11의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 선창내 늑골의 상하 고착부 부근에 있어서 웨브의 두께는 전단에 대하여 충분한 것이어야 한다.
3. 비중이 특별히 큰 화물을 적재하는 화물창에서는 전 각항의 규정에 의한 선창내 늑골의 치수를 적절히 증가시키는 등 특별한 고려를 하여야 한다.
4. 늑골은 일체형인 상·하부브래킷을 가지는 대칭단면으로 제작되어야 하며, 끝단은 소프트토우(soft toe)의 구조를 가져야 한다.
5. 길이가 190 m 이하인 선박에서 연강재 늑골을 사용하는 경우에는 비대칭인 늑골로서 조립되는 브래킷을 사용하는 구조이어도 좋다. 다만, 브래킷의 면재는 양단에서 스텝되어야 하며, 브래킷은 소프트토우의 구조를 가져야 한다.
6. 화물창내 늑골의 면재는 단부브래킷의 연결부에서 너클되지 않도록 곡률을 가져야 하며, 이 경우 곡률반경 r 은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한, 면재의 끝단은 스텝이 되어야 한다.(그림 7.3.4 참조)

$$r = \frac{0.4b_f^2}{t_f} \quad (\text{mm})$$

b_f : 브래킷의 면재폭 (mm).

t_f : 브래킷의 면재두께 (mm).

7. 늑골의 웨브 깊이와 두께의 비($=d/t_w$)는 다음에 주어진 값을 초과하여서는 안된다.
 - (1) 대칭면재를 갖는 늑골의 경우 : $60\sqrt{K}$
 - (2) 비대칭면재를 갖는 늑골의 경우 : $50\sqrt{K}$
 이 경우 K 는 재료계수로서 3편 1장 4절 표 3.1.3에 따른다.
8. 웨브로부터 면재의 자유단까지의 폭은 면재두께의 $10\sqrt{K}$ 배를 초과하여서는 안된다.

702. 늑골상하단의 고착 [지침 참조]

1. 늑골의 상하단에 있어서 빌지호퍼 또는 톱사이드 탱크와 고착하는 곳에는 탱크내외의 브래킷 끝부분을 동일위치에서 끝나지 않도록 하여야 한다.
2. 늑골브래킷의 단면계수 Z_u 및 Z_l 은 늑골 중앙부에서 요구되는 늑골에 대한 단면계수 Z_m 의 2배 이상이어야 하며(그림 7.3.4 참조), 상·하부 브래킷의 치수는 그림 7.3.6에 규정된 치수 이상이어야 한다.
3. 화물창내 늑골의 상·하단의 연결부는 그림 7.3.5와 같이 브래킷에 의하여 톱사이드 및 빌지호퍼탱크내에까지 구조적인 연속성을 가져야 하며, 브래킷은 좌굴에 대비하여 보강하여야 한다. 또한, 빌지호퍼탱크내에 설치되는 브래킷은 그림 7.3.5에 따른다.
4. 외판, 호퍼 및 톱사이드탱크에 고착되는 늑골 또는 브래킷의 용접부 및 웨브와 면재의 용접부에는 양면연속용접을 하여야 하며, 이 경우 요구되는 목두께는 다음에 따른다.(그림 7.3.4 참조)

구역 “a”의 경우 : $0.44t$

구역 “b”의 경우 : $0.4t$

t 는 용접되는 두 부재의 두께 t_1 또는 t_2 중 얇은 부재의 두께이다.

5. 효율적인 필릿용접의 적용이 불가능한 선체형상을 가지는 곳에서는 4항에 기술된 용접구조와 동일한 효과를 가질 수 있도록 늑골의 웨브와 브래킷의 용접부에 대하여 개선을 하여야 한다.

표 7.3.11 선창내 늑골의 단면계수

위치	단면계수(cm ³)
선수단으로부터 0.15L 과 선미격벽 사이	$Z = CKShl^2$
선수단으로부터 0.15L 과 선수격벽 사이	$Z = 1.25KCS hl^2$

S : 늑골간격 (m).
 h : 용골상면상 $d + 0.038L'$ 의 점으로부터 선측에 있어서의 빌지호퍼의 상단에 이르는 수직거리 (m).
 L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m 를 넘을 필요는 없다.
 l : 선측에 있어서 빌지호퍼의 상단과 톱사이드 탱크의 하단 사이의 거리 (m). (그림 7.3.3 참조)
 C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = \left(3.3 - 2.5 \frac{l}{h} \right) + (25.7 \lambda_1 + 44.5) \alpha \frac{d}{h}$$

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{l}$$
 l_1 : 중심선거더 높이의 중앙으로부터 빌지호퍼의 상단에 이르는 수직거리 (m). (그림 7.3.3 참조)
 α : 계수로서 다음 표에 따른다.
 다만 B/l_h 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다. 또한 만재상태에서 빈 화물창이 되는 화물창은 α 의 값을 표에서 정하는 값의 1.8배로 한다.

B/l_h	α
0.4이하	0.0288
0.6	0.0207
0.8	0.0144
1.0	0.0099
1.2	0.0069
1.4	0.0048
1.6	0.0034
1.8이상	0.0025

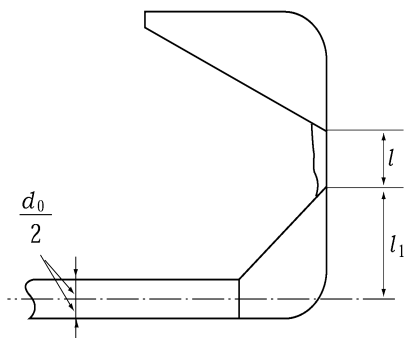


그림 7.3.3. l, l_1 등의 측정방법

703. 최전방 화물창의 선측구조

선수격벽에 인접한 화물창내 늑골은 외판의 과도한 변형을 방지할 수 있는 충분한 강도를 가지거나, 선박의 최전방 화물창내에서 선수창 스트링거의 구조적 연속성을 유지할 수 있는 구조이어야 한다.

704. 트리핑 브래킷

선박의 최전방 화물창내의 늑골이 비대칭단면을 갖는 경우에는 그림 7.3.7과 같이 늑골 한개 건너마다 트리핑 브래킷을 부착하여야 한다.

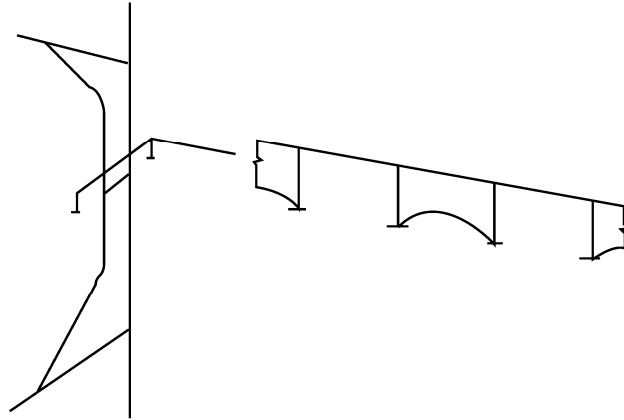


그림 7.3.7 최전방 화물창에서의 트리핑 브래킷의 부착

제 8 절 갑판 및 외판

801. 갑판구 측선밖 갑판 [지침 참조]

톱사이드 탱크를 설치하지 않는 부분의 갑판구 측선밖 에 있는 갑판의 단면적은 종강도의 연속성을 고려하여 정하여야 한다.

802. 갑판구 측선안 갑판 [지침 참조]

1. 창구끝 코밍은 톱사이드 탱크내 트랜스버스 웨브의 위치에 설치하여야 한다. 부득이 창구끝 코밍을 트랜스버스 웨브 위치에 설치할 수 없을 때에는 창구끝 코밍과 톱사이드 탱크와의 고착부의 연속성을 충분히 고려하여야 한다.
2. 갑판구 측선안 갑판은 횡식구조로 할 것을 권장한다. 부득이 종식구조로 할 때에는 좌굴에 대하여 특별한 고려를 하여야 한다.

803. 선측외판

선측외판의 두께는 횡격벽 전후의 화물창에 있어서 적하창과 빈화물창이 인접하는 경우, 해당 횡격벽이 정수중에 전단력의 일부를 부담하는 것을 고려하여 3편 3장 301.의 규정에 의한 두께를 적절히 참작할 수 있다.

804. 선저외판

화물창의 이중저부의 선저외판의 두께는 3편 4장 304.의 규정에 의한 식 및 304.의 1항의 첫째 식에 의한 것 중 큰 것 이상으로 하여야 한다. 다만, 후자의 식을 적용함에 있어서 α 는 다음 식에 의한 것으로 한다.

$$\alpha = \frac{13.8}{24 - 15.0 f_B K}$$

제 9 절 <Void>

제 10 절 산적화물선에 대한 침수상태에서의 종강도

1001. 일반사항

- 이 절의 규정은 2006년 7월 1일 이후에 건조 계약된, 단일선측 또는 지정된 하기만재흡수선에서 중심선에 직각으로 선측에서 안쪽으로 B/5 또는 11.5 m 중에서 작은 범위에 종격벽의 어느 부분이 위치하는 이중선측구조를 가지며, 1.0 t/m³ 이상의 밀도를 가지는 고체산적화물을 운송하도록 설계된 150 m 이상의 CSR 비적용 산적화물선에 적용한다. 이러한 선박은 **지침 3편 부록 3-1**에 규정된 각각의 화물 및 평형수적재상태와 비손상 종강도 계산시 고려하였던 모든 상태에서 명시된 침수조건에 대한 종강도를 검토하여야 한다. 다만, 항내 조건, 안벽접안조건, 항구에서 임시적인 적재 및 양하조건과 평형수를 교환하는 동안의 생기는 적재조건은 고려할 필요가 없다. (**지침 부록7-7** 참조)

1002. 침수강도기준

- 침수된 해수의 증량을 계산하기 위하여 다음과 같이 가정한다.
 - 비어있는 화물창(화물이 적재되어 있는 경우에는 적재된 화물상부의 비어있는 공간 포함)의 침수율은 0.95로 한다.
 - 적재되는 화물에 따라 적절한 침수율 및 산적화물밀도를 사용하여야 한다.
 - 철광석 : 산적화물밀도 3.0 t/m³, 침수율 0.3을 적용한다.
 - 시멘트 : 산적화물밀도 1.3 t/m³, 침수율 0.3을 적용한다.
 - 산적화물의 침수율이란 화물사이의 비어있는 용적과 그 화물이 차지하고 있는 용적의 비를 말한다.
- 강제제품 등 포장화물에 대하여는 침수율을 0으로 하여, 실제화물밀도를 고려하여 계산하여야 한다.

1003. 침수조건

1. 침수 화물창

각 화물창은 평형이 되는 수선까지 단독으로 침수되는 것으로 고려하여야 한다. 이 내용은 항해 중 수밀을 유지하는 SUBC(Self-Unloading Bulk Carriers)에도 적용된다. SUBC의 하역 시스템이 수밀성을 유지하지 못하는 경우, 침수상태에서의 종강도는 침수가 발생할 수 있는 범위를 적용하여 고려되어야한다. (2020)

2. 하중

침수상태에서의 정수하중은 상기 전 1호의 화물 및 평형수하중상태에 대하여 계산되어야 한다.

이러한 침수상태에서의 파랑하중은 **3편 3장 2절 표 3.3.1** 및 **3절 301.의 1항**에 규정된 파랑하중의 80%와 같다고 가정한다.

1004. 응력계산

- 해당 위치에서의 침수후 종굽힘응력 σ_{fld} 는 다음 식에 따른다.

$$\sigma_{fld} = \frac{M_{sf} + 0.8M_w}{Z} \times 10^3 \quad (\text{N/mm}^2)$$

M_{sf} : 고려하는 선체 횡단면에 있어서의 침수상태시 정수중 종굽힘모멘트(kN-m).

M_w : 고려하는 선체 횡단면에 있어서 **3편 3장 표 3.3.1**에 규정된 파랑 종굽힘모멘트(kN-m).

Z : 고려하는 위치에 있어서 선체횡단면의 단면계수(cm³).

- 해당 위치에 있어서의 외판 및 종격벽과 같은 내부재가 있는 경우의 전단강도는 **3편 3장 301. 및 302.**에 규정된 요건에 따라 검토하여야 한다. 단, F_s , F_w 는 F_{SF} 및 F_{WF} 로 치환하여 고려한다.

F_{SF} : 고려하는 선체 횡단면에 있어서 침수상태에서의 정수중 전단력(kN).

F_{WF} : 0.8 F_w

F_w : 고려하는 선체 횡단면에 있어서 **3편 3장 301.**에 따른 파랑전단력(kN).

1005. 강도평가

침수후에도 손상된 구조는 작용하는 하중에 대하여 유효하다고 가정한다. 허용굽힘응력, 허용전단응력 및 좌굴강도는 각각 **3편 3장 표 3.3.1**, **3편 3장 301.** 및 **4절**의 관련 규정에 따른다.

제 11 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선에 대한 화물창의 허용적재하중

1101. 적용

1. 이 절의 규정은 2006년 7월 1일 이후에 건조 계약된, 단일선측 또는 지정된 하기만재흡수선에서 중심선에 직각으로 선측에서 안쪽으로 $B/5$ 또는 11.5 m 중에서 작은 범위에 종격벽의 어느 부분이 위치하는 이중선측구조를 가지며, 1.0 t/m^3 이상의 밀도를 가지는 고체산적화물을 운송하도록 설계된 150 m 이상의 CSR 비적용 산적화물선에 적용한다. (지침 부록7-7 참조)
2. 각 화물창에 대한 적재하중은 1102.에 의한 하중모델과 1103.에 의한 이중저의 전단능력(shear capacity)을 적용하여 1104.에서 계산된 화물창의 허용적재하중을 초과하여서는 안된다.
3. 어떠한 경우에도, 화물창의 허용적재하중은 비손상시의 설계 화물창 적재하중보다 커서는 안된다.

1102. 하중모델

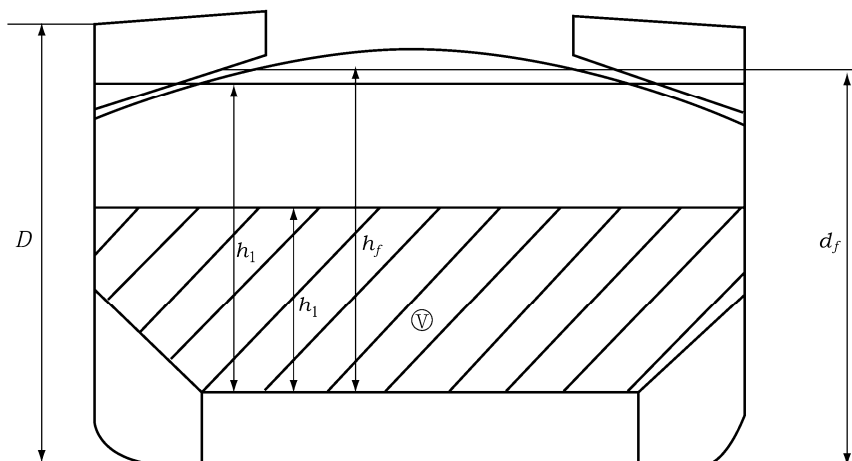
1. 일반사항

- (1) 이중저에 작용하는 하중은 다음을 고려하여야 한다.
 - (가) 외부 해수압에 의한 하중
 - (나) 화물창의 침수에 의한 화물 하중의 조합하중
- (2) 적하지침서에 포함된 다음의 적하상태에 대하여 화물창의 침수에 의한 하중과 화물 하중의 조합하중 중 가장 불리한 하중을 고려하여야 한다.
 - (가) 균일적하상태
 - (나) 비 균일적하상태
 - (다) 포장화물 적하상태(강재제품과 같은 경우)
- (3) 화물창의 허용적재하중에 대한 계산시에는 각각의 화물적재의 경우에 대하여 운송하고자 하는 최대 산적화물밀도를 고려하여야 한다.

2. 이중저 침수수두

침수수두 h_f 는 선박이 똑바로 선상태에서 내저판으로부터 d_f 까지 수직으로 측정된 거리(m)를 말한다. (그림 7.3.12 참조) 이 경우 d_f 는 기선으로부터 다음에 규정된 높이(m)까지를 말한다.

- (1) B형 건현을 갖는 재화중량 50,000톤 미만인 선박의 경우
 - (가) 최전방 화물창 : $d_f = 0.95D$
 - (나) 전 (가) 이외의 화물창 : $d_f = 0.85D$
- (2) 전 (1)호 이외 선박의 경우
 - (가) 최전방 화물창 : $d_f = D$
 - (나) 전 (가) 이외의 화물창 : $d_f = 0.90D$



V : 화물의 용적

그림 7.3.12 d_f , h_1 및 h_f 의 측정방법

1103. 이중저의 전단능력 [지침 참조]

1. 이중저의 전단능력 C 는 다음의 각 끝단에서의 전단강도의 합으로 정의된다.
 - (1) 양쪽 호퍼에 인접한 모든 늑판. 다만, 양쪽 스톨(스톨이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 두 늑판의 강도는 1/2로 한다. (그림 7.3.13 참조)
 - (2) 양쪽 스톨(스톨이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 이중저의 모든 거더.
2. 최전방 또는 최후방 화물창에서와 같이 거더나 늑판이 스톨 및 호퍼측 거더에 직접적으로 고착되지 않은 경우 이들의 강도는 고착된 부분만 고려한다.
3. 호퍼와 스톨(스톨이 없는 경우에는 횡격벽)로 형성되는 화물창 경계내의 늑판과 거더를 고려한다. 호퍼측 거더와 격벽 스톨(스톨이 없는 경우에는 횡격벽)에 직접적으로 결합되는 늑판은 포함시키지 않는다.
4. 이중저의 기하학적 형상 또는 구조적 배치가 전 1항부터 3항까지에 해당되지 않는 경우에는 우리 선급에서 인정하는 바에 따라 이중저의 전단능력 C 를 계산하여야 한다.
5. 전단강도를 계산할 때에는 늑판과 거더의 강도요구두께를 사용하여야 하며, 이 경우 강도요구두께 t_{net} 는 다음 식에 따른다.

$$t_{net} = t - 2.5 \quad (\text{mm})$$

t : 늑판 또는 거더의 두께(mm).

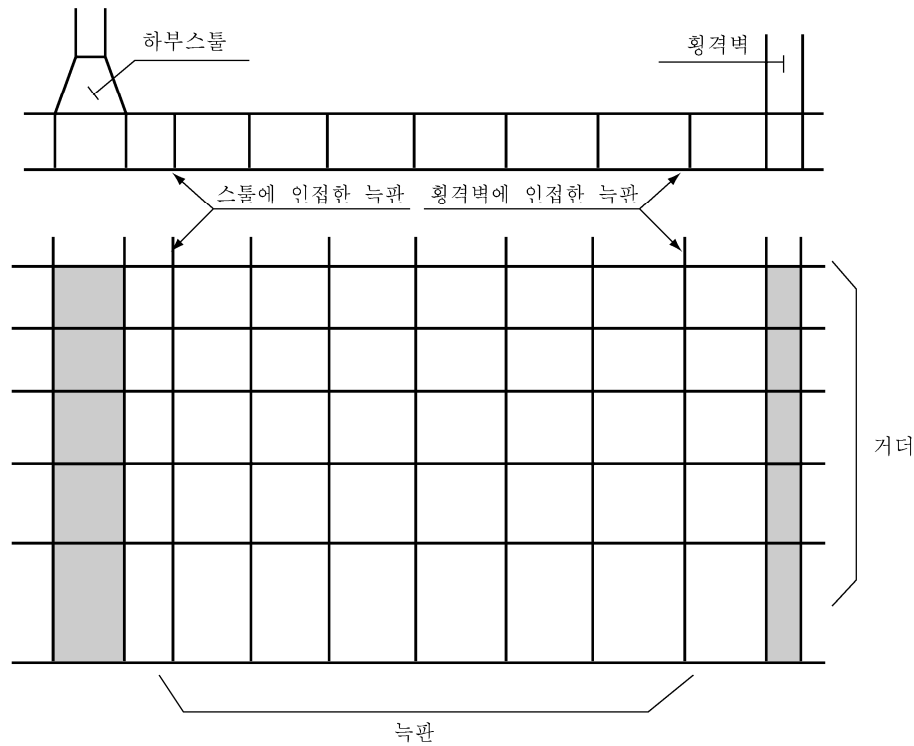


그림 7.3.13 고려하는 늑판 및 거더

6. 늑판의 전단강도

호퍼에 인접한 늑판패널에서의 늑판의 전단강도 S_{f1} 과 가장 바깥쪽의 베이(bay)에 있는 개구 위치에서의 늑판의 전단강도 S_{f2} 는 다음 식에 따른다.

$$S_{f1} = A_f \frac{\tau_a}{\eta_1} \times 10^{-3} \quad (\text{kN})$$

$$S_{f2} = A_{f,h} \frac{\tau_a}{\eta_2} \times 10^{-3} \quad (\text{kN})$$

A_f : 호퍼에 인접한 늑판패널의 단면적(mm²).

$A_{f,h}$: 가장 바깥쪽의 베이에 있는 개구 위치에서의 늑판패널의 단면적(mm²).

τ_a : 허용 전단응력(N/mm²)으로 다음 중 작은 값으로 한다. 다만, 스텔이나 횡격벽에 인접한 늑판의 허용 전단응력 τ_a 는 $\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ 로 할 수 있다.

$$\tau_{a1} = \frac{162\sigma_y^{0.6}}{(S/t_{net})^{0.8}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\tau_{a2} = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_y : 재료의 항복응력(N/mm²)

S : 고려하는 패널의 보강재의 간격(mm).

η_1 : 1.1로 한다.

η_2 : 1.2로 한다. 다만, η_2 의 경우 개구가 적절히 보강되었다고 우리 선급이 인정하는 경우 1.1로 할 수 있다.

7. 거더의 전단강도

스텔(스텔이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 거더패널에서의 거더의 전단강도 S_{g1} 과 스텔(스텔이 없는 경우에는 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더의 전단강도 S_{g2} 는 다음 식에 따른다.

$$S_{g1} = A_g \frac{\tau_a}{\eta_1} \times 10^{-3} \quad (\text{kN})$$

$$S_{g2} = A_{g,h} \frac{\tau_a}{\eta_2} \times 10^{-3} \quad (\text{kN})$$

A_g : 스텔(스텔이 없는 경우 횡격벽)에 인접한 거더패널의 최소 단면적(mm²).

$A_{g,h}$: 스텔(스텔이 없는 경우 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더패널의 단면적(mm²).

τ_a : 전 6항에 준한 허용 전단응력(N/mm²).

η_1 : 1.1로 한다.

η_2 : 1.15로 한다. 다만, η_2 의 경우, 개구가 적절히 보강되었다고 우리 선급이 인정하는 경우 1.1로 할 수 있다.

1104. 화물창의 허용적재하중

화물창의 허용적재하중 W 는 다음 식에 따른다.

$$W = \rho_c V \frac{1}{F} \quad (\text{ton})$$

F : 1.1로 한다. 다만, 강제제품을 적재하는 경우에는 1.05로 한다.

ρ_c : 산적화물밀도(t/m³). 다만, 강제제품인 경우에는 실제 화물밀도로 한다.

V : h_1 까지의 화물적재용적(m³).

$$h_1 = \frac{X}{\rho_c g}$$

X : 산적화물에 대하여 다음 X_1 및 X_2 중 작은 값으로 한다. 다만 강제제품인 경우 $X = X_1$ 으로 하며, 이때 $perm = 0$ 으로 하여 계산한다.

$$X_1 = \frac{Z + \rho g(E - h_f)}{1 + \frac{\rho}{\rho_c}(\text{perm} - 1)}$$

$$X_2 = Z + \rho g(E - h_f \text{ perm})$$

ρ : 해수밀도(t/m³).

g : 중력가속도로서 9.81 m/s² 으로 한다.

E : 화물창 침수시의 선박흘수(m)로서 $d_f - 0.1D$ 로 한다.

d_f : 1102.의 2항에 따른다.

h_f : 1102.의 2항에 정의된 침수수두(m).

perm : 1002.의 1항 (3)호에 규정된 화물의 침수율로서 0.3보다 클 필요는 없다.

Z : 다음의 두 값 중 작은 값으로 한다.

$$Z_1 = \frac{C_h}{A_{DB,h}}, \quad Z_2 = \frac{C_e}{A_{DB,e}}$$

C_h : 1103.에 정의된 이중저의 전단능력(kN)으로서, 각각의 늑판에 대하여는 전단강도 S_{f1} 과 S_{f2} (1103.의 6항 참조) 중 작은 값을 고려하며, 각각의 거더에 대하여는 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2} (1103.의 7항 참조) 중 작은 값을 고려하여야 한다.

C_e : 1103.에 정의된 이중저의 전단능력(kN)으로서, 각각의 늑판에 대하여는 전단강도 S_{f1} (1103.의 6항 참조)과 각각의 거더에 대하여는 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2} (1103.의 7항 참조) 중 작은 값을 고려하여야 한다.

$$A_{DB,h} = \sum_{i=1}^n S_i B_{DB,i}, \quad A_{DB,e} = \sum_{i=1}^n S_i (B_{DB} - S_i)$$

n : 스톨(스톨이 없는 경우 횡격벽) 사이의 늑판의 갯수.

S_i : i 번째 늑판의 간격(m).

$B_{DB,i}$: 늑판의 전단강도가 S_{f1} 으로 주어진 경우 $B_{DB} - S_i$ 으로, S_{f2} 로 주어진 경우 $B_{DB,h}$ 로 한다.

B_{DB} : 호퍼사이의 이중저의 너비(m). (그림 7.3.14 참조)

$B_{DB,h}$: 고려하는 두 개구사이의 거리(m). (그림 7.3.14 참조)

S_i : 호퍼에 인접한 이중저 중늑골의 간격(m).

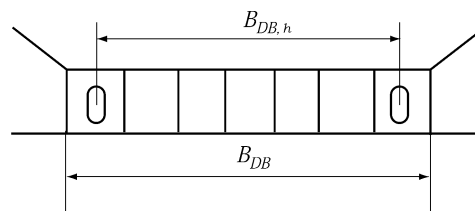


그림 7.3.14 $B_{DB,h}$ 및 B_{DB} 의 측정

제 12 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선의 파형 횡수밀격벽에 대한 구조치수

1201. 적용 및 정의

1. 이 절의 규정은 2006년 7월 1일 이후에 건조 계약된, 단일선측 또는 지정된 하기만재흘수선에서 중심선에 직각으로 선측에서 안쪽으로 $B/5$ 또는 11.5 m 중에서 작은 범위에 종격벽의 어느 부분이 위치하는 이중선측구조를 가지며, 수직파형 횡수밀격벽이 설치된, 1.0 t/m^3 이상의 밀도를 가지는 고체산적화물을 운송하도록 설계된 150 m 이상의 CSR 비적용 산적화물선에 적용한다. (지침 부록7-7 참조)
2. 부식여유두께를 제외한 횡격벽의 강도요구 두께는 1204.에 주어진 기준에 따른다.
3. 요구되는 두께 t 는 강도요구두께 t_{net} 에 1206.에 규정된 부식여유두께 t_s 를 더하여 구한 두께를 말한다.
4. 이 절에서 균일적하상태라 함은 인접한 화물창에서의 적재높이 d_1 (그림 7.3.15 참조)의 비가 1.2를 초과하지 않는 경우를 말한다. 또한, 서로 다른 밀도의 산적화물을 적재하는 경우에는 모든 화물창에 대하여 기준이 되는 산적화물밀도를 사용하여 등가 적재높이를 계산하여야 한다.

1202. 하중모델

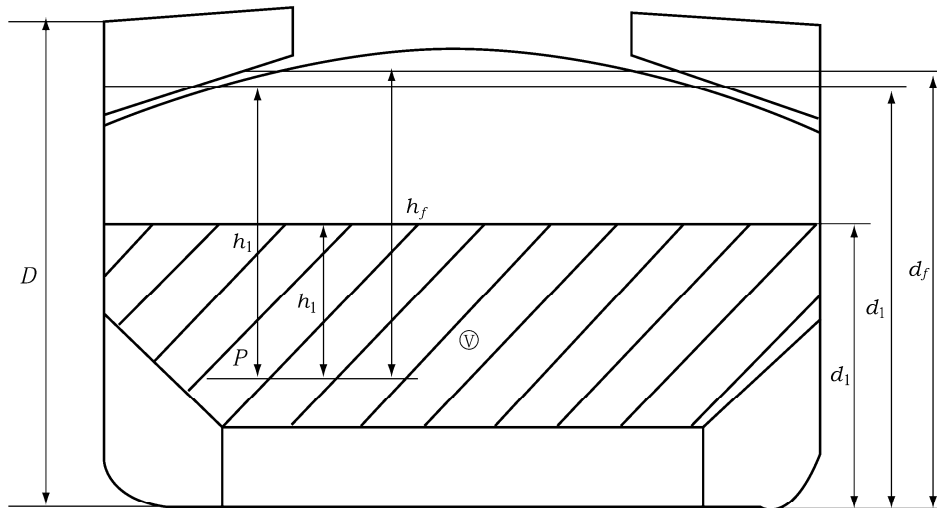
1. 일반

- (1) 격벽에 작용하는 하중은 격벽에 인접한 1개 화물창의 침수에 의한 하중과 화물하중의 결합에 의한 값을 말한다. 어떠한 경우에도 빈 화물창의 침수에 의한 압력도 고려되어야 한다. 이 내용은 항해 중 수밀을 유지하는 SUBC(Self-Unloading Bulk Carriers)에도 적용된다. SUBC의 하역 시스템이 수밀성을 유지하지 못하는 경우, 침수상태에서 격벽에 작용하는 하중의 조합은 침수가 발생할 수 있는 범위를 적용하여 고려되어야한다. (2020)
- (2) 적하지침서에 포함된 적하상태에 대하여 화물창의 침수에 의한 하중과 화물 하중의 조합하중 중 가장 불리한 하중을 고려하여 각 격벽의 치수를 결정하여야 한다.
 - (가) 균일적하상태
 - (나) 비균일 적하상태(적재된 화물창과 비어있는 화물창의 개별적인 침수상태에 대하여 고려)
- (3) 해당 화물창에 대한 특정 설계하중 제한값은 적하지침서에 설계자에 의하여 정의된 하중조건에 따라 결정된다.
- (4) 균일적하상태를 위하여 여러 항구에서의 적재 또는 하역을 하는 비균일 부분적하상태는 이 규정에 따른 고려를 하지 않아도 된다.
- (5) 포장화물(화물에 의한 압력이 횡격벽에 작용하지 않도록 적재된 화물)을 적재하는 화물창은 비어있는 화물창으로 간주한다.
- (6) 선박이 철광석이나 산적화물밀도가 1.78 t/m^3 이상인 화물만을 비균일 적재하여 운송하도록 설계되어 있는 경우를 제외하고, 해당 화물창에 적재된 화물의 최대질량은 화물을 선체중심선에서의 상부갑판까지 채운 것으로 간주한다.

2. 격벽 침수수두

침수수두 h_f 는 선박이 똑바로 선 상태에서 계산하고자 하는 위치로부터 d_f 까지 수직으로 측정된 거리(m)를 말한다. (그림 7.3.15 참조) 이 경우 d_f 는 기선으로부터 다음에 규정된 높이(m) 까지를 말한다.

- (1) B형 건현을 갖는 재화중량 50,000톤 미만인 선박의 경우
 - (가) 최전방의 횡파형격벽 : $d_f = 0.95D$
 - (나) 전 (가) 이외의 격벽 : $d_f = 0.85D$
- (2) B형 건현을 갖는 재화중량 50,000톤 미만인 선박으로서 비균일적하상태에서 산적화물밀도가 1.78 t/m^3 미만의 산적화물을 운송하는 선박의 경우
 - (가) 최전방의 횡파형격벽 : $d_f = 0.9D$
 - (나) 전 (가) 이외의 격벽 : $d_f = 0.8D$
- (3) 전 (1) 및 (2)호 이외의 선박인 경우
 - (가) 최전방의 횡파형격벽 : $d_f = D$
 - (나) 전 (가) 이외의 격벽 : $d_f = 0.9D$
- (4) 전 (3)호의 선박중 비균일적하상태에서 산적화물밀도가 1.78 t/m^3 미만의 산적화물을 운송하는 선박인 경우
 - (가) 최전방의 횡파형격벽 : $d_f = 0.95D$
 - (나) 전 (가) 이외의 격벽 : $d_f = 0.85D$



V : 화물의 용적
P : 계산하고자 하는 지점

그림 7.3.15 d_1 , d_f , h_1 및 h_f 의 측정방법

3. 침수되지 않은 산적화물 적재화물창의 압력

(1) 격벽의 각 위치에 있어서의 화물에 의한 압력 P_c 는 다음 식에 따른다.

$$P_c = \rho_c g h_1 \tan^2 \gamma \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ_c : 산적화물밀도(t/m^3).

g : 중력가속도로서 9.81 m/s^2 으로 한다.

h_1 : 계산하고자 하는 위치로부터 d_1 까지의 수직거리(m)를 말하며, 이 경우 d_1 은 기선으로부터 화물의 적재높이에 대응하는 수평면까지의 수직거리(m)를 말한다. (그림 7.3.15 참조)

γ : $45^\circ - (\phi / 2)$

ϕ : 화물 적하각으로서 철광석의 경우에는 35° 로, 시멘트의 경우에는 25° 로 할 수 있다.

(2) 화물에 의하여 파형에 작용하는 힘 F_c 는 다음 식에 따른다.

$$F_c = \rho_c g S_1 \frac{(d_1 - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} \tan^2 \gamma \quad (\text{kN})$$

ρ_c , d_1 , g 및 γ : (1)호에 따른다.

S_1 : 파형의 간격(m). (그림 7.3.16 참조)

h_{LS} : 내저판으로부터 하부스틀 정판까지의 평균 높이(m).

h_{DB} : 이중저의 높이(m)

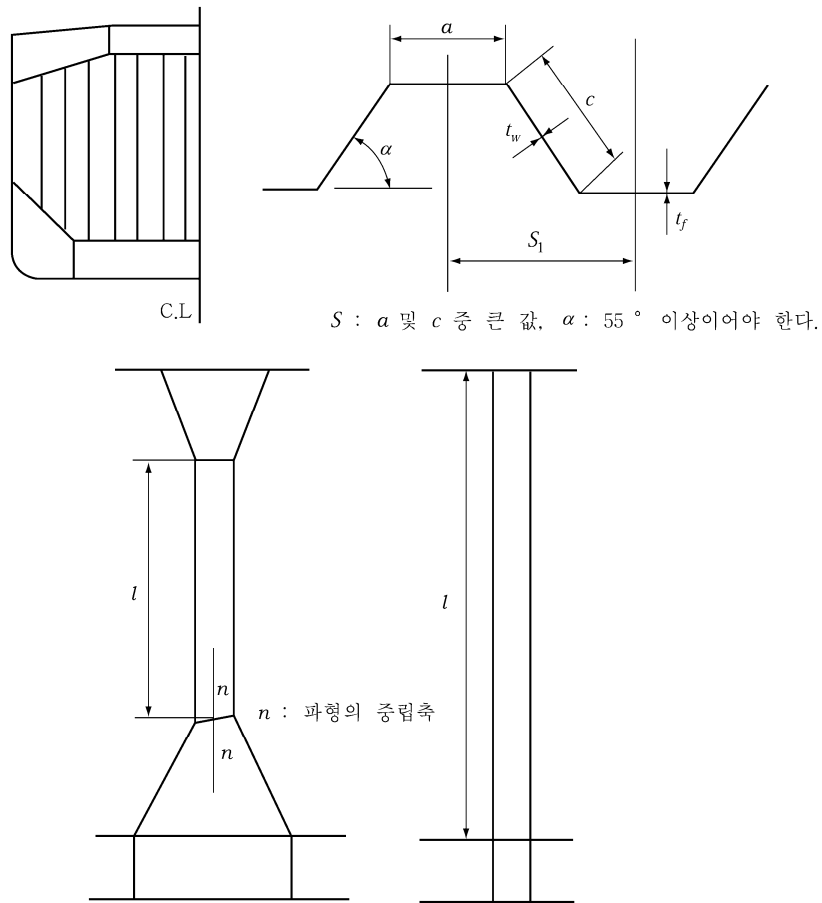


그림 7.3.16 S 및 l의 측정방법

4. 침수된 화물창내 압력

(1) 산적화물 적재장

d_1 과 d_f 의 값에 따라서 다음의 두 가지 경우를 고려하여야 한다.

(가) $d_f \geq d_1$ 인 경우

(a) 용골상면으로부터 d_1 과 d_f 사이에 위치한 격벽의 각 점에서의 침수 후 압력 P_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$P_{cf} = \rho g h_f \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ : 해수의 밀도(t/m^3)

g : 3항 (1)호에 따른다.

h_f : 2항에 정의된 침수수두.

(b) 용골상면으로부터 d_1 보다 낮은 곳에 위치한 격벽의 각 점에서의 침수후 압력 P_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$P_{cf} = \rho g h_f + [\rho_c - \rho(1 - perm)] g h_1 \tan^2 \gamma \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ 및 h_f : (a)에 따른다.

ρ_c, g, h_1 및 γ : 3항에 따른다.

$perm$: 화물의 침수율로서 1002.의 1항 (3)호에 따른다.

(c) 침수후 파형에 작용하는 힘 F_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$F_{cf} = S_1 \left[\frac{\rho(d_f - d_1)^2}{2} + \frac{\rho(d_f - d_1) + (P_{cf})_{le}}{2} (d_1 - h_{DB} - h_{LS}) \right] \quad (\text{kN})$$

ρ : (a)에 따른다.

S_1, g, d_1, h_{LS} 및 h_{DB} : 3항에 따른다.

d_f : 2항에 따른다.

$(P_{cf})_{le}$: 파형에서의 압력으로서 전 (b)에 따라 계산한다. (kN/m²)

(나) $d_f < d_1$ 인 경우

(a) 용골상면으로부터 d_1 과 d_f 사이에 위치한 격벽의 각 점에서의 침수후 압력 P_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$P_{cf} = \rho_c g h_1 \tan^2 \gamma \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ_c, g, h_1 및 γ : 3항에 따른다.

(b) 용골상면으로부터 d_f 보다 낮은 곳에 위치한 격벽의 각 점에서의 침수후 압력 P_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$P_{cf} = \rho g h_f + [\rho_c h_1 - \rho(1 - perm) h_f] g \tan^2 \gamma \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ, h_f 및 $perm$: (가)에 따른다.

ρ_c, g, h_1 및 γ : 3항에 따른다.

(c) 침수후 파형에 작용하는 힘 F_{cf} 는 다음 식에 따른다.

$$F_{cf} = S_1 \left[\frac{\rho_c g (d_1 - d_f)^2}{2} \tan^2 \gamma + \frac{\rho_c g (d_1 - d_f) \tan^2 \gamma + (P_{cf})_{le}}{2} (d_f - h_{DB} - h_{LS}) \right] \quad (\text{kN})$$

$\rho_c, S_1, g, d_1, \gamma, h_{DB}$ 및 h_{LS} : 3항에 따른다.

d_f : 2항에 따른다.

$(P_{cf})_{le}$: 파형하단에서의 압력으로서 (b)에 따라 계산한다. (kN/m²)

(2) 빈 화물창의 침수에 의한 압력

격벽의 각 점에서의 침수수두 h_f 에 의하여 발생하는 정수압력 P_f 를 고려하여야 한다.

침수후 파형에 작용하는 힘 F_f 는 다음 식에 따른다.

$$F_f = S_1 \rho g \frac{(d_f - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} \quad (\text{kN})$$

ρ : (1)호의 (가), (a)에 따른다.

S_1, g, h_{DB} 및 h_{LS} : 3항에 따른다.

d_f : 2항에 따른다.

5. 합성압력 및 합성힘

(1) 균일적하상태

(가) 격벽 각 점에서의 격벽의 구조치수를 결정하기 위한 합성압력 P 는 다음 식에 따른다.

$$P = P_{cf} - 0.8P_c \quad (\text{kN/m}^2)$$

(나) 격벽에 작용하는 합성힘 F 는 다음 식에 따른다.

$$F = F_{cf} - 0.8F_c \quad (\text{kN})$$

(2) 비균일적하상태

(가) 격벽 각 점에서의 격벽의 구조치수를 결정하기 위한 합성압력 P 는 다음 식에 따른다.

$$P = P_{cf} \quad (\text{kN/m}^2)$$

(나) 격벽에 작용하는 합성힘 F 는 다음 식에 따른다.

$$F = F_{cf} \quad (\text{kN})$$

1203. 파형에 대한 굽힘모멘트 및 전단력

파형에 대한 굽힘모멘트 M 과 전단력 Q 는 다음에 따른다.

1. 굽힘모멘트

파형에 대한 굽힘모멘트 M 은 다음 식에 따른다.

$$M = \frac{Fl}{8} \quad (\text{kN-m})$$

F : 합성힘(kN)으로서 1202.의 5항에 따른다.

l : 파형의 스패(m). (그림 7.3.16 및 그림 7.3.17 참조)

2. 전단력

파형하단에서의 전단력 Q 는 다음 식에 따른다.

$$Q = 0.8F \quad (\text{kN})$$

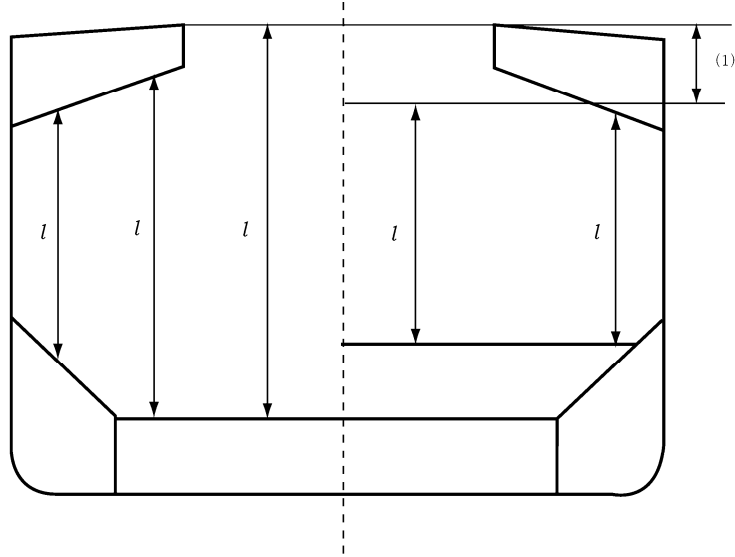
F : 1항에 따른다.

1204. 강도 평가기준

1. 일반

다음 사항은 수직파형을 갖는 격벽에 대하여 적용한다. (그림 7.3.16 참조)

- (1) 선박의 길이가 190 m 이상인 경우 하부스틀을 설치하여야 하며, 일반적으로 갑판하부에 상부스틀을 가지는 구조이어야 한다. 선박의 길이가 190 m 미만인 경우에는 파형격벽이 내저판으로부터 갑판에 직접 설치되는 구조이어도 좋다.
- (2) 그림 7.3.16와 같이 파형각도 α 는 55° 이상이어야 한다.
- (3) 국부 강도요구두께 t_{net} 의 요구치는 7항에 따르며, 2항 및 5항의 기준도 만족하여야 한다.
- (4) 2항 및 3항으로부터 구해진 파형하단의 두께는 내저판(하부스틀이 없는 경우) 또는 하부스틀로부터 적어도 0.15 l 이상 유지되어야 한다.
- (5) 2항 및 4항으로부터 구해진 파형중앙부의 두께는 갑판(상부스틀이 없는 경우) 또는 상부스틀 하단으로부터 0.3 l 이내인 곳까지 유지되어야 한다.
- (6) 파형상부의 단면계수는 파형중앙부 단면계수의 75 % 이상이어야 한다. 또한 재료의 항복응력이 다른 경우에는 이를 적절히 수정하여야 한다.



(비고)

- (1) 파형 스펠 l 을 측정하는 경우, 선박의 중심선에서 갑판으로부터 상부스틸쪽의 기준점거리는 다음 값보다 커서는 아니된다.
 - (1) 사각형 스텔의 경우 : 파형깊이의 2배
 - (2) 전 (1) 이외의 경우 : 파형깊이의 3배

그림 7.3.17 파형 스펠 l 의 측정방법

(7) 하부스틸

- (가) 일반적으로 하부스틸의 높이는 파형깊이의 3배 보다 작아서는 아니되며, 스텔정판의 두께와 재질은 파형하단에서 요구되어지는 것 이상이어야 한다.
- (나) 스텔정판으로부터 파형면재부 폭의 범위내에 있는 수직 또는 경사된 스텔측판의 두께와 재질은 파형하단에서 면재부의 판두께와 재질에 대한 요구치 이상이어야 한다.
- (다) 스텔측판의 두께와 스텔측판 휨보강재의 단면계수는 다음 식에 따른다.
 - (a) 스텔측판의 두께
 - (i) $d_f \geq d_1$ 인 경우

$$t = CS\sqrt{h_1'K} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

(ii) $d_f < d_1$ 인 경우

$$t = CS\sqrt{h_2'K} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

C : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$C = 3.825C_1$$

C_1 : 계수로서 l/S 값에 따라 다음 식에 의한 값

$$1 \leq \frac{l}{S} < 3.5 \text{ 일 때 : } \left(0.11\frac{l}{S} + 0.615\right)$$

$$3.5 \leq \frac{l}{S} \text{ 일 때 : } 1.0$$

S : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 짧은 변의 길이(m).

l : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 긴 변의 길이(m).

h_1' 및 h_2' : 다음 식에 따른다.

$$h_1' = h_f + \left\{ \frac{\rho_c}{\rho} - (1 - perm) \right\} h_1 (\sin^2 \beta \tan^2 \gamma + \cos^2 \beta)$$

$$h_2' = h_f + \left\{ \frac{\rho_c}{\rho} h_1 - (1 - perm) h_f \right\} (\sin^2 \beta \tan^2 \gamma + \cos^2 \beta)$$

β : 스틸측판의 경사각(도).

h_f : 1202.의 2항에 따른다.

ρ_c, h_1 및 γ : 1202.의 3항에 따른다.

ρ : 1202.의 4항에 따른다.

$perm$: 화물의 침수율로서 1002.의 1항 (3)호에 따른다.

(b) 스틸측판 수직휨보강재의 단면계수

(i) $d_f \geq d_1$ 인 경우 : $Z = 7.8 K S h_1' l^2$ (cm³)

(ii) $d_f < d_1$ 인 경우 : $Z = 7.8 K S h_2' l^2$ (cm³)

S : 휨보강재의 간격(m).

l : 휨보강재의 지지점 사이의 길이(mm).

h_1' 및 h_2' : (a)에 따른다.

(라) 스틸정판의 끝단으로부터 파형면재의 표면까지의 거리는 그림 7.3.18에 따른다.

(마) 스틸하단은 이중저 늑판과 일치시켜야 하며, 스틸하단 폭은 파형 평균 깊이의 2.5배 이상이어야 한다. 또한, 파형의 유효한 지지를 위하여 스틸의 막판은 종거더와 일치되도록 설치하여야 하며, 스틸정판과 연결되는 부분에 서는 브래킷과 막판의 스켈롭은 피하여야 한다.

(바) 하부스틀을 설치하는 경우에는 파형격벽판은 스틸정판에 완전용입용접에 의하여 연결되어야 한다. 스틸측판은 스틸정판과 내저판에, 이를 지지하는 늑판은 내저판에 완전용입용접 또는 깊은용입용접에 의하여 연결되어야 한다. (그림 7.3.20 참조)

(사) 하부스틀측판 휨보강재의 양단은 스틸의 상·하단에 브래킷에 의하여 고착되어야 한다.

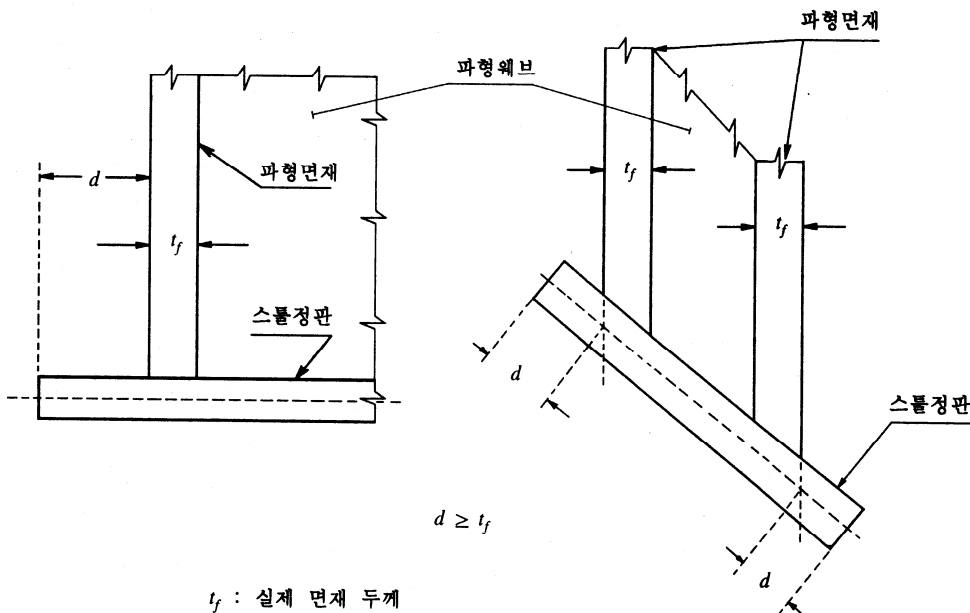
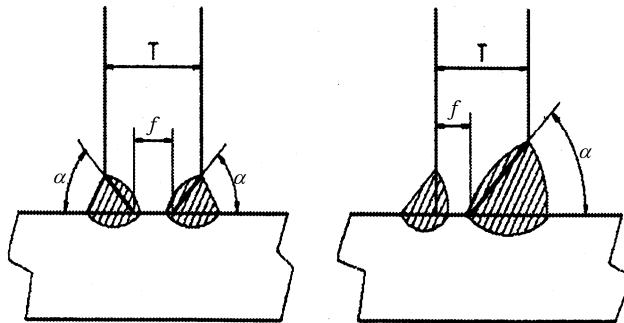


그림 7.3.18 스틸정판의 끝단으로부터 파형 면재까지의 허용 거리 d

(8) 상부스틀

- (가) 상부스틀을 설치하는 경우 상부스틀의 깊이는 파형깊이의 2배 내지 3배정도로 하는 것을 원칙으로 하며, 창구 측거더의 위치에서 갑판으로부터 측정된 사각형스틀의 깊이는 일반적으로 파형깊이의 2배 이상으로 하여야 한다.
 - (나) 상부스틀은 인근의 창구 끝단 갑판보 사이에서 거더나 견고한 브래킷에 의하여 적절히 지지되어야 한다.
 - (다) 상부스틀 하단판의 폭은 하부스틀 정판의 폭과 같아야 한다. 사각형이 아닌 스텔정판의 폭은 파형깊이의 2배 이상이어야 한다.
 - (라) 상부스틀 하단판의 두께와 재질은 아래 격벽판의 요구치 이상이어야 한다. 상부스틀 측판 하단부 판의 두께는 파형상부 요구치의 80% 이상이어야 하며, 파형의 재질과 동일하게 사용하여야 한다.
 - (마) 상부스틀 측판의 두께와 상부스틀 측판 휨보강재의 단면계수는 전 (7)의 (다)에 규정된 h_1' 및 h_2' 를 적용하여 계산한 값이 우리 선급의 요구치 이상이어야 한다. 또한 상부스틀 측판 휨보강재의 양단은 스텔의 상·하단에 브래킷에 의하여 고착되어야 한다.
 - (바) 상부스틀의 내측에 설치되는 막판은 파형의 유효한 지지를 위하여 인접한 창구단 코우밍 거더 사이에서 갑판하 중거더에 유효하게 일치시켜야 한다. 스텔하단판에 연결되는 부위에서의 브래킷과 막판의 스킵은 피하여야 한다.
- (9) 구조의 일치
- (가) 상부스틀이 없는 경우에는 갑판에 두개의 횡휨보강재를 파형면재의 위치에 일치시켜 설치하여야 한다.
 - (나) 하부스틀이 없는 경우, 파형면재는 지지능판에 일치시켜야 한다. 파형격벽판은 내저판에 완전용입용접에 의하여 연결되어야 한다. 이를 지지하는 늑판은 내저판에 완전용입용접 또는 깊은 용입용접에 의하여 연결되어야 한다. (그림 7.3.20 참조)
 - (다) 하부스틀이 없는 경우 지지능판의 두께와 재질은 파형면재에 대한 요구치 이상이어야 한다. 또한, 내저판중부재의 설치를 위한 이중저능판의 슬롯에는 칼리판(collar plate)을 설치하여야 한다.
 - (라) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 지지능판은 적절하게 설계된 전단판에 의해 연결되어야 한다.
 - (마) 스텔측판은 파형면재와 일치시켜야 하며, 하부스틀내의 스텔측판수직보강재와 브래킷은 적절히 하중이 전달될 수 있도록 내저중늑골에 일치시켜야 한다. 스텔측판은 내저판과 스텔정판 사이에서 너클이 생겨서는 안된다.



루우트 간격(f) : 3mm ~ T/3mm
홈 각도(α) : 40° ~ 60°

그림 7.3.20 깊은 용입 용접

2. 굽힘능력(bending capacity) 및 전단응력

(1) 굽힘능력은 다음의 관계식에 따른다.

$$\frac{M}{0.5Z_{le}\sigma_{a,le} + Z_m\sigma_{a,m}} \times 10^3 \leq 0.95$$

- M : 1203.의 1항에 규정된 굽힘모멘트(kN-m).
- Z_{le} : 3항에 규정된 파형하단에서의 반피치 파형의 단면계수(cm³).
- Z_m : 4항에 규정된 파형중상부에서의 반피치 파형의 단면계수(cm³).
- $\sigma_{a,le}$: 5항에 규정된 파형하단에서의 허용응력(N/mm²).

$\sigma_{a,m}$: 5항에 규정된 파형중양부에서의 허용응력(N/mm²).

- (가) 굽힘능력 계산시 Z_m 의 값은 $1.15Z_{le}$ 와 $1.15Z'_{le}$ 중 작은값 이하로 하여야 하며, Z'_{le} 은 (a) 또는 (b)의 경우에 적용하며, 다음 (나)의 식에 따라 계산한다.
- (a) 다음을 만족하는 웨더판을 부착한 경우
- (i) 웨더판은 너클이 되지 않아야 한다.
 - (ii) 웨더판은 일면용입용접이나 이와 동등한 방법에 의해 파형과 하부스틀정판에 용접되어야 한다.
 - (iii) 웨더판은 경사각 45° 이상으로 부착되어야 하고, 그 끝단은 스텔측판과 일치시켜야 한다.
 - (iv) 웨더판의 두께는 파형면재두께의 75% 이상이어야 한다.
 - (v) 웨더판은 적어도 파형면재와 재료특성이 동일하여야 한다.
- (b) 다음을 만족하는 거싯판을 부착한 경우
- (i) 전 (a)의 규정에 따른 두께, 재료특성 및 용접구조를 가진 웨더판과 결합되어야 한다.
 - (ii) 거싯판의 높이가 파형면재폭의 1/2 이상이어야 한다.
 - (iii) 거싯판은 스텔측판과 일치되게 부착되어야 한다.
 - (iv) 거싯판은 완전용입용접에 의하여 하부스틀정판에 용접되어야 하며, 파형 및 웨더판에는 일면용입용접이나 이와 동등한 방법에 의하여 부착되어야 한다.
 - (v) 거싯판은 적어도 파형면재의 두께와 재료특성이 동일하여야 한다.
- (나) 단면계수 Z_{le} 는 다음에 주어진 Z'_{le} 이하이어야 한다.

$$Z'_{le} = Z_g + \frac{Qh_g - 0.5h_g^2 S_1 P_g}{\sigma_a} \times 10^3 \quad (\text{cm}^3)$$

Z_g : 적용된 웨더 및 거싯판의 상부끝단에서 4항에 따라 계산된 반피치 파형의 단면계수(cm³).

Q : 1203.의 2항에 규정된 전단력(kN).

h_g : 적용된 웨더 및 거싯판의 높이(m). (그림 7.3.19의 (1), (2), (3) 및 (4) 참조)

S_1 : 1202.의 3항에 따른다.

P_g : 적용된 웨더 및 거싯판의 중앙부에서의 1202.의 5항에 따라 계산되어진 합성압력(kN/m²).

σ_a : 5항에 규정된 허용응력(kN/m²).

- (2) 전단응력 τ 는 전단력 Q 를 단면적으로 나누어 얻어진다. 파형의 경우, 웨브와 면재사이의 각도가 직각을 이루지 않음으로 전단 단면적이 감소한다. 일반적으로 감소된 전단 단면적은 웨브단면적에 $\sin \alpha$ 를 곱하여 구할 수 있다. α 는 웨브와 면재사이의 각도이다.
- (3) 단면계수와 전단 단면적의 계산시에는 강도요구판두께 t_{net} 를 사용한다.
- (4) 파형의 단면계수는 3항 및 4항의 규정에 따라 계산하여야 한다.

3. 파형하단에서의 단면계수

파형하단에서의 단면계수는 6항에 의한 값보다 크기 않은 유효면재폭 b_{ef} 를 가진 압축면재를 가지고 계산하여야 하며, 하단부에서 파형웨브가 스텔정판의 하부(또는 내저판의 하부)에서 국부적인 브래킷에 의하여 지지되지 않은 경우에는 파형의 단면계수는 파형웨브의 30%만 유효하다고 간주하여 계산하여야 한다.

- (1) 전 2항에 정의된 유효한 웨더판이 부착된 경우(그림 7.3.19의 (1) 및 (2) 참조)

파형하단(그림 7.3.19의 (1) 및 (2)의 단면 ① 참조)의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 $2.5a\sqrt{t_f t_{sh}}$ 만큼 증가시킬 수 있다. 다만, $2.5at_f$ 이하이어야 한다.

a : 파형면재의 폭(m).(그림 7.3.16 참조)

t_{sh} : 웨더판의 강도요구두께(mm).

t_f : 면재의 강도요구두께(mm).

- (2) 전 2항에 정의된 유효한 거싯판이 부착된 경우(그림 7.3.19의 (3) 및 (4) 참조)

파형하단(그림 7.3.19의 (3) 및 (4)의 단면 ① 참조)의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 $7h_g t_f$ 만큼 증가시킬 수 있다.

h_g : 거싯판의 높이(m)로서 (그림 7.3.19의 (3) 및 (4) 참조) $\frac{10}{7}S_{gu}$ 이하이어야 한다.

S_{gu} : 거싯판의 폭(m).

t_f : 면재의 강도요구두께(mm).

- (3) 파형웹브가 경사진 스틸정판에 용접되는 경우, 파형의 단면계수 계산시 파형격벽웹브의 유효도는 파형웹브가 수평면에 대하여 45° 이상인 경우에는 100%로, 0° 인 경우에는 30%로 하며, 중간값에 대하여는 보간법에 따른다. 유효한 거싯판이 고착된 경우에는 파형의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 전 (2)에 규정된 값만큼 증가시킬 수 있으나 웨더판이 설치된 경우에는 면재판의 면적을 증가시켜서는 안된다.

4. 파형하단 이외에서의 단면계수

파형하단 이외에서의 단면계수는 6항에 의한 값 이하의 유효면재폭 b_{ef} 를 가진 압축면재와 유효하다고 간주된 파형웹브를 이용하여 계산하여야 한다.

5. 허용응력

수직응력 σ 및 전단응력 τ 는 다음 식에 주어진 허용값 σ_a 및 τ_a 를 초과하여서는 안된다.

$$\sigma_a = \sigma_y \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\tau_a = 0.5\sigma_y \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_y : 재료의 항복응력(N/mm²).

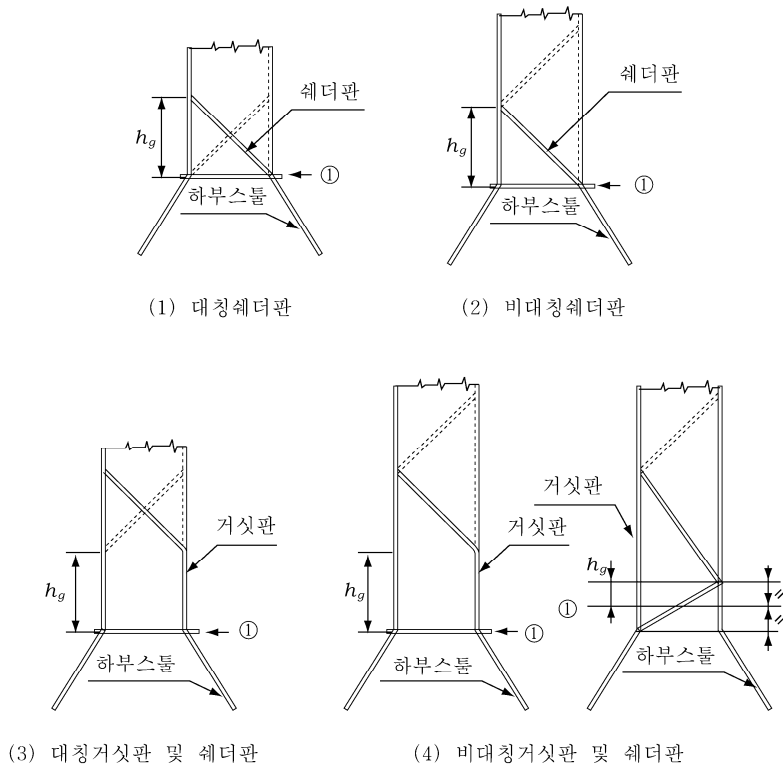


그림 7.3.19 웨더판 및 거싯판

6. 유효압축면재폭 및 전단좌굴

(1) 파형압축면재의 유효폭

파형면재의 유효폭 b_{ef} 는 다음 식에 따른다.

$$b_{ef} = C_e \alpha \quad (\text{m})$$

$$\beta > 1.25 \text{인 경우} : C_e = \frac{2.25}{\beta} - \frac{1.25}{\beta^2}$$

$$\beta \leq 1.25 \text{인 경우} : C_e = 1.0$$

$$\beta = \frac{a}{t_f} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \times 10^3$$

t_f : 파형면재의 강도요구두께(mm).

a : 파형면재의 폭(m). (그림 7.3.12 참조)

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm²).

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우에는 2.06×10^5 (N/mm²) 으로 한다.

(2) 전단

파형단부에 있는 웨브판에 대하여 전단좌굴을 검토하여야 하며, 전단응력 τ 는 다음의 임계좌굴응력 τ_c 를 초과하여서는 안된다.

$$\tau_c = \tau_E \quad : \tau_E \leq 0.5\tau_y \text{ 일 때}$$

$$\tau_c = \tau_y \left(1 - \frac{\tau_y}{4\tau_E}\right) \quad : \tau_E > 0.5\tau_y \text{ 일 때}$$

τ_y : 재료의 전단응력(N/mm²)으로서 $\sigma_y/\sqrt{3}$ 로 한다.

τ_E : 탄성좌굴응력(N/mm²)으로 다음에 따른다.

$$\tau_E = 0.9 k_t E \left(\frac{t}{1000c}\right)^2 \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$k_t = 6.34$$

t : 파형웨브의 강도요구두께(mm).

c : 파형웨브의 폭(m). (그림 7.3.16 참조)

σ_y, E : (1)호에 따른다.

7. 국부 강도요구두께

(1) 격벽의 국부 강도 요구두께 t_{net} 는 다음 식에 따른다.

$$t_{net} = 14.9 S_w \sqrt{\frac{1.05P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

S_w : 판폭(m)으로서, 파형면재와 웨브의 폭중 큰 값(그림 7.3.16 참조)

P : 해당 판의 각 아래 가장자리에서의 1202.의 5항에서 정의된 합성압력(kN/m²), 최하단부의 국부강도 요구두께는 하부스틀의 상단판에서, 하부스틀이 없는 경우에는 내저판에서 또는 쉘터판 혹은 쉘터/거싯판이 부착된 경우에는 쉘터판 상단에서의 합성압력을 이용하여 결정한다.

σ_y : 재료의 항복응력(N/mm²).

(2) 파형면재와 웨브의 두께가 다른 조립파형격벽의 경우 :

(가) 좁은판의 강도요구두께 t_n 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_n = 14.9 S_n \sqrt{\frac{1.05P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

S_n : 좁은판의 폭(m).

P 및 σ_y : (1)호에 따른다.

(나) 넓은판의 강도요구두께 t_w 는 다음 두 식중 큰값 이상이어야 한다.

$$t_{w1} = 14.9 S_w \sqrt{\frac{1.05P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

$$t_{w2} = \sqrt{\frac{440 S_w^2 \times 1.05 P}{\sigma_y} - t_w^2} \quad (\text{mm})$$

t_{np} : 좁은판의 실제 사용두께(부식추가두께를 제외한 두께)와 상기의 t_{w1} 중 작은 값 이하여야 한다.

S_w : 넓은판의 폭(m).

P 및 σ_y : (1)호에 따른다.

1205. 국부상세

1. 격벽의 힘과 모멘트가 주변구조, 특히, 이중저와 크로스 갑판으로 잘 전달될 수 있도록 설계하여야 한다.
2. 1204.의 2항에서 규정한 거싯판 및 웨더판의 두께와 보강방법, 용접이음부의 치수 및 재료는 우리 선급의 규정에 적합하여야 한다.

1206. 부식추가두께

부식추가두께 t_s 는 3.5 mm 로 한다.

제 13 절 산적화물선, 광석운반선 및 검용운반선에 대한 선수루의 설치

1301. 적용

이 장의 규정은 2004년 1월 1일 이후에 건조계약되는 'ESP'부기부호를 가지는 모든 산적화물선, 광석운반선 및 검용운반선에 적용한다. 이러한 선박은 건현갑판상에 폐위된 선수루를 설치하여야 한다.
선수루의 크기는 1302.에 따른다. 또한, 선수루의 구조배치 및 치수는 우리 선급의 관련 규정에 따른다.

1302. 크기

1. 선수루는 건현갑판상에 위치하여야 하며, 선수루 후단격벽이 최전방 화물창의 전단격벽 위치 또는 그 뒤쪽에 오도록 설치하여야 한다. (그림 7.3.21 참조)
그러나 이러한 요건이 창구덮개의 작동을 방해하는 경우, 선수루의 길이가 선수 수선의 후방으로 선박길이의 7% 이상인 것을 조건으로 선수루의 후단격벽을 최전방 화물창의 전단격벽 위치보다 전방에 설치할 수 있다. 이때 선박의 길이 및 선수 수선은 1966 국제만재흡수선 협약 및 1988 의정서에 따른다.
2. 주갑판 상부 선수루 높이(H_p)는 다음 중 큰 값 이상이어야 한다.
 - 1966 국제만재흡수선 협약(ICLL) 및 1988 의정서에 정의된 표준선수루높이
 - $H_C + 0.5\text{m}$
 H_C : 1번 화물창의 앞쪽에 있는 횡방향 창구코밍의 높이
3. 4편 2장 203. 2 및 505. 4.에 따라 1번 화물창의 앞쪽에 있는 횡방향 창구코밍 및 창구덮개에 각각 감소된 하중을 적용하고자 할 때, 선수루 갑판의 후부 끝단의 모든 위치는 창구코밍 판으로부터 l_F 만큼 떨어진 곳에 위치하여야 한다.

$$l_F \leq 5\sqrt{H_F - H_C}$$

4. 창구덮개 또는 창구코밍을 보호하기 위하여 선수루 갑판 상부에 물결막이(breakwater)를 설치하는 것은 허용되지 않는다. 만약, 다른 용도를 위하여 설치할 경우, 선체중심선에서 물결막이의 상단이 선수루 갑판의 후단에서부터 앞쪽으로 $H_B/\tan 20^\circ$ 이상 떨어져 있도록 하여야 한다. H_B 는 선수루 상부의 물결막이 높이이다. (그림 7.3.21 참조)

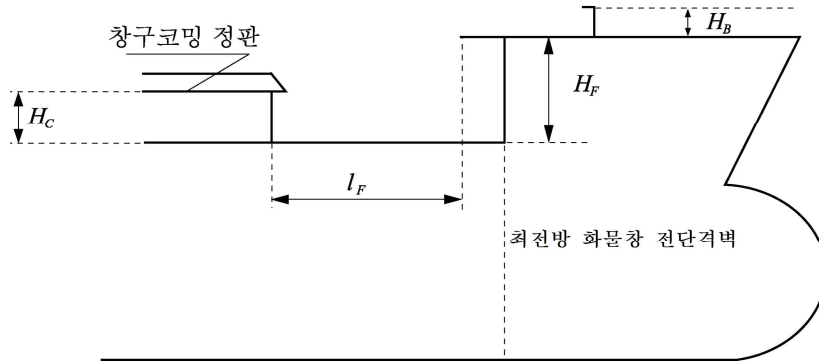


그림 7.3.21 선수루의 크기

제 14 절 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수펌핑장치

1401. 일반 [지침 참조]

1403. 및 1404.에서 규정하는 수위감지기, 경보장치와 배수, 펌핑장치에 대한 설치 및 시험 등에 대한 요건은 부록 7-6 「산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치」에 따른다. (2021)

1402. 적용

이 절의 규정은 국제항해에 종사하는 총톤수 500톤 이상의 선박에 대하여 다음과 같이 적용한다.

- 2006년 7월 1일 전에 건조된 선박으로서 화물구역 내에 일반적으로 단일 갑판, 톱사이드 탱크 및 호퍼 사이드 탱크를 가지는 구조로 건조되고, 광석운반선 및 겸용선과 같은 형태의 선박을 포함하여 주로 건화물을 산적 운송하기 위한 선박과 2006년 7월 1일 이후 건조된 선박으로서 광석운반선 및 겸용선과 같은 형태의 선박을 포함하여 주로 건화물을 산적 운송하기 위한 선박(이하 「산적화물선」이라 한다)은 1403.의 1항 및 1404.에서 정하는 요건에 따라 관련 장치를 설치하여야 한다.
- 산적화물선 이외의 화물선으로서 건현갑판 아래에 단일의 화물창을 가지는 선박 또는 건현갑판 아래에 여러 개의 화물창이 있지만 건현갑판까지 달하는 최소한 1개 이상의 수밀격벽에 의하여 구분되지 아니하는 화물창을 가지는 선박(이하 「단일화물창의 화물선」이라 한다)으로서 다음에 해당되는 선박은 1403.의 3항에서 정하는 요건에 따라 관련 장치를 설치하여야 한다.

- (1) 1998년 7월 1일 이후 건조된 길이 80미터 미만의 선박
- (2) 1998년 7월 1일 전에 건조된 길이 100미터 미만의 선박

다만, 1403.의 1항의 규정에 따른 수위감지기를 설치한 선박 및 화물창 양쪽에 내저판에서 건현갑판에 달하는 적당한 폭을 가진 수직의 수밀구획을 가진 선박은 1403.의 3항에서 요구되는 수위감지기를 설치하지 아니할 수 있다. 【지침 참조】

2007년 1월 1일 전에 건조된 선박은 1편 2장 1802.에 따른다.

1403. 수위 감지기 및 경보장치 등

- 산적화물선의 모든 화물창, 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크 및 최전방 화물창 보다 앞쪽에 위치한 건구역(dry spaces) 또는 보이드 구역(단, 체인로커는 제외)에는 수위감지기 및 가시광선의 경보장치를 설치하여야 한다.
- 선박의 최대 배수용적의 0.1%를 초과하지 않는 폐위구역에는 상기 1항에서 규정한 경보장치를 설치하지 않아도 된다.
- 단일화물창의 화물선으로서 배의 길이가 80 m 미만 (1998년 7월 1일 전에 건조된 선박의 경우에는 100 m 미만)인 선박의 화물창에는 수위감지기 및 가시광선의 경보장치를 설치하여야 한다. 또한, 건현갑판 아래에 여러 개의 화물창이 있지만 건현갑판까지 달하는 최소한 1개 이상의 수밀격벽에 의하여 구분되지 아니하는 경우에는 각각의 화물창에 수위감지기 및 가시광선의 경보장치를 설치하여야 한다.
- 1항 및 3항에서 규정한 가시광선의 경보장치는 항해선교에 설치하여야 한다.

1404. 배수 및 펌핑장치

1. 선수격벽전방에 위치하는 평형수탱크의 평형수 배출 및 최전방 화물창보다 앞쪽에 위치하고 선박의 최대배수용적의 0.1%를 초과하는 건구역(dry spaces)의 빌지 배출을 위한 배수 및 펌핑장치를 갖추어야 한다(선수체인로커는 제외).
2. 1항의 장치는 노출된 건현갑판 또는 선루갑판을 통과하지 않고 항해선교 및 주추진기관 제어장소로부터 쉽게 접근할 수 있는 폐위구역에서 조작할 수 있어야 한다.

제 15 절 화물창에 액체를 적재하는 경우에 대한 추가규정

1501. 일반 [지침 참조]

1. 산적화물선으로서 선창에 화물유를 적재하는 선박(이하 산적화물선겸 유조선이라 한다.)은 이 절의 규정에 의한 것 이외에 유조선으로 관련되는 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 이 절에 의한 것 이외에 산적화물선겸 유조선으로서 특히 필요한 사항에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
3. 화물유 또는 평형수를 적재하는 화물창의 빌지호퍼 탱크, 톱사이드 탱크, 횡격벽 스톱, 횡격벽 및 선측에 설치되는 판, 횡보강재 및 트랜스버스 웹의 치수는 해당 각 식 중의 h 값을 3편 15장 105.에 정하는 것으로 하여 계산한 것 이상이어야 한다. 또한 화물창에 평형수를 적재할 때의 각 화물창의 이중저구조부재의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
4. 인화점이 60°C 이하인 화물유 또는 건화물을 교대로 신도록 설계된 선박의 경우, 다음 (1)호의 구획과 (2)호의 구획을 분리하는 격벽 또는 갑판에는 화물 작업을 위한 개구를 설치하여서는 안된다. 다만, 우리 선급이 동등한 보존방열성을 갖는다고 인정하는 경우에는 예외로 할 수 있다.
 - (1) 화물유 구획(oil cargo spaces)
 - (2) 화물유를 운송하도록 설계되지 않고 관련장치를 갖추지 않은 구획(other spaces)

1502. 화물유를 반만 실는 경우 [지침 참조]

화물창에 화물유를 반만 적재하는 경우에는 화물유의 중요 및 황요의 고유주기와 선체의 롤링 및 피칭의 주기가 각각 동조하지 않도록 계획하여야 한다. 또한 동조를 피할 수 없을 경우에는 횡격벽, 톱사이드 탱크의 경사판의 두께 및 그들의 횡보강재, 트랜스버스 등을 특히 보강하여야 한다.

제 16 절 석탄운반선의 전기설비

1601. 일반

이 절의 규정은 석탄운반선의 화물창 및 이것과 통하는 구획의 전기설비에 적용한다.

1602. 위험구역

다음의 구획 및 구역은 위험구역이므로 방폭형 이외의 전기기기는 설치하여서는 안된다.

- (1) 폐위된 화물창
- (2) 화물창용 통풍덕트

1603. 전기설비 [지침 참조]

1. 화물창의 전기설비 화물창에는 원칙적으로 전기기기를 설치하여서는 안된다. 부득이 설치할 경우에는 다음 각 호에 적합하여야 한다.
 - (1) 본질 안전회로인 경우를 제외하고 스위치, 리셉터를 등은 설치하여서는 안된다.
 - (2) (1)호 이외의 전기기기를 설치할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형인 것으로 하고 급전 케이블을 포함하여 외상을 받을 염려가 없도록 하여야 하며, 화물창 밖으로 나오는 부분에는 전선관통 쇠붙이 등으로 봉쇄하여야 한다.
 - (3) 화물창을 통과하는 케이블은 기밀로 된 두꺼운 강관내에 포설하고 화물창 밖으로 나오는 관의 양단부는 전선관통

쇠붙이 등으로 봉쇄하여야 한다.

2. 화물창에 인접한 구획의 전기설비

화물창에 인접하고 그 격벽 또는 갑판에 기밀구조가 아닌 문, 창구 등의 개구가 있는 구획의 전기기기는 우리 선급이 적절하다고 인정한 방폭형인 것이어야 한다.

3. 카고램프(cargo lamp)

화물창내에 사용하는 카고램프는 우리 선급이 적절하다고 인정한 것이어야 한다.

제 17 절 단일 선측구조 산적화물선 및 OBO 운반선의 늑골 및 브래킷의 강제 교체 기준

1701. 적용 및 정의

1. 이 규정은 주로 고체 산적화물을 운송하는 화물구역에 단일 갑판, 톱사이드 탱크 및 호퍼탱크를 갖고 있으며, 1998년 7월 1일 이후 건조 계약된 선박에 적용하는 7절에 따라 건조되지 아니한 산적화물선으로서 단일 선측외판 화물창의 선측늑골 및 브래킷에 적용한다.
2. 추가하여 이 규칙은, 지침 1편 부록 1-1에 정의한 단일선측 구조를 갖는, 화물유/산적화물/광석(Oil/Bulk/Ore, OBO) 운반선의 단일선측 외판에 의하여 경계가 지어지는 화물창의 선측외판 늑골 및 브래킷에 대하여도 적용한다.
3. 위에 정의한 선박이 한개 또는 그 이상의 화물창에서 상기 정의를 만족하지 않는 경우, 이 절의 규칙은 이러한 개별 화물창에 대하여는 적용하지 않는다.
4. 이 절의 목적 상, 달리 언급하지 않는 한, “선박”이란 위에서 정의한 “산적화물선” 및 “OBO 운반선” 모두를 의미한다.
5. 이 규정을 적용받는 산적화물선은 이 규정에 의하여 평가를 받아야 하며, 이에 대한 상세 규정은 1편 3장 2절 201.의 1항 (4) (가)에 따른다.
6. 이 규정을 적용받는 OBO 운반선은 이 규정에 의하여 평가를 받아야 하며, 이에 대한 상세 규정은 1편 3장 2절 201.의 1항 (4) (나)에 따른다.
7. 이 규정은 외판 늑골의 웹브와 플랜지 및 브래킷에 대한 강제 교체 기준 또는 기타 취하여야 할 조치사항을 1702.에 규정하고 있다.
8. 외판늑골의 보강방법도 1702.의 3항에 규정되어 있다.
9. 이 규칙의 요건을 만족하기 위한 대안으로서 유한요소 또는 기타의 수치해석 또는 직접계간절차는 사용할 수 없다. 다만 이 규칙의 요건을 직접 적용할 수 없는, 통상 구조가 아닌 선측구조배치 또는 보강방식의 경우에는 예외로 한다. 【지침 참조】
10. 대빙구조선박
 - (1) 대빙구조 부기부호요건에 따라 보강되어 있는 선박의 경우, 중간 프레임은 이 규정을 따르지 아니하여도 된다.
 - (2) 대빙구조 부기부호를 부여하는데 요구된 추가 구조에 대한 교체 두께는 우리 선급 규정에 적합하여야 한다.
 - (3) 대빙구조 부기부호를 철회하고자 할 경우, 트리핑 브래킷(1702.의 1항 (나) (a) (ii) 및 1702.의 3항)을 제외하고는 추가적인 대빙보강구조는 이 규정의 만족을 위하여 기여하는 것으로 고려하지 않는다.

1702. 교체 또는 기타 조치 【지침 참조】

1. 교체 또는 기타 조치 기준

(1) 사용기호

- t_M : 계측된 두께 (mm).
 t_{REN} : 교체기준두께 (mm). 1702.의 1항 (2) 참조
 $t_{REN,d/t}$: d/t 비율에 의한 교체 기준두께 (mm). 1702.의 1항 (2) (가) 참조
 $t_{REN,S}$: 강도에 의한 교체 기준두께 (mm). 1702.의 1항 (2) (나) 참조
 t_{COAT} : $0.75 t_{S12}$ (mm)
 t_{S12} : 106.의 3항, 4항 및 702.에 규정된 웹브와 상부 및 하부 브래킷 웹브의 요구두께 (mm).
 t_{AB} : 건조시의 두께 (mm).
 t_C : 표 7.3.12에 따른다 (mm).

표 7.3.12 t_C 값 (mm)

선박의 길이 L (m)	1번 화물창 이외의 화물창		1번 화물창	
	스팬 및 상부 브래킷	하부 브래킷	스팬 및 상부 브래킷	하부 브래킷
≤ 100	2.0	2.5	2.0	3.0
150	2.0	3.0	3.0	3.5
≥ 200	2.0	3.0	3.0	4.0

(비고) 선박 길이의 중간값에 해당하는 t_C 는 상기 값의 보간법에 의한다.

(2) 웨브의 기준 (전단력 및 기타 검토)

선체외판 늑골과 브래킷의 웨브는 계측두께(t_M)가 교체 기준두께(t_{REN})보다 같거나 작은 경우에는 교체하여야 한다. 교체 기준두께(t_{REN})은 다음 중 가장 큰 값으로 한다.

- (a) $t_{COAT} - t_C$
- (b) $0.75 t_{AB}$
- (c) $t_{REN,d/t}$ (구역(Zone) A 및 B에만 적용)
- (d) $t_{REN,S}$ (1702.의 1항 (2) (나)에서 요구하는 곳의 두께)

(가) d/t 비율에 의한 두께 기준

아래의 (b), (c)의 조건하에서 $t_{REN,d/t}$ 는 다음 식에 따른다.

$$t_{REN,d/t} = \text{웨브 깊이(mm)} / R$$

R 은 다음에 따른다.

늑골인 경우

- 대칭 플랜지의 늑골 : $65\sqrt{K}$

- 비대칭 플랜지의 늑골 : $55\sqrt{K}$

아래의 (a)항에 있어서의 하부 브래킷인 경우

- 대칭 플랜지의 늑골 : $87\sqrt{K}$

- 비대칭 플랜지의 늑골 : $73\sqrt{K}$

$K = 3$ 편 1장 4절을 따르는 재료계수.

어떠한 경우에도 일체형 하부 브래킷의 $t_{REN,d/t}$ 은 그것들이 지지하는 늑골에 대한 $t_{REN,d/t}$ 보다 작아서는 안된다.

(a) 하부 브래킷

하부 브래킷은 플랜지가 있거나 면재를 취부하여야 한다.

하부 브래킷의 웨브 깊이를 계산할 때는 다음을 적용하여야 한다.

- 하부 브래킷의 웨브 깊이는 호퍼탱크의 경사판과 외판의 교차점에서 하부 브래킷의 면재까지 수직으로 측정하여야 한다. (그림 7.3.24 참조)
- 보강재가 하부 브래킷 판에 부착되어 있을 경우에 웨브깊이는 외판과 보강재 사이의 거리, 보강재와 보강재 사이의 거리, 또는 외측 보강재와 브래킷의 면재 사이의 거리 중 큰 것으로 한다.

(b) 트리핑 브래킷에 의한 보강

t_M 이 선측늑골 단면 b)에서의 $t_{REN,d/t}$ 보다 작을 경우, 1702.의 3항을 따르는 트리핑 브래킷을 선측늑골의 웨브 깊이와 두께비에 대한 요건에 따르는 대체수단으로 설치할 수 있다. 이 경우에 $t_{REN,d/t}$ 를 1702.의 1항 (2)에 따르는 t_{REN} 의 계산시에 고려하지 아니하여도 된다.

(c) 선수격벽 직 후방

선수격벽 직 후방에 위치하는, 하부 브래킷을 포함한 선측늑골에 대하여는 선측외판에 강성이 저하되지 않도록 그 치수를 증가시켜야 한다. 건조시의 웨브 두께 t_{AB} 가 $1.65 t_{REN,S}$ 보다 클 경우 $t_{REN,d/t}$ 은 다음 식으로부터 구해진 $t'_{REN,d/t}$ 값으로 할 수 있다.

$$t'_{REN,d/t} = \sqrt[3]{t_{REN,d/t}^2 t_{REN,S}}$$

$t_{REN,S}$ 은 1703.의 3항에 따른다.

(나) 전단강도 검토시의 기준두께

그림 7.3.22에 정의된 선측 늑골의 하부 t_M 이 t_{COAT} 보다 같거나 작을 경우, $t_{REN,S}$ 는 1703.의 3항에 따른다.

(다) 늑골 및 하부 브래킷 웨브의 교체두께

강재를 교체하는 경우, 웨브의 교체두께는 t_{AB} , $1.2t_{COAT}$ 또는 $1.2t_{REN}$ 중에서 가장 큰 값 이상이어야 한다.

(라) 기타 조치에 대한 기준

$t_{REN} < t_M \leq t_{COAT}$ 인 경우, 다음의 모든 조치를 취하여야 한다.

(a) 샌드 블라스팅 또는 동등한 조치 후 도장 (1702.의 2항 참조)

(b) 그림 7.3.22에 있는 선측늑골구역 A, B, C 및 D의 어느 한 곳이라도 $t_{REN} < t_M \leq t_{COAT}$ 인 경우에는 트리핑 브래킷을 설치. (1702.의 3항 참조)

(c) 정기 및 중간검사 시 도장이 완전한(as-new) 도장상태(즉 파손 또는 녹 없는 상태)를 유지.

구조부재가 쇠모없이, 건조시 두께를 유지하고 있고, 도장이 완전한 도장상태(즉 파손 또는 녹 없는 상태)인 경우, 상기 조치를 생략할 수 있다.

위에서 정의한 완전한(as-new) 상태가 아니더라도, 트리핑 브래킷이 취부되어 있고 트리핑 브래킷 용접 근처의 손상된 도장이 수리된다면, 계측된 늑골 웨브 두께 t_M 가 $t_{REN} < t_M \leq t_{COAT}$ 이고 도장이 "GOOD" 인 경우, 상기 (a)에서 요구하는 샌드 블라스팅 및 도장은 고려하지 않을 수 있다.

(3) 늑골 및 브래킷에 대한 굽힘강도 검토기준

하부 브래킷의 길이 또는 깊이가 7절을 만족하지 않을 경우, 1703.의 4항에 따라 굽힘강도를 검토하여야 하며, 그 결과에 따라 늑골 및/또는 브래킷을 교체하거나 보강하여야 한다.

2. 두께계측, 강재 교체, 샌드 블라스팅 및 도장

(1) 강재 교체, 샌드 블라스팅 및 도장을 하기 위하여 그림 7.3.22 같이 A, B, C 및 D의 4구역으로 구분한다.

(2) 각 구역에서 대표적인 두께를 계측하고, 1702.의 1항의 기준에 따라 평가한다.

(3) 일체형 브래킷에 대하여는, 구역 A 또는 B가 1702.의 1항의 기준에 만족하지 않을 경우, 구역 A 및 B 모두에 강재 교체, 샌드 블라스팅 및 도장 중 해당되는 조치를 하여야 한다.

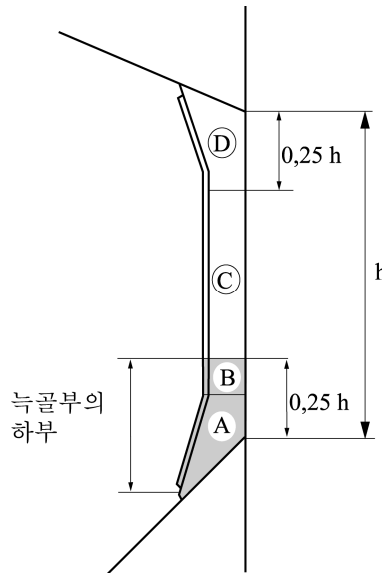
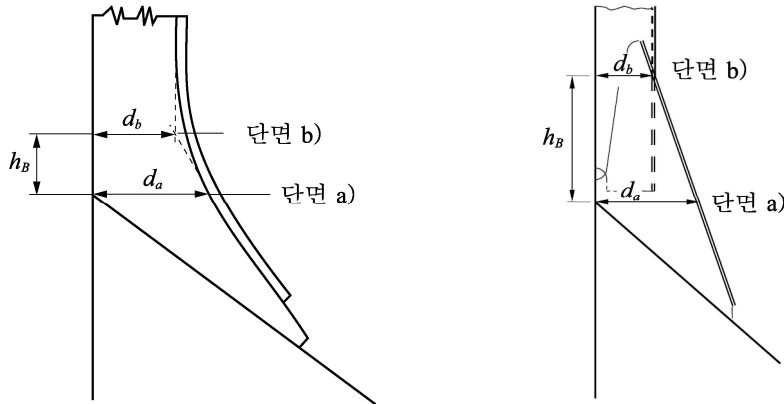


그림 7.3.22 선측늑골의 하부 및 구역



$d_a = t_{RENS}$ 를 결정하기 위한 하부 브래킷 웨브 깊이
 d_b = 늑골 웨브 깊이
 h_B = 하부 브래킷 길이

그림 7.3.23 단면 a) 및 b)

- (4) 분리된 브래킷에 대하여는, 구역 A 또는 B가 1702.의 1항의 기준에 만족하지 않을 경우, 구역 A 및 B 각각의 강재 교체, 샌드 블라스팅 및 도장 중 해당되는 조치를 하여야 한다.
- (5) 구역 C가 1702.의 1항의 기준에 따라 강재를 교체하는 경우, 강재의 교체는 두개의 구역 B 및 C에서 강재를 교체한다. 샌드 블라스팅 및 도장이 1702.의 1항의 기준에 따라 구역 C에서 요구될 때, 구역 B, C 및 D도 추가로 샌드 블라스팅 및 도장을 한다.
- (6) 구역 D가 1항의 기준에 따라 강재를 교체하는 경우, 강재 교체는 구역 D에서만 행한다. 샌드 블라스팅 및 도장이 1항의 기준에 따라 구역 D에서 요구될 때, 구역 C 및 D도 추가로 샌드 블라스팅 및 도장을 한다.
- (7) 이미 교체하였거나 재도장한 구역이 “완전한” 도장상태(즉 파손 또는 녹 없는 상태)로 있는 경우에는 특별히 고려할 수 있다.
- (8) 1항의 규정에 따라 강재 교체할 경우에 도장은 107.에 따른다.
- (9) 1항의 규정에 따라, 한정된 수의 선측늑골 및 브래킷이 그 길이부에 도장이 요구되는 경우, 다음 기준을 적용한다.
 - (가) 다음의 범위를 포함하여 도장하여야 한다.
 - 선측늑골과 브래킷의 웨브 및 면재
 - 선측 외판, 호퍼 및 톱사이드 탱크 판에서 선측늑골의 웨브로부터 100 mm 이상 폭에 걸쳐서 시행
 - (나) 에폭시 도장 또는 동등의 것을 적용한다.
- (10) 모든 경우에 있어서 도장할 모든 표면은 도장하기 전에 샌드 블라스팅을 하여야 한다.
- (11) 늑골이나 브래킷의 플랜지가 이 규칙에 따라 신환되어야 하는 경우, 돌출된 폭의 두께에 대한 비는 701.의 8항의 요건을 만족하여야 한다.

3. 보강 방법

- (1) 보강은 선측늑골의 하부와 중앙부에 트리핑 브래킷으로 한다(그림 7.3.25 참조). 트리핑 브래킷은 매 2개의 늑골마다 설치하며, 하부 및 중앙부 브래킷은 늑골 한 개 건너마다 나란히 설치하여야 한다.
- (2) 트리핑 브래킷의 두께는 설치되는 위치의 늑골 웨브의 건조 당시 두께 이상이어야 한다.
- (3) 트리핑 브래킷과 선측 늑골 및 선체외판과의 용접은 양면연속용접으로 하여야 한다.

4. 용접 목두께

강재 교체할 경우에 용접은 702.의 4항을 따른다.

5. 점식(Pitting) 및 홈(Grooving) 부식

- (1) 점식(pitting)의 분포가 면적의 15% 이상일 경우(그림 7.3.26 참조), 점식을 검토하기 위하여 두께계측을 하여야 한다.
- (2) 점식 및 홈부식에 대한 최소허용 잔존두께는 다음과 같다.
 - 늑골 및 브래킷의 웨브와 플랜지에서의 점식 및 홈부식 : 건조시 두께의 75 %
 - 선측늑골이 설치된 선측외판, 호퍼 및 톱사이드 탱크 판에서 늑골의 각 측면으로부터 폭 30 mm 범위에 있는 점식 및 홈부식의 경우 : 건조시 두께의 70 %



그림 7.3.24 $t_{REN,d/t}$ 를 결정하기 위한 하부 브래킷 웨브깊이의 정의

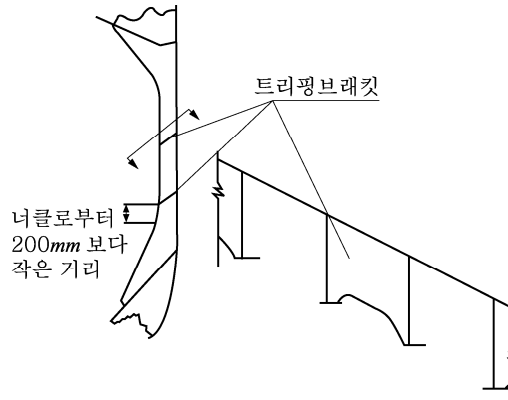


그림 7.3.25 트리핑 브래킷

6. 한개 또는 그 이상의 화물창 내의 모든 늑골의 신환

한개 또는 그 이상의 화물창 내의 모든 늑골이 이 규칙에 따라 신환되어야 하는 경우, 이 규칙의 요건을 만족하는 대신에, 다음을 따르는 조건으로 7절의 요건을 만족해도 좋다.

- 최소한 해당 화물창의 모든 늑골에 대하여 적용하여야 한다.
- “신선(new ship)”의 선측 늑골에 대한 도장 요건을 만족하여야 한다.
- 선측 늑골의 단면계수는 우리 선급의 관련 규칙에 따라 계산한다.

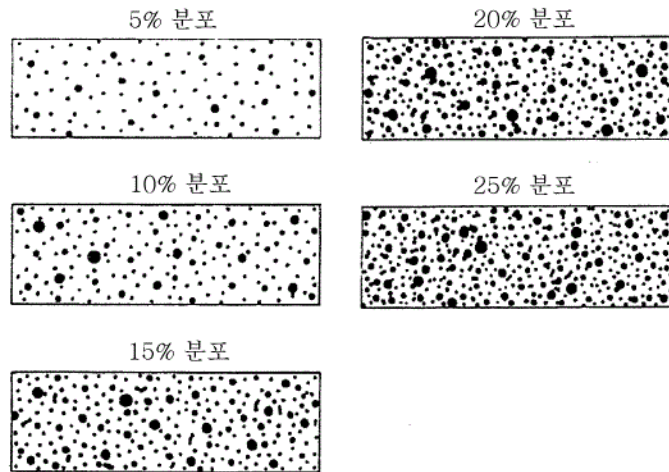


그림 7.3.26 점식 분포도 (5% 에서 25% 분포)

1703. 강도검토기준 [지침 참조]

일반적으로 각 화물창의 전부, 중앙부 및 후부의 늑골에 대하여 하중을 계산하고 강도를 검토하여야 한다. 그 중간에 있는 늑골에 요구되는 치수는 상기 위치의 늑골에서 얻어진 결과치에 대한 보간법으로 계산한다. 또한, 어느 한 화물창 내에서 선측늑골의 치수가 변하는 경우, 요구되는 치수는 같은 치수를 가지는 늑골 그룹별로 각 늑골 그룹의 중앙 늑골에 대하여 계산한다. 중간에 위치하는 늑골에 대하여 요구되는 치수는 계산된 늑골에서 얻어진 결과들 사이를 보간법으로 계산한다.

1. 하중모델

(1) 힘

선측늑골 단면 a) 및 b) (그림 7.3.23에 규정된다. 다만, 분리된 브래킷의 경우 단면 b)는 하부 브래킷의 최상부를 말한다.)에서의 강도를 검토하기 위한 힘 $P_{fr,a}$ 및 $P_{fr,b}$ 는 다음에 따른다.

$$P_{fr.a} = P_s + \max(P_1, P_2) \quad (\text{kN})$$

$$P_{fr.b} = P_{fr.a} \frac{h - 2h_B}{h} \quad (\text{kN})$$

P_s : 정수력 (kN)

- 늑골의 길이 h (그림 7.3.22 참조)의 상단부가 만재흡수선 하부일 경우

$$Sh \left(\frac{p_{S,U} + p_{S,L}}{2} \right)$$

- 늑골의 길이 h (그림 7.3.22 참조)의 상단부가 만재흡수선 상 또는 그 상부일 경우

$$Sh' \left(\frac{p_{S,L}}{2} \right)$$

P_1 : 종파에서의 파랑력 (kN)

$$= Sh \left(\frac{p_{1,U} + p_{1,L}}{2} \right)$$

P_2 : 횡파에서의 파랑력 (kN)

$$= Sh \left(\frac{p_{2,U} + p_{2,L}}{2} \right)$$

h, h_B : 늑골 길이 및 하부 브래킷 길이(m) (그림 3.7.22 및 그림 7.3.23 참조).

h' : 늑골길이 h 의 하단과 만재흡수선과의 거리(m).

S : 늑골 간격(m).

$p_{S,U}, p_{S,L}$: 각각 늑골 길이 h 의 상단 및 하단에서의 정수압(kN/m²) (그림 7.3.22 참조).

$p_{1,U}, p_{1,L}$: 1703. 1. (2) (가)에 정의된 늑골 길이 h 의 상단 및 하단에서의 파랑압력(kN/m²).

$p_{2,U}, p_{2,L}$: 1703. 1. (2) (나)에 정의된 늑골 길이 h 의 상단 및 하단에서의 파랑압력(kN/m²).

(2) 파랑압력

(가) 파랑압력 p_1

- 수선 및 그 하부에서의 파랑압력

$$p_1 = 1.50 \left[p_{11} + 135 \frac{B}{2(B+75)} - 1.2(T-z) \right] \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$p_{11} = 3k_s C + k_f$$

- 수선 상부에서의 파랑압력

$$p_1 = p_{1wl} - 7.50(z - T) \quad (\text{kN/m}^2)$$

(나) 파랑압력 p_2

- 수선 및 그 하부에서의 파랑압력

$$p_2 = 13.0 \left[0.5B \frac{50C_r}{2(B+75)} + C_B \frac{0.5B + k_f}{14} \left(0.7 + 2 \frac{z}{T} \right) \right] \quad (\text{kN/m}^2)$$

- 수선 상부에서의 파랑압력

$$p_2 = p_{2wl} - 5.0(z - T) \quad (\text{kN/m}^2)$$

p_{1wl} : 수선에서의 파랑 압력 p_1 (kN/m²).

p_{2wl} : 수선에서의 파랑 압력 p_2 (kN/m²).

L : 3편 1장에 따른다.

- B : 최대형폭(m).
 C_b : 3편 1장에 정의된 방형계수로서 0.6이상 일 것.
 T : 최대설계흘수(m).
 C : 다음에 따른다.

$$C = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5} \quad 90 \leq L \leq 300 \text{ m 인 경우}$$

$$C = 10.75 \quad L > 300 \text{ m 인 경우}$$

$$C_r = \left(1.25 - 0.025 \frac{2k_r}{\sqrt{GM}} \right) k$$

$k = 1.2$ 빌지킬이 없는 경우

$= 1.0$ 빌지킬이 있는 경우

k_r : 횡요회전반지름. k_r 을 알 수 없는 경우 다음에 따른다.

0.39B : 횡단면에 질량이 균일하게 분포된 선박의 경우(예, 무거운 화물의 격창적하 또는 가벼운 화물의 균일 적하)

0.25B : 횡단면에 질량이 균일하지 않게 분포된 선박의 경우(예, 무거운 화물의 균일 분포)

GM : 실제 GM 을 적용할 수 없는 경우 0.12B를 적용한다.

z : 기선(Base Line)으로부터 하중점까지의 수직거리(m).

$$k_s = C_b + \frac{0.83}{\sqrt{C_b}} \quad \text{선박길이 } L \text{의 후단인 경우}$$

$$= C_b \quad \text{선박길이 후단으로부터 } 0.2L \text{과 } 0.6L \text{사이인 경우}$$

$$= C_b + \frac{1.33}{\sqrt{C_b}} \quad \text{선박길이 } L \text{의 전단인 경우}$$

지정된 점 사이의 k_s 는 선형보간법으로 계산한다.

$$k_f = 0.8C$$

2. 허용 응력

외판선측 늑골과 브래킷의 허용수직응력(σ_a) 및 허용전단응력(τ_a)은 다음에 따른다.

$$\sigma = 0.9 \sigma_y \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\tau_a = 0.4 \sigma_y \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_y 는 재료의 항복응력 (N/mm²).

3. 전단강도검토

그림 7.3.22에서 정의된 늑골 하부의 두께 t_M 이 두께 t_{COAT} 이하인 경우, 전단강도검토는 다음에 따른다.

두께 $t_{REN,S}$ 는 단면 a)와 b)에서 전단강도를 고려하여 구한 두께 $t_{REN,Sa}$ 및 $t_{REN,Sb}$ 중에서 큰 것으로 한다. (그림 7.3.23 및 1703.의 1항 참조) 다만, $0.75 t_{S12}$ 를 초과할 필요는 없다.

$$\text{- 단면 a)에서 : } t_{REN,Sa} = \frac{1000k_s P_{fr,a}}{d_a \sin \phi \tau_a} \quad (\text{mm})$$

$$\text{- 단면 b)에서 : } t_{REN,Sb} = \frac{1000k_s P_{fr,b}}{d_b \sin \phi \tau_a} \quad (\text{mm})$$

k_s : 전단력의 분포 계수로 0.6

$P_{fr,a}, P_{fr,b}$: 1 (1)에 의한 압력.

d_a, d_b : 단면 a) 및 b)에서의 각각 브래킷과 웨브깊이(mm) (그림 7.3.23 참조). 다만, 분리된 브래킷(일체형이 아닌)의 경우, d_b 는 스킵을 제외한 최소웨브깊이.

ϕ : 늑골웨브와 외판사이의 각도.

τ_a : 1703.의 2항에 의한 허용전단응력 (N/mm²).

4. 굽힘강도 검토

(1) 하부 브래킷의 길이 및 깊이가 7절에 적합하지 않는 경우, 단면 a) 및 b)에서의 브래킷 및 늑골의 실제 단면계수는 다음 이상이어야 한다.

- 단면 a)에서 $Z_a = \frac{1000 P_{fr,a} h}{m_a \sigma_a}$ (cm³)

- 단면 b)에서 $Z_b = \frac{1000 P_{fr,a} h}{m_b \sigma_a}$ (cm³)

$P_{fr,a}$ = 1703.의 1항 (가)에 의한 압력.

h = 그림 7.3.22에 정의된 늑골길이(m).

σ_a = 1703.의 2항에 의한 허용수직응력(N/mm²).

m_a, m_b = 표 7.3.13에 의한 굽힘모멘트계수.

(2) 브래킷과 선측늑골의 실제 단면계수는 계측된 두께를 기준하여 부착된 판에 평행한 축에 대하여 계산한다. 사전 계산을 위하여 다음의 값을 사용할 수 있으며, 그것은 다음 이상이어야 한다.

- 웨브두께는 t_{REN}

- 플랜지 및 부착된 판의 경우, 우리 선급의 교체 규정에 의하여 허용되는 최소두께.

(3) 부착된 판의 폭은 외판을 따라서 중앙부 스패 h 에서 측정된 늑골 간격으로 한다.

(4) 단면 a) 및 b)에서의 실제 단면계수가 Z_a 및 Z_b 이하일 경우 늑골과 브래킷은 실제단면계수가 각각 $1.2 Z_a$ 및 $1.2 Z_b$ 이상이 되도록 교체하거나 보강하여야 한다.

(5) 플랜지를 교체 또는 보강할 경우, 그 범위는 그림 7.3.22에 정의된 것과 같이 선측늑골의 하부까지 연장하여야 한다.

표 7.3.13 굽힘 모멘트 계수 m_a 및 m_b

	m_a	m_b		
		$h_B = 0.08h$	$h_B = 0.1h$	$h_B = 0.125h$
비균일 적하상태로의 운항을 조건으로 승인받은 선박의 빈 화물창	10	17	19	22
기타	12	20	22	26

(비고)

1. 비균일 적하라 함은 비중이 다른 화물을 고려한 최상층 적재높이와 최하층 적재높이의 비가 1.2를 초과 하는 적재조건을 말한다.

2. 브래킷 길이 h_B 의 중간값에 대한 계수 m_b 는 표의 각 값 사이의 선형보간법에 의한다.

제 18 절 창구덮개의 고박장치

1801. 적용

1. 이 절의 규정은 9절에 따라 건조되지 않은 'ESP' 부기부호를 가지는 모든 산적화물선으로서 선수 수선으로부터 0.25 L 이내에 전체적으로 또는 부분적으로 있는 1번과 2번 화물창 창구(hatchways)에 대한 강제창구덮개(푼튼형 창구덮개는 제외)의 고박장치 및 스톱퍼(stopper)에 대하여 적용한다.

2. 9절에 따라 건조되지 않은 모든 산적화물선은 1편 3장 2절 201.의 1항 (6)에 따라 이 절의 규정을 만족하여야 한다.

3. 9절에 따라 건조되지 않은 모든 산적화물선의 이 절 규정의 적용 연기를 위하여는 1편 3장 2절 201.의 1항 (6)에 따른다.

4. 이 규정은 SUBC(Self-Unloading Bulk Carriers)에는 적용되지 않는다. (2020)

1802. 고박장치

고박장치의 강도는 다음의 각 호에 따른다.

1. 창구덮개판은 코밍과 덮개 사이를 따라 적당한 간격으로 배치된 적절한 장치(볼트, 썸기 등)로 고정되어야 한다.
2. 고박장치 사이에 있는 창구덮개 끝단부의 강성 및 창구덮개 형태와 크기를 고려하여 풍우밀에 대한 유효성이 보장되도록 배치와 간격을 결정하여야 한다.
3. 각 고박장치의 단면적은 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.4 a/f \quad (\text{cm}^2)$$

a = 고박장치 사이의 간격(m). (단, 2 m 이하일 경우 2 m 로 한다.)

$$f = (\sigma_y / 235)^e$$

σ_y = 강재의 항복응력 (N/mm²). 단, 최대인장강도의 70% 이하로 한다.

$$e = 0.75, \quad \sigma_y > 235 \text{ 인 경우}$$

$$= 1.00, \quad \sigma_y \leq 235 \text{ 인 경우}$$

4. 면적이 5 m²를 초과하는 창구(hatchway)에 대한 로드 또는 볼트는 지름이 19 mm 이상이어야 한다.
5. 창구덮개와 코밍사이 및 십자 연결부에서는 풍우밀을 유지할 수 있는 충분한 패킹선 압력이 고박장치에 의해 유지되어야 한다.
6. 패킹선 압력이 5 N/mm를 넘는 경우, 횡단면적은 같은 비율로 증가해야 한다. 이 때 패킹선 압력이 상세하게 기술되어야 한다.
7. 창구 단부는 고박장치 사이의 적절한 밀폐 압력이 유지될 수 있도록 충분한 강성을 가져야 한다. 단부요소에 대한 관성모멘트 I 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$I = 6 p a^4 \quad (\text{cm}^4)$$

p : 패킹선 압력(N/mm), 단, 최소 5.0 N/mm

a : 고박장치의 간격(m).

8. 고박장치는 신뢰할 수 있는 구조로 되어야 하고 창구(hatchway)코밍, 갑판 또는 덮개에 견고히 부착되어야 한다. 각 덮개상의 고박장치는 거의 동일한 강성을 가져야 한다.
9. 로드 클리트가 부착되는 곳은 탄력성의 와서 또는 완충물이 들어가야 한다.
10. 유압식 클리트를 사용하는 곳은 유압장치의 고장 시 폐쇄된 위치에서 기계적으로 고박상태의 유지를 보장하도록 신뢰할 수 있는 수단이 마련되어야 한다.

1803. 스토퍼(stoppers)

1. 창구덮개는 175 kN/m²의 압력으로부터 발생하는 횡방향 힘에 대하여 잘 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다.
2. 제1번 창구덮개 이외의 창구덮개는 175 kN/m²의 압력으로부터 발생하는 선수방향 단부에 작용하는 종방향 힘에 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다.
3. 제1번 창구덮개는 230 kN/m²의 압력으로부터 발생하는 선수방향 단부에 작용하는 종방향 힘에 견딜 수 있도록 스토퍼를 설치하여야 한다. 다만, 13절에 따르는 선수루가 설치되어 있는 경우는 압력을 175 kN/m²로 감소하여 적용할 수 있다.
4. 스토퍼와 스토퍼의 지지구조물에서의 등가응력 및 스토퍼 용접부의 목부분에서 계산된 등가응력은 0.8 σ_y 를 초과해서는 안된다.

1804. 재료 및 용접

스토퍼 또는 고박장치가 이 절의 요건을 만족하기 위하여 설치될 경우, 스토퍼 또는 고박장치는 우리 선급의 관련규정에 적합한 재료 및 용접재료로 제작하여야 한다. ↓

제 4 장 컨테이너선

제 1 절 일반사항

101. 적용 [지침 참조]

1. 컨테이너선으로 등록을 하고자 하는 선박의 구조 및 의장은 이 장의 규정에 따른다.
2. 특별히 이 장에서 규정하는 것 이외에는 해당 각 편의 규정에 따른다.
3. 이 장의 규정은 1층 갑판선으로서 화물창내에는 이중저를 갖고 갑판 및 선저는 종식구조인 선박에 대하여 규정한다.
4. 3항에서 규정하는 것과 다른 구조를 갖는 컨테이너선으로서 이 장의 규정에 따르기가 곤란하다고 인정되는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. 3편 부록 3-3 선체구조의 피로강도평가 지침의 직접 피로해석방법인 SeaTrust(FSA3) 선급부호를 가지는 컨테이너선의 경우, YP40강재에 대한 재료계수 K는 0.66을 사용할 수 있다. 다만, 피로강도 평가부위에 대하여는 3편 부록 3-3 선체구조의 피로강도평가 지침 표 9에 더하여, 창구옆코밍에서의 맞대기 용접이음부 및 의장품을 고정하기 위한 필렛 용접이음부 등을 추가할 수 있다.
6. 이 장의 규정은 2018년 7월 1일 이후 건조 계약되는 컨테이너선으로서 14편 컨테이너선 구조규칙의 적용 대상이 아닌 선박에 적용한다. (2022)

102. 직접강도계산

1. 이 규정은 컨테이너선과 주로 컨테이너 화물을 운송하는 선박에 적용한다.
2. 항복 및 좌굴 평가에 대한 절차와 이 장에서 규정하지 않은 사항은 지침 3편 부록 3-2에 따른다.
3. 정의
 - (1) 전선해석은 선체거더 구조, 크로스갑판 구조 및 창구코너부의 구조강도 평가를 위하여 전선모델을 사용하는 유한요소해석이다.
 - (2) 화물창해석은 선체중앙부 1차 지지부재의 구조강도 평가를 위한 유한요소해석이다. 1차 지지부재는 선체외판 및 화물창 경계의 전체 구조건전성을 확보하기 위한 거더 또는 스트링거 형식의 부재로서 다음과 같다.
 - (가) 이중저 구조(선저외판, 내저판, 거더, 늑판)
 - (나) 이중선측 구조(선측외판, 내측선체, 스트링거 및 특설늑골)
 - (다) 격벽 구조
 - (라) 갑판 및 크로스갑판 구조
4. 해석
 - (1) 선박의 길이가 290m 이상인 컨테이너선은 전선해석을 수행하여야 하며, 지침 3편 부록 3-2 II에 따른다.
 - (2) 선박의 길이가 150m 이상인 컨테이너선은 화물창해석을 수행하여야 하며, 지침 3편 부록 3-2 III. 5에 따른다.
 - (3) (1), (2)호 규정 이외의 선박에 대해서도 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 전선해석이나 화물창해석이 수행되어야 한다.

103. 고강도 극후판의 적용 (2021)

고강도 극후판을 사용하는 경우, 부록 7-8 「고강도 극후판의 적용 및 검사지침」의 규정을 만족하여야 한다.

제 2 절 종강도

201. 일반사항

1. 적용

(1) 적용

이 절의 요건은 항로가 제한되지 않는 길이 90 m 이상의 다음 유형의 선박에 적용한다.

- (가) 컨테이너선
- (나) 주로 컨테이너 화물을 운송하는 선박

(2) 하중제한

파랑하중요건은 항로가 제한되지 않은 단일선체 배수량형 선박에 적용하며, 다음의 기준에 적합한 선박에 적용한다.

- (가) 길이 $90\text{ m} \leq L \leq 500\text{ m}$
- (나) 치수비 $5 \leq L/B \leq 9 ; 2 \leq B/T \leq 6$
- (다) 강도계산용 흘수에서의 방형계수 $0.55 \leq C_B \leq 0.9$

상기 조건을 모두 충족하지 못하는 선박의 경우 파랑하중의 직접계산은 지침 3편 부록 3-2에 따른다.

(3) 종강도평가의 종방향 범위

강성, 항복강도, 좌굴강도 및 선체거더 최종강도평가는 선체횡단면의 현저한 변화(예: 늑골방식이 변경되는 곳 및 two-island 설계의 경우, 전방 거주구 블럭의 전후단)가 있는 위치를 고려하여 0.2L 에서 0.75L 범위에 대하여 수행하여야 한다. 이에 추가하여, 최전방 화물창의 전단 및 최후방 화물창의 후단이 이 범위를 벗어난 경우 이 범위까지 종강도를 평가하여야 한다.

2. 기호 및 정의

(1) 기호

- L : 3편 1장 102.에 따른 선박의 길이(m).
- B : 3편 1장 104.에 따른 선박의 너비(m).
- C : 파랑 계수로 202.의 3항 (1)호에 따른다.
- T : 강도계산용 흘수(m).
- C_B : 강도계산용 흘수에서의 방형계수.
- C_W : 강도계산용 흘수에서의 수선면 계수로, 다음에 따른다.
 $C_W = A_W / (LB)$
- A_W : 강도계산용 흘수에서의 수선면적(m²).
- R_{eH} : 재료의 최소항복응력 (N/mm²).
- k : 고장력강에 대하여 3 편 1장 403.에서 정의하는 재료계수.
- E : 재료의 탄성계수(N/mm²)로서 강재의 경우 2.06×10^5 으로 한다.
- M_S : 고려하는 선체횡단면에서의 항해 시 정수 중 수직 굽힘모멘트 (kNm).
- $M_{S\max}, M_{S\min}$: 고려하는 선체횡단면에 대한 항해 시 허용 최대 및 최소 정수 중 수직 굽힘모멘트(kNm)로, 202.의 2항 (2)호에 따른다.
- M_W : 고려하는 선체횡단면에서의 수직 파랑굽힘모멘트 (kNm).
- F_S : 고려하는 선체횡단면에서의 항해 시 정수 중 수직 전단력 (kN).
- $F_{S\max}, F_{S\min}$: 고려하는 선체횡단면에서의 항해 시 허용 최대 및 최소 정수 중 수직 전단력 (kN)으로, 202.의 2항 (2)호에 따른다.
- F_W : 고려하는 선체횡단면에서의 수직 파랑전단력 (kN).
- q_V : 지침 부록 7-9 별첨 1에 따라 결정되는 고려하는 선체횡단면의 전단흐름.
- f_{NL-Hog} : 호기에 대한 비선형 수정계수로, 202.의 3항 (2)호에 따른다.
- f_{NL-Sag} : 새김에서의 비선형 수정계수, 202.의 3항 (2)호에 따른다.
- f_R : 선박운항과 관련된 계수, 202.의 3항 (2)호에 따른다.
- t_{net} : 순 두께(mm)로, 3항 (1)호에 따른다.
- t_{res} : 예비두께로서 0.5 mm로 한다.
- I_{net} : 고려하는 선체횡단면에서의 순 수직 단면2차모멘트(m⁴)로서 3항에 따른 순 치수를 사용하여 결정한다.
- σ_{HG} : 202.의 5항에 따른 굽힘응력(N/mm²).
- τ_{HG} : 202.의 5항에 따른 전단응력(N/mm²).
- x : 고려하는 위치의 종방향 좌표(m)로서 기준점은 (3)호에 따른다.
- z : 고려하는 위치의 수직 좌표(m).
- z_n : 기선으로부터 수평중립축까지의 거리(m).

(2) 선수단 및 선미단

길이 L 의 선수단(FE)은 선수재 전단과 강도계산용 흘수선과의 교점에 세운 수직선이다. (그림 7.4.1 참조) 길이 L 의 선미단(AE)은 선수단(FE)으로부터 선미방향으로 L 만큼 떨어진 위치에서의 강도계산용 흘수선과의 교점에 세운 수직선이다. (그림 7.4.1 참조)

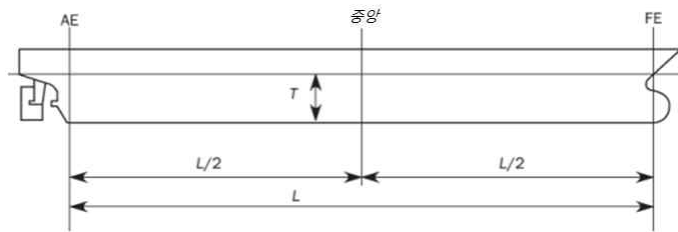


그림 7.4.1 길이 L의 끝단

(3) 기준 좌표계

선박의 형상, 하중 및 하중효과는 다음의 오른쪽 좌표계에 따른다. (그림 7.4.2 참조)

원점 : 선박의 중방향 대칭면, L의 선미단 및 기준선과의 교차점

X 축 : 선수방향인 양의 값인 종축

Y 축 : 좌현방향인 양의 값인 횡축

Z 축 : 상방인 양의 값인 수직축

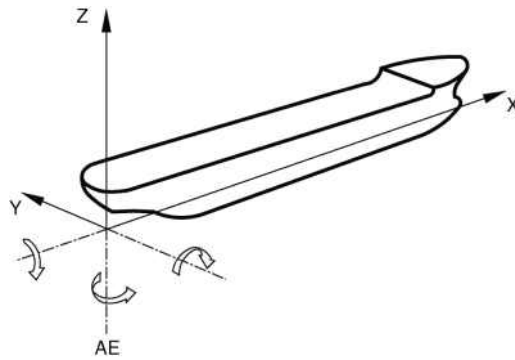


그림 7.4.2 기준 좌표계

3. 부식여유 및 순 두께

(1) 순 치수 정의

모든 구조부재의 치수는 순 두께를 사용하여 강도를 평가하여야 한다. 판, 웨브 및 플랜지의 순 두께(t_{net})는 다음과 같이, 건조 두께 t_{as_built} 에서 자발적 추가두께 t_{vol_add} 및 계수를 갖는 부식추가 t_c 를 공제하여 구한다. 자발적 추가두께를 적용한 경우에는, 도면상에 명확히 표기하여야 한다.

$$t_{net} = t_{as_built} - t_{vol_add} - \alpha t_c \quad (\text{mm})$$

α : 표 7.4.1에 따른 부식추가계수

표 7.4.1 부식추가계수 값

구조 요건	특성/해석 유형	α
강도평가(203.)	단면특성	0.5
좌굴강도(204.)	단면특성(응력결정)	0.5
	좌굴능력	1.0
최종강도(206.)	단면특성	0.5
	좌굴/붕괴능력	0.5

(2) 부식추가의 결정

구조부재 한쪽 면에 대한 부식 추가 t_{c1} 또는 t_{c2} 는 표 7.4.2에 따른다. 구조부재의 양쪽 면에 대한 총 부식 추가 t_c 는 다음 식에 따른다.

$$t_c = (t_{c1} + t_{c2}) + t_{res} \quad (\text{mm})$$

고려하는 구획의 내부 부재에 대한 총 부식 추가 t_c 는 다음 식에 따른다.

$$t_c = (2t_{c1}) + t_{res} \quad (\text{mm})$$

보강재의 부식추가는 부착판과의 연결 위치에 따라 결정한다.

표 7.4.2 구조부재의 한 면에 대한 부식추가

구획 종류	한쪽 면에 대한 부식추가 t_{c1} 또는 t_{c2} (mm)
해수에 노출	1.0
대기에 노출	1.0
평형수 탱크	1.0
보이드 및 건구역	0.5
청수, 연료유 및 윤활유 탱크	0.5
거주 구역	0.0
컨테이너 화물창	1.0
상기 이외의 구획	0.5

(3) 순 단면특성의 결정

지지부재의 순 단면계수, 단면2차모멘트와 전단면적 특성은 그림 7.4.3에서 정의한 부착판, 웨브 및 플렌지의 순 치수를 사용하여 계산되어야 한다. 순 횡단면적, 부착판에 평행한 축에 대한 단면2차모멘트 및 관련 중립축의 위치는 단면의 표면두께로부터 부식 두께 $0.5at_c$ 를 빼서 구한다.

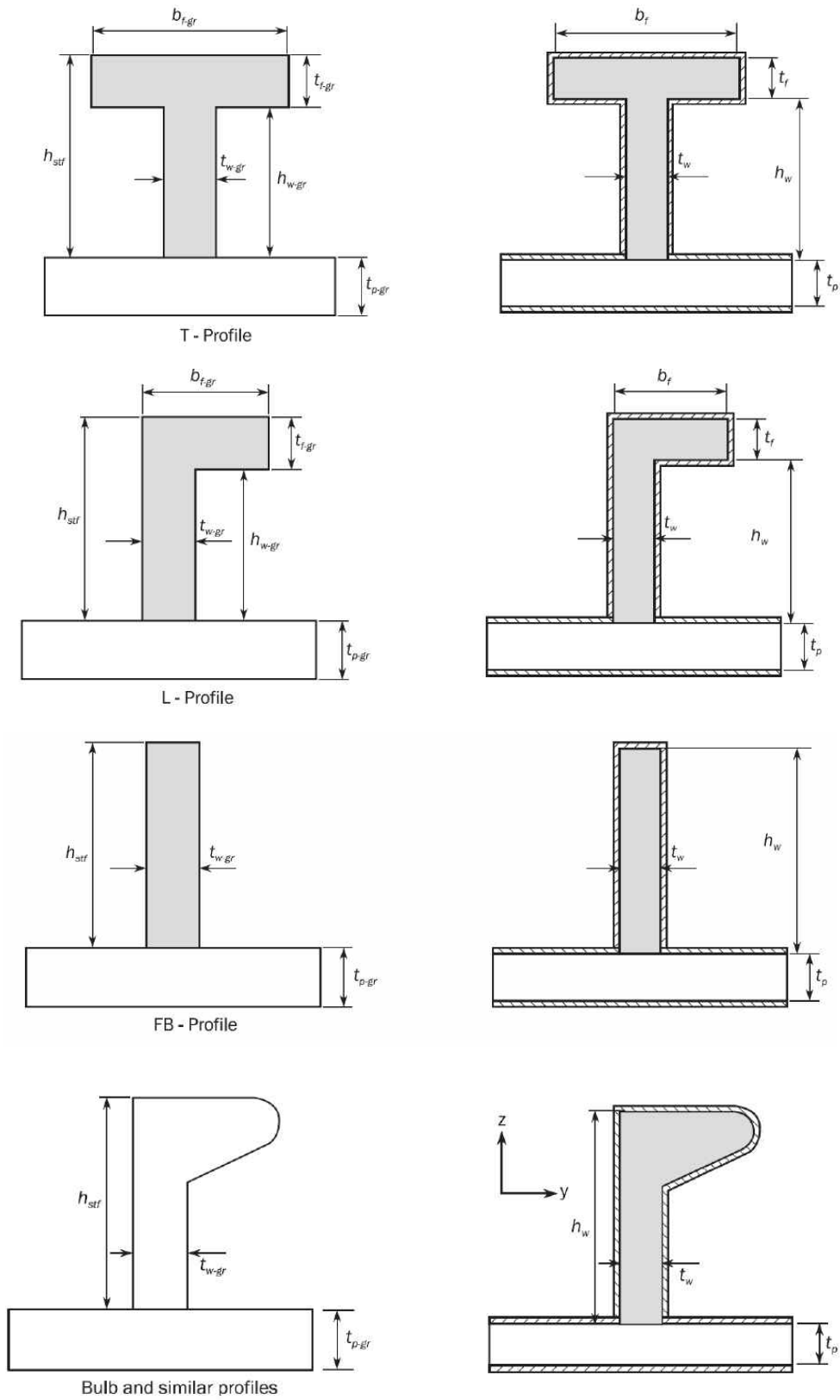


그림 7.4.3 지지부재의 순 단면 특성

202. 하중

1. 선체거더하중에 대한 부호 규약

임의의 선체횡단면에서의 수직 굽힘모멘트 및 수직 전단력의 부호 규약은 그림 7.4.4에 따른다.

- 수직 굽힘모멘트 M_S 및 M_W 는 강력갑판에 인장응력을 발생시킬 때 양(호강)이며, 선저에 인장응력을 발생시킬 때 음(새깅)이다.
- 수직 전단력 F_S 및 F_W 는 고려하는 선체 횡단면의 선미부에서는 하방으로, 선수부에서는 상방으로 작용할 경우에 양이다. 이에 반대 방향으로 작용하는 전단력은 음(-)이다.

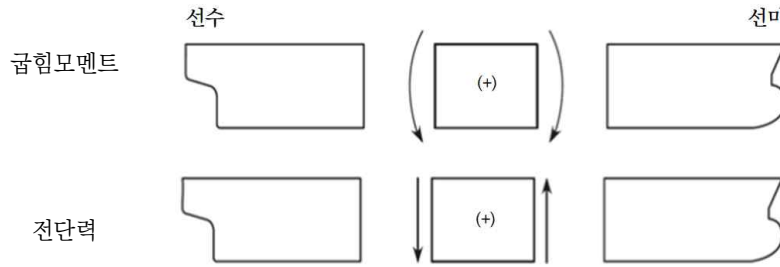


그림 7.4.4 굽힘모멘트 및 전단력에 대한 부호 규약

2. 정수중 굽힘모멘트 및 전단력

(1) 일반사항

정수중 굽힘모멘트 M_S 및 정수중 전단력 F_S 는 (2)호에 규정된 설계하중조건에 대하여 선박 길이를 따라 각 횡단면에서 계산되어야 한다.

(2) 설계하중조건

일반적으로 정수중 굽힘모멘트 및 전단력 계산에는, 출항 및 입항시 연료유, 청수 및 저장품의 양을 기초로 한 설계화물 및 평형수 적재상태가 고려되어야 한다. 항해의 중간단계에서 소모품의 양과 배치의 변화가 크다고 판단되는 경우에는, 출항 및 입항상태에 추가하여 중간단계에 대한 계산자료를 제출하여야 한다. 또한 항해도중 평형수를 적재하거나 배출하는 경우, 평형수 적재 및/또는 배출 직전 및 직후의 중간상태에 대한 계산자료를 제출하여야 하고 적하지침서에 포함되어야 한다.

항해 시 임의의 종방향 위치에서의 정수중 허용 수직굽힘모멘트 M_{Smax} , M_{Smin} 및 정수 중 허용 수직 전단력 F_{Smax} , F_{Smin} 은 다음의 값보다 큰 값이어야 한다.

- 적하지침서상의 적하상태의 정수중 굽힘모멘트 및 전단력의 최대 및 최소값
- 설계자에 의해 지정된 정수중 최대 및 최소 굽힘모멘트 및 전단력

적하지침서는 지침 3편 부록 3-1에 따른 적하상태를 포함하여야 한다.

3. 파랑하중

(1) 파랑계수

파랑계수는 다음에 따른다.

$$L \leq L_{ref} \text{ 인 경우 } : C = 1 - 1.50 \left(1 - \sqrt{\frac{L}{L_{ref}}} \right)^{2.2}$$

$$L > L_{ref} \text{ 인 경우 } : C = 1 - 0.45 \left(\sqrt{\frac{L}{L_{ref}}} - 1 \right)^{1.7}$$

L_{ref} : 참조길이(m)로서 다음에 따른다.

- (2)호의 수직 파랑굽힘모멘트를 계산하는 경우 : $L_{ref} = 315 C_W^{-1.3}$
- (3)호의 수직 파랑전단력을 계산하는 경우 : $L_{ref} = 330 C_W^{-1.3}$

(2) 수직 파랑굽힘모멘트

수직 파랑모멘트는 다음 식에 의한 값으로 하며, 선박의 길이 방향에 따른 분포는 그림 7.4.6에 따른다.

$$M_{W-Hog} = +1.5 f_R L^3 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Hog}$$

$$M_{W-Sag} = -1.5 f_R L^3 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Sag}$$

f_R : 선박운항과 관련된 계수로서 0.85로 한다.

f_{NL-Hog} : 호깅에 대한 비선형 수정계수로서 다음에 따른다. 다만, 1.1 이하이어야 한다.

$$f_{NL-Hog} = 0.3 \frac{C_B}{C_W} \sqrt{T}$$

f_{NL-Sag} : 새깅에 대한 비선형 수정계수로서 다음에 따른다. 다만, 1.0 이상이어야 한다.

$$f_{NL-Sag} = 4.5 \frac{1 + 0.2 f_{Bow}}{C_W \sqrt{C_B} L^{0.3}}$$

f_{Bow} : 선수플레어 형상계수로서 다음에 따른다.

$$f_{Bow} = \frac{A_{DK} - A_{WL}}{0.2 L z_f}$$

A_{DK} : 최상층 갑판 수평면에 대한 투영면적(m²)으로, 선수루 갑판이 0.8L의 전방으로 연장된 경우 이를 포함한다. 다만, 불워크와 같은 기타 구조는 제외(그림 7.4.5)

A_{WL} : 0.8L 전방부의 강도계산용 흘수에서의 수선면 면적(m²)

z_f : 선수단에서 측정한, 강도계산용 흘수에서의 수선면으로부터 최상층 갑판 또는 선수루 갑판까지의 수직거리(m), 다만, 판구조의 불워크와 같은 기타 구조는 제외(그림 7.4.5)

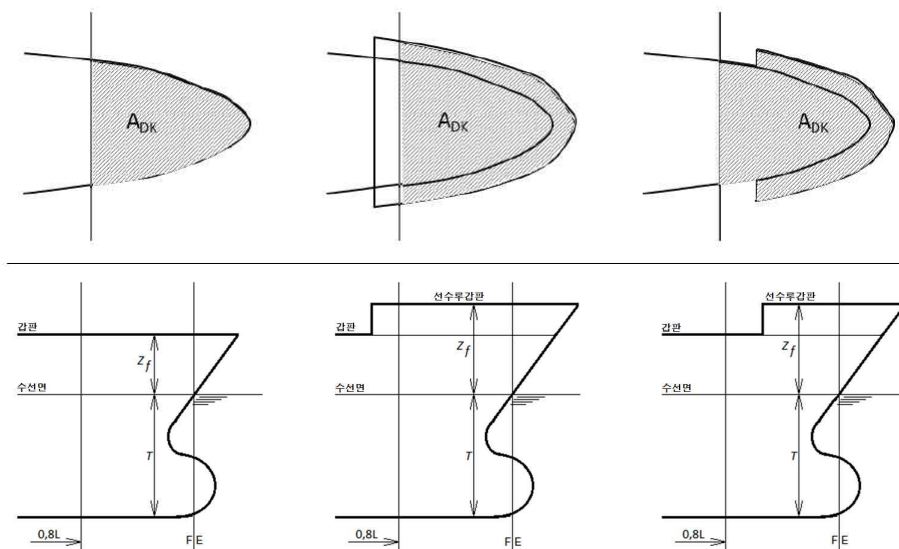


그림 7.4.5 투영면적 A_{DK} 및 수직거리 z_f

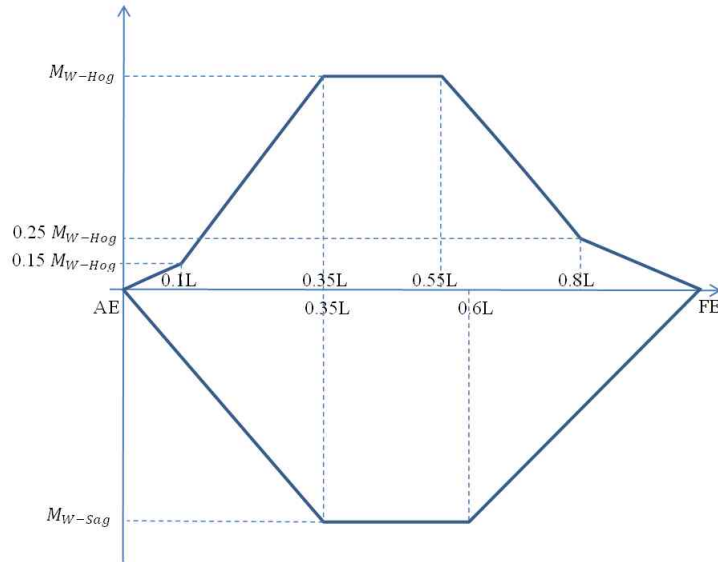


그림 7.4.6 선박 길이에 따른 수직 파랑굽힘모멘트 M_W 의 분포

(3) 수직 파랑전단력

선박 길이에 따른 수직 파랑전단력 F_W (kN)의 분포는 그림 7.4.7을 따른다.

$$F_{W_{Hog}}^{Aft} = +5.2 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.3 + 0.7 f_{NL-Hog})$$

$$F_{W_{Hog}}^{Fore} = -5.7 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} f_{NL-Hog}$$

$$F_{W_{Sag}}^{Aft} = -5.2 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.3 + 0.7 f_{NL-Sag})$$

$$F_{W_{Sag}}^{Fore} = +5.7 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8} (0.25 + 0.75 f_{NL-Sag})$$

$$F_W^{Md} = +4.0 f_R L^2 C C_W \left(\frac{B}{L}\right)^{0.8}$$

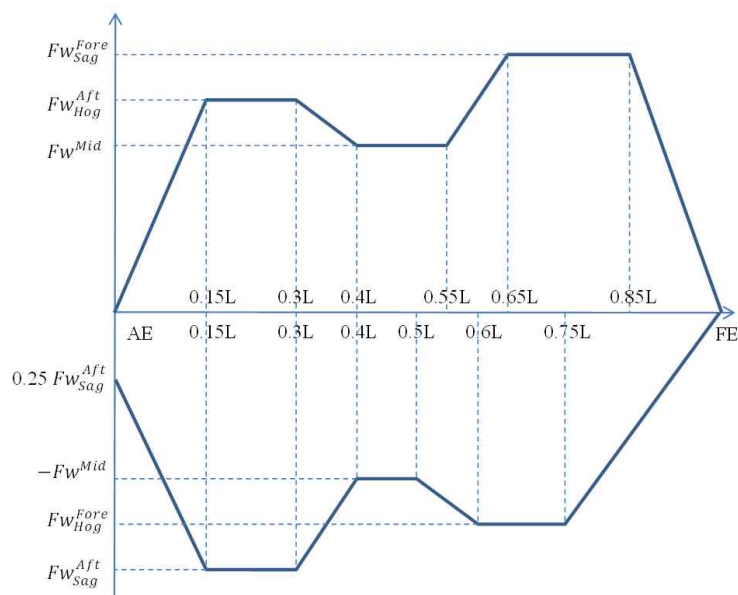


그림 7.4.7 선박 길이에 따른 수직 파랑전단력 F_W 의 분포

4. 하중상태

중강도평가의 경우, 표 7.4.3에 따른 최대 호킹 및 새깅 하중상태가 검토되어야 한다. 각 하중상태에 대하여 2항에 규정된 각 횡단면에서의 정수중 상태는 3항에 규정된 파랑중 상태와 조합되어야 한다(그림 7.4.8 참조).

표 7.4.3 정수중 및 파랑 전단력과 정수중 및 파랑 굽힘모멘트의 조합

하중상태	굽힘모멘트		전단력	
	M_S	M_W	F_S	F_W
호킹	M_{Smax}	M_{WH}	$F_{Smax} : x \leq 0.5L$ 인 경우	$F_{Wmax} : x \leq 0.5L$ 인 경우
			$F_{Smin} : x > 0.5L$ 인 경우	$F_{Wmin} : x > 0.5L$ 인 경우
새깅	M_{Smin}	M_{WS}	$F_{Smin} : x \leq 0.5L$ 인 경우	$F_{Wmin} : x \leq 0.5L$ 인 경우
			$F_{Smax} : x > 0.5L$ 인 경우	$F_{Wmax} : x > 0.5L$ 인 경우

M_{WH} : 고려하는 횡단면에서 호킹상태의 파랑굽힘모멘트로서, 그림 7.4.6에 규정된 양의 M_W 값으로 한다.
 M_{WS} : 고려하는 횡단면에서 새깅상태의 파랑굽힘모멘트로서, 그림 7.4.6에 규정된 음의 M_W 값으로 한다.
 F_{Wmax} : 고려하는 횡단면에서 파랑전단력의 최대값으로서, 그림 7.4.7에 규정된 양의 F_W 값으로 한다.
 F_{Wmin} : 고려하는 횡단면에서 파랑전단력의 최소값으로서, 그림 7.4.7에 규정된 음의 F_W 값으로 한다.

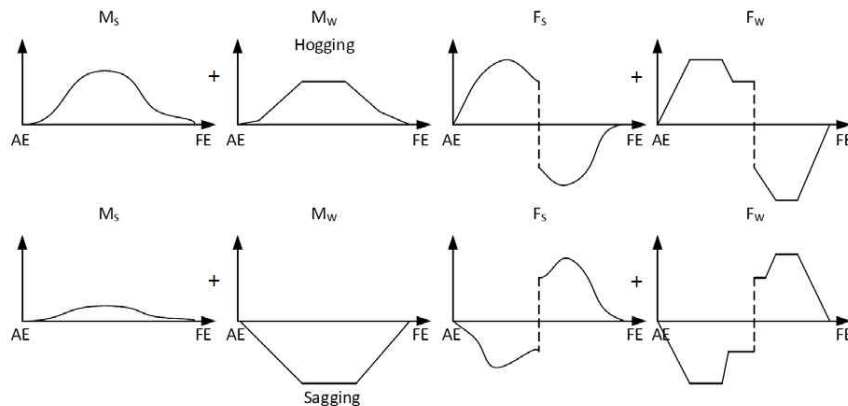


그림 7.4.8 표 7.4.3에 규정된 최대 호킹 및 새깅 하중상태를 결정하기 위한 하중조합

5. 선체거더응력

선체거더응력은 4항에 따른 호킹 및 새깅 하중상태에 대하여, 고려하는 하중계산점에서 계산되어야 하며 다음 식에 따른다.

굽힘응력:

$$\sigma_{HG} = \frac{\gamma_S M_S + \gamma_W M_W}{I_{net}} (z - z_n) 10^{-3} \quad (\text{N/mm}^2)$$

전단응력:

$$\tau_{HG} = \frac{\gamma_S F_S + \gamma_W F_W}{t_{net}/q_v} 10^3 \quad (\text{N/mm}^2)$$

γ_S, γ_W : 부분안전계수로서, 다음에 따른다.

$$\begin{aligned} \gamma_S &= 1.0 \\ \gamma_W &= 1.0 \end{aligned}$$

203. 강도평가

1. 일반사항

선박 전 길이에 걸쳐 구조의 연속성이 유지되어야 한다. 구조 배치가 급격하게 변하는 경우, 적절한 천이 (transitional) 구조를 배치하여야 한다.

2. 강성 기준

202.의 4항에 따른 호킹 및 새깅의 두 가지 하중상태에 대하여 검토되어야 한다. 순 단면 2차모멘트는 다음을 만족하여야 한다.

$$I_{net} \geq 1.55 L |M_S + M_W| 10^{-7} \quad (\text{cm}^4)$$

3. 항복강도 평가

(1) 일반적인 허용기준

202.의 4항에 정의된 호킹 및 새깅의 각 하중상태에 대한 항복강도가 검토되어야 하며, 등가 선체거더응력 σ_{eq} 이 허용응력 σ_{perm} 보다 작아야 한다.

$$\sigma_{eq} < \sigma_{perm}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{cH}}{\gamma_1 \gamma_2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

γ_1 : 재료에 대한 부분안전계수로서 $k \frac{R_{cH}}{235}$ 로 한다.

γ_2 : 하중조합 및 허용응력에 대한 부분안전계수로서 다음에 따른다.

- (2)호에 따른 굽힘강도평가의 경우: $\gamma_2 = 1.24$
- (3)호에 따른 전단응력평가의 경우: $\gamma_2 = 1.13$

(2) 굽힘강도평가

횡단면의 다음 위치에서 (1)에 따른 굽힘응력 평가가 수행되어야 한다:

- 선저
- 갑판
- 창구코밍의 상단
- 재료의 항복강도가 변하는 지점

굽힘강도 평가는 다음의 조합을 이용하여 (1)호를 만족하여야 한다.

$$\sigma_x = \sigma_{HG}$$

$$\tau = 0$$

(3) 전단강도평가

전단강도에 기여하는 모든 구조부재에 대하여 (1)에 따른 전단응력 평가가 수행되어야 한다. 전단강도 평가는 다음의 조합을 이용하여 (1)호를 만족하여야 한다.

$$\sigma_x = 0$$

$$\tau = \tau_{HG}$$

204. 좌굴강도 [지침 참조]

1. 적용

이 요건은 선체저터굽힘 및 전단응력을 받는 판 패널 및 종방향 보강재에 적용한다. 이 항에서 사용된 기호의 정의는 지침 부록 7-9 별첨 2를 참조한다.

2. 좌굴평가 기준

좌굴평가를 위한 허용기준은 다음과 같다.

$$\eta_{act} \leq 1$$

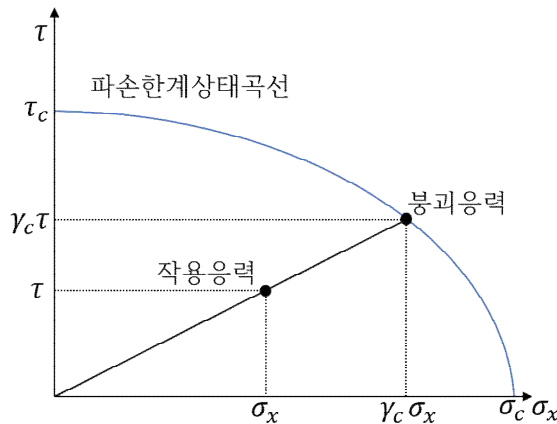
η_{act} : 3항에 따른 최대사용계수

3. 좌굴사용계수

사용계수 η_{act} 는 파손에서의 응력승수인자(stress multiplication factor) γ_c 의 역수로 규정된다. (그림 7.4.9 참조) 파단한계상태는 다음과 같다.

- 요소판 패널의 경우: 지침 부록 7-9 별첨 2. 2
- 전체 보강 패널의 경우: 지침 부록 7-9 별첨 2. 3
- 종방향 보강재의 경우: 지침 부록 7-9 별첨 2. 4

각 파단한계상태는 관련 식에 의하여 규정되며, γ_c 는 해당 식을 만족하도록 결정된다. 그림 7.4.9는 종방향 및 전단응력의 조합에서, 구조부재의 파손에서의 응력승수인자가 어떻게 결정되는지를 보여준다.



σ_x, τ : 4항에 규정된 좌굴에 대한 작용응력 조합

σ_c, τ_c : 좌굴 응력조합 σ_x, τ 에 대한, 지침 부록 7-9 별첨 2에 따른 좌굴임계응력

그림 7.4.9 파손시의 파단한계상태 곡선 및 응력승수인자의 예

4. 응력결정

(1) 좌굴평가를 위한 응력조합

202.의 4항에 규정된 호강 및 새강의 각 하중상태에 대하여 다음의 두 응력조합이 하중계산점에서 고려되어야 한다. 응력은 (2)호에 정의된 하중계산점에서의 값이다.

(가) 중늑골 방식:

(a) 응력조합 1:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_{HG} \\ \sigma_y &= 0 \\ \tau &= 0.7\tau_{HG} \end{aligned}$$

(b) 응력조합 2:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= 0.7\sigma_{HG} \\ \sigma_y &= 0 \\ \tau &= \tau_{HG} \end{aligned}$$

(나) 횡늑골 방식:

(a) 응력조합 1:

$$\sigma_x = 0$$

$$\sigma_y = \sigma_{HG}$$

$$\tau = 0.7\tau_{HG}$$

(b) 응력조합 2:

$$\sigma_x = 0$$

$$\sigma_y = 0.7\sigma_{HG}$$

$$\tau = \tau_{HG}$$

(2) 하중계산점

요소 패널에 대한 선체거더응력은 표 7.4.4에 따른 하중계산점에서 계산되어야 한다.

표 7.4.4 판 좌굴평가에 대한 하중계산점(LCP) 좌표

하중계산점 좌표	선체거더 굽힘응력		선체거더 전단응력
	비 수평판	수평판	
x 좌표	요소 패널의 길이의 중앙		
y 좌표	요소 패널의 상하 단부 (그림 7.4.10의 A1점 및 A2점)	요소 패널의 안쪽과 바깥쪽 단부 (그림 7.4.10의 A1점 및 A2점)	요소 패널의 중간점 (그림 7.4.10의 B점)
z 좌표	x값 및 y값에 상응하는 값		

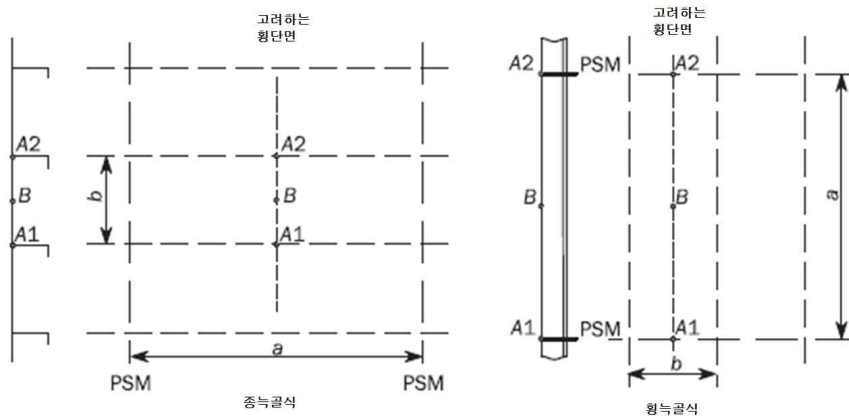


그림 7.4.10 판 좌굴에 대한 하중계산점 - 선체거더응력

종방향 보강재에 대한 선체거더응력은 다음의 하중계산점에서 계산되어야 한다:

- 고려하는 보강재의 길이 중간 지점
- 보강재와 부착판 사이의 교차 지점

205. 비틀림강도 [지침 참조]

선박의 중앙부에 있어서 창구의 너비가 0.7B를 넘는 경우에는 비틀림에 의한 부가적인 응력이나 창구의 변형에 대하여 특별히 고려하여야 한다. 다만, 2열 이상의 창구를 가진 경우에는 가장 바깥쪽의 창구측선간의 거리를 창구의 너비로 한다.

206. 선체거더 최종강도

1. 일반사항

길이 L 가 150 m 이상인 선박은 선체거더 최종강도를 평가하여야 한다. 4항의 검토 기준은 비손상 선박구조에 적용한다. 202.의 4항에 규정된 호깅 및 새깅의 하중상태에 대하여 선체거더 최종굽힘능력이 검토되어야 한다.

2. 선체거더 최종굽힘모멘트

최종강도 검토 시 고려하는 호깅 및 새깅 조건의 수직 선체거더 굽힘모멘트 M 은 다음에 따른다:

$$M = \gamma_S M_S + \gamma_W M_W$$

M_S : 202.의 4항에 따른 정수중 허용굽힘모멘트 (kNm).

M_W : 202.의 4항에 따른 수직 파랑굽힘모멘트 (kNm).

γ_S : 정수중 굽힘모멘트에 대한 부분 안전계수로서 1.0으로 한다.

γ_W : 수직 파랑굽힘모멘트에 대한 부분 안전계수로서 1.2로 한다.

3. 선체거더 최종굽힘능력

(1) 일반사항

선체거더 최종 종굽힘모멘트 능력 M_U 는 그 값을 넘어서면 선체가 붕괴되는 선체거더의 최대 굽힘모멘트 능력을 의미한다.

(2) 선체거더 최종굽힘능력의 결정

호깅 및 새깅상태에서의 선체거더 횡단면의 최종 굽힘모멘트 능력은 고려하는 횡단면의 곡률 χ 에 대한 굽힘모멘트 M_U 곡선의 최대값으로 정의한다. (호깅의 경우 M_{UH} 새깅의 경우 M_{US} , 그림 7.4.11 참조) 곡률 χ 는 호깅의 경우 양, 새깅의 경우 음으로 한다.

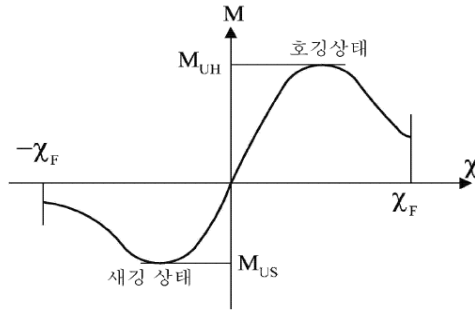


그림 7.4.11 곡률 χ 에 대한 굽힘모멘트 능력

선체거더 최종굽힘능력 M_U 는 지침 부록 7-9 별첨 3. 2에 규정된 증분-반복법(incremental-iterative) 또는 지침 부록 7-9 별첨 3. 3에 규정된 대체방법으로 계산하여야 한다.

4. 검토 기준

모든 선체 횡단면에서 수직 선체거더 최종굽힘능력은 다음 기준을 만족하여야 한다.

$$M \leq \frac{M_U}{\gamma_M \gamma_{DB}}$$

M : 2항에 따른 수직굽힘모멘트(kNm).

M_U : 3항에 따른 수직 선체거더 최종굽힘능력(kNm).

γ_M : 재료, 형상 및 강도예측의 불확실성을 고려한 수직 선체거더 최종굽힘능력의 부분 안전계수로서 1.05로 한다.

γ_{DB} : 이중저 굽힘의 영향을 고려한 수직 선체거더 최종굽힘능력의 부분 안전계수로서 다음에 따른다.

- 호깅상태의 경우: $\gamma_{DB} = 1.15$
- 새깅상태의 경우: $\gamma_{DB} = 1.0$

내저에서의 이중저 폭이 선체중양부에서의 폭보다 작거나 이중저 구조가 선체중양부와 다른 곳(예, 기관실 단면)에서의 횡단면의 경우, 호깅상태에서의 부분 안전계수 γ_{DB} 는 우리 선급이 인정하는 바에 따라 감소 될 수 있다.

207. 대형 컨테이너선에 대한 추가요건

1. 일반사항

선박의 너비 B 가 32.26 m를 넘는 컨테이너선에 대하여는 2항 및 3항의 규정을 추가로 요구할 수 있다.

2. 항복 및 좌굴평가

항복 및 좌굴평가는 국부하중 뿐만 아니라 추가적인 선체거더 하중(파랑 비틀림, 파랑수평굽힘 및 정적비틀림)을 고려하여 수행되어야 한다. 국부하중 및 선체거더 하중으로 인한 모든 면내응력요소(2축 및 전단응력)이 고려되어야 한다.

3. 휘핑

수직굽힘모멘트에 기여하는 휘핑을 고려하여 선체거더 최종강도 평가를 수행하여야 한다.

제 3 절 이중저구조

301. 일반

1. 컨테이너만을 적재하는 화물창의 이중저구조에 대하여는 이 절의 규정에 따른다. 이 절에 규정되어 있지 않은 사항의 경우, 3편 7장의 규정을 만족하여야 한다. (2019)
2. 컨테이너 코너피팅 하방의 이중저내에는 컨테이너의 하중을 유효하게 지지할 수 있도록 측거더 또는 실체늑판 등을 설치하거나 국부적으로 보강하여야 한다.
3. 컨테이너만을 적재하는 화물창의 창구 바로 아래의 이중저 내저판은 두께를 증가시키거나 내장판을 깔지 않아도 좋다.
4. 운항중 해수를 적재하지 아니하는 보이드 구역, 연료유탱크 등으로 사용되는 이중저구역의 선저외판 및 내저판의 두께는 이절에서 명시한 두께보다 0.5mm를 경감시킬 수 있다.
5. 선저 중늑골의 경우, 피로 강도에 대한 충분한 고려가 있어야 한다.

302. 중늑골 [지침 참조]

선저 및 내저중늑골의 단면계수는 각각 표 7.4.5의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

표 7.4.5 종늑골의 단면계수

구분	단면계수 (cm ³)
선저종늑골	$Z_b = \frac{0.9 CKS l^2}{24 - 15.0 f_B K} \left\{ d + 0.013 L' \left(\frac{2}{B} y + 1 \right) + h_1 \right\}$
내저종늑골	$Z_i = 100 C_1 C_2 S h l^2 (\geq 0.75 Z_b)$

C : 계수로서 다음에 따른다.
 늑판 사이의 중간에 303.에 규정하는 스트럿이 없는 경우 ----- 100
 늑판 사이의 중간에 303.에 규정하는 스트럿이 있는 경우 ----- 62.5
 다만, 늑판에 설치하는 형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 적절히 경감할 수 있다.
*h*₁ : 아래의 (1) 또는 (2)
 (1) 전단으로부터 0.3*L*의 경우 ----- $\frac{3}{2}(17 - 20 C'_b)(1 - x)$
C'_{*b*} : 방형계수 (*C*_{*b*}가 0.85이상인 경우, *C*'_{*b*}는 0.85로 한다)
 (2) 그 외의 경우 ----- 0
 $x = \frac{X}{0.3L}$ (*X* : 선측외판의 전단으로부터의 거리 (m).
 단, *X*가 0.1*L*보다 작은 경우, *X*는 0.1*L*로 취해야 하며, *X*가 0.3*L*보다 큰 경우, *X*는 0.3*L*로 취해야 한다.
*f*_{*B*} : 3편 1장 참조
L' : 선박의 길이 (m). 다만, *L*이 230 m를 넘을 때에는 230 m로 한다.
y : 선박의 중심선으로부터 고려하는 종늑골까지의 수평거리(m).
l : 늑판 사이의 거리 (m).
S : 종늑골의 간격 (m).
 $C_1 = \frac{K}{24 - \alpha K}$ (단 $\geq \frac{K}{18}$. *h*₂ 또는 *h*₃의 경우, $\frac{K}{18}$)
 $\alpha = 15.0 f_B \left(1 - \frac{z}{z_B} \right)$
z : 용골상면으로부터 내저판 하단까지의 수직거리 (m)
*z*_{*B*} : 선체중앙 용골상면으로부터 횡단면의 수평 중성축까지의 수직거리 (m)
*C*₂ : 계수로서 표 7.4.7에 따른다.
h : 다음의 *h*, *h*₂, *h*₃. 다만 이중저구역이 보이든 경우, *h*는 *h*₁으로 취한다.
*h*₁ : 내저판의 하단과 넘침관 상단 사이 중간까지의 수직거리
*h*₂ : 다음의 식에서 얻는다.
 $h_2 = 0.85 (h_1 + \Delta h)$ (m)
 $\Delta h = \frac{16}{L} (l_t - 10) + 0.25 (b_t - 10)$ (m)
*l*_{*t*} : 탱크의 길이 (m) (≥ 10 m)
*b*_{*t*} : 탱크의 폭 (m) (≥ 10 m)
*h*₃ : 내저판으로부터 넘침관 상방 2.0m까지의 수직거리의 0.7배

303. 스트럿

1. 스트럿은 평강 또는 구평강(球平鋼) 이외의 형강으로 하고 선저 및 내저중늑골의 웨브와 충분히 겹치도록 하여야 한다.
2. 스트럿의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 1.8CKSbh \quad (\text{cm}^2)$$

- S : 늑골간격(m).
 b : 스트럿으로 지지되는 부분의 너비(m).
 h : 다음 식에 의한 값(m).

$$h = \frac{d + 0.026L'}{2}$$

- L' : 표 7.4.5에 따른다.
 C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 어떠한 경우에도 1.43 미만이어서는 안된다.

$$C = \frac{1}{1 - 0.5 \frac{l_s}{k\sqrt{K}}}$$

- l_s : 스트럿의 길이(m).
 k : 스트럿의 최소 회전 반경으로 다음 식에 의한 값(cm).

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

- I : 스트럿의 최소 관성모멘트(cm^4).
 A : 스트럿의 단면적 (cm^2).

304. 내저판의 두께

1. 내저판의 두께는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = \frac{CKB^2d}{d_0} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_2 = C'S\sqrt{hK} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

- d_0 : 중심선 거더의 높이(mm)
 S : 종식구조일 때에는 내저중늑골의 간격, 횡식구조일 때에는 화물창내 늑골의 간격(m).
 h : 다음 식에 따른다.

$$h = 1.13(d - 0.001d_0)$$

- C : 계수로서 3편 표 3.7.7에 따른다.
 C' : 계수로서 3편 표 3.7.8에 따른다.

2. 1의 요건에도 불구하고, 내저판의 두께 t 는 다음의 식에 의한 값보다 커야 한다:

$$t = 3.6CS\sqrt{hK} + 2.0 \quad (\text{mm})$$

S : 보강재 간격 (m)

h : 표 7.4.5에 따른다.

C : 사용되는 내저판의 보강재 시스템에 따른 다음의 식에 대한 계수. 다만, h_2 와 h_3 에 대하여 C 는 1로 취한다.

(a) 횡방향 시스템의 경우

$$C = \frac{27.7}{\sqrt{767 - a^2 K}}$$

a : 표 7.4.5에 따른다.

(b) 종방향 시스템

$$C = \frac{3.72}{\sqrt{27.7 - a K}} \quad (> 1.0)$$

a : 표 7.4.5에 따른다.

3. 컨테이너 코너피팅의 하단이 접촉하는 위치의 내저판은 이중판 또는 기타 적절한 방법으로 보강하여야 한다.

305. 선저외판의 두께

1. 선저외판의 두께, t 는 다음 (1)과 (2)의 식에 따른 값 또는 3편 7장 5절 505.의 요건에 의한 값 중 큰 것보다 커야 한다. 다만, 3편 7장 5절 505.의 요건 적용에 있어, 3편 4장 3절 304.의 요건은 적용할 필요 없다.

(1) 횡늑골식 선박의 경우, 두께는 다음 식에 의한 값보다 커야 한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{d + 0.0175 L' \left(\frac{2}{B} y + 1 \right) + h_1 + 1.5} \quad (\text{mm})$$

S : 횡늑골 간격 (m)

L', y, h_1 : 302.에 따른다

C_1 : 계수로서 다음에 따른다.

1.0 $L \leq 230\text{m}$ 인 경우

1.07 $L > 400\text{m}$ 인 경우

중간 값의 경우, C_1 은 선형보간한다.

C_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$$C_2 = \frac{91}{\sqrt{576 - (15.0 f_B x)^2}}$$

$$x = \frac{X}{0.3L}$$

(X : 선체중양부 전방 선측 외판의 경우는 전단으로부터, 또는 선체중양부 후방의 선측외판의 경우는 후단으로부터의 거리 (m). 단, X 가 $0.1L$ 보다 작은 경우, X 는 $0.1L$ 로, X 가 $0.3L$ 보다 큰 경우, X 는 $0.3L$ 로 취해야 한다.

(2) 종늑골식 선박의 경우, 두께는 다음 식에 의한 값보다 커야 한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{d + 0.0175 L' \left(\frac{2}{B} y + 1 \right) + h_1 + 1.5} \quad (\text{mm})$$

S : 종늑골 간격 (m)

C_2 : 계수로서 다음에 따른다. ($\geq 3.78\sqrt{K}$)

$$C_2 = 13 \sqrt{\frac{K}{24 - 15.0 f_B K x}}$$

2. 1.의 요건에도 불구하고, 선저외판의 두께 t 는 다음 식에 의한 값보다 커야 한다.

$$t = \sqrt{KL'} \quad (\text{mm})$$

L' : 선박의 길이 (m) ($\leq 330\text{m}$)

3. 평판용골의 너비는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2L + 1000 \quad (\text{mm})$$

평판용골의 두께는 전 길이에 걸쳐 305.의 1항에 규정하는 선체 중앙부의 선저외판의 두께에 2.0 mm를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 인접하는 선저외판의 두께 미만이어서는 안된다.

제 4 절 이중선측구조

401. 일반 [지침 참조]

1. 화물창의 선측구조는 가능한 한 이중선측구조로 하고 내부에는 선측트랜스버스 및 선측스트링거를 설치하는 등 충분히 보강된 구조로 하여야 한다.
2. 컨테이너만을 전용으로 적재하는 화물창의 이중선측구조는 이 절의 규정에 따른다. 이 절에 규정되어 있지 않은 사항의 경우, 3편 14장의 규정을 만족하여야 한다. (2019)
3. 내부가 디프탱크로 사용되는 이중선측구조에 대하여는 이 절에 규정되어 있지 않은 사항의 경우, 3편 15장의 규정에 만족하여야 한다.
4. 3편 15장 104. 요건의 적용에 있어, 디프탱크로 사용되는 이중선측구조의 내부인 내측판의 두께는 표 3.15.1에 명시된 값보다 1.0 mm 감소시킬 수 있다.
5. 운항중 해수를 적재하지 아니하는 보이드 구역, 연료유 탱크 등의 이중선측구역의 선측외판 및 내측판의 두께는 이 절에서 명시한 두께에서 0.5 mm 감소시킬 수 있다.
6. 선측스트링거는 화물창의 깊이를 고려하여 적절한 간격으로 설치하여야 하고 선측트랜스버스는 이중저내의 실제능판이 있는 위치에 설치하여야 한다.
7. 밑지부에 있어서 이중선측구조의 폭이 변하는 경우의 구조치수에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
8. 만재흡수선으로부터 강력갑판까지의 높이가 특히 큰 경우의 구조치수에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
9. 화물창의 중간에 갑판구조 및 선측구조를 유효하게 지지하는 구조가 설치되어 있는 경우에는 이 절의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
10. 종격벽과 내저판이 만나는 곳에는 응력집중이 생기지 않도록 구조배치에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
11. 이중선측구조의 전후 단부에는 구조 및 강도의 연속성에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
12. 선측중능골의 경우, 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다

402. 선측트랜스버스 및 선측스트링거 [지침 참조]

선측트랜스버스 및 선측스트링거의 두께는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 굽힘 및 전단강도에 대하여 적절히 고려하여야 한다.

$$t = 8.5 \frac{S_2}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S_2 : S_1 과 d_1 중 작은 값.

S_1 : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거에 설치되어 있는 웨브 깊이방향의 보강재의 간격(m).

d_1 : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거의 깊이 (m). 다만, 웨브의 길이방향으로 보강재를 설치하여 웨브의 깊이를 분할하는 경우에는 분할한 깊이로 하여도 좋다.

403. 종격벽

종격벽구조의 내부가 디프탱크로 사용되는 경우 종격벽판의 두께 및 종방향 보강재의 단면계수는 다음의 1. 및 2.의 규정에 따른다.

1. 종격벽판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 항해중에 해수에 접하지 않는 종격벽판의 두께는 다음에 규정하는 두께에서 0.5 mm를 감하여도 좋다.

$$t = 3.6 CS\sqrt{Kh} + 2.0 \quad (\text{mm})$$

S : 격벽휨보강재의 간격(m).

h : 다음의 h_1 , h_2 , 및 h_3 . 다만, 이중저구역이 보이드인 경우, h 는 h_1 으로 한다.

h_1 : 각 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침판 상단 사이의 1/2이 되는 곳까지의 수직거리(m).

h_2 : 다음의 식에서 얻어지는 값

$$h_2 = 0.85(h_1 + \Delta h) \quad (\text{m})$$

Δh : 다음의 식에서 얻어지는 값

$$\Delta h = \frac{16}{L}(l_i - 10) + 0.25(b_i - 10) \quad (\text{m})$$

l_i : 탱크 길이 (m) (≥ 10)

b_i : 탱크 폭 (m) (≥ 10)

h_3 : 각 격벽판의 하단으로부터 넘침판 상단상 2 m까지의 수직거리에 0.7을 곱한 값 (m)

C : 계수로서 표 7.4.6에 따른다. 다만 h_2 및 h_3 의 경우, C_1 은 1로 한다.

2. 휨보강재의 단면계수는 다음 식에 따른다.

$$Z = 100 C_1 C_2 S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

C_1 : 다음 식에 따른다. 단 h_2 , h_3 인 경우, C_1 은 $K/18$ 로 한다.

$$C_1 = \frac{K}{24 - \alpha K} \quad (\geq K/18)$$

α : 계수로서 표 7.4.6에 따른다.

C_2 : 계수로서 표 7.4.7에 따른다.

S : 휨보강재의 간격(m).

h : 1.에 명시된 바에 따른다. 이때 “고려하는 격벽판 하단”은 “고려하는 보강재”로 볼 수 있다.

l : 거더 간격(m).

표 7.4.6 계수 C_1

구조방식	C_1
횡식구조	$\frac{27.7}{\sqrt{767 - \alpha^2 K^2}}$
종식구조	$\frac{3.72}{\sqrt{27.7 - \alpha K}}$ 다만, C 는 1.0 미만으로 하여서는 안된다.

α : z 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 , 다만, α_3 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.0 f_D \left(\frac{z - z_B}{Z'} \right) \quad z \geq z_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.0 f_B \left(1 - \frac{z}{z_B} \right) \quad z < z_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{9.81} \frac{M_H}{I_H} y_H \times 10^5$$

z : 용골상면으로부터 z_B 보다 상부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 상단부까지, z_B 보다 하부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 하단부까지 수직거리, 횡보강재에 대하여는 해당 횡보강재까지의 수직거리 (m)로 한다.

z_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중성축까지의 수직거리 (m).

f_B, f_D : 3편 1장 참조.

Z : 3편 3장 203. (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것.

M_H : 다음 식에 따른다.

$$M_H = 0.45 C_1 L^2 d (C_b + 0.05) C_H \quad (\text{kN m})$$

C_1 다음 식에 따른다.

$$10.75 - \left(\frac{300 - L_1}{100} \right)^{1.5} \quad L_1 \leq 300 \text{ m}$$

$$10.75 \quad 300 < L_1 \leq 350 \text{ m}$$

$$10.75 - \left(\frac{L_1 - 300}{150} \right)^{1.5} \quad 350 \text{ m} < L_1$$

L_1 : 3편 1장 102.에 명시된 길이와 설계최대흘수선 상 길이의 0.97배 중 작은 값.

C_H : 다음 표에서 정하는 값, x 는 L 의 후단으로부터 고려하는 단면까지의 거리(m) 중간 값은 보간법에 따른다.

x/L	0.0	0.4	0.7	1.0
C_H	0.0	1.0	1.0	0.0

I_H : 고려하는 횡단면의 수직 중성축에 대한 단면2차모멘트(cm^4).

y_H : 수직중성축에서부터 평가위치까지의 수평거리 (m).

표 7.4.7 C₂의 값

타단 \ 일단	견고한 브래킷 고착	유연한 브래킷 고착	거터지지 또는 러그 고착
견고한 브래킷 고착	0.70	1.15	0.85
유연한 브래킷 고착	1.15	0.85	1.30
거터 지지 또는 러그 고착	0.85	1.30	1.00

(비고)

1. '견고한 브래킷 고착'이란 이중저 또는 해당 횡보강재 이상의 단면을 가지는 인접부재(중늑골 및 보강재 같은)와의 브래킷 연결 또는 이와 동등한 부재와의 브래킷연결을 말한다. (3편 그림 3.14.2 (a) 참조)
2. '유연한 브래킷 고착'이란 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다. (3편 그림 3.14.2 (b) 참조)

404. 브래킷

이중선측구조 내부의 상하 모서리부에는 보강방식이 횡식인 경우에는 각 늑골의 위치마다, 종식인 경우에는 선측트랜스버스 사이에 적절한 간격으로 브래킷을 설치하여야 한다.

405. 선측외판

1. 강력갑판 하 선측외판은 이 항의 요건에 따라야 한다. 이 항에 규정되어 있지 않은 사항의 경우, 3편 4장의 요건에 따라야 한다.
2. 3편 4장 303.에 명시한 현측후판이 아닌 선측외판의 두께 t 는 3편 4장 301. 및 302.의 요건에 추가하여 다음의 (1) 및 (2)에 따라야 한다.
 - (1) 횡늑골을 가지는 선박의 경우, 선측외판의 두께는 다음의 식에서 얻어지는 것 보다 커야한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{d - z' + 0.05 L' + h_1} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 횡늑골의 간격 (m)

L', C_1 및 h_1 : 305. 1항에 따른다.

z' : 용골상면으로부터 해당 선측외판 하단까지의 수직거리 (다만, $z > d$ 인 경우, $z = d$ 로 한다)

C_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$$C_2 = 91 \sqrt{\frac{K}{576 - \alpha^2 K^2 x^2}}$$

α : 다음 중 큰 값

$$\alpha_1 = 15.0 f_B \left(1 - \frac{z}{z_B}\right)$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{9.81} \frac{M_H}{I_H} y_H \times 10^5$$

z : 용골상면으로부터 해당 선측외판 하단까지의 수직거리(m)

z_B, f_B : 표 7.4.5에 따른다.

M_H, I_H, y_H : 표 7.4.6에 따른다.

x : 305. 1항 (1)에 따른다

- (2) 중늑골을 가지는 선박의 경우, 선측외판의 두께는 다음의 식에서 얻어지는 것 보다 커야한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{d - z' + 0.05 L' + h_1} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 종늑골의 간격 (m)
 z', L', C_1 및 h_1 : (1)에 따른다.
 C_2 : 계수로서 다음에 따른다.

$$C_2 = 13\sqrt{\frac{K}{24 - \alpha Kx}} \quad (\geq 3.78\sqrt{K})$$

α 및 x : (1)에 따른다.

3. 2.의 요건에도 불구하고, 강력갑판 하 선측외판의 두께, t 는 305.의 2항에서 얻어진 것보다 커야 한다.

406. 선측종늑골

1. 견현갑판 하 선측종늑골의 단면계수, Z 는 다음의 (1) 또는 (2)중 큰 값보다 커야한다.

(1) $Z = 90CS hl^2$

S : 종늑골의 간격 (m)
 l : 거더의 간격 (m)
 h : 고려하는 선측종늑골에서부터 용골상부 $d + 0.038L' + 0.75h_1$ 지점까지의 수직거리 (m)
 h_1, L' : 202.의 1항에 따른다.
 C : 계수로서, 다음에 따른다.

$$C = \frac{K}{24 - \alpha K} \quad (\geq \frac{K}{18})$$

α : 다음의 값 중 큰 값

$$\alpha_1 = 15.0f_D \left(\frac{z - z_B}{Z'} \right) \quad z_B < z \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.0f_B \left(1 - \frac{z}{z_B} \right) \quad z \leq z_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{9.81} \frac{M_H}{I_H} y_H \times 10^5$$

z : 용골상면으로부터 고려하는 종늑골까지의 수직거리(m)

z_B : 표 7.4.5에 따른다.

f_B, f_D, Z, M_H, I_H 및 y_H : 표 7.4.6에 따른다.

(2) $Z = 2.9K\sqrt{L'}Sl^2 \quad (\text{cm}^3)$

S, l, L' : (1)에 따른다.

2. 이중선측구조의 내부가 디프탱크로 사용되는 경우, 선측종늑골의 단면계수, Z 는 403.의 2항의 요건에 따른다.

제 5 절 횡격벽

501. 구조

1. 횡격벽은 갑판의 위치에 충분히 지지될 수 있는 구조로 하여야 하며, 횡격벽의 너비가 특히 큰 경우는 횡격벽의 상부를 상자형 구조로 하는 등 적절히 보강하여야 한다.
2. 격벽판 및 보강재의 치수는 3편 14장 3절의 규정에 따른다.

502. 부분격벽

화물창내에 부분적으로 비수밀격벽을 설치하는 경우 그 구조 및 치수는 화물창의 크기 및 격벽의 깊이 등을 고려하여 충분한 강도 및 강성을 유지할 수 있도록 하여야 한다.

제 6 절 갑판구조

601. 갑판구조 [지침 참조]

1. 갑판구조의 치수는 3편 5장 3절의 규정을 만족하여야 한다.
2. 갑판구 측선내 갑판에 대하여는 갑판의 면내굽힘을 고려하여 적절히 보강하여야 한다.

602. 크로스타이

1. 창구의 길이가 창구의 너비에 비하여 큰 경우에는 창구부에 적절한 간격으로 크로스타이를 설치하여야 한다.
2. 크로스타이의 위치에 있어서 선창내에 선측 및 갑판으로부터의 하중을 유효하게 지지하는 구조가 설치되어 있지 않는 경우에는 크로스타이의 구조 및 치수에 대하여 특별히 고려하여야 한다.

603. 판두께의 연속성

갑판의 두께는 연속성을 고려하여야 하며, 특히 갑판구 측선의 내측과 외측과는 현저한 두께차이가 없도록 하여야 한다.

제 7 절 물결막이(breakwater)

701. 물결막이

1. 배치

- (1) 0.85 L 전방 갑판 상에 화물을 적재하는 경우, 물결막이(breakwater) 또는 대등한 보호구조물(예, 고래등갑판(whaleback deck) 또는 귀갑갑판(turtle deck))이 설치되어야 한다.

2. 물결막이의 치수

- (1) 물결막이의 권장 높이는 다음과 같다.

$$h_w = 0.8(bc_1 - z) \text{ (m)}$$

최소한 $h_w = 0.6(bc_1 - z)$ 이상이라야 한다.

z : 하기만재흘수선과 물결막이의 하단(bottom line)간의 거리(m).

$$b = 1.0 + 2.75 \left(\frac{\frac{x}{L} - 0.45}{C_B + 0.2} \right)^2 \quad (0.6 \leq C_B \leq 0.8)$$

x : L의 후단에서부터 물결막이까지의 거리 (m).

c_1 : 파랑계수(wave coefficient)

$$10.75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5} \quad L \leq 300 \text{ m 경우}$$

$$10.75 \quad 300 < L \leq 350 \text{ m 경우}$$

$$10.75 - \left(\frac{L - 300}{150} \right)^{1.5} \quad 350 < L \leq 500 \text{ m 경우}$$

고래등갑판 또는 귀갑갑판의 평균높이는 그림 7.4.12에 따라 유사하게 결정할 수 있다.

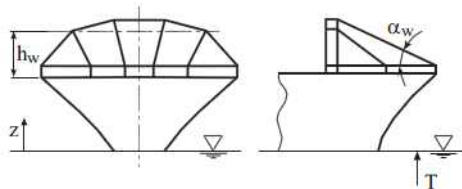


그림 7.4.12 고래등갑판(whaleback)

- (2) 물결막이는 최소한 물결막이 뒤편의 수송하고자 하는 갑판화물의 폭 만큼 넓어야 한다.

3. 컷아웃(cutouts)

(1) 물결막이 주요지지부재의 웹에서 컷아웃은 필요최소한으로 감소시켜야한다. 컷아웃의 자유단은 보강재로 보강하여야 한다. 만약 물결막이에 대한 하중을 감소시키기 위하여 판 내에 컷아웃을 제공하는 경우, 개별 하나의 컷아웃(single cutout) 면적은 0.2m²를 넘지 않아야 하며, 컷아웃 면적의 전체 합은 물결막이 판의 전체 면적의 3%를 넘지 않아야 한다.

4. 하중 (2017)

(1) 치수 결정을 위한 하중은 다음에 따른다. (2017)

$$p_A = nc(bc_1 - z) \quad (\text{kN/m}^2)$$

p_A 는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$25 + \frac{L}{10} \quad (L \leq 250 \text{ m})$$

$$50 \quad (L > 250 \text{ m})$$

$$n = 10 + L/20 \quad (L \leq 300 \text{ m}, L \text{이 } 300 \text{ m 이상인 경우 } L \text{은 } 300 \text{ m로 한다.})$$

$$c = \sin \alpha_w \quad (\alpha_w \text{는 중심선에서 결정, } 20^\circ \leq \alpha_w \leq 90^\circ)$$

5. 판 및 보강재

(1) 판의 두께는 다음에 따라 결정된다.

$$t = t' + t_k \quad (\text{mm})$$

$$t' = 0.9s\sqrt{p_A K}$$

$$t' \leq 10 \text{ mm인 경우} \quad t_k = 1.5$$

$$t' > 10 \text{ mm} \quad t_k = 0.1t'/\sqrt{K} + 0.5$$

$$t_{\min} = (5.0 + \frac{L}{100})\sqrt{K} \quad (\text{mm})$$

($L \leq 300 \text{ m}$, L 이 300 m 이상인 경우 L 은 300 m 로 한다)

(2) 보강재의 단면계수는 다음에 따른다. 보강재는 구조부재의 양단에 연결되어야 한다.

$$Z = 0.35sl^2 p_A K \quad (\text{cm}^3)$$

l : 보강재 스패 (m).

s : 보강재 간격 (m).

(3) 20° 미만의 경사각 α_w 을 가진 고래등갑판의 경우, 판 및 보강재의 치수는 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

6. 1차 지지부재

(1) 구조의 1차지지부재의 경우, 응력해석을 수행하여야 한다. 이때 허용등가응력, σ_v 는 $230/K$ (kN/m²) 이다.

7. 좌굴강도

(1) 구조부재의 좌굴강도는 11편 6장 3절에 따라 증명되어야 한다.

제 8 절 예인보강구역(tug pushing area)

801. 예인보강구역

- 항내 조종으로 인한 집중하중에 노출될 수 있는 선측외판 구역의 판 두께는 2.에서 요구하는 것 이상이어야 한다. 이 구역은 주로 예인선(tug)에 의하여 밀리는 선박의 중앙부 및 선수미 어깨(shoulder) 부근의 판으로서, 그 정확한 위치가 건조시방서(building specification)에 정의되고, 외판전개도에 명시되어야 한다. 보강되는 구역의 길이는 5 m 이상이어야 하며, 높이는 평형수 흘수(ballast draught) 상방 0.5 m에서부터 구조치수 흘수(scantling draught) 상방 4 m까지이다. (선측외판의 두께가 이 절에 따라 결정되는 경우, 보강된 선측외판 구역에는 적절한 표시를 하여야 한다.)
- 보강되는 구역의 판 두께는 다음 식에 따라 결정된다.

$$t = 0.65 \sqrt{P_{fl} K} + 1.5 \text{ (mm)}$$

$$P_{fl} : \text{국부적 설계 충격 하중 (kN).}$$

$$= D/100 \quad (200 \text{ kN} \leq P_{fl} \leq 700 \text{ kN})$$

D : 배수량 (t).

3. 보강되는 구역의 보강재 단면계수는 다음보다 커야한다.

$$Z = 0.35 P_{fl} l K \quad (\text{cm}^3)$$

l : 보강재의 지지되지 않은 스패 (m).

4. 중간갑판(tween deck), 횡격벽, 스트링거 및 횡방향 벽(transverse walls)은 선박의 횡방향으로 작용하는 하중에 대한 충분한 좌굴강도를 가지는지를 확인하여야 한다.

제 9 절 플레어가 큰 위치의 강도(strength at large flare location)

901. 외판 【지침 참조】

1. 플레어가 특히 큰 곳의 외판은 선수파랑충격 등에 대한 보강을 충분히 고려하여야 한다.

902. 늑골 【지침 참조】

1. 큰 파랑충격압력을 견디도록 고려된 선수 플레어에 설치된 늑골은 적절히 보강되어야 하며, 그 연결유효성에 특별히 주의를 기울여야 한다.

903. 거더 【지침 참조】

1. 큰 파랑충격압력을 견디도록 고려된 선수 플레어에 설치된 거더는 적절히 보강되어야 하며, 그 연결유효성에 특별히 주의를 기울여야 한다.

제 10 절 컨테이너 고박설비

1001. 셸가이드

1. 셸가이드는 이중저구조, 선측구조 및 횡격벽 등에 하중을 유효하게 전달할 수 있는 구조로 하여야 한다.
2. 셸가이드의 강도는 선저와 선측에서의 하중 및 적재한 컨테이너의 하중에 대하여 충분히 견딜 수 있는 것이어야 한다.

1002. 컨테이너 고박설비 【지침 참조】

1. 컨테이너의 고정결박설비(이하 고박설비라 한다)에 대하여는 고박설비의 배치 및 구조상세 등이 표기된 배치도 및 구조도를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 다만, 부분적인 고박에 사용되는 고박설비에 대하여는 본 항의 규정을 적절히 참작할 수 있다.
2. 1.항의 규정에 따라 설치하는 컨테이너 고박설비는 선박에 설치하기 전에 부록 7-2 「컨테이너 고박설비에 관한 지침」의 규정에 따라 우리 선급의 승인을 받아야 한다. (2021)
3. 컨테이너 지지구조는 2편 1장 301.에 규정된 선체구조용 압연강재를 사용하여야 한다. 단, 우리 선급이 인정하는 경우에는 그 외의 재료 사용이 가능하다. (2020)
4. 추가특기사항 ‘CSAP’ (화물안전접근도)를 부여받기 위해서는 부록 7-11 「개방갑판 상 컨테이너 고박을 위한 안전한 작업조건 제공에 대한 지침」의 규정을 만족하여야 한다. (2021)

제 11 절 용접

1101. 적용

1. 필릿용접은 강력갑판 또는 강력갑판 하방 0.25 D 위치에서 상방으로 연장하는 외판과 종격벽에 사용되는 40 mm 초과 80 mm 이하의 웨브두께를 가진 종늑골에 적용하여야 한다.
2. 80 mm 초과인 웨브두께를 가진 종늑골이 쓰이는 곳에 용접의 종류와 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

1102. 필릿용접

1. 필릿용접은 연속되어야 한다.
2. 필릿의 치수는 8 mm 이상이어야 한다. ↓

제 5 장 액화가스 산적운반선

별책 「액화가스 산적운반선 규칙 (Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk)」 참조

제 6 장 위험화학품 산적운반선

별책 「위험화학품 산적운반선 규칙 (Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk)」 참조

제 7 장 카페리선 및 로로선

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 차량과 팔레트형(pallet form) 또는 컨테이너 화물을 운송하기 위하여 특별히 설계 및 건조하고 바퀴가 있는 차량으로 화물이 적재되거나 양륙되는 로로선(ro-ro ship)에 적용한다.
2. 항로에 제한을 받는 선박으로서 차량문 (선체구조의 일부로 된 선수문, 내측문, 현측문 또는 램프를 말한다.)을 통하여 육상교통에 이용되는 상태 그대로 차량을 적재 및 운송을 하는 선박의 구조 및 설비에 대하여는 부록 7-3 「카페리선에 대한 지침」의 관련규정에 따른다. (2021)
3. 구조부재의 치수 및 배치는 이 장에서 명기하지 않는 사항은 3편의 규정에 따른다.

102. 구조 및 배치

1. 이 규정은 다층갑판선으로서 화물창내에는 이중저를 갖고 최하층갑판까지 현측탱크가 설치된 선박에 적용한다. 다만, 특정지역이나 특수목적에 사용되는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 별도로 고려할 수 있다.
2. 3편 14장의 규정에 의한 격벽이 설치되어 있지 않은 경우에는 부분격벽 또는 특설늑골과 갑판 횡부재를 설치하여 충분한 횡강도를 갖도록 하여야 한다.
3. 강력갑판과 선저는 늑골골식 구조를 원칙으로 하나 횡늑골식 구조인 경우에는 특별히 고려하여야 한다.

103. 자료 제출

3편 1장 3절에 규정하는 승인도면 및 자료에 추가하여 다음의 자료를 제출하여야 한다.

- (1) 특정지역만 운항하도록 설계된 선박인 경우에는 그 항해구역
- (2) 선수 또는 선미램프
- (3) 선수, 선미 및 선측면의 문
- (4) 이동식 갑판이 있을 경우에는 비고정식 부분의 적재배치를 포함한 이동식 갑판

제 2 절 종강도

201. 일반사항

카페리선 및 로로선의 종강도는 3편 3장의 규정에 따른다.

제 3 절 갑판

301. 적용 [지침 참조]

차량을 적재하거나 또는 차량이 통행하는 갑판(이하 차량갑판이라 한다.)의 구조배치 및 치수에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

302. 안전장치

차량의 운송을 위한 고박장치 및 선체와의 접합부 상세도를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.

제 4 절 자동차운반선의 전기설비

401. 일반

이 절의 규정은 자동차운반선의 화물창 및 이것과 통하는 구획의 전기설비에 적용한다.

402. 전기설비

1. 화물창의 전기설비

- (1) 이동형기기는 원칙적으로 설치하여서는 안된다. 부득이 설치할 경우는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (2) 화물창에 부착하는 전기기기의 급전회로에는 화물창외에 다극연결 단로용 스위치를 비치하고 책임자만이 접근할 수 있도록 하여야 한다. 또 이 단로용 스위치에는 “오프” 위치에서 잠글 수 있도록 하여야 한다. 다만, 화재탐지기, 가스탐지기 등의 회로에는 적용하지 아니한다.
- (3) 이 절의 규정에 추가하여 8편 13장 2절의 규정에도 만족하여야 한다.

2. 화물창에 인접한 구획의 전기설비

화물창에 인접하고 그 격벽 또는 갑판에 기밀구조가 아닌 문, 창구 등의 개구부가 있는 구획의 전기설비에 대하여는 1항의 규정에 따른다.

제 5 절 자동차전용운반선 (2023)

501. 일반 [지침 참조]

이 절의 규정은 길이 150 m 이상이고, 화물창구역에 다중갑판을 가진 자동차전용운반선(PCC)에 대하여 적용한다. 이 절에서 명기하지 않은 치수 및 배치는 3편에 따른다. ↓

제 8 장 해상보급선 등

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 해상구조물이나 해상시설물에 비품과 화물을 운반하기 위하여 특별히 설계 건조하는 해상보급선 및 해상예인겸 보급선으로 등록하고자 하는 선박의 구조 및 의장에 대하여는 이 장의 규정에 따른다.
2. 구조부재의 치수 및 배치는 명기하지 않는 사항은 3편의 규정에 따른다.
3. 어떠한 항해조건에서도 선박의 복원성을 신속하고 정확하게 판정할 수 있는 자료를 선장에게 제공하여야 한다.

102. 자료제출

3편 1장 3절에서 규정하는 승인도면 및 자료에 추가하여 다음의 자료를 제출하여야 한다.

- (1) 분리 또는 독립형 화물탱크
- (2) 화물탱크 받침대 및 고정장치
- (3) 예인원치의 지지대 및 받침대를 포함한 예인장치
- (4) 앵커 취급을 위한 지지대 및 받침대와 앵커를 운반하는 경우 그 적재방법
- (5) 갑판화물의 적재를 위한 배치 및 이와 관련된 선반(rack) 또는 이와 유사구조물의 지지대 및 받침대 등의 세부상세
- (6) 휴대식부품의 적재장치를 포함한 이동식 갑판의 구조상세
- (7) 방수설비

제 2 절 종강도

201. 일반사항

해상보급선 및 해상예인겸 보급선의 종강도는 3편 3장의 규정에 따른다.

제 3 절 외판

301. 외판

1. 외판의 두께는 3편 4장의 규정에 따르며 어떠한 경우에도 9 mm 보다 작아서는 안된다.
2. 노출된 외판에는 유효한 방현재를 설치하여야 하며 그 내면은 적절히 지지하여야 한다.
3. 하중이 크게 걸리는 볼라드와 이에 인접한 선미롤러부위 및 기타 큰 하중이 걸리는 부분의 외판은 적절히 보강하여야 한다.

제 4 절 갑판

401. 노출갑판

1. 화물을 운송하는 노출갑판의 구조 및 치수는 그 하중에 견딜 수 있도록 하여야 하며 어떠한 경우라도 그 수두압력은 3.5 m 이상으로 하여야 한다.
또한 특수화물을 적재함으로 인하여 집중하중이 예상되는 곳에서는 부가적으로 국부강도를 증가시켜야 한다.
2. 갑판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.025L + 6 \quad (\text{mm})$$

402. 화물적재

1. 갑판화물을 안전하게 운송할 수 있도록 적절한 보호조치를 취하여야 하며 적절한 안쪽 불워크, 레일저장소 또는 저장 선반 등을 갖추어야 한다. 또한 이들은 보강된 선체구조부에 유효하게 고착되어야 한다.
2. 갑판상에는 유효한 잠금장치 또는 컨테이너 래싱장치를 붙여야 한다.
3. 소형창구(탈출창구 포함), 밸브조절장치, 통풍장치, 공기관 등은 화물적재구역 이외의 곳에 설치하여야 한다.

제 5 절 녹골

501. 횡녹골

건현갑판과 중간갑판 사이에 설치하는 녹골의 단면계수는 3편 8장 4절에서 규정한 값의 25% 이상으로 하여야 하며 이들 녹골에는 스킵을 시공하여서는 안된다.

제 6 절 선루 및 갑판실

601. 구조 및 치수

선루갑판 및 그 상부에 위치한 갑판실의 구조 및 치수는 표 7.8.1에 따른다.

표 7.8.1 판의 두께 및 격벽힘보강재의 단면계수 등

위치	판의 두께 t (mm)	단면계수 (mm^3)	보강재의 깊이 (mm)
전단벽	$0.012S$ 또는 8.0 중 큰 것	$Z = 0.034 S l^2$	$d \geq 100$
측벽	$0.01S$ 또는 6.5 중 큰 것	$Z = 0.027 S l^2$	$d \geq 75$
후단벽	$0.008S$ 또는 6.5 중 큰 것	$Z = 0.021 S l^2$	$d \geq 65$
S : 격벽힘보강재의 간격(mm) l : 격벽힘보강재의 유효길이(m)			
(비고) 격벽힘보강재의 양단은 다른 층과 연결되도록 한다.			

제 7 절 수밀격벽문

701. 수밀문

수밀문은 3편 14장 4절의 규정을 만족하여야 한다.

제 8 절 기관 배기구

801. 위치

기관의 배기구는 가능한 한 갑판위로 높게 위치하도록 하고 스파크 방지장치를 설치하여야 한다. ↓

제 9 장 예인선

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 예인선으로 등록하고자 하는 선박의 구조 및 의장은 이 장의 규정에 따른다. 다만 해상예인겸 보급선은 8장의 규정을 만족하여야 한다.
2. 구조부재의 치수 및 배치는 명기하지 않는 사항은 3편의 규정에 따른다. 다만, 치수결정을 위하여 적용하는 홀수 d 는 $0.85D$ 이상으로 하여야 한다.

제 2 절 종강도

201. 일반사항

예인선의 종강도는 3편 3장의 규정에 따른다.

제 3 절 단저구조

301. 누판

단저구조의 누판은 3편 6장의 규정에 따른다.

제 4 절 팬팅부 및 선수선저보강부

401. 팬팅부의 보강

L 이 46 m 이상인 선박은 3편 9장의 규정에 따라 중간갑판의 전구간에 걸쳐 보강보(panting beam) 및 팬팅스트링거를 설치하여야 한다. 다만, L 이 46 m 미만인 경우에는 이를 적용하지 아니한다.

402. 선수선저의 보강

예인선은 3편 7장 8절에서 규정하는 선수선저보강부에 대한 규정은 적용하지 아니한다.

제 5 절 기관실 위벽

501. 탈출창구

기관실에서 갑판으로 통하는 모든 비상탈출구는 최대횡경사각에서도 사용할 수 있어야 하며 수면으로부터 가능한 한 높게 설치하고 선박의 중심선 가까이에 있어야 한다. 탈출창구 뒤편에는 선박의 가로방향으로 힌지를 붙여야 하며 코밍의 높이는 갑판상 적어도 600 mm 이상이어야 한다.

502. 노출주위벽

노출된 기관실 주위벽은 갑판상 적어도 900 mm 이상으로 하여야 하며 노출주위벽에 붙이는 휨보강재는 갑판에 고착되어야 한다.

제 6 절 예인장치

601. 예인훅

1. 예인훅 또는 이와 동등한 장치는 일반적으로 선박의 증앙으로부터 0.05L 내지 0.1L 후방에 위치하여야 하며 어떠한 적하상태에서도 선박의 세로방향 중심의 전방에 있어서는 안된다. 또한 예인훅은 정상작업상태에서 생기는 경사모멘트를 최소화하기 위하여 가능한 한 낮게 설치하여야 한다.
2. 예인훅은 어떠한 경사각에서도 예인줄을 용이하게 풀 수 있는 이탈장치를 갖추어야 하며 이들 장치는 선교루에서도 작동이 가능하도록 할 것을 권장하며 설치후 검사원의 입회하에 작동시험을 행하여야 한다. 훅 또는 이와 동등한 장치의 절단하중은 일반적으로 예인줄의 절단하중의 1.5배 이상이어야 한다.

제 7 절 선측 방현재

701. 선측 방현재

선측면 갑판 높이의 위치에 유효한 방현재를 선박 전후 방향에 걸쳐 설치하여야 한다.

제 8 절 예인 윈치의 비상플립장치 (2021)

801. 일반

1. 적용

- (1) 이 절은 좁은 구역, 항구 또는 터미널 내 선박의 예인에 사용되는 예인 윈치의 비상플립장치에 대한 최소 안전 요건이며, 횡방향의 예인 작업에 종사하지 않는 선박에도 적용한다.
- (2) 이 절은 장거리 해상 예인, 양묘 또는 이와 유사한 해양 활동에만 사용되는 선박에 설치된 예인 윈치를 다루기 위한 목적은 아니다.

2. 목적

이 절은 예인선의 예기치 못한 사고(추진/조타 또는 기타 손실을 일으킬 수 있는)로 인하여 횡방향으로 작용하는 보상력(offset) 및 이에 대한 반대 횡력(추력 또는 선체 저항력에 의한 반대작용)에 의해 예인선이 기울거나 전복되는 것을 방지하기 위한 요건이다. 예인 작업 중에 작용하는 힘을 보여주는 그림 7.9.1을 참조한다.

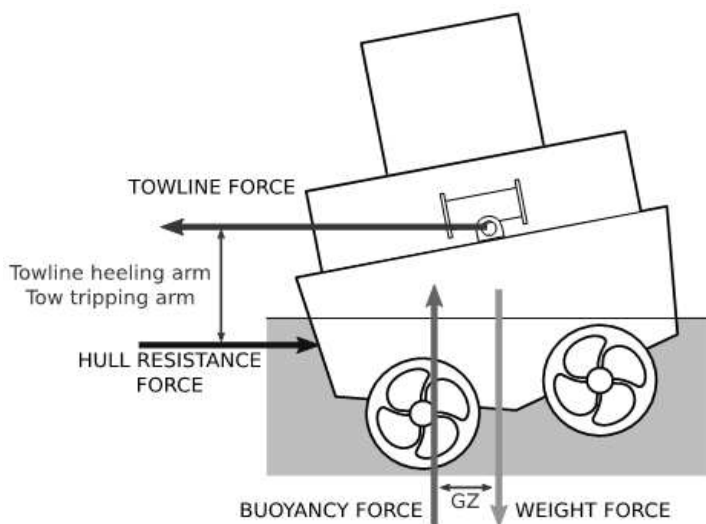


그림 7.9.1 예인 중 작용하는 힘

3. 정의

- (1) 비상풀림장치(emergency release system)라 함은 정상 및 블랙아웃 상태 모두에서 통제된 방식으로 예인선의 하중을 푸는 데 사용되는 메커니즘 및 관련 제어 장치를 의미한다.
- (2) 최대설계하중이라 함은 제조업체(제조업체 등급)에 의해 정의된 원치가 유지할 수 있는 최대 하중을 말한다.
- (3) 플리트앵글(fleet angle)이라 함은 작용하는 하중(예인력)과 원치 드럼에 감겨져 있는 예인선 사이의 각을 말한다. 그림 7.9.2를 참조한다.

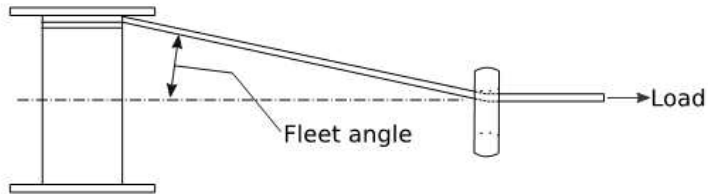


그림 7.9.2 예인선의 플리트앵글(fleet angle)

802. 일반 요건

- 1. 예인선의 선내 끝단은 원치 드럼에 약한 링크 또는 낮은 하중에서 예인선이 풀릴 수 있도록 설계된 유사한 장치로 부착되어야 한다.
- 2. 모든 예인 원치는 비상풀림장치가 장착되어야 한다.

803. 비상풀림장치 요건

1. 성능 요건

- (1) 비상풀림장치는 모든 정상 상태와 합리적으로 예측 가능한 비정상 상태에서 예인 하중, 플리트앵글, 선박 경사각의 전 범위에서 작동해야 한다. (이는 선박의 전기적 고장, 다양한 예인 하중(예를 들면 황천 시) 등을 포함하나 이에 국한하지는 않는다.)
- (2) 비상풀림장치는 최대설계하중의 최소 100%를 예인하중으로 작동할 수 있어야 한다.
- (3) 비상풀림장치는 조작 후 3초 이내에 가능한 한 신속하게 작동하여야 한다.
- (4) 비상풀림장치는 원치 드럼이 회전하면서 제어된 방법으로 예인선을 풀어낼 수 있도록 설계하여야 한다. 비상풀림장치가 작동한 경우 드럼으로부터 예인선의 제어되지 않은 풀림을 피하기 위해 회전에 대한 충분한 저항이 있어야 한다. 예인선이 걸리거나 원치의 풀림 기능을 방해할 수 있는 원치 드럼의 자유롭고 통제되지 않는 회전은 피해야 한다.
- (5) 비상풀림장치가 작동된 경우 원치 드럼을 회전시키기 위해 필요한 예인 하중은 다음의 (가) 또는 (나) 이하여야 한다.
 - (가) 드럼에 2 레이어의 예인선이 있을 때 최대 설계하중의 5% 또는 5톤 중 작은 값
 - (나) 회전에 대한 저항이 가장 낮은 보호되지 않은 개구부를 침수시킬 수 있는 힘의 25%를 초과하지 않는다는 것을 입증하는 최대 설계하중의 15%
- (6) 블랙아웃 상태에서도 비상풀림장치는 정상 작동되어야 한다. 이를 위해 추가의 동력원이 필요한 경우, (7)호에 적합하여야 한다.
- (7) (6)호에서 요구하는 동력원은 다음 중 가장 큰 용량이 필요한 작업을 수행하기에 충분하여야 한다.
 - (가) 예인선 풀림을 3회 이상 작동(즉, 비상풀림장치 3회 이상 작동) 할 수 있어야 한다. 하나 이상의 원치에 동력을 공급할 경우 가장 큰 용량의 원치를 3회 작동시키기에 충분하여야 한다.
 - (나) 동력이 지속적으로 필요한 원치로 드럼을 풀도록 설계된 경우 (예를 들면 스프링 장력으로 브레이크가 작동되고 유압 또는 공압을 사용하여 풀리는 경우) 블랙아웃 상태에서 최소한 5분 이상 비상풀림장치를 작동시키기에 충분한 동력이 제공되어야 한다(예를 들면 브레이크를 풀림을 유지하고 예인선 풀림을 허용할 수 있도록). 이것은 5분 미만일 경우 (5)호에 명시된 하중으로 예인선 전체 길이를 원치 드럼에서 푸는데 필요한 시간으로 줄일 수 있다.

2. 운전 요건

- (1) 비상풀림 운전은 선교 및 갑판 상의 원치 제어장소에서 가능하여야 한다. 갑판의 원치 제어장소는 안전한 곳에 위치하여야 한다. 원치와 가까운 장소는 예인 중 브레이크가 작동하거나 고장이 발생했을 때에도 보호된다는 것을 문서로 입증할 수 없는 경우 안전한 장소로 간주하지 않는다.

- (2) 비상폴립 제어는 원치 운전을 위한 비상정지 버튼에 근접하여 위치하여야 하며 둘 다 명확하게 식별 가능하고, 명확하게 보이며, 쉽게 접근할 수 있어야 하며, 안전한 작동이 가능하도록 배치되어야 한다.
- (3) 비상폴립 기능은 어느 비상정지 기능보다 우선 순위를 가져야 한다. 원치 비상정지 장치를 어느 위치에서나 작동시켜도 비상폴립장치의 작동을 어느 위치에서나 저해하지 않아야 한다.
- (4) 비상폴립장치의 제어 버튼을 취소하기 위해 적극적인 조치가 필요하며, 적극적인 조치는 비상폴립이 작동된 위치와는 다른 제어 위치에서 버튼을 취소하는 것으로 할 수 있다. 작동 위치에 관계없이 그리고 작업 갑판에서 수동 개입 없이도 선교에서 비상폴립을 취소할 수 있어야 한다.
- (5) 비상 용도의 제어는 우발적인 사용으로부터 보호되어야 한다.
- (6) 비상폴립장치의 정상 작동과 관련된 모든 전원 공급 장치 및/또는 압력에 대한 표시가 선교에 제공되어야 한다. 비상폴립장치가 완전히 작동하는 한계를 벗어나면 알람은 자동으로 활성화되어야 한다.
- (7) 가능한 한 비상폴립장치의 제어는 고정 배선 시스템에 의해 제공되어야 하며, 프로그래머블 전자시스템과 완전히 독립적이어야 한다.
- (8) 비상폴립장치의 제어에 영향을 미치거나 영향을 줄 수 있는 컴퓨터 기반 시스템은 **규칙 6편 4절**에서 시스템 분류 III 요구 사항을 충족해야 한다.
- (9) 비상폴립장치의 안전한 운전을 위한 중요 구성품은 제조자에 의하여 확인되어야 한다.

804. 시험 요건

1. 일반

- (1) 본 항에 정의된 모든 시험은 선급 검사원의 입회하에 실시되어야 한다.
- (2) 각 비상폴립장치 또는 그 형식에 대하여 **803**의 1항의 성능 요구사항은 제조자의 공장시험 또는 선내에 설치 될 때 예인 원치 선내시험의 일부 중 하나로서 검증되어야 한다. 시험만을 통한 검증이 불가능한 경우(예를 들면 보건 및 안전), 시험은 우리 선급이 동의한 검사, 분석 또는 실증과 결합될 수 있다.
- (3) 비상폴립장치의 성능 및 작업 지침을 작성하여 선박에 비치하여야 한다.
- (4) 비상폴립장치의 검사에 대한 지침을 우리 선급에 제출하여야 하며, 선박에 비치하여야 한다.
- (5) 원치의 연차 및 정기검사를 수행하기 위하여 필요 시 갑판을 적절히 보강하여야 한다.

2. 설치 시운전

- (1) 비상폴립장치를 선내에 설치한 후 시운전의 일환으로 모든 기능을 시험하여야 한다. 시험은 볼라드 풀(bollard pull) 시험 중 수행하거나 적절한 하중이 보강된 갑판의 지점에 예인 하중을 가하여 수행할 수 있다.
- (2) **803**의 1항에 따라 원치의 성능이 이미 검증된 경우 설치 시운전에서 적용되는 하중은 최대 설계하중의 30% 또는 볼라드 풀(bollard pull)의 80% 중 적은 값 이상으로 한다. ↓

제 10 장 이중선체 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 [지침 참조]

1. 이 장의 규정은, 2006년 4월 1일 이후에 건조 계약되는 이중선체 유조선으로서 13편 산적화물선 및 유조선 공통구조규칙의 적용 대상이 아닌 선박에 적용한다.
2. 이 장의 규정은 L 이 90m 이상인 선박으로서 선미에 기관을 배치한 1열 이상의 중격벽을 갖는 1층 갑판선으로서 화물 구역이 이중저구조 또는 이중선체구조인 유조선의 구조 및 의장에 대하여 적용한다. 여기에서 유조선이란 원유 또는 37.8℃에 있어서 증기압(절대압)이 0.28 MPa 미만인 석유 정제품 및 이와 유사한 액상화물을 산적하여 운송하는 선박을 말한다.
3. 원유 및 석유 정제품 이외에 37.8℃에 있어서 증기압(절대압)이 0.28 MPa 미만의 액상화물로서 독성, 부식성등의 위험성이나 또는 원유 및 석유정제품보다 높은 인화성을 가지지 않는 것을 산적하여 운송하는 선박의 구조, 배치 및 치수에 대하여는 그 화물의 성질에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
4. 2항 이외의 구조를 갖는 선박 및 이 장 규정의 적용이 곤란할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. 이 장에 특별히 규정되어 있지 않은 것에 대하여는 해당 각 편의 관련규정에 따른다.
6. 2항의 선박에 대하여는 5항의 규정에 추가하여 1장 10절 내지 11절 및 8편 2장 4절의 규정을 적용하여야 한다.
7. 다음의 요건은 각 요건에도 불구하고 해당 선적국의 요건에 따라 적용을 면제할 수 있다.
 - (1) 102.의 2항 및 7항
 - (2) 904.

102. 구역의 배치 및 분리 [지침 참조]

1. 화물유 구역에는 중격벽 또는 횡격벽 사이에 $1.2\sqrt{L}$ 을 넘지 않도록 격벽을 배치하는 것을 표준으로 한다.
2. 코퍼덱의 설치는 다음 (1)부터 (3)호까지에 따른다.
 - (1) 화물유를 적재하는 곳의 전후부 양단 및 화물유를 적재하는 곳과 거주구역과의 사이에는 사람이 통행 할 수 있는 600 mm 이상의 간격을 갖는 기밀의 코퍼덱을 설치하여야 한다. 다만, 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.
 - (2) 전 호의 코퍼덱은 펌프실로 겸용할 수 있다.
 - (3) 우리 선급의 승인을 받은 경우 연료유 또는 평형수를 적재하는 장소는 코퍼덱으로 이용할 수 있다.
3. 화물지역에 이르는 통로는 다음 (1)부터 (4)호까지에 적합하여야 한다.
 - (1) 화물지역내의 코퍼덱, 평형수탱크, 화물유 탱크 및 기타의 구역에 이르는 통로는 노출갑판으로부터 직접 연결되어야 하며, 이들구역에 대한 완전한 검사가 가능하도록 배치되어야 한다. 이중저 구역으로의 통로는 통풍이 충분히 고려된 경우에는 화물유 펌프실, 펌프실, 깊은 코퍼덱, 파이프 터널 또는 유사한 구획을 통과할 수 있다.
 - (2) 수평개구, 창구 또는 맨홀의 치수는 자장식 호흡기와 보호의를 착용한 사람이 모든 사다리를 지장없이 승강할 수 있고 또한 구역의 저부로부터 부상당한 사람을 용이하게 끌어올릴 수 있도록 충분한 크기를 갖는 것이어야 한다. 최소 개구 치수는 600 mm × 600 mm 이상이어야 한다.
 - (3) 구역의 길이 또는 너비방향의 통행에 사용하는 수직한 개구 또는 맨홀의 최소 개구치수는 600 mm × 800 mm 이상으로 하여야 하며, 발판이 설치되는 경우를 제외하고 구역의 바닥으로부터 600 mm 이하의 높이 위치에 설치하여야 한다.
 - (4) 재화중량 5000톤 미만의 유조선에 있어서 개구의 크기가 부상당한 사람을 운반할 수 있는 충분한 크기라고 우리 선급이 인정하는 경우에는 (2) 및 (3)호에 의한 최소개구 치수를 감소시킬 수 있다.
4. 기밀격벽
모든 화물유 펌프 및 관계통을 설치하는 장소는 난로, 보일러, 추진기관, 6편 1장 9절의 규정에 의한 방폭형 이외의 전기장치 또는 항상 발화의 원인을 수반하는 기계를 설치하는 장소와 기밀격벽을 설치하여 격리시켜야 한다. 다만, 인화점이 60℃를 넘는 기름을 적재하는 선박에 대하여는 적절히 참작하여도 좋다.
5. 통풍용 개구
발화원이 있는 둘러싸인 구역으로 화물증기가 침입할 가능성 또는 발화 위험성이 있는 갑판기기의 근처에 화물증기가

집적될 가능성을 최소화 할 수 있도록 통풍용흡기 및 배기구를 배치하여야 한다. 특히 기관구역의 통풍용 개구는 화물탱크 구역으로부터 가능한 한 후방에 설치하여야 한다.

6. 얼리지(ullage)용 개구 및 탱크 청소용 개구(butter worth hatch)는 둘러싸인 구획에 설치하여서는 안된다.

7. 선루 및 갑판실의 개구

선루 및 갑판실 주위의 개구는 화물증기가 침입할 가능성을 최소화 하는 위치에 설치하여야 한다. 또한 선미에 하역용의 화물관을 배치하는 경우의 선루 및 갑판실의 개구는 충분히 고려하여 배치하여야 한다. 선미루 전단격벽 및 이와 유사한 장소에 설치하는 현창은 고정식으로 하여야 한다.

8. 이중저 내의 파이프덕트

화물유 탱크 하부에 위치한 이중저의 파이프 덕트는 다음을 만족하여야 한다.

- (1) 이들 덕트는 기관실과 통하여서는 안된다.
- (2) 개방갑판에 이르는 2개 이상의 출구를 각각 가능한 한 멀리 떨어지도록 설치하여야 한다. 이들 출구 중 하나가 수밀 폐쇄수단을 갖는 경우 이 출구는 화물유 펌프실로 통하도록 할 수 있다.
- (3) 덕트 구역에는 적절한 기계식 통풍장치를 갖추어야 한다.
- (4) 협약을 적용 받는 선박의 경우 해상인명안전협약(SOLAS 1974) 제II-2장 4 규칙 5.2.4항도 만족하여야 한다.

103. 최소두께

1. 화물유탱크 및 디프탱크내의 격벽판, 늑판, 거더, 트랜스버스, 크로스타이 및 단부브레킷의 최소두께는 표 7.10.1에 의 한 것 이상이어야 한다. 【지침 참조】

표 7.10.1 최소두께

L (m)	이상		105	120	135	150	165	180	195	225	275	325	375
	미만	105	120	135	150	165	180	195	225	275	325	375	
두께(mm)		8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5

2. 화물유탱크 및 디프탱크내의 구조부재로서 1항 이외의 모든 구조부재의 최소두께는 7 mm 이상이어야 한다.

104. 직접 강도 계산

우리 선급의 승인을 받은 경우에는 3편 1장 206.에서 정하는 직접강도계산에 의하여 각 부재의 치수를 정할 수 있다. 다만, 103.의 최소두께 및 605.부터 607.까지의 규정은 직접강도계산 결과와 무관하게 만족되어야 한다.

105. 기호

이 장에서 사용하는 기호는 별도로 정하는 것 이외에는 다음에 따른다.

- L' : 선박의 길이(m). 다만 L 이 230 m 를 넘을 때에는 230 m 로 한다.
- l : 횡보강재, 트랜스버스 또는 거더의 지지점사이의 간격(m).
- S : 횡 보강재, 트랜스버스 또는 거더의 간격(m).
- C_1 : 선박의 길이 L 에 따른 계수로서 각각 다음에 의한다. 다만, L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하 일때 $C_1 = 1.0$
 L 이 400 m 이상 일 때 $C_1 = 1.07$

C_1' : 선박의 길이 L 에 따른 계수로서 각각 다음에 의한다. 다만, L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하 일 때 $C_1' = 1.0$
 L 이 400 m 이상 일 때 $C_1' = 1.2$

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 , 다만 α_3 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.0 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right) \quad y \geq y_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.0 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \quad y < y_B \text{ 일 때}$$

$$\alpha_3 = \beta \left(\frac{B - 2b}{B} \right)$$

f_D 및 f_B : 각각 다음 식에 따른다. 다만, f_B 는 0.85 또는 $0.0015L + 0.5$ 중 작은 값 이상이어야 한다.

$$f_D = \frac{Z_{DMreq}}{Z_{Dact}} \quad f_B = \frac{Z_{BMreq}}{Z_{Bact}}$$

Z_{DMreq} 및 Z_{BMreq} : 각각 3편 3장 201.에 규정하는 갑판 및 선저에 대한 규정의 연강을 사용하는 경우의 선체횡단면계수 요구치(cm^3).

Z_{Dact} 및 Z_{Bact} : 각각 갑판 및 선저에 대한 선박의 실제 횡단면계수(cm^3).

y : 용골상면으로부터 y_B 보다 상부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 상단부까지, y_B 보다 하부의 격벽판에 대하여는 해당 격벽판의 하단부까지 수직거리, 횡보강재에 대하여는 해당 횡보강재까지의 수직거리(m)로 한다.

y_B : 선박의 중앙부에 있어서 용골상면으로부터 선체횡단면의 수평 중성축까지의 수직거리(m).

Y' : 3편 3장 203. (5)호의 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 것.

β : L 에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$

L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$

a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80% 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 \sqrt{K} 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.

b : 고려하는 위치에서의 선측외판으로부터 고려하는 종격벽까지의 수평거리(m).

106. 복원성 적하지침기기

복원성 적하지침기기(stability instrument) 요건은 1장 1절 110.에 따른다.

제 2 절 격벽판

201. 화물유 탱크 및 디프탱크의 격벽판 [지침 참조]

1. 격벽판의 두께 t 는 다음 식의 h 대신에 h_1 , h_2 또는 h_3 를 사용하여 계산한 값 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = C_1 C_2 S \sqrt{h} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

h : 수로서 표 7.10.2에 의한 h_1 , h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. (2020)

C_2 : 계수로서 표 7.10.3에 의한다.

C_1 및 S : 105.에 따른다.

표 7.10.2 수두 h (2020)

	화물유 탱크	디프탱크
h_1	해당 격벽판의 하단으로부터 창구 정부까지의 높이(m), 다만, 선측외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소 흘수 d_{min} (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골상면에서 d_{min} , 최소흘수 위치에서 0으로하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.	해당 격벽판의 하단으로부터 탱크 정판상과 넘침관 상단사이의 1/2이 되는 곳까지의 수직거리(m), 다만, 선측외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소흘수 d_{min} (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서 d_{min} , 최소흘수 위치에서 0으로 하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.
h_2	다음 식에 의한 값 $h_2 = 0.85(h_1 + \Delta h)$ Δh : 부가수압으로서 다음 식에 의한 값, 다만 L형 또는 U형 탱크에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.(m) $\Delta h = \frac{16}{L}(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10)$ l_t : 탱크의 길이(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m로 한다. b_t : 탱크의 너비(m). 다만, 10 m 이하일 때에는 10 m로 한다.	
h_3	$h_3 = 0.3\sqrt{L}$ (m)	각 격벽판의 하단으로부터 넘침관 상단상 2.0 m까지의 거리에 0.7을 곱한 것(m).
h_4	-	해당 격벽판 하단으로부터 넘침관(또는 공기관) 상단까지의 높이에 초과수두를 더한 곳까지의 수직거리(m) (평형수 교환 중의 주수 또는 초과주수에 의한 넘침관에서의 초과수두는 설계자에 의해 제시되어야 한다. 단 2.5 m이상이어야 한다.)
h_5	-	$0.85(h_4 + \Delta h)$ Δh : h_2 의 규정에 따른다.

표 7.10.3 계수 C_2 (2024)

	중늑골식 종격벽	횡늑골식 종격벽
수두 h 가 h_1 일 경우	$C_2 = 13.4\sqrt{\frac{K}{27.7 - \alpha K}}$	$C_2 = 100\sqrt{\frac{K}{767 - \alpha^2 K^2}}$
다만, 어떠한 경우에도 C_2 는 $3.2\sqrt{K}$ 이상이어야 한다.		
수두 h 가 h_2 또는 h_3 일 경우와 횡격벽일 경우	$C_2 = 3.6\sqrt{K}$	

2. 선박 중앙부 0.4L보다 전후에서의 종격벽판의 두께는 h_1 에 대한 계수 C_2 를 중앙부에서의 것보다 점차 감소시켜 선 수미부에서는 C_2 의 값을 $3.6\sqrt{K}$ 로 할 수 있다.

202. 제수격벽 【지침 참조】

- 제수격벽의 보강거더와 횡보강재의 치수는 탱크의 크기와 개구율을 고려하여 충분한 강도를 갖도록 하여야 한다.
- 제수격벽의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.3S\sqrt{K(L+150)} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S : 105.에 따른다.

3. 제수격벽판의 두께는 좌골강도에 대하여 충분한 것이어야 한다.

203. 트렁크

트렁크의 정판 및 측판의 두께는 201.의 규정에 추가하여 3편 5장의 규정에도 적합하여야 한다.

제 3 절 종늑골 및 횡보강재

301. 종늑골

1. 선저 종늑골의 단면계수 Z 는 표 7.10.4의 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 만곡부를 포함하는 선측종늑골의 단면계수 Z 는 표 7.10.4의 식에 의한 것 이상이어야 하며 표 7.10.4에 의한 선저종늑골의 단면계수보다 클 필요는 없다. 다만, 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 2.9 K \sqrt{L} S l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S 및 l : 105.에 따른다.

표 7.10.4 선저 및 선측종늑골의 단면계수

항목	단면계수 (cm ³)	
선저종늑골	$Z = 100 C_1 C_2 S h l^2$	
만곡부를 포함하는 선측 종늑골		
h : 해당 늑골로부터 용골상면상 h' 까지의 수직거리(m) C_2 및 h' : 다음 표에 의한다.		
	h'	C_2
선저종늑골	$h' = d + 0.026L'$	$C_2 = \frac{K}{24 - 15.0 f_B K}$
만곡부를 포함하는 선측 종늑골	$h' = d + 0.038L'$	$C_2 = \frac{K}{24 - \alpha K}$
C_1, S, l, L', α 및 f_B : 105.에 따른다.		

3. 선박의 증양부 보다 전후에서의 종늑골의 단면계수 Z 는 1항 내지 2항에 의한 것을 점차 감소시켜 선수미부에서 1항 및 2항에 의한 것의 85%로 할 수 있다. 다만, 선수단으로부터 0.15L 지점부터 선수격벽사이의 구간에서는 1항 내지 2항에 의한 것 이상이어야 한다.
4. 선측종늑골은 피로강도에 대하여 충분히 고려하여야 한다. **[지침 참조]**
5. 디프탱크를 구성하는 갑판 또는 선측외판에 설치되는 보 또는 종늑골은 1항부터 4항까지의 규정에 추가하여 302.의 규정에도 적합하여야 한다.

302. 화물유 탱크 및 디프탱크의 격벽 횡보강재

1. 격벽 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식의 h 대신에 h_1, h_2 또는 h_3 를 사용하여 계산한 값 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$Z = 125 C_1 C_2 C_3 S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

h : 수두로서 표 7.10.2에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 다만 h 는 수직 휨보강재는 l 의 중앙으로부터, 수평 휨보강재는 해당 휨보강재로 부터 각각 측정된 값으로 한다. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 201.에 의한 h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. (2020)

C_2 : 다음 식에 의한 값. 다만, h_1 에 대한 C_2 의 값은 표 7.10.5에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{18}$$

C_3 : 휨보강재 끝단의 고착조건에 따른 계수로서 표 7.10.6에 따른다.

C_1, S 및 l : 105.에 따른다.

표 7.10.5 계수 C_2

격벽의 종류 및 녹골방식	C_2
종녹골 방식의 종격벽	$C_2 = \frac{K}{24 - \alpha K}$, 최소값 $C_2 = \frac{K}{18}$
횡녹골 방식의 종격벽 및 횡격벽	$C_2 = \frac{K}{18}$
α : 105.에 따른다.	

표 7.10.6 계수 C_3

일단 타단	견고한 브래킷 고착	유연한 브래킷 고착	거더지지 또는 러그고착	스닙
견고한 브래킷 고착	0.70	1.15	0.85	1.30
유연한 브래킷 고착	1.15	0.85	1.30	1.15
거더지지 또는 러그고착	0.85	1.30	1.00	1.50
스닙	1.30	1.15	1.50	1.50
1. 견고한 브래킷 고착이라 함은 이중저 또는 해당 휨보강재와 같은 정도 이상의 인접 면내 휨보강재와의 브래킷 고착 또는 이와 동등한 고착을 말한다.(3편 그림 3.14.2(a) 참조) 2. 유연한 브래킷 고착이라 함은 보, 녹골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다.(3편 그림 3.14.2(b) 참조)				

2. 선박 중앙부 보다 전후에서의 종녹골 방식의 종격벽 휨보강재 단면계수 Z 를 구하는 경우에는 h_1 에 대한 계수 C_2 는 중앙부에서의 값을 점차 감소시켜 선수미부에서 C_2 의 값을 $K/18$ 로 하여 단면계수 Z 를 구할 수 있다.

303. 좌굴강도

- 종녹골, 종갑판보, 종휨보강재의 좌굴강도는 다음 (1)부터 (3)호까지에 적합하여야 한다. 다만, 이들의 재질, 치수, 형상, 위치 등에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상세한 검토를 요구할 수 있다.
 - 종갑판보, 현측후판에 설치되는 선측 종녹골 및 강력갑판으로부터 0.1D이내의 종격벽에 설치되는 종 휨보강재는 선박 중앙부에서 가능한 한 세장비가 60 이하이어야 한다.
 - 종갑판보, 종녹골 및 종휨보강재에 사용하는 평강은 그 깊이와 두께의 비가 15를 넘지 않아야 한다.
 - 종갑판보, 종녹골 및 종휨보강재의 면재의 전너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.2\sqrt{d_0 l} \quad (\text{mm})$$

d_0 : 중 횡보강재 웨브 깊이(mm).

l : 105.에 따른다 (m).

2. 단면계수만으로 치수가 규정된 화물유 탱크 및 디프탱크내의 늑골, 갑판보, 중횡보강재에 평강이외의 형강류를 사용하는 경우의 이들의 웨브두께는 다음 식에 의한 것 이상으로 하여야 한다. 다만, 강도이외의 이유로 인하여 특히 웨브의 깊이를 깊게한 경우에는 적절히 참작할 수 있다.

$$t = 0.015 k_0 d_0 + 2.5 \quad (\text{mm})$$

d_0 : 횡보강재 웨브 깊이(mm).

k_0 : 횡보강재의 위치에 따른 계수로서 표 7.10.7에 따른다.

표 7.10.7 계수 k_0

위치	k_0
용골상면상 0.25D 이하의 중횡보강재	$k_0 = \sqrt{0.25 \left(3f_B + \frac{1}{K} \right)}$
강력갑판하 0.25D 이내의 중횡보강재	$k_0 = \sqrt{0.25 \left(3f_D + \frac{1}{K} \right)}$
상기이외의 횡보강재	$k_0 = \sqrt{0.25 \left(3 + \frac{1}{K} \right)}$

제 4 절 거더

401. 일반

- 화물구역내의 이중저, 이중선측부 및 화물유탱크의 거더의 치수 및 배치에 대하여는 직접강도계산에 의하여 결정하여야 한다.
- 1항의 규정에도 불구하고, 우리 선급의 승인을 받아 다음 (1)부터 (5)호까지에 적합한 경우에는 화물구역의 화물유탱크, 이중저 및 이중선측 구조내의 거더의 배치 및 치수는 403.부터 407.까지에 따라 결정할 수 있다. **【지침 참조】**
 - 화물구역의 이중저 높이는 $B/20$ (m) 이상이어야 한다.
 - 이중선측 구조의 너비는 $D/9$ (m) 이상이어야 한다.
 - 화물구역의 이중저구조에 있어서 거더의 간격은 $0.9\sqrt{l_i}$ (m) 이하이어야 하며, 늑판의 간격은 $0.55\sqrt{B}$ (m) 또는 $0.75\sqrt{D}$ (m) 중 작은 것 이하이어야 한다. l_i 는 화물창의 길이(m).
 - 이중선측구조에 있어서 스트링거의 간격은 $1.1\sqrt{l_i}$ 이하이어야 한다.
 - 화물유탱크 및 디프탱크내의 거더 및 이중선측구조내의 트랜스버스는 이중저의 늑판 위치마다 설치하여야 한다.

402. 거더의 직접강도 계산 **【지침 참조】**

직접강도 계산에 의하여 거더의 배치 및 치수를 결정하는 경우의 구조모델, 하중, 허용응력 등은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

403. 이중저 종거더 및 늑판의 치수 **【지침 참조】**

이중저 종거더 및 늑판의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

404. 이중선측구조의 스트링거 및 트랜스버스 치수 **【지침 참조】**

이중선측구조의 스트링거 및 트랜스버스 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

405. 화물유 탱크와 디프탱크의 거더 [지침 참조]

1. 거더의 단면계수 Z 는 다음 식의 h 대신에 h_1, h_2 , 또는 h_3 를 사용하여 계산한 값 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7.13 C_1' k^2 K S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

h : 수두로서 표 7.10.2에 의한 h_1, h_2 또는 h_3 중 가장 큰 값. 다만 h_1 에 대하여는 수평거더는 S 의 중앙점으로부터, 수직거더는 l 의 중앙으로부터 각각 측정된 값(m)으로 한다. 해당 선박이, 평형수처리 시스템 고장시 대체방법으로, 넘침평형수 교환방법(flow-through method)을 사용하고자 하는 경우, 201.에 의한 h_4 및 h_5 를 추가로 고려하여야 한다. (2020)

k : 브래킷에 대한 수정계수로서 다음 식에 의한 값.

$$k = 1 - \frac{0.65(b_1 + b_2)}{l}$$

b_1 및 b_2 : 양단 브래킷의 암 길이(m).

C_1', S 및 l : 105.에 따른다.

2. 거더의 단면2차모멘트 I 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 깊이는 슬롯 깊이의 2.5배 이상이어야 한다.

$$I = 30 h l^4 \quad (\text{cm}^4)$$

h 및 l : 1항에 따른다.

3. 거더의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 41.7 \frac{C_1' C_2 K S h l}{d_1} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_2 = 0.174 \sqrt[3]{\frac{C_1' C_2 S h l S_1^2}{d_1}} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_3 = 0.01 S_1 + 2.5 \quad (\text{mm})$$

h : 1항에 따른다.

S_1 : 거더의 휨보강재 간격 또는 거더웨브의 깊이중 작은 것(mm).

d_1 : 고려하는 위치의 웨브 깊이(mm)로서 개구가 있는 경우에는 개구의 크기를 제외한 것으로 한다.

C_2 : 다음 식에 의한 계수로서 0.5 이상이어야 한다.

$$\text{수평거더} : C_2 = \left| 1 - \frac{2x}{l} \right|$$

$$\text{수직거더} : C_2 = \left| 1 + \frac{0.2l}{h} - \left(2 + \frac{l}{h} \right) \frac{x}{l} + \frac{l}{h} \left(\frac{x}{l} \right)^2 \right|$$

x : l 의 끝단으로부터, 고려하는 위치까지의 거리(m). 다만, 수직거더의 경우 l 의 하단으로부터 측정한다.

C_1', S 및 l : 105.에 따른다.

4. 거더의 단면계수 및 단면2차모멘트 계산시 평판의 유효폭내의 휨보강재도 포함한다.

5. 거더가 크로스타이에 의하여 지지되는 경우에는, 크로스타이가 결합하는 부분에 있어서 부착부의 웨브두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 또한 크로스타이가 결합되는 부분의 웨브에 슬롯이 설치되는 경우에는 칼라로써 유효하게 보강하여야 한다.

$$t = 16 S_1 \sqrt{\frac{C_1' S b_s h_s}{A}} \quad (\text{mm})$$

- b_s : 크로스타이 또는 스트럿에 의하여 지지되는 부분의 너비(m).
 h_s : b_s 의 중앙으로부터 용골상면상 $d+0.038L'$ 까지의 수직거리(m).
 S_1 : 크로스타이가 결합되는 부분에 있어서 트랜스버스의 웨브의 깊이 방향에 설치되는 휨보강재의 간격(m).
 C_1' 및 S : 105.에 따른다.
 A : 1장 403.의 1항 (1)호에 따른다.

6. 면재의 두께 t 는 웨브의 두께 이상이어야 하며, 면재의 전너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = 2.7\sqrt{d_0 l'}$$

- d_0 : 거더의 깊이(mm).
 l' : 거더의 지지점 사이의 거리(m). 유효한 트리핑 브래킷이 있는 경우에는 이들 사이의 거리로 한다.

406. 이중선체구조를 갖지 않는 선박의 거더

1. 이중선체구조를 갖지 아니하는 선박의 화물유 탱크 또는 디프탱크내의 선측트랜스버스의 깊이 d_0 및 단면계수 Z 는 405.의 규정에 추가하여 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_0 = 150 l \quad (\text{mm})$$

$$Z = 8.7k^2 K S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- h : l 의 중앙으로부터 용골상면상 $d+0.038L'$ 까지의 높이(m).
 k, l 및 S : 405.의 1항에 따른다.

2. 갑판 트랜스버스의 치수는 다음 (1) 내지 (2)호에 적합하여야 한다.

(1) 트렁크가 없는 선박의 갑판 트랜스버스의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 3k^2 K S \sqrt{L} l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

k, l 및 S : 405.의 1항에 따른다.

(2) 트렁크가 있는 선박은 트렁크내를 가로질러 연속적인 갑판 트랜스버스 구조로 하여야 한다. 이 경우 트렁크에 의하여 지지된다고 간주되는 트랜스버스의 깊이는 $0.03B$ (m)로 할 수 있다.

3. 선체중심선에 종격벽이 있는 선박의 갑판트랜스버스의 깊이 d_0 및 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_0 = 120 l \quad (\text{mm})$$

$$Z = 7.0k^2 K S h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

k, l, S 및 h : 1항에 따른다.

407. 화물유 탱크 및 디프 탱크내 거더의 휨보강재

거더의 트리핑 브래킷 또는 평강 휨보강재의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더의 웨브 두께 이상일 필요는 없다.

$$t = 0.5\sqrt{L} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

408. 크로스타이

1. 2열 이상 종격벽을 갖는 선박의 화물유 탱크내 종격벽 트랜스버스를 지지하는 크로스타이는 이 규정에 적합하여야 한다.

2. 크로스타이의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = C_1' C_2 K S b_s h \quad (\text{cm}^2)$$

b_s : 405.의 5항에 따른다.

h : 현측탱크에 크로스타이가 설치되는 경우에는 405.의 5항에 의한 h_s 로 하며, 중앙탱크에 크로스타이가 설치되는 경우에는 b_s 의 중앙으로부터 인접하는 화물유탱크 창구정부까지의 높이(m).

C_2 : 다음 식에 의한 계수로서 1.1 이하일 때에는 1.1로 한다.

$$C_2 = \frac{0.77}{1 - 0.5 \frac{l}{k}}$$

l : 선측트랜스버스(또는 종거더) 및 종격벽 트랜스버스(또는 종거더)의 내면사이에서 측정된 크로스타이의 길이(m).

k : 다음 식에 의한다.

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

I : 크로스타이의 최소 단면2차모멘트(cm^4).

A : 크로스타이의 단면적(cm^2).

C_1' 및 S : 105.에 따른다.

제 5 절 구조상세

501. 일반 [지침 참조]

1. 주요부재는 화물구역 전체에 걸쳐서 강도의 연속성이 유지되도록 배치하여야 하며 화물구역의 양단에서는 강도의 연속성이 유지되도록 적절히 보강하여야 한다.
2. 주요부재에 대하여는 양단부에서의 고착도, 면외변형에 대한 지지 및 보강방법을 충분히 고려하여 응력집중을 최소화하여야 한다.

502. 늑골 및 휨보강재

모든 종횡보강재는 연속구조로 하든가 또는 이들의 끝단에서의 단면적이 유효하게 유지되도록 하고 굽힘에 대한 저항이 충분하도록 고착하여야 한다.

503. 거더 및 크로스 타이 [지침 참조]

1. 동일 평면내에 있는 거더는 그 강도 및 강성의 급격한 변화를 피하고, 거더의 단부에는 적절한 크기의 브래킷을 설치하고 그 단부에 충분한 등금새를 주어야 한다.
2. 깊이가 깊은 종거더에 대하여는 휨보강재를 면재와 평행하게 설치하여야 한다.
3. 크로스타이의 양단에는 브래킷을 설치하여 거더에 고착시켜야 한다.
4. 크로스타이를 결합하는 위치에 있어서 트랜스버스에는 트리핑 브래킷을 설치하여야 한다.
5. 크로스타이의 면재의 한쪽 너비가 150 mm를 넘는 경우에는 적절한 간격으로 면재를 지지하는 보강재를 설치하여야 한다.
6. 트랜스버스를 유효하게 지지하기 위하여 트리핑 브래킷을 거더의 끝부분 브래킷의 내단끝이나 크로스타이가 결합되는 부분 등에 설치하는 것 이외에 적절한 간격으로 설치하여야 한다. 각 거더의 면재의 너비가 웨브의 각 측에서 180 mm를 넘을 경우에는 상기의 트리핑 브래킷은 면재도 지지하는 구조로 하여야 한다.
7. 선측 트랜스버스 및 종격벽 트랜스버스의 상하단 브래킷과 그 내단부근 및 크로스타이가 결합하는 웨브는 좁은 간격으로 적절히 보강하여야 한다.

제 6 절 부식에 대한 특별요건

601. 외판의 두께

1. 이중선체구조를 갖지 아니하는 선박으로서 밸러스팅이 계획된 화물유탱크를 이루는 외판의 두께는 3편 4장에 의한 것에 0.5mm를 더한 것 이상이어야 한다.
2. 이 장의 규정에 적합한 외판의 두께는 201.에 의한 두께에서 0.5 mm 를 감한 것으로 할 수 있다.

602. 갑판의 두께

1. 이 장의 규정에 적합한 건현갑판두께는 201.에 의한 두께에서 0.5 mm 를 감한 것으로 할 수 있다.
2. 화물유탱크를 이루는 건현갑판두께는 3편 5장에 의한 것에 0.5 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

603. 탱크 정판의 두께

화물유탱크 및 디프탱크 정판의 두께는 201.에 의한 것에 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다. 다만, 이 두께의 증가는 내저판에 대하여는 적용하지 않는다.

604. 종갑판보, 종늑골 및 횡보강재의 단면계수

1. 화물유탱크 정부를 이루는 갑판의 종갑판보의 단면계수는 3편 10장에 의한 것의 1.1배 이상이어야 한다.
2. 밸러스팅이 계획된 화물유탱크(황천 항해시에 만 밸러스팅하는 탱크 제외)를 이루는 외판 및 격벽의 늑골 및 횡보강재의 단면계수는 301. 및 302.에 의한 것의 1.1배 이상이어야 한다.

605. 화물유탱크 주위의 평형수탱크내의 판의 두께

1. 평형수탱크와 화물유탱크의 경계인 격벽판의 두께는 103.에 의한 것보다 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.
2. 화물유탱크 주위에 가열설비가 설치된 경우에는 평형수탱크와 화물유탱크의 경계인 격벽판의 두께는 1항에 의한 것에 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.

606. 화물유탱크내의 갑판의 두께

화물유탱크내의 갑판의 최소두께는 103.에 의한 것 보다 1.0 mm 를 더한 것 이상이어야 한다.

607. 화물유탱크를 이루는 내저판의 두께 [지침 참조]

1. 화물유탱크를 이루는 내저판의 두께는 점식(pitting corrosion)에 대하여 충분히 고려하여야 한다.
2. 화물유탱크내 흡입구 주위의 내저판 두께 및 흡입웰(suction well)의 두께는 201.에 의한 것 보다 2.0 mm 을 더한 것 이상이어야 한다.

제 7 절 선수부 현측탱크에 대한 특별규정

701. 적용

L 이 200 m 이상인 유조선으로서 선수단으로부터 0.15 L 의 곳과 선수격벽까지 사이의 만재시 빈 화물창으로 되는 현측 탱크내의 부재에 대하여는 이 절의 규정에 따르는 이외에 전 각 절의 규정에 적합하여야 한다.

702. 선측중늑골

1. 선측중늑골의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 9C_1KS h l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

h : 해당 늑골로부터 용골상면상 다음 식에 의한 점 h' 까지의 거리(m).

$$h' = 0.7d + 0.05L$$

다만, 다음 식에 의한 h_{\min} (m) 미만이어서는 안된다.

$$h_{\min} = 0.2\sqrt{L} + 0.03L$$

C_1 , S 및 l : 105.에 따른다.

2. 선측중능골을 브래킷으로서 트랜스버스와 고착하는 경우에는 그 단면계수를 전 항의 식에 다음에 의한 값을 곱한 것으로 하여도 좋다.

$$(1 - C)^2$$

C : 다음 식에 의한 값.

$$\text{양끝에 브래킷을 설치하는 경우 : } C = \frac{b_1 + b_2 - 0.3}{l}$$

$$\text{한쪽 끝에 브래킷을 설치하는 경우 : } C = \frac{b - 0.15}{l}$$

b , b_1 및 b_2 : 각각 브래킷의 중능골 방향의 암의 길이(m). 다만 C 의 값이 음(-) 일 때에는 C 는 0으로 한다.(그림 7.10.1 참조)

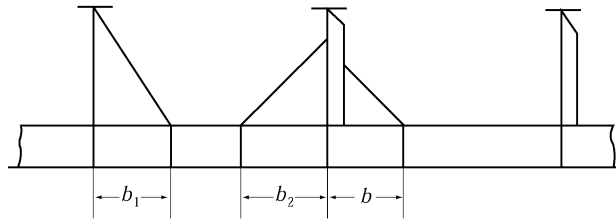


그림 7.10.1 b , b_1 , 및 b_2 의 측정

703. 선수선저 보강부

선수선저 보강부에 대하여는 3편 4장 404. 및 3편 7장 8절의 규정에 따른다.

제 8 절 중간갑판(mid deck)을 갖는 선박에 대한 규정

801. 적용 [지침 참조]

1. 화물구역에 중통 중간갑판을 갖는 유조선의 구조에 대하여는 1절부터 7절까지의 규정에 적합하여야 한다.
2. 중간갑판 하부의 화물유탱크내의 구조부재의 치수는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

제 9 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정

901. 건현이 큰 선박

건현이 특히 큰 선박에 대하여는 이 규정을 적절히 참작할 수 있다.

902. 화물유 탱크에 설치하는 창구 (2018) [지침 참조]

1. 창구코밍의 두께는 10 mm 이상으로 하여야 한다. 높이가 760 mm 를 넘고 길이가 1.25 m 를 넘는 측 코밍 또는 단 부코밍에는 수직 횡보강재를 붙이고 그 코밍의 상단을 적절히 보강하여야 한다.
2. 창구덮개는 강 또는 기타의 승인된 재료를 사용하여 제작하고 강재구조인 경우에는 다음 각 호에 따른다. 강 이외의 재료를 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
 - (1) 덮개판의 두께는 12 mm 이상이어야 한다.
 - (2) 창구면적이 1 m² 를 넘고 2.5 m² 이하인 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 100 mm 의 평강으로 덮개판을 보강하여야 한다. 다만, 덮개판의 두께가 15 mm 이상인 경우에는 보강할 필요가 없다.
 - (3) 창구면적이 2.5 m² 를 넘는 경우에는 610 mm 이하의 간격으로 배치한 깊이 125 mm 의 평강으로 보강하여야 한다.
 - (4) 창구코밍에는 원형창구인 경우에는 457 mm 이하의 간격으로 사각형 창구인 경우에는 각 귀퉁이로부터 230 mm 이내의 곳 및 그곳으로부터 380 mm 이하의 간격으로 배치한 체결장치를 설치하든가 또는 이와 동등한 효력의 장치를 설치하여 덮개판을 유밀로 잠글 수 있는 구조로 하여야 한다.

903. 기타의 창구 (2021)

화물유 탱크, 평형수 탱크, 연료유 탱크 및 기타의 탱크 이외의 장소의 창구로서 건현갑판, 선수루갑판 및 팽창트렁크 정부의 노출부에 설치하는 것에는 4편 2장 3절의 규정에 의한 치수의 강제 풍우밀 덮개를 설치하여야 한다.

904. 상설보행로 [지침 참조]

1. 선교루 또는 중앙갑판실과 선미루 또는 선미갑판실과의 사이에는 선루갑판의 높이에 4편 4장 503.의 규정에 의한 상설보행로를 설치하든가 또는 이와 동등 이상 효력의 설비(예:갑판하 통로)를 설치하여야 한다. 상기 이외의 장소 및 선교루 또는 중앙갑판실을 갖지 않는 선박에 있어서 선박의 필요한 작업에 사용되는 모든 장소 상호간에 선원의 왕래를 보호하기 위한 설비는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
2. 분리된 선원 거주구역사이 및 선원 거주구역과 기관구역과의 사이에는 상설보행로부터 안전하고 충분한 통로를 설치하여야 한다.
3. 선루가 트렁크에 의하여 연락되는 경우에는 그 부분의 건현갑판의 노출부의 전길이에 걸쳐 보호난간을 설치하여야 한다.

제 10 절 용접

1001. 적용

유조선의 용접공사에 대한 사항중 1002.에 규정하지 아니한 것은 3편 1장 5절에 따른다.

1002. 필릿용접 [지침 참조]

1. 화물구역내의 구조부재에 대한 필릿용접은 표 7.10.9에 따른다.

표 7.10.9 필릿용접의 적용

난	부재		적용장소	종류	
1	거더 및 트랜스버스	웹	외판, 갑판, 종격벽판 또는 내저판	F1	
2			웹 상호	F1	
3			면재	F2	
4		웹의 슬롯	중늑골, 중갑판보 및 종격벽판의 수평 휨보강재의 웹	F2	
5		트리핑 브래킷 및 웹의 휨보강재	웹	F3	
6			중늑골, 중갑판보 및 종격벽의 수평휨보강재	F1	
7		중늑골, 중갑판보 및 종격벽의 수평 휨보강재		외판, 갑판 또는 종격벽판	F3
8		크로스타이		크로스타이를 이루는 부재	F3
9				거더 또는 트랜스버스의 면재	F1
(비고) 거더 및 트랜스버스의 단부 브래킷의 내단부에 있어서 그 등급새가 작을 때에는 면재와 웹의 용접을 적절한 범위에 걸쳐서 F1 으로 할 것을 권장한다.					

2. 다음 (1) 및 (2)호의 필릿용접 각장은 이 장의 규정에 의한 판두께의 0.7배 이상이어야 한다.

- (1) 이중저 종거더 중 최외측의 것과 늑판고착부의 필릿용접
- (2) 이중선측 구조내 최하부 스트링거와 트랜스버스 고착부의 필릿용접 ↕



2024
선급 및 강선규칙 적용지침

지침 제 7 편
전용선박

「적용지침의 적용」

이 적용지침은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 적용지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 적용지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

적용일자 : 2024년 1월 1일 (건조 계약일 기준, 관련 회보번호: 2024-04-E)

- 부록 7-6 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치
- I. 4. (1) (마)를 신설함.
 - I. 5. (2) (가)를 신설함.
 - I. 5. (3) (라) 및 (마)를 신설함.
 - I. 8. (2)를 신설함.

적용일자 : 건조 계약일이 2024년 1월 1일 또는 그 이후인 선박, 또는 선박의 인도일이 2028년 1월 1일 이후인 선박
(관련 회보번호: 2024-04-E)

- 부록 7-6-1 산적화물선 및 탱커선 이외의 여러 개의 화물창을 가진 화물선의 수위감지 경
보장치
- 1. (4)를 신설함.
 - 2. 를 신설함.
 - Footnotes를 개정함.

제 5 장 액화가스 산적운반선	49
제 6 장 위험화학품 산적운반선	49
제 7 장 카페리선 및 로로선	51
제 3 절 갑판	51
제 5 절 자동차전용운반선	59
제 10 장 이중선체 유조선	63
제 1 절 일반	63
제 2 절 격벽판	64
제 3 절 중늑골 및 힙보강재	65
제 4 절 거더	65
제 5 절 구조상세	73
제 6 절 부식에 대한 특별요건	76
제 8 절 중간갑판(mid-deck)을 갖는 선박에 대한 규정	77
제 9 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정	77
제 10 절 용접	77
〈부록〉	
부록 7-1 원유를 보일러용 연료로 사용하는 유조선의 추가요건	79
부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침	82
부록 7-3 카페리선에 대한 지침	117
부록 7-4 산적화물선에 대한 흘수의 함수로서 화물창의 최대허용 및 필요최소 적재중량 계산지침	127
부록 7-5 현존 산적화물선에 대한 추가요건	134
부록 7-6 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치	151
부록 7-6-1 산적화물선 및 탱커선 이외의 여러 개의 화물창을 가진 화물선의 수위감지 경보장치	158
부록 7-7 협약 통일 해석	159
부록 7-8 컨테이너선의 고강도 극후강판의 적용 및 검사지침	161
부록 7-9 컨테이너선 종강도에 대한 지침	167
부록 7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침	199
부록 7-11 개방갑판 상 컨테이너 고박을 위한 안전한 작업조건 제공에 대한 지침	229
부록 7-12 광석산적화물의 액상화	234

제 1 장 유조선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. 이 지침은 주로 인화점 60 °C 이하의 화물유를 적재하는 2열 중격벽을 가진 중식구조의 대형유조선에 대하여 정한 것으로서 특히 이외의 사항 또는 화물선과 공통인 사항에 대하여는 별도로 정하는 바에 따른다.
2. 새로운 구조방식의 채택
새로운 구조방식이 채택될 경우에는 규칙에 있는 표준구조의 모델과 비교계산을 행하여 구조부재의 치수를 결정한다. 또한 필요에 따라 모형시험 또는 실선계측의 자료제출을 요구할 수 있다.
3. 원유 및 석유정제품 이외의 액상화물을 적재하는 선박
규칙 101.의 5항을 적용함에 있어서 원유 및 석유정제품 이외에 37.8°C에서의 증기압(절대압력)이 0.28 MPa 미만의 액상화물을 운송하고자 하는 선박에 대하여는 다음에 따른다.
 - (1) 비중(ρ)이 1.0을 넘는 액상화물을 적재하는 유조선의 화물유 탱크부의 각 부재의 치수는 다음 2가지 방법에 따라 정한 값 중 큰 것으로 한다.
 - (가) 모든 부재에 대하여 규칙에 의거 계산한다.
 - (나) 각 부재에 따라 다음과 같이 계산한다.
 - (a) 외판에 부착되는 부재, 지지재 및 선측외판에 부착되는 부재와 지지재로서 결합되는 중격벽에 붙은 부재의 치수는 규칙의 식 중 h 대신에 그림 7.1.1의 h_0 를 사용하여 계산한다.

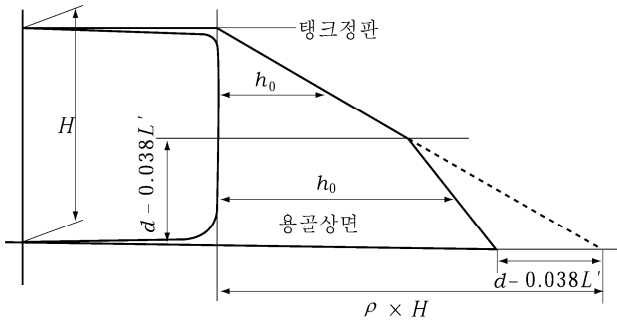


그림 7.1.1 h_0 의 측정방법

표 7.1.1 ρ 의 값

화물의 종류	ρ
당밀	1.4
아스팔트	1.1
농유산	1.85

- (b) 격벽판, 격벽붙이 부재 및 크로스타이의 치수는 비중 ρ 인 액체를 탱크정판까지 적재한 것으로 하여 계산한다.
- (c) 중앙탱크에 갑판 트랜스버스의 단면계수는 규정의 값을 ρ 배 한다.
- (d) ρ 의 값은 표 7.1.1에 따르며 기타는 그때마다 정한다.
- (2) 독성 및 부식성이 있는 액상화물을 적재하는 유조선에 대하여는 해양수산부령 「위험물 선박운송 및 저장규칙」을 참조할 필요가 있다.
4. 모든 화물탱크가 독립형탱크인 아스팔트 전용운반선의 경우, 화물지역 내의 선체구조 내면의 적어도 일면은 어떠한 고정구조물 또는 장비품을 제거하지 않고 육안검사가 가능하도록 하여야 한다. 이 목적을 달성하기 위하여 다음의 조건을 만족하여야 한다.
 - (1) 평면 또는 곡면 그리고 갑판보, 보강재, 늑골, 거더 등과 같은 구조물을 검사하기 위하여 구조물의 표면 사이를 지나야 하는 경우, 그 구조의 표면 및 자유단 사이의 거리는 최소 380 mm 이상이어야 한다. 검사하여야 할 면과 갑판, 격벽 또는 외판 등과 같이 상부 구조물의 표면 사이의 거리는 곡진 탱크(즉, C형 탱크)의 경우, 최소 450 mm 이상이거나, 평평한 탱크(즉, A형 탱크)의 경우, 600 mm 이상이어야 한다.(그림 7.1.2 참조)
 - (2) 가시성을 이유로 검사할 면과 선체구조의 임의의 부분 사이를 통행할 필요가 없는 경우, 구조부재의 자유단과 검사하여야 할 면 사이의 거리는 최소 50mm 또는 구조물 면재의 반폭 중 큰 값 이상이어야 한다.(그림 7.1.3 참조)

- (3) 곡면에 대한 검사를 위하여, 그 면과 구조부재가 없는 다른 면(평면 또는 곡면) 사이를 통행할 필요가 있다면, 양면 사이의 거리는 최소 380mm 이상이어야 한다(그림 7.1.4 참조). 곡면과 다른 면 사이의 통행이 요구되지 않는 경우, 곡면의 형상을 고려하여 380mm 보다 작은 거리도 허용될 수 있다.
- (4) 거의 평면인 면의 검사를 위하여, 구조부재가 없는 거의 평면인 면 사이 또는 거의 평행인 면 사이를 통행할 필요가 있다면, 이 면들 사이의 거리는 최소 600mm 이하여야 한다. 고정식 통행 사다리가 설치된 경우, 간격은 최소 450mm 이상이어야 한다.(그림 7.1.5 참조)
- (5) 화물탱크 셉트(ump)와 흡입웰 근처의 이중저구조 사이의 최소거리는 그림 7.1.6의 거리보다 작아서는 안 된다. (그림 7.1.6 셉트의 평면과 웰 사이의 거리는 최소 150mm 이며, 내저판 사이 모서리 간, 웰의 수직 면간 그리고 구형 또는 원형면과 탱크의 셉트(ump) 사이의 너클포인트(knuckle point)의 간격은 최소 380mm 이상이어야 한다.) 만약, 흡입웰이 없다면, 화물탱크 셉트와 이중저 사이의 거리는 50mm 보다 작아서는 안 된다.
- (6) 화물탱크 돛과 갑판구조 사이의 거리는 150mm 이상이어야 한다.(그림 7.1.7 참조)
- (7) 화물탱크, 화물탱크 지지구조 및 구속구조(예: 종동요 방지설비, 횡동요 방지설비 및 이탈방지 초크 등), 화물탱크 방열재 등의 검사를 위하여, 필요하다면, 고정식 또는 이동식 작업대를 설치하여야 한다. 이러한 작업대는 (1)에서 (4)의 요구하는 간격을 유지하여야 한다.
- (8) 만약, 고정식 또는 이동식 배기덕트가 설치되어야 하는 경우, 이러한 덕트는 (1)에서 (4)의 요구하는 간격을 침범하여서는 안 된다.

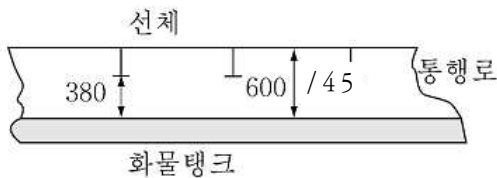


그림 7.1.2

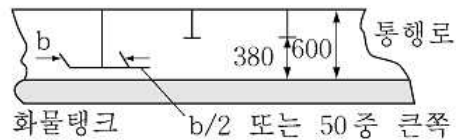


그림 7.1.3

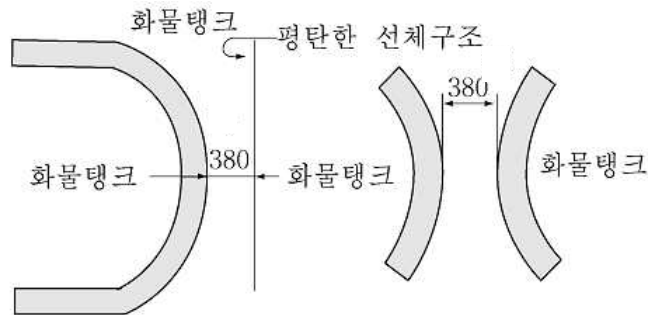


그림 7.1.4

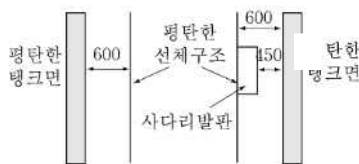


그림 7.1.5

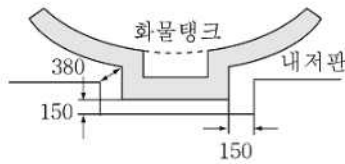


그림 7.1.6

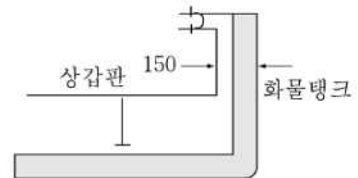


그림 7.1.7

102. 격벽의 배치 【규칙 참조】

1. 화물유를 적재하는 탱크의 길이는 10 m 또는 다음 값 중 큰 값을 넘어서는 안된다.

- (1) 종격벽이 설치되어 있지 않은 경우 $0.1L_f$
- (2) 선체중심선상에만 종격벽이 설치되어 있는 경우 $0.15L_f$
- (3) 2열 이상의 종격벽이 설치되어 있는 경우
 - (가) 현측탱크 $0.2L_f$
 - (나) 중앙탱크

(a) $\frac{b_i}{B_f} \geq \frac{1}{5}$ 인 경우 $0.2L_f$

(b) $\frac{b_i}{B_f} < \frac{1}{5}$ 으로서,

(i) 선체중심선상에 종격벽이 없는 경우 $\left(0.5 \frac{b_i}{B_f} + 0.1\right)L_f$

(ii) 선체중심선상에 종격벽이 있는 경우 $\left(0.25 \frac{b_i}{B_f} + 0.15\right)L_f$

b_i : 해당 현측탱크의 만재흡수선의 위치에서의 최소너비 (m).

- 2. 중앙탱크 또는 내측탱크에 있어서는 15 m 또는 $0.1L$ 중 큰 쪽을 넘지 않는 간격으로 횡 제수격벽을 배치할 필요가 있다.
- 3. 현측탱크에 있어서 중앙탱크 또는 내측탱크내의 종격벽의 위치에서 링 및/또는 거더를 설치하여 강도상 불연속이 발생하지 않도록 하여야한다.

103. 코퍼댐 【규칙 참조】

1. 코퍼댐 등 화물유 탱크의 격벽

- (1) 연료유 또는 평형수를 적재하는 장소는 그 개소의 구조가 거널 산형강의 경우를 제외하고 모두 용접으로 할 경우에는 화물유를 적재하는 장소와의 사이에 설치하여야 할 코퍼댐과 겸용할 수 있다. (규칙 1003.의 2항 및 3항 참조) 또한 연료유가 혼합됨으로서 심한 손해를 받는 액상화물(예를 들면 개소린, 당밀) 등을 적재하는 탱크와 연료유 탱크와의 사이에는 코퍼댐을 설치할 것을 권장한다.
- (2) 화물탱크와 선수창(선수탱크)이 인접하는 경우, 특별한 경우를 제외하고는 선수격벽에는 개구를 설치하여서는 안된다. (규칙 1003.의 2항 및 3항 참조)
- (3) 코퍼댐의 적용을 받는 구획과 기타의 구획(다만, 화물유탱크 및 연료유탱크 제외)과의 사이에는 어떠한 개구도 설치하여서는 안된다. 다만, 체인로커 주위벽 등에 설치하는 볼트 조임식 수밀 맨홀은 그러하지 아니한다. (수밀문은 허용되지 않음.)

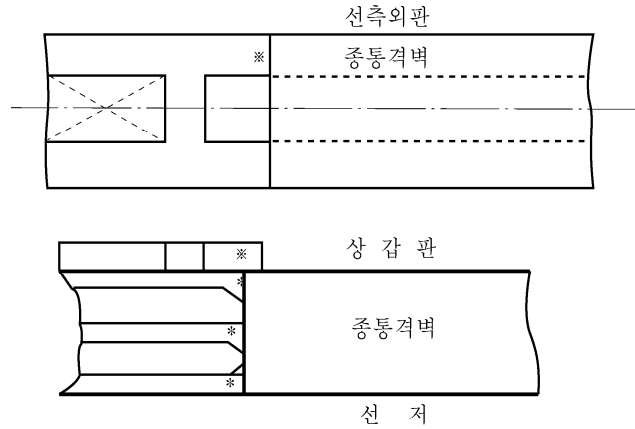
2. 선루 및 간판실 펌프실의 승강구를 보호하는 갑판실은 다음에 의한다.

- (1) 전단격벽은 선교루 전단격벽과 동등한 강도
- (2) 측벽 및 후단벽은 선미루 전단격벽과 동등한 강도
- (3) 출입구 코밍의 높이는 건현갑판상 600 mm로 한다.

3. 화물유탱크 종격벽의 후단과 그 후부의 선미루갑판 등 중부재와의 연속성을 유지할 수 있도록 한다. (그림 7.1.8 참조)

4. 화물유탱크 직하에 이중저가 있는 경우

이중저탱크의 출입구는 화물유탱크의 이중저에 설치하여서는 안된다. 예를 들면, 전후부의 코퍼댐에서 출입할 수 있도록 하든지 상갑판 노출부에서 이중저까지 통하는 유밀트링크를 설치하는 등의 방법으로 한다.



- * 표시의 벽은 강재로 하고 가능한 한 중격벽 바로 위에 설치한다.
- * 표시의 브래킷은 대형으로 한다.

그림 7.1.8 중격벽 후단부의 연속성

104. 기밀격벽 【규칙 참조】

1. 주 및 보조보일러실로 겸용하지 않는 코퍼덱 및 견현갑판하의 코퍼덱 적용구획은 디프탱크로서의 강도를 만족할 필요가 있다. 주펌프실과 기관실과의 사이의 격벽의 치수는 L 이 100 m 이상인 선박에서는 수밀격벽의 치수, L 이 100 m 미만인 선박에서는 기밀격벽의 치수 이상으로 하여야 한다.
2. 수압시험을 행할 필요가 없는 기밀격벽의 치수는 다음의 값을 표준으로 한다. 또한 기밀시험은 사수시험으로 대신할 수 있다.
 - (1) 두께 : 6 mm 이상으로 한다. 다만, L 이 100 m 미만인 선박은 4.5 mm로 할 수 있다.
 - (2) 휨보강재 및 거더의 단면계수 : 수밀격벽에 대한 값의 50 %로 한다. 다만, 외판 및 갑판과 결합되는 개소는 늑골, 보 등과 동등한 효력의 것으로 하여야 한다.

109. 직접강도 계산 【규칙 참조】

직접강도계산에 따라 유조선의 화물창 구조부재의 치수를 정하는 경우에는 3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침에 따른다.

110. 복원성 적하지침기(Stability Instrument) 【규칙 참조】

1. 규칙 110.을 적용함에 있어서 기구가 권고한 성능기준은 다음을 참조한다.
 - part B, chapter 4, of the International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code);
 - the Guidelines for the Approval of Stability Instruments (MSC.1/Circ.1229), annex, section 4;
 - the technical standards defined in part 1 of the Guidelines for verification of damage stability requirements for tankers (MSC.1/Circ.1461)
2. 규칙 110. 1항의 (3)의 선급이 인정하는 경우란, 손상 및 비손상 복원성 검증 절차가 승인된 조건에 적합하게 적하되는 것과 동등한 안전 수준을 유지하는 다음의 선박을 말한다.
 - (1) 모든 형태의 예상 가능한 적하 조건이 선장에게 제공되는 승인된 복원성 자료에 포함되고 전용작업에 사용되는 선박
 - (2) 우리선급이 승인한 방법에 의해 원격으로 복원성 검증이 가능한 선박
 - (3) 승인된 적하 조건 범위 안에서 적하되는 선박
 - (4) KG/GM을 제한하여 승인함으로써 적용 가능한 모든 손상 및 비손상 복원성 요건을 충족하는 2016년 1월 1일 전에 건조된 선박
3. 2항의 승인된 조건은 다음을 참조한다.
 - operational guidance provided in part 2 of the Guidelines for verification of damage stability requirements for tankers (MSC.1/Circ.1461).

제 2 절 창구, 상설보행로 및 방수설비

201. 특히 큰 건현을 갖는 선박 【규칙 참조】

규칙 201.에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 3편 1장 203.의 2항 (2)호 (바)를 말한다.

202. 화물유 탱크에 설치하는 창구 (2018) 【규칙 참조】

1. 화물유 탱크에 설치하는 창구에 FRP제 창구덮개를 설치하는 경우는 다음에 의한다.

- (1) 기재(基材)는 자기소화성(fire resistant nature)의 것으로 한다.
- (2) 1974년 SOLAS협약(81/83개정규칙 포함)의 표준화재시험에 따라 Model test를 행하고 그 내면을 화염에 접하게 하며, 이 표준화재시험의 계속시간은 20분간 이상, 최고온도는 790 °C로 하고 이 시험의 최초의 20분이 끝날 때 까지 화염이 통과하지 않는 것이어야 한다.
- (3) Steaming test를 행하여 수밀성을 해치는 유해한 변형이 없어야 한다.
- (4) 치수가 다른 각 모델에 대하여 0.028 MPa 이상으로 수압시험을 행하여 이에 견디는 것이어야 한다.
- (5) 덮개의 개폐장치에는 완전폐쇄 또는 완전개방 위에서만 고정되도록 설계되어야 하며, 이러한 취급 방법을 나타내는 주의사항을 덮개의 외측 표면에 표시하여야 한다.

2. Tank cleaning 창구덮개의 재료는 다음 각 호의 규정에 따른다.

- (1) 황동, 포금(砲金) 및 강은 사용할 수 있으나, 알루미늄은 사용하여서는 안된다.
- (2) FRP 등 기타의 합성재료는 1항의 요건을 모두 만족시키는 경우에 한하여 사용할 수 있다.

3. 화물유 탱크에 설치하는 Tank cleaning 창구덮개의 조임장치는 상갑판상 2.45 m의 수두에 대하여 창구덮개가 충분한 수밀성을 유지할 수 있는 것이어야 한다. 또한, 이 장치가 다음 중 어느 하나의 구조이거나 또는 이와 동등한 구조에 대하여는 규칙 4편 2장 103.의 1항에 규정된 창구코밍의 높이를 감할 수 있다.

- (1) 탱크 정부에 라이너를 부착하여 덮개를 볼트조임으로 하는 경우에는 그 볼트 사이의 피치를 150 mm 이하로 한다. 다만, 어떠한 경우에는 볼트의 수는 10개 미만으로 하여서는 안된다. 또한 나비형 너트 등 사람이 손으로 쉽게 열 수 있는 구조로 하여서는 아니되며 라이너의 재질은 상갑판의 재질과 동등한 것이어야 한다.
- (2) 암 및 힌지볼이 덮개를 장치하는 형식의 창구에는 코밍을 설치하여야 하며, 사람이 손으로 쉽게 열 수 없는 구조로 하여야 한다. (그림 7.1.9 참조)

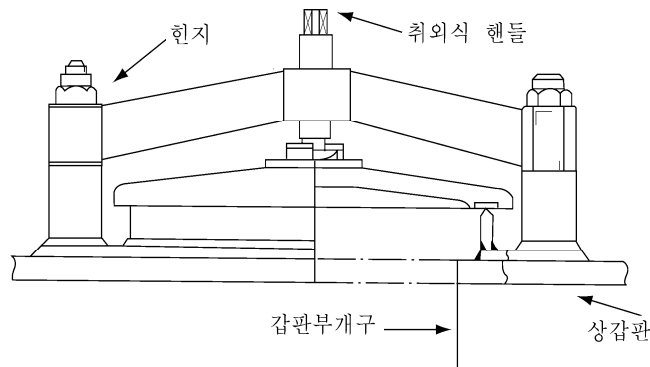


그림 7.1.9 Tank Cleaning

204. 상설보행로 및 통로 【규칙 참조】

규칙 204.의 1항의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 4편 4장 501.을 말한다.

205. 방수설비

규칙 205.의 1항에서 견현감판상 노출부 길이의 1/2 이상에 걸쳐 핸드 레일을 설치하는 대신에 불워크 전체 면적의 33% 이상의 방수구를 불워크 하방에 설치하여도 좋다. 【규칙 참조】

제 3 절 화물구역의 종늑골 및 종갑판보

302. 치수 【규칙 참조】

1. 세장비

중양부 $0.4L$ 내의 종갑판보 및 현측후판에 붙는 선측종늑골의 세장비는 대형선에는 60이하, 소형선에서는 80이하로 한다. 세장비를 계산하는데 있어서 계산에 포함되는 부착된 강판은 (보 또는 늑골의 실제의 간격)×(실제의 두께)로 한다.

2. 선측종늑골

선측종늑골을 디프탱크 격벽 횡보강재로서 계산하는데 있어, 현측탱크의 길이 또는 너비가 10m를 넘는 경우에는, 규정의 식에 있어서 h 는 규칙 510.에 따른다.

303. 고착 【규칙 참조】

1. 표 7.1.8 중 ○ 표시가 있는 종늑골 및 종갑판보는 관통브래킷으로 연결하거나 관통시켜야한다.

표 7.1.2 관통브래킷의 필요개소

L (m)	$90 \leq L \leq 120$	$120 \leq L$
종갑판보 및 현측후판붙이 선측종늑골	○	○
선측종늑골, 종격벽붙이 종횡보강재(다만, 상기 란은 제외)	—	○ ¹⁾
선저종늑골 및 만곡부 외판의 종늑골	○	○

¹⁾ 선측종늑골로서 상하 $0.2D$ 사이, 종격벽붙이 종횡보강재로서 상하 $0.1D$ 사이를 제외하고는 그림 7.1.10와 같이 할 수 있다.

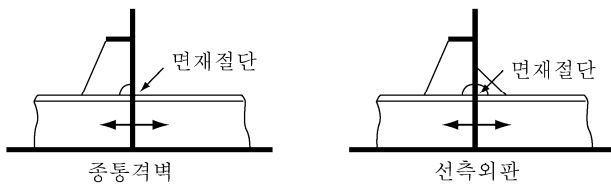


그림 7.1.10

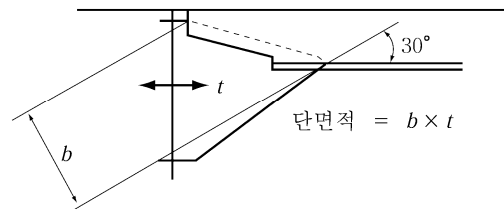


그림 7.1.11

2. 단부브래킷의 단면적 계산은 그림 7.1.11와 같이 하고 종갑판보 등의 단면적 이상으로 할 필요가 있다.
3. 단부브래킷과 종늑골 및 종갑판보와의 고착은 다음과 같이 한다.
 - (1) L 이 120m 이상인 선박은 단부브래킷과 종갑판보 및 종늑골과는 그림 7.1.12과 같이 충분히 겹치게 할 필요가 있다.
 - (2) 전호 이외의 경우는 그림 7.1.13과 같이 할 수 있다. 브래킷은 가능한 한 종통재가 플랜지구조인 경우에는 종통재 웹면의 R 이 끝나는 선에 브래킷을 설치하는 한편 리브를 브래킷의 선단에서 안쪽 약 10mm에 설치한다.

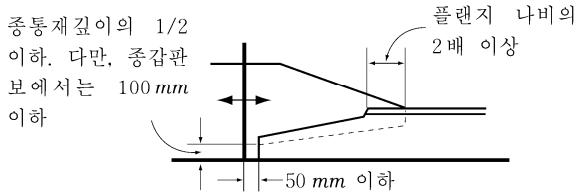


그림 7.1.12

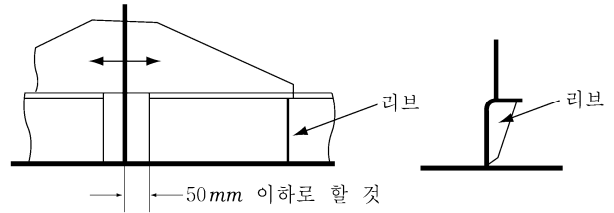


그림 7.1.13

4. 횡격벽과 단부브래킷과의 고착은 다음과 같이 한다.

- (1) 단부브래킷의 격벽관통부는 그림 7.1.14과 같이 면을 라운드 시킨다.
- (2) 단부브래킷과 격벽과의 결합부는, 예를 들면, 그림 7.1.15와 같이 보강하고 Hot spot을 피한다.

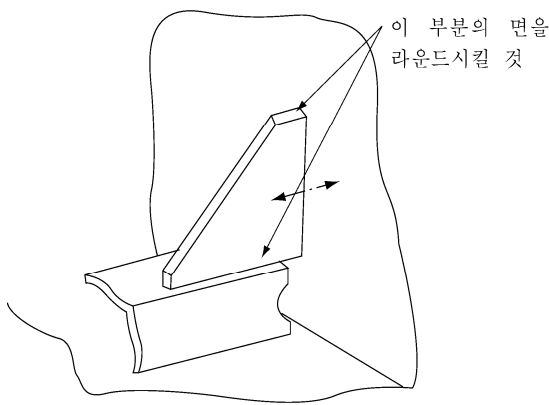


그림 7.1.14

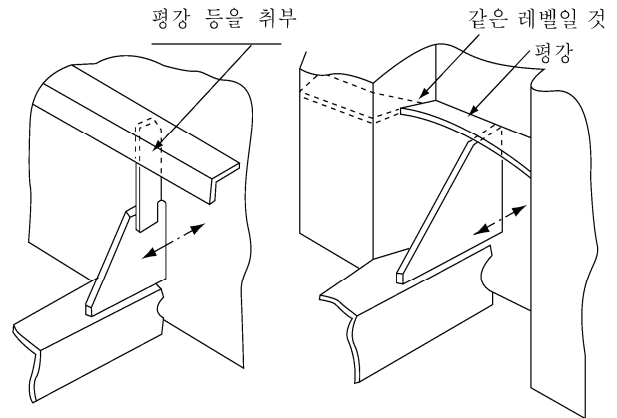
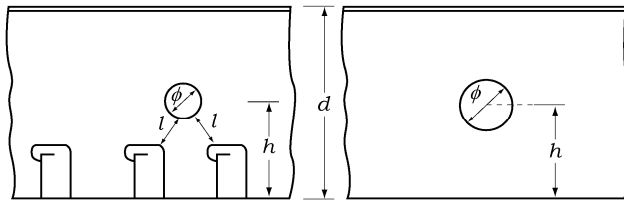


그림 7.1.15

제 4 절 화물구역의 종거더, 트랜스버스 및 크로스타이

401. 일반 【규칙 참조】

1. 경감구멍을 시공하는 경우 그 크기 및 위치는 그림 7.1.16과 같이 한다.
2. 종통재의 자유변이 맞닿는 개소의 슬롯 및 벌지부와 같이 슬롯의 간격이 좁은 경우는 슬롯에 칼라를 설치한다.
3. 거더의 깊이가 규정의 깊이보다 작은 경우는 거더의 단면계수는 규정의 단면계수에 규칙에서 정하는 거더깊이와 실제 거더깊이와의 비를 곱하여 구한다.
4. 보일러실 또는 보이드 구역의 웨브두께는 화물유탱크내의 웨브로서 계산된 두께에서 1 mm 를 감한 값으로 할 수 있다.
5. 중앙부의 전용 평형수탱크내의 모든 구조부재 치수는 화물유탱크내의 부재치수로 한다. (규칙 401.의 5항)
6. 거더판 상호간의 이음은 맞댐이음으로 할 필요가 있다. 겹이음으로 하는 경우는 이음에 교차하는 휨보강재를 설치할 필요가 있다.
7. 트랜스버스 단부의 브래킷 부분, 크로스타이와의 결합부 등 전단응력이 높은 개소 및 압축응력이 높다고 생각되고 부분에는 휨보강재를 증설할 필요가 있으며 또한 해당 부분에는 경감구멍을 시공하여서는 안된다. 필요하다면 그 부분에는 종통재 관통부의 슬롯에 칼라를 설치할 필요가 있다.
8. 트랜스버스 면재의 이음부분 및 거더판의 이음부분에는 거더판에 스칼롭(scallop)을 설치하여서는 안된다. 공작상 필요한 스칼롭은 용접으로 메운다. 또한 인접하는 면재는 그 치수의 급격한 변화를 피한다. (그림 7.1.17 참조)



ϕ 는 $\frac{d}{4}$ 이하 ϕ 는 $\frac{d}{3}$ 이하
 h 는 $\frac{d}{2}$ 이하 h 는 $\frac{d}{2}$ 이하
 l 는 ϕ 이상

그림 7.1.16 경감구멍의 위치와 크기

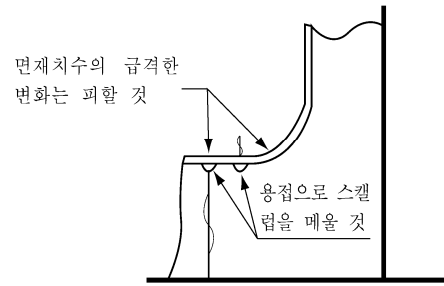


그림 7.1.17

- 트랜스버스 등에 설치하는 횡보강재를 평강 대신에 산형강을 사용하는 경우는 판붙이의 단면2차모멘트를 규정과 동등한 정도로 한다.
- 대형선의 선저트랜스버스, 선측트랜스버스, 종격벽트랜스버스와 증늑골과의 결합부에는 각각 표 7.1.3의 범위에 대하여 트랜스버스 횡보강재의 반대쪽에 브래킷을 설치하여 트랜스버스와 증늑골을 고착하든지 또는 슬롯에 칼라를 설치하는 등 적절히 보강한다. 다만, L 이 230 m 이하인 경우에는 그 보강 범위를 적절히 참작할 수 있다. 또한 이 보강은 상기 트랜스버스류와 유사한 상황에 있는 슬롯(예를 들면 횡계수격벽 등의 슬롯)에 대하여도 이를 준용한다.

표 7.1.3 보강범위

부재	보강범위
선저트랜스버스	결합부 전부
선측트랜스버스	상부 크로스타이의 상부 R 이 끝나는 곳 또는 만재흡수선중 높은 곳에서부터 하방의 결합부 전부. 다만 L 이 300 m 이상인 경우는 상기의 상방까지도 이에 준하여 보강할 것을 권장한다.
종격벽트랜스버스	상부 크로스타이의 상부 R 이 끝나는 곳 이하의 결합부 전부

402. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박의 중앙탱크 또는 내측탱크에 설치하는 종거더 및 트랜스버스 【규칙 참조】

- 탱크내에 규칙에 적합한 횡계수격벽이 있는 경우 L_0 는 횡격벽과 그 횡계수격벽과의 사이의 거리로 할 수 있다.
- 규칙 표 7.1.3의 비고 1.을 적용함에 있어서 C_4 값의 1.2배한 값을 사용한다.
- 규칙 표 7.1.3의 비고 2.를 적용함에 있어서 중심선 선저트랜스버스의 깊이 d_1 이 선박의 깊이 D 의 25%를 넘는 경우에는 규칙 표 7.1.3의 C_4 값이 $0.25D/d_1$ 를 곱한 것으로 할 수 있다.
- 중심선 선저트랜스버스에는 선저트랜스버스 사이의 중앙 및 선저트랜스버스와 격벽과의 중앙에 트리핑 브래킷을 설치할 필요가 있다. 이 브래킷이 대형일 경우에는 자유변을 보강할 필요가 있다.
- 횡격벽붙이 선체중심선의 수직거더의 깊이 d_2 가 횡거더의 간격 S 보다 큰 경우 선저종거더의 웹두께는 규정의 식에 있어서 d_1' 대신에 d_1 을 사용하고 계수 η 는 표 7.1.4에 따른다. (그림 7.1.18 참조)

표 7.1.4 계수 η

트랜스버스의 수	η
2	0.55
3	0.67
4	0.75
5	0.80

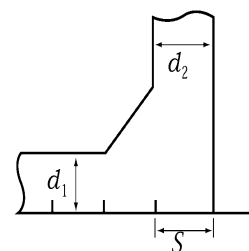


그림 7.1.18

403. 2열 이상의 종격벽을 갖는 선박의 현측탱크에 설치하는 종거더 및 트랜스버스 【규칙 참조】

1. 선측트랜스버스

선측트랜스버스의 길이 l_0 의 측정방법은 그림 7.1.19과 같이 한다. 하단도 그림과 같이 한다.

2. 종격벽 트랜스버스

- (1) 종격벽의 반대측에 큰 브래킷이 있는 경우에도 트랜스버스의 길이 l_0 및 R 은 현측탱크측에서 전항의 요령에 의해 측정한다. 다만, 브래킷의 크기 b 는 $(b'+b'')/2$ 로 할 수 있다. 다만, b'' 가 b' 보다 작은 경우에는 b' 로 한다. (그림 7.1.20 참조)

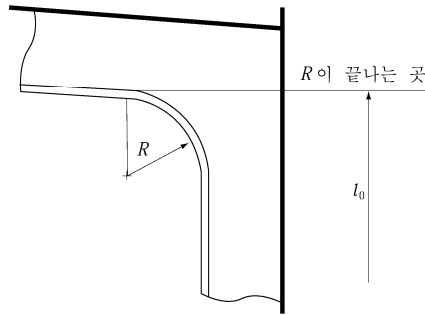


그림 7.1.19 l_0 의 측정방법

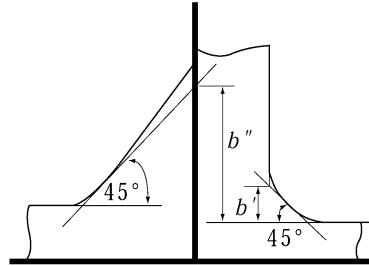


그림 7.1.20 b', b'' 측정방법

- (2) 전단력에 의한 웨브두께의 식에 있어서는 종격벽의 반대측에 부착하는 브래킷도 고려할 수 있다.
- (3) 중앙탱크 또는 내측탱크의 선저트랜스버스의 종격벽볼이 브래킷의 전단부근의 슬롯은 칼라로 막는다.
- (4) 파형격벽에 설치되는 거더는 Balanced girder로 한다. 다만, Balanced girder로 할 수 없는 경우에는 거더의 증성축을 가능한 한 격벽에 가까이 하도록 하여야 한다.

3. 선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 단면2차모멘트

선저트랜스버스 및 갑판트랜스버스의 단면2차모멘트 I 는 각각 다음 식에 의한 것을 표준으로 한다.

$$\text{선저트랜스버스} : I = 160C_0C_2Ql_0^2 \frac{B_S}{D} \quad (\text{cm}^4)$$

$$\text{갑판트랜스버스} : I = 58C_0C_2Ql_0^2 \frac{B_S}{D} \quad (\text{cm}^4)$$

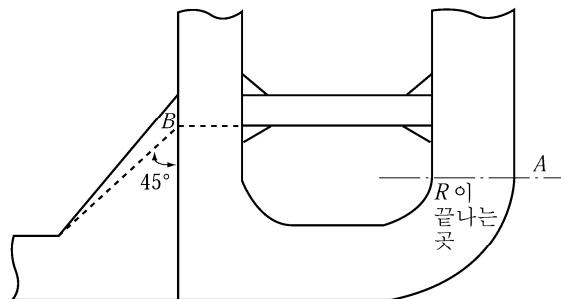
C_0 및 C_2 : 규칙 표 7.1.6에 따른다.

Q 및 l_0 : 규칙 403.의 1항 규정에 따른다.

B_S : 선측탱크의 너비

4. 발지부 종격벽 하단부의 트랜스버스

그림 7.1.21와 같은 위치에 최하부의 크로스타이가 있는 경우는 발지부 및 종격벽하단부의 트랜스버스의 단면계수는 식에 의한 값이 90%로 할 수 있다. 또한 A부의 선측트랜스버스의 웨브두께는 식에 의한 값에 0.5mm를 뺀 값으로 할 수 있다. 다만, 규칙 405.의 두께 이상이어야 한다.



크로스타이의 하면은 적어도 B점보다 하방에 위치할 필요가 있다.

그림 7.1.21

5. 선측중거더를 가진 경우

- (1) 중앙탱크에 횡제수격벽이 있는 경우 l_1 은 그림 7.1.22과 같이 측정한다.
- (2) 중거더 또는 크로스타이는 규칙 403.의 5항 (5)호의 규정 이외에 다음 조건도 만족할 필요가 있다.

$$l_1 > l_2 > l_3 \text{ (그림 7.1.23 참조)}$$

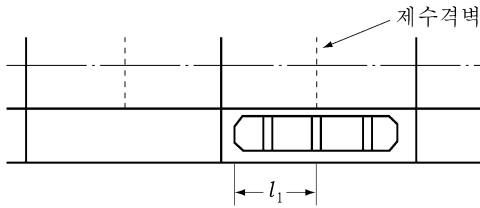


그림 7.1.22 l_1 의 측정방법

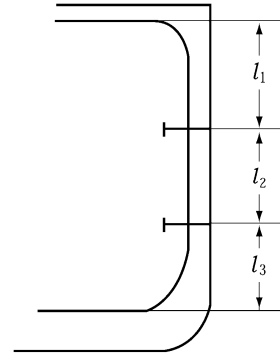


그림 7.1.23

- (3) 4조의 트랜스버스와 1조의 중거더를 1조의 크로스타이로 결합한 경우 중거더의 치수를 계산하는데 있어서 C_3 및 C_4 는 표 7.1.5에 의한다. 크로스타이에 대하여는 404.의 2항을 적용한다.
- (4) 중거더의 배치가 비대칭인 경우 및 크로스타이가 2조인 경우는 동등한 효력이 있는 것으로 간주한다.

표 7.1.5 계수 C_3 및 C_4

계수		C_3	C_4
$K = \frac{d_0}{d_1} \left(\frac{l_1}{l_0} \right)^2$	$K \leq 0.2$	62	5.32
	$0.2 < K \leq 0.3$	54	4.51
	$0.3 < K \leq 0.4$	50	4.22
	$0.4 < K \leq 0.5$	48	3.92
	$0.5 < K \leq 0.6$	45	3.62
	$0.6 < K \leq 0.7$	43	3.40
	$0.7 < K \leq 0.8$	41	3.18
	$0.8 < K \leq 0.9$	40	3.03
	$0.9 < K \leq 1.0$	38	2.88
	$1.0 < K \leq 1.2$	36	2.66
	$1.2 < K \leq 1.4$	33	2.44
	$1.4 < K \leq 1.6$	32	2.30

6. 선수부 선측트랜스버스 구조(중심선 중격벽만 있는 경우)

- (1) 크로스타이 없이 강력한 중거더로서 트랜스버스를 지지하는 경우 (그림 7.1.24 참조)

트랜스버스 :

$$\text{거더의 평균깊이: } d = C_0 l_0 \quad (\text{m})$$

$$\text{거더의 단면계수: 경간부평균 : } Z = C_2 K^2 Q l_0 \quad (\text{cm}^3)$$

$$\text{만곡부 : } Z = C_2' Q l_0 \quad (\text{cm}^3)$$

중거더 :

$$\text{웹브의 두께 : } t = C_3 \frac{Q}{d_1} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

면재의 단면계수 : $Z = C_4 K Q l_1$ (cm³)

C_0, C_2, C_2', C_3 및 C_4 : 표 7.1.6에 따른다. 또한 이 계산식은 3조 또는 4조의 트랜스버스를 1조부터 2조까지의 강력한 증거더로 지지하는 구조로서 K 가 0.5 이하인 경우에 대하여 정한 것이다. 기호는 규칙 403.에 따른다.

- (2) 선측트랜스버스와 중심선격벽의 트랜스버스를 증거더 없이 크로스타이로 결합하는 경우의 트랜스버스의 주요치수는 규칙 403.의 1항 (1)호 내지 (4)호, 2항 (1)호 및 3항 (3)호에 따른다. 다만, 각 식 중의 계수는 표 7.1.7에 의한 값을 사용할 수 있다. 크로스타이에 대하여는 규칙 404.에 따른다.

404. 크로스타이 【규칙 참조】

- 403.의 5항 (3)호의 4 트랜스버스 1 스트럿 또는 4 트랜스버스 2 스트럿의 구조로 된 경우 크로스타이의 치수는 규정의 식 중 S 를 다음 식에 의한 값을 사용한다. (그림 7.1.25 참조)
- 그림 7.1.26과 같은 구조인 경우에는 ※표시한 브래킷을 반드시 설치할 필요가 있다.

표 7.1.6 계수 C_0, C_2, C_2', C_3 및 C_4

증거더의 수	트랜스버스의 수	계수	$K = \frac{d_0}{d_1} \left(\frac{l_1}{l_0} \right)^2$	
			0	0.5
1	3 또는 4	C_0	0.080	0.125
		C_2	1.46	3.88
		C_2'	2.89	5.10
	3	C_3	54	36
		C_4	10.20	5.60
	4	C_3	72	45
C_4		10.60	6.40	
2	3 또는 4	C_0	0.065	0.115
		C_2	0.68	3.40
		C_2'	1.36	4.76
	3	C_3	41	23
		C_4	7.20	3.80
	4	C_3	50	32
C_4		7.7	4.3	
(비고) 2조의 트랜스버스를 설치한 경우 C_3 및 C_4 대신에 하부 증거더에 대하여는 $1.2C_3$ 및 $1.2C_4$ 를, 상부 증거더에 대하여는 $0.8C_3$ 및 $0.8C_4$ 를 사용한다.				

표 7.1.7 계수 C_0 , C_2 및 C_2'

계수	트랜스버스의 수	
	1	2
C_0	0.10	0.09
C_2	2.52	1.94
C_2'	3.83	2.89

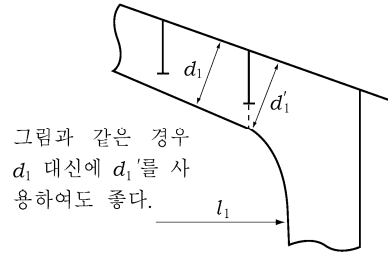


그림 7.1.24

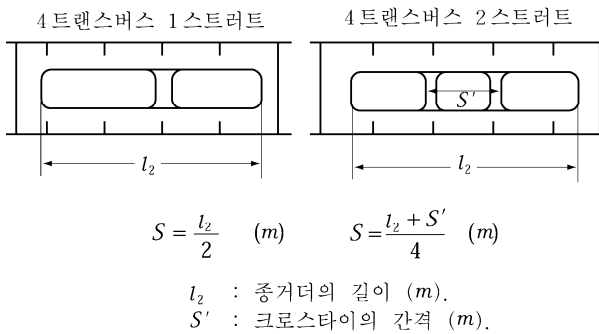


그림 7.1.25 S의 값

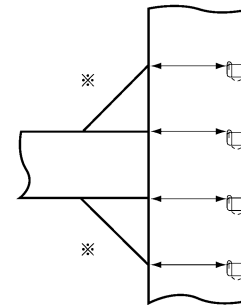


그림 7.1.26

제 5 절 화물구역의 격벽

502. 격벽판의 두께

규칙 502.의 2항에 규정한 종격벽의 최상부 및 최하부의 격벽판의 두께는 그림 7.1.27에 따라 테이퍼를 줄 수 있다. 다만, 규칙 502.의 1항 및 3항에 규정하는 두께 이상이어야 한다. 【규칙 참조】

504. 강력한 수직거더 【규칙 참조】

1. 횡격벽의 중심선 수직거더 규칙 504.의 규정에 있어서 d_p , d_u 는 격벽의 반대측에 브래킷이 있는 경우 그 브래킷의 깊이를 더한 것으로 한다.
2. 격벽볼이 거더의 단부고착 격벽의 거더와 같이 단면2차모멘트가 큰 부재와 종늑골과 같이 단면2차모멘트가 적은 부재와의 접합부는 그림 7.1.28와 같이 한다.

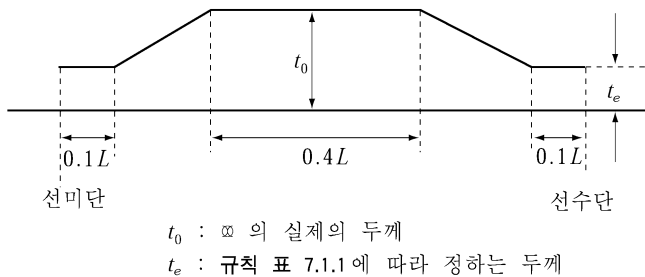


그림 7.1.27 종격벽의 최상부 및 최하부 두께의 테이퍼

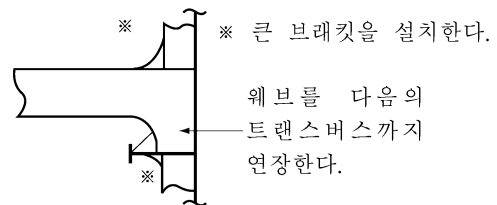


그림 7.1.28

506. 수직거더를 지지하는 수평거더 【규칙 참조】

거더와 종늑골 등의 접합부는 504.의 2항에 따른다.

511. 제수격벽 【규칙 참조】

1. 중심선 제수격벽의 최상부 및 최하부 판의 너비 및 두께는 유밀 종격벽의 최상부 및 최하부 판에 대한 규정값의 90%로 할 수 있다.
2. 개구올이란 슬롯 및 스킵을 제외하고 기타 개구면적의 합과 그 격벽의 면적과의 비를 말한다.
3. 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 값으로 한다.

$$Z = C S h_s l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 횡보강재의 간격 (m).

l : 횡보강재의 지지점 사이의 전길이 (m).

C : 계수로서 다음에 따른다.

- 횡보강재의 양단을 유효한 브래킷 고착으로 하는 경우 7.1
- 횡보강재의 일단을 유효한 브래킷 고착으로 하고 타단을 보강거더로서 지지하는 경우 8.4
- 횡보강재의 양단을 보강거더로서 지지하는 경우 10.0

h_s : 다음 식에 따른다. 다만, 2.0 이상이어야 한다.

$$h_s = \left(0.176 - \frac{0.025}{100} L \right) (1-a) l_t$$

L : 선박의 길이 (m).

a : 격벽판의 개구율.

l_t : 탱크의 길이 (m).

4. 종격벽 사이의 증앙에 설치하는 수직거더가 수평거더를 지지하는 강력한 거더인 경우에는 그 거더의 치수는 각각 다음 식에 의한 것으로 한다.

(1) 거더의 깊이

$$d = 3 \left(\frac{l_1}{B_0} \right)^2 d_0 \quad (\text{m})$$

l_1 , B_0 및 d_0 : 규칙 504.에서 규정하는 값.

(2) 하부브래킷의 내단에 있어서 거더의 단면적

$$A = 1.74 \frac{(D-h_1)}{D} S(h-0.32d)(l-S)C \quad (\text{cm}^2)$$

S , h , l 및 C : 규칙 501.에서 규정하는 값.

h_1 : 용골 상면상 수직거더의 하부브래킷의 내단까지의 거리 (m). 다만, 거더의 단면적은 수직거더의 위치에서 개구까지의 거리와 수직거더의 한쪽에서 갑판종늑골 간격의 2배중 작은 쪽 격벽판의 유효폭을 포함하는 것으로 한다.

(3) 하부브래킷의 내단에 있어서 거더의 웹두께.

$$t = 12 K b + 2.5 \quad (\text{mm})$$

b : 웹에 설치하는 수직횡보강재의 간격 (mm).

K : 다음 식에 의한다.

$$K = \sqrt{\frac{A}{A_0}}$$

A : 전호에서 규정하는 단면적 (cm^2).

A_0 : 수직거더의 단면적 (cm^2).

(4) 거더의 단면계수

$$Z = 4 k^2 B_0 h_s l_1^2 \quad (\text{cm}^3)$$

k , B_0 및 l_1 : 각각 규칙 504.의 (1)호에 의한 값.

h_s : 3항에 의한 값.

5. 수직거더 또는 수평거더를 지지하는 거더의 치수는 규칙 506.의 규정에 있어서 W_i 의 식 중 h 를 3항에서 규정하는 h_s 로 바꾸어 정한 것 이상으로 한다.
6. 횡보강재를 지지하는 거더는 규칙 507.의 식 중 h 대신에 3항에서 규정하는 h_s 로 하고 X 를 0으로 하여 정한 것 이상으로 한다.
7. 계수격벽이 선저트랜스버스, 갑판트랜스버스, 선측트랜스버스, 종격벽수직거더 및 크로스타이로 구성된 경우는 그들의 거더 및 크로스타이의 치수는 규칙 402. 403. 및 405.의 규정을 준용하여 정한다. 또한 이 경우 크로스타이 단면의 수직축에 대한 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$Z = 7.13 d_0 h_s l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

d_0 : 크로스타이의 깊이 (m).

l : 지지점 사이의 길이로서 현측탱크에서는 현측탱크의 너비, 중앙탱크에서는 종격벽사이 또는 중심선 수직 거더와 종격벽사이의 거리 (m). 다만, 면재의 단부에 트랜스버스의 웨브의 트리핑브래킷이 설치되어 있는 경우에는 트랜스버스의 면재 사이의 거리로 할 수 있다.

h_s : 3항에 의한 값.

제 6 절 현측탱크의 상대변형

601. 현측탱크의 상대변형 【규칙 참조】

1. 한계치를 넘는 경우의 특별고려

동등효력이 있음을 증명할 수 있는 충분한 자료를 제출할 필요가 있다.

2. 식 중의 평균두께

규칙 601.의 식 중 평균두께 t 는 다음에 따른다.

$$t = \frac{\sum l_i t_i}{\sum l_i}$$

l_i 및 t_i : 다음 각호의 규정에 따른다.

- (1) 횡격벽 및 개구를 가진 계수격벽 : 그림 7.1.29과 같이 탱크너비의 중앙에서 격벽판의 각 판의 두께 및 너비를 정한다.
- (2) 트랜스버스 링 및 트랜스버스 링 형식의 계수격벽 : 그림 7.1.30과 같이 탱크너비의 중앙에서 판두께 및 깊이방향의 길이를 정하며, 부재가 없는 경우에는 종격벽측에서 각각 정한다.

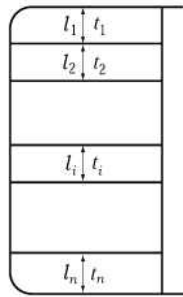


그림 7.1.29

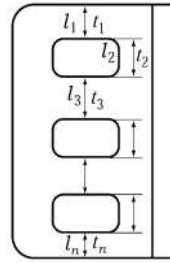


그림 7.1.30

제 10 절 유조선의 관장치 및 벤트장치

1001. 일반사항 【규칙 참조】

1. 화물유탱크의 하부에 화물유탱크로 사용하지 않는 이중저를 가지는 유조선에 대하여는 **규칙 10절**의 규정에 따르는 이외에 다음 각호의 규정에 만족하여야 한다.
 - (1) 이중저에 설치하는 공기관 및 측심관은 화물유탱크를 관통시킬 수 있다. 다만, 화물유탱크내의 관이음은 모두 용접이음으로 하고 **표 7.1.8**에 표시하는 두께 이상의 강관을 사용한다. 또한, 관의 팽창 수축을 흡수할 수 있도록 적절한 만곡관을 배치하는 등의 고려를 하여야 한다.
 - (2) 화물유탱크의 내저판 등 항상 액압이 걸리는 장소에는 밸브조작용의 스피들을 관통시켜서는 안된다.
 - (3) 선수부의 탱크 또는 보이드 구역의 액체이송관 및 빌지흡입관은 다음에 의한다.
 - (가) 화물유탱크의 전부에 인접하여 설치되는 탱크 또는 보이드 구역의 관장치는 후부의 펌프실에 유도할 수 있다. 또한 연료유 이송관은 기관실에 설치된 펌프에 유도할 수 있다.
 - (나) 화물유탱크에 인접하지 아니하는 선수부의 탱크 또는 보이드 구역의 관장치는 후부의 펌프실 또는 기관실에 설치된 펌프에 유도할 수 있다. 이 탱크가 평형수탱크일 경우의 평형수관장치는 화물유탱크에 인접한 평형수탱크의 관장치로 유도할 수 있다.
 - (다) 평형수관이 화물유탱크를 관통하지 않고 배관되어 있는 경우에는 화물유탱크에 인접하지 않는 선수부의 평형수탱크의 관장치를 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 관장치에 유도할 수 있다. (빌지관에 대하여는 **규칙 1003**의 1항 (3)호를 적용한다) 다만, 역으로 기관실에 설치된 화물유탱크에 인접하지 아니하는 평형수탱크용의 펌프에 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 평형수관을 유도하여서는 안된다.

표 7.1.8 화물유탱크를 통과하는 측심관 또는 공기관

관의 호칭지름(mm)	관두께	참고 ⁽¹⁾
$A < 100$	8.7	Sch. 160
$100 \leq A < 200$	11.1	Sch. 120
$200 \leq A < 250$	12.7	Sch. 80
$250 \leq A$	15.1	Sch. 80
(비고) ⁽¹⁾ KSD 3562 및 KSD 3570에 정하는 표준		

1002. 화물유탱크, 화물유탱크내 배관 등

1. **규칙 1002**의 1항 (1)호 (나)에서 기밀을 기밀유탱크에 의하여 유지하고자 하는 경우에는 **6장 303**의 6항을 적용한다. 【규칙 참조】
2. **규칙 1002**의 3항 규정중 “우리 선급이 인정하는 전환장치” 라 함은 다음에 정하는 장치를 말한다.
 - (1) 화물유탱크점 평형수탱크

한 개의 탱크를 화물유크와 평형수탱크로 겸용하는 경우, 화물유크, 평형수관 및 공기관은 그림 7.1.31의 예와 같이 각각의 경우에 사용하기 위하여 전환할 수 있도록 배치하여야 하며 기타의 관장치에 대해서는 화물유크의 관장치에 대한 요건에 따른다.

3. 규칙 1002.의 4항을 적용함에 있어 화물유크에 접속하는 관장치의 취급은 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 화물유크에 접속하는 다른 관계통의 펌프 및 관장치는 화물유크 계통으로서 취급한다. 다만, 규칙 1002.의 2항 (4)호, 9항 (6)호, 1003.의 1항 (2)호, 2항 (2)호, 8편 부록 8-5의 2항 (10) (사) 및 다음 (2)호에 규정하는 관장치에 대해서는 그러하지 아니한다. 또한, 화물유크에 접속하는 관장치라는 것은 화물유크에 접속하고 개구를 가지는 것을 말한다. 그러나 화물유크 관장치 조작용의 유압관 등은 여기서 말하는 화물유크에 접속하는 관장치로 보지 아니한다.
- (2) 화물유크에 화물유크 이외의 관장치를 접속하는 경우
 - (가) 탱크 통풍용관 : 탱크 통풍용관과 화물유크가 접속하는 경우에는 8편 부록 8-5의 2 (10) (사) 및 (아)의 규정에 따른다. 또한 통풍기는 불활성가스 송풍기를 제외하고 위험구역에 설치한다. 통풍기가 폐위된 안전구역에 설치되는 경우에는 다음에 만족하여야 한다.
 - a) 통풍기로부터 통풍관에는 자동으로 작동되는 차단밸브 및 나사조임 체크밸브가 연속하여 설치되어야 한다.
 - b) 상기 a)항의 밸브는 통풍관이 안전구역을 지나가는 격벽에 위치하여야 하며 최소한 나사조임 체크밸브는 안전구역 외부에 위치하여야 한다.
 - c) 차단밸브는 통풍기가 시동된 후에 열려야 하며, 통풍기가 정지한 후에는 자동으로 닫혀야 한다. 통풍기 및 밸브의 조작에 대한 절차가 조작 장소 근처에 게시되어야 한다.
 - d) 통풍기의 흡입은 통풍기가 설치된 구역 외부의 안전한 장소(예, 개방 갑판)로부터 유도되어야 한다.
 - e) 통풍기는 스파크가 발생하지 않는 형식이어야 한다.
 - (나) 화물유크관장치(펌프를 포함)의 압력계측용관 : 화물유크내의 액체압력을 계측하기 위하여 관내의 액체를 직접 압력지시계로 유도하는 경우에는 이 압력지시계는 펌프실 또는 노출갑판상에 설치한다. 다만, 화물유크관장치와의 접속부에 스톱밸브를 설치하고 기관실과 펌프실 사이의 격벽을 관통하는 곳에 격벽불이 스톱밸브를 설치하는 경우에는 이 압력지시계를 기관실에 설치할 수 있다.
 - (다) 유분농도 계측용관 : 유분농도 계측용 시료관을 화물유크관장치에 접속하는 경우는 호칭지름 25A 이내의 관으로서 화물유크관장치와 비위험구역위벽과의 사이에 2개 이상의 스톱밸브를 설치하는 경우 이 관을 비위험구역내에 유도할 수 있다.

4. 규칙 1002.의 4항 (5)호를 적용함에 있어, 선주의 요구가 있는 경우, 화물유크 및 관련 밸브 제어용 관이 이중저 상부에 위치해 있는 선박은 PCP(화물유크 보호) 부기부호를 부여 받을 수 있다. 이는 또한 관터널 또는 덕트킬 내에 설치된 화물유크 및 관련 밸브 제어용 관에도 적용한다. (2024) 【규칙 참조】

5. 화물유크의 격벽밸브

규칙 1002.의 5항을 적용함에 있어 화물유크의 격벽밸브에 대하여는 다음 각호의 규정에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 격벽밸브의 배치 및 종류는 표 7.1.9에 따른다.

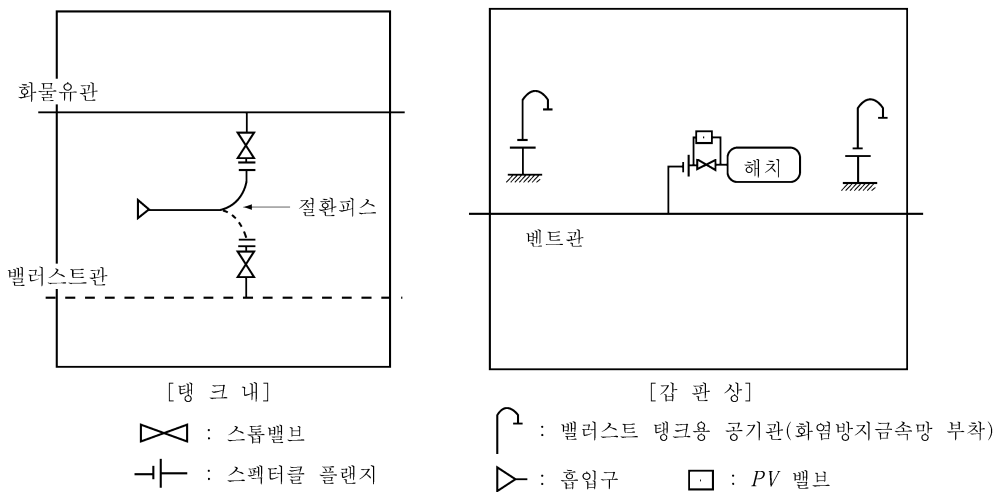


그림 7.1.31 화물유크 밸러스트탱크의 배관 예

표 7.1.9 격벽밸브의 배치 및 종류

배치 A	(펌프실) 격벽 (화물유탱크) 	화물유탱크내의 개구단에 스톱밸브를 설치한 경우 : 격벽밸브의 종류, 재질은 문제삼지 않는다.
배치 B	(펌프실) 격벽 (화물유탱크) 	화물유탱크내의 개구단에 스톱밸브를 설치하지 않는 경우 : 격벽밸브는 주강재 또는 연신율이 12% 이상인 주철재로 하고, 감관상에서 조작 가능할 것
배치 C	(펌프실) 격벽 (화물유탱크) 	화물유탱크내에 격벽밸브가 있는 경우 : 탱크측의 밸브는 감관상에서 조작 가능할 것
배치 D	(펌프실) 격벽 (화물유탱크) 	격벽밸브가 격벽에 인접해서 설치되어 있지 않는 경우 : 그림의 고딕선의 부분을 13.5 mm 이상의 주강관 또는 16 mm 이상의 두꺼운 강관으로 하면 배치 A 또는 배치 B와 같게 본다.
(비고) * 표시의 밸브는 격벽에 가깝게 설치한다.		

6. 규칙 1002.의 7항을 적용함에 있어서 화물유탱크내의 배관은 다음 각호의 규정에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 계측장치용관 및 원격제어용관
화물유탱크내에 설치된 계측장치용관 및 원격제어용관의 최소두께는 강관으로 Sch. 80 이상이어야 한다. 다만, 화물유탱크내에 개구를 가진 경우는 이를 적용하지 아니한다.
- (2) 위생수관, 배수관
노출감판의 배수관은 화물유탱크내를 관통할 수 있다. 이 경우 화물유탱크내의 관이음은 모두 용접으로 하고 관두께는 16 mm 이상으로 한다. 다만, 지름이 작은 관에 대해서는 적절히 참작할 수 있다. 또한, 거주구 등 발화원이 있는 구획의 배수관 또는 위생수관은 화물유탱크내를 관통하여서는 안된다. 한편 호칭지름이 100A 이하인 경우에는 KSD 3570에 정하는 Sch. 160을 사용할 수 있다.
- (3) 화물유탱크를 관통하는 선외배출관(빌지 또는 평형수관)
화물유탱크를 관통하여 선외배출관을 설치할 경우의 취급은 다음에 따른다.
 - (가) 비교적 소용량의 화물유탱크(슬롭탱크 등)에 대해서만 이 배관을 인정한다.
 - (나) 화물유탱크내의 관은 두께 16 mm 이상으로 하고 모든 이음은 용접이음으로 한다. 주강재 관을 사용할 경우는 관두께를 15 mm 이상으로 할 수 있다.
 - (다) 관은 적절히 굽혀서 배관하여 팽창수축에 견디도록 한다.
 - (라) 관의 내면에는 내식성이 좋은 도료를 도장한다. 다만, 전 (나)의 주강재 관을 사용할 경우는 내면 도장을 생략할 수 있다.
 - (마) 관은 선박의 진동에 견디도록 견고하게 지지하고 취항후 보수점검을 충분히 행할 수 있도록 배관한다. 또한 외관 및 격벽관의 관통부의 구조, 공작에 대해서는 특별히 신중을 기한다.
 - (바) 화물유탱크내에는 그 관의 밸브를 설치하여서는 안된다.

7. 규칙 1002.의 8항을 적용함에 있어 화물유탱크내의 측심장치에 대하여는 다음 각호의 규정에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 화물유탱크의 얼리지(ullage) 계측은 탱크의 창구덮개를 열지 않고 행할 수 있는 장치이어야 한다.
- (2) 측심관을 설치하는 경우 그의 개구단은 노출감판에 설치하고 또한 관두에는 지지장치가 붙은 차단밸브 또는 록을 설치하여야 한다.
- (3) 액면지지장치는 우리 선급이 별도로 정하는 「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」에 따라 승인된 것이어야 한다.
- (4) 고정식 불활성 가스장치를 설치한 유조선의 화물유탱크에 설치하는 액면지지장치는 밀폐식으로 고정식일 것.

1003. 화물유탱크내, 코퍼덤 및 화물유탱크에 인접한 탱크의 관장치

1. 규칙 1003.의 1항 (4)호를 적용함에 있어 측심관의 개구단은 펌프실내에 설치할 수 있다. 다만, 이 개구단의 위치가 격벽감판보다 낮은 경우에는 규칙 5편 6장 203.의 2항 (2)호의 규정에 따른다. 【규칙 참조】
2. 규칙 1003.의 2항 (2)호의 규정을 적용함에 있어 평형수탱크용 평형수관장치의 취급은 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 화물유탱크에 인접하지 않아 가스안전구역으로 정의된 평형수탱크는 가스안전구역에 설치된 펌프로 주배수 되어야 한다. 다만, 배수전용관에 체크밸브를 설치하여 연결하는 것을 조건으로 위험구역에 설치된 펌프로 배수할 수 있다.
 - (2) 화물유탱크에 인접한 평형수탱크의 평형수를 화물유탱크로 흡입하는 경우에는 화물유관과의 접속부에 스펀퍼스(혹은 맹플랜지) 및 나사조임 체크밸브를 설치한다. 또한, 비상시 이외에는 스펀퍼스를 떼어내어 두도록 주의명판을 부착하여야 한다.
3. 규칙 1003.의 2항 (3)호의 규정을 적용함에 있어 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 공기관은 다음 각호의 규정에 따른다. 【규칙 참조】
- (1) 규칙 1003.의 2항 (3)호의 “플레임스크린” 이란 다음에 적합한 것을 말한다.
 - (가) 내식성 재료로 제조된 것일 것.
 - (나) 30 × 30 메시의 내식성 와이어로 된 스크린 1매 또는 20 × 20 메시의 내식성 와이어로 된 스크린을 25.4 ± 12.7 mm의 간격으로 2매 부착한 것 혹은 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것일 것.
 - (2) 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크에 고위액면 경보장치 또는 규칙 202.의 규정에 따른 장치를 설치한 경우의 공기관의 합계 단면적은 규칙 5편 6장 201.의 4항 (1)호의 규정에 따른 단면적 또는 1,000 cm² 중 적은 값 이상으로 한다.
4. 규칙 1003.의 2항 (4)호의 규정을 적용함에 있어 화물유탱크에 인접하는 평형수탱크의 측심관의 개구단에 대해서는 1003.의 1항에 따른다. 【규칙 참조】
5. 규칙 1003.의 4항을 적용함에 있어 화물유탱크에 인접하는 연료유탱크의 측심관의 개구단에 대하여도 1003.의 1항에 따른다. 【규칙 참조】

1005. 화물유탱크에 인접하는 코퍼댐의 벤트장치 【규칙 참조】

규칙 1005.의 규정 중 “플레임스크린”이란 1003.의 4항 (1)호에 정한 것을 말한다.

1006. 기관구역, 갑판실 등의 개구 및 전기설비 등의 설치 위치 【규칙 참조】

선미에 화물유 관장치를 설치하는 경우에는 그 대기 개구단으로부터 3 m 이내는 위험구역으로 간주한다.

1007. 인화점이 60 °C를 넘는 기름만을 운송하는 선박

규칙 1007.의 6항을 적용함에 있어서 통풍장치는 환기횟수를 6회까지 감할 수 있으며, “불꽃을 발생하지 아니하는 구조”가 아니어도 좋다. 【규칙 참조】

제 11 절 유조선의 전기설비

1101. 일반 【규칙 참조】

1. 규칙 1101.의 2항 중 “반폐위구역”이라 함은 갑판 및 격벽으로 가로막아 통풍상태가 노출부와 현저히 다른 장소를 말한다.
2. 소형선에서 선수루 갑판의 일부가 규칙 1101.의 2항 (1)호 (나) (k) 및 (다) (e)에 의해 위험구역에 해당될 경우 부득이 그 장소에 방폭형 이외의 기기를 설치할 때에는 다음에 따라야 한다.
 - (1) 선수루 갑판상에 강제외 가스방벽을 설치할 것.
 - (2) 가스방벽의 높이는 상갑판상 2.4 m 이상으로서 너비는 가스방벽을 설치한 장소에서 선수루 갑판과 거의 같은 너비로 한다.
 - (3) 가스방벽에는 개구를 설치하지 말 것.
 - (4) 전기기기는 적어도 전폐 방수형으로 할 것.
3. 규칙 1101.의 2항 위험구역의 예는 다음과 같다.

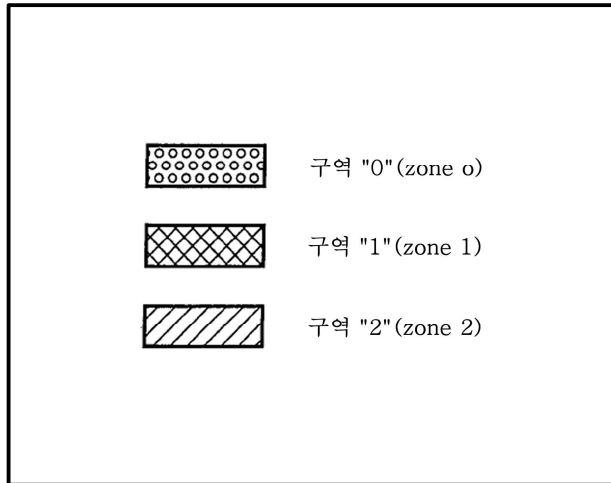


그림 7.1.33 위험구역의 분류 기호

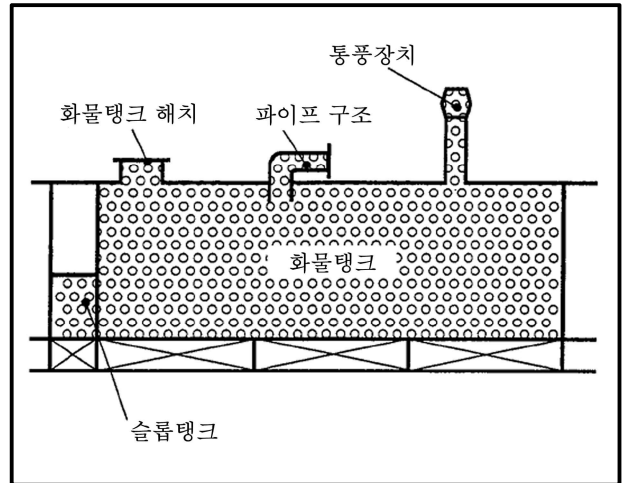


그림 7.1.34 (1) (가) 구역 "0"의 예

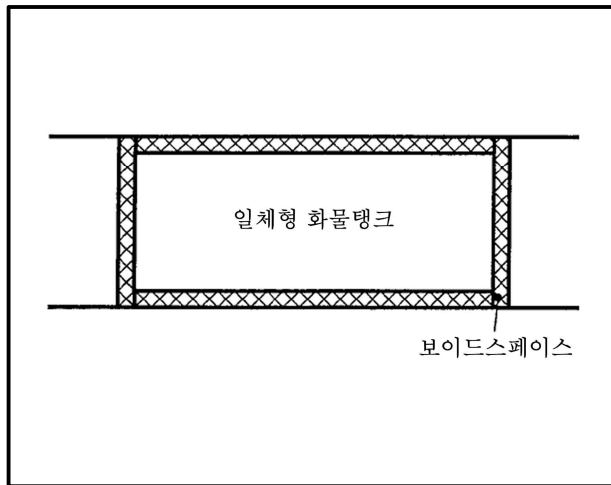


그림 7.1.35 (1) (나) 구역 "1" (a)의 예

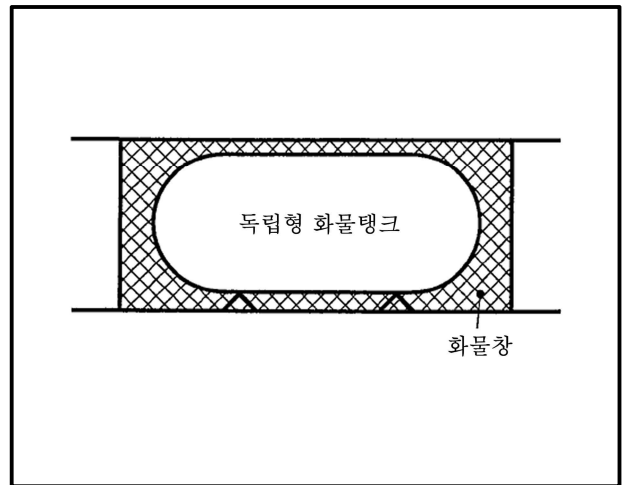


그림 7.1.36 (1) (나) 구역 "1" (b)의 예

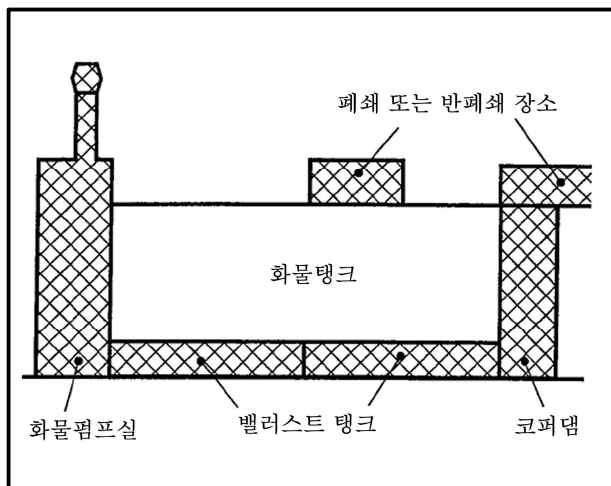


그림 7.1.37 (1) (나) 구역 "1" (c) ~ (f) 의 예

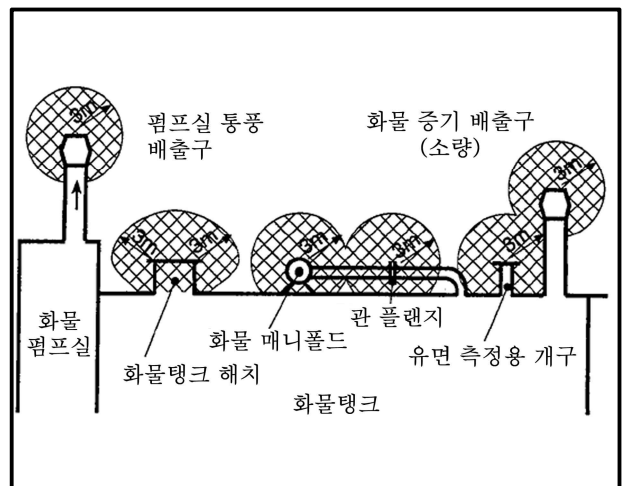


그림 7.1.38 (1) (나) 구역 "1" (g)의 예

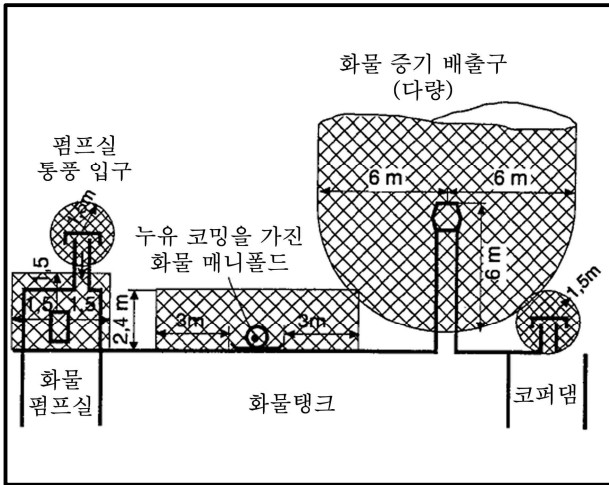


그림 7.1.39 (1) (나) 구역 "1" (h) ~ (j)의 예

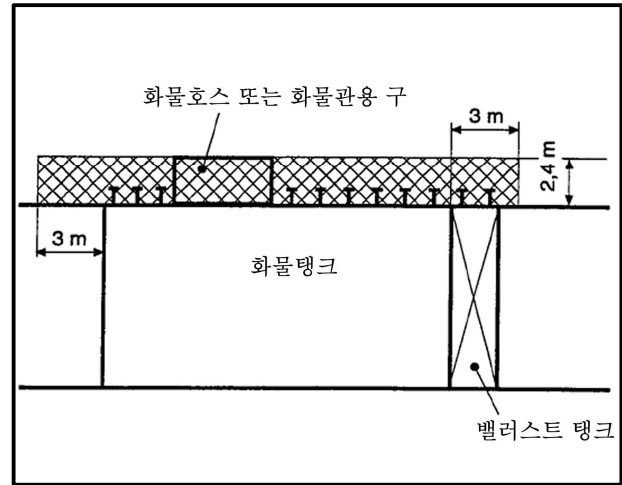


그림 7.1.40 (1) (나) 구역 "1" (k) ~ (m)의 예

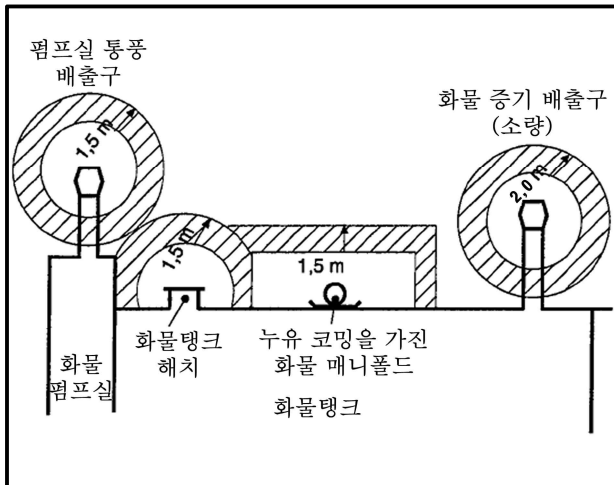


그림 7.1.41 (1) (다) 구역 "2" (a)의 예

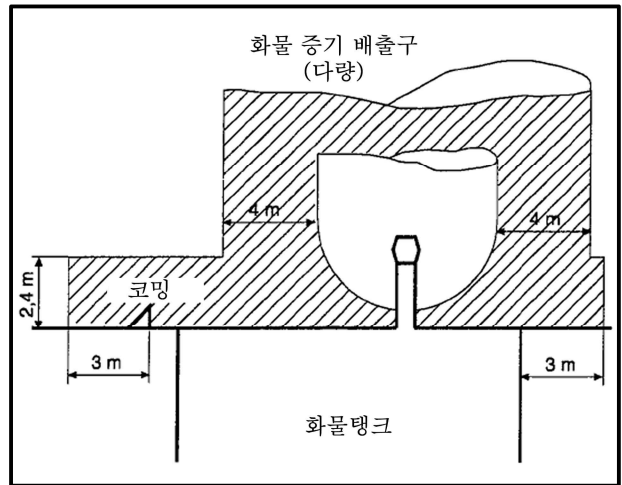


그림 7.1.42 (1) (다) 구역 "2" (b),(d),(e)의 예

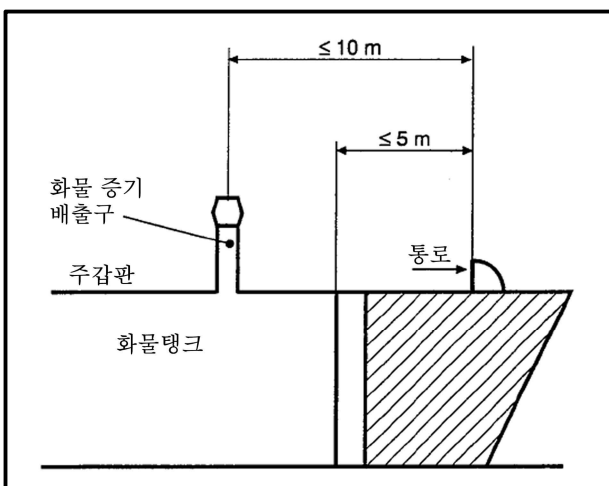


그림 7.1.43 (1) (다) 구역 "2" (f)의 예

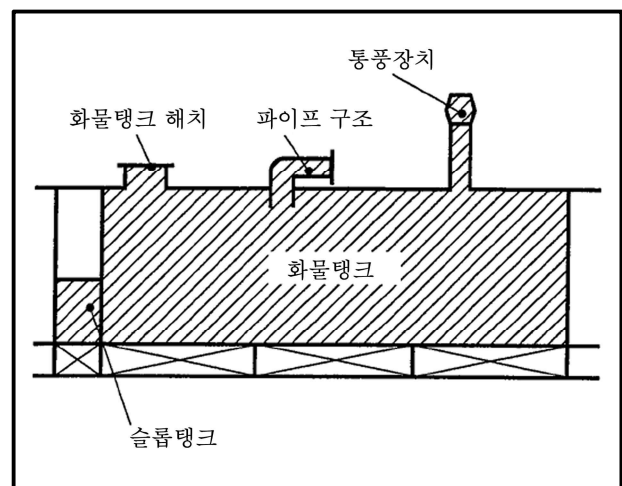


그림 7.1.44 (2) (나) 구역 "2" (a) ~ (d)의 예

4. 규칙 1101.의 3항 (2)호 (라)의 규정은 다음과 같은 회로에 적용한다. 【규칙 참조】

- (1) 무선잡음 방지용 콘덴서 회로
- (2) 본질 안전회로를 구성하는 것에 필요한 접지회로
- (3) 주기계실 등 특정한 안정구역에만 포설된 3,000 V 이상의 고압 3상 배전회로의 중심점 회로

1103. 위험장소의 전기설비 【규칙 참조】

1. 위험구역에 설치된 방폭형 기기는 (KS C) IEC 60079에 규정된 가스증기그룹 IIB, 온도등급 T3으로 분류된 폭발성 혼합기체중에 사용할 수 있는 것 또는 이것과 동등 이상으로 할 수 있다.
2. 규칙 1103.의 3항에 추가하여 다음의 요건을 만족하여야 한다.
 - (1) (2) 및 (3)호에 있어서 화물유탱크는 화물유탱크에 인접한 탱크를 포함한다.
 - (2) 애노드의 높이는 탱크의 바닥에서 애노드의 중심까지 측정하고 그 무게는 부착된 애노드와 부착장치 및 개재물을 포함시킨 것으로 한다. 그러나 알루미늄 애노드가 폭 1 m 이상의 격벽 거더 및 스트링거와 같은 수평면상에 위치하며 수평면상 75 mm 이상 돌출된 직립 플랜지 또는 페이스 플랫으로 부착되는 경우, 애노드의 높이는 그 수평면으로부터 측정한다.

1104. 정전기 제어를 위한 화물유탱크, 처리설비 및 관장치의 연결과 접지 【규칙 참조】

1. 규칙 1104.의 1, 2항을 적용함에 있어 접지접속도체가 제공되지 않은 경우에는 해당 개소의 접지 저항을 측정해 그 값이 1 MΩ이하인 것을 확인하여야 한다. ↓

제 2 장 광석운반선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. 실적경험이 없는 선박의 경우, 선수미 화물창의 구조 및 치수는 직접강도계산에 의하여 결정한다.
2. 규칙의 강도 검토시에 사용된 그래프의 최대 무게 [X]톤에 따라 특기사항부호 GRAB [X]를 부여한다.
3. 규칙 101.의 4항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 규칙 3편 1장 206.의 직접강도계산에 의한 방법에 따르거나 규칙 1편 1장 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.

제 3 절 현측탱크 또는 보이드 구역

304. 거더 【규칙 참조】

1. 전용 평형수탱크 이외의 탱크 및 구역내에서의 트랜스버스 및 계수격벽 판두께를 1mm 감한 것으로 할 수 있다. 다만, 규칙 301.을 적용하는 경우는 예외로 한다.
2. 현측탱크 또는 보이드 구역 내 트랜스버스 (l_0 , l_1 및 l_2)의 측정해당 웹브와 인접하는 웹브가 서로 직교하지 않는 경우, l 은 그림 7.2.13에 따른다.
3. 트랜스버스 및 스트럿의 구조상세는 다음의 (1)호에서 (3)호까지에 따른다.
 - (1) 일반사항
 - (가) 경감구멍을 시공하는 경우 그 크기 및 위치는 그림 7.2.14와 같이 한다.
 - (나) 종통재의 면재가 맞닿는 개소와 빌지부 등과 같이 슬롯의 간격이 좁은 경우는 슬롯에 칼라를 설치한다.
 - (다) 거더의 깊이가 규정의 깊이보다 작은 경우에는 거더의 단면계수는 규정의 단면계수에 규칙에서 정하는 거더의 깊이와 실제 거더의 깊이와의 비를 곱하여 구한다.
 - (라) 펌프실 또는 보이드 구역의 웹브두께는 디프탱크내의 웹브로서 계산된 두께에서 1mm를 감한 값으로 할 수 있다.
 - (마) 거더판 상호간의 이음은 맞댐이음으로 할 필요가 있다. 접이음으로 하는 경우는 이음에 교차하는 휨보강재를 설치할 필요가 있다.
 - (바) 트랜스버스 단부의 브래킷 부분, 크로스타이와의 결합부 등 전단응력이 높은 위치 및 압축응력이 높다고 생각되는 부분에는 휨보강재를 증설할 필요가 있으며 또한 해당부분에는 경감구멍을 시공하여서는 안된다. 필요하다면 그 부분에는 종통재 관통부의 슬롯에 칼라를 설치할 필요가 있다. 스트럿과 종통재 사이의 연결부는 강도의 연속성을 충분히 고려하여야 한다. (예, 트랜스버스 양단에는 브래킷이 제공되어야 한다.) (2019)

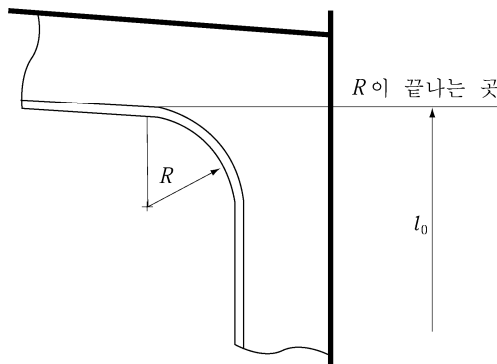
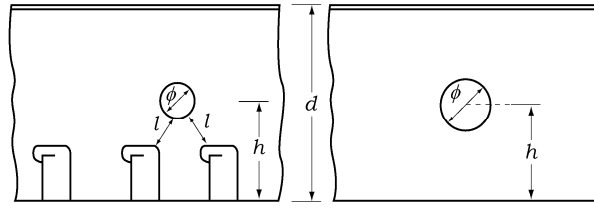


그림 7.2.13 l_0 의 측정방법



ϕ 는 $\frac{d}{4}$ 이하 ϕ 는 $\frac{d}{3}$ 이하
 h 는 $\frac{d}{2}$ 이하 h 는 $\frac{d}{2}$ 이하
 l 는 ϕ 이상

그림 7.2.14 경감구멍의 위치와 크기

- (사) 트랜스버스 면재의 이음부분 및 거더판의 이음부분에는 거더판에 스칼롭(Scallop)을 설치하여서는 안된다. 공작상 필요한 스칼롭은 용접으로 메운다. 또한 인접하는 면재는 그 치수의 급격한 변화를 피한다. (그림 7.2.15 참조)
- (아) 종늑골 및 트랜스버스의 모서리부의 곡률은 가능한 한 크게 한다.
- (자) 트랜스버스 등에 설치하는 휨보강재를 평강 대신에 산형강을 사용하는 경우는 판붙이의 단면2차모멘트를 규정과 동등한 정도로 한다.
- (차) 대형선의 선저 트랜스버스, 선측 트랜스버스, 종격벽 트랜스버스와 종늑골과의 결합부에는 각각 표 7.2.9의 범위에 대하여 트랜스버스 휨보강재의 반대쪽에 브래킷을 설치하여 트랜스버스와 종늑골을 고착하든지 또는 슬롯에 칼라를 설치하는 등 적절히 보강한다. 다만, L 이 230 m 이하인 경우에는 그 보강 범위를 적절히 참작할 수 있다. 또한 이 보강은 상기 트랜스버스류와 유사한 상황에 있는 슬롯(예를 들면 횡제수격벽 등의 슬롯)에 대하여도 이를 준용한다.

표 7.2.9 보강범위

부재	보강범위
선저 트랜스버스	결합부 전부
선측 트랜스버스	상부 크로스타이의 상부 R 이 끝나는 곳 또는 만재흘수선중 높은 곳에서부터 하방의 결합부 전부. 다만 L 이 300 m 이상인 경우는 상기의 상방까지도 이에 준하여 보강할 것을 권장한다.
종격벽 트랜스버스	상부 크로스타이의 상부 R 이 끝나는 곳 이하의 결합부 전부

- (2) 늑판 위치에서의 내저판과 종격벽판과의 교차부의 구조 (built-up 구조)는 다음의 (가) 및 (나)에 따른다.
 - (가) 현측탱크 트랜스버스 교차부의 스칼롭은 메우든지 또는 칼라판으로 막을 것 (그림 7.2.16 참조)
 - (나) 현측탱크 트랜스버스에는 내저판의 연장선상에 거싯판을 설치할 것 (그림 7.2.16 참조)

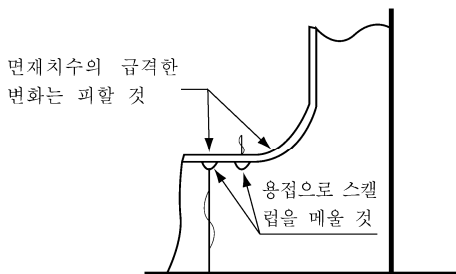


그림 7.2.15

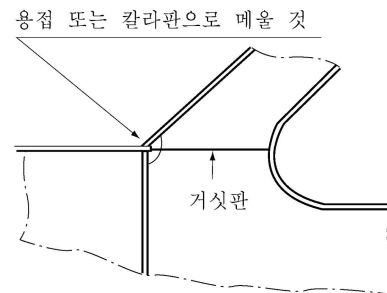


그림 7.2.16

제 5 절 현측탱크의 상대변형

501. 현측탱크의 상대변형 【규칙 참조】

1. 종격벽이 경사진 경우에는 그림 7.2.17과 같이 사선부의 면적이 서로 같게 되도록 한다.

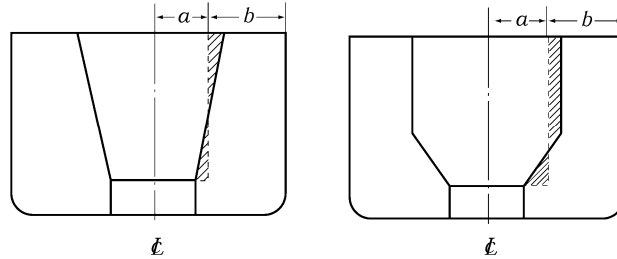


그림 7.2.17

2. 상대변형의 값이 규칙에 의한 한계치를 초과할 경우의 특별고려 및 평균 판두께의 결정방법은 다음의 (1) 및 (2)에 따른다.

(1) 한계치를 넘는 경우의 특별고려

동등효력이 있음을 증명할 수 있는 충분한 자료를 제출할 필요가 있다.

(2) 식 중의 평균두께

규칙 501.의 식 중 평균두께 t 는 다음에 따른다.

$$t = \frac{\sum l_i t_i}{\sum l_i}$$

l_i 및 t_i : 다음 각호의 규정에 따른다.

(가) 횡격벽 및 개구를 가진 제수격벽 : 그림 7.2.18과 같이 탱크너비의 중앙에서 격벽판의 각 판의 두께 및 너비를 정한다.

(나) 트랜스버스 링 및 트랜스버스 링 형식의 제수격벽 : 그림 7.2.19와 같이 탱크너비의 중앙에서 판두께 및 깊이 방향의 길이를 정하며, 부재가 없는 경우에는 종격벽측에서 각각 정한다.

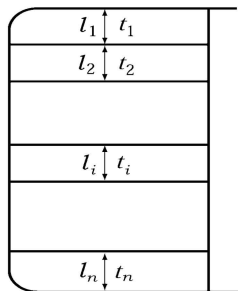


그림 7.2.18

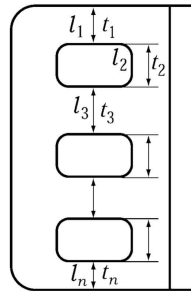


그림 7.2.19

제 7 절 광석운반선 겸 유조선

701. 일반사항 【규칙 참조】

1. 일반사항

광석운반선 겸 유조선의 구조, 배치 및 의장에 대하여는 규칙 701.의 2항 규정 이외에 다음에 따른다.

- (1) 관장치에 대하여는 다음 3항에 따른다.
- (2) 광석창 겸 화물유 탱크의 길이는 3편 15장 103.의 1항에 따른다.
- (3) 인화점이 60°C 이하의 기름을 운송하는 화물유 탱크(광석겸용 화물유 탱크 포함)와 인화점이 60°C 이하의 기름을 운송하기 위한 구조 및 설비를 가지지 아니하는 구획과의 사이의 격벽 및 갑판에는 하역을 위한 어떠한 개구도 설치하여서는 안된다.
- (4) 광석운반선으로 사용할 때에는 슬롭탱크를 제외한 모든 탱크는 가스를 제거한 상태로 한다.
- (5) 화물유 탱크의 청소 및 가스제거장치, 소요시간 등에 대한 계획서를 참고용으로 우리 선급에 제출할 필요가 있다.
- (6) 광석운반선겸 유조선의 도면승인시는 유조선으로부터 광석운반선 및 광선운반선으로부터 유조선으로 사용목적을 변경할 때의 공사 및 작업에 대한 주의사항을 본선에 제공하고 그 사본을 우리 선급에 제출할 필요가 있다.

2. 펌프실 구조

(1) 광석운반선겸 유조선의 펌프실 선저구조는 구조부재의 연속성에 특별히 주의하여야 한다.

(가) 화물창내 종격벽을 가능한 한 후방으로 연장한다. 종격벽상에 화물창내 내저판과 같은 위치에 수평거더를 설치한다. 이 거더의 두께는 내저판과 같은 두께로 한다.

(나) 중심선 거더

높이 : 화물창내 이중저와 같은 높이

두께 : 화물창내 중심선 거더와 같은 두께

(다) 측거더

수 : $b \leq 15$ m 일 때 ----- 한쪽 현 2조

$b > 15$ m 일 때 ----- 한쪽 현 3조

두께 : 중심선 거더와 같은 두께

높이 : 기관실 이중저의 높이 이상, 가능한 한 높게 할 것을 권장한다.

(라) 거더 면재의 단면적

거더의 면재의 합계단면적(종격벽상의 수평거더의 전단면적을 포함하여도 좋다)은 화물창내 내저판의 단면적의 35% 이상으로 한다.

(마) 선저중능골

선저중능골의 단면계수 Z 는 규칙 1장 302.에서 규정된 선저중능골에 10% 증가한 것으로 한다. 다만 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 290 d S \quad (\text{cm}^3)$$

d : 흘수 (m).

S : 중능골의 간격 (m).

(바) 측거더의 생략

펌프실 위치의 선저외판을 규정에 의한 두께(테이퍼를 포함) 보다 2 mm 증가시킨 경우에는 상기 (다)의 측거더를 1조 생략할 수 있다.

(사) 펌프실 위치의 강력갑판에 고장력강을 사용하는 경우에는 그곳의 갑판단면적을 규정에 의한 단면적보다 약간 증가시킬 필요가 있다.

3. 관장치

(1) 적용

이 규정은 기름 및 고체화물을 교대로 적재하여 산적운송하고자 하는 선박의 관장치 및 벤트장치에 대하여 적용한다.

(2) 용어의 정의

(가) 겸용선 : 규칙 701.의 1항에서 규정하는 광석운반선겸 유조선 및 규칙 3장 801.의 1항에서 규정하는 산적화물선겸 유조선을 말한다.

(나) 슬롭탱크 : 주로 화물유탱크 세정후의 빌지의 저장 및 화물유적재의 목적으로 설치된 탱크로서 광석운반선 또는 산적화물선으로서 운항중에도 인화점 60°C 이하인 기름을 적재하려고 계획된 탱크를 말한다.

- (다) 겸용창 : 광석운반 또는 산적화물선으로 운항중에는 고체화물 적재창, 유조선으로서 운항중에는 화물유탱크로 되는 구획을 말한다.
 - (라) 평형수겸용창 : 유조선으로서 운항중에는 화물유탱크에 인접하여 전용평형수 탱크로 되고, 광석운반선 또는 산적화물선으로서 운항중에는 고체화물 적재창으로 되는 구획을 말한다.
 - (마) 고체화물 전용창 : 유조선으로서 운항중에는 화물탱크에 인접하는 보이드 구역으로 되고, 광석운반선 또는 산적화물선으로 운항중에는 고체화물 적재창으로 되는 구획을 말한다.
 - (바) 겸용탱크 : 유조선으로서 운항중에는 화물유탱크로 되고, 광석운반선 또는 산적화물선으로서 운항중에는 평형수 탱크(보이드 스페이스로 사용되는 경우도 포함한다)로 되는 탱크를 말한다.
 - (사) 평형수 전용탱크 : 유조선으로 운항중에는 화물유탱크에 인접하는 구획으로 되고, 광석운반선, 산적화물선 또는 유조선 어느 용도로 운항중에도 평형수 전용탱크로 되는 탱크를 말한다.
 - (아) 화물창 : 겸용창, 평형수겸용창 및 고체화물전용창을 총괄하여 표시하는 경우를 말한다.
 - (자) 화물유탱크 : 겸용창, 겸용탱크 및 슬롭탱크를 총괄하여 표시하는 경우를 말한다.
- (3) 발지관장치
- (가) 화물창의 발지관장치는 기관실로 유도하여서는 안된다. 또한 발지펌프는 화물유탱크와 겸용할 수 있으며 발지관장치로서 사용하는 펌프실내의 화물유관장치에 대하여는 **규칙 5편 6장 404. 및 405.**의 규정에 따른다.
 - (나) 화물창의 발지흡입관
 - (a) 화물유관이 2계통(주관과 스트리핑관 등) 이상 또는 겸용탱크와 화물창이 다른 계통으로 배관되는 등 광석운반선 또는 산적화물선으로서 운항중 전부 또는 임의로 선택한 겸용탱크 및 화물창의 액체를 동시에 흡입배출(겸용탱크의 경우는 평형수의 주입도 해당)이 가능하도록 배관되어 있는 경우는 화물유관을 화물창의 발지흡입관으로서 사용할 수 있다. 또한 발지흡입관으로 되는 관은 발지흡입관으로서의 규정치를 이상이어야 한다.
 - (b) 발지흡입관 전용의 경우에는 펌프실에 발지흡입전용의 펌프를 설치하거나, 또는 펌프실에서 발지흡입관을 화물유탱크에 접속할 수 있다. 발지펌프를 화물유탱크와 겸용하는 경우에는 발지관과 화물유관의 연결부에는 스톱밸브 및 스톱 체크밸브를 설치하여야 한다.
 - (다) 화물창의 발지흡입구
 - (a) 화물창의 후단에는 원칙적으로 각현에 1개의 발지흡입구를 설치하여야 한다. 또한 화물창이 1개인 선박으로서 그 길이가 66m를 넘는 경우에는 전방의 적절한 위치에도 발지흡입구를 증설하여야 한다.
 - (b) 발지웰은 그 덮개에 고체화물이 직접 닿지 않는 장소에 설치하고 고체화물의 분말 등으로 발지흡입구가 쉽게 막히지 않도록 로즈박스를 설치하는 등 적절한 방법을 강구하여야 한다.
 - (c) 겸용창 또는 평형수 겸용창의 발지웰은 화물유탱크 흡입용 웰과 겸용할 경우를 제외하고 유조선으로서 사용할 때에는 이 웰을 가림판(cover plate)으로 폐쇄하든가 또는 발지흡입관의 개구단을 맹플랜지(blind flange)로 폐쇄한다.
 - (라) 발지흡입지관

전용의 발지흡입관의 경우 발지흡입관에 대하여는 전 (다)외에 **규칙 5편 6장 4절**의 규정에 따른다. 광석운반선 겸 유조선의 화물창 발지를 흡입하기 위한 발지흡입지관의 안지름을 정할 때에는 B 대신에 화물창의 평균너비를 사용하여도 좋다. 화물유관과 겸용하거나, 또는 에덕터에 의한 발지흡입지관에 대하여는 전 (나) 및 (다) 외에 **표 7.2.10**에 따른다.

표 7.2.10 화물창의 발지흡입장치 (겸용관장치 또는 에덕터)

광석창의 종류	발지흡입주관	발지흡입주관	발지웰	밸브, 멩플랜지의 설비 ⁽³⁾
겸용창	화물유주관과 겸용	전용	전용	지관에는 스톱 체크밸브. 개구단에는 멩판 ⁽¹⁾
		일부겸용 ⁽²⁾	전용 ⁽²⁾	발지흡입지관에 스톱 체크밸브 및 멩플랜지
	에덕터사용	—	전용	지관에 스톱 체크밸브
평형수 겸용창	화물유주관과 겸용	전용	전용	지관에 스톱 체크밸브. 개구단에 멩판
	에덕터사용	—	—	흡입측에 스톱 체크밸브. 개구단에 멩판
고체화물 전용창	화물유주관과 겸용	전용	전용	지관에 스톱밸브 및 스톱 체크밸브
	에덕터사용	—	전용	지관에 스톱 체크밸브

(비고)
 (1) 웰을 가림판으로 폐쇄하거나, 또는 멩플랜지로 개구단을 폐쇄한다.
 (2) 그림 7.2.20의 예에 따른다.
 (3) 밸브는 격벽갑판상에서 항상 조작할 수 있는 것일 것.

(4) 화물유관장치

- (가) (5)호에 정하는 슬롭탱크에 배관되어 있어 화물유관을 제외한 다른 화물유관장치는 광석운반선 또는 산적화물선으로서 사용할 경우에는 완전히 가스프리 상태로 하여야 한다.
- (나) 겸용창의 화물유 흡입구는 발지흡입구와 겸용하는 경우를 제외하고, 광석운반선 또는 산적화물선으로서 사용할 때에는 화물유 흡입관의 개구단을 멩플랜지로 폐쇄하거나 또는 웰을 가림판으로 폐쇄한다.
- (다) 광석운반선 또는 산적화물선으로 사용중에 내부에 슬롭을 적재하는 슬롭탱크와 화물유 펌프실과를 연결하는 관장치에는 차단장치를 설치하여야 한다. 이 차단장치는 밸브 및 스펙터클플랜지 또는 밸브 및 적당한 멩플랜지를 가진 스플피스로 구성된 것이어야 한다. 또한 이 차단장치는 슬롭탱크에 인접한 위치에 설치하여서는 아니되며 부득이한 경우에는 화물유 펌프실내의 관의 격벽관통부의 직후 위치에 설치하여도 좋다. (그림 7.2.21 참조)

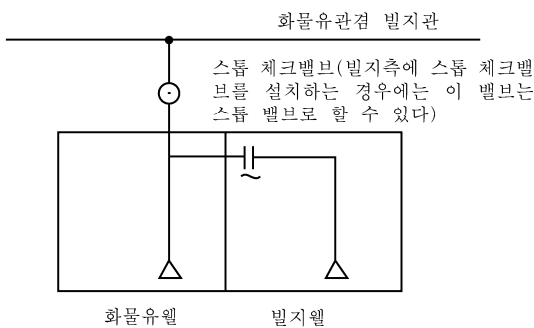


그림 7.2.20 겸용창의 발지흡입장치의 예

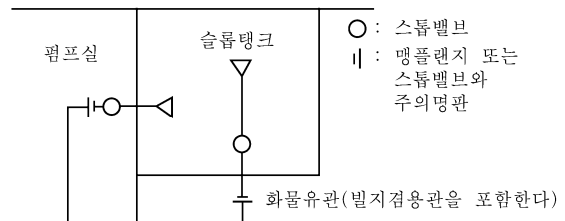


그림 7.2.21 슬롭탱크의 배관 예

- (라) 광석운반선 또는 산적화물선으로 사용중에 슬롭탱크내의 내용물을 노출감판상으로 직접 배출할 수 있는 독립의 펌프 및 관장치를 설치하여야 한다.
 - (마) 갑판하의 화물유관은 현측 화물유 탱크내에 배치하거나 또는 충분히 청소 및 통풍이 될 수 있고 또한 우리 선급이 인정하는 별도의 탱크내에 배치하여야 한다.
- (5) 벤트관장치
- (가) 슬롭탱크를 설치하지 아니하는 겸용선에는 규칙 1004.의 일반 유조선의 화물유탱크의 벤트관장치 규정에 따른다.
 - (나) 슬롭탱크를 설치하는 경우에 슬롭탱크의 벤트관은 광석운반선 또는 산적화물선으로서 사용되고 있을 경우에도 인화점 60 °C 이하의 기름을 적재하더라도 위험하지 않도록 적절한 장소에서 대기로 배출되도록 하여야 한다. 또한 슬롭탱크와 화물유탱크의 벤트관을 공통의 벤트관에 유도할 때는 광석운반선 또는 산적화물선으로 사용중에도 슬롭탱크내의 화물가스를 다른 구획에 유입시키지 않도록 절환장치를 설치하여야 한다. 일반적으로 이 절환장치에는 맨플랜지의 스톱밸브를 사용할 수 있다.
 - (다) 모든 화물구역 및 화물구역에 인접하는 폐위된 구역에는 기계식 통풍장치를 설치하여야 하며, 이 통풍장치는 이동식 송풍기로 대신하여도 좋다. ↓

제 3 장 산적화물선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. Chip carrier, Log/Timber carrier 등과 같이 산적화물선과 유사한 구조를 갖는 선박은 규칙 3장의 규정을 준용한다.

103. 직접강도계산 【규칙 참조】

- 직접강도계산에 따라 산적화물선의 구조부재의 치수를 정하는 경우에는 3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침에 따른다.

제 3 절 이중저구조

301. 일반 【규칙 참조】

1. 벌지호퍼의 경사판의 경사각이 큰 경우 및 이중선측구조인 경우의 규칙중의 k 값을 정함에 있어 벌지호퍼의 수평면에 대한 화물창에 면하지 않는 측의 경사각 β 가 60° 를 넘는 경우의 k 의 값은 β 를 60° 로 가정하여 규칙 301.의 4항의 식에 의하여 구하여지는 값으로 한다. 또한, 선측이 이중구조인 경우의 k 의 값은 이 식에 의한 값에 0.7을 곱한 값으로 할 수 있다.
2. 화물창의 길이 l_h 의 측정 방법
규칙 301.의 4항의 식에 있어서 화물창의 길이 l_h 는 횡격벽 하부스틀의 수평면에 대한 화물창에 면하지 않는 측의 경사각이 60° 미만인 경우는 횡격벽 하부스틀의 상단을 통하여 이 경사각이 60° 를 이루는 선과 내저판과의 교점간의 거리(m)로 한다.

302. 중심선거더 및 측거더 【규칙 참조】

1. 특히 큰 건현을 가지는 선박의 중심선거더의 높이는 규칙 표 7.3.2의 식 중 D 대신에 가상건현갑판까지의 깊이 D' 를 사용하여 계산되는 값까지 감소시킨 것으로 할 수 있다. 다만, 어떠한 경우에도 $B/20$ 미만으로 하여서는 안된다.
2. 부분중간 측거더의 두께
규칙 표 7.3.2의 비교에 있어서 부분중간 측거더의 두께 t 는 다음 중 큰 것 이상으로 한다.

- (1) 규칙 106.에 규정된 최소두께

- (2) $t = \frac{C_1'' d_2}{1000} + 2.5$ (mm)

d_2 : 규칙 표 7.3.2에 따른다.

C_1'' : 표 7.3.1에 따른다.

S_1 : 규칙 표 7.3.2에 따른다.

표 7.3.1 계수 C_1''

S_1/d_2	C_1''
0.3 이하	3.0
0.4	3.5
0.5	4.3
0.6	5.1
0.7	5.8
0.8	6.5
0.9	7.0
1.0	7.4
1.2	8.0
1.4	8.4
1.6 이상	8.6
(비고) S_1/d_2 이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.	

3. 규칙 표 7.3.2 및 304.의 1항의 규정 중 “길이가 특히 짧은 화물창”이란 인접 화물창의 길이의 0.3배 이하인 화물창을 말한다.
4. 발지호퍼의 경사판 직하의 측거더의 두께를 정하는 경우 규칙 표 7.3.2의 식 중 S 는 그림 7.3.1와 같이 측정한 것을 표준으로 한다. 또한, 해당 측거더의 유효단면적을 계산하는 경우는 그림 7.3.1에 표시한 l 의 범위의 경사판에 대하여 다음 식에 의한 단면적을 해당 측거더의 유효단면적에 산입할 수 있다.

$$A = 10 \sum h_i t_i \left(1 - \frac{\theta}{90} \right) \quad (\text{cm}^2)$$

- h_i : 경사판의 높이.
- t_i : 경사판의 두께로부터 2.5 mm를 뺀 두께(mm).
- θ : 선측외판과 발지호퍼 경사판과 이루는 각(도).

303. 늑판 【규칙 참조】

1. 부분중간 늑판의 두께

- (1) 규칙 표 7.3.3의 비고에 있어서 부분중간 늑판의 두께는 다음 중 큰 것 이상으로 할 수 있다.
 - (가) 규칙 106.에 규정된 최소두께.
 - (나) 규칙 표 7.3.3에서 S 를 0.6배하여 규정된 두께.

304. 내저판 【규칙 참조】

규칙 304.의 1항을 적용함에 있어 길이가 특히 짧은 화물창에 대하여는 302.의 3항에 따른다.

305. 선저 및 내저중늑골 【규칙 참조】

규칙 305.를 적용함에 있어서 늑판에 설치하는 수직형강 및 스트럿의 너비가 특별히 클 때에는 규칙 표 7.3.5의 계수 C 에 3편 7장 403.의 2항에 의한 수정을 할 수 있다.

제 4 절 호퍼탱크

401. 일반 【규칙 참조】

호퍼 전후단에는 늑판을 설치하고 또한 기관실내의 정판을 호퍼내에 2늑골간격 정도 연장하여 전후부의 연속성을 유지할 필요가 있다.

402. 경사판의 두께 【규칙 참조】

1. 호퍼의 경사판에 횡 휨보강재를 설치하는 경우의 경사판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 할 필요가 있다.

$$t = 9.6S + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 횡 휨보강재의 간격 (m).

다만, 이 경우 선체횡단면 단면계수 계산에 있어서 경사판의 두께로서는 실제의 두께와 상기의 식에 의한 두께와의 비가 1.0인 경우는 0.5를, 2.0이상의 경우는 1.0을, 이들의 중간 값에 대하여는 보간법에 의한 값을 각각 실제의 두께로 곱한 두께를 산입한다.

2. 내저판과 호퍼의 경사판과의 교차부의 구조는 다음과 같이 한다.

(1) 늑판이 설치되어 있는 곳에는 다음 중 어느 쪽으로 할 필요가 있다.

(가) 호퍼 트랜스버스 교차부의 Scallop은 메우든지 또는 Collar plate로 막을 것. (그림 7.3.2 참조)

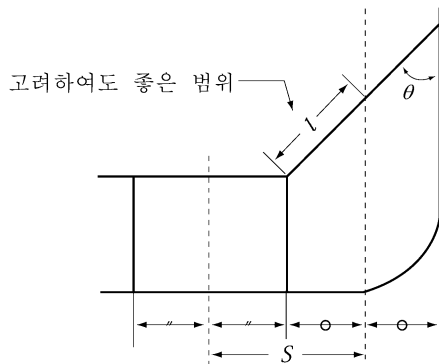


그림 7.3.1 S의 측정방법

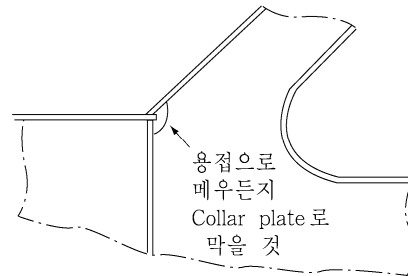


그림 7.3.2

(나) 호퍼의 트랜스버스에는 내저판의 연장선상에 거싯판을 설치할 것. (그림 7.3.3 참조)

(2) 늑판의 간격이 2m 이상인 경우는 늑판 사이의 중앙에 경사판 직하 측거터에 인접하는 내저중늑골 및 경사판 중늑골에 도달하는 보강재를 설치할 필요가 있다. (그림 7.3.4 참조)

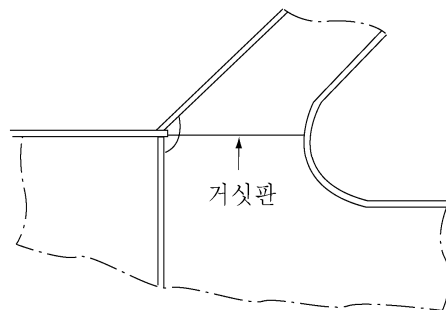


그림 7.3.3

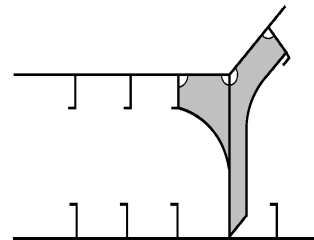


그림 7.3.4

제 5 절 톱사이드 탱크

502. 경사판의 두께 【규칙 참조】

톱사이드 탱크의 경사판에 횡 휨보강재를 설치하는 경우 경사판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$t = 12 S + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 횡 휨보강재의 간격 (m).

다만, 이 경우 선체횡단면 단면계수 계산에 있어서 경사판의 두께로서는 실제의 두께와 상기의 식에 의한 두께와의 비가 1.0인 경우는 0.5를, 2.0 이상의 경우는 1.0을, 이들의 중간 값에 대하여는 보간법에 의한 값을 각각 실제의 두께로 공급한 두께를 산입한다.

507. 큰 톱사이드 탱크 【규칙 참조】

중통 막판(diaphragm)에 횡 휨보강재를 설치하는 경우의 막판 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$t = 12.8S + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 횡 휨보강재의 간격 (m).

다만, 이 경우 선체횡단면 단면계수 계산에 있어서 막판의 두께로서는 실제의 두께와 상기 식에 의한 두께와의 비가 1.0인 경우는 0.5를, 2.0 이상의 경우는 1.0을, 이들의 중간 값에 대하여는 보간법에 의한 값을 각각 실제의 두께로 공급한 두께를 산입한다.

제 6 절 횡격벽 및 스텔

601. 횡격벽 【규칙 참조】

하부 스텔이 없는 횡격벽의 최하부에 사용하는 판의 두께는 규정의 식에 의한 값에 1 mm를 더한 것 이상으로 할 필요가 있다.

제 7 절 선창내 늑골

702. 늑골상하단의 고착 【규칙 참조】

늑골의 상하단에 있어서 톱사이드 탱크 또는 빌지호퍼와의 고착은 그림 7.3.5 및 7.3.6의 예와 같이 한다.

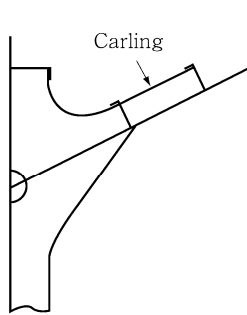


그림 7.3.5

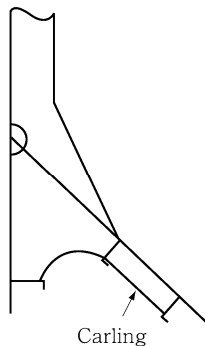


그림 7.3.6

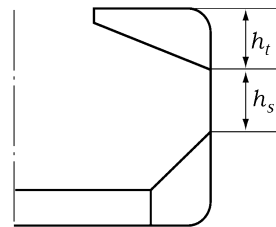


그림 7.3.7

제 8 절 갑판 및 외판

801. 갑판구 측선밖 갑판 【규칙 참조】

톱사이드 탱크가 없어지는 부분의 갑판구 측선밖 갑판의 유효단면적 A 는 다음 식에 의한 값으로부터 Taper시켜 정할 필요가 있다.

$$A = \left(1 + \frac{A_t}{2A_d}\right) A_d$$

A_t : 선박의 중앙부에 있어서 톱사이드 탱크의 경사판의 유효단면적.

A_d : 선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 규정의 유효단면적.

802. 갑판구 측선안 갑판 【규칙 참조】

갑판구 측선안 갑판을 종식구조로 하는 경우의 갑판두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다.

$$t = 1.69 \sqrt[3]{\frac{F}{l} S^2} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 종횡보강재의 간격 (m).

l : 갑판구 측선안 갑판의 길이 (m).

$$F = F_1 + F_2 \quad (\text{kN})$$

$$F_1 = 0.49 h_i^2 (\alpha + 1)^2 (l_1 + l_2) \quad (\text{kN})$$

$$F_2 = 0.26 L B C_b \quad (\text{kN})$$

$$\alpha = \frac{h_s}{h_i}$$

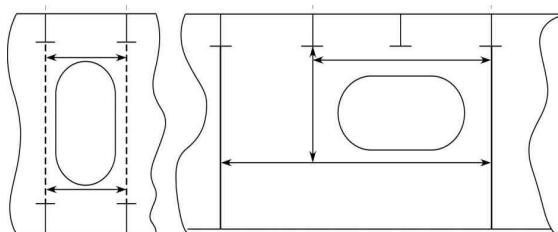
h_i 및 h_s : 톱사이드 탱크의 경사판과 선측외판과의 교점으로부터 D 의 상단점에 달하는 수직거리(m) 및 동 교점으로부터 빌지호퍼의 경사판과 선측외판과의 교점에 이르는 수직거리(m). (그림 7.3.7 참조)

l_1 및 l_2 : 해당 갑판구 측선안 갑판의 전후의 화물창의 길이 (m). 다만, 화물창의 길이는 격벽사이의 거리로 한다.

제 11 절 화물창 침수를 고려한 산적화물선에 대한 화물창의 허용적재하중

1103. 이중저의 전단능력 【규칙 참조】

규칙 1103.의 6항 및 7항에서 “우리 선급이 인정하는 경우”라 함은 개구가 링 보강재(ring stiffener) 또는 아래 그림과 같이 추가의 보강재에 의해 보강된 경우를 말한다.



제 14 절 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치

1402. 적용 【규칙 참조】

규칙 1402.의 2항을 적용함에 있어서 “적당한 폭”이란 해당 수밀구획의 어느 위치에 있어서도 선내측의 격벽과 선체의 판과의 거리가 760 mm 이상을 의미하며, 선측외판에 대해서 법선방향으로 측정한다.

제 15 절 화물창에 액체를 적재하는 경우에 대한 추가규정

1501. 일반 【규칙 참조】

1. 화물창을 평형수탱크로 사용하는 경우 평형수의 동하중에 의한 충격이 발생하지 않도록 항해중에 항상 공창 또는 만재상태로 할 필요가 있다.
2. 화물창에 평형수를 적재하는 경우 또는 2항구 화물적재 등의 특수한 적재상태의 경우, 화물창에 있어서 이중저구조의 각 부재치수는 **규칙 3절**의 규정에 따르는 외에 해당하는 각 식을 다음과 같이 수정하여 정한 것 이상으로 할 필요가 있다.

- (1) 식 중의 계획만재흘수 d 대신에 고려하고 있는 상태의 흘수 d_b 를 사용한다.
- (2) 식 중의 계수 a 의 값은 화물창이 적하창 또는 공창의 각각에 대하여 다음 식에 의하여 정한 값과 $0.45 + 0.026L'/d$ 중 큰 것으로 한다. 또한 화물창에 평형수를 적재하고 있는 경우 또는 2항구의 화물적재 등 특수한 적재상태에 대하여 취항항로의 대상에 따라 특히 우리 선급이 인정하는 경우에는 파랑하중을 적절히 참작할 수 있다.

$$\text{적하창} : a = h\gamma/d_b - (1 - 0.026L'/d_b)$$

$$\text{취항상태에서 공창으로 되는 화물창} : a = 1 + 0.026L'/d_b$$

γ : **규칙 301**.의 3항의 규정에 따른다.

L' : **규칙 표 7.3.2**에 따른다.

- (3) **규칙 표 7.3.2**에 규정하는 식 중의 계수 n 의 값은 다음 식에 의한 값을 이용한다. 다만, B/l_h 가 1.8 이상일 때는 1.8로 하고 0.5 미만의 경우는 0.5로 한다.

$$n = \frac{1}{3} \left\{ a \left(2 - \frac{B}{l_h} \right) + 5 - \frac{B}{l_h} \right\}$$

l_h : **규칙 301**.의 4항에 따른다.

a : 인접 화물창에 있어서 이중저에 작용하는 단위면적당의 적하하중과 **규칙 표 7.3.2**에 규정하는 변동수압을 고려한 선저수압과의 하중차를 해당 화물창에 있어서 같은 하중차이로 나눈 값으로서 생각하여 선저수압에 따르는 것 중 큰 것. 다만 a 는 -1 이상 1 이하로 한다.

1502. 화물유를 반만 실는 경우 【규칙 참조】

선체의 중요 및 횡요와 반만 적재된 화물창내 화물유와의 동조를 피할 수 없는 경우에는 중요일 때에는 횡격벽, 횡요일 때는 톱사이드 탱크의 경사판, 동조시의 수위부근의 판, 횡보강재 및 거더의 치수는 해당하는 각 규정의 식에서 h 를 **표 7.3.2**에 의하여 계산되는 값을 사용하여 정한 것 미만으로 하여서는 안된다.

표 7.3.2 h의 값

h (m)	
중요	$h = h_1 + 0.1 l + 0.77 \frac{h_1}{h_2} \left(1 - \frac{h_1}{h_2} \right)$
형요	$h = 0.4B \left\{ \frac{3 \times \frac{h_1}{h_2} + 0.6}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{x}{l_s} \right)^2 \right]^2 + \left[17 \left(\frac{h_1}{h_2} - 0.45 \right)^2 + 0.12 \right] \left(\frac{x}{l_s} \right)^2}} - 9.69 \left(0.7 - \frac{h_1}{h_2} \right) \left(0.3 - \frac{h_1}{h_2} \right) \right\}$
<p>h_1 : 내저판 상면으로부터 그때의 수위 (m). h_2 : 내저판 상면으로부터 선체중심선에 있어서 상갑판까지의 수직거리 (m). l : 화물창의 길이 (횡격벽 사이의 거리). l_s : 선측외판과 빌지호퍼의 경사판과의 교점으로부터 선측외판과 톱사이드 랭크의 경사판과의 교점까지의 수직거리 (m). x : 선측외판과 빌지호퍼의 경사판과의 교점으로부터 고려하고 있는 부재까지의 수직거리 (m).</p>	

제 16 절 석탄운반선의 전기설비

1603. 전기설비 【규칙 참조】

1. 규칙 1603.의 1항 (2)호의 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 방폭형” 으로는 일반적으로 규칙 6편 1장 9절의 규정에 적합한 것으로서 발화도 G4, 폭발등급 d1(또는 (KS C)IEC 60079에 규정된 가스증기그룹 II A, 온도등급 T4) 이상의 내압(耐壓) 방폭구조, 본질안전방폭구조 및 내압방폭구조인 것으로 탄가루 가운데서 안전하게 사용할 수 있는 것이어야 한다.
2. 화물창내에 설치한 전기기기에 이르는 케이블은 일반적으로 무기절연 동피복 케이블, 납피복 외장케이블 또는 비금속 피복외장 케이블로 하여야 한다.
3. 규칙 1603.의 2항의 화물창에 인접한 구획의 전기설비 규정중 우리 선급이 적절하다고 인정한 방폭형이란 규칙 1602.의 1항에 따른다.
4. 규칙 1603.의 3항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정한 것” 이란 일반적으로 규칙 6편 1장 9절 및 (KS C)IEC 60079 시리즈의 규정에 적합한 것을 말한다.

제 17 절 단일 선측구조 산적화물선 및 OBO 운반선의 늑골 및 브래킷의 강제교체 기준

1701. 적용 및 정의

규칙 1701.의 9항의 통상구조가 아닌 선측구조 배치 및 늑골에 대하여 유한요소, 기타의 수치해석 또는 직접 계산절차를 적용 할 경우의 해석 및 강도평가 기준은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 【규칙 참조】

1702. 교체 또는 기타 조치 【규칙 참조】

1. 하부 브래킷의 플랜지

규칙 1702.의 1항 (2) (가) (a)를 적용함에 있어서 하부 브래킷은 플랜지를 가지는 형식이어야 한다. 다음의 경우에 있어서의 하부 브래킷에도 플랜지를 부착하여야 한다.

 - (1) 설계단계에서 플랜지가 부착되어 있지 않아 규칙에 의해 플랜지를 부착하는 경우에는 적절한 호퍼 이면구보 및 이면구조와 브래킷과의 얼라인(align)에 주의 하여야 한다.
 - (2) 설계단계에서 플랜지가 없는 비 일체형 하부 브래킷이 부착된 경우에는 규칙 1704.의 4항 굽힘강도를 만족하는 플랜지를 부착하여야 하며, 브래킷 플랜지의 최대 폭은 늑골 플랜지의 최대 폭보다 커야한다.
2. 선측늑골 단면 b)에서의 $t_{REN,d/t}$ 보다 작은 t_M

규칙 그림 7.3.23의 단면 b)에서의 $t_{REN,d/t}$ 및 측정값 t_M 의 비교를 위해서는 구역 B에서의 값을 근거로 하여야 한다.

3. 트리핑 브래킷

- (1) 기 부착된 2개의 트리핑 브래킷의 위치가 규칙에 적합하지 않은 경우, 즉 호퍼판과 외판과의 교점에서 A 구역 상방으로 $h/3$ 보다 낮은 위치에 한개, $2h/3$ 보다 낮은 위치에 한개가 부착된 경우에도 트리핑 브래킷의 두께가 늑골웹브의 두께보다 작지 않다는 조건으로 규칙 1702.의 1항 (2) (가) (b)의 관련규정에 적합한 것으로 볼 수 있다.
- (2) 트리핑 브래킷이 늑골 플랜지에 용접으로 부착되어 있지 않은 경우에도 트리핑 브래킷이 소프트 토우를 가지며, 플랜지와와의 거리가 50 mm 이하이어야 한다는 조건으로 인정 가능하다. (그림 7.3.9 참조)

4. 굽힘 강도 검토

브래킷 형상을 규칙 3장 7절의 요건에 맞게 수정하는 경우에는 굽힘 강도평가는 필요가 없다.

5. 블라스팅 및 코팅

교체가 이루어 질 경우, 표면처리 및 코팅은 신조선의 화물창에 준하는 처리를 하여야 한다.

6. 두께가 다른 판으로 이루어진 구역 B

구역 B가 두께가 다른 판으로 이루어 진 경우는 작은 쪽의 두께를 기준으로 해당 규칙을 적용한다.

7. 손상된 늑골의 교체

규칙을 만족하는 늑골의 손상으로 인한 교체는 다음의 요건을 적용하여야 한다.

- (1) 규칙의 요건을 최소값으로 고려한다.
- (2) 국부적인 손상의 경우, 교체의 범위는 우리 선급의 별도 기준에 따라 시행되어야 한다.
- (3) 압연 형강재(rolled profile)의 교체는 동일한 압연 형강재로 하여야 한다. 조립형 형강재(built up profile)는 단지 예외적인 경우에만 허용이 되며, 압연 형강재에 조립형을 삽입함으로써 보수를 하는 경우에는 특별히 주의를 하여야 한다. 조립형 형강재의 플랜지는 끝단을 스텝으로 보수지역에 겹치도록 보완하여 압연 형강재 및 조립형 형강재간의 응력흐름을 원활히 할 수 있도록 하여야 한다.

8. 규칙 3장 17절 시행일 이전에 손상된 늑골의 교체

규칙 3장 17절 시행일 이전에 손상된 늑골을 교체할 경우에는 건조 당시의 규칙을 적용한다. 이때 규칙 3장 17절의 적용여부는 선주의 판단에 따른다.

9. 고장력강 선축늑골 및 외판에 대한 트리핑 브래킷

선축늑골 및 외판이 고장력강을 사용 할 경우에도 연강의 트리핑 브래킷을 사용할 수 있다. 이때 용접에 사용되는 용접봉은 특종의 고장력강에 적합한 것을 사용하여야 하며, 트리핑 브래킷의 두께는 늑골 웹브의 재료에 관계없이 늑골 웹브의 두께와 같아야 한다.

1703. 강도 검토기준 【규칙 참조】

1. 횡요 회전반경(k_r) 및 굽힘 응력계수(m_a)의 적용

이 절의 규칙을 적용하기 위해서는 다음의 적하상태가 고려되어야 한다.

- (1) 무거운 화물의 균일 적하 (밀도 1.78 t/m^3 이상), $k_r = 0.25B$
- (2) 가벼운 화물의 균일 적하 (밀도 1.78 t/m^3 미만), $k_r = 0.39B$
- (3) 무거운 화물의 불균일 적하 (허용 가능 시), $k_r = 0.39B$
- (4) 다항 적재상태(multi port loading/unloading condition)는 고려 할 필요가 없다.

그러므로 다음의 규칙 1703.의 1항 (2)의 횡요 회전반경(k_r) 및 규칙 1703.의 4항 표 7.3.13 의 굽힘 모우먼트 계수(m_a)의 조합이 적용된다.

- (1) 불균일 적재가 허용되는 선박의 공창(empty hold)
 $k_r = 0.39B$ 및 $m_a = 10, m_b = 17, 19$, 또는 22
- (2) 가벼운 화물만을 적재하도록 허용된 선박의 적하창(loaded hold)(밀도 1.78 t/m^3 미만)
 $k_r = 0.39B$ 및 $m_a = 12, m_b = 20, 22$ 또는 26
- (3) $k_r = 0.25B$ 및 $m_a = 12, m_b = 20, 22$ 또는 26
이 경우는 무거운 화물의 균일 적재상태 선박의 적하창을 나타내며, 불균일 적재상태의 적하창($k_r = 0.39B$) 보다 더욱 엄격한 상태이다. ↓

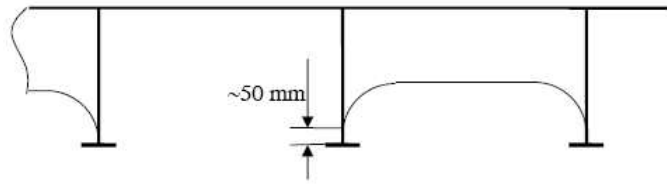


그림 7.3.9 트리핑 브래킷

제 4 장 컨테이너선

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

1. 규칙 101.의 4항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 규칙 3편 1장 206.의 직접강도계산에 의한 방법에 따르거나 1편 1장 105.에 따라 인정하는 것을 말한다.
2. 규칙 101.의 6항을 적용함에 있어서, 동형선으로 인정되는 선박 또는 선급이 특별히 인정하는 경우에는, 이 장의 규정을 적용할 수 있다. (2022)

제 2 절 종강도

205. 비틀림강도 【규칙 참조】

선체의 비틀림강도에 관해서는 선체길이 전체 어느 위치에서도 다음 관계를 만족하여야 한다. 다만, 화물을 비대칭적재함으로써 선체에 비틀림모멘트가 발생하는 경우에는 이 비틀림모멘트에 의한 응력값을 σ_S 에 더할 필요가 있다.

$$\sqrt{(0.75\sigma_V)^2 + \sigma_H^2 + \sigma_W^2} + |\sigma_S| \leq 175/K$$

σ_S : 정수중 종굽힘모멘트에 의한 선체 종굽힘응력으로 다음 식에 의한 값.

$$\sigma_S = M_S / Z_V \times 1000 \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_V : 파랑중 종굽힘모멘트에 의한 선체 종굽힘응력으로 다음 식에 의한 값.

$$\sigma_V = M_W / Z_V \times 1000 \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_H : 파랑중 수평굽힘모멘트에 의한 선체 수평굽힘응력으로 다음 식에 의한 값.

$$\sigma_H = M_H / Z_H \times 1000 \quad (\text{N/mm}^2)$$

M_S, M_W : 규칙 202.에 따른다.

M_H : 파랑중 수평굽힘모멘트로 다음 식에 따른다.

$$M_H = 0.45C_1L^2d(C_b + 0.05)C_H \quad (\text{kN-m})$$

C_H : L 의 후단으로부터 고려하는 단면까지의 거리 $X(\text{m})$ 와 L 과의 비에 따라 표 7.4.1에 의하여 정하여지는 계수로서 X/L 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 7.4.1 계수 C_H

X/L	0.0	0.4	0.7	1.0
C_H	0.0	1.0	1.0	0.0

Z_V : 고려하는 단면의 강력갑판에서의 선체종굽힘에 대한 단면계수 (cm^3).

Z_H : 고려하는 단면의 창구측부에서의 선체수평굽힘에 대한 단면계수 (cm^3).

C_1 : 규칙 3편 3장 표 3.3.1의 규정에 따른다.

σ_w : 선체 비틀림모멘트에 의한 워핑응력으로, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법에 따른다. 다만, 이때 선체비틀림 모멘트 M_T 의 값은 다음 식에 의한 것으로 하여도 좋다.

$$M_T = \frac{M_0}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi}{L} X \right) \quad (\text{kN-m})$$

$$M_0 = 7.0 K_2 C_W^2 B^3 \left(1.75 + 1.5 \frac{e}{D_s} \right) \quad (\text{kN-m})$$

C_W : 수선면적계수

e : 중앙단면에 있어서 용골상면으로부터 전단중심까지의 거리(m)로서 용골상면의 하방에 전단중심이 있을 때에 이 값을 양(+)으로 하며, 다음 식을 사용하여 계산할 수 있다.

$$e = e_1 - \frac{d_0}{2}$$

e_1 : 다음 식에 의한다.

$$e_1 = \frac{(3D_1 - d_1)d_1 t_d + (D_1 - d_1)^2 t_s}{3d_1 t_d + 2(D_1 - d_1)t_s + B_1 t_b / 3}$$

d_0 : 이중저의 높이(m).

d_1 : 이중선측의 너비(m).

D_1 : 다음 식에 의한다.

$$D_1 = D_s - \frac{d_0}{2}$$

B_1 : 다음 식에 의한다.

$$B_1 = B - d_1$$

t_d, t_s, t_b : 그림 7.4.1에 규정된 갑판, 선측외판 및 선저외판의 평균두께(m). 평균두께는 이 범위 내의 모든 종강도 부재를 포함하여 결정할 수 있다.

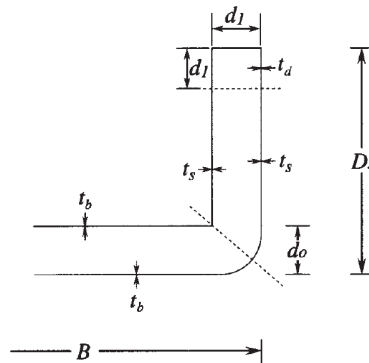


그림 7.4.1

K_2 : 다음 식에 의한 값.

$$L < 300 \text{ m 일 때 : } K_2 = \sqrt{1 - \left(\frac{300 - L}{300} \right)^2}$$

$$L \geq 300 \text{ m 일 때 : } K_2 = 1.0$$

X : 선미단으로부터 고려하는 단면까지의 거리(m).

제 3 절 이중저구조

302. 중늑골 【규칙 참조】

늑판에 설치하는 보강재 및 스트럿의 너비가 특히 넓은 경우에는 규칙 표 7.4.1의 계수 C 에 3편 7장 403.의 2항에 의한 수정을 하여도 좋다.

제 4 절 이중선측구조

401. 일반 【규칙 참조】

1. 발지부에 있어서 이중선측구조의 폭이 변화하는 구조의 경우에는 다음에 의하여 표 7.4.2의 t_1 을 정한다.

(1) β_T 및 β_L 는 다음 식에 의한다.

$$\beta_T = 1 + \frac{0.42 \left(\frac{B}{D_S} \right)^2 - 0.5}{0.59 \frac{D_S - \frac{d_0}{2} - l_{OR}}{B - d_1 - 2l_{1R}} \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^2 + 1.0}$$

$$\beta_L = 1 + \frac{0.18 \left(\frac{B}{D_S} \right)^2 - 0.5}{0.59 \frac{D_S - \frac{d_0}{2} - l_{OR}}{B - d_1 - 2l_{1R}} \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^2 + 1.0}$$

l_{OR} 및 l_{1R} : 각각 다음에 의한다.

(a) 발지 호퍼형의 경우 (그림 7.4.2 참조)

(b) 계단형의 경우 (그림 7.4.3 참조)

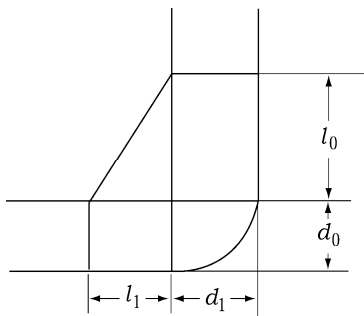


그림 7.4.2

$$l_{OR} = \frac{l_0 l_1}{d_1 + l_1}$$

$$l_{1R} = \frac{l_0 l_1}{d_0 + l_0}$$

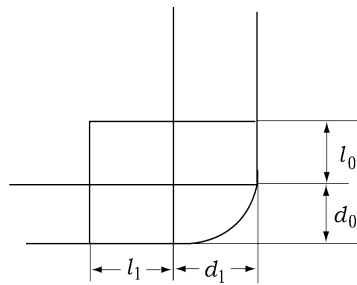


그림 7.4.3

$$l_{OR} = l_0$$

$$l_{1R} = l_1$$

(2) h 의 하단을 내저판 상면상 l_{OR} 의 위치로 한다.

(3) $(d + 0.038L')$ 대신에 $(d - l_{OR} + 0.038L')$ 를 사용한다.

2. 만재흡수선으로부터 강력갑판까지의 높이가 특히 큰 경우에는 다음에 의하여 표 7.4.2의 t_1 을 정한다.

(1) β_T 및 β_L 는 다음 식에 의한다.

$$\beta_T = 1 + \frac{0.42 \left(\frac{B^2}{D_S D'} \right) - 0.5}{0.59 \frac{D_S - \frac{d_0}{2}}{B - d_1} \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^2 + 1.0}$$

$$\beta_L = 1 + \frac{0.18 \left(\frac{B^2}{D_S D'} \right) - 0.5}{0.59 \frac{D_S - \frac{d_0}{2}}{B - d_1} \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^2 + 1.0}$$

D' : 선박의 깊이 (m). 다만, 3편 1장 203.의 2항 (1)호에 규정하는 가상 견현갑판이 있을 경우에는 용골의 상면으로부터 가상견현갑판까지의 높이를 사용하여도 좋다.

(2) $(d + 0.038L')$ 대신에 다음 식에 의한다.

$$(d + 0.038L') \sqrt{\frac{D'}{D_S}}$$

D' : 전 (1)에 따른다.

3. 화물창의 중간에 충분히 큰 단면적을 갖는 크로스타이와 비수밀의 부분격벽 등의 구조를 설치할 경우에는 표 7.4.2 각 규정의 l_h 를 수밀격벽으로부터 이 구조의 위치까지의 거리로 하여도 좋다.
4. 이중선측구조의 보강재를 지지하는 스트럿 또는 선측스트링거에 부착된 휨보강재의 폭이 특히 넓은 경우에는 3편 7장 403.의 2항의 규정을 준용하여도 좋다.

402. 선측트랜스버스 및 선측스트링거 【규칙 참조】

선측트랜스버스 및 선측스트링거의 두께에 대하여 전단력 및 전단좌굴강도를 고려하여야 하는 경우 규칙의 규정에 추가하여 표 7.4.2의 2개의 식 중 큰 값 이상이어야 한다.

표 7.4.2 선측트랜스버스 및 선측스트링거의 두께

구분	두께 (mm)																																					
선측트랜스버스 및 선측스트링거	$t_1 = 0.083 \frac{CSl_h}{d_1 - a} (d + 0.038L') + 1.5, \quad t_2 = 8.6 \sqrt[3]{\frac{d_1^2(t_1 - 1.5)}{k}} + 1.5$																																					
C : 다음 표에 따른다.																																						
선측트랜스버스	선측스트링거																																					
$C = (C_1 + \beta_T C_2) C_3$ $\beta_T = 1 + \frac{0.42 \left(\frac{B}{D_S} \right)^2 - 0.5}{0.59 \frac{\left(D_S - \frac{d_0}{2} \right) \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^2 + 1.0}{(B - d_1)}}$	$C = (C_1 - \beta_T C_2) C_3$ $\beta_L = 1 + \frac{0.42 \left(\frac{B}{D_S} \right)^2 - 0.5}{0.59 \frac{\left(D_S - \frac{d_0}{2} \right) \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^2 + 1.0}{(B - d_1)}}$																																					
<p>C_1, C_2 : h와 lh의 비율에 따라 다음 표에 정하는 계수로서 h/l_h가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>h/l_h</th> <th>C_1</th> <th>C_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5 이하</td><td>0.18</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>0.75</td><td>0.21</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>0.24</td><td>0.09</td></tr> <tr><td>1.25</td><td>0.25</td><td>0.10</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>0.26</td><td>0.11</td></tr> <tr><td>1.75 이상</td><td>0.27</td><td>0.12</td></tr> </tbody> </table>	h/l_h	C_1	C_2	0.5 이하	0.18	0.05	0.75	0.21	0.08	1.00	0.24	0.09	1.25	0.25	0.10	1.50	0.26	0.11	1.75 이상	0.27	0.12	<p>C_1, C_2 : h와 lh의 비율에 따라 다음 표에 정하는 계수로서 h/l_h가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>h/l_h</th> <th>C_1</th> <th>C_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5 이하</td><td>0.20</td><td>0.07</td></tr> <tr><td>0.75</td><td>0.24</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>1.00</td><td rowspan="3">0.26</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>1.25</td><td>0.01</td></tr> <tr><td>1.50 이상</td><td>0.00</td></tr> </tbody> </table>	h/l_h	C_1	C_2	0.5 이하	0.20	0.07	0.75	0.24	0.05	1.00	0.26	0.03	1.25	0.01	1.50 이상	0.00
h/l_h	C_1	C_2																																				
0.5 이하	0.18	0.05																																				
0.75	0.21	0.08																																				
1.00	0.24	0.09																																				
1.25	0.25	0.10																																				
1.50	0.26	0.11																																				
1.75 이상	0.27	0.12																																				
h/l_h	C_1	C_2																																				
0.5 이하	0.20	0.07																																				
0.75	0.24	0.05																																				
1.00	0.26	0.03																																				
1.25		0.01																																				
1.50 이상		0.00																																				
<p>C_3 : 다음 식에 의한다. 다만, 0.2 미만이어서는 안된다.</p> $C_3 = 1 - 1.8 \frac{y}{h}$	<p>C_3 : 다음 식에 의한다.</p> $C_3 = \left 1 - \frac{2x}{l_h} \right $																																					
<p>h : 선측에 있어서 내저판 상면으로부터 강력갑판까지의 수직거리 (m). l_h : 선창의 길이 (m). d_0 : 중심선 거더의 높이 (m). L' : 선박의 길이 (m). 다만, 230 m를 넘을 필요는 없다. d_1 : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거의 깊이 (m). 다만 웹브의 길이방향으로 보강재를 설치하여 웹브의 깊이를 분할하는 경우에는 t_2의 식에 있어서 d_1을 분할한 깊이로 하여도 좋다. S : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거가 지지하는 부분의 너비 (m). a : 고려하는 위치에 있어서의 개구의 깊이 (m). S_2 : S_1과 d_1 중 작은 값. y : h의 하단으로부터 고려하는 위치까지의 거리 (m). x : l_h의 끝으로부터 고려하는 위치까지의 거리 (m). k : 선측트랜스버스 또는 선측스트링거에 설치되어 있는 웹브깊이방향의 보강재의 간격 S_1 (m)과 d_1과의 비에 따라 다음 표에 정하는 계수. S_1/d_1의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>S_1/d_1</th> <th>0.3이하</th> <th>0.4</th> <th>0.5</th> <th>0.6</th> <th>0.7</th> <th>0.8</th> <th>0.9</th> <th>1.0</th> <th>1.5</th> <th>2.0이상</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>k</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>26.8</td> <td>20</td> <td>16.4</td> <td>14.4</td> <td>13.0</td> <td>12.3</td> <td>11.1</td> <td>10.2</td> </tr> </tbody> </table>		S_1/d_1	0.3이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0이상	k	60	40	26.8	20	16.4	14.4	13.0	12.3	11.1	10.2															
S_1/d_1	0.3이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0이상																												
k	60	40	26.8	20	16.4	14.4	13.0	12.3	11.1	10.2																												

제 6 절 갑판구조

601. 갑판구조 【규칙 참조】

갑판의 면내 굽힘에 대하여 횡격벽의 위치에 있어서 갑판구 측 선내 갑판의 치수는 표 7.4.3의 식에 의한 것 이상이어야 하며, 단면계수 및 단면2차모멘트를 계산하는 경우에는 갑판구 측 선내 갑판을 웨브로 하고 창구단코밍을 플랜지로 간주하여 계산한다.

표 7.4.3 갑판구측선내 갑판의 치수

항목	구조방식	치수									
갑판의 두께	상자형구조	$t = 0.00417C_1K\left(\frac{l_V^2 l_C}{\omega_C}\right) + 4.0 \quad (\text{mm})$ 다만, 바닥판의 두께를 포함한 것으로 한다.									
	기타구조	$t = 0.00417C_1K\left(\frac{l_V^2 l_C}{\omega_C}\right) + 1.5 \quad (\text{mm})$									
단면계수		$Z = 1.43C_2 K l_V^2 l_C^2 \quad (\text{cm}^4)$									
단면2차모멘트		$I = 0.38 \frac{l_C^4}{S l_V^3} I_V \quad (\text{cm}^4)$									
<p> l_V : 선체중심선에 측정한 내저판 상면으로부터 격벽갑판까지의 거리 (m). l_C : 창구의 너비 (m). 다만, 2열 이상의 창구를 가진 경우에는 창구의 너비가 가장 큰 것으로 한다. ω_C : 갑판구 측선내 갑판의 너비 (m). C_1, C_2 : α의 값에 따라 다음 표에서 정하는 값. 다만 α의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한 다. </p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">α</th> <th style="text-align: center;">C_1</th> <th style="text-align: center;">C_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0.5 이하</td> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.5 이상</td> <td style="text-align: center;">0.37</td> <td style="text-align: center;">0.10</td> </tr> </tbody> </table> <p> α : 다음 식에 따른다. </p> $\alpha = 0.5 l_C \sqrt[4]{\frac{3}{4S l_V^3} \times \frac{I_V}{I_C}}$ <p> S : 횡격벽에 설치되는 수직거더의 간격 (m). I_V : 횡격벽에 설치되는 수직거더의 단면2차모멘트 (cm⁴). I_C : 갑판구 측선내 갑판의 단면2차모멘트 (cm⁴). </p>			α	C_1	C_2	0.5 이하	1.00	0.50	1.5 이상	0.37	0.10
α	C_1	C_2									
0.5 이하	1.00	0.50									
1.5 이상	0.37	0.10									

제 9 절 플레어가 큰 위치의 강도(strength at large flare location) (2019)

901. 외판 【규칙 참조】

1. 외판의 두께는 3편 4장 401.의 1항에 따른다.

902. 늑골 【규칙 참조】

1. 늑골에 대한 치수는 3편 8장 108.의 1항에 따른다.

903. 거더 【규칙 참조】

1. 거더에 대한 치수는 3편 9장 104.에 따른다.
2. 거더 웹의 좌굴강도는 3편 9장 104.의 2항 및 3항에 따른다.

제 10 절 컨테이너 고박설비

1002. 컨테이너 고박설비 【규칙 참조】

1. 규칙 1002.의 규정에 따라 컨테이너 고박설비(이하 고박설비라 한다)에 대하여 우리 선급의 승인을 받고자 하는 경우에는 부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침의 규정을 만족하여야 한다.
2. 고박설비의 제조법 및 형식승인에 대하여는 우리 선급의 「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」 3장 25절의 규정에 따른다.
3. 컨테이너 고박설비의 제품검사 요령
 - (1) 「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」 3장 25절의 규정에 따라 형식승인된 컨테이너 고박설비의 제품검사 요령은 다음에 따른다.
 - (2) 제품검사시에는 최소한 다음 (가) 또는 (나) 중 어느 하나의 시험을 만족하여야 한다.
 - (가) (a) 래싱로드 및 고박설비
50개 이상인 경우에는 50개마다, 50개 미만인 경우에는 각 로트마다 한개의 시험품을 채취하여 각 항목에서 규정하는 안전사용하중(SWL)의 1.5배에 해당하는 하중으로 내력시험을 한다.
 - (b) 체인 또는 와이어로프 래싱
50개 이상인 경우에는 50개마다, 50개 미만인 경우에는 각 로트마다 한개의 시험품을 채취하여 절단하중 시험을 한다.
 - (나) 모든 종류의 고박설비에 대하여 각 항목에 해당하는 안전사용하중으로 시험을 하고 체인 및 와이어로프 래싱의 각 로트마다 한개의 시험품을 채취하여 해당항목에 대한 절단하중시험을 추가로 한다.
 - (3) 「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」 표 3.25.2의 항목중 12. 부터 15.까지의 규정에 의한 고정식 고박설비에 대한 시험결과, 다음 (가) 및 (나)의 조건을 만족하는 경우 (2)호의 시험 횟수를 경감할 수 있다. 다만, 고박설비 제조자가 우리 선급의 품질보증제도 승인을 받은 경우에는 「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」 5장 305.에 따른다.
 - (가) 각 항목의 형식승인시험에 대한 값이 「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」 표 3.25.1에서 규정하는 절단하중 시험의 1.5배 이상일 때
 - (나) 적절한 비파괴 검사설비가 되어 있는 경우
 - (4) (2)호 (가)에 의한 제품검사시 다음 (가) 및 (나)의 하중하에서 영구변형(구조부재의 설치에 따른 초기변형제외)이 있어서는 안된다.
 - (가) 안전사용하중이 25톤 미만인 경우 : $1.5 \times SWL$ (ton)
 - (나) 안전사용하중이 25톤 이상인 경우 : $SWL + 12.5$ (ton)
시험완료후에 실시한 수동작동시험이 만족스럽다고 인정되는 경우 (2)호의 하중과 내력시험하중의 범위에서 발생한 영구변형에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
 - (5) 시험품에 대한 시험시에 초기파괴나 중대한 소성변형이 일어나는 경우 별도의 시험품을 선정할 수 있으며, 이에 대한 시험결과가 만족스럽지 못하다고 인정하는 경우에는 이 시험편을 채취한 로트는 불합격으로 한다.
 - (6) (2)호 (나)호에 준하여 시행한 제품검사에 대하여도 영구변형이 있어서는 안된다. ↓

제 5 장 액화가스 산적운반선

(별책)

제 6 장 위험화학품 산적운반선

(별책)

제 7 장 카페리선 및 로로선

제 3 절 갑판

301. 적용 【규칙 참조】

1. 차량갑판의 두께 (2022)

차량갑판의 두께 t 는 다음 (1) 또는 (2)호에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 노출차량갑판에 대하여는 (1) 및 (2)에 의한 것에 1.0 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

(1) 패널내의 각 차륜의 접지면의 중심간 거리가 $2S+a$ 이상인 경우(그림 7.7.1 참조) (2017)

$$t = C \sqrt{\frac{(2S-b')}{(2S+a)} \times \frac{P}{9.81}} + 0.5 \quad (\text{mm}), \quad t_{\min} = 5.0 \quad (\text{mm})$$

C : 계수로서 표 7.7.1에 의한다.

S : 갑판보의 간격 (m).

P : 계획 최대차륜하중 (kN). 다만, $b > S$ 의 경우에는 계획 최대차륜하중의 S/b 배 한 것으로 한다.

b' : b 또는 S 중 작은 값 (m).

a 및 b : 각각 보에 평행 또는 직각방향으로 측정된 차륜의 접지 길이 (m). (그림 7.7.2 참조). 다만, 통상 공기를 주입하는 타이어를 갖는 차량에 대하여는 표 7.7.2에 의한 값을 사용할 수 있다.

표 7.7.1 계수 C

부재종류		차량종류	하역전용차량	좌란 이외
중강도 산입부재	중양부 0.4L 구간*	종식구조	$4.6\sqrt{K}$	$\frac{17.83\sqrt{K}}{\sqrt{24-K\alpha}}$ 단, 5.2 이상이어야 함.
		횡식구조	$4.9\sqrt{K}$	$\frac{123.6\sqrt{K}}{\sqrt{576-K^2a^2}}$ 단, 5.2 이상이어야 함.
	선수미 양단 0.1L 이내*		$4.6\sqrt{K}$	$5.2\sqrt{K}$
상기이외			$4.6\sqrt{K}$	$5.2\sqrt{K}$

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 . 다만 선박의 중양부의 강력갑판의 경우 β 이상이어야 한다.

$$\alpha_1 = 15.36f_D \left(\frac{y-y_B}{Y'} \right) \quad y_B \leq y \text{ 일 때}$$

$$\alpha_2 = 15.36f_B \left(\frac{y_B-y}{y_B} \right) \quad y_B > y \text{ 일 때}$$

β : L 에 따라 다음에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
 L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
 L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$

y : 용골상면으로부터 차량갑판 상면까지의 수직거리 (m).
 Y' : 규칙 3편 3장 203.의 (5)호 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 값.
 α : 선박중양부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80% 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 \sqrt{K} 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.
 y_B : 선박의 중양부에서 용골상면으로부터 선체횡단면의 중립축까지의 수직거리(m).
 f_D, f_B : 규칙 3편 1장 124.에 따른다. 다만, 선박의 중양부의 강력갑판의 경우 0.79 이상이어야 한다.
* : 중양부와 선수미 양단 0.1L 위치 사이의 계수 C 는 보간법에 따른다.

표 7.7.2 타이어의 접지길이 a 및 b

방향 차륜	차축방향의 접지길이 그림 7.7.2에 있어서 (1)의 경우의 a , (2)의 경우의 b^*	차축에 직각방향의 접지길이 그림 7.7.2에 있어서 (1)의 경우의 b , (2)의 경우의 a^*
단륜	$\frac{20\sqrt{P}}{P_0}$	$\frac{1}{20}\sqrt{P}$
복륜	$\frac{250\sqrt{P}}{9P_0}$	$\frac{9}{250}\sqrt{P}$

P : 301.의 1항 (1)호에 따른다.
 P_0 : 타이어의 공기압(kN/m²), 만일 실제 공기압을 알 수 없는 경우 다음 식의 값을 사용할 수 있다.
 $P_0 = C_P\sqrt{P}$ (kN/m²)
 C_P : 차륜하중 P 가 10kN 미만인 경우 $C_P = 120$
 차륜하중 P 가 10kN 이상인 경우 $C_P = 250P^{-0.3}$
 (*) : 특수차량이 적재되는 경우, 실제 접지길이 a 및 b 를 적용한다.

(2) 패널내의 차륜의 접지면의 중심간 거리가 $2S+a$ 미만인 경우 (그림 7.7.1 참조) (2017)

$$t = C\sqrt{\frac{(2S-b')}{(2S+a+e)} \times \frac{nP}{9.81}} + 0.5 \quad (\text{mm}), \quad t_{\min} = 5.0 \quad (\text{mm})$$

e : 패널내의 차륜의 접지면의 중심간 거리가 $2S+a$ 미만인 경우의 차륜 접지면 중심간 거리의 합 (m). (그림 7.7.1 참조) 다만 실제 값을 알 수 없는 경우, 다음의 값을 사용할 수 있다.

1) 그림 7.7.3의 경우로 차량이 적재되는 경우;
초장축 카고 트럭 또는 덤프트럭 등과 같이 두 개의 차축이 인접하여 배치된 차량의 경우 e 는 다음 값을 사용할 수 있다.

$$e = 1.0 \quad (\text{m})$$

2) 그림 7.7.4의 경우로 차량이 적재되는 경우;
 e 는 다음 값을 사용할 수 있다.

$$e = \text{타이어의 접지 폭} + \text{차량의 적재 간격} \quad (\text{m})$$

n : e 의 범위내에 있는 차륜하중의 수.
 C, S, a, b' 및 P : (1)호에 따른다.

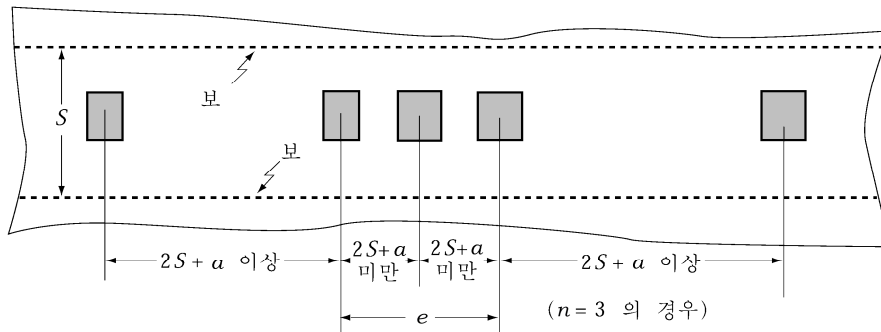


그림 7.7.1 e 의 측정방법

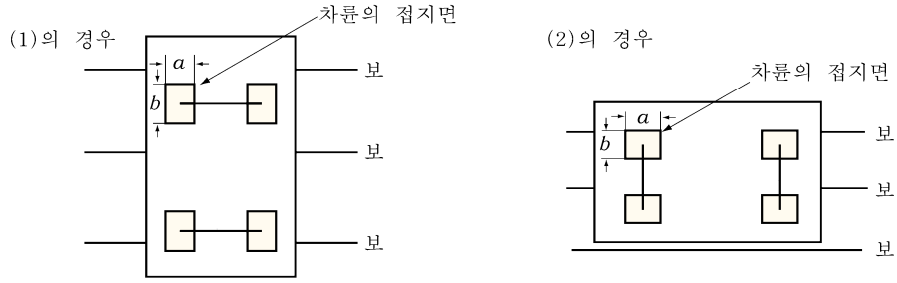


그림 7.7.2 a 및 b의 측정방법

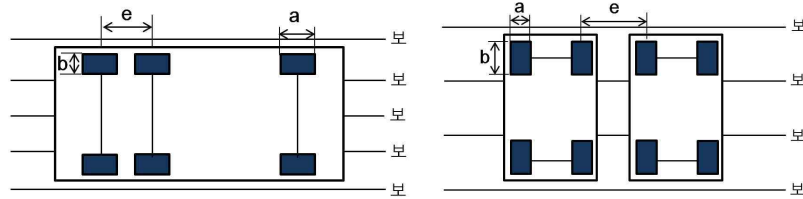


그림 7.7.3

그림 7.7.4

2. 차량감판보의 단면계수 (2022)

차량감판보의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = C_1 C_2 M \quad (\text{cm}^3)$$

C_1 : 계수로서 다음 식에 의한다.

$$b/S \leq 0.8 \text{ 일 때 : } C_1 = 1.0$$

$$b/S > 0.8 \text{ 일 때 : } C_1 = 1.25 - 0.31b/S$$

C_2 : 계수로서 표 7.7.3에 의한 값.

b , P 및 S : 1항 (1)호에 따른다.

M : 다음 식에 의한 M_1 및 M_2 중 큰 값.

$$M_1 = \frac{1}{9.81} \left(\sum_{i=1}^{N_I} 4P_{Ii} \alpha_{Ii} \left\{ 1 - \left(\frac{\alpha_{Ii}}{l_I} \right)^2 \right\} + \sum_{j=1}^{N_{II}} P_{IIj} \alpha_{IIj} \left(1 - \frac{\alpha_{IIj}}{l_{II}} \right) \left(7 - 5 \frac{\alpha_{IIj}}{l_{II}} \right) - \sum_{k=1}^{N_{III}} P_{IIIk} (l_{III} - \alpha_{IIIk}) \left\{ 1 - \left(\frac{l_{III} - \alpha_{IIIk}}{l_{III}} \right)^2 \right\} \right)$$

$$M_2 = \frac{1}{9.81} \left(- \sum_{i=1}^{N_I} P_{Ii} \alpha_{Ii} \left\{ 1 - \left(\frac{\alpha_{Ii}}{l_I} \right)^2 \right\} + \sum_{j=1}^{N_{II}} P_{IIj} \alpha_{IIj} \left(1 - \frac{\alpha_{IIj}}{l_{II}} \right) \left(2 + 5 \frac{\alpha_{IIj}}{l_{II}} \right) + \sum_{k=1}^{N_{III}} 4P_{IIIk} (l_{III} - \alpha_{IIIk}) \left\{ 1 - \left(\frac{l_{III} - \alpha_{IIIk}}{l_{III}} \right)^2 \right\} \right)$$

l_I , l_{II} 및 l_{III} : 보의 지지점 사이의 거리 (m).

P_{Ii} , P_{IIj} 및 P_{IIIk} : 각 지지점에 작용하는 계획 최대차륜하중 (kN).

α_{Ii} , α_{IIj} 및 α_{IIIk} : 각 지지점으로부터 차륜하중이 작용하는 점까지의 거리 (m). (그림 7.7.5 참조)

N_I , N_{II} 및 N_{III} : 각 지지점에 작용하는 차륜하중의 수.

표 7.7.3 계수 C_2

부재		차량	하역전용차량	좌란 이외
증강도 산입 갑판보	중양부 0.4L 구간*		$\frac{86.4K}{24-0.544Ka}$ 단, 3.6 이상이어야 함	$\frac{110.4K}{24-Ka}$ 단, 4.6 이상이어야 함
	선수미 양단 0.1L 이내*		3.6K	4.6K
상기이외			3.6K	4.6K

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 . 다만 선박의 중양부의 강력갑판의 경우 β 이상이어야 한다.
 $\alpha_1 = 15.36 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y} \right) \quad y_B \leq y$ 일 때
 $\alpha_2 = 15.36 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \quad y_B > y$ 일 때
 β : L 에 따라 다음에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
 L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
 L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$
 y : 용골상면으로부터 차량갑판 상면까지의 수직거리 (m).
 Y : 규칙 3편 3장 203.의 (5)호 (가) 또는 (나)에 의한 값 중 큰 값.
 a : 선박중양부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80% 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 \sqrt{K} 로 하며, 기타의 경우에는는 1.0으로 한다.
 y_B : 선박의 중양부에서 용골상면으로부터 선체횡단면의 중립축까지의 수직거리(m).
 f_D, f_B : 규칙 3편 1장 124.에 따른다. 다만, 선박의 중양부의 강력갑판의 경우 0.79 이상이어야 한다.
 * : 중양부와 선수미 양단 0.1L 위치 사이의 계수 C 는 보간법에 따른다.

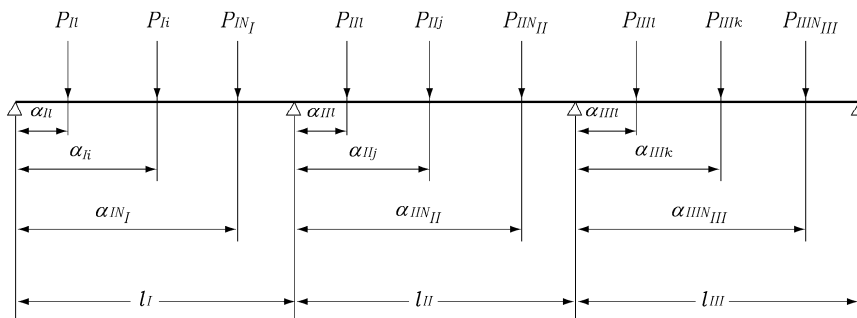


그림 7.7.5 $P_{Ii}, \alpha_{Ii}, l_{Ii}$ 등의 측정방법

3. 차량갑판보의 치수 (2017)

차량갑판보의 치수는 다음에 적합한 직접강도 계산방법에 의하여 정할 수 있다.

- (1) 구조모델 및 해석방법 등에 대하여는 우리 선급이 인정하는 바에 따른다.
- (2) 하중은 다음에 따른다.
 - (가) 차량갑판에 차량을 적재하여 항해하는 경우에는 계획 최대차륜하중의 1.5배
 - (나) 하역전용차량(포크리프트 또는 정박중 하역에만 사용하는 차량)에 대하여는 계획 최대차륜하중의 1.2배
- (3) 단면계수를 구하는 경우에 있어서 허용응력은 표7.7.4에 따른다.
- (4) 부식 등을 고려하여 상기 (1)부터 (3)까지의 조건에 따라 구한 단면계수에 1.2배를 하여야 한다.

표 7.7.4 허용응력 (N/mm²)

부재	하역전용차량	좌란 이외
선박의 중앙부의 강력갑판보	$\frac{235}{K} - 80f_D$	$\frac{235}{K} - 150f_D$
상기 이외	$\frac{235}{K}$	$\frac{235}{K}$

4. 이동식 차량갑판

(1) 일반사항

이동식 차량갑판 및 이와 유사한 박판구조의 갑판하 거더는 3편 11장 103. 및 이 규정에 적합하여야 한다.

(2) 강도기준

이동식 차량갑판 거더의 치수는 다음의 (가)부터 (다)까지에 따라 결정한다.

(가) 각 거더에 대한 압축 판 플랜지의 유효 폭은 패널의 보강방향에 따라 (a)과 (b)에 의해 결정한다.

(a) 패널의 보강 방향에 평행한 거더에 대한 유효 폭

규칙 3편 1장 604.에 규정된 값

(b) 패널의 보강 방향에 직각인 거더에 대한 유효 폭

$$b_{eft} = \sum_n \left(\frac{C_{at} \cdot a}{2} \right) \text{ (mm)}$$

갑판에 좌굴 보강재가 적절히 부착된 경우, 이 부분도 유효 폭 결정에 고려될 수 있다. 다만, 이 값은 규칙 3편 1장 604.에서 규정하는 값을 초과하여서는 안된다.

C_{at} : 계수로서 다음 식에 의한다. 다만, C_{at} 가 1.0을 초과할 경우에는 1.0으로 한다.

$$C_{at} = \left(\frac{3}{\beta} - \frac{1.75}{\beta^2} \right) \frac{b}{a} + \left(\frac{0.075}{\beta} + \frac{0.75}{\beta^2} \right) \left(1 - \frac{b}{a} \right)$$

n : 패널주변의 거더부재에 대해서는 1, 그 외의 경우에는 2

a : 보강재에 직교하는 거더의 간격 (mm).

b : 보강재의 간격 (mm).

β : 계수로서 다음식에 의한다.

$$\beta = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_F}{E}}$$

t : 차량 갑판의 두께 (mm).

σ_F : 차량갑판 재료의 항복응력 또는 내력 (N/mm²).

E : 재료의 탄성계수 (강재 : 2.06×10^5 N/mm²).

(나) 설계하중과 허용응력은 다음의 (a), (b)의 요건에 따른다.

(a) 설계하중 P (kN/mm²)

- 차량갑판에 차량을 적재하고 항해하는 경우

$$P = 1.5(p + w_{deck})$$

p : 설계 갑판하중 (kN/mm²).

w_{deck} : 단위 면적 당 차량갑판 자체의 중량 (kN/mm²).

- 하역전용 차량(포크 리프트(fork-lift) 등 정박중 하역에만 사용되는 차량)인 경우

$$P = 1.2(p + w_{deck})$$

(b) 허용응력 (N/mm²)

표 7.7.5에 의한다. σ_F (N/mm²)는 재료의 항복응력 또는 내력을 나타낸다.

표 7.7.5 허용응력

수직 응력	$0.8\sigma_F$
전단 응력	$0.46\sigma_F$

(다) 거더의 치수를 직접강도 계산에 의해 결정하는 경우, 격자구조해석 또는 차량갑판의 압축패널에 작용하는 탄성 좌굴영향을 고려 할 수 있는 평가방법에 의하여야 한다. 그렇지 않을 경우에는 판요소 모델을 사용하는 탄성 유한요소해석을 수행하고 3편 부록 3-2 III.2 좌굴강도 계산의 요건에 따라 압축패널의 좌굴강도를 조사하는 경우에는 인정할 수 있다.

(3) 구조상세

(가) 거더 웹브와 갑판과의 고착부는 표 7.7.6에 따른 용접방법에 의하여야 한다.

(나) 거더 웹브의 두께는 다음식에 의한 값 이상으로 하여야 한다. 다만, 좌굴강도에 대한 충분한 검토가 행해진 경우는 제외한다.

$$\frac{d}{C} + 1.0$$

d : 거더의 깊이 (mm).

C : 계수로서 다음에 따른다.

대칭적 플랜지 거더인 경우 65

비대칭적 플랜지 거더인 경우 55

표 7.7.6 이동식 차량갑판 거더의 필렛용접

	차량의 왕래가 빈번한 패널 ⁽¹⁾	그 외의 패널
1) 갑판패널의 주변 거더 부재	F2 (양면)	F2 (양면)
2) 1) 이외 거더의 스패 중앙부 $0.3l$ 사이 ⁽²⁾		
3) 1) 이외 거더의 단부 $0.1l$ 사이 ⁽²⁾		
4) 1) 이외 거더의 교차부 $0.2l'$ 사이 ⁽³⁾		
5) 상기 이외의 개소		F2 (최소단면이상)

(1) 보다 동적인 하중의 영향을 받는 램프웨이(ramp way)부근에 있어서, 어떤 갑판층에서 상, 하부의 갑판층으로 차량이 이동하기 위한 주행경로로 되는 갑판 패널

(2) l : 각 거더부재의 전체 길이

(3) l' : 각 거더부재의 스패으로서, 거더 교차점의 양측에서 $0.1l'$ 씩을 취한다.

(4) F2는 규칙 3편 1장 표 3.1.11에 따른다.

5. 이동식 차량갑판의 지지구조

(1) 이 규정은 이동식 차량갑판을 지지하는 구조에 대해 적용한다.

(2) 이동식 차량갑판의 지지구조는 갑판 패널의 형상, 설계하중 등을 고려하여 적절히 배치하여야 한다.

- (3) 지지구조와 선체구조와의 접합부는 응력집중을 피하도록 적절하게 구성되어야 한다. 필요한 경우, 보강재나 브래킷 등에 의해 적절히 보강하여야 한다.
- (4) 갑판 패널을 와이어로프에 의해 매다는 경우, 그 로프는 **규칙 4편**의 관련 규정 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격의 규정을 따라야 하며, 부식방지를 위한 적절한 조치를 취해야 한다. 또한, 그 강도는 각 와이어로프에 발생하는 응력에 대하여 다음식에 따른 값 이상의 안전율을 가지도록 하여야 한다. 단, 4를 초과 할 필요는 없다.

$$\frac{10^4}{8.85W + 1910}$$

W : 제한 하중 (ton).

- (5) 지지구조부재의 치수는 4 (나) (a)에 규정하는 하중을 이용하여 다음의 허용응력을 초과하지 않도록 결정하여야 한다.

전단응력 : $\tau = 0.34 \sigma_F$

굽힘응력 : $\sigma = 0.50 \sigma_F$

등가응력 : $\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 0.64 \sigma_F$

σ_F : 재료의 항복응력 또는 내력(proof stress) (N/mm²)

303. 갑판하중 (2020)

- 1. 노출갑판에 대한 갑판하중 h (kN/m²)는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$h = a(bf - y) \quad (\text{kN/m}^2)$$

a 및 b : 갑판의 위치에 따라 표 7.7.7에 따른다.

C_{bl} : 방형계수. 다만, C_b 가 0.6 이하일 경우에는 0.6으로 하고 0.8 이상일 경우에는 0.8로 한다.

f : 계수로서 표 7.7.8에 따른다.(그림 7.7.6 참조)

y : 만재흡수선으로부터 노출갑판까지의 선측에서 측정된 수직거리 (m)로서 선수단으로부터 0.15 L 의 위치보다 전방에 위치한 갑판은 선수단의 위치에서, 선수단으로부터 0.3 L 의 위치와 선수단으로부터 0.15 L 과의 사이의 갑판은 선수단으로부터 0.15 L 의 위치에서, 선수단으로부터 0.3 L 의 위치와 선미단으로부터 0.2 L 과의 사이의 갑판은 L 의 중앙에서, 선미단으로부터 0.2 L 의 위치보다 후방의 갑판은 선미단의 위치에서 각각 측정한다.(그림 7.7.4 참조)

- 2. II 란에서 계산된 h 는 I 란의 것을 넘을 필요는 없다.
- 3. 1. 및 2항의 규정에 관계없이 h 는 표 7.7.9에 의한 것 이상이어야 한다.
- 4. 그러나 3층 이상의 다층갑판이 설치된 경우, 노출갑판에 적용되는 하중은 1., 2. 및 3항에 의해 얻어진 하중에 표 7.7.10의 값을 곱한 것보다 큰 값을 사용하여야 한다.
- 5. h 를 산정하는 경우에 가상건현갑판으로부터 노출갑판까지의 선측에서 측정된 수직거리, H_D 에 따라 해당 노출갑판을 다음과 같이 취급한다.

$h_s \leq H_D < 2h_s$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제1층의 선루갑판

$2h_s \leq H_D < 3h_s$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제2층의 선루갑판

$nh_s \leq H_D \leq (n+1)h_s$ 일 경우 : 건현갑판 상부의 제 n 층의 선루갑판

표 7.7.7 a 및 b의 값

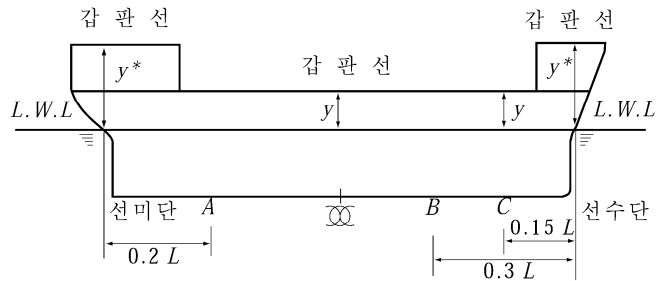
난	갑판의 위치	a			b
		보 ⁽¹⁾ , 갑판	필러	갑판 거더	
I	선수단으로부터 0.15 L 인 위치보다 전방	14.7	4.90	7.35	$1 + \frac{0.338}{(C_{bl} + 0.2)^2}$
II	선수단으로부터 0.15 L 인 위치와 선수단에서 0.3 L 인 위치와의 사이	11.8	3.90	5.90	$1 + \frac{0.158}{(C_{bl} + 0.2)^2}$
III	선수단으로부터 0.3 L 인 위치와 선미단에서 0.2 L 인 위치와의 사이	6.90	2.25	2.25 ⁽²⁾ 3.45 ⁽³⁾	1.0
IV	선미단으로부터 0.2 L 인 위치보다 후방	9.80	3.25	4.90	$1 + \frac{0.123}{(C_{bl} + 0.2)^2}$

(비고)
⁽¹⁾ 보에 대한 a의 값은 L이 150 m 이하인 선박은 다음 식의 값을 곱한 것으로 할 수 있다.

$$C = 0.0055L + 0.175$$
⁽²⁾ 선박의 중앙부에 있어서 강력갑판의 갑판구 축선 밖에 설치하는 갑판 종거더인 경우.
⁽³⁾ ⁽²⁾이외의 갑판 거더인 경우.

표 7.7.8 계수 f

선박의 길이	f
$L < 150 \text{ m}$	$\frac{L}{10} e^{-\frac{L}{300}} + \left(\frac{L}{150}\right)^2 - 1.0$
$150 \text{ m} \leq L < 300 \text{ m}$	$\frac{L}{10} e^{-\frac{L}{300}}$
$300 \text{ m} \leq L$	11.03



* 선루가 없는 경우에는 y는 상갑판까지의 거리.

그림 7.7.6 y의 측정위치

표 7.7.9 h의 최소값

난	갑판의 위치	h ⁽¹⁾	C	
			보 ⁽²⁾ , 갑판	필러, 갑판거더
I 및 II	선수단으로부터 0.3L의 위치보다 전방	$C\sqrt{L'+50}$	4.20	1.37
III	선수단으로부터 0.3L의 위치와 선미단으로부터 0.2L의 위치와의 사이		2.05	1.18
IV	선미단으로부터 0.2L의 위치보다 후방	$C\sqrt{L'}$	2.95	1.47
건현갑판상 제2층까지의 선루갑판			1.95	0.69

(비고)
⁽¹⁾ L' : 선박의 길이 (m). 다만, L이 230 m를 넘는 경우에는 230 m로 한다.
⁽²⁾ 보에 대한 C의 값은 L이 150 m 이하인 선박은 다음 식의 값을 곱한 것으로 할 수 있다.

$$0.0055L + 0.175$$

표 7.7.10 노출갑판의 압력계수

노출갑판의 위치	
건현갑판	1.0
제3층 갑판	0.32
제4층 갑판	0.25
제5층 갑판	0.20
제6층 갑판	0.15
제7층 이상의 갑판	0.10

제 5 절 자동차전용운반선 (2023)

501. 일반 [규칙 참조]

이 절은 자동차운반선의 판 및 보강재 평가를 위한 요건이다. 총 치수는 이 장의 502. 부터 507. 까지의 요건에 의한 치수 이상이어야 한다.

502. 건현갑판 상부 선측외판의 최소두께

외판의 최소두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 1.0 + 0.5\sqrt{KL'} \quad (\text{mm})$$

L' : 선박의 길이 (m). 다만, L 이 230 m 를 넘는 경우에는 230 m 로 한다.

503. 건현갑판 상부 선측외판의 두께

건현갑판과 상부 4.6 (m)까지 사이의 선측외판의 두께는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = C_1 C_2 S \sqrt{(0.05L' + h_1) \frac{D}{D + 4.6}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

C_1 : 계수로서 규칙 3편 4장 표 3.4.1에 따른다.

C_2 : 계수로서 규칙 3편 4장 표 3.4.1에 따른다.

S : 횡늑골 또는 종늑골 간격 (m)

L' : 길이로서 502.에 따른다.

h_1 : 높이로서 규칙 3편 4장 302.에 따른다.

504. 건현갑판 상부 선측종늑골

건현갑판 상부의 선측 종늑골의 단면계수는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$Z_1 = 100CSht^2 \quad (\text{cm}^3)$$

$$Z_2 = C'K\sqrt{L'}Sl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 종늑골의 간격 (m).

l : 특설늑골의 간격 또는 횡격벽과 특설늑골 사이의 거리 (m)로서 고착부분의 길이를 포함한다.

L' : 길이로서 502.에 따른다.

- h : 해당 늑골로부터 기선상부 $d+0.038L'$ 까지의 거리 (m).
- C : 계수로서 규칙 3편 8장 401. 규정에 따른다.
- C' : 계수로서 다음에 의한 값.
 - 건현갑판 상부 4.6 m 이하의 보강재 : $C' = 0.8$
 - 기타부재 : $C' = 0.5$

505. 디프탱크 격벽 휨보강재

격벽 휨보강재의 단면계수는 규칙 3편 15장 203.의 규정에 따른다. 다만 h_3 에 대한 단면계수 Z 값은 다음에 따른다.

$$Z = 125C_1C_2C_3C_4Shl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

- C_1 : 계수로서 규칙 3편 15장 202.에 따른다.
- C_2 : 계수로서 다음식에 따른다.

$$C_2 = \frac{K}{22.5}$$

- C_3 : 계수로서 규칙 3편 15장 203.에 따른다.
- C_4 : 계수로서 다음에 따른다.

- $C_4 = 1.2$ 수직부재일 경우
- $C_4 = 1.0$ 수평부재일 경우

- S : 보강재의 간격 (m)
- l : 보강재의 길이로서 규칙 3편 14장 303.에 따른다.

506. 차량갑판의 두께

차량갑판의 두께 t 는 301.의 1항에 따른다. 단, C 값은 표 7.7.11과 같다.

표 7.7.11 계수 C

부재종류		차량종류	하역전용차량	좌란 이외
증강도 산입부재	증양부 0.4L 구간	종식구조	$4.6\sqrt{K}$	$\frac{17.83\sqrt{K}}{\sqrt{24-K\alpha}}$ 단, $5\sqrt{K}$ 이상이어야 함.
		횡식구조	$4.9\sqrt{K}$	$\frac{123.6\sqrt{K}}{\sqrt{576-K^2\alpha^2}}$ 단, $5\sqrt{K}$ 이상이어야 함.
	선수미 양단 0.1L 이내		$4.6\sqrt{K}$	$5.2\sqrt{K}$
상기이외			$4.6\sqrt{K}$	$5.2\sqrt{K}$

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 . 다만 선박의 증양부의 강력갑판의 경우 β 이상이어야 한다.
 $\alpha_1 = 15.36 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right) \quad y_B \leq y$ 일 때
 $\alpha_2 = 15.36 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right) \quad y_B > y$ 일 때
 β : L에 따라 다음에 따라 다음에 정하는 계수로서 L이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
 L이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
 L이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$
 y : y_B 보다 하부의 판에 대하여는 기선으로부터 해당 판의 하면까지, y_B 보다 상부의 판에 대하여는 기선으로부터 해당 판의 상면까지의 수직거리 (m).
 Y' : 규칙 3편 3장 203.의 (5)호 (가)와 (나)에 의한 값 중 큰 값.
 a : 선박증양부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80% 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 \sqrt{K} 로 하며, 기타의 경우에는 1.0으로 한다.
 y_B : 기선으로부터 선체횡단면의 중립축까지 수직거리(m).
 f_D, f_B : 규칙 3편 1장 124.에 따른다. 다만, 선박의 증양부의 강력갑판의 경우 0.5 이상이어야 한다.
 비고 : 증양부와 선수미 양단 0.1L 위치 사이의 계수 C는 보간법에 따른다.

507. 차량갑판보의 단면계수

차량갑판보 단면계수 Z는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 0.92 C_1 C_2 M \quad (\text{cm}^3)$$

C_1 : 계수로서 301.의 2항에 따른다.

C_2 : 계수로서 표 7.7.12에 따른다.

M : 모멘트로서 301.의 2항에 따른다.

표 7.7.12 계수 C_2

부재		차량	하역전용차량	좌란 이외
종강도 산입 갑판보	중앙부 0.4L 구간		$\frac{86.4K}{24-0.544K\alpha}$ 단, 4.8K 이상이어야 함	$\frac{110.4K}{24-K\alpha}$ 단, 5.52K 이상이어야 함
	선수미 양단 0.1L 이내		3.6K	4.6K
		상기이외	3.6K	4.6K

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 . 다만 선박의 중앙부의 강력갑판의 경우 β 이상이어야 한다.
 $\alpha_1 = 15.36 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y} \right)$ $y_B \leq y$ 일 때
 $\alpha_2 = 15.36 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right)$ $y_B > y$ 일 때
 β : L 에 따라 다음에 따라 다음에 정하는 계수로서 L 이 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.
 L 이 230 m 이하일 때 : $\beta = 6/a$
 L 이 400 m 이상일 때 : $\beta = 10.5/a$
 y : 기선으로부터 해당 보까지의 수직거리 (m).
 Y : 규칙 3편 3장 203.의 (5)호 (가)와 (나)에 의한 값 중 큰 값.
 a : 선박중앙부의 선체횡단면에 있어서 선측외판의 80% 이상 범위에 대하여 고장력강을 사용하는 경우에는 \sqrt{K} 로 하며, 기타의 경우에는 1.0 으로 한다.
 y_B : 기선으로부터 선체횡단면의 중립축까지 수직거리(m).
 f_D, f_B : 규칙 3편 1장 124.에 따른다. 다만, 선박의 중앙부의 강력갑판의 경우 0.5 이상이어야 한다.
 비고 : 중앙부와 선수미 양단 0.1L 위치 사이의 계수 C 는 보간법에 따른다.



제 10 장 이중선체 유조선

제 1 절 일반

101. 적용 【규칙 참조】

1. 적용

- (1) 이중선체 유조선과 유사한 구조형상을 갖는 선박에 대하여는 이 장의 규정을 적용한다.
- (2) 이 장의 규정은 이중선체 유조선에 대하여 정한 것으로 특기 이외의 사항 또는 일반유조선 및 유조선 이외의 선박과 공통인 사항에 대하여는 해당 각 편 및 다른 장의 규정에 따른다.

2. 새로운 구조방식의 채택

새로운 구조방식이 채택될 경우에는 규칙에 있는 표준구조의 모델과 비교계산을 하여 구조부재의 치수를 결정한다. 또한, 필요에 따라 모형시험 또는 실선계측의 자료를 요구할 수 있다.

3. 석유 이외의 액상화물을 운송하는 선박

- (1) 비중(ρ)이 1.0을 넘는 액상화물을 적재하는 유조선의 화물유 탱크부의 각 부재의 치수는 다음 2가지 방법에 따라 정한 값 중 큰 것으로 한다.
 - (가) 모든 부재에 대하여 규칙에 따라 계산한다.
 - (나) 각 부재에 따라 다음과 같이 계산한다.
 - (i) 격벽판, 격벽휨보강재 및 거더의 부재치수는 규칙 2절부터 4절까지의 식 중 h 에 비중(ρ)를 곱한 값으로 한다.
 - (ii) 이중저의 거더 및 늑판과 이중선체구조의 스트링거 및 트랜스버스의 부재치수는 403. 및 404.의 식 중 h' 에 비중(ρ)를 곱한 값으로 한다.
 - (iii) 비중(ρ)의 값은 표 7.10.1에 따르며 기타는 그때마다 정한다.

표 7.10.1 ρ 의 값

화물의 종류	ρ
당밀	1.4
아스팔트	1.1
농유산	1.85

- (2) 위험화학품을 운송하는 유조선은 규칙 6장의 규정에도 만족하여야 한다.

4. 아스팔트 화물창과 인접부재 간 최소거리

모든 화물탱크가 독립형탱크인 아스팔트 전용운반선의 경우, 적용에 있어서 1장 1절 101의 4항을 적용한다.

102. 구역의 배치 및 분리 【규칙 참조】

1. (2022)

- (1) 분리 평형수탱크와 화물유 탱크의 크기 및 배치는 1973/78 해양오염방지협약 Annex 1 Reg. 18, 23, 24, 25, 26, 29, 31, 32 의 관련규정에 적합하여야 한다.
- (2) 이중선체 및 이중저의 배치는 1973/78 해양오염방지협약 Annex 1 Reg. 19의 관련규정에 적합하여야 한다.

2. 화물유 탱크 경계의 코퍼댐 및 격벽

- (1) 화물유탱크가 선수격벽과 인접하는 경우에는 선수격벽에는 어떠한 개구도 설치하여서는 안된다.
- (2) 코퍼댐의 적용을 받는 구획과 기타의 구획(다만, 화물유탱크 및 연료유탱크 제외)과의 사이에는 어떠한 개구도 설치하여서는 안된다. 다만, 체인로커 주위벽에 설치하는 볼트 조임식 수밀 맨홀은 그러하지 아니한다. (수밀문은 아니됨)

3. 기밀격벽

- (1) 주 및 보조펌프실로 겸용하지 않는 코퍼댐 및 건현감판하의 코퍼댐 적용구획은 디프탱크로서의 강도를 만족할 필요가 있다. 주펌프실과 기관실과의 사이의 격벽의 치수는 100 m 이상인 선박에서는 수밀격벽의 치수, L 이 100 m 미만인 선박에서는 기밀격벽의 치수 이상으로 하여야 한다.

- (2) 수압시험을 할 필요가 없는 기밀격벽의 치수는 다음의 값을 표준으로 한다. 또한 기밀시험은 사수시험으로 대신 할 수 있다.
- (가) 두께 : 6 mm 이상으로 한다. 다만 L 이 100 m 미만인 선박은 4.5 mm로 할 수 있다.
 - (나) 횡보강재 및 거더의 단면계수 : 수밀격벽에 대한 값의 50 %로 한다. 다만, 외판 및 갑판과 결합되는 부위에 대하여는 늑골, 보 등과 동등한 효력의 것으로 하여야 한다.

4. 선루 및 갑판실

펌프실의 출입구를 보호하는 갑판실은 다음에 따른다.

- (1) 전단격벽은 선교루 전단격벽과 동등한 강도
- (2) 측벽 및 후단벽은 선미루 전단격벽과 동등한 강도

5. 이중저 내의 파이프덕트

규칙 102.의 8항 (3)호에 규정된 “적절한 기계식 통풍장치”는 규칙 6장 1203.의 규정에 적합하여야 한다.

6. 규칙 102.의 3항 (4)호의 적용에 있어서 우리 선급이 인정하는 경우 최소개구의 치수는 6장 304. 4의 표 7.6.1을 적용할 수 있다. 다만, 기국이 별도로 규정하는 경우에는 관련 규정을 적용한다.

103. 최소두께 【규칙 참조】

규칙 103.의 1항의 적용에 있어서, 화물유탱크 및 디프탱크의 길이 또는 너비가 $0.1L + 5.0(m)$ 를 넘는 탱크에 적용한다.

제 2 절 격벽판

201. 화물유탱크 및 디프탱크의 격벽판 【규칙 참조】

- 1. 규칙 10장에서 격벽판이란 화물유탱크 또는 디프탱크의 경계를 이루는 종격벽, 횡격벽, 갑판, 선측외판 및 내저판을 포함하는 것이다.
- 2. 규칙 표 7.10.2중 L 형 및 U 형 탱크에 대한 b_t 및 Δh 는 그림 7.10.1에 따른다.

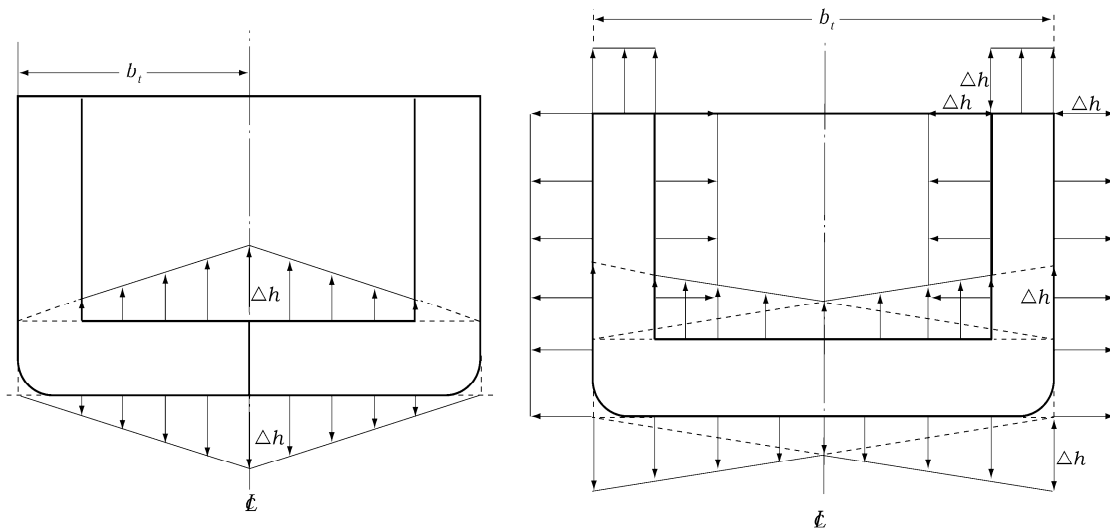


그림 7.10.1 L형 및 U형 탱크의 b_t 및 Δh

- 3. 규칙 표 7.10.2 중 h_3 를 계산하는 경우, 선측외판에 대하여는 모든 항해상태에 있어서의 최소흘수 d_{min} (m)에 상당하는 수두를 공제할 수 있다. 공제수두는 용골 상면에서 d_{min} , 최소흘수 위치에서 0으로 하며, 중간위치에서는 보간법에 의한다.

202. 제수격벽 【규칙 참조】

1. 제수격벽의 위치

화물유탱크의 길이 또는 너비가 15 m 또는 0.1L (m) 중 큰 것 이상일 경우에는, 화물유탱크에는 다음 조건에 적합한 제수격벽을 설치하여야 한다. 다만, 슬로싱압력에 대하여 특별히 고려한 경우에는 그러하지 아니한다.

- (1) 선체중심선의 제수격벽의 최상부 및 최하부판의 너비와 두께는 해당 위치에 설치된 화물유탱크 격벽판의 90 % 이상이어야 한다.
- (2) 개구올이단 슬롯 및 스킵을 제외한 개구의 총면적과 격벽의 총면적의 비율을 말한다.
- (3) 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = CSh_s l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

C : 횡보강재 양단의 고착도에 따른 계수로서 다음에 따른다.

양단 브래킷 지지 : $C = 7.1$

일단 브래킷 지지, 타단 거더 지지 : $C = 8.4$

양단 거더 지지 : $C = 10.0$

h_s : 다음 식에 따른다. 다만, 2.0 이상이어야 한다.

$$h_s = (0.176 - 0.00025L)(1 - \alpha)l_T$$

α : 격벽의 개구율.

l_T : 탱크의 길이 (m).

S 및 l : 각각 횡보강재의 간격(m) 및 길이(m).

- (4) 거더의 치수는 규칙 405.의 1항 및 3항의 규정을 준용하여 구한다. 다만, 규칙의 식 중 h 를 (3)호에 의한 h_s 로 대체하여 적용한다.

제 3 절 종늑골 및 횡보강재

301. 종늑골

규칙 301.의 4항에 따라 선체구조의 피로강도를 평가하고자 하는 경우에는 3편 부록 3-3 선체구조의 피로강도 평가지침에 따를 것을 권장한다. 【규칙 참조】

제 4 절 거더

401. 일반 【규칙 참조】

1. 규칙 401.의 2항을 적용함에 있어 규칙 403.부터 407.까지의 “우리 선급의 승인을 받은 경우”란 L 이 200 m 이하인 선박 중 다음 각 호 중 어느 하나에 해당하는 선박의 거더 치수를 결정하는 경우를 말한다.

- (1) 이중저구조의 선박으로서 선체중심선에만 종격벽을 갖는 선박 (이하 A형 유조선이라 한다) (규칙 3편 3장 그림 3.3.7 참조)
- (2) 이중저구조의 선박으로서 이중선측 구조용 종격벽만을 갖는 선박 (이하 C형 유조선이라 한다) (규칙 3편 3장 그림 3.3.7 참조)
- (3) 이중저구조의 선박으로서 이중선측 구조용 종격벽과 선체중심선에 종격벽을 갖는 선박 (이하 D형 유조선이라 한다) (규칙 3편 3장 그림 3.3.7 참조)

2. 1항의 A형, C형, D형 유조선에 있어서, 비정상 하중상태 즉 부분적재(partially loading) 또는 격창적재가 없는 경우에는, 이중저 내의 거더 및 늑판과 이중선측구조 내의 스트링거 및 트랜스버스의 간격이 다음

(1) 및 (2)호에 의한 것보다 작은 경우에는 (1) 및 (2)호에 의한 것까지 이들의 간격을 증가시킬 수 있다.

- (1) 이중저 내의 거더 및 이중선측구조 내의 스트링거 : ----- 4.1 m
- (2) 이중저 내의 늑판 및 이중선측구조 내의 트랜스버스 : ----- 2.8 m

402. 거더의 직접강도계산 【규칙 참조】

직접강도계산에 따라 이중선체유조선의 거더에 대한 치수를 정하는 경우에는 3편 부록 3-2 직접강도평가에 관한 지침에 따른다.

403. 이중저 거더 및 늑판의 치수 【규칙 참조】

1. 이중저 내의 중심선거더 및 선측거더의 두께 t 는 다음 각 호에 의한 t_1 , t_2 또는 t_3 중 가장 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 선체중심선에 충격력을 갖는 선박의 중심선 거더의 두께는 t_3 로 할 수 있다.

(1) 화물유 탱크 내의 위치에 따라 다음 식에 의한 두께 t_1

$$t_1 = C_1 K \frac{S h_B x}{d_0 - d_1} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 고려하는 중심선 거더 또는 측거더로부터 인접하는 중거더 또는 외측 브래킷의 내단에 이르는 거리의 중앙사이 거리 (m).

h_B : 수두로서 다음식에 의한 h_{B1} 또는 h_{B2} 중 큰 값 (m).

$$h_{B1} = 0.6d + 0.026L \quad (\text{m})$$

$$h_{B2} = h' - (d - 0.026L) \quad (\text{m})$$

h' : 내저판으로부터 창구정부까지의 높이 (m).

d_0 : 고려하는 위치에서의 거더의 깊이 (m).

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (m). 다만, 화물유탱크 내에 횡격벽 수직거더가 설치된 경우에는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 횡격벽 위치와 수직거더 브래킷 내단사이의 거더에 있는 개구는 고려하지 않아도 된다. (그림 7.10.2 참조)

x : 각 화물유 탱크 l_T 의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 선박길이 방향의 거리 (m). 다만, $0.25l_T$ 미만일 때에는 $0.25l_T$ 로 한다. (그림 7.10.2 참조)

C_1 : b/l_T 의 비율에 따른 계수로서 유조선의 종류에 따라 각각 표 7.10.2 및 표 7.10.3에 따른다. b/l_T 가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

b : A형 유조선인 경우에는 충격벽으로부터 선측외판까지의 거리 (m). C형 유조선인 경우에는 충격벽사이의 거리 (m). 다만, 벌지호퍼탱크가 설치된 경우에는 호퍼탱크 내단간의 거리로 한다. D형 유조선인 경우에는 이중선측구조용 충격벽과 선체중심선 충격벽간의 거리 (m)로 한다. 다만, 벌지호퍼가 설치된 경우에는 이것의 내단으로부터 측정된 거리로 한다. b 의 측정은 L 의 중앙에 있어서 내저판 상면에서 측정한다.

l_T : 고려하는 화물유 탱크의 길이 (m).

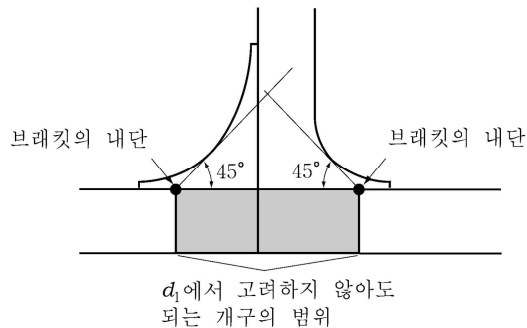


그림 7.10.2 d_1, x, y 및 z 의 기준점

표 7.10.2 A형 및 D형 유조선의 계수 C_1

b/l_T		0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_1	A형	0.045	0.054	0.061	0.068	0.073	0.076	0.079	0.081	0.082
	D형	0.037	0.044	0.051	0.059	0.065	0.070	0.074	0.076	0.079

표 7.10.3 C형 유조선의 계수 C_1

b/l_T	1.0 이하	1.2	1.4	1.6 이상
C_1	0.073	0.079	0.082	0.083

(2) 다음 식에 의한 두께 t_2 또는 t_3

$$t_2 = 8.6^3 \sqrt{\frac{H^2 a^2}{C_3 K}} (t_1 - 1.5) + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_3 = \frac{C_4 a}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

a : 고려하는 위치에서 거더의 깊이(m). 다만, 거더에 수평휨보강재가 설치된 경우에는 그 휨보강재와 선저외판 및 내저판과의 거리(m) 또는 휨보강재 사이의 간격으로 할 수 있다.

t_1 : (1)호에 의한 두께(mm).

C_3 : S_1 과 a 의 비율에 따른 계수로서 표 7.10.4에 의한다. S_1/a 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

S_1 : 거더 깊이 방향으로 설치된 휨보강재의 간격(m).

H : 다음 식에 의한 값.

(a) 거더에 보강되지 않은 개구가 있는 경우 : $H = 1 + 0.5 \phi/a$

ϕ : 개구의 긴 지름(m).

a : a 또는 S_1 중 큰 값(m).

(b) 상기 이외의 경우 : $H = 1.0$

C_4 : S_1/a 의 값에 따른 계수로서 표 7.10.4에 의한다. S_1/a 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

표 7.10.4 계수 C_3 및 C_4

S_1/a		0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6 이상
C_3		64	38	25	19	15	12	10	9	8	7	7
C_4	중심선거더	4.4	5.4	6.3	7.1	7.7	8.2	8.6	8.9	9.3	9.6	9.7
	측거더	3.6	4.4	5.1	5.8	6.3	6.7	7.0	7.3	7.6	7.9	8.0

2. 이중저 내의 늑판의 두께 t 는 다음 각 호에 의한 t_1 , t_2 또는 t_3 중 가장 큰 것 이상이어야 한다.

(1) 유조선의 종류에 따라 표 7.10.5에 의한 두께 t_1

(2) 다음 식에 의한 두께 t_2 또는 t_3

$$t_2 = 8.6^3 \sqrt{\frac{H^2 a^2}{C_3 K}} (t_1 - 1.5) + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_3 = \frac{8.5S_2}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

a : 고려하는 위치에서의 늑판의 깊이(m). 다만, 늑판에 수평 횡보강재가 설치된 경우에는 그 횡보강재와 선저외판 및 내저판사이의 거리(m) 또는 횡보강재사이의 간격으로 할 수 있다.

t_1 : (1)호에 의한 두께 (mm).

C_3 : S_1 과 a 의 비율에 따른 계수로서 표 7.10.9에 의한다. S_1/a 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

S_1 : 늑판의 깊이 방향으로 설치된 횡보강재의 간격 (m).

H : 1항 (2)호에 의한다.

S_2 : S_1 또는 a 중 작은 값 (m).

표 7.10.5 늑판의 두께 t_1

유조선의 종류	A형 유조선	C형 유조선 및 D형 유조선
t_1	$t_1 = C_2 K \frac{S b h_B}{d_0 - d_1} \left(1 - \frac{4y}{3b'} \right) + 1.5 \quad (\text{mm})$	$t_1 = C_2 K \frac{S b h_B}{d_0 - d_1} \times \frac{2y}{b'} + 1.5 \quad (\text{mm})$
<p>S : 늑판의 간격 (m).</p> <p>h_B : 다음 식에 의한 값 중 큰값 (m). 다만, 부분적재 또는 격창적재 등과 같은 균일하지 않은 적재 상태가 없는 경우에는 1항 (1)호에 따른다.</p> $h_{B1} = d + 0.026L \quad (\text{m})$ $h_{B2} = h' - (0.6d - 0.026L) \quad (\text{m})$ <p>d_0 : 고려하는 위치에서 늑판의 깊이 (m).</p> <p>d_1 : 고려하는 위치에서 개구의 깊이 (m). 다만, 화물유 탱크 내의 종격벽, 선측외판 또는 이중선측용 종격벽에 트랜스버스가 설치된 경우에는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 종격벽 또는 선측외판과 트랜스버스의 브래킷 내단사이에 있는 개구를 고려하지 않아도 된다. (그림 7.10.2 참조)</p> <p>b' : 고려하는 늑판에서 측정된 1항 (1)호의 b(m)로 한다.</p> <p>y : 유조선의 종류에 따라 다음에 의한다.</p> <p>(가) A형 유조선 : 선체중심선으로부터 고려하는 위치까지의 선박너비 방향의 거리(m)로서 종격벽에 브래킷이 설치된 경우에 있어서 고려하는 위치가 브래킷 내단사이인 경우에는 이들사이의 거리로 한다. y가 $0.3b'$ 이상일 경우에는 $0.3b'$로 한다.</p> <p>(나) C형 유조선 : 선체중심선으로부터 고려하는 위치까지의 선박너비방향의 거리(m)로서 종격벽에 브래킷이 설치된 경우에는 브래킷 내단까지의 거리로 한다. y가 $0.25b'$ 미만일 경우에는 $0.25b'$로 한다.</p> <p>(다) D형 유조선 : b'의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 선박너비 방향의 거리(m)로서 종격벽에 브래킷이 설치된 경우에는 브래킷 내단까지의 거리로 한다. $0.25b'$ 미만일 때에는 $0.25b'$으로 한다.</p> <p>C_2 : b/l_T의 비율에 따른 계수로서 유조선의 종류에 따라 각각 표 7.10.6 내지 표 7.10.8에 따른다. b/l_T가 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.</p> <p>b, l_T 및 h' : 1항 (1)호에 따른다.</p>		

표 7.10.6 A형 유조선의 계수 C_2

b/l_T	0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_2	0.047	0.048	0.047	0.046	0.045	0.043	0.041	0.039	0.037

표 7.10.7 C형 유조선의 계수 C_2

b/l_T	1.0 이하	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6 이상
C_2	0.036	0.033	0.031	0.028	0.026	0.024	0.022	0.021	0.019

표 7.10.8 D형 유조선의 계수 C_2

b/l_T	0.6 이하	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_2	0.042	0.041	0.041	0.040	0.039	0.038	0.036	0.035

표 7.10.9 계수 C_3

S_l/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_3	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

3. 빌지호퍼의 경사판 직하부의 선측거더 두께를 구하는 경우의 1항 (1)호의 식 중 S 는 그림 7.10.3와 같이 측정할 것을 표준으로 한다. 또한 해당 측거더의 유효단면적을 정하는 경우에는 그림 7.10.3에 표시한 l 의 범위의 경사판에 대하여 다음 식에 의한 단면적 A_e 를 해당 측거더의 유효 단면적에 산입할 수 있다. 다만, l 이 경사판의 너비 b_H 를 넘는 경우에는 l 은 b_H 로 한다.

$$A_e = 10 \sum h_i t_i \left(1 - \frac{\theta}{90} \right) \quad (\text{cm}^2)$$

h_i : l 의 범위 내 경사판의 너비 (m).

t_i : 경사판의 두께로부터 2.5 mm를 뺀 두께 (mm).

θ : 측거더와 경사판이 이루는 각 (도).

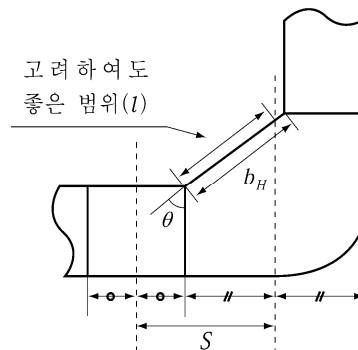


그림 7.10.3 S의 측정방법

404. 이중선체구조의 스트링거 및 트랜스버스 치수 【규칙 참조】

1. 이중선체구조 내의 스트링거 두께는 다음 각 호에 의한 t_1 , t_2 또는 t_3 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

(1) 유조선의 종류에 따라 다음 식에 의한 두께 t_1

$$t_1 = C_5 K \frac{S h_s x}{d_0 - d_1} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 스트링거가 지지하는 면적의 너비 (m).

h_s : 다음 식에 의한 h_{s1} 또는 h_{s2} 중 큰 값 (m).

$$h_{s1} = (0.6d - d_3) + 0.038L \quad (\text{m})$$

$$h_{s2} = h' \quad (\text{m})$$

h' : 발지호퍼탱크가 있는 경우에는 발지호퍼탱크의 상단으로부터, 없는 경우에는 내저판으로부터 창구정부까지의 높이 (m).

d_3 : 선측에서 측정한 이중저 높이 (m). 발지호퍼 탱크가 있는 경우에는 발지호퍼 탱크의 상단까지의 높이 (m).

d_0 : 스트링거의 깊이 (m).

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (m). 화물유 탱크내의 횡격벽에 수평거더가 설치된 경우에는 횡격벽과 브래킷 내단사이의 개구는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고는 고려하지 않아도 된다. (그림 7.10.2 참조)

x : l_T 의 중앙으로부터 고려하는 위치까지의 종방향 거리 (m). 화물유 탱크내 횡격벽에 수평거더가 설치된 경우에 있어서 고려하는 위치가 브래킷내단 사이인 경우에는 x 는 수평거더의 브래킷내단까지 거리로 할 수 있다. 다만, x 가 $0.25l_T$ 이하일 때는 $0.25l_T$ 로 한다. (그림 7.10.2 참조)

C_5 : D'/l_T 의 비율에 따른 계수로서 유조선의 종류에 따라 표 7.10.10에 의한 값. D'/l_T 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

D' : 다음 식에 의한 값

$$D' = D - d_3 \quad (\text{m})$$

l_T : 고려하는 화물유 탱크의 길이 (m).

(2) 화물유 탱크 내의 위치에 따른 두께 t_2 및 t_3

$$t_2 = 8.6 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2}{C_6 K} (t_1 - 1.5)} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_3 = \frac{8.5 S_2}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

a : 고려하는 위치에서의 스트링거 깊이 (m). 스트링거의 길이방향 휨보강재가 설치된 경우에는 그 휨보강재와 선측외판 및 종격판 사이의 거리 또는 휨보강재 사이의 간격으로 한다.

t_1 : (1)호에 의한 두께 (mm).

C_6 : S_1 과 a 와의 비율에 따른 계수로서 표 7.10.11에 의한다. S_1/a 의 값이 표의 중간일때에는 보간법에 의한다.

S_1 : 스트링거의 깊이 방향으로 설치된 휨보강재의 간격.

H : 403.의 1항 (2)호에 따른다.

S_2 : S_1 또는 a 중 작은 값 (m).

표 7.10.10 계수 C_5

D'/l_T		0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_5	C형	0.013	0.019	0.025	0.030	0.034	0.037	0.039	0.042	0.045
	D형	0.020	0.024	0.028	0.032	0.035	0.038	0.040	0.042	0.045

표 7.10.11 계수 C_6

S_1/a	0.3 이하	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4 이상
C_6	64	38	25	19	15	12	10	9	8	7

2. 이중선체구조 내 트랜스버스의 두께는 다음 각 호에 의한 t_1 , t_2 또는 t_3 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

(1) 유조선의 종류에 따라 다음 식에 의한 두께 t_1

$$t_1 = C_7 K \frac{SD'h_s}{d_0 - d_1} \left(1 - 1.75 \frac{z}{D'} \right) + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 트랜스버스가 지지하는 면적의 너비 (m).

h_s : 다음식에 의한 h_{s1} 또는 h_{s2} 중 큰 값 (m). 다만 부분적재 또는 격창적재 등과 같은 균일하지 않은 적재상태가 없는 경우에는 1항 (1)호에 따른다.

$$h_{s1} = (d - d_3) + 0.038L \quad (\text{m})$$

$$h_{s2} = h' \quad (\text{m})$$

d_0 : 트랜스버스의 깊이 (m).

d_1 : 고려하는 위치에서의 개구의 깊이 (m). 이중선체구조의 트랜스버스 하부에 브래킷이 설치된 경우에는 내저판과 브래킷 내단사이의 개구는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 고려하지 않아도 된다. (그림 7.10.2 참조)

z : 내저판으로부터 또는 빌지호퍼 탱크 상단으로부터 고려하는 위치까지의 수직거리 (m). 이중선체구조의 트랜스버스 하부에 브래킷이 설치된 경우에 있어서 고려하는 위치가 브래킷의 내단사이인 경우에는 이들사이의 거리로 하며, 그 이외는 브래킷 내단으로부터 고려하는 지점까지의 수직거리로 한다. 다만, z 가 $0.4D'$ 이상일 경우에는 $0.4D'$ 로 한다. (그림 7.10.2 참조)

C_7 : D'/l_T 의 비율에 따른 계수로서 유조선의 종류에 따라 표 7.10.12에 의한 값. D'/l_T 의 값이 표의 중간에 있을 때에는 보간법에 의한다.

D' , h' , l_T 및 d_3 : 1항 (1)호에 따른다.

표 7.10.12 C형 및 D형 유조선의 계수 C_7

D'/l_T		0.5 이하	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3 이상
C_7	C형	0.052	0.051	0.049	0.046	0.043	0.041	0.038	0.036	0.034
	D형	0.034	0.034	0.034	0.034	0.033	0.033	0.032	0.031	0.030

(2) 다음 식에 의한 두께 t_2 및 t_3

$$t_2 = 8.6 \sqrt[3]{\frac{H^2 a^2}{C_6 K} (t_1 - 1.5)} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_3 = \frac{8.5 S_2}{\sqrt{K}} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

a : 고려하는 위치에서의 트랜스버스 깊이 (m). 트랜스버스의 길이 방향으로 수직 휨보강재가 설치된 경우에는 그 휨보강재와 선측외판 또는 종격벽판 사이의 거리 또는 휨보강재 사이의 간격으로 한다.

t_1 : (1)호에 의한 두께 (mm).

C_6 및 S_2 : 1항 (2)호에 의한다.

H : 403.의 1항 (2)호에 따른다.

3. 이중선측구조내 스트링거 및 트랜스버스의 두께를 구하는 경우의 1항 (1)호의 식 중 S 는 그림 7.10.4와 같이 측정하는 것을 표준으로 한다. 또한 해당 스트링거의 유효 단면적을 구하는 경우는 그림 7.10.4에 표시한 l 의 범위의 경사판에 대하여 다음 식에 의한 단면적 A_e 를 해당 스트링거의 유효 단면적에 산입할 수 있다. 다만 l 이 경사판의 너비 b_H 를 넘을 경우에는 l 은 b_H 로 한다.

$$A_e = 10 \sum h_i t_i \left(1 - \frac{\theta}{90}\right) \quad (\text{cm}^2)$$

h_i : l 의 범위내 경사판의 너비 (m).

t_i : 경사판의 두께로 부터 2.5 mm를 뺀 두께 (mm).

θ : 선측스트링거와 경사판이 이루는 각 (도).

405. 화물유 탱크 및 디프 탱크의 거더 및 트랜스버스 [규칙 참조]

1. l 의 측정

거더의 l 의 측정은 그림 7.10.5와 같이 한다.

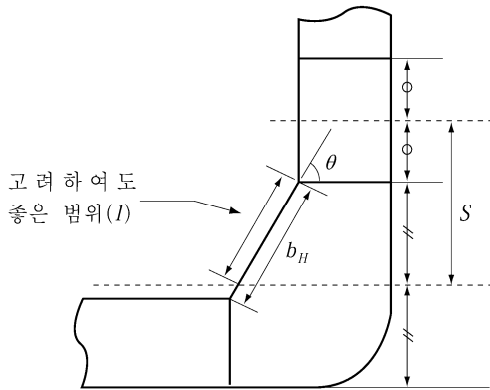


그림 7.10.4 S의 측정방법

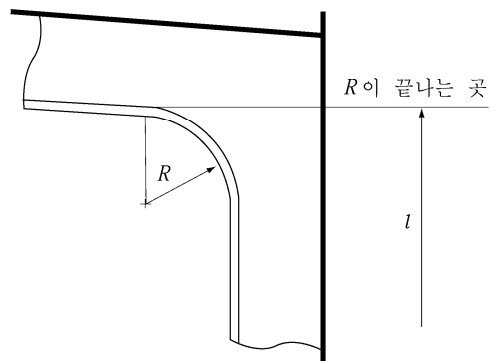


그림 7.10.5 l의 측정방법

2. 종격벽 트랜스버스

(1) 종격벽의 반대측에 큰 브래킷이 있는 경우에도 트랜스버스의 길이 l 및 R 은 현측탱크에서 1항의 요령에 따라 측정한다. 다만, 브래킷의 크기 b 는 $0.5(b' + b'')$ 로 할 수 있다. 다만, b'' 가 b' 보다 작은 경우에는 b' 로 한다. (그림 7.10.6 참조)

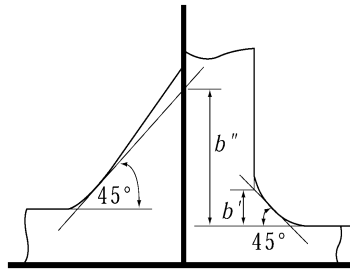


그림 7.10.6 b', b'' 측정방법

- (2) 전단력에 의한 웨브두께의 식에 있어서는 종격벽의 반대측에 부착하는 브래킷도 고려할 수 있다.
- (3) 파형격벽에 설치되는 거더는 ballanced girder로 한다. 다만, ballanced girder로 할 수 없는 경우에는 거더의 중성축을 가능한 한 격벽에 가까이 하도록 하여야 한다.

제 5 절 구조상세

501. 일반 [규칙 참조]

표 7.10.13 중 O표시가 있는 란은 중갑판보 또는 중늑골을 관통시켜야 한다.

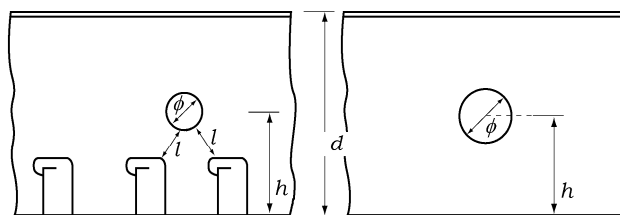
표 7.10.13 중늑골 또는 중갑판보의 관통개소

선박의 길이(m)	90 ≤ L < 120	L ≥ 120
중갑판보 및 현측후판에 설치되는 선측중늑골	○	○
선측중늑골 및 종격벽에 설치되는 중첩보강재(상기이외)	—	○
선저중늑골, 내저중늑골 및 빌지부의 중늑골	○	○

503. 거더 및 크로스타이 [규칙 참조]

1. 일반

- (1) 경감구멍을 시공하는 경우 그 크기 및 위치는 그림 7.10.7과 같이 한다.



$$\begin{aligned} \phi & \text{는 } \frac{d}{4} \text{ 이하} & \phi & \text{는 } \frac{d}{3} \text{ 이하} \\ h & \text{는 } \frac{d}{2} \text{ 이하} & h & \text{는 } \frac{d}{2} \text{ 이하} \\ l & \text{는 } \phi \text{ 이상} & & \end{aligned}$$

그림 7.10.7 경감구멍의 위치와 크기

- (2) 중통재의 면재가 맞닿는 개소와 빌지부 등과 같이 슬롯의 간격이 좁은 경우는 슬롯에 칼라를 설치한다.

- (3) 거더의 깊이가 규정의 깊이보다 작은 경우에는 거더의 단면계수는 규정의 단면계수에 규칙에서 정하는 거더의 깊이와 실제 거더의 깊이와의 비를 곱하여 구한다.
- (4) 펌프실 또는 보이드 구역의 웨브두께는 화물유 탱크내 웨브로서 계산된 두께에서 1 mm를 감한 값으로 할 수 있다.
- (5) 선박중앙부의 분리평형수탱크내의 모든 구조부재 치수는 화물유 탱크내의 부재치수로 한다.
- (6) 트랜스버스 단부의 브래킷 부분, 크로스타이와의 결합부 등 전단응력이 높은 위치 및 압축응력이 높다고 생각되는 부분에는 휨보강재를 증설할 필요가 있으며 또한 해당부분에는 경감구멍을 시공하여서는 안된다. 필요하다면 그 부분에는 종통재 관통부의 슬롯에 칼라를 설치할 필요가 있다.
- (7) 거더의 모서리부의 곡률은 가능한 한 크게 한다.
- (8) 거더 등에 설치하는 휨보강재를 평강대신에 산형강을 사용하는 경우는 규정에 의한 강성 이상이 되도록 하여야 한다.
- (9) 트랜스버스 면재의 이음부분 및 거더판의 이음부분에는 거더판에 스킨(Scalloped)을 설치하여서는 안된다. 공작상 필요한 스킨은 용접으로 메운다. 또한 인접하는 면재는 그 치수의 급격한 변화를 피한다. (그림 7.10.8 참조)
- (10) 늑판, 선축트랜스버스, 종격벽트랜스버스와 종늑골이 결합하는 부분에는 각각 표 7.10.14의 범위에 대하여 트랜스버스 휨보강재의 반대쪽에 브래킷을 설치하여 트랜스버스와 종늑골을 고착하든지 또는 슬롯에 칼라를 설치하는 등 적절히 보강한다.
다만, L 이 230 m 이하인 경우에는 그 보강범위를 적절히 참작할 수 있다. 또한 이 보강은 상기 트랜스버스류와 유사한 상황에 있는 슬롯 (예 : 제수격벽의 슬롯)에 대하여도 이를 준용한다.
- (11) 거더판 상호간의 이음은 맞댐이음을 표준으로 한다. 겹이음으로 하는 경우에는 이음에 교차하는 휨보강재를 설치할 필요가 있다.

2. 내저판과 빌지호퍼 경사판과의 교차부의 구조는 다음에 따른다.

- (1) 교차부의 구조가 그림 7.10.9와 같은 구조인 경우 (built-up 구조)에는 다음 (가) 또는 (나)에 따른다.
 - (가) 빌지호퍼 트랜스버스 교차부의 스킨(Scalloped)은 메우든지 또는 칼라판으로 막을 것 (그림 7.10.9 참조)
 - (나) 빌지호퍼 트랜스버스에는 내저판의 연장선상에 거싯판을 설치할 것 (그림 7.10.9 참조)

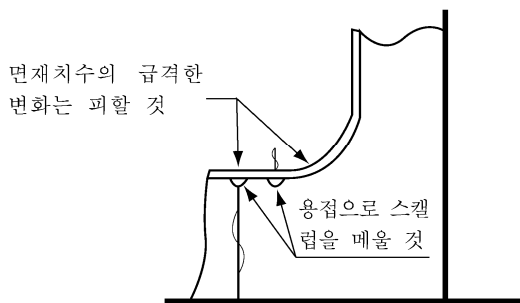


그림 7.10.8

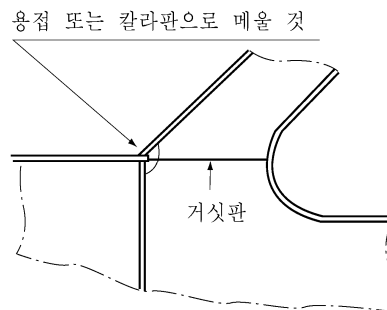


그림 7.10.9

- (다) 다만, 늑판의 간격이 2 m 이상인 경우는 (가) 또는 (나)에 추가하여 늑판사이의 중앙에 경사판 직하 측거더에 인접하는 내저중늑골 및 경사판 종늑골에 도달하는 보강재를 설치할 필요가 있다. (그림 7.10.10 참조)
- (2) 교차부의 구조가 그림 7.10.11와 같은 구조(knuckle 구조인 경우)에는 (1)호 (다) 및 다음 (가)에 추가하여 다음 (나) 또는 (다)에 적합하여야 한다.

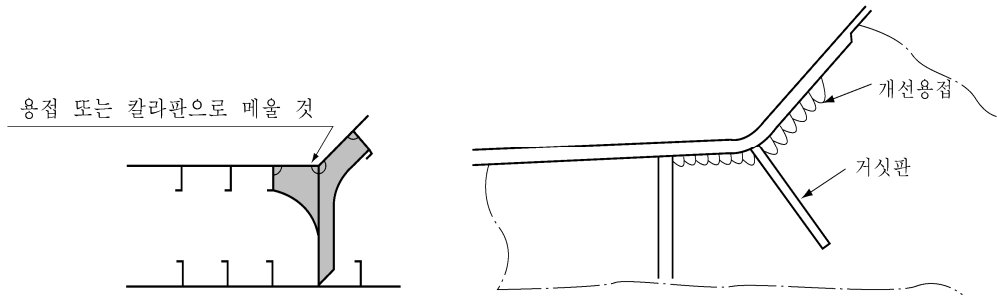


그림 7.10.10

그림 7.10.11

(가) 너클부는 가능한 한 개선용접을 하여야 한다.

(나) 늑판이 설치되어 있는 위치에서는, 내저판의 연장상의 발지호퍼 경사판에는 거싯판을 설치하여야 하고, 너클부의 곡률반경이 큰 경우에는 거싯판을 적절히 증가시켜야 한다.

(다) 늑판의 전후 300 mm 이내에 그림 7.10.10과 같은 휨보강재를 설치하여야 한다.

3. 발지호퍼 탱크와 이중선체구조용 중격벽의 교차부의 구조는 2항에 따른다.

4. 큰 브래킷의 구조상세

거더, 크로스타이 또는 트랜스버스 끝단 브래킷의 구조상세는 그림 7.10.12을 표준으로 한다.

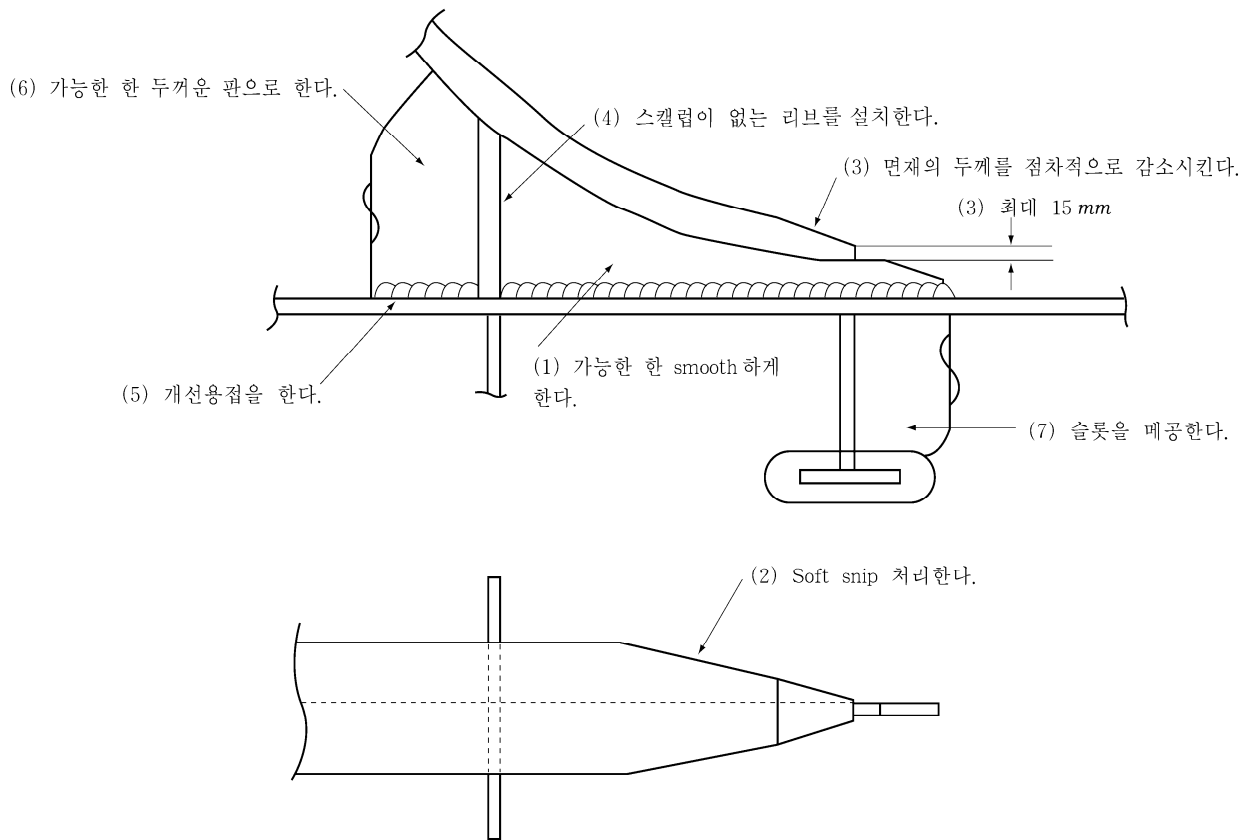


그림 7.10.12 브래킷 토우의 구조상세

5. 크로스타이의 고착

그림 7.10.13와 같은 구조인 경우 ※ 표시의 브래킷을 반드시 설치하여야 한다.

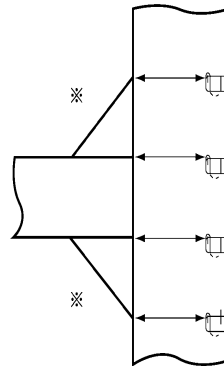


그림 7.10.13

제 6 절 부식에 대한 특별요건

607. 화물유탱크를 이루는 내저판의 두께 【규칙 참조】

1. 규칙 1항에 규정한 내저판의 두께는 다음의 요건을 따라야 한다. 주로 원유운반에 종사하는 선박의 내저판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 내저판이 경사진 경우에는 그러하지 아니한다.

$$t = 0.026L + 9.0 \quad (\text{mm})$$

2. 규칙 2항에 의하여 두께를 증가시키는 범위는 그림 7.10.14에 따른다. 이 범위의 두께는 규칙 607.의 2항에 의한 것 과, 1항에 의한 것에 2.0 mm를 더한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

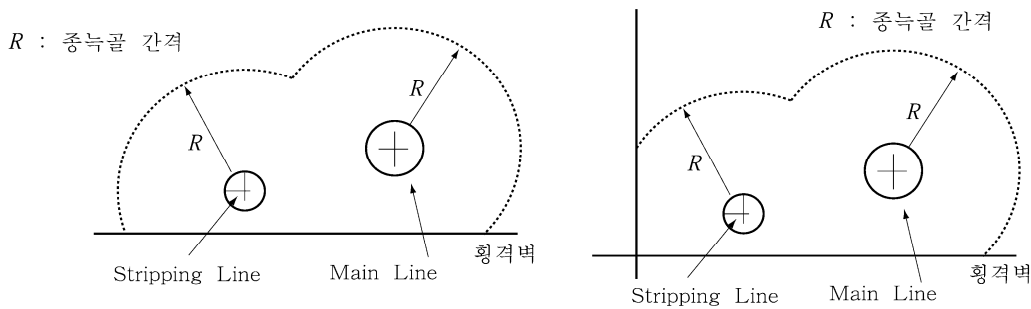


그림 7.10.14 내저판의 부식에 대한 보강 범위

제 8 절 중간갑판(mid-deck)을 갖는 선박에 대한 규정

801. 적용 【규칙 참조】

1. 중간갑판 하부의 화물유탱크내의 구조부재치수를 규칙 201., 302. 및 403.의 규정에 따라 구하는 경우의 h_1 , h_2 및 h_3 는 표 7.10.15에 의한다.

표 7.10.15 하중 h_1 , h_2 및 h_3

규정 하중	규칙 201.	규칙 302.	규칙 403.
h_1	해당격벽판의 하단으로부터 중간갑판까지의 수직거리 (m)	수직 휨보강재의 경우는 l 의 중앙으로부터, 수평 휨보강재의 경우는 상하 휨보강재간의 중앙으로부터 중간갑판까지의 수직거리 (m)	수평거더의 경우는 S 의 중앙으로부터, 수직거더의 경우는 l 의 중앙으로부터 중간갑판까지의 거리 (m)
h_2	$0.85(h_1 + \Delta h)$ (m), Δh 는 규칙 표 7.10.2에 의한다.	$0.85(h_1 + \Delta h)$ (m), Δh 는 규칙 표 7.10.2에 의한다.	$0.85(h_1 + \Delta h)$ (m), Δh 는 규칙 표 7.10.2에 의한다.
h_3	해당격벽의 하단으로부터 창구정부까지의 수직거리에 0.7을 곱한 것 (m)	수직 휨보강재의 경우는 l 의 중앙으로부터, 수평 휨보강재의 경우는 상하 휨보강재간의 중앙으로부터 창구정부까지의 수직거리에 0.7을 곱한 것(m)	수평거더의 경우는 S 의 중앙으로부터, 수직거더의 경우는 l 의 중앙으로부터 창구정부까지의 수직거리에 0.7을 곱한 것 (m)

2. 중간갑판의 두께를 하부 화물유탱크의 정부로 취급하여 구하는 경우, 1항의 하중을 사용하여 규칙 201.에 따라 구한 값에 1.0 mm를 더한 것 이상이어야 한다.

제 9 절 창구 및 상설보행로에 대한 특별규정

902. 화물유 탱크에 설치하는 창구 (2018) 【규칙 참조】

1. 화물유 탱크에 설치하는 창구에 FRP제 창구덮개를 설치하는 경우에는 1장 202.의 1항에 따른다.
2. Tank cleaning 창구덮개에 대하여는 1장 202.의 2항 및 3항에 따른다.

904. 상설보행로 【규칙 참조】

규칙 904.의 1항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 4편 4장 501.을 말한다.

제 10 절 용접

1002. 필릿용접 【규칙 참조】

굽힘, 전단 및 축력이 큰 부분에서는 필릿용접의 각장을 적절히 증가시켜야 한다. ↓

부록

부록 7-1 원유를 보일러용 연료로 사용하는 유조선의 추가요건

1. 적용 (2025)

- (1) 부록 7-1의 요건은 원유 또는 슬롭이 보일러의 연료로 사용되는 유조선에 적용한다. 단, SOLAS II-1/55에서 요구되는 대체 설계 및 배치와 관련된 요건과 충돌하는 경우, 본 부록의 적용을 제외한다. (즉, 협약의 요건이 부록 7-1의 요건보다 우선한다.)
- (2) 이 부록은 주 및 보조 보일러의 연료로 원유 또는 슬롭을 사용하는 유조선에 적용한다.
- (3) 이 부록에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 선급 및 강선규칙(이하 규칙이라 한다.)의 관련규정에 따른다.

2. 승인도면 및 자료

제출하여야 할 승인도면 및 자료는 다음에 따른다.

- (가) 전체 장치도
- (나) 사용예정인 원유 및 슬롭탱크의 배치도
- (다) 관장지도
- (라) 규칙 5편 1장 208.에 규정된 승인도면 및 자료
- (마) 동력 및 제어 장치도
- (바) 가스탐지장치 및 경보장치 배치도
- (사) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

3. 주 및 보조 보일러의 연료로 사용하는 원유 또는 슬롭

- (1) 선박이 항해중인 경우에만 연료로 사용한다.
- (2) 원유 또는 슬롭은 화물탱크 또는 슬롭탱크의 것을 직접 사용하거나 기타 적절한 탱크의 것을 사용할 수 있다. 이들 탱크는 화물지역 내에 설치되어야 하며 기밀의 격벽을 가지는 코퍼덱에 의하여 가스안전장소로부터 분리되어야 한다.
- (3) 예열이 필요한 경우에는 온도가 자동조절되도록 하고 고온경보장치를 설치한다.

4. 보일러

- (1) 보일러의 전체표면은 기관실에 대하여 기밀을 유지하도록 하고 기밀성을 사용전에 확인한다.
- (2) 보일러에는 적절한 높이의 기름받이(또는 기름흡통)을 설치하고, 분연장치, 밸브 및 연결부에서 누설된 기름을 가스 역류방지장치가 부착된 드레인관으로 펌프실에 있는 드레인 탱크에 유도한다. 이 기름받이(또는 기름흡통)에는 내부 식성 재질로 되어있고 소제시 손쉽게 분해할 수 있는 화염방지용철망을 부착한다. 기름공급관 및 회송관은 기름받이(또는 기름흡통)을 기밀 관통하도록 하고 기름공급용 매니폴드에 연결한다. 드레인 탱크에는 공기관을 설치하고 그 개구단은 안전한 장소로 유도하며 출구에 플레임 스크린을 부착한다. 누설감시를 위하여 이 드레인 탱크에 측심 장치와 경보장치를 설치한다.
- (3) 보일러는 노통에 공급되는 공기의 흐름을 방해하지 않고 분연장치, 밸브, 연료유관을 밀폐할 수 있는 덮개를 갖춘다. 이 덮개는 다음의 규정에 적합하도록 한다.
 - (가) 덮개에는 덮개 내부에 있는 연료유관 및 밸브에 접근할 수 있고 검사할 수 있는 개구를 마련한다.
 - (나) 덮개에는 대기의 안전한 장소로 유도하는 덕트를 설치하고 덕트의 출구에 플레임스크린을 부착한다.
 - (다) 덮개 안쪽의 압력이 보일러실의 압력보다 높지 않도록 하기 위하여 불꽃을 일으키지 않는 구조로 된 2개 이상의 배기통풍기를 설치한다.
 - (a) 배기통풍기는 운전중에 어느하나가 정지하거나 고장시 자동절환되도록 한다.
 - (b) 배기통풍기를 구동하는 원동기는 덕트의 외부에 설치하고 구동축의 기밀격벽 관통부에는 유효하게 운항되는 기밀실 또는 항구적으로 기밀을 확보할 수 있는 기타의 장치를 부착한다.
- (4) 보일러는 연료유를 사용할 수 있도록 한다. 이를 위하여 규칙 5편 6장 902.에 규정된 분연 펌프는 보일러실에 설치한다. 분연장치에 공급되는 연료유관에는 연료유 사용시에는 원유를, 원유 사용시에는 연료유를 사용하지 못하도록 기계적인 인터록장치를 설치한다.
- (5) 보일러에는 연료유를 사용하는 보조 분연장치를 설치한다.
- (6) 보일러가 설치되는 구역에는 기계식통풍장치를 설치하고 가스포켓이 형성되지 않도록 설계한다. 이 통풍장치는 불꽃을 일으킬 수 있는 전기장치, 기기 및 장비에 특히 효과적이어야 하며, 이들 전기장치, 기기 및 장비는 불꽃을 일으키지 않는 구조로 된 이구역 전용이어야 한다.
- (7) 보일러는 점화하기 전에 자동적으로 공기에 의해 퍼지되도록 한다.

5. 검유탱크

- (1) 원유를 증기 또는 온수로 가열하는 경우에는 화물구역에 설치된 전용의 검유탱크로 유도한다.
- (2) 검유탱크에는 공기관을 설치하고 그 개구단은 안전한 장소로 유도하며 플레임 스크린을 부착한다.

6. 부속기기의 설치

- (1) 펌프, 여과기, 분리기 및 가열기 등
화물유 펌프실 또는 기밀격벽에 의하여 기관실 및 보일러실과 분리되어 있고 위험구역으로 분류된 장소에 설치한다.
- (2) 펌프 및 분리기 등을 구동하는 전동기, 내연기관 및 증기기관(증기온도가 220°C 이상인 경우에 한함)은 위험구역으로 분류되지 않은 장소 또는 기관실에 설치한다. 이들 구동축이 격벽 또는 갑판을 관통하는 경우는 **규칙 1장 1002. 1항 (1)호 (나)**에 따른다.

7. 펌프

- (1) 펌프의 토출측에는 도출밸브를 설치하여 도출된 연료가 흡입측으로 유도되도록 한다.
- (2) 기관실 외부와 기계제어실 또는 보일러 근처의 장소에서 원격정지 할 수 있도록 한다.

8. 전기기기

위험구역 내에 설치된 모든 기기는 **규칙 1장 1103.**의 규정에 적합하여야 한다.

9. 관장치

- (1) 원유관, 슬롭관 및 4항 (2)호에 규정된 드레인관의 최소두께는 **규칙 5편 6장 102.**의 6항에 따른다.
- (2) 관이음은 최소한으로 줄이고 부득이 관이음을 하여야 하는 경우에는 **규칙 5편 6장 104.**에 따른다.
- (3) 기관실과 보일러실에 있는 관장치는 전장에 걸쳐 영구적으로 금속덕트 내에 설치한다. 이 덕트는 다음의 규정에 적합하도록 한다.
 - (가) 4항 (2)호에 규정된 기름받이(또는 기름흡통)와 펌프실을 분리하고 있는 전단격벽에 견고하게 연결하고 기밀을 유지하도록 한다.
 - (나) 토출압력의 저하시 및 기름의 누설시 기름이 펌프실로 향하여 드레인될 수 있도록 보일러를 향하여 상경사 되도록 한다.
 - (다) 선측으로부터 선박의 중앙부에서의 너비의 20% 이상 떨어지도록 설치한다.
 - (라) 덕트내부에 있는 관이음부 근처에 기밀검찰을 설치하고 누유된 원유가 펌프실로 드레인 되도록 배치된 통로에는 자기폐쇄형 드레인트랩을 부착한다.
 - (마) 공기관을 덕트의 최상부에 설치하고 안전한 위치에 개방유도 하며 출구에는 플레임 스크린을 부착한다.
 - (바) 토출 및 회송유관에는 기관제어실이나 보일러 앞 근처에서 원격제어할 수 있는 밸브를 덕트가 연결되어 있는 격벽의 펌프실측에 인접하여 부착한다. 원격제어밸브는 원유순환시에는 배기통풍기가 작동되어야 하므로 4항 (5)호 (다)에 규정된 배기통풍기와 인터록되도록 한다.
- (4) 보일러 매니폴드에 원유를 공급하는 관에는 원격폐쇄장치를 설치한다.

10. 가스농도감시장치

가스농도의 가연범위의 하한의 30%를 초과하는 경우에 기관제어실과 보일러 근처에는 가시경보를, 기계제어실과 기관실에는 가청경보를 발할 수 있는 가스농도감시장치를 설치한다. 가스검출기는 최소한 다음의 장소에 있어야 한다.

- (가) 9항 (3)호에 규정된 덕트내부
- (나) 4항 (3)호에 규정된 덕트내부
- (다) 보일러 근처
- (라) 기타 통풍이 원활하지 않은 모든 지역

11. 소방설비, 불활성가스장치 및 증기공급장치

- (1) **규칙 8편 2장부터 9장**까지 또는 선박안전법에 규정된 소방설비에 추가하여 4항 (2)호 규정된 기름받이 또는 기름흡통과 보일러 정면에 직접 분사할 수 있는 승인된 소방설비를 설치한다. 소화제 분사시 4항 (5)호 (다)에 규정된 배기통풍기는 자동정지되도록 한다.
- (2) 9항 (3)호에 규정된 덕트 내부에는 다음의 경우에 승인된 불활성가스장치 또는 증기장치에 의하여 불활성가스 또는 증기가 공급될 수 있도록 한다.
 - (가) 화재나 기름의 누설시
 - (나) 기름의 누설로 인한 보수작업 전 덕트내부의 퍼지시

부록 7-2 컨테이너 고박설비에 관한 지침

차 례

1. 일반
2. 고정식 컨테이너고박설비(fixed container securing fittings)의
재료 및 시험
3. 이동식 (loose) 컨테이너 고박설비의 재료 및 시험
4. 셀가이드 없는 노출갑판상 적재시 컨테이너 고박설비의 배치
5. 셀가이드 없는 화물창 내 적재시 컨테이너 고박설비의 배치
6. 셀가이드를 이용한 적재시 컨테이너 고박설비의 배치
7. 선체구조
8. 하중의 결정 및 적용
9. 컨테이너 고박강도계산 프로그램 및 계산기기

별첨 1. 각 형태별 컨테이너의 주요치수

별첨 2. 주요 항로 예시

별첨 3. 수식에 기초한 계산 예

1. 일반

(1) 적용

- (가) 이 지침은 ISO 668의 20 ft 또는 40 ft 컨테이너를 운송하는 경우의 컨테이너 고박설비에 대하여 적용하며, 별첨 1의 다른 형태의 컨테이너의 경우에도 원칙적으로 이 지침의 요건을 적용하여야 한다.
- (나) 이 지침의 규정에 의하지 아니하고 기타 다른 방법에 의하여 고박설비를 설계하고 배치한 경우에는 규칙 1편 1장 105.에 따라 인정하는 바에 따른다.
- (다) 컨테이너 고박설비의 일부이거나 선체구조 강도에 영향을 줄 수 있는 고정식 고박설비는 본 지침에 따라 승인되어야 한다. 연결상세 및 선체지지구조는 8항의 설계하중 또는 고박설비의 안전사용하중(SWL)에 적합함이 검증되어야 한다. 고박설비, 부착, 고정지지대의 재료 및 용접 등 상세정보가 반영된 도면이 제출되어야 한다.
- (라) 컨테이너는 화물고박지침서에 따라 스택 내에서 허용되는 중량과 분포를 초과하지 않도록 적재하여야 한다. 허용하중을 포함하는 적재방식은 본선에 비치되는 화물고박지침서 또는 컨테이너 고박설비 배치도에 명시되어야 한다.
- (마) 컨테이너 고박설비의 이동식 또는 고정식 부속품이 하역설비 목적으로 사용되는 경우(예를 들어, 창구덮개 하역용으로 사용되는 페테스탈 소켓 및 부속품, 또는 수직 탠덤(tandem)하역에 사용되는 트위스트락(twistlock)), 규칙 및 적용지침 9편 2장을 적용할 수 있다. 하역설비용으로 승인되지 않는 장치나 부속품은 컨테이너 고박설비로만 사용하여야 한다.
- (바) 컨테이너 전용선박의 경우, 선수갑판 파랑충격하중으로부터 컨테이너를 보호하기 위하여 유효한 물결막이(Breakwater)를 설치하여야 한다. 노출갑판 위에 컨테이너를 적재하는 그 외 선박의 경우 화물 보호를 위한 물결막이 설치를 권장한다. 선수로부터 0.25L_{BP} 전방의 구역에서는 선수갑판 파랑충격에 견딜 수 있도록 컨테이너 출입문이 선미쪽으로 향하도록 배치할 것을 권장한다.
- (사) 항로 및 선속과 관련된 부적절한 운항 또는 과도 회요(parametric rolling) 등과 같은 임계현상은 8항에서 규정하는 하중을 초과하는 불리한 하중을 발생시킬 수 있다. 화물에 작용하는 하중을 감소시키기 위하여 과도한 선체운동이 발생하지 않도록 운항할 책임은 선장에게 있다.
- (아) 수식에 기초한 계산의 예는 별첨 3을 참고한다.

(2) 특기 사항

- (가) 본 지침에 따라 설계 및 제작된 컨테이너 고박설비가 설치되는 경우, 해당선박의 선급부호에는 특기사항 LS를 부여한다. 화물고박지침서에는 컨테이너 고박설비배치도가 포함되어야 하며 승인용으로 우리 선급에 제출하여야 한다.
- (나) (가)에 추가하여 우리 선급에 의하여 승인된 고박강도 계산프로그램이 본선에 설치 및 유지되는 경우, 특기사항 LS(CL)를 부여한다. 고박강도계산기기의 승인절차는 9항에 따른다.
- (다) 항로별 경감계수를 적용하고자 하는 경우에는 화물고박지침서에 항로별 경감계수 적용과 관련된 사항이 포함되어야 하며, 항로별 경감계수가 반영된 승인된 컨테이너 고박강도계산 프로그램을 본선에 설치하여야 한다. 이 경우, 해당 선박에는 특기사항 LS(CL, RS)를 부여한다.
- (라) (다)와 관련하여, 임의의 항로에 대한 경감계수를 산출할 수 있는 프로그램을 설치한 경우, 해당선박에는 특기사항 LS(CL, RS+)를 부여한다. (2019)
- (마) 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제3장 제25절 2504. 또는 2505.에 따라 설계 및 제작된 컨테이너 고박설비를 적용한 선박에는 특기사항 LS(HHS 또는 HHT)를 부여한다. (2023)
- (바) 상기의 특기사항이 없는 선박은 선주의 요청에 따라 이 지침을 적용할 수 있다.

(3) 고박방법의 종류

- (가) 컨테이너는 다음 중 어느 하나 또는 여러 방법을 조합하여 고박하여야 하며 본 지침에 없는 기타의 방법으로 컨테이너를 고박하고자 하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
 - (a) 컨테이너 잠금장치
 - (b) 로드, 와이어 또는 체인 등에 의한 래싱
 - (c) 버트레스, 버팀목(shore) 또는 기타 동등 구조물에 의한 고박
 - (d) 쉘가이드
- (나) 화물갈개(Dunnage)는 4항 (5)호에 규정한 선하중 적재일 경우를 제외하고 승인된 컨테이너 고박설비와 사용하여서는 안 된다.

(4) 제출도면 및 자료

다음의 도면 및 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

- (가) 컨테이너 적재배치도(운송할 컨테이너의 설계중량 및 배치가 반영된 것)
- (나) 컨테이너 고박설비에 대한 배치 및 상세도
- (다) 다음의 내용이 포함된 컨테이너 고박설비 강도계산서
 - (a) 컨테이너 적재에 따른 홀수 d_c 선박의 수직방향 중심위치(*VCG*), 부면심의 종방향 위치(*LCP*) 및 횡방향 메타센터의 높이(*GM*) 등
 - (b) 설계 풍속
 - (c) 컨테이너 래싱 강도 계산은 운용중 예상되는 최대 GM값을 기초로 계산하여야 하며, 0.075B를 표준으로 한다. 다만, 선박의 운용상 필요시 이보다 낮은 GM값을 선정하여 계산할 수 있다. (2017)
- (라) ISO 컨테이너 이외 다른 형식의 컨테이너를 적재하는 경우, 이들 컨테이너가 적재되는 위치를 화물고박지침서에 명확히 표시하여야 한다. 또한 ISO 컨테이너가 아닌 경우, 강도평가기준값을 화물고박지침서에 명시하여야 한다. 전체가 ISO기준에 적합한 컨테이너로만 구성된 스택의 컨테이너 중량 및 요구되는 고박설비에 대하여도 화물고박지침서에 표시하여야 한다. (2019)

2. 고정식 컨테이너 고박설비(fixed cargo securing fittings)의 재료 및 시험

- (1) 일반
 - (가) 고정식 컨테이너 고박설비는 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 25절에 따라 형식승인을 받아야 한다.
 - (나) 지침 4장 10절에 따라 제품시험(production test)을 받아야 한다.
- (2) 재료 및 설계
 - (가) 고정식 컨테이너 고박설비의 제작에 사용되는 강재는 규칙 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만 선급이 인정하는 경우, 국제표준(ISO), 국가표준 또는 이와 동등한 기준에 적합한 재료를 사용할 수 있다. 설치되는 부위의 선체 재료의 등급 및 인장강도를 고려하여야 하며, 화학성분 또한 용접성을 고려하는 것이어야 한다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 용접법 승인시험을 요구할 수 있다.
 - (나) 셸가이드 및 고박설비가 저온 환경에서 사용되는 경우, 이들 강재의 등급은 특별히 고려하여야 한다.
 - (다) 강재 이외의 재료를 사용하고자 하는 경우 특별히 고려하여야 한다.
 - (라) 과도한 부식을 일으킬 수 있는 포켓이나 리세스에는 물이 고이는 것을 방지하기 위한 수단의 필요성을 검토하여야 한다.

3. 이동식(loose) 컨테이너 고박설비의 재료 및 시험

- (1) 일반
 - (가) 이동식 컨테이너 고박설비는 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 25절에 따라 형식승인을 받아야 한다.
 - (나) 지침 4장 10절에 따라 제품시험(production test)을 받아야 한다.
 - (다) 전자동 고박설비(fully automatic fitting)라 함은 컨테이너 하역시 수동조작이 요구되지 않는 고박설비를 말한다. 일반적으로 전자동 고박설비는 수직거동만 있는 수직(upright)조건에서 수직방향(창구덮개에 수직)으로 컨테이너를 기계적으로 고박하지 않는다. 이와 다른 조작모드 또는 새로운 설계는 특별히 고려할 수 있다.
- (2) 재료 및 설계
 - (가) 이동식 컨테이너 고박설비에 사용되는 강재는 규칙 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만 선급이 인정하는 경우, 국제표준(ISO), 국가표준 또는 이와 동등한 기준에 적합한 재료를 사용할 수 있다.
 - (나) 이동식 컨테이너가 낮은 온도에서 사용되는 경우, 이들 강재의 등급은 특별히 고려하여야 한다.
 - (다) 강재 이외의 재료를 사용하고자 하는 경우, 특별히 고려하여야 한다.
 - (라) 선적되기 전, 안벽에서 컨테이너 코너 캐스팅에 우선 체결되는 잠금설비 및 기타설비는 낙하의 위험 및 진동의 영향으로 헐거워지는 위험을 최소화 할 수 있는 것이어야 한다.
 - (마) 트윈스트락/하부 트윈스트락/미드락/중간판을 가진 스택커/전자동 고박설비의 경우, 컨테이너의 코너 캐스팅과 고박설비 사이의 인장과 압축에 대한 접촉부는 고박설비의 안전사용하중 하에서의 지압응력(bearing stress)이 300 N/mm^2 을 넘지 않아야 한다. 고강도 재료로 제작된 고박설비 사용으로 인한 허용응력의 증가는 고려하지 않는다. 접촉부가 컨테이너 코너 캐스팅에 평행하지 않고 경사를 갖도록 설계된 경우, 유효접촉면적을 특별히 고려할 수 있다.

4. 셸가이드 없는 노출갑판상 적재시 컨테이너 고박설비의 배치

- (1) 일반

- (가) 갑판상 또는 창구덮개 상에 적재되는 컨테이너는 종방향으로 적재하여야 하며, 횡방향으로 적재할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
- (나) 컨테이너는 선측 밖으로 나오지 않도록 적재하여야 한다. 컨테이너가 창구 코밍이나 다른 갑판 구조 밖으로 튀어나오는 경우, 적절한 지지를 하여야 한다. 적재배치는 본선의 필요작업을 위하여 선원이 안전하게 접근할 수 있어야 하며, 잠금장치의 조작 및 점검을 위하여 충분한 접근수단이 제공되어야 한다.
- (다) 창구덮개에 컨테이너가 적재될 경우, 창구덮개에서의 이동을 방지하기 위하여, 승인된 형식의 멈춤장치를 설치하여야 하며, 이의 위치와 구조상세가 포함된 도면을 우리 선급에 제출하여야 한다.
- (라) 래싱용 D-ring과 같은 고박설비 및 컨테이너를 지지하는 지지대(stanchion) 및 유사 구조물은 부과되는 하중에 대한 적절한 강도를 가져야 하며, 고박설비의 유효성을 감소시킬 수 있는 모든 변형을 최소화하기에 충분한 강성을 가져야 한다.
- (마) 가벼운 컨테이너 위에 무거운 컨테이너를 적재하는 것은 승인된 컨테이너 고박설비 배치도 또는 본선의 래싱 프로그램으로 만족함이 입증되지 않는 한, 허용되지 않는다.
- (바) 외부래싱이나 수직래싱에 반자동/전자동 고박 설비를 사용할 경우, 해당 래싱에 적합한 제품을 사용하여야 한다. (2017)
- (a) 코너 캐스팅과 고정지지대 사이에 규정된 간격을 요구하는 잠금방법을 적용하는 잠금장치는 한쪽이 창구덮개에서 지지되고 다른 쪽은 컨테이너 지지대(stanchion)에 의하여 지지되는 스택의 최저층에 사용되어서는 안 된다. 또한 여러 개의 창구덮개 또는 운항중 상대변형이 발생할 수 있는 지지구조에 의하여 지지되는 스택에서도 사용되어서는 안 된다.
- (2) 1단 적재
컨테이너는 다음 (가) 또는 (나) 중 어느 하나의 방법으로 고박하여야 한다.
- (가) 컨테이너 하부 코너 캐스팅(corner casting)에서 승인된 잠금장치를 이용하여 고박하여야 한다.
- (나) 상부의 각 모서리부에 있는 코너 캐스팅을 이용하여 각 컨테이너의 양단벽에서 래싱설비로 대각선 또는 수직방향으로 고박하여야 한다.
- (3) 2단 적재
다음 (가) 에서 (다) 중 어느 하나의 방법으로 고박하여야 한다.
- (가) 각 층별로 컨테이너 하부 모서리에서 승인된 잠금장치를 이용하여 고박하여야 한다.
- (나) 계산결과 스택의 임의의 점에서 수직 분리력이 일어나지 않는 경우, 스택의 모든 내부 모서리에는 이중 스택킹 콘을 사용하고, 스택의 상부 횡방향으로 연결하는 브리지 설비를 사용할 수 있다. 다만 모든 외부 모서리에는 잠금장치를 설치하여야 한다.
- (다) 컨테이너는 스택킹 콘(stacking cone)과 래싱설비를 이용하여 고박할 수 있다. 다만 계산결과 수직 분리력이 일어나는 경우, 스택킹 콘 대신에 잠금장치와 래싱설비를 이용하여 고박하여야 한다.
- (4) 3단 이상의 적재
(가) 컨테이너는 각 층별로 컨테이너 하부 모서리에서 승인된 잠금장치를 이용하여 고박하여야 한다.
- (나) 컨테이너는 래싱설비로 고박할 수 있다. 1층 또는 2층은 스택킹 콘과 함께 래싱설비로 고박할 수 있다. 다만, 계산결과 수직 분리력이 일어나는 경우에는 잠금장치에 의하여 고박하여야 한다.
- (다) 래싱설비를 사용하는 경우, 하층 컨테이너의 상부 코너 캐스팅이 아니라 상층 컨테이너의 하부 코너 캐스팅에 래싱되어야 한다.
- (라) 이중 래싱 (internal para-lash 배치)을 사용하는 방안이 고려될 수 있다. 이중 래싱하는 방법으로, 하나는 상층 컨테이너의 하부 코너 캐스팅에, 다른 하나는 하층 컨테이너 상부 코너 캐스팅에 래싱한다. 래싱설비의 하부 끝단은 적절히 연결되어야 한다. 외부 이중래싱(external para-lash 배치)은 가능한 한 권고하지 않으며, 부득이 사용하는 경우 체결 부위의 래싱 상호 간섭 및 고박 강도(상부 래싱)에 대하여 특별한 주의가 필요하다. (2017)
- (마) 3단 이상 적재되는 경우, 각 층과 각 코너마다 잠금장치로 고박하여야 한다.
- (바) 래싱 브릿지(lashing bridge)와 연결되는 수평 래싱설비를 사용하고자 하는 경우, 특별히 고려하여야 한다. 고박시스템(securing system)에서의 힘은 다음의 영향들을 고려하여 직접계산에 의하여 결정되어야 한다.
- 컨테이너 측면벽/단벽(side/end wall), 래싱설비 및 래싱 브릿지의 강성
 - 컨테이너 고박설비와 창구덮개 스토퍼 사이의 틈새간격에 따른 해당 컨테이너의 수평 이동가능 변위
- (사) 수직 래싱이 고박설비와 결합되어 사용되는 경우, 고박설비와 컨테이너 코너 캐스팅 사이의 수직간격을 고려하여야 한다.

- (a) 래싱 어셈블리(assembly)는 스택에 수직 래싱이 작용되는 지점 아래에 적용된 고박설비 전체의 연신율과 대등한 연신율(elongation)을 받더라도 탄성을 유지하여야 한다. 턴버클과 설비의 과응력(overstressing)을 피하기 위하여, 스프링 또는 기타 탄성체를 턴버클과 설비의 어셈블리에 포함시키는 것이 유리하다. 래싱 브릿지 높이에서부터 래싱하는 경우, 적용된 고박설비의 수는 적재된 가장 낮은 컨테이너 높이까지 포함하여야 한다. 래싱 설비는 컨테이너의 하부 코너 캐스팅에 설치되어야 한다. ISO 3874에 따른 설계간격을 가지는 컨테이너 고박설비의 경우, 래싱 시스템의 전체 연신율을 결정하기 위하여, 고박설비 당 공칭간격은 10 mm로 하여야 한다. 공칭간격이 10 mm를 넘는 고박설비의 경우, 전체 연신율은 높은 연신율을 고려하여 계산하여야 한다.
- (b) 래싱 계산시 수직 래싱의 하중베어링(load bearing)를 고려하기 위하여, 허용계산 수직 분리력(permissible calculated lifting force)을 컨테이너 고박설비의 안전사용하중에 150 kN 만큼 더한 값까지 증가시킬 수 있다. 공칭 수직 분리력(nominal lifting force)은 수직 래싱 적용위치 보다 아래의 고박설비에서 400 kN을 넘지 않아야 한다.
- (아) 수직저동을 받을 때, 수직방향으로 컨테이너를 기계적으로 고박하지 않는 전자동 잠금장치를 포함한 적재배치의 경우, 8항 (2)호 (다)에 명시한 하중상태 하에서 이탈(separation)이 발생하지 않도록 하여야 한다. 또한 노출된 스택이 내부의 크로스 래싱 없이 전자동 잠금장치로 고박되는 경우, 컨테이너에 작용하여 고박을 풀 수 있는 수직 분리력에 대비한 수단이 있어야 한다. 이런 경우, 효과적인 측면 스크린이 요구된다. 그렇지 않은 경우, 컨테이너의 첫 번째 층은 수동 또는 반자동 트위스트 락으로 고박되어야 한다.
- (자) 한 층 이상의 20 ft 컨테이너 상부에 최소 한 층의 40 ft 컨테이너를 적재하는 경우, 이를 '러시안 적재배치(russian stow arrangement)'라고 부르며, 다음의 조건을 만족하여야 한다.
 - (a) 20 ft 컨테이너의 사이는 미드락(midlock) 또는 전자동 트위스트락(full auto twistlock)으로 고박되어야 한다. 다만, 전단 및 후단의 상하는 트위스트락(twistlock)과 필요한 경우, 래싱 설비로 보강하여 고박되어야 한다. (2019)
 - (b) 상부에 적재된 40 ft 컨테이너는 트위스트락(twistlock) 또는 필요한 경우 트위스트락과 래싱 설비를 조합하여 고박하여야 한다. 이 스택은 다음의 두 단계의 절차에 따라 평가되어야 한다.
 - (i) 40 ft 끝단에서, 혼합적재된 스택은 40 ft 스택으로 간주하며 하중계산시 40 ft 컨테이너의 중량으로 계산한다. 20 ft 컨테이너 층의 경우, 20 ft 컨테이너 하나의 중량이 각 층 계산의 기본값으로 사용된다.
 - (ii) 미드베이에 20 ft 층에서는, 래싱되지 않은 스택으로 고려하여 평가하여야 하며 해치 커버의 변형량을 고려하여 적재 단수를 결정하여야 한다. 40 ft 상부적재 컨테이너는 고려할 필요 없다. (2019)
- (5) 선하중(line load) 적재
 - (가) 스택하중이 받침대에 의하여 균일한 선하중으로 분포되도록 지지되는 경우 다음 규정에 적합하여야 한다.
 - (a) 일반적으로 컨테이너 스택은 2단 이하로 적재하여야 한다.
 - (b) 상층 컨테이너의 하중은 컨테이너 코너 캐스팅 쪽으로만 전달되어야 하며, 스택의 층 사이에는 선하중이 작용하여서는 안 된다
 - (c) 8항에 의하여 계산된 하층 컨테이너의 각 수직 코너 버팀목(shore)에 작용하는 하중은 컨테이너 총중량의 1/2 이하이어야 한다.
 - (d) 계산결과 수직 분리력이 일어난 경우에는 컨테이너 코너부에 잠금장치를 설치하여야 한다.
 - (e) 하층 컨테이너의 코너 캐스팅 하부 간격은 전단하중에 의한 스택킹 콘 등의 이탈을 방지할 수 있도록 충분히 작아야 한다.
 - (6) 구조적 구속에 의한 적재
 - (가) 컨테이너는 이동 가능한 구조물 및 버트레스를 이용한 고정식 구조로 고박하여야 한다. 이러한 시스템을 채택하기 위하여는, 구조물 내에서 발생하는 하중과 상응하는 응력에 대하여 고려하여야 한다.
 - (나) 구조물 및 기타 고박설비는 컨테이너의 코너 캐스팅과 맞추어야 하며 그 간격은 컨테이너의 이동을 최소화 할 수 있도록 충분히 작아야 한다.

5. 셀가이드 없는 화물창 내 적재시 컨테이너 고박설비의 배치

- (가) 컨테이너는 중방향으로 적재하여야 하며, 횡방향 적재는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 고박설비의 배치는 컨테이너 스택에 발생할 수 있는 가장 심각한 하중분포를 기본으로 설계하여야 한다.
- (나) 컨테이너는 잠금장치만으로, 또는 버트레스, 버팀목(shore) 및 래싱설비 등과 잠금장치를 조합하여 고박하여야 한다. 컨테이너는 일반적으로 스택의 하부와 모든 중간층의 코너부에서 고박하여야 한다.

- (다) 스택이 1층 또는 2층으로 구성된 경우에는 코너 고박설비의 생략을 고려할 수 있으나 2개 이상의 코너 고박설비로 고박하여야 한다.
- (라) 계산결과, 스택의 임의의 층에서 수직 분리력이 발생하는 경우에는 트위스트락(twistlock) 또는 이와 동등한 고박설비로 해당 층을 고박하여야 하며 그 이외의 층에서는 이중 스택킹 콘(double stacking cone)을 사용할 수 있다.
- (마) 계산결과 스택의 어떠한 층에서도 수직 분리력이 발생하지 않는 경우에는 스택의 모든 층에서 잠금장치 대신 이중 스택킹 콘을 사용할 수 있다.
- (바) 일반적으로 버트레스는 인장 및 압축형 이어야 하며 사용하는 곳의 위치에 따라 적절하게 조절할 수 있는 것이어야 한다. 적용 가능한 경우, 선체구조의 부착물에는 여러 다른 높이의 컨테이너 스택을 맞추기 위한 버트레스의 수직방향 조정수단도 포함되어야 한다.
- (사) 압축력만 받는 버팀목(shore)은 선체구조의 일부로 할 수 있으며 힌지식 또는 이동식으로 할 수 있다. 압축력만 받는 버팀목(shore)과 컨테이너 코너 캐스팅과의 간격은 최소이어야 하며 압축력만 받는 버팀목(shore)의 느슨해짐을 방지할 수 있는 설비를 하여야 한다.
- (아) 인접한 스택들은 서로 횡하중을 전달할 수 있도록 버트레스 또는 버팀목(shore)과 일직선으로 연결되어야 한다. 이때 버트레스와 버팀목(shore)은 주어진 하중을 전달하기에 충분한 강도를 가져야 한다.
- (자) 버트레스 또는 버팀목(shore)를 지지하는 선체구조는 적절히 보강되어야 한다.
- (차) 컨테이너와 선체구조 사이의 최소간격을 필요로 하는 시스템과 이 시스템을 포함한, 대체가능한 고박시스템을 특별히 고려할 수 있다.
- (카) 컨테이너 상부에 대한 작업이 요구되는 고박설비(이중 스택킹 콘, 브릿지 잠금장치, 버트레스 및 버팀목(shore))에 대하여는 작업측면에서의 안전에 주의하여야 한다. 이러한 고박설비가 사용되는 경우, 추락에 대하여 보호되어야 한다.

6. 셸가이드를 이용한 적재시 컨테이너 고박설비의 배치

(1) 일반

- (가) 화물창이나 노출갑판에 적재된 컨테이너를 지지하기 위하여 셸가이드 시스템이 설치될 수 있다.
- (나) 셸가이드는 선체구조의 일부이어서는 아니 되며, 일반적으로 선체의 거동과 무관하도록 설계되어야 한다.
- (다) 셸가이드는 컨테이너 적재 또는 하역시 발생할 수 있는 하중에 견딜 수 있어야 하고, 선체운동에 의한 하중을 선체구조에 전달할 수 있어야 하며 컨테이너의 이동을 억제할 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 배치 및 구조

- (가) 셸가이드는 컨테이너를 효과적으로 지지할 수 있도록 수직방향으로 충분한 높이를 갖고 있는 연속적인 구조이어야 한다. 또한 가이드바는 컨테이너 적재에 의한 셸가이드의 이동 또는 비틀림을 방지할 수 있도록 지지 구조물에 유효하게 부착하여야 한다.
- (나) 셸가이드와 크로스 타이의 교차부는 비틀림이 일어나지 않는 구조이어야 한다.(그림 1 참조)
- (다) 중간 브래킷은 적당한 간격으로 셸가이드에 설치하여야 한다. (그림 1 참조)
- (라) 셸가이드와 컨테이너의 횡방향 간격의 합은 25 mm, 종방향 간격의 합은 40 mm 이내이어야 한다. 셸가이드의 설치 공차를 고려하는 경우, 상기의 간격은 종방향 및 횡방향으로 각 6mm 까지 증가할 수 있다. (2023)
- (마) 횡방향 크로스타이는 셸가이드에 작용하는 하중을 고려하여 수직방향으로 최대 3 m 이하의 적당한 간격으로 설치하여야 하며, 가능한 한 컨테이너 코너부와 같은 높이에 설치하여야 한다. 또한 컨테이너의 종방향 이동을 억제하기 위하여 화물창의 길이방향으로 최소한 두 점 이상에서 크로스타이를 지지하여야 한다. 다만 크로스타이의 종방향 처짐이 20 mm 이하일 경우에는 한점에서만 지지할 수 있다.
- (바) 계산결과에 의해 필요하다고 인정하는 경우 종방향 크로스타이를 설치하여야 하며 그 배치는 전 (마)에 따른다.
- (사) 화물창의 전후 또는 좌우단에서 가이드 레일이 횡격벽 또는 종격벽에 설치된 경우, 격벽은 추가하중을 지지할 수 있게 적절히 보강되어야 한다.

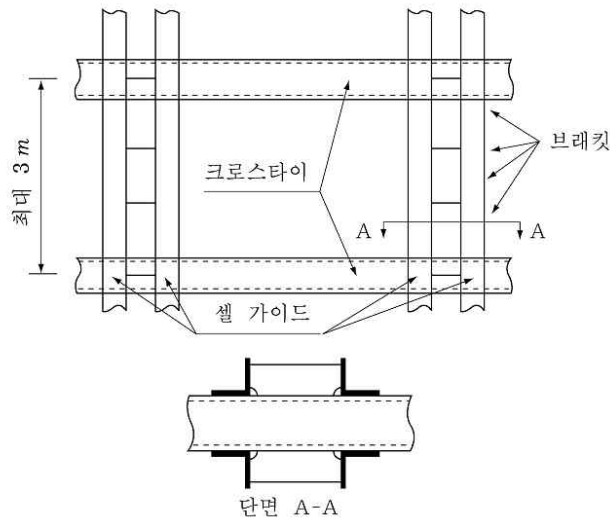


그림 1 셀 가이드의 배치

- (3) 노출 갑판상의 셀가이드
 - (가) 셀가이드 구조의 강도해석 시, 셀가이드 구조와 갑판 구조간의 상호작용효과와 선체 거더의 변형을 고려하여야 한다.
 - (나) 셀가이드의 하단부는 갑판에 유효하게 연결되어야 하며, 횡방향 크로스타이는 셀가이드 사이에 설치하여야 한다. 이때 설치간격은 가이드에 작용하는 하중에 의하여 결정되는 간격으로서, 일반적으로 3m 이하의 간격으로 한다. 또한 셀가이드 구조의 과도한 처짐을 방지하기 위하여 종횡방향으로 적절한 강도의 대각재(cross bracing)를 설치하여야 한다.
 - (다) 갑판 상부의 가이드바는 컨테이너를 지지할 수 있을 정도의 충분한 높이를 가져야 한다.
 - (라) 셀가이드 구조가 현측 후판과 같이 높은 응력이 작용하는 선체구조 또는 갑판부재에 설치되는 셀가이드용 강재의 등급, 품질 및 설치방법 등에 특별한 주의를 하여야 한다.
- (4) 화물창 내 40ft 셀가이드를 이용한 20ft 컨테이너의 적재
 - (가) 40 ft 컨테이너 셀가이드가 설치되어 있는 경우, 20 ft 컨테이너를 위한 임시 중간 셀가이드의 설치방법이 마련 되어야 한다. 영구적 구조부는 어떠한 적하양식에도 적합하게 설계되어야 한다.
 - (나) (가)를 대신하여, 40 ft 컨테이너용으로 준비된 셀의 길이 중간에 20 ft 컨테이너의 영구지지수단이 고려되어야 한다. 이러한 영구지지수단은 다음을 포함할 수 있다
 - (a) 필라(선내)와 컨테이너 스택이 기대어 놓이는 수직 받침봉(종격벽에 붙어 있는). 필라 상부는 갑판구조에 의해 측면으로 지지되어야 하고, 컨테이너 적재로 인한 측면변형을 방지할 수 있을 만큼 충분히 강해야 한다.
 - (b) 컨테이너와 컨테이너 사이 틈안의 얇은 구조에 의해 횡으로 지지되는 가이드바(필요한 경우 종방향 타이도 포함) 상세사항은 지지구조의 하중과 그에 따른 변형을 고려하여 개별적으로 검토되어야 한다.
 - (다) 상부에 40 ft 컨테이너의 적재에 관계없이 미드베이 위치에서 외부의 지지를 받지 않는 20 ft 컨테이너 적재를 ‘혼합적재’라 하며, 다음의 요건들을 만족시키는 배치가 고려되어야 한다.
 - (a) 상부에 40 ft 컨테이너의 적재 없이 20 ft 컨테이너가 셀가이드에 적재되는 경우, 20 ft 컨테이너에 작용하는 횡방향 동하중은 65%는 셀가이드로 지지되는 쪽으로 전달되고 35%는 미드베이 쪽으로 전달된다고 가정한다.
 - (b) 적어도 하나의 40 ft 컨테이너의 상부적재와 함께 셀가이드에 적재되는 20 ft 컨테이너의 경우, 20 ft 컨테이너에 작용하는 횡방향 동하중의 75%는 셀가이드로 지지되는 쪽으로 전달되고 25%는 미드베이 쪽으로 전달된다고 가정한다. 이 경우에는 8항 (4)호에 따라 래킹하중과 압축력이 평가되어야 한다. 상부적재된 40 ft 컨테이너의 영향은 계산에서 제외한다.
 - (c) 미드베이 위치에 있는 20ft 컨테이너 스택의 바닥에서 횡방향 미끌림을 방지하는 수단이 제공되어야 한다. 이것은 이중저에 영구적으로 붙어있는 초크(chock) 또는 그와 동등한 형태로 되어야 한다. 설계 간격은 (2)호 (라)에 따라야 하며 셀가이드에 대한 것과 동일하여야 한다.
 - (d) 스택킹 콘은 종방향 및 횡방향 미끌림을 방지하기 위하여 20ft 컨테이너 각 층 사이 각각의 코너에 배치되어

야 한다. 다만, 플랜지가 없는 스택킹 콘을 사용하는 경우, 20ft 컨테이너 각 단면에 1개 이상의 코너에 스택킹콘이 배치되어야 한다. 추가로 40ft 컨테이너가 20ft 컨테이너 상부에 적재되는 경우, 40ft 컨테이너 끝단에서 20ft 컨테이너와 각 단면에 2개의 스택킹 콘에 의하여 고박되어야 한다. (2019)

- (e) 강으로 된 폐쇄벽(closed steel wall)과 천장(top)을 가진 20 ft 컨테이너만 적재할 수 있다. (폐위되지 않은 컨테이너 제외 (예: 탱크 또는 산적 컨테이너))
- (f) 콘은 컨테이너의 종방향 움직임을 저지하기 위하여 셀가이드 근처 내저판에 설치되어야 한다.
- (g) 컨테이너의 방향은 단벽(closed ends) 또는 단벽(문)이(door ends) 모두 한 방향으로 향하도록 배치하여야 한다.
- (h) 컨테이너는 화물창에 블록적재(block stowage) 되어야 한다. 일반적으로 인접한 스택이 비어있는 경우는 없어야 한다.

상기 이외의 적재 수단에 대한 제안은 개별적으로 고려되어야 하고 보조적 계산이 수행되어야 한다.

(5) 엔트리가이드(entry guide device)

컨테이너 중심을 맞추거나 셀가이드로 유도하기 위한 장치는 일반적으로 가이드 바의 상단에 설치되어야 한다. 이들 장치는 다음을 포함한다.

- 고정 수평 피크(fixed even peaks)
- 고정 상/하부 피크(fixed high and low peaks)
- ‘플립-플롭(flip-flop)’ 시스템;

그러나 견고한 구조를 위하여 다른 장치들도 고려될 수 있다.

7. 컨테이너 지지 구조 (2019)

(1) 일반

- (가) 래싱브릿지, 셀가이드, 컨테이너 지지대 및 기타 컨테이너 지지구조에 대한 도면을 승인용으로 우리 선급에 제출하여야 한다.
- (나) 해치커버 및 선체구조의 고정식 컨테이너 고박설비 하부는 적절히 보강되어야 한다.
- (다) 강도 평가를 위해 유한요소법 또는 격자해석 방법을 사용할 수 있다. 모델링 및 평가는 총 두께를 사용하며, 요소 크기는 구조의 거동을 충실하게 재현할 수 있도록 하여야 한다.
- (라) 해치 커버의 강도 평가는 **규칙 4편 2장** 내용에 따른다.
- (마) 미키마우스 형태의 래싱브릿지를 적용하는 경우, 해당 구조의 횡방향 변위를 구속할 수 있도록 특별한 주의가 필요하다.
- (사) 선주의 요청이 있거나 우리선급이 필요하다고 인정하는 경우, 래싱브릿지에 대한 진동 평가를 수행할 수 있다. (2021)

(2) 구조 강도 평가

(가) 구조의 모델링

(a) 해석범위

- (i) 강도 평가를 위한 모델은 수직방향으로 최소한 컨테이너 지지구조의 하부 스트링거까지 그리고 선수미 방향으로 하나의 프레임까지를 포함하여야 한다. 일반적으로 래싱브릿지는 좌현 및 우현 모두를 모델링하여야 한다.
- (ii) 또는, 래싱브릿지 모델만 사용하여 강도평가를 수행할 수도 있다. 다만, 래싱브릿지 구조해석에서 도출된 하부 반력값을 사용하여 래싱브릿지와 접하는 선체구조에 대한 강도평가를 추가적으로 수행하여야 한다.
- (iii) 선수부, 중앙부, 선미부의 위치에서 강도 평가를 수행하여야 하며, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 강도 평가 위치는 추가될 수 있다.

(b) 유한요소모델

- (i) 선박구조의 유한요소모델은 **표 1**와 같이 오른손 좌표계를 따른다.

표 1 좌표계 (2019)

좌표	방향	비고
x	길이방향	선미에서 선수(+)
y	폭방향	중심선면에서 좌현(+)
z	깊이방향	상향(+)

- (ii) 일반적으로 판 요소를 사용하여야 한다. (2020)
- (iii) 요소의 크기는 구조물의 형상을 표현할 수 있고, 응력 집중을 표시할 수 있도록 충분히 작아야 한다. 일반적으로 깊이 방향으로 응력 변화가 있는 부재에 대하여는 이를 판별할 수 있도록 최소 3개 이상으로 요소 분할을 하여야 한다. 상세 요소분할 구역의 최소 요소 크기는 해당 판재의 두께보다 작을 필요는 없다. (2020)

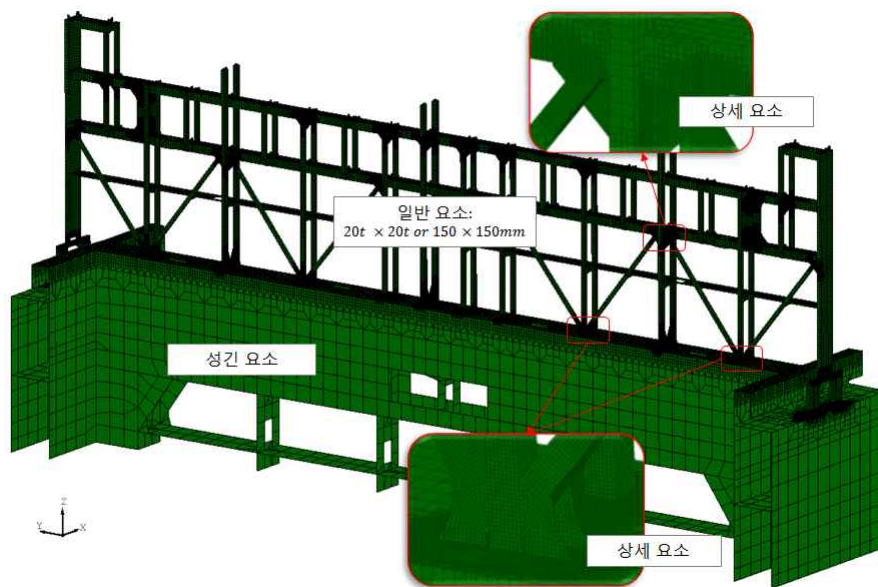


그림 2 래싱브릿지 분할요소 예 (2019)

(나) 경계조건

실제구조와 같은 거동을 표현할 수 있는 적합한 경계조건을 구조모델에 적용하여야 한다.

(다) 하중

(a) 설계하중

- (i) 컨테이너 고박설비의 지지구조는 컨테이너 고박설비의 안전사용하중(SWL)을 설계하중으로 사용할 수 있다.
- (ii) 컨테이너 적재 배치도의 적재 배치를 적용하여 8항에 따라 계산될 수 있다.
- (iii) 이상 가능한 모든 조작방향의 하중을 고려하여야 한다.

(b) 설계 하중의 조합

(i) 래싱브릿지 (lashing bridge)

다음의 설계하중 조합이 고려되어야 한다.

- 래싱브릿지 앞/뒤쪽 베이 모두 컨테이너가 적재되는 경우 (횡방향 하중 최대조건)
- 래싱브릿지 앞쪽 베이에 컨테이너가 적재되는 경우 (선수방향 하중 최대조건)
- 래싱브릿지 뒤쪽 베이에 컨테이너가 적재되는 경우 (선미방향 하중 최대조건)

설계하중은 컨테이너 적재 배치도에 따라 계산된 값을 사용하여야 한다. 다만 안전사용하중을 설계하중으로 사용하고자 하는 경우, 그림 3에 명시된 하중값을 사용할 수 있다.

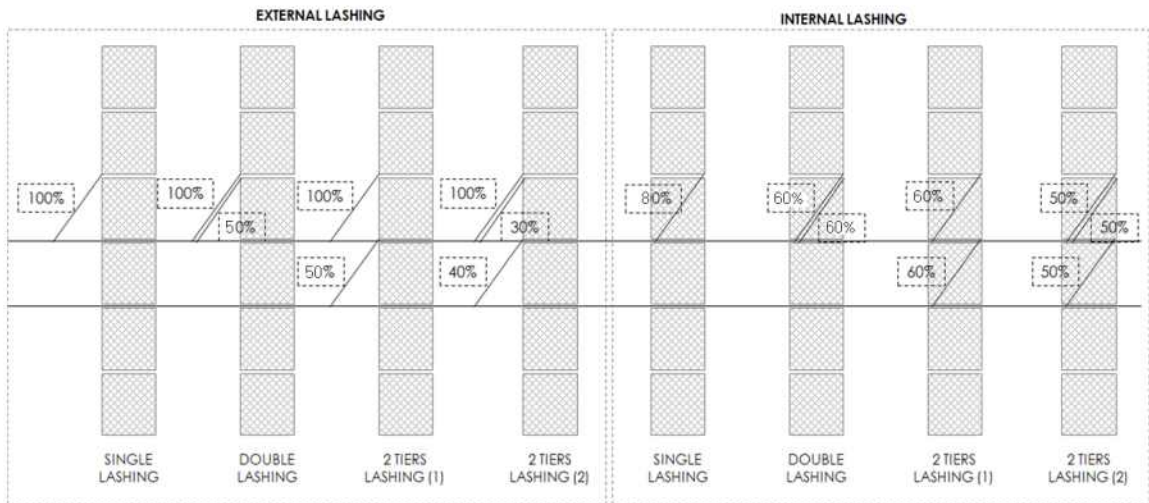


그림 3 안전사용하중을 래싱브릿지 구조 설계하중으로 적용하는 예시 (2021)

(ii) 셀가이드 (Cell Guide)

다음 표 2의 설계하중 조합이 고려되어야 하며 8'6" 및 9'6" 의 높이가 다른 컨테이너 적재시의 조건도 고려하여야 한다. 갑판상에 설치되는 셀가이드의 경우, 풍하중을 고려하여야 한다.

표 2 셀가이드의 설계하중 조합 (2019)

하중조건	횡방향 하중	종방향 하중	수직방향 하중
하중조합 1	적용	미적용	미적용
하중조합 2	미적용	적용	미적용

(iii) 컨테이너 지지대(Container Stanchion)

다음 표 3의 설계하중 조합이 고려되어야 한다. 최외곽 스택의 컨테이너 지지대의 경우 풍하중을 고려해야 한다.

표 3 컨테이너 지지재의 설계하중 조합 (2019)

하중조건	횡방향 하중	종방향 하중	수직방향 하중
하중조합 1	적용(안쪽)	미적용	적용(인장력)
하중조합 2	적용(바깥쪽)	미적용	적용(압축력)

(iv) 기타 컨테이너 지지구조

우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(라) 허용 응력

(a) 컨테이너 지지 구조의 응력은 다음의 표 4에서 주어진 허용 응력 값을 넘지 않아야 한다.

표 4 허용 응력값 (2019)

응력성분	허용응력 (N/m ²)
수직응력 (굽힘, 인장, 압축)	0.8 σ_0
전단응력	0.46 σ_0
조합응력	0.9 $\sigma_0^{(1)}$
σ_0 : 재료의 최소항복응력 (N/m ²) (1) : 상세 요소분할 구역의 응력집중부에 한하여 허용응력을 1.2 σ_0 까지 완화할 수 있다.	

(마) 좌굴 강도

(a) 유한요소해석에서 얻은 응력을 사용하여 규칙 제14편 8장 5절에 따라 좌굴강도 평가를 수행하여야 한다.

$$\eta_{act} < \eta_a$$

η_{act} : 규칙 제14편 8장 5절 2.2.1 및 3.1에서 얻어진 좌굴사용계수

η_a : 허용 좌굴사용계수

플랫폼의 판 : 0.9

스트럿 및 필러 : 0.67

(바) 래싱브릿지 강성

(a) 래싱브릿지 하중 작용점의 최대 횡방향 변위는 다음의 값을 초과할 수 없다.

- 1단 래싱브릿지: 10 mm
- 2단 래싱브릿지: 25 mm
- 3단 이상 래싱브릿지: 35 mm

(3) 진동 평가

(가) 유한요소모델

- (a) 2단 이상의 래싱브릿지는 고유 진동수가 엔진과 프로펠러에 의한 가진 주파수와 공진을 피할 수 있도록 설계되어야 한다.
- (b) 해상 시운전, 평형수 항해 또는 갑판이 비어있는 상태와 같이 래싱브릿지에 고박하중이 작용하지 않는 상태로 운항하는 경우, 래싱브릿지의 진동 평가를 고려하여야 한다.
- (c) 일반적으로 강도평가에 사용되는 유한요소모델을 사용할 수 있다. 선미의 래싱브릿지는 프로펠러 및 주 기관 구역 기진원에 가까이 위치하므로 진동응답을 평가하여야 한다. 선박에 따라 여러 위치에서 래싱브릿지의 진동 응답을 평가할 수 있다.
- (d) 진동 평가를 위한 최소 모델 범위 및 경계 조건은 (2)의 (가) 구조의 모델링 및 (나) 경계 조건을 참고한다. 전선 구조 유한요소모델이 가능하고 전선 구조 고유진동해석이 수행되어야 하는 경우, 래싱 브리지 모델을 전선 구조 모델에 통합하여 수행하는 것이 권장된다.

(나) 고유진동수 평가

- (a) 래싱브릿지의 전체 거동 고유진동수는 다음 요건을 만족하여야 한다.
 - (i) 선미부 및 주 기관 구역의 인근에 위치하는 래싱브릿지의 고유진동수는 프로펠러 날개 기진력과의 공진을 회피하기 위하여 다음의 프로펠러 날개 주파수의 범위 밖에 있어야 한다.
 - 하한: 80 % NCR - 10 % MCR
 - 상한: MCR + 10 % MCR
 여기서,
 NCR : 정상 연속 회전속도. 선박이 NCR보다 낮은 속도로 장시간 운전될 것이 예상되는 경우에는 NCR 대신 운전 속도를 회전속도로 사용하여야 한다.
 MCR : 최대 연속 회전속도
 - (ii) 저속 디젤 엔진이 있는 선박의 기관실에 인접한 래싱브릿지의 고유진동수는 엔진의 주요 가진 주파수의 범위 밖에 있어야 한다.

(b) 캠벨 다이어그램은 잠재적인 공진 주파수를 평가하는데 사용될 수 있다. 그림 4는 캠벨 다이어그램의 예를 보이고 있다. 1차 프로펠러 날개 주파수 선과 모드의 고유 진동수 선 사이의 교차점에서 발생 가능한 공진 조건을 찾을 수 있다.

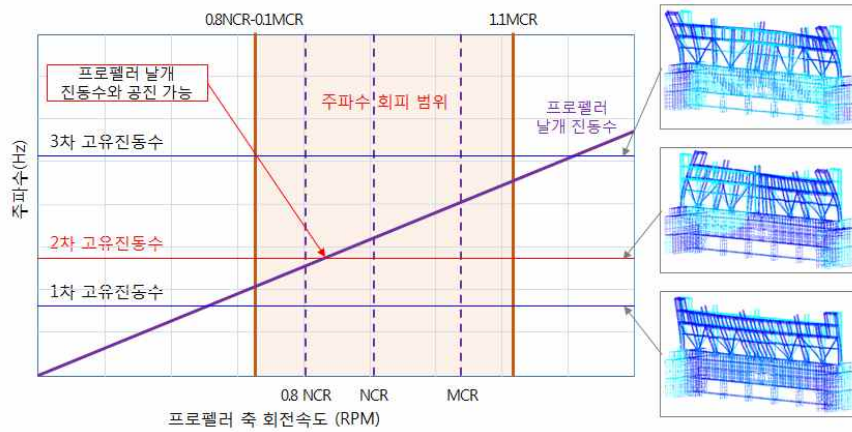


그림 4 래싱브릿지의 고유 진동수 평가를 위한 캠벨 다이어그램 (2019)

(c) 공진 발생에 따른 과도한 진동 응답을 줄이기 위하여 추가 구조용 댐퍼 시스템, 고유 진동수를 조정하기 위한 일시적인 질량 또는 이와 동등한 방법을 적용할 수 있다. 이러한 방법은 우리선급과 협의하여야 한다.

8. 하중의 결정 및 적용

(1) 기호 및 정의

(가) 용어의 정의 및 기호는 다음에 따른다. (2021)

a_0 : 가속도 변수로서, 다음 식을 따른다.

$$a_0 = (1.58 - 0.47C_B) \left(\frac{2.4}{\sqrt{L_{BP}}} + \frac{100}{L_{BP}} - \frac{600}{L_{BP}^2} \right)$$

a_{heave} : 상하동요 운동가속도로써 다음 식에 따른다.

$$a_{heave} = 0.5f_H a_0 g \quad (\text{m/sec}^2)$$

a_{sway} : 좌우동요 운동 가속도로 다음 식에 따른다.

$$a_{sway} = 0.29 a_0 g \quad (\text{m/sec}^2)$$

a_{surge} : 전후동요 운동가속도로 다음 식에 따른다.

$$a_{surge} = 0.18 a_0 g \quad (\text{m/sec}^2)$$

a_{roll} : 횡동요 운동가속도로 다음 식에 따른다.

$$a_{roll} = \theta \left(\frac{2\pi}{T_\theta} \right)^2 \quad (\text{m/sec}^2)$$

a_{pitch} : 종동요 운동가속도로 다음 식에 따른다.

$$a_{pitch} = \left(\frac{3.1}{\sqrt{gL}} + 1.4 \right) \phi \left(\frac{2\pi}{T_\phi} \right)^2 \quad (\text{m/sec}^2)$$

a_i : i 번째 컨테이너의 한쪽 코너 캐스팅 중심에서 다른 쪽 컨테이너 끝단까지의 거리 (m).

(그림 5참조) (2024)

a_x, a_y, a_z : x, y, z 방향 가속도 (m/sec^2).

b_i, c_i : i 번째 컨테이너의 길이 및 높이 (m). (그림 5 참조)

d_i : 컨테이너 사이 수직방향 고박설비의 높이 (m). (그림 5 참조)

e_i : 컨테이너와 래싱브릿지 사이의 길이방향간격(mm)

- $e_i = 0$: 래싱브릿지가 없는 경우,
 $e_i = 700\sim 1,300$: 래싱브릿지가 있는 경우
- f_h, f_p, f_r : 상하동요(heave), 종동요(pitch), 횡동요(roll)에 대한 항로별 경감계수. (표 8 참조)
- g : 중력가속도로 9.81 m/s^2 로 한다.
- h_i : $c_i + d_i$, (그림 5 참조)
- i : i 번째 컨테이너의 인덱스.
- k_r : 횡동요 회전반경(m), 일반적으로 $0.35 B$
- l_i : ' i '번째 컨테이너의 래싱설비의 길이(mm).

$$l_i = \sqrt{a_i^2 + c_i^2 + e_i^2}$$
- n : 한 개의 로우(row)에 적재되는 컨테이너의 수.
- x : 선미수선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 x 방향 거리(m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 길이의 $1/2$ 로 한다.
- y : 선체중심선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 y 방향 거리(m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 폭의 $1/2$ 로 한다.
- z : 기선으로부터 해당 컨테이너 중심까지의 z 방향 거리(m)로서, 단위컨테이너의 중심은 컨테이너 높이의 $1/3$ 로 한다.
- A_i : ' i '번째 컨테이너의 래싱설비의 단면적(mm^2).
- $C_{XS}, C_{YS}, C_{ZH}, C_{YR}, C_{ZR}, C_{XP}, C_{ZP}$: 각각 선박운동에 대한 동적운동조합계수로서 표 5에 따른다.
- C_c : 컨테이너 무게중심의 높이와 컨테이너 높이의 비율로, 일반적으로 0.45 로 한다.
- C_{YG}, C_{XG} : 횡동요, 종동요에 대한 동적운동조합계수로서 표 5에 따른다.
- C_{yf}, C_{zf} : 선박의 종방향 위치에 따른 동적 계수로서 표 7에 따른다.
- E_i : ' i '번째 컨테이너의 래싱 설비의 연신율(kN/mm^2)로서 표 10에 따른다.
- GM : 선박의 횡방향 메타센터 높이(m).
- K_i : ' i '번째 컨테이너에서 래싱설비의 횡방향 강성으로 다음 식에 따른다.

$$K_i = \frac{E_i A_i \cos^2 \theta_i}{l_i}, \quad (\text{kN/mm})$$
- K_c : 컨테이너 스프링 상수(kN/mm^2)로서, 표 9에 따른다.
- L_{BP} : 선수 수선과 선미 수선 간의 수평거리를 말한다(m).
- R : 기선으로부터 선박의 운동중심까지의 높이. $R = \frac{1}{2}(0.35B + 1.4T_{LC})$
- CR : 해당 컨테이너의 승인된 최대 총중량으로서 컨테이너의 용기중량(tare weight)에 적재중량(payload)을 더한 값(kN).
- T_{LC} : 고려하는 적재상태에서의 선박의 형흘수(m).
- T_i : ' i '번째 컨테이너의 래싱설비에 작용하는 인장력(kN).
- T_θ, T_ϕ : 종동요, 횡동요의 주기(sec).
- V_w : 풍속(m/s)으로서, 최소 36m/sec 로 한다.
- W_i : 내용물을 포함한 컨테이너의 설계중량(ton)으로 최대중량이 명시되지 않은 경우, W_i 는 R (rating weight)로 한다. 빈 컨테이너의 경우, 다음의 최소중량으로 한다.
 20 ft 컨테이너 : 2.5 ton
 40 ft 컨테이너 : 3.5 ton
 45 ft 컨테이너 : 4.0 ton
- α : 풍력 계수로서 표 5에 따른다.
- θ_i : ' i '번째 컨테이너의 래싱설비의 래싱 각도로서, 그림 9에 따른다.
- θ, ϕ : 횡동요, 종동요의 각도(radian).

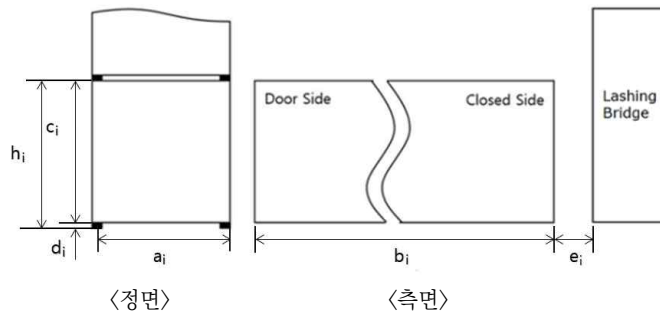


그림 5 컨테이너 주요치수

(2) 선체운동에 의한 가속도 (2023)

(가) 다음의 선체운동을 고려하여야 한다.

- BSRL : 횡파에 따른 최대 횡요 진폭
- BSHA : 횡파에 따른 최대 상하동요 가속도
- OSPH : 사파에 따른 최대 종요 진폭

선체운동가속도 계산에 필요한 각 선체운동 상태에 따른 조합계수는 표 5에 따른다.

(나) 횡요 및 종요에 대한 선체운동의 각도 및 주기는 표 6에 따른다. 고박설비의 하중계산시 고려하여야 하는 가속도는 다음 식에 따른다. 우리 선급이 인정하는 경우, 선체운동특성은 직접계산 방법에 따라 구할 수 있다. 길이 방향 위치에 따른 동적계수 C_{yf} 와 C_{zf} 는 표 7과 같다.

$$a_x = -C_{XG} g \sin \phi + C_{XS} a_{surge} + C_{XP} a_{pitch} (z - R)$$

$$a_y = C_{YG} g \sin \theta + C_{yf} C_{YS} a_{sway} - C_{yf} C_{YR} a_{roll} (z - R)$$

$$a_z = C_{zf} C_{ZH} a_{heave} + C_{zf} C_{ZR} a_{roll} |y| - C_{zf} C_{ZP} a_{pitch} (x - 0.45L)$$

표 5 동적 선체운동 조합계수 (2019)

		가속도					각도		풍력계수
		전후동요 (surge)	좌우동요 (sway)	상하동요 (heave)	횡동요 (roll)	종동요 (pitch)	횡동요 (roll)	종동요 (pitch)	
		C_{XS}	C_{YS}	C_{ZH}	C_{ZR}, C_{YR}	C_{XP}, C_{ZP}	C_{YG}	C_{XG}	
BSRL	1	0	0.1	-0.1	-1.0	0	1.0	0	1.0
	2	0	-0.1	0.1	1.0	0	-1.0	0	-1.0
BSHA	1	-0.1	-0.6	-1.0	0.15	-0.1	-0.1	0	-1.0
	2	0.1	0.6	-1.0	-0.15	0.1	0.1	0	1.0
OSPH	1	-0.6	0.4	-0.4	-0.1	-1.0	0.1	1.0	0.5
	2	0.6	-0.4	-0.4	0.1	1.0	-0.1	-1.0	-0.5

표 6 선체 운동의 종/횡요의 각도 및 주기 (2023)

운동	각도(Angle of radian)(Deg)	주기(Periods) (sec)
횡동요 (roll)	$\theta = f_r \frac{9000(1.25 - 0.025 T_\theta)}{(B+75)\pi}$ 30°(0.524 rad)를 넘을 필요는 없으며, - 폭이 32.26m 미만 인 경우, $f_r \times 22^\circ (f_r \times 0.384 rad)$ 보다 작아서는 안되고, - 폭이 60m 이상인 경우, $f_r \times 17^\circ (f_r \times 0.297 rad)$ 보다 작아서는 안된다. (폭이 사이의 값을 가지는 경우 선형 보간으로 결정한다.)	$T_\theta = \frac{2.3\pi k_r}{\sqrt{g GM}}$
종동요 (pitch)	$\phi = f_p 1350 L^{-0.94} \left\{ 1.0 + \left(\frac{15}{\sqrt{gL}} \right)^{1.6} \right\}$	$T_\phi = \sqrt{\frac{2\pi L}{g}}$

표 7 길이방향 위치에 따른 동적계수 (2019)

x-방향 위치 (x/L_{BP})	C_{yf}	C_{zf}
0.0	1.63	1.11
0.1	1.46	1.11
0.2	1.32	1.05
0.3	1.24	1.04
0.4	1.20	1.02
0.5	1.20	1.06
0.6	1.23	1.18
0.7	1.30	1.29
0.8	1.39	1.40
0.9	1.52	1.40
1.0	1.68	1.40

주) 각 구간별 중간위치에 대한 값은 보간값을 사용한다.

- (다) 항로별 경감계수는 해당 항로상의 환경조건에 대하여 설계수명 20년을 기준으로 하는 컨테이너선의 장기응답해석을 통하여 구하며 대표적인 항로에 대한 경감계수는 표 8에 따르며, 항해 패턴이 특이한 경우의 경감계수는 우리 선급과 협의하여 결정할 수 있다. 표 8의 대표적인 항로의 전형적인 항적의 예는 별첨 2를 참조한다.
- (라) 바람에 의한 하중은 최대풍속 36 m/sec을 기준으로 계산하며, 횡하중을 증가시키는 방향으로 적용한다.
- (마) 최외곽 스택에 40ft 컨테이너가 적재되고 내부 스택에 40ft / 45ft / 48ft / 53ft 컨테이너가 적재되는 경우, 길이 방향 돌출부에 대한 풍하중은 적용하지 않는다. 최외곽에 20ft 컨테이너가 하나만 적재되고 뒤쪽에 40ft / 45ft / 48ft / 53ft 컨테이너가 적재되는 경우, 40ft / 45ft / 48ft / 53ft 컨테이너에는 50%의 풍하중을 적용한다.
- (바) 풍하중을 적용받는 컨테이너 최상부와 내부 스택의 컨테이너 중심 간 높이 차이가 1.9m 미만인 경우, 풍하중을 적용하지 않는다. 풍하중을 적용받는 내부 스택의 최상부 컨테이너의 경우, 80%의 풍하중을 고려한다.(그림 6 참조)

표 8 항로별 경감계수 (2023)

항로 (Route)	f_r	f_p	f_h
아시아-유럽 (Asia-Europe service)	$-0.00041B+0.8907$	0.866	0.902
태평양 (Pacific service)	$-0.00146B+0.9709$	0.862	0.996
태평양-대서양 (Pacific-Atlantic service)	$-0.00074B+0.9641$	0.915	0.981
북해-지중해 (North Sea-Mediterranean Short Sea service)	$-0.00025B+0.9446$	0.928	0.954
북대서양 (North Atlantic service)	1	1	1
아시아-남아메리카(서부해안) (Asia-South America(West Coast))	$-0.00090B+0.9452$	0.873	0.970
남아메리카(동부해안)-아프리카 (South America(East Coast)-Africa)	$0.00094B+0.8475$	0.831	0.873
아프리카-동아시아 (Africa-East Asia)	$0.00087B+0.9034$	0.875	0.885
유럽(로테르담)-아프리카 (Europe(Rotterdam)-Africa)	$-0.00009B+0.9118$	0.905	0.914
유럽(로테르담)-남아메리카(브라질) (Europe(Rotterdam)-South America(Brazil))	$-0.00020B+0.9265$	0.916	0.932
미국(뉴욕)-남아메리카(브라질) (US(NYC)-South America(Brazil))	$-0.00062B+0.8084$	0.760	0.826
아시아-중동아시아(Asia-Middle East Asia)	$-0.0026B+0.8418$	0.628	0.851
아시아 내부	$-0.0024B+0.8508$	0.649	0.865
f_r 은 어떤 항로에서도 $-0.0045B+0.9735$ 이상이어야 한다.			

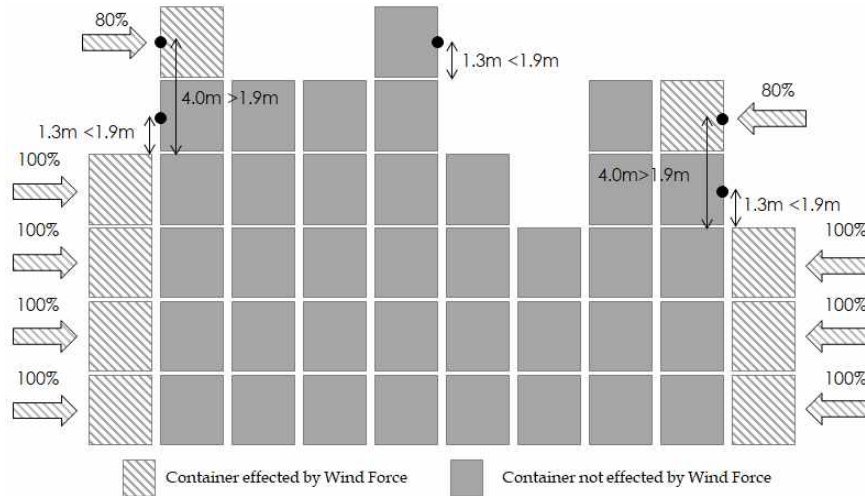


그림 6 풍하중 적용 구역 (2019)

(3) 래싱하지 않은 스택의 하중

(가) 스택의 각 컨테이너에 대하여 도출된 합성력은 다음과 같이 컨테이너 벽 사이에 균등하게 나누는 것으로 가정한다.

H_i : 하나의 횡방향 끝단에서의 미끄러는 힘으로 다음에 따른다.

$$H_i = a_{y(i)} \frac{W_i}{2} (\text{kN})$$

J_i : 하나의 종방향 측면에서의 미끄러는 힘으로 다음에 따른다.

$$J_i = a_{x(i)} \frac{W_i}{2} (\text{kN})$$

P_i : 각 코너 버팀목에서 수직력

$$P_i = a_{z(i)} \frac{W_i}{4} (\text{kN})$$

Q_i : 하나의 횡방향 끝단에서의 풍력

$$Q_i = \frac{\alpha 7.33 c b V_w^2 \cos(C_{YG}\theta) \times 10^{-4}}{2} (\text{kN}) \quad (2019)$$

첨자 i 는 특정 컨테이너를 의미한다.

(나) 각 컨테이너에 작용하는 횡방향 하중은 다음 식에 의한다.(첨자 i 는 특정 컨테이너를 의미한다, 그림 7 참조)

$$F_i = C_c H_i + (1 - C_c) H_{i+1} + \frac{Q_i}{2} + \frac{Q_{i+1}}{2}, \quad i < n \text{ 인 경우}$$

$$F_i = C_c H_i + \frac{Q_i}{2}, \quad i = n \text{ 인 경우}$$

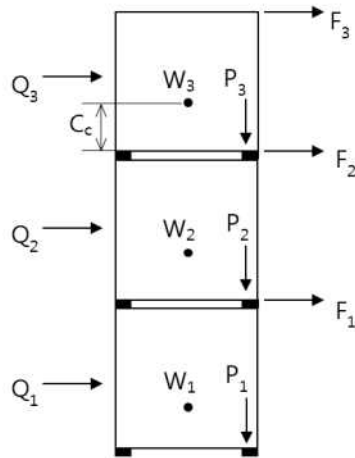


그림 7 래싱 하지 않은 스택에서 횡방향 하중의 계산 예

(다) 래싱하지 않은 스택에서의 컨테이너에 작용하는 하중은 각각 다음 식에 따른다.

(a) 래킹하중 (하나의 단부벽에 대하여) (별첨 3 참조)

$$Rm_i = \sum_{j=i}^n F_j$$

(b) 전단하중 (코너마다) (kN), 종방향 미끌림 하중이 추가되는 것을 제외하고는 래킹하중 계산과 동일한 방법을 사용한다.

$$Su_i = \sqrt{\left(0.55 \sum_{j=i}^n (H_j + Q_j)\right)^2 + \left(0.55 \sum_{j=i}^n J_j\right)^2}$$

(c) 코너 캐스팅의 압축하중 (kN), 음(-)의 부호는 압축력을 나타낸다. 이 값의 절대값은 그림 12 (c)의 허용값 이 되어야 한다. (2017)

$$\text{상부 : } Cu_{i-top} = \sum_{j=i+1}^n P_j - \frac{1}{a_{i+1}} \sum_{j=i+1}^n \left(F_j \sum_{k=i+1}^j h_k \right)$$

$$\text{하부 : } Cu_{i-btm} = \sum_{j=i}^n P_j - \frac{1}{a_i} \sum_{j=i}^n \left(F_j \sum_{k=i}^j h_k \right)$$

(d) 하부 코너 캐스팅의 수직 분리력 (kN), 양(+)의 부호는 수직 분리력을 의미하며, 양의 값에 대해서만 그림 12 에서 확인할 수 있다.

$$Lu_i = \sum_{j=i}^n P_j + \frac{1}{a_i} \sum_{j=i}^n \left(F_j \sum_{k=i}^j h_k \right)$$

(라) 래싱되지 않은 스택의 경우, 상기 (다)로부터 계산된 합성력은 해당 컨테이너의 허용하중을 초과하여서는 안 된다. ((6)호 참조) 합성력이 허용치를 초과하는 경우, 래싱설비를 배치하여야 한다. 잠금장치와 지지재에서의 합성력은 해당 설비의 승인된 허용하중을 초과하여서는 안 된다. (2항 및 3항 참조)

(4) 래싱된 적재방법

(가) 고박설비에 래싱을 포함시킬 경우, 고박설비의 유연성을 위해 적절한 허용치가 있어야 하며, 이를 위하여 다음의 값들을 도입할 수 있다.

(a) 컨테이너의 래킹 변형 : 컨테이너의 래킹변형에 대한 컨테이너 벽의 스프링 상수는 표 9에 따르며, 특정 베이에 크기가 다른 컨테이너가 혼재될 경우 가장 작은 상수값을 적용할 것을 권장한다.

표 9 컨테이너의 스프링상수

높이(m)	단벽(문) (kN/mm)	단벽 (kN/mm)	측면벽 (kN/mm)
2.438	3.7	16.7	6.1
2.591	3.5	15.4	5.7
2.743	3.3	14.3	5.4
2.896	3.2	13.3	5.1

- (b) 컨테이너의 수평이동 : 컨테이너 잠금장치의 허용치로 인한 컨테이너의 초기변위는 적재배치와 관련하여 고려하여야 한다. 일반적으로 컨테이너의 초기변형은 전형적인 배치의 계산절차에서는 무시할 수 있다.
- (c) 래싱설비의 연신율: 래싱설비의 연신율은 래싱설비의 유효탄성계수를 참조하여 결정하며 실제 시험값이 없는 경우 표 10의 값을 이용한다.

표 10 래싱설비의 연신율

고박설비 형식	연신율
혹 타입 턴버클의 강제 고박설비 래싱	98 kN/mm ²
턴버클과 래싱아이(lashing eyes)를 포함한 짧은(1단) 강제 고박설비 래싱 (knob 형)	140 kN/mm ²
턴버클과 래싱아이(lashing eyes)를 포함한 긴 강제 고박설비 래싱 (knob 형)	175 kN/mm ²
강제 와이어 로프 래싱	90 kN/mm ²
강제 체인 래싱 (체인의 호칭 지름 기준)	80 kN/mm ²
조정 가능한 인장 / 압축 버트리스	120 kN/mm ²

(나) 래싱 위치와 컨테이너 스택 바닥 사이의 구조에 유연성을 위한 다른 모든 요소가 필요한 경우, 평가 및 고려되어야 한다. 이들의 예로는 래싱 브릿지(lashing bridge)의 유연성, 창구덮개의 미끌림 또는 선체의 비틀림 변형 등이 있다.

(다) 이중래싱의 경우, 래싱 로드와 각 단면적은 단일로드 단면적의 100 %로 한다. 1개의 턴버클과 2개의 래싱 로드를 조합하여 사용하는 이중래싱의 경우도(그림 8) 동일한 단면적을 사용한다. (2024)

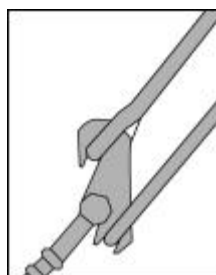


그림 8

(라) 계산은 컨테이너 스택의 각 단벽(모든 단벽(문)(door ends) 및 단벽(closed ends))에 대하여 수행된다.

(마) 전형적인 배치에 있어, 'i'번째 컨테이너의 래싱설비의 스프링 상수 K_i 는 그림 9에 따라 계산할 수 있다.

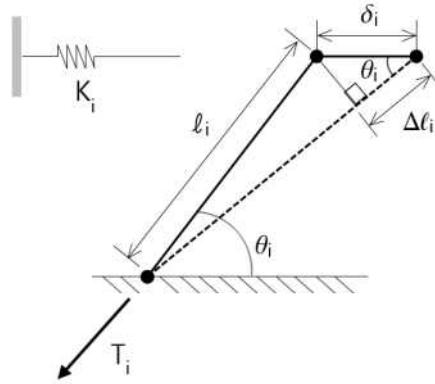


그림 9 래싱 설비의 수평 강성

$$T_i = \frac{E_i A_i}{l_i} \Delta l_i = \frac{E_i A_i}{l_i} (\delta_i \cos \theta_i)$$

$$T_i \cos \theta_i = \frac{E_i A_i}{l_i} (\delta_i \cos \theta_i) \cos \theta_i = \frac{E_i A_i \cos^2 \theta_i}{l_i} \cdot \delta_i$$

$$K_i = \frac{E_i A_i \cos^2 \theta_i}{l_i}$$

상기 구성의 경우, 고정 래싱판의 배치는 경사진 래싱설비를 설치하기에 적합하여야 한다. 또한 경사부에서 컨테이너를 적절하게 고박하기 위하여 래싱설비 머리(head of lashing rods)의 설계에 주의하여야 한다.

- (바) 버트레스 (buttress) 또는 버팀목 (shore)은 래싱과 유사한 방법으로 모델링할 수 있다. 버트레스 또는 버팀목 (shore)을 따라 2개 이상의 스택이 버트레스 또는 버팀목으로 인접하는 컨테이너 사이 연결구(linkage)에 의하여 지지되는 경우 모델링시 이를 고려하여야 한다.
- (사) 래싱된 상태의 합성력은 (5)호에 따라 결정한다. 스택에서 힘의 분포는 가해진 힘의 영향 하에서 관련 지지요소의 연신율의 상응요소와 컨테이너의 전체 이동량과 동일하다는 가정에 의해 구해진다. 래싱설비에서 인장으로 인한 횡하중은 그림 10과 같다. 이러한 힘들은 여러 층의 높이까지 연장되는 래싱 브릿지의 설치시 고려된다.
- (아) 래싱설비 인장력이 결정되면, 컨테이너의 잔류력은 (5)호에서 주어진 방법에 따라 스택을 통하여 전달된다. 이 모델은 컨테이너 층 사이의 잠금장치가 수직 분리력에 저항할 수 있다고 가정한다. 즉 수직 분리력이 발생할 경우, 적절한 잠금장치가 설치되어 하중을 전달하는 것으로 가정한다.
- (자) 일반적으로, 내부래싱방법은 컨테이너가 래싱설비에 의해 적재된 경우에 사용하여야 한다. 그림 11의 외부래싱은 내부래싱이 무거운 스택으로 인해 더 큰 하중을 견딜 수 없을 경우에만, 우리 선급이 적절함을 검증한 후 적용할 수 있다. (2017)

(5) 래싱된 상태에서의 합성력

- (가) 래싱 위치에서 컨테이너의 횡방향 하중은 (3)호와 유사한 방법으로 구할 수 있으며 다음과 같다. 'i'번째 층이 래싱되지 않은 경우, 인장력은 '0'이어야 한다.

$$Ft_i = F_i - T_i \cos \theta_i$$

$$Pt_i = P_i - T_i \sin \theta_i$$

(a) 하나의 끝단벽의 래킹 하중 (kN)

$$Rt_i = \sum_{j=i}^n Ft_j$$

(b) 하나의 코너의 전단하중 (kN), 종방향 미끄럼 하중이 추가되는 것을 제외하고는 래킹하중 계산과 동일한 방법을 사용한다.

$$St_i = \sqrt{\left(0.55 \sum_{j=i}^n (H_j + Q_j - T_j \cos \theta_j)\right)^2 + \left(0.55 \sum_{j=i}^n J_j\right)^2}$$

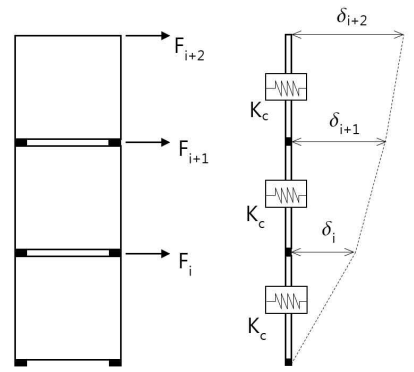
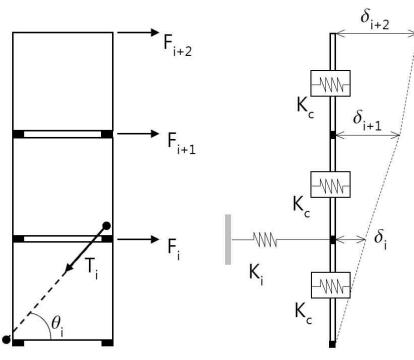
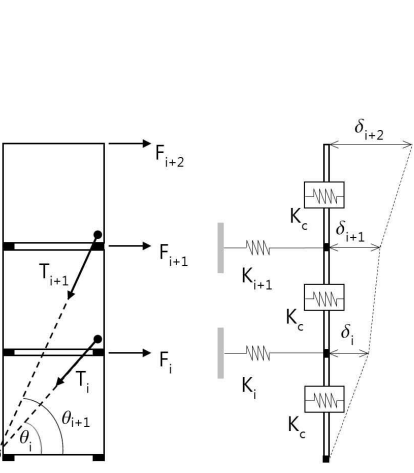
 <p style="text-align: center;">래싱하지 않은 스택</p>	$\begin{cases} \delta_i = \frac{Ru_i}{K_c} \\ \delta_{i+1} = \frac{Ru_i + Ru_{i+1}}{K_c} \\ \delta_{i+2} = \frac{Ru_i + Ru_{i+1} + Ru_{i+2}}{K_c} \end{cases}$
 <p style="text-align: center;">1단 래싱</p>	$\begin{cases} \delta_i = \frac{Ru_i - T_i \cos \theta_i}{K_c} = \frac{T_i \cos \theta_i}{K_i} \\ \delta_{i+1} = \frac{Ru_i - T_i \cos \theta_i + Ru_{i+1}}{K_c} \\ \delta_{i+2} = \frac{Ru_i - T_i \cos \theta_i + Ru_{i+1} + Ru_{i+2}}{K_c} \end{cases}$ $T_i \cos \theta_i = \frac{K_i \sum_{k=1}^i Ru_k}{K_c + (i K_i)}$
 <p style="text-align: center;">2단 래싱</p>	$\begin{cases} \delta_i = \frac{Ru_i - T_i \cos \theta_i - T_{i+1} \cos \theta_{i+1}}{K_c} = \frac{T_i \cos \theta_i}{K_i} \\ \delta_{i+1} = \frac{(Ru_i - T_i \cos \theta_i - T_{i+1} \cos \theta_{i+1}) + (Ru_{i+1} - T_{i+1} \cos \theta_{i+1})}{K_c} \\ \quad = \frac{T_{i+1} \cos \theta_{i+1}}{K_{i+1}} \\ \delta_{i+2} = \frac{(Ru_i - T_i \cos \theta_i - T_{i+1} \cos \theta_{i+1}) + (Ru_{i+1} - T_{i+1} \cos \theta_{i+1}) + Ru_{i+2}}{K_c} \end{cases}$ $T_i \cos \theta_i = \frac{K_i K_{i+1} \left[\left(\sum_{k=1}^i Ru_k \right) - i Ru_{i+1} \right] + K_i K_c \sum_{k=1}^i Ru_k}{i K_i (K_{i+1} + K_c) + K_c [(i+1) K_{i+1} + K_c]}$ $T_{i+1} \cos \theta_{i+1} = \frac{K_{i+1} \left(K_c \sum_{k=1}^{i+1} Ru_k \right) + i K_i K_{i+1} Ru_{i+1}}{i K_i (K_{i+1} + K_c) + K_c [(i+1) K_{i+1} + K_c]}$

그림 10 래싱 스택에서 횡하중의 계산방법

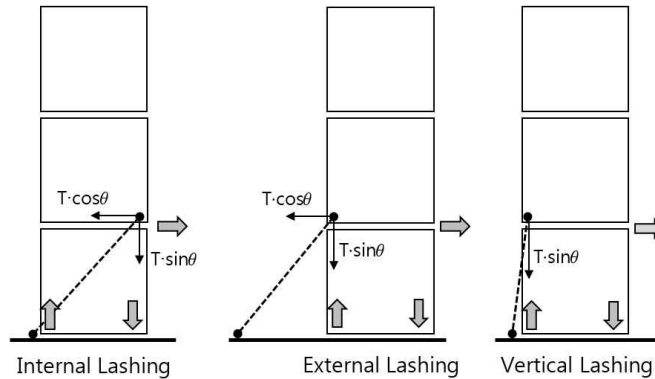


그림 11 래싱 방법의 종류

- (c) 상부 코너 캐스팅의 압축하중 (kN), (이 하중의 절대값은 그림 12의 기준과 비교하여야 하며, 부호가 음(-)일 경우, 압축력을 의미한다.) (2017)

내부래싱의 경우 :

$$Ct_{i-top} = \sum_{j=i+1}^n Pt_j - \frac{1}{a_{i+1}} \sum_{j=i+1}^n \left(Ft_j \sum_{k=i+1}^j h_k \right) - T_i \sin \theta_i$$

외부래싱의 경우 :

$$Ct_{i-top} = \sum_{j=i+1}^n P_j - \frac{1}{a_{i+1}} \sum_{j=i+1}^n \left(Ft_j \sum_{k=i+1}^j h_k \right)$$

- (d) 하부 코너 캐스팅의 압축하중 (kN), (이 하중의 절대값은 그림 12의 기준과 비교하여야 하며, 부호가 음(-)일 경우, 압축력을 의미한다.) (2017)

내부래싱의 경우 : $Ct_{i-btm} = \sum_{j=i}^n Pt_j - \frac{1}{a_i} \sum_{j=i}^n \left(Ft_j \sum_{k=i}^j h_k \right)$

외부래싱의 경우 : $Ct_{i-btm} = \sum_{j=i}^n P_j - \frac{1}{a_i} \sum_{j=i}^n \left(Ft_j \sum_{k=i}^j h_k \right)$

- (e) 하부 코너 캐스팅의 수직 분리력 (kN), 이 값이 양(+)일 경우 수직 분리력을 의미하며 양(+)일 경우에만 그림 12의 기준과 비교하여야 한다. (2017)

내부래싱의 경우 : $Lt_i = \sum_{j=i}^n P_j + \frac{1}{a_i} \sum_{j=i}^n \left(Ft_j \sum_{k=i}^j h_k \right)$

외부래싱의 경우 : $Lt_i = \sum_{j=i}^n Pt_j + \frac{1}{a_i} \sum_{j=i}^n \left(Ft_j \sum_{k=i}^j h_k \right)$

- (나) 컨테이너 하중은 (6)호의 허용값을 초과하지 않아야 한다. 래싱설비의 인장력은 래싱설비의 허용사용하중을 초과하지 않아야 한다. 문이 없는 단벽 최상층 외부래싱에는 톨팅(tilling)에 의한 추가장력의 영향을 고려하여야 한다. 다만, 스프링 등을 적용하여 추가 장력 발생의 우려가 없는 고박 장비가 사용되는 경우 추가 장력은 고려하지 않을 수 있다. (2019)

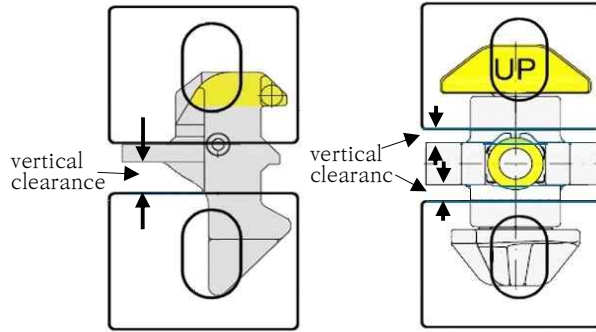
$$\delta v_{act} = F_{NL-Trigger} / K_{v-upper-eff}$$

$$F_{NL-Trigger} = Lt_{i+1} - T_i \sin \theta_i$$

$$K_{v-upper-eff} = C_k \frac{E_i A_i \sin^2 \theta_i}{l_i}$$

C_k : 비선형 계수로서 우리선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

δv_{max} : 트위스트락 중간판(intermediate plate)과 컨테이너 코너캐스팅 끝단 사이의 수직간격(vertical clearance)으로, 일반적으로 20mm를 적용할 수 있다. HHS(High Holding Securing) 또는 HHT(High Holding Twist) 추가특기부호를 가지는 선박의 경우, 제조법 및 형식승인 지침 제 3장 제25절 2504. 또는 2505.의 15mm 요건을 만족하여야 하며, 계산에 적용할 수 있다. (2023)



Note 1 : 전자동 트위스트락의 경우, 성능 시험 성적서가 반드시 제출되어야 한다. 성능 시험 성적서의 수직 간격이 20mm를 초과할 경우, 해당 값을 적용하여야 한다.

Note 2 : 더 작은 값을 사용하고자 하는 경우, 성능 시험 성적서를 근거로 우리 선급과 협의하여 해당값을 사용할 수 있다.

$$\delta v_{final} = \max(0, \min(\delta v_{max}, \delta v_{act}))$$

$$T_{i-final} = T_i + \frac{K_{v-upper-ef} \delta v_{final}}{\sin \theta_i}$$

상기 수식으로 최상층 외부래싱의 장력을 계산 후, 아래 쪽 외부래싱의 장력을 재계산하여야 한다. 이때, 하중 모델에서 최상층 외부래싱의 수평장력 성분을 공제하고, 최상층 외부래싱의 수평강성은 강성모델에서 제외한다. 모든 래싱로드의 장력 재계산후 컨테이너 하중을 재계산하여야 한다, (2019)

(다) 버트레스 또는 버팀목(shore)에 의하여 외부지지되는 경우, 이 지지에 나란한 연결부에 의하여 하중이 전달된다. 지지부에 인접한 컨테이너의 횡방향 끝단부에서의 힘은 다음과 같이 주어진다.

$$F_b \left(\frac{2N-1}{2N} \right) \text{ (kN)} \quad \text{그리고}$$

$$\text{컨테이너에 인접한 연결부에서의 힘은, } F_b \left(\frac{N-1}{N} \right) \text{ (kN)}$$

F_b : 버트레스 또는 버팀목(shore)에서의 계산된 힘 (kN)

N : 버트레스 또는 버팀목(shore)에 의해 지지된 컨테이너 행수

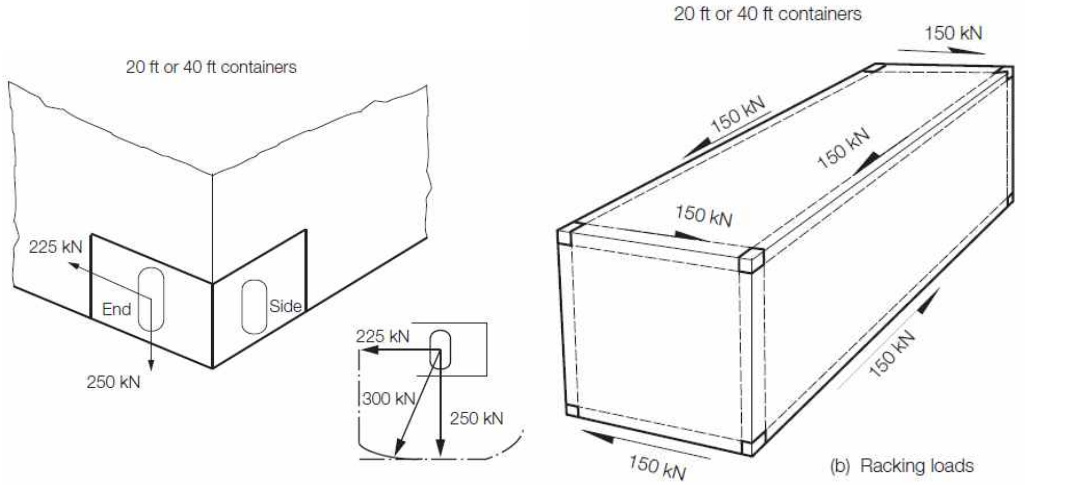
(6) 컨테이너에 대한 허용하중

(가) ISO 컨테이너의 경우, 고박배치는 컨테이너에 작용하는 힘이 표 11의 값을 초과하지 않도록 설계되어야 한다. ISO 1496-1 (개정 No. 1, 2 및 3의 컨테이너를 포함) 컨테이너의 최대허용하중을 표 11에 나타내었다. 제조된 컨테이너에 작용하는 최대하중이 그림 12에 설명되어 있다. ISO 1496-1에 따라 제작된 컨테이너에 대한 래싱배치 계산방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 계산되어야 한다.

(나) ISO 1496-1에 따른 45 ft 컨테이너가 40 ft 컨테이너 상단에 적재되는 경우, 45 ft의 상부 캐스팅의 모서리 포스트 하중은 404 kN의 압축력을 초과하여서는 안 된다. 컨테이너 하부 구조의 강도는 전달된 힘을 견딜 수 있어야 한다. 40 ft 컨테이너의 상층에 적재된다면 45 ft 컨테이너 끝단에 래싱은 적용하지 않는다.

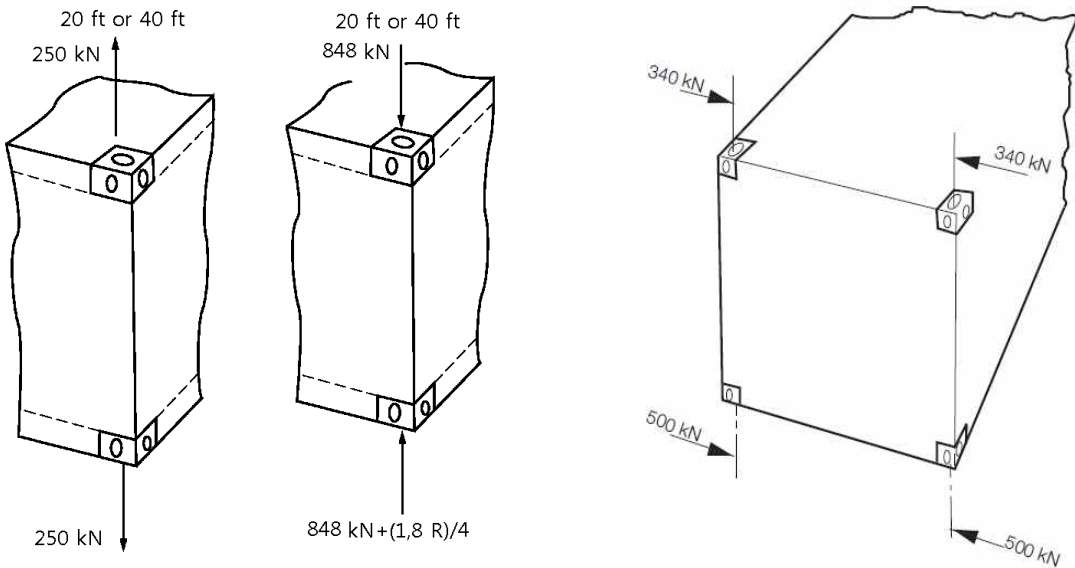
표 11 ISO 컨테이너의 허용하중 (2018)

	허용하중	
	20 ft 컨테이너(kN)	40 ft 컨테이너(kN)
측면에 평행하게 작용하는 컨테이너 코너 캐스팅으로부터의 횡하중 (그림 12 (b)참조)	150	150
컨테이너 코너 캐스팅에 작용하는 래싱설비에 의한 횡하중으로 끝단에 평행하게 작용하는 횡하중(비고 1 참조) (그림 12 (a)참조)	225	225
래싱설비에 의한 컨테이너 코너 캐스팅에 작용하는 수직력으로 컨테이너 측면벽 또는 양단벽에 평행하게 작용하는 수직력(비고 1 참조) (그림 12 (a)참조)	250	250
컨테이너 양단벽에 작용하는 래킹력 (그림 12 (b)참조)	150	150
컨테이너 측면면에 작용하는 래킹력 (그림 12 (b)참조)	150	150
각 상부 코너 (top corner)에서의 수직력, 인장 (그림 12 (c)참조)	250	250
각 하부 코너 (bottom corner)에서의 수직력, 인장 (그림 12 (c)참조)	250	250
각 상부 코너 기둥에서의 수직력, 압축 (그림 12 (c)참조)	848 (비고 4 참조)	848 (비고 4 참조)
스택에서 가장 낮은 컨테이너의 각 하부 코너 캐스팅에서의 수직력, 압축(그림 12 (c)참조)	$848 + (1.8R)/4$ (비고 3 & 4 참조)	$848 + (1.8R)/4$ (비고 3 & 4 참조)
상부 및 상부면에 평행하게 작용하는 횡방향 힘, 인장 또는 압축 (비고2 참조)(그림 12 (d)참조)	340	340
하부 및 하부면에 평행하게 작용하는 횡방향 힘, 인장 또는 압축 (비고2 참조)(그림 12 (d)참조)	500	500
(비고)		
<p>1. 어떤 경우에도 수직력과 횡하중의 합력이 그림 12 (a)의 제한값을 초과하여서는 아니 된다. 수직력과 횡하중은 합력 수직방향 최대성분이며 만약 수직 또는 수평 래싱이 사용되는 경우에는 이를 최대하중으로 사용되어서는 아니 된다.</p> <p>2. 버트레스가 중간 높이에서 스택을 지지하는 경우, 그 높이에서의 컨테이너의 횡방향 합력은 상부 및 하부의 합력을 넘어서는 아니 된다.</p> <p>3. 최하층 컨테이너의 단벽(closed ends) 상의 하부 코너 캐스팅에 작용하는 수직 압축력은 다음의 조건을 만족할 경우, $848 + (1.8R)/4$ kN를 초과할 수 있다.</p> <p>(a) 상층 컨테이너로부터 최하층 컨테이너에 작용하는 수직 압축력은 848 kN을 초과하여서는 아니 된다.</p> <p>(b) 상층 컨테이너로부터 최하층 컨테이너에 작용하는 횡방향 래킹력은 150 kN을 초과하여서는 아니 된다.</p> <p>(c) 하부 코너 캐스팅에 작용하는 수직 압축력은 승인 받은 받침 소켓 및 받침 트위스트랙(미드락) 증서 상의 안전 사용 하중을 초과하여서는 아니 된다. (2018)</p> <p>4. 컨테이너가 ISO 1496-1(개정 2014 포함)에서 요구하는 값 이상의 시험하중으로 승인된 경우, 허용하중은 848 kN 대신에 942 kN이 사용될 수 있다.</p>		



(a) 코너 캐스팅 래싱 하중

(b) 20 ft(40 ft) 컨테이너, 압축 또는 인장



(c) 코너 수직 분리력(pull-out) 및 압축력
컨테이너가 ISO 1496-1 (개정 2014 포함) 따라 승인된 경우, 허용하중은 848 kN 대신 942 kN 을 사용할 수 있다.

(d) 횡방향 압축력

그림 12 ISO 1496-1:1990 (개정 2014 포함)에 따라 제작된 20 ft 또는 40 ft 컨테이너의 허용하중

9. 컨테이너 고박강도계산 프로그램 및 계산기기

(1) 일반사항

- (가) 이 항의 요건은 1항 (2)호에 따라 각 호선에 컨테이너 고박강도계산시스템을 설치하고자 하는 경우에 적용한다.
- (나) 컨테이너 고박강도계산프로그램 시스템은 고박강도계산프로그램(소프트웨어) 및 계산기기(하드웨어)로 구성된다.
- (다) 컨테이너 고박강도계산기기(하드웨어)
 - (a) 고박강도계산기기의 형식승인을 받고자 하는 경우에는 제조법 및 형식승인지침 3장 5절에 따른다.

- (b) 본선에 설치되는 고박강도계산기기는 형식승인된 기기가 설치되는 경우에는 1대, 형식승인된 기기가 아닌 경우에는 2대를 설치하여야 한다.
- (c) 고박강도계산프로그램은 적하지침기기에 통합하여 설치할 것을 권장한다.
- (라) 컨테이너 고박강도계산프로그램(소프트웨어)
 - (a) 고박강도계산프로그램의 설계승인을 받고자 하는 경우에는 **제조법 및 형식승인지침 4장 3절**에 따른다.
 - (b) 설계승인과 관계없이, 선박에 설치되는 고박강도계산프로그램은 해당 호선의 Test report를 제출하여 본부의 승인을 받아야 하며, 승인된 Test report에 대해 본선 입회 시험을 실시하여야 한다.
 - (c) Test report에는 적어도 다음의 계산이 포함되어야 한다. (2017)
 - (i) 계산 결과 중 최대하중(래킹하중, 전단하중, 압축하중, 수직분리력, 래싱장력)에 대한 요약결과
 - (ii) 선수부, 중앙부, 선미부 bay에 대한 계산 예
 - (iii) 항로별 경감계수를 적용하는 경우, 이에 대한 계산 예
- (2) 제출문서
 - (가) 고박강도계산프로그램을 승인 받고자 하는 경우, 해당 호선에 대한 다음 문서 3부를 우리 선급으로 제출하여 승인받아야 한다.
 - (a) 사용자 매뉴얼
 - (b) 프로그램 설명서(설계승인을 받은 경우, 제출 생략 가능)
 - (c) Test report
 - (d) 프로그램에 저장된 본선 주요 특성
 - (나) 모든 제출 문서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
 - (a) 선명, 선박 건조자명, 건조번호 및 선박 식별번호
 - (b) 프로그램명, 버전 번호 및 버전 날짜
 - (c) 프로그램 제조자 및 주소
 - (d) 주요 내용에 대한 목록
 - (다) (가)에 의해 제출되는 문서에는 다음 내용이 포함되어야 한다.
 - (a) 사용자 매뉴얼
 - (i) 프로그램 개요
 - (ii) 설계승인증서 사본(설계승인을 받은 경우)
 - (iii) 프로그램 구동에 필요한 고박강도계산기기(하드웨어) 사양
 - (iv) 에러 및 경고 메시지(각각의 경우에 대해 사용자가 조치할 수 있는 지침 포함)
 - (v) 컨테이너, 고박설비 및 선박에 대한 강도 허용치
 - (vi) 삽화 또는 출력 견본 등을 통한 계산 절차 예시
 - (vii) 각 화면 출력에 대한 예시 및 이에 대한 설명
 - (b) 프로그램 설명서
 - (i) 순서도를 포함한 프로그램 기능에 대한 설명
 - (ii) 계산 방법 및 원리에 대한 설명
 - (c) Test report에는 적어도 다음의 계산이 포함되어야 한다.
 - (i) 화물창 내의 대표적인 컨테이너 적재상태
 - (ii) 혼합적재 상태(적용하는 경우)
 - (iii) 갑판 상의 대표적인 적재상태
 - (iv) 갑판 적재상태(트위스트락(twistlocks)으로만 고박한 경우)
 - (v) 스택 중량을 초과한 경우
 - (vi) 고박 하중을 초과한 경우
 - (vii) 수직 분리력을 초과한 경우
 - (viii) 최외곽 스택이 허용치를 넘는 경우에 대한 예시
 - (d) 프로그램에 저장된 본선 주요 특성
 - (i) 선박의 주요 치수
 - (ii) 선미수선으로부터 각 베이의 위치
 - (iii) 컨테이너, 고박설비 및 선박에 대한 강도 상 허용치
 - (iv) 일반적인 적재 제한 조건

(3) 컨테이너 고박강도계산프로그램 설계 요건

(가) 각 컨테이너 배치에 대해 다음 사항들을 표시할 수 있어야 한다.

- (a) 선박의 흘수
 - (b) GM값
 - (c) 각 컨테이너의 중량
 - (d) 컨테이너 스택의 위치
 - (e) 고박(lashing) 배치
 - (f) 각 컨테이너의 가속도
 - (g) 각 컨테이너에 대해 계산된 하중
 - (h) 강도 허용치(컨테이너 내력, 고박설비 및 지지구조에 작용하는 하중 고려)
 - (i) 강도 허용치를 초과한 경우 이에 대한 경고 표시
 - (j) 입력 및 결과 화면은 그래픽으로 표시할 수 있어야 하며 결과물은 출력 가능하여야 함
- (나) 사용자가 잘못된 값을 입력할 경우, 값이 입력되지 않도록 설계하여야 한다.
- (다) 프로그램에 저장된 본선 특성자료는 사용자에게 의해 변경될 수 없도록 보호되어야 한다.

(4) 프로그램 계산 결과 허용 기준

프로그램에 의한 계산 값과 우리 선급에 의해 계산된 값의 차이는 다음 식에 따른다.

$$[(\text{프로그램에 의한 계산값}) - (\text{우리 선급에 의해 계산된 값})] / \text{허용치} \leq \pm 5\%$$

(5) 본선 시험 및 승인

- (가) 본선에 설치된 고박강도계산프로그램 시스템의 적합성 및 프로그램이 정상적으로 계산되는지를 검증하기 위하여 우리 선급 검사원 입회하에 본선 시험을 실시하여야 한다.
- (나) 본선 시험은 승인된 Test report의 결과와 본선에 설치된 프로그램의 계산결과가 일치하는지에 대해 확인하는 것으로 하며 불일치하는 경우, 해당 프로그램은 승인되어서는 안 된다.
- (다) 본선 시험은 승인된 Test report의 모든 적재조건에 대해 수행되어야 하며, 적재조건 중 적어도 하나는 계산이 적절히 수행되는지 확인하기 위해 계산 절차의 처음부터 진행되어야 한다.
- (라) 고박강도계산기(하드웨어)가 형식 승인 받지 않은 경우, 시험은 두 대의 하드웨어에서 시행되어야 하며 두 대의 하드웨어는 증서 상에 명기되어야 한다.
- (마) 본선 시험 결과가 적합한 경우, 고박강도계산프로그램 시스템에 대한 승인증서를 발급하며, 승인증서에는 다음 내용이 포함되어야 한다.
 - (a) 선명, 선박건조 조선소, 선급번호 및 선박 건조일
 - (b) 프로그램명 및 버전
 - (c) 프로그램 제조자명 및 주소
 - (d) 형식승인증서 및 설계승인증서 번호(해당되는 경우)
 - (e) 하드웨어명, 시리얼 번호 및 제조자명(형식승인을 받지 않은 경우, 2대 모두 기입)
 - (f) 승인된 Test report의 승인번호 및 승인날짜
- (바) 고박강도계산프로그램 시스템 승인증서 및 승인된 Test report는 사용자 매뉴얼과 함께 본선에 보관되어야 한다.

(6) 승인내용의 변경

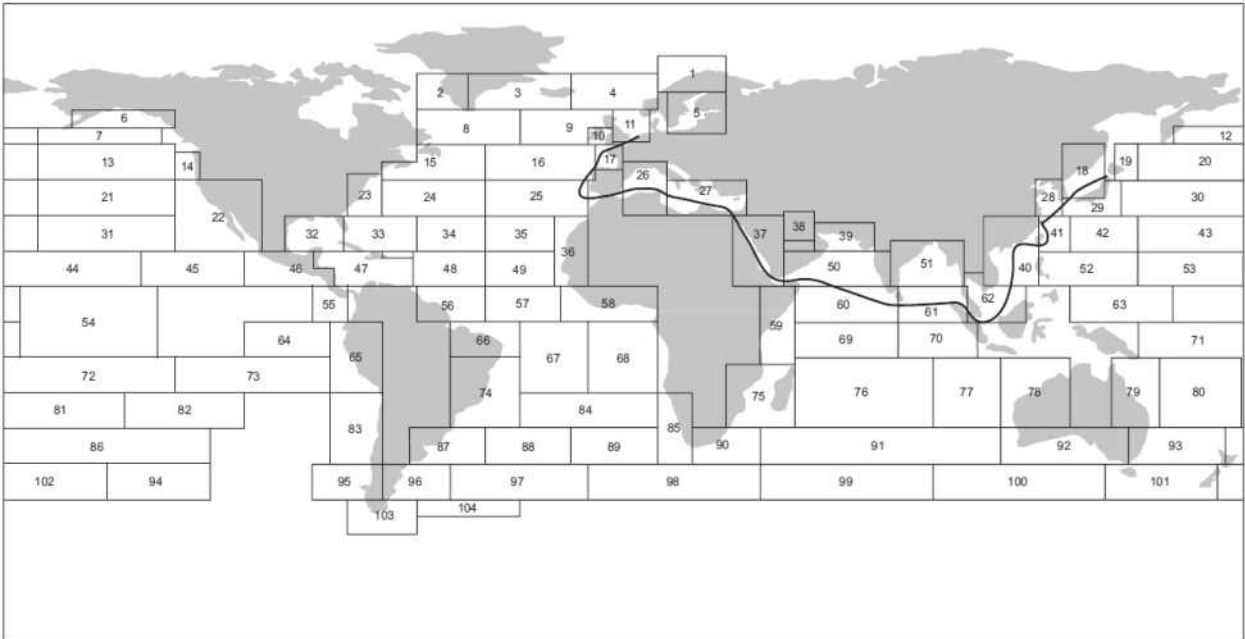
프로그램에 대한 변경은 설계자에 의해 이루어져야 하며 변경이 발생할 경우, 기 발행된 증서의 효력을 상실하게 되므로 즉시 우리 선급에 통보하여야 하며 변경 사항에 대하여는 우리 선급에 재승인 받아야 한다.

별첨 1 각 형태별 컨테이너의 주요치수

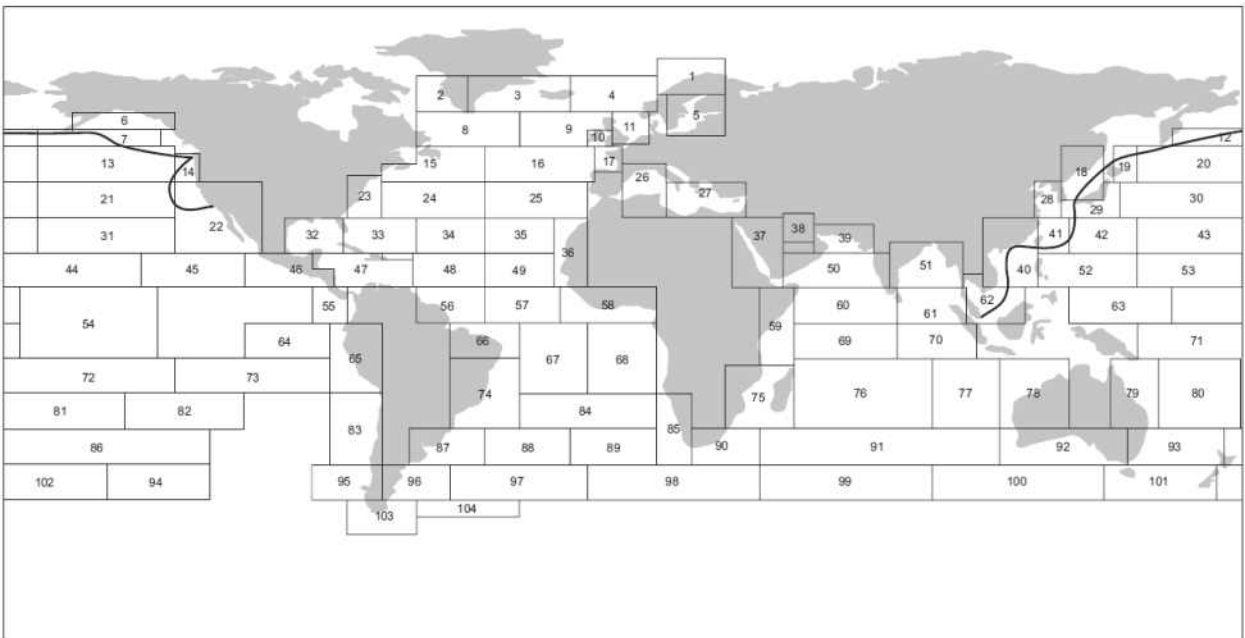
크기 (size)	외부치수 (external dimension)						최대 총질량 (rating) (kg)
	길이(length)		폭(width)		높이(height)		
	(mm)	오차 (tolerance) (mm)	(mm)	오차 (tolerance) (mm)	(mm)	오차 (tolerance) (mm)	
10ft (ISO)	2,991	+0/-5	2,438	+0/-5	2,438	+0/-5	10,160
20ft (ISO)	6,058	+0/-6	2,438	+0/-5	2,438	+0/-5	30,480
					2,591		
30ft (ISO)	9,125	+0/-10	2,438	+0/-5	2,438	+0/-5	30,480
					2,591		
					2,896		
40ft (ISO)	12,192	+0/-10	2,438	+0/-5	2,438	+0/-5	30,480
					2,591		
					2,896		
45ft (ISO)	13,716	+0/-10	2,438	+0/-5	2,591	+0/-5	30,480
					2,896		
48ft	14,630	+0/-10	2,591	+0/-5	2,908	+0/-5	30,480
53ft	16,154	+0/-10	2,591	+0/-5	2,908	+0/-5	30,480

별첨 2 주요 항로 예시 (2018)

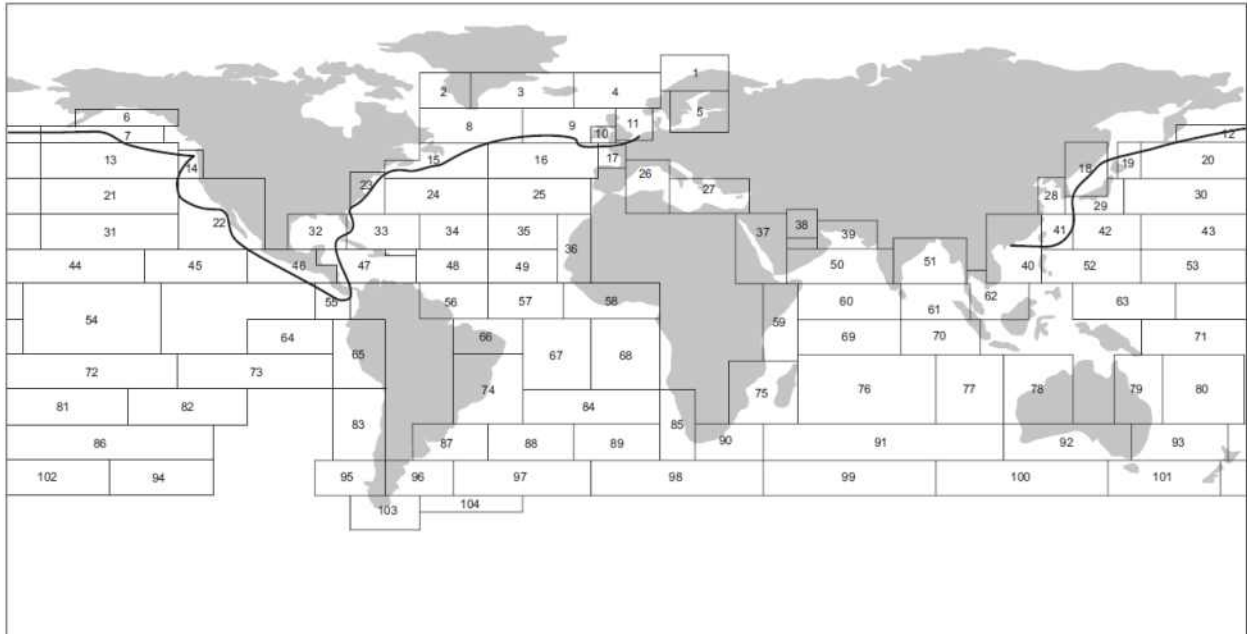
1. 아시아 - 유럽



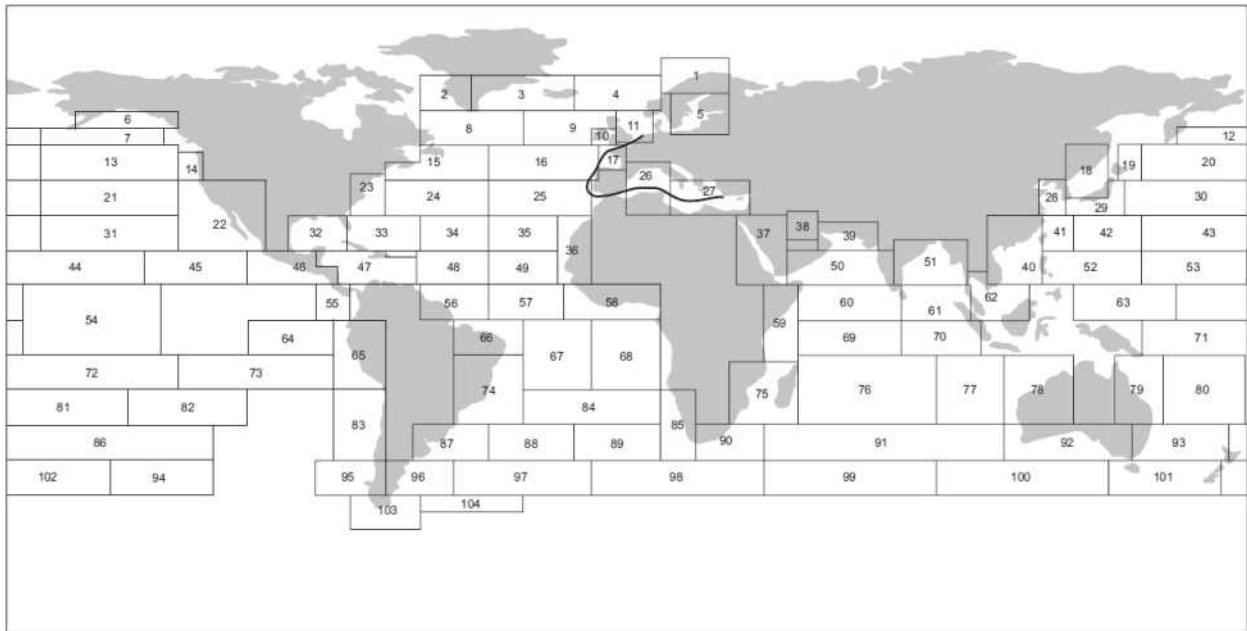
2. 태평양



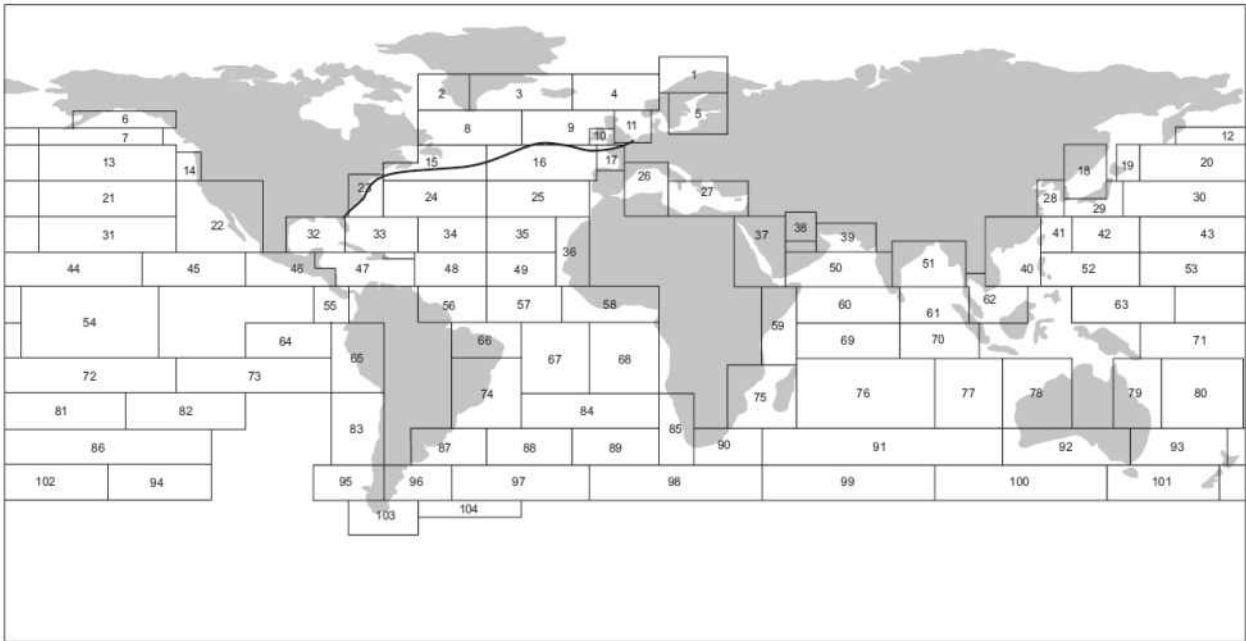
3. 태평양 - 대서양



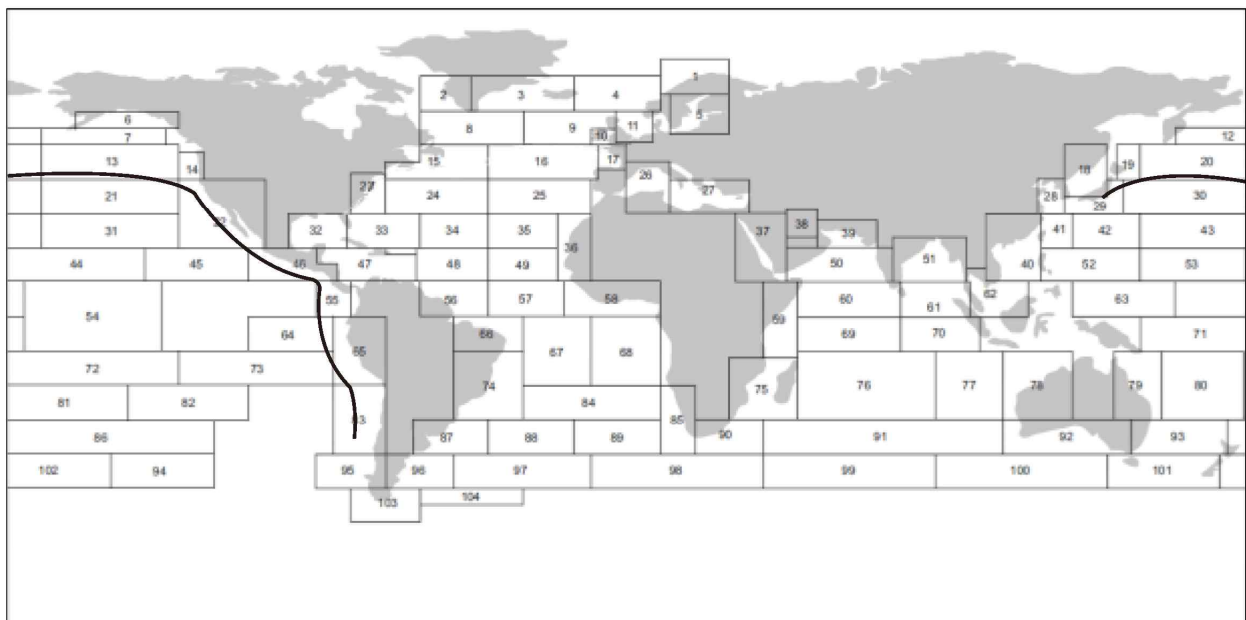
4. 북해 - 지중해



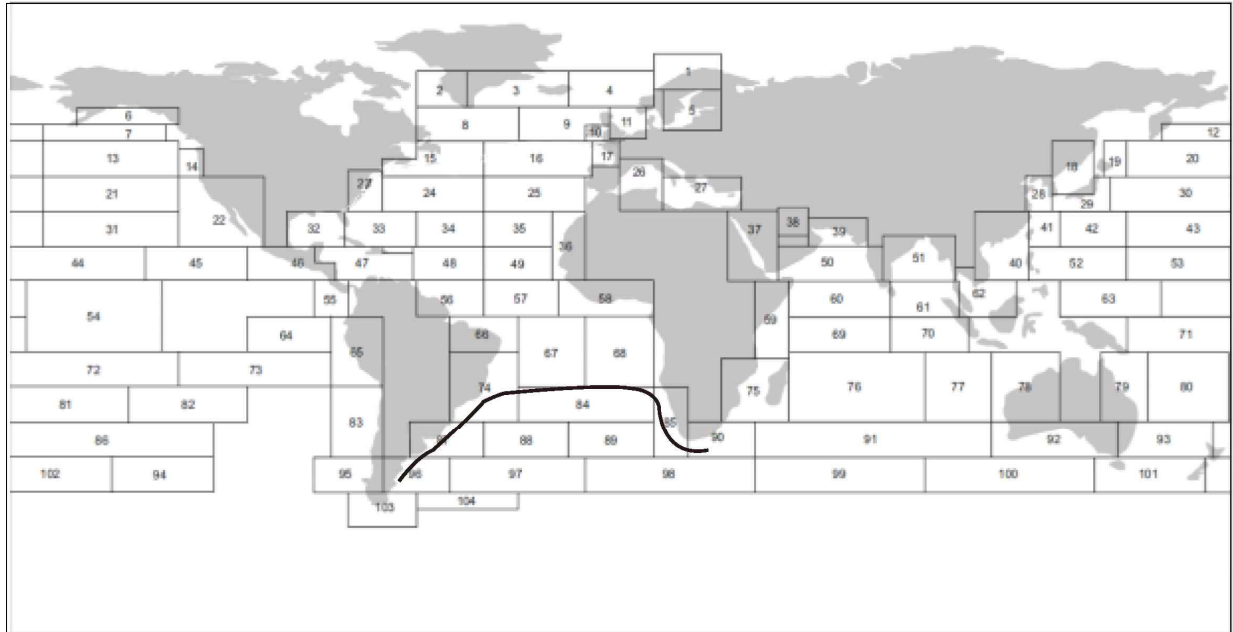
5. 북대서양



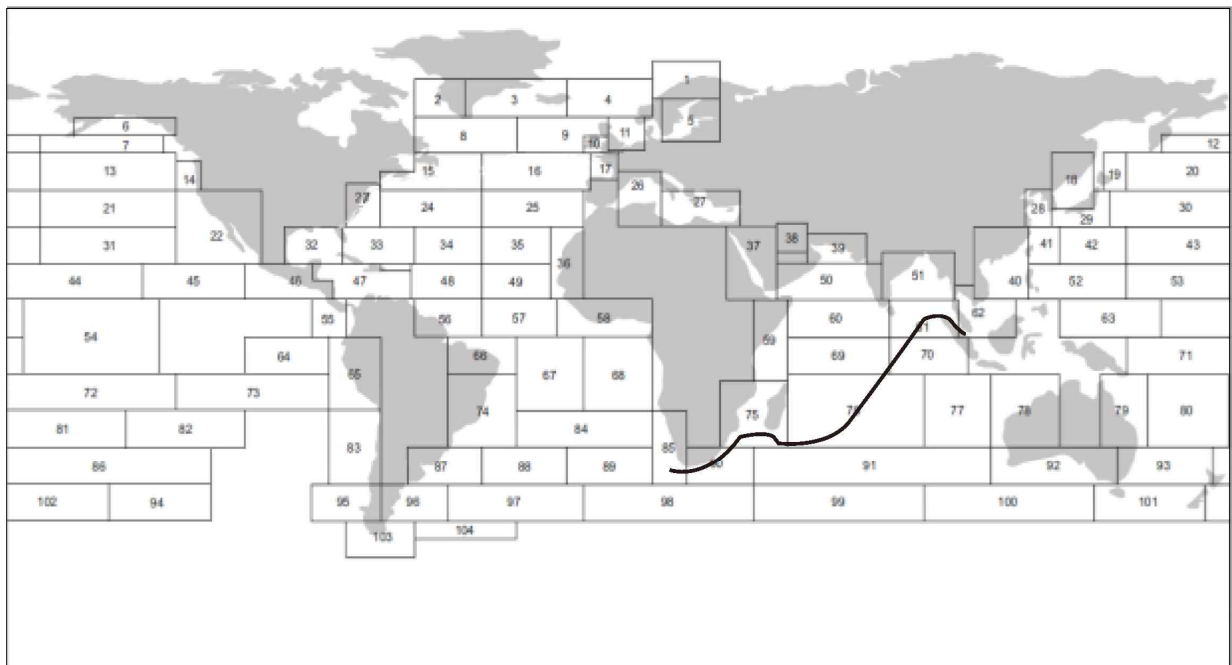
6. 아시아 - 남아메리카 (서부 해안)



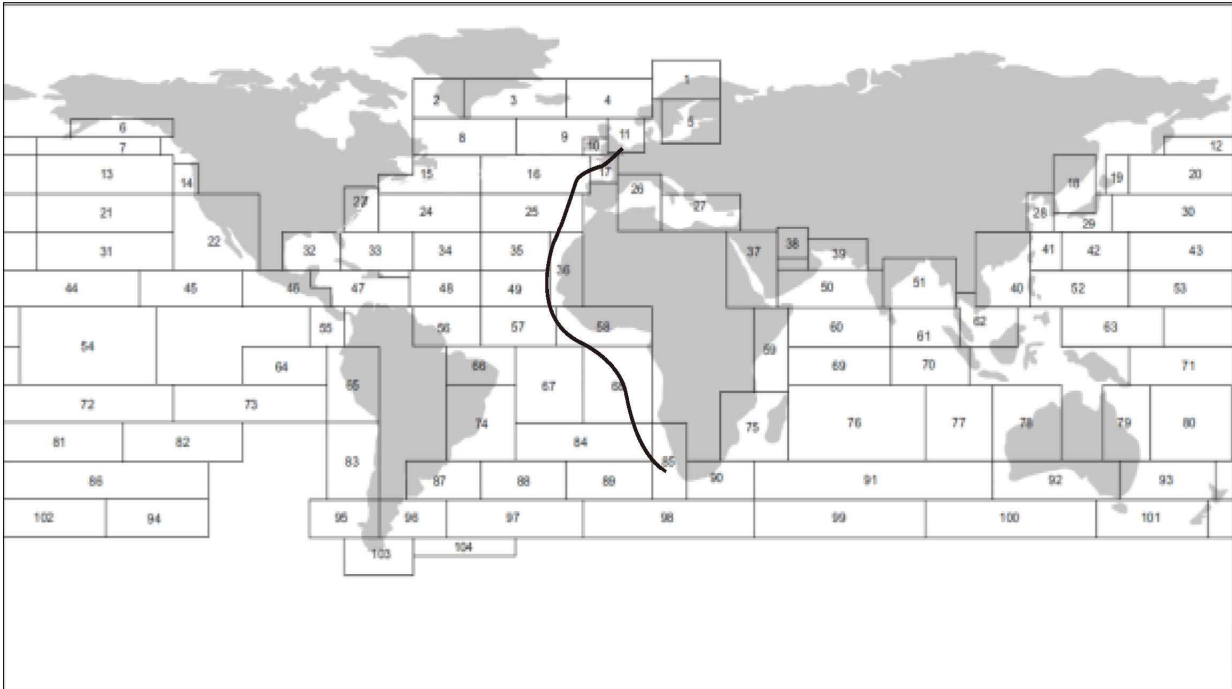
7. 남아메리카 (동부 해안) - 아프리카



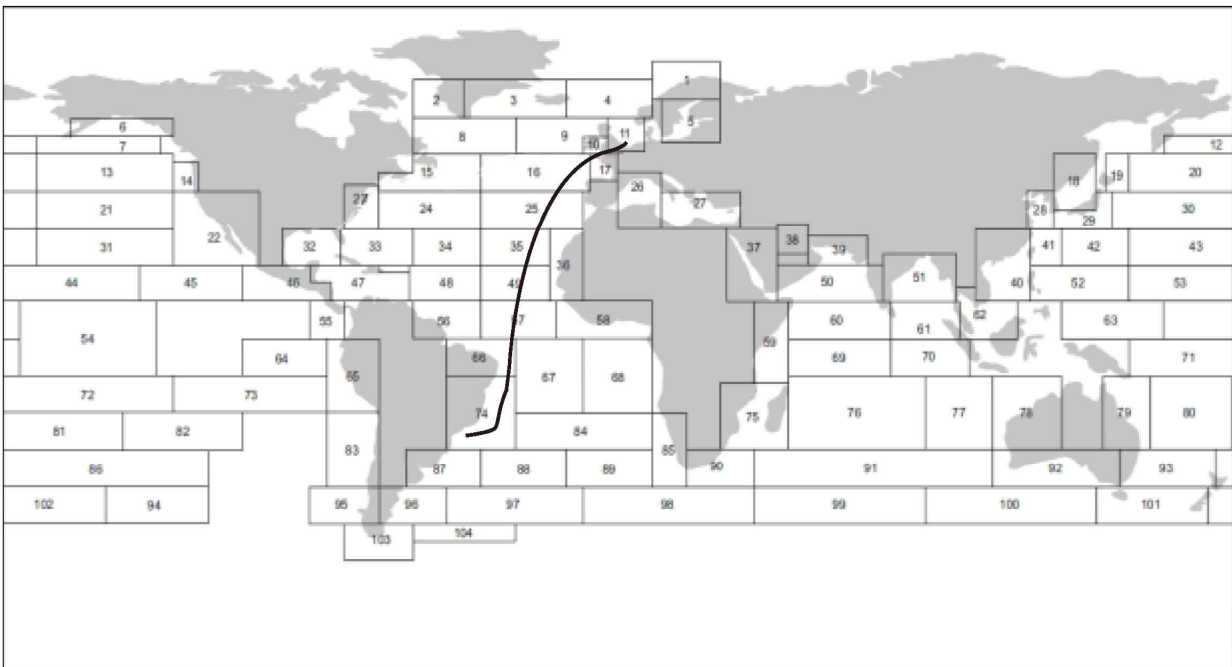
8. 아프리카 - 동아시아



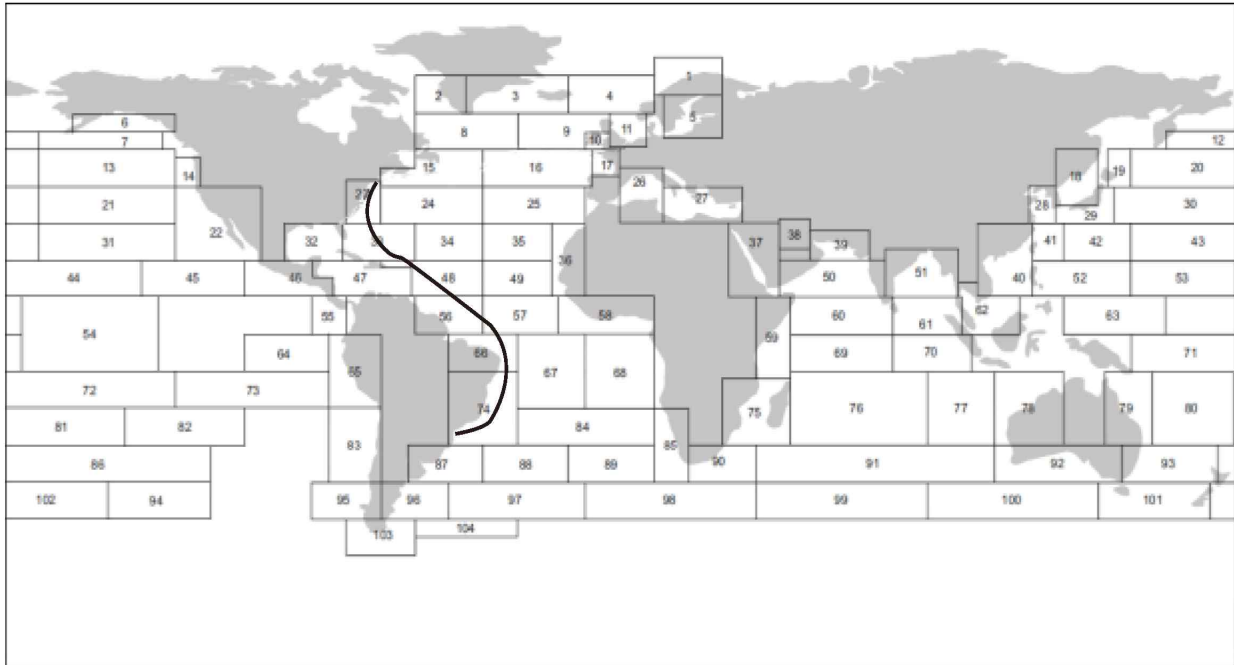
9. 유럽 (로테르담) - 아프리카



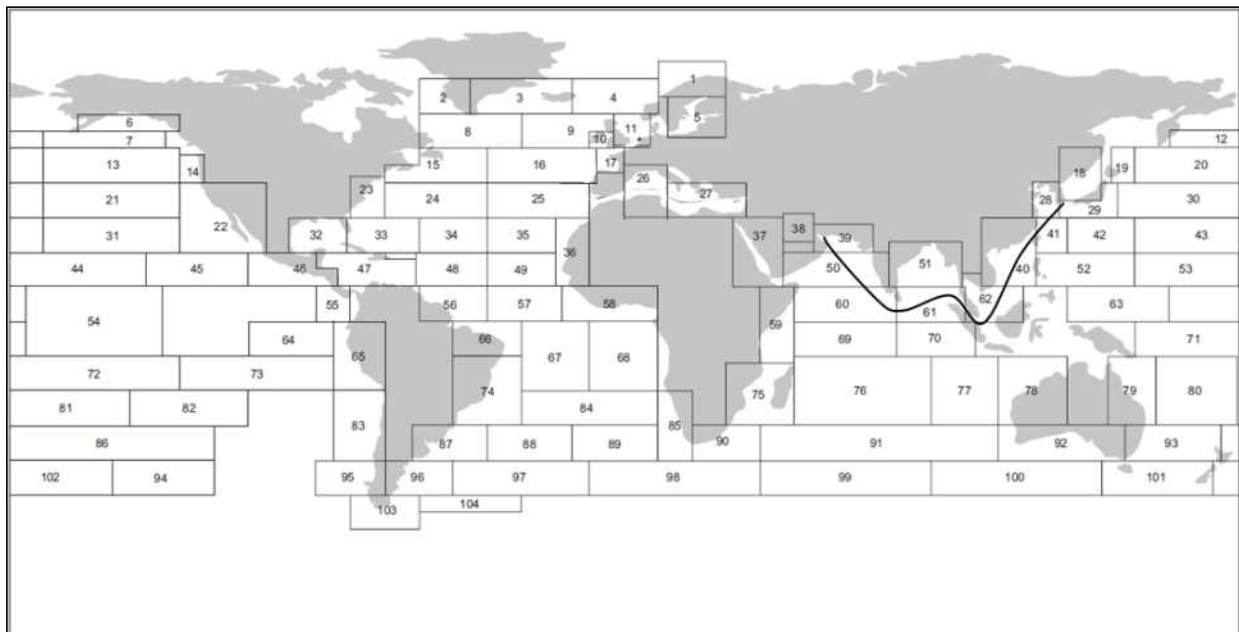
10. 유럽 (로테르담) - 남아메리카 (브라질)



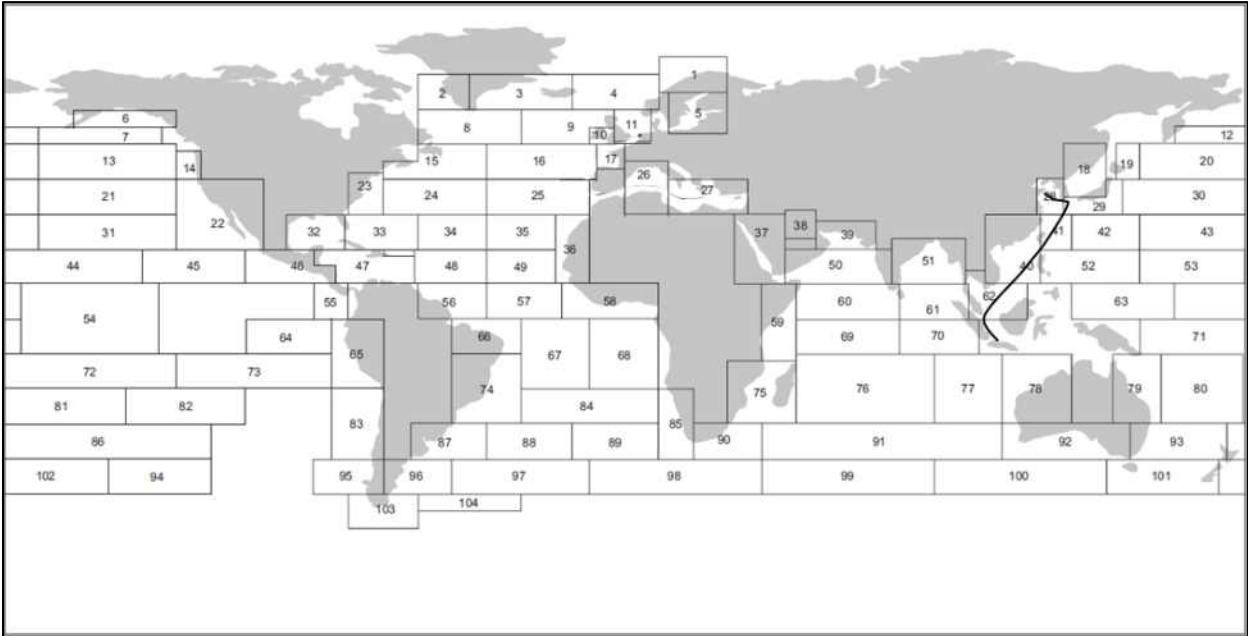
11. 미국 (뉴욕) - 남아메리카 (브라질)



12. 아시아 - 중동아시아



13. 아시아 내부



부록 7-3 카페리선에 대한 지침

1. 적용

- (1) 이 부록의 규정은 선박안전법령 및 고시 적용선박으로서 국내항해에 종사하는 카페리선에 적용하며, 강 이외의 재료로 건조되는 카페리선에 대하여는 이 규정을 준용할 수 있다. 다만, 이 부록의 규정에도 불구하고 관련 국제협약에 적합하도록 건조된 선박에 대하여는 이 부록의 규정에 적합한 것으로 간주할 수 있으며, 선박안전법 비적용선박으로서 해당 정부의 법령에 따라 검사를 받고 연해만을 운항하는 선박에 대해서는 동 규정의 적용을 생략할 수 있다.
- (2) 이 부록의 규정은 자동차 전용운반선(pure car carrier), 화물 창내에 차량을 적재 운송하는 일반 화물선에는 적용하지 아니한다.
- (3) 이 부록에 규정되어 있지 아니한 사항에 대하여는 선급 및 강선규칙(이하 규칙이라 한다.)과 선급 및 강선규칙 적용지침(이하 지침이라 한다.)의 관련규정에 따른다.
- (4) (3)호의 규정에 추가하여, 이 부록에서 규정되어 있지 아니한 사항에 대하여는 선박안전법의 관련 규정에도 적합하여야 한다.

2. 정의

- (1) “카페리선”이란 차량을 육상교통 등에 이용되는 그대로 적재 및 운송할 수 있는 갑판이 설치되어 있는 선박을 말한다.
- (2) “카페리어객선”이란 카페리선으로서 여객원인이 13인 이상인 여객운송을 겸하는 선박을 말한다.
- (3) “차량구역”이란 자주용(自走用) 연료탱크를 가지고 있는 자동차를 운송하기 위한 화물구역을 말한다. (2019)
- (4) “차량갑판”이란 차량이 통과하는 갑판 또는 차량구역내의 차량적재 갑판을 말한다.
- (5) “개방된 차량구역(open space)”이란 양끝 또는 한쪽 끝이 개방되었으며, 그 구역 측면의 총면적에 대하여 최소한 10%이상의 면적을 가지는 선측외판, 갑판정부 또는 상방의 상설개구로부터 전장에 걸쳐 효과적인 자연통풍이 적절히 제공되는 차량구역을 말한다. (2019)
- (6) “폐쇄된 차량구역”이란 (5)호의 개방된 차량구역과 노출갑판을 제외한 차량구역을 말한다. (2019)
- (7) “선수문 등”이란 선수문, 선미문, 내측문, 현측문 및 램프(선내에 설치되어 갑판 간 화물의 이동을 위한 것은 제외한다.)를 말한다.

3. 제출 도면 및 자료

우리 선급에 등록하고자 하는 페리에 대하여는 용골거치 전 규칙 3편 1장 301., 302., 5편 1장 3절, 6편 1장 102. 및 8편 1장 102.의 도면 및 자료에 추가하여 다음의 도면 및 자료를 제출하여야 한다.

- (가) 선박의 예정항로를 확인할 수 있는 자료(예 : 주무관청의 사업내인가서 또는 선주의 확인서 등)
- (나) 차량 및 화물적재도
- (다) 선수문 등의 구조도, 상세도, 개폐장치(구동장치 포함), 원격조작장치 및 사용요령서
- (라) 선수문 등 이외의 램프의 구조도, 상세도, 개폐장치(구동장치 포함) 및 사용요령서

4. 선체배치

- (1) 선수루
연해구역 이상을 항해하는 카페리선은 선수루를 설치하여야 한다. 다만, 평수구역의 경계로부터 항해시간(이 경우 중간 기항지가 있을 때에는 그 중간 기항지 사이의 항해시간)이 해당선박의 최고속력으로 1시간 미만의 연해구역을 항해하는 경우에는 그렇지 않다.
- (2) 선수격벽
선박의 선수미 구분없이 어느 방향으로 전진항해가 가능한 카페리선의 경우에는 규칙 3편 14 장의 규정에 적합한 선수격벽과 동등한 격벽을 선수미 양쪽에 설치하여야 한다.

5. 차량갑판

- (1) 강도
차량갑판의 강도는 규칙 7장 3절에 따른다.
- (2) 개방된 차량갑판
 - (가) 개방된 차량갑판에는 규칙 4편 4장 1절에 적합한 불워크를 설치하여야 하며, 선수부에서는 그 높이를 적절히 증가시켜야 한다.
 - (나) 불워크에는 규칙 4편 4장 2절의 규정에 적합한 배수구를, 갑판상에는 규칙 5편 6장 3절의 규정에 적합한 선의 배출관을 각각 설치하여야 한다.

- (3) 폐워된 차량갑판
폐워된 차량갑판에는 규칙 5편 6장 3절의 규정에 적합한 배수장치를 설치하여야 하며 배수관을 직접 기관실로 유도하여서는 안된다.

6. 차량구역

(1) 구조

- (가) 연해구역 이상을 항해하는 카페리선의 차량구역은 풍우밀로 폐워되어야 한다. 다만, 평수구역의 경계로부터 항해시간(이 경우 중간기항지가 있을 때에는 그 중간 기항지 사이의 항해시간)이 해당 선박의 최고속력으로 1시간 미만인 경우 또는 견현갑판 상부의 갑판에 위치한 차량구역이 선박의 선수격벽 후방에 위치하고 만재흡수선으로부터 해당차량구역까지의 수직거리가 선박만재흡수선 기준의 규정에 의한 표준선루 높이의 2배 이상인 경우에는 그렇지 않다.
- (나) 폐워된 차량구역으로서 길이가 $0.25L_f$ 이상인 선수루에는 선수격벽 위치에 선루갑판까지 도달하는 풍우밀의 격벽을 설치하거나 또는 풍우밀의 내측문을 설치하여야 한다.

(2) 폐워된 차량구역 내의 출입문

- (가) 차량구역에 통하는 모든 출입문은 자동폐쇄형이어야 하며, 문은 어느 쪽에서도 개방할 수 있어야 한다. 또한, 관련 풍우밀 및 방화 관련 요건에도 적합하여야 한다.
- (나) 차량구역에서 견현갑판하로 통하는 출입용 해치(hatch)의 코밍 또는 출입구의 문지방 높이는 230 mm 이상, 기관실로 통하는 출입용 해치의 코밍 또는 출입구의 문지방 높이는 380 mm 이상이어야 한다. (2018)
- (다) (가)부터 (나)까지의 규정은 평수구역을 항해하는 카페리선에 적용하지 아니한다.

(3) 개방된 차량구역 내의 출입문 (2018)

차량구역에서 견현갑판하로 통하는 출입용 해치의 코밍 또는 출입구의 문지방 및 기관실로 통하는 출입용 해치의 코밍 또는 출입구의 문지방 높이는 지침 3편 1장 표 3.1.2에 적합하여야 한다. 또한, 관련 풍우밀 및 방화 관련 요건에도 적합하여야 한다. (2018)

(4) 여객실

- (가) 차량구역 하방에는 여객실(여객정원에 포함되는 장소)을 설치하여서는 안된다.
- (나) 차량갑판과 동일한 평면상에 설치된 여객탑재장소는 강제 또는 선박방화구조기준에 적합한 방열구조 격벽에 의하여 차량구역과 구분되어야 한다.

(5) 탈출설비

카페리선의 탈출설비는 선박설비기준 제2장의 규정에 적합하여야 한다.

(6) 환기장치

- (가) 폐워된 차량구역에는 충분한 환기를 하여야 하며, 차량구역의 가스가 기관구역, 업무구역 또는 거주구역 등에 침입하지 않도록 조치된 경우를(지침 8편 13장 203.) 제외하고 다음 조건에 적합한 배기식(차량구역 내에 가스를 노출갑판상 대기로 배기)으로 하여야 한다.
 - (a) 다른 통풍장치로부터 독립되어 있어야 한다.
 - (b) 1시간당 폐워된 차량구역의 용적의 10배(카페리여객선에 대하여는 우리 선급이 화재의 위험이 적다고 인정하는 경우에는 6배) 이상의 용적의 공기를 환기시킬 수 있어야 한다.
 - (c) 차량구역의 외부의 장소로부터 제어되는 것이어야 한다.
 - (d) (a)부터 (c)까지에 추가하여 규칙 8편 13장 201. 2 (3), 3 및 202.부터 204.까지의 규정에도 만족하여야 한다.
- (나) 차량갑판하에 설치된 기관구역 또는 업무구역에는 충분한 환기를 하여야 하며, 흡입식(대기중의 신선한 공기를 흡입하여 구역내로 공급)으로 하여야 한다.

(7) 폐워된 차량구역을 가지는 카페리선박은 다음의 어느 하나에 해당하는 장치를 설치하여야 한다.

- (가) 선교에서 해당 차량구역 전체를 감시할 수 있는 폐쇄 회로 텔레비전
- (나) 선교에서 차량구역 출입문 개폐상태를 확인할 수 있는 지시등 및 가청경보장치

(8) 차량구역 내의 표시

- (가) 차량구역 내에는 출입구, 계단, 구명설비 또는 소방설비 등의 이용에 지장을 주지 않도록 통로를 설치하여야 하며, 이 통로는 눈에 잘 띄는 색의 경계선으로 쉽게 식별되도록 하여야 한다.
- (나) 선수격벽위치에 램프 또는 내측문을 설치하지 않는 카페리선의 경우에는 선수격벽의 전방에 차량적재를 할 수 없다는 취지의 경고문 또는 표식을 설치하여야 한다.

- (다) 차량구역은 쉽게 알 수 있도록 표시되어야 하며 다음 사항이 포함된 차량 및 화물적재도를 보기 쉬운 곳에 게시하여야 한다.
 - (a) 선박의 최대적재중량
 - (b) 차량의 최대적재대수
 - (c) 차량적재시 주의사항
- (라) (다)의 (c) 차량적재시 주의 사항은 다음과 같으며 차량 및 화물적재도에 포함하여야 한다.
 - (a) 차축하중은 00톤을 초과하지 아니할 것(차축하중은 최대 적재량 00톤 화물자동차의 차축하중을 기준으로 검토 함)
 - (b) 선박에 적재되는 차량총중량(적재물 포함)은 00톤을 초과하지 아니할 것(차량 총중량은 최대적재량 00톤 화물자동차 00대를 기준으로 검토 함)
 - (c) 유사차종의 적재에 따라 적재차량 수가 증가하는 경우에는 충분한 강도를 가진 적절한 종류 및 수량의 이동식 고박설비를 추가로 설치할 것
 - (d) 유사차종을 적재하는 경우 선박의 복원성이 확보되도록 해당 차량을 적재 및 배치하여 운항할 것

7. 차량적재방법 및 고박설비

(1) 차량적재방법

- (가) 차량의 적재방법은 원칙적으로 차량의 진행방향을 선수미방향으로 하여야 한다. 다만, 횡방향 미끄러짐에 충분하도록 썬기 등의 추가 조치를 하는 경우에는 그렇지 않다.
- (나) 차량은 선수격벽 위치보다 전방에 배치하여서는 안된다.
- (다) 차량적재시에는 차량간의 간격이 600 mm 이상되도록 차량을 배치하여야 한다.
- (라) 차량갑판내의 소방설비, 출입구 및 계단주위 1 m 이내에는 차량 또는 화물을 적재할 수 없도록 눈에 잘 띄는 색의 경계선 또는 보호망 등을 설치하여야 한다.
- (마) 비상시 소집장소 및 승정장소 등 탈출경로에 이르는 통로를 충분히 확보할 수 있도록 차량을 배치하여야 한다.

(2) 차량의 고박방법

- (가) 차량은 (4)호의 규정에 적합한 고정식 고박설비 (예: D-ring, 클로버소켓(clover socket), 데크아이(deck eye plate) 등)와 이동식 고박설비(예: 웹래싱(web lashing), 턴버클(turn buckle), 체인 등)에 의하여 선박에 견고히 고박되어야 한다.
- (나) 차량 및 일반화물을 고정하는 고박설비는(고정식 및 이동식 고박설비) 우리 선급이 승인한 제품이어야 한다. 다만, 우리 선급이 승인한 제조법 승인공장에서 ISO 등 국제기준에 적합하게 제작되는 경우에는 제조자의 증명서로 대신할 수 있다.
- (다) 차량 및 화물적재도에 표기된 차량 이외의 적재를 고려하여 충분한 수의 고정식 고박설비가 차량갑판 상에 설치되어야 한다.
- (라) 연해구역 이상을 항해구역으로 하는 총톤수 1,000톤 이상의 카페리선박의 이동식 고박설비는 승인된 수량의 1.2배 이상을 비치하여야 한다.
- (마) 차량의 고박은 승인된 차량 및 화물적재도에 따라 적재되어야 하며 선박 출항 전, 항해 중 선원에 의하여 점검되어야 한다.
- (바) 차량의 고박은 차량의 바퀴 4곳 이상 또는 차량에 설치된 고박장치를 이용하여 차량 앞뒤 2곳과 고정식 고박설비 4개 이상에 의하여 고박하여야 한다.
- (사) 평수구역만을 항해하는 선박으로서 항해시간이 30분 미만인 선박과 평수구역 및 연해구역을 항해구역으로 하는 선박으로서 출발항으로부터 도착항까지의 항해시간이 1시간 미만으로 승용차, 12인승 이하의 승합차 및 적재중량 1.5톤 이하의 화물차를 적재한 선박(이 경우 중간에 기항지가 있을 때에는 그 중간 기항지를 각각 출발항 또는 도착항으로 본다)은 해상상태가 평온(파고 1.5 m 이하, 풍속 7 m/sec 이하)하고 항해 중 썬기 등으로 차량의 미끄러짐을 방지할 수 있는 적절한 조치를 한 경우에는 자동차를 묶어 매지 아니할 수 있다.

(3) 차량의 화물 적재

- (가) 차량에 적재되는 화물의 용량은 다음 각 호의 요건에 적합한 것이어야 한다.
 - (a) 적재길이는 차량 길이에 차량 길이의 10분의 1의 길이를 더한 길이 이내
 - (b) 적재너비는 차량의 후사경으로 후방을 확인할 수 있는 범위
 - (c) 적재높이는 지상으로부터 4.0 m 이내. 다만, 지붕구조의 덮개가 있는 화물적재공간을 가지는 밴 등 화물자동차의 경우에는 덮개의 최상단까지의 높이를 말한다.
- (나) 차량에 적재된 화물은 (4)호에 의한 선체운동에 견딜 수 있도록 묶어 매야 한다.

(4) 고박설비의 강도

(가) 고박설비의 강도를 평가하는데 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

- W : 차량의 총중량으로 적재중량과 자체 중량의 합(ton)
 - x, y, z : 각각 중요, 횡요 중심으로부터 고려하는 차량의 중심까지의 선박의 길이 방향, 폭 방향, 수직 방향 거리(m) (그림 1 참조)
 - ϕ, ψ : 각각 표1에 따른 선박의 횡요각, 종요각(deg) (그림 1 참조)
 - T_r, T_p : 각각 표1에 따른 선박의 횡요, 종요 주기(sec)
 - V : 선박의 횡요, 종요시 갑판에 수직 방향의 힘(ton) (그림 1 참조)
 - H_r : 선박의 횡요시 선박의 폭 방향으로 작용하는 갑판에 평행한 힘(ton) (그림 1 참조)
 - H_p : 선박의 종요시 선박의 길이 방향으로 작용하는 갑판에 평행한 힘(ton) (그림 1 참조)
 - M_r : 선박의 횡요시 전도 모멘트(차량이 뒤집히려는 모멘트)(ton-m) (그림 2 참조)
 - SF_r, SF_p : 각각 차량에 작용하는 선박의 폭, 길이 방향의 갑판에 평행한 힘(ton)
 - b_m : 차량의 전폭 (m), (그림 2 참조)
 - b_t : 차량간격(m), (그림 2 참조)
 - h_m : 갑판으로부터 차량 무게중심까지의 높이 (m) (그림 2 참조)
 - L_r, L_p : 각각 이동식 고박장치와 갑판과 이루는 횡방향, 종방향 수평 분력의 합(ton)
 - M_l : 이동식 고박장치가 차량 전도모멘트에 저항하는 힘의 합(ton)
 - n : 한 대의 차량에 사용되는 이동식 고박장치의 개수
 - α, β : 각각 이동식 고박장치와 갑판과 이루는 횡방향, 종방향의 각도(deg) (그림 2 참조)
 - h : 갑판으로부터 차량 고박점까지의 높이 (m) (그림 2 참조)
 - T : 이동식 고박설비의 사용안전하중으로 절단하중을 표 1의 안전율로 나눈 값으로 한다(ton)
 - μ : 차량과 갑판과의 마찰계수로서 다음에 따른다.
 - 타이어(고무) / 미끄럼방지페인트 : 0.7¹⁾
 - 타이어(고무) / 강갑판 : 0.3
 - 강재 / 강갑판 : 0.1(물에 젖지 않은 상태)
 - 강재 / 강갑판 : 0.0(물에 젖은 상태)
 - 목재 / 강갑판 : 0.3
- 1) 제조법 및 형식승인 기준에 따라 승인된 도료의 마찰계수 또는 우리선급이 인정할 수 있는 시험성 적서의 마찰계수를 사용할 수 있다.(2018)

(나) 고박설비에 작용하는 하중은 표 1의 선체운동을 고려하여 결정하여야 한다.

표 1 선체운동

선박의 분류	항목	횡요		종요		안전율
		각도	주기 ³⁾	각도	주기	
연해구역 이상을 항해하는 카페리선		25°	해당선박의 주기	5°	5초	4이상
평수구역 또는 항해시간이 1시간 미만인 카페리선		10°				
(비고) 1. 만재출항시 횡요중심 KG' 는 다음 식에 의한 값으로 한다. $KG' = 0.5(KG + KB)$ KG : 선체중심의 수직방향 위치 KB : 선체부력중심의 수직방향위치 2. 종요중심은 선체중심의 종방향 위치로 한다. 3. 해당 선박의 횡요주기는 다음 식에 의한 값으로 할 수 있다 $T_r = \frac{0.7B}{\sqrt{GM}}$						

(다) 선체운동에 의한 하중의 각 성분은 그림 1 및 표 2에 따른다.

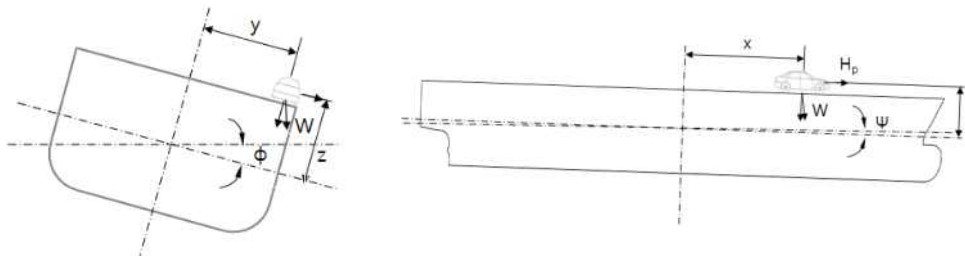


그림 1 선체운동

표 2 하중 성분

종류		하중의 성분 (ton)		
		수직력	수평력	
			횡방향	종방향
정하중	횡요	$W \cos \phi$	$W \sin \phi$	-
	종요	$W \cos \psi$	-	$W \sin \psi$
	조합	$W \cos (0.71 \phi) \cos (0.71 \psi)$	$W \sin (0.71 \phi)$	$W \sin (0.71 \psi)$
동하중	횡요	$0.07024 W \frac{\phi}{T_r^2} y$	$0.070247 W \frac{\phi}{T_r^2} z$	-
	종요	$0.07024 W \frac{\psi}{T_p^2} x$	-	$0.07024 W \frac{\psi}{T_p^2} z$

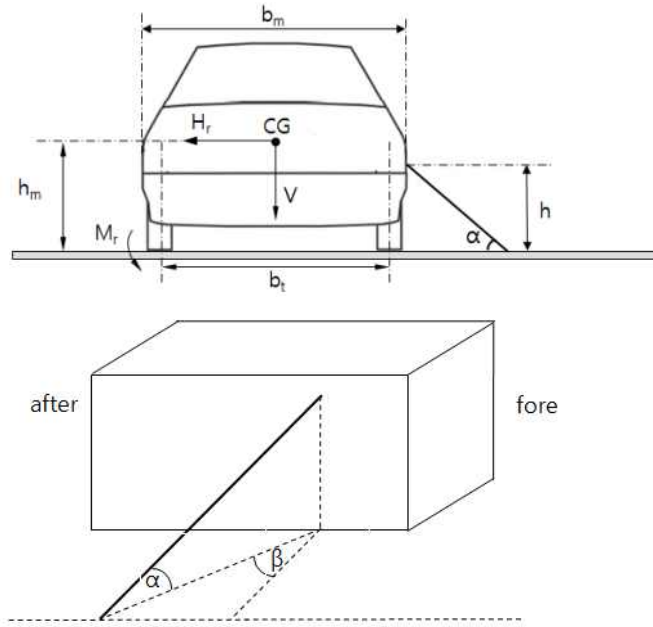


그림 2 차량고박시 각종 치수

(라) 선체운동에 의한 외력은 다음에 따른다.

(a) 수직력 : 다음 V_1, V_2, V_3 중 가장 작은 값으로 한다.

$$V_1 = W \left[\cos(0.71\phi) \cos(0.71\psi) - 0.07024 \frac{\phi}{T_r^2} y - 0.07024 \frac{\psi}{T_b^2} x \right]$$

$$V_2 = W \left[\cos\phi - 0.07024 \frac{\phi}{T_r^2} y \right]$$

$$V_3 = W \left[\cos\psi - 0.07024 \frac{\psi}{T_b^2} x \right]$$

(b) 횡방향 수평력 :

$$H_r = W \left[\sin\phi + \frac{0.07024\phi}{T_r^2} z \right]$$

(c) 종방향 수평력 :

$$H_b = W \left[\sin\psi + \frac{0.07024\psi}{T_b^2} z \right]$$

(마) 차량에 작용하는 하중은 다음에 따라 계산한다.

(a) 선박 폭 방향 수평력

$$SF_r = H_r - \mu V$$

(b) 선박 길이 방향 수평력

$$SF_b = H_b - \mu V$$

(c) 횡요 전도모멘트 :

$$M_r = H_r \times h_m - 0.5 V \times b_m$$

(바) 이동식 고박설비 강도의 각 성분은 다음에 따른다.

$$(a) \text{ 횡방향 수평분력} : L_r = \sum_{i=1}^{n/2} T_i \cdot (\cos\alpha_i \cdot \cos\beta_i + \mu\sin\alpha_i)$$

$$(b) \text{ 종방향 수평분력} : L_p = \sum_{i=1}^{n/2} T_i \cdot (\cos\alpha_i \cdot \sin\beta_i + \mu\sin\alpha_i)$$

$$(c) \text{ 전도모멘트 분력} : M_l = \sum_{i=1}^{n/2} T_i \cdot (0.5(b_m + b_i)\sin\alpha_i + h \cdot \cos\alpha_i\cos\beta_i)$$

(사) 이동식 고박설비는 다음 식을 만족하는 것이어야 한다.

$$(a) \text{ 횡방향 수평분력} : SF_r \leq L_r$$

$$(b) \text{ 종방향 수평분력} : SF_p \leq L_p$$

$$(c) \text{ 전도모멘트 분력} : M_r \leq M_l$$

(5) 차량 및 화물적재도의 작성지침

(가) 적재도에는 **자동차관리법 시행규칙 별표 1**에 따른 자동차 중에서 적재하고자 하는 자동차에 대한 차량의 배치, 적재방법 등을 표시하여야 한다.(이 경우 해당 차량의 총중량이 승인받은 차량의 총중량의 범위 이내이고, 고정방법과 고박강도 등이 적합한 경우에는 다른 자동차, **건설기계관리법 시행령 별표 1**에 따른 건설기계, **농업기계화촉진법 시행규칙 별표 1**에 따른 농업기계 등은 이를 준용하여 적재할 수 있다)

(나) (가)에도 불구하고 카페리선박의 소유자가 적재하고자 하는 차량의 종류를 특별히 정한 경우에는 해당 차량에 대한 배치, 적재방법 등을 표시한 차량적재도를 승인 받아야 한다.

(다) (가) 이외의 다른 차량을 적재하고자 하는 경우에는 해당 차량의 배치, 적재방법 등을 표시한 차량적재도를 추가로 승인 받아야 한다.

(라) 차량 및 화물적재도는 다음사항이 포함되어야 한다.

(a) 고정식 고박설비의 배치 및 상세(형식, 재질, 절단강도 등)

(b) 이동식 고박설비의 상세(재질, 절단강도, 사용법)

(c) 적재하고자 하는 차량에 대한 배치 및 고박방법의 상세(차량 및 선박의 고박점 위치, 이동식 고박설비의 종류)

(d) 적재하고자 하는 차량의 제원(차량의 길이, 폭, 화물중량을 포함한 차량중량)

(e) 소화설비, 배수설비 및 통로

(f) 6항 (8)호 (라)의 주의 사항

(g) 차량이외의 화물이 적재되는 경우 적재 및 고박방법에 대한 기술

(6) 차량 이외 화물의 적재

(가) 차량구역에는 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고 차량 이외의 화물을 적재할 수 없다. 차량 이외의 화물을 적재하고자 하는 경우에는 화물의 종류에 따른 차량구역의 폐위정도 및 적부설비 등에 관한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 화물용 컨테이너의 경우 1단의 하단 네 모서리를 각각 선박에 고정된 고정식 고박설비(소켓(socket), D 링, 슬라이딩 베이스(sliding base), 래싱판(lashing plate) 등)에 고정하며, 2단 이상의 컨테이너는 그 하단 네 모서리를 그 하부 컨테이너 상단 모서리에 이동식 고정설비(트위스트 락(twist lock), 스택커 (stacker)등)으로 고정하거나, 래싱로드(lashing rod), 또는 턴버클 등으로 선박에 직접 고정시켜야 한다. 이들 고정식, 이동식 고정설비는 **지침 부록 7-2**의 요건에 적합하여야 한다.

(다) 차량 및 화물적재도에서 배치·적재·고박방법이 별도로 승인된 화물을 제외한 일반화물(여객의 휴대품 제외)의 경우에는 수납설비 등에 적재하여 고박이 가능하도록 하며 (4)호의 요건에 적합하게 고박되어야 한다.

8. 선수문 등

(1) 구조일반

(가) 모든 카페리선의 선수미문, 내측문, 현문 및 램프 등은 건현갑판 상부에 설치하여야 한다.

(나) 연해구역 이상을 항해하는 카페리선의 선수미문 및 현문은 풍우밀이어야 한다. 다만, 선수문 내측에 풍우밀의 내측문 또는 램프가 설치되어 있는 경우에는 선수문의 폐위정도를 적절히 참작할 수 있다.

(다) 선수문을 설치하는 선박의 내측문 또는 램프의 배치 및 구조는 **규칙 3편 14장 201. 및 205.**의 관련규정에 따른다.

- (라) 선수미문, 내측문, 현문 및 램프 등의 강도는 **규칙 4편 3장**의 규정에 적합하여야 하며, 주위 구조의 강도 이상이어야 한다. 또한 현문의 주위는 적절히 보강하여야 한다.
- (2) 램프의 강도 (2018)
램프는 다음의 규정에 만족하여야 한다. 선미문 또는 내측문이 램프로 사용될 경우에도 이 규정에 만족하여야 한다.
- (가) 램프갑판의 두께, t 는 **7장 3절 301의 1**에 따른다.
- (나) 램프갑판의 휨보강재의 단면계수, Z 는 **7장 3절 301의 2**에 따른다.
- (다) 램프 갑판의 종거더 및 횡거더의 치수는 거더를 단순지지보 또는 연속보로 가정하여 계산한다. 이 경우 하중은 계획최대차량중량을 적용하며 허용 처짐은 스패의 1/800 이하이어야 한다. 또는 직접강도계산 방법에 의하여 치수를 결정할 수 있다. 이 경우 하중은 계획최대차량중량의 1.3배로, 허용굽힘응력을 177/K N/mm²으로 하여 계산한 값 이상이어야 한다.
- (라) 램프가 항해중 외판의 일부를 구성하는 경우에는 선측구조 또는 상부구조의 강도 이상이어야 한다.
- (3) 원격조작 개폐장치
(가) 원격조작 개폐장치를 설치하는 경우에는 다음 조건에 적합하여야 한다.
- (a) 조작반은 조작자가 문의 개폐를 용이하게 관찰할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.
다만, 조작반의 위치에서 문의 개폐를 관찰할 수 있는 설비를 설치하는 경우에는 그러하지 아니한다.
- (b) 문의 개폐상태 표시장치를 선교에 설치하여야 한다.
- (c) 원격개폐 조작레버를 각 조작상태에서 고정시킬 수 있는 잠금장치를 설치하여야 한다.
- (나) 원격조작반이 노출갑판상의 선수에 위치하는 경우에는 조작레버를 선미쪽으로 이동시킬 때 문이 닫히도록 설치하여야 하며, 파도 등에 의하여 원격조작반이 파손되는 것을 방지할 수 있는 힌지붙이 강제덮개를 설치하여야 한다.
- (4) 폐쇄장치 (2018)
(가) 카페리선은 선수문 등을 완전하게 폐쇄할 수 있는 개폐장치와 잠금장치(이하 “폐쇄장치”라 한다)를 설치하여야 하며, 이들 장치는 폐쇄된 선수문 등이 선제운동 또는 진동 등에 의하여 쉽게 개방되지 아니하는 구조의 것이어야 한다.
- (나) 전 (가)의 폐쇄장치 중 잠금장치는 이중으로 하여야 하며, 하나의 잠금장치에 손상이 있더라도 다른 잠금장치로 문이 계속 유효하게 폐쇄될 수 있어야 한다.
- (다) 선수문 등의 폐쇄장치는 선교 또는 조작장소에서 그 폐쇄상태를 쉽게 확인할 수 있어야 하며, 항해중 여객이 통행하는 곳에 설치하여서는 안된다.
- (라) 잠금장치의 설계하중 및 허용응력에 대하여는 **규칙 4편 3장**에 따른다.
- (5) 취급방법의 표시
승인된 차량문의 작동방법 및 주의사항 등을 차량문 근처 또는 조작반 근처의 잘 보이는 곳에 게시하여야 한다.

9. 공기관 및 측심장치

- (1) 연료유 탱크
(가) 모든 연료유 탱크의 공기관 개구단은 이 개구로부터의 넘침이나 가스방출로 발화할 우려가 없는 노출 갑판상의 안전한 장소에 설치되어야 하며, 폐위된 차량 구역내에 개구되도록 하여서는 안된다.
- (나) 모든 연료유 탱크의 측심관 상단은 노출갑판상의 안전한 장소에 설치되어야 한다. 다만, 부득이한 경우에는 전기장치 또는 기타 고온부로부터 떨어진 폐위구역내의 안전한 곳에 설치할 수 있으나, 그 상단에는 자동폐쇄형 슬루수밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.
- (다) 공기관의 안지름 및 개구단에 설치하는 화염방지용 금속망 등에 대하여는 **규칙 5편 6장 201**에 적합한 것이어야 한다.

10. 전기 설비

- (1) 폐위된 차량구역 내의 전기설비에 대하여는 **규칙 7장 402**의 규정에 따른다.
- (2) 카페리어객선의 비상전기 설비
카페리어객선의 비상전원 요건 및 적용에 대하여는 “**카페리선박의 구조 및 설비 등에 관한 기준**”의 규정에 따른다.
- (3) 차량 전원공급용 전선의 비치 및 사용
(가) 활어 운반차량을 탑재하는 카페리선박의 폐위된 차량구역에는 활어운반차량에 전원을 공급할 수 있는 다음의 릴리드(reel lead) 전선을 적재되는 차량의 수만큼 비치하여야 한다.

- (a) 과부하시 전원을 자동적으로 차단할 수 있을 것
- (b) 전선은 난연성일 것
- (나) 활어 운반차량이 선박 운항 중 전기적 산소공급장치를 사용하는 경우 제동장치를 끄고 선박전원을 사용하여야 한다.

11. 방화구조

카페리선의 방화구조는 선박방화구조기준 제6장의 규정에 적합하여야 한다.

12. 카페리선에 대한 비손상시 복원성 기준

카페리선의 복원성은 선박복원성 기준에 적합하여야 한다.

13. 카페리여객선의 구획 및 손상 복원성기준

(1) 구획의 배치

- (가) 모든 카페리여객선은 어느 한 구획이 침수하여도 한계선이 수면하로 잠기지 아니하도록 선박구획을 배치하여야 한다.
- (나) L 이 45 m 이상인 카페리여객선은 (가)에 추가하여 선수미단에서 서로 인접하는 2개의 구획이 침수하여도 한계선이 수면하로 잠기지 아니하도록 선박구획을 배치하여야 한다.
- (다) L 이 79 m 이상인 카페리여객선은 (가)에 추가하여 임의의 서로 인접하는 2개의 구획이 침수하여도 한계선이 수면하로 잠기지 아니하도록 선박구획을 배치하여야 한다.

(2) 손상시 복원성기준

(가) 손상시 복원성

- (a) 카페리여객선은 손상을 받아 (2)호의 규정에 의한 구획이 침수된 경우 및 평형조치를 취하였을 경우의 최종상태가 다음 조건에 만족하여야 한다.
 - (i) 대칭으로 침수된 경우에는 메타센터 높이는 0.05 m 이상이어야 한다.
 - (ii) 비대칭으로 침수되는 경우에는 경사각은 7° 를 초과하지 아니하여야 한다. 다만, 인접하는 2개의 구획이 동시에 침수하는 경우에는 경사각을 15° 이하로 할 수 있다.
 - (iii) 한계선이 수면하로 잠기지 아니하여야 한다.
- (b) 카페리여객선은 (a)의 규정에 적합하게 하기 위하여 모든 사용상태에 있어서 필요한 복원성을 가져야 한다.
- (c) (a)의 침수중간단계에 있어서 한계선이 수면하로 잠기는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 조치를 취하여야 한다.
- (d) (a)의 평형조치를 취하는 경우에는 평형전의 최대경사각은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것 이어야 한다.

(나) 손상시의 복원성 계산

- (a) 손상시의 복원성 계산은 (2)호 및 다음 (다) 및 (라)의 규정에 추가하여 선박의 침수비율, 특성과 그 침수구획실의 배치 및 형상을 고려하여야 한다.
- (b) 수밀갑판, 종격벽 또는 내측외판을 갖는 경우에 이들에 의하여 둘러싸여 있는 부분이 침수로 인한 선박의 경사등의 원인에 의하여 선박의 안전을 해칠 우려가 있을 경우에는 이들 사항에 대하여 고려하여야 한다.

(다) 침수구획의 침수율

침수율은 화물, 석탄 또는 저장품을 적재하는 장소는 60, 거주실은 95, 기관실은 85로 하며, 액체를 적재하는 장소는 0 또는 95 중 복원성에 악영향을 미치는 값으로 한다. 다만, 손상시 수면의 근방에 있어 실질적으로 거주설비 또는 기관이 포함되지 아니하는 장소 및 보통 상당량의 화물이나 저장품등에 의하여 점유되지 아니하는 장소에 대하여는 정밀한 계산을 하여야 한다.

(라) 손상범위의 가정

- (a) 가정손상범위는 다음에 따른다.
 - (i) 종방향 범위 : $l = 0.03L + 3$ (m) 또는 11 m 중 작은 값
 - (ii) 횡방향 범위 : 최고 구획만재흘수선의 수평면에 있어서 외판으로부터 선체중심선에 직각으로 $0.2B$ (m).
 - (iii) 수직방향 범위 : 용골상면상 상부
- (b) (a)에 의한 것보다 적은 범위의 손상에 의하여 복원성에 악영향을 미치는 경우에는 이 손상범위도 고려하여야 한다.

(마) 횡격벽간의 거리

- (a) 인접하는 두개의 횡격벽간의 거리가 다음 식에 의한 길이 l 또는 11 m 중 작은 것보다 작은 경우에는 이들 두개의 격벽 중 어느 한개는 없는 것으로 간주하여 (1)호의 규정을 적용한다.

$$l = 0.03L + 3 \quad (\text{m})$$

- (b) 횡격벽에 굴절부가 있는 경우에는 카페리선박의 구조 및 설비 등에 관한 기준 제16조의 5의 2항의 규정에 따른다.

(바) 비대칭 침수

- (a) 비대칭 침수는 될 수 있는 한 적게 되도록 하여야 한다.
(b) 비대칭 침수에 의한 대각도 횡경사를 수정하는 장치는 가능한 한 자동식이어야 하며, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 한다.
(c) (b)의 장치가 크로스 플로딩(cross flooding) 설비인 경우에는 이 장치는 다음 조건에 적합하여야 한다.
(i) 제어장치가 설치되었을 경우에는 제어장치는 격벽갑판의 상방에서 조작할 수 있는 것이어야 한다.
(ii) 평형에 요하는 시간은 15분 이하이어야 하며 계산방법은 Res. MSC 362(92)에 따른다.

(사) 관의 손상에 대한 설비

1개의 구획실의 배수에 사용되는 빌지관이 선박의 충돌이나 좌초등으로 인하여 해당 구획실 외부의 장소에서 손상을 받아 해당 구획실에 침수할 염려가 있는 경우에는 이를 방지하기 위하여 적당한 설비를 하여야 한다. 이 경우 빌지관의 어느 부분이 최고구획만재흡수선의 수평면에서 선체중심선에 직각으로 측정하여 선박의 너비의 1/5의 거리보다 선체에 가까운 경우에는 관의 개방단이 있는 구획실내의 관에 역지밸브를 장치하여야 한다. ↓

부록 7-4 산적화물선에 대한 홀수의 함수로서 화물창의 최대허용 및 필요최소 적재증량 계산지침

1. 지침 3편 부록 3-1 2항 (4)호의 (다)에서 요구되는 적하지침서에 기재해야 할 각 화물창 단독으로의 최대허용적재질량 W_{MAX} 및 최소필요적재증량 W_{MIN} 은 해당 화물창 길이의 중앙위치에서 홀수에 따라 이하와 같이 구한다.

(1) 최대허용적재증량

(가) 규칙 산식에 의하여 이중저 구조의 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m^2)는 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

$$\max\{a_1n_{f1}, a_2n_{f2}, \dots, a_n n_{fn}\} + 9.81(d_x - 0.026L'\alpha_R - h_{BST})$$

h_x : 선체중심선에서 내저판 상면으로부터 화물표면까지의 적재높이(m)로, 상갑판까지의 높이 이하로 하여야 한다.

γ : 해당 화물창의 화물설계밀도 = $\frac{M_D}{V}$

M_D : 해당 화물창의 최대화물질량(ton).

V : 창구부분을 제외한 해당 화물창의 용적(m^3).

a_i : 적재조건인 수를 n 으로 할 때, i 번째 적재조건인 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 홀수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차(kN/m^2)로써, 다음 식에 의한다. 다만 강제 코일 등 증량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, 부재의 설계압력을 초과하여서는 안된다.

$$\max\{|p_i - 9.81(d_i + 0.026L')|, |p_i - 9.81(d_i - 0.026L')|\}$$

p_i : i 번째 적재조건인 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력(kN/m^2).

d_i : i 번째 적재조건에서 해당 화물창 l_H 의 중앙에서의 홀수(m).

l_H : 화물창의 길이로, 규칙 3장 301. 4항에 의한다.

L' : 선박의 길이 L (m), 다만 230 m 이상으로 할 필요는 없다.

α_R : 1.0, 다만 항내 등 파랑의 영향이 적은 수역에서는 0.5로 한다.

n_{fi} : i 번째 적재조건에서, 해당 화물창과 인접하는 전후 어느 쪽의 화물창 간에서 동시에 인접하여 적재 화물창 또는 공창으로 되는 경우에는 0.9, 그렇지 않은 경우에는 1.0으로 한다.

d_x : 해당 화물창 l_H 의 중앙 위치에서의 홀수(m).

h_{BST} : 선체중심선 상에서 이중저 내 탱크의 평형수의 높이(m), 다만 이중저 높이 이하로 한다.

(b) 최대허용적재질량 W_{MAX} (ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이하로 한다.

$$\gamma f(h_x)$$

$f(h_x)$: 선체중심선 상에서의 화물의 적재높이 h_x (m)와 화물창 내에 적재한 화물의 체적(m^3)과의 관계를 나타내는 함수. 다만 이 때 화물은 균일하게 트리밍하여 적재한 것으로 한다.

(나) 직접강도계산에 의하여 이중저 부재 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m^2)는 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

$$\max\{a_1, a_2, \dots, a_n\} + 10.0(d_x - 0.25H_w\alpha_{DC} - h_{BST})$$

h_x, γ, d_x 및 h_{BST} : 전 (가)에 의한다.

a_i : 적재조건을 n 으로 할 때, i 번째 적재조건에 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 홀수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차(kN/m²)로써, 다음 식에 의한다. 다만 강재 코일 등 증량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, 부재의 설계압력을 초과하여서는 안된다.

$$\max\{|p_i - 10.0(d_i + 0.25H_w)|, |p_i - 10.0(d_i - 0.25H_w)|\}$$

p_i : i 번째 적재조건에 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력(kN/m²), 다만 화물에 의한 압력을 계산할 때에는 직접계산에서 이용된 화물밀도 및 화물의 적재형상을 고려하여 계산하여도 좋다.

d_i : i 번째 적재조건에서 해당 화물창 l_H 의 중앙에서의 홀수(m)

H_w : 다음 식에 의한다.

$$L \leq 150 \text{ m인 경우: } 0.61 L^{1/2}$$

$$150 \text{ m} < L \leq 250 \text{ m인 경우: } 1.41 L^{1/3}$$

$$250 \text{ m} < L \leq 300 \text{ m인 경우: } 2.23 L^{1/4}$$

$$300 \text{ m} < L \text{인 경우: } 9.28$$

α_{DC} : 1.0, 다만 항내 등 파랑의 영향이 적은 수역에서는 1/3로 한다.

(b) 최대허용적재질량 W_{MAX} (ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이하로 한다.

$$\gamma f(h_x)$$

$f(h_x)$: (가)에 의한다.

(2) 필요최소적재증량

(가) 규칙 산식에 의하여 이중저 구조의 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m²)는 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

$$-\max\{a_1n_{f1}, a_2n_{f2}, \dots, a_n n_{fn}\} + 9.81(d_x + 0.026L'\alpha_R - h_{BST})$$

$h_x, \gamma, a_i, n_{fi}, d_x, L', \alpha_R$ 및 h_{BST} : (1)호 (가)에 의한다.

(b) 필요최소적재증량 W_{MIN} (ton)은, 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 한다.

$$\gamma f(h_x)$$

$f(h_x)$: (1) (가)에 의한다.

(나) 직접강도계산에 의하여 이중저 부재 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m²)는 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 하여야 한다.

$$\min\{a_1, a_2, \dots, a_n\} + 10.0(d_x + 0.25H_w\alpha_{DC} - h_{BST})$$

$h_x, \gamma, d_x, \alpha_{DC}, h_{BST}$ 및 H_w : (1) (나)에 의한다.

a_i : 적재조건을 n 으로 할 때, i 번째 적재조건에 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 홀수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차(kN/m²)로써, 하향 하중을 양으로 하여 다음 식에 의하여 구한다. 다만 강재 코일 등 증량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, a_i 의 절대값이 국부 부재의 설계압력을 초과하지 않도록 a_i 의 값을 정하여야 한다.

$$\min\{(p_i - 10.0(d_i + 0.25H_w)), (p_i - 10.0(d_i - 0.25H_w))\}$$

p_i 및 d_i : (1)호 (나)에 의한다.

(b) 최소필요적재질량 W_{MIN} (ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 한다.

$$\gamma f(h_x)$$

$f(h_x)$: (1)호 (나)에 의한다.

2. 지침 3편 부록 3-1 2항 (4)호의 (라)에서 요구되는 적하지침서에 기재해야 할 인접하는 2개의 화물창(이하 인접 2 화물창이라 한다.)의 최대허용적재질량 W_{MAX} 및 최소필요적재중량 W_{MIN} 은 해당 화물창 길이의 중앙위치에서 홀수에 따라 이하와 같이 구한다.

(1) 최대허용적재중량

(가) 규칙 산식에 의하여 이중저 구조의 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력은, 각 화물창마다 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

해당 화물창에 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m²)에 관하여 ; $b + 9.81(d_x - 0.026L'a_R - h_{BST})$
 인접 화물창에 발생하는 압력 $9.81h'_x\gamma'$ (kN/m²)에 관하여 ; $b' + 9.81(d_x - 0.026L'a_R - h'_{BST})$

h_x 및 h'_x : 각 화물창의 선체중심선에서 내저판 상면으로부터 화물표면까지의 적재높이(m)로, 상갑판까지의 높이 이하로 하여야 한다.

γ 및 γ' : 각 화물창에서의 화물설계밀도로, 인접 2 화물창이 동시에 적재화물창 또는 공창이 되는 적재조건 중 최대값이 되는 화물설계밀도

b 및 b' : a_j 및 a'_j 이 이하의 관계를 만족할 때, b 및 b' 은 각각 a_j 및 a'_j 의 절대값으로 할 것. 다만 강제 코일 등 중량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, 부재의 설계압력을 초과하여서는 안된다.

$$a_j a'_j = \max\{a_1 a'_1, a_2 a'_2, \dots, a_m a'_m\}$$

a_j 및 a'_j : 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 홀수에 의한 정수압에 파랑 변동압을 가감한 선저수압과의 압력차이 중, 하향 하중을 양으로 하여, 해당 화물창 및 인접 화물창의 압력 차이가 동시에 같은 부호를 갖는 적재조건을 m 으로 한 경우에, j 번째 적재조건에서의 해당화물창 및 인접화물창 각각의 압력 차이(kN/m²). 이 때 j 번째 적재조건에서, 정수압에 파랑변동압을 가한 경우 및 감한 경우 중, 해당화물창과 인접화물창의 압력차이가 동시에 같은 부호의 압력차이를 갖는 경우만을 고려하면 되는데, 양쪽 모두 같은 부호의 압력차이를 갖는 경우에는 a_j 및 a'_j 의 값을 각각 이하의 관계를 만족하는 a_{jk} 및 a'_{jk} 로 할 것.

$$a_{jk} a'_{jk} = \max\{a_{j1} a'_{j1}, a_{j2} a'_{j2}\}$$

a_{jk} 및 a'_{jk} : j 번째 적재조건에서, 정수압에 파랑변동압을 가한 경우의 해당화물창과 인접화물창의 압력차이를 a_{j1} 및 a'_{j1} , 파랑변동압을 감한 경우의 해당화물창과 인접화물창의 압력차이를 a_{j2} 및 a'_{j2} 로 하여, 각각 이하의 산식에 의하여 구할 것.

$$a_{j1} = p_j - 9.81(d_j + 0.026L')$$

$$a'_{j1} = p'_j - 9.81(d'_j + 0.026L')$$

$$a_{j2} = p_j - 9.81(d_j - 0.026L')$$

$$a'_{j2} = p'_j - 9.81(d'_j - 0.026L')$$

p_j 및 p'_j : j 번째 적재조건에서의 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 해당화물창 및 인접화물창 각각에서의 압력(kN/m²)

d_j 및 d'_j : j 번째 적재조건에서, 해당화물창 및 인접화물창의 l_H 의 중앙위치에서의 각 홀수(m)

l_H , L' 및 α_R : 1항 (1)호 (가)에 의한다.

d_x : d_j 와 d'_j 의 평균값(m)

h_{BST} 및 h'_{BST} : 각 화물창의 선체중심선 상에서 이중저 내 탱크의 평형수의 높이(m), 다만 이중저 높이 이상으로 할 필요는 없다.

(b) 최대허용적재질량 W_{MAX} (ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이하로 한다.

$$\gamma f_1(h_x) + \gamma' f_2(h'_x)$$

$f_1(h_x)$ 및 $f_2(h'_x)$: 각 화물창의 선체중심선 상에서의 화물의 적재높이(m)와 화물창 내에 적재한 화물의 체적(m³)과의 관계를 나타내는 함수. 다만 이 때 화물은 균일하게 트리밍하여 적재한 것으로 한다.

(나) 직접강도계산에 의하여 이중저 부재 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력은, 각 화물창마다 다음 식으로 주어지는 값 이하로 하여야 한다.

해당 화물창에 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m²) 에 관하여 ; $b + 10.0(d_x - 0.25H_w\alpha_{DC} - h_{BST})$
인접 화물창에 발생하는 압력 $9.81h'_x\gamma'$ (kN/m²) 에 관하여 ; $b' + 10.0(d_x - 0.25H_w\alpha_{DC} - h'_{BST})$

$h_x, h'_x, \gamma, \gamma', d_x, h_{BST}$ 및 h'_{BST} : (가)에 의한다.

b 및 b' : (가)에 의하는데, a_{j1}, a'_{j1}, a_{j2} 및 a'_{j2} 를 구할 때에는 각각 이하의 식에 의한다.

$$\begin{aligned} a_{j1} &= p_j - 10.0(d_j + 0.25H_w) \\ a'_{j1} &= p'_j - 10.0(d'_j + 0.25H_w) \\ a_{j2} &= p_j - 10.0(d_j - 0.25H_w) \\ a'_{j2} &= p'_j - 10.0(d'_j - 0.25H_w) \end{aligned}$$

p_j 및 p'_j : (가)에 의하는데, 화물에 의한 압력을 계산할 때에는 직접계산에서 이용된 화물밀도 및 화물의 적재형상을 고려하여 계산하여도 좋다.

d_j 및 d'_j : (가)에 의한다.

H_w 및 α_{DC} : 1항 (1)호 (나)에 의한다.

(b) 최대허용적재질량 W_{MAX} (ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이하로 한다.

$$\gamma f_1(h_x) + \gamma' f_2(h'_x)$$

$f_1(h_x)$ 및 $f_2(h'_x)$: (가)에 의한다.

(2) 필요최소적재증량

(가) 규칙 산식에 의하여 이중저 구조의 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력은, 각 화물창마다 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 하여야 한다.

해당 화물창에 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m²) 에 관하여 ; $-b + 9.81(d_x + 0.026L'\alpha_R - h_{BST})$
인접 화물창에 발생하는 압력 $9.81h'_x\gamma'$ (kN/m²) 에 관하여 ; $-b' + 9.81(d_x + 0.026L'\alpha_R - h'_{BST})$

$h_x, h'_x, \gamma, \gamma', b, b', d_x, L', \alpha_R, h_{BST}$ 및 h'_{BST} : (1)호 (가)에 의한다.

(b) 필요최소적재증량 W_{MIN} (ton)은, 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 한다.

$$\gamma f_1(h_x) + \gamma' f_2(h'_x)$$

$f_1(h_x)$ 및 $f_2(h'_x)$: (1)호 (가)에 의한다.

(나) 직접강도계산에 의하여 이중저 부재 치수를 결정한 경우

(a) 선저에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 발생하는 압력은, 각 화물창마다 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 하여야 한다.

해당 화물창에 발생하는 압력 $9.81h_x\gamma$ (kN/m²)에 관하여 ; $b + 10.0(d_x + 0.25H_w\alpha_{DC} - h_{BST})$

인접 화물창에 발생하는 압력 $9.81h'_x\gamma'$ (kN/m²)에 관하여 ; $b' + 10.0(d_x + 0.25H_w\alpha_{DC} - h'_{BST})$

$h_x, h'_x, \gamma, \gamma', d_x, H_w, \alpha_{DC}, h_{BST}$ 및 h'_{BST} : (1)호 (나)에 의한다.

b 및 b' : a_j 및 a'_j 이하의 관계를 만족할 때, b 및 b' 은 각각 a_j 및 a'_j 으로 할 것. 다만 강재 코일 등 중량화물을 적재할 목적으로 국부 부재를 보강한 경우에는, b 및 b' 의 절대값이 국부 부재의 설계압력을 초과하지 않도록 b 및 b' 의 값을 결정할 것.

$$|a_j| a'_j = \min\{|a_1| a'_1, |a_2| a'_2, \dots, |a_m| a'_m\}$$

a_j 및 a'_j : 선체중심선 상에서 화물 및 평형수의 질량에 의하여 생기는 압력과 홀수에 의한 정수압에 파랑변동압을 가감한 선저수압과의 압력차이 중, 하향 하중을 양으로 하여, 해당 화물창 및 인접 화물창의 압력 차이가 동시에 같은 부호를 갖는 적재조건을 수를 m 으로 한 경우에, j 번째 적재조건에서의 해당화물창 및 인접화물창 각각의 압력 차이(kN/m²). 이 때 j 번째 적재조건에서, 정수압에 파랑변동압을 가한 경우 및 감한 경우 중, 해당화물창과 인접화물창의 압력차이가 동시에 같은 부호의 압력차이를 갖는 경우만을 고려하면 되는데, 양쪽 모두 같은 부호의 압력차이를 갖는 경우에는 a_j 및 a'_j 의 값을 각각 이하의 관계를 만족하는 a_{jk} 및 a'_{jk} 로 할 것.

$$|a_{jk}| a'_{jk} = \min\{|a_{j1}| a'_{j1}, |a_{j2}| a'_{j2}\}$$

a_{jk} 및 a'_{jk} : j 번째 적재조건에서, 정수압에 파랑변동압을 가한 경우의 해당화물창과 인접화물창의 압력차이를 a_{j1} 및 a'_{j1} , 파랑변동압을 감한 경우의 해당화물창과 인접화물창의 압력차이를 a_{j2} 및 a'_{j2} 로 하여, 각각 이하의 산식에 의하여 구할 것.

$$a_{j1} = p_j - 10.0(d_j + 0.25H_w)$$

$$a'_{j1} = p'_j - 10.0(d'_j + 0.25H_w)$$

$$a_{j2} = p_j - 10.0(d_j - 0.25H_w)$$

$$a'_{j2} = p'_j - 10.0(d'_j - 0.25H_w)$$

p_j 및 p'_j : (1)호 (나)에 의하는데, 화물에 의한 압력을 계산할 때에는, 직접계산에서 이용된 화물밀도 및 화물 적재형상을 고려하여 계산하여도 좋다.

d_j 및 d'_j : (1)호 (나)에 의한다.

(b) 최소필요적재질량 W_{MN} (ton)는, 다음 식으로 주어지는 값 이상으로 한다.

$$\gamma f_1(h_x) + \gamma' f_2(h'_x)$$

$f_1(h_x)$ 및 $f_2(h'_x)$: (1)호 (나)에 의한다.

3. 1항에도 불구하고, 규칙 3장 201. 3항에 규정된 BC-A, BC-B 및 BC-C의 부호를 갖는 산적화물선에 관해서는, 각 화물창의 최대허용적재질량 W_{MAX} 및 최소필요적재중량 W_{MN} 을 다음과 같이 구하여도 상관없다.(그림 1 참조)

$W_{MAX} = W_{\max}(0) + 1.025 V \frac{d_x}{h}$ (ton) 다만, 해당 화물창의 최대화물질량 M_D (ton) 이하로 한다.

$W_{MN} = W_{\min}(0) + 1.025 V \frac{d_x}{h}$ (ton) 다만, 0 이상으로 한다.

$$W_{\max}(0) = \max \left\{ W_{\max}(d_i) - 1.025 V \frac{d_i}{h} \right\}$$

$$W_{\min}(0) = \min \left\{ W_{\min}(d_i) - 1.025 V \frac{d_i}{h} \right\}$$

$W_{\max}(d_i), W_{\min}(d_i)$: 선박 종류에 따라 적용하는 적재조건에 따라 i 번째 적재조건에 의하여 결정되는, 각각의 흘수 d_i 에서의 최대화물적재질량 또는 최소필요화물질량(ton)

d_i : i 번째 적재조건에서의 흘수(m).

V : 창구부분을 제외한 해당 화물창의 용적(m^3).

h : 선체중심선에서 내저판 상면으로부터 상갑판까지의 수직거리(m).

d_x : 1항 (1)호 (가)에 의한다.

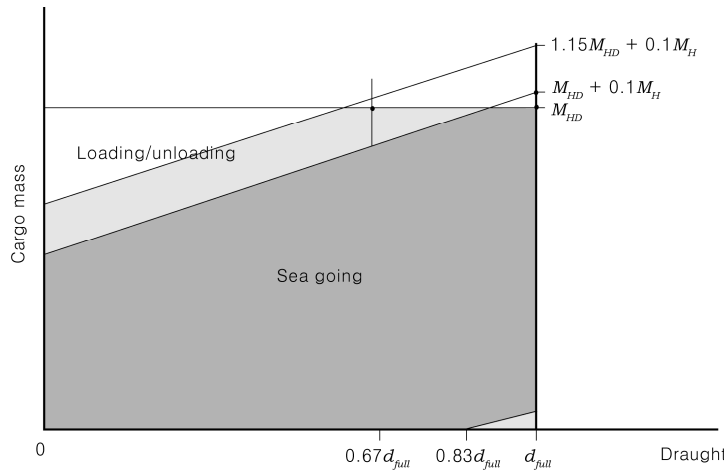


그림 1 단독화물창의 최대허용 및 필요최소 화물질량(BC-A 선박의 적하량의 예)

4. 2항에도 불구하고, 규칙 3장 201. 3항에 규정된 BC-A, BC-B 및 BC-C의 부호를 갖는 산적화물선에 관해서는, 두 개 화물창의 최대허용적재질량 W_{MAX} 및 필요최소적재중량 W_{MIN} 을 다음과 같이 구하여도 상관없다.(그림 2 참조)

$$W_{MAX} = 2M_{Full} + 1.025(V_f + V_d) \frac{d_x - 0.67d}{h} \text{ (ton)}, \text{ 다만 각 해당 화물창의 최대화물질량 } M_D \text{의}$$

합을 초과하여서는 안된다.

$$W_{MIN} = 1.025(V_f + V_d) \frac{d_x - d_{\min}}{h} \text{ (ton)}, \text{ 다만 0 이상으로 하여야 한다.}$$

M_{Full} : 창구코밍 정부까지 채운 가상밀도(균일질량/화물창용적, 최소 $1.0 t/m^3$)를 갖는 화물에 해당하는 화물창 내의 화물질량. M_{Full} 은 최대흘수에서 균일적하상태에 해당하는 화물창 내의 실제 화물질량(M_H)보다 작아서는 안된다.

V_f 및 V_d : 창구부분을 제외한 전후 화물창의 용적(m^3)

d_{\min} : $0.75 d$ 또는 해당 인접 두 개의 화물창이 공창으로 되는 평형수흘수 중 큰 값(m)

5. 3항 및 4항의 경우, 항내 하역상태의 각 흘수에 대한 허용최대적재질량 및 필요최소적재질량은, 적하상태의 허용최대적재질량 또는 필요최소적재질량에 대하여, 해당 화물창의 계획만재흘수에서의 허용최대적재질량(4항의 경우에 관해서는 인접 두 화물창의 허용최대적재질량)의 15%에 해당하는 질량만큼을 각각 증가 또는 감소시켜도 관계없다. 다만 각 화물창은 만재흘수에서의 해당 화물창 단독의 허용최대적재질량을 초과하여서는 안된다.

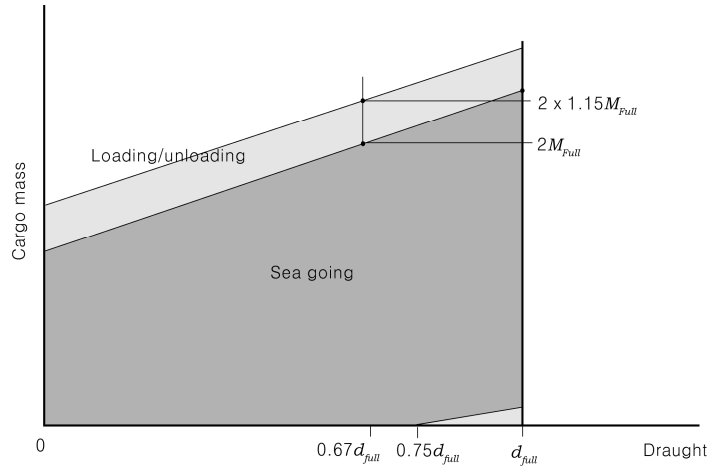


그림 2 두 개의 인접화물창의 최대허용 및 최소필요 화물질량(예)

6. 1항 및 4항에도 불구하고, 해당 화물창의 이중저 강도 산정을 전 1항 또는 3항 이외의 적하상태에 의하여 정한 경우에는, 그 적하상태를 이용하여 허용최대 및 필요최소 적재질량을 구하여도 관계없다. 또 1항 및 2항에 의하여 구한 허용최대 및 필요최소 적재질량보다, 각각 큰 값 또는 작은 값을 설정하고자 하는 경우에는, 추가의 직접강도계산 등에 의하여 강도검토를 행하는 것을 조건으로 수정하여도 관계없다.
7. 1항부터 6항까지에 관련하여, 적하지침서에는 허용최대 및 필요최소 적재질량을 사용하는 경우의 주의사항으로써 다음을 기재하여야 한다. 강재 코일 적재 등 이중저의 국부강도에 영향을 미치는, 적하지침서에 기재하지 않은 적재를 하는 경우에는, 허용최대 및 필요최소 적재질량은 별도로 고려할 필요가 있다.
8. 지침 3편 부록 3-1 3항 (1)호 (바)에서 요구하는 적하지침서에 기재하여야 할 표준 적하/양하에 대한 지침에는, 적어도 다음의 적하상태에 대한 화물의 적하/양하 순서를 포함하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 다만 (2) 이외의 적하상태에 관하여는, 이를 설계조건으로 한 경우에만 기재하여도 관계없다.
 - (1) 지침 3편 부록 3-1 3항 (1)호 (바) (a)에 규정한 불균일 적하상태
 - (2) 지침 3편 부록 3-1 3항 (1)호 (바) (b)에 규정한 균일 적하상태
 - (3) 지침 3편 부록 3-1 3항 (1)호 (바) (d)에 규정하는 단기항해에서의 적하상태
 - (4) 지침 3편 부록 3-1 3항 (1)호 (바) (e)에 다항 적하 및 양하 상태
 - (5) 지침 3편 부록 3-1 3항 (1)호 (바) (f)에 규정하는 갑판화물 적하상태
 - (6) 적창적하는 아닌 인접하는 두 개 이상의 화물창에 부분적재를 하는 적하상태
9. 8항에서 규정하는 요구하는 적하/양하 순서의 각 단계는 다음에 의한다. 단계(step)라고 하는 것은, 화물창 마다 하역작업을 행하고 하역설비가 다음 화물창으로 이동할 때까지를 말한다.
 - (1) 화물적하에 관해서는, 평형수적재상태의 화물적재 개시로부터 해당 적재의 계획만재상태까지의 각 단계
 - (2) 화물양하에 관해서는, 계획만재상태의 화물양하 개시로부터 출항시의 평형수적재상태까지의 각 단계
10. 8항에서 규정하는 매 적하상태의 각 단계는, 종굽힘 모멘트 및 전단력이 적하지침기기에 의하여 허용값 이내에 있다는 것을 확인하여야 한다.
11. 7항에 추가하여, 적하지침서에는 지침 3편 부록3-1 3항 (1)호 (바) (g)의 표 4의 서식을 첨부하고, 다음의 주의사항을 기재한다.

“계획된 적하/양하 방법 이외의 적하/양하 또는 적하지침서에 기재하지 않은 적하/양하 순서를 행하는 경우에는, 화물의 적하/양하 속도, 평형수 주배수 용량 및 속도, 중강도, 그리고 이중저의 허용최대 및 필요최소 적재중량을 고려하여, 새로 해당 적하/양하에 대한 순서를 정한 서식을 이용하여 작성한다.” ↴

부록 7-5 현존 산적화물선에 대한 추가요건

1. 1번 화물창 침수시 1번과 2번 화물창 사이의 파형 횡수밀격벽에 대한 구조치수

(1) 적용 및 정의

- (가) 이 규정은 선박의 길이(L_f)가 150 m 이상이고, 호퍼탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일갑판선으로서, 밀도가 1.78 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하고자 하는 모든 산적화물선에 대하여, 다음 (a) 또는 (b)에 해당하는 최전방 화물창의 수직 파형 횡수밀격벽(1번과 2번 화물창 사이)에 적용한다.
 - (a) 1998년 7월 1일 전에 건조 계약된 산적화물선의 경우, 선측 외판으로만 화물의 경계를 갖는 최전방 화물창으로서, 규칙 3장 12절의 요건에 따라서 건조되지 않은 최전방 화물창
 - (b) 1999년 7월 1일 전에 용골이 거치되었거나 또는 이와 동등한 건조단계에 있던 산적화물선의 경우, 선측외판의 접선에 직각방향으로 측정된 폭이 760 mm 미만인 이중선측구조를 갖는 최전방 화물창으로서, 규칙 3장 12절의 요건에 따라서 건조되지 않은 최전방 화물창
- (나) 1번과 2번 화물창 사이의 횡격벽의 강도요구치수는 (2)호에 주어진 하중, (3)호에 주어진 굽힘모멘트와 전단력 및 (4)호에 주어진 강도평가에 따라 계산하여야 한다.
- (다) 강재교환 및 보강에 대하여는 (6)호에 따른다.
- (라) 균일적하상태라 함은 비중이 다른 화물을 고려한 최상층 적재높이와 최하층 적재높이의 비가 1.2를 초과하지 않는 적재조건을 말한다.

(2) 하중모델

(가) 일반

- (a) 격벽에 작용하는 하중은 1번 화물창의 침수에 의한 하중과 화물하중의 결합에 의한 값을 말한다.
 - (b) 적하지침수에 포함된 모든 적하상태에 대하여 화물창의 침수시 화물하중과 수압의 조합하중 중 가장 불리한 하중을 고려하여 격벽의 강도를 평가하여야 한다.
 - (i) 균일적하상태
 - (ii) 비균일적하상태
 - (c) 균일적하상태를 위하여 여러 항구에서의 적재 또는 하역을 하는 비균일 부분적하상태는 이 규정에 따른 고려를 하지 않아도 된다.
- (나) 격벽침수 수두
침수높이 h_f 는 선박이 똑바로 선 상태에서 계산하고자 하는 위치에서 d_f 까지 수직으로 측정된 거리(m)를 말한다.(그림 1 참조) 이 경우 d_f 는 기선으로부터 다음에 규정된 높이(m)까지를 말한다.
- (a) B형 견현을 갖는 재화중량 50,000톤 미만인 선박의 경우 : $d_f = 0.95D$
 - (b) 상기 (a) 이외의 선박인 경우 : $d_f = D$
 - (c) 다만, 지정만재흡수선을 감소시켜 운항하고자 하는 경우에는 전 (a) 또는 (b)에서 감소된 흡수만큼 감할 수 있다.

(다) 침수된 화물창내 압력

(a) 산적화물적재창

d_1 과 d_f 의 값에 따라서 다음의 두 가지 경우를 고려하여야 한다. 다만, d_1 은 화물의 적재높이에 대응하는 수평면까지의 높이로서 다음 식에 따른다. (그림 1 참조)

$$d_1 = \frac{M_c}{\rho_c l_c B} + \frac{V_{LS}}{l_c B} + (h_{HT} - h_{DB}) \frac{b_{HT}}{B} + h_{DB} \quad (\text{m})$$

M_c : 해당 화물창의 화물의 질량 (ton).

ρ_c : 산적화물밀도 (t/m^3).

l_c : 해당 화물창의 길이 (m).

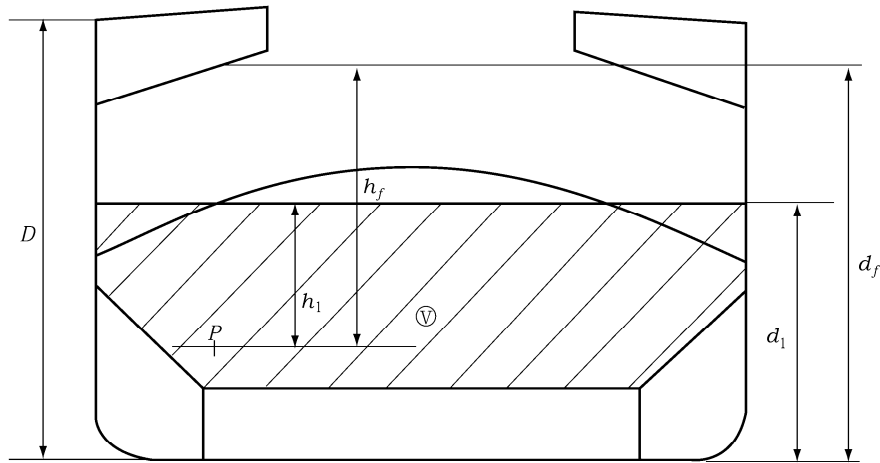
B : 선체중양부에서의 선박의 너비 (m).

V_{LS} : 내저판 상부의 하부스틀의 용적 (m^3).

h_{HT} : 선체중양부에서의 기선으로부터 호퍼탱크의 높이 (m).

h_{DB} : 이중저의 높이 (m).

b_{HT} : 선체중양부에서의 호퍼탱크의 너비 (m).



V : 화물의 용적
P : 계산하고자 하는 지점.

그림 1 d_f , h_1 및 h_f 의 측정방법

(i) $d_f \geq d_1$ 인 경우

① 고려하는 위치가 d_1 과 d_f 사이인 경우 압력 $P_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$P_{c,f} = \rho g h_f \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ : 해수의 밀도로 1.025 t/m^3 으로 한다.
 g : 중력가속도로서 9.81 m/s^2 으로 한다.
 h_f : 전 (나)에 정의된 침수수두.

② 고려하는 위치가 d_1 보다 낮은 경우 압력 $P_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$P_{c,f} = \rho g h_f + [\rho_c - \rho(1 - perm)] g h_1 \tan^2 \gamma \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ , g 및 h_f : 전 ①에 따른다.

ρ_c : 산적화물밀도 (t/m^3).

$perm$: 화물의 침수율로서 광석에 대하여는 0.3으로 한다. (일반적으로 철광석의 산적화물밀도를 3.0 t/m^3 으로 한다.)

h_1 : 계산하고자 하는 위치로부터 d_1 까지의 수직거리(m). (그림 1 참조)

γ : $45^\circ - (\phi/2)$

ϕ : 화물적하각(도)으로, 철광석의 경우에는 35° 로, 시멘트의 경우에는 25° 로 할 수 있

③ 파형에 작용하는 힘 $F_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$F_{c,f} = S_1 \left[\frac{\rho g (d_f - d_1)^2}{2} + \frac{\rho g (d_f - d_1) + (P_{c,f})_{le}}{2} (d_1 - h_{DB} - h_{LS}) \right] \quad (\text{kN})$$

S_1 : 파형의 간격 (m). (그림 2 참조)

ρ 및 g : 전 ②에 따른다.

d_f : 전 (나)에 따른다.

$(P_{c,f})_{le}$: 파형의 하단에서의 압력 (kN/m^2).

d_1 및 h_{DB} : 전 (a)에 따른다.

h_{LS} : 내저판으로부터 하부스틀정판까지의 평균 높이 (m).

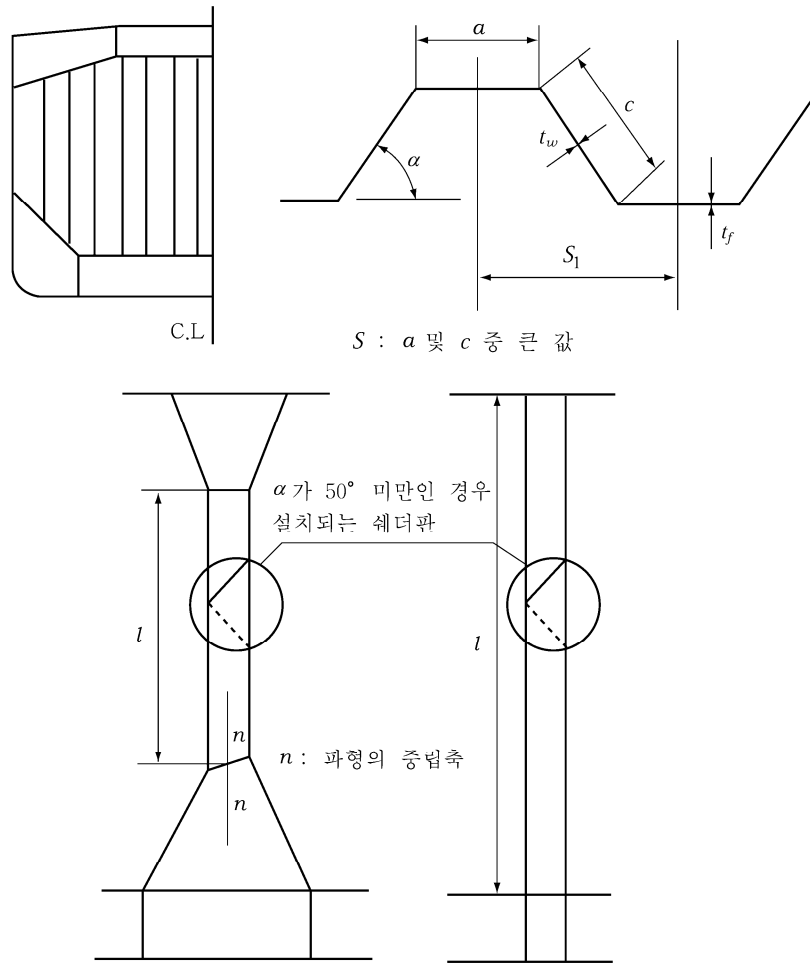


그림 2 S 및 l 의 측정방법

(ii) $d_f < d_1$ 인 경우

① 고려하는 위치가 d_1 과 d_f 사이인 경우 압력 $P_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$P_{c,f} = \rho_c g h_1 \tan^2 \gamma \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ_c, g, h_1 및 γ : (i)에 따른다.

② 고려하는 위치가 d_f 보다 낮은 경우 압력 $P_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$P_{c,f} = \rho g h_f + [\rho_c h_1 - \rho(1 - perm)h_f]g \tan^2 \gamma \quad (\text{kN/m}^2)$$

$\rho, g, h_f, \rho_c, h_1, perm$ 및 γ : (i)에 따른다.

③ 파형에 작용하는 힘 $F_{c,f}$ 는 다음 식에 따른다.

$$F_{c,f} = S_1 \left[\frac{\rho_c g (d_1 - d_f)^2}{2} \tan^2 \gamma + \frac{\rho_c g (d_1 - d_f) \tan^2 \gamma + (P_{c,f})_{le}}{2} (d_1 - h_{DB} - h_{LS}) \right] \quad (\text{kN})$$

$S_1, \rho_c, g, \gamma, (P_{c,f})_{le}$ 및 h_{LS} : (i)에 따른다.

d_1 및 h_{DB} : (a)에 따른다.

d_f : (나)에 따른다.

- (b) 빈 화물창의 침수에 의한 압력
고려하는 위치에서의 침수시 압력 P_f 는 다음 식에 따른다.

$$P_f = \rho g h_f \quad (\text{kN/m}^2)$$

파형에 작용하는 힘 F_f 는 다음 식에 따른다.

$$F_f = S_1 \rho g \frac{(d_f - d_{DB} - h_{LS})^2}{2} \quad (\text{kN})$$

S_1 , g , ρ 및 h_{LS} : (i)에 따른다.

d_1 및 h_{DB} : (a)에 따른다.

d_f : (나)에 따른다.

- (라) 침수되지 않은 산적화물 적재화물창의 압력

- (a) 격벽의 각 위치에 있어서의 압력 P_c 는 다음 식에 따른다.

$$P_c = \rho_c g h_1 \tan^2 \gamma \quad (\text{kN/m}^2)$$

ρ_c , g , h_1 및 γ : (다), (a)의 (i)에 따른다.

- (b) 파형에 작용하는 힘 F_c 는 다음 식에 따른다.

$$F_c = S_1 \rho_c g \frac{(d_1 - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} \tan^2 \gamma \quad (\text{kN})$$

ρ_c , g , S_1 , h_{LS} 및 γ : (다), (a)의 (i)에 따른다.

d_1 및 h_{DB} : (다)의 (a)에 따른다.

- (마) 합성압력 및 합성힘

- (a) 균일적재조건

- (i) 격벽의 각점에 있어서의 격벽의 강도평가를 위한 합성압력 P 는 다음 식에 따른다.

$$P = P_{c,f} - 0.8P_c \quad (\text{kN/m}^2)$$

- (ii) 격벽에 작용하는 합성힘 F 는 다음 식에 따른다.

$$F = F_{c,f} - 0.8F_c \quad (\text{kN})$$

- (b) 비균일적재조건

- (i) 격벽의 각점에 있어서의 격벽의 강도평가를 위한 합성압력 P 는 다음 식에 따른다.

$$P = P_{c,f} \quad (\text{kN/m}^2)$$

- (ii) 격벽에 작용하는 합성힘 F 는 다음 식에 따른다.

$$F = F_{c,f} \quad (\text{kN})$$

- (iii) 비균일적하상태에서 1번 화물창이 공창인 경우의 합성압력 P 와 파형격벽에 작용하는 합성하중 F 는 다음 식에 따른다.

$$P = P_f \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$F = F_f \quad (\text{kN})$$

(3) 파형에 작용하는 굽힘모멘트 및 전단력

파형에 대한 굽힘모멘트 M 과 전단력 Q 는 (가)와 (나)에서 주어진 식에 따른다. 또한 굽힘모멘트 M 과 전단력 Q 의 값은 다음 (4)호의 검토에 사용된다.

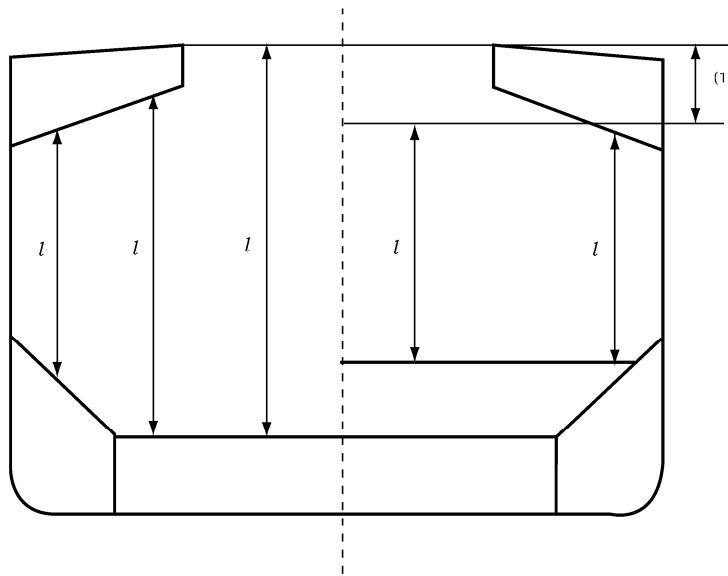
(가) 굽힘모멘트

파형에 대한 굽힘모멘트 M 은 다음 식에 따른다.

$$M = \frac{Fl}{8} \quad (\text{kN-m})$$

F : 합성힘 (kN)으로 (2)호의 (마)에 따른다.

l : 파형의 스패น (m). (그림 2 및 3 참조)



(비고)

(1) 파형 스패น l 을 측정하는 경우, 선박의 중심선에서 갑판으로부터 상부스틀의 가상끝점까지의 거리는 다음 값보다 커서는 아니된다.

(1) 사각형 스텔의 경우 : 파형깊이의 2배

(2) 전 (1) 이외의 경우 : 파형깊이의 3배

그림 3 파형 스패น l 의 측정방법

(나) 전단력

파형하단에서의 전단력 Q 은 다음 식에 따른다.

$$Q = 0.8F \quad (\text{kN})$$

F 및 l : (가)에 따른다.

(4) 강도평가기준

(가) 일반

다음 사항은 수직파형을 갖는 격벽에 대하여 적용한다. (그림 2 참조)

(a) 강도요구두께 t_{net} 의 요구치는 (나), (마), (바) 및 (사)를 만족하는 두께를 말한다.

(b) 그림 2와 같이 파형각도 α 가 50° 보다 작은 경우에는 침수시 격벽의 형상 유지를 확보하기 위하여 파형중앙부에 웨더판을 수평방향으로 엇갈리게 설치하여야 한다. 웨더판은 격벽에 양면연속용접에 의하여 고착되어야 하며, 선측외판에는 부착되어서는 안된다.

(c) (나) 및 (다)의 계산에 이용되는 파형하단의 두께는 내저판(하부스틀이 없는 경우) 또는 하부스틀로부터 적어도 $0.15l$ 이상 유지되어야 한다.

- (d) (나) 및 (라)의 계산에 이용되는 파형중양부의 두께는 갑판(상부스틀이 없는 경우) 또는 상부스틀하단으로부터 적어도 0.3l 이내인 곳까지 유지되어야 한다.
- (나) 굽힘능력(bending capacity) 및 전단응력
- (a) 파형의 굽힘능력은 다음을 만족하여야 한다.

$$\frac{M}{0.5Z_{le}\sigma_{a,le} + Z_m\sigma_{a,m}} \times 10^3 \leq 1.0$$

M : (3)호의 (가)에 규정된 굽힘모멘트 (kN · m).

Z_{le} : (다)에 규정된 파형하단에서의 반피치 파형의 단면계수 (cm³).

Z_m : (라)에 규정된 파형중양부에서의 반피치 파형의 단면계수 (cm³).

$\sigma_{a,le}$: (마)에 규정된 파형하단에서의 허용응력 (N/mm²).

$\sigma_{a,m}$: (마)에 규정된 파형중양부에서의 허용응력 (N/mm²).

- (i) 굽힘능력 계산시 Z_m 의 값은 1.15 Z_{le} 와 1.15 Z'_{le} 중 작은값 이하로 하여야 하며, Z'_{le} 는 다음의 경우에 적용하며, 다음 (ii)의 식에 따라 계산한다.
- ① 다음을 만족하는 쉼터판을 부착한 경우
 - ㉠ 쉼터판은 너클이 되지 않아야 한다.
 - ㉡ 쉼터판은 일면용입용접이나 이와 동등한 방법에 의해 파형과 하부스틀의 상단에 용접되어야 한다.
 - ㉢ 쉼터판은 경사각 45° 이상으로 부착되어야 하고, 그 끝단은 스텔측판과 일치시켜야 한다.
 - ② 다음을 만족하는 거싯판을 부착한 경우
 - ㉣ 거싯판은 스텔측판과 일치되게 부착되어야 한다.
 - ㉤ 거싯판은 적어도 파형면재와 재료특성이 동일하여야 한다.
- (ii) 단면계수 Z_{le} 는 다음에 주어진 Z'_{le} 이하이어야 한다.

$$Z'_{le} = Z_g + \frac{Q h_g - 0.5h_g^2 S_1 P_g}{\sigma_a} \times 10^3 \quad (\text{cm}^2)$$

Z_g : 쉼터 및 거싯판의 상부끝단에서 다음 (라)에 따라 계산된 반피치 파형의 단면계수 (cm³).

Q : (3)호 (나)에 규정된 전단력 (kN).

h_g : 쉼터판 또는 거싯판의 높이 (m). (그림 4의 (1), (2), (3) 및 (4) 참조)

S_1 : (2)호 (다)의 (a)에 따른다.

P_g : 쉼터판 또는 거싯판의 중앙부에서의 (2)호 (마)에 따라 계산되어진 합성압력 (kN/m²).

σ_a : (마)에 규정된 파형 하단부 면재의 허용응력 (N/mm²).

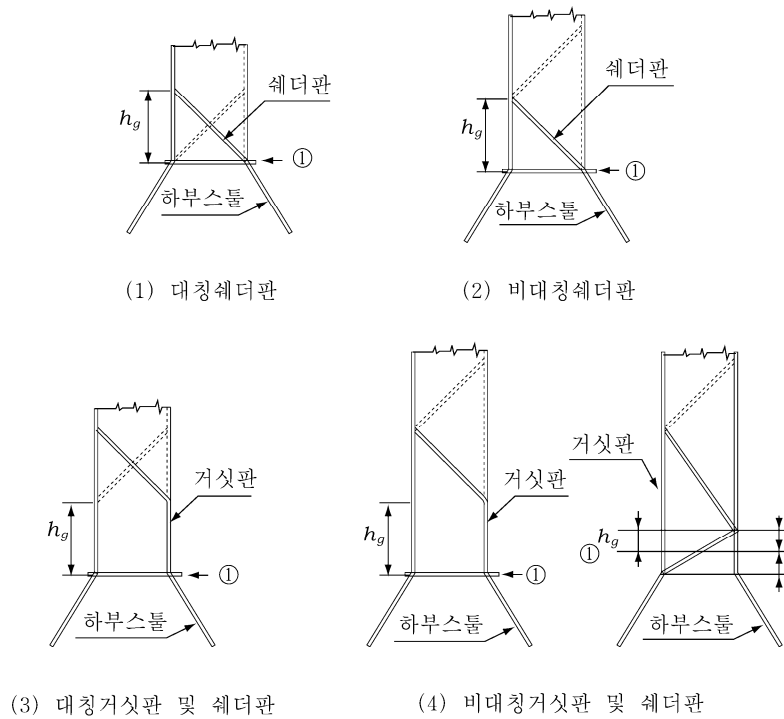


그림 4 쉐더판 및 거싯판

- (b) 전단응력 τ 는 전단력 Q 를 전단면적으로 나누어 얻어진다. 파형의 경우, 웨브와 면재사이의 각도가 직각을 이루지 않음으로 전단 단면적이 감소한다. 일반적으로 감소된 전단 단면적은 웨브단면적에 $\sin \alpha$ 를 곱하여 구할 수 있다. α 는 웨브와 면재사이의 각도이다.(그림 2 참조)
 - (c) 단면계수와 전단면적의 계산시에는 강도요구 판두께 t_{net} 가 사용된다.
 - (d) 파형격벽의 단면계수는 (다) 및 (라)에 따라 계산한다.
- (다) 파형하단에서의 단면계수

파형하단에서의 단면계수는 압축면재의 폭을 (바)의 (a)에 의한 유효면재폭 b_{ef} 로 하여 계산하여 파형웨브가 스텔정판의 하부(또는 내지판의 하부)에서 브래킷에 의하여 지지되지 않은 경우에는 파형웨브의 30%만 유효하다고 간주하여 계산한다.

- (a) (나)에 규정된 유효한 쉐더판이 부착된 경우 (그림 4의 (1) 및 (2) 참조)

파형하단(그림 4의 (1) 및 (2)의 단면 ①참조)의 단면계수 계산시 면재판의 면적을

$$2.5a\sqrt{t_f t_{sh}} \sqrt{\frac{\sigma_{Fsh}}{\sigma_{Ffl}}} \text{ 만큼 증가시킬 수 있다. 다만, } 2.5at_f \text{ 이하이어야 한다.}$$

a : 파형격벽 면재의 폭 (m). (그림 2 참조)

t_{sh} : 쉐더판의 강도요구두께 (mm).

t_f : 면재의 강도요구두께 (mm).

σ_{Fsh} : 쉐더판의 항복응력 (N/mm²).

σ_{Ffl} : 파형면재의 항복응력 (N/mm²).

- (b) (나)에 정의된 유효한 거싯판이 부착된 경우 (그림 4의 (3) 및 (4) 참조)

파형하단(그림 4의 (3) 및 (4)의 단면 ① 참조)의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 $7h_g t_{gu}$ 만큼 증가시킬 수 있다.

h_g : 거싯판의 높이 (m)로서 (그림 4의 (3) 및 (4) 참조) $\frac{10}{7} S_{gu}$ 이하이어야 한다.

S_{gu} : 거싯판의 폭 (m).

t_{gu} : 거싯판의 강도요구두께 (mm)로서, t_f 이하이어야 한다.

t_f : 면재의 강도요구두께 (mm).

(c) 파형웹브가 경사진 스텔정판에 용접되는 경우, 파형하단의 단면계수 계산시 파형격벽 웹브의 유효도는 스텔 정판의 각도가 수평면에 대하여 45°이상인 경우에는 100%로, 0°인 경우에는 30%로 하며, 중간값에 대하여는 보간법에 따른다. 유효한 거싯판이 고착된 경우에는 파형의 단면계수 계산시 면재판의 면적을 전 (b)에 규정된 값만큼 증가시킬 수 있으나 웨더판만 설치된 경우에는 면재판의 면적을 증가시켜서는 안된다.

(라) 파형하단 이외에서의 단면계수

파형하단 이외에서의 단면계수는 압축면재의 폭을 (바)의 (a)에 의한 유효면재폭 b_{ef} 로 하고 파형 웹브는 유효하다고 가정하여 계산한다.

(마) 허용응력

수직응력 σ 및 전단응력 τ 는 다음 식에 주어진 허용값 σ_a 및 τ_a 를 초과하여서는 안된다.

$$\sigma_a = \sigma_y \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\tau_a = 0.50\sigma_y \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm²).

(바) 압축면재폭 및 전단좌굴

(a) 압축면재의 유효폭

파형격벽 압축면재의 유효폭 b_{ef} 는 다음 식에 따른다.

$$b_{ef} = C_e a \quad (\text{m})$$

$\beta > 1.25$ 인 경우 : β ——— ———

$\beta \leq 1.25$ 인 경우 : $C_e = 1.0$

$$\beta = \frac{a}{t_f} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \times 10^3$$

t_f : 파형면재의 강도요구두께 (mm).

a : 파형면재의 너비 (m). (그림 2 참조)

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm²).

E : 재료의 탄성계수로서 강재의 경우에는 2.06×10^5 (N/mm²)으로 한다.

(b) 전단

파형단부에 있는 웹브판에 대하여 전단좌굴을 검토하여야 하며, 전단응력 τ 는 다음의 임계좌굴응력 τ_c 값을 초과하여서는 안된다.

$$\tau_c = \tau_E \quad : \tau_E \leq 0.5\tau_y \text{ 일 때}$$

$$\tau_c = \tau_y \left(1 - \frac{\tau_y}{4\tau_E}\right) \quad : \tau_E > 0.5\tau_y \text{ 일 때}$$

τ_y : 재료의 전단응력(N/mm²)으로서 $\sigma_y/\sqrt{3}$ 로 한다.

τ_E : 탄성좌굴응력(N/mm²)으로 다음에 따른다.

$$\tau_E = 0.9k_t E \left(\frac{t}{1000c}\right)^2 \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$k_t = 6.34$$

t : 파형웨브의 강도요구두께 (mm).
 c : 파형웨브의 너비 (m). (그림 2 참조)
 σ_y, E : (a)에 따른다.

(사) 국부 강도요구두께

(a) 격벽의 국부 강도요구두께 t_{net} 는 다음 식에 따른다.

$$t_{net} = 14.9 S_w \sqrt{\frac{P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

S_w : 판폭(m)으로서, 파형격벽의 면재와 웨브의 폭중 큰값. (그림 2 참조)

P : 해당 판의 각 아래 가장자리에서의 전 (2)호의 (마)에서 정의된 합성압력(kN/m²). 최하단부의 국부강도 요구두께는 하부스틀의 상단판에서, 하부스틀이 없는 경우에는 내저판에서 또는 웨더 판 혹은 웨더/거싯판이 부착된 경우에는 웨더판 상단에서의 합성압력을 사용하여 결정한다.

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm²).

(b) 파형면재와 웨브의 두께가 다른 조립파형격벽의 경우 :

(i) 좁은 판의 강도요구두께 t_n 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_n = 14.9 S_n \sqrt{\frac{P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

S_n : 좁은 판의 폭 (m).

P 및 σ_y : (a)에 따른다.

(ii) 넓은 판의 강도요구두께 t_w 는 다음 두 식에 의한 값 중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_{w1} = 14.9 S_w \sqrt{\frac{P}{\sigma_y}} \quad (\text{mm})$$

$$t_{w2} = \sqrt{\frac{440 S_w^2 P}{\sigma_y} - t_{np}^2} \quad (\text{mm})$$

t_{np} : 좁은 판의 실제사용두께(부식여유두께를 제외한 두께)와 상기 t_{w1} 중 작은 값.

S_w : 넓은 판의 폭 (m).

P 및 σ_y : (a)에 따른다.

(5) 국부 상세

(가) 격벽의 힘과 모멘트가 주변구조, 특히, 이중저와 크로스 갑판으로 잘 전달될 수 있도록 설계하여야 한다.

(나) (2)호에서 규정한 거싯판 및 웨더판의 두께와 보강방법, 용접이음부의 치수 및 재료는 우리 선급의 규정에 적합하여야 한다.

(6) 부식여유두께 및 강제교환

(가) 계측된 판의 두께가 $t_{net} + 0.5$ mm 미만인 부위에 대하여는 강제신환을 하여야 한다. t_{net} 는 (4)호 (나)의 굽힘능력 및 전단응력 또는 (4)호 (사)의 국부강도 요구두께로 계산되어진 두께이어야 한다. 또한, 웨브판의 전단강도 요구조건((4)호 (마) 및 전 (4)호 (바)의 (b) 참조) 또는 웨브 및 면재판의 국부압력 강도 요구조건((4)호 (사) 참조)을 만족하기 위하여 이중판을 사용하여서는 안된다.

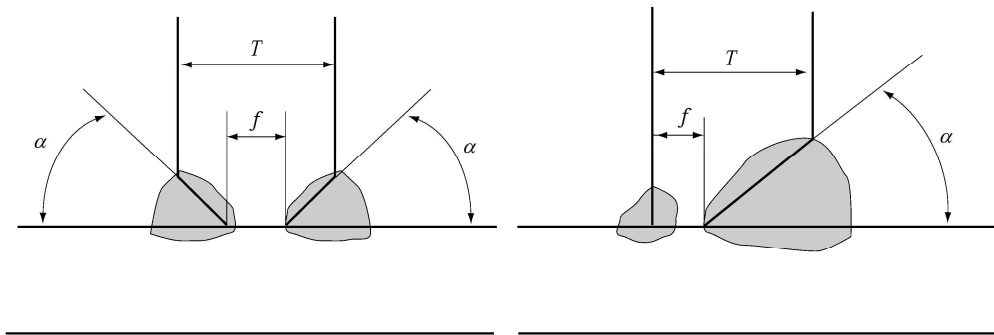
(나) 계측된 판의 두께가 $t_{net} + 0.5$ mm 부터 $t_{net} + 1.0$ mm 까지 내에 있는 경우에는 강제신환을 하거나 강제신환을 하지 않을 시에는 도로 제조자의 요건에 따른 도장을 한 후 방식도장의 유효성을 연차검사시 확인하여야 한다. 방식도장을 하지 않는 경우에는 매년 두께 계측을 하여야 한다.

(다) 강제신환이나 보강이 요구되는 경우, 강제신환 또는 보강되는 부위의 최소두께는 $t_{net} + 2.5$ mm 이상 되어야 한다.

(라) $0.8(\sigma_{F1} t_{F1}) \geq \sigma_{F3} t_{st}$ 인 경우,

- σ_{Ffl} : 파형면재의 허용응력 (N/mm²).
- σ_{Fs} : 하부스틀측판 및 늑판(스틀이 없는 경우)의 허용응력 (N/mm²).
- t_{fl} : 면재의 두께 (mm)로 (가)의 기준에 따르거나 강제교환이 요구되는 경우 (다)의 기준에 따라 보충되어진 두께. 다만, 이 면재의 두께는 국부압력 요구조건((4)호 (사) 참조)을 만족하기 위한 두께일 필요는 없다.
- t_{st} : 하부스틀측판 및 늑판(스틀이 없는 경우)의 실제두께 (mm).

- (a) 파형의 하부끝단으로부터 0.1l 까지 쉼터판을 가진 거싯판을 설치하거나 스텔측판에 상기식을 만족하는 두께의 이중판을 부착하여야 한다.
- (b) 거싯판을 설치하는 경우 거싯판은 파형격벽 면재의 재료특성과 동일하여야 한다. 또한 거싯판은 깊은용입용접(그림 5 참조)에 의해 하부스틀정판이나 내저판(하부스틀이 없는 경우)에 부착되어야 한다.
- (마) 강제교환이 요구되는 경우 격벽과 하부스틀정판 또는 내저판(하부스틀이 없는 경우)은 깊은용입용접에 의해 설치되어야 한다.
- (바) 거싯판을 설치하거나 교환하는 경우에는 파형 및 하부스틀정판 또는 내저판(하부스틀이 없는 경우)과는 그림 5에서와 같이 깊은용입용접(deep penetration weld)에 의해 설치되어야 한다.



루 트 면 f : 3 mm ~ T/3 mm
개선각도 α : 40° ~ 60°

그림 5 깊은 용입 용접

- (사) 1번과 2번 화물창 사이의 파형 횡수밀격벽에 대한 신환 또는 보강에 대한 지침
 - (a) 1번과 2번 화물창 사이의 파형 횡수밀 격벽에 대한 신환이나 보강의 필요성은 가장 최근에 두께 측정한 결과와 검사시 발견된 사항을 기준으로 결정한다.
 - (b) 다음의 사항이 고려되어야 한다.
 - (i) 각 수직파형에 대한 보강 또는 신환 여부는 지침 1편 부록 1-5, 표 9에 따라 수직 파형의 하단부, 중간부 위 및 하단부와 하단부로부터 상방으로 70%인 부분 사이에서 두께가 변하는 부분의 측정결과에 따른다. 또한, (4)호 (나) 및 (가)부터 (바)까지에 따라 쉼터판 또는 거싯판의 유효성을 판단하여야 한다.
 - (ii) 판의 허용 쇄모한도는 전 (가) 및 (나)에 따른다.
 - (c) 판의 신환이 필요한 경우, 신환의 범위를 도면에 명확히 나타내어야 한다. 신환의 범위는 선체중심선 상에서 측정한 파형 수직거리의 15% 이상이어야 한다.
 - (d) 보강 스트립으로 보강하는 경우, 보강 스트립의 길이는 쇄모된 판의 길이 이상이어야 한다. 일반적으로 보강 스트립의 너비와 두께는 (가)부터 (바)까지의 규정에 따른다. 보강 스트립의 재질은 파형과 동일하여야 하며, 연속필렛용접으로 격벽판에 부착되어야 한다. 보강 스트립은 적절히 테이퍼져야 하며 단부고착은 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. (그림 6 참조)
 - (e) 보강 스트립을 내저판이나 하부스틀에 연결하는 경우에는 일면완전 용입용접으로 한다. 보강 스트립이 파형면재에 부착되고 하부스틀과 연결되는 경우 보강 스트립은 하부 스텔측판에 부착되는 보강 스트립과 구조적인 연속성을 가져야 한다. 하부 스텔측판에 부착되는 보강 스트립은 파형면재에 부착된 보강 스트립과 동일한 두께를 가져야 하며, 길이는 면재의 너비 이상이어야 한다.
 - (f) 일반적인 보강 예는 그림 6과 같다.

(7) 1번과 2번 화물창 사이 파형 횡수밀격벽의 강도와 관련된 현존 산적화물선에 대한 고밀도화물의 운송능력을 평가하기 위한 흐름도는 그림 7을 참조할 수 있다. 다만, 전 (2)호의 (마)에서 정의된 합성압력이 ρ_c 가 1.78 t/m^3 일 때 가장 큰 경우에는 이에 따르지 아니할 수 있다.

2. 1번 화물창 침수시 1번 화물창의 허용적재하중

(1) 적용 및 정의

(가) 이 규정은 선박의 길이(L_f)가 150 m 이상이고 호퍼탱크와 톱사이드 탱크를 갖는 단일 갑판선으로서, 밀도가 1.78 t/m^3 이상인 고체산적화물을 운송하고자 하는 모든 산적화물선에 대하여, 다음 (a) 또는 (b)에 규정하는 최전방 화물창에 적용한다.

(a) 1998년 7월 1일 전에 건조 계약된 산적화물선의 경우, 선측 외판으로만 화물의 경계를 갖는 최전방 화물창으로서 **규칙 3장 11절**의 요건에 따라서 건조되지 않은 최전방 화물창

(b) 1999년 7월 1일 전에 용골이 거치되었거나 또는 이와 동등한 건조단계에 있던 산적화물선의 경우, 선측외판의 접선에 직각방향으로 측정된 폭이 760 mm 미만인 이중선측구조를 갖는 최전방 화물창으로서 **규칙 3장 11절**의 요건에 따라서 건조되지 않은 최전방 화물창

(나) 본 규정의 적용을 연기할 목적으로 1998년 7월 1일 이후에 도래하는 정기검사를 1998년 7월 1일 이전에 완료하는 것은 허용되지 않는다.

(다) 1번 화물창의 적재하중은 (3)호에 의한 이중저의 전단능력을 이용하여 (4)호에서 계산된 허용 적재하중을 초과하여서는 안된다.

(라) 어떠한 경우에도, 침수시의 허용 적재하중은 비손상시의 설계 적재하중 보다 작아야 한다.

(2) 하중모델

(가) 일반사항

(a) 이중저에 작용하는 하중은 다음을 고려하여야 한다.

(i) 외부수압에 의한 하중

(ii) 화물창의 침수에 의한 화물 하중의 조합하중

(b) 적하지침서에 포함된 적하상태에 대하여 화물창의 침수에 의한 하중과 화물하중의 조합하중중 가장 불리한 하중을 고려하여야 한다.

(i) 균일적하상태

(ii) 비균일적하상태

(iii) 포장화물 적하상태 (강제제품과 같은 경우)

(c) 허용적재하중의 계산시 각 적재상태에서 운송하고자 하는 산적화물밀도의 최대값을 고려하여야 한다.

(나) 이중저 침수수두

침수수두 h_f 는 선박이 똑바로 선상태에서 내저판으로부터 d_f 까지 수직으로 측정된 거리(m)를 말한다. (그림 8 참조) 이 경우 d_f 는 기선으로부터 다음에 규정된 높이(m)까지를 말한다.

(a) B형 건현을 갖는 재화중량이 50,000톤 미만인 선박의 경우 : $0.95D$

(b) 전 (a) 이외의 선박의 경우 : D

(3) 1번 화물창 이중저의 전단능력

(가) 1번 화물창 이중저의 전단능력 C 는 다음의 늑판 및 거더의 양단에서의 전단강도의 합으로 정의된다.

(a) 양쪽 호퍼에 인접한 모든 늑판. 다만, 스톨(스톨이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 두 늑판의 강도는 1/2로 한다. (그림 9 참조)

(b) 양쪽스톨(스톨이 없는 경우에는 횡격벽)사이에 인접한 이중저의 모든 거더.

(나) 거더나 늑판이 스톨 및 빌지호퍼측 거더에 직접 설치되지 않은 경우 이들의 강도는 고착된 부분만 고려한다.

(다) 빌지호퍼와 스톨(스톨이 없는 경우에는 횡격벽)로 형성되는 화물창 경계 내의 늑판과 거더를 고려한다. 격벽스톨(스톨이 없는 경우에는 횡격벽)에 직접적으로 결합되는 늑판 및 빌지호퍼측 거더는 포함시키지 않는다.

(라) 이중저의 기하학적 또는 구조적 배치가 전 (가)부터 (다)까지에 해당되지 않는 경우에는 우리 선급에서 인정하는 바에 따라 이중저의 전단능력 C 를 계산하여야 한다.

(마) 전단강도를 계산할 때에는 늑판과 거더의 강도요구두께를 사용하여야 하며, 이 경우 강도요구두께 t_{net} 는 다음 식에 따른다.

$$t_{net} = t - t_c \quad (\text{mm})$$

t : 늑판 또는 거더의 설계두께 (mm).

t_c : 부식감소량으로 일반적으로 2.0 mm 로 한다. 다만, 선급이 인정하는 경우에는 t_c 는 2.0 mm 보다 작은 값으로 할 수 있다.

(바) 늑판의 전단 강도

호퍼에 인접한 늑판패널에서의 늑판의 전단강도 S_{f1} 과 가장 바깥쪽의 베이(bay)에 있는 개구 위치에서의 늑판의 전단강도 S_{f2} 는 다음 식에 따른다.

$$S_{f1} = A_f \frac{\tau_a}{\eta_1} \times 10^{-3} \quad (\text{kN})$$

$$S_{f2} = A_{f,h} \frac{\tau_a}{\eta_2} \times 10^{-3} \quad (\text{kN})$$

A_f : 벌지호퍼에 인접한 늑판패널의 전단면적 (mm^2).

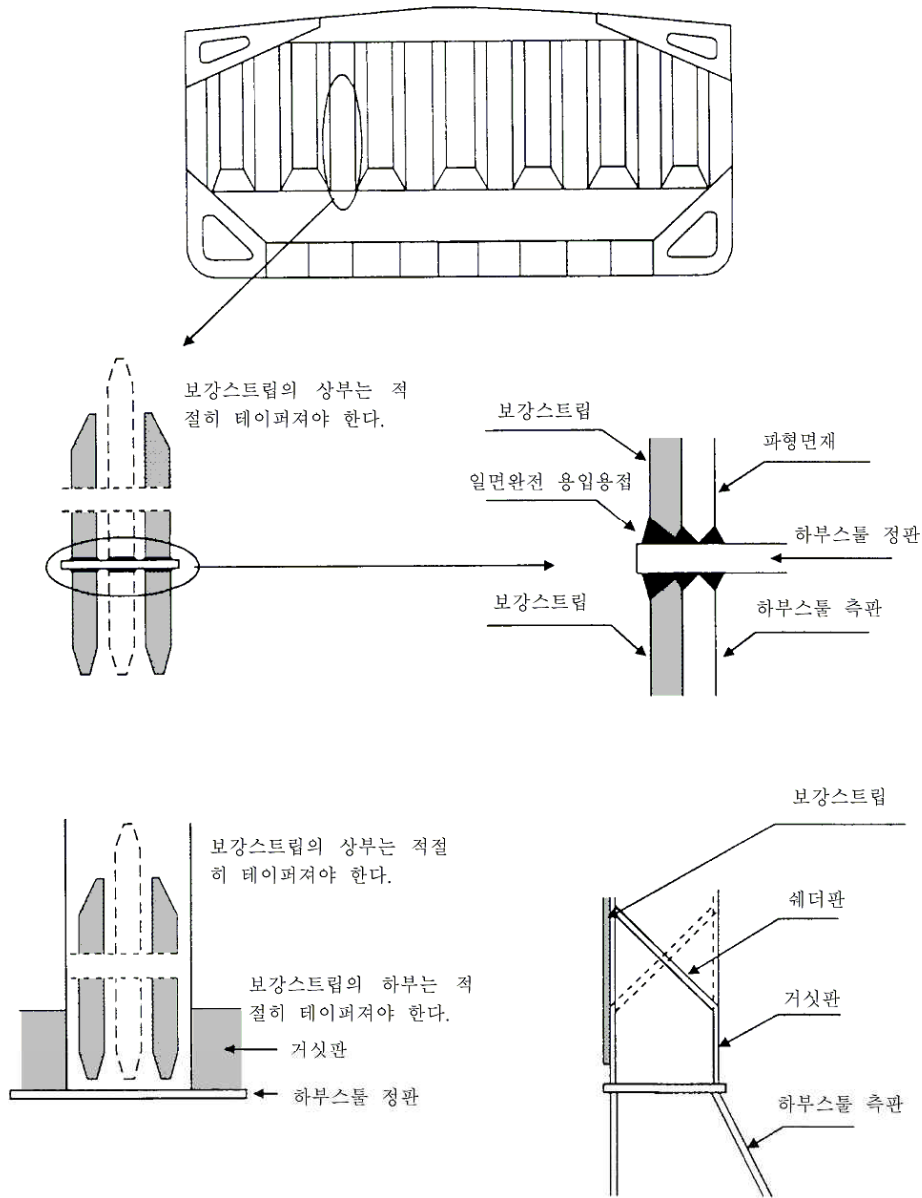
$A_{f,h}$: 가장 바깥쪽의 베이에 있는 개구 위치에서의 늑판패널의 단면적 (mm^2).

τ_a : 허용 전단응력으로 (N/mm^2)으로 한다.

σ_y : 재료의 항복응력 (N/mm^2).

η_1 : 1.1 로 한다.

η_2 : 1.2 로 한다. 다만, 개구가 적절히 보강되었다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 1.1 로 할 수 있다.



(비고)

1. 사각 또는 사다리꼴형 파형의 경우 보강 스트립은 1항 (4)호 (가) 내지 (바)의 규정에 충분히 만족하도록 각 면재에 설치되어야 한다.
2. 각 파형면재에 부착된 보강 스트립의 개수는 1항 (4)호의 규정에 따라야 한다.
3. 쉐더판은 단판으로 붙이거나 용접된 거싯판을 갖는 형태로 할 수 있다.
4. 거싯판이 설치된 경우 파형의 단부에서의 응력집중을 감소시키기 위하여 파형의 면재와 구조적 연속성을 갖도록 하부스틀정판과 용접되어야 한다. 거싯판, 파형면재 및 하부스틀 측판은 구조적 연속성을 가져야 한다. 모든 연결부위는 깊은 용입용접을 하여야 한다. 또한, 용접의 시작점과 끝점은 가능한 한 파형의 단부로부터 멀리 떨어져야 한다.
5. 쉐더판은 일면 완전용입으로 뒷담판(backing bar)에 설치되어야 한다.
6. 쉐더판이나 거싯판의 두께는 원래 격벽의 두께 이상이어야 한다. 거싯판의 수직높이는 파형 면재나비의 1/2 이상이어야 한다. 쉐더판이나 거싯판의 재질은 파형 면재와 동일하여야 한다.

그림 6 일반적인 보강 예

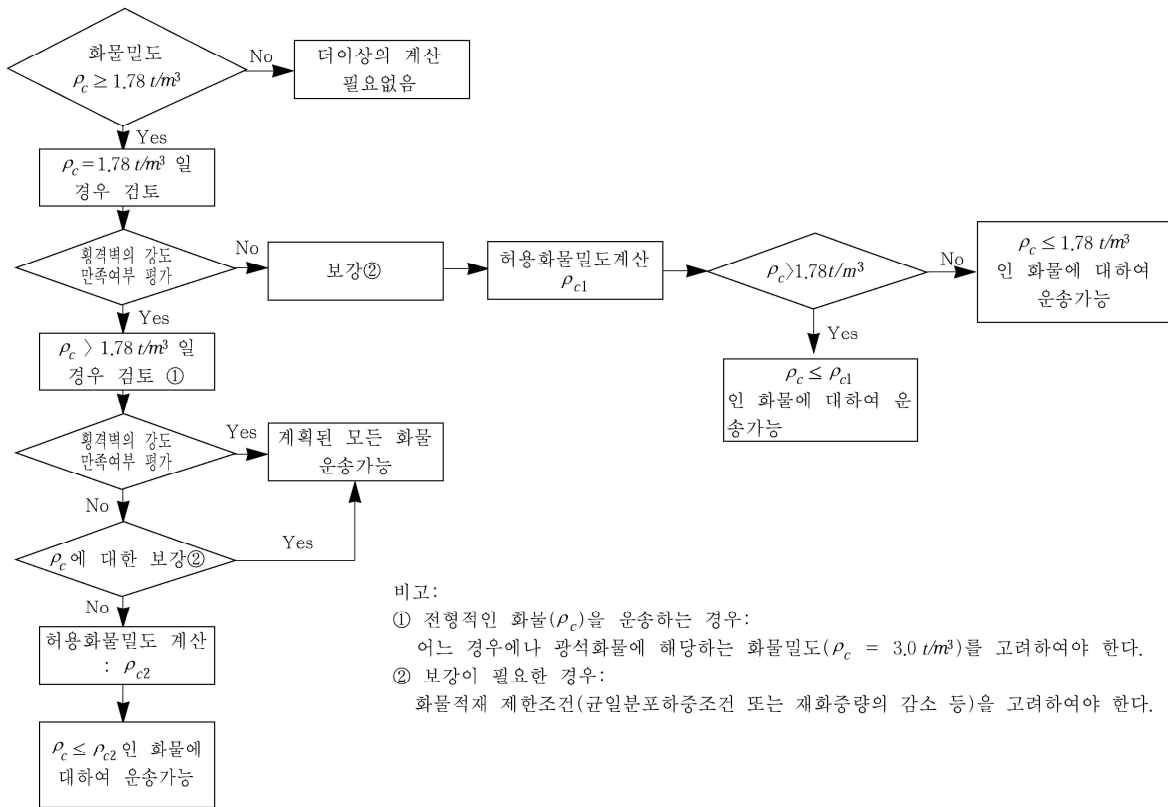


그림 7 횡경벽 강도와 관련한 현존산적화물선의 고밀도화물 운송능력 평가를 위한 흐름도

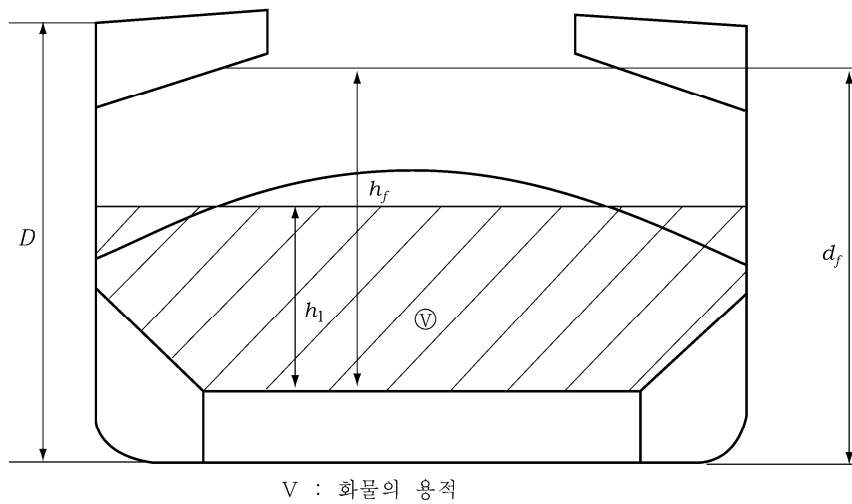


그림 8 d_f , h_1 및 h_f 의 측정방법

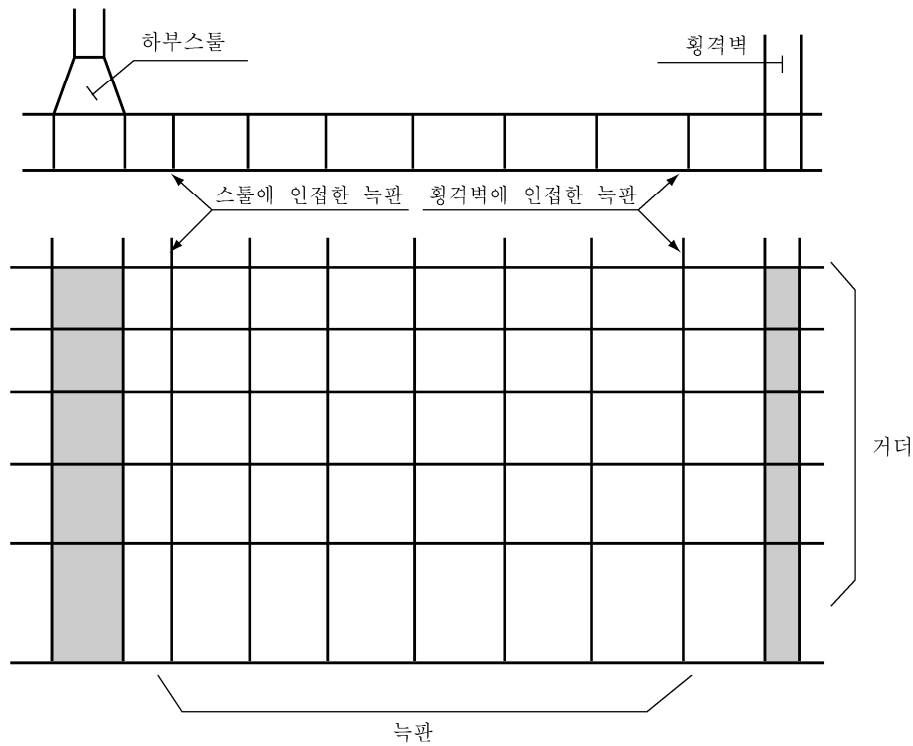


그림 9 고려하는 늑판 및 거더

(사) 거더의 전단강도

스틀(스틀이 없는 경우에는 횡격벽)에 인접한 거더패널에서의 거더의 전단강도 S_{g1} 과 스텔(스틀이 없는 경우에는 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더의 전단강도 S_{g2} 는 다음 식에 따른다.

$$S_{g1} = A_g \frac{\tau_a}{\eta_1} \times 10^{-3} \quad (\text{kN})$$

$$S_{g2} = A_{g,h} \frac{\tau_a}{\eta_2} \times 10^{-3} \quad (\text{kN})$$

A_g : 스텔(스틀이 없는 경우 횡격벽)에 인접한 거더패널의 최소단면적 (mm^2).

$A_{g,h}$: 스텔(스틀이 없는 경우 횡격벽)에 가장 가까운 베이에 있는 개구 위치에서의 거더패널의 단면적 (mm^2).

τ_a : (바)에 준한 허용 전단응력 (N/mm^2).

η_1 : 1.1로 한다.

η_2 : 1.15로 한다. 다만, 개구가 적절히 보강되었다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 1.1로 할 수 있다.

(4) 화물창의 허용적재하중

화물창의 허용적재하중 W 는 다음 식에 따른다.

$$W = \rho_c V \frac{1}{F} \quad (\text{ton})$$

F : 1.05로 한다. 다만, 강재제품을 적재하는 경우에는 1.0으로 한다.

ρ_c : 화물밀도 (t/m^3)로서 산적화물에 대하여는 산적화물밀도를, 강재제품에 대하여는 강재의 밀도를 사용한다.

V : h_1 까지의 화물적재용적 (m^3).

$$h_1 = \frac{X}{\rho_c g}$$

X : 다음에 따른다.

(가) 산적화물의 경우에는 다음 두 값 중 작은 값으로 한다.

$$X_1 = \frac{Z + \rho g(E - h_f)}{1 + \frac{\rho}{\rho_c}(\text{perm} - 1)}$$

$$X_2 = Z + \rho g(E - h_f \text{perm})$$

ρ : 해수밀도 (t/m^3).

g : 중력가속도로서 $9.81 m/s^2$ 으로 한다.

E : 화물창 침수시의 선박흘수(m)로서 $d_f - 0.1D$ 로 한다.

d_f : (2)호 (나)에 따른다.

h_f : (2)호 (나)에 정의된 침수수두 (m).

perm : 화물의 침수율로서 광석의 경우 0.3으로 한다.

Z : 다음의 두 값 중 작은 값으로 한다.

$$Z_1 = \frac{C_h}{A_{DB,h}}, \quad Z_2 = \frac{C_e}{A_{DB,e}}$$

C_h : (3)호에 정의된 이중저의 전단능력 (kN)으로서, 각각의 늑판에 대하여는 전단강도 S_{f1} 과 S_{f2} ((3)호 (바) 참조)중 작은 값을 고려하며, 각각의 거더에 대하여는 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2} ((3)호 (사) 참조)중 작은 값을 고려하여야 한다.

C_e : (3)호에 정의된 이중저의 전단능력 (kN)으로서, 각각의 늑판에 대하여는 전단강도 S_{f1} ((3)호 (바) 참조)과 각각의 거더에 대하여는 전단강도 S_{g1} 과 S_{g2} ((3)호 (사) 참조)중 작은 값을 고려하여야 한다.

$$A_{DB,h} = \sum_{i=1}^{i=n} S_i B_{DB,i}, \quad A_{DB,e} = \sum_{i=1}^{i=n} S_i (B_{DB} - S)$$

n : 스톨(스톨이 없는 경우 횡격벽)사이의 늑판의 개수.

S_i : i 번째 늑판의 간격 (m).

$B_{DB,i}$: 늑판의 전단강도가 S_{f1} 으로 주어진 경우 $B_{DB} - S$ 로((3)호 (바) 참조), S_{f2} 으로 주어진 경우 $B_{DB,h}$ 로 한다 ((3)호 (바) 참조).

B_{DB} : 발지호퍼 사이의 이중저의 너비 (m). (그림 10 참조)

$B_{DB,h}$: 고려하는 개구사이의 거리 (m). (그림 10 참조)

S : 발지호퍼에 인접한 내저중늑골의 간격 (m).

(나) 강재제품의 경우에는 (가)의 X_1 에 따른다. 다만, 침수율은 0으로 한다.

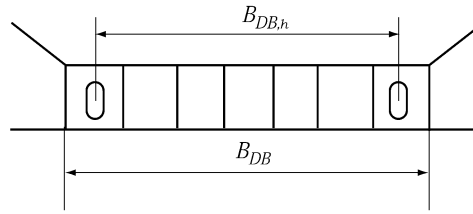


그림 10 $B_{DB,h}$ 및 B_{DB} 의 측정

3. 손상복원성

- (1) 1항과 2항을 적용하는 산적화물선은 하기만재흘수선까지 적재되었을 때 모든 적하상태에서 최전방 화물창의 침수 시 해상인명안전협약(SOLAS) 12장 규칙 4.3부터 4.7까지의 규정을 만족하여야 한다.
- (2) 횡수밀 격벽의 수가 충분하지 못하여 1항과 2항 및 (1)호의 적용이 곤란한 선박은 해상인명안전협약(SOLAS) 12장 규칙 9를 만족하여야 한다. ↓

부록 7-6 산적화물선 및 단일화물창 화물선의 수위감지 경보장치 및 배수 펌핑장치

I. 수위감지 및 경보장치

1. 일반사항

- (1) 이 부록에서 정하는 장치들은 상세설치도, 용접상세도 및 전기설비 상세도 등을 포함한 관련 도면을 우리 선급에 제출하여 승인을 받은 후 설치하고 검사를 받아야 한다.
- (2) 수위감지 및 경보장치는 별도로 정하는 기준에 따라 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.
- (3) 다음의 화물을 운송하는 선박은 SOLAS Ch.II-1, III, IX, XI-1 및 XII의 산적화물선과 관련된 규정이 적용되지 않는다. 다만, 화물창에 구조적인 손상을 일으키는 수단(10톤을 초과하는 그랩(grabs), 동력삽(power shovels), 기타 수단)에 의해 적/양하가 이루어져서는 아니 된다. (2019)
 - (가) 우드칩(woodchips)
 - (나) 시멘트, 플라이애시(fly ash), 설탕

2. 용어정의

- (1) 수위감지기(water level detector)
규칙 3장 1403.의 1항 및 3항에서 규정한 화물창 또는 기타 구역으로 물이 침입하는 것을 감지하여 경보를 울리는 장치로서 센서 및 지시기로 구성된다.
- (2) 센서(sensor)
규칙 3장 1403.의 1항 및 3항에서 규정한 화물창 및 기타구역에 물의 존재여부를 알려주는 신호를 작동시키기 위하여 설치되는 장치를 말한다.
- (3) 예비경보수위(pre-alarm level)
화물창 내의 센서가 작동하는 낮은 쪽 수위(0.5 m, 단일화물창의 화물선은 0.3 m 이상)를 말한다.
- (4) 주경보수위(main alarm level)
화물창 내의 센서가 작동하는 높은 쪽 수위(0.15 D 이상, 최대 2m를 초과하지 않는 수위, 단일화물창의 화물선은 0.15 D 이하) 또는 화물창 이외의 구역에 설치된 센서가 작동하는 수위를 말한다.
- (5) 오버라이딩 장치(overriding device)
어떠한 경보신호가 발생하였을 경우, 그 신호를 무시하고 그 전의 상태를 계속 유지시키기 위한 장치를 말한다.
- (6) 가시경보(visual indication)
위치한 장소의 모든 밝기에서도 육안으로 볼 수 있는 등이나 다른 장치의 작동에 의한 표시를 말한다.
- (7) 가청경보(audible indication)
신호를 받는 장소에서 감지할 수 있는 가청 신호를 말한다.
- (8) 선박 깊이(depth)
화물창 바닥에서 화물창의 창구코밍까지의 거리를 말한다. (그림 1 참조)

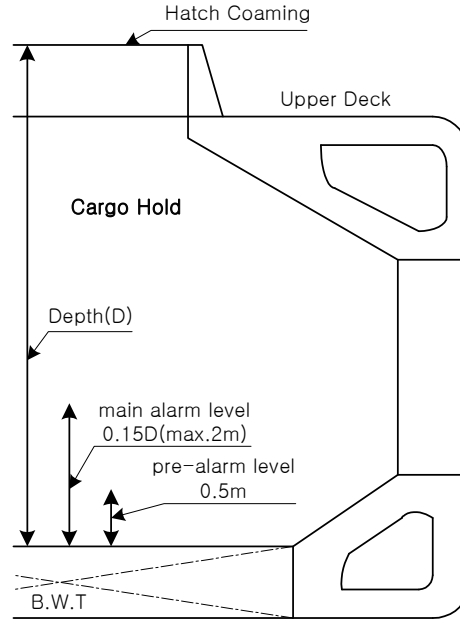


그림 1 선박깊이(D)

3. 설치요건

(1) 산적화물선

(가) 화물창

- (a) 화물창의 수위가 내저판으로부터 상방 0.5 m 높이에 도달했을 때 및 화물창 깊이의 15% 이상(최대 2 m)의 높이에 도달했을 때 가시거청의 경보를 발하는 것이어야 한다. 다만, ‘부록 7-5 현존 산적화물선에 대한 추가 요건’을 만족하지 못하여 SOLAS Reg.XII/9.2 의 요건을 적용받는 산적화물선의 경우, 화물창 깊이의 15% 이상(최대 2 m) 높이에 도달했을 때에만 가시거청의 경보를 발하는 것을 인정할 수 있다.
- (b) 수위감지기는 화물창의 최후단 중앙부에 설치하여야 하며, 화물창이 평형수적재용으로 사용되는 경우에는 경보 오버라이딩 장치를 설치할 수 있다. 가시경보는 각 화물창에서 감지된 2개의 다른 수위를 명확히 구별하는 것이어야 한다. 그림 2부터 그림 5까지는 수위감지기의 설치위치 및 적용 예를 나타낸 것이다.
- (c) 하역작업 시 내부재가 손상을 입는 경우가 있으므로 스톨을 가진 선박의 경우에는 스톨 내에 수위감지기를 설치하는 것을 권장하나, 이 경우 각 수위감지기의 특성을 고려하여 설치하여야 한다.
- (d) 수위감지기 중 직접 접촉식을 선택하는 경우에는 필터를 설치하더라도 챔버 하부에 화물 잔류물이 축적될 가능성을 피할 수 없기 때문에, 잔류물의 제거를 위한 검사 및 고형물 제거용 구멍을 설치하거나 이와 동등한 수단을 갖춰야 한다. 필터의 선정은 화물의 종류에 따라 다르나 메쉬(mesh)를 결정할 경우 운송예정인 화물의 입자직경을 고려하여 선정하고 예비필터를 갖춰야 한다. 필터는 하역작업 후 항상 세척하여야 한다.

(나) 선수격벽 전방의 평형수탱크

탱크 용적의 10%를 넘지 않는 수위에 도달했을 때 가시거청의 경보를 발하는 것이어야 한다. 해당 탱크가 평형수탱크인 경우에는 오버라이딩 장치를 설치할 수 있다.

- (다) 최전방 화물창 보다 앞쪽에 위치하는 체인로커를 제외한 건구역(dry spaces) 또는 보이드 구역 내에는 수위가 갑판 상방 0.1 m 높이에 도달하는 경우에 작동하는 가시거청의 경보장치를 설치해야 한다. 단, 선박의 최대 배 수용적의 0.1%이하의 용적을 가지는 폐위된 구역에는 그러한 경보장치를 설치할 필요가 없다.

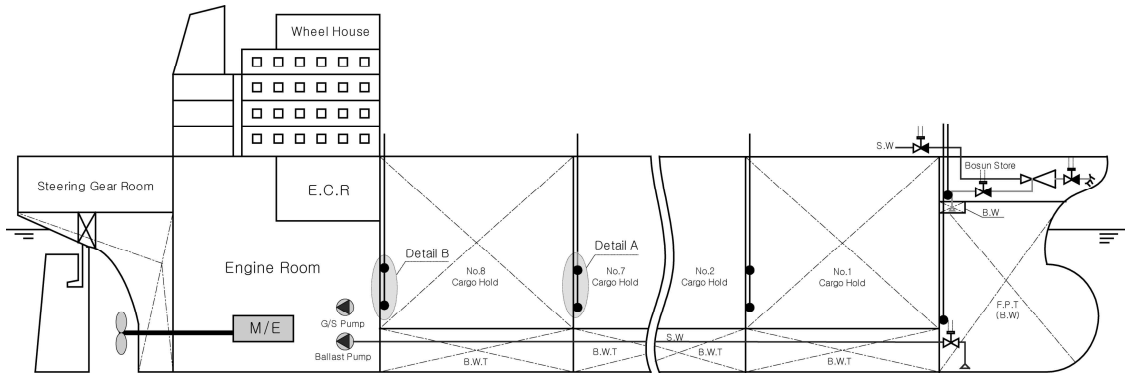


그림 2 수위감지기 설치위치

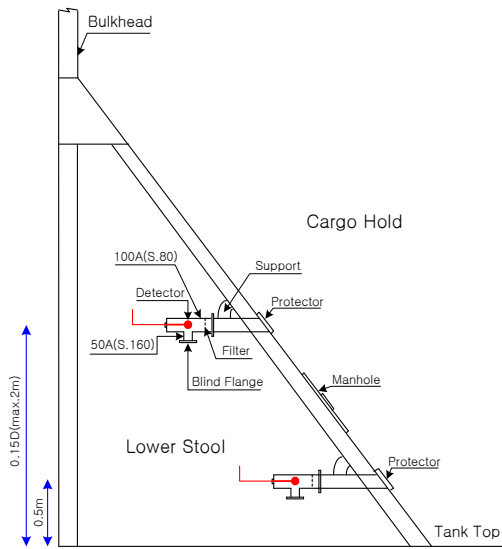


그림 3 (Detail A)

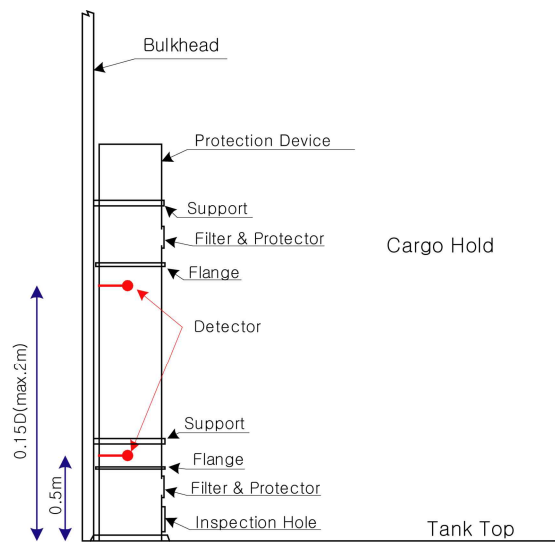


그림 4 (Detail A)

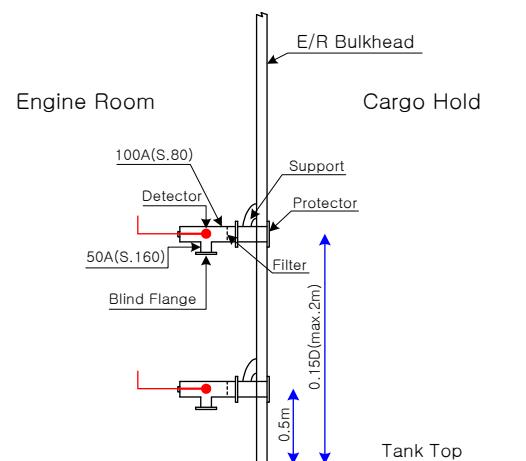


그림 5 (Detail B)

(2) 단일 화물창의 화물선

(가) 수위가 화물창내 내저판으로부터 상방 0.3미터 이상의 높이와 화물창 평균깊이의 15퍼센트를 넘지 아니하는 높이에 달하였을 때 각각 향해 선교에 가시·가청의 경보를 발할 수 있는 수위감지기를 설치하여야 한다.

(나) 화물창의 후단부(내저판이 계획흡수선에 평행하지 않은 경우에는 가장 낮은 위치의 상방)에 설치하여야 하며, 특설늑골 또는 부분수밀격벽이 내저판 상방에 설치된 경우에는 추가의 수위감지기를 설치하여야 한다.

4. 수위감지장치의 요건

(1) 일반사항

- (가) 수위감지장치는 미리 정해진 수위에 물이 도달하는 것을 확실하게 지시하여야 하며, 경보장치는 항해선교에 설치하여야 한다. 미리 정해진 예비경보수위(pre-alarm level)와 주경보수위(main alarm level) 모두 감지할 수 있는 1개의 센서를 사용하는 것은 허용된다.
- (나) 화물창, 평형수탱크 및 건구역(dry spaces) 내에 설치되는 전기 구성품에 대한 보호외피는(KS C) IEC 60529에 적합한 IP68이어야 한다.
- (다) 평형수 및 화물장소의 상방에 설치되는 전기기기에 대한 보호외피는 (KS C) IEC 60529에 적합한 IP56이어야 한다.
- (라) 수위감지장치에는 다음과 같은 두개의 독립된 전원으로부터 급전되어야 하며, 1차 전원이 차단된 경우 가시가청의 경보를 발하는 것이어야 한다.
 - (a) 두 개의 독립된 전원중 1개는 주전원이어야 하며 다른 1개는 비상전원이어야 한다. 다만, 연속적으로 충전되는 전원의 축전지가 비상전원과 동등한 배치, 장소 및 지속성(18h)을 가지도록 설치되면 비상전원을 대체할 수 있다. 축전지 전원공급은 수위감지장치의 내부축전지로 할 수도 있다.
 - (b) 어느 한 전원에서 다른 것으로 전원공급을 전환하는 장치는 수위감지장치에 통합될 필요는 없다.
 - (c) 2차 전원공급용으로 축전지가 사용될 경우, 양쪽 전원공급에 대해서 고장경보가 제공되어야 한다.
- (마) 냉장/냉동창에 설치되는 장치는 사용온도에 적합한 적절한 산업표준을 만족하여야 한다. (2024)

(2) 화물창

감시되는 화물창의 수위가 예비경보수위(pre-alarm level)에 도달했을 때와 주경보수위(main alarm level)에 도달했을 때에 각각 가시가청의 경보가 작동하여야 한다. 가시경보는 해당 화물창을 식별할 수 있어야 하며 가청경보는 예비 경보수위용과 주 경보수위용이 서로 구별되도록 각각 설치하여야 한다.

(3) 화물창이외의 구역

감시되는 구역의 수위가 센서에 감지되는 경우 가시가청의 경보가 작동하여야 한다. 이 가시가청 경보는 화물창의 주경보수위용 가시가청 경보장치와 동일한 특성의 것이어야 한다.

5. 수위감지기의 기능요건

(1) 수위감지기의 종류

수위를 감지하는 방법에는 감지기에 물이 접촉함으로써 물의 존재 여부가 결정되는 직접접촉식과 에어퍼지(air-purge)나 초음파 등을 이용하는 비접촉식이 있다.

(2) 기능요건

- (가) 센서는 화물창의 후단부 또는 내저판이 계획흡수선에 평행하지 않은 경우에는 가장 낮은 위치의 상방에 설치하여야 하며, SOLAS XII/12를 따르는 산적화물선의 경우에는, 각 화물창의 뒤쪽 부분 또는 해당 규정이 적용되는 화물창 이외의 구역의 가장 낮은 부분에 위치하여야 한다. (2024)
- (나) 선박이 항해중에 있는 동안 계속적으로 작동할 수 있는 것이어야 한다.
- (다) 모든 선적화물에 대하여 유효하게 방식되는 것이어야 하며, 수위감지기는 **규칙 3장 1403**의 1항 및 3항에서 규정한 화물창 및 기타구역에 설치되는 감지기용 센서, 필터 및 보호 장치를 포함한다.
- (라) ±100 mm의 정확도로 작동할 수 있는 것이어야 한다.
- (마) 화물구역내의 전기회로는 **IEC 60079-11:2011** 시리즈 규격에 따른 승인된 본질안전방폭형으로서 최소 IIB T3 등급 이상이어야 한다. 다만, 선박이 가연성 또는 폭발성 분위기를 생성할 수 없는 화물만 운송하기 위하여 설계된 경우, 본질안전회로에 대한 요건은 요구되지 않는다. 이 경우, 잠재적인 폭발성 분위기를 생성할 수 있는 화물 운송을 명확하게 배제하는 지침이 매뉴얼에 포함되어야 하며, 선박의 적하기록부 및 승인증서와 일치하여야 한다. 화물구역내에 설치되는 설비의 최대 표면 온도는 쉽게 접할 수 있는 가연성 분진 및 폭발성 가스에 적합하여야 한다. 분진이나 가스의 특성을 알 수 없는 경우, 설비의 최대 표면온도는 85°C를 초과해서는 안된다. 수위감지장치에 본질안전회로가 포함될 경우, 배치도면을 제출하여 승인 받아야 한다. (2022)
- (바) 화물창에 화물이 없는 경우에 직접 또는 간접적인 방법으로 성능시험을 행할 수 있는 것이어야 한다.

(3) 감지기의 설치 요건

(가) 감지기는 화물창의 뒤쪽 부분과 통하는 보호된 장소에서 실제 화물창내의 대표적인 수위를 감지할 수 있는 것이어야 한다. 이러한 감지기는 가능한 한 화물창의 중심선 가까이 설치하거나 또는 양현에 설치하여야 한다.

- (나) 감지기는 화물창이나 다른 구역용 측심관 또는 다른 수위를 측정하는 장비의 사용에 방해가 되지 않도록 설치하여야 하며, 검사, 정비 및 수리를 위하여 쉽게 접근할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.
- (다) 화물창 내에 설치되는 케이블 및 관련 장치는 튼튼한 구조의 튜브 또는 보호된 장소에 설치하여 화물 또는 화물 작업과 관련된 기계장비에 의한 손상으로부터 보호되어야 한다.
- (라) 센서는 규정에서 요구되는 높이에 위치해야 하며, 이 높이는 내저판(inner bottom) 상면(upper surface)에서 측정되어야 한다. SOLAS II-1/25-1.3의 빌지 레벨 센서의 경우, 빌지웰의 바닥이 내저판의 상부 표면 아래에 있는 경우에는 해당 센서의 높이는 빌지웰의 바닥에서 측정되어야 한다. (2024)
- (마) 라이닝 또는 단열재를 시공할 때, 라이닝 또는 단열재가 수밀 기준에 따라 시공되지 않은 경우에는 높이는 내저판 상면에서 측정되어야 한다. 라이닝 또는 단열재가 수밀 시험이 된 경우에는 라이닝/단열재의 상면에서 높이가 측정될 수 있다. (2024)

6. 경보장치

- (1) 가시경보의 경보장치는 항해선교의 적당한 위치에 설치하여야 한다. 이 경보장치는 IMO의 "Code on Alerts and Indicators, 2009"의 주경보(primary alarm) 요건에도 적합하여야 한다. 주경보(primary alarm)로서 예비경보(pre-alarm)는 비상상황을 방지하도록 신속한 조치가 필요한 상황을 나타내고, 비상경보(emergency alarm)로서 주경보(main alarm)는 인명 및 선박에 위협을 방지하기 위한 즉각적인 조치가 취해져야 한다는 것을 나타낸다.
- (2) 가시경보는 주위의 모든 밝기에서도 다른 경보와는 구별되는 색깔이나 디지털 디스플레이를 이용하여 선명하게 표시할 수 있어야 하며, 선박의 안전운항에 필수적인 기기의 작동에 중대한 장애를 일으키지 않는 것이어야 한다. 또한, 수위가 감지기의 위치 이하로 저하될 때까지는 계속하여 작동하여야 하고 조작자의 수동조작으로 해제되는 것이어서는 안된다. 플리커(flicker) 기능이 있는 시스템의 경우에는 조작자가 플리커를 정지시킬 수 있어야 한다. 그러나 이때에도 가시경보는 해제되어서는 안된다.
- (3) 경보장치는 동일한 감지기에 의해 경보기가 설치된 장소에도 상기의 가시경보와 동시에 가시 및 가청의 경보를 제공할 수 있는 것이어야 한다. 또한 조작자에 의해 이 경보를 정지시킬 수 있는 기능이 있어야 한다.
- (4) 선박의 운동에 기인한 슬로싱에 의해 작동되는 경보의 작동을 방지하기 위하여 경보장치에 타임딜레이(time delay)를 설치할 수 있다.
- (5) 평형수적재용으로 지정된 화물창 및 탱크에만 설치되는 경보장치에는 지시 및 경보에 대한 오버라이딩 기능을 추가할 수 있다. 오버라이딩용 지시장치는 평형수적재용으로 지정된 화물창 및 탱크의 수위 감지기가 활성화되지 않는 동안에는 계속하여 작동되는 것이어야 한다. 다만, 오버라이드 조건의 취소 및 경보의 재활성화는 화물창 또는 탱크의 수위가 예비경보수위 이하로 저하된 경우에는 자동적으로 이루어져야 한다.
- (6) 상기 (5)호의 요건에도 불구하고, 평형수적재용으로 설계되지도 않고 사용되지도 않는 구역(예: 건구역, 화물창 등)의 경보장치에 대해서는 오버라이딩 기능을 부여하여서는 안된다.
 - (가) 오버라이딩 경보를 설치하고자 할 때는 우리 선급 검사원 입회하에 시운전(commissioning test) 하기 전에 각 호선에 최적화되어야 한다. 이 경우 작업착수 전에 관련 도면을 제출하여 승인받아야 한다.
 - (나) 어떤 화물창에 선원이 임의로 경보를 오버라이딩하는 것을 금지하는 경고판으로 상기 규정을 대체할 수는 없다.
- (7) 경보장치는 연속적으로 본 시스템을 감시하여야 하며, 고장이 발생하는 경우 가시경보의 경보를 발하여야 한다. 이때 가청경보는 수동조작으로 해제시킬 수 있으나 가시경보는 오작동의 원인이 해결될 때까지 계속적으로 작동하는 것이어야 한다. 이 고장 경보는 수위감지용 경보와는 구별 가능한 것이어야 하나, 시스템 고장 경보로 대체할 수 있다. 시스템 고장이란 단선, 단락, 전력공급 상실 그리고 CPU 고장 등을 말한다.
- (8) 경보장치는 (KS C) IEC 60092-504의 요건(환경시험)에 적합한 것이어야 한다. 가시 및 가청경보 시험용 스위치를 경보반에 설치하여야 하며, 이 시험용 스위치는 사용 후 항상 오프위치로 되돌아가는 것이어야 한다.

7. 장치에 대한 시험

- (1) 경보장치
 - (가) 가시장치는 조작자에 의해 해제되지 않는 것이어야 한다.
 - (나) 조작자에게 경보를 발하는 수위로 설정하여 시험하여야 하며, 이때 선박의 안전한 운항에 영향을 미치지 않아야 한다.
 - (다) 기타의 경보와 구분이 가능한 것이어야 한다.
- (2) 수위감시장치
 - (가) 선내설치 후 성능시험을 실시하여야 한다. 모든 탐지기가 물의 접촉으로 인하여 그 수위를 나타내어야 하나 물의 직접적인 사용이 불가능한 경우, 시뮬레이션 방법으로 할 수 있다.
 - (나) 각각의 감지장치에 대한 경보는 설치된 모든 장소의 예비경보수위(0.5 m, 단일화물창의 화물선은 0.3 m 이상)

와 주경보 수위[0.15 D (max. 2 m), 단일화물창의 화물선은 0.15 D 이하]가 올바르게 작동하고 있는지에 대한 시험을 실시하여야 한다. 실행 가능한 한 고장감지장치에 대한 시험도 실시한다.

(다) 경보장치에 대한 시험기록부를 선상에 비치하여야 한다.

8. 지침서(manuals)

(1) 수위 감지장치에 대한 조작 및 정비지침서를 포함한 지침서를 선내의 쉽게 접근이 가능한 장소에 비치하여야 하며, 지침서에는 다음의 내용을 포함하여야 하며, 선원들이 이해할 수 있는 언어로 작성되어야 한다.

- 감지 및 경보장치에 대한 설명
- 장치의 형식시험에 대한 기록
- 장치의 위치를 포함하는 감지 및 경보장치관련 도면
- 설치설명서
- 감지기가 50%의 해수 혼합물에서도 작동되는 화물목록
- 장치의 고장 시 처리절차
- 장치에 정비방법

(2) 수위 감지장치로서 사용되는 빌지 경보 장치의 지침서는 상기 (1)항에 추가하여 다음의 사항을 포함하여야 한다. (부록 7-6-1의 2.(3)항 참조) (2024)

- (가) 빌지 경보 장치를 수위 감지장치로 사용할 수 없는 경우를 대비하여, 대체 수단으로 전환하는 절차
- (나) 대체 설비가 사용되어야 하는 화물 목록

II. 배수 및 펌핑장치

1. 일반사항

이 부록에서 정하는 배수 및 펌핑장치는 관장치 등 관련 도면을 우리 선급에 제출하여 승인을 받은 후 설치하고 검사를 받아야 한다.

2. 설치장소

- (1) 선수격벽 전방의 평형수탱크
- (2) 맨 앞쪽 화물창 전방의 건구역(dry spaces)중 선박의 최대배수용적의 0.1%를 초과하는 구획(선수 체인로커는 적용제외)

3. 설치요건

- (1) 선수격벽 전방의 평형수탱크와 최전방 화물창보다 앞쪽에 위치하는 건구역(dry spaces)의 빌지에 대한 배수 및 펌핑장치는 노출된 건현갑판 또는 강력갑판을 통과하지 않고 항해 선교 또는 주기관의 제어장소로부터 쉽게 접근할 수 있는 폐위된 장소에서 조작할 수 있어야 한다.
- (2) 건구역(dry spaces)의 배수 배관장치가 평형수탱크의 배수 배관장치와 연결되어 있는 경우, 평형수를 운반하는 평형수탱크로부터 건구역의 침수를 방지하기 위해 2개의 체크밸브를 설치하여야 한다. 이 2개의 체크밸브는 접근하기 쉬운 위치에 있어야 하고, 이 중 하나의 밸브에는 차단 할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 이 차단장치는 노출된 건현갑판 또는 강력갑판을 통과하지 않고 항해 선교 또는 주기관의 제어장소로부터 쉽게 접근할 수 있는 폐위된 장소에서 조작할 수 있어야 한다. 갑판하부 통로, 관 통로, 또는 다른 유사 접근 방법을 통해 접근할 수 있는 장소는 "쉽게 접근할 수 있는 폐위된 장소"로 인정하지 않는다.
- (3) 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크에 사용되는 해수관이나 또는 빌지관이 선수격벽을 관통하는 경우, 선수격벽에 부착된 밸브의 제어장소가 이 규정 3항 (1)호에 만족하는 것을 조건으로 원격조작제어 수단에 의한 구동 밸브를 인정할 수 있다.
- (4) 원격조작밸브는 동력원이 상실되었을 경우에도 요구되는 상태(Open or Close)를 계속해서 유지하여야 한다.
- (5) 원격조작밸브에는 펌핑장치를 원격으로 조작하는 장소(항해선교, 주기관 제어장소 등)에서 밸브의 개폐상태(Open/Close)를 지시할 수 있어야 한다.
- (6) 펌핑장치가 작동 중에도 선박의 소화 및 빌지장치와 같이 선박안전에 필수적인 장치를 즉시 사용할 수 있는 구조여야 하고, 전원공급, 추진 및 조타의 통상적인 조작을 위한 장치들에 영향을 주지 않아야 한다.
- (7) 건구역에 설치된 빌지웰의 빌지흡입구에는 막힘 방지용 여과망 또는 그레이팅이 설치되어야 한다.
- (8) 건구역의 배수장치용으로 사용되는 모든 전기설비의 구조 및 시험요건은 지침 6편 1장 201.의 1항 (2)호 (가)의 (b) 표 6.1.3 및 IEC 60529:1989/AMD2:2013/COR1:2019의 기준에 따른 "IP X8"의 등급이어야 하고 설치되는 해당구역의 높이와 같은 수두의 압력으로 최소한 24시간 이상 물속에 잠긴 상태로 시험하여 합격해야 한다. (2022)

- (9) 선수격벽 전방에 위치한 평형수탱크 및 구역의 일부가 조금이라도 최전방 화물창 앞쪽으로 연장되어 있는 건구역의 밀지에 대한 배수는 펌프 또는 에덕터에 의해서 직접 배출되어야 하고, 이러한 펌프 및 에덕터의 용량은 다음 식에 의한 것보다 작아서는 안된다.

$$Q = 320 \times A$$

Q : 배수장치의 용량 (m^3/h)

A : 노출갑판으로부터 이 장치를 이용하여 배수될 것이 요구되는 폐위된 해당구역까지 연결되어 있는 가장 큰 공기관 또는 통풍관의 단면적 (m^2). ↓

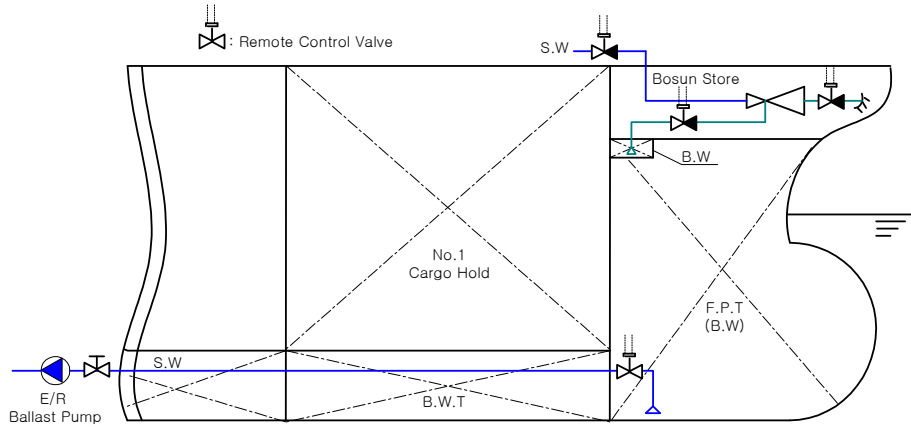


그림 6 적용 예

부록 7-6-1 산적화물선 및 탱커선 이외의 여러 개의 화물창을 가진 화물선의 수위감지 경보장치 (2023)

1. 적용

- (1) 2024년 1월 1일 이후¹ 건조하는 산적화물선 및 탱커선 이외의 여러 개의 화물창이 있는 화물선에는 건화물 적재용 화물창 각각에 수위감지기를 설치하여야 한다. 화물창 전체가 건현갑판 상부에 위치한 화물창에는 수위감지기의 설치가 요구되지 않는다.
- (2) 상기 (1)항에서 요구되는 수위감지기는 다음을 모두 만족하여야 한다.
 - (가) 화물창의 수위가 내저판으로부터 상방 0.3m 높이에 도달했을 때, 그리고 수위가 화물창 깊이의 15% 이상(단, 최대 2m)의 높이에 도달했을 때, 각각 가시경의 경보를 항해선교에 발하여야 한다.
 - (나) 수위감지기는 화물창의 후단에 설치되어야 한다. 화물창이 가끔 평형수 적재용으로 사용되는 경우, 경보 오버라이딩 장치를 설치할 수 있다. 가시경보는 각 화물창에서 감지되는 2개의 다른 수위를 명확하게 식별하여야 한다.
- (3) 상기 (2)호 (가)목에 따른 내저판 상방 0.3m 높이에 위치하는 수위감지기의 대안으로서, SOLAS Reg. II-1/35-1 규정을 따르고 화물창 빌지웰 또는 그 외의 적절한 장소에 설치된 빌지 배출설비에 사용되는 빌지 레벨 센서 (bilge level sensor)의 설치는 다음을 조건으로 인정될 수 있다.
 - (가) 빌지 레벨 센서는 화물창 후단에 0.3m 높이로 설치되어야 한다. 그리고,
 - (나) 선교에 제공되는 가시경 경보는 화물창에 설치된 다른 수위감지기 경보와 명확하게 구별되어야 한다.
- (4) 수위감지기 및 (3)항의 빌지 레벨 센서의 성능기준, 설치 및 시험 요건은 적용지침 7편 부록 7-6 “I. 수위감지 및 경보장치” 요건을 만족하여야 한다. (2024)

2. 수위감지기로서 사용되는 빌지 경보 장치 (2024)

- (1) 수위감지기로서 사용되는 빌지 경보 장치의 성능기준, 설치 및 시험 요건은 적용지침 7편 부록 7-6 “I. 수위감지 및 경보장치”을 만족하여야 하며, 별도로 정하는 기준에 따라 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.
- (2) 일부 화물의 경우, 오염되거나 잠재적으로 위험한 유체의 확산을 방지하기 위해 빌지 펌핑 시스템을 보호하여야 한다.
- (3) 특정 화물의 운송시 화물창 빌지웰이 완전히 밀봉되어 빌지웰로 유입되는 물의 감지를 감지기로 할 수 없는 경우, 하나 이상의 적절한 대체 감지 지점을 제공하여야 한다.
- (4) 특정 화물의 운송시 빌지웰을 사용하는 경우, 감지기의 작동을 위하여 물이 유입될 수 있도록 빌지웰을 완전히 밀봉하여서는 않된다.

* Footnotes:

1. “2024년 1월 1일 이후” 건조하는 선박이라 함은 SOLAS Reg. II-1/1.1.3.2에 따라, 다음의 기준을 따르는 선박을 말한다.
 - 1) 건조계약일이 2024년 1월 1일 이후인 선박; 또는
 - 2) 건조계약일이 없는 경우, 용골 거치일이 2024년 7월 1일 이후 또는 이와 유사한 건조단계에 있는 선박; 또는
 - 3) 선박의 인도일이 2028년 1월 1일 이후인 선박 ↓

부록 7-7 협약 통일 해석

(이 부록은 별도로 명시하는 것을 제외하고는 SOLAS 협약의 용골거치일을 기준으로 한다.)

1. UI SC 207 (화물창 침수에 따른 산적화물선의 구조강도) (2020)

- (1) 선박의 길이 150 m 이상, 밀도 1.0 t/m^3 이상인 고체 산적화물을 운송하는 산적화물선의 모든 화물창의 침수와 관련한 구조강도 규정인 SOLAS XII/5.2 및 IACS UR S17, S18 및 S20과의 적용을 명확히 하고자 함.
- (2) 통일 해석
건조 계약일 또는 화물창 구조형상과 관련없이 SOLAS XII/5.2를 만족해야 하는 선박으로서 산적화물선 및 유조선 공통규칙(CSR)을 따르지 않는 선박에 대해서는 UR S17, S18 및 S20에 적합하여야 한다.
- (3) 이 해석은 2015년 7월 1일 이후 건조계약되는 선박에 적용한다.

2. UI SC 208 (양하역 장비로부터 화물창 보호) (2020)

- (1) 선박의 길이 150 m 이상, 밀도 1.0 t/m^3 이상인 고체 산적화물을 운송하는 산적화물선의 양하역 장비로부터의 화물창 보호와 관련하여 SOLAS XII/6.4.1(SLS.14/Circ.250) 및 산적화물선 및 유조선 공통규칙(CSR) 적용대상 선박과의 적용을 명확히 하고자 함.
- (2) 통일 해석
CSR 적용대상 선박이 아닌 선박으로서, SOLAS XII/6.4.1의 적용을 받는 선박은 다음 사항을 만족하여야 한다.
 - (가) 3편의 Grab 관련 규정
 - (나) 화물창 개구부에 있어서 창구옆거더(예: 톱 사이드 탱크판의 상부), 화물창내의 창구 단부보 및 창구코밍의 상부에는 와이어 로프에 의한 손상을 방지하기 위하여 반 환봉 같은 적절한 보호를 하여야 한다.
- (3) 상기 (가), (나)호를 만족할 시, 우리 선급의 “Grab” 부기부호를 부여한다.
- (4) 이 해석은 2015년 7월 1일 이후 건조계약되는 선박에 적용한다.

3. UI SC 209 (화물창 구조부재 및 패널의 파손) (2020)

- (1) 산적화물선 및 유조선 공통규칙(CSR) 적용대상 선박이 아닌 선박으로서 SOLAS XII/6.4.3의 적용을 받는 선박의 일반보강재의 횡좌굴에 관한 기준을 제공하기 위한.
- (2) 통일 해석
SOLAS XII/6.4.3을 적용받는 선박은 다음 각 호를 만족하여야 한다.
 - (가) CSR의 적용을 받는 선박 : 13편 1부 3장 1절의 “재료” 및 8장 5절의 “좌굴능력”
 - (나) CSR(13편 1부 3장 1절 및 8장 5절)의 적용을 받지 않는 선박 :
 - (a) 단일 선측구조를 가지는 선박의 다음의 부재들은 강재의 등급이 D/DH급 이상이어야 한다.
 - 늑골의 하부 브래킷
 - 밑지호퍼 경사판 또는 내저판과 외판과의 경계를 기점으로 0.125 l 상하방의 외판. 늑골의 스펠 l 은 지지구조간의 거리로 정의한다. 또한, 여러 개의 스펠이 있는 구조에서는 최하부에만 상기의 요건을 적용 한다. (그림 1 참조)
 - (b) 종방향 및 횡방향 일반보강재의 횡좌굴에 대한 안전율은 다음의 지역에서는 적어도 1.15(허용 사용계수는 적어도 $1/1.15 = 0.87$) 이상이어야 한다.
 - 창구 코밍
 - 내저판
 - 톱사이드 탱크 및 호퍼탱크의 경사진 보강 패널
 - 내부 구조(inner side)
 - 횡격벽의 상하부 스텔
 - 보강된 횡격벽
 - 외판(직접적으로 화물창을 형성하고 있을 때)일반보강재의 횡좌굴에 대한 요건은 우리 선급의 기준에 따른다.
- (3) 이 해석은 2020년 7월 1일 이후 건조계약되는 선박에 적용한다. ↓

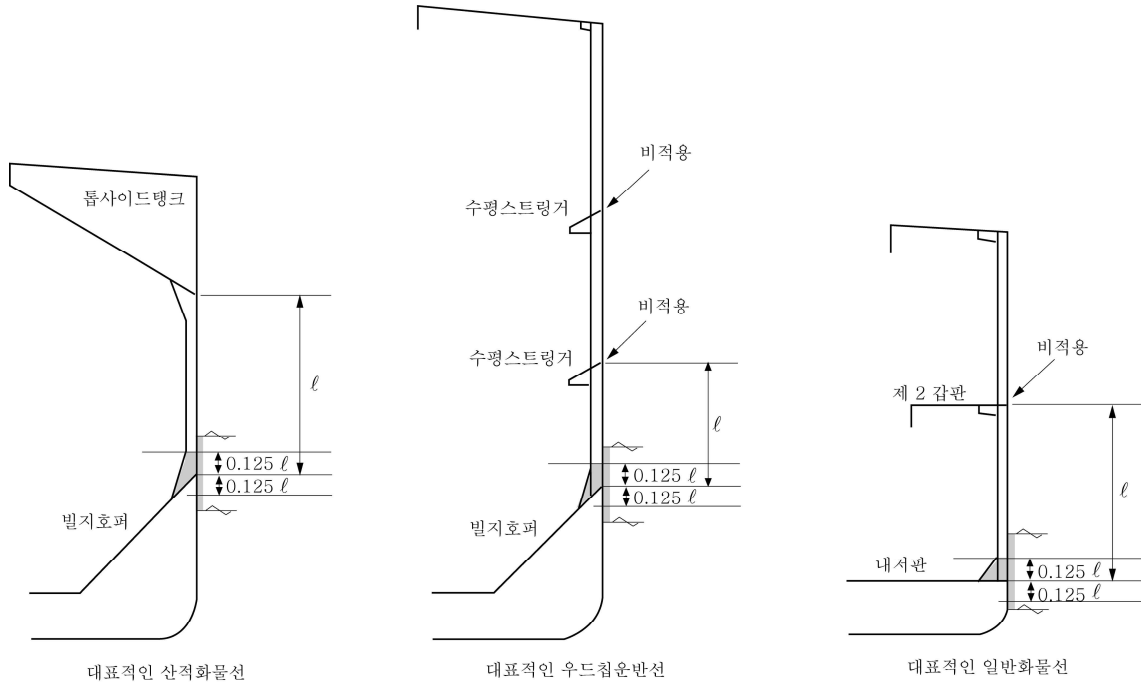


그림 1 일반적인 형상

부록 7-8 컨테이너선의 고강도 극후강판의 적용 및 검사지침 (2021)

1. 적용

(1) 일반사항

- (가) 이 지침은 (2)호 및 (3)호 각각에 따른 극후강판이 사용된 컨테이너선에 대하여 적용한다.
- (나) 이 지침은 종방향 구조부재에 사용되는 극후강판에 대한 취성파괴 방지를 위한 수단이 언제 요구되는지를 파악한다.
- (다) 이 지침은 상갑판영역내의 종방향 구조부재에 대한 극후강판 적용을 위한 기본 개념을 제공한다.
- (라) 이 지침의 요건은 균열 발생 및 전파 방지를 위한 컨테이너선의 극후강판에 적용하는 다음 방법을 정의한다.
 - (a) 2항의 비파괴검사
 - (b) 3항의 인성증가용접
 - (c) 4항의 취성균열정지 설계
- 2, 3 및 4에 규정된 안전 조치의 적용은 5항에 따라야 한다.
- (마) 이 지침의 적용에서, 상갑판 영역은 상갑판, 창구옆코밍, 창구코밍정판 및 그에 부착된 종부재를 의미한다.

(2) 강종

- (가) 이 지침은 상갑판 영역의 종방향 구조부재에 YP36, YP40 및 YP47 강판이 사용되는 경우에 적용한다.
- (나) YP36, YP40 및 YP47은 최소 규정 항복강도가 각각 355, 390 및 460 N/mm²인 강판을 의미한다.
- (다) YP47강판이 상갑판 영역의 종방향 구조부재에 사용되는 경우, YP47강판은 **규칙 2편 1장 3절**에 규정된 EH47-H이어야 한다.

(3) 두께

- (가) 두께가 50mm를 넘고 100mm 이하인 강판에 대하여는, 취성균열의 발생과 전파를 방지하기 위하여 2, 3, 및 4.항에 규정된 안전조치가 취해져야 한다.
- (나) 두께가 100mm를 넘는 극후강판에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 특히 취성균열의 발생과 전파의 방지와 관련하여 이 지침의 요건이 적절히 고려되어야 한다.

2. 건조 중 비파괴검사 (5항의 안전조치 No. 1)

5항에서 건조 중 NDT가 요구되는 경우, NDT는 (1)호 및 (2)호에 따라야 한다. 4항 (3)호 (마)에 규정된 것과 같은 향상된 NDT는 적절한 표준에 따라 수행되어야 한다.

(1) 일반사항

- (가) 화물창 구역의 모든 상부(upper flange) 종방향 구조부재의 선체 블록 간의 모든 맞대기 용접이음부에 대하여는 취성균열의 발생을 방지하기 위하여 초음파탐상검사(이하 UT라고 한다)를 하여야 한다.
- (나) 종방향 구조부재에는 그림 1과 같이 창구옆코밍, 창구코밍 정판, 상갑판, 현측후판, 내측중격벽의 최상부판과 그에 부착되는 종부재를 포함한다.

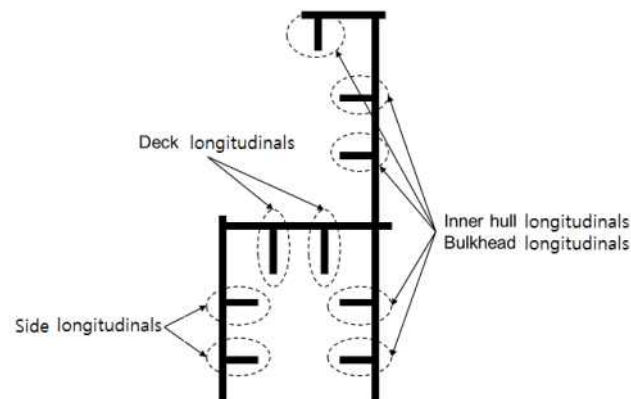


그림 1 상부 종방향 구조부재

- (다) UT 검사방법에 대하여는 **적용지침 2편 부록 2-7**에 따르는 이외에 다음의 규정에도 적합하여야 한다.
 - (a) 탐상은 그림 2의 예와 같이 최소한 일면 양쪽(가급적 루트면 양쪽 탐상 권고)에서 탐상을 실시하여야 한다.

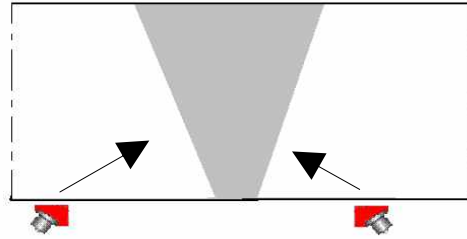


그림 2 일면 양쪽 탐상 예

- (b) 탐촉자의 굴절각은 70°를 포함한 2개의 굴절각(45° 또는 60°)을 병용하여 탐상을 실시하여야 한다.
- (c) 표준시험편을 사용하여 감도조정을 하는 경우의 감도 보정량은 KS B 0896 또는 동등 이상의 표준에 따른다.
- (d) 결함의 위치를 평가하여 용합부족(LF) 등의 방향성 결함으로 의심되는 경우, 결함에코의 높이에 관계없이 6dB법으로 길이를 측정하고, 판정(기준 25 mm 이하)하여야 한다.
- (e) 제조자는 두께 50 mm를 넘는 용접부의 초음파탐상검사에 종사하는 검사자에 대하여 방향성결함의 검출 및 판정과 관련하여 필요한 교육 및 훈련을 시켜야 한다.
- (f) 가로방향결함 검출을 위하여 그림 3의 예와 같이 일면 양쪽에서 15°각도로 용접선에 평행하게 또는 용접비드 위에서 UT 검사를 추가로 하여야 한다.

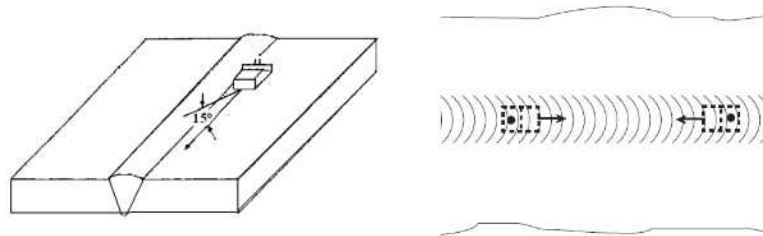


그림 3 가로방향결함 검출을 위한 UT 검사 예

(2) UT 판정기준

- (가) UT 판정기준에 대하여는 적용지침 2편 부록 2-7에 따라야 한다.
- (나) UT 판정기준은 관련된 취성균열 방지절차에 대한 고려하에 조정될 수 있으며, 이러한 조정 결과가 적용지침 2편 부록 2-7의 요건보다 더 엄격해야 하는 경우, UT 절차는 더 엄격한 감도로 수정되어야 한다.

3. 인성증가 용접(5항의 안전조치 No. 2)

- (1) 취성파괴를 식별하고 방지하기 위한 안전조치로서 5항의 B를 선택한 경우에는 인성증가 용접을 수행하여야 한다.
- (2) 충격시험편은 (가)에 따라 채취한다.
 - (가) 충격시험편은 용접부 중심“WM”, 용융선상 “FL”, 용융선으로부터 2mm의 용접열영향부, 용융선으로부터 5mm의 용접열영향부에서 채취한다.
- (3) 충격시험편은 모재의 충격시험 시험온도 및 흡수에너지 기준을 만족하여야 한다.

4. 취성균열 방지설계 (5항의 안전조치 No. 3, 4 및 5)

(1) 일반사항

- (가) 4항에 기술된 취성균열 방지강은 5항의 안전조치 No. 3, 4 및 5의 조치를 취하고 상갑판 강제 등급이 YP40보다 높지 않은 경우에 적용할 수 있다. 그렇지 않으면 균열 시작 및 전파 방지를 위한 다른 조치는 우리 선급과 협의하여야 한다.
- (나) 화물창 영역 내에는 취성균열 전파방지를 위한 안전조치가 취해져야 한다. 취성균열 방지 설계는 이러한 조치를 사용한 설계를 의미한다.
- (다) 취성 균열 방지설계는 일반적으로 선체블록간의 맞대기 용접부에 적용된다. 그러나 균열은 이러한 연결부를 벗어나 발생 및 전파될 수 있으므로 (2)호(나)(b)에 따라 적절한 안전조치가 고려되어야 한다.
- (라) 취성균열 방지강은 **지침 2편 1장 3절 311.**의 정의에 따른다.

(2) 취성균열 방지설계의 기능 요건

취성균열 방지설계의 목적은 적절한 위치에서 균열의 전파를 정지시키고 선체거더의 대형 파괴를 방지하기 위한 것이다.

- (가) 취성 균열 시작 및 전파가 가장 쉬운 위치는 창구옆코밍 혹은 상갑판의 블록간 맞대기 용접 결합부이다. 결합부가 정렬되는 블록 제작의 다른 위치는 맞대기 용접 결합부를 따라 균열 시작 및 전파될 가능성이 높을 수 있다.
- (나) 취성균열의 전파 경로와 관련하여 다음의 경우가 모두 고려되어야 한다.
 - (a) 취성균열이 맞대기 용접이음부를 따라서 직진 전파하는 경우
 - (b) 취성균열이 맞대기 용접이음부에서 시작되어 용접부를 벗어나 모재로 전파하는 경우, 또는 취성균열이 맞대기 용접이음부가 아닌 다른 용접부에서 시작되어 모재로 전파하는 경우
 - (c) (b)의 '다른 용접'은 다음을 포함한다. (그림 4 참조)

- ① 창구옆코밍(정판 포함)과 종부재의 필릿용접
- ② 창구옆코밍(정판, 종부재 포함)과 부착물의 필릿용접 (예, 창구옆코밍 정판과 창구옆개 패드판의 필릿용접부)
- ③ 창구옆코밍 정판과 창구옆코밍판의 필릿용접
- ④ 창구옆코밍판과 상갑판의 필릿용접
- ⑤ 상갑판과 내측선체/격벽의 필릿용접
- ⑥ 상갑판과 종부재의 필릿용접
- ⑦ 현측후판과 상갑판의 필릿용접

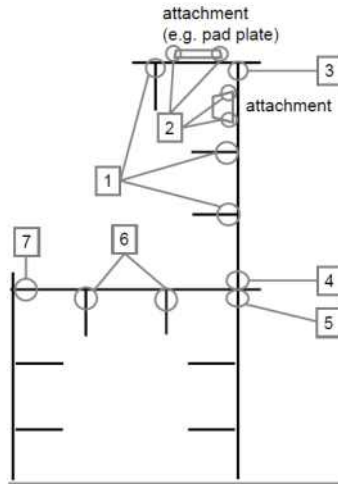


그림 4 다른 용접부

(3) 취성균열 방지설계의 개념 예

다음은 취성균열 전파 방지를 위해 취성균열 방지설계에 사용할 수 있는 인정 가능한 예로 간주된다. 상세한 설계 배치는 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 다른 조치도 우리 선급의 검토를 받고 인정될 수 있다.

(가) (2)호 (나) (b)에 대한 취성균열 방지설계

- (a) 취성균열이 코밍으로부터 발생해서 하부의 구조로 전파하는 것을 정지시키기 위하여 상부갑판은 화물창 구역의 적절한 범위까지 취성균열 방지강이 사용되어야 한다.

- (나) (2)호 (나) (a)에 대한 취성균열 방지설계
 (b) 창구옆코밍의 블록 간 맞대기 용접이음부와 상부갑판의 블록 간 맞대기 용접이음부가 이격(shift)되어 있는 경우, 이 이격 간격은 300 mm 이상이어야 하며, 창구옆코밍은 취성균열 방지강으로 시공되어야 한다.

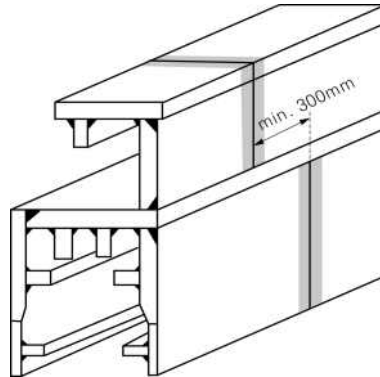
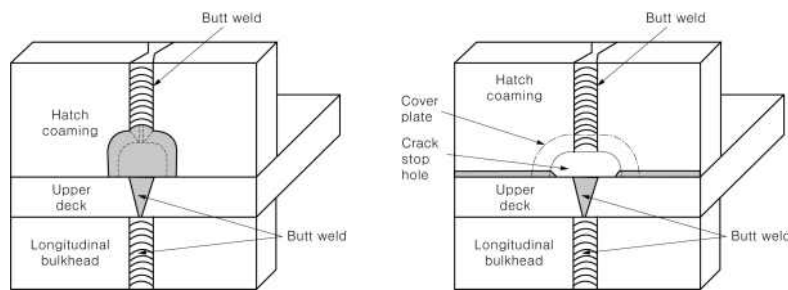


그림 5 적절한 이격 간격 시공 예



(a) Arrest welding type

(b) Arrest hole type

그림 6 취성균열 방지설계 시공 예

- (다) 창구옆코밍 용접부가 갑판 용접부와 만나는 지점에서 블록 간 맞대기 용접이음부 부근에 균열정지 구멍(crack arrest hole)을 시공하는 경우, 맞대기 용접이음부 하단의 피로강도가 평가되어야 한다. 취성균열의 전파가 용접선으로부터 창구옆코밍 또는 상갑판으로 벗어날 가능성을 고려하여 추가적인 안전조치가 필요하다. 이 조치에는 창구옆코밍판을 취성균열 방지강으로 적용하는 것을 포함한다. (그림 6 (a)참조)
 (라) 창구옆코밍 용접부가 갑판 용접부와 만나는 지점에서 블록 간 맞대기 용접이음부에 취성균열 방지강으로 된 균열정지 삽입판(arrest insert plates) 또는 높은 균열정지인성 특성을 가지는 용접금속 삽입(weld metal inserts)으로 시공하는 경우, 취성균열의 전파가 용접선으로부터 창구옆코밍 또는 상갑판으로 벗어날 가능성을 고려하여 추가적인 안전조치가 필요하다. 이 조치에는 창구옆코밍판을 취성균열 방지강으로 적용하는 것을 포함한다.(그림 6 (b)참조)
 (마) 취성파괴를 식별하고 방지하기 위한 안전조치로서 5항의 선택 B를 선택한 경우, 건조중 NDT로는 2항에 규정된 표준 UT 검사 대신에 회절파 시간측정법(TOFD)과 같은 더욱 엄격한 결함 판정기준을 사용하는 향상된 NDT를 적용하여야 한다.

(4) 취성균열 방지강 선정

- (가) 컨테이너선 상갑판에 적용하는 취성균열 방지강은 표1에 따른다. BCA1 및 BCA2는 규칙 2편에서 정의한다.
 (나) 취성균열 방지강은 표 1에 따라 두께 50mm를 초과하는 각각의 개발 구조부재에 대해서 선택되어야 한다.
 (다) 표 1에 규정된 취성균열 방지강을 사용하는 경우, 창구옆코밍과 상갑판의 용접 결합부는 우리 선급이 인정하는 부분용입용접이어야 한다.

표 1 구조부재 및 두께에 따른 취성균열 정지장 요건

구조부재 ⁽¹⁾	두께(mm)	취성균열정지장
상갑판	$50 < t \leq 100$	BCA1의 YP36 혹은 YP40
창구옆코밍	$50 < t \leq 80$	BCA1의 YP40 혹은 YP47
	$80 < t \leq 100$	BCA2의 YP40 혹은 YP47
(비고)		
(1) 부착한 중부재 제외함		

선박 블록 결합부 근처에서, 균열 전파 방지를 위한 추가 수단이 실행되고 우리 선급이 합의한 경우, 갑판 및 창구 옆코밍 연결부에 대체 용접 세부 사항을 사용할 수 있다.

5. 극후강판의 사용에 대한 안전조치

표 2의 두께 및 항복강도는 창구옆코밍 및 창구코밍 정판에 대한 것으로, 안전조치를 결정하는 기준이 된다. 표 2의 두께 및 항복강도는 상갑판에는 적용되지 않는다. 만약 창구코밍 구조의 실제 시공 두께가 표 3의 값보다 작다면, 상부갑판의 강도 및 두께에 관계없이 안전조치는 요구되지 않는다.

표 2

항복강도 (kgf/mm ²)	두께 (mm)	선택	안전조치			
			1	2	3+4	5
36	$50 < t \leq 85$	-	NA	NA	NA	NA
	$85 < t \leq 100$	-	O	NA	NA	NA
40	$50 < t \leq 85$	-	O	NA	NA	NA
	$85 < t \leq 100$	A	O	NA	O	O
B		O*	O**	NA	O	
47(FCAW)	$50 < t \leq 100$	A	O	NA	O	O
		B	O*	O**	NA	O
47(EGW)	$50 < t \leq 100$	-	O	NA	O	O

안전조치:

번호	안전조치 내용
1	모든 대상 블록 간 맞대기 용접부에 NDT 적용 (건조 중). 2항 참조.
2	인성증가 용접 적용(건조 중). 3항 참조.
3	용접선을 따른 취성균열의 직진 전파를 대비한 취성균열 정지설계 (건조 중). 4항 (3)호 (나), (다) 또는 (라) 참조
4	용접선에서 벗어나 모재로 취성균열의 전파를 대비한 취성균열 정지설계 (건조 중). 4항 (3)호 (가) 참조
5	필릿 및 부착품 용접부와 같이 다른 용접으로부터 균열의 전파를 대비한 취성균열 정지설계 (건조중), 4항 (3)호 (가) 참조

기호:

(a) "O"는 "적용하여야 함"을 의미한다.
 (b) "N.A"는 "적용할 필요가 없음"을 의미한다.
 (c) 선택 "A" 및 "B" 중에서 선택

비고:

*: 4항 (3)호 (마) 참조
 **: 3항 참조

6. YP47 강판의 적용

이 항은 규칙 2편 1장 311.에서 규정하고 있는 YP47 강판에 대하여 적용한다.

(1) 선체구조(설계) 요건

- (가) 선체거더 강도의 평가를 위한 재료 계수는 0.62로 하여야 한다.
- (나) 종방향 구조부재에 대한 피로평가는 적용지침 3편 부록 3-3의 요건을 준용한다. 다만, 피로강도 평가부위에 대하여는 적용지침 제3편 부록 3-3 선체구조의 피로강도 평가지침 표 6에 추가하여 창구옆코밍에서의 맞대기 용접이음부 및 의장품을 고정하기 위한 필릿 용접이음부 등을 추가하여야 한다.
- (다) 창구옆코밍에서의 맞대기용접이음부 및 의장품을 고정하기 위한 필릿 용접이음부는 창구 코너(hatch corner)로부터 적절한 거리를 유지하여 응력집중의 영향을 피하여야 한다.
- (라) 창구옆코밍의 창구 코너를 포함하는 자유변(free edge)은 피로강도에 유해한 노치와 같은 결함이 없어야 한다. 그림 7과 같이 자유변의 가장자리에 그라인딩을 하여 적절한 피로강도를 가질 수 있도록 처리되어야 한다.

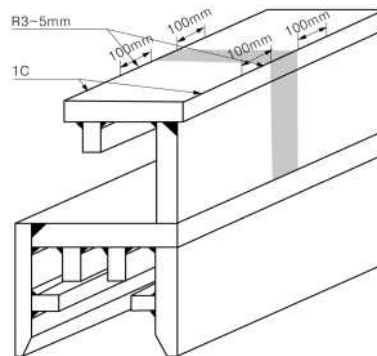


그림 7 창구 코너부의 적절한 변 조치 예

- (마) 창구덮개패드(hatch cover pads) 및 컨테이너패드(container pads)와 같은 의장품을 부착하는 경우, 의장품의 가장자리에 테이퍼를 주거나 또는 부착위치에서 판의 두께를 증가시키는 등 의장품과 선체구조 사이에 강성의 차이가 크지 않도록 하여야 한다.
- (바) 선체구조와 의장품 사이의 연결부 같은 구조부재에 극후강판이 적용될 때에는 구조상세에 대하여 특별히 주의 하여야 한다. ↓

부록 7-9 컨테이너선 종강도에 대한 지침

이 부록은 컨테이너선박에 대한 전단흐름의 계산, 좌굴능력 및 선체거더 최종굽힘능력 평가를 위하여 적용되어야 한다.

별첨 1 - 전단흐름의 계산

1. 일반

- (1) 이 별첨은 선체거더 수직 전단력으로 인하여 선체 횡단면을 따라 작용하는 전단흐름의 직접 계산 절차를 기술한다.
- (2) 전단흐름 q_V 는 단위 수직 전단력, 1N이 횡단면에 작용하는 경우를 고려하여 그 횡단면의 각 위치에서 계산한다.
- (3) mm당 단위 전단흐름 q_V 는 다음과 같다:

$$q_V = q_D + q_1$$

q_D : 2항에 따른 확정 전단흐름.

q_1 : 3항에 따른 닫힌 셀 주위를 순환하는 불확정 전단흐름.

- (4) 단위 전단흐름 q_V 의 계산에서는 종방향 보강재가 고려되어야 한다.

2. 확정 전단흐름

- (1) 횡단면의 각 위치에서 확정 전단흐름 q_D 은 다음의 선적분으로부터 구할 수 있다.

$$q_D(S) = -\frac{1}{10^6 I_{y-net}} \int_0^S (z - z_n) t_{net} ds$$

s : 횡단면을 따라 움직이는 좌표의 값(m).

I_{y-net} : 횡단면의 순 단면2차모멘트(m⁴).

t_{net} : 판의 순 두께(mm).

z_n : 기선으로부터 수평 중립축까지 수직거리(m).

- (2) 각각의 선분이 동일한 판의 순 두께를 가질때, 횡단면은 그림 A1.1과 같이 선분으로 구성된다고 가정한다. 확정 전단흐름은 다음 식에 의해 계산될 수 있다.

$$q_{Dk} = -\frac{t\ell}{2 \times 10^6 I_{y-net}} (z_k + z_i - 2z_n) + q_{Di}$$

q_{Dk}, q_{Di} : 각각 절점 k 및 i 에서의 확정 전단흐름(N/mm).

ℓ : 선분의 길이(m).

y_k, y_i : 그림 A1.1에 정의된 선분 끝점 k 및 i 의 Y 좌표(m).

z_k, z_i : 그림 A1.1에 정의된 선분 끝점 k 및 i 의 Z 좌표(m).

- (3) 횡단면이 닫힌 셀을 포함하는 경우, 확정 전단흐름을 구하기 위해서 그림 A1.2와 같이 닫힌 셀은 가상 슬릿(slit)으로 절단되어야 한다. 다만, 가상 슬릿은 다른 닫힌 셀의 일부를 형성하는 벽안에 위치하여서는 안된다.
- (4) 분기점에서 확정 전단흐름은 그림 A1.2와 유사하게 또는 유수량 계산에 의해 구할 수 있다.

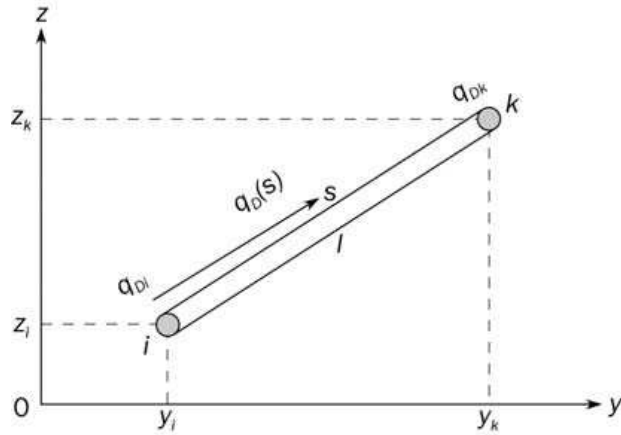


그림 A1.1 선분의 정의

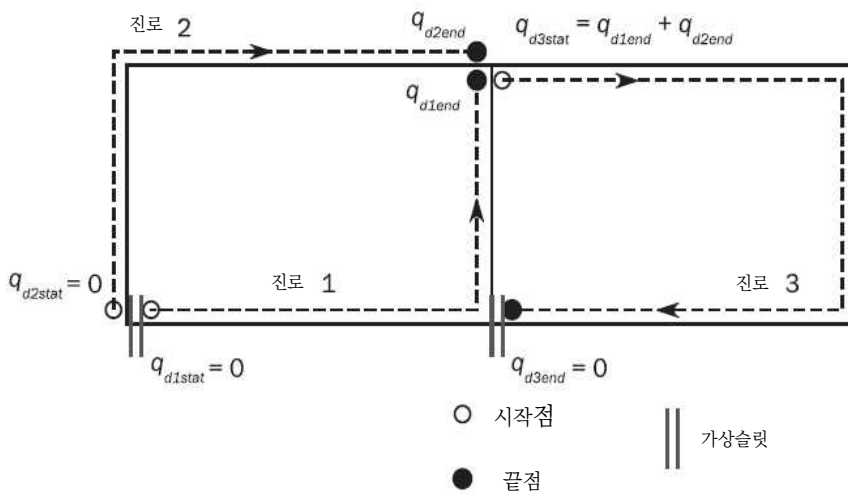


그림 A1.2 분기점에서 확정 전단흐름의 계산과 가상 슬릿의 배치

3. 불확정 전단흐름

(1) 횡단면의 닫힌 셀 주위의 불확정 전단흐름은 동일한 닫힌 셀 내에서 상수값으로 고려될 수 있다. 불확정 전단흐름의 결정을 위한 다음 연립방정식을 세울 수 있다. 이 식에서, 모든 닫힌 셀 주위의 여러 변수들에 대하여 폐곡선에 관한 적분이 수행된다.

$$q_{Ic} \oint_c \frac{1}{t_{net}} ds - \sum_{m=1}^{N_w} (q_{Im} \oint_{c_m} \frac{1}{t_{net}} ds) = - \oint_c \frac{q_D}{t_{net}} ds$$

N_w : 셀 c와 다른 셀들이 공유하는 벽의 개수.

c, m : 셀 c와 셀 m이 공유하는 벽.

q_{Ic}, q_{Im} : 각각 닫힌 셀 c 및 m 주위의 불확정 전단흐름(N/mm).

(2) 그림 A1.1에 주어진 선분 요소의 집합과 각각의 선분이 동일한 판의 두께를 가진다고 가정하여, 위 식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$q_{Ic} \sum_{j=1}^{N_c} \left(\frac{l}{t_{net}} \right)_j - \sum_{m=1}^{N_w} \left\{ q_{Im} \left[\sum_{j=1}^{N_m} \left(\frac{l}{t_{net}} \right)_{j,m} \right] \right\} = - \sum_{j=1}^{N_c} \phi$$

$$\phi = \left[- \frac{l^2}{6 \times 10^3 l_{y-net}} (Z_k + 2Z_i - 3Z_n) + \frac{l}{t_{net}} q_{Di} \right]_j$$

- N_c : 셀 c의 선분의 개수.
- N_m : 셀 c와 셀 m이 공유하는 벽에 대한 선분의 개수.
- q_{Di} : 별첨 1, 2에 따라 계산된 확정 전단흐름(N/mm).

(3) 별첨 1, 2에 명시한 움직이는 좌표의 방향과 이 단면의 차이가 고려되어야 한다.

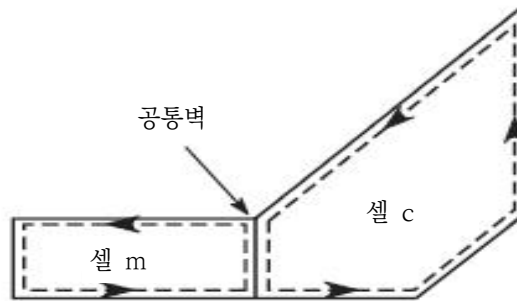


그림 A1.3 닫힌 셀과 공통벽

4. 횡단면의 계산

(1) 횡단면을 선분 요소의 집합으로 가정하는 경우, 횡단면의 특성은 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$l = \sqrt{(y_k - y_i)^2 + (z_k - z_i)^2}$$

$$a_{net} = 10^{-3} l t_{net}$$

$$A_{net} = \sum a_{net}$$

$$S_{y-net} = \frac{a_{net}}{2} (z_k + z_i)$$

$$S_{y-net} = \sum S_{y-net}$$

$$i_{y0-net} = \frac{a_{net}}{3} (z_k^2 + z_k z_i + z_i^2)$$

$$I_{y0-net} = \sum i_{y0-net}$$

a_{net}, A_{net} : 각각 횡단면 및 선분요소의 면적(m²).

S_{y-net}, S_{y-net} : 각각 기선에 대한 횡단면 및 선분요소의 단면1차모멘트(m³).

i_{y0-net}, I_{y0-net} : 각각 기선에 대한 횡단면 및 선분요소의 단면2차모멘트(m⁴).

(2) 수평 중립축의 높이 z_m 은 다음과 같이 구한다.

$$z_m = \frac{S_{y-net}}{A_{net}} \quad (\text{m})$$

(3) 수평 중립축에 대한 단면2차모멘트는 다음 식에 따라 구할 수 있다.

$$I_{y-net} = I_{y0-net} - z_m^2 A_{net} \quad (\text{m}^4)$$

별첨 2 - 좌굴능력 [규칙 참조]

기호

- x_{axis} : 긴변에 평행한 직사각형 좌굴 패널의 국부 축.
- y_{axis} : 긴변에 수직인 직사각형 좌굴 패널의 국부 축.
- σ_x : x방향으로 작용하는 막응력(N/mm²).
- σ_y : y방향으로 작용하는 막응력(N/mm²).
- τ : xy평면에 작용하는 막전단응력(N/mm²).
- σ_a : 보강재의 축응력(N/mm²).
- σ_b : 보강재의 굽힘응력(N/mm²).
- σ_w : 보강재의 와핑응력(N/mm²).
- $\sigma_1, \sigma_2, \tau_c$: 2.1.1에 정의된 판의 임계응력(N/mm²).
- $R_{eH.S}$: 보강재의 최소 항복응력(N/mm²).
- $R_{eH.P}$: 판의 최소 항복응력(N/mm²).
- a : 표 2에 따른 패널의 장변의 길이(mm).
- b : 표 2에 따른 패널의 단변의 길이(mm).
- d : 표 3에 따른 곡면 판 패널에 대한 원통의 축에 평행한 변의 길이(mm).
- σ_E : 탄성좌굴 참조응력(N/mm²)으로 다음에 따라 구한다:
 - 2.1.1에 따른 판의 한계 상태의 경우 :

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_p}{b} \right)^2$$
 - 2.2에 따른 곡면 패널의 경우 :

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_p}{d} \right)^2$$
- ν : 프와송비, 0.3으로 한다.
- t_p : 그림 A2.3과 같이 패널의 순 두께(mm).
- t_w : 그림 A2.3과 같이 보강재 웹의 순 두께(mm).
- t_f : 그림 A2.3과 같이 플랜지의 순 두께(mm).
- b_f : 그림 A2.3과 같이 보강재 플랜지의 폭(mm).
- h_w : 그림 A2.3과 같이 보강재 웹의 깊이(mm).
- e_f : 그림 A2.3과 같이 부착판에서 플랜지의 중심까지의 거리(mm)로서 다음에 따른다:
 - $e_f = h_w$, 평강의 경우
 - $e_f = h_w - 0.5t_f$, 구평강의 경우
 - $e_f = h_w + 0.5t_f$, 앵글 및 T 형강의 경우
- α : 판 패널의 종횡비로서 $\alpha = a/b$ 로 한다.
- β : 계수로서 $\beta = \frac{1-\psi}{\alpha}$ 로 한다.
- ψ : 단부 응력비로서 $\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$ 로 한다.
- σ_1 : 최대응력(N/mm²).
- σ_2 : 최소응력(N/mm²).
- R : 곡면 판 패널의 반지름(mm).
- ℓ : 1차 지지부재 사이의 간격과 동일한 보강재의 스패(mm).
- s : 보강재의 간격(mm), 고려하는 보강 패널의 보강재 사이의 거리.

1. 요소판 패널

1.1 정의

요소판 패널은 보강재 및/또는 1차 지지부재사이의 보강되지 않은 판이다. 요소판 패널의 모든 단부는 주위 구조/인접 판(일반적으로 갑판, 선저 및 내저판 내의 종방향 보강된 패널, 외판 및 종방향 격벽) 때문에 직선 형태(그러나 면내 방향으로서는 자유롭게 이동)를 유지하여야 한다.

1.2 두께가 다른 요소판 패널

1.2.1 두께가 다른 종방향으로 보강된 요소판 패널

종늑골 방식에서, 판 두께가 패널의 폭, b 에 따라 변하는 경우, 좌굴능력은 얇은 쪽 판 두께(t_1)의 등가 패널의 폭에 대하여 계산되어야 한다. 이 등가 패널의 폭 b_{eq} 은 다음 식에 의해 정의된다.

$$b_{eq} = l_1 + l_2 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{1.5} \quad (\text{mm})$$

l_1 : 그림 A2.1의 얇은 쪽 판 두께 t_1 패널 부분의 폭(mm)

l_2 : 그림 A2.1의 두꺼운 쪽 판 두께 t_2 패널 부분의 폭(mm)

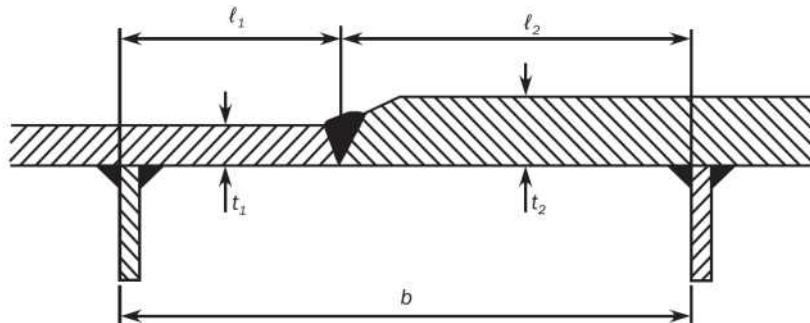


그림 A2.1 폭에 걸친 판 두께 변화

1.2.2 두께가 다른 횡방향으로 보강된 요소판 패널

횡늑골 방식에서, 요소판 패널의 두께가 다른 경우, 판과 보강재의 좌굴검토는 요소판 패널에서 동일하다고 가정하여 각 두께에 대하여 이루어져야 한다.

2. 판의 좌굴능력

2.1 판 패널

2.1.1 판의 한계상태

판의 한계상태는 다음의 관계식을 기반으로 한다.

a) 종방향으로 보강된 배치

$$\left(\frac{\gamma_c \sigma_x}{\sigma_{cx}} \right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_c |\tau|}{\tau_c} \right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1$$

b) 횡방향으로 보강된 배치

$$\left(\frac{\gamma_c \sigma_y}{\sigma_{cy}}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} + \left(\frac{\gamma_c |\tau|}{\tau_c}\right)^{2/\beta_p^{0.25}} = 1$$

σ_x, σ_y : 고려하는 요소판 패널의 하중계산점에서 4.4에 따른 패널의 작용 수직응력(N/mm²).

τ : 고려하는 요소판 패널의 하중계산점에서 4.4에 따른 패널의 작용 전단응력(N/mm²).

σ_{cx} : 2.1.3에 따른 좌굴패널의 장변과 평행한 방향의 최종 좌굴응력(N/mm²).

σ_{cy} : 2.1.3에 따른 좌굴패널의 단변과 평행한 방향의 최종 좌굴응력(N/mm²).

τ_c : 2.1.3에 따른 최종전단 좌굴응력(N/mm²).

β_p : 판의 세장비에 따른 계수로서 다음 식에 따른다.

$$\beta_p = \frac{b}{t_p} \sqrt{\frac{R_{cH.P}}{E}}$$

2.1.2 세장비 참조 정도

세장비 참조 정도는 다음과 같다.

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_{cH.P}}{K\sigma_E}}$$

K : 표 2와 표 3에 따른 좌굴계수.

2.1.3 최종 좌굴응력

판 패널의 최종 좌굴응력(N/mm²)은 다음 식에 따른다;

$$\sigma_{cx} = C_x R_{cH.P}$$

$$\sigma_{cy} = C_y R_{cH.P}$$

전단을 받는 판 패널의 최종 좌굴응력은 다음 식에 따른다;

$$\tau_c = C_\tau \frac{R_{cH.P}}{\sqrt{3}}$$

C_x, C_y, C_τ : 표 2에 따른 경감계수.

판에 대한 경계조건은 단순지지로 고려한다(표 2의 경우 1, 2 및 15 참조). 경계조건이 단순지지와 크게 다를 경우, 우리 선급의 동의하에 표 2와 다른 경우로 더 적절한 경계조건이 적용될 수 있다.

2.1.4 수정계수 F_{long}

좌굴패널 장변의 보강재 종류에 따른 수정계수 F_{long} 는 표 1에 따른다. F_{long} 의 평균값은 다른 단부 보강재를 가지는 패널에 대하여 사용할 수 있다. 표 1 이외의 보강재 종류의 경우, c 의 값은 우리 선급의 동의가 있어야 한다. 이러한 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하고 비선형 유한요소 해석을 이용하여 패널의 좌굴강도 검토가 확인된다면, 표 1에서 언급된 것보다 더 높은 c 의 값을 사용할 수 있다.

표 1 수정 계수(F_{long})

구조요소의 종류		F_{long}	c	
보강되지 않은 패널		1.0	N/A	
보강 패널	양단이 고정이 아닌 보강재	1.0	N/A	
	양단이 고정인 보강재	평강 ⁽¹⁾	$F_{long} = c + 1 \quad \text{for } \frac{t_w}{t_p} > 1$ $F_{long} = c \left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3 + 1 \quad \text{for } \frac{t_w}{t_p} \leq 1$	0.10
		구평강		0.30
		앵글		0.40
		T 형강		0.30
	큰 강성의 거더 (예, 선저트랜스버스)		1.4	N/A
⁽¹⁾ t_w 는 4.3.5에 정의된 수정을 하지 않은 순 웨브 두께(mm)				

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수

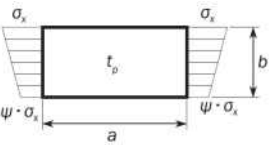
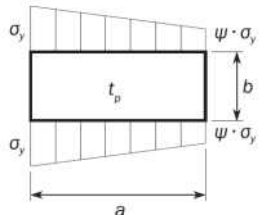
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
<div style="text-align: center;">  </div>	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_x = F_{long} \frac{8.4}{\psi + 1.1}$	$C_x = 1, \quad \lambda \leq \lambda_c \text{ 경우}$ $C_x = c \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2} \right), \quad \lambda > \lambda_c \text{ 경우}$ $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $\lambda_c = \frac{c}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{0.88}{c}} \right)$
	$0 > \psi > -1$		$K_x = F_{long} [7.63 - \psi(6.26 - 10\psi)]$	
	$\psi \leq -1$		$K_x = F_{long} [5.975(1 - \psi)^2]$	
<div style="text-align: center;">  </div> <p>(뒷면계속)</p>	$1 \geq \psi \geq 0$	$\alpha \leq 6$	$K_y = \frac{2 \left(1 + \frac{1}{\alpha^2} \right)^2}{1 + \psi + \frac{(1 - \psi)}{100} \left(\frac{2.4}{\alpha^2} + 6.9 f_1 \right)}$ $f_1 = (1 - \psi)(\alpha - 1)$	(뒷면 참조)
		$\alpha > 6$	$f_1 = 0.6 \left(1 - \frac{6\psi}{\alpha} \right) \left(\alpha + \frac{14}{\alpha} \right),$ <p>다만, $14.5 - \frac{0.35}{\alpha^2}$ 이하이어야 한다.</p>	

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

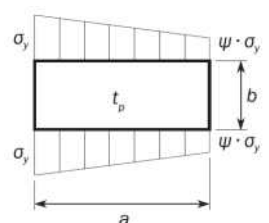
경우	응력비(ψ)	중형비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
2. (앞면에서 계속)  (뒷면계속)	$0 > \psi \geq 1 - \frac{4\alpha}{3}$ (뒷면 계속)		$K_y = \frac{200(1 + \beta^2)^2}{(1 - f_3)(100 + 2.4\beta^2 + 6.9f_1 + 23f_2)}$	$C_y = c \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{R + F^2(H - R)}{\lambda^2} \right)$ $c = (1.25 - 0.12\psi) \leq 1.25$ $R = \lambda(1 - \lambda/c), \quad \lambda < \lambda_c \text{ 경우}$ $R = 0.22, \quad \lambda \geq \lambda_c \text{ 경우}$ $\lambda_c = 0.5c(1 + \sqrt{1 - 0.88/c})$ $F = \left[1 - \left(\frac{K}{0.91} - 1 \right) / \lambda_p^2 \right] c_1 \geq 0$ $\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0.5 \text{ 및 } 1 \leq \lambda_p^2 \leq 3 \text{ 경우}$ $c_1 = \left(1 - \frac{1}{\alpha} \right) \geq 0$ $H = \lambda - \frac{2\lambda}{c(T + \sqrt{T^2 - 4})} \geq R$ $T = \lambda + \frac{14}{15\lambda} + \frac{1}{3}$
$\alpha > 6(1 - \psi)$		$f_1 = 0.6 \left(\frac{1}{\beta} + 14\beta \right),$ 다만, $14.5 - 0.35\beta^2$ 이하이어야 한다. $f_2 = f_3 = 0$		
$3(1 - \psi) \leq \alpha \leq 6(1 - \psi)$		$f_1 = \frac{1}{\beta} - 1$ $f_2 = f_3 = 0$		
$1.5(1 - \psi) \leq \alpha < 3(1 - \psi)$		$f_1 = \frac{1}{\beta} - (2 - w\beta)^4 - 9(w\beta - 1) \left(\frac{2}{3} - \beta \right)$ $f_2 = f_3 = 0$		
$1 - \psi \leq \alpha < 1.5(1 - \psi)$		<ul style="list-style-type: none"> $\alpha > 1.5$ 경우: $f_1 = 2 \left(\frac{1}{\beta} - 16 \left(1 - \frac{\omega}{3} \right)^4 \right) \left(\frac{1}{\beta} - 1 \right)$ $f_2 = 3\beta - 2$ $f_3 = 0$ $\alpha \leq 1.5$ 경우: $f_1 = 2 \left(\frac{1.5}{1 - \psi} - 1 \right) \left(\frac{1}{\beta} - 1 \right)$ $f_2 = \frac{\psi(1 - 16f_4^2)}{1 - \alpha}$ $f_3 = 0$ $f_4 = (1.5 - \text{Min}(1.5; \alpha))^2$ 		

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수 (계속)

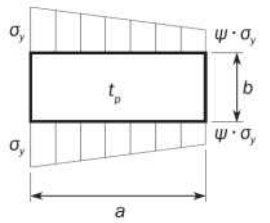
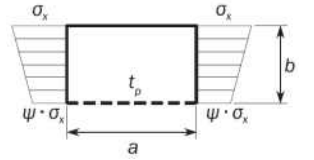
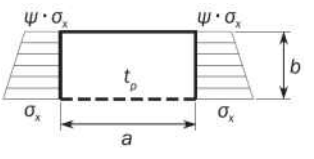
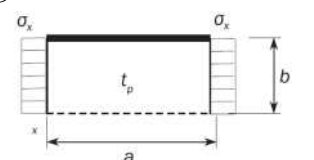
경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
2. (앞면에서 계속) 	$0 > \psi \geq 1 - \frac{4\alpha}{3}$	$0.75(1 - \psi) \leq \alpha < 1 - \psi$	$f_1 = 0$ $f_2 = 1 + 2.31(\beta - 1) - 48(4/3 - \beta)f_4^2$ $f_3 = 3f_4(\beta - 1) \left(\frac{f_4}{1.81} - \frac{\alpha - 1}{1.31} \right)$ $f_4 = (1.5 - \text{Min}(1.5; \alpha))^2$	(앞면 참조)
	$\psi < 1 - \frac{4\alpha}{3}$		$K_y = 5.972 \frac{\beta^2}{1 - f_3}$ $f_3 = f_5 \left(\frac{f_5}{1.81} + \frac{1 + 3\psi}{5.24} \right)$ $f_5 = \frac{9}{16} (1 + \text{Max}(-1; \psi))^2$	
3. 	$1 \geq \psi \geq 0$		$K_x = \frac{4(0.425 + 1/\alpha^2)}{3\psi + 1}$	$C_x = 1, \quad \lambda \leq 0.7 \text{ 경우}$ $C_x = \frac{1}{\lambda^2 + 0.51}, \quad \lambda > 0.7 \text{ 경우}$
	$0 > \psi \geq -1$		$K_x = 4(0.425 + 1/\alpha^2)(1 + \psi) - 5\psi(1 - 3.42\psi)$	
4. 	$1 \geq \psi \geq -1$		$K_x = \left(0.425 + \frac{1}{\alpha^2} \right) \frac{3 - \psi}{2}$	
5. 	-	$\alpha \geq 1.64$	$K_x = 1.28$	
		$0 < \alpha < 1.64$	$K_x = \frac{1}{\alpha^2} + 0.56 + 0.13\alpha^2$	

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수(계속)

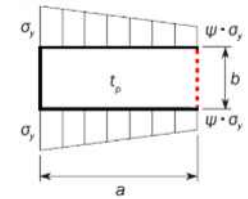
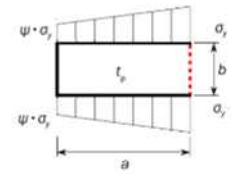
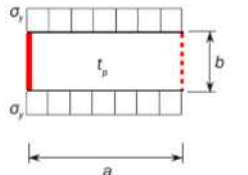
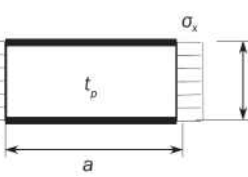
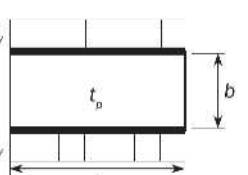
경우	응력비(ψ)	중횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)	
6. 	$1 \geq \psi \geq 0$	α	$K_y = \frac{4(0.425 + \alpha^2)}{(3\psi + 1)\alpha^2}$	$C_y = 1,$ $\lambda \leq 0.7$ 경우 $C_y = \frac{1}{\lambda^2 + 0.51},$ $\lambda > 0.7$ 경우	
	$0 > \psi \geq -1$		$K_y = 4(0.425 + \alpha^2)(1 + \psi) \frac{1}{\alpha^2} - 5\psi(1 - 3.42\psi) \frac{1}{\alpha^2}$		
7. 	$1 \geq \psi \geq -1$	α	$K_y = (0.425 + \alpha^2) \frac{(3 - \psi)}{2\alpha^2}$		
8. 	-	α	$K_y = 1 + \frac{0.56}{\alpha^2} + \frac{0.13}{\alpha^4}$		
9. 	-	α	$K_x = 6.97$		$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우
					$C_x = 1.13 \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2} \right),$ $\lambda > 0.83$ 경우
10. 	-	α	$K_y = 4 + \frac{2.07}{\alpha^2} + \frac{0.67}{\alpha^4}$		

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수(계속)

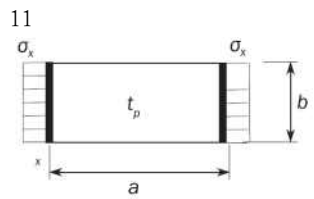
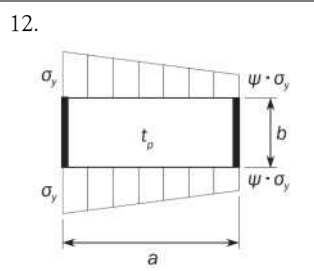
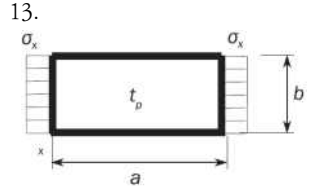
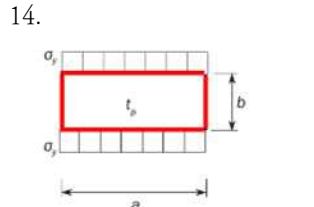
경우	응력비(ψ)	중형비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
11 	-	$\alpha \geq 4$	$K_x = 4$	$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우
		$\alpha < 4$	$K_x = 4 + 2.74 \left[\frac{4 - \alpha}{3} \right]^4$	$C_x = 1.13 \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2} \right),$ $\lambda > 0.83$ 경우
12. 	-	$K_y = K_y$ 경우 2에 따라 결정		<ul style="list-style-type: none"> $\alpha < 2$ 경우: $C_y = C_{y2}$ $\alpha \geq 2$ 경우: $C_y = \left(1.06 + \frac{1}{10\alpha} \right) C_{y2}$ <p>C_{y2}: C_y 경우 2에 따른다.</p>
13. 	-	$\alpha \geq 4$	$K_x = 6.97$	$C_x = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우
		$\alpha < 4$	$K_x = 6.97 + 3.1 \left[\frac{4 - \alpha}{3} \right]^4$	$C_x = 1.13 \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2} \right),$ $\lambda > 0.83$ 경우
14. 	-	$K_y = \frac{6.97}{a^2} + \frac{3.1}{a^2} \left(\frac{4 - 1/\alpha}{3} \right)^4$		<p>$C_y = 1,$ $\lambda \leq 0.83$ 경우</p> <p>$C_y = 1.13 \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2} \right),$ $\lambda > 0.83$ 경우</p>

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수(계속)

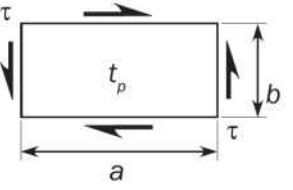
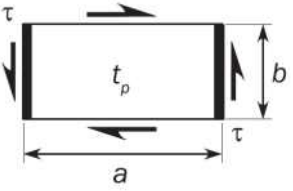
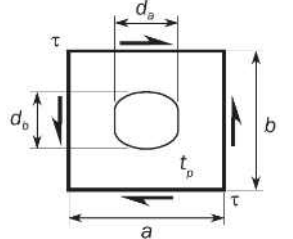
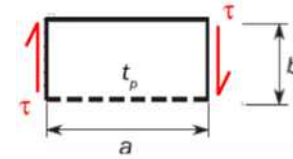
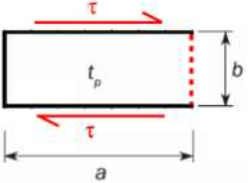
경우	응력비(ψ)	중형비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
15 	-		$K_{\tau} = \sqrt{3} \left[5.34 + \frac{4}{a^2} \right]$	$C_{\tau} = 1, \quad \lambda \leq 0.84 \text{ 경우}$ $C_{\tau} = \frac{0.84}{\lambda}, \quad \lambda > 0.84 \text{ 경우}$
16 	-		$K_{\tau} = \sqrt{3} \left\{ 5.34 + \text{Max} \left[\frac{4}{a^2}; \frac{7.15}{a^{2.5}} \right] \right\}$	
17 	-		$K_{\tau} = K' r$ K' : 경우 15에 따른 K r : 개구 경감계수로서 다음 식에 의한다: $r = \left(1 - \frac{d_a}{a} \right) \left(1 - \frac{d_b}{b} \right)$ $\frac{d_a}{a} \leq 0.7$ 및 $\frac{d_b}{b} \leq 0.7$ 경우	
18. 	-		$K_{\tau} = 3^{0.5} (0.6 + 4/a^2)$	

표 2 평면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수(계속)

경우	응력비(ψ)	종횡비(α)	좌굴계수(K)	경감계수(C)
19. 	-	$K_\tau = 8$		(앞면 참조)
변의 경계조건 ----- 자유 변 _____ 단순지지 변. ■■■■ 고정 변.				
비고 1: 표에 나열된 경우는 일반적인 경우들이다. 각 응력성분(σ_x, σ_y)은 국부좌표계에서 이해되어야 한다.				

2.2 곡면 패널

곡면 판의 한계상태에 대한 이 항의 요건은 $R/t_p \leq 2500$ 인 경우에 적용하며 그러하지 않은 경우는 2.1.1의 한계상태를 적용한다.

곡면 패널의 한계상태는 다음 관계식에 따른다.

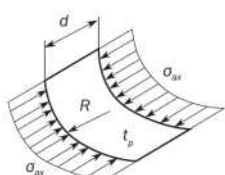
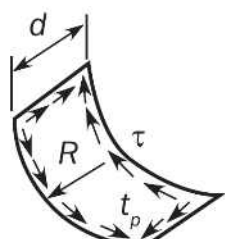
$$\left(\frac{\gamma_c \sigma_{ax}}{C_{ax} R_{eH-p}} \right)^{1.25} + \left(\frac{\gamma_c \tau \sqrt{3}}{C_\tau R_{eH-p}} \right)^2 = 1.0$$

σ_{ax} : 곡면 패널에 상응하는 원통에 작용하는 축 응력(N/mm²)으로 인장 축 응력인 경우 0으로 한다.

C_{ax}, C_τ : 표 3에 따른 곡면 패널의 좌굴 감소 계수.

곡면패널의 응력증식계수 γ_c 는 2.1.1에 따라 연장된 평면 패널에 대한 응력증식계수 γ_c 보다 작을 필요는 없다.

표 3 $R/t_p \leq 2500$ 인 경우의 곡면 패널에 대한 좌굴계수 및 경감계수

경우	종횡비	좌굴계수(K)	경감계수(C)
1 	$\frac{d}{R} \leq 0.5 \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 1 + \frac{2}{3} \frac{d^2}{Rt_p}$	일반적인 적용의 경우: $C_{ax} = 1,$ $\lambda \leq 0.25$ 경우 $C_{ax} = 1.233 - 0.933 \lambda$ $0.25 < \lambda \leq 1$ 경우 $C_{ax} = 0.3/\lambda^3,$ $1 < \lambda \leq 1.5$ 경우 $C_{ax} = 0.2/\lambda^2,$ $\lambda > 1.5$ 경우 빌지 외판과 같이 평면 패널에 의해 제한 받는 곡면 단일 필드의 경우: $C_{ax} = \frac{0.65}{\lambda^2} \leq 1.0$
	$\frac{d}{R} > 0.5 \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.267 \frac{d^2}{Rt_p} \left[3 - \frac{d}{R} \sqrt{\frac{t_p}{R}} \right] \geq 0.4 \frac{d^2}{Rt_p}$	
2 	$\frac{d}{R} \leq 8.7 \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3} \sqrt{28.3 + \frac{0.67 d^3}{R^{1.5} t_p^{1.5}}}$	$C_\tau = 1,$ $\lambda \leq 0.4$ 경우 $C_\tau = 1.274 - 0.686 \lambda,$ $0.4 < \lambda \leq 1.2$ 경우 $C_\tau = \frac{0.65}{\lambda^2},$ $\lambda > 1.2$ 경우
	$\frac{d}{R} > 8.7 \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3} \frac{0.28 d^2}{R \sqrt{Rt_p}}$	
경계조건에 대한 설명: ——— 단순지지 변			

3. 전반적인 보강패널의 좌굴능력

탄성 보강패널의 한계상태는 다음 관계식에 따른다.

$$\frac{P_z}{c_f} = 1$$

P_z 와 c_f 는 4.4.3에 따른다.

4. 종방향 보강재의 좌굴능력

4.1 보강재의 한계상태

종방향 보강재의 좌굴능력은 다음의 한계상태를 검토하여야 한다.

- 보강재의 파손 (SI)
- 부착판의 파손 (PI)

4.2 면외압력

면외압력은 종방향 보강재의 좌굴강도 평가 시와 동일한 값으로 고려되어야 한다.

4.3 보강재 이상화

면외압력은 종방향 보강재의 좌굴강도 평가 시와 동일한 값으로 고려되어야 한다.

4.3.1 보강재의 유효 길이

보강재의 유효길이 l_{eff} (mm)는 다음과 같다.

- 양단 고정인 보강재 : $l_{eff} = \frac{l}{\sqrt{3}}$
- 일단 고정 및 타단 단순지지인 보강재 : $l_{eff} = 0.75l$
- 양단 단순지지인 보강재 : $l_{eff} = l$

4.3.2 부착판의 유효폭

전단 지연이 없는 보강재 부착판의 유효폭 b_{eff1} (mm)은 다음과 같다.

$$b_{eff1} = \frac{C_{\lambda 1}b_1 + C_{\lambda 2}b_2}{2}$$

$C_{\lambda 1}, C_{\lambda 2}$: 표 2에 정의된 경감계수, 경우 1에 따라서 고려하는 보강재의 각 측면에서 EPP1과 EPP2가 계산되어야 한다.

b_1, b_2 : 고려하는 보강재 각 측면에서 판 패널의 폭.

4.3.3 부착판의 유효폭

보강재 부착판의 유효폭 b_{eff} (mm)은 다음과 같다.

$$b_{eff} = \text{Min}(b_{eff1}, \chi_s s)$$

χ_s : 유효폭계수는 다음과 같다.

$$\frac{l_{eff}}{s} \geq 1 \text{ 경우, } \chi_s = \text{Min} \left[\frac{1.12}{1 + \frac{1.75}{\left(\frac{l_{eff}}{s}\right)^{1.6}}}; 1.0 \right]$$

$$\frac{l_{eff}}{s} < 1 \text{ 경우, } \chi_s = 0.407 \frac{l_{eff}}{s}$$

4.3.4 부착판의 순 두께

부착판의 순 두께 t_p (mm)는 두 개의 부착판 패널의 평균 두께로 고려되어야 한다.

4.3.5 평강의 유효 웹 두께

국부 면외변형에 의한 강성의 감소를 고려하기 위하여, 평강 보강재의 유효 웹 두께는 보강재의 순 단면적 A_s , 순 단면계수 Z 및 단면2차모멘트 I 의 계산 시 사용되어야 하며 다음 식에 의한 값을 사용한다.

$$t_{w-red} = t_w \left[1 - \frac{2\pi^2}{3} \left(\frac{h_w}{s} \right)^2 \left(1 - \frac{b_{eff1}}{s} \right) \right] \text{ (mm)}$$

4.3.6 보강재의 순 단면계수 Z

판의 유효폭 b_{eff} 를 포함한 보강재의 순 단면계수 Z 는 다음과 같다.

- 보강재의 파손에 대하여 보강재의 플랜지 끝단에서 계산된 보강재의 단면계수.
- 부착판의 파손에 대하여 부착판에서 계산된 판의 단면계수.

4.3.7 보강재의 순 단면2차모멘트 I

유효폭 b_{eff} 를 포함한 보강재의 순 단면2차모멘트 I 는 다음과 요건을 만족하여야 한다.

$$I \geq \frac{s t_p^3}{12 \times 10^4}$$

4.3.8 구평강의 이상화

구평강은 등가의 형강의 치수로 고려한다. 등가의 조립 단면의 순 치수는 다음 식에 의해 얻을 수 있다.

$$h_w = h'_w - \frac{h'_w}{9.2} + 2 \text{ (mm)}$$

$$b_f = \alpha \left(t'_w + \frac{h'_w}{6.7} - 2 \right) \text{ (mm)}$$

$$t_f = \frac{h'_w}{9.2} - 2 \text{ (mm)}$$

$$t_w = t'_w \text{ (mm)}$$

h'_w, t'_w : 그림 A2.2에 따른 구형강의 순 높이와 두께

α : 계수로서 다음과 같다.

$$h'_w \leq 120 \text{인 경우, } \alpha = 1.1 + \frac{(120 - h'_w)^2}{3000}$$

$$h'_w > 120 \text{인 경우, } \alpha = 1.0$$

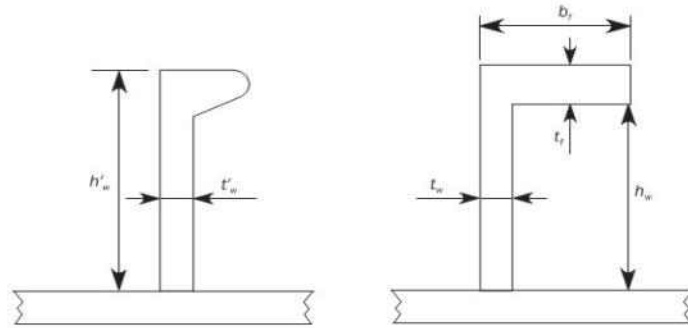


그림 A2.2 구형강의 이상화

4.4 최종좌굴능력

4.4.1 종방향 보강재의 한계상태

$\sigma_a + \sigma_b + \sigma_w > 0$ 경우, 보강재에 대한 최종좌굴능력은 다음의 식에 따라 검토하여야 한다.

$$\frac{\gamma_c \sigma_a + \sigma_b + \sigma_w}{R_{eH}} = 1$$

σ_a : 4.4.2에 정의된 보강재의 스패 중앙에서의 유효 축응력(N/mm²).

σ_b : 4.4.3에 정의된 보강재의 굽힘응력(N/mm²).

σ_w : 4.4.4에 정의된 비틀림 변형에 의한 응력(N/mm²).

R_{eH} : 재료의 최소 항복응력(N/mm²).

- 보강재의 파손인 경우 $R_{eH} = R_{eH-S}$
- 부착판의 파손인 경우 $R_{eH} = R_{eH-P}$

4.4.2 유효 축응력 σ_a

부착판의 보강재의 스패 중앙에서 작용하는 유효 축응력(N/mm²)은 다음과 같다.

$$\sigma_a = \sigma_x \frac{st_p + A_s}{b_{eff1}t_p + A_s}$$

σ_x : 4.4.1 a)에 따라서 보강재의 계산점에서 계산된 부착판의 보강재에 작용하는 공칭 축응력(N/mm²).

A_s : 고려하는 보강재의 순 단면적(mm²).

4.4.3 굽힘응력 σ_b

보강재의 굽힘응력(N/mm²)은 다음 식에 의한다.

$$\sigma_b = \frac{M_0 + M_1}{Z \times 10^3}$$

M_1 : 면외 하중 P에 따른 굽힘 모멘트(N/mm).

- 연속 보강재인 경우, $M_1 = C_i \frac{|P|s\ell^2}{24 \times 10^3}$
- 스납된 보강재인 경우, $M_1 = C_i \frac{|P|s\ell^2}{8 \times 10^3}$
- P : 면외하중(kN/m²)으로 보강재의 하중 계산점에 작용하는 정압력과 같다.
- C_i : 압력 계수:
 $C_i = C_{SI}$ 보강재의 파손의 경우
 $C_i = C_{PI}$ 부착판의 파손의 경우
- C_{PI} : 판에 의한 파손 압력계수:
 $C_{PI} = 1$, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우
 $C_{PI} = -1$, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우
- C_{SI} : 보강재의 파손 압력계수:
 $C_{SI} = -1$, 면외 압력이 보강재의 반대편 쪽에 작용하는 경우
 $C_{SI} = 1$, 면외 압력이 보강재와 같은 쪽에 작용하는 경우
- M_0 : 보강재의 면외변형으로 인한 굽힘 모멘트(N/mm)로서 다음 식에 의한 값.

$$M_0 = F_E \left(\frac{P_z w}{c_f - P_z} \right), \quad c_f - P_z > 0$$
- F_E : 보강재의 이상화된 탄성좌굴 힘(N)으로 다음 식에 의한 값.

$$F_E = \left(\frac{\pi}{\ell} \right)^2 EI I_0^4$$
- P_z : 보강재 스펠 중앙위치의 부착판에서 σ_x 및 τ 에 의해 보강재에 작용하는 공칭 면외하중(N/mm²)으로 다음 식에 의한 값.

$$P_z = \frac{t_p}{s} \left(\sigma_{xl} \left(\frac{\pi s}{\ell} \right)^2 + \sqrt{2} \tau_1 \right)$$
- σ_{xl} : 다음 식에 의한 값, 다만 0 이상이어야 한다.

$$\sigma_{xl} = \gamma_c \sigma_x \left(1 + \frac{A_s}{s t_p} \right)$$
- τ_1 : 다음 식에 의한 값, 다만 0 이상이어야 한다.

$$\tau_1 = \gamma_c |z| - t_p \sqrt{R_{eH,p} E \left(\frac{m_1}{a^2} + \frac{m_2}{s^2} \right)}$$
- m_1, m_2 : 계수로서 다음에 따른다.
 $m_1 = 1.47, m_2 = 0.49, \quad a \geq 2$ 경우
 $m_1 = 1.96, m_2 = 0.37, \quad a < 2$ 경우
- w : 보강재의 변형으로 다음 식에 의한 값.
 $w = w_0 + w_1$
- w_0 : 가정된 초기변형(imperfection)으로서 다음 식에 의한 값.
 $w_0 = \ell/1000$, 일반적인 경우
 $w_0 = -w_{na}$, 양단 슳 보강재의 보강재에 의한 파손을 고려하는 경우
 $w_0 = w_{na}$, 양단 슳 보강재의 판에 의한 파손을 고려하는 경우
- w_{na} : 부착판의 중앙점으로부터 부착판의 유효폭 b_{eff} 을 포함하여 계산된 보강재의 중립축까지의 거리.
- w_1 : 면외 하중 P 에 의한 보강재 스펠 중앙점에서의 보강재의 변형으로 균일분포하중의 경우, w_1 은 다음과 같다.

$$w_1 = C_i \frac{|P|s\ell^4}{384 \times 10^7 EI}, \quad \text{일반적인 경우}$$

$$w_1 = C_i \frac{5|P|sI^4}{384 \cdot 10^7 EI}, \quad \text{양단 스냅 보강재인 경우}$$

c_f : 보강재에 의한 탄성지지(N/mm²)로서 다음 식에 의한 값.

$$c_f = F_E \left(\frac{\pi}{\ell} \right)^2 (1 + c_p)$$

c_p : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$c_p = \frac{1}{1 + \frac{0.91}{c_{xa}} \left(\frac{12 I 10^4}{s t_p^3} - 1 \right)}$$

c_{xa} : 계수로서 다음에 의한 값.

$$c_{xa} = \left(\frac{\ell}{2s} + \frac{2s}{\ell} \right)^2, \quad \ell \geq 2s \text{ 경우}$$

$$c_{xa} = \left(1 + \left(\frac{\ell}{2s} \right)^2 \right)^2, \quad \ell < 2s \text{ 경우}$$

4.4.4 비틀림 변형에 의한 응력 σ_w

비틀림 변형에 의한 응력(N/mm²)은 다음 식에 의한다.

$$\sigma_w = E y_w \left(\frac{t_f}{2} + h_w \right) \Phi_0 \left(\frac{\pi}{\ell} \right)^2 \left(\frac{1}{1 - \frac{0.4 R_{eHS}}{\sigma_{ET}}} - 1 \right) \quad \text{보강재의 파손}$$

$$\sigma_w = 0 \quad \text{부착판의 파손}$$

y_w : 보강재 횡단면의 중심으로부터 보강재 플랜지의 자유단까지의 거리(mm)로 다음 식에 의한 값

$$y_w = \frac{t_w}{2}, \quad \text{평강인 경우.}$$

$$y_w = b_f - \frac{h_w t_w^2 + t_f b_f^2}{2A_s}, \quad \text{앵글 및 구평강인 경우}$$

$$y_w = \frac{b_f}{2} \quad \text{T 형강인 경우}$$

Φ_0 : 계수로서 다음 식에 의한 값.

$$\Phi_0 = \frac{\ell}{h_w} 10^{-3}$$

σ_{ET} : 비틀림 좌굴에 대한 참조응력(N/mm²)으로 다음 식에 의한 값.

$$\sigma_{ET} = \frac{E}{I_p} \left(\frac{\epsilon \pi^2 I_w 10^2}{\ell^2} + 0.385 I_T \right)$$

I_p : 표 4에 따른, 그림 A2.3의 지점 C에 대한 보강재의 순 극관성모멘트(cm⁴).

I_T : 표 4에 따른, 보강재의 순 상브난(St. Venant) 관성모멘트(cm⁴).

I_w : 표 4에 따른, 그림 A2.3의 지점 C에 대한 보강재의 순 단면1차모멘트(cm⁶).

ϵ : 고정도로서 다음 식에 의한 값.

$$\epsilon = 1 + \frac{\left(\frac{l}{\pi}\right)^2 10^{-3}}{\sqrt{I_w \left(\frac{0.75s}{t_p^3} + \frac{e_f - 0.5t_f}{t_w^3} \right)}}$$

표 4 단면2차모멘트

	평강	구평강, 앵글 및 T 형강
I_p	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \times 10^4}$	$\left(\frac{A_w(e_f - 0.5t_f)^2}{3} + A_f e_f^2 \right) 10^{-4}$
I_T	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \times 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_w}{h_w} \right)$	$\frac{(e_f - 0.5t_f)t_w^3}{3 \times 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_w}{e_f - 0.5t_f} \right) + \frac{b_f t_f^3}{3 \times 10^4} \left(1 - 0.63 \frac{t_f}{b_f} \right)$
I_w	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36 \times 10^6}$	$\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12 \times 10^6} \left(\frac{A_f + 2.6A_w}{A_f + A_w} \right)$: 평강 및 앵글의 경우 $\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12 \times 10^6}$, : T 형강의 경우

A_w : 웨브 순 면적(mm²)
 A_f : 플랜지 순 면적(mm²)

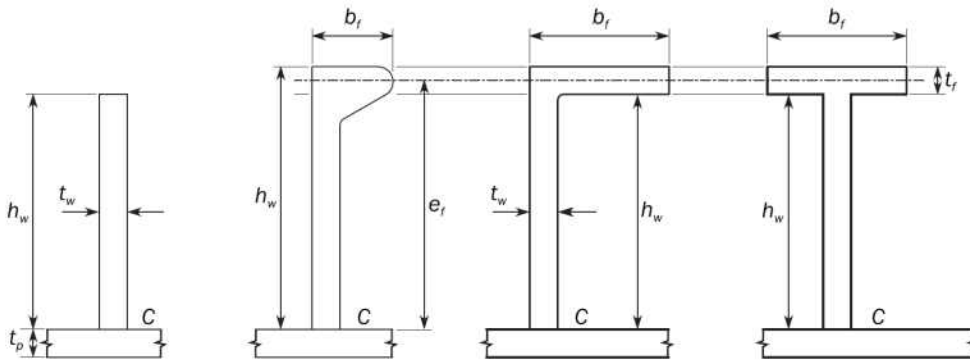


그림 A2.3 보강재 횡단면

별첨 3 - 선체거더 최종굽힘능력

기호

- I_{y-net} : 수평 중립축부근 선체 횡단면의 단면2차모멘트(m⁴).
- Z_{B-net}, Z_{D-net} : 선저와 갑판에서의 단면 계수(m³).
- $R_{c.Hs}$: 고려하는 보강재 재료의 최소 항복 응력(N/mm²).
- $R_{c.Hp}$: 고려하는 판 재료의 최소 항복 응력(N/mm²).
- A_{s-net} : 부착판을 포함하지 않는 보강재의 순 단면적(cm²).
- A_{p-net} : 부착판의 순 단면적(cm²).

1. 일반적인 가정

1.1

최종 선체거더 능력 계산 방법은 모든 주요 종방향 구조부재의 심각한 손상 모드를 식별하기 위함이다.

1.2

좌굴한계를 넘어 압축을 받는 구조는 하중부담능력이 감소한다. 늑골 간의 가장 취약한 손상 모드를 식별하기 위하여 판 좌굴, 보강재의 비틀림 좌굴, 보강재 웨브의 좌굴, 보강재의 면외 및 전체 좌굴, 그리고 이들의 상호작용과 같은 개별 구조요소에 대한 모든 관련된 손상 모드가 고려되어야 한다.

2. 증분-반복법

2.1 가정

증분-반복법을 적용함에 있어서, 일반적으로 다음과 같이 가정한다.

- 최종강도는 인접한 두개의 횡방향 웨브 사이의 선체 횡단면에서 계산한다.
- 각 곡률 증분 동안 선체거더 횡단면은 평면을 유지한다.
- 선체 재료는 탄소성(elasto-plastic) 거동을 한다.
- 선체거더 횡단면은 2.2.2와 같이 독립적으로 거동한다고 고려되는 요소로 분할되어야 한다.

반복 절차에 따라, 각 곡률 값 χ_i 에서, 횡단면에 작용하는 굽힘 모멘트 M_i 는 각 요소에 작용하는 응력 σ 의 기여분을 합하여 구한다. 요소의 비선형 응력-변형률 곡선(non-linear load-end shortening curve) $\sigma-\epsilon$ 으로부터 각 곡률 증분에 대한 요소 변형률 ϵ 에 해당하는 응력 σ 를 구할 수 있다. 요소의 손상 메커니즘에 대하여, 이러한 응력-변형률 곡선을 2.3에 규정한 식들로부터 계산하여야 한다. 응력 σ 은 고려하는 응력-변형률 곡선으로부터 얻은 값 중 가장 낮은 값을 선택한다. 이 절차는, 부과된 곡률 값이 호킹 및 새김 상태에서 다음 식으로 구한 값 $\chi_F(m^{-1})$ 에 도달할 때까지 반복하여야 한다.

$$\chi_F = \pm 0.003 \frac{M_y}{EI_{y-net}}$$

M_y : M_{Y1} 및 M_{Y2} 중 작은 값 (kNm).

$$M_{Y1} = 10^3 R_{c.H} Z_{B-net}$$

$$M_{Y2} = 10^3 R_{c.H} Z_{D-net}$$

만약 χ_F 값이 모멘트-곡률 곡선($M-\chi$ 곡선)의 정점 값을 평가하기에 충분하지 않을 경우, 이 절차는 부과된 곡률 값

이 곡선의 최대 굽힘 모멘트를 허용할 수 있을 때까지 반복하여야 한다.

2.2 절차

2.2.1 일반

모멘트-곡률 곡선, $M-x$ 은 그림 A3.1 흐름도의 증분-반복적 방법으로 구해야 한다.

이 절차에서, 최종 선체거더 굽힘 모멘트 능력 M_U 는 그림 A3.1에 보인 바와 같이 선체 횡단면의 수직 굽힘 모멘트 M 대 곡률 χ 곡선의 정점 값으로 정의된다. 굽힘 모멘트-곡률 곡선은 증분-반복법에 의하여 구하여야 한다. 증분 절차의 각 단계는 부과된 곡률 χ_i 의 영향으로 선체횡단면에 작용하는 굽힘모멘트 M_i 의 계산으로 나타내어 진다. 각 증분 단계에서, χ_i 값은 이전 단계의 χ_{i-1} 에 곡률 증분 $\Delta\chi$ 을 합하여 구하여야 한다. 이러한 곡률 증분은 수평 중립축 부근 선체거더 횡단면의 회전각의 증분에 해당한다. 이 회전 증가분은 각 선체 구조요소의 축방향 변형률 ϵ 을 발생시키며, 그 값은 요소의 위치에 따라 결정된다. 호킹 상태에서, 중립축 상부의 구조요소에는 인장이 발생하고, 중립축 하부요소에는 압축이 발생한다. 그리고 새깅 상태에서는 이와는 반대의 변형이 발생한다. 변형률 ϵ 로 인하여 각 구조 요소에 발생한 응력 σ 은 비선형 탄소성 영역의 요소 거동을 고려한 요소의 응력-변형률 곡선으로부터 구하여야 한다. 응력-변형률 관계가 비선형이기 때문에, 각 단계에 대하여 선체 횡단면을 구성하는 모든 구조부재에서 유발되는 응력 분포는 중립축 위치의 변화를 결정한다. 고려하는 단계에 대한 새로운 중립축 위치는 횡단면의 모든 선체요소에 작용하는 응력 간에 평형조건을 부과하는 반복 절차를 통하여 구하여야 한다. 중립축 위치를 결정하고 단면 구조요소의 응력 분포를 구한 후, 고려하는 단계에서 부과된 곡률 χ_i 에 해당하는 새로운 중립축 위치 주변 단면의 굽힘모멘트 M_i 는 각 요소 응력의 기여분을 합하여 구하여야 한다.

위에서 규정한 증분-반복법의 주요단계를 요약하면 다음과 같다. (그림 A3.1 참조)

- a) 단계 1 : 선체 횡단면을 보강판 요소로 나눈다.
- b) 단계 2 : 표 1의 모든 요소들에 대한 응력-변형률의 관계를 정의한다.
- c) 단계 3 : 다음과 같이, 증분 곡률 값(강력 갑판에서 항복강도의 1%에 해당하는 응력을 유발하는 곡률)을 가진 최초 증분 단계에 대하여 곡률 χ_1 와 중립축을 초기화한다.

$$\chi_1 = \Delta\chi = 0.01 \frac{R_{eH}}{E} \frac{1}{z_D - z_n}$$

z_D : 선측에서의 강력갑판의 Z좌표(m)

z_n : 1.2.3에 정의된 기준 좌표계에 대한 선체횡단면의 수평중립축의 Z좌표(m).

- d) 단계 4 : 각 요소에 상응하는 변형률 $\epsilon_i = \chi(z_i - z_n)$ 과 상응하는 응력 σ_i 을 계산한다.
- e) 단계 5 : 다음과 같이, 각 증분 단계에서 전 횡단면에 걸친 하중의 평형을 설정하여 중립축 z_{NA-cur} 을 결정한다.

$$\Sigma A_{i-net} \sigma_i = \Sigma A_{j-net} \sigma_j$$
 (i-번째 요소는 압축, j-번째 요소는 인장)
- f) 단계 6 : 다음과 같이, 모든 요소의 기여분을 합하여 상응하는 모멘트를 계산한다.

$$M_u = \Sigma \sigma_{U_i} A_{i-net} |z_i - z_{NA-cur}|$$
- g) 단계 7 : 이전 증분 단계의 모멘트와 현재 증분 단계의 모멘트를 비교해야한다. 만일 굽힘 모멘트-곡률 곡선의 기울기가 음의 고정된 값보다 작으면, 이 과정을 끝내고 M_U 의 정점 값을 정의하여야 한다. 그렇지 않으면 $\Delta\chi$ 의 양 만큼 곡률을 증가시킨 후 단계 4로 간다.

2.2.2 선체 거더 횡단면의 모델링

선체거더 횡단면은 선체거더 최종강도에 기여하는 부재들로 구성 된 것으로 고려되어야 한다. 스납된 보강재들은 선체거더 강도에 기여하지 않는 것으로 가정하여 모델링되어야 한다. 구조부재들은 보강재요소, 보강된 판요소 또는 강체요소(hard corner element)로 분류된다. 거더의 웹 또는 선측스트링거를 포함하는 판 패널은 보강된 판요소, 보강재 요소의 부착판 또는 강체요소로 이상화되어야 한다.

판 패널은 다음의 두 종류로 분류된다.

- 종방향으로 보강된 종방향으로 긴 패널

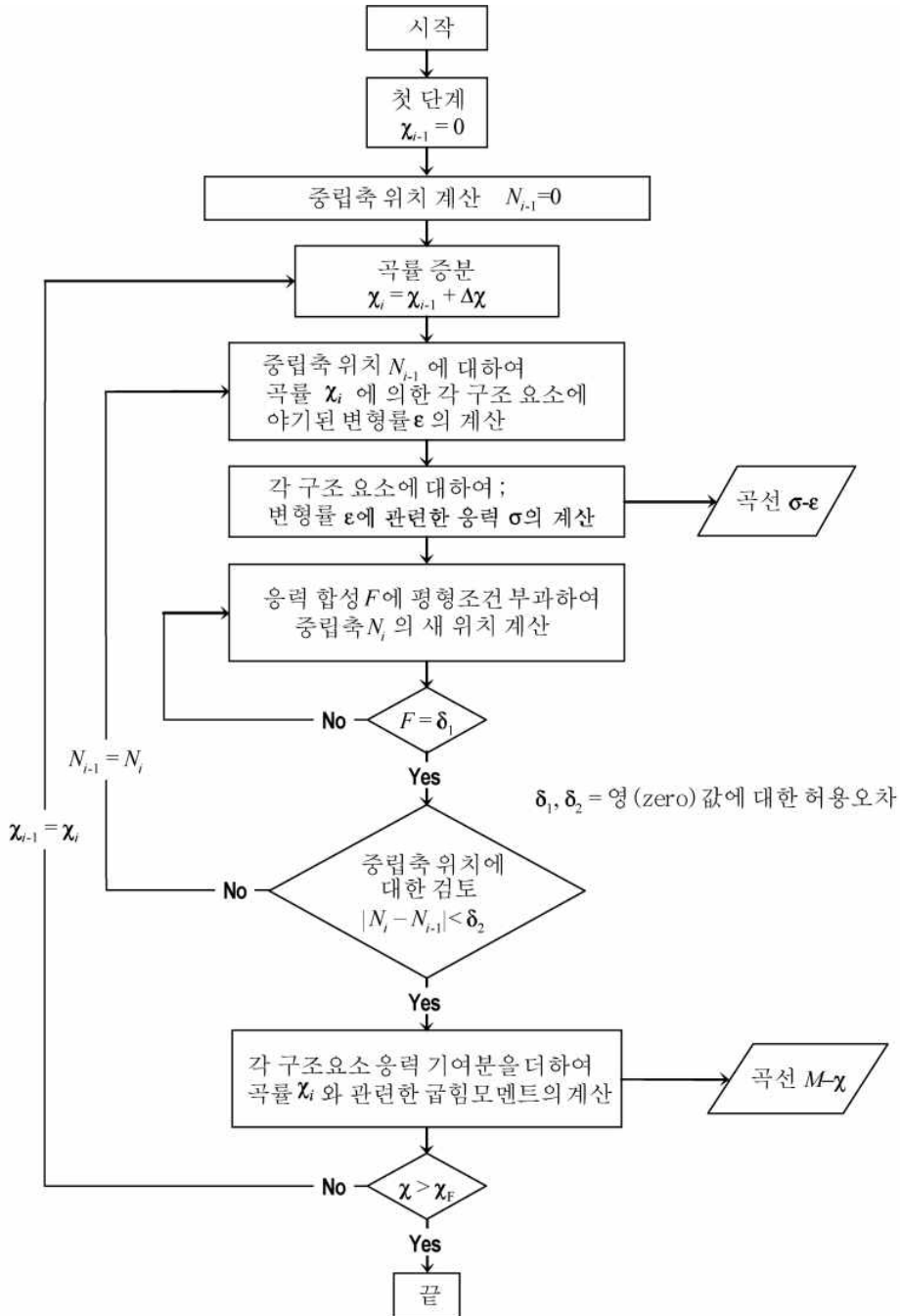


그림 A3.1 곡선 $M-\chi$ 계산 과정 흐름도

- 횡방향으로 보강된 종방향에 수직한 방향으로 긴 패널

a) 강제요소(hard corner element)

강제요소란 선체 거더 횡단면을 구성하는 강한 요소로서, 주로 탄소성 손상 모드(재료항복)에 따라 파괴된다. 이러한 요소는 일반적으로 동일 평면에 있지 않은 두개의 판으로 구성된다. 판의 교차점으로부터 강제요소의 범위는 횡방향 보강 패널의 경우 $20t_{net}$, 종방향 보강 패널의 경우 0.5s로 한다. (그림 A3.2 참조)

t_{net} : 판의 순 제곱 두께 (mm).

s : 인접한 종방향 보강재의 거리 (m).

빌지, 현측후판-갑판 스트링거 요소, 거더-갑판 연결부와 대형 거더의 면재-웹브 연결부가 일반적인 강제요소이다.

b) 보강재 요소(stiffener element)

보강재는 부착판을 포함한 일반 보강재 요소로 구성된다. 원칙적으로, 부착판의 폭은 다음과 같다.

- 보강재의 평균 간격 (보강재 양측의 패널이 종 방향으로 보강되는 경우)
- 종방향으로 보강된 패널의 폭 (보강재 한쪽 측의 패널이 종 방향으로 보강되고 다른 패널은 횡방향으로 보강되는 경우, 그림 A3.2 참조)

c) 보강판 요소(stiffened plate element)

보강재 요소 사이, 일반 보강재 요소와 강제요소 사이 또는 강제요소들 사이의 판은 보강판 요소로 취급되어야 한다. (그림 A3.2 참조)

그림 A3.3 은 선체거더 단면 모델링의 일반적인 예를 보여주며, 앞서 언급한 원칙에도 불구하고, 이 그림은 상갑판, 현측후판 및 창구 코밍 부근의 모델링에 적용되어야 한다.

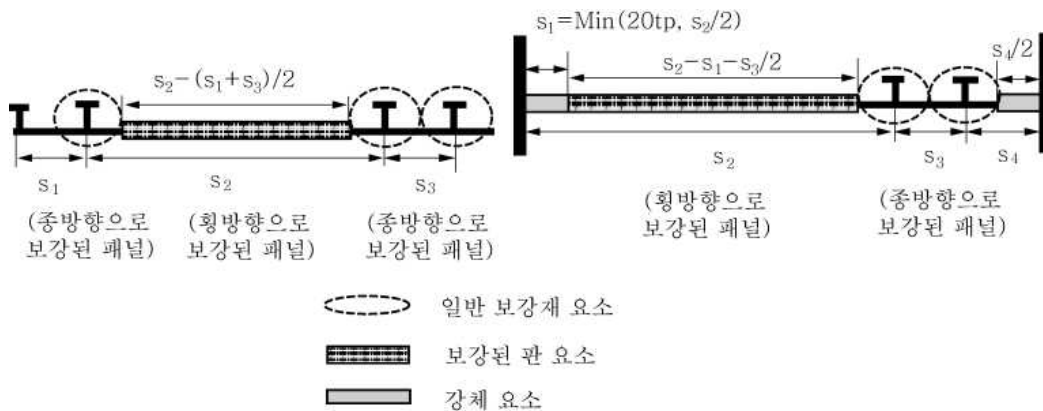


그림 A3.2 강제 요소 및 부착판 폭의 범위

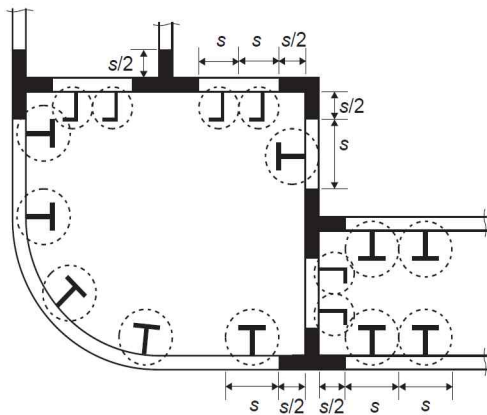
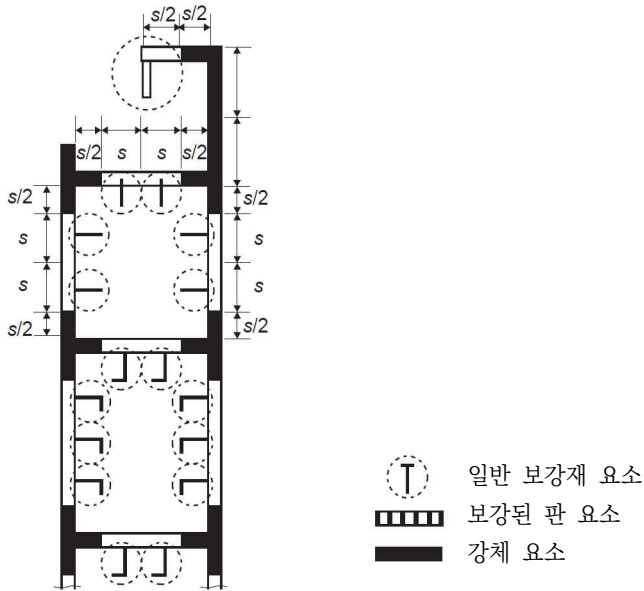


그림 A3.3 선체단면 보강판 요소, 일반 보강재 요소 및 강체 요소의 형상 예

- 그림 A3.4의 너클 포인트의 경우, 30도 보다 큰 각을 가지는 판의 너클에 인접한 판 구역은 강체요소로 정의된다. 강체요소의 한쪽의 범위는 너클 포인트로부터 횡늑골식 패널의 경우에는 $20 t_{net}$, 종늑골식 패널의 경우에는 $0.5s$ 로 한다.
- 판 요소가 불연속 증보강재에 의해 보강되는 경우, 불연속 보강재는 판을 여러 요소 판 패널로 나누는 것으로만 고려한다.
- 보강된 판 요소에 개구가 있는 경우, 개구는 우리 선급이 인정하는 바에 따라 고려되어야 한다.
- 부착판이 서로 다른 두께 및/또는 항복응력의 강재로 만들어진 경우, 다음의 식에서 구한 평균 두께 및/또는 항복응력이 계산에 사용되어야 한다.

$$t_{net} = \frac{t_{1-net} s_1 + t_{2-net} s_2}{s} \quad R_{eHp} = \frac{R_{eHp1} t_{1-net} s_1 + R_{eHp2} t_{2-net} s_2}{t_{net} S}$$

R_{eHp1} , R_{eHp2} , t_{1-net} , t_{2-net} , s_1 , s_2 와 s 는 그림 A3.5에 따른다.

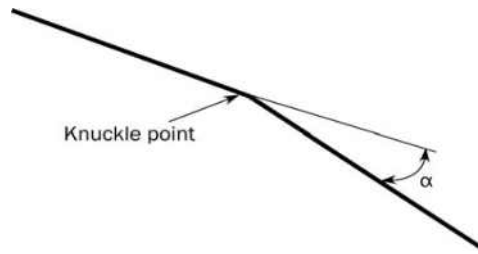


그림 A3.4 너클 포인트가 있는 판

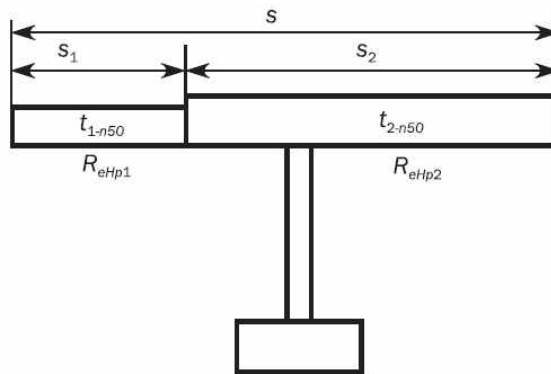


그림 A3.5 다른 두께 및 항복응력을 가지는 요소

2.3 응력-변형률 곡선

2.3.1 보강판 요소 및 일반 보강재 요소

선체 거더 횡단면을 구성하는 보강판 요소 및 일반 보강재 요소는 표 1에 규정한 손상 모드 중 하나에 따라서 붕괴될 수 있다.

- 판부재가 불연속 종통 보강재로 보강되는 경우, 요소의 응력은 불연속 종통 보강재를 고려하여 2.3.2 부터 2.3.7까지에 따라 구하여야 한다. 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체하중을 계산할 때, 불연속 종통 보강재의 면적은 0으로 가정하여야 한다.
- 보강판 요소에 개구가 있는 경우, 선체 거더 최종강도 확인을 위한 전체 하중의 계산 시 보강판 요소의 면적은 판에서 개구부 면적을 제외하고 구하여야 한다.
- 보강판 요소의 경우, 응력-변형률 곡선의 하중단절 부분(load shortening portion)에 대한 판의 유효폭은 판의 전폭 즉, 인접 판 또는 종방향 보강재의 교차부분까지(강재요소 끝단부터 또는 일반보강재의 부착판에서부터는 아님)로 구하여야 한다. 선체거더 최종강도 확인을 위한 전체 하중의 계산 시, 보강판 요소의 면적은 해당되는 경우, 강재요소와 일반보강재 사이 또는 강재요소들 사이에서 구하여야 한다.

표 1 보강된 판요소 및 일반 보강재 요소의 손상모드

요소	손상 모드	$\sigma - \epsilon$ 곡선이 정의된 조항
인장을 받는 보강판 또는 일반 보강재 요소	탄소성 파괴	2.3.2
압축을 받는 일반 보강재 요소	보 기둥 좌굴	2.3.3
	비틀림 좌굴	2.3.4
	플랜지가 있는 형강 웨브의 국부 좌굴	2.3.5
	평강 웨브의 국부좌굴	2.3.6
압축을 받는 보강판 요소	판 좌굴	2.3.7

2.3.2 구조요소의 탄소성 붕괴 (강체요소)

선체 횡단면을 구성하는 구조 요소들의 탄소성 붕괴에 관한 응력-변형률 곡선 $\sigma - \epsilon$ 을 나타내는 방정식은 다음 식으로부터 얻어진다.

$$\sigma = \Phi R_{cHA}$$

R_{cHA} : 고려하는 요소의 등가 최소 항복응력 (N/mm²)으로 다음 식으로 구한다.

$$R_{cHA} = \frac{R_{cH.p} A_{p-net} + R_{cH.s} A_{s-net}}{A_{p-net} + A_{s-net}}$$

Φ : 경계함수(edge function)로서 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \Phi &= -1 && \epsilon < -1 \text{인 경우} \\ \Phi &= \epsilon && -1 \leq \epsilon \leq 1 \text{인 경우} \\ \Phi &= 1 && \epsilon > 1 \text{인 경우} \end{aligned}$$

ϵ : 상대 변형률로서 다음과 같다.

$$\epsilon = \frac{\epsilon_E}{\epsilon_Y}$$

ϵ_E : 요소 변형률

ϵ_Y : 요소의 항복응력에서의 변형률로서 다음과 같다.

$$\epsilon_Y = \frac{R_{cHA}}{E}$$

2.3.3 보 기둥 좌굴

판과 보강재 조합의 보 기둥 좌굴에 근거한 평균응력-평균변형률 곡선 $\sigma_{CR1} - \epsilon$ 의 양의 인장 변형률은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR1} = \Phi \sigma_{Cl} \frac{A_{s-net} + A_{pE-net}}{A_{s-net} + A_{p-net}}$$

Φ : 2.3.3에 따른 경계함수

σ_{Cl} : 임계응력(N/mm²)으로 다음에 따른다.

$$\sigma_{Cl} = \frac{\sigma_{E1}}{\epsilon}, \quad \sigma_{E1} \leq \frac{R_{cHB}}{2} \epsilon \text{인 경우}$$

$$\sigma_{C1} = R_{eHB} \left(1 - \frac{R_{eHB} \varepsilon}{4\sigma_{E1}} \right) \quad , \quad \sigma_{E1} > \frac{R_{eHB}}{2} \varepsilon \text{ 인 경우}$$

R_{eHB} : 고려하는 요소의 등가 최소 항복응력 (N/mm²)으로서 다음 식으로부터 구한다.

$$R_{eHB} = \frac{R_{eH.P} A_{pEI-net} \ell_{pE} + R_{eH.S} A_{s-net} \ell_{sE}}{A_{pEI-net} \ell_{pE} + A_{s-net} \ell_{sE}}$$

$A_{pEI-net}$: 유효면적(cm²)으로서 다음과 같다.

$$A_{pEI-net} = 10 b_{EI} t_{net}$$

ℓ_{pE} : 폭 b_{EI} 인 부착판을 갖는 보강재의 중립축으로부터 부착판의 하단까지의 거리(mm).

ℓ_{sE} : 폭 b_{EI} 인 부착판을 갖는 보강재의 중립축으로부터 보강재의 상단까지의 거리(mm).

ε : 2.3.2에 따른 상대 변형률.

σ_{E1} : 오일러(Euler) 기둥 좌굴 응력(N/mm²).

$$\sigma_{E1} = \pi^2 E \frac{I_{E-net}}{A_{E-net} \ell^2} 10^{-4}$$

I_{E-net} : 폭 b_{EI} 인 부착판을 포함하는 보강재의 단면2차모멘트(cm⁴).

A_{E-net} : 폭 b_{EI} 인 부착판을 포함하는 보강재의 순 단면적(cm²).

b_{EI} : 부착판의 상대 변형률에 대한 수정한 유효폭(m)으로서 다음과 같다.

$$b_{EI} = \frac{s}{\beta_E} \quad , \quad \beta_E > 1.0 \text{ 인 경우}$$

$$b_{EI} = s \quad , \quad \beta_E \leq 1.0 \text{ 인 경우}$$

β_E : 다음 식에 의한 값.

$$\beta_E = 10^3 \frac{s}{t_{net}} \sqrt{\frac{\varepsilon R_{eH.P}}{E}}$$

A_{pE-net} : 폭 b_E 인 부착판의 순 단면적(cm²)으로서 다음과 같다.

$$A_{pE-net} = 10 b_E t_{net}$$

b_E : 부착판의 유효폭(m)으로서 다음과 같다.

$$b_E = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2} \right) s \quad , \quad \beta_E > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$b_E = s \quad , \quad \beta_E \leq 1.25 \text{ 인 경우}$$

2.3.4 비틀림 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 일반 보강재의 굽힘-비틀림 좌굴에(flexural-torsional buckling) 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR2} - \varepsilon$ 은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR2} = \Phi \frac{A_{s-net} \sigma_{C2} + A_{p-net} \sigma_{CP}}{A_{s-net} + A_{p-net}}$$

Φ : 2.3.2에 따른 경계함수.

σ_{C2} : 임계응력(N/mm²)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{C2} = \frac{\sigma_{E2}}{\varepsilon} \quad , \quad \sigma_{E2} \leq \frac{R_{eH.S}}{2} \varepsilon \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{C2} = R_{eH.S} \left(1 - \frac{R_{eH.S} \varepsilon}{4\sigma_{E2}} \right) \quad , \quad \sigma_{E2} > \frac{R_{eH.S}}{2} \varepsilon \text{ 인 경우}$$

ε : 2.3.2에 따른 상대 변형률.

σ_{E2} : 오일러(Euler) 기둥 좌굴 응력(N/mm²).(별첨 2. 4.4.4의 σ_{ET})

σ_{CP} : 부착판의 좌굴응력(N/mm²)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{CP} = \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2} \right) R_{eH.P} \quad , \quad \beta_E > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{CP} = R_{eH.P} \quad , \quad \beta_E \leq 1.25 \text{ 인 경우}$$

β_E : 2.3.3에 따른 계수.

2.3.5 플랜지 형상 보강재의 웨브 국부좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 플랜지 보강재의 웨브 국부좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR3} - \epsilon$ 은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR3} = \Phi \frac{10^3 b_E t_{net} R_{eH.P} + (h_{we} t_{w-net} + b_f t_{f-net}) R_{eH.S}}{10^3 s t_{net} + h_w t_{w-net} + b_f t_{f-net}}$$

Φ : 2.3.2에 따른 경계함수.

b_E : 2.3.3에 따른 부착판의 유효폭(m).

h_{we} : 웨브의 유효 높이(mm)로서 다음과 같다.

$$h_{we} = \left(\frac{2.25}{\beta_w} - \frac{1.25}{\beta_w^2} \right) h_w \quad , \quad \beta_w > 1.25 \text{ 인 경우}$$

$$h_{we} = h_w \quad , \quad \beta_w \leq 1.25 \text{ 인 경우}$$

β_w : 다음 식에 의한 값.

$$\beta_w = \frac{h_w}{t_{w-net}} \sqrt{\frac{\epsilon R_{eH.S}}{E}}$$

ϵ : 2.3.2에 따른 상대 변형률.

2.3.6 평강 보강재의 웨브 국부좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 평강 보강재의 웨브 국부좌굴에 대한 응력-변형률 곡선 $\sigma_{CR4} - \epsilon$ 은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR4} = \Phi \frac{A_{P-net} \sigma_{CP} + A_{S-net} \sigma_{C4}}{A_{P-net} + A_{S-net}}$$

Φ : 2.3.2에 따른 경계함수.

σ_{CP} : 2.3.4에 따른 부착판의 좌굴응력(N/mm²).

σ_{C4} : 임계응력(N/mm²)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{C4} = \frac{\sigma_{E4}}{\epsilon} \quad , \quad \sigma_{E4} \leq \frac{R_{eH.S}}{2} \epsilon \text{ 인 경우}$$

$$\sigma_{C4} = R_{eH.S} \left(1 - \frac{R_{eH.S} \epsilon}{4 \sigma_{E4}} \right) \quad , \quad \sigma_{E4} > \frac{R_{eH.S}}{2} \epsilon \text{ 인 경우}$$

σ_{E4} : 국부 오일러(Euler) 좌굴응력(N/mm²)으로서 다음과 같다.

$$\sigma_{EA} = 160,000 \left(\frac{t_{w-ncf}}{h_w} \right)^2$$

ϵ : 2.3.2에 따른 상대 변형률.

2.3.7 판 좌굴

선체거더 횡단면을 구성하는 횡식 보강 패널의 좌굴에 대한 응력-변형률 $\sigma_{CR5} - \epsilon$ 곡선은 다음 식으로부터 구하여야 한다.

$$\sigma_{CR5} = \text{Min} \left\{ R_{eH,p} \phi, \phi R_{eH,p} \left[\frac{s}{\ell} \left(\frac{2.25}{\beta_E} - \frac{1.25}{\beta_E^2} \right)^{R_{eH,p} \phi} + 0.1 \left(1 - \frac{s}{\ell} \right) \left(1 + \frac{1}{\beta_E^2} \right)^{2\phi} \right] \right\}$$

- ϕ : 2.3.2에 따른 경계함수.
- β_E : 2.3.3에 따른 계수.
- s : 판의 폭(m)으로서 보강재 간격으로 한다.
- ℓ : 판의 긴 변(m).

3. 대안방법

3.1 일반

3.1.1

대안방법의 적용은 수행 전에 선급의 동의를 얻어야 한다. 해석 방법론과 상세한 비교결과가 문서화 되어서 검토 및 수락을 위하여 제출되어야 한다. 이러한 방법의 사용은 부분적으로 안전계수의 재측정을 요구할 수 있다.

3.1.2

굽힘 모멘트-곡률 관계($M - \chi$)는 대안방법에 의하여 구할 수 있다. 이런 모델은 다음 사항을 고려한 비선형 응답에 중요한 모든 관련된 효과를 고려하여야 한다.

- a) 비선형 기하학적 거동
- b) 비탄성 재료 거동
- c) 기하학적 결함 및 잔류응력 (판 및 보강재의 기하학적 면외 처짐)
- d) 동시에 작용하는 하중 :
 - 2축 압축
 - 2축 인장
 - 전단 및 면외 압력
- e) 경계조건
- f) 좌굴 모드 간의 상호작용
- g) 평판, 보강재, 거더 등과 같은 구조요소 간의 상호작용
- h) 후 좌굴 능력(post-buckling capacity)
- i) 판과 보강재에서 국부 영구 변형/좌굴 손상(예, 이중저 효과나 그와 유사한 것)을 초래할 수 있는 선체거더 횡단면의 압축 측면에 대한 과응력 요소(overstressed element)

3.2 비선형 유한 요소 해석

3.2.1

선체 거더 최종 능력의 평가를 위하여 진보된 비선형 유한요소해석 모델을 사용할 수 있다. 이러한 모델은 3.1.2에 명시된 항목들을 고려한 비선형 응답에 중요한 관련 효과를 고려하여야 한다.

3.2.2

기하학적 결함의 형상 및 크기의 모델링에 특히 주의하여야 한다. 기하학적 결함의 형상 및 크기는 가장 심각한 손상 모드를 유발하는지를 확인하여야 한다. ↓

부록 7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침 (2020) [규칙 참조]

(1) 일반

광석운반선의 직접강도계산은 (1)부터 (9)까지에 따르며 그림 1의 구조해석 흐름도에 따라 진행한다. 직접 강도계산에 의해 부재치수를 정할 수 있는 대상부재는 선저 트랜스버스, 갑판 트랜스버스, 선측 트랜스버스, 종격벽 트랜스버스, 크로스타이, 늑판, 내저판, 선저 외판, 선측 외판, 크로스 갑판 및 거더이다. 부식여유치가 포함된 총 두께가 직접강도평가에 사용된다. 좌굴강도는 (7)에서 정의된 부식여유치를 고려한 순 두께로 평가되어야 한다.

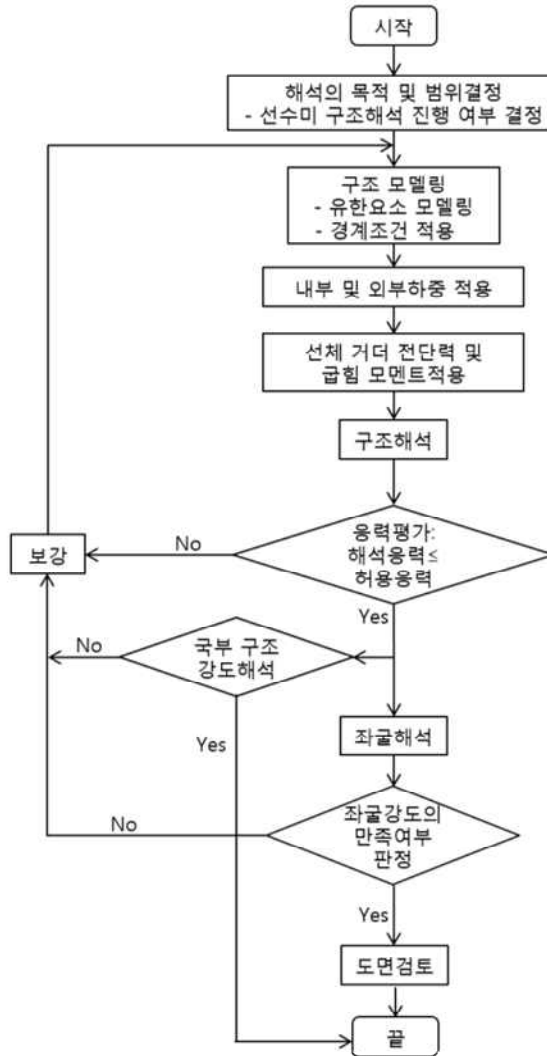


그림 1 중앙부 및 선수미 화물창 구조해석 흐름도

(2) 모델링

중앙부 화물창(또는 화물탱크) 및 선수미 화물창의 모델화는 다음에 따른다.

(가) 모델 범위

- (a) 중앙부 화물창 구조해석은 2번 화물창에서 $n-1$ 번 화물창까지의 구조 강도 평가를 반영할 수 있도록 해석이 진행되어야 한다. 또한 선수부 화물창 구조해석은 1번 화물창, 선미부 화물창 구조해석은 n 번 화물창의 구조 강도 평가를 반영할 수 있도록 해석이 진행되어야 한다.
- (b) 중앙부 화물창의 유한요소 모델 중 방향 범위는 그림 2와 같이 3개의 화물창 및 4개의 횡격벽을 포함하여야 한다. 모델 범위의 양단에 있는 횡격벽은 연결되어 있는 스톨과 함께 포함되어야 한다. 모델의 양단은 수직면을 형성하여야 하며, 해당되는 경우 평면상의 모든 트랜스버스 웹 프레임 포함하여야 한다. 모델은 좌현과 우현 모두 구현되어야 한다.
- (c) 선수부 및 선미부 화물창 모델은 그림 3에서 그림 5와 같이 해당 화물창 전 길이와 선수부 화물창은 선

수피크까지, 선미부 화물창 모델은 기관구역 후단격벽까지 연장함을 기본으로 한다. 단, 화물, 평형수 적하 상태 및 격벽, 격벽에 부착된 거어더의 종방향, 횡방향 대칭성을 고려하여 해석의 범위를 결정한다. 선수부 화물창 모델에서 선수격벽과 선수피크의 중앙에서부터 선수피크까지는 선수선체 형상 및 횡단면을 단순화된 형상으로 모델링 할 수 있다. 선미부 화물창 모델에서도 기관구역의 중앙에서부터 기관실 후단격벽까지는 선체형상 및 횡단면을 단순화된 형상으로 모델링 할 수 있다.

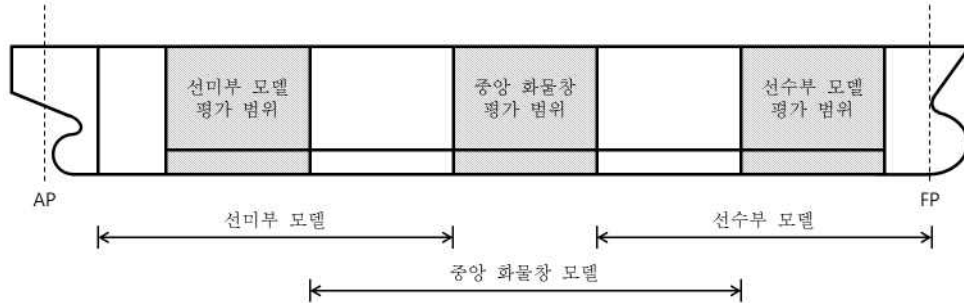


그림 2 모델 범위 및 평가 범위

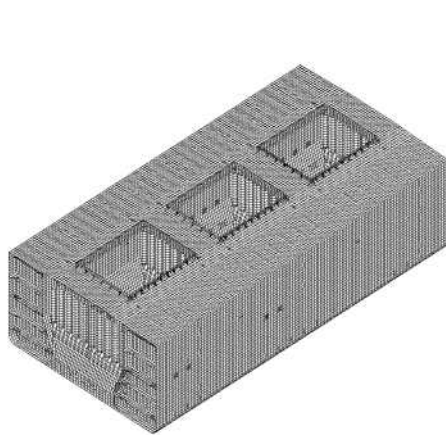


그림 3 중양부 화물창 모델그림

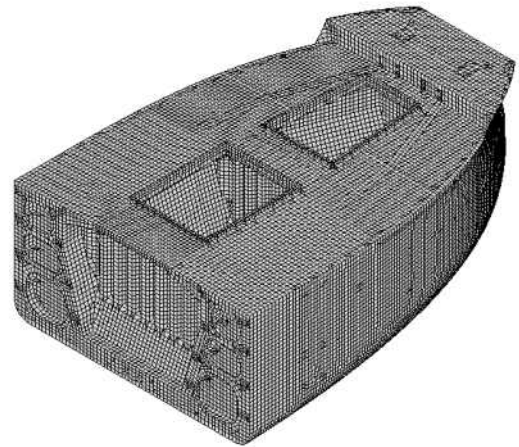


그림 4 선수부 화물창 모델

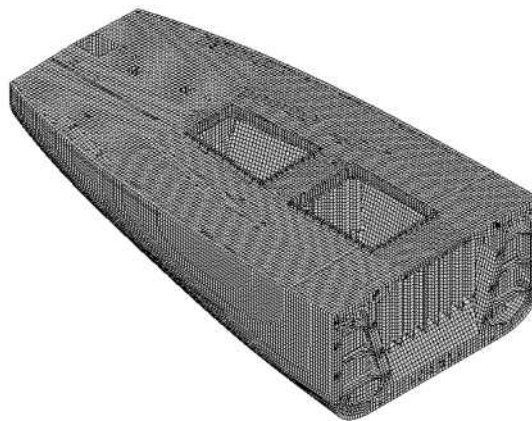


그림 5 선미부 화물창 모델

(나) 구조 모델화

구조 모델의 요소분할에 대해서는 다음의 (a)에서부터 (g)까지를 표준으로 한다.

- (a) 요소 분할 시 모델내의 응력 분포상태를 예상하여 적절한 분할 크기를 선정하여야 하며, 종횡비(aspect ratio)는 3을 넘지 않아야 한다.

- (b) 거더 부재와 같이 깊이방향으로 응력분포가 있는 부재에 대해서는 응력분포가 판별 가능하도록 요소분할을 하여야 한다.
- (b) 각 요소의 짧은 변의 길이는 종강도 부재 간격 정도로 한다.
- (d) 모든 보강재는 축, 비틀림, 두 방향 전단 및 굽힘 강성을 갖고 있는 보 요소로 모델링하여야 한다. 또한 보 강재의 편심을 고려한 오프셋 빔을 사용해야 한다.
- (e) 1차 지지부재 및 브래킷의 면재는 봉 또는 보 요소를 사용하여 모델링하여야 한다.
- (f) 모델의 좌표계는 표 1과 같이 사용한다.
- (g) 1차 지지부재의 웹 내의 개구를 나타내는 방법은 표 2에 따른다. 단, 개구가 모델링되지 않는 경우, 개구 인근의 요소 전단응력은 실제 개구에 따른 전단면적 감소에 따라 수정되어야 하며 수정된 전단응력은 항복기준에 대한 검증을 위한 요소의 등가응력을 계산하는데 사용되어야 한다.

표 1 좌표계

좌표	방향	비고
X	길이방향	선미에서 선수(+)
Y	폭방향	중심선면에서 좌현(+)
Z	깊이방향	상향(+)

표 2 1차 지지부재 웹에서의 개구의 표현

$h_0/h < 0.5$ and $g_0 < 2.0$	개구를 모델링할 필요가 없다.
$h_0/h \geq 0.5$ and $g_0 \geq 2.0$	개구 형상을 모델링하여야 한다.

여기서 :

$$g_0 = \left(1 + \frac{l_0^2}{2.6(h-h_0)^2}\right)$$

l_0 : 1차 지지부재 웹의 길이 방향과 평행한 개구의 길이 (m, 그림 6 참조). 개구부 간의 거리, d_0 가 $0.25h$ 보다 작은 연속된 개구의 경우, 길이, l_0 는 그림 7과 같이 개구를 가로지르는 길이로 취하여야 한다.

h_0 : 웹의 깊이 방향과 평행한 개구의 높이 (m, 그림 6 및 그림 7 참조)

h : 개구가 위치한 1차 지지부재 웹의 높이 (m, 그림 6 및 그림 7 참조)

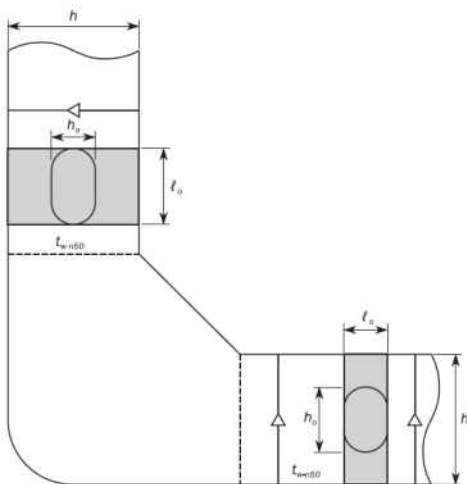


그림 6 웹 내의 개구

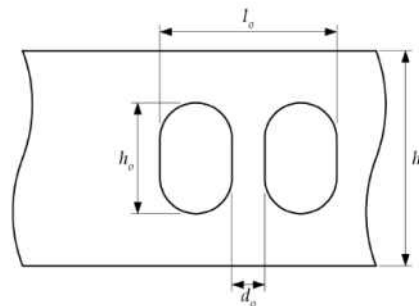


그림 7 웹 내의 개구

(3) 구조모델의 경계조건 및 지지조건

구조모델의 경계조건 및 지지조건은 모델화의 범위에 따라서 구조모델의 거동을 합리적으로 재현할 수 있도록 한다. 모델의 양단은 표 3 및 표 4에 따라 단순 지지한다. 양 단면에서 종강도 부재상의 절점은 표 3에 보인 바와 같이 선체 중심선 상에서 중립축에 있는 독립 절점에 강제 연결되어야 한다. 이 양단의 독립 절점은 표 4에 보인 것처럼 고정되어야 한다.

표 3 모델 양단의 강제-연결

강제-연결	병진			회전		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
모델 전단의 종강도 부재 절점	-	RL	RL	RL	-	-
모델 후단의 종강도 부재 절점	-	RL	RL	RL	-	-

RL은 독립 절점의 관련된 자유도에 강제 연결됨을 의미한다.

표 4 모델 독립 절점에서의 지지 조건

독립절점의 위치	병진			회전		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
모델 전단의 독립 절점	-	Fix	Fix	Fix	-	-
모델 후단의 독립 절점	-	Fix	Fix	Fix	-	-
중심선과 내저판의 교점	Fix					

(4) 하중 적용

(가) 내부하중

(a) 광석 등 입상화물에 의한 하중

(i) 화물의 적재 높이 및 형상은 다음을 기준으로 한다. (그림 8, 그림 9 및 그림 10 참조)

- 화물의 적재형상은 화물창 종횡방향으로 수평하고 선측방향으로는 화물 적하각(repose angle, ψ)의 1/2로 하향 경사진다고 가정한다. (호퍼 경사각에 의해 화물창이 종횡방향으로 균일하지 않을 경우, 화물창 중앙의 횡단면 형상이 종방향으로 균일하다고 가정한다.)
- 화물창 중앙부 수평부분 폭 b_{iB} 는 화물창폭의 1/4로 가정한다.
- 적재높이 h_c 는 적재되는 화물의 질량, 화물 적하각, 밀도에 따라 결정한다. 길이 방향의 적하형상은 폭 방향 형상으로 일정하다고 가정한다.
- 화물의 밀도 및 적하각은 아래와 같이 고려되어야 한다.

	화물 밀도 γ (ton/m ³)	화물 적하각 ψ (°)
저비중 화물	$M' / V_H (\geq 1.0)$	35
고비중 화물	3.0	35 ¹⁾

¹⁾ 화물적하각이 35° 이외의 조건이 있는 경우에는 추가 고려되어야 한다.

M' : 해당 화물창의 산적화물 중량으로 아래의 수식을 따른다.

$$M' = M + \frac{1}{n} \text{Min}(3000, 0.1M) \text{ (t)}$$

M : 해당 화물창의 최대 허용 산적화물 중량 (t)

n : 전체 화물창 중 하나의 화물창에 적재하는 최소 적재횟수

V_H : 창구코밍에 둘러 쌓인 부피를 제외한 창구코밍과 상갑판 이 교차하는 높이까지의 화물창 용적, m^3

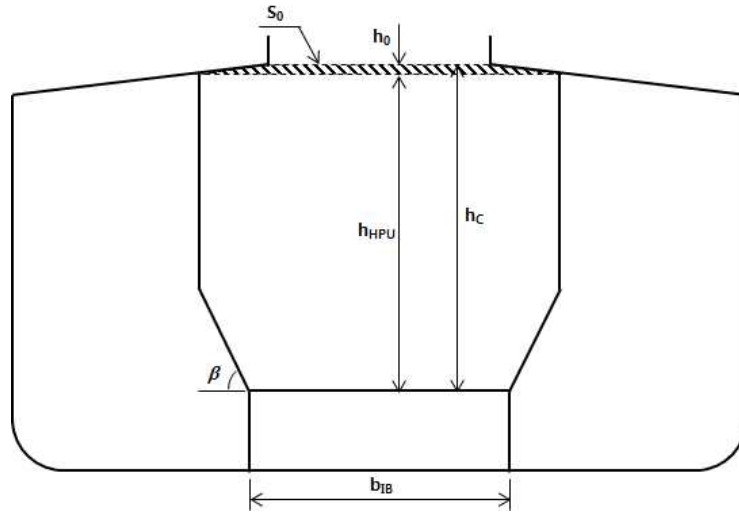


그림 8 화물창의 적재형상 (저비중화물)

(ii) 화물창 내벽에 작용하는 화물의 하중, w 는 다음 식에 의한다.

$$w = 9.81 \gamma h K_C \quad (\text{N/mm}^2)$$

여기서,

γ : 화물의 밀도(kg/m^3)

h : 고려하는 패널로부터 직상부 화물 표면까지의 수직 높이(m)

K_C : $K_C = \cos^2 \beta + (1 - \sin \psi) \sin^2 \beta$

β : 발지호퍼 탱크의 경사판과 내저판 사이의 각(그림 8 참조)

ψ : 화물 적하각 (repose angle) (그림 9 참조)

- 화물창 내벽에 작용하는 저비중 화물의 하중은 다음 식에 의한다.

$$h_C = h_{HPU} + h_0$$

여기서,

$$h_0 = \frac{S_A}{B_H}$$

$$S_A = S_o + \frac{V_{HC}}{l_H}$$

h_{HPU} : 톱사이드 탱크와 선측외판 또는 내측판과의 하부교점과 내저판사이의 수직거리(m)

S_o : 톱사이드 탱크와 선측외판 또는 내측판과의 하부교점 상방으로 상갑판 높이까지의 음영면적 (m^2)

V_{HC} : 창구코밍으로 폐워된 용적(m^3)

- 화물창 내벽에 작용하는 고비중 화물의 하중은 다음 식에 의한다.

- 그림 9와 같이 $h_1 \geq 0$ 인 경우

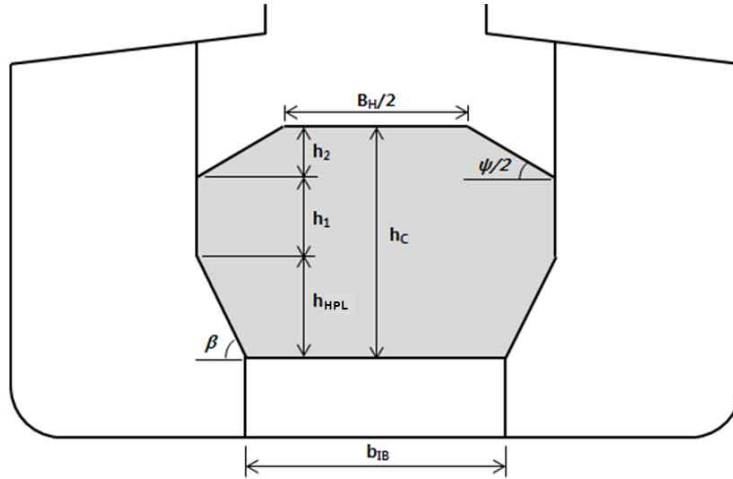


그림 9 화물창의 적재형상 (고비중화물, $h_1 \geq 0$)

$$h_C = h_{HPL} + h_1 + h_2$$

여기서,

h_{HPL} : 호퍼탱크와 내측판과의 상부교점과 내저판사이의 수직거리(m)

h_1 : 수직거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_1 = \frac{M'}{\rho B_H l_H} - \frac{B_H + b_{IB}}{2 B_H} h_{HPL} - \frac{3}{16} B_H \tan \frac{\psi}{2} + \frac{V_{TS}}{B_H l_H}$$

M' : 해당 화물창의 산적화물 중량으로 아래의 수식을 따른다.

$$M' = M + \frac{1}{n} Min(3000, 0.1M)$$

M : 해당 화물창의 최대 허용 산적화물 중량 (t)

n : 전체 화물창 중 한 화물창에 적재하는 최소 적재횟수

B_H : 화물창의 폭(m)

l_H : 화물창의 길이(m)

b_{IB} : 이중저의 폭(m)

V_{TS} : 고려하는 화물창 길이, l_H 내에서 횡격벽의 하부에 있는 횡스틀의 전체용적(m^3). 이 용적에서 횡격벽을 통과하는 호퍼탱크의 부분의 용적은 제외한다.

h_2 : 폭에 따른 산적화물의 상부표면 높이(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_2 = \frac{B_H}{4} \tan \frac{\psi}{2}, \quad 0 \leq |y| \leq \frac{B_H}{4} \quad \text{인 경우}$$

$$h_2 = \left(\frac{B_H}{2} - |y| \right) \tan \frac{\psi}{2}, \quad \frac{B_H}{4} \leq |y| \leq \frac{B_H}{2} \quad \text{인 경우}$$

- 그림 10과 같이 $h_1 < 0$ 인 경우

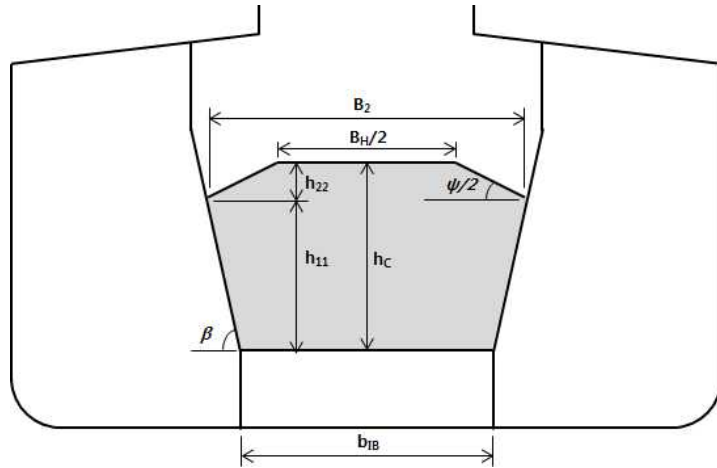


그림 10 화물창의 적재형상 (고비중화물, $h_1 < 0$)

$$h_C = h_{11} + h_{22}$$

여기서,

h_{11} : 수직거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_{11} = h_{HPL} \left(\frac{B_2 - b_{IB}}{B_H - b_{IB}} \right)$$

h_{22} : 수직거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_{22} = \left(\frac{B_2}{2} - \frac{B_H}{4} \right) \tan \frac{\psi}{2}$$

$$B_2 = \sqrt{\frac{\frac{1}{l_H} \left(\frac{M'}{\rho_c} + V_{TS} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{h_{HPL} \cdot b_{IB}^2}{B_H - b_{IB}} \right) + \frac{B_H^2}{16} \tan \frac{\psi}{2}}{\frac{1}{2} \left[\left(\frac{h_{HPL}}{B_H - b_{IB}} \right) + \frac{1}{2} \tan \frac{\psi}{2} \right]}}$$

- 수직방향의 전체 힘을 평가하기 위하여, 산적건화물에 의하여 빌지호퍼탱크 및 하부스틀의 경사판에 작용하는 전단하중을 고려하여야한다. 정수 중 산적건화물에 의하여 경사부재에 작용하는 전단하중은 다음 식에 의한다.

$$w_{sh} = 9.81 \gamma \frac{(1 - K_C)(h_C + h_{DB} - z)}{\tan \beta}$$

z : 이중저로부터 고려하는 위치까지의 수직거리

(b) 평형수에 의한 하중

평형수창에 있어서 각 위치에서의 수두, h_w 는 다음 식에 따른다.

$$h_w = \text{Max}(0.85(h + \Delta h), h) \quad (\text{m})$$

여기서,

h : 고려하는 위치에서 탱크의 넘침관(overflow pipe)의 1/2지점까지의 높이 (m)
 Δh : 다음 식에 의한다.

$$\Delta h = 16/L(l_t - 10) + 0.25(b_t - 10)$$

l_t : 탱크의 길이(m)로서 10m 이하일 때는 10m로 한다.

b_t : 탱크의 너비(m)로서 10m 이하일 때는 10m로 한다.

(c) 수압시험 상태에서의 하중

수압시험의 수두는 탱크 정판상 2.4m의 위치로 한다.

(나) 정수압

정수압은 3편 부록 3-2 III 1항 (8)호를 따른다.

(다) 파랑하중

파랑하중은 3편 부록 3-2 III 1항 (9)호를 따른다.

(라) 선체자중

중력가속도를 고려한 선체의 자중을 적용한다.

(마) 상부 구조물 하중

구조 모델에 포함이 되어 있다면 중력가속도를 고려하여 하중을 계산한다. 구조모델에서 생략하고자 한다면, 해당 구조의 하중을 해당 갑판 절점에 분할하여 분포시킨다.

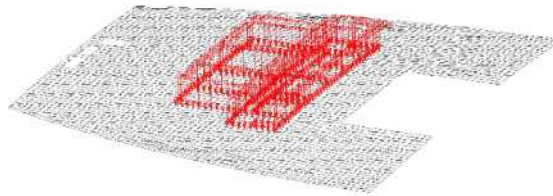


그림 11 상부구조물 갑판 하중 적용

(바) 주엔진 하중

주엔진의 하중을 주엔진 받침 절점에 분할하여 분포시킨다.

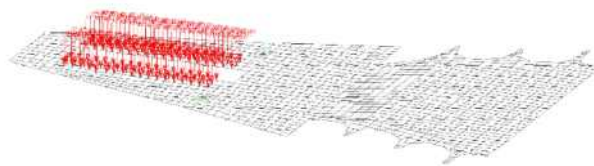


그림 12 주엔진 하중 적용

(사) 선체 거더 전단력의 고려

(a) 선체 거더 전단력은 각 화물창 중심의 횡격벽의 위치에서 계산하여야 하며, 목표값은 다음과 같이 정해진다. 또한 각 횡격벽에서의 부호는 표 5, 표 6 및 표 7의 적재조건과 같이 적용한다.

$$Q_{targ} = F_s + F_w$$

여기서,

F_s : 정수 중 전단력(kN)

F_w : 파랑 전단력으로서 규칙 3편 3장 3절 301을 따른다.(kN)

- (b) 중앙부 화물창의 경우 규칙 13편 1부 7장 2절을 따르며, 선수미 화물창의 경우 규칙 13편 1부 7장 2절을 따른다.
- (e) 전단 흐름의 직접 계산은 규칙 13편 1부 5장 부록 1을 따른다.
- (아) 선체 거더 굽힘 모멘트의 고려
 - (a) 선체 거더 굽힘모멘트의 조정은 전단력을 조정된 후에 적용한다.
 - (b) 수직 굽힘 모멘트 해석에 있어서 목표 선체 거더 굽힘모멘트는 유한 요소 모델 내의 중앙부 화물창의 중앙부에서 발생할 수 있는 최대 수직 굽힘 모멘트이다. 선체 거더 굽힘모멘트의 목표값은 다음과 같이 구해진다.

$$M_{v-targ} = M_s + M_w$$

여기서 :

M_s : 정수 중 수직 굽힘 모멘트(kNm)

M_w : 파랑 수직 굽힘 모멘트로서 3편 3장 표 3.3.1에 따른다.(kNm)

- (c) 모델에 가해진 국부 하중에 의하여 야기되는 선체 거더 굽힘 모멘트의 분포는 규칙 13편 1부 7장 2절에 따라 단순 보 이론을 사용하여 계산된다.
- (d) 목표 수직 굽힘 모멘트에 도달해야 하는 경우, 모델의 중앙부 화물창에서 이 목표값을 발생시키기 위하여 추가적인 수직 굽힘 모멘트가 화물창 유한요소모델의 양쪽 단부에 적용되어야 한다. 이러한 단부 수직 굽힘 모멘트는 다음에 따른다.

$$M_{Y-aft} = M_{v-targ} - M_{V-FEM}(x_{v-max})$$

$$M_{Y-fwd} = -M_{Y-aft}$$

여기서,

x_{v-max} : 중앙부 화물창에서 국부 하중에 의해 최대 굽힘 모멘트가 발생하는 길이방향 위치(m)

M_{Y-fwd} : 유한요소모델의 전단에 적용되는 추가적인 수직 굽힘 모멘트(kNm)

M_{Y-aft} : 유한요소모델의 후단에 적용되는 추가적인 수직 굽힘 모멘트(kNm)

M_{V-FEM} : 국부 하중에 의해 x_{v-max} 위치에서 발생하는 수직 굽힘 모멘트(kNm)

- (e) 선수부 및 선미부 화물창 구조해석의 굽힘 모멘트 조정 절차는 규칙 13편 1부 7장 2절 4.4.9를 따른다.
- (자) 적재조건

고려하는 적재 조건은 만재 시(고비중/저비중), 평형수 적재, 다항 적재, 항구 적재를 기준으로 한다. 특수한 적재상태가 예상될 경우 그러한 적하 상태도 계산에 포함되어야 한다. 표 5, 표 6 및 표 7은 중앙부 화물창 및 선수미 화물창의 적재 조건이다. 적재 조건은 적하지침서, 적하순서 및 구획배치에 따라 변경될 수 있으며, 적하지침서에 다항적재 조건이 없는 경우, 표 5, 표 6 및 표 7의 다항적재 조건은 생략 가능하며 [no MP] 부기부호를 부여 한다.

표 5 중앙부 화물창 적재 조건

상태	번호	설명	홀수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
항해	1	만재상태 (1)	T_s	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	2	만재상태 (2)	T_s	파고	고비중/ 저비중		0% ¹¹⁾	100% (Hog)	-	-
항해	3	평형수 (Normal)	T_{bal}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	4	평형수 (Heavy)	T_{bar-H}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	5	다항적재 (1)	$T_{multi-min}^{1)}$	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	6	다항적재 (2)	$T_{multi-min}^{1)}$	파고	고비중/ 저비중		0% ¹¹⁾	100% (Hog)	-	-
항해	7	다항적재 (3)	$T_{multi-max}^{2)}$	파저	고비중/ 저비중		0% ¹¹⁾	100% (Sag)	-	-
항해	8	다항적재 (4)	$T_{multi-max}^{2)}$	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	9	다항적재 (5) ⁷⁾	$T_{multi-min}^{1)}$	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	Fore ⁵⁾ :	Fore ⁵⁾ :
									+100%	+100%
항해	10	다항적재 (6) ⁸⁾	$T_{multi-max}^{2)}$	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	Aft ⁶⁾ :	Aft ⁶⁾ :
									-100%	-100%
항해	11	다항적재 (7)	$T_{multi-min}^{1)}$	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	Fore ⁵⁾ :	Fore ⁵⁾ :
									-100%	-100%
항해	12	다항적재 (8)	$T_{multi-min}^{1)}$	파고	고비중/ 저비중		0% ¹¹⁾	100% (Hog)	Aft ⁶⁾ :	Aft ⁶⁾ :
									+100%	+100%
항해	13	다항적재 (9)	$T_{multi-min}^{1)}$	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	14	다항적재 (10)	$T_{multi-min}^{1)}$	파고	고비중/ 저비중		0% ¹¹⁾	100% (Hog)	-	-
항해	15	다항적재 (11)	$T_{multi-max}^{2)}$	파저	고비중/ 저비중		0% ¹¹⁾	100% (Sag)	-	-
항해	16	다항적재 (12)	$T_{multi-max}^{2)}$	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	17	다항적재 (13)	$T_{multi-max}^{2)}$	파저	고비중/ 저비중		0% ¹¹⁾	100% (Sag)	-	-

표 5 중앙부 화물창 적재 조건(계속)

상태	번호	설명	홀수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
항해	18	다항적재 (14)	$T_{multi-max}^{2)}$	파고	고비중/저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항구	19	항구적재 (1)	$T_{harbour-min}^{3)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	20	항구적재 (2)	$T_{harbour-max}^{4)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	21	항구적재 (3) ⁹⁾	$T_{harbour-min}^{3)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Sag)	-	Fore ⁵⁾ : +100%	-
									Aft ⁶⁾ : -100%	-
항구	22	항구적재 (4) ¹⁰⁾	$T_{harbour-max}^{4)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Hog)	-	Fore ⁵⁾ : -100%	-
									Aft ⁶⁾ : +100%	-
항구	23	항구적재 (5)	$T_{harbour-min}^{3)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	24	항구적재 (6)	$T_{harbour-min}^{3)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	25	항구적재 (7)	$T_{harbour-max}^{4)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	26	항구적재 (8)	$T_{harbour-max}^{4)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Hog)	-	-	-
탱크	27	탱크시험 (1)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-
탱크	28	탱크시험 (2)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-

(비고)

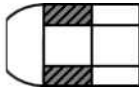
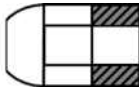
적재 조건은 적하지침서에 따라 변경/추가될 수 있다. 적하지침서에 다항적재 조건이 없는 경우, 표 5의 다항적재 조건은 생략 가능하며 특기사항으로 no MP를 부여 한다.

- 1) $T_{multi-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
- 2) $T_{multi-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
- 3) $T_{harbour-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
- 4) $T_{harbour-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
- 5) Fore : 중심 화물창의 앞쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
- 6) Aft : 중심 화물창의 뒤쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
- 7) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 다항적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
- 8) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 다항적재(4)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
- 9) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 항구적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
- 10) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 항구적재(2)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
- 11) 0%* : 적하지침서를 참조하여 적용한다.

표 6 선미부 화물창의 적재조건

상태	번호	설명	홀수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
항해	1	만재상태 (1)	T_s	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	2	만재상태 (2)	T_s	파고	고비중/ 저비중		0% ⁹⁾	100% (Hog)	-	-
항해	3	평형수 (Normal)	T_{bal}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	4	평형수 (Heavy)	T_{bal-H}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	5	다항적재 (1)	$T_{multi-min}^{1)}$	파저	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	6	다항적재 (2)	$T_{multi-min}^{1)}$	파고	고비중/ 저비중		0% ⁹⁾	100% (Hog)	-	-
항해	7	다항적재 (3)	$T_{multi-max}^{2)}$	파저	고비중/ 저비중		0% ⁹⁾	100% (Sag)	-	-
항해	8	다항적재 (4)	$T_{multi-max}^{2)}$	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	9	다항적재 (5) ⁷⁾	$T_{multi-min}^{1)}$	파고	고비중/ 저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	Fore ⁵⁾ : +100% Aft ⁶⁾ : -100%	Fore ⁵⁾ : +100% Aft ⁶⁾ : -100%
항해	10	다항적재 (6)	$T_{multi-max}^{2)}$	파고	고비중/ 저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항구	11	항구상태 (1)	$T_{harbour-min}^{3)}$	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	12	항구상태 (2)	$T_{harbour-max}^{4)}$	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	13	항구적재 (3) ⁸⁾	$T_{harbour-min}^{3)}$	정수압	고비중/ 저비중		100% (Sag)	-	Fore ⁵⁾ : +100% Aft ⁶⁾ : -100%	- -
항구	14	항구상태 (4)	$T_{harbour-max}^{4)}$	정수압	고비중/ 저비중		100% (Hog)	-	-	-

표 6 선미부 화물창의 적재조건(계속)

상태	번호	설명	흘수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 굽힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
탱크	15	탱크시험 (1)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-
탱크	16	탱크시험 (2)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-

(비고)

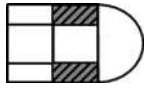
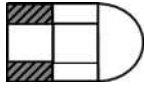
적재 조건은 적하지침서에 따라 변경/추가될 수 있다. 적하지침서에 다항적재 조건이 없는 경우, 표 6의 다항적재 조건은 생략 가능하며 특기사항으로 **no MP**를 부여 한다.

- 1) $T_{multi-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
- 2) $T_{multi-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
- 3) $T_{harbour-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
- 4) $T_{harbour-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
- 5) Fore : 중심 화물창의 앞쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
- 6) Aft : 중심 화물창의 뒤쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
- 7) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 다항적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
- 8) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 항구적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
- 9) 0%* : 적하지침서를 참조하여 적용한다.

표 7 선수부 화물창의 적재조건

상태	번호	설명	홀수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 곁힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
항해	1	만재상태 (1)	T_s	파저	고비중/저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	2	만재상태 (2)	T_s	파고	고비중/저비중		0% ⁹⁾	100% (Hog)	-	-
항해	3	평형수 (Normal)	T_{bal}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	4	평형수 (Heavy)	T_{bal-H}	파고	-		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	5	다항적재 (1)	$T_{multi-min}^{1)}$	파저	고비중/저비중		100% (Sag)	100% (Sag)	-	-
항해	6	다항적재 (2)	$T_{multi-min}^{1)}$	파고	고비중/저비중		0% ⁹⁾	100% (Hog)	-	-
항해	7	다항적재 (3)	$T_{multi-max}^{2)}$	파저	고비중/저비중		0% ⁹⁾	100% (Sag)	-	-
항해	8	다항적재 (4)	$T_{multi-max}^{2)}$	파고	고비중/저비중		100% (Hog)	100% (Hog)	-	-
항해	9	다항적재 (5) ⁷⁾	$T_{multi-min}^{1)}$	파저	고비중/저비중		100% (Sag)	-	Fore ⁵⁾ : +100%	-
								Aft ⁶⁾ : -100%	-	
항해	10	다항적재 (6)	$T_{multi-max}^{1)}$	파고	고비중/저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	11	항구상태 (1)	$T_{harbour-min}^{3)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Sag)	-	-	-
항구	12	항구상태 (2)	$T_{harbour-max}^{4)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Hog)	-	-	-
항구	13	항구적재 (3) ⁸⁾	$T_{harbour-min}^{3)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Sag)	-	Fore ⁵⁾ : +100%	-
								Aft ⁶⁾ : -100%	-	
항구	14	항구상태 (4)	$T_{harbour-max}^{4)}$	정수압	고비중/저비중		100% (Hog)	-	-	-

표 7 선수부 화물창의 적재조건(계속)

상태	번호	설명	흘수	파랑 하중	내부 하중	적재 양식	목표 급힘 모멘트 및 전단력			
							% of M_s	% of M_w	% of F_s	% of F_w
탱크	15	탱크시험 (1)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-
탱크	16	탱크시험 (2)	$T_{sc}/3$	정수압	-		-	-	-	-

(비고)
적재 조건은 적하지침서에 따라 변경/추가될 수 있다. 적하지침서에 다항적재 조건이 없는 경우, 표 7의 다항적재 조건은 생략 가능하며 특기사항으로 no MP를 부여 한다.
1) $T_{multi-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
2) $T_{multi-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
3) $T_{habour-min}$: 최대 허용 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
4) $T_{habour-max}$: 필요 최소 중량을 만족해야 한다.((9) 참조)
5) Fore : 중심 화물창의 앞쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
6) Aft : 중심 화물창의 뒤쪽 횡격벽 목표 전단력의 부호
7) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 다항적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
8) 만약 이 적하 상태가 고려되지 않는 경우, 항구적재(1)의 적재양식으로 평가되어야 한다.
9) 0%* : 적하지침서를 참조하여 적용한다.

(5) 횡파에 의한 동적전단력 적용

(가) 일반

(a) 횡파에서 메타센터 높이가 클 경우 횡동요가 크게 발생되고 이로 인한 동적전단력에 대한 횡부재의 안전성을 위하여 BSR 및 BSP 하중조건이 표 8 과 표 9에 보인 바와 같이 적용되어야 한다. BSR 및 BSP 하중 조건의 의미는 다음과 같다.

BSR-1P 와 BSR-2P : 좌현으로부터 오는 파도에 의하여 좌현의 상하방향으로의 횡동요 운동을 최소화 및 최대화하는 횡파에 대한 등가설계파

BSR-1S 와 BSR-2S : 우현으로부터 오는 파도에 의하여 우현의 상하방향으로의 횡동요 운동을 최대화 및 최소화하는 횡파에 대한 등가설계파

BSP-1P 와 BSP-2P : 중앙부 흘수선에서 좌현의 동적수압을 최대화 및 최소화 하는 횡파에 대한 등가설계파

BSP-1S 와 BSP-2S : 중앙부 흘수선에서 우현의 동적수압을 최대화 및 최소화 하는 횡파에 대한 등가설계파

(b) BSR 및 BSP 하중조건은 중앙화물창 모델에 대하여 화물비중 $\gamma = 3.0$ (ton/m³) 에 해당하는 고비중 화물의 만재적재 조건에 대하여 적용한다. 하중 적재 패턴은 표 5의 1번에 해당하는 적재조건이 적용되어야 한다.

(나) 하중 적용

(a) BSR 및 BSP 하중조건에 대한 기호의 정의는 다음과 같다.

T_θ : 횡동요 주기 (s)로 다음 식에 의한다.

$$T_\theta = \frac{2.3\pi k_\gamma}{\sqrt{gGM}}$$

여기서;

k_r : 횡동요 회전반경(m), 적하지침서에서 명시하지 않는 경우 0.25B가 사용되어야 한다.

GM : 메타센터 높이(m), 적하지침서에서 명시하지 않는 경우 0.20B가 사용되어야 한다.

g : 9.81 m/s^2

θ : 횡동요 각도(deg)로 다음 식에 의한다.

$$\theta = \frac{9000(1.25 - 0.025 T_\theta) f_{BK}}{(B+75)\pi}$$

여기서,

f_{BK} : 다음식에 의한다:

$f_{BK} = 1.2$, 빌지킬이 없는 선박의 경우.

$f_{BK} = 1.0$, 빌지킬이 있는 선박의 경우

T_ϕ : 종동요 주기(s) 다음 식에 의한다.

$$T_\phi = \sqrt{\frac{2.6\pi L}{g}}$$

ϕ : 종동요 각도(deg) 다음 식에 의한다.

$$\phi = 1350 L^{-0.94} \left\{ 1 + \frac{3.0}{\sqrt{gL}} \right\}$$

a_0 : 가속도 변수로서 다음 식에 의한다.

$$a_0 = (1.58 - 0.47C_B) \left(\frac{2.4}{\sqrt{L}} + \frac{34}{L} - \frac{600}{L^2} \right)$$

x, y, z : 고려하는 위치의 X, Y 및 Z 좌표 (m) 로 원점은 선박의 종방향 대칭면, L의 선미단 및 기준선 사이의 교차점이다.

R : 선박 회전 중심에 대한 수직좌표(m)는 다음 식에 의한다.

$$R = \min \left(\frac{D}{4} + \frac{T_{LC}}{2}, \frac{D}{2} \right)$$

T_{SC} : 설계흘수

f_β : 파도의 진행방향에 대한 수정계수로서 다음 식에 따른다.

$f_\beta = 0.8$, 최대파랑하중 설계하중시나리오에 대한 BSR 및 BSP 하중상태

표 8 BSR 및 BSP 하중 상태에 대한 선박응답

하중성분	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S
EDW	BSR				BSP			
파랑	횡파				횡파			
영향	최대 횡동요				수선에서의 최대 압력			
VWBM	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅	새깅	호깅
VWSF	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)	선미(-) 선수(+)	선미(+) 선수(-)
HWBM	우현 인장	좌현 인장	우현 인장	좌현 인장	우현 인장	좌현 인장	우현 인장	좌현 인장
Surge	-	-	-	-	선수방향	선미방향	선수방향	선미방향
a_{surge}	-	-	-	-				
Sway	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향	우현방향	좌현방향
a_{sway}								
상하동요	하향	상향	하향	상향	하향	상향	하향	상향
a_{heave}								
횡동요	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향	우현 하향	우현 상향	좌현 하향	좌현 상향
a_{roll}								
종동요	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향	선수 상향	선수 하향
a_{pitch}								

Note)
 VWBM & VWSF : 파랑 수직굽힘 모멘트 및 전단력 Pt. 3, Ch 3을 따른다 .
 HWBM : 파랑 수평굽힘 모멘트로 (B)에 정의된 식에 의한다.
 WS : 풍상측, 오는 파도에 노출된 선박의 측면.
 LS : 풍하측, 오는 파도에 노출되지 않은 선박의 보호된 측면.

- (b) 선체운동 가속도는 다음에 의한다.
 전후동요에 의한 증가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{surge} = 0.25 a_0 g$$

좌우동요에 의한 횡가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{sway} = 0.55 a_0 g$$

상하동요에 의한 수직가속도(m/s^2)는 다음 식에 의한다.

$$a_{heave} = a_0 g$$

표 9 BSR 및 BSP 하중상 태에 대한 하중조합계수

하중성분	LCF	BSR-1P	BSR-2P	BSR-1S	BSR-2S	BSP-1P	BSP-2P	BSP-1S	BSP-2S	
선체거더하중	M_{wv}	C_{WV}	-0.1	0.1	-0.1	0.1	-0.4	0.4	-0.4	0.4
	Q_{wv}	C_{QW}	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.3	-0.3	0.3	-0.3
	M_{wh}	C_{WH}	0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4
종가속도	a_{surge}	C_{XS}	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.15	0.15	-0.15	0.15
	$a_{pitch-x}$	C_{XP}	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.45	-0.45	0.45	-0.45
	$gsin\phi$	C_{XG}	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.25	0.25	-0.25	0.25
횡가속도	a_{sway}	C_{YS}	0.5	-0.5	-0.5	0.5	0.4	-0.4	-0.4	0.4
	a_{roll-y}	C_{YR}	1.0	-1.0	-1.0	1.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$gsin\theta$	C_{YG}	-1.0	1.0	1.0	-1.0	-0.9	0.9	0.9	-0.9
수직가속도	a_{heave}	C_{ZH}	-0.25	0.25	-0.25	0.25	0.5	-0.5	0.5	-0.5
	a_{roll-z}	C_{ZR}	1.0	-1.0	1.0	-1.0	1.0	-1.0	-1.0	1.0
	$a_{pitch-z}$	C_{ZP}	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.45	-0.45	0.45	-0.45

횡동요에 의한 각가속도(rad/s²)는 다음 식에 의한다.

$$a_{roll} = \theta \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_\theta} \right)^2$$

종동요에 의한 각가속도(rad/s²)는 다음 식에 의한다.

$$a_{pitch} = 1.5 \phi \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_\phi} \right)^2$$

임의 위치에서 관성하중을 도출하기 위한 가속도는 선박 고정 좌표계에 관하여 정의된다. 따라서 정의되는 가속도 값들은 일시적인 횡동요각으로 인한 중력 가속도 요소를 포함한다.

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 종가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_x = -C_{XG} g \sin\phi + C_{XS} a_{surge} + C_{XP} a_{pitch}(z - R)$$

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 횡가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_y = C_{YG} g \sin\theta + C_{YS} a_{sway} - C_{YR} a_{roll}(z - R)$$

각각의 동적하중 상태에 대한 임의 위치에서의 수직가속도는 다음 식에 의한다.

$$a_z = C_{ZH} a_{heave} + C_{ZR} a_{roll}y - C_{ZP} a_{pitch}(x - 0.45L)$$

(c) 선체거더 하중

파랑 수직 굽힘 모멘트 및 전단력은 (4)의 (사) 및 (아) 에 따른다. 파랑 수형굽힘 모멘트(kNm)는 다음 식에 의한다,

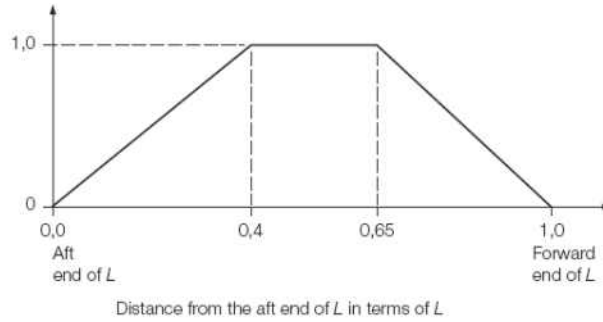
$$M_{wh} = f_{nlh} \left(0.31 + \frac{L}{2800} \right) f_m C_w L^2 T_{SC} C_B$$

여기서 :

f_{nlh} : 비선형 효과를 고려하는 계수로서 다음과 같다.

$$f_{nlh} = 0.9$$

f_m : 분포계수로서 다음에 따른다.



C_w : Wave coefficient, in m, to be taken as:

$$C_w = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5} \quad \text{for } 90 \leq L \leq 300$$

$$C_w = 10.75 \quad \text{for } 300 < L \leq 350$$

$$C_w = 10.75 - \left(\frac{L - 350}{150} \right)^{1.5} \quad \text{for } 350 < L \leq 500$$

(d) BSR 하중상태에 대한 동적수압

임의의 하중점에서 BSR-1 및 BSR-2 하중상태에 대한 파랑압력, P_W (kN/m²), 표 10, 그림 13 및 그림 14에 따른다. 전체 외부 수압은 $P_S + P_W$ 로 계산되어야 하며, P_S 는 임의의 하중점에서 정수중 수압을 말한다.

표 10 BSR 하중상태에 대한 동적수압

하중상태	파랑압력, in kN/m ²		
	$z \leq T_{SC}$	$T_{SC} < z \leq h_W + T_{SC}$	$z > h_W + T_{SC}$
BSR-1P	$P_W = \max (P_{BSR}, \rho g (z - T_{SC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g (z - T_{SC})$	$P_W = 0.0$
BSR-2P	$P_W = \max (-P_{BSR}, \rho g (z - T_{SC}))$		
BSR-1S	$P_W = \max (P_{BSR}, \rho g (z - T_{SC}))$		
BSR-2S	$P_W = \max (-P_{BSR}, \rho g (z - T_{SC}))$		

여기서;

BSR-1P 및 BSR-2P 하중상태:

$$P_{BSR} = f_\beta f_R f_{nl} k_a k_p \left[9 y \sin \theta + (-0.95 f_{yB} - 2 f_{zT} - 0.2) C_W \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}} \right]$$

BSR-1S 및 BSR-2S 하중상태:

$$P_{BSR} = f_{\beta} f_R f_{nl} k_a k_p \left[-9 y \sin \theta + (-0.95 f_{yB} - 2 f_{zT} - 0.2) C_W \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}} \right]$$

f_R : 운항관련 수정계수로 다음에 따른다.

$$f_R = 0.85$$

f_{nl} : 비선형효과를 고려하는 수정계수로 다음에 따른다

$$f_{nl} = 1.0$$

$$k_a = k_{a-WL} f_{yB} + k_{a-CL} (1 - f_{yB})$$

$$k_p = k_{p-WL} f_{yB} + k_{p-CL} (1 - f_{yB})$$

위상계수, k_{a-WL} , k_{a-CL} , k_{p-WL} and k_{p-CL} 은 다음에 따른다. 중간위치에서는 선형보간법에 의한다

- BSR-1P 및 BSR-2P의 좌현 또는 BSR-1S 및 BSR-2S의 우현

f_{xL}	0.0	0.2	0.35	0.5	0.7	1.0
k_{a-WL}	0.4	0.9	1.05	1.0	0.9	0.6

f_{xL}	0.0	0.15	0.3	0.6	0.85	1.0
k_{p-WL}	2.0	2.0	1.6	1.0	1.0	-1.0

- BSR-1S 및 BSR-2S의 좌현 또는 BSR-1P 및 BSR-2P의 우현

f_{xL}	0	0.3	0.5	0.65	0.8	1.0
k_{a-WL}	0.2	0.75	1.	1.1	1.0	0.8

f_{xL}	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
k_{p-WL}	0.95	0.9	0.7	1.0	1.0	0.9	1.0

- 중심선

f_{xL}	0.0	0.2	0.4	0.6	0.85	1.0
k_{a-CL}	1.5	1.5	1.0	1.0	2.0	2.0

f_{xL}	0.0	0.2	0.5	0.7	1.0
k_{p-CL}	-0.5	-0.5	1.0	1.0	1.0

f_{xL} : 임의의 하중점의 X-좌표와 선체길이의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{xL} = \frac{x}{L}, \text{ 단 } 0.0 \text{ 보다 작거나 } 1.0 \text{ 보다 클 필요는 없다.}$$

f_{zT} : 임의의 하중점의 Z 좌표와 설계흘수의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{zT} = \frac{z}{T_{SC}}, \text{ 단 } 1.0 \text{ 보다 클 필요는 없다.}$$

f_{yB} : 임의의 하중점의 Y 좌표와 선체 폭의 비로 다음 식에 의한다.

$$f_{yB} = \frac{|2y|}{B_x}, \text{ 단 } 1.0 \text{ 보다 클 필요는 없다.}$$

$$f_{yB} = 0, \text{ 단, } B_x = 0 \text{ 일때}$$

B_x : 고려하는 단면에서 흘수선에서 측정한 선박의 형 너비(m).

λ : 파장(m)으로 다음 식에 의한다.

$$\lambda = \frac{g}{2\pi} T_\theta^2$$

$P_{W,WL}$: 고려하는 동적 하중 상태에 대해 흘수선에서 파랑압력 (kN/m^2) 으로 다음에 따른다.

$$y = B_x/2 \text{ 이고 } z = T_{SC} \text{ 인 경우 } P_{W,WL} = P_{BSR}$$

h_w : 흘수선에서의 압력과 동등한 수두 (m)로 다음에 의한다.

$$h_w = \frac{P_{W,WL}}{\rho g}$$

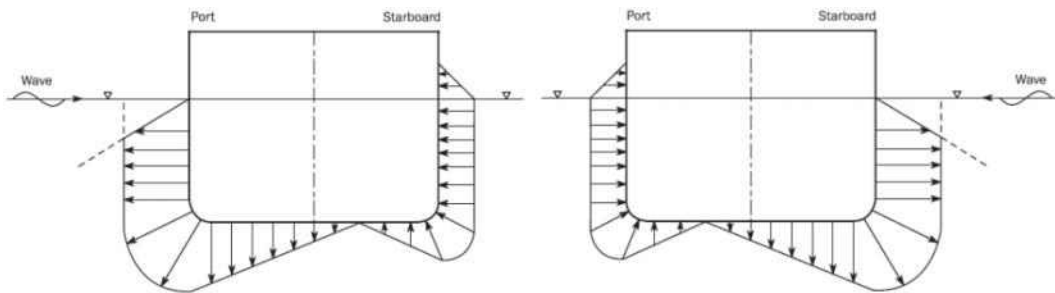


그림 13 BSR-1S (좌) 및 BSR-1P (우) 하중 상태에 대한 동적압력의 횡방향 분포

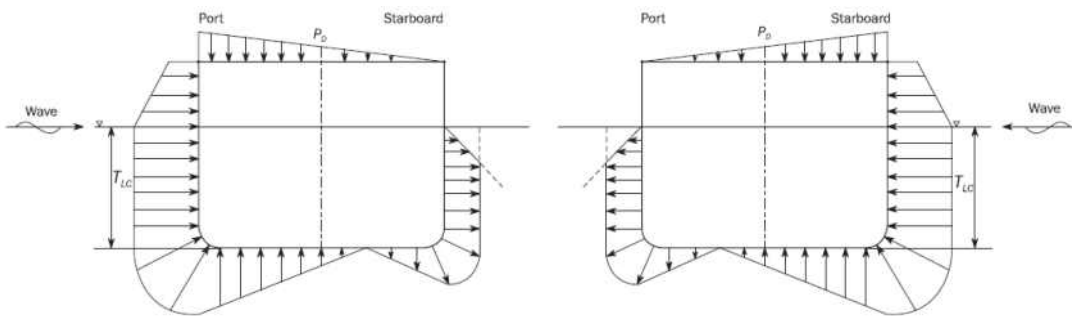


그림 14 BSR-2S (좌) 및 BSR-2P (우) 하중 상태에 대한 동적압력의 횡방향 분포

(e) BSP 하중상태에 대한 동적수압

임의의 하중점에서 BSP-1 및 BSP-2 하중상태에 대한 파랑압력, P_w (kN/m^2), 표 11, 그림 15 및 16에 따른다. 전체 외부 수압은 $P_s + P_w$ 로 계산되어야 하며, P_s 는 임의의 하중점에서 정수중 수압을 말한다.

표 11 BSP 하중상태에 대한 등적수압

하중상태	파랑압력, in kN/m ²		
	$z \leq T_{SC}$	$T_{SC} < z \leq h_w + T_{SC}$	$z > h_w + T_{SC}$
BSP-1P	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$	$P_W = P_{W,WL} - \rho g(z - T_{SC})$	$P_W = 0.0$
BSP-2P	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		
BSP-1S	$P_W = \max(P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		
BSP-2S	$P_W = \max(-P_{BSP}, \rho g(z - T_{SC}))$		

여기서;

$$P_{BSP} = 1.25 f_{\beta} f_R f_{nl} k_a k_p f_{yz} C_{WV} \sqrt{\frac{L + \lambda - 125}{L}}$$

f_R : 운항관련 수정계수로 (d)에 따른다.

f_{nl} : 비선형효과를 고려하는 수정계수로 다음에 따른다

극심한 해수 하중 설계 하중 시나리오, 중간위치에서는 선형보간법에 의한다.

$$f_{nl} = 0.6 \text{ at } f_{xL} = 0$$

$$f_{nl} = 0.8 \text{ at } f_{xL} = 0.3$$

$$f_{nl} = 0.8 \text{ at } f_{xL} = 0.7$$

$$f_{nl} = 0.6 \text{ at } f_{xL} = 1$$

횡방향 위치	BSP-1P 및 BSP-2P	BSP-1S 및 BSP-2S
$y \geq 0$	$f_{yz} = 10 \frac{z}{T_{SC}} + 8.5 f_{yB} + 0.1$	$f_{yz} = -1.3 \frac{z}{T_{SC}} - 4 f_{yB} + 0.1$
$y < 0$	$f_{yz} = -1.3 \frac{z}{T_{SC}} - 4 f_{yB} + 0.1$	$f_{yz} = 10 \frac{z}{T_{SC}} + 8.5 f_{yB} + 0.1$

λ : 파장(m)으로 다음 식에 의한다.

$$\lambda = 0.5L$$

$$k_a = k_{a-WL} f_{yB} + k_{a-CL} (1 - f_{yB})$$

$$k_p = k_{p-WL} f_{yB} + k_{p-CL} (1 - f_{yB})$$

위상계수, k_{a-WL} , k_{a-CL} , k_{p-WL} and k_{p-CL} 은 다음에 따른다. 중간위치에서는 선형보간법에 의한다.

- BSP-1P 및 BSP-2P의 좌현 또는 BSP-1S 및 BSP-2S의 우현

f_{xL}	0.0	0.2	0.35	0.5	0.6	0.8	0.9	1
k_{a-WL}	0.3	0.9	1.1	1.0	0.9	0.9	0.7	0.5

f_{xL}	0.0	0.2	0.4	0.9	1.0
k_{p-WL}	1.0	0.9	1.0	1.0	0.5

- BSP-1S 및 BSP-2S의 좌현 또는 BSP-1P 및 BSP-2P의 우현

f_{xL}	0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0
k_{a-WL}	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.15	1.1	0.9

f_{xL}	0.0	0.05	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0
k_{p-WL}	0.5	1.2	-0.4	-0.1	0.6	1.0	0.9	0.3	0.8	1.0

- 중심선

f_{xL}	0.0	0.2	0.4	0.6	0.85	1.0
k_{a-CL}	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0

f_{xL}	0.0	0.35	0.5	0.8	1.0
k_{p-CL}	1.6	1.6	1.0	1.5	1.0

$P_{W,WL}$: 고려하는 동적 하중 상태에 대해 흘수선에서 파랑압력 (kN/m^2) 으로 다음에 따른다.
 $y = B_x/2$ 이고 $z = T_{SC}$ 인 경우 $P_{W,WL} = P_{BSP}$

그 외 기호는 (d) 에 정의한 바에 의한다.

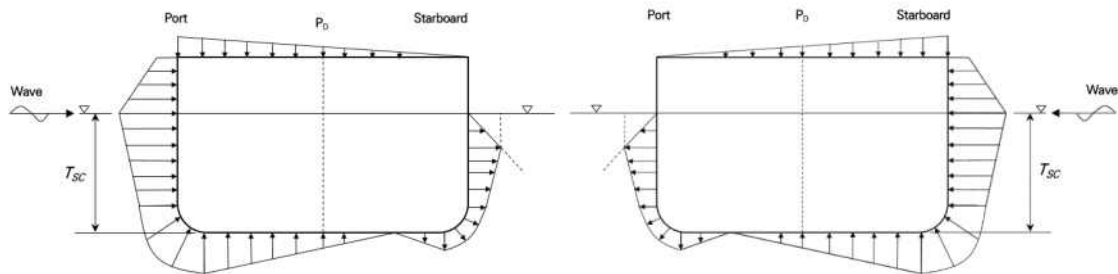


그림 15 BSP-1P (좌) 및 BSP-1S (우) 하중 상태에 대한 동적하중의 횡방향 분포

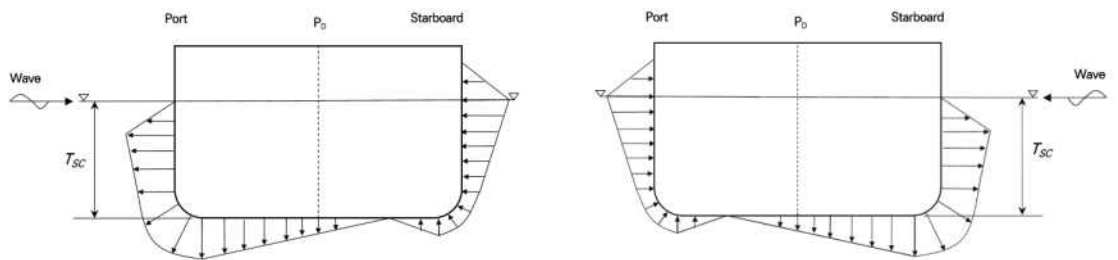


그림 16 BSP-2P (좌) 및 BSP-2S (우) 하중 상태에 대한 동적하중의 횡방향 분포.

(e) 내부 화물하중

화물창 경계의 임의 하중점에 작용하는 산적건화물로 인한 전체압력(kN/m^2)은 다음에 따른다.

$$P_{in} = w + P_{bd}$$

화물에 의한 정적압력은, w (kN/m^2) (4), (A), (a) (ii)에 의한다. 화물에 의한 동적압력은, P_{bd} (kN/m^2) 다음에 의한다.

$$P_{bd} = f_{\beta} \gamma [0.25a_x(x_G - x) + 0.25a_y(y_G - y) + K_C a_z(z_C - z)] \quad (kN/m^2), \quad z < z_C \text{ 인 경우}$$

$$P_{bd} = 0 \quad (kNm^2), \quad z > z_C \text{ 인 경우}$$

여기서,

a_x, a_y, a_z : 무게중심 x_G, y_G, z_G 에서 종, 횡 및 수직 가속도 (m/s²)

x_G, y_G, z_G : 고려하는 탱크의 또는 완전히 채워진 화물창의 무게중심으로 (d)에 정의된 기준 좌표계에 대한 X, Y, Z 좌표(m). 즉 . V_{Full} 에 대한 X, Y, Z 좌표. 부분적으로 채워진 화물창의 x_G, y_G, z_G 는 다음과 같다.

x_G, y_G : 화물창에 대한 무게중심 체적

$$z_G = h_{DB} + h_c/2, \quad h_{DB} \text{ 및 } h_c \text{ 는 (4), (A), (a)에 따른다.}$$

V_{Full} : 창구코밍 상단까지 화물창의 부피 (량)로서 다음에 의한 값

$$V_{Full} = V_H + V_{HC}, \quad V_H \text{ 및 } V_{HC} \text{ 는 (4), (A), (a)에 의한다.}$$

z_c : 기선으로부터 하중점의 화물창 상부표면까지의 높이(m)로서 다음에 의한 값

$$z_c = h_{DB} + h_c$$

K_C : 계수로서 (4), (A), (a) 에 의한다.

하중점 높이 z 가 z_c 이하인 경우, 화물 압력에 추가하여 하부 스텔판과 호퍼 탱크 경사판에 전단하중압력 $P_{bs-s} + P_{bs-d}$ 가 고려되어야 한다. 중력에 의한 정적 전단하중압력, P_{bs-s} 는 (4), (A), (a) (ii) 의 w_{sh} 에 의한다.

동적 전단하중압력, P_{bs-d} (판의 하방이 양(+), (kN/m²))는 다음 식에 의한다.

$$P_{bs-d} = f_{\beta} \gamma a_z \frac{(1 - K_C)(z_C - z)}{\tan \beta}$$

내저판을 따라 작용하는 산적건화물 하중으로 인한 횡 방향(좌현 쪽이 양의 방향) 의 동적 전단 하중압력 P_{bs-dx} 및 P_{bs-dy} (kN/m²) 는 다음에 따른다.

$$P_{bs-dx} = -0.75 f_{\beta} \gamma a_x h_C, \quad \text{선체 길이 방향(선수(+))인 경우}$$

$$P_{bs-dy} = -0.75 f_{\beta} \gamma a_y h_C, \quad \text{선체 폭 방향(좌현(+))인 경우}$$

(6) 허용 응력

부식 여유치를 포함한 초기 부재치수를 이용하여 직접강도계산에 의해 산정된 응력은 다음의 기준을 만족하여야 하며, 평가 범위는 그림 17과 같다.

$$\sigma_{act} < \sigma_{allow}$$

$$\sigma_{act} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{allow} = \eta \sigma_{yield}$$

$$\sigma_{yield} = 235/K \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

여기서 :

η : 항복강도 보정 계수

$\eta = 0.9$: (4)에 정의된 항해 및 항수 상태의 종강도 부재 및 (5)에 정의된 하중상태의 모든 부재
 $\eta = 0.72$: (4)에 정의된 항해 및 항수 상태의 횡강도 부재

K : 재료 계수 (3편 부록 3-2 표 5 참조)
 σ_x : 요소 좌표계 x 방향 응력
 σ_y : 요소 좌표계 y 방향 응력
 τ : 요소 좌표계 $x-y$ 평면내의 응력

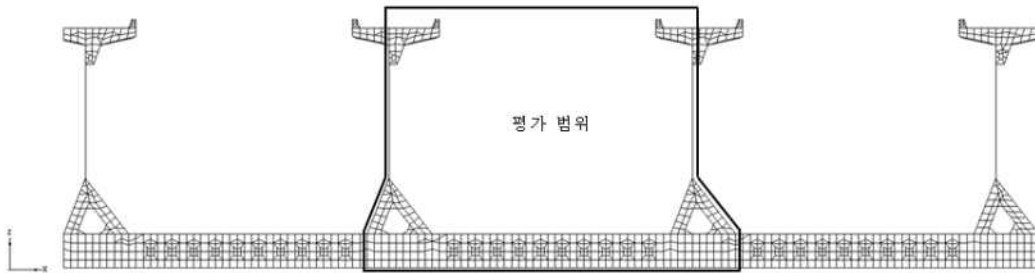


그림 17 평가 범위

(7) 좌굴

선체구조의 판 패널은 보강판 패널 SP 또는 보강되지 않은 패널, UP로 구분하여, 13편 1부 8장에 정의된 방법 A 및 방법 B는 그림 18 및 그림 19에 따라 정의되어야 한다. 좌굴 평가는 규칙 13편 1부 8장을 따르며 좌굴평가를 위한 부식 두께 및 좌굴 판정치는 표 12 및 표 13과 같다. (5)에 정의된 횡파에 의한 동적전단력이 반영된 하중상태일 경우 모든 부재에 좌굴계수 1.0을 적용한다.

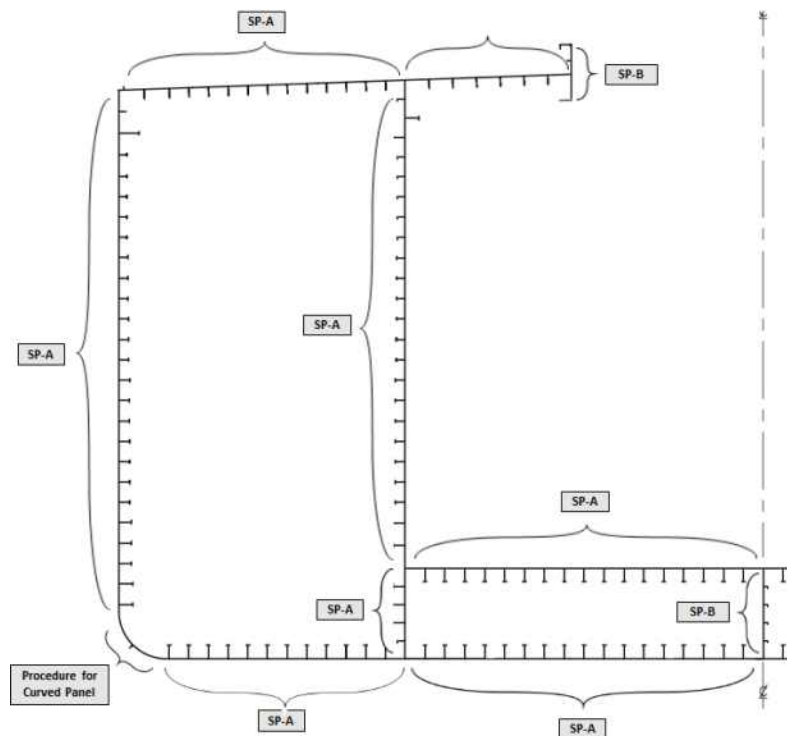


그림 18 광석운반선의 종강도 판 패널

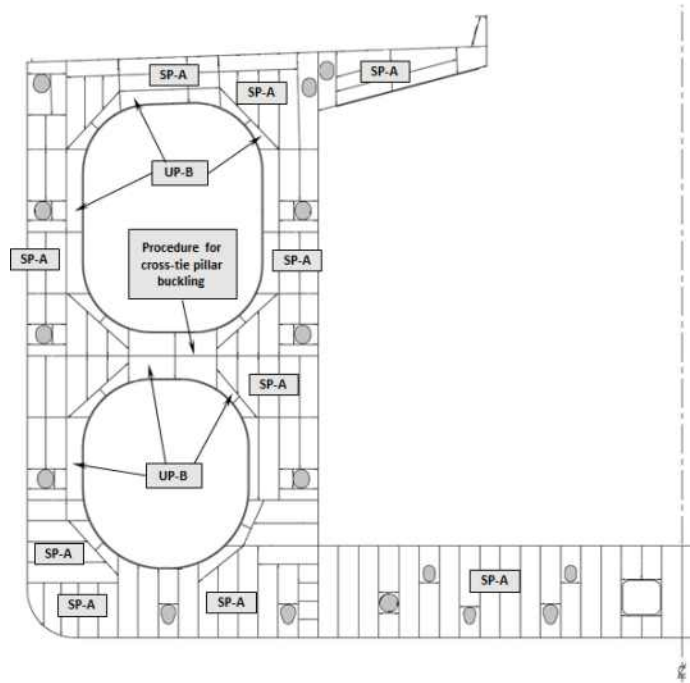


그림 19 광석운반선의 웹 프레임 판 패널

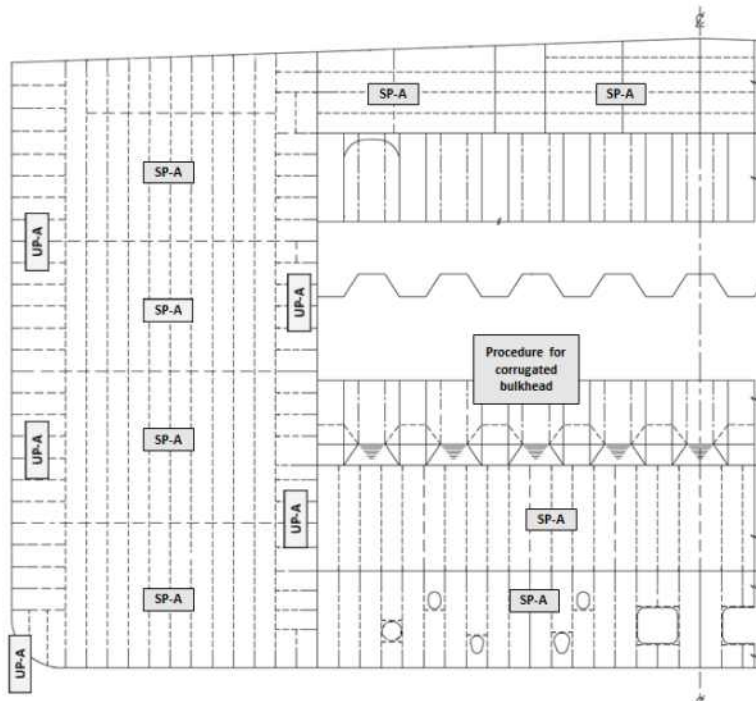


그림 20 광석운반선의 횡격벽 판 패널

표 12 부식 두께

위치	부식 두께
양 면이 해수에 접하는 경우	2.5 mm
한 면이 해수에 접하는 경우	2.0 mm
어떠한 면도 해수에 접하지 않는 경우	1.5 mm

표 13 좌굴 판정치

부재	좌굴 판정치
Cross Deck, Hatch End Beam and Upper Stool	0.8
그 밖의 부재	1.0

(8) 국부 구조강도해석

(가) 적용

(a) 국부 구조강도해석의 구조 상세부 목록은 다음과 같다.

- 호퍼 너클
- 개구부
- 갑판 및 이중저의 종통보강재와 횡격벽과의 연결부
- 파형격벽과 인접한 구조의 연결부
- 창구 모서리

(b) 직접강도해석으로 계산된 응력(σ_{act})이 허용응력(σ_{allow})의 95% 이상인 범위의 기타 고응력 발생부위는 선급의 판단에 따라 상세해석을 추가 수행해야 한다.

(나) 구조상세분할

(a) 국부 구조강도해석의 범위는 검토대상 구역으로부터 모든 방향으로 10개 이상의 요소여야 한다.

(b) 국부 구조강도해석 범위 내의 모든 판 및 보강재는 쉘 요소로 표현되어야 한다.

(c) 요소 코너의 각도가 45도 미만이거나 135도를 초과하는 비뚤어진 요소는 피해야 한다.

(d) 요소의 종횡비는 가능한 1에 가깝게 유지되어야 하며, 3 이하여야 한다.

(e) 국부 구조강도해석의 요소분할 크기는 구조를 잘 표현할 수 있어야 하며, 종통재 간격 미만으로 하여야 한다.

(f) 개구부에 대하여 국부 구조강도해석을 진행할 경우, 개구부 주위에서 처음 두 층의 요소는 50mm×50mm 이하의 크기로 모델링 되어야 한다. 개구 단부에 직접 용접된 단부 보강재는 쉘 요소로 모델링하여야 한다. 개구에 가까운 웹 보강재는 개구의 단부로부터 최소한 50 mm 거리에 위치하며 봉 또는 보 요소를 이용하여 모델링 할 수 있다.

(다) 상세분할해석의 허용응력

(a) 국부 구조강도해석 허용 응력은 다음의 기준을 만족하여야 한다.

$$\sigma_{act-l} < \sigma_{allow-l}$$

$$\sigma_{act-l} = \sqrt{\sigma_{x-l}^2 + \sigma_{y-l}^2 - \sigma_{x-l}\sigma_{y-l} + 3\tau_l^2}$$

$$\sigma_{allow-l} = \eta \eta_{local} \sigma_{yield-l}$$

$$\sigma_{yield-l} = 235/K \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

여기서 :

η : 항복강도 보정 계수는 (6)에 정의된 바에 따른다.

η_{local} : 국부 구조강도해석 조정 계수

- $\eta_{local} = 1.00$, 요소의 크기 \leq 종통재 간격 (mm)
- $\eta_{local} = 1.15$, 요소의 크기 $\leq 200 \times 200$ (mm)
- $\eta_{local} = 1.25$, 요소의 크기 $\leq 100 \times 100$ (mm)
- $\eta_{local} = 1.50$, 요소의 크기 $\leq 50 \times 50$ (mm)
- σ_{act-l} : 실제 계산된 응력 (N/mm²)
- $\sigma_{allow-l}$: 국부 구조강도해석에서의 허용 응력 (N/mm²)
- K : 재료 계수 (3편 부록 3-2 표 5 참조)
- σ_{x-l} : 요소 좌표계 x 방향 응력 (N/mm²)
- σ_{y-l} : 요소 좌표계 y 방향 응력 (N/mm²)
- τ_i : 요소 좌표계 $x-y$ 평면내의 응력 (N/mm²)

(b) 개구부 코너 부분을 평가할 경우, 아래와 같이 평균 응력을 구하여 평가할 수 있다.

$$\sigma_{av} < \sigma_{allow}$$

$$\sigma_{av} = \frac{\sum_1^n A_i \sigma_i}{\sum_1^n A_i}$$

여기서 :

- σ_{allow} : 직접강도계산에서의 허용 응력 (N/mm²)
- σ_{av} : 고려하는 범위 안의 평균 응력 (N/mm²)
- σ_i : 고려하는 범위 안의 각 요소 응력 (N/mm²)
- A_i : 고려하는 범위 안의 각 요소 넓이 (mm²)
- n : 고려하는 범위 안의 요소 개수

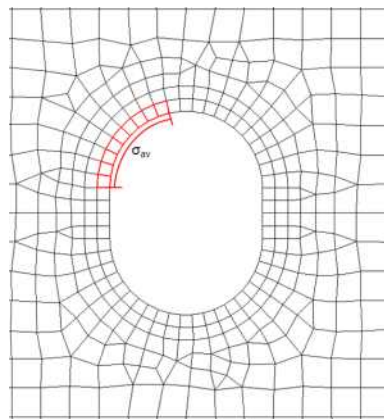


그림 21 평균 응력 예시

(9) 화물창 질량 곡선

(가) 각 화물창의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재중량을 만족하는 최소 및 최대 흘수를 아래 수식을 이용하여 계산하여야 한다. 중앙부 화물창 구조해석 시에는 2번 화물창에서 n-1번 화물창까지의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재중량을 만족해야 한다. 또한 선수부의 흘수는 1번 화물창, 선미부의 흘수는 n번 화물창의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재중량을 만족해야 한다. (그림 22 참조)

최대허용 중량 적용

$$\text{Curve 1 : } W_{MAX,SEA}(T_{LC}) = M - 1.025LB(T_{MIN,SEA} - T_{LC}) \leq M \text{ (ton)}$$

$$\text{Curve 2 : } W_{MAX,HAR}(T_{LC}) = M - 1.025LB(T_{MIN,HAR} - T_{LC}) \leq M \text{ (ton)}$$

필요최소 중량 적용

$$\text{Curve 3 : } W_{MIN,SEA}(T_{LC}) = 1.025LB(T_{LC} - T_{MAX,SEA}) \geq 0 \text{ (ton)}$$

$$\text{Curve 4 : } W_{MIN,HAR}(T_{LC}) = 1.025LB(T_{LC} - T_{MAX,HAR}) \geq 0 \text{ (ton)}$$

여기서 :

$W_{MAX,SEA}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC} 일 때의 항해상태 최대허용 중량 (ton)

$W_{MAX,HAR}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC} 일 때의 항구상태 최대허용 중량 (ton)

$W_{MIN,SEA}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC} 일 때의 항해상태 필요최소 중량 (ton)

$W_{MIN,HAR}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC} 일 때의 항구상태 필요최소 중량 (ton)

M : 해당 화물창의 최대 허용화물 중량 (ton)

$T_{MIN,SEA}$: 화물창의 최대 허용 화물 중량(M)이 적용되는 항해 상태에서의 최소 흘수(m) 다만, 항해 상태의 적재 최소 흘수 값(트림 고려)에서 0.2m 감소시킨 값 (m)

$T_{MAX,SEA}$: 화물창의 최소 허용 화물 중량이 적용되는 항해 상태에서의 최대 흘수(m) 다만, 항해상태의 적재 최대 흘수 값(트림 고려)에서 0.2m 증가시킨 값 (m)

$T_{MIN,HAR}$: 화물창의 최대 허용 화물 중량(M)이 적용되는 항구 상태에서의 최소 흘수 (m) 만약 항구 상태에서의 최소 흘수가 확인되지 않는 경우에는 아래의 식을 통해 강도평가가 이루어져야 한다.

$$T_{MIN,HAR} = T_{MIN,SEA} - (1.15M - W_{MAX,SEA}(T_{LC})) / (1.025LB)$$

L : 고려하는 화물창의 길이 (m)

B : 고려하는 화물창의 평균 폭 (m)

$T_{MAX,HAR}$: 화물창의 최소 허용 화물 중량이 적용되는 항구 상태에서의 최대 흘수 (m)

(나) 인접한 두 개 화물창의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재중량을 만족하는 최소 및 최대 흘수를 아래 수식을 통하여 계산하여야 한다. 중앙부 화물창 구조해석 시에는 2번 및 3번 화물창에서 n-2번 및 n-1번 화물창까지의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재 중량을 만족해야 한다. 또한 선수부의 흘수는 1번 및 2번 화물창, 선미부의 흘수는 n번 및 n-1번 화물창의 최대허용 적재중량 및 필요최소 적재 중량을 만족해야 한다. (그림 22 참조)

최대허용 중량 적용

$$\text{Curve 1 : } W_{MAX,SEA-AD}(T_{LC}) = M_{AD} - 1.025L_{AD}B_{AD}(T_{MIN,SEA-AD} - T_{LC}) \leq M_{AD} \text{ (ton)}$$

$$\text{Curve 2 : } W_{MAX,HAR-AD}(T_{LC}) = M_{AD} - 1.025L_{AD}B_{AD}(T_{MIN,HAR-AD} - T_{LC}) \leq M_{AD} \text{ (ton)}$$

필요최소 중량 적용

$$\text{Curve 3 : } W_{MIN,SEA-AD}(T_{LC}) = 1.025L_{AD}B_{AD}(T_{LC} - T_{MAX,SEA-AD}) \geq 0 \text{ (ton)}$$

$$\text{Curve 4 : } W_{MIN,HAR-AD}(T_{LC}) = 1.025L_{AD}B_{AD}(T_{LC} - T_{MAX,HAR-AD}) \geq 0 \text{ (ton)}$$

여기서 :

$W_{MAX,SEA-AD}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC} 일 때의 항해상태 인접한 두 화물창의 최대허용 중량 (ton)

$W_{MAX,HAR-AD}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC} 일 때의 항구상태 인접한 두 화물창의 최대허용 중량 (ton)

$W_{MIN,SEA-AD}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC} 일 때의 항해상태 인접한 두 화물창의 필요최소 중량 (ton)

$W_{MIN,HAR-AD}(T_{LC})$: 흘수가 T_{LC} 일 때의 항구상태 인접한 두 화물창의 필요최소 중량 (ton)

- $T_{MIN,SEA-AD}$: 인접한 두 화물창의 화물창의 최대 허용 화물 증량(M_{AD})이 적용되는 항해 상태에서의 최소 흘수 (m)
- $T_{MAX,SEA-AD}$: 인접한 두 화물창의 최소 허용 화물 증량이 적용되는 항해 상태에서의 최대 흘수(m)
- $T_{MIN,HAR-AD}$: 인접한 두 화물창의 최대 허용 화물 증량(M_{AD})이 적용되는 항구 상태에서의 최소 흘수 (m). 만약 항구 상태에서의 최소 흘수가 확인되지 않는 경우에는 아래의 식을 통해 강도 평가가 이루어져야 한다.

$$T_{MIN,HAR-AD} = T_{MIN,SEA-AD} - (1.15M_{AD} - W_{MAX,SEA-AD}(T_{LC})) / (1.025L_{AD}B_{AD})$$

- M_{AD} : 인접한 두 화물창의 최대 허용 화물창 증량 (ton)
- L_{AD} : 고려하는 화물창들의 길이 (m)
- B_{AD} : 고려하는 화물창들의 평균 폭 (m)
- $T_{MAX,HAR-AD}$: 인접한 두 화물창의 최소 허용 화물 증량이 적용되는 항구 상태에서의 최대 흘수 (m)

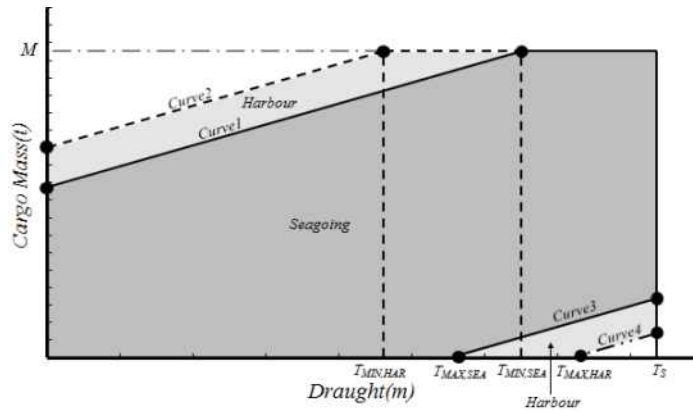


그림 22 화물창 질량 곡선



부록 7-11 개방갑판 상 컨테이너 고박을 위한 안전한 작업조건 제공에 대한 지침 (2019)

1. 일반

(1) 목적

추가특기사항 CSAP는 개방갑판 상 컨테이너 고박 작업에 종사하는 사람들에게 안전한 작업, 특히 안전한 접근과 안전한 작업 공간의 제공을 목적으로 한다.

(2) 범위

추가특기사항 CSAP의 범위는 컨테이너 고박 작업에서 보다 안전한 작업 조건을 보장하는 것이다. 이 지침에서는 작업구역, 컨테이너 상부 작업, 펜싱 및 낙하 방지의 설계 및 배치, 장애물 및 개구부의 표시, 통로, 사다리, 계단 및 기타 접근 설비, 냉동 컨테이너의 전원 공급 장치와 작업구역과 이동구역의 조명에 관한 설계와 배치에 대한 요구사항을 설명한다.

(3) 적용

이 지침에서 제시하는 요건을 준수하는 선박에는 추가특기사항 'CSAP'를 부여한다. CSAP는 개방갑판 상에 컨테이너를 운반하도록 설계된 선박에 적용할 수 있으며, 요청에 따라 다른 선박에도 적용할 수 있다.

(4) 용어의 정의

(가) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음에 따른다.

- 작업구역 : 컨테이너 고박장치를 조작하는 위치 또는 구역, 예, 창구 뒤편 상부 컨테이너 적재 사이; 래싱브릿지와 플랫폼
- 이동구역 : 통로, 계단, 갑판 및 선박에서 이동에 이용되는 기타 구역
- 펜스 : 사람의 추락을 막을 수 있는 가드 레일, 안전 장벽 및 이와 유사한 구조물
- 스트링거 : 사다리의 수직부 또는 측면부
- 수직 사다리 발판(rungs) : 사다리의 계단을 형성하는 바(bar)

2. 제출문서

(1) 화물안전접근도가 승인을 위하여 제출되어야 하며, 다음의 내용을 포함하여야 한다.

- 작업구역 및 이동구역의 배치 및 상세
- 작업구역 및 이동구역의 조명 배치 및 조도
- 냉동컨테이너 전원콘센트 및 인접 작업구역의 위치를 포함한 상세

3. 설계 요건

(1) 일반

(가) 화물안전접근도(Cargo Safe Access Plan, CSAP)는 의도된 모든 컨테이너 적재 상태에 대해 고박작업이 안전하게 수행될 수 있도록 설계 단계에서 개발되어야 한다.

(나) 일반적으로 화물안전접근도는 다음과 같은 위험성 평가를 기반으로 개발되어야 한다.

- 미끄러짐, 넘어짐
- 추락
- 수동으로 고박장치를 취급하는 동안의 부상
- 추락하는 고박장치 또는 다른 물체에 의한 충격
- 컨테이너 하역 및 적재 작업으로 인한 손상위험(심각한 손상을 방지하기 위한 적절한 보호장치 또는 기타의 방법을 개발하기 위하여 고 위험지역(high-risk area)이 식별되어야 한다.)
- 인접한 지역의 전기 위험(온도 제어 장치 케이블 연결 등)
- 컨테이너 고박작업을 안전하게 수행하기 위해 필요한 모든 영역에 대한 적절한 접근 설비
- 래싱 장비를 다루기 위한 인간공학(예: 장비의 크기와 무게)
- 하이큐브(9'6") 컨테이너 고박 및 40피트/45피트 컨테이너의 혼합 적재

(2) 이동구역

(가) 이동구역의 최소 여유 공간은 높이가 2m 이상이고 너비가 600 mm 이상이어야 한다(표 1 B, J 및 F1참조).

(나) 이동구역의 표면은 미끄럼 방지가 되어야 한다.

(다) 안전을 위하여 필요한 경우, 갑판 위의 통로는 페인트 칠 된 선이나 그림으로 표시되어야 한다.

- (라) 넘어질 위험을 초래할 수 있는 클리트, 리브 및 브래킷과 같은 이동구역 내 접근로에 있는 모든 돌출부는 대조되는 색상으로 강조 표시를 해야 한다.
- (마) 실행 가능한 한, 접근 사다리와 통로는 작업자가 배관을 타고 오르거나 영구 장애물이 있는 곳에서 일할 필요가 없도록 설계되어야 한다.
- (3) 작업구역
- (가) 작업구역에서는 3단 높이의 래싱바가 사용되지 않도록 설계되어야 하며, 고박장비 보관 구역과 가까워야 한다.
- (나) 작업구역은 갑판 배관, 보관상자 및 창구덮개의 재배치를 위한 가이드와 같은 방해물에 의해 방해받지 않도록 설계되어야 한다.
- (다) 래싱 포인트로부터 컨테이너까지 수평 거리는 1,100 mm를 초과하지 않아야 하며, 래싱브릿지까지는 220 mm 이상, 그 외의 위치까지는 130 mm 이상이어야 한다(표 1 C1, C2 및 C3 참조). 40피트 및 45피트 컨테이너 적재를 위해 설계된 컨테이너 베이의 경우, 40피트 컨테이너에 대해 측정했을 때, C1 치수는 기국의 승인에 따라 1,300 mm까지로 완화 할 수 있다.
- (라) 작업구역의 폭은 750 mm 이상이어야 한다. 또한, 영구 래싱브릿지의 폭은 펜스의 상부 레일 사이에서 750 mm 이상이어야 하며, 적재 선반, 래싱 클리트 및 기타 장애물 사이에서는 최소한 600 mm의 거리가 명확히 제공되어야 한다(표 1 A, GL, GT, I, F 및 F1 참조).
- (마) 창구 끝단 및 선측 래싱 위치(outboard lashing positions)의 끝에는 플랫폼이 제공되어야 한다. 래싱 위치의 끝에 있는 플랫폼은 창구덮개의 상단과 같은 수준의 높이에 있어야 한다. (2022)
- (바) 탈착이 가능한 부분(section)을 포함하는 작업구역은 임시로 고정 될 수 있어야 한다.
- (사) 자동 또는 반자동 트윈스트록을 사용하여 컨테이너 상단에서의 작업을 피해야 한다.
- (자) 장비가 떨어지거나 작업자가 부상당하는 것을 방지하기 위하여, 높은 작업장의 측면에는 주변으로 150mm 높이의 발판(toe boards)을 제공해야 한다. 발판이 컨테이너의 적재를 방해하는 경우, 발판의 높이를 100mm로 경감할 수 있다.
- (4) 펜스 설계
- (가) 사람이 떨어질 수 있는 래싱브릿지, 플랫폼 및 기타 작업구역에는 (라)의 요건을 만족하는 펜스를 제공해야 한다. (2020)
- (나) 필요한 경우, 이동식 펜스가 허용될 수 있다.
- (다) 창구덮개를 제거하면 보호되지 않은 통로가 있는 경우, 화물 고박 통로는 (라)에 주어진 요건을 만족하는 펜스로 보호되어야 한다.
- (라) 펜스는 최소 3단의 레일로 구성되어야 한다. 최 상단 레일의 높이는 바닥으로부터 최소 1.0m 이상이어야 한다. 최 하단 레일의 하부는 230mm를, 그 다음의 레일은 380mm를 넘지 않아야 한다. 수평으로 막혀있지 않은 펜스의 간격은 300mm를 초과해서는 안된다.
- (마) 컨테이너 고박장치의 위치를 고려하여 필요한 경우, 하위 2개 레일을 선급과 협의하여 배치할 수 있다. (2022)
- (5) 출입구
- (가) 추락 우려가 있는 작업구역의 출입구는 (4)(라)에 따른 펜스로 보호되거나 덮개(access cover)로 막을 수 있어야 한다. (2020)
- (나) 선박의 운용을 위하여 필요하지만 펜스에 의해 보호되지 않는 개구는 화물고박 작업 시에는 닫혀있어야 한다. 작업 플랫폼 상에서 보호되지 않는 개구(예, 2 m 미만의 추락 가능성을 가진) 및 갑판상의 틈과 구멍은 적절히 강조 표시되어야 한다. (2022)
- (다) 작업구역과 이동구역의 출입구는 개구부의 테두리 주위에 대비되는 색으로 칠해야 한다.
- (라) 서로 다른 층의 래싱브릿지에서의 접근 개구는 하나가 다른 하나의 바로 아래에 위치해서는 안된다.
- (6) 사다리
- (가) 고정식 사다리로 작업구역의 바깥에서 접근하는 경우, 스트링거는 작업구역의 보호난간에 연결되어야 한다. 스트링거는 사람이 그 사이를 통과할 수 있도록 700 mm에서 750 mm의 폭을 제공해야 하며 작업구역 위쪽으로 개방되어야 한다. (2022)
- (나) 고정식 사다리가 작업구역의 개구부를 통해 작업구역에 접근하는 경우, 개구부를 통해 안전하게 접근 할 수 있도록 작업구역보다 적어도 1.0m 위에 손잡이가 제공되어야 한다
- (다) 고정식 사다리는 수직으로부터 25°이상 경사가 않아야 한다. 사다리의 경사가 수직으로부터 15°를 초과하는 경우, 사다리는 수평으로 측정된 스트링거에서 540mm 이상 떨어진 곳에 적절한 손잡이가 있어야 한다.
- (라) 고정식 사다리는 최소한 150mm 깊이의 발판(foohold)을 제공해야 한다.

- (마) 수직 높이가 3.0m를 초과하는 고정식 사다리와 사람이 화물창으로 떨어질 수 있는 고정식 사다리에는 (바)에서 (사)에 주어진 요구 사항을 만족하는 안전 케이지가 설치되어야 한다.
- (바) 안전 케이지의 등부분과 수직사다리 발판(rung)사이의 거리는 최소 750mm가 되어야 한다. 안전 케이지의 후프(hoop)는 900mm를 초과하지 않는 간격으로 일정하게 배치되어야 하고, 후프의 안쪽에 균일하게 간격을 둔 수직 바로 연결되어야 한다.
- (사) 스트링거는 작업구역으로부터 적어도 1.0m 이상 연장되어야 하며, 스트링거의 단부는 측면부가 지지되어야 한다. 수직사다리 발판 또는 계단은 작업구역과 동일한 높이에 있어야 한다.
- (7) 컨테이너 고박장치의 배치
- (가) 하이큐브 컨테이너를 고박할 때, 턴버클의 길이 및 설계와 연계하여 래싱로드의 길이는 연장의 필요성이 없도록 하여야 한다. 9'6" 컨테이너가 선내에 적재되는 경우, 컨테이너 적재배치도에는 9'6"컨테이너의 통상적인 래싱 패턴이 표시되어야 한다.
- (나) 턴버클을 잠그거나 푸는 작업 동안, 예를 들어 턴버클 사이에 충분한 거리를 두어, 손 부상의 위험을 최소화해야 한다. 잠그거나 푸는 작업 중 턴버클 사이의 거리는 일반적으로 70mm 이상이어야 한다. (2020)
- (다) 컨테이너 고정 장치에는 보관함이 제공되어야 한다.
- (8) 전원공급장치
- (가) 냉동기 전원 콘센트의 전기적 접속은 수밀이 되어야 한다.
- (나) 냉동기에는 견고하며, 연동되고, 차단기로 보호되는 전원 콘센트가 설치되어야 한다. 이는 플러그가 완전히 체결되고 액추에이터 로드와 "ON" 위치로 밀려 나기 전까지 콘센트를 켤 수 없도록 하기 위한 것이다. 액추에이터 로드를 "OFF" 위치로 수동으로 당김으로서 회로의 전원을 차단해야 한다.
- (다) "ON" 위치에 있는 동안 플러그가 우연히 탈락하게 되면 냉각기 콘센트의 전원은 자동적으로 차단되어야 한다. 또한, 핀과 슬리브 접촉부가 여전히 맞물린 상태에서 회로를 차단하는 인터록 메카니즘이 이루어져야 한다.
- (라) 냉동기 전원 콘센트는 전환이 발생할 때 작업자가 소켓 바로 앞에 서 있지 않도록 배치되고 설계되어야 한다.
- (마) 냉동기 전원 콘센트의 위치는 위험을 초래하지 않으면서 유연한 케이블 포설을 할 수 있어야 한다.
- (9) 조명
- (가) 작업구역과 이동구역에는 조명이 제공되어야 한다.
- (나) 조명은 영구 설치물로 설계되어야 하며, 파손으로부터 적절하게 보호되어야 한다. 영구조명의 설치가 용이하지 못한 장소의 경우, 선급은 임시조명을 인정할 수 있다.
- (다) 조명의 밝기 수준은 이동구역에서는 10룩스, 작업구역에서는 50룩스보다 높아야 한다.

표 1 작업 및 이동구역의 치수

기호 (그림 참조)	내용	요건 (mm)
A	컨테이너 스택 간 작업구역의 폭 (그림 1)	min. 750
B	갑판 또는 창구덮개 상의 래싱 판 간의 거리(그림 1)	min. 600
C1	래싱브릿지 펜스에서 컨테이너 스택까지의 거리 (그림 2)	max 1,100*
C2	래싱판에서 컨테이너 스택(래싱브릿지)까지의 거리(그림 2)	min. 220
C3	래싱판에서 컨테이너 스택(기타의 곳)까지의 거리(그림 1)	min. 130
F	펜스의 상단 레일 사이 래싱브릿지의 폭(그림 2)	min. 750
F1	적재 랙, 래싱 클리트 및 기타 다른 장애물 사이 래싱브릿지의 폭 (그림 2)	min. 600
GL	선외 래싱을 위한 작업 플랫폼의 폭 - 앞/뒤 방향(그림 3)	min. 750
GT	선외 래싱을 위한 작업 플랫폼의 폭 - 횡방향(그림 3)	min. 750
I	창구 덮개의 단부 또는 선루에 인접한 작업 플랫폼의 폭 (그림 4)	min. 750
J	펜스 간 또는 펜스에서 선루까지의 거리 (그림 4)	min. 600
K	펜스의 상단 레일 사이 래싱브릿지의 폭(그림 2)	min. 750
K1	래싱브릿지의 필러 사이 래싱브릿지의 폭(그림 2)	min. 600
(비고)		
B	래싱 판의 중심 간 계측	
C1	펜스 내부에서부터 계측	
C2, C3	래싱판의 중심에서부터 컨테이너 끝단까지 계측	
F, K	펜스 내부에서부터 계측	
GL	컨테이너의 끝단에서부터 펜스 내부까지 계측	
GT, I, J	펜스 내부까지 계측	
*	기국의 승인에 따라 1,300mm까지 증가 할 수 있다.	

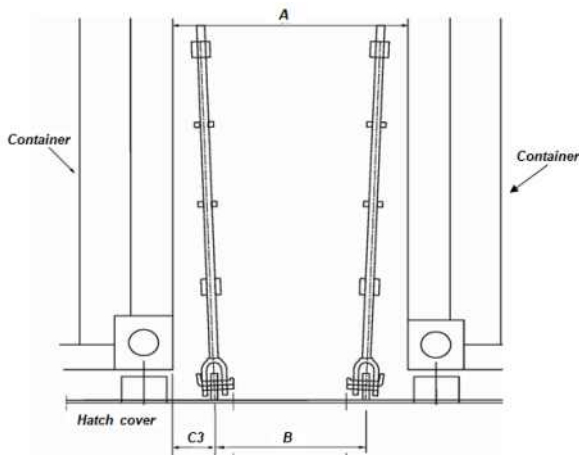


그림 1 Work area between container stacks

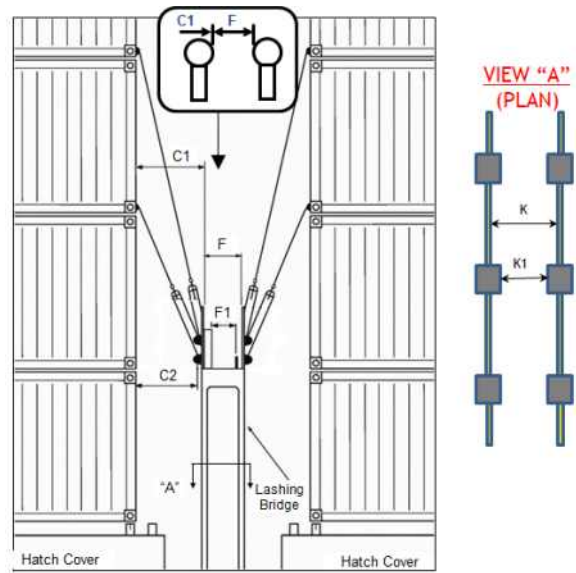


그림 2 Lashing bridge

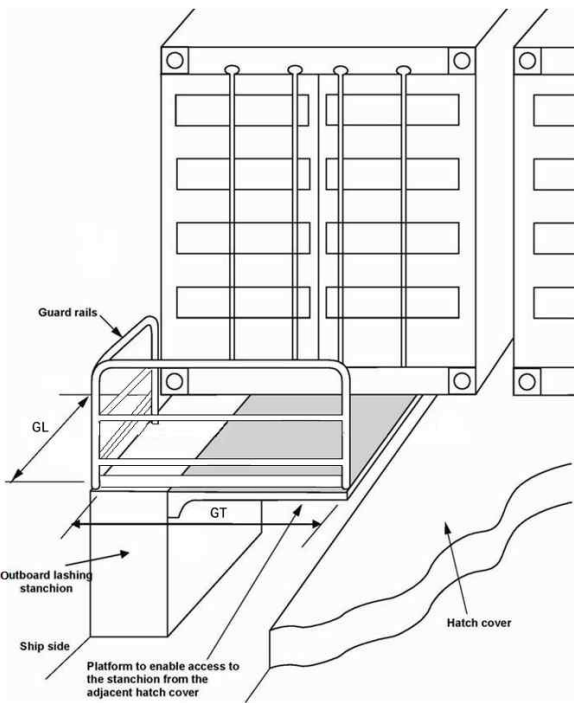


그림 3 Lashing platforms on outboard stanchions

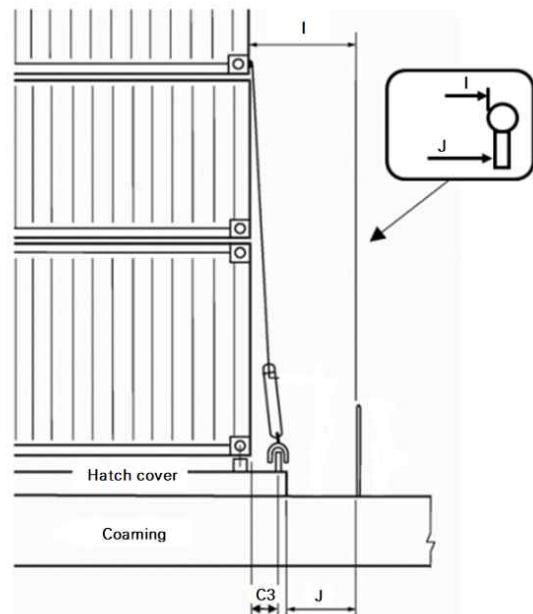


그림 4 Work area between hatch covers

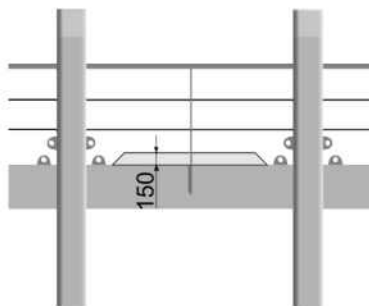


그림 5 Toe boards

부록 7-12 광석산적화물의 액상화 (2023)

1. 일반

(1) 적용

이 부록은 광석산적화물의 수분함량(MC)이 운송허용수분치(TML)를 초과하는 화물을 운송할 때, 항해 중 액상화 될 수 있는 고체산적화물(IMSBC code의 A 그룹 화물)을 운송할 수 있도록 특별히 건조된 광석운반선에 적용한다. 이 부록의 요건을 만족하는 선박에는 추가 특기사항 LIQBC-1 또는 LIQBC-2를 부여한다. IMSBC code에 따라 특별히 건조된 광석운반선에 대한 요구사항 준수 여부는 기국의 결정에 따르며, 기국의 승인있는 경우, 증서(IMSBC)를 발급한다.

(2) 화물액상화 유형은 다음의 두가지 유형으로 나뉜다:

(가) 화물 액상화 후에 안정 상태로 재정착되는 화물 : 가는 입자와 큰 입자가 혼합된 화물에서 발생하며, 액상화는 출항 직후에 가장 많이 발생한다. 액상화 상태는 일반적으로 제한된 시간 동안 지속되는 일시적인 상태이다. 화물이 안정 상태로 들어간 후, 다시 액상화 될 확률은 적다. (예, 분철광석)

(나) 화물 액상화 후에 안정 상태로 재정착되지 않는 화물 : 매우 미세한 점토와 같은 화물에서 발생하며, 액상화는 출항 후 며칠 또는 몇 주 후에 발생할 수 있다. 화물이 액상화 된 후, 잘 안정화되지 않는다.(예, 보크사이트분석)

(3) 액상화를 위하여 설계되는 선박은 3편 및 7편 2장의 관련요건에 더하여 이 부록의 요건을 따라야 한다.

(4) 이 부록에서 사용된 정의는 다음과 같다.

(가) 고체산적화물(solid bulk cargo) : 액체 또는 가스를 제외한 화물로서, 일반적으로 균일한 성분의 입자, 과립 또는 그보다 조금 더 큰 조각들의 조합으로 구성된 물질을 의미하며, 별도의 수납용기 없이 선박의 화물구역에 직접 적재되는 화물.

(나) IMSBC-A 화물 : 수분함량(MC)이 운송허용수분치(TML)를 초과하여 선적될 경우, 액상화될 수 있는 고체화물

(다) 수분함량(moisture content, MC) : 화물 샘플에서 물, 얼음 또는 기타 액체의 몫. 샘플 전체 질량에 대한 총 수분량의 백분율

(라) 운송허용수분치(transportable moisture limit, TML) : 액상화 물질이 선박운송에 따른 동요 등으로 인하여 액상화되지 아니하는 수분의 최대치

(5) 운송허용수분치를 초과하는 화물의 운송을 위하여는 다음의 자료를 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다 :

(가) 고려하는 화물의 무게, 비중 등이 표시된 종단면, 횡단면도 및 관련 부재의 도면

(나) 하역설비, 화물 및 탱크 내 액체의 분포 및 복원성 계산서

(다) 기타 선급이 필요하다고 인정하는 자료

2. 복원성

(1) 복원성 자료

복원성 자료에는, 화물 밀도를 포함한 각 설계 화물에 대한 화물특성이 명시되어야 한다. 또한 복원성 자료에는 다음의 내용이 포함되어야 한다. “설계화물 이외의 화물 적재시 승인된 적하지침기기 등을 통해 적합성을 검증할 것”

(2) 적재조건

(가) 액상화 설계 화물의 경우, 설계 시나리오에 따른 적재 조건이 복원성 자료에 포함되어야 하며, 해당되는 경우, (3) 및 (4)의 요건을 준수하여야 한다.

(a) 설계 시나리오 예

- 액상화(liquefaction) : 화물이 고밀도 점성유체처럼 거동

- 이동(shifting) : 큰 횡경사 시 화물의 슬라이딩

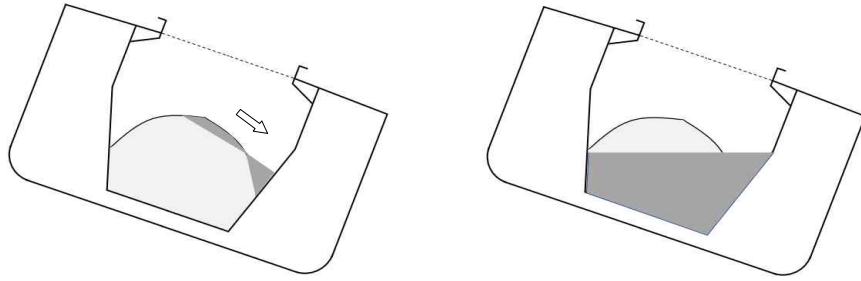


그림1 설계시나리오 : 이동(왼쪽), 액상화(오른쪽)

- (나) 적하지침기기(loading computer)
선박에는 설계 시나리오와, 해당되는 경우, (3) 및 (4)에 주어진 추가 요건을 검증하기 위한 적하지침기기가 설치되어야 한다.
- (3) 비손상 복원성 (intact stability)
 - (가) 액상화 시나리오 : 설계 화물은 액체로 간주되어야 하고, 화물의 자유 표면이 고려되어야 한다. 이 복원성 요건은 IMO IS code Part A Ch. 2.에 따른다.
 - (나) 이동 시나리오 : 설계 화물은 경사각 25°에서 이동하는 것으로 고려되어야 한다. 이 시나리오의 복원성은 IMO resolution MSC.23(59) (The International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk)의 관련요건을 만족하여야 한다.
- (4) 손상복원성 (damage stability)
 - (가) LIQBC-2 부호를 부여 받는 선박의 경우, 모든 적재화물창은 자유표면을 가지는 액체 상태로 가정해야 한다. 해당되는 경우, SOLAS Reg. II-1/6에서 7-3, Reg. II-1/9.8 및 Reg. XII/4 까지의 손상복원성 요건을 기반으로 계산된 GM 한계곡선(limit curve)에 따라야 한다.
 - (나) 상기 (가)에 추가하여, 감소된 건현을 가진 선박의 경우, GM 한계곡선은 지정된 감소건현에서 가정된 가장 깊은 구획 흘수를 가지고 관련되는 SOLAS의 상기 요구 사항을 검토하여야 한다.
 - (다) 상기 (가) 및 (나)에 추가하여, ICLL 27 규칙의 손상복원성 요건에 따르는지를 구현하기 위하여 사용되는 GM은 GM한계곡선 계산의 가장 깊은 구획 흘수에서 적용되는 것과 동일하거나 작아야 한다.

3. 선체 강도

(1) 화물하중

- (가) 선체강도 평가를 위하여, 액상화 설계 화물에 의한 화물하중은 (나)에 따라 계산되어야 한다. 각 화물창의 액상화 상태에서 화물의 설계밀도, γ (t/m³)는 선급증서에 주어져야 한다. 화물의 설계밀도는 아래의 값 이상으로 고려되어야 한다. 액상화 상태에서의 화물의 안식각은 0도로 가정한다.

	화물 밀도 γ (ton/m ³)
LIQBC-1	γ_{design}
LIQBC-2	$M' / V_H (\geq 1.0)$

M' : 해당 화물창의 산적화물 중량으로 아래의 수식을 따른다.

$$M' = M + \frac{1}{n} \text{Min}(3000, 0.1M) \text{ (t)}$$

M : 해당 화물창의 최대 허용 산적화물 중량 (t)

n : 전체 화물창 중 하나의 화물창에 적재하는 최소 적재횟수

V_H : 창구코밍에 둘러 쌓인 부피를 제외한 창구코밍과 상갑판 이 교차하는 높이까지의 화물창 용적 (m³)

γ_{design} : LIQBC-1에 해당하는 화물비중은 설계자에 의해 제시되어야 하며, 화물의 비중이 일정하지 않을 경우, 화물의 비중 범위를 고려하여 최소 및 최대 설계비중이 결정되어야 한다.

(나) LIQBC-1

화물창 내벽에 작용하는 화물의 하중은 다음 식에 의한다.

- 그림 2의 경우

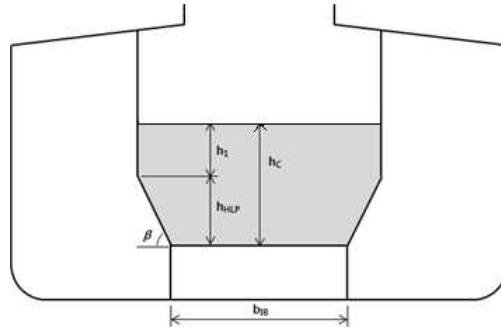


그림 2 화물창의 적재형상

$$h_C = h_{HPL} + h_1$$

여기서,

h_{HPL} : 호퍼탱크와 내측판과의 상부교점과 내저판사이의 수직거리(m)

h_1 : 수직거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_1 = \frac{M'}{\gamma B_H l_H} - \frac{B_H + b_{IB}}{2 B_H} h_{HPL} + \frac{V_{TS}}{B_H l_H}$$

B_H : 화물창의 폭(m)

l_H : 화물창의 길이(m)

b_{IB} : 이중저의 폭(m)

V_{TS} : 고려하는 화물창 길이, l_H 내에서 횡격벽의 하부에 있는 횡스틀의 전체용적(m^3). 이 용적에서 횡격벽을 통과하는 호퍼탱크의 부분의 용적은 제외한다.

- 그림 3의 경우

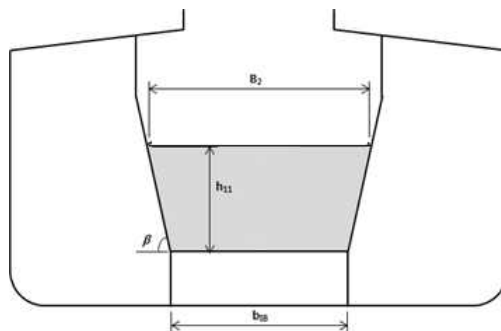


그림 3 화물창의 적재형상

$$h_C = h_{11}$$

여기서,

h_{11} : 수직거리(m)로서 다음 식에 따른다.

$$h_{11} = h_{HPL} \left(\frac{B_2 - b_{IB}}{B_H - b_{IB}} \right)$$

$$B_2 = \sqrt{\frac{\frac{1}{l_H} \left(\frac{M'}{\rho_c} + V_{TS} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{h_{HPL} b_{IB}^2}{B_H - b_{IB}} \right)}{\frac{1}{2} \left[\left(\frac{h_{HPL}}{B_H - b_{IB}} \right) \right]}}$$

(다) LIQBC-2

- 화물창 내벽에 작용하는 화물의 하중은 다음 식에 의한다.

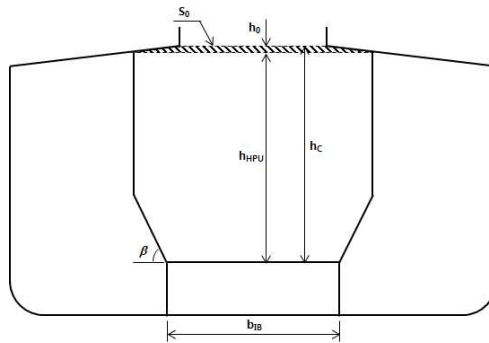


그림 4 화물창의 적재형상

$$h_C = h_{HPU} + h_0$$

여기서,

$$h_0 = \frac{S_A}{B_H}$$

$$S_A = S_0 + \frac{V_{HC}}{l_H}$$

h_{HPU} : 톱사이드 탱크와 선측외판 또는 내측판과의 하부교점과 내저판사이의 수직거리(m)

S_0 : 톱사이드 탱크와 선측외판 또는 내측판과의 하부교점 상방으로 상갑판 높이까지의 음영면적 (m^2)

V_{HC} : 창구코밍으로 폐워된 용적(m^3)

(2) 종격벽판

(가) 종격벽판 및 빌지 호퍼 경사판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = CS\sqrt{Kh_c} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

S : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 짧은 변 길이(m).

h_c : 화물액상화를 고려했을 때, 선체 중심선에 있어서 해당 패널의 하단으로부터 화물 상단까지의 수직 거리(m).

C : 계수로서 다음 식에 의한 값. 다만, 3.2 이상이어야 한다.

$$C = 4.25 C_1 \sqrt{\gamma}$$

C_1 : 계수로서 l/S 의 값에 따라 다음 식에 의한 값.

$$1 \leq \frac{l}{S} < 3.5 \text{ 일 때 : } \left(0.11 \frac{l}{S} + 0.615\right)$$

$$3.5 \leq \frac{l}{S} \text{ 일 때 : } 1.0$$

l : 보강재 등에 의하여 둘러싸인 경사판 패널의 긴변 길이(m).

(3) 횡보강재

종격벽에 부착된 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음의 (가) 및 (나)에 따른다:

(가) 종방향 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 104\gamma CS h_c l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 종방향 횡보강재의 간격(m).

h_c : 화물액상화를 고려했을 때, 선체 중심선에 있어서 해당 횡보강재의 중심으로부터 화물 상단까지의 수직거리(m).

l : 횡보강재 지지점 사이의 길이(m).

$$C = \frac{K}{24 - \alpha K}$$

α : y 의 값에 따라 다음에 의한 α_1 또는 α_2 .

$$y > y_B \text{ 일 때 : } \alpha_1 = 15.0 f_D \left(\frac{y - y_B}{Y'} \right)$$

$$y \leq y_B \text{ 일 때 : } \alpha_2 = 15.0 f_B \left(\frac{y_B - y}{y_B} \right)$$

f_B, y : 규칙 2장 303.의 2항에 따른다.

y_B, Y' 및 f_D : 규칙 2장 302.의 1항에 따른다.

(나) 횡방향 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7.5\gamma KS h_c l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 횡방향 횡보강재의 간격(m).

h_c : 화물액상화를 고려했을 때, 선체 중심선에 있어서 해당 횡보강재의 중심으로부터 화물 상단까지의 수직거리(m).

l : 횡보강재 지지점 사이의 길이(m).

(4) 광석창 내 횡격벽 및 스톨

(가) 격벽판의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 3.6 CS \sqrt{K\gamma h_c} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S : 격벽횡보강재의 간격 (m).

h_c : 화물액상화를 고려했을 때, 선체 중심선에 있어서 해당 패널의 하단으로부터 화물 상단까지의 수직 거리(m).

C : 계수로서 L 의 값에 따라 다음에 따른다.

$$L \leq 230 \text{ 일 때 : } C = 1.0$$

$$L \geq 400 \text{ 일 때 : } C = 1.07$$

L 이 중간값일 경우, C 값은 보간법에 의한다.

(나) 격벽 횡보강재의 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 5.6 C_1 C_2 C_3 \gamma K S h_c l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

h_c : 화물액상화를 고려했을 때, 선체 중심선에 있어서 해당 보강재의 중심으로부터 화물 상단까지의 수직 거리(m).

C_1 : (가)의 C 에 따른다.

C_2 : 횡보강재 끝단의 고착조건에 따른 계수로서 표 1 따른다.

C_3 : 수평보강재의 경우 = 1.0

수직보강재의 경우 = 1.2

S 및 l : 3편 14장 303.에 따른다.

표 1 계수 C_2

일단 \ 타단	A형 고착	B형 고착	거더지지 또는 러그고착	스닙
A형 고착	0.70	1.15	0.85	1.30
B형 고착	1.15	0.85	1.30	1.15
거더지지 또는 러그고착	0.85	1.30	1.00	1.50
스닙	1.30	1.15	1.50	1.50

(비고)

- 'A형 고착'이라 함은 이중저 또는 해당 횡보강재와 같은 정도 이상의 인접 면내 횡보강재와의 브래킷 고착 또는 이와 동등한 고착을 말한다. (그림 5 (a) 참조)
- 'B형 고착'이라 함은 보, 늑골 등의 직교재와의 브래킷 고착 등을 말한다. (그림 5 (b) 참조)

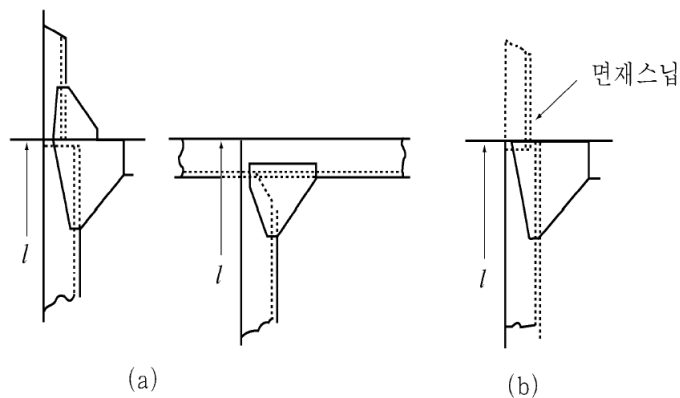


그림 5 끝부분의 고착

(5) 파형격벽

(가) 파형격벽의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = 0.0036 C S_1 \sqrt{\gamma h_c K} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S_1 : 면재부 및 웹브부에 대한 각각의 너비(mm)로서 그림 6의 a 또는 b .

C : 계수로서 다음에 의한 값.

면재부 :
$$C = \frac{1.4}{\sqrt{1 + \left(\frac{t_w}{t_f}\right)^2}}$$

웹부 : $C = 1.0$

t_f 및 t_w : 면재부 및 웹부의 두께 (mm).

h_c : 화물액상화를 고려했을 때, 선체 중심선에 있어서 해당 패널의 하단으로부터 화물 상단까지의 수직 거리(m).

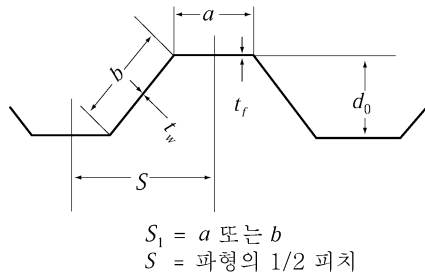


그림 6 S의 측정방법

(나) 파형격벽의 1/2피치에 대한 단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 7CKS\gamma h_c l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

S : 파형의 1/2피치 (m). (그림 6 참조)

l : 지지점 사이의 길이 (m)로서 그림 7에 따른다.

h_c : 화물액상화를 고려했을 때, 선체 중심선에 있어서 해당 횡보강재의 중심으로부터 화물 상단까지의 수직거리 (m)

C : 계수로서 단부의 고착조건에 따라, 표 2에 정하는 값. 다만, 하단의 스텔의 이중저 내저판 위치에서의 선박길이 방향의 너비 d_H 가 격벽의 스텔 깊이 d_0 (그림 7)의 2.5배 미만일 때에는 l 및 C 값은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 2 C의 값

난	상단		거더로 지지	갑판에 고착	스텔에 고착
	하단				
(1)	거더로 지지, 갑판 또는 이중저에 고착		1.00	1.50	1.35
(2)	스텔에 고착		1.50	1.20	1.00

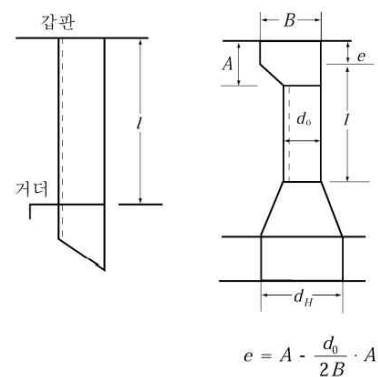


그림 7 l의 측정방법

단, 파형격벽 요구되는 단면계수를 결정하기 위한 대체 평가 방법으로써, 부록 7-10에서 제시된 화물창 구조 해석을 통해 강도평가가 가능하다. 이때 파형격벽의 강도평가를 위해서는 파형격벽의 웹과 면재가 만나는 위치에 1mm^2 의 단면적을 가지는 더미 봉(dummy beam) 요소가 모델링되어야 한다.

(다) 파형격벽의 모선방향의 단부 0.2 l 사이의 두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

웹부 : $t = 41.7 \frac{CKS\gamma h_c l}{d_0} + 2.5$ (mm) 다만, 다음 식에 의한 것 미만이어서는 아니된다.

$$t_{\min} = 0.174 \sqrt[3]{\frac{CS\gamma h_c l b^2}{d_0}} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

면재부 : 다만, 수직파형격벽의 상단은 제외.

$$t_f = \frac{0.012a}{\sqrt{K}} + 2.5 \quad (\text{mm})$$

S, h_c , C 및 l : (다)에 따른다.

d_0 : 파형의 깊이 (mm).

a 및 b : 면재부 및 웹부부의 너비(mm)

4. 유한요소해석

(1) 강도평가

액상화 설계 화물에 대한 추가 하중 조합을 포함하여, 부록7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침에 따라 유한 요소 해석을 수행하여야 한다. 이 추가 하중 조합은 고체산적화물을 대신하여 액상화 설계화물이 적재되는 모든 화물 적재 조합을 포함한다.

(2) 좌굴 강도

판, 보강재 및 전체 보강판의 경우, 주어진 추가 설계 하중을 고려하여 부록7-10 광석운반선의 직접강도평가에 관한 지침에 따라 계산한다. ↓

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2024년 5월 28일

발 행 2024년 6월 3일

제 7 편 전용선박

발행인 이 형 철

발행처 한 국 선 급

부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36

전화: 070-8799-9114

FAX: 070-8977-8999

Website : <http://www.krs.co.kr>

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2024, KR

이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포
시 법적제재를 받을 수 있습니다.